جزوه تست و جمع بندی

نـــوروز ۱۴۰۵

شیمی پایه

به همراه پاسخنامه تشریحی

نام و نام خانوادگی

خیلی سبز! ماراتون قلم چی

سنجش کلاد
www.SanjeshCloud.ir
www.BLE.ir/SanjeshCloud

فهرست آزمون های شیمی

موسسه	تاریخ	مبحث	تعداد تست	صفحه سوال	صفحه پاسخ
قلمچی	۱۸ مهر	دهم – فصل ۱ تا ص۳۳	۱۰	۱	۱۸۱
	۲ آبان	فصل ۱ ص۲۴ تا ۴۶	۱۰	۴	۱۸۳
	۱۶ آبان	فصل ۲ ص۴۷ تا ۶۹	۱۰	۷	۱۸۵
	۳۰ آبان	فصل ۲و۳ ص۷۰ تا ۹۸	۱۰	۱۰	۱۸۷
	۱۴ آذر	فصل۳ ص۹۸ تا ۱۲۲	۱۰	۱۳	۱۸۹
	۲۱ آذر	جامع دهم	۲۰	۱۶	۱۹۱
	۲۸ آذر	دهم – فصل ۱ تا ص ۲۳	۱۰	۲۱	۱۹۵
	۱۰ بهمن	فصل ۱ ص۲۴ تا ۴۶	۱۰	۲۴	۱۹۷
	۲۴ بهمن	فصل ۲و۳ ص۴۷ تا ۶۹	۱۰	۲۶	۱۹۹
	۱۰ اسفند	فصل۳ ص۷۰ تا ۹۸	۱۰	۲۸	۲۰۱
	۲۴ اسفند	فصل۳ ص۹۸ تا ۱۲۲	۱۰	۳۰	۲۰۳
ماز	۱۷ مهر	فصل ۱ دهم	۱۵	۳۳	۲۰۶
	۱ آبان	فصل ۱ دهم	۱۵	۳۶	۲۲۱
	۱۵ آبان	فصل ۱و۲ دهم	۱۵	۳۹	۲۳۶
	۲۹ آبان	فصل ۲ دهم	۱۴	۴۲	۲۴۸
	۱۳ آذر	فصل۳ دهم	۱۵	۴۵	۲۶۱
ماراتون	۱۷ مهر	فصل ۱ دهم	۱۴	۴۸	۲۷۶
	۱ آبان	فصل ۱ دهم	۱۵	۵۲	۲۹۱
	۱۵ آبان	فصل ۲ دهم	۱۰	۵۶	۳۱۲
	۲۹ آبان	فصل ۱و۲ فصل	۱۵	۵۹	۳۲۵
	۱۳ آذر	فصل۳ دهم	۱۰	۶۲	۳۳۹
خیلی سبز آزمون	۲۵ مهر	فصل ۱ دهم	۱۲	۶۴	۳۵۵
	۱۶ آبان	فصل ۲ دهم	۱۱	۶۷	۳۶۵
	۷ آذر	فصل ۲ دهم	۱۲	۷۰	۳۷۹
	۲۸ آذر	فصل۳ دهم	۱۲	۷۳	۳۹۱
	۱۸ مهر	فصل ۱ یازدهم	۱۰	۷۶	۴۰۵

قلمچی	۲ آبان	فصل۱ یازدهم	۱۰	۷۹	۴۰۷
	۱۶ آبان	فصل۲ یازدهم	۱۰	۸۲	۴۰۹
	۳۰ آبان	فصل۲ یازدهم	۱۰	۸۶	۴۱۱
	۱۴ آذر	فصل۳ یازدهم	۱۰	۸۹	۴۱۴
	۲۱ آذر	کل یازدهم	۲۰	۹۲	۴۱۶
	۲۸ آذر	فصل۱ یازدهم	۱۰	۹۷	۴۲۱
	۱۰ بهمن	فصل۱ یازدهم	۱۰	۱۰۰	۴۲۳
	۲۴ بهمن	فصل۲ یازدهم	۱۰	۱۰۲	۴۲۵
	۱۰ اسفند	فصل۲ یازدهم	۱۰	۱۰۵	۴۲۷
	۲۴ اسفند	فصل۳ یازدهم	۱۰	۱۰۸	۴۲۹
ماز	۲۷ آذر	فصل۱ یازدهم	۱۴	۱۱۱	۴۳۲
	۹ بهمن	فصل۱ یازدهم	۱۵	۱۱۴	۴۴۵
	۲۳ بهمن	فصل۲ یازدهم	۱۵	۱۱۷	۴۶۰
	۹ اسفند	فصل۲ یازدهم	۱۵	۱۲۰	۴۷۶
	۲۳ اسفند	فصل۳ یازدهم	۱۵	۱۲۳	۴۸۵
ماراتون	۲۷ آذر	فصل۱ یازدهم	۱۰	۱۲۶	۴۹۷
	۱۶ بهمن	فصل۱ یازدهم	۱۵	۱۲۸	۵۱۲
	۸ اسفند	فصل۲ یازدهم	۱۰	۱۳۱	۵۲۵
	۲۳ اسفند	فصل۳ یازدهم	۱۵	۱۳۵	۵۳۷
خیلی سبز آزمون	۱۰ بهمن	فصل۱ یازدهم	۱۲	۱۳۹	۵۵۶
	۲۴ بهمن	فصل۱ یازدهم	۱۳	۱۴۲	۵۶۸
	۱۰ اسفند	فصل۲ یازدهم	۱۲	۱۴۵	۵۸۱
گروه آموزشی ماز دوپینگ	شماره۱	فصل۱و۲ دهم	۳۵	۱۵۰	۵۹۴
	شماره۲	فصل۳ دهم	۳۰	۱۵۶	۶۱۹
	شماره۳	فصل۱ یازدهم	۳۰	۱۶۲	۶۴۰
	شماره۴	فصل۲ یازدهم	۳۰	۱۶۸	۶۶۰
	شماره۵	فصل۳ یازدهم	۳۵	۱۷۴	۶۸۲

آزمون شیمی دهم قلمچی ۱۸ مهر ۱۴۰۴

۱- کدام مورد دربارهٔ سیاره‌های مشتری و زمین، نادرست است؟

۱) در طیف نشری خطی در ناحیهٔ مرئی دومین عنصر فراوان سیارهٔ مشتری، ۶ نوار رنگی دیده می‌شود.

۲) ۵۰ درصد از هشت عنصر فراوان سیارهٔ زمین، در دورهٔ سوم جدول دوره‌ای جای دارند.

۳) درصد فراوانی فراوان‌ترین عنصر سیارهٔ زمین بیشتر از فراوان‌ترین عنصر سیارهٔ مشتری است.

۴) مشتری نزدیک‌ترین سیارهٔ گازی به خورشید است و دمای سطح آن نسبت به زمین کمتر است.

۲- نسبت شمار نوترون‌های کدام ایزوتوپ طبیعی هیدروژن به شمار نوترون‌های ^{2}H، برابر با تفاوت تعداد نوترون و الکترون در $^{50}_{25}A^{2-}$ است؟

۱) ^{1}H ۲) ^{2}H ۳) ^{3}H ۴) ^{4}H

۳- با توجه به شکل زیر که بخشی از جدول تناوبی با نمادهای فرضی را نشان می‌دهد، کدام مطلب نادرست است؟

۱) J برخلاف G جزو هشت عنصر فراوان‌تر سیارهٔ مشتری به شمار می‌رود.

۲) اختلاف عدد اتمی عناصر E و D برابر عدد اتمی عنصری است که یکی از رادیوایزوتوپ‌های آن در ایران تولید می‌شود.

۳) اگر در یون C^{3+} اختلاف شمار الکترون و نوترون برابر ۸ باشد. عدد جرمی C برابر ۵۱ می‌باشد.

۴) B دارای سه ایزوتوپ و A دارای دو ایزوتوپ طبیعی است که در ایزوتوپ‌های A، ایزوتوپی که نسبت عدد اتمی به عدد جرمی بزرگ‌تری دارد فراوان‌تر است.

۴- کدام گزینه از نظر درستی یا نادرستی با سایر گزینه‌ها متفاوت است؟

۱) رادیوایزوتوپ طبیعی هیدروژن پایدار و تمامی ایزوتوپ‌های ساختگی آن ناپایدار است.

۲) اورانیوم شناخته‌شده‌ترین فلز پرتوزایی است که ایزوتوپ‌های آن به عنوان سوخت در راکتور اتمی به کار می‌روند.

۳) هر خانه از جدول تناوبی مربوط به یک عنصر معین است و فقط حاوی اطلاعاتی شامل عدد اتمی، عدد جرمی، نام و نماد شیمیایی آن عنصر است.

۴) هنگام عکس‌برداری از دندان‌ها در رادیولوژی باید با استفاده از پوشش‌های سربی از غدهٔ تیروئید در برابر پرتوهای پرانرژی و خطرناک محافظت کرد.

۵- کدام یک از عبارت‌های زیر درست هستند؟

الف) نخستین عنصر ساخته شده به دست بشر نیم عمر کمی داشته و مقادیر ناچیزی از آن در طبیعت وجود دارد.

ب) از ایزوتوپ اورانیم ۲۳۵ به عنوان سوخت در راکتورهای اتمی استفاده می‌شود.

پ) اندازهٔ یون‌های یدید و تکنسیم با یکدیگر مشابه است و غدهٔ تیروئید در هنگام جذب یون یدید، یون تکنسیم را نیز جذب می‌کند.

ت) در فرایند غنی‌سازی اورانیم، فراوانی یکی از ایزوتوپ‌های عنصر مورد نظر در مخلوط ایزوتوپ‌ها افزایش می‌یابد.

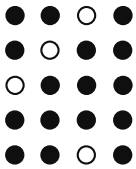
۱) الف ، پ
۲) الف ، ت
۳) ب ، پ
۴) ب ، ت

۶- فراوانی ایزوتوپ‌های عنصر M در یک نمونه فرضی که شامل یک مول اتم است به صورت زیر می‌باشد. با توجه به این‌که عنصر F تنها یک ایزوتوپ طبیعی $^{۱۹}_{۹}F$ دارد جرم مولی $MF_۲$ کدام است؟

ایزوتوپ	^{۲۶}M	^{۲۵}M	^{۲۴}M
شمار اتم‌ها	$۶/۰۲\times۱۰^{۲۲}$	$۱/۲۰۴\times۱۰^{۲۳}$	$۴/۲۱۴\times۱۰^{۲۳}$

۱) ۷۲/۴
۲) ۶۲/۴
۳) ۴۳/۴
۴) ۳۳/۴

۷- فراوانی ایزوتوپ‌های یک نمونه از عنصر X با جرم اتمی میانگین ۱۰/۸amu در طبیعت به صورت زیر است. در صورتی که تفاوت جرم ایزوتوپ‌های این عنصر برابر ۱amu بوده و در ایزوتوپ سنگین‌تر آن تفاوت تعداد ذرات داخل هسته برابر یک باشد، کدام یک از عبارت‌های زیر در مورد این عنصر درست است؟ (عدد جرمی را با جرم اتمی یکسان در نظر بگیرید.)



الف) عنصر متعلق به گروه سیزدهم جدول بوده و هم‌گروه با $_{۸۱}Tl$ است.

ب) عدد اتمی عنصر X با عدد جرمی ایزوتوپ ساختگی هیدروژن که بیشترین نیمه عمر را دارد، برابر است.

پ) نماد شیمیایی هر دو عنصر هم‌گروه و پایین‌تر از آن در جدول دوره‌ای عناصر به صورت دو حرفی است.

۱) الف ، ب و پ ۲) الف و پ ۳) الف و ب ۴) ب و پ

۸- تعداد اتم‌های موجود در ۰/۲۷ گرم از ترکیبی دارای نیتروژن و اکسیژن، ۱/۴ برابر تعداد اتم‌های موجود در هر گرم $Br_۲$ است. نسبت تعداد اتم‌های نیتروژن به اکسیژن در این مولکول چند است؟ $(Br = ۸۰ \ , \ N = ۱۴ \ , \ O = ۱۶ : g.mol^{-۱})$

۱) ۰/۶۶ ۲) ۱ ۳) ۰/۴ ۴) ۰/۵

۹- درستی یا نادرستی کدام گزینه همانند عبارت زیر است؟

«رنگ بنفش دارای بیشترین میزان انحراف بوده و به سمت داخلی یا درونی رنگین‌کمان قرار می‌گیرد و رنگ سرخ با کمترین میزان انحراف به سمت خارج یا بیرونی آن قرار می‌گیرد.»

۱) هر نوار رنگی در طیف نشری خطی هر عنصر، پرتوهای نشر شده هنگام بازگشت الکترون‌ها را از لایه‌های بالاتر به لایهٔ اول را نشان می‌دهد.

۲) نور زرد لامپ‌هایی که شب هنگام آزادراه‌ها، بزرگراه‌ها و خیابان‌ها را روشن می‌سازد، به دلیل وجود بخار عنصری است که جزو هشت عنصر فراوان موجود در سیارهٔ زمین نمی‌باشد.

۳) در دما و فشار اتاق، ۷ عنصر به شکل مولکول‌های ۲ اتمی وجود دارند که نماد شیمیایی بیش از ۳۰٪ آن‌ها به صورت دو حرفی است.

۴) شمار ایزوتوپ‌های طبیعی منیزیم و هیدروژن برابر است و در آن‌ها با افزایش عدد جرمی فراوانی ایزوتوپ‌ها همواره کاهش می‌یابد.

۱۰- کدام یک از عبارت‌های زیر به درستی مفهوم شناسایی مواد از طریق بررسی نور نشر شده از آن‌ها را بیان می‌کند؟

۱) رنگ شعله، روشی دقیق برای تعیین مقدار یک عنصر در یک نمونهٔ خالص از آن است.

۲) نشر پرتوهای الکترومغناطیسی، تنها زمانی رخ می‌دهد که ماده به حالت گازی تبدیل شده باشد.

۳) هر عنصر، طیف نشری خطی منحصر به فردی همانند بارکد کالاها دارد که می‌تواند برای شناسایی آن استفاده شود.

۴) برای شناسایی دقیق مواد از طریق نور نشر شده، تنها کافی است رنگ شعله را مشاهده کنیم.

آزمون شیمی دهم قلمچی ۲ آبان ۱۴۰۴

۱- کدام یک از موارد زیر نادرست است؟

الف) بور باور داشت با بررسی تعداد و جایگاه خطوط طیف نشری خطی، می‌توان اطلاعات با ارزشی از همهٔ اتم‌ها به دست آورد.

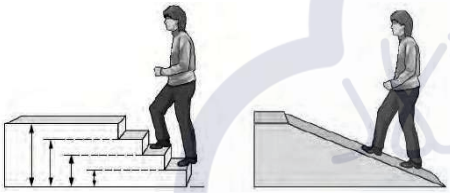
ب) یکی از راه‌های تعیین آرایش الکترونی، برانگیخته کردن اتم و بررسی پرتوهای گسیل شده از آن است.

ج) الکترون در هر لایه‌ای که باشد در همهٔ نقاط پیرامون هسته احتمال حضور دارد و احتمال حضور آن در همهٔ نقاط یکسان است.

د) انرژی لایه‌ها و تفاوت انرژی میان آن‌ها در اتم عنصرهای گوناگون، متفاوت است.

۱) الف ، ب　　۲) الف ، ج　　۳) ب ، ج　　۴) ب ، د

۲- با توجه به شکل‌های زیر، کدام موارد از مطالب داده شده درست است؟



(۱)　　(۲)

الف) پدیده‌های کوانتومی در مقیاس ماکروسکوپی مطابق با الگوی شکل «۱» قابل مشاهده هستند.

ب) در الگوی شکل «۲»، هر میزان انرژی را می‌توان برای افزایش ارتفاع مصرف کرد.

پ) اگر انرژی الکترون برای رسیدن به لایهٔ بالاتر در الگوی شکل «۱» کافی نباشد. می‌تواند در فضایی بین دو لایه شناور بماند.

ت) مدل اتمی بور، سطوح انرژی الکترون‌ها را گسسته می‌داند که با الگوی پله‌ای شکل «۱» مطابقت دارد.

۱) الف ، ب　　۲) ب ، ت　　۳) الف ، پ　　۴) پ ، ت

۳- کدام گزینه درست است؟

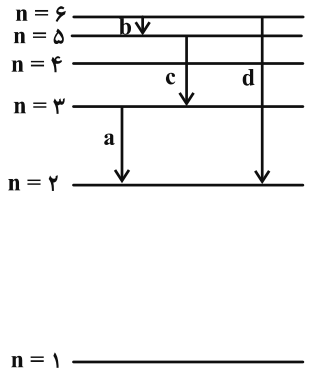
۱) همهٔ اتم‌هایی که در لایهٔ ظرفیت خود هشت الکترون دارند پایدار بوده و تمایل چندانی برای انجام واکنش ندارند.

۲) همهٔ فلزات جدول توانایی تشکیل کاتیون و همهٔ نافلزات توانایی تشکیل آنیون به صورت طبیعی را دارند.

۳) همهٔ زیرلایه‌های حاوی الکترون که در آرایش الکترونی فشرده یک عنصر پس از نماد گاز نجیب نوشته می‌شوند، جزو لایهٔ ظرفیت آن عنصر هستند.

۴) در میان عناصر گروه‌های ۲ تا ۱۲ دورهٔ چهارم در جدول تناوبی، ۹ عنصر دارای زیرلایهٔ ۲ الکترونی در لایهٔ ظرفیت خود هستند.

۴- با توجه به شکل زیر که به ترازهای انرژی اتم هیدروژن مربوط است، کدام عبارت(ها) درست است؟



الف) طول موج نور جذب شده در انتقال d از بقیه کمتر است.

ب) فقط انتقالات a و d برای اتم هیدروژن برانگیخته رخ می‌دهد.

پ) انتقال a در طیف نشری خطی این اتم، پرتویی به رنگ سرخ ایجاد می‌کند.

ت) به هنگام عبور از منشور، مقایسه طول موج نورهای حاصل از انتقال‌های a و d به صورت $d < a$ است.

۱) الف و ب　　۲) ب و پ

۳) پ و ت　　۴) فقط پ

۵- اگر شمار الکترون‌های ۳p عنصر X با شمار الکترون‌های زیرلایهٔ ۳d عنصر Y برابر باشد، کدام مطلب به یقین درست است؟ (X به دورهٔ سوم و Y به دورهٔ چهارم تعلق دارند.)

۱) اگر X عنصر فسفر باشد، عدد اتمی Y با نخستین عنصر ساختگی در واکنشگاه هسته‌ای ۲۲ واحد اختلاف دارد.

۲) اگر X عنصر کلر باشد، Y فلزی واسطه است که اختلاف عدد اتمی آن با عنصر X برابر ۸ است.

۳) اگر Y اسکاندیم باشد، X تمایل دارد با از دست دادن سه الکترون به آرایش گاز نجیب پیش از خود برسد.

۴) اگر Y آهن باشد، X گاز زردرنگ است که در واکنش با فلز سدیم نمک خوراکی تولید می‌کند.

۶- باتوجه به اتم $_{۲۹}Cu$، کدام عبارت زیر درست نیست؟

۱) طبق قاعدهٔ آفبا در آرایش الکترونی آن، ۱۰ الکترون با $l = ۲$ وجود دارد.

۲) در دورهٔ ۴ و گروه ۱۱ جدول دوره‌ای قرار داشته و تنها یک زیرلایهٔ نیمه‌پر دارد.

۳) مجموع عددهای کوانتومی فرعی زیرلایه‌هایی که توسط الکترون‌ها پر شده‌اند برابر ۴ است.

۴) تفاوت عدد اتمی آن با عدد اتمی نخستین عنصر دورهٔ سوم برابر با عدد اتمی آرگون است.

۷- اگر آرایش گونه‌ای از عنصر X (اتم خنثی یا یون پایدار) به $۳p^۶$ ختم شود، چند مورد از موارد زیر در مورد عنصر X در حالت خنثی می‌تواند درست باشد؟

- عنصر X در دما و فشار اتاق به شکل مولکول‌های دو اتمی وجود دارد.
- عنصر X در لایهٔ ظرفیت خود ۸ الکترون داشته و تمایلی به انجام واکنش شیمیایی ندارد.
- در آرایش الکترون- نقطه اتم X شمار الکترون‌های تکی و جفت الکترون‌ها با هم برابر است.
- تمامی عناصر ممکن با این مشخصات در یک دوره قرار دارند.

۱) ۴ مورد　　۲) ۳ مورد　　۳) ۲ مورد　　۴) ۱ مورد

۸- شمار الکترون‌های با $l = ۱$ در اتم عنصر با نماد فرضی A برابر ۱۷ می‌باشد. همهٔ عبارت های زیر دربارهٔ آن درست است به‌جز:

۱) ساختار الکترون- نقطه‌ای اتم A با ساختار الکترون- نقطه‌ای $_{۹}F$ مشابه است.

۲) شمار الکترون‌های با $l = ۰$ در اتم عنصر A با شمار این الکترون‌ها در اتم ۱۶ عنصر هم‌دورهٔ خودش یکسان است.

۳) اتم عنصر A دارای سه لایهٔ الکترونی پُر شده است و با گرفتن یک الکترون به آرایش الکترونی گاز نجیب پس از خود می‌رسد.

۴) فرمول ترکیب حاصل از عنصر A با عنصر $_{۱۲}M$ به صورت $MA_{۲}$ می‌باشد.

۹- آرایش الکترونی اتم عنصر A به $۳p^{۵}$ و یون $X^{۲+}$ به $۲p^{۶}$ ختم می‌شود. کدام موارد از مطالب زیر دربارهٔ آن‌ها درست است؟

الف) X فلز اصلی از گروه ۱ و دورهٔ ۳ جدول تناوبی است.

ب) تفاوت عدد اتمی عنصر A و عنصر X برابر ۸ است.

پ) ترکیب این دو عنصر با یکدیگر می‌تواند به صورت $XA_{۲}$ وجود داشته باشد.

ت) عنصر A نافلزی هم‌گروه با عنصر $_{۳۵}D$، هم‌دوره با عنصر $_{۱۳}E$ در جدول تناوبی است.

۱) الف ، ب
۲) الف ، ت
۳) ب ، پ
۴) پ ، ت

۱۰- کدام گزینه صحیح است؟

۱) اگر آرایش الکترون- نقطه‌ای اتم یک عنصر اصلی، دارای یک الکترون منفرد باشد این عنصر به یقین در گروه ۱ جدول دوره‌ای قرار دارد.

۲) سدیم کلرید همان نمک طعام است که کاتیون و آنیون آن به آرایش گاز نجیب یکسان رسیده‌اند.

۳) تعداد ترکیب‌های یونی دوتایی حاصل از عناصر دورهٔ دوم جدول تناوبی برابر ۳ است.

۴) تفاوت عدداتمی نیتروژن با اولین عنصر از دورهٔ سوم که توانایی گرفتن و به اشتراک گذاشتن الکترون را دارد برابر ۷ است.

آزمون شیمی دهم قلمچی ۱۶ آبان ۱۴۰۴

۱- همهٔ عبارت‌های زیر درست‌اند به‌جز:

۱) تروپوسفر مخلوطی از گازهای گوناگون است که تا فاصلهٔ ۵۰۰ کیلومتری از سطح زمین امتداد یافته است.

۲) درصد حجمی گاز آرگون در هواکره از مجموع درصد حجمی CO_2 و سایر گازهای نجیب آن بیشتر است.

۳) از سبک‌ترین گاز نجیب برای خنک کردن قطعات الکترونیکی در دستگاه‌های تصویربرداری مانند MRI استفاده می‌شود.

۴) از فراوان‌ترین گاز موجود در هوا برای پُر کردن تایر خودروها و در صنعت سرماسازی برای انجماد مواد غذایی استفاده می‌شود.

۲- در لایهٔ تروپوسفر، چند مورد از ویژگی‌های زیر با افزایش ارتفاع از سطح زمین، به‌طور پیوسته کاهش پیدا می‌کنند؟

- نسبت جرم به حجم هوا
- دما
- فشار هوا
- شمار مولکول‌های گازی در واحد حجم هوا

۱) ۳ ۲) ۴ ۳) ۲ ۴) ۱

۳- استراتوسفر دومین لایهٔ هواکره است که در ارتفاع حدود ۱۲ تا ۵۰ کیلومتری از سطح زمین قرار دارد. اگر دما در ابتدای این لایه $-50^\circ C$ و در انتهای آن $7^\circ C$ باشد، در این لایه در چه ارتفاعی از سطح زمین دما به ۲۶۵ کلوین می‌رسد؟ (روند تغییر دما در این لایه را خطی فرض کنید.)

۱) ۲۲ ۲) ۲۸ ۳) ۳۴ ۴) ۴۰

۴- کدام مطلب درست است؟

۱) برای پرکردن بالن هواشناسی از گاز N_2 استفاده می‌شود، چراکه چگالی آن از هوا کمتر است.

۲) گازهایی مثل گاز Ar بر اثر سوختن، دمای شعله مناسبی برای جوشکاری فلزها ایجاد می‌کنند.

۳) در فرایند جداسازی اجزاء سازندهٔ هواکره، کربن دی‌اکسید در دمای $-78^\circ C$ بر اثر انجماد، از مخلوط گازی جدا می‌شود.

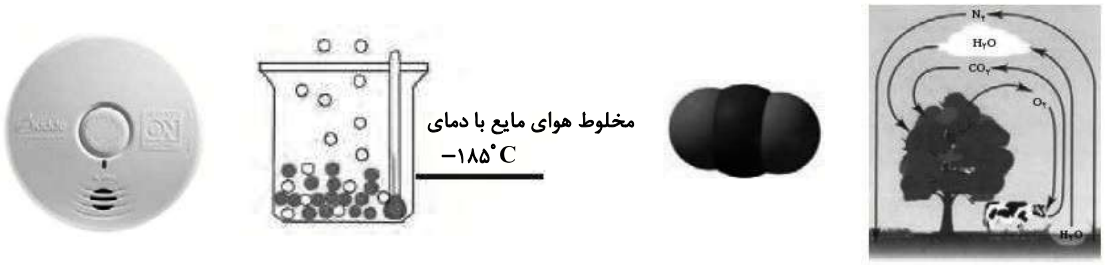
۴) نسبت درصد حجمی اولین گاز نجیب جدول دوره‌ای در مخلوط گاز طبیعی به درصد حجمی آن در هواکره برابر با ۱۴۰۰۰ است.

۵- در چند مورد از موارد داده شده، نسبت تعداد جفت الکترون‌های ناپیوندی به پیوندی در مولکول سمت راست بیشتر از مولکول سمت چپ است؟

- دی نیتروژن مونوکسید- کربن دی‌اکسید
- اکسیژن دی فلوئورید- گوگرد تری اکسید
- کربن دی اکسید- نیتروژن تری فلوئورید
- دی نیتروژن مونوکسید- گوگرد تری اکسید

۱) صفر ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۳

۶- با توجه به شکل‌های زیر کدام موارد درست هستند؟



A B C D

الف) شکل A ، حسگر گازی است که می‌تواند بر اثر سوختن ناقص متان تولید شود و شمار پیوندهای اشتراکی آن با شمار پیوندهای اشتراکی در مولکول $O_۳$ برابر است.

ب) در شکل B گازی خارج می‌شود که در جوشکاری، برشکاری و خنک کردن دستگاه تصویربرداری کاربرد دارد.

پ) اگر شکل C مربوط به یکی از اکسیدهای کربن باشد، شمار جفت الکترون‌های ناپیوندی در آن نصف شمار جفت الکترون‌های ناپیوندی در یون $NO_۳^-$ است.

ت) اگر مخلوطی از گاز دو اتمی (در شکل D) و گاز آرگون را سرد کنیم، قطعاً انتظار داریم گاز آرگون زودتر حالت مایع پیدا کند.

۱) الف، ت ۲) ب، پ ۳) الف، پ ۴) ب، ت

۷- کدام گزینه نادرست است؟

۱) در ساختار لوویس مولکول‌های کربن دی‌سولفید و دی نیتروژن تری اکسید برخلاف ساختار یون نیترات پیوند دوگانه وجود دارد.

۲) در واکنش $NaBH_۴ + H_۲SO_۴ \rightarrow H_۲ + Na_۲SO_۴ + B_۲H_۶$، پس از موازنه مجموع ضرایب فراورده‌ها بیشتر از واکنش‌دهنده‌ها است.

۳) دی نیتروژن مونوکسید یک ترکیب مولکولی با فرمول $N_۲O$ بوده و در ساختار آن تعداد جفت الکترون‌های پیوندی و ناپیوندی برابر است.

۴) اگر مجموع زیروندها در واحد فرمولی مادهٔ حاصل از واکنش فلز X با فسفر برابر ۵ شود، فلز X می‌تواند یکی از فلزات واسطه با عدد اتمی ۲۶ تا ۳۰ باشد.

۸- کدام گزینه از نظر درستی یا نادرستی مشابه عبارت زیر است؟

«سوختن ناقص گاز شهری می‌تواند گازی بی‌رنگ و بسیار سمی تولید کند که چگالی آن از هوا کمتر بوده و باعث فلج شدن سامانهٔ عصبی شود.»

۱) همهٔ فلزات در شرایط مناسب با گاز اکسیژن واکنش می‌دهند و می‌سوزند.

۲) سوختن زغال سنگ می‌تواند فراورده‌هایی تولید کند که بین ۲ تا ۴ جفت الکترون پیوندی دارد.

۳) سوختن نوار منیزیم نور سفید و رنگ شعله سوختن گوگرد رنگی مشابه با رنگ شعله سوختن ناقص گاز شهری دارد.

۴) اگر سوختن سوخت‌های فسیلی در ظرف دربسته رخ دهد، به علت تولید فراورده‌های گازی جرم مواد موجود در ظرف کاهش می‌یابد.

۹- درستی یا نادرستی مطالب زیر در کدام گزینه آمده است؟

- تاثیرگذاری انسان بر روی هواکره به نوع وسایلی که استفاده می‌کند و رفتارهایی که در شرایط مختلف محیطی انجام می‌دهد مرتبط است.
- برای این‌که مقدار کربن دی‌اکسید در هواکره از حد طبیعی فراتر نرود، باید توسط پدیده‌های طبیعی مصرف شود.
- روند صعود میانگین جهانی سطح آب‌های آزاد، نامنظم‌تر از روند صعود میانگین جهانی دمای سطح زمین است.
- سنگین‌تر بودن ردپای کربن دی‌اکسید به معنای طولانی‌تر شدن زمان لازم برای تعدیل آن توسط طبیعت است.
- میزان تولید کربن دی‌اکسید در استفاده از گاز طبیعی به عنوان منبع تولید برق، بیشتر از نفت خام و کمتر از زغال سنگ است.

۱) درست- درست- نادرست- درست- نادرست
۲) نادرست- نادرست- درست- درست- نادرست
۳) نادرست- درست- نادرست- نادرست- درست
۴) درست- نادرست- درست- درست- درست

۱۰- کدام گزینه عبارت زیر را به درستی تکمیل می‌کند؟

«بر اثر تابش پرتوهای خورشیدی به سمت زمین، بخش ..... از این پرتوها به وسیلهٔ ..... جذب شده و .....»

۱) کوچکی- زمین- بخشی از پرتوهای خورشیدی بازتابیده شده و به فضا برمی‌گردد.
۲) کوچکی- هواکره- بخش عمده‌ای از پرتوهای خورشیدی بازتابیده شده و به فضا برمی‌گردد.
۳) عمده‌ای- هواکره- گازهای گلخانه‌ای مانع از خروج کامل گرمای تابش شده از زمین می‌شود.
۴) عمده‌ای- زمین- زمین بخش عمده‌ای از گرمای جذب شده را به صورت تابش فروسرخ از دست می‌دهد.

آزمون شیمی دهم قلمچی ۳۰ آبان ۱۴۰۴

۱- کدام مورد در رابطه با شیمی سبز درست است؟

۱) گاز کربن دی‌اکسید را می‌توان به جای دفن کردن در اعماق زمین، در هواکره رها کرد.

۲) سوخت سبز، سوختی است که در ساختار خود افزون بر کربن و هیدروژن، نیتروژن نیز دارد.

۳) برای تبدیل CO_2 به مواد معدنی می‌توان از منیزیم (II) اکسید یا کلسیم (II) اکسید استفاده کرد.

۴) یکی از راه‌های گام برداشتن در راستای شیمی سبز، می‌توان به تولید خودرو و سوخت با کیفیت بسیار خوب اشاره کرد.

۲- کدام موارد از عبارت های زیر درست است؟

الف) میدان‌های قدیمی گاز و چاه‌های نفت فعال، جای مناسبی برای دفن گاز CO_2 هستند.

ب) دگرشکل (آلوتروپ) به هر یک از شکل‌های مولکولی یا بلوری یک ترکیب گفته می‌شود.

پ) یکی از فراورده‌های واکنش $NO_2(g) + O_2(g) \xrightarrow{\text{نورخورشید}} NO(g) + O_3(g)$، هنگام رعد و برق در هواکره تولید می‌شود.

ت) در شرایط یکسان واکنش‌پذیری گاز اوزون از گاز اکسیژن بیشتر و نسبت شمار جفت الکترون‌های ناپیوندی به شمار پیوندها در مولکول هر دو یکسان است.

۱) الف و پ ۲) الف و ب ۳) پ و ت ۴) ب و ت

۳- مقداری پتاسیم نیترات مطابق واکنش زیر به‌طور کامل تجزیه می‌گردد. اگر اختلاف جرم پتاسیم نیترات آغازی با فراوردهٔ جامد تولید شده برابر ۵/۴ گرم باشد. در این صورت حجم گاز اکسیژن تولید شده در دمای $۵۴۶^\circ C$ و فشار ۲ اتمسفر برابر چند لیتر است؟ $(K = ۳۹ , O = ۱۶ , N = ۱۴ : g.mol^{-1})$

$$KNO_3(s) \rightarrow K_2O(s) + N_2(g) + O_2(g)$$

۱) ۴/۲ ۲) ۵/۸ ۳) ۲/۸ ۴) ۰/۸۴

۴- کدام گزینه در مورد گازها صحیح می‌باشد؟

۱) گازها همانند مایعات و جامدات تراکم‌پذیر می‌باشند.

۲) یک مول گاز اکسیژن در دمای اتاق نوعی توصیف از یک نمونه گاز می‌باشد.

۳) در دما و فشار یکسان حجم مقدار جرم معینی از گازهای گوناگون با هم برابر است.

۴) در دمای ثابت برای یک گاز معین افزایش تعداد ذرات برخلاف افزایش فشار می‌تواند باعث افزایش حجم آن شود.

۵- کدام یک از مطالب زیر نادرست است؟

۱) گاز نیتروژن به عنوان اصلی‌ترین جزء سازندهٔ هواکره، واکنش‌پذیری بسیار کمی دارد و به‌طور معمول با اکسیژن واکنش نمی‌دهد.

۲) چربی ذخیره شده در کوهان شتر می‌تواند اکسایش یابد و افزون بر تولید انرژی، آب مورد نیاز جانور را نیز تامین کند.

۳) با استفاده از گاز نیتروژن به جای هوا در تایر خودروها تغییر درصد گاز اکسیژن بیشتر از گاز نیتروژن در آن است.

۴) مولکول‌های اوزون مانع از رسیدن بخش عمده‌ای تابش فرابنفش خورشید به سطح زمین می‌شوند.

۶- مقدار ۱۱۸/۵ گرم پتاسیم پرمنگنات خالص براساس معادلهٔ موازنه نشدهٔ زیر به‌طور کامل تجزیه شده و گاز اکسیژن حاصل از آن در واکنش با مقدار کافی $C_۴H_۸$ به‌طور کامل می‌سوزد. طی این فرایند چند گرم بخارآب تولید می‌شود؟

$(K = ۳۹ , O = ۱۶ , Mn = ۵۵ , H = ۱ , C = ۱۲ : g.mol^{-۱})$

$$KMnO_۴(s) \rightarrow K_۲MnO_۴(s) + MnO_۲(s) + O_۲(g)$$

۱) ۹ ۲) ۴/۵ ۳) ۳ ۴) ۴/۷۵

۷- مخلوطی به حجم ۴۴۸ میلی‌لیتر از دو گاز $NH_۳$ و $N_۲O$ بر طبق معادلهٔ موازنه نشدهٔ زیر با یکدیگر به‌طور کامل واکنش می‌دهند به‌طوری که هر دو گاز واکنش‌دهنده به‌طور کامل مصرف می‌شوند. تفاوت جرم این دو گاز در ابتدای واکنش چند گرم است؟

(شرایط واکنش را STP فرض کنید.) $(N = ۱۴ , O = ۱۶ , H = ۱ : g.mol^{-۱})$

$$NH_۳(g) + N_۲O(g) \rightarrow N_۲(g) + H_۲O(g)$$

۱) ۰/۳۳۳ ۲) ۰/۳۹۲ ۳) ۰/۴۸۶ ۴) ۰/۵۲۶

۸- کدام مقایسه نادرست است؟

۱) سهولت در مایع شدن گاز اوزون > سهولت در مایع شدن گاز اکسیژن

۲) تفاوت نقطهٔ جوش آمونیاک و گاز نیتروژن > تفاوت نقطهٔ جوش گاز نیتروژن و گاز هیدروژن

۳) تعداد یون‌های حاصل از انحلال هر واحد آمونیوم کربنات در آب > تعداد یون‌های حاصل از انحلال هر واحد منیزیم سولفات در آب

۴) مقدار نمک‌های حل شده در اقیانوس آرام برحسب درصد > مقدار نمک‌های حل شده در دریای مدیترانه برحسب درصد

۹- کدام گزینه درست است؟

۱) حدود ۵۰ درصد $NaCl$ استخراج شده صرف مصارف خانگی و تولید سدیم کربنات می‌شود.

۲) برای استخراج فلز منیزیم از آب دریا، نخست منیزیم را با محلول هیدروکلریک اسید واکنش می‌دهند تا به $MgCl_2$ تبدیل شود.

۳) اگر فرمول شیمیایی تیتانیل سولفات به صورت $TiOSO_4$ و فرمول شیمیایی پتاسیم آرسنیت به صورت K_3AsO_3 باشد، فرمول شیمیایی تیتانیل آرسنیت به صورت $TiO_3(AsO_3)_2$ می‌باشد.

۴) برای شناسایی آنیون Cl^- و کاتیون‌های Ca^{2+} و Ba^{2+} در محلول‌های آبی، به ترتیب می‌توان از محلول های آبی نقره نیترات، سدیم فسفات و سدیم سولفات استفاده کرد.

۱۰- اگر مقدار گوگرد در سوخت گازوئیل ۴۰۰ppm باشد، با سوختن روزانه ۵۰ لیتر گازوئیل در موتور یک خودرو دیزلی در طول ۳۰ روز چه مقدار گاز SO_2 تولید می‌شود و مقدار هوای لازم برای سوزاندن گوگرد موجود در گازوئیل مصرفی در طی یک روز در شرایط STP چند لیتر است (۲۰٪ حجم هوا را اکسیژن تشکیل می‌دهد و چگالی گازوئیل ۰/۸۵ گرم بر میلی‌لیتر می‌باشد.)

$$S(s) + O_2(g) \rightarrow SO_2(g)$$

۱) ۵۱۰ ، ۵۹/۵ ۲) ۱۰۲۰ ، ۱۱۹ ۳) ۱۰۲۰ ، ۵۹/۵ ۴) ۵۱۰ ، ۱۱۹

آزمون شیمی دهم قلمچی ۱۴ آذر ۱۴۰۴

۱- درستی یا نادرستی مطالب زیر در کدام گزینه آمده است؟

- غلظت مولی، به دلیل ارتباط با حجم محلول و مول مواد حل‌شونده، بیان غلظت پرکاربردتری است.
- شیمی‌دان‌ها بیشترین مقدار از یک حل‌شونده را که در ۱۰۰ گرم حلال و دمای معین حل می‌شود، انحلال‌پذیری آن ماده می‌نامند.
- رفتار انحرافی باریکهٔ آب در مجاورت اجسام باردار، شاهدی بر قطبی بودن مولکول آب است.
- آب، به دلیل ساختار مولکولی منحصربه‌فرد و توانایی تشکیل پیوندهای هیدروژنی قوی، می‌تواند در سه حالت فیزیکی در طبیعت وجود داشته باشد.

۱) درست- نادرست- نادرست- درست
۲) درست- درست- درست- درست
۳) نادرست- نادرست- درست- درست
۴) نادرست- درست- درست- نادرست

۲- برای تهیهٔ ۲۵۰ میلی‌لیتر محلول سدیم هیدروکسید با غلظت ۰/۲۵ مولار از محلول ۲ مولار آن، چه حجمی از محلول اولیه مورد نیاز است؟ همچنین پس از رقیق‌سازی، برای تعیین غلظت محلول حاصل، ۲۰ میلی‌لیتر از محلول تهیه شده را با محلول HCl ۰/۱ مولار وارد واکنش می‌کنیم و در صورت مصرف کامل ۴۹ میلی‌لیتر از محلول HCl، غلظت دقیق محلول NaOH رقیق شده چند مولار است؟

۱) ۳۱/۲۵ میلی‌لیتر، ۰/۲۴۵ مولار
۲) ۸ میلی‌لیتر، ۰/۲۴۵ مولار
۳) ۳۱/۲۵ میلی‌لیتر، ۰/۲ مولار
۴) ۸ میلی‌لیتر، ۰/۲ مولار

۳- کدام گزینه به موارد نادرست اشاره دارد؟

الف) گلوکومتر دستگاهی برای اندازه‌گیری قند خون است و غلظت را براساس میلی‌گرم گلوکز بر دسی لیتر خون گزارش می‌کند.

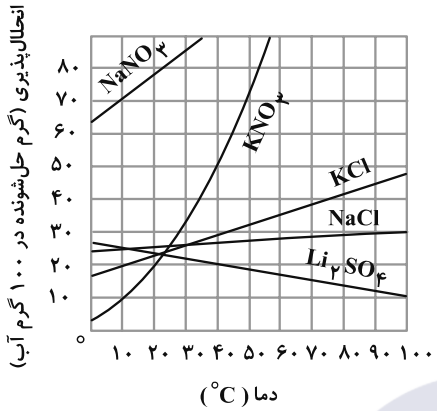
ب) اغلب سنگ‌های کلیه از رسوب کردن برخی نمک‌های کلسیم‌دار در کلیه‌ها تشکیل می‌شوند.

پ) آب نقطهٔ جوش بالایی دارد و گشتاور دوقطبی آن بیش از ۲ برابر گشتاور دوقطبی مولکول‌های H_2S است.

ت) آب به میلهٔ شیشه‌ای که به موی خشک مالش داده شده، از طرف سر اکسیژن خود جذب خواهد شد.

۱) الف و ب
۲) الف و پ
۳) ب و پ
۴) پ و ت

۴- با توجه به نمودار شکل زیر، اگر ۷۵۰ گرم از محلول سیرشده پتاسیم نیترات را از دمای $۴۰^\circ C$ تا دمای $۲۰^\circ C$ سرد کنیم، چند گرم رسوب در ظرف تشکیل می‌شود و برای حل کردن این رسوب، حداقل چند میلی‌لیتر آب مقطر در همین دما باید به ظرف اضافه کرد؟ $(d_{H_۲O} = ۱g.mL^{-۱})$



۱) ۲۵۰ ، ۱۵۰۰

۲) ۱۵۰ ، ۱۵۰۰

۳) ۲۵۰ ، ۷۵۰

۴) ۱۵۰ ، ۷۵۰

۵- برای توصیف کدام ماده همهٔ عبارت‌های زیر مناسب است؟

- از این ماده نمی‌توان محلول سیرشده در آب تهیه کرد.
- مولکول‌های سازندهٔ این ماده در میدان الکتریکی جهت‌گیری می‌کنند.
- ذرات سازندهٔ این ماده با انحلال در آب ماهیت خود را حفظ می‌کنند.
- مولکول‌های سازندهٔ این ماده قادر به تشکیل پیوند هیدروژنی با مولکول‌های خود می‌باشند.

۱) استون ۲) اتانول ۳) هگزان ۴) سدیم کلرید

۶- براساس جدول زیر، انحلال‌پذیری نمک فرضی A در دمای ۳۰ درجه چند گرم در ۱۰۰ گرم آب است و در همین دما در ۲۰۰ گرم آب مقطر چند گرم از این نمک حل می‌شود؟

$\theta(^\circ C)$	$۰^\circ C$	$۱۰^\circ C$	$۲۰^\circ C$
S_A	۴۸	۵۴	۶۰

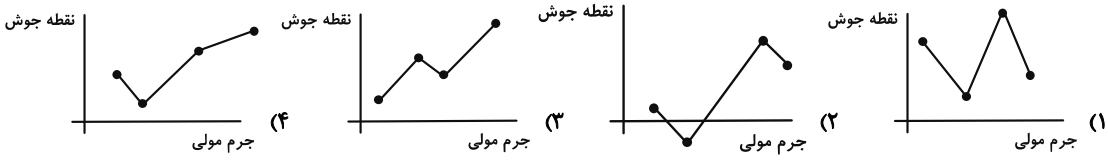
۱) ۶۶ ، ۱۳۲

۲) ۷۶ ، ۱۵۲

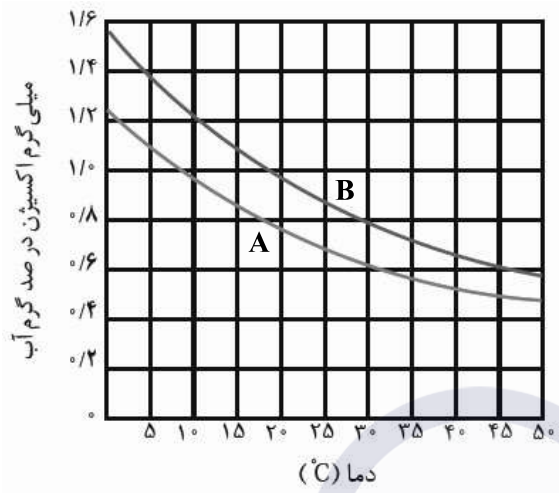
۳) ۶۶ ، ۱۲۳

۴) ۲۶ ، ۱۲۵

۷- نمودار تقریبی نقطه جوش $(^\circ C)$ برحسب جرم مولی ترکیبات «هیدروژن فلوئورید، هیدروژن کلرید، اتانول و استون» در شرایط یکسان در کدام گزینه آمده است؟ $(H = ۱ , C = ۱۲ , O = ۱۶ , F = ۱۹ , Cl = ۳۵/۵ : g.mol^{-۱})$



۸- نمودار مقابل انحلال‌پذیری گاز اکسیژن را در آب آشامیدنی و آب دریا نشان می‌دهد. با توجه به آن اگر یک تن آب دریا از صفر تا $30^\circ C$ گرم شود به تقریب چند گرم گاز اکسیژن از آن آزاد می‌شود و برای آزاد کردن همین مقدار گاز اکسیژن از آب آشامیدنی باید دمای چند کیلوگرم از آن را از دمای صفر تا $45^\circ C$ افزایش داد؟ (انحلال‌پذیری گاز اکسیژن در دو نمونه آب صورت مسئله در دمای صفر درجه سانتی‌گراد را به صورت تقریبی ۱/۶ و ۱/۲ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم آب فرض کنید.)



۱) ۸ ، ۱۱۴۲
۲) ۸ ، ۶۰۰
۳) ۶ ، ۶۰۰
۴) ۶ ، ۱۱۴۲

۹- کدام گزینه صحیح است؟

۱) در فرایند اسمز میوه‌ها، تنها ماده منتقل شده میان محیط آبی و میوه، آب است.

۲) مقدار آب مورد نیاز برای تولید یک کیلوگرم گوجه‌فرنگی از آب مورد نیاز برای تولید بلوز نخی کمتر است.

۳) از میان فرایندهای تقطیر، اسمز معکوس و صافی کربن، تنها یکی از آن‌ها توانایی حذف ترکیبات آلی فرار از آب را دارد.

۴) به دلیل این‌که گشتاور دوقطبی CO_2 از NO کمتر و در حدود صفر است. در شرایط یکسان انحلال‌پذیری کمتری نسبت به NO در آب دارد.

۱۰- با توجه به اطلاعات داده شده شکل فرضی زیر، اگر غشای نیمه‌تراوا به مولکول‌های آب اجازهٔ انتقال بدهد، در زمان توقف اسمز حداکثر اختلاف حجم دو محلول چند میلی‌لیتر خواهد بود؟

۱) ۷/۵
۲) ۱۵
۳) ۳۰
۴) ۶۰

آزمون ویژهٔ شیمی دهم قلمچی ۲۱ آذر ۱۴۰۴

۱- کدام یک از گزینه‌های زیر در مورد عنصر منیزیم درست است؟

۱) چهارمین عنصر فراوان در کرهٔ زمین محسوب می‌شود.

۲) در فراوان‌ترین ایزوتوپ آن، شمار پروتون‌ها با شمار نوترون‌ها برابر نیست.

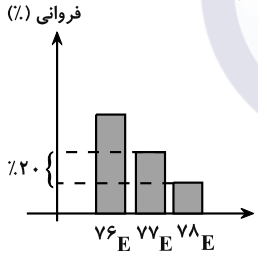
۳) دارای سه ایزوتوپ است که فراوانی $^{۲۶}_{۱۲}Mg$ از دو ایزوتوپ دیگر آن کمتر است.

۴) سرعت واکنش $^{۲۶}_{۱۲}Mg$ با گاز کلر در شرایط یکسان، بیشتر از سرعت واکنش دو ایزوتوپ دیگر آن با گاز کلر است.

۲- اگر اتم‌های فرضی $^{۴m+۲}_{۳m-۶}A$ و $^{۵m-۴}_{۲m+۱}A$ ایزوتوپ‌های یک عنصر باشند، اختلاف تعداد نوترون و پروتون در ایزوتوپ سنگین‌تر برابر با چند است؟

۱) ۴ ۲) ۳ ۳) ۲ ۴) ۱

۳- با توجه به نمودار زیر که درصد فراوانی سه ایزوتوپ عنصر فرضی E را در یک نمونه با جرم اتمی میانگین amu ۷۶ / ۶۵ نشان می‌دهد، مجموع درصد فراوانی سبک‌ترین و سنگین‌ترین ایزوتوپ کدام است و اگر تمام ایزوتوپ‌های ^{۷۶}E را از این نمونه خارج کنیم، جرم اتمی میانگین در این نمونه چند amu تغییر می‌کند؟ (گزینه‌ها را از راست به چپ بخوانید.)



۱) ۳۵ ، ۰/۷۵

۲) ۳۵ ، ۰/۶۵

۳) ۶۵ ، ۰/۷۵

۴) ۶۵ ، ۰/۶۵

۴- کدام موارد از مطالب زیر، در مورد آرایش الکترونی اتم عنصرهای دورهٔ چهارم جدول دوره‌ای درست است؟

الف) ۴ عنصر در آخرین زیرلایهٔ خود فقط یک الکترون دارند.

ب) در ۴ عنصر آخرین زیرلایه از الکترون پر است.

پ) در ۲ عنصر زیرلایه ۳d دارای ۵ الکترون است.

ت) در این دوره تنها ۱۰ فلز وجود دارد.

۱) الف و ب ۲) ب و ت ۳) پ و ت ۴) الف و پ

۵- کدام موارد از عبارت‌های زیر نادرست‌اند؟

الف) مقایسه طول موج‌های پرتوهای امواج الکترومغناطیسی به‌صورت پرتوهای ایکس > ریزموج > فروسرخ است.

ب) رنگ شعلهٔ ترکیب مس (II) سولفات سبزرنگ، سدیم نیترات زردرنگ و لیتیم کلرید سرخ‌رنگ است.

پ) در ناحیهٔ مرئی، طیف نشری خطی سدیم دارای خطوط رنگی کمتری نسبت به هیدروژن است.

ت) انرژی نور با طول موج آن نسبت وارونه دارد، پس انرژی نور بنفش از نور زرد بیش‌تر است.

۱) الف و ت ۲) الف و پ ۳) ب، پ ۴) ب و ت

۶- کدام گزینه دربارهٔ عنصر $_{۲۴}X$ صحیح می‌باشد؟

۱) در دورهٔ ۶ و گروه ۴ جدول تناوبی عناصر قرار دارد.

۲) در واکنش‌های شیمیایی با نافلزها تمایل به گرفتن الکترون دارد.

۳) یک فلز واسطه است و در آرایش الکترونی خود دارای دو زیرلایه نیمه پر از الکترون است.

۴) اختلاف عدد اتمی آن با گاز نجیب هم‌دورهٔ خود عددی زوج و با گاز نجیب دورهٔ قبل عددی فرد است.

۷- نسبت شمار جفت‌الکترون‌های ناپیوندی به شمار جفت‌الکترون‌های پیوندی در چند مورد به نادرستی ذکر شده است؟

آ) گوگرد دی‌اکسید: ۲ ب) سیلیسیم تترافلوئورید: ۳

پ) یون کربنات: $\frac{۸}{۳}$ ت) کربن دی‌سولفید: ۲

ث) دی‌نیتروژن مونواکسید: ۱

۱) ۵ ۲) ۴ ۳) ۳ ۴) ۲

۸- اختلاف مجموع ضرایب استوکیومتری مواد واکنش‌دهنده‌ها با مجموع ضرایب استوکیومتری فراورده‌ها در کدام واکنش بیشتر است؟

۱) $K_۲Cr_۲O_۷ + FeCl_۲ + HCl \rightarrow CrCl_۳ + FeCl_۳ + KCl + H_۲O$

۲) $KMnO_۴ + H_۲SO_۴ \rightarrow K_۲SO_۴ + MnSO_۴ + H_۲O + O_۲$

۳) $C_۵H_۸O_۲ + NaH + HCl \rightarrow C_۵H_{۱۲}O_۲ + NaCl$

۴) $Cu + HNO_۳ \rightarrow Cu(NO_۳)_۲ + NO + H_۲O$

۹- کدام گزینه، جمله زیر را به درستی کامل نمی‌کند؟

«در ترکیب ....., نسبت تعداد ..... به ..... برابر ..... است.»

۱) آهن (II) هیدروکسید – عناصر فلزی – اتم‌ها – ۰/۳۳

۲) دی‌نیتروژن پنتا اکسید – اتم‌ها – عنصرها – ۳/۵

۳) کلسیم‌فسفات – کاتیون‌ها – آنیون‌ها – ۱/۵

۴) آمونیوم سولفات – اتم‌ها – عنصرها – ۳/۷۵

۱۰- کدام یک از گزینه‌های زیر دربارهٔ شیمی سبز و توسعهٔ پایدار درست است؟ $(C=۱۲, O=۱۶: g.mol^{-۱})$

۱) اتانول و دانه‌های روغنی نمونه‌هایی از سوخت سبز هستند.

۲) توسعهٔ پایدار یعنی این‌که در تولید هر فراورده، فقط هزینه‌های اقتصادی و اجتماعی آن در نظر گرفته شود.

۳) سوخت سبز را می‌توان از پسماندهای گیاهی مانند شاخ و برگ گیاهان سویا و نیشکر و روغن‌های گیاهی به‌دست آورد.

۴) در تبدیل ۱۷۶ گرم کربن‌دی‌اکسید در شرایط مناسب به مواد معدنی با استفاده از کلسیم اکسید و منیزیم اکسید، در مجموع ۴ مـول از این دو نوع اکسید مصرف خواهد شد.

۱۱- کدام موارد از مطالب زیر دربارهٔ اثر گلخانه‌ای درست است؟

الف) نور خورشید هنگام گذر از هواکره با مولکول‌ها و دیگر ذره‌های آن برخورد می‌کند و تنها بخش کوچکی از آن به سطح زمین می‌رسد.

ب) نسبت طول موج پرتوهای بازتابیده از زمین به طول موج پرتوهای جذب شده توسط زمین بزرگ‌تر از یک است.

پ) کرهٔ زمین با لایه‌ای از گازها به نام هواکره احاطه شده است که این لایه مانع گرم شدن کرهٔ زمین می‌شود.

ت) گازهای گلخانه‌ای مانع از خروج کامل گرمای بازتاب شده از سطح زمین می‌شوند.

۱) الف و ب ۲) الف و پ ۳) پ و ت ۴) ب و ت

۱۲- کدام یک از گزینه‌های زیر در مورد گازها نادرست است؟ $(N=۱۴ g.mol^{-۱})$

۱) در دما و فشار یکسان، اگر تعداد مول دو گاز مختلف برابر باشد، حجم آن‌ها نیز با هم برابر است.

۲) حجم ۰/۷ گرم گاز نیتروژن در شرایطی که حجم مولی گازها ۲۴ لیتر بر مول است، برابر ۰/۴ لیتر است.

۳) تغییر دما و فشار، حجم یک گاز را تغییر می‌دهد و در دما و فشار ثابت حجم یک نمونه گاز با تعداد مول آن رابطهٔ مستقیم دارد.

۴) گازها تراکم‌پذیراند و براساس قرارداد در دمای صفر درجهٔ سانتی‌گراد و فشار یک اتمسفر حجم یک مول از آن‌ها برابر با ۲۲/۴ لیتر است.

۱۳- مخلوطی به حجم $۲/۸L$ از گازهای هیدروژن و متان را در شرایط STP داریم. هیدروژن را در مقدار کافی از گاز اکسیژن و متان را به صورت ناقص می‌سوزانیم. در صورتی که مجموع جرم آب حاصل از دو واکنش $۳/۳۶g$ باشد، به تقریب چند درصد حجمی از مخلوط گازی اولیه را گاز هیدروژن تشکیل می‌دهد؟ $(H=۱ , C=۱۲ , O=۱۶ : g.mol^{-۱})$ (معادله موازنه شود و در اثر سوختن ناقص متان تنها گاز CO و بخار آب تولید می‌شود.)

$H_۲ + O_۲ \rightarrow H_۲O$

$CH_۴ + O_۲ \rightarrow CO + H_۲O$

۱) ٪۵۰ ۲) ٪۲۵ ۳) ٪۷۵ ۴) ٪۸۰

۱۴- مخلوطی به جرم $۴۵/۶$ گرم از آمونیوم نیترات و منیزیم نیترات را در مقداری آب مقطر حل کرده و به حجم ۳ لیتر می‌رسانیم. اگر غلظت یون‌های نیترات در محلول حاصل برابر با $۰/۲mol.L^{-۱}$ باشد، اختلاف جرم منیزیم نیترات حل‌شده با آمونیوم نیترات حل‌شده برابر با چند گرم می‌باشد؟ $(H=۱, N=۱۴, O=۱۶, Mg=۲۴ : g.mol^{-۱})$

۱) ۱۶/۴ ۲) ۱۲/۴

۳) ۱۳/۶ ۴) ۱۴/۸

۱۵- کلسیم سولفات با انحلال‌پذیری $۰/۲۱$ گرم در $۱۰۰g$ آب از دستهٔ ترکیبات ..... در آب به شمار می‌رود و غلظت یون کلسیم در ۵ لیتر محلول سیرشده آن به تقریب ..... ppm است. $(O=۱۶ , S=۳۲ , Ca=۴۰ : g.mol^{-۱})$ (چگالی محلول را به تقریب برابر با $۱g.mL^{-۱}$ درنظر بگیرید.)

۱) کم محلول- ۵۸۸ ۲) نامحلول- ۲۱۰۰

۳) کم محلول- ۶۱۸ ۴) محلول- ۲۱۰۰

۱۶- در کدام گزینه همهٔ مولکول‌ها قطبی می‌باشند؟

۱) $CS_۲$ - $N_۲O$ - $H_۲S$ ۲) $COCl_۲$ - $NO_۲Cl$ - $SO_۳$

۳) $CCl_۲H_۲$ - $NF_۳$ - $SO_۲$ ۴) $CO_۲$ - $NOCl$ - $SO_۲Cl_۲$

۱۷- ترتیب درستی یا نادرستی عبارت‌های زیر در کدام گزینه آمده است؟

الف) شمار اتم‌ها در هگزان بیش از دو برابر شمار اتم‌ها در استون است.

ب) مخلوط ید در هگزان، به صورت همگن، شفاف، بی‌رنگ و پایدار است.

پ) اتانول در مقایسه با استون جرم مولی کمتر و نقطهٔ جوش بیشتری دارد.

ت) اتانول به عنوان حلال در تهیهٔ مواد دارویی، آرایشی و بهداشتی کاربرد دارد و به هر نسبتی در آب حل می‌شود.

۱) درست، نادرست، نادرست، درست
۲) درست، نادرست، درست، نادرست
۳) نادرست، نادرست، درست، درست
۴) نادرست، درست، نادرست، درست

۱۸- اگر $۵kg$ آب سیرشده از گاز اکسیژن در فشار $۹atm$ را به فشار $۴/۵atm$ برسانیم، گاز اکسیژن به دست آمده از این آزمایش را می‌توان از تجزیهٔ تقریباً چند گرم پتاسیم کلرات $(KClO_۳)$ طبق واکنش زیر به دست آورد؟ $(O=۱۶\ ,\ Cl=۳۵/۵\ ,\ K=۳۹ : g.mol^{-۱})$

(انحلال‌پذیری $O_۲$ در فشار $۹atm$ برابر با ۰/۰۴ گرم در ۱۰۰ گرم آب است.)

$$۲KClO_۳(s) \rightarrow ۲KCl(s) + ۳O_۲(g)$$

۱) ۲/۵۵
۲) ۲/۱۸
۳) ۱/۵۵
۴) ۱/۱۸

۱۹- کدام یک از گزینه‌های زیر در مورد روش‌های تصفیه آب (تقطیر، صافی کربن و اسمز معکوس) نادرست بیان شده است؟

۱) تمامی موادی که با روش صافی کربن از آب حذف می‌شوند، با روش تقطیر نیز از آب جدا می‌شوند.

۲) آبی که به روش اسمز معکوس تهیه می‌شود، پس از کلرزنی فاقد آلاینده بوده و قابل شرب است.

۳) با هر سه روش، می‌توان حشره‌کش‌ها و آفت‌کش‌ها را از آب حذف کرد.

۴) با هر سه روش نمی‌توان میکروب‌های موجود در آب را از آن جدا کرد.

۲۰- انحلال‌پذیری یک نمک در آب در دمای $۳۰^\circ C$ برابر با ۱۰ گرم است. اگر درصد جرمی محلول سیرشدهٔ این نمک در دمای $۶۰^\circ C$ برابر با ۲۰ باشد، در صورتی که معادلهٔ انحلال‌پذیری این نمک برحسب دما خطی باشد، معادلهٔ انحلال‌پذیری آن برحسب دما کدام گزینه می‌تواند باشد؟

۱) $S = ۰/۵\theta - ۵$
۲) $S = ۰/۵\theta + ۲۵$
۳) $S = ۰/۱۲۵\theta - ۵$
۴) $S = ۰/۱۲۵\theta + ۲۵$

آزمون شیمی دهم قلمچی ۲۸ آذر ۱۴۰۴

۱- کدام یک از موارد زیر دربارهٔ رادیوایزوتوپ‌ها به درستی بیان شده است؟

الف) تکنسیم ($^{۹۹}_{۴۳}Tc$) نخستین عنصری بود که در واکنشگاه هسته‌ای ساخته شد.

ب) رادیوایزوتوپ طبیعی هیدروژن پایدار و تمام رادیوایزوتوپ‌های ساختگی آن ناپایدار هستند.

پ) با توجه به این‌که تودهٔ سرطانی فقط گلوکز نشان‌دار را جذب می‌کند، می‌توان با آشکارساز محل آن را تشخیص داد.

ت) اورانیم شناخته‌شده‌ترین فلز پرتوزایی است که ایزوتوپ ^{۲۳۵}U آن اغلب به عنوان سوخت در راکتورهای اتمی به کار می‌رود.

۱) الف و ب ۲) ب و پ ۳) پ و ت ۴) الف و ت

۲- اگر تفاوت شمار نوترون‌ها و پروتون‌ها در یون $^{۱۲۷}X^{-}$ برابر ۲۱ باشد، نسبت مجموع تعداد ذرات زیر اتمی باردار به ذرات تشکیل‌دهندهٔ هسته در این یون به کدام عدد نزدیک‌تر است؟

۱) ۰/۸۲ ۲) ۰/۸۵ ۳) ۱/۱۸ ۴) ۱/۲۱

۳- کدام گزینه نادرست است؟ $(H = ۱ : g.mol^{-۱})$

۱) در یک نمونهٔ طبیعی منیزیم، ایزوتوپی که شمار پروتون و نوترون آن با هم برابر است، پایدارتر از سایر ایزوتوپ‌ها است.

۲) در میان سه عنصر فراوان سازندهٔ سیارهٔ زمین، نسبت عناصر با نماد تک حرفی به عناصر با نماد دو حرفی برابر $\frac{۱}{۲}$ است.

۳) رادیوایزوتوپ تکنسیم و فسفر از جمله رادیوایزوتوپ‌های تولید شده در ایران هستند.

۴) در یک نمونهٔ ده گرمی از گاز هیدروژن، $۶/۰۲\times۱۰^{۲۴}$ مولکول هیدروژن وجود دارد.

۴- کدام مطلب دربارهٔ فضاپیماهای وویجر ۱ و ۲ نادرست است؟

۱) دو فضاپیما ماموریت داشتند با گذر از کنار سیاره‌های مشتری، زحل، اورانوس و نپتون شناسنامه فیزیکی و شیمیایی آن‌ها را تهیه کنند و بفرستند.

۲) یکی از اهداف این فضاپیماها پاسخ به پرسش «هستی چگونه پدید آمده است؟» در چارچوب شناخت بیشتر سامانهٔ خورشیدی بود.

۳) نوع عنصرهای سازنده و ترکیب شیمیایی اتمسفر سیاره‌ها، از جمله اطلاعاتی بود که این فضاپیماها باید تهیه و ارسال می‌کردند.

۴) آخرین تصویری که وویجر ۱ پیش از خروج از سامانه خورشیدی گرفت، عکس کرهٔ زمین از فاصلهٔ تقریبی $۷\times۱۰^{۹}km$ بود.

۵- کدام مطلب دربارهٔ جدول تناوبی عناصر به درستی بیان شده است؟

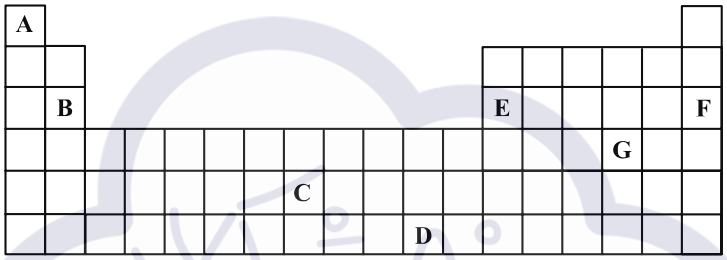
۱) حدود ۲۶ درصد عناصر جدول تناوبی در طبیعت یافت نمی‌شوند.

۲) همهٔ عناصری که در یک گروه جدول تناوبی قرار می‌گیرند خواص فیزیکی مشابه دارند.

۳) ۷۵ درصد عناصر دورهٔ سوم جدول تناوبی، نماد شیمیایی دو حرفی دارند.

۴) جرم اتمی میانگین تکنسیم و برخی دیگر از عناصر در جدول تناوبی ذکر نشده است.

۶- با توجه به جدول تناوبی زیر که تعدادی از عناصر در آن نشان داده شده است، کدام یک از عبارت‌ها صحیح‌اند؟



الف) نماد شیمیایی هر سه عنصر D، E و F، دو حرفی بوده و همگی با حرف (A) آغاز می‌شود.

ب) از عنصر C به دلیل رادیوایزوتوپ بودن می‌توان در تصویربرداری پزشکی از غدهٔ تیروئید استفاده کرد.

پ) تعداد ایزوتوپ‌های پایدار عنصر B از تعداد ایزوتوپ‌های پایدار عنصر A در نمونه‌های طبیعی آن‌ها بیشتر است.

ت) اگر در هستهٔ اتم عنصر G، ۷۹ ذرهٔ زیراتمی باشد، تفاوت تعداد نوترون‌های آن با تعداد پروتون‌های عنصر E برابر ۳۳ می‌باشد.

۱) الف و ب　　۲) الف و پ　　۳) ب و ت　　۴) پ و ت

۷- جرم نمونه‌ای از ید (I_2) شامل $4/816 \times 10^{22}$ اتم ید، به تقریب برابر با ۱۰/۲ گرم می‌باشد. اگر در این نمونه دو ایزوتوپ ^{127}I و ^{129}I حضور داشته باشد، تفاوت درصد فراوانی این ایزوتوپ‌ها برابر با چند است؟

۱) ۸۵ ۲) ۲۵

۳) ۷۵ ۴) ۵۰

۱۸- چند مورد از مطالب زیر درست است؟

- نور خورشید شامل گسترهٔ وسیعی از پرتوها است که با خود انرژی حمل می‌کنند.
- طول موج نور حاصل از شعلهٔ لیتیم نیترات بیشتر از طول موج نور حاصل از شعلهٔ فلز سدیم است.
- کاربرد طیف‌های نشری خطی از برخی جنبه‌ها مانند کاربرد خط نماد (بارکد) روی جعبه یا بستهٔ مواد غذایی و بسیاری از کالاهاست.
- محدودهٔ قرارگیری طول موج خطوط مرئی در طیف نشری خطی $_{11}Na$ بیشتر از این محدوده در طیف نشری خط $_2He$ است.

۱) یک ۲) دو

۳) سه ۴) چهار

۹- اگر جرم نمونه‌ای از NaOH، ۴ برابر جرم نمونه‌ای از $CaCO_3$ باشد، نسبت شمار اتم‌های اکسیژن در نمونهٔ $CaCO_3$ به شمار اتم‌های اکسیژن در نمونهٔ NaOH کدام است؟ $(Ca = 40 , C = 12 , O = 16 , Na = 23, H = 1 : g.mol^{-1})$

۱) ۰/۳ ۲) ۰/۲۵

۳) ۰/۲ ۴) ۰/۱۵

۱۰- درستی یا نادرستی مطالب زیر در کدام گزینه آمده است؟

- همهٔ اطلاعاتی که دربارهٔ جهان هستی به دست می‌آوریم، صرفاً از طریق تحلیل نورهای مرئی حاصل از اجرام آسمانی است.
- شیمی‌دان‌ها به فرایندی که در آن یک مادهٔ شیمیایی با جذب انرژی، از خود پرتوهای الکترومغناطیس گسیل می‌دارد، نشر می‌گویند.
- دو عنصر شیمیایی متفاوت با تعداد نوترون‌های برابر می‌توانند مانند ایزوتوپ‌های یک عنصر، طیف نشری خطی یکسانی داشته باشند.
- طیف نشری خطی هیدروژن و لیتیم هر دو شامل ۴ خط طیفی در گسترهٔ مرئی هستند، بنابراین نمی‌توان تنها با تعداد خطوط این دو عنصر را از هم تفکیک کرد.
- نور زرد لامپ‌های خیابان، گستره‌ای پیوسته از طول موج‌هایی با رنگ زرد را شامل می‌شود.

۱) درست، نادرست، نادرست، نادرست، درست ۲) نادرست، درست، نادرست، درست، نادرست

۳) نادرست، درست، درست، نادرست، درست ۴) درست، نادرست، درست، درست، نادرست

آزمون شی‌می دهم قلمچی 10 بهمن

۱- کدام مطلب درست است؟

۱) زیرلایه با عدد کوانتومی $l = ۲$ ظرفیت پذیرش حداکثر ۱۲ الکترون را دارد.

۲) در جدول تناوبی، فقط ۱۹ عنصر وجود دارد که زیرلایهٔ d آن‌ها، خالی از الکترون است.

۳) انرژی لایه‌ها و تفاوت انرژی میان دولایهٔ متوالی با دور شدن از هستهٔ اتم به ترتیب کمتر و بیشتر می‌شود.

۴) مدل بور با موفقیت توانست طیف نشری خطی هیدروژن را توجیه کند ولی توانایی توجیه طیف نشری خطی سایر عناصر را نداشت.

۲- چه تعدادی از عناصر دورهٔ سوم جدول تناوبی دارای زیرلایه با یک الکترون و چه تعداد از عناصر دورهٔ چهارم جدول تناوبی، دارای زیرلایهٔ ۳d پر هستند؟

۱) ۲ ، ۸ ۲) ۱ ، ۲ ۳) ۲ ، ۲ ۴) ۱ ، ۸

۳- کدام مورد درست است؟

۱) در اتم، انرژی الکترون در زیرلایهٔ ۵s، کمتر از انرژی الکترون در زیرلایهٔ ۴p است.

۲) در ساختار لایه‌ای اتم الکترون در هر لایه‌ای که باشد، قطعاً نمی‌تواند در همهٔ نقاط پیرامون هسته حضور یابد.

۳) بازگشت الکترون از لایهٔ پنجم به لایهٔ دوم در اتم هیدروژن، نواری با طول موج ۴۳۴ نانومتر در طیف نشری خطی آن ایجاد می‌کند.

۴) با استفاده از قاعدهٔ آفبا، آرایش الکترونی همهٔ عناصر جدول تناوبی قابل پیش‌بینی است.

۴- آرایش الکترونی اتم‌های A و B به ترتیب به $۳s^۱$ و $۳p^۴$ ختم می‌شود. با توجه به آن کدام گزینه نادرست است؟

۱) یون‌های حاصل از هر دو به آرایش الکترونی یک گاز نجیب مشترک می‌رسند.

۲) فرمول شیمیایی ترکیب حاصل از آن‌ها به صورت $A_۲B$ است.

۳) تفاوت شمارهٔ گروه با شمارهٔ دوره اتم B برابر ۱۳ است.

۴) تفاوت عدد اتمی آن‌ها با یکدیگر برابر ۵ است.

۵- در اتم عنصر ..... تعداد الکترون‌ها با عدد کوانتومی $l = ۲$ با تعداد الکترون‌های موجود در دو لایهٔ الکترونی اول برابر بوده و تعداد الکترون‌های ظرفیتی آن ..... تعداد الکترون‌های ظرفیتی ..... است.

۱) $_{۳۰}A$ ، پنج برابر ، $_{۲۰}C$ ۲) $_{۳۰}A$ ، نصف ، $_{۲۴}D$

۳) $_{۳۲}B$ ، دو برابر ، $_{۲۰}C$ ۴) $_{۳۲}B$ ، برابر ، $_{۲۴}D$

۶- با توجه به آرایش الکترونی بیرونی‌ترین زیرلایهٔ الکترونی گونه‌های شیمیایی $A : ۳p^۱$ ، $E^{۲-} : ۴p^۶$ ، $X^+ : ۲p^۶$ ، $D^{۳-} : ۳p^۶$ ، کدام مورد درست است؟

۱) مجموع اعداد کوانتومی اصلی الکترون‌های اتم X ، برابر عدد اتمی نخستین عنصر دورهٔ چهارم جدول تناوبی است.

۲) در ترکیب حاصل از واکنش عنصر A با اکسیژن، نسبت شمار آنیون به کاتیون برابر ۱ است.

۳) مجموع شمار الکترون‌های ظرفیتی E و A برابر شمار الکترون‌های با $l = ۱$ در اتم D است.

۴) اتم دو عنصر از این ۴ عنصر در بیرونی‌ترین زیرلایهٔ خود دارای ۳ الکترون هستند.

۷- عنصر A در دورهٔ چهارم جدول تناوبی قرار دارد و آخرین زیرلایهٔ s آن نیمه‌پر است. کدام گزینه به‌طور قطع دربارهٔ این عنصر صحیح است؟

۱) عنصر A دارای ۸ الکترون با عدد کوانتومی $n = ۳$ است.

۲) در آرایش الکترونی عنصر A تنها یک زیرلایهٔ نیمه پر وجود دارد.

۳) عنصر A هنگام واکنش با اکسیژن الکترون از دست داده و یک ترکیب یونی تشکیل می‌دهد.

۴) تعداد الکترون‌های ظرفیت عنصر A برابر با یک است و با از دست دادن آن به آرایش پایدار هشت‌تایی می‌رسد.

۸- در ترکیب یونی حاصل از کدام دو عنصر نسبت تعداد آنیون به کاتیون کوچک‌تر است؟

عنصر	A	B	C	D
آرایش الکترونی لایهٔ ظرفیت	$۴s^۱$	$۲s^۲۲p^۳$	$۳s^۲$	$۳s^۲۳p^۴$

۱) A و B

۲) A و D

۳) C و B

۴) C و D

۹- اگر A، B، C، D و E (به ترتیب از راست به چپ) پنج عنصر متوالی جدول تناوبی باشند و B نخستین عنصری باشد که لایهٔ سوم الکترونی آن از الکترون پر می‌شود، کدام مطلب درست است؟ (در بین عناصر داده شده A کمترین عدد اتمی را دارد.)

۱) نسبت شمارهٔ گروه به دوره عنصر C برابر ۳ است.

۲) مجموع $n+l$ برای الکترون‌های ظرفیت D برابر ۱۸ است.

۳) اختلاف عدد اتمی عنصر E با گاز نجیب هم‌دورهٔ خود برابر با ۳ است.

۴) نسبت شمار فلزات اصلی به فلزات واسطه در بین این پنج عنصر برابر با ۱ است.

۱۰- کدام موارد از مطالب زیر درست است؟

الف) از دست دادن، گرفتن یا به اشتراک گذاشتن الکترون نشانه‌ای از رفتار شیمیایی اتم است.

ب) ترکیبات یونی دوتایی همواره از واکنش یک کاتیون یک بار مثبت و یک آنیون یک بار منفی تشکیل می‌شوند.

پ) هرگاه اتم‌ها از طریق به اشتراک گذاشتن الکترون به آرایش هشت‌تایی برسند، فراوردهٔ نهایی همواره یک ترکیب یونی خواهد بود.

ت) می‌توان گفت در رسم آرایش الکترون- نقطه‌ای فسفر چهار الکترون اول به صورت منفرد و الکترون پنجم به صورت جفت در کنار یکی از نقاط قبلی قرار می‌گیرد.

۱) الف و ب　　۲) ب و ت　　۳) الف و ت　　۴) پ و ت

۱- درستی یا نادرستی مطالب زیر در کدام گزینه آمده است؟

- تروپوسفر، لایه‌ای از هواکره است که در آن دمای هوا به‌طور پیوسته با افزایش ارتفاع، کاهش می‌یابد.
- نقش جانداران ذره‌بینی در چرخهٔ نیتروژن هواکره، فراهم کردن نیتروژن به فرم قابل جذب برای گیاهان است.
- در فرایند تولید گازهای صنعتی از هوا، سرد کردن هوا تا دمای $-۲۰۰^{\circ}C$، اولین مرحله‌ای است که منجر به جداسازی گازها می‌شود.
- اگر در لحظهٔ نخست تبخیر هوای مایع، شعلهٔ کبریت نیمه افروخته را به دهانهٔ لولهٔ آزمایش نزدیک کنیم، کبریت شعله‌ورتر می‌شود.

۱) درست، درست، نادرست، نادرست
۲) درست، نادرست، درست، درست
۳) نادرست، نادرست، نادرست، درست
۴) درست، درست، درست، نادرست

۲- کدام یک از گزینه‌های زیر صحیح می‌باشد؟

۱) در دمای $-۸۷^{\circ}C$ گاز کربن دی‌اکسید هوا به حالت جامد درمی‌آید.
۲) حدود ۷ درصد جرمی از مخلوط گاز طبیعی را هلیم تشکیل می‌دهد.
۳) هلیم موجود در گاز طبیعی از واکنش‌های شیمیایی در ژرفای زمین تولید می‌شود.
۴) حدود ۷۵ درصد از جرم هواکره، در نزدیک‌ترین لایه به زمین (تروپوسفر) قرار دارد.

۳- با توجه به شکل‌های زیر کدام عبارت‌ها درست است؟

A B C D

الف) شکل A حسگر گازی را نشان می‌دهد که همانند بخارآب بر اثر سوختن کامل گاز متان وارد هوا می‌شود.
ب) شکل D کاربرد گازی را نشان می‌دهد که علاوه بر تقطیر هوای مایع از تقطیر جزءبه‌جزء گاز طبیعی هم به دست می‌آید.
پ) اگر شکل B مربوط به یکی از اکسیدهای گوگرد باشد، شمار پیوندهای کووالانسی آن با شمار پیوندهای کووالانسی در NO_2Cl برابر است.
ت) اگر شکل C مربوط به جداسازی یکی از گازها از هوای مایع باشد، می‌توان گفت از گازی که در حال جدا شدن است در صنعت سرماسازی برای انجماد مواد غذایی استفاده می‌شود.

۱) الف، ب
۲) پ، ت
۳) الف، ت
۴) ب، پ

۴- کدام یک از گزینه‌های زیر در رابطه با گازهای هواکره نادرست است؟

۱) از ۲۰۰ میلیون سال پیش تاکنون نسبت گازهای سازندهٔ هواکره تقریباً ثابت مانده است.

۲) درصد رطوبت موجود در هواکره از جایی به جای دیگر و حتی از روزی به روز دیگر تغییر می‌کند.

۳) با افزایش ارتفاع هواکره فشار گازها به مرور کمتر شده و تعداد ذرات آن‌ها در واحد حجم نیز کاهش می‌یابد.

۴) سبک‌ترین گاز نجیب در هر اتم خود دارای یک لایهٔ الکترونی بوده و در صنعت پتروشیمی ایران می‌توان آن را از گاز طبیعی جدا کرد.

۵- با کاتیون‌های متداول آهن (Fe^{3+} و Fe^{2+}) و مس (Cu^{2+} و Cu^{+}) و آنیون‌های کلرید، اکسید و نیترید فرمول شیمیایی چند ترکیب یونی دوتایی می‌توان نوشت و در بین این ترکیبات، اختلاف بیشترین و کمترین جرم مولی چند گرم است؟

$(N = ۱۴ , O = ۱۶ , Cl = ۳۵/۵ , Fe = ۵۶, Cu = ۶۴ : g.mol^{-1})$

۱) ۱۲ ، ۱۵۰ ۲) ۹ ، ۱۵۰ ۳) ۱۲ ، ۱۴۸ ۴) ۹ ، ۱۴۸

۶- با توجه به فرمول شیمیایی اکسیدهای کربن (CO_X)، کدام گزینه نادرست است؟

۱) اگر $X = ۱$ باشد، اکسید حاصل می‌تواند در اثر سوختن ناقص سوخت‌های فسیلی تولید شود.

۲) اگر $X = ۲$ باشد، اکسید حاصل برخلاف $Na_۲O$، با حل شدن در آب باعث کاهش pH آب می‌شود.

۳) اگر $X = ۱$ باشد، در مولکول حاصل همانند $CH_۲O$، بین کربن و اکسیژن پیوند اشتراکی سه‌گانه وجود دارد.

۴) اگر $X = ۲$ باشد، در مدل فضاپرکن اکسید حاصل همانند مدل فضاپرکن مولکول گاز اکسیژن همهٔ اتم‌ها در یک راستا قرار می‌گیرند.

۷- پس از موازنهٔ واکنش‌های زیر ضریب آب در معادلهٔ کدام واکنش بزرگ‌تر است؟

۱) $MgCO_۳ + HNO_۳ \rightarrow Mg(NO_۳)_۲ + CO_۲ + H_۲O$ ۲) $HNO_۳ \rightarrow NO_۲ + O_۲ + H_۲O$

۳) $Ag + H_۲SO_۴ \rightarrow Ag_۲SO_۴ + SO_۲ + H_۲O$ ۴) $NiCO_۳ + H_۳PO_۴ \rightarrow Ni_۳(PO_۴)_۲ + CO_۲ + H_۲O$

۸- کدام یک از مطالب زیر درست است؟

۱) در نام‌گذاری ترکیب حاصل از گوگرد با اکسیژن همانند ترکیب حاصل از سدیم با اکسیژن، می‌توان از پیشوند «دی» استفاده کرد.

۲) در مولکول کربن مونوکسید همانند فسفر تری‌کلرید، بیش از نیمی از الکترون‌های ظرفیتی در تشکیل پیوند کووالانسی شرکت کرده‌اند.

۳) روی اکسید همانند دی نیتروژن مونوکسید، نوعی ترکیب مولکولی است که در آن تمامی اتم‌ها به آرایش هشت‌تایی رسیده‌اند.

۴) هرگاه اتم عنصرهای گروه ۱۷، اتم کناری یک مولکول باشند، تنها یک پیوند اشتراکی تشکیل می‌دهند.

۹- میزان انتشار $CO_۲$ حاصل از مصرف ۱۰۰۰ کیلووات ساعت برق تولیدی به وسیله نفت خام، با میزان انتشار $CO_۲$ حاصل از مصرف چند کیلووات ساعت برق تولیدی با انرژی بادی برابر است؟ (اگر منبع تولید برق نفت خام و انرژی بادی باشد، میزان $CO_۲$ آزاد شده در اثر تولید ۱ کیلووات ساعت برق در آن‌ها به ترتیب برابر با ۰/۷ و ۰/۰۱ است.)

۱) ۳۸۷۵۰ ۲) ۴۸۰۰۰ ۳) ۵۶۰۰۰ ۴) ۷۰۰۰۰

۱۰- کدام یک از گزینه‌های زیر صحیح است؟

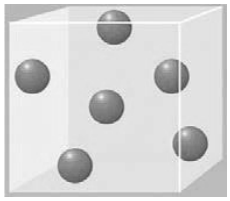
۱) در سده اخیر مساحت برف در نیم‌کره شمالی همانند میانگین جهانی سطح آب‌های آزاد کاهش یافته است.

۲) در سدهٔ اخیر میزان گاز کربن دی‌اکسید در هواکره برخلاف میانگین جهانی دمای سطح زمین افزایش یافته است.

۳) کره زمین با لایه‌ای از گازها به نام هواکره احاطه شده و همانند لایهٔ پلاستیکی برای گلخانه است و سبب سرد شدن کره زمین می‌شود.

۴) زمین بخش قابل توجهی از گرمای جذب شده را به صورت تابش فروسرخ از دست می‌دهد ولی گازهای گلخانه‌ای مانع از خروج کامل گرمای آزاد شده می‌شوند.

۱- بر اثر اعمال همزمان کدام دو تغییر بر سامانهٔ زیر (با فرض ثابت ماندن سایر عوامل)، فشار سامانه تغییر نمی‌کند؟



۱) دو برابر کردن مقدار گاز - دو برابر کردن دمای سامانه در مقیاس درجهٔ سلسیوس

۲) دو برابر کردن مقدار گاز - دو برابر کردن دمای سامانه در مقیاس درجهٔ کلوین

۳) نصف کردن حجم ظرف - نصف کردن دمای سامانه در مقیاس درجهٔ سلسیوس

۴) دو برابر کردن حجم ظرف – دو برابر کردن دمای سامانه در مقیاس درجهٔ کلوین

۲- اگر دمای x مول گاز را از دمای $۴۵/۵^\circ C$ به $۹۱^\circ C$ افزایش دهیم، چه مقدار شمار مول‌های گاز را تغییر دهیم تا حجم آن ۵۰ درصد افزایش یابد؟ (فشار را ثابت در نظر بگیرید.)

۱) $\frac{۱}{۴}$ برابر افزایش ۲) $\frac{۵}{۱۶}$ برابر افزایش ۳) $\frac{۵}{۱۶}$ برابر کاهش ۴) $\frac{۱}{۴}$ برابرکاهش

۳- از واکنش ۷/۵ گرم ترکیب با مقدار کافی از واکنش‌دهنده‌های دیگر مطابق واکنش زیر چند میلی‌لیتر گاز با مولکول قطبی در شرایط STP تولید می‌شود؟ $(C=۱۲, Ti=۴۸, Cl=۳۵/۵, O=۱۶ : g.mol^{-۱})$

$TiO_۲(s)+C(s)+Cl_۲(g) \rightarrow TiCl_۴(g)+CO(g)$ (واکنش موازنه شود.)

۱) ۲۸۰۰ ۲) ۴۲۰۰ ۳) ۵۶۰۰ ۴) ۲۳۶۶

۴- کدام واکنش در شرایط تعیین شده انجام نمی‌شود؟

۱) $H_۲(g)+O_۲(g) \xrightarrow{\text{جرقه}}$ ۲) $N_۲(g)+O_۲(g) \xrightarrow{\text{رعدوبرق}}$

۳) $N_۲(g)+H_۲(g) \xrightarrow{\text{جرقه}}$ ۴) $NO_۲(g)+O_۲(g) \xrightarrow{\text{نورخورشید}}$

۵- بر اثر انحلال ۱۵۱/۲ گرم از $(NH_۴)_۲Cr_۲O_۷$ در ۴ لیتر آب، محلولی با چگالی یک گرم بر میلی‌لیتر حاصل می‌شود. غلظت یون آمونیم برحسب ppm در این محلول به تقریب چند است؟ $(N=۱۴ , Cr=۵۲ , O=۱۶ , H=۱ : g.mol^{-۱})$

۱) ۳۶۰۰ ۲) ۵۴۰۰ ۳) ۱۰۸۰۰ ۴) ۲۷۰۰

۶- کدام موارد از عبارت‌های زیر درست است؟

آ) محلول، مخلوطی همگن از دو یا چند ماده بوده که حالت فیزیکی و ترکیب شیمیایی در سرتاسر آن یکسان و یکنواخت است.

ب) ضد یخ محلول اتانول در آب و گلاب مخلوطی همگن از چند مادهٔ آلی در آب می‌باشد.

پ) در هر ۱۰۰ گرم از آب دریای مرده حدود ۲۷ گرم سدیم کلرید وجود دارد و انسان می‌تواند به راحتی روی آن شناور بماند.

ت) شیمی‌دان‌ها غلظت یک محلول را مقدار حل شونده در مقدار معینی از حلال یا محلول تعریف می‌کنند.

ث) هر محلول از دو جزء حلال و حل‌شونده تشکیل شده و حلال جزئی از محلول است که حل‌شونده را در خود حل می‌کند و شمار مول‌های آن بیشتر است.

۱) آ، ت، ث ۲) ب، پ، ت ۳) آ، ب، پ ۴) آ، پ، ث

۷- چند مورد از مطالب زیر درست است؟

آ) سوخت سبز در ساختار خود افزون بر نخستین عنصر جدول دوره‌ای و کربن، نخستین عنصر گروه ۱۶ را نیز داشته و از پسماندهای گیاهی مانند شاخ و برگ گیاه سویا، نیشکر و دانه‌های روغنی به‌دست می‌آید.

ب) پلیمرهای سبز بر پایهٔ مواد گیاهی مانند نشاسته ساخته می‌شوند و در مدت زمان نسبتاً کوتاهی تجزیه شده و به طبیعت باز می‌گردند.

پ) توسعهٔ پایدار یعنی اینکه در تولید هر فراورده، همهٔ هزینه‌های اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی آن در نظر گرفته شود.

ت) در هر سه واکنش مربوط به تشکیل اوزون تروپوسفری، اکسیژن به عنوان واکنش دهنده حضور دارد و به ازای مصرف هر مول N_2، ۲ مول O_3 تولید می‌شود.

ث) نسبت شمار جفت الکترون‌های ناپیوندی به پیوندی در مولکول‌های اوزون و اکسیژن یکسان و دو برابر این نسبت در مولکول آب است.

۱) ۵ ۲) ۴ ۳) ۳ ۴) ۲

۸- کدام یک از عبارت‌های زیر در ارتباط با آلوتروپ‌های اکسیژن درست است؟

۱) در آلوتروپی که برای گندزدایی میوه‌ها و سبزیجات به‌کار می‌رود، اتم‌های اکسیژن در راستای یک خط قرار دارند.

۲) اگر دمای مخلوط مایعی از دو دگرشکل اکسیژن را به آرامی افزایش دهیم، ابتدا دگرشکلی از مخلوط جدا می‌شود که واکنش‌پذیری کمتری دارد.

۳) اگر واکنش $2O_3(g) \rightleftarrows 3O_2(g)$ تنها در جهت تولید دگرشکلی با شدت رنگ بیشتر در حالت مایع پیش برود، پرتوهای فرابنفش به زمین می‌رسند و یک فاجعه رخ می‌دهد.

۴) شمار الکترون‌های ناپیوندی در گازی که عامل رنگ قهوه‌ای هوای آلودهٔ کلان شهرها است، دو برابر شمار الکترون‌های پیوندی در مولکول اوزون است.

۹- اگر بخواهیم از ۲ کیلوگرم محلول ۵۰۰ppm منیزیم نیترات، محلولی با غلظت ۴۰۰ppm تهیه کنیم، باید چند کیلوگرم آب به آن بیافزاییم؟ $(N=14, O=16, Mg=24 : g.mol^{-1})$

۱) ۰/۱ ۲) ۰/۲ ۳) ۰/۴ ۴) ۰/۵

۱۰- یک شرکت نوشابه‌سازی جهت شیرین سازی نوشابه‌های ۱۵۰۰ گرمی و ۳۲۰ گرمی خود به‌ترتیب از ۳۰ و ۱۰ حبه قند استفاده می‌کند. در صورتی که میانگین جرم هر حبه قند ۴ گرم باشد، چند گرم آب باید به نوشابه‌های ۳۲۰ گرمی این شرکت مخلوط شود تا درصد جرمی قند این دو نوع نوشابه برابر شود؟ (جرم قند + جرم آب = جرم نوشابه‌ها)

۱) ۲۱۰ ۲) ۱۹۵ ۳) ۱۸۰ ۴) ۱۶۵

۱- اگر در حجم‌های برابر از محلول‌های جداگانه از KOH و Na_2SO_4، جرم برابر از این نمک‌ها وجود داشته باشد و غلظت Na^+ در محلول Na_2SO_4 برابر ۶۹۰۰ppm باشد، مولاریتهٔ محلول KOH کدام است؟ (چگالی محلول Na_2SO_4 برابر ۱/۱۲ گرم بر میلی‌لیتر می‌باشد؛ $Na = ۲۳ , K = ۳۹ , S = ۳۲ , O = ۱۶ , H = ۱ : g.mol^{-1}$)

۱) ۰/۲۱۳ ۲) ۰/۴۲۶ ۳) ۴/۲۶ ۴) ۳/۹۶

۲- براساس واکنش موازنه نشدهٔ: $KI(aq) + Cl_2(g) \rightarrow KCl(aq) + I_2(s)$، چند لیتر گاز کلر در شرایط استاندارد با محلولی به جرم ۲۰۰ گرم از پتاسیم یدید که غلظت یون پتاسیم در آن ۵۸۵۰۰ppm است، به‌طور کامل واکنش می‌دهد و چند مول I_2 تولید می‌شود؟ ($K = ۳۹ g.mol^{-1}$)

۱) ۳/۳۶ ، ۰/۱۵ ۲) ۴/۴۸ ، ۰/۱۵ ۳) ۳/۳۶ ، ۰/۳ ۴) ۴/۴۸ ، ۰/۳

۳- همهٔ عبارت‌های زیر درست‌اند، به‌جز:

۱) بیشترین مقدار از یک حل‌شونده را که در دمای معین، ۱۰۰ گرم حلال حل می‌شود، انحلال‌پذیری آن ماده می‌نامند.

۲) نقره کلرید، باریم سولفات و کلسیم فسفات ترکیب‌های یونی سه‌تایی بوده و انحلال‌پذیری آن‌ها در آب از ۰/۰۱ گرم در ۱۰۰ گرم آب کمتر است.

۳) اگر انحلال‌پذیری KCl در دمای $۷۵^\circ C$ برابر ۵۰ گرم در ۱۰۰ گرم آب باشد درصد جرمی محلول سیرشدهٔ آن در این دما تقریباً برابر ۳۳/۳۳٪ خواهد بود.

۴) درصد جرمی محلول سیرشدهٔ لیتیم سولفات در دمای $۹۰^\circ C$ از درصد جرمی محلول سیرشدهٔ آن در دمای $۴۰^\circ C$ کمتر است.

۴- با توجه به معادلهٔ انحلال‌پذیری نمک‌های A و B، کدام گزینه نادرست است؟ ($A = ۱۴۸ , B = ۲۴۸ : g.mol^{-1}$)

نمک	معادلهٔ انحلال‌پذیری
A	$S = -۰/۴\theta + ۳۴$
B	$S = ۰/۸\theta + ۲۸$

۱) اگر ۳/۷۵ گرم B را در ۱۲/۵ گرم آب با دمای $۱۰^\circ C$ حل کنیم، محلول سیرنشده پدید می‌آید.

۲) با افزایش دمای ۴۸۱ گرم محلول سیرشدهٔ نمک A از $۱۰^\circ C$ به $۶۰^\circ C$ ، ۰/۵ مول از آن رسوب می‌کند.

۳) معادلهٔ انحلال‌پذیری نمک‌های A و B را به ترتیب می‌توان به نمک‌های لیتیم سولفات و پتاسیم نیترات نسبت داد.

۴) اگر چگالی دو محلول سیرشده از نمک‌های A و B در دمای $۲۵^\circ C$ یکسان باشد، غلظت مولی آن‌ها در این دما برابر خواهد بود.

۵- کدام مورد از عبارت‌های زیر درست است؟

الف) اتم اکسیژن مولکول‌های SO_3 در میدان الکتریکی، به سمت مثبت میدان الکتریکی جهت‌گیری می‌کنند.

ب) مولکول‌های آب از سمت اتم اکسیژن خود به سمت میلهٔ شیشه‌ای مالش داده شده به موی سر نزدیک می‌شوند.

پ) در مولکول‌های قطبی، به‌طور حتم نقطهٔ جوش ترکیبی بیشتر است که جرم مولی بالاتری دارد.

ت) به دلیل بیشتر بودن جرم مولی Cl_2 از F_2، مولکول‌های کلر سریع‌تر به مایع تبدیل می‌شوند.

ث) علی‌رغم جرم مولی مشابه N_2 و CO، نقطهٔ جوش CO به دلیل قطبی بودن بیشتر است.

۱) الف، ت و ث　　۲) الف و ث　　۳) ب، پ و ت　　۴) ت و ث

۶- چه تعداد از عبارت‌های زیر در مورد پیوند هیدروژنی درست است؟

- حجم یک مول آب در حالت مایع، از حجم یک مول یخ و یک مول بخارآب کمتر است.

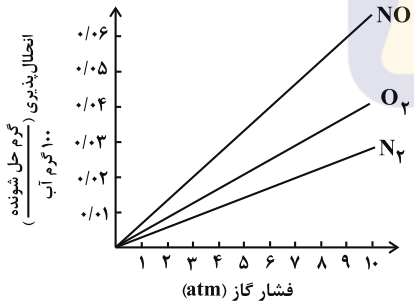
- در حلقه‌های شش‌ضلعی یخ، تعداد اتم‌های هیدروژن و اکسیژن برابر است و تعداد پیوندهای هیدروژنی در هر حلقه برابر با نصف مجموع تعداد اتم‌ها است.

- اگر مادهٔ X امکان تشکیل پیوند هیدروژنی با آب را داشته باشد، نمی‌توان با قطعیت گفت بین مولکول‌های X نیز پیوند هیدروژنی برقرار است.

- پیوند اتم H به یکی از اتم‌های F، O یا N، سبب ایجاد یک نوع جاذبهٔ الکترواستاتیکی قوی میان این اتم‌ها می‌شود.

۱) ۴　　۲) ۳　　۳) ۲　　۴) ۱

۷- با توجه به نمودارهای شکل زیر، که انحلال‌پذیری گازها در آب در دمای $20^\circ C$ را نشان می‌دهد، چند مورد از مطالب زیر درست است؟



- در فشار ۳atm، انحلال‌پذیری گاز CO_2 می‌تواند برابر ۰/۰۳ گرم باشد.

- در فشار ۶atm، انحلال‌پذیری گاز N_2 در آب شور، به بیش از ۰/۰۲ گرم می‌رسد.

- در فشار ۵atm، تفاوت انحلال‌پذیری گازهای O_2 و NO، برابر ۰/۰۲ گرم است.

- در دمای $50^\circ C$، شیب تغییرات انحلال‌پذیری هر سه گاز، نسبت به نمودار داده شده، کاهش می‌یابد.

- اگر شیب تغییرات انحلال‌پذیری گاز X_2، بیش از گاز O_2 باشد، انحلال‌پذیری آن در فشار ۴atm، می‌تواند برابر ۰/۰۲ گرم باشد.

۱) دو　　۲) سه　　۳) چهار　　۴) پنج

۸- چند مورد از مطالب زیر نادرست هستند؟

الف) در هر دما و فشار مشخص، به دلیل قطبی بودن NO، انحلال‌پذیری گاز NO بیشتر از CO_2 است.

ب) گاز CO_2 به دلیل انحلال فیزیکی که در آب دارد، در تولید نوشیدنی گازدار نقش دارد.

پ) مهم‌ترین عامل انحلال‌پذیری گازها در مایعات، پس از بررسی امکان واکنش با حلال، بررسی میزان قطبیت گاز و حلال مورد نظر است.

ت) قانون هنری مربوط به اثر دما بر میزان انحلال‌پذیری گازها در آب است.

ث) احساس خستگی پس از ورزش‌های سنگین می‌تواند با مصرف الکترولیت‌های بدن مانند $K^+(aq)$ جبران شود.

۱) ۲ ۲) ۳

۳) ۴ ۴) ۵

۹- در دما و فشار معین، مقدار ۰/۵ مول گاز NO_2 را وارد ۵ لیتر آب می‌کنیم. اگر تنها ۱۰ درصد این گاز درون آب حل شود، محلول آن به تقریب چند ppm است؟ (چگالی آب را ۱ گرم بر میلی‌لیتر در نظر بگیرید.) (فرض کنید گاز با آب واکنش نمی‌دهد.) $(N = ۱۴ , O = ۱۶ : g.mol^{-1})$

۱) ۴۶۰ ۲) ۵۱۰

۳) ۴۱۰ ۴) ۳۹۰

۱۰- کدام گزینه درست است؟

۱) با روش اسمز معکوس، نمی‌توان میکروب‌ها و ترکیبات آلی فرّار را از آب جدا کرد.

۲) آب به دست آمده از روش صافی کربن، نیاز به ضدعفونی کردن دارد.

۳) تنها گازی که برای گندزدایی می‌توان استفاده کرد کلر است که گازی زرد رنگ است.

۴) غشاء نیمه تراوا در ساختار خیار اجازهٔ عبور غیرانتخابی تمامی یون‌ها را می‌دهد، عاملی که باعث چروکیده شدن آن، در آب شور می‌شود.

۱- کدام‌یک از عبارت‌های زیر نادرست است؟

۱) بر اثر انفجار بزرگ یا مهبانگ، ابتدا ذرات زیراتمی و پس از آن، عناصر موجود در تناوب اول به وجود آمدند.

۲) دو فضاپیمای وویجر ۱ و ۲ با عبور از کنار سیاره‌های سنگی، شناسنامه فیزیکی و شیمیایی آن‌ها را تهیه کردند.

۳) مجموعه‌های گازی که کهکشان‌ها و ستاره‌ها را ایجاد می‌کنند، با استفاده از گازهای هیدروژن و هلیم ساخته شده‌اند.

۴) درون ستاره‌ها همانند خورشید، در دماهای بسیار بالا واکنش‌های هسته‌ای رخ داده و عناصر سنگین‌تر به‌وجود می‌آیند.

۲- کدام موارد از عبارت‌های زیر در رابطه با عنصر هیدروژن درست است؟

الف ــ شمار ایزوتوپ‌های پایدار هیدروژن در یک نمونه طبیعی، با شمار ایزوتوپ‌های موجود در یک نمونه لیتیم برابر است.

ب ــ جرم هسته قرار گرفته در مرکز هر اتم از فراوان‌ترین رادیوایزوتوپ عنصر مورد نظر، تقریباً برابر $۳amu$ است.

ج ــ این عنصر، متعلق به گروه اول جدول دوره‌ای بوده و از آن برای ایجاد مقیاس amu استفاده شده است.

د ــ در روند تشکیل عناصر، هیدروژن به هلیم تبدیل شده و هلیم نیز فقط می‌تواند به فلزها تبدیل شود.

۱) «الف» و «ب» ۲) «ب» و «ج» ۳) «ج» و «د» ۴) «الف» و «د»

۳- اگر در اتم $M^{۶۴}$، تفاوت شمار نوترون‌ها و پروتون‌ها برابر با ۶ واحد باشد، بین عنصر M و عنصر سیلیسیم، چند عنصر در جدول دوره‌ای قرار گرفته است؟

۱) ۱۴ ۲) ۱۵ ۳) ۱۶ ۴) ۱۷

۴- کدام‌یک از عبارت‌های زیر نادرست است؟

۱) اندازه یون یدید با یون تکنسیم برابر بوده و به همین خاطر، از یون تکنسیم در تصویربرداری از تیروئید استفاده می‌شود.

۲) خواص شیمیایی عناصر وابسته به مقدار Z بوده و بر این اساس، همه ایزوتوپ‌های کلر خواص شیمیایی یکسان دارند.

۳) توده‌های سرطانی، مولکول‌های گلوکز نشان‌دار را با احتمال بیشتری نسبت به سلول‌های معمولی بدن جذب می‌کنند.

۴) اورانیم، شناخته‌شده‌ترین فلز پرتوزا بوده و یکی از ایزوتوپ‌های آن به‌عنوان سوخت در راکتور اتمی به‌کار می‌رود.

۵- تیتانیم دارای پنج ایزوتوپ است که در هسته آن‌ها به ترتیب ۲۴، ۲۵، ۲۶، ۲۷ و ۲۸ نوترون وجود دارد. مجموع درصد فراوانی دو ایزوتوپ سبک‌تر برابر ۱۵٪ بوده و درصد فراوانی دو ایزوتوپ سنگین‌تر، یکسان و $\frac{۱}{۳}$ برابر درصد فراوانی $Ti^{۴۸}$ است. درصد فراوانی دو ایزوتوپ اول به ترتیب از راست به چپ کدام‌اند؟ (جرم اتمی میانگین برای عنصر Ti برابر با $۴۸/۲۸amu$ است.)

۱) ۹/۵ ، ۵/۵ ۲) ۸ ، ۷ ۳) ۸/۵ ، ۶/۵ ۴) ۹ ، ۶

۶- **کدام‌یک از عبارت‌های زیر نادرست است؟**

۱) جدول دوره‌ای امروزی شامل ۷ دوره و ۱۸ گروه بوده و ۱۲۰ عنصر مختلف را در خود جای داده است.

۲) بیشتر از ۲۰ درصد از عناصری که تا به امروز شناخته شده‌اند، در طبیعت یافت نشده و ساختگی هستند.

۳) طی غنی‌سازی، درصد فراوانی ایزوتوپی که در مخلوط طبیعی اورانیم درصد فراوانی کمی دارد، افزایش می‌یابد.

۴) از آنجا که نیم‌عمر تکنسیم کم است، نمی‌توان مقادیر زیادی از این عنصر را تهیه و برای مدت طولانی نگهداری کرد.

۷- **عنصر $^{۹۲}_{۴}Zr$، در واکنش‌های شیمیایی کاتیونی با نماد $Zr^{۴+}$ تشکیل می‌دهد. نسبت شمار نوترون به الکترون در ساختار این کاتیون به‌تقریب چقدر بوده و کدام عنصر، کاتیونی با بار الکتریکی مشابه به عنصر Zr ایجاد می‌کند؟**

۱) ^{۷۴}W - ۱/۲۴ ۲) ^{۷۴}W - ۱/۴۴ ۳) ^{۷۲}Hf - ۱/۲۴ ۴) ^{۷۲}Hf - ۱/۴۴

۸- **کدام موارد از عبارت‌های زیر درست است؟** ($O = ۱۶ , C = ۱۲, H = ۱ : g.mol^{-۱}$)

الف ــ در یون $^{۳۴}X^{۲-}$، اگر تعداد الکترون‌ها و نوترون‌ها برابر باشد، عنصر X در گروه ۱۶ قرار می‌گیرد.

ب ــ شمار مول‌های آب در ۰/۳۶ گرم از این ماده، با شمار مول‌های متانول در ۰/۶۴ گرم از آن برابر است.

ج ــ دقت اندازه‌گیری باسکول‌های تنی تا یک دهم تن بوده و دقت ترازوی زرگری نیز تا یک صدم گرم است.

د ــ به کمک اطلاعات موجود در هر خانه جدول تناوبی، مجموع شمار ذرات داخل هسته اتم، به یقین مشخص می‌شود.

۱) «الف» و «ب» ۲) «ب» و «ج» ۳) «ج» و «د» ۴) «الف» و «د»

۹- **جرم‌های برابر از ایزوتوپ‌های A و B در اختیار داریم. اگر در طول نیم ساعت، جرم واپاشیده شده از ایزوتوپ B، ۱/۲۵ برابر جرم واپاشیده شده از ایزوتوپ A باشد، نیم‌عمر ایزوتوپ پایدارتر برابر چند دقیقه است؟ (نیم‌عمر ایزوتوپ A، دو برابر نیم‌عمر ایزوتوپ B باشد.)**

۱) ۷/۵ ۲) ۱۵ ۳) ۶ ۴) ۱۲

۱۰- **کربن دارای دو ایزوتوپ با جرم‌های اتمی $۱۲amu$ و $۱۳amu$ است. با توجه به ایزوتوپ‌های کربن و ایزوتوپ‌های طبیعی منیزیم، تفاوت جرم مولی سبک‌ترین و سنگین‌ترین گونه‌های منیزیم کربنات($MgCO_۳$) ساخته شده از این ایزوتوپ‌ها برابر با چند گرم بر مول می‌شود؟ (فرض کنید که اکسیژن، فقط یک نوع ایزوتوپ طبیعی دارد.)**

۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۴ ۴) ۵

۱۱- **شمار عناصر موجود در گروهی از جدول دوره‌ای که بیشترین تعداد عنصر را در ساختار خود جا داده است، چند برابر شمار عناصری از تناوب سوم است که نماد تک‌حرفی دارند؟**

۱) ۱۶ ۲) ۸ ۳) ۱۴ ۴) ۷

۱۲- **کدام‌یک از عبارت‌های زیر نادرست است؟**

۱) هرچه طول موج یک پرتو کم‌تر باشد، زاویهٔ انحراف آن پس از عبور از منشور، بیشتر خواهد بود.

۲) نور خورشید، به رنگ سفید دیده شده و فقط شامل پرتوهایی با طول موج ۴۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر می‌شود.

۳) رنگ زرد، از جمله رنگ‌های سازنده رنگین‌کمان بوده و در مقایسه با پرتوهای سبز، طول موج بلندتری دارد.

۴) امواج الکترومغناطیسی، با خود انرژی حمل کرده و طول موج برخی از انواع آن‌ها می‌تواند بیشتر از یک متر هم باشد.

۱۳- **جرم هر مولکول نیتروژن مونوکسید، تقریباً برابر با چند گرم بوده و شمار نوترون‌های موجود در ساختار این مولکول، چند برابر شمار نوترون‌ها در یون $^{۲۸}X^{۳+}$ است؟ (در یون $^{۲۸}X^{۳+}$، تفاوت شمار الکترون‌ها و نوترون‌ها برابر با ۵ عدد است. $^{۱۶}_{۸}O$ و $^{۱۴}_{۷}N$)**

۱) $۲ - ۳ \times ۱۰^{-۲۳}$ ۲) $۱ - ۵ \times ۱۰^{-۲۳}$ ۳) $۱ - ۳ \times ۱۰^{-۲۳}$ ۴) $۲ - ۵ \times ۱۰^{-۲۳}$

۱۴- **با توجه به اطلاعات جدول زیر، جرم مولکولی میانگین ترکیب $CBr_۴$ بر حسب amu کدام است؟ (جرم اتمی هر ایزوتوپ را با عدد جرمی آن معادل در نظر بگیرید.)**

ایزوتوپ	^{۱۱}C	^{۱۲}C	^{۷۹}Br	^{۸۱}Br
درصد فراوانی	۲۰	۸۰	۵۱	۴۹

۱) ۳۳۶/۸۸ ۲) ۳۳۵/۷۲ ۳) ۳۳۲/۸۸ ۴) ۳۳۱/۷۲

۱۵- **کدام موارد از عبارت‌های زیر در رابطه با عنصر کلر درست است؟ ($Cl = ۳۵/۵ , Ar = ۴۰ : g.mol^{-۱}$)**

الف ــ این عنصر، با سایر عناصر هم‌گروه خود خواص فیزیکی یکسانی دارد.

ب ــ جرم ۰/۲ مول از اتم‌های این عنصر، کمتر از جرم ۰/۲ مول اتم آرگون است.

ج ــ هر اتم آن، در واکنش‌های شیمیایی یک الکترون از دست داده و یون Cl^- را ایجاد می‌کند.

د ــ در همه ایزوتوپ‌های طبیعی این عنصر، شمار نوترون‌های موجود در هسته بیشتر از شمار پروتون‌ها است.

۱) «الف» و «ب» ۲) «ب» و «د» ۳) «الف» و «ج» ۴) «ج» و «د»

۱- چه تعداد از عبارت‌های زیر، درست هستند؟

الف ــ تناوب هفتم جدول دوره‌ای، در ساختار خود ۳۲ عنصر جای داده و به عنصری با عدد اتمی ۱۱۸ ختم می‌شود.

ب ــ هلیم، دارای یک لایه پر از الکترون بوده و همانند گاز آرگون، تمایل به انجام واکنش‌های شیمیایی ندارد.

ج ــ در ۹ مورد از عناصر موجود در تناوب چهارم، بیرونی‌ترین زیرلایهٔ الکترونی کاملاً پر از الکترون است.

د ــ از بین زیرلایه‌های الکترونی که $n + l = ۶$ دارند، زیرلایه $۵p$ دارای کمترین سطح انرژی است.

هـ ــ بیرونی‌ترین زیرلایه الکترونی در برخی از یون‌ها، برخلاف اتم‌های خنثی، می‌تواند زیرلایه d باشد.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۲- شمار اتم‌های هیدروژن موجود در یک نمونه ۶۷/۵ لیتری از بخار آب با چگالی $۱/۶ g.L^{-۱}$، با شمار پیوندهای اشتراکی موجود در ساختار چند گرم گاز متان برابر خواهد بود؟ ($H = ۱ : g.mol^{-۱}$ و $C = ۱۲$ و $O = ۱۶$)

۱) ۳۲ ۲) ۸۰ ۳) ۴۸ ۴) ۶۴

۳- در آرایش الکترونی عنصر X، تفاوت شمار الکترون‌های موجود در لایه دوم و سوم، برابر با ۶ عدد است. کدام‌یک از عناصر زیر، می‌تواند با عنصر X در یک گروه مشابه از جدول دوره‌ای قرار بگیرد؟

۱) $_{۸۲}Pb$ ۲) $_{۵۵}Cs$ ۳) $_{۴۷}Ag$ ۴) $_{۷۶}Os$

۴- کدام موارد از عبارت‌های زیر درست هستند؟

الف ــ شعله زرد حاصل از سوختن شمع در مقایسه با شعله آبی حاصل از سوختن کامل گاز شهری دمای بالاتری دارد.

ب ــ انحراف رنگ نور گسیل شده از شعله $CuCl_۲$ در منشور، بیشتر از رنگ نور گسیل شده از شعله سدیم است.

ج ــ اگر نور قرمز نشر شده از شعله لیتیم را از یک منشور عبور دهیم، یک طیف با ۴ خط رنگی ایجاد می‌شود.

د ــ نور لامپ‌هایی که در طول شب، خیابان‌ها را روشن می‌کنند، به دلیل وجود سدیم مذاب در آن‌ها است.

۱) «الف» و «ب» ۲) «ب» و «ج» ۳) «ج» و «د» ۴) «الف» و «د»

۵- کدام‌یک از عبارت‌های داده شده، نادرست است؟

۱) در اتم Cr، نسبت شمار الکترون‌های دارای $l = ۰$ به تعداد الکترون‌های موجود در لایه سوم تقریباً برابر ۰/۵۴ است.

۲) سدیم، منیزیم و آلومینیم، فلزهای متوالی از تناوب سوم بوده و انرژی لایه سوم الکترونی در آن‌ها متفاوت از هم است.

۳) مجموع مقدار $n + l$ برای الکترون‌های موجود در لایه ظرفیت اتم $_{۲۲}Ti$ برابر با عدد اتمی سومین گاز نجیب است.

۴) عنصر فلزی که آرایش الکترونی اتم آن به زیرلایه $۴p^۱$ ختم می‌شود، فقط یون پایداری با بار $+۱$ تولید می‌کند.

۶- برای رسم آرایش الکترونی فشرده چند عنصر از جدول دوره‌ای با نماد یک‌حرفی، از گاز نجیب آرگون استفاده می‌شود؟

۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۴ ۴) ۵

۷- جرم اتمی میانگین کربن در نمونه‌ای از این عنصر که شامل ایزوتوپ ^{۱۲}C و رادیوایزوتوپ ^{۱۴}C می‌شود، برابر با $۱۲/۲amu$ است. این نمونه از اتم‌های کربن را در شرایط خاصی با اتم‌های ^{۱}H و ^{۲}H وارد واکنش کرده و به گاز اتن($C_۲H_۴$) تبدیل می‌کنیم. چند درصد از مولکول‌های اتن تولید شده در این فرایند، فاقد اتم‌های رادیواکتیو در ساختار خود هستند؟

۱) ۶۴ ۲) ۸۰ ۳) ۸۱ ۴) ۹۰

۸- اگر شمار الکترون‌های مبادله شده برای تشکیل ۶۴ گرم منیزیم اکسید از عناصر سازنده، دو برابر شمار الکترون‌های مبادله شده برای تشکیل ۱۶۴/۸ گرم NaX از عناصر سازنده باشد، جرم مولی عنصر X برابر با چند گرم است؟
$(Mg = ۲۴ , Na = ۲۳ , O = ۱۶ : g.mol^{-۱})$

۱) ۱۹ ۲) ۳۵ ۳) ۱۲۷ ۴) ۸۰

۹- کدام موارد از عبارت‌های زیر درست هستند؟

الف ــ نشر نور، برای الکترون مناسب‌ترین شیوه گسیل انرژی بوده و الکترون برانگیخته همواره پرتو مرئی نشر می‌کند.
ب ــ در طیف نشری عنصر هیدروژن، نوار سرخ‌رنگ ناشی از انتقال الکترون از لایه الکترونی $n = ۲$ به $n = ۱$ است.
ج ــ بور با بررسی تعداد و جایگاه خطوط رنگی در طیف نشری هیدروژن، اطلاعاتی از ساختار این اتم به‌دست آورد.
د ــ هر چه به هستهٔ اتم نزدیک‌تر شویم، تفاوت انرژی الکترون‌های موجود در لایه‌های متوالی بیشتر می‌شود.

۱) «الف» و «ب» ۲) «ب» و «ج» ۳) «الف» و «د» ۴) «ج» و «د»

۱۰- کدام‌یک از عبارت‌های داده شده، درست است؟

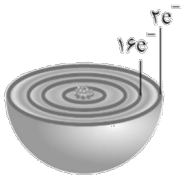
۱) بیشتر از نصف گونه‌های $NH_۳$، $PCl_۳$، KI، $K_۲O$ و $Na_۳P$، جزو مواد مولکولی به شمار می‌روند.
۲) در دمای اتاق، کلر یک ماده گازی با خاصیت رنگ‌بری و گندزدایی بوده و به رنگ قرمز دیده می‌شود.
۳) شمار الکترون‌های جفت نشده در آرایش الکترون-نقطه‌ای هلیم، ۲ برابر شمار این الکترون‌ها در سدیم است.
۴) نیمی از الکترون‌های ظرفیتی موجود در اتم‌های سازنده مولکول آب، فقط متعلق به یکی از اتم‌های موجود در آن است.

۱۱- کدام موارد از عبارت‌های زیر درست هستند؟

الف ــ حداکثر گنجایش الکترونی لایه $n = ۴$، دو برابر حداکثر گنجایش الکترونی لایه $n = ۲$ است.
ب ــ شمار الکترون‌های ظرفیتی در هر اتم از فراوان‌ترین عنصر سازنده زمین، ۲ برابر هر اتم سیلیسیم است.
ج ــ اگر تعداد الکترون ظرفیت اتمی کمتر یا برابر ۳ باشد، آن اتم در شرایط مناسب به یقین به کاتیون تبدیل می‌شود.
د ــ در مدل لایه‌ای اتم‌ها، الکترون‌هایی با $n = ۱$، در همه نقاط موجود در پیرامون هسته اتم می‌توانند حضور پیدا کنند.

۱) «ب» و «ج» ۲) «ب» و «د» ۳) «الف» و «ج» ۴) «الف» و «د»

۱۲- کدام‌یک از عبارت‌های داده شده، نادرست است؟



۱) اتمی با ساختار مقابل، متعلق به یک فلز است که در دسته d جدول تناوبی قرار گرفته است.
۲) با تبدیل اتم اکسیژن به یون اکسید، تعداد لایه‌های الکترونی اشغال شده در آن تغییری نمی‌کند.
۳) برای تشکیل یک مول آلومینیم اکسید از اتم‌های سازنده، ۶ مول الکترون بین اتم‌ها مبادله می‌شود.
۴) به ترکیب‌های یونی که شمار آنیون‌ها و کاتیون‌ها در آن‌ها برابر باشد، ترکیب یونی دوتایی می‌گویند.

۱۳- در یک نمونه از ترکیب SF_x به جرم ۵۴ گرم، تفاوت شمار اتم‌های گوگرد و فلوئور برابر با $۹/۰۳ \times ۱۰^{۲۳}$ عدد است. یک نمونه از ترکیب $N_۲O_x$ که حاوی $۱/۲۰۴ \times ۱۰^{۲۳}$ مولکول می‌شود، چند گرم جرم دارد؟

($S = ۳۲ , F = ۱۹$ و $O = ۱۶ , N = ۱۴ : g.mol^{-۱}$)

۱) ۱۸/۴ ۲) ۳۶/۸ ۳) ۲۱/۶ ۴) ۴۳/۲

۱۴- مخلوطی که شامل جرم‌های برابر از اتانول و فورمیک اسید می‌شود، در اختیار داریم. اگر در این مخلوط مجموعاً $۱/۸۰۶ \times ۱۰^{۲۳}$ اتم اکسیژن وجود داشته باشد، جرم این مخلوط برابر با چند گرم می‌شود؟

($H = ۱ : g.mol^{-۱}$ و $C = ۱۲$ و $O = ۱۶$)

۱) ۱۳/۸ ۲) ۱۸/۴ ۳) ۲۷/۶ ۴) ۹/۲

۱۵- کدام‌یک از عبارت‌های داده شده، نادرست است؟

۱) آهن، دارای ایزوتوپ‌های متعددی بوده و آرایش الکترونی همه این ایزوتوپ‌ها، مشابه هم است.
۲) از واکنش میان فلز کلسیم با یک نمونه فسفر، یک ترکیب یونی با فرمول شیمیایی $Ca_۲P_۳$ ایجاد می‌شود.
۳) نیمی از عناصر دسته p موجود در تناوب دوم، در دما و فشار اتاق به شکل مولکول‌های دواتمی دیده می‌شوند.
۴) اگر آرایش الکترونی یک اتم به زیرلایه $۵p^۴$ ختم شود، این اتم متعلق به دوره پنجم بوده و یون $X^{۲-}$ را تشکیل می‌دهد.

۱- چه تعداد از عبارت‌های داده شده در رابطه با هواکره درست است؟

الف ــ فراوان‌ترین گاز موجود در آن، در ساختار خود دارای یک پیوند سه‌گانه است.

ب ــ با دورتر شدن از سطح کره زمین، فشار گازهای سازنده آن به‌مرور کاهش پیدا می‌کند.

ج ــ مجموع درصد حجمی گازهای نجیب موجود در آن، با افزایش مقدار بخار آب، کاهش پیدا می‌کند.

د ــ فقط یکی از عناصر موجود در ساختار کربوهیدرات‌ها، در ساختار گازهای سازنده هواکره نیز وجود دارد.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۲- کدام‌یک از مطالب زیر، نادرست است؟

۱) اتمسفر، مخلوطی از گازهای گوناگون است که تا فاصله ۵۰۰ کیلومتری از سطح زمین امتداد دارد.

۲) به منظور افزایش ماندگاری مواد خوراکی، می‌توان از گاز نیتروژن برای بسته‌بندی این مواد استفاده کرد.

۳) منابع هواکره از سبک‌ترین گاز نجیب، در مقیاس صنعتی، مناسب‌تر از منابع زمینی بوده و این گاز، بی‌رنگ است.

۴) با کاهش دمای هوا تا دمای صفر درجه سلسیوس، رطوبت موجود در هوا چگالش یافته و به شکل یخ از آن جدا می‌شود.

۳- اگر دمای هوا در ارتفاع یک کیلومتری تروپوسفر در مقیاس کلوین، ۱/۱۲ برابر دمای هوا در ارتفاع ۶ کیلومتری این لایه در مقیاس کلوین باشد، دمای سطحی زمین در مقیاس سلسیوس برابر با چند درجهٔ سانتی‌گراد خواهد بود؟

۱) ۱۳ ۲) ۱۵ ۳) ۷ ۴) ۹

۴- در چه تعداد از مولکول‌های زیر، پیوند دوگانه بین اتم‌ها دیده می‌شود؟

$$POCl_3 - SO_3 - NO_2F - CH_2O - H_2S - CO$$

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۵- کدام موارد از عبارت‌های داده شده درست است؟

الف ــ در فرایند تقطیر جزءبه‌جزء هوا، با افزایش دمای هوای مایع، ابتدا O_2 به حالت گاز از مخلوط خارج می‌شود.

ب ــ فراوان‌ترین گاز نجیب هواکره، گازی بی‌بو و سمی بوده و از آن برای ساخت لامپ رشته‌ای استفاده می‌شود.

ج ــ در لایه‌های بالایی هواکره، کاتیون‌های تک‌اتمی حاصل از عناصر موجود در تناوب اول مشاهده می‌شوند.

د ــ مقدار رطوبت در هواکره متغیر بوده و از جایی به جای دیگر و یا از روزی به روز دیگر، تغییر می‌کند.

۱) «الف» و «ب» ۲) «ب» و «ج» ۳) «الف» و «د» ۴) «ج» و «د»

۶- جدول زیر، اطلاعات مربوط به سوختن زغال‌سنگ و گاز طبیعی را نشان می‌دهد:

	زغال‌سنگ	گاز طبیعی
انرژی آزاد شده (کیلوژول بر گرم)	۳۰	۵۴
قیمت (ریال به ازای هر گرم)	۵	۸

اگر برای تأمین انرژی مورد نیاز برای روشن کردن ۵۰ لامپ به مدت ۱۰ ساعت، به سوزاندن مخلوطی از زغال‌سنگ و گاز طبیعی به جرم ۴۵ گرم نیاز داشته باشیم، جهت تأمین این مقدار سوخت، چند ریال هزینه مصرف شده است؟ (برای روشن نگه‌داشتن هر لامپ به مدت یک ساعت، به ۲۹۴۰ ژول انرژی نیاز است.)

۱) ۲۴۰ ۲) ۲۲۰ ۳) ۲۶۰ ۴) ۲۸۰

۷- کدام‌یک از مطالب زیر، نادرست است؟

۱) از یک گاز با مولکول‌های دواتمی، برای نگهداری برخی از نمونه‌های بیولوژیک در پزشکی استفاده می‌شود.

۲) یک نمونه هوا با دمای $-۲۰۰^{\circ}C$ ، شامل مخلوط مایعی از عناصر آرگون، اکسیژن، هلیم و نیتروژن می‌شود.

۳) هلیم، سبک‌ترین گاز نجیب است و از آن برای پر کردن بالن‌های تبلیغاتی، هواشناسی و تفریحی استفاده می‌شود.

۴) گاز استفاده‌شده برای نگهداری نمونه‌های بیولوژیک، توسط جانداران ذره‌بینی در خاک تثبیت‌شده و به مصرف گیاه می‌رسد.

۸- نام کدام ترکیب با فرمول شیمیایی نوشته شده برای آن مطابقت ندارد؟

۱) آهن(II) فسفید : $Fe_۳P_۲$ ۲) اسکاندیم سولفید : $Sc_۲S_۳$

۳) روبیدیم سولفات : $Rb_۲SO_۴$ ۴) کبالت(II) نیترات : $CO(NO_۳)_۲$

۹- کدام موارد از عبارت‌های داده شده در رابطه با عنصر کروم درست است؟ $(Cr = ۵۲ , S = ۳۲ : g.mol^{-۱})$

الف ــ درصد جرمی کروم در سولفیدی از آن که آرایش الکترونی کاتیون آن به $۳d^۳$ ختم می‌شود، برابر با ۵۲٪ است.

ب ــ این عنصر فلزی، با عنصر برم در یک تناوب مشابه و با عنصر $_{۱۰۸}Hs$ در یک گروه مشابه قرار گرفته است.

ج ــ با استفاده از تغییر رنگ شعله، می‌توان وجود این عنصر فلزی در یک نمونه ماده را تشخیص داد.

د ــ نسبت شمار اتم‌ها به شمار عناصر در ساختار ترکیب کروم(II) فسفات، برابر با ۲ است.

۱) «الف» و «ج» ۲) «ب» و «ج» ۳) «الف» و «د» ۴) «ب» و «د»

۱۰- خودروهای با برچسب انرژی A و C، به ازای طی کردن هر کیلومتر مسافت، به‌ترتیب ۲/۵ و ۴ لیتر گاز کربن دی‌اکسید با چگالی $۲/۲g.L^{-۱}$ تولید می‌کنند. اگر هر خودرو ماهانه ۲۰۰۰ کیلومتر مسافت را طی کند، با عدم استفاده از هر خودرو با برچسب A به‌جای خودرو با برچسب C، باید چند اصله درخت بکاریم تا مقدار گاز $CO_۲$ اضافی تولید شده در یک سال را جذب کنند؟ (هر درخت، سالانه ۲۰۰ مول گاز کربن دی‌اکسید را جذب می‌کند. $(O = ۱۶ , C = ۱۲ : g.mol^{-۱})$

۱) ۹ ۲) ۱۸ ۳) ۱/۵ ۴) ۳

۱۱- کدام‌یک از عبارت‌های داده شده، درست است؟

۱) تهیه هلیم با استفاده از تقطیر گاز طبیعی، همانند فرایند استخراج آرگون از هواکره، در کشور ما انجام نمی‌شود.

۲) نماد $\xrightarrow{Rh}$ در واکنش‌های شیمیایی، بیانگر این است که سرعت واکنش در حضور کاتالیزگر روبیدیم بیشتر است.

۳) با گرما دادن به شکر، این ماده طی یک تغییر فیزیکی ذوب شده و طی این فرایند، رنگ شکر تغییر خواهد کرد.

۴) در میادین گازی ایران، هلیم موجود در گاز طبیعی به همراه سایر مواد، بدون سوختن وارد هواکره خواهد شد.

۱۲- کدام‌یک از مطالب زیر، نادرست است؟

۱) نام ترکیب‌هایی با فرمول شیمیایی $Cu_۲S$ و $N_۲O_۲$، به‌ترتیب به‌صورت مس(I) سولفید و دی‌نیتروژن دی‌اکسید است.

۲) نسبت شمار آنیون‌ها به کاتیون‌ها در کلسیم سولفید، برابر با مقدار این نسبت در یکی از اکسیدهای طبیعی آهن است.

۳) پس از موازنه معادله واکنش $CS_۲ + O_۲ \rightarrow CO_۲ + SO_۲$، مجموع ضرایب مواد در این واکنش برابر با ۶ می‌شود.

۴) مرجان‌ها نوعی کیسه‌تن هستند که با افزایش مقدار گاز $CO_۲$ محلول در آب و کاهش pH محیط، از بین می‌روند.

۱۳- کدام موارد از عبارت‌های داده شده، در رابطه با واکنش زیر درست است؟

معادله واکنش موازنه نشده است. $C_3H_5N_3O_9(l) \rightarrow CO_2(g) + H_2O(g) + N_2(g) + O_2(g)$

الف ـ دو مورد از فراورده‌های تولید شده در آن، از جمله ترکیب‌های حاصل از واکنش سوختن زغال‌سنگ هستند.

ب ـ فراورده سه اتمی این واکنش با ساختار خطی، یکی از آلاینده‌های خارج شده از اگزوز خودروها است.

ج ـ پس از موازنه، مجموع ضرایب فراورده‌ها در این واکنش، ۷ برابر ضریب واکنش‌دهنده است.

د ـ اگر در این واکنش به‌جای CO_2، گاز CO تولید شود، ضریب همه مواد دچار تغییر می‌شود.

۱) «الف» و «ب» ۲) «ب» و «ج» ۳) «ج» و «د» ۴) «الف» و «د»

۱۴- جرم‌های برابر از متانول و منیزیم سولفات در اختیار داریم. اگر تفاوت شمار اتم‌های اکسیژن موجود در این دو ماده برابر با $1/204 \times 10^{23}$ عدد باشد، در این نمونه از متانول چند گرم اکسیژن وجود خواهد داشت؟

$(S = 32 , Mg = 24 , O = 16 , C = 12 , H = 1 : \ g.mol^{-1})$

۱) ۲۴ ۲) ۴۸ ۳) ۲۰ ۴) ۴۰

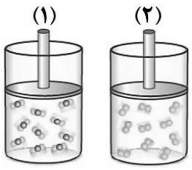
۱۵- کدام‌یک از مطالب زیر، نادرست است؟

۱) گازهای گلخانه‌ای از جمله بخار آب موجود در هوا، مانع از خروج بخش کوچکی از گرمای آزاد شده از زمین می‌شوند.

۲) در سده اخیر، به‌طور کلی تغییر مساحت برف در نیمکره شمالی با تغییر مقدار CO_2 هواکره رابطه عکس داشته است.

۳) گلخانه‌ها را با استفاده از پلاستیک شفاف ساخته و دمای درون آن‌ها در زمستان، کمتر از محیط بیرون خواهد بود.

۴) فلز منیزیم، با آزاد کردن نور سفید و در حضور گاز اکسیژن سوخته و ترکیبی با خاصیت بازی را تولید می‌کند.



۱- اگر مطابق شکل مقابل، هریک از سیلندرها حاوی ۰/۵ مول از گازهای CO_2 و O_2 در دما و فشار اتاق باشند، چند مورد از مطالب زیر درست هستند؟($C = 12$ و $O = 16$: $g.mol^{-1}$)

الف ــ اگر دمای سیلندر (۱) را در مقیاس سلسیوس ۲ برابر کنیم، حجم گاز دو برابر می‌شود.

ب ــ با افزودن $3/01 \times 10^{23}$ مولکول O_2 به سیلندر (۲) در دمای ثابت، حجم گاز ۲ برابر می‌شود.

ج ــ در شرایط یکسان، چگالی CO_2 موجود در سیلندر اول، بیشتر از چگالی O_2 در سیلندر دوم است.

د ــ اگر در دمای ثابت، حجم سیلندر (۱) به اندازه ۲۵٪ افزایش پیدا کند، از فشار گاز CO_2، ۲۰ درصد کاسته می‌شود.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۲- در مخلوطی از آمونیاک و اکسیژن، یک جرقه ایجاد می‌کنیم تا کل گاز آمونیاک موجود در مخلوط به‌طور کامل مصرف شود. اگر طی این فرایند ۷۵٪ از گاز اکسیژن موجود در مخلوط مصرف نشده باشد، درصد حجمی گاز آمونیاک در مخلوط اولیه به‌تقریب چقدر بوده است؟ (معادله واکنش موازنه شود $NH_3(g) + O_2(g) \rightarrow NO(g) + H_2O(g)$)

۱) ۱۲/۸ ۲) ۲۵/۷ ۳) ۱۶/۶ ۴) ۳۳/۳

۳- کدام عبارت داده شده نادرست است؟

۱) در وانادیم(III) اکسید، شمار آنیون‌ها ۱/۵ برابر کاتیون‌ها بوده و آرایش الکترونی کاتیون به زیرلایه $3d^3$ ختم می‌شود.

۲) بخش قابل توجهی از گرمای جذب شده توسط زمین، توسط امواجی با طول موج بیش از $700nm$ بازتاب می‌شوند.

۳) در واحد فرمولی ترکیب اصلی موجود در سنگ معدن بوکسیت، بار کاتیون با زیروند یون اکسید برابر است.

۴) در توسعه پایدار، علاوه بر اصول شیمی سبز، ملاحظات اجتماعی، اقتصادی و زیست محیطی نیز در نظر گرفته می‌شود.

۴- چه تعداد از عبارت‌های داده شده درست است؟

الف ــ یکی از کودهای نیتروژن‌دار، آمونیاک بوده و این ماده گاهاً به‌صورت مستقیم به خاک تزریق می‌شود.

ب ــ هنگام استفاده از گاز نیتروژن برای تنظیم باد خودرو، درصد اکسیژن در باد داخل تایر به صفر می‌رسد.

ج ــ هوای آلوده کلان‌شهرها به خاطر وجود یکی از فراورده‌های واکنش تولید اوزون تروپوسفری، قهوه‌ای‌رنگ است.

د ــ در حضور کاتالیزگر، واکنش گاز هیدروژن با نیتروژن همانند واکنش گاز هیدروژن با اکسیژن، به سرعت انجام می‌شود.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۵- مقدار ۱۳۶ گرم سدیم نیترات را بر اساس معادله موازنه نشده $NaNO_3(s) \rightarrow NaNO_2(s) + O_2(g)$ به‌طور کامل تجزیه کرده و گاز اکسیژن حاصل از آن را در واکنش سوزاندن مقدار کافی گلوکز مصرف می‌کنیم. طی این فرایند، چند گرم بخار آب تولید می‌شود؟ ($Na = 23 , O = 16 , N = 14 , H = 1$: $g.mol^{-1}$) آزمون وی ای پی

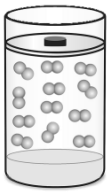
۱) ۲۵/۶ ۲) ۱۲/۸ ۳) ۲۸/۸ ۴) ۱۴/۴

۶- مقدار ۸۱ گرم گاز OF_2 با مقدار کافی گوگرد بر اساس معادله موازنه نشده $S(s) + OF_2(g) \rightarrow SO_2(g) + SF_4(g)$ واکنش می‌دهد. پس از اتمام این فرایند، تفاوت جرم فراورده‌های تولید شده برابر با چند گرم می‌شود؟

($S = 32 , F = 19 , O = 16$: $g.mol^{-1}$)

۱) ۱۱ ۲) ۲۲ ۳) ۳۳ ۴) ۵۵

۷- **تصویر مقابل، سیلندری با پیستون متحرک که محتوی مقداری گاز نیتروژن و محلولی از هیدروکلریک اسید است را نشان می‌دهد. کدام تغییر زیر، ارتفاع پیستون مورد نظر را کاهش می‌دهد؟**



۱) انداختن یک قطعه کلسیم کربنات در ظرف
۲) افزایش دمای نمونه گازی موجود در سیلندر
۳) قرار دادن یک وزنه بر روی سطح پیستون
۴) جایگزینی گاز نیتروژن با همین مقدار گاز CO_2

۸- **کدام موارد از عبارت‌های داده شده، در رابطه با یون کربنات و ترکیب‌های حاصل از آن درست است؟**

الف ـ نسبت شمار اتم‌ها به شمار عناصر در واحد فرمولی ترکیب حاصل از این یون با یون روبیدیم، برابر ۱/۵ است.
ب ـ شمار پیوندهای اشتراکی در ساختار این یون، برابر با شمار پیوندهای اشتراکی در ساختار $SOCl_2$ است.
ج ـ این یون، بر اثر فرایند یونش و با استفاده از ترکیب اسیدی موجود در باران معمولی قابل تولید است.
د ـ در فرایند تبدیل گاز CO_2 به مواد معدنی در کارخانه‌ها، ترکیب‌های حاوی این یون تولید می‌شوند.

۱) «الف» و «ب» ۲) «ب» و «ج» ۳) «ج» و «د» ۴) «الف» و «د»

۹- **کدام مطلب نادرست است؟**

۱) لاشه جانوران، جزئی از زیست‌کره به حساب آمده و می‌توانند وارد هر سه بخش دیگر از سامانه تشکیل‌دهنده زمین شود.
۲) فراوان‌ترین کاتیون و آنیون موجود در آب دریا، از دسته یون‌های تک‌اتمی بوده و آرایش الکترونی آن‌ها متفاوت است.
۳) آب آشامیدنی محلولی همگن بوده و حاوی مقداری از یون‌های Na^+، Cl^- و برخی از یون‌های چنداتمی است.
۴) جرم آب‌های موجود بر روی کره زمین، تقریباً ۳ برابر جرم نمک حل شده در این آب‌ها است.

۱۰- **با توجه به واکنش زیر، چند گرم گوگرد لازم است تا ۶/۷۲ لیتر گاز NO_2 در شرایط STP تشکیل شود و نیتریک اسید مصرفی هم‌ارز چند لیتر محلول $5000ppm$ آن با چگالی $1g.mL^{-1}$ است؟**

$(S = 32 , O = 16 , N = 14 , H = 1 : g.mol^{-1})$

معادلهٔ واکنش موازنه شود. $S(s) + HNO_3(aq) \rightarrow H_2SO_4(aq) + NO_2(g) + H_2O(l)$

۱) ۱/۶ ، ۲/۵۲ ۲) ۱/۶ ، ۳/۷۸ ۳) ۳/۲ ، ۲/۵۲ ۴) ۳/۲ ، ۳/۷۸

۱۱- **چند مول منیزیم سولفات را به ۲۴۰ گرم محلول منیزیم سولفات $20\,{}^{W}/_{W}$ اضافه کنیم تا محلول ۵۰ درصد جرمی منیزیم سولفات به‌دست بیاید؟** $(S = 32 , Mg = 24 , O = 16 : g.mol^{-1})$

۱) ۰/۴ ۲) ۱/۶ ۳) ۰/۸ ۴) ۱/۲

۱۲- **کدام عبارت داده شده درست است؟**

۱) منابع غیر اقیانوسی، سهم کمی از آب‌های کره زمین را شامل شده و همه آن‌ها در دسته آب‌های شیرین قرار می‌گیرند.
۲) در ساختار فراوان‌ترین یون چنداتمی موجود در آب دریا، ۴ پیوند اشتراکی و ۱۲ جفت الکترون ناپیوندی وجود دارد.
۳) آمونیوم کربنات، یک ترکیب یونی چندتایی بوده و اتم‌های سازنده یون‌های آن، همگی در یک صفحه قرار می‌گیرند.
۴) از ریختن مقداری محلول باریم سولفات بر روی محلول سدیم کلرید، رسوب سفیدرنگ باریم کلرید ایجاد می‌شود.

۱۳- اگر تفاوت شمار کاتیون‌ها و آنیون‌ها در ۴۰۰ میلی‌لیتر از محلول آمونیوم سولفات برابر با $۲/۴۰۸ \times ۱۰^{۲۱}$ باشد، با اضافه کردن ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر به این محلول، غلظت یون آمونیوم در محلول مورد نظر به اندازه چند ppm تغییر می‌کند؟ (چگالی محلول را برابر با $۱g.mL^{-۱}$ در نظر بگیرید. $S = ۳۲ , O = ۱۶ , N = ۱۴ , H = ۱ : g.mol^{-۱}$)

۱) ۷۲ ۲) ۱۴۴ ۳) ۲۱۶ ۴) ۲۸۸

۱۴- کدام عبارت داده شده نادرست است؟

۱) آمونیوم سولفات یک کود شیمیایی بوده و عناصر نیتروژن و گوگرد را در اختیار گیاهان قرار می‌دهد.
۲) اگر جرم حل‌شونده موجود در محلول مقابل را ۲ برابر کنیم، درصد جرمی این محلول ۲ برابر می‌شود.
۳) از نمک خوراکی برای تولید سدیم کربنات، تهیه گاز هیدروژن و تهیه سود سوزآور استفاده می‌شود.
۴) اگر جرم برابر از آب و اتانول را با هم مخلوط کنیم، محلولی ایجاد می‌شود که آب، حلال آن به شمار می‌رود.

سنجش کلاد

۱- کدام‌یک از مطالب داده شده نادرست است؟

۱) خون، محلولی با $pH > ۷$ بوده و هنگام بیماری، توازن غلظت برخی از گونه‌های موجود در آن به هم می‌خورد.
۲) با افزایش دمای یک نمونه از آب، انحلال‌پذیری پتاسیم نیترات در این ماده به‌صورت خطی افزایش پیدا می‌کند.
۳) در فرایند انجماد، حجم آب افزایش پیدا کرده و شمار پیوندهای هیدروژنی بین مولکول‌های آب افزایش می‌یابد.
۴) نیاز روزانه بدن هر فرد بالغ به یون سدیم، نزدیک به نصف نیاز آن به کاتیون حاصل از سومین فلز قلیایی است.

۲- اگر سدیم نیترات و نقره نیترات را در شرایط خاصی به‌صورت هم‌زمان در آب حل کنیم، انحلال‌پذیری آن‌ها به‌ترتیب برابر با ۱۰۲ و ۳۰۶ گرم در ۱۰۰ گرم آب می‌شود. در محلول سیرشدهٔ حاصل از این فرایند، درصد جرمی نقره نیترات چند برابر سدیم نیترات شده و غلظت مولی یون نیترات چند برابر یون سدیم می‌شود؟

$(Ag = ۱۰۸ , Na = ۲۳ , O = ۱۶ , N = ۱۴ : g.mol^{-۱})$

۱) ۲ ـ ۵ ۲) ۲ ـ ۲/۵ ۳) ۳ ـ ۵ ۴) ۳ ـ ۲/۵

۳- اگر معادلهٔ انحلال‌پذیری (S) یک نمک بر حسب دما (θ) به‌صورت $S = -۰/۲\theta + ۴۴$ باشد، بر اثر گرم کردن $۴۲۰g$ محلول سیرشدهٔ این نمک از دمای $۲۰^\circ C$ تا دمای $۵۰^\circ C$، چند گرم رسوب تشکیل شده و درصد جرمی محلول نهایی ایجاد شده طی این فرایند تقریباً چقدر است؟آزمون وی ای پی

۱) ۱۲ − ۲۵/۳ ۲) ۱۸ − ۲۵/۳ ۳) ۱۲ − ۲۸/۵ ۴) ۱۸ − ۲۸/۵

۴- کدام موارد از عبارت‌های داده شده درست است؟

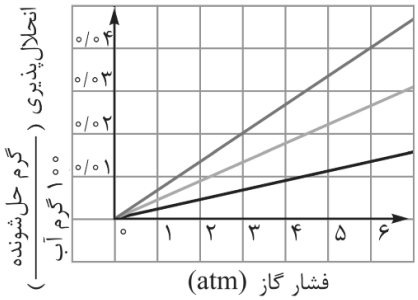
الف ـ یک نمونه از گاز فلوئور، در مقایسه با نمونه‌ای از گاز هیدروژن‌کلرید، در دمای بالاتری به حالت مایع درمی‌آید.
ب ـ ید، برخلاف گوگرد دی‌اکسید، از مولکول‌های ناقطبی تشکیل شده و در دمای اتاق، به حالت جامد یافت می‌شود.
ج ـ هگزان یک مایع بی‌رنگ بوده و در صورت افزودن مقداری از آن به آب، نمونه هگزان روی سطح آب قرار می‌گیرد.
د ـ مولکول کربن دی‌اکسید، همانند ذرات آب و $H_۲S$، قطبی بوده و در حضور میدان الکتریکی جهت‌گیری پیدا می‌کند.

۱) «الف» و «ب» ۲) «ب» و «ج» ۳) «ج» و «د» ۴) «الف» و «د»

۵- کدام‌یک از مطالب داده شده درست است؟

۱) تفاوت انحلال‌پذیری لیتیم سولفات و سدیم نیترات در آب در دمای $۲۰^\circ C$، کمتر از این مقدار در دمای $۴۰^\circ C$ است.
۲) سدیم کلرید، فقط با روش شیمیایی از آب دریا جدا شده و از آن در تولید گاز هیدروژن و کلر می‌توان استفاده کرد.
۳) برای تبدیل محلول سیرنشده‌ای از لیتیم سولفات به یک محلول سیرشده، می‌توان دمای این محلول را کاهش داد.
۴) ترکیب حاصل از فراوان‌ترین یون چند اتمی آب دریا با یون باریم، بیش از ۰/۰۱ گرم در ۱۰۰ گرم آب حل می‌شود.

۶- نمودار مقابل، روند تغییر انحلال‌پذیری سه گاز $O_۲$، $N_۲$ و NO بر حسب تغییر فشار در آب را نشان می‌دهد. مقدار عددی غلظت مولی گاز $O_۲$ در محلول سیرشده این ماده در فشار $۳۶atm$، برابر با تفاوت مقدار انحلال‌پذیری گازهای نیتروژن و نیتروژن مونوکسید در چه فشاری است؟ $(O = ۱۶\ g.mol^{-۱})$



۱) ۷/۵ ۲) ۱۱/۲۵
۳) ۶/۲۵ ۴) ۱۲/۵

۷- **محلول‌های مجزایی از منیزیم سولفات و سدیم هیدروکسید با درصد جرمی و چگالی برابر در اختیار داریم. اگر غلظت کاتیون در محلول اول به اندازه $۰/۸mol.L^{-۱}$ کمتر از غلظت کاتیون در محلول دوم باشد، هر لیتر از محلول منیزیم سولفات با چند لیتر محلول ۰/۲ مولار باریم هیدروکسید به‌طور کامل واکنش داده و در این فرایند، مجموعاً چند مول ماده رسوبی در کف ظرف ایجاد می‌شود؟ ($S = ۳۲ , Mg = ۲۴ , O = ۱۶ , N = ۱۴ , H = ۱ : g.mol^{-۱}$)**

$$MgSO_۴(aq) + Ba(OH)_۲(aq) \rightarrow Mg(OH)_۲(s) + BaSO_۴(s)$$

۱) ۰/۴ – ۴ ۲) ۰/۴ – ۲ ۳) ۰/۸ – ۴ ۴) ۰/۸ – ۲

۸- **کدام‌یک از مطالب زیر، نادرست است؟**

۱) در ادرار اغلب افراد مبتلا به سنگ کلیه، نمک‌های کلسیم با غلظت بیشتر از مقدار انحلال‌پذیری آن‌ها وجود دارد.

۲) بنزین، برخلاف ضدیخ، نوعی محلول غیرآبی بوده و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی در سرتاسر آن یکسان است.

۳) آب، از مولکول‌های خمیده ساخته شده و تنها ماده‌ای است که به سه حالت فیزیکی در طبیعت یافت می‌شود.

۴) اتانول رایج‌ترین حلال در آزمایشگاه بوده و از آن به‌عنوان حلال در تهیه بسیاری از داروها استفاده می‌شود.

۹- **کدام موارد از عبارت‌های داده شده درست است؟**

الف ـ ترتیب گشتاور دوقطبی برخی مواد هیدروژن‌دار برحسب دبای(D) به‌صورت $NH_۳ > PH_۳ > AsH_۳$ است.

ب ـ قدرت نیروهای بین مولکولی در یک نمونه از HBr از یک نمونه HF بیشتر و از یک نمونه HCl کمتر است.

ج ـ سیلیسیم تتراکلرید، دارای ۱۲ جفت الکترون ناپیوندی بوده و نسبت به متان دمای جوش پایین‌تری دارد.

د ـ در مواد مولکولی با نقطه جوش بسیار نزدیک، ماده با جرم مولی بیشتر، قطبیت پایین‌تری دارد.

۱) «الف» و «ج» ۲) «الف» و «د» ۳) «ب» و «ج» ۴) «ب» و «د»

۱۰- **در شرایط استاندارد، ۳۲۱ گرم $KIO_۳$ را در واکنش موازنه نشده $H_۲(g) + KIO_۳(s) \rightarrow KI(s) + H_۲O(l)$ مصرف کرده و نیمی از آب تولید شده در این واکنش را به ۹ گرم محلول ۱۱ درصد جرمی منیزیم سولفات اضافه می‌کنیم. درصد جرمی منیزیم سولفات در محلول ایجاد شده به چند درصد رسیده و در واکنش انجام شده، چند گرم گاز هیدروژن مصرف می‌شود؟($H = ۱ : g.mol^{-۱}$ و $O = ۱۶$ و $K = ۳۹$ و $I = ۱۲۷$)**

۱) ۲ ـ ۹ ۲) ۲ ـ ۱۸ ۳) ۴ ـ ۹ ۴) ۴ ـ ۱۸

۱۱- **در کدام گزینه، گشتاور دوقطبی مولکول دوم، بیشتر از گشتاور دوقطبی مولکول اول است؟**

۱) $CH_۴ - HBr$ ۲) $HF - HCl$ ۳) $N_۲ - POCl_۳$ ۴) $CO_۲ - SO_۲$

۱۲- **محلول سیرشده‌ای از آمونیاک با غلظت ۲۰ مول بر لیتر و چگالی $۱/۱۴g.mL^{-۱}$ در اختیار داریم. انحلال‌پذیری گاز آمونیاک در شرایط داده شده برابر با چند گرم در ۱۰۰ گرم آب است؟ ($H = ۱ : g.mol^{-۱}$ و $N = ۱۴$)**

۱) ۳۹/۱ ۲) ۲۱/۲ ۳) ۴۲/۵ ۴) ۳۴

۱۳- با توجه به اطلاعات داده شده در جدول زیر، در چند ردیف داده‌های نادرست وجود دارد؟

نام ترکیب	فرمول شیمیایی	شمار الکترون با $l = ۰$ در کاتیون	شمار پیوند اشتراکی در واحد فرمولی
منیزیم سولفید	MgS	۴	۱
سدیم نیترات	$NO_۳Na$	۴	۴
کروم(II) کلرید	$CrCl$	۶	۰
آلومینیم سولفات	$Al_۲(SO_۴)_۳$	۴	۱۲

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۱۴- مطابق تصویر زیر، محلولی از سدیم هیدروکسید در تیغه سمت راست و محلولی از گلوکز در تیغه سمت چپ یک ظرف دارای غشای نیمه‌تراوا ریخته شده است:

در ابتدای کار، جهت جریان آب از خلال غشا به کدام سمت بوده و در صورت وارد کردن یک نیروی خارجی به محلول موجود در تیغه سمت چپ، سرعت اسمز چگونه تغییر می‌کند؟ ($Na = ۲۳ , O = ۱۶ , H = ۱ : g.mol^{-۱}$)

۱) راست ـ افزایش می‌یابد ۲) چپ ـ افزایش می‌یابد

۳) راست ـ کاهش می‌یابد ۴) چپ ـ کاهش می‌یابد

۱۵- کدام‌یک از مطالب داده شده نادرست است؟ آزمون وی ای پی

۱) با استفاده از روش تقطیر، برخلاف روش صافی کربن، نمی‌توان مواد آلی فرار موجود در آب را از آن جدا کرد.

۲) دیواره یاخته‌های گیاهی فقط اجازهٔ گذر به برخی از ذره‌ها و مولکول‌های کوچک مثل آب و یون‌ها را می‌دهد.

۳) در شرایط یکسان، غلظت مولی گاز NO در محلول سیرشده این ماده، کمتر از $O_۲$ در محلول سیرشده آن است.

۴) ماهی با عبور آب از درون آبشش، اکسیژن مولکولی محلول در آب را جذب و در فرایند سوخت‌وساز مصرف می‌کند.

شیمی۱۷ مهر ۱۴۰۴ ماراتون

۱- عنصر A دارای دو ایزوتوپ طبیعی است و تفاوت عدد اتمی آن با عدد اتمی ^{99}Tc برابر ۴۹ است. اگر شمار نوترون‌ها در یکی از ایزوتوپ‌های A برابر با ۱۴۶ باشد، کدام یک از مطالب زیر درست است؟

۱) یکی از ایزوتوپ‌های A با عدد جرمی ۲۳۵ برخلاف ^{99}Tc پرتوزا نیست.

۲) نسبت شمار نوترون‌ها به شمار پروتون‌ها در هر کدام از ایزوتوپ‌های A، همانند همین نسبت در ^{99}Tc بزرگتر از ۱/۵ است.

۳) فراوانی هر کدام از دو ایزوتوپ A در طبیعت، بیشتر از فراوانی ^{99}Tc در طبیعت است.

۴) نیم‌عمر ^{99}Tc، به یقین بیشتر از نیم‌عمر هر کدام از ایزوتوپ‌های A است.

۲ – با توجه به مطالب کتاب درسی، نسبت اختلاف شمار نوترون‌ها و پروتون‌ها به مجموع شمار ذره‌های زیراتمی باردار در یکی از ایزوتوپ‌های ساختگی هیدروژن، برابر با ۱/۵ است. مجموع عدد جرمی این ایزوتوپ و عدد جرمی رادیوایزوتوپ طبیعی هیدروژن، کدام است؟

۱) ۶ ۲) ۷ ۳) ۸ ۴) ۹

۳ – کدام مطالب در ارتباط با واحد جرم اتمی (amu) درست است؟

آ) هریک واحد جرم اتمی به طور دقیق برابر با جرم یک اتم $^{1}_{1}H$ است.

ب) هر واحد جرم اتمی به تقریب معادل $1/66\times10^{-23}$ گرم است.

پ) واحد جرم اتمی بر اساس جرم اتمی ایزوتوپی از کربن تعریف شده است که شمار هر سه ذره زیراتمی در آن، یکسان است.

ت) واحد جرم اتمی، مقیاسی نسبی برای بیان ساده جرم یک اتم است که به کمک آن می‌توان جرم همهٔ اتم‌ها را اندازه‌گیری کرد.

۱) پ، ت ۲) آ، ب ۳) آ، ت ۴) ب، پ

۴- کدام گزینه از نظر درستی یا نادرستی مشابه عبارت زیر است؟

«مأموریت فضاپیماهای وویجر ۱ و ۲، جمع‌آوری اطلاعاتی مانند نوع عنصرهای سازنده و ترکیب‌های شیمیایی در اتمسفر برخی سیاره‌های خورشیدی بود.»

۱) درصد فراوانی گوگرد در دو سیاره زمین و مشتری یکسان است.

۲) واکنش‌های شیمیایی درون ستاره‌ها، عامل اصلی تبدیل عنصرهای سبک‌تر به عنصرهای سنگین‌تر است.

۳) مرگ ستاره اغلب با یک انفجار بزرگ و متلاشی شدن عنصرهای تشکیل شده آن در فضا همراه است.

۴) درصد فراوانی نخستین (فراوان‌ترین) عنصر سازندهٔ سیارهٔ مشتری، برخلاف فراوان‌ترین عنصر سازندهٔ سیارهٔ زمین، بیشتر از ۵۰ است.

۵- با توجه به جدول داده شده، کدام موارد از مطالب زیر نادرست است؟

نام ذره	نماد
الکترون	α_1 α_2 e
پروتون	β_1 β_2 p
نوترون	γ_1 γ_2 n

آ) اختلاف α_2 و γ_1، برابر با ۲ است.

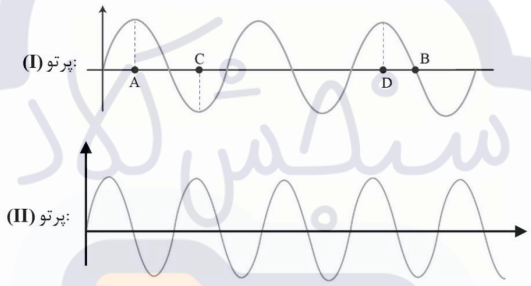
ب) بار الکتریکی یک الکترون و یک پروتون، به ترتیب برابر با ۱- و ۱+ واحد بار الکتریکی (کولن) است.

پ) مقایسه جرم ذرات زیراتمی با یکای جرم اتمی به صورت «$e<1amu<p<n$» است.

ت) اگر ۲۰۰ ذره الکترون را روی یک ترازوی فرضی که بر حسب amu درجه‌بندی شده است، قرار دهیم، عددی که ترازو نشان می‌دهد، به تقریب برابر 1amu خواهد بود.

۱) آ، ب ۲) آ، پ ۳) ب، ت ۴) پ، ت

۶- کدام گزینه عبارت‌های (آ) و (پ) را به درستی و عبارت (ب) را به نادرستی تکمیل می‌کند؟ (مقیاس نسبی شکل‌ها به درستی رعایت شده است.)



آ) اگر در پرتو (I)، اختلاف AB و CD، برابر با ۲۲۵ میلی‌متر باشد، مقدار عددی طول موج این پرتو ..... متر است.

ب) اگر پرتو (I)، متعلق به ناحیه امواج رادیویی باشد، پرتو (II) را می‌توان به ناحیه ..... نسبت داد.

پ) از میان موارد «میزان انحراف هنگام عبور از منشور – تفاوت طول موج با طول موج پرتو گاما – طول موج» در ..... مورد، مقایسه «سبز < زرد < قرمز» برقرار است.

۱) ۰/۳ - مرئی - دو

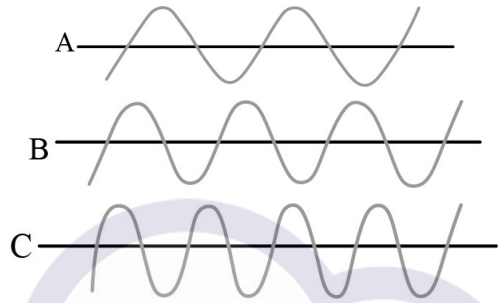
۲) ۰/۳۷۵ - مرئی - یک

۳) ۰/۳ - ریزموج‌ها - یک

۴) ۰/۳۷۵ - ریزموج‌ها - دو

۷- شکل زیر طول موج سه پرتو الکترومغناطیس مربوط به رنگ شعلهٔ سه ترکیب مس (II) کلرید، سدیم نیترات و لیتیم سولفات را نمایش می‌دهد. با توجه به شکل، کدام گزینه جاهای خالی زیر را به درستی تکمیل نمی‌کند؟

«رنگ شعلهٔ ..... ناشی از وجود فلزی است که ..... .»



۱) A - دارای دو ایزوتوپ طبیعی است.

۲) C - طول موج نور حاصل از شعلهٔ خود این فلز، کوتاه‌تر از طول موج نور حاصل از سوختن شمع معمولی پارافینی است.

۳) A - تعداد خطوط موجود در ناحیه مرئی طیف نشری خطی آن نسبت به عنصرهای بالایی و پایین خود در جدول تناوبی به ترتیب بیشتر و کم‌تر است.

۴) B - نور زرد لامپ‌هایی که شب هنگام بزرگراه‌ها و خیابان‌ها را روشن می‌سازد، به دلیل وجود بخار این فلز در آن‌هاست.

۸- اگر تفاوت شمار نوترون‌ها و الکترون‌ها در یون $_{۴۲}M^{۲+}$ برابر با ۱۴ باشد، عدد جرمی این یون و مجموع شمار ذره‌های زیراتمی آن کدام است؟

۱) ۹۶، ۱۳۶ ۲) ۹۸، ۱۳۶ ۳) ۹۶، ۱۳۸ ۴) ۹۸، ۱۳۸

۹- جرم ۰/۲۸ مول از فلز M، چهار برابر جرم $\frac{۱}{۸}$ مول از فلز A است. شمار اتم‌های ۲۸ گرم از فلز M، چند برابر شمار اتم‌های ۵۶ گرم از فلز A است؟

۱) ۰/۲۸ ۲) ۱/۱۲ ۳) ۲/۸ ۴) ۰/۱۱۲

۱۰ - با توجه به هشت عنصر فراوان هر کدام از سیاره‌های زمین و مشتری، با فرض فشار 1atm و دمای $۲۵^{\circ}C$، تفاوت شمار عنصرهای جامد دو سیاره کدام است؟

۱) ۶ ۲) ۵ ۳) ۴ ۴) ۳

۱۱- مخلوطی از اتم‌های هیدروژن شامل ۲۵٪ از سنگین‌ترین ایزوتوپ طبیعی، ۳۵٪از ناپایدارترین ایزوتوپ ساختگی و ۴۰٪ از پایدارترین رادیوایزوتوپ ساختگی در دسترس است. جرم اتمی میانگین این مخلوط بر حسب amu کدام است؟ (عدد جرمی را برابر با جرم اتمی بر حسب amu در نظر بگیرید.)

۱) ۵/۶۰ ۲) ۴/۹۵ ۳) ۴/۸۰ ۴) ۵/۲۰

۱۲ – کدام مورد درست است؟

۱) پس از ساخت تکنسیم، شیمی‌دان‌ها موفق به ساخت ۲۶ عنصر جدید شدند.

۲) انرژی گرمایی و نور خیره‌کننده خورشید به دلیل تبدیل فراوان‌ترین عنصر سیاره مشتری به دومین عنصر فراوان این سیاره است.

۳) شمار ایزوتوپ‌های طبیعی منیزیم و کلر با هم برابر است.

۴) امروزه دیگر رادیوایزوتوپ‌ها خطرناک نیستند و از آن‌ها در پزشکی و کشاورزی استفاده می‌شود.

۱۳ – کدام‌یک از مطالب زیر نادرست است؟

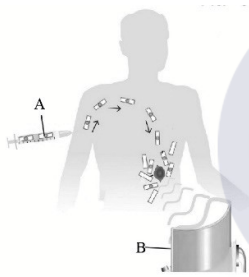
۱) نماد شیمیایی عنصرهای نیکل و سلنیم برخلاف عنصرهای اورانیم و بور، دوحرفی است.

۲) مجموع شماره گروه، شماره دوره و عدد اتمی آخرین عنصر جدول دوره‌ای امروزی برابر ۱۴۳ است.

۳) هر خانه از جدول دوره‌ای به یک عنصر معین تعلق دارد که شامل برخی اطلاعات مانند عدد اتمی و جرم اتمی پایدارترین ایزوتوپ است.

۴) آخرین ستون جدول دوره‌ای همانند اولین ستون آن و برخلاف سایر ستون‌ها، شامل ۷ عنصر است.

۱۴ – با توجه به مطالب کتاب درسی، کدام‌یک از عبارت‌های زیر در ارتباط با شکل مقابل که استفاده از رادیوایوتوپ‌ها را برای تشخیص نوعی توده سرطانی نشان می‌دهد، نادرست است؟



۱) A به گلوکز نشان‌دار معروف است که حاوی اتم پرتوزا بوده و باید به جریان خون تزریق شود.

۲) تجمع A در نواحی نزدیک به توده سرطانی، یکسان با دیگر قسمت‌های بدن است.

۳) با تجمع A در توده سرطانی، همچنان امکان تجمع گلوکز معمولی در توده وجود دارد.

۴) وجود A موجب آزاد شدن چند پرتوی نامرئی می‌شود که توسط دستگاه B آشکار می‌شوند.

شیمی ۱ آبان ۱۴۰۴ ماراتون

۱- کدام مورد درست است؟

۱) اگر مدل بور طیف نشری خطی عنصری را نتواند توجیه کند، در ناحیهٔ مرئی طیف نشری خطی این عنصر، به یقین بیش از ۴ نوار رنگی وجود دارد.

۲) اگر الکترون در اتم هیدروژن از $n=۷$ به $n=۲$ منتقل شود، طول موج پرتوی نشرشده بیشتر از طول موج رنگ بنفش است.

۳) تفاوت انرژی لایه‌های الکترونی پیرامون هستهٔ اتم دو عنصر متوالی در جدول تناوبی، متفاوت است.

۴) هر نوار رنگی در طیف نشری خطی هر عنصر، پرتوهای نشرشده هنگام بازگشت الکترون‌های برانگیخته به حالت پایه را نشان می‌دهد.

۲- کدام مطالب زیر درست است؟

آ) در عنصرهای دورهٔ دوم جدول تناوبی، لایهٔ الکترونی دوم اتم آن‌ها در حال پر شدن است.

ب) پنجمین نوع زیرلایهٔ یک اتم، گنجایش حداکثر ۲۲ الکترون را دارد.

پ) مجموع اعداد کوانتومی فرعی در زیرلایه‌های چهار لایه الکترونی نخست، برابر با ۱۲ است.

ت) نخستین لایه‌ای که دارای زیرلایه‌ای با $n+l=۶$ است، گنجایش حداکثر ۳۲ الکترون را دارد.

۱) آ، ب ۲) ب، پ ۳) آ، ت ۴) پ، ت

۳- کدام مورد، نادرست است؟

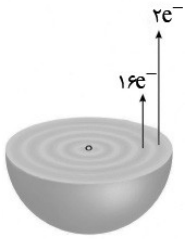
۱) مطابق قاعدهٔ آفبا، هنگام افزودن الکترون به زیرلایه‌ها، نخست زیرلایه‌های با انرژی کم‌تر پر می‌شوند.

۲) بین دو زیرلایهٔ $۴f$ و $۵d$، زیرلایهٔ با l کوچک‌تر، انرژی بیشتری دارد.

۳) آرایش الکترونی اتم ۲۰٪ عنصرهای دستهٔ d دوره چهارم جدول تناوبی را باید به کمک روش‌های طیف‌سنجی پیشرفته تعیین کرد.

۴) تفاوت شمارهٔ گروه نخستین عنصر جدول که آرایش الکترونی اتم آن از قاعدهٔ آفبا پیروی نمی‌کند، با شمارهٔ گروه نخستین عنصر دستهٔ p برابر با ۶ است.

۴- با توجه به شکل مقابل که برشی از اتم $_zA$ را نشان می‌دهد، کدام عبارت‌های پیشنهاد شده در ارتباط با عنصرهای $_{z+۱}B$ و $_{z-۴}C$ درست است؟



آ) B؛ هشتمین عنصر جدول دوره‌ای است که آرایش الکترونی اتم آن به زیرلایه‌ای تک‌الکترونی ختم می‌شود.

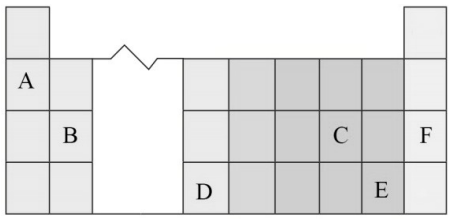
ب) شمار الکترون‌ها با $l=۰$ در اتم B، برابر با شمار الکترون‌ها با $l=۲$ در اتم A است.

پ) نسبت شمار زیرلایه(های) پُر به شمار زیرلایه(های) نیمه‌پُر در آرایش الکترونی اتم C، برابر با ۵ است.

ت) مجموع اعداد کوانتومی اصلی و فرعی الکترون‌های لایهٔ سوم اتم C، برابر با ۵۵ است.

۱) ب، پ ۲) آ، ت ۳) آ، ب ۴) پ، ت

۵- **با توجه به جدول زیر که بخشی از جدول دوره‌ای را نشان می‌دهد، کدام مطلب نادرست است؟**



۱) از واکنش عنصرهایی با عدد اتمی کم‌تر از عنصر F، فقط دو ترکیب یونی دوتایی می‌توان تولید کرد که نسبت شمار کاتیون به شمار آنیون در آن برابر ۲ باشد.

۲) در یک نمونه از ترکیب یونی دوتایی حاصل از واکنش عنصر A با نافلز هم‌دوره با عنصر C که ۷ الکترون ظرفیتی دارد، شمار کاتیون‌ها و آنیون‌ها برابر است.

۳) در ترکیب یونی دوتایی حاصل از واکنش عنصرهای B و E، شمار آنیون‌ها دو برابر شمار کاتیون‌ها است.

۴) از واکنش فلز D با تنها دو نافلز با عدد اتمی کم‌تر از C، ترکیب‌های یونی دوتایی تشکیل می‌شود که شمار کاتیون‌ها و آنیون‌های آن باهم برابر باشد.

۶- **با توجه به جدول زیر که انرژی حاصل از انتقال الکترون بین لایه‌های مختلف در اتم هیدروژن را نشان می‌دهد، کدام انتقال الکترونی، نوری با طول موج کوتاه‌تر منتشر می‌کند؟**

انتقال از لایه	۵ به ۳	۶ به ۲	۲ به ۱	۶ به ۳
انرژی	a	b	c	d

۱) **a**

۲) **b**

۳) **c**

۴) **d**

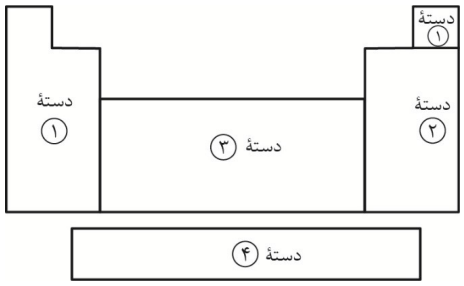
۷- **عنصرهای جدول تناوبی در چهار دسته به صورت زیر طبقه‌بندی می‌شوند. با توجه به آن، کدام مورد نادرست است؟**

۱) تعداد کل عنصرهای موجود در دستهٔ (۱)، با حداکثر گنجایش الکترونی زیرلایهٔ f برابر است.

۲) به طور کلی بیرونی‌ترین زیرلایه اتم عنصرهای هم‌دورهٔ دسته‌های (۱) و (۳)، برخلاف دسته (۲)، مقادیر $n+l$ و $n-l$ یکسان است.

۳) تفاوت عدد اتمی آخرین و اولین عنصر دسته (۴) برابر با ۴۵ است.

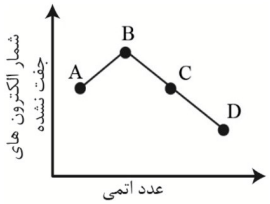
۴) تعداد عنصرهای دستهٔ (۳) در هر دوره، ۴ واحد بیشتر از دو برابر عدد کوانتومی فرعی زیرلایهٔ d است.



۸- کدام مورد، عبارت «در میان عنصرهای دورهٔ چهارم جدول تناوبی، ..... عنصر وجود دارد که در اتم آن‌ها ..... » را به درستی تکمیل نمی‌کند؟

۱) دو - زیرلایهٔ $3d$ به‌طور کامل پر شده است.
۲) پنج - زیرلایهٔ تک‌الکترونی وجود دارد.
۳) دوازده - ۱۲ الکترون با عدد کوانتومی $l=1$ دیده می‌شود.
۴) سه - تمام زیرلایه‌های الکترونی اشغال شده، پر هستند.

۹- با توجه به نمودار زیر که شمار الکترون‌های جفت‌نشده را در آرایش الکترون - نقطه‌ای چهار عنصر متوالی از تناوب سوم نشان می‌دهد، کدام مورد نادرست است؟



) اتم عنصر B، ۲ الکترون در بیرونی‌ترین زیرلایهٔ الکترونی خود دارد.
۲) D، جزو عنصرهای مشترک سیاره‌های زمین و مشتری بوده و درصد فراوانی آن در زمین، بیشتر از مشتری است.
۳) شمار الکترون‌ها در زیرلایهٔ $2p$ عنصر C، دو برابر شمار الکترون‌ها در زیرلایهٔ $3p$ آن است.
۴) در اتم عنصر A، شمار الکترون‌های با $l=0$ و $l=1$ باهم برابر است.

۱۰- با توجه به داده‌های جدول زیر، شمار الکترون‌های مبادله شده برای تشکیل ۳۱/۲ گرم ترکیب دوتایی حاصل از عنصرهای A و B، با شمار الکترون‌های ظرفیتی اتم‌های موجود در چند گرم از ترکیب دوتایی حاصل از M و N برابر است؟ (جرم مولی ترکیب حاصل از A و B را ۷۸ و جرم مولی ترکیب دیگر را ۷۶ گرم بر مول در نظر بگیرید.)

نماد فرضی عنصر	شماره دوره	شمار الکترون‌های با $l=1$	مجموع $n+l$ الکترون‌های ظرفیتی
A		۵	
B	۴	۱۲	۸
M	۳		۲۲
N	۲	۲	

۱) ۳/۸
۲) ۷/۶
۳) ۱۱/۴
۴) ۱۵/۲

۱۱ - کدام مورد در ارتباط با عنصرهای دوره چهارم جدول تناوبی درست است؟

۱) اگر لایهٔ سوم اتم A و لایهٔ چهارم اتم B به ترتیب شامل ۹ و ۶ الکترون باشد، فرمول ترکیب حاصل به صورت AB_2 است.
۲) اگر آخرین لایهٔ اتم D، شامل یک الکترون باشد، با فرض تشکیل یون پایدار D^{3+}، در ساختار این یون، یازده الکترون با $n-l=1$ وجود دارد.
۳) اگر آخرین زیرلایهٔ E و F به ترتیب شامل ۴ و ۵ الکترون باشد، شمار الکترون‌های ناپیوندی مولکول EF_2، چهار برابر شمار جفت الکترون‌های پیوندی است.
۴) تفاوت عدد اتمی اولین و آخرین عنصر دستهٔ d در دورهٔ چهارم برابر با شماره گروه عنصری از دورهٔ دوم با بیشترین خصلت نافلزی است.

۱۲- کدام مورد(ها) در ارتباط با جدول دوره‌ای عنصرها درست است؟

آ) چینش عنصرها در آن به گونه‌ای است که هر دو عنصر هم‌گروه، خواص شیمیایی مشابه و لایه ظرفیت یکسانی دارند.

ب) تفاوت عدد اتمی هر عنصر با گاز نجیب قبل از آن، شماره گروه آن عنصر را نشان می‌دهد.

پ) شمار دوره‌های ۱۸ عنصری برابر با شمار گروه‌های ۷ عنصری است.

ت) عنصر دستهٔ d که در دوره چهارم قرار داشته و نماد شیمیایی آن تک‌حرفی است با نخستین عنصر ساخت بشر هم‌گروه است.

۱) آ، ب ۲) پ، ت ۳) فقط پ ۴) آ، ت

۱۳- در ارتباط با آرایش الکترونی اتم‌های ۳۶ عنصر نخست جدول دوره‌ای، کدام گزینه نادرست است؟

۱) آرایش الکترونی برخی از این عنصرها را نمی‌توان با روش فشرده مشخص کرد.

۲) شمار عنصرهایی که از نماد Ar برای آرایش الکترونی فشرده آن‌ها استفاده می‌شود برابر با شمار عنصرهایی است که از نماد گازهای He یا Ne استفاده می‌شود.

۳) در آرایش الکترونی فشرده اتم $_{۱۵}P$ مشابه اتم $_{۲۵}Mn$ از دو زیرلایه پس از نماد گاز نجیب استفاده می‌شود.

۴) در آرایش الکترونی فشرده اتم $_{۲۴}Cr$ برخلاف اتم $_{۳۲}Ge$ لایه ظرفیت شامل تمام زیرلایه‌هایی است که پس از نماد گاز نجیب نوشته می‌شود.

۱۴- در مجموع چهار دوره نخست جدول تناوبی، در لایه ظرفیت اتم چند درصد عنصرها فقط یک زیرلایه با دو الکترون اشغال شده وجود دارد؟

۱) ۸۳/۳۳ ۲) ۷۷/۷۷ ۳) ۷۲/۲۲ ۴) ۶۶/۶۶

۱۵- مجموع اعداد کوانتومی اصلی و فرعی الکترون‌های ظرفیتی اتم عنصرهای دوره چهارم جدول تناوبی، شامل چند عدد مختلف است؟

۱) ۱۸ ۲) ۱۱ ۳) ۱۶ ۴) ۱۳

شیمی ۱۵ آبان ۱۴۰۴ ماراتون

۱- کدام گزینه از نظر درستی یا نادرستی با سایر گزینه‌ها متفاوت است؟

۱) در ساختار هر کدام از گونه‌های NO^+, CN^- و HCN، پیوند سه‌گانه وجود دارد.

۲) اگر در ساختار $[O\equiv C-X-C\equiv O]^+$، همه‌ی اتم‌ها قاعده‌ی هشت‌تایی را رعایت کرده باشند، اتم X می‌تواند دارای ۵ الکترون با $l=1$ باشد.

۳) اگر در مولکول MZ_2، عنصر M متعلق به گروه ۱۶ باشد، عنصر Z به یقین در گروه ۱۷ جدول جای دارد.

۴) در مولکول‌های دی‌نیتروژن مونوکسید و سیلیسیم تتراکلرید، توزیع الکترون‌های پیوندی و ناپیوندی در آرایش الکترون – نقطه‌ای اتم‌های کناری مشابه هم است.

۲- کدام عبارت‌ها در ارتباط با واکنش‌های زیر پس از موازنه با کوچک‌ترین اعداد صحیح، درست است؟

$$I)\ NH_3(g)+O_2(g)\rightarrow NO(g)+H_2O(l) \qquad II)\ HNO_3(aq)+NO(g)\rightarrow NO_2(g)+H_2O(l)$$

آ) تفاوت مجموع ضرایب فراورده‌ها با مجموع ضرایب واکنش‌دهنده‌ها در واکنش (II) برابر با همین تفاوت در واکنش (I) است.

ب) مجموع ضرایب استوکیومتری ماده‌ای (موادی) که در ساختار خود پیوند چندگانه دارد، در واکنش (I)، ۱/۵ برابر واکنش (II) است.

پ) مجموع ضرایب استوکیومتری ماده‌ای (موادی) که همه‌ی اتم‌های آن از قاعده‌ی هشت‌تایی پیروی می‌کند در واکنش‌های (I) و (II) به ترتیب برابر با ۱۵ و ۳ است.

ت) کوچک‌ترین ضریب استوکیومتری در واکنش (II) مربوط به نیتریک اسید است.

۱) آ، پ ۲) آ، ب ۳) ب، ت ۴) پ، ث

۳- کدام مورد در ارتباط با واکنش موازنه شدهٔ $A+2B \xrightarrow[1000atm]{\Delta} C$ درست است؟

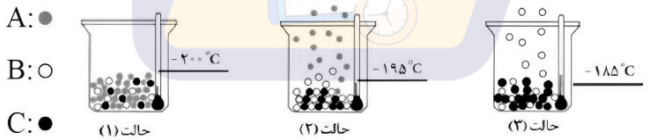
۱) جرم مولی **C** از مجموع جرم مولی **A** و **B** بیشتر است.

۲) در اثر انجام این واکنش در سامانهٔ بسته، دمای محتویات سامانه افزایش و فشار سامانه به ۱۰۰۰ اتمسفر می‌رسد.

۳) برای تکمیل معادلهٔ نمادی واکنش، باید حالت فیزیکی اجزاء و نکات ایمنی انجام واکنش به آن اضافه شود.

۴) اگر در طی انجام واکنش، جرم مخلوط واکنش کاهش یابد، می‌توان نتیجه گرفت که این واکنش از قانون پایستگی جرم پیروی نمی‌کند.

۴- با توجه به شکل‌های زیر که تقطیر هوای مایع را نشان می‌دهد، همهٔ عبارت‌های داده شده درست هستند. به جز .....



۱) مواد A، B و C در دما و فشار اتاق با هم واکنش نمی‌دهند.

۲) سبک‌ترین عنصر تک‌اتمی موجود در طبیعت در میان آن‌ها دیده می‌شود.

۳) در بین این سه گاز، C دارای بالاترین نقطه‌ی جوش و بیشترین واکنش‌پذیری، A دارای کم‌ترین نقطه‌ی جوش و B دارای کم‌ترین واکنش‌پذیری است.

۴) در تهیهٔ هوای مایع، B زودتر از A به حالت مایع درمی‌آید و این عنصر برخلاف C با خلوص بسیار زیاد در پتروشیمی شیراز تهیه می‌شود.

۵- با توجه به جدول زیر، کدام گزینه درست است؟ (همهٔ اتم‌ها به آرایش گاز نجیب رسیده‌اند و نماد عنصرهای Z,Y,X فرضی است. n.e و p.e به ترتیب شمار جفت الکترون‌های ناپیوندی و شمار جفت الکترون‌های پیوندی را نشان می‌دهد.)

ردیف	فرمول شیمیایی	n.e اتم مرکزی	p.e گونه	شمارهٔ گروه اتم مرکزی
۱	XO_3^{2-}	۱	۳	a
۲	YO_2^{q}	۰	۴	۱۵
۳	ZF_3	b	۳	۱۵
۴	$SOCl_2$	c	d	۱۶

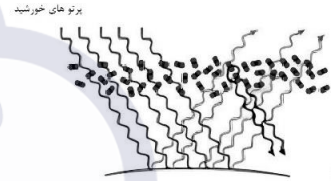
۱) در مجموع با دو مدل فضاپرکن مختلف می‌توان گونه‌های جدول را نمایش داد.

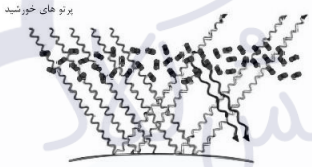
۲) مقادیر b، c و q باهم برابر بوده و مقدار d، چهار برابر مقدار هریک از آن‌هاست.

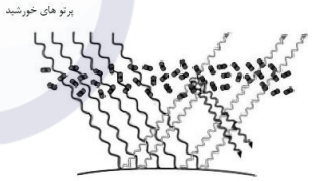
۳) مقدار a با عدد اتمی عنصری از گروه ۱۴ جدول برابر بوده و دو گونه‌ی XO_3^{2-} و XO_2، پیوند مشابهی ندارند.

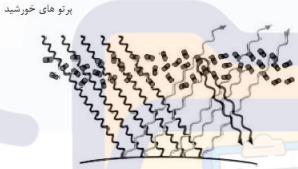
۴) اگر X و Z نخستین عنصرهای جامد گروه خود باشند، گونه‌های ردیف (۱) و (۳) به ترتیب گوگرد تری‌اکسید و فسفر تری‌فلوئورید نامیده می‌شوند.

۶- کدام گزینه، رفتار زمین در برابر پرتوهای خورشیدی را به درستی نشان می‌دهد؟

۱) 

۲) 

۳) 

۴) 

۷- چهار عنصر A,Z, X و D می‌توانند مطابق جدول زیر، اکسید و کلرید تشکیل دهند. این عناصر به ترتیب از راست به چپ کدامند؟

عنصر	اکسید	کلرید
X	X_2O_3	XCl_3
Z	ZO	ZCl_3
A	A_2O	ACl
D	DO_2	DCl_4

۱) آلومینیم، آهن، روبیدیم، سیلیسیم

۲) روبیدیم، مس، کروم، سیلیسیم

۳) آهن، کروم، آلومینیم، سیلیسیم

۴) آلومینیم، کروم، آهن، روبیدیم

۸- در لایه‌های بالایی هواکره (ارتفاع ۸۰ کیلومتر به بالا از سطح زمین) چه تعداد از یون‌های « $O_2^+, N_2^+, O^+, He^+, H^+$ » حضور دارند؟

۱) ۵ ۲) ۴ ۳) ۳ ۴) ۲

۹- کدام مطلب در ارتباط با کربن مونوکسید نادرست است؟

۱) مولکول کربن مونوکسید و مولکول فراوان‌ترین جزء سازنده‌ی هواکره از نظر شمار جفت الکترون‌های پیوندی و ناپیوندی وضعیت مشابهی دارند.

۲) میل ترکیبی هموگلوبین خون با این گاز بسیار زیاد و بیش از ۲۰۰۰ برابر اکسیژن است.

۳) کربن مونوکسید از نظر رنگ و بو، شبیه فراوان‌ترین گاز نجیب هواکره است.

۴) گازی بسیار سمی است و در صورتی که در محیط منتشر شود، اولین بخشی از بدن که تحت تأثیر قرار می‌گیرد سیستم عصبی مرکزی است.

۱۰- کدام مطلب درست است؟

۱) علاوه بر CO_2 و H_2O گازهای دیگری در هواکره وجود دارند که دارای اثر گلخانه‌ای هستند.

۲) برای نام‌گذاری اکسیدهای هر کدام از عنصرهای $_7X$ و $_{13}D$ می‌توان از پیشوند «تری» استفاده کرد.

۳) بر اثر سوختن ناقص و کامل گوگرد به ترتیب گازهای SO_2 و SO_3 تولید می‌شود.

۴) ردپای کربن دی‌اکسید در تولید برق با استفاده از باد، صفر است.

سنجش کلاد

شیمی ۲۹ آبان ۱۴۰۴ ماراتون

۱- کدام مطالب زیر درست است؟

آ) سالانه میلیون‌ها تُن سدیم کلرید طبق فرایند شیمیایی تبلور از آب دریا جداسازی و استخراج می‌شود.

ب) برای استخراج منیزیم موجود در آب دریا، در مرحله‌ی نخست آن را به صورت منیزیم اکسید رسوب می‌دهند.

پ) از نمک خوراکی در تهیه‌ی سود سوزآور، پلاستیک و گاز هیدروژن استفاده می‌شود.

ت) در مرحله‌ی پایانی استخراج منیزیم موجود در آب دریا، با استفاده از جریان برق، منیزیم کلرید مذاب به گاز کلر و فلز منیزیم در حالت مذاب، تجزیه می‌شود.

۱) آ، ب ۲) پ، ت ۳) آ، ت ۴) ب، پ

۲- هنگامی که تابش فرابنفش به مولکول اوزون می‌رسد ..... پیوند اشتراکی در مولکول اوزون شکسته شده و بر اثر واکنش ذره‌های تولید شده با یک‌دیگر، مقداری انرژی ..... می‌شود.

۱) یک - مصرف ۲) یک - آزاد ۳) دو - مصرف ۴) دو – آزاد

۳- در مخلوطی از فلزهای آلومینیم و منیزیم، جرم فلز منیزیم، نصف جرم فلز دیگر است. اگر این مخلوط با مقدار کافی هیدروکلریک اسید واکنش دهد و گاز هیدروژن تولید شده در واکنش با ۱۱۰ گرم مس (II) اکسید به طور کامل مصرف شود، جرم مخلوط فلزی اولیه چند گرم بوده است؟ (فراورده‌های واکنش گاز هیدروژن با مس (II) اکسید، فلز مس و بخار آب هستند، $(H=1, O=16, Mg=24, Al=27, Cu=64 : g.mol^{-1})$

$Mg(s)+2HCl(aq) \rightarrow MgCl_2(aq)+H_2(g)$ $\quad$ $2Al(s)+6HCl(aq) \rightarrow 2AlCl_3(aq)+3H_2(g)$

۱) ۱۳/۵ ۲) ۱۸ ۳) ۲۷ ۴) ۳۶

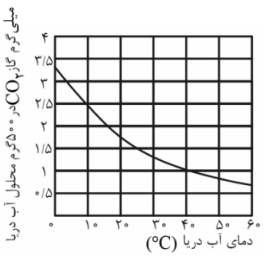
۴- با حل کردن ۰/۲۵ مول نمک MBr_2 در ۱۹۴ گرم آب، محلولی با غلظت ۲۲/۴ درصد جرمی از این نمک به دست می‌آید. اگر ۱۵۰ گرم آب به این محلول اضافه شود، درصد جرمی یون M^{2+} در محلول نهایی کدام است؟ $(Br=80 g.mol^{-1})$

۱) ۴ ۲) ۶/۴ ۳) ۸ ۴) ۱۲/۸

۵- به یک سیلندر استوانه‌ای شکل که حاوی گاز هلیم و مجهز به پیستون‌های روان است، مقداری گاز آرگون در فشار ثابت اضافه کرده و هم‌زمان دما را در مقیاس کلوین نصف می‌کنیم. اگر ارتفاع پیستون 8cm نسبت به حالت اولیه افزایش یابد و جرم نمونه‌ی نهایی، ۲۷ برابر حالت اولیه باشد، ارتفاع اولیه‌ی پیستون چند سانتی‌متر بوده است؟ $(He=4, Ar=40 : g.mol^{-1})$

۱) ۲/۵ ۲) ۵ ۳) ۱۰ ۴) ۱۲

۶- نمودار مقابل، جرم گاز CO_2 حل شده در ۵۰۰ گرم آب دریا را بر حسب دما نشان می‌دهد. با افزایش دمای آب دریا از $10^\circ C$ تا $40^\circ C$، غلظت گاز CO_2 بر حسب ppm چقدر تغییر می‌کند؟ $(C=12, O=16 : g.mol^{-1})$



۱) ۳ ۲) ۲

۳) ۶ ۴) ۴

۷- جمع جبری بار الکتریکی آنیون‌های چهار ترکیب یونی زیر کدام است؟

«$K_2MnO_4, BaO_2, CaCN_2, (NH_4)_3PO_4$»

۱) ۷-　　۲) ۸-　　۳) ۹-　　۴) ۱۰-

۸- غلظت یک نمونه محلول نمک M_2SO_4 برابر ۵۶۰ppm است. اگر شمار مول‌های نمک در ۸۰۰ گرم محلول آن برابر 2×10^{-3} باشد، فلز M کدام است؟ ($O=16, S=32 : g.mol^{-1}$)

۱) ^{7}Li　　۲) ^{23}Na　　۳) ^{39}K　　۴) ^{64}Cu

۹- اگر ۵ میلی‌لیتر از محلول ۳۶/۵ درصد جرمی هیدروکلریک اسید به ۱۰ لیتر آب اضافه شود، غلظت یون کلرید در محلول جدید به تقریب برابر با ۲۱۳ppm می‌شود. چگالی محلول اولیه هیدروکلریک اسید چند گرم بر میلی‌لیتر بوده است؟

($H=1, Cl=35/5 : g.mol^{-1}, d_{\text{محلول نهایی}}=1 g.mL^{-1}$)

۱) ۱/۲　　۲) ۱/۳　　۳) ۱/۴　　۴) ۱/۵

۱۰- اگر واکنش‌های <u>موازنه نشده‌ی</u> زیر، به ترتیب فرایند تولید اوزون تروپوسفری را نشان دهند، کدام مورد در ارتباط با آن‌ها <u>نادرست</u> است؟ ($O=16 g.mol^{-1}$)

I) $X(g)+O_2(g) \rightarrow Y(g)$　　II) $Y(g)+O_2(g) \rightarrow Z(g)$　　III) $Z(g)+O_2(g) \rightarrow Y(g)+O_3(g)$

۱) گاز Z، یک گاز قهوه‌ای‌رنگ است که موجب می‌شود هوای آلوده‌ی کلانشهرها اغلب به رنگ قهوه‌ای روشن دیده شود.

۲) برای تولید ۵۴ گرم گاز اوزون، در مجموع ۹۶ گرم گاز اکسیژن مصرف می‌شود.

۳) واکنش (I) در هنگام رعد و برق و واکنش (III) در حضور نور خورشید انجام می‌شود.

۴) مجموع ضرایب استوکیومتری مواد واکنش‌دهنده در معادله‌ی موازنه شده‌ی سه واکنش فوق، برابر با ۷ است.

۱۱- یک نمونه به جرم ۰/۶۴۰ گرم از یک اکسید فلزی با فرمول M_2O_3 به ۰/۷۰۴ گرم سولفید این فلز به فرمول MS تبدیل می‌شود. جرم مولی فلز M چند گرم بر مول است؟ (فراورده‌های دیگر ای واکنش فاقد M هستند.) ($O=16, S=32 g.mol^{-1}$)

۱) ۵۲　　۲) ۵۶　　۳) ۵۹　　۴) ۶۴

۱۲- اگر مخلوطی از آهن (II) اکسید و آهن (III) اکسید به جرم ۱۰ گرم را به آهن خالص تبدیل کنیم، ۷/۲۸ گرم آهن به دست می‌آید. چند درصد جرم مخلوط اولیه را آهن (III) اکسید تشکیل داده است؟ ($O=16, Fe=56 : g.mol^{-1}$)

۱) ۶۴　　۲) ۳۶　　۳) ۵۶　　۴) ۴۴

۱۳- کدام مطلب در ارتباط با آمونیاک و واکنش تهیه‌ی آن از گازهای نیتروژن و هیدروژن (واکنش هابر) درست است؟

۱) در شرایط یکسان، نقطه‌ی جوش و چگالی گاز آمونیاک از نقطه‌ی جوش و چگالی هر کدام از گازهای نیتروژن و هیدروژن، بالاتر است.

۲) آمونیاک یکی از کودهای شیمیایی نیتروژن‌دار است و به‌طور مستقیم به گیاه تزریق می‌شود.

۳) بزرگ‌ترین چالش هابر، یافتن شرایط بهینه برای انجام این واکنش بود، زیرا این واکنش در دما و فشار اتاق به آرامی انجام می‌شد.

۴) حتی با انجام واکنش در دما و فشار مناسب با حضور ورقه‌ی آهنی، همهٔ واکنش‌دهنده‌ها به فراورده تبدیل نخواهد شد.

۱۴- کدام ویژگی‌ها در گاز اوزون، بیشتر از گاز اکسیژن است؟

آ) نقطه‌ی جوش **ب) واکنش‌پذیری** **پ) غلظت در لایه‌ی استراتوسفر**

ت) نسبت شمار جفت الکترون‌های پیوندی به شمار جفت الکترون‌های ناپیوندی

۱) آ، ت ۲) آ، ب ۳) آ، ب، پ ۴) ب، پ، ت

۱۵- کدام مورد نادرست است؟ $(H=۱, C=۱۲, O=۱۶ : g.mol^{-۱})$

۱) برای شناسایی یون نقره در یک محلول آبی می‌توان از فراوان‌ترین آنیون حل‌شده در آب دریا استفاده کرد.

۲) برای شناسایی یون باریم در یک محلول آبی می‌توان از فراوان‌ترین آنیون چنداتمی حل‌شده در آب دریا استفاده کرد.

۳) بیشتر آب‌های روی زمین شور است و به جای استفاده از آن‌ها در کشاورزی و مصارف خانگی فقط می‌توان آن‌ها را در صنعت به کار برد.

۴) در مخلوطی شامل ۹ گرم آب و ۲۰ گرم اتانول، آب نقش حلال را دارد.

سنجش کلاد

شیمی ۱۳ آذر ۱۴۰۴ ماراتون

۱- اگر فرمول مولکولی ترکیب دوتایی حاصل از دو نافلز A و B به صورت ..... باشد، ..... (A و B متعلق به دورهٔ دوم جدول تناوبی بوده و عدد اتمی B بزرگ‌تر از عدد اتمی A است.)

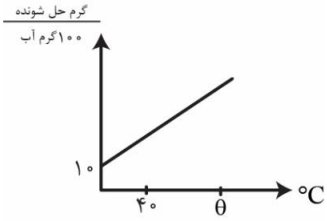
۱) AB - اتم B سر مثبت مولکول را تشکیل می‌دهد.

۲) $AB_۲$ - این مولکول به یقین در میدان الکتریکی جهت‌گیری می‌کند.

۳) $AB_۴$ - در شرایط یکسان، این ترکیب گازی در مقایسه با گاز متان، دشوارتر به مایع تبدیل می‌شود.

۴) $AB_۳$ - باریکه‌ای از این ترکیب در حالت مایع به وسیله‌ی میلهٔ شیشه‌ای باردار منحرف خواهد شد.

۲- نمودار انحلال‌پذیری نمک A در آب بر حسب دما به صورت زیر است. اگر درصد جرمی محلول سیرشدهٔ نمک A در دماهای $۴۰^\circ C$ و $\theta^\circ C$ به ترتیب برابر با ۲۰ و ۲۵ باشد، دمای θ به تقریب کدام است؟



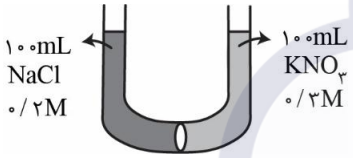
۱) ۶۲

۲) ۷۵

۳) ۵۶

۴) ۸۳

۳- با توجه به شکل مقابل، کدام مطلب نادرست است؟



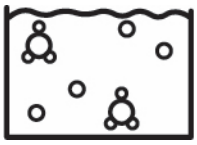
۱) با گذشت زمان، غلظت یون‌های سدیم و کلرید افزایش می‌یابد.

۲) با استفاده از اسمز معکوس، غلظت یون‌های پتاسیم و نیترات افزایش می‌یابد.

۳) مولکول‌های آب به‌طور خودبه‌خود از سمت چپ لوله به سمت راست مهاجرت می‌کنند.

۴) با اعمال فشار بر سمت راست لوله، یون‌های پتاسیم و نیترات با عبور از غشای نیمه‌تراوا به سمت چپ مهاجرت می‌کنند.

۴- با توجه به شکل مقابل که مربوط به حل شدن یک ترکیب یونی محلول در آب است، اگر هر ذره هم‌ارز با ۰/۰۰۵ مول و حجم محلول برابر با ۲۰۰ میلی‌لیتر باشد، کدام مطلب درست است؟



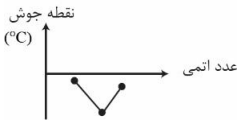
۱) غلظت مولی ترکیب یونی موردنظر در این محلول برابر با ۰/۲۵ مولار است.

۲) اگر ۴۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر به این محلول اضافه کنیم، غلظت مولی محلول نصف می‌شود.

۳) اگر ۰/۰۱ مول از ترکیب یونی موردنظر به این محلول اضافه شود، غلظت مولی ترکیب یونی در این محلول به تقریب ۱/۵ برابر می‌شود.

۴) مجموع غلظت مولی یون‌ها در این محلول، برابر با مجموع غلظت مولی یون‌ها در محلول ۰/۰۵ مولار آمونیوم کربنات است.

۵- کدام‌یک از عبارت‌های زیر درست است؟ (X و Y در گروه ۱۶ جدول تناوبی جای دارند.)



۱) نمودار مقابل را می‌توان به نقطهٔ جوش ترکیب‌های هیدروژن‌دار سه عنصر نخست گروه ۱۷ جدول تناوبی نسبت داد.

۲) اگر عدد اتمی X بزرگ‌تر از Y باشد، به یقین نقطهٔ جوش ترکیب هیدروژن‌دار X بالاتر از ترکیب هیدروژن‌دار Y است.

۳) نقطهٔ جوش هر ترکیب هیدروژن‌دار گروه ۱۷ بالاتر از نقطهٔ جوش ترکیب هیدروژن‌دار هم دورهٔ آن از گروه ۱۵ است.

۴) با افزایش عدد اتمی، نقطهٔ جوش عناصر گروه ۱۷ همانند ترکیب‌های هیدروژن‌دار سه عنصر نخست گروه ۱۴، افزایش می‌یابد.

۶- کدام‌یک از عبارت‌های زیر از نظر درستی یا نادرستی با سایر گزینه‌ها متفاوت است؟

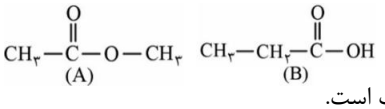
۱) دماهای $۵۶^{\circ}C$ و $۷۸^{\circ}C$ را به ترتیب می‌توان به نقطهٔ جوش اتانول و استون نسبت داد.

۲) در دمای اتاق به ازای ۱۰۰ گرم آب، جرم محلول سیرشدهٔ اتانول، بیشتر از جرم محلول سیرشدهٔ استون است.

۳) با توجه به قطبی بودن مولکول‌های اتانول و استون، این دو ترکیب آلی، حلال مناسبی برای مواد ناقطبی نیستند.

۴) مجموع شمار الکترون‌های پیوندی و ناپیوندی در مولکول استون، بیشتر از مجموع شمار همین الکترون‌ها در مولکول اتانول است.

۷- کدام مورد درست است؟



۱) مولکول A در مقایسه با مولکول B، آسان‌تر از حالت گاز به حالت مایع تبدیل می‌شود.

۲) پیوندهای هیدروژنی میان مولکول‌های آب، قوی‌تر از پیوندهای اشتراکی در مولکول‌های آب است.

۳) مولکول‌های $H_۲O$ در حالت مایع به دلیل تشکیل پیوندهای هیدروژنی در جاهای به نسبت ثابتی قرار دارند.

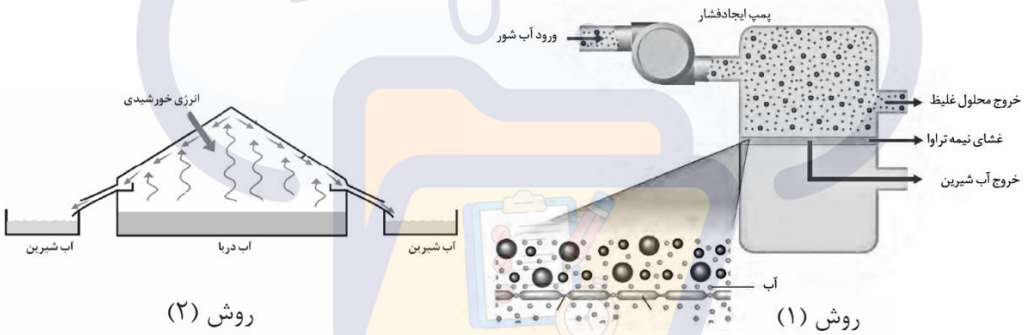
۴) مقایسهٔ میان نقطهٔ جوش HF و $H_۲O$ برعکس مقایسهٔ قدرت پیوند هیدروژنی میان مولکول‌های هر کدام از این دو ترکیب است.

۸- تفاوت شمار آنیون‌ها و کاتیون‌ها در ۸۰۰ میلی‌لیتر محلول آهن (III) کلرید برابر با $۴/۸۱۶\times۱۰^{۲۲}$ است. اگر به این محلول مقدار ۳/۶ گرم سدیم هیدروکسید جامد اضافه کنیم و پس از جدا کردن رسوب حاصل، با افزودن آب خالص، حجم محلول را به ۵ لیتر برسانیم، غلظت مولی یون آهن (III) در محلول حاصل نسبت به محلول اولیه، چند مولار کاهش یافته است؟

$(NaOH = ۴۰ g.mol^{-۱})$

۱) ۰/۰۴۸ ۲) ۰/۰۴۲ ۳) ۰/۰۳۶ ۴) ۰/۰۲۴

۹- شکل‌های زیر مربوط به دو روش تصفیهٔ آب هستند. کدام عبارت(ها) در ارتباط با آن‌ها درست است؟



الف) در روش (۱) با گذشت زمان باید فشار وارد به محلول را افزایش داد تا میزان تولید آب شیرین کاهش نیابد.

ب) روش (۱) به اسمز معکوس معروف بوده و برآیند جهت حرکت مولکول‌ها از پایین به سمت بالای غشای مشخص شده است.

پ) آب شیرین حاصل از روش (۲)، نتیجهٔ فرایندهای فیزیکی بوده و از نظر کیفیت، مشابه آب شیرین مربوط به روش (۱) است.

ت) روش (۱) به‌طور غیرخودبه‌خودی انجام شده و در اثر اعمال نیروی پمپ فشار، تفاوت شمار ذره‌های حل‌شونده در دو سمت غشا بیشتر می‌شود.

۱) ب، پ، ت ۲) ب، ت ۳) الف ۴) الف، ت

۱۰-وجود یون پتاسیم برای عملکرد مناسب کدام سیستم بدن ضروری بوده و نیاز روزانهٔ بدن هر فرد بالغ به این یون، چند برابر یون سدیم است؟

۱) عصبی، دو ۲) عصبی، چهار ۳) گوارش، دو ۴) گوارش، چهار

۱- اگر اتم‌های $^{5m+1}_{3m-1}X$ و $^{6m}_{2m+2}X$، ایزوتوپ یکدیگر باشند، عنصر X به کدام گروه جدول دوره‌ای تعلق دارد و تفاوت شمار نوترون‌های این ایزوتوپ‌ها کدام است؟

۱) ۱۴ ـ ۲ ۲) ۱۶ ـ ۳ ۳) ۱۴ ـ ۳ ۴) ۱۶ ـ ۲

۲- کدام مورد درست است؟

۱) مشتری یک سیارهٔ گازی است و در بین عنصرهای سازندهٔ آن، عنصری که در شرایط معمولی زمین به حالت جامد باشد، وجود ندارد.

۲) تهیهٔ شناسنامهٔ فیزیکی و شیمیایی سیاره‌های مشتری، زحل، مریخ و اورانوس، جزء مأموریت‌های فضاپیماهای وویجر بود.

۳) آهن و هیدروژن به ترتیب فراوان‌ترین عنصرهای سازندهٔ سیاره‌های زمین و مشتری هستند که درصد فراوانی بالای ۵۰٪ در این سیاره‌ها دارند.

۴) با انجام واکنش‌های هسته‌ای درون ستاره‌ها، عنصرهای سبک‌تر به عنصرهای سنگین‌تر تبدیل می‌شوند.

۳- نمونه‌ای فرضی از هیدروژن حاوی ایزوتوپ‌های طبیعی آن را در نظر بگیرید. اگر درصد فراوانی سبک‌ترین ایزوتوپ در این نمونه، ۸۰٪ و جرم اتمی میانگین هیدروژن، ۱/۲۱ amu باشد، درصد فراوانی سنگین‌ترین ایزوتوپ در نمونه کدام است؟

۱) ۱۰ ۲) ۸ ۳) ۴ ۴) ۱

۴- کدام مورد دربارهٔ تکنسیم ($^{99}_{43}Tc$) و اورانیم ($^{235}_{92}U$)، نادرست است؟

۱) تکنسیم به دستهٔ d و اورانیم به دستهٔ f جدول دوره‌ای تعلق دارد.

۲) تکنسیم، نخستین عنصر ساخت بشر و اورانیم، شناخته‌شده‌ترین فلز پرتوزا است.

۳) هر دو رادیوایزوتوپ بوده و نسبت شمار نوترون‌ها به پروتون‌ها در هستهٔ آن‌ها، بیشتر از ۱/۵ است.

۴) تکنسیم در جدول دوره‌ای با $_{25}Mn$، هم‌گروه و با $_{37}Rb$، هم‌دوره است.

۵- دو قطعهٔ جداگانه از فلزهای آلومینیم و آهن را در اختیار داریم. اگر مجموع جرم این دو قطعه برابر ۶۸۵ گرم و شمار اتم‌های آلومینیم سه برابر شمار اتم‌های آهن باشد، مجموع حجم این دو قطعه چند سانتی‌متر مکعب است؟

فلز	جرمی مولی ($g.mol^{-1}$)	چگالی ($g.cm^{-3}$)
آهن	۵۶	۸/۰
آلومینیم	۲۷	۲/۷

۱) ۱۵۵ ۲) ۱۸۵ ۳) ۳۶۵ ۴) ۵۵۵

۶- کدام مورد درست است؟

۱) تعداد خطوط طیف نشری خطی عنصرها در گسترهٔ مرئی، با عدد اتمی آن‌ها رابطهٔ مستقیم دارد.

۲) پرتوهای منتشرشده از کنترل تلویزیون همانند نور نشرشده از شمع، انرژی بیشتری از پرتوهای سبزرنگ و طول موج کوتاه‌تری از آن‌ها دارند.

۳) براساس مدل کوانتومی اتم، علت منحصربه‌فردبودن طیف نشری خطی عنصرها، با تفاوت عدد اتمی آن‌ها توجیه می‌گردد.

۴) در نمایش امواج پرتوهای الکترومغناطیسی، فاصلهٔ بین هر دو قلهٔ متوالی در پرتوهای گاما به مراتب بیشتر از امواج رادیویی است.

۷- کدام مطلب در رابطه با ساختار لایه‌ای اتم، نادرست است؟

۱) همانند مدل اتمی بور می‌تواند طیف نشری خطی عنصر هیدروژن را توجیه کند.

۲) مطابق آن، دادوستد انرژی هنگام انتقال الکترون از یک لایه به لایهٔ دیگر، کوانتومی است.

۳) براساس آن، الکترون وقت خود را تنها می‌تواند در فاصلهٔ معینی از هسته سپری کند.

۴) در هر یک از لایه‌های الکترونی آن با عدد کوانتومی اصلی برابر n، حداکثر $۲n^۲$ الکترون جای می‌گیرد.

۸- طول موج پرتو نشرشده مربوط به انتقال الکترونی $n = ۱ \rightarrow n = ۲$ در اتم هیدروژن با طول موج پرتو نشرشده مربوط به انتقال الکترونی $n = ۴ \rightarrow n = ۵$، ..... است و ..... انتقال، در ناحیهٔ مرئی قرار ..... .

۱) برابر ـ یکی از این دو ـ نمی‌گیرد

۲) نابرابر ـ هر دو ـ نمی‌گیرند

۳) برابر ـ هر دو ـ می‌گیرند

۴) نابرابر ـ یکی از این دو ـ نمی‌گیرد

۹- اتم X دارای ۵ الکترون با $l = ۲$ در آرایش الکترونی خود است. کدام گزینه می‌تواند نسبت شمار الکترون‌های ظرفیتی به شمار الکترون‌هایی با $l = ۰$ در آن را به درستی نشان دهد؟

۱) $\frac{۷}{۶}$

۲) $\frac{۶}{۸}$

۳) $\frac{۷}{۸}$

۴) $\frac{۵}{۶}$

۱۰- با توجه به آرایش الکترونی فشردهٔ عناصر زیر، کدام مطلب، نادرست است؟

عنصر	X	D	A
آرایش الکترونی فشرده	$[Ar]۳d^{۱۰}۴s^۲۴p^۶$	$[He]۲s^۲$	$[Ne]۳s^۲۳p^۳$

۱) اتم D فاقد زیرلایه‌هایی با $n + l$ یکسان در آرایش الکترونی خود است.

۲) تعداد الکترون‌ها با $n + l \geq ۴$ در اتم X برابر ۲۴ است.

۳) تعداد الکترون‌هایی با $l = ۱$ و $n = ۲$ در اتم A، کم‌تر از تعداد الکترون‌های ظرفیتی آن است.

۴) تفاوت عدد اتمی عنصرهای X و D، برابر با شمار ذرات زیراتمی باردار در اتم $^{۳۲}_{۱۶}M$ است.

۱۱- کدام مورد دربارهٔ چهار گاز نجیب نخست جدول دوره‌ای، درست است؟

۱) همهٔ لایه‌های الکترونی اشغال‌شدهٔ اتم آن‌ها به طور کامل پر است.

۲) واکنش‌پذیری ناچیزی داشته و همگی به دستهٔ p جدول تعلق دارند.

۳) همهٔ عنصرهای هم‌دورهٔ این گازها می‌توانند با از دست دادن، گرفتن و یا به اشتراک گذاشتن الکترون به آرایش یکی از آن‌ها برسند.

۴) در آرایش الکترون ـ نقطه‌ای همهٔ آن‌ها، الکترون تک (جفت‌نشده) وجود ندارد.

۱۲- اگر شمار الکترون‌های موجود در آخرین زیرلایهٔ اشغال‌شده در اتم دو عنصر دورهٔ سوم جدول تناوبی برابر باشد، کدام مورد درست است؟

۱) شمار الکترون‌های جفت‌نشده در آرایش الکترون ـ نقطه‌ای اتم این دو عنصر، می‌تواند برابر باشد.

۲) شمار الکترون‌های ظرفیتی یکی از این عناصر، با شمار الکترون‌های ظرفیتی $_{۲۴}Cr$ برابر است.

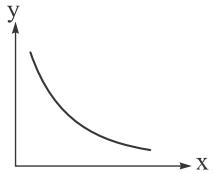
۳) عدد اتمی یکی از عنصرها، می‌تواند برابر با مجموع عدد اتمی چهار عنصر ابتدایی دورهٔ دوم باشد.

۴) مجموع مقدار $n+l$ برای الکترون‌های ظرفیتی اتم یکی از این عناصر، می‌تواند با عدد اتمی آن برابر باشد.

۱- شمار الکترون‌های مبادله‌شده میان عنصرهای سازنده در تشکیل چند میلی‌گرم آلومینیم اکسید نصف شمار الکترون‌های مبادله‌شده در تشکیل ۱ گرم کلسیم برمید است؟ $(O = ۱۶, Al = ۲۷, Ca = ۴۰, Br = ۸۰ : g.mol^{-1})$

۱) ۸۵ ۲) ۶۸ ۳) ۱۰۲ ۴) ۴۲/۵

۲- کدام مورد عبارت زیر را به درستی تکمیل می‌کند؟



«در نمودار مقابل، x و y به ترتیب می‌تواند ..... و ..... باشد.»

۱) میزان $CO_۲$ در هواکره ـ میانگین جهانی دمای کرهٔ زمین

۲) ارتفاع هواکره ـ فشار اکسیژن

۳) میزان $CO_۲$ در هواکره ـ میانگین جهانی سطح آب‌های آزاد

۴) ارتفاع هواکره ـ دمای هوا در لایهٔ استراتوسفر

۳- کدام مورد در ارتباط با گازهای تشکیل‌دهندهٔ هواکره، نادرست است؟

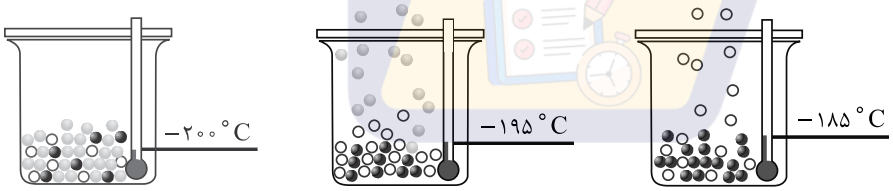
۱) گازی که برای پرکردن تایر خودرو استفاده می‌شود، در نگه‌داری نمونه‌های بیولوژیکی نیز کاربرد دارد.

۲) فراوان‌ترین گاز نجیب هواکره، در جوشکاری، برش فلزها و هم‌چنین در ساخت لامپ‌های رشته‌ای به کار می‌رود.

۳) حدود ۷ درصد حجمی گاز طبیعی را گازی تشکیل می‌دهد که همراه با سایر فراورده‌های سوختن گاز طبیعی، به صورت ترکیب اکسیژن‌دار، وارد هواکره می‌شود.

۴) در لایه‌های بالایی هواکره، می‌توان گونه‌ای یافت که فقط یک ذرهٔ زیراتمی داشته باشد.

۴ - شکل‌های زیر تقطیر جزءبه‌جزء نیتروژن، اکسیژن و آرگون را نشان می‌دهند. کدام مورد، نادرست است؟



(۱) (۲) (۳)

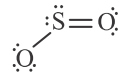
۱) مایع‌بودن هر سه ماده در حالت (۱)، نشان می‌دهد که نقطهٔ جوش آن‌ها بالاتر از ۷۳ K است.

۲) گاز جداشده در حالت (۲)، در همهٔ لایه‌های هواکره وجود دارد.

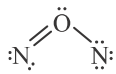
۳) مایع باقی‌مانده در حالت (۲)، حاوی دو ماده با نقطهٔ جوش نزدیک به هم است که در پتروشیمی شیراز یکی از آن‌ها را با خلوص بالا تهیه می‌کنند.

۴) گاز جداشده در حالت (۳)، گازی بی‌رنگ، بی‌بو و سمی است.

۵ – ساختار لوویس چند گونه به درستی رسم نشده است؟

الف) SO_2 ⇐ 

ب) CH_2O ⇐

پ) N_2O ⇐ 

ت) NO_2^+ ⇐

۱) ۴ ۲) ۲ ۳) ۱ ۴) ۳

۶ – در مخلوطی به جرم ۲۰ گرم شامل اکسید منیزیم و یکی از اکسیدهای آهن، درصد جرمی یون‌های منیزیم و آهن به ترتیب برابر ۳۰ و ۳۵ می‌باشد. کدام یون آهن در این اکسید وجود دارد و جرم اکسید آهن در مخلوط چند گرم است؟

$(Fe = ۵۶, Mg = ۲۴, O = ۱۶ : g.mol^{-1})$

۱) Fe^{2+} _ ۱۰ ۲) Fe^{3+} _ ۱۰ ۳) Fe^{2+} _ ۱۲ ۴) Fe^{3+} _ ۱۲

۷ - ضرایب استوکیومتری HCl و H_2O در واکنش (I) پس از موازنه، به ترتیب چند برابر ضرایب این ترکیب‌ها در واکنش (II) پس از موازنه است؟

$$I)\ KI + KNO_3 + HCl \rightarrow KCl + NO + I_2 + H_2O$$

$$II)\ Na_2SO_4 + HCl \rightarrow NaCl + SO_2 + O_2 + H_2O$$

۱) ۲ _ ۱/۵ ۲) ۱/۵ _ ۲ ۳) ۲ _ ۲ ۴) ۱/۵ _ ۱/۵

۸ – کدام مورد نادرست است؟

۱) در شیمی سبز دانشمندان با استفاده از منابع طبیعی، به دنبال افزایش کیفیت زندگی انسان و محافظت از طبیعت هستند.

۲) برای کاهش مقدار کربن دی‌اکسید تولیدشده از نیروگاه‌ها، آن‌ها را با اکسیدهای بازی واکنش داده و به موادی معدنی تبدیل می‌کنند.

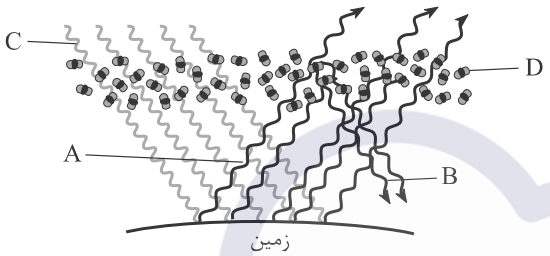
۳) سوخت سبز همانند پلاستیک سبز، در ساختار خود اتم اکسیژن دارد و برخلاف سوخت‌های فسیلی، گازهای گلخانه‌ای تولید نمی‌کند.

۴) دفن‌کردن کربن دی‌اکسید نسبت به سایر روش‌های شیمی سبز برای کاهش ردپای CO_2، دستکاری کم‌تری در طبیعت دارد.

۹- در میان منابع مختلف تولید برق، کدام منابع به ترتیب کم‌ترین و بیشترین سهم را در تولید کربن دی‌اکسید دارند؟

۱) باد ـ نفت خام
۲) انرژی خورشید ـ زغال‌سنگ
۳) باد ـ زغال‌سنگ
۴) انرژی خورشید ـ نفت خام

۱۰- با توجه به شکل زیر، کدام موارد از مطالب زیر درست است؟



الف) با افزایش مقدار مولکول‌های D در هواکره، حجم آب اقیانوس‌ها بالاتر می‌رود.

ب) بخش قابل توجهی از پرتوهای A و C به ترتیب به وسیلهٔ مولکول‌های D و زمین جذب می‌شود.

پ) اگر هواکره وجود نداشت، دمای کرهٔ زمین با توجه به رسیدن مستقیم پرتوهای خورشیدی افزایش می‌یافت.

ت) پرتوهای C می‌توانند گستره‌ای از امواج الکترومغناطیس، مانند نور مرئی و فرابنفش باشند.

۱) الف ـ پ
۲) ب ـ پ
۳) الف ـ ت
۴) ب ـ ت

۱۱- با توجه به واکنش‌های زیر، کدام مورد درست است؟

$$\text{I)}\ 2O_3(g) \rightleftharpoons 3O_2(g)$$

$$\text{II)}\ NO_2(g) + O_2(g) \rightarrow NO(g) + O_3(g)$$

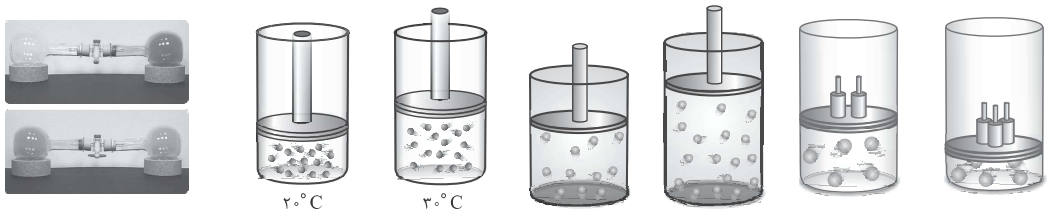
۱) احتمال انجام واکنش (II) در یک روز ابری بیشتر از یک روز آفتابی است.

۲) واکنش (I) در لایه‌ای از هواکره انجام می‌شود که روند تغییر دما و فشار در آن عکس یکدیگرند.

۳) قهوه‌ای‌رنگ‌بودن هوای آلودهٔ کلان‌شهرها مربوط به فراوردهٔ نیتروژن‌دار واکنش (II) است.

۴) با انجام واکنش (I) در هواکره، درصد حجمی اوزون در لایهٔ اوزون کاهش می‌یابد، اما از ورود بخش عمده‌ای از تابش فرابنفش خورشید به سطح زمین ممانعت می‌شود.

۱- با توجه به شکل‌های زیر، کدام عبارت در مورد رفتار گازها نادرست است؟



(الف) **(ب)** **(پ)** **(ت)**

۱) شکل (الف) بیان می‌کند، در دمای ثابت، حجم یک نمونه گاز با فشار رابطهٔ عکس دارد.

۲) شکل (ب) بیان می‌کند، در دما و فشار ثابت، حجم گاز، رابطهٔ خطی با شمار مول‌های آن دارد.

۳) شکل (پ) بیان می‌کند، در فشار ثابت، حجم یک نمونه گاز با افزایش دمای آن از $۲۰^\circ C$ تا $۳۰^\circ C$، یک و نیم برابر می‌شود.

۴) شکل (ت) بیان می‌کند، حجم یک نمونه گاز با حجم ظرف محتوی آن برابر است.

۲- بادکنکی حاوی گاز هلیم، از خلیج فارس در امتداد قائم تا ارتفاع سه کیلومتر اوج می‌گیرد. در کدام گزینه، تغییر حجم و دلیل علمی آن به درستی بیان شده است؟ (دمای سطح دریا را $۲۷^\circ C$ فرض کنید.)

۱) حجم کاهش می‌یابد. ـ با افزایش ارتفاع، دما کاهش یافته، جنب‌وجوش و فاصلهٔ بین ذرات گاز کم می‌شود.

۲) حجم کاهش می‌یابد. ـ با افزایش ارتفاع، چگالی هلیم کاهش می‌یابد.

۳) حجم افزایش می‌یابد. ـ با افزایش ارتفاع، دما و فشار گاز کاهش می‌یابد، ولی تأثیر کاهش فشار غالب‌تر بوده و فاصلهٔ بین ذرات گاز زیاد می‌شود.

۴) حجم تغییر نمی‌کند. ـ با افزایش ارتفاع، دما و فشار گاز کاهش می‌یابد و تأثیر همدیگر را خنثی می‌کنند.

۳- فرد بالغی دچار مشکل تنفسی است. اگر این فرد در هر بار تنفس، ۰/۴ لیتر هوا را وارد ریه‌هایش کند و همهٔ اکسیژن واردشده به بدن او در مدت ۳ ساعت، سبب اکسایش ۴۳۲ گرم گلوکز مطابق واکنش زیر شود، این فرد در مدت یک دقیقه به طور میانگین چند بار نفس می‌کشد؟ (حجم مولی گازها را برابر ۲۰ لیتر در نظر بگیرید و ۲۰٪ حجم هوا را اکسیژن تشکیل می‌دهد، $O = ۱۶, C = ۱۲, H = ۱ : g.mol^{-۱}$)

$C_۶H_{۱۲}O_۶ + O_۲ \rightarrow CO_۲ + H_۲O$ **(معادله موازنه شود.)**

۱) ۱۴ ۲) ۱۶

۳) ۱۸ ۴) ۲۰

۴- کدام موارد از مطالب زیر دربارهٔ نیتروژن، درست است؟

الف) پس از اکسیژن، فراوان‌ترین جزء هواکره بوده و از نظر شیمیایی، غیرفعال و واکنش‌ناپذیر است.

ب) در صنعت، یک مول از آن در شرایط STP با ۳ مول هیدروژن واکنش داده و ۲ مول آمونیاک تولید می‌کند.

ج) در دمای اتاق با گاز اکسیژن واکنش نمی‌دهد و با افزایش دمای سیستم تا $100^\circ C$، به گاز NO تبدیل می‌شود.

د) مدل فضاپرکن آن مشابه با مدل فضاپرکن مولکول ید است و در ساختار لوویس آن، چهار الکترون غیرپیوندی وجود دارد.

۱) الف ـ د ۲) فقط د ۳) ب ـ ج ۴) فقط ب

۵- با توجه به فرایند هابر، کدام مورد درست است؟

۱) چالش بزرگ هابر، جداسازی واکنش‌دهنده‌های مصرف‌نشده از مخلوط واکنش بود.

۲) حضور کاتالیزگر منجر به انجام‌شدن این واکنش در دما و فشار اتاق می‌شود.

۳) برای جداسازی آمونیاک، مخلوط گازها تا دمای حدود $-30^\circ C$ سرد می‌شود.

۴) فراوردهٔ واکنش، یک کود شیمیایی است که به طور مستقیم به خاک تزریق می‌شود.

6- جدول زیر داده‌هایی را دربارهٔ خودروهای یک کشور توسعه‌یافته نشان می‌دهد.

برچسب آلایندگی خودرو	A	B	C	D	E
گسترهٔ انتشار گاز کربن دی‌اکسید (گرم) به ازای طی یک کیلومتر	کم‌تر از ۱۲۰	۱۲۰ ـ ۱۴۰	۱۴۰ ـ ۱۵۵	۱۵۵ ـ ۱۷۰	۱۷۰ ـ ۱۹۰

اگر یک خودرو به طور متوسط در یک ماه، ۱۵۰۰ کیلومتر مسافت طی کرده و به ازای هر صد کیلومتر، ۴۰ مول بنزین (C_8H_{18}) مصرف کند، با توجه به کربن دی‌اکسید تولیدشده، برچسب آلایندگی خودرو کدام است؟ (فرض کنید فقط ۲۰٪ از بنزین واردشده به موتور به طور کامل می‌سوزد و فراورده‌ها از اگزوز بدون تغییر خارج می‌شوند.)

۱) A ۲) B ۳) C ۴) E

۷- کدام عبارت نادرست است؟

۱) واکنش‌های شیمیایی و برهم‌کنش‌های فیزیکی میان بخش‌های گوناگون زمین، بیانگر پویابودن آن از دیدگاه شیمیایی است.

۲) درشت‌مولکول‌های موجود در زیست‌کره، تجزیه شده و به صورت مولکول‌های کوچک وارد بخش‌های دیگر زمین می‌شوند.

۳) به همان میزان که مواد گوناگون از سنگ‌کره وارد آب‌کره می‌شود، همان مقدار آب نیز از دریاها و اقیانوس‌ها خارج می‌شود.

۴) حجم آبی که از ذوب‌شدن کوه‌های یخی تولید می‌شود، بسیار بیشتر از مجموع حجم آب‌های زیرزمینی و جاری است.

۸- کدام عبارت درست است؟

۱) آب دریاها مخلوطی همگن از انواع یون‌هاست.

۲) آب‌مقطر، آبی است که طی فرایند تقطیر، تقریباً همهٔ یون‌ها و مولکول‌های حل‌شده در آن حذف شده است.

۳) از انحلال یک مول $NaNO_3$ و یک مول Na_2O در آب، در مجموع ۵ مول یون تولید می‌شود.

۴) وجود یون فلوئورید باعث تخریب مینای دندان شده و باید از آب آشامیدنی حذف شود.

۹- نسبت شمار اتم‌های نافلزی به شمار یون‌های فلزی در آلومینیم سولفات، ۵ برابر نسبت شمار آنیون به کاتیون در کدام ترکیب است؟

۱) کلسیم نیترات ۲) آمونیوم فسفات ۳) اسکاندیم کربنات ۴) منیزیم سولفات

۱۰- در ظرف‌های A و B به ترتیب محلول‌های نقره نیترات و پتاسیم سولفات وجود دارد. افزودن کدام ماده به هر دو ظرف منجر به تشکیل رسوب می‌شود و نسبت جرم مولی رسوب تشکیل‌شده در ظرف A به جرم مولی رسوب تشکیل‌شده در ظرف B کدام است؟

$(N = 14, O = 16, Na = 23, P = 31, S = 32, Cl = 35/5, K = 39, Ag = 108, Ba = 137 : g.mol^{-1})$

۱) سدیم کلرید ـ ۰/۷۵ ۲) باریم کلرید ـ ۰/۷۵ ۳) سدیم کلرید ـ ۰/۶۲ ۴) باریم کلرید ـ ۰/۶۲

۱۱- درستی یا نادرستی عبارت‌های زیر به ترتیب کدام است؟

- **در ساختار آمونیوم کربنات فقط پیوند اشتراکی وجود دارد.**
- **فرمول شیمیایی کبالت (II) نیترات، به صورت $CO(NO_3)_2$ است.**
- **ساختار لوویس و مدل فضاپرکن یون‌های PO_4^{3-}، SO_4^{2-}، SiO_4^{4-} کاملاً مشابه هم است.**
- **در یک واحد فرمولی از آمونیوم سولفات، دوازده جفت‌الکترون ناپیوندی وجود دارد.**

۱) نادرست ـ نادرست ـ درست ـ درست ۲) نادرست ـ نادرست ـ نادرست ـ درست

۳) نادرست ـ درست ـ درست ـ نادرست ۴) درست ـ درست ـ نادرست ـ درست

۱۲- از واکنش ۸ گرم هیدروکسید فلزی از گروه اول جدول دوره‌ای با سولفوریک اسید (H_2SO_4)، ۱۴/۲ گرم از نمک سولفات این فلز به دست می‌آید. جرم ۰/۴ مول از نیترات این فلز چند گرم است؟

$(S = 32, O = 16, N = 14, H = 1 : g.mol^{-1})$

۱) ۴۰/۴ ۲) ۱۱/۸ ۳) ۴۳/۲ ۴) ۳۴

آزمون شیمی دهم خیلی سبز 28 آذر

۱- کدام عبارت نادرست است؟ $(Na = ۲۳ , Cl = ۳۵/۵ : g.mol^{-1})$

۱) همهٔ ذرات حل‌شونده در گلاب، مواد آلی قطبی هستند.

۲) خواص محلول‌ها به خواص ذرات تشکیل‌دهنده و مقدار هر یک از آن‌ها بستگی دارد.

۳) مقدار حل‌شونده در مقدار معینی از حلال یا محلول را غلظت آن محلول می‌گویند.

۴) برای تهیهٔ محلولی با غلظت دقیق یک مولار از سدیم کلرید، باید ۵۸/۵ گرم از نمک را با یک لیتر آب مخلوط کرد.

۲- چند میلی‌لیتر از محلول سدیم هیدروکسید با درصد جرمی ۴۰ و چگالی $۱/۲\ g.mL^{-1}$ به ۵ لیتر آب اضافه شود تا غلظت یون‌های سدیم در محلول حاصل به تقریب برابر ۶۹ ppm شود؟ (جرم هر لیتر از محلول نهایی برابر یک کیلوگرم است، $Na = ۲۳, O = ۱۶, H = ۱ : g.mol^{-1}$)

۱) ۱/۲۵ ۲) ۱۲/۵ ۳) ۲/۵ ۴) ۲۵

۳- گشتاور دوقطبی آب به تقریب چند برابر هیدروژن سولفید است و تفاوت نقطهٔ جوش آب با کدام ماده (هیدروژن فلوئورید یا آمونیاک) بیشتر می‌باشد؟

۱) ۱/۵ ـ هیدروژن فلوئورید ۲) ۱/۵ ـ آمونیاک

۳) ۲ ـ هیدروژن فلوئورید ۴) ۲ ـ آمونیاک

۴- در محلولی به جرم ۸۰۰ گرم از نمک‌های پتاسیم نیترات و پتاسیم فلوئورید، غلظت ppm دو نمک برابر است. اگر غلظت مولی یون فلوئورید در محلول $(d = ۱/۶\ g.mL^{-1})$ برابر با ۲/۵ مولار باشد، به تقریب، چند مول آب در محلول وجود دارد؟ $(H = ۱, N = ۱۴ , O = ۱۶ , F = ۱۹ , K = ۳۹ : g.mol^{-1})$

۱) ۲۸/۳ ۲) ۳۶/۴ ۳) ۴۲/۴ ۴) ۱۸/۲

۵- ۴۰۰ میلی‌لیتر محلول هیدروکلریک اسید ۱ مولار را با آب‌مقطر، رقیق می‌کنیم. اگر ۲۰۰ میلی‌لیتر محلول رقیق‌شده بتواند مطابق واکنش زیر با ۲/۵ گرم کلسیم کربنات واکنش دهد، حجم آب‌مقطر ریخته‌شده بر روی محلول اولیه چند لیتر بوده است؟ $(C = ۱۲ , O = ۱۶ , Ca = ۴۰ : g.mol^{-1})$

$$CaCO_۳(s) + ۲HCl(aq) \rightarrow CaCl_۲(aq) + CO_۲(g) + H_۲O(l)$$

۱) ۱/۲ ۲) ۲ ۳) ۲/۴ ۴) ۴

۶- مقداری از حلال آلی X به آب اضافه شده تا محلولی به جرم ۴۰۳/۲ گرم و درصد جرمی ۳۷/۵ از X به دست آید. با افزودن تدریجی X، جرم محلول به ۷۰۲ گرم می‌رسد. اگر در محلول نهایی، X حلال و آب حل‌شونده باشد، X کدام ماده می‌تواند باشد؟ $(O = ۱۶ , C = ۱۲ , H = ۱ : g.mol^{-1})$

۱) متانول ۲) اتانول ۳) استون ۴) هگزان

۷ – با توجه به معادلهٔ انحلال‌پذیری دو نمک داده‌شده در آب، کدام موارد از مطالب زیر نادرست است؟ ($A = ۷۶\ g.mol^{-1}$)

$S_A = ۰/۲\theta + ۳۰$

$S_B = -۰/۴\theta + ۴۲$

الف) در دمایی که نمودار انحلال‌پذیری دو نمک یکدیگر را قطع می‌کنند، در ۶۷ g گرم محلول سیرشدهٔ A، ۲۱/۸ گرم نمک حل شده است.

ب) حداکثر درصد جرمی نمک B در محلول سیرشدهٔ آن در بازهٔ دمایی $۰^\circ C$ تا $۵۰^\circ C$، ۲۵ درصد است.

ج) در دمای $۴۰^\circ C$، غلظت مولار محلول سیرشدهٔ نمک A ($d_{محلول} = ۱\ g.mL^{-1}$)، به تقریب ۳/۶ مول بر لیتر است.

د) اگر در دمای $۵۰^\circ C$ به ۴۰۰ g آب، ۶۰ گرم نمک B اضافه کنیم، محلول سیرنشده حاصل می‌شود.

۱) الف ـ ب ۲) ب ـ ج ۳) ج ـ د ۴) الف ـ د

۸– کدام مورد نادرست است؟

۱) نمک خوراکی را می‌توان از طریق فرایند تبلور به صورت بلورهای جامد از آب دریا استخراج کرد.

۲) اگر حداکثر ۴۰۰ گرم از یک نمک در یک متر مکعب آب خالص با دمای $۲۵^\circ C$ حل شود، آن نمک جزء مواد نامحلول در آب دسته‌بندی می‌شود.

۳) در فرایند اسمز معکوس، مولکول‌های آب از محیطی با غلظت مولی بیشتر به محیطی با غلظت مولی کم‌تر جابه‌جا می‌شوند.

۴) برای هگزان، $\mu \simeq ۰\ D$ بوده و مخلوط آن با یُد ($I_۲$)، مخلوطی همگن به حساب می‌آید.

۹ - کدام موارد زیر دربارهٔ آب درست است؟

الف) یکی از موادی است که در طبیعت به سه حالت جامد، مایع و گاز یافت می‌شود.

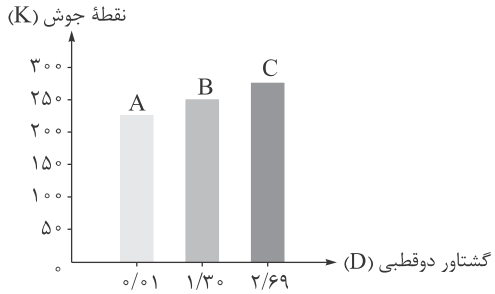
ب) در ساختار بلوری آن، هر اتم هیدروژن با دو اتم اکسیژن پیوند دارد.

ج) اگر در دمای ثابت به یک بلور یخ فشار وارد شود، مولکول‌ها متراکم شده و به مایع تبدیل می‌شوند.

د) با نزدیک‌کردن میله‌هایی با بار منفی و مثبت به باریکه‌ای از آب، مولکول‌های آن به ترتیب، به باریکه، نزدیک و از آن دور می‌شوند.

۱) ب ـ ج ۲) الف ـ د ۳) الف ـ ب ۴) ج ـ د

۱۰– با توجه به نمودار زیر، کدام مورد نادرست است؟ (جرم مولی هر سه مادهٔ A، B و C با یکدیگر برابر است.)



۱) قدرت نیروی بین مولکولی B از A بیشتر و در مقایسه با C کم‌تر است.

۲) جهت‌گیری و منظم‌شدن در میدان الکتریکی ترکیب B از C کم‌تر و از $H_۲S$ بیشتر است.

۳) بیشترین انحلال‌پذیری در آب و هگزان به ترتیب متعلق به C و A است.

۴) در دمای اتاق، $NH_۳$ همانند B و برخلاف HF، گازی‌شکل است.

۱۱- کدام عبارت در مورد انحلال‌پذیری گازها در آب نادرست است؟

۱) اگر فشار گاز n برابر شود، انحلال‌پذیری گازها در آب (با فرض عدم واکنش با آب) نیز n برابر می‌شود.

۲) اگر دمای محلول ۵ برابر افزایش یابد، انحلال گاز درون آن، ۵ برابر کاهش می‌یابد.

۳) در دمای معین، انحلال‌پذیری گاز $CO_۲$ با مولکول‌های ناقطبی از انحلال‌پذیری NO و $O_۲$ بیشتر است.

۴) با افزودن مقداری سدیم کلرید به محلول سیرشدهٔ گاز اکسیژن در آب، گاز اکسیژن از محلول خارج می‌شود.

۱۲- با توجه به شکل زیر که مربوط به فرایند اسمز می‌باشد، کدام مطلب درست است؟ ($KOH = ۵۶\ g.mol^{-۱}$)

۱) غشای مورد نظر تراوا است و فقط مولکول‌های آب می‌توانند از آن عبور کنند.

۲) در صورتی که سمت چپ، آب خالص و سمت راست، حاوی محلول ۰/۲ مولار شکر باشد، با انجام اسمز، غلظت محلول‌ها در دو سمت برابر می‌شود.

۳) اگر سمت چپ لوله، حاوی محلول ۰/۸ مولار و سمت راست آن حاوی محلول ۷ درصد جرمی پتاسیم هیدروکسید با چگالی ۱/۰۲ گرم بر میلی‌لیتر باشد، جهت حرکت آب بیشتر از چپ به راست می‌باشد.

۴) اگر سمت چپ لوله، حاوی محلول ۱ مولار و سمت راست آن، حاوی محلول ۲ مولار نمک خوراکی باشد، با اعمال فشار بر محلول ۱ مولار، فرایند اسمز معکوس رخ می‌دهد.

آزمون شیمی یازدهم قلمچی ۱۸ مهر ۱۴۰۴

۱- کدام موارد از مطالب زیر درست می‌باشد؟

الف) نظم چرخه‌های طبیعی به دلیل مصرف کم مواد معدنی و نفتی و تولید جمع انبوهی از زباله‌ها به هم می‌خورد.

ب) کشف و درک خواص یک مادهٔ جدید پرچم‌دار توسعهٔ فناوری است.

پ) پراکندگی منابع و میزان مصرف منابع شیمیایی گوناگون می‌تواند دلیل پیدایش تجارت جهانی باشد.

ت) پیشرفت صنعت الکترونیک بر اجزایی مبتنی است که از موادی به نام نیمه رساناها ساخته می‌شوند.

۱) الف و ت ۲) الف ، پ و ت ۳) ب و پ ۴) پ، ت و ب

۲- در آتش‌سوزی در جنگل‌های شهر برغان، حدود ۲۰۰ درخت تماماً سوخته و تبدیل به زغال شده‌اند. در بررسی‌های به عمل آمده حدود ۱۳۵ تن زغال با خلوص ۷۲ درصد به دست آمده است. چند درصد از وزن هر درخت را سلولز تشکیل داده است؟ (جرم هر درخت را به‌طور میانگین ۱۳۵۰kg فرض کنید.) $(C=۱۲ , O=۱۶ , H=۱ : g.mol^{-۱})$ (واکنش موازنه نیست.)

$$(C_۶H_{۱۰}O_۵)_n(s) \xrightarrow{\text{حرارت}} C(s) + H_۲O(g)$$

۱) ۸۱ ۲) ۷۶ ۳) ۹۷ ۴) ۵۲

۳- دربارهٔ عناصر گروه ۱۷ جدول تناوبی، کدام موارد زیر نادرست است؟

الف) عنصری که در دمای ۷۳ کلوین به سرعت با گاز هیدروژن واکنش می‌دهد، می‌تواند بیشترین خصلت نافلزی را در جدول تناوبی داشته باشد.

ب) عنصری که در دمای ۲۹۸ کلوین با گاز هیدروژن واکنش می‌دهد، قطعاً به آرایش هشت‌تایی گاز نجیب آرگون می‌رسد.

ج) عنصری که در دمای ۴۷۳ کلوین با گاز هیدروژن واکنش می‌دهد، می‌تواند تنها نافلز مایع جدول تناوبی در دمای اتاق باشد.

د) عنصری که در دمای بالاتر از ۶۷۳ کلوین با گاز هیدروژن واکنش می‌دهد، قطعاً در دمای اتاق حالت فیزیکی جامد دارد.

۱) الف و ب ۲) الف و ج ۳) ب و د ۴) ج و د

۴- مخلوطی از کلسیم کربنات و گرافیت (C) را در مجاورت هوا به شدت حرارت می‌دهیم. با فرض این‌که کلسیم کربنات به‌طور کامل به $CO_۲$ و CaO تجزیه شده و گرافیت به‌طور کامل به $CO_۲$ تبدیل می‌شود. اگر جرم کل $CO_۲$ خارج شده برابر جرم مخلوط اولیه باشد درصد جرمی گرافیت در نمونهٔ اولیه به تقریب چقدر است؟ $(Ca = ۴۰ , C = ۱۲ , O = ۱۶ : g.mol^{-۱})$

$$CaCO_۳(s) \xrightarrow{\Delta} CaO(s) + CO_۲(g)$$

$$C(s) + O_۲(g) \rightarrow CO_۲(g)$$

۱) ۱۷/۳٪ ۲) ۱۸٪ ۳) ۱۳/۶٪ ۴) ۱۹/۴٪

۵- کدام مطالب زیر درست است؟

الف) در یک دوره از جدول تناوبی، با افزایش عدد اتمی، شعاع اتمی کاهش می‌یابد.

ب) خصلت نافلزی در یک دوره از جدول تناوبی از راست به چپ، کاهش می‌یابد.

پ) خصلت فلزی در یک گروه از جدول تناوبی از بالا به پایین کاهش می‌یابد.

ت) در یک دوره از جدول تناوبی خصلت نافلزی همانند شعاع، از چپ به راست کاهش می‌یابد.

۱) الف ، ب ۲) الف ، ت ۳) ب ، پ ۴) پ ، ت

۶- اگر در آرایش الکترونی کاتیون در $XPO_۴$ سه الکترون با $l = ۲$ و $n = ۳$ و عنصر Y دارای دو نیترات با فرمول‌های $YNO_۳$ و $Y(NO_۳)_۲$ باشد کدام مطلب درست است؟ (هر دو عنصر X و Y در دوره چهارم جدول تناوبی هستند.)

۱) آرایش الکترونی اتم Y برخلاف اتم X از قاعدهٔ آفبا پیروی می‌کند.

۲) بر اثر واکنش فلز Y با $ZnSO_۴$، فلز روی و $YSO_۴$ تولید می‌شود.

۳) مجموع $n + l$ برای الکترون‌های ظرفیتی عنصر X، برابر عدد اتمی Y است.

۴) X برخلاف Y قادر به تشکیل ترکیبات رنگین است.

۷- کدام یک از عبارت‌های زیر دربارهٔ فلز طلا، درست است؟

۱) فلزی از دستهٔ d جدول تناوبی است که برخلاف مس در طبیعت به حالت عنصری یافت می‌شود.

۲) با گازهای موجود در هواکره واکنش نمی‌دهد اما با برخی از مواد موجود در بدن انسان مانند اسید معده واکنش می‌دهد.

۳) مقدار طلا در معادن آن بسیارکم است و استخراج آن ردپای محیط زیستی اندکی بر جای می‌گذارد.

۴) بازتاب زیاد پرتوهای خورشیدی، رسانایی الکتریکی بالا و حفظ آن در شرایط دمایی گوناگون سبب گسترش کاربرد این فلز شده است.

۸- کدام مورد درست است؟

۱) هر چه فلز فعال‌تر باشد، میل کمتری به ایجاد ترکیب دارد و استخراج آن راحت‌تر است.

۲) استخراج آهن از اکسید آن، تنها با افزایش دما و بدون نیاز به مادهٔ افزودنی دیگری قابل انجام است.

۳) واکنش‌پذیری هر عنصر به معنای تمایل اتم آن به انجام واکنش شیمیایی است.

۴) در فرایند استخراج آهن، استفاده از مواد بازیافتی و کاهش مصرف انرژی، تأثیری بر میزان آلودگی و هزینه‌های تولید ندارد.

۹- از واکنش ۴/۹۲۵ گرم طلا با خلوص ۸۰ درصد با مقدار کافی از واکنش‌دهنده‌های دیگر چند گرم سدیم هیدروکسید تولید می‌شود؟

(بازده درصدی واکنش را ۹۰ درصد فرض کنید و $H = ۱ , Au = ۱۹۷ , Na = ۲۳ , O = ۱۶ : g.mol^{-۱}$)

$Au + NaCN + O_۲ + H_۲O \rightarrow NaAu(CN)_۲ + NaOH$ (معادله موازنه شود)

۱) ۰/۹ ۲) ۰/۷۲ ۳) ۰/۸ ۴) ۰/۸۱

۱۰- جرم‌های برابری از $KMnO_۴$ و $FeCO_۳$ ناخالص را در دو ظرف جداگانه حرارت می‌دهیم تا طبق واکنش‌های موازنه نشدهٔ زیر تجزیه شوند. اگر جرم گازهای تولید شده در دو واکنش برابر باشد، نسبت بازده واکنش (II) به بازده واکنش (I) به تقریب کدام است؟ (درصد خلوص $KMnO_۴$، ۲ برابر درصد خلوص $FeCO_۳$ است.)

$(C = ۱۲ , O = ۱۶ , Mn = ۵۵ , K = ۳۹ , Fe = ۵۶ : g.mol^{-۱})$

I) $KMnO_۴(s) \xrightarrow{\Delta} K_۲MnO_۴(s) + MnO_۲(s) + O_۲(g)$

II) $FeCO_۳(s) \xrightarrow{\Delta} Fe_۳O_۴(s) + CO_۲(g) + CO(g)$

۱) ۰/۲ ۲) ۰/۴ ۳) ۰/۶ ۴) ۰/۸

آزمون شیمی یازدهم قلمچی ۲ آبان ۱۴۰۴

۱- کدام گزینه به موارد نادرست اشاره دارد؟

الف) طبق متن کتاب درسی در اعماق دریا ستون‌های سولفاتی برخی از فلزها دیده می‌شود و غلظت این گونه‌های فلزی نسبت به ذخایر زمینی بسیار بیشتر بوده است.

ب) کمتر از ده درصد نفت خام استخراج شده برای تولید الیاف پارچه و شوینده‌ها به کار می‌رود.

پ) ارزیابی چرخه عمر یک ارزیابی چهار مرحله‌ای است که برای ارزیابی میزان تاثیر یک فراورده بر روی محیط زیست در طول عمر آن به کار می‌رود.

ت) پاکت کاغذی همانند کیسهٔ پلاستیکی از منابع ناپایدار اولیه به دست می‌آید.

۱) الف و ب ۲) ب و پ ۳) الف و ت ۴) پ و ت

۲- درستی یا نادرستی مطالب زیر در کدام گزینه آمده است؟

- دگرشکل‌های کربن مانند گرافیت و الماس، ساختار و خواص شیمیایی مشابهی دارند.
- توانایی کربن در تشکیل پیوندهای اشتراکی دوگانه و سه‌گانه، یکی از دلایل اصلی تنوع بی‌شمار ترکیبات کربنی است.
- نفت خام مخلوطی از هیدروکربن‌ها است که در برخی از آن‌ها پیوندهای یگانه و در برخی دیگر پیوندهای دوگانه یا سه‌گانه بین اتم‌های کربن وجود دارد.
- با توجه به ساختار متفاوت هیدروکربن‌ها انتظار می‌رود که رفتار آن‌ها نیز با هم تفاوت داشته باشد.

۱) نادرست، نادرست، درست، نادرست ۲) درست، درست، نادرست، نادرست

۳) نادرست، درست، نادرست، درست ۴) نادرست، درست، درست، درست

۳- کدام یک از هیدروکربن‌های زیر پس از سیر شدن کامل با هیدروژن، درصد افزایش جرم بیشتری دارد؟ $(C=۱۲ , H=۱ : g.mol^{-1})$

۱) بنزن ۲) بوتان ۳) بوتن ۴) نفتالن

۴- کدام موارد از مطالب زیر درست است؟

الف) در استخراج b تن آهن تقریباً ۲b تن سنگ معدن آهن و b تن از منابع معدنی دیگر استفاده می‌شود.

ب) اگر به جای ۴ اتم هیدروژن در متان گروه‌های اتیل قرار دهیم نام هیدروکربن حاصل به روش آیوپاک ۳، ۳- دی اتیل پنتان خواهد بود.

پ) شمار پیوندهای $C-C$ در ۲، ۲، ۳- تری متیل هگزان برابر ۷ می‌باشد.

ت) نام درست ۳- متیل ۲- اتیل هپتان به روش آیوپاک ۲- اتیل ۳- متیل هپتان است.

۱) الف و ب ۲) ب و ت ۳) الف و پ ۴) پ و ت

۵- کدام مورد درست است؟

۱) با افزایش تعداد کربن در آلکان‌های راست زنجیر، نقطه جوش آن‌ها در فشار ثابت، افزایش می‌یابد.

۲) گریس $(C_{۱۸}H_{۳۸})$ به دلیل داشتن تعداد کربن کمتر نسبت به وازلین $(C_{۲۵}H_{۵۲})$، چسبندگی بیشتری دارد.

۳) پیش‌بینی می‌شود $C_{۲۱}H_{۴۴}$ نقطه جوش پایین‌تری نسبت به $C_{۱۲}H_{۲۶}$ داشته باشد.

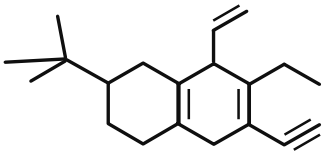
۴) گران‌روی آلکان‌ها با بزرگ‌تر شدن زنجیر کربنی، کاهش می‌یابد.

۶- اگر x گرم پروپن با y گرم پروپین در ظرف‌های جداگانه با مقداری برابر از گاز هیدروژن به‌طور کامل واکنش دهند و ۶۶ گرم ترکیب سیرشده تولید کنند، ترکیب سیرشده حاصل می‌تواند با z گرم گاز اکسیژن به‌طور کامل بسوزد. حاصل $\frac{x-y}{z}$ به تقریب کدام است؟

$(C=۱۲ , H=۱ , O=۱۶ : g.mol^{-1})$

۱) ۰/۰۸ ۲) ۰/۰۹ ۳) ۰/۲۶ ۴) ۰/۲۸

۷- در هر مولکول از ترکیب هیدروکربنی با فرمول پیوند خط مقابل ..... پیوند اشتراکی وجود داشته و شمار اتم‌های هیـدروژن در این مولکول به تقریب ..... برابر شمار اتم‌های هیدروژن موجود در مولکول ۳، ۳- دی اتیل ۲- متیل هپتان می‌باشد.



۱) ۵۴ ، ۱/۰۷

۲) ۵۴ ، ۱

۳) ۵۳ ، ۱/۳

۴) ۵۳ ، ۱/۰۷

۸- در ساختار ساده‌ترین عضو کدام خانواده از هیدروکربن‌های زیر نسبت شمار اتم‌های هیدروژن به کربن بیشتر است؟

۱) آلکن‌ها ۲) آلکین‌ها ۳) آلکان‌ها ۴) سیکلوآلکان‌ها

۹- حجم گاز CO_2 تولید شده از سوختن کامل ۶/۴ گرم از یک آلکان در شرایط STP برابر ۱۰/۰۸ لیتر است. فرمول مولکولی آلکان مورد نظر کدام است؟

۱) C_7H_{16} ۲) C_8H_{18} ۳) C_9H_{20} ۴) $C_{10}H_{22}$

۱۰- کدام مطلب درست است؟

۱) واکنش مقابل در حضور گاز نیتروژن و عدم حضور گاز اکسیژن انجام می‌شود. $TiCl_4 + Mg \xrightarrow{\Delta} Ti + MgCl_2$

۲) درصد انتقال سوخت به وسیلهٔ خطوط لوله به تقریب ۳ برابر درصد انتقال سوخت با سایر روش‌هاست.

۳) تفاوت حداکثر و حداقل شمار پیوند کووالانسی در آلکان‌های نفت سفید برابر ۱۵ است.

۴) گرمای آزاد شده به ازای سوختن هر گرم بنزین به تقریب دو برابر هر گرم زغال سنگ است.

آزمون شیمی یازدهم قلمچی ۱۶ آبان ۱۴۰۴

۱- کدام موارد زیر دربارهٔ دما و گرما به درستی بیان شده است؟

الف) اگر در دمای ثابت نیمی از آب موجود در ظرف تبخیر شود، می‌توان گفت ظرفیت گرمایی آن نصف می‌شود.

ب) اگر یک قطعه فلز را نصف کنیم گرمای ویژهٔ آن نصف می‌شود و با مقدار گرمای کمتری می‌توان دمای آن را افزایش داد.

پ) اگر به مقداری آب در ظرف حرارت دهیم به صورتی که حالت فیزیکی آن تغییر نکند، قطعاً میانگین تندی مولکول‌های آب تغییر می‌کند.

ت) اگر آب موجود در ظرف را به قدری سرد کنیم تا یخ تشکیل شود، تغییر دمای آن برحسب کلوین بیشتر از تغییر دمای آن برحسب درجه سلسیوس خواهد بود.

۱) الف و ت ۲) ب و ت ۳) الف و پ ۴) ب و پ

۲- مقدار ۴۰ گرم آب با دمای ۸۰ درجهٔ سلسیوس را درون ظرفی به جرم ۲۱۰ گرم از جنس فلز مس با دمای ۲۰ درجهٔ سلسیوس می‌ریزیم. پس از برقراری تعادل گرمایی، دمای سامانه به چند درجهٔ سلسیوس می‌رسد؟ (ظرفیت گرمایی ویژهٔ آب و مس به ترتیب برابر با ۴/۲ و ۰/۴ ژول بر گرم بر درجهٔ سلسیوس است.)

۱) ۴۰ ۲) ۴۸

۳) ۵۶ ۴) ۶۰

۳- با توجه به مطالب کتاب درسی چند مورد از موارد زیر نادرست است؟

- سرانهٔ مصرف مادهٔ غذایی نشان می‌دهد که هر فرد حداقل چه مقدار مادهٔ غذایی در یک گسترهٔ زمانی معین مصرف می‌کند.

- محاسبهٔ میانگین آنتالپی پیوند $(H-O)$ در واکنش با شرایط زیر با داشتن آنتالپی پیوندهای $(H-H)$ و $(O=O)$ امکان‌پذیر است.

$$2H_2(g)+O_2(g)\rightarrow 2H_2O(l)$$

- فرایند هم‌دما شدن بستنی با دمای بدن گرماگیر بوده و ناشی از تغییر انرژی گرمایی آن است.

- ارزش سوختی شیر کمتر از پنیر و کمتر از بادام زمینی است.

۱) ۲ ۲) ۳

۳) ۴ ۴) ۱

۴- کدام مطلب درست است؟

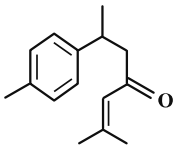
۱) آنتالپی پیوندهای دوگانه به یقین بزرگ‌تر از آنتالپی پیوندهای یگانه است.

۲) علامت ΔH در واکنش‌های تولید آمونیاک و هیدرازین از گازهای N_2 و H_2 یکسان است.

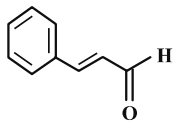
۳) انرژی مبادله شده از اکسایش گلوکز در بدن به‌طور عمده ناشی از تفاوت انرژی گرمایی واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌هاست.

۴) در واکنش $H_2(g)+Cl_2(g)\rightarrow 2HCl(g)$ مجموع آنتالپی پیوند فراورده از مجموع آنتالپی پیوند واکنش‌هنده‌ها بزرگ‌تر است.

۵- با توجه به مولکول‌های داده‌شده چه تعداد از عبارت‌های زیر درست هستند؟



(a)



(b)

الف) فرمول مولکولی ترکیب b به صورت C_9H_8O است.

ب) تفاوت شمار پیوندهای اشتراکی در مولکول‌های a و b برابر ۱۹ است.

پ) حدود ۹ درصد جرمی مولکول a را هیدروژن تشکیل داده است.

ت) در مولکول a، ۱۰ اتم کربن وجود دارد که تنها به سه اتم دیگر متصل شده‌اند.

ث) مولکول‌های a و b به ترتیب در دارچین و زردچوبه وجود دارند.

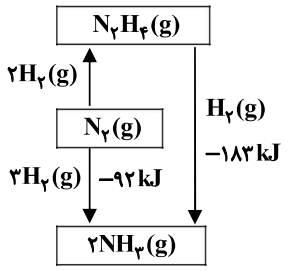
۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۴ ۴) ۵

۶- اگر میانگین آنتالپی پیوند $C-H$ برابر $۴۲۵kJ.mol^{-1}$ باشد، تفاوت میانگین آنتالپی پیوند $C\equiv C$ و $C=C$ چند کیلوژول بر مول است؟

$$C_۲H_۲(g) \rightarrow ۲C(g)+۲H(g) \quad , \quad \Delta H = ۱۶۷۰kJ$$
$$C_۲H_۴(g) \rightarrow ۲C(g)+۴H(g) \quad , \quad \Delta H = ۲۲۷۵kJ$$

۱) ۲۵۲ ۲) ۲۴۵ ۳) ۱۲۵ ۴) ۲۱۵

۷- مطابق نمودار زیر، به ازای مصرف ۵/۶ لیتر گاز نیتروژن در واکنش $N_۲(g)+۲H_۲(g) \rightarrow N_۲H_۴(g)$، ..... کیلوژول گرما ..... می‌شود.



۱) ۱۹/۲۵ ، آزاد

۲) ۲۲/۷۵ ، مصرف

۳) ۱۹/۲۵ ، مصرف

۴) ۲۲/۷۵ ، آزاد

۸- اگر بدانیم آنتالپی سوخته متان و اتان به ترتیب ۸۹۰- و ۱۵۶۰- کیلوژول بر مول است، ارزش سوختی بوتان تقریباً چند کیلوژول بر گرم خواهد بود؟ $(C=۱۲ , H=۱ : g.mol^{-۱})$

۱) ۵۰
۲) ۵۵
۳) ۶۰
۴) ۶۵

۹- مطابق واکنش‌های زیر از تولید در مجموع ۱۲/۸ گرم گاز نیتروژن و بخارآب از سوختن کامل هیدرازین، چند کیلوژول گرما آزاد می‌شود؟ $(O=۱۶ , N=۱۴ , H=۱ : g.mol^{-۱})$

$$N_۲H_۴(g)+H_۲(g)\rightarrow ۲NH_۳(g) \qquad \Delta H_۱=-۱۸۷\,kJ$$
$$۲H_۲(g)+O_۲(g)\rightarrow ۲H_۲O(g) \qquad \Delta H_۲=-۲۴۲\,kJ$$
$$N_۲(g)+۳H_۲(g)\rightarrow ۲NH_۳(g) \qquad \Delta H_۳=-۹۲\,kJ$$

۱) ۵۵/۲
۲) ۷۷/۲
۳) ۶۷/۴
۴) ۸۶/۴

۱۰- برای ترکیبی با فرمول مولکولی $C_۳H_۶O$ چند ایزومر زنجیری می‌توان در نظر گرفت که حداقل دارای یک گروه متیل باشد؟

۱) ۳
۲) ۴
۳) ۵
۴) ۶

آزمون شیمی یازدهم قلمچی ۳۰ آبان ۱۴۰۴

۱- کدام مورد پس از موازنهٔ معادلهٔ واکنش زیر درست است و پس از مصرف ۲ مول گونهٔ کاهنده، چند مول ترکیب یونی تولید می‌شود؟

$$KBr(aq)+KBrO_3(aq)+HCl(aq)\rightarrow Br_2(l)+KCl(aq)+H_2O(l)$$

۱) $\frac{3\Delta[KBrO_3]}{\Delta t}=-\frac{\Delta[Br_2]}{\Delta t}$ ، ۲/۴

۲) $\bar{R}_{واکنش}=-\frac{\Delta[HCl]}{\Delta t}=\frac{\Delta[KCl]}{\Delta t}$ ، ۲/۴

۳) $-\frac{\Delta[KBr]}{5\Delta t}=\frac{\Delta[KCl]}{6\Delta t}$ ، ۱۲

۴) $\bar{R}_{واکنش}=-\frac{\Delta[HCl]}{3\Delta t}=-\frac{2\Delta[KBrO_3]}{\Delta t}$ ، ۱۲

۲- کدام یک از عبارت‌های زیر نادرست است؟

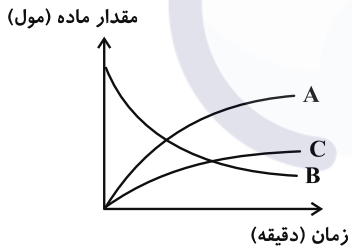
۱) الیاف آهن داغ و سرخ شده در هوا به آرامی می‌سوزند، در حالی که همان الیاف در یک ارلن پر از اکسیژن می‌سوزند.

۲) فلزهای قلیایی سدیم و پتاسیم در شرایط یکسان به شدت با آب سرد واکنش می‌دهند اما سرعت واکنش آن‌ها متفاوت است.

۳) افزودن دو قطره محلول پتاسیم یدید به محلول آب اکسیژنه، سرعت تجزیهٔ آن در دمای اتاق را به‌طور چشمگیری افزایش می‌دهد.

۴) محلول بنفش رنگ پتاسیم پرمنگنات با یک اسید آلی در دمای اتاق به کندی واکنش می‌دهد اما با گرم شدن محلول به سرعت بی‌رنگ می‌شود.

۳- با توجه به نمودار داده شده، معادلهٔ موازنه شدهٔ واکنش به چه صورت می‌تواند باشد و اگر سرعت متوسط واکنش برابر $0/06\,mol.min^{-1}$ باشد، در مدت ۱۲۰ ثانیه چند مول مادهٔ A تولید می‌شود؟



۱) $2A+C\rightarrow 2B$ ، ۰/۲۴

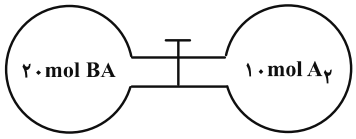
۲) $B\rightarrow A+2C$ ، ۰/۱۲

۳) $A+2C\rightarrow B$ ، ۰/۱۲

۴) $2B\rightarrow 2A+C$ ، ۰/۲۴

۴- با توجه به شکل زیر اگر شیر میان دو مخزن یک لیتری حاوی گاز باز شود و واکنش میان آن‌ها با سرعت متوسط $10^{-2}\,mol.L^{-1}.s^{-1}$ انجام شود، چند دقیقه زمان لازم است تا واکنش کامل شود؟

$$A_2+BA\rightarrow BA_2$$



۱) $\frac{22}{7}$

۲) ۷

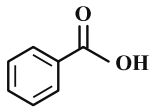
۳) ۹

۴) $\frac{25}{3}$

۵- اگر نسبت جرم گاز گوگرد تری اکسید حاصل از تجزیهٔ آلومینیم سولفات طی واکنش $Al_2(SO_4)_3(s) \rightarrow Al_2O_3(s) + 3SO_3(g)$ به جرم گاز اکسیژن حاصل از تجزیهٔ پتاسیم نیترات طی واکنش $2KNO_3(s) \rightarrow 2KNO_2(s) + O_2(g)$ در یک بازهٔ زمانی مشخص برابر با ۵ باشد، نسبت سرعت متوسط واکنش اول به سرعت متوسط واکنش دوم در همان بازهٔ زمانی (برحسب مول بر دقیقه) چقدر است؟ $(O = 16 , S = 32 : g.mol^{-1})$

۱) $\frac{1}{4}$ ۲) $\frac{1}{3}$ ۳) $\frac{1}{2}$ ۴) $\frac{2}{3}$

۶- با توجه به فرمول ساختاری ترکیب داده شده کدام موارد درست است؟ $(H = 1 , C = 12 , O = 16 : g.mol^{-1})$



الف) اگر مقدارکافی از این ماده را با محلول پتاسیم پرمنگنات گرم کنیم، می‌تواند رنگ بنفش محلول را از بین ببرد.

ب) اختلاف جرم مولی آن با بنزآلدهید برابر با اختلاف جرم مولی دومین و سومین آلکن است.

پ) این ماده در گوجه‌فرنگی وجود دارد و فعالیت رادیکال‌ها را به شدت کاهش می‌دهد.

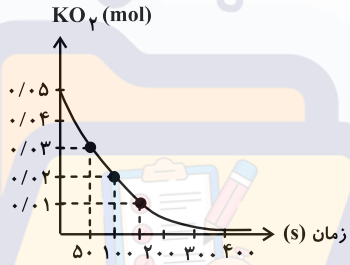
ت) اختلاف شمار پیوندهای اشتراکی دوگانه و یگانه در ساختار آن برابر ۶ است.

ث) جرم مولی آن با مجموع جرم مولی استیک اسید و اتیلن گیلکول برابر است.

۱) الف، ب، ت ۲) الف، ث ۳) پ، ت ۴) ب، پ، ت

۷- نمودار زیر تغییرات مول KO_2 را در واکنش موازنه نشدهٔ زیر نشان می‌دهد. سرعت متوسط تولید گاز اکسیژن در ۱۰۰ ثانیهٔ اول واکنش چند $L.min^{-1}$ است؟ (حجم مولی گازها $25 L.mol^{-1}$ فرض شود.)

$KO_2 + H_2O + CO_2 \rightarrow KHCO_3 + O_2$



۱) ۰/۶۲۲۵

۲) ۰/۳۳۷۵

۳) ۰/۴۱۱۵

۴) ۰/۷۶۵۰

۸- بر طبق واکنش و جدول زیر $2KClO_3(s) \rightarrow 2KCl(s) + 3O_2(g)$، ۵ مول $KClO_3(s)$ در یک ظرف ۲L تحت حرارت تجزیه می‌شود. اگر سرعت متوسط تشکیل گاز O_2 در بازهٔ زمانی ۱۵ تا ۳۰ ثانیه برابر با $4/4 mol.L^{-1}.s^{-1}$ باشد، کدام مورد درست است؟

۱) سرعت تجزیهٔ $KClO_3$ در ۴۰ ثانیهٔ ابتدای واکنش به تقریب برابر با $6/75 mol.L^{-1}.min^{-1}$ است.

۲) سرعت متوسط واکنش برابر با سرعت متوسط تولید گاز اکسیژن است.

t(s)	۰	۱۰	۳۰	۴۰	۵۰
$mol(KClO_3)$	۵	n_1	n_2	۰/۵	۰

۳) اگر $n_1 - n_2 = 1/3$ سرعت واکنش در گسترهٔ زمانی ۱۰ تا ۳۰ ثانیه برابر $5/4 \times 10^{-4} mol.L^{-1}.min^{-1}$ است.

۴) شمار مول‌های O_2 تولید شده در ثانیهٔ ۴۰ واکنش برابر ۶/۷۵ است.

۹- کدام گزینه درست است؟

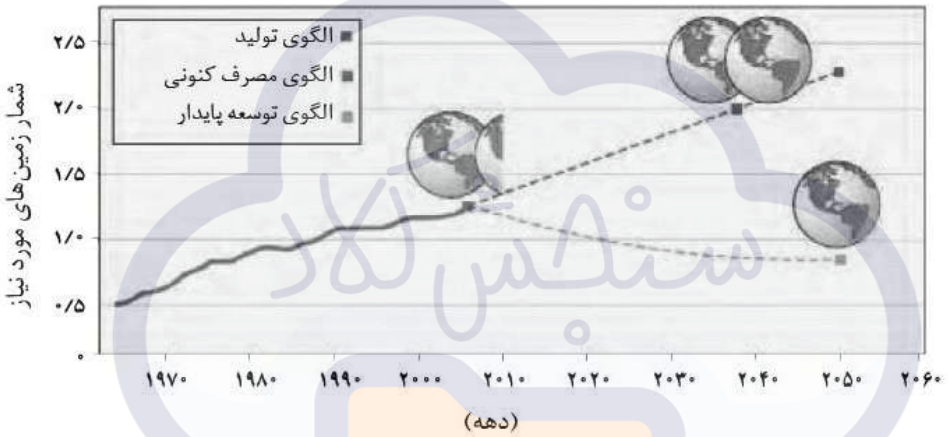
۱) رادیکال، گونهٔ فعال و پایداری است که در ساختار خود الکترون جفت نشده دارد.

۲) هندوانه و توت‌فرنگی محتوی لیکوپن هستند و فعالیت رادیکال‌ها را کاهش می‌دهند.

۳) لیکوپن هیدروکربنی سیرنشده است که در ساختار آن شماری از پیوندهای کربن- کربن از نوع دوگانه است.

۴) چهرهٔ آشکار ردپای غذا نشان می‌دهد که سالانه حدود ۲۰ درصد غذایی که در جهان تولید می‌شود به مصرف نمی‌رسد و به زباله تبدیل می‌شود.

۱۰- با توجه به شکل زیر، درستی یا نادرستی مطالب ارائه شده در کدام گزینه به درستی آمده است؟



- چهرهٔ پنهان ردپای غذا، با مصرف بی‌رویهٔ زمین و منابع طبیعی گره خورده است.
- افزایش جمعیت و رفاه، به افزایش تقاضا برای منابع زمین برای تولید غذا منجر می‌شود.
- تامین غذای جمعیت رو به رشد جهان، بدون افزایش بهره‌روی، بسیار دشوار و غیرممکن است.
- مطابق با الگوی توسعهٔ پایدار، برای تأمین غذای آینده، همچنان به حدود ۱/۲ برابر مساحت زمین نیاز است.
- عدم تغییر الگوی مصرف کنونی به الگوی توسعهٔ پایدار، بحران جدی منابع زمین را تا سال ۲۰۵۰ تشدید خواهد کرد.

۱) درست- درست- نادرست- درست- درست

۲) نادرست- درست- درست- درست- نادرست

۳) نادرست- نادرست- درست- نادرست- درست

۴) درست- درست- درست- نادرست- درست

آزمون شیمی یازدهم قلمچی ۱۴ آذر ۱۴۰۴

۱- کدام موارد از مطالب زیر درست است؟

الف) عنصرهای سازنده پنبه با عنصرهای سازنده کربوکسیلیک اسیدها یکسان است.

ب) در بین مواد (سلولز- پروپن- انسولین- بنزن) ۳ درشت مولکول وجود دارد.

پ) نسبت اتم‌های کربن به هیدروژن در مونومر سازندهٔ پلیمر پتو با این نسبت در ساده‌ترین آلکین یکسان است.

ت) از پلی‌وینیل کلرید در ساخت کیسهٔ خون استفاده می‌شود و نسبت شمار جفت الکترون پیوندی به ناپیوندی در وینیل کلرید برابر با ۲ می‌باشد.

ث) هرگاه مولکول‌های اتن در شرایط معین پشت سر هم و بدون تشکیل شاخه به یکدیگر متصل شوند، تولید پلی‌اتن شفاف می‌نمایند.

۱) الف، پ، ت ۲) ب، پ، ث ۳) الف، ب، ت ۴) الف، ت، ث

۲- کدام گزینه به نادرستی بیان شده است؟ $(H = ۱ , C = ۱۲ , Al = ۲۷ , Ti = ۴۸ : g.mol^{-۱})$

۱) در ساختار کولار، عناصری از دستهٔ s و p جدول تناوبی یافت می‌شود.

۲) درصد جرمی کربن در مونومر سازندهٔ پلی‌استیرن از مولکول بنزن بیشتر است.

۳) پلی‌استرها جزو پلیمرهای اکسیژن‌دار هستند و جرم هر واحد تکرارشونده آن‌ها کمتر از مجموع جرم مونومرهای سازندهٔ آن‌ها است.

۴) اگر نسبت مولی کاتالیزگر محتوی آلومینیم به کاتالیزگر محتوی تیتانیم در واکنش تشکیل پلی‌اتن حدوداً برابر با ۳ باشد، جرم مولی پلیمر تولید شده، بیشترین مقدار ممکن خواهد بود.

۳- چه تعداد از موارد پیشنهاد شده، برای کامل کردن عبارت زیر مناسب هستند؟ $(C = ۱۲ , H = ۱ : g.mol^{-۱})$

«در مولکول مونومر تشکیل دهندهٔ پلیمری که از آن، ..... تهیه می‌شود ..... .»

- نخ دندان- نسبت جفت الکترون‌های ناپیوندی به جفت الکترون‌های پیوندی برابر ۲ است.

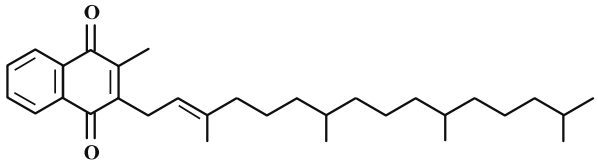
- ظروف یکبار مصرف- حلقه بنزنی وجود دارد.

- کیسه خون- جرم کربن هشت برابر جرم هیدروژن است.

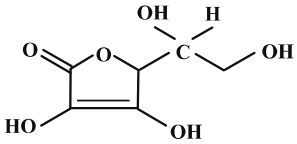
- سرنگ- درصد جرمی کربن بیشتر از ۸۵ است.

۱) ۴ ۲) ۳ ۳) ۲ ۴) ۱

۴- با توجه به ساختارهای زیر، کدام عبارت‌ها صحیح هستند؟



(الف)



(ب)

الف) مورد (الف) برخلاف (ب) سیرنشده است.

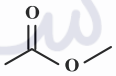
ب) مصرف بیش از حد مورد (ب) همانند (الف) به بدن ضرر نمی‌رساند.

پ) مورد (ب) برخلاف (الف) توانایی تشکیل پیوند هیدروژنی با مولکول‌های خود را دارد.

ت) مورد (الف) پیوند دوگانهٔ بیشتری نسبت به مورد (ب) دارد و برخلاف (ب) محلول در چربی است.

۱) الف ، ت　　۲) پ ، ت　　۳) الف ، ب　　۴) ب ، ت

۵- کدام گزینه درست است؟

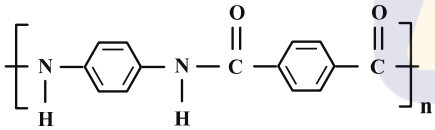
۱) برای تولید استری با ساختار  از ساده‌ترین الکل و اسید آلی استفاده می‌شود.

۲) الکل‌های دوعاملی هم در واکنش تولید پلی‌استرها و هم در تولید پلی‌آمیدها کاربرد دارند.

۳) شمار نوع اتم‌های سازنده در پلی‌وینیل کلرید و پلی‌سیانو اتن با هم متفاوت است.

۴) از واکنش دومین عضو خانوادهٔ الکل‌ها با چهارمین عضو خانواده کربوکسیلیک اسیدها در شرایط مناسب استر موجود در آناناس تولید می‌شود.

۶- اگر ساختار زیر مربوط به پلیمر کولار می‌باشد با توجه به آن کدام موارد صحیح‌اند؟



$(C = ۱۲ , O = ۱۶ , N = ۱۴ , H = ۱ : g.mol^{-۱})$

الف) از فولاد هم‌حجم خود ۵ برابر مقاوم‌تر است.

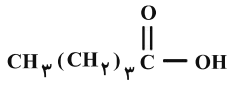
ب) در ۱۶۶۶ گرم از آن ۴۲ مول جفت الکترون ناپیوندی وجود دارد.

پ) تفاوت جرم مولی مونومرهای سازندهٔ آن برابر ۵۶ گرم بر مول است.

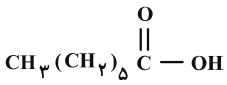
ت) شمار اتم‌های هیدروژن در هر واحد تکرارشونده آن $\frac{۵}{۷}$ برابر شمار اتم‌های کربن در آن است.

۱) الف ، ت　　۲) ب ، پ　　۳) ب ، ت　　۴) پ ، ت

۷- با توجه به ساختار ترکیب‌های A ، B ، C و D کدام مطلب درست است؟


(A)

(B)


(C)

(D)

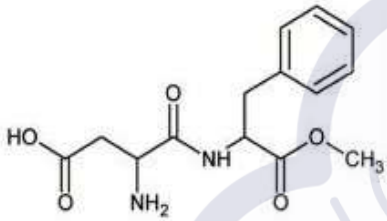
۱) استر حاصل از ترکیبات A و B با اتیل هپانوات هم‌پار است.

۲) شمار پیوندهای اشتراکی در استر حاصل از ترکیبات C و D برابر ۴۱ است.

۳) ترکیب B برخلاف الکل تشکیل دهندهٔ اتیل اتانوات به هر نسبتی در آب حل می‌شود.

۴) در ترکیب A همانند الکل تشکیل دهندهٔ متیل بوتانوات بخش ناقطبی بر بخش قطبی غلبه دارد.

۸- با توجه به ساختار ترکیب داده شده، کدام مطلب درست است؟



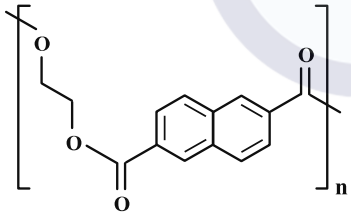
۱) شمار اتم‌های هیدروژن آن، دو برابر شمار اتم‌های هیدروژن در فرمول مولکولی نفتالن است.

۲) ۵ اتم کربن در آن وجود دارد که به هیچ هیدروژنی متصل نیست.

۳) دارای یک گروه کربوکسیل و دو گروه آمین است.

۴) بر اثر آبکافت آن می‌تواند متانول تولید می‌شود.

۹- چه تعداد از عبارت‌های زیر در مورد ساختار پلیمر زیر درست است؟ $(C=۱۲ , H=۱ , O=۱۶ : g.mol^{-۱})$



- دی الکل سازندهٔ آن در آب محلول است.
- به ازای سوختن نیم مول از دی اسید سازندهٔ آن، ۳۶ گرم آب تولید می‌شود.
- مجموع تعداد اتم‌های H مونومرهای سازندهٔ آن با مجموع تعداد اتم‌های C آن‌ها برابر است.
- نیمی از اتم‌های کربن سازندهٔ دی اسید آن به هیچ اتم هیدروژنی متصل نیستند.

۱) ۴ ۲) ۳

۳) ۲ ۴) ۱

۱۰- واکنش ۹۲ گرم اتانول با ۳۹۰ گرم هپتانوییک اسید در حضور کاتالیزگر اسیدی در شرایط مناسب انجام می‌شود. استر تولید شده در کدام میوه یافت می‌شود و اگر اسید باقی‌مانده را در آب مقطر حل کرده و حجم محلول را به ۸۰۰ میلی‌لیتر برسانیم، غلظت مولی اسید حل شده تقریباً چند مولار خواهد بود؟ (از تغییر حجم ناشی از حل شدن اسید صرف‌نظر شود، $O=۱۶ , C=۱۲ , H=۱ : g.mol^{-۱}$)

۱) انگور، ۱/۲۵ ۲) آناناس، ۲/۵ ۳) آناناس، ۱/۲۵ ۴) انگور، ۲/۵

آزمون شیمی یازدهم قلمچی ویژهٔ ۲۱ آذر ۱۴۰۴

۱- کدام موارد از مطالب زیر، نادرست است؟

الف) ششمین عنصر واسطهٔ دورهٔ چهارم جدول تناوبی در طبیعت به شکل سنگ معدن هماتیت یافت می‌شود.

ب) سومین عنصر واسطهٔ دورهٔ چهارم جدول تناوبی در ساخت وسایل خانه مانند تلویزیون رنگی و برخی شیشه‌ها کاربرد دارد.

پ) مجموع اعداد کوانتومی اصلی و فرعی الکترون‌های لایهٔ ظرفیت اولین فلز واسطه که زیرلایهٔ ۳d آن کاملاً پر می‌شود، برابر با ۵۸ است.

ت) در میان عنصرهای دورهٔ چهارم جدول تناوبی، تعداد عنصرها با زیرلایهٔ ۳d کاملاً پر ۶ واحد بیشتر از تعداد عنصرهای با زیرلایهٔ ۳d نیمه پر است.

۱) ب، ت ۲) الف، ب ۳) ب، پ ۴) الف، ت

۲- کدام یک از گزینه‌های زیر، در مورد $_{۲۰}X$ و $_{۳۲}Z$ درست است؟

۱) هر دو عنصر براق هستند و جریان الکتریکی را عبور می‌دهند.

۲) هر دو عنصر تمایل دارند در واکنش با نافلزها، الکترون از دست بدهند.

۳) هر دو عنصر بر اثر ضربه تغییر شکل می‌دهند و قابلیت ورقه شدن دارند.

۴) شمارهٔ دورهٔ این عنصرها با شمار زیرلایه‌های دو الکترونی اتم این عنصرها برابر است.

۳- کدام گزینه در ارتباط با هالوژن‌ها به درستی بیان شده است؟

۱) در این گروه از بالا به پایین خاصیت نافلزی افزایش می یابد.

۲) در تولید لامپ چراغ‌های جلو خودروها، از هالوژن‌ها استفاده می‌شود.

۳) در این گروه با افزایش شعاع اتمی، حداقل دمای لازم برای واکنش آن‌ها با گاز هیدروژن کاهش می‌یابد.

۴) عناصر این گروه در دسته‌ای از جدول تناوبی قرار دارند که عنصری با بزرگ‌ترین شعاع اتمی در همان دوره جدول نیز در آن دسته است.

۴- از واکنش ۳/۲ گرم آهن (III) اکسید خالص با مقدار کافی از محلول هیدروکلریک‌اسید، چند مول یون $Fe^{۳+}$ آزاد می‌شود و این مقدار یون در واکنش با مقدار کافی از محلول سدیم هیدروکسید، چند گرم رسوب به‌وجود می‌آورد؟ (بازده درصدی واکنش a و b را ۵۰ و ۱۰۰ درصد در نظر بگیرید.) $(Na = ۲۳\ ,\ H = ۱\ ,\ O = ۱۶\ ,\ Fe = ۵۶ : g.mol^{-۱})$ (معادله واکنش‌ها موازنه شوند.)

$$a)\ Fe_۲O_۳(s) + HCl(aq) \rightarrow Fe^{۳+}(aq) + Cl^-(aq) + H_۲O\ (l)$$

$$b)\ Fe^{۳+}(aq) + NaOH(aq) \rightarrow Fe(OH)_۳(s) + Na^+(aq)$$

۱) ۲/۱۴ ، ۰/۰۲ ۲) ۴/۲۸ ، ۰/۰۴ ۳) ۴/۲۸ ، ۰/۰۲ ۴) ۲/۱۴ ، ۰/۰۴

۵- کدام یک از عبارت‌های زیر در مورد نفت خام درست است؟

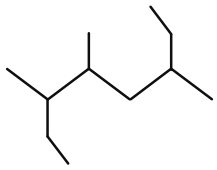
۱) بخش عمدهٔ آن را کربوهیدرات‌ها تشکیل می‌دهند.

۲) مایعی رقیق است که به رنگ سیاه یا قهوه‌ای متمایل به سبز وجود دارد.

۳) کمتر از نیمی از آن برای تأمین گرما و انرژی الکتریکی مورد نیاز ما به کار می‌رود.

۴) حدود نیمی از نفت خام مصرفی در دنیا برای تولید الیاف، شوینده‌ها، رنگ، پلاستیک و ... به کار گرفته می‌شود.

۶- نام ترکیب روبه‌رو به روش آیوپاک کدام است و نیم مول از این ترکیب با چند لیتر گاز اکسیژن با چگالی $۱/۶g.L^{-۱}$ به‌طور کامل می‌سوزد؟ $(O=۱۶: g.mol^{-۱})$



۱) ۲، ۲- دی‌اتیل – ۳– متیل هگزان - ۳۴۰

۲) ۲، ۲- دی‌اتیل - ۳ – متیل هگزان - ۱۷۰

۳) ۳، ۴، ۶- تری‌متیل اوکتان - ۳۴۰

۴) ۳، ۴، ۶- تری‌متیل اوکتان – ۱۷۰

۷- در رابطه با آلکان‌ها، چند مورد از موارد زیر، جاهای خالی عبارت زیر را به درستی تکمیل می‌نماید؟

«..... در مقایسه با ..... ، ..... دارد.»

- پروپان – اوکتان – نقطهٔ جوش کمتری
- گریس – وازلین – گران‌روی کمتری
- هگزان – دکان – فراریت بیشتری
- اتان- بوتان- جرم مولی بیشتری

۱) ۳ ۲) ۲ ۳) ۱ ۴) صفر

۸- اگر در شرایطی که حجم هر مول گاز برابر ۲۴ لیتر است، چگالی آلکانی برابر $۳g.L^{-۱}$ باشد، از سوختن ۰/۲ مول از این آلکان، مقدار ..... گرم آب تولید می‌شود و تفاوت جرم مولی این آلکان با سومین عضو خانواده آلکین‌ها برابر با ..... گرم بر مول است.

$(C=۱۲, H=۱, O=۱۶ : g.mol^{-۱})$

۱) ۱۰/۸ – ۳۲ ۲) ۲۱/۶ – ۳۲ ۳) ۱۰/۸ – ۱۸ ۴) ۲۱/۶ – ۱۸

۹- جرم جسم‌های A و B به ترتیب ۱۰ و ۵۰ گرم است. اگر به هر دوی آن‌ها به یک اندازه گرما بدهیم و دمای هر دو نیز به یک میزان افزایش یابد، کدام جمله درست است؟

۱) ظرفیت گرمایی ویژه A و B با هم برابر است اما ظرفیت گرمایی B، ۵ برابر ظرفیت گرمایی A است.

۲) ظرفیت گرمایی ویژه A و B با هم برابر است اما ظرفیت گرمایی A، ۵ برابر ظرفیت گرمایی B است.

۳) ظرفیت گرمایی A و B با هم برابر است اما ظرفیت گرمایی ویژه A، ۵ برابر ظرفیت گرمایی ویژه B است.

۴) ظرفیت گرمایی A و B با هم برابر است اما ظرفیت گرمایی ویژه B، ۵ برابر ظرفیت گرمایی ویژه A است.

۱۰- با توجه به واکنش $N_۲(g)+۳H_۲(g) \rightarrow ۲NH_۳(g)+۹۲kJ$، از مصرف ۱۰۰ میلی‌لیتر گاز نیتروژن با چگالی $۰/۸g.L^{-۱}$ چند ژول گرما، در صورتی‌که بازده واکنش ۷۰ درصد باشد، حاصل می‌شود؟ $(N=۱۴g.mol^{-۱})$

۱) ۹۲ ۲) ۱۸۴ ۳) ۴۶ ۴) ۳۶۸

۱۱- با توجه به واکنش‌های گرماشیمیایی زیر، مقدار ΔH واکنش $N_۲H_۴(l)+O_۲(g) \rightarrow N_۲(g)+۲H_۲O(l)$ برابر چند کیلوژول است و به ازای تشکیل ۷/۲ گرم $H_۲O$ در این واکنش، چند کیلوژول گرما آزاد می‌شود؟ (اعداد را از راست به چپ بخوانید.)

$(O=۱۶\ ,\ H=۱ : g.mol^{-۱})$

$۲NH_۳(g)+۳N_۲O(g) \rightarrow ۴N_۲(g)+۳H_۲O(l) \qquad \Delta H=-۱۰۱۰kJ$

$۲NH_۳(g)+\frac{۱}{۲}O_۲(g) \rightarrow N_۲H_۴(l)+H_۲O(l) \qquad \Delta H=-۱۴۳kJ$

$N_۲O(g)+۳H_۲(g) \rightarrow N_۲H_۴(l)+H_۲O(l) \qquad \Delta H=-۳۱۷kJ$

$H_۲(g)+\frac{۱}{۲}O_۲(g) \rightarrow H_۲O(l) \qquad \Delta H=-۲۸۶kJ$

۱) ۱۱/۷۵ ، -۱۱۷/۵ ۲) ۲۳۵ ، -۱۱۷/۵

۳) ۶۲/۲۵ ، -۶۲۲/۵ ۴) ۱۲۴/۵ ، -۶۲۲/۵

۱۲- اگر آنتالپی سوختن گازهای پروپین و اتین به ترتیب ۱۹۳۸- و ۱۳۰۰− کیلوژول بر مول باشد، به‌تقریب چند گرم اتان باید به‌طور کامل سوزانده شود تا با انرژی آزاد شده در اثر سوختن کامل ۱۴ گرم بوتین با خلوص ۷۰ درصد برابری کند؟ $(C=۱۲\ ,\ H=۱ : g.mol^{-۱})$

$۲C_۲H_۶+۷O_۲ \rightarrow ۴CO_۲+۶H_۲O, \Delta H=-۳۱۲۰kJ$

۱) ۱۳ ۲) ۹ ۳) ۴/۵ ۴) ۶/۵

۱۳- در کدام یک از گزینه‌های زیر مقایسهٔ درستی برای آنتالپی پیوند و میانگین آنتالپی پیوندها ارائه شده است؟

۱) $I-I < Br-Br < Cl-Cl$

۲) $H-F < O=O < N\equiv N$

۳) $O=O < N\equiv N < C\equiv C$

۴) $H-H < N-H < O-H$

۱۴- واکنش ذکر شده در کدام گزینه با اطلاعات زیر همخوانی دارد؟ (همهٔ مواد شرکت‌کننده در واکنش به حالت گازی هستند.)

$$1)\ \Delta n_A = -\Delta n_D$$
$$2)\ \Delta n_C = 4\Delta n_D$$
$$3)\ \frac{3\Delta n_A}{\Delta t} = \frac{\Delta n_B}{\Delta t}$$

۱) $3A+B \rightarrow 6C+3D$

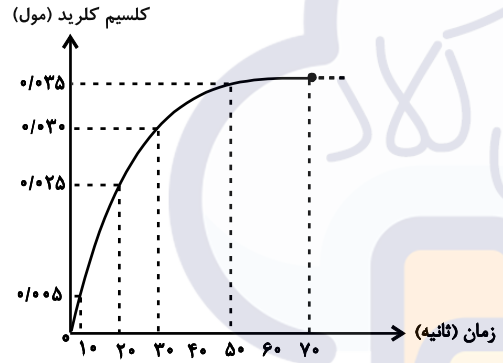
۲) $A+3B \rightarrow 6C+D$

۳) $A+3B \rightarrow 4C+D$

۴) $A+3B \rightarrow C+2D$

۱۵- مجموع سرعت واکنش تولید کلسیم‌کلرید از واکنش کلسیم‌کربنات با محلول هیدروکلریک‌اسید در بازه‌های زمانی ۲۰ تا ۳۰ ثانیه و ۱۰ تا ۵۰ ثانیه چند مول بر ثانیه است؟

$$CaCO_3 + 2HCl \rightarrow CaCl_2 + CO_2 + H_2O$$



۱) $6/25\times10^{-4}$

۲) $1/25\times10^{-3}$

۳) $3/75\times10^{-3}$

۴) $6/25\times10^{-3}$

۱۶- ۲۱۶ گرم دی‌نیتروژن پنتااکسید را طبق معادلهٔ موازنه نشده زیر در ظرفی گرما می‌دهیم. اگر پس از گذشت یک سوم دقیقه، ۸۰ درصد آن در ظرف باقی بماند، کدام گزینه نادرست است؟ (حجم مولی گازها در شرایط آزمایش $25 L.mol^{-1}$ است.)

$$N_2O_5 \rightarrow NO_2 + O_2 \qquad (N=14, O=16: g.mol^{-1})$$

۱) در این مدت زمان، سرعت تشکیل گاز دو اتمی، $0/5 L.s^{-1}$ می‌باشد.

۲) بیشترین سرعت مصرف N_2O_5، در ثانیه‌های اولیهٔ فرایند واکنش می‌باشد.

۳) نسبت سرعت مصرف واکنش‌دهنده به مجموع سرعت تولید فراورده‌ها برحسب مول بر ثانیه، $0/4$ است.

۴) می‌توان گفت اگر واکنش با همین سرعت ثابت پیش برود، بعد از ۸۰ ثانیه کامل می‌شود.

۱۷- کدام گزینه نادرست است؟ $(H=۱, C=۱۲: g.mol^{-۱})$

۱) اگر در ساختار پلی‌اتن سنگین به‌جای اتم‌های هیدروژن اتم فلوئور قرار دهیم، تفلون حاصل خواهد شد.

۲) تعداد پیوندهای دوگانه در هر واحد تکرارشونده پلی‌استیرن با این تعداد در هر مولکول بنزن برابر است.

۳) جرم مولی پلی‌استیرنی که در ساختار آن ۷۵۰ پیوند دوگانه وجود دارد، ۲۶۰۰۰ گرم بر مول است.

۴) تفلون نقطهٔ ذوب و واکنش‌پذیری بالایی دارد و در حلال‌های آلی حل نمی‌شود.

۱۸- مقداری کافی از الکل سازنده عامل‌استری موجود در آناناس را با ۴۵ گرم از اسید سازنده عامل‌استری موجود در موز، در شرایط مناسب ترکیب کرده‌ایم تا به‌طور کامل واکنش دهند و طی واکنش یک استر به‌وجود آید. برای سوختن کامل این استر، به چند لیتر گاز اکسیژن با چگالی $۱/۶ g.L^{-۱}$ نیاز داریم؟ $(O=۱۶, C=۱۲, H=۱: g.mol^{-۱})$

۱) ۱۵۰ ۲) ۷۵

۳) ۱۲۰ ۴) ۸۰

۱۹- وینیل‌کلرید با سبک‌ترین عضو خانوادهٔ الکل‌های تک‌عاملی در کدام یک از ویژگی‌های زیر مشابه است؟

۱) شمار جفت الکترون‌های پیوندی ۲) شمار جفت الکترون‌های ناپیوندی

۳) شمار اتم‌های سازنده ۴) شرکت در واکنش‌های پلیمری شدن

۲۰- کدام یک از گزینه‌های زیر، دربارهٔ پلیمرهای سبز نادرست است؟

۱) این پلیمرها توسط جانداران ذره‌بینی تجزیه می‌شوند.

۲) در ساختار آن‌ها فقط اتم‌های کربن و هیدروژن به کار رفته است.

۳) پلاستیک‌های تهیه شده از پلی‌لاکتیک اسید، قابلیت تبدیل شدن به کود را دارند.

۴) اگر پلیمرهای سبز در طبیعت رها شوند، پس از چند ماه به مولکول‌های ساده مثل آب و کربن دی‌اکسید تبدیل می‌شوند.

آزمون شیمی یازدهم قلمچی ۲۸ آذر ۱۴۰۴

۱- کدام موارد، دربارهٔ عنصرهای گروه چهاردهم درست هستند؟

الف) ژرمانیم (Ge) و قلع (Sn)، مانند دیگر عنصرهای هم‌گروه خود، در واکنش با دیگر اتم‌ها الکترون به اشتراک می‌گذارند.

ب) سیلیسیم (Si)، رسانایی گرمایی و الکتریکی بالایی دارد و در اثر ضربه خرد می‌شود.

پ) ژرمانیم (Ge)، با تنها نافلز مایع جدول تناوبی، (در دمای اتاق) هم‌دوره است.

ت) شعاع اتمی قلع (Sn) بزرگ‌تر از شعاع اتمی سیلیسیم (Si) است.

۱) الف و پ ۲) ت و ب ۳) پ و ت ۴) الف و ت

۲- کدام یک از مقایسه‌های انجام شده در مورد عنصرهای داده شده نادرست است؟

۱) تمایل به از دست دادن الکترون: $_{۴}Be > _{۱۲}Mg > _{۲۰}Ca$

۲) رسانایی الکتریکی: $_{۱۴}Si > _{۱۳}Al > _{۱۲}Mg$

۳) شعاع اتمی: $_{۲۰}Ca > _{۳۲}Ge > _{۳۴}Se$

۴) خصلت نافلزی: $_{۸}O > _{۱۶}S > _{۳۴}Se$

۳- عدد اتمی چهار عنصر A، B، C و D به ترتیب ۶، ۱۳، ۱۷ و ۱۹ می‌باشد. کدام عبارت‌ها صحیح‌اند؟

الف) پایداری ترکیبات عنصر D از خود عنصر D بیشتر است.

ب) از واکنش میان عناصر C و D یک ترکیب مولکولی تشکیل می‌شود.

پ) عنصر A می‌تواند در تشکیل پیوند کووالانسی با عناصر دیگر الکترون از دست بدهد.

ت) عنصر C در دمای ۲۹۸K به آرامی با گاز هیدروژن واکنش می‌دهد.

۱) الف و ب ۲) الف و ت ۳) ب و پ ۴) پ و ت

۴- در گروه فلزهای قلیایی خاکی، ..... گروه هالوژن‌ها، با ..... عدد اتمی، شعاع اتمی عنصرها افزایش می‌یابد و در این گروه، ..... گروه هالوژن‌ها، واکنش‌پذیری عناصر از بالا به پایین، ..... می‌یابد.

۱) برخلاف- کاهش- همانند- افزایش
۲) همانند- افزایش- برخلاف- افزایش
۳) برخلاف- افزایش- برخلاف- کاهش
۴) همانند- کاهش- همانند- کاهش

۵- اگر عنصر $_aX$ نخستین عنصر گروه ۱۷ و عنصر $_bY$ آخرین عنصر دورهٔ چهارم جدول تناوبی باشد، کدام یک از گزینه‌های زیر به درستی بیان شده است؟

۱) عنصری که با عنصر Y هم‌دوره و عدد اتمی آن $b-۴$ است، اولین شبه‌فلز در گروه خود می‌باشد.

۲) اختلاف عدد اتمی عناصر X و Y از اختلاف عدد اتمی اولین و دومین فلز گروه ۱۴ جدول تناوبی کمتر است.

۳) عنصری که با عنصر X هم‌گروه و در خانهٔ زیر آن در جدول تناوبی قرار دارد، در دمای اتاق به سرعت با گاز هیدروژن واکنش می‌دهد.

۴) عنصری که هم‌گروه با عنصر $_{b-۱}A$ است و در خانهٔ پایین آن در جدول تناوبی قرار دارد، شعاع اتمی و خصلت نافلزی بیشتری نسبت به عنصر A دارد.

۶- با توجه به دو واکنش زیر که مربوط به شناسایی کاتیون موجود در اکسیدی از آهن است، کدام مطلب درست است؟

$(Fe = ۵۶\ ,\ O = ۱۶ : g.mol^{-۱})$

I) اکسیدآهن $+ HCl(aq) \rightarrow A(aq) + H_۲O(l)$
II) $A(aq) + NaOH(aq) \rightarrow Fe(OH)_۳(x) + NaCl(y)$

۱) نسبت شمار کاتیون به آنیون در هر دو ترکیب A و اکسید آهن یکسان و برابر با ۳ است.

۲) نسبت مجموع ضرایب مواد در معادلهٔ موازنه شدهٔ (I) به معادلهٔ موازنه شدهٔ (II) برابر با ۱/۲ است.

۳) در هر گرم از این اکسید آهن، ۰/۷ گرم آهن وجود دارد.

۴) حالت فیزیکی x و y به ترتیب aq و s است.

۷- کدام مورد از نظر درستی یا نادرستی با عبارت زیر مشابه است؟

«واکنش‌پذیری هر عنصر به معنای تمایل اتم آن به انجام واکنش شیمیایی است.»

۱) به‌طور معمول هر چه واکنش‌پذیری یک فلز بیشتر باشد، استخراج آن از ترکیباتش آسان‌تر است.

۲) در واکنش‌های شیمیایی که به‌طور طبیعی انجام می‌شوند، فراورده‌ها معمولاً پایدارتر از واکنش‌دهنده‌ها هستند.

۳) واکنش $Fe_۲O_۳$ با فلز سدیم، یک روش اقتصادی‌تر برای استخراج آهن نسبت به استفاده از کربن است.

۴) در واکنش «$۲Fe_۲O_۳ + ۳C \rightarrow ۴Fe + ۳CO_۲$»، کربن به عنوان عامل اکسنده ایفای نقش می‌کند.

۸- مخلوطی از فلزهای منیزیم و آهن به جرم ۴۵۰ گرم را با ۴۰۰ گرم $TiCl_۴$ با خلوص ٪۸۰ وارد واکنش می‌کنیم. اگر فلز واکنش‌دهنده موجود در مخلوط به‌طور کامل مصرف شود، درصد جرمی فلز آهن در مخلوط اولیهٔ دو فلز به تقریب کدام است؟

$(Mg = ۲۴ , Fe = ۵۶ , Cl = ۳۵/۵ , Ti = ۴۸ : g.mol^{-۱})$

۱) ۶۲ ۲) ۷۲ ۳) ۸۲ ۴) ۹۲

۹- در واکنش تجزیهٔ ساکارز هدف تولید گلوکز است اما بعضی اوقات واکنش جانبی اکسایش ساکارز رخ می‌دهد. اگر ۶۸۴ گرم ساکارز به منظور تجزیه به گلوکز مصرف ولی در هر دو واکنش اصلی و جانبی صرف شود و ۵۲۸ گرم کربن دی‌اکسید تولید شود، بازده واکنش تجزیهٔ ساکارز (تولید گلوکز) چند درصد است؟ (معادلهٔ واکنش‌ها موازنه شوند و $H = ۱ , C = ۱۲ , O = ۱۶ : g.mol^{-۱}$)

اصلی : $C_{۱۲}H_{۲۲}O_{۱۱} + H_۲O \rightarrow C_۶H_{۱۲}O_۶$

جانبی : $C_{۱۲}H_{۲۲}O_{۱۱} + O_۲ \rightarrow CO_۲ + H_۲O$

۱) ۱۰۰ ۲) ۲۵ ۳) ۷۵ ۴) ۵۰

۱۰- فرض کنید ۶۰ تن گیاه برداشت شده برای استخراج کادمیم (Cd) حاوی ٪۰/۰۲ جرمی کادمیم باشد، اگر ٪۱۰ از این کادمیم در فرایند استخراج از بین برود و قیمت هر کیلوگرم کادمیم ۱,۵۰۰,۰۰۰ واحد باشد، ارزش کل کادمیم استخراجی چند میلیون واحد است؟

۱) ۸/۱ ۲) ۱۰/۸ ۳) ۱۶/۲ ۴) ۱۸/۶

۱- درستی یا نادرستی مطالب زیر در کدام گزینه آمده است؟

- اولین و محتمل‌ترین دلیل جستجوی منابع فلزی در اعماق دریا، کشف بقایای کشتی‌های غرق شده حامل طلا و جواهرات است که ارزش تاریخی بالایی دارند.
- گنج عظیم اعماق دریا فقط به صورت سولفید چندین فلز واسطه یافت می‌شود که آن‌ها را به منبعی کارآمدتر از نظر غلظت نسبت به ذخایر زمینی تبدیل کرده است.
- با وجود عدم نیاز به منابع شیمیایی کاهش این منابع در سنگ‌کره محرک شیمی‌دان‌ها برای جستجوی منابع تازه در اعماق اقیانوس‌ها بوده است.
- اگر مجموع هزینه‌های بهره‌برداری از یک معدن با در نظر گرفتن همهٔ ملاحظه‌های اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی کمترین مقدار ممکن باشد، آن کشور در مسیر پیشرفت پایدار قرار دارد.
- فرایند استخراج فلزات از منابع دریایی، نیازمند به‌کارگیری مداوم و پیشرفتهٔ دانش شیمیایی برای جداسازی و پالایش مواد است.

۱) نادرست، نادرست، نادرست، درست، درست
۲) نادرست، درست، درست، نادرست، درست
۳) درست، نادرست، درست، درست، نادرست
۴) نادرست، درست، نادرست، درست، درست

۲- تفاوت اصلی در مرحلهٔ دفع بین کیسهٔ پلاستیکی و پاکت کاغذی، از دیدگاه تأثیر بر محیط زیست در کدام گزینه بیان شده است؟

۱) بر اثر دفن کردن پاکت کاغذی، گاز متان تولید می‌شود در حالی که کیسهٔ پلاستیکی بر اثر دفن شدن تجزیه نمی‌شود
۲) حمل و نقل پسماندهای پلاستیکی برخلاف حمل و نقل پسماندهای کاغذی سبب آلودگی هوا می‌شود.
۳) کیسهٔ پلاستیکی در صورت سوزاندن، آلودگی بسیار کمتری نسبت به سوزاندن کاغذ ایجاد می‌کند.
۴) هر سه روش مرحلهٔ دفع پاکت‌های کاغذی نمی‌تواند باعث آلودگی هوا شود.

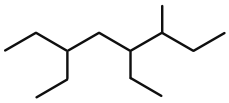
۳- کدام مورد درست است؟

۱) امروزه دو نقش اساسی نفت خام در دنیای کنونی، فقط تأمین گرما و سوخت وسایل نقلیه است.
۲) در استخراج آهن، به ازای استخراج ۱ کیلوگرم آهن تقریباً ۳ کیلوگرم سنگ معدن آهن استفاده می‌شود.
۳) مقدار گرمای آزاد شده از احتراق یک گرم بنزین، ۱/۶ برابر گرمای حاصل از سوختن همان مقدار زغال‌سنگ است.
۴) انرژی ذخیره شده حاصل از بازیافت هفت قوطی فولادی می‌تواند یک لامپ ۱۰۰ واتی را در حدود ۲۵ ساعت روشن نگه دارد.

۴- با قرار گرفتن گروه اتیل به جای یکی از شاخه‌های متیل در ۲، ۲- دی‌متیل پروپان، جرم این ماده به تقریب چند درصد افزایش می‌یابد و نام ترکیب حاصل کدام است؟ $(C = ۱۲ , H = ۱ : g.mol^{-1})$

۱) ۱۹/۴ ، ۲- متیل پنتان
۲) ۱۶/۲ ، ۲- متیل پنتان
۳) ۱۹/۴ ، ۲، ۲- دی متیل بوتان
۴) ۱۶/۲ ، ۲، ۲- دی متیل بوتان

۵- با توجه به ساختار داده شده، کدام گزینهٔ زیر درست است؟



۱) درصد جرمی کربن در آن تقریباً برابر ۸۵ درصد است.
۲) مولکول آن در میدان الکتریکی جهت‌گیری می‌کند.
۳) نام آیوپاک آن، ۳، ۵- دی اتیل ۶- متیل اوکتان است.
۴) تعداد کربن آن برابر مجموع تعداد کربن نفتالن و نخستین عضو خانوادهٔ آلکن‌ها است.

۶- چه تعداد از مقایسه‌های زیر در رابطه با آلکان‌های راست زنجیر هپتان (a) و بوتان (b) درست است؟

- قدرت نیروی بین مولکولی: $a > b$
- نسبت شمار اتم‌های هیدروژن به کربن: $b > a$
- نقطهٔ جوش: $b > a$
- تفاوت شمار پیوندهای $C-H$ و $C-C$ در مولکول : $a > b$

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۷- کدام یک از عبارات زیر دربارهٔ ترکیبی با فرمول شیمیایی C_xH_y نادرست است؟

الف) اگر مقدار y دو برابر مقدار x باشد، قطعاً می‌توان گفت این ترکیب سیرنشده است.

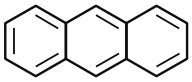
ب) اگر مقدار x با مقدار y برابر باشد، این ترکیب می‌تواند مربوط به سرگروه ترکیبات آروماتیک باشد.

پ) اگر y برابر با $2x+2$ باشد، با افزایش مقدار x، گران‌روی این ترکیب همانند نقطهٔ جوش آن افزایش می‌یابد.

ت) در فرمول شیمیایی ترکیبی که مدت‌ها به عنوان ضد بید برای نگهداری لباس به کار می‌رفت مقدار x کوچک‌تر از y است.

۱) الف و ب ۲) الف و ت ۳) ب و پ ۴) پ و ت

۸- آنتراسن جزئی از قطران زغال سنگ است که ساختار آن در زیر نمایش داده شده است. هر مول از این ماده با چند مول گاز اکسیژن می‌سوزد و جرم مولی آنتراسن با جرم مولی نفتالن چند واحد تفاوت دارد؟ (فرض کنید در معادلهٔ سوختن آنتراسن ۵۰ درصد کربن‌ها به جای تبدیل شدن به کربن دی‌اکسید به کربن مونوکسید تبدیل شوند.) $(H=1 , C=12 , O=16 : g.mol^{-1})$



۱) ۱۶/۵ ، ۶۲ ۲) ۱۶/۵ ، ۵۰

۳) ۱۳ ، ۵۰ ۴) ۱۳ ، ۶۲

۹- کدام گزینه درست است؟

۱) بیش از ۱۰٪ نفت خام در تولید خوراک پتروشیمی به کار می‌رود.

۲) به مرحلهٔ جدا کردن نمک‌ها، اسیدها و آب از نفت خام، پالایش می‌گویند.

۳) در نفت سنگین کشورهای عربی، میزان درصد نفت کوره از مجموع درصدهای سایر اجزای آن بیشتر است.

۴) مقایسهٔ اندازهٔ مولکول‌های اجزای نفت خام به صورت: نفت کوره > نفت سفید > گازوئیل > بنزین است.

۱۰- مخلوط گازهای پروپان، پروپن و پروپین، به جرم ۹/۶ گرم، در اثر واکنش با مقدار کافی برم مایع و تبدیل به فراورده‌های سیرشده، ۲۰۰ درصد افزایش جرم دارد. اگر تفاوت حجم گاز(ها) در ابتدا و انتهای واکنش برابر ۱/۵۶۸ لیتر (در شرایط STP) باشد، جرم پروپان در مخلوط اولیه چند گرم است؟ $(H=1 , C=12 , Br=80 : g.mol^{-1})$

۱) ۵/۹۶ ۲) ۶/۷۶ ۳) ۷/۲۹ ۴) ۸/۹۶

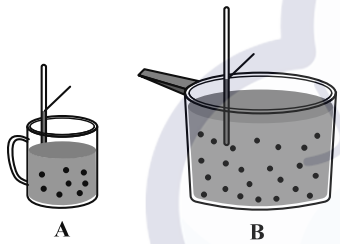
آزمون‌ش‌ی‌می 11 قلمچی 24 بهمن

۱- درستی یا نادرستی مطالب زیر در کدام گزینه آمده است؟

- انرژی پتانسیل یک ماده در واقع همان گرمایی است که در طول واکنش آزاد یا جذب می‌شود.
- انرژی پتانسیل موجود در یک ماده، معادل با انرژی جنبشی ذرات سازندهٔ آن ماده در دمای ثابت است.
- ویژگی بنیادی مشترک در همهٔ واکنش‌های شیمیایی، صرف‌نظر از مشاهدهٔ تغییرات فیزیکی، داد و ستد انرژی به شکل نور است.
- اگر دمای مواد واکنش‌دهنده و فراورده در پایان یک واکنش یکسان باشد، نشان‌دهندهٔ عدم تبادل گرما با محیط است.

۱) نادرست، نادرست، نادرست، نادرست
۲) درست، درست، درست، درست
۳) درست، نادرست، نادرست، درست
۴) نادرست، درست، درست، درست

۲- با توجه به شکل زیر کدام یک از گزینه‌های زیر درست است؟ (انرژی گرمایی ظرف A بیشتر از B است و ماده‌های درون هر دو ظرف یکسان است.)

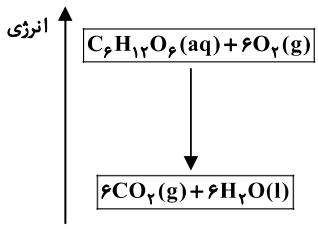


۱) می‌توان گفت ظرفیت گرمایی ظرف A بیشتر از B است.
۲) میانگین تندی ذرات در ظرف A بیشتر از B است.
۳) مجموع انرژی جنبشی ظرف B بیشتر از ظرف A می‌باشد.
۴) در شرایط یکسان، به ازای تغییر زمان یکسان برای دو ظرف، تخم‌مرغ در ظرف B بهتر از ظرف A خواهد پخت.

۳- گاز هیدروژن سولفید براساس یک فرایند گرماده اکسایش پیدا می‌کند. مقدار گرمای آزاد شده در کدام یک از معادله‌های زیر در مقایسه با سایر موارد کمتر است؟

۱) $2H_2S(l)+3O_2(g)\rightarrow 2SO_2(g)+2H_2O(l)$
۲) $2H_2S(l)+3O_2(g)\rightarrow 2SO_2(g)+2H_2O(g)$
۳) $2H_2S(g)+3O_2(g)\rightarrow 2SO_2(g)+2H_2O(g)$
۴) $2H_2S(g)+3O_2(g)\rightarrow 2SO_2(g)+2H_2O(l)$

۴- با توجه به نمودار مقابل که مربوط به اکسایش گلوکز در بدن است. کدام گزینه نادرست است؟



۱) در انجام این فرایند انرژی از سامانه به محیط انتقال می‌یابد.
۲) براساس نمودار، سطح انرژی فراورده‌ها از واکنش‌دهنده‌ها پایین‌تر است.
۳) علامت گرما در این واکنش با علامت گرما در واکنش سوختن گاز متان یکسان نیست.
۴) دمای واکنش‌دهنده‌ها پیش از آغاز واکنش با دمای فراورده‌ها پس از انجام واکنش به تقریب برابر است.

۵- کدام مطلب درست است؟

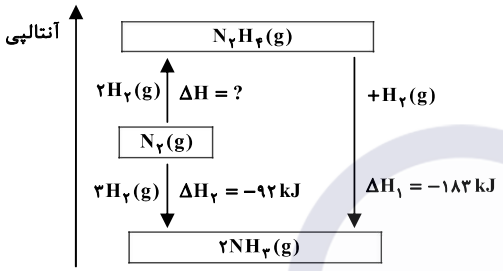
۱) آنتالپی واکنش $N_2H_4(g) \rightarrow 2NH_2(g)$ معادل میانگین آنتالپی پیوند $N-N$ است.

۲) آنتالپی پیوند $H-F$ از آنتالپی پیوند $H-Cl$ بیشتر اما از آنتالپی پیوند $O=O$ کمتر است.

۳) اگر میانگین آنتالپی پیوند کربن- کربن در اتان برابر a باشد میانگین آنتالپی پیوند کربن- کربن در اتین از ۲a کمتر است.

۴) اگر آنتالپی واکنش $CH_4(g) \rightarrow C(g)+4H(g)$ برابر ۱۶۶۰kJ باشد، میانگین آنتالپی هر کدام از پیوندهای $C-H$ برابر $412\,kJ.mol^{-1}$ است.

۶- با توجه به نمودار داده شده، در اثر واکنش ۰/۶ گرم گاز هیدروژن با مقدار کافی گاز نیتروژن و تولید هیدرازین، چند کیلوژول گرما مصرف می‌شود؟ $(N=14\,,\,H=1:g.mol^{-1})$



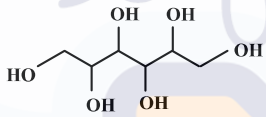
۱) ۱۳/۸۰

۲) ۱۳/۶۵

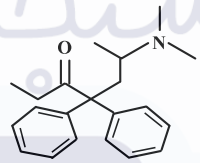
۳) ۳۳/۶

۴) ۵۵/۹

۷- سوربیتول (ترکیب A) در برخی مواد خوراکی و میوه‌ها وجود دارد و متادون (ترکیب B) ماده‌ای است که برای مهار اعتیاد به برخی مواد مخدر به کار می‌رود، با توجه به ساختار این دو ترکیب، کدام مطلب نادرست است؟ $(H=1\,,\,C=12\,,\,O=16:g.mol^{-1})$



A



B

۱) در ساختار ترکیب B، چهار اتم کربن وجود دارد که به هیچ هیدروژنی اتصال ندارند.

۲) مجموع شمار اتم‌های هیدروژن و اکسیژن در ترکیب B دو برابر شمار اتم‌های هیدروژن در ترکیب A است.

۳) ۲- هپتانون یکی از ترکیب‌های موجود در میخک است که گروه عاملی آن در ترکیب B هم مشاهده می‌شود.

۴) در ترکیب A همانند اتیلن گلیکول، گروه عاملی هیدروکسیل وجود دارد و اختلاف جرم مولی A و اتیلن گلیکول، برابر جرم مولی نفتالن است.

۸- کدام گزینه درست است؟

۱) گروه عاملی، آرایش منظمی از اتم‌هاست که تنها بر خواص فیزیکی (رنگ، بو، طعم و ...) مولکول آلی دارای آن، تاثیر می‌گذارد.

۲) اگر یک ترکیب آلی، حاوی گروه عاملی هیدروکسیل باشد، می‌توان گفت این ترکیب نوعی الکل است، اما قطعاً بوی مشخصی ندارد.

۳) اگر دو ترکیب آلی اکسیژن‌دار، با گروه‌های عاملی متفاوت با یکدیگر ایزومر باشند، تفاوت در خواص آن‌ها به دلیل تفاوت در جرم مولی آن‌ها خواهد بود.

۴) تفاوت در محل اتصال گروه‌های عاملی به اسکلت کربنی، عاملی است که بر تمایز خواص دو ترکیب از خانوادهٔ کتون‌ها با تعداد کربن یکسان تأثیرگذار است.

۹- به کمک گرمای تولید شده به ازای تولید ۶۷/۲ لیتر گاز هیدروژن کلرید در واکنش $NH_3(g)+Cl_2(g) \rightarrow N_2(g)+HCl(g)$ بـه تقریب دمای چند کیلوگرم آلومینیم را می‌توان به اندازهٔ $30^\circ C$ افزایش داد و در این واکنش به ازای تولید ۳ مول گاز قطبی، چند گرم گاز کلر واکنش داده است؟ (معادلهٔ واکنش موازنه شود)

(حجم مولی گازها در شرایط واکنش برابر ۲۲/۴ لیتر برمول است، $c_{Al}=0/9\frac{kJ}{kg.^\circ C}$ و $Cl=35/5 g.mol^{-1}$)

پیوند	$N-H$	$Cl-Cl$	$N\equiv N$	$H-Cl$
آنتالپی پیوند (میانگین) $(kJ.mol^{-1})$	۳۹۰	۲۴۰	۹۴۴	۴۳۱

۱) ۸/۷ ، ۱۰۶/۵
۲) ۹/۵ ، ۱۰۹/۵
۳) ۹/۵ ، ۱۰۶/۵
۴) ۸/۷ ، ۱۰۹/۵

۱۰- از سوختن کامل $3/01\times10^{22}$ مولکول بوتان ۱۴۳/۸۵ کیلوژول گرما آزاد می‌شـود. ΔH واکـنش $4C(s)+5H_2(g) \rightarrow C_4H_{10}(g)$ چند کیلوژول است؟

$C(s)+O_2(g) \rightarrow CO_2(g)+393/5 kJ$

$H_2O(l)+285/8 kJ \rightarrow H_2(g)+\frac{1}{2}O_2(g)$

۱) ۱۳۶
۲) ۱۲۶
۳) -۱۳۶
۴) -۱۲۶

شیمی قلمچی‌یازدهم10اسفند 1403

۱- کدام گزینه درست است؟

۱) تجربه نشان می‌دهد که محیط سرد، خشک و روشن برای نگه‌داری انواع مواد غذایی مناسب‌تر از محیط گرم، مرطوب و تاریک است.

۲) برای نگه‌داری سالم برخی خوراکی‌ها، آن‌ها را با خالی کردن هوای درون ظرف بسته‌بندی می‌کنند تا گازهای واکنش‌پذیری مثل نیتروژن و اکسیژن موجب فساد مواد غذایی نشوند.

۳) قاووت به دلیل اینکه به حالت پودر درآمده است دیرتر از مغز آفتابگردان و پسته فاسد می‌شود.

۴) نور سبب شکستن برخی پیوندهای شیمیایی می‌شود. به همین دلیل روغن‌های مایع را اغلب در ظروف مات و کدر بسته‌بندی می‌کنند.

۲- چند مورد از عبارت‌های زیر درست است؟

آ) گسترهٔ زمانی واکنش‌ها از چند صدم ثانیه تا چند سده را دربرمی‌گیرد.

ب) شیمی‌دان‌ها آهنگ واکنش را در گسترهٔ معینی از زمان با نام سرعت واکنش بیان می‌کنند.

پ) انفجار، واکنش شیمیایی بسیار سریعی است که در آن مقدار کمی مادهٔ منفجر شونده به حالت جامد، مایع یا گاز، حجم زیادی از گازهای داغ را تولید می‌کند.

ت) الیاف آهن در هوا نمی‌سوزد، در حالی که همان مقدار الیاف آهن در هر حالتی در یک ارلن پر از اکسیژن می‌سوزد.

۱) صفر ۲) ۴ ۳) ۳ ۴) ۲

۳- تکه‌ای فلز آهن را در ۳۰mL محلول یک مولار هیدروکلریک اسید قرار می‌دهیم تا با یکدیگر واکنش دهند. چه تعداد از موارد زیر سرعت این واکنش را افزایش می‌دهند؟

آ) افزودن ۲۰mL هیدروکلریک اسید ۰/۵ مولار به محلول اولیه

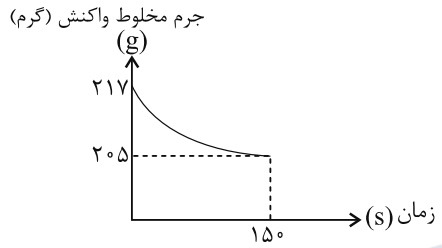
ب) افزودن ۶۰mL هیدروکلریک اسید یک مولار به محلول اولیه

پ) قرار دادن ظرف واکنش در آب داغ آزمون وی ای پی

ت) استفاده از ایزوتوپ ^{۵۴}Fe به جای ^{۵۶}Fe

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۴- نمودار زیر مربوط به واکنش: (معادله موازنه شود.) $Cu(s)+HNO_3(aq)\rightarrow Cu(NO_3)_2(aq)+NO(g)+H_2O(l)$ است. سرعت متوسط مصرف نیتریک اسید از ابتدا تا ثانیه ۱۵۰ پس از شروع واکنش، چند $mol.min^{-1}$ است؟ $(H=1, N=14, O=16 : g.mol^{-1})$



۱) ۰/۰۸

۲) ۰/۱۶

۳) ۰/۳۲

۴) ۰/۶۴

۵- اگر $48/16\times10^{22}$ مولکول N_2O_5 در یک ظرف سربستهٔ ۶ لیتری قرار گرفته و در شرایط مناسب طبق واکنش $2N_2O_5(g)\rightarrow 4NO_2(g)+O_2(g)$ تجزیه شده و پس از ۵۰ ثانیه از ابتدای واکنش، مجموع تعداد مولکول‌های موجود در ظرف برابر با $66/22\times10^{22}$ باشد، سرعت تولید گاز اکسیژن در این بازهٔ زمانی برحسب $mol.L^{-1}.min^{-1}$ چقدر بوده است؟

$(N=14, O=16 : g.mol^{-1})$

۱) ۰/۰۱ ۲) ۰/۰۲ ۳) ۰/۰۴ ۴) ۰/۰۸

۶- کدام گزینه از نظر درستی یا نادرستی با سایر گزینه‌ها متفاوت است؟

۱) شیب نمودار مول- زمان برای هر یک از شرکت‌کننده‌ها در واکنش، متناسب با ضریب استوکیومتری آن است.

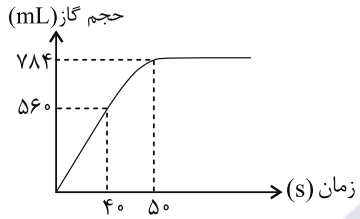
۲) هرچه به پایان واکنش نزدیک می‌شویم، قدرمطلق شیب نمودار «مول- زمان» در واکنش‌دهنده‌ها مانند فراورده‌ها، کوچکتر می‌شود و به سمت صفر نزدیک‌تر می‌شود.

۳) رادیکال‌ها، گونه‌های فعال و پایداری هستند که در ساختار خود الکترون جفت نشده دارند، در واقع حاوی اتم‌هایی هستند که از قاعده هشتایی پیروی نمی‌کنند.

۴) افزودن کاتالیزگر به واکنش، باعث افزایش شیب منحنی نمودار مول- زمان برای فراورده می‌شود.

۷- با توجه به نمودار زیر که به تغییرات حجم گاز در واکنش (موازنه نشدهٔ) مربوط در شرایط STP است، سرعت متوسط مصرف HCl از ابتدا تا انتها چند $mol.min^{-1}$ می‌باشد و در این واکنش چند گرم کلسیم کربنات با خلوص ۷۰ درصد مصرف می‌شود؟ $(C=۱۲ , O=۱۶ , Ca=۴۰ : g.mol^{-1})$ (گزینه‌ها را از راست به چپ بخوانید.)

$$CaCO_۳(s)+HCl(aq)\rightarrow CO_۲(g)+CaCl_۲(aq)+H_۲O(l)$$



۱) ۳/۵ ـ ۰/۰۴۲

۲) ۳/۵ ـ ۰/۰۸۴

۳) ۵ ـ ۰/۰۴۲

۴) ۵ ـ ۰/۰۸۴

۸- اگر در واکنش زیر در هر ۱۵ ثانیه، ۸/۴ لیتر از گازهای واکنش‌دهنده در شرایط STP مصرف شوند، سرعت متوسط تولید ترکیب ۵ اتمی در محصولات، چند $mol.min^{-1}$ است؟

$$P_۴+SO_۲+Cl_۲\rightarrow SOCl_۲+POCl_۳$$ (واکنش موازنه شود.)

۱) $\frac{۷}{۳}$ ۲) $\frac{۵}{۷}$ ۳) $\frac{۷}{۵}$ ۴) $\frac{۳}{۷}$

۹- کدام گزینه نادرست است؟

۱) استفاده از غذاهای بومی و محلی موجب کاهش مصرف انرژی می‌شود.

۲) خرید به اندازهٔ نیاز موجب کاهش تولید پسماند و زباله می‌شود.

۳) سالانه حدود ۳۰٪ از غذایی که در جهان فراهم می‌شود، به زباله تبدیل شده و مصرف نمی‌شود.

۴) سهم تولید گاز کربن دی‌اکسید در ردپای غذا کمتر از سوختن سوخت‌های فسیلی در خودروها و کارخانه‌هاست.

۱۰- با توجه به معادله‌های ترموشیمیایی زیر، اگر نمونه‌هایی به جرم ۸/۸۸ گرم ازکلسیم کلرید و آمونیوم نیترات را به صورت همزمان در ۱۰۰ گرم آب خالص با دمای $۲۵^{\circ}C$ حل کنیم، دمای آب به تقریب چند درجهٔ سلسیوس و چگونه تغییر می‌کند؟ (نمک‌ها به طور کامل در آب حل می‌شوند و گرمای ویژهٔ محلول نهایی $۴J.g^{-1}.^{\circ}C^{-1}$ است؛ $NH_۴NO_۳=۸۰, CaCl_۲=۱۱۱ : g.mol^{-1}$)

$$NH_۴NO_۳(s)\xrightarrow{\text{درآب}}NH_۴^{+}(aq)+NO_۳^{-}(aq)\ ;\ |\Delta H|=۲۶kJ$$

$$CaCl_۲(s)\xrightarrow{\text{درآب}}Ca^{۲+}(aq)+۲Cl^{-}(aq)\ ;\ |\Delta H|=۸۳kJ$$

۱) کاهش، ۶ ۲) افزایش، ۶ ۳) کاهش، ۸ ۴) افزایش، ۸

شیمی قلمچی‌یازدهم24اسفند 1403

۱- کدام موارد از مطالب زیر درست است؟

الف) حدود ۵۰ درصد از لباس‌های تولیدی در جهان از پنبه تهیه می‌شود.

ب) نوع عنصرهای سازندهٔ الیاف پنبه با نوع عنصرهای سازندهٔ اتانول یکسان است.

پ) سلولز، نشاسته و اتن همگی درشت مولکول محسوب شده و اندازهٔ مولکول آن‌ها بسیار بزرگ است.

ت) اگر گاز $C_۲H_۴$ را در فشار بالا گرما دهیم، جامد سفید رنگی به دست می‌آید که جرم مولی آن اغلب ده‌ها هزار گرم بر مول است.

ث) تعیین تعداد دقیق مونومرهای شرکت‌کننده در یک واکنش پلیمری شدن ممکن نیست و تاکنون هیچ قاعده‌ای برای چگونگی اتصال مونومرها به یکدیگر ارائه نشده است.

۱) الف ، ب ، ت ۲) ب ، ت ، ث ۳) الف ، ب ، پ ۴) الف ، پ ، ث

۲- درصد جرمی اولین نافلز گروه ۱۷، در مخلوطی از وینیل کلرید و تترافلوئورواتن برابر ۵۷٪ است. اگر در شرایط مناسب و یکسان این دو ماده در واکنش بسپارش شرکت کنند و جرم پلیمر تولید شده از هر کدام، با هم برابر باشد، نسبت بازده این دو واکنش کدام گزینه می‌تواند باشد؟ (شمار واحدهای تکرارشونده در هر دو پلیمر برابر است.) $(H = ۱ , C = ۱۲ , F = ۱۹ , Cl = ۳۵/۵ : g.mol^{-۱})$

۱) ۲ ۲) ۶ ۳) $\frac{۱}{۳}$ ۴) $\frac{۱}{۴}$

۳- کدام گزینه از نظر درستی یا نادرستی با سایر گزینه‌ها متفاوت است؟

۱) پلی‌استرها، دسته‌ای از پلیمرها هستند که از اتم‌های H ، C ، N و O تشکیل شده‌اند.

۲) بو و طعم خوش آناناس به دلیل وجود استری به نام اتیل اتانوات در آن است.

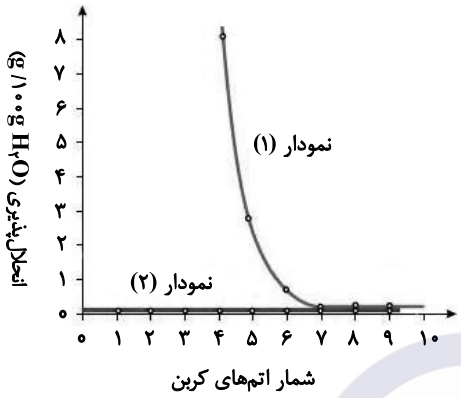
۳) یک پلی استر با n گروه عاملی دارای ۴n الکترون ناپیوندی است.

۴) ساده‌ترین استر شامل ۲ اتم کربن است.

۴- در کدام گزینه فرمول مولکولی پلی‌استر نشان داده شده، ساده‌ترین واحد تکرارشونده را دارد؟

۱) $(C_۴H_۶O_۴)_n$ ۲) $(C_۳H_۴O_۴)_n$ ۳) $(C_۴H_۴O_۴)_n$ ۴) $(C_۳H_۲O_۴)_n$

۵- با توجه به نمودار زیر که انحلال‌پذیری آلکان‌های راست زنجیر و الکل‌ها را نشان می‌دهد، کدام عبارت‌ها درست هستند؟



الف) نمودار ۱ مربوط به انحلال‌پذیری الکل‌ها و نمودار ۲ مربوط به انحلال‌پذیری آلکان‌های راست زنجیر است.

ب) آلکان‌ها به دلیل ناقطبی بودن محلول در آب نیستند.

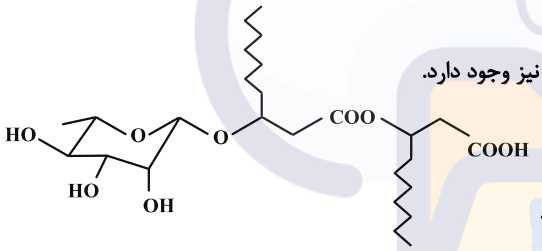
پ) با کاهش تعداد کربن در الکل‌ها، خصلت آب دوستی آن‌ها کاهش می‌یابد.

ت) الکل‌های سبک (تا ۵ کربن) با تشکیل پیوند هیدروژنی در آب به خوبی حل می‌شوند.

۱) الف ، ت　　۲) ب ، پ

۳) پ ، ت　　۴) الف ، ب ، ت

۶- «رامنولیپید» ترکیبی از گلیکولیپیدها است که توسط نوعی باکتری تولید می‌شود. چه تعداد از عبارت‌های زیر در مورد ساختار این ترکیب درست است؟



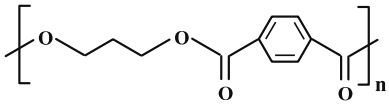
- تمامی گروه‌های عاملی موجود در ساختار ویتامین C، در این ترکیب نیز وجود دارد.
- فرمول مولکولی ساختار $C_{۲۶}H_{۴۸}O_۹$ است.
- تنوع نیروهای بین‌مولکولی در آن همانند اعضای خانوادهٔ الکل‌ها است.
- بیش از ۲۵٪ اتم‌های کربن در ساختار آن تنها به یک اتم هیدروژن متصل هستند.

۱) ۱　　۲) ۲　　۳) ۳　　۴) ۴

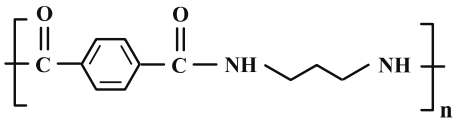
۷- ۲۳ گرم اتانول را با مقدار کافی از یک کربوکسیلیک اسید تک عاملی با گروه هیدروکربنی سیرشده وارد واکنش کرده‌ایم. اگر تفاوت جرم استر و آب تولید شده برابر با ۴۹ گرم باشد، شمار پیوندهای اشتراکی در هر مولکول از اسید آلی به کار رفته در تهیهٔ این استر به تقریب چند برابر تعداد پیوندهای اشتراکی در هر مولکول از ساده‌ترین آمید است؟ $(O=۱۶ , C=۱۲ , H=۱ : g.mol^{-1})$

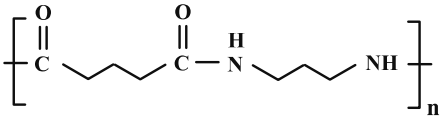
۱) ۱/۲۲　　۲) ۱/۵۵　　۳) ۱/۸۳　　۴) ۲/۳۳

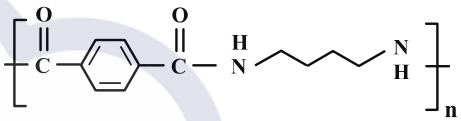
۸- کدام یک از گزینه‌های زیر نشان‌دهندهٔ فراوردهٔ پلیمری حاصل از واکنش دی اسید سازندهٔ پلی بوتیلن ترفتالیک داده شده با $H_2N(CH_2)_3NH_2$ خواهد بود؟

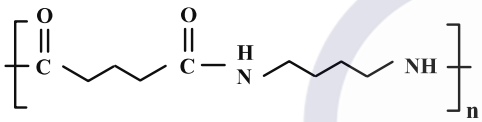


پلی بوتیلن ترفتالیک

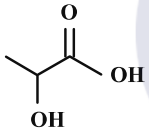
۱) 

۲) 

۳) 

۴) 

۹- از واکنش پلیمری شدن کامل ۱ گرم از ترکیب زیر، چند گرم پلیمر حاصل می‌شود؟ $(C = ۱۲ , H = ۱ , O = ۱۶ : g.mol^{-1})$



۱) ۰/۷۵

۲) ۰/۸

۳) ۰/۹

۴) ۱

۱۰- کدام گزینه از نظر درستی یا نادرستی با سایر گزینه‌ها متفاوت است؟

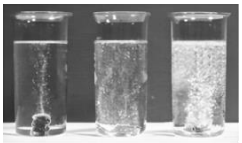
۱) به دسته‌ای از پلیمرها که اگر در طبیعت رها شوند، توسط جانداران ذره‌بینی تجزیه می‌شوند و دوستدار محیط‌زیست هستند، پلیمر سبز می‌گویند.

۲) پلیمرهای سبز بعد از تجزیه شدن در طبیعت به مولکول‌های ساده‌ای مانند آب و کربن دی‌اکسید تبدیل می‌شوند.

۳) شیر ترش شده دارای پلی‌لاکتیک اسید است.

۴) پلیمرهای سبز را می‌توان از فراورده‌های کشاورزی مانند سیب‌زمینی، ذرت و نیشکر تهیه کرد.

۱- با توجه به شکل مقابل که واکنش دو فلز از گروه دوم و یک فلز از گروه دوازدهم جدول دوره‌ای را با هیدروکلریک اسید نشان می‌دهد، کدام مطلب درست است؟



(A) (B) (C)

۱) فلز A، یک فلز واسطه بوده و خصلت فلزی آن از فلز B بیشتر است.

۲) شعاع اتمی عنصر C از عنصر B بیشتر بوده و واکنش‌پذیری آن کمتر از A است.

۳) تمایل عنصر C برای تبدیل شدن به کاتیون با بار +۲، کم‌تر از تمایل دو عنصر دیگر است.

۴) آرایش الکترونی فلز C به زیرلایه s ختم شده و شدت نور حاصل از واکنش آن با کلر، بیشتر از واکنش فلز B است.

۲- واکنش موازنه نشدهٔ زیر، در یک محلول آبی و با استفاده از نمونه‌های هیدروژن پراکسید و نیتریک اسید که درصد خلوص آن‌ها به‌ترتیب برابر با ۵۰٪ و ۲۰٪ است، انجام می‌شود. اگر تفاوت جرم هیدروژن پراکسید و نیتریک اسید مصرف شده برابر با ۳۱ گرم باشد، در این واکنش چند میلی‌لیتر گاز اکسیژن در شرایط استاندارد تولید خواهد شد؟
($K = ۳۹ , O = ۱۶ , N = ۱۴ , H = ۱ : g.mol^{-۱}$)

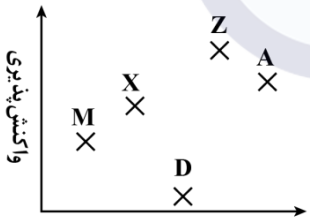
$$H_۲O_۲(l) + KMnO_۴(aq) + HNO_۳(s) \rightarrow Mn(NO_۳)_۲(aq) + O_۲(g) + KNO_۳(aq) + H_۲O(l)$$

۱) ۸۴۰ ۲) ۱۶۸۰ ۳) ۱۱۲۰ ۴) ۲۲۴۰

۳- یک نمونه از گاز اکسیژن، در شرایط استاندارد ۱۳۴۴۰ میلی‌لیتر حجم دارد. اگر ۵/۸ گرم گاز آرگون را با این نمونه اکسیژن مخلوط کنیم، درصد خلوص گاز اکسیژن در نمونه مورد نظر چقدر می‌شود؟ ($O = ۱۶\ g.mol^{-۱}$)

۱) ۶۸/۴ ۲) ۸۱/۶ ۳) ۷۲/۴ ۴) ۷۶/۸

۴- نمودار مقابل، مقایسه واکنش‌پذیری پنج عنصر متوالی از تناوب دوم را به‌صورت نامرتب نشان می‌دهد. از میان این عناصر، بزرگ‌ترین شعاع اتمی مربوط به کدام عنصر بوده و فرمول شیمیایی ترکیب حاصل از واکنش گاز کلر با عنصر X به چه صورت خواهد بود؟



۱) $XCl_۲ - M$

۲) $XCl_۳ - M$

۳) $XCl_۲ - Z$

۴) $XCl_۳ - Z$

۵- کدام موارد از عبارت‌های زیر درست است؟

الف ـ قلع رسانایی گرمایی بالایی داشته و شعاع اتم‌های آن بزرگ‌تر از شعاع اتم‌های سرب است.

ب ـ همه عناصر موجود در گروه ۱۴، در مقایسه با عنصری با عدد اتمی ۵۳، رسانایی الکتریکی بیشتری دارند.

ج ـ فقط یکی از عناصر موجود در تناوب دوم، در مقایسه با عناصر قبل و بعد از خود واکنش‌پذیری کمتری دارد.

د ـ در سال‌های اخیر، میزان تولید و مصرف مواد معدنی در مقایسه با میزان تولید و مصرف فلزها بیشتر بوده است.

۱) «الف» و «ب» ۲) «ب» و «د» ۳) «الف» و «ج» ۴) «ب» و «ج»

۶- واکنش $SF_4(g) + 2H_2O(l) \rightarrow SO_2(g) + 4HF(g)$، با مصرف شدن ۶۰ گرم گاز SF_4 با خلوص ۹۰٪ انجام شده و طی این فرایند، ۱۲ گرم گاز هیدروژن فلوئورید تولید شده است. بازده درصدی واکنش انجام شده چقدر بوده و در این فرایند، چند لیتر گاز گوگرد دی‌اکسید با حجم مولی ۳۰ لیتر، تولید می‌شود؟

$(S = 32 , F = 19 , H = 1 : g.mol^{-1})$

۱) ۱۵ ـ ۴/۵ ۲) ۱۵ ـ ۹ ۳) ۳۰ ـ ۴/۵ ۴) ۳۰ ـ ۹

۷- در یک واحد صنعتی، در هر ثانیه ۵۷۰ گرم آب وارد مخزنی از گاز فلوئور می‌شود. اگر بازده این فرایند برابر با ۷۵ درصد باشد، تولید هیدروفلوئوریک اسید در این واحد، برابر با چند تن در هر ساعت است؟

(معادله واکنش موازنه شود. $F = 19 , O = 16 , H = 1 : g.mol^{-1}$)

$F_2(g) + H_2O(l) \rightarrow HF(aq) + O_2(g)$

۱) ۱۰/۲۶ ۲) ۵/۱۳ ۳) ۳/۴۲ ۴) ۶/۸۴

۸- کدام‌یک از مطالب زیر، نادرست است؟

۱) عنصری از گروه ۱۷ که دارای کوچک‌ترین شعاع اتمی است، در دمای اتاق به سرعت با گاز H_2 واکنش می‌دهد.

۲) جدول ژانت شامل ۵ دسته s، p، d، f و g شده و همانند جدول دوره‌ای امروزی، با مدل کوانتومی هم‌خوانی دارد.

۳) اولین فلز واسطه، نسبت به پتاسیم شعاع بزرگ‌تری داشته و یکی از خواص فیزیکی آن، داشتن رسانایی گرمایی است.

۴) هر عنصر جامد از جدول دوره‌ای که در واکنش با نافلزها الکترون به اشتراکی می‌گذارد، در اثر ضربه چکش خرد می‌شود.

۹- کدام موارد از عبارت‌های زیر درست است؟

الف ـ در تناوب سوم جدول دوره‌ای، بیشترین تفاوت شعاع اتمی دو عنصر متوالی مربوط به عناصر Al و Si است.

ب ـ فقط دو مورد از عناصر موجود در تناوب چهارم، دارای ۵ زیرلایه ۲ الکترونی در آرایش الکترونی خود هستند.

ج ـ محلول حاصل از واکنش فلز آهن با محلول HCl، در واکنش با محلول $NaOH$ رسوب قرمز رنگ تولید می‌کند.

د ـ برای استخراج فلزهای قلیایی از نمک کلرید آن‌ها، می‌توان از فلز قلیایی خاکی هم‌دوره با فلز مورد نظر استفاده کرد.

۱) «الف» و «ب» ۲) «ب» و «ج» ۳) «الف» و «د» ۴) «ج» و «د»

۱۰- با شرکت ۴۸ گرم SiO_2 ناخالص در واکنش $SiO_2(s) + 3C(s) \rightarrow SiC(s) + 2CO(g)$، ۴/۴۸ لیتر گاز کربن مونوکسید در شرایط استاندارد تولید شده است. درصد ناخالصی در این نمونه از SiO_2 چقدر بوده و جرم اتم‌های کربن موجود در SiC تولید شده با جرم اتم‌های کربن موجود در چند گرم اتانول برابر است؟

$(Si = 28 , O = 16 , C = 12 , H = 1 : g.mol^{-1})$

۱) ۸۷/۵ – ۴/۶ ۲) ۱۲/۵ – ۴/۶ ۳) ۸۷/۵ – ۲/۳ ۴) ۱۲/۵ – ۲/۳

۱۱- برای تولید ۱۶۰ گرم محلول اتانول با درصد جرمی ۸۰/۵٪ طی واکنش تخمیر بی‌هوازی گلوکز، به چند گرم گلوکز با خلوص ۷۲٪ نیاز بوده و فراورده گازی حاصل از این فرایند را بر اثر سوزاندن کامل چند مول بوتانوئیک اسید می‌توان به‌دست آورد؟

$(O = ۱۶ , C = ۱۲ , H = ۱ : g.mol^{-۱})$

۱) ۲۷۰ – ۰/۶ ۲) ۲۷۰ – ۰/۷ ۳) ۳۵۰ – ۰/۶ ۴) ۳۵۰ – ۰/۷

۱۲- کدام‌یک از مطالب زیر، درست است؟

۱) واکنش‌پذیری فلز سدیم در مقایسه با فلز سزیم کمتر بوده و در واکنش این فلز با گاز کلر، نور قرمز رنگ گسیل می‌شود.
۲) فرمول ترکیب حاصل از واکنش نافلز مایع دورهٔ ۴ با فلزی از دورهٔ سوم با کمترین خاصیت فلزی، به‌صورت $MX_۳$ است.
۳) از آلومینیم مذاب تولید شده در واکنش ترمیت برای جوش دادن قطعات موجود در خطوط ریلی استفاده می‌شود.
۴) طلا خاصیت چکش‌خواری زیادی داشته و تنها فلزی است که به شکل آزاد در طبیعت یافت می‌شود.

۱۳- اگر واکنش زیر با استفاده از محلول ۰/۱ مولار پتاسیم هیدروکسید با بازدهٔ ۸۰ درصد انجام شده و ۲ گرم مس(II) هیدروکسید با خلوص ۴۹ درصد تشکیل شود، در این واکنش چند میلی‌لیتر محلول پتاسیم هیدروکسید مصرف شده است؟

$(Cu(OH)_۲ = ۹۸\ g.mol^{-۱})$

$KOH(aq) + Cu(NO_۳)_۲(aq) \rightarrow Cu(OH)_۲(s) + KNO_۳(aq)$ **(معادلهٔ واکنش را موازنه کنید.)**

۱) ۱۲۵ ۲) ۲۵۰ ۳) ۳۷۵ ۴) ۵۰۰

۱۴- کدام‌یک از مطالب زیر، نادرست است؟

۱) مقدار عدد کوانتومی اصلی برای بیرونی‌ترین زیرلایه الکترونی همه عناصر واسطه تناوب چهارم، با هم برابر است.
۲) اولین عنصری که قاعده آفبا در رسم آرایش الکترونی آن رعایت نمی‌شود، دارای ۵ الکترون با $n + l = ۵$ است.
۳) اگر در استخراج آهن از $Fe_۲O_۳$، به‌جای گرافیت از CO استفاده شود، مقدار گاز گلخانه‌ای تولید شده کاهش می‌یابد.
۴) بین عناصر پتاسیم، مس و آهن، با افزایش عدد اتمی عناصر، تأمین شرایط مورد نیاز برای نگهداری فلز آسان‌تر می‌شود.

۱- کدام‌یک از مطالب زیر نادرست است؟

۱) فلز طلا، رسانایی الکتریکی بالایی داشته و روش گیاه‌پالایی برای استخراج آن از خاک، صرفه اقتصادی دارد.

۲) منگنز، پنجمین فلز واسطه جدول تناوبی بوده و برخی از مناطق کف اقیانوس، محتوی کلوخه‌هایی از آن هستند.

۳) دفن کردن پاکت‌های کاغذی، برخلاف دفن کردن کیسه‌های پلاستیکی، با تولید گازهای آلاینده هوا همراه نیست.

۴) فلزها، منابع تجدیدناپذیر بوده و وسایل ساخته شده از آن‌ها، طی خوردگی و فرسایش به سنگ معدن تبدیل می‌شوند.

۲- کدام موارد از عبارت‌های زیر درست هستند؟

الف ــ در واکنش استخراج فلز مس در معدن سرچشمه، اکسیدی از گوگرد با مولکول‌های سه اتمی خطی تولید می‌شود.

ب ــ فلزی از تناوب چهارم که تعداد الکترون برابری در ۲ زیرلایه آخر خود دارد، در تولید بدنه دوچرخه کاربرد دارد.

ج ــ واکنش‌پذیرترین عنصر جامد از تناوب دوم، در مقایسه با سایر عناصر این تناوب شعاع اتمی کوچک‌تری دارد.

د ــ عنصری از تناوب سوم که با $_{۱۱۴}Fl$ در یک گروه مشابه قرار دارد، در ساخت سلول خورشیدی استفاده می‌شود.

۱) «الف» و «ج» ۲) «الف» و «د» ۳) «ب» و «ج» ۴) «ب» و «د»

۳- در واکنش هیدروژن‌دار شدن اتن در حضور فلز نیکل، فرایند زیر نیز به‌عنوان یک واکنش جانبی انجام می‌شود. اگر جرم متان تولید شده در این فرایند، ۱/۶ برابر جرم اتان تولید شده در آن باشد، بازده درصدی این واکنش چقدر است؟ ($C = ۱۲ , H = ۱ : g.mol^{-۱}$)

$$C_۲H_۴(g) + ۲H_۲(g) \rightarrow ۲CH_۴(g)$$

۱) ۴۰ ۲) ۶۰ ۳) ۲۵ ۴) ۷۵

۴- کدام‌یک از مطالب زیر در رابطه با نفت خام نادرست است؟

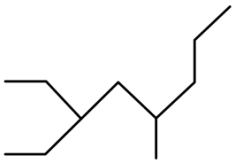
۱) نفت خام، به رنگ سیاه یا قهوه‌ای متمایل به سبز دیده شده و در تولید مواد منفجره و برخی شوینده‌ها کاربرد دارد.

۲) بیشتر از ۵۰ درصد از نفت خام استخراج شده، به‌عنوان سوخت در وسایل نقلیه و یا در نیروگاه‌ها مصرف می‌شود.

۳) عنصر اصلی سازندهٔ آن، در ساختار همهٔ ترکیب‌های خود ۴ پیوند تشکیل داده و به آرایش هشت‌تایی می‌رسد.

۴) در یک نمونه از نفت خام، هیدروکربن‌های حلقوی پیدا می‌شوند که همانند گاز اتن، سیرنشده هستند.

۵- نوعی آلکان با ساختار مقابل، بر اساس قواعد آیوپاک چه نام داشته و این ماده، نسبت به کدام ترکیب ایزومر است؟



۱) ۳-اتیل-۵-متیل اوکتان | هگزامتیل پنتان

۲) ۳-اتیل-۵-متیل اوکتان | ۳،۳-دی‌اتیل هگزان

۳) ۶-اتیل-۴-متیل اوکتان | هگزامتیل پنتان

۴) ۶-اتیل-۴-متیل اوکتان | ۳،۳-دی‌اتیل هگزان

۶- بر اثر سوزاندن کامل ۰/۲ مول از نوعی هیدروکربن غیرحلقوی، ۴۴/۸ لیتر گاز کربن دی‌اکسید و ۲۸/۸ گرم آب در شرایط استاندارد تولید شده است. هر مول از این هیدروکربن، با چند گرم گاز هیدروژن به‌طور کامل واکنش داده و سیر می‌شود؟ ($O = ۱۶ , C = ۱۲ , H = ۱ : g.mol^{-۱}$)

۱) ۴ ۲) ۶ ۳) ۸ ۴) ۱۰

۷- یک نمونه از ۳،۲-دی‌متیل بوتان با خلوص ۲۰٪ را در واکنش با ۷۶ گرم گاز اکسیژن، به‌طور کامل می‌سوزانیم. جرم آلکان مصرف شده در این فرایند برابر با چند گرم بوده و با انجام این فرایند در شرایط استاندارد، مجموع حجم گازهای موجود در ظرف واکنش به چه صورت تغییر می‌کند؟ ($O = ۱۶ , C = ۱۲ , H = ۱ : g.mol^{-۱}$)

۱) ۱۰۷/۵ ـ افزایش می‌یابد
۲) ۱۰۷/۵ ـ کاهش می‌یابد
۳) ۲۱۵ ـ افزایش می‌یابد
۴) ۲۱۵ ـ کاهش می‌یابد

۸- کدام موارد از عبارت‌های زیر درست هستند؟

الف ـ دی‌متیل پروپان، ساده‌ترین آلکانی است که در آن یک اتم کربن، به هیچ اتم هیدروژنی متصل نشده است.
ب ـ نیمی از اتم‌های کربن موجود در ساختار بوتان، دارای عدد اکسایش ۲- بوده و به ۲ اتم H متصل شده‌اند.
ج ـ کربوهیدرات‌ها، بخش عمده نفت خام را تشکیل داده و در ساختار آن‌ها، فقط اتم C و H وجود دارد.
د ـ گریس، نسبت به وازلین چسبنده‌تر بوده و نوع نیروهای بین‌مولکولی در آن، وان‌درواالسی است.

۱) «الف» و «ب»
۲) «ب» و «ج»
۳) «ج» و «د»
۴) «الف» و «د»

۹- کدام‌یک از مطالب زیر درست است؟

۱) آلکان‌ها، از جمله مواد غیرسمی بوده و با انداختن نفتالن در یک نمونه مایع از آن‌ها، نفتالن در این مواد حل می‌شود.
۲) فراورده واکنش اتن با آب، زرد رنگ بوده و از آن به‌عنوان مادهٔ ضدعفونی‌کننده و یا حلال صنعتی استفاده می‌شود.
۳) اتن، در اغلب گیاهان وجود داشته و در ساختار آن، برخلاف بنزن، هر اتم کربن به ۳ اتم دیگر متصل شده است.
۴) در ساختار هیچ مدل از هیدروکربن‌های غیرحلقوی، شمار اتم‌های هیدروژن کمتر از شمار اتم‌های کربن نیست.

۱۰- کدام‌یک از مطالب زیر نادرست است؟

۱) گازوئیل، جزئی از نفت خام بوده و اندازه ذرات سازنده آن، نسبت به ذرات سازنده بنزین بزرگ‌تر است.
۲) در یک نمونه نفت برنت دریای شمال، درصد نفت کوره کمتر از درصد بنزین و خوراک پتروشیمی است.
۳) زغال سنگ، گاز متان از خود آزاد کرده و بر اثر سوزاندن آن، گاز نیتروژن دی‌اکسید نیز تولید می‌شود.
۴) در پالایشگاه، هیدروکربن‌های داغ از قسمت پایین به برج تقطیر وارد شده و دمای آن‌ها به‌تدریج کاهش می‌یابد.

۱۱- درصد جرمی اتم‌های کربن در نوعی آلکین، برابر با ۸۶/۴ درصد است. شمار اتم‌های هیدروژن موجود در ساختار این ماده، چند برابر شمار اتم‌های هیدروژن در ساختار بوتان است؟ ($C = ۱۲ , H = ۱ : g.mol^{-۱}$)

۱) ۲/۶
۲) ۲/۴
۳) ۳/۶
۴) ۳/۴

۱۲- چه تعداد از عبارت‌های زیر درست است؟

الف ــ نقطه جوش یک نمونه هگزان، کمتر از آب بوده و از این ماده برای حفاظت از آهن در برابر خوردگی استفاده می‌شود.

ب ــ مولکول اتان، از ذرات ناقطبی تشکیل شده و برخلاف مولکول کربن مونوکسید، به هموگلوبین خون متصل نمی‌شود.

ج ــ یک نمونه از هگزان، بی‌رنگ بوده و در مقایسه با یک نمونه مایع از اوکتان، تمایل کمتری به جاری شدن دارد.

د ــ هپتان، در هر مولکول خود دارای ۱۶ اتم هیدروژن بوده و از مواد موجود در نفت سفید به شمار می‌رود.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۱۳- کدام‌یک از مطالب زیر در رابطه با اعضای خانواده سیکلوآلکان‌ها نادرست است؟

۱) شمار اتم‌های هیدروژن در ساده‌ترین عضو این خانواده، نصف شمار اتم‌های هیدروژن در ۲-هپتین است.

۲) درصد جرمی هیدروژن در دومین عضو این خانواده، با درصد جرمی هیدروژن در ۲-هگزن برابر است.

۳) یکی از اعضای این خانواده را می‌توان طی واکنش بنزن با مقدار کافی از گاز هیدروژن، به‌دست آورد.

۴) برای تشخیص یک نمونه سیکلوپنتان از ۲ـ متیل بوتان، می‌توان از واکنش آن‌ها با برم استفاده کرد.

۱۴- اگر اتم‌های هیدروژن موجود در ساختار بنزن را با گروه متیل جایگزین کنیم، مجموع عدد اکسایش اتم‌های کربن در ساختار این ماده به اندازه ..... واحد تغییر کرده و برای سوزاندن ۰/۵ مول از ترکیب ایجاد شده، به ..... گرم گاز اکسیژن نیاز خواهیم داشت. ($O = ۱۶ , C = ۱۲ , H = ۱ : g.mol^{-۱}$)

۱) ۱۲ ـ ۲۶۴ ۲) ۱۸ ـ ۲۶۴ ۳) ۱۲ ـ ۲۳۲ ۴) ۱۸ ـ ۲۳۲

۱۵- مخلوطی از ۲-پنتن و پروپین به جرم ۱۸ گرم، با ۶۴ گرم بخار برم به‌طور کامل واکنش داده و سیر می‌شود. جرم ۲-پنتن موجود در مخلوط اولیه، چند برابر جرم پروپین موجود در آن بوده و طی این فرایند، مجموعاً چند گرم فراورده تولید می‌شود؟ ($Br = ۸۰ , C = ۱۲ , H = ۱ : g.mol^{-۱}$)

۱) ۳/۵ ـ ۶۶ ۲) ۲/۵ ـ ۶۶ ۳) ۳/۵ ـ ۸۲ ۴) ۲/۵ ـ ۸۲

۱- اگر برای شکستن پیوندهای موجود در ۰/۲ مول گاز Cl_2 و ۰/۴ گرم گاز هیدروژن، مجموعاً به ۱۳۵/۶ کیلوژول انرژی نیاز باشد، با توجه به معادله واکنش زیر، آنتالپی پیوند اشتراکی $H-Cl$ برابر با چند کیلوژول است؟
$(Cl = ۳۵/۵ , H = ۱ : g.mol^{-1})$

$$H_2(g) + Cl_2(g) \rightarrow 2HCl(g) \;\; ; \;\; \Delta H = -184kJ$$

۱) ۵۷۴ ۲) ۲۱۵/۵ ۳) ۲۸۷ ۴) ۴۳۱

۲- کدام موارد از عبارت‌های داده شده درست هستند؟

الف ـ شیر و فراورده‌های آن، منبعی برای تأمین کلسیم بوده و باعث پیشگیری و ترمیم پوکی استخوان می‌شوند.
ب ـ با دادن مقدار برابر گرما به ۵۰ گرم آب و ۷۵ گرم روغن، انرژی گرمایی روغن به مقدار بیشتری افزایش می‌یابد.
ج ـ فرایند گوارش و سوخت‌وساز بستنی در بدن انسان، برخلاف فرایند فتوسنتز انجام شده در گیاهان، گرماده است.
د ـ میزان جنب‌وجوش مولکول‌های آب در دمای $313K$، بیشتر از مقدار جنب‌وجوش مولکول‌های آن در دمای $50^{\circ}C$ است.

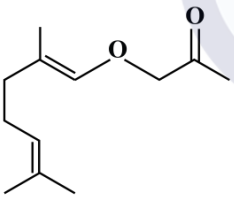
۱) «الف» و «ج» ۲) «الف» و «د» ۳) «ب» و «ج» ۴) «ب» و «د»

۳- از گرمای تولید شده در واکنش $4NH_3(g) + 3O_2(g) \rightarrow 6H_2O(g) + 2N_2(g) \;, \Delta H = -1664\ kJ$، برای انجام واکنش زیر استفاده می‌کنیم. اگر در مجموع این دو واکنش، ۱۲۰ لیتر فراورده گازی تولید شده باشد، در واکنش اول چند گرم آمونیاک مصرف شده است؟
(حجم هر مول ماده گازی در شرایط واکنش، ۳۰ لیتر است. $H = 1 , N = 14 : g.mol^{-1}$)

$$2C(s) + 2H_2(g) \rightarrow C_2H_4(g) \quad , \quad \Delta H = +52\ kJ$$

۱) ۲۰/۴ ۲) ۱۰/۲ ۳) ۱۳/۶ ۴) ۶/۸

۴- کدام‌یک از مطالب زیر در رابطه با ترکیب مقابل، نادرست است؟



۱) شمار اتم‌های هیدروژن موجود در این ماده، با شمار اتم‌های هیدروژن در نونان برابر است.
۲) یکی از گروه‌های عاملی موجود در این ماده، در ترکیب ایجادکننده بوی رازیانه وجود دارد.
۳) بین ذرات این ماده، برخلاف ذرات سازنده اتانول، امکان برقراری پیوند هیدروژنی وجود ندارد.
۴) دو مورد از اتم‌های کربن موجود در ساختار این ماده آلی، عدد اکسایش بزرگ‌تر از صفر دارند.

۵- گرمای حاصل از سوختن مقداری متان را به دو بخش مساوی تقسیم کرده و هر قسمت از آن را به نمونه‌هایی از آب با جرم ۲۰۰ گرم و اتانول با جرم ۷۰۰ گرم می‌دهیم. میزان تغییر دمای نمونه آب، چند برابر نمونه اتانول خواهد بود؟
(گرمای ویژه آب و اتانول، به ترتیب برابر با ۴/۲ و ۲/۴ ژول بر گرم بر درجه سلسیوس است.)

۱) ۱/۲۵ ۲) ۱/۵ ۳) ۲ ۴) ۲/۵

۶- واکنش تشکیل هیدرازین از عناصر سازنده، ..... واکنش تولید آمونیاک از عناصر سازنده، ..... بوده و با انجام آن در یک ظرف سربسته در دمای ثابت، تعداد مول مواد گازی موجود در ظرف ..... پیدا می‌کند.

۱) همانند ـ گرماگیر ـ افزایش ۲) همانند ـ گرماده ـ افزایش
۳) برخلاف ـ گرماده ـ کاهش ۴) برخلاف ـ گرماگیر ـ کاهش

۷- **کدام‌یک از مطالب زیر درست است؟**

۱) در دما و فشار معین، به مجموع انرژی پتانسیل ذرات سازندهٔ یک ماده، محتوای انرژی یا آنتالپی آن ماده گفته می‌شود.

۲) مقدار گرمای ویژه هر جسم، برخلاف ظرفیت گرمایی آن جسم، به جرم و نوع ماده سازنده آن جسم بستگی دارد.

۳) انتقال گرما میان دو جسم، قطعاً موجب کاهش تفاوت مجموع انرژی جنبشی ذرات سازنده دو جسم می‌شود.

۴) برای تولید مقدار مشخص از انرژی در واکنش سوختن، جرم الماس مورد نیاز کمتر از جرم گرافیت است.

۸- **با انرژی حاصل از واکنش مقدار کافی گاز هیدروژن کلرید با ۱۰۲ گرم گاز آمونیاک بر اساس معادلهٔ زیر، چند کیلوگرم آب را می‌توان از دمای $۳۵۳K$ به نقطه جوش رساند و با استفاده از نمک تولید شده، چند کیلوگرم محلول آبی با درصد جرمی ۱۰/۷٪ می‌توان تولید کرد؟** ($c_{\text{آب}} = ۴/۲\, J.g^{-۱}.°C^{-۱}$)

($Cl = ۳۵/۵ , N = ۱۴ , H = ۱ : g.mol^{-۱}$)

$$NH_۳(g) + HCl(g) \longrightarrow NH_۴Cl(s) + ۱۶۸kJ$$

۱) ۱۸ ـ ۲ ۲) ۱۲ ـ ۲ ۳) ۱۸ ـ ۳ ۴) ۱۲ ـ ۳

۹- **آنتالپی سوختن نوعی آلکین برابر با ۱۸۴۸- کیلوژول بر مول است. تعداد پیوندهای اشتراکی در ساختار این آلکین کدام است؟ (آنتالپی پیوندهای $C - H$, $C - C$, $C \equiv C$, $O = O$, $C = O$ و $O - H$ با یکای کیلوژول بر مول، به‌ترتیب برابر ۴۱۴، ۳۴۸، ۸۲۰، ۴۹۵، ۸۰۰ و ۴۶۳ در نظر گرفته شود و همه مواد شرکت‌کننده گازی هستند.)**

۱) ۵ ۲) ۸ ۳) ۱۱ ۴) ۱۴

۱۰- **کدام‌یک از مطالب زیر نادرست است؟**

۱) قدرمطلق مقدار گرمای مبادله‌شده در تبخیر مقدار مشخص از یک مایع، نسبت به انجماد همان مقدار مایع، بیشتر است.

۲) برای شکستن یک مول پیوند اشتراکی $Cl - Cl$، در مقایسه با یک مول پیوند $H - F$، انرژی بیشتری نیاز است.

۳) از میان چربی و روغن، ماده‌ای که ذرات آن در دمای اتاق جنبش‌های کمتری دارد، واکنش‌پذیری پایین‌تری دارد.

۴) در واکنش ترمیت، یک فلز مذاب تولید شده و این واکنش، همانند انحلال لیتیم سولفات در آب، گرماده است.

۱۱- **با توجه به واکنش‌های مقابل:**

۱) $OSCl_۲(l) + H_۲O(l) \longrightarrow SO_۲(g) + ۲HCl(g)$, $\Delta H = +۱۰\, kJ$

۲) $۲PCl_۳(l) + O_۲(g) \longrightarrow ۲OPCl_۳(l)$, $\Delta H = -۶۵۰/۲\, kJ$

۳) $۲P(s) + ۳Cl_۲(g) \longrightarrow ۲PCl_۳(l)$, $\Delta H = -۶۱۴/۸\, kJ$

۴) $۴HCl(g) + O_۲(g) \longrightarrow ۲Cl_۲(g) + ۲H_۲O(l)$, $\Delta H = -۲۰۲\, kJ$

به‌ازای تولید مجموعاً ۸ مول فراورده در واکنش $۲P(s) + ۲SO_۲(g) + ۵Cl_۲(g) \longrightarrow ۲OSCl_۲(l) + ۲OPCl_۳(l)$، چند کیلوژول انرژی آزاد می‌شود؟

۱) ۲۰۸۴ ۲) ۲۱۶۶ ۳) ۲۹۷۶ ۴) ۲۸۹۵

۱۲- کدام موارد از عبارت‌های داده شده درست هستند؟

الف ــ انرژی آزاد شده در واکنش اکسایش گلوکز، ناشی از تفاوت انرژی گرمایی مواد واکنش‌دهنده و فراورده‌ها خواهد بود.

ب ــ در یخچال صحرایی، گرمای لازم برای تبخیر آب از بدنه ظرف بیرونی، فقط از هوای گرم اطراف کوزه گرفته می‌شود.

ج ــ نسبت شمار اتم‌ها به شمار عناصر در گاز هیدرازین برابر ۳ بوده و این ماده از آمونیاک و نیتروژن، ناپایدارتر است.

د ــ آنتالپی واکنش تولید گاز مرداب از عناصر سازنده را می‌توان به‌طور دقیق با استفاده از قانون هس محاسبه کرد.

۱) «الف» و «ب» ۲) «ب» و «ج» ۳) «ج» و «د» ۴) «الف» و «د»

۱۳- ظرفیت گرمایی مایع A، دو برابر ظرفیت گرمایی مایع B است. اگر جرم مایع A، چهار برابر جرم مایع B باشد، کدام مورد زیر نادرست است؟

۱) گرمای ویژه مایع A، نصف گرمای ویژه مایع B است.

۲) پس از دادن گرمای برابر به این دو ماده، دمای آن‌ها به‌یقین با یکدیگر یکسان نخواهد شد.

۳) در صورت دادن مقدار گرمای برابر به این دو ماده، تغییر دمای مایع B، دو برابر مایع دیگر است.

۴) اگر تغییر دمای مایع A، دو برابر مایع دیگر باشد، گرمای داده شده به این ماده، ۴ برابر ماده دیگر بوده است.

۱۴- آنتالپی سوختن گاز اتن برابر با $-۱۴۰۰\ kJ.mol^{-1}$ است. با انرژی حاصل از سوزاندن ۷۲ لیتر گاز اتن در شرایط استاندارد، دمای چند کیلوگرم فلز آلومینیم را می‌توان به اندازه $۴۰^{\circ}C$ افزایش داد؟ (گرمای ویژه آلومینیم برابر ۰/۹ ژول بر گرم بر درجه سانتی‌گراد است.)

۱) ۲۵۰ ۲) ۱۲۵ ۳) ۵۰ ۴) ۲۵

۱۵- کدام‌یک از مطالب زیر نادرست است؟

۱) در بین ترکیب‌های آلی، همواره ترکیبی که جرم مولی بیشتری داشته باشد، گرمای سوختن مولی آن منفی‌تر است.

۲) به کمک گرماسنج لیوانی، می‌توان گرمای مبادله شده در انحلال پتاسیم کلرید در آب را در فشار ثابت اندازه گرفت.

۳) با افزایش اتم‌های کربن در آلکان‌ها، آنتالپی سوختن منفی‌تر شده، ارزش سوختی کاهش و دمای جوش افزایش می‌یابد.

۴) ΔH واکنش سوختن گلوکز در حالتی که H_2O به حالت مایع تولید شود، منفی‌تر از زمانی است که بخار آب تولید شود.

۱- کدام موارد از عبارت‌های زیر درست است؟

الف: آنتالپی واکنش تولید $CH_۴$، CO و $N_۲H_۴$ از عناصر سازنده آن‌ها را نمی‌توان به‌صورت مستقیم اندازه گرفت.

ب: انتقال گرما میان دو جسم، ممکن است با افزایش سطح انرژی جسمی با انرژی گرمایی بیشتر همراه باشد.

پ: با افزایش دمای واکنش‌دهنده‌ها طی سوختن بوتان، مقدار $|\Delta H|$ این واکنش شیمیایی ثابت می‌ماند.

ت: با تولید مقداری انرژی در واکنش اکسایش گلوکز در یاخته‌ها، دمای بدن انسان افزایش می‌یابد.

۱) «الف» و «پ» ۲) «الف» و «ب» ۳) «ب» و «ت» ۴) «پ» و «ت»

۲- مقدار ۱۰۵۰ گرم پتاسیم کلرات در یک بشر مطابق واکنش موازنه‌نشده $KClO_۳(s) \longrightarrow KCl(s) + O_۲(g)$ در اثر گرما، تجزیه می‌شود. اگر بعد از گذشت ۲ دقیقه و ۵۰ ثانیه، مجموع جرم مواد جامد موجود در ظرف به ۸۵۸ گرم برسد، سرعت متوسط تولید پتاسیم کلرید در این بازه تقریباً برابر با چند گرم بر ثانیه است؟

($K = ۳۹ : g.mol^{-۱}$ و $Cl = ۳۵/۵$ و $O = ۱۶$)

۱) ۲/۳۸ ۲) ۱/۷۵ ۳) ۱/۲۵ ۴) ۰/۹۶

۳- در یک ظرف یک لیتری، واکنش $AB_۲(g) \rightarrow A(g) + ۲B(g)$، به‌صورتی پیش می‌رود که در هر ۲۰ دقیقه غلظت مادهٔ اولیه ۸۰ درصد کاهش می‌یابد. اگر به ازای تجزیهٔ ۹۹/۲ درصد از مولکول‌های $AB_۲$ در این واکنش، ۲/۴۸ مول گاز B تولید شود، چند ساعت از آغاز واکنش سپری شده و مقدار اولیهٔ گاز $AB_۲$ چند مول بوده است؟

۱) ۱ ـ ۱/۲۵ ۲) ۱ ـ ۱/۵ ۳) ۲ ـ ۱/۲۵ ۴) ۲ ـ ۱/۵

۴- در یک واکنش، رابطهٔ $\overline{R}_A = -\frac{\Delta n_A}{\Delta t} = \frac{\Delta n_B}{\Delta t}$ برقرار است. اگر $\overline{R}_C = ۲\overline{R}_A$ باشد، کدام معادلهٔ شیمیایی را می‌توان برای این واکنش در نظر گرفت؟

۱) $A(g) \rightarrow B(g) + ۴C(g)$ ۲) $C(g) \rightarrow A(g) + ۲B(g)$

۳) $۲A(g) + B(g) \rightarrow C(g)$ ۴) $A(g) + ۲C(g) \rightarrow B(g)$

۵- کدام‌یک از مطالب زیر در رابطه با کلسترول درست است؟

۱) از میان پیوندهای موجود در ساختار مولکول آن، پیوند $C = C$ سخت‌تر از سایر پیوندها شکسته می‌شود.

۲) این ماده نوعی ترکیب آروماتیک بوده و گروه عاملی موجود در اتیلن‌گلیکول، در آن نیز وجود دارد.

۳) این ماده در شرایط مناسب با آب پیوند هیدروژنی برقرار کرده و به خوبی در آب حل می‌شود.

۴) همانند اتن، عدد اکسایش همه اتم‌های کربن موجود در این ماده کمتر از صفر خواهد بود.

۶- واکنش $CH_۳OH(g) \rightarrow CO(g) + ۲H_۲(g)$ را در شرایط استاندارد با وارد کردن ۴۴/۸ لیتر گاز متانول به یک سیلندر با پیستون متحرک آغاز می‌کنیم. اگر پس از گذشتن ۸ دقیقه، ۷۵ درصد از بخار متانول تجزیه شود، سرعت متوسط تولید گاز دواتمی جورهسته در این واکنش در طول این بازهٔ زمانی، برابر با چند $mol.s^{-۱}$ است؟

۱) $۲/۰۸ \times ۱۰^{-۳}$ ۲) $۴/۱۶ \times ۱۰^{-۳}$ ۳) $۶/۲۵ \times ۱۰^{-۳}$ ۴) $۱/۲۵ \times ۱۰^{-۲}$

۷- با توجه به واکنش‌های زیر، اگر سرعت تولید بخار آب در واکنش $N_2H_4(g) + O_2(g) \rightarrow N_2(g) + 2H_2O(g)$ برابر $3/45 L.min^{-1}$ باشد، پس از گذشت ۲۰ ثانیه، چند کیلوژول گرما در این واکنش آزاد می‌شود؟
(حجم مولی بخار آب برابر با $23 L.mol^{-1}$ است.)

$N_2(g) + 3H_2(g) \rightarrow 2NH_3(g)$, $\Delta H = -92 kJ$
$2H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2H_2O(g)$, $\Delta H = -242 kJ$
$N_2H_4(g) + H_2(g) \rightarrow 2NH_3(g)$, $\Delta H = -187 kJ$

۱) ۸/۰۷۵ ۲) ۸/۴۲۵ ۳) ۱۶/۱۵ ۴) ۱۶/۸۵

۸- کدام‌یک از مطالب زیر نادرست است؟

۱) نمک‌سود کردن، از روش‌هایی است که از آن برای افزایش زمان ماندگاری مواد غذایی مثل ماهی استفاده می‌شود.
۲) سرعت متوسط مصرف مواد در یک واکنش را همواره می‌توان با اندازه‌گیری تغییر جرم و یا فشار آن‌ها تعیین کرد.
۳) پودر زغال، نسبت به یک تکه زغال، سطح تماس بیشتری با اکسیژن داشته و سرعت سوختن آن بیشتر است.
۴) افزایش رطوبت محیط، همانند افزایش دمای محیط، سرعت فساد مواد غذایی را افزایش می‌دهد.

۹- چه تعداد از عبارت‌های زیر درست است؟

الف: ریختن گرد آهن روی شعله، همانند گرما دادن به الیاف آهن در حضور اکسیژن خالص، موجب سوختن آهن می‌شود.
ب: در واکنش تجزیه مالتوز، قند موجود در خون تولید شده و سرعت تغییر غلظت فراورده، ۲ برابر مالتوز است.
پ: کاغذ، به کمک رشته‌های سلولز ساخته شده و با تجزیه این ماده در طول زمان، کاغذ زرد و پوسیده می‌شود.
ت: با آغشته کردن قند به مقداری از خاک باغچه، واکنش سوختن این ماده با سرعت بیشتری انجام می‌شود.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۱۰- واکنش $SiO_2(s) + 2C(s) \rightarrow Si(l) + 2CO(g)$، با سرعت متوسط ۰/۲ مول بر دقیقه در شرایطی که چگالی گاز اکسیژن برابر $1/6 g.L^{-1}$ است، انجام می‌شود. با گذشتن چند ثانیه از ابتدای کار، به کمک گاز تولید شده می‌توان یک بادکنک کروی به شعاع $20 cm$ را پر از گاز کرد؟
(عدد π را برابر ۳ در نظر بگیرید. $C = 12 : g.mol^{-1}$ و $O = 16$)

۱) ۱۸۰ ۲) ۲۴۰ ۳) ۳۶۰ ۴) ۴۸۰

۱۱- در واکنش فلز روی با مقداری هیدروکلریک اسید، یک فراورده گازی ..... تولید شده و در صورت انحلال مقداری گاز ..... در محلول مورد نظر، سرعت تولید گاز در این محلول کاهش می‌یابد.

۱) ناقطبی ـ هیدروژن فلوئورید ۲) ناقطبی ـ آمونیاک
۳) قطبی ـ هیدروژن فلوئورید ۴) قطبی ـ آمونیاک

۱۲- محلولی از هیدروژن پراکسید به حجم ۵ لیتر و غلظت ۰/۴ مول بر لیتر در اختیار داریم. اگر نیمی از هیدروژن پراکسید موجود در این محلول در طول مدت زمان ۵۰ ثانیه تجزیه شود، سرعت متوسط تولید گاز اکسیژن در این واکنش برابر با چند مول بر دقیقه می‌شود؟

۱) ۰/۶ ۲) ۱/۲ ۳) ۰/۸ ۴) ۱/۶

۱۳- چه تعداد از عبارت‌های زیر درست است؟

الف: اسید آروماتیک موجود در تمشک، با کاهش سرعت برخی واکنش‌ها، مقدار فراورده نهایی حاصل را کاهش می‌دهد.

ب: لیکوپن، نوعی هیدروکربن است که می‌تواند با بخار برم واکنش بدهد و در هندوانه و گوجه‌فرنگی یافت می‌شود.

پ: ریزمغذی‌ها انواعی از ترکیب‌های آلی سیرنشده هستند که در حفظ سلامت بافت‌های بدن دخالت دارند.

ت: ردپای غذا، همانند ردپای آب، دو چهرهٔ آشکار و پنهان داشته و هدر دادن غذا، جزئی از آن است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۱۴- **محلولی از آهن(II) سولفات که حاوی ۱ مول از این ماده است، با فلز آلومینیم واکنش می‌دهد. با توجه به جدول زیر، سرعت متوسط مصرف فلز آلومینیم در دو دقیقه سوم برابر با چند میلی‌گرم بر ثانیه است؟** ($Al = ۲۷\ g.mol^{-۱}$)

زمان (دقیقه)	۰	۲	۴	۶	۸
غلظت کاتیون آهن ($mol.L^{-۱}$)	۲	۱/۲	۰/۶	۰/۴	۰/۳۲

۱) ۱۵ ۲) ۱۸ ۳) ۳۰ ۴) ۳۶

۱۵- **کدام‌یک از مطالب زیر در رابطه با واکنش $۲A(g) + B(g) \rightarrow ۳C(g) + D(g)$ که با حضور مقداری از واکنش‌دهنده‌ها در یک ظرف آغاز شده، نادرست است؟**

۱) در نمودار مول-زمان مواد، شیب نمودار گاز D می‌تواند با شیب نمودار مربوط به گاز B برابر شود.

۲) در طول هر بازه زمانی، مقدار تغییر غلظت گاز C، معادل با ۳ برابر مقدار تغییر غلظت گاز B است.

۳) با انجام شدن این واکنش در ظرفی به حجم ثابت، فشار گازها به‌تدریج کاهش می‌یابد.

۴) با افزودن کاتالیزگر به ظرف واکنش، سرعت متوسط مصرف گاز A افزایش می‌یابد.

۱- چه تعداد از عبارت‌های داده شده درست هستند؟

الف: پوشاک مورد استفاده هر قوم، نشان‌دهنده هنر، دانش، فناوری و آداب و رسوم آن قوم است.

ب: روغن زیتون و سلولز دو نمونه از درشت مولکول‌ها بوده و عناصر تشکیل‌دهنده آن‌ها یکسان است.

پ: شمار اتم‌های کربن در هر حلقه شش‌ضلعی موجود در سلولز، نصف شمار این اتم‌ها در مولکول نفتالن است.

ت: الیاف پنبه‌ای از سلولز ساخته شده و در سالیان اخیر، میزان تولید آن‌ها برخلاف پشم، سیر نزولی داشته است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۲- مقدار ۱۲/۶ گرم از مونومر مصرف شده در مراحل تولید سرنگ را با مقدار کافی برم مایع وارد واکنش می‌کنیم. اگر بازده واکنش انجام شده برابر با ۵۰٪ باشد، طی این فرایند چند گرم فراورده تولید می‌شود؟

($Br = ۸۰$ و $C = ۱۲$ و $H = ۱ : g.mol^{-۱}$)

۱) ۳۰/۳ ۲) ۴۵/۴۵ ۳) ۶۰/۶ ۴) ۱۵/۱۵

۳- کدام موارد از مطالب زیر، درست هستند؟

الف: در مونومر سازنده پلیمرهایی که در تهیه نخ دندان و کیسه خون کاربرد دارند، عناصری از گروه ۱۷ وجود دارد.

ب: پلی‌تترافلوئورواتن، یک ماده نچسب است و یک نمونه از آن در مقداری هگزان مایع و یا اتانول حل نمی‌شود.

پ: استفاده از لاکتیک‌اسید در تهیه پلیمرها، ردپای زیست‌محیطی کمتری نسبت به پلی‌استیرن ایجاد می‌کند.

ت: مولکول‌های اتن در واکنشی با $\Delta H < ۰$، به‌صورت پشت سرهم یا از کناره‌ها به یکدیگر متصل می‌شوند.

ث: حدود ۵۰٪ لباس‌های تولیدی در جهان، از الیاف طبیعی با مونومر هیدروکربنی تهیه می‌شوند.

۱) «الف»، «پ»، «ث» ۲) «ب»، «ت»، «ث»

۳) «ب»، «پ»، «ت»، «ث» ۴) «الف»، «ب»، «پ»، «ت»

۴- کدام‌یک از مطالب زیر نادرست است؟

۱) صنعت نساجی به تولید پوشاک مورد نیاز بشر پرداخته و موفقیت آن در گرو تأمین الیاف مورد نیاز است.

۲) نسبت شمار اتم‌های کربن به هیدروژن در هر مولکول استیرن، برابر با بنزن بوده و این ماده، $\mu > ۰$ دارد.

۳) با تغییر نسبت جرمی کاتالیزگرهای مختلف، می‌توان جرم مولی پلی‌اتن حاصل از واکنش بسپارش را تغییر داد.

۴) پلی‌پروپن، یک ماده سیرشده بوده و مولکولی از آن با n واحد تکرارشونده، $۳n$ پیوند $C - C$ در ساختار خود دارد.

۵- یک قطعه پلاستیکی از سه ماده پلی‌اتن، پلی‌وینیل کلرید و پلی‌سیانو اتن تشکیل‌شده است. اگر درصد جرمی عناصر کلر و نیتروژن به‌ترتیب در این قطعه برابر ۱۴/۲ و ۴/۲ درصد باشد، چند درصد از جرم این قطعه را پلی‌اتن تشکیل می‌دهد؟ ($Cl = ۳۵/۵ : g.mol^{-۱}$ و $N = ۱۴$ و $C = ۱۲$ و $H = ۱$)

۱) ۵۹/۱ ۲) ۵۲/۱ ۳) ۴۷/۲ ۴) ۴۲/۲

۶- در ساختار واحد تکرارشونده نوعی پلی‌آمید با فرمول شیمیایی $(C_{۱۰}H_{۱۸}N_۲O_۲)_n$، تعداد ..... جفت الکترون ناپیوندی وجود داشته و این ماده در ساختار خود ..... پیوند دوگانه است.

۱) ۶ ـ دارای ۲) ۶ ـ فاقد ۳) ۴ ـ دارای ۴) ۴ ـ فاقد

۷- کدام‌یک از مطالب زیر درست است؟

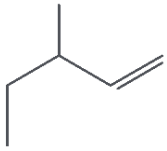
۱) کیسه پلاستیک موجود در مغازه‌ها و فروشگاه‌ها را با استفاده از پلی‌اتن سنگین می‌سازند.

۲) هر ترکیب آلی که دارای پیوند دوگانه کربن-کربن باشد، می‌تواند در واکنش بسپارش شرکت کند.

۳) در ساختار پلی‌اتن سبک، همانند مولکول اتیلن‌گلیکول، اتم‌های کربنی با عدد اکسایش ۱− وجود دارد.

۴) بین مولکول‌های سازنده تفلون، همانند مولکول‌های سازنده یک نمونه از سرکه، پیوند هیدروژنی برقرار می‌شود.

۸- از بسپارش مولکولی با ساختار زیر، برای تولید نوعی پلیمر استفاده می‌شود. به‌منظور تولید یک نمونه ۲۱۰ گرمی از پلیمر مورد نظر در واکنشی با بازده ۴۰٪، تقریباً به چند مولکول مونومر نیاز داریم؟ ($g.mol^{-1}$: $H = ۱$ و $C = ۱۲$)



۱) $۵/۰۲ \times ۱۰^{۲۴}$

۲) $۲/۵۱ \times ۱۰^{۲۴}$

۳) $۳/۷۶ \times ۱۰^{۲۴}$

۴) $۷/۵۲ \times ۱۰^{۲۴}$

۹- چند مورد از مطالب زیر در مورد ساده‌ترین آمین درست است؟

الف: این ماده در واکنش با پروپانوئیک اسید، نوعی آمید را ایجاد می‌کند.

ب: ضعیف‌ترین پیوند کووالانسی در ساختار این ماده پیوند $C - N$ است.

پ: تفاوت شمار جفت الکترون‌های ناپیوندی و جفت الکترون‌های پیوندی در آن برابر ۵ است.

ت: در یک نمونه خالص از آن، ۳ اتم هر مولکول می‌توانند در تشکیل پیوندهای هیدروژنی دخیل باشد.

۱) ۲ ۲) ۱ ۳) ۴ ۴) ۳

۱۰- کدام‌یک از مطالب زیر نادرست است؟

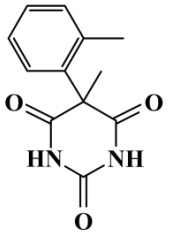
۱) هر ماده که توانایی تشکیل پیوند هیدروژنی با آب را داشته باشد، انحلال‌پذیری بیش از ۱ گرم در ۱۰۰ گرم آب دارد.

۲) متیل‌آمین، برخلاف متان و گاز CO، بوی نافذی داشته و از جمله موادی است که به‌صورت طبیعی یافت می‌شود.

۳) اسید سازنده استر ایجاد کننده طعم و بوی آناناس مشابه اسید سازنده استر ایجاد کننده بوی سیب است.

۴) فرمول مولکولی دو کربوکسیلیک اسید مختلف، می‌تواند مشابه به فرمول مولکولی پروپیل متانوات باشد.

۱۱- دربارهٔ ترکیبی با ساختار زیر، کدام مطلب نادرست است؟ ($g.mol^{-1}$: $H = ۱$ و $C = ۱۲$ و $N = ۱۴$ و $O = ۱۶$)



۱) نوعی ترکیب آروماتیک است و گروه عاملی کتونی و آمیدی دارد.

۲) درصد جرمی کربن در این ترکیب ۱۲ برابر درصد جرمی هیدروژن است.

۳) تعداد پیوندهای $C - C$ در آن برابر تعداد پیوندهای $C - H$ در نفتالن است.

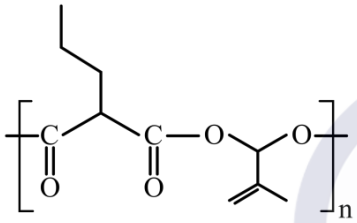
۴) تفاوت شمار جفت الکترون‌های پیوندی و جفت الکترون‌های ناپیوندی آن برابر ۲۸ است.

۱۲- مقدار ۳ مول از اسید موجود در محلول سرکه و ۳ مول از الکل زیر، در واکنش استری شدن شرکت داده شده است. اگر طی این فرایند ۴۰/۵ میلی‌لیتر آب تولید شود، بازدهٔ درصدی واکنش چقدر بوده و جرم استر تولید شده با درصد خلوص ۸۰٪، تقریباً برابر با چند گرم می‌شود؟

($O = ۱۶$ و $C = ۱۲$ و $H = ۱ : g.mol^{-۱}$)

۱) ۷۵ ـ ۳۶۵/۶
۲) ۷۵ ـ ۴۸۷/۵
۳) ۸۵ ـ ۳۶۵/۶
۴) ۸۵ ـ ۴۸۷/۵

۱۳- در واکنش تولید ترکیبی با ساختار مقابل، به ازای مصرف ۰/۲ مول مونومر چند گرم آب تولید شده و در انتهای این فرایند، جرم پلیمر تولید شده چند برابر جرم آب تولید شده است؟



($O = ۱۶$ و $C = ۱۲$ و $H = ۱ : g.mol^{-۱}$)

۱) ۳/۶ ـ ۱۱
۲) ۳/۶ ـ ۵/۵
۳) ۱/۸ ـ ۱۱
۴) ۱/۸ ـ ۵/۵

۱۴- با توجه به جدول زیر که داده‌های مربوط به واکنش آبکافت اتیل بوتانوات در یک محلول ۲ لیتری را نشان می‌دهد، سرعت متوسط آبکافت اتیل بوتانوات در بازهٔ زمانی صفر تا ۳۰ ثانیه، ..... مول بر دقیقه بوده و سرعت متوسط تولید بوتانوئیک اسید در این واکنش در بازهٔ زمانی ۴۵ تا ۹۰ ثانیه، ..... گرم بر لیتر دقیقه است.

($O = ۱۶$ و $C = ۱۲$ و $H = ۱ : g.mol^{-۱}$)

$[\text{استر}]\ (mol.L^{-۱})$	۰/۵۸	۰/۴۵	۰/۳۴	۰/۲۶	۰/۲	۰/۱۵	۰/۱۱
زمان (s)	۰	۱۵	۳۰	۴۵	۶۰	۷۵	۹۰

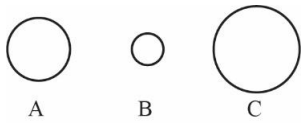
۱) ۰/۹۶ ـ ۸/۸
۲) ۰/۹۶ ـ ۱۷/۶
۳) ۰/۴۸ ـ ۸/۸
۴) ۰/۴۸ ـ ۱۷/۶

۱۵- چه تعداد از عبارت‌های داده شده درست هستند؟

الف: ۱-بوتانول، نسبت به دی‌اتیل‌اتر ایزومر بوده و خاصیت آب‌گریزی آن نسبت به الکل تهیه شده از چوب کم‌تر است.
ب: همواره شمار واحدهای تکرارشونده در ساختار یک پلیمر با شمار مونومرهای به‌کار رفته در آن پلیمر برابر است.
پ: در مرحله نخست از واکنش تولید پلی‌آمیدها، باید به دی‌آمین و دی‌اسید سازنده آن، مقداری گرما داده شود.
ت: کولار، نوعی پلی‌استر است که مقاومت و استحکام بالایی دارد و از آن در تهیه تایر اتومبیل استفاده می‌شود.

۱) ۱
۲) ۲
۳) ۳
۴) ۴

۱- شکل زیر شعاع نسبی سه عنصر متفاوت را نشان می‌دهد. با توجه به این شکل، کدام گزینه به ترتیب می‌تواند از راست به چپ، مربوط به عنصرهای C، B و A باشد؟



۱) کلسیم – کلر – سیلیسیم
۲) آلومینیم – کلسیم – گوگرد
۳) سدیم – کلر – فلوئور
۴) منیزیم – فسفر - پتاسیم

۲- عنصری از گروه چهاردهم جدول تناوبی که .....، ..... .

۱) از نظر شکل پذیری با هم‌گروه بالاتر از خود متفاوت است – با نخستین عنصری که الکترون با $l=۳$ دارد هم‌دوره است.
۲) تنها شبه‌فلز دورهٔ خود محسوب می‌شود – شعاع اتمی آن بیشتر از فلز هم‌دوره با آن است که در ساخت وسایل آشپزخانه به کار می‌رود.
۳) تفاوت عدد اتمی آن با عناصر هم‌گروه قبلی و بعدی‌اش یکسان است – رسانای خوب گرما و برق است.
۴) با پایدارترین فلز قلیایی هم‌دوره است – در واکنش با دیگر اتم‌ها الکترون به اشتراک می‌گذارد.

۳- با توجه به جدول مقابل، شرایط استخراج فلز ..... از فلز ..... دشوارتر است. (گزینه‌ها را به ترتیب از راست به چپ بخوانید.)

اکسید فلز X+ فلز Y ← اکسید فلز Y+ فلز X
اکسید فلز Z+ فلز Y ← اکسید فلز Y+ فلز Z
به‌طور طبیعی انجام نمی‌شود ← اکسید فلز Z+ فلز M
اکسید فلز Y+ فلز M ← اکسید فلز M+ فلز Y

۱) M - X
۲) Y - M
۳) X - Z
۴) Z - Y

۴- عنصرهای $_aX$، $_{a+۱}Y$ و $_{a+۲}Z$ در دورهٔ سوم جدول تناوبی جای دارند. اگر مجموع اعداد کوانتومی اصلی و فرعی الکترون‌های لایهٔ ظرفیت این سه عنصر برابر ۶۶ باشد، کدام عبارت‌ها درست است؟

آ) عدد اتمی هر کدام از این سه عنصر برابر با شمارهٔ گروه آن‌ها در جدول تناوبی است.
ب) در دما و فشار اتاق، حالت فیزیکی Y و Z متفاوت است.
پ) تفاوت شعاع اتمی Y و X، بیشتر از تفاوت شعاع اتمی Y و Z است.
ت) نماد شیمیایی عنصر X همانند عنصر Y به صورت تک‌حرفی است.

۱) آ، ب ۲) پ، ت ۳) آ، پ، ت ۴) آ، ب، ت

۵- با توجه به شکل زیر، کدام مورد نادرست است؟ ($H=۱, O=۱۶, Fe=۵۶ : g.mol^{-1}$)

۱) رسوب A به رنگ قرمز مایل به قهوه‌ای و رنگ محلول C مشابه با رنگ نور حاصل از واکنش سدیم با دومین هالوژن جدول تناوبی است.
۲) مجموع ضرایب مواد واکنش‌دهنده در واکنش مرحلهٔ (۱)، برابر با ۷ است.
۳) به ازای مصرف ۲ لیتر محلول ۰/۳ مولار B، ۲۱/۴ گرم رسوب A تولید خواهد شد.
۴) شمار الکترون‌های بیرونی‌ترین زیرلایهٔ الکترونی کاتیون و آنیون ترکیب C، با هم برابر است.

۶ - در مخلوطی به جرم یک کیلوگرم که شامل آهن (II)اکسید و آهن (III)اکسید است، درصد جرمی آهن برابر با ۷۲/۸ است. این مخلوط را در مجاورت کربن کافی قرار می‌دهیم تا فلز آهن تولید شود. اگر در دما و فشار یکسان، حجم گاز تولید شده در دو واکنش با هم برابر باشد، بازده واکنش مصرف FeO، چند برابر بازده واکنش مصرف Fe_2O_3 است؟

$(O=16, Fe=56 : g.mol^{-1})$

کربن دی‌اکسید + آهن ← کربن +اکسید آهن

۱) ۱/۲ ۲) ۲/۴ ۳) ۳/۶ ۴) ۴/۸

۷ - کدام عبارت در ارتباط با عنصرهای واسطه درست است؟

۱) وجود الکترون با $l=2$ در آرایش الکترونی اتم یک فلز، شاهدی بر واسطه بودن آن فلز است.
۲) آرایش الکترونی اتم عنصرهای واسطه به زیرلایهٔ d ختم می‌شود.
۳) کاتیون تک‌اتمی هیچ‌کدام از فلزهای واسطه از قاعدهٔ هشت‌تایی پیروی نمی‌کنند.
۴) آرایش الکترونی کاتیون تک‌اتمی دو فلز واسطهٔ مختلف می‌تواند مشابه باشد، اما به یقین شبیه آرایش الکترونی اتم هیچ عنصر واسطه‌ای نیست.

۸ - مقدار آب موجود در ترکیب شیمیایی ناخالص A برابر با ۳۰٪ است. اگر با گرما مقدار آب را تا ۱۰٪ کاهش دهیم، خلوص A در این ترکیب شیمیایی به ۴۰٪ می‌رسد. درصد ناخالصی در نمونهٔ اولیه کدام است؟

۱) ۴۶/۶۶ ۲) ۴۴/۴۴ ۳) ۳۳/۳۳ ۴) ۳۸/۸۸

۹ - در ارتباط با فلز طلا ($_{79}Au$)، کدام مورد نادرست است؟

۱) از عناصر دستهٔ d و هم‌گروه با عنصرهای مس ($_{29}Cu$) و نقره ($_{47}Ag$) است.
۲) استخراج آن از طبیعت به خاطر مقدار بسیار کم آن در معادن و تولید پسماند زیاد، باعث آثار زیانبار زیست‌محیطی می‌شود.
۳) برخلاف اغلب فلزها، واکنش‌پذیری چندانی ندارد و شکل‌پذیر و چکش‌خوار نیست.
۴) به خاطر امکان بازتاب زیاد پرتوهای خورشیدی، در لباس فضانوردان از آن استفاده می‌شود.

۱۰ - اگر به ازای جرم برابر از واکنش‌دهندهٔ کربن‌دار در دو واکنش موازنه‌نشدهٔ زیر، حجم گاز تولید شده در واکنش (I)، ۵/۳ برابر حجم گاز تولید شده در واکنش (II) باشد، نسبت بازده درصدی واکنش (II) به بازده درصدی واکنش (I) کدام است؟

$(C=12, N=14, O=16, Na=23, Ca=40 : g.mol^{-1})$

I) $CaCN_2(s)+H_2O(l) \rightarrow CaCO_3(s)+NH_3(g)$

II) $Na_2CO_3(s)+HCl(aq) \rightarrow NaCl(aq)+CO_2(g)+H_2O(l)$

۱) ۲ ۲) ۱/۳۳ ۳) ۰/۷۵ ۴) ۰/۵

شیمی ۱۶ بهمن ۱۴۰۴ ماراتون

۱ - چه تعداد از ویژگی‌های زیر در نفت سفید، در مقایسه با نفت کوره بیشتر است؟

• فراریت **• چگالی**

• گران‌روی **• درصد حجمی در نفت سنگین کشورهای عربی**

۱) ۴ ۲) ۳ ۳) ۲ ۴) ۱

۲ - درصد گازوئیل در کدام‌یک بیشتر است؟

۱) نفت سنگین کشورهای عربی ۲) نفت سبک کشورهای عربی

۳) نفت سنگین ایران ۴) نفت برنت دریای شمال

۳ - کدام مورد درست است؟ $(H=۱, C=۱۲, O=۱۶ : g.mol^{-۱})$

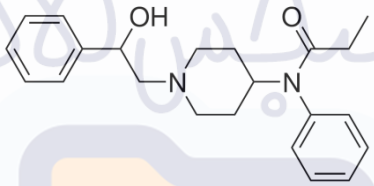
۱) گروهی از هیدروکربن‌ها که با تغییر شمار اتم‌های کربن در آن‌ها، درصد جرمی کربن ثابت می‌ماند، به یقین موجب بی‌رنگ شدن محلول برم می‌شوند.

۲) واکنش هیدروژن‌دار کردن «۱- هگزن» در حضور نخستین عنصر گروه دهم جدول دوره‌ای به عنوان کاتالیزگر انجام می‌شود.

۳) از واکنش ساده‌ترین آلکن با مقدار کافی مخلوط آب و اسید، می‌توان ساده‌ترین الکل را تولید کرد.

۴) در شرایط یکسان از نظر دما و فشار، چگالی گاز کربن دی‌اکسید برابر با چگالی آلکن گازی است که به سنگ بنای صنایع پتروشیمی معروف است.

۴ - تفاوت شمار اتم‌های هیدروژن و کربن در ترکیب با ساختار زیر، برابر با تفاوت شمار همین اتم‌ها در کدام هیدروکربن است؟



۱) ۱- هپتن ۲) متیل بوتان ۳) سیکلوهگزان ۴) ۲- هگزین

۵ - کدام موارد در ارتباط با اتان، استیلن و اتیلن به درستی مقایسه شده است؟

الف) مقدار قابل استخراج از هر بشکه نفت خام: استیلن > اتیلن > اتان

ب) حجم اکسیژن لازم برای سوختن کامل یک مول هیدروکربن: اتان > اتیلن > استیلن

پ) پایداری شیمیایی: اتان > اتیلن > استیلن

ت) شمار جفت الکترون‌های پیوندی در هر مولکول: اتیلن > استیلن > اتان

ث) چگالی در شرایط STP: استیلن > اتیلن >اتان

۱) الف، ب، ث ۲) الف، ت ۳) ب، پ ۴) پ، ت، ث

۶ - هر مول از آلکان A برای سوختن کامل به ۱۴ مول گاز اکسیژن نیاز دارد. برای این آلکان چند ساختار شاخه‌دار می‌توان در نظر گرفت که همهٔ اتم‌های کربن آن، دست‌کم به یک اتم هیدروژن متصل باشند و نام هیدروکربن به «هگزان» ختم شود؟

۱) ۶ ۲) ۵ ۳) ۴ ۴) ۳

۷ - جرم اتم‌های کربن آلکین A، هفت برابر جرم اتم‌های هیدروژن آن است. چند ساختار شامل حلقهٔ شش‌کربنی می‌توان در نظر گرفت که فرمول مولکولی آن همانند A باشد و اگر ۲۴ گرم از آلکین A به‌طور کامل بسوزد، چند گرم فراورده تولید می‌شود؟

$(H=۱, C=۱۲, O=۱۶ : g.mol^{-۱})$

۱) ۱۰۸/۵، ۴ ۲) ۱۰۴، ۴ ۳) ۱۰۸/۵، ۶ ۴) ۱۰۴، ۶

۸ - کدام مطالب در ارتباط با زغال‌سنگ درست است؟

الف) مطابق برآوردها، طول عمر ذخایر زغال‌سنگ، چندصد سال بیشتر از خوشبینانه‌ترین برآوردها در ارتباط با طول عمر ذخایر نفت خام است.

ب) گرمای حاصل از سوختن یک گرم بنزین، بیشتر از گرمای حاصل از سوختن یک گرم زغال‌سنگ است.

پ) علت اصلی این‌که قبل از مصرف، زغال‌سنگ شست‌وشو داده می‌شود، افزایش درصد رطوبت برای جلوگیری از اشتعال است.

ت) اصلی‌ترین دلیل استفاده از سیستم‌های تهویه در معادن زغال‌سنگ، جلوگیری از افزایش فشار هوا در تونل‌ها است.

۱) الف و ب ۲) الف و پ ۳) پ و ت ۴) ب و ت

۹ - مخلوطی با جرم‌های برابر شامل سومین عضو خانوادهٔ آلکن‌ها و چهارمین عضو خانوادهٔ آلکین‌ها در دسترس است. اگر تفاوت شمار اتم‌های هیدروژن این دو هیدروکربن برابر ۰/۳ مول باشد، برای سیرشدن کامل این مخلوط، به تقریب چند لیتر گاز هیدروژن با چگالی ۰/۰۸ گرم بر لیتر موردنیاز است؟ $(H=۱, C=۱۲ : g.mol^{-۱})$

۱) ۷/۰۲ ۲) ۲۸/۱۰ ۳) ۱۴/۰۶ ۴) ۲۱/۰۷

۱۰ - کدام موارد، ارتباط مستقیمی با سیرشده بودن آلکان‌ها دارد؟

الف) اغلب به عنوان سوخت به کار می‌روند.

ب) میزان سمی بودن آن‌ها کم است.

پ) از آن‌ها در حالت مایع برای حفاظت از فلزها استفاده می‌شود.

ت) نگه‌داری و حمل‌ونقل آن‌ها، ایمن‌تر از آلکن‌ها و آلکین‌ها است.

۱) الف، ب، ت ۲) الف، ت ۳) ب، پ ۴) الف، ب، پ

۱۱ - کدام مورد در ارتباط با یک پاکت کاغذی و یک کیسهٔ پلاستیکی معمولی (غیرسبز) نادرست است؟

۱) مادهٔ اولیه کیسهٔ پلاستیکی، ناپایدار بوده، در حالی‌که مادهٔ اولیه پاکت کاغذی نسبتاً پایدار است.

۲) سوزاندن زبالهٔ هر دو مورد، سبب انتشار گازهای گلخانه‌ای و آلودگی هوا می‌شود.

۳) منظور از ارزیابی چرخهٔ عمر این فراورده‌ها، میزان انرژی مصرفی برای تولید و استفاده از آن‌ها است.

۴) در تولید کاغذ، آب به مقدار زیاد و برخی مواد شیمیایی مضر برای محیط زیست مصرف می‌شود.

۱۲ - کدام مطالب در مورد گریس و وازلین درست است؟

الف) فرمول شیمیایی تقریبی هر کدام از آن‌ها با فرمول مولکولی آلکان‌ها مطابقت دارد.

ب) گریس چسبنده‌تر از وازلین بوده و نیروی بین‌مولکولی آن، قوی‌تر است.

پ) افرادی که با گریس کار می‌کنند، دستشان را با محلول آبی نفت یا محلول آبی بنزین می‌شویند.

ت) درصد جرمی کربن در وازلین بیشتر از درصد جرمی کربن در ترکیب با نام آیوپاک «۳، ۵- دی‌اتیل – ۲، ۴، ۴، ۶، ۷، ۸- هگزامتیل دکان» است.

۱) الف و پ ۲) الف و ت ۳) ب و ت ۴) ب و پ

۱۳- نمونه‌ای از آلکن A با مقدار کافی مخلوط آب و اسید واکنش داده و در نهایت ۱۴/۲۸درصد بر جرم آن افزوده می‌شود. اگر همین نمونه از آلکن A با مقدار کافی برم واکنش دهد، جرم آن به تقریب چند برابر می‌شود؟ $(H=۱, C=۱۲, O=۱۶, Br=۸۰ : g.mol^{-۱})$

۱) ۱/۱۴ ۲) ۲/۸۳ ۳) ۱/۶۴ ۴) ۲/۲۷

۱۴- کدام‌یک از مطالب زیر درست است؟ $(H=۱, C=۱۲, Br=۸۰ : g.mol^{-۱})$

الف) هر متر مکعب نفت خام، به تقریب معادل ۶/۳ بشکه نفت خام است.

ب) با افزایش شمار اتم‌های کربن، تفاوت نقطه جوش آلکان‌هایی که فقط در یک اتم کربن با هم اختلاف دارند، بیشتر می‌شود.

پ) نیروی بین‌مولکولی در نفتالن، قوی‌تر از نیروی بین‌مولکولی در ۱، ۲- دی‌برمو اتان است.

ت) نفت خام مخلوطی همگن از هیدروکربن‌های گوناگون، برخی نمک‌ها، اسیدها، آب و ... است.

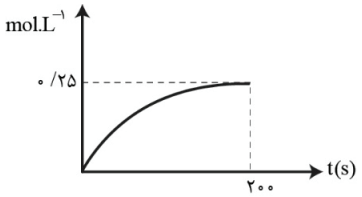
۱) الف، ب ۲) الف، پ ۳) پ، ت ۴) ب، ت

۱۵- مقدار ۲۴ گرم از هیدروکربنی با فرمول مولکولی $C_{۳۰}H_{۴۰}$ و سه حلقه در ساختار آن با ۷۶/۸ گرم برم به‌طور کامل واکنش می‌دهد. اگر شمار پیوندهای دوگانهٔ این هیدروکربن، دو برابر شمار پیوندهای سه‌گانهٔ آن باشد، این هیدروکربن در مقایسه با ....., ... پیوند دوگانه ..... دارد. $(H=۱, C=۱۲, Br=۸۰ : g.mol^{-۱})$

۱) بنزن، یک، کم‌تر ۲) نفتالن، دو، کم‌تر ۳) بنزن، یک، بیشتر ۴) نفتالن، یک، بیشتر

۱- تیغه‌ای به جرم ۱۳ گرم از فلز کروم را در ظرفی سرباز حاوی ۳۰۰ میلی‌لیتر محلول ۳ مولار سولفوریک اسید قرار می‌دهیم. اگر نمودار تغییرات غلظت مولی یکی از اجزای واکنش موازنه نشدهٔ زیر به صورت مقابل باشد، سرعت متوسط مصرف کروم چند مول بر دقیقه و سرعت متوسط واکنش چند مول بر لیتر بر ثانیه است؟ $(Cr = ۵۲ g.mol^{-1})$

$$Cr(s) + H_۲SO_۴(aq) \rightarrow Cr_۲(SO_۴)_۳(aq) + SO_۲(g) + H_۲O(l)$$



۱) ۰/۰۰۲۲۵ ،۰/۰۷۵
۲) ۰/۰۰۱۲۵ ،۰/۰۴۵
۳) ۰/۰۰۱۲۵ ،۰/۰۷۵
۴) ۰/۰۰۲۲۵ ،۰/۰۴۵

۲- تغییر غلظت دو ماده از اجزای واکنش موازنه نشدهٔ $NH_۳(g) + O_۲(g) \rightarrow NO(g) + H_۲O(g)$ مطابق جدول داده شده است. در دقیقهٔ دوم، غلظت مولار A و B برابر می‌شود و سرعت متوسط واکنش در دو دقیقهٔ دوم پس از شروع واکنش به $۶ mol.L^{-1}.h^{-1}$ می‌رسد. حاصل $x + y + z$ کدام است؟ (حجم سامانه را ۲ لیتر در نظر بگیرید.)

زمان (min)	۰	۳	۴	۶
[A]	۴	x	y	۱/۲
[B]	۰		z	۴/۲

۱) ۶/۰
۲) ۶/۸
۳) ۷/۶
۴) ۸/۴

۳- اگر سرعت واکنش انجام شده میان قطعه‌ای از فلز آلومینیم با ۵۰۰ میلی‌لیتر محلول ۰/۴ مولار روی نیترات، برابر با $۰/۰۶ mol.min^{-1}$ باشد، پس از چند ثانیه از آغاز واکنش، غلظت محلول آلومینیم نیترات به ۰/۲ مولار می‌رسد و اگر تمام فلز تولید شده بر روی قطعهٔ اولیه بنشیند، جرم قطعه تا آن لحظه، چند گرم تغییر می‌کند؟ $(Al = ۲۷, Zn = ۶۵ : g.mol^{-1})$

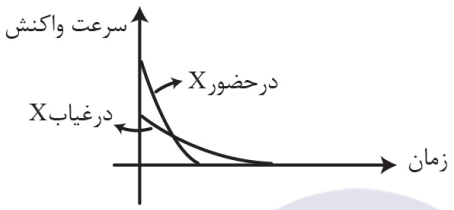
$$Al(s) + Zn(NO_۳)_۲(aq) \rightarrow Al(NO_۳)_۳(aq) + Zn(s)$$ (موازنه شود)

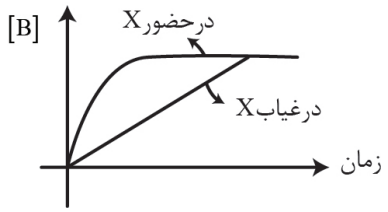
۱) ۵۰، ۷/۰۵
۲) ۵۰، ۱۴/۱
۳) ۱۰۰، ۷/۰۵
۴) ۱۰۰، ۱۴/۱

۴- درستی یا نادرستی عبارت‌های زیر در کدام گزینه آمده است؟ (گزینه‌ها را به ترتیب از راست به چپ بخوانید.)

آ) محلول هیدروژن پراکسید همانند محلول پتاسیم پرمنگنات در دمای اتاق پایدار است، اما در حضور محلول پتاسیم یدید به سرعت به عنصرهای گازی سازندهٔ خود تجزیه می‌شود.

ب) در واکنش فرضی: $A(g) \xrightarrow{X} B(g)$ ، نمودارهای زیر، تاثیر X را بر روی سرعت واکنش و غلظت مولی B به درستی نشان می‌دهد.





پ) فلزهای قلیایی سدیم و پتاسیم در شرایط یکسان با آب سرد به شدت واکنش می‌دهند اما سرعت واکنش فلزی کمتر است که از آن در لامپ بزرگراه‌ها و خیابان‌ها استفاده می‌شود.

ت) در آزمایش‌های افزودن حجم یکسان آب به قوطی‌های فیلم عکاسی حاوی قرص جوشان مطابق جدول زیر، بیشترین زمان پرتاب شدن درب قوطی و بیشترین حجم از آزاد شدن گاز به ترتیب مربوط به آزمایش‌های (۱) و (۲) است.

شمارهٔ آزمایش	مقدار قرص	دمای آب
۱	$\frac{۱}{۲}$ قرص	$۲۰^\circ C$
۲	یک قرص	$۴۰^\circ C$
۳	پودر یک قرص	$۲۰^\circ C$

۱) درست – درست – نادرست - نادرست
۲) نادرست – نادرست – درست – درست
۳) نادرست – درست – درست - درست
۴) نادرست – نادرست – درست - نادرست

۵- کدام یک از عبارت‌های زیر در ارتباط با بنزوییک اسید نادرست است؟ $(H = ۱, C = ۱۲, O = ۱۶ : g.mol^{-1})$

۱) نوعی نگهدارنده است که سرعت واکنش‌های شیمیایی که منجر به فساد مواد غذایی می‌شود را کاهش می‌دهد.
۲) در تمشک و توت فرنگی وجود دارد و جمع جبری عدد اکسایش اتم‌های کربن آن برابر با ۲- است.
۳) یک ترکیب آروماتیک است و تفاوت جرم مولی آن با جرم مولی آشناترین عضو اسیدهای آلی برابر با ۶۲ گرم بر مول است.
۴) به جز کربن گروه عاملی کربوکسیل، بقیهٔ اتم‌های کربن در ساختار آن، به یک اتم هیدروژن متصل هستند.

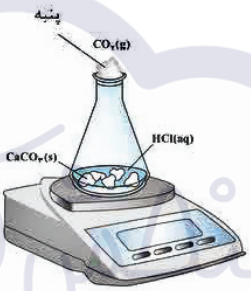
۶- اگر برای یک واکنش گازی که شامل سه جزء است، رابطهٔ مقابل برقرار باشد، چند مورد از مطالب زیر درست است؟

$$\overline{R}_{\text{واکنش}} = -\frac{\Delta n(A)}{۲\Delta t} = \frac{\Delta n(B)}{\Delta t} = \frac{\Delta n(C)}{۲\Delta t}$$

- می‌توان آن را به واکنش تجزیهٔ نیتروژن دی اکسید به گازهای اکسیژن و نیتروژن مونوکسید نسبت داد.
- به ازای مصرف ۰/۳۷۵ مول B در این واکنش، ۱۶/۸ لیتر C در شرایط STP تولید می‌شود.
- مجموع ضرایب استوکیومتری مواد در معادلهٔ موازنه شدهٔ واکنش برابر با ۵ است.
- اگر سرعت متوسط واکنش، $۰/۲ mol.min^{-1}$ باشد، طی ۱۵۰ ثانیه، یک مول واکنش دهنده مصرف می‌شود.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۷- باتوجه به داده‌های جدول که مربوط به واکنش انجام گرفته در ظرف زیر است، حاصل $\frac{c}{a}$ و مقدار b کدام است؟ (گزینه‌ها را به ترتیب از راست به چپ بخوانید.) $(H=۱, C=۱۲, O=۱۶, Cl=۳۵/۵, Ca=۴۰ : g.mol^{-1})$ آزمون وی ای پی



زمان (ثانیه)	۰	۱۰	۲۰	۳۰	۴۰	۵۰
جرم مخلوط واکنش (گرم)	۶۵/۹۸	۶۵/۳۲	۶۴/۸۸	۶۴/۶۶	۶۴/۵۵	۶۴/۵۰
جرم کربن‌دی‌اکسید (گرم)	۰	۰/۶۶	۱/۱۰	.....	.....	.....

زمان (s)	$n(CO_۲),(mol)$	$\Delta n(CO_۲),(mol)$	$\overline{R}(CO_۲) = \frac{\Delta n(CO_۲)}{\Delta t},(mol.s^{-1})$
۰	۰		
۱۰	$۱/۵\times۱۰^{-۳}$	$۱/۵\times۱۰^{-۲}$	$۱/۵\times۱۰^{-۳}$
۲۰	$۲/۵\times۱۰^{-۲}$	$۱/۰۰\times۱۰^{-۲}$	$۱/۰۰\times۱۰^{-۳}$
۳۰	.....	..... a	.....
۴۰	.....	.....	..... b .....
۵۰	.....	..... c	.....

۱) ۰/۲۳، $۲/۵\times۱۰^{-۳}$ ۲) ۰/۰۵۵، ۲×۱۰^{-۳} ۳) ۰/۲۳، $۲/۵\times۱۰^{-۴}$ ۴) ۰/۰۵۵، ۲×۱۰^{-۴}

۸- کدام مطالب زیر درست است؟

آ) در فرمول مولکولی مالتوز، همانند گلوکز، شمار اتم‌های هیدروژن، دو برابر شمار اتم‌های اکسیژن است.

ب) سهم تولید گاز CO_2 در ردپای غذا به مراتب بیش از سوختن سوخت‌ها در خودروها، کارخانه‌ها و ... است.

پ) هندوانه و گوجه فرنگی محتوی لیکوپن بوده و از به وجود آمدن رادیکال‌ها در بدن، جلوگیری می‌کند.

ت) زرد و پوسیده شدن کتاب‌های قدیمی در گذر زمان، نتیجهٔ اکسایش سلولز کاغذ است.

۱) آ، ب ۲) آ، ت ۳) ب، پ ۴) پ، ت

۹- تفاوت عدد اکسایش اتم‌های کربن در کدام‌یک از ترکیب‌های زیر، بزرگ‌تر است؟

۱) وینیل کلرید ۲) متیل متانوات ۳) استیک اسید ۴) اتانول

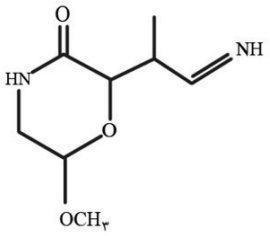
۱۰- واکنش‌پذیری دی نیتروژن تترااکسید در مقایسه با نیتروژن مونوکسید و نیتروژن دی اکسید چگونه است؟ (گزینه‌ها را به ترتیب از راست به چپ بخوانید.)

۱) کمتر، بیشتر ۲) بیشتر، کمتر ۳) کمتر، کمتر ۴) بیشتر - بیشتر

سنجش کلاد

شیمی ۲۳ اسفند ۱۴۰۳ ماراتون

۱- کدام دو گروه عاملی در فرمول ساختاری ترکیب داده شده، وجود ندارد؟



۱) آمین و آمید ۲) آمین و استر ۳) آمید و اتر ۴) اتر و استر

۲- درستی یا نادرستی هریک از عبارت‌های زیر به ترتیب از راست به چپ در کدام گزینه آورده شده است؟

آ) ویتامین K، دارای حلقهٔ بنزنی و دو گروه عاملی کربونیل است.

ب) ویتامین C، تنها ویتامین محلول در آب است.

پ) در هر سه ویتامین A، C و D دست کم یک گروه عاملی هیدروکسیل وجود دارد.

ت) نسبت شمار جفت الکترون‌های پیوندی به شمار جفت الکترون‌های ناپیوندی در مولکول ویتامین A با فرمول مولکولی $C_{20}H_{30}O$، برابر با ۲۹ است.

۱) نادرست – نادرست – درست - نادرست ۲) درست – نادرست – درست – درست

۳) درست – نادرست – درست - نادرست ۴) نادرست – درست – نادرست - درست

۳- کدام مطلب در مورد پلی‌اتن سبک و سنگین درست است؟

۱) چگالی پلی اتن سنگین بیشتر از چگالی آب است.

۲) پلی‌اتن سنگین در مقایسه با پلی اتن سبک، ساختار منظم‌تری داشته و شفاف است.

۳) فرمول همگانی $(C_2H_4)_n$ را فقط می‌توان به پلی اتن بدون شاخه یا پلی اتن سنگین نسبت داد.

۴) پلی اتن سنگین از اتصال مونومرهای اتن در حضور کاتالیزگر حاوی Al و Ti به دست می‌آید.

۴- کدام‌یک از عبارت‌های زیر درست است؟

۱) بین مواد گلوکز، پروپن، تفلون، استیرن و انسولین، سه ماده می‌توانند مولکول‌های سازندهٔ پلیمر باشند.

۲) سلولز و نشاسته، هر دو جزو درشت مولکول‌های طبیعی هستند و فرمول عمومی آن‌ها به صورت $(CH_2O)_n$ است.

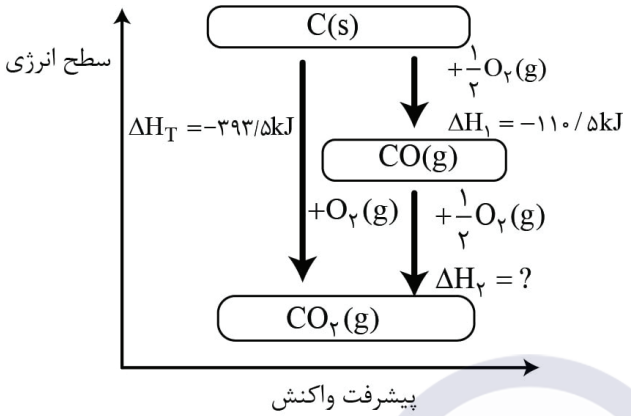
۳) شمار اتم‌های اکسیژن در هر واحد تکرار شوندهٔ الیاف سلولز، برابر با شمار اتم‌های کربن در هر واحد تکرار شونده از پلیمری است که برای ساخت کیسهٔ خون استفاده می‌شود.

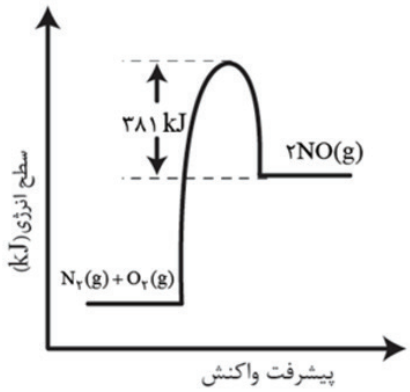
۴) نیروهای بین مولکولی در درشت مولکول‌ها، به دلیل حجم بزرگ و جرم مولکولی بسیار زیاد، قوی بوده و این مواد همواره در شرایط معمولی به حالت جامدند.

۵- اگر شمار اتم‌های هیدروژن در مولکول ساده‌ترین عضو خانواده‌های آمین، آمید، الکل و استر را به ترتیب با a، b، c و d نشان دهیم، کدام‌یک از روابط زیر درست است؟

۱) $a - c = b - d$ ۲) $a + b = c + d$ ۳) $a.b = c.d$ ۴) $b > a > c = d$

۶- باتوجه به نمودارها و واکنش‌های ترموشیمیایی داده شده، انرژی فعال‌سازی واکنش: $N_2(g)+O_2(g) \rightarrow 2NO(g)$، چند کیلوژول است؟





$2CO(g)+2NO(g) \rightarrow 2CO_2(g)+N_2(g) : \Delta H_2 = -747kJ$

۱) ۵۶۲ ۲) ۸۰۰ ۳) ۱۱۲۸ ۴) ۱۳۶۶

۷- همهٔ گزینه‌های زیر نادرست‌اند، به جز .....

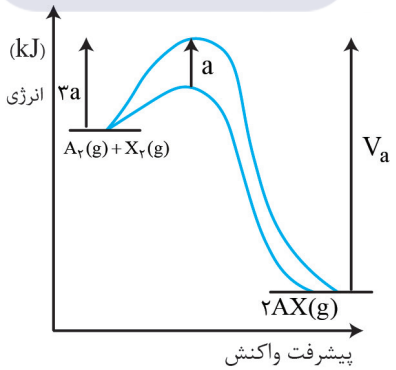
۱) هرچه تفاوت سطح انرژی واکنش دهنده (ها) و فراورده (ها) ی یک واکنش بیشتر باشد، انرژی فعال‌سازی آن واکنش، بزرگ‌تر است.

۲) در واکنش گازی که با گرما دادن به واکنش دهنده‌ها، آغاز می‌شود، مجموع آنتالپی پیوند واکنش دهنده (ها)، بیشتر از مجموع آنتالپی فراورده (ها) است.

۳) در واکنش $H_2(g)+Cl_2(g) \rightarrow 2HCl(g)$، اختلاف سطح انرژی قلهٔ نمودار با واکنش دهنده‌ها (بدون حضور کاتالیزگر)، برابر با مجموع آنتالپی پیوندهای $H-H$ و $Cl-Cl$ است.

۴) در واکنش میان گازهای هیدروژن و اکسیژن، افزودن توری پلاتینی، سبب بروز انفجار شده و شیب نمودار «غلظت – زمان» گاز H_2 نسبت به نمودار «غلظت – زمان» گاز O_2، به مقدار بیشتری تغییر می‌کند.

۸- باتوجه به نمودار «انرژی – پیشرفت» زیر که مربوط به واکنش: $A_2(g)+X_2(g) \rightarrow 2AX(g)$ قبل و پس از استفاده از یک کاتالیزگر مشخص است، اگر انرژی فعال‌سازی واکنش، پس از آن استفاده از کاتالیزگر به ۱۲۰ kJ برسد، در اثر مصرف ۱۴ گرم گاز A_2، چند کیلوژول انرژی آزاد می‌شود؟ $(A = 35 g.mol^{-1})$



۱) ۱۲ ۲) ۲۴ ۳) ۴۸ ۴) ۹۶

۹- در ارتباط با مبدل کاتالیستی خودروهای دیزلی و معادلهٔ واکنش حذف اکسیدهای نیتروژن در آن، چه تعداد از عبارت‌های زیر درست است؟ $(H=۱, N=۱۴, O=۱۶ : g.mol^{-۱})$

آ) با استفاده از مبدل کاتالیستی خودروهای بنزینی، نمی‌توان اکسیدهای نیتروژن خروجی از خودروهای دیزلی را به گاز نیتروژن تبدیل کرد.

ب) به ازای مصرف ۳/۴g از گونهٔ کاهنده، در مجموع $۳/۶۱۲ \times ۱۰^{۲۲}$ الکترون میان گونه‌های اکسنده و کاهنده مبادله می‌شود.

پ) نسبت مجموع ضرایب واکنش دهنده‌ها به مجموع ضرایب فراورده‌ها، برابر با ۰/۸ است.

ت) فناوری تولید ماده‌ای که اکسیدهای نیتروژن را به گاز نیتروژن تبدیل می‌کند، بعد از فناوری تولید اوره ابداع شده است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۱۰- در واکنش برگشت‌پذیر: $A_۲(g)+B_۲(g) \rightleftharpoons ۲AB(g)$، در غیاب کاتالیزگر، $E_a=-۳\Delta H$ و در حضور کاتالیزگر، E_a با ۱۵ درصد کاهش به ۶۶۳kJ می‌رسد. کدام گزینه براساس اطلاعات داده شده درست است؟

۱) در اثر مصرف کامل ۳۳۶۰mL از واکنش دهنده‌های گازی در شرایط استاندارد، ۳۹kJ گرما آزاد می‌شود.

۲) با استفاده از این کاتالیزگر، اختلاف سطح انرژی فراورده و قلهٔ موجود در نمودار «انرژی – پیشرفت» واکنش به ۹۲۳kJ کاهش می‌یابد.

۳) در شرایط یکسان از نظر دما و فشار، انجام این واکنش در جهت رفت، دشوارتر از جهت برگشت است.

۴) در حضور این کاتالیزگر، تفاوت محتوای انرژی واکنش دهنده‌ها و فراورده‌ها به اندازهٔ ۱۱۷kJ کم می‌شود.

۱۱- کدام موارد از عبارت‌های زیر به درستی بیان شده‌اند؟

آ) در یک واکنش گرماگیر، امکان ندارد مقدار آنتالپی واکنش، بیشتر از انرژی فعال‌سازی واکنش باشد.

ب) افزایش دما همانند استفاده از کاتالیزگر مناسب، با تأمین انرژی لازم برای انجام واکنش موردنظر، مدت زمان تولید جرم مشخصی از فراورده (ها) را کاهش می‌دهد.

پ) در واکنش‌های برگشت‌پذیری که با انتقال گرما به محیط همراه هستند، در اثر افزودن کاتالیزگر مناسب، درصد تغییرات انرژی فعال‌سازی واکنش رفت، بیشتر از انرژی فعال‌سازی واکنش برگشت است.

ت) فسفر سفید برخلاف گاز هیدروژن درهوا و دمای اتاق می‌سوزد و در نگهداری آن در زیر آب، مولکول‌های آب، نقش بازدارنده را ایفا می‌کنند.

۱) آ، پ، ت ۲) ب، پ، ت ۳) آ، ت ۴) آ، پ

۱۲- چه تعداد از عبارت‌های زیر درست است؟

- فناوری تولید ویتامین A همانند فناوری تولید مواد عایق گرما، پس ازانقلاب صنعتی به دست آمده است.
- از پرتوهای فرابنفش، فروسرخ و رادیویی، برخلاف نور مرئی، می‌توان برای شناسایی مواد گوناگون استفاده کرد.
- اگر جسمی، بازهٔ طول موج‌های ۶۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر را جذب و سایر طول موج‌های مرئی را بازتاب دهد، به رنگ قرمز دیده خواهد شد.
- در واکنش تبدیل گاز کربن مونوکسید به گاز کربن دی اکسید، مجموع آنتالپی پیوند واکنش دهنده‌ها، بیشتر از مجموع آنتالپی پیوند فراورده است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۱۳- کدام‌یک از مطالب زیر در ارتباط با مبدل کاتالیستی خودروهای بنزینی، درست است؟ $(H=۱, C=۱۲ : g.mol^{-۱})$

۱) با استفاده از این مبدل، جرم هیدروکربن‌های نسوخته (C_xH_y)، در مقایسه با نیتروژن مونوکسید و کربن مونوکسید، به میزان بیشتری کاهش می‌یابد.

۲) در سطح سرامیک‌های درون مبدل کاتالیستی، توده‌های فلزی رودیم، پالادیم و پلاتین با شعاع ۲ تا ۱۰ نانومتر وجود دارد.

۳) انرژی فعال‌سازی واکنش حذف گاز NO، کم‌تر از انرژی فعال‌سازی واکنش حذف گاز CO است.

۴) برای حذف $(۲۴x+۲y)$ گرم هیدروکربن C_xH_y، مقدار $(۴۴/۸x+۱۱/۲y)$ لیتر گاز اکسیژن در شرایط STP مصرف می‌شود.

۱۴- کدام‌یک از مطالب زیر نادرست است؟

۱) مبدل کاتالیستی خودروهای بنزینی، قادر به حذف یا کاهش آلایندهٔ گوگرد دی اکسید نیست.

۲) نوع آلاینده‌ها در هوای آلودهٔ شهرهای گوناگون، یکسان و تفاوت آنها فقط در مقدار هرکدام از آلاینده‌ها است.

۳) هوای خشک و پاک، مخلوطی از گازهای گوناگون است که به طور یکنواخت در هواکره پخش شده‌اند.

۴) در هوای آلودهٔ شهرهای بزرگ، با افزایش غلظت اوزون تروپوسفری، مقدار گاز نیتروژن دی اکسید، کاهش می‌یابد.

۱۵- کدام مطالب زیر درست است؟

آ) هریک از گروه‌های عاملی، تنها گسترهٔ معین و منحصر به فردی از پرتوهای فروسرخ را جذب می‌کنند.

ب) با استفاده از طیف‌سنجی فروسرخ، فرمول ساختاری گستردهٔ ترکیب آلی را تعیین می‌کنند.

پ) طیف فروسرخ دو الکل ۲- پروپانول و ۲- بوتانول، با یکدیگر متفاوت است.

ت) با استفاده از طیف‌سنجی فروسرخ، موقعیت شاخه‌های فرعی در یک ترکیب آلی را می‌توان تعیین کرد.

۱) ب، پ ۲) ب، ت ۳) آ، ت ۴) آ، پ

سنجش کلاد

آزمون شیمی یازدهم خیلی سبز 10 بهمن

۱- کدام مورد، نادرست است؟

۱) برای تولید ظروف غذاخوری می‌توان از خاک چینی استفاده کرد.

۲) امروزه مقدار تولید و مصرف سالانهٔ فلزها از سوخت‌های فسیلی بیشتر است.

۳) گرمادادن به مواد و افزودن آن‌ها به یکدیگر، همواره سبب بهبود خواص آن‌ها نمی‌شود.

۴) پراکندگی منابع شیمیایی، می‌تواند دلیلی بر پیدایش تجارت جهانی باشد.

۲- اگر عنصر X ، نافلزی از دورهٔ سوم جدول تناوبی باشد که به صورت جامد در دمای اتاق یافت می‌شود، کدام مورد به یقین درست است؟

۱) شمار الکترون‌های ظرفیت یکسانی با چهارمین فلز واسطهٔ جدول دارد.

۲) بیشترین خصلت نافلزی را در دورهٔ سوم دارد.

۳) می‌تواند با نافلز مایع جدول، هم‌گروه باشد.

۴) شعاع اتمی آن از شبه‌فلزهای گروه ۱۴، کوچک‌تر است.

۳- با افزایش عدد اتمی عنصرها در گروه‌های جدول تناوبی، کدام مورد به یقین افزایش می‌یابد؟

۱) شمار الکترون‌های ظرفیت ۲) واکنش‌پذیری

۳) بار مثبت در هستهٔ اتم ۴) تمایل به تشکیل آنیون

۴- اگر مجموع عددهای کوانتومی اصلی و فرعی همهٔ الکترون‌های اتم X برابر عدد اتمی چهارمین فلز قلیایی خاکی باشد، کدام مطلب دربارهٔ اتم X درست است؟

۱) X نافلزی است که تمایل دارد با گرفتن الکترون یا اشتراک الکترون به آرایش گاز نجیب برسد.

۲) عنصری جامد است و همانند آهن رسانایی الکتریکی دارد، اما برخلاف آن شکننده است.

۳) X فلزی است که می‌توان آن را از واکنش منیزیم با سولفات X تهیه کرد.

۴) آرایش الکترونی اتم X را می‌توان به آرایش الکترونی یون مثبت یا یون منفی پایدار نیز نسبت داد.

۵- یاقوت یک سنگ دارای آلومینیم اکسید است که در ساختار آن، تعداد کمی از یون‌های آلومینیم با یون‌های Cr^{3+} جایگزین شده‌اند. رنگ سرخ زیبای یاقوت را به وجود کدام یون (Al^{3+} یا Cr^{3+}) می‌توان نسبت داد و نسبت شمار الکترون‌ها با $l = 1$ به $l \neq 1$ در آرایش الکترونی این یون کدام است؟

۱) Al^{3+} _ ۱/۵ ۲) Cr^{3+} _ ۱/۵ ۳) Cr^{3+} _ $\frac{4}{3}$ ۴) Al^{3+} _ $\frac{7}{6}$

۶- چه تعداد از ویژگی‌های زیر را می‌توان به فلز طلا ($_{79}Au$) نسبت داد؟

- **داشتن فعالیت شیمیایی ناچیز**
- **نرم‌بودن**
- **تغییر محسوس رسانایی الکتریکی آن با تغییر شرایط دمایی**
- **هم‌گروه‌بودن با فلز مس در جدول دوره‌ای**

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۷- با توجه به شکل روبه‌رو (۴ عنصر ابتدایی گروه ۱۷)، کدام مورد نادرست است؟

گروه ۱۷
A
X
D
E

۱) رنگ نور حاصل در واکنش اولین فلز قلیایی جدول با X، سرخ است.

۲) در دمای ۴۲۰ کلوین، هر چهار عنصر می‌توانند با گاز هیدروژن واکنش دهند.

۳) در بین عناصر هم‌دورهٔ D، گاز با فعالیت شیمیایی زیاد وجود ندارد.

۴) عنصر E با نخستین فلز گروه ۱۴، هم‌دوره است.

۸- در شرایط معین، تفاوت حجم گازهای تولیدشده در تجزیهٔ m گرم پتاسیم نیترات، برابر ۱۲ لیتر است. اگر بازده واکنش، ۶۲/۵ درصد باشد، m کدام است؟ (حجم مولی گازها در شرایط واکنش، ۲۵ لیتر است، $KNO_3 = 100\ g.mol^{-1}$)

$$4KNO_3(s) \rightarrow 2K_2O(s) + 2N_2(g) + 5O_2(g)$$

۱) ۲۵/۴ ۲) ۷۵ ۳) ۱۰۲/۴ ۴) ۱۲۵

۹- کدام مورد، درست است؟

۱) تفاوت شعاع اتمی عنصرهای $_9A$ و $_{11}B$، کم‌تر از تفاوت شعاع اتمی عنصرهای $_{16}X$ و $_{17}Y$ است.

۲) واکنش‌پذیری فلز قلیایی خاکی یک دوره، از واکنش‌پذیری فلز قلیایی همان دوره بیشتر است.

۳) شعاع اتمی عنصری گازی‌شکل و زردرنگ که خاصیت لکه‌بری و گندزدایی دارد، از شعاع اتمی سدیم کوچک‌تر است.

۴) واکنش‌پذیری قوی‌ترین نافلز دورهٔ چهارم، بیشتر از قوی‌ترین نافلز دورهٔ سوم است.

۱۰- اگر A، B، C، D و E پنج عنصر متوالی جدول تناوبی باشند و مجموع عدد اتمی آن‌ها برابر ۱۳۵ باشد، کدام مطلب درست است؟ (عدد اتمی A از بقیه کوچک‌تر است.)

۱) کلوخه‌ها و پوسته‌های کف اقیانوس، منابع غنی از این ۵ عنصر هستند که بهره‌برداری از آن‌ها امکان‌پذیر است.

۲) کاتیون سازندهٔ ترکیب DPO_4، پنج الکترون با $l = 2$ دارد.

۳) اختلاف عدد اتمی A با نخستین شبه‌فلز دورهٔ چهارم، برابر ۶ است.

۴) E قادر است با محلول BSO_4 واکنش دهد و فلز B و سولفات E ایجاد کند.

۱۱- فرض کنید یک کارشناس شیمی با ارائهٔ راهکاری، بازده واکنش تولید اتانول از تخمیر بی‌هوازی گلوکز را از ۶۰ درصد به ۷۵ درصد می‌رساند. طی این فرایند، میزان اتانول تولیدی به ازای مصرف مقدار معینی گلوکز چند درصد افزایش خواهد یافت و اگر در حالتی که بازده واکنش برابر ۷۵ درصد است، ۱۱/۲ لیتر گاز کربن دی‌اکسید در شرایط STP تولید شده باشد، جرم اتانول تولیدشده، چند گرم است؟ $(H = 1, C = 12, O = 16 : g.mol^{-1})$

۱) ۱۵، ۲۳ ۲) ۱۵، ۱۷/۲۵ ۳) ۲۵، ۱۷/۲۵ ۴) ۲۵، ۲۳

۱۲- کدام موارد از مطالب زیر، درست است؟

الف) دفن‌کردن پاکت کاغذی باعث تجزیهٔ آن می‌شود، اما گازی پنج‌اتمی تولید می‌شود که آلایندهٔ هوا است.

ب) در تولید کاغذ، آب به مقدار زیاد و مواد شیمیایی مضر برای محیط زیست مصرف می‌شود و در پالایش نفت خام و واکنش پلیمری‌شدن، انرژی زیادی مصرف می‌شود.

پ) پاکت کاغذی و کیسهٔ پلاستیکی قابل بازیافت هستند، اما بازیافت هر دو منجر به آلودگی محیط زیست می‌شود.

ت) پایداری مادهٔ خام و اولیهٔ کیسهٔ پلاستیکی، بیشتر از پاکت کاغذی است.

ث) سوزاندن زباله‌های پلاستیکی باعث انتشار گازهای گلخانه‌ای و آلاینده‌های هوا می‌شود و تجزیهٔ این زباله‌ها در کوتاه‌مدت، باعث تولید گازهای سمی و آلاینده می‌شود.

۱) پ ـ ث

۲) ب ـ پ ـ ت

۳) الف ـ ت

۴) الف ـ ب ـ پ

۱- براساس کتاب درسی، ویژگی یا ویژگی‌های ذکرشده در کدام گزینه با مدل دریای الکترونی قابل توجیه نیست؟

۱) فلز طلا به اندازه‌ای نرم و شکل‌پذیر است که از چند گرم آن می‌توان صفحه‌ای با مساحت چند متر مربع تولید کرد.

۲) گرافیت یک رسانای الکترونی است و می‌توان از آن به عنوان الکترود در سلول‌های الکتروشیمیایی استفاده کرد.

۳) ظروف مسی به دلیل انتقال خوب گرما برای پخت‌وپز بسیار مناسب‌اند.

۴) فلز رِنیم (Re) به دلیل نقطهٔ ذوب و استحکام بالا در ساخت موتور هواپیما کاربرد دارد.

۲- کدام مورد، جملهٔ زیر را به درستی تکمیل می‌کند؟

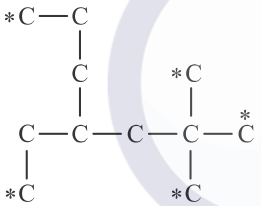
«هر چه ..... آلکان‌ها ..... باشد، میزان ..... آن‌ها ..... است.»

۱) نقطهٔ جوش ـ بیشتر ـ فراریت ـ بیشتر
۲) فراریت ـ کم‌تر ـ چسبندگی ـ بیشتر
۳) گرانروی ـ کم‌تر ـ انحلال‌پذیری در آب ـ کم‌تر
۴) نقطهٔ جوش ـ کم‌تر ـ گرانروی ـ بیشتر

۳- اگر در ساختار یک آلکان راست‌زنجیر، نسبت شمار گروه‌های CH_2 — به شمار گروه‌های CH_3 —، برابر با ۳ باشد، فرمول مولکولی این آلکان را به چند آلکان شاخه‌دار با سه شاخهٔ فرعی می‌توان نسبت داد؟

۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۴ ۴) ۵

۴- اگر در فرمول ساختاری آلکان زیر به هر کدام از کربن‌های ستاره‌دار یک کربن اضافه کنیم، کدام موارد زیر دربارهٔ ترکیب حاصل درست است؟



الف) جرم مولی ترکیب به اندازهٔ جرم مولی ۵ گروه CH_3 افزایش می‌یابد.

ب) تعداد گروه‌های CH_2، ۵ واحد بیشتر می‌شود.

پ) نسبت شمار اتم‌های کربن به شمار اتم‌های هیدروژن افزایش می‌یابد.

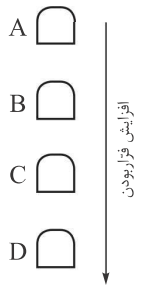
ت) تعداد شاخه‌های فرعی تغییری نمی‌کند.

۱) الف ـ ب ـ پ ـ ت
۲) ب ـ پ ـ ت
۳) پ ـ ت
۴) فقط ت

۵- ۰/۲ مول از ترکیبی با فرمول مولکولی $C_{20}H_{20}$ با ۱/۴ مول برم به طور کامل واکنش می‌دهد. اگر در ساختار این ترکیب، علاوه بر پیوندهای دوگانه، یک پیوند سه‌گانهٔ کربن ـ کربن نیز وجود داشته باشد، در ساختار آن چند حلقه وجود دارد؟

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۶- شکل زیر، ۴ جزء اصلی نفت خام (نفت سفید، نفت کوره، گازوئیل و خوراک پتروشیمیایی) را نشان می‌دهد. با توجه به آن، کدام مطلب نادرست است؟



۱) گرانروی، نقطهٔ جوش و چسبندگی ترکیبات B از ترکیبات C بیشتر است.

۲) در نفت سنگین نسبت به نفت سبک، درصد مادهٔ A بیشتر و درصد مواد B، C و D کم‌تر است.

۳) در نفت برنت شمال، درصد مادهٔ A بیشتر از انواع نفت کشورهای عربی و ایران است، به همین دلیل قیمت بالاتری دارد.

۴) در تقطیر نفت خام، مواد D از قسمت‌های بالاتر و مواد A از قسمت‌های پایین‌تر برج تقطیر خارج می‌شوند.

۷ – در کدام گزینه میان ترکیب مورد نظر و توضیح داده‌شده، ارتباط درستی وجود دارد؟

۱) ترکیبی که برای جذب اکسید گوگرد حاصل از سوختن زغال‌سنگ استفاده می‌شود: $CaSO_۳$

۲) اولین عضو خانوادهٔ آلکین‌ها که در جوشکاری کاربرد دارد: اتیلن

۳) کاتالیزگری که برای اضافه‌کردن هیدروژن به یک آلکن به کار می‌رود: فلز نیکل

۴) ترکیب اکسیژن‌داری که در واکنش تولید صنعتی سیلیسیم به دست می‌آید: $CO_۲$

۸– ۱۰۰ گرم از مادهٔ مشخصی با دمای $۸۰\,^\circ C$ (نمونهٔ A) را با ۲۰۰ گرم از همان ماده با دمای $۵۰\,^\circ C$ (نمونهٔ B) مخلوط کرده و نمونه‌ای با دمای θ (نمونهٔ C) به دست می‌آید. کدام موارد از مقایسه‌ها در مورد این سه نمونه درست است؟

الف) گرمای لازم برای افزایش دمای نمونه‌ها به میزان $۲۰\,^\circ C$: $C > B > A$

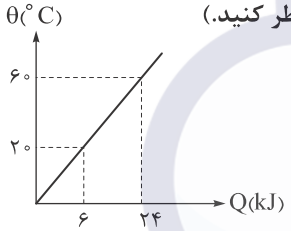
ب) میانگین انرژی جنبشی ذره‌های ماده: $A > C > B$

پ) ظرفیت گرمایی یک گرم از هر نمونه: $C > B > A$

ت) انرژی گرمایی: $A = B = C$

۱) الف ـ ب ۲) ب ـ ت ۳) الف ـ پ ۴) پ ـ ت

۹ – نمودار زیر تغییرات دمای ۵۰۰ گرم قطعهٔ فلز A نسبت به گرمای داده‌شده را نشان می‌دهد. اگر این قطعه فلز را در دمای $۲۰\,^\circ C$ با یک کیلوگرم فلز B با دمای $۱۰۰\,^\circ C$ تماس دهیم، دمای نهایی دو قطعه، چند کلوین خواهد بود؟ (گرمای ویژهٔ جسم B ، برابر با ۰/۴۵ ژول بر گرم بر درجهٔ سلسیوس است. از اتلاف گرما صرف نظر کنید.)



۱) ۶۰

۲) ۳۳۳

۳) ۷۵

۴) ۳۴۸

۱۰– درستی یا نادرستی عبارت‌های زیر به ترتیب در کدام گزینه آمده است؟

الف) ظرفیت گرمایی یک ماده به فشار، دما، نوع و مقدار ماده بستگی دارد.

ب) گرما می‌تواند از یک جسم با انرژی گرمایی کم‌تر به جسمی با انرژی گرمایی بیشتر منتقل شود.

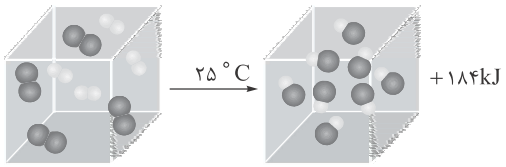
پ) اگر نقطهٔ جوش مادهٔ مولکولی A بیشتر از نقطهٔ جوش مادهٔ مولکولی B باشد، گرمای ویژهٔ A از B بیشتر است.

۱) درست ـ درست ـ نادرست ۲) نادرست ـ نادرست ـ درست

۳) نادرست ـ نادرست ـ نادرست ۴) درست ـ درست ـ درست

۱۱– با توجه به شکل زیر که مربوط به واکنش $H_۲(g) + Cl_۲(g) \rightarrow ۲HCl(g)$ است، کدام مورد نادرست است؟

$(H = ۱, Cl = ۳۵/۵ : g.mol^{-1})$



۱) طی این واکنش، نیروهای نگهدارندهٔ اتم‌ها و استحکام پیوند، در واکنش‌دهنده‌ها نسبت به فراورده تغییر می‌کنند.

۲) مقدار گرمای آزادشده به ازای تولید ۱۴۶ گرم فراورده برابر ۳۶۸ kJ است.

۳) در این واکنش، انرژی گرمایی فراورده‌ها به اندازهٔ ۱۸۴ kJ نسبت به واکنش‌دهنده‌ها کم‌تر است.

۴) گرمای آزادشده در این واکنش، به طور عمده وابسته به تفاوت در انرژی شیمیایی مواد واکنش‌دهنده و فراورده است.

۱۲- با توجه به واکنش: $2HBr(g) + 95kJ \rightarrow H_2(g) + Br_2(g)$، گرمای واکنش‌های ۱ و ۲ به ترتیب کدام است؟

۱) $2HBr(l) \rightarrow H_2(g) + Br_2(g)$

۲) $2HBr(g) \rightarrow H_2(g) + Br_2(l)$

۱) $+65$ ، $+118/5$ ۲) $+118/5$ ، $+65$ ۳) -65 ، $-118/5$ ۴) $-118/5$ ، -65

۱۳- کدام عبارت نادرست است؟

۱) مواد غذایی در یخچال صحرایی براساس فرایندی با معادلهٔ $H_2O(g) \rightarrow H_2O(l) + 44/1$، خنک می‌ماند.

۲) در شرایط یکسان از سوختن الماس، گرمای بیشتری نسبت به سوختن گرافیت آزاد می‌شود.

۳) کربن دی‌اکسید جامد با جذب گرما و طی فرایند فرازش به کربن دی‌اکسید گازی تبدیل می‌شود.

۴) در شرایط یکسان، سطح انرژی هیدرازین (N_2H_4) نسبت به سطح انرژی آمونیاک بالاتر است.

۱- کدام مطلب در مورد قانون هس نادرست است؟

۱) قانون هس بیان می‌کند که تغییر آنتالپی یک واکنش، صرف نظر از مسیر انجام آن، مقدار ثابتی است.

۲) از قانون هس می‌توان برای محاسبهٔ تغییر آنتالپی واکنش‌هایی که به سختی قابل انجام هستند، استفاده کرد.

۳) در قانون هس، جهت انجام واکنش‌ها اهمیتی ندارد و می‌توان آن‌ها را به دلخواه معکوس کرد.

۴) قانون هس به ما کمک می‌کند تا گرمای یک مرحله از یک واکنش چندمرحله‌ای را محاسبه کنیم.

۲- از واکنش $N_۲(g)+۴H_۲O(l) \rightarrow N_۲H_۴(l)+۲H_۲O_۲(l)$، برای تهیهٔ هیدرازین $(N_۲H_۴)$ به عنوان سوخت موشک و هیدروژن پراکسید $(H_۲O_۲)$ به عنوان اکسیدکننده استفاده می‌شود. با توجه به واکنش‌های ترموشیمیایی داده‌شده، آنتالپی این واکنش چند کیلوژول است؟

$$N_۲H_۴(l)+O_۲(g) \rightarrow N_۲(g)+۲H_۲O(l)\,,\ \Delta H_۱=-۶۲۲/۲\,kJ$$

$$H_۲(g)+\frac{۱}{۲}O_۲(g) \rightarrow H_۲O(l)\,,\ \Delta H_۲=-۲۸۵/۸\,kJ$$

$$H_۲(g)+O_۲(g) \rightarrow H_۲O_۲(l)\,,\ \Delta H_۳=-۱۸۷/۸\,kJ$$

۱) $-۸۱۸/۲$ ۲) -۱۰۸۰ ۳) $۸۱۸/۲$ ۴) ۱۰۸۰

۳- چه تعداد از روش‌های زیر، در افزایش زمان ماندگاری میوه‌ها و سبزیجات تأثیرگذار نیست؟

- **نگه‌داری در یخچال با دمای ۴ درجهٔ سانتی‌گراد**
- **شست‌وشوی میوه‌ها و سبزیجات بلافاصله پس از خرید**
- **بسته‌بندی میوه‌ها و سبزیجات در ظروف بدون منفذ**
- **خشک‌کردن میوه‌ها و سبزیجات**

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۴- کدام‌یک از عوامل زیر تأثیر محدودتری بر سرعت واکنش‌های شیمیایی دارد؟

۱) فشار ۲) دما ۳) غلظت واکنش‌دهنده‌ها ۴) سطح تماس واکنش‌دهنده‌ها

۵- واکنش موازنه‌نشدهٔ زیر را که در محلول آبی انجام می‌شود، در نظر بگیرید:

$$(Mn = ۵۵, K = ۳۹, O = ۱۶, H = ۱ : g.mol^{-۱})$$

$$(KMnO_۴(aq) + H_۲C_۲O_۴(aq) + H_۲SO_۴(aq) \rightarrow K_۲SO_۴(aq) + MnSO_۴(aq) + CO_۲(g) + H_۲O(l))$$

کدام مطلب در خصوص این واکنش نادرست است؟

۱) سرعت متوسط تشکیل ۵۶ لیتر گاز کربن دی‌اکسید در شرایط STP، برابر سرعت متوسط مصرف ۷۹ گرم پتاسیم پرمنگنات است.

۲) سرعت متوسط مصرف اگزالیک اسید $(H_۲C_۲O_۴(aq))$، ۲/۵ برابر سرعت متوسط تولید کربن دی‌اکسید است.

۳) اگر در یک بازهٔ زمانی مشخص، ۳۱/۶ گرم پتاسیم پرمنگنات مصرف شود، در همان بازهٔ زمانی ۱۴/۴ گرم آب تولید می‌شود.

۴) نسبت سرعت متوسط تولید پتاسیم سولفات به سرعت متوسط تولید منگنز (II) سولفات، برابر با ۱ به ۲ است.

۶- کدام موارد از مطالب زیر درست است؟

الف) پوشاک، بدن را در برابر عوامل محیطی گوناگون مانند بخارهای سمی و غلیظ، پرتوها، آلودگی‌های عفونی، آتش، گلوله و ... محافظت می‌کند.

ب) پدیدارشدن صنعت نساجی به شکل امروزی، به دلیل پاسخ‌گو نبودن روش‌های سنتی تولید پوشاک به نیازهای جامعه است.

پ) تلاش شیمی‌دان‌ها در دههٔ ۱۹۸۰ میلادی منجر به شناسایی و تولید انواع گوناگونی از الیاف ساختگی بر پایهٔ نفت شد.

ت) فرایند تهیهٔ پوشاک از پنبه به ترتیب شامل چهار مرحلهٔ ریسندگی، بافندگی، فراوری و دوزندگی است.

۱) «ب» و «ت» ۲) «الف» و «پ» ۳) «الف» و «ب» ۴) «پ» و «ت»

۷- کدام مطلب در مورد فرایند پلیمری‌شدن نادرست است؟

۱) پلیمری‌شدن فرایندی است که در آن مولکول‌های کوچک (مونومرها) به یکدیگر متصل شده و مولکول‌های بزرگ‌تر (پلیمرها) را تشکیل می‌دهند.

۲) پلیمری‌شدن تنها از طریق مونومرهای دارای پیوند دوگانهٔ کربن ـ کربن، انجام می‌شود.

۳) پلیمرهای حاصل از پلیمری‌شدن می‌توانند ساختار خطی یا غیرخطی داشته باشند.

۴) نوع و شرایط پلیمری‌شدن، روی خواص پلیمر حاصل اثرگذار است.

۸ – درستی یا نادرستی مطالب زیر به ترتیب در کدام گزینه آمده است؟

- **بر اثر پلیمری‌شدن شمار مشخصی مونومر، فراورده‌ای با ویژگی‌های ساختاری معین تولید می‌شود.**
- **نوع نیروهای بین مولکولی در پلی‌اتن سبک و سنگین با یکدیگر متفاوت است.**
- **روغن زیتون همانند پروتئین موجود در پشم و برخلاف نایلون، در دستهٔ درشت‌مولکول‌های طبیعی قرار دارد.**
- **واکنشی که در آن مجموعه‌ای از مولکول‌های کوچک و سیرنشده به یک درشت‌مولکول سیرشده تبدیل می‌شود، بسپارش نام دارد.**

۱) نادرست ـ نادرست ـ نادرست ـ درست
۲) درست ـ نادرست ـ نادرست ـ نادرست
۳) درست ـ درست ـ نادرست ـ درست
۴) نادرست ـ نادرست ـ درست ـ نادرست

۹– در کدام‌یک از مواد زیر، پلی‌اتن سنگین کاربرد ندارد؟

۱) کیسهٔ پلاستیکی
۲) لوله‌های پلاستیکی
۳) دبه‌های آب
۴) بطری کدر شیر

۱۰– در چند مورد زیر، نسبت شمار اتم‌های هیدروژن به شمار اتم‌های کربن در مولکول اول (سمت راست)، بزرگ‌تر از این نسبت در مولکول دیگر است؟

- **پروپان ـ پلی‌پروپن**
- **پلی‌وینیل کلرید ـ پلی‌استیرن**
- **بنزن ـ پلی‌سیانو اتن**
- **پلی‌اتن ـ نفتالن**

۱) ۴
۲) ۳
۳) ۲
۴) ۱

۱۱– جدول زیر نتایج یک پژوهش تجربی در رابطه با اثر ترکیب درصد کاتالیزگر بر جرم مولی میانگین پلی‌اتن را نشان می‌دهد. کدام مطلب نادرست است؟

شمارهٔ آزمایش	شمار مول‌های کاتالیزگر محتوی تیتانیم (شمارهٔ ۱)	شمار مول‌های کاتالیزگر محتوی آلومینیم (شمارهٔ ۲)	جرم مولی میانگین پلیمر (گرم)
۱	۱	۱۲	۲۷۲۰۰۰
۲	۱	۶	۲۹۲۰۰۰
۳	۱	۳	۲۹۸۰۰۰
۴	۱	۱	۲۸۴۰۰۰
۵	۱	۰/۶۳	۱۶۰۰۰۰
۶	۱	۰/۵۳	۴۰۰۰۰
۷	۱	۰/۵۰	۲۱۰۰۰
۸	۱	۰/۲۰	۳۱۰۰۰

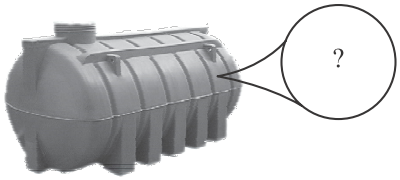
۱) نسبت‌های مولی مختلف از کاتالیزگرها می‌تواند منجر به تولید پلیمر با جرم مولی یکسان شود.

۲) در آزمایش‌هایی که نسبت مولی کاتالیزگر (۲) به (۱)، کم‌تر از یک است، جرم مولی میانگین پلیمر با شیب بیشتری تغییر می‌کند.

۳) در نسبت مولی ۹ به ۱ از کاتالیزگرهای محتوی آلومینیم و تیتانیم، جرم مولی پلیمر تولیدشده می‌تواند در حدود ۲۸۰۰۰۰ گرم بر مول باشد.

۴) بیشترین درصد تغییر جرم مولی میانگین پلیمر در بین دو آزمایش متوالی، بین آزمایش‌های ۴ و ۵ اتفاق می‌افتد.

۱۲- الگوی زنجیرهای پلیمر سازندهٔ تانکر مقابل به کدام صورت است و اگر جرم تانکر برابر با ۱۶۸ کیلوگرم باشد، حجم گاز اتن مورد استفاده برای تهیهٔ آن در شرایط STP چند متر مکعب است؟ $(C = ۱۲, H = ۱ : g.mol^{-۱})$ (بازده واکنش پلیمری‌شدن را ۸۰ درصد در نظر بگیرید.)



۱) ۱۳۴/۴ ،

۲) ۱۳۴/۴ ،

۳) ۱۶۸ ،

۴) ۱۶۸ ،

گروه آموزشی ماز

دوپینگ

۱- **کدام‌یک از مطالب زیر درست است؟**

۱) اطلاعات ارسالی فضاپیماهای وویجر شامل ترکیب شیمیایی اتمسفر برخی سیاره‌ها مثل مریخ و درصد این مواد بوده است.

۲) مطالعه برهم‌کنش میان نور و ماده، به کشف ذرات سازنده جهان و چگونگی تشکیل آن‌ها کمک کرده است.

۳) علم شیمی برای پرسش بنیادی چگونگی پیدایش جهان هستی، پاسخ قانع‌کننده پیدا کرده است.

۴) انرژی گسیل شده از نزدیک‌ترین ستاره به زمین، طی تبدیل هلیم به هیدروژن ایجاد می‌شود.

۲- **کدام‌یک از موارد زیر عبارت داده شده را به‌درستی تکمیل می‌کند؟**

اگر در آرایش الکترونی یک اتم، ..... الکترون با ..... وجود داشته باشد، آن عنصر در ..... حضور دارد.

الف: ۱۴ − $n = ۳$ − دسته d ب: **۱۲ − $n + l = ۵$ − دسته s**

پ: ۱۵ − $l = ۱$ − گروه پانزدهم ت: **۷ − $l = ۰$ − دوره سوم**

۱) «الف» و «پ» ۲) «الف» و «ت» ۳) «ب» و «پ» ۴) «ب» و «ت»

۳- **اگر نسبت شمار نوترون به پروتون در اتم $^{۱۲۱}_{a}Y$ برابر همین نسبت در اتم $^{a}_{۲۵}X$ باشد، شمار نوترون‌های موجود در ساختار هر اتم X چقدر است؟**

۱) ۲۸ ۲) ۳۰ ۳) ۳۲ ۴) ۳۶

۴- **اگر عنصر A با عنصر ..... هم‌گروه و با عنصر ..... هم‌دوره باشد، عدد اتمی آن ..... است.**

۱) $۴۰ - {}_{۵۲}Te - {}_{۴}Be$ ۲) $۵۳ - {}_{۴۷}Ag - {}_{۸۳}Bi$

۳) $۱۰۸ - {}_{۹۲}U - {}_{۷۴}W$ ۴) $۸۲ - {}_{۷۶}Os - {}_{۳۲}Ge$

۵- **چند مورد از عبارت‌های زیر در مورد سیاره‌های زمین و مشتری درست است؟**

الف: فراوان‌ترین عنصر در سیاره زمین، بیش از نیمی از کل تعداد اتم‌های موجود در این سیاره را تشکیل می‌دهد.

ب: تفاوت درصد فراوانی اولین و دومین عنصر فراوان در سیاره مشتری، بیشتر از این مقدار در زمین است.

پ: سیاره مشتری، برخلاف زمین سیاره‌ای گازی است و اندازه آن نیز بزرگ‌تر از کره زمین است.

ت: دومین عنصر فراوان موجود در سیاره مشتری، در زمین نیز از عناصر فراوان است.

ث: در سیاره مشتری، برخلاف کره زمین، میان عناصر فراوان، هیچ فلزی وجود ندارد.

۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۴ ۴) ۵

۶- **کدام موارد از مطالب زیر نادرست هستند؟**

الف: فرایند تشکیل آهن از عناصر سبک‌تر، برخلاف واکنش تولید هلیم از هیدروژن، در ستاره‌ها انجام می‌شود.

ب: طی مهبانگ، علاوه بر ذرات زیراتمی مانند الکترون، نوترون و پروتون، انرژی گرمایی عظیمی تولید شد.

پ: هیدروژن و هلیم پس از تولید سحابی‌ها و با کاهش دمای فراورده‌های حاصل از انفجار مهیب، ایجاد شدند.

ت: پس از انفجار ستاره‌ها، برخلاف مهبانگ، مقداری از عناصری مانند لیتیم و کربن در فضا پراکنده می‌شوند.

۱) «الف» و «پ» ۲) «الف» و «ت» ۳) «ب» و «پ» ۴) «پ» و «ت»

۷- نسبت جرم یون اکسید به جرم یون ..... موجود در ساختار اکسید این فلز، به‌تقریب برابر ..... است. (عدد جرمی اکسیژن برابر ۱۶ است.)

۱) $۱/۳ - {}^{۷}Li$ ۲) $۰/۲ - {}^{۴۰}Ca$ ۳) $۰/۹ - {}^{۲۷}Al$ ۴) $۰/۴ - {}^{۳۹}K$

۸- کدام‌یک از مطالب زیر درست است؟

۱) در یک نمونه طبیعی از فلز منیزیم، دو نوع اتم با جرم‌های متفاوت وجود دارد.

۲) هرچه نیم‌عمر یک ایزوتوپ بیشتر باشد، میزان پرتوزا بودن آن ایزوتوپ نیز بیشتر خواهد بود.

۳) در اغلب رادیوایزوتوپ‌های عناصر مختلف، نسبت شمار الکترون به نوترون بیشتر از ۰/۶۷ است.

۴) نسبت شمار پروتون به نوترون در فراوان‌ترین ایزوتوپ منیزیم، بیشتر از فراوان‌ترین ایزوتوپ لیتیم است.

۹- با توجه به جدول مقابل که در رابطه با یک نمونه از فلوئور رسم شده است، جرم اتمی میانگین فلوئور برابر با چند amu است؟ (جرم اتمی ایزوتوپ‌ها، برابر عدد جرمی آن‌ها است.)

شمار نوترون در ایزوتوپ	۹	۱۰	۱۱
شمار اتم‌ها در نمونه	۹	۱۸	۳

۱) ۱۸/۹ ۲) ۱۸/۸ ۳) ۱۸/۷ ۴) ۱۸/۶

۱۰- کدام موارد از مطالب زیر در مورد تشخیص توده سرطانی به کمک گلوکز نشان‌دار درست هستند؟

الف: همه اتم‌های موجود در گلوکز نشان‌دار، پرتوزا هستند و به کمک آشکارساز تشخیص داده می‌شوند.

ب: در این روش تشخیصی، تمام ذرات گلوکزی که به بدن تزریق می‌شوند پرتوزا هستند.

پ: در محل توده سرطانی بدن، علاوه بر گلوکز نشان‌دار، گلوکز معمولی نیز حضور دارد.

ت: هر جای بدن که وجود گلوکز نشان‌دار تشخیص داده شود، توده سرطانی است.

۱) «الف» و «پ» ۲) «الف» و «ت» ۳) «ب» و «پ» ۴) «ب» و «ت»

۱۱- مجموع عدد کوانتومی اصلی و فرعی الکترون‌های ظرفیت عنصری با ۱۵ الکترون در لایه سوم کدام است؟

۱) ۳۳ ۲) ۴۳ ۳) ۳۰ ۴) ۳۸

۱۲- با توجه شکل مقابل که بخشی از جدول تناوبی را نشان می‌دهد، چند مورد از مطالب زیر درست است؟ (نمادهای Si و Ge، معادل با نماد اصلی دو عنصر از جدول دوره‌ای هستند.)

A	Si	D	Z
X	Ge	E	Y
Q	J	R	L

الف: بین دو عنصر A و E، تعداد ۱۸ عنصر جامد در جدول دوره‌ای حضور دارد.

ب: در میان ۸ عنصر اول موجود در شکل مقابل، دو عنصر نماد تک حرفی دارند.

پ: عنصر D می‌تواند ترکیب یونی دوتایی با فرمول شیمیایی $M_۲D$ داشته باشد.

ت: عنصر فلزی X با از دست دادن همه الکترون‌های ظرفیت خود به یونی پایدار تبدیل می‌شود.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۱۳- جرم اتم‌های هیدروژن در کدام ترکیب در مقایسه با سایر ترکیب‌های داده شده کمتر است؟

$(H = ۱ , B = ۱۱ , O = ۱۶ , Si = ۲۸ , S = ۳۲ : g.mol^{-۱})$

۱) ۶۰ گرم $H_۲S$ ۲) ۳۰ گرم $H_۲O$ ۳) ۲۵ گرم $SiH_۴$ ۴) ۱۵ گرم $B_۲H_۶$

۱۴- در ساختار ترکیب .....، نسبت شمار آنیون به شمار کاتیون، ..... نسبت تعداد کاتیون به تعداد آنیون در ترکیب ..... است.

۱) آلومینیم اکسید ـ برابر ـ کلسیم نیترید
۲) منیزیم اکسید ـ نصف ـ کلسیم یدید
۳) پتاسیم سولفید ـ معکوس ـ استرانسیم کلرید
۴) باریم فسفید ـ نصف ـ سدیم نیترید

۱۵- کدام‌یک از مقایسه‌های انجام‌شده میان زیرلایه‌ها نادرست است؟

۱) زیرلایه $۶p$ نسبت به زیرلایه $۵d$ از هسته دورتر است.
۲) سطح انرژی زیرلایه $۴f$ از زیرلایه $۵d$ پایین‌تر است.
۳) زیرلایه $۵f$ زودتر از زیرلایه $۷s$ الکترون می‌گیرد.
۴) سطح انرژی زیرلایه $۵d$ از زیرلایه $۶s$ بالاتر است.

۱۶- کدام موارد از مطالب زیر درست است؟

الف: در دوره سوم، سه عنصر وجود دارند که شمار زیرلایه‌های برابری با عنصر قبل و بعد خود دارند.
ب: در دوره چهارم، چهار عنصر وجود دارند که مجموع l الکترون‌های آن‌ها با عنصر قبل از خود برابر است.
پ: در دوره چهارم جدول تناوبی، در آرایش الکترونی چهار عنصر، بیرونی‌ترین زیرلایه الکترونی نیمه‌پر است.
ت: در مدل فضاپرکن، شمار جفت الکترون‌های پیوندی برخلاف شمار جفت الکترون‌های ناپیوندی مشخص است.

۱) «الف» و «پ»
۲) «الف» و «ت»
۳) «ب» و «پ»
۴) «ب» و «ت»

۱۷- اگر آرایش الکترونی عناصر A، B و C به‌ترتیب، به $۳p^۴$، $۲p^۵$ و $۴p^۲$ ختم شود، کدام‌یک از گزینه‌ها درست است؟

۱) نسبت شمار الکترون‌های دارای $l = ۱$ به $l = ۰$ در عنصر C برابر ۱/۲ است.
۲) اگر عنصر A در هسته خود ۱۸ نوترون داشته باشد، عدد جرمی آن برابر ۳۲ است.
۳) در ساختار یون پایدار حاصل از A، بیش از ۴۰ درصد الکترون‌ها، $n + l = ۳$ دارند.
۴) در یون پایدار حاصل از عنصر ^{۲۰}B، تفاوت شمار نوترون‌ها و شمار الکترون‌ها برابر ۲ است.

۱۸- کدام‌یک از مطالب زیر نادرست است؟

۱) اگر عنصری با تشکیل یون تک‌اتمی پایدار به آرایش گاز نجیب هم‌دوره خود برسد، نافلز است.
۲) رنگ نور لامپ سدیم، نسبت به رنگ نور لامپ نئون، هنگام عبور از منشور کمتر منحرف خواهد شد.
۳) عنصری که به سرب مداد شهرت دارد، اولین عنصری است که ۳ زیرلایه دو الکترونی در ساختار خود دارد.
۴) عناصر موجود در دسته d، در مقایسه با سایر دسته‌ها بیشترین تعداد را در میان عناصر جدول تناوبی دارند.

۱۹- طیف نشری خطی ۳ عنصر اول جدول تناوبی در بازه نورهای مرئی را در نظر بگیرید. در این رابطه، کدام‌یک از مطالب زیر نادرست است؟

۱) پرانرژی‌ترین و کم انرژی‌ترین پرتو به‌ترتیب در طیف هلیم و هیدروژن دیده می‌شود.
۲) شلوغ‌ترین طیف مربوط به عنصری است که تمایل به انجام واکنش شیمیایی ندارد.
۳) رنگ شعله لیتیم در میان رنگ پرتوهای طیف نشری خطی آن دیده می‌شود.
۴) در طیف نشری خطی هر سه عنصر، نوری با رنگ قرمز دیده می‌شود.

۲۰- توصیف زیر درباره دو مورد از گازهای سازنده هواکره است:

(گاز A با مصرف CO_2 هواکره توسط گیاهان تولید شده و گاز B برای نگهداری نمونه‌های بیولوژیک در پزشکی استفاده می‌شود.)

کدام مطلب زیر درباره ویژگی‌های این دو گاز نادرست است؟

۱) در هوای پاک و خشک، درصد حجمی گاز B از گاز A بیشتر است.

۲) در دمایی که گاز A به حالت مایع است، گاز آرگون نیز به یقین مایع خواهد بود.

۳) در فرآیند تقطیر هوای مایع، تهیه گاز B به‌صورت صد در صد خالص، امکان‌پذیر است.

۴) در تنظیم باد تایر خودرو، از مخلوط گازی حاوی ۹۵ درصد حجمی گاز B استفاده می‌شود.

۲۱- اگر مجموع ضرایب فراورده‌ها را در واکنش‌های (۱)، (۲) و (۳) به‌ترتیب با a ، b و c نشان دهیم، کدام‌یک از رابطه‌های زیر برقرار خواهد بود؟

(۱) $K(s) + B_2O_3(s) \rightarrow K_2O(s) + B(s)$

(۲) $Ca_3(PO_4)_2(s) + SiO_2(s) + C(s) \rightarrow CaSiO_3(s) + CO(g) + P(s)$

(۳) $C(s) + SO_2(g) \rightarrow CS_2(l) + CO(g)$

۱) $a + b = c$ ۲) $a + b = 2c$ ۳) $a + c = b$ ۴) $a + c = 2b$

۲۲- همه موارد زیر درست هستند، به‌جز ..... .

۱) فشار هواکره، در همه جهت‌ها و به یک میزان بر بدن ما وارد می‌شود.

۲) مدل فضاپرکن دو مورد از فراورده‌های سوختن زغال سنگ مشابه یکدیگر است.

۳) از اولین عنصری که ۱۲ الکترون با $l = 1$ دارد، به‌عنوان محیط بی‌اثر در جوشکاری استفاده می‌شود.

۴) اگر دمای یک نمونه آب در مقیاس کلوین، ۱۰/۱ برابر مقیاس سلسیوس باشد، حالت فیزیکی آن گاز است.

۲۳- نسبت شمار جفت الکترون‌های پیوندی به ناپیوندی در ساختار لوویس ..... از این نسبت در گوگرد تری‌اکسید کمتر بوده و در آرایش الکترونی هر اتم مجزا از عنصری که اتم مرکزی آن را می‌سازد، ..... زیرلایه دو الکترونی وجود دارد.

۱) کربن دی‌سولفید ـ ۲

۲) نیتروژن تری‌فلوئورید ـ ۳

۳) سیلیسیم تتراکلرید ـ ۴

۴) کربن مونوکسید ـ ۳

۲۴- توصیف زیر درباره دگرشکل‌های مختلف اکسیژن است. چند مورد از مقایسه‌های داده شده، درباره آن‌ها درست است؟

(در حالت مایع، دگرشکل X نسبت به دگرشکل Y رنگ تیره‌تری دارد.)

- **درصد حجمی در هواکره: $X > Y$**
- **نقطه جوش: $X < Y$**
- **واکنش‌پذیری: $X > Y$**
- **نسبت شمار جفت الکترون‌های پیوندی به ناپیوندی: $X = Y$**

۱) ۴ ۲) ۳ ۳) ۲ ۴) ۱

۲۵- در اثر تجزیه کامل مخلوطی از سدیم نیترات و سدیم کربنات مطابق واکنش‌های موازنه نشده زیر، مقدار ۶۷/۲ لیتر گاز در شرایط استاندارد تولید می‌شود. اگر جرم نهایی جامد باقی‌مانده در ظرف واکنش برابر ۶۲ گرم باشد، چند درصد از جرم مخلوط اولیه را یون سدیم تشکیل می‌دهد؟ ($Na = ۲۳ : g.mol^{-۱}$ و $O = ۱۶$ و $N = ۱۴$ و $C = ۱۲$)

$Na_۲CO_۳(s) \rightarrow Na_۲O(s) + CO_۲(g)$

$NaNO_۳(s) \rightarrow Na_۲O(s) + N_۲(g) + O_۲(g)$

۱) ۲۶ ۲) ۲۹ ۳) ۳۲ ۴) ۳۵

۲۶- اگر جرم گاز اکسیژن مصرف شده در واکنش سوختن کامل ۱۷/۸ کیلوگرم چربی کوهان شتر($C_{۵۷}H_{۱۱۰}O_۶$)، معادل با ۸۱/۵ برابر مجموع جرم مواد گازی تولید شده در واکنش موازنه نشده زیر باشد، جرم سولفوریک اسید مصرف شده در این واکنش چند کیلوگرم است؟ ($H = ۱ : g.mol^{-۱}$ و $B = ۱۱$ و $O = ۱۶$ و $S = ۳۲$ و $C = ۱۲$)

$NaBH_۴(s) + H_۲SO_۴(aq) \rightarrow Na_۲SO_۴(aq) + B_۲H_۶(g) + H_۲(g)$

۱) ۰/۴۹ ۲) ۰/۹۸ ۳) ۱/۴۷ ۴) ۱/۹۶

۲۷- کدام مطلب درست است؟

۱) مشابه اغلب عناصر فلزی، فلزهای سدیم و آهن در شرایط مناسب در حضور گاز اکسیژن می‌سوزند.

۲) در عدم حضور گاز اکسیژن، یک نمونه از هیدروکربن‌ها به‌صورت ناقص سوخته و گاز CO تولید می‌شود.

۳) برخلاف نیتریک اسید، تهیه سولفوریک اسید در صنعت شامل چندین واکنش گازی متوالی است.

۴) اگر برای تولید برق، به‌جای گرمای زمین از نور خورشید استفاده شود، مقدار $CO_۲$ کمتری تولید خواهد شد.

۲۸- کدام موارد زیر درست است؟

الف: یکی از فراورده‌های سوختن ناقص سوخت‌های فسیلی، گازی با چگالی کمتر از هوا است.

ب: با افزایش ردپای کربن دی‌اکسید، درصد حجمی عناصر گازی موجود در هواکره نیز افزایش می‌یابد.

پ: در ساختار آلاینده‌های ناشی از سوختن سوخت‌های فسیلی در خودروها، عنصری از دسته s یافت نمی‌شود.

ت: کاغذ pH در محلول آب آهک، برخلاف محلول آبی حاوی اکسید سنگین‌تر کربن، به رنگ آبی در می‌آید.

۱) «الف» و «ب» ۲) «الف» و «ت» ۳) «ب» و «پ» ۴) «پ» و «ت»

۲۹- با توجه به واکنش تهیه فسفر تری‌کلرید از واکنش میان فسفر جامد($P_۴$) و گاز کلر، کدام مورد نادرست است؟

($Cl = ۳۵/۵ : g.mol^{-۱}$ و $P = ۳۱$)

۱) در ساختار فراورده، ۲۰ الکترون ناپیوندی وجود داشته و اتم مرکزی آن، نسبت به اتم‌های کناری شعاع بزرگ‌تری دارد.

۲) مجموع ضرایب استوکیومتری مواد در این واکنش، با مجموع ضرایب مواد در واکنش سوختن ناقص متان برابر است.

۳) برای مصرف کامل ۴۹۶ گرم فسفر در این واکنش شیمیایی، ۳۴۰۸ لیتر گاز کلر با چگالی $۲g.L^{-۱}$ نیاز است.

۴) اگر فراورده این واکنش حالت مایع داشته باشد، با انجام این واکنش، حجم مواد به‌تدریج کاهش می‌یابد.

۳۰- از واکنش ۶ گرم از فلز M با سولفوریک اسید مطابق معادله زیر،مقدار ۳/۶ لیتر گاز هیدروژن با حجم مولی ۲۴ لیتر بر مول تولید می‌شود. از واکنش اکسید فلز M با چند لیتر هوا، ۲۷۰ گرم MCO_3 تولید می شود؟
(فرض کنید در هر مترمکعب هوا ۷۲ گرم گاز CO_2 وجود دارد. $C = 12 : g.mol^{-1}$ و $O = 16$)

$$M(s) + H_2SO_4(aq) \rightarrow MSO_4(aq) + H_2(g)$$

۱) ۱۵۶۰ ۲) ۱۶۵۰ ۳) ۱۶۹۰ ۴) ۱۹۶۰

۳۱- اگر در واکنش موازنه نشده زیر، تعداد $7/525 \times 10^{22}$ مولکول اکسیژن مصرف شود، در مجموع چند مول یون سدیم در میان فراورده‌های تولید شده وجود خواهد داشت؟ (فرض کنید واکنش به‌طور کامل انجام شود.)

$$Au(s) + NaCN(aq) + O_2(g) + H_2O(l) \rightarrow NaAu(CN)_2(aq) + NaOH(aq)$$

۱) ۱ ۲) ۱/۵ ۳) ۲ ۴) ۳

۳۲- کدام مورد درست است؟

۱) نمودار میانگین جهانی دمای سطح زمین برحسب میانگین pH آب‌های آزاد، صعودی است.

۲) با تابش پرتویی با طول موج کمتر از $400nm$، پیوند اشتراکی یگانه در مولکول اوزون می‌شکند.

۳) نسبت شمار آنیون به کاتیون در ترکیب اصلی سازنده بوکسیت، از این نسبت در قلع(IV) فسفید کوچک‌تر است.

۴) مطابق اصول کلی توسعهٔ پایدار، در تولید هر فراورده، باید همهٔ هزینه‌های اقتصادی و زیست‌محیطی را در نظر گرفت.

۳۳- در شرایط معین، ۳ گرم گاز نیتروژن مونوکسید ظرفی به حجم ۲/۵ لیتر را اشغال کرده است. در دما و فشار مشابه، سیلندر حاوی آمونیاک ۵۰ لیتر حجم دارد. چگالی گاز آمونیاک موجود در این سیلندر، برحسب گرم بر لیتر کدام است؟
($O = 16$ و $N = 14$ و $H = 1 : g.mol^{-1}$)

۱) ۱/۱۲ ۲) ۰/۵۶ ۳) ۱/۳۶ ۴) ۰/۶۸

۳۴- با توجه به جدول زیر که آخرین زیرلایه اشغال شده از الکترون هر عنصر را نشان می‌دهد، در ساختار ترکیب ..... یک اتم وجود دارد که از قاعده هشت‌تایی پیروی نکرده و شمار پیوندهای اشتراکی در این گونه از شمار پیوندهای اشتراکی فراوان‌ترین ترکیب موجود در هوای پاک و خشک ..... است.

نماد عنصر	A	B	C	D	E
آرایش الکترونی بیرونی‌ترین زیرلایه	$2p^2$	$2p^3$	$2p^4$	$3p^4$	$3p^5$

۱) BC_2^- ـ کمتر ۲) BC_2 ـ کمتر ۳) AD_2 ـ بیشتر ۴) DE_4 ـ بیشتر

۳۵- در یک ظرف سرباز، مقدار ۶/۳ کیلوگرم $(NH_4)_2Cr_2O_7$ مطابق واکنش موازنه نشده زیر تجزیه می‌شود. در لحظه‌ای که ۰/۵ کیلوگرم از جرم مواد جامد موجود در ظرف کاسته شده باشد، به‌تقریب چند درصد جرمی جامد باقیمانده در ظرف را کروم تشکیل خواهد داد؟ ($H = 1 : g.mol^{-1}$ و $O = 16$ و $N = 14$ و $Cr = 52$)

$$(NH_4)_2Cr_2O_7(s) \rightarrow Cr_2O_3(s) + N_2(g) + H_2O(g)$$

۱) ۴۱/۲ ۲) ۴۴/۸ ۳) ۵۱/۲ ۴) ۵۸/۶

۱- **کدام‌یک از مطالب زیر نادرست است؟**

۱) غلظت نمک‌های حل شده در آب باران در هوای پاک بسیار ناچیز است.

۲) غلظت سدیم کلرید در آب دریای خزر و خلیج فارس متفاوت از هم است.

۳) آب‌های شیرین، بخشی از آب‌کره زمین هستند که از آب خالص تشکیل می‌شوند.

۴) مجموع جرم مواد محلول موجود در آب‌های کره زمین، در طول زمان به‌تقریب ثابت است.

۲- **کدام‌یک از مطالب زیر نادرست است؟**

۱) علامت بار دو یون تک اتمی با بیشترین مقدار در آب دریا، متفاوت از هم است.

۲) فراوان‌ترین یون چنداتمی موجود در آب دریاها، بار الکتریکی مشابه یون سولفید دارد.

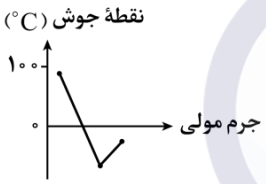
۳) بخش عمده کاتیون‌های موجود در آب دریا را یون‌های فلزهای اصلی تشکیل می‌دهند.

۴) آنیون حاصل از اولین هالوژن جدول تناوبی، در میان یون‌های اصلی و فراوان موجود در آب دریاها قرار دارد.

۳- **اگر به ۲۰ میلی‌لیتر محلول ۳۵٪ جرمی سولفوریک اسید با چگالی ۱/۴۷ گرم بر میلی‌لیتر، ۴۰ میلی‌لیتر آب اضافه کنیم، غلظت محلول حاصل چند مولار خواهد بود؟** $(H_۲SO_۴ = ۹۸\ g.mol^{-۱})$

۱) ۱/۷۵ ۲) ۲/۶۲۵ ۳) ۲/۲۵ ۴) ۱/۵

۴- **کدام‌یک از مطالب زیر درست هستند؟**



الف: در ترکیبی با فرمول شیمیایی HCN، نیروی بین مولکولی غالب از نوع وان‌درواسی نیست.

ب: نمودار مقابل را می‌توان به ترکیبات هیدروژن‌دار ۳ عضو اول گروه ۱۵ جدول تناوبی نسبت داد.

پ: مولکول‌های ترکیبات هیدروژن‌دار عناصر گروه پانزدهم، در میدان الکتریکی جهت‌گیری می‌کنند.

ت: مولکول هیدروژن کلرید در میدان الکتریکی به گونه‌ای قرار می‌گیرد که اتم کوچک‌تر به سمت قطب منفی باشد.

۱) «الف» و «ب» ۲) «الف» و «ت» ۳) «ب» و «پ» ۴) «پ» و «ت»

۵- **کدام‌یک از مطالب زیر نادرست است؟**

۱) گلاب و سرکه محلول‌هایی از ترکیب‌های آلی در آب هستند.

۲) خواص یک محلول، هم به حل‌شونده و هم به حلال آن محلول بستگی دارد.

۳) گشتاور دو قطبی متان برخلاف اکثر هیدروکربن‌ها به‌طور دقیق برابر صفر است.

۴) از تبلور برای جدا کردن حلال و حل‌شونده در محلول آبی اتانول، استفاده می‌شود.

۶- **درصد جرمی متانول $(CH_۳OH)$ در محلول آب و متانول بیش از حداقل چند درصد باشد تا متانول را بتوان حلال این محلول در نظر گرفت؟**

$(H = ۱ , C = ۱۲ , O = ۱۶ : g.mol^{-۱})$

۱) ۸۰ ۲) ۴۴ ۳) ۶۴ ۴) ۵۸

۷- **اگر غلظت یون کلرید در محلول $CaCl_2$ با چگالی $1g.ml^{-1}$، برابر $568\ ppm$ باشد، برای رسوب دادن همه یون‌های کلسیم در ده لیتر از این محلول مطابق واکنش موازنه‌نشده $Na_2CO_3(aq) + CaCl_2(aq) \longrightarrow NaCl(aq) + CaCO_3(s)$، چند گرم سدیم کربنات لازم است؟**

$(C = 12\ , O = 16\ , Na = 23\ , Cl = 35/5\ , Ca = 40 : g.mol^{-1})$

۱) ۰/۸۴۸ ۲) ۸/۴۸ ۳) ۰/۴۲۴ ۴) ۴/۲۴

۸- **کدام‌یک از مطالب زیر نادرست است؟**

۱) حداکثر غلظت مواد نامحلول در آب، به‌تقریب برابر $1000\ ppm$ است.

۲) کلسیم فسفات، برخلاف نمک کلسیم سولفات، ماده‌ای نامحلول در آب است.

۳) در ساختار آمونیوم کلرید، بار آنیون برخلاف کاتیون، فقط به یک اتم اختصاص دارد.

۴) در مخلوطی از روغن و آب، بخش کوچکی از مولکول‌های روغن در آب پراکنده شده‌اند.

۹- **معادله انحلال‌پذیری نمکی در آب به‌صورت $S = -0/3\theta + 20$ است. محلول ۱۰ درصد جرمی این نمک به‌تقریب در چه دمایی سیرشده است؟**

۱) ۳۱/۴°C ۲) ۲۹/۷°C ۳) ۳۳/۲ °C ۴) ۲۷/۶°C

۱۰- **کدام‌یک از گزینه‌های زیر عبارت داده شده را به‌درستی تکمیل نمی‌کند؟** منبع : آزمون وی ای پی

«در میان ..... و ....., ماده‌ای که ..... .»

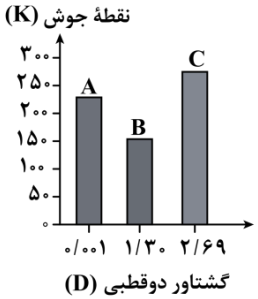
۱) کربن دی‌اکسید ـ کربن مونوکسید ـ قطبی است، نسبت شمار الکترون‌های پیوندی به ناپیوندی بیشتر از یک دارد.

۲) گاز نیتروژن ـ نیتروژن مونوکسید ـ دمای جوش بیشتری دارد، مقدار انحلال‌پذیری بیشتری در آب نیز دارد.

۳) هیدروژن فلوئورید ـ هیدروژن کلرید ـ پیوند هیدروژنی تشکیل می‌دهد، گشتاور دوقطبی بزرگ‌تری دارد.

۴) آب ـ ید ـ گشتاور دو قطبی بیشتری دارد، نیروهای بین ذره‌ای قوی‌تری میان مولکول‌های آن وجود دارد.

۱۱- **کدام‌یک از مطالب زیر نادرست است؟**



الف: مخلوط B در C، می‌تواند یک مخلوط همگن باشد.

ب: ممکن است جرم مولی B از جرم مولی C بیشتر باشد.

پ: جرم مولی A به یقین بیشتر از جرم مولی ذرات سازنده B است.

ت: انحلال‌پذیری B در آب و هگزان به‌ترتیب بیشتر از C و A است.

۱) فقط «ت» ۲) «الف» و «ب»

۳) «ب» و «ت» ۴) «پ» و «ت»

۱۲- مقداری کلسیم کربنات با ۳۰۰ میلی‌لیتر محلول هیدروکلریک اسید مطابق معادله زیر واکنش می‌دهد. اگر مقدار گاز تولیدشده در این واکنش در شرایط استاندارد ۱۶۸ میلی‌لیتر حجم داشته باشد، غلظت یون کلرید در محلول ایجاد شده در انتهای واکنش با چگالی یک گرم بر میلی‌لیتر، تقریباً چند ppm است؟ (از تغییر حجم محلول صرف نظر کنید. $Cl = ۳۵/۵\ g.mol^{-۱}$)

معادله واکنش موازنه شود $CaCO_۳(s) + HCl(aq) \longrightarrow CaCl_۲(aq) + H_۲O(l) + CO_۲(g)$

۱) ۲۶۶۲/۵ ۲) ۳۵۵۰ ۳) ۱۷۷۵ ۴) ۸۷۷/۵

۱۳- نام و فرمول شیمیایی چه تعداد از ترکیبات زیر به‌درستی مطرح شده‌اند؟

الف: اسکاندیم(III) کلرید: $ScCl_۳$

ب: آلومینیم کربنات: $Al_۲(CO_۳)_۳$

پ: وانادیم(II) نیترات: $VNO_۳$

ت: مس(II) سولفید: $Cu_۲S$

ث: روی فسفات: $Zn_۳P_۲$

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۱۴- چند مورد از مطالب زیر درست است؟

الف: در اسمز وارونه، برخلاف فرایند اسمز، ذراتی که از خلال غشا می‌گذرند، ذرات حل‌شونده هستند.

ب: در ساختار دستگاه اسمز وارونه، محل خروج آب شیرین پایین‌تر از محل خروج محلول غلیظ قرار دارد.

پ: در اسمز وارونه، برخلاف اسمز، پس از مدتی تفاوت غلظت محلول‌های دو سمت غشا افزایش می‌یابد.

ت: فرایند اسمز، برخلاف فرایند اسمز وارونه، یک فرایند خود به خود است و نیاز به نیروی خارجی ندارد.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۱۵- سه روش تصفیه آب به نام‌های اسمز معکوس، تقطیر و صافی کربن را به‌ترتیب با نمادهای A، B و C در نظر بگیرید. کدام‌یک از مطالب زیر در رابطه با این روش‌های تصفیه آب نادرست است؟

۱) باید آب تولیدشده در روش A را همانند آب تصفیه‌شده در روش B، پیش از مصرف کلرزنی کرد.

۲) تمام آلاینده‌هایی که در روش C از آب جدا می‌شوند، به روش A نیز از آب حذف می‌شوند.

۳) آب به‌دست آمده از روش B، آلاینده کمتری نسبت به آب گذرانده شده از صافی کربن دارد.

۴) در هر سه روش تصفیه آب، حشره‌کش‌ها و فلزهای سمی از آب آشامیدنی خارج می‌شوند.

۱۶- معادله انحلال‌پذیری یک ماده جامد در آب به‌صورت $S = a\theta + b$ است. کدام‌یک از مطالب زیر نادرست است؟

۱) اگر a مثبت باشد، با افزایش دما انحلال‌پذیری این ماده در آب افزایش می‌یابد.

۲) اگر a منفی باشد، انحلال این ماده جامد در آب یک فرایند گرماده است.

۳) اگر a مثبت باشد، نمودار انحلال‌پذیری-دما برای این ماده صعودی است.

۴) اگر a منفی باشد، با کاهش دمای یک محلول سیرشده، رسوب تشکیل می‌شود.

۱۷- کدام‌یک از مطالب زیر نادرست است؟

۱) انحلال ید در هگزان، همانند انحلال الکل در آب، با حفظ ماهیت ذرات حل‌شونده همراه است.

۲) آمونیوم سولفات، همانند نمک آمونیوم نیترات، در کشاورزی به‌عنوان کود شیمیایی استفاده می‌شود.

۳) در نمک به‌کار رفته در فرایند گچ‌گیری پزشکی، یک عنصر به آرایش گاز نجیب دوره سوم رسیده است.

۴) اگر نسبت شمار آنیون به کاتیون در نمک نقره کاربید برابر ۰/۵ باشد، این نسبت در استرانسیم کاربید برابر ۱ است.

۱۸- غلظت اکسیژن مناسب در آب برای زندگی جانداران آبزی بیشتر از $5ppm$ است. اگر انحلال‌پذیری گاز اکسیژن در فشار یک اتمسفر و دمای $20^{\circ}C$ برابر ۴ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم آب یک برکه باشد، حداقل فشار گاز اکسیژن در سطح یک برکه برای زنده ماندن این جانداران در دمای $20^{\circ}C$ برابر چند اتمسفر است؟ (چگالی آب برکه را یک گرم بر میلی‌لیتر در نظر بگیرید.)

۱) ۰/۵ ۲) ۰/۲۵ ۳) ۱/۲۵ ۴) ۰/۱۲۵

۱۹- کدام‌یک از مطالب زیر درست است؟

۱) نمودار انحلال‌پذیری-دما به کمک یافته‌های تجربی به‌دست آمده و برای اغلب ترکیب‌های یونی سیر نزولی دارد.

۲) در انحلال سدیم نیترات در آب، مولکول‌های آب از سمت اتم‌های هیدروژن به یون تک اتمی نزدیک می‌شوند.

۳) نیاز روزانه بدن انسان به یون پتاسیم کمتر از یون سدیم بوده و این یون، در انتقال پیام عصبی نقش دارد.

۴) رسوب تولیدشده در واکنش دو محلول نقره نیترات و سدیم کلرید، ترکیب یونی دوتایی سفیدرنگ است.

۲۰- در چند مورد از ترکیب‌های زیر، میانگین نیروی پیوند یونی در ترکیب مورد نظر و پیوند هیدروژنی میان ذرات آب، بیشتر از نیروی جاذبه یون-دوقطبی ایجاد شده در محلول آبی آن ماده است؟

الف: باریم سولفات

ب: آهن(III) هیدروکسید

پ: آهن(II) کلرید

ت: منیزیم سولفات

ث: سدیم نیترات

ج: کلسیم کلرید

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۲۱- انحلال‌پذیری کلسیم کلرید در دمای $20^{\circ}C$ سه برابر دمای $60^{\circ}C$ است. اگر عرض از مبدأ نمودار انحلال‌پذیری این ماده برابر ۸۰ باشد، درصد جرمی این ماده در محلول سیرشده آن در دمای $50^{\circ}C$ به‌تقریب چقدر است؟ (نمودار انحلال‌پذیری کلسیم کلرید در آب به‌صورت خطی است.) منبع : آزمون وی ای پی

۱) ۱۳ ۲) ۱۷ ۳) ۲۳ ۴) ۲۹

۲۲- کدام‌یک از مقایسه‌های انجام‌شده میان استون و اتانول درست است؟

الف: هر دو ماده از جمله حلال‌های آلی هستند و مواد قطبی در آن‌ها حل می‌شوند.

ب: هر دو ماده توانایی تشکیل پیوندهای هیدروژنی در محلول آبی خود را دارند.

پ: نسبت شمار جفت الکترون‌های ناپیوندی به پیوندی در ساختار استون بیشتر است.

ت: ماده‌ای با جرم مولی بیشتر، نیروی بین مولکولی قوی‌تری در یک نمونه خالص از خود دارد.

۱) فقط «الف» ۲) «الف» و «ب» ۳) «الف» و «پ» ۴) «ب» و «ت»

۲۳- کدام‌یک از مطالب زیر درست است؟

۱) انحلال‌پذیری گاز اکسیژن در آب دریا بیشتر از آب خالص است.

۲) قانون هنری اثر دما را بر انحلال‌پذیری گازها در آب را نشان می‌دهد.

۳) در شرایط یکسان، انحلال‌پذیری گاز اکسیژن در آب بیشتر از گاز نیتروژن است.

۴) افزایش دمای محلول سیرشده یک گاز، موجب تولید یک محلول سیرنشده می‌شود.

۲۴- در هر واحد فرمولی از نمک آمونیوم سولفات، نسبت شمار جفت الکترون‌های پیوندی به شمار جفت الکترون‌های ناپیوندی برابر چند است؟

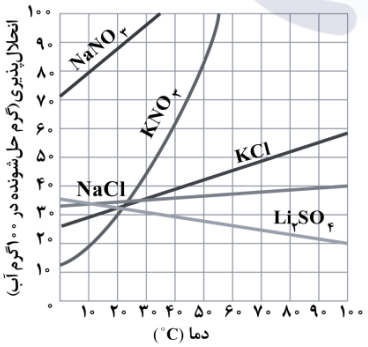
۱) ۱/۳۳ ۲) ۰/۶۷ ۳) ۱ ۴) ۱/۴

۲۵- به یک لیتر محلول ۴ مولار سدیم نیترات با چگالی ۱/۱۲ گرم بر میلی‌لیتر، چند گرم از این نمک اضافه کنیم تا محلول سیرشده آن به‌دست آید؟ (در شرایط آزمایش انحلال‌پذیری سدیم نیترات برابر ۸۰ گرم در ۱۰۰ گرم آب است.)

$(N = ۱۴ , O = ۱۶ , Na = ۲۳ : g.mol^{-۱})$

۱) ۴۴۰ ۲) ۲۸۴ ۳) ۱۲۸ ۴) ۱۷۰

۲۶- نمودار زیر، روند تغییر مقدار انحلال‌پذیری چند نمک بر حسب تغییر دمای محلول را نشان می‌دهد:



با توجه به نمودار، آب موجود در ۵۰۰ گرم محلول سیرشده پتاسیم نیترات در دمای ۴۰°C، حداکثر چند گرم لیتیم سولفات را تقریباً در خود حل خواهد کرد؟

۱) ۷۸

۲) ۱۳۴

۳) ۹۴

۴) ۱۱۶

۲۷- چند مورد از مطالب زیر نادرست است؟

الف: در محلول اتانول در آب، پیوندهای هیدروژنی بین ذرات آب و بخش قطبی ذرات اتانول برقرار می‌شود.

ب: پیوند هیدروژنی تشکیل‌شده در محلول آب و اتانول، از پیوندهای هیدروژنی در اتانول خالص قوی‌تر است.

پ: تعداد پیوندهای هیدروژنی که هر مولکول در یک نمونه آب خالص تشکیل می‌دهد، بیشتر از اتانول خالص است.

ت: پیوند هیدروژنی، نیروی بین مولکولی میان اتم هیدروژن از یک مولکول قطبی با سر مثبت از یک مولکول دیگر است.

۱) صفر ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۳

۲۸- کدام‌یک از مطالب زیر درست است؟

۱) مولکول‌های آب از سمت اتم سنگین‌تر خود، به سمت میله شیشه‌ای مالش داده‌شده به موی خشک نزدیک می‌شوند.

۲) کمترین نقطه جوش در میان هیدروژن هالیدها، متعلق به هالوژنی با ۸ الکترون با $l = ۰$ در آرایش الکترونی است.

۳) ممکن است انحلال‌پذیری یک نمونه از گاز ناقطبی A در آب بیشتر از انحلال‌پذیری گاز قطبی B در آب باشد.

۴) تفاوت در شکل مولکول‌های هیدروژن سولفید و آب، علت تفاوت ویژگی‌های فیزیکی این دو ماده است.

۲۹- اگر انحلال‌پذیری سدیم فسفات و آلومینیم نیترات به‌ترتیب برابر ۴۰ و ۷۱ گرم در ۱۰۰ گرم آب باشد، ۲۰۰ گرم محلول‌سیرشده آلومینیم نیترات به‌تقریب با چند گرم محلول سیرشده سدیم فسفات واکنش داده و رسوب آلومینیم فسفات تولید می‌کند؟

$(N = ۱۴ , O = ۱۶ , Na = ۲۳ , Al = ۲۷ , P = ۳۱ : g.mol^{-۱})$

۱) ۵۴۶/۷ ۲) ۲۷۳/۳ ۳) ۴۴۷/۶ ۴) ۲۲۳/۸

۳۰- اگر از انحلال مقداری فرمالدهید($CH_۲O$) در استون، محلولی با غلظت ۲۱ درصد جرمی آن تولید شود، غلظت فرمالدهید در این محلول به‌تقریب چند مولار است؟ (حجم محلول، برابر با مجموع حجم اجزای سازنده آن بوده و چگالی فرمالدهید و استون به‌ترتیب برابر ۰/۸۴ و ۰/۷۹ گرم بر میلی‌لیتر است. $H = ۱ , C = ۱۲ , O = ۱۶ : g.mol^{-۱}$)

۱) ۴/۲ ۲) ۷ ۳) ۵/۶ ۴) ۶/۳

۱- **کدام‌یک از عبارت‌های زیر نادرست است؟**

۱) مواد طبیعی، همانند مواد مصنوعی، از کره زمین به‌دست می‌آیند و برای ساختن وسایل مختلف استفاده می‌شوند.

۲) گسترش صنعت خودرو مدیون ماده‌ای است که طی مراحل طولانی از سنگ معدن حاصل می‌شود.

۳) عناصر در جدول تناوبی، برحسب افزایش بنیادی‌ترین ویژگی آن‌ها یعنی عدد اتمی چیده می‌شوند.

۴) هر دوره از جدول تناوبی امروزی، با یک فلز قلیایی شروع و با یک گاز نجیب به اتمام می‌رسد.

۲- **چند مورد از عبارت‌های زیر در رابطه با سومین عنصر گروه ۱۴ جدول تناوبی، درست است؟**

الف: همانند پنجمین عنصر دوره سوم جدول دوره‌ای، در اثر ضربه چکش خرد می‌شود.

ب: عدد اتمی این عنصر، با شمار عناصر موجود در گروه سوم جدول دوره‌ای امروزی برابر است.

پ: از واکنش آن با مولکول‌های برم، ترکیبی با ۱۲ جفت الکترون ناپیوندی در هر مولکول حاصل می‌شود.

ت: رسانایی الکتریکی آن، شبیه به رسانایی الکتریکی چهارمین عنصر موجود در دوره سوم جدول دوره‌ای است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۳- **شمار پیوندهای اشتراکی در هر مولکول از چهارمین آلکان راست‌زنجیر مایع در دما و فشار اتاق، برابر با ..... بوده و نسبت درصد جرمی اتم‌های کربن به هیدروژن در این ماده به‌تقریب برابر با ..... است.**

$(C = ۱۲ , H = ۱ : g.mol^{-۱})$

۱) ۲۲ − ۵/۱۲ ۲) ۲۵ − ۵/۳۳ ۳) ۲۵ − ۵/۱۲ ۴) ۲۲ − ۵/۳۳

۴- **کدام موارد از مطالب زیر در مورد نفت خام و مواد موجود در آن درست است؟** آزمون وی ای پی

الف: مواد موجود در نفت خام را مستقیماً بعد از وارد کردن به ستون‌های برج تقطیر، پالایش می‌کنند.

ب: در مواد موجود در نفت خام، علاوه‌بر پیوندهای $C - H$، ممکن است پیوند $O - H$ نیز یافت شود.

پ: روزانه حدود ۳۲ میلیون بشکه نفت خام در جهان، صرف تأمین گرما و انرژی الکتریکی می‌شود.

ت: قسمت عمده هیدروکربن‌های موجود در نفت خام می‌توانند در حضور نیکل با گاز هیدروژن واکنش دهند.

۱) «الف» و «پ» ۲) «الف» و «ت» ۳) «ب» و «پ» ۴) «ب» و «ت»

۵- **یک نیروگاه حرارتی برای تأمین سوخت خود از نمونه‌ای زغال سنگ با ۱۴ درصد ناخالصی گوگرد استفاده می‌کند. اگر ناخالصی موجود در این سوخت، در واکنشی با بازده ۵۰ درصد به‌طور کامل بسوزد و در هر شبانه‌روز، ۸۴ کیلوگرم گاز $SO_۲$ تولید کند، در هر ساعت چند کیلوگرم زغال سنگ خالص در نیروگاه مصرف می‌شود؟**

$(S = ۳۲ , O = ۱۶ : g.mol^{-۱})$

۱) ۲۱/۵ ۲) ۲۵ ۳) ۴۳ ۴) ۱۲/۵

۶- **کدام‌یک از عبارت‌های زیر درست است؟**

۱) اگر واکنش $Na + MCl$ در جهت طبیعی انجام شود، واکنش $M + KCl$ نیز به‌صورت طبیعی انجام می‌شود.

۲) استخراج فلز توسط گیاهان، برای دومین عنصر که آرایش الکترونی آن از قاعده آفبا پیروی نمی‌کند، صرفه اقتصادی دارد.

۳) طلا به‌صورت آزاد در طبیعت یافت شده و برای استخراج مقادیر کم آن در معدن، به حجم کم از خاک معدن نیاز است.

۴) به دلیل رسانایی الکتریکی طلا و حفظ آن در شرایط دمایی گوناگون، از آن برای ساخت کلاه فضانوردی استفاده می‌شود.

۷- جدول زیر، برخی از عناصر موجود در جدول دوره‌ای را نمایش می‌دهد. کدام موارد از مطالب زیر در رابطه با آن‌ها درست است؟

دوره \ گروه	۱	۱۴	۱۶	۱۷
۲		E		L
۳	A	Z	D	X
۴	B			M

الف: مقایسه شعاع اتمی سه عنصر E، L و A به‌صورت $A > E > L$ است.

ب: نور ایجاد شده از واکنش X_2 با عنصر A، طول موج کوتاه‌تری نسبت به رنگ شعله فلز مس دارد.

پ: اختلاف شمار عناصر رسانای برق با شمار عناصر چکش‌خوار در جدول، برابر شمار عناصر زرد رنگ دوره سوم است.

ت: عنصر M، تعداد ۱۱ الکترون در زیرلایه با $l = 1$ داشته و از آن می‌توان برای شناسایی ۲-بوتن از پنتان استفاده کرد.

۱) «الف» و «پ» ۲) «الف» و «ت» ۳) «ب» و «پ» ۴) «ب» و «ت»

۸- در واکنش سوختن نمونه‌ای به جرم ۸۸ گرم از گاز پروپان، ۱۲۰ لیتر بخار آب با حجم مولی ۲۵ لیتر تولید شده است. خلوص گاز پروپان در نمونه برابر با چند درصد بوده و اگر گاز CO_2 حاصل از سوختن پروپان را در واکنش موازنه نشده زیر استفاده کنیم، چند گرم $NaHCO_3$ حاصل می‌شود؟ ($Na = 23 , O = 16 , C = 12 , H = 1 : g.mol^{-1}$)

$$Na_2O(s) + H_2O(g) + CO_2(g) \longrightarrow NaHCO_3(s)$$

۱) ۷۰ − ۳۰۲/۴ ۲) ۷۰ − ۲۳۵/۲ ۳) ۶۰ − ۲۳۵/۲ ۴) ۶۰ − ۳۰۲/۴

۹- کدام‌یک از عبارت‌های زیر در رابطه با نفتالن نادرست است؟ آزمون وی ای پی

۱) ماده‌ای به حالت جامد و سفید رنگ بوده و از آن برای نگهداری فرش و لباس کاربرد داشته است.

۲) از واکنش آن با مقدار کافی گاز هیدروژن در شرایط مناسب، سیکلوآلکانی با ۲۰ اتم هیدروژن حاصل می‌شود.

۳) همانند بنزن، ترکیبی آروماتیک بوده و ۲۰ درصد از اتم‌های کربن آن به هیچ اتم هیدروژنی متصل نیستند.

۴) شمار پیوندهای کربن-هیدروژن در آن، یک واحد بیشتر از شمار پیوندهای اشتراکی در ۲،۱-دی کلرواتان است.

۱۰- کدام موارد از مطالب زیر درباره واکنش تخمیر بی‌هوازی گلوکز(واکنش اول) و واکنش ترمیت(واکنش دوم) درست است؟

الف: شمار الکترون ظرفیتی فلز واکنش‌پذیرتر در واکنش دوم، با بار الکتریکی کاتیون در ترکیب واکنش‌دهنده برابر است.

ب: شمار اتم‌ها در هر مولکول قطبی حاصل از واکنش اول، با مجموع ضرایب استوکیومتری مواد در واکنش دوم برابر است.

پ: عنصر سازنده اتم مرکزی در ساختار گاز حاصل از واکنش اول، با واکنش‌دهنده یونی واکنش دوم، وارد واکنش می‌شود.

ت: حالت‌های فیزیکی یکسانی در میان فراورده‌های دو واکنش شیمیایی در شرایط انجام آن‌ها دیده می‌شود.

۱) «الف» و «پ» ۲) «الف» و «ت» ۳) «ب» و «پ» ۴) «ب» و «ت»

۱۱- مقداری گاز پروپان در گاز اکسیژن موجود در کپسول ۵۰ لیتری مطابق دو معادله زیر می‌سوزد. اگر چگالی گاز اکسیژن موجود در کپسول پیش از انجام واکنش برابر با ۲/۴ گرم بر لیتر باشد و طی این دو واکنش در مجموع، ۲/۷ مول از اکسیدهای کربن تولید شود، اختلاف جرم بخار آب تولید شده در دو واکنش چند گرم است؟

$(O = ۱۶ , H = ۱ : g.mol^{-۱})$

I) $۲C_۳H_۸(g) + ۷O_۲ \longrightarrow ۶CO(g) + ۸H_۲O(g)$

II) $C_۳H_۸(g) + ۵O_۲ \longrightarrow ۳CO_۲(g) + ۴H_۲O(g)$

۱) ۱۳/۵ ۲) ۱۸ ۳) ۷/۲ ۴) ۳/۶

۱۲- چند مورد از مطالب زیر، عبارت داده شده را به‌درستی تکمیل نمی‌کند؟

«در میان عناصر دوره چهارم جدول تناوبی، هر عنصری با ..... الکترون ظرفیتی، ..... .»

الف: ۳ – کاتیونی پایدار با آرایش گاز نجیب دارد

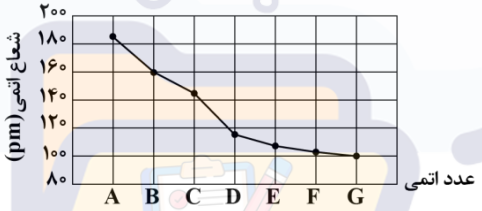
ب: ۵ – نماد تک‌حرفی دارد

پ: ۴ – رسانایی گرمایی و الکتریکی دارد

ت: ۷ – در زیرلایه در حال پر شدن خود، ۵ الکترون دارد

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۱۳- نمودار زیر روند تغییر شعاع اتمی عناصر دوره سوم جدول دوره‌ای را بر حسب افزایش عدد اتمی آن‌ها نشان می‌دهد. چند مورد از عبارت‌های زیر در رابطه با این عناصر درست است؟



الف: عنصر F همانند عنصر مس در طبیعت به‌صورت آزاد یافت می‌شود.

ب: دو عنصر A و B می‌توانند در جهت طبیعی با ترکیب $C(NO_۳)_۳$ وارد واکنش شوند.

پ: بیشترین اختلاف شعاع اتمی بین دو عنصر متوالی مربوط به عناصری با سطح صیقلی است.

ت: عنصر E همانند عنصر بالاتر از خود در جدول دوره‌ای، واکنش‌پذیری بالایی دارد و می‌تواند به رنگ قرمز دیده شود.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۱۴- یک نمونه ۱۰۰/۸ گرمی از $(NH_۴)_۲Cr_۲O_۷$، بر اساس معادله موازنه نشده زیر تجزیه شده و ۶/۷۲ گرم فراورده گازی ناقطبی تولید می‌کند. بازده درصدی واکنش چقدر بوده و بخار آب تولید شده از این فرآیند را از سوختن کامل چند گرم گاز اتان می‌توان به‌دست آورد؟ $(Cr = ۵۲ , O = ۱۶ , N = ۱۴ , C = ۱۲ , H = ۱ : g.mol^{-۱})$

$(NH_۴)_۲Cr_۲O_۷(s) \longrightarrow Cr_۲O_۳(s) + N_۲(g) + H_۲O(g)$

۱) ۷۰ – ۵۷/۶ ۲) ۷۰ – ۹/۶ ۳) ۶۰ – ۵۷/۶ ۴) ۶۰ – ۹/۶

۱۵- شکل زیر میزان گرانروی دو آلکان راست‌زنجیر متوالی A و B را نمایش می‌دهد. اگر در آلکان A، شمار کل پیوندهای اشتراکی، ۱/۳۷۵ برابر شمار پیوندهای $C-H$ باشد، کدام‌یک از مطالب زیر در رابطه با این مواد درست است؟

الف: نقطه جوش آلکان A به‌تقریب با نقطه جوش مهم‌ترین حلال صنعتی برابر است.آزمون وی ای پی

ب: شمار اتم‌های هیدروژن در آلکان B، دو برابر شمار اتم‌های کربن در آلکان A است.

پ: در اثر سوختن کامل ۰/۳ مول از آلکان B در شرایط استاندارد، ۳۵/۸۴ لیتر گاز CO_2 حاصل می‌شود.

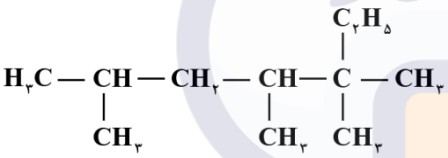
ت: مقدار نقطه جوش آلکانی با ۷ پیوند اشتراکی کربن-کربن، از اختلاف نقطه جوش دو آلکان A و B کمتر است.

۱) «الف» و «ب» ۲) «الف» و «پ» ۳) «پ» و «ت» ۴) «ب» و «ت»

۱۶- واکنش انجام گرفته میان کدام جفت عناصر زیر شدیدتر بوده و در تشکیل هر مول از ترکیب حاصل از این دو عنصر، چند مول الکترون بین عناصر سازنده مبادله می‌شود؟

۱) باریم و نیتروژن ـ ۶ ۲) باریم و نیتروژن ـ ۳ ۳) استرانسیم و فسفر ـ ۶ ۴) استرانسیم و فسفر ـ ۳

۱۷- نام هیدروکربنی با ساختار زیر بر اساس قواعد آیوپاک کدام است و با سوزاندن کامل ۵/۵۵ مول از آن، چند لیتر گاز کربن دی‌اکسید با چگالی ۱/۸۵ گرم بر لیتر حاصل می‌شود؟ ($C=۱۲, O=۱۶ : g.mol^{-1}$)



۱) ۵،۵،۴،۲- تترا متیل هپتان - ۹۶۸

۲) ۵،۵،۴،۲- تترا متیل هپتان - ۱۴۵۲

۳) ۶،۴،۳،۳- تترا متیل هپتان - ۹۶۸

۴) ۶،۴،۳،۳- تترا متیل هپتان - ۱۴۵۲

۱۸- برای جذب کربن دی‌اکسید از منیزیم اکسید استفاده می‌شود و تنها فراورده واکنش، منیزیم کربنات است. اگر بازده درصدی واکنش مورد نظر برابر با ۷۵٪ باشد، درصد جرمی منیزیم در نمونه‌ای خالص از منیزیم اکسید پس از تماس با مقدار کافی گاز کربن دی‌اکسید، به‌تقریب به چند درصد می‌رسد؟

($C=۱۲, O=۱۶, Mg=۲۴ : g.mol^{-1}$)

۱) ۳۲/۸ ۲) ۳۸/۲ ۳) ۲۹/۴ ۴) ۲۶/۷

۱۹- یک نمونه ۵۶/۴ گرمی از یک هیدروکربن سیرنشده با ۷ اتم کربن را به‌طور کامل می‌سوزانیم. اگر آب تولید شده از این فرایند را به ۲۰۰ گرم محلول کلسیم کلرید با غلظت $۲۵۴۰۰۰ ppm$ اضافه کنیم، درصد جرمی کلسیم کلرید در محلول نهایی، کدام است؟ (در ساختار هیدروکربن، ۲ پیوند دوگانه و یک حلقه وجود دارد. $O=۱۶, C=۱۲, H=۱ : g.mol^{-1}$)

۱) ۴۰ ۲) ۴ ۳) ۲ ۴) ۲۰

۲۰- کدام‌یک از مطالب زیر در رابطه با دو سوخت بنزین و زغال سنگ درست است؟

الف: در ساختار زغال سنگ، به‌یقین دو عنصر هم‌دوره متوالی در جدول تناوبی یافت می‌شود.

ب: زغال‌سنگ را فقط به منظور حذف گوگرد موجود در آن به‌طور کامل شست‌وشو می‌دهند.

پ: در ساختار همه فراورده‌های حاصل از سوختن این مواد، اتمی با ۶ الکترون ظرفیتی یافت می‌شود.

ت: به‌ازای تولید هر کیلوژول انرژی، میزان گاز $CO_۲$ بیشتری از سوختن بنزین نسبت به سوخت دیگر حاصل می‌شود.

۱) «ب» و «پ» ۲) «الف» و «پ» ۳) «الف» و «ت» ۴) «ب» و «ت»

۲۱- در مخلوطی گازی به جرم ۶۷۲ گرم از اتان و یک آلکن، ۲۵ درصد جرم مخلوط را ماده واکنش‌پذیرتر تشکیل داده است. اگر در واکنش این مخلوط گازی با مقدار کافی آب در حضور کاتالیزگر، ۲۲۲ گرم فراورده سیرشده تولید شود، شمار مول گاز اتان در مخلوط اولیه چقدر بوده و نسبت چگالی آلکن مورد نظر به گاز اتان در شرایط یکسان به‌تقریب کدام است؟

$(O = ۱۶ , C = ۱۲ , H = ۱ : g.mol^{-۱})$

۱) ۱/۸۶ – ۱۶/۸ ۲) ۱/۴۴ – ۱۶/۸ ۳) ۱/۸۶ – ۵/۶ ۴) ۱/۴۴ – ۵/۶

۲۲- چند مورد از مطالب زیر در رابطه با دو عنصر A و B به‌یقین درست است؟ (عناصر A و B، در تناوب‌های اول تا چهارم جدول دوره‌ای جای دارند.)

عنصر A	عنصری که کمترین شعاع اتمی و بیشتری خصلت نافلزی را بین عناصر دوره دوم جدول تناوبی دارد.
عنصر B	عنصری که در آرایش الکترونی اتم خود شمار الکترون‌های برابری در زیرلایه‌های s و p دارد.

الف: شعاع اتمی عنصر A کوچک‌تر از عنصر B است.

ب: حالت فیزیکی دو عنصر A و B در دمای اتاق، یکسان است.

پ: در اثر ترکیب شدن این دو عنصر، نوعی ترکیب مولکولی با دو پیوند اشتراکی تشکیل می‌شود.

ت: اگر عدد اتمی B کوچک‌تر از A باشد، عنصر B از نظر رسانایی الکتریکی، مشابه ۵ عنصر هم‌دوره خود است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۲۳- استخراج و تولید مواد اولیه برای ساخت پاکت‌های کاغذی، در شرایط ..... قرار دارد و دفع آن با روش بازیافت، باعث آلودگی محیط زیست ..... .

۱) ناپایدار ـ می‌شود ۲) ناپایدار ـ نمی‌شود ۳) نسبتاً پایدار ـ می‌شود ۴) نسبتاً پایدار ـ نمی‌شود

۲۴- در نمونه‌ای ناخالص به جرم ۵۵/۳ گرم از منگنز(III) اکسید، $۳۷۹/۲۶ \times ۱۰^{۲۱}$ یون اکسید وجود دارد. اگر ناخالصی فاقد اتم اکسیژن باشد، درصد خلوص نمونه منگنز(III) اکسید چقدر است؟ $(O = ۱۶ , Mn = ۵۵ : g.mol^{-۱})$

۱) ۳۰ ۲) ۴۰ ۳) ۶۰ ۴) ۸۰

۲۵- کدام عبارت زیر در رابطه با واکنش فلز آهن با محلول $CuSO_۴$ درست است؟ $(Fe = ۵۶ , Cu = ۶۴ : g.mol^{-۱})$

۱) در واکنش محلول حاصل با محلول سود، شمار اتم‌ها در هر واحد فرمولی از فراورده رسوبی تولید شده، برابر با ۵ است.

۲) اختلاف شمار الکترون‌ها در زیرلایه d کاتیون مصرف شده و تولید شده برابر با مجموع ضرایب استوکیومتری مواد است.

۳) با گذشت زمان، از شدت رنگ آبی محلول مس(II) سولفات کاسته شده و محلول حاصل در نهایت بی‌رنگ می‌شود.

۴) با مصرف ۰/۵ مول آهن در این واکنش شیمیایی، ۸ گرم به جرم مواد جامد موجود در ظرف افزوده می‌شود.

۲۶- بر اساس معادله موازنه نشده $Cu(s) + HNO_3(aq) \longrightarrow Cu(NO_3)_2(aq) + NO_2(g) + H_2O(l)$، اگر گاز آزاد شده به ازای مصرف ۳۲ گرم نمونه ناخالص مس، بتواند در حضور نور خورشید در ترکیب با اکسیژن هوا، ۱۹/۲ گرم اوزون تروپوسفری تولید کند، درصد خلوص مس در نمونه آن چقدر است؟ ($Cu = 64 , O = 16 : g.mol^{-1}$)

۱) ۶۰ ۲) ۸۰ ۳) ۴۰ ۴) ۲۰

۲۷- کدام‌یک از عبارت‌های زیر درست است؟

۱) بنزین و خوراک پتروشیمیایی، در سینی‌های بخش پایین‌تر برج تقطیر نفت خام از آن جدا می‌شود.

۲) چگالی نفت کوره بیشتر از چگالی سایر اجزای آلی نفت بوده و چسبندگی این ماده بیشتر از بنزین است.

۳) حداکثر شمار اتم‌های H در ذرات نفت سفید که قسمت عمده سوخت هواپیما را تشکیل می‌دهد، برابر با ۲۸ است.

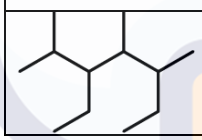
۴) حدود نیمی از سوخت جهان از طریق راه آهن، کشتی‌های نفتی و نفت‌کش‌های جاده‌پیما به مراکز توزیع منتقل می‌شود.

۲۸- مجموع شمار اتم‌های کربن و هیدروژن در ساختار هر مولکول از یک آلکان، برابر با ۱۷ است. اگر از سوختن کامل m گرم از این آلکان ۶۰ لیتر فراورده ناقطبی حاصل شود، جرم اولیه آلکان چند گرم بوده و درصد جرمی گاز کربن دی اکسید در میان فراورده‌های تولید شده به‌تقریب کدام است؟

(حجم مولی گازها برابر ۳۰ لیتر است. $H = 1 , C = 12 : g.mol^{-1}$)

۱) ۲۸/۸ - ۵۶ ۲) ۲۸/۸ - ۶۷ ۳) ۳۸/۵ − ۶۷ ۴) ۳۸/۵ − ۵۶

۲۹- چند مورد از عبارت‌های زیر در رابطه با دو آلکان زیر درست است؟

آلکان	b	a
ساختار	$(CH_3)_2CH(CH_2)_3CH(CH_3)(C_2H_5)$	

الف: اختلاف جرم مولی این دو مولکول برابر با جرم مولی ساده‌ترین آلکن است.

ب: شمار گروه‌های CH_2 در آلکان b، دو برابر شمار این گروه‌ها در آلکان a است.

پ: مجموع ارقام به کار رفته در نام آیوپاک آلکان a، ۱/۷۵ برابر این مجموع در آلکان b است.

ت: اگر گروه‌های CH_2 در آلکان a حذف شود، زنجیر اصلی را می‌توان از دو طرف آن شماره‌گذاری کرد.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۳۰- کدام‌یک از عبارت‌های زیر درست است؟

۱) آلکنی که ۷۵ درصد پیوندهای کربن-کربن در آن یگانه است، در هر واحد فرمولی خود، ۱۵ پیوند اشتراکی دارد.

۲) می‌توان گاز SO_2 خارج شده از نیروگاه‌ها را با آهک واکنش داد و ماده معدنی کلسیم سولفات تولید کرد.

۳) علت اصلی انفجار در معادن زغال‌سنگ، تجمع نوعی هیدروکربن با بوی بد و دارای ۴ پیوند اشتراکی است.

۴) نقطه جوش گازوئیل و گریس، به‌ترتیب از نقطه جوش نمونه‌هایی از نفت سفید و وازلین کمتر است.

۱- **کدام مورد، نادرست است؟**

۱) ماده و انرژی اجزای بنیادی جهان مادی هستند و یافته‌های تجربی تبدیل ماده به انرژی را تأیید می‌کند.

۲) در دمای اتاق، جنبش‌های نامنظم ذره‌ها در یک نمونه روغن، از یک نمونه چربی شدیدتر است.

۳) اگر میانگین تندی مولکول‌ها و انرژی گرمایی دو نمونه آب برابر باشد، جرم دو نمونه به یقین برابر است.

۴) از بین دو ماده آب و روغن زیتون، گرمای ویژه ماده‌ای با چگالی کمتر، بیشتر از ماده دیگر است.

۲- **با دادن مقداری گرما به محتویات یک ظرف دارای ۱۷۴ میلی‌لیتر هگزان، دما به اندازه a°C بالاتر می‌رود. اگر در این فرایند از ۲۹۹ میلی‌لیتر بنزن استفاده شود، دما به اندازه b°C افزایش خواهد یافت. کدام گزینه مقدار $a+b$ را به‌درستی نشان می‌دهد؟ (چگالی هگزان و بنزن به‌ترتیب برابر $0/65\ g.mL^{-1}$ و $0/87\ g.mL^{-1}$ بوده و گرمای ویژه این دو ماده به‌ترتیب برابر $2/3\ J.g^{-1}.°C^{-1}$ و $1/7\ J.g^{-1}.°C^{-1}$ است.)**

۱) $1/7a$ ۲) $2/7a$ ۳) $1/7b$ ۴) $2/7b$

۳- **کدام مورد، نادرست است؟**

۱) گرمای حاصل از سوختن یک گرم الماس بیشتر از یک گرم گرافیت است.

۲) گرمای آزادشده در واکنش H_2 و Cl_2 در دمای ثابت، ناشی از تفاوت انرژی گرمایی ذره‌ها نیست.

۳) با افزایش جرم مولی در ترکیبات هیدروژن‌دار عنصر نیتروژن، میزان پایداری این مواد به یقین افزایش می‌یابد.

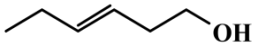
۴) اگر به دو نمونه یک گرمی از آب و اتانول، مقدار ۱۰۰ کالری گرما دهیم، افزایش دمای اتانول بیشتر خواهد بود.

۴- **در یک محفظه مقداری گاز B_2H_6 وجود دارد. نیمی از این گاز مطابق واکنش (I) با آب و نیمی دیگر مطابق واکنش (II) با گاز کلر واکنش می‌دهد. اگر با ۸/۵۸ کیلوژول گرمادادن به گاز هیدروژن حاصل از واکنش (I)، دمای آن ۲۵ کلوین افزایش یابد، مجموع جرم فراورده‌های تولید شده در واکنش دوم چند گرم است؟ (گرمای ویژه هیدروژن $14/3\ J.g^{-1}.K^{-1}$ است.) ($H=1$ و $B=11$ و $Cl=35/5$: $g.mol^{-1}$)**

$$(I)\ B_2H_6(g)+6H_2O(l)\rightarrow 2H_3BO_3(s)+6H_2(g)$$
$$(II)\ B_2H_6(g)+6Cl_2(g)\rightarrow 2BCl_3(g)+6HCl(g)$$

۱) ۴۵۴ ۲) ۶۷۳ ۳) ۶۸۹ ۴) ۹۰۸

۵- **ترکیب با ساختار مقابل، ..... با ..... ندارد.**



۱) ایزومر کتونی ـ ساختار غیرحلقوی

۲) ایزومر آلدهیدی ـ محتوای انرژی متفاوت

۳) ایزومر آروماتیک ـ گروه عاملی هیدروکسیل

۴) ایزومر اتری ـ خواص فیزیکی و شیمیایی متفاوت

۶- **مقدار ۵۰ درصد از جرم یک نوع خوراکی از کربوهیدرات و چربی تشکیل شده است. اگر ارزش سوختی این خوراکی برابر $۱۲kJ.g^{-۱}$ باشد، نسبت جرم چربی به کربوهیدرات در این خوراکی کدام است؟ (ارزش سوختی کربوهیدرات و چربی به‌ترتیب برابر $۱۷kJ.g^{-۱}$ و $۳۸kJ.g^{-۱}$ بوده و باقی این خوراکی توسط آب تشکیل شده است.)**

۱) $\frac{۱}{۳}$ ۲) $\frac{۱}{۲}$ ۳) $\frac{۲}{۳}$ ۴) $\frac{۳}{۲}$

۷- **چند مورد از موارد زیر، درباره به کار بردن آنتالپی‌های پیوند برای تعیین آنتالپی یک واکنش درست است؟**

الف: استفاده از این روش برای محاسبه ΔH واکنش پلیمری شدن اتن در دمای اتاق مناسب نیست.

ب: با ساده‌شدن مولکول‌ها، استفاده از این روش غیرمستقیم تفاوت کمتری با مقادیر تجربی ایجاد می‌کند.

پ: در واکنش‌های گرماده، مجموع آنتالپی پیوندها در مواد واکنش‌دهنده از مواد فراورده بزرگ‌تر است.

ت: با افزایش شمار اتم کربن در واکنش سوختن آلکن‌ها، مجموع آنتالپی پیوند در ساختار فراورده‌ها افزایش می‌یابد.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۸- **همه موارد زیر نادرست هستند، به‌جز .....** .

۱) برخلاف بادام، در میخک یک ترکیب آلی هفت کربنی با گروه عاملی کربونیل وجود دارد.

۲) تعیین ΔH واکنش گرافیت با گاز هیدروژن به روش تجربی، بسیار دشوار و پرهزینه خواهد بود.

۳) در یخچال صحرایی، جذب گرما توسط ظروف سفالی باعث افت دمای فضای درونی دستگاه می‌شود.

۴) تغییر آنتالپی فرایندهای فتوسنتز، اکسایش گلوکز، فرازش یخ خشک و ذوب مس، همگی هم علامت هستند.

۹- **کدام مورد، نادرست است؟** آزمون وی ای پی

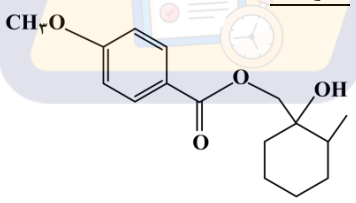
۱) تهیه هیدروژن پراکسید از واکنش مستقیم گازهای هیدروژن و اکسیژن ناممکن است.

۲) همانند واکنش سوختن کامل گرافیت، تهیهٔ آمونیاک به روش هابر یک واکنش دو مرحله‌ای است.

۳) گرماسنج لیوانی در حجم ثابت کار کرده و از آن برای تعیین آنتالپی فرایندهای انحلال استفاده می‌شود.

۴) در شرایط مناسب، گازهای CO و NO با هم واکنش داده و به گازهایی با آلایندگی کمتر تبدیل می‌شوند.

۱۰- **با توجه به ساختار ترکیب زیر، کدام مورد نادرست است؟ ($H = ۱ : g.mol^{-۱}$ و $C = ۱۲$ و $O = ۱۶$)**



۱) نسبت شمار جفت الکترون‌های پیوندی به ناپیوندی در آن، کمتر از شمار اتم‌های H در استون است.

۲) با جایگزینی گروه‌های متیل با اتم هیدروژن، جرم مولی این ترکیب به میزان ۲۸ گرم کاهش می‌یابد.

۳) شمار گروه‌های عاملیٔ موجود در این ترکیب، از شمار پیوندهای دوگانه در بنزوییک اسید کمتر است.

۴) شمار گروه‌های CH در آن، با شمار گروه‌های متیل در ۳-اتیل-۴،۳،۲-تری متیل پنتان، برابر است.

۱۱- **کدام موارد از مطالب زیر، نادرست است؟**

الف: از دو هیدروکربن با شمار اتم H برابر، قدر مطلق آنتالپی سوختن هیدروکربن با شمار پیوند اشتراکی کمتر، بیشتر است.

ب: در دمای اتاق، آب اکسیژنه به کندی تجزیه شده و تغییر فشار محیط، بر سرعت تجزیه آن بی‌اثر است.

پ: ارزش سوختی سبک‌ترین هیدروکربن، از ارزش سوختی الکل با کاربرد ضدعفونی‌کنندگی، کمتر است.

ت: شمار پیوند $C-H$ در کربوکسیلیک اسید موجود در تمشک، با شمار پیوند دوگانه در نفتالن برابر است.

۱) «الف» و «ب» ۲) «الف» و «پ» ۳) «پ» و «ت» ۴) «ب» و «ت»

۱۲- **کدام مطلب، نادرست است؟**

۱) در دمای اتاق، محلول پتاسیم پرمنگنات با سرکه به کندی واکنش می‌دهد.

۲) با افزایش غلظت اکسیژن به میزان کافی، الیاف آهن داغ و سرخ شده موجود در یک ارلن می‌سوزد.

۳) با انجام واکنش $۲NO(g)+O_۲(g)\rightarrow ۲NO_۲(g)$، شمار گونه‌های پرانرژی و ناپایدار ثابت باقی می‌ماند.

۴) بر اثر واکنش ۰/۵ مول لیکوپن با فرمول $C_۴۰H_۵۶$ با ۶ مول $H_۲$ در حضور Ni، این ماده به‌طور کامل سیر می‌شود.

۱۳- **با توجه به واکنش زیر که تبدیل مالتوز به گلوکز را نشان می‌دهد، اگر در ظرف ۲ لیتری واکنش در ابتدا ۰/۲ مول مالتوز وجود داشته باشد و در دقیقه پنجم، غلظت مالتوز به $۰/۰۸۵ mol.L^{-۱}$ برسد، کدام مطلب نادرست است؟**

$$C_{۱۱}H_{۲۲}O_{۱۱}(aq)+H_۲O(l)\rightarrow ۲C_۶H_{۱۲}O_۶(aq)$$

۱) غلظت گلوکز در انتهای دقیقه چهارم، به یقین کمتر از $۰/۰۳\ mol.L^{-۱}$ است.

۲) درصد جرمی اکسیژن در آشناترین کربوکسیلیک اسید، از درصد جرمی کربن در فراورده بزرگ‌تر است.

۳) سرعت متوسط مصرف مالتوز در بازه زمانی ۵ تا ۱۰ دقیقه، از $۵\times ۱۰^{-۵} mol.L^{-۱}.s^{-۱}$ کمتر است.

۴) در لحظه‌ای که غلظت مالتوز دو برابر گلوکز است، اختلاف غلظت این دو قند برابر $۰/۰۵\ mol.L^{-۱}$ است.

۱۴- **با توجه به واکنش $۲C_۷H_۵N_۳O_۶(l)\rightarrow ۶C(s)+aCO(g)+bCO_۲(g)+۳H_۲(g)+۳N_۲(g)+۲H_۲O(g)$، کدام مورد نادرست است؟**

۱) مقدار ۷۵ درصد از اکسید کربن تولید شده، گازی سمی با چگالی کمتر از هوا است.

۲) نسبت شمار پیوندهای سه گانه به دوگانه در کل مولکول‌های حاصل برابر با ۲/۲۵ است.

۳) برای هیچ یک از فراورده‌های این واکنش، نمی‌توان نمودار مول-زمان منحصربه‌فرد رسم کرد.

۴) اگر A و B به‌ترتیب فراورده با مولکول غیرقطبی و قطبی باشند، رابطه $\frac{\bar{R}_A}{\bar{R}_B}\geq ۱/۵$ همواره برقرار است.

۱۵- **در واکنش موازنه نشده .....، سرعت واکنش با سرعت متوسط مصرف یکی از واکنش‌دهنده‌ها برابر بوده و در بین فراورده‌های مولکولی این واکنش، قدر مطلق شیب نمودار مول-زمان فراورده قطبی نسبت به فراورده ناقطبی ..... است.**

$(I)\ Cr_۲(CO_۳)_۳+HCl\rightarrow CrCl_۳+CO_۲+H_۲O$

$(II)\ NH_۳+NO_۲\rightarrow N_۲+H_۲O$

$(III)\ NH_۳+H_۲O_۲\rightarrow N_۲H_۴+H_۲O$

$(IV)\ MnO_۲+HCl\rightarrow MnCl_۲+Cl_۲+H_۲O$

۱) (I) ـ کمتر ۲) (II) ـ بیشتر ۳) (III) ـ کمتر ۴) (IV) ـ بیشتر

۱۶- در یک آزمایش، پتاسیم نیترات در دو مرحله و مطابق واکنش‌های موازنه نشده (I) و (II) در مدت زمان یکسان تجزیه می‌شوند. اگر جرم جامد یونی تولید شده در واکنش (I)، ۱/۷ برابر واکنش (II) باشد، سرعت متوسط تولید گاز O_2 در واکنش (I) برحسب مول بر دقیقه، چند برابر سرعت متوسط تولید گاز O_2 در واکنش (II) برحسب مول بر دقیقه است؟ ($g.mol^{-1}$: $N = 14$ و $K = 39$ و $O = 16$)

$(I)\ KNO_3(s) \rightarrow KNO_2(s) + O_2(g)$

$(II)\ KNO_3(s) \rightarrow K_2O(s) + O_2(g) + N_2(g)$

۱) ۰/۲۵۲ ۲) ۰/۲۷۶ ۳) ۰/۳۴۲ ۴) ۰/۳۷۶

۱۷- اگر در واکنش $P_4(s) + 6Cl_2(g) \rightarrow 4PCl_3(g)\ ,\ \Delta H = -1224kJ$، سرعت متوسط تولید گرما برابر با $4/08\ kJ.s^{-1}$ باشد؛ پس از چند دقیقه ۲۶۸/۸ لیتر گاز PCl_3 در شرایط استاندارد تولید خواهد شد؟

۱) ۱۲ ۲) ۱۵ ۳) ۲۴ ۴) ۳۰

۱۸- کدام موارد از مطالب زیر، نادرست است؟

الف: سهم تولید گاز CO_2 در ردپای غذا، کمتر از سوختن سوخت‌ها در خودروها و کارخانه‌ها است.

ب: در ساختار هر آلدهید تک عاملی، حداقل یک اتم کربن وجود دارد که تنها به یک اتم H متصل است.

پ: مطابق با اصول شیمی سبز، استفاده از غذاهای بومی و فصلی، باعث کاهش مصرف انرژی می‌شود.

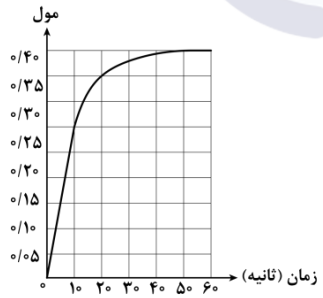
ت: جذب رادیکال‌ها توسط برخی از ترکیب‌های آلی سیرنشده، از سرعت واکنش‌های ناخواسته در بدن می‌کاهد.

۱) «الف» و «ب» ۲) «الف» و «ت» ۳) «ب» و «پ» ۴) «پ» و «ت»

۱۹- نمودار داده شده، تعداد مول گاز آزاد شده در واکنش زیر را نشان می‌دهد.

$CaCO_3(s) + 2HCl(aq) \rightarrow CaCl_2(aq) + CO_2(g) + H_2O(l)$

مطابق نمودار، ..... از ثانیه ۱۰ ام، جرم ترکیبات کلسیم‌دار در ظرف واکنش با هم برابر شده و سرعت واکنش در بازه زمانی ۱۰ تا ۲۰ ثانیه برابر ..... مول بر دقیقه است.



($g.mol^{-1}$: $Cl = 35/5$ و $Ca = 40$ و $O = 16$)

۱) قبل ـ ۰/۵

۲) بعد ـ ۰/۵

۳) قبل ـ ۰/۶

۴) بعد ـ ۰/۶

۲۰- کدام مورد، نادرست است؟

۱) مصرف غذا، انرژی مورد نیاز برای ارسال پیام‌های عصبی در بدن را تأمین می‌کند.

۲) فرایندهایی که دمای بدن را کنترل و تنظیم می‌کنند، هر یک آهنگ ویژه خود را دارند.

۳) اگر با تغییر حالت فیزیکی یک ماده، چگالی کاهش یابد، جنبش ذرات ماده به یقین افزایش خواهد یافت.

۴) نمودار تغییرات دما برحسب گرمای داده شده به یک جسم با حالت فیزیکی ثابت، همواره صعودی است.

۲۱- **کدام مورد درست است؟**

۱) برخلاف گرما و انرژی گرمایی، دما از ویژگی‌های یک نمونه ماده به شمار نمی‌رود.

۲) با تماس دو قطعه مسی با جرم و دمای متفاوت، اختلاف دمای تعادل و دمای قطعه سبک‌تر، کمتر است.

۳) با ورود شیر $۶۰^{\circ}C$ به بدن، گرما ابتدا از محیط به سامانه و سپس از سامانه به محیط جاری می‌شود.

۴) در دما و فشار معین، یک سامانه آنتالپی معینی دارد که با انجام واکنش‌های شیمیایی تغییر می‌کند.

۲۲- **یک مول کربن دی‌سولفید و سه مول گاز اکسیژن را در یک ظرف ۲/۵ لیتری وارد می‌کنیم تا واکنش زیر انجام شود. اگر سرعت متوسط واکنش در ۹۰ ثانیه ابتدایی آن برابر $۰/۱۶\ mol.L^{-۱}.min^{-۱}$ باشد، درصد حجمی گاز قطبی موجود در ظرف در انتهای این بازه زمانی کدام است؟**

$$CS_۲(l) + ۳O_۲(g) \rightarrow CO_۲(g) + ۲SO_۲(g)$$

۱) ۲۰ ۲) ۲۵ ۳) ۴۰ ۴) ۵۰

۲۳- **واکنش مقابل را در نظر بگیرید:** $CaCO_۳(s) \rightarrow CaO(s) + CO_۲(g)\ ,\ \Delta H = +۱۷۶kJ$

به ازای تولید ۴۵ لیتر گاز کربن دی‌اکسید با چگالی $۲/۲g.L^{-۱}$ در این واکنش، چند kJ انرژی مصرف می‌شود؟

$(C = ۱۲$ و $H = ۱ : g.mol^{-۱})$

۱) ۱۹۸ ۲) ۳۹۶ ۳) ۲۹۷ ۴) ۵۹۴

۲۴- **کدام مورد، نادرست است؟**

۱) برخلاف بنزوییک اسید، فراورده حاصل از شکستن کربوهیدرات‌ها در بدن، در آب نامحلول است.

۲) مادهٔ منفجره به حالت جامد یا مایع بوده و از انفجار مقدار کمی از آن، حجم زیادی گاز داغ تولید می‌شود.

۳) واکنش‌دهنده نافلزی رایج در فرایند استخراج آهن، تأمین‌کننده انرژی لازم برای انجام این واکنش نیز است.

۴) در ترکیب‌های آلی موجود در ادویه‌ها، اتم عناصری از سه دوره اول جدول تناوبی می‌تواند یافت شود.

۲۵- **داده‌های موجود در جدول زیر را در نظر بگیرید:**

پیوند	C—H	O=O	O—H	C=O
آنتالپی پیوند $(kJ.mol^{-۱})$	۴۱۵	۴۹۵	۴۶۳	۸۰۰

با توجه به اطلاعات موجود در این جدول، تغییر آنتالپی واکنش سوختن کامل متان، چند کیلوژول است؟

۱) -۷۰۸ ۲) -۷۴۲ ۳) -۸۸۴ ۴) -۸۰۲

۲۶- **چند مورد از مطالب زیر درست است؟** آزمون وی ای پی

الف: شمار اتم‌های هیدروژن موجود در سبک‌ترین کتون شاخه‌دار با سیکلوپنتان برابر است.

ب: بین هیدروکربن‌های با شمار اتم H برابر، آنتالپی سوختن هیدروکربن سیرشده به یقین منفی‌تر است.

پ: گاز مرداب، دارای ۶ پیوند اشتراکی در ساختار خود بوده و علامت ΔH واکنش تهیه از عناصر سازنده مثبت است.

ت: شیب نمودار مول-زمان فراورده‌ها در واکنش سوختن کامل بنزآلدهید در یک بازه زمانی معین برابر است.

۱) ۴ ۲) ۳ ۳) ۲ ۴) ۱

۲۷- معادله واکنش‌های زیر را در نظر بگیرید:

$$SOCl_2(l) + H_2O(l) \rightarrow SO_2(g) + 2HCl(g) \quad , \quad \Delta H = +11kJ$$
$$P_4(s) + 6Cl_2(g) \rightarrow 4PCl_3(g) \quad , \quad \Delta H = -1224kJ$$
$$2PCl_3(g) + O_2(g) \rightarrow 2POCl_3(l) \quad , \quad \Delta H = -650kJ$$
$$4HCl(g) + O_2(g) \rightarrow 2Cl_2(g) + 2H_2O(l) \quad , \quad \Delta H = -202kJ$$

اگر در مجموع ۲/۸ مول گاز در واکنش $P_4(s) + 4SO_2(g) + 10Cl_2(g) \rightarrow 4SOCl_2(l) + 4POCl_3(g)$ مصرف شود، چند کیلوژول گرما می‌تواند در این واکنش تولید شده باشد؟

۱) ۴۱۰ ۲) ۴۳۲/۸ ۳) ۵۴۱ ۴) ۵۹۲/۸

۲۸- در واکنش $2NO_2(g) \xrightarrow{\Delta} 2NO(g) + O_2(g)$، با گذشت هر دقیقه ۷۵ درصد از گاز NO_2 موجود در ظرف تجزیه می‌شود. اگر در ابتدا ۲۰ مول گاز NO_2 در ظرف واکنش وجود داشته باشد، پس از ۱۸۰ ثانیه، حجم گاز O_2 آزاد شده در شرایط استاندارد برابر با چند لیتر خواهد شد؟

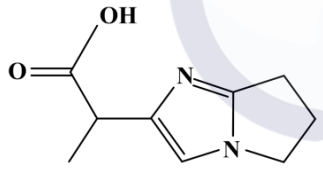
۱) ۱۸۲ ۲) ۲۰۴/۵ ۳) ۲۲۰/۵ ۴) ۲۴۲

۲۹- با توجه به واکنش‌های گرماشیمیایی داده‌شده، ΔH واکنش $H_2(g) + Cl_2(g) \rightarrow 2HCl(g)$ برابر چند کیلوژول است؟

$$N_2(g) + 3H_2(g) \rightarrow 2NH_3(g) \quad ، \quad \Delta H = -91/8 \ kJ$$
$$N_2(g) + 4H_2(g) + Cl_2(g) \rightarrow 2NH_4Cl(s) \quad ، \quad \Delta H = -628/8 \ kJ$$
$$NH_3(g) + HCl(g) \rightarrow NH_4Cl(s) \quad ، \quad \Delta H = -176/2 \ kJ$$

۱) $-92/3$ ۲) $-184/6$ ۳) $-368/2$ ۴) $-182/6$

۳۰- شمار اتم‌های هیدروژن موجود در ساختار ترکیب مقابل، چند برابر شمار اتم‌های هیدروژن موجود در ساختار مولکول گازی است که به‌عنوان عمل‌آورنده در کشاورزی کاربرد دارد؟ آزمون وی ای پی



۱) ۳

۲) ۲/۵

۳) ۴

۴) ۳/۵

۱- **کدام‌یک از مطالب زیر درست است؟**

۱) انسان نخستین پوشش خود را ابتدا از بافت‌های گیاهی و سپس از بافت‌های جانوران تهیه کرد.

۲) در طول سال‌های اخیر، حدود نیمی از الیاف تولیدشده در جهان، از جنس الیاف پلی‌استری هستند.

۳) الیاف ساختگی، برخلاف الیاف طبیعی، کاربردهای متنوع دیگری به‌جز تولید انواع پوشاک و لباس دارند.

۴) در صنعت نساجی، فراورده حاصل از فرایند ریسندگی، طی فرایند بافندگی به پارچه خام تبدیل می‌شود.

۲- **چند مورد از مطالب زیر نادرست است؟**

الف: اگر ماده‌ای در ساختار خود تعداد زیادی واحد تکرارشونده داشته باشد، یک درشت مولکول محسوب می‌شود.

ب: نقطه جوش درشت مولکول‌ها بالا بوده و حالت فیزیکی همه آن‌ها در دمای اتاق، جامد است.

پ: نیروی بین مولکولی در انسولین قوی‌تر از نیروی بین مولکولی میان ذرات سازنده آب است.

ت: چربی موجود در کوهان شتر، نوعی درشت مولکول بوده و فاقد واحد تکرارشونده است.

۱) صفر ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۳

۳- **کدام موارد از مطالب زیر در مورد سلولز و نشاسته درست است؟**

الف: در ساختار سلولز، بین واحدهای تکرارشونده متصل به هم، گروه اتری دیده می‌شود.

ب: الیاف سلولز، از اتصال حلقه‌های شش کربنی متعدد به یکدیگر تشکیل شده است.

پ: مونومرهای سازنده سلولز و نشاسته مشابه هم بوده و ساختار این دو ماده متفاوت از هم است.

ت: نشاسته یک پلی‌ساکارید بوده و تجزیه آن به مونومرهای سازنده در بدن، از معده انسان آغاز می‌شود.

۱) «الف» و «ب» ۲) «الف» و «پ» ۳) «ب» و «ت» ۴) «پ» و «ت»

۴- **ویتامین ....., در آب ..... بوده و در ساختار آن ..... گروه عاملی ..... وجود دارد.**

۱) ث ـ محلول ـ ۵ ـ هیدروکسیل ۲) کا ـ نامحلول ـ ۲ ـ کربونیل

۳) آ ـ محلول ـ ۱ ـ هیدروکسیل ۴) دی ـ نامحلول ـ ۱ ـ آلدهیدی

۵- **در واکنش سوختن یک مول از نمونه‌ای پلی‌اتن، ۲۷ لیتر آب تولید می‌شود. در شرایط استاندارد برای تولید یک میلی‌مول از این ماده به چند لیتر گاز اتن که در شرایط استاندارد قرار دارد، نیاز است؟**

$(H = ۱ , C = ۱۲ , O = ۱۶ : g.mol^{-۱})$

۱) ۱۶۸ ۲) ۳۳/۶ ۳) ۱۶/۸ ۴) ۳۳۶

۶- **چند مورد از عبارت‌های زیر درست است؟**

الف: پلی‌اتن شاخه‌دار، نسبت به پلی‌اتن بدون شاخه هم‌جرم خود، حجم بیشتری دارد و چگالی هر دو کمتر از آب است.

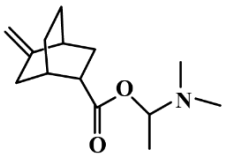
ب: پلی‌اتن سبک، همانند پلی‌اتن سنگین، در طبیعت تجزیه نمی‌شود و پلیمری ماندگار در نظر گرفته می‌شود.

پ: نحوه اتصال مونومرها در پلی‌اتن سنگین، پشت سر هم بوده که این روند، در پلی‌اتن سبک نیز دیده می‌شود.

ت: پلی‌اتن شفاف، انعطاف‌پذیری نسبتا بالایی دارد و از آن برای ساخت کیسه‌های پلاستیکی استفاده می‌شود.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۷- **اگر فراورده‌های سوختن ترکیب مقابل، گاز نیتروژن، آب و کربن دی‌اکسید باشد، برای سوختن کامل هر مول از این ترکیب به‌تقریب به چند گرم گاز اکسیژن نیاز است؟** ($H = ۱ , C = ۱۲ , N = ۱۴ , O = ۱۶ : g.mol^{-۱}$)



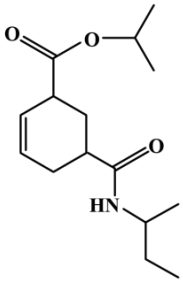
۱) ۶۰۰

۲) ۶۳۲

۳) ۵۸۴

۴) ۶۱۶

۸- **چند مورد از مطالب زیر درباره ترکیب مقابل درست است؟**



الف: نسبت شمار جفت الکترون‌های پیوندی به ناپیوندی در دی‌اسید سازنده آن برابر ۲/۵ است.

ب: در این ترکیب، ۷ اتم کربن به بیش از یک اتم هیدروژن متصل هستند.

پ: فرمول شیمیایی آمین سازنده این ترکیب $C_۴H_۹N$ است.

ت: الکل سازنده این ماده یک ترکیب آلی سیرشده است.

۱) ۱ ۲) ۲

۳) ۳ ۴) ۴

۹- **کدام‌یک از مطالب زیر در مورد واکنش گاز اتن با گاز کلر درست است؟**

۱) در دمای اتاق، فراورده این واکنش، ماده آلی سیرشده و به حالت مایع است.

۲) واکنشی گرماده بوده که طی آن مونومر سازنده یک پلیمر ساختگی تولید می‌شود.

۳) تفاوت شمار جفت الکترون پیوندی و ناپیوندی در فراورده این واکنش برابر ۱ است.

۴) کاتالیزگر این واکنش یک ترکیب یونی با نسبت شمار آنیون به کاتیون برابر ۲ است.

۱۰- **کدام‌یک از مطالب زیر نادرست است؟**

۱) در نمونه خالص همه آمین‌ها، همانند نمونه خالص همه الکل‌ها، پیوند هیدروژنی وجود دارد.

۲) در نمونه خالص از هر دو فراورده واکنش آبکافت یک نوع آمید، به یقین پیوند هیدروژنی دیده می‌شود.

۳) همه اترها، همانند همه اسیدهای آلی، هنگام انحلال در آب با مولکول‌های آب پیوند هیدروژنی تشکیل می‌دهند.

۴) هر دو فراورده حاصل از آبکافت یک استر، به یقین توانایی تشکیل پیوند هیدروژنی با مولکول‌های سازنده خود را دارند.

۱۱- **کدام‌یک از مطالب زیر درست است؟**

۱) استرها در مقایسه با ایزومرهای اسیدی خود، نقطه جوش بیشتری دارند.

۲) اسیدهای آلی نسبت به الکل‌های هم‌کربن، انحلال‌پذیری بیشتری در آب دارند.

۳) ایزومر اتری الکل‌ها در مقایسه با خود الکل، نیروی بین مولکولی قوی‌تری دارد.

۴) یک آلدهید، برخلاف ایزومر کتونی خود، در یک نمونه خالص از خود پیوند هیدروژنی دارد.

۱۲- **چند مورد از مطالب زیر در مورد واکنش تولید استرها درست است؟**

الف: با انجام این واکنش، انحلال‌پذیری مواد آلی در آب کاهش می‌یابد.

ب: کاتالیزگر این واکنش، با کاتالیزگر واکنش تولید اتانول از اتن، یکسان است.

پ: اگر این واکنش در شرایط گازی انجام شود، آنتالپی آن به‌تقریب برابر صفر است.

ت: سرعت انجام واکنش برگشت واکنش استری‌شدن در حضور یک ماده بازی افزایش می‌یابد.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۱۳- **چه تعداد ایزومر استری که دارای شاخه فرعی نباشند، می‌توان برای اسید سازنده استر موجود در آناناس در نظر گرفت؟**

۱) ۲ ۲) ۵ ۳) ۴ ۴) ۳

۱۴- **کدام‌یک از مطالب زیر نادرست است؟**

۱) تعداد پیوندهای اشتراکی $C-O$ در ساده‌ترین اتر و ساده‌ترین استر برابر است.

۲) تعداد پیوندهای اشتراکی $C-H$ در ساختار ساده‌ترین اتر و ساده‌ترین کتون برابر است.

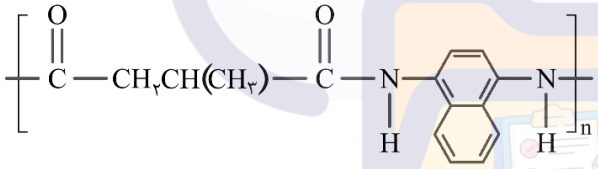
۳) پیوند اشتراکی که در ساختار استرها وجود دارد ولی در ساختار اترها یافت نمی‌شود، در ساختار آلدهیدها دیده می‌شود.

۴) همه انواع پیوندهای اشتراکی موجود در ساده‌ترین اسید آلی، در ساختار مولکولی ساده‌ترین ترکیب الکلی نیز دیده می‌شود.

۱۵- **اگر یک گرم پروپانول به‌تقریب با ۱/۴۷ گرم کربوکسیلیک اسید یک عاملی با زنجیره هیدروکربنی سیرشده واکنش دهد، در ساختار ماده آلی حاصل از این فرایند، چند پیوند $C-C$ وجود دارد؟** $(H=۱, C=۱۲, O=۱۶ : g.mol^{-۱})$

۱) ۳ ۲) ۴ ۳) ۵ ۴) ۶

۱۶- **تفاوت شمار اتم‌های هیدروژن در ساختار دو مونومر سازنده ترکیب زیر کدام است؟**



۱) ۲

۲) صفر

۳) ۶

۴) ۴

۱۷- **کدام موارد زیر، در رابطه با نوعی پلی‌استر که با استفاده از دی‌الکل‌ها و دی‌اسیدها تولید می‌شود، درست است؟**

الف: شمار واحدهای تکرارشونده در ساختار آن‌ها با شمار مونومرهای به کاررفته در مراحل تولید همه آن‌ها برابر است.

ب: فراورده واکنش مرحله نخست فرایند تولید یک نوع پلی‌استر، در ساختار خود سه گروه عاملی مختلف دارد.

پ: در مرحله نخست واکنش تولید پلی‌استر، باید به دی‌الکل و دی‌اسید سازنده آن، مقداری گرما داده شود.

ت: در این ماده، بخش هیدروکربنی میان دو گروه عاملی متوالی، به دو اتم متفاوت در دو گروه عاملی متصل‌اند.

۱) «الف» و «ب» ۲) «الف» و «ت» ۳) «ب» و «پ» ۴) «پ» و «ت»

۱۸- **چند مورد از مطالب زیر درست است؟**

الف: پلی‌لاکتیک اسید، پس از رها شدن در طبیعت به مونومر سازنده خود تبدیل می‌شود.

ب: تولید پلیمرهای ماندگار، از نظر اقتصادی به صرفه بوده اما به توسعه پایدار لطمه میزند.

پ: در فرایند تولید پلی‌لاکتیک اسید، از پلیمر طبیعی حاوی حلقه‌های شش‌ضلعی استفاده می‌کنند.

ت: در واحد تکرار شونده کولار، دو گروه عاملی مشابه وجود داشته و این ماده از فولاد هم‌جرم خود، ۵ برابر مقاوم‌تر است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۱۹- **کدام مورد زیر، نادرست است؟**

۱) ماده کووالانسی، مجموعه‌ای از اتم‌های بسیاری است که با هم پیوندهای اشتراکی دارند.

۲) مواد اولیه به کار رفته در ساخت آثار به جای مانده از گذشته، واکنش‌پذیری کم و استحکام زیاد دارند.

۳) سرخ فام بودن خاک رس، به دلیل حضور کاتیونی است که ۵ الکترون با $l = ۲$ در آرایش الکترونی خود دارد.

۴) عنصرهای اصلی سازندهٔ جامدهای کووالانسی در طبیعت، در ساختار هیچکدام از ترکیب‌های یونی یافت نمی‌شوند.

۲۰- **جدول زیر، درصد جرمی مواد موجود در یک نمونه خاک رس را نشان می‌دهد. اگر با اضافه کردن مقداری آب به ۱۰۰ گرم از این نمونه، درصد جرمی سدیم اکسید $\frac{۲}{۳}$ برابر شود، کدام‌یک از مطالب زیر نادرست است؟**

($Si = ۲۸$ و $Mg = ۲۴$ و $Na = ۲۳ : g.mol^{-۱}$)

ماده	$SiO_۲$	$Al_۲O_۳$	$H_۲O$	$Na_۲O$	MgO	دیگر مواد
درصد جرمی	۴۶/۲۰	۳۷/۷۴	۱۳/۳۲	۱/۲۴	۰/۴۴	۱/۰۶

۱) در نمونه نهایی، جرم آب از جرم آلومینیم اکسید بیشتر است.

۲) نسبت شمار یون‌های سدیم به منیزیم در این نمونه خاک کمتر از ۴ است.

۳) در نمونه اولیه، درصد جرمی شبه‌فلز دوره سوم جدول تناوبی، بیشتر از ۲۵ درصد است.

۴) ساختار ذره‌ای اکسیدهای فلزی و نافلزی موجود در این نمونه در حالت خالص و جامد، متفاوت از هم است.

۲۱- **مقدار عددی کدام‌یک از نسبت‌های زیر بزرگ‌تر است؟ ($H = ۱$ و $C = ۱۲$ و $O = ۱۶ : g.mol^{-۱}$)**

۱) نسبت مقاومت کششی فولاد به گرافن

۲) نسبت درصد جرمی اکسیژن در اتیلن گلیکول به گلوکز

۳) نسبت شمار آنیون‌ها به کاتیون‌ها در اسکاندیم سیلیکات

۴) نسبت عدد کوئوردیناسیون کاتیون به آنیون در آمونیوم فسفید

۲۲- **چند مورد از موارد زیر، درباره الماس درست است؟ ($C = ۱۲\ g.mol^{-۱}$)**

الف: یک نمونه از الماس، پایداری کمتر از گرافیت و نقطه ذوب بالاتر از سیلیسیم دارد.

ب: شمار اتم‌ها در یک سانتی‌متر مکعب الماس، بیشتر از یک سانتی‌متر مکعب گرافیت است.

پ: یک جامد کووالانسی است که در ساخت مته‌ها و ابزار برش شیشه از آن استفاده می‌شود.

ت: همانند سیلیسیم رسانای گرما بوده و در ۱۸ گرم از آن، ۳ مول پیوند اشتراکی وجود دارد.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۲۳- **فرض کنید که عنصر A با عنصر B و عنصر C نیز با عنصر D، هم‌دوره است. اگر نماد یون‌های پایدار حاصل از این عناصر به‌صورت A^{+} ، B^{2+} ، C^{-} و D^{2-} باشند، چند مورد از مقایسه‌های زیر درست است؟ (هیچ‌کدام از عناصر داده شده از دسته فلزهای واسطه نیستند.)**

الف: شعاع اتمی : $D > C$

ب: واکنش‌پذیری : $B < A$

پ: نقطه ذوب : $AC < BD$

ت: آنتالپی فروپاشی شبکه بلور : $BD > A_2D$

۱) ۴ ۲) ۳ ۳) ۲ ۴) ۱

۲۴- **همه موارد زیر درست هستند، به‌جز ..... .**

۱) اغلب ترکیب‌های آلی جزو مواد مولکولی بوده و زودگداز هستند.

۲) برخلاف پلی‌اتن، واژه نیروهای بین مولکولی را برای $SiO_2(s)$ نمی‌توان به کار برد.

۳) اگر یک ماده در دما و فشار اتاق به حالت مایع باشد، به یقین جزو مواد مولکولی به شمار می‌رود.

۴) مبنای تشکیل دانه‌های برف، ایجاد حلقه‌های شش ضلعی است که اتم‌های اکسیژن در رأس آن‌ها قرار دارد.

۲۵- **درستی یا نادرستی کدام عبارت، مشابه عبارت زیر است؟**

«اگر مولکول XY_3 ساختاری مسطح داشته باشد، عناصر X و Y به یقین در دو گروه مختلف جدول تناوبی قرار دارند.»

۱) آنتالپی تبخیر و نقطه جوش هگزان، به نیروهای بین مولکولی آن وابسته است.

۲) برخلاف اتین، گشتاور دوقطبی در مولکول‌های دواتمی ناجورهسته بزرگتر از صفر است.

۳) در مولکول‌های خطی سه اتمی، تراکم بار الکتریکی بر روی اتم‌های کناری می‌تواند متفاوت باشد.

۴) در نقشه پتانسیل الکترواستاتیکی مولکول خمیده AB_2، اتم‌های B همواره با رنگ آبی مشخص می‌شوند.

۲۶- **با توجه به جدول زیر که نقاط ذوب و جوش سه ماده O_2، N_2 و HF را نشان می‌دهد، کدام مورد نادرست است؟**

نماد فرضی ماده	نقطه ذوب (°C)	نقطه جوش (°C)
A	-۲۱۸	-۱۸۳
B	-۲۱۰	-۱۹۶
C	-۸۳	۱۹

۱) در شرایط استاندارد، چگالی ماده A از ماده B بیشتر است.

۲) در مقایسه با آب، ماده C در گستره دمایی بیشتری به حالت مایع است.

۳) برخلاف آمونیاک، فراورده حاصل از واکنش دو ماده A و B، در میدان الکتریکی جهت‌گیری می‌کند.

۴) همانند کلروفرم، نزدیک کردن میله شیشه‌ای به باریکه از ماده C در حالت مایع، باعث انحراف باریکه می‌شود.

۲۷- کدام موارد از مطالب زیر درباره واکنش فلز سدیم و گاز کلر، نادرست است؟

الف: واکنش، گرماده بوده و طول موج رنگ نور آزاد شده در آن، از طول موج رنگ لامپ نئون کمتر است.

ب: مقایسه شعاع ذرات برخی از گونه‌های شرکت‌کننده در واکنش، به‌صورت $Cl^- > Na > Na^+$ است.

پ: در ساختار فراورده آن، نیروهای جاذبه یون‌های ناهمنام بر نیروهای دافعه یون‌های همنام غالب است.

ت: در اطراف هر کاتیون در شبکه بلور ترکیب یونی حاصل از این واکنش، حداکثر ۸ آنیون قرار دارد.

۱) «الف» و «ب» ۲) «الف» و «پ» ۳) «پ» و «ت» ۴) «ب» و «ت»

۲۸- اگر آنتالپی فروپاشی شبکه منیزیم فلوئورید برحسب کیلوژول بر مول به‌تقریب ۲/۲۵ برابر قدرمطلق آنتالپی سوختن اتانول باشد، به منظور تأمین انرژی لازم برای تولید $۷/۲۲۴ \times ۱۰^{۲۲}$ آنیون گازی از شبکه بلوری منیزیم فلوئورید، چند گرم اتانول را باید سوزاند؟ (درصد خلوص اتانول را برابر با ۷۵ درصد در نظر بگیرید. $g.mol^{-۱}$: $H = ۱$ و $C = ۱۲$ و $O = ۱۶$)

۱) ۴/۶۵ ۲) ۶/۲۱ ۳) ۸/۲۸ ۴) ۱۲/۴۲

۲۹- اگر دو ترکیب $XO_۲$ و $Y_۲O_۳$ رنگدانه معدنی بوده و رنگ آن‌ها به‌ترتیب سفید و قرمز باشد، کدام مطلب نادرست است؟

۱) یک نمونه ماده $XO_۲$ در محیطی که فاقد نور مرئی است، به رنگ سیاه دیده می‌شود.

۲) فلز X، می‌تواند عنصری از دورهٔ چهارم جدول دوره‌ای با واکنش‌پذیری کمتر از Ca باشد.

۳) دریای الکترونی، عاملی است که می‌تواند چیدمان کاتیون‌ها را در شبکه بلوری فلز Y حفظ کند.

۴) برخلاف ماده $Y_۲O_۳$، یک نمونه از ماده $XO_۲$، همهٔ طول موج‌های مرئی تابیده شده به خود را بازتاب می‌کند.

۳۰- چند مورد از مطالب زیر، عبارت داده شده را به‌درستی کامل می‌کنند؟

«با توجه به ..... بودن ..... تیتانیم نسبت به فولاد زنگ نزن، از این فلز در ساخت ..... استفاده می‌شود.»

الف: بیشتر ـ نقطه ذوب ـ اجزای سازنده ثابت موتور جت

ب: بالاتر ـ مقاومت در برابر خوردگی ـ پوشش بیرونی بناها

پ: کمتر ـ شدت واکنش ذره‌های موجود در آب دریا با ـ پروانه کشتی اقیانوس‌پیما

ت: کمتر ـ چگالی ـ اجزای سازنده متحرک موتور جت

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۳۱- کدام موارد از مطالب زیر، نادرست است؟

الف: استفاده از رنگ برای پوشش سطح، مانع خوردگی در برابر اکسیژن، رطوبت و مواد شیمیایی می‌شود.

ب: یون وانادات با فرمول $VO_۴^{۳-}$، در واکنش‌های اکسایش-کاهش تنها در نقش کاهنده می‌تواند شرکت کند.

پ: مجموع عدد اکسایش فلزها در $FeTiO_۳$ نصف مجموع عدد اکسایش اتم‌های کربن در ۲-هپتانون است.

ت: دو کاربرد آلیاژ نیتینول یا آلیاژ هوشمند، ساخت سازه فلزی در ارتودنسی و استنت برای رگ‌ها است.

۱) «الف» و «پ» ۲) «الف» و «ت» ۳) «ب» و «پ» ۴) «ب» و «ت»

۳۲- **در آلیاژی از دو فلز مس و آهن، درصد جرمی فلزی که اتم آن سه لایه پر از الکترون دارد، برابر ۶/۶۷ درصد است. نمونه‌ای به حجم ۳/۲ سانتی‌متر مکعب از این آلیاژ، به‌تقریب با چند لیتر محلول ۰/۲۵ مولار هیدروکلریک اسید واکنش می‌دهد؟ (چگالی آلیاژ برابر با $۷/۵\ g.cm^{-۳}$ است. $Fe = ۵۶ : g.mol^{-۱}$ و $Cu = ۶۴$)**

۱) ۱/۶ ۲) ۲ ۳) ۳/۲ ۴) ۴

۳۳- **در شرایط معین، اگر مخلوطی حاوی ۰/۰۵ مول از هر یک از گازهای پروپان و دی متیل‌اتر در اختیار داشته باشیم، کدام مطلب نادرست است؟ ($C = ۱۲ : g.mol^{-۱}$ و $O = ۱۶$)**

۱) با سرد کردن این مخلوط گازی، دی متیل‌اتر آسان‌تر به مایع تبدیل می‌شود.

۲) بر اثر سوختن کامل این مخلوط، ۱۳/۲ گرم گاز کربن دی‌اکسید تولید می‌شود.

۳) اتم اکسیژن در نقشه پتانسیل الکتروستاتیکی دی متیل‌اتر، به رنگ قرمز نمایش داده می‌شود.

۴) با قرارگیری این مخلوط در میدان الکتریکی، $۳/۰۱ \times ۱۰^{۲۲}$ مولکول در میدان جهت‌گیری می‌کنند.

۳۴- **کدام مطلب نادرست است؟**

۱) واژه شبکه بلوری، برای هر چهار نوع جامدهای یونی، فلزی، کووالانسی و مولکولی به کار می‌رود.

۲) اگر نیروی بین مولکولی غالب در $AB_۲$ از نوع پیوند هیدروژنی باشد، مولکول آن به یقین قطبی است.

۳) در میدان الکتریکی، اتمی از مولکول $POCl_۳$ با کمترین شعاع اتمی، به سمت قطب مثبت جهت‌گیری می کند.

۴) عنصری از جدول دوره‌ای با یک زیرلایه تک‌الکترونی در آرایش الکترونی، به یقین در دسته مواد مولکولی قرار ندارد.

۳۵- **یک نوع پودر تجاری از سیلیس و آلومینیم اکسید تشکیل شده است. اگر به ازای ۳ مول جامد یونی، ۲ مول جامد کووالانسی در این پودر وجود داشته باشد، درصد جرمی اکسیژن در آن به‌تقریب کدام است و اگر ۵/۱۱۲ تن از این پودر برای تولید آلومینیم در فرایند هال استفاده شود، چند مترمکعب گاز $CO_۲$ با حجم مولی ۲۵ لیتر تولید خواهد شد؟ ($Al = ۲۷ : g.mol^{-۱}$ و $O = ۱۶$ و $Si = ۲۸$)**

۱) ۴۰/۲ ـ ۱۳۵۰ ۲) ۴۰/۲ ـ ۱۵۳۰ ۳) ۴۸/۸ ـ ۱۳۵۰ ۴) ۴۸/۸ ـ ۱۵۳۰

۱- **گزینهٔ «۳»** *(امیرمسعود حسینی)*

فراوان‌ترین عنصر سیارهٔ زمین، آهن که درصد فراوانی آن کمتر از ۵۰٪ است و فراوان‌ترین عنصر سیارهٔ مشتری، هیدروژن است که درصد فراوانی هیدروژن در آن بیش از ۹۰٪ است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) دومین عنصر فراوان مشتری، هلیم است که در طیف نشری خطی خود، در ناحیهٔ مرئی ۶ خط رنگی دارد.

۲) در میان ۸ عنصر فراوان سیارهٔ زمین، ۴ عنصر Mg، Si، S و Al در دورهٔ سوم جدول دوره‌ای جای دارد: $\frac{۴}{۸}\times ۱۰۰ = ٪۵۰$

۴) مشتری نزدیک‌ترین سیارهٔ گازی به خورشید و به‌طور کلی، پنجمین سیاره نزدیک به خورشید است. زمین سومین سیارهٔ نزدیک به خورشید بوده و به دلیل فاصلهٔ کمتری که نسبت به مشتری از خورشید دارد، دمای سطح آن بالاتر است.

(شیمی ۱- صفحه‌های ۳، ۱۰، ۱۱ و ۲۳)

۲- **گزینهٔ «۳»** *(هدی بهاری‌پور)*

$$^{۵۰}_{۲۵}A^{۲-} \Rightarrow \begin{cases} p = ۲۵ \\ n = ۲۵ \Rightarrow e - n = ۲ \\ e = ۲۷ \end{cases}$$

$$^{۲}_{۱}H \Rightarrow n = ۱ \qquad ^{۳}_{۱}H \Rightarrow n = ۲$$

$$\frac{\text{شمار نوترون } ^{۳}H}{\text{شمار نوترون } ^{۲}H} = \frac{۲}{۱}$$

(شیمی ۱- صفحه‌های ۵ و ۶)

۳- **گزینهٔ «۴»** *(پیمان خوابوی‌مجد)*

در ایزوتوپ‌های لیتیم ترتیب فراوانی به صورت $^{۷}_{۳}Li > ^{۶}_{۳}Li$ است، بدیهی است که نسبت عدد اتمی به عدد جرمی در $^{۷}_{۳}Li$ کوچک‌تر از $^{۶}_{۳}Li$ است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) نیتروژن برخلاف فلوئور جزو ۸ عنصر فراوان سیارهٔ مشتری محسوب می‌شود.

۲) اختلاف عدد اتمی $_{۱۴}E$ و $_{۲۹}D$ برابر ۱۵ (عدد اتمی فسفر) است که طبق کتاب رادیوایزوتوپ فسفر در ایران تولید می‌شود.

۳) اختلاف شمار الکترون و نوترون در یون $^{۵۱}_{۲۳}C^{۳+}$ برابر ۸ است.

(شیمی ۱- صفحه‌های ۳ تا ۱۱)

۴- **گزینهٔ «۴»** *(محمدرضا جمشیدی)*

بررسی گزینه‌های نادرست:

۱) تمامی رادیوایزوتوپ‌ها از جمله رادیوایزوتوپ طبیعی هیدروژن ($^{۳}_{۱}H$) ناپایدار هستند.

۲) یکی از ایزوتوپ‌های اورانیوم، اغلب به عنوان سوخت در راکتورهای اتمی به کار می‌رود.

۳) در هر خانه از جدول تناوبی، به دلیل وجود ایزوتوپ‌های آن عنصر، جرم اتمی میانگین آن عنصر نوشته شده است.

(شیمی ۱- صفحه‌های ۶ تا ۸ و ۱۰ تا ۱۲)

۵- **گزینهٔ «۴»** *(محمدرضا پورجاوید)*

نخستین عنصر ساخته شده به دست بشر، $^{۹۹}_{۴۳}Tc$ است که نیم‌عمر کمی داشته و در طبیعت یافت نمی‌شود. اندازهٔ یون یدید با اندازه یکی از یون‌های حاوی تکنسیم (و نه خود یون تکنسیم) مشابه است و در نتیجه غدهٔ تیروئید در هنگام جذب یون یدید، این یون را نیز جذب می‌کند.

(شیمی ۱- صفحه‌های ۷ و ۸)

۶- **گزینهٔ «۲»** *(رسول عابدینی‌زواره)*

$$\bar{M} = \frac{m_۱F_۱ + m_۲F_۲ + m_۳F_۳}{۱۰۰}$$

$$F_۱ = \frac{۶/۰۲\times ۱۰^{۲۲}}{۶/۰۲\times ۱۰^{۲۳}}\times ۱۰۰ = ۱۰٪$$

$$F_۲ = \frac{۱/۲۰۴\times ۱۰^{۲۳}}{۶/۰۲\times ۱۰^{۲۳}}\times ۱۰۰ = ۲۰٪$$

$$F_۳ = \frac{۴/۲۱۴\times ۱۰^{۲۳}}{۶/۰۲\times ۱۰^{۲۳}}\times ۱۰۰ = ۷۰٪$$

$$\bar{M} = \frac{۲۶(۱۰) + ۲۵(۲۰) + ۲۴(۷۰)}{۱۰۰} = ۲۴/۴\,amu$$

$$MF_۲ = ۲۴/۴ + (۲\times ۱۹) = ۶۲/۴\,g.mol^{-۱}$$

(شیمی ۱- صفحه‌های ۱۵ تا ۱۹)

۷- **گزینهٔ «۱»** *(سعید تیزرو)*

$$\text{درصد فراوانی ایزوتوپ‌های X} \begin{cases} \text{ایزوتوپ سبک‌تر}: \frac{۴}{۲۰}\times ۱۰۰ = ۲۰٪ \\ \text{ایزوتوپ سنگین‌تر}: \frac{۱۶}{۲۰}\times ۱۰۰ = ۸۰٪ \end{cases}$$

$$\bar{M} = M_1 + (M_2 - M_1)\frac{F_2}{100}$$ (جرم اتمی میانگین عنصر X)

$$\Rightarrow 10/8 = M_1 + (1)\frac{80}{100} \Rightarrow M_1 = 10\,amu \;,\; M_2 = 11\,amu$$

با توجه به اختلاف تعداد ذرات داخل هسته دو ایزوتوپ سنگین‌تر می‌توان تعداد پروتون‌های هسته (عدد اتمی عنصر X) را به دست آورد:

$$\begin{cases} n - p = 1 \\ n + p = 11 \end{cases} \Rightarrow n = 6 \;,\; p = 5$$

عنصر X با عدد اتمی ۵، عنصر B می‌باشد.

بررسی مورد الف) هر دو عنصر $_5B$ و $_{81}Tl$ متعلق به گروه سیزدهم جدول می‌باشند.

بررسی مورد ب) بیشترین نیمه عمر در بین ایزوتوپ‌های ساختگی هیدروژن ^5_1H است که عدد جرمی آن با عدد اتمی عنصر $_5B$ برابر است.

بررسی مورد پ) عناصر پایین $_5B$ در جدول، $_{13}Al$ و $_{31}Ga$ هستند که نماد شیمیایی هر دو به صورت دو حرفی است.

(شیمی ۱- صفحه‌های ۵، ۶ و ۱۰ تا ۱۵)

۸- **گزینهٔ «۳»** *(مبین احمدی)*

$$\text{تعداد اتم هر گرم } Br_2 = 1g\ Br_2 \times \frac{1mol\ Br_2}{160g\ Br_2} \times \frac{2mol\ Br}{1mol\ Br_2} \times \frac{N_A Br}{1mol\ Br} = \frac{N_A}{80}$$

$$\begin{cases} m = O \text{ تعداد اتم‌های} \\ n = N \text{ تعداد اتم‌های} \end{cases}$$

$$1/4 \times \frac{N_A}{80} = 0/27g\ \text{نمونه} \times \frac{1mol\ \text{نمونه}}{(16m+14n)g\ \text{نمونه}} \times \frac{(m+n)\times N_A}{1mol}$$

$$\Rightarrow 108m + 108n = 98n + 112m \Rightarrow 10n = 4m \Rightarrow \frac{n}{m} = 0/4$$

(شیمی ۱- صفحه‌های ۱۷ تا ۱۹)

۹- **گزینهٔ «۲»** *(سعید تیزرو)*

عبارت مطرح شده در صورت سؤال و گزینهٔ «۲» درست است و سایر گزینه‌ها نادرست می‌باشند.

بررسی گزینه‌ها:

۱) هر نوار رنگی در طیف نشری خطی عناصر، ناشی از بازگشت الکترون از لایه‌های بالاتر به لایه‌های پایین‌تر (نه لزوماً لایهٔ اول) است.

۲) نور زرد لامپ‌ها به دلیل وجود بخار سدیم در آن‌ها است و سدیم جزو هشت عنصر فراوان موجود در سیاره زمین نیست.

۳) در دما و فشار اتاق ۷ عنصر به شکل مولکول‌های ۲ اتمی وجود دارند که عبارتند از:

H_2 و N_2، O_2، F_2، Cl_2، Br_2، I_2. در بین این عناصر تنها کلر و برم نماد دو حرفی دارند: $\frac{2}{7} \simeq \%28/5$

۴) هر دو عنصر هیدروژن و منیزیم سه ایزوتوپ طبیعی دارند:

$$\begin{cases} ^1_1H > ^2_1H > ^3_1H \\ ^{24}_{12}Mg > ^{26}_{12}Mg > ^{25}_{12}Mg \end{cases}$$: مقایسهٔ فراوانی ایزوتوپ‌ها

(شیمی ۱- صفحه‌های ۵، ۶، ۱۰، ۱۱ و ۱۹ تا ۲۳)

۱۰- **گزینهٔ «۳»** *(یاسر راش)*

بررسی گزینه‌ها:

۱) نادرست؛ رنگ شعله بیشتر برای شناسایی کیفی عناصر کاربرد دارد، نه تعیین مقدار دقیق آن‌ها. همچنین، وجود عناصر دیگر می‌تواند بر رنگ شعله تأثیر بگذارد و دقت را کاهش دهد.

۲) نادرست؛ نشر پرتوهای الکترومغناطیسی می‌تواند در هر سه حالت ماده (جامد، مایع و گاز) رخ دهد.

۳) درست؛ هر عنصر، زمانی که انرژی دریافت می‌کند (مثلاً حرارت می‌بیند)، نور با طول موج‌های مشخصی ساطع می‌کند. این طول موج‌ها یک الگوی خاص را تشکیل می‌دهند که برای هر عنصر منحصر به فرد است. این الگو (طیف نشری خطی)، مانند اثر انگشت یا بارکد، به ما امکان می‌دهد تا عنصر مورد نظر را شناسایی کنیم.

۴) نادرست؛ مشاهدهٔ رنگ شعله تنها یک روش تقریبی است. برای شناسایی دقیق مواد، تحلیل طیف نشری خطی و بررسی طول موج‌های دقیق نشر شده ضروری است.

(شیمی ۱- صفحه‌های ۲۲ و ۲۳)

۱- **گزینهٔ «۲»** *(حسین شاهسواری)*

بررسی موارد نادرست:

الف) بور باور داشت با بررسی تعداد و جایگاه خطوط طیف نشری خطی، می‌توان اطلاعات با ارزشی از اتم هیدروژن به دست آورد. (نه همهٔ اتم‌ها)

ج) الکترون در هر لایه‌ای باشد در همهٔ نقاط پیرامون هسته حضور می‌یابد و احتمال حضور آن در همهٔ نقاط یکسان نیست بلکه در محدوده‌های خاصی اطراف هسته، احتمال حضور بیشتری دارد.

(شیمی ۱- صفحه‌های ۲۴ تا ۲۷)

۲- **گزینهٔ «۲»** *(یاسر راش)*

بررسی موارد:

الف) پدیده‌های کوانتومی، مانند جهش‌های الکترون بین ترازهای انرژی، عمدتاً در مقیاس اتمی و زیراتمی قابل مشاهده هستند. در مقیاس ماکروسکوپی، اثرات کوانتومی ناچیز شده و مشابه الگوی شکل «۲» یا سطح شیبدار است.

ب) الگوی شکل «۲»، شیب یا سطح شیبدار را نشان می‌دهد که نماد پیوستگی در مصرف انرژی است.

پ) الکترون نمی‌تواند بین دو لایه یا پله معلق بماند و حتماً باید انرژی کافی برای رسیدن به لایه یا پلهٔ بعدی را جذب کند.

ت) مدل اتمی بور، الکترون‌ها را نه در مدارهایی دلخواه، بلکه در مدارهای مشخص با سطوح انرژی ثابت و گسسته توصیف می‌کند. این سطوح انرژی مانند پله‌های یک نردبان هستند که الکترون فقط می‌تواند روی آن‌ها قرار گیرد و برای جابه‌جایی بین آن‌ها، نیاز به جذب یا نشر مقداری انرژی دقیقاً برابر با اختلاف انرژی بین دو پله دارد. این ایدهٔ گسستگی سطوح انرژی، اساس مدل بور و همچنین الگوی پله‌ای شکل «۱» بود.

(شیمی ۱- صفحه‌های ۲۴ تا ۲۷)

۳- **گزینهٔ «۴»** *(سعید تیزرو)*

بررسی گزینه‌ها:

۱) مثلاً فلز آهن در لایهٔ ظرفیت خود هشت الکترون داشته، اما در انواع واکنش‌های شیمیایی شرکت می‌کند.

۲) به‌طور مثال فلز $_{4}Be$ توانایی تشکیل کاتیون در طبیعت را ندارد و همین‌طور گازهای نجیب توانایی تشکیل آنیون در طبیعت را ندارند.

۳) برای عناصر دستهٔ p دورهٔ ۴ تا ۷ جدول، بعد از نماد گاز نجیب، زیرلایه‌های s، p و d ذکر می‌شوند که زیرلایهٔ d جزو لایهٔ ظرفیت آن‌ها محسوب نمی‌شود.

۴) همهٔ عناصر گروه ۲ تا ۱۲ دوره چهارم جدول تناوبی به جز Cr و Cu زیرلایه ۲ الکترونی در لایهٔ ظرفیت دارند.

(شیمی ۱- صفحه‌های ۳۰ تا ۳۹)

۴- **گزینهٔ «۳»** *(احسان روستایی)*

موارد (پ) و (ت) درست هستند.

بررسی موارد:

الف) نادرست؛ انتقال d همراه با نشر نور است نه جذب نور

ب) نادرست؛ همهٔ انتقالات می‌توانند رخ دهند، انتقال a و d فقط مربوط به انتقالات در ناحیهٔ مرئی هستند.

پ) درست؛ انتقال a مربوط به حرکت از لایهٔ سوم به لایهٔ دوم است که در اتم هیدروژن به رنگ سرخ دیده می‌شود.

ت) درست، هر چه انتقال با مبادلهٔ انرژی بیشتری همراه باشد، طول موج پرتوی نشر شده آن کوتاه‌تر است.

(شیمی ۱- صفحه‌های ۲۴ تا ۲۷)

۵- **گزینهٔ «۳»** *(پیمان خواجوی‌مجد)*

بررسی گزینه‌ها:

۱) عنصر Y وانادایم $_{23}V$ است که اختلاف عدد اتمی آن با اولین عنصر ساخته شده در واکنشگاه ($^{99}_{43}Tc$) تکنسیم، ۲۰ خواهد بود.

۲) عنصر Y می‌تواند $_{25}Mn$ یا $_{24}Cr$ باشد و اختلاف عدد اتمی آن با $_{17}Cl$، عدد ۷ یا ۸ باشد.

۳) عنصر X آلومینیوم $_{13}Al$ است که با از دست دادن سه الکترون به آرایش الکترونی گاز نجیب پیش از خود یعنی $_{10}Ne$ می‌رسد.

۴) عنصر X گاز آرگون $_{18}Ar$ است و ویژگی‌های ذکر شده مربوط به گاز کلر است.

(شیمی ۱- صفحه‌های ۳۰ تا ۳۹)

۶- **گزینهٔ «۱»** *(احسان روستایی)*

بررسی گزینه‌ها:

۱) نادرست؛ آرایش الکترونی $_{29}Cu$ از قاعدهٔ آفبا پیروی نمی‌کند و براساس داده‌های طیف‌سنجی پیشرفته مشخص می‌شود.

۲) درست؛ دورهٔ = ۴ – گروه = ۱۱ – زیرلایه نیمه پر = $4s^1$

$$_{29}Cu: 1s^2\,2s^2\,2p^6\,3s^2\,3p^6\,3d^{10}\,4s^1$$

۳) درست؛ $۱+۱+۲=۴$

$$\underset{۰}{\underline{۱s^۲}}\ \underset{۰}{\underline{۲s^۲}}\ \underset{۱}{\underline{۲p^۶}}\ \underset{۰}{\underline{۳s^۲}}\ \underset{۱}{\underline{۳p^۶}}\ \underset{۲}{\underline{۳d^{۱۰}}}\ \underset{۰}{\underline{۴s^۱}}$$

۴) درست؛ نخستین عنصر دورهٔ سوم، $_{۱۱}Na$ است که تفاوت عـدد اتمـی آن با $_{۲۹}Cu$ برابر ۱۸ است. عدد اتمی آرگون نیز ۱۸ می‌باشد.

(شیمی ۱- صفحه‌های ۲۸ تا ۳۲)

۷- **گزینهٔ «۲»** *(فرشید مرادی)*

موارد اول، دوم و سوم درست هستند.

اول حالات ممکن را حساب می‌کنیم. X می‌تواند عنصری خنثی باشد که بـه منزلهٔ $_{۱۸}Ar = X$ است و اگر کاتیون باشد می‌تواند X^{+} ، $X^{۲+}$ و $X^{۳+}$ باشد که به ترتیب عناصر K ، Ca و Sc است و اگر آنیون باشد مـی‌توانـد X^{-} ، $X^{۲-}$ و $X^{۳-}$ باشد که به ترتیب عناصر Cl ، S و P است.

بررسی موارد:

مورد اول: $Cl_۲$ با توضیحات مورد اول همخوانی دارد.

مورد دوم: عنصر Ar با توضیحات مورد دوم همخوانی دارد.

مورد سوم: عنصر S با توضیحات مورد سوم همخوانی دارد. $\cdot\ddot{\underset{\cdot}{S}}\cdot$

مورد چهارم: نادرست؛ عناصر K ، Ca و Sc متعلق به دورهٔ چهـارم و بقیـه عناصر به دورهٔ سوم تعلق دارند.

(شیمی ۱- صفحه‌های ۳۰ تا ۴۱)

۸- **گزینهٔ «۲»** *(محمد عظیمیان‌زواره)*

این عنصر، برم $(_{۳۵}Br)$ می‌باشد:

$$_{۳۵}Br: ۱s^۲\ ۲s^۲\ \underline{\underline{۲p^۶}}\ ۳s^۲\ \underline{\underline{۳p^۶}}\ ۳d^{۱۰}\ ۴s^۲\ \underline{\underline{۴p^۵}}$$

از ۱۸ عنصـر موجـود در دورهٔ چهـارم جـدول دوره‌ای اتـم ۳ عنصـر $_{۱۹}K$، $_{۲۴}Cr$ و $_{۲۹}Cu$ دارای ۷ الکترون با $l=۰$ و اتم ۱۵ عنصر دیگر آن دارای ۸ الکترون با $l=۰$ است.

بررسی گزینه‌های درست:

۱) عناصر گروه ۱۷ مثل $\cdot\ddot{\underset{\cdot}{Br}}\cdot$ و $\cdot\ddot{\underset{\cdot}{F}}\cdot$

۳) اتم $_{۳۵}Br$ بـا گـرفتن یـک الکتـرون و تشـکیل یـون Br^{-} بـه آرایـش الکترونی گاز نجیب پس از خود می‌رسد. اتم $_{۳۵}Br$ دارای ۳ لایـه الکتـرون پر شده است.

$_{۳۵}Br$) $۲e^-$) $۸e^-$) $۱۸e^-$) $۷e^-$

۴) فرمول حاصل از واکنش برم و منیزیم $_{۱۲}Mg$ به صورت $MgBr_۲$ می‌باشد.

(شیمی ۱- صفحه‌های ۳۰ تا ۴۰)

۹- **گزینهٔ «۴»** *(محمدرضا جمشیدی)*

بررسی موارد:

الف) با توجه به آرایش الکترونی عنصر X ، اتم X در گـروه ۲ و دورهٔ سـوم جدول تناوبی قرار دارد و جزو فلزات اصلی می‌باشد.

$$_{۱۲}X: ۱s^۲\ ۲s^۲\ ۲p^۶\ ۳s^۲$$

ب) با توجه به آرایش الکترونی اتم A ، عدد اتمی آن برابر ۱۷ و عـدد اتمـی عنصر X برابر ۱۲ می‌باشد. پس تفاوت عدد اتمی آن ها برابر ۵ می‌باشد.

پ) عنصر A همان کلر است و عنصر X همان منیزیم می‌باشد و یون آن‌ها بـه ترتیب A^- و $X^{۲+}$ می‌باشد پس ترکیب یونی حاصل از آن‌ها می‌تواند $XA_۲$ باشد.

ت) عنصر A همان کلر است که با عنصر $_{۳۵}D$ یعنی برم هم‌گروه و هر دو در گروه ۱۷ جدول تناوبی قرار دارند و با عنصر $_{۱۳}E$ یعنی آلومینیم نیـز هـم‌دوره و هر دو در دورهٔ سوم جدول تناوبی قرار دارند.

(شیمی ۱- صفحه‌های ۳۰ تا ۳۹)

۱۰- **گزینهٔ «۳»** *(محسن مجنونی)*

بررسی گزینه‌ها:

۱) آرایش الکترون- نقطه‌ای عناصر گروه ۱ و ۱۷ جـدول تنـاوبی دارای یـک الکترون منفرد می‌باشند.

۲) یون Na^+ به آرایش گاز نجیـب $_{۱۰}Ne$ و یـون Cl^- بـه آرایـش گـاز نجیب $_{۱۸}Ar$ می‌رسد.

۳) ترکیـب‌هـای یـونی دوتـایی حاصـل از عناصـر دورهٔ دوم جـدول تناوبی $Li_۳N$ ، $Li_۲O$ و LiF می‌باشد. (عناصر Be ، B ، C و Ne یـون پایدار ایجاد نمی‌کنند.)

۴) عدد اتمی نیتروژن برابر با ۷ و اولین عنصری از دورهٔ سوم که هـم توانـایی گرفتن و هم توانایی به اشتراک گذاشتن الکترون را دارد فسفر با عـدد اتمـی ۱۵ است. تفاوت عدد اتمی آن ها برابر ۸ است.

(شیمی ۱- صفحه‌های ۳۴ تا ۴۱)

۱- **گزینهٔ «۱»** *(محمد عظیمیان‌زواره)*

اتمسفر مخلوطی از گازهای گوناگون است که تا فاصلهٔ ۵۰۰ کیلومتری از سطح زمین امتداد یافته است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۲) درصد حجمی آرگون حدود ۱٪ می‌باشد و مجموع درصد حجمی CO_2 و سایر گازهای نجیب از ۱٪ کمتر است.

۳) سبک‌ترین گاز نجیب He است و از جمله کاربردهای آن خنک کردن قطعات الکترونیکی در دستگاه‌های تصویربرداری مانند MRI می‌باشد.

۴) از گاز نیتروژن (فراوان‌ترین گاز موجود در هواکره) برای این منظور می‌شود.

(شیمی ۱- صفحه‌های ۴۸ تا ۵۴)

۲- **گزینهٔ «۲»** *(امیرمحمد کنگرانی)*

در لایه تروپوسفر، با افزایش ارتفاع، فشار هوا، شمار مولکول‌ها در واحد حجم هوا، دما و چگالی (نسبت جرم به حجم هوا) به‌طور پیوسته کاهش می‌یابند.

(شیمی ۱- صفحهٔ ۴۹)

۳- **گزینهٔ «۴»** *(پیمان خوابوی‌مجد)*

$$T_h = ah + T_0 \Rightarrow 7 = 38a - 50 \Rightarrow a = \frac{57}{38} = 1/5$$

دمای ۲۶۵K معادل $-8^\circ C$ است، بر این اساس داریم:

$$-8 = 1/5h - 50 \Rightarrow h = 28\,km$$

ارتفاع ۲۸ کیلومتر در استراتوسفر نسبت به سطح زمین برابر است با:

(استراتوسفر از فاصلهٔ ۱۲ کیلومتری از سطح زمین آغاز می‌شود.)

$$28 + 12 = 40\,km$$

(شیمی ۱- صفحهٔ ۵۰)

۴- **گزینهٔ «۴»** *(امیرعلی بیات)*

درصد حجمی گاز He در مخلوط گاز طبیعی و هواکره به ترتیب برابر با ۷٪ و ۰/۰۰۰۵٪ است. نسبت این درصدها برابر با $\frac{7\%}{0/0005\%} = 14000$ است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) برای پر کردن بالن هواشناسی از گاز هلیم استفاده می‌شود.

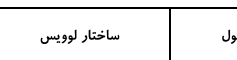
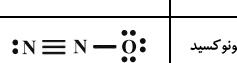
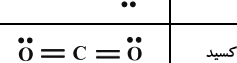
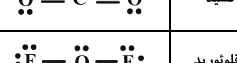
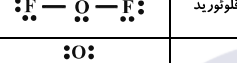
۲) نقش گاز Ar تأمین محیط بی‌اثر برای جوشکاری است و این گاز نمی‌سوزد که دمای شعله را تأمین کنند.

۳) در دمای $-78^\circ C$ گاز کربن دی‌اکسید در اثر چگالش به $CO_2(s)$ تبدیل می‌شود. فرایند انجماد زمانی رخ می‌دهد که یک مایع به حالت جامد خود تبدیل شود.

(شیمی ۱- صفحه‌های ۵۰ تا ۵۴)

۵- **گزینهٔ «۲»** *(محمدرضا پورجاوید)*

ساختار لوویس و نسبت جفت الکترون‌های ناپیوندی به پیوندی در مولکول‌های داده شده به صورت زیر است:

نام مولکول	ساختار لوویس	$\frac{\text{تعداد جفت الکترون‌های ناپیوندی}}{\text{تعداد جفت الکترون‌های پیوندی}}$
دی نیتروژن مونوکسید		$\frac{4}{4} = 1$
کربن دی اکسید		$\frac{4}{4} = 1$
اکسیژن دی فلوئورید		$\frac{8}{2} = 4$
گوگرد تری اکسید		$\frac{8}{4} = 2$
نیتروژن تری فلوئورید		$\frac{10}{3} = 3/3$

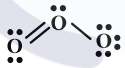
به این ترتیب تنها در یک مورد چنین شرایطی وجود دارد.

(شیمی ۱- صفحه‌های ۵۷ و ۵۸)

۶- **گزینهٔ «۳»** *(پیمان خوابوی‌مجد)*

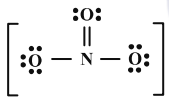
بررسی موارد:

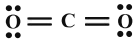
الف) درست؛ شمار پیوند اشتراکی در O_3 و CO یکسان است:



ب) نادرست؛ از آرگون به عنوان خنک‌کننده دستگاه تصویربرداری استفاده نمی‌شود.

پ) درست؛ شمار جفت الکترون ناپیوندی CO_2 نصف شمار جفت الکترون ناپیوندی در یون نیترات است.





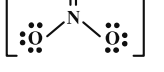
ت) نادرست؛ گاز دو اتمی در شکل D گاز اکسیژن یا نیتروژن می‌باشد؛ با کاهش دما از دمای صفر درجهٔ سلسیوس O_2 نسبت به Ar آسان‌تر مایع می‌شود زیرا نقطهٔ جوش بالاتری دارد.

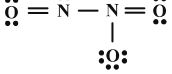
(شیمی ۱- صفحه‌های ۵۰، ۵۲، ۵۳ و ۵۷ تا ۶۰)

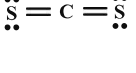
۷- **گزینهٔ «۱»** *(سعید تیزرو)*

بررسی گزینه‌ها:

۱) ساختار لوویس هر سه ترکیب دارای پیوند دوگانه است:



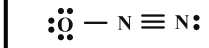




۲) واکنش موازنه شده:

$$2NaBH_4 + H_2SO_4 \rightarrow 2H_2 + Na_2SO_4 + B_2H_6$$

۳) ساختار لوویس مولکول دی نیتروژن مونوکسید (N_2O):



ساختار این مولکول دارای ۴ جفت الکترون ناپیوندی و ۴ جفت الکترون پیوندی است.

۴) تمامی فلزات $_{26}Fe$ ، $_{27}Co$ ، $_{28}Ni$ ، $_{29}Cu$ و $_{30}Zn$ دارای یون ۲+ بوده و در ترکیب با یون فسفید (P^{3-}) می‌توانند ترکیب یونی با فرمول X_3P_2 ایجاد کنند.

(شیمی ۱- صفحه‌های ۵۶ تا ۵۸ و ۶۳ تا ۶۵)

۸- **گزینهٔ «۲»** *(مجتبی محبوب)*

سوختن ناقص گاز شهری علاوه بر فرآورده‌های حاصل از سوختن کامل، کربن مونوکسید نیز تولید می‌کند که گازی بی‌رنگ و سمی است که چگالی آن از هوا کمتر بوده و قابلیت انتشار آن در محیط بسیار زیاد است. میل ترکیبی این گاز با هموگلوبین خون بسیار زیاد بوده و می‌تواند مانع از رسیدن اکسیژن به بافت‌های بدن شده و در نهایت سامانهٔ عصبی را فلج کند.

بررسی گزینه‌ها:

۱) اغلب فلزات در شرایط مناسب با گاز اکسیژن واکنش می‌دهند و می‌سوزند.

۲) آب، گوگرد دی اکسید و کربن دی اکسید از جمله فراورده‌های حاصل از سوختن زغال سنگ می‌باشند که به ترتیب ۲، ۳ و ۴ جفت الکترون پیوندی دارد.

۳) سوختن گوگرد شعلهٔ آبی رنگی دارد که مشابه رنگ شعلهٔ حاصل از سوختن کامل گاز شهری است. سوختن ناقص گاز شهری شعله‌ای زرد رنگ دارد.

۴) اگر واکنشی از جمله واکنش سوختن سوخت‌های فسیلی در ظرف دربسته رخ دهد با توجه به قانون پایستگی جرم مجموع جرم مواد موجود در ظرف ثابت خواهند ماند.

(شیمی ۱- صفحه‌های ۵۷ تا ۵۹، ۶۲ و ۶۳)

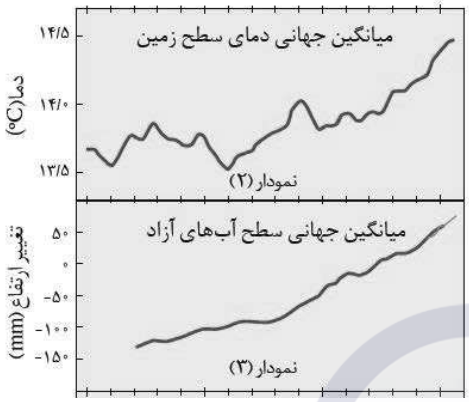
۹- **گزینهٔ «۱»** *(یاسر راش)*

بررسی موارد:

مورد اول: سبک زندگی انسان، نوع وسایلی که در زندگی استفاده می‌کند و رفتارهایی که در شرایط مختلف محیطی انجام می‌دهد، روی هواکره تأثیر می‌گذارد.

مورد دوم: برای این‌که مقدار کربن دی‌اکسید در هواکره از حد طبیعی فراتر نرود، مقدار اضافی کربن دی‌اکسید باید به وسیلهٔ گیاهان یا پدیده‌های طبیعی مصرف شود.

مورد سوم: با توجه به با نمودارهای زیر روند صعود میانگین جهانی سطح آب‌های آزاد، منظم‌تر از روند صعود میانگین جهانی دمای سطح زمین است.



مورد چهارم: هر چه مقدار کربن دی‌اکسید وارد شده به طبیعت زیادتر باشد، ردپای ایجاد شده سنگین‌تر و اثر آن ماندگارتر خواهد بود؛ زیرا زمان لازم برای تعدیل این اثر به وسیلهٔ پدیده‌های طبیعی طولانی‌تر است.

مورد پنجم: با توجه به جدول زیر میزان تولید کربن دی‌اکسید در استفاده از گاز طبیعی به عنوان منبع تولید برق، کمتر از نفت خام و زغال سنگ است.

مقدار کربن دی‌اکسید تولید شده در ماه (کیلوگرم)	منبع تولید برق	برق مصرفی در سال (کیلو وات ساعت)
$0/9 \times y$	زغال سنگ	y
$0/7 \times y$	نفت خام	
$0/36 \times y$	گاز طبیعی	

(شیمی ۱- صفحه‌های ۶۶ تا ۶۸)

۱۰- **گزینهٔ «۴»** *(یاسر راش)*

شکل زیر رفتار زمین و هواکره در برابر پرتوهای خورشیدی را نشان می‌دهد.

(شیمی ۱- صفحهٔ ۶۹)

۱- **گزینهٔ «۴»** *(حسین شاهسواری)*

بررسی گزینه‌های نادرست:

۱) کربن دی‌اکسید را می‌توان به جای رها کردن در هواکره، آن را در مناطقی عمیق و امن در زیر زمین ذخیره و نگهداری کرد.

۲) سوخت سبز، سوختی است که در ساختار خود افزون بر کربن و هیدروژن، اکسیژن نیز دارد.

۳) برای تبدیل CO_2 به مواد معدنی می‌توان از منیزیم اکسید یا کلسیم اکسید استفاده کرد و نباید در نام‌گذاری این دو ترکیب از اعداد رومی استفاده کرد.

(شیمی ۱- ردپای گازها در زندگی؛ صفحه‌های ۷۰ و ۷۱)

۲- **گزینهٔ «۳»** *(محمد عظیمیان‌زواره)*

بررسی موارد:

الف) نادرست؛ میدان‌های قدیمی گاز و چاه‌های قدیمی نفت مکان‌های مناسبی برای دفن CO_2 هستند.

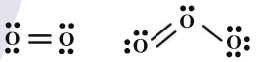
ب) نادرست؛ دگرشکل (آلوتروپ) به هر یک از شکل‌های مولکولی یا بلوری یک عنصر گفته می‌شود.

پ) درست؛ با توجه به واکنش زیر

$$NO_2(g)+O_2(g)\xrightarrow{\text{نور خورشید}}O_3(g)+NO(g)$$

فراوردهٔ NO طبق واکنش $N_2(g)+O_2(g)\rightarrow 2NO(g)$ هنگام رعد و برق در هواکره، تولید می‌شود.

ت) درست؛ واکنش‌پذیری اوزون از اکسیژن بیشتر است. نسبت شمار جفت الکترون‌های ناپیوندی به شمار پیوندها در مولکول هر کدام برابر ۲ می‌باشد.



(شیمی ۱- ردپای گازها در زندگی؛ صفحه‌های ۷۱ تا ۷۵)

۳- **گزینهٔ «۱»** *(علیرضا بیانی)*

با توجه به معادلهٔ واکنش موازنه شدهٔ زیر داریم:

$$4KNO_3(s)\rightarrow 2K_2O(s)+2N_2(g)+5O_2(g)$$

با فرض سوال که واکنش به‌طور کامل انجام شده است می‌توان گفت به ازای مصرف ۴ مول KNO_3، ۲ مول K_2O تولید شده است که اختلاف جرم آن‌ها برابر:

$$(4\,mol\,KNO_3\times\frac{101\,g\,KNO_3}{1\,mol\,g\,KNO_3})-(2\,mol\,K_2O\times\frac{94\,g\,K_2O}{1\,mol\,K_2O})$$

$$=216\,g$$

و از طرفی چون شرایط سوال STP نمی‌باشد باید حجم مولی گاز اکسیژن در شرایط جدید را محاسبه کنیم. طبق رابطهٔ زیر داریم:

$$T=\theta+273\Rightarrow T=546+273=819$$

$$\frac{P_1V_1}{\underbrace{T_1}_{STP}}=\frac{P_2V_2}{\underbrace{T_2}_{\text{جدید}}}\Rightarrow\frac{1\times22/4}{273}=\frac{2\times V_2}{819}\Rightarrow V_2=33/6\,L$$

$$5/4\,g\ \text{اختلاف جرم}\times\frac{4\,mol\,KNO_3}{216\,g\ \text{اختلاف جرم}}\times\frac{5\,mol\,O_2}{4\,mol\,KNO_3}$$

$$\times\frac{33/6\,L\,O_2}{1\,mol\,O_2}=4/2\,L\,O_2$$

(شیمی ۱- ردپای گازها در زندگی؛ صفحه‌های ۷۷ تا ۸۰)

۴- **گزینهٔ «۴»** *(مجتبی محبوب)*

بررسی گزینه‌های نادرست:

۱) طبق متن کتاب درسی، گازها برخلاف مایعات و جامدات تراکم‌پذیر می‌باشند.

۲) برای توصیف یک نمونه گاز افزون بر مقدار و دمای آن باید فشار آن نیز مشخص باشد.

۳) در دما و فشار یکسان حجم مقدار مول معینی از گازهای گوناگون با هم برابر است.

(شیمی ۱- ردپای گازها در زندگی؛ صفحه‌های ۷۶ تا ۷۸)

۵- **گزینهٔ «۳»** *(مهرشاد میرزامحمدی)*

علت نادرستی گزینهٔ «۳»:

طبق شکل کتاب درصد گاز نیتروژن از ۷۸٪ به ۹۵٪ می‌رسد که ۱۷٪ تغییر و درصد گاز اکسیژن از ۲۱٪ به ۵٪ می‌رسد که ۱۶٪ تغییر دارد. پس در نتیجه تغییر درصد گاز نیتروژن کمی بیشتر از تغییر درصد گاز اکسیژن است.

(شیمی ۱- ردپای گازها در زندگی؛ صفحه‌های ۷۳، ۷۵، ۸۱ و ۸۳)

۶- **گزینهٔ «۲»** *(مینا سیدحسینی)*

معادلهٔ موازنه شده به صورت زیر می‌باشد:

$$2KMnO_4(s)\rightarrow K_2MnO_4(s)+MnO_2(s)+O_2(g)$$

در ابتدا مقدار اکسیژن تولید شده توسط تجزیهٔ پتاسیم پرمنگنات را محاسبه می‌کنیم:

$$118/5\,g\,KMnO_4\times\frac{1\,mol\,KMnO_4}{158\,g\,KMnO_4}\times\frac{1\,mol\,O_2}{2\,mol\,KMnO_4}$$

$$=0/375\,mol\,O_2$$

سپس گاز اکسیژن حاصل از تجزیهٔ پتاسیم پرمنگنات با مقدار کافی (C_4H_8) طی واکنش سوختن مصرف شده و مقدار تولید شده H_2O را محاسبه می‌کنیم:

$$C_4H_8(g)+6O_2(g)\rightarrow 4CO_2(g)+4H_2O(g)$$

$$0/375\,mol\,O_2\times\frac{4\,mol\,H_2O}{6\,mol\,O_2}\times\frac{18\,g\,H_2O}{1\,mol\,H_2O}$$

$$=4/5\,g\,H_2O$$

(شیمی ۱- ردپای گازها در زندگی؛ صفحه‌های ۷۹ و ۸۰)

۷- **گزینهٔ «۲»** *(ندا حسین‌پورمقدم)*

$$\text{شرایط STP} \Rightarrow \begin{cases} \text{دما}: 273\,K \text{ یا } 0^\circ C \\ \text{فشار}: 1\,atm \end{cases}$$

$$\Rightarrow \text{حجم مولی گازها} \Rightarrow \begin{cases} 22400\,mL \\ 22/4\,L \end{cases} \quad \text{یا}$$

ابتدا معادلهٔ واکنش را موازنه می‌کنیم:

$$2NH_3(g) + 3N_2O(g) \rightarrow 4N_2(g) + 3H_2O(g)$$

$$?g\ NH_3 = 448\,mL\ \text{مخلوط گازی} \times \frac{1\,L\ \text{مخلوط}}{1000\,mL\ \text{مخلوط}} \times \frac{1\,mol\ \text{مخلوط}}{22/4\,L} \times \frac{2\,mol\ NH_3}{5\,mol\ \text{مخلوط}} \times \frac{17\,g\ NH_3}{1\,mol\ NH_3} = 0/136\,g\ NH_3$$

$$?g\ N_2O = 448\,mL\ \text{مخلوط} \times \frac{1\,L\ \text{مخلوط}}{1000\,mL\ \text{مخلوط}} \times \frac{1\,mol\ \text{مخلوط}}{22/4\,L} \times \frac{3\,mol\ N_2O}{5\,mol\ \text{مخلوط}} \times \frac{44\,g\ N_2O}{1\,mol\ N_2O} = 0/528\,g\ N_2O$$

$$\text{اختلاف جرم} = 0/528 - 0/136 = 0/392\,g$$

(شیمی ۱- ردپای گازها در زندگی: صفحه‌های ۷۹ و ۸۰)

۸- **گزینهٔ «۴»** *(سعید تیزرو)*

نقطهٔ جوش مولکول اوزون به دلیل قطبیت و جرم مولی بیشتر، از مولکول ناقطبی اکسیژن بیشتر است. در نتیجه گاز اوزون نسبت به گاز اکسیژن با سهولت بیشتری مایع می‌شود. در نتیجه مقایسهٔ گزینهٔ «۱» درست است.

نقطهٔ جوش گازهای آمونیاک، نیتروژن و هیدروژن به ترتیب $-33^\circ C$، $-196^\circ C$ و $-253^\circ C$ است. در نتیجه مقایسهٔ گزینهٔ «۲» درست است.

تعداد یون‌های حاصل از انحلال آمونیوم کربنات در آب:

$$(NH_4)_2CO_3(s) \xrightarrow{\text{در آب}} 2NH_4^+(aq) + CO_3^{2-}(aq) \quad (\text{۳ یون})$$

تعداد یون‌های حاصل از انحلال منیزیم سولفات در آب:

$$MgSO_4(s) \xrightarrow{\text{در آب}} Mg^{2+}(aq) + SO_4^{2-}(aq) \quad (\text{۲ یون})$$

در نتیجه مقایسهٔ گزینهٔ «۳» درست است.

مطابق شکل صفحهٔ ۹۴ کتاب درسی مقدار نمک حل شده در دریای مدیترانه برحسب درصد بیشتر از این مقدار در اقیانوس آرام است.

(شیمی ۱- ردپای گازها در زندگی + آب، آهنگ زندگی: صفحه‌های ۷۳، ۸۲، ۹۱، ۹۲ و ۹۴)

۹- **گزینهٔ «۴»** *(محسن مجنونی)*

بررسی گزینه‌ها:

۱) با توجه به شکل نمودار کتاب درسی که کاربردهای NaCl را نشان می‌دهد، سهم استفاده از NaCl استخراج شده در مصارف خانگی و تولید سدیم کربنات کمتر از ۵۰ درصد می‌باشد.

۲) اولین مرحلهٔ استخراج فلز منیزیم، واکنش یون آن با محلول دارای یون هیدروکسید است که منجر به تولید رسوب $Mg(OH)_2$ نامحلول می‌شود.

۳)
$$\begin{cases} TiOSO_4 \Rightarrow \begin{cases} \text{کاتیون}: TiO^{2+} \\ \text{آنیون}: SO_4^{2-} \end{cases} \\ K_3AsO_3 \Rightarrow \begin{cases} \text{کاتیون}: K^+ \\ \text{آنیون}: AsO_3^{3-} \end{cases} \end{cases}$$

$$\Rightarrow \text{تیتانیل آرسنیت}: (TiO)_3(AsO_3)_2$$

۴) در هر سه واکنش به ترتیب رسوب‌های سفید رنگ AgCl، $Ca_3(PO_4)_2$ و $BaSO_4$ تولید می‌شود که نشان‌دهندهٔ وجود یون‌های Cl^-، Ca^{2+} و Ba^{2+} در محلول‌ها می‌باشد.

(شیمی ۱- آب، آهنگ زندگی: صفحه‌های ۸۹ تا ۹۲، ۹۷ و ۹۸)

۱۰- **گزینهٔ «۳»** *(امیر خاتمیان)*

$$\left.\begin{aligned} V_{\text{گازوئیل}} &= 50\,L \\ d_{\text{گازوئیل}} &= 0/85\,g.mL^{-1} = 850\,g.L^{-1} \end{aligned}\right\}$$

$$\Rightarrow m_{(\text{گازوئیل})\ \text{محلول}} = d \times V = 850 \times 50 = 42500\,g$$

$$400\,ppm = \frac{\text{جرم حل‌شوندهٔ گوگرد}}{42500} \times 10^6$$

$$\Rightarrow x = \frac{42500 \times 400}{10^6} = 17\,g\ \text{گوگرد}$$

مقدار گوگردی که در طول ۳۰ روز در خودرو دیزلی می‌سوزد:

$$\text{در ۳۰ روز} \Rightarrow 30 \times 17\,g = 510\,g$$

$$\underline{S} + O_2 \rightarrow \underset{?\,g}{SO_2}$$

$$?SO_2 = 510\,g\ S \times \frac{1\,mol\ S}{32\,g\ S} \times \frac{1\,mol\ SO_2}{1\,mol\ S} \times \frac{64\,g\ SO_2}{1\,mol\ SO_2} = 1020\,g$$

$$\underset{\text{۱۷g در یک روز}}{\underline{S}} + \underset{?\,L}{O_2} \rightarrow SO_2$$

$$?L\ O_2 = 17\,g\ S \times \frac{1\,mol\ S}{32\,g\ S} \times \frac{1\,mol\ O_2}{1\,mol\ S} \times \frac{22/4\,L\ O_2}{1\,mol\ O_2} = 11/9\,L\ O_2$$

$$\begin{array}{c|c} 11/9\,L & 20\% \\ \hline \text{هوا}\ ?\,L & 100\% \end{array} \Rightarrow 59/5\ \text{لیتر هوا}$$

(شیمی ۱- ردپای گازها در زندگی+ آب، آهنگ زندگی: صفحه‌های ۷۷ تا ۸۰، ۹۴ و ۹۵)

۱- **گزینهٔ «۲»** *(یاسر راش)*

بررسی برخی از موارد:

مورد اول: غلظت مولی (مول بر واحد حجم) مستقیماً تعداد ذرات (مولکول‌ها یا یون‌ها) را نشان می‌دهد، که این موضوع آن را به معیاری دقیق و اساسی برای درک واکنش‌های شیمیایی و خواص مواد در تحقیقات تبدیل کرده است.

مورد سوم: مولکول‌های آب قطبی هستند، یعنی یک طرف آن‌ها کمی مثبت و طرف دیگر کمی منفی است. وقتی یک جسم باردار به آب نزدیک می‌شود، این قطب‌های مثبت و منفی مولکول‌های آب به سمت جسم باردار می‌چرخند. این چرخش و برهم‌کنش باعث انحراف باریکهٔ آب می‌شود و ثابت می‌کند که آب قطبی است و با میدان‌های الکتریکی برهم‌کنش دارد.

مورد چهارم: ساختار منحصربه‌فرد مولکولی آب و توانایی آن در ایجاد پیوندهای هیدروژنی قوی باعث می‌شود که در شرایط مختلف آب و هوایی کرهٔ زمین با سه حالت جامد (یخ)، مایع (آب) و گاز (بخارآب) وجود داشته باشد.

(شیمی ۱- صفحه‌های ۹۸، ۱۰۰، ۱۰۳، ۱۰۴ و ۱۰۸)

۲- **گزینهٔ «۱»** *(یاسر راش)*

قسمت اول: ابتدا با استفاده از رابطهٔ رقیق‌سازی $M_1V_1 = M_2V_2$، حجم مورد نیاز از محلول ۲ مولار را حساب می‌کنیم:

$$M_1V_1 = M_2V_2 \Rightarrow 2\times V_1 = 0/25\times 250 \Rightarrow V_1 = 31/25\,mL$$

قسمت دوم: ابتدا مقدار مول HCl مصرف شده را حساب می‌کنیم:

$$n_{HCl} = M_{HCl}\times V_{HCl} \Rightarrow n_{HCl} = 0/1\times 0/049$$
$$= 0/0049\,mol\,HCl$$

چون نسبت مولی NaOH به HCl برابر ۱:۱ است، شمار مول‌های NaOH موجود در ۲۰ میلی‌لیتر محلول رقیق تهیه شده از آن نیز برابر با ۰/۰۰۴۹ مول است. در نتیجه غلظت دقیق محلول به دست آمده برابر خواهد بود با:

$$M_2(\text{دقیق}) = \frac{0/0049\,mol}{0/02\,L} = 0/245\,mol.L^{-1}$$

(شیمی ۱- صفحه‌های ۹۸ تا ۱۰۰)

۳- **گزینهٔ «۴»** *(فرشید مرادی)*

بررسی موارد نادرست:

پ) گشتاور دوقطبی در مولکول‌های H_2O و H_2S به ترتیب ۱/۸۵ D و ۰/۹۷ D است و گشتاور دوقطبی آب کمتر از ۲ برابر گشتاور دوقطبی H_2S است.

ت) میلهٔ شیشه‌ای که به موی خشک مالش داده شده دارای بار الکتریکی منفی است و اتم‌های هیدروژن موجود در مولکول‌های آب را به خود جذب می‌کند.

(شیمی ۱- صفحه‌های ۹۹، ۱۰۱ و ۱۰۳ تا ۱۰۶)

۴- **گزینهٔ «۴»** *(مجتبی محبوب)*

$$\frac{\text{مقدار } KNO_3 \text{ حل‌شده در دمای } 40^\circ C}{\text{مقدار محلول در دمای } 40^\circ C} = \frac{50}{150} = \frac{x}{750}$$

$$\Rightarrow x = 250g$$

$$\text{مقدار آب موجود در ظرف} = 750 - 250 = 500g$$

$$\frac{\text{مقدار } KNO_3 \text{ حل‌شده در دمای } 20^\circ C}{\text{مقدار آب}} = \frac{20}{100} = \frac{y}{500}$$

$$\Rightarrow y = 100g$$

$$\text{مقدار رسوب ته‌نشین شده} = 250 - 100 = 150g$$

$$\frac{\text{مقدار } KNO_3 \text{ که باید حل شود}}{\text{مقدار آب افزوده شده}} = \frac{20}{100} = \frac{150}{z}$$

$$\Rightarrow z = 750g \quad \text{مقدار آبی که باید افزوده شود}$$

$$750g\ \text{آب} \times \frac{1mL\ \text{آب}}{1g\ \text{آب}} = 750mL\ \text{آب}$$

(شیمی ۱- صفحه‌های ۱۰۰ تا ۱۰۲)

۵- **گزینهٔ «۲»** *(رسول عابدینی‌زواره)*

بررسی قطبیت مولکول‌ها:

استون و اتانول (قطبی) / هگزان (ناقطبی) / NaCl (مولکول ندارد)

بررسی نوع انحلال در آب:

استون و اتانول (انحلال مولکولی) / هگزان (حل نمی‌شود) / NaCl (انحلال یونی)

بررسی تشکیل پیوند هیدروژنی با مولکول‌های خودش:

استون (تشکیل نمی‌دهد) / اتانول (تشکیل می‌دهد) / هگزان (تشکیل نمی‌دهد) / NaCl (مولکول ندارد)

بررسی میزان انحلال در آب:

استون / اتانول (به هر نسبتی در آب حل می‌شوند و نمی‌توان محلول سیرشده از آن‌ها تهیه کرد) / هگزان (نامحلول در آب) / NaCl (محلول در آب اما نه به هر نسبتی)

(شیمی ۱- صفحه‌های ۱۰۳ تا ۱۱۲)

۶- **گزینهٔ «۱»** *(حسین شاهسواری)*

$$S = m\theta + b \Rightarrow m = \frac{۵۴-۴۸}{۱۰-۰} = ۰/۶$$

$b = ۴۸$ انحلال‌پذیری در $۰^\circ C$

$$\Rightarrow S = ۰/۶\theta + ۴۸ \xrightarrow{\theta=۳۰} ۶۶$$

۶۶ گرم نمک	x
۱۰۰ گرم آب	۲۰۰

$\Rightarrow x = ۱۳۲$ گرم نمک

(شیمی ۱- صفحهٔ ۱۰۳)

۷- **گزینهٔ «۲»** *(پیمان خواجوی‌مجد)*

استون $(M = ۵۸g.mol^{-1})$ و اتانول $(M = ۴۶g.mol^{-1})$ در دمای اتاق مایع و HF $(M = ۲۰g.mol^{-1})$ و HCl $(M = ۳۶/۵g.mol^{-1})$ در دمای اتاق گاز هستند. از میان اتانول و استون، نقطه جوش اتانول بالاتر است زیرا بین مولکول‌های آن پیوند هیدروژنی برقرار می‌شود. از میان HF و HCl هم نقطه جوش HF بالاتر است که علت را باز هم به پیوند هیدروژنی مرتبط می‌دانیم. البته باید توجه داشته باشیم نقطهٔ جوش HCl کمتر از صفر درجهٔ سانتی‌گراد است.

(شیمی ۱- صفحهٔ ۱۰۷)

۸- **گزینهٔ «۳»** *(امیرمحمد کنگرانی)*

با افزایش نمک به آب، انحلال‌پذیری گاز کاهش می‌یابد و چون آب دریا در مقایسه با آب آشامیدنی نمک بیشتری دارد، در نتیجه نمودار A و B به ترتیب مربوط به آب دریا و آب آشامیدنی هستند. با توجه به نمودار اگر ۱۰۰ گرم آب دریا از دمای صفر تا $۳۰^\circ C$ گرم شود مقدار $۱/۲ - ۰/۶ = ۰/۶$ میلی‌گرم گاز اکسیژن آزاد می‌شود.

$$?g\ O_۲ = ۱۰^۶ g\ \text{آب دریا} \times \frac{۰/۶ mg\ O_۲}{۱۰۰ g\ \text{آب دریا}} \times \frac{۱ g\ O_۲}{۱۰۰۰ mg\ O_۲} = ۶ g\ O_۲$$

با توجه به نمودار اگر ۱۰۰g آب آشامیدنی از دمای صفر تا $۴۵^\circ C$ گرم شود مقدار $۱/۶ - ۰/۶ = ۱$ میلی‌گرم گاز اکسیژن آزاد می‌شود.

$$?kg\ \text{آب آشامیدنی} = ۶ g\ O_۲ \times \frac{۱۰۰ g\ \text{آب آشامیدنی}}{۰/۰۰۱ g\ O_۲}$$

$$\times \frac{۱ kg\ \text{آب آشامیدنی}}{۱۰۰۰ g\ \text{آب آشامیدنی}} = ۶۰۰ kg\ \text{آب آشامیدنی}$$

(شیمی ۱- صفحه‌های ۱۰۰ تا ۱۰۲، ۱۱۳، ۱۱۴ و ۱۲۱)

۹- **گزینهٔ «۲»** *(محسن مجنونی)*

با توجه به ردپای آب در زندگی به ازای تولید یک کیلوگرم گوجه‌فرنگی ۱۸۰ لیتر آب و به ازای تولید یک بلوز نخی ۲۷۰۰ لیتر آب مصرف می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) در فرایند اسمز میوه‌ها، برخی نمک‌ها، ویتامین‌ها و ... هم از میوه به آب راه می‌یابد.

۳) فرایندهای اسمز معکوس و صافی کربن توانایی حذف ترکیبات آلی فرار از آب را دارند.

۴) با این‌که گشتاور دوقطبی $CO_۲$ از NO کمتر است اما در شرایط یکسان گاز $CO_۲$ انحلال‌پذیری بیشتری از آن دارد.

(شیمی ۱- صفحه‌های ۱۱۵ تا ۱۱۸)

۱۰- **گزینهٔ «۴»** *(پیمان خواجوی‌مجد)*

شرط توقف اسمز برابری غلظت مولار گونه‌ها در دو طرف است.

سمت چپ $۰/۸ mol.L^{-1} \times ۰/۰۵ L = ۰/۰۴ mol\ NaCl$

سمت راست $۰/۲ mol.L^{-1} \times ۰/۰۵ L = ۰/۰۱ mol\ NaCl$

مولکول‌های آب از محیط رقیق به محیط غلیظ انتقال می‌یابند. (راست به چپ)

$$M_۱ = M_۲ \Rightarrow \frac{۰/۰۴}{(۵۰+x)\times ۱۰^{-۳}} = \frac{۰/۰۱}{(۵۰-x)\times ۱۰^{-۳}} \Rightarrow x = ۳۰$$

پس ۳۰mL آب از یک سمت کاسته و به سمت دیگر افزوده می‌شود. در نتیجه اختلاف حجم دو محلول به ۶۰mL خواهد رسید.

(شیمی ۱- صفحه‌های ۹۸ تا ۱۰۰، ۱۱۷ و ۱۱۸)

۱- **گزینهٔ «۱»** *(روزبه رضوانی)*

بررسی گزینه‌های نادرست:

گزینهٔ ۲) فراوان‌ترین ایزوتوپ منیزیم $({}^{۲۴}_{۱۲}Mg)$ است که شمار پروتون و نوترون آن با هم برابر است.

گزینهٔ ۳) فراوانی ایزوتوپ‌های منیزیم به صورت زیر می‌باشد:

$${}^{۲۵}Mg < {}^{۲۶}Mg < {}^{۲۴}Mg$$

گزینهٔ ۴) به دلیل یکسان بودن خواص شیمیایی ایزوتوپ‌ها، سرعت واکنش ایزوتوپ‌های منیزیم با کلر، در شرایط یکسان، برابر است.

(شیمی ۱- کیهان زادگاه الفبای هستی؛ صفحه‌های ۳ و ۵)

۲- **گزینهٔ «۴»** *(مجتبی محبوب)*

ایزوتوپ‌های یک عنصر دارای عدد اتمی یکسان هستند.

$$۳m - ۶ = ۲m + ۱ \Rightarrow m = ۷ \Rightarrow {}^{۳۱}_{۱۵}A \ , \ {}^{۳۰}_{۱۵}A$$

ایزوتوپ سنگین‌تر ${}^{۳۱}_{۱۵}A$ است که اختلاف تعداد پروتون و نوترون در آن برابر با ۱ است.

(شیمی ۱- کیهان زادگاه الفبای هستی؛ صفحهٔ ۵)

۳- **گزینهٔ «۴»** *(امیرحسین طیبی)*

$${}^{۷۶}_{F_۱}E \quad {}^{۷۷}_{(F_۳+۲۰)}E \quad {}^{۷۸}_{F_۳}E \Rightarrow F_۱ + F_۳ + ۲۰ + F_۳ = ۱۰۰$$

$$\Rightarrow F_۱ = ۸۰ - ۲F_۳$$

$$\Rightarrow \bar{M}_E = ۷۶/۶۵ = \frac{۷۶(۸۰ - ۲F_۳) + ۷۷(F_۳ + ۲۰) + ۷۸(F_۳)}{۱۰۰}$$

$$\Rightarrow F_۳ = \%۱۵$$

بنابراین فراوانی ایزوتوپ‌های ${}^{۷۶}E$، ${}^{۷۷}E$ و ${}^{۷۸}E$ به ترتیب ٪۵۰، ٪۳۵ و ٪۱۵ خواهد بود.

٪۶۵ = ۵۰ + ۱۵ = مجموع درصد فراوانی سبک‌ترین و سنگین‌ترین ایزوتوپ

با خارج کردن تمام ایزوتوپ‌های ${}^{۷۶}E$، درصد فراوانی جدید ایزوتوپ‌های دیگر را به‌دست می‌آوریم:

$$\%{}^{۷۷}E = \frac{۳۵}{۱۰۰ - ۵۰} \times ۱۰۰ = \%۷۰$$

$$\%{}^{۷۸}E = \frac{۱۵}{۱۰۰ - ۵۰} \times ۱۰۰ = \%۳۰$$

حال جرم اتمی میانگین نمونهٔ جدید را محاسبه می‌کنیم:

$$\bar{M} = \frac{(۷۷ \times ۷۰) + (۷۸ \times ۳۰)}{۱۰۰} = ۷۷/۳amu$$

۷۷/۳ − ۷۶/۶۵ = ۰/۶۵amu = میزان تغییر جرم اتمی میانگین

(شیمی ۱- کیهان زادگاه الفبای هستی؛ صفحه‌های ۶ و ۱۵)

۴- **گزینهٔ «۴»** *(میثم کوثری‌لنگری)*

عبارت‌های الف و پ درست هستند.

الف) عنصرهای ${}_{۱۹}K$ و ${}_{۲۴}Cr$ و ${}_{۲۹}Cu$ در آخرین زیرلایه خود آرایش $۴s^۱$ و ${}_{۳۱}Ga$ آرایش $۴p^۱$ دارند.

ب) در این دوره ${}_{۲۰}Ca$ و همهٔ عنصرهای واسطه به‌جز ${}_{۲۴}Cr$ و ${}_{۲۹}Cu$ که شامل ۸ عنصر هستند دارای آرایش $۴s^۲$ در آخرین زیرلایه خود هستند و ${}_{۳۶}Kr$ هم با آرایش $۴p^۶$ در آخرین زیرلایهٔ خود، همگی در آخرین زیرلایه از الکترون پر هستند که مجموعاً ۱۰ عنصر هستند.

پ) دو عنصر ${}_{۲۴}Cr$ و ${}_{۲۵}Mn$ به ترتیب با آرایش $[Ar]\underline{۳d^۵}۴s^۱$ و $[Ar]\underline{۳d^۵}۴s^۲$ ویژگی مورد نظر را دارند و ۵ الکترون در ۳d دارند.

ت) در این دوره ۱۰ فلز واسطه وجود دارد.

(شیمی ۱- کیهان زادگاه الفبای هستی؛ صفحه‌های ۳۰ تا ۳۴)

۵- **گزینهٔ «۲»** *(محمد صفیرزاده)*

عبارت (الف) نادرست است. پرتوهای ایکس < فروسرخ < ریزموج: طول موج

عبارت (ب) درست است. رنگ شعله ترکیبات مس، سدیم و لیتیم به ترتیب سبز، زرد و سرخ است.

عبارت (پ) نادرست است. ناحیهٔ مرئی طیف نشری خطی سدیم دارای ۷ عدد خط رنگی و هیدروژن دارای ۴ عدد خط رنگی می‌باشد.

عبارت ت) درست است. نور بنفش نسبت به نور زرد طول موج کمتر و بنابراین انرژی بیشتری دارد.

(شیمی ۱- کیهان زادگاه الفبای هستی؛ صفحه‌های ۱۹ تا ۲۳)

۶- **گزینهٔ «۳»** *(مجتبی محبوب)*

عنصر مورد نظر، ${}_{۲۴}Cr$ است که یک فلز واسطه با آرایش الکترونی زیر است:

$${}_{۲۴}Cr : [Ar]۳d^۵ ۴s^۱$$

بررسی نادرستی سایر گزینه‌ها:

۱) این عنصر در دورهٔ ۴ و گروه ۶ جدول تناوبی قرار دارد.

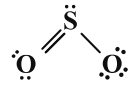
۲) فلزات در واکنش‌های شیمیایی تمایل به از دست دادن الکترون دارند.

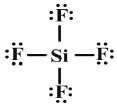
۴) اختلاف عدد اتمی این عنصر هم با گاز نجیب هم‌دورهٔ خود $({}_{۳۶}Kr)$ و هم با گاز نجیب دورهٔ قبل $({}_{۱۸}Ar)$ عددی زوج است.

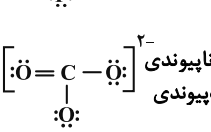
(شیمی ۱- کیهان زادگاه الفبای هستی؛ صفحه‌های ۳۰ تا ۳۹)

۷- **گزینهٔ «۴»** *(سیدمهدی غفوری)*

پ و ت نادرست است.

SO_2 :  ۶جفت ناپیوندی / ۳جفت‌پیوندی $\Rightarrow \frac{6}{3} = 2$

SiF_4 :  ۱۲جفت ناپیوندی / ۴جفت‌پیوندی $\Rightarrow \frac{12}{4} = 3$

CO_3^{2-} :  ۸جفت ناپیوندی / ۴جفت‌پیوندی $\Rightarrow \frac{8}{4} = 2$

CS_2 : $:\ddot{S}=C=\ddot{S}:$ ۴جفت ناپیوندی / ۴جفت‌پیوندی $\Rightarrow \frac{4}{4} = 1$

N_2O : $:N\equiv N-\ddot{O}:$ ۴جفت ناپیوندی / ۴ جفت‌پیوندی $\Rightarrow \frac{4}{4} = 1$

(شیمی ۱- ردپای گازها در زندگی؛ صفحه‌های ۵۷ و ۵۸)

۸- **گزینهٔ «۲»** *(محمدرضا پورجاوید)*

واکنش‌های موازنه شده عبارتند از:

۱) $K_2Cr_2O_7 + 6FeCl_2 + 14HCl$
$\rightarrow 2CrCl_3 + 6FeCl_3 + 2KCl + 7H_2O$

۲) $4KMnO_4 + 6H_2SO_4$
$\rightarrow 2K_2SO_4 + 4MnSO_4 + 6H_2O + 5O_2$

۳) $C_5H_8O_2 + 2NaH + 2HCl \rightarrow C_5H_{12}O_2 + 2NaCl$

۴) $3Cu + 8HNO_3 \rightarrow 3Cu(NO_3)_2 + 2NO + 4H_2O$

با توجه به این‌که اختلاف مجموع ضرایب استوکیومتری واکنش‌دهنده‌ها با مجموع ضرایب استوکیومتری فراورده‌ها در گزینه‌ها به ترتیب برابر با ۴، ۷، ۲ و ۲ است، این اختلاف در واکنش گزینهٔ دوم بیشتر از بقیه خواهد بود.

(شیمی ۱- ردپای گازها در زندگی؛ صفحه‌های ۶۲ تا ۶۵)

۹- **گزینهٔ «۱»** *(رضا سلیمانی)*

گزینه‌های ۲، ۳ و ۴ جملهٔ داده شده را به درستی تکمیل می‌کنند. در هر عبارت، نسبت خواسته شده را محاسبه می‌کنیم.

گزینهٔ «۱»: $Fe(OH)_2 \Rightarrow \frac{\text{تعداد فلزات}}{\text{تعداد اتم‌ها}} = \frac{1}{5} = 0/2$

گزینهٔ «۲»: $N_2O_5 \Rightarrow \frac{\text{تعداد اتم‌ها}}{\text{تعداد عنصرها}} = \frac{7}{2} = 3/5$

گزینهٔ «۳»: $Ca_3(PO_4)_2 \Rightarrow \frac{\text{تعداد کاتیون‌ها}}{\text{تعداد آنیون‌ها}} = \frac{3}{2} = 1/5$

گزینهٔ «۴»: $(NH_4)_2SO_4 \Rightarrow \frac{\text{تعداد اتم‌ها}}{\text{تعداد عنصرها}} = \frac{15}{4} = 3/75$

(شیمی ۱- ردپای گازها در زندگی؛ صفحه‌های ۵۵ تا ۵۷)

۱۰- **گزینهٔ «۴»** *(مهران رنجبر)*

بررسی همهٔ گزینه‌ها:

۱) اتانول و روغن‌های گیاهی (نه دانه‌های روغنی!) نمونه‌هایی از سوخت سبز هستند.

۲) توسعهٔ پایدار یعنی این‌که در تولید هر فراورده، همهٔ هزینه‌های اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی آن در نظر گرفته شود.

۳) سوخت سبز، از پسماندهای گیاهی مانند شاخ و برگ گیاه سویا و نیشکر و دانه‌های روغنی (نه روغن‌های گیاهی) به‌دست می‌آید.

۴) در این دو واکنش، ضرایب استوکیومتری همهٔ مواد در واکنش موازنه شده، یک می‌باشد، بنابراین در صورت مصرف ۱۷۶ گرم (۴ مول) گاز کربن دی‌اکسید، ۴ مول از مجموع این دو نوع اکسید نیز مصرف خواهد شد:

$CO_2 + CaO \rightarrow CaCO_3$

$CO_2 + MgO \rightarrow MgCO_3$

$176gCO_2 \times \frac{1mol\,CO_2}{44gCO_2} = 4mol\,CO_2 \equiv 4\,mol\,MgO\ ,\ CaO$

(شیمی ۱- ردپای گازها در زندگی صفحه‌های ۷۰ تا ۷۲)

۱۱- **گزینهٔ «۴»** *(حمید ذبحی)*

بررسی موارد:

مورد الف: نادرست؛ با توجه به شکل کتاب درسی، بخش قابل توجهی از نور خورشید به سطح زمین می‌رسد.

مورد ب: درست؛ طول موج‌های پرتوهای بازتابیده شده از زمین بزرگ‌تر از طول موج پرتوهای جذب شده توسط زمین است.

مورد پ: نادرست؛ طبق متن کتاب درسی هواکره برای زمین همانند لایهٔ پلاستیکی برای گلخانه است و سبب گرم شدن کرهٔ زمین می‌شود.

مورد ت: درست؛ طبق شکل و متن کتاب درسی

(شیمی ۱- ردپای گازها در زندگی؛ صفحه‌های ۶۸ و ۶۹)

۱۲- **گزینهٔ «۲»** *(امیرمحمد کنگرانی)*

بررسی گزینه‌ها:

۱) با توجه به قانون آووگادرو در دما و فشار ثابت مول‌های یکسان از گازهای مختلف حجم یکسانی دارند.

۲)

$$?\ L\ N_2 = 0/7g\ N_2 \times \frac{1mol\ N_2}{28g\ N_2} \times \frac{24L\ N_2}{1mol\ N_2} = 0/6L\ N_2$$

۳) براساس رابطهٔ میان مول و حجم گازها که نخستین بار توسط آووگادرو ارائه شد، در دما و فشار ثابت حاصل تقسیم حجم گاز بر مقدار مول آن مقدار ثابتی است و بین حجم و مول گاز رابطهٔ مستقیم وجود دارد.

۴) طبق متن کتاب درسی

(شیمی ۱- ردپای گازها در زندگی؛ صفحه‌های ۷۶ تا ۷۸)

۱۳- **گزینهٔ «۱»** *(امین نوروزی)*

$$2/8L \Rightarrow \begin{cases} x\ L\ CH_4 \\ (2/8-x)L\ H_2 \end{cases}$$

$$2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$$

$$2CH_4 + 3O_2 \rightarrow 2CO + 4H_2O$$

$$?g\ H_2O = x\ L\ CH_4 \times \frac{1mol\ CH_4}{22/4L\ CH_4} \times \frac{4mol\ H_2O}{2mol\ CH_4} \times \frac{18g\ H_2O}{1mol\ H_2O} \simeq 1/6x$$

$$g\ H_2O = (2/8-x)L\ H_2 \times \frac{1mol\ H_2}{22/4L\ H_2} \times \frac{2mol\ H_2O}{2mol\ H_2} \times \frac{18g\ H_2O}{1mol\ H_2O} \simeq 0/8(2/8-x)$$

$$0/8(2/8-x)+1/6x = 3/36 \Rightarrow 2/24-0/8x+1/6x = 3/36$$

$$2/24+0/8x = 3/36 \Rightarrow 0/8x = 1/12 \Rightarrow x = 1/4$$

$$\begin{cases} 1/4L\ CH_4 \\ 1/4L\ H_2 \end{cases} \Rightarrow \frac{1/4}{2/8} \times 100 \Rightarrow 50\%\ H_2$$

(شیمی ۱- ردپای گازها در زندگی؛ صفحه‌های ۷۸ و ۷۹)

۱۴- **گزینهٔ «۳»** *(میلاد شیخ‌الاسلامی‌فیاوی)*

ابتدا از روی مولاریته و حجم محلول، کل مول یون‌های نیترات را به‌دست می‌آوریم:

$$\text{غلظت مولی} = \frac{n(mol)}{V(L)} \rightarrow 0/2 = \frac{x mol\ NO_3^-}{3L}$$

$$= 0/6 mol\ NO_3^- \text{ غلظت مولی}$$

در ادامه فرض می کنیم x مول از یون نیترات توسط منیزیم نیترات و $0/6-x$ مول نیز توسط آمونیوم نیترات تأمین شده است. سپس از روی مول یون نیترات به جرم منیزیم نیترات و آمونیوم نیترات رسیده و مجموع جرم این دو ماده را برابر با ۴۵/۶ گرم قرار می‌دهیم تا x به‌دست آید:

$$Mg(NO_3)_2 \rightarrow Mg^{2+} + 2NO_3^-$$

$$?g\ Mg(NO_3)_2 = x mol NO_3^- \times \frac{1mol\ Mg(NO_3)_2}{2mol\ NO_3^-} \times \frac{148g\ Mg(NO_3)_2}{1mol\ Mg(NO_3)_2} = 74x g\ Mg(NO_3)_2$$

$$NH_4NO_3 \rightarrow NH_4^+ + NO_3^-$$

$$\Rightarrow ?g\ NH_4NO_3 = (0/6-x) mol\ NO_3^- \times \frac{1mol\ NH_4NO_3}{1mol\ NO_3^-} \times \frac{80g\ NH_4NO_3}{1mol\ NH_4NO_3} = (48-80x)g\ NH_4NO_3$$

$$(74x)g\ Mg(NO_3)_2 + (48-80x)g\ NH_4NO_3 = 45/6$$

$$\Rightarrow x = 0/4mol$$

حال با جایگذاری x در مقادیر به‌دست آمده در محاسبات قبلی، جرم آمونیوم نیترات و منیزیم نیترات را محاسبه می‌کنیم:

$$m\ Mg(NO_3)_2 = 74x = 74 \times 0/4 = 29/6g\ Mg(NO_3)_2$$

$$m\ NH_4NO_3 = 48-80x = 48-(80 \times 0/4) = 16g\ NH_4NO_3$$

در نهایت اختلاف جرم منیزیم نیترات با آمونیوم نیترات را به‌دست می‌آوریم:

$$m\ Mg(NO_3)_2 - m\ NH_4NO_3 = 29/6-16 = 13/6g$$

(شیمی ۱- آب، آهنگ زندگی؛ صفحه‌های ۹۸ تا ۱۰۰)

۱۵- **گزینهٔ «۳»** *(امیر خاتمیان)*

چون انحلال‌پذیری عددی بین ۰/۰۱ و ۱ است $(0/01 \le S < 1)$ در ۱۰۰ گرم آب است، در نتیجه ترکیب مورد نظر کم محلول می‌باشد.

با استفاده از استوکیومتری مقدار انحلال‌پذیری (گرم حل‌شونده در ۱۰۰ گرم حلال) یون کلسیم را به دست می‌آوریم. سپس به غلظت ppm تبدیل می‌کنیم:

$$\underset{0/21g}{CaSO_4} \rightarrow \underset{?g}{Ca^{2+}} + SO_4^{2-}$$

$$?g\ Ca^{2+} : 0/21g\ CaSO_4 \times \frac{1mol\ CaSO_4}{136g\ CaSO_4} \times \frac{1mol\ Ca^{2+}}{1mol\ CaSO_4} \times \frac{40g\ Ca^{2+}}{1mol\ Ca^{2+}} \simeq 0/0618g\ Ca^{2+}$$

اگر ppm یون Ca^{2+} را در ۱۰۰ گرم محلول به دست بیاوریم انگار ppm آن در ۵ لیتر (۵۰۰۰g محلول) را محاسبه کرده‌ایم:

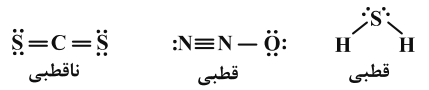
$$ppm(Ca^{2+}) : \frac{0/0618g\ Ca^{2+}}{100g} \times 10^6 = 618$$

(شیمی ۱- آب، آهنگ زندگی؛ صفحه‌های ۱۰۱ تا ۱۰۳)

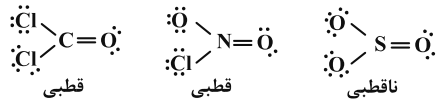
۱۶- **گزینهٔ «۳»** *(علی امینی)*

بررسی گزینه‌ها:

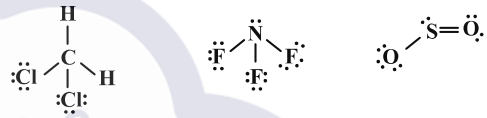
گزینهٔ «۱»:



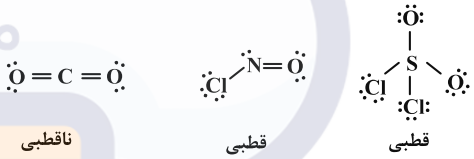
گزینهٔ «۲»:



گزینهٔ «۳»:



گزینهٔ «۴»:



(شیمی ۱- آب، آهنگ زندگی: صفحه‌های ۱۰۳ تا ۱۰۵)

۱۷- **گزینهٔ «۳»** *(پیمان خواجوی‌مجد)*

عبارت‌های الف و ب نادرست هستند.

بررسی موارد:

الف) در فرمول شیمیایی C_6H_{14}، ۲۰ اتم و در فرمول شیمیایی C_3H_6O، ۱۰ اتم وجود دارد.

ب) محلول ید در هگزان بنفش رنگ است.

پ) اتانول (C_2H_6O) در مقایسه با استون (C_3H_6O) جرم مولی کمتری دارد اما به دلیل توانایی تشکیل پیوند هیدروژنی نقطهٔ جوش بالاتری دارد.

ت) اتانول به عنوان حلال مواد دارویی، آرایشی و بهداشتی کاربرد دارد و به هر نسبتی در آب حل می‌شود.

(شیمی ۱- آب، آهنگ زندگی: صفحه‌های ۱۰۷ و ۱۰۹)

۱۸- **گزینهٔ «۱»** *(پیمان خواجوی‌مجد)*

مطابق قانون هنری و نمودار صفحهٔ ۱۱۵ کتاب درسی با n برابر شدن فشار انحلال‌پذیری گازها n برابر می‌شود. پس با کاهش فشار از ۹atm به ۴/۵atm، انحلال‌پذیری O_2 از ۰/۰۴ به ۰/۰۲ گرم می‌رسد. پس می‌توان جرم O_2 آزاد شده را به صورت زیر محاسبه کرد:

$$5000g\ H_2O \times \frac{0/02g\ O_2}{100g\ H_2O} = 1g\ O_2 \text{ آزاد شده}$$

محاسبهٔ جرم $KClO_3$: $3O_2 \sim 2KClO_3$

$$1g\ O_2 \times \frac{1mol\ O_2}{32g\ O_2} \times \frac{2mol\ KClO_3}{3mol\ O_2} \times \frac{122/5g\ KClO_3}{1mol\ KClO_3}$$

$$\simeq 2/55g$$

(شیمی ۱- آب، آهنگ زندگی: صفحهٔ ۱۱۵)

۱۹- **گزینهٔ «۱»** *(امیرمحمّد سعیدی)*

ترکیب‌های آلی فرّار با روش صافی کربن از آب جدا می‌شوند، اما با روش تقطیر نمی‌توان آن‌ها را از آب جدا کرد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۲) آبی که با روش اسمز معکوس تصفیه می‌شود، فقط شامل میکروب‌هاست و با کلرزنی می‌توان آن میکروب‌ها را نیز از بین برد و آب قابل شرب به دست آورد.

گزینه‌های ۳ و ۴ نیز طبق شکل کتاب درسی درست است.

(شیمی ۱- آب، آهنگ زندگی: صفحهٔ ۱۱۹)

۲۰- **گزینهٔ «۱»** *(محمدرضا پورجاوید)*

با توجه به درصد جرمی محلول سیرشده در دمای $60^\circ C$، می‌توان انحلال‌پذیری آن را در ۱۰۰ گرم آب به صورت زیر محاسبه کرد:

۲۰ گرم نمک + ۸۰ گرم آب = ۱۰۰ گرم محلول ۲۰ درصد جرمی

جرم آب	جرم نمک
80g	20g
100	x

$$\Rightarrow x = \frac{100 \times 20}{80} = 25g \text{ نمک}$$

با توجه به انحلال‌پذیری این نمک در دمای $30^\circ C$ و $60^\circ C$، می‌توان معادلهٔ انحلال‌پذیری آن را به دست آورد:

$$S - S_1 = \frac{S_2 - S_1}{\theta_2 - \theta_1}(\theta - \theta_1) \Rightarrow S - 10 = \frac{25 - 10}{60 - 30}(\theta - 30)$$

$$\Rightarrow S - 10 = 0/5(\theta - 30) \Rightarrow S = 0/5\theta - 5$$

(شیمی ۱- آب، آهنگ زندگی: صفحه‌های ۱۰۰ تا ۱۰۳)

۱- **گزینهٔ «۴»** *(مجتبی محبوب)*

بررسی موارد نادرست:

ب) رادیوایزوتوپ طبیعی هیدروژن ($^{3}_{1}H$) نیز ناپایدار است و نیمه عمر آن حدود ۱۲/۳۲ سال است.

پ) طبق شکل کتاب درسی تودهٔ سرطانی هم گلوکز معمولی و هم گلوکز حاوی اتم پرتوزا (گلوکز نشان‌دار) را جذب می‌کند.

(شیمی ۱- صفحه‌های ۶ تا ۹)

۲- **گزینهٔ «۲»** *(احسان روستایی)*

$$\left.\begin{array}{l} A = n + p \\ Z = p \end{array}\right\} \Rightarrow Z = \frac{A - (n,p\ \text{اختلاف})}{2}$$

$$Z = \frac{127 - 21}{2} = 53$$

در این یون عدد اتمی برابر با ۵۳، تعداد الکترون‌ها برابر با ۵۴ و تعداد نوترون‌ها برابر با ۷۴ خواهد بود، تعداد ذرات زیراتمی باردار (پروتون و الکترون) برابر ۱۰۷ و تعداد ذرات زیراتمی تشکیل‌دهندهٔ هسته (پروتون و نوترون) برابر ۱۲۷ است، پس نسبت آن‌ها برابر خواهد بود با:

$$\frac{107}{127} \simeq 0/842$$

که به عدد ۰/۸۵ نزدیک‌تر است.

(شیمی ۱- صفحه‌های ۵ و ۶)

۳- **گزینهٔ «۴»** *(سعید تیزرو)*

بررسی گزینه‌ها:

۱) پایدارترین ایزوتوپ منیزیم ($^{24}_{12}Mg$) است که دارای ۱۲ پروتون و ۱۲ نوترون است.

۲) سه عنصر فراوان زمین عبارتند از Fe، O و Si که در میان آن‌ها O تک حرفی است.

۳) با توجه به شکل کتاب درسی درست می‌باشد.

۴) گاز هیدروژن : H_2

$$10g\ H_2 \times \frac{1mol\ H_2}{2g\ H_2} \times \frac{N_A\ \text{مولکول}}{1mol\ H_2} = 5N_A$$

مولکول H_2 $5 \times 6/02 \times 10^{23} = 3/01 \times 10^{24}$ یا

(شیمی ۱- صفحه‌های ۳، ۵، ۸ و ۱۷)

۴- **گزینهٔ «۲»** *(پیمان خواجوی‌مجد)*

پاسخ به پرسش «هستی چگونه پدید آمده است؟» در قلمرو علم تجربی نمی‌گنجد.

(شیمی ۱- صفحهٔ ۲)

۵- **گزینهٔ «۳»** *(امیرعلی بیات)*

عناصر دورهٔ سوم جدول تناوبی شامل Na / Mg / Al / Si / P / S / Cl / Ar می‌باشند که $\frac{6}{8}$ یا ٪۷۵ آن‌ها نماد دو حرفی دارند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) از میان ۱۱۸ عنصر جدول تناوبی، ۹۲ عنصر طبیعی (حدود ٪۷۸) و ۲۶ عنصر ساختگی (حدود ٪۲۲) می‌باشند.

۲) عناصر یک گروه جدول تناوبی در خواص شیمیایی با هم تشابه دارند.

۴) در جدول تناوبی فقط جرم اتمی میانگین تکنسیم ذکر نشده است.

(شیمی ۱- صفحه‌های ۷ و ۱۰ تا ۱۲)

۶- **گزینهٔ «۲»** *(محسن مجنونی)*

بررسی موارد:

الف) عناصر D، E و F در جدول به ترتیب Au (طلا)، Al (آلومینیم) و Ar (آرگون) می‌باشد که همگی با حرف (A) آغاز می‌شوند.

ب) از عنصر Tc در تصویربرداری پزشکی از غدهٔ تیروئید استفاده می‌شود که در گروه ۷ جدول تناوبی قرار دارد. اما عنصر C در گروه ۸ قرار دارد.

پ) عنصر B، منیزیم است که سه ایزوتوپ پایدار $^{24}_{12}Mg$، $^{25}_{12}Mg$ و $^{26}_{12}Mg$ دارد و عنصر A نیز هیدروژن است که دارای دو ایزوتوپ پایدار $^{1}_{1}H$ و $^{2}_{1}H$ می‌باشد.

ت) عنصر G، سلنیم است که دارای ۳۴ پروتون می‌باشد و با توجه به اطلاعات داده شده تعداد نوترون‌های آن برابر ۴۵ (۳۴ – ۷۹) می‌باشد. تفاوت نوترون‌های آن با پروتون‌های عنصر E ($_{13}Al$) برابر ۳۲ می‌باشد.

(شیمی ۱- صفحه‌های ۵ تا ۷، ۱۰ و ۱۱)

۷- **گزینهٔ «۴»** *(امیرعلی بیات)*

ابتدا به کمک روابط استوکیومتری جرم اتمی میانگین ید (I) را محاسبه می‌کنیم:

$$۴/۸۱۶\times۱۰^{۲۲}\ \text{اتم ید} \times \frac{۱\text{mol اتم ید}}{۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}\ \text{اتم ید}} \times \frac{x\,g\ I}{۱\,mol\ I} = ۱۰/۲\,g\ I$$

که می‌توان جرم مولی I را با جرم اتمی میانگین آن از لحاظ عددی برابر درنظر گرفت. $x = ۱۲۷/۵\,g.mol^{-۱}$

می‌دانیم که مجموع درصد فراوانی ایزوتوپ‌های یک اتم برابر با ۱۰۰ می‌باشد:

$$۱۲۷/۵\,amu = \frac{۱۲۷\times a + ۱۲۹(۱۰۰-a)}{۱۰۰}$$

$$\Rightarrow a = ۷۵ \xrightarrow{\text{درصد فراوانی ایزوتوپ‌ها}} \begin{cases} ^{۱۲۷}I = ۷۵٪ \\ ^{۱۲۹}I = ۲۵٪ \end{cases}$$

اختلاف فراوانی آن‌ها برابر با ٪۵۰ می‌باشد.

(شیمی ۱- صفحه‌های ۱۳ تا ۱۹)

۸- **گزینهٔ «۳»** *(احسان روستایی)*

بررسی موارد:

مورد اول: درست

مورد دوم: درست؛ نور حاصل از شعلهٔ لیتیم نیترات، به رنگ قرمز و نور حاصل از شعلهٔ فلز سدیم، زرد رنگ است و طول موج رنگ قرمز بیشتر از رنگ زرد می‌باشد.

مورد سوم: درست؛ کاربرد طیف نشری خطی از برخی جنبه‌ها مانند کاربرد خط نماد (بارکد) روی جعبه یا بستهٔ مواد غذایی و بسیاری از کالاهاست.

مورد چهارم: نادرست؛ با توجه به طیف نشری خطی عناصر هلیم و سدیم در صفحهٔ ۲۳ کتاب درسی، محدودهٔ این خطوط در هلیم گسترده‌تر است.

در نتیجه ۳ مورد از مطالب داده شده، درست هستند.

(شیمی ۱- صفحه‌های ۱۹ تا ۲۳)

۹- **گزینهٔ «۱»** *(سعید تیزرو)*

جرم $CaCO_۳$: a

جرم NaOH : ۴a

تعداد اکسیژن‌ها در $CaCO_۳$: $a\,g\,CaCO_۳ \times \frac{۱\,mol\ CaCO_۳}{۱۰۰\,g\ CaCO_۳} \times \frac{۳N_A\ atom\ O}{۱\,mol\ CaCO_۳} = \frac{۳}{۱۰۰}N_A\,a$

تعداد اکسیژن‌ها در NaOH : $۴a\,g\,NaOH \times \frac{۱\,mol\ NaOH}{۴۰\,g\ NaOH} \times \frac{N_A\ atom\ O}{۱\,mol\ NaOH} = ۰/۱N_A\,a$

$$\frac{\text{تعداد اکسیژن‌ها در } CaCO_۳}{\text{تعداد اکسیژن‌ها در NaOH}} = \frac{\frac{۳}{۱۰۰}N_A\ a}{\frac{۱}{۱۰}N_A\ a} = ۰/۳$$

(شیمی ۱- صفحه‌های ۱۷ تا ۱۹)

۱۰- **گزینهٔ «۲»** *(یاسر راش)*

بررسی موارد:

مورد اول: نور مرئی تنها بخشی از طیف الکترومغناطیسی است. پرتوهای نامرئی مانند امواج رادیویی، فروسرخ، فرابنفش و پرتوی ایکس نیز اطلاعات ارزشمندی دربارهٔ دما، ترکیب و پدیده‌های کیهانی می‌دهند.

مورد دوم: شیمی‌دان‌ها به فرایندی که در آن یک مادهٔ شیمیایی با جذب انرژی، از خود پرتوهای الکترومغناطیس گسیل می‌دارد، نشر می گویند.

مورد سوم: طیف نشری خطی عمدتاً به تعداد و نحوهٔ آرایش الکترون‌ها بستگی دارد که برای عناصر مختلف، منحصربه‌فرد است. ایزوتوپ‌ها (اتم‌های یک عنصر با تعداد نوترون متفاوت) طیف نشری خطی یکسانی دارند اما طیف دو عنصر کاملاً متفاوت، هرگز یکسان نخواهد بود.

مورد چهارم: هیدروژن و لیتیم هر دو دارای ۴ خط در طیف نشری خود هستند، این به معنای تعداد یکسان خطوط است. پس برای تفکیک دقیق‌تر نیاز به بررسی موقعیت یا طول موج این خطوط است.

مورد پنجم: نور ساطع شده از لامپ‌های بخار سدیم که معمولاً در خیابان‌ها استفاده می‌شوند، یک طیف پیوسته نیست، بلکه شامل خطوط نشری گسسته در ناحیهٔ زرد (و تا حدودی نارنجی) است. علت این پدیده، ساختار اتمی سدیم است که تنها پرتوهایی با انرژی‌های خاص (و در نتیجه طول موج‌های معین) را گسیل می‌کند. در حالی که چشم انسان این خطوط نزدیک به هم را به صورت رنگ کلی زرد درک می‌کند، اما در واقعیت، این نور از مجموعه‌ای محدود از طول موج‌های مجزا تشکیل شده است، نه یک طیف پیوسته مانند نور خورشید یا رنگین کمان.

(شیمی ۱- صفحه‌های ۱۹ تا ۲۳)

۱- **گزینهٔ «۴»** *(محمدرضا جمشیدی)*

بررسی نادرستی سایر گزینه‌ها:

۱) با توجه به رابطهٔ $4l+2$ گنجایش زیرلایه‌ای با $l=2$ برابر ۱۰ است.

۲) زیرلایهٔ d ۲۰ عنصر در جدول تناوبی (یعنی تا عنصر کلسیم با عدد اتمی ۲۰) خالی از الکترون است.

۳) با دور شدن از هستهٔ اتم، تفاوت انرژی میان دو لایهٔ متوالی کمتر می‌شود و انرژی لایه‌ها بیشتر می‌شود.

(شیمی ۱- کیهان زادگاه الفبای هستی؛ صفحه‌های ۲۴ و ۲۷ تا ۳۰)

۲- **گزینهٔ «۱»** *(احسان روستایی)*

در بین عناصر دورهٔ سوم، عناصر $_{11}Na$ و $_{13}Al$ دارای زیرلایه یک الکترونی هستند.

در بین عناصر دورهٔ چهارم، عناصر با عدد اتمی ۲۹ تا ۳۶ دارای زیرلایهٔ 3d پر هستند که تعداد آن‌ها ۸ تاست.

(شیمی ۱- کیهان زادگاه الفبای هستی؛ صفحه‌های ۳۰ تا ۳۳)

۳- **گزینهٔ «۳»** *(نرا حسین‌پورمقدم)*

بررسی گزینه‌ها:

۱) نادرست؛ انرژی زیرلایه‌ها به n و $n+l$ وابسته است به‌طوری که اگر $n+l$ برای دو یا چند زیرلایه یکسان باشد، زیرلایه با n بزرگ‌تر، انرژی بیشتری دارد و دیرتر از الکترون پر می‌شود. مطابق قاعدهٔ آفبا، هنگام افزودن الکترون به زیرلایه‌ها، نخست زیرلایه‌های نزدیک‌تر به هسته پر می‌شود که دارای انرژی کمتری هستند ($n+l$ کوچک‌تر) و سپس زیرلایه‌های دورتر از هسته پر خواهند شد که دارای انرژی بیشتری هستند ($n+l$ بزرگ‌تر).

۲) نادرست؛ طبق متن کتاب درسی در ساختار لایه‌ای اتم الکترون در هر لایه‌ای که باشد در همه نقاط پیرامون هسته حضور می‌یابد اما در برخی بخش‌ها احتمال حضور بیشتری دارد.

۳) درست؛ با توجه به کتاب درسی

۴) نادرست؛ با استفاده از قاعدهٔ آفبا آرایش الکترونی اغلب عناصر جدول تناوبی به درستی قابل پیش‌بینی است اما برای اتم برخی از عناصر جدول نارسایی دارد مانند (Cr، Cu و ...) که امروزه به کمک روش‌های طیف‌سنجی پیشرفته، آرایش الکترونی چنین اتم‌هایی را با دقت تعیین می‌کنند.

(شیمی ۱- کیهان زادگاه الفبای هستی؛ صفحه‌های ۲۶ تا ۳۲)

۴- **گزینهٔ «۱»** *(احسان روستایی)*

$$A \Rightarrow {}_{11}Na : [Ne]3s^1$$

$$B \Rightarrow {}_{16}S : [Ne]3s^2\ 3p^4$$

بررسی گزینه‌ها:

۱) یون عنصر A به آرایش $_{10}Ne$ و یون عنصر B به آرایش $_{18}Ar$ می‌رسد.

۲) اتم A یون A^+ و اتم B یون B^{2-} را تشکیل می‌دهد که فرمول شیمیایی ترکیب حاصل از آن‌ها A_2B است.

۳) عنصر B در گروه ۱۶ و دورهٔ ۳ جدول تناوبی قرار دارد. پس اختلاف شمارهٔ گروه و دوره آن برابر با ۱۳ است.

۴) A همان $_{11}Na$ و B همان $_{16}S$ است که تفاوت عدد اتمی آن‌ها برابر ۵ است.

(شیمی ۱- کیهان زادگاه الفبای هستی؛ صفحه‌های ۳۰ تا ۳۵، ۳۸ و ۳۹)

۵- **گزینهٔ «۳»** *(محمدرضا پورجاوید)*

با توجه به آرایش الکترونی A و B، در هر دو عنصر، تعداد الکترون‌های با عدد کوانتومی $l=2$ (زیرلایهٔ d) با تعداد الکترون‌های موجود در دو لایهٔ اول الکترونی (زیرلایه‌های 1s ، 2s ، 2p) برابر است:

$$_{30}A : \underbrace{1s^2\ 2s^2\ 2p^6}_{\text{۱۰الکترون}}\ 3s^2\ 3p^6\ \underbrace{3d^{10}}_{\text{۱۰ الکترون}}\ 4s^2$$

$$_{32}B : \underbrace{1s^2\ 2s^2\ 2p^6}_{\text{۱۰الکترون}}\ 3s^2\ 3p^6\ \underbrace{3d^{10}}_{\text{۱۰ الکترون}}\ 4s^2\ 4p^2$$

در عنصر A الکترون‌های موجود در زیرلایه‌های 4s و 3d (در مجموع ۱۲ الکترون) به عنوان الکترون ظرفیتی در نظر گرفته می‌شوند و الکترون‌های موجود در زیرلایه‌های 4s و 4p (در مجموع ۴ الکترون) نیز الکترون‌های ظرفیتی عنصر B را تشکیل می‌دهند. تعداد الکترون‌های ظرفیتی عنصرهای C و D نیز برابر است با:

$$_{20}C : 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ \underbrace{4s^2}_{\text{۲ الکترون ظرفیتی}}$$

$$_{24}D : 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ \underbrace{3d^5\ 4s^1}_{\text{۶ الکترون ظرفیتی}}$$

(شیمی ۱- کیهان زادگاه الفبای هستی؛ صفحه‌های ۳۰ تا ۳۳)

۶- **گزینهٔ «۳»** *(مجید جلیل‌ناغونی)*

$A: {}_{13}Al$ ، $E: {}_{34}Se$ ، $X: {}_{11}Na$ ، $D: {}_{15}P$

بررسی گزینه‌ها:

۱) آرایش الکترونی سدیم به شکل زیر است:

$${}_{11}Na: 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^1$$

مجموع اعداد کوانتومی اصلی

$$\underbrace{2\times1}_{1s^2\ \text{برای}} + \underbrace{2\times2}_{2s^2\ \text{برای}} + \underbrace{6\times2}_{2p^6\ \text{برای}} + \underbrace{1\times3}_{3s^1\ \text{برای}} = 21$$

دقت کنید که پتاسیم (اولین عنصر دورهٔ چهارم) دارای عدد اتمی ۱۹ است.

۲) از واکنش آلومینیم با اکسیژن ترکیب با فرمول شیمیایی Al_2O_3 تشکیل می‌شود که نسبت شمار آنیون به کاتیون در آن برابر ۱/۵ است.

۳) مجموع شمار الکترون‌های ظرفیتی $E\,({}_{34}Se)$ و $A\,({}_{13}Al)$ برابر ۹ (۶ تا برای Se و ۳ تا هم برای Al است) که مطابق آرایش الکترونی اتم $D\,({}_{15}P)$ این مورد درست است. $P: 1s^2\ 2s^2\ \underline{2p^6}\ 3s^2\ \underline{3p^3}$

۴) فقط در بیرونی‌ترین زیرلایه اتم فسفر ۳ الکترون یافت می‌شود.

(شیمی ۱- کیهان زادگاه الفبای هستی: صفحه‌های ۳۰ تا ۳۸)

۷- **گزینهٔ «۳»** *(مهشید نیازی)*

عنصری از دورهٔ چهارم که آخرین زیرلایهٔ s آن (زیرلایهٔ 4s) نیمه پر است می‌تواند یکی از عناصر زیر باشد:

$${}_{19}K: 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^1$$

$${}_{24}Cr: 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^5\ 4s^1$$

$${}_{29}Cu: 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^{10}\ 4s^1$$

بررسی گزینه‌ها:

۱) عنصر ${}_{19}K$ دارای ۸ الکترون با $n = 3$ است اما به علت وجود الکترون در زیرلایهٔ 3d عناصر ${}_{24}Cr$ و ${}_{29}Cu$، این عناصر تعداد الکترون‌های بیشتری در لایه سوم خود (با $n = 3$) دارند.

۲) عناصر ${}_{19}K$ و ${}_{29}Cu$ تنها یک زیرلایه نیمه پر در ساختار خود دارند (4s)، اما در آرایش الکترونی ${}_{24}Cr$ علاوه بر زیرلایه 4s، زیرلایه 3d هم نیمه پر است.

۳) هر سه عنصر ${}_{19}K$، ${}_{24}Cr$ و ${}_{29}Cu$ فلز بوده و با اکسیژن واکنش داده و با از دست دادن الکترون ترکیب یونی تشکیل می‌دهند.

۴) تعداد الکترون ظرفیت ${}_{19}K$ برابر یا یک است و با از دست دادن آن به آرایش پایدار هشت‌تایی می‌رسد ولی برای عناصر ${}_{24}Cr$ و ${}_{29}Cu$ این‌گونه نیست و تعداد الکترون‌های ظرفیت آن‌ها به ترتیب برابر با ۶ و ۱۱ است و با از دست دادن الکترون و تشکیل یون به آرایش هشت‌تایی نمی‌رسند.

(شیمی ۱- کیهان زادگاه الفبای هستی: صفحه‌های ۳۰ تا ۳۹)

۸- **گزینهٔ «۱»** *(محمدرضا پورجاوید)*

با توجه به آرایش‌های الکترونی لایهٔ ظرفیت، یون‌های پایدار حاصل از عنصرهای مورد نظر عبارتند از: A^+ ، B^{3-} ، C^{2+} ، D^{2-}

به این ترتیب فرمول شیمیایی ترکیب‌های یونی حاصل از این یون‌ها و نسبت تعداد آنیون به کاتیون آن‌ها برابر است با:

فرمول شیمیایی	A_3B	A_2D	C_3B_2	CD
$\frac{\text{تعداد آنیون}}{\text{تعداد کاتیون}}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{1}{1}$

(شیمی ۱- کیهان زادگاه الفبای هستی: صفحه‌های ۳۰ تا ۳۹)

۹- **گزینهٔ «۱»** *(پیمان خواجوی‌مجد)*

نسبت شماره گروه به دوره در ${}_{30}Zn$ برابر ۳ $(\frac{12}{4})$ است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۲) نادرست؛ مجموع $n+l$ برای الکترون‌های ظرفیت ${}_{31}Ga$، برابر ۱۳ است.

۳) نادرست؛ عنصر E، عنصر ${}_{32}Ge$ است که اختلاف عدد اتمی آن با ${}_{36}Kr$ برابر با ۴ است.

۴) نادرست؛ در این پنج عنصر، سه فلز واسطه و یک فلز اصلی (گالیم) وجود دارد.

(شیمی ۱- کیهان زادگاه الفبای هستی: صفحه‌های ۲۸ تا ۳۴)

۱۰- **گزینهٔ «۳»** *(یاسر راش)*

موارد (الف) و (ت) درست هستند.

بررسی موارد:

الف) طبق متن کتاب درسی مورد الف درست است. رفتار شیمیایی هر اتم به شمار الکترون‌های ظرفیت آن بستگی دارد. به‌طور که می‌توان دستیابی به آرایش گاز نجیب را مبنای رفتار آن‌ها دانست. در واقع اتم‌ها می‌توانند با دادن الکترون، گرفتن الکترون و نیز به اشتراک گذاشتن آن به آرایش یک گاز نجیب برسند یا هشت‌تایی شوند تا پایدارتر گردند.

ب) یون‌ها در ترکیبات یونی دوتایی لزوماً دارای بار یکسان نیستند؛ برای مثال، CaO از یون‌های با بار ۲+ و ۲- و Al_2O_3 از یون های ۳+ و ۲- تشکیل شده‌اند که نسبت‌ها براساس خنثی‌سازی بار تعیین می‌شود، اما هر دو مثال بیان شده در دستهٔ ترکیبات یونی دوتایی قرار می‌گیرند، زیرا از دو نوع عنصر تشکیل شده‌اند.

پ) معمولاً به اشتراک گذاشتن الکترون برای رسیدن به آرایش هشت‌تایی منجر به تشکیل پیوند کووالانسی می‌شود و فراوردهٔ نهایی معمولاً یک ترکیب مولکولی است. (نه یونی!)

ت) فسفر دارای ۵ الکترون ظرفیت است و در رسم آرایش الکترون- نقطه‌ای آن ابتدا چهار الکترون را به صورت منفرد و سپس الکترون پنجم را به صورت جفت در کنار یکی از الکترون‌های دیگر قرار می‌دهیم و در نهایت آرایش الکترون- نقطه‌ای $(\cdot\ddot{P}\cdot)$ حاصل می‌شود.

(شیمی ۱- کیهان زادگاه الفبای هستی: صفحه‌های ۳۴ تا ۴۰)

۱- **گزینهٔ «۱»** *(یاسر راش)*

بررسی همهٔ موارد:

مورد اول: درست؛ لایهٔ تروپوسفر، نزدیک‌ترین بخش هواکره به سطح زمین است که در آن، با هر کیلومتر افزایش ارتفاع، دمای هوا در حدود ۶ درجهٔ سلسیوس کاهش می‌یابد.

مورد دوم: درست؛ جانداران ذره‌بینی نیتروژن هواکره را برای مصرف گیاهان در خاک تثبیت می‌کنند.

توجه: این فرایند برای ورود نیتروژن به زنجیرهٔ غذایی حیاتی است.

مورد سوم: نادرست؛ این دما، دمای تشکیل هوای مایع است و جداسازی گازها در این مرحله ادامه می‌یابد و جداسازی اولیه (حذف رطوبت و CO_2) در دماهای بالاتر و پیش از این مرحله رخ داده است.

مورد چهارم: نادرست؛ بر اثر تبخیر هوای مایع، ابتدا نیتروژن که دارای پایین‌ترین نقطهٔ جوش در میان اجزای تشکیل‌دهندهٔ مخلوط هوای مایع است، شروع به تبخیر کرده و خروج آن با غلظت زیاد از دهانهٔ لولهٔ آزمایش، باعث خفگی و خاموش شدن فوری کبریت نیمه افروخته می‌شود.

(شیمی ۱- ردپای گازها در زندگی؛ صفحه‌های ۴۹ تا ۵۳)

۲- **گزینهٔ «۴»** *(محمدرضا چمشیری)*

بررسی گزینه‌ها:

۱) در دمای $-78^\circ C$ گاز کربن دی‌اکسید هوا به حالت جامد درمی‌آید.

۲) حدود ۷ درصد حجمی از مخلوط گاز طبیعی را هلیم تشکیل می‌دهد.

۳) هلیم از واکنش‌های هسته‌ای در ژرفای زمین تولید می‌شود.

۴) حدود ۷۵ درصد از جرم هواکره در لایهٔ تروپوسفر قرار دارد.

(شیمی ۱- ردپای گازها در زندگی؛ صفحه‌های ۵۰ تا ۵۴)

۳- **گزینهٔ «۲»** *(پیمان خواجوی‌مجد)*

بررسی موارد:

الف) نادرست؛ شکل A حسگر کربن مونوکسید را نشان می‌دهد. CO محصول سوختن ناقص هیدروکربن‌هاست.

ب) نادرست؛ آرگون از تقطیر جزءبه‌جزء گاز طبیعی به دست نمی‌آید.

پ) درست؛ شمار پیوندهای کووالانسی در مولکول‌های SO_3 و NO_2Cl یکسان و برابر چهار است.

ت) درست؛ شکل C مربوط به جداسازی گاز نیتروژن (N_2) است که این گاز در صنعت سرماسازی برای انجماد مواد غذایی کاربرد دارد.

(شیمی ۱- ردپای گازها در زندگی؛ صفحه‌های ۵۰ تا ۶۰)

۴- **گزینهٔ «۴»** *(مینا سیدحسینی)*

سبک‌ترین گاز نجیب هلیم می‌باشد که دارای عدد اتمی ۲ بوده و تنها دارای یک لایه و یک زیرلایه $1s^2$ می‌باشد. به خاطر نبودن فناوری‌های لازم گاز هلیم در ایران از گاز طبیعی جداسازی نمی‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) بررسی دانشمندان برای هوای به دام افتاده درون بلورهای یخ در یخچال‌های قطبی و نیز سنگ‌های آتشفشانی نشان می‌دهد که از ۲۰۰ میلیون سال پیش تاکنون نسبت گازهای سازندهٔ هواکره تقریباً ثابت مانده است.

۲) مقدار رطوبت در هواکره متغیر بوده و مقدار میانگین بخارآب در هوا حدود یک درصد است هر چند این مقدار از جایی به جای دیگر، از روزی به روز دیگر و حتی از ساعتی به ساعت دیگر تغییر می‌کند.

۳) با افزایش ارتفاع هواکره فشار گازهای موجود در آن به مرور کمتر شده و تعداد ذرات سازندهٔ این گازها در واحد حجم نیز به تدریج کاهش پیدا می‌کند.

(شیمی ۱- ردپای گازها در زندگی؛ صفحه‌های ۴۹ تا ۵۴)

۵- **گزینهٔ «۱»** *(پیمان خواجوی‌مجد)*

جدول زیر ترکیب‌های حاصل را نشان می‌دهد:

کاتیون / آنیون	Fe^{2+}	Fe^{3+}	Cu^{+}	Cu^{2+}
Cl^-	$FeCl_2$	$FeCl_3$	$CuCl$	$CuCl_2$
O^{2-}	FeO	Fe_2O_3	Cu_2O	CuO
N^{3-}	Fe_3N_2	FeN	Cu_3N	Cu_3N_2

پس فرمول شیمیایی دوازده ترکیب یونی دوتایی را می‌تون نوشت که بیشترین جرم مولی مربوط به Cu_3N_2 و کمترین جرم مولی مربوط به FeN است. جرم مولی Cu_3N_2 برابر ۲۲۰ و جرم مولی FeN برابر ۷۰ گرم بر مول است. $220-70=150\,g.mol^{-1}$

(شیمی ۱- ردپای گازها در زندگی؛ صفحه‌های ۵۵ و ۵۶)

۶- **گزینهٔ «۳»** *(مجید جلیل‌ناغونی)*

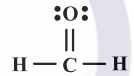
کربن دارای دو اکسید با نام‌های کربن مونوکسید (CO) و کربن دی‌اکسید (CO_2) است.

بررسی گزینه‌ها:

۱) CO یکی از فراورده‌های حاصل از سوختن ناقص سوخت‌های فسیلی است.

۲) CO_2 اکسید نافلزی و Na_2O اکسید فلزی است که CO_2 با حل شدن در آب برخلاف Na_2O، pH را کاهش می‌دهد.

۳) مطابق با ساختارهای رسم شده نادرست است.



۴) مطابق مدل فضاپرکن، مولکول CO_2 مانند O_2 ساختاری خطی دارد.

(شیمی ۱- ردپای گازها در زندگی؛ صفحه‌های ۵۷ تا ۶۱)

۷- **گزینهٔ «۴»** *(سعید تیزرو)*

واکنش‌های موازنه شده:

$$MgCO_3+2HNO_3 \rightarrow Mg(NO_3)_2+CO_2+\underline{H_2O}$$

$$4HNO_3 \rightarrow 4NO_2+O_2+\underline{2H_2O}$$

$$2Ag+2H_2SO_4 \rightarrow Ag_2SO_4+SO_2+\underline{2H_2O}$$

$$3NiCO_3+2H_3PO_4 \rightarrow Ni_3(PO_4)_2+3CO_2+\underline{3H_2O}$$

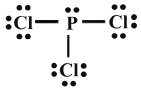
(شیمی ۱- ردپای گازها در زندگی؛ صفحه‌های ۶۳ تا ۶۵)

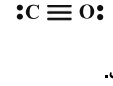
۸- **گزینهٔ «۴»** *(مجید جلیل‌ناغونی)*

بررسی گزینه‌ها:

۱) ترکیب سدیم با اکسیژن نوعی ترکیب یونی با نام سدیم اکسید (Na_2O) است که برای نام‌گذاری ترکیبات یونی برخلاف ترکیبات مولکولی، از پیشوندهای «مونو، دی، تری و ...» استفاده نمی‌شود.

۲) مطابق با ساختارهای زیر این موضوع برای PCl_3 برخلاف CO صادق نیست.





۳) دقت شود که روی اکسید (ZnO) نوعی ترکیب یونی است.

۴) درست

(شیمی ۱- ردپای گازها در زندگی؛ صفحه‌های ۵۶ تا ۵۸)

۹- **گزینهٔ «۴»** *(یاسر راش)*

مقدار CO_2 تولید شده از مصرف ۱۰۰۰ کیلووات ساعت برق تولیدی با نفت خام را محاسبه می‌کنیم. سپس، این مقدار CO_2 را بر مقدار CO_2 منتشر شده انرژی بادی تقسیم کنید تا میزان مصرف برق تولیدی با انرژی بادی به دست آید. بنابراین می‌توان نوشت:

$$\text{مقدار برق مصرفی تولید شده از انرژی بادی} = \frac{1000\times0/7}{0/01}=70000\,kWh$$

در واقع از تساوی زیر استفاده کردیم:

$$1000\times0/7=x\times0/01 \Rightarrow x=70000\,kWh$$

(شیمی ۱- ردپای گازها در زندگی؛ صفحهٔ ۶۶)

۱۰- **گزینهٔ «۴»** *(مجتبی محبوب)*

طبق شکل صفحهٔ ۶۹ کتاب درسی زمین بخش قابل توجهی از گرمای جذب شده را به صورت تابش فروسرخ از دست می‌دهد ولی گازهای گلخانه‌ای مانع از خروج کامل گرمای آزاد شده می‌شوند.

بررسی نادرستی سایر گزینه‌ها:

۱) در سدهٔ اخیر میانگین جهانی سطح آب‌های آزاد افزایش یافته است.

۲) در سدهٔ اخیر میانگین جهانی دمای سطح زمین افزایش یافته است.

۳) هواکره همانند لایهٔ پلاستیکی برای گلخانه است و سبب گرم شدن کرهٔ زمین می‌شود.

(شیمی ۱- ردپای گازها در زندگی؛ صفحه‌های ۶۷ تا ۶۹)

شیمی ۱

۱- **گزینهٔ «۴»** *(یاسر راش)*

با ۲ برابر شدن حجم ظرف، فشار سامانه نصف شده و با دو برابر کردن دمای سامانه در مقیاس درجهٔ کلوین، فشار سامانه مجدد به فشار اولیه (قبل از اعمال تغییرات) باز می‌گردد.

$$\begin{cases}\frac{V_2}{V_1}=2\Rightarrow\frac{P_2}{P_1}=0/5\\ \frac{T_2(K)}{T_1(K)}=2\Rightarrow\frac{P_2}{P_1}=2\end{cases}\Rightarrow 2\times 0/5=1\Rightarrow$$ فشار ثابت باقی می‌ماند.

(شیمی ۱- ردپای گازها در زندگی: صفحه‌های ۷۷ و ۷۸)

۲- **گزینهٔ «۲»** *(امیرمحمد کنکرانی)*

$$\frac{P_1V_1}{n_1T_1}=\frac{P_2V_2}{n_2T_2}\xrightarrow{\text{فشار ثابت}}\frac{V_1}{n_1\times 318/5}=\frac{1/5V_1}{n_2\times 364}$$

$$\Rightarrow\frac{n_2}{n_1}=\frac{\frac{7}{6}\times 273\times 1/5}{\frac{4}{3}\times 273}=\frac{21}{16}=\frac{16}{16}+\frac{5}{16}\Rightarrow$$ $\frac{5}{16}$ برابر افزایش

(شیمی ۱- ردپای گازها در زندگی: صفحه‌های ۷۷ و ۷۸)

۳- **گزینهٔ «۲»** *(رسول عابدینی زواره)*

$$TiO_2+2C+2Cl_2\rightarrow TiCl_4+2CO$$

در واکنش فوق TiO_2 در واکنش‌دهنده‌ها یک ترکیب است و در بین فراورده‌ها، مولکول CO از نوع قطبی می‌باشد.

$$?\,mLCO=7/5gTiO_2\times\frac{1mol\,TiO_2}{80g\,TiO_2}\times\frac{2mol\,CO}{1mol\,TiO_2}$$

$$\times\frac{22400mLCO}{1mol\,CO}=4200mLCO$$

(شیمی ۱- ردپای گازها در زندگی: صفحه‌های ۷۹ و ۸۰)

۴- **گزینهٔ «۳»** *(روزبه رضوانی)*

N_2 و H_2 حتی در حضور جرقه هم واکنش نشان نمی‌دهند، برای انجام این واکنش دمای $450^\circ C$ و فشار $200atm$ و کاتالیزور آهن نیاز است.

H_2 و O_2 در حضور جرقه و یا کاتالیزور پلاتین، آب تولید می‌کنند.

N_2 و O_2 در موتور خودروها و یا رعد و برق که دما خیلی بالاست، واکنش می‌دهند.

NO_2 و O_2 در حضور نور خورشید واکنش داده و NO و O_3 تروپوسفری را تولید می‌کنند.

(شیمی ۱- ردپای گازها در زندگی: صفحه‌های ۷۵، ۸۱ و ۸۲)

۵- **گزینهٔ «۲»** *(امیرعلی بیات)*

$$151/2g\,(NH_4)_2Cr_2O_7\times\frac{1mol\,(NH_4)_2Cr_2O_7}{252g\,(NH_4)_2Cr_2O_7}$$

$$\times\frac{2mol\,NH_4^+}{1mol\,(NH_4)_2Cr_2O_7}\times\frac{18g\,NH_4^+}{1mol\,NH_4^+}=21/6g\,NH_4^+$$

با توجه به چگالی می‌دانیم جرم محلول تقریباً همان جرم حلال و برابر با $4000g$ است:

$$ppm\simeq\frac{21/6g\,NH_4^+}{4000g\ \text{محلول}}\times 10^6=5400$$

(شیمی ۱- آب، آهنگ زندگی: صفحه‌های ۸۹ تا ۹۵)

۶- **گزینهٔ «۱»** *(محمد عظیمیان زواره)*

آ) درست

ب) نادرست- ضد یخ محلول اتیلن گلیکول در آب است!

پ) نادرست- در هر ۱۰۰ گرم از آب دریای مرده حدود ۲۷ گرم انواع نمک‌ها وجود دارد.

ت) درست

ث) درست

(شیمی ۱- آب، آهنگ زندگی؛ صفحه‌های ۹۳ و ۹۴)

۷- **گزینهٔ «۱»** *(محمد عظیمیان‌زواره)*

آ) درست- سوخت سبز سوختی است که در ساختار خود افزون بر کربن و هیدروژن (نخستین عنصر جدول دوره‌ای) اکسیژن (نخستین عنصر گروه ۱۶) را نیز دارد.

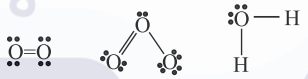
ب) درست

پ) درست

ت) درست

$$\left.\begin{array}{l} N_2(g)+O_2(g)\rightarrow 2NO(g) \\ 2NO(g)+O_2(g)\rightarrow 2NO_2(g) \\ NO_2(g)+O_2(g)\xrightarrow{\text{نورخورشید}} O_3(g)+NO(g) \end{array}\right\}$$

$$\Rightarrow N_2 \sim 2O_3$$



ث) درست

(شیمی ۱- ردپای گازها در زندگی؛ صفحه‌های ۷۰ تا ۷۳ و ۷۵)

۸- **گزینهٔ «۲»** *(امیرمسعود حسینی)*

اگر دمای مخلوطی از اوزون و اکسیژن مایع را افزایش دهیم، ابتدا مولکول‌های اکسیژن از مخلوط جدا می‌شوند، زیرا اکسیژن نسبت به اوزون نقطه‌جوش پایین‌تری دارد. (O_2 نسبت به O_3 واکنش‌پذیری کمتری دارد.)

بررسی عبارات نادرست:

گزینهٔ «۱»: مولکول‌های اوزون به صورت خمیده (V شکل) هستند.

گزینهٔ «۳»: اکسیژن مایع آبی کم‌رنگ و اوزون مایع، آبی تیره است. اگر واکنش $3O_2(g) \rightleftarrows 2O_3(g)$ تنها در جهت برگشت (تشکیل O_3) انجام شود، فاجعه‌ای که رخ می‌داد این بود که پس از مدتی تمام O_2 موجود در هواکره از بین می‌رفت.

گزینهٔ «۴»: از آنجا که گاز NO_2 به رنگ قهوه‌ای است، هوای آلوده کلان‌شهرها به رنگ قهوه‌ای روشن دیده می‌شود.

NO_2 : ۱۱: شمار الکترون‌های ناپیوندی

O_3 : ۶: شمار الکترون‌های پیوندی

(شیمی ۱- ردپای گازها در زندگی؛ صفحه‌های ۷۳ تا ۷۵)

۹- **گزینهٔ «۴»** *(محمدرضا پورجاوید)*

در ابتدا لازم است که جرم منیزیم نیترات موجود در محلول اولیه را محاسبه کنیم:

$$ppm=\frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}}\times 10^6 \Rightarrow 500=\frac{\text{جرم } Mg(NO_3)_2}{2kg}\times 10^6$$

$$\Rightarrow \text{جرم } Mg(NO_3)_2=\frac{500\times 2}{10^6}=10^{-3}kg$$

حال فرض کنیم با افزودن x کیلوگرم آب به این محلول، جرم محلول نهایی برابر با $2+x$ کیلوگرم شده است. به این ترتیب با توجه به محلول نهایی می‌توان نوشت:

$$400=\frac{10^{-3}}{2+x}\times 10^6 \Rightarrow 800+400x=1000 \Rightarrow x=0/5kg$$

(شیمی ۱- آب، آهنگ زندگی؛ صفحه‌های ۹۴ و ۹۵)

۱۰- **گزینهٔ «۳»** *(سعید تیزرو)*

$$\text{درصد جرمی قند در نوشابه ۱۵۰۰ گرمی}=\frac{30\times 4}{1500+30\times 4}$$

$$=\frac{10\times 4}{320+x+10\times 4}\Rightarrow x=180g$$

(شیمی ۱- آب، آهنگ زندگی؛ صفحه‌های ۹۶ تا ۹۷)

۱- **گزینهٔ «۲»** *(محسن مجنونی)*

در ابتدا مولاریتهٔ Na_2SO_4 را با استفاده از غلظت ppm یون سدیم محاسبه می‌کنیم: (فرض می‌کنیم ۱۰۰ گرم محلول Na_2SO_4 در اختیار داریم.)

$$ppm = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 10^6 \Rightarrow 6900 = \frac{\text{جرم } Na^+}{100g} \times 10^6$$

$$\Rightarrow \text{جرم } Na^+ = 0/69g$$

می‌دانیم در هر مول از Na_2SO_4، دو مول Na^+ وجود دارد. پس با محاسبات استوکیومتری جرم Na_2SO_4 را به دست می‌آوریم:

$$?g\ Na_2SO_4 = 0/69g\ Na^+ \times \frac{1mol\ Na^+}{23g\ Na^+} \times \frac{1mol\ Na_2SO_4}{2mol\ Na^+}$$

$$\times \frac{142g\ Na_2SO_4}{1mol\ Na_2SO_4} = 2/13g\ Na_2SO_4$$

در نتیجه با توجه به فرض سؤال، جرم KOH برابر $2/13g$ است.

حجم $100g$ از محلول Na_2SO_4 با چگالی $1/12\frac{g}{mL}$ برابر است با:

$$d = \frac{\text{جرم محلول}}{\text{حجم محلول}} \Rightarrow 1/12 = \frac{100g\ \text{محلول}}{V} \Rightarrow V = \frac{100}{1/12}mL$$

حال غلظت مولی محلول KOH را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{مولاریته} = \frac{mol}{V(L)}$$

$$\text{مولاریتهٔ KOH} = \frac{\frac{2/13g}{56g.mol^{-1}}}{\frac{100}{1/12}mL \times \frac{1L}{1000mL}} = 0/426\ mol.L^{-1}$$

(شیمی ۱- صفحه‌های ۹۸، ۹۹، ۱۰۰، ۱۲۰ و ۱۲۲)

۲- **گزینهٔ «۱»** *(محمدرضا جمشیدی)*

ابتدا مقدار K^+ را برحسب گرم در ۲۰۰ گرم محلول KI به دست می‌آوریم:

$$58500 = \frac{g\ K^+}{200} \times 10^6 \Rightarrow g\ K^+ = 11/7g$$

حال اطلاعات KI را برحسب مول از طریق مقدار K^+ به دست می‌آوریم:

$$11/7g\ K^+ \times \frac{1mol\ K^+}{39g\ K^+} \times \frac{1mol\ KI}{1mol\ K^+} = 0/3mol\ KI$$

حال با توجه به واکنش موازنه شده داریم:

$$2KI(aq) + Cl_2(g) \rightarrow 2KCl(aq) + I_2(s)$$

$$0/3mol\ KI \times \frac{1mol\ Cl_2}{2mol\ KI} \times \frac{22/4L\ Cl_2}{1mol\ Cl_2} = 3/36L\ Cl_2$$

$$0/3mol\ KI \times \frac{1mol\ I_2}{2mol\ KI} = 0/15mol\ I_2$$

(شیمی ۱- صفحه‌های ۱۲۰ تا ۱۲۲)

۳- **گزینهٔ «۲»** *(محمد عظیمیان‌زواره)*

نقره کلرید (AgCl) یک ترکیب یونی دوتایی محسوب می‌شود.

بررسی گزینه‌های درست:

۱) تعریف انحلال‌پذیری

۳) $\text{درصد جرمی} = \frac{50}{150} \times 100 \simeq 33/33$

۴) زیرا با افزایش دما انحلال‌پذیری لیتیم سولفات در آب کاهش می‌یابد و محلول سیرشدهٔ آن در دمای بالاتر شامل مقدار کمتری حل‌شونده بوده و چگالی محلول آن کمتر است.

(شیمی ۱- صفحه‌های ۱۰۰ تا ۱۰۲ و ۱۲۲)

۴- **گزینهٔ «۳»** *(آرمین عظیمی)*

معادلهٔ انحلال‌پذیری پتاسیم نیترات به صورت خطی نیست.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) انحلال‌پذیری نمک B در دمای $۱۰^\circ C$ برابر است با:

$$S_B = (۰/۸ \times ۱۰) + ۲۸ = ۳۶g$$

در ۱۰۰ گرم آب، ۳۶ گرم نمک وجود دارد، از این‌رو در $\frac{۱۰۰}{۸}$ یا ۱۲/۵ گرم آب، باید $\frac{۳۶}{۸}$ یا ۴/۵ گرم نمک وجود داشته باشد که سیرشده باشد.

بنابراین محلول حاوی ۳/۷۵ گرم نمک سیرنشده است.

۲) انحلال‌پذیری نمک A را در دماهای $۱۰^\circ C$ و $۶۰^\circ C$ حساب می‌کنیم:

$$S_{۱۰^\circ C} : -(۰/۴ \times ۱۰) + ۳۴ = ۳۰g$$

$$S_{۶۰^\circ C} : -(۰/۴ \times ۶۰) + ۳۴ = ۱۰g$$

حال مقدار رسوب تولید شده را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{(رسوب) } ۰/۵ mol A = \frac{۱ mol \text{ رسوب}}{۱۴۸ g \text{ رسوب}} \times \frac{۲۰ g \text{ رسوب}}{۱۳۰ g \text{ محلول}} \times ۴۸۱ g \text{ محلول}$$

۴) انحلال‌پذیری نمک‌های A و B را در دمای $۲۵^\circ C$ به دست می‌آوریم:

$$A : S_{۲۵^\circ C} : -(۰/۴ \times ۲۵) + ۳۴ = ۲۴g$$

$$B : S_{۲۵^\circ C} : (۰/۸ \times ۲۵) + ۲۸ = ۴۸g$$

حال نسبت غلظت مولی دو نمک را محاسبه می‌کنیم:

$$\frac{\text{غلظت مولی } A}{\text{غلظت مولی } B} = \frac{\frac{\frac{۲۴}{۱۴۸}}{\frac{۱۰۰+۲۴}{d}}}{\frac{\frac{۲۴۸}{۴۸}}{\frac{۱۰۰+۴۸}{d}}} = ۱$$

(شیمی ۱- صفحه‌های ۹۸ تا ۱۰۳)

۵- **گزینهٔ «۴»** *(امیرحسین حسن‌نژاد)*

بررسی موارد نادرست:

الف) مولکول‌های گوگرد تری اکسید ناقطبی بوده و در میدان الکتریکی جهت‌گیری نمی‌کنند.

ب) مولکول‌های آب از سمت اتم هیدروژن خود به سمت میلهٔ شیشه‌ای مالش داده شده به موی سر نزدیک می‌شوند.

پ) مولکول آب با وجود جرم مولی کمتر نسبت به $H_۲S$، نقطهٔ جوش بیشتری از آن دارد.

(شیمی ۱- صفحه‌های ۱۰۳ تا ۱۰۷)

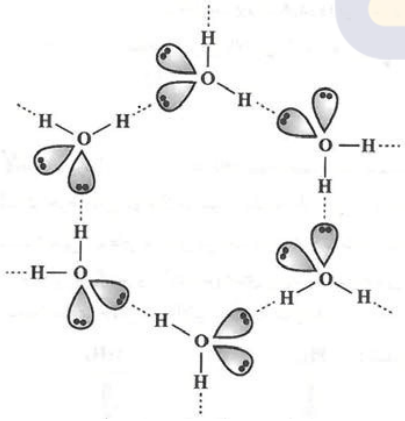
۶- **گزینهٔ «۲»** *(سعید تیزرو)*

تنها عبارت دوم نادرست است.

بررسی موارد:

مورد اول: تبدیل آب به یخ و بخارآب با افزایش حجم همراه است.

مورد دوم: ساختار حلقه‌های شش‌ضلعی یخ به صورت زیر است:



مطابق شکل در هر حلقهٔ ۶ ضلعی، ۶ اتم H، ۶ اتم O و ۶ پیوند هیدروژنی وجود دارد.

مورد سوم: ترکیب‌هایی نظیر استون ($H_3C-\overset{O}{\overset{||}{C}}-CH_3$) فاقد توانایی تشکیل پیوند هیدروژنی با مولکول‌های خودش بوده، اما امکان تشکیل پیوند هیدروژنی با مولکول‌های آب را دارند.

مورد چهارم: مطابق متن کتاب درسی این عبارت درست است.

(شیمی ۱- صفحه‌های ۱۰۸ و ۱۰۹)

۷- **گزینهٔ «۲»** *(سراسری داخل تجربی ۱۴۰۱)*

عبارت‌های اول، چهار و پنجم درست هستند. بررسی موارد:

مورد اول: انحلال‌پذیری $CO_2(g)$ در هر فشار و دمایی از $NO(g)$ بیش‌تر است. انحلال‌پذیری $NO(g)$ در فشار ۳atm حدود ۰/۰۲g است. بنابراین انحلال‌پذیری $CO_2(g)$ از ۰/۰۲g بیش‌تر است.

مورد دوم: انحلال گازها در آب شور کم‌تر از آب خالص است. انحلال‌پذیری $N_2(g)$ در فشار ۶atm در آب خالص کم‌تر از ۰/۰۲g است. پس امکان ندارد انحلال‌پذیری این گازها در آب شور در همین دما بیش‌تر از ۰/۰۲g باشد.

مورد سوم: با توجه به نمودار، در هر فشار ۵atm، انحلال‌پذیری $O_2(g)$ حدود ۰/۰۲g و انحلال‌پذیری $NO(g)$ حدود ۰/۰۳g است. بدین‌ترتیب تفاوت انحلال‌پذیری آن‌ها حدود ۰/۰۱g خواهد بود.

مورد چهارم: شیب نمودار انحلال - فشار گازها به نوع گاز و دمای گاز بستگی دارد. با افزایش دما، از انحلال‌پذیری گازها کاسته می‌شود و مقدار شیب کاهش می‌یابد.

مورد پنجم: با توجه به بیش‌تر بودن شیب منحنی مربوط به $X_2(g)$ نسبت به منحنی $O_2(g)$، انحلال گاز X_2 از گاز اکسیژن بیش‌تر است. انحلال‌پذیری $O_2(g)$ در فشار ۴atm، بین ۰/۰۱ تا ۰/۰۲ گرم است. پس انحلال‌پذیری $X_2(g)$ می‌تواند ۰/۰۲g باشد.

(شیمی ۱- صفحهٔ ۱۱۵)

۸- **گزینهٔ «۲»** *(روزبه رضوانی)*

بررسی عبارت‌ها:

الف) نادرست؛ چون CO_2 می‌تواند با آب واکنش دهد، اگرچه ناقطبی است؛ اما با این حال از برخی گازهای قطبی انحلال‌پذیری بیشتری در آب دارد.

ب) نادرست؛ گاز CO_2 با آب واکنش شیمیایی می‌دهد.

پ) درست

ت) نادرست؛ قانون هنری مربوط به اثر فشار بر میزان انحلال گازهاست.

ث) درست

(شیمی ۱- صفحه‌های ۱۱۳ تا ۱۱۵)

۹- **گزینهٔ «۱»** *(ممدرضا جمشیدی)*

ابتدا مقدار گرم NO_2 حل شده را به دست می‌آوریم:

$$0/5\,mol\ NO_2 \times \frac{46g\ NO_2}{1mol\ NO_2} \times \frac{10}{100} = 2/3\,g\ NO_2$$

حال جرم آب را به دست می‌آوریم:

$$5L \times \frac{1000mL}{1L} \times \frac{1g}{1mL} = 5000g$$

حال غلظت را برحسب ppm به دست می‌آوریم:

$$ppm = \frac{\text{گرم حل‌شونده}}{\text{گرم محلول}} \times 10^6 \Rightarrow ppm = \frac{2/3}{5000} \times 10^6 = 460$$

توجه: در فرمول ppm در مخرج به جای گرم محلول، گرم آب را قرار می‌دهیم، زیرا مقدار حل‌شونده در برابر مقدار حلال (آب) ناچیز است.

(شیمی ۱- صفحه‌های ۱۱۳ تا ۱۱۵ و ۱۲۲)

۱۰- **گزینهٔ «۲»** *(امیرعلی بیات)*

در همهٔ روش‌های تصفیهٔ آب، پس از انجام فرایند، باید آب به کمک کلر ضدعفونی شود.

بررسی گزینه‌های نادرست:

۱) با اسمز معکوس می‌توان ترکیبات آلی فرّار را از آب جدا کرد.

۳) گاز اوزون و کلر در گندزدایی کاربرد دارند.

۴) غشاء نیمه‌تراوا، غشایی انتخابی است و اجازهٔ عبور همهٔ یون‌ها را از غشاء نمی‌دهد.

(شیمی ۱- صفحه‌های ۱۱۷، ۱۱۸ و ۱۱۹)

۱- **کدام‌یک از عبارت‌های زیر نادرست است؟**

۱) بر اثر انفجار بزرگ یا مهبانگ، ابتدا ذرات زیراتمی و پس از آن، عناصر موجود در تناوب اول به وجود آمدند.

۲) دو فضاپیمای وویجر ۱ و ۲ با عبور از کنار سیاره‌های سنگی، شناسنامه فیزیکی و شیمیایی آن‌ها را تهیه کردند.

۳) مجموعه‌های گازی که کهکشان‌ها و ستاره‌ها را ایجاد می‌کنند، با استفاده از گازهای هیدروژن و هلیم ساخته شده‌اند.

۴) درون ستاره‌ها همانند خورشید، در دماهای بسیار بالا واکنش‌های هسته‌ای رخ داده و عناصر سنگین‌تر به وجود می‌آیند.

پاسخ: گزینه ۲ **(آسان ـ مفهومی و حفظی ـ سریع ـ صفحهٔ ۴)**

دو فضاپیمای وویجر ۱و ۲ مأموریت داشتند با گذر از کنار سیاره‌های مشتری، زحل، اورانوس و نپتون(سیاره‌هایی که بیشتر از جنس گا هستند)، شناسنامه فیزیکی و شیمیایی آن‌ها را تهیه کنند و بفرستند. این شناسنامه‌ها می‌تواند حاوی اطلاعاتی مانند نوع عنصرهای سازنده ترکیب‌های شیمیایی در اتمسفر آن‌ها و ترکیب درصد این مواد باشد.

فضاپیمای وویجر

سفر فضاپیماهای وویجر، نمونه‌ای از تلاش دانشمندان برای شناخت کیهان به شمار می‌رود. این فضاپیماها در سال ۱۹۷۷ میلادی(۱۳۵۶ خورشیدی) به سمت فضا پرتاب شدند. این دو فضاپیما مأموریت داشتند با گذر از کنار سیاره‌های مشتری، زحل، اورانوس و نپتون(سیاره‌هایی از منظومه شمسی که نسبت به زمین، در فاصله دورتری از خورشید قرار می‌گیرند)، شناسنامه این سیاره‌ها را تهیه کرده و بفرستند. در حال حاضر، این دو فضاپیما از منظومه شمسی خارج شده‌اند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) بر اثر انفجار بزرگ یا مهبانگ، ابتدا ذرات زیراتمی مثل الکترون، پروتون و نوترون تولید شدند و در مرحله بعد، عناصر ساده مثل هیدروژن و هلیم از کنار هم قرار گرفتن این ذرات زیراتمی تشکیل شدند. روند ایجاد ساده‌ترین عناصر، به‌صورت زیر است:

در سرآغاز کیهان، طی انفجاری بزرگ (مهبانگ)، انرژی عظیمی آزاد شد ← ذره‌های زیراتمی مانند الکترون، نوترون و پروتون تولید شدند ← تولید عناصر هیدروژن و هلیم ← با گذشت زمان و کاهش دما، گازهای هیدروژن و هلیم متراکم شده و سحابی‌ها پدید آمدند ← سحابی‌ها سبب پیدایش ستاره و کهکشان و عناصر سنگین شدند

توجه داریم که عناصر هیدروژن و هلیم متعلق به تناوب اول جدول دوره‌ای هستند.

۳) پس از مهبانگ، عنصرهای هیدروژن و هلیم پا به عرصهٔ جهان گذاشتند. با گذشت زمان و کاهش دما، گازهای هیدروژن و هلیم تولید شده در مرحله اول، متراکم شده و مجموعه‌های گازی به نام سحابی را ایجاد کردند. بعدها این سحابی‌ها سبب پیدایش ستاره‌ها و کهکشان‌ها شدند.

۴ درون ستاره‌ها همانند خورشید در دماهای بسیار بالا، واکنش‌های هسته‌ای رخ می‌دهد؛ واکنش‌هایی که در آن‌ها از عناصر سبک‌تر، عناصر سنگین‌تر پدید می‌آیند. ستاره‌ها متولد می‌شوند؛ رشد می‌کنند و زمانی می‌میرند. مرگ ستاره اغلب با یک انفجار بزرگ همراه است که سبب می‌شود عناصر تشکیل شده در آن، در فضا پراکنده شود. به همین دلیل باید ستارگان را کارخانه تولید عناصر دانست.

واکنش‌های هسته‌ای

خورشید، نزدیک‌ترین ستاره به زمین است که دمای بسیار بالایی دارد. انرژی گرمایی و نور خیره‌کننده خورشید، به دلیل تبدیل عنصر هیدروژن به هلیم در واکنش‌های هسته‌ای است. در واکنش‌های هسته‌ای، انرژی هنگفتی طی تبدیل عناصر به یکدیگر آزاد می‌شود. انرژی آزاد شده در واکنش هسته‌ای آن قدر زیاد است که می‌تواند صدها میلیون تن فولاد را ذوب کند. توجه داریم که در واکنش‌های شیمیایی که در پدیده‌های طبیعی پیرامون ما و در زندگی روزانه رخ می‌دهند، مقدار انرژی مبادله شده بسیار کمتر است.

۲- کدام موارد از عبارت‌های زیر در رابطه با عنصر هیدروژن درست است؟

الف ـ شمار ایزوتوپ‌های پایدار هیدروژن در یک نمونه طبیعی، با شمار ایزوتوپ‌های موجود در یک نمونه لیتیم برابر است.

ب ـ جرم هسته قرار گرفته در مرکز هر اتم از فراوان‌ترین رادیوایزوتوپ عنصر مورد نظر، تقریباً برابر $۳amu$ است.

ج ـ این عنصر، متعلق به گروه اول جدول دوره‌ای بوده و از آن برای ایجاد مقیاس amu استفاده شده است.

د ـ در روند تشکیل عناصر، هیدروژن به هلیم تبدیل شده و هلیم نیز فقط می‌تواند به فلزها تبدیل شود.

۱) «الف» و «ب» ۲) «ب» و «ج» ۳) «ج» و «د» ۴) «الف» و «د»

پاسخ: گزینه ۱ **(آسان ـ حفظی و مفهومی ـ سریع ـ صفحهٔ ۱۵)**

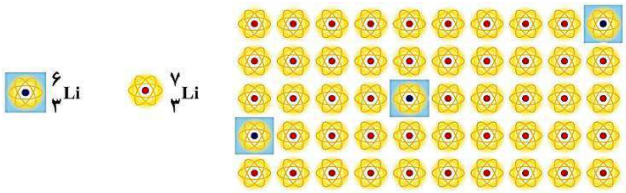
عبارت‌های (الف) و (ب) درست هستند.

بررسی موارد:

الف) جدول زیر، نمایی از ایزوتوپ‌های هیدروژن را نشان می‌دهد:

ایزوتوپ	$^{1}_{1}H$	$^{2}_{1}H$	$^{3}_{1}H$	$^{4}_{1}H$	$^{5}_{1}H$	$^{6}_{1}H$	$^{7}_{1}H$
نیم‌عمر	پایدار	پایدار	۱۲/۳۲ سال	$۱/۴ \times ۱۰^{-۲۲}$ ثانیه	$۹/۱ \times ۱۰^{-۲۲}$ ثانیه	$۲/۹ \times ۱۰^{-۲۲}$ ثانیه	$۲/۳ \times ۱۰^{-۲۳}$ ثانیه
درصد فراوانی در طبیعت	۹۹/۹۸۸۵ (طبیعی)	۰/۰۱۱۴ (طبیعی)	ناچیز (طبیعی)	۰ (ساختگی)	۰ (ساختگی)	۰ (ساختگی)	۰ (ساختگی)

سه ایزوتوپ اول هیدروژن در یک نمونه طبیعی از این عنصر یافت شده و چهار ایزوتوپ بعدی، به‌صورت ساختگی تهیه شده‌اند. از بین سه ایزوتوپ طبیعی عنصر هیدروژن، دو ایزوتوپ اول کاملاً پایدار بوده و ایزوتوپ سوم(ایزوتوپ $^{3}_{1}H$ که در ساختار هستهٔ خود ۲ نوترون و ۱ پروتون دارد)، ناپایدار است. لیتیم نیز در یک نمونه طبیعی از خود، دارای ۲ ایزوتوپ پایدار با عدد جرمی(A) ۶ و ۷ است. تصویر زیر، نمایی از ایزوتوپ‌های مختلف فلز لیتیم را نشان می‌دهد:



با توجه به تصویر بالا، درصد فراوانی ایزوتوپ $^{۷}_{۳}Li$ در نمونه مورد نظر برابر با ۹۴٪ و درصد فراوانی ایزوتوپ دیگر در این نمونه نیز برابر با ۶٪ است. جدول زیر ایزوتوپ‌های طبیعی عناصر مختلف را به همراه ترتیب فراوانی آن‌ها در طبیعت نمایش می‌دهد:

عنصر	تعداد ایزوتوپ‌های طبیعی	ترتیب فراوانی در طبیعت
هیدروژن	۳	$^{۱}_{۱}H > {}^{۲}_{۱}H > {}^{۳}_{۱}H$
منیزیم	۳	$^{۲۴}_{۱۲}Mg > {}^{۲۶}_{۱۲}Mg > {}^{۲۵}_{۱۲}Mg$
لیتیم	۲	$^{۷}_{۳}Li > {}^{۶}_{۳}Li$
کلر	۲	$^{۳۵}_{۱۷}Cl > {}^{۳۷}_{۱۷}Cl$
اورانیوم	۲	$^{۲۳۸}_{۹۲}U > {}^{۲۳۵}_{۹۲}U$

ب) هیدروژن دارای ۵ رادیوایزوتوپ است که از میان آن‌ها، یک مورد طبیعی و بقیه ساختگی هستند. فراوان‌ترین رادیوایزوتوپ هیدروژن، رادیوایزوتوپ طبیعی آن یعنی $^{۳}_{۱}H$ است. این رادیوایزوتوپ در ساختار هسته هر اتم خود دارای یک پروتون و دو نوترون است. با توجه به این‌که جرم نوترون‌ها و پروتون‌ها به‌تقریب برابر با $۱amu$ در نظر گرفته می‌شود؛ درنتیجه جرم رادیوایزوتوپ $^{۳}_{۱}H$ تقریباً برابر با $۳amu$ است.

ج) هیدروژن با عدد اتمی یک، اولین عنصر جدول تناوبی بوده و متعلق به گروه اول از این جدول است. در جدول تناوبی، هیدروژن در خانه بالای لیتیم قرار می‌گیرد. توجه داریم که عنصر هیدروژن در ایجاد یکای جرم اتمی(amu) دخالتی نداشته و برای ایجاد این یکا، از اتم کربن استفاده شده است.

مقیاس amu

ایزوتوپی که از آن جهت ایجاد یک سنجه برای اندازه‌گیری جرم اتم‌ها استفاده شده است، ایزوتوپ $^{۱۲}_{۶}C$ است. در ساختار این ایزوتوپ، شمار نوترون‌ها و پروتون‌ها با هم برابر است. دانشمندان برای اینکه بتوانند خواص فیزیکی و شیمیایی هر ماده را در محیطی مانند بدن انسان، محیط زیست و محیط آزمایش بررسی کرده و اثر آن را گزارش کنند، باید بدانند که چه جرمی از اتم‌ها یا مولکول‌های آن ماده وارد محیط شده است. به همین خاطر، آن‌ها همواره در پی یافتن سنجه‌ای مناسب و در دسترس برای اندازه‌گیری جرم اتم‌ها بوده‌اند. در چنین شرایطی، دانشمندان مقیاس جرم نسبی را برای تعیین جرم اتم‌ها به کار می‌برند. مطابق این مقیاس، جرم اتم‌ها را با وزنه‌ای می‌سنجند که جرم آن معادل با $\frac{۱}{۱۲}$ جرم اتم‌های کربن-۱۲ است.

د) درون ستاره‌ها همانند خورشید در دماهای بسیار بالا، واکنش‌های هسته‌ای رخ می‌دهد. واکنش‌های هسته‌ای، واکنش‌هایی هستند که در آن‌ها از عنصرهای سبک‌تر، عنصرهای سنگین‌تر پدید می‌آیند. در روند تشکیل عناصر، اتم‌های هیدروژن طی واکنش‌های هسته‌ای به هلیم تبدیل می‌شوند. در مرحله بعد، عنصر هلیم می‌تواند به عناصر فلزی مثل لیتیم و یا به عناصر نافلزی مثل کربن تبدیل شود.

۳- اگر در اتم ^{۶۴}M، تفاوت شمار نوترون‌ها و پروتون‌ها برابر با ۶ واحد باشد، بین عنصر M و عنصر سیلیسیم، چند عنصر در جدول دوره‌ای قرار گرفته است؟

۱) ۱۴ ۲) ۱۵ ۳) ۱۶ ۴) ۱۷

پاسخ: گزینه ۱ **(آسان ـ محاسباتی ـ استاندارد ـ صفحهٔ ۱۱)**

عدد جرمی هر عنصر، مجموع شمار پروتون‌ها و نوترون‌های موجود در هسته آن اتم را نشان می‌دهد. بر این اساس، داریم:

$$\text{عدد جرمی} = \text{شمار نوترون} + \text{شمار پروتون} \Longrightarrow ۶۴ = n + p$$

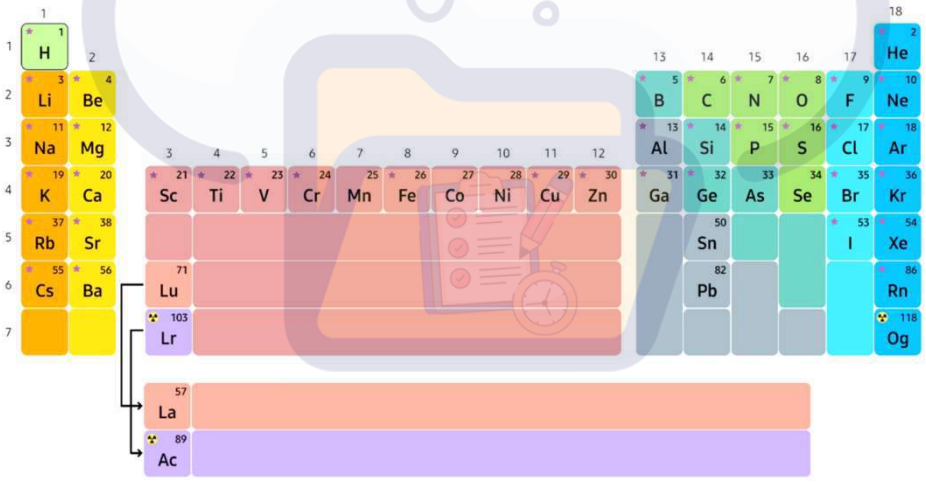
طبق فرض سؤال، در اتم ^{۶۴}M، تفاوت شمار نوترون‌ها و پروتون‌ها برابر با ۶ واحد است. با توجه به اطلاعات داده شده در رابطه با تفاوت شمار نوترون‌ها و پروتون‌ها، یک دستگاه دو معادله و دو مجهول تشکیل می‌دهیم. در این رابطه، داریم:

$$\begin{cases} n + p = ۶۴ \\ n - p = ۶ \end{cases} \Longrightarrow \quad n = ۳۵ \quad , \quad p = ۲۹$$

با توجه به محاسبات انجام شده، عدد اتمی(Z) عنصر M برابر با ۲۹ بوده و این عنصر در خانه شماره ۲۹ جدول تناوبی قرار گرفته است. در ادامه، شمار عناصری که بین این عنصر و سیلیسیم(عنصری با عدد اتمی ۱۴) قرار گرفته است را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{شمار عناصری که بین دو عنصر قرار می‌گیرند} = \left(\text{تفاوت عدد اتمی دو عنصر}\right) - ۱ = (۲۹ - ۱۴) - ۱ = ۱۴$$

تصویر زیر، نمایی از عناصر جدول دوره‌ای که باید نماد و عدد اتمی آن‌ها را به خاطر بسپارید را به شما نشان می‌دهد:



۴- کدام‌یک از عبارت‌های زیر نادرست است؟

۱) اندازه یون یدید با یون تکنسیم برابر بوده و به همین خاطر، از یون تکنسیم در تصویربرداری از تیروئید استفاده می‌شود.
۲) خواص شیمیایی عناصر وابسته به مقدار Z بوده و بر این اساس، همه ایزوتوپ‌های کلر خواص شیمیایی یکسان دارند.
۳) توده‌های سرطانی، مولکول‌های گلوکز نشان‌دار را با احتمال بیشتری نسبت به سلول‌های معمولی بدن جذب می‌کنند.
۴) اورانیم، شناخته‌شده‌ترین فلز پرتوزا بوده و یکی از ایزوتوپ‌های آن به‌عنوان سوخت در راکتور اتمی به‌کار می‌رود.

پاسخ: گزینه ۱ **(متوسط ـ مفهومی و حفظی ـ سریع ـ صفحهٔ ۹)**

از تکنسیم در تصویربرداری از غدهٔ تیروئید استفاده می‌شود؛ چرا که یون یدید(I^-) با یونی که حاوی تکنسیم است، اندازه مشابهی دارد و تیروئید هنگام جذب یون یدید از خون، این یون را نیز جذب می‌کند. نکته مهم در این رابطه آن است که غده تیروئید خود تکنسیم را به‌طور مستقیم جذب نمی‌کند بلکه یون چنداتمی را جذب می‌کند که از لحاظ اندازه، شبیه به یون یدید بوده و اتم‌های تکنسیم به همراه تعداد دیگری اتم، در آن وجود دارند.

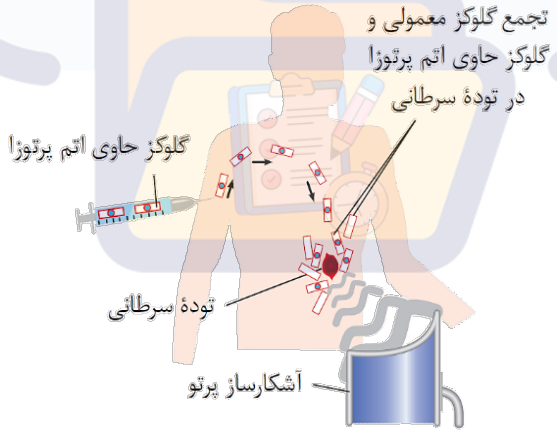
تکنسیم

رادیوایزوتوپ‌ها اگرچه بسیار خطرناک هستند، اما پیشرفت دانش و فناوری، بشر را موفق به مهار و بهره‌گیری از آن‌ها کرده است؛ به‌طوری‌که از آن‌ها در پزشکی، کشاورزی و سوخت در نیروگاه‌های اتمی استفاده می‌شود. تکنسیم ($^{99}_{43}Tc$) نخستین عنصری است که در واکنشگاه (رآکتور) هسته‌ای تولید شده است. تکنسیم متعلق به دسته d از تناوب پنجم جدول دوره‌ای بوده و یک عنصر فلزی است. از این عنصر در تصویربرداری غده تیروئید انسان استفاده می‌شود. از آنجا که نیم‌عمر این عنصر کم است و نمی‌توان مقادیر زیادی از آن را تهیه و برای مدت طولانی نگهداری کرد، بسته به نیاز، آن را با یك مولد هسته‌ای تولید و سپس مصرف می‌کنند. در واقع، همه تکنسیم‌های موجود در جهان باید به‌طور مصنوعی و با استفاده از واکنش‌های هسته‌ای ساخته شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۲) خواص شیمیایی عناصر از جمله مقدار واکنش‌پذیری آن‌ها، وابسته به عدد اتمی و یا همان Z آن‌ها بوده و بر این اساس، می‌توان گفت همه اتم‌های یک عنصر خواص شیمیایی یکسانی دارند. توجه داریم که ایزوتوپ‌ها، اتم‌های یک عنصر هستند که در شمار نوترون‌ها با یکدیگر تفاوت دارند. چون جرم اتمی این ایزوتوپ‌ها با هم متفاوت است، برخی از خواص فیزیکی وابسته به جرم آن‌ها نیز با هم متفاوت خواهد بود.

۳) می‌دانیم که به گلوکز حاوی اتم پرتوزا، گلوکز نشان‌دار می‌گویند. توده سرطانی، گلوکز معمولی و گلوکز نشان‌دار را با احتمال یکسان جذب می‌کند. این توده‌ها مولکول‌های گلوکز معمولی و نشان‌دار را در مقایسه با سایر سلول‌های بدن با سرعت بیشتری جذب می‌کنند. توجه داریم که توده‌های سرطانی، یاخته‌هایی هستند که رشد غیرعادی و سریع‌تری دارند و از رادیوایزوتوپ‌ها برای تشخیص آن‌ها استفاده می‌شود. تصویر زیر، فرایند تشخیص موقعیت این توده‌های غیرطبیعی در بدن را نشان می‌دهد:



۴) اورانیم، یک عنصر فلزی است و از میان همه فلزها، شناخته‌شده‌ترین فلز پرتوزا به شمار می‌رود. یکی از ایزوتوپ‌های اورانیوم که نماد آن به‌صورت $^{235}_{92}U$ است و به نام اورانیوم-۲۳۵ نیز خوانده می‌شود را می‌توان به‌عنوان سوخت در راکتورهای اتمی به کار برد. غنی‌سازی ایزوتوپی فرایندی است که در طول آن، مقدار اورانیوم-۲۳۵ را در یک نمونه از این عنصر افزایش می‌دهند. توجه داریم که تمام عناصر

موجود در دسته‌های f و d جدول تناوبی فلز هستند؛ پس می‌توان گفت اورانیم و تکنسیم نیز در دسته عناصر فلزی قرار دارند. جدول زیر، اطلاعات مربوط به دسته‌های مختلف جدول تناوبی را نشان می‌دهد:

دستهٔ جدول دوره‌ای	s	p	d	f
موقعیت در جدول دوره‌ای	عمدتاً در سمت چپ	سمت راست	وسط جدول	وسط جدول
شمار دوره‌های سازنده	۱ تا ۷	۲ تا ۷	۴ تا ۷	۶ و ۷
شمار عناصر	۱۴	۳۶	۴۰	۲۸
تعداد الکترون‌های ظرفیتی	۱ تا ۲	۳ تا ۸	۳ تا ۱۲	***
عدد اتمی اولین عنصر	۱	۵	۲۱	۵۷
عدد اتمی آخرین عنصر	۸۸	۱۱۸	۱۱۲	۱۰۲

۵- تیتانیم دارای پنج ایزوتوپ است که در هسته آن‌ها به ترتیب ۲۴، ۲۵، ۲۶، ۲۷ و ۲۸ نوترون وجود دارد. مجموع درصد فراوانی دو ایزوتوپ سبک‌تر برابر ۱۵٪ بوده و درصد فراوانی دو ایزوتوپ سنگین‌تر، یکسان و $\frac{۱}{۳}$ برابر درصد فراوانی ^{۴۸}Ti است. درصد فراوانی دو ایزوتوپ اول به ترتیب از راست به چپ کدام‌اند؟ (جرم اتمی میانگین برای عنصر Ti برابر با $۴۸/۲۸amu$ است.)

۱) ۹/۵ ، ۵/۵ ۲) ۸ ، ۷ ۳) ۸/۵ ، ۶/۵ ۴) ۹ ، ۶

پاسخ: گزینه ۲ (سخت ـ محاسباتی ـ زمانبر ۲ ـ صفحهٔ ۱۵)

ایزوتوپ‌های یک عنصر دارای Z یکسان اما A متفاوت هستند. تیتانیم، عنصری با عدد اتمی ۲۲ است، پس عدد جرمی ایزوتوپ‌های آن به ترتیب برابر ۴۶، ۴۷، ۴۸، ۴۹ و ۵۰ است. مجموع درصد فراوانی دو ایزوتوپ اول(ایزوتوپ‌های ^{۴۶}Ti و ^{۴۷}Ti) این عنصر برابر با ۱۵٪ است و همانطور که می‌دانیم، مجموع فراوانی ایزوتوپ‌های یک عنصر برابر با ۱۰۰ خواهد بود، پس مجموع فراوانی سه ایزوتوپ سنگین‌تر عنصر مورد نظر برابر با ۸۵ درصد است. در این رابطه، داریم:

درصد ۸۵ = مجموع درصد فراوانی ^{۵۰}Ti و ^{۴۹}Ti و ^{۴۸}Ti $\xrightarrow{\text{درصد فراوانی دو ایزوتوپ اول برابر با ۱۵ درصد است}}$ ۱۰۰ = مجموع درصد فراوانی ایزوتوپ‌ها

درصد فراوانی ایزوتوپ ^{۴۸}Ti را برابر با x درصد در نظر می‌گیریم و بنابراین درصد فراوانی هر یک از ایزوتوپ‌های ^{۴۹}Ti و ^{۵۰}Ti برابر $\frac{x}{۳}$ می‌شود. با توجه به داده‌های صورت سؤال، مقدار مؤلفه x را به‌دست می‌آوریم.

$$\frac{x}{۳}+\frac{x}{۳}+x=۸۵ \rightarrow \frac{۵x}{۳}=۸۵ \rightarrow x=۵۱ \text{ درصد}$$

بنابراین درصد فراوانی ^{۴۸}Ti، ^{۴۹}Ti و ^{۵۰}Ti به ترتیب برابر ۵۱ ، ۱۷ و ۱۷ درصد است. مجموع درصد فراوانی دو ایزوتوپ اول این عنصر برابر با ۱۵٪ است. اکنون فراوانی ایزوتوپ‌های ^{۴۶}Ti و ^{۴۷}Ti را به ترتیب y و $۱۵-y$ درصد در نظر می‌گیریم و داده‌ها را در رابطهٔ مربوط به جرم اتمی میانگین جایگذاری می‌کنیم. بر این اساس، داریم:

$$\text{جرم اتمی میانگین}=\frac{\text{درصد فراوانی هر ایزوتوپ} \times \text{جرم اتمی هر ایزوتوپ}+\cdots}{۱۰۰}$$

$$۴۸/۲۸=\frac{(۴۶\times y)+\big((۱۵-y)\times ۴۷\big)+(۵۱\times ۴۸)+(۱۷\times ۴۹)+(۱۷\times ۵۰)}{۱۰۰}$$

$$۴۸۲۸=۴۶y+۷۰۵-۴۷y+۲۴۴۸+۸۳۳+۸۵۰ \rightarrow y=۸$$

فراوانی ^{۴۶}Ti طبق رابطه بالا برابر با ۸٪ به‌دست آمد، پس درصد فراوانی ^{۴۷}Ti برابر ۷٪ خواهد بود.

خانه‌های جدول دوره‌ای

در هر خانه از جدول تناوبی نماد عنصر، عدد اتمی(تعداد پروتون‌ها) و جرم اتمی میانگین(نه عدد جرمی) مشخص شده است. چون عدد جرمی در این خانه‌ها مشخص نیست؛ لذا نمی‌توان شمار نوترون‌های اتم مربوط به آن‌ها را مشخص کرد. مجموع شمار ذره‌های داخل هسته برابر با عدد جرمی است. شمار پروتون‌ها و الکترون‌ها در اتم خنثی برابر است؛ درنتیجه می‌توان از روی هر خانه از جدول دوره‌ای به تعداد الکترون‌ها و آرایش الکترونی اتم پی برد.

۶- **کدام‌یک از عبارت‌های زیر نادرست است؟**

۱) جدول دوره‌ای امروزی شامل ۷ دوره و ۱۸ گروه بوده و ۱۲۰ عنصر مختلف را در خود جای داده است.

۲) بیشتر از ۲۰ درصد از عناصری که تا به امروز شناخته شده‌اند، در طبیعت یافت نشده و ساختگی هستند.

۳) طی غنی‌سازی، درصد فراوانی ایزوتوپی که در مخلوط طبیعی اورانیم درصد فراوانی کمی دارد، افزایش می‌یابد.

۴) از آنجا که نیم‌عمر تکنسیم کم است، نمی‌توان مقادیر زیادی از این عنصر را تهیه و برای مدت طولانی نگهداری کرد.

پاسخ: گزینه ۱ (آسان ـ حفظی و مفهومی ـ سریع ـ صفحهٔ ۱۱)

جدول دوره‌ای امروزی شامل ۷ دوره و ۱۸ گروه بوده و ۱۱۸ عنصر مختلف را در خود جای داده است. عناصری با عدد اتمی بزرگ‌تر از ۱۱۸، در جدول تناوبی امروزی جایی نداشته و برای دسته‌بندی آن‌ها، از جدول‌های جدیدتری مثل جدول ژانت استفاده می‌شود.

طبقه‌بندی عناصر

طبقه‌بندی کردن، بررسی و تحلیل داده‌ها را آسان‌تر می‌کند. با استفاده از طبقه‌بندی، یافته‌ها و داده‌ها به شیوه مناسب سازمان‌دهی شده و بر این اساس، می‌توان سریع‌تر و آسان‌تر به اطلاعات دسترسی یافت. عناصر شناخته‌شده را به روش‌های مختلفی می‌توان طبقه‌بندی کرد. شیمی‌دان‌ها، ۱۱۸ عنصر شناخته‌شده را براساس آرایش الکترونی لایه ظرفیت آن‌ها، در جدولی با چیدمانی ویژه کنار هم قرار داده‌اند. این جدول، به آن‌ها کمک می‌کند تا اطلاعات ارزشمندی از ویژگی‌های عناصر را به‌دست آورند و براساس آن، رفتار عنصرهای گوناگون را پیش‌بینی کنند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

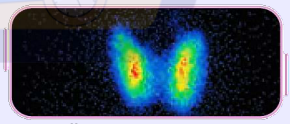
۲) از ۱۱۸ عنصر شناخته شده، تنها ۹۲ عنصر در طبیعت یافت می‌شود. به عبارت دیگر، ۲۶ عنصر دیگر(تقریباً معادل با ۲۲ درصد از کل عناصر جدول دوره‌ای) موجود در جدول دوره‌ای ساختگی هستند. این ۱۱۸ عنصر، در قالب ۱۸ گروه و ۷ تناوب در کنار هم در ساختار جدول دوره‌ای قرار گرفته‌اند.

۳) درصد فراوانی ایزوتوپ ^{۲۳۵}U در فرایند غنی‌سازی افزایش پیدا می‌کند. درصد فراوانی این ایزوتوپ در مخلوط طبیعی اورانیم از ۰/۷ درصد کمتر است. ایزوتوپ دیگر اورانیم، ^{۲۳۸}U است. در مخلوط طبیعی اورانیم، ایزوتوپ ^{۲۳۸}U درصد فراوانی بیشتری دارد.

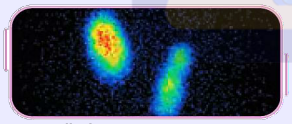
۴) همه تکنسیم-۹۹های موجود در جهان باید به‌طور مصنوعی و با استفاده از واکنش‌های هسته‌ای ساخته شوند. از آنجا که نیم‌عمر این عنصر کم است و نمی‌توان مقادیر زیادی از این عنصر را تهیه و برای مدت طولانی نگهداری کرد(در صورت نگهداری تکنسیم، این عنصر سریعاً دچار واپاشی شده و به مواد دیگر تبدیل می‌شود)، بسته به نیاز آن را با یک مولد هسته‌ای تولید و سپس مصرف می‌کنند.

اسکن تیروئید

غده تیروئید، در جلوی گردن قرار داشته و از دو قسمت تشکیل شده که توسط یک قسمت میانی به هم متصل شده‌اند. در صورت بیماری، این غده اغلب کم‌کار شده و گاهی مقدار جذب ید توسط آن کاهش می‌یابد. بر این اساس، اگر ماده رادیواکتیو حاوی تکنسیم را به بیمار مورد نظر تزریق کنیم، غده تیروئید بیمار ماده رادیواکتیو را نیز به مقدار کمتری جذب کرده و وجود بیماری در غده تیروئید تائید می‌شود. تصویر زیر نمایی از اسکن تیروئید را نشان می‌دهد:



تصویر غدهٔ تیروئید سالم



تصویر غدهٔ تیروئید ناسالم

۷- **عنصر $^{۹۲}_{۴۰}Zr$، در واکنش‌های شیمیایی کاتیونی با نماد $Zr^{۴+}$ تشکیل می‌دهد. نسبت شمار نوترون به الکترون در ساختار این کاتیون به‌تقریب چقدر بوده و کدام عنصر، کاتیونی با بار الکتریکی مشابه به عنصر Zr ایجاد می‌کند؟**

۱) $_{۷۴}W$ - ۱/۲۴ ۲) $_{۷۴}W$ - ۱/۴۴ ۳) $_{۷۲}Hf$ - ۱/۲۴ ۴) $_{۷۲}Hf$ - ۱/۴۴

پاسخ: گزینه ۴ (متوسط ـ مفهومی و محاسباتی ـ استاندارد ـ صفحهٔ ۱۱)

برای حل این سؤال، باید مراحل زیر را طی کنیم:

۱) شماره دوره و شماره گروه عنصر داده شده را پیدا کنیم

۲) عنصری از عناصر داده شده در گزینه‌ها که با عنصر مورد نظر هم‌گروه است را پیدا کنیم

۳) شمار الکترون‌ها و نوترون‌های موجود در ساختار $Zr^{۴+}$ را پیدا کرده و این مقادیر را با هم مقایسه کنیم

پیدا کردن موقعیت عناصر در جدول دوره‌ای

برای پیدا کردن شماره دوره و شماره گروه عناصر مختلف، باید عدد اتمی آن عنصر را با گازهای نجیب مقایسه کنیم. نمودار زیر، عدد اتمی گازهای نجیب موجود در جدول تناوبی را نشان می‌دهد:

شماره تناوب	عدد اتمی	گاز نجیب
۱	۲	هلیم
۲	۱۰	نئون
۳	۱۸	آرگون
۴	۳۶	کریپتون
۵	۵۴	زنون
۶	۸۶	رادون
۷	۱۱۸	اوگانسون

گازهای نجیب، در آخرین خانه هر تناوب قرار گرفته‌اند. برای پیدا کردن شماره تناوب هر عنصر، باید عدد اتمی آن عنصر را با عدد اتمی گازهای نجیب مقایسه کنیم. در این رابطه، داریم:

دوره هفتم ↓ Rn < ۸۶ < دوره ششم ↓ Xe < ۵۴ < دوره پنجم ↓ Kr < ۳۶ < دوره چهارم ↓ Ar < ۱۸ < دوره سوم ↓ Ne < ۱۰ < دوره دوم ↓ He < ۲ < دوره اول ↓

برای پیدا کردن شماره گروه هر عنصر، پس از پیدا کردن شماره تناوب آن، باید عدد اتمی آن عنصر را با عدد اتمی گاز نجیب قبل از آن مقایسه کنیم. برای این منظور، طبق الگوریتم زیر عمل می‌کنیم:

- شماره تناوب عنصر را پیدا می‌کنیم.
  - تناوب اول
    - هیدروژن ← گروه اول
    - هلیم ← گروه هجدهم
  - تناوب دوم و سوم
    - عدد اتمی - عدد اتمی گاز نجیب قبل
      - عدد ۱ و ۲
        - شماره گروه = عدد
      - عدد ۳ تا ۸
        - شماره گروه = عدد + ۱۰
  - تناوب چهارم و پنجم
    - عدد اتمی - عدد اتمی گاز نجیب قبل
      - شماره گروه = عدد
  - تناوب ششم و هفتم
    - عدد اتمی - عدد اتمی گاز نجیب قبل
      - عدد ۱ و ۲
        - شماره گروه = عدد
      - عدد ۳ تا ۱۷
        - شماره گروه = ۳
      - عدد بزرگ‌تر از ۱۷
        - شماره گروه = عدد - ۱۴

با استفاده از الگوریتم بالا، می‌توانیم شماره گروه همه عناصر موجود در جدول دوره‌ای را پیدا کنیم.

عدد اتمی عنصر $^{۹۲}_{۴}Zr$ برابر با ۴۰ بوده و بین دو گاز نجیب کریپتون(با عدد اتمی ۳۶) و زنون(با عدد اتمی ۵۴) قرار می‌گیرد، پس این عنصر متعلق به تناوب پنجم جدول است. عدد اتمی عنصر $^{۹۲}_{۴}Zr$، به اندازه ۴ واحد بیشتر از عدد اتمی کریپتون است، پس این عنصر متعلق به گروه شماره ۴ است. عنصر $_{۷۲}Hf$ نیز متعلق به گروه شماره ۴ از تناوب ششم بوده و همانند $^{۹۲}_{۴}Zr$، کاتیون با بار الکتریکی ۴+ را ایجاد می‌کند. این در حالی است که عنصر $_{۷۴}W$، متعلق به گروه شماره ۶ بوده و بار الکتریکی کاتیون آن مشابه به عنصر $^{۹۲}_{۴}Zr$ نخواهد بود. در ساختار یون $Zr^{۴+}$، تعداد ۳۶ الکترون و ۵۲ نوترون وجود دارد، پس نسبت میان شمار نوترون‌ها به الکترون‌ها در این یون به تقریب برابر با ۱/۴۴ می‌شود.

۸- کدام موارد از عبارت‌های زیر درست است؟ ($O = ۱۶ , C = ۱۲, H = ۱ : g.mol^{-۱}$)

الف ـ در یون $^{۳۴}X^{۲-}$، اگر تعداد الکترون‌ها و نوترون‌ها برابر باشد، عنصر X در گروه ۱۶ قرار می‌گیرد.

ب ـ شمار مول‌های آب در ۰/۳۶ گرم از این ماده، با شمار مول‌های متانول در ۰/۶۴ گرم از آن برابر است.

ج ـ دقت اندازه‌گیری باسکول‌های تنی تا یک دهم تن بوده و دقت ترازوی زرگری نیز تا یک صدم گرم است.

د ـ به کمک اطلاعات موجود در هر خانه جدول تناوبی، مجموع شمار ذرات داخل هسته اتم، به یقین مشخص می‌شود.

۱) «الف» و «ب» ۲) «ب» و «ج» ۳) «ج» و «د» ۴) «الف» و «د»

پاسخ: گزینه ۱ **(متوسط ـ مفهومی و محاسباتی ـ سریع ـ صفحهٔ ۱۹)**

عبارت‌های (الف) و (ب) درست هستند.

بررسی موارد:

الف) در رابطه با یون $^{۳۴}X^{۲-}$، داریم:

$$\begin{cases} p = e - ۲ \\ n + p = ۳۴ \end{cases} \Longrightarrow n + e - ۲ = ۳۴ \Longrightarrow n + e = ۳۶ \xrightarrow{n=e} ۲e = ۳۶ \Rightarrow e = ۱۸ \Longrightarrow p = ۱۶$$

عنصری با عدد اتمی ۱۶، معادل با گوگرد بوده و در گروه ۱۶ و تناوب سوم جدول دوره‌ای قرار می‌گیرد. توجه داریم که گوگرد، ششمین عنصر فراوان در سیاره‌های زمین و مشتری بوده و رتبه فراوانی این عنصر در دو سیاره زمین و مشتری مشابه هم است.

ب) شمار مول‌های آب و متانول به‌صورت زیر محاسبه می‌شوند:

$$?\,mol\ H_۲O = ۰/۳۶\ g\ H_۲O \times \frac{۱\ mol\ H_۲O}{۱۸\ g\ H_۲O} = ۰/۰۲\ mol$$

$$?\,mol\ CH_۳OH = ۰/۶۴\ g\ CH_۳OH \times \frac{۱\ mol\ CH_۳OH}{۳۲\ g\ CH_۳OH} = ۰/۰۲\ mol$$

همانطور که مشخص است، تعداد مول‌های آب و متانول در نمونه‌های گفته شده برابر است.

ج) جرم یک کامیون را با باسکول و یکای تن، جرم هندوانه را با ترازوی معمولی و یکای کیلوگرم(kg) و جرم طلا را با ترازوهای دقیق‌تر و یکای گرم می‌سنجند. ترازوهایی که برای اندازه‌گیری جرم مواد گوناگون به کار می‌رود، دقت اندازه‌گیری متفاوتی دارند. برای نمونه، دقت باسکول‌های تنی تا ۰/۰۱ تن و دقت ترازوی زرگری تا ۰/۰۱ گرم است. بر این اساس، با استفاده از باسکول چند تنی، نمی‌توان جرم یک هندوانه را اندازه‌گیری کرد، زیرا جرم هندوانه از دقت اندازه‌گیری این ترازو کمتر است.

د) در هر خانه از جدول تناوبی، نماد عنصر، عدد اتمی(تعداد پروتون‌ها) و جرم اتمی میانگین(نه عدد جرمی) مشخص شده است. چون عدد جرمی در این خانه‌ها مشخص نیست؛ لذا نمی‌توان شمار نوترون‌های اتم مربوط به آن‌ها را مشخص کرد. مجموع شمار ذره‌های داخل هسته برابر با عدد جرمی است.

۹- **جرم‌های برابر از ایزوتوپ‌های A و B در اختیار داریم. اگر در طول نیم ساعت، جرم واپاشیده شده از ایزوتوپ B، ۱/۲۵ برابر جرم واپاشیده شده از ایزوتوپ A باشد، نیم‌عمر ایزوتوپ پایدارتر برابر چند دقیقه است؟ (نیم‌عمر ایزوتوپ A، دو برابر نیم‌عمر ایزوتوپ B باشد.)**

۱) ۷/۵ ۲) ۱۵ ۳) ۶ ۴) ۱۲

پاسخ: گزینه ۲ **(سخت ـ محاسباتی ـ زمانبر ـ صفحهٔ ۶)**

جرم اولیه هریک از ایزوتوپ‌های داده شده را برابر با m گرم در نظر می‌گیریم و بر این اساس، جرم واپاشیده شده از هر ایزوتوپ را محاسبه می‌کنیم. برای محاسبه جرم واپاشیده شده از هر ایزوتوپ، باید مقدار باقیمانده از آن را از مقدار اولیه کم کنیم. در این رابطه، داریم:

جرم واپاشیده شده = جرم اولیه − جرم باقیمانده

واپاشی

اغلب هسته‌هایی که نسبت شمار نوترون‌ها (N) به پروتون‌های آن‌ها ($P = Z$) برابر یا بیش از ۱/۵ باشد، ناپایدار هستند. بر این اساس، داریم:

$$\text{در اغلب ایزوتوپ‌های ناپایدار}: \frac{N}{Z} \geq ۱/۵ \xrightarrow{\text{به دو طرف نامساوی ۱ اضافه می‌کنیم}} \frac{N}{Z} + ۱ \geq ۲/۵ \rightarrow \frac{N+Z}{Z} \geq ۲/۵ \rightarrow \frac{A}{Z} \geq ۲/۵ \quad , A = Z + N = \text{عدد جرمی}$$

با توجه به محاسبات بالا، می‌توان گفت در اغلب ایزوتوپ‌های ناپایدار، نسبت عدد جرمی به عدد اتمی برابر یا بیشتر از ۲/۵ است. البته، در برخی از ایزوتوپ‌های ناپایدار، نسبت عدد جرمی به عدد اتمی کوچک‌تر از ۲/۵ است. به‌عنوان مثال، در ساختار اتم تکنسیم ($^{۹۹}_{۴۳}Tc$)، مقدار نسبت گفته شده به تقریب برابر با ۲/۳ است، در حالی که تکنسیم از جمله عناصر رادیواکتیو بوده و نیم‌عمر بسیار کوتاهی دارد.

جرم مادهٔ باقیمانده از یک عنصر رادیواکتیو را به کمک رابطه زیر تعیین می‌کنند:

$$\text{مقدار باقی مانده} = \text{مقدار اولیه} \times \left(\frac{۱}{۲}\right)^{\frac{\Delta t}{T}}$$

در این رابطه، Δt برابر با زمان سپری شده و T برابر با نیم‌عمر عنصر مورد نظر است.

با توجه به رابطه گفته شده، جرم باقیمانده از هر ماده را پس از گذشتن ۳۰ دقیقه از ابتدای کار، محاسبه می‌کنیم. در این رابطه، داریم:

$$\text{ایزوتوپ } A: \text{مقدار باقی مانده} = \text{مقدار اولیه} \times \left(\frac{۱}{۲}\right)^{\frac{\Delta t}{T}} \Rightarrow A \text{ مقدار باقی مانده} = m \times \left(\frac{۱}{۲}\right)^{\frac{۳۰}{T_A}}$$

$$\text{جرم واپاشیده شده} = \text{جرم اولیه} - \text{جرم باقیمانده} = m - m \times \left(\frac{۱}{۲}\right)^{\frac{۳۰}{T_A}}$$

$$\text{ایزوتوپ } B: \text{مقدار باقی مانده} = \text{مقدار اولیه} \times \left(\frac{۱}{۲}\right)^{\frac{\Delta t}{T}} \Rightarrow B \text{ مقدار باقی مانده} = m \times \left(\frac{۱}{۲}\right)^{\frac{۳۰}{T_B}}$$

$$\text{جرم واپاشیده شده} = \text{جرم اولیه} - \text{جرم باقیمانده} = m - m \times \left(\frac{۱}{۲}\right)^{\frac{۳۰}{T_B}}$$

با توجه به داده‌های موجود در صورت سؤال، نیم‌عمر ایزوتوپ A، دو برابر ایزوتوپ B است، پس داریم:

$$۱/۲۵ \times A \text{ مقدار واپاشیده شده} = B \text{ مقدار واپاشیده شده} \Rightarrow ۱/۲۵ \times \left(m - m \times \left(\frac{۱}{۲}\right)^{\frac{۳۰}{T_A}}\right) = m - m \times \left(\frac{۱}{۲}\right)^{\frac{۳۰}{T_B}}$$

$$\xrightarrow{T_A = ۲ \times T_B} ۱/۲۵ \times \left(m - m \times \left(\frac{۱}{۲}\right)^{\frac{۳۰}{۲ \times T_B}}\right) = m - m \times \left(\frac{۱}{۲}\right)^{\frac{۳۰}{T_B}}$$

$$\xrightarrow{\text{ساده کردن } m} ۱/۲۵ \times \left(۱ - \left(\frac{۱}{۲}\right)^{\frac{۳۰}{۲ \times T_B}}\right) = ۱ - \left(\frac{۱}{۲}\right)^{\frac{۳۰}{T_B}}$$

$$\Longrightarrow ۰/۲۵ = \left(۱/۲۵ \times \left(\frac{۱}{۲}\right)^{\frac{۳۰}{۲ \times T_B}}\right) - \left(\frac{۱}{۲}\right)^{\frac{۳۰}{T_B}} \Longrightarrow \left(\frac{۱}{۲}\right)^{۲} = \left(\frac{۵}{۲^{۲}} \times \left(\frac{۱}{۲}\right)^{\frac{۳۰}{۲ \times T_B}}\right) - \left(\frac{۱}{۲}\right)^{\frac{۳۰}{T_B}} \Longrightarrow T_B = ۷/۵ \text{ min}$$

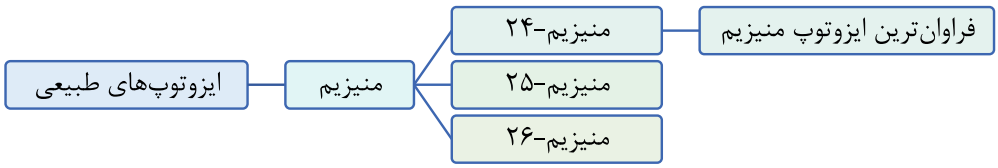
با توجه به محاسبات فوق، نیم‌عمر ایزوتوپ B برابر با ۷/۵ دقیقه است؛ پس نیم‌عمر ایزوتوپ A برابر با ۱۵ دقیقه می‌شود. چون نیم‌عمر ایزوتوپ A بیشتر است، پس می‌توان گفت این ایزوتوپ پایدارتر از ایزوتوپ دیگر است.

۱۰- کربن دارای دو ایزوتوپ با جرم‌های اتمی $۱۲amu$ و $۱۳amu$ است. با توجه به ایزوتوپ‌های کربن و ایزوتوپ‌های طبیعی منیزیم، تفاوت جرم مولی سبک‌ترین و سنگین‌ترین گونه‌های منیزیم کربنات($MgCO_۳$) ساخته شده از این ایزوتوپ‌ها برابر با چند گرم بر مول می‌شود؟ (فرض کنید که اکسیژن، فقط یک نوع ایزوتوپ طبیعی دارد.)

۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۴ ۴) ۵

پاسخ: گزینه ۲ (آسان ـ محاسباتی ـ استاندارد ـ صفحهٔ ۱۵)

نمودارهای زیر، ایزوتوپ‌های موجود در یک نمونهٔ طبیعی از منیزیم را نشان می‌دهد:



در سبک‌ترین ترکیب ساخته شده از این ایزوتوپ‌ها، اتم‌های ^{۲۴}Mg و ^{۱۲}C به کار رفته و در سنگین‌ترین ترکیب ساخته شده از این ایزوتوپ‌ها نیز اتم‌های ^{۲۶}Mg و ^{۱۳}C به کار رفته است. بر این اساس، داریم:

جرم مولی سبک‌ترین ترکیب $= ۲۴ + ۱۲ + (۳ \times \text{جرم اکسیژن}) = ۳۶ + ۳x\ g.mol^{-۱}$

جرم مولی سنگین‌ترین ترکیب $= ۲۶ + ۱۳ + (۳ \times \text{جرم اکسیژن}) = ۳۹ + ۳x\ g.mol^{-۱}$

تفاوت جرم مولی خواسته شده $= (۳۹ + ۳x) - (۳۶ + ۳x) = ۳g.mol^{-۱}$

توجه داریم که در نمونه مورد نظر، ۴ نوع منیزیم کربنات با جرم مولی متفاوت را می‌توان متصور شد.

۱۱- شمار عناصر موجود در گروهی از جدول دوره‌ای که بیشترین تعداد عنصر را در ساختار خود جا داده است، چند برابر شمار عناصری از تناوب سوم است که نماد تک‌حرفی دارند؟

۱) ۱۶ ۲) ۸ ۳) ۱۴ ۴) ۷

پاسخ: گزینه ۱ (آسان ـ مفهومی ـ استاندارد ـ صفحهٔ ۱۱)

شمار عناصر موجود در تناوب‌های مختلف جدول دوره‌ای به شرح زیر است:

شماره تناوب	تعداد عناصر	دسته‌های عناصر	گاز نجیب موجود در انتهای تناوب	عدد اتمی گاز نجیب
۱	۲	s	هلیم	۲
۲	۸	$s - p$	نئون	۱۰
۳	۸	$s - p$	آرگون	۱۸
۴	۱۸	$s - p - d$	کریپتون	۳۶
۵	۱۸	$s - p - d$	زنون	۵۴
۶	۳۲	$s - p - d - f$	رادون	۸۶
۷	۳۲	$s - p - d - f$	اوگانسون	۱۱۸

در رابطه با گروه‌های مختلف جدول دوره‌ای نیز داریم:

شماره گروه	۱۸	۱۳ تا ۱۷	۴ تا ۱۲	۳	۲	۱
تعداد عنصر	۷	۶	۴	۳۲	۶	۷

گروه سوم جدول دوره‌ای، دارای ۴ عنصر اصلی است اما توجه داریم که ۲۸ عنصر دیگر(عناصر دسته f که در زیر جدول دوره‌ای قرار می‌گیرند.) نیز در خانه‌های پشتی این گروه قرار گرفته و بر این اساس، می‌توان گفت گروه شماره ۳ جدول دوره‌ای دارای ۳۲ عنصر در ساختار خود است. در ساختار تناوب سوم نیز ۲ عنصر گوگرد و فسفر، دارای نماد تک‌حرفی هستند.

عناصر یک‌حرفی

تعداد عنصرها با نماد شیمیایی یک حرفی در تناوب دوم و سوم به ترتیب ۵ و ۲ است. بنابراین تعداد این عنصرها در تناوب دوم ۲/۵ برابر تناوب سوم است. این عناصر، به شرح نمودار زیر هستند:

۱۲- کدام‌یک از عبارت‌های زیر نادرست است؟

۱) هرچه طول موج یک پرتو کم‌تر باشد، زاویهٔ انحراف آن پس از عبور از منشور، بیشتر خواهد بود.

۲) نور خورشید، به رنگ سفید دیده شده و فقط شامل پرتوهایی با طول موج ۴۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر می‌شود.

۳) رنگ زرد، از جمله رنگ‌های سازنده رنگین‌کمان بوده و در مقایسه با پرتوهای سبز، طول موج بلندتری دارد.

۴) امواج الکترومغناطیسی، با خود انرژی حمل کرده و طول موج برخی از انواع آن‌ها می‌تواند بیشتر از یک متر هم باشد.

پاسخ: گزینه ۲ (متوسط ـ مفهومی و حفظی ـ سریع ـ صفحهٔ ۲۰)

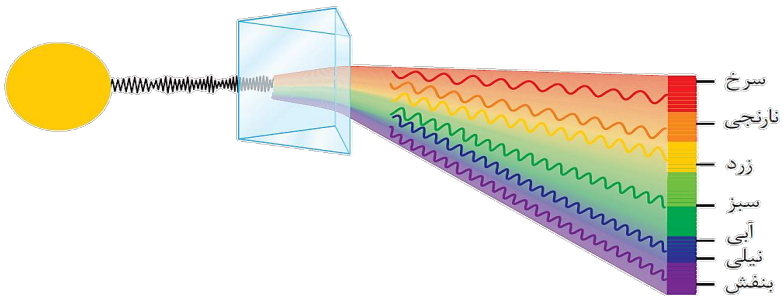
نور خورشید، اگرچه سفید به نظر می‌رسد اما با عبور از یک منشور و یا قطره‌های آب موجود در هوا، تجزیه شده و گستره‌ای پیوسته از رنگ‌ها را ایجاد می‌کند. این گستره رنگی، شامل بی‌نهایت طول موج از رنگ‌های گوناگون شامل بنفش تا قرمز می‌شود. بررسی‌ها نشان می‌دهد که نور خورشید، شامل گستره بسیار بزرگ‌تری از پرتوها است. پرتوهایی که از نوع پرتوهای الکترومغناطیسی بوده و با خود انرژی حمل می‌کنند؛ به‌طوری‌که هر چه طول موج این پرتوها کوتاه‌تر باشد، انرژی بیشتری با خود حمل می‌کنند. نمودار زیر، انواع امواج مرئی را در مقایسه با یکدیگر نشان می‌دهد:

بیشترین سطح انرژی ← بنفش ← نیلی ← آبی ← سبز ← زرد ← نارنجی ← قرمز ← کم‌ترین سطح انرژی

امواج فروسرخ و فرابنفش، از جمله سایر امواج موجود در نور خورشید هستند که با چشم انسان دیده نمی‌شوند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) پرتوهای مرئی نور، در هنگام عبور از منشور دچار شکست می‌شوند. هرچه انرژی یک پرتو بیشتر باشد، میزان انحراف آن در منشور نیز بیشتر خواهد بود. به عبارت دیگر، میزان انحراف پرتوها در منشور، با انرژی آن‌ها رابطه مستقیم دارد. مطابق شکل زیر با کاهش طول موج(افزایش انرژی) پرتوها، زاویهٔ انحراف آن‌ها پس از عبور از منشور، افزایش پیدا می‌کند.



۳) رنگ زرد، از جمله رنگ‌های سازنده رنگین‌کمان بوده و در مقایسه با پرتوهای سبز رنگ، طول موج بلندتر و انرژی کمتری دارد. توجه داریم که رنگین‌کمان، بر اثر تجزیه نور خورشید با استفاده از قطرات آب موجود در هوای مرطوب ایجاد می‌شود.

۴) به فاصله دو قله متوالی در امواج الکترومغناطیسی، طول موج گفته می‌شود. برخی از امواج الکترومغناطیسی از جمله امواج رادیویی، دارای طول موج‌های بلند در حد چند متر هستند. در رابطه با امواج الکترومغناطیسی، مقایسه‌های زیر را به خاطر بسپارید:

پرتوهای گاما > پرتوهای ایکس > پرتوهای فرابنفش > پرتوهای فروسرخ > ریزموج‌ها > امواج رادیویی : انرژی

پرتوهای گاما < پرتوهای ایکس < پرتوهای فرابنفش < پرتوهای فروسرخ < ریزموج‌ها < امواج رادیویی : طول موج

۱۳- جرم هر مولکول نیتروژن مونوکسید، تقریباً برابر با چند گرم بوده و شمار نوترون‌های موجود در ساختار این مولکول، چند برابر شمار نوترون‌ها در یون $^{۲۸}X^{۳+}$ است؟ (در یون $^{۲۸}X^{۳+}$، تفاوت شمار الکترون‌ها و نوترون‌ها برابر با ۵ عدد است. $^{۱۶}_{۸}O$ و $^{۱۴}_{۷}N$)

۱) $۲ - ۳ \times ۱۰^{-۲۳}$ ۲) $۱ - ۵ \times ۱۰^{-۲۳}$ ۳) $۱ - ۳ \times ۱۰^{-۲۳}$ ۴) $۲ - ۵ \times ۱۰^{-۲۳}$

پاسخ: گزینه ۲ **(متوسط ـ محاسباتی ـ استاندارد ـ صفحهٔ ۱۹)**

برای حل این سؤال، باید مراحل زیر را طی کنیم:

۱) باید جرم مولکول نیتروژن مونوکسید را در مقیاس amu محاسبه کنیم

۲) جرم مولکول را به گرم تبدیل کنیم

۳) شمار نوترون‌های موجود در مولکول نیتروژن مونوکسید را به‌دست بیاوریم

۴) شمار نوترون‌های موجود در یون مورد نظر را پیدا می‌کنیم.

جرم هر مولکول، برابر با مجموع جرم اتم‌های سازنده آن است. مولکول نیتروژن مونوکسید، از اتصال یک اتم نیتروژن به یک اتم اکسیژن به‌دست آمده و فرمول شیمیایی آن به‌صورت NO است. جرم هر اتم نیتروژن برابر با ۱۴ و جرم هر اتم اکسیژن نیز با توجه به عدد جرمی آن، برابر با ۱۶ واحد amu است. بر این اساس، داریم:

$$\text{جرم مولکول } NO = \text{جرم اتم } O + \text{جرم اتم } N = ۱۶ + ۱۴ = ۳۰\ amu$$

یکاهای اندازه‌گیری جرم

گرم، رایج‌ترین یکای اندازه‌گیری جرم در آزمایشگاه شناخته می‌شود؛ این در حالی است که یکای جرم اتمی(amu یا همان u)، یکای بسیار کوچکی برای جرم به شمار می‌آید و کار با آن در آزمایشگاه و در عمل، ناممکن است. هر واحد از یکای جرم اتمی، معادل با $۱/۶۶ \times ۱۰^{-۲۴}$ گرم می‌شود، پس می‌توان گفت هر گرم، معادل با $۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳}$ برابر یکای جرم اتمی است.

می‌دانیم که هر amu معادل با $۱/۶۶ \times ۱۰^{-۲۴}$ گرم و یا $۱/۶۶ \times ۱۰^{-۲۷}$ کیلوگرم است. بر این اساس، می‌توان گفت جرم هر مولکول نیتروژن مونوکسید تقریباً برابر با ۵×۱۰^{-۲۳} گرم خواهد بود. در این رابطه، داریم:

$$\text{جرم هر مولکول } NO = ۳۰\ amu \times \frac{۱/۶۶ \times ۱۰^{-۲۴}\ g}{۱\ amu} \simeq ۵ \times ۱۰^{-۲۳}\ g$$

هر اتم نیتروژن و اکسیژن، به ترتیب در ساختار خود دارای ۷ و ۸ نوترون است. بر این اساس، در ساختار مولکول NO مجموعاً ۱۵ نوترون وجود دارد. با داشتن عدد جرمی(A) و تفاوت شمار الکترون‌ها و نوترون‌ها، می‌توانیم عدد اتمی عنصر X را به‌دست بیاوریم. اگر تعداد پروتون‌ها در این گونه برابر با Z باشد، به علت سه بار مثبت بودن کاتیون حاصل از عنصر X، تعداد الکترون‌ها برابر با $Z - ۳$ خواهد بود:

$$\begin{cases} n + Z = ۲۸ \\ n - (Z - ۳) = ۵ \end{cases} \Longrightarrow ۲n = ۳۰ \Longrightarrow n = ۱۵ \text{ و } Z = ۱۳$$

با توجه به محاسبات بالا، عدد اتمی عنصر مورد نظر برابر با ۱۳ بوده و هر اتم از این عنصر دارای ۱۵ نوترون است. این مقدار، با شمار نوترون‌ها در ساختار مولکول نیتروژن مونوکسید برابر است.

۱۴- با توجه به اطلاعات جدول زیر، جرم مولکولی میانگین ترکیب $CBr_۴$ بر حسب amu کدام است؟ (جرم اتمی هر ایزوتوپ را با عدد جرمی آن معادل در نظر بگیرید.)

ایزوتوپ	^{۱۱}C	^{۱۲}C	^{۷۹}Br	^{۸۱}Br
درصد فراوانی	۲۰	۸۰	۵۱	۴۹

۱) ۳۳۶/۸۸ ۲) ۳۳۵/۷۲ ۳) ۳۳۲/۸۸ ۴) ۳۳۱/۷۲

پاسخ: گزینه ۴ (متوسط ـ محاسباتی ـ استاندارد ـ صفحهٔ ۱۵)

برای محاسبه جرم یک مولکول بر حسب مقیاس amu، باید جرم اتمی میانگین اتم‌های سازنده آن مولکول را با هم جمع کنیم. ابتدا جرم اتمی میانگین برم و کربن را حساب می‌کنیم:

$$\text{جرم اتمی میانگین برم} = \frac{(۷۹ \times ۵۱) + (۸۱ \times ۴۹)}{۱۰۰} = \frac{۴۰۲۹ + ۳۹۶۹}{۱۰۰} = ۷۹/۹۸\ amu$$

$$\text{جرم اتمی میانگین کربن} = \frac{(۱۱ \times ۲۰) + (۱۲ \times ۸۰)}{۱۰۰} = \frac{۲۲۰ + ۹۶۰}{۱۰۰} = ۱۱/۸\ amu$$

در نهایت جرم مولکولی میانگین $CBr_۴$ را به‌دست می‌آوریم:

$$\text{جرم مولکولی میانگین } CBr_۴ = \text{جرم اتمی میانگین کربن} + \left(\text{جرم اتمی میانگین برم} \times ۴\right) = ۱۱/۸ + \underbrace{(۴ \times ۷۹/۹۸)}_{۳۱۹/۹۲}$$

$$= ۳۳۱/۷۲\ amu$$

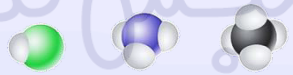
با توجه به محاسبات بالا، جرم اتمی میانگین $CBr_۴$ برابر با ۳۳۱/۷۲ واحد می‌شود.

اتم‌ها و مولکول‌ها

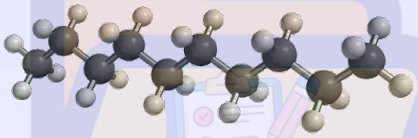
خواص شیمیایی هر اتم، وابسته به تعداد الکترون‌ها و پروتون‌ها در آن است. در یک اتم خنثی، تعداد این دو ذره با هم برابر است. هر عنصر، مجموعه‌ای از اتم‌ها است که تعداد برابری پروتون در هسته خود داشته و خواص شیمیایی مشابهی دارند. هر عنصر با یک نماد شیمیایی مشخص می‌شود که عدد اتمی و عدد جرمی آن عنصر در کنار این نماد شیمیایی نشان داده می‌شوند. برای مثال، نماد شیمیایی فلز آهن به‌صورت زیر است:

$$^{۵۶}_{۲۶}Fe$$

با اتصال چند اتم به یکدیگر، مولکول‌ها تشکیل می‌شوند. برای مثال، تصویر زیر ساختار مولکول‌های متان و آمونیاک و هیدروژن کلرید را نشان می‌دهد:



برخی از مولکول‌ها، ساختار بزرگ‌تری داشته و از اتصال تعداد بیشتری از اتم به یکدیگر تشکیل شده‌اند. برای مثال، ساختار مولکول دکان با فرمول شیمیایی $C_{۱۰}H_{۲۲}$، به‌صورت زیر است:



۱۵- کدام موارد از عبارت‌های زیر در رابطه با عنصر کلر درست است؟ ($Cl = ۳۵/۵\ , Ar = ۴۰ : g.mol^{-۱}$)

الف ـ این عنصر، با سایر عناصر هم‌گروه خود خواص فیزیکی یکسانی دارد.

ب ـ جرم ۰/۲ مول از اتم‌های این عنصر، کمتر از جرم ۰/۲ مول اتم آرگون است.

ج ـ هر اتم آن، در واکنش‌های شیمیایی یک الکترون از دست داده و یون Cl^- را ایجاد می‌کند.

د ـ در همه ایزوتوپ‌های طبیعی این عنصر، شمار نوترون‌های موجود در هسته بیشتر از شمار پروتون‌ها است.

۱) «الف» و «ب» ۲) «ب» و «د» ۳) «الف» و «ج» ۴) «ج» و «د»

پاسخ: گزینه ۲ (متوسط ـ مفهومی و محاسباتی ـ سریع ـ صفحهٔ ۱۹)

عبارت‌های (ب) و (د) درست هستند.

بررسی موارد:

الف) کلر، با عنصر فلوئور، برم و ید در یک گروه مشابه قرار دارد. عناصر هم‌گروه، خواص شیمیایی مشابهی دارند اما خواص فیزیکی آن‌ها الزاماً یکسان نیست. برای مثال، حالت فیزیکی عناصر در دمای اتاق از جمله خواص فیزیکی آن‌ها است. کلر در دمای اتاق به حالت گاز است در حالی که برم و ید به ترتیب حالت فیزیکی مایع و جامد دارند.

نمودار زیر، انواع خواص فیزیکی و شیمیایی عناصر را نشان می‌دهد:

- عناصر جدول دوره‌ای
  - خواص فیزیکی
    - جلا — سطح عناصر مختلف در حالت جامد یا درخشان(صیقلی) یا کدر است
    - حالت فیزیکی در دمای اتاق — عناصر به یکی از سه حالت جامد، مایع و یا گاز یافت می‌شوند
    - چکش‌خواری — عناصر درحالت جامد یا چکش‌خوار هستند یا بر اثر ضربه خرد می‌شوند
    - رسانایی الکتریکی و گرمایی — عناصر یا رسانای جریان برق و گرما هستند یا جریان برق و گرما را عبور نمی‌دهند
    - سختی و استحکام — میزان سختی عناصر مختلف در حالت جامد متفاوت از یکدیگر است
  - خواص شیمیایی
    - مبادله الکترون — عناصر در واکنش‌ها یا الکترون از دست می‌دهند یا الکترون به‌دست می‌آورند یا الکترون به اشتراک می‌گذارند.
    - واکنش‌پذیری — واکنش‌پذیری عناصر مختلف، متفاوت از یکدیگر است.

ب) چون جرم مولی کلر کمتر از جرم مولی آرگون است، جرم هر مقدار مول از اتم‌های کلر، قطعاً کمتر از جرم همان مقدار مول از اتم‌های آرگون خواهد بود.

ج) کلر، متعلق به گروه شماره ۱۷ جدول تناوبی است. عناصر موجود در این گروه، به‌طور کلی به هالوژن‌ها معروف هستند. این عناصر نافلزی واکنش‌پذیری بالایی داشته و در واکنش با عناصر فلزی، یک الکترون به‌دست آورده و یون‌هایی با نماد X^- تشکیل می‌دهند. توجه داریم که این عناصر، در واکنش‌های شیمیایی الکترون به‌دست آورده و الکترون از دست نمی‌دهند.

د) یک نمونه از گاز کلر، شامل دو ایزوتوپ طبیعی $^{35}_{17}Cl$ و $^{37}_{17}Cl$ می‌شود که هرکدام از آن‌ها دارای ۱۷ پروتون در هسته خود هستند. در هسته ایزوتوپ $^{35}_{17}Cl$، ۱۸ نوترون و در هسته ایزوتوپ $^{37}_{17}Cl$ نیز ۲۰ نوترون وجود دارد. بر این اساس، می‌توان گفت در همه ایزوتوپ‌های طبیعی عنصر کلر، شمار نوترون‌های موجود در هسته بیشتر از شمار پروتون‌ها است.

۱- چه تعداد از عبارت‌های زیر، درست هستند؟

الف ـ تناوب هفتم جدول دوره‌ای، در ساختار خود ۳۲ عنصر جای داده و به عنصری با عدد اتمی ۱۱۸ ختم می‌شود.

ب ـ هلیم، دارای یک لایه پر از الکترون بوده و همانند گاز آرگون، تمایل به انجام واکنش‌های شیمیایی ندارد.

ج ـ در ۹ مورد از عناصر موجود در تناوب چهارم، بیرونی‌ترین زیرلایهٔ الکترونی کاملاً پر از الکترون است.

د ـ از بین زیرلایه‌های الکترونی که $n + l = ۶$ دارند، زیرلایه $۵p$ دارای کمترین سطح انرژی است.

هـ ـ بیرونی‌ترین زیرلایه الکترونی در برخی از یون‌ها، برخلاف اتم‌های خنثی، می‌تواند زیرلایه d باشد.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

پاسخ: گزینه ۳ (سخت ـ مفهومی ـ زمانبر ـ صفحهٔ ۳۱ ـ ۱۰۰۱)

عبارت‌های (الف)، (ب) و (هـ) درست هستند.

بررسی موارد:

الف) تناوب هفتم جدول دوره‌ای، در ساختار خود ۳۲ عنصر جای داده و به عنصری با عدد اتمی ۱۱۸ ختم می‌شود. این عنصر، معادل با یک گاز نجیب بوده و در گروه ۱۸ قرار می‌گیرد. در واقع عدد اتمی عناصر موجود در تناوب هفتم، در بازه بین ۸۷ تا ۱۱۸ قرار می‌گیرد. عدد اتمی گازهای نجیب موجود در انتهای تناوب‌های مختلف به شرح نمودار زیر است:

شماره تناوب	عدد اتمی	گاز نجیب
۱	۲	هلیم
۲	۱۰	نئون
۳	۱۸	آرگون
۴	۳۶	کریپتون
۵	۵۴	زنون
۶	۸۶	رادون
۷	۱۱۸	اوگانسون

ب) هلیم، دارای یک لایه پر از الکترون با $n = ۱$ بوده و چون با گاز آرگون در یک گروه مشابه(گروه ۱۸ جدول دوره‌ای) قرار گرفته است، پس می‌توان گفت این عنصر نیز همانند گاز آرگون، تمایل به انجام واکنش شیمیایی ندارد. توجه داریم که تمایل کم عناصر گروه ۱۸ به انجام واکنش‌های شیمیایی، به‌خاطر پر بودن لایه ظرفیت اتم‌های سازنده این عناصر است.

ج) در ۱۰ مورد از عناصر موجود در تناوب چهارم جدول دوره‌ای، بیرونی‌ترین زیرلایهٔ الکترونی کاملاً پر از الکترون است. این عناصر شامل کلسیم، اسکاندیم، تیتانیم، وانادیم، منگنز، آهن، کبالت، نیکل، روی و کریپتون می‌شوند. بیرونی‌ترین زیرلایه الکترونی در همهٔ این عناصر به‌جز کریپتون، زیرلایه $۴s$ است و بیرونی‌ترین زیرلایهٔ الکترونی در کریپتون نیز زیرلایه $۴p$ است.

د) از بین زیرلایه‌هایی که $n + l = ۶$ دارند(زیرلایه‌های $۴d$، $۵p$ و $۶s$)، زیرلایه‌ای که دارای کوچک‌ترین عدد کوانتومی اصلی است (زیرلایه $۴d$) دارای کمترین سطح انرژی خواهد بود.

قاعدهٔ آفبا

قاعدهٔ آفبا ترتیب پر شدن زیرلایه‌ها را در اتم‌های گوناگون نشان می‌دهد. مطابق این قاعده، هنگام افزودن الکترون به زیرلایه‌ها، نخست زیرلایه‌های نزدیک‌تر به هسته پر می‌شوند که دارای انرژی کمتری هستند. به بیان کوانتومی، نخست زیرلایه‌هایی پر می‌شوند که مجموع $n + l$ کوچک‌تری داشته باشند. در چنین شرایطی، اگر مقدار مجموع $n + l$ برای چند زیرلایه یکسان باشد، لایه‌ای زودتر از الکترون پر می‌شود که عدد کوانتومی اصلی کوچک‌تری داشته باشد. به‌عنوان مثال، از میان زیرلایه‌هایی که $n + l$ برای آن‌ها برابر ۶ است، زیرلایهٔ $۴d$ زودتر از سایر زیرلایه‌ها از الکترون پر می‌شود. قاعدهٔ آفبا، آرایش الکترونی اتم اغلب عنصرها را پیش‌بینی می‌کند؛ اما برای اتم برخی عنصرهای جدول دوره‌ای مثل کروم و مس، نارسایی دارد. امروزه به کمک روش‌های طیف سنجی پیشرفته، آرایش الکترونی چنین اتم‌هایی را با دقت تعیین می‌کنند. در واقع، روش طیف‌سنجی می‌تواند آرایش الکترونی دقیق همه عناصر از جمله کروم و نیکل را به‌دست بیاورد. آرایش الکترونی دقیق کروم و مس که با استفاده از روش‌های طیف‌سنجی به‌دست آمده، به‌صورت زیر است:

$_{۲۴}Cr : [_{۱۸}Ar]\ ۳d^{۵}\ ۴s^{۱}$ $\qquad$ $_{۲۹}Cu : [_{۱۸}Ar]\ ۳d^{۱۰}\ ۴s^{۱}$

همانطور که مشخص است، در آرایش الکترونی این اتم‌ها یک الکترون از زیرلایه $۴s$ به زیرلایه $۳d$ منتقل شده است؛ پس این اتم‌ها از قاعدهٔ آفبا پیروی نمی‌کنند.

هـ) بیرونی‌ترین زیرلایه الکترونی در برخی از یون‌های حاصل از عناصر دسته p و d جدول تناوبی، می‌تواند زیرلایه d باشد؛ در حالی که بیرونی‌ترین زیرلایه الکترونی در اتم‌های خنثی تمام عناصر، یکی از زیرلایه‌های s یا p است. به‌عنوان مثال، آرایش الکترونی یون‌های $_{۳۱}Ga^{۳+}$ که از عناصر دسته p حاصل می‌شود و $_{۲۹}Cu^{۲+}$ که از عناصر دسته d حاصل می‌شود، به زیرلایه $۳d$ ختم می‌شود. آرایش الکترونی یون مس و یون گالیم به‌صورت زیر است:

$_{۲۹}Cu^{۲+}: ۱s^{۲}\ ۲s^{۲}\ ۲p^{۶}\ ۳s^{۲}\ ۳p^{۶}\ ۳d^{۹}$
$_{۳۱}Ga^{۳+}: ۱s^{۲}\ ۲s^{۲}\ ۲p^{۶}\ ۳s^{۲}\ ۳p^{۶}\ ۳d^{۱۰}$

توجه داریم که آرایش الکترونی هیچ اتم خنثایی نمی‌تواند به زیرلایه d ختم شود.

۲- شمار اتم‌های هیدروژن موجود در یک نمونه ۶۷/۵ لیتری از بخار آب با چگالی $۱/۶g.L^{-۱}$، با شمار پیوندهای اشتراکی موجود در ساختار چند گرم گاز متان برابر خواهد بود؟ ($H = ۱$ و $C = ۱۲$ و $O = ۱۶$: $g.mol^{-۱}$)

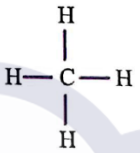
۱) ۳۲ $\qquad$ ۲) ۸۰ $\qquad$ ۳) ۴۸ $\qquad$ ۴) ۶۴

پاسخ: گزینه ۳ $\qquad$ **(آسان ـ محاسباتی ـ سریع ـ صفحهٔ ۴۰ ـ ۱۰۰۱)**

همانطور که میدانیم، هر مول بخار آب$(H_۲O)$ دارای ۲ مول اتم هیدروژن در ساختار خود است. بنابراین ابتدا شمار مول اتم‌های هیدروژن در نمونه بخار آب را محاسبه می‌کنیم. بر این اساس، داریم:

$$?\,mol\ H = ۶۷/۵\ L\ H_۲O \times \frac{۱/۶\ g\ H_۲O}{۱\ L\ H_۲O} \times \frac{۱\ mol\ H_۲O}{۱۸\ g\ H_۲O} \times \frac{۲\ mol\ H}{۱\ mol\ H_۲O} = ۱۲\ mol$$

با توجه به محاسبات انجام شده، نمونه بخار آب مورد نظر دارای ۱۲ مول اتم هیدروژن است. حال باید ببینیم در چند گرم گاز متان، ۱۲ مول پیوند اشتراکی دیده می‌شود. ساختار لوویس گاز متان به‌صورت زیر است و در هر مول از این گاز، ۴ مول پیوند اشتراکی وجود دارد:



با توجه به توضیحات داده شده، داریم:

$$?\,g\ CH_۴ = ۱۲\ mol\ \text{پیوند} \times \frac{۱\ mol\ CH_۴}{۴\ mol\ \text{پیوند}} \times \frac{۱۶\ g\ CH_۴}{۱\ mol\ CH_۴} = ۴۸\ g$$

توجه داریم که متان با فرمول مولکولی $CH_۴$، ساده‌ترین عضو از خانواده آلکان‌ها به شمار می‌رود. این گاز از مولکول‌های ناقطبی تشکیل شده و بخش عمده‌ای از گاز شهری را نیز تشکیل می‌دهد. متان برای اولین بار از سطح برخی از مرداب‌ها جمع‌آوری شده و به همین خاطر، به گاز مرداب نیز مشهور است.

۳- در آرایش الکترونی عنصر X، تفاوت شمار الکترون‌های موجود در لایه دوم و سوم، برابر با ۶ عدد است. کدام‌یک از عناصر زیر، می‌تواند با عنصر X در یک گروه مشابه از جدول دوره‌ای قرار بگیرد؟

۱) $_{۸۲}Pb$ ۲) $_{۵۵}Cs$ ۳) $_{۴۷}Ag$ ۴) $_{۷۶}Os$

پاسخ: گزینه ۴ **(متوسط ـ مفهومی ـ استاندارد ـ صفحهٔ ۳۱ ـ ۱۰۰۱)**

در عناصر اکسیژن(عدد اتمی ۸)، منیزیم(عدد اتمی ۱۲) و آهن(عدد اتمی ۲۶)، تفاوت شمار الکترون‌های موجود در لایه دوم و سوم برابر با ۶ عدد است. آرایش الکترونی عنصر اکسیژن، به‌صورت زیر است:

$$_۸O : ۱s^۲۲s^۲۲p^۴$$

در این عنصر، ۶ الکترون در لایه دوم و صفر الکترون در لایه سوم قرار دارد. آرایش الکترونی منیزیم به‌صورت زیر است:

$$_{۱۲}Mg : ۱s^۲۲s^۲۲p^۶۳s^۲$$

در این عنصر، ۸ الکترون در لایه دوم و ۲ الکترون در لایه سوم قرار دارد. آرایش الکترونی آهن به‌صورت زیر است:

$$_{۲۶}Fe : ۱s^۲۲s^۲۲p^۶۳s^۲۳p^۶۳d^۶۴s^۲$$

در این عنصر، ۸ الکترون در لایه دوم و ۱۴ الکترون در لایه سوم قرار دارد. این سه عنصر، به‌ترتیب در گروه‌های شماره ۱۶، ۲ و ۸ جدول دوره‌ای قرار گرفته‌اند. از میان عناصر داده شده، عنصر $_{۷۶}Os$ متعلق به گروه شماره ۸ بوده و با آهن هم‌گروه است. این در حالی است که عناصر $_{۸۲}Pb$، $_{۵۵}Cs$ و $_{۴۷}Ag$، به‌ترتیب متعلق به گروه‌های شماره ۱۴، ۱ و ۱۱ جدول دوره‌ای هستند.

۴- کدام موارد از عبارت‌های زیر درست هستند؟

الف ـ شعله زرد حاصل از سوختن شمع در مقایسه با شعله آبی حاصل از سوختن کامل گاز شهری دمای بالاتری دارد.

ب ـ انحراف رنگ نور گسیل شده از شعله $CuCl_2$ در منشور، بیشتر از رنگ نور گسیل شده از شعله سدیم است.

ج ـ اگر نور قرمز نشر شده از شعله لیتیم را از یک منشور عبور دهیم، یک طیف با ۴ خط رنگی ایجاد می‌شود.

د ـ نور لامپ‌هایی که در طول شب، خیابان‌ها را روشن می‌کنند، به دلیل وجود سدیم مذاب در آن‌ها است.

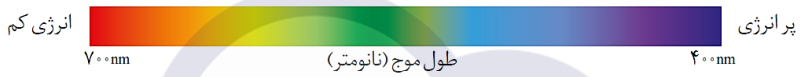
۱) «الف» و «ب» ۲) «ب» و «ج» ۳) «ج» و «د» ۴) «الف» و «د»

پاسخ: گزینه ۲ **(متوسط ـ مفهومی و حفظی ـ سریع ـ صفحهٔ ۲۳ ـ ۱۰۰۱)**

عبارت‌های (ب) و (ج) درست هستند.

بررسی موارد:

الف) دمای یک شعله با انرژی پرتوهای الکترومغناطیسی گسیل شده از آن شعله رابطه مستقیم دارد. تصویر زیر، انرژی پرتوهای الکترومغناطیسی مرئی مختلف را در مقایسه با یکدیگر نشان می‌دهد:



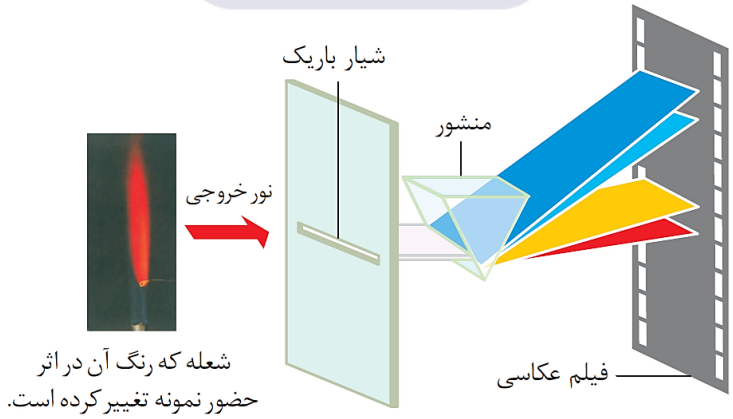
چون انرژی پرتوهای زرد در مقایسه با پرتوهای آبی رنگ کمتر است، می‌توان گفت شعله زرد حاصل از سوختن شمع در مقایسه با شعله آبی‌رنگ حاصل از سوختن کامل گاز شهری دمای پایین‌تری دارد. با همین استدلال، می‌توان گفت دمای سطحی ستاره‌های قرمز رنگ کمتر از دمای سطحی ستاره‌های زرد رنگ و دمای سطحی ستاره‌های زرد رنگ نیز کمتر از دمای سطحی ستاره‌های آبی‌رنگ است.

ب) از روی تغییر رنگ شعله می‌توان به وجود عناصر فلزی در یک ماده پی برد. رنگ شعله فلز مس و محلول‌های حاصل از یون‌های Cu^{2+} سبز بوده و رنگ شعله سدیم و محلول‌های حاصل از آن زرد است. شکل زیر ترتیب پرتوهای رنگی را در ناحیه مرئی امواج الکترومغناطیس بر حسب انرژی نمایش می‌دهد:

انرژی بیشتر ← بنفش ← نیلی ← آبی ← سبز ← زرد ← نارنجی ← قرمز ← انرژی کمتر

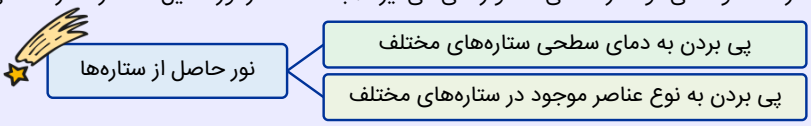
همانطور که مشخص است، انرژی پرتو سبز از زرد بیشتر است. هرچه انرژی یک پرتو بیشتر باشد، انحراف آن در منشور بیشتر بوده و طول موج آن کمتر است.

ج) اگر نور نشر شده از شعله لیتیم و یا هر ترکیب حاوی اتم فلزی دیگری را از یک منشور عبور دهیم، طیف نشری آن عنصر فلزی تشکیل می‌شود. توجه داریم که طیف نشری لیتیم دارای ۴ خط رنگی خواهد بود. تصویر زیر، نمایی از این فرایند را نشان می‌دهد:



نور حاصل از ستاره‌ها

دانشمندان با دستگاهی به نام طیف‌سنج، می‌توانند از پرتوهای گسیل شده از مواد گوناگون، اطلاعات ارزشمندی دربارهٔ آن‌ها به دست آورند. درون ستاره‌های مختلف، همانند خورشید، در دماهای بسیار بالا واکنش‌های هسته‌ای رخ می‌دهد. واکنش‌هایی که در آن‌ها از عنصرهای سبک‌تر، عنصرهای سنگین‌تر پدید می‌آیند. در این فرایند ستاره‌ها متولد می‌شوند، رشد می‌کنند و زمانی می‌میرند. با استفاده از نور گسیل شده از ستاره‌ها، می‌توان اطلاعات زیر را دریافت کرد:



برای پی‌بردن به نوع عناصر موجود در یک ستاره، نور حاصل از آن ستاره را از یک منشور عبور داده و طیف نشری-خطی ایجاد شده را به‌طور دقیق بررسی می‌کنند. هر عنصری که در ستاره مورد نظر وجود داشته باشد، خط‌های مربوط به طیف آن در طیف نشری-خطی ایجاد شده وجود خواهد داشت. برای پی‌بردن به دمای سطحی ستاره‌ها نیز از رنگ نور گسیل شده از آن‌ها استفاده می‌شود. هرچقدر که پرتوهای نوری گسیل شده از ستارهٔ مورد نظر انرژی بیشتر و طول موج کوتاه‌تری داشته باشد، آن ستاره دمای سطحی بالاتری خواهد داشت.

نور زرد لامپ‌هایی که شب هنگام، آزادراه‌ها، بزرگراه‌ها و خیابان‌ها را روشن می‌سازد، به دلیل وجود بخار سدیم در این لامپ‌ها است. در واقع، الکترون موجود در اتم‌های سدیم، در حضور ولتاژ بالا برانگیخته شده و به هنگام بازگشت به لایه‌های پایین‌تر، نور زرد رنگ از خود گسیل می‌کند. این نور زرد، مشابه به رنگ شعله فلز سدیم است. جدول زیر، رنگ شعله برخی از عناصر فلزی را نشان می‌دهد:

فلز	لیتیم	سدیم	مس	منیزیم	آهن
رنگ شعله	قرمز	زرد	سبز	سفید	نارنجی

۵- کدام‌یک از عبارت‌های داده شده، نادرست است؟

۱) در اتم Cr، نسبت شمار الکترون‌های دارای $l = ۰$ به تعداد الکترون‌های موجود در لایه سوم تقریباً برابر ۰/۵۴ است.

۲) سدیم، منیزیم و آلومینیم، فلزهای متوالی از تناوب سوم بوده و انرژی لایه سوم الکترونی در آن‌ها متفاوت از هم است.

۳) مجموع مقدار $n + l$ برای الکترون‌های موجود در لایه ظرفیت اتم $_{۲۲}Ti$ برابر با عدد اتمی سومین گاز نجیب است.

۴) عنصر فلزی که آرایش الکترونی اتم آن به زیرلایه $۴p^۱$ ختم می‌شود، فقط یون پایداری با بار ۱+ تولید می‌کند.

پاسخ: گزینه ۴ (متوسط ـ مفهومی ـ استاندارد ـ صفحهٔ ۳۷ ـ ۱۰۰۱)

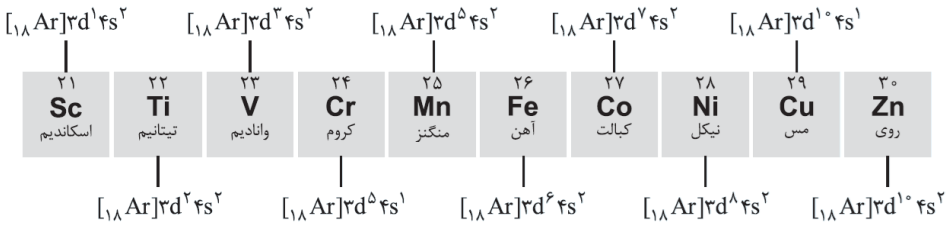
گالیم، عنصر فلزی است که آرایش الکترونی آن به زیرلایه $۴p^۱$ ختم می‌شود. عدد اتمی این عنصر برابر با ۳۱ بوده و آرایش الکترونی فشرده آن به‌صورت زیر است:

$$_{۳۱}Ga : [_{۱۸}Ar]\ ۳d^{۱۰}\ ۴s^۲\ ۴p^۱$$

گالیم در جدول دوره‌ای در خانه زیرین آلومینیم قرار داشته و همانند آلومینیم، هر اتم آن در واکنش‌های شیمیایی ۳ الکترون از دست داده و به یون $Ga^{۳+}$ تبدیل می‌شود. آرایش الکترونی این یون به‌صورت $[_{۱۸}Ar]۳d^{۱۰}$ است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) آرایش الکترونی اتم کروم به‌صورت $۱s^۲۲s^۲۲p^۶۳s^۲۳p^۶۳d^۵۴s^۱$ است. نسبت الکترون‌های زیرلایه s (مجموعاً ۷ الکترون) به کل الکترون‌های لایه سوم(۱۳) در این اتم تقریباً برابر با ۰/۵۴ است. آرایش الکترونی اتم کروم، به همراه سایر عناصر دسته d از تناوب سوم، به‌صورت زیر است:



۲ انرژی لایه‌ها و زیرلایه‌ها، جزء ویژگی‌های شیمیایی هر اتم است. انرژی لایه‌های پیرامون هسته هر اتم، ویژه همان اتم بوده و به عدد اتمی(معادل با تعداد پروتون‌های موجود در هسته) آن وابسته است؛ درنتیجه به دلیل تفاوت در تعداد پروتون‌های اتم سدیم($_{۱۱}Na$)، منیزیم($_{۱۲}Mg$) و آلومینیم($_{۱۳}Al$)، انرژی لایه‌های الکترونی این اتم‌ها متفاوت است. دقت کنید که ایزوتوپ‌های یک اتم دارای عدد اتمی یکسانی هستند؛ درنتیجه انرژی لایه‌های مربوط به ایزوتوپ‌های یک اتم برابر است.

۳ آرایش الکترونی فشرده اتم تیتانیم به‌صورت زیر است:

$_{۲۲}Ti: [Ar]۳d^{۲}۴s^{۲}$

در لایه ظرفیت اتم تیتانیم، ۴ الکترون ظرفیتی در زیرلایه‌های $۳d$ و $۴s$ وجود دارد. مجموع $n+l$ را برای الکترون‌های هر دو زیرلایه محاسبه می‌کنیم:

$$\text{برای زیرلایه } ۳d \Longrightarrow ۳d^{۲} \xrightarrow{n=۳ \text{ و } l=۲} \underbrace{n+l=۵}_{\text{برای هر الکترون}} \xrightarrow{\text{دارای دو الکترون}} n+l=۱۰$$

$$\text{برای زیرلایه } ۴s \Longrightarrow ۴s^{۲} \xrightarrow{n=۴ \text{ و } l=۰} \underbrace{n+l=۴}_{\text{برای هر الکترون}} \xrightarrow{\text{دارای دو الکترون}} n+l=۸$$

مجموع $n+l$ برای الکترون‌های ظرفیتی اتم تیتانیم برابر با ۱۸ است. عدد اتمی گاز نجیب آرگون نیز برابر با ۱۸ است.

لایه ظرفیت

الکترون‌هایی از یک اتم که در بیرونی‌ترین قسمت آن قرار می‌گیرند، الکترون‌های ظرفیتی نامیده می‌شوند. این الکترون‌ها، خواص شیمیایی اتم مورد نظر را مشخص می‌کنند. در این رابطه، داریم:

الکترون‌های ظرفیتی	دسته s	الکترون‌های موجود در آخرین زیرلایه s
	دسته d	الکترون‌های موجود در آخرین زیرلایه s به اضافه الکترون‌های موجود در آخرین زیرلایه d
	دسته p	الکترون‌های موجود در آخرین زیرلایه‌های s و p

به لایه‌های الکترونی که الکترون‌های ظرفیتی هر اتم را در خود جا می‌دهند، لایه ظرفیت گفته می‌شود. اگر عنصرها را به‌ترتیب عدد اتمی مرتب کرده و عناصری که آرایش الکترونی لایه ظرفیت اتم آن‌ها مشابه هم است را زیر هم قرار بدهیم، جدول دوره‌ای عناصر به‌دست می‌آید.

۶- برای رسم آرایش الکترونی فشرده چند عنصر از جدول دوره‌ای با نماد یک‌حرفی، از گاز نجیب آرگون استفاده می‌شود؟

۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۴ ۴) ۵

پاسخ: گزینه ۱ (آسان ـ مفهومی و حفظی ـ سریع ـ صفحهٔ ۳۲ ـ ۱۰۰۱)

برای نوشتن آرایش الکترونی فشرده یک عنصر از تناوب شماره n، از نماد گاز نجیبی که در انتهای تناوب $n-۱$ قرار گرفته استفاده می‌شود. برای مثال، جهت رسم آرایش الکترونی فشرده عناصر دوره چهارم، از گاز نجیب آرگون(گاز نجیب انتهای تناوب سوم) استفاده می‌شود و یا برای رسم آرایش الکترونی فشرده عناصر دوره سوم، از گاز نجیب نئون(گاز نجیب انتهای تناوب دوم) استفاده می‌شود. طبق فرض سؤال، به دنبال عناصر با نماد یک حرفی هستیم که متعلق به تناوب چهارم بوده و برای رسم آرایش الکترونی آن‌ها، از نماد گاز آرگون استفاده می‌شود. در ساختار تناوب چهارم، دو عنصر پتاسیم و وانادیم دارای نماد یک‌حرفی هستند. آرایش الکترونی فشرده این عناصر به‌صورت زیر است:

$$K: ۱s^{۲}۲s^{۲}۲p^{۶}۳s^{۲}۳p^{۶}۴s^{۱} \xrightarrow{\text{فشرده}} K: [Ar]\,۴s^{۱}$$

$$V: ۱s^{۲}۲s^{۲}۲p^{۶}۳s^{۲}۳p^{۶}۳d^{۳}۴s^{۲} \xrightarrow{\text{فشرده}} V: [Ar]\,۳d^{۳}۴s^{۲}$$

به‌طور کلی، آرایش الکترونی عناصر موجود در تناوب چهارم(عناصری با عدد اتمی ۱۹ تا ۳۶) به‌صورت زیر است:

عدد اتمی	آرایش الکترونی	عدد اتمی	آرایش الکترونی
۲۰	$Ca : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$	۱۹	$K : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$
۲۲	$Ti : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^2 4s^2$	۲۱	$Sc : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^1 4s^2$
۲۴	$Cr : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^1$	۲۳	$V : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^3 4s^2$
۲۶	$Fe : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6 4s^2$	۲۵	$Mn : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^2$
۲۸	$Ni : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^8 4s^2$	۲۷	$Co : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^7 4s^2$
۳۰	$Zn : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2$	۲۹	$Cu : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^1$
۳۲	$Ge : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^2$	۳۱	$Ga : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^1$
۳۴	$Se : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^4$	۳۳	$As : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^3$
۳۶	$Kr : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6$	۳۵	$Br : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^5$

۷- جرم اتمی میانگین کربن در نمونه‌ای از این عنصر که شامل ایزوتوپ ^{12}C و رادیوایزوتوپ ^{14}C می‌شود، برابر با $12/2amu$ است. این نمونه از اتم‌های کربن را در شرایط خاصی با اتم‌های ^{1}H و ^{2}H وارد واکنش کرده و به گاز اتن(C_2H_4) تبدیل می‌کنیم. چند درصد از مولکول‌های اتن تولید شده در این فرایند، فاقد اتم‌های رادیواکتیو در ساختار خود هستند؟

۱) ۶۴ ۲) ۸۰ ۳) ۸۱ ۴) ۹۰

پاسخ: گزینه ۳ (متوسط ـ محاسباتی ـ استاندارد ـ صفحهٔ ۱۵ ـ ۱۰۰۱)

برای حل این سؤال، باید مراحل زیر را طی کنیم:

گام اول: محاسبه درصد فراوانی ایزوتوپ‌های کربن در نمونه داده شده

گام دوم: بررسی ساختار گاز اتن و اتم‌های موجود در آن

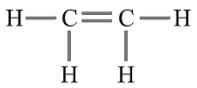
گام سوم: به‌دست آوردن احتمال ایجاد مولکول‌های فاقد اتم پرتوزا

اتم‌های ^{1}H و ^{2}H، هر دو غیرپرتوزا بوده و هیچ اهمیتی ندارد که کدام‌یک از آن‌ها وارد ساختار مولکول بشود چراکه در هر حالت، این اتم‌ها خاصیت پرتوزایی ندارند. این در حالی است که یکی از اتم‌های کربن داده شده، پرتوزا است. اگر درصد فراوانی ایزوتوپ $^{12}_{6}C$ را در نمونه مورد نظر برابر با x در نظر بگیریم، درصد فراوانی ایزوتوپ رادیواکتیو $^{14}_{6}C$ برابر با $100 - x$ می‌شود. بر این اساس، داریم:

$$\text{جرم اتمی میانگین} = \frac{(\text{درصد فراوانی } ^{12}_{6}C \times \text{جرم اتمی } ^{12}_{6}C) + (\text{درصد فراوانی } ^{14}_{6}C \times \text{جرم اتمی } ^{14}_{6}C)}{\text{درصد فراوانی } ^{12}_{6}C + \text{درصد فراوانی } ^{14}_{6}C} \Longrightarrow$$

$$12/2 = \frac{(12 \times x) + (14 \times (100 - x))}{100} \Longrightarrow x = 90 \text{ درصد}$$

با توجه به محاسبات بالا، درصد فراوانی ایزوتوپ $^{12}_{6}C$ در نمونه مورد نظر برابر با ۹۰٪ است. ساختار مولکول‌های اتن، به‌صورت زیر است:



در ساختار هر مولکول اتن، دو اتم کربن وجود دارد. بر این اساس، احتمال ایجاد مولکولی که در ساختار آن دو اتم $^{12}_{6}C$ قرار گرفته باشد و فاقد اتم کربن رادیواکتیو باشد را محاسبه می‌کنیم. در این رابطه، داریم:

$$\text{احتمال ایجاد مولکولی با دو اتم } ^{12}_{6}C = \left(\frac{\text{درصد فراوانی } ^{12}_{6}C}{100}\right)^2 = (0/9)^2 = 0/81$$

با توجه به محاسبات بالا، می‌توان گفت به ازای هر ۱۰۰ مولکول اتن موجود در نمونه نهایی، در ساختار ۸۱ مولکول فقط اتم‌های $^{12}_{6}C$ به کار رفته و هیچ اتم $^{14}_{6}C$ با خاصیت پرتوزایی وجود ندارد.

رادیوایزوتوپ‌ها

رادیوایزوتوپ‌ها(ایزوتوپ‌هایی که خاصیت پرتوزایی دارند) اگرچه بسیار خطرناک هستند، اما با پیشرفت دانش و فناوری، بشر موفق به مهار و بهره‌گیری از آن‌ها شده است. از رادیوایزوتوپ‌ها در موارد زیر استفاده می‌شود:

- کاربردهای مختلف رادیوایزوتوپ‌ها
  - پزشکی — تکنسیم
  - کشاورزی
  - سوخت در نیروگاه‌ها — اورانیم

اورانیم، شناخته‌شده‌ترین فلز پرتوزایی است که یکی از ایزوتوپ‌های آن با عدد جرمی ۲۳۵، اغلب به عنوان سوخت در راکتورهای اتمی به کار می‌رود. این ایزوتوپ با نماد $^{۲۳۵}_{۹۲}U$ نشان داده می‌شود. فراوانی این ایزوتوپ در مخلوط‌های طبیعی اورانیم کمتر از ۰/۷ درصد است. به فرایندی که موجب افزایش غلظت این ایزوتوپ پرتوزا در مخلوط می‌شود، غنی‌سازی ایزوتوپی گفته می‌شود. این فرایند، یکی از مراحل مهم چرخهٔ تولید سوخت هسته‌ای است. توجه داریم که رادیوایزوتوپ $^{۲۳۵}_{۹۲}U$ در طبیعت یافت می‌شود.

۸- اگر شمار الکترون‌های مبادله شده برای تشکیل ۶۴ گرم منیزیم اکسید از عناصر سازنده، دو برابر شمار الکترون‌های مبادله شده برای تشکیل ۱۶۴/۸ گرم NaX از عناصر سازنده باشد، جرم مولی عنصر X برابر با چند گرم است؟

$(Mg = ۲۴ , Na = ۲۳ , O = ۱۶ : g.mol^{-۱})$

۱) ۱۹ ۲) ۳۵ ۳) ۱۲۷ ۴) ۸۰

پاسخ: گزینه ۴ (سخت ـ محاسباتی ـ استاندارد ـ صفحهٔ ۳۸ ـ ۱۰۰۱)

برای حل این سؤال، باید مراحل زیر را طی کنیم:

گام اول: محاسبه مقدار الکترون مبادله شده در هر واکنش شیمیایی

گام دوم: بررسی تعداد الکترون مبادله شده در واکنش تولید منیزیم اکسید

گام سوم: به‌دست آوردن جرم مولی عنصر مجهول

تولید یون‌ها

یکی از راه‌های رسیدن اتم‌ها به آرایش هشت‌تایی پایدار، مبادله الکترون با محیط اطراف است. اتم‌های نافلزی، از محیط اطراف خود الکترون گرفته و یون‌هایی با بار الکتریکی منفی تولید می‌کنند. به چنین یون‌هایی، به اصطلاح آنیون گفته می‌شود. برای نام‌گذاری هر آنیون، باید قبل از نام آن عنصر، کلمه (یون) قرار داده و به انتهای نام عنصر نیز پسوند (ید) اضافه کنیم. برای مثال، یون حاصل از عنصر فلوئور، (یون فلوئورید) نام دارد. اتم‌های فلزی نیز در واکنش‌ها الکترون از دست داده و یون‌هایی با بار الکتریکی مثبت تولید می‌کنند. به چنین یون‌هایی، به اصطلاح کاتیون گفته می‌شود. برای نام‌گذاری کاتیون‌ها، باید قبل از نام عنصر مورد نظر، کلمه (یون) قرار بدهیم. برای مثال، یون حاصل از فلز کلسیم، (یون کلسیم) نام دارد.

یکی از راه‌های رسیدن اتم‌ها به آرایش هشت‌تایی پایدار، مبادله الکترون با محیط اطراف است. در واکنش میان یک عنصر فلزی مثل منیزیم با یک عنصر نافلزی مثل اکسیژن، تعدادی الکترون بین این عناصر مبادله شده و یک ترکیب یونی تولید می‌شود. ابتدا می‌توان تعداد مول الکترون مبادله شده به ازای تشکیل ۶۴ گرم منیزیم اکسید با فرمول شیمیایی MgO را به دست آورد. برای تولید هر مول از این ماده از عناصر سازنده آن، ۲ مول الکترون بین گونه‌ها مبادله می‌شود. معادله واکنش انجام شده به‌صورت زیر است:

$$Mg(s) + \frac{۱}{۲}O_۲(g) \xrightarrow{۲e} MgO(s)$$

روند مبادله الکترون

برای به دست آوردن شمار مول‌های الکترون مبادله شده به ازای تشکیل یک مول ترکیب یونی، می‌توان از قاعده زیر بهره برد:

(بار کاتیون × زیروند کاتیون) = (قدرمطلق بار آنیون × زیروند آنیون) = شمار مول‌های الکترون مبادله شده

برای مثال به ازای تشکیل یک مول آلومینیم اکسید با فرمول شیمیایی $Al_۲O_۳$، تعداد ۶ مول الکترون بین عناصر سازنده مبادله می‌شود، چون بار کاتیون($Al^{۳+}$) برابر ۳+ بوده و زیروند آن در فرمول شیمیایی برابر ۲ است. همچنین بار آنیون($O^{۲-}$) برابر ۲- بوده و زیروند آن در فرمول شیمیایی برابر ۳ است.

بر این اساس، می‌توان نوشت:

$$?mol\ e = ۶۴\ g\ MgO \times \frac{۱\ mol\ MgO}{۴۰\ g\ MgO} \times \frac{۲\ mol\ e}{۱\ mol\ MgO} = ۳/۲\ mol$$

طبق فرض سؤال، شمار الکترون‌های مبادله شده برای تشکیل نمونه منیزیم اکسید، دو برابر شمار الکترون‌های مبادله شده برای تشکیل نمونه NaX است؛ درنتیجه مقدار الکترون مبادله شده بین عناصر سازنده نمونه NaX برابر با ۱/۶ مول است. معادله واکنش تولید این ماده از عناصر سازنده آن به‌صورت زیر است:

$$Na(s) + X(?) \xrightarrow{۱e} NaX(s)$$

توجه داریم که در این واکنش، یک اتم سدیم به کاتیون سدیم تبدیل شده است، پس می‌توان گفت در این واکنش شیمیایی یک الکترون میان گونه‌ها مبادله شده است. اگر جرم مولی X را برابر با m گرم در نظر بگیریم، جرم مولی ترکیب NaX برابر با $۲۳ + m$ گرم می‌شود. بر این اساس، می‌توان نوشت:

$$۱/۶\, mol\ e = ۱۶۴/۸\, g\ NaX \times \frac{۱\ mol\ NaX}{(۲۳ + m)\ g\ NaX} \times \frac{۱\ mol\ e}{۱\ mol\ NaX} \Rightarrow m = ۸۰\ g.mol^{-۱}$$

جرم مولی عنصر X برابر با ۸۰ گرم بر مول است.

۹- کدام موارد از عبارت‌های زیر درست هستند؟

الف ـ نشر نور، برای الکترون مناسب‌ترین شیوه گسیل انرژی بوده و الکترون برانگیخته همواره پرتو مرئی نشر می‌کند.

ب ـ در طیف نشری عنصر هیدروژن، نوار سرخ‌رنگ ناشی از انتقال الکترون از لایه الکترونی $n = ۲$ به $n = ۱$ است.

ج ـ بور با بررسی تعداد و جایگاه خطوط رنگی در طیف نشری هیدروژن، اطلاعاتی از ساختار این اتم به‌دست آورد.

د ـ هر چه به هستهٔ اتم نزدیک‌تر شویم، تفاوت انرژی الکترون‌های موجود در لایه‌های متوالی بیشتر می‌شود.

۱) «الف» و «ب» ۲) «ب» و «ج» ۳) «الف» و «د» ۴) «ج» و «د»

پاسخ: گزینه ۴ (متوسط ـ مفهومی و حفظی ـ سریع ـ صفحهٔ ۲۷ ـ ۱۰۰۱)

عبارت‌های (ج) و (د) درست هستند.

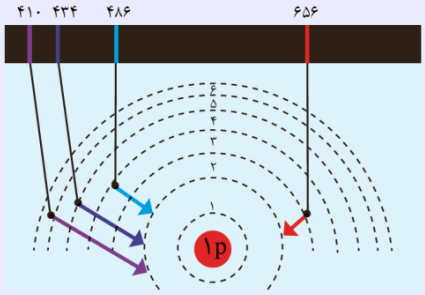
بررسی موارد:

الف) اتم‌های برانگیخته پرانرژی و ناپایدار هستند؛ از این رو تمایل دارند دوباره با از دست‌دادن انرژی به حالت پایدارتر و در نهایت به حالت پایه برگردند. از آنجا که برای الکترون، نشر نور مناسب‌ترین شیوه برای از دست دادن انرژی است، الکترون‌ها در اتم برانگیخته، هنگام بازگشت به حالت پایه، نوری با طول موج معین نشر می‌کنند. توجه داریم که در انتقالات الکترونی، ممکن است پرتوهای فرابنفش، فروسرخ، مرئی و ... گسیل شوند. برای مثال، با انتقال الکترون از لایه پنجم به لایه اول در اتم هیدروژن، یک پرتو غیرمرئی گسیل می‌شود.

ب) در طیف نشری هیدروژن، نوار سرخ ناشی از انتقال الکترون از لایهٔ $n = ۳$ به $n = ۲$ است. به‌طور کلی، در اتم هیدروژن نوارهای رنگی وقتی ایجاد می‌شوند که الکترون‌ها از لایه‌های بالاتر(لایه‌های ۳ تا ۶) به سمت لایه $n = ۲$ منتقل شوند.

ایجاد طیف نشری-خطی

اتم هیدروژن ساده‌ترین اتم موجود در طبیعت به شمار می‌رود. در گسترهٔ مرئی، در طیف نشری به‌دست آمده از اتم هیدروژن چهار خط یا نوار رنگی با طول موج و انرژی معین وجود دارد. هر نوار رنگی در طیف نشری خطی، نوری با طول موج و انرژی معین را نشان می‌دهد. بر این اساس، نیلز بور بر این باور بود که از بررسی تعداد و جایگاه خطوط موجود در طیف نشری هیدروژن، می‌توان اطلاعات ارزشمندی از ساختار اتم هیدروژن به دست آورد. او پس از پژوهش‌های بسیار، توانست مدلی برای اتم هیدروژن ارائه کند. اگرچه مدل بور با موفقیت توانست طیف نشری-خطی هیدروژن را توجیه کند، اما توانایی توجیه طیف نشری-خطی دیگر عنصرها از جمله هلیم، لیتیم و ... را نداشت. پس از بور، دانشمندان به دنبال توجیه و علت ایجاد طیف-نشری خطی دیگر عنصرها و نیز چگونگی نشر نور از اتم‌ها، ساختاری لایه‌ای برای اتم ارائه کردند. تصویر زیر، نحوه ایجاد طیف نشری-خطی هیدروژن بر اساس مدل بور را نشان می‌دهد:



ج) اتم هیدروژن ساده‌ترین اتم موجود در طبیعت به شمار می‌رود. در گسترهٔ مرئی، در طیف نشری به‌دست آمده از اتم هیدروژن چهار خط یا نوار رنگی با طول موج و انرژی معین وجود دارد. هر نوار رنگی در طیف نشری-خطی، نوری با طول موج و انرژی معین را نشان می‌دهد. بر این اساس، نیلز بور بر این باور بود که از بررسی تعداد و جایگاه خطوط موجود در طیف نشری هیدروژن، می‌توان اطلاعات ارزشمندی از ساختار اتم هیدروژن به دست آورد. او پس از پژوهش‌های بسیار، توانست مدلی برای اتم هیدروژن ارائه کند.

در رابطه با عنصر هیدروژن، به نکات زیر توجه کنید.

- اولین عنصر جدول دوره‌ای بوده و یک عنصری نافلزی است.
- فراوان‌ترین عنصر موجود در سیاره مشتری است که فراوانی حدود ۹۰ درصد دارد.
- پس از مهبانگ، ابتدا ذرات زیراتمی ایجاد شده و سپس هیدروژن و هلیم به وجود آمدند.
- هیدروژن دارای ۳ ایزوتوپ طبیعی و ۴ ایزوتوپ ساختگی است.
- فراوان‌ترین ایزوتوپ هیدروژن $^{1}_{1}H$ است و دو ایزوتوپ $^{1}_{1}H$ و $^{2}_{1}H$ آن نیز پایدار محسوب می‌شوند.
- تنها رادیوایزوتوپ طبیعی هیدروژن، $^{3}_{1}H$ است که نیم‌عمری در حدود ۱۲ سال دارد.
- همهٔ ایزوتوپ‌های ساختگی هیدروژن پرتوزا هستند و نیم‌عمر کمتر از 10^{-21} ثانیه دارند.
- مقایسه نیمه‌عمر ایزوتوپ‌های ساختگی هیدروژن به‌صورت روبه‌رو است: $^{5}_{1}H > ^{6}_{1}H > ^{4}_{1}H > ^{7}_{1}H$
- جرم اتمی پایدارترین ایزوتوپ آن، اندکی بیشتر از $1\ amu$ و حدود $1/008\ amu$ است.
- حالت پایه برای الکترون موجود در اتم‌های این عنصر، تراز انرژی $n = 1$ است.
- طیف نشری-خطی آن دارای ۴ نوار رنگی است. این نوارها به‌ترتیب طول موج، نوار بنفش با طول موج ۴۱۰، آبی پررنگ با طول موج ۴۳۴، آبی کم‌رنگ با طول موج ۴۸۶ و قرمز با طول موج ۶۵۶ نانومتر هستند. همان‌طور که مشخص است، پرتوهایی که طول موج کمتری دارند، به هم نزدیک‌تر هستند و با فاصله بیشتری از پرتو قرمز قرار دارند.

د) هر چه به هستهٔ اتم نزدیک‌تر می‌شویم، فاصلهٔ سطح انرژی الکترون‌های موجود در لایه‌های متوالی از یکدیگر بیشتر می‌شود. برای مثال، فاصله سطح انرژی لایهٔ $n = 3$ به لایهٔ $n = 2$، بیشتر از فاصله سطح انرژی لایهٔ $n = 4$ به لایهٔ $n = 3$ است.

۱۰- کدام‌یک از عبارت‌های داده شده، درست است؟

۱) بیشتر از نصف گونه‌های NH_3، PCl_3، KI، K_2O و Na_3P، جزو مواد مولکولی به شمار می‌روند.
۲) در دمای اتاق، کلر یک ماده گازی با خاصیت رنگ‌بری و گندزدایی بوده و به رنگ قرمز دیده می‌شود.
۳) شمار الکترون‌های جفت نشده در آرایش الکترون-نقطه‌ای هلیم، ۲ برابر شمار این الکترون‌ها در سدیم است.
۴) نیمی از الکترون‌های ظرفیتی موجود در اتم‌های سازنده مولکول آب، فقط متعلق به یکی از اتم‌های موجود در آن است.

پاسخ: گزینه ۴ (متوسط ـ مفهومی ـ سریع ـ صفحهٔ ۴۱ ـ ۱۰۰۱)

ساختار الکترون-نقطه‌ای مولکول آب به‌صورت زیر است:

در ساختار این مولکول، مجموعاً ۸ الکترون ظرفیتی وجود دارد که ۶ مورد از آن‌ها متعلق به اتم اکسیژن و ۲ مورد نیز متعلق به اتم‌های هیدروژن است. الکترون‌هایی از این مولکول که در تشکیل پیوندهای اشتراکی $O - H$ شرکت می‌کنند را نمی‌توان به یک اتم تکی نسبت داد، درحالی که ۴ الکترون ناپیوندی موجود بر روی اتم اکسیژن، فقط متعلق به همین اتم بوده و بین هیچ دو اتمی مشترک نیستند.

بررسی گزینه‌ها:

۱) از واکنش دو نافلز با یکدیگر، همواره ترکیب‌های مولکولی ایجاد می‌شود در حالی که از واکنش میان یک فلز و یک نافلز، ترکیب یونی به‌دست می‌آید. از میان ۵ ماده داده شده در این گزینه، آمونیاک(NH_3) و فسفر تری‌کلرید(PCl_3)، جزء مواد مولکولی به حساب می‌آیند و بقیه ترکیب‌های داده شده نیز از جمله ترکیب‌های یونی هستند.

۲ در دما و شرایط اتاق، کلر یک ماده گازی با خاصیت رنگ‌بری و گندزدایی است که به شکل مولکول‌های دواتمی Cl_2 وجود دارد. در ساختار کلر، یک پیوند اشتراکی یگانه بین اتم‌ها برقرار شده و این گاز به رنگ زرد متمایل به سبز دیده می‌شود. توجه داریم که برم، عضو دیگری از خانواده هالوژن‌ها است که به رنگ قرمز دیده می‌شود. تصویر زیر، نمایی از این دو هالوژن را نشان می‌دهد:

۳ الکترون‌هایی از یک اتم که در بیرونی‌ترین قسمت آن قرار می‌گیرند، الکترون‌های ظرفیتی نامیده می‌شوند. به لایه‌های الکترونی که الکترون‌های ظرفیتی هر اتم را در خود جا می‌دهند، لایه ظرفیت گفته می‌شود. اگر الکترون‌های ظرفیتی هر اتم را در کنار نماد آن اتم قرار بدهیم، آرایش الکترون-نقطه‌ای آن اتم به‌دست می‌آید. در آرایش الکترون-نقطه‌ای هلیم و سایر گازهای نجیب، هیچ الکترون جفت‌نشده‌ای وجود ندارد؛ درحالی که در آرایش الکترون نقطه‌ای اتم‌های سدیم، همانند سایر عناصر موجود در گروه اول، فقط یک الکترون جفت نشده وجود دارد. آرایش الکترون-نقطه‌ای عناصر موجود در تناوب‌های اول تا سوم به‌صورت زیر است:

شماره گروه	۱	۲		۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸
	H·								He:
	Li·	Be·		·B·	·C·	·N·	:O·	:F·	:Ne:
	Na·	Mg·		·Al·	·Si·	·P·	:S·	:Cl·	:Ar:

همانطور که مشخص است، در آرایش الکترون-نقطه‌ای گازهای نجیب از جمله گاز هلیم هیچ الکترون جفت نشده‌ای وجود ندارد.

۱۱- کدام موارد از عبارت‌های زیر درست هستند؟

الف ـ حداکثر گنجایش الکترونی لایه $n = ۴$، دو برابر حداکثر گنجایش الکترونی لایه $n = ۲$ است.

ب ـ شمار الکترون‌های ظرفیتی در هر اتم از فراوان‌ترین عنصر سازنده زمین، ۲ برابر هر اتم سیلیسیم است.

ج ـ اگر تعداد الکترون ظرفیت اتمی کمتر یا برابر ۳ باشد، آن اتم در شرایط مناسب به یقین به کاتیون تبدیل می‌شود.

د ـ در مدل لایه‌ای اتم‌ها، الکترون‌هایی با $n = ۱$ در همه نقاط موجود در پیرامون هسته اتم می‌توانند حضور پیدا کنند.

۱) «ب» و «ج» ۲) «ب» و «د» ۳) «الف» و «ج» ۴) «الف» و «د»

پاسخ: گزینه ۲ **(سخت ـ مفهومی ـ سریع ـ صفحهٔ ۲۹ ـ ۱۰۰۱)**

عبارت‌های (ب) و (د) درست هستند.

بررسی موارد:

الف حداکثر گنجایش الکترونی انواع لایه‌های الکترونی، با استفاده از رابطه $۲n^۲$ به‌دست می‌آید. بر این اساس، لایه الکترونی $n = ۴$، حداکثر گنجایش ۳۲ الکترون و لایه الکترونی $n = ۲$ نیز حداکثر گنجایش ۸ الکترون را دارد.

گنجایش لایه‌ها و زیرلایه‌ها

اتم ساختار لایه‌ای داشته و الکترون‌ها در لایه‌های پیرامون هسته قرار می‌گیرند. برای مشخص کردن لایه‌های الکترونی از عدد کوانتومی اصلی که با نماد n نشان داده می‌شود، استفاده می‌کنیم. اعداد کوانتومی اصلی، به شرح زیر هستند:

عدد کوانتومی اصلی(n) = ۱،۲،۳،...،۷

هر لایهٔ الکترونی از بخش‌های کوچک‌تری به نام زیرلایه تشکیل شده است. به هر زیرلایه یک عدد کوانتومی فرعی با نماد l نسبت می‌دهند. عدد کوانتومی فرعی زیرلایه‌های مختلف به شرح زیر خواهد بود:

عدد کوانتومی فرعی(l) = ۰ ، ۱ ، ... ، $n-۱$

هر زیرلایه را با نماد nl نشان می‌دهند. توجه داریم که کاربردهای اعداد کوانتومی عبارت هستند از:

- عدد کوانتومی اصلی(n)، تعداد زیرلایه‌های یک لایه را نیز مشخص می‌کند.
- به کمک مقدار n، حداکثر گنجایش الکترونی یک لایه را می‌توان محاسبه کرد. برای محاسبه گنجایش الکترونی لایه‌ها از رابطه زیر استفاده می‌شود:

حداکثر گنجایش الکترونی لایهٔ nام = $۲n^۲$

- به کمک عدد کوانتومی فرعی (l) نیز حداکثر گنجایش الکترونی یک زیرلایه را می‌توان به دست آورد. برای محاسبه گنجایش الکترونی زیرلایه‌ها از رابطه زیر استفاده می‌شود:

حداکثر گنجایش الکترونی یک زیرلایه = $۴l+۲$

همان‌طور که مشخص است، گنجایش هر زیرلایه نسبت به زیرلایه قبل از خود، چهار الکترون بیشتر است.

ب) فراوان‌ترین عنصر موجود در ساختار زمین، آهن بوده و هر اتم آهن، دارای ۸ الکترون ظرفیتی در ساختار خود است. آرایش الکترونی این عنصر فلزی به‌صورت زیر است:

$Fe: ۱s^۲۲s^۲۲p^۶۳s^۲۳p^۶۳d^۶۴s^۲$

سیلیسیم نیز عنصری از گروه ۱۴ بوده و دارای ۴ الکترون ظرفیتی است. آرایش الکترونی سیلیسیم به‌صورت زیر است:

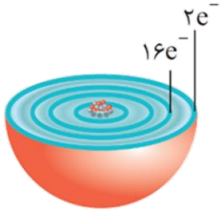
$Si: ۱s^۲۲s^۲۲p^۶۳s^۲۳p^۲$

ج) طبق متن با هم بیندیشیم صفحه ۳۷ کتاب درسی شیمی دهم، اگر تعداد الکترون‌های ظرفیت اتمی کمتر یا برابر ۳ باشد، آن اتم تمایل دارد که الکترون‌های ظرفیتی خود را از دست داده و در شرایط مناسب، به کاتیون(یونی با بار مثبت) تبدیل شود. با توجه به برخی از عناصر مثل بریلیم و بور که دارای ۳ و یا کمتر الکترون ظرفیتی هستند اما کاتیون پایدار تشکیل نمی‌دهند، می‌توانیم ایراد علمی به این جمله وارد کنیم، پس این جمله به‌صورت کلی بیان شده و الزاماً در رابطه با همه عناصر درست نیست!

د) اگرچه مدل بور با موفقیت طیف نشری-خطی هیدروژن را توجیه می‌کند، اما توانایی توجیه طیف نشری-خطی دیگر عنصرها را ندارد. دانشمندان به دنبال توجیه و علت ایجاد طیف نشری-خطی دیگر عنصرها و چگونگی نشر نور از اتم‌ها، ساختاری لایه‌ای برای اتم ارائه کردند. تصویر مقابل، ساختار لایه‌ای اتم را نشان می‌دهد:

در این مدل، اتم را به‌صورت کره‌ای در نظر می‌گیرند که هسته در فضای بسیار کوچک و در مرکز آن، جای داشته و الکترون‌ها در فضایی بسیار بزرگ‌تر و در لایه‌هایی پیرامون هسته توزیع می‌شوند. مطابق تصویر نشان داده شده، در ساختار لایه‌ای اتم هر بخش پررنگ، مهم‌ترین بخش از یک لایهٔ الکترونی را نشان می‌دهد. بخشی که الکترون‌های آن لایه، بیشتر وقت خود را در آن فاصله از هسته سپری می‌کنند؛ به این معنا که الکترون در هر لایه‌ای که باشد، در همه نقاط پیرامون هسته حضور می‌یابد؛ اما در محدوده یاد شده احتمال حضور بیشتری دارد.

۱۲- کدام‌یک از عبارت‌های داده شده، نادرست است؟



۱) اتمی با ساختار مقابل، متعلق به یک فلز است که در دسته d جدول تناوبی قرار گرفته است.
۲) با تبدیل اتم اکسیژن به یون اکسید، تعداد لایه‌های الکترونی اشغال شده در آن تغییری نمی‌کند.
۳) برای تشکیل یک مول آلومینیم اکسید از اتم‌های سازنده، ۶ مول الکترون بین اتم‌ها مبادله می‌شود.
۴) به ترکیب‌های یونی که شمار آنیون‌ها و کاتیون‌ها در آن‌ها برابر باشد، ترکیب یونی دوتایی می‌گویند.

پاسخ: گزینه ۴ (آسان ـ مفهومی ـ سریع ـ صفحهٔ ۴۳ ـ ۱۰۰۱)

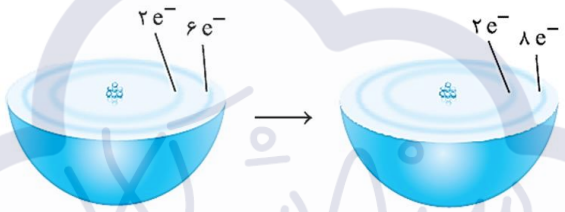
ترکیب‌های یونی که تنها از کنار هم قرار گرفتن دو عنصر مختلف ساخته شده‌اند، ترکیب یونی دوتایی نامیده می‌شوند. منیزیم سولفید، سدیم اکسید، پتاسیم کلرید و کلسیم فلوئورید، از جمله ترکیب‌های یونی دوتایی هستند. ترکیب‌های یونی که از کنار هم قرار گرفتن چند عنصر مختلف ساخته شده‌اند، ترکیب یونی چندتایی نامیده می‌شوند. منیزیم سولفات($MgSO_۴$) و آمونیوم کربنات($(NH_۴)_۲CO_۳$)، از جمله ترکیب‌های یونی چندتایی هستند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) اتم مورد نظر، در ساختار لایه سوم خود دارای ۱۶ الکترون و در ساختار لایه چهارم خود دارای ۲ الکترون است. لایه‌های الکترونی اول و دوم در اتم مورد نظر نیز به‌طور کامل از الکترون پر هستند. با توجه به اطلاعات داده شده، عدد اتمی این عنصر برابر با ۲۸ بوده و در نتیجه، می‌توان گفت عنصر مورد نظر در دسته d از تناوب چهارم قرار گرفته است. این اتم، معادل با اتم نیکل است. آرایش الکترونی این عنصر به‌صورت زیر است:

$_{۲۸}Ni: ۱s^۲۲s^۲۲p^۶۳s^۲۳p^۶۳d^۸۴s^۲$

۲) مطابق با تصویر زیر، در آرایش الکترونی اتم‌های اکسیژن، لایه‌هایی با عدد کوانتومی ۱ و ۲ توسط الکترون‌ها اشغال شده‌اند.



با تبدیل شدن این اتم‌ها به یون $O^{۲-}$ ، تعداد لایه‌های اشغال شده توسط الکترون تغییری نمی‌کند.

۳) در فرایند تشکیل هر مول آلومینیم اکسید($Al_۲O_۳$) از اتم‌های آلومینیم و اکسیژن، دو مول اتم آلومینیم، ۶ مول الکترون از دست داده و به دو مول یون آلومینیم تبدیل می‌شود. در این فرایند، ۶ الکترون به اتم‌های اکسیژن منتقل شده و ۳ اتم اکسیژن، به ۳ یون اکسید تبدیل می‌شوند.

۱۳- در یک نمونه از ترکیب SF_x به جرم ۵۴ گرم، تفاوت شمار اتم‌های گوگرد و فلوئور برابر با $۹/۰۳ \times ۱۰^{۲۳}$ عدد است. یک نمونه از ترکیب $N_۲O_x$ که حاوی $۱/۲۰۴ \times ۱۰^{۲۳}$ مولکول می‌شود، چند گرم جرم دارد؟

($S = ۳۲ , F = ۱۹$ و $O = ۱۶ , N = ۱۴ : g.mol^{-۱}$)

۱) ۱۸/۴ ۲) ۳۶/۸ ۳) ۲۱/۶ ۴) ۴۳/۲

پاسخ: گزینه ۱ (سخت ـ محاسباتی ـ زمانبر ـ صفحهٔ ۱۹ ـ ۱۰۰۱)

با توجه به داده‌های ارائه شده در صورت سؤال، اگر در یک مولکول SF_x تعداد اتم‌های فلوئور برابر با x عدد و تعداد اتم‌های گوگرد برابر با یک عدد باشد، در یک مول از ترکیب SF_x تفاوت تعداد مول اتم‌های گوگرد و فلوئور برابر با $x - ۱$ مول است. هر مول از یک گونه، معادل با تعداد $۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳}$ ذره از آن گونه است. از این رو تفاوت تعداد اتم‌های گوگرد و فلوئور در یک مول SF_x برابر با $(x - ۱) \times ۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳}$ خواهد بود و همچنین جرم مولی یک مول از این ماده نیز معادل با $۳۲ + ۱۹x$ گرم بر مول می‌شود. در این رابطه، داریم:

$$\text{جرم مولی } SF_x = \left(\text{جرم مولی گوگرد}\right) + \left(x \times \text{جرم مولی فلوئور}\right) = ۳۲ + ۱۹x$$

با توجه به توضیحات داده شده، به محاسبه تعداد اتم‌های فلوئور در یک واحد مولکولی SF_x می‌پردازیم:

$$۵۴\ g\ SF_x = ۹/۰۳ \times ۱۰^{۲۳} \text{ تفاوت شمار اتم‌ها} \times \frac{۱\ mol\ SF_x}{(x - ۱) \times ۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳} \text{ تفاوت شمار اتم‌ها}} \times \frac{(۳۲ + ۱۹x)\ g\ SF_x}{۱\ mol\ SF_x} \Longrightarrow$$

$$\frac{۳}{۲(x - ۱)} \times (۳۲ + ۱۹x) = ۵۴ \Longrightarrow ۱۰۸x - ۱۰۸ = ۹۶ + ۵۷x \Longrightarrow ۵۱x = ۲۰۴ \Rightarrow x = ۴$$

بنابراین، فرمول شیمیایی ترکیب موردنظر به‌صورت $SF_۴$ بوده است. با توجه به مقدار x فرمول شیمیایی اکسید نیتروژن مطرح شده در صورت سؤال به‌صورت $N_۲O_۴$ می‌شود. بر این اساس، داریم:

$$? g\ N_۲O_۴ = ۱/۲۰۴ \times ۱۰^{۲۳}\ \text{ذره}\ N_۲O_۴ \times \frac{۱\ mol\ N_۲O_۴}{۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳}\ \text{ذره}\ N_۲O_۴} \times \frac{۹۲\ g\ N_۲O_۴}{۱\ mol\ N_۲O_۴} = ۱۸/۴\ g$$

مفهوم مول

در زندگی روزمره، برای شمارش از یکاهای گوناگونی استفاده می‌شود. برای نمونه، از یکای (شانه) برای شمارش راحت‌تر تعداد تخم مرغ و از یکای (دست) برای شمارش راحت‌تر تعداد قاشق و چنگال استفاده می‌شود. با توجه به اندازه بسیار کوچک اتم‌ها، یون‌ها و مولکول‌ها، شیمی‌دان‌ها مفهوم مول را معرفی کرده‌اند. هر مول از یک گونه(یک اتم، یک مولکول، یک یون و ...)، معادل با تعداد $۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳}$ ذره از آن گونه است. برای مثال، یک مول اتم هیدروژن، شامل نمونه‌ای از این ماده می‌شود که در ساختار آن مجموعاً $۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳}$ اتم وجود دارد. به جرم یک مول از هر ماده در مقیاس گرم، جرم مولی گفته می‌شود. برای مثال، جرم یک نمونه از فلز منیزیم که شامل یک مول از اتم‌های منیزیم(معادل با $۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳}$ اتم منیزیم) می‌شود، برابر با ۲۴ گرم است؛ پس می‌توان گفت جرم مولی منیزیم برابر با ۲۴ گرم بر مول($g.mol^{-۱}$) است.

۱۴- مخلوطی که شامل جرم‌های برابر از اتانول و فورمیک اسید می‌شود، در اختیار داریم. اگر در این مخلوط مجموعاً $۱/۸۰۶ \times ۱۰^{۲۳}$ اتم اکسیژن وجود داشته باشد، جرم این مخلوط برابر با چند گرم می‌شود؟ ($g.mol^{-۱}$: $H = ۱$ و $C = ۱۲$ و $O = ۱۶$)

۱) ۱۳/۸ ۲) ۱۸/۴ ۳) ۲۷/۶ ۴) ۹/۲

پاسخ: گزینه ۴ (متوسط ـ محاسباتی ـ استاندارد ـ صفحهٔ ۴۱ ـ ۱۰۰۱)

فرمول مولکولی اتانول و فورمیک اسید(متانوئیک اسید) به‌ترتیب به‌صورت $C_۲H_۵OH$ و $HCOOH$ است. جرم مولی اتانول و فورمیک اسید، با یکدیگر برابر بوده و معادل با $۴۶g.mol^{-۱}$ است. چون جرم هریک از این دو ماده برابر است، پس می‌توان گفت شمار مول‌های آن‌ها نیز برابر می‌شود. شمار مول‌های هر ترکیب را برابر با x در نظر گرفته و شمار اتم‌های اکسیژن موجود در این مواد را محاسبه می‌کنیم.

اتانول : $? atom\ O = x\ mol\ C_۲H_۵OH \times \frac{۱\ mol\ O}{۱\ mol\ C_۲H_۵OH} \times \frac{۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳}\ atom\ O}{۱\ mol\ O} = ۶/۰۲x \times ۱۰^{۲۳}\ atom$

فورمیک اسید : $? atom\ O = x\ mol\ HCOOH \times \frac{۲\ mol\ O}{۱\ mol\ HCOOH} \times \frac{۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳}\ atom\ O}{۱\ mol\ O}$

$= ۱۲/۰۴x \times ۱۰^{۲۳}\ atom$

در قدم بعد، با توجه به مجموع شمار اتم‌های اکسیژن در مخلوط، مقدار x را محاسبه می‌کنیم.

تعداد اتم‌های O در فورمیک اسید + تعداد اتم‌های O در اتانول = تعداد اتم‌های O در مخلوط $\Longrightarrow$

$$۱/۸۰۶ \times ۱۰^{۲۳}\ atom\ O = ۶/۰۲x \times ۱۰^{۲۳}\ atom\ O + ۱۲/۰۴x \times ۱۰^{۲۳}\ atom\ O \Longrightarrow x = ۰/۱\ mol$$

با توجه به مقدار x، در مخلوط مورد نظر ۰/۱ مول اتانول(معادل با ۴/۶ گرم اتانول) و ۰/۱ مول فورمیک اسید(معادل با ۴/۶ گرم فورمیک اسید) وجود داشته است، پس جرم کلی این مخلوط برابر با ۹/۲ گرم بوده است.

۹۵- کدام‌یک از عبارت‌های داده شده، نادرست است؟

۱) آهن، دارای ایزوتوپ‌های متعددی بوده و آرایش الکترونی همه این ایزوتوپ‌ها، مشابه هم است.

۲) از واکنش میان فلز کلسیم با یک نمونه فسفر، یک ترکیب یونی با فرمول شیمیایی $Ca_۲P_۳$ ایجاد می‌شود.

۳) نیمی از عناصر دسته p موجود در تناوب دوم، در دما و فشار اتاق به شکل مولکول‌های دواتمی دیده می‌شوند.

۴) اگر آرایش الکترونی یک اتم به زیرلایه $۵p^۴$ ختم شود، این اتم متعلق به دوره پنجم بوده و یون $X^{۲-}$ را تشکیل می‌دهد.

پاسخ: گزینه ۲ (متوسط ـ مفهومی ـ سریع ـ صفحهٔ ۳۹ ـ ۱۰۰۱)

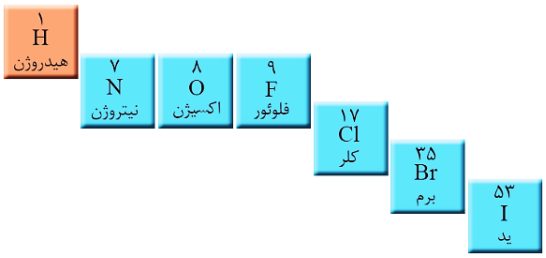
فلز کلسیم، در واکنش با نافلزها دو الکترون از دست داده و کاتیون $Ca^{۲+}$ را تشکیل می‌دهد. در نقطه مقابل، عنصر فسفر در واکنش‌ها ۳ الکترون به‌دست آورده و آنیون $P^{۳-}$ را تشکیل می‌دهد. از کنار هم قرار گرفتن این دو یون، ترکیب یونی با نام کلسیم فسفید و با فرمول شیمیایی $Ca_۳P_۲$ تشکیل می‌شود. معادله واکنش تولید این ماده، به‌صورت زیر است:

$$۳Ca(s) + ۲P(s) \rightarrow Ca_۳P_۲(s)$$

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ طبق متن تمارین دوره‌ای کتاب درسی، بررسی‌های انجام شده روی برخی شهاب‌سنگ‌ها، نشان می‌دهد که فلز آهن دارای برخی از انواع ایزوتوپ‌های طبیعی است. توجه داریم که همه ایزوتوپ‌های آهن، تعداد الکترون‌های مشابه و آرایش الکترونی یکسانی دارند.

۳ در دوره دوم جدول تناوبی، ۶ عنصر در دسته p قرار گرفته است. تصویر زیر، عناصری از جدول دوره‌ای را نشان می‌دهد که در دما و فشار اتاق، به شکل مولکول‌های دو اتمی وجود دارند:



از میان این عناصر، فلوئور، اکسیژن و نیتروژن متعلق به تناوب دوم بوده و همه آن‌ها با نماد یک حرفی نشان داده می‌شوند. به‌جز عناصر ید و برم که به‌ترتیب در دمای اتاق به حالت جامد و مایع دیده می‌شوند، سایر عناصر موجود در این تصویر در دمای اتاق به حالت گاز وجود دارند.

۴ همه عناصری که آرایش الکترونی آن‌ها به یکی از زیرلایه‌های ns و یا np ختم می‌شود، متعلق به تناوب شماره n جدول دوره‌ای هستند. بر این اساس، می‌توان گفت عنصری که آرایش الکترونی آن به زیرلایه $۵p^۴$ ختم می‌شود، متعلق به تناوب پنجم است. این عنصر، برای رسیدن به آرایش هشت‌تایی پایدار، باید ۲ الکترون بگیرد و یون $X^{۲-}$ را تشکیل بدهد. در این حالت، اتم مورد نظر به آرایش الکترونی گاز نجیب زنون می‌رسد.

آزمون شیمی دهم ماز 15 آبان

۱- چه تعداد از عبارت‌های داده شده در رابطه با هواکره درست است؟

الف ـ فراوان‌ترین گاز موجود در آن، در ساختار خود دارای یک پیوند سه‌گانه است.

ب ـ با دورتر شدن از سطح کره زمین، فشار گازهای سازنده آن به‌مرور کاهش پیدا می‌کند.

ج ـ مجموع درصد حجمی گازهای نجیب موجود در آن، با افزایش مقدار بخار آب، کاهش پیدا می‌کند.

د ـ فقط یکی از عناصر موجود در ساختار کربوهیدرات‌ها، در ساختار گازهای سازنده هواکره نیز وجود دارد.

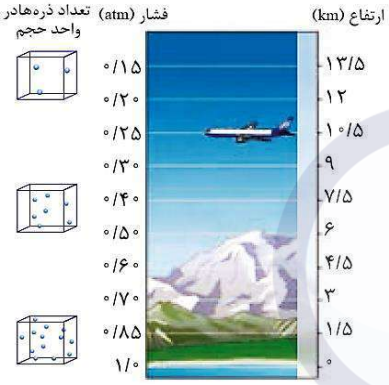
۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

پاسخ: گزینه ۳ **(متوسط ـ مفهومی و حفظی ـ سریع ـ صفحهٔ ۴۹ ـ ۱۰۰۲)**

عبارت‌های (الف)، (ب) و (ج) درست هستند.

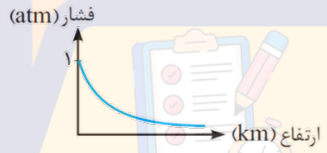
بررسی موارد:

الف نیتروژن، اصلی‌ترین جزء سازنده هواکره بوده و در ساختار مولکولی خود دارای یک پیوند سه‌گانه $N \equiv N$ است. از گاز نیتروژن، در صنعت سرماسازی و به منظور منجمد کردن مواد غذایی استفاده می‌شود. علاوه بر صنعت سرماسازی، از گاز نیتروژن برای پرکردن تایر خودروها و برای نگهداری نمونه‌های بیولوژیک در پزشکی نیز استفاده می‌شود.



ب با دورتر شدن از سطح کرهٔ زمین، فشار گازهای سازندهٔ اتمسفر آن به‌مرور کاهش پیدا کرده و تراکم مولکول‌های گازی نیز در واحد حجم کمتر می‌شود. تصویر مقابل، روند تغییر فشار گازها و تراکم مولکول‌ها را در اتمسفر نشان می‌دهد:

همانطور که مشخص است، با افزایش ارتفاع در طول هواکره، شیب نمودار مربوط به تغییر فشار مرتباً کاهش پیدا می‌کند. به عبارت دیگر، با افزایش ارتفاع، به ازای مقدار مشخص Δh، مقدار ΔP کاهش پیدا می‌کند. نمودار زیر، روند تغییر فشار در هواکره را نشان می‌دهد:



ج بخار آب(رطوبت) موجود در هواکره، از جمله عوامل مؤثر بر دمای هواکره و تأثیر آن بر محیط زندگی انسان است. توجه داریم که میزان رطوبت موجود در هوا متغیر بوده و میانگین بخار آب در هوا، حدود یک درصد است. هر چند این مقدار از جایی به جای دیگر، از روزی به روز دیگر و حتی از ساعتی به ساعت دیگر تغییر می‌کند. با افزایش درصد بخار آب در هواکره، درصد حجمی همه گازهای سازنده هواکره از جمله گازهای نجیب، کاهش پیدا می‌کند.

د در ساختار کربوهیدرات‌ها (قندهایی از جمله گلوکز، مالتوز، شکر و ...)، عناصر کربن، هیدروژن و اکسیژن وجود دارند. همه عناصر موجود در کربوهیدرات‌ها، در ساختار گازهای سازنده هواکره نیز وجود دارند. برای مثال، اتم‌های کربن و اکسیژن در ساختار گاز CO_2 موجود در هواکره یافت می‌شوند. اتم هیدروژن نیز در ساختار بخار آب موجود در هواکره یافت می‌شود.

۲- **کدام‌یک از مطالب زیر، نادرست است؟**

۱) اتمسفر، مخلوطی از گازهای گوناگون است که تا فاصله ۵۰۰ کیلومتری از سطح زمین امتداد دارد.

۲) به منظور افزایش ماندگاری مواد خوراکی، می‌توان از گاز نیتروژن برای بسته‌بندی این مواد استفاده کرد.

۳) منابع هواکره از سبک‌ترین گاز نجیب، در مقیاس صنعتی، مناسب‌تر از منابع زمینی بوده و این گاز، بی‌رنگ است.

۴) با کاهش دمای هوا تا دمای صفر درجه سلسیوس، رطوبت موجود در هوا چگالش یافته و به شکل یخ از آن جدا می‌شود.

پاسخ: گزینه ۳ **(آسان ـ مفهومی و حفظی ـ سریع ـ صفحهٔ ۵۴ ـ ۱۰۰۲)**

سبک‌ترین گاز نجیب، معادل با گاز هلیم است که بی‌رنگ و بی‌بو بوده و کاربردهای مختلفی از جمله پرکردن بالون‌های هواشناسی، تفریحی و تبلیغاتی، کپسول غواصی و از همه مهم‌تر خنک کردن قطعات الکترونیکی در دستگاه‌های تصویربرداری مانند MRI دارد. درصد حجمی هلیم در منابع زمینی نسبت به هواکره بیشتر بوده و برای تولید هلیم در مقیاس صنعتی مناسب‌تر هستند. توجه داریم که فراوان‌ترین گاز نجیب هواکره آرگون است که بی‌رنگ و بی‌بو بوده و در پتروشیمی شیراز با خلوص زیاد تهیه می‌شود.

هلیم

هلیم طی واکنش‌های هسته‌ای در ژرفای زمین تولید می‌شود. این گاز پس از نفوذ به لایه‌های زمین، وارد میدان‌های گازی می‌شود. یافته‌های تجربی نشان می‌دهد که حدود ۷ درصد حجمی(معادل با ۷ درصد مولی) از مخلوط گاز طبیعی را هلیم تشکیل می‌دهد. البته مقدار هلیم در میدان‌های گازی گوناگون، متفاوت است. هلیم در کره زمین به مقدار خیلی کم یافت می‌شود؛ به‌طوری‌که مقدار ناچیزی از آن در هوا و مقدار بیشتری در لایه‌های زیرین پوسته زمین وجود دارد. به همین خاطر، منابع زمینی گاز هلیم از هواکره سرشارتر بوده و برای تولید هلیم در مقیاس صنعتی مناسب‌تر هستند. بر این اساس، هلیم را می‌توان افزون بر هوای مایع، از تقطیر جزءبه‌جزءِ گاز طبیعی نیز به‌دست آورد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) اتمسفر، مخلوطی از گازهای گوناگون است که تا فاصله ۵۰۰ کیلومتری از سطح زمین امتداد دارد. از فاصله دور، لایه هواکره در اطراف زمین به رنگ آبی روشن دیده می‌شود.

۲) چون واکنش‌پذیری گاز نیتروژن کمتر از واکنش‌پذیری گاز اکسیژن است، به منظور افزایش ماندگاری مواد خوراکی، می‌توان از گاز نیتروژن برای بسته‌بندی این مواد استفاده کرد. مواد غذایی در حضور گاز نیتروژن، با سرعت بسیار کمتری فاسد می‌شوند. به همین دلیل، برای نگهداری از مواد غذایی می‌توان آن‌ها را با استفاده از گازهای نجیب نیز بسته‌بندی کرد.

۴) با کاهش دمای هوا تا صفر درجه سانتی‌گراد، رطوبت موجود در هوا به‌عنوان اولین جزء، به‌صورت یخ از مخلوط هوا خارج می‌شود. توجه داریم که دمای صفر درجه سانتی‌گراد معادل با نقطه ذوب یخ است.

تقطیر هوای مایع

هوا، مخلوطی از بخار آب، گاز کربن دی‌اکسید، نیتروژن، اکسیژن و ... است. برای جداسازی مواد سازنده هوا، از تقطیر استفاده می‌شود. در این فرایند، نخست هوا را از صافی‌هایی عبور می‌دهند تا گرد و غبار آن گرفته شود. در مرحله بعد، با استفاده از تغییر فشار، دمای هوا را پیوسته کاهش می‌دهند. با کاهش دما تا ۰°C، بخار آب(رطوبت) موجود در هوا به‌صورت یخ درآمده و از آن خارج می‌شود. با کاهش دما تا ۷۸°C−، گاز CO_2 نیز به حالت جامد در می‌آید. با سرد کردن بیشتر هوا تا ۲۰۰°C−، مخلوط سردی از چند مایع پدید می‌آید که به آن هوای مایع می‌گویند. خلاصه فرایند انجام شده تا اینجا، به‌صورت زیر است:

$$\cdots \xrightarrow{\text{افزایش دما}} \text{تهیه هوای مایع} \xrightarrow{\text{کاهش دما}} \text{چگالش } CO_2 \xrightarrow{\text{کاهش دما}} \text{چگالش } H_2O \xrightarrow{\text{کاهش دما}} \text{حذف گرد و غبار} \xrightarrow{\text{عبور از صافی}} \text{هوا}$$

پس از تولید هوای مایع، با عبور آن از یک ستون تقطیر، گازهای سازنده آن جداسازی و در ظرف‌های جدا ذخیره می‌شوند.

۳- **اگر دمای هوا در ارتفاع یک کیلومتری تروپوسفر در مقیاس کلوین، ۱/۱۲ برابر دمای هوا در ارتفاع ۶ کیلومتری این لایه در مقیاس کلوین باشد، دمای سطحی زمین در مقیاس سلسیوس برابر با چند درجهٔ سانتی‌گراد خواهد بود؟**

۱) ۱۳ ۲) ۱۵ ۳) ۷ ۴) ۹

پاسخ: گزینه ۱ (آسان ـ محاسباتی ـ استاندارد ـ صفحهٔ ۵۰ ـ ۱۰۰۲)

تروپوسفر، اولین لایه هواکره بوده و در طول آن، دمای هوا به‌تدریج کاهش پیدا می‌کند. در طول لایه تروپوسفر، دمای هوا به اندازه ۶ درجه سانتی‌گراد(معادل با ۶ کلوین) به ازای هر کیلومتر افزایش ارتفاع، کاهش پیدا می‌کند؛ پس دمای هوا در ارتفاع ۶ کیلومتری به اندازه ۳۰ درجه کمتر از دمای هوا در ارتفاع ۱ کیلومتری است. در این رابطه، می‌توان نوشت:

$$\text{دمای هوا ارتفاع ۱ کیلومتری} - ۳۰ = \text{دمای هوا ارتفاع ۶ کیلومتری} \Longrightarrow T_۱ - ۳۰ = T_۶$$

بر این اساس، داریم:

$$\frac{\text{دمای هوا ارتفاع ۱ کیلومتری}}{\text{دمای هوا ارتفاع ۶ کیلومتری}} = \frac{T_۱}{T_۶} = ۱/۱۲ \xrightarrow{T_۱ - ۳۰ = T_۶} \frac{T_۱}{T_۱ - ۳۰} = ۱/۱۲ \Longrightarrow T_۱ = ۲۸۰\ K$$

با توجه به محاسبات انجام شده، دمای هوا در ارتفاع ۱ کیلومتری برابر با ۲۸۰ کلوین، معادل با ۷ درجه سانتی‌گراد است؛ پس دمای هوا در سطح زمین برابر با ۱۳ درجه سانتی‌گراد می‌شود.

دما

دما کمیتی است که میزان گرمی و سردی یک نمونه ماده را نشان می‌دهد. از دیدگاه ذره‌ای، هر چه دمای یک نمونه از ماده بالاتر باشد، جنبش‌های نامنظم ذره‌های سازنده آن ماده نیز شدیدتر است. به عبارت دیگر، هر چه دمای یک ماده بالاتر باشد، میانگین سرعت(تندی) و میانگین انرژی جنبشی ذرات سازنده آن ماده نیز بیشتر است. در چنین شرایطی، دمای یك ماده را می‌توان به‌عنوان معیاری برای توصیف میانگین تندی و میانگین انرژی جنبشی ذره‌های سازندهٔ آن ماده در نظر گرفت. برای نمونه، میزان جنبش‌های نامنظم مولکول‌های $H_۲O$ در یک نمونه از آب گرم شدیدتر از آب سرد است، چراکه دمای آب گرم بالاتر از دمای آب سرد است. توجه داریم که یکای رایج دما، درجهٔ سلسیوس(°C) است؛ درحالی که یکای دما در SI ، کلوین(K) است. دمای یک جسم در مقیاس سلسیوس با نماد θ نشان داده شده و در مقیاس کلوین نیز با نماد T نشان داده می‌شود. رابطه بین این دو مقیاس دمایی به‌صورت $T(K) = \theta(°C) + ۲۷۳$ است. با توجه به این رابطه، ارزش دمایی ۱°C با ارزش دمایی $۱K$ برابر خواهد بود؛ پس تغییر دمای یک جسم در مقیاس سلسیوس(Δθ) برابر با میزان تغییر دمای آن جسم در مقیاس کلوین(ΔT) است.

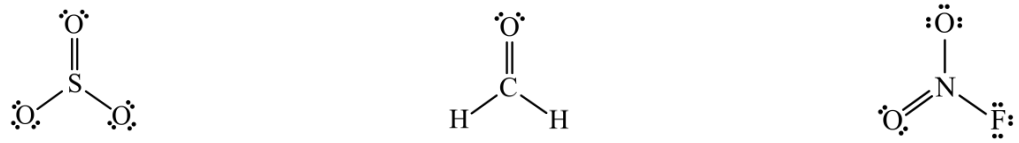
۴- در چه تعداد از مولکول‌های زیر، پیوند دوگانه بین اتم‌ها دیده می‌شود؟

$$POCl_۳ - SO_۳ - NO_۲F - CH_۲O - H_۲S - CO$$

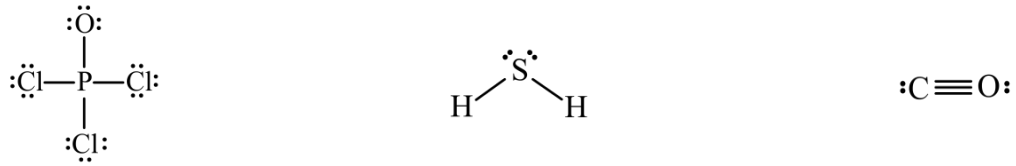
۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

پاسخ: گزینه ۳ (متوسط ـ مفهومی ـ سریع ـ صفحهٔ ۵۸ ـ ۱۰۰۲)

به ساختاری که در آن اتم‌های موجود در یک مولکول به همراه جفت الکترون‌های پیوندی و ناپیوندی روی آن‌ها نمایش داده می‌شود، ساختار لوویس گفته می‌شود. در ساختار مولکول‌های $SO_۳$(گوگرد تری‌اکسید)، $NO_۲F$ و $CH_۲O$(فرمالدهید)، پیوند دوگانه میان اتم‌ها وجود دارد اما در ساختار سایر مواد داده شده، پیوند دوگانه نداریم. ساختار این سه ماده به‌صورت زیر است:



ساختار لوویس سایر ترکیب‌های داده شده، به‌صورت زیر است:



۵- کدام موارد از عبارت‌های داده شده درست است؟

الف ـ در فرایند تقطیر جزءبه‌جزء هوا، با افزایش دمای هوای مایع، ابتدا O_2 به حالت گاز از مخلوط خارج می‌شود.

ب ـ فراوان‌ترین گاز نجیب هواکره، گازی بی‌بو و سمی بوده و از آن برای ساخت لامپ رشته‌ای استفاده می‌شود.

ج ـ در لایه‌های بالایی هواکره، کاتیون‌های تک‌اتمی حاصل از عناصر موجود در تناوب اول مشاهده می‌شوند.

د ـ مقدار رطوبت در هواکره متغیر بوده و از جایی به جای دیگر و یا از روزی به روز دیگر، تغییر می‌کند.

۱) «الف» و «ب» ۲) «ب» و «ج» ۳) «الف» و «د» ۴) «ج» و «د»

پاسخ: گزینه ۴ **(آسان ـ مفهومی ـ سریع ـ صفحهٔ ۵۲ ـ ۱۰۰۲)**

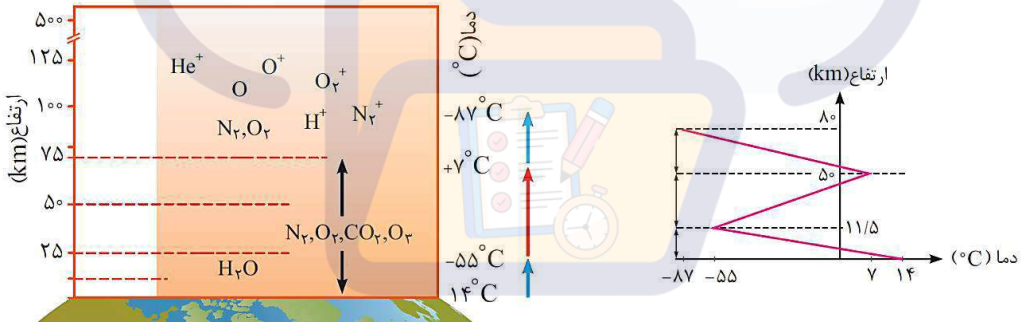
عبارت‌های (ج) و (د) درست هستند.

بررسی موارد:

الف) دمای جوش گاز نیتروژن در مقایسه با سایر مواد موجود در یک نمونه هوای مایع(اکسیژن و آرگون) پایین‌تر است. بر این اساس، در فرایند تقطیر جزءبه‌جزء یک نمونه از هوای مایع، با افزایش تدریجی دما، ابتدا گاز نیتروژن در فرایند تبخیر(تبدیل حالت از مایع به بخار) این ماده شرکت کرده و از مخلوط مورد نظر خارج می‌شود.

ب) آرگون، فراوان‌ترین گاز نجیب موجود در هواکره است. آرگون، گازی بی‌رنگ، بی‌بو و غیرسمی است که از آن برای ساخت لامپ رشته‌ای استفاده می‌شود. علاوه بر این، از گاز آرگون به‌عنوان محیط بی اثر در جوشکاری و برش فلزها نیز استفاده می‌شود. این گاز در پتروشیمی شیراز از تقطیر جزءبه‌جزء هوای مایع با خلوص بسیار زیاد تهیه می‌شود.

ج) جاذبه زمین، گازهای موجود در اتمسفر را پیرامون خود نگه می‌دارد و مانع از خروج آن‌ها از اتمسفر می‌شود. تصویر زیر، نمایی از یون‌های گازی و مولکول‌های گازی موجود در لایه‌های بالایی هواکره را نشان می‌دهد:



همانطور که مشخص است، در قسمت بالایی هواکره یون‌های گازی و تک‌اتمی حاصل از عناصر هیدروژن و هلیم یافت می‌شوند. علاوه بر این یون‌ها، یون‌های گازی تک‌اتمی و چنداتمی حاصل از اکسیژن نیز در این قسمت از هواکره یافت می‌شوند. این یون‌ها بر اثر تابش‌های پرانرژی فرابنفش خورشیدی و برخورد آن‌ها با ذرات گازی ایجاد می‌شوند.

د) مقدار رطوبت(بخار آب) موجود در هواکره در حدود ۱ درصد است؛ اما این مقدار متغیر بوده و از جایی به جای دیگر و یا از روزی به روز دیگر، تغییر می‌کند.

۶- **جدول زیر، اطلاعات مربوط به سوختن زغال‌سنگ و گاز طبیعی را نشان می‌دهد:**

	زغال‌سنگ	گاز طبیعی
انرژی آزاد شده (کیلوژول بر گرم)	۳۰	۵۴
قیمت (ریال به ازای هر گرم)	۵	۸

اگر برای تأمین انرژی مورد نیاز برای روشن کردن ۵۰ لامپ به مدت ۱۰ ساعت، به سوزاندن مخلوطی از زغال‌سنگ و گاز طبیعی به جرم ۴۵ گرم نیاز داشته باشیم، جهت تأمین این مقدار سوخت، چند ریال هزینه مصرف شده است؟ (برای روشن نگه‌داشتن هر لامپ به مدت یک ساعت، به ۲۹۴۰ ژول انرژی نیاز است.)

۱) ۲۴۰ ۲) ۲۲۰ ۳) ۲۶۰ ۴) ۲۸۰

پاسخ: گزینه ۱ (متوسط ـ محاسباتی ـ زمانبر ـ صفحهٔ ۵۲ ـ ۱۴۰۲)

جرم زغال‌سنگ و گاز طبیعی مصرف شده را به‌ترتیب، برابر با x و y گرم در نظر می‌گیریم. بر این اساس، داریم:

جرم سوخت مصرف شده = جرم زغال سنگ + جرم گاز طبیعی ⇒ $۴۵ = x + y$

با توجه به اطلاعات داده شده در صورت سؤال، مقدار انرژی مورد نیاز برای روشن نگه‌داشتن لامپ‌ها را محاسبه می‌کنیم.

$$? kJ \text{ انرژی} = ۵۰ \text{ لامپ} \times \frac{۱۰ \text{ ساعت}}{۱ \text{ لامپ}} \times \frac{۲۹۴۰ J \text{ انرژی}}{۱ \text{ ساعت}} \times \frac{۱ kJ \text{ انرژی}}{۱۰۰۰ J \text{ انرژی}} = ۱۴۷۰ kJ$$

بر اثر سوختن هر گرم زغال سنگ، ۳۰ کیلوژول انرژی و بر اثر سوختن هر گرم گاز طبیعی نیز ۵۴ کیلوژول انرژی تولید می‌شود، پس می‌توان گفت انرژی حاصل از مصرف زغال سنگ و گاز طبیعی به‌ترتیب برابر با $۳۰x$ و $۵۴y$ کیلوژول می‌شود. بر این اساس، داریم:

کل انرژی آزاد شده = انرژی حاصل از سوختن زغال سنگ + انرژی حاصل از سوختن گاز طبیعی ⇒ $۱۴۷۰ = ۳۰x + ۵۴y$

تا این مرحله، دو معادله و دو مجهول داریم. با قرار دادن این معادله‌ها در یک دستگاه معادلاتی، مقدار مؤلفه‌های x و y را محاسبه می‌کنیم.

$$\begin{cases} ۴۵ = x + y \\ ۱۴۷۰ = ۳۰x + ۵۴y \end{cases} \Longrightarrow x = ۴۰g \quad \text{و} \quad y = ۵g$$

در قدم آخر، با توجه به قیمت هر یک از سوخت‌های داده شده، هزینهٔ مورد نیاز را محاسبه می‌کنیم.

هزینه مورد نیاز = هزینه زغال سنگ + هزینه گاز طبیعی = $۵x + ۸y = ۲۰۰ + ۴۰ = ۲۴۰$ ریال

۷- **کدام‌یک از مطالب زیر، نادرست است؟**

۱) از یک گاز با مولکول‌های دواتمی، برای نگهداری برخی از نمونه‌های بیولوژیک در پزشکی استفاده می‌شود.
۲) یک نمونه هوا با دمای $-۲۰۰^{\circ}C$ ، شامل مخلوط مایعی از عناصر آرگون، اکسیژن، هلیم و نیتروژن می‌شود.
۳) هلیم، سبک‌ترین گاز نجیب است و از آن برای پر کردن بالن‌های تبلیغاتی، هواشناسی و تفریحی استفاده می‌شود.
۴) گاز استفاده‌شده برای نگهداری نمونه‌های بیولوژیک، توسط جانداران ذره‌بینی در خاک تثبیت‌شده و به مصرف گیاه می‌رسد.

پاسخ: گزینه ۲ (متوسط ـ مفهومی ـ سریع ـ صفحهٔ ۵۴ ـ ۱۴۰۲)

یک نمونه هوا با دمای $-۲۰۰^{\circ}C$ ، شامل مخلوط مایعی از عناصر آرگون، اکسیژن و نیتروژن می‌شود؛ اما چون دمای جوش هلیم پایین‌تر از ۲۰۰- درجه سانتی‌گراد است، این عنصر در مخلوط مورد نظر به حالت مایع وجود نخواهد داشت. در واقع وقتی طی فرایند تقطیر هوا، دما را تا ۲۰۰- کاهش می‌دهند، هلیم اصلاً تغییر حالت نداده و به حالت گاز باقی می‌ماند.

بررسی گزینه‌ها:

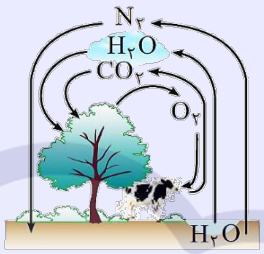
۱) از گاز نیتروژن($N_۲$)، برای پرکردن تایر خودروها، در صنعت سرماسازی برای انجماد مواد غذایی و برای نگهداری نمونه‌های بیولوژیک در پزشکی استفاده می‌شود. گاز نیتروژن به‌عنوان اصلی‌ترین جزء سازنده هواکره، واکنش‌پذیری بسیار کمی دارد و به‌طور معمول با اکسیژن واکنش نمی‌دهد. تنها هنگام رعد و برق این دو گاز در هوا ترکیب شده و به اکسیدهای نیتروژن تبدیل می‌شوند.

۳ چون عدد جرمی هلیم در مقایسه با سایر گازهای نجیب کمتر است، این گاز سبک‌ترین گاز نجیب به شمار می‌رود. با توجه به چگالی کم این گاز و واکنش ندادن آن با سایر گازهای موجود در هواکره، از آن برای پر کردن بالن‌های تبلیغاتی، هواشناسی و تفریحی استفاده می‌شود.

۴ نیتروژن، گاز استفاده‌شده برای نگهداری نمونه‌های بیولوژیک در پزشکی است. گیاهان به‌طور مستقیم و با استفاده از برگ‌های خود نمی‌توانند گاز نیتروژن موجود در هواکره را جذب کنند. این گاز توسط جانداران ذره‌بینی در خاک تثبیت‌شده و به مصرف گیاهان می‌رسد.

جانداران و هواکره

زندگی جانداران گوناگون در زیست‌کره با گازهای موجود در هوا، گره خورده است. گیاهان با بهره‌گیری از نور خورشید و مصرف کربن دی‌اکسید هواکره، اکسیژن مورد نیاز جانداران را تولید می‌کنند. علاوه بر گاز اکسیژن، گیاهان گلوکز را تولید کرده و این ماده، به مصرف جانوران می‌رسد. توجه داریم که جانداران ذره‌بینی از جمله باکتری‌ها، گاز نیتروژن هواکره را برای مصرف گیاهان در خاک تثبیت می‌کنند. روند انجام شده طی این فرایند به‌صورت زیر است:



۸- نام کدام ترکیب با فرمول شیمیایی نوشته شده برای آن مطابقت ندارد؟

۱) آهن(II) فسفید : Fe_3P_2 ۲) اسکاندیم سولفید : Sc_2S_3

۳) روبیدیم سولفات : Rb_2SO_4 ۴) کبالت(II) نیترات : $CO(NO_3)_2$

پاسخ: گزینه ۴ (آسان ـ مفهومی ـ سریع ـ صفحهٔ ۵۷ ـ ۱۰۰۲)

عناصر دسته d، همگی فلز هستند. عدد اتمی اولین دوره از این عناصر، در بازه بین ۲۱(معادل با فلز اسکاندیم) تا ۳۰(معادل با فلز روی) قرار می‌گیرد. در رابطه با این عناصر و کاتیون‌های حاصل از آن‌ها، باید به ۲ نکته مهم توجه کنیم. اول، آرایش الکترونی کاتیون حاصل از اغلب این عناصر، مشابه آرایش الکترونی هیچ گاز نجیبی نیست! دوم، اغلب این عناصر فلزی بیش از یک نوع کاتیون پایدار تشکیل می‌دهند. جدول زیر، بار الکتریکی کاتیون‌های حاصل از برخی از عناصر دسته d را نشان می‌دهد:

بار یون‌ها	عنصر	فرمول یون	نام یون
+۱ و +۲	مس	Cu^{+} و Cu^{2+}	مس (I) و مس (II)
+۲ و +۳	آهن	Fe^{2+} و Fe^{3+}	آهن (II) و آهن (III)
	کروم	Cr^{2+} و Cr^{3+}	کروم (II) و کروم (III)
	وانادیم	V^{2+} و V^{3+}	وانادیم (II) و وانادیم (III)

برای نام‌گذاری ترکیب‌های یونی حاصل از فلزهایی که بیش از یک نوع کاتیون تشکیل می‌دهند، باید بار کاتیون موجود در ترکیب را به‌صورت عدد رومی(I، II، III، IV و ...) بیان کنیم. توجه داریم که در نماد شیمیایی مربوط به هر عنصر، حرف اول به‌صورت بزرگ و حرف دوم به‌صورت کوچک نوشته می‌شود. بر این اساس، فرمول شیمیایی ترکیب کبالت(II) نیترات، به‌صورت $Co(NO_3)_2$ نوشته می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ در ساختار ترکیب Fe_3P_2، یون فسفید دارای بار الکتریکی ۳- و یون آهن دارای بار الکتریکی ۲+ است. بر این اساس، نام ترکیب مورد نظر به‌صورت آهن(II) فسفید خواهد بود.

۲ اسکاندیم، اولین فلز از دسته d است. این عنصر، فقط یک نوع کاتیون با بار ۳+ تشکیل داده و این کاتیون، به آرایش الکترونی گاز آرگون می‌رسد. چون اسکاندیم فقط یک نوع یون تشکیل می‌دهد، پس نیاز به بیان بار الکتریکی آن در نام‌گذاری مواد نداریم. بر این اساس، نام ترکیبی با فرمول شیمیایی Sc_2S_3، به‌صورت اسکاندیم سولفید است.

۳ روبیدیم، فلزی از گروه اول بوده و کاتیونی با بار ۱+ را ایجاد می‌کند. بر این اساس، فرمول شیمیایی روبیدیم سولفات به‌صورت Rb_2SO_4 می‌شود.

۹- کدام موارد از عبارت‌های داده شده در رابطه با عنصر کروم درست است؟ ($Cr = 52 , S = 32 : g.mol^{-1}$)

الف ـ درصد جرمی کروم در سولفیدی از آن که آرایش الکترونی کاتیون آن به $3d^3$ ختم می‌شود، برابر با ۵۲٪ است.

ب ـ این عنصر فلزی، با عنصر برم در یک تناوب مشابه و با عنصر $_{108}Hs$ در یک گروه مشابه قرار گرفته است.

ج ـ با استفاده از تغییر رنگ شعله، می‌توان وجود این عنصر فلزی در یک نمونه ماده را تشخیص داد.

د ـ نسبت شمار اتم‌ها به شمار عناصر در ساختار ترکیب کروم(II) فسفات، برابر با ۲ است.

۱) «الف» و «ج» ۲) «ب» و «ج» ۳) «الف» و «د» ۴) «ب» و «د»

پاسخ: گزینه ۱ **(متوسط ـ مفهومی و محاسباتی ـ سریع ـ صفحهٔ ۵۷ ـ ۱۰۲)**

عبارت‌های (الف) و (ج) درست هستند.

بررسی موارد:

الف کروم یون‌های پایداری با بار ۲+ و ۳+ دارد. در رابطه با کروم و یون‌های حاصل از آن داریم:

$$_{24}Cr : [Ar]3d^5 4s^1 \Longrightarrow \begin{cases} _{24}Cr^{2+} : [Ar]3d^4 \\ _{24}Cr^{3+} : [Ar]3d^3 \end{cases}$$

سولفیدی از این فلز واسطه که آرایش الکترونی کاتیون آن به $3d^3$ ختم می‌شود، معادل با Cr_2S_3 خواهد بود. در ساختار این ماده، بار کاتیون کروم برابر با ۳+ است. جرم مولی این ماده برابر با ۲۰۰ گرم بر مول شده و در هر مول از آن، ۱۰۴ گرم کروم وجود دارد. بر این اساس، می‌توان گفت درصد جرمی کروم در ساختار Cr_2S_3 برابر با ۵۲٪ است.

ب کروم با عدد اتمی ۲۴، متعلق به گروه شماره ۶ از تناوب چهارم است. برم نیز عنصری از تناوب چهارم جدول دوره‌ای به شمار می‌رود. توجه داریم که عنصری با نماد شیمیایی $_{108}Hs$، متعلق به گروه شماره ۸ از تناوب هفتم جدول دوره‌ای است.

ج اگر مقداری از محلول یک نمک حاوی کاتیون فلزی را با افشانه روی شعله بپاشیم، اتم‌های سازنده فلز مورد نظر دچار برانگیختگی شده و طی این فرایند رنگ شعله مورد نظر را تغییر می‌دهند. با تغییر رنگ شعله، دمای شعله نیز تغییر می‌کند. جدول زیر، رنگ شعله حاصل از برخی از عناصر فلزی و ترکیب‌های حاصل از آن‌ها را نشان می‌دهد:

فلز	لیتیم	سدیم	مس	منیزیم	آهن
رنگ شعله	قرمز	زرد	سبز	سفید	نارنجی

کروم نیز یک عنصر فلزی بوده و با استفاده از تغییر رنگ شعله، می‌توان وجود این عنصر فلزی در یک نمونه ماده را تشخیص داد.

د فرمول شیمیایی کروم(II) فسفات به‌صورت $Cr_3(PO_4)_2$ است. در هر واحد فرمولی از این ماده، ۱۳ اتم و ۳ عنصر وجود دارد؛ بنابراین نسبت میان این دو عدد برای ترکیب داده شده، برابر با ۲ نمی‌شود.

۱۰- خودروهای با برچسب انرژی A و C، به ازای طی کردن هر کیلومتر مسافت، به‌ترتیب ۲/۵ و ۴ لیتر گاز کربن دی‌اکسید با چگالی $2/2 g.L^{-1}$ تولید می‌کنند. اگر هر خودرو ماهانه ۲۰۰۰ کیلومتر مسافت را طی کند، با عدم استفاده از هر خودرو با برچسب A به‌جای خودرو با برچسب C، باید چند اصله درخت بکاریم تا مقدار گاز CO_2 اضافی تولید شده در یک سال را جذب کنند؟ (هر درخت، سالانه ۲۰۰ مول گاز کربن دی‌اکسید را جذب می‌کند. $O = 16 , C = 12 : g.mol^{-1}$)

۱) ۹ ۲) ۱۸ ۳) ۱/۵ ۴) ۳

پاسخ: گزینه ۱ (آسان ـ محاسباتی ـ زمانبر ـ صفحهٔ ۶۸ ـ ۱۰۰۲)

خودروهای با برچسب انرژی A و C، به ازای طی کردن هر کیلومتر مسافت، به‌ترتیب ۲/۵ و ۴ لیتر گاز کربن دی‌اکسید تولید می‌کنند، پس با عدم استفاده از هر خودرو با برچسب A به‌جای خودرو با برچسب C، مقدار ۱/۵ لیتر گاز $CO_۲$ بیشتری به ازای هر کیلومتر مسافت تولید می‌شود. با توجه به فرمول چگالی، ابتدا جرم کربن دی‌اکسید اضافی تولید شده به ازای طی هر کیلومتر مسافت توسط خودرو را به‌صورت زیر به‌دست می‌آوریم:

$$(g.L^{-۱})\text{چگالی} = \frac{(g)\ \text{جرم}}{(L)\ \text{حجم}} \Longrightarrow ۲/۲ = \frac{\text{جرم}}{۱/۵} \Longrightarrow \text{جرم} = ۳/۳\ g$$

طبق فرض سؤال، هر خودرو ماهانه ۲۰۰۰ کیلومتر مسافت طی می‌کند، پس در هر سال، ۲۴۰۰۰ کیلومتر مسافت توسط هر خودرو طی می‌شود. بر این اساس، مقدار مول گاز کربن دی‌اکسید که در طول هر سال به‌صورت اضافی تولید می‌شود را محاسبه می‌کنیم:

$$?\,mol\ CO_۲ = ۲۴۰۰۰\ km\ \text{مسافت} \times \frac{۳/۳\ g\ CO_۲}{۱\ km\ \text{مسافت}} \times \frac{۱\ mol\ CO_۲}{۴۴\ g\ CO_۲} = ۱۸۰۰\ mol$$

هر درخت، سالانه ۲۰۰ مول گاز کربن دی‌اکسید را جذب می‌کند، پس برای جذب ۱۸۰۰ مول گاز کربن دی‌اکسید اضافی تولید شده توسط خودرو مورد نظر، باید ۹ درخت بکاریم.

۱۱- کدام‌یک از عبارت‌های داده شده، درست است؟

۱) تهیه هلیم با استفاده از تقطیر گاز طبیعی، همانند فرایند استخراج آرگون از هواکره، در کشور ما انجام نمی‌شود.

۲) نماد $\xrightarrow{Rh}$ در واکنش‌های شیمیایی، بیانگر این است که سرعت واکنش در حضور کاتالیزگر روبیدیم بیشتر است.

۳) با گرما دادن به شکر، این ماده طی یک تغییر فیزیکی ذوب شده و طی این فرایند، رنگ شکر تغییر خواهد کرد.

۴) در میادین گازی ایران، هلیم موجود در گاز طبیعی به همراه سایر مواد، بدون سوختن وارد هواکره خواهد شد.

پاسخ: گزینه ۴ (متوسط ـ مفهومی و حفظی ـ سریع ـ صفحهٔ ۶۲ ـ ۱۰۰۲)

گاز طبیعی، به‌طور عمده از متان تشکیل شده است. چون در کشورمان توانایی جداسازی گاز هلیم از گاز طبیعی را نداریم، در میادین گازی ایران، هلیم موجود در گاز طبیعی به همراه سایر مواد، بدون سوختن و به‌صورت دست نخورده وارد هواکره می‌شود. در واقع، گاز هلیم یک گاز نجیب بوده و اصلاً در واکنش سوختن شرکت نمی‌کند.

بررسی گزینه‌ها:

۱) آرگون گازی بی‌رنگ، بی‌بو و غیرسمی است. واژه آرگون به معنای تنبل است؛ زیرا این عنصر گازی واکنش‌پذیری ناچیزی دارد. این گاز در پتروشیمی شیراز از تقطیر جزءبه‌جزء هوای مایع با خلوص بسیار زیاد تهیه می‌شود. این در حالی است که جداسازی گاز هلیم از گاز طبیعی به دانش و فناوری پیشرفته‌ای نیاز دارد و متخصصان کشورمان تاکنون موفق به جداسازی و تهیه آن نشده‌اند و همچنان، هلیم از دیگر کشورها وارد می‌شود.

۲) کاتالیزگر، ماده‌ای است که سرعت واکنش‌های شیمیایی را افزایش می‌دهد. کاتالیزگر داده شده در این عبارت، معادل با Rh بوده که همان فلز رودیم است. روبیدیم، فلزی در گروه اول جدول تناوبی بوده و با نماد Rb نمایش داده می‌شود. جدول زیر برخی از نمادهای رایج مورد استفاده در معادله‌های شیمیایی را که روی فلش واکنش قرار گرفته و شرایط لازم برای شروع واکنش را مشخص می‌کند، نمایش می‌دهد:

نماد	معنا
$\rightarrow$	تولید می‌کند یا می‌دهد
$\xrightarrow{\Delta}$	واکنش‌دهنده‌ها بر اثر گرم شدن واکنش می‌دهند.
$\xrightarrow{۲۰\ atm}$	واکنش در فشار ۲۰ اتمسفر انجام می‌شود.
$\xrightarrow{۱۲۰۰^\circ C}$	واکنش در دمای $۱۲۰۰^\circ C$ انجام می‌شود.
$\xrightarrow{Pd}$	در واکنش از کاتالیزگر پالادیم استفاده شده است.

۳ با گرما دادن به شکر، این ماده دچار یک تغییر شیمیایی شده و طی این فرایند، رنگ شکر تغییر خواهد کرد. توجه داریم که با انجام شدن تغییرات شیمیایی، ساختار ذرات سازنده مواد دچار تغییر می‌شود.

۱۲- کدام‌یک از مطالب زیر، نادرست است؟

۱) نام ترکیب‌هایی با فرمول شیمیایی Cu_2S و N_2O_2، به‌ترتیب به‌صورت مس(I) سولفید و دی‌نیتروژن دی‌اکسید است.
۲) نسبت شمار آنیون‌ها به کاتیون‌ها در کلسیم سولفید، برابر با مقدار این نسبت در یکی از اکسیدهای طبیعی آهن است.
۳) پس از موازنه معادله واکنش $CS_2 + O_2 \rightarrow CO_2 + SO_2$، مجموع ضرایب مواد در این واکنش برابر با ۶ می‌شود.
۴) مرجان‌ها نوعی کیسه‌تن هستند که با افزایش مقدار گاز CO_2 محلول در آب و کاهش pH محیط، از بین می‌روند.

پاسخ: گزینه ۳ (متوسط ـ مفهومی ـ سریع ـ صفحهٔ ۶۵ ـ ۱۰۰۲)

معادله واکنش مورد نظر پس از موازنه به‌صورت $CS_2 + 3O_2 \rightarrow CO_2 + 2SO_2$ می‌شود. همانطور که مشخص است، مجموع ضرایب مواد در معادله این واکنش برابر با ۷ است.

بررسی گزینه‌ها:

۱ نام ترکیب‌هایی با فرمول شیمیایی Cu_2S و N_2O_2، به‌ترتیب به‌صورت مس(I) سولفید و دی‌نیتروژن دی‌اکسید است. توجه داریم که ترکیبی با فرمول شیمیایی Cu_2S، یک ترکیب یونی دوتایی بوده و در ساختار آن کاتیون Cu^+ و آنیون S^{2-} وجود دارد. ترکیبی با فرمول شیمیایی N_2O_2 نیز از جمله مواد مولکولی به شمار می‌رود.

۲ فرمول شیمیایی کلسیم سولفید به‌صورت CaS بوده و نسبت شمار آنیون به کاتیون در آن برابر با ۱ است. در سنگ معدن آهن نیز دو اکسید طبیعی مختلف با فرمول‌های شیمیایی FeO و Fe_2O_3 وجود دارد که نسبت شمار آنیون به کاتیون در آن‌ها به‌ترتیب برابر با ۱ و ۱/۵ می‌شود. بر این اساس، می‌توان گفت نسبت شمار آنیون‌ها به کاتیون‌ها در کلسیم سولفید، برابر با یکی از اکسیدهای موجود در سنگ معدن آهن است.

۴ کربن دی‌اکسید، یک اکسید اسیدی بوده و با انحلال در آب، مقدار pH محلول را کاهش می‌دهد. مرجان‌ها، گروهی از کیسه‌تنان با اسکلت آهکی(ساخته شده از جنس کلسیم اکسید) هستند. پژوهش‌ها نشان می‌دهند که این جانداران با افزایش مقدار کربن دی‌اکسید محلول در آب و اسیدی شدن آب، از بین می‌روند. در واقع، با افزایش مقدار کربن دی‌اکسید در هواکره، بخش زیادی از آن در آب دریاها و اقیانوس‌ها حل می‌شود و به این ترتیب، خاصیت اسیدی آب افزایش می‌یابد و به دنبال آن، زندگی آبزیان به خطر می‌افتد.

تحول صنعتی

با تحول صنعتی، صنایع بزرگ پدید آمده و فراورده‌های کشاورزی، دارویی، غذایی و ... در مقیاس صنعتی تولید شدند. با این تحولات، نیاز به انرژی به میزان چشمگیری افزایش یافت. انجام این فعالیت‌ها سبب شد تا میزان مصرف سوخت‌های فسیلی افزایش یافته و حجم انبوهی از گاز CO_2 و سایر آلاینده‌ها وارد هواکره شود. به‌جز مصرف مستقیم سوخت‌های فسیلی، گاز CO_2 از مسیرهای مختلف دیگر مثل آتش‌سوزی در سکوهای نفتی و ... نیز وارد هواکره می‌شود. سبك زندگی، نوع وسایل مورد استفاده و رفتارهای انسان، روی هواکره تأثیر می‌گذارد. برای مثال، نوع وسیله نقلیه‌ای که استفاده می‌کنیم، غذایی که می‌خوریم، وسایل گرمایشی که استفاده می‌کنیم و حتی مدت زمانی که از وسایل برقی استفاده می‌کنیم، به دلیل مصرف انرژی، مقداری گاز CO_2 وارد هواکره می‌کند و درصد گازهای هواکره را تغییر می‌دهد. گاز کربن دی‌اکسیدی که وارد هواکره شده، در آن جابه‌جا می‌شود و می‌تواند هوای شهرهای دیگر را نیز آلوده کند. بنابراین هر رفتار ما بر زندگی همه مردمان جهان اثر خواهد گذاشت.

۱۳- کدام موارد از عبارت‌های داده شده، در رابطه با واکنش زیر درست است؟

$$C_3H_5N_3O_9(l) \rightarrow CO_2(g) + H_2O(g) + N_2(g) + O_2(g)$$ **معادله واکنش موازنه نشده است.**

الف ـ دو مورد از فراورده‌های تولید شده در آن، از جمله ترکیب‌های حاصل از واکنش سوختن زغال‌سنگ هستند.
ب ـ فراورده سه اتمی این واکنش با ساختار خطی، یکی از آلاینده‌های خارج شده از اگزوز خودروها است.
ج ـ پس از موازنه، مجموع ضرایب فراورده‌ها در این واکنش، ۷ برابر ضریب واکنش‌دهنده است.
د ـ اگر در این واکنش به‌جای CO_2، گاز CO تولید شود، ضریب همه مواد دچار تغییر می‌شود.

۱) «الف» و «ب» ۲) «ب» و «ج» ۳) «ج» و «د» ۴) «الف» و «د»

پاسخ: گزینه ۱ (متوسط ـ مفهومی ـ سریع ـ صفحهٔ ۶۶ ـ ۱۰۰۲)

معادله واکنش داده شده، مربوط به فرایند تجزیه نیتروگلیسیرین است. پس از موازنه، معادله این واکنش به‌صورت زیر درمی‌آید:

$$4C_3H_5N_3O_9(l) \longrightarrow 12CO_2(g) + 10H_2O(g) + 6N_2(g) + O_2(g)$$

در رابطه با این واکنش، عبارت‌های (الف) و (ب) درست هستند.

بررسی موارد:

الف کربن دی‌اکسید، گوگرد دی‌اکسید و بخار آب، از جمله مواد حاصل از واکنش سوختن زغال‌سنگ در حضور گاز اکسیژن هستند. معادله سوختن زغال سنگ به‌صورت زیر است:

انرژی + گوگرد دی‌اکسید + کربن دی‌اکسید + بخار آب ← اکسیژن + زغال سنگ

بخار آب و کربن دی‌اکسید، فراورده مشترک واکنش داده شده و واکنش سوختن زغال سنگ هستند. کربن دی‌اکسید یک ماده ناقطبی است، درحالی که گوگرد دی‌اکسید و بخار آب، از مولکول‌های قطبی ساخته شده‌اند.

رد پای کربن دی‌اکسید

زغال سنگ، از جمله منابع تولید انرژی الکتریکی به شمار می‌رود. با تولید انرژی الکتریکی از زغال سنگ، مانند هر منبع تأمین انرژی دیگری، مقداری گاز کربن دی‌اکسید تولید می‌شود. نمودار زیر میزان تولید(ردپای) کربن دی‌اکسید را در منابع تولیدکننده برق نمایش می‌دهد:

همانطور که مشخص است، بیشترین ردپای کربن دی‌اکسید مربوط به زغال سنگ است.

ب تصویر زیر، نمایی از آلاینده‌های خارج شده از اگزوز خودروها را نشان می‌دهد:

گاز کربن دی‌اکسید از جمله فراورده‌های خارج شده از اگزوز خودرو است. این گاز، ساختار خطی داشته و در مولکول آن، همه اتم‌ها روی یک خط راست قرار می‌گیرند. ساختار دقیق مولکول‌های سازنده CO_2، در تمارین دوره‌ای فصل اول کتاب شیمی دهم نشان داده شده است.

ج پس از موازنه، مجموع ضرایب فراورده‌ها در این واکنش، برابر با ۲۹ می‌شود که این مقدار، ۷/۲۵ برابر ضریب واکنش‌دهنده است.

د اگر در این واکنش به‌جای CO_2، گاز CO تولید شود، معادله واکنش به‌صورت زیر درمی‌آید:

$$4C_3H_5N_3O_9(l) \longrightarrow 12CO(g) + 10H_2O(g) + 6N_2(g) + 7O_2(g)$$

همانطور که مشخص است، طی این فرایند فقط ضریب گاز اکسیژن تغییر کرده است.

۱۴- جرم‌های برابر از متانول و منیزیم سولفات در اختیار داریم. اگر تفاوت شمار اتم‌های اکسیژن موجود در این دو ماده برابر با $1/204 \times 10^{23}$ عدد باشد، در این نمونه از متانول چند گرم اکسیژن وجود خواهد داشت؟

$(S = 32, Mg = 24, O = 16, C = 12, H = 1 : g.mol^{-1})$

۱) ۲۴ ۲) ۴۸ ۳) ۲۰ ۴) ۴۰

پاسخ: گزینه ۲ (متوسط ـ محاسباتی ـ زمانبر ـ صفحهٔ ۵۷ ـ ۱۰۰۲)

فرمول شیمیایی متانول و منیزیم سولفات، به‌ترتیب به‌صورت CH_3OH و $MgSO_4$ است. جرم هر نمونه از این مواد را برابر با x گرم در نظر گرفته و شمار اتم‌های اکسیژن موجود در منیزیم سولفات و متانول را محاسبه می‌کنیم.

$$?\,atom\ O = x\ g\ CH_3OH \times \frac{1\ mol\ CH_3OH}{32\ g\ CH_3OH} \times \frac{1\ mol\ O}{1\ mol\ CH_3OH} \times \frac{6/02 \times 10^{23}\ atom\ O}{1\ mol\ O} = \frac{6/02 \times 10^{23} \times x}{32}\ atom$$

$$?\,atom\ O = x\ g\ MgSO_4 \times \frac{1\ mol\ MgSO_4}{120\ g\ MgSO_4} \times \frac{4\ mol\ O}{1\ mol\ MgSO_4} \times \frac{6/02 \times 10^{23}\ atom\ O}{1\ mol\ O} = \frac{6/02 \times 10^{23} \times x}{30}\ atom$$

در قدم بعد، با توجه به اطلاعات داده شده در صورت سؤال، مقدار x را محاسبه می‌کنیم.

تفاوت تعداد اتم‌های اکسیژن = تعداد اتم‌های اکسیژن در منیزیم سولفات − تعداد اتم‌های اکسیژن در متانول ⟹

$$1/204 \times 10^{23} = \frac{6/02 \times 10^{23} \times x}{30} - \frac{6/02 \times 10^{23} \times x}{32} \Longrightarrow x = 96\ g$$

با توجه به مقدار x، می‌توان گفت جرم هر یک از این دو ماده برابر با ۹۶ گرم بوده است. با توجه به جرم نمونه متانول، جرم اکسیژن موجود در این ماده را محاسبه می‌کنیم.

$$?\,g\ O = 96\ g\ CH_3OH \times \frac{1\ mol\ CH_3OH}{32\ g\ CH_3OH} \times \frac{1\ mol\ O}{1\ mol\ CH_3OH} \times \frac{16\ g\ O}{1\ mol\ O} = 48\ g$$

بر این اساس، نمونه متانول شامل ۴۸ گرم اکسیژن در ساختار خود است.

۱۵- کدام‌یک از مطالب زیر، نادرست است؟

۱) گازهای گلخانه‌ای از جمله بخار آب موجود در هوا، مانع از خروج بخش کوچکی از گرمای آزاد شده از زمین می‌شوند.
۲) در سده اخیر، به‌طور کلی تغییر مساحت برف در نیمکره شمالی با تغییر مقدار CO_2 هواکره رابطه عکس داشته است.
۳) گلخانه‌ها را با استفاده از پلاستیک شفاف ساخته و دمای درون آن‌ها در زمستان، کمتر از محیط بیرون خواهد بود.
۴) فلز منیزیم، با آزاد کردن نور سفید و در حضور گاز اکسیژن سوخته و ترکیبی با خاصیت بازی را تولید می‌کند.

پاسخ: گزینه ۳ (آسان ـ مفهومی ـ سریع ـ صفحهٔ ۶۹ ـ ۱۰۰۲)

گلخانه‌ها با استفاده از پلاستیک شفاف ساخته می‌شوند. برای ساختن این زمین‌های کشاورزی ویژه، تا ارتفاع مشخصی از زمین توسط پلاستیک پوشانده می‌شود. طی این فرایند و با ایجاد اثر گلخانه‌ای، دمای درون گلخانه‌ها در زمستان، بیشتر از محیط بیرون خواهد بود. علاوه بر این، محیط داخل گلخانه در مقایسه با محیط بیرون نوسانات دمایی کمتری خواهد داشت.

گلخانه‌ها

گلخانه‌ها، زمین‌های کشاورزی ویژه‌ای هستند که دور تا دور آن‌ها را تا ارتفاع معینی با لایه‌ای از انواع پلاستیک‌های شفاف می‌پوشانند و در آن‌ها گیاهان و میوه‌های گوناگونی پرورش می‌دهند. گلخانه، گیاه یا میوه را از آسیب‌های ناشی از تغییر دما و آفت‌ها حفظ می‌کند. در واقع پلاستیک موجود در اطراف گلخانه‌ها با ایجاد اثر گلخانه‌ای و جلوگیری از خروج گرما، محیط درون گلخانه را گرم‌تر از محیط بیرون کرده و از نوسانات دمایی می‌کاهد. در طول یک روز زمستانی، دمای محیط درون گلخانه در بازهٔ بین ۱۳/۵ تا ۱۴/۵ درجهٔ سلسیوس تغییر کرده و دمای محیط بیرون گلخانه در بازهٔ بین ۱/۵ تا ۸ درجهٔ سانتی‌گراد تغییر می‌کند. همانطور که مشخص است، حداکثر دمای محیط درون یک گلخانه در مقایسه با محیط بیرون گلخانه بیشتر است.

بررسی گزینه‌ها:

۱) زمین گرما را از پرتوهای خورشیدی گرفته و پس از آن، این گرما را به سمت هواکره بازتاب می‌کند. گازهای گلخانه‌ای از جمله بخار آب و گاز کربن دی‌اکسید موجود در هواکره زمین، مانع از خروج بخش کوچکی از گرمای آزاد شده از زمین می‌شوند. طی این فرایند، مقداری از گرما در زمین محبوس شده و منجر به افزایش دمای کره زمین می‌شود.

تصویر زیر، نمایی از فرایند جذب و بازتاب پرتوهای خورشیدی توسط زمین را نشان می‌دهد:

مبادله گرما توسط کره زمین

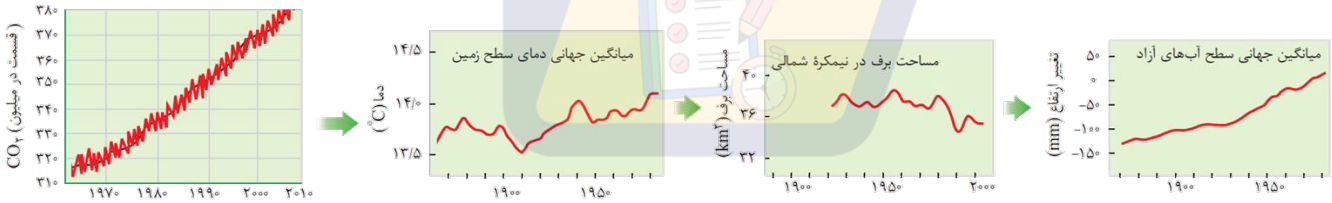
سرنوشت پرتوهای خورشیدی تابیده شده به سمت زمین، به‌صورت زیر است:

- پرتوهای خورشیدی تابیده شده به سمت زمین
  - بخش کوچک — توسط هواکره جذب می‌شوند
  - بخش کوچک — توسط هواکره به سمت خارج بازتاب می‌شوند
  - بخش عمده — به وسیلهٔ زمین جذب می‌شوند

مطابق این نمودار، بخش کوچکی از پرتوهای خورشیدی تابیده شده به سمت زمین، به وسیله هواکره جذب می‌شوند. پرتوهای جذب شده توسط زمین، باعث گرم شدن کره زمین می‌شوند. سرنوشت این گرمای جذب شده نیز به‌صورت زیر است:

- گرمای دفع شده توسط کره زمین
  - بخش کوچک — توسط هواکره و گازهای گلخانه‌ای، در زمین محبوس می‌شود
  - بخش عمده — به صورت تابش‌های فروسرخ از زمین دفع شده و خارج می‌شود

۲ با توجه نمودارهای زیر، با افزایش کربن دی‌اکسید در هواکره، میزان میانگین دما و سطح آب‌های آزاد، افزایش پیدا کرده و از مساحت برف کاسته می‌شود. تغییرات کلی مقدار کربن دی‌اکسید و سطح آب‌های آزاد، نسبتاً منظم است در صورتی که تغییرات دما و مساحت برف، نامنظم است.



۴ منیزیم در شرایط مناسب، با گاز اکسیژن واکنش داده و می‌سوزد. معادله این واکنش به‌صورت $2Mg(s) + O_2(g) \rightarrow 2MgO(s)$ است. این واکنش با آزاد شدن مقداری گرما و نور سفید خیره‌کننده همراه است. کمی جلوتر، خواهید خواند که از نور تولید شده در این واکنش در زمان‌های گذشته به‌عنوان منبع نور برای عکاسی استفاده می‌شده است. تصویر روبه‌رو، نمایی از واکنش سوختن نوار منیزیم را نشان می‌دهد:

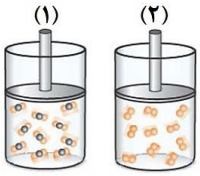
منیزیم اکسید تولید شده طی این فرایند، یک ترکیب یونی است که بر اساس معادله زیر با آب واکنش می‌دهد:

$$MgO(s) + H_2O(l) \rightarrow Mg^{2+}(aq) + 2OH^-(aq)$$

این ماده سفیدرنگ، همانند سایر اکسیدهای فلزی، خاصیت بازی داشته و موجب افزایش pH محلول‌های آبی می‌شود.

ماز

۱- اگر مطابق شکل مقابل، هریک از سیلندرها حاوی ۰/۵ مول از گازهای CO_2 و O_2 در دما و فشار اتاق باشند، چند مورد از مطالب زیر درست هستند؟($C = 12$ و $O = 16$: $g.mol^{-1}$)



الف ـ اگر دمای سیلندر (۱) را در مقیاس سلسیوس ۲ برابر کنیم، حجم گاز دو برابر می‌شود.

ب ـ با افزودن $3/01 \times 10^{23}$ مولکول O_2 به سیلندر (۲) در دمای ثابت، حجم گاز ۲ برابر می‌شود.

ج ـ در شرایط یکسان، چگالی CO_2 موجود در سیلندر اول، بیشتر از چگالی O_2 در سیلندر دوم است.

د ـ اگر در دمای ثابت، حجم سیلندر (۱) به اندازه ۲۵٪ افزایش پیدا کند، از فشار گاز CO_2، ۲۰ درصد کاسته می‌شود.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

پاسخ: گزینه ۳ (سخت ـ محاسباتی و مفهومی ـ زمان‌بر ـ صفحه ۷۷ ـ ۱۰۰۲)

مطابق شکل داده شده، سیلندرهای (۱) و (۲) به‌ترتیب حاوی ۰/۵ مول از گازهای CO_2 و O_2 در دما و فشار اتاق هستند. در رابطه با این دو سیلندر، فقط عبارت (الف) نادرست بوده و عبارت‌های (ب)، (ج) و (د) درست هستند.

بررسی موارد:

الف) دمای اتاق، معادل با دمای ۲۵ درجه و دمای بدن، معادل با دمای ۳۷ درجه سلسیوس است. طبق فرض سؤال، دمای سیلندر (۱) در مقیاس سلسیوس برابر با ۲۵°C است، پس دو برابر آن برابر با ۵۰°C می‌شود؛ بنابراین داریم:

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{T_2}{T_1} = \frac{\theta_2 + 273}{\theta_1 + 273} = \frac{323}{298} \neq 2$$

توجه داریم که اگر در فشار ثابت، دمای یک گاز را در مقیاس کلوین n برابر کنیم، حجم آن گاز n برابر می‌شود. ولی اگر در فشار ثابت، دمای گاز را در مقیاس سلسیوس n برابر کنیم، حجم آن گاز کمتر از n برابر افزایش می‌یابد.

ب) با افزودن $3/01 \times 10^{23}$ مولکول O_2(معادل با ۰/۵ مول O_2) به سیلندر (۲) در دما و فشار ثابت، از آنجا که حجم یک گاز در دما و فشار ثابت با تعداد مول‌های آن متناسب است، حجم گاز O_2 دو برابر می‌شود. در این رابطه داریم:

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{n_2}{n_1} \Rightarrow \frac{V_2}{V_1} = \frac{0/5 + 0/5}{0/5} = 2$$

قانون آووگادرو

در دما و فشار ثابت، حجم یک گاز با تعداد مول آن گاز، رابطه مستقیم دارد؛ یعنی داریم:

$V = \text{عدد ثابت} \times n$

در نتیجه می‌توان نوشت:

$\frac{V_2}{n_2} = \frac{V_1}{n_1}$ یا $\frac{V_2}{V_1} = \frac{n_2}{n_1}$

قانون آووگادرو بیان می‌کند که در دما و فشار یکسان، حجم یک مول از گازهای گوناگون با هم برابر است. همان‌طور که می‌دانید، در شرایط STP، حجم یک مول از هر ماده‌ی گازی برابر با $22/4L$ است.

ج) در شرایط یکسان از نظر دما و فشار، نسبت چگالی دو گاز با نسبت جرم مولی آن دو گاز برابر است؛ بنابراین:

$$\frac{\text{چگالی گاز } CO_۲}{\text{چگالی گاز } O_۲} = \frac{\text{جرم مولی } CO_۲}{\text{جرم مولی } O_۲} = \frac{۴۴}{۳۲} = ۱/۳۷۵$$

د) در دمای ثابت، حاصل‌ضرب فشار و حجم یک گاز برابر با یک عدد ثابت است؛ بنابراین داریم:

$$P_۱V_۱ = P_۲V_۲$$

با توجه به عبارت داده شده، $V_۲ = V_۱ + \frac{۲۵}{۱۰۰}V_۱$ است؛ بنابراین داریم:

$$\frac{P_۲}{P_۱} = \frac{V_۱}{V_۲} \Longrightarrow \frac{P_۲}{P_۱} = \frac{V_۱}{۱/۲۵V_۱} = ۰/۸ \Rightarrow P_۲ = ۰/۸P_۱ = P_۱ - \frac{۲۰}{۱۰۰}P_۱ \Longrightarrow$$ فشار ۲۰٪ کاهش یافته است

۲- در مخلوطی از آمونیاک و اکسیژن، یک جرقه ایجاد می‌کنیم تا کل گاز آمونیاک موجود در مخلوط به‌طور کامل مصرف شود. اگر طی این فرایند ۷۵٪ از گاز اکسیژن موجود در مخلوط مصرف نشده باشد، درصد حجمی گاز آمونیاک در مخلوط اولیه به‌تقریب چقدر بوده است؟ (معادله واکنش موازنه شود $NH_۳(g) + O_۲(g) \rightarrow NO(g) + H_۲O(g)$)

۱) ۱۲/۸ ۲) ۲۵/۷ ۳) ۱۶/۶ ۴) ۳۳/۳

پاسخ: گزینه ۳ (متوسط ـ محاسباتی ـ زمان‌بر ـ صفحه ۸۰ ـ ۱۰۰۲)

معادله موازنه شده واکنش به‌صورت زیر است:

$$۴NH_۳(g) + ۵O_۲(g) \rightarrow ۴NO(g) + ۶H_۲O(g)$$

در این واکنش، گاز آمونیاک سوخته و به گاز NO و بخار آب تبدیل می‌شود. مقدار مول آمونیاک اولیه را برابر با x مول در نظر می‌گیریم. در این صورت، طبق معادله موازنه شده واکنش مورد نظر، مقدار $۱/۲۵x$ مول گاز اکسیژن مصرف می‌شود. در این فرایند، ۲۵٪ از گاز اکسیژن مصرف شده و ۷۵٪ از آن در ظرف باقی مانده است. با توجه به اینکه مقدار مول اکسیژن مصرف شده در این فرایند، معادل با ۰/۲۵ برابر از کل گاز اکسیژن موجود در مخلوط اولیه بوده است، مقدار مول اولیه گاز اکسیژن را به دست می‌آوریم. در این رابطه، داریم:

$$?\,mol\ O_۲ \text{ اولیه} = x\ mol\ NH_۳ \times \frac{۵\ mol\ O_۲ \text{ مصرف شده}}{۴\ mol\ NH_۳} \times \frac{۱\ mol\ O_۲ \text{ اولیه}}{۰/۲۵\ mol\ O_۲ \text{ مصرف شده}} = ۵x\ mol$$

می‌دانیم که در دما و فشار یکسان، یک مول از گازهای گوناگون حجم یکسانی دارند و در این شرایط، نسبت مولی دو گاز مختلف با نسبت حجمی آن‌ها برابر است؛ بنابراین با توجه به مقدار مول آمونیاک و اکسیژن در مخلوط اولیه، درصد حجمی آمونیاک را تعیین می‌کنیم:

$$\text{درصد حجمی آمونیاک} = \text{درصد مولی آمونیاک} = \frac{\text{مول آمونیاک در مخلوط اولیه}}{\text{مول آمونیاک در مخلوط اولیه} + \text{مول اکسیژن در مخلوط اولیه}} \times ۱۰۰$$

$$= \frac{x\ mol\ NH_۳}{x\ mol\ NH_۳ + ۵x\ mol\ O_۲} \times ۱۰۰ \simeq ۱۶/۶ \text{ درصد}$$

توجه داریم که آمونیاک یکی از مواد مهم در صنعت و کشاورزی است که کاربردهای بسیار زیادی دارد. به‌عنوان مثال، در کشاورزی آمونیاک مایع را به‌عنوان کود به‌طور مستقیم به خاک تزریق می‌کنند. آمونیاک گازی است که از واکنش گازهای نیتروژن و هیدروژن در دما و فشار بالا تولید می‌شود. معادله واکنش تولید گاز آمونیاک که به فرایند هابر نیز معروف است، به‌صورت زیر خواهد بود:

$$N_2(g) + 3H_2(g) \longrightarrow 2NH_3(g)$$

واکنش سوختن و اکسایش

در واکنش سوختن و یا اکسایش، یک ماده مثلاً یک ترکیب آلی مانند گاز متان، یک نافلز مانند گوگرد و یا یک فلز مانند منیزیم، با گاز اکسیژن ترکیب می‌شود و افزون بر آزاد کردن مقدار زیادی انرژی به‌صورت نور و گرما، اغلب ترکیب‌های اکسیژن‌دار را به وجود می‌آورد. به‌عنوان مثال، واکنش سوختن متان به‌صورت زیر است:

$$CH_4(g) + 2O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 2H_2O(l)$$

واکنش سوختن گوگرد نیز به‌صورت زیر است:

$$S(s) + O_2(g) \rightarrow SO_2(g)$$

فلز منیزیم نیز در شرایط مناسب، بر اساس معادله زیر می‌سوزد:

$$2Mg(s) + O_2(g) \rightarrow 2MgO(s)$$

توجه داریم که معادله شیمیایی واکنش سوختن و یا اکسایش یک ماده، کاملاً مشابه هم است. تفاوت این دو واکنش، در سرعت انجام آن‌ها است. واکنش سوختن، با سرعت بالا انجام شده و دارای شعله رنگی است در حالی که واکنش اکسایش، با سرعت پایین‌تر انجام می‌شود و شعله ندارد.

۳ – کدام عبارت داده شده نادرست است؟

۱) در وانادیم(III) اکسید، شمار آنیون‌ها ۱/۵ برابر کاتیون‌ها بوده و آرایش الکترونی کاتیون به زیرلایه $3d^3$ ختم می‌شود.

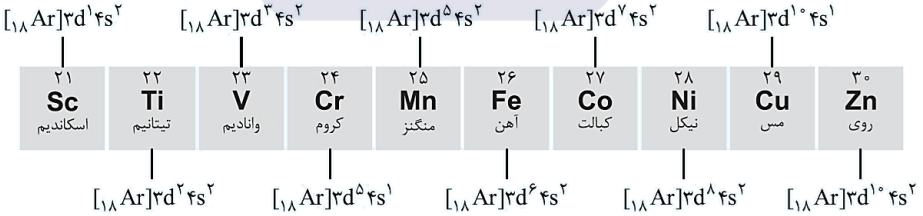
۲) بخش قابل توجهی از گرمای جذب شده توسط زمین، توسط امواجی با طول موج بیش از $700nm$ بازتاب می‌شوند.

۳) در واحد فرمولی ترکیب اصلی موجود در سنگ معدن بوکسیت، بار کاتیون با زیروند یون اکسید برابر است.

۴) در توسعه پایدار، علاوه بر اصول شیمی سبز، ملاحظات اجتماعی، اقتصادی و زیست محیطی نیز در نظر گرفته می‌شود.

پاسخ: گزینه ۱ (متوسط ـ مفهومی و حفظی ـ سریع ۲ ـ صفحه ۷۲ـ ۱۰۰۲)

عدد یونانی موجود در نام برخی از ترکیب‌های یونی، بار الکتریکی کاتیون موجود در آن ترکیب را نشان می‌دهد. در ترکیب یونی وانادیم(III) اکسید با فرمول شیمیایی V_2O_3، نسبت شمار آنیون‌ها به کاتیون‌ها برابر با $\frac{3}{2} = 1/5$ بوده و آرایش الکترونی کاتیون(یون V^{3+}) آن به زیرلایه $3d^2$ ختم می‌شود. توجه داریم که وانادیم در گروه پنجم جدول تناوبی قرار دارد. آرایش الکترونی اتم خنثای فلزهای واسطه تناوب چهارم به‌صورت زیر خواهد بود:



بررسی سایر گزینه‌ها:

۲ بخش عمده‌ای از پرتوهای خورشیدی جذب زمین شده و زمین نیز بخش قابل توجهی از گرمای جذب شده را به‌صورت تابش فروسرخ از دست می‌دهد. توجه داریم که انرژی پرتوهای فروسرخ کمتر از انرژی امواج مرئی است؛ درنتیجه طول موج این پرتوها نیز بیشتر از

امواج مرئی است. می‌دانیم که طول موج امواج مرئی بین ۴۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر است؛ درنتیجه طول موج امواج فروسرخ بیشتر از ۷۰۰ نانومتر است. شکل زیر نحوه رسیدن پرتوهای خورشیدی به زمین و نحوه بازتاب این پرتوها از سطح زمین را بررسی می‌کند:

اثر گلخانه‌ای

زمین گرما را از پرتوهای خورشیدی گرفته و پس از آن، این گرما را به سمت هواکره بازتاب می‌کند. گازهای گلخانه‌ای از جمله بخار آب و گاز کربن دی‌اکسید موجود در هواکره زمین، مانع از خروج بخش کوچکی گرمای آزاد شده از زمین می‌شوند. طی این فرایند، مقداری از گرما در زمین محبوس شده و منجر به افزایش دمای کره زمین می‌شود. همانطور که گفتیم، گاز CO_2 از جمله گازهای گلخانه‌ای بوده و در سده اخیر، میزان ورود آن به هواکره بیشتر از میزان مصرف آن توسط گیاهان و ... بوده است. به همین خاطر است که غلظت گاز کربن دی‌اکسید در هواکره افزایش یافته و اثر گلخانه‌ای تشدید شده است. با تشدید این اثر، دمای هوای کره زمین بالاتر رفته و قسمتی از یخ‌های قطبی ذوب می‌شوند.

۳) در ترکیب اصلی سنگ معدن بوکسیت یعنی آلومینیم اکسید(Al_2O_3)، بار کاتیون ۳+ است که این مقدار، با تعداد یون‌های اکسید در واحد فرمولی این ترکیب برابر است.

۴) در توسعه پایدار با توجه به اصول شیمی سبز، می‌توان به توسعه اقتصادی، زیست محیطی و اجتماعی دست یافت. در واقع بر اساس توسعهٔ پایدار باید در تولید یک ماده یا عرضه خدمات، همهٔ هزینه‌ها و ملاحظه‌های اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی را در نظر گرفت، به‌طوری‌که اگر مجموع هزینه‌های بهره‌برداری از یک معدن یا یک منبع دیگر با در نظر گرفتن این ملاحظه‌ها کمترین مقدار ممکن باشد، در آن صورت جامعه در مسیر پیشرفت پایدار حرکت می‌کند. در چنین حالتی است که رفتارهای ما، آسیب کمتری به جامعه وارد می‌کند و ردپای زیست‌محیطی ما را کاهش می‌دهد.

۴- چه تعداد از عبارت‌های داده شده درست است؟

الف ـ یکی از کودهای نیتروژن‌دار، آمونیاک بوده و این ماده گاهاً به‌صورت مستقیم به خاک تزریق می‌شود.

ب ـ هنگام استفاده از گاز نیتروژن برای تنظیم باد خودرو، درصد اکسیژن در باد داخل تایر به صفر می‌رسد.

ج ـ هوای آلوده کلان‌شهرها به خاطر وجود یکی از فراورده‌های واکنش تولید اوزون تروپوسفری، قهوه‌ای‌رنگ است.

د ـ در حضور کاتالیزگر، واکنش گاز هیدروژن با نیتروژن همانند واکنش گاز هیدروژن با اکسیژن، به سرعت انجام می‌شود.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

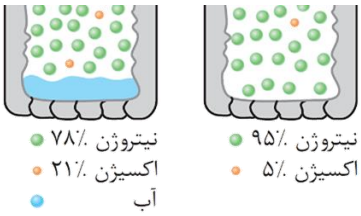
پاسخ: گزینه ۱ **(متوسط ـ مفهومی و حفظی ـ سریع ـ صفحه ۸۱ ـ ۱۰۰۲)**

فقط عبارت (الف) درست است.

بررسی موارد:

الف) کشاورزان کودهای شیمیایی نیتروژن دار را به خاک می‌افزایند. یکی از این کودها آمونیاک بوده و به‌طور مستقیم به خاک تزریق می‌شود. آمونیاک، مولکولی قطبی است و از فرایند هابر در شرایط بهینه تولید می‌شود. اوره، آمونیوم سولفات و آمونیوم نیترات، از جمله سایر کودهایی هستند که در شرایط مناسب، به خاک افزوده می‌شوند.

ب) تصویر مقابل، نمایی از تایر یک خودرو را نشان می‌دهد که با استفاده از هوا و با استفاده از گاز نیتروژن پر شده است:



همان‌طور که مشخص است، حتی در زمان استفاده از گاز نیتروژن نیز مقداری گاز اکسیژن در میان مواد موجود در داخل تایر وجود دارد. در واقع با استفاده از گاز نیتروژن، مقدار بخار آب موجود در تایر خودرو به صفر می‌رسد؛ اما مقدار گاز اکسیژن موجود به صفر نمی‌رسد و فقط درصد آن از عدد ۲۱ به عدد ۵ درصد کاهش پیدا می‌کند.

گاز نیتروژن در تایر خودرو

پر کردن تایر با گاز نیتروژن، میزان بخار آب موجود در تایر را کاهش داده و بر این اساس، در روزهای زمستان حجم گازهای موجود در تایر به مقدار کمتری کاهش پیدا می‌کند. علاوه بر این، نیتروژن واکنش‌پذیری بسیار کمی داشته و برخلاف اکسیژن، با سایر گازهای موجود در هوا واکنش نمی‌دهد. گاز نیتروژن در مقایسه با هوا چگالی کمتری داشته و باعث کاهش جرم باد موجود در لاستیک می‌شود. اندازه بزرگ‌تر مولکول‌های نیتروژن، باعث می‌شود ذرات این گاز در مقایسه با اکسیژن، سخت‌تر از لاستیک خارج شوند.

ج) رنگ قهوه‌ای هوای آلوده‌ی کلان‌شهرها به خاطر وجود گاز نیتروژن دی‌اکسید($NO_۲$) در هوا است. واکنش تولید اوزون تروپوسفری به‌صورت زیر است:

$$NO_۲(g) + O_۲(g) \xrightarrow{\text{نور خورشید}} NO(g) + O_۳(g)$$

گاز نیتروژن دی‌اکسید، واکنش‌دهنده‌ی این معادله است. توجه داریم که وجود نور خورشید برای انجام شدن این واکنش الزامی است.

د) گاز نیتروژن در مقایسه با گاز اکسیژن از نظر شیمیایی غیرفعال و واکنش‌ناپذیر است. برای نمونه مخلوطی از گازهای اکسیژن و هیدروژن در حضور کاتالیزگر یا جرقه، در یک واکنش سریع و شدید منفجر می‌شود و آب تولید می‌کند اما در مخلوطی از گازهای نیتروژن و هیدروژن در حضور کاتالیزگر یا جرقه، هیچ واکنشی رخ نمی‌دهد. این واکنش در شرایط بهینه انجام می‌شود و برای اولین بار فریتس هابر آن را انجام داده است.

ماز

۵- مقدار ۱۳۶ گرم سدیم نیترات را بر اساس معادله موازنه نشده $NaNO_۳(s) \rightarrow NaNO_۲(s) + O_۲(g)$ به‌طور کامل تجزیه کرده و گاز اکسیژن حاصل از آن را در واکنش سوزاندن مقدار کافی گلوکز مصرف می‌کنیم. طی این فرایند، چند گرم بخار آب تولید می‌شود؟ ($Na = ۲۳ , O = ۱۶ , N = ۱۴ , H = ۱ : g.mol^{-۱}$)

۱) ۲۵/۶ ۲) ۱۲/۸ ۳) ۲۸/۸ ۴) ۱۴/۴

پاسخ: گزینه ۴ (متوسط ـ محاسباتی ـ استاندارد ـ صفحه ۷۹ ـ ۱۰۰۲)

در مسئله داده شده، یک ماده حد واسط (گاز اکسیژن) میان دو واکنش وجود دارد. این ماده در واکنش اول تولید شده و در واکنش دوم مصرف شده است. برای حل این سؤال، باید مراحل زیر را طی کنیم:

گام اول: محاسبه مقدار گاز اکسیژن تولید شده در واکنش اول

گام دوم: محاسبه جرم بخار آب حاصل از واکنش دوم

معادله واکنش تجزیه سدیم نیترات به‌صورت زیر است:

$$۲NaNO_۳(s) \rightarrow ۲NaNO_۲(s) + O_۲(g)$$

با توجه به معادله این واکنش، مقدار گاز اکسیژن تولید شده را محاسبه می‌کنیم.

$$?\,mol\ O_۲ = ۱۳۶\ g\ NaNO_۳ \times \frac{۱\ mol\ NaNO_۳}{۸۵\ g\ NaNO_۳} \times \frac{۱\ mol\ O_۲}{۲\ mol\ NaNO_۳} = ۰/۸\ mol$$

گلوکز یا همان قند خون، یک ترکیب قندی(کربوهیدرات) است که بر اساس معادله زیر به‌طور کامل می‌سوزد:

$$C_۶H_{۱۲}O_۶(s) + ۶O_۲(g) \rightarrow ۶CO_۲(g) + ۶H_۲O(g)$$

با توجه به معادله واکنش سوختن گلوکز، جرم بخار آب تولید شده را محاسبه می‌کنیم.

$$? g\ H_۲O = ۰/۸\ mol\ O_۲ \times \frac{۶\ mol\ H_۲O}{۶\ mol\ O_۲} \times \frac{۱۸\ g\ H_۲O}{۱\ mol\ H_۲O} = ۱۴/۴\ g$$

البته، این سؤال را با استفاده از روش هم‌ارزی واکنش‌ها هم می‌توانستیم حل کنیم. برای استفاده از روش هم‌ارزی، ضریب اکسیژن را در دو معادله یکسان می‌کنیم. برای این منظور، باید معادله واکنش تجزیه سدیم نیترات را در ۶ ضرب کنیم. بر این اساس، داریم:

$$C_۶H_{۱۲}O_۶(s) + ۶O_۲(g) \rightarrow ۶CO_۲(g) + ۶H_۲O(g) \qquad ۱۲NaNO_۳(s) \rightarrow ۱۲NaNO_۲(s) + ۶O_۲(g)$$

با توجه به معادله دو واکنش بالا، می‌توان گفت به ازای مصرف شدن ۱۲ مول سدیم نیترات در واکنش اول، ۶ مول بخار آب در واکنش دوم تولید می‌شود. بر این اساس، داریم:

$$? g\ H_۲O = ۱۳۶\ g\ NaNO_۳ \times \frac{۱\ mol\ NaNO_۳}{۸۵\ g\ NaNO_۳} \times \frac{۶\ mol\ H_۲O}{۱۲\ mol\ NaNO_۳} \times \frac{۱۸\ g\ H_۲O}{۱\ mol\ H_۲O} = ۱۴/۴\ g$$

۶- مقدار ۸۱ گرم گاز $OF_۲$ با مقدار کافی گوگرد بر اساس معادله موازنه نشده $S(s) + OF_۲(g) \rightarrow SO_۲(g) + SF_۴(g)$ واکنش می‌دهد. پس از اتمام این فرایند، تفاوت جرم فراورده‌های تولید شده برابر با چند گرم می‌شود؟

$(S = ۳۲ , F = ۱۹ , O = ۱۶ :\ g.mol^{-۱})$

۱) ۱۱ ۲) ۲۲ ۳) ۳۳ ۴) ۵۵

پاسخ: گزینه ۳ **(متوسط ـ محاسباتی ـ سریع ـ صفحه ۷۹ ـ ۱۰۰۲)**

صورت موازنه شده این واکنش به شکل زیر است:

$$۲S(s) + ۲OF_۲(g) \rightarrow SO_۲(g) + SF_۴(g)$$

با توجه به معادله موازنه شده این واکنش، جرم هریک از فراورده‌های تولید شده را محاسبه می‌کنیم.

$$? g\ SF_۴ = ۸۱\ g\ OF_۲ \times \frac{۱\ mol\ OF_۲}{۵۴\ g\ OF_۲} \times \frac{۱\ mol\ SF_۴}{۲\ mol\ OF_۲} \times \frac{۱۰۸\ g\ SF_۴}{۱\ mol\ SF_۴} = ۸۱\ g$$

$$? g\ SO_۲ = ۸۱\ g\ OF_۲ \times \frac{۱\ mol\ OF_۲}{۵۴\ g\ OF_۲} \times \frac{۱\ mol\ SO_۲}{۲\ mol\ OF_۲} \times \frac{۶۴\ g\ SO_۲}{۱\ mol\ SO_۲} = ۴۸\ g$$

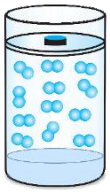
در قدم آخر، تفاوت جرم فراورده‌های تولید شده را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{تفاوت جرم فراورده‌ها} = ۸۱ - ۴۸ = ۳۳\ g$$

بر اساس محاسبات بالا، تفاوت جرم فراورده‌های این واکنش برابر ۳۳ گرم است. برای محاسبه مقدار خواسته شده در صورت سؤال با استفاده از یک روش سریع‌تر، به یک صورت دیگر هم می‌توانیم عمل کنیم. به ازای مصرف هر دو مول از گاز $OF_۲(g)$ در این واکنش که جرمی معادل با ۱۰۸ گرم دارد، ۱ مول گاز گوگرد دی‌اکسید (که جرمی معادل با ۶۴ گرم دارد) و ۱ مول گاز گوگرد تترافلوئورید(که جرمی معادل با ۱۰۸ گرم دارد) تولید می‌شوند. به عبارتی، می‌توان گفت به ازای مصرف ۲ مول $OF_۲(g)$ در این واکنش، تفاوت جرم فراورده‌های تولید شده برابر با ۴۴ گرم خواهد بود؛ پس داریم:

$$? g\ \text{تفاوت جرم} = ۸۱\ g\ OF_۲ \times \frac{۱\ mol\ OF_۲}{۵۴\ g\ OF_۲} \times \frac{۴۴\ g\ \text{تفاوت جرم}}{۲\ mol\ OF_۲} = ۳۳\ g$$

۷- تصویر مقابل، سیلندری با پیستون متحرک که محتوی مقداری گاز نیتروژن و محلولی از هیدروکلریک اسید است را نشان می‌دهد. کدام تغییر زیر، ارتفاع پیستون مورد نظر را کاهش می‌دهد؟



۱) انداختن یک قطعه کلسیم کربنات در ظرف
۲) افزایش دمای نمونه گازی موجود در سیلندر
۳) قرار دادن یک وزنه بر روی سطح پیستون
۴) جایگزینی گاز نیتروژن با همین مقدار گاز $CO_۲$

پاسخ: گزینه ۳ (آسان ـ مفهومی ـ سریع ـ صفحه ۷۸ ـ ۱۰۰۲)

اگر یک وزنه را روی سطح پیستون نشان داده شده قرار بدهیم، فشار گاز موجود در سیلندر افزایش پیدا می‌کند. با افزایش فشار یک نمونه گازی، حجم آن کاهش پیدا می‌کند. توجه داریم که با انداختن یک قطعه کلسیم کربنات در ظرف، این ماده با هیدروکلریک اسید موجود در ظرف واکنش داده و مقداری گاز کربن دی‌اکسید بر اساس معادله زیر تولید می‌کند:

$$2HCl(aq) + CaCO_3(s) \rightarrow CaCl_2(aq) + H_2O(l) + CO_2(g)$$

با تولید گاز CO_2، مقدار گاز موجود در سیلندر افزایش یافته و بر این اساس، حجم گاز نیز بیشتر می‌شود. توجه داریم که افزایش دمای یک نمونه گازی نیز حجم آن را افزایش می‌دهد. در صورت جایگزینی گاز نیتروژن با همین مقدار گاز CO_2 نیز حجم اشغال شده توسط گاز، هیچ تغییری نکرده و ارتفاع پیستون دچار تغییر نمی‌شود.

ماز

۸- کدام موارد از عبارت‌های داده شده، در رابطه با یون کربنات و ترکیب‌های حاصل از آن درست است؟

الف ـ نسبت شمار اتم‌ها به شمار عناصر در واحد فرمولی ترکیب حاصل از این یون با یون روبیدیم، برابر ۱/۵ است.

ب ـ شمار پیوندهای اشتراکی در ساختار این یون، برابر با شمار پیوندهای اشتراکی در ساختار $SOCl_2$ است.

ج ـ این یون، بر اثر فرایند یونش و با استفاده از ترکیب اسیدی موجود در باران معمولی قابل تولید است.

د ـ در فرایند تبدیل گاز CO_2 به مواد معدنی در کارخانه‌ها، ترکیب‌های حاوی این یون تولید می‌شوند.

۱) «الف» و «ب» ۲) «ب» و «ج» ۳) «ج» و «د» ۴) «الف» و «د»

پاسخ: گزینه ۳ (متوسط ـ مفهومی و حفظی ـ استاندارد ـ صفحه ۹۲ ـ ۱۰۰۳)

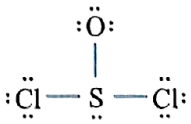
یون‌های چنداتمی، گروهی از یون‌ها هستند که از اتصال چند اتم به یکدیگر تشکیل شده‌اند. برای مثال، به یون چنداتمی زیر توجه کنید:

این یون چنداتمی، کربنات نام داشته و فرمول آن به‌صورت CO_3^{2-} است. در این یون، بین اتم‌ها پیوند اشتراکی برقرار شده است. در رابطه با این یون، عبارت‌های (ج) و (د) درست هستند.

بررسی موارد:

الف) روبیدیم، فلزی از گروه اول جدول دوره‌ای بوده و کاتیونی با بار ۱+ را تشکیل می‌دهد. این کاتیون در ترکیب با یون کربنات، ماده یونی با فرمول شیمیایی Rb_2CO_3 را تشکیل می‌دهد. در واحد فرمولی این ماده، ۶ اتم و ۳ عنصر وجود دارد. بر این اساس، می‌توان گفت نسبت شمار اتم‌ها به شمار عناصر در واحد فرمولی روبیدیم کربنات برابر با ۲ است.

ب) ساختار مولکول $SOCl_2$ به‌صورت زیر است:



در ساختار این مولکول، ۳ پیوند اشتراکی وجود دارد. در ساختار یون کربنات نیز ۴ پیوند اشتراکی بین اتم‌ها برقرار شده است.

ج) در باران‌های معمولی، کربنیک اسید وجود دارد. فرمول شیمیایی این ترکیب اسیدی به‌صورت H_2CO_3 است. در مرحله اول یونش، این ماده به یون هیدروژن کربنات با فرمول شیمیایی HCO_3^- تبدیل شده و این یون نیز مجدد می‌تواند یونش پیدا کند و به یون CO_3^{2-} یا همان یون کربنات تبدیل شود.

د) برای جلوگیری از ورود کربن دی‌اکسید تولید شده توسط نیروگاه‌ها و مراکز صنعتی به هواکره، این گاز را با منیزیم اکسید یا کلسیم اکسید واکنش می‌دهند. معادله واکنش‌های شیمیایی انجام شده به‌صورت زیر است:

$$CO_2(g) + CaO(s) \rightarrow CaCO_3(s) \qquad CO_2(g) + MgO(s) \rightarrow MgCO_3(s)$$

کلسیم کربنات و منیزیم کربنات تولید شده در این فرایند، حاوی یون کربنات هستند.

۹- کدام مطلب نادرست است؟

۱) لاشه جانوران، جزئی از زیست‌کره به حساب آمده و می‌توانند وارد هر سه بخش دیگر از سامانه تشکیل‌دهنده زمین شود.
۲) فراوان‌ترین کاتیون و آنیون موجود در آب دریا، از دسته یون‌های تک‌اتمی بوده و آرایش الکترونی آن‌ها متفاوت است.
۳) آب آشامیدنی محلولی همگن بوده و حاوی مقداری از یون‌های Na^+، Cl^- و برخی از یون‌های چنداتمی است.
۴) جرم آب‌های موجود بر روی کره زمین، تقریباً ۳ برابر جرم نمک حل شده در این آب‌ها است.

پاسخ: گزینه ۴ (آسان ـ حفظی ـ سریع ـ صفحه ۹۶ ـ ۱۰۰۳)

جرم آب‌های موجود بر روی کره زمین، تقریباً ۳۰ برابر جرم نمک حل شده در این آب‌ها است. در واقع، درصد جرمی نمک در آب دریاها و اقیانوس‌ها تقریباً برابر با ۳/۵ درصد است و در نتیجه، در یک نمونه فرضی و ۱۰۰ گرمی از این آب‌ها، ۳/۵ گرم نمک و ۹۶/۵ گرم آب وجود دارد که جرم این آب، حدوداً ۳۰ برابر جرم نمک حل شده است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) کره زمین را می‌توان سامانه‌ای بزرگ در نظر گرفت که شامل چهار بخش ۱) هواکره ۲) سنگ‌کره ۳) زیست‌کره و ۴) آب‌کره است. درون این سامانه و بین این چهار بخش به‌طور پیوسته مواد گوناگون مبادله می‌شوند؛ درنتیجه زمین از دیدگاه شیمیایی پویا است و بخش‌های گوناگون آن برهم‌کنش‌های فیزیکی و شیمیایی دارند. لاشه جانوران و گیاهان، بر اثر واکنش‌های شیمیایی تجزیه شده و به‌صورت مولکول‌های کوچک‌تر مانند آب، متان و ...، وارد هواکره، آب‌کره و سنگ‌کره می‌شوند.

۲) فراوان‌ترین کاتیون و آنیون موجود در آب دریا به‌ترتیب یون سدیم (Na^+) و یون کلرید (Cl^-) هستند و آرایش الکترونی این یون‌ها به‌ترتیب مشابه آرایش الکترونی Ne و Ar است. در ساختار یون سدیم، مجموعاً ۱۰ الکترون و در ساختار یون کلرید، مجموعاً ۱۸ الکترون وجود دارد.

یون‌های موجود در آب دریا

آب دریا محلولی از یون‌های مختلف است. اغلب این یون‌ها از سنگ‌کره وارد آب‌ها می‌شوند و در آن باقی می‌مانند. نکات زیر را راجع به یون‌های موجود در آب دریا به خاطر بسپارید:

- کاتیون عنصرهای گروه اول و دوم جدول دوره‌ای در آب دریا وجود دارند.
- مقدار یون کلرید از بقیه آنیون‌های موجود در آب دریا بیشتر است. در این رابطه داریم: مقدار آنیون‌ها : $Cl^- > SO_4^{2-} > CO_3^{2-} > Br^-$
- مقدار یون سدیم از بقیه کاتیون‌های موجود در آب دریا بیشتر است. در این رابطه داریم: مقدار کاتیون‌ها : $Na^+ > Mg^{2+} > Ca^{2+} > K^+$
- یون سولفات فراوان‌ترین یون چنداتمی موجود در آب دریاها است.

۳) آب آشامیدنی، مخلوطی زلال و همگن بوده که حاوی مقدار کمی از یون‌های گوناگون است. برخی از این یون‌ها به‌طور طبیعی در آب حل شده و برخی دیگر در مراکز تأمین آب آشامیدنی سالم به آن افزوده می‌شود. برای نمونه به آب آشامیدنی، مقدار بسیار کم و مناسب یون فلوئورید می‌افزایند زیرا وجود این یون سبب حفظ سلامت دندان‌ها می‌شود. در برخی از آب‌های آشامیدنی مقدار یون‌های حل شده به قدری زیاد است که مزه آب را تغییر می‌دهد.

انواع آب

آب آشامیدنی با آب مصرفی در دیگر صنایع متفاوت است. در واقع، نوع و میزان یون‌های موجود در هر نمونه آب، متفاوت از دیگری است. در این حالت، ممکن است آبی برای شست‌وشو مناسب باشد اما آشامیدنی نباشد. هر چند که آب دریاها و اقیانوس‌ها، منبع بسیار بزرگی برای تهیه آب مورد نیاز بشر به شمار می‌آیند، اما این آب‌ها به اندازه‌ای شور هستند که باید قبل از مصرف، نمک‌زدایی و تصفیه شوند.

۱۰- با توجه به واکنش زیر، چند گرم گوگرد لازم است تا ۶/۷۲ لیتر گاز NO_2 در شرایط STP تشکیل شود و نیتریک اسید مصرفی هم‌ارز چند لیتر محلول $5000ppm$ آن با چگالی $1g.mL^{-1}$ است؟ ($S = 32 , O = 16 , N = 14 , H = 1 : g.mol^{-1}$)

معادلهٔ واکنش موازنه شود. $S(s) + HNO_3(aq) \rightarrow H_2SO_4(aq) + NO_2(g) + H_2O(l)$

۱) ۱/۶ ، ۲/۵۲ ۲) ۱/۶ ، ۳/۷۸ ۳) ۳/۲ ، ۲/۵۲ ۴) ۳/۲ ، ۳/۷۸

پاسخ: گزینه ۲ (متوسط ـ محاسباتی ـ زمان‌بر ـ صفحه ۹۵ ـ ۱۰۰۳)

ابتدا معادله واکنش داده شده را موازنه می‌کنیم:

$$S(s) + 6HNO_3(aq) \longrightarrow H_2SO_4(aq) + 6NO_2(g) + 2H_2O(l)$$

سپس جرم گوگرد و نیتریک اسید مصرف شده در این واکنش شیمیایی را محاسبه می‌کنیم:

$$?\,g\,S = 6/72\,L\,NO_2 \times \frac{1\,mol\,NO_2}{22/4\,L\,NO_2} \times \frac{1\,mol\,S}{6\,mol\,NO_2} \times \frac{32\,g\,S}{1\,mol\,S} = 1/6\,g$$

$$?\,g\,HNO_3 = 6/72\,L\,NO_2 \times \frac{1\,mol\,NO_2}{22/4\,L\,NO_2} \times \frac{6\,mol\,HNO_3}{6\,mol\,NO_2} \times \frac{63\,g\,HNO_3}{1\,mol\,HNO_3} = 18/9\,g$$

در نهایت با در نظر گرفتن $d = 1kg.L^{-1}$ یا همان $d = 1g.mL^{-1}$، حجمی از محلول نیتریک اسید با غلظت $5000ppm$ را حساب می‌کنیم. در این رابطه، داریم:

$$(ppm)\text{غلظت} = \frac{(g)\text{جرم حل شونده}}{(g)\text{جرم محلول}} \times 10^6 \longrightarrow 5000ppm = \frac{18/9\,g\,HNO_3(aq)}{x} \times 10^6 \rightarrow x = 3780g$$

با توجه به محاسبات بالا، در این فرایند ۳۷۸۰ گرم محلول نیتریک اسید(معادل با ۳/۷۸ لیتر محلول نیتریک اسید) مصرف شده است.

غلظت ppm

مقیاس ppm، روشی برای بیان غلظت محلول‌ها و به ویژه محلول‌های خیلی رقیق است. غلظت ppm هر محلول، معادل با مقدار گرم حل‌شونده موجود در 10^6 گرم از آن محلول است. غلظت ppm حل‌شونده در یک محلول، با استفاده از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$ppm = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم حل‌شونده+جرم حلال}} \times 10^6 \quad \text{یا} \quad ppm = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 10^6$$

در صورت و مخرج رابطه فوق، باید از یکای جرمی یکسان استفاده شود. توجه داریم که اگر محلول مورد نظر خیلی رقیق بوده و جرم حل‌شونده آن در مقایسه با جرم حلال خیلی کوچک باشد(مثلاً ۰/۱ گرم در مقابل ۱۰ کیلوگرم)، در مخرج رابطه مورد نظر می‌توانیم فقط جرم حلال را آورده و از جرم حل‌شونده صرف‌نظر کنیم. غلظت ppm یک محلول را می‌توان معادل با مقدار میلی‌گرم حل‌شونده موجود در هر کیلوگرم محلول(و یا هر لیتر محلول با چگالی $1g.mL^{-1}$) در نظر گرفت. بر این اساس، رابطه محاسبه غلظت ppm را می‌توان به‌صورت زیر هم نوشت:

$$ppm = \frac{\text{میلی‌گرم حل‌شونده}}{\text{کیلوگرم محلول}} = \frac{\text{میلی‌گرم حل‌شونده}}{\text{لیتر محلول (در صورتی که چگالی محلول برابر با ۱ گرم بر میلی‌لیتر باشد)}}$$

۱۱- چند مول منیزیم سولفات را به ۲۴۰ گرم محلول منیزیم سولفات $20\,{}^{W}/_{W}$ اضافه کنیم تا محلول ۵۰ درصد جرمی منیزیم سولفات به‌دست بیاید؟ ($S = 32 , Mg = 24 , O = 16 : g.mol^{-1}$)

۱) ۰/۴ ۲) ۱/۶ ۳) ۰/۸ ۴) ۱/۲

پاسخ: گزینه ۴ (متوسط ـ محاسباتی ـ استاندارد ـ صفحه ۹۶ ـ ۱۰۰۳)

هر محلول از دو قسمت حلال و حل‌شونده تشکیل شده است. غلظت، مؤلفه‌ای است که برای نشان دادن مقدار غلیظ و یا رقیق بودن محلول‌ها کاربرد دارد. درصد جرمی هر محلول، معادل با مقدار حل‌شونده موجود در ۱۰۰ گرم از آن محلول است. درصد جرمی حل‌شونده در یک محلول، با استفاده از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$\text{درصد جرمی} = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم حل‌شونده + جرم حلال}} \times 100 \quad \text{یا} \quad \text{درصد جرمی} = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 100$$

در صورت و مخرج رابطه فوق، باید از یکای یکسان(مثل گرم، میلی‌گرم و یا کیلوگرم) استفاده شود. ابتدا جرم منیزیم سولفات را در محلول اولیه به‌دست می‌آوریم:

$$\text{درصد جرمی منیزیم سولفات} = \frac{\text{جرم منیزیم سولفات}}{\text{جرم محلول}} \times ۱۰۰ \Longrightarrow \text{جرم منیزیم سولفات} = \frac{۲۰}{۱۰۰} \times ۲۴۰ = ۴۸\ g$$

فرض می‌کنیم با افزودن M گرم منیزیم سولفات، درصد جرمی این نمک در محلول مورد نظر به ۵۰٪ برسد. در این حالت، جرم نمک موجود در محلول برابر با $۴۸ + M$ گرم شده و جرم کل محلول نیز برابر با $۲۴۰ + M$ گرم می‌شود. بر این اساس، داریم:

$$۵۰ = \frac{۴۸ + M}{۲۴۰ + M} \times ۱۰۰ \Longrightarrow ۵۰M = ۷۲۰۰ \Longrightarrow M = ۱۴۴\ g$$

و در نهایت تعداد مول منیزیم سولفات موردنیاز را محاسبه می‌کنیم:

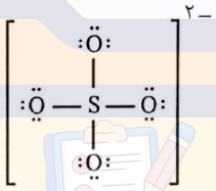
$$?\ mol\ MgSO_۴ = ۱۴۴\ g\ MgSO_۴ \times \frac{۱\ mol\ MgSO_۴}{۱۲۰\ g\ MgSO_۴} = ۱/۲\ mol$$

۱۲- کدام عبارت داده شده درست است؟

۱) منابع غیر اقیانوسی، سهم کمی از آب‌های کره زمین را شامل شده و همه آن‌ها در دسته آب‌های شیرین قرار می‌گیرند.
۲) در ساختار فراوان‌ترین یون چنداتمی موجود در آب دریا، ۴ پیوند اشتراکی و ۱۲ جفت الکترون ناپیوندی وجود دارد.
۳) آمونیوم کربنات، یک ترکیب یونی چندتایی بوده و اتم‌های سازنده یون‌های آن، همگی در یک صفحه قرار می‌گیرند.
۴) از ریختن مقداری محلول باریم سولفات بر روی محلول سدیم کلرید، رسوب سفیدرنگ باریم کلرید ایجاد می‌شود.

پاسخ: گزینه ۲ (متوسط ـ مفهومی و حفظی ـ سریع ـ صفحه ۹۰ ـ ۱۰۰۳)

فراوان‌ترین یون چنداتمی موجود در آب دریاها، یون سولفات($SO_۴^{۲-}$) است. در ساختار هر یون سولفات، ۴ پیوند اشتراکی بین اتم‌ها برقرار شده است. همچنین در ساختار این یون، ۱۲ جفت الکترون ناپیوندی وجود دارد. ساختار لوویس این یون به‌صورت زیر است:

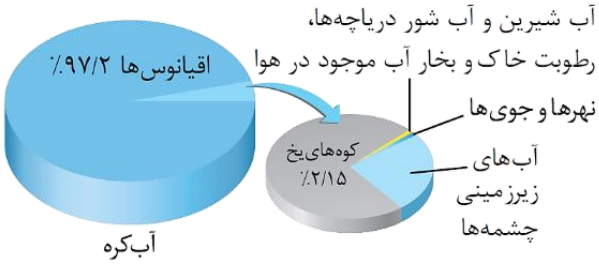


بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) آب‌های کره زمین را در یک تقسیم‌بندی کلی در دو گروه اقیانوسی و غیر اقیانوسی قرار می‌دهند. در حدود ۹۷/۲ درصد آب‌کره در اقیانوس‌ها و ۲/۸٪ آن به صورت‌های دیگر وجود دارد. عمده منابع غیر اقیانوسی را کوه‌های یخ و سپس آب‌های زیرزمینی تشکیل می‌دهند. در این رابطه، داریم:

مجموعه آب دریاچه‌ها، رطوبت خاک و بخار آب < آب نهرها و جوی‌ها < آب‌های زیرزمینی < کوه‌های یخ

تصویر زیر، نمایی از تقسیم‌بندی منابع آبی کره زمین را نشان می‌دهد:



همان‌طور که مشخص است، آب شور موجود در برخی از دریاچه‌ها نیز در دسته منابع غیر اقیانوسی آب قرار می‌گیرد.

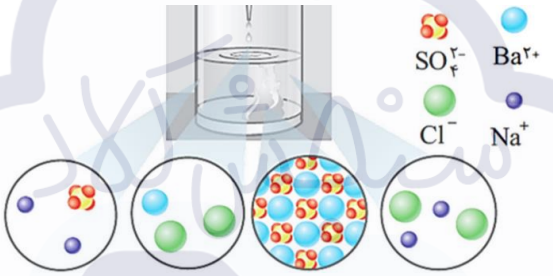
۳ آمونیوم کربنات با فرمول شیمیایی $(NH_۴)_۲CO_۳$، یک ترکیب یونی چندتایی(انواعی از ترکیب‌های یونی که در ساختار آن‌ها اتم‌هایی از بیشتر از ۲ عنصر مختلف وجود داشته باشد) است. ساختار یون‌های سازنده این ماده به‌صورت زیر خواهد بود:

با توجه به تصویر بالا، اتم‌های سازنده یون کربنات، همگی در یک صفحه قرار می‌گیرند در حالی که اتم‌های سازنده یون آمونیوم، همگی در یک صفحه قرار نداشته و این یون، یک ساختار برآمده و سه‌بعدی دارد.

۴ برخی از یون‌ها در واکنش با یکدیگر، فراورده‌های نامحلول در آب را تولید می‌کنند. برای مثال، از ریختن محلول بی‌رنگ باریم کلرید بر روی محلول بی‌رنگ سدیم سولفات، رسوب سفیدرنگ باریم سولفات با فرمول شیمیایی $BaSO_۴$ ایجاد می‌شود. معادله واکنش انجام شده به‌صورت زیر است:

$$BaCl_۲(aq) + Na_۲SO_۴(aq) \rightarrow BaSO_۴(s) + ۲NaCl(aq)$$

رسوب ایجاد شده طی این واکنش، باریم سولفات است که رنگ سفید دارد. درواقع از این واکنش، برای تشخیص وجود یون باریم($Ba^{۲+}$) در یک محلول استفاده می‌شود.



۱۳- اگر تفاوت شمار کاتیون‌ها و آنیون‌ها در ۴۰۰ میلی‌لیتر از محلول آمونیوم سولفات برابر با $۲/۴۰۸ \times ۱۰^{۲۱}$ باشد، با اضافه کردن ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر به این محلول، غلظت یون آمونیوم در محلول مورد نظر به اندازه چند ppm تغییر می‌کند؟ (چگالی محلول را برابر با $۱g.mL^{-۱}$ در نظر بگیرید. $(S = ۳۲ , O = ۱۶ , N = ۱۴ , H = ۱ : g.mol^{-۱})$

۱) ۷۲ ۲) ۱۴۴ ۳) ۲۱۶ ۴) ۲۸۸

پاسخ: گزینه ۱ **(سخت ـ محاسباتی ـ زمان‌بر ـ صفحه ۹۵ ـ ۱۰۰۳)**

توجه داریم که صورت سؤال، تفاوت شمار آنیون‌ها و کاتیون‌ها را به ما داده است. فرمول شیمیایی آمونیوم سولفات به‌صورت $(NH_۴)_۲SO_۴$ است. در یک مول از ترکیب $(NH_۴)_۲SO_۴$، اختلاف شمار کاتیون‌ها و آنیون‌ها معادل یک مول است، پس می‌توان گفت در این ترکیب دو مول کاتیون به ازای یک مول آنیون وجود دارد. ابتدا جرم یون آمونیوم موجود در محلول اولیه را برحسب میلی‌گرم به‌دست می‌آوریم. در این رابطه، داریم:

$$?\,mg\ NH_۴^+ = ۲/۴۰۸ \times ۱۰^{۲۱}\ \text{تفاوت شمار یون‌ها} \times \frac{۱\ mol\ \text{تفاوت شمار یون‌ها}}{۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳}\ \text{تفاوت شمار یون‌ها}} \times \frac{۲\ mol\ NH_۴^+}{۱\ mol\ \text{تفاوت شمار یون‌ها}}$$

$$\times \frac{۱۸\ g\ NH_۴^+}{۱\ mol\ NH_۴^+} \times \frac{۱۰۰۰\ mg\ NH_۴^+}{۱\ g\ NH_۴^+} = ۱۴۴\ mg$$

بنابراین جرم یون آمونیوم در محلول اولیه (و همچنین محلول نهایی) برابر $۱۴۴mg$ است. برای به‌دست آوردن غلظت ppm یون آمونیوم، کافی است حساب کنیم در یک لیتر از محلول اولیه و محلول نهایی چند میلی‌گرم یون آمونیوم وجود دارد. بر این اساس، داریم:

$$\text{محلول اولیه}: ?\,mg\ NH_۴^+ = ۱L\ \text{محلول} \times \frac{۱۰۰۰\ mL\ \text{محلول}}{۱L\ \text{محلول}} \times \frac{۱۴۴mg\ NH_۴^+}{۴۰۰\ mL\ \text{محلول}} = ۳۶۰\ mg$$

$$\text{محلول نهایی}: ?\,mg\ NH_۴^+ = ۱L\ \text{محلول} \times \frac{۱۰۰۰\ mL\ \text{محلول}}{۱L\ \text{محلول}} \times \frac{۱۴۴mg\ NH_۴^+}{(۴۰۰ + ۱۰۰)\ mL\ \text{محلول}} = ۲۸۸\ mg$$

بنابراین غلظت یون آمونیوم در محلول اولیه برابر با $۳۶۰ppm$ و در محلول نهایی برابر $۲۸۸ppm$ است. طی این فرایند، غلظت یون مورد نظر به اندازه ۷۲ واحد تغییر کرده است.

برخی از مواد هستند که اگر جرم مولی آن‌ها را حفظ باشید، سرعت حل سؤال شما در مباحث اسید و باز، محلول‌ها و استوکیومتری، به مقدار خیلی زیادی افزایش پیدا می‌کند.

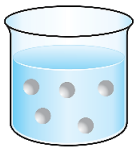
جدول زیر لیستی از این مواد و جرم مولی آن‌ها را نشان می‌دهد:

ترکیب	فرمول شیمیایی	جرم مولی
متان	$CH_۴$	۱۶
اتان	$C_۲H_۶$	۳۰
اتن	$C_۲H_۴$	۲۸
اتین	$C_۲H_۲$	۲۶
کربن دی‌اکسید	$CO_۲$	۴۴
متانول	$CH_۳OH$	۳۲
اتانول	$C_۲H_۵OH$	۴۶
متانوئیک اسید	$HCOOH$	۴۶
اتانوئیک اسید	$CH_۳COOH$	۶۰
گلوکز	$C_۶H_{۱۲}O_۶$	۱۸۰
سولفوریک اسید	$H_۲SO_۴$	۹۸
نیتریک اسید	$HNO_۳$	۶۳
هیدروژن فلوئورید	HF	۲۰

ترکیب	فرمول شیمیایی	جرم مولی
آب	$H_۲O$	۱۸
سدیم نیترات	$NaNO_۳$	۸۵
پتاسیم نیترات	$KNO_۳$	۱۰۱
نقره نیترات	$AgNO_۳$	۱۷۰
نقره کلرید	$AgCl$	۱۴۳/۵
آهن(III) اکسید	$Fe_۲O_۳$	۱۶۰
سدیم کلرید	$NaCl$	۵۸/۵
منیزیم کلرید	$MgCl_۲$	۹۵
سدیم هیدروکسید	$NaOH$	۴۰
منیزیم هیدروکسید	$Mg(OH)_۲$	۵۸
منیزیم سولفات	$MgSO_۴$	۱۲۰
کلسیم کربنات	$CaCO_۳$	۱۰۰
منیزیم کربنات	$MgCO_۳$	۸۴

توجه کنید که هیچ اجباری به حفظ کردن جرم مولی این مواد ندارید و در همه سؤالات شیمی، جرم مولی عناصر حتماً به شما داده می‌شود، اما با حفظ بودن جرم مولی این مواد، سرعت حل سؤال شما به مقدار زیادی افزایش پیدا می‌کند.

۱۴- کدام عبارت داده شده نادرست است؟



۱) آمونیوم سولفات یک کود شیمیایی بوده و عناصر نیتروژن و گوگرد را در اختیار گیاهان قرار می‌دهد.
۲) اگر جرم حل‌شونده موجود در محلول مقابل را ۲ برابر کنیم، درصد جرمی این محلول ۲ برابر می‌شود.
۳) از نمک خوراکی برای تولید سدیم کربنات، تهیه گاز هیدروژن و تهیه سود سوزآور استفاده می‌شود.
۴) اگر جرم برابر از آب و اتانول را با هم مخلوط کنیم، محلولی ایجاد می‌شود که آب، حلال آن به شمار می‌رود.

پاسخ: گزینه ۲ (متوسط ـ مفهومی ـ سریع ـ صفحه ۹۸ ـ ۱۰۰۳)

درصد جرمی هر محلول، با استفاده از رابطه زیر به‌دست می‌آید:

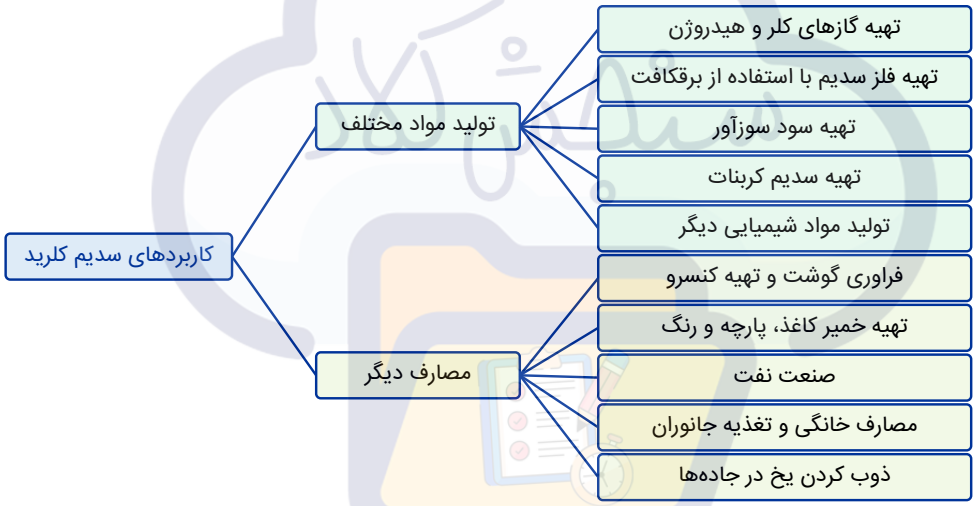
$$\text{درصد جرمی} = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}} \times ۱۰۰$$

با توجه به رابطه درصد جرمی، اگر جرم حل‌شونده موجود در یک محلول را دو برابر کنیم، صورت کسر مربوط به محاسبه درصد جرمی ۲ برابر می‌شود اما جرم محلول مورد نظر نیز نسبت به مقدار اولیه افزایش پیدا می‌کند؛ پس درصد جرمی این محلول کمتر از ۲ برابر حالت اولیه می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) آمونیوم سولفات با فرمول شیمیایی $(NH_۴)_۲SO_۴$، یک کود شیمیایی است. این کود شیمیایی، دو عنصر نیتروژن و گوگرد را در اختیار گیاهان قرار می‌دهد. علاوه بر نیتروژن و گوگرد، گیاهان به عناصر فسفر و پتاسیم نیز احتیاج دارند که با استفاده از کودها و سایر مواد موجود در خاک، این نیازهای خود را برطرف می‌کنند.

۳) سدیم کلرید(نمک خوراکی) را می‌توان با استفاده از فرایند برقکافت و به کمک سلول‌های الکترولیتی به عناصر سازنده آن تجزیه کرد. نمودار زیر، کاربردهای سدیم کلرید را نشان می‌دهد.



با توجه به نمودار بالا، از نمک خوراکی برای تولید سدیم کربنات، تهیه گاز کلر، تهیه گاز هیدروژن و تهیه سود سوزآور(سدیم هیدروکسید) استفاده می‌شود.

۴) هر محلول، از یک حلال و یک یا چند حل‌شونده تشکیل شده است. حلال ماده‌ای است که شمار مول‌های بیشتری داشته و حل‌شونده را در خود حل می‌کند. برای مثال، در محلول آب نمک، آب در نقش حلال بوده و نمک در نقش حل‌شونده است. اگر جرم برابر از آب و اتانول را با هم مخلوط کنیم، مقدار مول آب بیشتر از مقدار مول اتانول شده و در نتیجه، محلولی ایجاد می‌شود که آب، حلال آن به شمار می‌رود. توجه داریم که برای بیان مقدار حل‌شونده موجود در یک محلول، از انواع مختلف غلظت‌ها استفاده می‌شود.

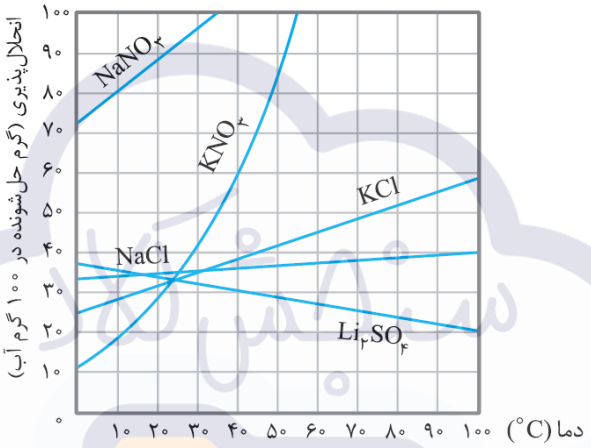
ماز

۱- کدام‌یک از مطالب داده شده نادرست است؟

۱) خون، محلولی با $pH > ۷$ بوده و هنگام بیماری، توازن غلظت برخی از گونه‌های موجود در آن به هم می‌خورد.
۲) با افزایش دمای یک نمونه از آب، انحلال‌پذیری پتاسیم نیترات در این ماده به‌صورت خطی افزایش پیدا می‌کند.
۳) در فرایند انجماد، حجم آب افزایش پیدا کرده و شمار پیوندهای هیدروژنی بین مولکول‌های آب افزایش می‌یابد.
۴) نیاز روزانه بدن هر فرد بالغ به یون سدیم، نزدیک به نصف نیاز آن به کاتیون حاصل از سومین فلز قلیایی است.

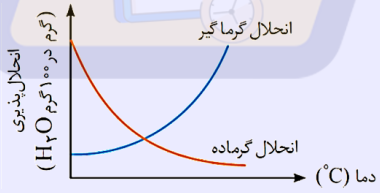
پاسخ: گزینه ۲ (متوسط ـ مفهومی و حفظی ـ استاندارد ـ صفحه ۱۱۶ ـ ۱۰۰۳)

با افزایش دمای آب، انحلال‌پذیری اغلب نمک‌ها در آب مثل پتاسیم نیترات افزایش پیدا می‌کند. توجه داریم که انحلال‌پذیری این ماده در آب به‌صورت غیرخطی (نمودار منحنی با شیب متغیر) افزایش پیدا می‌کند. نمودار انحلال‌پذیری این نمک در آب به‌صورت زیر است:



نمودار انحلال‌پذیری

تغییر دما، از عوامل مؤثر بر تغییر مقدار انحلال‌پذیری مواد است. افزایش دما، می‌تواند موجب افزایش مقدار انحلال‌پذیری برخی از مواد شده و در نقطه مقابل، می‌تواند موجب کاهش مقدار انحلال‌پذیری مواد دیگر شود. با توجه به نمودار انحلال‌پذیری مواد، می‌توان در رابطه با مبادله گرما طی فرایند انحلال نمک و نوع محلول مورد نظر را از نظر سیرشدگی اطلاعاتی را به دست آورد. در این رابطه، داریم:

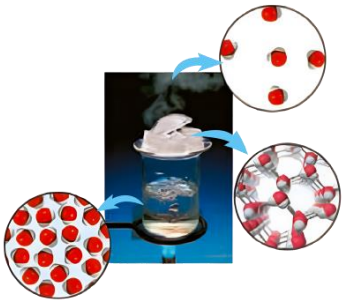


با توجه به نمودار بالا، موادی که انحلال گرماگیر دارند، با افزایش دمای محلول به مقدار بیشتری در آب حل خواهند شد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ خون، محلولی با خاصیت بازی بوده و مقدار pH یک نمونه از آن از عدد ۷ بزرگ‌تر است. در هنگام بیماری، توازن غلظت برخی از گونه‌های موجود در خون به‌هم می‌خورد. از این رو، انجام آزمایش‌های پزشکی و تعیین غلظت گونه‌های موجود در خون و دیگر محلول‌های بدن از ضروری‌ترین کارها در مراکز درمانی برای رسیدگی به یک بیمار است.

۳ در فرایند انجماد، آرایش و چینش مولکول‌ها به‌صورت منظم درآمده و به خاطر فضای خالی ایجاد شده بین مولکول‌های آب، حجم افزایش پیدا می‌کند. طی این فرایند، شمار پیوندهای هیدروژنی بین مولکول‌ها نیز افزایش یافته و به ۴ عدد به ازای هر مولکول آب می‌رسد. در واقع در حالت گاز، بین مولکول‌های آب تقریباً هیچ پیوند هیدروژنی وجود ندارد؛ اما در حالت مایع، به‌طور میانگین هر مولکول تقریباً توسط ۲ پیوند هیدروژنی و در حالت جامد نیز هر مولکول توسط ۴ پیوند هیدروژنی به سایر مولکول‌های آب موجود در اطراف خود متصل است.



تصویر مقابل، نشان‌دهنده وضعیت مولکول‌های آب در سه حالت فیزیکی مختلف است.

۴ یکی از مهم‌ترین یون‌ها در الکترولیت‌های بدن، یون پتاسیم (کاتیون حاصل از سومین فلز قلیایی) است. در واقع، نیاز روزانه بدن هر فرد بالغ به یون پتاسیم دو برابر یون سدیم است. از آنجا که بیشتر مواد غذایی حاوی یون پتاسیم هستند، کمبود این یون به‌ندرت احساس می‌شود.

یون پتاسیم

یکی از مهم‌ترین یون‌های موجود در الکترولیت‌های بدن، یون پتاسیم(K^+) است. نیاز روزانه‌ی بدن ما به یون پتاسیم، دو برابر یون سدیم است. از آنجا که بیشتر مواد غذایی حاوی یون پتاسیم هستند، کمبود این یون به‌ندرت در بدن احساس می‌شود. وجود یون پتاسیم برای تنظیم و عملکرد مناسب دستگاه عصبی بسیار ضروری است؛ به‌طوری‌که انتقال پیام‌های عصبی بدون وجود این یون، امکان‌پذیر نیست. درواقع، اختلال در حرکت این یون از خلال غشای سلول‌های عصبی، مانع از انتقال پیام‌های عصبی و گاهی در موارد شدید منجر به مرگ می‌شود.

۲- اگر سدیم نیترات و نقره نیترات را در شرایط خاصی به‌صورت هم‌زمان در آب حل کنیم، انحلال‌پذیری آن‌ها به‌ترتیب برابر با ۱۰۲ و ۳۰۶ گرم در ۱۰۰ گرم آب می‌شود. در محلول سیرشدهٔ حاصل از این فرایند، درصد جرمی نقره نیترات چند برابر سدیم نیترات شده و غلظت مولی یون نیترات چند برابر یون سدیم می‌شود؟ ($Ag = ۱۰۸ , Na = ۲۳ , O = ۱۶ , N = ۱۴ : g.mol^{-۱}$)

۱) ۲ ـ ۵ ۲) ۲ ـ ۲/۵ ۳) ۳ ـ ۵ ۴) ۳ ـ ۲/۵

پاسخ: گزینه ۴ **(متوسط ـ محاسباتی ـ استاندارد ۶ ـ صفحه ۱۰۱ ـ ۱۰۰۳)**

طبق فرض سؤال، در شرایط داده شده انحلال‌پذیری سدیم نیترات و نقره نیترات به‌ترتیب برابر با ۱۰۲ و ۳۰۶ گرم در ۱۰۰ گرم آب است. فرض می‌کنیم که ۱۰۰ گرم آب در اختیار داریم. در این حالت، ۱۰۲ گرم سدیم نیترات و ۳۰۶ گرم نقره نیترات در آب حل شده و یک محلول سیرشده از دو نمک به دست می‌آید. در رابطه با این محلول، داریم:

جرم محلول = جرم آب + جرم سدیم نیترات + جرم نقره نیترات = ۱۰۰ + ۱۰۲ + ۳۰۶ = ۵۰۸ g

با توجه به جرم محلول و جرم هریک از نمک‌های حل شده در آن، درصد جرمی این دو نمک را با یکدیگر مقایسه می‌کنیم:

$$\frac{\text{درصد جرمی نقره نیترات}}{\text{درصد جرمی سدیم نیترات}} = \frac{\frac{\text{جرم نقره نیترات}}{\text{جرم محلول}} \times ۱۰۰}{\frac{\text{جرم سدیم نیترات}}{\text{جرم محلول}} \times ۱۰۰} = \frac{\frac{۳۰۶}{۵۰۸} \times ۱۰۰}{\frac{۱۰۲}{۵۰۸} \times ۱۰۰} = \text{برابر } ۳$$

در قدم بعد، مقدار مول سدیم نیترات ($NaNO_۳$) و نقره نیترات ($AgNO_۳$) وارد شده به محلول مورد نظر را محاسبه می‌کنیم:

$$?\,mol\ NaNO_۳ = ۱۰۲\ g\ NaNO_۳ \times \frac{۱\ mol\ NaNO_۳}{۸۵\ g\ NaNO_۳} = ۱/۲\ mol$$

$$?\,mol\ AgNO_۳ = ۳۰۶\ g\ AgNO_۳ \times \frac{۱\ mol\ AgNO_۳}{۱۷۰\ g\ AgNO_۳} = ۱/۸\ mol$$

طی این فرایند، ۱/۲ مول سدیم نیترات و ۱/۸ مول نقره نیترات وارد محلول شده است. کاتیون موجود در این دو نمک، متفاوت بوده و هر مول از این نمک‌ها، یک مول کاتیون وارد محلول می‌کنند. بر این اساس، ۱/۲ مول یون سدیم و ۱/۸ مول یون نقره وارد محلول شده است. این در حالی است که آنیون موجود در این دو نمک، مشترک بوده و مجموعاً $۱/۲ + ۱/۸ = ۳$ مول از آن وارد محلول شده است. چون مقدار مول یون نیترات وارد شده به محلول ۲/۵ برابر مقدار مول یون سدیم است، پس می‌توان گفت غلظت این یون در محلول نیز ۲/۵ برابر غلظت یون سدیم است.

۳- اگر معادلهٔ انحلال‌پذیری (S) یک نمک بر حسب دما (θ) به‌صورت $S = -۰/۲\theta + ۴۴$ باشد، بر اثر گرم کردن $۴۲۰g$ محلول سیرشدهٔ این نمک از دمای ۲۰°C تا دمای ۵۰°C، چند گرم رسوب تشکیل شده و درصد جرمی محلول نهایی ایجاد شده طی این فرایند تقریباً چقدر است؟

۱) ۱۲ – ۲۵/۳ ۲) ۱۸ – ۲۵/۳ ۳) ۱۲ – ۲۸/۵ ۴) ۱۸ – ۲۸/۵

پاسخ: گزینه ۲ **(متوسط ـ محاسباتی ـ استاندارد ـ صفحه ۱۰۳ ـ ۱۰۰۳)**

ابتدا با استفاده از رابطهٔ داده شده در صورت سؤال، انحلال‌پذیری نمک موردنظر را در دماهای ۲۰ °C و ۵۰ °C به دست می‌آوریم:

انحلال‌پذیری در دمای ۲۰ °C : $S = -۰/۲(۲۰) + ۴۴ = ۴۰$

انحلال‌پذیری در دمای ۵۰ °C : $S = -۰/۲(۵۰) + ۴۴ = ۳۴$

معادله انحلال‌پذیری

از معادله انحلال‌پذیری می‌توان برای نشان دادن روند تغییر مقدار انحلال‌پذیری بر حسب تغییر دما استفاده کرد. برای موادی که نمودار انحلال‌پذیری ـ دما برای آن‌ها خطی است، می‌توان معادلهٔ انحلال‌پذیری را به‌صورت زیر نوشت:

$$S = a\theta + b$$

در این معادله θ و S به‌ترتیب بیانگر دما و انحلال‌پذیری هستند و مؤلفه‌های a و b نیز به‌ترتیب شیب خط و عرض از مبدأ آن را نشان می‌دهند. برای محاسبه مقدار شیب خط در معادله مورد نظر، داریم:

$$a = \frac{S_۲ - S_۱}{\theta_۲ - \theta_۱}$$

هرچه مقدار قدر مطلق a بزرگ‌تر باشد، تأثیر دما بر مقدار انحلال‌پذیری نمک مورد نظر بیشتر می‌شود. اگر در معادله انحلال‌پذیری شیب خط (a) مثبت باشد، انحلال نمک مورد نظر در آب گرماگیر بوده و اگر شیب خط منفی باشد، انحلال نمک مورد نظر در آب گرماده است.

بنابراین اگر دمای $۱۴۰ = ۴۰ + ۱۰۰$ گرم محلول را از ۲۰ °C به ۵۰ °C برسانیم، مقدار $۴۰ - ۳۴ = ۶$ گرم رسوب تشکیل می‌شود. حالا حساب می‌کنیم بر اثر گرم کردن ۴۲۰ g محلول، چند گرم رسوب تشکیل می‌شود:

$$?\,g\ \text{رسوب} = ۴۲۰\ g\ \text{محلول} \times \frac{۶\ g\ \text{رسوب}}{۱۴۰\ g\ \text{محلول}} = ۱۸\ g\ \text{رسوب}$$

مقدار انحلال‌پذیری نمک در حالت نهایی، برابر با ۳۴ گرم در ۱۰۰ گرم آب است. بر این اساس، می‌توان گفت اگر ۳۴ گرم نمک را در ۱۰۰ گرم آب حل کنیم، ۱۳۴ گرم محلول سیرشده به دست می‌آید؛ پس داریم:

$$\text{درصد جرمی} = \frac{\text{مقدار انحلال‌پذیری}}{\text{مقدار انحلال‌پذیری} + ۱۰۰} \times ۱۰۰ = \frac{۳۴}{۱۰۰ + ۳۴} \times ۱۰۰ \simeq ۲۵/۳$$

۴- کدام موارد از عبارت‌های داده شده درست است؟

الف ـ یک نمونه از گاز فلوئور، در مقایسه با نمونه‌ای از گاز هیدروژن‌کلرید، در دمای بالاتری به حالت مایع درمی‌آید.

ب ـ ید، برخلاف گوگرد دی‌اکسید، از مولکول‌های ناقطبی تشکیل شده و در دمای اتاق، به حالت جامد یافت می‌شود.

ج ـ هگزان یک مایع بی‌رنگ بوده و در صورت افزودن مقداری از آن به آب، نمونه هگزان روی سطح آب قرار می‌گیرد.

د ـ مولکول کربن دی‌اکسید، همانند ذرات آب و $H_۲S$، قطبی بوده و در حضور میدان الکتریکی جهت‌گیری پیدا می‌کند.

۱) «الف» و «ب» ۲) «ب» و «ج» ۳) «ج» و «د» ۴) «الف» و «د»

پاسخ: گزینه ۲ **(متوسط ـ مفهومی ـ استاندارد ـ صفحه ۱۰۹ ـ ۱۰۰۳)**

عبارت‌های (ب) و (ج) درست هستند.

بررسی موارد:

الف) جرم مولی گازهای فلوئور و هیدروژن کلرید تقریباً با هم برابر است؛ اما چون گاز هیدروژن کلرید در مقایسه با گاز فلوئور گشتاور دوقطبی بیشتری دارد، دمای جوش این گاز بیشتر از دمای جوش فلوئور بوده و بر این اساس، یک نمونه از گاز فلوئور، در مقایسه با نمونه‌ای از گاز هیدروژن‌کلرید، در دمای پایین‌تری از حالت گاز میعان یافته و به حالت مایع درمی‌آید.

دمای جوش

تبخیر، معادل با تغییر حالت یک ماده از مایع به گاز بوده و میعان، معادل با تغییر حالت یک ماده از گاز به مایع است. در این رابطه داریم:

$$\text{مایع} \xrightarrow{\text{میعان}} \text{گاز} \qquad \text{گاز} \xrightarrow{\text{تبخیر}} \text{مایع}$$

دمایی که در آن یک ماده بین حالت‌های گاز و مایع تغییر حالت می‌دهد را دمای جوش آن ماده می‌گویند. برای مثال، دمای جوش آب، معادل با ۱۰۰°C است. برای اینکه یک ماده مولکولی مثل آب از حالت مایع به حالت گاز در بیاید، باید نیروهای بین مولکولی در آن شکسته شود تا ذرات آن ماده بتوانند به آسانی در محیط جابه‌جا شوند. بر این اساس، می‌توان گفت با افزایش قدرت نیروهای بین مولکولی، انرژی لازم برای شکستن این نیروها بیشتر شده و دمای جوش آن ماده افزایش پیدا می‌کند.

ب) ید، بر خلاف گوگرد دی‌اکسید، از مولکول‌های ناقطبی تشکیل شده است و در دمای اتاق، به حالت جامد(S) یافت می‌شود. در واقع چون جرم مولی ید خیلی زیاد است، قدرت نیروهای وان‌دروالسی بین مولکول‌های این ماده به حدی زیاد می‌شود که ماده مورد نظر در دمای اتاق، به حالت جامد وجود دارد.

هالوژن‌ها

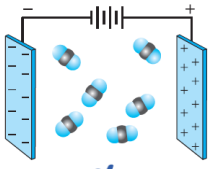
هالوژن‌ها(عناصر موجود در گروه ۱۷ جدول دوره‌ای)، از مولکول‌های دواتمی ساخته شده و ذرات سازنده آن‌ها ناقطبی است. با افزایش جرم مولی هالوژن‌ها، قدرت نیروهای وان‌دروالسی افزایش یافته و بر این اساس، دمای جوش آن‌ها بیشتر می‌شود. مقایسه دمای جوش این مواد به‌صورت زیر است:

دمای جوش : $I_۲ > Br_۲ > Cl_۲ > F_۲$

یک نمونه از ید در دمای اتاق به حالت جامد، یک نمونه از برم در دمای اتاق به حالت مایع و یک نمونه از کلر و فلوئور نیز در دمای اتاق به حالت گاز هستند. توجه داریم که برم ($Br_۲$)، تنها نافلزی است که در دمای اتاق حالت مایع دارد.

ج) هگزان با فرمول شیمیایی $C_۶H_{۱۴}$، یک مایع بی‌رنگ بوده و به خاطر ناقطبی بودن، به‌عنوان حلال مواد ناقطبی و رقیق‌کننده رنگ کاربرد دارد. چون هگزان در مقایسه با آب چگالی کمتری دارد، در صورت افزودن مقداری از آن به آب، نمونه هگزان روی سطح آب قرار می‌گیرد. توجه داریم که علاوه بر هگزان، گشتاور دو قطبی اغلب هیدروکربن‌ها ناچیز و در حدود صفر است.

د) در مولکول‌های کربن دی‌اکسید، هیچ الکترون ناپیوندی روی اتم مرکزی وجود نداشته و اتم‌های قرار گرفته در کنار اتم مرکزی نیز یکسان هستند؛ پس مولکول‌های این ماده متقارن بوده و گشتاور دوقطبی آن‌ها برابر با صفر است. بر این اساس، مولکول‌های کربن دی‌اکسید، برخلاف مولکول‌های آب و H_2S، ناقطبی بوده و در حضور میدان الکتریکی جهت‌گیری پیدا نمی‌کنند. تصویر زیر، نمایی از مولکول‌های کربن دی‌اکسید در یک میدان الکتریکی را نشان می‌دهد:



۵ – کدام‌یک از مطالب داده شده درست است؟

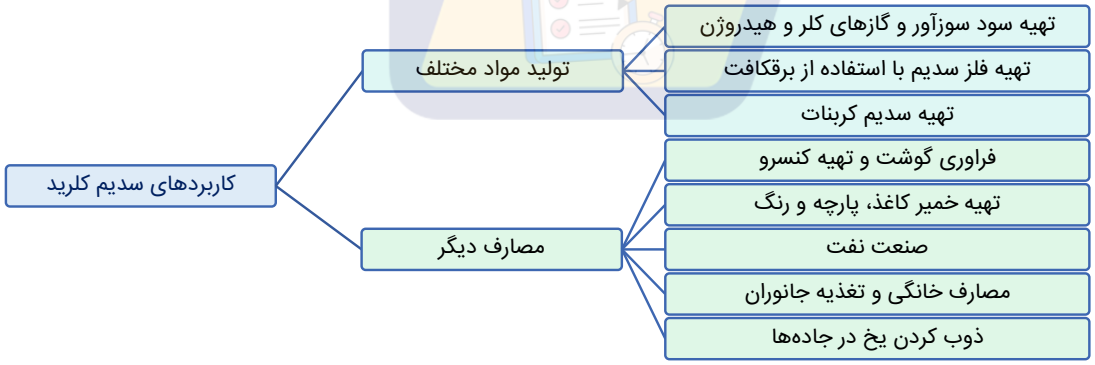
۱) تفاوت انحلال‌پذیری لیتیم سولفات و سدیم نیترات در آب در دمای $20^\circ C$، کمتر از این مقدار در دمای $40^\circ C$ است.
۲) سدیم کلرید، فقط با روش شیمیایی از آب دریا جدا شده و از آن در تولید گاز هیدروژن و کلر می‌توان استفاده کرد.
۳) برای تبدیل محلول سیرنشده‌ای از لیتیم سولفات به یک محلول سیرشده، می‌توان دمای این محلول را کاهش داد.
۴) ترکیب حاصل از فراوان‌ترین یون چند اتمی آب دریا با یون باریم، بیش از ۰/۰۱ گرم در ۱۰۰ گرم آب حل می‌شود.

پاسخ: گزینه ۱ (متوسط ـ مفهومی و حفظی ـ استاندارد ـ صفحه ۱۰۲ ـ ۱۰۳)

در دمای $0^\circ C$، انحلال‌پذیری سدیم نیترات بیشتر از لیتیم سولفات است. با افزایش دمای محلول، انحلال‌پذیری لیتیم سولفات کاهش یافته و انحلال‌پذیری سدیم نیترات افزایش پیدا می‌کند. بر این اساس، می‌توان گفت با افزایش دمای محلول مورد نظر، تفاوت مقدار انحلال‌پذیری لیتیم سولفات و سدیم نیترات افزایش پیدا می‌کند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

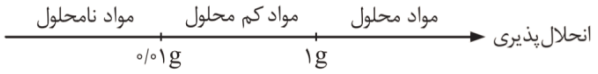
۲) سدیم کلرید، با روش‌های فیزیکی (تبلور) از آب دریاها جدا شده و از آن در تهیه و تولید گاز هیدروژن و کلر می‌توان استفاده کرد. استخراج این ماده از آب دریا، بر اساس یک فرایند فیزیکی بوده و تجزیه آن به عناصر سازنده (فلز سدیم و گاز کلر)، نوعی واکنش شیمیایی است. طی فرایند تبلور، آب موجود در محلول را تبخیر کرده و نمک موجود در آن را استخراج می‌کنند. نمودار زیر، کاربردهای سدیم کلرید را نشان می‌دهد.



با توجه به نمودار بالا، از نمک خوراکی برای تولید سدیم کربنات، تهیه گاز کلر، تهیه گاز هیدروژن و تهیه سود سوزآور استفاده می‌شود.

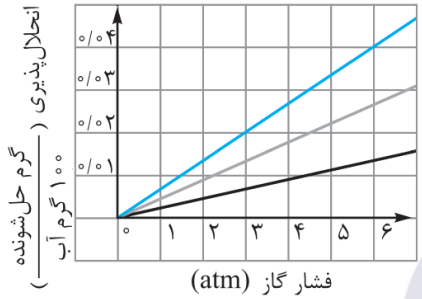
۳) چون نمودار انحلال‌پذیری-دما برای نمک لیتیم سولفات نزولی بوده و با افزایش دمای محلول، مقدار انحلال‌پذیری این نمک در آب کاهش پیدا می‌کند، پس می‌توان گفت برای تبدیل محلول سیرنشده‌ای از نمک لیتیم سولفات به یک محلول سیرشده، می‌توان دمای این محلول را افزایش داد. طی این فرایند، جرم آب و نمک موجود در محلول ثابت باقی می‌ماند اما چون به‌تدریج مقدار انحلال‌پذیری نمک در آب کاهش پیدا می‌کند، محلول مورد نظر به یک محلول سیرشده تبدیل می‌شود. اگر دما به مقدار بیشتری افزایش پیدا کند، حتی می‌توان یک محلول فراسیرشده تهیه کرد.

۴ فراوان‌ترین آنیون چند اتمی موجود در آب دریا یون سولفات است که با یون باریم ترکیب $BaSO_۴$ را می‌سازد که نامحلول بوده و کمتر از ۰/۰۱ گرم در ۱۰۰ گرم آب حل می‌شود. همان‌طور که می‌دانید، شیمی‌دان‌ها مواد حل‌شونده جامد را براساس میزان انحلال‌پذیری در آب و دمای اتاق به‌صورت زیر دسته‌بندی می‌کنند:



توجه داریم که انحلال‌پذیری مواد مختلف در آب را بر حسب مقیاس‌های جرمی دیگر نیز می‌توان بیان کرد. برای مثال، می‌توان گفت انحلال‌پذیری باریم سولفات در آب، کمتر از ۰/۱ گرم در ۱ کیلوگرم آب و یا کمتر از ۱۰ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم آب است.

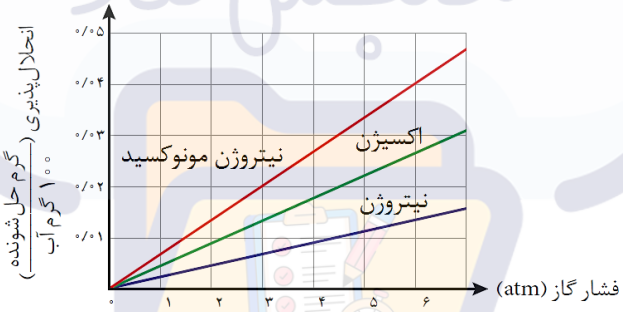
۶- نمودار مقابل، روند تغییر انحلال‌پذیری سه گاز $O_۲$، $N_۲$ و NO بر حسب تغییر فشار در آب را نشان می‌دهد. مقدار عددی غلظت مولی گاز $O_۲$ در محلول سیرشده این ماده در فشار $۳۶atm$، برابر با تفاوت مقدار انحلال‌پذیری گازهای نیتروژن و نیتروژن مونوکسید در چه فشاری است؟ ($O = ۱۶\ g.mol^{-۱}$)



۱) ۷/۵
۲) ۱۱/۲۵
۳) ۶/۲۵
۴) ۱۲/۵

پاسخ: گزینه ۲ **(سخت ـ محاسباتی ـ زمان‌بر ـ صفحه ۱۱۵ ـ ۱۰۰۳)**

طبق قانون هنری، انحلال‌پذیری گازهایی که با آب واکنش نمی‌دهند، با فشار گاز رابطه مستقیم و خطی دارد. نمودار زیر، بیانی از قانون هنری را در رابطه با چند گاز مختلف نشان می‌دهد:



انحلال‌پذیری گازها در آب با قطبیت آن‌ها و همچنین جرم مولی آن‌ها رابطه مستقیم دارد. نیتروژن مونوکسید و اکسیژن، جرم مولی نزدیک به هم دارند درحالی که نیتروژن مونوکسید قطبی و گاز اکسیژن ناقطبی است. پس انحلال‌پذیری نیتروژن مونوکسید در آب، بیشتر از انحلال‌پذیری اکسیژن است. از طرفی هر دو گاز نیتروژن و اکسیژن ناقطبی هستند. در این بین، جرم مولی گاز اکسیژن بالاتر از جرم مولی گاز نیتروژن بوده و انحلال‌پذیری آن در آب نیز بیشتر است، پس می‌توان گفت مقایسه انحلال‌پذیری این سه گاز در شرایط یکسان، به‌صورت زیر است:

$$S_{NO} > S_{O_۲} > S_{N_۲}$$

طبق نمودار، انحلال‌پذیری گاز اکسیژن در فشار $۴/۵atm$ برابر ۰/۰۲ گرم در ۱۰۰ گرم آب است. می‌توان نتیجه گرفت انحلال‌پذیری آن در فشار $۳۶\ atm$ برابر با ۰/۱۶ گرم($۰/۰۲ \times \frac{۳۶}{۴/۵}$) در ۱۰۰ گرم آب خواهد بود. غلظت مولی گاز اکسیژن، معادل با مقدار مول از این ماده است که در یک لیتر آب حل می‌شود. بر این اساس، مقدار عددی غلظت مولی گاز اکسیژن را در این شرایط محاسبه می‌کنیم:

$$?mol\ O_۲ = ۱\ L\ \text{محلول} \times \frac{۱۰۰۰\ mL\ \text{محلول}}{۱\ L\ \text{محلول}} \times \frac{۱\ g\ \text{محلول}}{۱\ mL\ \text{محلول}} \times \frac{۰/۱۶\ g\ O_۲}{۱۰۰\ g\ \text{محلول}} \times \frac{۱\ mol\ O_۲}{۳۲\ g\ O_۲} = ۰/۰۵\ mol$$

حال باید فشاری را پیدا کنیم که در آن، تفاوت انحلال‌پذیری دو گاز نیتروژن و نیتروژن مونوکسید برابر ۰/۰۵ گرم در ۱۰۰ گرم آب است. مقدار تفاوت انحلال‌پذیری دو گاز، با اندازه فشار رابطه مستقیم و خطی دارد. در فشار $۴/۵atm$، تفاوت انحلال‌پذیری دو گاز در آب تقریباً برابر ۰/۰۲ گرم در ۱۰۰ گرم آب است. حال با یک تناسب ساده، به فشار مدنظر طراح می‌رسیم. در این رابطه، داریم:

فشار	تفاوت انحلال‌پذیری
۴/۵	۰/۰۲
x	۰/۰۵

$$x = \frac{۰/۰۵ \times ۴/۵}{۰/۰۲} = ۱۱/۲۵\ atm$$

در رابطه با مقدار انحلال‌پذیری گازها در آب، داریم:

انحلال‌پذیری
- با فشار، قطبیت گاز و جرم مولی آن رابطه مستقیم و خطی دارد
- با دما رابطه عکس و غیرخطی دارد
  - با افزایش دما اندازه شیب نمودار انحلال‌پذیری-دما کاهش پیدا می‌کند
- با انحلال نمک در آب، انحلال‌پذیری گازها کاهش پیدا می‌کند
  - گازها در آب آشامیدنی بهتر از آب دریا حل می‌شوند

۸- محلول‌های مجزایی از منیزیم سولفات و سدیم هیدروکسید با درصد جرمی و چگالی برابر در اختیار داریم. اگر غلظت کاتیون در محلول اول به اندازه $۰/۸mol.L^{-۱}$ کمتر از غلظت کاتیون در محلول دوم باشد، هر لیتر از محلول منیزیم سولفات با چند لیتر محلول ۰/۲ مولار باریم هیدروکسید به‌طور کامل واکنش داده و در این فرایند، مجموعاً چند مول ماده رسوبی در کف ظرف ایجاد می‌شود؟ ($S = ۳۲ , Mg = ۲۴ , O = ۱۶ , N = ۱۴ , H = ۱ : g.mol^{-۱}$)

$$MgSO_۴(aq) + Ba(OH)_۲(aq) \rightarrow Mg(OH)_۲(s) + BaSO_۴(s)$$

۱) ۰/۴ – ۴ ۲) ۰/۴ – ۲ ۳) ۰/۸ – ۴ ۴) ۰/۸ – ۲

پاسخ: گزینه ۴ (سخت ـ محاسباتی ـ زمان‌بر ـ صفحه ۹۹ ـ ۱۰۰۳)

فرمول شیمیایی منیزیم سولفات و سدیم هیدروکسید به‌ترتیب به‌صورت $MgSO_۴$ و $NaOH$ است. درصد جرمی نمک در هر محلول را برابر با a درصد و چگالی هر محلول را نیز برابر با d در نظر می‌گیریم. بر این اساس، داریم:

$$\text{غلظت مولی} = \frac{۱۰ \times \text{درصد جرمی} \times \text{چگالی}}{\text{جرم مولی}} \Longrightarrow \begin{cases} [MgSO_۴] = \frac{۱۰ \times a \times d}{۱۲۰} = \frac{ad}{۱۲}\ mol.L^{-۱} \\ [NaOH] = \frac{۱۰ \times a \times d}{۴۰} = \frac{ad}{۴}\ mol.L^{-۱} \end{cases}$$

با توجه به محاسبات بالا، غلظت منیزیم سولفات در محلول اول برابر با $\frac{ad}{۱۲}$ مول بر لیتر است، پس غلظت مولی یون منیزیم نیز در این محلول برابر با $\frac{ad}{۱۲}$ می‌شود. در محلول دوم نیز غلظت مولی سدیم هیدروکسید برابر با $\frac{ad}{۴}$ مول بر لیتر است، پس غلظت مولی یون سدیم نیز در این محلول آبی برابر با $\frac{ad}{۴}$ می‌شود. بر این اساس، داریم:

$$[Na^+] - [Mg^{۲+}] = ۰/۸\ mol.L^{-۱} \Longrightarrow \frac{ad}{۴} - \frac{ad}{۱۲} = ۰/۸ \Longrightarrow \frac{ad}{۶} = ۰/۸ \Longrightarrow ad = ۴/۸$$

با توجه به مقدار ad، می‌توان گفت غلظت محلول منیزیم سولفات برابر با ۰/۴ مول بر لیتر و غلظت محلول سدیم هیدروکسید برابر با ۱/۲ مول بر لیتر است. در این رابطه، داریم:

$$[MgSO_۴] = \frac{۱۰ \times a \times d}{۱۲۰} = \frac{۴/۸}{۱۲} = ۰/۴\ mol.L^{-۱}$$

محلول منیزیم سولفات بر اساس معادله زیر با محلول باریم هیدروکسید واکنش می‌دهد:

$$MgSO_۴(aq) + Ba(OH)_۲(aq) \rightarrow Mg(OH)_۲(s) + BaSO_۴(s)$$

بر این اساس، حجم محلول باریم هیدروکسید مورد نیاز را محاسبه می‌کنیم.

$$? L \text{ محلول باریم هیدروکسید} = ۱ L \text{ محلول منیزیم سولفات} \times \frac{۰/۴ mol MgSO_۴}{۱ L \text{ محلول منیزیم سولفات}} \times \frac{۱ mol Ba(OH)_۲}{۱ mol MgSO_۴}$$

$$\times \frac{۱ L Ba(OH)_۲ \text{ محلول}}{۰/۲ mol Ba(OH)_۲} = ۲ L$$

طی این فرایند، ۱ لیتر محلول منیزیم سولفات با ۲ لیتر محلول باریم هیدروکسید واکنش داده است. در واکنش مورد نظر، ۰/۴ مول رسوب منیزیم هیدروکسید و ۰/۴ مول رسوب باریم سولفات تشکیل می‌شود، پس مقدار رسوب تولید شده برابر با ۰/۸ مول است. توجه داریم که هر دو فراورده تولید شده در این واکنش، به‌صورت رسوب هستند.

۸- کدام‌یک از مطالب زیر، نادرست است؟

۱) در ادرار اغلب افراد مبتلا به سنگ کلیه، نمک‌های کلسیم با غلظت بیشتر از مقدار انحلال‌پذیری آن‌ها وجود دارد.
۲) بنزین، برخلاف ضدیخ، نوعی محلول غیرآبی بوده و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی در سرتاسر آن یکسان است.
۳) آب، از مولکول‌های خمیده ساخته شده و تنها ماده‌ای است که به سه حالت فیزیکی در طبیعت یافت می‌شود.
۴) اتانول رایج‌ترین حلال در آزمایشگاه بوده و از آن به‌عنوان حلال در تهیه بسیاری از داروها استفاده می‌شود.

پاسخ: گزینه ۴ (متوسط ـ حفظی و مفهومی ـ سریع ـ صفحه ۱۰۹ ـ ۱۰۰۳)

آب، فراوان‌ترین و رایج‌ترین حلال موجود در طبیعت، صنعت و آزمایشگاه است؛ زیرا این ماده می‌تواند بسیاری از ترکیب‌های یونی و مواد مولکولی را در خود حل کند. آب و محلول‌های آبی (محلول‌هایی که حلال آن‌ها آب است) در زندگی جانداران نقش کلیدی و حیاتی دارند، اما همه محلول‌ها آبی نیستند؛ زیرا افزون بر آب، حلال‌های دیگری مثل اتانول، استون و هگزان نیز وجود دارند. برای مثال، هگزان، یک حلال آلی با فرمول مولکولی $C_۶H_{۱۴}$ است. این ماده حلال مواد ناقطبی بوده و به‌عنوان رقیق‌کننده رنگ کاربرد دارد.

محلول‌ها

هر محلول از دو جزء حلال (الزاماً یک ماده) و حل‌شونده (یک یا چند ماده) تشکیل شده است. حلال جزئی از محلول است که حل‌شونده را در خود حل می‌کند و شمار مول‌های آن بیشتر است. خواص محلول‌ها به خواص حلال، حل‌شونده و مقدار هر یك از آن‌ها بستگی دارد. برای بیان مقدار حل‌شونده موجود در مقدار معینی از حلال یا محلول، از انواع غلظت استفاده می‌شود. درصد جرمی، ppm و مولاریته، انواعی از غلظت‌های گوناگون هستند. برای مثال، غلظت نمک در آب دریاهای گوناگون با یکدیگر تفاوت دارد. تصویر زیر، درصد جرمی نمک در نمونه‌های مختلفی از آب‌ها را نشان می‌دهد:

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) ادرار فرد مبتلا به سنگ کلیه، اغلب محلول فراسیرشده‌ای از نمک‌های کلسیم است که در آن نمک‌های کلسیم با غلظت بیشتر از مقدار انحلال‌پذیری آن‌ها وجود دارد.

سنگ کلیه

نزدیک به ۳ درصد از جمعیت کشورمان سنگ کلیه دارند. این بیماری افزون بر زمینهٔ ژن‌شناختی (ژنتیکی) می‌تواند به دلیل تغذیهٔ نامناسب، کم‌تحرکی، مصرف بیش از حد نمک خوراکی، نوشیدن کم آب، مصرف پروتئین حیوانی و لبنیات و نیز اختلالات هورمونی ایجاد شود. اغلب سنگ‌های کلیه از رسوب برخی نمک‌های کلسیم‌دار در کلیه‌ها تشکیل می‌شوند. مقدار این نمک‌ها در ادرار افراد سالم از انحلال‌پذیری آن‌ها کمتر است، پس در ادرار این افراد رسوب تشکیل نمی‌شود. در نقطه مقابل، در افرادی که به سنگ کلیه مبتلا می‌شوند، مقدار این نمک‌ها در ادرار از انحلال‌پذیری آن‌ها بیشتر است و به همین خاطر، در ادرار این افراد سنگ کلیه بر اثر رسوب نمک‌ها ایجاد می‌شود.

۲ بنزین، همانند محلول ید در هگزان، نوعی محلول غیرآبی همگن به شمار می‌رود که در آن‌ها از یک ماده دیگر به‌جز آب به‌عنوان حلال استفاده شده است. در محلول‌های همگن، ویژگی‌های فیزیکی (مثل رنگ، دمای جوش و غلظت) و شیمیایی (مثل ترکیب شیمیایی) در سرتاسر محلول یکسان است. برخلاف محلول‌های همگن، در ساختار کلوئیدها (مثل رنگ‌های پوششی)، سوسپانسیون‌ها (مثل خاکشیر) و مخلوط‌های ناهمگن (مثل سالاد)، ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی در سرتاسر محلول یکسان نیست.

۳ آب، تنها ماده‌ای است که به سه حالت فیزیکی مایع، جامد و گاز (بخار) در طبیعت وجود دارد. مولکول‌های آب در حالت بخار جدا از هم هستند و آزادانه و نامنظم از جایی به‌جای دیگر منتقل می‌شوند. در حالت مایع، با اینکه مولکول‌ها پیوند هیدروژنی قوی دارند، اما روی هم می‌لغزند و جابه‌جا می‌شوند و به همین خاطر است که یک نمونه از آب، شکل مشخصی نداشته و به شکل ظرف محتوی خود در می‌آید. برخلاف آب، ساختار یخ منظم است. در ساختار یخ، مولکول‌های آب در جاهای نسبتاً ثابتی قرار دارند.

۹- کدام موارد از عبارت‌های داده شده درست است؟

الف ـ ترتیب گشتاور دوقطبی برخی مواد هیدروژن‌دار برحسب دبای(D) به‌صورت $NH_3 > PH_3 > AsH_3$ است.

ب ـ قدرت نیروهای بین مولکولی در یک نمونه از HBr از یک نمونه HF بیشتر و از یک نمونه HCl کمتر است.

ج ـ سیلیسیم تتراکلرید، دارای ۱۲ جفت الکترون ناپیوندی بوده و نسبت به متان دمای جوش پایین‌تری دارد.

د ـ در مواد مولکولی با نقطه جوش بسیار نزدیک، ماده با جرم مولی بیشتر، قطبیت پایین‌تری دارد.

۱) «الف» و «ج» ۲) «الف» و «د» ۳) «ب» و «ج» ۴) «ب» و «د»

پاسخ: گزینه ۲ **(متوسط ـ مفهومی ـ استاندارد ـ صفحه ۱۰۷ ـ ۱۰۳)**

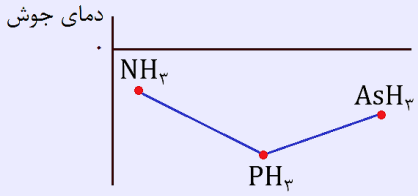
عبارت‌های (الف) و (د) درست هستند.

بررسی موارد:

الف در ساختار یک مولکول، هرچقدر که تفاوت خصلت نافلزی اتم‌ها بیشتر باشد، آن مولکول دارای گشتاور دوقطبی بیشتری است. بر این اساس، می‌توان گفت با کاهش خاصیت نافلزی اتم مرکزی، گشتاور دوقطبی مولکول مورد نظر کاهش پیدا می‌کند. از طرفی، می‌دانیم که در هر گروه از جدول دوره‌ای با حرکت از بالا به سمت پایین، خاصیت نافلزی اتم‌ها کاهش پیدا می‌کند. با توجه به توضیحات داده شده، ترتیب قطبیت(μ) مولکول‌های NH_3 و PH_3 و AsH_3 برحسب دبای(D) به صورت $NH_3 > PH_3 > AsH_3$ است.

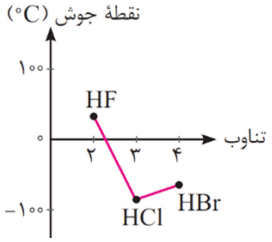
دمای جوش ترکیب‌های هیدروژن‌دار

نیتروژن، فسفر و آرسنیک، عناصر موجود در صدر گروه ۱۵ جدول دوره‌ای عناصر هستند. به‌طور کلی در گروه شماره ۱۵ جدول دوره‌ای، با افزایش عدد اتمی عناصر، دمای جوش ترکیب هیدروژن‌دار این عناصر ابتدا کاهش یافته و سپس افزایش پیدا می‌کند. در گروه‌های شماره‌ی ۱۶ و ۱۷ جدول دوره‌ای نیز همین روند برقرار است. در واقع، چون بین مولکول‌های آمونیاک برخلاف مولکول‌های PH_3، پیوند هیدروژنی برقرار می‌شود، پس می‌توان گفت یک نمونه از آمونیاک در مقایسه با PH_3 دمای جوش بالاتری دارد. از طرفی، چون AsH_3 نسبت به PH_3 دارای جرم مولی بیشتری است، پس می‌توان گفت این ترکیب نیز در مقایسه با PH_3 دمای جوش بالاتری دارد. نمودار زیر، نقطه جوش این سه ماده را در مقایسه با یکدیگر نشان می‌دهد:

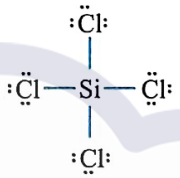


در رابطه با عناصر موجود در گروه ۱۶ جدول دوره‌ای نیز می‌توان گفت آب به خاطر تشکیل پیوندهای هیدروژنی در مقایسه با H_2S دمای جوش بالاتری دارد و H_2Se نیز به خاطر جرم مولی بیشتر، در مقایسه با H_2S دمای جوش بالاتری دارد. در گروه ۱۷ جدول دوره‌ای نیز با توجه به برقرار شدن پیوند هیدروژنی بین مولکول‌های HF، این ماده در مقایسه با HCl دمای جوش بیشتری دارد. یک نمونه از HBr نیز به خاطر جرم مولی بالاتر، در مقایسه با HCl دمای جوش بیشتری دارد.

ب) در بین هالیدهای هیدروژن، گاز HF به دلیل امکان تشکیل پیوند هیدروژنی، قوی‌ترین نیروهای بین مولکولی را دارد و در سایر هالیدهای هیدروژن، با افزایش جرم مولی، قدرت نیروی بین مولکولی افزایش پیدا می‌کند. همان‌طور که می‌دانیم، قدرت نیروهای بین مولکولی در مواد گازی با دمای جوش آن‌ها رابطه مستقیم دارد. در رابطه با دمای جوش هالیدهای هیدروژن، داریم:



ج) ساختار مولکولی سیلیسیم تتراکلرید با فرمول شیمیایی $SiCl_4$، به‌صورت زیر است:



همان‌طور که مشخص است، سیلیسیم تتراکلرید در ساختار خود ۱۲ جفت الکترون ناپیوندی دارد. دمای جوش مواد مولکولی، به میزان قطبیت و جرم مولی آن‌ها وابسته است. چون جرم مولی سیلیسیم تتراکلرید در مقایسه با گاز متان بیشتر بوده و این دو ماده از ذرات ناقطبی ساخته شده‌اند، پس می‌توان گفت سیلیسیم تتراکلرید نسبت به متان دمای جوش بالاتری دارد.

د) با توجه به اینکه نقطه جوش دو ماده مورد نظر نزدیک به هم است و نقطه جوش هر ماده نیز با جرم مولی و مقدار قطبیت آن ماده رابطه مستقیم دارد، اگر ماده‌ای جرم مولی بالاتری داشته باشد، باید قطبیت پایین‌تری داشته باشد تا با ترکیب دیگری که جرم مولی کمتر و قطبیت بیشتری دارد، نقطه جوش برابر یا نزدیک به‌هم داشته باشند.

قدرت نیروی وان‌دروالسی

عوامل مؤثر بر نیروی بین مولکولی (وان‌دروالسی)، به شرح زیر هستند:

۱) قطبیت مولکول: هر چه قطبیت بیشتر باشد ← نیروی بین مولکولی بیشتر است ← نقطه جوش بیشتر است

مثال: HCl قطبی و N_2 ناقطبی است؛ بنابراین نیروی بین مولکولی و نقطه‌جوش HCl بیشتر است.

۲) جرم و حجم مولکول: هر چه جرم و حجم بیشتر باشد ← نیروی بین مولکولی بیشتر است ← نقطه‌ی جوش بیشتر است

مثال: I_2 جرم و حجم بیشتری نسبت به Br_2 دارد، بنابراین نیروی بین مولکولی قوی‌تر و نقطه‌جوش بالاتری دارد.

توجه داریم که هر چه نقطه جوش یک گاز بالاتر باشد(به صفر نزدیک‌تر باشد)، آن ماده راحت‌تر به مایع تبدیل می‌شود. به عبارتی هر چه نقطه جوش یک گاز بالاتر باشد، مایع کردن آن در دماهای بالاتری انجام می‌شود.

۱۰- در شرایط استاندارد، ۳۲۱ گرم KIO_3 را در واکنش موازنه نشده $H_2(g) + KIO_3(s) \rightarrow KI(s) + H_2O(l)$ مصرف کرده و نیمی از آب تولید شده در این واکنش را به ۹ گرم محلول ۱۱ درصد جرمی منیزیم سولفات اضافه می‌کنیم. درصد جرمی منیزیم سولفات در محلول ایجاد شده به چند درصد رسیده و در واکنش انجام شده، چند گرم گاز هیدروژن مصرف می‌شود؟

($I = ۱۲۷$ و $K = ۳۹$ و $O = ۱۶$ و $H = ۱$: $g.mol^{-1}$)

۱) ۲ ـ ۹ ۲) ۲ ـ ۱۸ ۳) ۴ ـ ۹ ۴) ۴ ـ ۱۸

پاسخ: گزینه ۱ (متوسط ـ محاسباتی ـ استاندارد ـ صفحه ۹۸ ـ ۱۰۰۳)

معادله واکنش انجام شده به‌صورت زیر است:

$$۳H_۲(g) + KIO_۳(s) \rightarrow KI(s) + ۳H_۲O(l)$$

با توجه به معادله این واکنش شیمیایی، جرم آب تولید شده و جرم گاز هیدروژن مصرف شده را محاسبه می‌کنیم.

$$?\,g\ H_۲O = ۳۲۱\ g\ KIO_۳ \times \frac{۱\ mol\ KIO_۳}{۲۱۴\ g\ KIO_۳} \times \frac{۳\ mol\ H_۲O}{۱\ mol\ KIO_۳} \times \frac{۱۸\ g\ H_۲O}{۱\ mol\ H_۲O} = ۸۱\ g$$

$$?\,g\ H_۲ = ۳۲۱\ g\ KIO_۳ \times \frac{۱\ mol\ KIO_۳}{۲۱۴\ g\ KIO_۳} \times \frac{۳\ mol\ H_۲}{۱\ mol\ KIO_۳} \times \frac{۲\ g\ H_۲}{۱\ mol\ H_۲} = ۹\ g$$

در قدم بعد، جرم منیزیم سولفات موجود در محلول منیزیم سولفات اولیه را محاسبه می‌کنیم.

$$?\,g\ MgSO_۴ = ۹\ g\ \text{محلول} \times \frac{۱۱\ g\ MgSO_۴}{۱۰۰\ g\ \text{محلول}} = ۰/۹۹\ g$$

جرم محلول اولیه برابر با ۹ گرم بوده است. نیمی از آب تولید شده در واکنش، به محلول اضافه شده است. با افزودن ۴۰/۵ گرم آب به این محلول، جرم آن به ۴۹/۵ گرم رسیده است. بر این اساس، درصد جرمی منیزیم سولفات را در محلول نهایی محاسبه می‌کنیم.

$$\text{درصد جرمی}\ MgSO_۴ = \frac{\text{جرم}\ MgSO_۴}{\text{جرم محلول}} \times ۱۰۰ = \frac{۰/۹۹\ g\ MgSO_۴}{۴۹/۵\ g\ \text{محلول}} \times ۱۰۰ = ۲\ \text{درصد}$$

با توجه به محاسبات انجام شده، درصد جرمی محلول نهایی برابر با ۲٪ شده است.

تغییر غلظت محلول‌ها

در گروهی از سؤالات، غلظت ppm و یا درصد جرمی یک محلول به ما داده شده و از ما می‌خواهند که پس از تبخیر مقداری آب (حذف آب) و یا افزودن مقداری آب به محلول، غلظت نهایی را محاسبه کنیم. قدم اول برای بررسی روند تغییر غلظت محلول در این سؤالات، محاسبه جرم محلول نهایی ایجاد شده است. در این رابطه، داریم:

جرم محلول نهایی = جرم محلول اولیه ± جرم آب اضافه شده

طی این فرایند، مقدار حل‌شونده موجود در محلول ثابت است. در این حالت، برای محاسبه غلظت ppm در محلول جدید ایجاد شده از رابطه زیر استفاده می‌کنیم:

جرم اولیه × ppm محلول اولیه = جرم نهایی × ppm محلول نهایی ⇒ $ppm_۱ \times m_۱ = ppm_۲ \times m_۲$

در این تیپ سؤالات، برای بررسی روند تغییر درصد جرمی محلول نیز از رابطه زیر استفاده می‌کنیم:

جرم اولیه × درصد جرمی محلول اولیه = جرم نهایی × درصد جرمی محلول نهایی ⇒ $a_۱ \times m_۱ = a_۲ \times m_۲$

۱۱- در کدام گزینه، گشتاور دوقطبی مولکول دوم، بیشتر از گشتاور دوقطبی مولکول اول است؟

۱) $CH_۴ - HBr$ ۲) $HF - HCl$ ۳) $N_۲ - POCl_۳$ ۴) $CO_۲ - SO_۲$

پاسخ: گزینه ۲ (آسان ـ مفهومی ـ سریع ـ صفحه ۱۰۷ ـ ۱۰۰۳)

مولکول‌های ناقطبی شرایط زیر را دارند:

۱) مولکول‌های دارای دو اتم یکسان مانند $N_۲$ و $F_۲$

۲) مولکول‌هایی با اتم‌های مشابه پیرامون اتم مرکزی و فاقد الکترون ناپیوندی روی اتم مرکزی مانند $CO_۲$ و $CH_۴$

مولکول‌های قطبی نیز شرایط زیر را دارند:

۱) مولکول‌های دارای الکترون ناپیوندی روی اتم مرکزی مانند $NH_۳$ و $SO_۲$

۲) مولکول‌های دواتمی با دو اتم متفاوت مانند HCl و CO

۳) مولکول‌های دارای اتم‌های متفاوت پیرامون اتم مرکزی مانند $CH_۳Cl$

جهت‌گیری مولکول‌ها در میدان الکتریکی، مبنای اندازه‌گیری کمیتی به نام گشتاور دوقطبی (μ) با یکای دبای (D) است. مقدار این کمیت، با افزایش قطبیت مولکول افزایش می‌یابد. این کمیت، میزان قطبیت مولکول و قدرت نیروهای بین مولکولی را نشان می‌دهد. مولکول‌های

هیدروژن فلوئورید (HF) و هیدروژن کلرید (HCl)، هر دو قطبی هستند اما چون خاصیت نافلزی فلوئور بیشتر از کلر است، گشتاور دوقطبی مولکول هیدروژن فلوئورید بیشتر از هیدروژن کلرید خواهد بود. توجه داریم که مولکول‌های متان، نیتروژن و کربن دی‌اکسید، به‌عنوان دومین ترکیب در سایر گزینه‌ها مطرح شده‌اند که همگی ناقطبی بوده و گشتاور دوقطبی برابر با صفر دارند.

۱۲- محلول سیرشده‌ای از آمونیاک با غلظت ۲۰ مول بر لیتر و چگالی $۱/۱۴ g.mL^{-۱}$ در اختیار داریم. انحلال‌پذیری گاز آمونیاک در شرایط داده شده برابر با چند گرم در ۱۰۰ گرم آب است؟ ($H = ۱$ و $N = ۱۴$: $g.mol^{-۱}$)

۱) ۳۹/۱ ۲) ۲۱/۲ ۳) ۴۲/۵ ۴) ۳۴

پاسخ: گزینه ۳ (متوسط ـ محاسباتی ـ سریع ـ صفحه ۱۰۰ ـ ۱۰۰۳)

مراحل حل این سؤال، به‌صورت خلاصه به شرح زیر هستند:

گام اول: محاسبه جرم آب و جرم آمونیاک موجود در محلول

گام دوم: محاسبه مقدار انحلال‌پذیری آمونیاک در آب

محلولی از آمونیاک با حجم ۱ لیتر را در نظر گرفته و جرم اجزای سازنده آن را محاسبه می‌کنیم:

$$? g \text{ محلول} = ۱ L \text{ محلول} \times \frac{۱۰۰۰ mL \text{ محلول}}{۱ L \text{ محلول}} \times \frac{۱/۱۴ g \text{ محلول}}{۱ mL \text{ محلول}} = ۱۱۴۰ g$$

$$? g NH_۳ = ۱ L \text{ محلول} \times \frac{۲۰ mol NH_۳}{۱ L \text{ محلول}} \times \frac{۱۷ g NH_۳}{۱ mol NH_۳} = ۳۴۰ g$$

$$\text{جرم محلول} = \text{جرم آب} + \text{جرم آمونیاک} \Longrightarrow ۱۱۴۰ g = \text{جرم آب} + ۳۴۰ g NH_۳ \Longrightarrow \text{جرم آب} = ۸۰۰ g$$

با توجه به محاسبات انجام شده، می‌توان گفت ۳۴۰ گرم آمونیاک در ۸۰۰ گرم آب حل شده و یک محلول سیرشده را ایجاد کرده است. از طرفی، می‌دانیم که مقدار انحلال‌پذیری مواد مختلف در آب، در مقیاس گرم در ۱۰۰ گرم آب بیان می‌شود. بر این اساس، مقدار انحلال‌پذیری گاز آمونیاک در ۱۰۰ گرم آب را محاسبه می‌کنیم:

$$? g NH_۳ = ۱۰۰ g \text{ آب} \times \frac{۳۴۰ g NH_۳}{۸۰۰ g \text{ آب}} = ۴۲/۵ g$$

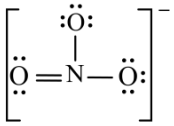
۱۳- با توجه به اطلاعات داده شده در جدول زیر، در چند ردیف داده‌های نادرست وجود دارد؟

نام ترکیب	فرمول شیمیایی	شمار الکترون با $l = ۰$ در کاتیون	شمار پیوند اشتراکی در واحد فرمولی
منیزیم سولفید	MgS	۴	۱
سدیم نیترات	$NO_۳Na$	۴	۴
کروم(II) کلرید	$CrCl$	۶	۰
آلومینیم سولفات	$Al_۲(SO_۴)_۳$	۴	۱۲

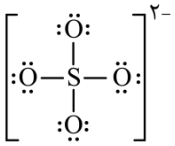
۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

پاسخ: گزینه ۳ (متوسط ـ مفهومی ـ استاندارد ـ صفحه ۱۲۲ ـ ۱۰۰۳)

در ردیف اول، منیزیم سولفید (MgS) یک ترکیب یونی دوتایی بوده و فاقد پیوند اشتراکی در ساختار خود است. در ساختار این ترکیب، دو یون تک اتمی منیزیم و سولفید وجود دارد. در ردیف دوم، فرمول شیمیایی ترکیب نادرست نوشته شده است. طبق قرارداد ابتدا باید کاتیون و سپس آنیون نوشته شود. یون نیترات ($NO_۳^-$)، ۴ پیوند اشتراکی بین اتم‌های خود دارد. ساختار لوویس یون نیترات به‌صورت زیر است:



در ردیف سوم، نام ترکیب با فرمول شیمیایی آن مطابقت ندارد. کروم، دارای دو کاتیون پایدار به فرمهای Cr^{2+} و Cr^{3+} است؛ درنتیجه باید برای نوشتن آن از اعداد رومی استفاده کرد. توجه داریم که ترکیب داده شده در این ردیف، ترکیب یونی دوتایی بوده و فاقد پیوند اشتراکی است. در ردیف چهارم، اطلاعات کاملاً درست وارد شده است. یون سولفات (SO_4^{2-})، یک آنیون چند اتمی با ساختار لوویس زیر است:

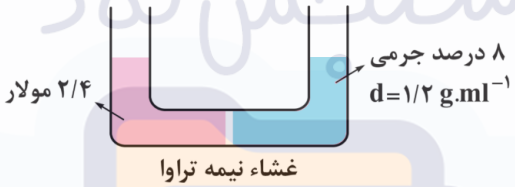


توجه داریم که کل اطلاعات داده شده در رابطه با تعداد الکترون‌هایی با $l = 0$ در کاتیون ترکیب‌های داده شده به‌صورت درست نوشته شده است. جدول زیر، شکل درست جدول داده شده در سؤال را نمایش می‌دهد:

نام ترکیب	فرمول شیمیایی	شمار پیوند اشتراکی در هر واحد فرمولی
منیزیم سولفید	MgS	۰
سدیم نیترات	$NaNO_3$	۴
کروم(II) کلرید	$CrCl_2$	۰
آلومینیوم سولفات	$Al_2(SO_4)_3$	۱۲

همان‌گونه که مشخص است، فقط اطلاعات مربوط به ردیف آخر به‌صورت درست نوشته شده است.

۱۴- مطابق تصویر زیر، محلولی از سدیم هیدروکسید در تیغه سمت راست و محلولی از گلوکز در تیغه سمت چپ یک ظرف دارای غشای نیمه‌تراوا ریخته شده است:



در ابتدای کار، جهت جریان آب از خلال غشا به کدام سمت بوده و در صورت وارد کردن یک نیروی خارجی به محلول موجود در تیغه سمت چپ، سرعت اسمز چگونه تغییر می‌کند؟ ($Na = ۲۳ , O = ۱۶ , H = ۱ : g.mol^{-1}$)

۱) راست ـ افزایش می‌یابد
۲) چپ ـ افزایش می‌یابد
۳) راست ـ کاهش می‌یابد
۴) چپ ـ کاهش می‌یابد

پاسخ: گزینه ۱ **(متوسط ـ مفهومی ـ استاندارد ـ صفحه ۱۱۸ ـ ۱۰۰۳)**

ذرات حل‌شونده موجود در یک محلول، تمایل دارند ذرات حلال را به سمت خود بکشند. در این شرایط، اگر دو محلول با غلظت متفاوت را توسط یک غشای نیمه‌تراوا از هم جدا کنیم، ذرات حلال از محیطی با غلظت کمتر حل‌شونده به سمت محیط غلیظ‌تر کشیده می‌شوند. طی این فرایند، غلظت حل‌شونده در محیط غلیظ‌تر کاهش یافته و غلظت حل‌شونده در محیط رقیق‌تر افزایش می‌یابد. به چنین فرایندی، اسمز گفته می‌شود. اسمز یک فرایند خودبه‌خودی بوده و بدون نیاز به نیروی خارجی انجام می‌شود. برای اینکه ببینیم در لوله مورد نظر، کدام محلول آب را به سمت خود می‌کشد، باید غلظت مولی ذرات در هر دو محلول را محاسبه کنیم. گلوکز به‌صورت مولکولی در آب حل شده و طبق فرض سؤال، غلظت آن در محلول مورد نظر ۲/۴ مولار است. در رابطه با سدیم هیدروکسید ($NaOH$)، ابتدا باید غلظت مولی کلی نمک را محاسبه کنیم. در این رابطه، داریم:

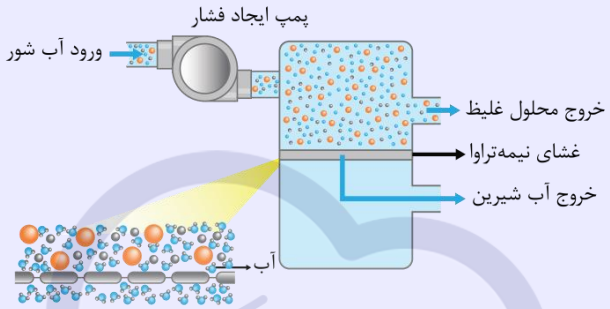
$$\text{غلظت مولی} = \frac{\text{چگالی} \times \text{درصد جرمی} \times ۱۰}{\text{جرم مولی}} = \frac{۱۰ \times ۸ \times ۱/۲}{۴۰} = ۲/۴\ mol.L^{-1}$$

با انحلال هر مول سدیم هیدروکسید در آب، یک یون سدیم و یک یون هیدروکسید وارد محلول می‌شود، پس مجموع غلظت مولی ذرات در این محلول برابر با ۴/۸ مول بر لیتر است. چون مجموع غلظت مولی ذرات در لوله سمت راست بیشتر است، پس در ابتدای کار جهت جریان آب به

سمت لوله سمت راست خواهد بود. در این شرایط، اگر به لوله سمت چپ فشار بیشتری وارد کنیم، نه‌تنها اسمز ادامه پیدا می‌کند، بلکه سرعت انجام شدن آن بیشتر هم می‌شود چون نیروی خارجی نیز در جهت فرستادن ذرات آب از محلول چپ به محلول راست ایفای نقش می‌کند.

اسمز معکوس

در دستگاه اسمز معکوس، یک محلول با غلظت مشخص، از طریق یک ورودی و با استفاده از یک پمپ، وارد دستگاه می‌شود. در واقع پمپ، نیروی مورد نیاز برای انجام شدن فرایند اسمز معکوس را تأمین می‌کند. با ورود آب تصفیه نشده به دستگاه، این محلول با استفاده از یک غشای نیمه‌تراوا به دو محلول مختلف تفکیک شده و با استفاده از خروجی‌های دستگاه خارج می‌شوند. یکی از این محلول‌های خروجی آب تصفیه شده است و محلول دیگر نیز حاوی غلظت بالایی از مواد حل‌شونده است. چون کل مواد حل شده در محلول ورودی وارد مخلوط غلیظ خروجی شده و این محلول در مقایسه با محلول ورودی حجم کمتری دارد، پس می‌توان گفت محلول غلیظ تولید شده، نسبت به آب شور اولیه غلظت نمک بیشتری دارد. تصویر زیر، ساختار دستگاه اسمز معکوس را نشان می‌دهد:



۱۵- کدام‌یک از مطالب داده شده نادرست است؟

۱) با استفاده از روش تقطیر، برخلاف روش صافی کربن، نمی‌توان مواد آلی فرار موجود در آب را از آن جدا کرد.
۲) دیواره یاخته‌های گیاهی فقط اجازهٔ گذر به برخی از ذره‌ها و مولکول‌های کوچک مثل آب و یون‌ها را می‌دهد.
۳) در شرایط یکسان، غلظت مولی گاز NO در محلول سیرشده این ماده، کمتر از O_2 در محلول سیرشده آن است.
۴) ماهی با عبور آب از درون آبشش، اکسیژن مولکولی محلول در آب را جذب و در فرایند سوخت‌وساز مصرف می‌کند.

پاسخ: گزینه ۳ (سخت ـ مفهومی ـ استاندارد ۲ ـ صفحه ۱۱۹ ـ ۱۰۰۳)

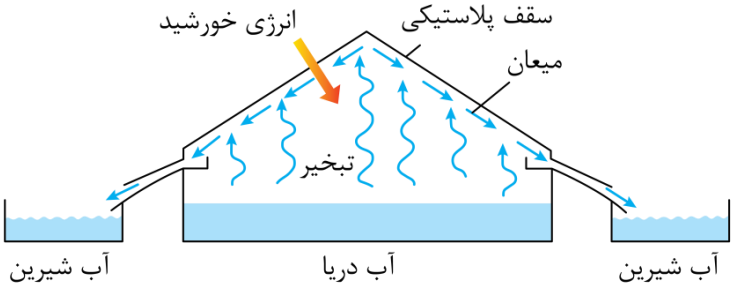
چون گاز نیتروژن مونوکسید قطبی بوده و گاز اکسیژن ناقطبی است، در شرایط یکسان، مقدار انحلال‌پذیری گاز NO در آب، بیشتر از مقدار انحلال‌پذیری گاز O_2 در آب است؛ به عبارت دیگر، اگر محلول سیرشده‌ای از این دو ماده با جرم برابر داشته باشیم، جرم گاز نیتروژن مونوکسید در محلول این ماده بیشتر از جرم گاز اکسیژن در محلول آن خواهد بود. از طرفی، جرم مولی گاز نیتروژن مونوکسید کمتر از جرم مولی گاز اکسیژن است، پس می‌توان گفت غلظت مولی گاز NO در محلول سیرشده این ماده، بیشتر از گاز O_2 در محلول سیرشده آن خواهد بود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) صافی کربن، اسمز معکوس و تقطیر، از جمله روش‌های تصفیه‌ی آب به شمار می‌روند. نافلزها، آلاینده‌ها، فلزهای سمی و حشره‌کش‌ها از جمله موادی هستند که با استفاده از همه‌ی این روش‌ها از آب جدا می‌شوند؛ در حالی که میکروب‌های موجود در آب، از جمله موادی هستند که با استفاده از هیچ روشی نمی‌توان آن‌ها را از آب جدا کرد. برای از بین بردن میکروب‌های موجود در آب، محلول حاصل از فرایند تصفیه را کلرزنی می‌کنند. ترکیب‌های آلی فرار نیز یکی دیگر از آلاینده‌های موجود در آب هستند که آن‌ها را با استفاده از صافی کربن و اسمز معکوس می‌توان جدا کرد؛ اما فرایند تقطیر توانایی جدا کردن آن‌ها از آب را ندارد. مراحل انجام شده در فرایند تقطیر که منجر به تولید آب شیرین می‌شود، به شرح زیر است:

جمع‌آوری آب شیرین ← میعان آب در مجاورت سقف پلاستیکی دستگاه تقطیر ← برخورد بخار آب به سقف پلاستیکی دستگاه تقطیر ← تبخیر آب و مواد فرار موجود در محلول ← تاباندن نور خورشید به محلول تصفیه نشده

توجه داریم که انرژی مورد نیاز برای انجام شدن تقطیر، با استفاده از نور خورشید تأمین می‌شود. تصویر زیر، نمایی از فرایند تقطیر را نشان می‌دهد:



۲ دیواره یاخته‌ها در گیاهان روزنه‌هایی بسیار ریز دارد که ذره‌های سازنده مواد می‌توانند از آن گذر کنند؛ به گونه‌ای که این روزنه‌ها فقط اجازه گذر به برخی از ذره‌ها و مولکول‌های کوچک مانند آب و یون‌ها را می‌دهند و از گذر مولکول‌های درشت‌تر جلوگیری می‌کنند. این دیواره‌ها غشای نیمه‌تراوا نامیده می‌شوند. به خاطر وجود همین غشای نیمه‌تراوا است که وقتی میوه‌های خشک مانند مویز درون آب قرار می‌گیرند، مولکول‌های آب، خود به خود از محیط رقیق با گذر از روزنه‌های دیواره سلولی به محیط غلیظ می‌روند. در نتیجه، میوه آبدار و متورم می‌شود.

اسمز در میوه‌های خشک‌شده

هنگامی‌که حبوبات و میوه‌های خشك را برای مدتی درون آب قرار می‌دهیم، متورم می‌شوند. در واقع طی این فرایند، ذرات آب به‌صورت خودبه‌خودی از محیط رقیق (آب موجود در اطراف سلول‌ها) با گذر از روزنه‌های دیواره سلولی به محیط غلیظ (محیط درون سلول‌های گیاهی) می‌روند. طی این فرایند، سلول‌های سازنده میوه و حبوبات آبدار و متورم می‌شود و برخی نمک‌ها، ویتامین‌ها و ... از بافت میوه و یا حبوبات به آب راه می‌یابد. در نقطه مقابل، پس از انداختن یک خیار در محلول آب‌نمک غلیظ، خیار به‌مرور چروکیده می‌شود. طی این فرایند، ذرات آب به‌صورت خودبه‌خودی (بدون نیاز به نیروی خارجی) از محیط رقیق (محیط درون سلول‌ها) با گذر از روزنه‌های دیواره سلولی به محیط غلیظ (محیط اطراف سلول‌ها) می‌روند. در نتیجه این فرایند، سلول‌های سازنده خیار چروکیده، کوچک و جمع می‌شوند.

۴ همه جانوران از جمله ماهی‌ها برای زنده ماندن و انجام واکنش سوخت و ساز در بدن خود به گاز اکسیژن نیاز دارند. ماهی‌ها با عبور دادن آب از درون آبشش‌های خود، اکسیژن مولکولی حل شده در آب را جذب می‌کنند.

اکسیژن در آب دریا

با اینکه گاز اکسیژن به میزان کمی در آب حل می‌شود، اما همین مقدار کم برای زندگی آبزیان نقش حیاتی دارد. ادامه زندگی اغلب ماهی‌ها هنگامی امکان‌پذیر است که غلظت اکسیژن محلول در آب بیشتر از $5ppm$ باشد. توجه داریم که در هوای گرم، انحلال‌پذیری گاز اکسیژن در آب دریا کاهش یافته و به همین خاطر، در چنین شرایطی ماهی‌ها به سطح آب می‌آیند تا بتوانند گاز اکسیژن مورد نیاز خود را از قسمت‌های سطحی‌تر آب که غلظت گاز اکسیژن بیشتری دارد، دریافت کنند.

۱. عنصر A دارای دو ایزوتوپ طبیعی است و تفاوت عدد اتمی آن با عدد اتمی ^{۹۹}Tc برابر ۴۹ است. اگر شمار نوترون‌ها در یکی از ایزوتوپ‌های A برابر با ۱۴۶ باشد، کدام یک از مطالب زیر درست است؟

۱) یکی از ایزوتوپ‌های A با عدد جرمی ۲۳۵ برخلاف ^{۹۹}Tc پرتوزا نیست.

۲) نسبت شمار نوترون‌ها به شمار پروتون‌ها در هر کدام از ایزوتوپ‌های A، همانند همین نسبت در ^{۹۹}Tc بزرگتر از ۱/۵ است.

۳) فراوانی هر کدام از دو ایزوتوپ A در طبیعت، بیشتر از فراوانی ^{۹۹}Tc در طبیعت است.

۴) نیم‌عمر ^{۹۹}Tc، به یقین بیشتر از نیم‌عمر هر کدام از ایزوتوپ‌های A است.

پاسخ: گزینه ۳ متوسط | حفظی

درسنامه

تکنسیم، نخستین عنصر ساخت بشر

تکنسیم نخستین عنصری بود که به‌طور مصنوعی در واکنشگاه (راکتور) هسته‌ای ساخته شد.

۱) نماد شیمیایی تکنسیم به صورت « $^{۹۹}_{۴۳}Tc$ » است. این عنصر در دوره پنجم و گروه ۷ جدول دوره‌ای قرار دارد.

۲) از تکنسیم برای تصویربرداری غده تیروئید استفاده می‌شود. یون یدید (I^-) با یون حاوی تکنسیم که برای تصویربرداری غده تیروئید استفاده می‌شود، اندازه مشابهی دارد و غده تیروئید هنگام جذب یدید، این یون را هم جذب می‌کند. با افزایش مقدار این یون حاوی تکنسیم در غده تیروئید، امکان تصویربرداری فراهم می‌شود. حواستان باشد گفتیم یون حاوی تکنسیم نه یون تکنسیم!

۳) همه تکنسیم موجود در جهان باید به‌طور مصنوعی و با استفاده از واکنش‌های هسته‌ای ساخته شود. از آن‌جایی که نیم‌عمر (زمان ماندگاری) این عنصر کم است، نمی‌توان مقادیر زیادی از این عنصر را تهیه و برای مدت طولانی نگه‌داری کرد؛ بنابراین هر وقت خواستیم، به مقدار لازم آن را با یک مولد هسته‌ای تولید و سپس مصرف می‌کنیم.

۴) تکنسیم ($^{۹۹}_{۴۳}Tc$) جزو اتم‌هایی است که نسبت شمار نوترون‌ها به پروتون‌های آن کم‌تر از ۱/۵ است، ولی این، با وجود ناپایدار و پرتوزا بوده و رادیوایزوتوپ به حساب می‌آید.

اورانیم:

۱) اورانیم ($_{۹۲}U$) شناخته‌شده‌ترین فلز پرتوزا است که به‌طور طبیعی یافت می‌شود.

۲) یک نمونه طبیعی اورانیم به‌طور عمده شامل دو ایزوتوپ $^{۲۳۵}_{۹۲}U$ و $^{۲۳۸}_{۹۲}U$ است که تنها یکی از آن‌ها یعنی ^{۲۳۵}U، اغلب به عنوان سوخت در راکتورهای اتمی به کار می‌رود.

۳) در مخلوط طبیعی ایزوتوپ‌های اورانیم، تنها کم‌تر از ۰/۷ درصد (نه ۷ درصد!) ایزوتوپ‌ها را، ^{۲۳۵}U تشکیل می‌دهد. برای این‌که از این ایزوتوپ

بتوان به عنوان سوخت در راکتورهای اتمی استفاده کرد، باید درصد آن را در مخلوط ایزوتوپ‌های اورانیم افزایش داد. به این کار، غنی‌سازی اورانیم و یا به عبارت دیگر، «غنی‌سازی ایزوتوپی» می‌گویند. این فرایند، یکی از مراحل مهم چرخه تولید سوخت هسته‌ای است.

توجه: با توجه به این که ایزوتوپ‌ها خواص شیمیایی یکسانی دارند، ^{۲۳۵}U و ^{۲۳۸}U را نمی‌توان به روش‌های شیمیایی از هم جدا کرد؛ بنابراین برای غنی‌سازی باید دست به دامن روش‌های فیزیکی (مثل استفاده از سانتریفیوژها و مبنای تفاوت چگالی دو ایزوتوپ) شویم.

۴) پس از انجام غنی‌سازی ایزوتوپی، نام ایران در فهرست ده‌گانه کشورهای هسته‌ای جهان ثبت شده است و با گسترش این صنعت، می‌توان بخشی از انرژی الکتریکی موردنیاز کشور را تأمین کرد.

۵) دفع پسماند راکتورهای اتمی از جمله چالش‌های صنایع هسته‌ای است، زیرا این پسماندها هنوز خاصیت پرتوزایی داشته و خطرناک هستند.

تکنسیم $(^{۹۹}_{۴۳}Tc)$ نخستین عنصر ساخت بشر با عدد اتمی ۴۳ است. حال با توجه به اطلاعات داده شده درباره عنصر A و همچنین شمار نوترون‌ها در ایزوتوپی از آن، عنصر A را شناسایی می‌کنیم:

$$Z_A - Z_{Tc} = ۴۹ \rightarrow Z_A = ۴۹ + ۴۳ = ۹۲ \rightarrow A: (_{۹۲}U)$$ عنصر اورانیم

دقت کنید که همه تکنسیم $(^{۹۹}_{۴۳}Tc)$ موجود در جهان باید به طور مصنوعی و با استفاده از واکنش‌های هسته‌ای ساخته شود؛ در نتیجه این عنصر یک، عنصر ساختگی است و فراوانی در طبیعت ندارد، در حالی که یک نمونه طبیعی از اورانیم، شامل دو ایزوتوپ ^{۲۳۵}U و ^{۲۳۸}U است؛ در نتیجه می‌توان گفت که فراوانی هر دو ایزوتوپ ^{۲۳۵}U و ^{۲۳۸}U در طبیعت، بیشتر از فراوانی $^{۹۹}_{۴۳}Tc$ می‌باشد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ ایزوتوپ $^{۲۳۵}_{۹۲}U$ که در تهیه سوخت هسته‌ای به کار می‌رود، همانند تکنسیم $(^{۹۹}_{۴۳}Tc)$، ناپایدار و پرتوزا (رادیوایزوتوپ) می‌باشد. همچنین $^{۲۳۸}_{۹۲}U$ نیز ناپایدار و پرتوزا بوده و رادیوایزوتوپ به‌شمار می‌آید.

۲ دقت کنید که تکنسیم از جمله اتم‌هایی است که نسبت شمار نوترون به پروتون آن کم‌تر از ۱/۵ است و با این حال ناپایدار و پرتوزا تشریف داشته و رادیوایزوتوپ محسوب می‌شود:

$$^{۹۹}_{۴۳}Tc: A = Z + N \Rightarrow ۹۹ = ۴۳ + N \Rightarrow N = ۵۶ \Rightarrow \frac{N}{Z} \simeq ۱/۳$$

۴ گفتیم که همه تکنسیم $(^{۹۹}_{۴۳}Tc)$ موجود در جهان باید به‌طور مصنوعی و با استفاده از واکنش‌های هسته‌ای ساخته شود. با توجه به این‌که نیم‌عمر (زمان ماندگاری) این عنصر ساختگی کم است، نمی‌توان مقادیر زیادی از این عنصر را تهیه و برای مدت طولانی نگه‌داری کرد؛ به همین دلیل بسته به نیاز، آن را با یک مولد هسته‌ای تولید و سپس مصرف می‌کنند.

اما باز هم با توجه به این‌که ایزوتوپ‌های اورانیم طبیعی بوده و در طبیعت یافت می‌شوند، می‌توان نتیجه گرفت که این ایزوتوپ‌ها نیم‌عمر بالاتری نسبت به $^{۹۹}_{۴۳}Tc$ دارند.

2. با توجه به مطالب کتاب درسی، نسبت اختلاف شمار نوترون‌ها و پروتون‌ها به مجموع شمار ذره‌های زیراتمی باردار در یکی از ایزوتوپ‌های ساختگی هیدروژن، برابر با ۱/۵ است. مجموع عدد جرمی این ایزوتوپ و عدد جرمی رادیوایزوتوپ طبیعی هیدروژن، کدام است؟

۱) ۶ ۲) ۷ ۳) ۸ ۴) ۹

پاسخ: گزینه ۳ متوسط | حفظی

نکته

۷ ایزوتوپ هیدروژن:
- ۳ ایزوتوپ طبیعی:
  - پایدار:
    - $^{1}_{1}H$ ← بیش از ۹۹/۹ درصد فراوانی در طبیعت
    - $^{2}_{1}H$ ← فراوانی حدود ۰/۰۱ درصد در طبیعت
  - ناپایدار و پرتوزا: $^{3}_{1}H$ ← درصد فراوانی در طبیعت: ناچیز
- ۴ ایزوتوپ ساختگی: $^{4}_{1}H$، $^{5}_{1}H$، $^{6}_{1}H$، $^{7}_{1}H$ ← درصد فراوانی در طبیعت: صفر

مقایسه پایداری و نیم‌عمر ایزوتوپ‌های هیدروژن:

$$\underset{\text{پایدارترین}}{^{1}_{1}H} > {^{2}_{1}H} > \underset{\text{پایدارترین رادیوایزوتوپ}}{^{3}_{1}H} > \underset{\text{پایدارترین ایزوتوپ ساختگی}}{^{5}_{1}H} > {^{6}_{1}H} > {^{4}_{1}H} > \underset{\text{ناپایدارترین}}{^{7}_{1}H}$$

همه ایزوتوپ‌های هیدروژن، یک پروتون و یک الکترون دارند؛ در نتیجه شمار ذره‌های زیراتمی باردار در همه این ایزوتوپ‌ها برابر با ۲ است؛ بنابراین داریم:

$$\frac{n-p}{p+e}=1/5 \rightarrow \frac{n-1}{2}=1/5 \rightarrow n=4 \rightarrow \text{ایزوتوپ } {^{5}_{1}H}$$

در بین ایزوتوپ‌های طبیعی، ایزوتوپ‌های $^{1}_{1}H$ و $^{2}_{1}H$ پایدار هستند، اما ایزوتوپ $^{3}_{1}H$ ناپایدار است:

ایزوتوپ‌های طبیعی:
- $^{1}_{1}H$، $^{2}_{1}H$ ← پایدار
- $^{3}_{1}H$ ← ناپایدار

بنابراین رادیوایزوتوپ طبیعی هیدروژن، $^{3}_{1}H$ است. در نهایت داریم:

$$\text{مجموع اعداد جرمی ایزوتوپ‌های } {^{3}_{1}H}, {^{5}_{1}H} = 5+3=8$$

تست‌درتست **کدام گزینه نادرست است؟**

۱) مجموع فراوانی $^{4}_{1}H$، $^{5}_{1}H$، $^{6}_{1}H$ و $^{7}_{1}H$ در طبیعت، در حدود ۰/۰۰۱ درصد است.

۲) در یک نمونه طبیعی گاز هیدروژن، شمار پروتون‌ها بیش از ۵۰۰۰ برابر شمار نوترون‌ها است.

۳) شمار ایزوتوپ‌های طبیعی هیدروژن با شمار ایزوتوپ‌های طبیعی منیزیم برابر است.

۴) در $\frac{5}{7}$ ایزوتوپ‌های شناخته شده‌ی هیدروژن نسبت شمار نوترون‌ها به شمار پروتون‌ها بزرگ‌تر از ۱/۵ است.

پاسخ: گزینه ۱ متوسط | حفظی

هیچ‌یک از ایزوتوپ‌های موردنظر در طبیعت وجود ندارند بنابراین مجموع فراوانی آن‌ها در طبیعت، برابر صفر است!

بررسی سایر گزینه‌ها:

۲ در یک نمونه طبیعی هیدروژن، بیش از ۹۹/۹۸ درصد از اتم‌ها فقط پروتون دارند. حدود ۰/۰۲ درصد باقی‌مانده نیز با فرض این‌که همگی از نوع $^{۲}_{۱}H$ هستند به ازای هر پروتون، یک نوترون دارند. پس نسبت شمار پروتون‌ها به شمار نوترون‌ها در یک نمونه طبیعی گاز هیدروژن به صورت تقریبی زیر تعیین می‌شود.

$$\frac{\text{تعداد پروتون}}{\text{تعداد نوترون}}=\frac{۹۹/۹۸+۰/۰۲}{۰/۰۲}=۵۰۰۰$$

البته توجه داشته باشید که نسبت فوق از ۵۰۰۰ بزرگ‌تر است زیرا درصد فراوانی $^{۱}_{۱}H$ که فقط پروتون دارد بیش‌تر از ۹۹/۹۸ درصد است.

۳ هیدروژن دارای سه ایزوتوپ طبیعی و منیزیم نیز بر اساس حاشیه‌ی صفحه‌ی ۵ کتاب درسی، دارای سه ایزوتوپ طبیعی است.

۴ در میان هفت ایزوتوپ هیدروژن، از $^{۳}_{۱}H$ به بعد (که می‌شود ۵ ایزوتوپ) نسبت شمار نوترون‌ها به شمار پروتون‌ها بزرگ‌تر از ۱/۵ است.

3. کدام مطالب در ارتباط با واحد جرم اتمی (amu) درست است؟

آ) هریک واحد جرم اتمی به طور دقیق برابر با جرم یک اتم $^{۱}_{۱}H$ است.

ب) هر واحد جرم اتمی به تقریب معادل $۱/۶۶\times۱۰^{-۲۳}$ گرم است.

پ) واحد جرم اتمی بر اساس جرم اتمی ایزوتوپی از کربن تعریف شده است که شمار هر سه ذره زیراتمی در آن، یکسان است.

ت) واحد جرم اتمی، مقیاسی نسبی برای بیان ساده جرم یک اتم است که به کمک آن می‌توان جرم همهٔ اتم‌ها را اندازه‌گیری کرد.

۱) پ، ت ۲) آ، ب ۳) آ، ت ۴) ب، پ

پاسخ: گزینه ۱ ساده | حفظی

عبارت‌های «پ» و «ت» درست هستند.

بررسی همه عبارت‌ها:

آ جرم اتم $^{۱}_{۱}H$ که شامل یک الکترون و یک پروتون می‌باشد، بر حسب amu به **تقریب** برابر است با:

$$\text{جرم یک اتم}\ ^{۱}_{۱}H=\text{جرم}\,e+\text{جرم}\,p=۰/۰۰۰۵+۱/۰۰۷۳=۱/۰۰۷۸\,amu$$

بنابراین جرم یک اتم $^{۱}_{۱}H$، بیشتر از یک واحد جرم اتمی (amu) است.

ب گرم، رایج‌ترین یکای اندازه‌گیری جرم در آزمایشگاه شناخته می‌شود؛ این در حالی است که یکای جرم اتمی (amu)، یکای بسیار کوچکی برای جرم به‌شمار می‌آید و کار با آن در آزمایشگاه در عمل غیرممکن است. بین گرم و amu رابطه‌های زیر برقرار است:

$$۱amu=۱/۶۶\times۱۰^{-۲۴}\,g \quad \text{یا} \quad ۱g=۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}\,amu$$

پ و ت از آن‌جایی که اتم‌ها خیلی ریزند و ما نمی‌توانیم جرم آن‌ها را به‌طور مستقیم اندازه‌گیری کنیم، دانشمندان مقیاس جرم نسبی را برای تعیین جرم اتم‌ها به کار می‌برند. مطابق این مقیاس، جرم اتم‌ها را با یکای جرم اتمی (amu) که معادل $\frac{۱}{۱۲}$ جرم ایزوتوپ کربن – ۱۲ ($^{۱۲}_{۶}C$) است، می‌سنجند.

$$\text{جرم ایزوتوپ کربن}-۱۲=۱۲\,amu=۱۲\,u$$

در ایزوتوپ $^{۱۲}_{۶}C$، تعداد ذرات زیراتمی (نوترون، پروتون و الکترون) یکسان و برابر با ۶ می‌باشد.

$$\text{ایزوتوپ}\ ^{۱۲}_{۶}C\begin{cases}۶n\\۶p\\۶e\end{cases}$$

4. کدام گزینه از نظر درستی یا نادرستی مشابه عبارت زیر است؟

«مأموریت فضاپیماهای وویجر ۱ و ۲، جمع‌آوری اطلاعاتی مانند نوع عنصرهای سازنده و ترکیب‌های شیمیایی در اتمسفر برخی سیاره‌های خورشیدی بود.»

۱) درصد فراوانی گوگرد در دو سیاره زمین و مشتری یکسان است.

۲) واکنش‌های شیمیایی درون ستاره‌ها، عامل اصلی تبدیل عنصرهای سبک‌تر به عنصرهای سنگین‌تر است.

۳) مرگ ستاره اغلب با یک انفجار بزرگ و متلاشی شدن عنصرهای تشکیل شده آن در فضا همراه است.

۴) درصد فراوانی نخستین (فراوان‌ترین) عنصر سازندهٔ سیارهٔ مشتری، برخلاف فراوان‌ترین عنصر سازندهٔ سیارهٔ زمین، بیشتر از ۵۰ است.

پاسخ: گزینه ۴ ساده | حفظی

آفرود

ماموریت فضاپیماهای وویجر (۱) و (۲):
- گذر از کنار سیاره‌های مشتری، زحل، اورانوس و نپتون (برخی از سیاره‌های منظومه خورشیدی)
- تهیه و ارسال شناسنامه فیزیکی و شیمیایی آن‌ها:
  - نوع عنصرهای سازنده سیاره
  - ترکیب‌های شیمیایی موجود در اتمسفر سیاره
  - ترکیب درصد مواد موجود در اتمسفر سیاره

بنابراین عبارت داده شده در صورت سوال، درست است. حال بیایید به ترتیب گزینه‌ها را بررسی کرده و گزینه درست را بیابیم:

۱ عنصر گوگرد (S)، جزو عنصرهای مشترک سیاره‌های زمین و مشتری است که در هر دو سیاره، رتبه ششم را میان عنصرهای سازنده دارد، اما حواستان باشد که درصد فراوانی این عنصر در سیاره زمین بیشتر از مشتری است. ✗

۲ درون ستاره‌ها، همانند خورشید، در دماهای بسیار بالا، **واکنش‌های هسته‌ای** (نه شیمیایی!) رخ می‌دهد. در این واکنش‌ها، از عنصرهای سبک‌تر، عنصرهای سنگین‌تر پدید می‌آید. ✗

۳ ستاره‌ها متولد می‌شوند، رشد می‌کنند و زمانی می‌میرند. مرگ ستاره‌ها اغلب با یک انفجار بزرگ همراه است که باعث می‌شود عنصرهای تشکیل شده در آن، در فضا پراکنده (نه متلاشی!) شوند، به همین دلیل می‌توان ستارگان را کارخانه تولید عنصرها دانست. ✗

۴ فراوان‌ترین عنصر در سیاره زمین، آهن (Fe) است و درصد فراوانی آن در زمین، کم‌تر از ۵۰ درصد (حدود ۴۰ درصد) می‌باشد و فراوان‌ترین عنصر در سیاره مشتری، هیدروژن (H) است و درصد فراوانی آن در مشتری، حدود ۹۰ درصد می‌باشد. ✓

5. با توجه به جدول داده شده، کدام موارد از مطالب زیر نادرست است؟

نام ذره	نماد
الکترون	α_1 α_2 e
پروتون	β_1 β_2 p
نوترون	γ_1 γ_2 n

آ) اختلاف α_2 و γ_1، برابر با ۲ است.

ب) بار الکتریکی یک الکترون و یک پروتون، به ترتیب برابر با ۱− و ۱+ واحد بار الکتریکی (کولن) است.

پ) مقایسه جرم ذرات زیراتمی با یکای جرم اتمی به صورت «$e<1amu<p<n$» است.

ت) اگر ۲۰۰ ذره الکترون را روی یک ترازوی فرضی که بر حسب amu درجه‌بندی شده است، قرار دهیم، عددی که ترازو نشان می‌دهد، به تقریب برابر ۱amu خواهد بود.

۱) آ، ب ۲) آ، پ ۳) ب، ت ۴) پ، ت

پاسخ: گزینه ۳ متوسط | حفظی ، مفهومی

نکته جدول روبه‌رو برخی ویژگی‌های ذره‌های زیراتمی را نشان می‌دهد:

نام ذره	نماد	بار الکتریکی نسبی	جرم (amu)
الکترون	$^{0}_{-1}e$	-1	۰/۰۰۰۵
پروتون	$^{1}_{+1}p$	$+1$	۱/۰۰۷۳
نوترون	$^{1}_{0}n$	۰	۱/۰۰۸۷

هر ذرهٔ زیر اتمی (X) را با یک نماد نشان می‌دهند:

$^{a \leftarrow \text{جرم نسبی}}_{b \leftarrow \text{بار الکتریکی نسبی}}X$

• جرم پروتون و نوترون در حدود ۱amu است؛ در حالی‌که جرم الکترون ناچیز و در حدود ۰/۰۰۰۵amu است.

از آن‌جا که جرم پروتون و نوترون در حدود ۱amu است، عدد جرمی را می‌توان برابر با جرم اتمی در نظر گرفت. عدد جرمی یکا ندارد در حالی‌که یکای جرم اتمی amu است.

عبارت‌های «ب» و «ت» نادرست هستند.

بررسی همه عبارت‌ها:

آ α_2، بار الکتریکی نسبی الکترون و γ_1، جرم نسبی نوترون را نشان می‌دهد؛ بنابراین مقادیر آن‌ها به ترتیب برابر با ۱− و ۱ و اختلاف آن‌ها برابر با ۲=(۱−)−۱ است.

ب دقت کنید که بار الکتریکی **نسبی** الکترون و پروتون به ترتیب برابر ۱− و ۱+ است! بار الکتریکی یک الکترون و یک پروتون در سیستم SI به ترتیب برابر با $-1/6\times10^{-19}$ و $+1/6\times10^{-19}$ کولن است.

پ جرم نوترون، پروتون و الکترون در مقیاس amu به ترتیب برابر با ۱/۰۰۸۷, ۱/۰۰۷۳, ۰/۰۰۰۵ است.

مقایسه بر اساس جرم: $^{1}_{0}n > {}^{1}_{+1}p > 1\,amu > {}^{0}_{-1}e$

ت همان‌طور که گفتیم، جرم الکترون در مقیاس amu برابر با ۰/۰۰۰۵ است؛ در نتیجه جرم ۲۰۰۰ الکترون، معادل ۱amu خواهد بود؛ نه ۲۰۰ الکترون!

تست‌درتست کدام گزینه نادرست است؟

۱) در مقیاس amu، جرم الکترون ناچیز و در حدود ۰/۰۰۰۵amu است.

۲) جرم اتمی ایزوتوپ هیدروژن ($^{1}_{1}H$) در مقیاس واحد جرم اتمی، به‌طور دقیق با عدد جرمی آن یکسان و برابر با ۱ است.

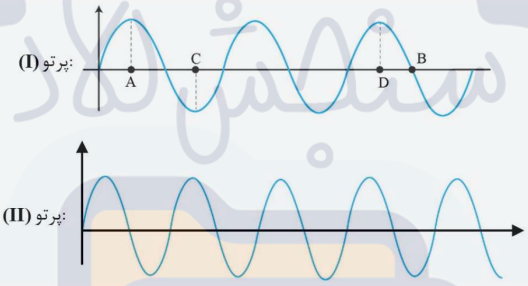
۳) نماد ذره‌های زیراتمی الکترون و نوترون را به ترتیب به صورت $^{0}_{-1}e$ و $^{1}_{0}n$ نشان می‌دهند.

۴) در مقیاس جرم نسبی اتم‌ها (amu)، جرم پروتون و نوترون به تقریب برابر و از جرم الکترون بیشتر است.

پاسخ: گزینه ۲ ساده | حفظی

در مقیاس جرم نسبی، جرم پروتون و نوترون به‌طور دقیق برابر با ۱amu نیست. تازه! جرم الکترون هم صفر نیست و در حدود $\frac{1}{2000}$amu می‌باشد؛ بنابراین ما می‌توانیم جرم اتمی را به‌طور تقریبی با عدد جرمی برابر در نظر بگیریم، نه به صورت دقیق! (البته به جز کربن – ۱۲ که جرم آن به‌طور دقیق برابر با ۱۲amu است.) در صفحه ۱۴ کتاب درسی می‌خوانیم که جرم اتمی میانگین هیدروژن در حدود ۱/۰۰۸amu است.

6. کدام گزینه عبارت‌های (آ) و (پ) را به درستی و عبارت (ب) را به نادرستی تکمیل می‌کند؟ (مقیاس نسبی شکل‌ها به درستی رعایت شده است.)



آ) اگر در پرتو (I)، اختلاف AB و CD، برابر با ۲۲۵ میلی‌متر باشد، مقدار عددی طول موج این پرتو ..... متر است.

ب) اگر پرتو (I)، متعلق به ناحیه امواج رادیویی باشد، پرتو (II) را می‌توان به ناحیه ..... نسبت داد.

پ) از میان موارد «میزان انحراف هنگام عبور از منشور – تفاوت طول موج با طول موج پرتو گاما – طول موج» در ..... مورد، مقایسه «سبز < زرد < قرمز» برقرار است.

۱) ۰/۳ – مرئی – دو ۲) ۰/۳۷۵ – مرئی – یک ۳) ۰/۳ – ریزموج‌ها – یک ۴) ۰/۳۷۵ – ریزموج‌ها – دو

پاسخ: گزینه ۱ متوسط | حفظی، مفهومی

پاسخ درست پرسش‌های زیر به صورت زیر است:

آ

$$\begin{matrix} \text{طول}AB=\frac{9\lambda}{4} \\ \text{طول}CD=\frac{6\lambda}{4} \end{matrix} \Rightarrow AB-CD=0/225\,mm \Rightarrow \frac{9\lambda}{4}-\frac{6\lambda}{4}=0/225\,mm \Rightarrow \lambda=0/3\,mm$$

ب اگر پرتو (I) با طول موج ۰/۳ متر، مربوط به امواج رادیویی باشد، با توجه به شکل مشخص است که پرتو (II) نسبت به پرتو (I)، طول موج کوتاه‌تری دارد. پرتوهای مرئی و ریزموج‌ها هر دو نسبت به امواج رادیویی، پرانرژی‌تر و دارای طول موج کوتاه‌تری هستند.

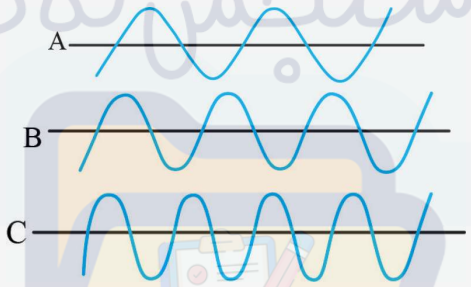
دقت کنید که نور مرئی از طیف پیوسته‌ای از رنگ‌ها تشکیل شده که طول موج محدودی در گستره (۷۰۰ – ۴۰۰ نانومتر) را شامل می‌شود! با توجه به شکل مشخص است که طول موج پرتو (II)، در محدوده چند دهم متر است! در نتیجه پرتو (II) می‌تواند مربوط به ریزموج‌ها باشد، اما نمی‌توان آن را به ناحیه مرئی نسبت داد.

پ مقایسه «سبز < زرد < قرمز» بر اساس میزان «طول موج» این پرتوها درست است و چون طول موج پرتوها، رابطهٔ معکوسی با «میزان انحراف بر اثر عبور از منشور» دارد؛ در نتیجه این مقایسه را نمی‌توان به میزان انحراف آن‌ها نسبت داد. هرچه طول موج یک پرتو مرئی بیشتر باشد، طول موج آن با طول موج پرتوهای گاما اختلاف بیشتری دارد؛ بنابراین این مقایسه را می‌توان به تفاوت طول موج آن‌ها با طول موج پرتوهای گاما نیز نسبت داد و از میان موارد داده شده، دو مورد را می‌توان مبنای مقایسه قرار داد.

بنابراین پاسخ درست پرسش‌های (الف) و (پ) و پاسخ نادرست پرسش (ب) در گزینه (۱) آمده است.

7. شکل زیر طول موج سه پرتو الکترومغناطیس مربوط به رنگ شعلهٔ سه ترکیب مس (II) کلرید، سدیم نیترات و لیتیم سولفات را نمایش می‌دهد. با توجه به شکل، کدام گزینه جاهای خالی زیر را به درستی تکمیل نمی‌کند؟

«رنگ شعلهٔ ..... ناشی از وجود فلزی است که .....».



۱) A – دارای دو ایزوتوپ طبیعی است.

۲) C – طول موج نور حاصل از شعلهٔ خود این فلز، کوتاه‌تر از طول موج نور حاصل از سوختن شمع معمولی پارافینی است.

۳) A – تعداد خطوط موجود در ناحیه مرئی طیف نشری خطی آن نسبت به عنصرهای بالایی و پایین خود در جدول تناوبی به ترتیب بیشتر و کم‌تر است.

۴) B – نور زرد لامپ‌هایی که شب هنگام بزرگراه‌ها و خیابان‌ها را روشن می‌سازد، به دلیل وجود بخار این فلز در آن‌هاست.

پاسخ: گزینه ۳ سخت | حفظی ، مفهومی

آفرود

فلز	فلز مس (Cu) و نمک‌های آن	فلز سدیم (Na) و نمک‌های آن	فلز لیتیم (Li) و نمک‌های آن
رنگ شعله	سبز	زرد	سرخ

در یک پرتو الکترومغناطیسی، فاصله هر قله تا قله دیگر را طول موج می‌گویند. طول موج پرتوها از A به سمت C کاهش و در نتیجه انرژی آن‌ها افزایش می‌یابد. رنگ شعله عنصر مس، سدیم و لیتیم به ترتیب سبز، زرد و سرخ است و چون طول موج پرتوها از سبز به سمت قرمز افزایش می‌یابد؛ در نتیجه کم‌ترین طول موج مربوط به رنگ حاصل از شعله مس (II) کلرید و بیشترین طول موج مربوط به لیتیم سولفات می‌باشد و رنگ شعله‌های B, A و C به‌ترتیب ناشی از وجود فلزهای لیتیم (Li)، سدیم (Na) و مس (Cu) در آن‌هاست.

بررسی همه گزینه‌ها:

۱ عنصر لیتیم، دارای دو ایزوتوپ طبیعی ^{۶}Li و ^{۷}Li است.

۲ شمع معمولی پارافینی با شعلهٔ زردرنگ می‌سوزد. طول موج نور سبز، کوتاه‌تر از نور زرد است.

۳ عنصر لیتیم دارای ۴ خط در ناحیه مرئی طیف نشری خطی خود می‌باشد. عنصرهای بالا و پایین آن در جدول دوره‌ای، به ترتیب هیدروژن و سدیم هستند که دارای ۴ و ۷ خط در ناحیه مرئی طیف نشری خطی خود هستند. دقت کنید **تعداد این خطوط در لیتیم برابر با هیدروژن و کم‌تر از سدیم است.**

۴ نور زرد لامپ‌هایی که در شب هنگام بزرگراه‌ها و خیابان‌ها را روشن می‌سازد، به دلیل وجود بخار سدیم در آن‌هاست.

۸. اگر تفاوت شمار نوترون‌ها و الکترون‌ها در یون $^{۴۲}M^{۲+}$ برابر با ۱۴ باشد، عدد جرمی این یون و مجموع شمار ذره‌های زیراتمی آن کدام است؟

۱) ۹۶، ۱۳۶ ۲) ۹۸، ۱۳۶ ۳) ۹۶، ۱۳۸ ۴) ۹۸، ۱۳۸

پاسخ: گزینه ۱ | ساده | محاسباتی

روش اول: با توجه به اطلاعات داده شده درباره شمار ذرات زیراتمی در کاتیون $^{۴۲}M^{۲+}$، داریم:

$$\left.\begin{array}{l} A=Z+N \\ N-e=۱۴ \\ e=Z-\text{بار} \end{array}\right\} \rightarrow N=(۱۴+۴۲)-(+۲)=۵۴\ ,\ e=۴۰\ ,\ Z=۴۲$$

بنابراین عدد جرمی این‌گونه برابر است با:

$$A=Z+N=۴۲+۵۴=۹۶$$

روش دوم:

نکته برای مسائلی که در آن عدد جرمی و تفاوت شمار نوترون‌ها و الکترون‌ها داده می‌شود، می‌توانیم برای اتم‌ها و کاتیون‌ها و همچنین برای آنیون‌هایی که در آن‌ها اختلاف شمار نوترون‌ها و الکترون‌ها بیشتر از مقدار بار یون است، از فرمول زیر هم استفاده کنیم:

$$Z=\frac{(\text{عدد جرمی})-(\text{تفاوت شمار نوترون‌ها و الکترون‌ها})+(\text{بار یون با در نظر گرفتن علامت})}{۲}$$

بنابراین در کاتیون $_{۴۲}M^{۲+}$ داریم:

$$Z=\frac{(\text{عدد جرمی})-(\text{تفاوت شمار نوترون‌ها و الکترون‌ها})+(\text{بار یون با در نظر گرفتن علامت})}{۲}\rightarrow ۴۲=\frac{A-۱۴+۲}{۲}\rightarrow A-۱۲=۸۴\rightarrow A=۹۶$$

در نهایت مجموع شمار ذرات زیراتمی در کاتیون $M^{۲+}$ برابر است با:

$$\text{شمار ذرات زیراتمی در هر یون تک‌اتمی}=N+Z+e\xrightarrow{A=N+Z\ ,\ e=Z-\text{بار}}A+Z-\text{بار}=(۹۶+۴۲)-(+۲)=۱۳۶$$

۹. جرم ۰/۲۸ مول از فلز M، چهار برابر جرم $\frac{۱}{۸}$ مول از فلز A است. شمار اتم‌های ۲۸ گرم از فلز M، چند برابر شمار اتم‌های ۵۶ گرم از فلز A است؟

۱) ۰/۲۸ ۲) ۱/۱۲ ۳) ۲/۸ ۴) ۰/۱۱۲

پاسخ: گزینه ۱ متوسط | محاسباتی

گام اول) نسبت جرم مولی فلز $A(M_A)$ به جرم مولی فلز $M(M_M)$ را محاسبه می‌کنیم:

$$۰/۲۸\,mol\,M\times\frac{M_M\,g\,M}{۱\,mol\,M}=۴\times(\frac{۱}{۸}mol\,A\times\frac{M_A\,g\,A}{۱\,mol\,A})\rightarrow M_A=۰/۵۶M_M$$

گام دوم) نسبت شمار اتم‌های موجود در ۲۸ گرم فلز M به شمار اتم‌های موجود در ۵۶ گرم فلز A را به دست می‌آوریم:

$$\text{شمار اتم‌ها در ۲۸ گرم فلز M}:۲۸\,g\,M\times\frac{۱\,mol\,M}{M_M\,g\,M}\times\frac{N_A\,\text{اتم}\,M}{۱\,mol\,M}=\frac{۲۸N_A}{M_M}\,\text{اتم}$$

$$\text{شمار اتم‌ها در ۵۶ گرم فلز A}:۵۶\,g\,A\times\frac{۱\,mol\,A}{M_A\,g\,A}\times\frac{N_A\,\text{اتم}\,A}{۱\,mol\,A}=\frac{۵۶N_A}{M_A}\,\text{اتم}$$

$$\rightarrow\text{نسبت خواسته شده}=\frac{\frac{۲۸\cancel{N_A}}{M_M}}{\frac{۵۶\cancel{N_A}}{M_A}}=\frac{\frac{۲۸}{\cancel{M_M}}}{\frac{۵۶}{۰/۵۶\cancel{M_M}}}=۰/۲۸$$

کنکورچی‌میگه؟ چند مورد از مطالب زیر درست است؟ ($Cu=۶۴, Fe=۵۶, O=۱۶, C=۱۲, H=۱ : g.mol^{-1}$) (تجربی خارج ۱۴۰۱)

- $۱/۸۰۶\times۱۰^{۱۹}$ اتم مس، ۱/۹۲ میلی‌گرم جرم دارد.
- شمار مول‌ها در ۸ گرم مس، با شمار مول‌ها در ۷ گرم آهن برابر است.
- عدد جرمی هر عنصر، همان جرم مشخص‌شده آن در جدول دوره‌ای عنصرها است.
- شمار اتم‌ها در ۲ گرم آب خالص، از شمار اتم‌ها در ۱ گرم کربن دی‌اکسید بیشتر است.

۱) ۱ ۲) ۴ ۳) ۳ ۴) ۲

پاسخ: گزینه ۳ متوسط | مفهومی

۱۰. با توجه به هشت عنصر فراوان هر کدام از سیاره‌های زمین و مشتری، با فرض فشار ۱atm و دمای $۲۵^{\circ}C$، تفاوت شمار عنصرهای جامد دو سیاره کدام است؟

۱) ۶ ۲) ۵ ۳) ۴ ۴) ۳

پاسخ: گزینه ۲ ساده | حفظی

درسنامه

مقایسه عنصرهای سازنده زمین و مشتری به صورت زیر است:

ویژگی / نام سیاره	زمین	مشتری
فراوان‌ترین عنصر	آهن (Fe)	هیدروژن (H)
درصد فراوانی فراوان‌ترین عنصر	کم‌تر از ۵۰ درصد (حدود ۴۰٪)	بیشتر از ۵۰ درصد (حدود ۹۰٪)
عنصری با کم‌ترین فراوانی در بین ۸ عنصر	آلومینیم (Al)	نئون (Ne)
در بین ۸ عنصر فراوان، چه نوع عنصرهایی در آن وجود دارد؟	فلز، نافلز و شبه‌فلز	فقط نافلز
بیشتر از چه جنسی است؟	سنگ	گاز
عنصرهای مشترک	اکسیژن (O) و گوگرد (S)	
درصد فراوانی عنصرهای مشترک	مشتری < زمین	

حالت فیزیکی ۸ عنصر فراوان سازنده سیاره‌های زمین و مشتری در دمای $۲۵^\circ C$ و فشار ۱atm (دما و فشار اتاق) به صورت زیر است:

۸ عنصر اصلی سازنده زمین: $\underbrace{Fe > \boxed{O} > Si > Mg > Ni > S > Ca > Al}_{\text{۷ عنصر جامد در دما و فشار اتاق} \rightarrow \text{همگی جامد هستند، به جز اکسیژن}}$

۸ عنصر اصلی سازنده مشتری: $\underbrace{H > He > \boxed{C} > O > N > \boxed{S} > Ar > Ne}_{\text{۲ عنصر جامد در دما و فشار اتاق} \rightarrow \text{همگی گاز هستند، به جز کربن و گوگرد}}$

بنابراین تفاوت شمار عنصرهای جامد در این دو سیاره، برابر با $۷-۲=۵$ می‌باشد.

۱۱ . مخلوطی از اتم‌های هیدروژن شامل ۲۵٪ از سنگین‌ترین ایزوتوپ طبیعی، ۳۵٪ از ناپایدارترین ایزوتوپ ساختگی و ۴۰٪ از پایدارترین رادیوایزوتوپ ساختگی در دسترس است. جرم اتمی میانگین این مخلوط بر حسب amu کدام است؟ (عدد جرمی را برابر با جرم اتمی بر حسب amu در نظر بگیرید.)

۱) ۵/۶۰ ۲) ۴/۹۵ ۳) ۴/۸۰ ۴) ۵/۲۰

پاسخ: گزینه ۴ ساده | حفظی ، محاسباتی

درسنامه

برای ساده‌تر شدن محاسبات، می‌توان از فرمول زیر برای محاسبه جرم اتمی میانگین استفاده کرد:

جرم اتمی میانگین = جرم ایزوتوپ سبک‌تر + (تفاوت جرم ایزوتوپ۲ و سبک‌تر) × (درصد فراوانی ایزوتوپ (۲) / ۱۰۰) + (تفاوت جرم ایزوتوپ ۳ و سبک‌تر) × (درصد فراوانی ایزوتوپ (۳) / ۱۰۰) + ...

$$\bar{M} = M_۱ + \frac{F_۲}{۱۰۰}(M_۲ - M_۱) + \frac{F_۳}{۱۰۰}(M_۳ - M_۱) + \cdots$$

گام اول) ایزوتوپ‌های موجود در مخلوط را همراه با درصد فراوانی آن‌ها مشخص می‌کنیم:

ایزوتوپ‌های هیدروژن موجود در مخلوط:
- (۱) سنگین‌ترین ایزوتوپ طبیعی: $^{۳}_{۱}H \rightarrow M_۱ = ۳, F_۱ = ۲۵\%$
- (۲) پایدارترین رادیوایزوتوپ ساختگی: $^{۵}_{۱}H \rightarrow M_۲ = ۵, F_۲ = ۴۰\%$
- (۳) ناپایدارترین ایزوتوپ ساختگی: $^{۷}_{۱}H \rightarrow M_۳ = ۷, F_۳ = ۳۵\%$

گام دوم) با استفاده از رابطه گفته شده، جرم اتمی میانگین مخلوط را محاسبه می‌کنیم:

$$M = M_۱ + \frac{F_۲}{F_{کل}}(M_۲ - M_۱) + \frac{F_۳}{F_{کل}}(M_۳ - M_۱) = ۳ + \frac{۴۰}{۱۰۰}(۵-۳) + \frac{۳۵}{۱۰۰}(۷-۳) = ۳ + ۰/۸ + ۱/۴ = ۵/۲$$

کنکورچی‌میگه؟ **عنصر A دارای چهار ایزوتوپ با عدد جرمی ۴۹، ۵۱، ۵۳ و ۵۴ است. اگر مجموع فراوانی دو ایزوتوپ اول ۶۵ و فراوانی ایزوتوپ سوم ۱۵ درصد باشد، درصد فراوانی دو ایزوتوپ اول، به ترتیب از راست به چپ کدام‌اند؟ (عدد جرمی ایزوتوپ‌ها، برابر جرم اتمی آن‌ها و جرم اتمی میانگین برای عنصر A، برابر ۵۰/۹۵amu فرض شود.)** (تجربی - ۹۹)

۱) ۲۹/۵,۳۵/۵ ۲) ۱۷/۵,۴۷/۵ ۳) ۵۰ ، ۱۵ ۴) ۱۴/۵,۵۰/۵

پاسخ: گزینه ۲ متوسط | محاسباتی

12. کدام مورد درست است؟

۱) پس از ساخت تکنسیم، شیمی‌دان‌ها موفق به ساخت ۲۶ عنصر جدید شدند.

۲) انرژی گرمایی و نور خیره‌کننده خورشید به دلیل تبدیل فراوان‌ترین عنصر سیاره مشتری به دومین عنصر فراوان این سیاره است.

۳) شمار ایزوتوپ‌های طبیعی منیزیم و کلر با هم برابر است.

۴) امروزه دیگر رادیوایزوتوپ‌ها خطرناک نیستند و از آن‌ها در پزشکی و کشاورزی استفاده می‌شود.

پاسخ: گزینه ۲ متوسط | حفظی

انرژی گرمایی و نور خیره‌کننده خورشید، به دلیل تبدیل هیدروژن (به عنوان فراوان‌ترین عنصر سازنده سیاره مشتری) به هلیم (به عنوان دومین عنصر فراوان سیاره مشتری) در واکنش‌های هسته‌ای است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ تاکنون در جهان ۱۱۸ عنصر شناخته شده است که از بین آن‌ها ۹۲ عنصر در طبیعت یافت می‌شود. ۲۶ عنصر دیگر را که در طبیعت وجود ندارند، ما انسان‌ها با کمک واکنش‌های هسته‌ای، به‌طور مصنوعی ساخته‌ایم. تکنسیم ($^{99}_{43}Tc$)، نخستین عنصری بود که در واکنشگاه (راکتور) هسته‌ای ساخته شد؛ بنابراین **پس از ساخت تکنسیم، شیمی‌دان‌ها موفق به ساخت ۲۵ عنصر دیگر شدند**؛ نه ۲۶ عنصر دیگر!

۳ منیزیم دارای **سه** ایزوتوپ طبیعی $^{24}_{12}Mg$، $^{25}_{12}Mg$ و $^{26}_{12}Mg$ است، در حالی‌که کلر دارای **دو** ایزوتوپ $^{35}_{17}Cl$ و $^{37}_{17}Cl$ در طبیعت می‌باشد؛ بنابراین شمار ایزوتوپ‌های طبیعی این دو عنصر متفاوت است.

نکته در کتاب درسی، به ایزوتوپ‌های طبیعی چند عنصر زیر اشاره کرده که باید آن‌ها را بلد باشید.

عنصر	شمار ایزوتوپ‌های طبیعی	نماد ایزوتوپ‌های طبیعی	ایزوتوپ با فراوانی بیشتر
منیزیم ($_{12}Mg$)	۳	$^{24}_{12}Mg, ^{25}_{12}Mg, ^{26}_{12}Mg$	$^{24}_{12}Mg$ (ایزوتوپ سبک‌تر)
لیتیم ($_{3}Li$)	۲	$^{6}_{3}Li, ^{7}_{3}Li$	$^{7}_{3}Li$ (ایزوتوپ سنگین‌تر)
هیدروژن ($_{1}H$)	۳	$^{1}_{1}H, ^{2}_{1}H, ^{3}_{1}H$	$^{1}_{1}H$ (ایزوتوپ سبک‌تر)
کلر ($_{17}Cl$)	۲	$^{35}_{17}Cl, ^{37}_{17}Cl$	$^{35}_{17}Cl$ (ایزوتوپ سبک‌تر)

۴ رادیوایزوتوپ‌ها اگرچه بسیار خطرناک هستند، اما پیشرفت دانش و فناوری، بشر را موفق به مهار و بهره‌گیری از آن‌ها کرده است. به طوری‌که از آن‌ها در پزشکی، کشاورزی و سوخت در نیروگاه‌های اتمی استفاده می‌شود؛ بنابراین حواستان باشد که **رادیوایزوتوپ‌ها همچنان بسیار خطرناک هستند.**

موشکافی جالب است بدانید که پسماند راکتورهای اتمی هنوز خاصیت پرتوزایی دارد و خطرناک است؛ از این‌رو دفع آن‌ها از جمله چالش‌های صنایع هسته‌ای به‌شمار می‌آید.

13. کدام‌یک از مطالب زیر نادرست است؟

۱) نماد شیمیایی عنصرهای نیکل و سلنیم برخلاف عنصرهای اورانیم و بور، دوحرفی است.

۲) مجموع شماره گروه، شماره دوره و عدد اتمی آخرین عنصر جدول دوره‌ای امروزی برابر ۱۴۳ است.

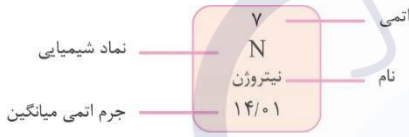
۳) هر خانه از جدول دوره‌ای به یک عنصر معین تعلق دارد که شامل برخی اطلاعات مانند عدد اتمی و جرم اتمی پایدارترین ایزوتوپ است.

۴) آخرین ستون جدول دوره‌ای همانند اولین ستون آن و برخلاف سایر ستون‌ها، شامل ۷ عنصر است.

پاسخ: گزینه ۳ متوسط | حفظی، مفهومی

هر خانه از جدول تناوبی به یک عنصر معین (و ایزوتوپ‌های آن) تعلق دارد و دارای برخی اطلاعات شیمیایی آن عنصر (عدد اتمی، نماد شیمیایی، نام و جرم اتمی میانگین) است.

برای نمونه، خانه شماره هفت، به عنصر نیتروژن تعلق دارد که اطلاعات آن به صورت مقابل است:



بنابراین در هر خانه از جدول تناوبی، **جرم اتمی میانگین عنصرها** نمایش داده می‌شود؛ نه جرم اتمی پایدارترین ایزوتوپ آن!

بررسی سایر گزینه‌ها:

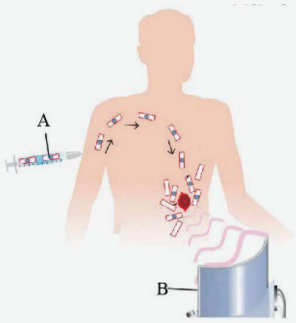
۱

نماد شیمیایی عنصرها ⇒ { نیکل: Ni ، سلنیم: Se } ⇒ دو حرفی
{ اورانیم: U ، بور: B } ⇒ تک حرفی

۲ آخرین عنصر جدول تناوبی، اوگانسون ($_{118}Og$) با عدد اتمی $Z=118$ است که در دوره هفتم و گروه ۱۸ جدول جای دارد؛ بنابراین مجموع عدد اتمی، شماره دوره و شماره گروه این عنصر برابر است با: $118+7+18=143$

۴ گروه‌های ۱ و ۱۸ جدول تناوبی، هریک دارای ۷ عنصر هستند، در حالی‌که گروه‌های ۲ و ۱۳ تا ۱۷، هر کدام از ۶ عنصر و گروه‌های ۴ تا ۱۲ هر کدام دارای ۴ عنصر هستند. همچنین در گروه ۳ جدول، ۳۲ عنصر وجود دارد؛ در نتیجه می‌توان گفت که در گروه‌های ۱ و ۱۸ (به ترتیب اولین و آخرین ستون جدول) برخلاف سایر گروه‌ها، ۷ عنصر وجود دارد.

14. با توجه به مطالب کتاب درسی، کدام‌یک از عبارت‌های زیر در ارتباط با شکل مقابل که استفاده از رادیوایزوتوپ‌ها را برای تشخیص نوعی توده سرطانی نشان می‌دهد، نادرست است؟



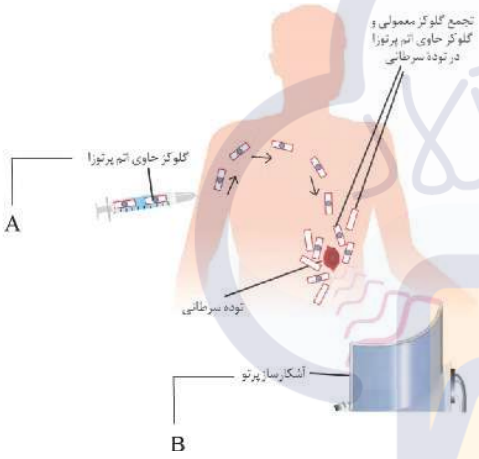
۱) A به گلوکز نشان‌دار معروف است که حاوی اتم پرتوزا بوده و باید به جریان خون تزریق شود.

۲) تجمع A در نواحی نزدیک به توده سرطانی، یکسان با دیگر قسمت‌های بدن است.

۳) با تجمع A در توده سرطانی، همچنان امکان تجمع گلوکز معمولی در توده وجود دارد.

۴) وجود A موجب آزاد شدن چند پرتوی نامرئی می‌شود که توسط دستگاه B آشکار می‌شوند.

پاسخ: گزینه ۲ ساده | حفظی



توده‌های سرطانی، یاخته‌هایی هستند که رشد غیرعادی و سریع‌تری دارند؛ در نتیجه این سلول‌ها نسبت به سلول‌های سالم، **به گلوکز بیشتری نیاز داشته و تعداد بیشتری گلوکز را جذب می‌کنند**؛ بنابراین تجمع گلوکزهای معمولی و نشان‌دار (A)، نزدیک به توده سرطانی بیشتر از سایر نواحی بدن است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ A، گلوکز حاوی اتم پرتوزاست که به گلوکز نشان‌دار معروف بوده و برای تشخیص توده‌های سرطانی از آن استفاده می‌شود. این نوع گلوکز، از طریق خون به بیمار تزریق می‌شود و بدین‌ترتیب، علاوه بر گلوکز معمولی، گلوکز نشان‌دار نیز در اطراف توده سرطانی تجمع می‌کند.

۳ همان‌طور که در شکل می‌بینید، برای توده سرطانی، نوع گلوکز مهم نیست و هر نوع گلوکزی را مصرف می‌کند؛ به عبارت دیگر هم گلوکز معمولی و هم گلوکز نشان‌دار در محل توده، جمع می‌شود ولی این گلوکز نشان‌دار است که به دلیل پرتوزا بودن، محل توده سرطانی را مشخص می‌کند.

۴ با افزایش مقدار گلوکز نشان‌دار (A) و به تبع آن افزایش تعداد اتم‌های پرتوزا، پرتوهای نامرئی ساطع‌شده از این اتم‌ها بیشتر شده و در نتیجه توسط دستگاه آشکارساز پرتو (B) رویت می‌شوند.

1. کدام مورد درست است؟

۱) اگر مدل بور طیف نشری خطی عنصری را نتواند توجیه کند، در ناحیهٔ مرئی طیف نشری خطی این عنصر، به یقین بیش از ۴ نوار رنگی وجود دارد.

۲) اگر الکترون در اتم هیدروژن از $n=۷$ به $n=۲$ منتقل شود، طول موج پرتوی نشرشده بیشتر از طول موج رنگ بنفش است.

۳) تفاوت انرژی لایه‌های الکترونی پیرامون هستهٔ اتم دو عنصر متوالی در جدول تناوبی، متفاوت است.

۴) هر نوار رنگی در طیف نشری خطی هر عنصر، پرتوهای نشرشده هنگام بازگشت الکترون‌های برانگیخته به حالت پایه را نشان می‌دهد.

پاسخ: گزینه ۳ متوسط | مفهومی

با توجه به این‌که انرژی لایه‌های الکترونی اطراف هستهٔ هر اتم، به عدد اتمی آن (Z) وابسته است و مخصوص همان اتم می‌باشد، انرژی لایه‌ها و تفاوت انرژی میان آن‌ها در اتم عنصرهای گوناگون (مثلاً دو عنصر متوالی در جدول دوره‌ای) متفاوت است و به همین دلیل است که هر عنصر، طیف نشری خطی مخصوص به خود را دارد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ مدل بور با موفقیت توانست طیف نشری خطی هیدروژن $({}_{۱}H)$ را توجیه کند، اما توانایی توجیه طیف نشری خطی دیگر عنصرها را نداشت. به عنوان مثال مدل بور توانایی توجیه طیف نشری خطی لیتیم $({}_{۳}Li)$ را نداشت و همان‌طور که می‌دانیم، این عنصر چهار خط یا نوار رنگی در طیف نشری خطی خود دارد.

نکته مقایسه شمار خطوط رنگی موجود در ناحیه مرئی طیف نشری خطی چهار عنصر لیتیم، هلیم، هیدروژن و سدیم به صورت زیر است:

مقایسه تعداد خطوط رنگی در طیف نشری خطی: $Na(\text{تا}۷) > He(\text{تا}۶) > H = Li(\text{تا}۴)$

۲ در اتم هیدروژن، تفاوت انرژی لایه‌های هفتم و دوم، بیشتر از تفاوت انرژی لایه‌های ششم و دوم می‌باشد؛ بنابراین در اثر انتقال الکترون از لایهٔ هفتم $(n=۷)$ به لایهٔ دوم $(n=۲)$، نسبت به انتقال الکترون از لایهٔ ششم $(n=۶)$ به لایهٔ دوم $(n=۲)$ (نور بنفش در ناحیه مرئی)، پرتو نشرشده، **انرژی بیشتر و طول موج کوتاه‌تری** داشته و در محدودهٔ امواج فرابنفش قرار می‌گیرد.

نکته

انتقال‌های الکترونی در اتم هیدروژن	بازگشت الکترون از لایه‌های سوم تا ششم به لایه دوم ← نشر پرتوی مرئی
	بازگشت الکترون از لایه هفتم به لایه دوم - بازگشت الکترون از لایه‌های بالاتر به لایه اول ← نشر پرتوی فرابنفش
	بازگشت الکترون از لایه‌های بالاتر به لایه‌های سوم تا پنجم ← نشر پرتو فروسرخ

۴ هر خط (یا نوار) رنگی در طیف نشری خطی هر عنصر، پرتوهای نشرشده هنگام بازگشت الکترون از لایه‌های بالاتر (در حالت برانگیخته) به لایه‌های پایین‌تر را نشان می‌دهد اما حواستان باشد که **الکترون برانگیخته لزوماً به حالت پایه باز نمی‌گردد!** به عنوان مثال در اتم هیدروژن، حالت پایه همان لایهٔ اول ($n=۱$) است ، در حالی که چهار نوار رنگی در طیف نشری آن، حاصل بازگشت الکترون از لایه‌های سوم تا ششم ($n=۳$ ، $n=۴$ ، $n=۵$ ، $n=۶$) به لایهٔ دوم ($n=۲$) (نه حالت پایه!) می‌باشند.

2. کدام مطالب زیر درست است؟

آ) در عنصرهای دورهٔ دوم جدول تناوبی، لایهٔ الکترونی دوم اتم آن‌ها در حال پر شدن است.

ب) پنجمین نوع زیرلایهٔ یک اتم، گنجایش حداکثر ۲۲ الکترون را دارد.

پ) مجموع اعداد کوانتومی فرعی در زیرلایه‌های چهار لایه الکترونی نخست، برابر با ۱۲ است.

ت) نخستین لایه‌ای که دارای زیرلایه‌ای با $n+l=۶$ است، گنجایش حداکثر ۳۲ الکترون را دارد.

۱) آ، ب ۲) ب، پ ۳) آ، ت ۴) پ، ت

پاسخ: گزینه ۳ متوسط | مفهومی

درسنامه

عددهای کوانتومی	عدد کوانتومی اصلی (n)	نشان می‌دهد الکترون موردنظر در کدام لایهٔ الکترونی قرار دارد.
		مقادیر مجاز آن، اعداد صحیح ۱ تا ۷ است.
		سطح انرژی لایه‌ها: لایهٔ ۱ < لایهٔ ۲ < لایهٔ ۳ < لایهٔ ۴ < لایهٔ ۵ < لایهٔ ۶ < لایهٔ ۷
		حداکثر تعداد الکترون‌های یک لایهٔ الکترونی با عدد کوانتومی اصلی n ، برابر $۲n^۲$ الکترون است.
عددهای کوانتومی	عدد کوانتومی فرعی (l)	هر لایهٔ الکترونی از یک یا چند زیرلایه تشکیل شده است. تعداد زیرلایه‌ها در هر لایهٔ الکترونی برابر عدد کوانتومی اصلی آن لایه (n) است.
		از عدد کوانتومی فرعی (l)، برای مشخص کردن نوع زیرلایه استفاده می‌شود.
		مقادیر مجاز آن، اعداد صحیح صفر تا ($n-۱$) است. برای مثال در لایهٔ $n=۴$ ، چهار زیرلایه با $l=۰$ ، $l=۱$ ، $l=۲$ ، $l=۳$ وجود دارد.
		حداکثر گنجایش یک زیرلایه با عدد کوانتومی فرعی l ، برابر $۴l+۲$ الکترون است.

عدد کوانتمی فرعی	نوع زیرلایه	حداکثر گنجایش الکترونی
$l=۰$	زیرلایهٔ s	۲
$l=۱$	زیرلایهٔ p	۶
$l=۲$	زیرلایهٔ d	۱۰
$l=۳$	زیرلایهٔ f	۱۴

عبارت‌های «آ» و «ت» درست هستند.

بررسی همه عبارت‌ها:

آ) در اتم عنصرهای دوره اول، لایهٔ الکترونی اول (زیرلایه ۱s) و در اتم عنصرهای دورهٔ دوم، لایهٔ الکترونی دوم (زیرلایه‌های ۲s و ۲p) در حال پر شدن هستند.

نکته زیرلایه‌هایی که در هر دوره از جدول تناوبی در حال پر شدن هستند، به صورت زیر است:

		$n\,s$ ($n\geq ۱$)	→	$(n-۲)f$ ($n\geq ۶$)	→	$(n-۱)d$ ($n\geq ۴$)	→	$n\,p$ ($n\geq ۲$)
دوره اول :	$n=۱$	۱s		—		—		—
دوره دوم :	$n=۲$	۲s		—		—		۲p
دوره سوم :	$n=۳$	۳s		—		—		۳p
دوره چهارم :	$n=۴$	۴s		—		۳d		۴p
دوره پنجم :	$n=۵$	۵s		—		۴d		۵p
دوره ششم :	$n=۶$	۶s		۴f		۵d		۶p
دوره هفتم :	$n=۷$	۷s		۵f		۶d		۷p

ب) عدد کوانتومی فرعی پنجمین نوع زیرلایه یک اتم برابر با ۴ و گنجایش آن برابر با $۴(۴)+۲=۱۸$ **الکترون** است؛ نه ۲۲ الکترون!

پ) زیرلایه‌های سازندهٔ چهار لایهٔ الکترونی اول به همراه عدد کوانتومی فرعی (l) آن‌ها در جدول زیر نشان داده شده است.

شماره لایه الکترونی (عدد کوانتومی اصلی (n))	تعداد زیرلایه	عدد کوانتومی فرعی زیرلایه (l) (l=۰,...,(n−۱))	نوع زیرلایه	مجموع l زیرلایه(ها)
۱	۱	۰	s	۰
۲	۲	۰	s	۱
		۱	p	
۳	۳	۰	s	۳
		۱	p	
		۲	d	
۴	۴	۰	s	۶
		۱	p	
		۲	d	
		۳	f	

بنابراین مجموع اعداد کوانتومی فرعی (l) زیرلایه‌های سازنده چهار لایه اول الکترونی، برابر با ۱۰ است.

ت) نخستین لایه‌ای که در آن زیرلایه‌ای با $n+l=۶$ وجود دارد، لایه چهارم $(n=۴)$ و زیرلایه موردنظر، زیرلایه ۴d است:

حداکثر گنجایش الکترونی لایهٔ چهارم $=۲(۴)^۲=۳۲$

تله‌تستی حواستان باشد که زیرلایهٔ f (زیرلایه با ۳=l) از لایه چهارم شروع به پر شدن می‌کند و در واقع، زیرلایهٔ ۳f وجود ندارد!

3. کدام مورد، نادرست است؟

۱) مطابق قاعدهٔ آفبا، هنگام افزودن الکترون به زیرلایه‌ها، نخست زیرلایه‌های با انرژی کم‌تر پر می‌شوند.

۲) بین دو زیرلایهٔ ۴f و ۵d، زیرلایهٔ با l کوچک‌تر، انرژی بیشتری دارد.

۳) آرایش الکترونی اتم ۲۰٪ عنصرهای دستهٔ d دوره چهارم جدول تناوبی را باید به کمک روش‌های طیف‌سنجی پیشرفته تعیین کرد.

۴) تفاوت شمارهٔ گروه نخستین عنصر جدول که آرایش الکترونی اتم آن از قاعدهٔ آفبا پیروی نمی‌کند، با شمارهٔ گروه نخستین عنصر دستهٔ p برابر با ۶ است.

پاسخ: گزینه ۴ متوسط | مفهومی، حفظی

آفرود قاعدهٔ آفبا آرایش الکترونی اغلب عنصرها را پیش‌بینی می‌کند، اما داده‌های طیف‌سنجی نشان می‌دهد که آرایش الکترونی برخی از اتم‌ها از قاعدهٔ آفبا پیروی نمی‌کند؛ به‌طور مثال هریک از اتم‌های کروم ($_{۲۴}Cr$) و مس ($_{۲۹}Cu$) در بیرونی‌ترین زیرلایهٔ خود تنها یک الکترون دارند.

$$_{۲۹}Cu \Rightarrow \begin{cases} \text{آرایش الکترونی موردانتظار}: [_{۱۸}Ar]۳d^{۹}\,۴s^{۲} \\ \text{آرایش الکترونی واقعی}: [_{۱۸}Ar]۳d^{۱۰}\,۴s^{۱} \end{cases}$$

$$_{۲۴}Cr \Rightarrow \begin{cases} \text{آرایش الکترونی موردانتظار}: [_{۱۸}Ar]۳d^{۴}\,۴s^{۲} \\ \text{آرایش الکترونی واقعی}: [_{۱۸}Ar]۳d^{۵}\,۴s^{۱} \end{cases}$$

نخستین عنصری که آرایش الکترونی اتم آن از قاعدهٔ آفبا پیروی نمی‌کند، کروم ($_{۲۴}Cr$) است که در گروه ۶ جدول تناوبی جای دارد. همچنین اولین عنصر دستهٔ p یعنی بور ($_{۵}B$)، در گروه ۱۳ جدول قرار دارد؛ بنابراین داریم:

$$\left.\begin{array}{l} _{۲۴}Cr: \text{شماره گروه}=۱۸-(۳۶-۲۴)=۶ \\ _{۵}B: \text{شماره گروه}=۱۸-(۱۰-۵)=۱۳ \end{array}\right\} \Rightarrow \text{اختلاف شماره گروه دو عنصر موردنظر}=۱۳-۶=۷$$

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ ترتیب پر شدن زیرلایه‌های یک اتم، با **قاعده آفبا** بیان می‌شود. بر طبق این قاعده، هنگام افزودن الکترون به زیرلایه‌ها، نخست زیرلایه‌های نزدیک‌تر به هسته پر می‌شوند که **دارای انرژی کم‌تری هستند** و سپس زیرلایه‌های بالاتر پر خواهند شد.

۲ انرژی زیرلایه‌ها به مجموع عدد کوانتومی اصلی و فرعی $(n+l)$ وابسته است:

گام اول) هر چه مقدار $(n+l)$ برای زیرلایه‌ای کوچک‌تر باشد، این زیرلایه، انرژی کم‌تری دارد و زودتر از الکترون پر می‌شود.

برای دو زیرلایهٔ ۴f و ۵d داریم:

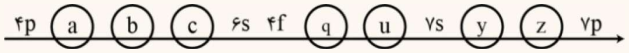
	n	l	n+l
۴f	۴	۳	۷
۵d	۵	۲	۷

$\Rightarrow$ هر دو زیرلایه، مقدار $n+l$ یکسانی دارند.

گام دوم) اگر مقدار $(n+l)$ برای دو زیرلایه یکسان باشد، زیرلایه‌ای که n آن کوچک‌تر است، انرژی کم‌تری دارد و زودتر از الکترون پر می‌شود. بنابراین چون زیرلایهٔ ۴f، عدد کوانتمی اصلی (n) کوچک‌تری دارد، نسبت به زیرلایه ۵d، انرژی کم‌تری داشته و زودتر از الکترون پُر می‌شود، همچنین می‌توان گفت که زیرلایهٔ ۵d با n بزرگ‌تر (که l آن کوچک‌تر است)، نسبت به زیرلایه ۴f، انرژی بیشتری داشته و دیرتر الکترون می‌گیرد.

۳ در میان ۱۰ عنصر دسته d در دوره چهارم، آرایش الکترونی ۲ عنصر کروم ($_{۲۴}Cr$) و مس ($_{۲۹}Cu$) از قاعده آفبا پیروی نمی‌کند؛ یعنی $\frac{۲}{۱۰}\times۱۰۰=۲۰\%$ عنصرها توجه داریم که امروزه به کمک روش‌های طیف‌سنجی پیشرفته، آرایش الکترونی اتم این عنصرها را می‌توان با دقت زیادی تعیین کرد.

کنکورچی‌میگه؟ شکل زیر، بخشی از ترتیب پر شدن زیرلایه‌های الکترونی در اتم را نشان می‌دهد. با توجه به آن، کدام خانه‌ها، $n+l$ یکسان و کدام خانه‌ها، n یکسان دارند؟ (تجربی خارج - تیر ۱۴۰۲)



۱) $u,c-b,a$

۲) $z,u-c,b$

۳) $z,y-q,u$

۴) $q,a-y,u$

پاسخ: گزینه ۲ متوسط | مفهومی

ابتدا نگاهی به رابطه پر شدن زیرلایه‌ها طبق قاعده آفبا بیندازید:

$$\underset{n\geq 1}{ns} \rightarrow \underset{n\geq 6}{(n-2)f} \rightarrow \underset{n\geq 4}{(n-1)d} \rightarrow \underset{n\geq 2}{np}$$

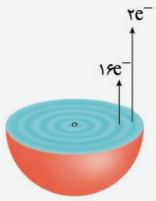
بعد از زیرلایهٔ np، زیرلایهٔ $(n+1)s$ از الکترون اشغال می‌شود. به این ترتیب خواهیم داشت:

$$4p \rightarrow \underset{a}{5s} \rightarrow \underset{b}{4d} \rightarrow \underset{c}{5p} \rightarrow 6s \rightarrow 4f \rightarrow \underset{q}{5d} \rightarrow \underset{u}{6p} \rightarrow 7s \rightarrow \underset{y}{5f} \rightarrow \underset{z}{6d} \rightarrow 7p$$

خانه‌های مجهول با n یکسان: a، c، q و y با $n=5$ / u و z با $n=6$

خانه‌های مجهول با $n+l$ یکسان: $\underbrace{z,y}_{n+l=8} - \underbrace{u,q}_{n+l=7} - \underbrace{c,b}_{n+l=6}$

4. با توجه به شکل مقابل که برشی از اتم $_zA$ را نشان می‌دهد، کدام عبارت‌های پیشنهاد شده در ارتباط با عنصرهای $_{z+1}B$ و $_{z-4}C$ درست است؟



آ) B؛ هشتمین عنصر جدول دوره‌ای است که آرایش الکترونی اتم آن به زیرلایه‌ای تک‌الکترونی ختم می‌شود.

ب) شمار الکترون‌ها با $l=0$ در اتم B، برابر با شمار الکترون‌ها با $l=2$ در اتم A است.

پ) نسبت شمار زیرلایه(های) پُر به شمار زیرلایه(های) نیمه‌پُر در آرایش الکترونی اتم C، برابر با ۵ است.

ت) مجموع اعداد کوانتومی اصلی و فرعی الکترون‌های لایهٔ سوم اتم C، برابر با ۵۵ است.

۱) ب، پ ۲) آ، ت ۳) آ، ب ۴) پ، ت

پاسخ: گزینه ۲ سخت | مفهومی

عبارت‌های «آ» و «ت» درست هستند.

ابتدا بیایید عنصر A و سپس عنصرهای B و C را شناسایی کنیم.

اتم A: لایهٔ اول و دوم به ترتیب گنجایش ۲ و ۸ الکترون را دارند؛ بنابراین خواهیم داشت:

$$\text{عدد اتمی } A = \underset{\text{لایه اول}}{2} + \underset{\text{لایه دوم}}{8} + \underset{\text{لایه سوم}}{16} + \underset{\text{لایه چهارم}}{2} = 28 \Rightarrow \begin{cases} \text{عنصر } B: (_{29}Cu) \text{ مس} \rightarrow \text{عدد اتمی } B = 28+1 = 29 \\ \text{عنصر } C: (_{24}Cr) \text{ کروم} \rightarrow \text{عدد اتمی } C = 28-4 = 24 \end{cases}$$

بررسی همه عبارت‌ها:

آ با توجه به آرایش الکترونی زیر، B (مس ($_{۲۹}Cu$)) هشتمین عنصر جدول تناوبی است که آرایش الکترونی آن به زیرلایه‌ای تک‌الکترونی ختم می‌شود:

دسته s	دسته p	دسته d
۱) $_{۱}H:۱s^{۱}$	۳) $_{۵}B:[_{۳}He]۲s^{۲}۲p^{۱}$	۷) $_{۲۴}Cr:[_{۱۸}Ar]۳d^{۵}۴s^{۱}$
۲) $_{۳}Li:[_{۲}He]۲s^{۱}$	۵) $_{۱۳}Al:[_{۱۰}Ne]۳s^{۲}۳p^{۱}$	۸) $_{۲۹}Cu:[_{۱۸}Ar]۳d^{۱۰}۴s^{۱}$
۴) $_{۱۱}Na:[_{۱۰}Ne]۳s^{۱}$		
۶) $_{۱۹}K:[_{۱۸}Ar]۴s^{۱}$		

ب با توجه به آرایش الکترونی اتم‌های B (مس ($_{۲۹}Cu$)) و A (نیکل ($_{۲۸}Ni$))، داریم:

$_{۲۹}Cu:\boxed{۱s^{۲}}/\boxed{۲s^{۲}}/\boxed{۳s^{۲}}\,۳p^{۶}\,۳d^{۱۰}/\boxed{۴s^{۱}} \rightarrow$ ۷ الکترون با $l=۰$ (زیرلایهٔ s)

$_{۲۸}Ni:۱s^{۲}/۲s^{۲}\,۲p^{۶}/۳s^{۲}\,۳p^{۶}\,\boxed{۳d^{۸}}/۴s^{۲} \rightarrow$ ۸ الکترون با $l=۲$ (زیرلایهٔ d)

بنابراین شمار الکترون‌های با $l=۰$ در اتم B، یک واحد کم‌تر از شمار الکترون‌های با $l=۲$ در اتم A است.

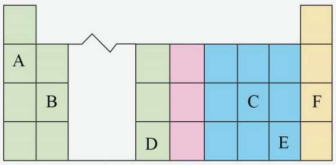
پ آرایش الکترونی اتم C (کروم ($_{۲۴}Cr$)) به صورت زیر است:

$$_{۲۴}Cr:\underbrace{۱s^{۲}/۲s^{۲}\,۲p^{۶}/۳s^{۲}\,۳p^{۶}}_{\text{۵ زیرلایه پر}}\,\overbrace{۳d^{۵}/۴s^{۱}}^{\text{دو زیرلایه نیمه‌پر}} \longrightarrow \frac{\text{شمار زیرلایه‌های پر}}{\text{شمار زیرلایه‌های نیمه‌پر}}=\frac{۵}{۲}=۲/۵$$

ت آرایش الکترونی لایه سوم اتم C (کروم) به صورت $۳s^{۲}\,۳p^{۶}\,۳d^{۵}$ است، بنابراین داریم:

$$\text{مجموع } n+l \text{ الکترون‌ها در لایه سوم اتم C}=\underbrace{۲(۳+۰)}_{۳s^{۲}}+\underbrace{۶(۳+۱)}_{۳p^{۶}}+\underbrace{۵(۳+۲)}_{۳d^{۵}}=۶+۲۴+۲۵=۵۵$$

5. با توجه به جدول زیر که بخشی از جدول دوره‌ای را نشان می‌دهد، کدام مطلب نادرست است؟



۱) از واکنش عنصرهایی با عدد اتمی کم‌تر از عنصر F، فقط دو ترکیب یونی دوتایی می‌توان تولید کرد که نسبت شمار کاتیون به شمار آنیون در آن برابر ۲ باشد.

۲) در یک نمونه از ترکیب یونی دوتایی حاصل از واکنش عنصر A با نافلز هم‌دوره با عنصر C که ۷ الکترون ظرفیتی دارد، شمار کاتیون‌ها و آنیون‌ها برابر است.

۳) در ترکیب یونی دوتایی حاصل از واکنش عنصرهای B و E، شمار آنیون‌ها دو برابر شمار کاتیون‌ها است.

۴) از واکنش فلز D با تنها دو نافلز با عدد اتمی کم‌تر از C، ترکیب‌های یونی دوتایی تشکیل می‌شود که شمار کاتیون‌ها و آنیون‌های آن باهم برابر باشد.

پاسخ: گزینه ۱ متوسط | مفهومی، حفظی

فلزهای لیتیم ($_{۳}Li$) و سدیم ($_{۱۱}Na$) و نافلزهای اکسیژن ($_{۸}O$) و گوگرد ($_{۱۶}S$)، ۴ عنصر با عدد اتمی کوچک‌تر از آرگون ($_{۱۸}Ar$) (عنصر F) هستند که از واکنش آن‌ها می‌توان ۴ ترکیب یونی دوتایی با فرمول کلی $X_{۲}Y$ تولید کرد: $Li_{۲}O, Li_{۲}S, Na_{۲}O, Na_{۲}S$

بررسی سایر گزینه‌ها:

۲ نافلز هم‌دوره با عنصر C یا همان گوگرد ($_{۱۶}S$) در دوره سوم که اتم آن دارای ۷ الکترون ظرفیتی است، کلر ($_{۱۷}Cl$) با آرایش الکترونی زیر است:

$$_{۱۷}Cl:[_{۱۰}Ne]\underbrace{۳s^{۲}۳p^{۵}}_{۷e^{-}\text{ظرفیتی}}$$

از واکنش عنصرهای کلر ($_{۱۷}Cl$) و لیتیم ($_{۳}Li$) (عنصر A)، ترکیب یونی دوتایی LiCl حاصل می‌شود که در یک نمونه از آن، شمار کاتیون‌ها (Li^{+}) برابر با شمار آنیون‌ها (Cl^{-}) است.

۳ فرمول شیمیایی ترکیب یونی حاصل از عنصر C یا همان منیزیم ($_{۱۲}Mg$) و عنصر E یا همان برم ($_{۳۵}Br$) به صورت $MgBr_{۲}$ است. مشخص است که در هر واحد فرمولی از این ترکیب، یک کاتیون ($Mg^{۲+}$) و ۲ آنیون (Br^{-}) وجود دارد؛ پس نسبت شمار آنیون‌ها به کاتیون‌ها در این ترکیب، برابر با ۲ است.

۴ تنها دو نافلز نیتروژن ($_{۷}N$) و فسفر ($_{۱۵}P$)، عدد اتمی کم‌تر از C یا همان گوگرد ($_{۱۶}S$) دارند و از واکنش آن‌ها با فلز D یا همان گالیم ($_{۳۱}Ga$) که کاتیون $Ga^{۳+}$ را تشکیل می‌دهد، ترکیب‌های یونی دوتایی GaN و GaP تشکیل می‌شود که در هر واحد فرمولی از آن‌ها، شمار کاتیون و آنیون با هم برابر است.

6 . با توجه به جدول زیر که انرژی حاصل از انتقال الکترون بین لایه‌های مختلف در اتم هیدروژن را نشان می‌دهد، کدام انتقال الکترونی، نوری با طول موج کوتاه‌تر منتشر می‌کند؟

انتقال از لایه	۵ به ۳	۶ به ۲	۲ به ۱	۶ به ۳
انرژی	a	b	c	d

۱) a
۲) b
۳) c
۴) d

پاسخ: گزینه ۳ متوسط | مفهومی

نکته ۱) مقایسهٔ طول موج و انرژی امواج الکترومغناطیسی:

طول موج: پرتوهای گاما < پرتوهای ایکس < پرتوهای فرابنفش < نور مرئی < پرتوهای فروسرخ < ریزموج‌ها < امواج رادیویی

انرژی: پرتوهای گاما > پرتوهای ایکس > پرتوهای فرابنفش > نور مرئی > پرتوهای فروسرخ > ریزموج‌ها > امواج رادیویی

۲) در اتم هیدروژن تفاوت سطح انرژی لایه‌ها یکسان نیست و هرچه از هسته دور می‌شویم، تفاوت سطح انرژی لایه‌های متوالی کم‌تر می‌شود.

اختلاف انرژی لایه‌های متوالی:

اختلاف انرژی لایه‌های متوالی: لایه ۱ و ۲ < لایه ۲ و ۳ < لایه ۳ و ۴ < لایه ۴ و ۵ < لایه ۵ و ۶ < لایه ۶ و ۷

۳) مقایسهٔ طول موج و انرژی پرتوهای نشرشده از انتقال الکترون‌ها بین دو لایه متوالی به صورت زیر است:

- انرژی پرتوهای نشرشده:

$n=۲ \to n=۱ > n=۳ \to n=۲ > n=۴ \to n=۳ > n=۵ \to n=۴ > n=۶ \to n=۵ > n=۷ \to n=۶$

- طول موج پرتوهای نشرشده:

$n=۲ \to n=۱ < n=۳ \to n=۲ < n=۴ \to n=۳ < n=۵ \to n=۴ < n=۶ \to n=۵ < n=۷ \to n=۶$

۴) در زیر انواع پرتوهای نشر شده از انتقال‌های الکترونی در اتم هیدروژن مورد بررسی قرار گرفته است:

- بازگشت الکترون از لایه‌های بالاتر به لایه اول ← نشر پرتوی فرابنفش
- بازگشت الکترون از لایه‌های سوم تا ششم به لایه دوم ← نشر پرتوی مرئی
- بازگشت الکترون از لایه هفتم به لایه دوم ← نشر پرتوی فرابنفش
- بازگشت الکترون از لایه‌های بالاتر به یکی از لایه‌های سوم تا ششم ← نشر پرتوی فروسرخ

---

7. عنصرهای جدول تناوبی در چهار دسته به صورت زیر طبقه‌بندی می‌شوند. با توجه به آن، کدام مورد نادرست است؟

۱) تعداد کل عنصرهای موجود در دستهٔ (۱)، با حداکثر گنجایش الکترونی زیرلایهٔ f برابر است.

۲) به طور کلی بیرونی‌ترین زیرلایه اتم عنصرهای هم‌دورهٔ دسته‌های (۱) و (۳)، برخلاف دسته (۲)، مقادیر $n+l$ و $n-l$ یکسان است.

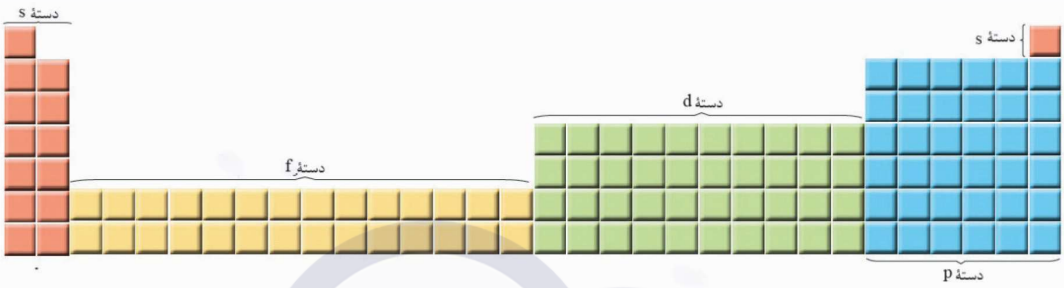
۳) تفاوت عدد اتمی آخرین و اولین عنصر دسته (۴) برابر با ۴۵ است.

۴) تعداد عنصرهای دستهٔ (۳) در هر دوره، ۴ واحد بیشتر از دو برابر عدد کوانتومی فرعی زیرلایهٔ d است.

پاسخ: گزینه ۴ متوسط | ترکیبی

درسنامه:

دسته‌بندی عنصرها: عنصرهای جدول دوره‌ای را بر اساس این‌که آخرین الکترون آن‌ها به کدام زیرلایه وارد می‌شود، به چهار دسته f ,d ,p ,s تقسیم می‌کنند:



۱) عنصرهای دسته s : به عنصرهای که زیرلایه s آن‌ها در حال پر شدن است (آخرین الکترون آن‌ها به زیرلایه s وارد می‌شود)، عناصر دسته s می‌گویند.

۲) عنصرهای دسته p : به عنصرهای که زیرلایهٔ p آن‌ها در حال پر شدن است (آخرین الکترون آن‌ها به زیرلایهٔ p وارد می‌شود)، عناصر دستهٔ p می‌گویند.

۳) عنصرهای دسته d : به عنصرهای که زیرلایهٔ d آن‌ها در حال پر شدن است (آخرین الکترون آن‌ها به زیرلایهٔ d وارد می‌شود)، عناصر دستهٔ d می‌گویند.

۴) عنصرهای دسته f : به عنصرهای که زیرلایهٔ f آن‌ها در حال پر شدن است (آخرین الکترون آن‌ها به زیرلایهٔ f وارد می‌شود)، عناصر دستهٔ f می‌گویند. بر شما واجب است که موارد زیر را در مورد این دسته‌ها بدانید.

اول یه آمار از هر دسته!

نوع دسته	تعداد عنصرهای دسته	در چه دوره‌هایی قرار دارند؟	در چه گروه‌هایی قرار دارند؟
s	۱۴	۱ تا ۷	گروه ۱، ۲ و هلیم از گروه ۱۸
p	۳۶	۲ تا ۷	گروه ۱۳ تا ۱۸ (به جز هلیم)
d	۴۰	۴ تا ۷	گروه ۳ تا ۱۲
f	۲۸	۶ و ۷	-

• تعداد ستون‌های هر دسته از عناصر در جدول دوره‌ای، با حداکثر گنجایش الکترونی زیرلایهٔ مربوطه، برابر است. در واقع عنصرهای دستهٔ s، ۲ ستون (با چشم‌پوشی از هلیم) و عنصرهای دسته‌های p، d و f به ترتیب ۶، ۱۰ و ۱۴ ستون در جدول دوره‌ای ایجاد کرده‌اند.

• در عنصرهای دسته s و d (به جز هلیم) شماره گروه با تعداد الکترون‌های ظرفیتی برابر است، اما در عنصرهای دستهٔ p، شماره گروه از تعداد الکترون‌های ظرفیتی، ۱۰ واحد بیشتر می‌باشد.

عنصرهای دسته s و دسته d (به‌جز برای هلیم) ⇐ شماره گروه = تعداد الکترون‌های ظرفیت

عنصرهای دسته p ⇐ شماره گروه = تعداد الکترون‌های ظرفیت +۱۰

دسته‌های (۱)، (۲)، (۳) و (۴)، به ترتیب نشان‌دهندهٔ دسته‌های s، p، d و f جدول تناوبی هستند. تعداد عنصرهای دستهٔ d در هر دوره، برابر با ۱۰ است که برابر با گنجایش زیرلایهٔ d است. گنجایش هر زیرلایه، ۲ عدد بیشتر از ۴ برابر عدد کوانتومی فرعی آن $(4l+2)$ است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ دستهٔ s جدول تناوبی، شامل ۱۴ عنصر است:

۱) همه عنصرهای گروه اول (۷ عنصر)

۲) همه عنصرهای گروه دوم (۶ عنصر)

۳) عنصر هلیم از گروه هجدهم (۱ عنصر)

همچنین حداکثر گنجایش زیرلایهٔ f نیز برابر با ۱۴ است.

۲ بیرونی‌ترین زیرلایه در آرایش الکترونی اتم عنصرهای دسته‌های s و d جدول تناوبی، زیرلایه s با $l=0$ و در عنصرهای دسته p، زیرلایه p با $l=1$ است؛ بنابراین می‌توان گفت که در بیرونی‌ترین زیرلایه اتم عنصرهای دسته‌های s و d (دسته‌های (۱) و (۳)) برخلاف عنصرهای دسته p (دسته (۲))، مقادیر $n+l$ و $n-l$ یکسان است.

۳ عنصرهای دستهٔ f در دورهٔ ششم از عدد اتمی ۵۷ شروع شده و به عدد اتمی ۷۰ ختم می‌شوند. این عنصرها در دوره هفتم از عدد اتمی ۸۹ شروع شده و به عدد اتمی ۱۰۲ ختم می‌شوند:

$102-57=45$

8. کدام مورد، عبارت «در میان عنصرهای دورهٔ چهارم جدول تناوبی، ..... عنصر وجود دارد که در اتم آن‌ها ..... » را به درستی تکمیل نمی‌کند؟

۱) دو - زیرلایهٔ 3d به‌طور کامل پر شده است.

۲) پنج - زیرلایهٔ تک‌الکترونی وجود دارد.

۳) دوازده - ۱۲ الکترون با عدد کوانتومی $l=1$ دیده می‌شود.

۴) سه - تمام زیرلایه‌های الکترونی اشغال شده، پر هستند.

پاسخ: گزینه ۱ متوسط | مفهومی

عنصرهای دوره چهارم از عدد اتمی ۱۹ تا ۳۶ هستند که از عنصر پتاسیم $({}_{19}K)$ شروع شده و تا کریپتون $({}_{36}Kr)$ ادامه دارند.

بررسی گزینه‌ها:

۱ در این دوره از جدول تناوبی، در ۸ عنصر زیر، زیرلایهٔ 3d از الکترون پر شده است:

${}_{29}Cu, {}_{30}Zn, {}_{31}Ga, {}_{32}Ge, {}_{33}As, {}_{34}Se, {}_{35}Br, {}_{36}Kr$

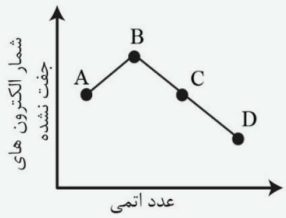
۲ در دورهٔ چهارم جدول تناوبی، پنج عنصر زیر، دارای زیرلایهٔ تک‌الکترونی در آرایش الکترونی خود هستند:

${}_{19}K:[Ar]4s^1$ ${}_{21}Sc:[Ar]3d^1 4s^2$ ${}_{24}Cr:[Ar]3d^5 4s^1$ ${}_{29}Cu:[Ar]3d^{10} 4s^1$ ${}_{31}Ga:[Ar]3d^{10} 4s^2 4p^1$

۳ عنصرهای دسته‌های s و d این دوره (شامل ${}_{19}K$ تا ${}_{30}Zn$ (عنصر $10+2=12$))، در آرایش الکترونی خود دارای زیرلایه‌های $2p^6$ و $3p^6$ هستند.

۴ در عنصرهای دورهٔ چهارم جدول تناوبی، در آرایش الکترونی سه عنصر $_{۲۰}Ca$، $_{۳۰}Zn$ و $_{۳۶}Kr$ تمام زیرلایه‌های اشغال شده پر از الکترون هستند.

۹. با توجه به نمودار زیر که شمار الکترون‌های جفت‌نشده را در آرایش الکترون - نقطه‌ای چهار عنصر متوالی از تناوب سوم نشان می‌دهد، کدام مورد نادرست است؟



۱) اتم عنصر B، ۲ الکترون در بیرونی‌ترین زیرلایهٔ الکترونی خود دارد.

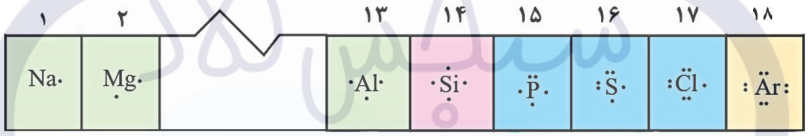
۲) D، جزو عنصرهای مشترک سیاره‌های زمین و مشتری بوده و درصد فراوانی آن در زمین، بیشتر از مشتری است.

۳) شمار الکترون‌ها در زیرلایهٔ ۲p عنصر C، دو برابر شمار الکترون‌ها در زیرلایهٔ ۳p آن است.

۴) در اتم عنصر A، شمار الکترون‌های با $l=۰$ و $l=۱$ باهم برابر است.

پاسخ: گزینه ۴ سخت | مفهومی، حفظی

شکل زیر، آرایش الکترون - نقطه‌ای عنصرهای موجود در تناوب سوم را نشان می‌دهد:

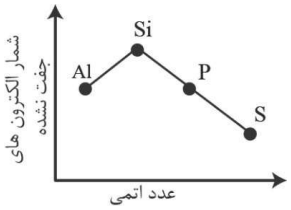


نکته جدول زیر، آرایش الکترون - نقطه‌ای برخی از عنصرها را نشان می‌دهد:

شماره گروه	۱	۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸	
								He	بقیه عنصرها
آرایش الکترون - نقطه‌ای	$\dot{X}$	$\dot{X}\cdot$	$\dot{X}\cdot$	$\cdot\dot{X}\cdot$	$\cdot\dot{X}\cdot$	$\cdot\ddot{X}:$	$\cdot\ddot{X}:$	He:	$:\ddot{X}:$

- بیشترین تعداد الکترون جفت نشده مربوط به عنصرهای گروه ۱۴ است و از گروه ۱۵ به بعد، الکترون‌ها شروع به جفت شدن می‌کنند، به طوری‌که بیشترین تعداد الکترون جفت شده، به عنصرهای گروه ۱۸ تعلق دارد.

با توجه به جدول بالا، عنصرهای موجود در نمودار داده شده به صورت مقابل خواهند بود:



با توجه به توضیحات بالا، عنصر A همان عنصر آلومینیم ($_{۱۳}Al$) بوده که آرایش الکترونی آن به صورت زیر است:

$_{۱۳}Al: ۱s^۲ ۲s^۲ ۲p^۶ ۳s^۲ ۳p^۱$

در آرایش الکترونی اتم این عنصر، ۶ الکترون با $l=۰$ (زیرلایهٔ s) وجود دارد، در حالی‌که شمار الکترون‌های با $l=۱$ (زیرلایهٔ p)، برابر با ۷ است. بنابراین در آرایش الکترونی اتم آلومینیم، شمار الکترون‌های با $l=۰$ و $l=۱$ متفاوت است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ آرایش الکترونی اتم B یا همان سیلیسیم ($_{۱۴}Si$) به صورت $[_{۱۰}Ne]۳s^۲ ۳p^۲$ است. در آخرین زیرلایه آن، یعنی زیرلایه ۳p، دو الکترون وجود دارد.

۲ عنصر D، همان عنصر گوگرد ($_{۱۶}S$) است که جزو عنصرهای مشترک سازنده سیاره‌های زمین و مشتری است و در دو سیاره، رتبه ششم را در میان عنصرهای سازنده دارد، اما حواستان باشد که درصد فراوانی آن در سیاره زمین، بیشتر از سیاره مشتری است.

۳ آرایش الکترونی اتم عنصر C یا همان فسفر ($_{۱۵}P$) به صورت $[_{۱۰}Ne]۳s^۲ ۳p^۳$ است. زیرلایه ۲p در اتم این عنصر پر شده است، یعنی دارای ۶ الکترون است، اما در زیرلایه ۳p، ۳ الکترون وجود دارد؛ پس شمار الکترون‌ها در زیرلایه ۲p اتم فسفر ($_{۱۵}P$)، دو برابر شمار الکترون‌ها در زیرلایه ۳p است.

10. با توجه به داده‌های جدول زیر، شمار الکترون‌های مبادله شده برای تشکیل ۳۱/۲ گرم ترکیب دوتایی حاصل از عنصرهای A و B، با شمار الکترون‌های ظرفیتی اتم‌های موجود در چند گرم از ترکیب دوتایی حاصل از M و N برابر است؟ (جرم مولی ترکیب حاصل از A و B را ۷۸ و جرم مولی ترکیب دیگر را ۷۶ گرم بر مول در نظر بگیرید.)

نماد فرضی عنصر	شماره دوره	شمار الکترون‌های با $l=۱$	مجموع n+l الکترون‌های ظرفیتی
A		۵	
B	۴	۱۲	۸
M	۳		۲۲
N	۲	۲	

۱) ۳/۸ ۲) ۷/۶ ۳) ۱۱/۴ ۴) ۱۵/۲

پاسخ: گزینه ۱ سخت | محاسباتی، مفهومی

ابتدا باید بر اساس جدول داده شده، عنصرهای A، B، M و N را شناسایی کنیم:

$$A:\ldots\underbrace{2p^5}_{\text{زیرلایه با } L=1} \rightarrow A:1s^2/2s^2\,2p^5 \rightarrow {}_9F \text{ (عنصر فلوئور)}$$

$$B:\ldots 4s^2 \rightarrow 4s^2 \text{ مجموع } n+l \text{ الکترون‌ها در زیرلایه} = 2(4+0) = 8 \rightarrow B:1s^2/2s^2\,2p^6/3s^2\,3p^6/4s^2 \rightarrow {}_{20}Ca \text{ (عنصر کلسیم)}$$

$$M:\ldots 3s^2\,3p^x \Rightarrow \begin{cases} \text{مجموع } n+l \text{ الکترون‌های ظرفیتی} = 2(3+0)+x(3+1) = 22 \rightarrow 4x = 16 \rightarrow x = 4 \\ M:1s^2/2s^2\,2p^6/3s^2\,3p^4 \rightarrow {}_{16}S \text{ (عنصر گوگرد)} \end{cases}$$

$$N:\ldots\underbrace{2p^2}_{\text{زیرلایه با } L=1} \rightarrow N:1s^2/2s^2\,2p^2 \rightarrow {}_6C \text{ (عنصر کربن)}$$

سپس شمار الکترون‌های مبادله شده برای تشکیل ۳۱/۲ گرم ترکیب یونی دوتایی حاصل از عنصر نافلزی فلوئور (${}_9F$) و عنصر فلزی کلسیم (${}_{20}Ca$) را به دست می‌آوریم:

نکته برای تشکیل ترکیب‌های یونی دوتایی، بین فلز و نافلز الکترون مبادله می‌شود. برای محاسبه شمار الکترون‌های مبادله شده در یک ترکیب یونی، می‌توان از فرمول زیر استفاده کرد:

شمار الکترون‌های مبادله شده در تشکیل هر واحد فرمولی از ترکیب‌های یونی = بار کاتیون × تعداد (زیروند) کاتیون = قدرمطلق بار آنیون × تعداد (زیروند) آنیون

مثال ۱: برای تشکیل هر واحد فرمولی از Al_2O_3، ۶ الکترون مبادله می‌شود یا می‌توان گفت در تشکیل هر مول Al_2O_3 از عنصرهای سازنده‌اش، ۶ مول ($6 \times 6/02 \times 10^{23}$ الکترون) بین آن‌ها مبادله می‌شود.

شمار مول الکترون‌های مبادله شده در تشکیل یک مول Al_2O_3 = $\underbrace{3}_{\text{تعداد کاتیون}} \times \overset{\text{بار کاتیون } (Al^{3+})}{2} = \underbrace{2}_{\text{تعداد آنیون}} \times \overset{\text{قدرمطلق بار آنیون } (O^{2-})}{3} = 6$

در ادامه شمار مول الکترون‌های مبادله شده برای تشکیل یک مول CaF_2 را به دست می‌آوریم:

$$Ca^{2+}F^- \rightarrow CaF_2 = \underbrace{2}_{\text{تعداد کاتیون}} \times \overset{\text{بارکاتیون } (Ca^{2+})}{1} = \underbrace{1}_{\text{تعداد آنیون}} \times \overset{\text{قدرمطلق بار آنیون } (F^-)}{2} = 2$$

اکنون شمار مول‌های الکترون مبادله شده برای تشکیل ۳۱/۲ گرم CaF_2 را به دست می‌آوریم:

$$۳۱/۲ g\,CaF_2 \times \frac{۱ mol\,CaF_2}{۷۸ g\,CaF_2} \times \frac{۲ mole^-}{۱ mol\,CaF_2} = ۰/۸ mole^-$$

در نهایت باید محاسبه کنیم که در چند گرم ترکیب مولکولی دوتایی حاصل از عنصرهای نافلزی گوگرد ($_{۱۶}S$) و کربن ($_{۶}C$)، ۰/۸ مول الکترون ظرفیتی وجود دارد:

این دو عنصر نافلزی در واکنش با یک‌دیگر، ترکیب مولکولی کربن دی‌سولفید (CS_2) را تشکیل می‌دهند که در هر واحد از آن مجموع شمار الکترون‌های ظرفیتی برابر است با:

$$\underset{\text{شمار الکترون‌های ظرفیتی } {}_{۶}C}{(۱\times ۴)} + \underset{\text{شمار الکترون‌های ظرفیتی } {}_{۱۶}S}{(۲\times ۶)} = ۱۶$$

$$x\,g\,CS_2 \times \frac{۱ mol\,CS_2}{۷۶ g\,CS_2} \times \frac{۱۶ mole^- \text{ظرفیتی}}{۱ mol\,CS_2} = ۰/۸ mole^- \text{ظرفیتی} \rightarrow x = \frac{۷۶\times ۰/۸}{۱۶} = ۳/۸ g\ CS_2$$

کنکورچی‌میگه؟ **اگر آلومینیم در واکنش با هریک از گازهای اکسیژن و فلوئور، $۳/۰۱\times ۱۰^{۲۴}$ الکترون از دست بدهد، نسبت جرم آلومینیم فلوئورید تولید شده به جرم آلومینیم اکسید تولید شده، به تقریب کدام است؟ $(Al=۲۷, F=۱۹, O=۱۶ : g.mol^{-1})$**

۱) ۱/۵۶ ۲) ۱/۶۵ ۳) ۲/۳۵ ۴) ۳/۲۵ (سراسری ریاضی ۹۹)

پاسخ: گزینه ۲ متوسط | محاسباتی

روش اول: ابتدا شمار الکترون‌های مبادله شده برای تشکیل هر مول Al_2O_3 و AlF_3 را حساب می‌کنیم:

شمار مول الکترون‌های مبادله شده در تشکیل یک مول Al_2O_3 = تعداد کاتیون × بار کاتیون
= ۲×۳ = ۶ ⇒ به ازای تشکیل هر مول **آلومینیم اکسید** ۶ مول الکترون مبادله می‌شود.

شمار مول الکترون‌های مبادله شده در تشکیل یک مول AlF_3
= ۱×۳ = ۳ ⇒ به ازای تشکیل هر مول **آلومینیم فلوئورید** ۳ مول الکترون مبادله می‌شود.

بنابراین داریم:

$$\frac{\text{جرم } AlF_3}{\text{جرم } Al_2O_3} = \frac{۳/۰۱\times ۱۰^{۲۴} e^- \times \frac{۱ mol\,AlF_3}{۳ mole^-} \times \frac{۸۴ g\,AlF_3}{۱ mol\,AlF_3}}{۳/۰۱\times ۱۰^{۲۴} e^- \times \frac{۱ mol\,Al_2O_3}{۶ mole^-} \times \frac{۱۰۲ g\,Al_2O_3}{۱ mol\,Al_2O_3}} = \frac{۸۴}{۵۱} = \frac{۲۸}{۱۷} \simeq ۱/۶۵$$

روش دوم: به ازای تشکیل هر مول آلومینیم اکسید و آلومینیم فلوئورید به ترتیب، ۶ و ۳ مول الکترون مبادله می‌شود؛ پس می‌توان گفت که به ازای مبادله مول برابر الکترون، تعداد مول‌های آلومینیم فلوئورید تولیدی دو برابر آلومینیم اکسید تولید شده خواهد بود، بنابراین:

$$\frac{\text{جرم } AlF_3}{\text{جرم } Al_2O_3} = \frac{\text{جرم مولی} \times \text{مول } AlF_3}{\text{جرم مولی} \times \text{مول } Al_2O_3} = ۲\times \frac{۸۴}{۱۰۲} \simeq ۱/۶۵$$

11 . **کدام مورد در ارتباط با عنصرهای دوره چهارم جدول تناوبی درست است؟**

۱) اگر لایهٔ سوم اتم A و لایهٔ چهارم اتم B به ترتیب شامل ۹ و ۶ الکترون باشد، فرمول ترکیب حاصل به صورت AB_2 است.

۲) اگر آخرین لایهٔ اتم D، شامل یک الکترون باشد، با فرض تشکیل یون پایدار D^{3+}، در ساختار این یون، یازده الکترون با $n-l=1$ وجود دارد.

۳) اگر آخرین زیرلایهٔ E و F به ترتیب شامل ۴ و ۵ الکترون باشد، شمار الکترون‌های ناپیوندی مولکول EF_2، چهار برابر شمار جفت الکترون‌های پیوندی است.

۴) تفاوت عدد اتمی اولین و آخرین عنصر دستهٔ d در دورهٔ چهارم برابر با شماره گروه عنصری از دورهٔ دوم با بیشترین خصلت نافلزی است.

پاسخ: گزینه ۲ سخت | مفهومی، حفظی

بررسی همهٔ گزینه‌ها:

۱ در آرایش الکترونی اتم A، ۹ الکترون در لایه سوم وجود دارد؛ یعنی آرایش الکترونی لایه سوم در این اتم، به صورت $3s^2\,3p^6\,3d^1$ است. بنابراین می‌توانیم آرایش الکترونی اتم A را رسم کرده و این عنصر را شناسایی کنیم:

$A:\ldots 3d^1 \rightarrow A:[_{18}Ar]3d^1\,4s^2 \rightarrow {}_{21}Sc$ (عنصر اسکاندیم)

تله‌تستی دقت کنید که بر اساس قاعده آفبا، نخست زیرلایه‌هایی که انرژی کم‌تری دارند، الکترون می‌پذیرند. سطح انرژی زیرلایه‌ها به مقدار $n+l$ بستگی دارد، بنابراین زیرلایه 4s زودتر از 3d الکترون می‌گیرد.

همچنین در آرایش الکترونی اتم B، ۶ الکترون در لایه چهارم وجود دارد؛ یعنی آرایش الکترونی لایهٔ چهارم در این اتم، به صورت $4s^2\,4p^4$ است. بنابراین می‌توانیم آرایش الکترونی اتم B را نیز رسم کرده و این عنصر را شناسایی کنیم:

$B:\ldots 4p^3 \rightarrow B:[_{18}Ar]3d^{10}\,4s^2\,4p^4 \rightarrow {}_{34}Se$

فرمول شیمیایی ترکیب یونی حاصل از این دو عنصر به صورت مقابل است: $Sc^{3+}Se^{2-} \rightarrow Sc_2Se_3$

۲ در دوره چهارم جدول تناوبی، اتم سه عنصر پتاسیم ($_{19}K$)، کروم ($_{24}Cr$) و مس ($_{29}Cu$)، آخرین لایه به صورت $4s^1$ بوده و شامل یک الکترون است. همچنین حواستان باشد که پتاسیم، کاتیون K^+، کروم، کاتیون‌های Cr^{2+} و Cr^{3+} و مس، کاتیون‌های Cu^+ و Cu^{2+} را تشکیل می‌دهد؛ بنابراین با توجه به بار کاتیون D^{3+} می‌توان نتیجه گرفت که این کاتیون، همان Cr^{3+} با آرایش الکترونی زیر است:

$$_{24}Cr:[_{18}Ar]3d^5\,4s^1 \rightarrow {}_{24}Cr^{3+}:[Ar]3d^3 \xrightarrow{n-l=1} \begin{cases} 1s^2 \\ 2p^6 \\ 3d^3 \end{cases} \Rightarrow \text{مجموعاً } 11e^-$$

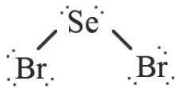
۳ با توجه به این‌که عنصرهای E و F نافلزند، در نتیجه متعلق به دستهٔ p در دورهٔ چهارم هستند، زیرا در این دوره از جدول تناوبی، همه عنصرهای دسته‌های s و d (با اعداد اتمی ۱۹ تا ۳۰) فلز هستند. در نتیجه می‌توان گفت که بیرونی‌ترین زیرلایه اتم این دو عنصر، زیرلایه 4p بوده و با توجه به شمار الکترون‌های اتم این دو عنصر در این زیرلایه، آرایش الکترونی آن‌ها را رسم می‌کنیم:

$E:\ldots 4p^4 \rightarrow E:[_{18}Ar]3d^{10}\,4s^2\,4p^4 \rightarrow {}_{34}Se$ (عنصر سلنیم)

$F:\ldots 4p^5 \rightarrow F:[_{18}Ar]3d^{10}\,4s^2\,4p^5 \rightarrow {}_{35}Br$ (عنصر برم)

با تعیین شمار الکترون‌های موجود در زیرلایه ۴p اتم این عنصر، می‌توانیم شماره گروه و همچنین آرایش الکترون - نقطه‌ای آن‌ها را رسم کرده و در نهایت به ساختار لوویس مولکول EF_2 برسیم.

ساختار لوویس مولکول $SeBr_2$ به صورت زیر است:



$$\rightarrow \frac{\text{شمار } e^- \text{های ناپیوندی}}{\text{شمار جفت } e^- \text{های پیوندی}} = \frac{۱۶}{۲} = ۸$$

۴ اولین و آخرین عنصر از دسته d در دوره چهارم، به ترتیب اسکاندیم ($_{۲۱}Sc$) و روی ($_{۳۰}Zn$) هستند که اختلاف عدد اتمی آن‌ها برابر با ۹=۲۱−۳۰ می‌باشد، اما دقت کنید که عنصری با بیشترین خصلت نافلزی در دورهٔ دوم جدول تناوبی همان $_{۹}F$ است که در گروه ۱۷ جدول تناوبی جای دارد.

12. کدام مورد(ها) در ارتباط با جدول دوره‌ای عنصرها درست است؟

آ) چینش عنصرها در آن به گونه‌ای است که هر دو عنصر هم‌گروه، خواص شیمیایی مشابه و لایه ظرفیت یکسانی دارند.

ب) تفاوت عدد اتمی هر عنصر با گاز نجیب قبل از آن، شماره گروه آن عنصر را نشان می‌دهد.

پ) شمار دوره‌های ۱۸ عنصری برابر با شمار گروه‌های ۷ عنصری است.

ت) عنصر دستهٔ d که در دوره چهارم قرار داشته و نماد شیمیایی آن تک‌حرفی است با نخستین عنصر ساخت بشر هم‌گروه است.

۱) آ، ب ۲) پ، ت ۳) فقط پ ۴) آ، ت

پاسخ: گزینه ۳ متوسط | مفهومی، حفظی

فقط مورد «پ» درست است.

بررسی همه عبارت‌ها:

آ عنصرهایی که در یک گروه قرار دارند، لزوماً شمار الکترون‌های ظرفیتی یکسانی ندارند، به عنوان مثال هلیم ($1s^2$) با این‌که در گروه ۱۸ قرار دارد،اما جزو عنصرهای دسته s است و برخلاف سایر عنصرهای این گروه (گازهای نجیب) که دارای ۸ الکترون ظرفیتی هستند، ۲ الکترون ظرفیتی دارد.

موشکافی عکس این جمله، یعنی عبارت «عنصرهایی که شمار الکترون ظرفیت یکسانی دارند، در یک گروه جدول قرار دارند.» نیز لزوماً درست نیست. مثلا هر دو عنصر $_{۶}C$ و $_{۲۲}Ti$، دارای ۴ الکترون ظرفیتی هستند اما در یک گروه قرار ندارند. $_{۶}C$ متعلق به گروه ۱۴ و $_{۲۲}Ti$ متعلق به گروه ۴ است.

ب در مورد عنصرهای دوره‌های ششم و هفتم جدول تناوبی و با اضافه شدن عنصرهای دسته f، این عبارت دیگر برقرار نیست.

پ

تعداد عنصرهای موجود در هر دوره و گروه جدول تناوبی←

شماره دوره	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷
تعداد عنصرها	۲	۸	۸	۱۸	۱۸	۳۲	۳۲

شماره گروه	۱	۲	۳	۴ تا ۱۲	۱۳ تا ۱۷	۱۸
تعداد عنصرها	۷	۶	۳۲	هر گروه شامل ۴ عنصر	هر گروه شامل ۶ عنصر	۷

نکته در جدول تناوبی، دو گروه ۱ و ۱۸ دارای ۷ عنصر هستند. همچنین دو دوره چهارم و پنجم نیز دارای ۱۸ عنصر می‌باشند؛ بنابراین می‌توان گفت که شمار دوره‌های ۱۸ عنصری در جدول، برابر با شمار گروه‌های ۷ عنصری است.

ت عنصر با نماد شیمیایی تک‌حرفی در میان عنصرهای دسته d در دوره چهارم جدول تناوبی، **عنصر وانادیم** ($_{۲۳}V$) است که **در گروه ۵** جای دارد، در حالی‌که **تکنسیم** ($^{۹۹}_{۴۳}Tc$) به عنوان نخستین عنصر ساخت بشر، در جدول تناوبی در دوره پنجم و **گروه ۷** قرار دارد.

13. در ارتباط با آرایش الکترونی اتم‌های ۳۶ عنصر نخست جدول دوره‌ای، کدام گزینه نادرست است؟

۱) آرایش الکترونی برخی از این عنصرها را نمی‌توان با روش فشرده مشخص کرد.

۲) شمار عنصرهایی که از نماد Ar برای آرایش الکترونی فشرده آن‌ها استفاده می‌شود برابر با شمار عنصرهایی است که از نماد گازهای He یا Ne استفاده می‌شود.

۳) در آرایش الکترونی فشرده اتم $_{۱۵}P$ مشابه اتم $_{۲۵}Mn$ از دو زیرلایه پس از نماد گاز نجیب استفاده می‌شود.

۴) در آرایش الکترونی فشرده اتم $_{۲۴}Cr$ برخلاف اتم $_{۳۲}Ge$ لایه ظرفیت شامل تمام زیرلایه‌هایی است که پس از نماد گاز نجیب نوشته می‌شود.

پاسخ: گزینه ۲ ساده | مفهومی

درسنامه:

برای نوشتن سریع و راحت! آرایش الکترونی فشرده عنصرها می‌توانید به ترتیب زیر عمل کنید:

بعد از هر گاز نجیب، زیرلایه ns شروع به پر شدن می‌کند که n همان شماره دوره بعد از گاز نجیب است؛ به‌طور مثال بعد از $[_{۱۰}Ne]$ که در انتهای دوره دوم قرار دارد، زیرلایه ۳s شروع به پر شدن می‌کند؛ بنابراین برای نوشتن سریع آرایش الکترونی فشرده، ابتدا نماد شیمیایی گاز نجیب قبل از عنصر را نوشته و زیرلایه ns را بعد از آن می‌نویسیم، سپس زیرلایه‌ها را بر اساس قاعده آفبا به ترتیب پر می‌کنیم تا جایی که مجموع عدد اتمی گاز نجیب و تعداد الکترون زیرلایه‌ها برابر با عدد اتمی عنصر موردنظر شود.

[۱s] ← $[_{۲}He]$ (انتهای دوره اول)

[۲s۲p] ← $[_{۱۰}Ne]$ (انتهای دوره دوم)

[۳s۳p] ← $[_{۱۸}Ar]$ (انتهای دوره سوم)

[۴s۳d۴p] ← $[_{۳۶}Kr]$ (انتهای دوره چهارم)

[۵s۴d۵p] ← $[_{۵۴}Xe]$ (انتهای دوره پنجم)

[۶s۴f۵d۶p] ← $[_{۸۶}Rn]$ (انتهای دوره ششم)

[۷s۵f۶d۷p]

آرایش الکترونی دو عنصر دوره اول (یعنی $_{۱}H$ و $_{۲}He$) که فشرده نمی‌شود، ولی با توجه به الگوی بالا، برای نوشتن آرایش الکترونی فشرده عنصرهای دوره‌های دوم تا پنجم که ما با آن‌ها سروکار داریم، می‌توانید از جدول زیر استفاده کنید:

محدوده عدد اتمی	گاز نجیب و ادامه آرایش الکترونی	توضیح
۳ تا ۱۰ (دوره دوم)	$[_{۲}He]۲s۲p$	ابتدا به ۲s و سپس در صورت لزوم به ۲p الکترون می‌دهیم.
۱۱ تا ۱۸ (دوره سوم)	$[_{۱۰}Ne]۳s۳p$	ابتدا به ۳s و سپس در صورت لزوم به ۳p الکترون می‌دهیم.
۱۹ تا ۳۶ (دوره چهارم)	$[_{۱۸}Ar]۳d۴s۳p$	ابتدا به ۴s و سپس در صورت لزوم به ۳d و بعد از آن به ۴p الکترون می‌دهیم.
۳۷ تا ۵۴ (دوره پنجم)	$[_{۳۶}Kr]۴d۵s۵p$	ابتدا به ۵s و سپس در صورت لزوم به ۴d و بعد از آن به ۵p الکترون می‌دهیم.

مثال: می‌خواهیم آرایش الکترونی فشرده $_{۳۳}As$ را رسم کنیم. با توجه به این‌که عدد اتمی این عنصر بین ۱۹ تا ۳۶ بوده و گاز نجیب قبل از آن، $_{۱۸}Ar$ است، خواهیم داشت:

$$_{۳۳}As:[_{۱۸}Ar]۳d^{۱۰}\,۴s^{۲}\,۴p^{۳}$$

(۲) (۱) (۳)

- برای رسم آرایش الکترونی فشرده عناصر از $_{۱۹}K$ تا $_{۳۶}Kr$ از نماد $[_{۱۸}Ar]$ استفاده می‌شود ← ۱۸ عنصر
- برای رسم آرایش الکترونی فشرده عناصر از $_{۳}Li$ تا $_{۱۰}Ne$ از نماد $[_{۲}He]$ و برای رسم آرایش فشرده عناصر از $_{۱۱}Na$ تا $_{۱۸}Ar$ از نماد $[_{۱۰}Ne]$ استفاده می‌گردد ← ۱۶ عنصر

بنابراین شمار عنصرهایی که از نماد $[_{۱۸}Ar]$ برای رسم آرایش الکترونی فشرده آن‌ها استفاده می‌شود، بیشتر از مجموع شمار عنصرهایی است که از نماد $[_{۲}He]$ و $[_{۱۰}Ne]$ برای رسم آرایش الکترونی فشرده آن‌ها استفاده می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

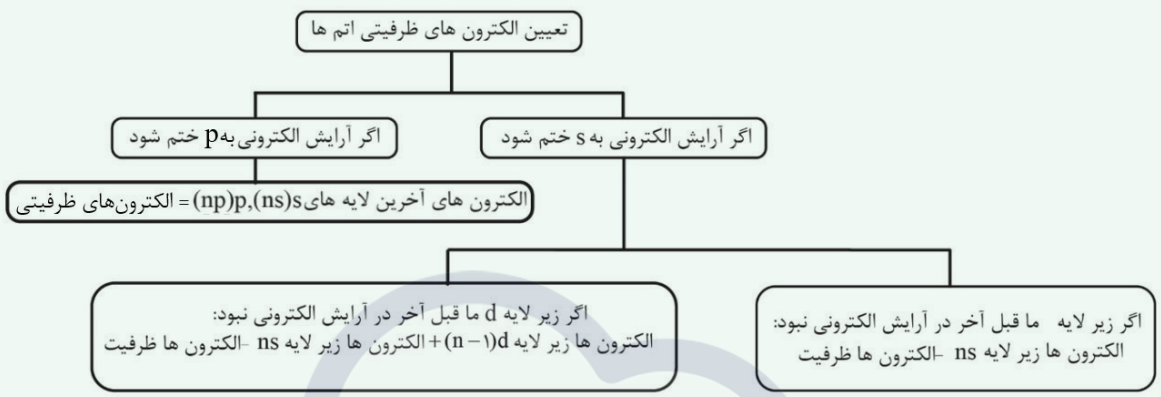
۱ **آرایش الکترونی دو عنصر دوره اول (یعنی $_{۱}H$ و $_{۲}He$) فشرده نشده** و نمی‌توان آرایش الکترونی آن‌ها را با روش فشرده مشخص کرد.

۳ در آرایش الکترونی فشرده اتم $_{۱۵}P$، از دو زیرلایه ۳p,۳s و در آرایش الکترونی فشرده اتم $_{۲۵}Mn$، از دو زیرلایه ۴s,۳d استفاده می‌شود. ببینید:

$$_{۱۵}P:[_{۱۰}Ne]۳s^{۲}\,۳p^{۳}$$

$$_{۲۵}Mn:[_{۱۸}Ar]۳d^{۵}\,۴s^{۲}$$

نکته



آرایش الکترونی فشرده اتم‌های $_{۲۴}Cr$ و $_{۳۲}Ge$ به صورت زیر است:

$$_{۲۴}Cr:[_{۱۸}Ar]\ \underbrace{۳d^{۵}\ ۴s^{۱}}_{\text{الکترون‌های ظرفیتی}}$$

$$_{۳۲}Ge:[_{۱۸}Ar]۳d^{۱۰}\ \underbrace{۴s^{۲}\ ۴p^{۲}}_{\text{الکترون‌های ظرفیتی}}$$

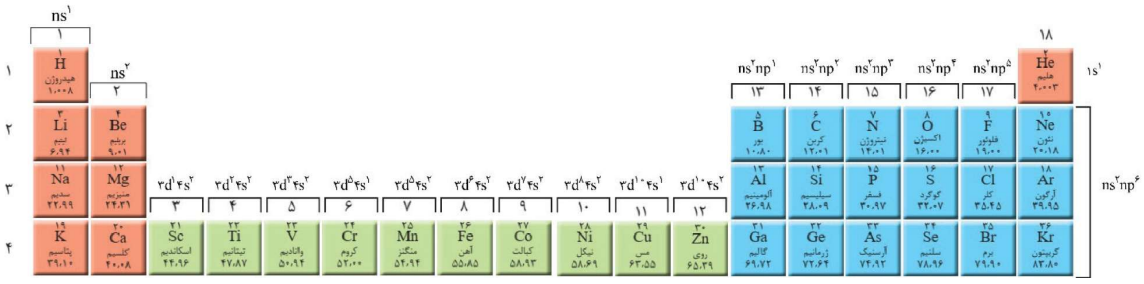
در اتم $_{۲۴}Cr$ به عنوان عنصری از دسته d، لایه ظرفیت شامل زیرلایه‌های ۳d و ۴s است که تنها زیرلایه‌های موجود در آرایش الکترونی فشرده آن هستند. در اتم $_{۳۲}Ge$ به عنوان عنصری از دسته p، لایه ظرفیت شامل زیرلایه‌های ۴s و ۴p است، در حالی‌که زیرلایه ۳d نیز افزون بر این دو زیرلایه در آرایش الکترونی فشرده آن وجود دارد که جزو لایه ظرفیت اتم محسوب نمی‌شود.

14. در مجموع چهار دوره نخست جدول تناوبی، در لایه ظرفیت اتم چند درصد عنصرها فقط یک زیرلایه با دو الکترون اشغال شده وجود دارد؟

۱) ۸۳/۳۳ ۲) ۷۷/۷۷ ۳) ۷۲/۲۲ ۴) ۶۶/۶۶

پاسخ: گزینه ۳ متوسط | مفهومی

آرایش الکترونی لایه ظرفیت عنصرها در گروه‌های مختلف چهار دوره نخست (۳۶ عنصر اول) جدول تناوبی به صورت زیر است:



بنابراین در میان ۳۶ عنصر نخست جدول تناوبی، همه عنصرها به جز ده عنصر زیر، تنها دارای یک زیرلایه با ۲ الکترون در لایه ظرفیت اتم خود هستند:

فاقد زیرلایه با دو الکترون اشغال شده : $_{۱}H, _{۳}Li, _{۱۱}Na, _{۱۹}K, _{۲۴}Cr, _{۲۹}Cu \rightarrow$ ۶ عنصر

دارای دو زیرلایه با دو الکترون اشغال شده : $_{۶}C, _{۱۴}Si, _{۲۲}Ti, _{۳۲}Ge \rightarrow$ ۴ عنصر

در پایان باید محاسبه کنیم که در لایه ظرفیت اتم چند درصد از عنصرهای چهار دوره اول جدول تناوبی، تنها یک زیرلایه با ۲ الکترون وجود دارد:

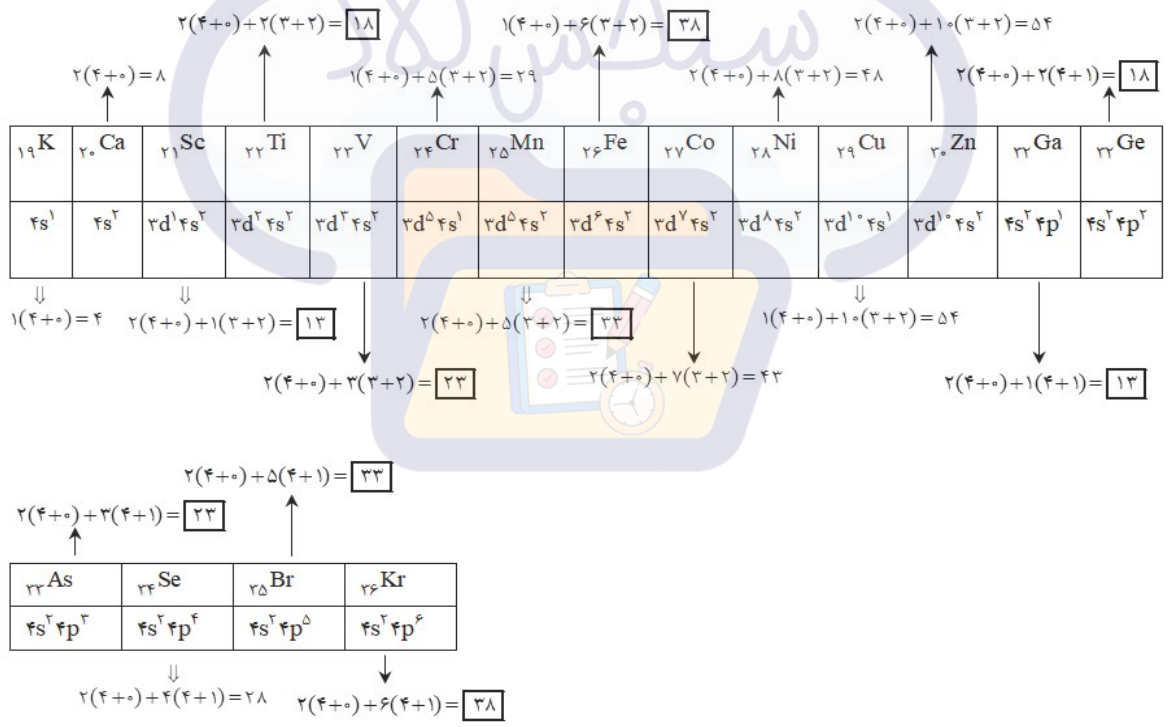
$$\frac{۳۶-۱۰}{۳۶}\times ۱۰۰=\frac{۲۶}{۳۶}\times ۱۰۰\simeq ۷۲/۲۲$$

15. مجموع اعداد کوانتومی اصلی و فرعی الکترون‌های ظرفیتی اتم عنصرهای دوره چهارم جدول تناوبی، شامل چند عدد مختلف است؟

۱) ۱۸ ۲) ۱۱ ۳) ۱۶ ۴) ۱۳

پاسخ: گزینه ۴ ساده | مفهومی، محاسباتی

دوره‌ی چهارم جدول تناوبی از عنصر $_{۱۹}K$ شروع و به عنصر $_{۳۶}Kr$ ختم می‌شود. الکترون‌های ظرفیت اتم عنصرهای این دوره را در جدول زیر مشخص کرده و مجموع عدد کوانتومی اصلی و فرعی $(n+l)$ آن‌ها را محاسبه می‌کنیم:



در میان اعداد ممکن برای مجموع $n+l$ الکترون‌های ظرفیتی در اتم عنصرهای این دوره، ۵ عدد تکراری هستند؛ بنابراین این مقدار می‌تواند شامل ۱۳ عدد مختلف باشد.

1. کدام گزینه از نظر درستی یا نادرستی با سایر گزینه‌ها متفاوت است؟

۱) در ساختار هر کدام از گونه‌های CN^-, NO^+ و HCN، پیوند سه‌گانه وجود دارد.

۲) اگر در ساختار $[O \equiv C-X-C \equiv O]^+$، همه‌ی اتم‌ها قاعده‌ی هشت‌تایی را رعایت کرده باشند، اتم X می‌تواند دارای ۵ الکترون با $l=1$ باشد.

۳) اگر در مولکول MZ_2، عنصر M متعلق به گروه ۱۶ باشد، عنصر Z به یقین در گروه ۱۷ جدول جای دارد.

۴) در مولکول‌های دی‌نیتروژن مونوکسید و سیلیسیم تتراکلرید، توزیع الکترون‌های پیوندی و ناپیوندی در آرایش الکترون - نقطه‌ای اتم‌های کناری مشابه هم است.

پاسخ: گزینه ۱ متوسط | مفهومی

ساختار لوویس گونه‌های CN^-، NO^+ و HCN به صورت زیر است:

$$H-C\equiv N: \qquad [:N\equiv O:]^+ \qquad [:C\equiv N:]^-$$

مشخص است که در ساختار لوویس هر سه گونه‌ی داده شده، پیوند سه‌گانه وجود دارد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۲

نکته با توجه به تعداد کل الکترون‌های به کار رفته در ساختار لوویس یک یون، می‌توان از فرمول زیر برای محاسبه‌ی بار یک یون مجهول استفاده کرد:

(مجموع شمار الکترون‌های به کار رفته در ساختار لوویس) - (مجموع شمار الکترون‌های لایه‌ی ظرفیت اتم‌ها) = بار یون (q)

قبل از هر کاری، همه‌ی اتم‌ها را در ساختار لوویس داده شده، هشت‌تایی می‌کنیم:

$$[O\equiv C-\ddot{\underset{..}{X}}-C\equiv O]^+$$

(مجموع شمار الکترون‌های به کار رفته در ساختار لوویس) - (مجموع شمار الکترون‌های ظرفیتی اتم‌ها) = بار یون (q)

$+1=[\underbrace{(2\times 6)}_{O}]+x+2(4)-24] \rightarrow x=5 \Rightarrow$ اتم X متعلق به گروه ۱۵ جدول تناوبی است.

در حالی‌که عنصری که اتم آن دارای ۵ الکترون با $l=1$ (زیرلایه‌ی p) است (زیرلایه‌ی $2p^5$)، فلوئور ($_9F$) می‌باشد که در گروه ۱۷ جدول تناوبی جای دارد:

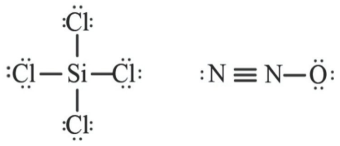
$_9F: 1s^2\ 2s^2\ 2p^5$

۳ عنصر Z می‌تواند عنصر هم‌گروه با M (گروه ۱۶ جدول تناوبی) یا یک هالوژن (گروه ۱۷ جدول تناوبی) باشد.

مثال:

$$M \rightarrow (\text{گوگرد})\ S\ \text{عنصر} \rightarrow \begin{cases} SO_2 \\ SCl_2 \end{cases}$$

۴ ساختار لوویس مولکول‌های دی‌نیتروژن مونوکسید (N_2O) و سیلیسیم تتراکلرید ($SiCl_4$) را ببینید:



مشخص است که توزیع الکترون‌های پیوندی و ناپیوندی در آرایش الکترون - نقطه‌ای اتم‌های کناری این دو مولکول، متفاوت است.

2. کدام عبارت‌ها در ارتباط با واکنش‌های زیر پس از موازنه با کوچک‌ترین اعداد صحیح، درست است؟

I) $NH_3(g)+O_2(g) \rightarrow NO(g)+H_2O(l)$

II) $HNO_3(aq)+NO(g) \rightarrow NO_2(g)+H_2O(l)$

آ) تفاوت مجموع ضرایب فراورده‌ها با مجموع ضرایب واکنش‌دهنده‌ها در واکنش (II) برابر با همین تفاوت در واکنش (I) است.

ب) مجموع ضرایب استوکیومتری ماده‌ای (موادی) که در ساختار خود پیوند چندگانه دارد، در واکنش (I)، ۱/۵ برابر واکنش (II) است.

پ) مجموع ضرایب استوکیومتری ماده‌ای (موادی) که همه‌ی اتم‌های آن از قاعده‌ی هشت‌تایی پیروی می‌کند در واکنش‌های (I) و (II) به ترتیب برابر با ۱۵ و ۳ است.

ت) کوچک‌ترین ضریب استوکیومتری در واکنش (II) مربوط به نیتریک اسید است.

۱) آ، پ ۲) آ، ب ۳) ب، ت ۴) پ، ث

پاسخ: گزینه ۲ متوسط | مفهومی

عبارت‌های (آ) و (ب) درست هستند.

ابتدا بیایید معادله‌ی واکنش‌های داده شده را موازنه کنیم:

۱) موازنه کردن معادله‌ی واکنش (I) را با استفاده از روش وارسی و طبق گام‌های زیر انجام می‌دهیم:

گام اول) معادله‌ی واکنش را نوشته و پشت هر ماده‌ای خط تیره می‌گذاریم:

$$—NH_3(g)+—O_2(g) \rightarrow —NO(g)+—H_2O(l)$$

گام دوم) شناسایی عنصر شروع‌کننده‌ی موازنه: پیچیده‌ترین ترکیب در این واکنش، NH_3 است. هریک از عنصرهای N و H می‌توانند عنصر شروع‌کننده باشند. بین این دو عنصر، H که زیروند بزرگ‌تری دارد را انتخاب می‌کنیم.

گام سوم) موازنه کردن عنصر شروع‌کننده در دو سمت معادله:

با توجه به زیروند H در دو طرف معادله، برای موازنه‌ی این عنصر، ضریب NH_3 را برابر ۲ و ضریب H_2O را برابر ۳ قرار می‌دهیم:

$$2NH_3(g)+—O_2(g) \rightarrow —NO(g)+3H_2O(l)$$

گام چهارم) موازنه کردن بقیه‌ی عنصرها: در سمت چپ معادله، ۲ اتم N داریم؛ پس ضریب NO را برابر ۲ قرار می‌دهیم تا تعداد اتم N در دو طرف برابر شود. به همین ترتیب چون در سمت راست ۵ اتم اکسیژن وجود دارد، ضریب O_2 را $\frac{5}{2}$ در نظر می‌گیریم تا تعداد اتم O نیز در دو طرف برابر شود:

$$2NH_3(g)+\frac{5}{2}O_2(g)\rightarrow 2NO(g)+3H_2O(l)$$

در نهایت برای از بین بردن ضرایب کسری، همه‌ی ضرایب را در ۲ ضرب می‌کنیم:

$$4NH_3(g)+5O_2(g)\rightarrow 4NO(g)+6H_2O(l)$$

۲) معادله‌ی واکنش (II) را نمی‌توان به روش وارسی به راحتی موازنه کرد. موازنه کردن معادله‌ی این واکنش را بهتر است مطابق زیر، با روش وارسی شروع کنیم و با استفاده از ضرایب مجهول تکمیل کنیم:

گام اول) معادله‌ی واکنش را نوشته و پشت هر ماده خط تیره می‌گذاریم:

$$__HNO_3(aq)+__NO(g)\rightarrow __NO_2(g)+__H_2O(l)$$

گام دوم) موازنه را با N و O نمی‌توان شروع کرد (N در سمت چپ معادله و O هم در سمت چپ و هم در سمت راست، در ساختار دو ماده حضور دارند)، پس تنها می‌ماند H!

به H_2O ضریب ۱ می‌دهیم و به منظور برابر شدن تعداد اتم H، برای HNO_3 در سمت چپ ضریب ۲ را در نظر می‌گیریم:

$$\underline{2}HNO_3(aq)+__NO(g)\rightarrow __NO_2(g)+\underline{1}H_2O(l)$$

گام سوم) با هیچ‌کدام از دو عنصر N و O نمی‌توان ادامه داد، زیرا هنوز ضریب دو ماده‌ی دارای آن‌ها مشخص نیست (تنها در صورتی می‌توان آن‌ها را موازنه کرد که فقط ضریب یک ماده‌ی دارای آن‌ها نامعلوم باشد).

در این واکنش به NO، ضریب مجهول a و به NO_2، ضریب مجهول b را می‌دهیم:

$$\underline{2}HNO_3(aq)+a\,NO(g)\rightarrow b\,NO_2(g)+\underline{1}H_2O(l)$$

حالا با توجه به این که تعداد اتم‌های N و O باید در دو سمت واکنش باهم برابر باشند، خواهیم داشت:

موازنه‌ی N $\Rightarrow$ تعداد اتم‌های N در سمت چپ = تعداد اتم‌های N در سمت راست $\Rightarrow 2+a=b$

موازنه‌ی O $\Rightarrow$ تعداد اتم‌های O در سمت چپ = تعداد اتم‌های O در سمت راست $\Rightarrow 6+a=2b+1 \Rightarrow 2b=a+5$

حالا با حل یک دستگاه دو معادله – دو مجهول ساده، می‌توان a و b را مشخص کرد:

$$\begin{cases} b=2+a \\ 2b=5+a \end{cases} \Rightarrow 4+2a=5+a \Rightarrow a=1 \Rightarrow b=3$$

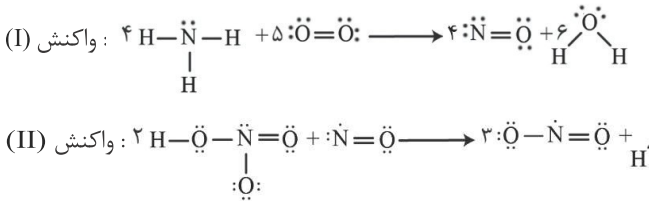
بنابراین معادله‌ی موازنه شده‌ی واکنش (II) به صورت زیر است:

$$2HNO_3(aq)+NO(g)\rightarrow 3NO_2(g)+H_2O(l)$$

بررسی همه‌ی عبارت‌ها:

آ تفاوت مجموع ضرایب استوکیومتری واکنش‌دهنده‌ها در هر دو واکنش، برابر با یک (واکنش (I): ۱=۹−۱۰ و واکنش (II): ۱=۳−۴) است.

ب



بنابراین O_2 و NO در واکنش (I) و HNO_3، NO و NO_2 در واکنش (II)، دارای پیوند چندگانه هستند؛ پس نسبت خواسته شده برابر است با:

$$\frac{(\text{ضریب } NO + \text{ضریب } O_2) \text{ در واکنش (I)}}{(\text{ضریب } NO_2 + \text{ضریب } NO + \text{ضریب } HNO_3) \text{ در واکنش (II)}} = \frac{۵+۴}{۳+۱+۲} = \frac{۹}{۶} = ۱/۵$$

پ در واکنش (I)، در ساختار مولکول O_2، همه‌ی اتم‌ها از قاعده‌ی هشت‌تایی پیروی می‌کنند در حالی‌که در واکنش (II)، در ساختار هیچ ماده‌ای همه‌ی اتم‌ها از قاعده‌ی هشت‌تایی پیروی نمی‌کنند.

تله‌تستی با توجه به این‌که در لایهٔ الکترونی اول (n = ۱)، خبری از زیرلایهٔ p نیست، اتم هلیم برخلاف بقیهٔ گازهای نجیب با داشتن دو الکترون با آرایش $1s^2$ به پایداری می‌رسد؛ بنابراین در مورد هلیم و ذره‌هایی که به آرایش هلیم می‌رسند (مانند هیدروژن)، واژهٔ هشت‌تایی را به کار نمی‌بریم و می‌گوییم گونهٔ موردنظر به آرایش پایدار دوتایی رسیده است. پس از همان ابتدا می‌شود، موادی که دارای اتم H در ساختار خود هستند را حذف کرد و کنار گذاشت.

ت کوچک‌ترین ضرایب استوکیومتری مواد در معادلهٔ موازنه شدهٔ واکنش (II)، مربوط به NO(g) و $H_2O(l)$ است.

3. کدام مورد در ارتباط با واکنش موازنه شدهٔ $A + 2B \xrightarrow[1000atm]{\Delta} C$ درست است؟

۱) جرم مولی C از مجموع جرم مولی A و B بیشتر است.

۲) در اثر انجام این واکنش در سامانهٔ بسته، دمای محتویات سامانه افزایش و فشار سامانه به ۱۰۰۰ اتمسفر می‌رسد.

۳) برای تکمیل معادلهٔ نمادی واکنش، باید حالت فیزیکی اجزاء و نکات ایمنی انجام واکنش به آن اضافه شود.

۴) اگر در طی انجام واکنش، جرم مخلوط واکنش کاهش یابد، می‌توان نتیجه گرفت که این واکنش از قانون پایستگی جرم پیروی نمی‌کند.

پاسخ: گزینه ۱ متوسط | حفظی، مفهومی

طبق قانون پایستگی جرم، باید جرم مواد در سمت چپ با جرم مواد در سمت راست معادله برابر باشد.

$$A + 2B \rightarrow C$$

$$\text{جرم } A + \text{جرم } B = \text{جرم } C \xrightarrow{\text{جرم مولی} \times \text{مول} = \text{جرم}} M_A + 2(M_B) = M_C \rightarrow M_A + M_B < M_C$$

بررسی سایر گزینه‌ها:

۲ نماد $\xrightarrow{\Delta}$، نشان‌دهندهٔ این است که واکنش‌دهنده‌ها بر اثر گرم شدن واکنش می‌دهند، اما دقت کنید که علامت $\xrightarrow{1000atm}$، فشار اولیهٔ واکنش‌دهنده‌های گازی را نشان می‌دهد و به این معنا نیست که با انجام واکنش، فشار به ۱۰۰۰atm رسیده است.

۳ حواستان باشد که توضیحات مربوط به نکات ایمنی در معادلهٔ نمادی درج نمی‌شود!

آفرود شیوه‌های نمایش واکنش‌های شیمیایی به دو صورت معادلهٔ نوشتاری و نمادی است که در جدول زیر آن‌ها را مقایسه کرده‌ایم:

نوع معادله / اطلاعات دریافتی	نمادی	نوشتاری
نام مواد	×	✓
فرمول شیمیایی مواد	✓	×
حالت فیزیکی مواد	✓	×
شرایط لازم برای انجام واکنش	✓	×
نسبت مولی مواد شرکت‌کننده در واکنش	✓	×
چگونگی و ترتیب اختلاط واکنش‌دهنده	×	×
شرح عملی واکنش و نکته‌های ایمنی	×	×

۴ در اثر انجام واکنش‌های شیمیایی که در آن‌ها فراوردهٔ گازی در سامانهٔ سرباز تولید می‌شود، به تدریج جرم محتویات ظرف کاهش می‌یابد، اما این موضوع قانون پایستگی جرم را نقض نمی‌کند و در واقع جرم کاسته شده از مخلوط واکنش، برابر با جرم گاز خارج شده از آن است.

4. با توجه به شکل‌های زیر که تقطیر هوای مایع را نشان می‌دهد، همهٔ عبارت‌های داده شده درست هستند. به جز .....

۱) مواد A، B و C در دما و فشار اتاق با هم واکنش نمی‌دهند.

۲) سبک‌ترین عنصر تک‌اتمی موجود در طبیعت در میان آن‌ها دیده می‌شود.

۳) در بین این سه گاز، C دارای بالاترین نقطه‌ی جوش و بیشترین واکنش‌پذیری، A دارای کم‌ترین نقطه‌ی جوش و B دارای کم‌ترین واکنش‌پذیری است.

۴) در تهیهٔ هوای مایع، B زودتر از A به حالت مایع درمی‌آید و این عنصر برخلاف C با خلوص بسیار زیاد در پتروشیمی شیراز تهیه می‌شود.

پاسخ: گزینه ۲ ساده | حفظی، مفهومی

با توجه به شکل‌ها، گوی‌های خاکستری‌رنگ که در حالت (۲) زودتر از بقیه بخار و از مخلوط جدا شده، همان گاز N_2 با نقطه‌ی جوش پایین‌تر ($-۱۹۶^\circ C$) هستند. آرگون نقطه‌ی جوش پایین‌تری ($-۱۸۶^\circ C$) نسبت به اکسیژن ($-۱۸۳^\circ C$) دارد و زودتر از مخلوط جدا می‌شود؛ بنابراین

گوی‌های سفیدرنگ جدا شده در حالت (۳) همان گاز آرگون هستند. به این ترتیب گوی‌های سیاه‌رنگ، نشان‌دهنده‌ی اکسیژن هستند.

بنابراین داریم:

$A \Rightarrow (N_2)$ گاز نیتروژن , $B \Rightarrow (Ar)$ گاز آرگون , $C \Rightarrow (O_2)$ گاز اکسیژن

بررسی گزینه‌ها:

۱ گاز آرگون (Ar – گاز B)، به عنوان یک گاز نجیب بی‌اثر است و با سایر مواد واکنش نمی‌دهد. همچنین گاز نیتروژن (N_2 – گاز A) به عنوان اصلی‌ترین جزء سازنده‌ی هواکره، واکنش‌پذیری بسیار کمی دارد و به‌طور معمول و در دمای اتاق با گاز اکسیژن (O_2 – گاز C) واکنش نمی‌دهد.

۲ سبک‌ترین عنصر تک‌اتمی موجود در طبیعت، گاز نجیب **هلیم** (He) است. دقت کنید که **در مخلوط هوای مایع، هلیم وجود ندارد،** زیرا نقطه‌ی جوش هلیم (۲۶۹°C−) پایین‌تر از ۲۰۰°C− است و در دمای ۲۰۰°C−، هلیم به حالت گاز است؛ نه مایع!

۳ در میان سه گاز نیتروژن، اکسیژن و آرگون، گاز اکسیژن (O_2 – گاز C) بیشترین واکنش‌پذیری و گاز آرگون (Ar – گاز B) به عنوان گاز نجیب، کم‌ترین واکنش‌پذیری را دارد. همچنین مقایسه‌ی نقطه‌ی جوش این سه گاز به صورت زیر است:

		ماده	نقطه‌ی جوش	
			°C	K
گاز C	←	O_2	−۱۸۳	۹۰
گاز B	←	Ar	−۱۸۶	۸۷
گاز A	←	N_2	−۱۹۶	۷۷

۴ در فرایند تهیه‌ی هوای مایع، با توجه به نقطه‌ی جوش بالاتر آرگون (Ar – گاز B) نسبت به نیتروژن (N_2 – گاز A)، آرگون زودتر و راحت‌تر از نیتروژن، به حالت مایع درمی‌آید. گاز آرگون در پتروشیمی شیراز، از تقطیر جزء به جزء هوای مایع با خلوص بسیار زیاد تهیه می‌شود.

5. با توجه به جدول زیر، کدام گزینه درست است؟ (همهٔ اتم‌ها به آرایش گاز نجیب رسیده‌اند و نماد عنصرهای Z,Y,X فرضی است. n.e و p.e به ترتیب شمار جفت الکترون‌های ناپیوندی و شمار جفت الکترون‌های پیوندی را نشان می‌دهد.)

ردیف	فرمول شیمیایی	n.e اتم مرکزی	p.e گونه	شمارهٔ گروه اتم مرکزی
۱	XO_3^{2-}	۱	۳	a
۲	YO_2^{q}	۰	۴	۱۵
۳	ZF_3	b	۳	۱۵
۴	$SOCl_2$	c	d	۱۶

۱) در مجموع با دو مدل فضاپرکن مختلف می‌توان گونه‌های جدول را نمایش داد.

۲) مقادیر b، c و q باهم برابر بوده و مقدار d، چهار برابر مقدار هریک از آن‌هاست.

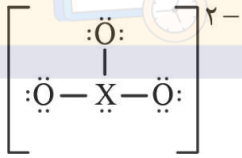
۳) مقدار a با عدد اتمی عنصری از گروه ۱۴ جدول برابر بوده و دو گونه‌ی XO_3^{2-} و XO_2، پیوند مشابهی ندارند.

۴) اگر X و Z نخستین عنصرهای جامد گروه خود باشند، گونه‌های ردیف (۱) و (۳) به ترتیب گوگرد تری‌اکسید و فسفر تری‌فلوئورید نامیده می‌شوند.

پاسخ: گزینه ۱ سخت | مفهومی

ابتدا بیایید هریک از ردیف‌های جدول داده شده را بررسی کنیم:

ردیف (۱): در ساختار آنیون XO_3^{2-}، اتم X، اتم مرکزی و اتم‌های O، اتم‌های کناری هستند و با توجه به این‌که شمار پیوندهای اشتراکی در ساختار این یون، برابر با ۳ است، می‌توان نتیجه گرفت که هر کدام از اتم‌های O، با یک پیوند اشتراکی به اتم مرکزی متصل هستند و ساختار لوویس این یون به صورت زیر است:



با توجه به ساختار یون XO_3^{2-} داریم:

(مجموع شمار الکترون‌های به کار رفته در ساختار لوییس) - (مجموع شمار الکترون‌های ظرفیتی اتم‌ها) = بار یون (q)

$-2=[\underbrace{(3\times6)}_{O}+x]-26 \Rightarrow x=6 \Rightarrow$ اتم X متعلق به گروه ۱۶ جدول تناوبی است

بنابراین $a=۱۶$ است.

ردیف (۲): با توجه به این که عنصر Y متعلق به گروه ۱۵ جدول تناوبی ($\cdot\ddot{\underset{\cdot}{Y}}\cdot$) بوده و شمار پیوندهای اشتراکی در ساختار یون $YO_۲^q$ برابر با ۴ است و همچنین در اطراف اتم مرکزی، جفت الکترون ناپیوندی وجود ندارد، ساختار لوویس یون $YO_۲^q$ به صورت زیر است:

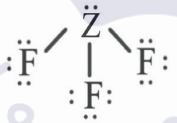
$$[\ddot{\underset{..}{O}}=Y=\ddot{\underset{..}{O}}]^q$$

(مجموع شمار الکترون‌های به کار رفته در ساختار لوویس) − (مجموع شمار الکترون‌های لایه‌ی ظرفیت اتم‌ها) = بار یون (q)

$$[\underset{Y}{\underset{\downarrow}{۵}}+\underbrace{۲(۶)}_{O}]-[\underbrace{۴(۲)}_{\text{الکترون‌های ناپیوندی}}+\underbrace{۴(۲)}_{\text{الکترون‌های پیوندی}}]=۱۷-۱۶=+۱$$

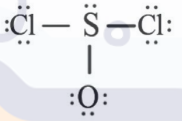
در نتیجه $q=۱$ است.

ردیف (۳): با توجه به این‌که عنصر Z مربوط به گروه ۱۵ جدول تناوبی ($\cdot\ddot{\underset{\cdot}{Z}}\cdot$) است، می‌توان ساختار لوویس مولکول $ZF_۳$ را به صورت زیر نمایش داد:



در ساختار لوویس این مولکول، یک جفت الکترون ناپیوندی اطراف اتم مرکزی وجود دارد؛ پس $b=۱$ است.

ردیف (۴): ساختار لوویس مولکول $SOCl_۲$ به صورت زیر است:



با توجه به ساختار لوویس این مولکول، مشخص است که اتم مرکزی در آن، یک جفت الکترون ناپیوندی داشته و شمار پیوندهای اشتراکی در ساختار آن، برابر با ۳ است؛ بنابراین $c=۱$ و $d=۳$ می‌باشد.

حال باید گزینه‌ها را به ترتیب بررسی کنیم:

۱ مدل فضاپرکن گونه‌های $XO_۳^{۲-}$ (مثلاً $SO_۳^{۲-}$)، $ZF_۳$ (مثلاً $PF_۳$) و $SOCl_۲$ مشابه هم است (به شکل هرم) و مدل فضاپرکن $YO_۲^+$ (مثلاً $NO_۲^+$) به صورت خطی می‌باشد؛ بنابراین گونه‌های موجود در جدول را در مجموع می‌توان با ۲ نوع مدل فضاپرکن مختلف نمایش داد.

۲ مقادیر b,c و q همگی برابر با یک هستند، در حالی‌که مقدار $d=۳$ و ۳ برابر b,c و q می‌باشد؛ نه ۴ برابر!

۳ مقدار $a=۱۶$ است. دقت کنید که عدد اتمی ۱۶($_{۱۶}S$) مربوط به عنصری از گروه ۱۶ جدول تناوبی است؛ نه گروه ۱۴!

۴ نخستین عنصرهای گروه‌های ۱۵ و ۱۶ به ترتیب نیتروژن (N) و اکسیژن (O) هستند که حالت فیزیکی هر دو آن‌ها گازی می‌باشد؛ در نتیجه X و Z به عنوان نخستین عنصرهای جامد گروه‌های خود به ترتیب گوگرد (S) و فسفر (P) هستند. نام ترکیب PF_3، فسفر تری‌فلوئورید است، اما حواستان باشد که SO_3^{2-}، یک آنیون چنداتمی (با نام سولفیت) است؛ نه گوگرد تری‌اکسید (SO_3)!

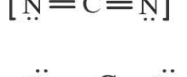
کنکورچی‌میگه؟ **کدام‌یک از ترکیب‌های داده شده، به ترتیب از راست به چپ، دارای بیشترین و کم‌ترین نسبت مجموع جفت الکترون‌های ناپیوندی به مجموع جفت الکترون‌های پیوندی‌اند؟** (سراسری تجربی ۹۳)

a) CN_2^{2-} b) $COBr_2$ c) ICl_2^+ d) PO_4^{3-}

۱) a و b ۲) a و c ۳) b و d ۴) c و d

پاسخ: گزینه ۲ متوسط | مفهومی

بیایید ساختار لوویس همه‌ی گونه‌ها را رسم کنیم:

a) $CN_2^{2-} \rightarrow$ 

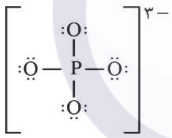
$\frac{\text{جفت الکترون‌های ناپیوندی}}{\text{جفت الکترون‌های پیوندی}} = \frac{4}{4} = 1$

b) $COBr_2 \rightarrow$

$\frac{\text{جفت الکترون‌های ناپیوندی}}{\text{جفت الکترون‌های پیوندی}} = \frac{8}{4} = 2$

c) $ICl_2^+ \rightarrow$

$\frac{\text{جفت الکترون‌های ناپیوندی}}{\text{جفت الکترون‌های پیوندی}} = \frac{8}{2} = 4$

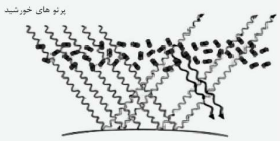
d) $PO_4^{3-} \rightarrow$ 

$\frac{\text{جفت الکترون‌های ناپیوندی}}{\text{جفت الکترون‌های پیوندی}} = \frac{12}{4} = 3$

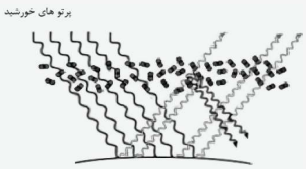
بنابراین خواهیم داشت:

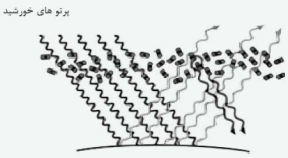
$\frac{\text{جفت الکترون‌های ناپیوندی}}{\text{جفت الکترون‌های پیوندی}}: a < b < d < c$

6. کدام گزینه، رفتار زمین در برابر پرتوهای خورشیدی را به درستی نشان می‌دهد؟

۱) 

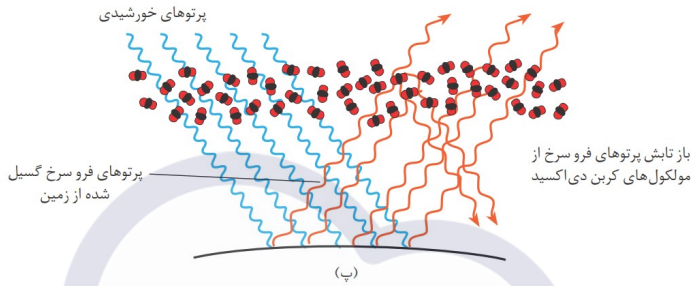
۲)

۳) 

۴) 

پاسخ: گزینه ۴ ساده | حفظی

با توجه به شکل (پ) صفحه‌ی ۶۹ کتاب درسی، پرتوهای خورشیدی که به زمین می‌رسند، دارای طول موج کوتاه‌تر و انرژی بیشتر و پرتوهای فروسرخ گسیل شده از زمین و بازتابش این پرتوهای فروسرخ از مولکول‌های CO_2 در هواکره، دارای طول موج بلندتر و انرژی کم‌تری می‌باشند.
با توجه به این توضیحات، تنها گزینه‌ی (۴) درست است.



آفرود پرتوهای جذب شده توسط زمین ⟵ انرژی بیشتر و طول موج کوتاه‌تری دارند.
پرتوهای منتشر شده توسط زمین ⟵ انرژی کم‌تر و طول موج بلندتری (از نوع فروسرخ) دارند.

7. چهار عنصر A,Z, X و D می‌توانند مطابق جدول زیر، اکسید و کلرید تشکیل دهند. این عناصر به ترتیب از راست به چپ کدامند؟

عنصر	اکسید	کلرید
X	X_2O_3	XCl_3
Z	ZO	ZCl_3
A	A_2O	ACl
D	DO_2	DCl_4

۱) آلومینیم، آهن، روبیدیم، سیلیسیم
۲) روبیدیم، مس، کروم، سیلیسیم
۳) آهن، کروم، آلومینیم، سیلیسیم
۴) آلومینیم، کروم، آهن، روبیدیم

پاسخ: گزینه ۱ متوسط | مفهومی

با توجه به گزینه‌ها، عنصرهای X، Z و A هر سه فلز هستند؛ در نتیجه اکسید و کلرید آن‌ها، ترکیب یونی می‌باشد و با توجه به جدول داریم:

$$X \begin{cases} X_2O_3 \Rightarrow X^{3+},\ O^{2-} \\ XCl_3 \Rightarrow X^{3+},\ Cl^- \end{cases} \rightarrow$$ حذف گزینه‌ی (۳)←عنصر X، کاتیون X^{3+} را تشکیل می‌دهد.

$$Z \begin{cases} ZO \Rightarrow Z^{2+},\ O^{2-} \\ ZCl_3 \Rightarrow Z^{3+},\ Cl^- \end{cases} \rightarrow$$ عنصر Z، کاتیون‌های Z^{2+} و Z^{3+} را تشکیل می‌دهد.

$$A \begin{cases} A_2O \Rightarrow A^+,\ O^{2-} \\ ACl \Rightarrow A^+,\ Cl^- \end{cases} \rightarrow$$ حذف گزینه های(۲)، (۳)و(۴)←عنصر A، کاتیون A^+ را تشکیل می‌دهد.

بنابراین پاسخ گزینه‌ی (۱) است. در ضمن در واقع عنصر D، همان سیلیسیم (Si) است که با اکسیژن و کلر، به ترتیب ترکیب‌های SiO_2 (سیلیس یا سیلیسیم دی‌اکسید) و $SiCl_4$ (سیلیسیم تترا کلرید) را تشکیل می‌دهد.

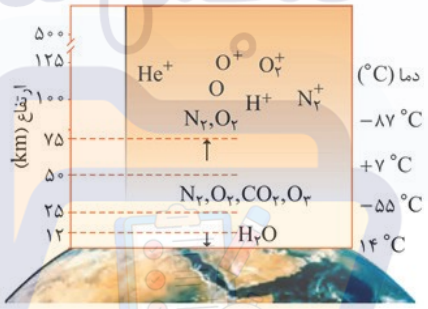
دقت کنید که روبیدیم ($_{37}Rb$)، یک فلز قلیایی (از گروه اول جدول تناوبی) و کاتیون آن به صورت Rb^+ است؛ در نتیجه فرمول شیمیایی اکسید و کلرید آن به ترتیب به صورت Rb_2O (D_2O) و $RbCl$ (DCl) می‌باشد.

8. در لایه‌های بالایی هواکره (ارتفاع ۸۰ کیلومتر به بالا از سطح زمین) چه تعداد از یون‌های « $H^+, He^+, O^+, N_2^+, O_2^+$ » حضور دارند؟

۱) ۵ ۲) ۴ ۳) ۳ ۴) ۲

پاسخ: گزینه ۱ ساده | حفظی

با توجه به شکل زیر از صفحه‌ی ۴۹ کتاب درسی، می‌توان دریافت که در لایه‌ی چهارم هواکره (ارتفاع ۸۰ تا ۵۰۰ کیلومتری از سطح زمین) **علاوه بر گازهای N_2, O_2 و ... ما با اتم اکسیژن (O) و یک سری یون‌های مثبت مانند N_2^+, O_2^+, O^+, He^+ و H^+** نیز سروکار داریم. وجود این یون‌ها به این دلیل است که پرتوهای پرانرژی خورشید، بر مولکول‌ها و اتم‌های موجود در این لایه اثر کرده و باعث تبدیل این ذره‌ها به یون‌های مثبت (و البته الکترون‌ها) می‌شوند. به همین دلیل در این لایه، یون‌های مثبت حاصل از آن‌ها یعنی N_2^+, O_2^+, O^+, He^+ و H^+ نیز به مقدار کم‌تر وجود دارد. دقت کنید که در این لایه، یون منفی یا آنیون وجود ندارد!



آفرود در جدول زیر، نکات مهم مربوط به لایه‌های هواکره را برای‌تان مرور کرده‌ایم:

لایه‌ی هواکره	محدوده‌ی ارتفاع	روند تغییر فشار با افزایش ارتفاع	روند تغییر دما با افزایش ارتفاع	گونه‌های مهم
لایه‌ی اول (تروپوسفر)	(۰−۱۱/۵)km	کاهش	کاهش	$H_2O, O_3, CO_2, O_2, N_2$
لایه‌ی دوم (استراتوسفر)	(۱۱/۵−۵۰)km	کاهش	افزایش	O_3, CO_2, O_2, N_2
لایه‌ی سوم	(۵۰−۸۰)km	کاهش	کاهش	O_3, CO_2, O_2, N_2
لایه‌ی چهارم	(۸۰−۵۰۰)km	کاهش	افزایش	$H^+, He^+, O, O^+, O_2^+, N_2^+, O_2, N_2$

۹. کدام مطلب در ارتباط با کربن مونوکسید نادرست است؟

۱) مولکول کربن مونوکسید و مولکول فراوان‌ترین جزء سازنده‌ی هواکره از نظر شمار جفت الکترون‌های پیوندی و ناپیوندی وضعیت مشابهی دارند.

۲) میل ترکیبی هموگلوبین خون با این گاز بسیار زیاد و بیش از ۲۰۰۰ برابر اکسیژن است.

۳) کربن مونوکسید از نظر رنگ و بو، شبیه فراوان‌ترین گاز نجیب هواکره است.

۴) گازی بسیار سمی است و در صورتی که در محیط منتشر شود، اولین بخشی از بدن که تحت تأثیر قرار می‌گیرد سیستم عصبی مرکزی است.

پاسخ: گزینه ۲ ساده | حفظی

میل ترکیبی هموگلوبین خون با این گاز بسیار زیاد و بیش از ۲۰۰ برابر (نه ۲۰۰۰ برابر!) میل ترکیبی آن با اکسیژن است؛ بنابراین بعد از متصل شدن این گاز به هموگلوبین، اکسیژن به بافت‌های بدن نمی‌رسد، باعث مسمومیت شده و سامانه‌ی عصبی، فلج و قدرت هر گونه اقدامی از فرد مسموم گرفته می‌شود و منجر به مرگ می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ در ساختار کربن مونوکسید، سه جفت الکترون پیوندی و دو جفت الکترون ناپیوندی وجود دارد. یادتان باشد که اکسیژن در این مولکول، پیوند سه‌گانه تشکیل داده است. ساختار این مولکول به صورت مقابل است: $:C\equiv O:$

همچنین فراوان‌ترین جزء سازنده‌ی هواکره، گاز نیتروژن (N_2) با ساختار مقابل است که در ساختار آن نیز همانند CO، سه جفت الکترون پیوندی و دو جفت الکترون ناپیوندی وجود دارد: $:N\equiv N:$

۳ فراوان‌ترین گاز نجیب هواکره، گاز آرگون (Ar) است که همانند گاز کربن مونوکسید، بی‌بو و بی‌رنگ است.

۴ گاز کربن مونوکسید بسیار سمی است، به طوری‌که حضور آن، مانع رسیدن اکسیژن به هموگلوبین و بافت‌های بدن می‌شود و این ویژگی باعث مسمومیت فرد شده و سامانه‌ی عصبی را فلج می‌کند.

10. کدام مطلب درست است؟

۱) علاوه بر CO_2 و H_2O گازهای دیگری در هواکره وجود دارند که دارای اثر گلخانه‌ای هستند.

۲) برای نام‌گذاری اکسیدهای هر کدام از عنصرهای $_7X$ و $_{13}D$ می‌توان از پیشوند «تری» استفاده کرد.

۳) بر اثر سوختن ناقص و کامل گوگرد به ترتیب گازهای SO_2 و SO_3 تولید می‌شود.

۴) ردپای کربن دی‌اکسید در تولید برق با استفاده از باد، صفر است.

پاسخ: گزینه ۱ ساده | حفظی

به متن کتاب درسی توجه کنید:

«پرتوهای خورشیدی پس از برخورد به زمین دوباره با طول‌موج‌های بلندتر به هواکره برمی‌گردند، اما **برخی گازهای موجود در هواکره مانند CO_2، H_2O و ... مانع از خروج آن‌ها می‌شوند** و بدین‌ترتیب زمین را گرم‌تر می‌کنند. هرچه مقدار این گازها در هواکره بیشتر باشد، دمای زمین بالاتر خواهد رفت.»

با توجه به متن بالا می‌توان دریافت که گازهای CO_2 و H_2O، تنها گازهای گلخانه‌ای موجود در هواکره **نیستند** و افزون بر آن‌ها، گازهای دیگری (مانند متان (CH_4)) نیز دارای اثر گلخانه‌ای هستند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۲ اکسید فلز آلومینیم ($_{13}Al$) با فرمول شیمیایی Al_2O_3، یک ترکیب **یونی** با نام **آلومینیم اکسید** است و برای نام‌گذاری آن از پیشوند «تری» استفاده نمی‌شود!

۳ **در اثر سوختن کامل گوگرد، گاز گوگرد دی‌اکسید ($SO_2(g)$) تولید می‌شود** و گاز گوگرد تری‌اکسید ($SO_3(g)$)، فراورده‌ی اکسایش گاز SO_2 و واکنش این گاز با اکسیژن (O_2) است.

۴

نکته استفاده از زغال‌سنگ برای تولید برق، بیشترین مقدار کربن دی‌اکسید و استفاده از باد، کم‌ترین مقدار کربن دی‌اکسید را ایجاد می‌کند:

باد < گرمای زمین < انرژی خورشید < گاز طبیعی < نفت خام < زغال‌سنگ: CO_2 ایجاد شده به ازای تولید برق یکسان

دقت کنید که ردپای CO_2 در استفاده از باد برای تولید برق، نسبت به سایر منابع تولید برق کم‌تر است، اما **ردپای CO_2 در هیچ‌یک از این منابع، صفر نیست و حتی در استفاده از باد برای تولید برق نیز، مقداری گاز CO_2 تولید می‌شود!**

پاسخ شیمی ۲۹ آبان ماراتون

1. کدام مطالب زیر درست است؟

آ) سالانه میلیون‌ها تُن سدیم کلرید طبق فرایند شیمیایی تبلور از آب دریا جداسازی و استخراج می‌شود.

ب) برای استخراج منیزیم موجود در آب دریا، در مرحله‌ی نخست آن را به صورت منیزیم اکسید رسوب می‌دهند.

پ) از نمک خوراکی در تهیه‌ی سود سوزآور، پلاستیک و گاز هیدروژن استفاده می‌شود.

ت) در مرحله‌ی پایانی استخراج منیزیم موجود در آب دریا، با استفاده از جریان برق، منیزیم کلرید مذاب به گاز کلر و فلز منیزیم در حالت مذاب، تجزیه می‌شود.

۱) آ، ب ۲) پ، ت ۳) آ، ت ۴) ب، پ

پاسخ: گزینه ۲ ساده | حفظی

عبارت‌های (پ) و (ت) درست هستند.

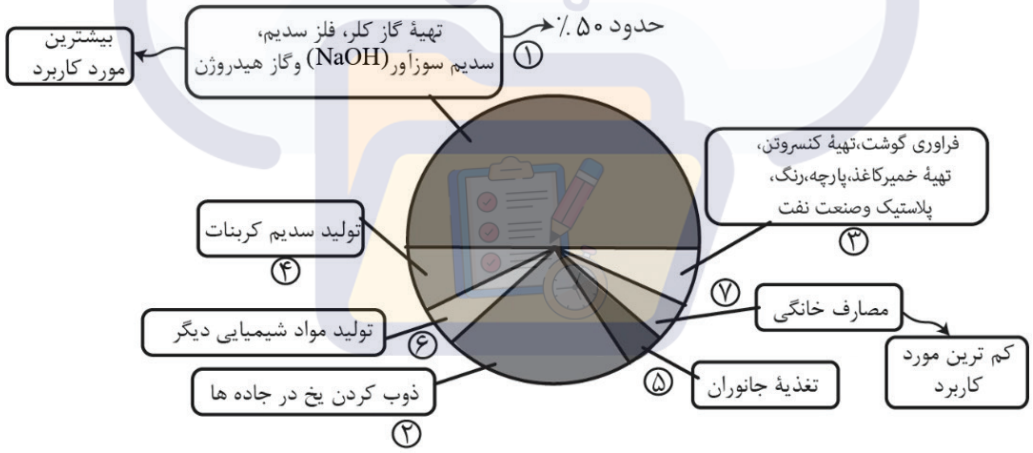
بررسی همه‌ی عبارت‌ها:

آ دقت کنید که تبلور یک روش **فیزیکی** برای جداسازی و استخراج سدیم کلرید (NaCl) از آب دریاست؛ نه یک فرایند شیمیایی!

ب برای استخراج منیزیم از آب دریا، ابتدا با افزودن محلولی شامل یون‌های هیدروکسید ($OH^-(aq)$)، یون‌های منیزیم را به صورت ماده‌ی جامد و نامحلول **منیزیم هیدروکسید ($Mg(OH)_2$)** رسوب می‌دهند؛ نه منیزیم اکسید (MgO)!

$$Mg^{2+}(aq)+2OH^-(aq) \rightarrow Mg(OH)_2(s)$$

پ با توجه به شکل زیر از کتاب درسی، مشخص است که از سدیم کلرید (NaCl)، در تهیهٔ سود سوزآور، پلاستیک و گاز هیدروژن استفاده می‌شود:



ت در مرحله‌ی پایانی استخراج منیزیم از آب دریا، با عبور جریان برق از منیزیم کلرید مذاب، آن را به عنصرهای سازنده‌اش یعنی فلز منیزیم (در حالت مذاب) و گاز کلر تجزیه می‌کنند:

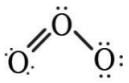
$$MgCl_2(l) \xrightarrow{\text{جریان برق}} Mg(l)+Cl_2(g)$$

2. هنگامی که تابش فرابنفش به مولکول اوزون می‌رسد ..... پیوند اشتراکی در مولکول اوزون شکسته شده و بر اثر واکنش ذره‌های تولید شده با یک‌دیگر، مقداری انرژی ..... می‌شود.

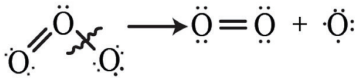
۱) یک - مصرف ۲) یک - آزاد ۳) دو - مصرف ۴) دو - آزاد

پاسخ: گزینه ۲ ساده | حفظی

ساختار لوویس مولکول اوزون به صورت زیر است:

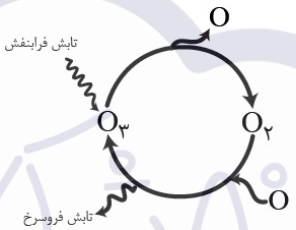


هنگامی‌که تابش پرانرژی فرابنفش به این مولکول می‌رسد، **پیوند اشتراکی یگانه** بین دو تا از اتم‌های O شکسته شده و مولکول O_3 به یک اتم O و یک مولکول O_2 تبدیل می‌شود:



ذره‌های تولید شده می‌توانند دوباره در واکنش با یک‌دیگر، مولکول O_3 را تولید کنند، اما در این واکنش، مقداری انرژی به شکل تابش فروسرخ آزاد می‌شود.

چرخه‌ی اوزون در استراتوسفر را می‌توان به صورت شکل ساده شدهٔ زیر نشان داد:



3. در مخلوطی از فلزهای آلومینیم و منیزیم، جرم فلز منیزیم، نصف جرم فلز دیگر است. اگر این مخلوط با مقدار کافی هیدروکلریک اسید واکنش دهد و گاز هیدروژن تولید شده در واکنش با ۱۱۰ گرم مس (II) اکسید به طور کامل مصرف شود، جرم مخلوط فلزی اولیه چند گرم بوده است؟

(فراورده‌های واکنش گاز هیدروژن با مس (II) اکسید، فلز مس و بخار آب هستند، $H=1, O=16, Mg=24, Al=27, Cu=64 : g.mol^{-1}$)

$$2Al(s)+6HCl(aq) \rightarrow 2AlCl_3(aq)+3H_2(g)$$

$$Mg(s)+2HCl(aq) \rightarrow MgCl_2(aq)+H_2(g)$$

۱) ۱۳/۵ ۲) ۱۸ ۳) ۲۷ ۴) ۳۶

پاسخ: گزینه ۳ متوسط | محاسباتی

گام اول) در مخلوط اولیه، جرم فلزهای Al و Mg را به ترتیب برابر با 2x و x در نظر می‌گیریم، حال بر اساس معادله‌ی واکنش‌های داده شده داریم:

$$2x\,g\,Al \times \frac{1\,mol\,Al}{27\,g\,Al} \times \frac{3\,mol\,H_2}{2\,mol\,Al} = \frac{x}{9}\,mol\,H_2$$

$$x\,g\,Mg \times \frac{1\,mol\,Mg}{24\,g\,Mg} \times \frac{1\,mol\,H_2}{1\,mol\,Mg} = \frac{x}{24}\,mol\,H_2$$

گام دوم) معادله‌ی واکنش گاز هیدروژن با مس (II) اکسید (CuO) را نوشته و موازنه می‌کنیم، سپس تعداد مول هیدروژن لازم برای واکنش کامل با ۱۱۰ گرم مس (II) اکسید را محاسبه می‌کنیم:

$$CuO(s)+H_2(g)\rightarrow Cu(s)+H_2O(g)$$

$$110\,g\,CuO\times\frac{1\,mol\,CuO}{80\,g\,CuO}\times\frac{1\,mol\,H_2}{1\,mol\,CuO}=1/375\,mol\,H_2$$

گام سوم) مجموع مول‌های گاز هیدروژن تولید شده در دو واکنش اول را با مقدار مول گاز هیدروژن مصرف شده در واکنش سوم مساوی قرار داده و مقدار x را حساب می‌کنیم:

$$\frac{x}{9}+\frac{x}{24}=1/375\rightarrow x=9\,g$$

گام چهارم) جرم مخلوط اولیه را به دست می‌آوریم:

$$\text{جرم مخلوط اولیه}=x+2x=3x=27\,g$$

4. با حل کردن ۰/۲۵ مول نمک MBr_2 در ۱۹۴ گرم آب، محلولی با غلظت ۲۲/۴ درصد جرمی از این نمک به دست می‌آید. اگر ۱۵۰ گرم آب به این محلول اضافه شود، درصد جرمی یون M^{2+} در محلول نهایی کدام است؟ ($Br=80\,g.mol^{-1}$)

۱) ۴ ۲) ۶/۴ ۳) ۸ ۴) ۱۲/۸

پاسخ: گزینه ۱ | متوسط | محاسباتی

گام اول) با توجه به درصد جرمی نمک MBr_2 در محلول، جرم مولی فلز M را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{جرم نمک } MBr_2 \text{ در محلول}=0/25\,mol\,MBr_2\times\frac{(M+2(80))\,g\,MBr_2}{1\,mol\,MBr_2}=(\frac{M}{4}+40)\,g\,MBr_2$$

$$\text{درصد جرمی}=\frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم حل‌شونده+جرم حلال}}\times100\rightarrow\text{درصد جرمی نمک } MBr_2 \text{ در محلول}=\frac{\text{جرم نمک } MBr_2}{\text{جرم نمک } MBr_2+\text{جرم حلال}}\times100$$

$$\rightarrow 22/4=\frac{\frac{M}{4}+40}{194+(\frac{M}{4}+40)}\times100\rightarrow 25M+4000=5/6M+5241/6\rightarrow 19/4M=1241/6\rightarrow M=\frac{1241/6}{19/4}=64\,g.mol^{-1}$$

گام دوم) درصد جرمی یون M^{2+} را در محلول نهایی، پس از افزودن ۱۵۰ گرم آب، به دست می‌آوریم:

$$\text{جرم یون } M^{2+} \text{ در محلول نهایی}=0/25\,mol\,MBr_2\times\frac{1\,mol\,M^{2+}}{1\,mol\,MBr_2}\times\frac{64\,g\,M^{2+}}{1\,mol\,M^{2+}}=16\,g\,M^{2+}$$

$$\text{جرم محلول نهایی}=(0/25\,mol\,MBr_2\times\frac{224\,g\,MBr_2}{1\,mol\,MBr_2})+194+150=400\,g$$

$$\rightarrow\text{درصد جرمی یون } M^{2+} \text{ در محلول نهایی}=\frac{\text{جرم یون } M^{2+}}{\text{جرم محلول نهایی}}\times100=\frac{16}{400}\times100=4\%$$

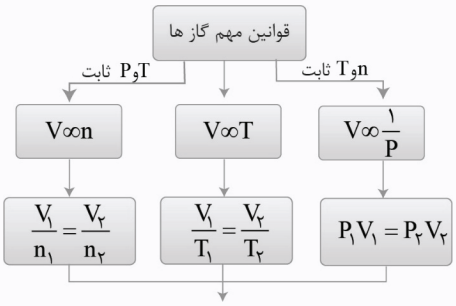
5. به یک سیلندر استوانه‌ای شکل که حاوی گاز هلیم و مجهز به پیستون‌های روان است، مقداری گاز آرگون در فشار ثابت اضافه کرده و هم‌زمان دما را در مقیاس کلوین نصف می‌کنیم. اگر ارتفاع پیستون ۸cm نسبت به حالت اولیه افزایش یابد و جرم نمونه‌ی نهایی، ۲۷ برابر حالت اولیه باشد، ارتفاع اولیه‌ی پیستون چند سانتی‌متر بوده است؟ ($He=4, Ar=40: g.mol^{-1}$)

۱) ۲/۵ ۲) ۵ ۳) ۱۰ ۴) ۱۲

پاسخ: گزینه ۳ | سخت | محاسباتی

درسنامه

جمع‌بندی روابط کمی گازها:



در نهایت داریم: $\frac{P_1V_1}{n_1T_1}=\frac{P_2V_2}{n_2T_2}$

- برای توصیف یک نمونه گاز، افزون بر مقدار، باید دما و فشار آن نیز مشخص باشد، به طوری‌که حجم گاز با مقدار و دمای آن رابطه‌ی مستقیم و با فشار آن رابطه‌ی معکوس دارد.
- در رابطه‌های بالا برای کمیت‌های یکسان، باید از یکاهای مشابهی استفاده کنیم؛ یعنی اگر مثلاً V_1 بر حسب میلی‌لیتر باشد، V_2 نیز باید بر حسب میلی‌لیتر در رابطه قرار گیرد. همچنین حواستون باشه که در این رابطه‌ها، دما حتماً باید بر حسب کلوین باشد.
- رابطه برای تبدیل دما بر حسب درجه‌ی سلسیوس (θ) به دما بر حسب کلوین (T): $T=273+\theta$

گام اول) شمار مول‌های گاز هلیم موجود در سیلندر و گاز آرگون اضافه شده به آن را به ترتیب برابر با x و y در نظر می‌گیریم:

جرم سیلندر در حالت اولیه: $4x$

جرم سیلندر در حالت نهایی: $4x+40y$

$$\frac{\text{جرم سیلندر در حالت نهایی}}{\text{جرم سیلندر در حالت اولیه}}=\frac{4x+40y}{4x}=27\rightarrow\frac{x+10y}{x}=27\rightarrow x+10y=27x\rightarrow 10y=26x\rightarrow y=2/6x$$

گام دوم) با افزودن گاز آرگون به سیلندر، حجم متناسب با شمار مول‌های گازی افزوده شده، افزایش خواهد یافت. همچنین با فرض ثابت ماندن فشار و مقدار گاز، نصف شدن دما در مقیاس کلوین، باعث نصف شدن حجم سیلندر می‌شود؛ بنابراین داریم:

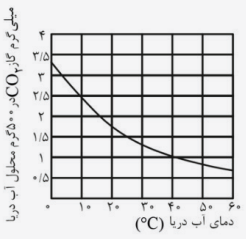
$$\frac{P_1V_1}{n_1T_1}=\frac{P_2V_2}{n_2T_2}\xrightarrow{P\text{ثابت},T_2=\frac{T_1}{2}}\frac{V_1}{x}=\frac{V_2}{(x+y)\times 0/5}$$

$$\rightarrow\frac{V_2}{V_1}=\frac{x+y}{2x}\xrightarrow{y=2/6x}\frac{V_2}{V_1}=\frac{x+2/6x}{2x}=1/8$$

گام سوم) از آن‌جا که سیلندر به شکل استوانه است، حجم آن از حاصل‌ضرب سطح مقطع در ارتفاع به دست می‌آید و با توجه به ثابت بودن سطح مقطع پیستون، حجم پیستون با ارتفاع آن رابطه‌ی مستقیم دارد و می‌توان گفت که:

$$\frac{V_2}{V_1}=\frac{h_2}{h_1}=\frac{h_1+8}{h_1}=1/8\rightarrow h_1=10\text{cm}$$

6. نمودار مقابل، جرم گاز CO_2 حل شده در ۵۰۰ گرم آب دریا را بر حسب دما نشان می‌دهد. با افزایش دمای آب دریا از $10^\circ C$ تا $40^\circ C$، غلظت گاز CO_2 بر حسب ppm چقدر تغییر می‌کند؟ $(C=12, O=16: g.mol^{-1})$



۱) ۳

۲) ۲

۳) ۶

۴) ۴

پاسخ: گزینه ۱ | متوسط | محاسباتی

گام اول) با توجه به نمودار، غلظت گاز CO_2 را بر حسب ppm، در دمای $10^\circ C$ محاسبه می‌کنیم:

$$\text{دمای } 10^\circ C: ppm(CO_2) = \frac{\text{جرم } CO_2}{\text{جرم محلول}} \times 10^6 = \frac{2/5 \times 10^{-3}}{500} \times 10^6 = 5$$

گام دوم) از آن‌جایی که انحلال‌پذیری گازها در آب کم است، جرم محلول پس از افزایش دمای آب دریا به $40^\circ C$ را برابر با جرم اولیه‌ی آن (۵۰۰ گرم) در نظر می‌گیریم. حال بار دیگر با استفاده از نمودار، غلظت گاز CO_2 را بر حسب ppm، در دمای $40^\circ C$ به دست می‌آوریم:

$$\text{دمای } 40^\circ C: ppm(CO_2) = \frac{\text{جرم } CO_2}{\text{جرم محلول}} \times 10^6 = \frac{1 \times 10^{-3}}{500} \times 10^6 = 2$$

بنابراین با افزایش دمای آب دریا از $10^\circ C$ به $40^\circ C$، غلظت گاز CO_2 بر حسب ppm، $5-2=3$ واحد تغییر می‌کند.

7. جمع جبری بار الکتریکی آنیون‌های چهار ترکیب یونی زیر کدام است؟

« $K_2MnO_4, BaO_2, CaCN_2, (NH_4)_3PO_4$ »

۱) -7 ۲) -8 ۳) -9 ۴) -10

پاسخ: گزینه ۳ ساده | مفهومی

درسنامه

فرمول‌نویسی و نام‌گذاری ترکیب‌های یونی دارای یون‌های چنداتمی:

۱) فرمول‌نویسی ترکیب‌های یونی دارای یون‌های چنداتمی مانند فرمول‌نویسی ترکیب‌های یونی دارای یون‌های تک‌اتمی است؛ یعنی ابتدا نماد کاتیون را سمت چپ و نماد آنیون را در سمت راست می‌نویسیم و سپس بار کاتیون را به عنوان زیروند آنیون و بار آنیون را به عنوان زیروند کاتیون قرار می‌دهیم و اگر این زیروندها با هم ساده شدند، آن‌ها را ساده می‌کنیم:

$$A^{m+} \quad B^{n-} \rightarrow A_nB_m$$

فقط در این‌جا دقت کنید که هنگام قرار دادن بار هر یون به عنوان زیروند یون دیگر، یون‌های چنداتمی را داخل پرانتز قرار دهید (مگر این‌که بار یون دیگر، ± 1 باشد).

مثال:

پتاسیم سولفات: $K^+ SO_4^{2-} \Rightarrow K_2SO_4$

منیزیم نیترات: $Mg^{2+} NO_3^- \Rightarrow Mg(NO_3)_2$

آهن(II) فسفات: $Fe^{2+} PO_4^{3-} \Rightarrow Fe_3(PO_4)_2$

آمونیوم کربنات: $NH_4^+ CO_3^{2-} \Rightarrow (NH_4)_2CO_3$

آلومینیم فسفات: $Al^{3+} PO_4^{3-} \Rightarrow Al_3(PO_4)_3 \Rightarrow AlPO_4$

۲) برای نام‌گذاری این‌گونه ترکیب‌ها نیز ابتدا نام کاتیون و سپس نام آنیون آورده می‌شود.

در مورد فلزهایی که یون‌های مثبت با بارهای متنوعی دارند (مانند Fe، Cr و Cu)، در هنگام نوشتن نام کاتیون، باید بار یون با عدد رومی داخل پرانتز آورده شود.

مثال:

فرمول ترکیب	کاتیون سازنده	آنیون سازنده	نام ترکیب
$LiNO_3$	Li^+	NO_3^-	لیتیم نیترات
$CuSO_4$	Cu^{2+}	SO_4^{2-}	مس (II) سولفات
$(NH_4)_2S$	NH_4^+	S^{2-}	آمونیوم سولفید
$Ba(OH)_2$	Ba^{2+}	OH^-	باریم هیدروکسید
NH_4ClO_4	NH_4^+	ClO_4^-	آمونیوم پِرکلرات
$CrPO_4$	Cr^{3+}	PO_4^{3-}	کروم (III) فسفات

نکته لیست یون‌های چندتاتمی که در گوشه و کنار کتاب درسی وجود دارد، را برایتان آماده کرده‌ایم. جدول سمت راست مربوط به یون‌های کتاب دهم است و باید همین الان یادش بگیرید. یون‌هایی که در جدول سمت چپ آورده شده را در سال‌های بعد می‌خوانید و برای کنکور باید آن‌ها را بلد باشید.

نام یون	فرمول یون	نام یون	فرمول یون
آمونیوم	NH_4^+	سولفات	SO_4^{2-}
هیدروکسید	OH^-	فسفات	PO_4^{3-}
نیترات	NO_3^-	کربنات	CO_3^{2-}
پِرکلرات	ClO_4^-		

نام یون	فرمول یون	نام یون	فرمول یون
هیدروژن کربنات	HCO_3^-	اتانوات (استات)	CH_3COO^-
سیانید	CN^-	سیلیکات	SiO_4^{4-}
متانوات (فورمات)	$HCOO^-$	پرمنگنات	MnO_4^-

بیایید به ترتیب هر یک از ترکیب‌ها را بررسی کنیم:

$K_2MnO_4 \Rightarrow 2K^+, MnO_4^{2-}$

$BaO_2 \Rightarrow Ba^{2+}, O_2^{2-}$

$CaCN_2 \Rightarrow Ca^{2+}, CN_2^{2-}$

$(NH_4)_3PO_4 \Rightarrow 3NH_4^+, PO_4^{3-}$

بنابراین جمع جبری بار الکتریکی آنیون‌ها در ترکیب‌های یونی داده شده، برابر با $(-2)+(-2)+(-2)+(-3)=-9$ می‌باشد.

8. غلظت یک نمونه محلول نمک M_2SO_4 برابر ۵۶۰ppm است. اگر شمار مول‌های نمک در ۸۰۰ گرم محلول آن برابر 2×10^{-3} باشد، فلز M کدام است؟ $(O=16, S=32 : g.mol^{-1})$

۱) ^{7}Li ۲) ^{23}Na ۳) ^{39}K ۴) ^{64}Cu

پاسخ: گزینه ۴ ساده | محاسباتی

استراتژی ابتدا با استفاده از رابطه‌ی ppm، جرم حل‌شونده‌ی موجود در محلول را محاسبه کنید، سپس با توجه به جرم و شمار مول‌های نمک (M_2SO_4)، جرم مولی آن را به دست آورید. در نهایت جرم مولی فلز M را محاسبه و این فلز را شناسایی کنید.

گام اول) جرم حل‌شونده‌ی موجود در ۸۰۰ گرم محلول موردنظر را با استفاده از رابطه‌ی ppm، محاسبه می‌کنیم:

$$ppm=\frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}}\times 10^{6} \Rightarrow 560=\frac{\text{جرم حل‌شونده}}{800}\times 10^{6} \Rightarrow \text{جرم حل‌شونده}=8\times 56\times 10^{-3}\ g$$

گام دوم) با استفاده از جرم و شمار مول‌های نمک، جرم مولی آن را حساب می‌کنیم:

$$\text{مول}=\frac{\text{جرم}}{\text{جرم مولی}} \Rightarrow \text{جرم مولی}=\frac{8\times 56\times 10^{-3}}{2\times 10^{-3}}=224\ g.mol^{-1}$$

گام سوم) با استفاده از جرم مولی نمک، جرم مولی فلز M را حساب می‌کنیم:

$$\text{جرم مولی } M_2SO_4=2M+32+4(16)=224 \rightarrow 2M=128 \rightarrow M=64\ g.mol^{-1} \rightarrow {}^{64}Cu$$

کنکورچی‌میگه؟ **غلظت یک نمونه محلول نمک MNO_3، برابر ۱۷۰ppm است. اگر شمار مول‌های نمک در ۳۰۰ گرم محلول آن، به تقریب، برابر 6×10^{-4} باشد، فلز M کدام است؟ $(O=16, N=14: g.mol^{-1})$** (سراسری تجربی داخل ۱۴۰۲)

۱) ^{7}Li ۲) ^{23}Na ۳) ^{39}K ۴) ^{108}Ag

پاسخ: گزینه ۲ متوسط | محاسباتی

گام اول) با استفاده از رابطه‌ی ppm، جرم حل‌شونده در ۳۰۰ گرم محلول را به دست می‌آوریم:

$$ppm=\frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}}\times 10^{6} \Rightarrow 170=\frac{\text{جرم حل‌شونده}}{300}\times 10^{6} \Rightarrow \text{جرم حل‌شونده}=3\times 17\times 10^{-3}\ g$$

گام دوم) با استفاده از جرم و شمار مول‌های نمک، جرم مولی آن را حساب می‌کنیم:

$$\text{مول}=\frac{\text{جرم}}{\text{جرم مولی}} \Rightarrow \text{جرم مولی}=\frac{3\times 17\times 10^{-3}}{6\times 10^{-4}}=85\ g.mol^{-1}$$

گام سوم) با استفاده از جرم مولی نمک، جرم مولی فلز M را حساب می‌کنیم:

$$\text{جرم مولی } MNO_3=M+14+3(16)=85 \Rightarrow M=23\ g.mol^{-1} \Rightarrow {}^{23}Na$$

9. اگر ۵ میلی‌لیتر از محلول ۳۶/۵ درصد جرمی هیدروکلریک اسید به ۱۰ لیتر آب اضافه شود، غلظت یون کلرید در محلول جدید به تقریب برابر با ۲۱۳ppm می‌شود. چگالی محلول اولیه هیدروکلریک اسید چند گرم بر میلی‌لیتر بوده است؟

$(H=1, Cl=35/5: g.mol^{-1}, d_{\text{محلول نهایی}}=1\ g.mL^{-1})$

۱) ۱/۲ ۲) ۱/۳ ۳) ۱/۴ ۴) ۱/۵

پاسخ: گزینه ۱ متوسط | محاسباتی

نکته

فرمول‌های ppm ⇒

- $\xrightarrow{(1)} ppm=\frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}}\times 10^{6}$ (برای همه‌ی محلول‌ها)
- $\xrightarrow{(2)} ppm=\frac{\text{جرم حل‌شونده}(mg)}{\text{جرم محلول}(kg)}$ (برای همه‌ی محلول‌ها)
- $\xrightarrow{(3)} ppm=\frac{\text{جرم حل‌شونده}(mg)}{\text{جرم حلال}(kg)}$ (برای محلول‌های بسیار رقیق)
- $\xrightarrow{(4)} ppm=\frac{\text{جرم حل‌شونده}(mg)}{\text{حجم محلول}(L)}$ (برای محلول‌های بسیار رقیق که حلال آن‌ها آب است)

روش اول: گام اول) جرم یون کلرید (Cl^-) را در محلول نهایی محاسبه می‌کنیم:

$$ppm(Cl^-)=\frac{\text{جرم یون } Cl^-(mg)}{\text{حجم محلول}(L)}\rightarrow ۲۱۳=\frac{x}{۱۰}\rightarrow x=۲۱۳۰mg\,Cl^-\times\frac{۱g}{۱۰۰۰mg}=۲/۱۳g\,Cl^-$$

گام دوم) جرم محلول هیدروکلریک اسید اولیه $(HCl(aq))$ را با توجه به جرم یون کلرید (Cl^-) موجود در آن، به دست می‌آوریم:

$$۲/۱۳g\,Cl^-\times\frac{۱mol\,Cl^-}{۳۵/۵g\,Cl^-}\times\frac{۱mol\,HCl}{۱mol\,Cl^-}\times\frac{۳۶/۵g\,HCl}{۱mol\,HCl}\times\frac{۱۰۰g\,\text{محلول}\,HCl}{۳۶/۵g\,HCl}=۶g\,\text{محلول}\,HCl$$

گام سوم) حالا که جرم محلول اولیه و حجم آن را داریم، به راحتی می‌توانیم چگالی آن را بر حسب گرم بر میلی‌لیتر $(g.mL^{-1})$ محاسبه کنیم:

$$\text{چگالی}=\frac{\text{جرم}}{\text{حجم}}=\frac{۶}{۵}=۱/۲g.mL^{-1}$$

روش دوم: گام اول) جرم و شمار مول‌های یون کلرید (Cl^-) را در محلول نهایی محاسبه می‌کنیم:

$$ppm(Cl^-)=\frac{\text{جرم یون } Cl^-(mg)}{\text{حجم محلول}(L)}\rightarrow ۲۱۳=\frac{x}{۱۰}\rightarrow x=۲۱۳۰mg\,Cl^-\times\frac{۱g}{۱۰۰۰mg}=۲/۱۳g\,Cl^-\times\frac{۱mol\,Cl^-}{۳۵/۵g\,Cl^-}=۰/۰۶mol\,Cl^-$$

گام دوم) با توجه به شمار مول‌های یون کلرید (Cl^-)، شمار مول‌های هیدروکلریک اسید (HCl) را در محلول نهایی به دست می‌آوریم که برابر با شمار مول‌های HCl در محلول اولیه است، پس با استفاده از حجم محلول اولیه، غلظت مولی محلول اولیه را محاسبه می‌کنیم:

$$۰/۰۶mol\,Cl^-\times\frac{۱mol\,HCl}{۱mol\,Cl^-}=۰/۰۶mol\,HCl\rightarrow\text{غلظت مولی}=\frac{\text{شمار مول‌های حل‌شونده}}{\text{حجم محلول (لیتر)}}=\frac{۶\times۱۰^{-۲}mol}{۵mL\times\frac{۱L}{۱۰۰۰mL}}=۱۲mol.L^{-1}$$

گام سوم) حالا که درصد جرمی و غلظت مولی محلول اولیه را داریم، می‌توانیم با استفاده از رابطه‌ی «$M=\frac{۱۰ad}{\text{جرم مولی}}$»، چگالی محلول را حساب کنیم:

$$M=\frac{۱۰ad}{\text{جرم مولی}}\rightarrow ۱۲=\frac{۱۰\times۳۶/۵\times d}{۳۶/۵}\rightarrow d=۱/۲g.mL^{-1}$$

10. اگر واکنش‌های موازنه نشده‌ی زیر، به ترتیب فرایند تولید اوزون تروپوسفری را نشان دهند، کدام مورد در ارتباط با آن‌ها نادرست است؟ $(O=۱۶g.mol^{-1})$

I) $X(g)+O_۲(g)\rightarrow Y(g)$

II) $Y(g)+O_۲(g)\rightarrow Z(g)$

III) $Z(g)+O_۲(g)\rightarrow Y(g)+O_۳(g)$

۱) گاز Z، یک گاز قهوه‌ای‌رنگ است که موجب می‌شود هوای آلوده‌ی کلانشهرها اغلب به رنگ قهوه‌ای روشن دیده شود.

۲) برای تولید ۵۴ گرم گاز اوزون، در مجموع ۹۶ گرم گاز اکسیژن مصرف می‌شود.

۳) واکنش (I) در هنگام رعد و برق و واکنش (III) در حضور نور خورشید انجام می‌شود.

۴) مجموع ضرایب استوکیومتری مواد واکنش‌دهنده در معادله‌ی موازنه شده‌ی سه واکنش فوق، برابر با ۷ است.

پاسخ: گزینه ۲ سخت | مفهومی، محاسباتی

درسنامه

مراحل تشکیل اوزون تروپوسفری به صورت زیر است:

مرحله‌ی اول: گاز نیتروژن $(N_۲)$ به عنوان اصلی‌ترین جزء سازنده‌ی هواکره، واکنش‌پذیری بسیار کمی دارد و به‌طور معمول با اکسیژن هوا $(O_۲)$

واکنش نمی‌دهد، اما **هنگام رعد و برق و بالا رفتن دما**، این دو گاز در هواکره با یک‌دیگر ترکیب شده و به اکسیدهای نیتروژن تبدیل می‌شوند:

$$N_2(g)+O_2(g)\rightarrow 2NO(g) \qquad 2NO(g)+O_2(g)\rightarrow 2NO_2(g)$$

در هوای آلوده‌ی شهرهای صنعتی و بزرگ، به مقدار قابل توجهی اکسیدهای نیتروژن وجود دارد. این گازها از واکنش گازهای نیتروژن و اکسیژن **درون موتور خودرو و در دمای بالا** به وجود می‌آیند.

شرایط واکنش گازهای N_2 و O_2 هواکره با یک‌دیگر و تولید اکسیدهای نیتروژن (NO و NO_2) در لایه‌ی تروپوسفر | هنگام رعد و برق / درون موتور خودرو در دمای بالا

نکته گاز نیتروژن دی‌اکسید (NO_2) به رنگ قهوه‌ای است، به همین دلیل هوای آلوده‌ی کلان‌شهرها اغلب به رنگ قهوه‌ای روشن دیده می‌شود.

مرحله‌ی دوم: در هوای آلوده‌ی حاوی گاز نیتروژن دی‌اکسید و در حضور نور خورشید، واکنش زیر رخ می‌دهد و مقداری گاز اوزون تولید می‌شود:

$$NO_2(g)+O_2(g)\xrightarrow{\text{نورخورشید}} NO(g)+\underbrace{O_3(g)}_{\text{اوزون تروپوسفری}}$$

فرایند تولید اوزون (O_3) تروپوسفری، شامل سه واکنش زیر است:

$$\text{I)}\ N_2(g)+O_2(g)\rightarrow 2NO(g)$$

$$\text{II)}\ 2NO(g)+O_2(g)\rightarrow 2NO_2(g)$$

$$\text{III)}\ NO_2(g)+O_2(g)\rightarrow NO(g)+O_3(g)$$

بنابراین گازهای X، Y و Z به ترتیب گازهای N_2، NO و NO_2 هستند. با جمع کردن معادله‌ی واکنش‌های فوق، معادله‌ی کلی واکنش انجام شده به صورت زیر خواهد بود:

$$N_2(g)+4O_2(g)\rightarrow 2NO(g)+2O_3(g)$$

توجه: برای برابر شدن ضریب NO_2 در واکنش‌های (II) و (III)، ضرایب واکنش (III) در عدد ۲ ضرب شده است.

حال بر اساس این معادله‌ی کلی باید محاسبه کنیم که برای تولید ۵۴ گرم گاز اوزون (O_3)، چند گرم گاز اکسیژن (O_2) مصرف می‌شود:

$$54gO_3\times\frac{1molO_3}{48gO_3}\times\frac{4molO_2}{2molO_3}\times\frac{32gO_2}{1molO_2}=72gO_2$$

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ گاز NO_2 قهوه‌ای رنگ است و هوای آلوده‌ی کلانشهرها اغلب به دلیل وجود این گاز در هواکره به رنگ قهوه‌ای روشن دیده می‌شود.

۳ واکنش (I)، با توجه به این که گاز نیتروژن (N_2) واکنش‌پذیری کمی داشته و به‌طور معمول با اکسیژن هواکره واکنش نمی‌دهد، نیاز به دمای خیلی بالا برای انجام شدن دارد و تنها هنگام رعد و برق و درون موتور خودروها این دو گاز ترکیب شده و به اکسیدهای نیتروژن تبدیل می‌شوند. همچنین بر اساس کتاب درسی، واکنش (III) در حضور نور خورشید انجام شده و گاز اوزون (تروپوسفری) تولید می‌شود:

$$NO_2(g)+O_2(g)\xrightarrow{\text{نورخورشید}} NO(g)+O_3(g)$$

۴ مجموع ضرایب استوکیومتری مواد واکنش‌دهنده در معادله‌ی موازنه شده‌ی سه واکنش فوق، برابر با $2+3+2=7$ می‌باشد.

11. یک نمونه به جرم ۰/۶۴۰ گرم از یک اکسید فلزی با فرمول M_2O_3 به ۰/۷۰۴ گرم سولفید این فلز به فرمول MS تبدیل می‌شود. جرم مولی فلز M چند گرم بر مول است؟ (فراورده‌های دیگر این واکنش فاقد M هستند.) $(O=16, S=32: g.mol^{-1})$

۱) ۵۲ ۲) ۵۶ ۳) ۵۹ ۴) ۶۴

پاسخ: گزینه ۲ متوسط | محاسباتی

در واکنش موردنظر، اکسید فلز M با فرمول شیمیایی M_2O_3 به سولفید آن با فرمول شیمیایی MS تبدیل می‌شود؛ بنابراین با توجه به شمار اتم(های) M در این دو ترکیب، داریم:

$$M_2O_3 \sim 2MS$$

$$\Rightarrow \frac{g\,M_2O_3}{\text{جرم مولی}\times\text{ضریب}} = \frac{g\,MS}{\text{جرم مولی}\times\text{ضریب}} \rightarrow \frac{0/64}{1\times(2M+48)} = \frac{0/704}{2\times(M+32)}$$

آفرود در درس ریاضی می‌خوانید که اگر دو کسر با هم برابر باشند، می‌توان صورت‌های دو کسر را باهم و مخرج‌های آن‌ها را با هم جمع یا تفریق کرد و کسری برابر با آن‌ها به دست آورد؛ یعنی این‌جوری:

$$\boxed{\frac{a}{b}=\frac{c}{d} \Rightarrow \frac{a+c}{b+d}=\frac{a-c}{b-d}=\frac{a}{b}=\frac{c}{d}}$$

مثال: فرض کنید در مسئله‌ای به معادله‌ی $\frac{78}{4x}=\frac{94}{4x+32}$ رسیده‌ایم:

$$\frac{78}{4x}=\frac{94}{4x+32}=\frac{16}{32}=\frac{1}{2} \Rightarrow \frac{78}{4x}=\frac{1}{2} \Rightarrow 2x=78 \Rightarrow x=39$$

با توجه به نکته‌ی بالا داریم:

$$\frac{0/64}{1\times(2M+48)}=\frac{0/704}{2\times(M+32)}=\frac{0/064}{16}=\frac{4}{1000}$$

$$\rightarrow \frac{0/64}{2M+48}=\frac{4}{1000} \rightarrow 2M+48=160 \rightarrow 2M=112 \rightarrow M=56\,g.mol^{-1}$$

12. اگر مخلوطی از آهن (II) اکسید و آهن (III) اکسید به جرم ۱۰ گرم را به آهن خالص تبدیل کنیم، ۷/۲۸ گرم آهن به دست می‌آید. چند درصد جرم مخلوط اولیه را آهن (III) اکسید تشکیل داده است؟ $(O=16, Fe=56: g.mol^{-1})$

۱) ۶۴ ۲) ۳۶ ۳) ۵۶ ۴) ۴۴

پاسخ: گزینه ۱ سخت | محاسباتی

استراتژی با توجه به کل جرم مخلوط اولیه که برابر با ۱۰ گرم است، جرم آهن (II) اکسید (FeO) و آهن (III) اکسید (Fe_2O_3) موجود در مخلوط را به ترتیب برابر با x و $10-x$ گرم در نظر بگیرید. سپس جرم آهن (Fe) موجود در هریک از این اکسیدها را بر حسب x محاسبه کنید و با توجه به کل جرم فلز آهن حاصل از مخلوط، مقدار x را به دست آورید. در نهایت کافی است که درصد جرمی Fe_2O_3 را در مخلوط اولیه حساب کنید.

اگر جرم آهن (II) اکسید (FeO) موجود در مخلوط اولیه را x گرم در نظر بگیریم، جرم آهن (III) اکسید (Fe_2O_3) موجود، برابر با $(10-x)$ گرم خواهد بود. حال بر اساس جرم فلز آهن (Fe) به دست آمده، مقدار x را حساب می‌کنیم:

$$\text{جرم Fe موجود در FeO}: x\,g\,FeO\times\frac{1\,mol\,FeO}{72\,g\,FeO}\times\frac{1\,mol\,Fe}{1\,mol\,FeO}\times\frac{56\,g\,Fe}{1\,mol\,Fe}=\frac{7}{9}x\,g\,Fe$$

$$\text{جرم Fe موجود در } Fe_2O_3: (10-x)\,g\,Fe_2O_3\times\frac{1\,mol\,Fe_2O_3}{160\,g\,Fe_2O_3}\times\frac{2\,mol\,Fe}{1\,mol\,Fe_2O_3}\times\frac{56\,g\,Fe}{1\,mol\,Fe}=(10-x)\times 0/7\,g\,Fe=(7-0/7x)\,g\,Fe$$

$$\rightarrow \frac{7}{9}x+7-0/7x=7/28 \rightarrow 7(\frac{x}{9}-\frac{x}{10}+1)=7/28 \rightarrow \frac{x}{90}+1=1/04 \rightarrow x=3/6\,g$$

بنابراین در مخلوط اولیه، ۳/۶ گرم FeO و $10-3/6=6/4$ گرم Fe_2O_3 داریم. در نهایت باید محاسبه کنیم که چند درصد از جرم مخلوط

اولیه را Fe_2O_3 تشکیل می‌دهد:

$$\text{درصد جرمی } Fe_2O_3 \text{ در مخلوط اولیه} = \frac{\text{جرم } Fe_2O_3}{\text{کل جرم مخلوط اولیه}} \times 100 = \frac{6/4}{10} \times 100 = 64\%$$

13. کدام مطلب در ارتباط با آمونیاک و واکنش تهیه‌ی آن از گازهای نیتروژن و هیدروژن (واکنش هابر) درست است؟

۱) در شرایط یکسان، نقطه‌ی جوش و چگالی گاز آمونیاک از نقطه‌ی جوش و چگالی هر کدام از گازهای نیتروژن و هیدروژن، بالاتر است.

۲) آمونیاک یکی از کودهای شیمیایی نیتروژن‌دار است و به‌طور مستقیم به گیاه تزریق می‌شود.

۳) بزرگ‌ترین چالش هابر، یافتن شرایط بهینه برای انجام این واکنش بود، زیرا این واکنش در دما و فشار اتاق به آرامی انجام می‌شد.

۴) حتی با انجام واکنش در دما و فشار مناسب با حضور ورقه‌ی آهنی، همهٔ واکنش‌دهنده‌ها به فراورده تبدیل نخواهد شد.

پاسخ: گزینه ۴ متوسط | حفظی، مفهومی

درسنامه

هرچند گاز N_2 واکنش‌پذیری ناچیزی دارد، اما در صنعت، مواد گوناگونی از جمله آمونیاک (NH_3) را از آن تهیه می‌کنند. هابر به دلیل تهیه‌ی آمونیاک از گازهای H_2 و N_2 برنده‌ی جایزه‌ی نوبل شیمی شد.

$$3H_2(g) + N_2(g) \xrightarrow{\text{شرایط بهینه}} 2NH_3(g)$$

هابر برای تهیه‌ی آمونیاک با دو چالش عمده روبه‌رو شد:

۱) واکنش در دما و فشار اتاق انجام نمی‌شد. $\xleftarrow{\text{راه‌حل هابر}}$ واکنش را در دماها و فشارهای گوناگون انجام داد تا درنهایت دریافت که این واکنش در دما و فشار مناسب با حضور ورقهٔ آهن به عنوان کاتالیزگر به صورت بهینه انجام می‌شود.

توجه: **واکنش تولید آمونیاک از گازهای هیدروژن و نیتروژن برگشت‌پذیر است و در آن، همه‌ی واکنش‌دهنده‌ها به فراورده‌ها تبدیل نمی‌شوند**؛ یعنی در ظرف واکنش هر سه گاز هیدروژن، نیتروژن و آمونیاک وجود دارد؛ بنابراین چالش دوم هابر این بود که:

۲) چگونه می‌توان فراورده‌ی واکنش (آمونیاک) را از مخلوط واکنش جدا کرد؟ $\xleftarrow{\text{راه‌حل هابر}}$ پس از انجام واکنش، دما را کمی پایین‌تر از نقطه‌ی جوش آمونیاک آورد تا فقط آمونیاک مایع شده و از مخلوط خارج شود.

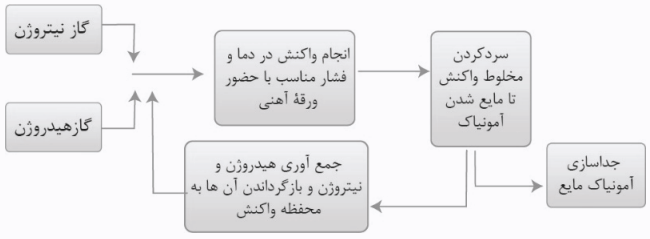
توجه: مقایسه‌ی نقطه‌ی جوش مواد شرکت‌کننده در واکنش تولید آمونیاک به صورت زیر است:

$$\text{نقطه‌ی جوش}: \underset{-33^\circ C}{NH_3} > \underset{-196^\circ C}{N_2} > \underset{-253^\circ C}{H_2}$$

نکته دمـــا را به هیچ‌وجه نباید پایین‌تر از دمای جوش نیتروژن و هیدروژن آورد؛ چون این‌طوری این دو گاز نیز مایع شـــده و با آمونیاک مایع مخلوط می‌شوند.

در فرایند هابر، N_2 و H_2 واکنش نداده را به ظرف اصلی واکنش برمی‌گردانند تا دوباره با هم واکنش دهند.

$$\text{در شرایط بهینه}: 3H_2(g) + N_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$$



واکنش تولید آمونیاک از گازهای هیدروژن و نیتروژن **برگشت‌پذیر** است؛ بنابراین حتی در شرایط بهینه، همه‌ی واکنش‌دهنده‌ها به فراورده تبدیل نمی‌شود و در ظرف واکنش، هر سه گاز هیدروژن، نیتروژن و آمونیاک موجود خواهند بود.

$$N_2(g) + 3H_2(g) \xrightleftharpoons{\text{دما و فشار بالا و ورقه‌ی آهنی}} 2NH_3(g)$$

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ نقطه‌ی جوش آمونیاک ($-۳۳^\circ C$)، نسبت به نیتروژن ($-۱۹۶^\circ C$) و هیدروژن ($-۲۵۳^\circ C$) بالاتر است، اما با توجه به این که در شرایط یکسان، چگالی گازها متناسب با جرم مولی آنها است، مقایسه‌ی چگالی این سه گاز به صورت زیر می‌باشد:

$$\text{چگالی} = \frac{\text{جرم}}{\text{حجم}} = \frac{\text{جرم مولی}}{\text{حجم مولی}} \xrightarrow{\text{حجم مولی همه گازها در شرایط یکسان برابر است}} \text{چگالی} \propto \text{جرم مولی}$$

$$\text{مقایسه‌ی جرم مولی}: N_۲ > NH_۳ > H_۲ \rightarrow \text{مقایسه‌ی چگالی}: N_۲ > NH_۳ > H_۲$$

بنابراین **در شرایط یکسان، چگالی گاز آمونیاک از گاز هیدروژن بیشتر، اما از گاز نیتروژن کم‌تر است.**

۲ کشاورزان، کودهای شیمیایی نیتروژن‌دار را به خاک اضافه می‌کنند. یکی از این کودها، آمونیاک است که به‌طور مستقیم به **خاک** (نه گیاه!) تزریق می‌شود.

۳ دقت کنید که واکنش میان گازهای نیتروژن ($N_۲$) و هیدروژن ($H_۲$) در **دما و فشار اتاق** (حتی در حضور کاتالیزگر!) انجام نمی‌شود!

14. کدام ویژگی‌ها در گاز اوزون، بیشتر از گاز اکسیژن است؟

آ) نقطه‌ی جوش

ب) واکنش‌پذیری

پ) غلظت در لایه‌ی استراتوسفر

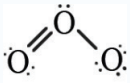
ت) نسبت شمار جفت الکترون‌های پیوندی به شمار جفت الکترون‌های ناپیوندی

۱) آ، ت ۲) آ، ب ۳) آ، ب، پ ۴) ب، پ، ت

پاسخ: گزینه ۲ متوسط | مفهومی

درسنامه:

مقایسه‌ی ویژگی‌های آلوتروپ‌های عنصر اکسیژن (اکسیژن ($O_۲$) و اوزون ($O_۳$)) به صورت زیر است:

آلوتروپ	$O_۲$	$O_۳$
ساختار لوویس	$\ddot{O}=\ddot{O}$	 (خمیده یا V شکل)
نقطه‌ی جوش	$-۱۸۳^\circ C$ (کم‌تر)	$-۱۱۲^\circ C$ (بیشتر)
مایع شدن	سخت‌تر	آسان‌تر
رنگ در حالت مایع	آبی کم‌رنگ	آبی پررنگ
واکنش‌پذیری	کم‌تر	بیشتر (گندزدا)
پایداری	بیشتر	کم‌تر
قطبیت	ناقطبی	قطبی
انحلال‌پذیری در آب	کم‌تر	بیشتر

ویژگی‌های (آ) و (ب) در اوزون ($O_۳$) بیشتر از اکسیژن ($O_۲$) هستند.

بررسی همه‌ی موارد:

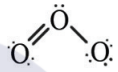
آ نقطه‌ی جوش اوزون $(-۱۱۲^\circ C)$ از نقطه‌ی جوش اکسیژن $(-۱۸۳^\circ C)$ بالاتر است.

بالاتر بودن نقطه‌ی جوش اوزون نسبت به اکسیژن، به دلیل قطبی بودن و بیشتر بودن جرم مولی آن است؛ پس در شرایط یکسان، اوزون راحت‌تر از اکسیژن به مایع تبدیل می‌شود.

ب اوزون نسبت به اکسیژن سطح انرژی بالاتری داشته و واکنش‌پذیرتر است و در صنعت از گاز $O_۳$ برای گندزدایی میوه‌ها، سبزیجات و از بین بردن جانداران ذره‌بینی درون آب استفاده می‌شود.

پ درست است که بیشترین مقدار اوزون در لایه‌ی استراتوسفر یافت می‌شود، اما حواستان باشد که در همه‌ی **لایه‌های هواکره (حتی لایه‌ی استراتوسفر!) درصد حجمی اوزون نسبت به اکسیژن خیلی کم‌تر است** و اکسیژن به‌طور عمده به شکل مولکول‌های دواتمی $(O_۲)$ در هواکره وجود دارد.

ت در هر دو مولکول $O_۲$ و $O_۳$، نسبت شمار جفت الکترون‌های پیوندی به ناپیوندی، برابر $\frac{۱}{۲}$ است:



$\Rightarrow \frac{\text{شمار جفت الکترون‌های پیوندی}}{\text{شمار جفت الکترون‌های ناپیوندی}} = \frac{۳}{۶} = \frac{۱}{۲}$

$\ddot{O}=\ddot{O} \Rightarrow \frac{\text{شمار جفت الکترون‌های پیوندی}}{\text{شمار جفت الکترون‌های ناپیوندی}} = \frac{۲}{۴} = \frac{۱}{۲}$

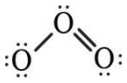
کنکورچی‌میگه؟ **چند عبارت زیر، اگر در جای خالی جمله‌ی «..... مولکول اوزون در مقایسه با مولکول اکسیژن بیشتر است.» گذاشته شود، مفهوم علمی درستی را در بر خواهد داشت؟** (سراسری تجربی داخل ۱۴۰۱)

- **شمار الکترون‌های ناپیوندی**
- **شمار الکترون‌های پیوندی**
- **پایداری**
- **واکنش‌پذیری**
- **نقطه‌ی جوش**

۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۴ ۴) ۵

پاسخ: گزینه ۳ متوسط | مفهومی

به‌جز «پایداری»، بقیه‌ی موارد، جمله‌ی داده شده را به درستی کامل می‌کنند.

اوزون ⇐ 

اکسیژن ⇐ $\ddot{O}=\ddot{O}$

شمار الکترون‌های پیوندی و ناپیوندی در ساختار $O_۳$ بیشتر از $O_۲$ است. مولکول اوزون واکنش‌پذیری بیشتر و در نتیجه پایداری کم‌تری نسبت به مولکول اکسیژن دارد. همچنین نقطه‌ی جوش اوزون از اکسیژن بیشتر است.

---

15. کدام مورد نادرست است؟ $(H=۱, C=۱۲, O=۱۶ : g.mol^{-۱})$

۱) برای شناسایی یون نقره در یک محلول آبی می‌توان از فراوان‌ترین آنیون حل‌شده در آب دریا استفاده کرد.

۲) برای شناسایی یون باریم در یک محلول آبی می‌توان از فراوان‌ترین آنیون چنداتمی حل‌شده در آب دریا استفاده کرد.

۳) بیشتر آب‌های روی زمین شور است و به جای استفاده از آن‌ها در کشاورزی و مصارف خانگی فقط می‌توان آن‌ها را در صنعت به کار برد.

۴) در مخلوطی شامل ۹ گرم آب و ۲۰ گرم اتانول، آب نقش حلال را دارد.

پاسخ: گزینه ۳ ساده | حفظی

بیشتر آب‌های روی زمین شور هستند و نمی‌توان از آن‌ها در **کشاورزی، مصارف خانگی** و **صنعتی** استفاده کرد؛ از این‌رو تهیه‌ی آب شیرین و آشامیدنی، همچنین آب مورداستفاده در کشاورزی، صنعت و دیگر حوزه‌ها یکی از چالش‌های اساسی در سطح جهان است؛ بنابراین از آب‌های شور حتی در صنعت نیز نمی‌توان استفاده کرد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ و ۲ :

آفرود برای شناسایی یون‌های موجود در محلول‌های آبی، می‌توان محلول یک ترکیب یونی دیگر را به محلول اولیه اضافه کرد. به گونه‌ای که یون موردنظر، تشکیل رسوب (ماده‌ی نامحلول) دهد.

هدف: شناسایی یون	آنیونی که باید اضافه کرد	واکنش انجام شده	رسوب ایجاد شده
$Ag^{+}(aq)$	$Cl^{-}(aq)$	$AgNO_{۳}(aq)+NaCl(aq)\rightarrow AgCl(s)+NaNO_{۳}(aq)$	$AgCl$ (سفیدرنگ)
$Ca^{۲+}(aq)$	$PO_{۴}^{۳-}(aq)$	$۲Na_{۳}PO_{۴}(aq)+۳CaCl_{۲}(aq)\rightarrow Ca_{۳}(PO_{۴})_{۲}(s)+۶NaCl(aq)$	$Ca_{۳}(PO_{۴})_{۲}$ (سفیدرنگ)
$Ba^{۲+}(aq)$	$SO_{۴}^{۲-}(aq)$	$Na_{۲}SO_{۴}(aq)+BaCl_{۲}(aq)\rightarrow BaSO_{۴}(s)+۲NaCl(aq)$	$BaSO_{۴}$ (سفیدرنگ)

برای شناسایی یون نقره (Ag^{+}) در یک محلول آبی، می‌توان از یون کلرید (Cl^{-}) استفاده کرد که فراوان‌ترین آنیون حل شده در آب دریا می‌باشد. همچنین برای شناسایی یون باریم $(Ba^{۲+})$ در یک محلول آبی، می‌توان از یون سولفات $(SO_{۴}^{۲-})$ استفاده کرد که فراوان‌ترین آنیون چنداتمی موجود در آب دریا می‌باشد.

۴ هر محلول از دو جزء حلال و حل‌شونده تشکیل شده است. حلال جزئی از محلول است که حل‌شونده را در خود حل می‌کند و شمار مول‌های آن (نه جرم آن!) بیشتر است.

$$\text{مول}=\frac{\text{جرم}}{\text{جرم مولی}}\rightarrow \left.\begin{array}{l}\text{مول آب}(H_{۲}O)=\frac{۹}{۱۸}=۰/۵\\ \text{مول اتانول}(C_{۲}H_{۵}OH)=\frac{۲۰}{۴۶}<(\frac{۲۳}{۴۶}=۰/۵)\end{array}\right\}\rightarrow \text{آب حلال است}$$

1. اگر فرمول مولکولی ترکیب دوتایی حاصل از دو نافلز A و B به صورت ..... باشد، ..... (A و B متعلق به دورهٔ دوم جدول تناوبی بوده و عدد اتمی B بزرگ‌تر از عدد اتمی A است.)

۱) AB – اتم B سر مثبت مولکول را تشکیل می‌دهد.

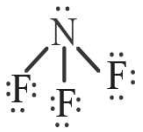
۲) AB_2 – این مولکول به یقین در میدان الکتریکی جهت‌گیری می‌کند.

۳) AB_4 – در شرایط یکسان، این ترکیب گازی در مقایسه با گاز متان، دشوارتر به مایع تبدیل می‌شود.

۴) AB_3 – باریکه‌ای از این ترکیب در حالت مایع به وسیله‌ی میلهٔ شیشه‌ای باردار منحرف خواهد شد.

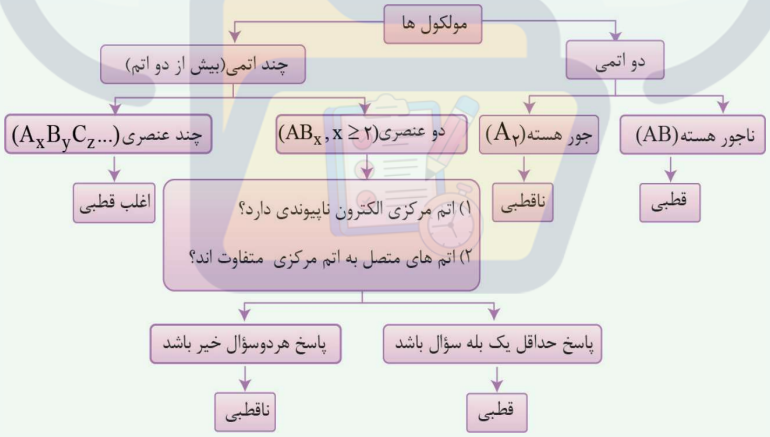
پاسخ: گزینه ۴ متوسط | مفهومی

سرنخ برای حل این سوال بهتر است با توجه به فرمول مولکولی، ترکیبات مختلفی را حدس بزنی و بعد حل کنی!



در دورهٔ دوم جدول تناوبی، نافلزهای واکنش‌پذیر کربن ($_6C$)، نیتروژن ($_7N$)، اکسیژن ($_8O$) و فلوئور ($_9F$) وجود دارند. با این عناصر تنها یک ترکیب با فرمول کلی AB_3 ایجاد می‌شود که آن هم NF_3 است. در مولکول NF_3 با این‌که اتم‌های کناری یکسان هستند اما به دلیل حضور جفت الکترون ناپیوندی روی اتم مرکزی (N)، این مولکول قطبی است، بنابراین باریکه مایعی از آن به وسیلهٔ میلهٔ شیشه‌ای باردار منحرف خواهد شد.

نکته به کمک نمودار زیر به راحتی می‌توانیم قطبی یا ناقطبی بودن یک مولکول را تشخیص بدهیم:



بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ ترکیبات با فرمول کلی AB، کربن مونوکسید (CO) و نیتروژن مونوکسید (NO) هستند. هر دو مولکول قطبی بوده و خاصیت نافلزی اتم اکسیژن از اتم‌های کربن و نیتروژن بیشتر است، از این‌رو اتم B (اتم اکسیژن) در هر دو مولکول دارای بار جزئی منفی بوده و سر منفی مولکول را تشکیل می‌دهد و اتم‌های C و N سر مثبت مولکول‌ها هستند.

$:C \equiv O:$ $:\dot{N}=\ddot{O}:$

نکته مقایسهٔ خصلت نافلزی (قدرت الکترون‌گیری) چند عنصر مهم:

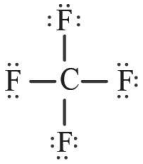
افزایش خصلت نافلزی ←

$F > O > N > Cl > Br > S > C > H$

۲ ترکیبات با فرمول کلی AB_2، کربن دی‌اکسید (CO_2) و نیتروژن دی‌اکسید (NO_2) هستند. CO_2 برخلاف NO_2، یک مولکول ناقطبی است و در نتیجه در میدان الکتریکی جهت‌گیری نمی‌کند.

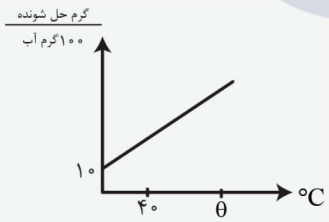
$:\ddot{O}=C=\ddot{O}:$ $:\ddot{\underset{..}{O}}-\dot{N}=\ddot{O}:$

۳ با این عناصر تنها یک ترکیب با فرمول کلی AB_4 وجود دارد که کربن تترافلوئورید (CF_4) است. متان (CH_4) و CF_4 هر دو از جمله ترکیبات ناقطبی هستند، اما به دلیل جرم مولی بیشتر CF_4 نسبت به CH_4، در CF_4 نیروهای بین‌مولکولی قوی‌تر و نقطه جوش بالاتر است. بنابراین در مقایسهٔ با متان، آسان‌تر به مایع تبدیل می‌شود.



مشاوره تعیین قطبیت مولکول‌ها و مقایسهٔ نقطهٔ جوش و نیروی بین‌مولکولی آن‌ها از جمله موضوعات مورد علاقه طراحان کنکوره! پس بهتره این بخش رو خوب یاد بگیری!

۲ . نمودار انحلال‌پذیری نمک A در آب بر حسب دما به صورت زیر است. اگر درصد جرمی محلول سیرشدهٔ نمک A در دماهای $40^\circ C$ و $\theta^\circ C$ به ترتیب برابر با ۲۰ و ۲۵ باشد، دمای θ به تقریب کدام است؟



۱) ۶۲

۲) ۷۵

۳) ۵۶

۴) ۸۳

پاسخ: گزینه ۱ متوسط | محاسباتی

استراتژی ابتدا از روی درصد جرمی محلول در دماهای $40^\circ C$ و $\theta^\circ C$، انحلال‌پذیری نمک را در این دو دما محاسبه می‌کنیم، سپس با توجه به نمودار و انحلال‌پذیری نمک در دمای $0^\circ C$، معادلهٔ انحلال‌پذیری نمک را به دست آورده و در نهایت دمای θ را محاسبه می‌کنیم.

گام اول: با توجه به درصد جرمی محلول، انحلال‌پذیری نمک را در دماهای $۴۰^\circ C$ و $\theta^\circ C$ به دست می‌آوریم:

دمای $۴۰^\circ C$: درصد جرمی محلول سیرشده نمک در این دما برابر ۲۰٪ است، این بدان معنا است که در ۱۰۰ گرم محلول، ۲۰ گرم نمک و ۸۰ گرم حلال (آب خالص) وجود دارد ، بنابراین انحلال‌پذیری نمک در دمای $۴۰^\circ C$ برابر است با:

$$۲۰g\,\text{نمک} \times \frac{۱۰۰g\,\text{آب}}{۸۰g\,\text{آب}} = ۲۵g\,\text{نمک}$$

دمای $\theta^\circ C$: درصد جرمی محلول در این دما برابر ۲۵٪ است، یعنی در ۱۰۰ گرم محلول، ۲۵ گرم نمک و ۷۵ گرم حلال (آب خالص) وجود دارد؛ بنابراین انحلال‌پذیری نمک در دمای $\theta^\circ C$ برابر است با:

$$۲۵g\,\text{نمک} \times \frac{۱۰۰g\,\text{آب}}{۷۵g\,\text{آب}} = \frac{۱۰۰}{۳}g\,\text{نمک}$$

آفرود اگر انحلال‌پذیری یک ماده در آب در دمای معین برابر با S گرم باشد، یعنی اگر S گرم ماده در ۱۰۰ گرم آب حل شود، (S+۱۰۰) گرم محلول سیرشده حاصل می‌شود. برای محاسبهٔ درصد جرمی محلول سیرشدهٔ آن می‌توان از رابطهٔ زیر استفاده کرد:

$$\text{درصد جرمی محلول سیرشده}(a) = \frac{S}{S+۱۰۰} \times ۱۰۰ \Rightarrow \begin{cases} ۴۰^\circ C: ۲۰ = \frac{S}{S+۱۰۰} \times ۱۰۰ \Rightarrow S = ۲۵g\,\text{نمک}/۱۰۰g\,H_۲O \\ \theta^\circ C: ۲۵ = \frac{S'}{S'+۱۰۰} \times ۱۰۰ \Rightarrow S' = \frac{۱۰۰}{۳}g\,\text{نمک}/۱۰۰g\,H_۲O \end{cases}$$

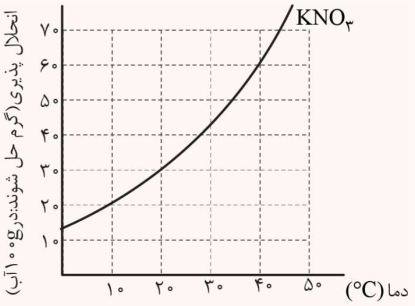
گام دوم: با توجه به نمودار، انحلال‌پذیری نمک در دمای $۰^\circ C$ برابر ۱۰ گرم است. حال با توجه به انحلال‌پذیری نمک در دماهای $۰^\circ C$ و $۴۰^\circ C$، معادلهٔ انحلال‌پذیری نمک را به دست می‌آوریم:

$$\begin{matrix} (۰^\circ C, ۱۰g) \\ (۴۰^\circ C, ۲۵g) \end{matrix} \Rightarrow \begin{cases} \text{شیب معادله انحلال‌پذیری} = \frac{۲۵-۱۰}{۴۰-۰} = \frac{۳}{۸} \\ \text{معادله انحلال‌پذیری نمک}: S = \frac{۳}{۸}\theta + ۱۰ \end{cases}$$

گام سوم: با توجه به معادلهٔ انحلال‌پذیری نمک و مقدار انحلال‌پذیری آن در دمای $\theta^\circ C$، مقدار θ را محاسبه می‌کنیم:

$$S = \frac{۳}{۸}\theta + ۱۰ \Rightarrow \frac{۱۰۰}{۳} = \frac{۳}{۸}\theta + ۱۰ \rightarrow \theta = \frac{۵۶۰}{۹}\,^\circ C \simeq ۶۲^\circ C$$

کنکورچی‌میگه؟ غلظت یک نمونه محلول سیرشده از پتاسیم نیترات در دمای $a^\circ C$ پس از سرد شدن تا دمای $b^\circ C$، از ۳۷/۵ به ۱۶/۷ درصد جرمی کاهش می‌یابد. با توجه به شکل زیر، تفاوت a و b، برابر چند $^\circ C$ است؟ (کنکور خارج از کشور ریاضی ۱۴۰۰)

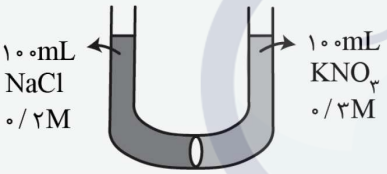


۱) ۴۰
۲) ۳۰
۳) ۲۰
۴) ۱۰

پاسخ: گزینه ۲

$$a^\circ C \Rightarrow ۳۷/۵=\frac{S}{S+۱۰۰}\times ۱۰۰ \rightarrow S=۶۰g\,KNO_۳/۱۰۰g\,H_۲O \Rightarrow a=۴۰^\circ C$$
$$b^\circ C \Rightarrow ۱۶/۷=\frac{S'}{S'+۱۰۰}\times ۱۰۰ \rightarrow S'=۲۰g\,KNO_۳/۱۰۰g\,H_۲O \Rightarrow b=۱۰^\circ C$$
$$\Rightarrow a-b=۳۰^\circ C$$

۳ . با توجه به شکل مقابل، کدام مطلب نادرست است؟



۱) با گذشت زمان، غلظت یون‌های سدیم و کلرید افزایش می‌یابد.
۲) با استفاده از اسمز معکوس، غلظت یون‌های پتاسیم و نیترات افزایش می‌یابد.
۳) مولکول‌های آب به‌طور خودبه‌خود از سمت چپ لوله به سمت راست مهاجرت می‌کنند.
۴) با اعمال فشار بر سمت راست لوله، یون‌های پتاسیم و نیترات با عبور از غشای نیمه‌تراوا به سمت چپ مهاجرت می‌کنند.

پاسخ: گزینه ۴ متوسط | حفظی، مفهومی

غشای نیمه‌تراوا فقط اجازه عبور مولکول‌های آب را می‌دهد، بنابراین با اعمال فشار نیز یون‌های مختلف از جمله پتاسیم و نیترات نمی‌توانند از غشای نیمه‌تراوا عبور کنند.

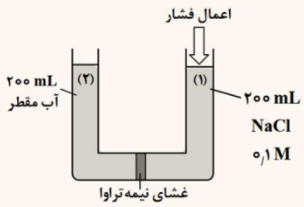
بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ غلظت مولی محلول سمت راست لوله بیشتر از سمت چپ آن است، بنابراین با گذشت زمان طی فرایند اسمز مولکول‌های آب از شاخهٔ سمت چپ به شاخهٔ سمت راست مهاجرت می‌کنند. با کاهش حجم آب در شاخهٔ سمت چپ، غلظت NaCl و به دنبال آن غلظت یون‌های Na^+ و Cl^- افزایش می‌یابد. این در حالی است که در شاخهٔ سمت راست، از غلظت یون‌های K^+ و $NO_۳^-$ کاسته می‌شود.

۲ در اسمز معکوس، فرایندی عکس اسمز رخ می‌دهد. یعنی با اعمال فشار بر سطح محلول غلیظ، مولکول‌های آب از محلول غلیظ به سمت محلول رقیق حرکت می‌کنند. با توجه به این موضوع، حجم آب در شاخهٔ سمت راست کاهش یافته و غلظت $KNO_۳$ و به دنبال آن غلظت یون‌های K^+ و $NO_۳^-$ زیاد می‌شود.

۳ اسمز یک فرایند خودبه‌خودی است که در آن مولکول‌های آب از محلول رقیق به سمت محلول غلیظ مهاجرت می‌کنند. بنابراین با توجه به شکل مولکول‌های آب به صورت خودبه‌خودی از سمت چپ لوله به سمت راست آن مهاجرت می‌کنند.

کنکورچی‌میگه؟ با توجه به شکل داده شده، پس از گذشت زمان مناسب، کدام موارد اتفاق خواهد افتاد؟ (کنکور نوبت دوم ریاضی تیر ۱۴۰۴)



الف- شمار یون‌های ستون (۱)، با اعمال فشار افزایش می‌یابد.

ب- با افزایش فشار به ستون (۱)، یون‌های Cl^- بیشتر از Na^+ وارد ستون (۲) می‌شود.

ج- غلظت مولی نمک در ستون (۱)، همانند مقدار آب در ستون (۲)، افزایش می‌یابد.

د- با برداشتن غشای نیمه‌تراوا، در هر مرحله‌ای از فرایند، غلظت مولی محلول جدید، برابر ۰/۰۵ خواهد شد.

۱) «الف» و «ب» ۲) «الف» و «د» ۳) «ج» و «د» ۴) «ب» و «ج»

پاسخ: گزینه ۳

عبارت‌های (ج) و (د) درست هستند.

بررسی همهٔ موارد:

الف شمار یون‌های ستون (۱) ثابت است، اما به دلیل کاهش حجم آب، غلظت یون‌ها افزایش می‌یابد.

ب یون‌های Na^+ و Cl^- نمی‌توانند از غشای نیمه‌تراوا عبور کنند.

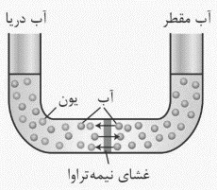
ج با اعمال فشار، از حجم آب در ستون (۱) کاسته و به حجم آب در ستون (۲) افزوده می‌شود. در نتیجه غلظت مولی نمک افزایش می‌یابد.

د با برداشتن غشای نیمه‌تراوا، حجم محلول دو برابر می‌شود، بنابراین غلظت مولی محلول حاصل نصف شده و به ۰/۰۵ مول بر لیتر می‌رسد.

درسنامه:

اسمز و اسمز معکوس

اسمز: به حرکت خودبه‌خودی مولکول‌های آب از سمت محلول رقیق‌تر به سمت محلول غلیظ‌تر و یا از سمت آب خالص به سمت محلول با عبور از غشای نیمه‌تراوا. اسمز (گذرندگی) می‌گویند. منظور از غشای نیمه‌تراوا غشایی است که فقط اجازهٔ عبور به برخی از مولکول‌ها (در اینجا مولکول‌های آب) را می‌دهد.



اگر مطابق شکل مقابل حجم‌های برابری از آب دریا و آب مقطر را به وسیلهٔ یک غشا نیمه‌تراوا که تنها اجازهٔ عبور مولکول‌های آب را می‌دهد جدا کنیم، مولکول‌های آب در هر دو جهت حرکت می‌کنند اما سرعت حرکت آن‌ها از سمت آب مقطر به سمت آب دریا بیشتر است. با گذشت زمان، مولکول‌های آب به صورت خودبه‌خودی از آب مقطر به آب دریا منتقل می‌شوند و در نتیجه حجم و ارتفاع آب مقطر، کاهش و حجم و ارتفاع آب دریا، افزایش می‌یابد و به این ترتیب غلظت آب دریا، کاهش می‌یابد.

با رقیق‌تر شدن محلول، به تدریج به جایی می‌رسیم که سرعت حرکت مولکول‌های آب در دو جهت برابرشده و به تعادل می‌رسد. در حالت تعادل، حرکت مولکول‌های آب درون غشا در هر دو جهت ادامه می‌یابد اما به دلیل برابر بودن سرعت آن‌ها، غلظت و حجم محلول‌ها ثابت می‌ماند.

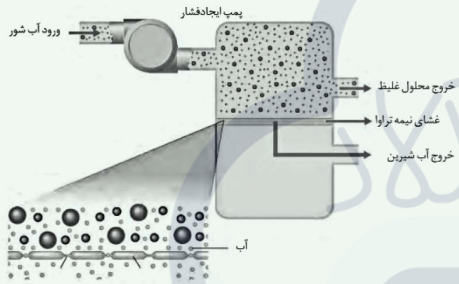
نکته از فرایند اسمز نمی‌توان برای نمک‌زدایی آب دریا استفاده کرد. زیرا به جای آن که آب از سمت آب دریا (محلول) به سمت آب خالص برود، برعکس آن اتفاق می‌افتد. برای تولید آب شیرین از آب دریا، از فرایند اسمز معکوس استفاده می‌شود.

تذکر: هرچه اختلاف غلظت حل‌شونده‌ها در دو طرف غشای نیمه‌تراوا بیشتر باشد، مولکول‌های آب بیشتری به سمت محلول غلیظ‌تر مهاجرت می‌کنند و در نتیجه اختلاف ارتفاع در دو طرف غشا بیشتر می‌شود.

جمع‌بندی: وقتی غلظت دو محلول در دو سمت غشای نیمه‌تراوا برابر باشد، فرایند اسمز حتماً متوقف خواهد شد اما برعکس آن لزوماً صادق نیست، زیرا وقتی اسمز متوقف شود، لزوماً غلظت دو محلول در دو سمت غشای نیمه‌تراوا برابر نخواهد بود!

اسمز معکوس: مطابق شکل مقابل، با اعمال نیرو بر سطح محلول غلیظ (اگر فشار وارد شده بر محلول بیشتر از حد مشخص باشد) عکس فرایند اسمز رخ می‌دهد؛ یعنی مولکول‌های آب از محلول غلیظ به سمت محلول رقیق‌تر (یا آب مقطر) مهاجرت می‌کنند؛ از این‌رو به این فرآیند، اسمز وارونه (معکوس) می‌گویند.

در فرایند اسمز معکوس، با گذشت زمان، مولکول‌های آب به صورت غیرخودبه‌خودی (با اعمال نیرو بر سطح محلول غلیظ‌تر) از محلول خارج شده و به سمت دیگر غشای نیمه‌تراوا جابه‌جا می‌شوند. از این‌رو حجم و ارتفاع آب مقطر یا محلول رقیق یک سمت افزایش و حجم محلول غلیظ کاهش می‌یابد و به این ترتیب غلظت محلول غلیظ، افزایش و غلظت محلول رقیق، کاهش می‌یابد.



نکته به کمک روش اسمز معکوس می‌توان از آب دریا که حاوی انواع حل‌شونده‌هاست، نمک‌زدایی کرد و آب شیرین به دست آورد.

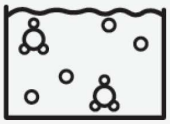
از دستگاه مقابل برای تهیهٔ آب شیرین از آب دریا به روش اسمز معکوس استفاده می‌شود. در این دستگاه با استفاده از یک پمپ ایجاد فشار، به آب دریا فشار مناسبی اعمال می‌کنند و آب با گذر از غشای نیمه‌تراوا، در قسمت پایین دستگاه ذخیره شده و از دستگاه خارج می‌شود.

نکته تفاوت اسمز و اسمز معکوس را به خوبی یاد بگیرید:

- اسمز یعنی عبور خودبه‌خودی مولکول‌های آب از محلول رقیق‌تر به سمت محلول غلیظ‌تر
- اسمز معکوس یعنی عبور غیرخودبه‌خودی و با اعمال فشار مولکول‌های آب از محلول غلیظ‌تر به سمت محلول رقیق‌تر

نام فرایند	آیا خودبه‌خودی است؟	آیا نیاز به مصرف انرژی دارد؟	جهت مهاجرت مولکول‌های حلال (آب)	آیا در تولید آب شیرین کاربرد دارد؟
اسمز	بله	خیر	از محلول رقیق به محلول غلیظ	خیر
اسمز معکوس	خیر	بله	از محلول غلیظ به محلول رقیق	بله

۴. با توجه به شکل مقابل که مربوط به حل شدن یک ترکیب یونی محلول در آب است، اگر هر ذره هم‌ارز با ۰/۰۰۵ مول و حجم محلول برابر با ۲۰۰ میلی‌لیتر باشد، کدام مطلب درست است؟



۱) غلظت مولی ترکیب یونی موردنظر در این محلول برابر با ۰/۲۵ مولار است.

۲) اگر ۴۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر به این محلول اضافه کنیم، غلظت مولی محلول نصف می‌شود.

۳) اگر ۰/۰۱ مول از ترکیب یونی موردنظر به این محلول اضافه شود، غلظت مولی ترکیب یونی در این محلول به تقریب ۱/۵ برابر می‌شود.

۴) مجموع غلظت مولی یون‌ها در این محلول، برابر با مجموع غلظت مولی یون‌ها در محلول ۰/۰۵ مولار آمونیوم کربنات است.

پاسخ: گزینه ۴ متوسط | محاسباتی

با توجه به شکل به ازای هر دو آنیون چنداتمی (B)، چهار کاتیون (A) وجود دارد. بنابراین فرمول کلی این نمک را می‌توان به صورت A_2B فرض کرد.

بررسی همهٔ گزینه‌ها:

۱ با توجه به شکل، در این محلول ۰/۰۱=۰/۰۰۵×۲ مول آنیون وجود دارد، بنابراین شمار مول نمک A_2B حل‌شده نیز برابر ۰/۰۱ است، از این‌رو خواهیم داشت:

$$\text{غلظت مولی نمک}=\frac{\text{مول حل‌شونده (mol)}}{\text{حجم محلول (L)}}=\frac{0/01\,mol}{0/2\,L}=0/05\,mol.L^{-1}$$

در مسائلی از محلول‌ها که با افزودن یا کاستن آب، حجم محلول تغییر می‌کند، می‌توان از رابطهٔ زیر برای به دست آوردن تغییرات غلظت مولی محلول استفاده کرد:

$$M_1V_1=M_2V_2$$

۲ آفرود تغییر غلظت مولی محلول را در اثر افزودن ۴۰۰ میلی‌لیتر آب به آن محاسبه می‌کنیم:

$$M_1\times 200=M_2\times(200+400)\Rightarrow M_2=\frac{1}{3}M_1 \quad \text{یا} \quad \frac{M_2}{M_1}=\frac{1}{3}$$

با قرار دادن مقدار غلظت مولی اولیه محلول در رابطه بالا نیز به نتیجه یکسان خواهیم رسید:

$$0/05\times 200=M_2\times 600\Rightarrow M_2=\frac{0/05}{3}mol.L^{-1}\rightarrow\frac{M_2}{M_1}=\frac{\frac{0/05}{3}}{0/05}=\frac{1}{3}$$

۳ با افزودن ۰/۰۱ مول از ترکیب یونی به محلول، مقدار مول حل‌شونده ۲ برابر می‌شود، در حالی‌که حجم محلول ثابت است، در نتیجه طبق رابطه $M=\frac{n}{V}$، غلظت مولی محلول، ۲ برابر خواهد شد.

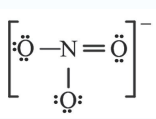
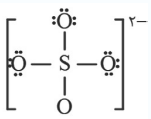
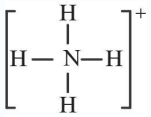
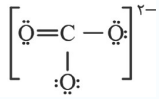
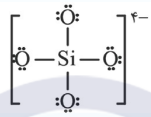
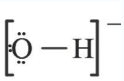
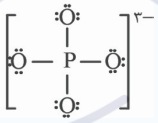
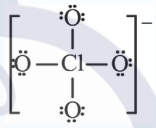
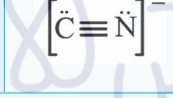
۴ غلظت مولی این نمک (A_2B) برابر ۰/۰۵ مول بر لیتر است. به ازای حل شدن هریک واحد از ترکیب A_2B، ۳ یون (شامل ۲ کاتیون و ۱ آنیون) حاصل می‌شود، از این‌رو مجموع غلظت مولی یون‌های حاصل، ۳ برابر غلظت مولی نمک و برابر با ۰/۱۵=۰/۰۵×۳ مول بر لیتر است.

آمونیوم کربنات ترکیبی با فرمول شیمیایی $(NH_4)_2CO_3$ بوده و معادلهٔ انحلال آن در آب به صورت زیر است:

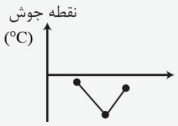
$$(NH_4)_2CO_3 \xrightarrow{\text{در آب}} 2NH_4^+(aq)+CO_3^{2-}(aq)$$

در این ترکیب نیز به ازای حل شدن هر مول نمک، ۳ مول یون ایجاد می‌شود، بنابراین مجموع غلظت مولی یون‌ها در محلول آن نیز برابر با ۰/۱۵=۰/۰۵×۳ مول بر لیتر است.

نکته تمام یون‌های چنداتمی که نیازه بلد باشین رو در جدول زیر براتون آوردیم:

فرمول شیمیایی	نام	ساختار لوویس	فرمول شیمیایی	نام	ساختار لوویس	فرمول شیمیایی	نام	ساختار لوویس
NO_3^-	نیترات		SO_4^{2-}	سولفات		NH_4^+	آمونیوم	
CO_3^{2-}	کربنات		SiO_4^{4-}	سیلیکات		MnO_4^-	پرمنگنات	—
OH^-	هیدروکسید		PO_4^{3-}	فسفات		HCO_3^-	هیدروژن کربنات	—
ClO_4^-	پرکلرات		CN^-	سیانید		CH_3COO^-	استات	—

۵. کدام‌یک از عبارت‌های زیر درست است؟ (X و Y در گروه ۱۶ جدول تناوبی جای دارند.)



۱) نمودار مقابل را می‌توان به نقطهٔ جوش ترکیب‌های هیدروژن‌دار سه عنصر نخست گروه ۱۷ جدول تناوبی نسبت داد.

۲) اگر عدد اتمی X بزرگ‌تر از Y باشد، به یقین نقطهٔ جوش ترکیب هیدروژن‌دار X بالاتر از ترکیب هیدروژن‌دار Y است.

۳) نقطهٔ جوش هر ترکیب هیدروژن‌دار گروه ۱۷ بالاتر از نقطهٔ جوش ترکیب هیدروژن‌دار هم دورهٔ آن از گروه ۱۵ است.

۴) با افزایش عدد اتمی، نقطهٔ جوش عناصر گروه ۱۷ همانند ترکیب‌های هیدروژن‌دار سه عنصر نخست گروه ۱۴، افزایش می‌یابد.

پاسخ: گزینه ۴ متوسط | مفهومی

عناصر گروه ۱۷ به ترتیب شامل فلوئور (F_2)، کلر (Cl_2)، برم (Br_2) و ید (I_2) بوده که همگی به صورت مولکول‌های دواتمی جورهسته هستند و ناقطبی به‌شمار می‌آیند. در مولکول‌های ناقطبی هرچه جرم و حجم بیشتر باشد، نیروهای بین‌مولکولی قوی‌تر و نقطهٔ جوش بالاتر است. در عناصر گروه ۱۷ با افزایش عدد اتمی، جرم و حجم مولکول‌ها بیشتر شده، در نتیجه نقطهٔ جوش آن‌ها بالا می‌رود:

نقطهٔ جوش عناصر گروه ۱۷: $I_2 > Br_2 > Cl_2 > F_2$

ترکیب‌های هیدروژن‌دار سه عنصر نخست گروه ۱۴ به صورت CH_4، SiH_4 و GeH_4 بوده که هر سه ناقطبی هستند. با افزایش عدد اتمی، جرم و حجم این مولکول‌ها بیشتر شده و به دنبال آن نیروهای بین‌مولکولی قوی‌تر می‌شود و نقطهٔ جوش آن‌ها بالا می‌رود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ هیدروژن فلوئورید (HF) به دلیل داشتن پیوند هیدروژنی در بین مولکول‌هایش، دارای نقطهٔ جوش بالاتری نسبت به HCl و HBr است. در میان مولکول‌های HCl و HBr، با این‌که HCl از HBr قطبی‌تر است، اما به دلیل جرم و حجم بیشتر، HBr نقطهٔ جوش بزرگ‌تری نسبت به HCl دارد.

تله‌تستی دقت کنید که نقطهٔ جوش HF، بزرگ‌تر از صفر و برابر با $۱۹^\circ C$ است.

۲ اگر X را اتم گوگرد و Y را اتم اکسیژن در نظر بگیریم، ترکیب‌های $H_۲S$ و $H_۲O$ تشکیل خواهند شد. $H_۲O$ به دلیل برقراری پیوند هیدروژنی بین مولکول‌های خود نسبت به $H_۲S$، نیروهای بین‌مولکولی قوی‌تر و نقطهٔ جوش بالاتری دارد.

مقایسه آب و هیدروژن سولفید

ماده	فرمول شیمیایی	مدل فضا پر کن	قطبیت مولکول	جرم مولی ($g.mol^{-1}$)	گشتاور دوقطبی	پیوند هیدروژنی	نیروی بین‌مولکولی غالب	حالت فیزیکی ($۲۵^\circ C$)	نقطهٔ جوش ($^\circ C$)
آب	$H_۲O$		قطبی	۱۸	۱/۸۵D	دارد	هیدروژنی	مایع	۱۰۰
هیدروژن سولفید	$H_۲S$		قطبی	۳۴	۰/۹۷D	ندارد	وان‌دروالسی	گاز	-۶۰

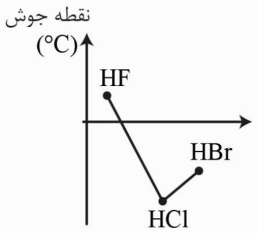
۳ ترکیب‌های هیدروژن‌دار عنصر گروه ۱۷ و ۱۵ در دورهٔ دوم به ترتیب HF و $NH_۳$ هستند. در هیدروژن فلوئورید و آمونیاک هریک از مولکول‌ها با دو پیوند هیدروژنی به دو مولکول دیگر متصل می‌شوند، اما HF به دلیل تشکیل پیوندهای هیدروژنی قوی‌تر، جرم مولی بیشتر و قطبی‌تر بودن، نقطهٔ جوش بالاتری نسبت به $NH_۳$ دارد. در بین ترکیب‌های HCl و $PH_۳$ که هر دو قطبی هستند، نقطهٔ جوش مولکول HCl به دلیل جرم بیشتر، اندکی بالاتر از نقطهٔ جوش $PH_۳$ است. میان دو ترکیب HBr و $AsH_۳$، مولکول HBr با وجود جرم بیشتر، دارای نقطهٔ جوش پایین‌تری است.

درسنامه:

مقایسه برخی از خواص ترکیب‌های هیدروژن‌دار عناصر گروه‌های ۱۴ تا ۱۷ جدول دوره‌ای:

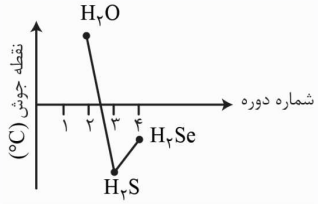
۱- ترکیب‌های هیدروژن‌دار عناصر گروه ۱۷: HF به دلیل داشتن پیوند هیدروژنی میان مولکول‌های خود، دارای نقطهٔ جوش بالاتری نسبت به HCl و HBr است. بین مولکول‌های HCl و HBr، نقطه جوش HBr بالاتر است، چون جرم و حجم آن بیشتر از HCl است.

مقایسه‌ی نقطه جوش: HF > HBr > HCl



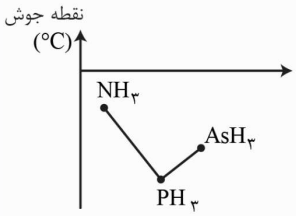
نکته نقطه جوش HF (بر حسب $^\circ C$) مثبت و نقطه جوش HBr و HCl (بر حسب $^\circ C$) منفی است.

۲- ترکیب‌های هیدروژن‌دار عناصر گروه ۱۶: همهٔ این ترکیب‌ها دارای ساختار خمیده و در نتیجه قطبی هستند اما H_2O به دلیل دارا بودن اتم‌های H متصل به O در مولکول خود، توانایی تشکیل پیوند هیدروژنی بین مولکول‌هایش را دارد؛ بنابراین نقطهٔ جوش آن از بقیه بالاتر است. بین H_2S و H_2Se، نقطهٔ جوش H_2Se بالاتر است؛ چون جرم و حجم آن بیشتر از H_2S است.



نکته نقطهٔ جوش H_2O (بر حسب $^\circ C$) مثبت و نقطهٔ جوش H_2S و H_2Se (بر حسب $^\circ C$) منفی است.

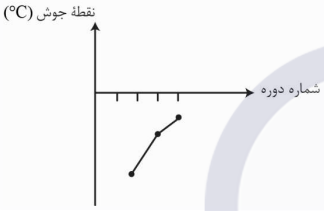
۳- ترکیب‌های هیدروژن‌دار عنصرهای گروه ۱۵: NH_3 به دلیل داشتن پیوند هیدروژنی میان مولکول‌هایش، دارای نقطهٔ جوش بالاتری نسبت به PH_3 و AsH_3 است. در بین مولکول‌های PH_3 و AsH_3، نقطه جوش AsH_3 بالاتر است، چون جرم و حجم آن بیشتر از PH_3 است.



مقایسهٔ کلی نقطه جوش ترکیب‌های هیدروژن‌دار سه عنصر اول گروه ۱۵ جدول دوره‌ای به صورت زیر است:

نقطه جوش: $\underbrace{NH_3}_{\text{پیوند هیدروژنی}} > \underbrace{AsH_3}_{\text{جرم مولی بیشتر}} > \underbrace{PH_3}_{\text{جرم مولی کم‌تر}}$

۴- ترکیب‌های هیدروژن‌دار عناصر گروه ۱۷: با افزایش جرم مولی عنصرهای گروه ۱۴، نقطهٔ جوش ترکیب‌های هیدروژن‌دار آن‌ها، افزایش می‌یابد؛ زیرا همهٔ این ترکیب‌ها ناقطبی‌اند و هیچ‌کدام توانایی برقراری پیوند هیدروژنی با مولکول‌های خود را ندارند.



نقطه جوش: $CH_4 < SiH_4 < GeH_4$

۶ . کدام‌یک از عبارت‌های زیر از نظر درستی یا نادرستی با سایر گزینه‌ها متفاوت است؟

۱) دماهای $۵۶^\circ C$ و $۷۸^\circ C$ را به ترتیب می‌توان به نقطهٔ جوش اتانول و استون نسبت داد.

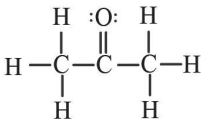
۲) در دمای اتاق به ازای ۱۰۰ گرم آب، جرم محلول سیرشدهٔ اتانول، بیشتر از جرم محلول سیرشدهٔ استون است.

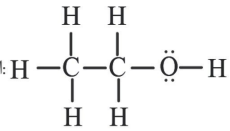
۳) با توجه به قطبی بودن مولکول‌های اتانول و استون، این دو ترکیب آلی، حلال مناسبی برای مواد ناقطبی نیستند.

۴) مجموع شمار الکترون‌های پیوندی و ناپیوندی در مولکول استون، بیشتر از مجموع شمار همین الکترون‌ها در مولکول اتانول است.

پاسخ: گزینه ۴ ساده | حفظی، مفهومی

با توجه به ساختار ترکیب‌های موردنظر، هر مولکول استون دارای ۱۰ پیوند اشتراکی (جفت الکترون پیوندی) و ۲ جفت الکترون ناپیوندی است، در حالی‌که در هر مولکول اتانول، ۸ پیوند اشتراکی (جفت الکترون پیوندی) و ۲ جفت الکترون ناپیوندی وجود دارد. از این‌رو مجموع شمار الکترون‌های پیوندی و ناپیوندی در استون بیشتر از اتانول است. این گزینه برخلاف سایر گزینه‌ها درست است.

استون:


اتانول:


بررسی سایر گزینه‌ها:

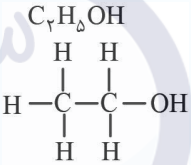
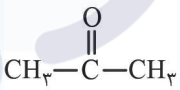
۱ مولکول‌های اتانول برخلاف استون، می‌توانند با یک‌دیگر پیوند هیدروژنی برقرار کنند، بنابراین قدرت نیروهای بین‌مولکولی آن از استون قوی‌تر و نقطهٔ جوش آن بالاتر است.

نکته ترکیباتی که در ساختار خود، دارای اتم H متصل به اتم‌های F ، O یا N هستند از جمله اتانول، علاوه بر مولکول‌های آب با مولکول‌های خود نیز می‌توانند پیوند هیدروژنی برقرار کنند. اما مولکول‌هایی که اتم‌های F ، O یا N (فاقد اتصال به اتم H) دارند مانند استون، فقط می‌توانند با مولکول‌های آب پیوند هیدروژنی برقرار کنند.

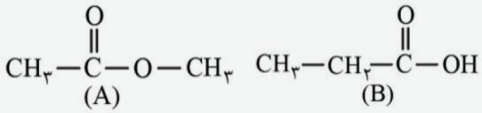
۲ دقت کنید که از اتانول و استون نمی‌توان یک محلول سیرشده تهیه کرد، زیرا اتانول و استون به هر نسبتی در آب حل می‌شوند.

۳ هر دو مولکول اتانول و استون، قطبی بوده و دارای گشتاور دوقطبی بزرگ‌تر از صفر ($\mu > 0$) هستند. استون حلال برخی چربی‌ها، رنگ‌ها و لاک‌ها است. دقت کنید که چربی‌ها از جمله **مواد ناقطبی** به حساب می‌آیند.

نکته در جدول زیر ویژگی‌های سه حلال آلی معروف رو براتون جمع‌بندی کردیم:

نام حلال	فرمول و ساختار شیمیایی	$\mu(D)$ و قطبیت	نقطهٔ جوش	انحلال در آب	کاربرد
اتانول	C_2H_5OH 	$\mu > 0$ قطبی	$78^\circ C$	به هر نسبتی در آب حل شده و نمی‌توان از آن محلول سیرشده تهیه کرد.	حلال در تهیهٔ مواد دارویی، آرایشی و بهداشتی
استون	C_3H_6O 	$\mu > 0$ قطبی	$56^\circ C$	به هر نسبتی در آب حل شده و نمی‌توان از آن محلول سیرشده تهیه کرد.	حلال برخی چربی‌ها، رنگ‌ها و لاک‌ها
هگزان	C_6H_{14} $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$	$\mu \simeq 0$ ناقطبی	——	در آب حل نمی‌شود.	حلال مواد ناقطبی و رقیق‌کننده رنگ (تینر)

۷ . کدام مورد درست است؟



۱) مولکول A در مقایسه با مولکول B، آسان‌تر از حالت گاز به حالت مایع تبدیل می‌شود.

۲) پیوندهای هیدروژنی میان مولکول‌های آب، قوی‌تر از پیوندهای اشتراکی در مولکول‌های آب است.

۳) مولکول‌های H_2O در حالت مایع به دلیل تشکیل پیوندهای هیدروژنی در جاهای به نسبت ثابتی قرار دارند.

۴) مقایسهٔ میان نقطهٔ جوش HF و H_2O برعکس مقایسهٔ قدرت پیوند هیدروژنی میان مولکول‌های هر کدام از این دو ترکیب است.

پاسخ: گزینه ۴ ساده | مفهومی

در بین مولکول‌های هر دو ترکیب HF و H_2O پیوند هیدروژنی وجود دارد. با وجود قدرت بیشتر پیوند هیدروژنی در میان مولکول‌های HF ، اما به دلیل تعداد بیشتر این پیوندها در میان مولکول‌های H_2O ، آب (H_2O) نسبت به هیدروژن فلوئورید (HF) نقطهٔ جوش بالاتری دارد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ مولکول‌های A و B هر دو قطبی و دارای فرمول مولکولی و جرم مولی یکسانی هستند. ترکیب B به دلیل داشتن پیوند O – H ، برخلاف ترکیب A میان مولکول‌های خود توانایی برقراری پیوند هیدروژنی را دارد؛ بنابراین مولکول B نسبت به مولکول A ، نیروی بین مولکولی قوی‌تر و نقطهٔ جوش بالاتری دارد و آسان‌تر از حالت گاز به مایع تبدیل می‌شود.

نکته هرچه نیروهای بین‌مولکولی یک ماده قوی‌تر باشد، نقطهٔ جوش بالاتری خواهد داشت و آسان‌تر از حالت گاز به مایع تبدیل می‌شود.

۲ پیوندهایی که میان اتم‌های یک مولکول ایجاد می‌شوند (پیوند اشتراکی)، قوی‌تر از جاذبه‌های بین‌مولکولی (مانند وان‌درواالسی و هیدروژنی) در آن ماده است.

۳ مولکول‌های H_2O در حالت بخار جدا از هم هستند، گویی که پیوند هیدروژنی میان آن‌ها وجود ندارد. در این حالت مولکول‌های آب آزادانه و نامنظم از جایی به جای دیگر انتقال می‌یابند. در حالت مایع، با این‌که مولکول‌ها با یک‌دیگر پیوندهای هیدرژنی قوی دارند، اما **روی هم می‌لغزند و جابه‌جا می‌شوند**. برخلاف آب، ساختار یخ منظم است. در یخ مولکول‌های آب در جاهای به نسبت ثابتی قرار دارند.

نکته

ساختار یخ	هر مولکول آب	۴ پیوند هیدروژنی با مولکول‌های دیگر تشکیل می‌دهد. ۲ پیوند اشتراکی (کووالانسی) درون مولکول خود دارد.	
	هر اتم اکسیژن	۲ پیوند هیدروژنی با اتم‌های H در ۲ مولکول دیگر برقرار می‌کند.	اتصال به ۴ اتم هیدروژن
		۲ پیوند اشتراکی با اتم‌های H در مولکول خود دارد.	
	هر اتم هیدروژن	۱ پیوند هیدروژنی با اتم O در مولکول دیگر برقرار می‌کند.	اتصال به ۲ اتم اکسیژن
		۱ پیوند اشتراکی با اتم O در مولکول خود دارد.	

کنکورچی‌میگه؟ **کدام مطلب زیر، درست است؟** (کنکور ریاضی ۹۹)

۱) ترتیب نقطهٔ جوش NH_3 ، PH_3 و AsH_3 ، به صورت $AsH_3 > PH_3 > NH_3$ است.

۲) مولکول‌های آب و استون، هر دو قطبی‌اند، جرم مولی استون بیشتر و نقطهٔ جوش آن بالاتر است.

۳) یخ ساختار سه‌بعدی دارد و در آن هر مولکول آب، با چهار مولکول دیگر آب با پیوند اشتراکی متصل است.

۴) موادی که در مولکول آن‌ها، اتم هیدروژن با اتم‌هایی مانند اکسیژن و فلوئور پیوند دارد ، نقطهٔ جوش بالاتر از ترکیب‌های هیدروژن‌دار مشابه دارند.

پاسخ: گزینه ۴

این مواد به دلیل توانایی تشکیل پیوند هیدروژنی، نقطهٔ جوش بالاتری دارند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ مقایسه نقطهٔ جوش ترکیب‌های هیدروژن‌دار عناصر گروه ۱۵ به صورت زیر است:

$$\text{نقطه جوش}: \underbrace{NH_3}_{\text{پیوند هیدروژنی}} > \underbrace{AsH_3}_{\text{جرم مولی بیشتر}} > \underbrace{PH_3}_{\text{جرم مولی کمتر}}$$

۲ آب به دلیل توانایی برقراری پیوند هیدروژنی بین مولکول‌های خود، نقطهٔ جوش بالاتری نسبت به استون دارد.

۳ در یخ هر مولکول آب با چهار مولکول دیگر، پیوند هیدروژنی (نه اشتراکی!) تشکیل می‌دهد.

۸ . تفاوت شمار آنیون‌ها و کاتیون‌ها در ۸۰۰ میلی‌لیتر محلول آهن (III) کلرید برابر با $۴/۸۱۶\times۱۰^{۲۲}$ است. اگر به این محلول مقدار ۳/۶ گرم سدیم هیدروکسید جامد اضافه کنیم و پس از جدا کردن رسوب حاصل، با افزودن آب خالص، حجم محلول را به ۵ لیتر برسانیم، غلظت مولی یون آهن (III) در محلول حاصل نسبت به محلول اولیه، چند مولار کاهش یافته است؟ $(NaOH = ۴۰ g.mol^{-۱})$

۱) ۰/۰۴۸ ۲) ۰/۰۴۲ ۳) ۰/۰۳۶ ۴) ۰/۰۲۴

پاسخ: گزینه ۱ سخت | محاسباتی

استراتژی ابتدا با توجه به تفاوت شمار آنیون‌ها و کاتیون‌ها در محلول $FeCl_3$، مقدار مول و غلظت آن را حساب می‌کنیم. سپس با توجه به جرم NaOH اضافه شده، مقدار مول مصرفی و باقی‌مانده $FeCl_3$ را به دست می‌آوریم. در نهایت با توجه به حجم نهایی محلول، غلظت $FeCl_3$ باقی‌مانده را به دست آورده و تفاوت آن را با غلظت اولیه محاسبه می‌کنیم.

گام اول: معادلهٔ واکنش انجام شده به صورت مقابل است:

$$FeCl_3(aq) + ۳NaOH(aq) \rightarrow Fe(OH)_3(s) + ۳NaCl(aq)$$

گام دوم: هر مول $FeCl_3$ دارای یک مول یون Fe^{3+} و ۳ مول یون Cl^- است. بنابراین اگر فرض کنیم مقدار مول $FeCl_3$ برابر x است، در آن x مول Fe^{3+} و ۳x مول Cl^- وجود خواهد داشت که تفاوت آن‌ها برابر با ۲x مول است. از این‌رو خواهیم داشت:

$$۴/۸۱۶\times۱۰^{۲۲}\times\frac{۱mol}{۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}}=۰/۰۸mol \Rightarrow ۲x=۰/۰۸ \rightarrow x=۰/۰۴mol\,FeCl_3$$

گام سوم: با توجه به مقدار مول $FeCl_3$ و حجم محلول اولیه، غلظت مولی محلول $FeCl_3$ را به دست می‌آوریم:

$$\text{غلظت مولی}=\frac{\text{مول حل‌شونده}}{\text{لیتر محلول}}=\frac{۰/۰۴mol}{۰/۸L}=۰/۰۵mol.L^{-۱}$$

گام چهارم: با توجه به معادلهٔ واکنش، به ازای مصرف ۳ مول NaOH، ۱ مول $FeCl_3$ نیز مصرف می‌شود. در این واکنش ۳/۶ گرم NaOH (معادل با ۰/۰۹ مول) مصرف می‌شود. با مصرف ۰/۰۹ مول از NaOH، $\frac{۰/۰۹}{۳}=۰/۰۳$ مول $FeCl_3$ مصرف شده و $۰/۰۴-۰/۰۳=۰/۰۱$ مول از آن باقی می‌ماند.

گام پنجم: با توجه به حجم نهایی محلول و مقدار مول باقی‌مانده $FeCl_3$، غلظت مولی آن را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{غلظت مولی}=\frac{\text{مول حل‌شونده}}{\text{لیتر محلول}}=\frac{0/01\,mol}{5\,L}=0/002\,mol.L^{-1}$$

گام ششم: غلظت مولی $FeCl_3$ در هر لحظه از واکنش برابر غلظت مولی یون Fe^{3+} است، زیرا در هر واحد $FeCl_3$، یک یون Fe^{3+} وجود دارد. با توجه به این موضوع، تفاوت غلظت یون Fe^{3+} در ابتدا و انتهای واکنش را به دست می‌آوریم:

$$\text{تفاوت غلظت یون } Fe^{3+}=\text{غلظت اولیه یون } Fe^{3+}-\text{غلظت نهایی یون } Fe^{3+}=0/05-0/002=0/048\,mol.L^{-1}$$

کنکورچی‌میگه؟ **اگر مجموع غلظت مولی یون‌ها در یک نمونه محلول سدیم سولفات، برابر ۰/۱۲ باشد، چند میلی‌لیتر از آن در واکنش با مقدار کافی محلول باریم کلرید، ۱۳/۹۸ گرم رسوب تشکیل می‌دهد؟ $(O=16, S=32, Ba=137: g.mol^{-1})$**

$$Na_2SO_4(aq)+BaCl_2(aq)\rightarrow BaSO_4(s)+2NaCl(aq)$$

۱) ۵۰۰ ۲) ۷۵۰ ۳) ۱۵۰۰ ۴) ۳۰۰۰ (کنکور خارج از کشور تجربی ۱۴۰۴)

پاسخ: گزینه ۳

گام اول: فرمول شیمیایی سدیم سولفات به صورت Na_2SO_4 بوده و در هر مول از آن ۳ مول یون وجود دارد. بنابراین غلظت مولی سدیم سولفات در محلول برابر $\frac{0/12}{3}=0/04$ مول بر لیتر است.

گام دوم: با توجه به جرم رسوب تولید شده و غلظت مولی محلول، حجم آن را محاسبه می‌کنیم:

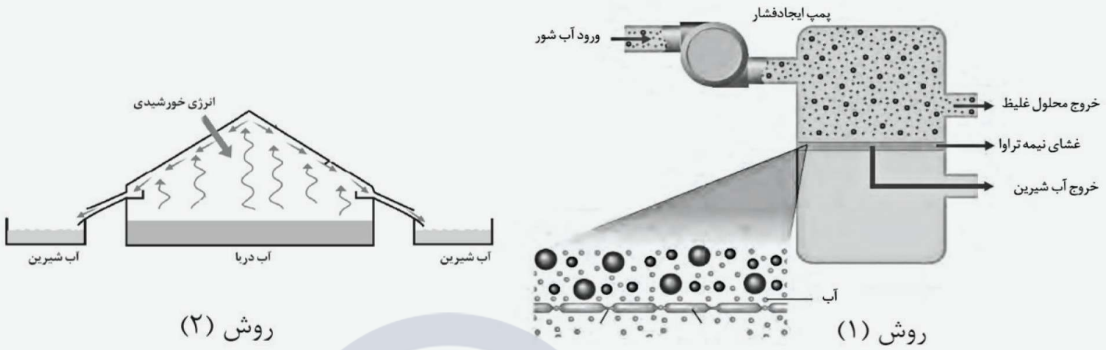
روش اول: کسر تبدیل

$$13/98\,g\,BaSO_4\times\frac{1\,mol\,BaSO_4}{233\,g\,BaSO_4}\times\frac{1\,mol\,Na_2SO_4}{1\,mol\,BaSO_4}\times\frac{1\,L\,\text{محلول}}{0/04\,mol\,Na_2SO_4}\times\frac{1000\,mL}{1\,L}=1500\,mL\,\text{محلول}$$

روش دوم: تناسب

$$\frac{\text{جرم}}{\underbrace{\text{جرم مولی}\times\text{ضریب}}_{BaSO_4}}=\frac{\text{حجم}\times\text{غلظت مولی}}{\underbrace{\text{ضریب}}_{Na_2SO_4}}\Rightarrow\frac{13/98}{1\times233}=\frac{0/04\times V}{1}\Rightarrow V=1/5\,L\times\frac{1000\,mL}{1\,L}=1500\,mL$$

۹ . **شکل‌های زیر مربوط به دو روش تصفیهٔ آب هستند. کدام عبارت(ها) در ارتباط با آن‌ها درست است؟**



الف) در روش (۱) با گذشت زمان باید فشار وارد به محلول را افزایش داد تا میزان تولید آب شیرین کاهش نیابد.

ب) روش (۱) به اسمز معکوس معروف بوده و برآیند جهت حرکت مولکول‌ها از پایین به سمت بالای غشای مشخص شده است.

پ) آب شیرین حاصل از روش (۲)، نتیجهٔ فرایندهای فیزیکی بوده و از نظر کیفیت، مشابه آب شیرین مربوط به روش (۱) است.

ت) روش (۱) به‌طور غیرخودبه‌خودی انجام شده و در اثر اعمال نیروی پمپ فشار، تفاوت شمار ذره‌های حل‌شونده در دو سمت غشا بیشتر می‌شود.

۱) ب، پ، ت ۲) ب، ت ۳) الف ۴) الف، ت

پاسخ: گزینه ۳ متوسط | حفظی، مفهومی

روش (۱) و روش (۲) به ترتیب نشان‌دهندهٔ اسمز معکوس و تقطیر برای تصفیهٔ آب است.

در روش اسمز معکوس با گذشت زمان، غلظت محلول بالای غشا (آب دریا) بیشتر شده، از این‌رو برای ادامهٔ فرایند اسمز معکوس و تهیهٔ آب شیرین، باید فشار وارد بر محلول غلیظ را افزایش داده تا همچنان جابه‌جایی مولکول‌های آب صورت گیرد. زیرا با گذشت زمان محلول غلیظ‌تر و شمار مولکول‌های آب آن کم‌تر شده، در نتیجه جابه‌جایی مولکول‌های آب سخت‌تر می‌شود. (درستی مورد «الف»)

بررسی سایر موارد:

ب در فرایند اسمز معکوس با اعمال فشار بر محلول غلیظ‌تر، مولکول‌های آب از محلول غلیظ به رقیق مهاجرت می‌کنند. بنابراین در این شکل مولکول‌های آب در جهت بالا به پایین از غشای نیمه‌تراوا عبور می‌کنند.

پ هر دو روش اسمز معکوس و تقطیر از جمله فرایندهای فیزیکی برای تصفیهٔ آب هستند. آب حاصل از فرایند تقطیر دارای ترکیب‌های آلی فرار و میکروب‌ها است، در حالی‌که آب حاصل از فرایند اسمز معکوس فقط شامل میکروب‌ها می‌شود.

نکته آب تصفیه نشده دارای ناخالصی‌های شش‌گانه زیر است:

۱) نافلزها، ۲) آلاینده‌ها، ۳) حشره‌کش‌ها و آفت‌کش‌ها، ۴) فلزهای سمی، ۵) میکروب‌ها، ۶) ترکیب‌های آلی فرار

در مقایسهٔ سه روش تصفیه آب، باید جدول زیر را به خاطر بسپارید:

نام روش	شمار ناخالصی‌های جدا شده از میان ناخالصی‌های شش‌گانه آب	ناخالصی‌های باقی‌مانده
تقطیر	۴	میکروب‌ها + ترکیب‌های آلی فرار
اسمز معکوس	۵	میکروب‌ها
صافی کربن	۵	میکروب‌ها
کلر خاصیت میکروب‌کشی دارد و از آن‌جا که در هر سه روش، میکروب‌ها در آب باقی می‌مانند، باید آب حاصل از این روش‌ها را پیش از مصرف کلرزنی کرد.		

ت روش اسمز معکوس یک فرایند غیرخودبه‌خودی و با اعمال فشار خارجی است. در اثر اعمال فشار مولکول‌های آب از غشای نیمه‌تراوا عبور کرده و از سمت محلول غلیظ‌تر به محلول رقیق‌تر مهاجرت می‌کنند.

تله‌تستی دقت کنید که از غشای نیمه‌تراوا فقط مولکول‌های آب عبور کرده و ذرات حل‌شونده از جمله یون‌ها عبور نمی‌کنند. بنابراین تفاوت شمار ذره‌های حل‌شونده در دو سمت غشا ثابت می‌ماند.

۱۰. وجود یون پتاسیم برای عملکرد مناسب کدام سیستم بدن ضروری بوده و نیاز روزانهٔ بدن هر فرد بالغ به این یون، چند برابر یون سدیم است؟

۱) عصبی، دو ۲) عصبی، چهار ۳) گوارش، دو ۴) گوارش، چهار

پاسخ: گزینه ۱ ساده | حفظی

یکی از مهم‌ترین یون‌ها در مایعات بدن، یون پتاسیم (K^+) است. نیاز روزانه بدن هر فرد بالغ به یون پتاسیم **دو برابر** یون سدیم است. از آن‌جا که بیشتر مواد غذایی حاوی یون پتاسیم هستند، کمبود آن **به ندرت** احساس می‌شود. وجود یون پتاسیم (K^+) برای تنظیم و عملکرد مناسب **دستگاه عصبی** بسیار ضروری است به طوری‌که انتقال پیام‌های عصبی بدون وجود این یون، امکان‌پذیر **نیست**. در واقع اختلال در حرکت این یون مانع از انتقال پیام‌های عصبی و گاهی در موارد شدید منجر به مرگ می‌شود.

مشاوره این تیپ سؤالات که پاسخ تک کلمه‌ای دارند، در آخرین کنکورهای برگزار شده (کنکورهای نوبت دوم ۱۴۰۴) مورد طراحی قرار گرفتند و در واقع هدیه طراحان کنکور به داوطلبان بودند. ما هم چون شما رو خیلی دوست داریم، آخرین سؤال رو به صورت تک کلمه‌ای طراحی کردیم تا خستگیتون در بره و دفترچه شماره ۲ رو با یک لبخند ترک کنید.

1 **اگر اتم‌های $^{۵m+۱}_{۳m-۱}X$ و $^{۶m}_{۲m+۲}X$، ایزوتوپ یکدیگر باشند، عنصر X به کدام گروه جدول دوره‌ای تعلق دارد و تفاوت شمار نوترون‌های این ایزوتوپ‌ها کدام است؟**

یعنی عدد اتمی آن‌ها برابر است.

۱) ۱۴ ـ ۲
۲) ۱۶ ـ ۳
۳) ۱۴ ـ ۳
۴) ۱۶ ـ ۲

پاسخ: گزینهٔ ۴

نکته به اتم‌هایی که تعداد پروتون‌های آن‌ها با هم برابر و تعداد نوترون‌هایشان متفاوت است، **ایزوتوپ** می‌گویند؛ به عبارت دیگر ایزوتوپ‌ها، اتم‌های یک عنصرند (یعنی Z یکسان دارند) که در تعداد نوترون‌ها و در نتیجه در عدد جرمی (A) با یکدیگر متفاوت‌اند؛ پس اتم‌هایی با نمادهای کلی $^{A}_{Z}E$ و $^{A'}_{Z}E$، ایزوتوپ یکدیگرند.

پاسخ خیلی تشریحی با توجه به این‌که اتم‌ها، ایزوتوپ یکدیگرند، عدد اتمی آن‌ها را برابر قرار داده و m را به دست می‌آوریم:

$$۲m+۲=۳m-۱ \rightarrow m=۳$$

$$\text{عدد اتمی عنصر}=۳m-۱=۲m+۲=۸$$

عنصری با عدد اتمی ۸، همان عنصر اکسیژن $(_{۸}O)$ است که در گروه ۱۶ جدول دوره‌ای قرار دارد.

$$^{۵m+۱}_{۳m-۱}X \Rightarrow {}^{۱۶}_{۸}X \Rightarrow \text{شمار نوترون‌ها}=۱۶-۸=۸$$

$$^{۶m}_{۲m+۲}X \Rightarrow {}^{۱۸}_{۸}X \Rightarrow \text{شمار نوترون‌ها}=۱۸-۸=۱۰$$

تفاوت شمار نوترون‌های دو ایزوتوپ برابر ۲ است.

2 **کدام مورد درست است؟**

۱) مشتری یک سیارهٔ گازی است و در بین عنصرهای سازندهٔ آن، عنصری که در شرایط معمولی زمین به حالت جامد باشد، وجود ندارد.

۲) تهیهٔ شناسنامهٔ فیزیکی و شیمیایی سیاره‌های مشتری، زحل، مریخ و اورانوس، جزء مأموریت‌های فضاپیماهای وویجر بود.

۳) آهن و هیدروژن به ترتیب فراوان‌ترین عنصرهای سازندهٔ سیاره‌های زمین و مشتری هستند که درصد فراوانی بالای ۵۰٪ در این سیاره‌ها دارند.

۴) با انجام واکنش‌های هسته‌ای درون ستاره‌ها، عنصرهای سبک‌تر به عنصرهای سنگین‌تر تبدیل می‌شوند.

پاسخ: گزینهٔ ۴

پاسخ خیلی تشریحی درون ستاره‌ها همانند خورشید در فشارها و دماهای بسیار بالا، واکنش‌های هسته‌ای رخ می‌دهد که در آن‌ها از عنصرهای سبک‌تر، عناصر سنگین‌تر تشکیل می‌شود.

بررسی گزینه‌های نادرست:

گزینهٔ (۱): در میان ۸ عنصر فراوان‌تر سیارهٔ مشتری، عناصر C و S وجود دارند که در شرایط معمولی زمین، حالت آن‌ها جامد است.

گزینهٔ (۲): فضاپیماهای وویجر مأموریت داشتند تا با گذر از کنار سیاره‌های مشتری، زحل، اورانوس و نپتون به تهیهٔ شناسنامه‌های فیزیکی و شیمیایی آن‌ها بپردازند. مریخ *پروشون نبود!*

گزینهٔ (۳): درصد فراوانی آهن در سیارهٔ زمین به عنوان فراوان‌ترین عنصر این سیاره، کم‌تر از ۵۰ درصد است.

3 نمونه‌ای فرضی از هیدروژن حاوی ایزوتوپ‌های طبیعی آن را در نظر بگیرید. اگر درصد فراوانی سبک‌ترین ایزوتوپ در این نمونه، ۸۰٪ و جرم اتمی میانگین هیدروژن، ۱/۲۱ amu باشد، درصد فراوانی سنگین‌ترین ایزوتوپ در نمونه کدام است؟

$^{۱}_{۱}H$ ، $^{۲}_{۱}H$ و $^{۳}_{۱}H$

۱) ۱۰ ۲) ۸

۳) ۴ ۴) ۱

پاسخ: گزینهٔ ۴

نکته جرم اتمی میانگین یک عنصر را می‌توان از روابط زیر به دست آورد:

$$۱)\ M = \frac{M_۱F_۱ + M_۲F_۲ + \cdots}{F_{کل}}$$

$$۲)\ M = M_۱ + \frac{F_۲}{F_{کل}}(M_۲ - M_۱) + \frac{F_۳}{F_{کل}}(M_۳ - M_۱) + \cdots$$

M، نماد جرم اتمی و F، نماد فراوانی ایزوتوپ‌ها است؛ ایزوتوپ ۱ نیز، ایزوتوپ سبک‌تر است.

پاسخ خیلی تشریحی می‌دانیم هیدروژن دارای ۳ ایزوتوپ طبیعی ^{۱}H ، ^{۲}H و ^{۳}H است. اگر درصد فراوانی ایزوتوپ ^{۱}H ، ۸۰ درصد باشد، مجموع درصد فراوانی ایزوتوپ‌های ^{۲}H و ^{۳}H ، ۲۰ درصد است. پس:

$$۱/۲۱ = ۱ + \frac{F_۲}{۱۰۰} \times (۲-۱) + \frac{F_۳}{۱۰۰} \times (۳-۱) \rightarrow ۰/۲۱ = \frac{F_۲ + ۲F_۳}{۱۰۰}$$

$$\begin{cases} F_۲ + ۲F_۳ = ۲۱ \\ F_۲ + F_۳ = ۲۰ \end{cases}$$

$$F_۳ = ۱$$

4 کدام مورد دربارهٔ تکنسیم ($^{۹۹}_{۴۳}Tc$) و اورانیم ($^{۲۳۵}_{۹۲}U$)، نادرست است؟

۱) تکنسیم به دستهٔ d و اورانیم به دستهٔ f جدول دوره‌ای تعلق دارد.

۲) تکنسیم، نخستین عنصر ساخت بشر و اورانیم، شناخته‌شده‌ترین فلز پرتوزا است.

۳) هر دو رادیوایزوتوپ بوده و نسبت شمار نوترون‌ها به پروتون‌ها در هستهٔ آن‌ها، بیشتر از ۱/۵ است.

۴) تکنسیم در جدول دوره‌ای با $_{۲۵}Mn$، هم‌گروه و با $_{۳۷}Rb$، هم‌دوره است.

پاسخ: گزینهٔ ۳

نکته **نکات مهم تکنسیم و اورانیم:**

تکنسیم ($_{۴۳}Tc$)	اورانیم ($_{۹۲}U$)
نخستین عنصر ساخت بشر است (عنصری ساختگی است).	عنصری طبیعی و پرتوزا است و شناخته‌شده‌ترین فلز پرتوزا به حساب می‌آید.
ایزوتوپی از آن در طبیعت وجود ندارد.	از یکی از ایزوتوپ‌های آن ($^{۲۳۵}_{۹۲}U$)، اغلب به عنوان سوخت در راکتورهای اتمی استفاده می‌شود.
در تصویربرداری از غدهٔ تیروئید کاربرد دارد و یون حاوی آن با یون یدید اندازهٔ مشابهی دارد.	فراوانی اورانیم–۲۳۵ ($^{۲۳۵}_{۹۲}U$) در مخلوط طبیعی اورانیم، کم‌تر از ۰/۷ درصد است.
با این‌که پرتوزا است، اما نسبت شمار پروتون آن کم‌تر از ۱/۵ است.	در ردیف دوم پایین جدول تناوبی قرار گرفته است.
نیم‌عمر کمی دارد و نمی‌توان آن را برای مدت طولانی نگه‌داری کرد.	
متعلق به دورهٔ ۵ و گروه ۷ جدول تناوبی است.	

پاسخ خیلی تشریحی با توجه به این‌که عدد اتمی برابر با تعداد پروتون‌ها و عدد جرمی معادل با مجموع شمار نوترون‌ها و پروتون‌ها در هستهٔ اتم است، نسبت شمار نوترون‌ها به پروتون‌ها برابر است با:

$$\frac{n}{p}=\frac{A-Z}{Z}$$

$$\frac{n}{p}\begin{cases}^{۹۹}_{۴۳}Tc=\frac{۹۹-۴۳}{۴۳}\simeq ۱/۳(<۱/۵)\\ ^{۲۳۵}_{۹۲}U=\frac{۲۳۵-۹۲}{۹۲}\simeq ۱/۵۵\end{cases}$$

پس اگرچه هر دو عنصر ایزوتوپ‌های پرتوزا (رادیوایزوتوپ) می‌باشند، اما مقدار $\frac{n}{p}$ در $^{۹۹}_{۴۳}Tc$ کم‌تر از ۱/۵ می‌باشد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ (۱):

$_{۴۳}Tc=[_{۳۶}Kr]۴d^{۵}۵s^{۲}$ → $۴d^{۵}$ = آخرین زیرلایهٔ در حال پرشدن → متعلق به دستهٔ d

نکته عناصری با عدد اتمی ۵۷ تا ۷۰ و ۸۹ تا ۱۰۲، متعلق به دستهٔ f جدول تناوبی هستند.

عنصر $_{۹۲}U$ نیز متعلق به دستهٔ f جدول تناوبی است.

گزینهٔ (۲): طبق مطالب کتاب درسی درست است.

گزینهٔ (۴): دورهٔ ۵اُم جدول تناوبی، عناصری با عدد اتمی ۳۷ تا ۵۴ را شامل می‌شود و عناصر $_{۴۳}Tc$ و $_{۳۷}Rb$ در آن قرار دارند.

در ادامه، با توجه به آرایش الکترونی $_{۴۳}Tc$ و $_{۲۵}Mn$:

$_{۲۵}Mn:[_{۱۸}Ar]۳d^{۵}۴s^{۲}$ ⇒ گروه ۷

$_{۴۳}Tc:[_{۳۶}Kr]۴d^{۵}۵s^{۲}$ ⇒ گروه ۷

یا می‌شد این‌طوری گفت که تفاوت عدد اتمی دو عنصر با گاز نجیب هم‌دوره‌شان، یکسان است، پس هم‌گروه هستند.

$$\begin{cases}۵۴-۴۳=۱۱\\ ۳۶-۲۵=۱۱\end{cases}$$

۵ دو قطعهٔ جداگانه از فلزهای آلومینیم و آهن را در اختیار داریم. اگر مجموع جرم این دو قطعه برابر ۶۸۵ گرم و شمار اتم‌های آلومینیم سه برابر شمار اتم‌های آهن باشد، مجموع حجم این دو قطعه چند سانتی‌متر مکعب است؟

فلز	جرمی مولی ($g.mol^{-1}$)	چگالی ($g.cm^{-3}$)
آهن	۵۶	۸/۰
آلومینیم	۲۷	۲/۷

۱) ۱۵۵ ۲) ۱۸۵

۳) ۳۶۵ ۴) ۵۵۵

پاسخ: گزینهٔ ۲

پاسخ خیلی تشریحی ✔

گام اول: قطعهٔ آهنی را دارای x مول اتم Fe و قطعهٔ آلومینیمی را حاوی y مول اتم Al فرض می‌کنیم. در این صورت:

$$\text{جرم} = \text{مول} \times \text{جرم مولی} \Rightarrow \begin{cases} \text{مجموع جرم دو قطعه}: 56\times x + 27\times y = 685 \\ \text{شمار اتم‌ها}: y\times \cancel{N_A} = 3\times x\times \cancel{N_A} \rightarrow y = 3x \end{cases}$$

$$56x + 27(3\times x) = 137x = 685 \rightarrow x = 5, y = 15$$

گام دوم: سپس با توجه به تعداد مول اتم‌های آهن و آلومینیم، حجم هر یک از قطعه‌ها را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{حجم قطعهٔ آهنی} = 5\ mol\ Fe \times \frac{56\ g\ Fe}{1\ mol\ Fe} \times \frac{1\ cm^3}{8\ g\ Fe} = 35\ cm^3$$

$$\text{حجم قطعهٔ آلومینیمی} = 15\ mol\ Al \times \frac{27\ g\ Al}{1\ mol\ Al} \times \frac{1\ cm^3}{2/7\ g\ Al} = 150\ cm^3$$

$$\text{مجموع حجم دو قطعه} = 150 + 35 = 185\ cm^3$$

6 **کدام مورد درست است؟**

۱) تعداد خطوط طیف نشری خطی عنصرها در گسترهٔ مرئی، با عدد اتمی آن‌ها رابطهٔ مستقیم دارد.

۲) پرتوهای منتشرشده از کنترل تلویزیون همانند نور نشرشده از شمع، انرژی بیشتری از پرتوهای سبزرنگ و طول موج کوتاه‌تری از آن‌ها دارند.

۳) براساس مدل کوانتومی اتم، علت منحصربه‌فردبودن طیف نشری خطی عنصرها، با تفاوت عدد اتمی آن‌ها توجیه می‌گردد.

۴) در نمایش امواج پرتوهای الکترومغناطیسی، فاصلهٔ بین هر دو قلهٔ متوالی در پرتوهای گاما به مراتب بیشتر از امواج رادیویی است.

طول موج

پاسخ: گزینهٔ ۳

پاسخ خیلی تشریحی ✔

براساس مدل کوانتومی اتم، انرژی لایه‌های الکترونی در هر اتم به عدد اتمی (Z) آن وابسته است. پس تفاوت انرژی بین لایه‌ها در اتم‌های مختلف منحصربه‌فرد است که همین، تعیین‌کنندهٔ خطوط طیف نشری خطی عناصر می‌باشد.

بررسی گزینه‌های نادرست:

گزینهٔ (۱): *چه ربطی داره!* مثلاً هر دو عنصر $_{1}H$ و $_{3}Li$ دارای ۴ خط در گسترهٔ مرئی طیف نشری خطی خود هستند، اما عدد اتمی آن دو متفاوت است.

گزینهٔ (۲): پرتوهای منتشرشده از کنترل تلویزیون، فروسرخ و نور نشرشده از شمع زردرنگ است. پرتوهای فروسرخ نسبت به نور مرئی، طول موج بلندتر و انرژی کم‌تری دارد. هم‌چنین نور زردرنگ نسبت به نور سبزرنگ، انرژی کم‌تر و طول موج بلندتری دارد.

طول موج: پرتوهای فروسرخ > نور مرئی

سرخ > نارنجی > زرد > سبز > آبی > نیلی > بنفش

گزینهٔ (۴): فاصلهٔ بین هر دو قلهٔ متوالی، همان طول موج است که با انرژی رابطهٔ عکس داشته و در پرتوهای گاما به مراتب کم‌تر از امواج رادیویی است.

مقایسهٔ طول موج: پرتوهای گاما < پرتوهای ایکس (X) < پرتوهای فرابنفش < پرتوهای فروسرخ < ریزموج‌ها < امواج رادیویی

7 **کدام مطلب در رابطه با ساختار لایه‌ای اتم، نادرست است؟**

۱) همانند مدل اتمی بور می‌تواند طیف نشری خطی عنصر هیدروژن را توجیه کند.

۲) مطابق آن، دادوستد انرژی هنگام انتقال الکترون از یک لایه به لایهٔ دیگر، کوانتومی است.

۳) براساس آن، الکترون وقت خود را تنها می‌تواند در فاصلهٔ معینی از هسته سپری کند.

۴) در هر یک از لایه‌های الکترونی آن با عدد کوانتومی اصلی برابر n، حداکثر $۲n^۲$ الکترون جای می‌گیرد.

پاسخ: گزینهٔ ۳

پاسخ خیلی تشریحی ✔ براساس ساختار لایه‌ای اتم، الکترون می‌تواند در همهٔ نقاط پیرامون هسته حضور یابد، اما وقت بیشتری را در فاصلهٔ معینی از هسته به نام لایه، سپری می‌کند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ (۱): مدل اتمی بور تنها می‌تواند طیف نشری خطی عنصر هیدروژن را توجیه کند در حالی که ساختار لایه‌ای توانایی توجیه طیف نشری خطی سایر عناصر را نیز دارد.

گزینهٔ (۲): *کاملاً درسته!*

گزینهٔ (۴): حداکثر گنجایش الکترونی لایه‌ها از رابطهٔ $۲n^۲$ به دست می‌آید.

8 **طول موج پرتو نشرشده مربوط به انتقال الکترونی $n = ۲ \rightarrow n = ۱$ در اتم هیدروژن با طول موج پرتو نشرشده مربوط به انتقال الکترونی $n = ۵ \rightarrow n = ۴$، ..... است و ..... انتقال، در ناحیهٔ مرئی قرار ..... .**

۱) برابر ـ یکی از این دو ـ نمی‌گیرد

۲) نابرابر ـ هر دو ـ نمی‌گیرند

۳) برابر ـ هر دو ـ می‌گیرند

۴) نابرابر ـ یکی از این دو ـ نمی‌گیرد

پاسخ: گزینهٔ ۲

پاسخ خیلی تشریحی ✔ بادورشدن از هسته اختلاف انرژی بین لایه‌های متوالی کاهش می‌یابد، پس انتقال‌های الکترونی $n = ۲ \rightarrow n = ۱$ و $n = ۵ \rightarrow n = ۴$ انرژی و طول موج نابرابر دارند.

در اتم هیدروژن تنها انتقال‌های زیر منجر به نشر نور مرئی می‌گردند:

$$n = ۳ \rightarrow n = ۲ , n = ۴ \rightarrow n = ۲ , n = ۵ \rightarrow n = ۲ , n = ۶ \rightarrow n = ۲$$

انتقال‌های ذکرشده در صورت سؤال، جزء ۴ انتقال بالا نبوده و در گسترهٔ مرئی قرار نمی‌گیرند.

۹ اتم X دارای ۵ الکترون با $l = ۲$ در آرایش الکترونی خود است. کدام گزینه می‌تواند نسبت شمار الکترون‌های ظرفیتی به شمار الکترون‌هایی با $l = ۰$ در آن را به درستی نشان دهد؟

$۳d^۵$

۱) $\frac{۷}{۶}$ ۲) $\frac{۶}{۸}$ ۳) $\frac{۷}{۸}$ ۴) $\frac{۵}{۶}$

پاسخ: گزینهٔ ۳

پاسخ خیلی تشریحی ✔ اگر اتمی تنها دارای ۵ الکترون در زیرلایهٔ d $(l = ۲)$ باشد، می‌توان یکی از دو آرایش الکترونی زیر را برای آن در نظر گرفت:

- $۱s^۲ / ۲s^۲ ۲p^۶ / ۳s^۲ ۳p^۶ ۳d^۵ / ۴s^۱ \rightarrow {}_{۲۴}Cr$
- $۱s^۲ / ۲s^۲ ۲p^۶ / ۳s^۲ ۳p^۶ ۳d^۵ / ۴s^۲ \rightarrow {}_{۲۵}Mn$

هر دو عنصر متعلق به دستهٔ d جدول دوره‌ای هستند و شمار الکترون‌های ظرفیتی در آن‌ها برابر با مجموع توان‌های ns و $(n-۱)d$ می‌باشد. از این رو نسبت شمار الکترون‌های ظرفیتی آن‌ها به مجموع شمار الکترون‌های زیرلایهٔ s $(l = ۰)$ برابر است با:

$$\frac{\text{شمار الکترون‌های ظرفیتی}}{\text{شمار الکترون‌های زیرلایه‌های s}} \begin{cases} {}_{۲۴}Cr = \frac{۵+۱}{۲+۲+۲+۱} = \frac{۶}{۷} \\ {}_{۲۵}Mn = \frac{۵+۲}{۲+۲+۲+۲} = \frac{۷}{۸} ✔ \rightarrow \text{این یکی در گزینه‌ها آمده!} \end{cases}$$

۱۰ با توجه به آرایش الکترونی فشردهٔ عناصر زیر، کدام مطلب، نادرست است؟

عنصر	X	D	A
آرایش الکترونی فشرده	$[Ar]3d^{10}4s^{2}4p^{6}$	$[He]2s^{2}$	$[Ne]3s^{2}3p^{3}$

۱) اتم D فاقد زیرلایه‌هایی با $n+l$ یکسان در آرایش الکترونی خود است.

۲) تعداد الکترون‌ها با $n+l \geq 4$ در اتم X برابر ۲۴ است.

۳) تعداد الکترون‌هایی با $l=1$ و $n=2$ در اتم A، کم‌تر از تعداد الکترون‌های ظرفیتی آن است.

۴) تفاوت عدد اتمی عنصرهای X و D، برابر با شمار ذرات زیراتمی باردار در اتم $^{32}_{16}M$ است. پروتون و الکترون

پاسخ: گزینهٔ ۳

پاسخ خیلی تشریحی ✔ با در نظر گرفتن آرایش الکترونی گازهای نجیب، آرایش الکترونی گستردهٔ این سه عنصر به صورت زیر است:

$$X: 1s^{2}/2s^{2}2p^{6}/3s^{2}3p^{6}3d^{10}/4s^{2}4p^{6} \rightarrow Z=36$$

$$D: 1s^{2}/2s^{2} \rightarrow Z=4$$

$$A: 1s^{2}/2s^{2}2p^{6}/3s^{2}3p^{3} \rightarrow Z=15$$

بررسی گزینه‌ها:

گزینهٔ (۱): اتم D دارای ۲ زیرلایهٔ 1s و 2s در آرایش الکترونی خود است که مقدار $n+l$ از آن‌ها به ترتیب برابر با ۱ و ۲ می‌باشد. این اتم فاقد زیرلایه‌هایی با $n+l$ یکسان است.

گزینهٔ (۲): زیرلایه‌هایی با $n+l \geq 4$ در آرایش الکترونی X عبارت‌اند از: 3p، 3d، 4s و 4p. مجموع شمار الکترون‌های متعلق به این زیرلایه‌ها برابر است با:

$6+10+2+6=24$ الکترون

گزینهٔ (۳): زیرلایه با $l=1$ و $n=2$ همان 2p است که دارای ۶ الکترون در اتم A است.

آخرین زیرلایهٔ در حال پرشدن در اتم A، 3p است، پس این عنصر متعلق به دستهٔ p از جدول بوده و تعداد الکترون‌های ظرفیت آن برابر است با مجموع توان 3s و 3p: $2+3=5$:شمار الکترون‌های ظرفیتی

پس تعداد الکترون‌هایی با $l=1$ و $n=2$ در اتم A، بیشتر از تعداد الکترون‌های ظرفیتی آن است.

گزینهٔ (۴): با در نظر گرفتن مجموع شمار الکترون‌ها در آرایش الکترونی عنصرهای X و D، عدد اتمی آن‌ها به ترتیب برابر با ۳۶ و ۴ است: $36-4=32$ = اختلاف عدد اتمی اتم‌های X و D

شمار ذرات زیراتمی باردار (مجموع شمار پروتون‌ها و الکترون‌ها) در اتم $^{32}_{16}M$ نیز دو برابر عدد اتمی (تعداد پروتون‌ها) در آن بوده و برابر ۳۲ است.

امتحان نهایی

با توجه به آرایش‌های الکترونی فشردهٔ زیر، به پرسش‌ها پاسخ دهید. *(سؤال ۲ ـ امتحان نهایی خرداد ۱۴۰۳)*

اتم	M	X	Z
آرایش الکترونی فشرده	$[Kr]5s^{2}$	$[Ar]3d^{10}4s^{2}4p^{4}$	$[Ar]3d^{5}4s^{1}$

الف) شمارهٔ دوره و گروه عنصر M را مشخص کنید.

ب) اعداد کوانتومی (n و l) الکترون‌های بیرونی‌ترین زیرلایهٔ اتم X را تعیین کنید.

پ) عنصر Z به کدام دسته از عنصرها تعلق دارد؟ (s یا p یا d)

ت) در آرایش الکترونی کدام اتم دو زیرلایهٔ نیمه‌پر وجود دارد؟

ث) کدام اتم در شرایط مناسب می‌تواند الکترون به اشتراک بگذارد؟

11 **کدام مورد دربارهٔ چهار گاز نجیب نخست جدول دوره‌ای، درست است؟**

$_{۳۶}Kr$ ، $_{۱۸}Ar$ ، $_{۱۰}Ne$ ، $_{۲}He$

۱) همهٔ لایه‌های الکترونی اشغال‌شدهٔ اتم آن‌ها به طور کامل پر است.

۲) واکنش‌پذیری ناچیزی داشته و همگی به دستهٔ p جدول تعلق دارند.

۳) همهٔ عنصرهای هم‌دورهٔ این گازها می‌توانند با از دست دادن، گرفتن و یا به اشتراک گذاشتن الکترون به آرایش یکی از آن‌ها برسند.

۴) در آرایش الکترون ـ نقطه‌ای همهٔ آن‌ها، الکترون تک (جفت‌نشده) وجود ندارد.

پاسخ: گزینهٔ ۴

پاسخ خیلی تشریحی ✔ چهار گاز نجیب نخست جدول دوره‌ای عبارت‌اند از: $_{۲}He$ ، $_{۱۰}Ne$ ، $_{۱۸}Ar$ و $_{۳۶}Kr$.

بررسی گزینه‌ها:

گزینهٔ (۱): آرایش الکترونی این ۴ عنصر به شکل زیر است:

$_{۲}He : ۱s^{۲}$

$_{۱۰}Ne : ۱s^{۲} / ۲s^{۲}۲p^{۶}$

$_{۱۸}Ar : ۱s^{۲} / ۲s^{۲}۲p^{۶} / ۳s^{۲}۳p^{۶}$ → زیرلایهٔ ۳d از لایهٔ سوم فاقد الکترون است.

$_{۳۶}Kr : ۱s^{۲} / ۲s^{۲}۲p^{۶} / ۳s^{۲}۳p^{۶}۳d^{۱۰} / ۴s^{۲}۴p^{۶}$ → زیرلایهٔ ۴d و ۴f از لایهٔ چهارم فاقد الکترون‌اند.

گزینهٔ (۲): گازهای نجیب واکنش‌ناپذیرند یا واکنش‌پذیری ناچیزی دارند. در ضمن، به‌جز He که متعلق به دستهٔ s جدول است، باقی آن‌ها به دستهٔ p تعلق دارند.

گزینهٔ (۳): تمامی عنصرهای هم‌دورهٔ این گازها شامل ۳۶ عنصر نخست جدول (به‌جز گازهای نجیب) می‌باشد که در میان آن‌ها برخی فلزات با از دست دادن الکترون و برخی نافلزات با گرفتن و یا به اشتراک گذاشتن الکترون به آرایش گازهای نجیب می‌رسند. در حالی که برخی عناصر نیز مانند فلزاتی از دستهٔ d جدول، اصلاً به آرایش الکترونی گازهای نجیب نمی‌رسند.

گزینهٔ (۴): آرایش الکترون ـ نقطه‌ای این عناصر به شکل زیر است که همهٔ آن‌ها فاقد الکترون جفت‌نشده می‌باشند:

$:He \quad :\ddot{\underset{..}{N}}e: \quad :\ddot{\underset{..}{A}}r: \quad :\ddot{\underset{..}{K}}r:$

12 **اگر شمار الکترون‌های موجود در آخرین زیرلایهٔ اشغال‌شده در اتم دو عنصر دورهٔ سوم جدول تناوبی برابر باشد، کدام مورد درست است؟**

یا $۳s^۱$ و $۳p^۱$ و یا $۳s^۲$ و $۳p^۲$

۱) شمار الکترون‌های جفت‌نشده در آرایش الکترون ـ نقطه‌ای اتم این دو عنصر، می‌تواند برابر باشد.

۲) شمار الکترون‌های ظرفیتی یکی از این عناصر، با شمار الکترون‌های ظرفیتی $_{۲۴}Cr$ برابر است.

۳) عدد اتمی یکی از عنصرها، می‌تواند برابر با مجموع عدد اتمی چهار عنصر ابتدایی دورهٔ دوم باشد.

۴) مجموع مقدار $n+l$ برای الکترون‌های ظرفیتی اتم یکی از این عناصر، می‌تواند با عدد اتمی آن برابر باشد.

پاسخ: گزینهٔ ۴

پاسخ خیلی تشریحی ✔ جدول زیر عناصر دورهٔ سوم جدول دوره‌ای را نشان می‌دهد:

عنصر	$_{۱۱}Na$	$_{۱۲}Mg$	$_{۱۳}Al$	$_{۱۴}Si$	$_{۱۵}P$	$_{۱۶}S$	$_{۱۷}Cl$	$_{۱۸}Ar$
شمارهٔ گروه	۱	۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸
آخرین زیرلایه در اتم	$۳s^۱$	$۳s^۲$	$۳p^۱$	$۳p^۲$	$۳p^۳$	$۳p^۴$	$۳p^۵$	$۳p^۶$
شمار الکترون‌های ظرفیتی اتم	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸

در دو جفت عنصر Na و Al یا Mg و Si، شمار الکترون‌ها در آخرین زیرلایهٔ اتم آن‌ها برابر است.

مجموع $n+l$ برای الکترون‌های ظرفیتی اتم عنصر $_{۱۴}Si$، برابر عدد اتمی آن $(Z=۱۴)$ است:

$$_{۱۴}Si: ۱s^۲ ۲s^۲ ۲p^۶ \underbrace{۳s^۲ ۳p^۲}_{\text{لایهٔ ظرفیت}} \Rightarrow \begin{cases} ۳s^۲ \Rightarrow n+l=۳ \xrightarrow{\times ۲} ۶ \\ ۳p^۲ \Rightarrow n+l=۴ \xrightarrow{\times ۲} ۸ \end{cases} \xrightarrow{\text{مجموع}} ۱۴$$

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ (۱): آرایش الکترون ـ نقطه‌ای اتم این عناصر به صورت زیر است:

$\dot{Na}$ $\dot{Al}\cdot$ و $\dot{Mg}\cdot$ $\cdot\dot{Si}\cdot$

شمار الکترون‌های جفت‌نشده در اتم هیچ‌کدام از این جفت عناصر برابر نیست.

گزینهٔ (۲): شمار الکترون‌های ظرفیتی Na و Al به ترتیب برابر ۱ و ۳ و شمار الکترون‌های ظرفیتی Mg و Si به ترتیب برابر ۲ و ۴ است.

گزینهٔ (۳): مجموع عدد اتمی ۴ عنصر ابتدایی دورهٔ دوم برابر ۱۸ $(۳+۴+۵+۶=۱۸)$ می‌باشد، در حالی که عدد اتمی هیچ‌یک از عنصرهای مورد نظر، برابر ۱۸ نیست.

کنکور

اگر مجموع شمار الکترون‌های بیرونی‌ترین زیرلایهٔ الکترونی در اتم دو عنصر در دورهٔ دوم جدول تناوبی عنصرها، برابر ۹ باشد، کدام مورد، نادرست است؟ *(سؤال ۷۷ کنکور تجربی ۱۴۰۴ ـ نوبت اول)*

۱) تفاوت شمار الکترون‌های ظرفیت اتم دو عنصر، می‌تواند برابر یک باشد.

۲) آخرین زیرلایهٔ اتم یکی از عنصرها می‌تواند پر و دیگری، نیمه‌پر باشد.

۳) عدد اتمی یک عنصر می‌تواند ۰/۷ عدد اتمی عنصر دیگر باشد.

۴) تفاوت عدد اتمی دو عنصر، عددی زوج است.

1 **شمار الکترون‌های مبادله‌شده میان عنصرهای سازنده در تشکیل چند میلی‌گرم آلومینیم اکسید نصف شمار الکترون‌های مبادله‌شده در تشکیل ۱ گرم کلسیم برمید است؟ $(O = ۱۶, Al = ۲۷, Ca = ۴۰, Br = ۸۰ : g.mol^{-1})$**

$Al_۲O_۳$ $CaBr_۲$

۱) ۸۵ ۲) ۶۸

۳) ۱۰۲ ۴) ۴۲/۵

پاسخ: گزینهٔ ۱

درس Box

برای تشکیل ترکیب‌های یونی دوتایی، بین فلز و نافلز الکترون مبادله می‌شود. برای محاسبهٔ شمار الکترون‌های مبادله‌شده در یک ترکیب یونی، می‌توان از فرمول زیر استفاده کرد:

تعداد (زیروند) آنیون × قدرمطلق بار آنیون = تعداد (زیروند) کاتیون × بار کاتیون = شمار الکترون‌های مبادله‌شده در تشکیل هر واحد فرمولی از ترکیب‌های یونی

مثال برای تشکیل هر واحد فرمولی از CaS، ۲ الکترون بین عنصرهای سازنده‌اش، مبادله می‌شود یا می‌توان گفت در تشکیل ۱ مول CaS از عنصرهای سازنده‌اش، ۲ مول الکترون مبادله می‌شود:

قدرمطلق بار آنیون — بار کاتیون

$(S^{۲-})$ $(Ca^{۲+})$

شمار الکترون‌های مبادله‌شده در تشکیل CaS $= ۲ \times ۱ = ۲ \times ۱ = ۲$

تعداد آنیون — تعداد کاتیون

پاسخ خیلی تشریحی

گام اول: شمار الکترون‌های مبادله‌شده در تشکیل ۱ گرم کلسیم برمید $(CaBr_۲)$ را محاسبه می‌کنیم؛ برای تشکیل هر واحد فرمولی از $CaBr_۲$، ۲ الکترون مبادله می‌شود یا می‌توان گفت در تشکیل ۱ مول $CaBr_۲$ از عنصرهای سازنده‌اش، ۲ مول الکترون بین آن‌ها مبادله می‌شود.

قدرمطلق بار آنیون — بار کاتیون

(Br^{-}) $(Ca^{۲+})$

شمار الکترون‌های مبادله‌شده در تشکیل $CaBr_۲$ $= ۲ \times ۱ = ۱ \times ۲ = ۲$

تعداد آنیون — تعداد کاتیون

بنابراین داریم:

$$۱\ g\ CaBr_۲ \times \frac{۱\ mol\ CaBr_۲}{۲۰۰\ g\ CaBr_۲} \times \frac{۲\ mol\ e^-}{۱\ mol\ CaBr_۲} = ۰/۰۱\ mol\ e^-$$

گام دوم: محاسبه می‌کنیم که در تشکیل چند گرم آلومینیم اکسید $(Al_۲O_۳)$، $۰/۵ \times ۰/۰۱ = ۵ \times ۱۰^{-۳}$ مول الکترون مبادله می‌شود:

برای تشکیل هر واحد فرمولی از $Al_۲O_۳$، ۶ الکترون مبادله می‌شود یا می‌توان گفت در تشکیل ۱ مول $Al_۲O_۳$ از عنصرهای سازنده‌اش، ۶ مول الکترون بین آن‌ها مبادله می‌شود.

قدرمطلق بار آنیون — بار کاتیون

$(O^{۲-})$ $(Al^{۳+})$

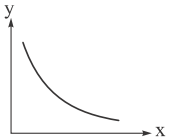
شمار الکترون‌های مبادله‌شده در تشکیل $Al_۲O_۳$ $= ۳ \times ۲ = ۲ \times ۳ = ۶$

تعداد آنیون — تعداد کاتیون

$$۵ \times ۱۰^{-۳}\ mole^- = x\ g\ Al_۲O_۳ \times \frac{۱ mol\ Al_۲O_۳}{۱۰۲ g\ Al_۲O_۳} \times \frac{۶ mole^-}{۱ mol\ Al_۲O_۳} \Rightarrow x = \frac{۵ \times ۱۰^{-۳} \times ۱۰۲}{۶} = ۸۵ \times ۱۰^{-۳}\ g\ Al_۲O_۳$$

2 **کدام مورد عبارت زیر را به درستی تکمیل می‌کند؟**

«در نمودار مقابل، x و y به ترتیب می‌تواند ..... و ..... باشد.»



۱) میزان CO_2 در هواکره ـ میانگین جهانی دمای کرهٔ زمین

۲) ارتفاع هواکره ـ فشار اکسیژن

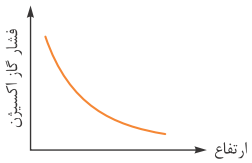
۳) میزان CO_2 در هواکره ـ میانگین جهانی سطح آب‌های آزاد

۴) ارتفاع هواکره ـ دمای هوا در لایهٔ استراتوسفر

پاسخ: گزینهٔ ۲

پاسخ خیلی تشریحی ✔

هر چه از سطح زمین بالاتر می‌رویم، هواکره رقیق‌تر شده و تعداد کل ذرات موجود در هر لیتر از هوا کاهش می‌یابد؛ بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که با افزایش ارتفاع، غلظت و فشار همهٔ گازهای موجود در هواکره از جمله اکسیژن کم می‌شود؛ بنابراین نمودار فشار گاز اکسیژن نسبت به ارتفاع از سطح زمین، به صورت زیر است:

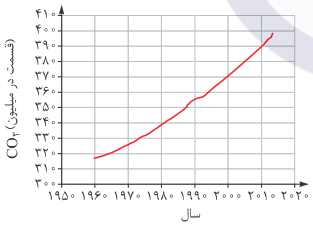


بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه‌های (۱) و (۳): افزایش مقدار CO_2 در هواکره، باعث افزایش دمای کرهٔ زمین شده است، هم‌چنین به دنبال افزایش دمای زمین، یخ‌های قطبی ذوب شده و سطح آب اقیانوس‌ها و دریاها بالا آمده است.

میانگین جهانی سطح آب‌های آزاد ↑ و میانگین جهانی دمای سطح زمین ↑ ⇐ مقدار CO_2 در هواکره ↑

بنابراین نمودار میانگین جهانی دمای سطح زمین و میانگین جهانی سطح آب‌های آزاد، برحسب مقدار CO_2 در هواکره، به صورت صعودی می‌باشد؛ نه نزولی!



گزینهٔ (۴): در استراتوسفر (لایهٔ دوم هواکره)، با افزایش ارتفاع، دمای هوا افزایش می‌یابد؛ بنابراین نمودار دمای هوا در لایهٔ استراتوسفر برحسب ارتفاع، باید به صورت صعودی باشد.

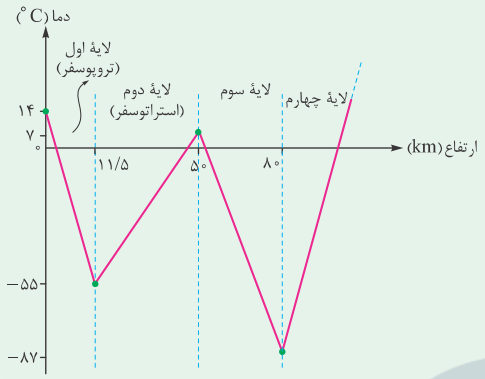
نکته

روند تغییر دما در هواکره را می‌توان دلیلی بر لایه‌ای‌بودن آن دانست. به طور کلی در لایه‌های اول و سوم، با افزایش ارتفاع، دما کاهش می‌یابد، اما در لایهٔ دوم، با افزایش ارتفاع، دما افزایش می‌یابد.

لایهٔ اول: از حدود ۱۴ °C (دمای سطح زمین) به −۵۵ °C

لایهٔ دوم: از $-۵۵\ ^\circ C$ به $۷\ ^\circ C$

لایهٔ سوم: از $۷\ ^\circ C$ به $-۸۷\ ^\circ C$



3 **کدام مورد در ارتباط با گازهای تشکیل‌دهندهٔ هواکره، نادرست است؟**

۱) گازی که برای پرکردن تایر خودرو استفاده می‌شود، در نگه‌داری نمونه‌های بیولوژیکی نیز کاربرد دارد.

نیتروژن

۲) فراوان‌ترین گاز نجیب هواکره، در جوشکاری، برش فلزها و هم‌چنین در ساخت لامپ‌های رشته‌ای به کار می‌رود.

آرگون

۳) حدود ۷ درصد حجمی گاز طبیعی را گازی تشکیل می‌دهد که همراه با سایر فراورده‌های سوختن گاز طبیعی، به صورت ترکیب اکسیژن‌دار، وارد هواکره می‌شود.

هلیم

۴) در لایه‌های بالایی هواکره، می‌توان گونه‌ای یافت که فقط یک ذرهٔ زیراتمی داشته باشد.

H^+

پاسخ: گزینهٔ ۳

پاسخ خیلی تشریحی ✔ حدود ۷ درصد حجمی از مخلوط گاز طبیعی را **هلیم** تشکیل می‌دهد. دقت کنید که هلیم موجود در گاز طبیعی به همراه سایر فراورده‌های سوختن گاز طبیعی (CO_2 ، H_2O و ...) **بدون مصرف**، وارد هواکره می‌شود؛ *یعنی هلیم نمی‌سوزه و در واکنشی شرکت نمی‌کنه!*

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ (۱):

گزینهٔ (۲): در هوای پاک و خشک، آرگون فراوان‌ترین گاز نجیب هواکره (از لحاظ درصد حجمی) است و در میان همهٔ گازها، پس از نیتروژن و اکسیژن، رتبهٔ سوم *را از آن خود کرده است!* آرگون به عنوان محیط بی‌اثر در جوشکاری، برش فلزها و هم‌چنین در ساخت لامپ‌های رشته‌ای به کار می‌رود.

گزینهٔ (۴):

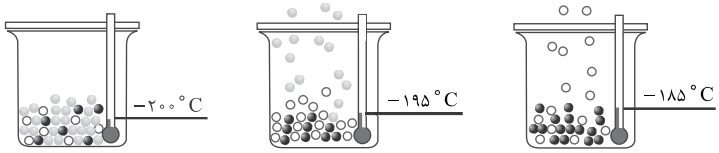
نکته در لایهٔ چهارم هواکره علاوه بر گازهای N_2 ، O_2 و ... ما با اتم اکسیژن (O) و یه سری یون‌های مثبت مانند N_2^+ ، O_2^+ ، O^+ ، He^+ و H^+ نیز سروکار داریم.

حالا چرا؟

پرتوهای پرانرژی خورشید، مولکول‌ها و اتم‌های موجود در این لایه را *بمباران کرده!* و باعث تبدیل این ذره‌ها به یون‌های مثبت (و البته الکترون‌ها) می‌شوند. به همین دلیل در این لایه، یون‌های مثبت حاصل از آن‌ها یعنی N_2^+ ، O_2^+ ، He^+ و H^+ نیز به مقدار کم‌تر وجود دارد. *هواستون باشه! اگه بگن* یون‌های منفی یا آنیون‌ها در این لایه وجود *دارن، غلطه‌ها!*

در لایهٔ چهارم هواکره، می‌توان یون H^+ را یافت که تنها دارای یک پروتون و فاقد الکترون و نوترون است.

4 شکل‌های زیر تقطیر جزءبه‌جزء نیتروژن، اکسیژن و آرگون را نشان می‌دهند. کدام مورد، نادرست است؟



(۱) (۲) (۳)

۱) مایع‌بودن هر سه ماده در حالت (۱)، نشان می‌دهد که نقطهٔ جوش آن‌ها بالاتر از ۷۳ K است.

۲) گاز جداشده در حالت (۲)، در همهٔ لایه‌های هواکره وجود دارد.

۳) مایع باقی‌مانده در حالت (۲)، حاوی دو ماده با نقطهٔ جوش نزدیک به هم است که در پتروشیمی شیراز یکی از آن‌ها را با خلوص بالا تهیه می‌کنند.

۴) گاز جداشده در حالت (۳)، گازی بی‌رنگ، بی‌بو و سمی است.

پاسخ: گزینهٔ ۴

درس Box

مراحل جداسازی اجزای هوا به روش تقطیر جزءبه‌جزء *این‌طوریاست*:

۱) *اول از همه!* هوا را از صافی‌هایی عبور می‌دهند تا گردوغبار آن گرفته شود.

۲) با استفاده از فشار، دمای هوا را پیوسته کاهش می‌دهند. ابتدا با کاهش دما تا ۰ °C، رطوبت (H_2O) هوا به صورت یخ جدا می‌شود، سپس در دمای ۷۸− °C، گاز کربن دی‌اکسید به حالت جامد درآمده و از مخلوط گازی *فداماظفی می‌کنه*.

۳) مخلوط را تا دمای ۲۰۰− °C سرد می‌کنند. به این ترتیب، مخلوط بسیار سردی از چند مایع پدید می‌آید که به آن هوای مایع می‌گویند.

توجه هنگام مایع‌کردن چند گاز با کاهش دما، ابتدا گازی مایع می‌شود که نقطهٔ جوش بالاتری دارد.

۴) با عبور هوای مایع از یک ستون تقطیر و افزایش دما، هر یک از مایعات موجود در این مخلوط، در نقطهٔ جوش خود تبخیر شده و می‌توان بخارهای آن‌ها را به طور جداگانه جمع‌آوری کرد.

توجه هر چه نقطهٔ جوش ماده‌ای پایین‌تر باشد، زودتر به جوش آمده و زودتر از این مخلوط مایع جدا می‌شود.

نکته

ترتیب نقطهٔ جوش چهار گاز مهم هواکره که شما باید *بدونین* به صورت زیر است:

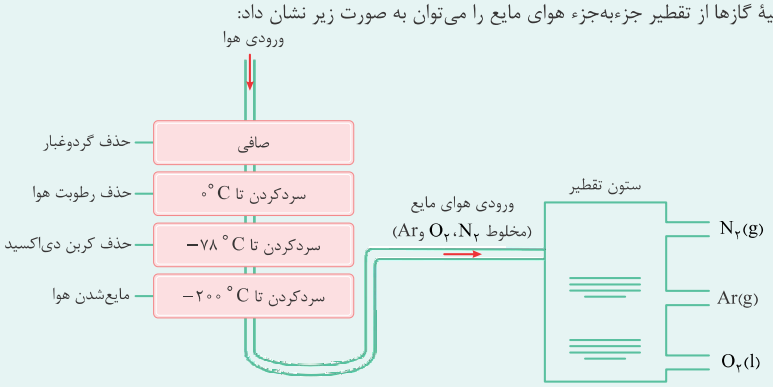
مقایسهٔ نقطهٔ جوش: $He < N_2 < Ar < O_2$

(−۲۶۹ °C، −۱۹۶ °C، −۱۸۶ °C، −۱۸۳ °C)

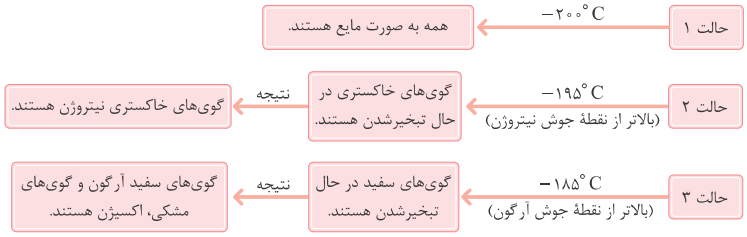
اگر نمونه‌ای از هوای مایع با دمای ۲۰۰− °C را وارد برج تقطیر کنیم، ترتیب جداشدن گازها *این‌جوریاست*:

ترتیب جداشدن گازها: $N_2 \rightarrow Ar \rightarrow O_2$ (۱ → ۲ → ۳)

جمع‌بندی: مراحل تهیهٔ گازها از تقطیر جزءبه‌جزء هوای مایع را می‌توان به صورت زیر نشان داد:



پاسخ خیلی تشریحی ✔ با توجه به شکل‌های داده‌شده، می‌توان گفت:



در حالت (۳)، دما $(-۱۸۵\ ^\circ C)$ بالاتر از نقطهٔ جوش آرگون (Ar) بوده و این گاز در حال تبخیر و جداشدن است. این گاز، **بی‌رنگ، بی‌بو و غیرسمی** است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ (۱): در حالت (۱)، یعنی دمای $-۲۰۰\ ^\circ C$ هر سه گاز در حالت مایع‌اند (ماده‌ای در حال تبخیرشدن نیست)؛ یعنی نقطهٔ جوش هر سه گاز بالاتر از $-۲۰۰\ ^\circ C$ یا $-۲۰۰ + ۲۷۳ = ۷۳\ K$ می‌باشد.

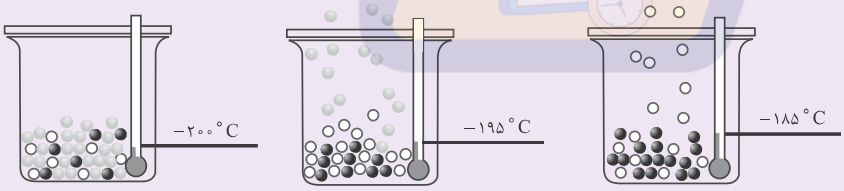
گزینهٔ (۲): در حالت (۲)، دما $(-۱۹۶\ ^\circ C)$ بالاتر از نقطهٔ جوش نیتروژن $(N_۲)$ بوده و این گاز در حال تبخیر و جداشدن است. این گاز در همهٔ لایه‌های هواکره یافت می‌شود.

گزینهٔ (۳): در حالت (۲)، مایع باقی‌مانده حاوی آرگون (Ar) و اکسیژن $(O_۲)$ است. نقطهٔ جوش اکسیژن $(-۱۸۳\ ^\circ C)$ به نقطهٔ جوش آرگون $(-۱۸۶\ ^\circ C)$ بسیار نزدیک است. در حاشیهٔ صفحهٔ ۵۲ کتاب درسی می‌خوانیم که در پتروشیمی شیراز، آرگون از تقطیر جزءبه‌جزء هوای مایع با خلوص بسیار زیاد تهیه می‌شود.

با توجه به شکل، چند مورد از موارد زیر، درست است؟ (در حالت (۱)، اکسیژن، نیتروژن و آرگون درون ظرف جای دارند.)

(سؤال ۱۰۸ کنکور تجربی ۱۴۰۳ ـ نوبت دوم)

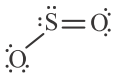
- **گلوله‌های سیاه‌رنگ، نمایندهٔ اکسیژن‌اند.**
- **مواد درون ظرف در حالت (۱)، حالت فیزیکی مایع دارند.**
- **گلوله‌های سفیدرنگ نمایندهٔ نیتروژن‌اند.**
- **مواد درون ظرف در حالت (۲)، دو حالت فیزیکی متفاوت دارند.**

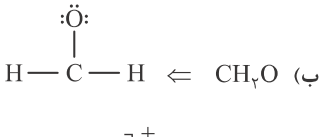


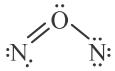
۱) ۳ ۲) ۲ ۳) ۱ ۴) ۴

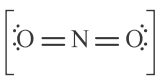
۵ **ساختار لوویس چند گونه به درستی رسم نشده است؟**

مشاوره رسم ساختار لوویس مولکول‌ها، از مهم‌ترین مطالبی است که باید در آن به تسلط بالایی برسید، چرا که *بارها و بارها مورد توجه طراحان کنکور قرارگرفته* و سرعت عمل شما در این سؤال‌ها مهم است؛ زیرا می‌توانید با حل آن‌ها زمان ذخیره کنید.

الف) SO_2 ⇐ 

ب) CH_2O ⇐ 

پ) N_2O ⇐ 

ت) NO_2^+ ⇐ 

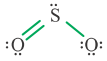
۱) ۴ ۲) ۲ ۳) ۱ ۴) ۳

پاسخ: گزینهٔ ۴

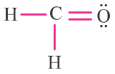
پاسخ خیلی تشریحی ✔ همهٔ ساختارهای داده‌شده، به‌جز مورد «ت»، نادرست‌اند.

بررسی ساختارهای نادرست:

الف) اتم گوگرد، ۱۰تایی شده است. ساختار درست *این‌جوریاست*:



ب) اتم کربن، ۸تایی نشده است. ساختار لوویس مولکول CH_2O به صورت مقابل است:



پ) در مولکول N_2O، اتم مرکزی، نیتروژن است و نه اکسیژن. در ضمن در ساختار لوویس مولکول‌ها، مجموع الکترون‌های به‌کاررفته در ساختار لوویس، باید برابر با مجموع شمار الکترون‌های ظرفیت اتم‌های سازنده باشد. حال اگر تعداد کل الکترون‌های لایهٔ ظرفیت اتم‌های سازنده را در مولکول N_2O محاسبه کنیم، داریم:

تعداد کل الکترون‌های لایهٔ ظرفیت اتم‌های سازندهٔ N_2O: $2(5)+6=16$

در حالی که در ساختار لوویس داده‌شده، در مجموع ۱۸ الکترون وجود دارد. ساختار لوویس مولکول N_2O به صورت زیر است:

ساختار لوویس هر یک از مولکول‌های زیر را رسم کنید. *(شیمی (۱) ـ با هم بیندیشیم ـ صفحهٔ ۵۸ کتاب درسی)*

الف) SO_2

ب) CO

پ) PCl_3

ت) HCN

ث) CH_2O

ج) CS_2

6 در مخلوطی به جرم ۲۰ گرم شامل اکسید منیزیم و یکی از اکسیدهای آهن، درصد جرمی یون‌های منیزیم و آهن به ترتیب برابر ۳۰ و ۳۵ می‌باشد. کدام یون آهن در این اکسید وجود دارد و جرم اکسید آهن در مخلوط چند گرم است؟ $(Fe = ۵۶, Mg = ۲۴, O = ۱۶ : g.mol^{-۱})$

۱) $Fe^{۲+}$ ـ ۱۰

۲) $Fe^{۳+}$ ـ ۱۰

۳) $Fe^{۲+}$ ـ ۱۲

۴) $Fe^{۳+}$ ـ ۱۲

پاسخ: گزینهٔ ۲

Hint ابتدا با توجه به درصد جرمی یون‌های $Mg^{۲+}$ و Fe^{n+} در مخلوط، جرم آن‌ها را محاسبه کن، پس با توجه به جرم $Mg^{۲+}$ به‌دست‌آمده، جرم MgO موجود در مخلوط را به دست آورده و با کم‌کردن آن از کل جرم مخلوط؛ جرم اکسید آهن در آن را حساب کن. در نهایت با استفاده از جرم اکسید آهن و جرم یون Fe^{n+} موجود در آن، این یون را شناسایی کن.

پاسخ‌خیلی‌تشریحی✔ **گام اول**: جرم یون‌های $Mg^{۲+}$ و Fe^{n+} در مخلوط را با توجه به درصد جرمی آن‌ها محاسبه می‌کنیم:

$$۲۰\ g\ \text{مخلوط} \begin{cases} Mg^{۲+}: \text{درصد جرمی} = ٪۳۰ \Rightarrow ۲۰\ g\ \text{مخلوط} \times \dfrac{۳۰\ g\ Mg^{۲+}}{۱۰۰\ g\ \text{مخلوط}} = ۶\ g\ Mg^{۲+} \\ Fe^{n+}: \text{درصد جرمی} = ٪۳۵ \Rightarrow ۲۰\ g\ \text{مخلوط} \times \dfrac{۳۵\ g\ Fe^{n+}}{۱۰۰\ g\ \text{مخلوط}} = ۷\ g\ Fe^{n+} \end{cases}$$

گام دوم: با توجه به جرم $Mg^{۲+}$ در مخلوط، جرم MgO موجود در آن را *می‌مسابیم*:

$$۶\ g\ Mg^{۲+} \times \frac{۱\ mol\ Mg^{۲+}}{۲۴\ g\ Mg^{۲+}} \times \frac{۱\ mol\ MgO}{۱\ mol\ Mg^{۲+}} \times \frac{۴۰\ g\ MgO}{۱\ mol\ MgO} = ۱۰\ g\ MgO$$

گام سوم: از آن‌جا که مجموع جرم منیزیم اکسید و اکسید آهن موجود در مخلوط برابر با ۲۰ گرم است، داریم:

جرم اکسید آهن در مخلوط $= ۲۰ - ۱۰ = ۱۰\ g$ $\Rightarrow$ جرم منیزیم اکسید در مخلوط + جرم اکسید آهن در مخلوط $= ۲۰$

گام چهارم: حال با توجه به این‌که اکسید آهن موجود در مخلوط، ۱۰ گرم جرم داشته و حاوی ۷ گرم یون Fe^{n+} است، نوع یون آهن موجود در آن را شناسایی می‌کنیم:

$$\begin{cases} Fe^{۲+} \rightarrow \text{اکسید آهن (II)}: FeO \Rightarrow ۱۰\ g\ FeO \times \dfrac{۱\ mol\ FeO}{۷۲\ g\ FeO} \times \dfrac{۱\ mol\ Fe^{۲+}}{۱\ mol\ FeO} \times \dfrac{۵۶\ g\ Fe^{۲+}}{۱\ mol\ Fe^{۲+}} \simeq ۷/۷۷\ g\ Fe^{۲+} \text{ غ‌ق‌ق} \\ Fe^{۳+} \rightarrow \text{اکسید آهن (III)}: Fe_۲O_۳ \Rightarrow ۱۰\ g\ Fe_۲O_۳ \times \dfrac{۱\ mol\ Fe_۲O_۳}{۱۶۰\ g\ Fe_۲O_۳} \times \dfrac{۲\ mol\ Fe^{۳+}}{۱\ mol\ Fe_۲O_۳} \times \dfrac{۵۶\ g\ Fe^{۳+}}{۱\ mol\ Fe^{۳+}} = ۷\ g\ Fe^{۳+} \end{cases}$$

در نتیجه این مخلوط حاوی یون $Fe^{۳+}$ می‌باشد.

7 **ضرایب استوکیومتری HCl و H_2O در واکنش (I) پس از موازنه، به ترتیب چند برابر ضرایب این ترکیب‌ها در واکنش (II) پس از موازنه است؟**

مشاوره موازنه‌کردن معادلهٔ واکنش‌های شیمیایی، علاوه بر این‌که گام اول در حل همهٔ مسائل استوکیومتری است، *خیلی وقتا* سؤال مختص خودش را در کنکور سراسری دارد؛ پس حتماً سعی کنید تسلط و سرعت عمل‌تان را در موازنه‌کردن واکنش‌ها تا حد امکان بالا ببرید.

$$\text{I)}\ KI + KNO_3 + HCl \rightarrow KCl + NO + I_2 + H_2O$$

$$\text{II)}\ Na_2SO_4 + HCl \rightarrow NaCl + SO_2 + O_2 + H_2O$$

۱) ۲ ـ ۱/۵
۲) ۱/۵ ـ ۲
۳) ۲ ـ ۲
۴) ۱/۵ ـ ۱/۵

پاسخ: گزینهٔ ۳

پاسخ خیلی تشریحی

معادلهٔ واکنش‌های داده‌شده را گام‌به‌گام به روش وارسی موازنه می‌کنیم:

ابتدا واکنش (I):

گام اول: نوشتن معادلهٔ موازنه‌نشدهٔ واکنش و گذاشتن خط تیره پشت هر ماده!

$$__KI + __KNO_3 + __HCl \rightarrow __KCl + __NO + __I_2 + __H_2O$$

گام دوم: شناسایی عنصر شروع‌کنندهٔ موازنه: پیچیده‌ترین ترکیب در این واکنش، KNO_3 است. عنصرهای K و O نمی‌توانند شروع‌کننده باشند، زیرا K در سمت چپ و O در سمت راست، در ساختار دو ماده وجود دارد؛ پس N را به عنوان عنصر آغازگر انتخاب می‌کنیم.

گام سوم: موازنه‌کردن عنصر شروع‌کنندهٔ موازنه در دو سمت معادله: برای موازنهٔ اتم نیتروژن، به KNO_3 و NO ضریب ۱ می‌دهیم:

$$__KI + \underline{1}\,KNO_3 + __HCl \rightarrow __KCl + \underline{1}\,NO + __I_2 + __H_2O$$

گام چهارم: موازنه‌کردن بقیهٔ عنصرها: موازنه را با اتم اکسیژن که فقط ضریب یک مادهٔ دارای آن مجهول است، ادامه می‌دهیم. ضریب H_2O را برابر ۲ در نظر می‌گیریم تا تعداد اتم اکسیژن در دو سمت معادله برابر ۳ شود:

$$__KI + \underline{1}\,KNO_3 + __HCl \rightarrow __KCl + \underline{1}\,NO + __I_2 + \underline{2}\,H_2O$$

موازنه را فقط با اتم هیدروژن می‌توانیم ادامه دهیم. با توجه به این‌که در سمت راست واکنش، ۴ اتم هیدروژن داریم، ضریب HCl را برابر ۴ قرار می‌دهیم:

$$__KI + \underline{1}\,KNO_3 + \underline{4}\,HCl \rightarrow __KCl + \underline{1}\,NO + __I_2 + \underline{2}\,H_2O$$

حالا موازنه را به ترتیب با عنصرهای Cl، K و I ادامه می‌دهیم!

$$\underline{3}\,KI + \underline{1}\,KNO_3 + \underline{4}\,HCl \rightarrow \underline{4}\,KCl + \underline{1}\,NO + \underline{\tfrac{3}{2}}\,I_2 + \underline{2}\,H_2O$$

اگر برای از بین بردن ضریب کسری، همهٔ اعداد را در ۲ ضرب کنیم، به موازنهٔ *شیک و مجلسی* زیر می‌رسیم:

$$6KI + 2KNO_3 + 8HCl \rightarrow 8KCl + 2NO + 3I_2 + 4H_2O$$

و حالا نوبت می‌رسه به واکنش (II):

گام اول: نوشتن معادلهٔ موازنه‌نشدهٔ واکنش و گذاشتن خط تیره پشت هر ماده!

$$__Na_2SO_4 + __HCl \rightarrow __NaCl + __SO_2 + __O_2 + __H_2O$$

گام دوم: شناسایی عنصر شروع‌کنندهٔ موازنه: پیچیده‌ترین ترکیب در این واکنش، Na_2SO_4 است. عنصر O نمی‌تواند عنصر شروع‌کننده باشد، زیرا در سمت راست در ساختار سه ماده وجود دارد؛ پس عنصرهای Na و S می‌توانند شروع‌کننده باشند که از بین آن‌ها، Na را با توجه به ضریب بزرگ آن انتخاب می‌کنیم.

گام سوم: موازنه‌کردن عنصر شروع‌کنندهٔ موازنه در دو سمت معادله: برای موازنهٔ اتم Na، به Na_2SO_4، ضریب ۱ و به NaCl، ضریب ۲ می‌دهیم:

$$\underline{1}\,Na_2SO_4 + __HCl \rightarrow \underline{2}\,NaCl + __SO_2 + __O_2 + __H_2O$$

گام چهارم: موازنه‌کردن بقیهٔ عنصرها: موازنه را با اتم گوگرد که فقط ضریب یک مادهٔ دارای آن مجهول است، ادامه می‌دهیم. ضریب SO_2 را برابر ۱ در نظر می‌گیریم تا تعداد اتم گوگرد در دو سمت معادله برابر شود:

$$\underline{1}\,Na_2SO_4 + __\,HCl \rightarrow \underline{2}\,NaCl + \underline{1}\,SO_2 + __\,O_2 + __\,H_2O$$

حال موازنه را به ترتیب با عنصرهای Cl، H و O ادامه می‌دهیم:

$$\underline{1}\,Na_2SO_4 + \underline{2}\,HCl \rightarrow \underline{2}\,NaCl + \underline{1}\,SO_2 + \underline{\tfrac{1}{2}}\,O_2 + \underline{1}\,H_2O$$

در نهایت برای از بین بردن ضریب کسری، همهٔ اعداد را در ۲ ضرب می‌کنیم:

$$2Na_2SO_4 + 4HCl \rightarrow 4NaCl + 2SO_2 + O_2 + 2H_2O$$

با توجه به واکنش‌های موازنه‌نشدهٔ (I) و (II)، می‌توان دریافت که ضرایب استوکیومتری هر ۲ مادهٔ H_2O و HCl در معادلهٔ واکنش (I)، ۲ برابر ضرایب این مواد در معادلهٔ واکنش (II) است.

8 **کدام مورد نادرست است؟**

۱) در شیمی سبز دانشمندان با استفاده از منابع طبیعی، به دنبال افزایش کیفیت زندگی انسان و محافظت از طبیعت هستند.

۲) برای کاهش مقدار کربن دی‌اکسید تولیدشده از نیروگاه‌ها، آن‌ها را با اکسیدهای بازی واکنش داده و به موادی معدنی تبدیل می‌کنند. ← MgO و CaO

۳) سوخت سبز همانند پلاستیک سبز، در ساختار خود اتم اکسیژن دارد و برخلاف سوخت‌های فسیلی، گازهای گلخانه‌ای تولید نمی‌کند.

۴) دفن‌کردن کربن دی‌اکسید نسبت به سایر روش‌های شیمی سبز برای کاهش ردپای CO_2، دستکاری کم‌تری در طبیعت دارد.

پاسخ: گزینهٔ ۳

پاسخ خیلی تشریحی ✔

سوخت‌های سبز مانند اتانول (C_2H_5OH)، در ساختار خود دارای اکسیژن نیز هستند. *هواستون باشه* که در ساختار این سوخت‌ها، عنصرهای کربن و هیدروژن نیز وجود دارد و از سوختن آن‌ها گازهای گلخانه‌ای CO_2 و H_2O نیز تولید می‌شود، *اما به میزان کم‌تر!*

نکته

سوخت سبز
- سوختی است که در ساختار خود علاوه بر کربن و هیدروژن، اکسیژن نیز دارد.
- از پسماندهای گیاهی مانند شاخ و برگ گیاه سویا، نیشکر و دانه‌های روغنی به دست می‌آید.
- زیست‌تخریب‌پذیرند؛ از این رو به وسیلهٔ جانداران ذره‌بینی به مواد ساده‌تر تجزیه می‌شوند.
- اتانول (C_2H_5OH) و روغن‌های گیاهی، نمونه‌هایی از این نوع سوخت‌ها هستند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ (۱): شیمی سبز شاخه‌ای از شیمی است که در آن شیمی‌دان‌ها در جست‌وجوی فرایندها و فراورده‌هایی هستند که به کمک آن‌ها بتوان کیفیت زندگی را با بهره‌گیری از منابع طبیعی افزایش داد و هم‌زمان از طبیعت محافظت کرد. به همین منظور باید تولید و مصرف مواد شیمیایی را که ردپاهای سنگینی روی کرهٔ زمین بر جای می‌گذارند، کاهش داد یا متوقف کرد.

گزینهٔ (۲): برای تبدیل CO_2 به مواد معدنی، CO_2 تولیدشده در نیروگاه‌ها و مراکز صنعتی را با منیزیم اکسید (MgO) یا کلسیم اکسید (CaO) واکنش می‌دهند. طی این واکنش‌ها، منیزیم کربنات $(MgCO_3)$ و کلسیم کربنات $(CaCO_3)$ جامد تولید شده و از انتشار گاز CO_2 در هواکره جلوگیری می‌شود.

$$CO_2(g) + CaO(s) \rightarrow \underset{\text{مادهٔ معدنی}}{CaCO_3(s)}$$

$$CO_2(g) + MgO(s) \rightarrow \underset{\text{مادهٔ معدنی}}{MgCO_3(s)}$$

می‌دانید که MgO و CaO با توجه به این‌که اکسید فلزی هستند، در واکنش با آب، باز تولید کرده و به همین دلیل اکسیدهای بازی محسوب می‌شوند.

گزینهٔ (۴): چون برای دفن‌کردن کربن دی‌اکسید از فضاهای از پیش آماده (میدان‌های قدیمی نفت و گاز و ...) استفاده می‌شود، این روش کم‌ترین دستکاری در طبیعت را دارد.

۹ **در میان منابع مختلف تولید برق، کدام منابع به ترتیب کم‌ترین و بیشترین سهم را در تولید کربن دی‌اکسید دارند؟**

۱) باد ـ نفت خام
۲) انرژی خورشید ـ زغال‌سنگ
۳) باد ـ زغال‌سنگ
۴) انرژی خورشید ـ نفت خام

پاسخ: گزینهٔ ۳

پاسخ خیلی تشریحی

مقایسهٔ ردپای CO_2 ایجادشده از منابع گوناگون تولید برق به صورت زیر است:

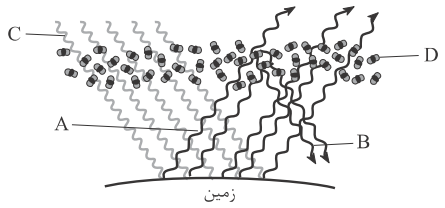
مقایسهٔ ردپای CO_2: زغال‌سنگ > نفت خام > گاز طبیعی > انرژی خورشید > گرمای زمین > باد

بنابراین استفاده از **زغال‌سنگ** برای تولید برق، کربن دی‌اکسید بیشتری نسبت به سایر منابع ایجاد می‌کند؛ پس ردپای ایجادشده توسط آن سنگین‌تر است.

هم‌چنین **باد** نیز در تولید برق نسبت به سایر منابع، کربن دی‌اکسید کم‌تری تولید می‌کند؛ پس کم‌ترین سهم و ردپا را در تولید کربن دی‌اکسید دارد.

سنجش کلاد

۱۰ با توجه به شکل زیر، کدام موارد از مطالب زیر درست است؟



الف) با افزایش مقدار مولکول‌های D در هواکره، حجم آب اقیانوس‌ها بالاتر می‌رود.

CO_2

ب) بخش قابل توجهی از پرتوهای A و C به ترتیب به وسیلهٔ مولکول‌های D و زمین جذب می‌شود.

پ) اگر هواکره وجود نداشت، دمای کرهٔ زمین با توجه به رسیدن مستقیم پرتوهای خورشیدی افزایش می‌یافت.

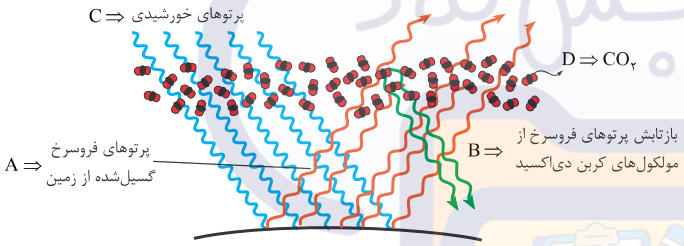
ت) پرتوهای C می‌توانند گستره‌ای از امواج الکترومغناطیس، مانند نور مرئی و فرابنفش باشند.

۱) الف ـ پ
۲) ب ـ پ
۳) الف ـ ت
۴) ب ـ ت

پاسخ: گزینهٔ ۳

پاسخ خیلی تشریحی ✔ عبارت‌های «الف» و «ت» درست هستند.

با توجه به شکل زیر، به سراغ بررسی عبارت‌ها می‌رویم:



الف) با افزایش مقدار گازهای گلخانه‌ای مانند CO_2 در هواکره، روند گرم‌شدن زمین با افزایش به‌دام‌افتادن پرتوهای فروسرخ گسیل‌شده، تسهیل می‌شود. با گرم‌شدن زمین، یخ‌های قطبی ذوب شده و سطح آب اقیانوس‌ها بالا می‌آید.

ب و ت) پرتوهای C، همان پرتوهای خورشیدی هستند که می‌توانند گستره‌ای از امواج الکترومغناطیس شامل نور مرئی، فرابنفش و ... باشند.

نکته

بخش عمدهٔ پرتوهای خورشیدی (پرتوهای C) به وسیلهٔ زمین جذب می‌شود، اما حواستان باشد که **بخش قابل توجهی از پرتوهای فروسرخ منتشرشده از زمین (پرتوهای A)، وارد فضا شده و بخش کوچکی از آن‌ها توسط گازهای گلخانه‌ای مانند مولکول‌های D جذب و بازتاب می‌شود.**

پ) لایهٔ هوای اطراف زمین یا هواکره با ممانعت از خروج پرتوهای فروسرخ، باعث افزایش دمای سطح زمین می‌شود. درواقع، **اگر این لایه در اطراف زمین نبود، میانگین دمای کرهٔ زمین کاهش یافته و به $-18\,^{\circ}C$ می‌رسید.**

11 با توجه به واکنش‌های زیر، کدام مورد درست است؟

I) $2O_3(g) \rightleftharpoons 3O_2(g)$

II) $NO_2(g) + O_2(g) \rightarrow NO(g) + O_3(g)$

۱) احتمال انجام واکنش (II) در یک روز ابری بیشتر از یک روز آفتابی است.

۲) واکنش (I) در لایه‌ای از هواکره انجام می‌شود که روند تغییر دما و فشار در آن عکس یکدیگرند.

۳) قهوه‌ای‌رنگ‌بودن هوای آلودهٔ کلان‌شهرها مربوط به فراوردهٔ نیتروژن‌دار واکنش (II) است.

۴) با انجام واکنش (I) در هواکره، درصد حجمی اوزون در لایهٔ اوزون کاهش می‌یابد، اما از ورود بخش عمده‌ای از تابش فرابنفش خورشید به سطح زمین ممانعت می‌شود.

پاسخ: گزینهٔ ۲

درس Box

مراحل تشکیل اوزون تروپوسفری به صورت زیر است:

مرحلهٔ اول: گاز نیتروژن (N_2) به عنوان اصلی‌ترین جزء سازندهٔ هواکره، واکنش‌پذیری بسیار کمی دارد و به طور معمول با اکسیژن هوا (O_2) واکنش نمی‌دهد، **اما هنگام رعد و برق و بالا رفتن دما**، این دو گاز در هواکره با یکدیگر ترکیب شده و به اکسیدهای نیتروژن تبدیل می‌شوند:

$$N_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2NO(g)$$

$$2NO(g) + O_2(g) \rightarrow 2NO_2(g)$$

در هوای آلودهٔ شهرهای صنعتی و بزرگ، به مقدار قابل توجهی اکسیدهای نیتروژن وجود دارد. این گازها از واکنش گازهای نیتروژن و اکسیژن درون موتور خودرو و در دمای بالا به وجود می‌آیند.

شرایط واکنش گازهای N_2 و O_2 هواکره با یکدیگر و تولید اکسیدهای نیتروژن (NO و NO_2) در لایهٔ تروپوسفر

- هنگام رعد و برق
- درون موتور خودرو در دمای بالا

گاز نیتروژن دی‌اکسید (NO_2) به رنگ قهوه‌ای است، به همین دلیل هوای آلودهٔ کلان‌شهرها اغلب به رنگ قهوه‌ای روشن دیده می‌شود.

مرحلهٔ دوم: در هوای آلودهٔ حاوی گاز نیتروژن دی‌اکسید و **در حضور نور خورشید**، واکنش زیر رخ می‌دهد و مقداری گاز اوزون تولید می‌شود:

$$NO_2(g) + O_2(g) \xrightarrow{\text{نور خورشید}} NO(g) + \underbrace{O_3(g)}_{\text{اوزون تروپوسفری}}$$

پاسخ خیلی تشریحی ✔

واکنش برگشت‌پذیر $2O_3(g) \rightleftharpoons 3O_2(g)$ در لایهٔ استراتوسفر انجام می‌شود. در این لایه با افزایش ارتفاع، فشار هوا کاهش و دمای آن افزایش می‌یابد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

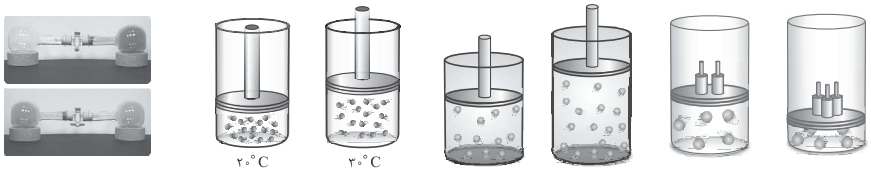
گزینهٔ (۱): واکنش (II) در حضور نور خورشید انجام می‌شود؛ بنابراین احتمال حضور آن در یک روز آفتابی بیشتر از یک روز بارانی است.

گزینهٔ (۳): فراوردهٔ نیتروژن‌دار واکنش (II)، گاز NO بوده که گازی بی‌رنگ است. علت قهوه‌ای‌بودن هوای کلان‌شهرها به دلیل واکنش‌دهندهٔ نیتروژن‌دار واکنش (II) یعنی NO_2 است.

گزینهٔ (۴): با توجه به این‌که

واکنش برگشت‌پذیر است، مقدار O_3 مصرف‌شده دوباره تولید می‌شود و مقدار O_2 تولیدشده دوباره مصرف می‌شود. بر این اساس درصد حجمی این گازها تغییر نمی‌کند.

1 **با توجه به شکل‌های زیر، کدام عبارت در مورد رفتار گازها نادرست است؟**



(الف) (ب) (پ) (ت)

۱) شکل (الف) بیان می‌کند، در دمای ثابت، حجم یک نمونه گاز با فشار رابطهٔ عکس دارد.

۲) شکل (ب) بیان می‌کند، در دما و فشار ثابت، حجم گاز، رابطهٔ خطی با شمار مول‌های آن دارد.

۳) شکل (پ) بیان می‌کند، در فشار ثابت، حجم یک نمونه گاز با افزایش دمای آن از $۲۰^\circ C$ تا $۳۰^\circ C$، یک و نیم برابر می‌شود.

۴) شکل (ت) بیان می‌کند، حجم یک نمونه گاز با حجم ظرف محتوی آن برابر است.

پاسخ: گزینهٔ ۳

پاسخ خیلی تشریحی ✔

براساس قوانین گازها، می‌دانیم که با دو برابر شدن دما در مقیاس دمایی کلوین، حجم گاز نیز دو برابر می‌شود، اما *هواستون باشه* که اگر دما برحسب درجهٔ سلسیوس یا یکاهای دیگر باشد، *اصلاً از این قبرا نیست!* یعنی اگر در فشار ثابت، دما در مقیاس دمایی کلوین a برابر شود، حجم گاز هم a برابر می‌شود، ولی اگر دما در مقیاس درجهٔ سلسیوس، a برابر شود، حجم گاز a برابر نمی‌شود. (اگر $a > ۱$ باشد، حجم گاز زیاد می‌شود ولی به a برابر نمی‌رسد.)

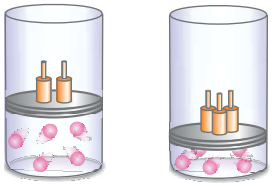
دمای یک گاز در فشار ثابت، از $۲۰\,K$ به $۳۰\,K$ برسد ← حجم گاز ۱/۵ برابر می‌شود.

دمای یک گاز در فشار ثابت، از $۲۰^\circ C$ به $۳۰^\circ C$ برسد ← حجم گاز زیاد می‌شود، ولی به ۱/۵ برابر نمی‌رسد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ (۱): برای مقدار معینی گاز در دمای ثابت (یعنی n و T ثابت)، حجم گاز با فشار آن رابطهٔ معکوس دارد؛ یعنی با افزایش فشار، حجم گاز کم می‌شود. به عبارت دیگر، حجم یک گاز (V) با معکوس فشار آن $(\frac{۱}{P})$ متناسب است.

به طور مثال اگر در دمای ثابت، فشار مقدار معینی گاز را ۲ برابر کنیم، حجم آن $\frac{۱}{۲}$ برابر یعنی نصف می‌شود. شکل زیر، رابطهٔ معکوس میان حجم یک نمونه گاز با فشار آن را در دمای ثابت نشان می‌دهد.

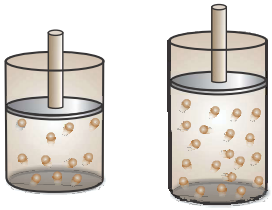


$$\xrightarrow[\text{(n و T ثابت)}]{\text{در دمای ثابت برای مقدار معینی گاز}} V \propto \frac{۱}{P}$$

بخوانید «متناسب است با»

گزینهٔ (۲): در دما و فشار ثابت، حجم هر گازی به تعداد مول‌های آن بستگی دارد و این رابطه به صورت مستقیم و خطی است، به طوری که با افزایش شمار مول‌های گاز، حجم آن افزایش می‌یابد.

شکل زیر، رابطهٔ مستقیم و خطی میان تعداد مول‌های گازی با حجم آن را در دما و فشار ثابت نشان می‌دهد.



$$\xrightarrow[\text{(T و P ثابت)}]{\text{در دما و فشار ثابت}} V \propto n$$

گزینهٔ (۴): با توجه به شکل (ت) می‌توان دریافت که گازها، شکل و حجم ثابتی ندارند و شکل و آن‌ها، تابع ظرفی است که در آن قرار دارند (گازها همهٔ فضای ظرف را اشغال می‌کنند و به شکل ظرف درمی‌آیند).

2 **بادکنکی حاوی گاز هلیم، از خلیج فارس در امتداد قائم تا ارتفاع سه کیلومتر اوج می‌گیرد. در کدام گزینه، تغییر حجم و دلیل علمی آن به درستی بیان شده است؟ (دمای سطح دریا را $۲۷\ ^{\circ}C$ فرض کنید.)**

۱) حجم کاهش می‌یابد. ـ با افزایش ارتفاع، دما کاهش یافته، جنب‌وجوش و فاصلهٔ بین ذرات گاز کم می‌شود.

۲) حجم کاهش می‌یابد. ـ با افزایش ارتفاع، چگالی هلیم کاهش می‌یابد.

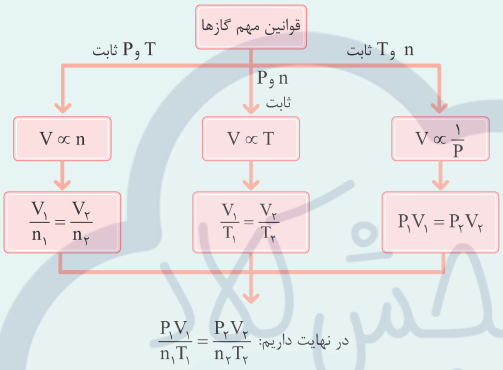
۳) حجم افزایش می‌یابد. ـ با افزایش ارتفاع، دما و فشار گاز کاهش می‌یابد، ولی تأثیر کاهش فشار غالب‌تر بوده و فاصلهٔ بین ذرات گاز زیاد می‌شود.

۴) حجم تغییر نمی‌کند. ـ با افزایش ارتفاع، دما و فشار گاز کاهش می‌یابد و تأثیر همدیگر را خنثی می‌کنند.

پاسخ: گزینهٔ ۳

درس Box

روابط کمی گازها



برای توصیف یک نمونه گاز، افزون بر مقدار، باید دما و فشار آن نیز مشخص باشد، به طوری که حجم گاز با مقدار و دمای آن رابطهٔ مستقیم و با فشار آن رابطهٔ معکوس دارد.

پاسخ خیلی تشریحی

حجم یک نمونه گاز (V)، به دما (T) و فشار (P) آن بستگی دارد، به طوری که با دما رابطهٔ مستقیم و با فشار، رابطهٔ عکس دارد:

$$V \propto \frac{T}{P}$$

با توجه به شکل کتاب درسی، با افزایش ارتفاع تا حدود ۳ km، فشار هوا از ۱ atm در سطح زمین، به فشار ۰/۷ atm می‌رسد، یعنی ۳۰ درصد کاهش می‌یابد، هم‌چنین دمای هوا به ازای هر ۱ km افزایش ارتفاع، ۶ K یا $۶\ ^{\circ}C$ کم می‌شود، یعنی تا ارتفاع ۳ km، دمای هوا $۳ \times ۶ = ۱۸\ K$ کاهش خواهد یافت؛ بنابراین درصد تغییرات دمای هوا تا ارتفاع ۳ km از سطح زمین برابر است با:

$$\text{درصد تغییرات دما} = \frac{\text{تغییرات دما}}{\text{دما در سطح زمین}} \times ۱۰۰ = \frac{۱۸}{۲۷ + ۲۷۳} \times ۱۰۰ = ٪۶$$

در نتیجه با افزایش ارتفاع از سطح زمین، دما و فشار هوا هر دو کاهش می‌یابند، اما چون تأثیر و میزان کاهش فشار بیشتر است؛ بنابراین حجم بادکنک حاوی گاز هلیم افزایش خواهد یافت:

$$V \propto \frac{T\downarrow}{P\downarrow\downarrow} \Rightarrow V\uparrow$$

در مورد گزینهٔ (۲) نیز دقت کنید که حجم و چگالی با یکدیگر رابطهٔ عکس دارند و چون جرم نمونه با افزایش ارتفاع ثابت می‌ماند، در نتیجه با کاهش چگالی گاز هلیم، باید حجم بادکنک افزایش یابد *که متأسفانه برعکسش رو گفته!*

3 **فرد بالغی دچار مشکل تنفسی است. اگر این فرد در هر بار تنفس، ۰/۴ لیتر هوا را وارد ریه‌هایش کند و همهٔ اکسیژن واردشده به بدن او در مدت ۳ ساعت، سبب اکسایش ۴۳۲ گرم گلوکز مطابق واکنش زیر شود، این فرد در مدت یک دقیقه به طور میانگین چند بار نفس می‌کشد؟ (حجم مولی گازها را برابر ۲۰ لیتر در نظر بگیرید و ۲۰٪ حجم هوا را اکسیژن تشکیل می‌دهد، $O = ۱۶, C = ۱۲, H = ۱ : g.mol^{-۱}$)**

$C_۶H_{۱۲}O_۶ + O_۲ \rightarrow CO_۲ + H_۲O$ (معادله موازنه شود.)

۱) ۱۴ ۲) ۱۶ ۳) ۱۸ ۴) ۲۰

پاسخ: گزینهٔ ۴

Hint ابتدا معادلهٔ واکنش انجام‌شده را موازنه کن، سپس حجم گاز $O_۲$ مورد نیاز برای اکسایش ۴۳۲ گرم $C_۶H_{۱۲}O_۶$ مطابق معادلهٔ موازنه‌شده را به دست بیار. در مرحلهٔ بعد با توجه به این‌که ۲۰٪ هوا را گاز $O_۲$ تشکیل می‌دهد، حجم هوای واردشده به ریه‌های فرد را در مدت ۳ ساعت یا ۱۸۰ دقیقه محاسبه کن. در نهایت حجم هوای واردشده به ریه‌های فرد را در مدت یک دقیقه و شمار تنفس‌های او را در مدت یک دقیقه حساب کن.

پاسخ خیلی تشریحی **گام اول**: معادلهٔ واکنش انجام‌شده را موازنه می‌کنیم:

$$C_۶H_{۱۲}O_۶ + ۶O_۲ \rightarrow ۶CO_۲ + ۶H_۲O$$

گام دوم: حجم گاز اکسیژن $(O_۲)$ مورد نیاز برای اکسایش ۴۳۲ گرم گلوکز $(C_۶H_{۱۲}O_۶)$ در مدت ۳ ساعت *رو می‌حسابیم*.

$$۴۳۲\ g\ C_۶H_{۱۲}O_۶ \times \frac{۱\ mol\ C_۶H_{۱۲}O_۶}{۱۸۰\ g\ C_۶H_{۱۲}O_۶} \times \frac{۶\ mol\ O_۲}{۱\ mol\ C_۶H_{۱۲}O_۶} \times \frac{۲۰\ L\ O_۲}{۱\ mol\ O_۲} = ۲۸۸\ L\ O_۲$$

یه‌جور دیگه

$$\frac{\text{جرم}}{\underbrace{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}}_{C_۶H_{۱۲}O_۶}} = \frac{\text{حجم}}{\underbrace{\text{حجم مولی} \times \text{ضریب}}_{O_۲}} \Rightarrow \frac{۴۳۲}{۱ \times ۱۸۰} = \frac{x}{۶ \times ۲۰} \Rightarrow x = ۲۸۸\ L\ O_۲$$

گام سوم: کل حجم هوای واردشده به ریه‌های فرد را در مدت ۳ ساعت به دست می‌آوریم:

با توجه به این‌که ۲۰٪ از حجم هوا را گاز $O_۲$ تشکیل می‌دهد، داریم:

$$۲۸۸\ L\ O_۲ \times \frac{۱۰۰\ L\ \text{هوا}}{۲۰\ L\ O_۲} = ۱۴۴۰\ L\ \text{هوا}$$

حجم هوای واردشده به ریه‌های فرد و سپس تعداد تنفس‌های وی را در مدت یک دقیقه حساب می‌کنیم:

$$\text{حجم هوای واردشده به ریه‌های فرد در مدت یک دقیقه} = ۱\ min \times \frac{۱\ h}{۶۰\ min} \times \frac{۱۴۴۰\ L\ \text{هوا}}{۳\ h} = ۸\ L\ \text{هوا}$$

$$\text{تعداد تنفس در مدت یک دقیقه} = ۸\ L\ \text{هوا} \times \frac{\text{یک تنفس}}{۰/۴\ L\ \text{هوا}} = ۲۰\ \text{تنفس}$$

4 **کدام موارد از مطالب زیر دربارهٔ نیتروژن، درست است؟**

الف) پس از اکسیژن، فراوان‌ترین جزء هواکره بوده و از نظر شیمیایی، غیرفعال و واکنش‌ناپذیر است.

ب) در صنعت، یک مول از آن در شرایط STP با ۳ مول هیدروژن واکنش داده و ۲ مول آمونیاک تولید می‌کند.

ج) در دمای اتاق با گاز اکسیژن واکنش نمی‌دهد و با افزایش دمای سیستم تا $۱۰۰^\circ C$، به گاز NO تبدیل می‌شود.

د) مدل فضاپرکن آن مشابه با مدل فضاپرکن مولکول ید است و در ساختار لوویس آن، چهار الکترون غیرپیوندی وجود دارد.

۱) الف ـ د　　۲) فقط د

۳) ب ـ ج　　۴) فقط ب

پاسخ: گزینهٔ ۲

پاسخ خیلی تشریحی ✔

فقط عبارت «د» درست است.

بررسی عبارت‌ها:

الف) گاز نیتروژن فراوان‌ترین جزء سازندهٔ هواکره بوده و در مقایسه با اکسیژن، از نظر شیمیایی غیرفعال و واکنش‌ناپذیر است. اکسیژن، دومین گاز فراوان هواکره محسوب می‌شود.

ب) در تولید آمونیاک (NH_3) در صنعت (فرایند هابر)، حتی در شرایط بهینه (دما و فشار بالا و در حضور کاتالیز آهنی) نیز چون واکنش **برگشت‌پذیر است، همهٔ واکنش‌دهنده‌ها نمی‌توانند به فراورده تبدیل** شوند و در ظرف واکنش، مخلوطی از هر سه گاز N_2، H_2 و NH_3 وجود خواهد داشت. هم‌چنین حواستان باشد که حتی در شرایط اتاق (دمای $۲۵^\circ C$ و فشار ۱atm)، این واکنش **انجام‌ناپذیر** بوده و NH_3 تولید نمی‌شود، چه برسد به شرایط STP (دمای $۰^\circ C$ و فشار ۱atm) و دمای پایین‌تر! بنابراین در شرایط STP نیز واکنشی انجام نشده و NH_3 تولید نمی‌شود!

ج) گاز نیتروژن (N_2) به عنوان اصلی‌ترین جزء سازندهٔ هواکره، واکنش‌پذیری بسیار کمی دارد و به طور معمول با اکسیژن هوا (O_2) واکنش نمی‌دهد و این گازها تنها در هنگام رعد و برق و هم‌چنین درون موتور خودرو و در دمای *فیلی!* بالا می‌توانند با یکدیگر واکنش داده و اکسیدهای نیتروژن را تولید کنند؛ پس دمای $۱۰۰^\circ C$ برای واکنش این دو گاز، *متأسفانه کافی و بس نیست!* در فصل ۴ شیمی دوازدهم می‌خوانیم که دمای موتور خودروها بیشتر از $۱۰۰۰^\circ C$ است.

د) مدل فضاپرکن نیتروژن (N_2) مشابه مدل فضاپرکن ید (I_2) به صورت مقابل است:

هم‌چنین در ساختار لوویس N_2، ۲ جفت یا ۴ الکترون ناپیوندی وجود دارد:

۵ **با توجه به فرایند هابر، کدام مورد درست است؟**

۱) چالش بزرگ هابر، جداسازی واکنش‌دهنده‌های مصرف‌نشده از مخلوط واکنش بود.

۲) حضور کاتالیزگر منجر به انجام‌شدن این واکنش در دما و فشار اتاق می‌شود.

۳) برای جداسازی آمونیاک، مخلوط گازها تا دمای حدود $-۳۰^\circ C$ سرد می‌شود.

۴) فراوردهٔ واکنش، یک کود شیمیایی است که به طور مستقیم به خاک تزریق می‌شود.

پاسخ: گزینهٔ ۴

درس Box

- گاز $N_۲$ واکنش‌پذیری ناچیزی دارد. اما امروزه در صنعت، مواد گوناگونی از آن تهیه می‌کنند که یکی از مهم‌ترین آن‌ها، آمونیاک است.
- فریتس هابر برای تهیهٔ آمونیاک از گازهای $N_۲$ و $H_۲$، واکنشی را مبنای پژوهش خود قرار داد:

$$N_۲(g) + ۳H_۲(g) \xrightarrow{\text{شرایط بهینه}} ۲NH_۳(g)$$

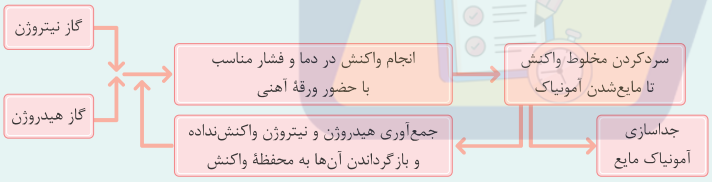
- چالش‌های هابر برای تهیهٔ آمونیاک:
  - واکنش در دما و فشار اتاق انجام نمی‌شود: هابر با انجام آزمایش‌های مختلف میان $N_۲$ و $H_۲$ در دماها و فشارهای مختلف، در نهایت دریافت که با عبوردادن مخلوط این گازها در دما و فشار مناسب از روی **کاتالیزگر مناسب (یک ورقهٔ آهنی)** مقدار قابل توجهی آمونیاک تولید می‌شود.
  - جداسازی آمونیاک از مخلوط $N_۲$ و $H_۲$: در این فرایند، همهٔ واکنش‌دهنده‌ها مصرف نمی‌شوند؛ بنابراین در انتهای واکنش، مخلوطی از گازهای $N_۲$ و $H_۲$ و آمونیاک وجود دارد. او با بررسی نقطهٔ جوش این سه ماده، دریافت با سردکردن مخلوط واکنش تا دمای جوش $NH_۳$، آمونیاک مایع شده و بنابراین می‌توان آمونیاک را از مخلوط جداسازی کرد.
- مقایسهٔ نقطهٔ جوش آمونیاک، $N_۲$ و $H_۲$: $H_۲(-۲۵۳^\circ C) < N_۲(-۱۹۶^\circ C) < NH_۳(-۳۳^\circ C)$

!توجه دما را به هیچ‌وجه نباید پایین‌تر از دمای جوش نیتروژن و هیدروژن آورد، چون *این‌طوری* این دو گاز نیز مایع شده و با آمونیاک مایع *قاطی‌پاتی!* می‌شوند.

در فرایند هابر، $N_۲$ و $H_۲$ واکنش‌نداده را بازگردانی کرده و به ظرف اصلی واکنش برمی‌گردانند تا دوباره با هم واکنش دهند.

$$۳H_۲(g) + N_۲(g) \rightleftharpoons ۲NH_۳(g)$$

- فرایند هابر را می‌توان به صورت خلاصه، با طرح زیر نشان داد:



پاسخ‌خیلی‌تشریحی✔

فراوردهٔ فرایند هابر یعنی **آمونیاک** را می‌توان به عنوان کود، **به طور مستقیم** به خاک تزریق کرد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ (۱): دقت کنید که بزرگ‌ترین چالش هابر، یافتن **شرایط بهینه** برای انجام واکنش بود، به طوری که واکنش در دما و فشار اتاق انجام نمی‌شد.

چالش دیگر هابر، جداکردن فراوردهٔ واکنش (آمونیاک) از مخلوط واکنش بود.

گزینهٔ (۲): در دما و فشار اتاق، این واکنش حتی در حضور کاتالیزگر، **انجام‌ناپذیر** است! شرایط بهینه برای انجام این واکنش، **دما و فشار بالا** با حضور یک کاتالیزگر مناسب (ورقهٔ آهنی) است. در شیمی دوازدهم می‌خوانیم که دما و فشار بهینهٔ فرایند هابر به ترتیب $۴۵۰^\circ C$ و $۲۰۰\ atm$ است.

گزینهٔ (۳): *هواستون باشه که* در فرایند هابر، باید فراورده (آمونیاک) را از مخلوط جدا کنیم که برای این کار (مایع‌شدن آمونیاک)، **باید دما را کمی پایین‌تر از نقطهٔ جوش آمونیاک (حدود $-۳۴^\circ C$) بیاوریم.** در دمای $-۳۰^\circ C$، آمونیاک هم‌چنان به صورت گاز است و در این دما، نمی‌توان آمونیاک را از مخلوط واکنش جدا کرد.

6 جدول زیر داده‌هایی را دربارهٔ خودروهای یک کشور توسعه‌یافته نشان می‌دهد.

برچسب آلایندگی خودرو	A	B	C	D	E
گسترهٔ انتشار گاز کربن دی‌اکسید (گرم) به ازای طی یک کیلومتر	کم‌تر از ۱۲۰	۱۲۰ ـ ۱۴۰	۱۴۰ ـ ۱۵۵	۱۵۵ ـ ۱۷۰	۱۷۰ ـ ۱۹۰

اگر یک خودرو به طور متوسط در یک ماه، ۱۵۰۰ کیلومتر مسافت طی کرده و به ازای هر صد کیلومتر، ۴۰ مول بنزین (C_8H_{18}) مصرف کند، با توجه به کربن دی‌اکسید تولیدشده، برچسب آلایندگی خودرو کدام است؟ (فرض کنید فقط ۲۰٪ از بنزین واردشده به موتور به طور کامل می‌سوزد و فراورده‌ها از اگزوز بدون تغییر خارج می‌شوند.)

۱) A ۲) B ۳) C ۴) E

مشاوره *خیلی وقت‌ها* داده‌هایی در سؤال‌های کنکور وجود دارند که برای حل سؤال و رسیدن به پاسخ، مورد نیاز نبوده و *اضافی‌اند!* تنها کافی است که این داده‌ها حواس شما را پرت نکنند و حل تست، شما را به شک نیندازد. به عنوان مثال در این سؤال، مسافت طی‌شده توسط خودرو در مدت یک ماه، *برای حل سؤال، هیچ فوره به دردمون نمی‌خوره!*

پاسخ: گزینهٔ ۱

پاسخ خیلی تشریحی

گام اول: معادلهٔ واکنش سوختن کامل بنزین (C_8H_{18}) را نوشته و موازنه می‌کنیم:

$$2C_8H_{18} + 25O_2 \rightarrow 16CO_2 + 18H_2O$$

گام دوم: با توجه به این‌که خودروی مورد نظر، به ازای هر ۱۰۰ کیلومتر، ۴۰ مول بنزین مصرف می‌کند و هم‌چنین با توجه به این‌که فقط ۲۰٪ از بنزین واردشده به موتور، به طور کامل می‌سوزد، مول بنزین مصرف‌شده به ازای هر ۱ Km مسافت طی‌شده توسط این خودرو را به دست می‌آوریم:

$$\text{مول بنزین مصرف‌شده به ازای هر ۱ km مسافت طی‌شده} = 1\,km \times \frac{40\,mol\ \text{بنزین}}{100\,km\ \text{مسافت طی‌شده}} \times \frac{20}{100} = 0/08\,mol\ \text{بنزین}$$

گام سوم: جرم گاز کربن دی‌اکسید (CO_2) تولیدشده به ازای سوختن کامل ۰/۰۸ مول بنزین (C_8H_{18}) (مقدار گاز CO_2 تولیدشده به ازای طی ۱ km) را به دست می‌آوریم:

$$2C_8H_{18} \sim 16CO_2$$

$$\frac{\text{مول}}{\underbrace{\text{ضریب}}_{C_8H_{18}}} = \frac{\text{جرم}}{\underbrace{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}}_{CO_2}} \Rightarrow \frac{0/08}{2} = \frac{x}{16 \times 44} \Rightarrow x = 28/16\,g\ CO_2$$

با توجه به این‌که مقدار گاز CO_2 انتشاریافته توسط این خودرو به هواکره (برحسب گرم) به ازای طی یک کیلومتر، کم‌تر از ۱۲۰ است، برچسب آلایندگی خودروی مورد نظر، A می‌باشد.

7 کدام عبارت نادرست است؟

۱) واکنش‌های شیمیایی و برهم‌کنش‌های فیزیکی میان بخش‌های گوناگون زمین، بیانگر پویابودن آن از دیدگاه شیمیایی است.

۲) درشت‌مولکول‌های موجود در زیست‌کره، تجزیه شده و به صورت مولکول‌های کوچک وارد بخش‌های دیگر زمین می‌شوند.

۳) به همان میزان که مواد گوناگون از سنگ‌کره وارد آب‌کره می‌شود، همان مقدار آب نیز از دریاها و اقیانوس‌ها خارج می‌شود.

۴) حجم آبی که از ذوب‌شدن کوه‌های یخی تولید می‌شود، بسیار بیشتر از مجموع حجم آب‌های زیرزمینی و جاری است.

پاسخ: گزینهٔ ۳

پاسخ خیلی تشریحی ✔

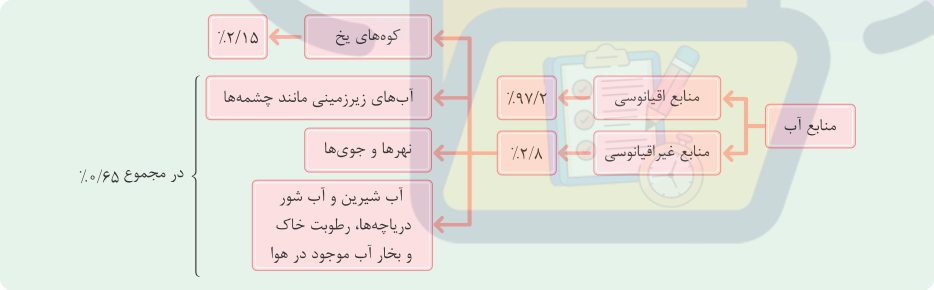
جرم کل مواد حل‌شده در آب‌های کرهٔ زمین تقریباً ثابت است. از آن‌جا که سالانه میلیاردها تن مواد گوناگون از سنگ‌کره وارد آب‌کره می‌شوند؛ پس باید همین مقدار ماده (از مواد حل‌شده در آب‌کره؛ نه از خود آب‌ها!) نیز از آب‌کره و به‌ویژه آب دریاها و اقیانوس‌ها خارج شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ (۱): کرهٔ زمین را می‌توان سامانه‌ای بزرگ در نظر گرفت که شامل چهار بخش هواکره، آب‌کره، سنگ‌کره و زیست‌کره است. درون این سامانه و بین این چهار بخش، پیوسته مواد گوناگونی مبادله می‌شود؛ به همین دلیل گفته می‌شود **زمین از دیدگاه شیمیایی پویاست**؛ یعنی بخش‌های گوناگون آن با یکدیگر برهم‌کنش‌های فیزیکی و شیمیایی دارند.

گزینهٔ (۲): زیست‌کره شامل جانداران روی کرهٔ زمین است که در واکنش‌های آن‌ها، **درشت‌مولکول‌ها** نقش اساسی دارند. درشت مولکول‌های موجود در زیست‌کره بر اثر واکنش‌های شیمیایی تجزیه شده و به صورت مولکول‌های کوچک‌تری وارد آب‌کره، هواکره یا سنگ‌کره (سایر بخش‌های کرهٔ زمین) می‌شوند.

نکته



گزینهٔ (۴): کوه‌های یخ، ۲/۱۵٪ از کل منابع آب کرهٔ زمین را تشکیل می‌دهند، در حالی که آب‌های زیرزمینی و جاری، کم‌تر از ۰/۶۵٪ از کل منابع آب را به خود اختصاص می‌دهند؛ در نتیجه می‌توان گفت که حجم آب حاصل از ذوب‌شدن کوه‌های یخ، بیشتر از مجموع حجم آب‌های زیرزمینی و جاری است.

8 **کدام عبارت درست است؟**

۱) آب دریاها مخلوطی همگن از انواع یون‌هاست.

۲) آب‌مقطر، آبی است که طی فرایند تقطیر، تقریباً همهٔ یون‌ها و مولکول‌های حل‌شده در آن حذف شده است.

۳) از انحلال یک مول $NaNO_3$ و یک مول Na_2O در آب، در مجموع ۵ مول یون تولید می‌شود.

۴) وجود یون فلوئورید باعث تخریب مینای دندان شده و باید از آب آشامیدنی حذف شود.

پاسخ: گزینهٔ ۲

پاسخ خیلی تشریحی ✔

اگر مقداری آب شور را حرارت دهیم، آب موجود در آن (برخلاف نمک‌های موجود در آب) تبخیر می‌شود. حالا *اگه* بخار آب حاصل را سرد و مایع کنیم، آب تقریباً خالص به دست می‌آید. به این فرایند، تقطیر و فراوردهٔ حاصل را آب‌مقطر می‌گویند. تهیهٔ آب‌مقطر از فرایند تقطیر توسط دانشمندان در واقع از فرایند تشکیل برف و باران *کپی‌برداری شده!* هنگام تشکیل برف و باران، تقریباً همهٔ مواد حل‌شده در آب از آن جدا می‌شوند، به همین دلیل آب باران در هوای پاک، تقریباً خالص است.

آب ناخالص $\xleftarrow{\text{تقطیر}}$ آب‌مقطر (آب تقریباً خالص)

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ (۱): دقت کنید که آب دریاها ناخالص است؛ یعنی دریاها مخلوطی همگن **از انواع یون‌ها و مولکول‌ها** *(نه فقط یون‌ها!)* در آب هستند.

گزینهٔ (۳): هر ۱ مول $NaNO_3$ با انحلال در آب، به ۲ مول یون تفکیک می‌شود:

$$NaNO_3(s) \xrightarrow{\text{آب}} Na^+(aq) + NO_3^-(aq)$$

از طرفی همان‌طور که در فصل اول شیمی دوازدهم خواندیم، با حل‌شدن هر مول اکسید فلز قلیایی در آب، ۲ مول کاتیون آن فلز و ۲ مول یون هیدروکسید (در مجموع ۴ مول یون) حاصل می‌شود:

$$Na_2O(s) + H_2O(l) \rightarrow 2Na^+(aq) + 2OH^-(aq)$$

بنابراین با انحلال یک مول $NaNO_3$ و یک مول Na_2O در آب، در مجموع **۶ مول یون** حاصل می‌شود؛ نه ۵ مول یون!

گزینهٔ (۴): *اتفاقاً برعکس!* به آب آشامیدنی مقدار بسیار کمی یون فلوئورید (F^-) اضافه می‌کنند. **وجود این یون باعث حفظ سلامت دندان‌ها می‌شود.**

۹ **نسبت شمار اتم‌های نافلزی به شمار یون‌های فلزی در آلومینیم سولفات، ۵ برابر نسبت شمار آنیون به کاتیون در کدام ترکیب است؟**

$Al_2(SO_4)_3$

۱) کلسیم نیترات

۲) آمونیوم فسفات

۳) اسکاندیم کربنات

۴) منیزیم سولفات

مشاوره آشنایی با نام یون‌های چنداتمی و نحوهٔ نام‌گذاری ترکیب‌های یونی، هر ساله مورد توجه طراحان کنکور سراسری بوده و به طور مستقیم و غیرمستقیم مورد پرسش قرار گرفته‌اند؛ بنابراین تسلط بر آن‌ها *واجب اندر واجبه!*

پاسخ: گزینهٔ ۳

نکته در جدول‌های زیر، لیست همهٔ یون‌های چنداتمی که در گوشه و کنار کتاب درسی وجود دارد و شما باید بلد باشید *رو براتون حاضر و آماده آورده‌ایم:*

نام یون	فرمول یون	نام یون	فرمول یون
آمونیوم	NH_4^+	سولفات	SO_4^{2-}
هیدروکسید	OH^-	فسفات	PO_4^{3-}
نیترات	NO_3^-	کربنات	CO_3^{2-}
پرکلرات	ClO_4^-		

نام یون	فرمول یون	نام یون	فرمول یون
هیدروژن کربنات	HCO_3^-	اتانوات (استات)	CH_3COO^-
سیانید	CN^-	سیلیکات	SiO_4^{4-}
متانوات (فورمات)	$HCOO^-$	پرمنگنات	MnO_4^-
بنزوات	$C_6H_5COO^-$		

پاسخ خیلی تشریحی ابتدا نسبت شمار اتم‌های نافلزی به شمار یون‌های فلزی را در آلومینیم سولفات $(Al_2(SO_4)_3)$، تعیین می‌کنیم:

$$Al_2(SO_4)_3 \Rightarrow \frac{\text{شمار اتم‌های نافلزی } (S,O)}{\text{شمار یون‌های فلزی } (Al^{3+})} = \frac{15}{2} = 7/5$$

حال نسبت شمار آنیون به کاتیون را در ترکیب‌های داده‌شده در گزینه‌ها، *یکی‌یکی!* به دست می‌آوریم:

برای رسیدن به خواستهٔ سؤال، نسبت شمار آنیون به کاتیون در ترکیب مورد نظر باید برابر $\frac{7/5}{5} = 1/5$ باشد.

گزینهٔ (۱): کلسیم نیترات: $Ca(NO_3)_2 \Rightarrow \frac{\text{شمار آنیون}}{\text{شمار کاتیون}} = \frac{2}{1}$

گزینهٔ (۲): آمونیوم فسفات: $(NH_4)_3PO_4 \Rightarrow \frac{\text{شمار آنیون}}{\text{شمار کاتیون}} = \frac{1}{3}$

گزینهٔ (۳): اسکاندیم کربنات: $Sc_2(CO_3)_3 \Rightarrow \frac{\text{شمار آنیون}}{\text{شمار کاتیون}} = \frac{3}{2} = 1/5$ ✓

گزینهٔ (۴): منیزیم سولفات: $MgSO_4 \Rightarrow \frac{\text{شمار آنیون}}{\text{شمار کاتیون}} = \frac{1}{1} = 1$

۱۰ در ظرف‌های A و B به ترتیب محلول‌های نقره نیترات و پتاسیم سولفات وجود دارد. افزودن کدام ماده به هر دو ظرف منجر به تشکیل رسوب می‌شود و نسبت جرم مولی رسوب تشکیل‌شده در ظرف A به جرم مولی رسوب تشکیل‌شده در ظرف B کدام است؟

$(N = ۱۴, O = ۱۶, Na = ۲۳, P = ۳۱, S = ۳۲, Cl = ۳۵/۵, K = ۳۹, Ag = ۱۰۸, Ba = ۱۳۷ : g.mol^{-۱})$

۱) سدیم کلرید ـ ۰/۷۵
۲) باریم کلرید ـ ۰/۷۵
۳) سدیم کلرید ـ ۰/۶۲
۴) باریم کلرید ـ ۰/۶۲

پاسخ: گزینهٔ ۴

نکته برای شناسایی یون‌های موجود در محلول‌های آبی، می‌توان محلول یک ترکیب یونی دیگر را به محلول اولیه اضافه کرد، به گونه‌ای که یون مورد نظر، تشکیل رسوب (مادهٔ نامحلول) دهد.

هدف شناسایی یون	آنیونی که باید اضافه کرد	واکنش انجام‌شده	رنگ رسوب ایجادشده
$Ag^{+}(aq)$	$Cl^{-}(aq)$	$AgNO_۳(aq) + NaCl(aq) \rightarrow AgCl(s) + NaNO_۳(aq)$	$AgCl$ (سفیدرنگ)
$Ca^{۲+}(aq)$	$PO_۴^{۳-}(aq)$	$۲Na_۳PO_۴(aq) + ۳CaCl_۲(aq) \rightarrow Ca_۳(PO_۴)_۲(s) + ۶NaCl(aq)$	$Ca_۳(PO_۴)_۲$ (سفیدرنگ)
$Ba^{۲+}(aq)$	$SO_۴^{۲-}(aq)$	$Na_۲SO_۴(aq) + BaCl_۲(aq) \rightarrow BaSO_۴(s) + ۲NaCl(aq)$	$BaSO_۴$ (سفیدرنگ)

پاسخ خیلی تشریحی افزودن سدیم کلرید $(NaCl)$ به ظرف حاوی نقره نیترات $(AgNO_۳)$، منجر به تشکیل رسوب سفیدرنگ نقره کلرید $(AgCl)$ می‌شود، در حالی که با اضافه‌کردن $NaCl$ به ظرف حاوی پتاسیم سولفات $(K_۲SO_۴)$، رسوبی حاصل نمی‌شود؛ بنابراین گزینه‌های (۱) و (۳) پَر!

ظرف A: $AgNO_۳(aq) + NaCl(aq) \rightarrow \underbrace{AgCl(s)}_{\text{رسوب سفیدرنگ}} + NaNO_۳(aq)$

ظرف B: $K_۲SO_۴(aq) + ۲NaCl(aq) \xrightarrow{\text{واکنش قلابی}} ۲KCl(aq) + Na_۲SO_۴(aq)$

نکته در واکنش‌هایی به فرم $AB + CD \rightarrow CB + AD$، حتماً یکی از فراورده‌ها باید رسوب (s) یا آب $(H_۲O(l))$ یا گاز (g) باشد، در غیر این صورت، واکنش نشان‌داده‌شده به هیچ‌وجه انجام‌پذیر نبوده و یک *واکنش تقلبی* است. به طور مثال واکنش زیر، یک واکنش *قلابی و سرکاری!* است، زیرا در فراورده‌های آن، آب، رسوب و یا گاز وجود ندارد:

$(NH_۴)_۲SO_۲(aq) + ۲NaNO_۳(aq) \xrightarrow[\text{واکنش قلابی}]{\times} ۲NH_۴NO_۳(aq) + Na_۲SO_۴(aq)$

اما افزودن باریم کلرید $(BaCl_۲)$ به هر دو ظرف منجر به تشکیل رسوب می‌شود، به طوری که در ظرف حاوی نقره نیترات $(AgNO_۳)$ رسوب سفیدرنگ نقره کلرید $(AgCl)$ و در ظرف حاوی پتاسیم سولفات $(K_۲SO_۴)$، رسوب سفیدرنگ باریم سولفات $(BaSO_۴)$ تولید می‌شود:

ظرف A: $۲AgNO_۳(aq) + BaCl_۲(aq) \rightarrow \underbrace{۲AgCl(s)}_{\text{رسوب سفیدرنگ}} + Ba(NO_۳)_۲(aq)$

ظرف B: $K_۲SO_۴(aq) + BaCl_۲(aq) \rightarrow ۲KCl(aq) + \underbrace{BaSO_۴(s)}_{\text{رسوب سفیدرنگ}}$

در نهایت نسبت جرم مولی رسوب تشکیل‌شده در ظرف A $(AgCl)$ به جرم مولی رسوب تشکیل‌شده در ظرف B $(BaSO_۴)$ را محاسبه می‌کنیم:

$$\left.\begin{array}{l} \text{جرم مولی } AgCl = ۱۰۸ + ۳۵/۵ = ۱۴۳/۵\ g.mol^{-۱} \\ \text{جرم مولی } BaSO_۴ = ۱۳۷ + ۳۲ + ۴(۱۶) = ۲۳۳\ g.mol^{-۱} \end{array}\right\} \Rightarrow \frac{\text{جرم مولی } AgCl}{\text{جرم مولی } BaSO_۴} = \frac{۱۴۳/۵}{۲۳۳} \simeq ۰/۶۲$$

11 **درستی یا نادرستی عبارت‌های زیر به ترتیب کدام است؟**

- **در ساختار آمونیوم کربنات فقط پیوند اشتراکی وجود دارد.**
- **فرمول شیمیایی کبالت (II) نیترات، به صورت $CO(NO_3)_2$ است.**
- **ساختار لوویس و مدل فضاپرکن یون‌های PO_4^{3-} ، SO_4^{2-} ، SiO_4^{4-} کاملاً مشابه هم است.**
- **در یک واحد فرمولی از آمونیوم سولفات، دوازده جفت‌الکترون ناپیوندی وجود دارد.**

۱) نادرست ـ نادرست ـ درست ـ درست
۲) نادرست ـ نادرست ـ نادرست ـ درست
۳) نادرست ـ درست ـ درست ـ نادرست
۴) درست ـ درست ـ نادرست ـ درست

پاسخ: گزینهٔ ۱

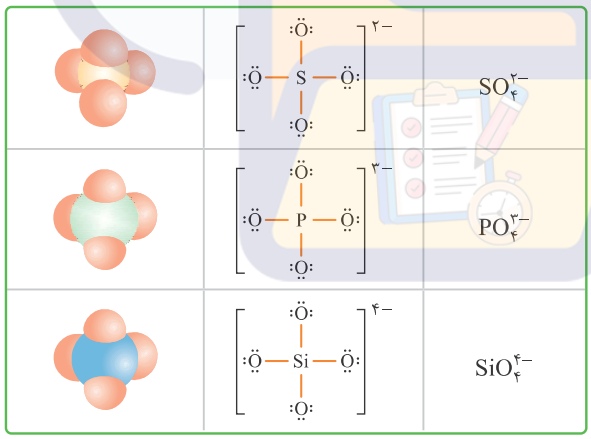
پاسخ خیلی تشریحی ✔

عبارت‌های اول و دوم، نادرست و عبارت‌های سوم و چهارم، درست‌اند.

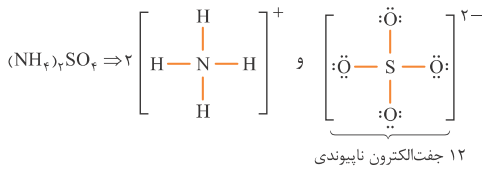
بررسی عبارت‌ها:

- در ساختار ترکیب‌های یونی دارای یون‌های چنداتمی، هر دو نوع پیوند اشتراکی (کووالانسی) و یونی وجود دارد؛ پیوند اشتراکی بین اتم‌های سازندهٔ یون چنداتمی و پیوند یونی بین کاتیون و آنیون! ببینید:

- حرف o در نماد شیمیایی کبالت (Co) باید به صورت کوچک نوشته می‌شد! فرمول شیمیایی درست کبالت (II) نیترات به صورت $Co(NO_3)_2$ است.
- ساختار لوویس و مدل فضاپرکن یون‌های SO_4^{2-}، PO_4^{3-} و SiO_4^{4-} مشابه است. ببینید:



- در هر واحد فرمولی از آمونیوم سولفات ($(NH_4)_2SO_4$)، ۱۲ جفت‌الکترون ناپیوندی در ساختار یون سولفات وجود دارد:



12 از واکنش ۸ گرم هیدروکسید فلزی از گروه اول جدول دوره‌ای با سولفوریک اسید (H_2SO_4)، ۱۴/۲ گرم از نمک سولفات این فلز به دست می‌آید. جرم ۰/۴ مول از نیترات این فلز چند گرم است؟ **MOH**

$(S = 32, O = 16, N = 14, H = 1 : g.mol^{-1})$

۱) ۴۰/۴ ۲) ۱۱/۸

۳) ۴۳/۲ ۴) ۳۴

مشاوره یکی از مراحل اصلی در حل بسیاری از سؤالات شیمی انجام محاسبات است؛ بنابراین لازمه که به خوبی به تکنیک‌های محاسباتی مسلط بوده و با حل تعداد تست کافی، این تکنیک‌ها را تمرین کنید.

پاسخ: گزینهٔ ۴

پاسخ خیلی تشریحی

گام اول: فلزهای قلیایی، کاتیون‌هایی با بار M^+ تشکیل می‌دهند. معادلهٔ واکنش هیدروکسید فلز قلیایی مورد نظر (MOH) با سولفوریک اسید (H_2SO_4) را نوشته و موازنه می‌کنیم:

$$2MOH + H_2SO_4 \rightarrow M_2SO_4 + 2H_2O$$

گام دوم: با توجه به این‌که از واکنش ۸ گرم MOH با H_2SO_4، ۱۴/۲ گرم نمک M_2SO_4 تولید می‌شود، جرم مولی فلز M را به دست می‌آوریم:

$$\frac{\text{جرم}}{\underbrace{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}}_{MOH}} = \frac{\text{جرم}}{\underbrace{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}}_{M_2SO_4}} \Rightarrow \frac{\overset{4}{\cancel{8}}}{2\times(M+17)} = \frac{\overset{7/1}{\cancel{14/2}}}{1\times(2M+32+4(16))}$$

$$\Rightarrow \frac{4}{2M+34} = \frac{7/1}{2M+96} \Rightarrow M = 23$$

تیزبازی در بعضی از مسائل برای پیداکردن یک مجهول (x)، به دو کسر می‌رسیم که آن مجهول در هر دو کسر وجود دارد. روش معمول برای پیداکردن مجهول مورد نظر، *اینه* که طرفین‌وسطین کنیم، ولی *بعضی وقتا به عددهای بزرگی برمی‌خوریم که ممکنه ما رو اذیت کنه!* در این گونه مواقع می‌توان از تکنیک ساده‌تری هم استفاده کرد. در درس ریاضی می‌خوانید که اگر دو کسر با هم برابر باشند، می‌توان صورت‌های دو کسر را با هم و مخرج‌های آن‌ها را با هم جمع یا تفریق کرد و کسری برابر با آن‌ها به دست آورد؛ یعنی *این‌جوری:*

$$\frac{a}{b} = \frac{c}{d} \Rightarrow \frac{a+c}{b+d} = \frac{a-c}{b-d} = \frac{a}{b} = \frac{c}{d}$$

$$\frac{4}{2M+34} = \frac{7/1}{2M+96} \Rightarrow \frac{7/1-4}{(2M+96)-(2M+34)} = \frac{3/1}{62} = \frac{1}{20} \Rightarrow \frac{4}{2M+34} = \frac{1}{20}$$

$$\Rightarrow 2M+34 = 80 \Rightarrow 2M = 46 \Rightarrow M = 23$$

گام سوم: جرم ۰/۴ مول نیترات فلز M (MNO_3) را به دست می‌آوریم:

$$\text{جرم مولی } MNO_3 = 23+14+3(16) = 85\ g.mol^{-1}$$

$$0/4\ mol\ MNO_3 \times \frac{85\ g\ MNO_3}{1\ mol\ MNO_3} = 34\ g\ MNO_3$$

کنکور اگر ۰/۱۵ مول از کاتیون یک فلز دوظرفیتی در واکنش کامل با آنیون فسفات، ترکیبی به جرم ۱۳/۱ گرم تشکیل دهد، این کاتیون به کدام فلز مربوط است؟ $(O = 16, Mg = 24, P = 31, Ca = 40, Fe = 56, Zn = 65 : g.mol^{-1})$

(سؤال ۱۹۷ کنکور ریاضی ۱۴۰۱)

۱) Ca ۲) Fe ۳) Zn ۴) Mg

1 کدام عبارت نادرست است؟ $(Na = ۲۳ , Cl = ۳۵/۵ : g.mol^{-1})$

۱) همهٔ ذرات حل‌شونده در گلاب، مواد آلی قطبی هستند.

۲) خواص محلول‌ها به خواص ذرات تشکیل‌دهنده و مقدار هر یک از آن‌ها بستگی دارد.

۳) مقدار حل‌شونده در مقدار معینی از حلال یا محلول را غلظت آن محلول می‌گویند.

۴) برای تهیهٔ محلولی با غلظت دقیق یک مولار از سدیم کلرید، باید ۵۸/۵ گرم از نمک را با یک لیتر آب مخلوط کرد.

پاسخ: گزینهٔ ۴

پاسخ خیلی تشریحی ✔

جرم یک محلول از ترکیب سدیم کلرید، برابر با ۵۸/۵ = ۳۵/۵ + ۲۳ گرم بر مول است. برای تهیهٔ محلول ۱ مولار این نمک، باید ۵۸/۵ گرم از آن را به مقدار معینی آب اضافه کرده و سپس حجم محلول را به لیتر برسانیم؛ یعنی حجم محلول ۱ لیتر است و نه فقط حجم آب!

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ (۱): *درسته!* گلاب مخلوطی همگن (محلول) از چند مادهٔ آلی در آب است و مواد حل‌شده در آب باید همانند مولکول‌های آب، قطبی باشند!

گزینهٔ (۲): *کاملاً درسته!*

گزینهٔ (۳): شیمیدان‌ها غلظت یک محلول را مقدار حل‌شونده در مقدار معینی از حلال یا حل‌شونده معرفی می‌کنند.

2 **چند میلی‌لیتر از محلول سدیم هیدروکسید با درصد جرمی ۴۰ و چگالی $1/2\ g.mL^{-1}$ به ۵ لیتر آب اضافه شود تا غلظت یون‌های سدیم در محلول حاصل به تقریب برابر ۶۹ ppm شود؟ (جرم هر لیتر از محلول نهایی برابر یک کیلوگرم است، $Na = 23, O = 16, H = 1 : g.mol^{-1}$)**

۱) ۱/۲۵ ۲) ۱۲/۵ ۳) ۲/۵ ۴) ۲۵

پاسخ: گزینهٔ ۱

پاسخ خیلی تشریحی ✔

با توجه به این‌که حجم محلول سدیم کلرید اضافه‌شده به ۵ لیتر آب، در حد چند میلی‌لیتر و بسیار کم است، می‌توان از حجم آن در مقابل حجم آب صرف نظر کرده و حجم محلول نهایی را برابر با ۵ لیتر در نظر گرفت. در این صورت:

$$d(\text{چگالی}) = \frac{m}{V} \Rightarrow 1\ kg.L^{-1} = \frac{m}{5} \Rightarrow m = 5\ kg\ (\text{جرم محلول نهایی})$$

$$ppm_{Na^+} = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 10^6 = 69 = \frac{\text{جرم } Na^+ \text{ حل‌شده}}{5 \times 1000} \times 10^6 \Rightarrow \text{جرم } Na^+ \text{ حل‌شده} = 0/345\ g$$

با در نظر گرفتن معادلهٔ تفکیک سدیم هیدروکسید در آب می‌توان مقدار مول‌های سدیم هیدروکسید اضافه‌شده به آب را به دست آورد:

$$NaOH(aq) \rightarrow Na^+(aq) + OH^-(aq) \qquad 1NaOH(aq) \sim 1Na^+(aq)$$

$$0/345\ g\ Na^+ \times \frac{1\ mol\ Na^+}{23\ g\ Na^+} \times \frac{1\ mol\ NaOH}{1\ mol\ Na^+} = 0/015\ mol\ NaOH$$

نکته برای محاسبهٔ غلظت مولی محلول با استفاده از چگالی و درصد جرمی، می‌توان از رابطهٔ زیر استفاده کرد:

$$\underbrace{M}_{\text{غلظت مولی}} = \frac{10 \times \overbrace{a}^{\text{درصدجرمی}} \times \overbrace{d}^{\text{چگالی برحسب گرم بر میلی‌لیتر}}}{\text{جرم مولی}}$$

با توجه به نکتهٔ بالا و مقدار مول سدیم هیدروکسید افزوده‌شده به آب، داریم:

$$\text{غلظت مولی}(M) = \frac{\text{تعداد مول } (n)}{\text{حجم } (V)} \Rightarrow M_{NaOH} = \frac{0/015}{V} = \frac{10 \times 40 \times 1/2}{\underbrace{23+16+1}_{40}} \Rightarrow V = 0/00125\ L = 1/25\ mL$$

3 **گشتاور دوقطبی آب به تقریب چند برابر هیدروژن سولفید است و تفاوت نقطهٔ جوش آب با کدام ماده (هیدروژن فلوئورید یا آمونیاک) بیشتر می‌باشد؟**

۱) ۱/۵ ـ هیدروژن فلوئورید
۲) ۱/۵ ـ آمونیاک
۳) ۲ ـ هیدروژن فلوئورید
۴) ۲ ـ آمونیاک

پاسخ: گزینهٔ ۴

نکته آب (H_2O) و هیدروژن سولفید (H_2S) هر دو دارای مولکول‌های خمیده و قطبی هستند و با این‌که جرم مولی آب تقریباً نصف جرم مولی هیدروژن سولفید است، اما مولکول‌های آب به دلیل قطبیت بیشتر و داشتن پیوند هیدروژنی، نقطهٔ جوش غیرعادی و بالاتری نسبت به هیدروژن سولفید دارند، به طوری که تفاوتی برابر $160\ ^\circ C$ را نشان می‌دهد.

ماده	فرمول شیمیایی	مدل فضاپرکن	قطبیت مولکول	جرم مولی ($g.mol^{-1}$)	حالت فیزیکی ($25^\circ C$)	نقطهٔ جوش ($^\circ C$)	گشتاور دوقطبی
آب	H_2O		قطبی	۱۸	مایع	۱۰۰	۱/۸۵ D
هیدروژن سولفید	H_2S		قطبی	۳۴	گاز	−۶۰	۰/۹۷ D

پاسخ خیلی تشریحی همان‌طور که مشخص است، مقدار μ (گشتاور دوقطبی) آب، حدوداً دو برابر هیدروژن سولفید است.

نقطهٔ جوش مواد را می‌توان در جدول زیر مشاهده کرد:

ماده	H_2O	NH_3	HF
نقطهٔ جوش ($^\circ C$)	۱۰۰	−۳۳	۱۹

نقطهٔ جوش آب با آمونیاک، اختلاف مقدار بیشتری دارد.

نقطهٔ جوش: $H_2O > HF > NH_3$

اختلاف بیشتر

4 در محلولی به جرم ۸۰۰ گرم از نمک‌های پتاسیم نیترات و پتاسیم فلوئورید، غلظت ppm دو نمک برابر است. اگر غلظت مولی یون فلوئورید در محلول ($d = ۱/۶\ g.mL^{-۱}$) برابر با ۲/۵ مولار باشد، به تقریب، چند مول آب در محلول وجود دارد؟ ($H = ۱ , N = ۱۴ , O = ۱۶ , F = ۱۹ , K = ۳۹ : g.mol^{-۱}$)

۱) ۲۸/۳ ۲) ۳۶/۴

۳) ۴۲/۴ ۴) ۱۸/۲

پاسخ: گزینهٔ ۲

Hint از اون‌جایی که غلظت ppm دو نمک در یک محلول برابره، جرم دو نمک در محلول هم برابره. از طریق غلظت مولی F^-، مقدار مول F^- و جرم KF را به دست بیار. جرم KF و جرم $KNO_۳$ برابره و اگه مجموع جرم اون‌ها رو از جرم محلول (۸۰۰ گرم) کم کنی، جرم آب به دست میاد. بعد می‌تونی مول آب رو به دست بیاری.

پاسخ خیلی تشریحی **گام اول**: حجم محلول برابر است با:

$$d_{\text{محلول}} = \frac{\text{جرم محلول}}{\text{حجم محلول}} \Rightarrow ۱/۶ = \frac{۸۰۰}{V} \Rightarrow V = ۵۰۰\ mL = ۰/۵\ L$$

مقدار مول F^- در محلول برابر است با:

$$M_{F^-} = \frac{\text{مول } F^-}{\text{حجم محلول}} \Rightarrow ۲/۵ = \frac{x}{۰/۵} \Rightarrow x = ۱/۲۵\ mol\ F^-$$

گام دوم: طبق هم‌ارزی زیر می‌توان نوشت:

$$۱KF \sim ۱K^+ \sim ۱F^- \xrightarrow{\text{در نتیجه}} \text{مقدار مول KF} = ۱/۲۵\ mol$$

جرم نمونهٔ KF برابر است با:

$$?\ g\ KF = ۱/۲۵\ mol\ KF \times \frac{۵۸\ g\ KF}{۱\ mol\ KF} = ۷۲/۵\ g$$

از آن‌جا که غلظت ppm ($ppm = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}} \times ۱۰^۶$) دو نمک برابر است، در نتیجه جرم $KNO_۳$ نیز برابر با ۷۲/۵ گرم است.

گام سوم: جرم آب در محلول برابر است با:

$$\text{جرم محلول} = \text{جرم نمک KF} - \text{جرم نمک } KNO_۳ \Rightarrow \text{جرم آب} = ۸۰۰ - ۷۲/۵ - ۷۲/۵ = ۶۵۵\ g$$

اکنون مقدار مول آب را به دست می‌آوریم:

$$?\ mol\ H_۲O = ۶۵۵\ g\ H_۲O \times \frac{۱\ mol\ H_۲O}{۱۸\ g\ H_۲O} \simeq ۳۶/۴\ mol$$

کنکور **در ۵۰۰ گرم از یک نمونه محلول دارای نمک‌های سدیم سولفید و سدیم فلوئورید، در مجموع ۶ گرم نمک حل شده است. اگر غلظت مولی دو نمک در محلول برابر باشد، غلظت یون سولفید، برابر چند ppm است؟** ($F = ۱۹ , Na = ۲۳ , S = ۳۲ : g.mol^{-۱}$)

(سؤال ۸۵ کنکور تجربی ۱۴۰۴ ـ نوبت اول)

۱) ۱۶۰۰ ۲) ۳۲۰۰

۳) ۴۸۰۰ ۴) ۶۴۰۰

۵ ۴۰۰ میلی‌لیتر محلول هیدروکلریک اسید ۱ مولار را با آب‌مقطر، رقیق می‌کنیم. اگر ۲۰۰ میلی‌لیتر محلول رقیق‌شده بتواند مطابق واکنش زیر با ۲/۵ گرم کلسیم کربنات واکنش دهد، حجم آب‌مقطر ریخته‌شده بر روی محلول اولیه چند لیتر بوده است؟ $(C = ۱۲ , O = ۱۶ , Ca = ۴۰ : g.mol^{-۱})$

$$CaCO_۳(s) + ۲HCl(aq) \rightarrow CaCl_۲(aq) + CO_۲(g) + H_۲O(l)$$

۱) ۱/۲ ۲) ۲ ۳) ۲/۴ ۴) ۴

پاسخ: گزینهٔ ۱

درس Box

رقیق‌کردن محلول‌ها:

۱) در آزمایشگاه برای تهیهٔ محلول‌های رقیق می‌توان از رقیق‌کردن محلول‌های غلیظ استفاده کرد.

۲) با افزودن حلال (معمولاً آب) به محلول:

- حجم محلول افزایش می‌یابد.
- غلظت مولی محلول کاهش می‌یابد.
- تعداد مول‌های حل‌شونده، بدون تغییر باقی می‌ماند.
- در مسائل مربوط به رقیق‌کردن یک محلول توسط آب خالص، می‌توان از رابطهٔ زیر استفاده کرد (مقدار مادهٔ حل‌شوندهٔ موجود در محلول ثابت می‌ماند):

$$M_{\text{غلیظ}} \times V_{\text{غلیظ}} = M_{\text{رقیق}} \times V_{\text{رقیق}}$$

$$M_{\text{غلیظ}} \times V_{\text{غلیظ}} = M_{\text{رقیق}} \times (V_{\text{غلیظ}} + V_{\text{آب}})$$

- هنگام استفاده از رابطهٔ فوق دقت کنید که یکای حجم در دو طرف معادله باید یکسان باشد، ولی مهم نیست که یکای آن میلی‌لیتر (mL)، لیتر (L) و یا ... باشد.

پاسخ خیلی تشریحی ✔

گام اول: مقدار مول HCl در محلول رقیق‌شده را محاسبه می‌کنیم:

$$CaCO_۳(s) + ۲HCl(aq) \rightarrow CaCl_۲(aq) + CO_۲(g) + H_۲O(l)$$

$$۲/۵\ g\ CaCO_۳ \times \frac{۱\ mol\ CaCO_۳}{۱۰۰\ g\ CaCO_۳} \times \frac{۲\ mol\ HCl}{۱\ mol\ CaCO_۳} = ۰/۰۵\ mol\ HCl$$

غلظت HCl در محلول رقیق‌شده برابر است با:

$$M = \frac{\text{مقدار مول HCl}}{\text{حجم محلول (لیتر)}} \Rightarrow M = \frac{۰/۰۵}{۰/۲} = ۰/۲۵\ mol.L^{-۱}$$

گام دوم: اکنون می‌توان حجم محلول رقیق ابتدایی را محاسبه کرد:

$$\underbrace{M_۱V_۱}_{\text{رقیق}} = \underbrace{M_۲V_۲}_{\text{غلیظ}} \Rightarrow ۰/۲۵ \times V_۱ = ۱ \times ۴۰۰ \Rightarrow V_۱ = \frac{۴۰۰}{۰/۲۵} = ۱۶۰۰\ mL$$

گام سوم: حجم آب اضافه‌شده برابر است با:

حجم آب $= ۱۶۰۰ - ۴۰۰ = ۱۲۰۰\ mL$ یا $۱/۲\ L$

6 **مقداری از حلال آلی X به آب اضافه شده تا محلولی به جرم ۴۰۳/۲ گرم و درصد جرمی ۳۷/۵ از X به دست آید. با افزودن تدریجی X، جرم محلول به ۷۰۲ گرم می‌رسد. اگر در محلول نهایی، X حلال و آب حل‌شونده باشد، X کدام ماده می‌تواند باشد؟ ($O = ۱۶ , C = ۱۲ , H = ۱ : g.mol^{-۱}$)**

۱) متانول ۲) اتانول

۳) استون ۴) هگزان

پاسخ: گزینهٔ ۱

پاسخ خیلی تشریحی ✔ هگزان ($C_۶H_{۱۴}$) ناقطبی است و در آب حل نمی‌شود؛ فعلاً گزینهٔ (۴) پَرا!

در محلول اولیه به جرم ۴۰۳/۲ گرم و محلول نهایی به جرم ۷۰۲ گرم، جرم آب ثابت است:

$$\text{درصد جرمی آب در محلول اولیه} = ۱۰۰ - \text{درصد جرمی X} = ۱۰۰ - ۳۷/۵ = ۶۲/۵$$

$$\text{درصد جرمی آب در محلول اولیه} = \frac{\text{جرم آب}}{\text{جرم محلول}} \times ۱۰۰ \Rightarrow ۶۲/۵ = \frac{m_{H_۲O}}{۴۰۳/۲} \times ۱۰۰ \Rightarrow m_{H_۲O} = ۲۵۲\ g$$

بنابراین محلول نهایی، دارای ۲۵۲ گرم آب و $۷۰۲ - ۲۵۲ = ۴۵۰$ گرم از مادهٔ X می‌باشد.

نکته تشخیص حلال و حل‌شونده در محلول براساس شمار مول‌های آن‌ها در محلول است؛ به طوری که حلال جزئی از محلول با شمار مول‌های بیشتر بوده و حل‌شونده جزئی از محلول است که شمار مول‌های کم‌تری نسبت به حلال دارد.

برای آن‌که در محلول نهایی، مادهٔ X حلال و آب حل‌شونده باشد، شمار مول‌های آن نیز باید از شمار مول‌های آب بیشتر باشد. پس:

$$\text{مول } X > \text{مول } H_۲O \xrightarrow{\text{مول} = \frac{\text{جرم}}{\text{جرم مولی}}} \frac{۴۵۰}{M_X} > \frac{۲۵۲}{\underbrace{۱۸}_{۱۴}} \Rightarrow M_X < ۳۲/۱\ g.mol^{-۱}$$

همان‌طور که می‌بینید، جرم مولی X باید از ۳۲/۱ گرم بر مول کم‌تر باشد. جرم مولی متانول ($CH_۳OH$)، اتانول ($C_۲H_۵OH$) و استون ($C_۳H_۶O$) به ترتیب برابر با ۳۲، ۴۶ و ۵۸ گرم بر مول می‌باشد که از میان این سه، تنها جرم مولی متانول در محدودهٔ مد نظر قرار گرفته و مادهٔ X، همان متانول است.

7 با توجه به معادلهٔ انحلال‌پذیری دو نمک داده‌شده در آب، کدام موارد از مطالب زیر نادرست است؟ $(A = ۷۶\ g.mol^{-1})$

$S_A = ۰/۲\theta + ۳۰$

$S_B = -۰/۴\theta + ۴۲$

الف) در دمایی که نمودار انحلال‌پذیری دو نمک یکدیگر را قطع می‌کنند، در ۶۷ g گرم محلول سیرشدهٔ A، ۲۱/۸ گرم نمک حل شده است.

ب) حداکثر درصد جرمی نمک B در محلول سیرشدهٔ آن در بازهٔ دمایی $۰^\circ C$ تا $۵۰^\circ C$، ۲۵ درصد است.

ج) در دمای $۴۰^\circ C$، غلظت مولار محلول سیرشدهٔ نمک A ($d_{محلول} = ۱\ g.mL^{-1}$)، به تقریب ۳/۶ مول بر لیتر است.

د) اگر در دمای $۵۰^\circ C$ به ۴۰۰ g آب، ۶۰ گرم نمک B اضافه کنیم، محلول سیرنشده حاصل می‌شود.

۱) الف ـ ب
۲) ب ـ ج
۳) ج ـ د
۴) الف ـ د

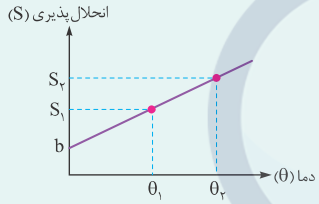
پاسخ: گزینهٔ ۱

درس Box

معادلهٔ انحلال‌پذیری ـ دمای نمک‌هایی که نمودار انحلال‌پذیری آن‌ها به صورت خطی است را می‌توان به صورت زیر نشان داد:

فرم کلی معادلهٔ انحلال‌پذیری: $S = a\theta + b$

در این معادله، θ نشان‌دهندهٔ دما برحسب درجهٔ سلسیوس و S بیانگر انحلال‌پذیری در دمای مربوطه است. a شیب خط بوده و b عرض از مبدأ است که بیانگر انحلال‌پذیری نمک در دمای $۰^\circ C$ است.



$$\Rightarrow a = \frac{\Delta S}{\Delta\theta} = \frac{S_۲ - S_۱}{\theta_۲ - \theta_۱}$$

پاسخ خیلی تشریحی ✔

موارد «الف» و «ب» نادرست‌اند.

بررسی موارد:

الف) این دو نمودار در دمایی که انحلال‌پذیری دو نمک برابر باشد، یکدیگر را قطع می‌کنند. در نتیجه می‌توان نوشت:

$$S_A = S_B \Rightarrow ۰/۲\theta + ۳۰ = -۰/۴\theta + ۴۲ \Rightarrow ۰/۶\theta = ۱۲ \Rightarrow \theta = ۲۰\ ^\circ C$$

$$S_A = ۰/۲\theta + ۳۰ \xrightarrow{\theta = ۲۰\ ^\circ C} S_A = ۰/۲(۲۰) + ۳۰ = ۳۴\ g$$

انحلال‌پذیری نمک A در این دما ۳۴ گرم به ازای هر ۱۰۰ گرم آب می‌باشد، در این صورت:

$$\text{جرم نمک در ۶۷ گرم محلول سیرشده}: ۶۷\ g\ \text{محلول} \times \frac{۳۴\ g\ A\ \text{نمک}}{(۱۰۰+۳۴)\ g\ \text{محلول}} = ۱۷\ g\ A\ \text{نمک}$$

ب) با توجه به علامت شیب در معادلهٔ انحلال‌پذیری نمک B، نمودار انحلال‌پذیری این نمک نزولی بوده و بیشترین انحلال‌پذیری و درصد جرمی نمک B در محدودهٔ $۰^\circ C$ تا $۵۰^\circ C$، مربوط به دمای صفر درجهٔ سلسیوس می‌باشد. در این دما:

$$S_B = -۰/۴\theta + ۴۲ \xrightarrow{\theta = ۰\ ^\circ C} S_B = -۰/۴ \times (۰) + ۴۲ = ۴۲\ g / ۱۰۰\ g\ H_۲O$$

$$\text{درصد جرمی نمک B} = \frac{\text{جرم نمک B}}{\text{جرم محلول}} \times ۱۰۰ = \frac{۴۲}{۴۲+۱۰۰} \times ۱۰۰ = ٪۲۹/۶$$

حداکثر درصد جرمی نمک B در محلول سیرشدهٔ آن، حدود ۲۹/۶ درصد می‌باشد.

ج) با محاسبهٔ شمار مول A و حجم محلول، می‌توان غلظت مولی محلول سیرشده از نمک A در این دما را به دست آورد.

$$S_A = ۰/۲(۴۰) + ۳۰ = ۳۸\ g / ۱۰۰\ g\ H_۲O$$

$$\text{جرم محلول} = ۱۰۰ + ۳۸ = ۱۳۸\ g$$

$$\Rightarrow \text{چگالی} = \frac{\text{جرم}}{\text{حجم}} \Rightarrow ۱\ g.mL^{-۱} = \frac{۱۳۸\ g}{V(mL)} \Rightarrow V = ۱۳۸\ mL = ۰/۱۳۸\ L$$

$$\text{شمار مول‌های نمک A} = \frac{\text{جرم}}{\text{جرم مولی}} \Rightarrow n_A = \frac{۳۸}{۷۶} = ۰/۵\ mol$$

$$\text{غلظت مولار} = \frac{\text{تعداد مول}}{\text{حجم محلول (لیتر)}} \Rightarrow \text{غلظت مولی A} = \frac{۰/۵}{۰/۱۳۸} \cong ۳/۶\ mol.L^{-۱}\ A$$

د) ابتدا باید انحلال‌پذیری نمک B را در این دما به دست آورده، سپس جرم نمک B را در محلول سیرشده‌ای با ۴۰۰ گرم آب محاسبه کنیم.

$$S_B = -۰/۴ \times (۵۰) + ۴۲ = ۲۲\ g/۱۰۰\ g\ H_۲O$$

$$\text{جرم نمک B}: \cancel{۴۰۰}\ g\ H_۲O \times \frac{۲۲\ g\ \text{نمک B}}{\cancel{۱۰۰}\ g\ H_۲O} = ۸۸\ g$$

اگر جرم حل‌شونده در محلول از حداکثر جرم قابل حل‌شدن در حلال کم‌تر باشد (۸۸ > ۶۰)، محلول حاصل سیرنشده خواهد بود!

8 کدام مورد نادرست است؟

۱) نمک خوراکی را می‌توان از طریق فرایند تبلور به صورت بلورهای جامد از آب دریا استخراج کرد.

۲) اگر حداکثر ۴۰۰ گرم از یک نمک در یک متر مکعب آب خالص با دمای $25^\circ C$ حل شود، آن نمک جزء مواد نامحلول در آب دسته‌بندی می‌شود.

۳) در فرایند اسمز معکوس، مولکول‌های آب از محیطی با غلظت مولی بیشتر به محیطی با غلظت مولی کم‌تر جابه‌جا می‌شوند.

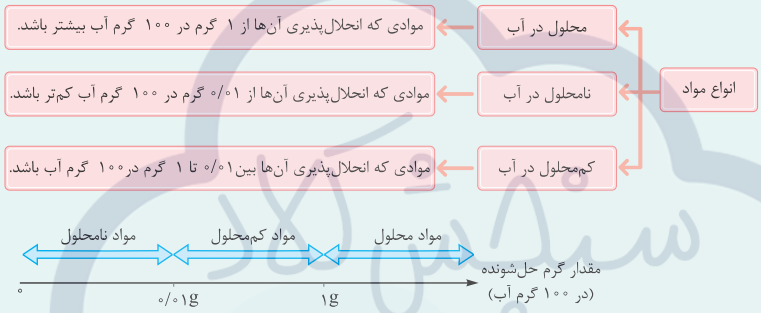
۴) برای هگزان، $\mu \simeq 0\ D$ بوده و مخلوط آن با یُد (I_2)، مخلوطی همگن به حساب می‌آید.

پاسخ: گزینهٔ ۲

درس Box

انحلال‌پذیری، بیشترین مقدار یک ماده برحسب گرم است که در دمای معین در ۱۰۰ گرم حلال (نه محلول!) حل می‌شود.

بر این اساس می‌توان مواد را برحسب مقدار انحلال‌پذیری آن‌ها در آب، در دمای اتاق، به سه دسته تقسیم کرد:



پاسخ خیلی تشریحی ✔

یک متر مکعب آب خالص معادل با ۱۰۰۰ L یا ۱۰۰۰ kg یا 10^6 گرم آب است. انحلال‌پذیری نمک B در این نمونه آب برابر است با:

$$\text{انحلال‌پذیری} = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم آب}} \times 100 = \frac{400}{10^6} \times 100 = 0/04\ g$$

از آن‌جا که انحلال‌پذیری نمک B بین ۰/۰۱ تا ۱ گرم در ۱۰۰ g آب است، در نتیجه جزء مواد کم‌محلول دسته‌بندی می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ (۱): مواد شیمیایی موجود در آب دریا را می‌توان به روش‌های فیزیکی یا شیمیایی از آن جدا کرد. برای نمونه سالانه میلیون‌ها تن سدیم کلرید با روش تبلور از آب دریا جداسازی و استخراج می‌شود. می‌دانیم که جداسازی حل‌شونده از محلول به شکل بلورهای جامد را تبلور می‌نامند.

گزینهٔ (۳):

نکته

در جدول زیر تفاوت بین اسمز و اسمز معکوس آورده شده است:

ویژگی / فرایند		اسمز	اسمز معکوس
جهت خالص انتقال مولکول‌های حلال (آب)		از محلول رقیق‌تر به محلول غلیظ‌تر	از محلول غلیظ‌تر به محلول رقیق‌تر
تغییر غلظت محلول‌ها با گذشت زمان	محلول رقیق	غلیظ‌تر می‌شود.	رقیق‌تر می‌شود.
	محلول غلیظ	رقیق‌تر می‌شود.	غلیظ‌تر می‌شود.
تغییر حجم و ارتفاع محلول‌ها با گذشت زمان	محلول رقیق	کاهش می‌یابد.	افزایش می‌یابد.
	محلول غلیظ	افزایش می‌یابد.	کاهش می‌یابد.
نوع فرایند		خودبه‌خودی	غیرخودبه‌خودی (اعمال فشار)

در فرایند اسمز معکوس، آب از محیط غلیظ‌تر به محیط رقیق‌تر جابه‌جا می‌شود.

گزینهٔ (۴): گشتاور دوقطبی هگزان به تقریب برابر صفر دبای بوده و همانند ید (I_2)، ناقطبی است. از آن‌جا که شبیه، شبیه را حل می‌کند، مخلوط ید در هگزان، همگن بوده و محلولی بنفش‌رنگ را ایجاد می‌کند.

۹ **کدام موارد زیر دربارهٔ آب درست است؟**

الف) یکی از موادی است که در طبیعت به سه حالت جامد، مایع و گاز یافت می‌شود.

ب) در ساختار بلوری آن، هر اتم هیدروژن با دو اتم اکسیژن پیوند دارد.

ج) اگر در دمای ثابت به یک بلور یخ فشار وارد شود، مولکول‌ها متراکم شده و به مایع تبدیل می‌شوند.

د) با نزدیک‌کردن میله‌هایی با بار منفی و مثبت به باریکه‌ای از آب، مولکول‌های آن به ترتیب، به باریکه، نزدیک و از آن دور می‌شوند.

۱) ب ـ ج
۲) الف ـ د
۳) الف ـ ب
۴) ج ـ د

پاسخ: گزینهٔ ۱

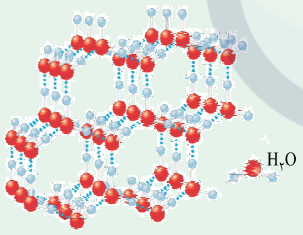
پاسخ خیلی تشریحی ✔ موارد «ب» و «ج» درست‌اند.

بررسی موارد:

الف) آب تنها ماده‌ای است که در طبیعت به هر سه حالت جامد، مایع و گاز یافت می‌شود.

ب)

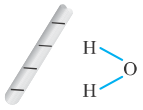
نکته شکل زیر شمای کلی مولکول‌های یخ را نشان می‌دهد.

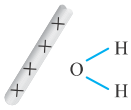


همان‌طور که در شکل بالا می‌بینید، در ساختار بلوری $H_2O(s)$، هر اتم هیدروژن با یک اتم اکسیژن پیوند کووالانسی و با اتم اکسیژنی دیگر پیوند هیدروژنی برقرار می‌کند.

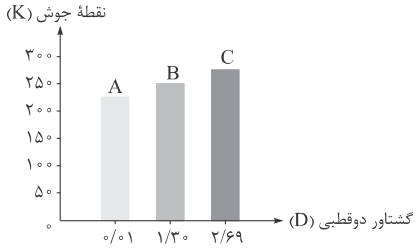
ج) افزایش فشار تعدادی از پیوندهای هیدروژنی ساختار یخ را می‌شکنند و آن را به آب مایع تبدیل می‌کند؛ از طرفی چگالی یخ در دمای صفر درجهٔ سلسیوس از آب کم‌تر و حجم آن بیشتر است، پس با این تغییر حالت، متراکم‌شدن یخ نیز رخ می‌دهد.

د) چه بار میلهٔ مد نظر مثبت باشد، چه منفی، باریکهٔ آب توسط میله جذب شده و به آن نزدیک می‌شود. چون بار جزئی اتم‌های هیدروژن در مولکول آب مثبت و بار جزئی اتم‌های اکسیژن در آن منفی است، پس یکی از دو حالت زیر پیش می‌آید.

۱) 

۲) 

10 **با توجه به نمودار زیر، کدام مورد نادرست است؟ (جرم مولی هر سه مادهٔ A، B و C با یکدیگر برابر است.)**



۱) قدرت نیروی بین مولکولی B از A بیشتر و در مقایسه با C کم‌تر است.

۲) جهت‌گیری و منظم‌شدن در میدان الکتریکی ترکیب B از C کم‌تر و از H_2S بیشتر است.

۳) بیشترین انحلال‌پذیری در آب و هگزان به ترتیب متعلق به C و A است.

۴) در دمای اتاق، NH_3 همانند B و برخلاف HF، گازی‌شکل است.

پاسخ: گزینهٔ ۴

پاسخ خیلی تشریحی ✔

هم HF و هم NH_3 نقطهٔ جوش کم‌تر از دمای اتاق (۲۵ درجهٔ سلسیوس) دارند و در این شرایط گازی‌شکل می‌باشند. نقطهٔ جوش مادهٔ B نیز حدود $-۲۲ = ۲۷۳ - ۲۵۰$ درجهٔ سلسیوس بوده که از ۲۵ درجهٔ سلسیوس کم‌تر بوده و آن هم در این شرایط گازی‌شکل است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ (۱): گشتاور دوقطبی مولکول‌ها، میزان قطبیت آن‌ها را نشان می‌دهد و هر چه گشتاور دوقطبی یک مولکول بیشتر باشد، قطبیت و قدرت نیروهای بین مولکولی آن نیز بیشتر است، پس:

گشتاور دوقطبی: $C > B > A \Rightarrow$ قدرت نیروهای بین مولکولی : $C > B > A$

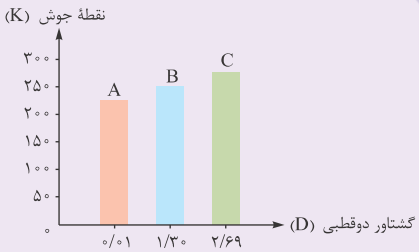
گزینهٔ (۲): اگر مولکول‌ها را در میدان الکتریکی قرار دهیم، جهت‌گیری و منظم‌شدن مولکول‌هایی با گشتاور دوقطبی بالاتر، بیشتر خواهد بود. مطابق با متن کتاب درسی، گشتاور دوقطبی مولکول H_2S حدود ۰/۹۷ D می‌باشد، در نتیجه:

گشتاور دوقطبی: $\underbrace{C}_{۲/۶۹} > \underbrace{B}_{۱/۳۰} > \underbrace{H_2S}_{۰/۹۷} \Rightarrow$ جهت‌گیری و نظم در میدان الکتریکی: $C > B > H_2S$

گزینهٔ (۳): شبیه، شبیه را در خود حل می‌کند، پس بیشترین انحلال‌پذیری در هگزان که خود ماده‌ای ناقطبی است، مربوط به ماده‌ای با کم‌ترین گشتاور دوقطبی (مادهٔ A) و بیشترین انحلال‌پذیری در آب، مربوط به ماده‌ای با بیشترین گشتاور دوقطبی (مادهٔ C) می‌باشد.

کتاب درسی

با توجه به نمودار زیر به پرسش‌های مطرح‌شده پاسخ دهید. جرم مولی هر سه مادهٔ آلی A، B و C با یکدیگر برابر است.



آ) جهت‌گیری و منظم‌شدن مولکول‌های کدام ترکیب در میدان الکتریکی محسوس‌تر است؟ چرا؟

ب) سه ترکیب داده‌شده را براساس کاهش قدرت نیروهای بین مولکولی مرتب کنید؟

پ) پیش‌بینی کنید کدام ماده در شرایط یکسان انحلال‌پذیری بیشتری در هگزان دارد؟ چرا؟

(شیمی (۱) ـ تمرین ۳ صفحهٔ ۲۰ کتاب درسی)

11 **کدام عبارت در مورد انحلال‌پذیری گازها در آب نادرست است؟**

۱) اگر فشار گاز n برابر شود، انحلال‌پذیری گازها در آب (با فرض عدم واکنش با آب) نیز n برابر می‌شود.

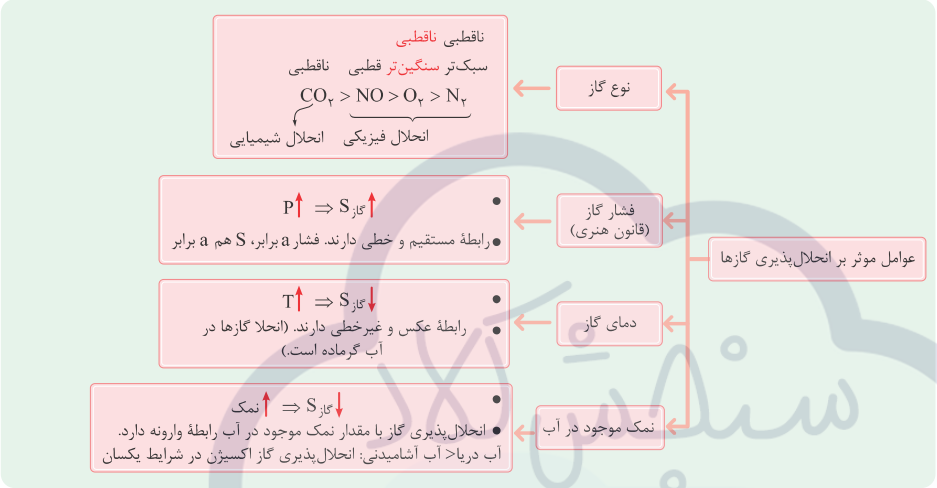
۲) اگر دمای محلول ۵ برابر افزایش یابد، انحلال گاز درون آن، ۵ برابر کاهش می‌یابد.

۳) در دمای معین، انحلال‌پذیری گاز CO_2 با مولکول‌های ناقطبی از انحلال‌پذیری NO و O_2 بیشتر است.

۴) با افزودن مقداری سدیم کلرید به محلول سیرشدهٔ گاز اکسیژن در آب، گاز اکسیژن از محلول خارج می‌شود.

پاسخ: گزینهٔ ۲

نکته



پاسخ خیلی تشریحی

بررسی گزینه‌ها:

گزینهٔ (۱): با توجه به آن‌که معادلهٔ انحلال‌پذیری گازها برحسب فشار $(S = kP)$، خطی و عرض از مبدأ آن صفر است، می‌توان گفت که با n برابر کردن فشار گاز، انحلال‌پذیری گاز هم در آب n برابر می‌شود.

گزینهٔ (۲): نمودار انحلال‌پذیری گاز برحسب دما، خطی نیست و عرض از مبدأ آن (انحلال‌پذیری در دمای $0\ ^\circ C$) نیز صفر نمی‌باشد، به همین دلیل این جمله غلط است.

گزینهٔ (۳): اگرچه مولکول CO_2 ناقطبی است اما به دلیل واکنش‌دادن با آب، انحلال‌پذیری بیشتری از NO_2 و O_2 در آب دارد.

گزینهٔ (۴): با افزودن مقداری نمک به آب، انحلال‌پذیری گازها در آب کاهش یافته و مقداری گاز از محلول سیرشدهٔ آن‌ها خارج می‌شود.

12 با توجه به شکل زیر که مربوط به فرایند اسمز می‌باشد، کدام مطلب درست است؟ ($KOH = ۵۶\ g.mol^{-1}$)

۱) غشای مورد نظر تراوا است و فقط مولکول‌های آب می‌توانند از آن عبور کنند.

۲) در صورتی که سمت چپ، آب خالص و سمت راست، حاوی محلول ۰/۲ مولار شکر باشد، با انجام اسمز، غلظت محلول‌ها در دو سمت برابر می‌شود.

۳) اگر سمت چپ لوله، حاوی محلول ۰/۸ مولار و سمت راست آن حاوی محلول ۷ درصد جرمی پتاسیم هیدروکسید با چگالی ۱/۰۲ گرم بر میلی‌لیتر باشد، جهت حرکت آب بیشتر از چپ به راست می‌باشد.

۴) اگر سمت چپ لوله، حاوی محلول ۱ مولار و سمت راست آن، حاوی محلول ۲ مولار نمک خوراکی باشد، با اعمال فشار بر محلول ۱ مولار، فرایند اسمز معکوس رخ می‌دهد.

پاسخ: گزینهٔ ۳

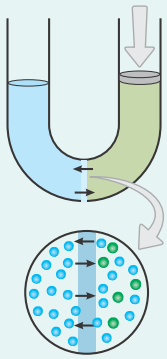
درس Box

اسمز و اسمز معکوس:

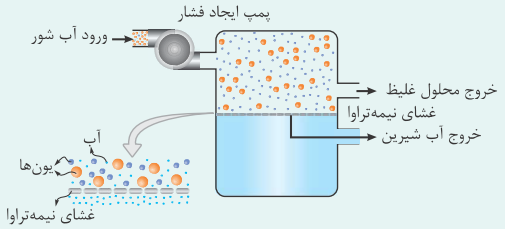
به انتشار (حرکت) مولکول‌های آب از درون یک غشای نیمه‌تراوا از سمت محلول رقیق‌تر به سمت محلول غلیظ‌تر و یا از سمت حلال خالص به سمت محلول، اسمز (گذرندگی) می‌گویند. منظور از غشای نیمه‌تراوا غشایی است که فقط اجازهٔ عبور برخی از مولکول‌ها (در این‌جا یعنی مولکول‌های آب) را می‌دهد.

مثال فرض کنید حجم‌های یکسانی از آب خالص و محلول آب‌نمک توسط غشایی نیمه‌تراوا جدا شده باشند. در این حالت، مولکول‌های آب، بیشتر از سمت آب خالص به سمت آب‌نمک حرکت می‌کنند؛ بنابراین با ورود آب به محلول، حجم محلول بیشتر شده و محلول به تدریج رقیق‌تر می‌شود. با رقیق‌ترشدن محلول، *رفته‌رفته!* به جایی می‌رسیم که سرعت حرکت مولکول‌های آب در دو جهت، برابر شده و به تعادل می‌رسد. در حالت تعادل، حرکت مولکول‌های آب، درون غشا در هر دو جهت ادامه می‌یابد، اما به دلیل برابربودن سرعت آن‌ها، غلظت و حجم محلول ثابت می‌ماند.

از فرایند اسمز نمی‌توان برای نمک‌زدایی و شیرین‌کردن آب دریا استفاده کرد، زیرا به جای آن‌که آب از سمت آب دریا (محلول) به سمت آب خالص برود، برعکس آن اتفاق می‌افتد. برای تولید آب شیرین از آب دریا، از فرایند اسمز معکوس استفاده می‌شود. اگر مطابق شکل روبه‌رو، بر پیستون نیرو وارد کنیم، عکس فرایند اسمز اتفاق می‌افتد، یعنی آب از محلول غلیظ‌تر جدا شده و پس از عبور از غشار به طرف محلول رقیق‌تر (یا از سمت محلول به سمت حلال خالص) می‌رود؛ به همین دلیل به این فرایند، اسمز معکوس می‌گویند.



شکل زیر چگونگی تولید آب شیرین از آب دریا را به کمک فرایند اسمز معکوس نشان می‌دهد.



پاسخ خیلی تشریحی ✔ بررسی گزینه‌ها:

گزینهٔ (۱): شکل، فرایند اسمز را نشان می‌دهد و فقط مولکول‌های آب توانایی عبور از غشا را دارند، پس غشای مد نظر نیمه‌تراوا (نه تراوا!) است.

گزینهٔ (۲): از آن‌جایی که در سمت چپ غشا، آب خالص وجود داشته و فقط مولکول‌های آب توانایی عبور از غشای نیمه‌تراوا را دارند، غلظت محلول در دو سمت هیچ‌گاه برابر نخواهد شد و اختلاف غلظت آن دو فقط به حدی می‌رسد که تفاوت فشار دو طرف، مانع ادامهٔ فرایند اسمز گردد.

گزینهٔ (۳): برای تعیین جهت کلی حرکت آب، باید غلظت مولار محلول‌های دو طرف را با یکدیگر مقایسه کنیم:

$$\text{غلظت مولی} = \frac{\overset{\text{درصد جرمی}}{۱۰ \times a} \times \overset{\text{چگالی } (g.mL^{-۱})}{d}}{\underset{\text{جرم مولی } (g.mol^{-۱})}{M}}$$

$$\text{غلظت مولی محلول KOH سمت راست} = \frac{۱۰ \times ۷ \times ۱/۰۲}{۳۹ + ۱۶ + ۱} = ۱/۲۷۵\ mol.L^{-۱}$$

غلظت محلول سمت راست غشا (۱/۲۷۵ مول بر لیتر) از غلظت محلول سمت چپ (۰/۸ مول بر لیتر) بیشتر است. جهت حرکت آب از سمت محلول رقیق‌تر به سمت محلول غلیظ‌تر و از چپ به راست می‌باشد.

گزینهٔ (۴): طی فرایند اسمز معکوس، فشار به محلول غلیظ‌تر (محلول ۲ مولار نمک خوراکی) وارد می‌شود تا مولکول‌های آب از سمت محلول غلیظ‌تر به سمت محلول رقیق‌تر حرکت کرده و اختلاف غلظت محلول‌ها از مقدار اولیه بیشتر شود.

۱- **گزینهٔ «۴»** *(امیر حاتمیان)*

بررسی موارد:

الف) نادرست؛ نظم چرخه‌های طبیعی به دلیل مصرف بی‌رویه مواد معدنی و نفتی و تولید جمع انبوهی از زباله‌ها به هم می‌خورد.

ب) درست

پ) درست

ت) درست

(شیمی ۲- صفحه‌های ۱ تا ۵)

۲- **گزینهٔ «۱»** *(عرفان شاکری‌راد)*

ابتدا جرم تمام درخت‌ها را به دست می‌آوریم:

$$۲۰۰\times۱۳۵۰=۲۷۰۰۰۰kg$$

سپس از طریق روابط استوکیومتری جرم سلولز را محاسبه می‌کنیم.

$$(C_۶H_{۱۰}O_۵)_n(s)\xrightarrow{\text{حرارت}}۶nC(s)+۵nH_۲O(g)$$

سپس: ۱- ابتدا جرم کربن خالص در زغال را به دست می‌آوریم:

$$\text{کربن خالص}\ ۹۷۲۰۰kg=\frac{\text{کربن خالص}\ ۷۲\ kg}{\text{زغال}\ ۱۰۰\ kg}\times\frac{۱۰۰۰kg}{\text{تن}\ ۱}\times\text{تن زغال}\ ۱۳۵$$

۲- حال از طریق روابط استوکیومتری، جرم سلولز را به دست می‌آوریم:

$$۹۷۲۰۰kg\ C\times\frac{۱۰۰۰g\ C}{۱kg\ C}\times\frac{۱mol\ C}{۱۲g\ C}\times\frac{۱mol\ \text{سلولز}}{۶n\ mol\ C}$$

$$\times\frac{۱۶۲n\ g\ \text{سلولز}}{۱mol\ \text{سلولز}}\times\frac{۱kg\ \text{سلولز}}{۱۰۰۰g\ \text{سلولز}}=۲۱۸۷۰۰\ kg\ \text{سلولز}$$

حال با تقسیم به جرم کل، درصد سلولز درخت‌ها به دست می‌آید:

$$\frac{\text{جرم سلولز}}{\text{جرم کل درخت‌ها}}\times۱۰۰=\frac{۲۱۸۷۰۰}{۲۷۰۰۰۰}\times۱۰۰=۸۱٪$$

راه ساده‌تر: تمام روابط و عملیات‌ها را اگر یکباره انجام دهیم، مقدار خیلی زیادی ازآن‌ها با یکدیگر ساده می‌شوند:

$$\frac{\text{کربن}\ ۱mol}{\text{کربن}\ ۱۲g}\times\frac{\text{کربن خالص}\ ۷۲\ kg}{\text{زغال}\ ۱۰۰\ kg}\times\frac{۱۰۰۰kg}{\text{تن}\ ۱}\times\text{تن زغال}\ ۱۳۵$$

$$\frac{۱\ mol\ \text{سلولز}}{۶n\ mol\ C}\times\frac{۱۶۲n\ g\ \text{سلولز}}{۱mol\ \text{سلولز}}\times\frac{۱۰۰}{۲۰۰\times۱۳۵۰}=۸۱٪$$

(شیمی ۲- صفحه‌های ۲۲ تا ۲۴)

۳- **گزینهٔ «۳»** *(حسین شاهسواری)*

بررسی موارد نادرست:

ب) در دمای ۲۹۸ کلوین یا دمای اتاق فلوئور و کلر با گاز هیدروژن واکنش می‌دهند که فلوئور به آرایش هشت‌تایی نئون می‌رسد. (نه الزاماً آرگون)

د) در دمای بالاتر از ۶۷۳ کلوین یا $۴۰۰^\circ C$ فلوئور، کلر، برم و ید با گاز هیدروژن واکنش می‌دهند که فلوئور، کلر و برم در دمای اتاق جامد نیستند.

(شیمی ۲- قدر هدایای زمینی را بدانیم؛ صفحه‌های ۱۳، ۱۴)

۴- **گزینهٔ «۱»** *(امیر حاتمیان)*

فرض می‌کنیم (کلسیم کربنات) $\underline{x}$ mol $CaCO_۳$ و گرافیت $\underline{y}$ mol داریم.

$$?\ g\ CaCO_۳=x\ mol\ CaCO_۳\times\frac{۱۰۰g\ CaCO_۳}{۱mol\ CaCO_۳}$$

$$=۱۰۰x\ g\ CaCO_۳$$

$$?\ g\ \text{گرافیت}=y\ mol\ \text{گرافیت}\times\frac{۱۲g\ C}{۱mol\ C}=۱۲y\ g\ \text{گرافیت}$$

$$?\ g\ CO_۲\ \text{خارج شده}=(x+y)mol\ \text{مخلوط اولیه}\times\frac{۱mol\ CO_۲}{۱mol\ \text{مخلوط اولیه}}$$

$$\times\frac{۴۴g\ CO_۲}{۱mol\ CO_۲}=۴۴(x+y)g\ CO_۲$$

$$۱۰۰x+۱۲y=(x+y)\times۴۴\Rightarrow\frac{y}{x}=\frac{۷}{۴}$$

$$\text{درصد جرمی گرافیت در نمونهٔ اولیه}:\frac{\text{جرم گرافیت}}{\text{جرم گرافیت + جرم کلسیم کربنات}}\times۱۰۰$$

$$=\frac{۱۲y}{۱۰۰x+۱۲y}\times۱۰۰\xrightarrow{y=\frac{۷}{۴}x}\frac{۱۲(\frac{۷}{۴}x)}{(۱۰۰x+۱۲(\frac{۷}{۴}x))}$$

$$=\frac{۲۱x}{۱۲۱x}=۱۷/۳٪$$

(شیمی ۲- صفحه‌های ۲۲ تا ۲۴)

۵- **گزینهٔ «۱»** *(علی جعفری)*

موارد (الف) و (ب) درست هستند.

بررسی موارد نادرست:

پ) خصلت فلزی در یک گروه از جدول دوره‌ای از بالا به پایین، افزایش می‌یابد.

ت) خصلت نافلزی رابطهٔ عکس با شعاع دارد و از چپ به راست، افزایش می‌یابد.

(شیمی ۲- صفحه‌های ۹ تا ۱۳)

۶- **گزینهٔ «۳»** *(پیمان خواجوی‌مجد)*

عدد اتمی X برابر ۲۴ و عدد اتمی Y برابر ۲۹ است.

بررسی گزینه‌ها:

۱) نادرست؛ آرایش الکترونی $_{۲۴}Cr$ و $_{۲۹}Cu$ از قاعدهٔ آفبا پیروی نمی‌کند.

۲) نادرست؛ $_{۲۹}Cu$ با $ZnSO_۴$ واکنش نمی‌دهد.

۳) درست؛ مجموع $n+l$ برای الکترون‌های ظرفیت $_{۲۴}Cr$ $(۳d^۵ ۴s^۱)$ برابر ۲۹ است.

۴) نادرست؛ $_{۲۴}Cr$ و $_{۲۹}Cu$ ترکیبات رنگین تشکیل می‌دهند.

(شیمی ۲- صفحه‌های ۱۴ تا ۱۶ و ۱۹ تا ۲۱)

۷- **گزینهٔ «۴»** *(امیرمسعود حسینی)*

بررسی گزینه‌های نادرست:

۱) وجود نمونه‌هایی از فلزهای طلا، نقره، مس و پلاتین نیز به شکل آزاد (عنصری) در طبیعت گزارش شده است.

۲) طلا واکنش‌پذیری بسیار کمی دارد به گونه‌ای که با گازهای موجود در هواکره و همچنین مواد موجود در بدن انسان واکنش نمی‌دهد.

۳) برای استخراج مقدار کمی طلا باید از حجم انبوهی خاک معدن استفاده کرد. از این‌رو استخراج طلا همانند دیگر فعالیت‌های صنعتی آثار زیان‌بار محیط زیستی بر جای می‌گذارد.

(شیمی ۲- صفحه‌های ۱۷ و ۱۸)

۸- **گزینهٔ «۳»** *(یاسر راش)*

بررسی همهٔ گزینه‌ها:

۱) عبارت باید برعکس باشد: «هر چه فلز فعال‌تر باشد، میل بیشتری به ایجاد ترکیب دارد و استخراج آن سخت‌تر است.»

۲) استخراج آهن از اکسید آن نیازمند شرایط خاص و استفاده از واکنش‌دهنده‌هایی مانند کربن یا سدیم است.

۳) واکنش‌پذیری هر عنصر به معنای تمایل اتم آن به انجام واکنش شیمیایی است. هر چه این تمایل بیشتر باشد، واکنش‌پذیری آن عنصر بیشتر است.

۴) در فرایند استخراج آهن، استفاده از مواد بازیافتی و کاهش مصرف انرژی نقش مهمی در کاهش آلودگی و بهینه‌سازی هزینه‌های تولید دارد.

(شیمی ۲- صفحه‌های ۱۸ تا ۲۱)

۹- **گزینهٔ «۲»** *(رسول عابدینی‌زواره)*

$$۴Au + ۸NaCN + O_۲ + ۲H_۲O \rightarrow ۴NaAu(CN)_۲ + ۴NaOH$$

$$?g\,NaOH = ۴/۹۲۵g\ Au\ \text{ناخالص} \times \frac{۸۰g\ Au}{۱۰۰g\ Au\ \text{ناخالص}}$$

$$\times \frac{۱mol\ Au}{۱۹۷g\ Au} \times \frac{۴mol\ NaOH}{۴mol\ Au} \times \frac{۴۰g\ NaOH}{۱mol\ NaOH} = ۰/۸g\ NaOH$$

$$\text{بازده درصدی} = \frac{\text{مقدار عملی}}{\text{مقدار نظری}} \times ۱۰۰ \Rightarrow ۹۰ = \frac{x}{۰/۸} \times ۱۰۰$$

$$\Rightarrow x = ۰/۷۲g$$

(شیمی ۲- صفحه‌های ۲۲ تا ۲۴)

۱۰- **گزینهٔ «۳»** *(امیرمسعود حسینی)*

$$I)\ ۲KMnO_۴(s) \xrightarrow{\Delta} K_۲MnO_۴(s) + MnO_۲(s) + O_۲(g)$$

$$II)\ ۳FeCO_۳(s) \xrightarrow{\Delta} Fe_۳O_۴(s) + ۲CO_۲(g) + CO(g)$$

$$P_{KMnO_۴} = ۲P_{FeCO_۳} \qquad P = \text{درصد خلوص ماده}$$

$$m\,g\ KMnO_۴\ \text{ناخالص} \times \frac{۲P_{FeCO_۳}\ g\ KMnO_۴\ \text{خالص}}{۱۰۰g\ KMnO_۴\ \text{ناخالص}}$$

$$\times \frac{۱mol\ KMnO_۴}{۱۵۸g\ KMnO_۴} \times \frac{۱mol\ O_۲}{۲mol\ KMnO_۴} \times \frac{۳۲g\ O_۲}{۱mol\ O_۲}$$

$$\times \frac{R(I)}{۱۰۰} = \frac{m \times P_{FeCO_۳} \times ۱۶ \times R(I)}{۱۰۰ \times ۷۹ \times ۱۰۰} g\,O_۲$$

$$m\ g\ FeCO_۳\ \text{ناخالص} \times \frac{P_{FeCO_۳}\ g\ FeCO_۳\ \text{خالص}}{۱۰۰g\,FeCO_۳\ \text{ناخالص}}$$

$$\times \frac{۱mol\ FeCO_۳}{۱۱۶g\ FeCO_۳} \times \frac{\overbrace{(۲ \times ۴۴ + ۲۸)}^{۱۱۶}g\ \text{گاز}}{۳mol\ FeCO_۳} \times \frac{R(II)}{۱۰۰}$$

$$= \frac{m \times P_{FeCO_۳} \times R(II)}{۱۰۰ \times ۳ \times ۱۰۰} g\ \text{گاز}$$

$$\frac{m \times P_{FeCO_۳} \times ۱۶ \times R(I)}{۱۰۰ \times ۷۹ \times ۱۰۰} = \frac{m \times P_{FeCO_۳} \times R(II)}{۱۰۰ \times ۳ \times ۱۰۰}$$

$$\Rightarrow \frac{R(II)}{R(I)} = \frac{۳ \times ۱۶}{۷۹} \simeq ۰/۶$$

(شیمی ۲- صفحه‌های ۲۲ تا ۲۴)

۱- **گزینهٔ «۳»** *(فرشید مرادی)*

موارد (الف) و (ت) نادرست هستند.

بررسی موارد:

الف) نادرست؛ طبق متن کتاب در دریا ستون‌های سولفیدی (S^{2-}) وجود دارد و نه سولفاتی (SO_4^{2-})

ب) درست؛ متن کتاب

پ) درست؛ متن کتاب

ت) نادرست؛ پاکت کاغذی از منابع نسبتاً پایدار و کیسهٔ پلاستیکی از منابع ناپایدار به دست می‌آید.

(شیمی ۲- صفحه‌های ۲۶ تا ۳۰)

۲- **گزینهٔ «۴»** *(یاسر راش)*

به جز مورد اول، سایر موارد درست هستند.

بررسی همهٔ موارد:

مورد اول: دگرشکل‌های کربن ساختارها و خواص متفاوتی دارند.

مورد دوم: کربن توانایی تشکیل پیوندهای دوگانه و سه‌گانه و همچنین زنجیر و حلقه‌های کربنی را دارد که این‌ها از دلایل اصلی تنوع ترکیبات کربنی هستند.

مورد سوم: نفت خام، مایعی پیچیده متشکل از انواع مختلف هیدروکربن‌ها است. این هیدروکربن‌ها، ترکیباتی تشکیل شده از کربن و هیدروژن هستند که اتم‌های کربن آن‌ها می‌توانند از طریق پیوندهای یگانه، دوگانه یا سه‌گانه با یکدیگر متصل شده باشند.

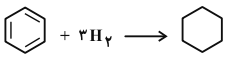
مورد چهارم: ساختارهای گوناگون هیدروکربن‌ها که ناشی از تفاوت در نوع و تعداد پیوندهای بین اتم‌های کربن است، منجر به خواص فیزیکی و شیمیایی متفاوتی می‌شود. بنابراین، انتظار می‌رود که این ترکیبات در واکنش‌های شیمیایی و همچنین در نقاط جوش، ذوب و موارد دیگر با یکدیگر تفاوت داشته باشند.

(شیمی ۲- صفحه‌های ۳۱ تا ۳۳)

۳- **گزینهٔ «۴»** *(مبین احمدی)*

بررسی گزینه‌ها:

۱) بنزن: $C_6H_6 + 3H_2 \rightarrow C_6H_{12}$



درصد افزایش جرمی $= \frac{\text{جرم اضافه‌شده}}{\text{جرم اولیه}} \times 100$

$$\Rightarrow \frac{3\times(2)}{6\times(12)+6\times(1)} \times 100 \simeq \%7/7$$

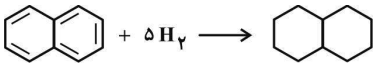
۲) بوتان: بوتان هیدروکربن سیرشده است و در واکنش هیدروژن‌دار شدن شرکت نمی‌کند.

۳) ۲- بوتن: $C_4H_8 + H_2 \rightarrow C_4H_{10}$

$$\Rightarrow \frac{1\times(2)}{4\times(12)+8\times(1)} \times 100 \simeq \%3/57$$

۴) نفتالن: $C_{10}H_8 + 5H_2 \rightarrow C_{10}H_{18}$

در ساختار نفتالن ۵ پیوند ۲ گانه وجود دارد.



$$\frac{5\times(2)}{10\times(12)+8\times(1)} \times 100 = \%7/8$$

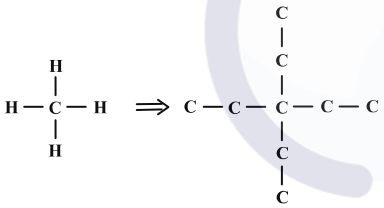
(شیمی ۲- صفحه‌های ۳۳ تا ۴۳)

۴- **گزینهٔ «۱»** *(محمد عظیمیان‌زواره)*

بررسی موارد:

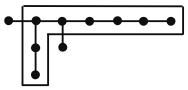
الف) درست؛ زیرا طبق متن کتاب مثلاً در استخراج ۱۰۰۰ کیلوگرم آهن تقریباً ۲۰۰۰ کیلوگرم سنگ معدن آهن و ۱۰۰۰ کیلوگرم از منابع معدنی دیگر استفاده می‌شود.

ب) درست؛ ۳ ، ۳- دی اتیل پنتان



پ) نادرست؛ فرمول مولکولی این هیدروکربن C_9H_{20} می‌باشد و شمار پیوندهای $C-C$ در آن برابر ۸ می‌باشد.

ت) نادرست؛ نام درست آن ۳ ، ۴- دی متیل اوکتان است.



(شیمی ۲- صفحه‌های ۲۸، ۳۳، ۳۴، ۳۷ تا ۴۰)

۵- **گزینهٔ «۱»** *(یاسر راش)*

بررسی گزینه‌ها:

۱) با افزایش تعداد کربن در آلکان‌های راست زنجیر، نیروهای واندروالسی بین مولکول‌ها به دلیل افزایش جرم مولی قوی‌تر می‌شوند. این نیروهای قوی‌تر نیازمند انرژی بیشتری برای غلبه هستند. بنابراین نقطه جوش افزایش می‌یابد.

۲) گریس $(C_{18}H_{38})$ به دلیل داشتن زنجیر کربنی کوتاه‌تر و در نتیجه جرم مولکولی کمتر، نسبت به وازلین $(C_{25}H_{52})$ که زنجیرهٔ کربنی بلندتری دارد، چسبندگی کمتری از خود نشان می‌دهد.

۳) آلکان‌ها با افزایش تعداد اتم‌های کربن در ساختار خود، نقطه جوش بالاتری پیدا می‌کنند. زیرا با افزایش طول زنجیرهٔ کربنی، نیروهای بین مولکولی واندروالسی قوی‌تر می‌شوند که برای غلبه بر آن‌ها و تبدیل ماده از فاز مایع به گاز، به انرژی گرمایی بیشتری نیاز است. بنابراین $C_{۲۱}H_{۴۴}$ با ۲۱ اتم کربن، نقطه جوش بالاتری نسبت به $C_{۱۲}H_{۲۶}$ با ۱۲ اتم کربن خواهد داشت.

۴) با افزایش طول زنجیرهٔ کربنی در آلکان‌ها، نیروهای بین مولکولی قوی‌تر شده و در نتیجه گران‌روی افزایش می‌یابد.

(شیمی ۲- صفحه‌های ۳۵ تا ۳۷)

۶- **گزینهٔ «۲»** *(مجتبی محبوب)*

واکنش سیر شدن پروپن و پروپین به شکل زیر است:

$$I)\ C_۳H_۶ + H_۲ \rightarrow C_۳H_۸$$

$$II)\ C_۳H_۴ + ۲H_۲ \rightarrow C_۳H_۸$$

$$x\,g\ C_۳H_۶ \times \frac{۱\,mol\ C_۳H_۶}{۴۲\,g\ C_۳H_۶} \times \frac{۱\,mol\ C_۳H_۸}{۱\,mol\ C_۳H_۶} = \frac{x}{۴۲}\,mol\ C_۳H_۸$$

$$y\,g\ C_۳H_۴ \times \frac{۱\,mol\ C_۳H_۴}{۴۰\,g\ C_۳H_۴} \times \frac{۱\,mol\ C_۳H_۸}{۱\,mol\ C_۳H_۴} = \frac{y}{۴۰}\,mol\ C_۳H_۸$$

$$(\frac{x}{۴۲} + \frac{y}{۴۰})\,mol\ C_۳H_۸ \times \frac{۴۴\,g\ C_۳H_۸}{۱\,mol\ C_۳H_۸} = ۶۶\,g\ C_۳H_۸$$

$$\Rightarrow (\frac{x}{۴۲} + \frac{y}{۴۰})\,mol\ C_۳H_۸ = \frac{۳}{۲}\,mol\ C_۳H_۸$$

برای واکنش (I): $\frac{x}{۴۲}\,mol\ C_۳H_۶ \times \frac{۱\,mol\ H_۲}{۱\,mol\ C_۳H_۶} = \frac{x}{۴۲}\,mol\ H_۲$

برای واکنش (II): $\frac{y}{۴۰}\,mol\ C_۳H_۴ \times \frac{۲\,mol\ H_۲}{۱\,mol\ C_۳H_۴} = \frac{y}{۲۰}\,mol\ H_۲$

$$\Rightarrow \frac{x}{۴۲}\,mol\ H_۲ = \frac{y}{۲۰}\,mol\ H_۲$$

$$(\frac{y}{۲۰} + \frac{y}{۴۰})\,mol\ C_۳H_۸ = \frac{۳}{۲}\,mol\ C_۳H_۸$$

$$\Rightarrow y = ۲۰\,g \Rightarrow x = ۴۲\,g$$

$$C_۳H_۸ + ۵O_۲ \rightarrow ۳CO_۲ + ۴H_۲O$$

$$z\,g\ O_۲ = ۶۶\,g\ C_۳H_۸ \times \frac{۱\,mol\ C_۳H_۸}{۴۴\,g\ C_۳H_۸} \times \frac{۵\,mol\ O_۲}{۱\,mol\ C_۳H_۸}$$

$$\times \frac{۳۲\,g\ O_۲}{۱\,mol\ O_۲} = ۲۴۰\,g\ O_۲ \Rightarrow z = ۲۴۰\,g$$

$$\frac{x-y}{z} = \frac{۴۲-۲۰}{۲۴۰} = \frac{۲۲}{۲۴۰} = ۰/۰۹$$

(شیمی ۲- صفحه‌های ۴۰ تا ۴۲ و ۵۰)

۷- **گزینهٔ «۱»** *(مبینا سیدحسینی)*

محاسبهٔ تعداد هیدروژن‌های موجود در ترکیبات آلی از فرمول زیر به دست می‌آید:

$۲n + ۲ -$ (تعداد پیوند دوگانه + تعداد حلقه) × ۲ - (تعداد پیوند سه‌گانه) × ۴ - تعداد هالوژن‌ها + تعداد N

در ترکیب مورد نظر ۲۰ اتم کربن وجود دارد ۲ حلقه و ۳ پیوند دوگانه و ۱ پیوند سه‌گانه، در نتیجه:

تعداد هیدروژن‌ها $۲(۲۰) + ۲ - ۲(۲+۳) - ۴(۱) = ۲۸$

از طرفی در آلکان ۳، ۳- دی اتیل ۲- متیل هپتان تعداد ۱۲ اتم کربن موجود است تعداد هیدروژن‌های آلکان‌ها از فرمول $۲n + ۲$ به دست می‌آید:

$$۲(۱۲) + ۲ = ۲۶$$

نسبت تعداد هیدروژن ترکیب مورد نظر به ۳،۳- دی اتیل ۲- متیل هپتان:

$$\frac{۲۸}{۲۶} \simeq ۱/۰۷$$

از طرفی در ترکیب مورد نظر تعداد پیوند بین اتم‌های کربن برابر با ۲۶ (شامل یگانه، دوگانه و سه‌گانه) و تعداد پیوندهای $C-H$ برابر با ۲۸ می‌باشد. در نتیجه در ترکیب مورد نظر ۵۴ پیوند اشتراکی وجود دارد.

(شیمی ۲- صفحه‌های ۳۱ تا ۴۳)

۸- **گزینهٔ «۳»** *(امیرمحمد کنگرانی)*

خانواده	ساده‌ترین عضو	$\frac{\text{شمار اتم‌های H}}{\text{شمار اتم‌های C}}$
آلکان‌ها	$CH_۴$	$\frac{۴}{۱} = ۴$
آلکن‌ها	$C_۲H_۴$	$\frac{۴}{۲} = ۲$
آلکین‌ها	$C_۲H_۲$	$\frac{۲}{۲} = ۱$
سیکلوآلکان‌ها	$C_۳H_۶$	$\frac{۶}{۳} = ۲$

(شیمی ۲- صفحه‌های ۳۳ و ۴۰ تا ۴۳)

۹- **گزینهٔ «۳»** *(رسول عابدینی‌زواره)*

واکنش سوختن کامل آلکان:

$$C_nH_{۲n+۲} + \frac{۳n+۱}{۲}O_۲ \rightarrow nCO_۲ + (n+۱)H_۲O$$

$$۶/۴\,g\ \text{آلکان} \times \frac{۱\,mol\ \text{آلکان}}{(۱۴n+۲)\,g\ \text{آلکان}} \times \frac{n\,mol\ CO_۲}{۱\,mol\ \text{آلکان}}$$

$$\times \frac{۲۲/۴\,L\ CO_۲}{۱\,mol\ CO_۲} = ۱۰/۰۸\,L\ CO_۲ \Rightarrow n = ۹$$

آلکان مورد نظر ۹ کربنی است و فرمول مولکولی آن $C_۹H_{۲۰}$ است.

(شیمی ۲- صفحه‌های ۳۳ تا ۴۰)

۱۰- **گزینهٔ «۳»** *(مهرشاد میرزامحمدی)*

بررسی گزینه‌ها:

۱) نادرست؛ واکنش در عدم حضور نیتروژن و اکسیژن و در حضور آرگون انجام می‌شود.

۲) نادرست؛ درصد انتقال با خطوط لوله ۶۶ درصد و با سایر روش‌ها ۳۴ درصد است که نسبت آن می‌شود ۲.

۳) درست؛ شمار پیوندهای کووالانسی در آلکان‌های نفت سفید:

حداکثر $C_{۱۵}H_{۳۲} \rightarrow ۴۶$ حداقل $C_{۱۰}H_{۲۲} \rightarrow ۳۱$

تفاوت آن‌ها $= ۱۵$

۴) نادرست؛ این مقدار برای بنزین $۴۸\frac{kJ}{g}$ و برای زغال سنگ $۳۰\frac{kJ}{g}$ است.

(شیمی ۲- صفحه‌های ۴۴ تا ۴۷ و ۴۹)

۱- **گزینهٔ «۳»** *(مجتبی محبوب)*

بررسی موارد:

الف) ظرفیت گرمایی حاصل ضرب جرم ماده در گرمای ویژهٔ آن است و با نصف شدن جرم ماده ظرفیت گرمایی آن نیز نصف می‌شود.

ب) با تغییر جرم یک جسم گرمای ویژهٔ آن تغییر نمی‌کند.

پ) اگر به مقداری آب گرما داده شود و حالت فیزیکی آن تغییر نکند، دمای آن تغییر می‌کند که نشان از تغییر در میانگین تندی یا انرژی جنبشی مولکول‌های آب است.

ت) تغییرات دما برحسب کلوین با تغییرات دما برحسب درجهٔ سلسیوس برابر است.

(شیمی ۲- صفحه‌های ۵۶ تا ۶۰)

۲- **گزینهٔ «۴»** *(یاسر راش)*

با توجه به قانون بقای انرژی، گرمای از دست داده شده توسط ماده با دمای بالاتر (آب) با گرمای جذب شده توسط ماده با دمای پایین‌تر (ظرف مسی) برابر است. بنابراین می‌توان نوشت: $|Q_{H_2O}| = |Q_{Cu}|$

حالا با استفاده از رابطهٔ $Q = mc\Delta\theta$، می‌توان نوشت:

$$|m_{H_2O} \times c_{H_2O} \times \Delta\theta_{H_2O}| = |m_{Cu} \times c_{Cu} \times \Delta\theta_{Cu}|$$

در ادامه مقادیر داده شده در صورت سؤال را جای‌گذاری می‌کنیم:

(θ_T، دمای تعادل است.)

$$40 \times 4/2 \times (80 - \theta_T) = 210 \times 0/4 \times (\theta_T - 20) \Rightarrow \theta_T = 60^\circ C$$

(شیمی ۲- صفحه‌های ۵۹ تا ۶۱)

۳- **گزینهٔ «۱»** *(مهرشاد میرزامحمدی)*

بررسی موارد:

مورد اول: نادرست؛ سرانه مصرف ماده غذایی مقدار میانگین مصرف مادهٔ غذایی است.

مورد دوم: نادرست؛ برای محاسبهٔ آنتالپی پیوند باید همهٔ مواد واکنش گازی باشند.

مورد سوم: درست؛ چون این فرایند با تغییر دما همراه است عامل این فرایند گرماگیر تغییر در انرژی گرمایی است.

مورد چهارم: درست؛ با توجه به جدول حاشیهٔ کتاب

(شیمی ۲- صفحه‌های ۵۳، ۶۱، ۶۹ و ۷۳)

۴- **گزینهٔ «۴»** *(پیمان خواجوی‌مجد)*

این واکنش یک واکنش گرماده است و در یک واکنش گرماده انرژی آزاد شده در هنگام تشکیل پیوندهای فراورده‌ها از انرژی لازم برای شکستن پیوندهای واکنش‌دهنده‌ها بیشتر است.

بررسی گزینه‌های نادرست:

۱) برخی پیوندهای یگانه مثل $H-F$ از برخی پیوندهای دوگانه مثل $O=O$ آنتالپی پیوند بزرگ‌تری دارند.

۲) تشکیل NH_3 از نیتروژن و هیدروژن گرماده و تشکیل N_2H_4 از نیتروژن و هیدروژن گرماگیر است.

۳) اکسایش گلوکز در بدن در دمای ثابت انجام می‌شود به همین دلیل انرژی مبادله شده به‌طور عمده ناشی از تفاوت انرژی پتانسیل واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌هاست.

(شیمی ۲- صفحه‌های ۶۲، ۶۳، ۶۷، ۶۹ و ۷۷)

۵- **گزینهٔ «۱»** *(امیر حاتمیان)*

موارد الف و پ درست هستند.

برای به دست آوردن فرمول مولکولی ساختارها تعداد کربن‌ها را شمرده و در فرمول $C_nH_{2n+2}O$ به جای n قرار می‌دهیم. اگر حلقه و پیوند دوگانه وجود داشته باشد به ازای هر کدام ۲ هیدروژن کم می‌کنیم.

بررسی موارد:

الف) فرمول مولکولی ترکیب b به صورت C_9H_8O است.

(a)

$C_nH_{2n+2}O$

$n = 15$

$$C_{15}H_{32}O \Rightarrow \begin{cases} \xrightarrow{1\times \text{ حلقه}} -2H \\ \xrightarrow{5\times \text{ پیوند دوگانه}} -10H \end{cases} \xrightarrow{-12H} C_{15}H_{20}O$$

(b)

$C_nH_{2n+2}O$

$n = 9$

$$C_9H_{20}O \Rightarrow \begin{cases} \xrightarrow{1\times \text{ حلقه}} -2H \\ \xrightarrow{5\times \text{ پیوند دوگانه}} -10H \end{cases} \xrightarrow{-12H} C_9H_8O$$

ب) تعداد پیوندهای اشتراکی ترکیب a و b:

$$\text{تعداد پیوند اشتراکی ترکیب a} = \frac{1}{2}(\overset{C}{15\times 4} + \overset{H}{20\times 1} + \overset{O}{1\times 2})$$

$$= \frac{82}{2} = 41$$

تعداد پیوند اشتراکی ترکیب b $= \frac{۱}{۲}(\overset{C}{۹\times۴}+\overset{H}{۸\times۱}+\overset{O}{۱\times۲})$

$= \frac{۴۶}{۲} = ۲۳$

اختلاف $= ۴۱ - ۲۳ = ۱۸$

پ)

درصد جرمی H در ترکیب a $= \frac{۲۰\times۱}{۱۵\times۱۲+۲۰\times۱+۱\times۱۶}\times۱۰۰ \simeq ۹\%$

ت) در مولکول a، ۹ اتم کربن وجود دارد که تنها به سه اتم دیگر متصل شده‌اند.

ث) مولکول‌های a و b به ترتیب در زردچوبه و دارچین وجود دارند.

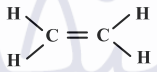
(شیمی ۲- صفحه‌های ۷۰ تا ۷۲)

۶- **گزینهٔ «۲»** *(عرفان شاکری‌راد)*

در واکنش اول خواهیم داشت: $H-C\equiv C-H \rightarrow ۲C+۲H$

$\Delta H_{\text{واکنش}} = \Delta H_{(C\equiv C)} + ۲\Delta H_{(C-H)} = ۱۶۷۰\,kJ$

در واکنش دوم داریم:



$\Delta H_{\text{واکنش}} = \Delta H_{(C=C)} + ۴\Delta H_{(C-H)} = ۲۲۷۵\,kJ$

برای محاسبهٔ خواستهٔ سؤال، باید معادلهٔ دوم را از معادلهٔ اول کم کنیم:

$\Delta H_۲ - \Delta H_۱ = \underbrace{\Delta H_{(C\equiv C)} - \Delta H_{(C=C)}}_{x} - ۲\Delta H_{(C-H)}$

$= ۱۶۷۰ - ۲۲۷۵ \Rightarrow x - ۲(۴۲۵) = -۶۰۵ \Rightarrow x = ۲۴۵\frac{kJ}{mol}$

(شیمی ۲- صفحه‌های ۶۷ تا ۷۰)

۷- **گزینهٔ «۲»** *(سعید تیزرو)*

مطابق نمودار ارائه شده و طبق قانون هس، ΔH واکنش زیر برابر است با:

$N_۲(g) + ۲H_۲(g) \rightarrow N_۲H_۴(g)$

$-۹۲ + ۱۸۳ = +۹۱\,kJ$

گرمای مبادله شده به ازای مصرف ۵/۶ لیتر گاز نیتروژن:

$۵/۶\,L\ N_۲ \times \frac{۱\,mol\ N_۲}{۲۲/۴\ L\ N_۲} \times \frac{۹۱\,kJ}{۱\,mol\ N_۲} = ۲۲/۷۵\,kJ$

به دلیل گرماگیر بودن واکنش، باید نتیجه گرفت گرما در آن مصرف می‌شود.

(شیمی ۲- صفحه‌های ۷۴ تا ۷۷)

۸- **گزینهٔ «۱»** *(احسان روستایی)*

ابتدا تفاوت آنتالپی سوختن متان $(CH_۴)$ و اتان $(C_۲H_۶)$ را حساب می‌کنیم:

$(-۸۹۰) - (-۱۵۶۰) = ۶۷۰\,kJ$

به ازای هر گروه $CH_۲$، تقریباً ۶۷۰ کیلوژول به آنتالپی سوختن اضافه می‌شود، در نتیجه اندازهٔ آنتالپی سوختن بوتان $(C_۴H_{۱۰})$ که ۲ تا گروه $CH_۲$ بیشتر از اتان دارد تقریباً به میزان $۲\times۶۷۰ = ۱۳۴۰$، بیشتر از آنتالپی سوختن اتان است.

$(-۱۵۶۰) + (-۱۳۴۰) = -۲۹۰۰$

در نهایت برای به دست آوردن ارزش سوختی بوتان، می‌توان آنتالپی سوختن آن را بر جرم مولی آن تقسیم کرد:

$\frac{۲۹۰۰}{۵۸} = ۵۰\,kJ.g^{-۱}$

(شیمی ۲- صفحه‌های ۷۲ و ۷۳)

۹- **گزینهٔ «۳»** *(امیرمحمد کنگرانی)*

سوختن هیدرازین $(N_۲H_۴)$ به صورت زیر است:

$N_۲H_۴(g) + O_۲(g) \rightarrow N_۲(g) + ۲H_۲O(g)$

اگر واکنش اول با واکنش دوم و عکس واکنش سوم جمع شود، به واکنش سوختن هیدرازین می‌رسیم.

$\Delta H_T = \Delta H_۱ + \Delta H_۲ - \Delta H_۳ = (-۱۸۷ - ۲۴۲ + ۹۲) = -۳۳۷\,kJ$

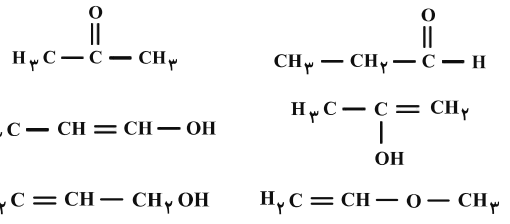
با سوختن یک مول هیدرازین، یک مول گاز نیتروژن و دو مول بخارآب تولید می‌شود. فراوردهٔ تولید شده $۲۸ + ۳۶ = ۶۴\,g$

$۱۲/۸\,g(N_۲ + ۲H_۲O) \times \frac{۳۳۷\,kJ}{۶۴\,g(N_۲ + ۲H_۲O)} = ۶۷/۴\,kJ$

(شیمی ۲- صفحه‌های ۷۲ تا ۷۷)

۱۰- **گزینهٔ «۳»** *(یاسر راش)*

همهٔ ایزومرهای زنجیری ترکیبی با فرمول مولکولی $C_۳H_۶O$ به صورت زیر است:



از شش ترکیب ممکن، در ساختار پنج مورد از آن‌ها، حداقل یک گروه متیل وجود دارد.

(شیمی ۲- صفحه‌های ۷۰ و ۷۱)

۱- **گزینهٔ «۲»** *(محسن مجنونی)*

در ابتدا واکنش مورد نظر را موازنه می‌کنیم:

$$5KBr + KBrO_3 + 6HCl \rightarrow 3Br_2 + 6KCl + 3H_2O$$

با توجه به ضرایب استوکیومتری مواد گزینه‌ها را به ترتیب بررسی می‌کنیم:

۱) سرعت تولید Br_2 سه برابر سرعت مصرف $KBrO_3$ می‌باشد. اما با توجه به این‌که حالت فیزیکی Br_2 در واکنش مایع است و غلظت مایعات خالص با گذشت زمان تغییر نمی‌کند، نباید سرعت تولید آن را در واکنش براساس تغییر غلظت در نظر گرفت. پس مقایسهٔ سرعت این دو ماده براساس غلظت آن‌ها صحیح نیست.

۲) سرعت هر کدام از مواد HCl و KCl، شش برابر سرعت واکنش است. علامت منفی برای HCl و علامت مثبت برای KCl نیز با توجه به مثبت بودن $\bar{R}_{\text{واکنش}}$ به درستی قرار داده شده است.

۳) با توجه به ضرایب KBr و KCl، تساوی قرار داده شده صحیح است.

۴) اگر کل عبارت را بر عدد ۲ تقسیم کنیم به رابطهٔ $\bar{R}_{\text{واکنش}} = -\frac{\Delta[HCl]}{6\Delta t} = -\frac{\Delta[KBrO_3]}{\Delta t}$ می‌رسیم که با توجه به ضرایب مواد و مثبت بودن، این تساوی صحیح است. در مرحلهٔ بعد به محاسبهٔ قسمت دوم سوال می‌پردازیم، گونهٔ کاهنده با توجه به تغییرات عدد اکسایش Br^- در ترکیب KBr است، ترکیب یونی تولید شده نیز KCl می‌باشد.

$$?\,mol\ KCl = 2\,mol\ KBr \times \frac{6\,mol\ KCl}{5\,mol\ KBr} = 2/4\,mol\ KCl$$

(شیمی ۲- صفحه‌های ۹۲ و ۹۳)

۲- **گزینهٔ «۱»** *(محمدرضا پورجاوید)*

طبق متن کتاب الیاف آهن داغ و سرخ شده در هوا نمی‌سوزند و سایر گزینه‌ها طبق متن کتاب درست می‌باشند.

(شیمی ۲- صفحه‌های ۸۲ و ۸۳)

۳- **گزینهٔ «۴»** *(احسان روستایی)*

منحنی تغییرات مقدار مادهٔ B رو به پایین و منحنی تغییرات مقدار مواد A و C رو به بالا است. پس مادهٔ B واکنش‌دهنده و مادهٔ A و C فراورده هستند. از طرفی با توجه به نمودار، شیب منحنی مواد A و B مشابه یکدیگر و دو برابر شیب منحنی مادهٔ C است و در نتیجه اگر ضریب مادهٔ C را برابر یک در نظر بگیریم، ضریب مواد A و B برابر ۲ خواهد بود. در نتیجه معادلهٔ موازنه شده به صورت $2B \rightarrow 2A + C$ خواهد بود. از طرفی با توجه به سرعت واکنش می‌توان در نهایت به مقدار مول تولیدی مادهٔ A رسید.

$$\bar{R}_A = 2\bar{R}_{\text{واکنش}} = 2 \times 0/06\,mol.min^{-1} = 0/12\,mol.min^{-1}$$

$$\Delta t = 120\,s \times \frac{1\,min}{60\,s} = 2\,min$$

$$0/12\,mol.min^{-1} = \frac{x\,mol\ A}{2\,min} \Rightarrow mol\ A = 0/24$$

(شیمی ۲- صفحه‌های ۹۲ و ۹۳)

۴- **گزینهٔ «۴»** *(امیرعلی بیات)*

بعد از باز شدن شیر مخزن حجم کل آن برابر با دو لیتر خواهد بود و غلظت هر یک از گازها و واکنش میان آن‌ها به صورت زیر خواهد بود:

$$[A_2] = \frac{10\,mol}{2\,L} = 5\,mol.L^{-1} \quad , \quad [BA] = \frac{20\,mol}{2\,L} = 10\,mol.L^{-1}$$

$$A_2 + 2BA \rightarrow 2BA_2$$

و همان‌طور که می‌بینیم مقدار واکنش‌دهنده‌ها متناسب با ضرایب استوکیومتری آن‌ها است. حال به کمک سرعت واکنش زمان لازم برای مصرف واکنش دهندهٔ A_2 را که سرعت مصرف آن با سرعت واکنش برابر است، حساب می‌کنیم:

$$10^{-2}\,mol.L^{-1}.s^{-1} = \frac{\Delta[A_2]}{\Delta t} = \frac{5\,mol.L^{-1}}{\Delta t}$$

$$\Rightarrow \Delta t = 500\,s \xrightarrow{+60} \Delta t = \frac{25}{3}\,min$$

(شیمی ۲- صفحه‌های ۹۲ و ۹۳)

۵- **گزینهٔ «۴»** *(محمدرضا پورجاوید)*

اگر فرض کنیم در واکنش دوم x گرم O_2 تولید می‌شود، در این صورت جرم SO_3 حاصل از واکنش اول 5x گرم خواهد بود. به این ترتیب در مورد واکنش اول می‌توان گفت:

$$\text{مقدار } SO_3 = 5x\,g\,SO_3 \times \frac{1\,mol\,SO_3}{80\,g\,SO_3} = \frac{x}{16}\,mol\,SO_3$$

$$\bar{R}_{SO_3} = \frac{\frac{x}{16}\,mol}{\Delta t} = \frac{x}{16\Delta t} \Rightarrow \bar{R}_{\text{واکنش اول}} = \frac{\bar{R}_{SO_3}}{3} = \frac{x}{48\Delta t}$$

برای واکنش دوم خواهیم داشت:

$$\text{مقدار } O_2 = x\,g\,O_2 \times \frac{1\,mol\,O_2}{32\,g\,O_2} = \frac{x}{32}\,mol\,O_2$$

$$\bar{R}_{O_2} = \frac{\frac{x}{32}\,mol}{\Delta t} = \frac{x}{32\Delta t} \Rightarrow \bar{R}_{\text{واکنش دوم}} = \frac{\bar{R}_{O_2}}{1} = \frac{x}{32\Delta t}$$

در نتیجه خواهیم داشت:

$$\frac{\bar{R}_{\text{واکنش اول}}}{\bar{R}_{\text{واکنش دوم}}} = \frac{\frac{x}{48\Delta t}}{\frac{x}{32\Delta t}} = \frac{32}{48} = \frac{2}{3}$$

(شیمی ۲- صفحه‌های ۹۲ و ۹۳)

۶- **گزینهٔ «۲»** *(پیمان خواجوی مجد)*

فرمول ساختاری داده شده مربوط به بنزوئیک اسید با فرمول مولکولی $C_7H_6O_2$ است.

بررسی همهٔ موارد:

الف) درست؛ اسیدهای آلی بر اثر واکنش با محلول پتاسیم پرمنگنات، رنگ بنفش محلول را از بین می‌برند. (بر اثر گرم شدن)

ب) نادرست؛ اختلاف جرم مولی $C_7H_6O_2$ و C_7H_6O برابر ۱۶ گرم بر مول و اختلاف جرم مولی C_3H_6 و C_4H_8 برابر ۱۴ گرم بر مول است.

پ) نادرست؛ بنزوئیک اسید در تمشک و توت فرنگی وجود دارد.

ت) نادرست؛ بنزوئیک اسید دارای ۴ پیوند دوگانه و ۱۱ پیوند یگانه است.

ث) درست؛ جرم مولی بنزوئیک اسید ۱۲۲ گرم بر مول و جرم مولی استیک اسید (CH_3COOH) و اتیلن گیلکول $(C_2H_6O_2)$ به ترتیب ۶۰ و ۶۲ گرم بر مول است.

(شیمی ۲- صفحه‌های ۸۳ و ۸۴)

۷- **گزینهٔ «۲»** *(روزبه رضوانی)*

$$4KO_2 + 2H_2O + 4CO_2 \rightarrow 4KHCO_3 + 3O_2$$

در ۱۰۰ ثانیهٔ اول واکنش، ۰/۰۳ مول KO_2 مصرف می‌شود، پس می‌توان حجم O_2 تولید شده را به دست آورد.

$$0/03\,mol\,KO_2 \times \frac{3\,mol\,O_2}{4\,mol\,KO_2} \times \frac{25\,L}{1\,mol\,O_2} = 0/5625\,L\,O_4$$

$$R_{O_2} = \frac{0/5625\,L}{\frac{100}{60}\,min} = 0/3375\,L.min^{-1}$$

(شیمی ۲- صفحه‌های ۹۲ و ۹۳)

۸- **گزینهٔ «۴»** *(ندا حسین‌پورمقدم)*

$$\Delta n_{KClO_3} = 5 - 0/5 = 4/5\,mol$$

بررسی گزینه‌ها:

۱) نادرست؛

$$\Delta[KClO_3] = \frac{\Delta n}{V} = \frac{4/5}{2} = 2/25\,mol.L^{-1}$$

$$\Delta t = 40 - 0 = 40\,s$$

$$\bar{R}_{KClO_3} = \frac{\Delta[KClO_3]}{\Delta t} = \frac{2/25\,mol.L^{-1}}{40\,s \times \frac{1\,min}{60\,s}}$$

سرعت تجزیهٔ $KClO_3$ $= 3/375\,mol.L^{-1}.min^{-1}$

۲) نادرست؛ سرعت واکنش برابر است با سرعت تغییر غلظت هر واکنش‌دهنده یا محصول واکنش در واحد زمان تقسیم بر ضریب استوکیومتری آن در واکنش.

۳) نادرست؛ $n_1 - n_2 = 1/3$

$\Delta t = 30 - 10 = 20s$

$$\Delta[KClO_3] = \frac{n_1 - n_2}{V} = \frac{1/3}{2} = 0/65 mol.L^{-1}$$

$$\bar{R} = \frac{\Delta[KClO_3]}{2\times\Delta t} = \frac{0/65 mol.L^{-1}}{2\times 20s \times \frac{1min}{60s}} 0/975 mol.L^{-1}.min^{-1}$$

۴) درست؛ $2 mol\ KClO_3 \sim 3 mol\ O_2$ براساس واکنش

$$1 mol\ KClO_3 \rightarrow \frac{3}{2} mol\ O_2$$

یعنی با تجزیه هر مول $KClO_3$، $\frac{3}{2}$ مول O_2 تولید می‌شود.

$$t = 40s \Rightarrow \Delta n_{KClO_3} = 5 - 0/5 = 4/5$$

$$n_{O_2} = \Delta n_{KClO_3} \times \frac{3}{2} = 4/5 \times 1/5 = 6/75 mol$$

(شیمی ۲- صفحه‌های ۹۲ و ۹۳)

۹- **گزینهٔ «۳»** *(رسول عابدینی‌زواره)*

بررسی گزینه‌های نادرست:

۱) نادرست؛ رادیکال، گونهٔ فعال و ناپایداری است که در ساختار خود الکترون جفت نشده دارد.

۲) نادرست؛ هندوانه و گوجه‌فرنگی محتوی لیکوپن هستند.

۴) نادرست؛ چهرهٔ آشکار ردپای غذا نشان می‌دهد که سالانه حدود ۳۰ درصد از غذا در جهان به زباله تبدیل می‌شود.

(شیمی ۲- صفحه‌های ۹۰، ۹۱ و ۹۴)

۱۰- **گزینهٔ «۴»** *(یاسر راش)*

بررسی موارد:

مورد اول: فرایندهای پنهان تولید غذا شامل مصرف گستردهٔ زمین‌های کشاورزی، آب فراوان برای آبیاری و انرژی برای فراوری و حمل و نقل است که همگی بخشی از این ردپا هستند.

مورد دوم: با بالا رفتن تعداد انسان‌ها و بهبود سطح زندگی، نیاز به غذاهای متنوع‌تر و باکیفت تر افزایش می‌یابد که مستلزم اختصاص زمین‌های کشاورزی بیشتر و مصرف منابع گسترده‌تر است.

مورد سوم: باتوجه به محدودیت منابع زمین و آب بدون افزایش کارایی در تولید و توزیع غذا، نمی‌توان نیازهای جمعیت جهانی را که در حال افزایش است، به‌طور پایدار برآورده کرد به‌طوری که اگر الگوی مصرف کنونی ادامه یابد و بهره‌وری تولید رخ ندهد. در سال ۲۰۵۰ به دو برابر مساحت زمین برای تامین غذای جمعیت جهان نیاز است.

مورد چهارم: الگوی توسعهٔ پایدار با بهینه‌سازی و کاهش هدر رفت، قصد دارد نیاز به مساحت زمین برای تولید غذا را تا سال ۲۰۵۰ به حداکثر یک برابر مساحت زمین کاهش دهد.

مورد پنجم: اگر مصرف‌گرایی، بی‌رویه و هدر رفت غذا ادامه یابد، فشار بر زمین‌های کشاورزی و سایر منابع چنان فزونی می‌گیرد که تامین نیازهای نسل آینده به شدت با مشکل مواجه خواهد شد و نیاز به جایگزینی الگوی کنونی با الگوی توسعهٔ پایدار بیش از پیش احساس می‌شود.

(شیمی ۲- صفحه‌های ۹۳ تا ۹۵)

۱- **گزینهٔ «۱»** *(محمد عظیمیان‌زواره)*

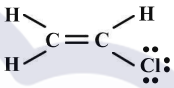
بررسی موارد:

الف) درست؛ هر دو از عنصرهای C، H و O درست شده‌اند.

ب) نادرست؛ پروپن و بنزن، درشت مولکول محسوب نمی‌شوند.

پ) درست؛ مونومر سازندهٔ پلی‌سیانو اتن، سیانو اتن با فرمول C_3H_3N می‌باشد. فرمول مولکولی ساده‌ترین آلکین C_2H_2 است.

ت) درست؛ با توجه به ساختار لوویس آن نسبت جفت الکترون‌های پیوندی به جفت الکترون‌های ناپیوندی برابر با ۲ می‌باشد.



ث) نادرست؛ در این حالت پلی‌اتن بدون شاخه (کدر) تشکیل می‌شود.

(شیمی ۲- صفحه‌های ۱۰۲، ۱۰۳، ۱۰۶، ۱۰۸، ۱۰۹ و ۱۱۱)

۲- **گزینهٔ «۲»** *(امیرعلی بیات)*

از آنجایی که فرمول مولکولی مونومر سازندهٔ پلی استیرن و مولکول بنزن مضربی از C_xH_x می‌باشد پس درصد جرمی کربن در هر دوی آن‌ها مشابه است:

$$\text{استیرن} \Rightarrow C_8H_8 \Rightarrow \frac{8\times12}{8\times12+8\times1}=\frac{12}{13}$$

$$\text{بنزن} \Rightarrow C_6H_6 \Rightarrow \frac{6\times12}{6\times12+6\times1}=\frac{12}{13}$$

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) در ساختار کولار اتم‌های N، C و O از دستهٔ p و H از دستهٔ s یافت می‌شود.

۳) پلی‌استرها جزو پلیمرهای اکسیژن‌دار هستند که هنگام اتصال دو مولکول مونومر به هم یک مولکول آب از آن‌ها جدا می‌شود.

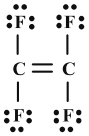
۴) طبق جدول تمرین دوره‌ای اگر نسبت مولی کاتالیزگر محتوی آلومینیم به کاتالیزگر محتوی تیتانیم برابر با ۳ باشد این اتفاق می‌افتد.

(شیمی ۲- صفحه‌های ۱۰۶، ۱۱۴ تا ۱۱۷ و ۱۲۳)

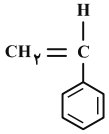
۳- **گزینهٔ «۱»** *(محمدرضا جمشیدی)*

بررسی موارد:

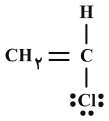
مورد اول: با توجه به ساختار مونومر زیر، عبارت صحیح است.



مورد دوم: با توجه به ساختار مونومر زیر، عبارت صحیح است.

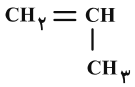


مورد سوم: با توجه به ساختار مونومر زیر، مجموع جرم مولی کربن‌ها ۲۴ و هشت برابر جرم هیدروژن‌های ساختار است.



مورد چهارم: با توجه به ساختار مونومر زیر، درصد جرمی کربن بیشتر از ۸۵ درصد است.

$$\frac{3\times12}{(3\times12)+(6\times1)}\times100=\frac{36}{42}\times100\simeq85/7\%$$



(شیمی ۲- صفحهٔ ۱۰۶)

۴- **گزینهٔ «۲»** *(حسین شاهسواری)*

مورد (الف) ویتامین K و مورد (ب) ویتامین C است.

بررسی موارد:

الف) هم ویتامین K و هم C دارای پیوند دوگانه‌اند و سیرنشده هستند.

ب) مصرف پیش از حد ویتامین C که محلول در آب است برای بدن ضرر ندارد اما ویتامین K محلول در چربی است و مصرف بیش از حد آن به بدن آسیب می‌رساند.

پ) ویتامین C برخلاف ویتامین K توانایی تشکیل پیوند هیدروژنی با مولکول‌های خود را دارد.

ت) ویتامین K پیوند دوگانهٔ بیشتری نسبت به ویتامین C دارد (K دارای ۷ پیوند دوگانه و C دارای ۲ پیوند دوگانه است) اما دقت کنید ویتامین K محلول در چربی است.

(شیمی ۲- صفحه‌های ۱۱۳ و ۱۱۴)

۵- **گزینهٔ «۴»** *(رسول عابدینی‌زواره)*

بررسی گزینه‌ها:

۱) نادرست؛ الکل و اسید سازندهٔ استر مورد نظر به ترتیب CH_3OH (متانول، ساده‌ترین الکل) و CH_3COOH (استیک اسید، دومین عضو خانوادهٔ اسیدهای آلی) است.

۲) نادرست؛ اسیدهای آلی دو عاملی هم در واکنش تولید پلی‌استرها و هم در تولید پلی‌آمیدها کاربرد دارند.

۳) نادرست؛ پلی‌وینیل کلرید از سه نوع اتم (C، H و Cl) و پلی‌سیانواتن از سه نوع اتم (C، H و N) تشکیل شده است.

۴) درست؛ استر موجود در آناناس اتیل بوتانوات است که از واکنش اتانول (دومین عضو خانوادهٔ الکل‌ها) با بوتانوییک اسید (چهارمین عضو خانوادهٔ کربوکسیلیک اسیدها) تولید می‌گردد.

(شیمی ۲- صفحه‌های ۱۱۰ تا ۱۱۷)

۶- **گزینهٔ «۳»** *(امیر حاتمیان)*

بررسی موارد:

الف) کولار از فولاد هم جرم خود (نه هم حجم خود) ۵ برابر مقاوم‌تر است.

ب) $۱۶۶۶\,g\,C_{۱۴}H_{۱۰}O_۲N_۲ \times \frac{۱\,mol\,C_{۱۴}H_{۱۰}O_۲N_۲}{۲۳۸\,g\,C_{۱۴}H_{۱۰}O_۲N_۲} \times \frac{۶\,mol\ \text{ناپیوندی}\ \text{جفت}\ e^-}{۱\,mol\,C_{۱۴}H_{۱۰}O_۲N_۲} = ۴۲\,mol$

پ) فرمول مولکولی دی اسید سازندهٔ کولار به صورت $C_۸H_۶O_۴$ و فرمول مولکولی دی آمین سازندهٔ آن به صورت $C_۶H_۸N_۲$ است. تفاوت جرم مولی این ۲ مونومر $۱۶۶-۱۰۸=۵۸\,g.mol^{-۱}$ است.

ت) فرمول مولکولی کولار به صورت $(C_{۱۴}H_{۱۰}O_۲N_۲)_n$ می‌باشد. با توجه به فرمول مولکولی آن نسبت شمار اتم‌های H به C در آن برابر $\frac{۵}{۷}=\frac{۱۰}{۱۴}$ می‌باشد.

(شیمی ۲- صفحه‌های ۱۱۶ و ۱۱۷)

۷- **گزینهٔ «۲»** *(پیمان خوابوی‌مهر)*

بررسی گزینه‌ها:

۱) نادرست؛ استر حاصل از ترکیبات A و B دارای ۸ اتم کربن و اتیل هپتانوات دارای ۹ اتم کربن است.

۲) درست؛ استر حاصل از C و D دارای فرمول مولکولی $C_{۱۳}H_{۲۶}O_۲$ است که در مجموع ۴۱ پیوند کووالانسی دارد.

۳) نادرست، الکل تشکیل‌دهندهٔ اتیل اتانوات اتانول است و به هر نسبتی در آب حل می‌شود.

۴) نادرست؛ الکل تشکیل‌دهندهٔ متیل بوتانوات متانول است و در متانول مانند ترکیب A بخش قطبی بر بخش ناقطبی غلبه دارد و ترکیبی محلول در آب است.

(شیمی ۲- صفحه‌های ۱۰۹ تا ۱۱۶)

۸- **گزینهٔ «۴»** *(پیمان خوابوی‌مهر)*

بررسی گزینه‌های نادرست:

۱) فرمول مولکولی این ترکیب $C_{۱۴}H_{۱۸}N_۲O_۵$ است، فرمول مولکولی نفتالن $C_{۱۰}H_۸$ می‌باشد.

۲) ۴ اتم کربن در این ترکیب به هیچ هیدروژنی متصل نیست.

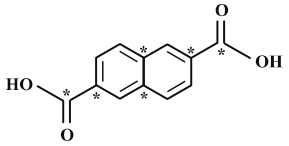
۳) این ترکیب دارای یک گروه کربوکسیل، یک گروه استری، یک گروه آمینی و یک گروه آمیدی است.

(شیمی ۲- صفحه‌های ۱۱۰ تا ۱۱۹)

۹- **گزینهٔ «۱»** *(سعید تیزرو)*

تمامی عبارت‌های داده شده درست هستند.

دی اسید سازندهٔ پلیمر:



فرمول مولکولی: $C_{۱۲}H_۸O_۴$

اتم‌های C ستاره‌دار در این شکل به هیچ هیدروژنی متصل نیستند.

واکنش سوختن این ترکیب: $C_{۱۲}H_۸O_۴ + ۱۲O_۲ \rightarrow ۱۲CO_۲ + ۴H_۲O$

$$۰/۵\,mol\ C_{۱۲}H_۸O_۴ \times \frac{۴\,mol\,H_۲O}{۱\,mol\,C_{۱۲}H_۸O_۴} \times \frac{۱۸\,g\,H_۲O}{۱\,mol\,H_۲O} = ۳۶\,g\,H_۲O$$

دی الکل سازندهٔ پلیمر:

فرمول مولکولی: $C_۲H_۶O_۲$

با توجه به وجود ۲ گروه هیدروکسیل و ۲ اتم C در ساختار این ترکیب و تشکیل پیوند هیدروژنی با مولکول‌های آب، می‌توان نتیجه گرفت این ترکیب محلول در آب است.

(شیمی ۲- صفحه‌های ۱۰۹ تا ۱۱۶)

۱۰- **گزینهٔ «۱»** *(یاسر راش)*

معادلهٔ واکنش انجام شده به صورت زیر است:

$$\underset{\text{هپتانوئیک اسید}}{CH_۳(CH_۲)_۴CH_۲-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-OH} + \underset{\text{اتانول}}{HO-CH_۲CH_۳} \xrightarrow{H_۲SO_۴} \underset{\text{اتیل هپتانوات}}{CH_۳(CH_۲)_۴CH_۲-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-CH_۲CH_۳} + H_۲O$$

اتیل هپتانوات، عامل استری طعم و بوی میوهٔ انگور است. شمار مول‌های اتانول و بوتانوئیک اسید را حساب می‌کنیم:

$$n_{C_۲H_۵OH} = \frac{۹۲}{۴۶} = ۲\,mol\,C_۲H_۵OH$$

$$n_{C_۷H_{۱۴}O_۲} = \frac{۳۹۰}{۱۳۰} = ۳\,mol\,C_۷H_{۱۴}OH$$

هر مول الکل با یک مول اسید واکنش داده و تبدیل به یک مول استر می‌شود. بنابراین ۲ مول اتانول با ۲ مول هپتانوئیک اسید واکنش داده و یک مول هپتانوئیک اسید باقی می‌ماند که اگر این مقدار باقی‌مانده را در آب مقطر حل کرده و حجم محلول را به ۸۰۰ میلی‌لیتر برسانیم، غلظت مولی محلول حاصل از اسید آلی برابر خواهد بود با:

$$M = \frac{۱\,mol}{۰/۸\,L} = ۱/۲۵\,mol.L^{-۱}$$

(شیمی ۲- صفحه‌های ۱۱۴ و ۱۱۵)

۱- **گزینهٔ «۳»** *(امیر حاتمیان)*

عبارت‌های (ب) و (پ) نادرست است.

بررسی عبارت‌ها:

الف) ششمین عنصر واسطهٔ دورهٔ چهارم جدول تناوبی، آهن $(_{۲۶}Fe)$ می‌باشد که در طبیعت به شکل سنگ معدن هماتیت است.

ب) اسکاندیم $(_{۲۱}Sc)$ نخستین عنصر واسطهٔ دورهٔ چهارم جدول تناوبی است که در ساخت وسایل خانه مانند تلویزیون رنگی و برخی شیشه‌ها کاربرد دارد.

پ) اولین فلز واسطه‌ای که زیرلایهٔ $۳d$ آن پر می‌شود، عنصر $_{۲۹}Cu$ است.

$_{۲۹}Cu : [Ar]\ ۳d^{۱۰}\ ۴s^{۱}$

مجموع n و l الکترون‌های ظرفیت $_{۲۹}Cu$

$=۱۰\times(۳+۲)+۱\times(۴+۰)=۵۴$

ت) در میان عنصرهای دورهٔ چهارم جدول تناوبی، $_{۲۹}Cu$ و $_{۳۰}Zn$ از دستهٔ d و ۶ عنصر از دستهٔ p شامل $_{۳۱}Ga$ ، $_{۳۲}Ge$ ، $_{۳۳}As$ ، $_{۳۴}Se$ ، $_{۳۵}Br$ و $_{۳۶}Kr$، زیرلایهٔ $۳d$ کاملاً پر دارند (در مجموع ۸ عنصر) و ۲ عنصر $_{۲۴}Cr$ و $_{۲۵}Mn$ زیرلایهٔ $۳d$ نیمه پر دارند؛ بنابراین اختلاف خواسته شده برابر $(۸-۲=۶)$ است.

(شیمی ۲- قدر هدایای زمینی را بدانیم: صفحه‌های ۱۴ تا ۱۶ و ۲۳)

۲- **گزینهٔ «۱»** *(محسن هادی)*

عنصر $_{۲۰}X$، فلز کلسیم و عنصر $_{۳۲}Z$ شبه فلز ژرمانیم است.

بررسی هر یک از گزینه‌ها:

۱) از خواص فیزیکی شبه‌فلزات و فلزات، می‌توان به براق بودن و رسانایی جریان الکتریکی اشاره کرد.

۲) فلزات در واکنش با نافلزات الکترون از دست می‌دهند. اما شبه‌فلزات در واکنش با نافلزات، تمایل دارند الکترون به اشتراک بگذارند و پیوند کووالانسی برقرار کنند.

۳) فلزاتی مانند کلسیم قابلیت ورقه شدن دارند و چکش‌خوار هستند اما شبه‌فلزاتی مانند ژرمانیم، چکش‌خوار نبوده و شکننده هستند.

۴) هردو عنصر به دورهٔ چهارم جدول تناوبی مربوط می‌شوند که آرایش الکترونی آن‌ها به صورت زیر است:

۴ زیرلایهٔ دو الکترونی $_{۲۰}Ca : ۱s^{۲}\ ۲s^{۲}\ ۲p^{۶}\ ۳s^{۲}\ ۳p^{۶}\ ۴s^{۲}$

۵ زیرلایهٔ دو الکترونی $_{۳۲}Ge : ۱s^{۲}\ ۲s^{۲}\ ۲p^{۶}\ ۳s^{۲}\ ۳p^{۶}\ ۳d^{۱۰}\ ۴s^{۲}\ ۴p^{۲}$

(شیمی ۲- قدر هدایای زمینی را بدانیم: صفحه‌های ۶ تا ۹)

۳- **گزینهٔ «۲»** *(دانیال علی‌دوست)*

بررسی گزینه‌ها:

گزینهٔ «۱»: نادرست، در گروه ۱۷ جدول تناوبی از بالا به پایین خاصیت نافلزی و واکنش‌پذیری کاهش می یابد.

گزینهٔ «۲»: درست، در تولید چراغ‌های جلو خودروها، از هالوژن‌ها استفاده می‌شود.

گزینهٔ «۳»: نادرست، با افزایش شعاع اتمی، طبق جدول صفحهٔ ۱۴ کتاب درسی دمای لازم برای واکنش آنها با گاز هیدروژن افزایش می‌یابد.

گزینهٔ «۴»: نادرست، هالوژن‌ها در دستهٔ p جدول تناوبی قرار دارند و بزرگ‌ترین شعاع اتمی در هر دوره جدول مربوط به عناصر گروه اول است که در دستهٔ s جدول دوره‌ای قرار دارد.

(شیمی ۲- قدر هدایای زمینی را بدانیم: صفحه‌های ۹ تا ۱۴)

۴- **گزینهٔ «۱»** *(سیدرحیم هاشمی‌دهکردی)*

$$Fe_۲O_۳(s)+۶HCl(aq)\rightarrow ۲Fe^{۳+}(aq)+۶Cl^{-}(aq)+۳H_۲O(l)$$

$$۳/۲g\,Fe_۲O_۳\times\frac{۱mol\,Fe_۲O_۳}{۱۶۰g\,Fe_۲O_۳}\times\frac{۲mol\,Fe^{۳+}}{۱mol\,Fe_۲O_۳}\times\frac{\text{مقدار عملی}\ ۵۰}{\text{مقدار نظری}\ ۱۰۰}$$

$$=۰/۰۲mol\,Fe^{۳+}$$

$$Fe^{۳+}(aq)+۳NaOH(aq)\rightarrow Fe(OH)_۳(s)+۳Na^{+}(aq)$$

$$۰/۰۲mol\,Fe^{۳+}\times\frac{۱mol\,Fe(OH)_۳}{۱mol\,Fe^{۳+}}\times\frac{۱۰۷g\,Fe(OH)_۳}{۱mol\,Fe(OH)_۳}$$

$$=۲/۱۴g\,Fe(OH)_۳$$

(شیمی ۲- قدر هدایای زمینی را بدانیم: صفحه‌های ۲۲ تا ۲۵)

۵- **گزینهٔ «۳»** *(محمدرضا پورجاوید)*

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) بخش عمده نفت خام را هیدروکربن‌ها (نه کربوهیدرات‌ها) تشکیل داده‌اند.

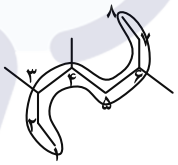
۲) نفت خام مایعی غلیظ (و نه رقیق) است که رنگ آن سیاه یا قهوه‌ای متمایل به سبز است.

۴) کمتر از ۱۰ درصد نفت خام مصرفی در دنیا برای تولید الیاف و پارچه، شوینده‌ها، مواد آرایش و بهداشتی، رنگ، پلاستیک، مواد منفجره و لاستیک به کار می‌رود.

(شیمی ۲- قدر هدایای زمینی را بدانیم: صفحه‌های ۲۹ تا ۳۱)

۶- **گزینهٔ «۴»** *(پویا رستگاری)*

ابتدا زنجیرهٔ اصلی را پیدا می‌کنیم و شماره‌گذاری می‌کنیم. با توجه به شماره‌گذاری صورت گرفته نام ترکیب به‌صورت ۳، ۴ و ۶- تری‌متیل‌اوکتان است که فرمول آن معادل $C_{11}H_{24}$ می‌باشد. واکنش سوختن این ترکیب با گاز اکسیژن به‌صورت زیر است:



$$C_{11}H_{24} + 17O_2 \rightarrow 11CO_2 + 12H_2O$$

$$?LO_2 = 0/5 mol\ C_{11}H_{24} \times \frac{17 mol\ O_2}{1 mol\ C_{11}H_{24}} \times \frac{32 g O_2}{1 mol\ O_2} \times \frac{1 L\ O_2}{1/6 g\ O_2}$$

$$= 170 L\ O_2$$

(شیمی ۲- قدر هدایای زمینی را بدانیم: صفحه‌های ۳۷ تا ۴۰)

۷- **گزینهٔ «۱»** *(محمد فاتح‌نیا)*

موارد اول، دوم و سوم عبارت مورد نظر را به درستی تکمیل می‌کنند.

بررسی موارد:

مورد اول: پروپان (C_3H_8) نسبت به اوکتان (C_8H_{18})، جرم مولی کمتری دارد؛ لذا نقطهٔ جوش آن نیز از اوکتان کمتر است.

مورد دوم: هر چه شمار اتم‌های کربن در یک آلکان بیشتر باشد، گران‌روی آن نیز بیشتر خواهد بود؛ بنابراین گریس نسبت به وازلین، گران‌روی کمتری دارد.

مورد سوم: هر چه نقطهٔ جوش آلکانی کمتر باشد، فراریت آن بیشتر است. شمار اتم‌های کربن در هگزان نسبت به دکان، کمتر است، پس نقطهٔ جوش آن کمتر و فراریت آن بیشتر است.

مورد چهارم: اتان نسبت به بوتان جرم مولی کمتری دارد.

(شیمی ۲- قدر هدایای زمینی را بدانیم: صفحه‌های ۳۳ تا ۴۰)

۸- **گزینهٔ «۴»** *(حسن رحمتی‌کوکنده)*

ابتدا با استفاده از رابطهٔ چگالی $d = \frac{m}{V}$ جرم مولی آلکان را به‌دست می‌آوریم:

$$3 = \frac{m(g.mol^{-1})}{24(L.mol^{-1})} \Rightarrow m = 72 g.mol^{-1}$$

با توجه به این‌که جرم مولی آلکان $14n + 2$ گرم بر مول است، n را محاسبه می‌کنیم:

$$14n + 2 = 72 \Rightarrow n = \frac{72-2}{14} = 5$$

پس این آلکان پنتان است. با توجه به فرمول مولکولی آلکان‌ها (C_nH_{2n+2}) فرمول مولکولی این ترکیب C_5H_{12} است. از آن‌جا که در سوختن آلکان‌ها به ازای تعداد کربن‌های آلکان CO_2 و به اندازهٔ نصف هیدروژن‌های آن $(\frac{12}{2} = 6)$ مولکول آب ایجاد می‌شود معادله را نوشته و محاسبات را انجام می‌دهیم:

$$C_5H_{12}(l) + 8O_2(g) \rightarrow 5CO_2(g) + 6H_2O(g)$$

$$C_5H_{12} = 72, H_2O = 18 g.mol^{-1}$$

$$?gH_2O = 0/2 mol C_5H_{12} \times \frac{6 mol\ H_2O}{1 mol\ C_5H_{12}} \times \frac{18 g\ H_2O}{1 mol\ H_2O}$$

$$= 21/6 g H_2O$$

از سویی سومین آلکین دارای ۴ کربن و فرمول C_4H_6 است (C_nH_{2n-2}).

حالا تفاوت جرم را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{تفاوت جرم مولی} = 72 - 54 = 18 g.mol^{-1}$$

(شیمی ۲- قدر هدایای زمینی را بدانیم: صفحه‌های ۳۶ تا ۴۲)

۹- **گزینهٔ «۳»** *(محمدرضا جمشیدی)*

با توجه به رابطهٔ $C=\frac{Q}{\Delta\theta}$ چون به هر دو جسم به یک اندازه گرما داده‌ایم و دمای هر دو نیز به یک میزان افزایش یافته است، پس ظرفیت گرمایی A و B برابر است.

و با توجه به رابطهٔ $c=\frac{Q}{m.\Delta\theta}$ چون مقادیر Q و $\Delta\theta$ برای A و B یکسان بوده و جرم B، پنج برابر جرم A است، پس نتیجه می‌گیریم ظرفیت گرمایی ویژه A، ۵ برابر ظرفیت گرمایی ویژه B است. (جرم و ظرفیت گرمایی ویژه رابطهٔ عکس دارند.)

(شیمی ۲- در پی غذای سالم: صفحه‌های ۵۷ تا ۶۰)

۱۰- **گزینهٔ «۲»** *(میثم کوثری‌لنگری)*

$$?g\ \text{انرژی}: 100mL\ N_2\times\frac{1L\,N_2}{10^3 mL\ N_2}\times\frac{0/8gN_2}{1L\,N_2}\times\frac{1mol\,N_2}{28gN_2}\times\frac{92kJ}{1mol\,N_2}\times\frac{70}{100}=0/184kJ=184J$$

(شیمی ۲- در پی غذای سالم: صفحه‌های ۶۲ تا ۶۴)

۱۱- **گزینهٔ «۴»** *(روح‌اله علیزاده)*

در واکنش مورد نظر $N_2(g)$ با ضریب یک در سمت فراورده‌ها قرار دارد بنابراین واکنش اول را باید در $\frac{1}{4}$ ضرب کنیم:

$$\frac{1}{2}NH_3(g)+\frac{3}{4}N_2O(g)\rightarrow N_2(g)+\frac{3}{4}H_2O(l)$$

$$\Delta H=\frac{1}{4}\times(-1010)=\frac{-1010}{4}kJ$$

در واکنش بالا $\frac{1}{2}NH_3$ در بین واکنش‌دهنده‌ها داریم در حالی‌که در واکنش اصلی NH_3 نداریم. بنابراین واکنش دوم را عکس نموده و در $\frac{1}{4}$ ضرب می‌کنیم:

$$\frac{1}{4}N_2H_4(l)+\frac{1}{4}H_2O(l)\rightarrow\frac{1}{2}NH_3(g)+\frac{1}{8}O_2(g)$$

$$\Delta H=-\frac{1}{4}\times(-143)=\frac{143}{4}kJ$$

تا اینجا اگر این دو واکنش را جمع کنیم $\frac{3}{4}N_2O$ در سمت واکنش‌دهنده خواهیم داشت در حالی‌که در واکنش اصلی N_2O نداریم بنابراین واکنش سوم را وارون کرده و در $\frac{3}{4}$ ضرب می‌نماییم:

$$\frac{3}{4}N_2H_4(l)+\frac{3}{4}H_2O(l)\rightarrow\frac{3}{4}N_2O(g)+\frac{9}{4}H_2(g)$$

$$\Delta H=-\frac{3}{4}\times(-317)=\frac{3\times317}{4}kJ$$

در واکنش سوم $\frac{9}{4}H_2$ در سمت فراورده داریم در حالی‌که واکنش اصلی H_2 ندارد بنابراین کافی است واکنش چهارم را در $\frac{9}{4}$ ضرب کنیم:

$$\frac{9}{4}H_2(g)+\frac{9}{8}O_2(g)\rightarrow\frac{9}{4}H_2O(l)$$

$$\Delta H=\frac{9}{4}\times(-286)=\frac{9\times(-286)}{4}kJ$$

بنابراین:

$$\Delta H=(-\frac{1010}{4})+(+\frac{143}{4})+(\frac{3\times317}{4})+(\frac{9\times-286}{4})=-622/5kJ$$

حال گرمای آزاد شده به ازای تولید ۷/۲ گرم آب را به دست می‌آوریم:

$$?kJ=7/2g\ H_2O\times\frac{1mol\ H_2O}{18g\ H_2O}\times\frac{-622/5kJ}{2mol\ H_2O}=-124/5kJ$$

۱۲۴/۵ کیلوژول گرما آزاد می‌شود.

(شیمی ۲- در پی غذای سالم: صفحه‌های ۷۴ تا ۷۷)

۱۲- **گزینهٔ «۲»** *(میثم کیانی)*

ابتدا تغییر آنتالپی را که به دلیل اضافه شدن یک گروه CH_2 به‌وجود می‌آید را حساب می‌کنیم، سپس آنتالپی سوختن بوتین را محاسبه می‌کنیم:

$$\Delta H(CH_2)=\Delta H(C_3H_4)-\Delta H(C_2H_2)$$

$$=-1938-(-1300)=-638\ kJ.mol^{-1}$$

$$\Delta H(C_4H_6)=\Delta H(C_3H_4)+\Delta H(CH_2)$$

$$\Rightarrow -1938-638=-2576\,kJ$$

حالا انرژی آزاد شده از سوختن ۱۴ گرم بوتین را محاسبه می‌کنیم:

$$?kJ = 14g\,C_4H_6 \times \frac{1mol\,C_4H_6}{54g\,C_4H_6} \times \frac{2576kJ}{1mol\,C_4H_6} \times \frac{70}{100}$$
$$= 467/5kJ$$

$$?g\,C_2H_6 = 467/5kJ \times \frac{2mol\,C_2H_6}{3120kJ} \times \frac{30g\,C_2H_6}{1mol\,C_2H_6} \simeq 9g\,C_2H_6$$

(شیمی ۲- در پی غذای سالم: صفحه‌های ۶۸ تا ۷۰، ۷۲ و ۷۳)

۱۳- **گزینهٔ «۱»** *(پیمان خوابوی‌مجد)*

تنها مقایسهٔ گزینهٔ «۱» درست است و سایر مقایسه‌ها نادرست می‌باشند.

۲) آنتالپی پیوند $H-F$ از آنتالپی پیوند $O=O$ بزرگ‌تر است.

۳) آنتالپی پیوند $N\equiv N$ از میانگین آنتالپی پیوند $C\equiv C$ بیشتر است.

۴) آنتالپی پیوند $H-H$ از میانگین آنتالپی پیوند $N-H$ بیشتر است.

(شیمی ۲- در پی غذای سالم: صفحه‌های ۶۷ و ۶۸)

۱۴- **گزینهٔ «۳»** *(علیرضا رضایی‌سراب)*

ضریب استوکیومتری A و D برابر است اما در یک طرف معادله نمی‌باشند. ضریب استوکیومتری C، ۴ برابر D است و هر دو در یک طرف معادله هستند. ضریب استوکیومتری B، ۳ برابر ضریب A می‌باشد و هر دو در یک طرف معادله هستند بنابراین گزینهٔ «۳» درست می‌باشد.

(شیمی ۲- درپی غذای سالم: صفحه‌های ۸۹ و ۹۰)

۱۵- **گزینهٔ «۲»** *(هدی بهاری‌پور)*

$$CaCO_3 + 2HCl \rightarrow CaCl_2 + CO_2 + H_2O$$

سرعت در بازهٔ ۲۰ تا ۳۰ ثانیه:

$$\bar{R}: \frac{0/030-0/025}{30-20} = \frac{0/005}{10} = 5\times10^{-4}\,mol.s^{-1}$$

سرعت در بازهٔ ۱۰ تا ۵۰ ثانیه:

$$\bar{R}: \frac{0/035-0/005}{50-10} = \frac{0/03}{40} = 7/5\times10^{-4}\,mol.s^{-1}$$

مجموع سرعت در این دو بازهٔ زمانی:

$$5\times10^{-4} + 7/5\times10^{-4} = 12/5\times10^{-4} = 1/25\times10^{-3}\,mol.s^{-1}$$

(شیمی ۲- در پی غذای سالم: صفحه‌های ۸۵ تا ۸۸)

۱۶- **گزینهٔ «۱»** *(جهان شاهی‌بیگباغی)*

ابتدا واکنش را موازنه می‌کنیم:

$$2N_2O_5(g) \rightarrow 4NO_2(g) + O_2(g)$$

بررسی گزینه‌ها:

۱) با توجه به اطلاعات مسئله، ۲۰% از واکنش‌دهنده تجزیه شده است؛

$$216g\,N_2O_5 \times \frac{1mol\,N_2O_5}{108g\,N_2O_5} \times \frac{20}{100} = 0/4mol\,N_2O_5 \text{(مصرف‌شده)}$$

$$R_{N_2O_5} = \frac{0/4mol}{20s} = 0/02\,mol.s^{-1}$$

$$\xrightarrow[\text{استوکیومتری مواد}]{\text{با توجه به ضرایب}} R_{O_2} = \frac{1}{2}R_{N_2O_5}$$

$$\Rightarrow R_{O_2} = \frac{1}{2}\times0/02\frac{mol}{s}\times\frac{25L}{1mol} = 0/25\,L.s^{-1}$$

عبارت دوم: در زمان‌های اولیه فرایند واکنش با توجه به غلظت زیاد مواد شرکت‌کننده، سرعت بیشینه است. (چه سرعت مصرف شدن واکنش‌دهنده‌ها و چه سرعت تولید شدن محصولات)

عبارت سوم: با توجه به ضرایب مواد شرکت‌کننده داریم:

$$\frac{R_{N_2O_5}}{R_{NO_2}+R_{O_2}} = \frac{2}{5} = 0/4$$

عبارت چهارم: واکنش زمانی کامل خواهد شد که حداقل یکی از واکنش‌دهنده‌ها مقدارش صفر شود. چون اشاره به ثابت بودن سرعت واکنش در طول فرایند شده، باید حساب کنیم مقدار باقی‌مانده N_2O_5 $(2-0/4=1/6mol)$ در چه بازهٔ زمانی تمام خواهد شد.

$$R_{N_2O_5} = \frac{\Delta n(N_2O_5)}{t}$$
$$\downarrow$$
$$0/02\frac{mol}{s} = \frac{1/6mol}{t} \Rightarrow t = \frac{1/6}{0/02} = 80s$$

(شیمی ۲- در پی غذای سالم: صفحه‌های ۸۵ تا ۹۳)

۱۷- **گزینهٔ «۴»** *(هادی مهدی‌زاده)*

بررسی گزینه‌ها:

گزینهٔ «۱»: اگر در ساختار پلی‌اتن سنگین به‌جای اتم هیدروژن اتم فلوئور قرار دهیم، تفلون حاصل می‌شود.

گزینهٔ «۲»: در ساختار واحد تکرارشونده پلی‌استیرن همانند بنزن، ۳ پیوند دوگانه وجود دارد.

گزینهٔ «۳»: در ساختار هر واحد تکرارشونده پلی‌استیرن $((C_8H_8)_n)$ ۳ پیوند دوگانه وجود دارد، بنابراین ابتدا شمار واحدهای تکرارشونده را محاسبه و سپس در جرم مولی یک واحد از آن ضرب می‌کنیم:

$$\text{شمار واحدهای تکرارشونده (n)} = \frac{\text{تعداد پیوندهای دوگانه در پلیمر}}{\text{تعداد پیوندهای دوگانه در واحد تکرارشونده}}$$

$$= \frac{750}{3} = 250$$

$$\text{جرم مولی پلی‌استیرن} = 250 \times 104 = 26000\,g.mol^{-1}$$

گزینهٔ «۴»: تفلون از نظر شیمیایی بی‌اثر است و واکنش‌پذیری کمی دارد.

(شیمی ۲- پوشاک، نیازی پایان ناپذیر؛ صفحه‌های ۱۰۴ تا ۱۰۷)

۱۸- **گزینهٔ «۲»** *(پویا رستگاری)*

عامل‌استری موجود در آناناس، اتیل‌بوتانوات است که الکل سازندهٔ آن اتانول است و عامل‌استری موجود در موز، پنتیل‌اتانوات است که اسید سازندهٔ آن اتانوئیک‌اسید (استیک اسید) می‌باشد. اتانول و استیک‌اسید طبق معادلهٔ زیر واکنش می‌دهند.

$$C_2H_6O + C_2H_4O_2 \rightarrow C_4H_8O_2 + H_2O$$

استر تولید شده یا همان اتیل‌اتانوات طبق معادلهٔ زیر می‌سوزد:

$$C_4H_8O_2 + 5O_2 \rightarrow 4CO_2 + 4H_2O$$

حجم گاز اکسیژن مصرف شده برابر است با:

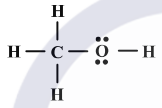
$$?LO_2 = 45g\ C_2H_4O_2 \times \frac{1mol\ C_2H_4O_2}{60g\ C_2H_4O_2} \times \frac{1mol\ C_4H_8O_2}{1mol\ C_2H_4O_2}$$

$$\times \frac{5mol\ O_2}{1mol\ C_4H_8O_2} \times \frac{32g\ O_2}{1mol\ O_2} \times \frac{1L\ O_2}{1/6g\ O_2} = 75LO_2$$

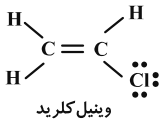
(شیمی ۲- پوشاک نیازی پایان‌ناپذیر؛ صفحه‌های ۱۱۴ و ۱۱۵)

۱۹- **گزینهٔ «۳»** *(روزبه رضوانی)*

سبک‌ترین عضو خانوادهٔ الکل‌های تک عاملی متانول است.



متانول



وینیل کلرید

ویژگی	متانول	وینیل کلرید
شمار جفت الکترون پیوندی	۵	۶
شمار جفت الکترون ناپیوندی	۲	۳
شمار اتم‌های سازنده	۶	۶
شرکت در واکنش پلیمری شدن	×	✓

فقط شمار اتم‌های سازنده در هر دو مولکول مشابه است. الکل‌های دوعاملی در واکنش پلیمری شدن شرکت می‌کنند. ولی متانول چنین توانایی ندارد.

ترکیب‌های دارای پیوند دوگانه کربن- کربن $(\overset{x}{\underset{y}{C}} = \overset{w}{\underset{z}{C}})$ **در واکنش پلیمری شدن شرکت می‌کنند.**

(شیمی ۲- پوشاک، نیازی پایان‌ناپذیر؛ صفحهٔ ۱۰۴)

۲۰- **گزینهٔ «۲»** *(امیرحسین طیبی)*

بررسی برخی از گزینه‌ها:

۲) پلیمرهای هیدروکربنی پلیمر سبز نیستند و تا مدت‌ها در طبیعت باقی می‌مانند.

۴) اگر پلیمرهای سبز در طبیعت رها شوند، پس از چند ماه به مولکول‌های ساده مثل آب و کربن دی‌اکسید تبدیل می‌شوند.

(شیمی ۲- پوشاک، نیازی پایان‌ناپذیر؛ صفحه‌های ۱۲۰ و ۱۲۱)

۱- **گزینهٔ «۳»** *(ندا حسین‌پورمقدم)*

بررسی موارد:

الف) نادرست؛ طبق متن کتاب درسی، ژرمانیم (Ge) در واکنش با دیگر اتم‌ها الکترون به اشتراک می‌گذارد ولی فلز قلع (Sn) در واکنش با دیگر اتم‌ها الکترون از دست می‌دهد.

ب) نادرست؛ سیلیسیم (Si) رسانایی الکتریکی کمی دارد. شکننده است و در اثر ضربه خرد می‌شود.

پ) درست؛ ژرمانیم (Ge) در دورهٔ چهارم جدول تناوبی قرار دارد و هم‌دوره با برم است که برم در دمای اتاق به حالت مایع است.

ت) درست؛ بررسی تغییرات شعاع اتمی عنصرهای موجود در یک گروه: در یک گروه از بالا به پایین تعداد لایه‌های الکترونی افزایش می‌یابد. بنابراین شعاع اتمی نیز از بالا به پایین افزایش می‌یابد.

(شیمی ۲- صفحه‌های ۷ و ۱۰ تا ۱۳)

۲- **گزینهٔ «۲»** *(محمدرضا پورهاویر)*

سیلیسیم یک شبه‌فلز است و رسانایی الکتریکی آن در مقایسه با فلزاتی مانند آلومینیم و منیزیم کمتر است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) بریلیم، منیزیم و کلسیم با یکدیگر هم‌گروه هستند. در هر گروه از بالا به پایین تمایل به از دست دادن الکترون (قدرت فلزی) افزایش می‌یابد.

۳) کلسیم، ژرمانیم و سلنیم در یک دوره از جدول جای دارند و از چپ به راست (با افزایش عدد اتمی) شعاع آن‌ها کاهش می‌یابد.

۴) اکسیژن، گوگرد و سلنیم نافلزات گروه ۱۶ از جدول دوره‌ای می‌باشند که از بالا به پایین خصلت نافلزی آن‌ها کاهش می‌یابد.

(شیمی ۲- صفحه‌های ۷ و ۱۰ تا ۱۴)

۳- **گزینهٔ «۲»** *(محسن مجنونی)*

موارد (الف) و (ت) صحیح‌اند.

عناصر A، B، C و D به ترتیب کربن، آلومینیم، کلر و پتاسیم هستند.

الف) عنصر فلزی D (K) فلزی فعال و واکنش‌پذیر است و پایداری کمی در حالت آزاد دارد. در نتیجه پایداری ترکیبات آن از خود آن بیشتر است.

ب) از واکنش میان این دو عنصر با هم، ترکیب یونی DC (KCl) حاصل می‌شود.

پ) عنصر A، کربن است که در واکنش با عناصر دیگر فقط الکترون به اشتراک می‌گذارد.

ت) عنصر C کلر است که در دمای اتاق ($25^\circ C$ یا $298K$) به آرامی با گاز هیدروژن واکنش می‌دهد.

(شیمی ۲- صفحه‌های ۶ تا ۱۰ و ۱۴)

۴- **گزینهٔ «۲»** *(سعید تیزرو)*

در تمامی گروه‌های جدول تناوبی، با افزایش عدد اتمی، تعداد لایه‌های الکترونی و در نتیجه شعاع اتمی عناصر افزایش می‌یابد. همچنین در گروه فلزات قلیایی خاکی، از بالا به پایین با افزایش شعاع واکنش‌پذیری عناصر نیز افزایش می‌یابد، در حالی که در گروه هالوژن‌ها، با افزایش شعاع واکنش‌پذیری عناصر کاهش می‌یابد.

(شیمی ۲- صفحه‌های ۱۰ تا ۱۴)

۵- **گزینهٔ «۲»** *(مجتبی محبوب)*

عنصر $_aX$، فلوئور ($_9F$) و عنصر $_bY$، کریپتون ($_{36}Kr$) است.

بررسی گزینه‌ها:

۱) عنصری که با کریپتون هم‌دوره و عدد اتمی آن ۴ تا از آن کمتر است ژرمانیم ($_{32}Ge$) است که دومین شبه‌فلز در گروه خود است.

۲) اولین و دومین فلز گروه ۱۴ جدول تناوبی قلع ($_{50}Sn$) و سرب ($_{82}Pb$) است که اختلاف عدد اتمی آن‌ها بیشتر از اختلاف عدد اتمی کریپتون ($_{36}Kr$) و فلوئور ($_9F$) است.

۳) عنصری که با فلوئور هم‌گروه و در جدول تناوبی در خانهٔ زیر آن قرار دارد عنصر کلر است که در دمای اتاق به آرامی با گاز هیدروژن واکنش می‌دهد.

۴) عنصر A، عنصر برم ($_{35}Br$) است و عنصری که در خانهٔ زیر برم در جدول تناوبی قرار دارد و با آن هم‌گروه است، عنصر ید ($_{53}I$) است که شعاع اتمی آن از برم بیشتر ولی خصلت نافلزی آن کمتر است.

(شیمی ۲- صفحه‌های ۶ تا ۱۴)

۶- **گزینهٔ «۳»** *(روزبه رضوانی)*

$$Fe_2O_3(s)+6HCl(aq)\rightarrow 2FeCl_3(aq)+3H_2O(l)$$

$$FeCl_3(aq)+3NaOH(aq)\rightarrow Fe(OH)_3(s)+3NaCl(aq)$$

$$?g\ Fe=1g\ Fe_2O_3\times\frac{1mol\ Fe_2O_3}{160g\ Fe_2O_3}$$

$$\times\frac{۲\,mol\ Fe}{۱\,mol\ Fe_۲O_۳}\times\frac{۵۶\,g\ Fe}{۱\,mol\ Fe}=۰/۷\,g\ Fe$$

(شیمی ۲- صفحه‌های ۱۹ و ۲۰)

۷- **گزینهٔ «۲»** *(یاسر راش)*

عبارت صورت سوال درست بوده و این عبارت به‌طور مستقیم به تعریف واکنش‌پذیری اشاره دارد که نشان‌دهندهٔ تمایل یک عنصر برای شرکت در واکنش‌های شیمیایی است.

بررسی گزینه‌ها:

۱) فلزات بسیار واکنش‌پذیر، به‌طور معمول ترکیبات پایداری تشکیل می‌دهند و استخراج فلز از این ترکیبات به انرژی و فرایندهای پیچیده‌تر نیاز دارد.

۲) واکنش‌های خودبه‌خودی اغلب منجر به تشکیل ترکیباتی با انرژی کمتر و پایداری بیشتر می‌شوند.

۳) اگرچه سدیم یک عامل کاهندهٔ قوی است، اما به دلیل قیمت بالاتر و دسترسی‌پذیری کمتر نسبت به کربن، روش استخراج آهن با سدیم از نظر اقتصادی مقرون‌به‌صرفه نیست.

۴) بار نسبی کربن تغییر می‌کند (اکسید می‌شود) و باعث کاهش $Fe_۲O_۳$ به Fe می‌شود، بنابراین نقش عامل کاهنده را ایفا می‌کند.

(شیمی ۲- صفحه‌های ۱۸ تا ۲۱)

۸- **گزینهٔ «۳»** *(احسان روستایی)*

با توجه به واکنش‌پذیری فلزات، از میان منیزیم و آهن، فقط منیزیم با $TiCl_۴$ واکنش می‌دهد که معادله به صورت زیر است:

$$۲Mg+TiCl_۴\rightarrow ۲MgCl_۲+Ti$$

با توجه به مقدار $TiCl_۴$ مصرف شده طی واکنش، می‌توان جرم منیزیم را به دست آورد:

$$۸۰=\frac{?\,g\ TiCl_۴\ \text{خالص}}{۴۰۰\,g\ TiCl_۴\ \text{ناخالص}}\times۱۰۰\Rightarrow \text{جرم } TiCl_۴ \text{ خالص}=۳۲۰\,g$$

$$?\,g\ Mg=۳۲۰\,g\ TiCl_۴\times\frac{۱\,mol\ TiCl_۴}{۱۹۰\,g\ TiCl_۴}\times\frac{۲\,mol\ Mg}{۱\,mol\ TiCl_۴}$$

$$\times\frac{۲۴\,g\ Mg}{۱\,mol\ Mg}\simeq ۸۰/۸۴\,g\ Mg$$

حال می‌توان جرم آهن در مخلوط و در نتیجه درصد جرمی آهن در مخلوط اولیه را به دست آورد:

$$m_{Fe}=۴۵۰-m_{Mg}=۴۵۰-۸۰/۸۴=۳۶۹/۱۶\,g$$

$$\Rightarrow ٪Fe=\frac{۳۶۹/۱۶\,g}{۴۵۰\,g}\times۱۰۰\simeq ۸۲٪$$

(شیمی ۲- صفحه‌های ۲۰ تا ۲۳)

۹- **گزینهٔ «۴»** *(حسین شاهسواری)*

$$C_{۱۲}H_{۲۲}O_{۱۱}+H_۲O\rightarrow ۲C_۶H_{۱۲}O_۶$$

$$C_{۱۲}H_{۲۲}O_{۱۱}+۱۲O_۲\rightarrow ۱۲CO_۲+۱۱H_۲O$$

$$x\ g\ \text{ساکارز}=۵۲۸\,g\,CO_۲\times\frac{۱\,mol\ CO_۲}{۴۴\,g\ CO_۲}\times\frac{۱\,mol\ \text{ساکارز}}{۱۲\,mol\ CO_۲}$$

$$\times\frac{۳۴۲\,g\ \text{ساکارز}}{۱\,mol\ \text{ساکارز}}\Rightarrow x=۳۴۲\,g$$

$$\text{ساکارز مصرف شده در واکنش اصلی}=۶۸۴-۳۴۲=۳۴۲\,g$$

$$\text{بازده درصدی واکنش}=\frac{\text{ساکارز مصرفی در واکنش اصلی}}{\text{مقدار کل ساکارز}}\times۱۰۰$$

$$=\frac{۳۴۲}{۶۸۴}\times۱۰۰=۵۰٪$$

(شیمی ۲- صفحه‌های ۲۲ تا ۲۵)

۱۰- **گزینهٔ «۳»** *(یاسر راش)*

ابتدا مقدار کل کادمیم موجود در گیاه را محاسبه می‌کنیم، سپس مقدار کادمیم باقی‌مانده پس از کسر اتلاف در فرایند را یافته و ارزش نهایی آن را براساس قیمت هر کیلوگرم محاسبه می‌کنیم.

$$\text{مقدار کل کادمیم موجود در گیاه}=۶۰\times۱۰^۶\times\frac{۰/۰۲}{۱۰۰}=۱۲۰۰۰\,g\ Cd$$

$$\text{مقدار کادمیم هدر رفته}=۱۲۰۰۰\times\frac{۱۰}{۱۰۰}=۱۲۰۰\,g\,Cd$$

$$\text{مقدار کادمیم باقی‌مانده}=۱۲۰۰۰-۱۲۰۰=۱۰۸۰۰\,g\ Cd$$

$$\text{ارزش کادمیم استخراج شده}\ ۱۰۸۰۰\,g\ Cd\times\frac{۱\,kg}{۱۰^۳\,g}$$

$$\times\frac{۱/۵\times۱۰^۶\ \text{واحد}}{۱\,kg}=۱۶/۲\times۱۰^۶\ \text{واحد}\Rightarrow ۱۶/۲\ \text{میلیون واحد}$$

(شیمی ۲- صفحه‌های ۲۲ تا ۲۵)

۱- **گزینهٔ «۱»** *(یاسر راش)*

بررسی موارد:

مورد اول: ارزش حقیقی و محرک اصلی اکتشافات اعماق دریا، نه جنبه‌های تاریخی و تزئینی، بلکه نیاز مبرم جهان به تأمین منابع فلزی حیاتی و شیمیایی است که در پوستهٔ زمین رو به اتمام هستند.

مورد دوم: گنج اعماق دریا دو شکل اصلی دارد:

۱) سولفید چندین فلز واسطه

۲) در برخی مناطق دیگر کلوخه‌ها و پوسته‌های غنی از فلزهای منگنز، کبالت، آهن، نیکل، مس و ... در برخی مناطق دیگر کارایی اقتصادی آن‌ها نه تنها به غلظت، بلکه به نوع فلزات موجود (فزات واسطه در سولفیدها در مقابل فلز موجود درکلوخه‌ها) بستگی دارد.

مورد سوم: انگیزهٔ اکتشاف این منابع با ارزش دوگانه بوده است؛ علاوه بر کمبود منابع موجود در خشکی، نیاز فزایندهٔ صنایع مدرن به تأمین مستمر مواد شیمیایی مورد نیاز برای تولید نیز عاملی تعیین کننده در این جستجو بوده است.

مورد چهارم: تعریف موفقیت در توسعهٔ پایدار دقیقاً همین است: رسیدن به وضعیتی که در آن، مجموع تاثیرات منفی بر سه رکن اصلی (اقتصاد، اجتماع و محیط زیست) به پایین‌ترین حد ممکن کاهش یافته باشد. در شیمی دهم آموختید که براساس توسعهٔ پایدار باید در تولید یک ماده یا عرضهٔ خدمات، همهٔ هزینه‌ها و ملاحظه‌های اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی را در نظر گرفت به‌طوری که اگر مجموع هزینه‌های بهره‌برداری از یک معدن با در نظر گرفتن این ملاحظه‌ها، کمترین مقدار ممکن باشد، در آن صورت در مسیر پیشرفت پایدار حرکت می‌کنیم.

مورد پنجم: منابع دریایی (سولفیدها و کلوخه‌ها) حاوی فلزات با ترکیبات پیچیده و خلوص پایین هستند که نیاز به روش‌های انتخابی شیمیایی دارند. این فرایندها باید دائماً بهینه‌سازی شوند تا هم فلز مورد نظر با خلوص بالا جداسازی شود و هم اثرات زیست محیطی به حداقل برسد.

(شیمی ۲- قدر هدایای زمینی را بدانیم: صفحه‌های ۲۵ تا ۲۷)

۲- **گزینهٔ «۱»** *(یاسر راش)*

با توجه به جدول زیر، کیسهٔ پلاستیکی بر اثر دفن شدن، تجزیه نشده و برای سالیان طولانی در زمین باقی می‌ماند، در حالی که پاکت کاغذی تجزیه می‌شود، اما در فرایند تجزیه شدن، گاز متان تولید می‌کند که آلایندهٔ هوا است.

مراحل چرخهٔ عمر		پاکت کاغذی	کیسهٔ پلاستیکی
دفع	دفن کردن	تجزیه می‌شود اما گاز متان تولید می‌کند که آلاینده هوا است.	تجزیه نمی‌شود و در زمین برای سالیان طولانی باقی می ماند.
	سوزاندن زباله	سبب انتشار گازهای گلخانه‌ای و آلودگی هوا می‌شود.	سبب انتشار گازهای گلخانه‌ای و آلودگی هوا می‌شود.
	بازیافت	حمل و نقل پسماندهای کاغذی سبب آلودگی هوا می‌شود.	حمل و نقل پسماندهای پلاستیکی و ذوب کردن آن‌ها انرژی مصرف می‌کند و سبب آلودگی هوا می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۲) حمل و نقل پسماندهای پلاستیکی همانند حمل و نقل پسماندهای کاغذی سبب آلودگی هوا می‌شود.

۳) سوزاندن زبالهٔ هر دو مورد، سبب انتشار گازهای گلخانه‌ای و آلودگی هوا می‌شود.

۴) هر سه روش مرحلهٔ دفع پاکت‌های کاغذی می‌تواند باعث آلودگی هوا شود.

(شیمی ۲- قدر هدایای زمینی را بدانیم: صفحهٔ ۲۹)

۳- **گزینهٔ «۳»** *(ندا حسین‌پورمقدم)*

بررسی گزینه‌ها:

۱) نفت خام در دنیای کنونی دو نقش اساسی ایفا می‌کند. نقش نخست آن، منبع تأمین انرژی بوده و در نقش دوم مادهٔ اولیه برای تهیهٔ بسیاری از مواد و کالاهایی است که در صنایع گوناگون از آن‌ها استفاده می‌شود.

۲) در استخراج ۱ کیلوگرم آهن، تقریباً ۲ کیلوگرم سنگ معدن آهن و ۱ کیلوگرم از منابع معدنی دیگر استفاده می‌شود.

۳) با توجه به جدول زیر درست است.

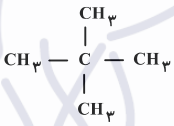
نام سوخت	گرمای آزاد شده (kJ / g)
بنزین	۴۸
زغال سنگ	۳۰

۴) انرژی ذخیره شده حاصل از بازیافت هفت قوطی فولادی می‌تواند یک لامپ ۶۰ واتی را در حدود ۲۵ ساعت روشن نگه دارد.

(شیمی ۲- قدر هدایای زمینی را بدانیم: صفحه‌های ۲۸، ۳۰ و ۴۶)

۴- **گزینهٔ «۳»** *(رسول عابدینی‌زواره)*

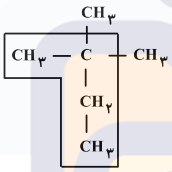
$C_5H_{12} \Rightarrow$ جرم‌مولی $= 5(12)+12 = 72\,g.mol^{-1}$



۲، ۲- دی متیل پروپان

با قرار گرفتن اتیل به جای یکی از شاخه‌های متیل ترکیب زیر حاصل می‌شود.

$C_6H_{14} \Rightarrow$ جرم‌مولی $= 6(12)+14 = 86\,g.mol^{-1}$



۲، ۲- دی متیل بوتان

درصد افزایش جرم مولی $= \frac{86-72}{72}\times 100 \simeq 19/4\%$

(شیمی ۲- قدر هدایای زمینی را بدانیم: صفحه‌های ۳۷ تا ۴۰)

۵- **گزینهٔ «۱»** *(احسان روستایی)*

بررسی گزینه‌ها:

۱) فرمول مولکولی این ترکیب $C_{13}H_{28}$ است. پس برای درصد جرمی کربن داریم: $\%C = \frac{13\times 12}{(13\times 12)+28}\times 100 = \frac{156}{184}\times 100 = 84/78\% \simeq 85\%$

۲) این ترکیب ناقطبی بوده و در میدان الکتریکی جهت‌گیری نمی‌کند.

۳) نام درست این ترکیب ۴، ۶- دی اتیل ۳- متیل اوکتان است.

۴) نخستین عضو خانوادهٔ آلکن‌ها، اتن با ۲ کربن است و نفتالن هم ۱۰ کربن دارد که در مجموع ۱۲ کربن دارند و با تعداد کربن این ترکیب برابر نمی‌باشد.

(شیمی ۲- قدر هدایای زمینی را بدانیم: صفحه‌های ۳۳ تا ۴۰ و ۴۳)

۶- **گزینهٔ «۳»** *(مجید جلیل‌ناغونی)*

به جز مقایسهٔ سوم، سایر مقایسه‌ها درست است.

بررسی موارد:

- هپتان (C_7H_{16}) به دلیل بیشتر بودن اندازه و جرم مولی، نسبت به بوتان (C_4H_{10}) نیروی بین مولکولی قوی‌تری دارد.

● نسبت شمار اتم‌های هیدروژن به کربن در هپتان $(\frac{16}{7})$ کمتر از بوتان $(\frac{10}{4})$ است.

● در آلکان‌های راست زنجیر، با افزایش شمار اتم‌های کربن نقطهٔ جوش نیز زیادتر می‌شود زیرا جرم و اندازهٔ مولکول‌ها افزایش می‌یابد. بنابراین نقطهٔ جوش هپتان از بوتان بیشتر است.

● در هپتان، ۱۶ پیوند $C-H$ و ۶ پیوند $C-C$ وجود دارد که اختلاف آن‌ها برابر ۱۰ است و در بوتان ۱۰ پیوند $C-H$ و ۳ پیوند $C-C$ وجود دارد که اختلاف آن‌ها برابر ۷ است.

(شیمی ۲- قدر هدایای زمینی را بدانیم: صفحه‌های ۳۳ تا ۳۶)

۷- **گزینهٔ «۲»** *(مجتبی محبوب)*

موارد (الف) و (ت) نادرست می‌باشند.

بررسی موارد:

الف) اگر مقدار y دو برابر مقدار x باشد ترکیب می‌تواند یک آلکان حلقوی مثل سیکلوهگزان (C_6H_{12}) هم باشد که یک ترکیب سیرشده است.

ب) سرگروه ترکیبات آروماتیک بنزن (C_6H_6) است که در آن شمار اتم‌های هیدروژن و کربن با یکدیگر برابر است.

پ) فرمول کلی آلکان‌های غیرحلقوی به صورت C_nH_{2n+2} است که در آن‌ها با افزایش شمار اتم‌های کربن، نقطهٔ جوش آلکان و گران‌روی آن افزایش می‌یابد.

ت) منظور از این ترکیب نفتالن $(C_{10}H_8)$ است و در نفتالن شمار اتم‌های کربن بیشتر از شمار اتم‌های هیدروژن است.

(شیمی ۲- قدر هدایای زمینی را بدانیم: صفحه‌های ۳۳ تا ۳۶ و ۴۰ تا ۴۳)

۸- **گزینهٔ «۳»** *(پیمان خواجوی‌مجد)*

معادلهٔ سوختن آنتراسن $(C_{14}H_{10})$ با توجه به فرض مسئله به صورت زیر است:

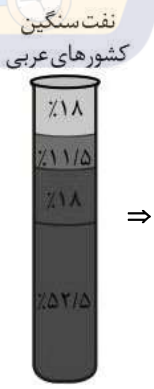
$$C_{14}H_{10}+13O_2 \rightarrow 7CO+7CO_2+5H_2O$$

اختلاف جرم مولی آنتراسن $(C_{14}H_{10})$ با جرم مولی نفتالن $(C_{10}H_8)$ برابر ۵۰ گرم بر مول است.

(شیمی ۲- قدر هدایای زمینی را بدانیم: صفحهٔ ۴۳)

۹- **گزینهٔ «۳»** *(محمدرضا جمشیری)*

با توجه به شکل زیر گزینهٔ «۳» درست است:



$$\Rightarrow ٪52/5 > \underbrace{18+11/5+18}_{٪47/5}$$

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) آلکان‌ها بخش عمدهٔ هیدروکربن‌های موجود در نفت خام را تشکیل می‌دهند و به دلیل واکنش‌پذیری کم اغلب به عنوان سوخت به کار می‌روند، به‌طوری که بیش از ۹۰ درصد نفت خام صرف سوزاندن و تأمین انرژی می‌شود و تنها مقدار کمی از آن (کمتر از ۱۰٪) به عنوان خوراک پتروشیمی در تولید مواد پتروشیمیایی به کار می‌رود. شکل زیر را ببینید:

۲) بعد از جدا کردن نمک‌ها، اسیدها و آب از نفت خام، آن را پالایش می‌کنند.

۴) مقایسهٔ صحیح به شکل نفت کوره > گازوئیل > نفت سفید > بنزین است.

(شیمی ۲- قدر هدایای زمینی را بدانیم: صفحه‌های ۴۴ و ۴۵)

۱۰- **گزینهٔ «۲»** *(یاسر راش)*

مخلوط شامل پروپان (C_3H_8)، سیرشده، بدون واکنش با Br_2، پروپن (C_3H_6) و پروپین (C_3H_4) است که پروپن و پروپین هر دو با برم واکنش داده و به فراورده‌های سیرشده تبدیل می‌شوند. افزایش جرم ۲۰۰ درصدی (معادل $9/6\times\frac{200}{100}$ یا ۱۹/۲ گرم) برابر با مجموع جرم برم مصرفی در واکنش با پروپن و پروپین است که به تشکیل یک معادله برحسب مول‌های پروپن و پروپین می‌انجامد. از طرفی پروپان در واکنش شرکت نمی‌کند، بنابراین تفاوت حجم گازها (در شرایط STP) در ابتدا و انتهای واکنش برابر با حجم مصرف شدهٔ پروپن و پروپین است. بدین ترتیب معادلهٔ دوم را نیز می‌توان برحسب مجموع تعداد مول پروپن و پروپین به دست آورد. در نهایت با حل دستگاه دو معادله دو مجهولی، می‌توان جرم هر یک را حساب کرد. بنابراین برای شروع، ابتدا میزان افزایش جرم مخلوط را که برابر با جرم برم مصرف شده در واکنش با پروپن و پروپین است را حساب می‌کنیم:

$$\text{میزان افزایش جرم مخلوط} = m_{Br_2} = 9/6\times\frac{200}{100} = 19/2\,g\,Br_2$$

$$\xrightarrow{\text{تبدیل به مول}} n_{Br_2} = \frac{19/2}{160} = 0/12\,mol\,Br_2$$

این مقدار برم، مطابق با معادلهٔ واکنش‌های زیر با C_3H_6 و C_3H_4 مصرف می‌شود:

$$C_3H_6+Br_2 \rightarrow C_3H_6Br_2$$
$$C_3H_4+2Br_2 \rightarrow C_3H_4Br_4$$

اگر شمار مول‌های C_3H_6 و C_3H_4 مصرف شده را به ترتیب برابر با x و y مول در نظر بگیریم، با توجه به واکنش‌ها می‌توان نوشت:

$$x+2y=0/12\,mol$$

به یک معادله با دو مجهول رسیدیم. به سراغ تشکیل معادلهٔ دو مجهولی دیگر با استفاده از تفاوت حجم گازها در ابتدا و انتهای واکنش می‌رویم. این تفاوت برابر با مجموع حجم گازهای پروپن و پروپین است. بنابراین:

$$x+y=\frac{1/568}{22/4}=0/07$$

با حل این دو معادله در یک دستگاه معادلات به صورت زیر مقادیر x و y را به دست می‌آوریم:

$$\begin{cases} x+y=0/07 \\ x+2y=0/12 \end{cases} \Rightarrow y=0/05\,mol\,C_3H_4$$

$$\xrightarrow{\text{جای‌گذاری در یکی از معادلات}} x=0/02\,mol\,C_3H_6$$

بنابراین مجموع جرم این دو گاز در مخلوط برابر خواهد بود:

$$\text{مجموع جرم پروپن و پروپین} = 0/02(42)+0/05(40)=2/84\,g$$

در نتیجه جرم پروپان در مخلوط برابر خواهد بود با:

$$\text{جرم پروپان} = \text{جرم مخلوط} - \text{مجموع جرم پروپن و پروپین} \Rightarrow 9/6-2/84=6/76\,g\,C_3H_8$$

(شیمی ۲- قدر هدایای زمینی را بدانیم: صفحه‌های ۴۰ تا ۴۲)

۱- **گزینهٔ «۱»** *(یاسر راش)*

بررسی همهٔ موارد:

مورد اول: انرژی پتانسیل، انرژی نهفته شده در ماده است؛ گرما، نشان‌دهنده تفاوت این انرژی پتانسیل بین مواد واکنش‌دهنده و فراورده است.

مورد دوم: انرژی پتانسیل که به عنوان انرژی شیمیایی نیز یاد می‌شود، انرژی ذخیره شده و نهفته در ماده به دلیل نیروهای نگهدارنده اجزا یا ذرات ماده است. در حالی که انرژی گرمایی مجموع انرژی جنبشی ذره‌هاست.

مورد سوم: ویژگی بنیادی مشترک در همهٔ واکنش‌های شیمیایی، داد و ستد گرما با محیط پیرامون است (نه صرفاً تولید نور!)؛ تولید نور یکی از علائم جانبی احتمالی واکنش است.

مورد چهارم: برای مثال در واکنش اکسایش گلوکز، با وجود داد و ستد گرما، دما ثابت باقی می‌ماند؛ زیرا واکنش در دمای ثابت انجام می‌شود.

(شیمی ۲- در پی غذای سالم؛ صفحه‌های ۵۴ تا ۶۴)

۲- **گزینهٔ «۲»** *(مهرشاد میرزامحمدی)*

صورت سوال نشان می‌دهد که با وجود جرم بیشتر ماده در ظرف B چون انرژی گرمایی ظرف A بیشتر است پس دمای (میانگین تندی ذرات سازنده) بیشتری دارد.

بررسی گزینه‌ها:

۱) نادرست؛ ظرفیت گرمایی به نوع ماده و جرم آن بستگی دارد، پس ظرفیت گرمایی B بیشتر از A است.

۲) درست؛ دما معیاری از میانگین تندی ذرات سازندهٔ ماده است. پس این کمیت برای ظرف A بیشتر از B است.

۳) نادرست؛ مجموع انرژی جنبشی همان انرژی گرمایی است که طبق صورت سوال انرژی گرمایی ظرف A بیشتر است.

۴) نادرست؛ ظرف A دارای دمای بیشتری است، بنابراین انتقال گرما در ظرف A با سرعت بیشتری انجام می‌شود و تخم‌مرغ در ظرف A زودتر به دمای لازم برای پخت می‌رسد.

(شیمی ۲- در پی غذای سالم؛ صفحه‌های ۵۶ و ۵۷)

۳- **گزینهٔ «۲»** *(مبینا سیدحسینی)*

یکی از عوامل مؤثر بر گرمای مبادله شده در واکنش‌های شیمیایی حالت فیزیکی مواد شرکت کننده (هم واکنش‌دهنده و هم فراورده) در آن واکنش است. فرایند اکسایش اکثر مواد مانند هیدروژن سولفید گرماده است، پس با افزایش پایداری (کاهش سطح انرژی) واکنش‌دهنده‌ها و کاهش در پایداری (افزایش سطح انرژی) فراورده‌ها مقدار گرمای آزاد شده طی این واکنش کاهش پیدا می‌کند.

جامد < مایع < گاز : سطح انرژی حالت‌های فیزیکی مختلف یک ماده

در گزینهٔ «۲» سطح انرژی واکنش‌دهنده در پایین‌ترین حالت ممکن و سطح انرژی فراورده در بالاترین حالت ممکن بوده و مقدار گرمای آزاد شده در این واکنش نیز کمتر از مقدار گرمای آزاد شده در سایر واکنش‌هاست.

(شیمی ۲- در پی غذای سالم؛ صفحه‌های ۶۰ تا ۶۶)

۴- **گزینهٔ «۳»** *(سعید تیزرو)*

بررسی گزینه‌ها:

۱) نمودار مربوط به یک فرایند گرماده بوده و طی انجام این فرایند انرژی از سامانه به محیط انتقال می‌یابد.

۲) با توجه به نمودار صحیح است.

۳) واکنش اکسایش گلوکز در بدن همانند واکنش سوختن گاز متان گرماده بوده و علامت گرما در آن‌ها منفی است.

۴) با توجه به این‌که طی این فرایند دما در بدن تقریباً ثابت است، می‌توان نتیجه گرفت دمای واکنش‌دهنده‌ها پیش از آغاز واکنش با دمای فراورده‌ها پس از انجام واکنش به تقریب برابر است.

(شیمی ۲- در پی غذای سالم؛ صفحه‌های ۶۰ تا ۶۴)

۵- **گزینهٔ «۱»** *(پیمان خواجوی‌مجد)*

آنتالپی واکنش $N_2H_4(g) \rightarrow 2NH_2(g)$ معادل آنتالپی پیوند $N-N$ است زیرا در این واکنش یک پیوند $N-N$ شکسته می‌شود و سایر پیوندها دست نخورده باقی می‌مانند.

بررسی نادرستی سایر گزینه‌ها:

۲) آنتالپی پیوند $H-F$ از آنتالپی پیوند $O=O$ بیشتر است.

۳) اگر آنتالپی پیوند $C-C$ برابر a باشد، میانگین آنتالپی پیوند $C\equiv C$ از $3a$ کمتر است.

۴) میانگین آنتالپی پیوند $C-H$ برابر $415\,kJ.mol^{-1}$ است.

(شیمی ۲- در پی غذای سالم؛ صفحه‌های ۶۷ تا ۶۹)

۶- **گزینهٔ «۲»** *(احسان روستایی)*

ابتدا با کمک قانون هس، ΔH را حساب می‌کنیم:

$$\Delta H_2 = \Delta H + \Delta H_1 \Rightarrow -92 = \Delta H + (-183) \Rightarrow \Delta H = 91\,kJ$$

حال به کمک روابط استوکیومتری می‌توان مقدار گرمای مصرف شده را به دست آورد:

$$0/6\,g\,H_2 \times \frac{1\,mol\,H_2}{2\,g\,H_2} \times \frac{91\,kJ}{2\,mol\,H_2} = 13/65\,kJ$$

(شیمی ۲- در پی غذای سالم؛ صفحه‌های ۷۴ تا ۷۷)

۷- **گزینهٔ «۴»** *(پیمان خواجوی‌مجد)*

فرمول مولکولی ترکیب‌های A و B به صورت $C_6H_{14}O_6$ و $C_{21}H_{27}NO$ است.

بررسی گزینه‌ها:

۱) درست؛ در ترکیب B، چهار اتم کربن وجود دارد که ظرفیت آن‌ها تکمیل است و نیازی به اتصال به هیدروژن ندارند.

۲) درست؛ مجموع شمار اتم‌های هیدروژن و اکسیژن در B برابر ۲۸ و شمار اتم‌های هیدروژن A برابر ۱۴ است.

۳) درست؛ گروه عاملی ۲- هپتانون، کتون است که ترکیب B هم دارای این گروه عاملی می‌باشد.

۴) نادرست؛ اختلاف جرم مولی $C_6H_{14}O_6$ و $C_2H_6O_2$ برابر ۱۲۰ گرم بر مول است. جرم مولی نفتالن $(C_{10}H_8)$ برابر ۱۲۸ گرم بر مول است.

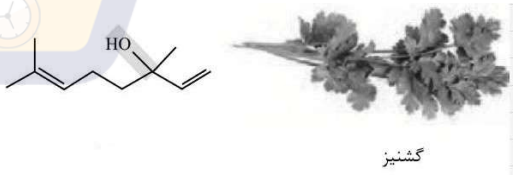
(شیمی ۲- در پی غذای سالم؛ صفحه‌های ۷۰ تا ۷۲)

۸- **گزینهٔ «۴»** *(یاسر راش)*

بررسی گزینه‌ها:

۱) گروه عاملی، آرایش منظمی از اتم‌هاست که به مولکول آلی دارای آن، خواص فیزیکی و شیمیایی منحصر به فردی می‌بخشد.

۲) گروه عاملی هیدروکسیل تعریف‌کنندهٔ الکل‌هاست، اما بسیاری از ترکیب‌های دارای گروه عاملی الکلی، دارای بوی مشخصی هستند. مثلاً طعم و بوی گشنیز به ترکیبی آلی با ساختار زیر که دارای گروه عاملی الکلی است، نسبت داده می‌شود.



۳) دو ترکیب با فرمول یکسان اما گروه‌های عاملی متفاوت، ایزومر یکدیگر هستند و جرم مولی یکسانی دارند. تفاوت اصلی در خواص آن‌ها ناشی از تفاوت در شیوهٔ اتصال اتم‌ها و ماهیت گروه عاملی است که بر واکنش‌پذیری تاثیر می‌گذارد.

۴) تفاوت در ساختار، حتی در محل اتصال یا نوع گروه عاملی، نقش تعیین‌کننده‌ای در خواص دارد. به عنوان مثال تفاوت در موقعیت گروه کربونیل (مثلاً در ۲- هپتانون در مقابل ۳- هپتانون) به‌طور مستقیم بر خواص این دو مولکول تاثیرگذار است.

(شیمی ۲- در پی غذای سالم؛ صفحه‌های ۷۰ تا ۷۲)

۹- **گزینهٔ «۱»** *(محمدرضا جمشیدی)*

$$2NH_3 + 3Cl_2 \rightarrow N_2 + 6HCl$$

ابتدا ΔH واکنش را به کمک آنتالپی پیوندها محاسبه می‌کنیم:

$$2H-\underset{\underset{H}{|}}{N}-H + 3Cl-Cl \rightarrow N\equiv N + 6H-Cl$$

$$\Delta H = [2\times3\times\Delta H_{(N-H)} + 3\times1\times\Delta H_{(Cl-Cl)}]$$
$$-[1\times1\times\Delta H_{(N\equiv N)} + 6\times1\times\Delta H_{(H-Cl)}] = -470\,kJ$$

حال گرمای تولیدی به ازای ۶۷/۲ لیتر HCl در شرایط STP را حساب می‌کنیم:

$$67/2\,L\,HCl \times \frac{1\,mol\,HCl}{22/4\,L\,HCl} \times \frac{470\,kJ}{6\,mol\,HCl} = \frac{470}{2}\,kJ$$

$$\Rightarrow Q = mc\Delta\theta \Rightarrow \frac{470}{2} = m\times0/9\times30 \Rightarrow m \simeq 8/7\,kg$$

قسمت دوم: HCl گاز قطبی در فراورده است.

$$3\,mol\,HCl \times \frac{3\,mol\,Cl_2}{6\,mol\,HCl} \times \frac{71\,g\,Cl_2}{1\,mol\,Cl_2} = 106/5\,g\,Cl_2$$

(شیمی ۲- در پی غذای سالم؛ صفحه‌های ۶۰ و ۶۸ تا ۷۰)

۱۰- **گزینهٔ «۴»** *(رسول عابدینی‌زواره)*

واکنش سوختن کامل بوتان به صورت زیر است:

$$C_4H_{10}(g) + \frac{13}{2}O_2(g) \rightarrow 4CO_2(g) + 5H_2O(l)$$

$$143/85\,kJ = 3/01\times10^{22}\,\text{مولکول}\,C_4H_{10} \times \frac{1\,mol\,C_4H_{10}}{6/02\times10^{23}\,\text{مولکول}} \times \frac{x\,kJ}{1\,mol} \Rightarrow x = 2877\,kJ$$

(واکنش گرماده است پس علامت ΔH منفی می‌باشد.)

$$(1)\ C_4H_{10}(g) + \frac{13}{2}O_2(g) \rightarrow 4CO_2(g) + 5H_2O(l)$$

$$\Delta H_1 = -2877\,kJ$$

$$(2)\ C(s) + O_2(g) \rightarrow CO_2 \qquad \Delta H_2 = -393/5\,kJ$$

$$(3)\ H_2O(l) \rightarrow H_2(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \qquad \Delta H_3 = 285/8\,kJ$$

$$(4)\ 4C(s) + 5H_2(g) \rightarrow C_4H_{10}(g) \qquad \Delta H_4 = ?$$

طبق قانون هس واکنش دوم در ۴ ضرب می‌شود، واکنش سوم در ۵ ضرب شده و معکوس می‌گردد و واکنش اول هم معکوس می‌شود تا ΔH_4 به دست آید.

$$\Delta H_4 = 4(-393/5) + 5(-285/8) + 2877 = -126\,kJ$$

(شیمی ۲- در پی غذای سالم؛ صفحه‌های ۷۲ تا ۷۷)

شیمی ۲

۱- **گزینهٔ «۴»** *(محسن مجنونی)*

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ «۱»: مطابق متن کتاب درسی محیط سرد، خشک و تاریک مناسب‌تر از محیط گرم،مرطوب و روشن است.

گزینهٔ «۲»: نیتروژن واکنش‌پذیری کمی دارد و سبب فساد مواد غذایی نمی‌شود.

گزینهٔ «۳»: با پودر شدن مواد غذایی سطح تماس آن‌ها با اکسیژن هوا زیاد می‌شود و زودتر فاسد می‌شوند.

(شیمی ۲- صفحه‌های ۷۷ تا ۷۹)

۲- **گزینهٔ «۴»** *(محمد عظیمیان‌زواره)*

آ) درست

ب) درست

پ) نادرست- در انفجار مقدار کمی مادهٔ منفجر شونده به حالت جامد یا مایع، حجم زیادی از گازهای داغ را تولید می‌کند.

ت) نادرست- الیاف آهن داغ و سرخ شده در هوا نمی‌سوزد، در حالی که همان مقدار الیاف آهن داغ و سرخ شده در یک ارلن پر از اکسیژن می‌سوزد.

(شیمی ۲- صفحه‌های ۷۹، ۸۰ و ۸۳)

۳- **گزینهٔ «۱»** *(امیرمسعود حسینی)*

تنها در مورد (پ) به دلیل افزایش دما، سرعت واکنش افزایش می‌یابد.

بررسی موارد نادرست:

آ) به دلیل کاهش غلظت نهایی محلول هیدروکلریک اسید، سرعت واکنش کاهش می‌یابد.

$$M_{\text{نهایی}} = \frac{M_1V_1 + M_2V_2}{V_1 + V_2}$$

$$\Rightarrow M_{\text{نهایی}} = \frac{1\times 0/03 + 0/5\times 0/02}{0/03 + 0/02} = 0/8M$$

ب) به دلیل آنکه غلظت اسید ثابت و همچنان برابر ۱ مولار است، سرعت واکنش تغییر نمی‌کند.

ت) ایزوتوپ‌ها خواص شیمیایی مشابهی دارند؛ بنابراین تغییر ایزوتوپ تأثیری بر سرعت واکنش ندارد.

(شیمی ۲- صفحه‌های ۸۲ و ۸۳)

۴- **گزینهٔ «۴»** *(پیمان خوابوی‌مجد)*

معادلهٔ واکنش پس از موازنه به صورت زیر درمی‌آید:

$$3Cu(s) + 8HNO_3(aq) \rightarrow 3Cu(NO_3)_2(aq) + 2NO(g) + 4H_2O(l)$$

$$\text{جرم گاز خارج شده} = 217 - 205 = 12g$$

$$12gNO \times \frac{1mol\,NO}{30g\,NO} \times \frac{8mol\,HNO_3}{2mol\,NO} = 1/6mol\,HNO_3$$

$$\bar{R}(HNO_3) = \frac{1/6mol}{(\frac{150}{60})min} = 0/64mol.min^{-1}$$

(شیمی ۲- صفحه‌های ۸۵ تا ۹۰)

۵- **گزینهٔ «۲»** *(محمدرضا پورجاوید)*

تعداد مول اولیهٔ N_2O_5 و مجموع تعداد مول‌های کل مواد موجود در ظرف پس از گذشت ۵۰ ثانیه عبارتند از:

$$\text{مول اولیه } N_2O_5 = 48/16\times 10^{22} \text{ مولکول } N_2O_5 \times \frac{1mol\ N_2O_5}{6/02\times 10^{23} \text{ مولکول } N_2O_5} = 0/8mol\ N_2O_5$$

$$\text{مول مخلوط نهایی} = 66/22\times 10^{22} \text{ مولکول} \times \frac{1mol}{6/02\times 10^{23} \text{ مولکول}}$$

$$= 1/1mol$$

با توجه به معادلهٔ موازنه شده این واکنش می‌توان گفت:

	$2N_2O_5$	$\rightarrow 4NO_2$	$+ O_2$
مول اولیه :	$0/8$	0	0
تغییرمول :	$-2x$	$+4x$	$+x$
مول نهایی :	$0/8-2x$	$4x$	x

از آنجا که تعداد مول نهایی گازها پس از ۵۰ ثانیه برابر با ۱/۱ مول بوده است،خواهیم داشت:

$$\text{تعداد مول نهایی} = (0/8-2x) + 4x + x = 1/1$$

$$\Rightarrow 3x = 0/3 \Rightarrow x = 0/1mol$$

به این ترتیب ۵۰ ثانیه پس از آغاز واکنش، ۰/۱ مول گاز O_2 تولید شده است و سرعت تولید آن برحسب $mol.L^{-1}.min^{-1}$ عبارت است از:

$$\bar{R}_{O_2}=\frac{\Delta[O_2]}{\Delta t}=\frac{\frac{\Delta x(O_2)}{V}}{\Delta t}=\frac{\frac{0/1mol}{6L}}{\frac{50}{60}min}=0/02mol.L^{-1}.min^{-1}$$

(شیمی ۲- صفحه‌های ۸۶ تا ۸۸)

۶- **گزینهٔ «۳»** *(محمدرضا جمشیدی)*

بررسی گزینهٔ نادرست:

رادیکال‌ها گونه‌هایی فعال و ناپایدار هستند.

(شیمی ۲- صفحه‌های ۸۸ تا ۹۲)

۷- **گزینهٔ «۴»** *(رسول عابدینی‌زواره)*

$$CaCO_3+2HCl\rightarrow CaCl_2+H_2O+CO_2$$

نمودار مربوط به تغییرات حجم گاز CO_2 است.

$$\bar{R}(CO_2)=\frac{784mL\,CO_2\times\frac{1mol\,CO_2}{22400mLCO_2}}{50s}\times\frac{60s}{1min}$$

$$=0/042mol.min^{-1}$$

$$\frac{\bar{R}(HCl)}{2}=\frac{\bar{R}(CO_2)}{1}\Rightarrow\frac{\bar{R}(HCl)}{2}=\frac{0/042mol.min^{-1}}{1}$$

$$\Rightarrow\bar{R}(HCl)=0/084\,mol.min^{-1}$$

$$?gCaCO_3=784mLCO_2\times\frac{1mol\,CO_2}{22400mLCO_2}\times$$

$$\frac{1mol\,CaCO_3}{1mol\,CO_2}\times\frac{100g\,CaCO_3}{1mol\,CaCO_3}=3/5g\,CaCO_3$$

$$\text{درصد خلوص}=\frac{\text{جرم ماده خالص}}{\text{جرم ماده ناخالص}}\times100\Rightarrow70=\frac{3/5}{x}\times100$$

$$\Rightarrow x=5g\ \text{ناخالص}$$

(شیمی ۲- صفحه‌های ۸۸ تا ۹۲)

۸- **گزینهٔ «۴»** *(امیرعلی بیات)*

موازنهٔ واکنش به روش وارسی:

$$P_4+4SO_2+10Cl_2\rightarrow4SOCl_2+4POCl_3$$

$$8/4L(SO_2\ ,\ Cl_2)\times\frac{1mol\ gas}{22/4L\ gas}\times\frac{4mol\ POCl_3}{14mol\ gas}$$

$$=\frac{3}{28}mol\ POCl_3$$

$$\frac{\frac{3}{28}mol\,POCl_3}{\frac{15}{60}min}=\frac{3}{7}mol.min^{-1}$$

(شیمی ۲- صفحه‌های ۸۶ تا ۹۳)

۹- **گزینهٔ «۴»** *(سعید تیزرو)*

مطابق متن کتاب درسی، سهم تولید گاز CO_2 در ردپای غذا به مراتب بیشتر از سوختن سوخت‌ها در خودروها، کارخانه‌ها و ... است.

(شیمی ۲- صفحه‌های ۹۴ و ۹۵)

۱۰- **گزینهٔ «۴»** *(یاسر راش)*

با توجه به تمرین‌های دوره‌ای پایان فصل ۲ کتاب درسی، معادله‌های ترموشیمیایی را به صورت زیر بازنویسی می‌کنیم:

$$NH_4NO_3(s)+26kJ\xrightarrow{\text{درآب}}NH_4^+(aq)+NO_3^-(aq)$$
$$;\Delta H=+26kJ$$

$$CaCl_2(s)\xrightarrow{\text{درآب}}Ca^{2+}(aq)+2Cl^-(aq)+83kJ$$
$$;\Delta H=-83kJ$$

حالا حساب می‌کنیم که به ازای انحلال نمک‌ها، چه مقدار گرما و چگونه مبادله می‌شود:

$$\frac{8/88\ g\,NH_4NO_3}{1\times80\ g\,NH_4NO_3}=\frac{q_1kJ}{+26}\Rightarrow q_1=+2/886kJ>0$$

$$\frac{8/88g\,CaCl_2}{1\times111g\ CaCl_2}=\frac{q_2kJ}{-83}\Rightarrow q_2=-6/64kJ<0$$

بنابراین از آن‌جایی که $|q_2|>|q_1|$، میزان گرمایی که آزاد می‌شود، بیشتر از میزان گرمایی است که جذب می‌شود، در نتیجه به طور کلی دمای آب «افزایش» می‌یابد.

مقدار گرمایی که موجب افزایش دمای آب می‌شود، برابر است با:

$$\Delta H_T=q_1+q_2=2/886-6/64=-3/754kJ$$

از طرفی جرم محلول پس از انحلال نمک‌ها در آن برابر خواهد بود با:

$$m_T=100+m_1+m_2=100+8/88+8/88=117/76g$$

در نهایت با استفاده از رابطهٔ: $Q=mc\Delta\theta$ می‌توان نوشت:

$$3/754\times10^3=117/76\times4\times\Delta\theta$$

$$\Rightarrow\Delta\theta=\frac{3754}{117/76\times4}\simeq\frac{3800}{120\times4}=\frac{190}{24}$$

$$\simeq7/91^\circ C\xrightarrow{\text{گزینه‌ها}}8\ \boxed{\checkmark}\ /6\ \boxtimes$$

(شیمی ۲- صفحهٔ ۹۶)

۱- **گزینهٔ «۱»** *(محمد عظیمیان‌زواره)*

الف) درست؛ حدود نیمی از لباس‌های تولیدی در جهان از پنبه تهیه می‌شود.

ب) درست؛ پنبه از الیاف سلولز تشکیل شده است. مونومر سازندهٔ سلولز، گلوکز ($C_6H_{12}O_6$) می‌باشد. فرمول شیمیایی اتانول C_2H_5OH می‌باشد. بنابراین نوع عنصرهای سازندهٔ هر کدام C، H و O می‌باشد.

پ) نادرست؛ اتن درشت مولکول محسوب نمی‌شود.

ت) درست؛ با حرارت دادن گاز اتن (C_2H_4) در فشار بالا، جامد سفید رنگ پلی‌اتن به دست می‌آید و یک درشت مولکول محسوب شده و جرم مولی آن اغلب به ده‌ها هزار گرم بر مول می‌رسد.

ث) نادرست؛ تاکنون هیچ قاعده‌ای برای اتصال شمار مونومرها به یکدیگر ارائه نشده است نه این‌که چگونه به هم وصل می‌شوند.

(شیمی ۲- صفحه‌های ۱۰۲ تا ۱۰۵)

۲- **گزینهٔ «۳»** *(امیرعلی بیات)*

درصد جرمی F در مخلوطی از C_2H_3Cl و C_2F_4 برابر ۵۷٪ است. این یعنی اگر جرم مخلوط اولیه را ۴۰۰g فرض کنیم:

$$400\times\frac{57}{100}=4\times57\,g\ F$$

$$4\times57\,g\ F\times\frac{1\,mol\ F}{19\,g\ F}\times\frac{1\,mol\ C_2F_4}{4\,mol\ F}\times\frac{100\,g\ C_2F_4}{1\,mol\ C_2F_4}$$

$$=300\,g\ C_2F_4$$

$$\Rightarrow 400-300=100\,g\ C_2H_3Cl$$

$$nC_2H_3Cl\rightarrow(C_2H_3Cl)_n$$

$$nC_2F_4\rightarrow(C_2F_4)_n$$

$$300\,g\ C_2F_4\times\frac{1\,mol}{100\,g}\times\frac{1\,mol\ \text{تفلون}}{n\,mol}\times\frac{100n\ g\ \text{تفلون}}{1\,mol\ \text{تفلون}}\times a\%$$

$$=100\,g\ C_2H_3Cl\times\frac{1\,mol}{62/5\,g}\times\frac{1\,mol\ PVC}{n\,mol}\times\frac{62/5n\ g\ PVC}{1\,mol\ PVC}\times b\%$$

$$\Rightarrow 300\,a\%=100\,b\%\Rightarrow 3a\%=b\%$$

$$\frac{a}{b}=\frac{1}{3}\quad \text{یا}\quad \frac{b}{a}=3$$

(شیمی ۲- صفحه‌های ۱۰۳ تا ۱۰۶)

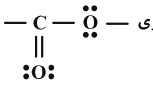
۳- **گزینهٔ «۴»** *(رسول عابدینی‌زواره)*

بررسی گزینه‌ها:

۱) نادرست؛ پلی‌استرها دسته‌ای از پلیمرها هستند که از اتم‌های C، H و O تشکیل شده‌اند و اتم N ندارند.

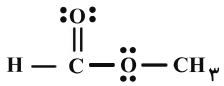
۲) نادرست؛ بو و طعم خوش آناناس به دلیل وجود استری به نام اتیل بوتانوات در آن است.

۳) نادرست؛ یک پلی‌استر با n گروه عاملی دارای 8n الکترون ناپیوندی است. (4n جفت الکترون ناپیوندی)



۴) درست؛ ساده‌ترین استر، متیل متانوآت بوده که شامل ۲ اتم کربن است:

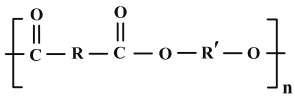
متیل متانوآت:



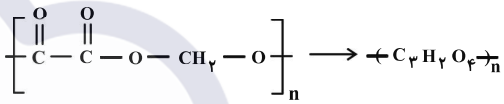
(شیمی ۲- صفحه‌های ۱۰۹ و ۱۱۰)

۴- **گزینهٔ «۴»** *(روزبه رضوانی)*

فرمول کلی پلی‌استرها:



در ساده‌ترین واحد تکرارشونده، گروه R بدون اتم است و دو گروه $-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-$ با پیوند یگانه به هم متصل می‌شوند و گروه R' نیز تنها دارای یک گروه CH_2 است.



(شیمی ۲- صفحه‌های ۱۱۴ تا ۱۱۶)

۵- **گزینهٔ «۴»** *(امیرمحمد کلکرانی)*

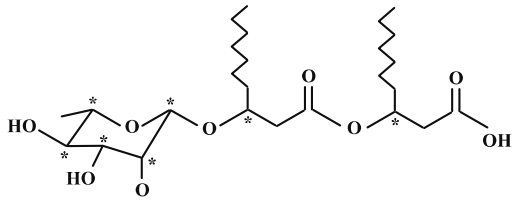
آلکان‌ها ناقطبی هستند و در آب حل نمی‌شوند اما الکل‌ها هم دارای بخش قطبی و هم بخش ناقطبی هستند. در ۵ عضو ابتدایی خانوادهٔ الکل‌های تک‌عاملی، راست‌زنجیر و سیرشده، بخش قطبی بر ناقطبی غلبه کرده و در آب به خوبی حل می‌شوند. هر چه تعداد کربن الکل‌ها کمتر باشد، بخش ناقطبی کوچک‌تر بوده و در آب راحت‌تر حل می‌شوند.

(شیمی ۲- صفحهٔ ۱۱۲)

۶- **گزینهٔ «۴»** *(سعید تیزرو)*

تمامی عبارت‌ها درست هستند.

در ساختار این ترکیب همانند ساختار ویتامین C گروه‌های عاملی «استر» و «هیدروکسیل» مشاهده می‌شود. در این ساختار همانند الکل‌ها دو نوع نیروی بین مولکولی وجود دارد: نیروی واندروالسی و پیوند هیدروژنی. همچنین اتم‌های کربن ستاره‌دار در ساختار زیر، تنها به یک اتم هیدروژن متصل هستند:



فرمول مولکولی: $C_{26}H_{48}O_9$

(شیمی ۲- صفحه‌های ۱۰۹ تا ۱۱۳)

۷- **گزینهٔ «۴»** *(آرمین عظیمی)*

۲۳ گرم اتانول معادل با ۰/۵ مول است، از این‌رو ۰/۵ مول استر و ۰/۵ مول آب مطابق واکنش زیر تولید شده است:

آب + استر → کربوکسیلیک اسید + اتانول

$$\text{جرم آب} = 0/5\,mol\ H_2O \times \frac{18\,g\ H_2O}{1\,mol\ H_2O} = 9\,g\ H_2O$$

$$\text{جرم استر} - \text{جرم آب} = 49\,g \Rightarrow m_{\text{استر}} - 9 = 49$$

$$\Rightarrow m_{\text{استر}} = 58\,g$$

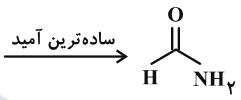
جرم ۰/۵ مول استر برابر با ۵۸ گرم است، بنابراین جرم مولی این استر برابر با ۱۱۶ گرم بر مول است. فرمول کلی استرهای تک‌عاملی با زنجیر هیدروکربنی سیرشده و دارای n اتم کربن به صورت $C_nH_{2n}O_2$ است، بنابراین داریم:

$$12n + 2n + 32 = 116 \Rightarrow n = 6$$

اتانول یک الکل دوکربنه با فرمول مولکولی C_2H_6O و فرمول مولکولی استر به صورت $C_6H_{12}O_2$ است. بنابراین فرمول مولکولی اسید آلی مصرف شده به صورت $C_4H_8O_2$ است. $C_4H_8O_2$

$$\text{شمار پیوندهای اشتراکی} = \frac{(4\times4)+(1\times8)+(2\times2)}{2} = 14$$

فرمول ساختاری ساده‌ترین آمید به صورت زیر است:



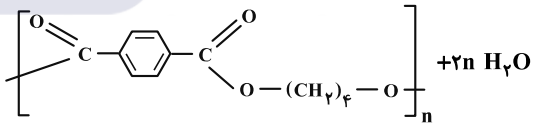
این آمید دارای ۶ پیوند اشتراکی است. بنابراین در نهایت داریم:

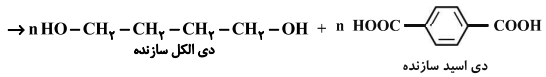
$$\frac{14}{6} \simeq 2/33$$

(شیمی ۲- صفحه‌های ۱۱۴ تا ۱۱۸)

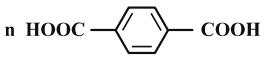
۸- **گزینهٔ «۱»** (محمدرضا پورجاوید)

برای تعیین فرمول ساختاری دی اسید سازندهٔ پلی پروپیلن ترفتالات، می‌توان از واکنش آبکافت این پلیمر استفاده کرد:

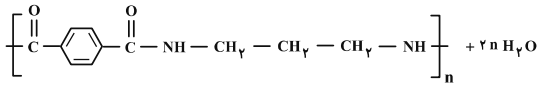




به این ترتیب فراوردهٔ پلیمری حاصل از واکنش دی اسید تولید شده با دی‌آمین مورد نظر عبارت است از:



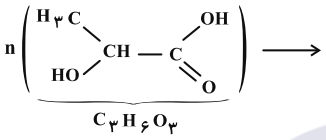
$$+n\,H_2N-CH_2-CH_2-CH_2-NH_2$$

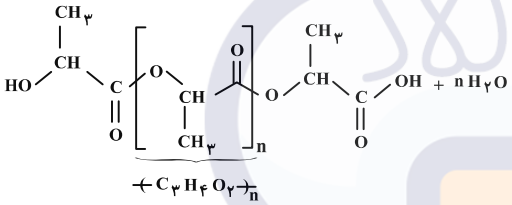


(شیمی ۲- صفحه‌های ۱۱۴ تا ۱۱۸)

۹- **گزینهٔ «۲»** (یاسر راش)

واکنش پلیمری شدن به صورت زیر است:





$$?\ g(\text{پلیمر}) = 1g\ C_3H_6O_3 \times \frac{1mol\ C_3H_6O_3}{90g\ C_3H_6O_3} \times \frac{1mol\ (\text{پلیمر})}{n\,mol\ C_3H_6O_3}$$

$$\times \frac{72n\,g\ (\text{پلیمر})}{1mol\ (\text{پلیمر})} = 0/8g\ (\text{پلیمر})$$

(شیمی ۲- صفحهٔ ۱۲۱)

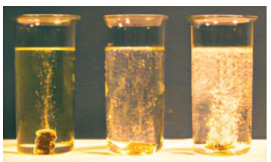
۱۰- **گزینهٔ «۳»** (محمدرضا جمشیدی)

بررسی مورد نادرست: گزینهٔ «۳» شیر ترش شده دارای لاکتیک اسید است.

سایر گزینه‌ها درست هستند.

(شیمی ۲- صفحهٔ ۱۲۱)

۱- با توجه به شکل مقابل که واکنش دو فلز از گروه دوم و یک فلز از گروه دوازدهم جدول دوره‌ای را با هیدروکلریک اسید نشان می‌دهد، کدام مطلب درست است؟



(A) (B) (C)

۱) فلز A، یک فلز واسطه بوده و خصلت فلزی آن از فلز B بیشتر است.

۲) شعاع اتمی عنصر C از عنصر B بیشتر بوده و واکنش‌پذیری آن کمتر از A است.

۳) تمایل عنصر C برای تبدیل شدن به کاتیون با بار +۲، کم‌تر از تمایل دو عنصر دیگر است.

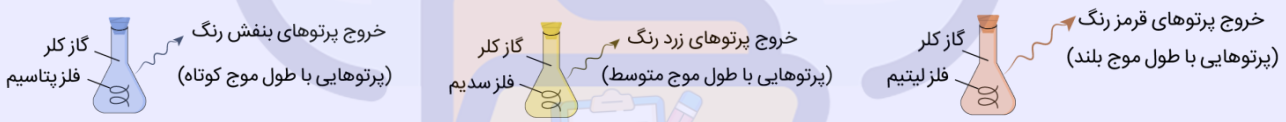
۴) آرایش الکترونی فلز C به زیرلایه s ختم شده و شدت نور حاصل از واکنش آن با کلر، بیشتر از واکنش فلز B است.

پاسخ: گزینهٔ ۴ (متوسط ـ مفهومی ـ استاندارد ـ صفحه ۱۲ ـ ۱۱۰۱)

از آنجا که خصلت فلزی فلزهای قلیایی خاکی از فلزهای واسطه بیشتر است و با توجه به افزایش شدت واکنش از A تا C، می‌توان گفت که A فلز واسطه و B و C هر دو فلز قلیایی خاکی هستند. توجه داریم که خصلت فلزی عنصر C نسبت به B بیشتر است. بر این اساس، شدت نور حاصل از واکنش فلز C با گاز کلر (Cl_2) نسبت به فلز B بیشتر خواهد بود. همان‌طور که گفتیم، فلز C یک فلز قلیایی خاکی بوده و آرایش الکترونی آن به زیرلایه ns^2 ختم می‌شود.

واکنش فلزها با کلر

گاز کلر که خاصیت رنگ‌بری و گندزدایی دارد، از مولکول‌های دو اتمی Cl_2 تشکیل شده است. تصاویر زیر، نمایی از واکنش میان فلزهای لیتیم، سدیم و پتاسیم با گاز کلر (Cl_2) را نشان می‌دهد:



از آنجا که پرتوهای نور خارج شده از ظرف محتوی پتاسیم در مقایسه با پرتوهای خارج شده از سایر ظرف‌ها طول موج کوتاه‌تر و انرژی بیشتری دارند، پس می‌توان گفت شدت نور خارج شده از این ظرف در مقایسه با سایر ظرف‌ها بیشتر بوده و واکنش‌دهندهٔ مصرف شده در این ظرف(فلز پتاسیم) نیز در مقایسه با واکنش‌دهندهٔ مصرف شده در سایر ظرف‌ها فعالیت شیمیایی بیشتری دارد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) خصلت فلزی عناصر با مقدار واکنش‌پذیری آن‌ها و شدت واکنش آن‌ها با یک ماده خاص رابطه مستقیم دارد. بر این اساس، می‌توان گفت مقایسه خصلت فلزی این سه عنصر به‌صورت $A < B < C$ است.

فلزهای قلیایی خاکی

در گروه دوم جدول دوره‌ای، عناصر بریلیم($_{۴}Be$)، منیزیم($_{۱۲}Mg$)، کلسیم($_{۲۰}Ca$)، استرانسیم($_{۳۸}Sr$)، باریم($_{۵۶}Ba$) و رادیم($_{۸۸}Ra$) وجود دارند. این عناصر، اصطلاحاً به فلزهای قلیایی خاکی معروف هستند. با افزایش عدد اتمی عناصر موجود در گروه فلزهای قلیایی خاکی، شعاع اتمی این عناصر افزایش یافته و به دنبال آن، واکنش‌پذیری این فلزها نیز بیشتر می‌شود. ترتیب واکنش‌پذیری این عناصر فلزی به‌صورت زیر است:

$Be < Mg < Ca < Sr < Ba < Ra$: واکنش پذیری (تمایل به از دست دادن الکترون)

همان‌طور که گفتیم، منیزیم یک فلز از گروه فلزهای قلیایی خاکی است، در حالی که فلزهای قلیایی، نام دیگر عناصر فلزی موجود در گروه اول است.

۲) در فلزهای قلیایی خاکی، با افزایش شعاع اتمی واکنش‌پذیری افزایش می‌یابد؛ بنابراین شعاع اتمی عنصر C از عنصر B بیشتر است. همان‌طور که می‌دانیم، واکنش‌پذیری فلزهای قلیایی خاکی از فلزهای واسطه بیشتر است. بنابراین داریم:

مقایسه واکنش‌پذیری : $A < B < C$

۳) عنصر C خصلت فلزی بیشتری نسبت به عناصر A و B دارد؛ بنابراین تمایل آن برای تبدیل شدن به کاتیون دو بار مثبت، نسبت به دو عنصر دیگر بیشتر است. توجه داریم که فلزهای گروه ۱۲ جدول تناوبی از جمله فلز روی، مشابه فلزهای قلیایی خاکی می‌توانند یون پایدار $+۲$ ایجاد کنند.

۲- واکنش موازنه نشدهٔ زیر، در یک محلول آبی و با استفاده از نمونه‌های هیدروژن پراکسید و نیتریک اسید که درصد خلوص آن‌ها به‌ترتیب برابر با ۵۰٪ و ۲۰٪ است، انجام می‌شود. اگر تفاوت جرم هیدروژن پراکسید و نیتریک اسید مصرف شده برابر با ۳۱ گرم باشد، در این واکنش چند میلی‌لیتر گاز اکسیژن در شرایط استاندارد تولید خواهد شد؟

$(K = ۳۹ , O = ۱۶ , N = ۱۴ , H = ۱ : g.mol^{-۱})$

$$H_۲O_۲(l) + KMnO_۴(aq) + HNO_۳(s) \rightarrow Mn(NO_۳)_۲(aq) + O_۲(g) + KNO_۳(aq) + H_۲O(l)$$

۱) ۸۴۰ ۲) ۱۶۸۰ ۳) ۱۱۲۰ ۴) ۲۲۴۰

پاسخ: گزینهٔ ۴ (سخت ـ مسئله ـ زمان‌بر ـ صفحه ۲۴ ـ ۱۱۰۱)

معادله واکنش انجام شده در محلول مورد نظر به‌صورت زیر است:

$$۵H_۲O_۲(l) + ۲KMnO_۴(aq) + ۶HNO_۳(s) \rightarrow ۲Mn(NO_۳)_۲(aq) + ۵O_۲(g) + ۲KNO_۳(aq) + ۸H_۲O(l)$$

به ازای مصرف ۵ مول هیدروژن پراکسید (آب اکسیژنه) در این واکنش شیمیایی، ۶ مول نیتریک اسید مصرف می‌شود. جرم مولی این دو ترکیب مطابق با جدول زیر است:

ماده	$HNO_۳$	$H_۲O_۲$
جرم مولی	۶۳	۳۴

طبق فرض سؤال، این واکنش با استفاده از نمونه‌های هیدروژن پراکسید و نیتریک اسید که درصد خلوص آن‌ها به‌ترتیب برابر با ۵۰٪ و ۲۰٪ است، در حال انجام شدن است. اگر این واکنش شیمیایی یک بار انجام شده و ۵ مول گاز اکسیژن در آن تولید شود، مقدار ۵ مول هیدروژن پراکسید(معادل با $۵ \times ۳۴ = ۱۷۰$ گرم هیدروژن پراکسید خالص که معادل با ۳۴۰ گرم نمونه ناخالص از آن است) و ۶ مول نیتریک اسید(معادل با $۶ \times ۶۳ = ۳۷۸$ گرم نیتریک اسید خالص که معادل با ۱۸۹۰ گرم نمونه ناخالص از آن است) مصرف می‌شود. بر این اساس، جرم نمونه‌های ناخالص مصرف شده در این واکنش به ازای یک بار انجام شدن آن، برابر است با:

جرم هیدروژن پراکسید ناخالص = ۱۸۹۰ − ۳۴۰ = ۱۵۵۰ g − جرم نیتریک اسید ناخالص

بر این اساس، مقدار گاز اکسیژن تولید شده در واکنش مورد نظر را در حالتی که تفاوت جرم واکنش‌دهنده‌ها برابر با ۳۱ گرم است، محاسبه می‌کنیم:

$$?\,mL\ O_۲ = ۳۱\ g\ \text{تفاوت جرم} \times \frac{۵\ mol\ O_۲}{۱۵۵۰\ g\ \text{تفاوت جرم}} \times \frac{۲۲/۴\ L\ O_۲}{۱\ mol\ O_۲} \times \frac{۱۰۰۰\ mL\ O_۲}{۱\ L\ O_۲} = ۲۲۴۰\ mL$$

۳- یک نمونه از گاز اکسیژن، در شرایط استاندارد ۱۳۴۴۰ میلی‌لیتر حجم دارد. اگر ۵/۸ گرم گاز آرگون را با این نمونه اکسیژن مخلوط کنیم، درصد خلوص گاز اکسیژن در نمونه مورد نظر چقدر می‌شود؟ ($O = ۱۶\ g.mol^{-۱}$)

۱) ۶۸/۴ ۲) ۸۱/۶ ۳) ۷۲/۴ ۴) ۷۶/۸

پاسخ: گزینهٔ ۴ (آسان ـ مسئله ـ سریع ـ صفحه ۲۴ ـ ۱۱۰۱)

واکنش‌دهنده‌های مصرف شده در صنعت و آزمایشگاه کاملاً خالص نبوده و علاوه بر ماده اصلی، شامل مواد دیگر نیز می‌شوند. برای بیان میزان خالص بودن این مواد، از درصد خلوص استفاده می‌شود. درصد خلوص هر ماده از رابطه زیر به‌دست می‌آید:

$$\text{درصد خلوص} = \frac{\text{جرم ماده خالص}\,(g)}{\text{جرم کل}\,(g)} \times ۱۰۰$$

اگر چند نمونه ناخالص از یک ماده را مخلوط کنیم، درصد خلوص مخلوط نهایی به کمک رابطه زیر قابل محاسبه است:

$$\text{درصد خلوص نهایی} = \frac{(\text{درصد خلوص نمونه اول} \times \text{جرم نمونه اول}) + (\text{درصد خلوص نمونه دوم} \times \text{جرم نمونه دوم}) + \cdots}{\text{جرم نمونه اول} + \text{جرم نمونه دوم} + \cdots}$$

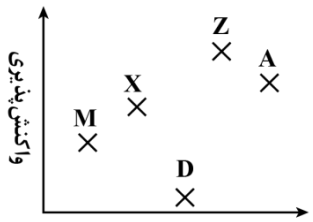
با توجه به حجم اولیه گاز اکسیژن، مقدار جرم این ماده را محاسبه می‌کنیم:

$$?\,g\ O_۲ = ۱۳۴۴۰\ mL\ O_۲ \times \frac{۱\ L\ O_۲}{۱۰۰۰\ mL\ O_۲} \times \frac{۱\ mol\ O_۲}{۲۲/۴\ L\ O_۲} \times \frac{۳۲\ g\ O_۲}{۱\ mol\ O_۲} = ۱۹/۲\ g$$

طی این فرایند، ۵/۸ گرم آرگون به‌عنوان ناخالصی به نمونه اکسیژن اضافه شده و جرم نمونه به ۲۵ = ۱۹/۲ + ۵/۸ گرم رسیده است. بر این اساس، درصد خلوص گاز اکسیژن را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{درصد خلوص} = \frac{۱۹/۲\ g\ O_۲}{۲۵\ g\ \text{مخلوط}} \times ۱۰۰ = ۷۶/۸\ \text{درصد}$$

۴- نمودار مقابل، مقایسه واکنش‌پذیری پنج عنصر متوالی از تناوب دوم را به‌صورت نامرتب نشان می‌دهد. از میان این عناصر، بزرگ‌ترین شعاع اتمی مربوط به کدام عنصر بوده و فرمول شیمیایی ترکیب حاصل از واکنش گاز کلر با عنصر X به چه صورت خواهد بود؟



۱) $XCl_۲ - M$
۲) $XCl_۳ - M$
۳) $XCl_۲ - Z$
۴) $XCl_۳ - Z$

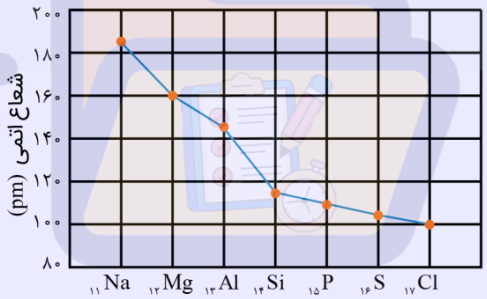
پاسخ: گزینهٔ ۲ (متوسط ـ مفهومی ـ سریع ـ صفحه ۲۴ ـ ۱۱۰۱)

اگر فقط عناصر اصلی (عناصر دسته‌های s و p) را در نظر بگیریم، در هر تناوب با حرکت از سمت چپ به راست، ابتدا از خاصیت فلزی عناصر کاسته شده و واکنش‌پذیری آن‌ها کاسته می‌شود. این روند تا گروه ۱۴ هر تناوب ادامه پیدا می‌کند اما پس از آن، خاصیت نافلزی عناصر افزایش پیدا کرده و واکنش‌پذیری آن‌ها نیز مجدداً افزایش پیدا می‌کند تا نهایتاً به گروه ۱۷ از هر تناوب برسیم. توجه داریم که در آخرین خانه هر تناوب(گروه ۱۸) نیز یک گاز نجیب با واکنش‌پذیری اندک وجود دارد. به‌عنوان مثال، نمودار زیر روند کلی تغییر واکنش‌پذیری عنصرهای تناوب دوم جدول دوره‌ای را نشان می‌دهد:

همان‌طور که مشخص است، گاز نئون در مقایسه با سایر عناصر موجود در این تناوب واکنش‌پذیری بسیار کمتری دارد. بر این اساس، می‌توان گفت عنصر D معادل با نئون بوده و عنصر M نیز معادل با کربن است. چون این ۵ عنصر همگی متعلق به تناوب دوم بوده و متوالی هستند، پس می‌توان گفت عناصر A، X و Z، معادل با عناصر اکسیژن، نیتروژن و فلوئور هستند.

روند تغییر شعاع اتمی عناصر

یکی از روندهای تناوبی در جدول دوره‌ای، تغییر شعاع اتمی عناصر مختلف است. در جدول دوره‌ای، شعاع اتمی در یک گروه از بالا به پایین افزایش می‌یابد، چون تعداد لایه‌های الکترونی بیشتر می‌شوند، در حالی که شعاع اتمی در طول یک تناوب از چپ به راست کاهش می‌یابد؛ زیرا با اینکه تعداد لایه‌های الکترونی ثابت می‌ماند اما تعداد پروتون‌های هسته افزایش می‌یابد. با افزایش تعداد پروتون‌ها، نیروی جاذبه‌ای که هسته به الکترون‌ها وارد می‌کند افزایش یافته و بدین ترتیب، شعاع اتمی کاهش می‌یابد. برای مثال، نمودار تغییر شعاع اتمی در دوره سوم جدول دوره‌ای به‌صورت زیر است:



در میان عناصر کربن تا نئون از تناوب دوم، عنصر کربن در سمت چپ سایر عناصر قرار داشته و بزرگ‌ترین شعاع اتمی را دارد. چون نیتروژن در آرایش الکترون-نقطه‌ای خود دارای ۳ الکترون تک است، پس می‌توان گفت از واکنش گاز کلر با نیتروژن نیز ترکیب مولکولی با فرمول شیمیایی NCl_3 و با نام نیتروژن تری‌کلرید به‌دست می‌آید.

۵- کدام موارد از عبارت‌های زیر درست است؟

الف ـ قلع رسانایی گرمایی بالایی داشته و شعاع اتم‌های آن بزرگ‌تر از شعاع اتم‌های سرب است.

ب ـ همه عناصر موجود در گروه ۱۴، در مقایسه با عنصری با عدد اتمی ۵۳، رسانایی الکتریکی بیشتری دارند.

ج ـ فقط یکی از عناصر موجود در تناوب دوم، در مقایسه با عناصر قبل و بعد از خود واکنش‌پذیری کمتری دارد.

د ـ در سال‌های اخیر، میزان تولید و مصرف مواد معدنی در مقایسه با میزان تولید و مصرف فلزها بیشتر بوده است.

۱) «الف» و «ب» ۲) «ب» و «د» ۳) «الف» و «ج» ۴) «ب» و «ج»

پاسخ: گزینهٔ ۲ (متوسط ـ مفهومی و حفظی ـ استاندارد ـ صفحه ۱۱ ـ ۱۱۰۱)

عبارت‌های (ب) و (د) درست هستند.

بررسی موارد:

الف قلع، یک عنصر فلزی است و رسانایی گرمایی بالایی دارد. این عنصر، در خانه بالایی سرب قرار گرفته و با توجه به شمار لایه‌های الکترونی کمتر آن، می‌توان گفت شعاع اتمی قلع کمتر از سرب است. به‌طور کلی، در یک گروه از جدول دوره‌ای، با حرکت از بالا به پایین، شمار لایه‌های الکترونی موجود در اطراف هستهٔ اتم‌ها افزایش یافته و به دنبال آن، شعاع اتمی این عناصر نیز افزایش پیدا می‌کند.

ب جدول زیر، ویژگی عناصر موجود در گروه ۱۴ را نشان می‌دهد:

نام عنصر	شمارهٔ تناوب	آرایش الکترونی	رسانایی الکتریکی	رسانایی گرمایی	سطح صیقلی	چکش‌خواری	تمایل به دادن، گرفتن یا اشتراک الکترون
کربن یا گرافیت (C)	۲	$[He]2s^2 2p^2$	دارد	ندارد	ندارد	ندارد	اشتراک
سیلیسیم (Si)	۳	$[Ne]3s^2 3p^2$	دارد	دارد	دارد	ندارد	اشتراک
ژرمانیم (Ge)	۴	$[Ar]3d^{10} 4s^2 4p^2$	دارد	دارد	دارد	ندارد	اشتراک
قلع (Sn)	۵	–	دارد	دارد	دارد	دارد	الکترون می‌دهد
سرب (Pb)	۶	–	دارد	دارد	دارد	دارد	الکترون می‌دهد

همه عناصر موجود در گروه ۱۴، حالت جامد داشته و توانایی عبور دادن جریان الکتریسیته را دارند. عنصری با عدد اتمی ۵۳، معادل با ید است. ید یک عنصر نافلزی جامد بوده و رسانای جریان الکتریسیته نیست. البته، توجه داریم که عنصر سیلیسیم و ژرمانیم رسانایی الکتریکی بالایی نداشته و جریان برق را به مقدار کمی از خود عبور می‌دهند.

خواص عناصر

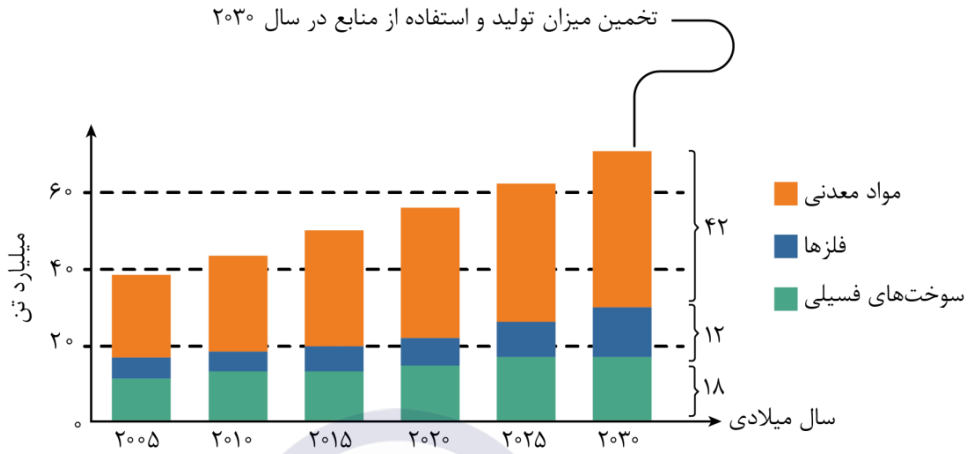
ویژگی‌های عناصر موجود در جدول تناوبی مطابق با نمودار زیر، در دو گروه خواص فیزیکی و خواص شیمیایی قرار می‌گیرد:

- عناصر جدول دوره‌ای
  - خواص فیزیکی
    - جلا — سطح عناصر مختلف در حالت جامد یا درخشان (صیقلی) است یا کدر.
    - چکش‌خواری — عناصر مختلف درحالت جامد یا چکش‌خوار هستند یا بر اثر ضربهٔ چکش خرد می‌شوند.
    - رسانایی الکتریکی و گرمایی — عناصر مختلف یا رسانای جریان برق و گرما هستند یا جریان برق و گرما را عبور نمی‌دهند.
    - سختی و استحکام — میزان سختی عناصر مختلف در حالت جامد متفاوت از یکدیگر است.
  - خواص شیمیایی
    - مبادلهٔ الکترون — عناصر مختلف در واکنش‌های شیمیایی یا الکترون از دست می‌دهند یا الکترون به‌دست می‌آورند یا الکترون به اشتراک می‌گذارند.
    - واکنش‌پذیری — واکنش‌پذیری عناصر مختلف، متفاوت از یکدیگر است.

با توجه به نمودار بالا، داشتن جلا، رسانایی گرمایی و قابلیت ورقه و مفتول شدن، از جمله خواص فیزیکی فلزها به شمار می‌روند. این ویژگی‌ها، اغلب به خواص ظاهری فلزها اشاره دارد.

ج کربن با عدد اتمی ۶، همانند نئون، یک عنصر نافلزی بوده و متعلق به تناوب دوم است. این عنصر، همانند نئون، در مقایسه با عناصر قبل و بعد از خود، واکنش‌پذیری کمتری دارد.

در سال‌های اخیر، میزان تولید و مصرف مواد معدنی در مقایسه با میزان تولید و مصرف فلزها بیشتر بوده است. نمودار زیر، میزان استفاده از مواد و منابع مختلف را در طول سال‌های اخیر نشان می‌دهد:



۶- واکنش $SF_4(g) + 2H_2O(l) \rightarrow SO_2(g) + 4HF(g)$، با مصرف شدن ۶۰ گرم گاز SF_4 با خلوص ۹۰٪ انجام شده و طی این فرایند، ۱۲ گرم گاز هیدروژن فلوئورید تولید شده است. بازده درصدی واکنش انجام شده چقدر بوده و در این فرایند، چند لیتر گاز گوگرد دی‌اکسید با حجم مولی ۳۰ لیتر، تولید می‌شود؟ ($S = 32, F = 19, H = 1 : g.mol^{-1}$)

۱) ۱۵ ـ ۴/۵ ۲) ۱۵ ـ ۹ ۳) ۳۰ ـ ۴/۵ ۴) ۳۰ ـ ۹

پاسخ: گزینهٔ ۳ **(متوسط ـ مسئله ـ استاندارد ـ صفحه ۲۵ ـ ۱۱۰۱)**

معادله واکنش انجام شده به‌صورت زیر است:

$$SF_4(g) + 2H_2O(l) \rightarrow SO_2(g) + 4HF(g)$$

با توجه به معادله این واکنش، مقدار نظری گاز هیدروژن فلوئورید تولید شده را محاسبه می‌کنیم.

$$? g\ HF = 60\ g\ SF_4\ \text{ناخالص} \times \frac{90\ g\ SF_4}{100\ g\ SF_4\ \text{ناخالص}} \times \frac{1\ mol\ SF_4}{108\ g\ SF_4} \times \frac{4\ mol\ HF}{1\ mol\ SF_4} \times \frac{20\ g\ HF}{1\ mol\ HF} = 40\ g$$

مقدار عملی گاز هیدروژن فلوئورید تولید شده، برابر با ۱۲ گرم است. بر این اساس، داریم:

$$\text{بازده درصدی} = \frac{\text{مقدار عملی}}{\text{مقدار نظری}} \times 100 = \frac{12}{40} \times 100 = 30\ \text{درصد}$$

با توجه به معادله واکنش مورد نظر، حجم گاز SO_2 تولید شده را محاسبه می‌کنیم. در این رابطه، داریم:

$$? L\ SO_2 = 12\ g\ HF \times \frac{1\ mol\ HF}{20\ g\ HF} \times \frac{1\ mol\ SO_2}{4\ mol\ HF} \times \frac{30\ L\ SO_2}{1\ mol\ SO_2} = 4/5\ L$$

۷- در یک واحد صنعتی، در هر ثانیه ۵۷۰ گرم آب وارد مخزنی از گاز فلوئور می‌شود. اگر بازده این فرایند برابر با ۷۵ درصد باشد، تولید هیدروفلوئوریک اسید در این واحد، برابر با چند تن در هر ساعت است؟

($F = 19, O = 16, H = 1 : g.mol^{-1}$. معادله واکنش موازنه شود.)

$$F_2(g) + H_2O(l) \rightarrow HF(aq) + O_2(g)$$

۱) ۱۰/۲۶ ۲) ۵/۱۳ ۳) ۳/۴۲ ۴) ۶/۸۴

پاسخ: گزینهٔ ۳ (آسان ـ مسئله ـ سریع ـ صفحه ۲۵ ـ ۱۱۰۱)

معادلهٔ واکنش انجام شده به‌صورت زیر است:

$$۲F_۲(g) + ۲H_۲O(l) \rightarrow ۴HF(aq) + O_۲(g)$$

با توجه به معادله موازنه شده این واکنش، مقدار HF تولید شده در هر ثانیه را محاسبه می‌کنیم:

$$?\,ton\ HF = ۵۷۰\ g\ H_۲O \times \frac{۱\ mol\ H_۲O}{۱۸\ g\ H_۲O} \times \frac{۴\ mol\ HF}{۲\ mol\ H_۲O} \times \frac{۲۰\ g\ HF}{۱\ mol\ HF} \times \frac{۱\ ton\ HF}{۱۰^۶\ g\ HF} \times \frac{۷۵\ ton\ HF\ \text{عملی}}{۱۰۰\ ton\ HF\ \text{نظری}}$$

$$= ۹/۵ \times ۱۰^{-۴}\ ton$$

توجه داریم که بازده این واکنش برابر با ۷۵٪ بوده و مقدار عملی هیدروفلوئوریک اسید تولید شده کمتر از مقدار نظری آن است. در صورت سؤال، مقدار هیدروفلوئوریک اسید تولید شده در هر ساعت از ما خواسته شده است. هر ساعت معادل ۳۶۰۰ ثانیه است، پس در هر ساعت $۹/۵ \times ۱۰^{-۴} \times ۳۶۰۰ = ۳/۴۲$ تن هیدروفلوئوریک اسید تولید می‌شود.

ماز

۸- کدام‌یک از مطالب زیر، نادرست است؟

۱) عنصری از گروه ۱۷ که دارای کوچک‌ترین شعاع اتمی است، در دمای اتاق به سرعت با گاز $H_۲$ واکنش می‌دهد.

۲) جدول ژانت شامل ۵ دسته s، p، d، f و g شده و همانند جدول دوره‌ای امروزی، با مدل کوانتومی هم‌خوانی دارد.

۳) اولین فلز واسطه، نسبت به پتاسیم شعاع بزرگ‌تری داشته و یکی از خواص فیزیکی آن، داشتن رسانایی گرمایی است.

۴) هر عنصر جامد از جدول دوره‌ای که در واکنش با نافلزها الکترون به اشتراکی می‌گذارد، در اثر ضربه چکش خرد می‌شود.

پاسخ: گزینهٔ ۳ (سخت ـ مفهومی ـ استاندارد ـ صفحه ۲۴ ـ ۱۱۰۱)

در یک تناوب از جدول دوره‌ای، با حرکت از چپ به راست، شمار پروتون‌ها و بار الکتریکی هسته اتم‌ها افزایش پیدا می‌کند درحالی که شمار لایه‌های الکترونی موجود در اطراف هسته ثابت باقی می‌ماند. در چنین شرایطی، الکترون‌های سطحی با قدرت بیشتری توسط هسته جذب شده و شعاع اتمی کاهش پیدا می‌کند. اولین فلز واسطه موجود در جدول دوره‌ای، اسکاندیم با عدد اتمی ۲۱ است. این عنصر، در سمت راست عنصر پتاسیم قرار گرفته و به همین خاطر، در مقایسه با پتاسیم شعاع اتمی کوچک‌تری دارد.

اسکاندیم

اسکاندیم($_{۲۱}Sc$)، متعلق به گروه ۳ از تناوب چهارم بوده و نخستین فلز واسطه موجود در جدول دوره‌ای است. این ماده در برخی وسایل خانه مانند تلویزیون رنگی و برخی شیشه‌ها وجود دارد. آرایش الکترونی اسکاندیم به‌صورت زیر است:

$$Sc : ۱s^۲۲s^۲۲p^۶۳s^۲۳p^۶۳d^۱۴s^۲$$

این فلز با از دست دادن ۳ الکترون، به آرایش گاز نجیب آرگون می‌رسد. به فرایند زیر توجه کنید:

$$_{۲۱}Sc : [_{۱۸}Ar]۳d^۱۴s^۲ \xrightarrow{-۳e^-} Sc^{۳+} : [_{۱۸}Ar]$$

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) فلوئور، در صدر گروه ۱۷(گروه هالوژن‌ها) قرار داشته و نسبت به سایر عناصر موجود در این گروه، شعاع کوچک‌تری دارد. این عنصر واکنش‌پذیری بسیار بالایی داشته و حتی در دمای $-۲۰۰^\circ C$ هم با گاز هیدروژن به سرعت واکنش می‌دهد. با افزایش عدد اتمی هالوژن‌ها، واکنش‌پذیری این مواد کاهش یافته و بر این اساس، سرعت واکنش این مواد با گاز هیدروژن نیز کمتر می‌شود.

جدول زیر، برخی از خواص هالوژن‌ها را نشان می‌دهد:

خواص	واکنش با گاز هیدروژن	حالت فیزیکی در دمای اتاق	تعداد الکترون ظرفیتی	شعاع اتمی(نانومتر)
فلوئور	حتی در دمای $-۲۰۰^\circ C$ هم به سرعت واکنش می‌دهد	گاز	۷	۷۱
کلر	در دمای اتاق به آرامی واکنش می‌دهد	گاز	۷	۹۹
برم	در دمای $۲۰۰^\circ C$ واکنش می‌دهد	مایع	۷	۱۱۴
ید	در دمای بالاتر از $۴۰۰^\circ C$ واکنش می‌دهد	جامد	۷	۱۲۷

۲) جدول ژانت در ساختار خود شامل ۵ دسته عنصر s، p، d، f و g شده و همانند جدول دوره‌ای امروزی، با مدل کوانتومی هم‌خوانی دارد. زیرلایهٔ g، پنجمین زیرلایه‌ای است که الکترون‌ها می‌توانند در آن قرار بگیرند. عدد کوانتومی فرعی برای این لایه برابر با ۴ بوده و در ساختار این زیرلایه، حداکثر ۱۸ الکترون قرار می‌گیرد.

جدول ژانت

همه ۱۱۸ عنصر جدول دوره‌ای بر اساس افزایش عدد اتمی در ۷ دوره و ۱۸ گروه در کنار یکدیگر چیده شده‌اند؛ به‌طوری‌که هیچ خانه‌ای از این جدول خالی نیست. در این شرایط، شناسایی و ساخت عنصرهایی با عدد اتمی بزرگ‌تر از ۱۱۸ سبب ارائه طبقه‌بندی‌های تازه‌ای از عنصرها خواهد شد؛ چراکه در جدول دوره‌ای امروزی، جایی برای این عناصر جدید پیش‌بینی نشده است. آقای شارل ژانت، یکی از افرادی بود که با ارائه یک الگوی جدید، توانست عناصری که عدد اتمی بزرگ‌تر از ۱۱۸ دارند را نیز طبقه‌بندی کند. توجه داریم که جدول ژانت از مدل کوانتومی اتم‌ها پیروی کرده و شمار تناوب‌های موجود در آن بیشتر از ۷ عدد است. جدول پیشنهادی ژانت می‌تواند بیشتر از ۱۱۸ عنصر را در خود جای دهد. این جدول بر اساس زیرلایه الکترونی در حال پرشدن، عناصر را دسته‌بندی می‌کند. عناصر دسته s در این جدول در سمت راست و در ۲ گروه جای گرفته‌اند. عناصر دسته p، از دوره سوم جدول شروع می‌شوند. در این جدول در صورت کشف عناصری با اعداد اتمی بالاتر از ۱۲۰، زیرلایه $5g$ شروع به پرشدن می‌کند.

۴) فلزها در واکنش با نافلزها الکترون از دست داده و به کاتیون تبدیل می‌شوند، اما نافلزها و شبه‌فلزها در واکنش با نافلزها الکترون به اشتراک گذاشته و ترکیب‌های مولکولی و یا کووالانسی را ایجاد می‌کنند. همان‌طور که می‌دانیم، نافلزها و شبه‌فلزها در حالت جامد چکش‌خوار نبوده و در اثر اصابت ضربه خرد می‌شوند. به عبارت دیگر، این عناصر شکننده هستند.

ماز

۹- کدام موارد از عبارت‌های زیر درست است؟

الف ـ در تناوب سوم جدول دوره‌ای، بیشترین تفاوت شعاع اتمی دو عنصر متوالی مربوط به عناصر Al و Si است.

ب ـ فقط دو مورد از عناصر موجود در تناوب چهارم، دارای ۵ زیرلایه ۲ الکترونی در آرایش الکترونی خود هستند.

ج ـ محلول حاصل از واکنش فلز آهن با محلول HCl، در واکنش با محلول $NaOH$ رسوب قرمز رنگ تولید می‌کند.

د ـ برای استخراج فلزهای قلیایی از نمک کلرید آن‌ها، می‌توان از فلز قلیایی خاکی هم‌دوره با فلز مورد نظر استفاده کرد.

۱) «الف» و «ب» ۲) «ب» و «ج» ۳) «الف» و «د» ۴) «ج» و «د»

پاسخ: گزینهٔ ۱ (متوسط ـ مفهومی ـ استاندارد ـ صفحه ۲۱ ـ ۱۱۰۱)

عبارت‌های (الف) و (ب) درست هستند.

بررسی موارد:

الف) در میان عناصر دوره سوم تفاوت شعاع Si و Al بیشتر از تفاوت شعاع اتمی سایر عناصر متوالی دورهٔ سوم است. مطابق نمودار داده شده در کتاب درسی، تفاوت شعاع اتمی دو عنصر متوالی در دوره سوم به‌صورت زیر است:

$$Al - Si > Na - Mg > Mg - Al > Si - P > P - S > S - Cl$$

ب) عناصر تیتانیم و ژرمانیم با عدد اتمی ۲۲ و ۳۲، عناصری از تناوب چهارم هستند که به‌جز چهار زیرلایه دو الکترونی s، دارای یک زیرلایه دو الکترونی دیگر هم هستند. در اتم تیتانیم، یک زیرلایه $3d^2$ و در اتم ژرمانیم نیز یک زیرلایه $4p^2$ وجود دارد.

ج) واکنش فلز آهن با محلول HCl به‌صورت زیر انجام می‌گیرد:

$$Fe(s) + 2HCl(aq) \longrightarrow FeCl_2(aq) + H_2(g)$$

از محلول $NaOH$ می‌توان برای تشخیص نوع کاتیون آهن موجود در یک محلول استفاده کرد؛ به گونه‌ای که محلول $NaOH$ در واکنش با محلول آهن(II) کلرید که حاوی یون Fe^{2+} است، رسوب سبزرنگ $Fe(OH)_2$ و در واکنش با محلول آهن(III) کلرید که حاوی یون Fe^{3+} است، رسوب قرمز یا آجری‌رنگ $Fe(OH)_3$ را تولید می‌کند.

رسوب حاصل از کاتیون‌های آهن

کاتیون‌های مختلف آهن، در حالت محلول در آب و یا در حالت رسوبی، رنگ‌های متفاوتی دارند. از واکنش یون Fe^{2+} با محلول سدیم هیدروکسید، رسوب سبز رنگ آهن(II) هیدروکسید تشکیل می‌شود. معادله این واکنش به‌صورت زیر است:

$$FeCl_2(aq) + 2NaOH(aq) \rightarrow \underset{\text{رسوب سبز رنگ}}{Fe(OH)_2(s)} + 2NaCl(aq)$$

از واکنش یون آهن موجود در زنگ آهن یعنی $Fe^{۳+}$ با محلول سود، رسوب قهوه‌ای رنگ آهن(III) هیدروکسید تولید می‌شود. در این رابطه داریم:

$$FeCl_۳(aq) + ۳NaOH(aq) \rightarrow \underset{\text{رسوب قهوه‌ای رنگ}}{Fe(OH)_۳(s)} + ۳NaCl(aq)$$

واکنش‌پذیری هر فلز، تمایل اتم‌های سازنده آن فلز به انجام واکنش شیمیایی را نشان می‌دهد. در واقع، هرچه فلز مورد نظر واکنش‌پذیرتر باشد، تمایل اتم‌های آن فلز برای انجام واکنش شیمیایی بیشتر است. برای استخراج فلزها از ترکیبات یونی حاوی آن عنصر فلزی، ترکیب مورد نظر با فلزی که واکنش‌پذیری بیشتری دارد، واکنش داده و فلز مورد نظر را از ترکیب خارج می‌کند. واکنش‌پذیری فلزهای قلیایی خاکی از فلزهای قلیایی کمتر بوده و نمی‌توانند فلزهای قلیایی را از ترکیب‌های یونی خارج کنند.

واکنش‌های خودبه‌خودی

به‌طور کلی، در هر واکنش شیمیایی که به‌صورت طبیعی و خودبه‌خودی انجام می‌شود، واکنش‌پذیری فراورده‌ها از واکنش‌پذیری واکنش‌دهنده‌ها کمتر است. بر اساس این قاعده، با استفاده از عناصر فلزی واکنش‌پذیرتر می‌توانیم سایر عناصر فلزی را از ترکیبات حاوی آن‌ها خارج کنیم. به‌عنوان مثال، چون واکنش‌پذیری فلز سدیم در مقایسه با واکنش‌پذیری فلز آهن بیشتر است، با استفاده از فلز سدیم می‌توانیم فلز آهن را بر اساس واکنش خودبه‌خودی زیر از آهن(III) اکسید خارج کنیم. معادله این واکنش به‌صورت زیر است:

واکنش‌پذیری سدیم > واکنش‌پذیری آهن $\Longrightarrow$ واکنش استخراج آهن : $۶Na(s) + Fe_۲O_۳(s) \rightarrow ۳Na_۲O(s) + ۲Fe(s)$

۱۰ - با شرکت ۴۸ گرم $SiO_۲$ ناخالص در واکنش $SiO_۲(s) + ۳C(s) \rightarrow SiC(s) + ۲CO(g)$، ۴/۴۸ لیتر گاز کربن مونوکسید در شرایط استاندارد تولید شده است. درصد ناخالصی در این نمونه از $SiO_۲$ چقدر بوده و جرم اتم‌های کربن موجود در SiC تولید شده با جرم اتم‌های کربن موجود در چند گرم اتانول برابر است؟ ($Si = ۲۸ , O = ۱۶ , C = ۱۲ , H = ۱ : g.mol^{-۱}$)

۱) ۸۷/۵ – ۴/۶ ۲) ۱۲/۵ – ۴/۶ ۳) ۸۷/۵ – ۲/۳ ۴) ۱۲/۵ – ۲/۳

پاسخ: گزینهٔ ۳ (سخت ـ مسئله ـ استاندارد ـ صفحه ۲۵ ـ ۱۱۰۱)

معادله واکنش انجام شده به‌صورت زیر است:

$$SiO_۲(s) + ۳C(s) \rightarrow SiC(s) + ۲CO(g)$$

با توجه به معادله این واکنش، جرم سیلیسیم دی‌اکسید خالص مصرف شده را محاسبه می‌کنیم.

$$? g\ SiO_۲ = ۴/۴۸\ L\ CO \times \frac{۱\ mol\ CO}{۲۲/۴\ L\ CO} \times \frac{۱\ mol\ SiO_۲}{۲\ mol\ CO} \times \frac{۶۰\ g\ SiO_۲}{۱\ mol\ SiO_۲} = ۶\ g$$

جرم نمونه اولیه سیلیسیم دی‌اکسید ($SiO_۲$) برابر با ۴۸ گرم بوده است، پس می‌توان گفت در این نمونه ۶ گرم $SiO_۲$ و ۴۲ گرم ناخالصی وجود داشته است. بر این اساس، در رابطه با ناخالصی موجود در این نمونه ماده داریم:

$$\text{درصد ناخالصی} = \frac{\text{جرم ناخالصی}}{\text{جرم کل}} \times ۱۰۰ = \frac{۴۲}{۴۸} \times ۱۰۰ = ۸۷/۵ \text{ درصد}$$

در قدم بعد، شمار مول اتم‌های کربن موجود در SiC تولید شده را محاسبه می‌کنیم.

$$? mol\ C = ۴/۴۸\ L\ CO \times \frac{۱\ mol\ CO}{۲۲/۴\ L\ CO} \times \frac{۱\ mol\ SiC}{۲\ mol\ CO} \times \frac{۱\ mol\ C}{۱\ mol\ SiC} = ۰/۱\ mol$$

در قدم بعد، جرمی از اتانول ($C_۲H_۵OH$) که حاوی ۰/۱ مول اتم کربن باشد را محاسبه می‌کنیم.

$$? g\ C_۲H_۵OH = ۰/۱\ mol\ C \times \frac{۱\ mol\ C_۲H_۵OH}{۲\ mol\ C} \times \frac{۴۶\ g\ C_۲H_۵OH}{۱\ mol\ C_۲H_۵OH} = ۲/۳\ g$$

اتانول

- ✓ اتانول، الکلی دوکربنه، بی‌رنگ، سیرشده و فرار است. این ماده در دمای ۷۸ درجه سانتی‌گراد، به جوش آمده و تبخیر می‌شود.
- ✓ جزء سوخت‌های سبز به شمار می‌رود و از تخمیر بی‌هوازی گلوکز نیز حاصل می‌شود. از واکنش گاز اتن با آب نیز قابل تولید است.
- ✓ ۸ پیوند اشتراکی و ۲ جفت الکترون ناپیوندی در ساختار خود دارد.
- ✓ مولکولی قطبی و حلالی صنعتی است که به هر نسبتی در آب حل می‌شود؛ بنابراین نمی‌توان محلول سیرشده‌ای از آن را در آب ایجاد کرد.
- ✓ در تهیه مواد دارویی، بهداشتی و آرایشی کاربرد دارد و در بیمارستان‌ها به‌عنوان ضدعفونی‌کننده استفاده می‌شود.

۱۱- برای تولید ۱۶۰ گرم محلول اتانول با درصد جرمی ۸۰/۵٪ طی واکنش تخمیر بی‌هوازی گلوکز، به چند گرم گلوکز با خلوص ۷۲٪ نیاز بوده و فراورده گازی حاصل از این فرایند را بر اثر سوزاندن کامل چند مول بوتانوئیک اسید می‌توان به‌دست آورد؟

$(O = ۱۶ , C = ۱۲ , H = ۱ : g.mol^{-۱})$

۱) ۲۷۰ – ۰/۶ ۲) ۲۷۰ – ۰/۷ ۳) ۳۵۰ – ۰/۶ ۴) ۳۵۰ – ۰/۷

پاسخ: گزینهٔ ۴ **(سخت ـ مسئله ـ زمان‌بر ـ صفحه ۲۴ ـ ۱۱۰۱)**

معادلهٔ واکنش انجام شده به‌صورت زیر است:

$$C_۶H_{۱۲}O_۶(s) \rightarrow ۲C_۲H_۵OH(l) + ۲CO_۲(g)$$

با توجه به معادله این واکنش شیمیایی، ابتدا شمار مول‌های اتانول مورد نیاز و شمار مول‌های $CO_۲$ تولید شده را محاسبه می‌کنیم:

$$?\,mol\ C_۲H_۵OH = ۱۶۰\ g\ C_۲H_۵OH\ \text{محلول} \times \frac{۸۰/۵\ g\ C_۲H_۵OH}{۱۰۰\ g\ C_۲H_۵OH\ \text{محلول}} \times \frac{۱\ mol\ C_۲H_۵OH}{۴۶\ g\ C_۲H_۵OH} = ۲/۸\ mol$$

$$?\,mol\ CO_۲ = ۱۶۰\ g\ C_۲H_۵OH\ \text{محلول} \times \frac{۸۰/۵\ g\ C_۲H_۵OH}{۱۰۰\ g\ C_۲H_۵OH\ \text{محلول}} \times \frac{۱\ mol\ C_۲H_۵OH}{۴۶\ g\ C_۲H_۵OH} \times \frac{۲\ mol\ CO_۲}{۲\ mol\ C_۲H_۵OH} = ۲/۸\ mol$$

در مرحله بعد، جرم گلوکز ناخالص را محاسبه می‌کنیم.

$$?\,g\ C_۶H_{۱۲}O_۶\ \text{ناخالص} = ۲/۸\ mol\ C_۲H_۵OH \times \frac{۱\ mol\ C_۶H_{۱۲}O_۶}{۲\ mol\ C_۲H_۵OH} \times \frac{۱۸۰\ g\ C_۶H_{۱۲}O_۶}{۱\ mol\ C_۶H_{۱۲}O_۶} \times \frac{۱۰۰\ g\ C_۶H_{۱۲}O_۶}{۷۲\ g\ C_۶H_{۱۲}O_۶\ \text{ناخالص}} = ۳۵۰\ g$$

بنابراین، جرم گلوکز ناخالص مورد نیاز برابر ۳۵۰ گرم است. در این واکنش، مقدار ۲/۸ مول گاز کربن دی‌اکسید تولید شده است. بوتانوئیک اسید با فرمول شیمیایی $C_۴H_۸O_۲$، یک اسید ۴ کربنه است که بر اثر سوختن هر مول از آن، ۴ مول گاز کربن دی‌اکسید تولید می‌شود. بر این اساس، می‌توان گفت برای تولید ۲/۸ مول گاز $CO_۲$، به ۰/۷ مول بوتانوئیک اسید نیاز است.

۱۲- کدام‌یک از مطالب زیر، درست است؟

۱) واکنش‌پذیری فلز سدیم در مقایسه با فلز سزیم کمتر بوده و در واکنش این فلز با گاز کلر، نور قرمز رنگ گسیل می‌شود.
۲) فرمول ترکیب حاصل از واکنش نافلز مایع دورهٔ ۴ با فلزی از دورهٔ سوم با کمترین خاصیت فلزی، به‌صورت $MX_۳$ است.
۳) از آلومینیم مذاب تولید شده در واکنش ترمیت برای جوش دادن قطعات موجود در خطوط ریلی استفاده می‌شود.
۴) طلا خاصیت چکش‌خواری زیادی داشته و تنها فلزی است که به شکل آزاد در طبیعت یافت می‌شود.

پاسخ: گزینهٔ ۲ **(متوسط ـ مفهومی ـ استاندارد ـ صفحه ۱۷ ـ ۱۱۰۱)**

نافلز مایع دورهٔ چهارم، معادل با برم $(Br_۲)$ بوده و فلز با کمترین خاصیت فلزی از دورهٔ سوم نیز معادل با آلومینیم (Al) است. فرمول ترکیب حاصل از واکنش این دو ماده با یکدیگر، به‌صورت $AlBr_۳$ است.

هالوژن‌ها

در گروه ۱۷ جدول دوره‌ای، عناصر فلوئور $(_۹F)$، کلر $(_{۱۷}Cl)$، برم $(_{۳۵}Br)$ و ید $(_{۵۳}I)$ قرار دارند. این عناصر اصطلاحاً به هالوژن‌ها معروف هستند. با افزایش عدد اتمی هالوژن‌ها، شعاع اتمی این عناصر افزایش یافته و به دنبال آن، واکنش‌پذیری این عناصر نافلزی کمتر می‌شود. ترتیب واکنش‌پذیری هالوژن‌ها به‌صورت زیر است:

$I < Br < Cl < F$: واکنش پذیری (تمایل به گرفتن الکترون)

همان‌طور که مشخص است، با افزایش عدد اتمی هالوژن‌ها، از فعالیت شیمیایی این عناصر کاسته شده و دمای مورد نیاز برای آغاز واکنش میان این عناصر با گاز هیدروژن افزایش پیدا می‌کند. آرایش الکترونی هالوژن‌ها به زیرلایهٔ $ns^۲np^۵$ ختم می‌شود. اتم‌های سازندهٔ این عناصر با گرفتن یک الکترون به آرایش الکترونی گاز نجیب بعد از خود رسیده و یون پایدار X^- را تولید می‌کنند. از میان هالوژن‌ها، فلوئور دارای بیشترین خاصیت نافلزی بوده و نسبت به سایر عناصر، الکترون‌ها را با قدرت بیشتری به سمت خود جذب می‌کند. هالوژن‌ها در حالت آزاد به شکل مولکول‌های دو اتمی دیده می‌شوند. فلوئور$(F_۲)$ و کلر$(Cl_۲)$ در دمای اتاق به حالت گاز هستند درحالی که برم$(Br_۲)$ و ید$(I_۲)$ در دمای اتاق به‌ترتیب به حالت مایع و جامد یافت می‌شوند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ در یک گروه فلزی از بالا به پایین با افزایش خصلت فلزی، واکنش‌پذیری افزایش می‌یابد؛ پس واکنش‌پذیری سزیم بیشتر از سدیم است. فلزهای قلیایی در واکنش با گاز کلر نور گسیل می‌کنند. در واکنش لیتیم، سدیم و پتاسیم با گاز کلر به‌ترتیب نور سرخ، زرد و بنفش تولید می‌شود. تصویر مقابل، نمایی از واکنش عناصر لیتیم، سدیم و پتاسیم با گاز کلر را نشان می‌دهد:

پتاسیم سدیم لیتیم

توجه داریم که تولید نور، آزادسازی گرما، تشکیل رسوب و خروج گاز، نشانه‌هایی از انجام تغییر شیمیایی هستند. هرچه شدت نور یا آهنگ خروج گاز آزاد شده بیشتر باشد، واکنش شیمیایی مورد نظر سریع‌تر و شدیدتر بوده و واکنش‌دهندهٔ شرکت‌کننده در آن، فعالیت شیمیایی بیشتری دارد.

۳ در واکنش ترمیت، از واکنش فلز آلومینیم با اکسید آهن (Fe_2O_3)، آهن مذاب تولید می‌شود. از آهن(نه آلومینیم!) مذاب تولید شده در این واکنش، برای جوش دادن خطوط راه‌آهن استفاده می‌شود. معادله واکنش مورد نظر به‌صورت زیر است:

$$2Al(s) + Fe_2O_3(s) \rightarrow Al_2O_3(s) + 2Fe(l)$$

توجه داریم که واکنش بالا به‌صورت طبیعی انجام می‌شود، پس می‌توان گفت واکنش‌پذیری آلومینیم از فلز آهن بیشتر است.

گیاه پالایی

یکی از روش‌های بیرون کشیدن فلزها از لابه‌لای خاک استفاده از گیاهان(گیاه پالایی) است. به این منظور در معدن یا خاک دارای فلز، گیاهانی را می‌کارند که می‌توانند آن فلز را جذب کنند؛ سپس گیاه را برداشت کرده، می‌سوزانند و از خاکستر حاصل از آن، فلز را جداسازی می‌کنند. درصد فلز روی در سنگ معدن بیشتر از درصد فلز روی در یک کیلوگرم گیاه است، لذا روش گیاه پالایی برای فلز روی مناسب نیست. از طرفی، درصد فلز نیکل در سنگ معدن کمتر از درصد فلز نیکل در یک کیلوگرم گیاه است، با این حال استخراج نیکل نیز با این روش به علت قیمت کم نیکل صرفه اقتصادی ندارد. درصد فلزهای مس و طلا در سنگ معدن کمتر از درصد این فلزها در یک کیلوگرم گیاه است و همچنین این دو فلز قیمت بالایی نیز دارند؛ به همین علت استفاده از گیاهان برای استخراج این دو فلز صرفه اقتصادی بیشتری نسبت به استخراج آن‌ها از سنگ معدن دارد.

۴ اغلب عنصرها در طبیعت به شکل ترکیب با سایر عناصر یافت می‌شوند. به‌عنوان مثال، اغلب فلزهای واسطه در طبیعت به شکل ترکیب‌های یونی همچون اکسیدها و کربنات‌ها وجود دارند. فلزهای کلسیم و سدیم نیز به‌ترتیب در قالب ترکیب‌های سفیدرنگ کلسیم کربنات و سدیم کلرید یافت می‌شوند. در این میان، برخی از عناصر نافلزی مانند اکسیژن(در قالب گاز O_2)، نیتروژن(در قالب گاز N_2) و گوگرد(در قالب کانی زرد رنگ S_8)، به شکل آزاد(عنصری) در طبیعت وجود دارند. وجود نمونه‌هایی از برخی فلزها مثل طلا، نقره، مس و پلاتین نیز در طبیعت گزارش شده است. البته، طلا تنها فلزی است که به شکل کلوخه‌ها یا رگه‌های زرد لابه‌لای خاک یافت می‌شود.

طلا

فلز طلا با نماد Au، یکی از عناصر واسطه جدول دوره‌ای است. طلا، همانند پلاتین و نقره، از فلزهایی است که به حالت آزاد(به شکل عنصری و بدون ترکیب با سایر عناصر) در طبیعت یافت می‌شود. البته توجه داریم که در میان فلزها، تنها طلا به شکل کلوخه‌ها یا رگه‌های زرد لابه‌لای خاک یافت می‌شود. طلا فلزی ارزشمند و گران‌بها است که افزون بر داشتن ویژگی‌های مشترک با سایر فلزها، ویژگی‌های منحصربه‌فردی نیز دارد. ویژگی‌های طلا به شرح زیر هستند:

- ویژگی‌های منحصر به فرد طلا
  - چکش‌خواری و نرمی زیاد طلا
    - چند گرم طلا با چکش‌کاری به صفحه‌ای با مساحت چند متر مربع تبدیل می‌شود
    - از طلا می‌توان برای ساختن برگه‌ها و رشته‌های بسیار نازک(نخ طلا) استفاده کرد
  - رسانایی الکتریکی بالای طلا و حفظ این رسانایی در شرایط دمایی گوناگون
    - استفاده از طلا در ساختن وسایل الکترونیکی مثل لپ‌تاپ‌ها و ویلچرهای برقی
  - واکنش ندادن طلا با گازهای موجود در هواکره
    - استفاده از طلا به عنوان جواهرات و استفادهٔ زینتی از آن
  - واکنش ندادن طلا با مواد موجود در بدن انسان
    - استفاده از طلا برای ساختن دندان مصنوعی
  - بازتاب زیاد پرتوهای خورشید توسط طلا
    - استفاده از طلا برای ساختن لباس‌های فضانوردی

ویژگی‌های مناسب طلا سبب شده کاربردهای این فلز گسترش یافته و تقاضای جهانی آن روزبه‌روز افزایش پیدا کند. به‌عنوان مثال، از فلز طلا برای ساختن لباس‌های فضانوردی استفاده می‌شود.

۱۳- اگر واکنش زیر با استفاده از محلول ۰/۱ مولار پتاسیم هیدروکسید با بازدهٔ ۸۰ درصد انجام شده و ۲ گرم مس(II) هیدروکسید با خلوص ۴۹ درصد تشکیل شود، در این واکنش چند میلی‌لیتر محلول پتاسیم هیدروکسید مصرف شده است؟

$(Cu(OH)_۲ = ۹۸\ g.mol^{-۱})$

$KOH(aq) + Cu(NO_۳)_۲(aq) \rightarrow Cu(OH)_۲(s) + KNO_۳(aq)$ **(معادلهٔ واکنش را موازنه کنید.)**

۱) ۱۲۵ ۲) ۲۵۰ ۳) ۳۷۵ ۴) ۵۰۰

پاسخ: گزینهٔ ۲ **(متوسط ـ مسئله ـ استاندارد ـ صفحه ۲۵ ـ ۱۱۰۱)**

ابتدا واکنش داده شده را موازنه می‌کنیم:

$$۲KOH(aq) + Cu(NO_۳)_۲(aq) \rightarrow Cu(OH)_۲(s) + ۲KNO_۳(aq)$$

در قدم اول، باید مقدار نظری مس(II) هیدروکسید تولید شده را محاسبه کنیم. در این رابطه، داریم:

$$\text{بازده درصدی} = \frac{\text{مقدار عملی}}{\text{مقدار نظری}} \times ۱۰۰ \Longrightarrow ۸۰ = \frac{۲\ g\ Cu(OH)_۲\ \text{عملی}}{x\ g\ Cu(OH)_۲\ \text{نظری}} \times ۱۰۰ \Longrightarrow x = ۲/۵\ g$$

در این واکنش، ۲/۵ گرم $Cu(OH)_۲$ ناخالص به‌صورت نظری تولید شده است. برای محاسبه حجم محلول پتاسیم هیدروکسید مصرف شده، به‌صورت زیر عمل می‌کنیم:

$$?\ mL\ \text{محلول} = ۲/۵\ g\ Cu(OH)_۲\ \text{ناخالص} \times \frac{۴۹\ g\ Cu(OH)_۲}{۱۰۰\ g\ Cu(OH)_۲\ \text{ناخالص}} \times \frac{۱\ mol\ Cu(OH)_۲}{۹۸\ g\ Cu(OH)_۲} \times \frac{۲\ mol\ KOH}{۱\ mol\ Cu(OH)_۲}$$

$$\times \frac{۱\ L\ \text{محلول}}{۰/۱\ mol\ KOH} \times \frac{۱۰۰۰\ mL\ \text{محلول}}{۱\ L\ \text{محلول}} = ۲۵۰\ mL$$

به کمک روش تناسب نیز می‌توانیم مقدار محلول مصرف شده را محاسبه کنیم.

$$\frac{\text{حجم محلول پتاسیم هیدروکسید} \times \text{غلظت مولی پتاسیم هیدروکسید}}{۱۰۰۰ \times \text{ضریب}} \times \frac{Ra}{۱۰۰} = \frac{\text{گرم مس}(II)\ \text{هیدروکسید} \times \frac{P}{۱۰۰}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \Longrightarrow$$

$$\frac{۰/۱ \times V}{۲ \times ۱۰۰۰} \times \frac{۸۰}{۱۰۰} = \frac{۲ \times \frac{۴۹}{۱۰۰}}{۱ \times ۹۸} \Longrightarrow V = \frac{۲ \times ۱۰۰۰}{۰/۱ \times ۸۰} = ۲۵۰\ mL$$

آمار مسائل شیمی کنکور

بچه‌ها حواستون باشه که در کنکور پارسال، تقریباً نیمی از سؤالات (حدود ۱۷ سؤال از ۳۵ سؤال) از حیطه مسائل شیمی طرح شده بودن. طبیعتاً بین این سؤالات، هم تعدادی سؤال آسان وجود داشت، هم تعدادی سؤال متوسط و هم تعدادی سؤال سخت! هر داوطلب کنکوری، باید یاد بگیره که سؤالات سخت کنکور رو پیدا کنه و این سؤالات رو رها کنه تا اگر آخر کار وقت اضافه آورد، بره سراغ این سؤالات و اون‌ها رو هم حل کنه! مطمئن باشید که اغلب سؤالات مسئله کنکور، درجه سختی بیش از حد بالایی ندارن و شما اگر در طول سال تحصیلی خوب تلاش کنید، قطعاً می‌تونید نتیجه خوبی بگیرید. در این آزمون ماز، حدوداً ۴۰٪ از سؤالات شیمی از حیطه مسائل طراحی شده بودن که این مقدار، کمی کمتر از شرایط کنکور هست. در طول زمان و با نزدیک‌تر شدن به کنکور، سعی می‌کنیم نسبت مسائل در آزمون رو به کنکور نزدیک‌تر کنیم تا شرایط را خیلی بهتر برای شما شبیه‌سازی کنیم.

۱۴- کدام‌یک از مطالب زیر، نادرست است؟

۱) مقدار عدد کوانتومی اصلی برای بیرونی‌ترین زیرلایه الکترونی همه عناصر واسطه تناوب چهارم، با هم برابر است.

۲) اولین عنصری که قاعده آفبا در رسم آرایش الکترونی آن رعایت نمی‌شود، دارای ۵ الکترون با $n + l = ۵$ است.

۳) اگر در استخراج آهن از $Fe_۲O_۳$، به‌جای گرافیت از CO استفاده شود، مقدار گاز گلخانه‌ای تولید شده کاهش می‌یابد.

۴) بین عناصر پتاسیم، مس و آهن، با افزایش عدد اتمی عناصر، تأمین شرایط مورد نیاز برای نگهداری فلز آسان‌تر می‌شود.

پاسخ: گزینهٔ ۳ (متوسط ـ مفهومی ـ استاندارد ـ صفحه ۲۱ ـ ۱۱۰۱)

معادلهٔ دو واکنش انجام شده برای استخراج آهن از آهن (III) اکسید به‌صورت زیر است:

$$(I)\ ۲Fe_۲O_۳(s) + ۳C(s) \xrightarrow{\Delta} ۴Fe(s) + ۳CO_۲(g)$$

$$(II)\ Fe_۲O_۳(s) + ۳CO(g) \rightarrow ۲Fe(s) + ۳CO_۲(g)$$

حالا حساب می‌کنیم که در هر واکنش، به ازای تولید یک مول Fe، چند مول $CO_۲$ آزاد می‌شود:

$$(I)\ \text{واکنش}: ?\ mol\ CO_۲ = ۱\ mol\ Fe \times \frac{۳\ mol\ CO_۲}{۴\ mol\ Fe} = ۰/۷۵\ mol$$

$$(II)\ \text{واکنش}: ?\ mol\ CO_۲ = ۱\ mol\ Fe \times \frac{۳\ mol\ CO_۲}{۲\ mol\ Fe} = ۱/۵\ mol$$

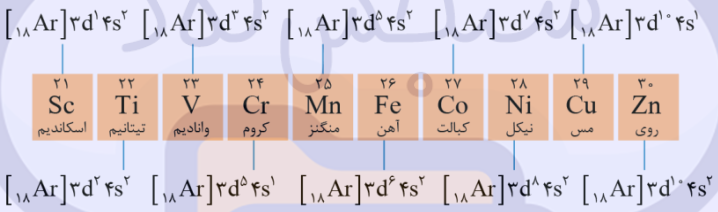
بنابراین در واکنش دوم، گاز گلخانه‌ای بیشتری آزاد شده است. به عبارت دیگر، می‌توان گفت در صورتی که در استخراج فلز آهن از $Fe_۲O_۳$، به‌جای کربن از گاز CO استفاده شود، میزان گاز گلخانه‌ای تولید شده افزایش خواهد یافت.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) عدد کوانتومی اصلی برای بیرونی‌ترین زیرلایهٔ الکترونی همه عناصر واسطه تناوب چهارم با هم برابر است. در واقع، زیرلایه $۴s$ بیرونی‌ترین زیرلایه موجود در همه اتم‌های عناصر واسطه تناوب چهارم را تشکیل می‌دهد.

عناصر واسطه

عناصری با عدد اتمی ۱۹ تا ۳۶، متعلق به تناوب چهارم بوده و اغلب آن‌ها فلز هستند. از میان این عناصر، زیرلایه $۳d$ در عناصری با عدد اتمی ۲۹، ۳۰ و بالاتر از آن، کاملاً پر از الکترون است. تصویر زیر، آرایش الکترونی عناصر واسطه موجود در تناوب چهارم را نشان می‌دهد:



یکی از هدایای زمینی، سنگ‌های گران‌بهای موجود در آن است که رنگ‌های گوناگون و زیبایی دارد. فیروزه آبی، زمرد سبز و یاقوت قرمز از جمله آن‌ها هستند. علت ایجاد چنین رنگ‌هایی وجود ترکیبات فلزهای واسطه در این سنگ‌ها است. اغلب فلزهای واسطه در طبیعت به شکل ترکیبات یونی همچون اکسیدها، کربنات‌ها و ... یافت می‌شوند. برای نمونه، آهن، دو اکسید طبیعی با فرمول‌های $Fe_۲O_۳$ و FeO دارد.

۲) اولین عنصری که قاعده آفبا در آرایش الکترونی آن به‌طور کامل رعایت نمی‌شود، فلز کروم است که پیش از پر شدن زیرلایه $۴s$ در آن، زیرلایه $۳d$ الکترون می‌گیرد. در آرایش الکترونی این عنصر ۵ الکترون با $n + l = ۵$ (الکترون‌های زیرلایه $۳d$) وجود دارد.

۴) مقایسه واکنش‌پذیری عناصر داده شده به‌صورت مقابل است:

مس < آهن < پتاسیم

مقایسه عدد اتمی عناصر داده شده نیز به‌صورت: مس < آهن < پتاسیم است. بر این اساس، می‌توان گفت بین این عناصر فلزی، با افزایش مقدار عدد اتمی، واکنش‌پذیری کاهش یافته و تأمین شرایط مورد نیاز برای نگهداری فلز آسان‌تر می‌شود.

ماز

۱- کدام‌یک از مطالب زیر نادرست است؟

۱) فلز طلا، رسانایی الکتریکی بالایی داشته و روش گیاه‌پالایی برای استخراج آن از خاک، صرفه اقتصادی دارد.
۲) منگنز، پنجمین فلز واسطه جدول تناوبی بوده و برخی از مناطق کف اقیانوس، محتوی کلوخه‌هایی از آن هستند.
۳) دفن کردن پاکت‌های کاغذی، برخلاف دفن کردن کیسه‌های پلاستیکی، با تولید گازهای آلاینده هوا همراه نیست.
۴) فلزها، منابع تجدیدناپذیر بوده و وسایل ساخته شده از آن‌ها، طی خوردگی و فرسایش به سنگ معدن تبدیل می‌شوند.

پاسخ: گزینهٔ ۳ (متوسط ـ مفهومی ـ سریع ـ صفحهٔ ۲۹ ـ ۱۱۰۱)

در مراحل ارزیابی چرخه عمر، می‌توان روند دفن شدن پاکت کاغذی و کیسه پلاستیکی را بررسی کرد. با دفن کردن پاکت‌های کاغذی، ذرات سازنده این ماده به‌تدریج به مواد ساده‌تر مثل متان تجزیه می‌شوند. گاز متان، نوعی آلاینده است و منجر به آلودگی هوا می‌شود. توجه داریم که کیسه‌های پلاستیکی به این راحتی تجزیه نشده و تا سال‌ها در کره زمین باقی می‌مانند.

ارزیابی چرخهٔ عمر

از ارزیابی چرخهٔ عمر، برای بررسی میزان تأثیر یك فراورده روی محیط زیست در مدت طول عمر آن استفاده می‌شود. این فرایند شامل چهار مرحله زیر است:
۱- ارزیابی استخراج و تولید مواد خام برای تولید یک فراورده ۲- ارزیابی تولید و توزیع ۳- ارزیابی مصرف ۴- ارزیابی دفع فراورده
در ارزیابی چرخهٔ عمر، میزان آب و انرژی مصرفی، پایدار بودن فرایند تأمین مواد خام، میزان زباله و پسماند ایجاد شده و سهم حمل و نقل در همهٔ مراحل بررسی می‌شود. ارزیابی چرخه عمر، طی تلاش برای یافتن شاخص‌هایی ایجاد شده است که کمک می‌کنند صنایع در مسیر بهره‌گیری از دانش سازگارتر با محیط زیست حرکت کنند و در راستای رسیدن به توسعهٔ پایدار، رفتار خود را اصلاح کنند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) فلز طلا با نماد شیمیایی Au، یکی از عناصر واسطه موجود در جدول دوره‌ای است. طلا، همانند پلاتین، نقره و مس، از جمله فلزهایی است که به حالت آزاد (شکل عنصری و بدون ترکیب با سایر عناصر) در طبیعت یافت می‌شود. البته توجه داریم که در میان فلزها، تنها طلا به شکل کلوخه‌ها یا رگه‌های زرد لابه‌لای خاک یافت می‌شود. طلا فلزی ارزشمند و گران‌بها است که افزون بر داشتن ویژگی‌های مشترک با سایر فلزها، ویژگی‌های منحصربه‌فردی نیز دارد. برخی از ویژگی‌های طلا به شرح زیر هستند:

ویژگی‌های منحصر به فرد طلا

- چکش‌خواری و نرمی زیاد طلا
  - چند گرم طلا با چکش‌کاری به صفحه‌ای با مساحت چند متر مربع تبدیل می‌شود
  - از طلا می‌توان برای ساختن برگه‌ها و رشته‌های بسیار نازک(نخ طلا) استفاده کرد
- رسانایی الکتریکی بالای طلا و حفظ این رسانایی در شرایط دمایی گوناگون
  - استفاده از طلا در ساختن وسایل الکترونیکی مثل لپ‌تاپ‌ها و ویلچرهای برقی
- واکنش ندادن طلا با گازهای موجود در هواکره
  - استفاده از طلا به عنوان جواهرات و استفادهٔ زینتی از آن
- واکنش ندادن طلا با مواد موجود در بدن انسان
  - استفاده از طلا برای ساختن دندان مصنوعی
- بازتاب زیاد پرتوهای خورشید توسط طلا
  - استفاده از طلا برای ساختن لباس‌های فضانوردی

ویژگی‌های مناسب طلا سبب شده کاربردهای این فلز گسترش یافته و تقاضای جهانی آن روزبه‌روز افزایش پیدا کند. به‌عنوان مثال، از فلز طلا برای ساختن لباس‌های فضانوردی استفاده می‌شود. از روش گیاه‌پالایی، می‌توان برای استخراج طلا استفاده کرد.

گیاه‌پالایی

عناصر فلزی مس، طلا، نیکل و روی موجود در خاک را با استفاده از گیاهان می‌توان استخراج کرد. در این روش، در معدن یا خاك دارای فلز مورد نظر گیاهانی را می‌کارند که می‌توانند آن فلز را جذب کنند. در مرحلهٔ بعد، گیاه را برداشت کرده و می‌سوزانند. در مرحلهٔ آخر، از خاکستر تولید شده فلز را جداسازی کرده و از آن استفاده می‌کنند. مراحل انجام شده به‌صورت زیر است:

کاشت گیاه در خاک حاوی فلز مورد نظر ← برداشت گیاهان و سوزاندن آن‌ها ← استخراج فلز از خاکستر حاصل از سوزاندن گیاهان

درصد فلز روی در سنگ معدن بیشتر از درصد فلز روی در یک کیلوگرم گیاه است، لذا روش گیاه پالایی برای فلز روی مناسب نیست. از طرفی، درصد فلز نیکل در سنگ معدن کمتر از درصد فلز نیکل در یک کیلوگرم گیاه است، با این حال استخراج نیکل نیز با این روش به علت قیمت کم نیکل صرفه اقتصادی ندارد. درصد فلزهای مس و طلا در سنگ معدن کمتر از درصد این فلزها در یک کیلوگرم گیاه است و همچنین این دو فلز قیمت بالایی نیز دارند؛ به همین علت استفاده از گیاهان برای استخراج این دو فلز صرفه اقتصادی بیشتری نسبت به استخراج آن‌ها از سنگ معدن دارد. البته، به دلیل نیاز روزافزون جهان به مواد شیمیایی و کاهش میزان منابع این مواد در سنگ‌کره، شیمی‌دان‌ها به دنبال منابع تازه برای استخراج این مواد می‌گردند. به‌عنوان مثال، بستر اقیانوس‌ها منبع بزرگی از منابع فلزی گوناگون به شمار می‌رود که انسان به تازگی آن را کشف کرده است. این منبع عظیم، در برخی مناطق محتوی سولفید چندین فلز واسطه و در برخی از مناطق دیگر، محتوی کلوخه‌ها و پوسته‌هایی غنی از فلزهایی مانند منگنز، کبالت، آهن، نیکل و مس است. غلظت اغلب گونه‌های فلزی موجود در کف اقیانوس، نسبت به ذخایر زمینی این فلزها بیشتر است.

۲) اولین فلز واسطه، اسکاندیم با عدد اتمی ۲۱ است. بر این اساس، می‌توان گفت منگنز با عدد اتمی ۲۵، پنجمین فلز واسطه جدول تناوبی است. توجه داریم که برخی از مناطق کف اقیانوس، محتوی کلوخه‌هایی از فلز منگنز و برخی از فلزهای واسطه دیگر هستند.

۴) فلزها طی فرآیند فرسایش و خوردگی که فرآیندی کند است، به سنگ معدن خود تبدیل می‌شوند. در نتیجه آهنگ بازگشت فلز به طبیعت بسیار کند بوده و به همین علت فلزها جزء منابع تجدیدناپذیر هستند.

۲- کدام موارد از عبارت‌های زیر درست هستند؟

الف ـ در واکنش استخراج فلز مس در معدن سرچشمه، اکسیدی از گوگرد با مولکول‌های سه اتمی خطی تولید می‌شود.

ب ـ فلزی از تناوب چهارم که تعداد الکترون برابری در ۲ زیرلایه آخر خود دارد، در تولید بدنه دوچرخه کاربرد دارد.

ج ـ واکنش‌پذیرترین عنصر جامد از تناوب دوم، در مقایسه با سایر عناصر این تناوب شعاع اتمی کوچک‌تری دارد.

د ـ عنصری از تناوب سوم که با $_{114}Fl$ در یک گروه مشابه قرار دارد، در ساخت سلول خورشیدی استفاده می‌شود.

۱) «الف» و «ج» ۲) «الف» و «د» ۳) «ب» و «ج» ۴) «ب» و «د»

پاسخ: گزینهٔ ۴ (سخت ـ مفهومی ـ استاندارد ـ صفحهٔ ۲۱ ـ ۱۱۰۱)

عبارت‌های (ب) و (د) درست هستند.

بررسی موارد:

الف) برای تهیهٔ مس خام از سنگ معدن در مس سرچشمه کرمان از واکنش زیر استفاده می‌شود:

$$Cu_2S(s) + O_2(g) \longrightarrow 2Cu(s) + SO_2(g)$$

گاز SO_2 تولیدشده در این واکنش را می‌توان توسط کلسیم اکسید و مطابق معادلهٔ زیر به دام انداخت:

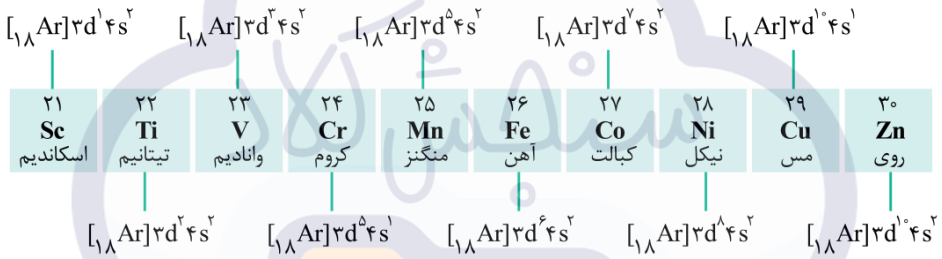
$$CaO(s) + SO_2(g) \longrightarrow CaSO_3(s)$$

توجه داریم که گاز SO_2، روی اتم مرکزی خود دارای یک جفت الکترون ناپیوندی بوده و ساختار خمیده دارد.

ب) تیتانیم ($_{22}Ti$)، فلزی محکم، کم چگال و مقاوم در برابر خوردگی است که یکی از کاربردهای آن، استفاده در ساخت بدنهٔ دوچرخه است. آرایش الکترونی فلز تیتانیم به‌صورت زیر است:

$$_{22}Ti: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^2 4s^2$$

تصویر زیر، آرایش الکترونی عناصر واسطه موجود در تناوب چهارم را نشان می‌دهد:



فلز تیتانیم

تیتانیم، جزو عناصر واسطه دسته d بوده و در دوره و گروه چهارم قرار دارد. یکی از واکنش‌هایی که منجر به تولید تیتانیم می‌شود، واکنش تیتانیم (IV) کلرید با فلز منیزیم است. با توجه به اینکه واکنش‌پذیری منیزیم بیشتر از تیتانیم است، فلز منیزیم می‌تواند فلز تیتانیم را از ترکیبات آن خارج کند. معادله واکنش تولید تیتانیم به‌صورت زیر است:

$$TiCl_4 + 2Mg \longrightarrow Ti + 2MgCl_2$$

ج) اگر فقط عناصر اصلی (عناصر دسته‌های s و p) را در نظر بگیریم، در هر تناوب با حرکت از سمت چپ به راست، ابتدا از خاصیت فلزی عناصر کاسته شده و واکنش‌پذیری آن‌ها کاسته می‌شود. این روند تا گروه ۱۴ هر تناوب ادامه پیدا می‌کند اما پس از آن، خاصیت نافلزی عناصر افزایش پیدا کرده و واکنش‌پذیری آن‌ها نیز مجدداً افزایش پیدا می‌کند تا نهایتاً به گروه ۱۷ از هر تناوب برسیم. توجه داریم که در آخرین خانهٔ هر تناوب (گروه ۱۸) نیز یک گاز نجیب با واکنش‌پذیری اندک وجود دارد.

به‌عنوان مثال، نمودار زیر روند کلی تغییر واکنش‌پذیری عنصرهای تناوب دوم جدول دوره‌ای را نشان می‌دهد:

عناصر لیتیم و فلوئور، دارای بیشترین واکنش‌پذیری هستند. لیتیم، حالت جامد داشته و فلوئور به حالت گاز است. در میان عناصر نشان داده شده در نمودار بالا، لیتیم دارای بزرگ‌ترین شعاع اتمی است.

د) عنصری از تناوب سوم که با $_{۱۱۴}Fl$ در یک گروه مشابه (گروه شماره ۱۴ جدول دوره‌ای) قرار دارد، معادل با سیلیسیم است. از سیلیسیم در ساخت سلول‌های خورشیدی استفاده می‌شود.

استخراج سیلیسیم

خواص فیزیکی شبه‌فلزها بیشتر به فلزها شبیه بوده در حالی که رفتار شیمیایی آن‌ها همانند نافلزها است. سیلیسیم، عنصری از تناوب سوم است که در دستهٔ شبه‌فلزها قرار می‌گیرد. همان‌طور که می‌دانیم، سیلیسیم با نماد Si عنصر اصلی سازندهٔ سلول‌های خورشیدی است. این عنصر شبه‌فلزی در واکنش شیمیایی $SiO_۲(s) + ۲C(s) \rightarrow Si(l) + ۲CO(g)$ با مصرف کربن و سیلیسیم دی‌اکسید تولید می‌شود. با توجه به خودبه‌خودی بودن این واکنش، می‌توان گفت واکنش‌پذیری کربن در مقایسه با سیلیسیم بیشتر است.

۳- در واکنش هیدروژن‌دار شدن اتن در حضور فلز نیکل، فرایند زیر نیز به‌عنوان یک واکنش جانبی انجام می‌شود. اگر جرم متان تولید شده در این فرایند، ۱/۶ برابر جرم اتان تولید شده در آن باشد، بازده درصدی این واکنش چقدر است؟

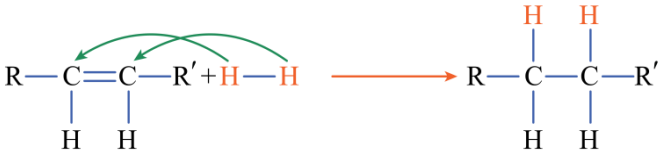
$(C = ۱۲ , H = ۱ : g.mol^{-۱})$

$$C_۲H_۴(g) + ۲H_۲(g) \rightarrow ۲CH_۴(g)$$

۱) ۴۰ ۲) ۶۰ ۳) ۲۵ ۴) ۷۵

پاسخ: گزینهٔ ۱ (سخت ـ محاسباتی ـ زمان‌بر ـ صفحهٔ ۵۰ ـ ۱۱۰۱)

در بسیاری از واکنش‌های شیمیایی، به دلیل انجام شدن برخی از واکنش‌های ناخواسته در کنار واکنش اصلی، مقدار فراورده‌های تولید شده در واکنش کمتر از مقدار مورد انتظار می‌شود. در چنین شرایطی، به مقداری از فراورده‌ها که به‌صورت واقعی در طول واکنش‌های شیمیایی به‌دست می‌آیند، مقدار عملی می‌گویند. چون مقدار عملی فراوردهٔ تولید شده در این حالت همواره کمتر از مقدار فراورده نظری است، بازده واکنش مورد نظر کاهش پیدا می‌کند. آلکن‌ها بر اساس معادله زیر، در حضور کاتالیزگر نیکل با گاز هیدروژن واکنش می‌دهند:



با توجه به معادلهٔ نوشته شده، معادله واکنش میان گاز اتن $(C_۲H_۴)$ و گاز هیدروژن به‌صورت زیر می‌شود:

$$C_۲H_۴(g) + H_۲(g) \xrightarrow{Ni(s)} C_۲H_۶(g)$$

واکنش فوق، واکنش اصلی انجام شده در این فرایند است. فرض می‌گیریم که در این واکنش، یک مول اتان (معادل با ۳۰ گرم اتان) تولید شده است. بر این اساس، اتن مصرف شده در واکنش اصلی را محاسبه می‌کنیم:

$$? g\ C_۲H_۴ = ۳۰\ g\ C_۲H_۶ \times \frac{۱\ mol\ C_۲H_۶}{۳۰\ g\ C_۲H_۶} \times \frac{۱\ mol\ C_۲H_۴}{۱\ mol\ C_۲H_۶} \times \frac{۲۸\ g\ C_۲H_۴}{۱\ mol\ C_۲H_۴} = ۲۸\ g$$

طبق فرض سؤال، جرم متان تولید شده در واکنش فرعی انجام شده در این فرایند، ۱/۶ برابر جرم اتان تولید شده در آن است. متان، بر اساس واکنش فرعی زیر تولید می‌شود:

$$C_۲H_۴(g) + ۲H_۲(g) \rightarrow ۲CH_۴(g)$$

بر این اساس، فرض می‌گیریم که ۴۸ گرم متان (معادل با ۱/۶ برابر جرم اتان تولید شده) تولید شده و مقدار اتن مصرف شده در واکنش فرعی را محاسبه می‌کنیم. در این رابطه، داریم:

$$? g\ C_۲H_۴ = ۴۸\ g\ CH_۴ \times \frac{۱\ mol\ CH_۴}{۱۶\ g\ CH_۴} \times \frac{۱\ mol\ C_۲H_۴}{۲\ mol\ CH_۴} \times \frac{۲۸\ g\ C_۲H_۴}{۱\ mol\ C_۲H_۴} = ۴۲\ g$$

در شرایط گفته شده، مجموعاً ۷۰ گرم اتن ($۲۸ + ۴۲ = ۷۰g$) در اختیار داشته‌ایم. از این مقدار گاز اتن، ۲۸ گرم آن در واکنش اصلی مصرف شده و ۴۲ گرم از آن در واکنش فرضی مصرف شده و متان تولید کرده است. ۲۸ گرم اتن مصرف شده در واکنش اصلی، معادل با ۴۰٪ از مقدار اولیه اتن بوده است، پس می‌توان گفت بازده این واکنش شیمیایی برابر با ۴۰٪ است.

۴- کدام‌یک از مطالب زیر در رابطه با نفت خام نادرست است؟

۱) نفت خام، به رنگ سیاه یا قهوه‌ای متمایل به سبز دیده شده و در تولید مواد منفجره و برخی شوینده‌ها کاربرد دارد.
۲) بیشتر از ۵۰ درصد از نفت خام استخراج شده، به‌عنوان سوخت در وسایل نقلیه و یا در نیروگاه‌ها مصرف می‌شود.
۳) عنصر اصلی سازندهٔ آن، در ساختار همهٔ ترکیب‌های خود ۴ پیوند تشکیل داده و به آرایش هشت‌تایی می‌رسد.
۴) در یک نمونه از نفت خام، هیدروکربن‌های حلقوی پیدا می‌شوند که همانند گاز اتن، سیرنشده هستند.

پاسخ: گزینهٔ ۳ (آسان ـ مفهومی و حفظی ـ سریع ـ صفحهٔ ۳۳ ـ ۱۱۰۱)

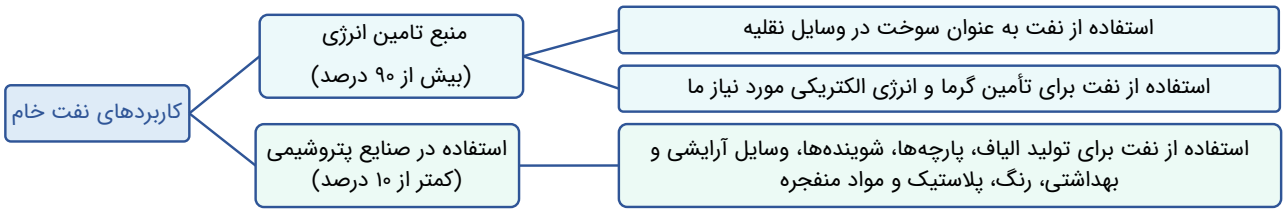
پژوهش‌ها و یافته‌های تجربی نشان می‌دهند که نفت خام، مخلوطی از هزاران ترکیب شیمیایی است که بخش عمدهٔ آن را هیدروکربن‌های گوناگون تشکیل می‌دهند. هیدروکربن‌ها، ترکیب‌هایی هستند که شامل هیدروژن و کربن می‌شوند، پس می‌توان گفت عنصر اصلی سازندهٔ نفت خام، کربن است. کربن در اغلب موارد در تشکیل ۴ پیوند اشتراکی شرکت می‌کند اما در ساختار برخی از مواد مثل مولکول کربن مونوکسید، ممکن است ۳ پیوند اشتراکی تشکیل بدهد. ساختار مولکول کربن مونوکسید به‌صورت زیر است:

$$:C \equiv O:$$

بررسی سایر گزینه‌ها:

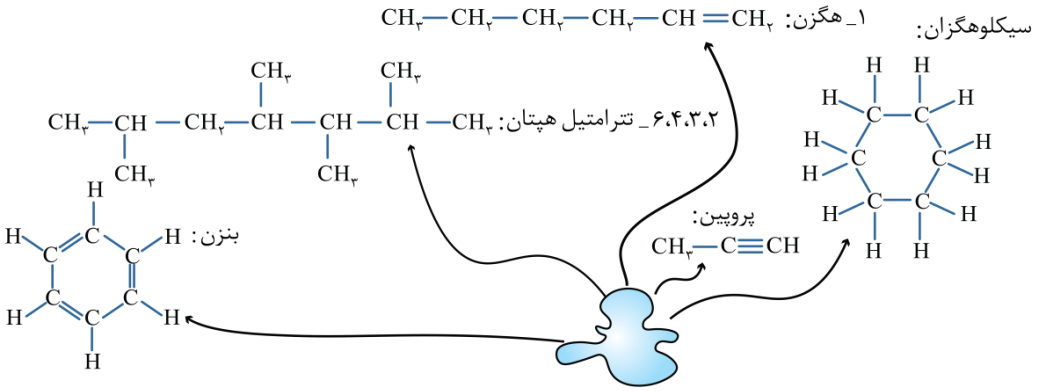
۱) اواخر سده ۱۸ میلادی بود که شیمی‌دان‌ها با ماده‌ای روبه‌رو شدند که رفتار آن به مواد شناخته شده تا آن زمان شبیه نبود. این ماده یکی از سوخت‌های فسیلی بوده که به شکل مایع غلیظ سیاه رنگ یا قهوه‌ای متمایل به سبز از دل زمین استخراج می‌شود. نفت خام، مخلوطی از انواع هیدروکربن‌ها، برخی از نمک‌ها، اسیدها، آب و ... است. البته مقدار نمک و اسید در نفت خام کم بوده و در نفت حاصل از نواحی گوناگون نیز متغیر است. توجه داریم که نفت خام در ساخت داروهای تازه برای درمان بیماری‌های گوناگون، در تولید مواد منفجره و تولید انواعی از شوینده‌ها مثل پاک‌کننده‌های غیر صابونی کاربرد دارد.

۲) روزانه بیش از ۸۰ میلیون بشکه نفت خام (هر بشکه معادل با ۱۵۹ لیتر است) در دنیا به شکل‌های گوناگون مصرف می‌شود. کاربردهای اساسی این ماده در جهان امروز به شرح زیر هستند:



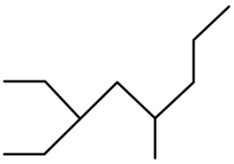
با توجه به نمودار داده شده، حدود نیمی از نفتی که از چاه‌های نفت بیرون کشیده می‌شود، به‌عنوان سوخت در وسایل نقلیه و در حدود ۴۰٪ آن در نیروگاه‌ها استفاده می‌شود. همان‌طور که مشخص است، کمتر از ۱۰٪ نفت استخراج شده در صنایع پتروشیمی مصرف می‌شود.

۴ در تصویر زیر، بعضی از هیدروکربن‌های موجود در نفت خام را مشاهده می‌کنید:



با توجه به تصویر نشان داده شده، در یک نمونه از نفت خام، هیدروکربن‌های حلقوی مثل بنزن پیدا می‌شوند که همانند گاز اتن، سیرنشده هستند.

۵- نوعی آلکان با ساختار مقابل، بر اساس قواعد آیوپاک چه نام داشته و این ماده، نسبت به کدام ترکیب ایزومر است؟

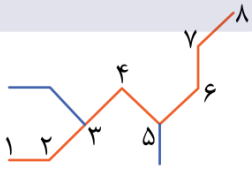


۱) ۳-اتیل-۵-متیل اوکتان | هگزامتیل پنتان
۲) ۳-اتیل-۵-متیل اوکتان | ۳،۳-دی‌اتیل هگزان
۳) ۶-اتیل-۴-متیل اوکتان | هگزامتیل پنتان
۴) ۶-اتیل-۴-متیل اوکتان | ۳،۳-دی‌اتیل هگزان

پاسخ: گزینهٔ ۱ (آسان ـ مفهومی ـ استاندارد ـ صفحهٔ ۳۴ ـ ۱۱۰۱)

ابتدا زنجیرهٔ اصلی آلکان را مشخص می‌کنیم. با توجه به این اصل که زنجیرهٔ اصلی را باید به نحوی انتخاب کنیم که بیشترین تعداد کربن ممکن در آن جا داده شود، زنجیرهٔ اصلی این آلکان به‌صورت زیر به رنگ نارنجی درآمده است:

در مرحلهٔ بعد، زنجیرهٔ اصلی هیدروکربن مورد نظر را شماره‌گذاری می‌کنیم. این فرایند را باید از سمتی آغاز کنیم که به اولین شاخه فرعی نزدیک‌تر باشد. شماره‌گذاری شاخه اصلی این آلکان به‌صورت زیر انجام می‌گردد:



به علت تقدم اتیل نسبت به متیل، در نام آلکان ابتدا شاخه جانبی اتیل و پس از آن شاخه‌های جانبی متیل می‌آیند؛ پس نام درست آلکان مورد نظر به‌صورت ۳ـ اتیل ـ ۵ ـ متیل اوکتان است. این آلکان، دارای ۱۱ اتم کربن بوده و نسبت به هر آلکان ۱۱ کربنه دیگر ایزومر است. هگزامتیل پنتان (نوعی آلکان که دارای یک زنجیره اصلی ۵ کربنه به همراه ۶ گروه متیل است) نیز دارای ۱۱ اتم کربن بوده و نسبت به ۳ـ اتیل ـ ۵ ـ متیل اوکتان ایزومر است.

ایزومر

شیمی‌دان‌ها به موادی که فرمول مولکولی یکسانی دارند اما ساختار آن‌ها نسبت به یکدیگر متفاوت است، ایزومر یا همپار می‌گویند. ایزومرها با توجه به ساختار متفاوت خود، خواص فیزیکی (دمای جوش، دمای ذوب و ...) و شیمیایی متفاوتی نسبت به یکدیگر دارند. توجه داریم که آلکان‌ها در شرایطی که تعداد اتم‌های کربن برابری داشته باشند، نسبت به یکدیگر ایزومر هستند. به‌عنوان مثال، مولکول ۲-متیل هپتان و مولکول ۳-اتیل هگزان (یا همان اتیل هگزان)، دارای ۸ کربن بوده و نسبت به هم ایزومر محسوب می‌شوند. تعداد ساختارهای متفاوتی که می‌توان برای آلکان‌های ۴ تا ۷ کربنه رسم کرد، با توجه به تعداد اتم‌های کربن موجود در آن ترکیب (n)، از رابطه $۲^{n-۴} + ۱$ به‌دست می‌آید. به‌عنوان مثال، برای ترکیب $C_۵H_{۱۰}$ می‌توان $۲^{۵-۴} + ۱ = ۳$ ساختار متفاوت رسم کرد.

۶- **بر اثر سوزاندن کامل ۰/۲ مول از نوعی هیدروکربن غیرحلقوی، ۴۴/۸ لیتر گاز کربن دی‌اکسید و ۲۸/۸ گرم آب در شرایط استاندارد تولید شده است. هر مول از این هیدروکربن، با چند گرم گاز هیدروژن به‌طور کامل واکنش داده و سیر می‌شود؟**
$(O = ۱۶ , C = ۱۲ , H = ۱ : g.mol^{-۱})$

۱) ۴ ۲) ۶ ۳) ۸ ۴) ۱۰

پاسخ: گزینهٔ ۲ **(سخت ـ محاسباتی و مفهومی ـ زمان‌بر ـ صفحهٔ ۳۶ ـ ۱۱۰۱)**

طبق فرض سؤال، بر اثر سوزاندن کامل ۰/۲ مول از این هیدروکربن غیر حلقوی (خطی)، ۴۴/۸ لیتر گاز کربن دی‌اکسید و ۲۸/۸ گرم آب در شرایط استاندارد تولید شده است. مقدار مول هر ماده تولید شده را محاسبه می‌کنیم:

$$?\,mol\ CO_۲ = ۴۴/۸\ L\ CO_۲ \times \frac{۱\ mol\ CO_۲}{۲۲/۴\ L\ CO_۲} = ۲\ mol$$

$$?\,mol\ H_۲O = ۲۸/۸\ g\ H_۲O \times \frac{۱\ mol\ H_۲O}{۱۸\ g\ H_۲O} = ۱/۶\ mol$$

با سوزاندن ۰/۲ مول از این ماده، ۲ مول $CO_۲$ و ۱/۶ مول آب تولید شده است، پس می‌توان گفت با سوزاندن یک مول از این ماده، ۱۰ مول گاز $CO_۲$ و ۸ مول بخار آب تولید شده است. هیدروکربن‌ها بر اثر سوختن کامل، گاز $CO_۲$ و آب تولید می‌کنند. بر این اساس، می‌توان گفت اتم‌های کربن هیدروکربن مورد نظر وارد ساختار $CO_۲$ و اتم‌های هیدروژن آن وارد ساختار آب شده است. فرمول شیمیایی این ماده را به‌صورت C_xH_y در نظر گرفته و بر این اساس، معادله سوختن آن را می‌نویسیم:

$$C_xH_y + \left(x + \frac{y}{۴}\right) O_۲ \longrightarrow xCO_۲ + \frac{y}{۲} H_۲O$$

از آنجا که با سوزاندن یک مول از این ماده، ۱۰ مول گاز $CO_۲$ و ۸ مول بخار آب تولید شده است، پس می‌توان گفت مقدار مؤلفه x برابر با ۱۰ بوده و مقدار مؤلفه $\frac{y}{۲}$ نیز برابر با ۸ است، پس مقدار خود مؤلفه y برابر با ۱۶ می‌شود. بر این اساس، فرمول هیدروکربن مورد نظر به‌صورت $C_{۱۰}H_{۱۶}$ است این ماده، یک ترکیب غیرحلقوی است، پس بر اساس معادله زیر با گاز هیدروژن واکنش داده و به یک آلکان سیرشده تبدیل می‌شود:

$$C_{۱۰}H_{۱۶} + ۳H_۲ \rightarrow C_{۱۰}H_{۲۲}$$

با توجه به معادلهٔ بالا، هر مول از ترکیب مورد نظر در واکنش با ۳ مول گاز هیدروژن (معادل با ۶ گرم گاز هیدروژن) به‌طور کامل واکنش داده و سیر می‌شود.

سوختن آلکان‌ها

آلکان‌ها از جمله ترکیب‌های آلی سیرشده هستند و تمایل چندانی به انجام واکنش‌های شیمیایی ندارند. واکنش سوختن، یکی از معدود واکنش‌هایی است که آلکان‌ها در آن شرکت می‌کنند. معادلهٔ واکنش سوختن این مواد به‌صورت زیر است:

$$C_nH_{۲n+۲} + \frac{۳n+۱}{۲} O_۲ \rightarrow (n+۱)H_۲O + nCO_۲$$

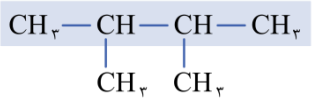
با توجه به معادلهٔ این واکنش، بر اثر سوختن کامل آلکان‌ها مولکول‌های آب و کربن دی‌اکسید تولید می‌شوند. البته، نوع فراورده‌ها در واکنش سوختن آلکان‌ها، به مقدار اکسیژن در دسترس بستگی دارد. در واقع، اگر اکسیژن موجود در محیط کافی باشد، واکنش سوختن به‌طور کامل انجام شده و گاز کربن دی‌اکسید ($CO_۲$) به همراه بخار آب تولید می‌شود. این در حالی است که اگر مقدار اکسیژن موجود در محیط کم باشد، واکنش سوختن به‌طور ناقص انجام شده و گاز کربن مونوکسید (CO) به همراه دیگر فراورده‌ها تولید می‌شود.

۷- **یک نمونه از ۳،۲-دی‌متیل بوتان با خلوص ۲۰٪ را در واکنش با ۷۶ گرم گاز اکسیژن، به‌طور کامل می‌سوزانیم. جرم آلکان مصرف شده در این فرایند برابر با چند گرم بوده و با انجام این فرایند در شرایط استاندارد، مجموع حجم گازهای موجود در ظرف واکنش به چه صورت تغییر می‌کند؟** $(O = ۱۶ , C = ۱۲ , H = ۱ : g.mol^{-۱})$

۱) ۱۰۷/۵ ـ افزایش می‌یابد ۲) ۱۰۷/۵ ـ کاهش می‌یابد
۳) ۲۱۵ ـ افزایش می‌یابد ۴) ۲۱۵ ـ کاهش می‌یابد

پاسخ: گزینهٔ ۲ (متوسط ـ محاسباتی ـ استاندارد ـ صفحهٔ ۳۶ ـ ۱۱۰۱)

ترکیبی با نام ۳،۲-دی‌متیل بوتان، نوعی آلکان شش‌کربنه با فرمول شیمیایی C_6H_{14} است. ساختار این ماده به‌صورت زیر است:



این ماده، بر اساس معادله زیر و در حضور مقدار اکسیژن کافی به‌طور کامل می‌سوزد:

$$2C_6H_{14}(l) + 19O_2(g) \rightarrow 12CO_2(g) + 14H_2O(l)$$

جرم گاز اکسیژن مصرف شده در این واکنش، برابر با ۷۶ گرم است. بر این اساس، جرم آلکان مصرف شده که خلوص ۲۰٪ دارد را محاسبه می‌کنیم:

$$?\,g\ C_6H_{14}\ \text{ناخالص} = 76\,g\ O_2 \times \frac{1\,mol\ O_2}{32\,g\ O_2} \times \frac{2\,mol\ C_6H_{14}}{19\,mol\ O_2} \times \frac{86\,g\ C_6H_{14}}{1\,mol\ C_6H_{14}} \times \frac{100\,g\ C_6H_{14}\ \text{ناخالص}}{20\,g\ C_6H_{14}} = 107/5\,g$$

با هر بار انجام شدن این واکنش، ۱۹ مول گاز اکسیژن مصرف شده و ۱۲ مول گاز کربن دی‌اکسید تولید می‌شود. چون مقدار مول گاز مصرف شده در این واکنش بیشتر از مقدار مول گاز تولید شده در آن است، پس می‌توان گفت با انجام این واکنش در یک ظرف، مجموع حجم گازها کاهش پیدا می‌کند.

۸- کدام موارد از عبارت‌های زیر درست هستند؟

الف ـ دی‌متیل پروپان، ساده‌ترین آلکانی است که در آن یک اتم کربن، به هیچ اتم هیدروژنی متصل نشده است.

ب ـ نیمی از اتم‌های کربن موجود در ساختار بوتان، دارای عدد اکسایش ۲- بوده و به ۲ اتم H متصل شده‌اند.

ج ـ کربوهیدرات‌ها، بخش عمده نفت خام را تشکیل داده و در ساختار آن‌ها، فقط اتم C و H وجود دارد.

د ـ گریس، نسبت به وازلین چسبنده‌تر بوده و نوع نیروهای بین‌مولکولی در آن، وان‌درواسی است.

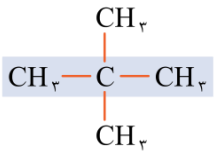
۱) «الف» و «ب» ۲) «ب» و «ج» ۳) «ج» و «د» ۴) «الف» و «د»

پاسخ: گزینهٔ ۱ (آسان ـ مفهومی ـ سریع ـ صفحهٔ ۴۰ ـ ۱۱۰۱)

عبارت‌های (الف) و (ب) درست هستند.

بررسی موارد:

الف) ترکیبی با نام ۲،۲-دی‌متیل پروپان یا دی‌متیل پروپان با فرمول شیمیایی C_5H_{12}، ساده‌ترین آلکانی است که در ساختار آن دو شاخهٔ فرعی به یک اتم کربن واحد از زنجیره کربنی اصلی متصل شده و بر این اساس، در ساختار آن اتم کربنی وجود دارد که به هیچ اتم هیدروژنی متصل نشده است. ساختار این ماده به‌صورت زیر است:

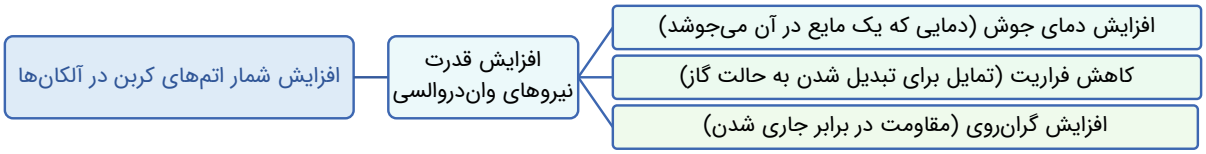


ب) ساختار مولکول بوتان به‌صورت زیر است:

در ساختار این ماده، ۲ اتم کربن در وسط زنجیره وجود دارند. این ۲ اتم کربن، به دو اتم هیدروژن متصل بوده و عدد اکسایش ۲- دارند. در ساختار بوتان، ۲ اتم کربن در دو انتهای زنجیره وجود دارند. این ۲ اتم کربن، به سه اتم هیدروژن متصل بوده و عدد اکسایش ۳- دارند.

ج) کربوهیدرات‌ها از جمله گلوکز، مالتوز و ...، انواعی از قندها بوده و در ساختار آن‌ها اتم‌های هیدروژن، اکسیژن و کربن وجود دارند. این مواد در نفت خام یافت نمی‌شوند. این در حالی است که هیدروکربن‌ها بخش عمده نفت خام را تشکیل داده و در ساختار آن‌ها، فقط اتم C و H وجود دارد.

د) گریس، مخلوطی از هیدروکربن‌های سیرشده با فرمول شیمیایی تقریبی $C_{۱۸}H_{۳۸}$ و وازلین نیز مخلوطی از هیدروکربن‌های سیرشده با فرمول شیمیایی تقریبی $C_{۲۵}H_{۵۲}$ است. با توجه به بیشتر بودن شمار اتم‌های کربن در مولکول‌های سازندهٔ وازلین، قدرت نیروهای وان‌درواسی در این ماده قوی‌تر بوده و یک نمونه از آن در مقایسه با یک نمونه از گریس چسبنده‌تر است. نمودار زیر، رابطه خواص مختلف آلکان‌های راست‌زنجیر با شمار اتم‌های کربن موجود در ساختار این ترکیب‌ها را نشان می‌دهد:



۹- کدام‌یک از مطالب زیر درست است؟

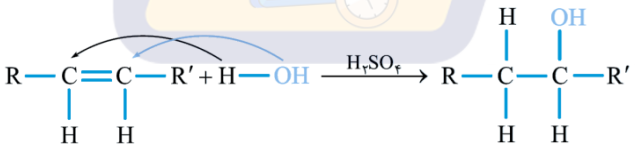
۱) آلکان‌ها، از جمله مواد غیرسمی بوده و با انداختن نفتالن در یک نمونه مایع از آن‌ها، نفتالن در این مواد حل می‌شود.
۲) فراورده واکنش اتن با آب، زرد رنگ بوده و از آن به‌عنوان مادهٔ ضدعفونی‌کننده و یا حلال صنعتی استفاده می‌شود.
۳) اتن، در اغلب گیاهان وجود داشته و در ساختار آن، برخلاف بنزن، هر اتم کربن به ۳ اتم دیگر متصل شده است.
۴) در ساختار هیچ مدل از هیدروکربن‌های غیرحلقوی، شمار اتم‌های هیدروژن کمتر از شمار اتم‌های کربن نیست.

پاسخ: گزینهٔ ۱ (متوسط ـ مفهومی ـ استاندارد ـ صفحهٔ ۴۱ ـ ۱۱۰۱)

با توجه به سیرشده بودن مولکول‌های سازندهٔ آلکان‌ها، این مواد تمایل چندانی به انجام واکنش‌های شیمیایی با مواد دیگر ندارند. این ویژگی سبب می‌شود تا میزان سمی بودن آلکان‌ها کمتر شده و استنشاق آن‌ها بر شش‌ها و بدن تأثیر چندانی نداشته باشد. البته، استنشاق آلکان‌ها سبب کاهش مقدار اکسیژن در هوای دمی شده و از انتقال گازهای تنفسی در شش‌ها جلوگیری می‌کند و به همین خاطر، نفس کشیدن دشوار می‌شود. بر این اساس، اگر میزان بخارهای وارد شده به شش‌ها زیاد باشد، حتی می‌تواند سبب مرگ فرد شود. توجه داریم که آلکان‌ها، همانند یک نمونه نفتالن، نوعی هیدروکربن بوده و از ذرات ناقطبی ساخته شده‌اند. بر این اساس، با انداختن نفتالن در یک نمونه مایع از آلکان‌ها، نفتالن در این مواد حل می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۲) طی واکنش ترکیب‌های آلکنی با آب، مولکول‌های آب به یک اتم هیدروژن $(-H)$ و یک گروه $-OH$ شکسته شده و به پیوند دوگانه موجود در ساختار آلکن‌ها افزوده می‌شوند. معادلهٔ این واکنش به‌صورت زیر است:



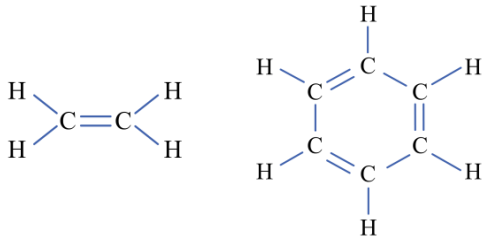
همان‌طور که مشخص است، سولفوریک اسید $(H_۲SO_۴)$ کاتالیزگر این واکنش بوده و فراورده تولید شده در آن یک الکل سیرشده است. با توجه به معادلهٔ بالا، از واکنش اتن با آب، اتانول تولید می‌شود. اتانول یک ماده بی‌رنگ است.

اتانول

در رابطه با اتانول، به مطالب زیر توجه کنید:

- اتانول، الکلی دو کربنه، بی‌رنگ، سیرشده و فرار است.
- جز سوخت‌های سبز به شمار می‌رود و از تخمیر بی‌هوازی گلوکز نیز حاصل می‌شود. از واکنش گاز اتن با آب نیز قابل تولید است.
- تعداد ۸ پیوند اشتراکی و ۲ جفت الکترون ناپیوندی در ساختار خود دارد.
- مولکولی قطبی و حلالی صنعتی است که به هر نسبتی در آب حل می‌شود؛ بنابراین نمی‌توان محلول سیرشده‌ای از آن را در آب ایجاد کرد.
- در تهیه مواد دارویی، بهداشتی و آرایشی کاربرد دارد و در بیمارستان‌ها به‌عنوان ضدعفونی‌کننده استفاده می‌شود.

۳ اتن (C_2H_4)، در بیشتر گیاهان وجود دارد. برای مثال، موز و گوجه‌فرنگی رسیده گاز اتن آزاد می‌کنند. گاز اتن آزاد شده از یک موز یا گوجه‌فرنگی رسیده به نوبه خود موجب رسیدن سریع‌تر سایر میوه‌های نارس می‌شود. به همین خاطر، در کشاورزی از گاز اتن به‌عنوان «عمل آورنده» استفاده می‌شود. در ساختار اتن، همانند مولکول بنزن، هر اتم کربن به ۳ اتم دیگر متصل شده است. ساختار مولکول اتن و بنزن به‌صورت زیر است:



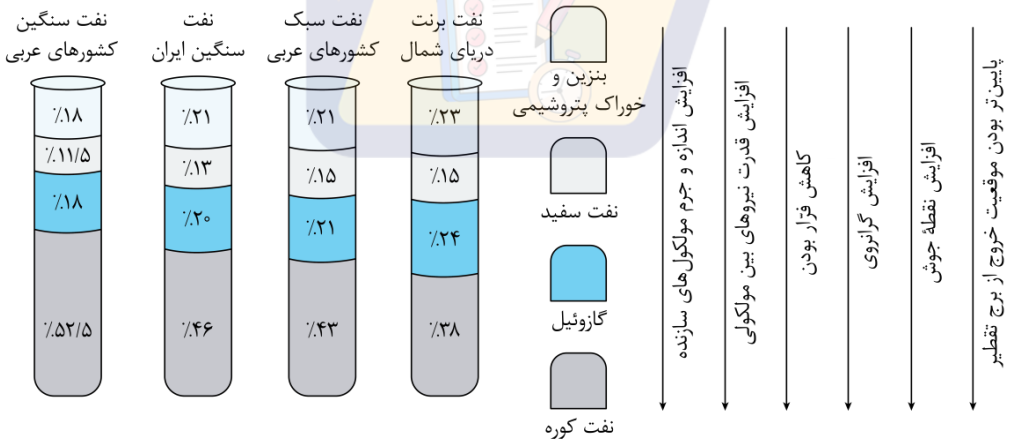
۴ در ساختار برخی از هیدروکربن‌های غیرحلقوی (خطی) که تعداد زیادی پیوند دوگانه و سه‌گانه دارند، شمار اتم‌های هیدروژن کمتر از شمار اتم‌های کربن است. برای مثال، در دو ترکیب زیر شمار اتم‌های هیدروژن کمتر از شمار اتم‌های کربن است:

۱۰- کدام‌یک از مطالب زیر نادرست است؟

۱) گازوئیل، جزئی از نفت خام بوده و اندازه ذرات سازنده آن، نسبت به ذرات سازنده بنزین بزرگ‌تر است.
۲) در یک نمونه نفت برنت دریای شمال، درصد نفت کوره کمتر از درصد بنزین و خوراک پتروشیمی است.
۳) زغال سنگ، گاز متان از خود آزاد کرده و بر اثر سوزاندن آن، گاز نیتروژن دی‌اکسید نیز تولید می‌شود.
۴) در پالایشگاه، هیدروکربن‌های داغ از قسمت پایین به برج تقطیر وارد شده و دمای آن‌ها به‌تدریج کاهش می‌یابد.

پاسخ: گزینهٔ ۲ (متوسط ـ مفهومی ـ استاندارد ـ صفحهٔ ۴۶ ـ ۱۱۰۱)

بنزین، نفت سفید، گازوئیل و نفت کوره، از جمله اجزای سازندهٔ نفت خام هستند که درصد فراوانی آن‌ها در نفت خام خارج شده از سکوهای نفتی مختلف، متفاوت از یکدیگر است. تصویر زیر، اجزای سازنده نفت خام حاصل از مناطق مختلف را نشان می‌دهد:



در هر چهار نوع نفت معرفی شده در این تصویر، نفت سفید کمترین میزان فراوانی و نفت کوره بالاترین فراوانی را دارد. نفت کوره از مولکول‌هایی با جرم مولی بالا تشکیل شده و با توجه به نقطهٔ جوش بالاتر، نسبت به بنزین سخت‌تر تبخیر می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ گازوئیل، جزئی از نفت خام بوده و اندازه ذرات سازنده آن، نسبت به ذرات سازنده بنزین بزرگ‌تر است. به همین خاطر است که گازوئیل دمای جوش بالاتر و میزان گرانروی بیشتری دارد.

۳ زغال‌سنگ، همانند نفت خام و بنزین، از جمله سوخت‌های فسیلی است. برآوردها نشان می‌دهد که ذخایر زغال سنگ تا ۵۰۰ سال آینده توانایی رفع نیازهای بشر را دارند؛ در حالی که طبق برآوردهای انجام شده برای نفت خام، منابع این سوخت فسیلی تا ۱۰۰ سال آینده به پایان می‌رسند. بر این اساس، زغال‌سنگ می‌تواند به‌عنوان سوخت، جایگزین نفت خام شود. جدول زیر، اطلاعات مختلف زغال‌سنگ را در مقایسه با بنزین نشان می‌دهد:

نام سوخت	گرمای آزاد شده $(k\!J/g)$	فراورده‌های سوختن	مقدار به‌ازای هر کیلوژول انرژی تولید شده (g)
بنزین	۴۸	CO_2, CO, H_2O	۰/۰۶۵
زغال سنگ	۳۰	$SO_2, CO_2, NO_2, CO, H_2O$	۰/۱۰۴

زغال سنگ در معادن خود، گاز متان آزاد می‌کند.

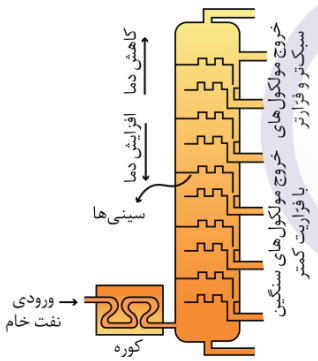
زغال سنگ

چون بر اثر سوختن زغال‌سنگ آلاینده‌های متنوع‌تر و بیشتری تولید می‌شوند، در صورت جایگزینی نفت با زغال‌سنگ، مقدار بیشتری از انواع آلاینده‌ها به هواکره وارد شده و این امر، باعث تشدید اثر گلخانه‌ای می‌شود. علاوه بر این، آلاینده‌های مورد نظر منجر به تولید باران‌های اسیدی شده و به محیط زیست آسیب می‌رسانند. مشکل دیگر زغال‌سنگ، شرایط دشوار استخراج آن است؛ به‌طوری‌که در صد سال اخیر، بیش از ۵۰۰۰۰۰ نفر در سطح جهان بر اثر انفجار یا فروریختن معدن جان خود را از دست داده‌اند. این انفجارها اغلب به دلیل تجمع گاز متان(CH_4) آزاد شده از زغال سنگ در معدن رخ می‌دهد. برای کاهش آلایندگی زغال‌سنگ، از روش‌های زیر استفاده می‌شود:

- شست‌وشوی زغال سنگ به منظور حذف گوگرد و ناخالصی‌های دیگر از آن.
- به دام انداختن گاز SO_2 خارج شده از نیروگاه‌ها با عبور گازهای خروجی از روی کلسیم اکسید و با استفاده از واکنش زیر:

$$SO_2(g) + CaO(s) \rightarrow CaSO_3(s)$$

۴ در پالایشگاه، با استفاده از فرایند تقطیر جزءبه‌جزء، هیدروکربن‌های موجود در نفت خام را به‌صورت مخلوط‌هایی با نقطهٔ جوش نزدیک به هم جدا می‌کنند. برای انجام فرایند تقطیر جزءبه‌جزء، مطابق با تصویر مقابل، نفت خام را ابتدا درون محفظهٔ بزرگی (کوره) گرما داده و آن را به سمت برج تقطیر هدایت می‌کنند:



در برج تقطیر، دما با حرکت از سمت پایین به سمت بالا کاهش پیدا می‌کند. هنگامی که نفت خام داغ به قسمت پایین برج وارد می‌شود، مولکول‌های سبک‌تر و فرّارتر (موادی که نقطه جوش پایین‌تری دارند) از جمله مواد پتروشیمیایی، از مایع بیرون آمده و به‌سوی بالای برج حرکت می‌کنند. به‌تدریج که این مولکول‌ها بالاتر می‌روند، سرد شده و به مایع تبدیل می‌شوند و در سینی‌هایی که در فاصله‌های گوناگون برج قرار دارند وارد شده و از برج خارج می‌شوند. با انجام این فرایند، مخلوط‌هایی با نقطه جوش نزدیک به هم از نفت خام جداسازی می‌شوند. برای مثال، بنزین، نفت سفید، گازوئیل و نفت کوره، از جمله اجزای سازنده نفت خام هستند که به کمک برج تقطیر از یکدیگر جدا می‌شوند.

۱۱- درصد جرمی اتم‌های کربن در نوعی آلکین، برابر با ۸۶/۴ درصد است. شمار اتم‌های هیدروژن موجود در ساختار این ماده، چند برابر شمار اتم‌های هیدروژن در ساختار بوتان است؟ $(C = 12, H = 1 : g.mol^{-1})$

۱) ۲/۶ ۲) ۲/۴ ۳) ۳/۶ ۴) ۳/۴

پاسخ: گزینهٔ ۴ **(متوسط ـ محاسباتی ـ زمان‌بر ـ صفحهٔ ۴۲ ـ ۱۱۰۱)**

ویژگی‌های هیدروکربن‌ها

در جدول زیر برخی از ویژگی‌های هیدروکربن‌ها را مشاهده می‌کنید:

هیدروکربن	فرمول مولکولی	تعداد پیوند اشتراکی	تعداد پیوند $C-C$	درصد جرمی هیدروژن	درصد جرمی کربن
آلکان	C_nH_{2n+2}	$3n+1$	$n-1$	$\frac{2n+2}{14n+2} \times 100$	$\frac{12n}{14n+2} \times 100$
آلکن	C_nH_{2n}	$3n$	$n-2$	$\frac{2n}{14n} \times 10 \simeq 14/3$	$\frac{12n}{14n} \times 1 \simeq 85/7$
آلکین	C_nH_{2n-2}	$3n-1$	$n-2$	$\frac{2n-2}{14n-2} \times 100$	$\frac{12n}{14n-2} \times 100$
سیکلوآلکان	C_nH_{2n}	$3n$	n	$\frac{2n}{14n} \times 1 \simeq 14/3$	$\frac{12n}{14n} \times 10 \simeq 85/7$

درصد جرمی کربن در اعضای خانواده آلکین‌ها (C_nH_{2n-2})، از رابطه زیر به‌دست می‌آید:

$$\text{درصد جرمی کربن} = \frac{\text{جرم کربن}}{\text{جرم آلکین}} \times 100 = \frac{12n}{14n-2} \times 100 \Rightarrow \frac{12n}{14n-2} \times 100 = 86/4 \Rightarrow n = 18$$

با توجه به محاسبات بالا، آلکین مورد نظر دارای ۱۸ اتم کربن بوده و فرمول شیمیایی آن به‌صورت $C_{18}H_{34}$ است. در ساختار مولکولی این ماده، ۳۴ اتم هیدروژن وجود دارد و در ساختار بوتان نیز ۱۰ اتم هیدروژن یافت می‌شود. بر این اساس، می‌توان گفت شمار اتم‌های هیدروژن موجود در ساختار آلکین مورد نظر، ۳/۴ برابر شمار اتم‌های هیدروژن در ساختار بوتان است.

۱۲- چه تعداد از عبارت‌های زیر درست است؟

الف ـ نقطه جوش یک نمونه هگزان، کمتر از آب بوده و از این ماده برای حفاظت از آهن در برابر خوردگی استفاده می‌شود.

ب ـ مولکول اتان، از ذرات ناقطبی تشکیل شده و برخلاف مولکول کربن مونوکسید، به هموگلوبین خون متصل نمی‌شود.

ج ـ یک نمونه از هگزان، بی‌رنگ بوده و در مقایسه با یک نمونه مایع از اوکتان، تمایل کمتری به جاری شدن دارد.

د ـ هپتان، در هر مولکول خود دارای ۱۶ اتم هیدروژن بوده و از مواد موجود در نفت سفید به شمار می‌رود.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

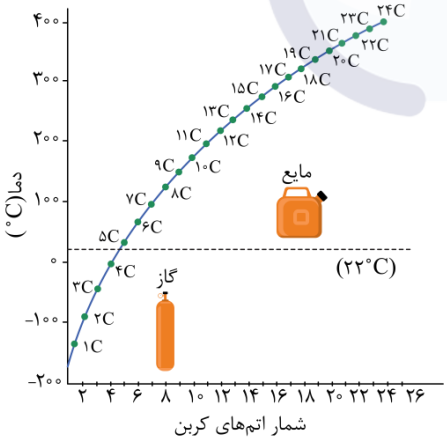
پاسخ: گزینهٔ ۲ **(متوسط ـ مفهومی و حفظی ـ استاندارد ـ صفحهٔ ۴۷ ـ ۱۱۰۱)**

عبارت‌های (الف) و (ب) درست هستند.

بررسی موارد:

الف در دما و فشار اتاق، نقطه جوش هگزان (C_6H_{14})، کمتر از نقطه جوش آب (۱۰۰°C) است. هگزان مولکولی ناقطبی بوده و حلال مواد ناقطبی و رقیق‌کننده رنگ (تینر) است. از آلکان‌های مایع (مانند هگزان)، می‌توان برای حفاظت فلزات در برابر خوردگی استفاده کرد.

نمودار مقابل، دمای جوش انواع آلکان‌ها را نشان می‌دهد:



در رابطه با این نمودار، داریم:

- بر اساس نمودار، با افزایش شمار اتم‌های کربن در آلکان‌ها، نقطه جوش آلکان‌های راست زنجیر افزایش می‌یابد.
- دمای جوش ۴ عضو اول خانواده آلکان‌ها (متان، اتان، پروپان و بوتان) که به حالت گاز هستند، کمتر از ۰°C است.
- نقطه جوش آلکان‌های مایع بیشتر از ۲۲°C است. خط‌چین افقی در نمودار، دمای اتاق را نشان می‌دهد.
- نمودار مورد نظر خطی نیست و شیب آن رو به کاهش است؛ درنتیجه با افزایش شمار اتم‌های کربن، تفاوت نقطه جوش دو آلکان متوالی کاهش می‌یابد.

ب اتان با فرمول مولکولی C_2H_6، یک ترکیب ناقطبی بوده و دومین عضو خانواده آلکان‌ها به شمار می‌رود. با توجه به سیرشده بودن مولکول‌های سازنده آلکان‌ها، این مواد تمایل چندانی به انجام واکنش‌های شیمیایی با مواد دیگر ندارند. این ویژگی سبب می‌شود تا میزان سمی بودن آلکان‌ها کمتر شود. در واقع ذرات سازنده آلکان‌ها، با هموگلوبین خون ترکیب نشده و وارد جریان خون نمی‌شوند. این در حالی است که گاز کربن مونوکسید، با میل خیلی زیادی با هموگلوبین ترکیب می‌شود.

ج به مقاومتی که یک مایع در برابر جاری شدن از خود نشان می‌دهد، گرانروی گفته می‌شود. با افزایش شمار اتم‌های کربن موجود در آلکان‌ها (n)، مولکول‌های سازنده این مواد با نیروی بیشتری یکدیگر را جذب کرده و به همین خاطر، میزان گران‌روی آن‌ها افزایش پیدا می‌کند. در واقع، گرانروی آلکان‌ها با شمار اتم‌های کربن موجود در ساختار آن‌ها رابطه مستقیم دارد. بر این اساس، می‌توان گفت گرانروی یک آلکان ۸ کربنه (اوکتان)، بیشتر از گرانروی یک آلکان ۶ کربنه (هگزان) است.

د) مولکول هپتان در ساختار خود دارای ۷ اتم کربن و ۱۶ اتم هیدروژن است. توجه داریم که مواد موجود در نفت سفید، در ساختار خود دارای ۱۰ تا ۱۵ اتم کربن هستند.

نفت سفید

حمل و نقل هوایی، سریع‌ترین حالت حمل و نقل بوده و مزایای آن شامل عدم نیاز به جاده‌سازی و تعمیرات آن، مسافرت آسان و خدمات‌رسانی خوب در مواقع اضطراری می‌شود. سوخت هواپیما طی پالایش نفت خام در برج‌های تقطیر پالایشگاه‌ها تولید می‌شود. این سوخت به‌طور عمده از نفت سفید تهیه می‌شود. نفت سفید، شامل آلکان‌هایی می‌شود که در ساختار آن‌ها ۱۰ الی ۱۵ عدد اتم کربن وجود دارد. توجه داریم که یکی از مسائل مهم در تأمین سوخت، انتقال آن به مراکز توزیع و استفاده آن است. در حدود ۶۶ درصد از فرایند انتقال سوخت به کمک خطوط لوله و بقیهٔ آن با استفاده از راه آهن، نفت‌کش جاده‌پیما و کشتی‌های نفتی انجام می‌شود.

۱۳- کدام‌یک از مطالب زیر در رابطه با اعضای خانواده سیکلوآلکان‌ها نادرست است؟

۱) شمار اتم‌های هیدروژن در ساده‌ترین عضو این خانواده، نصف شمار اتم‌های هیدروژن در ۲-هپتین است.

۲) درصد جرمی هیدروژن در دومین عضو این خانواده، با درصد جرمی هیدروژن در ۲-هگزن برابر است.

۳) یکی از اعضای این خانواده را می‌توان طی واکنش بنزن با مقدار کافی از گاز هیدروژن، به‌دست آورد.

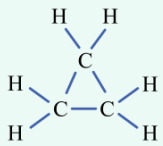
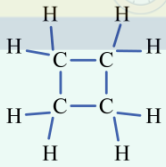
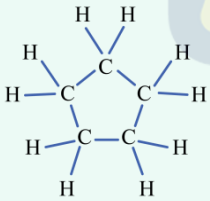
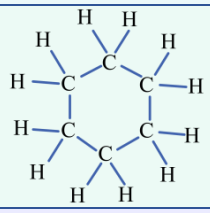
۴) برای تشخیص یک نمونه سیکلوپنتان از ۲ـ متیل بوتان، می‌توان از واکنش آن‌ها با برم استفاده کرد.

پاسخ: گزینهٔ ۴ (متوسط ـ مفهومی ـ استاندارد ـ صفحهٔ ۴۳ ـ ۱۱۰۱)

از واکنش ترکیب‌های سیرنشده با بخار برم برای تشخیص این دسته مواد از ترکیب‌های سیرشده استفاده می‌شود. در این واکنش پیوند دوگانه یا سه‌گانه موجود در ترکیب سیرنشده به پیوند یگانه تبدیل می‌شود و الکترون‌های جفت‌نشده حاصل از پیوند دوگانه به اتم برم متصل می‌شوند. نشانه انجام این واکنش بی‌رنگ شدن بخار قرمزرنگ برم است. چون سیکلوپنتان و ۲ـ متیل بوتان، هر دو سیرشده هستند، هیچ‌کدام از آن‌ها با بخار برم واکنش نمی‌دهند.

سیکلوآلکان‌ها

در ساختار سیکلوآلکان‌ها، اتم‌های کربن توسط پیوندهای یگانه به یکدیگر متصل شده و حلقه‌های کربنی با اندازه‌های متفاوت را می‌سازند. فرمول کلی اعضای خانواده سیکلوآلکان به‌صورت C_nH_{2n} بوده و حداقل مقدار n مورد نیاز برای تشکیل یک سیکلوآلکان، برابر با ۳ است. جدول زیر، ساختار برخی از اعضای خانوادهٔ سیکلوآلکان‌ها را نشان می‌دهد:

فرمول مولکولی	C_3H_6	C_4H_8	C_5H_{10}	C_6H_{12}
نام	سیلکوپروپان	سیکلوبوتان	سیلکوپنتان	سیکلوهگزان
ساختار				

با توجه به ساختار سیکلوآلکان‌ها، این مواد از جمله هیدروکربن‌های سیرشده بوده و در آن‌ها هیچ پیوند دوگانه‌ای وجود ندارد.

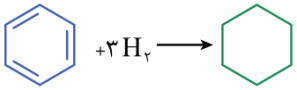
بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) اولین عضو خانواده سیکلوآلکان‌ها، سیکلوپروپان بوده و در ساختار این ماده، ۶ اتم هیدروژن وجود دارد. هپتین نیز نوعی آلکین با ۷ اتم کربن بوده و در ساختار آن ۱۲ اتم هیدروژن وجود دارد.

۲) در ساختار سیکلوآلکان‌ها و آلکن‌ها، شمار اتم‌های هیدروژن ۲ برابر شمار اتم‌های کربن است. چون نسبت شمار اتم‌های هیدروژن به کربن در این مواد برابر است، درصد جرمی کربن و هیدروژن در همه آن‌ها ثابت و یکسان است. در این رابطه، داریم:

$$\text{درصد جرمی کربن} = \frac{\text{جرم کربن}}{\text{جرم ترکیب}} \times ۱۰۰ = \frac{۱۲n}{۱۴n} \times ۱۰۰ \simeq ۸۵/۷$$

۳ چهارمین عضو خانواده سیکلوآلکان‌ها، سیکلوهگزان است. این ماده طی واکنش بنزن با مقدار کافی گاز هیدروژن تولید می‌شود. این واکنش شیمیایی به‌صورت زیر انجام می‌شود:



۱۴- اگر اتم‌های هیدروژن موجود در ساختار بنزن را با گروه متیل جایگزین کنیم، مجموع عدد اکسایش اتم‌های کربن در ساختار این ماده به اندازه ..... واحد تغییر کرده و برای سوزاندن ۰/۵ مول از ترکیب ایجاد شده، به ..... گرم گاز اکسیژن نیاز خواهیم داشت. ($O = ۱۶ , C = ۱۲ , H = ۱ : g.mol^{-۱}$)

۱) ۱۲ ـ ۲۶۴ ۲) ۱۸ ـ ۲۶۴ ۳) ۱۲ ـ ۲۳۲ ۴) ۱۸ ـ ۲۳۲

پاسخ: گزینهٔ ۱ **(متوسط ـ محاسباتی و مفهومی ـ استاندارد ـ صفحهٔ ۴۳ ـ ۱۱۰۱)**

بنزن، سرگروه خانواده هیدروکربن‌های آروماتیک است. فرایند انجام شده، به‌صورت زیر است:

در این فرایند، یک ترکیب شیمیایی با فرمول شیمیایی $C_۶H_۶$ به ترکیب جدیدی با فرمول شیمیایی $C_{۱۲}H_{۱۸}$ تبدیل شده است. در ترکیب اولیه، مجموع عدد اکسایش اتم‌های کربن برابر با ۶- بوده و در ترکیب جدید ایجاد شده، مجموع عدد اکسایش اتم‌های کربن برابر با ۱۸- است. بر این اساس، می‌توان گفت طی این فرایند مجموع عدد اکسایش اتم‌های کربن ۱۲ واحد تغییر کرده است. معادله واکنش سوختن این ماده به‌صورت زیر است:

$$۲C_{۱۲}H_{۱۸} + ۳۳O_۲ \rightarrow ۲۴CO_۲ + ۱۸H_۲O$$

بر این اساس، مقدار اکسیژن لازم برای سوزاندن ۰/۵ مول از ترکیب داده شده را محاسبه می‌کنیم:

$$?\,g\ O_۲ = ۰/۵\ mol\ C_{۱۲}H_{۱۸} \times \frac{۳۳\ mol\ O_۲}{۲\ mol\ C_{۱۲}H_{۱۸}} \times \frac{۳۲\ g\ O_۲}{۱\ mol\ O_۲} = ۲۶۴\ g$$

۱۵- مخلوطی از ۲-پنتن و پروپین به جرم ۱۸ گرم، با ۶۴ گرم بخار برم به‌طور کامل واکنش داده و سیر می‌شود. جرم ۲-پنتن موجود در مخلوط اولیه، چند برابر جرم پروپین موجود در آن بوده و طی این فرایند، مجموعاً چند گرم فراورده تولید می‌شود؟
($Br = ۸۰ , C = ۱۲ , H = ۱ : g.mol^{-۱}$)

۱) ۳/۵ ـ ۶۶ ۲) ۲/۵ ـ ۶۶ ۳) ۳/۵ ـ ۸۲ ۴) ۲/۵ ـ ۸۲

پاسخ: گزینهٔ ۳ **(سخت ـ محاسباتی ـ زمان‌بر ـ صفحهٔ ۴۲ ـ ۱۱۰۱)**

آلکن‌ها و آلکین‌ها، با بخار برم واکنش داده و به مواد سیرشده تبدیل می‌شوند. هر مول آلکن با ۱ مول بخار برم و هر مول آلکین نیز با ۲ مول بخار برم به‌طور کامل واکنش می‌دهد. معادله واکنش پروپین (نوعی آلکین با جرم مولی ۴۰ گرم بر مول) با بخار برم، به‌صورت زیر است:

$$C_۳H_۴ + ۲Br_۲ \rightarrow C_۳H_۴Br_۴$$

اگر در مخلوط اولیه x مول پروپین داشته باشیم، جرم این ماده برابر با $۴۰x$ گرم شده و نمونه مورد نظر با $۲x$ مول بخار برم (معادل با $۳۲۰x$ گرم بخار برم) نیز وارد واکنش می‌شود. معادله واکنش ۲-پنتن (نوعی آلکن با جرم مولی ۷۰ گرم بر مول) با بخار برم، به‌صورت زیر است:

$$C_۵H_{۱۰} + Br_۲ \rightarrow C_۵H_{۱۰}Br_۲$$

اگر در مخلوط اولیه y مول ۲-پنتن داشته باشیم، جرم این ماده برابر با $۷۰y$ گرم شده و نمونه مورد نظر با y مول بخار برم (معادل با $۱۶۰y$ گرم بخار برم) نیز وارد واکنش می‌شود. در صورت سؤال، ذکر شده که جرم مخلوط اولیه از ۲-پنتن و پروپین برابر با ۱۸ گرم بوده است. بر این اساس، داریم:

$$۴۰x + ۷۰y = ۱۸\ g$$

از طرفی، مخلوط هیدروکربن‌ها مجموعاً با ۶۴ گرم برم واکنش داده است. بر این اساس، داریم:

$$۳۲۰x + ۱۶۰y = ۶۴\ g$$

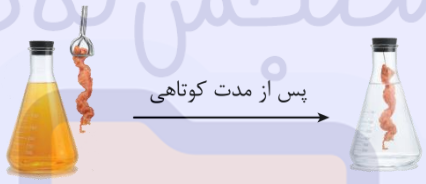
تا به اینجای کار، دو معادله و دو مجهول داریم. با حل دستگاه دو معادله و دو مجهول، می‌توانیم مقدار مؤلفه‌های x و y را محاسبه کنیم. در این رابطه، داریم:

$$\begin{cases} ۴۰x + ۷۰y = ۱۸\ g \\ ۳۲۰x + ۱۶۰y = ۶۴\ g \end{cases} \Longrightarrow x = ۰/۱\ mol \quad , \quad y = ۰/۲\ mol$$

با توجه به مقدار مول اولیه هر ماده، می‌توان گفت در مخلوط اولیه ۱۴ گرم ۲-پنتن و ۴ گرم پروپین وجود داشته است، پس جرم ۲-پنتن معادل با ۳/۵ برابر جرم پروپین بوده است. مخلوط اولیه از دو هیدروکربن، ۱۸ گرم جرم داشته که با ۶۴ گرم برم واکنش داده است، پس طبق قانون پایستگی جرم می‌توان گفت جرم مخلوط نهایی برابر با $۱۸ + ۶۴ = ۸۲$ گرم خواهد بود.

واکنش هیدروکربن‌ها با برم

برم ($Br_۲$)، عضوی از خانواده هالوژن‌ها است که به رنگ قرمز دیده می‌شود. در صورت مجاورت آلکن‌ها با برم، این ماده به‌تدریج با آلکن مورد نظر واکنش داده و چون در این فرایند، برم مصرف می‌شود، از شدت رنگ قرمز موجود در محیط مورد نظر کاسته خواهد شد. از این فرایند، برای تشخیص این آلکن‌ها از هیدروکربن‌های سیرشده استفاده می‌شود. علاوه بر این، از واکنش مورد نظر برای تشخیص سیرشده بودن و یا نبودن ترکیب‌های آلی موجود در سایر مواد نیز می‌توان استفاده کرد. به‌عنوان مثال، تصویر زیر نمایی از واکنش یک تکه گوشت چرب با بخار برم را نشان می‌دهد:



از آنجا که با گذشت زمان، رنگ مخلوط گازی موجود در ظرف واکنش از بین رفته است، می‌توان گفت مولکول‌های چربی موجود در گوشت سیرنشده بوده و دارای پیوندهای $C = C$ در ساختار مولکولی خود هستند.

۱- اگر برای شکستن پیوندهای موجود در ۰/۲ مول گاز $Cl_۲$ و ۰/۴ گرم گاز هیدروژن، مجموعاً به ۱۳۵/۶ کیلوژول انرژی نیاز باشد، با توجه به معادله واکنش زیر، آنتالپی پیوند اشتراکی $H-Cl$ برابر با چند کیلوژول است؟ $(Cl=۳۵/۵\,,H=۱:g.mol^{-۱})$

$$H_۲(g)+Cl_۲(g)\rightarrow ۲HCl(g)\ ;\ \Delta H=-۱۸۴kJ$$

۱) ۵۷۴ ۲) ۲۱۵/۵ ۳) ۲۸۷ ۴) ۴۳۱

پاسخ: گزینهٔ ۴ (متوسط ـ محاسباتی ـ استاندارد ـ صفحهٔ ۷۰ ـ ۱۱۰۲)

طبق فرض سؤال، برای شکستن پیوندهای موجود در ۰/۲ مول گاز $Cl_۲$ و ۰/۴ گرم گاز هیدروژن (معادل با ۰/۲ مول گاز هیدروژن)، مجموعاً به ۱۳۵/۶ کیلوژول انرژی نیاز است. برای حل این سؤال که مشابه با یکی از سؤال‌های کنکور سراسری ۱۴۰۴ است، در گام اول مجموع آنتالپی پیوندهای $H-H$ و $Cl-Cl$ را محاسبه می‌کنیم:

$$\Delta H(Cl-Cl)=x\,kJ\Rightarrow ۰/۲\,mol\,Cl_۲\times\frac{x\,kJ}{۱\,mol\,Cl_۲}=۰/۲x\,kJ$$

$$\Delta H(H-H)=y\,kJ\Rightarrow ۰/۴\,g\,H_۲\times\frac{۱\,mol\,H_۲}{۲\,g\,H_۲}\times\frac{y\,kJ}{۱\,mol\,H_۲}=۰/۲y\,kJ$$

طبق فرض سؤال داریم:

$$۰/۲x+۰/۲y=۱۳۵/۶\,kJ\Rightarrow x+y=\Delta H(H-H)+\Delta H(Cl-Cl)=\frac{۱۳۵/۶}{۰/۲}=۶۷۸\,kJ$$

با توجه به تغییر آنتالپی واکنش داریم:

$$\Delta H_{\text{واکنش}}=\left[\text{مجموع آنتالپی پیوندها در مواد واکنش‌دهنده}\right]-\left[\text{مجموع آنتالپی پیوندها در مواد فراورده}\right]$$
$$=\Delta H(H-H)+\Delta H(Cl-Cl)-۲\Delta H(H-Cl)$$

بر این اساس، $\Delta H(H-Cl)$ را محاسبه می‌کنیم:

$$\Delta H(H-H)+\Delta H(Cl-Cl)-۲\Delta H(H-Cl)\Rightarrow -۱۸۴=۶۷۸-۲\Delta H(H-Cl)\Rightarrow \Delta H(H-Cl)=۴۳۱\,kJ$$

پس مقدار $\Delta H(H-Cl)$ برابر با ۴۳۱ کیلوژول بر مول است.

آنتالپی پیوند

به مقدار انرژی لازم برای شکستن یک مول پیوند اشتراکی میان دو اتم در حالت گازی، آنتالپی پیوند می‌گویند. برای شکستن پیوند، همواره به انرژی نیاز است؛ بنابراین آنتالپی پیوند همواره مثبت است. تغییر آنتالپی واکنش زیر، معادل آنتالپی پیوند $A-B$ است:

$$A-B(g) \rightarrow A(g)+B(g)$$

بنابراین شرط آن‌که گرمای مبادله‌شده در یک واکنش برابر آنتالپی پیوند باشد این است که در آن واکنش یک مول پیوند کووالانسی میان دو اتم شکسته شود و مواد شرکت‌کننده در واکنش نیز به حالت گازی باشند. آنتالپی پیوند میان دو اتم که نشان‌دهنده قدرت پیوند است، به جاذبه میان الکترون‌های پیوندی و هسته این دو اتم بستگی دارد. مسلماً هر چه جاذبه میان دو اتم بیشتر باشد، پیوند نیز قوی‌تر است. به‌طور کلی هرچه فاصله هسته‌ها از الکترون‌ها کمتر باشد، جاذبه آن پیوند بیشتر می‌شود؛ بنابراین هر چه طول پیوند کمتر باشد، آنتالپی پیوند نیز بیشتر است. به‌طور کلی، هر چه شعاع اتم‌های دخیل در تشکیل پیوند کوچک‌تر و مرتبه پیوند بیشتر باشد، طول پیوند کمتر می‌شود؛ بنابراین به‌صورت کلی آنتالپی پیوند سه‌گانه نسبت به پیوند دوگانه و آن هم نسبت به پیوند یگانه بیشتر است. برای مثال، داریم:

$$\Delta H(N-N) < \Delta H(N=N) < \Delta H(N \equiv N)$$
$$\Delta H(C-C) < \Delta H(C=C) < \Delta H(C \equiv C)$$

همچنین غالباً هر چه شعاع اتم‌های تشکیل‌دهنده پیوند کوچک‌تر باشد، آنتالپی پیوند بیشتر خواهد بود. به‌طور مثال داریم:

شعاع اتمی : $F < Cl < Br < I \Rightarrow \Delta H(H-F) > \Delta H(H-Cl) > \Delta H(H-Br) > \Delta H(H-I)$

۲- کدام موارد از عبارت‌های داده شده درست هستند؟

الف ـ شیر و فراورده‌های آن، منبعی برای تأمین کلسیم بوده و باعث پیشگیری و ترمیم پوکی استخوان می‌شوند.

ب ـ با دادن مقدار برابر گرما به ۵۰ گرم آب و ۷۵ گرم روغن، انرژی گرمایی روغن به مقدار بیشتری افزایش می‌یابد.

ج ـ فرایند گوارش و سوخت‌وساز بستنی در بدن انسان، برخلاف فرایند فتوسنتز انجام شده در گیاهان، گرماده است.

د ـ میزان جنب‌وجوش مولکول‌های آب در دمای $۳۱۳K$، بیشتر از مقدار جنب‌وجوش مولکول‌های آن در دمای $۵۰^\circ C$ است.

۱) «الف» و «ج» ۲) «الف» و «د» ۳) «ب» و «ج» ۴) «ب» و «د»

پاسخ: گزینهٔ ۱ **(متوسط ـ مفهومی و حفظی ـ استاندارد ـ صفحهٔ ۵۹ ـ ۱۱۰۲)**

عبارت‌های (الف) و (ج) درست هستند.

بررسی موارد:

الف شیر و فراورده‌های آن، منبع مهمی برای تأمین پروتئین و کلسیم هستند. کلسیم موجود در شیر برای پیشگیری و ترمیم پوکی استخوان کاربرد دارد، هرچند که ممکن است باعث ایجاد سنگ کلیه نیز بشود.

غذا و مواد موجود در آن

غذا معجونی از مواد شیمیایی بوده و محتوی ذره‌های گوناگون است. بخش عمده اتم‌ها، مولکول‌ها و یون‌های موجود در بدن ما، از غذایی که می‌خوریم تأمین می‌شود. نقش‌های عمدهٔ غذا در بدن ما به شرح زیر هستند:

۱- تأمین انرژی مورد نیاز برای حرکت ماهیچه‌های بدن

۲- تأمین انرژی مورد نیاز برای ارسال پیام‌های عصبی، جابه‌جایی یون‌ها و مولکول‌ها از دیوارهٔ یاخته‌ها

۳- تأمین مواد اولیه برای ساخت و رشد بخش‌های گوناگون بدن مانند سلول‌های خونی، استخوان، پوست، مو، ماهیچه‌ها و آنزیم‌ها

۴- تنظیم و کنترل دمای بدن به کمک انجام شدن واکنش‌های شیمیایی

توجه داریم که بدن ما برای انجام تمام فعالیت‌های ارادی و غیرارادی گوناگون به ماده و انرژی نیاز دارد، اما ارزش مواد غذایی مختلف در تأمین ماده و انرژی مورد نیاز بدن یکسان نیست. به‌عنوان مثال، گوشت قرمز و گوشت ماهی، افزون بر پروتئین‌ها، محتوی انواع ویتامین‌ها و مواد معدنی نیز هست.

ب) با دادن مقادیر برابری از گرما به ۵۰ گرم آب و ۷۵ گرم روغن، انرژی گرمایی هر دو ماده به مقدار برابری افزایش می‌یابد. هر چند که طی این فرایند، دمای آب احتمالاً به مقدار کمتری افزایش می‌یابد (چون ظرفیت گرمایی آب بیشتر از روغن است)، اما تغییر انرژی گرمایی این دو نمونه از ماده با هم برابر است چراکه انرژی داده شده به هر دو ماده، مقدار برابر و یکسانی دارد. در واقع طی این فرایند مجموع انرژی جنبشی ذرات در آب و روغن، به یک اندازه افزایش پیدا می‌کند اما میزان تغییر دمای این دو ماده برابر با هم نخواهد بود.

ج) اگر مقداری بستنی با دمای $۱۰^{\circ}C$ را بخورید، پس از ورود بستنی (سامانه) به بدن (محیط اطراف)، سامانه گرما جذب کرده و با بدن هم‌دما می‌شود. معادلهٔ این فرایند به‌صورت زیر است:

$$\text{بستنی}(۱۰^{\circ}C) + \text{گرما}(Q) \rightarrow \text{بستنی}(۳۷^{\circ}C)$$

پس از ورود بستنی به بدن، فرایند سوخت و ساز این ماده بر اساس معادلهٔ زیر انجام شده و بخش عمده انرژی موجود در بستنی به بدن می‌رسد.

$$\text{بستنی}(۳۷^{\circ}C) \rightarrow \text{فراورده‌های گوارش و سوخت و ساز}(۳۷^{\circ}C) + \text{گرما}(Q)$$

توجه داریم که فرایند فتوسنتز، مربوط به تولید گلوکز در گیاهان بوده و با مصرف انرژی خورشید همراه است، پس می‌توان گفت این واکنش از جمله فرایندهای گرماگیر به شمار می‌رود.

مبادله گرما در واکنش‌ها

در فرایندهای گرماده، علامت Q منفی بوده و نماد Q در سمت راست معادله فرایند قرار می‌گیرد. به‌عنوان مثال، فرض کنید مقداری شیر گرم با دمای $۶۰^{\circ}C$ را می‌خورید. با توجه به اینکه دمای درونی بدن انسان برابر با $۳۷^{\circ}C$ است، پس از ورود شیر گرم (سامانه) به بدن (محیط اطراف)، شیر مقداری گرما از دست داده و با بدن هم‌دما می‌شود. معادله فرایند انجام شده به‌صورت زیر است:

$$\text{شیر}(۶۰^{\circ}C) \rightarrow \text{شیر}(۳۷^{\circ}C) + \text{گرما}(Q)$$

پس از ورود شیر به بدن، فرایند گوارش و سوخت و ساز انجام شده و بخش عمده انرژی موجود در شیر به بدن می‌رسد. انجام مجموعهٔ این واکنش‌ها منجر به تولید انرژی و مواد اولیه مورد نیاز سوخت و ساز یاخته‌ها خواهد شد. معادله این فرایند نیز به‌صورت زیر است:

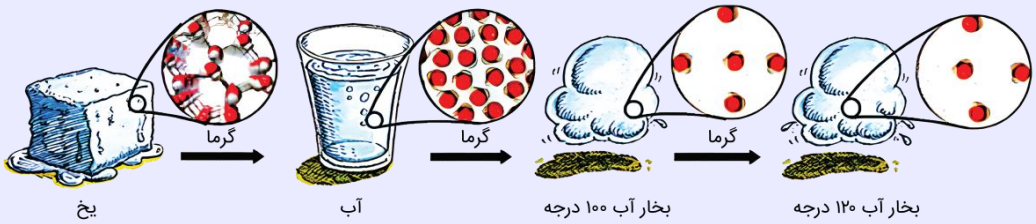
$$\text{شیر}(۳۷^{\circ}C) \rightarrow \text{فراورده‌های گوارش و سوخت و ساز}(۳۷^{\circ}C) + \text{گرما}(Q)$$

فرایند هم‌دما شدن شیر گرم با بدن، یک تغییر فیزیکی و گرماده بوده و در آن دمای فراورده کمتر از دمای واکنش‌دهنده است. فرایند گوارش و سوخت و ساز شیر نیز یک تغییر شیمیایی و گرماده است که در آن دمای فراورده‌ها با دمای واکنش‌دهنده‌ها برابر است. همان‌طور که مشخص است، همهٔ واکنش‌های گرماده با تغییر دمای مواد شرکت‌کننده در واکنش همراه نیستند.

د) یکای رایج دما، درجه سلسیوس ($^{\circ}C$) است؛ در حالی که یکای دما در سیستم SI معادل با کلوین(K) است. دمای یک جسم در مقیاس سلسیوس با نماد θ و در مقیاس کلوین با نماد T نشان داده می‌شود. رابطه بین این دو مقیاس دمایی به‌صورت $T(K) = \theta(^{\circ}C) + ۲۷۳$ است. با توجه به این رابطه، ارزش دمایی $۱^{\circ}C$ با ارزش دمایی $۱K$ برابر خواهد بود؛ پس تغییر دمای یک جسم در مقیاس سلسیوس($\Delta\theta$) برابر با میزان تغییر دمای آن جسم در مقیاس کلوین (ΔT) است. از آنجا که میزان جنب‌وجوش ذرات سازنده یک ماده با دمای آن ماده رابطه مستقیم دارد، پس می‌توان گفت میزان جنب‌وجوش مولکول‌های آب در دمای $۳۱۳K$ (معادل با دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد)، کمتر از مقدار جنب‌وجوش مولکول‌های آن در دمای $۵۰^{\circ}C$ است.

آب

توجه داریم که ذرات سازنده یك ماده در سه حالت فیزیکی جامد، مایع یا گاز، پیوسته در حال حرکت و جنب‌وجوش هستند اما میزان جنبش ذره‌ها در حالت‌های فیزیکی مختلف، متفاوت از یکدیگر است. تصویر زیر، میزان جنب‌وجوش مولکول‌های $H_۲O$ را در حالت‌های فیزیکی و دماهای مختلف نشان می‌دهد.



هرچند که مولکول‌های $H_۲O$ در همه حالت‌ها در حال جنب‌وجوش هستند، اما میزان جنبش‌های نامنظم این ذرات در حالت گاز شدیدتر از حالت مایع و در حالت مایع نیز شدیدتر از حالت جامد است. توجه داریم که با ذوب شدن یخ، میانگین فاصله میان مولکول‌های $H_۲O$ کاهش یافته و حجم این ماده کمتر می‌شود. به عبارت دیگر، با ذوب شدن یخ، چگالی یک نمونه از این ماده افزایش پیدا می‌کند.

۳- از گرمای تولید شده در واکنش $4NH_3(g) + 3O_2(g) \rightarrow 6H_2O(g) + 2N_2(g)\ ,\Delta H = -1664\ kJ$، برای انجام واکنش زیر استفاده می‌کنیم. اگر در مجموع این دو واکنش، ۱۲۰ لیتر فراورده گازی تولید شده باشد، در واکنش اول چند گرم آمونیاک مصرف شده است؟ (حجم هر مول ماده گازی در شرایط واکنش، ۳۰ لیتر است. $H = 1, N = 14 : g.mol^{-1}$)

$$2C(s) + 2H_2(g) \rightarrow C_2H_4(g) \quad , \quad \Delta H = +52\ kJ$$

۱) ۲۰/۴ ۲) ۱۰/۲ ۳) ۱۳/۶ ۴) ۶/۸

پاسخ: گزینهٔ ۴ (سخت ـ محاسباتی ـ زمان‌بر ـ صفحهٔ ۶۷ ـ ۱۱۰۲)

باید بین مقدار آمونیاک مصرف شده و مجموع مقدار گاز تولید شده در این دو واکنش، ارتباط برقرار کنیم. توجه داریم که رابط بین دو واکنش، مقدار گرمای مبادله شده در آن‌ها است. معادله واکنش اول که یک واکنش گرماده است، به‌صورت زیر خواهد بود:

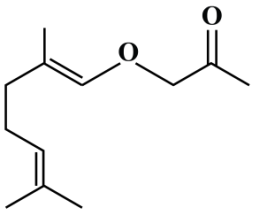
$$4NH_3(g) + 3O_2(g) \rightarrow 6H_2O(g) + 2N_2(g) \quad , \quad \Delta H = -1664\ kJ$$

توجه داریم که این دو واکنش، در شرایط استاندارد در حال انجام شدن نیستند. به ازای یک بار انجام شدن واکنش اول، مقدار ۴ مول گاز آمونیاک به مصرف رسیده و مجموعاً ۸ مول گاز (۲ مول گاز نیتروژن و ۶ مول بخار آب)، به همراه ۱۶۶۴ کیلوژول گرما آزاد می‌شود. طبق فرض سؤال، مقدار ۱۶۶۴ کیلوژول گرما را به سامانه واکنش دوم منتقل کرده‌ایم. بر این اساس، مقدار گاز تولید شده در این واکنش را محاسبه می‌کنیم:

$$?\,mol\ C_2H_4 = 1664\ kJ\ \text{گرما} \times \frac{1\ mol\ C_2H_4}{52\ kJ\ \text{گرما}} = 32\ mol$$

با توجه به محاسبات بالا، طی این فرایند ۳۲ مول گاز در واکنش دوم نیز تولید شده است. در واکنش اول، ۸ مول گاز و در واکنش دوم، ۳۲ مول گاز تولید شده، پس در مجموع این دو واکنش ۴۰ مول گاز تولید شده است. طبق توضیحات داده شده، اگر ۴ مول گاز آمونیاک در واکنش اول مصرف شود، در نهایت ۴۰ مول گاز در مجموع دو واکنش تولید خواهد شد. بر این اساس، جرم آمونیاک مصرف شده به ازای تولید ۱۲۰ لیتر گاز را محاسبه می‌کنیم. توجه داریم که حجم هر مول ماده گازی در شرایط واکنش، برابر با ۳۰ لیتر است. بر این اساس داریم:

$$?\,g\ NH_3 = 120\ L\ \text{گاز} \times \frac{1\ mol\ \text{گاز}}{30\ L\ \text{گاز}} \times \frac{4\ mol\ NH_3}{40\ mol\ \text{گاز}} \times \frac{17\ g\ NH_3}{1\ mol\ NH_3} = 6/8\ g$$

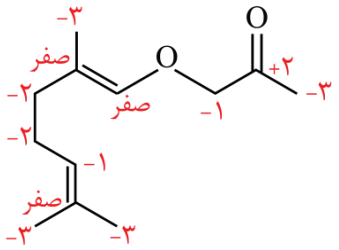


۴- کدام‌یک از مطالب زیر در رابطه با ترکیب مقابل، نادرست است؟

۱) شمار اتم‌های هیدروژن موجود در این ماده، با شمار اتم‌های هیدروژن در نونان برابر است.
۲) یکی از گروه‌های عاملی موجود در این ماده، در ترکیب ایجادکننده بوی رازیانه وجود دارد.
۳) بین ذرات این ماده، برخلاف ذرات سازنده اتانول، امکان برقراری پیوند هیدروژنی وجود ندارد.
۴) دو مورد از اتم‌های کربن موجود در ساختار این ماده آلی، عدد اکسایش بزرگ‌تر از صفر دارند.

پاسخ: گزینهٔ ۴ (متوسط ـ مفهومی و حفظی ـ استاندارد ـ صفحهٔ ۷۱ ـ ۱۱۰۲)

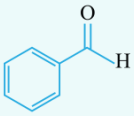
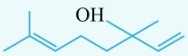
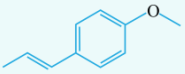
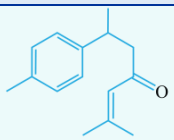
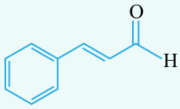
ترکیب مورد نظر، در ساختار خود دارای یک گروه کتونی و یک گروه اتری است. فرمول شیمیایی این ماده به‌صورت $C_{12}H_{20}O_2$ خواهد بود. چون این ماده در ساختار خود دارای پیوند $C = C$ است، از جمله مواد سیرنشده به شمار می‌رود. عدد اکسایش همه اتم‌های کربن موجود در ساختار این ماده، برابر با صفر و یا کمتر از صفر است و تنها اتم کربنی از این ماده که عدد اکسایش بیشتر از صفر دارد، اتم کربن موجود در گروه عاملی کتونی است. عدد اکسایش اتم‌های کربن موجود در ساختار این ماده، به شرح زیر است:



بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ در ساختار نونان، ۹ اتم کربن و ۲۰ اتم هیدروژن وجود دارد. در ساختار این ترکیب آلی نیز ۲۰ اتم هیدروژن وجود دارد.

۲ جدول زیر گروه‌های عاملی موجود در عامل بو و مزه برخی از گیاهان را نشان می‌دهد:

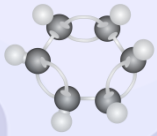
نام گیاه	میخک	بادام	گشنیز	رازیانه	زردچوبه	دارچین
ساختار						
فرمول مولکولی	$C_7H_{14}O$	C_7H_6O	$C_{10}H_{18}O$	$C_{10}H_{12}O$	$C_{15}H_{20}O$	C_9H_8O
گروه عاملی	کتون (کربونیل)	آلدهید (کربونیل)	الکلی	اتر	کتون (کربونیل)	آلدهید (کربونیل)

در ساختار رازیانه، ترکیبات حاوی گروه عاملی اتری وجود دارند. در ساختار ترکیب داده شده در سؤال نیز عامل اتری یافت می‌شود.

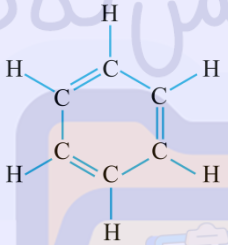
مواد آروماتیک

حلقهٔ بنزنی، یک حلقهٔ ۶ ضلعی ساخته شده از اتم‌های کربن است که در آن پیوندهای بین اتم‌های کربن یکی در میان دوگانه هستند. ترکیب‌های دارای حلقه بنزنی، به اصطلاح ترکیبات آروماتیک خوانده می‌شوند. بنزن، بنزوئیک اسید، بنزآلدهید، نفتالن، استیرن، ترفتالیک اسید، پارازایلن، ترکیب آلی عامل طعم و بوی گیاه رازیانه، ترکیب‌های آلی موجود در دارچین و زردچوبه و ویتامین (کا)، مهم‌ترین ترکیبات آروماتیک مطرح شده در کتاب درسی هستند. تصویر زیر، نمایی از مولکول بنزن به‌عنوان سرگروه خانواده ترکیبات آروماتیک را نشان می‌دهد.

مدل گلوله و میله:



ساختار لوویس:

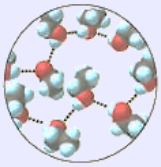


مدل نقطه خط:

۳ به‌طور کلی در گروه عاملی کربونیل (آلدهیدها و کتون‌ها) و در ساختار ترکیب‌های اتری، اتم هیدروژن به هیچ یک از اتم‌های اکسیژن، نیتروژن و فلوئور متصل نیست و به همین خاطر، اتم اکسیژن موجود در این گروه‌های عاملی توانایی تشکیل پیوند هیدروژنی با مولکول‌های خود را ندارند.

اتانول

اتانول، یک الکل دو کربنی است که از مولکول‌هایی با $\mu > 0$ تشکیل شده است. این ماده، بی‌رنگ بوده و از تخمیر گلوکز تولید می‌شود. در یک نمونه خالص از اتانول، هر مولکول توانایی ایجاد دو پیوند هیدروژنی را دارد. تصویر زیر، نمایی از اتانول خالص را نشان می‌دهد:



همانطور که مشخص است، هر مولکول اتانول (C_2H_5OH) یک پیوند هیدروژنی از سمت اتم اکسیژن و یک پیوند هیدروژنی از سمت اتم هیدروژن موجود در گروه هیدروکسیل برقرار کرده است.

۵- **گرمای حاصل از سوختن مقداری متان را به دو بخش مساوی تقسیم کرده و هر قسمت از آن را به نمونه‌هایی از آب با جرم ۲۰۰ گرم و اتانول با جرم ۷۰۰ گرم می‌دهیم. میزان تغییر دمای نمونه آب، چند برابر نمونه اتانول خواهد بود؟ (گرمای ویژه آب و اتانول، به ترتیب برابر با ۴/۲ و ۲/۴ ژول بر گرم بر درجه سلسیوس است.)**

۱) ۱/۲۵ ۲) ۱/۵ ۳) ۲ ۴) ۲/۵

پاسخ: گزینهٔ ۳ **(آسان ـ محاسباتی ـ استاندارد ـ صفحهٔ ۶۰ ـ ۱۱۰۲)**

میزان تغییر دمای یک نمونه از ماده را به ازای Q ژول گرما، از رابطهٔ زیر به‌دست می‌آوریم:

$$Q = mc\Delta\theta$$

طبق فرض سؤال، گرمای حاصل از سوختن مقداری متان را به دو بخش مساوی تقسیم کرده و هر قسمت از آن را به نمونه‌هایی از آب و اتانول داده‌ایم. بر این اساس، می‌توان گفت مقدار گرمای داده شده به هر ماده برابر با هم است؛ پس داریم:

$$Q_{\text{آب}} = Q_{\text{اتانول}}$$

با توجه به برابر بودن مقدار گرمای داده شده به دو ماده، مقدار تغییر دمای آن‌ها را مقایسه می‌کنیم:

$$Q_{\text{آب}} = Q_{\text{اتانول}} \Longrightarrow m_{\text{آب}} \times c_{\text{آب}} \times \Delta\theta_{\text{آب}} = m_{\text{اتانول}} \times c_{\text{اتانول}} \times \Delta\theta_{\text{اتانول}} \Longrightarrow ۲۰۰ \times ۴/۲ \times \Delta\theta_{\text{آب}}$$

$$= ۷۰۰ \times ۲/۴ \times \Delta\theta_{\text{اتانول}} \Longrightarrow \frac{\Delta\theta_{\text{آب}}}{\Delta\theta_{\text{اتانول}}} = \frac{۷۰۰ \times ۲/۴}{۲۰۰ \times ۴/۲} = ۲ \text{ برابر}$$

تغییر دمای یک ماده با استفاده از گرما

ظرفیت گرمایی یک ماده (C)، گرمای موردنیاز برای افزایش دمای آن ماده به اندازهٔ یک درجهٔ سلسیوس است:

$$Q = C\Delta\theta$$

ظرفیت گرمایی یک ماده در دما و فشار ثابت، به نوع ماده و جرم ماده وابسته است و یکای آن $J.K^{-1}$ یا $J.°C^{-1}$ است. امّا گرمای ویژه (c)، گرمای موردنیاز برای افزایش دمای یک گرم از ماده به اندازهٔ یک درجه سلسیوس است:

$$Q = mc\Delta\theta$$

گرمای ویژهٔ یک ماده در دما و فشار ثابت، تنها به نوع ماده وابسته است و یکای آن $J.g^{-1}.K^{-1}$ یا $J.g^{-1}°C^{-1}$ است. توجه داریم که در رابطهٔ بالا، واحد گرما (Q) ژول است و اگر مقدار گرما را بر حسب کیلوژول، کالری و ... دادند، باید تبدیل واحد انجام دهیم. توجه داریم که هر کالری برابر با ۴/۱۸ ژول است که برای حل تقریبی مسائل می‌توانیم آن را معادل ۴/۲ ژول در نظر بگیریم:

$$1cal = ۴/۱۸J \simeq ۴/۲J$$

۶- **واکنش تشکیل هیدرازین از عناصر سازنده، ..... واکنش تولید آمونیاک از عناصر سازنده، ..... بوده و با انجام آن در یک ظرف سربسته در دمای ثابت، تعداد مول مواد گازی موجود در ظرف ..... پیدا می‌کند.**

۱) همانند ـ گرماگیر ـ افزایش ۲) همانند ـ گرماده ـ افزایش
۳) برخلاف ـ گرماده ـ کاهش ۴) برخلاف ـ گرماگیر ـ کاهش

پاسخ: گزینهٔ ۴ **(آسان ـ حفظی و مفهومی ـ سریع ـ صفحهٔ ۷۷ ـ ۱۱۰۲)**

واکنش تشکیل هیدرازین ($N_۲H_۴$) از عناصر سازنده، طبق معادله زیر انجام می‌شود:

$$N_۲(g) + ۲H_۲(g) \rightarrow N_۲H_۴(g)$$

واکنش تولید آمونیاک از عناصر سازنده (واکنش هابر) نیز، طبق معادله زیر انجام می‌شود:

$$N_۲(g) + ۳H_۲(g) \rightarrow ۲NH_۳(g)$$

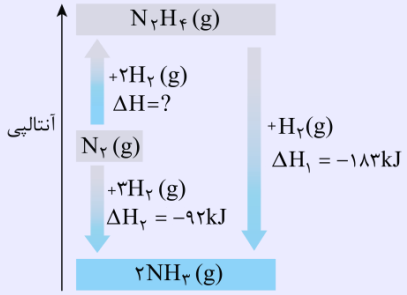
واکنش تشکیل هیدرازین از عناصر سازنده برخلاف واکنش تولید آمونیاک از عناصر سازنده، گرماگیر است. با انجام واکنش تشکیل هیدرازین، ۳ مول گاز مصرف شده و یک مول گاز تولید می‌شود. بر این اساس، می‌توان گفت مجموع مول مواد گازی در ظرف کاهش می‌یابد و در صورت ثابت بودن حجم، فشار گازها نیز کاهش می‌یابد.

تغییر آنتالپی در فرایند هابر

فرایند هابر روشی برای تولید گاز آمونیاک از عناصر سازنده بوده که واکنش کلی آن به‌صورت زیر است:

$$N_2(g) + 3H_2(g) \xrightarrow{Fe\ ,\ 200\ atm\ ,\ 450^\circ C} 2NH_3(g)$$

نمودار زیر نمایی از مراحل انجام این واکنش را نشان می‌دهد:



این فرایند در واقع یک فرایند دو مرحله‌ای است. واکنش مرحله اول این فرایند به‌صورت زیر است:

$$N_2(g) + 2H_2(g) \rightarrow N_2H_4(g)\ ,\Delta H > 0$$

در این مرحله، هیدرازین تولید می‌شود. این مرحله گرماگیر بوده و واکنش‌دهنده‌های آن (نیتروژن و هیدروژن) پایدارتر از هیدرازین هستند. با توجه به ناپایداری هیدرازین، این ماده به سرعت با هیدروژن واکنش داده و به همین علت نمی‌توان ΔH این مرحله را به‌صورت مستقیم حساب کرد. واکنش مرحله دوم این فرایند به‌صورت زیر است:

$$N_2H_4(g) + H_2(g) \rightarrow 2NH_3(g)\ ,\Delta H < 0$$

در این مرحله، گاز هیدرازین طی یک واکنش گرماده با هیدروژن، آمونیاک را تولید می‌کند. به علت گرماده بودن این واکنش، می‌توان گفت آمونیاک نسبت به واکنش‌دهنده‌ها (هیدروژن و هیدرازین) پایدارتر است. معادلهٔ واکنش کلی این فرایند نیز به‌صورت زیر است:

$$N_2(g) + 3H_2(g) \rightarrow 2NH_3(g)\ ,\Delta H < 0$$

۷- کدام‌یک از مطالب زیر درست است؟

۱) در دما و فشار معین، به مجموع انرژی پتانسیل ذرات سازندهٔ یک ماده، محتوای انرژی یا آنتالپی آن ماده گفته می‌شود.

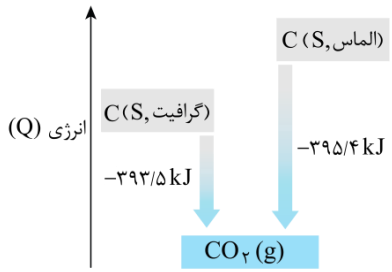
۲) مقدار گرمای ویژه هر جسم، برخلاف ظرفیت گرمایی آن جسم، به جرم و نوع ماده سازنده آن جسم بستگی دارد.

۳) انتقال گرما میان دو جسم، قطعاً موجب کاهش تفاوت مجموع انرژی جنبشی ذرات سازنده دو جسم می‌شود.

۴) برای تولید مقدار مشخص از انرژی در واکنش سوختن، جرم الماس مورد نیاز کمتر از جرم گرافیت است.

پاسخ: گزینهٔ ۴ (متوسط ـ مفهومی ـ استاندارد ـ صفحهٔ ۶۴ ـ ۱۱۰۲)

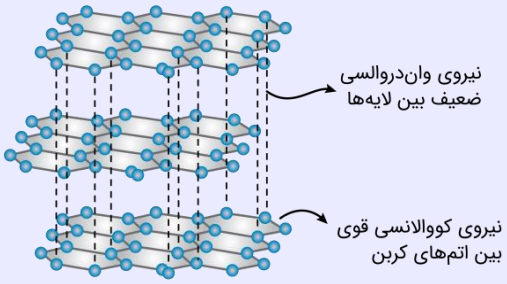
به شکل‌های متفاوت مولکولی یا بلوری یک عنصر، آلوتروپ یا دگرشکل گفته می‌شود. الماس و گرافیت، دو آلوتروپ متفاوت از کربن هستند. در ساختار این دو ماده، فقط اتم کربن وجود دارد. هرچند که این دو ماده به‌طور خالص از اتصال اتم‌های کربن به یکدیگر تشکیل شده‌اند، اما روش اتصال اتم‌ها در ساختار آن‌ها متفاوت از یکدیگر است. نمودار زیر، روند سوختن الماس و گرافیت را نشان می‌دهد:



با توجه به داده‌های موجود در این نمودار، سطح انرژی الماس بالاتر از سطح انرژی گرافیت است؛ پس یک نمونه از الماس در مقایسه با یک نمونه از گرافیت ناپایدارتر است. با توجه به بالاتر بودن سطح انرژی الماس و منفی‌تر بودن تغییر آنتالپی واکنش سوختن این ماده، می‌توان گفت برای تولید مقدار مشخص از انرژی در واکنش سوختن، جرم الماس مورد نیاز کمتر از جرم گرافیت مورد نیاز خواهد بود.

گرافیت

ساختار گرافیت به‌صورت زیر است:



با توجه به این تصاویر، گرافیت ساختار لایه‌ای دارد و در هر لایه از آن، اتم‌های کربن مطابق با یک ساختار دوبعدی به یکدیگر متصل شده‌اند. از آن‌جا که بین لایه‌های مختلف سازندهٔ گرافیت نیروی ضعیف وان‌دروالسی وجود دارد، این لایه‌ها می‌توانند به راحتی بر روی یکدیگر بلغزند و به همین خاطر، گرافیت برخلاف الماس مادهٔ بسیار نرمی است. به خاطر همین ویژگی گرافیت، از آن برای ساختن مغز مداد استفاده می‌شود. گرافیت برخلاف الماس رسانای قوی جریان الکتریسیته است، اما یک نمونهٔ خالص از این ماده، رسانایی گرمایی ندارد. با توجه به فاصلهٔ نسبتاً زیاد میان لایه‌های کربنی موجود در ساختار گرافیت، تراکم اتم‌های کربن در این ماده کمتر از تراکم اتم‌های کربن در الماس بوده و به همین خاطر، چگالی گرافیت کمتر از چگالی الماس است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) به انرژی نهفته شده در یک نمونه ماده که ناشی از نیروهای نگه‌دارنده ذره‌های سازنده آن ماده است، انرژی پتانسیل گفته می‌شود. به‌عنوان مثال، انرژی نهفته شده در مولکول‌های متان که به هنگام سوزاندن ذرات این ماده آزاد می‌شود، انرژی پتانسیل ذرات سازنده متان است. در دما و فشار معین، به مجموع انرژی جنبشی و انرژی پتانسیل همهٔ ذرات سازندهٔ یک ماده، محتوای انرژی یا آنتالپی آن ماده گفته می‌شود.

۲) مقدار ظرفیت گرمایی (C) به نوع مادهٔ سازنده یک جسم بستگی دارد. برای مثال، مقدار ظرفیت گرمایی ۱۰ گرم آهن با مقدار ظرفیت گرمایی ۱۰ گرم آب متفاوت خواهد بود. به عبارت دیگر، میزان گرمای لازم برای افزایش دمای ۱۰ گرم آهن به اندازه $1^\circ C$ متفاوت از مقدار گرمای لازم برای افزایش دمای ۱۰ گرم آب به اندازه $1^\circ C$ است. علاوه بر نوع ماده، مقدار ظرفیت گرمایی یک جسم (C)، به جرم آن جسم نیز وابسته است. در واقع با افزایش جرم، مقدار ظرفیت گرمایی آن جسم نیز افزایش پیدا می‌کند. به‌عنوان مثال، ظرفیت گرمایی یک نمونه ۵۰۰ گرمی از آب، دو برابر ظرفیت گرمایی یک نمونهٔ ۲۵۰ گرمی از آب است. این در حالی است که گرمای ویژه، فقط به جنس جسم بستگی داشته و هیچ وابستگی به جرم آن ندارد.

۳) انتقال گرما میان دو جسم، موجب افزایش دمای جسم سرد و کاهش دمای جسم گرم می‌شود. اگر مجموع انرژی جنبشی یا همان انرژی گرمایی جسم سرد بیشتر از جسم گرم باشد (به‌عنوان مثال، یک ۱۰۰ کیلوگرم آب $40^\circ C$ و ۲۰۰ گرم آب $45^\circ C$)، انتقال گرما از جسم گرم به جسم سرد منجر به افزایش اختلاف انرژی گرمایی این دو ماده می‌گردد.

۸- با انرژی حاصل از واکنش مقدار کافی گاز هیدروژن کلرید با ۱۰۲ گرم گاز آمونیاک بر اساس معادلهٔ زیر، چند کیلوگرم آب را می‌توان از دمای $353K$ به نقطه جوش رساند و با استفاده از نمک تولید شده، چند کیلوگرم محلول آبی با درصد جرمی ۱۰/۷٪ می‌توان تولید کرد؟ ($c_{\text{آب}} = 4/2\, J.g^{-1}.{}^\circ C^{-1}$)

$$NH_3(g) + HCl(g) \longrightarrow NH_4Cl(s) + 168kJ \qquad (Cl = 35/5\,, N = 14\,, H = 1 : g.mol^{-1})$$

۱) ۱۸ ـ ۲ ۲) ۱۲ ـ ۲ ۳) ۱۸ ـ ۳ ۴) ۱۲ ـ ۳

پاسخ: گزینهٔ ۴ (سخت ـ محاسباتی ـ استاندارد ـ صفحهٔ ۶۴ ـ ۱۱۰۲)

واکنش مورد نظر به‌صورت زیر انجام می‌گیرد:

$$NH_3(g) + HCl(g) \longrightarrow NH_4Cl(s) + 168\ kJ$$

ابتدا گرمای تولیدشده را حساب می‌کنیم:

$$?\ kJ\ \text{گرما} = 102\ g\ NH_3 \times \frac{1\ mol\ NH_3}{17\ g\ NH_3} \times \frac{168\ kJ\ \text{گرما}}{1\ mol\ NH_3} = 6 \times 168\ kJ$$

دمای ۳۵۳ کلوین، معادل با دمای ۸۰ درجه سلسیوس است. برای به جوش آوردن نمونه آب، باید دمای آن را ۲۰ درجه افزایش داده و مقدار دما را به ۱۰۰°C برسانیم. حال جرم آبی که دمای آن در اثر این گرما، ۲۰ درجه سانتی‌گراد افزایش می‌یابد را به دست می‌آوریم. در این رابطه داریم:

$$Q = mc\Delta\theta \Longrightarrow (6 \times 168\ kJ) \times \frac{1000\ J}{1\ kJ} = \left(x\ kg \times \frac{1000\ g}{1\ kg}\right) \times 4/2 \times 20 \Longrightarrow x = 12\ kg$$

در قدم بعد، جرم نمک تولید شده و جرمی از محلول با غلظت ۱۰/۷ درصد جرمی از نمک که تولید می‌شود را محاسبه می‌کنیم:

$$?\ mol\ NH_4Cl = 102\ g\ NH_3 \times \frac{1\ mol\ NH_3}{17\ g\ NH_3} \times \frac{1\ mol\ NH_4Cl}{1\ mol\ NH_3} \times \frac{53/5\ g\ NH_4Cl}{1\ mol\ NH_4Cl} = 321\ g$$

$$?\ kg\ \text{محلول} = 321\ g\ NH_4Cl \times \frac{100\ g\ \text{محلول}}{10/7\ g\ NH_4Cl} \times \frac{1\ kg\ \text{محلول}}{1000\ g\ \text{محلول}} = 3\ kg$$

۹- آنتالپی سوختن نوعی آلکین برابر با ۱۸۴۸- کیلوژول بر مول است. تعداد پیوندهای اشتراکی در ساختار این آلکین کدام است؟ (آنتالپی پیوندهای $C-H$ ، $C-C$ ، $C=C$ ، $C\equiv C$ ، $O=O$ و $O-H$ با یکای کیلوژول بر مول، به‌ترتیب برابر ۴۱۴، ۳۴۸، ۸۲۰، ۴۹۵، ۸۰۰ و ۴۶۳ در نظر گرفته شود و همه مواد شرکت‌کننده گازی هستند.)

۱) ۵ ۲) ۸ ۳) ۱۱ ۴) ۱۴

پاسخ: گزینهٔ ۲ (سخت ـ محاسباتی ـ زمان‌بر ـ صفحهٔ ۷۰ ـ ۱۱۰۲)

آلکین‌ها، گروهی از هیدروکربن‌های خطی با یک پیوند سه‌گانه و با فرمول شیمیایی کلی C_nH_{2n-2} هستند. واکنش موازنه شده سوختن یک نوع آلکین با فرمول شیمیایی کلی C_nH_{2n-2}، به‌صورت زیر است:

$$C_nH_{2n-2} + \frac{3n-1}{2}O_2 \rightarrow n\ CO_2 + (n-1)\ H_2O$$

مقدار آنتالپی سوختن آلکین مورد نظر برابر با ۱۸۴۸- کیلوژول بر مول است. یک آلکین n کربنه با فرمول مولکولی C_nH_{2n-2}، در ساختار مولکولی خود یک پیوند سه‌گانه کربن-کربن و $n-2$ پیوند یگانه کربن-کربن و $2n-2$ پیوند اشتراکی $C-H$ دارد. جدول زیر شمار پیوندهای موجود در ساختار سه خانواده اصلی هیدروکربن‌ها را نشان می‌دهد:

نوع هیدروکربن	فرمول کلی	پیوند $C-C$	پیوند $C=C$	پیوند $C\equiv C$	پیوند $C-H$	کل پیوندها
آلکان	C_nH_{2n+2}	$n-1$	-	-	$2n+2$	$3n+1$
آلکن	C_nH_{2n}	$n-2$	۱	-	$2n$	$3n$
آلکین	C_nH_{2n-2}	$n-2$	-	۱	$2n-2$	$3n-1$

بر این اساس، آنتالپی سوختن آلکین مورد نظر را حساب می‌کنیم:

$$\text{آنتالپی واکنش} = [\text{مجموع آنتالپی پیوند واکنش‌دهنده‌ها}] - [\text{مجموع آنتالپی پیوند فراورده‌ها}]$$

$$\left(820 + (348 \times (n-2)) + (414 \times (2n-2)) + \left(495 \times \frac{3n-1}{2}\right)\right) - ((800 \times 2n) + (463 \times 2 \times (n-1)))$$
$$= -1848kJ \rightarrow n = 3$$

با توجه به محاسبات بالا، آلکین مورد نظر معادل با C_3H_4 است که در ساختار خود ۸ پیوند اشتراکی دارد.

آلکین‌ها

چون در ساختار آلکین‌ها یک پیوند سه‌گانهٔ $C \equiv C$ وجود دارد، این مواد سیرنشده هستند. در واقع هریک از اتم‌های کربن دخیل در ساختن پیوند اشتراکی $C \equiv C$ فقط به ۲ اتم متصل هستند. به همین خاطر، واکنش‌پذیری آلکین‌ها در مقایسه با آلکان‌ها و آلکن‌ها بیشتر است. در یک آلکین با n اتم کربن، $n - ۲$ پیوند $C - C$، تعداد $۲n - ۲$ پیوند $C - H$ و یک پیوند $C \equiv C$ دیده می‌شود. بر این اساس، می‌توان گفت در یک آلکین با n اتم کربن، مجموعاً $۳n - ۱$ پیوند اشتراکی(کووالانسی) بین اتم‌ها وجود دارد.

۱۰- کدام‌یک از مطالب زیر نادرست است؟

۱) قدرمطلق مقدار گرمای مبادله‌شده در تبخیر مقدار مشخص از یک مایع، نسبت به انجماد همان مقدار مایع، بیشتر است.

۲) برای شکستن یک مول پیوند اشتراکی $Cl - Cl$، در مقایسه با یک مول پیوند $H - F$، انرژی بیشتری نیاز است.

۳) از میان چربی و روغن، ماده‌ای که ذرات آن در دمای اتاق جنبش‌های کمتری دارد، واکنش‌پذیری پایین‌تری دارد.

۴) در واکنش ترمیت، یک فلز مذاب تولید شده و این واکنش، همانند انحلال لیتیم سولفات در آب، گرماده است.

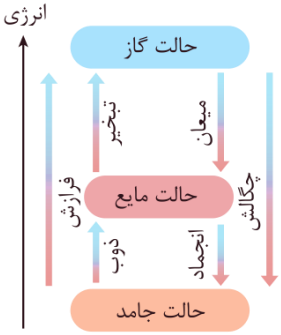
پاسخ: گزینهٔ ۲ (متوسط ـ مفهومی ـ استاندارد ـ صفحهٔ ۶۹ ـ ۱۱۰۲)

هرچقدر که اتم‌های دخیل در تشکیل یک پیوند اشتراکی با قدرت بیشتری یکدیگر را جذب کنند، انرژی مورد نیاز برای جدا کردن آن دو اتم (آنتالپی پیوند) نیز بیشتر خواهد بود. عوامل زیر، بر مقدار آنتالپی پیوندهای اشتراکی مؤثر هستند:

- مرتبه پیوند: هرچه مرتبه پیوند اشتراکی بین دو اتم بیشتر باشد، آنتالپی پیوند بیشتر خواهد بود. به عبارت دیگر، به شرط ثابت بودن نوع اتم‌های دخیل در یک پیوند، آنتالپی پیوند سه‌گانه بیشتر از دوگانه و آنتالپی پیوند دوگانه نیز بیشتر از یگانه خواهد شد. به‌عنوان مثال، آنتالپی پیوند $N \equiv N$ بیشتر از پیوند $N = N$ و آنتالپی پیوند $N = N$ نیز بیشتر از پیوند $N - N$ است.
- شعاع اتم‌های دخیل در تشکیل پیوند: هرچقدر که شعاع اتم‌های دخیل در تشکیل پیوندهای کووالانسی کوچک‌تر باشد، آن اتم‌ها با قدرت بیشتری یکدیگر را جذب کرده و آنتالپی آن پیوند بیشتر می‌شود. به‌عنوان مثال، چون ترتیب شعاع اتمی کلر، برم و ید به‌صورت $I > Br > Cl$ است، آنتالپی پیوند میان این اتم‌ها با اتم هیدروژن به‌صورت $HCl > HBr > HI$ می‌شود.

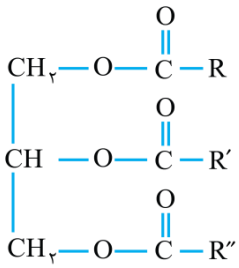
چون اتم‌های هیدروژن و فلوئور، در مقایسه با اتم کلر شعاع کوچک‌تری دارند؛ می‌توان گفت آنتالپی پیوند $Cl - Cl$ کمتر از آنتالپی پیوند $H - F$ است و بر همین اساس، برای شکستن یک مول پیوند $Cl - Cl$، نسبت به یک مول پیوند $H - F$، به انرژی کمتری نیاز است.

بررسی سایر گزینه‌ها:



۱) همانطور که در نمودار مقابل مشخص است، تفاوت سطح انرژی حالت جامد و مایع کمتر از تفاوت سطح انرژی حالت گاز و مایع است؛ پس برای مقدار مشخص از ماده، گرمای مبادله‌شده در فرایند تبدیل حالت از جامد به مایع یا از مایع به جامد کمتر از فرایند تبدیل حالت از گاز به مایع یا از مایع به گاز است. بر همین اساس، می‌توان گفت مقدار گرمای مبادله‌شده در تبخیر یک مایع بیشتر از گرمای منتقل‌شده در انجماد همان مقدار مایع است. در واقعیت نیز برای تبخیر یک ماده مایع مثل آب، مقدار انرژی مبادله شده بیشتر از حالتی است که آن ماده مایع بخواهد منجمد شود.

۳) ساختار کلی ذرات سازنده روغن‌ها و چربی‌ها، به‌صورت زیر است:



روغن و چربی از جمله ترکیبات آلی هستند که به دلیل تفاوت در ساختار، خواص فیزیکی و شیمیایی گوناگونی دارند. به‌طور کلی، پیوندهای دوگانه بیشتری در ساختار بخش هیدروکربنی روغن‌ها نسبت به چربی‌ها وجود دارد و به همین علت می‌توان گفت روغن‌ها واکنش‌پذیری

بیشتری داشته و در مقایسه با چربی‌ها پایداری کمتری دارند. با توجه به آن که جنبش‌های نامنظم در حالت مایع نسبت به جامد بیشتر است و با توجه به جامد بودن چربی‌ها و مایع بودن روغن‌ها، می‌توان نتیجه گرفت ذرات روغن نسبت به ذرات چربی جنبش‌های بیشتری دارند.

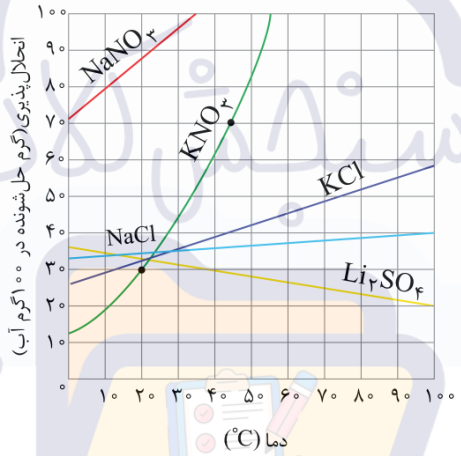
چربی‌ها

ارزش سوختی کربوهیدرات و پروتئین مساوی بوده و ارزش سوختی چربی بیش از دو برابر (به‌تقریب ۲/۲ برابر) ارزش سوختی این دو ماده است؛ بنابراین برای تأمین انرژی فعالیت‌های فیزیکی در مدت طولانی، به علت ارزش سوختی بیشتر چربی‌ها، استفاده از موادی با درصد چربی بالاتر، مناسب‌تر است. مقایسه ارزش سوختی مواد غذایی مطرح‌شده در کتاب درسی به‌صورت زیر است:

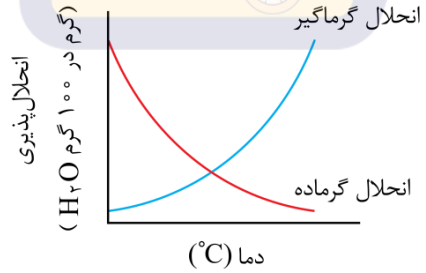
چربی > بادام > بادام زمینی > پنیر > شکلات > پروتئین = کربوهیدرات > نان > برگ زردآلو > تخم‌مرغ > شیر > سیب

همچنین با توجه به ارزش سوختی بالای چربی، مقدار اضافی انرژی دریافتی از مواد غذایی عمدتاً به شکل چربی در بدن ذخیره می‌شود.

۴ از آنجا که واکنش $Fe_2O_3(s) + 2Al(s) \rightarrow Al_2O_3(s) + 2Fe(l)$ به‌طور طبیعی انجام می‌شود، می‌توان گفت واکنش‌پذیری آلومینیم از فلز آهن بیشتر است. این واکنش، اصطلاحاً به واکنش ترمیت معروف بوده و از آهن مذاب تولید شده طی آن در صنعت جوشکاری استفاده می‌شود. واکنش ترمیت، همانند واکنش میان سایر ترکیب‌های فلزی با عناصر فلزی واکنش‌پذیرتر از آن‌ها، از جمله واکنش‌های گرماده است. از طرفی می‌دانیم که افزایش دما، می‌تواند موجب افزایش مقدار انحلال‌پذیری برخی از مواد (مواد با انحلال گرماگیر) در آب شده و در نقطه مقابل، می‌تواند موجب کاهش مقدار انحلال‌پذیری برخی از مواد (مواد با انحلال گرماده) دیگر در آب شود. نمودار زیر، روند تغییر مقدار انحلال‌پذیری برخی از نمک‌های مهم در آب را نشان می‌دهد:



با توجه به نمودار انحلال‌پذیری مواد، می‌توان نوع مبادله گرما در واکنش انحلال نمک مورد نظر در آب را تشخیص داد. در این رابطه داریم:



با توجه به نمودارهای بالا، نمک لیتیم سولفات طی یک فرایند گرماده در آب حل شده و نمودار انحلال‌پذیری-دمای آن به‌صورت نزولی است.

۱- با توجه به واکنش‌های مقابل:

$$1)\ OSCl_2(l) + H_2O(l) \longrightarrow SO_2(g) + 2HCl(g)\ ,\ \Delta H = +10\ kJ$$
$$2)\ 2PCl_3(l) + O_2(g) \longrightarrow 2OPCl_3(l)\ ,\ \Delta H = -650/2\ kJ$$
$$3)\ 2P(s) + 3Cl_2(g) \longrightarrow 2PCl_3(l)\ ,\ \Delta H = -614/8\ kJ$$
$$4)\ 4HCl(g) + O_2(g) \longrightarrow 2Cl_2(g) + 2H_2O(l)\ ,\ \Delta H = -202\ kJ$$

به ازای تولید مجموعاً ۸ مول فراورده در واکنش $2P(s) + 2SO_2(g) + 5Cl_2(g) \longrightarrow 2OSCl_2(l) + 2OPCl_3(l)$، چند کیلوژول انرژی آزاد می‌شود؟

۱) ۲۰۸۴ ۲) ۲۱۶۶ ۳) ۲۹۷۶ ۴) ۲۸۹۵

پاسخ: گزینهٔ ۲ (سخت ـ محاسباتی ـ زمان‌بر ـ صفحهٔ ۷۵ ـ ۱۱۰۲)

واکنش اصلی به‌صورت زیر انجام می‌گیرد:

$$2P(s) + 2SO_2(g) + 5Cl_2(g) \longrightarrow 2OSCl_2(l) + 2OPCl_3(l)$$

با استفاده از قانون هس می‌توانیم آنتالپی این واکنش را به دست آوریم. ابتدا از میان مواد شرکت‌کننده در واکنش‌ها، موادی که غیر تکراری هستند را انتخاب می‌کنیم و ضریب و جهت آن‌ها را مطابق واکنش اصلی قرار می‌دهیم. در میان مواد شرکت‌کننده در واکنش‌های اول تا چهارم، $OSCl_2(l)$ در واکنش اول، $OPCl_3(l)$ در واکنش دوم و $P(s)$ در واکنش سوم غیر تکراری هستند، پس ضریب و جهت این مواد را در این سه واکنش، مطابق واکنش اصلی قرار می‌دهیم. بر این اساس داریم:

- واکنش اول: ضریب $OSCl_2(l)$ نصف واکنش اصلی و جهت آن معکوس است؛ پس این واکنش را در (-2) ضرب می‌کنیم:

$$OSCl_2(l) + H_2O(l) \longrightarrow SO_2(g) + 2HCl(g),\ \Delta H = +10\ kJ$$
$$\xrightarrow{\times(-2)} 2SO_2(g) + 4HCl(g) \longrightarrow 2OSCl_2(l) + 2H_2O(l)\ ,\Delta H = -20\ kJ$$

- واکنش دوم: ضریب و جهت $OPCl_3(l)$ مشابه واکنش اصلی است؛ پس این واکنش را بدون تغییر قرار می‌دهیم:

$$2PCl_3(l) + O_2(g) \longrightarrow 2OPCl_3(l),\ \Delta H = -650/2\ kJ$$

- واکنش سوم: ضریب و جهت $P(s)$ مشابه واکنش اصلی است؛ پس این واکنش را بدون تغییر قرار می‌دهیم:

$$2P(s) + 3Cl_2(g) \longrightarrow 2PCl_3(l),\ \Delta H = -614/8\ kJ$$

اگر پس از در نظر گرفتن مواد غیر تکراری، واکنشی باقی ماند، در میان مواد شرکت‌کننده در این واکنش به دنبال ماده‌ای می‌گردیم که در واکنش اصلی نبوده و تنها در یک واکنش دیگر دیده شود. ضریب این ماده را در این واکنش برابر واکنش دیگر قرار می‌دهیم، اما جهت آن را عکس قرار می‌دهیم تا با یکدیگر حذف شوند و در واکنش مجموع نیایند. به‌عنوان مثال، در واکنش چهارم $HCl(g)$ وجود دارد که در واکنش اصلی نیست اما در واکنش اول دیده می‌شود. واکنش چهارم را در (-1) ضرب می‌کنیم تا ضریب $HCl(g)$ در واکنش‌های اول و چهارم برابر و جهت آن‌ها معکوس باشد:

$$4HCl(g) + O_2(g) \longrightarrow 2Cl_2(g) + 2H_2O(l),\ \Delta H = -202\ kJ$$
$$\xrightarrow{\times(-1)} 2Cl_2(g) + 2H_2O(l) \longrightarrow 4HCl(g) + O_2(g),\ \Delta H = +202\ kJ$$

آنتالپی واکنش اصلی برابر مجموع آنتالپی سایر واکنش‌ها است؛ پس آنتالپی واکنش اصلی را حساب می‌کنیم:

$$\Delta H = (-20) + (-650/2) + (-614/8) + (+202) = -1083\ kJ$$

به ازای تولید مجموعاً ۴ مول فراورده در واکنش اصلی، $1083\ kJ$ کیلوژول گرما آزاد شده است، پس به ازای تولید ۸ مول فراورده در این واکنش، ۲ برابر این مقدار یعنی $2166\ kJ$ گرما آزاد می‌شود.

۱۲- کدام موارد از عبارت‌های داده شده درست هستند؟

الف ـ انرژی آزاد شده در واکنش اکسایش گلوکز، ناشی از تفاوت انرژی گرمایی مواد واکنش‌دهنده و فراورده‌ها خواهد بود.

ب ـ در یخچال صحرایی، گرمای لازم برای تبخیر آب از بدنه ظرف بیرونی، فقط از هوای گرم اطراف کوزه گرفته می‌شود.

ج ـ نسبت شمار اتم‌ها به شمار عناصر در گاز هیدرازین برابر ۳ بوده و این ماده از آمونیاک و نیتروژن، ناپایدارتر است.

د ـ آنتالپی واکنش تولید گاز مرداب از عناصر سازنده را می‌توان به‌طور دقیق با استفاده از قانون هس محاسبه کرد.

۱) «الف» و «ب» ۲) «ب» و «ج» ۳) «ج» و «د» ۴) «الف» و «د»

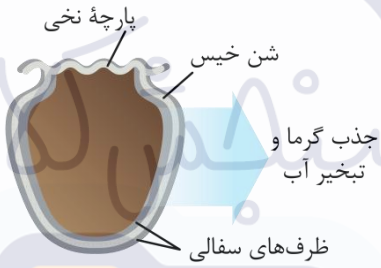
پاسخ: گزینهٔ ۳ **(متوسط ـ مفهومی و حفظی ـ استاندارد ـ صفحهٔ ۷۷ ـ ۱۱۰۲)**

عبارت‌های (ج) و (د) درست هستند.

بررسی موارد:

الف) واکنش اکسایش گلوکز (قند خون) در بدن انسان که منجر به تأمین انرژی مورد نیاز برای سلول‌ها می‌شود را در نظر بگیرید. معادله این واکنش شیمیایی به‌صورت $C_6H_{12}O_6(s) + 6O_2(g) \rightarrow 6CO_2(g) + 6H_2O(l) + Q$ است. با وجود تولید انرژی در این واکنش شیمیایی، دمای بدن تغییر محسوسی نمی‌کند. در این شرایط، چون دمای مواد واکنش‌دهنده پیش از آغاز واکنش با دمای مواد فراورده پس از پایان واکنش برابر است ($\Delta\theta = 0$)؛ پس انرژی آزاد شده در این فرایند را نمی‌توان ناشی از تغییر در مقدار انرژی جنبشی مواد شرکت‌کننده در آن دانست. در واقع، انرژی آزاد شده در این واکنش از تغییر در مقدار انرژی پتانسیل مواد، که به دنبال تغییر در نحوه برقراری پیوندهای شیمیایی بین اتم‌های سازنده این مواد است، منشأ می‌گیرد.

ب) در یخچال صحرایی، آبی که در بدنه ظرف سفالی بیرونی وجود دارد با گرفتن گرما از مواد درون ظرف سفالی داخلی و محیط اطراف، تبخیر می‌شود. این آب به علت گرفتن گرما از مواد موجود در ظرف داخلی، موجب خنک ماندن این مواد می‌شود. یخچال صحرایی دستگاهی ساده و ارزان است که توسط محمد باه آبا، معلم نیجریایی طراحی شده است. ساختار این دستگاه به‌صورت زیر است:



یخچال صحرایی

در ساختار یخچال صحرایی، دو ظرف سفالی که از جنس خاک رس ساخته شده‌اند، درون یکدیگر قرار گرفته و فضای میان آن‌ها با شن خیس پر می‌شود. درپوش این مجموعه نیز پوششی نخی و مرطوب است که تهویه را به آسانی انجام می‌دهد. با گذشت زمان، به مرور آب در بدنهٔ سفالی ظرف بیرونی نفوذ کرده و به آرامی تبخیر می‌شود. معادله فرایند انجام شده به‌صورت زیر است:

$H_2O(l) + 44/1\,kJ \rightarrow H_2O(g)$

با توجه به معادله این واکنش، برای تبخیر هر مول آب ۴۴/۱ کیلوژول گرما از محیط جذب می‌شود. فرایند جذب گرما در این دستگاه، فضای داخلی و محتویات درونی آن را خنک کرده و شرایط را برای سالم نگه‌داشتن غذا به مدت طولانی‌تر مناسب می‌کند.

ج) سطح آنتالپی هیدرازین (N_2H_4) از سطح آنتالپی آمونیاک (NH_3) و نیتروژن (N_2) بالاتر است. توجه داریم که نسبت شمار اتم‌ها به عنصرها در هیدرازین برابر با $\frac{6}{2} = 3$ است.

د) گاز متان که نخستین بار از سطح مرداب‌ها جمع‌آوری شده و به همین علت به گاز مرداب معروف است، ساده‌ترین هیدروکربن بوده و همچنین در معادن از زغال‌سنگ آزاد می‌شود. این گاز در زیر آب و به وسیله باکتری‌های بی‌هوازی از تجزیه گیاهان تولید می‌شود؛ اما تأمین شرایط بهینه برای انجام واکنش تولید این ماده از عناصر سازنده ($C\left(s, \text{گرافیت}\right) + 2H_2(g) \longrightarrow CH_4(g)$) در آزمایشگاه بسیار دشوار و پرهزینه است و برای تعیین ΔH این واکنش، باید از روشی غیرمستقیم مانند قانون هس بهره بگیریم. محاسبه آنتالپی واکنش‌ها با استفاده از قانون هس، یک روش دقیق است.

روش‌های اندازه‌گیری گرمای واکنش

گرمای حاصل از واکنش‌های شیمیایی را به دو روش مستقیم و غیرمستقیم می‌توان محاسبه کرد. در روش‌های مستقیم، واکنش مورد نظر در حضور سایر مواد انجام می‌شود و به کمک تغییر دمای مواد، مقدار گرمای حاصل از واکنش محاسبه می‌شود. استفاده از انواع گرماسنج‌های مختلف، از جمله روش‌های مستقیم محاسبه گرمای یک واکنش هستند. در روش‌های غیر مستقیم، بدون انجام شدن واکنش مورد نظر و با استفاده از داده‌های آزمایشگاهی، می‌توان مقدار گرمای یک واکنش را محاسبه کرد. استفاده از قانون هس، استفاده از آنتالپی پیوند و استفاده از آنتالپی سوختن، از جمله روش‌های غیرمستقیم محاسبه مقدار گرمای یک واکنش هستند. توجه داریم که به کمک این روش‌ها، می‌توان مقدار ΔH واکنش‌هایی که مرحله‌ای از یک واکنش پیچیده هستند و یا به آسانی انجام نمی‌شوند را محاسبه کرد.

از روش غیرمستقیم، برای محاسبه تغییر آنتالپی واکنش‌هایی استفاده می‌شود که تأمین شرایط مورد نیاز برای انجام شدن آن‌ها دشوار است. واکنش‌های زیر، معادله برخی از فرایندهایی را نشان می‌دهد که ΔH آن‌ها را نمی‌توان به‌طور مستقیم اندازه‌گیری کرد:

$$C\,(\text{گرافیت}) + ۲H_۲(g) \rightarrow CH_۴(g) \qquad ۲C\,(\text{گرافیت}) + O_۲(g) \rightarrow ۲CO(g) \qquad ۲H_۲(g) + N_۲(g) \rightarrow N_۲H_۴(g)$$

با توجه به معادله‌های بالا، می‌توان گفت ΔH واکنش‌های تولید هیدرازین ($N_۲H_۴$)، گاز متان($CH_۴$)، کربن مونوکسید (CO) و آب اکسیژنه (هیدروژن پراکسید یا $H_۲O_۲$) از عناصر سازنده این مواد را نمی‌توان به‌طور مستقیم اندازه‌گیری کرد.

۱۳- ظرفیت گرمایی مایع A، دو برابر ظرفیت گرمایی مایع B است. اگر جرم مایع A، چهار برابر جرم مایع B باشد، کدام مورد زیر نادرست است؟

۱) گرمای ویژه مایع A، نصف گرمای ویژه مایع B است.

۲) پس از دادن گرمای برابر به این دو ماده، دمای آن‌ها به‌یقین با یکدیگر یکسان نخواهد شد.

۳) در صورت دادن مقدار گرمای برابر به این دو ماده، تغییر دمای مایع B، دو برابر مایع دیگر است.

۴) اگر تغییر دمای مایع A، دو برابر مایع دیگر باشد، گرمای داده شده به این ماده، ۴ برابر ماده دیگر بوده است.

پاسخ: گزینهٔ ۲ **(متوسط ـ محاسباتی و مفهومی ـ استاندارد ـ صفحهٔ ۶۰ ـ ۱۱۰۲)**

مقایسه ظرفیت گرمایی و گرمای ویژه مواد مختلف از مباحث مهم کنکور سراسری است؛ این سؤال نیز با ایده گرفتن از یکی از سؤال‌های کنکور ۱۴۰۴ طراحی شده است. بر اساس رابطه $Q = C \times \Delta\theta$، اگر به دو ماده گرما ($Q$) یکسان بدهیم، چون ظرفیت گرمایی(C) مایع A دو برابر مایع B است، تغییر دما ($\Delta\theta$) مایع B دو برابر مایع A است. چون دمای اولیه دو مایع را نمی‌دانیم، نمی‌توان در رابطه با دمای نهایی دو مایع نظر داد و ممکن است دمای نهایی این مواد با هم یکسان شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) با توجه به رابطه $C = m \times c$، اگر ظرفیت گرمایی (C) و جرم (m) مایع A به‌ترتیب ۲ و ۴ برابر ظرفیت گرمایی(C) و جرم(m) مایع B باشد، گرمای ویژه (c) مایع A نصف گرمای ویژه مایع B است. در این رابطه داریم:

$$Q = m \times c \Longrightarrow \frac{c_A}{c_B} = \frac{\frac{C_A}{m_A}}{\frac{C_B}{m_B}} = \frac{C_A}{C_B} \times \frac{m_B}{m_A} = ۲ \times \frac{۱}{۴} = \frac{۱}{۲}$$

۳) با توجه به رابطه $Q = C \times \Delta\theta$، با دادن گرمای یکسان به این دو ماده، تغییر دمای مایع B دو برابر مایع A خواهد بود. در این رابطه داریم:

$$Q = C \times \Delta\theta \Longrightarrow \frac{\Delta\theta_B}{\Delta\theta_A} = \frac{\frac{Q_B}{C_B}}{\frac{Q_A}{C_A}} = \frac{Q_B}{Q_A} \times \frac{C_A}{C_B} = ۱ \times ۲ = ۲$$

۴) بر اساس رابطه $Q = C \times \Delta\theta$ داریم:

$$\frac{Q_A}{Q_B} = \frac{C_A}{C_B} \times \frac{\Delta\theta_A}{\Delta\theta_B} = ۲ \times ۲ = ۴$$

ظرفیت گرمایی و گرمای ویژه

ظرفیت گرمایی (C) یک ماده، مقدار گرمایی است که در دما و فشار مشخص به آن ماده داده می‌شود تا دمای آن به اندازه ۱°C بالا رود. همچنین ظرفیت گرمایی ویژه یا گرمای ویژه (c) یک ماده، مقدار گرمایی است که به یک گرم از ماده در دما و فشار مشخص داده می‌شود، تا دمای آن ۱°C افزایش یابد. پس گرمای ویژه، به نوع، فشار و دمای ماده بستگی داشته اما به جرم بستگی ندارد. ظرفیت گرمایی به هر چهار مورد نوع ماده، دما، فشار و جرم وابسته است.

شاخص دمایی	واحد	وابستگی به نوع ماده	وابستگی به جرم ماده	وابستگی به دما و فشار
گرمای ویژه	$J.g^{-1}.K^{-1}$	دارد	ندارد	دارد
ظرفیت گرمایی	$J.K^{-1}$	دارد	دارد	دارد

۱۴- آنتالپی سوختن گاز اتن برابر با $-1400\ kJ.mol^{-1}$ است. با انرژی حاصل از سوزاندن ۷۲ لیتر گاز اتن در شرایط استاندارد، دمای چند کیلوگرم فلز آلومینیم را می‌توان به اندازه ۴۰°C افزایش داد؟ (گرمای ویژه آلومینیم برابر ۰/۹ ژول بر گرم بر درجه سانتی‌گراد است.)

۱) ۲۵۰ ۲) ۱۲۵ ۳) ۵۰ ۴) ۲۵

پاسخ: گزینهٔ ۲ (متوسط ـ محاسباتی ـ استاندارد ـ صفحهٔ ۷۳ ـ ۱۱۰۲)

ساده‌ترین عضو خانواده آلکن‌ها، اتن با فرمول شیمیایی C_2H_4 است. این ماده در بیشتر گیاهان وجود دارد. برای مثال، موز و گوجه‌فرنگی رسیده گاز اتن آزاد می‌کنند. گاز اتن آزاد شده از یک موز یا گوجه فرنگی رسیده به نوبه خود موجب رسیدن سریع‌تر سایر میوه‌های نارس می‌شود. به همین خاطر، در کشاورزی از گاز اتن به‌عنوان «عمل آورنده» استفاده می‌شود. در گذشته گاز اتن به نام «اتیلن» معروف بوده است. در قدم اول، گرمای حاصل از سوختن ۷۲ لیتر گاز اتن(C_2H_4) در شرایط استاندارد را محاسبه می‌کنیم. در این رابطه داریم:

$$?\ kJ\ \text{انرژی} = 72\ L\ C_2H_4 \times \frac{1\ mol\ C_2H_4}{22/4\ L\ C_2H_4} \times \frac{1400\ kJ\ \text{انرژی}}{1\ mol\ C_2H_4} = 4500\ kJ \Longrightarrow Q = 4/5 \times 10^6\ J$$

در قدم بعد، مقدار آلومینیمی که دمای آن افزایش پیدا می‌کند را محاسبه می‌کنیم.

$$Q = mc\Delta\theta \Longrightarrow 4/5 \times 10^6 = m \times 0/9 \times 40 \Longrightarrow m = 125000\ g \Longrightarrow m = 125\ kg$$

۱۵- کدام‌یک از مطالب زیر نادرست است؟

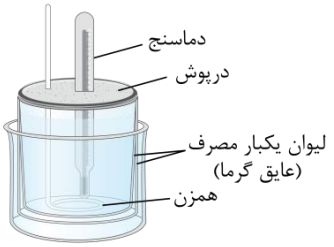
۱) در بین ترکیب‌های آلی، همواره ترکیبی که جرم مولی بیشتری داشته باشد، گرمای سوختن مولی آن منفی‌تر است.
۲) به کمک گرماسنج لیوانی، می‌توان گرمای مبادله شده در انحلال پتاسیم کلرید در آب را در فشار ثابت اندازه گرفت.
۳) با افزایش اتم‌های کربن در آلکان‌ها، آنتالپی سوختن منفی‌تر شده، ارزش سوختی کاهش و دمای جوش افزایش می‌یابد.
۴) ΔH واکنش سوختن گلوکز در حالتی که H_2O به حالت مایع تولید شود، منفی‌تر از زمانی است که بخار آب تولید شود.

پاسخ: گزینهٔ ۱ (متوسط ـ مفهومی ـ استاندارد ـ صفحهٔ ۷۴ ـ ۱۱۰۲)

این عبارت دربارهٔ یک دسته خاص از ترکیب‌های آلی مثلاً آلکان‌ها یا الکل‌های تک عاملی و ... درست است، ولی نمی‌توان آن را در مقایسه تمام ترکیب‌های آلی به کار گرفت. برای مثال، با اینکه جرم مولی متانول (CH_3OH) بیشتر از متان (CH_4) است، اما متانول گرمای سوختن مولی کمتری نسبت به متان دارد. به‌جز مثال گفته شده، هر آلکان در مقایسه با الکل هم‌کربن با خود، آنتالپی سوختن منفی‌تر و جرم مولی کمتری دارد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۲ در روش‌های مستقیم گرماسنجی، باید مقداری از واکنش‌دهنده‌ها را در مجاورت با یکدیگر قرار داده و گرمای مبادله شده در واکنش میان آن‌ها را اندازه بگیریم. یکی از وسایل مورد استفاده برای اندازه‌گیری مستقیم گرمای واکنش‌ها، گرماسنج لیوانی است. این دستگاه ساده با استفاده از دو لیوان یک‌بار مصرف، یک درپوش عایق، یک دماسنج و یک همزن ساخته می‌شود. ساختار این وسیله به‌صورت زیر است:



برای تعیین گرمای یک واکنش به کمک این گرماسنج، مقدار مشخصی از محلول‌ها یا مواد واکنش‌دهنده را در مجاورت با یکدیگر قرار داده و پس از تکمیل شدن واکنش، دمای نهایی محلول موجود در گرماسنج را اندازه‌گیری می‌کنیم. در مرحلهٔ بعد، با توجه به تغییر دمای محتویات گرماسنج ($\Delta\theta$) و با استفاده از رابطهٔ $Q = mc\Delta\theta$، مقدار گرمای مبادله شده در واکنش مورد نظر را در فشار ثابت به‌دست می‌آوریم. توجه داریم که با استفاده از گرماسنج لیوانی، می‌توان گرمای مبادله شده طی انحلال نمک‌ها در آب را اندازه‌گیری کرد.

۳ در آلکان‌ها، آلکن‌ها یا آلکین‌ها با افزایش شمار اتم‌های کربن، آنتالپی سوختن منفی‌تر و ارزش سوختی کمتر می‌شود. با افزایش شمار اتم‌های کربن در این مواد، جرم مولی نیز بیشتر شده و دمای جوش افزایش می‌یابد. برای مثال، بوتان (آلکان ۴کربنه) نسبت به پروپان (آلکان ۳کربنه) آنتالپی سوختن منفی‌تری دارد و ارزش سوختی آن کمتر است. دمای جوش بوتان نیز در مقایسه با پروپان بیشتر است.

مقایسه آنتالپی سوختن مواد

به‌طور کلی، برای مقایسه تغییر آنتالپی سوختن دو نمونه از هیدروکربن‌ها ابتدا به تعداد اتم‌های کربن در هر نمونه نگاه می‌کنیم؛ هر کدام تعداد اتم‌های کربن بیشتری داشت، ΔH واکنش سوختن آن نمونه، منفی‌تری است. همچنین اگر تعداد اتم‌های کربن در هر دو نمونه مساوی باشد، نمونه‌ای که اتم هیدروژن بیشتری داشته باشد، ΔH واکنش سوختن منفی‌تری دارد. برای مثال داریم:

۱) مقایسه گرمای آزادشده از سوختن ۱/۵ مول بوتان و ۳/۵ مول اتن: مقدار کربن در نمونه بوتان و نمونه اتن به ترتیب برابر ۶ و ۷ مول اتم کربن هستند؛ پس گرمای آزادشده از سوختن نمونه اتن بیشتر از نمونه بوتان است.

۲) مقایسه گرمای آزادشده از سوختن ۱ مول پروپن و ۱/۵ مول اتان: مقدار کربن در این دو نمونه برابر ۳ مول است، پس تعداد اتم‌های هیدروژن را در این دو نمونه مقایسه می‌کنیم. مقدار هیدروژن در نمونه پروپن برابر ۶ مول و در نمونه اتان برابر ۹ مول است، پس از سوختن نمونه اتان گرمای بیشتری آزاد می‌شود.

مقایسه ارزش سوختی مواد

- برای مقایسه ارزش سوختی اعضای خانواده آلکان‌ها، آلکن‌ها و آلکین‌ها به‌صورت مجزا، هر کدام تعداد کربن کمتری داشت، ارزش سوختی بیشتری دارد. به‌عنوان مثال، ارزش سوختی متان از تمامی آلکان‌ها بیشتر است. همچنین ارزش سوختی پروپن از ارزش سوختی ۱-هگزن بیشتر می‌باشد.
- همچنین در مقایسه آنتالپی سوختن یک آلکان و الکل هم‌کربن، آنتالپی سوختن آلکان منفی‌تر بوده و این ماده، ارزش سوختی بیشتری دارد. بر این اساس مقدار گرمای آزادشده از یک مول متان بیشتر از یک مول متانول بوده و ارزش سوختی بیشتری دارد.

۴ سطح انرژی مواد در حالت مایع، پایین‌تر از سطح انرژی مواد در حالت گازی است. اگر فراورده یک واکنش گرماده به‌جای حالت گاز (g)، به حالت مایع (l) تولید شود، میزان پایداری فراورده‌های آن واکنش افزایش یافته و مقدار تغییر آنتالپی آن واکنش نیز بیشتر می‌شود.

تغییر گرما در واکنش‌ها

گفتیم که سطح انرژی مواد در حالت گاز (g) بیشتر از حالت مایع (l) و در حالت مایع نیز بیشتر از حالت جامد (s) است. بر این اساس، روند تغییر مقدار گرمای مبادله شده در واکنش‌های شیمیایی با توجه به تغییر حالت فیزیکی مواد شرکت‌کننده در آن‌ها مطابق با نمودار زیر خواهد بود:

- واکنش‌های شیمیایی
  - گرماده
    - افزایش سطح انرژی فراورده‌ها یا کاهش سطح انرژی واکنش‌دهنده‌ها — کاهش Q
    - کاهش سطح انرژی فراورده‌ها یا افزایش سطح انرژی واکنش‌دهنده‌ها — افزایش Q
  - گرماگیر
    - افزایش سطح انرژی فراورده‌ها یا کاهش سطح انرژی واکنش‌دهنده‌ها — افزایش Q
    - کاهش سطح انرژی فراورده‌ها یا افزایش سطح انرژی واکنش‌دهنده‌ها — کاهش Q

۱- کدام موارد از عبارت‌های زیر درست است؟

الف: آنتالپی واکنش تولید CH_4، CO و N_2H_4 از عناصر سازنده آن‌ها را نمی‌توان به‌صورت مستقیم اندازه گرفت.

ب: انتقال گرما میان دو جسم، ممکن است با افزایش سطح انرژی جسمی با انرژی گرمایی بیشتر همراه باشد.

پ: با افزایش دمای واکنش‌دهنده‌ها طی سوختن بوتان، مقدار $|\Delta H|$ این واکنش شیمیایی ثابت می‌ماند.

ت: با تولید مقداری انرژی در واکنش اکسایش گلوکز در یاخته‌ها، دمای بدن انسان افزایش می‌یابد.

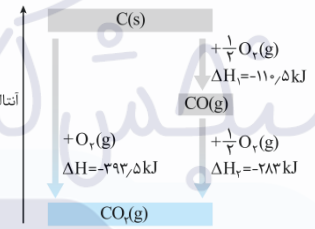
۱) «الف» و «پ» ۲) «الف» و «ب» ۳) «ب» و «ت» ۴) «پ» و «ت»

پاسخ: گزینهٔ ۲ (متوسط ـ آنتالپی ـ مفهومی ـ ۱۱۰۲)

عبارت‌های (الف) و (ب) درست هستند.

بررسی موارد:

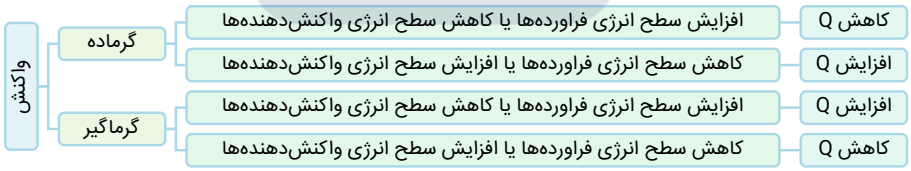
«الف»: واکنش تولید هیدرازین، متان و کربن مونوکسید از عناصر سازنده آن‌ها در آزمایشگاه امکان‌پذیر نیست و آنتالپی آن‌ها را به کمک قانون هس می‌توان محاسبه کرد. توجه داریم که هیدرازین (N_2H_4)، گازی ناپایدار بوده و در حضور گاز هیدروژن به سرعت به گاز آمونیاک تبدیل می‌شود. در فرایند تولید کربن مونوکسید از گاز اکسیژن و کربن نیز گاز کربن مونوکسید تولیدشده در حضور اکسیژن به سرعت می‌سوزد و به گاز کربن دی‌اکسید تبدیل می‌شود. در واقع فرایند تولید گاز کربن مونوکسید، مرحله اول سوختن گرافیت بوده و آنتالپی آن را نمی‌توان به‌صورت مستقیم حساب کرد. واکنش سوختن گرافیت به‌صورت زیر طی دو مرحله انجام می‌شود:



در این فرایند، هر دو مرحله گرماده هستند و مقدار آنتالپی مرحله دوم (سوختن گاز کربن مونوکسید) از مقدار آنتالپی مرحله اول(سوختن ناقص یک مول گرافیت) منفی‌تر است.

«ب»: انتقال گرما تنها بر اساس اختلاف دما بوده و از جسمی با دمای بالاتر به جسمی با دمای پایین‌تر منتقل می‌شود. در این حالت، ممکن است جسمی با انرژی گرمایی بیشتر، دمای کمتری داشته و از جسمی با انرژی گرمایی کمتر اما دمای بیشتر گرما بگیرد. به‌عنوان مثال، با انداختن گلوله آهنی داغ در یک استخر آب، گرما از گلوله داغ(جسم گرم) به آب استخر(جسم سرد) منتقل می‌شود. جرم آب استخر بسیار بیشتر از جرم گلوله بوده و به همین دلیل، انرژی گرمایی آب بیشتر از گلوله است؛ پس در این حالت گرما از ماده‌ای با انرژی گرمایی کمتر به ماده‌ای با انرژی گرمایی بیشتر منتقل شده است.

«پ»: نمودار زیر، روند تغییر آنتالپی واکنش‌های مختلف، بر حسب تغییر سطح انرژی واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌های شرکت‌کننده در آن واکنش را نشان می‌دهد:



واکنش سوختن انواع هیدروکربن‌ها از جمله بوتان، گرماده است. با افزایش دمای واکنش‌دهنده‌ها طی این واکنش شیمیایی، سطح انرژی این مواد افزایش پیدا می‌کند. با افزایش سطح انرژی واکنش‌دهنده‌ها، به شرط ثابت ماندن دمای فراورده‌ها، ΔH واکنش منفی‌تر می‌شود.

«ت»: فرمول مولکولی گلوکز به‌صورت $C_6H_{12}O_6$ است. معادله واکنش اکسایش گلوکز(قند خون) در بدن انسان که منجر به تأمین انرژی مورد نیاز برای سلول‌ها می‌شود به‌صورت زیر است:

$$C_6H_{12}O_6(s) + 6O_2(g) \rightarrow 6CO_2(g) + 6H_2O(l) + Q$$

با وجود تولید انرژی در این واکنش شیمیایی، دمای بدن تغییر محسوسی نمی‌کند. در این شرایط، چون دمای مواد واکنش‌دهنده پیش از آغاز واکنش با دمای مواد فراورده پس از پایان واکنش برابر است ($\Delta\theta = 0$)؛ پس انرژی آزاد شده در این فرایند را نمی‌توان ناشی از تغییر در مقدار انرژی جنبشی مواد شرکت کننده در آن دانست. در واقع، انرژی آزاد شده در این واکنش از تغییر در مقدار انرژی پتانسیل مواد شرکت کننده در آن، که به دنبال تغییر در نحوه‌ی برقراری پیوندهای شیمیایی بین اتم‌های سازنده این مواد است، منشأ می‌گیرد.

۲- مقدار ۱۰۵۰ گرم پتاسیم کلرات در یک بشر مطابق واکنش موازنه‌نشده $KClO_3(s) \longrightarrow KCl(s) + O_2(g)$ در اثر گرما، تجزیه می‌شود. اگر بعد از گذشت ۲ دقیقه و ۵۰ ثانیه، مجموع جرم مواد جامد موجود در ظرف به ۸۵۸ گرم برسد، سرعت متوسط تولید پتاسیم کلرید در این بازه تقریباً برابر با چند گرم بر ثانیه است؟ ($g.mol^{-1}$: $K = ۳۹$ و $Cl = ۳۵/۵$ و $O = ۱۶$)

۱) ۲/۳۸ ۲) ۱/۷۵ ۳) ۱/۲۵ ۴) ۰/۹۶

پاسخ: گزینهٔ ۲ (سخت ـ سرعت تولید یا مصرف مواد ـ مسئله ـ ۱۱۰۲)

معادله موازنه‌شده واکنش انجام‌شده به‌صورت زیر است:

$$۲KClO_۳(s) \longrightarrow ۲KCl(s) + ۳O_۲(g)$$

همان‌طور که در این واکنش مشخص است، مقدار کاهش جرم جامد موجود در بشر برابر جرم گاز اکسیژن تولیدشده است؛ پس در این واکنش ۱۹۲ گرم گاز اکسیژن تولید شده و از ظرف خارج می‌شود. در این رابطه، داریم:

$$\text{مقدار کاهش جرم} = ۱۰۵۰ - ۸۵۸ = ۱۹۲\ g$$

بر این اساس جرم پتاسیم کلرید تولیدشده را حساب می‌کنیم:

$$?\,g\ KCl = ۱۹۲\ g\ O_۲ \times \frac{۱\ mol\ O_۲}{۳۲\ g\ O_۲} \times \frac{۲\ mol\ KCl}{۳\ mol\ O_۲} \times \frac{۷۴/۵\ g\ KCl}{۱\ mol\ KCl} = ۲۹۸\ g$$

حال سرعت متوسط تولید این ماده را بر حسب گرم بر ثانیه به دست می‌آوریم:

$$\bar{R}_{KCl} = \frac{\text{جرم تولیدشده } KCl}{\Delta t} \Longrightarrow \bar{R}_{KCl} = \frac{۲۹۸\ g}{\left(۲\ min \times \frac{۶۰\ s}{۱\ min}\right) + ۵۰\ s} \simeq ۱/۷۵\ g.s^{-۱}$$

پس سرعت متوسط تولید پتاسیم کلرید در این واکنش به تقریب برابر با ۱/۷۵ گرم بر ثانیه است.

گروه آموزشی ماز

۳- در یک ظرف یک لیتری، واکنش $AB_۲(g) \rightarrow A(g) + ۲B(g)$، به‌صورتی پیش می‌رود که در هر ۲۰ دقیقه غلظت مادهٔ اولیه ۸۰ درصد کاهش می‌یابد. اگر به ازای تجزیهٔ ۹۹/۲ درصد از مولکول‌های $AB_۲$ در این واکنش، ۲/۴۸ مول گاز B تولید شود، چند ساعت از آغاز واکنش سپری شده و مقدار اولیهٔ گاز $AB_۲$ چند مول بوده است؟

۱) ۱/۲۵ ـ ۱ ۲) ۱/۵ ـ ۱ ۳) ۱/۲۵ ـ ۲ ۴) ۱/۵ ـ ۲

پاسخ: گزینهٔ ۱ (متوسط ـ سرعت متوسط و سرعت واکنش ـ مسئله ـ ۱۱۰۲)

ابتدا مقدار مصرف شده از گاز $AB_۲$ را حساب می‌کنیم:

$$?\,mol\ AB_۲ = ۲/۴۸\ mol\ B \times \frac{۱\ mol\ AB_۲}{۲\ mol\ B} = ۱/۲۴\ mol$$

از طرفی، با توجه به اطلاعات داده شده داریم:

$$\text{غلظت مصرف شده} = \frac{۹۹/۲}{۱۰۰} \times \text{غلظت اولیه} = ۱/۲۴\ mol.L^{-۱} \Longrightarrow \text{غلظت اولیه} = ۱/۲۵\ mol.L^{-۱}$$

نکته مهم در حل سؤالات سرعت واکنش

برای حل مسائل ترکیبی سرعت و نیمه عمر از رابطه‌های خاصی استفاده می‌کنیم. در این روابط، تعداد بازه‌های زمانی سپری شده برابر است با:

$$(۱) = n = \frac{\text{کل زمان}}{\text{بازه‌های زمانی مشخص}} = \frac{t}{T}$$

غلظت باقی‌مانده از واکنش‌دهنده برابر است با:

$$(۲)\ A = \left(\frac{۱}{k}\right)^n \times A_۰$$

در رابطه (۲)، مقدار $A_۰$ غلظت اولیه است و غلظت واکنش‌دهنده در هر بازه زمانی $\frac{۱}{k}$ برابر می‌شود، پس داریم:

$$(۳)\ \text{مقدار مصرف شده} = A_۰ - A = A_۰ - \left[\left(\frac{۱}{k}\right)^n \times A_۰\right] = A_۰\left[۱ - \left(\frac{۱}{k}\right)^n\right]$$

از طرفی در هر ۲۰ دقیقه غلظت مادهٔ اولیه ۸۰٪ کاهش پیدا می‌کند یا $\frac{۱}{۵}$ برابر می‌شود، بنابراین داریم:

$$A = \left(\frac{۱}{k}\right)^n \times A_۰ \Longrightarrow \underbrace{(۱/۲۵ - ۱/۲۴)}_{۰/۰۱} = \left(\frac{۱}{۵}\right)^n \times ۱/۲۵ \Longrightarrow ۰/۰۰۸ = (۰/۲)^n \Longrightarrow n = ۳$$

بنابراین زمان سپری شده از آغاز واکنش برابر است با:

$$t = nT = \text{تعداد بازه زمانی سپری شده} \times \text{نیمه‌عمر} = ۳ \times ۲۰ = ۶۰\ min \approx ۱\ h$$

۴- در یک واکنش، رابطهٔ $\overline{R}_A = -\frac{\Delta n_A}{\Delta t} = \frac{\Delta n_B}{\Delta t}$ برقرار است. اگر $\overline{R}_C = ۲\overline{R}_A$ باشد، کدام معادلهٔ شیمیایی را می‌توان برای این واکنش در نظر گرفت؟

۱) $A(g) \rightarrow B(g) + ۴C(g)$
۲) $C(g) \rightarrow A(g) + ۲B(g)$
۳) $۲A(g) + B(g) \rightarrow C(g)$
۴) $A(g) + ۲C(g) \rightarrow B(g)$

پاسخ: گزینهٔ ۴ (آسان ـ سرعت تولید یا مصرف مواد ـ مفهومی ـ ۱۱۰۲)

با توجه به علامت منفی در رابطه سرعت متوسط ماده A (رابطه $\overline{R}_A = -\frac{\Delta n_A}{\Delta t}$)، می‌توان گفت این ماده واکنش‌دهنده است و در سمت چپ معادله واکنش مورد نظر وجود دارد. از طرفی با توجه به رابطه داده شده در صورت سؤال که به‌صورت $-\frac{\Delta n_A}{\Delta t} = \frac{\Delta n_B}{\Delta t}$ است، ماده B فراورده بوده و ضرایب استوکیومتری مواد A و B با هم برابر است؛ پس گزینه‌های (۲) و (۳) حذف می‌شوند. در نهایت با توجه به رابطه $\overline{R}_C = ۲\overline{R}_A$ مشخص است که ضریب استوکیومتری C، دو برابر ضریب استوکیومتری A است. در نتیجه گزینه (۴) درست است.

رابطه بین سرعت مواد مختلف در یک واکنش شیمیایی

در یک واکنش شیمیایی، سرعت متوسط تولید یا مصرف مواد شرکت‌کننده در واکنش، متناسب با ضریب استوکیومتری این مواد در معادله‌ی موازنه شدهٔ واکنش مورد نظر است. به‌عنوان مثال، اگر در طول بازه‌ی زمانی Δt تغییر مقدار مواد شرکت‌کننده در واکنش $۲A(s) \rightarrow C(s) + ۴B(g)$ را بررسی کنیم، با توجه به ضرایب مواد شرکت‌کننده در این واکنش، رابطه $|۲\Delta n_A| = |۴\Delta n_C| = |\Delta n_B|$ بین مقدار تغییر غلظت این مواد برقرار است. بر این اساس، رابطه‌ی $۲\overline{R}_A = ۴\overline{R}_C = \overline{R}_B$ بین سرعت متوسط مصرف یا تولید مواد نیز برقرار می‌شود؛ پس داریم:

$\frac{\overline{R}_C}{\overline{R}_B} = \frac{۱}{۴} = ۰/۲۵$ $\quad$ $\frac{\overline{R}_A}{\overline{R}_C} = \frac{۲}{۱} = ۲$ $\quad$ $\frac{\overline{R}_A}{\overline{R}_B} = \frac{۲}{۴} = ۰/۵$

گروه آموزشی ماز

۵- کدام‌یک از مطالب زیر در رابطه با کلسترول درست است؟

۱) از میان پیوندهای موجود در ساختار مولکول آن، پیوند $C = C$ سخت‌تر از سایر پیوندها شکسته می‌شود.
۲) این ماده نوعی ترکیب آروماتیک بوده و گروه عاملی موجود در اتیلن‌گلیکول، در آن نیز وجود دارد.
۳) این ماده در شرایط مناسب با آب پیوند هیدروژنی برقرار کرده و به خوبی در آب حل می‌شود.
۴) همانند اتن، عدد اکسایش همه اتم‌های کربن موجود در این ماده کمتر از صفر خواهد بود.

پاسخ: گزینهٔ ۱ (متوسط ـ گروه‌های عاملی ـ مفهومی ـ ۱۱۰۲)

کلسترول، یکی از مواد آلی موجود در غذاهای جانوری است که مقدار اضافی آن در دیواره‌ی رگ‌ها رسوب می‌کند. این فرایند، منجر به گرفتگی رگ‌ها شده و سکته قلبی را به دنبال دارد. فرمول شیمیایی کلسترول به‌صورت $C_{۲۷}H_{۴۶}O$ بوده و در ساختار آن ۷۸ پیوند اشتراکی بین اتم‌ها قرار دارد. در ساختار کلسترول پیوندهای $C - C$، $C = C$، $C - H$، $C - O$ و $O - H$ وجود دارد که در بین آن‌ها آنتالپی پیوند $C = C$ از همه بیشتر است و بنابراین سخت‌تر از سایر پیوندها شکسته می‌شود. در این رابطه، داریم:

آنتالپی پیوند : $C = C > O - H > C - H > C - O > C - C$

آنتالپی پیوند و نکات آن

به مقدار انرژی لازم برای شکستن یک مول پیوند اشتراکی(کووالانسی) یکسان در حالت گازی، آنتالپی پیوند گفته می‌شود. به‌عنوان مثال، یک مول گاز $H_۲$ را در نظر بگیرید. در این نمونه گازی، یک مول پیوند $H - H$ بین اتم‌های هیدروژن وجود دارد. معادله واکنش شیمیایی مربوط به شکستن این پیوندهای اشتراکی به‌صورت زیر است:

$$H_۲(g) + ۴۳۶\ kJ \rightarrow ۲H(g)$$

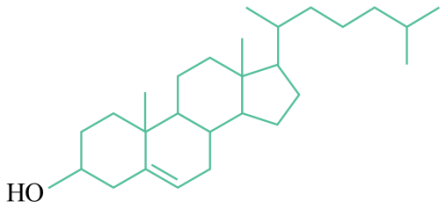
در ترموشیمی به انرژی مصرف شده در این واکنش که منجر به تولید ۲ مول اتم مجزای گازی هیدروژن می‌شود، آنتالپی پیوند $H - H$ گفته شده و مقدار آن با نماد $\Delta H(H - H) = +۴۳۶\ kJ.mol^{-۱}$ نشان داده می‌شود. هرچقدر که اتم‌ها دخیل در تشکیل یک پیوند کووالانسی با قدرت بیشتری یکدیگر را جذب کنند، انرژی مورد نیاز برای جدا کردن آن دو اتم مورد نظر بیشتر خواهد بود. عوامل زیر، بر مقدار آنتالپی پیوندهای اشتراکی مؤثر هستند:

۱. مرتبه پیوند: هرچه مرتبه پیوند اشتراکی بین دو اتم بیشتر باشد، آنتالپی پیوند بیشتر خواهد بود. به عبارت دیگر، به شرط ثابت بودن اتم‌های دخیل در پیوند، آنتالپی پیوند سه‌گانه بیشتر از پیوند دوگانه و آنتالپی پیوند دوگانه نیز بیشتر از پیوند یگانه خواهد شد.

۲. شعاع اتم‌های دخیل در تشکیل پیوند: هرچقدر که شعاع اتم‌های دخیل در تشکیل پیوندهای کووالانسی کوچک‌تر باشد، آن اتم‌ها با قدرت بیشتری یکدیگر را جذب کرده و آنتالپی آن پیوند بیشتر می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۲ تصویر زیر، ساختار مولکول‌های کلسترول را نشان می‌دهد:



این ترکیب آلی دارای ۴ حلقه کربنی و یک پیوند دوگانه در ساختار خود است؛ پس در دسته ترکیب‌های آلی سیرنشده قرار می‌گیرد. با توجه به گروه عاملی هیدروکسیل موجود در کلسترول، این ترکیب یک الکل سیرنشده محسوب می‌شود. با توجه به ساختار داده شده، کلسترول یک ماده آروماتیک به‌شمار نرفته و فاقد حلقه بنزنی است.

۳ هرچند که کلسترول از طریق گروه عاملی الکلی خود با آب پیوند هیدروژنی برقرار می‌کند اما چون بخش عمده مولکول آن ناقطبی است، این ماده به خوبی در آب حل نمی‌شود.

۴ در ساختار کلسترول، اتم‌های کربنی وجود دارد که فقط به اتم‌های کربن متصل هستند. عدد اکسایش این اتم‌های کربن، برابر با صفر می‌شود.

گروه آموزشی ماز

۶- واکنش $CH_3OH(g) \rightarrow CO(g) + 2H_2(g)$ را در شرایط استاندارد با وارد کردن ۴۴/۸ لیتر گاز متانول به یک سیلندر با پیستون متحرک آغاز می‌کنیم. اگر پس از گذشتن ۸ دقیقه، ۷۵ درصد از بخار متانول تجزیه شود، سرعت متوسط تولید گاز دواتمی جورهسته در این واکنش در طول این بازهٔ زمانی، برابر با چند $mol.s^{-1}$ است؟

۱) $2/08 \times 10^{-3}$ ۲) $4/16 \times 10^{-3}$ ۳) $6/25 \times 10^{-3}$ ۴) $1/25 \times 10^{-2}$

پاسخ: گزینهٔ ۳ (متوسط ـ سرعت تولید یا مصرف مواد ـ مسئله ـ ۱۱۰۲)

معادله واکنش انجام شده به‌صورت زیر است:

$$CH_3OH(g) \rightarrow CO(g) + 2H_2(g)$$

در صورت تجزیه شدن ۷۵ درصد از گاز CH_3OH، حجم آن به $44/8 \times \frac{25}{100} = 11/2\ L$ می‌رسد. ابتدا حساب می‌کنیم در بازهٔ زمانی ۸ دقیقه، چند مول گاز دواتمی جورهسته (یعنی گاز H_2) تولید می‌شود. بر این اساس، داریم:

$$?\,mol\ H_2 = (44/8 - 11/2)\ L\ CH_3OH \times \frac{1\ mol\ CH_3OH}{22/4\ L\ CH_3OH} \times \frac{2\ mol\ H_2}{1\ mol\ CH_3OH} = 3\ mol$$

توجه داریم که ساده‌ترین مولکول‌ها، مولکول‌های دواتمی هستند. مولکول‌هایی مانند H_2 و Cl_2 که از دو اتم یکسان تشکیل شده‌اند، مولکول دواتمی جور هسته نامیده می‌شوند. بنابراین سرعت متوسط تولید گاز H_2 برابر است با:

$$\text{سرعت متوسط تولید } H_2 = \frac{\Delta n(H_2)}{\Delta t} = \frac{3\ mol}{8\ min \times \frac{60\ s}{1\ min}} = 6/25 \times 10^{-3}\ mol.s^{-1}$$

گروه آموزشی ماز

۷- با توجه به واکنش‌های زیر، اگر سرعت تولید بخار آب در واکنش $N_2H_4(g) + O_2(g) \rightarrow N_2(g) + 2H_2O(g)$ برابر $3/45 L.min^{-1}$ باشد، پس از گذشت ۲۰ ثانیه، چند کیلوژول گرما در این واکنش آزاد می‌شود؟

(حجم مولی بخار آب برابر با $23 L.mol^{-1}$ است.)

$$N_2(g) + 3H_2(g) \rightarrow 2NH_3(g) \quad , \quad \Delta H = -92 kJ$$
$$2H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2H_2O(g) \quad , \quad \Delta H = -242 kJ$$
$$N_2H_4(g) + H_2(g) \rightarrow 2NH_3(g) \quad , \quad \Delta H = -187 kJ$$

۱) ۸/۰۷۵ ۲) ۸/۴۲۵ ۳) ۱۶/۱۵ ۴) ۱۶/۸۵

پاسخ: گزینهٔ ۲ (سخت ـ سرعت تولید یا مصرف مواد ـ مسئله ـ ۱۱۰۲)

با استفاده از قانون هس می‌توانیم ΔH برخی از واکنش‌ها را به‌طور دقیق محاسبه کنیم. بر اساس این قانون، اگر معادله واکنشی را بتوان از جمع معادله دو یا چند واکنش دیگر به دست آورد، ΔH آن واکنش نیز از جمع جبری ΔH همان واکنش‌ها به‌دست می‌آید. در قدم اول با استفاده از قانون هس، آنتالپی واکنش سوختن هیدرازین را به‌دست می‌آوریم. در واکنش موردنظر، $N_2(g)$ در سمت راست با ضریب یک است؛ پس واکنش اول را در (۱-) ضرب می‌کنیم. بر این اساس، داریم:

$$2NH_3(g) \rightarrow N_2(g) + 3H_2(g) \quad , \quad \Delta H = (-1) \times (-92) = +92\ kJ$$

گونه $H_2O(g)$ در سمت راست با ضریب دو است؛ پس واکنش دوم را تغییر نمی‌دهیم. معادله این واکنش به‌صورت زیر باقی می‌ماند:

$$2H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2H_2O(g) \quad , \quad \Delta H = -242\ kJ$$

N_2H_4 در سمت چپ با ضریب یک است، پس واکنش سوم را هم تغییر نمی‌دهیم. معادله این واکنش به‌صورت زیر باقی می‌ماند:

$$N_2H_4(g) + H_2(g) \rightarrow 2NH_3(g) \quad , \quad \Delta H = -187\ kJ$$

بنابراین آنتالپی واکنش سوختن هیدرازین برابر خواهد بود با:

$$\Delta H = 92 + (-242) + (-187) = -337\ kJ$$

از آن‌جا که صورت سؤال، سرعت متوسط تولید بخار آب در واکنش سوختن هیدرازین را بر حسب لیتر بر دقیقه به ما داده است؛ بنابراین می‌توان گفت در یک دقیقه ۳/۴۵ لیتر بخار آب تولید می‌شود، پس برای ۲۰ ثانیه داریم:

$$\text{حجم بخار آب تولیدی در ۲۰ ثانیه} = 20\ s \text{ زمان} \times \frac{3/45\ L\ H_2O}{60\ s \text{ زمان}} = 1/15\ L\ H_2O$$

در نهایت مقدار گرمای آزاد شده در این بازه زمانی را محاسبه می‌کنیم:

$$? kJ = ۱/۱۵ L H_۲O \times \frac{۱ mol H_۲O}{۲۳ L H_۲O} \times \frac{۳۳۷ kJ}{۲ mol H_۲O} = ۸/۴۲۵ kJ$$

برای محاسبه مقدار گرمای مبادله شده با استفاده از کسر تبدیل، داریم:

$$\frac{\text{لیتر بخار آب}}{\text{حجم مولی} \times \text{ضریب}} = \left|\frac{q}{\Delta H}\right| \Rightarrow \frac{۱/۱۵}{۲ \times ۲۳} = \frac{q}{۳۳۷} \Rightarrow q = ۸/۴۲۵ kJ$$

گروه آموزشی ماز

۸- کدام‌یک از مطالب زیر نادرست است؟

۱) نمک‌سود کردن، از روش‌هایی است که از آن برای افزایش زمان ماندگاری مواد غذایی مثل ماهی استفاده می‌شود.
۲) سرعت متوسط مصرف مواد در یک واکنش را همواره می‌توان با اندازه‌گیری تغییر جرم و یا فشار آن‌ها تعیین کرد.
۳) پودر زغال، نسبت به یک تکه زغال، سطح تماس بیشتری با اکسیژن داشته و سرعت سوختن آن بیشتر است.
۴) افزایش رطوبت محیط، همانند افزایش دمای محیط، سرعت فساد مواد غذایی را افزایش می‌دهد.

پاسخ: گزینهٔ ۲ (متوسط ـ غذا، پسماند و ردپای آن ـ مفهومی ـ ۱۱۰۲)

به کمک اندازه‌گیری فشار، تنها سرعت متوسط مصرف یا تولید مواد گازی شرکت‌کننده در یک واکنش را می‌توان تعیین کرد و این روش برای اندازه‌گیری سرعت تولید و یا مصرف مواد مایع و جامد کاربرد ندارد. در نقطه مقابل، اندازه‌گیری جرم را می‌توان برای تعیین سرعت هر حالتی از ماده به کار گرفت.

نکاتی پیرامون سرعت واکنش

برای محاسبه سرعت متوسط مصرف یا تولید مواد شرکت‌کننده در یک واکنش شیمیایی، باید از کمیت‌های قابل اندازه‌گیری مواد شرکت‌کننده در آن واکنش مانند جرم، فشار، غلظت و یا حجم استفاده کنیم. برای این منظور، یک بازه‌ی زمانی به طول Δt را در نظر گرفته و تغییر مقدار کمیت مورد نظر (Δn) را در طول آن بازه به‌دست می‌آوریم. سرعت متوسط مصرف یا تولید ماده‌ی مورد نظر $(\bar{R})$ برابر می‌شود با: $\bar{R} = \frac{|\Delta n|}{\Delta t}$

از آنجا که غلظت مواد جامد (s) یا مایع خالص (l) ثابت بوده و با تغییر مقدار این مواد، تغییری در مقدار غلظت آن‌ها ایجاد نمی‌شود، برای بیان سرعت متوسط مصرف یا تولید این گروه از مواد، حتماً باید از تغییر تعداد مول‌های ماده مورد نظر استفاده کنیم. این درحالی است که برای بیان سرعت متوسط تولید یا مصرف مواد گازی (g) یا محلول (aq)، می‌توانیم از تغییر تعداد مول‌ها یا تغییر غلظت این مواد استفاده کنیم. توجه داریم که سرعت همواره کمیتی مثبت است اما علامت تغییر تعداد مول‌های واکنش‌دهنده‌ها در طول زمان منفی می‌شود(واکنش‌دهنده‌ها در طول زمان مصرف می‌شوند، پس $n_۱ > n_۲$ بوده و $\Delta n < ۰$ است). بر این اساس، با قرار دادن مقدار Δn در نماد قدرمطلق، سرعت واکنش عددی مثبت به‌دست می‌آید.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ همهٔ خوراکی‌ها و غذاها تاریخ مصرف دارند. تاریخ مصرف مواد غذایی نشان می‌دهد که این مواد غذایی چه مدتی سالم می‌ماند و قابل مصرف است. انسان همواره در طول تاریخ در جست‌وجوی روش‌هایی بوده که بتواند مواد غذایی را برای مدت‌های طولانی‌تری سالم نگه دارد و ذخیره کند. خشک کردن، ترشی انداختن و نمک‌سود کردن ماهی، از جمله روش‌هایی هستند که از آن‌ها برای افزایش مدت زمان نگهداری غذاها استفاده می‌شده است.

۳ اگر یک تکه زغال را به دو تکه کوچک‌تر تقسیم کنیم، سطح تماس زغال با اکسیژن موجود در محیط اطراف افزایش می‌یابد. اگر فرایند تقسیم کردن و خرد کردن زغال را ادامه دهیم، نهایتاً گرد زغال به‌دست می‌آید که سطح تماس بسیار زیادی دارد و در نتیجه راحت‌تر با اکسیژن هوا وارد واکنش شده و سرعت واکنش سوختن آن بیش‌تر است.

۴ افزایش رطوبت محیط، افزایش دمای محیط و افزایش نور در محیط، سرعت فساد مواد غذایی را افزایش می‌دهد.

محیط مناسب برای نگهداری مواد غذایی

تجربه نشان می‌دهد که محیط سرد، خشك و تاریك، برای نگهداری انواع مواد غذایی مناسب‌تر از محیط گرم، روشن و مرطوب است. نگهداری اغلب مواد غذایی در سردخانه‌ها، تأییدی بر این تجربه است. در واقع عوامل محیطی مانند رطوبت، اکسیژن، نور و دما، در چگونگی و زمان نگهداری غذا مؤثرند. در محیط مرطوب و گرم، میکروب‌ها شروع به رشد و تکثیر نموده تا جایی که مادهٔ غذایی کپك زده و سرانجام فاسد می‌شود، اما در محیط خشك و سرد، امکان رشد این جانداران ذره‌بینی وجود ندارد.

گروه آموزشی ماز

۹- چه تعداد از عبارت‌های زیر درست است؟

الف: ریختن گرد آهن روی شعله، همانند گرما دادن به الیاف آهن در حضور اکسیژن خالص، موجب سوختن آهن می‌شود.
ب: در واکنش تجزیه مالتوز، قند موجود در خون تولید شده و سرعت تغییر غلظت فراورده، ۲ برابر مالتوز است.
پ: کاغذ، به کمک رشته‌های سلولز ساخته شده و با تجزیه این ماده در طول زمان، کاغذ زرد و پوسیده می‌شود.
ت: با آغشته کردن قند به مقداری از خاک باغچه، واکنش سوختن این ماده با سرعت بیشتری انجام می‌شود.

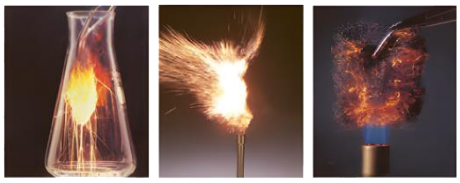
۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

پاسخ: گزینهٔ ۴ (متوسط ـ غذا، پسماند و ردپای آن ـ مفهومی / حفظی ـ ۱۱۰۲)

همه عبارت‌های داده شده درست هستند.

بررسی موارد:

«الف»: با گرفتن الیاف آهن بر روی شعله آتش، واکنش سوختن آهن اتفاق نمی‌افتد و الیاف آهنی فقط سرخ و برافروخته می‌شوند. برای آن که این الیاف بسوزند، یا باید آن‌ها را در مجاورت اکسیژن خالص قرار بدهیم و یا این که باید آن‌ها را به‌صورت پودر در بیاوریم و بر روی شعله آتش بپاشیم. در حالت اول، به‌خاطر اثر غلظت و در حالت دوم، به‌خاطر افزایش سطح تماس، واکنش مورد نظر انجام می‌شود. تصاویر زیر، به ترتیب از راست به چپ، گداخته شدن الیاف آهن، سوختن گرد آهن و سوختن الیاف آهن در حضور اکسیژن خالص را نشان می‌دهد.



«ب»: در هر واکنش شیمیایی، سرعت متوسط تولید یا مصرف مواد متناسب با ضریب استوکیومتری آن ماده در معادله موازنه شده واکنش است. قند موجود در جوانه گندم مالتوز بوده و فرمول شیمیایی آن به‌صورت $C_{۱۲}H_{۲۲}O_{۱۱}$ است. سمنو یکی از مواد غذایی است که از جوانه گندم تهیه شده و محتوی مواد غذایی گوناگون ازجمله مالتوز است. این ماده مطابق واکنش مقابل به گلوکز تبدیل می‌شود: $C_{۱۲}H_{۲۲}O_{۱۱} + H_۲O \rightarrow ۲C_۶H_{۱۲}O_۶$

«پ»: ورقه‌های کاغذی با استفاده از الیاف سلولزی ساخته شده‌اند. کتاب‌های قدیمی در گذر زمان زرد و پوسیده می‌شوند و این پدیده نشان می‌دهد که واکنش تجزیه سلولز سازنده کاغذ، بسیار کند رخ می‌دهد.

«ت»: خاک باغچه، محتوی کاتالیزگر مناسب برای واکنش سوختن قند است. با آغشتن سطح قند به خاک باغچه، این ماده با سرعت بیشتری با اکسیژن هوا واکنش داده و می‌سوزد. مهم‌ترین کاتالیزگرهای استفاده شده در واکنش‌های مختلف، به شرح زیر هستند:

واکنش شیمیایی	کاتالیزگر
واکنش سوختن قند	خاک باغچه
واکنش میان گازهای هیدروژن و نیتروژن (فرایند هابر)	ورقه‌ی آهنی
واکنش تولید پلی‌اتن	تیتانیم و آلومینیم
واکنش تجزیه محلول هیدروژن پراکسید	یون یدید در محلول پتاسیم یدید
واکنش میان گازهای هیدروژن و اکسیژن	فلزهای روی و پلاتین
کاتالیزگر واکنش میان الکل‌ها و اسیدها برای تولید استرها	سولفوریک اسید
واکنش حذف آلاینده‌های تولید شده در خودروها	رودیم، پالادیم، پلاتین

در واکنش‌های شیمیایی، نماد کاتالیزگر بر روی فلش واکنش و به‌صورت ($\xrightarrow{\text{کاتالیزگر}}$) نشان داده می‌شود. توجه داریم که کاتالیزگرها در واکنش‌ها مصرف نمی‌شوند و تنها با کاهش سطح انرژی فعال‌سازی، باعث افزایش سرعت آن‌ها می‌شوند.

گروه آموزشی ماز

۱۰- واکنش $SiO_۲(s) + ۲C(s) \rightarrow Si(l) + ۲CO(g)$، با سرعت متوسط ۰/۲ مول بر دقیقه در شرایطی که چگالی گاز اکسیژن برابر $۱/۶g.L^{-۱}$ است، انجام می‌شود. با گذشتن چند ثانیه از ابتدای کار، به کمک گاز تولید شده می‌توان یک بادکنک کروی به شعاع $۲۰cm$ را پر از گاز کرد؟ (عدد π را برابر ۳ در نظر بگیرید. $g.mol^{-۱}$: $C = ۱۲$ و $O = ۱۶$)

۱) ۱۸۰ ۲) ۲۴۰ ۳) ۳۶۰ ۴) ۴۸۰

پاسخ: گزینهٔ ۲ (سخت ـ سرعت متوسط و سرعت واکنش ـ مسئله ـ ۱۱۰۲)

در قدم اول از حل سؤال، باید حجم مولی گازها را در شرایط داده شده محاسبه کنیم. با توجه به داده‌های ارائه شده، چگالی یک نمونه از گاز اکسیژن برابر با $۱/۶g.L^{-۱}$ است؛ پس داریم:

$$\text{چگالی گاز} = \frac{\text{جرم مولی گاز}}{\text{حجم مولی گاز}} \Longrightarrow ۱/۶ = \frac{۳۲\ g.mol^{-۱}}{V\ L.mol^{-۱}} \Longrightarrow V = ۲۰\ L$$

ابتدا حجم بادکنک کروی ایجاد شده را بر حسب لیتر محاسبه می‌کنیم:

$$V = \frac{۴}{۳} \times \pi \times r^۳ = \frac{۴}{۳} \times ۳ \times (۲۰)^۳ = ۳۲۰۰۰\ mL$$

$$?L\ \text{حجم} = ۳۲۰۰۰\ mL\ \text{حجم} \times \frac{۱\ L\ \text{حجم}}{۱۰۰۰\ mL\ \text{حجم}} = ۳۲\ L$$

با توجه به محاسبات بالا، حجم مولی گازها برابر با ۲۰ لیتر بر مول بوده و به مقداری گاز نیاز داریم تا بتوانیم یک بادکنک ۳۲ لیتری را پر کنیم. معادله واکنشی که منجر به تولید گاز می‌شود، به‌صورت زیر است:

$$SiO_۲(s) + ۲C(s) \rightarrow Si(l) + ۲CO(g)$$

سرعت واکنش

شیب نمودار مول-زمان برای هریک از مواد شرکت‌کننده‌ها در واکنش، متناسب با ضریب استوکیومتری آن ماده در معادله‌ی موازنه‌شدهٔ واکنش است. به عبارت دیگر، اگر ضریب استوکیومتری شرکت‌کننده‌ها یکسان نباشد، سرعت متوسط آن‌ها متفاوت از یکدیگر خواهد بود. شیمی‌دان‌ها برای درک آسان‌تر روند پیشرفت واکنش‌ها در واحد زمان، از یک مفهوم کاربردی به نام سرعت واکنش استفاده می‌کنند. سرعت واکنش، از تقسیم سرعت متوسط مصرف یا تولید هر ماده شرکت‌کننده در واکنش بر ضریب استوکیومتری آن ماده به‌دست می‌آید. به‌عنوان مثال، در واکنش $۲A(g) + ۳B(g) \rightarrow C(g) + ۲D(g)$ برای محاسبه سرعت متوسط واکنش در بازه زمانی Δt به روش زیر عمل می‌کنیم:

$$\bar{R}_{\text{واکنش}} = \frac{|\Delta n_A|}{۲\times\Delta t} = \frac{|\Delta n_B|}{۳\times\Delta t} = \frac{|\Delta n_C|}{\Delta t} = \frac{|\Delta n_D|}{۲\times\Delta t} \Longrightarrow \bar{R}_{\text{واکنش}} = \frac{\bar{R}_A}{۲} = \frac{\bar{R}_B}{۳} = \frac{\bar{R}_C}{۱} = \frac{\bar{R}_D}{۲}$$

یکاهای مورد استفاده برای بیان سرعت متوسط واکنش‌ها مشابه به یکاهای مورد استفاده برای بیان سرعت متوسط مصرف یا تولید مواد مختلف است.

کربن مونوکسید، تنها فراورده گازی این واکنش است. سرعت متوسط واکنش برابر با ۰/۲ مول بر دقیقه است، پس با توجه به ضریب استوکیومتری گاز کربن مونوکسید، می‌توان گفت در هر دقیقه ۰/۴ مول گاز کربن مونوکسید تولید می‌شود. بر این اساس، داریم:

$$?\ s\ \text{زمان} = ۳۲\ L\ CO \times \frac{۱\ mol\ CO}{۲۰\ L\ CO} \times \frac{۱\ min\ \text{زمان}}{۰/۴\ mol\ CO} \times \frac{۶۰\ s\ \text{زمان}}{۱\ min\ \text{زمان}} = ۲۴۰\ s$$

با توجه به محاسبات انجام شده، در طول مدت زمان ۲۴۰ ثانیه، بادکنک مورد نظر توسط گاز کربن مونوکسید پر می‌شود.

گروه آموزشی ماز

۱۱- در واکنش فلز روی با مقداری هیدروکلریک اسید، یک فراورده گازی ..... تولید شده و در صورت انحلال مقداری گاز ..... در محلول مورد نظر، سرعت تولید گاز در این محلول کاهش می‌یابد.

۱) ناقطبی ـ هیدروژن فلوئورید
۲) ناقطبی ـ آمونیاک
۳) قطبی ـ هیدروژن فلوئورید
۴) قطبی ـ آمونیاک

پاسخ: گزینهٔ ۲ (آسان ـ سرعت تولید یا مصرف مواد ـ مفهومی ـ ۱۱۰۲)

معادله واکنش فلز روی با محلول هیدروکلریک اسید به‌صورت زیر است:

$$Zn(s) + ۲HCl(aq) \rightarrow ZnCl_۲(aq) + H_۲(g)$$

گاز هیدروژن تولید شده در این فرایند، از مولکول‌های دواتمی جورهسته ساخته شده و ناقطبی است. توجه داریم هر عاملی که غلظت یون هیدروژن را در محلول اسیدی اولیه افزایش دهد، موجب افزایش سرعت واکنش شده و هر عاملی که غلظت این یون را در محلول کاهش دهد، منجر به کاهش سرعت واکنش می‌شود. با انحلال گاز آمونیاک به‌عنوان یک ماده بازی در محلول هیدروکلریک اسید، غلظت یون هیدروژن در محلول کاهش یافته و بر این اساس، واکنش با سرعت کمتری انجام می‌شود.

گروه آموزشی ماز

۱۲- محلولی از هیدروژن پراکسید به حجم ۵ لیتر و غلظت ۰/۴ مول بر لیتر در اختیار داریم. اگر نیمی از هیدروژن پراکسید موجود در این محلول در طول مدت زمان ۵۰ ثانیه تجزیه شود، سرعت متوسط تولید گاز اکسیژن در این واکنش برابر با چند مول بر دقیقه می‌شود؟

۱) ۰/۶
۲) ۱/۲
۳) ۰/۸
۴) ۱/۶

پاسخ: گزینهٔ ۱ (آسان ـ سرعت تولید یا مصرف مواد ـ مسئله ـ ۱۱۰۲)

محلول هیدروژن پراکسید $(H_۲O_۲)$ در دمای اتاق به کندی تجزیه شده و با انجام شدن این فرایند، گاز اکسیژن $(O_۲)$ تولید می‌شود. در این شرایط، افزودن چند قطره از محلول پتاسیم یدید، سرعت واکنش را به‌طور چشمگیری افزایش می‌دهد. در واقع، محلول پتاسیم یدید، کاتالیزگر واکنش تجزیه هیدروژن پراکسید است. معادله واکنش انجام شده در این فرایند به‌صورت زیر است:

$$۲H_۲O_۲(aq) \rightarrow ۲H_۲O(l) + O_۲(g)$$

در قدم اول، مقدار مول هیدروژن پراکسید موجود در محلول اولیه را محاسبه می‌کنیم:

$$?\ mol\ H_۲O_۲ = ۵\ L\ \text{محلول} \times \frac{۰/۴\ mol\ H_۲O_۲}{۱\ L\ \text{محلول}} = ۲\ mol$$

نیمی از هیدروژن پراکسید موجود در این محلول تجزیه شده است. بر این اساس، می‌توان گفت مقدار هیدروژن پراکسید مصرف شده برابر با یک مول است. در قدم بعد، مقدار مول گاز اکسیژن تولید شده را محاسبه می‌کنیم:

$$?\ mol\ O_۲ = ۱\ mol\ H_۲O_۲ \times \frac{۱\ mol\ O_۲}{۲\ mol\ H_۲O_۲} = ۰/۵\ mol$$

در قدم آخر، سرعت متوسط تولید گاز اکسیژن را محاسبه می‌کنیم:

$$O_۲\ \text{سرعت متوسط تولید} = \frac{\Delta n(O_۲)}{\Delta t} = \frac{۰/۵\ mol}{۵۰\ s \times \frac{۱\ min}{۶۰\ s}} = ۰/۶\ mol.min^{-۱}$$

۱۳- چه تعداد از عبارت‌های زیر درست است؟

الف: اسید آروماتیک موجود در تمشک، با کاهش سرعت برخی واکنش‌ها، مقدار فراورده نهایی حاصل را کاهش می‌دهد.

ب: لیکوپن، نوعی هیدروکربن است که می‌تواند با بخار برم واکنش بدهد و در هندوانه و گوجه‌فرنگی یافت می‌شود.

پ: ریزمغذی‌ها انواعی از ترکیب‌های آلی سیرنشده هستند که در حفظ سلامت بافت‌های بدن دخالت دارند.

ت: ردپای غذا، همانند ردپای آب، دو چهرهٔ آشکار و پنهان داشته و هدر دادن غذا، جزئی از آن است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

پاسخ: گزینهٔ ۳ (متوسط ـ غذا، پسماند و ردپای آن ـ مفهومی ـ ۱۱۰۲)

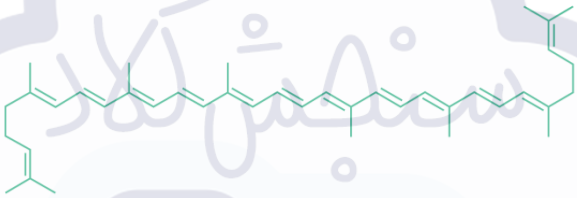
عبارت‌های (ب)، (پ) و (ت) درست هستند.

بررسی موارد:

«الف»: بنزوئیک اسید، یکی از نگهدارنده‌های موجود در مواد غذایی است و افزودن آن به مواد خوراکی، باعث کاهش سرعت واکنش‌هایی می‌شود که منجر به فساد مواد غذایی می‌شوند. در واقع، نقش نگهدارنده‌ها برعکس نقش کاتالیزگرها است. توجه داریم که نگهدارنده‌ها و بازدارنده‌ها تنها سرعت برخی واکنش‌ها را کم کرده و بر مقدار نهایی فراورده‌های تولید شده در واکنش‌ها اثری ندارند؛ پس این اسید آلی به‌طور کامل جلوی فساد مواد غذایی را نمی‌گیرند و فقط باعث افزایش مدت زمان ماندگاری مواد غذایی می‌شوند. ساختار این ترکیب که در تمشک و توت‌فرنگی وجود دارد، به‌صورت زیر است:

بازدارنده‌ها و محدودکننده‌ها اگر چه سرعت برخی واکنش‌ها را کم می‌کنند، اما تأثیری بر مقدار محصول نهایی ندارند.

«ب»: لیکوپن یکی از انواع بازدانده‌ها است که در هندوانه و گوجه‌فرنگی وجود دارد. ساختار مولکول‌های سازنده این ماده به‌صورت زیر است:



از آن‌جا که مولکول‌های لیکوپن فقط شامل اتم‌های کربن و هیدروژن می‌شوند، این ماده همانند آلکان‌ها، آلکن‌ها و آلکین‌ها در دسته هیدروکربن‌ها قرار می‌گیرد. فرمول شیمیایی لیکوپن به‌صورت $C_{۴۰}H_{۵۶}$ بوده و در ساختار آن مجموعاً ۱۰۸ پیوند اشتراکی بین اتم‌ها وجود دارد.

«پ»: برنامه غذایی محتوی سبزیجات و میوه‌های گوناگون، نقش بازدارندگی مؤثری در برابر بروز سرطان‌ها و پیری زودرس دارند. این خوراکی‌ها محتوی ترکیب‌های آلی سیرنشده‌ای به نام ریزمغذی‌ها هستند که در حفظ سلامت بافت‌ها و اندام‌ها دخالت دارند. هرچند نقش کامل این مواد هنوز به‌طور دقیق مشخص نشده است، اما برخی از آن‌ها به‌عنوان بازدارنده از انجام واکنش نامطلوب و ناخواسته در بدن به دلیل حضور رادیکال‌ها جلوگیری می‌کنند.

«ت»: آب، کربن دی‌اکسید و غذا هر سه دو چهرهٔ آشکار و پنهان دارند. برای مثال، ردپای ایجاد شده در صنایع غذایی دو چهره پنهان و آشکار مختلف دارد که به شرح زیر هستند:

۱ـ چهره آشکار ردپای غذا: سالانه حدود ۳۰٪ از منابع غذایی که در جهان فراهم می‌شود به مصرف نمی‌رسد و قبل از مصرف، به زباله تبدیل شده و یا از بین می‌رود. این در حالی است که به ازای هر هفت نفر در جهان، یک نفر گرسنه است.

۲ـ چهره پنهان ردپای غذا: یکی از چهره‌های پنهان این ردپا، شامل همه منابعی می‌شود که در تهیه غذا از آغاز تا سر سفره سهم داشته‌اند. مدیریت منابع، نیروی انسانی برای تولید و تأمین مواد اولیه و انرژی، فراوری، ابزار و دستگاه‌های مورد نیاز، بسته‌بندی، حمل و نقل، آب و انرژی مصرفی و زمین‌های بایر از جمله این منابع هستند. چهره پنهان دیگر این ردپا، تولید گازهای گلخانه‌ای به‌ویژه گاز کربن دی‌اکسید است.

گروه آموزشی ماز

۱۴- **محلولی از آهن(II) سولفات که حاوی ۱ مول از این ماده است، با فلز آلومینیم واکنش می‌دهد. با توجه به جدول زیر، سرعت متوسط مصرف فلز آلومینیم در دو دقیقه سوم برابر با چند میلی‌گرم بر ثانیه است؟** ($Al = ۲۷\ g.mol^{-1}$)

زمان (دقیقه)	۰	۲	۴	۶	۸
غلظت کاتیون آهن ($mol.L^{-1}$)	۲	۱/۲	۰/۶	۰/۴	۰/۳۲

۱) ۱۵ ۲) ۱۸ ۳) ۳۰ ۴) ۳۶

پاسخ: گزینهٔ ۱ (سخت ـ سرعت تولید یا مصرف مواد ـ مسئله ـ ۱۱۰۲)

معادله واکنش انجام‌شده به‌صورت زیر است:

$$۲Al(s) + ۳FeSO_۴(aq) \longrightarrow ۳Fe(s) + Al_۲(SO_۴)_۳(aq)$$

مقدار یون آهن(II) در یک مول آهن(II) سولفات، برابر یک مول است. با توجه به غلظت اولیه $۲mol.L^{-۱}$ و مقدار اولیه $۱mol$ یون آهن، می‌توان گفت حجم محلول اولیه مصرف شده در این فرایند برابر با ۰/۵ لیتر است. در دو دقیقه سوم(بازه زمانی بین دقیقه ۴ تا دقیقه ۶)، غلظت یون آهن $۰/۲\ mol.L^{-۱}$ کاهش می‌یابد که نشان از مصرف ۰/۱ مول از این یون می‌باشد. بنابراین جرم آلومینیم مصرف‌شده در این مدت را حساب می‌کنیم:

$$?mg\ Al = ۰/۱\ mol\ Fe^{۲+} \times \frac{۱\ mol\ FeSO_۴}{۱\ mol\ Fe^{۲+}} \times \frac{۲\ mol\ Al}{۳\ mol\ FeSO_۴} \times \frac{۲۷\ g\ Al}{۱\ mol\ Al} \times \frac{۱۰۰۰\ mg}{۱\ g} = ۱۸۰۰\ mg$$

در نهایت سرعت متوسط مصرف فلز آلومینیم را به‌دست می‌آوریم:

$$\bar{R}_{Al} = \frac{\text{آلومینیم مصرف‌شده}}{\Delta t} \Longrightarrow \bar{R}_{Al} = \frac{۱۸۰۰\ mg}{۲\ min \times \frac{۶۰\ s}{۱\ min}} = ۱۵\ mg.s^{-۱}$$

سرعت متوسط مصرف فلز آلومینیم در این بازه زمانی برابر ۱۵ میلی‌گرم بر ثانیه بوده است.

گروه آموزشی ماز

۱۵- کدام‌یک از مطالب زیر در رابطه با واکنش $۲A(g) + B(g) \rightarrow ۳C(g) + D(g)$ که با حضور مقداری از واکنش‌دهنده‌ها در یک ظرف آغاز شده، نادرست است؟

۱) در نمودار مول-زمان مواد، شیب نمودار گاز D می‌تواند با شیب نمودار مربوط به گاز B برابر شود.
۲) در طول هر بازه زمانی، مقدار تغییر غلظت گاز C، معادل با ۳ برابر مقدار تغییر غلظت گاز B است.
۳) با انجام شدن این واکنش در ظرفی به حجم ثابت، فشار گازها به‌تدریج کاهش می‌یابد.
۴) با افزودن کاتالیزگر به ظرف واکنش، سرعت متوسط مصرف گاز A افزایش می‌یابد.

پاسخ: گزینهٔ ۳ (سخت ـ سرعت متوسط و سرعت واکنش ـ مفهومی ـ ۱۱۰۲)

از آنجا که در معادله واکنش مورد نظر، مجموع ضریب فراورده‌ها بیشتر از مجموع ضریب واکنش‌دهنده‌ها است، پس می‌توان گفت با انجام شدن این واکنش در ظرفی به حجم ثابت، شمار مول‌های گازی موجود در ظرف مورد نظر افزایش یافته و بر این اساس، فشار گازها به‌تدریج افزایش می‌یابد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ در نمودار مول-زمان مواد شرکت‌کننده در این واکنش شیمیایی، شیب نمودار گاز D پس از پایان واکنش می‌تواند با شیب نمودار مربوط به گاز B برابر شود. در واقع در این لحظه، نمودار به‌صورت افقی در آمده و سرعت متوسط مصرف یا تولید مواد مختلف برابر با صفر می‌شود. در چنین شرایطی، شیب نمودار مول-زمان برای همه مواد با هم برابر خواهد بود. توجه داریم که به‌خاطر یکسان بودن ضرایب استوکیومتری مواد B و D در معادلهٔ واکنش، قدر مطلق شیب نمودار مربوط به مادهٔ B و D با یکدیگر برابر است.

۲ با توجه به ضرایب مواد در معادله موازنه شده این واکنش شیمیایی، می‌توان گفت در طول هر بازه زمانی، مقدار تغییر غلظت گاز C، معادل با ۳ برابر مقدار تغییر غلظت گاز B است.

۴ با افزودن کاتالیزگر به ظرف واکنش، سرعت متوسط مصرف مواد واکنش‌دهنده افزایش یافته و سرعت متوسط تولید مواد فراورده نیز بیشتر می‌شود.

گروه آموزشی ماز

۱- چه تعداد از عبارت‌های داده شده درست هستند؟

الف: پوشاک مورد استفاده هر قوم، نشان‌دهنده هنر، دانش، فناوری و آداب و رسوم آن قوم است.

ب: روغن زیتون و سلولز دو نمونه از درشت مولکول‌ها بوده و عناصر تشکیل‌دهنده آن‌ها یکسان است.

پ: شمار اتم‌های کربن در هر حلقه شش‌ضلعی موجود در سلولز، نصف شمار این اتم‌ها در مولکول نفتالن است.

ت: الیاف پنبه‌ای از سلولز ساخته شده و در سالیان اخیر، میزان تولید آن‌ها برخلاف پشم، سیر نزولی داشته است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

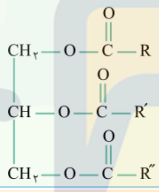
پاسخ: گزینهٔ ۳ (متوسط ـ درشت مولکول‌ها ـ مفهومی / حفظی ـ ۱۱۰۳)

عبارت‌های (الف)، (ب) و (پ) درست هستند.

بررسی موارد:

«الف»: پوشاک، افزون بر پوشش بدن، در تمدن بشری نقش بزرگی داشته است؛ آن چنان که نوع پوشاک در هر قوم، نشان‌دهنده‌ی توانایی و مهارت دستی، هنر، تصویرگری، دانش، فناوری و نیز آداب و رسوم آن قوم است.

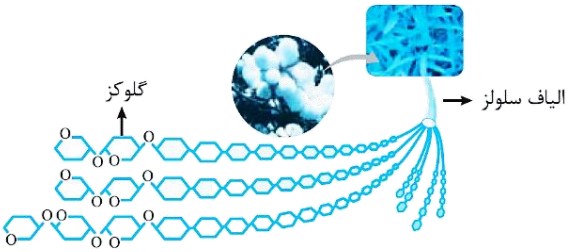
«ب»: به‌طور کلی، مواد مولکولی را بر اساس اندازه و جرم ذرات سازنده آن‌ها به دو گروه کوچک‌مولکول‌ها و درشت‌مولکول‌ها تقسیم می‌شوند. ذرات سازنده درشت مولکول‌ها از اتصال تعداد بسیار زیادی از اتم‌ها تشکیل شده و مولکول‌های آن‌ها اندازه بسیار بزرگی دارد و جرم مولی آن‌ها نیز بسیار زیاد است. به‌عنوان مثال، سلولز در این گروه از مواد قرار می‌گیرد. درشت مولکول‌ها با توجه به ساختار و نوع واحدهای سازنده آن‌ها، به دو گروه درشت‌مولکول‌های غیرپلیمر و پلیمرها تقسیم‌بندی می‌شوند. در ساختار پلیمرها، اتم‌ها در قالب واحدهای مشابه و تکرارشونده در کنار یکدیگر قرار گرفته و مولکول‌هایی با جرم مولی بسیار زیاد را پدید آورده‌اند. اندازه مولکول‌های روغن زیتون و سلولز بسیار بزرگ بوده و شمار اتم‌ها و جرم مولی آن‌ها بسیار زیاد است؛ از این رو این دو ترکیب درشت‌مولکول هستند. از طرفی عناصر تشکیل‌دهنده هر دوی این مولکول‌ها شامل کربن، هیدروژن و اکسیژن است. جدول زیر، خصوصیات روغن زیتون را نشان می‌دهد:

	شماره اتم‌های سازنده	اندازهٔ کول	جرم مولی	ساختار مولکول	واحد تکرار شونده	نوع ماده
روغن زیتون	بسیار زیاد	بسیار بزرگ	بسیار زیاد		ندارد	غیر پلیمر

مقایسه روغن و چربی

روغن و چربی از جمله ترکیب‌های آلی دارای گروه عاملی استری هستند که به دلیل تفاوت در ساختار، رفتارهای فیزیکی و شیمیایی متفاوتی دارند. روغن دارای حالت فیزیکی مایع (l) بوده و چربی دارای حالت فیزیکی جامد (s) است. از دیدگاه شیمیایی، در ساختار مولکول‌های روغن پیوندهای دوگانه بیشتری وجود داشته و به همین خاطر، روغن در مقایسه با چربی واکنش‌پذیری بیشتری دارد. توجه داریم که از واکنش مولکول‌های سازنده روغن‌ها و یا چربی‌ها با محلول سود، برای تولید صابون‌های جامد استفاده می‌شود.

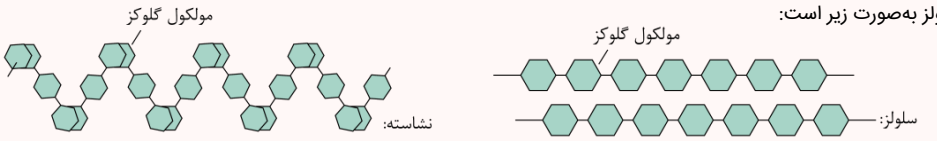
«پ»: سلولز موجود در پنبه یکی از الیاف طبیعی است که علاوه بر تولید پوشاک، در تولید رویه مبل، پرده، تور ماهی‌گیری، گاز استریل و غیره استفاده می‌شود. با توجه به شکل زیر، الیاف سلولز از اتصال تعداد بسیار زیادی مولکول گلوکز به یکدیگر ساخته می‌شود:



هر یک از حلقه‌های شش ضلعی موجود در ساختار الیاف سلولز از پنج اتم کربن و یک اتم اکسیژن تشکیل شده‌اند. از طرفی می‌دانیم که در ساختار مولکول نفتالن ۱۰ اتم کربن وجود دارد؛ بنابراین نسبت مورد نظر برابر با $\frac{۱}{۲} = \frac{۵}{۱۰}$ است.

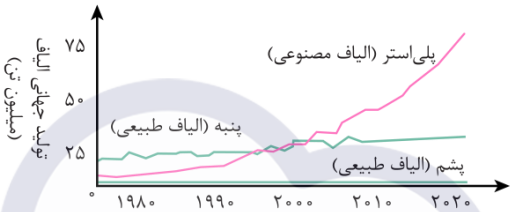
مقایسه نشاسته و سلولز

ساختار نشاسته و سلولز به‌صورت زیر است:



این دو ماده، پلیمر به شمار رفته و در ساختار مولکولی آن‌ها واحد تکرارشونده وجود دارد. توجه داریم که در ساختار مولکولی نشاسته، مونومرها به‌صورت مارپیچی به یکدیگر متصل هستند. در نقطه‌ی مقابل، در ساختار مولکولی سلولز، مونومرها به‌صورت خطی به یکدیگر متصل شده و مولکول‌های غول‌آسای پلیمر را ایجاد کرده‌اند.

«ت»: با توجه به نمودار زیر، در طول سال‌های اخیر، میزان تولید الیاف پنبه‌ای، مشابه الیاف پلی‌استری روند صعودی داشته است در حالی که روند تولید الیاف پشمی ثابت بوده و افزایش زیادی نداشته است:



توجه داریم که شیب افزایش تولید الیاف پنبه‌ای ناچیز است، اما روند تولید الیاف پلی‌استری با شیب تندی در حال افزایش است.

الیاف در طول زمان

با توجه به محدود بودن منابع طبیعی تولید الیاف از جمله پنبه و پشم، الیاف طبیعی تولید شده در گذر زمان پاسخگوی نیاز صنایع نساجی و جامعه نبود. در این زمان، شیمی‌دان‌ها وارد میدان شده و با استفاده از نفت، الیاف جدیدی تولید کرده و راهی شرکت‌های نساجی کردند. با گذشت زمان و تلاش شیمی‌دان‌ها، انواع گوناگونی از الیاف ساختگی بر پایهٔ نفت شناسایی و تولید شد؛ به‌طوری که این الیاف جایگزین الیاف طبیعی شده و امروزه بخش عمده پوشاک را تشکیل می‌دهند. در حال حاضر، حدود ۶۶ درصد از الیاف استفاده شده توسط الیاف مصنوعی مثل پلی‌استرها و ۳۳ درصد آن نیز توسط الیاف طبیعی مثل پنبه و پشم تأمین می‌شوند.

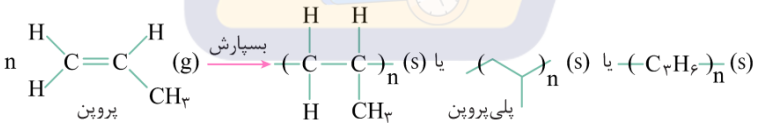
گروه آموزشی ماز

۲- مقدار ۱۲/۶ گرم از مونومر مصرف شده در مراحل تولید سرنگ را با مقدار کافی برم مایع وارد واکنش می‌کنیم. اگر بازده واکنش انجام شده برابر با ۵۰٪ باشد، طی این فرایند چند گرم فراورده تولید می‌شود؟ ($H = ۱ : g.mol^{-1}$ و $C = ۱۲$ و $Br = ۸۰$)

۱) ۳۰/۳ ۲) ۴۵/۴۵ ۳) ۶۰/۶ ۴) ۱۵/۱۵

پاسخ: گزینهٔ ۱ (متوسط ـ پلیمری شدن ـ مسئله ـ ۱۱۰۳)

واکنش تولید پلیمر مورد استفاده برای ساختن سرنگ، به‌صورت زیر است:



واکنش‌دهنده مصرف شده در این فرایند، پروپن است. این ماده بر اساس معادله زیر با گاز برم واکنش می‌دهد:

$$C_۳H_۶(g) + Br_۲(l) \rightarrow C_۳H_۶Br_۲(l)$$

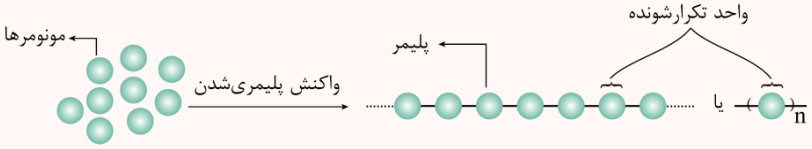
با توجه به معادله واکنش فوق، جرم فراورده تولید شده را محاسبه می‌کنیم:

$$?\,g\ C_۳H_۶Br_۲ = ۱۲/۶\ g\ C_۳H_۶ \times \frac{۱\ mol\ C_۳H_۶}{۴۲\ g\ C_۳H_۶} \times \frac{۱\ mol\ C_۳H_۶Br_۲}{۱\ mol\ C_۳H_۶} \times \frac{۲۰۲\ g\ C_۳H_۶Br_۲}{۱\ mol\ C_۳H_۶Br_۲} \times \frac{\text{مقدار عملی}\ ۵۰\ g}{\text{مقدار نظری}\ ۱۰۰\ g} = ۳۰/۳\ g$$

فراورده تولید شده در این واکنش شیمیایی ۲،۱-دی‌برموپروپان نام دارد.

پلیمری شدن

واکنش پلیمری شدن یا بسپارش، عبارت است از فرایندی که در آن مولکول‌های کوچک در شرایط مناسب با هم واکنش داده و به یکدیگر متصل می‌شوند و مولکول‌هایی با زنجیرهای بلند و جرم مولی زیاد را تولید می‌کنند. به واکنش‌دهنده‌ها در واکنش پلیمری شدن، مونومر (تک‌پار) می‌گویند. در این واکنش‌ها، شمار زیادی از مونومرها با یکدیگر واکنش داده و پلیمرهایی را تولید می‌کنند که از اتصال شمار زیادی از واحدهای تکرار شونده به یکدیگر تشکیل شده‌اند. تصویر زیر، نمای ساده‌ای از واکنش پلیمری شدن را نشان می‌دهد:



گروه آموزشی ماز

۳- کدام موارد از مطالب زیر، درست هستند؟

الف: در مونومر سازنده پلیمرهایی که در تهیه نخ دندان و کیسه خون کاربرد دارند، عناصری از گروه ۱۷ وجود دارد.

ب: پلی‌ترافلوئورواتن، یک ماده نچسب است و یک نمونه از آن در مقداری هگزان مایع و یا اتانول حل نمی‌شود.

پ: استفاده از لاکتیک‌اسید در تهیه پلیمرها، ردپای زیست‌محیطی کمتری نسبت به پلی‌استیرن ایجاد می‌کند.

ت: مولکول‌های اتن در واکنشی با $\Delta H < 0$، به‌صورت پشت سرهم یا از کناره‌ها به یکدیگر متصل می‌شوند.

ث: حدود ۵۰٪ لباس‌های تولیدی در جهان، از الیاف طبیعی با مونومر هیدروکربنی تهیه می‌شوند.

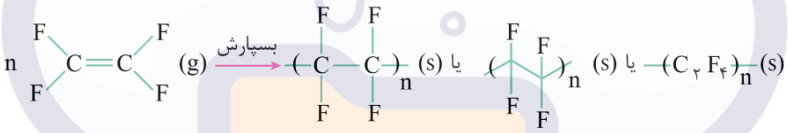
۱) «الف»، «پ»، «ث» ۲) «ب»، «ت»، «ث» ۳) «ب»، «پ»، «ت»، «ث» ۴) «الف»، «ب»، «پ»، «ت»

پاسخ: گزینهٔ ۴ (متوسط ـ ماندگاری پلیمرها ـ مفهومی ـ ۱۱۰۳)

تنها عبارت (ث) نادرست بوده و سایر عبارت‌ها درست هستند.

بررسی موارد:

«الف»: نخ دندان با استفاده از تفلون با مونومر C_2F_4 و کیسه خون نیز با استفاده از پلی‌وینیل کلرید با مونومر C_2H_3Cl ساخته می‌شود. توجه داریم که در ساختار هر دو مونومر مصرف شده برای تولید این پلیمرها، عنصری از گروه ۱۷ وجود دارد. واکنش تولید تفلون به‌صورت زیر است:

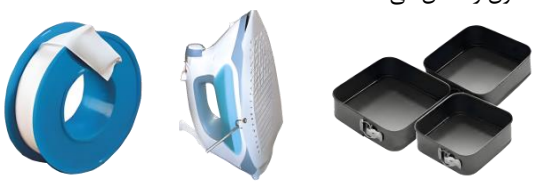


توجه داریم که مونومر سازندهٔ تفلون، تترا فلوئورواتن است که نوعی گاز سردکننده به‌شمار می‌رود.

تفلون

پلانکت و تیم پژوهشی او طی بررسی‌ها و مطالعات خود بر روی انواع سردکننده‌ها، تفلون را به‌طور اتفاقی کشف کردند. یکی از گازهایی که آن‌ها مصرف می‌کردند، تترافلوئورواتن بود. این گاز در شرایط مناسب در کپسول‌های آزمایشگاهی وارد واکنش بسپارش شده و به تفلون تبدیل می‌شود. تفلون، نقطه ذوب بالایی داشته و در برابر گرما مقاوم است. این پلیمر از نظر شیمیایی بی‌اثر بوده و با مواد شیمیایی واکنش نمی‌دهد و در حلال‌های آلی نیز حل نمی‌شود و نچسب است. این ویژگی‌ها دلیل کاربرد وسیع این پلیمر در صنایع مختلف است. تفلون یک پلیمر ساختگی بوده و از آن در تهیه نخ دندان، ظروف نچسب، کفی اتو و به‌عنوان نوار آب‌بندی لوله‌ها استفاده می‌شود.

«ب»: تفلون از نظر شیمیایی بی‌اثر است و با مواد شیمیایی مختلف واکنش نمی‌دهد. تفلون در حلال‌های آلی نظیر اتانول و هگزان حل نمی‌شود و یک ماده نچسب است. تصاویر زیر، برخی از کاربردهای تفلون را نشان می‌دهد:



«پ»: پلیمرهای حاصل از هیدروکربن‌های سیرنشده مانند پلی‌اتن، پلی‌پروپن و پلی‌استیرن، به انجام واکنش تمایلی ندارند و در طبیعت تجزیه نمی‌شوند و برای سالیان طولانی در طبیعت باقی می‌مانند. این در حالی است که پلیمرهای تهیه شده با استفاده از لاکتیک اسید، پس از چند ماه رها شدن در طبیعت، به مولکول‌های ساده مانند آب و کربن دی‌اکسید تبدیل می‌شوند و به همین دلیل، این نوع پلیمرها ردپای کمتری در طبیعت به‌جا می‌گذارند.

«ت»: واکنش تولید پلی اتن گرماده بوده($\Delta H < 0$) و انجام شدن آن با آزادسازی گرما همراه است. توجه داریم که طی این فرایند، مولکول‌های اتن می‌توانند به‌صورت پشت سر هم(پلی‌اتن سنگین) یا از کناره‌ها(پلی‌اتن سبک) به هم متصل شوند. پلی اتن سبک و سنگین هر دو کم چگال‌تر از آب هستند. نیروی بین مولکولی هر دو پلیمر از نوع واندروالسی است و در پلی اتن سنگین، نیروی بین مولکولی قوی‌تر است. توجه داریم که نقطه ذوب پلی‌اتن سنگین بیشتر از پلی‌اتن سبک است. پلی‌اتن سنگین به توجه به ظاهر خطی مولکول‌های خود، ساختار منظم‌تری دارد و استحکام آن نسبت به پلی‌اتن سبک بیشتر است.

«ث»: حدود نیمی از لباس‌های تولیدی در جهان از پنبه تهیه می‌شود. پلیمر سازندهٔ پنبه سلولز است که مونومر آن گلوکز است و از اتم‌های کربن، اکسیژن و هیدروژن تشکیل شده و نوعی هیدروکربن نیست. این ماده نوعی کربوهیدرات است. از پنبه افزون بر تولید پوشاک در تولید رویه مبل، پرده، تور ماهیگیری، گاز استریل و ... استفاده می‌شود.

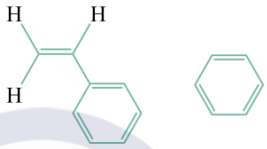
گروه آموزشی ماز

۴- کدام‌یک از مطالب زیر نادرست است؟

۱) صنعت نساجی به تولید پوشاک مورد نیاز بشر پرداخته و موفقیت آن در گرو تأمین الیاف مورد نیاز است.
۲) نسبت شمار اتم‌های کربن به هیدروژن در هر مولکول استیرن، برابر با بنزن بوده و این ماده، $\mu > ۰$ دارد.
۳) با تغییر نسبت جرمی کاتالیزگرهای مختلف، می‌توان جرم مولی پلی‌اتن حاصل از واکنش بسپارش را تغییر داد.
۴) پلی‌پروپن، یک ماده سیرشده بوده و مولکولی از آن با n واحد تکرارشونده، $۳n$ پیوند $C-C$ در ساختار خود دارد.

پاسخ: گزینهٔ ۲ (متوسط ـ پلیمری شدن ـ مفهومی ـ ۱۱۰۳)

در تصویر زیر ساختار دو مولکول بنزن و استیرن را مشاهده می‌کنید:



در هر دو مولکول($C_۶H_۶$ و $C_۸H_۸$)، نسبت تعداد اتم‌های کربن به هیدروژن با ۱ است. بنزن و استیرن، جزو هیدروکربن‌ها دسته‌بندی می‌شوند و همان‌طور که می‌دانیم، همه هیدروکربن‌ها از جمله مولکول‌های ناقطبی هستند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

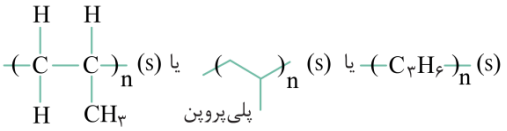
۱ انسان‌ها در گذشته پوشاک خود را از مواد طبیعی مانند پشم گوسفند و شتر، پوست، چرم و پنبه تهیه می‌کردند اما با رشد جمعیت جهان، مصرف پوشاک به میزان چشمگیری افزایش یافت؛ به‌طوری‌که روش‌های سنتی تولید پوشاک دیگر پاسخگوی نیازهای جامعه نبود. در چنین شرایطی، صنعت نساجی به شکل صنعتی و امروزی پدیدار شد؛ به‌طوری‌که این صنعت با بهره‌گیری از فناوری‌های نو، به تولید پوشاک پرداخت. صنعت نساجی با استفاده از فناوری‌های نو به تولید پوشاک می‌پردازد؛ اما موفقیت این صنعت در تولید پوشاک، در گرو تأمین الیاف مورد نیاز آن است. مراحل تولید پوشاک با استفاده از پنبه در صنعت نساجی به‌صورت زیر است:

۳ واکنش پلیمری شدن اتن در شرایط گوناگون، به تولید پلی‌اتن‌هایی با جرم مولی میانگین متفاوت منجر می‌شود. تجربه نشان می‌دهد که جرم مولی میانگین به مقدار کاتالیزگرهای واکنش بستگی دارد و با تغییر نسبت مولی کاتالیزگرها، جرم مولی میانگین پلیمر تولید شده تغییر می‌کند.

کاتالیزگر در تولید پلی‌اتن

در واکنش تولید پلی‌اتن، از دو کاتالیزگر که یکی حاوی اتم‌های تیتانیم و دیگر حاوی اتم‌های آلومینیم است، استفاده می‌شود. آلومینیم، فلزی از دسته p جدول دوره‌ای است. نسبت میان شمار مول‌های کاتالیزگرهای به‌کار رفته در واکنش جرم مولی میانگین پلی‌اتن تولید شده را مشخص می‌کند؛ به نحوی که اگر نسبت مولی کاتالیزگر شماره‌ی ۲(کاتالیزگر محتوی آلومینیم) به کاتالیزگر شماره‌ی ۱(کاتالیزگر محتوی تیتانیم) برابر با ۳ باشد، جرم مولی پلیمر تولید شده در بیشترین حالت ممکن قرار می‌گیرد.

۴ ساختار پلی‌پروپن به‌صورت زیر است:



در ساختار واحد تکرار شونده این پلیمر، ۲ پیوند $C-C$ کامل و دو پیوند $C-C$ نیمه(پیوندهایی که بین دو واحد تکرارشونده متوالی مشترک هستند) وجود دارد، پس در نمونه‌ای از این پلیمر با n واحد تکرارشونده، مجموعاً $۳n$ پیوند کربن-کربن وجود دارد.

گروه آموزشی ماز

۵- یک قطعه پلاستیکی از سه ماده پلی‌اتن، پلی‌وینیل کلرید و پلی‌سیانو اتن تشکیل‌شده است. اگر درصد جرمی عناصر کلر و نیتروژن به‌ترتیب در این قطعه برابر ۱۴/۲ و ۴/۲ درصد باشد، چند درصد از جرم این قطعه را پلی‌اتن تشکیل می‌دهد؟

$(H = ۱$ و $C = ۱۲$ و $N = ۱۴$ و $Cl = ۳۵/۵ : g.mol^{-۱})$

۱) ۵۹/۱ ۲) ۵۲/۱ ۳) ۴۷/۲ ۴) ۴۲/۲

پاسخ: گزینهٔ ۱ (متوسط ـ پلیمری شدن ـ مسئله ـ ۱۱۰۳)

فرمول شیمیایی پلی‌اتن، پلی‌وینیل کلرید و پلی‌سیانو اتن به‌ترتیب به‌صورت $(C_۲H_۴)_n$، $(C_۲H_۳Cl)_n$ و $(C_۳H_۳N)_n$ است. یک نمونه ۱۰۰ گرمی از مخلوط این سه پلیمر را در نظر می‌گیریم. با توجه به درصد جرمی کلر و نیتروژن در این قطعه، جرم پلی‌وینیل کلرید و پلی‌سیانو اتن را در ۱۰۰ گرم از این قطعه پلاستیکی حساب می‌کنیم:

$$? g\ (C_۲H_۳Cl)_n = ۱۰۰\ g\ \text{قطعه} \times \frac{۱۴/۲\ g\ Cl}{۱۰۰\ g\ \text{قطعه}} \times \frac{۱\ mol\ Cl}{۳۵/۵\ g\ Cl} \times \frac{۱\ mol\ (C_۲H_۳Cl)_n}{n\ mol\ Cl} \times \frac{۶۲/۵n\ g\ (C_۲H_۳Cl)_n}{۱\ mol\ (C_۲H_۳Cl)_n} = ۲۵\ g$$

$$? g\ (C_۳H_۳N)_n = ۱۰۰\ g\ \text{قطعه} \times \frac{۴/۲\ g\ N}{۱۰۰\ g\ \text{قطعه}} \times \frac{۱\ mol\ N}{۱۴\ g\ N} \times \frac{۱\ mol\ (C_۳H_۳N)_n}{n\ mol\ N} \times \frac{۵۳n\ g\ (C_۳H_۳N)_n}{۱\ mol\ (C_۳H_۳N)_n} = ۱۵/۹\ g$$

پس مجموع جرم این دو ماده در ۱۰۰ گرم از این قطعه برابر ۴۰/۹ گرم و در نتیجه جرم پلی‌اتن در ۱۰۰ گرم از این قطعه برابر ۵۹/۱ گرم بوده که معادل درصد جرمی این پلیمر است.

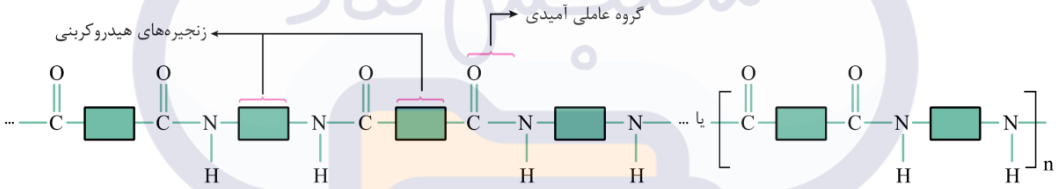
گروه آموزشی ماز

۶- در ساختار واحد تکرارشونده نوعی پلی‌آمید با فرمول شیمیایی $(C_{۱۰}H_{۱۸}N_۲O_۲)_n$، تعداد ..... جفت الکترون ناپیوندی وجود داشته و این ماده در ساختار خود ..... پیوند دوگانه است.

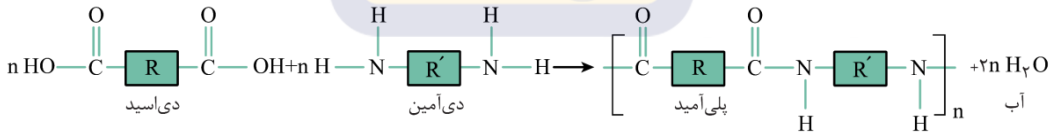
۱) ۶ ـ دارای ۲) ۶ ـ فاقد ۳) ۴ ـ دارای ۴) ۴ ـ فاقد

پاسخ: گزینهٔ ۱ (آسان ـ پلی آمید ـ مفهومی ـ ۱۱۰۳)

با گذشت زمان و افزایش نیاز بشر به پوشاک، الیاف پنبه‌ای دیگر پاسخگوی نیاز بشر نبود. نیاز به تولید پوشاک بیشتر و با کاربردهای گسترده‌تر، دانشمندان را برای یافتن پلیمرهای جدید تشویق می‌کرد. شیمی‌دان‌ها با بررسی رفتار انواع مواد آلی، موفق به تهیه و ساخت پلیمرهایی شدند که در ساختار آن‌ها علاوه بر اتم‌های هیدروژن و کربن، اتم‌های اکسیژن و نیتروژن نیز وجود داشت. پلی‌استرها و پلی‌آمیدها، دو گروه از این پلیمرها هستند که به پلیمرهای تراکمی معروف شده‌اند. پلی‌آمیدها گروهی از پلیمرهای تراکمی هستند که در ساختار آن‌ها اتم‌های C، H، O و N وجود دارد. در این گروه از مواد، گروه عاملی آمیدی به‌صورت متوالی در طول مولکول‌های سازنده پلیمر تکرار شده و مولکول‌هایی با ساختار زیر را پدید می‌آورد:



پلی‌آمیدها از جمله الیافی هستند که هم به‌صورت مصنوعی(مثل کولار) تولید شده و هم به‌صورت طبیعی(مثل انواع پروتئین‌ها، شاخ حیوانات و پشم) وجود دارند. در واکنش تولید پلی‌آمیدها از آمین‌های دو عاملی و اسیدهای دو عاملی به‌عنوان مونومر استفاده می‌شود. فرض کنید مقدار زیادی از یک اسید دو عاملی با فرمول $HOOC-R-COOH$ در مجاورت با مقدار زیادی از یک آمین دو عاملی با فرمول $H_۲N-R'-NH_۲$ قرار گرفته است. مولکول‌های این مواد مطابق با معادله زیر با یکدیگر واکنش می‌دهند:



با توجه به معادله این واکنش، گروه R از مولکول‌های دی‌اسید مصرف شده، در پلی‌آمید حاصل بین اتم‌های کربن گروه‌های عاملی آمیدی قرار می‌گیرد و گروه R' از مولکول‌های دی‌آمین مصرف شده نیز در ساختار پلی‌آمید حاصل بین اتم‌های نیتروژن گروه‌های عاملی آمیدی قرار می‌گیرد. همان‌طور که مشخص است، در واحد تکرارشونده پلی‌آمیدها، ۲ اتم نیتروژن و ۲ اتم اکسیژن وجود دارد و هر اتم نیتروژن و اکسیژن نیز به‌ترتیب دارای ۱ و ۲ جفت الکترون ناپیوندی هستند. بر این اساس، می‌توان گفت در ساختار واحد تکرارشونده این پلی‌آمید ۶ جفت الکترون ناپیوندی یافت می‌شود. در ساختار هر پلی‌آمید، به یقین تعدادی پیوند دوگانه در گروه‌های عاملی آمیدی وجود دارد.

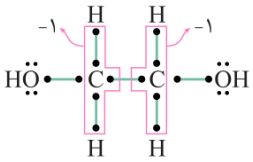
گروه آموزشی ماز

۷- کدام‌یک از مطالب زیر درست است؟

۱) کیسه پلاستیک موجود در مغازه‌ها و فروشگاه‌ها را با استفاده از پلی‌اتن سنگین می‌سازند.
۲) هر ترکیب آلی که دارای پیوند دوگانه کربن-کربن باشد، می‌تواند در واکنش بسپارش شرکت کند.
۳) در ساختار پلی‌اتن سبک، همانند مولکول اتیلن‌گلیکول، اتم‌های کربنی با عدد اکسایش ۱− وجود دارد.
۴) بین مولکول‌های سازنده تفلون، همانند مولکول‌های سازنده یک نمونه از سرکه، پیوند هیدروژنی برقرار می‌شود.

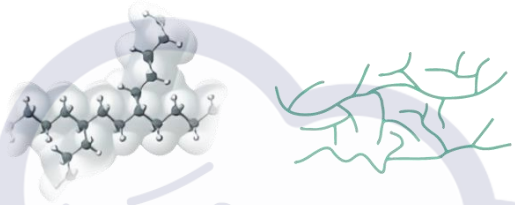
پاسخ: گزینهٔ ۳ (سخت ـ پلیمری شدن ـ مفهومی ـ ۱۱۰۳)

در ساختار پلی‌اتن سبک، در محل ایجاد شاخه‌های فرعی اتم‌های کربنی با عدد اکسایش ۱− وجود دارد. در ساختار اتیلن گلیکول نیز دو اتم کربن وجود دارد که عدد اکسایش آن‌ها برابر با ۱− است. عدد اکسایش اتم‌های کربن در اتیلن‌گلیکول به‌صورت زیر مشخص می‌شود:



بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ پلی‌اتن یکی از مهم‌ترین پلیمرهای ساختگی است که سالانه میلیون‌ها تن از آن در شرکت‌های پتروشیمی تولید شده و از آن در ساخت وسایل گوناگون استفاده می‌شود. با توجه به یافته‌های تجربی، مولکول‌های اتن می‌توانند در شرایط گوناگون در واکنش پلیمری شدن شرکت کرده و پلی‌اتن‌هایی با ساختار و ویژگی‌های متفاوت را پدید بیاورند. پلی‌اتن سبک، یک نوع از این پلیمرها است. اگر واکنش تولید پلی‌اتن در شرایطی انجام شود که برخی از مولکول‌های اتن از کناره‌ها به یکدیگر افزوده شوند، زنجیرهای هیدروکربنی شاخه‌دار پلی‌اتن سبک با ساختار زیر تولید می‌شوند:



پلی‌اتن شاخه‌دار، معادل با پلی‌اتن سبک است. این نوع از پلی‌اتن، ظاهری شفاف داشته و از آن برای ساختن انواع نایلون‌های پلاستیکی استفاده می‌شود. جدول زیر، ویژگی‌های انواع پلی‌اتن را در مقایسه با یکدیگر نشان می‌دهد:

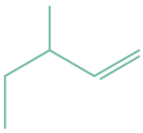
ویژگی	پلی‌اتن سبک	پلی‌اتن سنگین
چگالی	کمتر ($۰/۹۲g.cm^{-۳}$)	بیشتر ($۰/۹۷g.cm^{-۳}$)
ساختار	شاخه‌دار	بدون شاخه
نیروی بین مولکولی	ضعیف‌تر	قوی‌تر
استحکام	کمتر	بیشتر
نقطه جوش	پایین‌تر	بالاتر
ظاهر	شفاف	کدر
کاربرد	کیسه‌های پلاستیکی	لوله‌های پلاستیکی دبه‌های آب و بطری

۲ هر ترکیب آلی مثل اتن، پروپن، وینیل‌کلرید، سیانواتن و ... که در ساختار خود پیوند دوگانه کربن-کربن در زنجیر کربنی(نه هر قسمتی!) داشته باشد، می‌تواند در واکنش پلیمری شدن شرکت کند. بر همین اساس، ترکیب‌های سیرنشده و حاوی چنین پیوندی در زنجیر کربنی می‌توانند در صنایع پتروشیمی با تأمین شرایط مناسب واکنش داده و پلیمرهای گوناگونی از جمله پلی‌اتن، پلی‌پروپن و ... را تولید کنند. توجه داریم که پیوند اشتراکی $C = C$ باید در زنجیره کربنی از ترکیب مورد نظر وجود داشته باشد و اگر این پیوند در سایر قسمت‌های یک ترکیب آلی مثل حلقه‌های کربنی وجود داشته باشد، آن ماده الزاماً نمی‌تواند در واکنش بسپارش شرکت کند.

۴ چون در ساختار تترافلوئورواتن($C_۲F_۴$) و تفلون($(C_۲F_۴)_n$) هیچ اتم هیدروژنی که به یکی از اتم‌های نیتروژن، فلوئور یا اکسیژن متصل باشد وجود ندارد، بین مولکول‌های این مواد پیوند هیدروژنی برقرار نمی‌شود. توجه داریم که سرکه، محلول ۵٪ جرمی استیک اسید($CH_۳COOH$) در آب بوده و حاوی مولکول‌های استیک اسید و آب می‌شود. چون در ساختار مولکولی استیک اسید و آب، اتم هیدروژن متصل به اکسیژن وجود دارد، بین مولکول‌های این دو ماده پیوند هیدروژنی برقرار می‌شود.

گروه آموزشی ماز

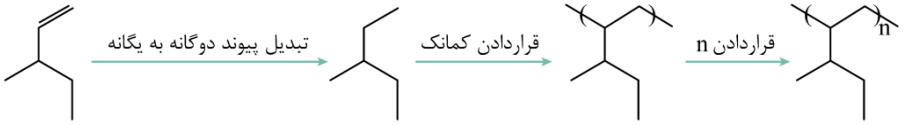
۸- از بسپارش مولکولی با ساختار مقابل، برای تولید نوعی پلیمر استفاده می‌شود. به‌منظور تولید یک نمونه ۲۱۰ گرمی از پلیمر مورد نظر در واکنشی با بازده ۴۰٪، تقریباً به چند مولکول مونومر نیاز داریم؟ ($C = ۱۲$ و $H = ۱$: $g.mol^{-۱}$)



۱) $۵/۰۲ \times ۱۰^{۲۴}$ ۲) $۲/۵۱ \times ۱۰^{۲۴}$ ۳) $۳/۷۶ \times ۱۰^{۲۴}$ ۴) $۷/۵۲ \times ۱۰^{۲۴}$

پاسخ: گزینهٔ ۳ (متوسط ـ پلیمری شدن ـ مسئله ـ ۱۱۰۳)

برای آن‌که یک ترکیب آلی بتواند به‌عنوان مونومر در واکنش مربوط به تولید پلیمرهای افزایشی شرکت کند، باید در ساختار خود حداقل یک پیوند دوگانه کربن-کربن($C = C$) داشته باشد. در این حالت، پیوند $C = C$ موجود در مولکول‌های مونومر در شرایط مناسب شکسته شده و پس از پیوستن مولکول‌های مونومر به یکدیگر، مولکول‌های پلیمر حاصل می‌شوند. واکنش تولید پلیمر مورد نظر به‌صورت زیر است:



همان‌طور که مشخص است، در این نوع از واکنش پلیمری شدن، جرم پلیمر تولید شده با مجموع جرم مونومرهای مصرف شده برابر بوده و همه اتم‌های موجود در ساختار مونومرهای اولیه، در ساختار پلیمر حاصل نیز شرکت می‌کنند. بر این اساس، شمار مولکول‌های مونومر($C_۶H_{۱۲}$) مصرف شده در این واکنش را محاسبه می‌کنیم.

$$\text{بازده درصدی} = \frac{\text{مقدار عملی پلیمر تولید شده}}{\text{مقدار نظری پلیمر تولید شده}} \times ۱۰۰ \Rightarrow ۴۰ = \frac{۲۱۰\ g\ \text{پلیمر}}{\text{مقدار نظری پلیمر تولید شده}} \times ۱۰۰ \Rightarrow \text{مقدار نظری پلیمر تولید شده} = ۵۲۵\ g$$

$$?\ \text{مولکول}\ C_۶H_{۱۲} = ۵۲۵\ g\ (C_۶H_{۱۲})_n \times \frac{۱\ mol\ (C_۶H_{۱۲})_n}{۸۴n\ g\ (C_۶H_{۱۲})_n} \times \frac{n\ mol\ C_۶H_{۱۲}}{۱\ mol\ (C_۶H_{۱۲})_n} \times \frac{۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳}\ \text{مولکول}\ C_۶H_{۱۲}}{۱\ mol\ C_۶H_{۱۲}} \simeq ۳/۷۶ \times ۱۰^{۲۴}$$

با توجه به محاسبات انجام شده، طی این فرایند تقریباً $۳/۷۶ \times ۱۰^{۲۴}$ مولکول مونومر مصرف می‌شود.

گروه آموزشی ماز

۹- چند مورد از مطالب زیر در مورد ساده‌ترین آمین درست است؟

الف: این ماده در واکنش با پروپانوئیک اسید، نوعی آمید را ایجاد می‌کند.

ب: ضعیف‌ترین پیوند کووالانسی در ساختار این ماده پیوند $C - N$ است.

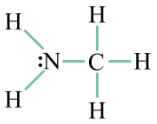
پ: تفاوت شمار جفت الکترون‌های ناپیوندی و جفت الکترون‌های پیوندی در آن برابر ۵ است.

ت: در یک نمونه خالص از آن، ۳ اتم هر مولکول می‌توانند در تشکیل پیوندهای هیدروژنی دخیل باشد.

۱) ۲ ۲) ۱ ۳) ۴ ۴) ۳

پاسخ: گزینهٔ ۳ (متوسط ـ گروه‌های عاملی ـ مفهومی ـ ۱۱۰۳)

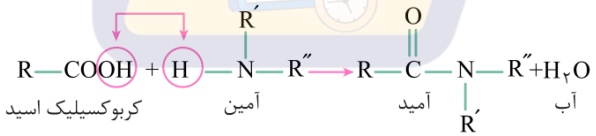
ساده‌ترین آمین، متیل آمین بوده که ساختار آن به‌صورت مقابل است:



همه عبارت‌های داده شده در رابطه با این ماده درست هستند.

بررسی موارد:

«الف»: ترکیب‌های آمیدی را می‌توان از واکنش بین کربوکسیلیک اسیدها و آمین‌ها به‌دست آورد. فرایند انجام شده به‌صورت زیر است:



همان‌طور که مشخص است، طی این واکنش یک کربوکسیلیک اسید با یک آمین واکنش داده و یک ترکیب آمیدی به همراه آب تولید می‌شود. آمیدها طی یک واکنش برگشت‌پذیر تولید شده و در شرایط مناسب می‌توانند به اسید و آمین سازنده خود تجزیه شوند. به واکنش آمیدها با آب که منجر به تجزیه این مواد به آمین و اسید سازنده می‌شود، آب‌کافت گفته می‌شود.

«ب»: در ساختار این ماده پیوندهای کووالانسی $N - H$، $C - H$ و $C - N$ وجود دارد. اولین عامل تأثیرگذار بر آنتالپی پیوند، مرتبه پیوند است. مرتبه پیوند در این ۳ پیوند کووالانسی یگانه می‌باشد. عامل تأثیرگذار دیگر، شعاع اتمی اتم‌های شرکت‌کننده در پیوند است. شعاع اتمی نیتروژن و کربن که در دوره دوم جدول تناوبی قرار دارند از هیدروژن بزرگ‌تر است؛ پس طول پیوند $C - N$ بزرگ‌تر از دو پیوند دیگر بوده و پیوند ضعیف‌تری است.

«پ»: در ساختار این ماده ۶ پیوند کووالانسی یا همان جفت الکترون پیوندی و یک جفت الکترون ناپیوندی وجود دارد؛ پس تفاوت شمار جفت الکترون‌های پیوندی و ناپیوندی در ساختار این ماده برابر ۵ است.

«ت»: در ساختار این ماده ۲ مورد از ۵ اتم هیدروژن به اتم نیتروژن متصل هستند و توانایی شرکت در ساختار پیوند هیدروژنی را دارند. همچنین اتم نیتروژن نیز به‌عنوان قطب منفی پیوند هیدروژنی در تشکیل این نیروی بین مولکولی دخیل است.

گروه آموزشی ماز

۱۰- کدام‌یک از مطالب زیر نادرست است؟

۱) هر ماده که توانایی تشکیل پیوند هیدروژنی با آب را داشته باشد، انحلال‌پذیری بیش از ۱ گرم در ۱۰۰ گرم آب دارد.

۲) متیل‌آمین، برخلاف متان و گاز CO، بوی نافذی داشته و از جمله موادی است که به‌صورت طبیعی یافت می‌شود.

۳) اسید سازنده استر ایجاد کننده طعم و بوی آناناس مشابه اسید سازنده استر ایجاد کننده بوی سیب است.

۴) فرمول مولکولی دو کربوکسیلیک اسید مختلف، می‌تواند مشابه به فرمول مولکولی پروپیل متانوات باشد.

پاسخ: گزینهٔ ۱ (متوسط ـ گروه‌های عاملی ـ مفهومی ـ ۱۱۰۳)

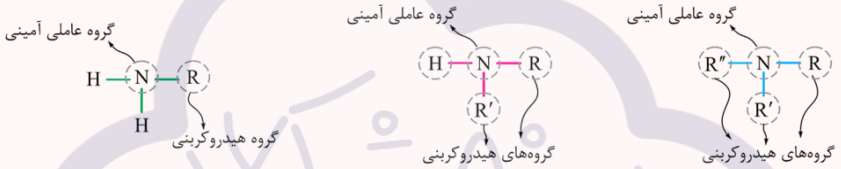
ویتامین (آ)، کلسترول و ۱-اوکتانول، از جمله موادی هستند که به‌خاطر داشتن گروه عاملی هیدروکسیل، توانایی ایجاد پیوند هیدروژنی با آب را دارند، اما چون بخش ناقطبی مولکول‌های سازنده آن‌ها خیلی بزرگ است، این بخش از مولکول بر بخش قطبی آن غلبه کرده و به همین خاطر، این مواد در آب حل نمی‌شوند. به‌طور کلی، الکل‌هایی که دارای بیشتر از ۸ اتم کربن هستند، نامحلول در آب خواهند بود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۲ متیل‌آمین، یکی از عوامل ایجادکننده بوی ماهی است، درحالی که متان و کربن مونوکسید، دو گاز بی‌بو هستند. متیل آمین و تعداد دیگری از اعضای خانواده آمین‌ها، به‌طور طبیعی در لایه‌ی پوشاننده سطح ماهی وجود دارند.

آمین‌ها

آمین‌ها گروهی از ترکیب‌های آلی نیتروژن‌دار هستند که از جایگزین شدن یک، دو و یا سه مورد از اتم‌های هیدروژن موجود در ساختار آمونیاک(NH_3) با زنجیره‌های هیدروکربنی حاصل می‌شوند. ساختار کلی آمین‌ها به‌صورت زیر است:

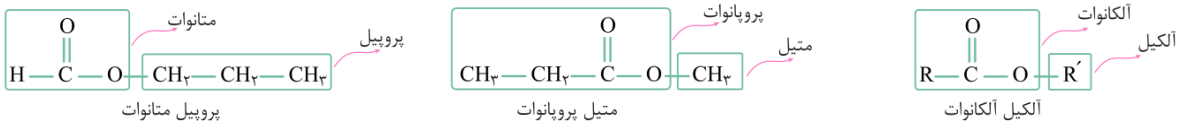


در ساختار آمین‌ها اتم‌های H، C و N وجود دارد. وجود اتم N در ساختار آمین‌ها، خواص شیمیایی و فیزیکی منحصر به فردی به آن‌ها داده است.

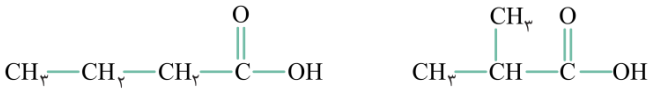
۳ نام استر موجود در آناناس و سیب به‌ترتیب اتیل بوتانوات و متیل بوتانوات است. اسید سازنده عامل ایجاد کننده بوی آناناس، بوتانوئیک اسید است. اسید سازنده عامل ایجاد کننده بوی سیب نیز بوتانوئیک اسید است. جدول زیر، ویژگی‌های برخی از انواع استرهای موجود در گیاهان را نشان می‌دهد:

نام گل یا میوه	نام استر	ساختار استر سازنده	ساختار الکل سازنده	ساخار کربوکسیلیک اسید سازنده
آناناس	اتیل بوتانوات	$(C_6H_{12}O_2)$	CH_3CH_2-OH اتانول	$CH_3CH_2CH_2-C(=O)-OH$ بوتانوئیک اسید
موز	پنتیل اتانوات	$(C_7H_{14}O_2)$	$CH_3-(CH_2)_4-OH$ ۱ ـ پنتانول	$CH_3-C(=O)-OH$ اتانوئیک اسید
سیب	متیل بوتانوات	$(C_5H_{10}O_2)$	CH_3-OH متانول	$CH_3CH_2CH_2-C(=O)-OH$ بوتانوئیک اسید
انگور	اتیل هپتانوات	$(C_9H_{18}O_2)$	CH_3CH_2-OH اتانول	$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2-C(=O)-OH$ هپتانوئیک اسید

اتیل بوتانوات، استر موجود در آناناس بوده و در ساختار هر مولکول آن ۴ پیوند کربن-کربن وجود دارد. برای نام‌گذاری استرها، ابتدا باید نام زنجیره هیدروکربنی متصل به اتم اکسیژن گروه استری(گروه R') را بر وزن (آلکیل) بیاوریم و پس از آن، نام زنجیره کربنی باقیمانده را بر وزن (آلکانوات) ذکر کنیم. به نام‌گذاری استرهای زیر توجه کنید:

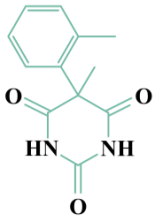


۴ ساختار کربوکسیلیک اسیدهایی که فرمول مولکولی آن‌ها به‌صورت $C_4H_8O_2$ بوده و نسبت به پروپیل متانوات ایزومر هستند، به‌صورت زیر است:



گروه آموزشی ماز

۱۱- دربارهٔ ترکیبی با ساختار مقابل، کدام مطلب نادرست است؟ ($g.mol^{-1}$: $H = ۱$ و $C = ۱۲$ و $N = ۱۴$ و $O = ۱۶$)



۱) نوعی ترکیب آروماتیک است و گروه عاملی کتونی و آمیدی دارد.
۲) درصد جرمی کربن در این ترکیب ۱۲ برابر درصد جرمی هیدروژن است.
۳) تعداد پیوندهای $C - C$ در آن برابر تعداد پیوندهای $C - H$ در نفتالن است.
۴) تفاوت شمار جفت الکترون‌های پیوندی و جفت الکترون‌های ناپیوندی آن برابر ۲۸ است.

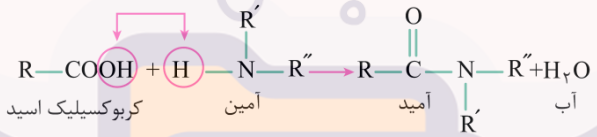
پاسخ: گزینهٔ ۱ (متوسط ـ گروه‌های عاملی ـ مفهومی / حفظی ـ ۱۱۰۳)

فرمول مولکولی ترکیب داده شده به‌صورت $C_{12}H_{12}N_2O_3$ است. این ترکیب در ساختار خود دارای یک حلقه بنزنی و سه گروه عاملی آمیدی است. توجه داریم که این ترکیب آلی، فاقد گروه کتونی است.

آمیدها

به گروهی از ترکیب‌های آلی که از اتصال اتم‌های H، C، O و N به یکدیگر ساخته شده و ساختار آن‌ها به‌صورت زیر است، آمید گفته می‌شود.

آمیدها را می‌توان از واکنش بین کربوکسیلیک اسیدها و آمین‌ها به‌دست آورد. فرایند انجام شده به‌صورت زیر است:



همان‌طور که مشخص است، طی این واکنش یک کربوکسیلیک اسید با یک آمین واکنش داده و یک ترکیب آمیدی به همراه آب تولید می‌شود. اگر فرمول شیمیایی اسید و آمین سازنده‌ی یک آمید به‌ترتیب به‌صورت $C_xH_yO_2$ و C_wH_zN باشد، معادله تولید آمید مورد نظر به‌صورت زیر می‌شود:

$$C_xH_yO_2 + C_wH_zN \rightarrow C_{x+w}H_{y+z-2}NO + H_2O$$

بررسی سایر گزینه‌ها:

۲ این ترکیب در ساختار خود ۱۲ اتم کربن و ۱۲ اتم هیدروژن دارد. جرم مولی کربن ۱۲ برابر جرم مولی هیدروژن است، بنابراین درصد جرمی کربن در این ماده ۱۲ برابر درصد جرمی هیدروژن است.

۳ این ترکیب آلی در ساختار مولکولی خود دارای هشت پیوند $C - C$ است. توجه داریم که در ساختار نفتالن($C_{10}H_8$) نیز ۸ اتم هیدروژن وجود دارد که همه آن‌ها به اتم کربن متصل شده‌اند. بر این اساس، می‌توان گفت در ساختار نفتالن هشت پیوند $C - H$ وجود دارد.

۴ ترکیب $C_{12}H_{12}N_2O_3$، یک جفت الکترون ناپیوندی بر روی هر اتم نیتروژن و دو جفت الکترون ناپیوندی بر روی هر اتم اکسیژن دارد. بنابراین این ترکیب مجموعاً ۸ جفت الکترون ناپیوندی دارد. تعداد جفت الکترون‌های پیوندی آن را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{تعداد پیوندهای اشتراکی} = \frac{(\text{تعداد اتم‌های هیدروژن}) + (\text{تعداد اتم‌های نیتروژن} \times ۳) + (\text{تعداد اتم‌های اکسیژن} \times ۲) + (\text{تعداد اتم‌های کربن} \times ۴)}{۲}$$

$$\text{تعداد پیوندهای اشتراکی} = \frac{۴ \times ۱۲ + ۳ \times ۲ + ۲ \times ۳ + ۱۲}{۲} = ۳۶$$

این ترکیب ۳۶ پیوند اشتراکی دارد. تفاوت تعداد جفت الکترون‌های ناپیوندی و پیوندی این ترکیب برابر با ۲۸ است.

گروه آموزشی ماز

۱۲- مقدار ۳ مول از اسید موجود در محلول سرکه و ۳ مول از الکل زیر، در واکنش استری شدن شرکت داده شده است. اگر طی این فرایند ۴۰/۵ میلی‌لیتر آب تولید شود، بازدهٔ درصدی واکنش چقدر بوده و جرم استر تولید شده با درصد خلوص ۸۰٪، تقریباً برابر با چند گرم می‌شود؟

$(O = ۱۶ \text{ و } C = ۱۲ \text{ و } H = ۱ : g.mol^{-۱})$

۱) ۷۵ – ۳۶۵/۶
۲) ۷۵ – ۴۸۷/۵
۳) ۸۵ – ۳۶۵/۶
۴) ۸۵ – ۴۸۷/۵

پاسخ: گزینهٔ ۱ (متوسط ـ واکنش استری شدن ـ مسئله ـ ۱۱۰۳)

استیک اسید، ترکیب اسیدی موجود در سرکه است. واکنش استری شدن به‌صورت $CH_۳COOH + C_۵H_{۱۱}OH \rightleftharpoons C_۷H_{۱۴}O_۲ + H_۲O$ انجام می‌شود.

ابتدا مقدار نظری آب تولید شده را حساب می‌کنیم:

$$? g\ H_۲O = ۳\ mol\ CH_۳COOH \times \frac{۱\ mol\ H_۲O}{۱\ mol\ CH_۳COOH} \times \frac{۱۸\ g\ H_۲O}{۱\ mol\ H_۲O} = ۵۴\ g$$

مقدار ۴۰/۵ میلی‌لیتر آب، معادل با ۴۰/۵ گرم آب است. بنابراین بازدهٔ درصدی واکنش برابر خواهد بود با:

$$\text{بازدهٔ درصدی واکنش} = \frac{\text{مقدار عملی}}{\text{مقدار نظری}} \times ۱۰۰ \Longrightarrow x = \frac{۴۰/۵}{۵۴} \times ۱۰۰ = ۷۵٪$$

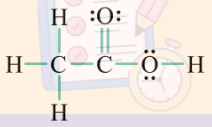
در نهایت جرم استر ناخالص تولید شده را حساب می‌کنیم:

$$? g\ C_۷H_{۱۴}O_۲ \text{ ناخالص} = ۳\ mol\ CH_۳COOH \times \frac{۱\ mol\ C_۷H_{۱۴}O_۲}{۱\ mol\ CH_۳COOH} \times \frac{۱۳۰\ g\ C_۷H_{۱۴}O_۲}{۱\ mol\ C_۷H_{۱۴}O_۲} \times \frac{۱۰۰\ g\ C_۷H_{۱۴}O_۲ \text{ ناخالص}}{۸۰\ g\ C_۷H_{۱۴}O_۲} \times \frac{\text{مقدار عملی } ۷۵}{\text{مقدار نظری } ۱۰۰} = ۳۶۵/۶۲۵\ g$$

کربوکسیلیسک اسیدها

کربوکسیلیسک اسیدها، گروهی از ترکیب‌های آلی هستند که در ساختار آن‌ها یک یا چند گروه عاملی کربوکسیل$(-COOH)$ وجود دارد. فرمول کلی کربوکسیلیک اسیدهای یک عاملی(مولکول‌هایی که فقط یک گروه عاملی کربوکسیل دارند) را می‌توان به‌صورت $R - COOH$ نشان داد که در آن R نشان‌دهنده‌ی یک اتم هیدروژن و یا یک زنجیره هیدروکربنی است. کربوکسیلیک اسیدها خاصیت اسیدی داشته و pH محلول آن‌ها کوچک‌تر از ۷ است. این ترکیب‌ها مزه ترش دارند به‌طوری‌که مزه‌ی ترش میوه‌هایی مانند ریواس، انگور، لیمو ترش، کیوی و گوجه سبز را به‌وجود چنین مولکول‌هایی در این میوه‌ها نسبت می‌دهند. متانوئیک اسید یا همان فورمیک اسید به فرمول شیمیایی $HCOOH$، اولین عضو خانواده‌ی کربوکسیلیک اسیدها است که بر اثر گزش مورچه‌ی سرخ وارد بدن شده و باعث سوزش و خارش در محل گزیدگی می‌شود. ساختار مولکول‌های این ماده به‌صورت زیر است:

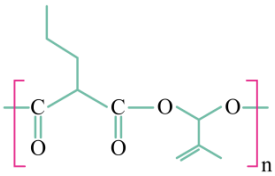
اتانوئیک اسید یا همان استیک اسید با فرمول شیمیایی $CH_۳COOH$، یک کربوکسیلیک اسید دوکربنی و دومین عضو خانواده‌ی کربوکسیلیک اسیدها است. این ماده آشناترین عضو خانواده‌ی کربوکسیلیک اسیدها بوده و یکی از پرکاربردترین اسیدها در زندگی روزمره است. به‌عنوان مثال، اسید موجود در سرکه همان استیک اسید است. ساختار مولکولی این ماده به‌صورت زیر است:



توجه داریم که فرمول شیمیایی کلی کربوکسیلیک اسیدهای یک عاملی سیرشده به‌صورت $C_nH_{۲n}O_۲$ است.

گروه آموزشی ماز

۱۳- در واکنش تولید ترکیبی با ساختار مقابل، به ازای مصرف ۰/۲ مول مونومر چند گرم آب تولید شده و در انتهای این فرایند، جرم پلیمر تولید شده چند برابر جرم آب تولید شده است؟ $(O = ۱۶ \text{ و } C = ۱۲ \text{ و } H = ۱ : g.mol^{-۱})$



۱) ۳/۶ ـ ۱۱
۲) ۳/۶ ـ ۵/۵
۳) ۱/۸ ـ ۱۱
۴) ۱/۸ ـ ۵/۵

پاسخ: گزینهٔ ۲ (آسان ـ واکنش استری شدن ـ مسئله ـ ۱۱۰۳)

معادله واکنش تولید پلیمر مورد نظر به‌صورت زیر است:

$$n(C_۶H_۸O_۴) + n(C_۴H_{۱۰}O_۲) \rightarrow (C_{۱۰}H_{۱۴}O_۴)_n + ۲nH_۲O$$

با توجه به معادله این واکنش، به ازای تولید هر مولکول $(C_{۱۰}H_{۱۴}O_۴)_n$، مقدار $۲n$ مولکول آب تولید می‌شود، پس داریم:

$$\frac{\text{جرم پلیمر تولید شده}}{\text{جرم آب تولید شده}} = \frac{\text{جرم مولی پلیمر} \times \text{تعداد مول پلیمر}}{\text{جرم مولی آب} \times \text{تعداد مول آب}} = \frac{۱ \times (n \times (۱۲۰ + ۱۴ + ۶۴))}{۲n \times ۱۸} = ۵/۵ \text{ برابر}$$

در واکنش مورد نظر، به ازای مصرف $2n$ مول مونومر(n مول دی‌اسید و n مول دی‌الکل)، $2n$ مول آب تولید شده است. به عبارت دیگر، مقدار آب تولید شده با مجموع شمار مول مونومرهای مصرف شده کاملاً برابر است. بر این اساس، می‌توان گفت به ازای مصرف ۰/۲ مول مونومر در این واکنش، ۰/۲ مول آب(معادل با ۳/۶ گرم آب) تولید خواهد شد.

گروه آموزشی ماز

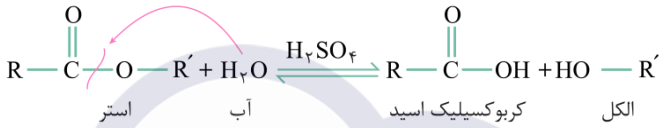
۱۴- با توجه به جدول زیر که داده‌های مربوط به واکنش آبکافت اتیل بوتانوات در یک محلول ۲ لیتری را نشان می‌دهد، سرعت متوسط آبکافت اتیل بوتانوات در بازهٔ زمانی صفر تا ۳۰ ثانیه، ..... مول بر دقیقه بوده و سرعت متوسط تولید بوتانوئیک اسید در این واکنش در بازهٔ زمانی ۴۵ تا ۹۰ ثانیه، ..... گرم بر لیتر بر دقیقه است. ($g.mol^{-1}$: $H = 1$ و $C = 12$ و $O = 16$)

$[\text{استر}]$ $(mol.L^{-1})$	۰/۵۸	۰/۴۵	۰/۳۴	۰/۲۶	۰/۲	۰/۱۵	۰/۱۱
زمان (s)	۰	۱۵	۳۰	۴۵	۶۰	۷۵	۹۰

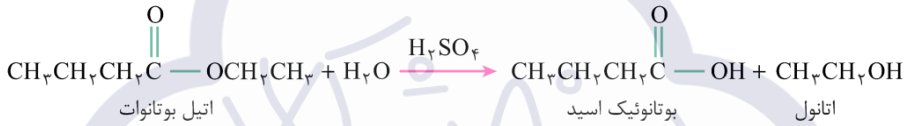
۱) ۸/۸ — ۰/۹۶ ۲) ۱۷/۶ — ۰/۹۶ ۳) ۸/۸ — ۰/۴۸ ۴) ۱۷/۶ — ۰/۴۸

پاسخ: گزینهٔ ۲ (سخت ـ واکنش استری شدن ـ مسئله ـ ۱۱۰۳)

استرها بر اساس معادله زیر در واکنش آبکافت شرکت کرده و به اسید و الکل سازنده خود تجزیه می‌شوند:



واکنش آبکافت اتیل بوتانوات به‌صورت زیر انجام می‌شود:



ابتدا سرعت متوسط آبکافت اتیل بوتانوات را در بازهٔ زمانی ۰ تا ۳۰ ثانیه به‌دست می‌آوریم:

$$\overline{R}_{\text{اتیل بوتانوات}} = \frac{-\Delta[\text{استر}] \times \text{حجم محلول}}{\Delta t} = \frac{-(۰/۳۴ - ۰/۵۸) \times ۲}{(۳۰ - ۰)\, s \times \frac{۱\, min}{۶۰\, s}} = ۰/۹۶\, mol.min^{-۱}$$

سرعت متوسط تولید بوتانوئیک اسید در بازهٔ زمانی ۴۵ تا ۹۰ در مقیاس مول بر لیتر بر دقیقه برابر خواهد بود با:

$$\overline{R}_{\text{بوتانوئیک اسید}} = \overline{R}_{\text{اتیل بوتانوات}} = \frac{-\Delta[\text{استر}]}{\Delta t} = \frac{-(۰/۱۱ - ۰/۲۶)}{(۹۰ - ۴۵)} = \frac{۰/۱۵}{۴۵} = \frac{۱}{۳۰۰}\, mol.L^{-۱}.s^{-۱} \times \frac{۶۰\, s}{۱\, min} = ۰/۲\, mol.L^{-۱}.min^{-۱}$$

جرم مولی بوتانوئیک اسید برابر با ۸۸ گرم بر مول است. بر این اساس، سرعت متوسط تولید این ماده در مقیاس گرم بر لیتر بر دقیقه را محاسبه می‌کنیم:

$\Longrightarrow$ جرم مولی × سرعت تولید بوتانوئیک اسید در مقیاس مول بر لیتر بر دقیقه = سرعت تولید بوتانوئیک اسید در مقیاس گرم بر لیتر بر دقیقه

سرعت تولید بوتانوئیک اسید در مقیاس گرم بر لیتر بر دقیقه $= ۰/۲ \times ۸۸ = ۱۷/۶\, g.L^{-۱}.min^{-۱}$

با توجه به محاسبات انجام شده، سرعت متوسط تولید بوتانوئیک اسید برابر با $۱۷/۶\, g.L^{-۱}.min^{-۱}$ است.

گروه آموزشی ماز

۱۵- چه تعداد از عبارت‌های داده شده درست هستند؟

الف: ۱-بوتانول، نسبت به دی‌اتیل‌اتر ایزومر بوده و خاصیت آب‌گریزی آن نسبت به الکل تهیه شده از چوب کم‌تر است.

ب: همواره شمار واحدهای تکرارشونده در ساختار یک پلیمر با شمار مونومرهای به‌کار رفته در آن پلیمر برابر است.

پ: در مرحله نخست از واکنش تولید پلی‌آمیدها، باید به دی‌آمین و دی‌اسید سازنده آن، مقداری گرما داده شود.

ت: کولار، نوعی پلی‌استر است که مقاومت و استحکام بالایی دارد و از آن در تهیه تایر اتومبیل استفاده می‌شود.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

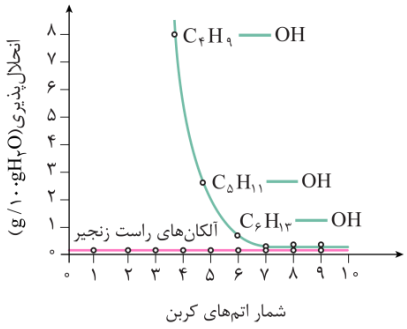
پاسخ: گزینهٔ ۱ (متوسط ـ پلی آمید ـ مفهومی ـ ۱۱۰۳)

فقط عبارت (پ) درست است.

بررسی موارد:

«الف»: بوتانول $(CH_۳CH_۲CH_۲CH_۲OH)$ و دی‌اتیل اتر $(CH_۳CH_۲OCH_۲CH_۳)$ با هم ایزومر(همپار) هستند. الکل تهیه شده با استفاده از چوب نیز همان متانول $(CH_۳OH)$ است. با افزایش طول زنجیر کربنی در مولکول الکل‌ها، میزان آب‌گریزی آن‌ها افزایش و مقدار انحلال‌پذیری آن‌ها در آب کاهش پیدا می‌کند؛ بنابراین خاصیت آب‌گریزی بوتانول از متانول بیشتر است.

نمودار زیر، انحلال‌پذیری الکل‌ها را در مقایسه با هیدروکربن‌ها در آب نشان می‌دهد:



با توجه به نمودار بالا می‌توان گفت که:

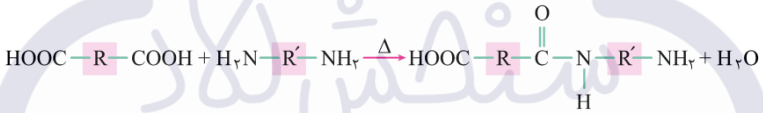
۱. با افزایش طول زنجیر هیدروکربنی در الکل‌ها، انحلال‌پذیری آن‌ها در آب کاسته می‌شود.

۲. سه الکل سبک‌تر یعنی متانول، اتانول و پروپانول به هر نسبتی در آب حل می‌شوند.

۳. انحلال‌پذیری هپتانول و الکل‌های سنگین‌تر، تنها اندکی از انحلال‌پذیری آلکان‌های راست‌زنجیر هم‌کربن با آن‌ها بیشتر است.

«ب»: در پلی‌استرهایی که از واکنش کربوکسیلیک اسید دو عاملی و الکل دو عاملی تشکیل‌شده‌اند، اگر شمار واحدهای تکرارشونده را n در نظر بگیریم، شمار مولکول‌های کربوکسیلیک اسید و الکل به‌کار رفته در ساخت این پلیمر هر کدام برابر n خواهد بود؛ پس برای ساخت پلی‌استری با n واحد تکرارشونده به $2n$ مونومر در مجموع نیاز است. این قضیه برای پلی‌آمید ساخته‌شده از کربوکسیلیک اسید دو عاملی و آمین دو عاملی نیز صادق می‌باشد.

«پ»: از واکنش نمونه‌هایی از دی‌آمین با دی‌اسید، پلی‌آمید و آب تولید می‌شود. در مرحله اول تولید پلی‌آمیدها، باید مقداری گرما به واکنش‌دهنده‌ها داده شود. در تصویر زیر مرحله نخست این فرآیند را مشاهده می‌کنید:

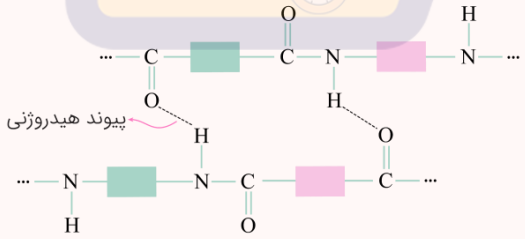


در این واکنش، علامت $\xrightarrow{\Delta}$ بیانگر این است که واکنش‌دهنده‌ها در اثر گرم شدن با همدیگر واکنش می‌دهند. توجه داریم که در ساختار ترکیب آلی تولید شده، یک گروه آمینی و یک گروه اسیدی آزاد وجود دارد.

«ت»: کولار، نوعی ترکیب پلی‌آمیدی است که مقاومت و استحکام بالایی داشته و از آن در تهیه تایر اتومبیل استفاده می‌شود. کولار، ۵ برابر مقاوم‌تر از فولاد هم جرم خود است.

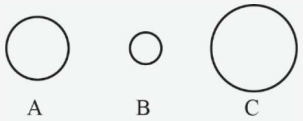
کولار

کولار، پلیمری است که در تهیه جلیقه ضدگلوله کاربرد دارد. کولار، نوعی پلی‌آمید بوده و همان‌طور که می‌دانیم، بین مولکول‌های سازنده پلی‌آمیدها(بین اتم هیدروژن گروه آمیدی از یک مولکول با اتم اکسیژن از مولکول مجاور) پیوند هیدروژنی برقرار می‌شود. تصویر زیر، نمایی از دو مولکول پلی‌آمید و پیوند هیدروژنی برقرار شده بین آن‌ها را نشان می‌دهد:



پاسخ ۲۷ شیمی آذر ماراتون

1. شکل زیر شعاع نسبی سه عنصر متفاوت را نشان می‌دهد. با توجه به این شکل، کدام گزینه به ترتیب می‌تواند از راست به چپ، مربوط به عنصرهای C، B و A باشد؟



۱) کلسیم - کلر - سیلیسیم

۲) آلومینیم - کلسیم - گوگرد

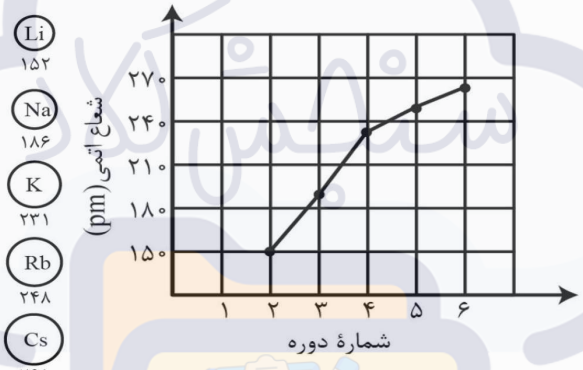
۳) سدیم - کلر - فلوئور

۴) منیزیم - فسفر - پتاسیم

پاسخ: گزینه ۱ ساده | حفظی

درسنامه:

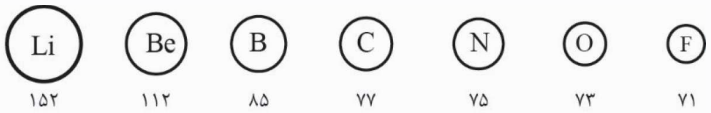
۱ در یک گروه از بالا به پایین با افزایش تعداد لایه‌های الکترونی، شعاع اتمی افزایش می‌یابد.



مقایسهٔ شعاع اتمی عنصر های گروه اول (pm)

۲ در یک دوره از چپ به راست، شعاع اتمی عنصرها، کاهش می‌یابد؛ زیرا از چپ به راست با افزایش عدد اتمی، تعداد پروتون‌ها و بار مثبت هسته زیاد می‌شود، در حالی‌که تعداد لایه‌های الکترونی ثابت است؛ در نتیجه نیروی جاذبهٔ هسته بر الکترون‌های ظرفیت افزایش می‌یابد و این الکترون‌ها با نیروی قوی‌تری به سمت هسته جذب می‌شوند؛ بنابراین شعاع اتمی، کاهش می‌یابد.

مقایسهٔ شعاع اتمی عنصر های دورهٔ دوم (pm):



با توجه به شکل داده شده، مقایسهٔ شعاع اتمی عنصرهای A، B و C، به صورت $B < A < C$ است.

عنصرهای سیلیسیم ($_{14}Si$) و کلر ($_{17}Cl$)، هر دو در دورهٔ سوم جدول تناوبی قرار دارند و از آن‌جایی که در هر دوره از جدول تناوبی، از چپ به راست، شعاع اتمی عنصرها کاهش می‌یابد؛ بنابراین می‌توان گفت که شعاع اتمی عنصر سیلیسیم، بزرگ‌تر از عنصر کلر می‌باشد. عنصر گروه ۲ و دورهٔ سوم جدول تناوبی، منیزیم ($_{12}Mg$) است که شعاع اتمی بزرگ‌تری از هر دو عنصر کلر و سیلیسیم دارد و از آن‌جایی که در هر گروه از جدول تناوبی، از بالا به پایین، شعاع اتمی عنصر افزایش می‌یابد؛ بنابراین می‌توان گفت که شعاع اتمی عنصر کلسیم ($_{20}Ca$ – در گروه ۲ و دورهٔ چهارم)، بزرگ‌تر از عنصر منیزیم ($_{12}Mg$ – در گروه ۲ و دورهٔ سوم) بوده و شعاع اتمی کلسیم نیز از هر دو عنصر کلر و سیلیسیم بزرگ‌تر است.

حال می‌توان نتیجه گرفت که مقایسهٔ شعاع اتمی عنصرهای کلسیم، کلر و سیلیسیم، به صورت $Cl<Si<Ca$ است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۲ با توجه به توضیحات داده شده، مقایسهٔ شعاع اتمی عنصرهای آلومینیم، کلسیم و گوگرد، به صورت کلسیم > آلومینیم > گوگرد است.

۳ در گروه هالوژن‌ها، شعاع اتمی کلر (در دورهٔ سوم) از شعاع اتمی فلوئور (در دورهٔ دوم) بزرگ‌تر است و به همین دلیل، این گزینه نادرست می‌باشد!

۴ دقت کنید که شعاع اتمی منیزیم ($_{12}Mg$ – در گروه ۲ و دورهٔ سوم) از سدیم ($_{11}Na$ – در گروه ۱ و دورهٔ سوم) و شعاع اتمی سدیم ($_{11}Na$ – در گروه ۱ و دورهٔ سوم) نیز از پتاسیم ($_{19}K$ – در گروه ۱ و دورهٔ چهارم) کوچک‌تر است؛ بنابراین شعاع اتمی منیزیم از پتاسیم کوچک‌تر می‌باشد. همچنین فسفر شعاع اتمی کوچک‌تری از هر دوی آن‌ها دارد؛ بنابراین مقایسهٔ شعاع اتمی عنصرهای منیزیم، فسفر و پتاسیم به صورت پتاسیم > منیزیم > فسفر است.

2. عنصری از گروه چهاردهم جدول تناوبی که ....., ...

۱) از نظر شکل پذیری با هم‌گروه بالاتر از خود متفاوت است – با نخستین عنصری که الکترون با $l=3$ دارد هم‌دوره است.

۲) تنها شبه‌فلز دورهٔ خود محسوب می‌شود – شعاع اتمی آن بیشتر از فلز هم‌دوره با آن است که در ساخت وسایل آشپزخانه به کار می‌رود.

۳) تفاوت عدد اتمی آن با عناصر هم‌گروه قبلی و بعدی‌اش یکسان است – رسانای خوب گرما و برق است.

۴) با پایدارترین فلز قلیایی هم‌دوره است – در واکنش با دیگر اتم‌ها الکترون به اشتراک می‌گذارد.

پاسخ: گزینه ۴ متوسط | حفظی

۱ منظور $_{50}Sn$ است که در دورهٔ پنجم قرار دارد. عناصر دستهٔ f در دوره‌های ششم و هفتم جدول تناوبی حضور دارند.

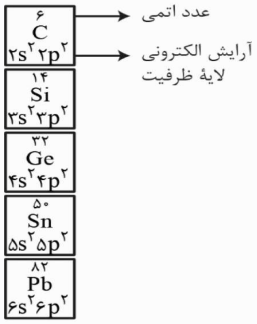
۲ منظور $_{14}Si$ است که شعاع اتمی آن از $_{13}Al$ کم‌تر است.

۳ منظور $_{32}Ge$ است که رسانایی الکتریکی کمی دارد.

۴ منظور $_{6}C$ است که در واکنش با دیگر اتم‌ها الکترون به اشتراک می‌گذارد.

درسنامه:

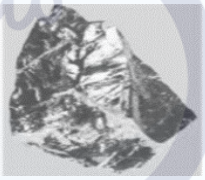
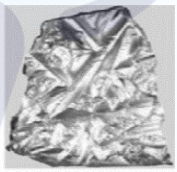
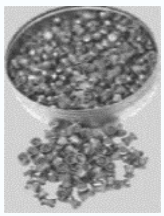
عنصرهای گروه چهاردهم جدول دوره‌ای:



۱ در دما و فشار اتاق، تمامی این عنصرها به حالت جامدند.

۲ عنصرهای این گروه به دستهٔ p تعلق دارند و آرایش الکترونی لایهٔ ظرفیت اتم‌های آن‌ها به صورت $ns^2 np^2$ $(n \geq 2)$ است. در لایهٔ ظرفیت اتم این عناصر، ۴ الکترون وجود دارد.

۳ ویژگی‌های عنصرهای گروه چهاردهم جدول دوره‌ای به صورت زیر است:

نام و نماد عنصر	شکل ظاهری	خواص
کربن ($_{۶}C$) (گرافیت)		در دورهٔ دوم جدول تناوبی قرار دارد. سطح این عنصر، تیره است. نافلز است. رسانایی الکتریکی دارد، اما رسانایی گرمایی ندارد. در اثر ضربه خرد می‌شود. در واکنش با دیگر اتم‌ها فقط می‌تواند الکترون به اشتراک بگذارد.
سیلیسیم ($_{۱۴}Si$)		در دورهٔ سوم جدول تناوبی قرار دارد. سطح صیقلی (براق) دارد. رسانایی الکتریکی کمی داشته، اما رسانایی گرمایی نسبتاً بالایی دارد. شکننده است و در اثر ضربه خرد می‌شود. در واکنش با دیگر اتم‌ها الکترون به اشتراک می‌گذارد.
ژرمانیم ($_{۳۲}Ge$)		در دورهٔ چهارم جدول تناوبی قرار دارد. سطح صیقلی (براق) دارد. شبه‌فلز است. رسانایی الکتریکی کمی داشته، اما رسانایی گرمایی نسبتاً بالایی دارد. شکننده است و در اثر ضربه خرد می‌شود. در واکنش با دیگر اتم‌ها الکترون به اشتراک می‌گذارد.
قلع ($_{۵۰}Sn$)		در دورهٔ پنجم جدول تناوبی قرار دارد. سطح صیقلی دارد. فلز است. رسانایی الکتریکی و گرمایی بالایی دارد. جامدی شکل‌پذیر و چکش‌خوار است. در واکنش با دیگر اتم‌ها الکترون از دست می‌دهد.
سرب ($_{۸۲}Pb$)		در دورهٔ ششم جدول تناوبی قرار دارد. سطح صیقلی (براق) دارد. فلز است. رسانایی الکتریکی و گرمایی بالایی دارد. جامدی شکل‌پذیر و چکش‌خوار است. در واکنش با دیگر اتم‌ها الکترون از دست می‌دهد.

جمع‌بندی:

نام عنصر	شمارهٔ دوره	آرایش الکترونی	رسانایی الکتریکی	رسانایی گرمایی	سطح صیقلی	چکش‌خواری	تمایل به دادن، گرفتن یا اشتراک الکترون
کربن (گرافیت) (C)	۲	$[He]۲s^{۲}\ ۲p^{۲}$	دارد	ندارد	ندارد	ندارد	اشتراک الکترون
سیلیسیم (Si)	۳	$[Ne]۳s^{۲}\ ۳p^{۲}$	دارد	دارد	دارد	ندارد	اشتراک الکترون
ژرمانیم (Ge)	۴	$[Ar]۳d^{۱۰}\ ۴s^{۲}\ ۴p^{۲}$	دارد	دارد	دارد	ندارد	اشتراک الکترون
قلع (Sn)	۵	$[Kr]۴d^{۱۰}\ ۵s^{۲}\ ۵p^{۲}$	دارد	دارد	دارد	دارد	از دست دادن الکترون
سرب (Pb)	۶	$[Xe]۴f^{۱۴}\ ۵d^{۱۰}\ ۶s^{۲}\ ۶p^{۲}$	دارد	دارد	دارد	دارد	از دست دادن الکترون

4. با توجه به جدول زیر، شرایط استخراج فلز ..... از فلز ..... دشوارتر است. (گزینه‌ها را به ترتیب از راست به چپ بخوانید.)

اکسید فلز **X+** فلز **Y** ← اکسید فلز **Y+** فلز **X**
اکسید فلز **Z+** فلز **Y** ← اکسید فلز **Y+** فلز **Z**
به‌طور طبیعی انجام نمی‌شود ← اکسید فلز **Z+** فلز **M**
اکسید فلز **Y+** فلز **M** ← اکسید فلز **M+** فلز **Y**

۱) M - X ۲) Y - M ۳) X - Z ۴) Z - Y

پاسخ: گزینه ۱ متوسط | مفهومی

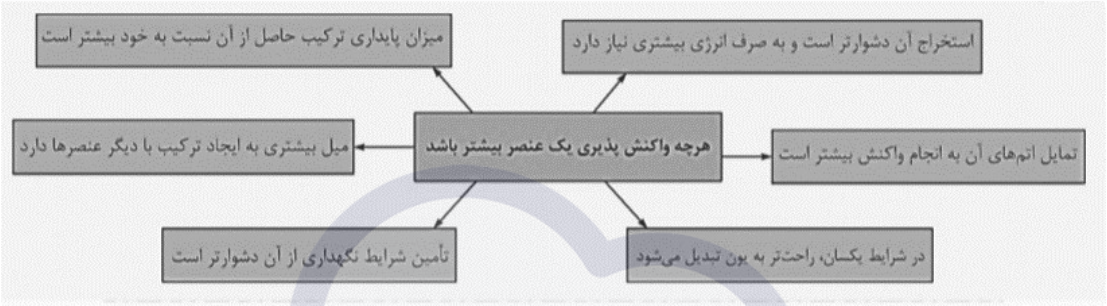
با توجه به واکنش‌های داده شده در جدول، داریم:

واکنش‌پذیری	واکنش
X > Y	اکسید فلز X+ فلز Y ← اکسید فلز Y+ فلز X
Z > Y	اکسید فلز Z+ فلز Y ← اکسید فلز Y+ فلز Z
Z > M	به‌طور طبیعی انجام نمی‌شود ← اکسید فلز Z+ فلز M
Y > M	اکسید فلز Y+ فلز M ← اکسید فلز M+ فلز Y

بنابراین ترتیب واکنش‌پذیری فلزهای M، X، Y و Z به صورت Z > Y > M و X بوده و نمی‌توان واکنش‌پذیری X و Z را مقایسه کرد. از طرفی هرچه واکنش‌پذیری یک فلز بیشتر باشد، شرایط استخراج آن دشوارتر است؛ پس شرایط استخراج فلز X دشوارتر از فلز M می‌باشد.

درسنامه:

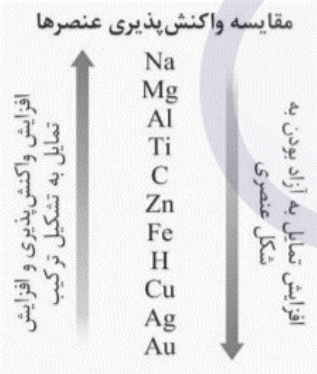
واکنش‌پذیری هر عنصر به معنای تمایل اتم آن به انجام واکنش شیمیایی است. هرچه واکنش‌پذیری اتم عنصری بیشتر باشد، در شرایط یکسان تمایل آن برای تبدیل شدن به ترکیب بیشتر است. بنابراین در هر واکنش شیمیایی که به‌طور طبیعی انجام می‌شود، سطح انرژی فراورده‌ها از واکنش‌دهنده‌ها کم‌تر است و فراورده‌ها از واکنش‌دهنده‌ها پایدارترند.



پس به‌طور کلی اگر فلز A به ترکیب BC افزوده شود و این واکنش به‌طور طبیعی انجام شود و فراوردهٔ AC تشکیل شود می‌توان نتیجه گرفت که واکنش پذیری فلز A از فلز B بیشتر بوده است.

واکنش‌پذیری: $A > B$ $\quad A + BC \rightarrow AC + B$

شیمی‌دان‌ها با انجام آزمایش‌های گوناگون و مقایسهٔ واکنش‌پذیری عنصرها نسبت به یک‌دیگر توانسته‌اند جدولی برای مقایسهٔ واکنش‌پذیری عنصرها ارائه دهند که بخشی از آن در جدول روبه‌رو آورده شده است. هر چه عنصری در این جدول بالاتر باشد از واکنش‌پذیری بیشتری برخوردار است و می‌تواند عنصرهای پایین‌تر از خود را از ترکیب آن‌ها جدا کرده و خود جانشین آن شود.



نکته مقایسهٔ واکنش‌پذیری نافلزها تا حد زیادی همانند روند خصلت نافلزی آن‌ها در جدول دوره‌ای است که از بالا به پایین این خصلت کاهش و از چپ به راست افزایش می‌یابد. هرچه خصلت نافلزی عنصری بیشتر باشد، تمایل آن به تشکیل ترکیب بیشتر خواهد بود.

$$Cl_2(g) + 2KBr(aq) \rightarrow 2KCl(aq) + Br_2(l)$$

$$Br_2(l) + 2KCl(aq) \rightarrow$$ به‌طور طبیعی انجام‌پذیر نیست!

اکنون که با ترتیب واکنش‌پذیری برخی عنصرها آشنا شدید، می‌توانید به کمک آن‌ها خودبه‌خودی یا غیرخودبه‌خودی بودن یک واکنش شیمیایی را که در هر طرف آن یک عنصر آزاد وجود دارد، پیش‌بینی کنید. به این منظور کافی است که واکنش‌پذیری عنصرهای آزاد دو طرف معادله را با یک‌دیگر مقایسه کنید. در صورتی که واکنش‌پذیری عنصر آزاد موجود در واکنش‌دهنده‌ها بیشتر باشد، واکنش خودبه‌خودی و در غیر این‌صورت غیر خودبه‌خودی است.

مثال: واکنش (I) انجام‌شدنی و واکنش (II) انجام‌نشدنی است. زیرا واکنش پذیری Na از Fe بیشتر و واکنش‌پذیری Cu از Fe کم‌تر است.

$$I)\ FeO(s)+2Na(s) \xrightarrow{\Delta} Na_2O(s)+Fe(s) \Rightarrow$$ خودبه‌خودی

$$II)\ FeO(s)+Cu(s) \xrightarrow{\Delta} CuO(s)+Fe(s) \Rightarrow$$ غیرخودبه‌خودی

آفرود به واکنش‌هایی که به‌طور طبیعی انجام نمی‌شوند، واکنش‌های غیرخودبه‌خودی می‌گویند. چنین واکنش‌هایی را با صرف انرژی می‌توان انجام داد.

تذکر: واکنش یک عنصر به حالت آزاد با یک ترکیب، در صورتی انجام می‌گیرد که عنصر مصرف شده در مقایسه با عنصر تولید شده، فعال‌تر (واکنش‌پذیرتر) باشد.

مثال: واکنش‌پذیری کربن از سیلیسیم بیشتر است. پس، برای تهیهٔ Si، می‌توان از کربن استفاده نمود:

$$SiO_2(s)+2C(s) \xrightarrow{3000^\circ C} Si(l)+2CO(g)$$

تله‌تستی دقت کنید که انجام شدن یک واکنش به طور طبیعی (خودبه‌خودی) به معنای سریع بودن آن نیست؛ زیرا بسیاری از واکنش‌های شیمیایی هستند که به‌طور خودبه‌خودی انجام می‌شوند ولی سرعت آن‌ها بسیار اندک است. مانند زنگ زدن آهن که فرایندی خودبه‌خودی و با سرعت بسیار کم است.

5. عنصرهای $_aX$، $_{a+1}Y$ و $_{a+2}Z$ در دورهٔ سوم جدول تناوبی جای دارند. اگر مجموع اعداد کوانتومی اصلی و فرعی الکترون‌های لایهٔ ظرفیت این سه عنصر برابر ۶۶ باشد، کدام عبارت‌ها درست است؟

آ) عدد اتمی هر کدام از این سه عنصر برابر با شمارهٔ گروه آن‌ها در جدول تناوبی است.

ب) در دما و فشار اتاق، حالت فیزیکی Y و Z متفاوت است.

پ) تفاوت شعاع اتمی Y و X، بیشتر از تفاوت شعاع اتمی Y و Z است.

ت) نماد شیمیایی عنصر X همانند عنصر Y به صورت تک‌حرفی است.

۱) آ، ب ۲) پ، ت ۳) آ، پ، ت ۴) آ، ب، ت

پاسخ: گزینه ۳ سخت | حفظی، مهارتی

با توجه به این‌که مجموع اعداد کوانتومی اصلی و فرعی الکترون‌های لایه ظرفیت این ۳ عنصر متوالی برابر ۶۶ است، می‌توان گفت هر سه آن‌ها در دستهٔ p قرار داشته و زیرلایهٔ p آن‌ها در حال گرفتن الکترون است. بنابراین آرایش الکترونی لایه ظرفیت عناصر X، Y و Z به ترتیب به صورت $3s^2 3p^n$، $3s^2 3p^{n+1}$ و $3s^2 3p^{n+2}$ است و خواهیم داشت:

مجموع اعداد کوانتومی اصلی و فرعی الکترون‌های لایهٔ ظرفیت $=(2(3+0)+n(3+1))+(2(3+0)+(n+1)(3+1))+(2(3+0)+(n+2)(3+1))$

$=12n+30=66 \rightarrow n=3$

در نتیجه آرایش لایهٔ ظرفیت عناصر X، Y و Z به ترتیب $3s^2 3p^3$، $3s^2 3p^4$ و $3s^2 3p^5$ بوده و این عناصر به ترتیب فسفر ($_{15}P$)، گوگرد ($_{16}S$) و کلر ($_{17}Cl$) هستند.

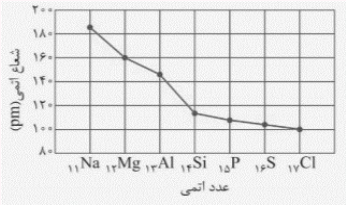
بررسی همهٔ موارد:

الف شمارهٔ گروه عناصر دستهٔ p دوره سوم (از $_{13}Al$ تا $_{18}Ar$) برابر با عدد اتمی آن‌ها است. به عنوان مثال $_{15}P$، $_{16}S$ و $_{17}Cl$ به ترتیب در گروه‌های ۱۵، ۱۶ و ۱۷ جای دارند.

ب حالت فیزیکی همهٔ عناصر دورهٔ سوم به جز گازهای کلر (Cl) و آرگون (Ar) به صورت جامد است. بنابراین حالت فیزیکی گوگرد و کلر متفاوت است.

پ در دورهٔ سوم جدول دوره‌ای با افزایش عدد اتمی، تفاوت شعاع اتمی دو عنصر متوالی کاهش می‌یابد. بنابراین تفاوت شعاع اتمی گوگرد و فسفر بیشتر از تفاوت شعاع اتمی گوگرد و کلر خواهد بود.

موشکافی نمودار تغییر شعاع اتمی عنصرهای دوره سوم جدول دوره‌ای به صورت مقابل است:



۱ در دوره سوم، بیشترین شعاع اتمی مربوط به عنصر $_{11}Na$ (گروه اول) و کم‌ترین شعاع اتمی مربوط به عنصر $_{17}Cl$ (گروه هفدهم) است. (با چشم‌پوشی از گازهای نجیب)

۲ تغییر شعاع اتمی دارای یک روند تناوبی است؛ یعنی در هر تناوب از چپ به راست، روند کاهش شعاع اتمی تکرار می‌شود.

۳ شیب کاهش شعاع اتمی در سمت فلزها تندتر ولی در سمت نافلزها ملایم‌تر است.

۴ بیشترین اختلاف شعاع اتمی دو عنصر متوالی مربوط به دو عنصر $_{13}Al$ و $_{14}Si$ و کم‌ترین اختلاف شعاع اتمی دو عنصر متوالی مربوط به دو عنصر $_{16}S$ و $_{17}Cl$ است.

۵ مقایسهٔ تفاوت شعاع اتمی عنصرهای متوالی دورهٔ سوم به صورت زیر است:

مقایسهٔ اختلاف شعاع اتمی: $Al-Si > Na-Mg > Mg-Al > Si-P > P-S > S-Cl$

ت نماد شیمیایی همهٔ عناصر دورهٔ سوم به جز فسفر (P) و گوگرد (S) به صورت دوحرفی است.

درسنامه:

بررسی عنصرهای دوره سوم جدول دوره‌ای:

۱ ۸ عنصر در این دوره وجود دارد که شش عنصر نخست در دمای اتاق ($25^\circ C$) به حالت جامد و دو عنصر دیگر به حالت گاز هستند.

۲ دو عنصر $_{11}Na$ و $_{12}Mg$ به دسته s و شش عنصر دیگر به دستهٔ p تعلق دارند (زیرلایه‌های ۳s و ۳p در این عنصرها در حال پر شدن هستند.)

۳ ۴ عنصر ($_{11}Na$, $_{12}Mg$, $_{13}Al$, $_{14}Si$) سطح صیقلی و براق دارند.

۴ سه عنصر ($_{11}Na$, $_{12}Mg$, $_{13}Al$) فلزهای این دوره هستند. $_{14}Si$ یک شبه‌فلز است و ۴ عنصر ($_{15}P$, $_{16}S$, $_{17}Cl$, $_{18}Ar$) جزو نافلزها هستند.

تذکر: این نکات را هم باید با توجه به شکل‌های کتاب درسی یاد بگیریم:

– سدیم فلزی نرم است که با چاقو به راحتی بریده می‌شود.

– فسفر دارای دگرشکل‌های مختلفی بوده که یکی از دگرشکل‌های آن به رنگ سفید و دیگری به رنگ قرمز است. به دلیل واکنش‌پذیری زیاد فسفر سفید با اکسیژن هوا، آن را زیر آب نگه‌داری می‌کنند. (البته فسفر دگرشکل دیگری نیز دارد.)

– گوگرد نافلزی زردرنگ بوده و به صورت آزاد در طبیعت یافت می‌شود.

– گاز کلر در دمای اتاق به صورت مولکول‌های دواتمی Cl_2 بوده و رنگ آن زرد مایل به سبز است.

جمع‌بندی: خلاصه خواص فیزیکی و شیمیایی عنصرهای دوره سوم جدول دوره‌ای:

عنصر / ویژگی	$_{11}Na$ (سدیم)	$_{12}Mg$ (منیزیم)	$_{13}Al$ (آلومینیم)	$_{14}Si$ (سیلیسیم)	$_{15}P$ (فسفر)	$_{16}S$ (گوگرد)	$_{17}Cl$ (کلر)
آرایش الکترونی و نوع عنصر	$[Ne]3s^1$ فلز	$[Ne]3s^2$ فلز	$[Ne]3s^2 3p^1$ فلز	$[Ne]3s^2 3p^2$ شبه‌فلز	$[Ne]3s^2 3p^3$ نافلز	$[Ne]3s^2 3p^4$ نافلز	$[Ne]3s^2 3p^5$ نافلز
رسانایی الکتریکی	دارد	دارد	دارد	دارد (به مقدار اندک)	ندارد	ندارد	ندارد
رسانایی گرمایی	دارد	دارد	دارد	دارد	ندارد	ندارد	ندارد
سطح صیقلی	دارد	دارد	دارد	دارد	ندارد	ندارد	ندارد
چکش‌خواری	دارد	دارد	دارد	ندارد	ندارد	ندارد	ندارد
تمایل به دادن، گرفتن یا به اشتراک گذاشتن الکترون	دادن الکترون	دادن الکترون	دادن الکترون	اشتراک الکترون	گرفتن الکترون و اشتراک	گرفتن الکترون و اشتراک	گرفتن الکترون و اشتراک

6. با توجه به شکل زیر، کدام مورد نادرست است؟ $(H=1, O=16, Fe=56: g.mol^{-1})$

۱) رسوب A به رنگ قرمز مایل به قهوه‌ای و رنگ محلول C مشابه با رنگ نور حاصل از واکنش سدیم با دومین هالوژن جدول تناوبی است.

۲) مجموع ضرایب مواد واکنش‌دهنده در واکنش مرحلهٔ (۱)، برابر با ۷ است.

۳) به ازای مصرف ۲ لیتر محلول ۰/۳ مولار B، ۲۱/۴ گرم رسوب A تولید خواهد شد.

۴) شمار الکترون‌های بیرونی‌ترین زیرلایهٔ الکترونی کاتیون و آنیون ترکیب C، با هم برابر است.

پاسخ: گزینه ۴ سخت | مفهومی، محاسباتی

با توجه به این‌که میخ زنگ‌زده حاوی Fe_2O_3 است، واکنش‌های انجام شده به صورت زیر هستند:

واکنش مرحلهٔ ۱: $Fe_2O_3(s)+6HCl(aq) \rightarrow 2FeCl_3(aq)+3H_2O(l)$

واکنش مرحلهٔ ۲: $FeCl_3(aq)+3NaOH(aq) \rightarrow \underset{\text{رسوب قهوه‌ای رنگ}}{Fe(OH)_3(s)}+3NaCl(aq)$

بنابراین محلول C، محلول آهن (III) کلرید ($FeCl_3$)، محلول B، محلول سدیم هیدروکسید (NaOH) و رسوب A، آهن (III) هیدروکسید می‌باشد.

در ترکیب یونی آهن (III) کلرید ($FeCl_3$)، آرایش الکترونی کاتیون (Fe^{3+}) و آنیون (Cl^-) به صورت زیر است:

$$_{26}Fe:[_{18}Ar]\,3d^6\,4s^2 \xrightarrow{-3e^-} {}_{26}Fe^{3+}:[_{18}Ar]\,3d^5$$

$$_{17}Cl:[_{10}Ne]\,3s^2\,4p^5 \xrightarrow{+e^-} {}_{17}Cl:[_{10}Ne]\,3s^2\,3p^6$$

شمار الکترون‌های بیرونی‌ترین زیرلایهٔ الکترونی در کاتیون ترکیب C، برابر با ۵ و در بیرونی‌ترین زیرلایهٔ الکترونی در آنیون این ترکیب، برابر با ۶ است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ $Fe(OH)_3$، رسوب قرمز مایل به قهوه‌ای است. همچنین محلول آهن (III) کلرید ($FeCl_3$)، زردرنگ است که مشابه با رنگ نور ساطع شده از واکنش فلز سدیم ($_{11}Na$) با گاز کلر می‌باشد.

۲ مجموع ضرایب استوکیومتری مواد واکنش‌دهنده، در واکنش انجام شده در مرحلهٔ اول، برابر با ۷ می‌باشد.

۳

$$2L_{\text{محلول}} \times \frac{0/3\ mol\ NaOH}{1\ L\ NaOH} \times \frac{1\ mol\ Fe(OH)_3}{3\ mol\ NaOH} \times \frac{107\ g\ Fe(OH)_3}{1\ mol\ Fe(OH)_3} = 21/4\ g\ Fe(OH)_3$$

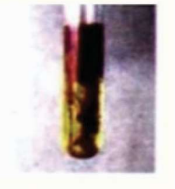
درسنامه:

شناسایی یون Fe^{2+}

۱- یکی از روش‌های شناسایی یون Fe^{2+} موجود در یک محلول، استفاده از محلول حاوی یون هیدروکسید (OH^-) است که در این صورت رسوب سبزرنگ آهن (II) هیدروکسید ($Fe(OH)_2$) ایجاد می‌شود.

۲- تصویر مقابل نمایشی از واکنش محلول سبزرنگ آهن (II) کلرید و محلول بی‌رنگ سدیم هیدروکسید است که طی واکنش رسوب سبزرنگ آهن (II) هیدروکسید ایجاد می‌شود.

$$\underbrace{FeCl_2(aq)}_{\text{محلول سبزرنگ}} + \underbrace{2NaOH(aq)}_{\text{محلول بی‌رنگ}} \rightarrow \underbrace{Fe(OH)_2(s)}_{\text{رسوب سبزرنگ}} + \underbrace{2NaCl(aq)}_{\text{محلول بی‌رنگ}}$$



شناسایی یون Fe^{3+}

۱- یکی از روش‌های شناسایی یون Fe^{3+} موجود در یک محلول، استفاده از محلول حاوی یون هیدروکسید (OH^-) است که در این صورت رسوب قرمز – قهوه‌ای آهن (III) هیدروکسید ($Fe(OH)_3$) ایجاد می‌شود.

۲- تصویر مقابل نمایشی از واکنش محلول زردرنگ آهن (III) کلرید و محلول بی‌رنگ سدیم هیدروکسید است که طی واکنش رسوب قرمز – قهوه‌ای آهن (III) هیدروکسید ایجاد می‌شود.

$$\underbrace{FeCl_3(aq)}_{\text{محلول زردرنگ}}+\underbrace{3NaOH(aq)}_{\text{محلول بی‌رنگ}}\rightarrow\underbrace{Fe(OH)_3(s)}_{\text{رسوب قرمز - قهوه‌ای رنگ}}+\underbrace{3NaCl(aq)}_{\text{محلول بی‌رنگ}}$$

شناسایی نوع یون آهن در زنگ آهن:

به رنگ آهن مقداری هیدروکلریک اسید می‌افزاییم تا یون‌های آهن موجود در زنگ آهن به شکل کلرید حل شوند.

$$Fe_2O_x(s)+HCl(aq)\rightarrow FeCl_x(aq)+H_2O(l)$$

سپس به محلول حاصل، چند قطره محلول سدیم هیدروکسید می‌افزاییم تا رسوب رنگی $Fe(OH)_x$ تشکیل گردد.

$$FeCl_x(aq)+NaOH(aq)\rightarrow Fe(OH)_x(s)+NaCl(aq)$$

رنگ رسوب نشان‌دهندهٔ نوع یون آهن موجود در زنگ آهن است.

8. در مخلوطی به جرم یک کیلوگرم که شامل آهن (II)اکسید و آهن (III)اکسید است، درصد جرمی آهن برابر با ۷۲/۸ است. این مخلوط را در مجاورت کربن کافی قرار می‌دهیم تا فلز آهن تولید شود. اگر در دما و فشار یکسان، حجم گاز تولید شده در دو واکنش با هم برابر باشد، بازده واکنش مصرف FeO، چند برابر بازده واکنش مصرف Fe_2O_3 است؟ $(O=16, Fe=56: g.mol^{-1})$

کربن دی‌اکسید + آهن ← کربن +اکسید آهن

۱) ۱/۲ ۲) ۲/۴ ۳) ۳/۶ ۴) ۴/۸

پاسخ: گزینه ۲ سخت | محاسباتی

فرض می‌کنیم x مول Fe_2O_3 و y مول FeO در مخلوط اولیه به جرم ۱۰۰۰ g وجود داشته است:

$$\begin{aligned}&160x+72y=1000\\&56\times(2x+y)=\frac{72/8}{100}\times1000=728\end{aligned}\rightarrow\begin{cases}160x+72y=1000\\112x+56y=728\end{cases}\xrightarrow{\text{حل معادله}}x=4\ ,\ y=5$$

$$I)\ 2Fe_2O_3(s)+3C(s)\rightarrow 4Fe(s)+3CO_2(g)$$

$$II)\ 2FeO(s)+C(s)\rightarrow 2Fe(s)+CO_2(g)$$

مول CO_2 آزاد شده در دو واکنش یکسان است و a در نظر می‌گیریم:

$$I)\ \frac{4\ mol\ Fe_2O_3\times R_I}{2}=\frac{a\ mol\ CO_2}{3}\Rightarrow R_I=\frac{a}{6}$$

$$II)\ \frac{5\ mol\ FeO\times R_{II}}{2}=\frac{a\ mol\ CO_2}{1}\Rightarrow R_{II}=\frac{2a}{5}$$

بنابراین نسبت بازده درصدی واکنش مصرف FeO (R_{II}) به واکنش مصرف Fe_2O_3 (R_I) برابر است با:

$$\frac{R_{II}}{R_I}=\frac{\frac{2a}{5}}{\frac{a}{6}}=\frac{12}{5}=2/4$$

۹. کدام عبارت در ارتباط با عنصرهای واسطه درست است؟

۱) وجود الکترون با $l=۲$ در آرایش الکترونی اتم یک فلز، شاهدی بر واسطه بودن آن فلز است.

۲) آرایش الکترونی اتم عنصرهای واسطه به زیرلایهٔ d ختم می‌شود.

۳) کاتیون تک‌اتمی هیچ‌کدام از فلزهای واسطه از قاعدهٔ هشت‌تایی پیروی نمی‌کنند.

۴) آرایش الکترونی کاتیون تک‌اتمی دو فلز واسطهٔ مختلف می‌تواند مشابه باشد، اما به یقین شبیه آرایش الکترونی اتم هیچ عنصر واسطه‌ای نیست.

پاسخ: گزینه ۴ ساده | محاسباتی

مشاوره: عنصرهای واسطهٔ دوره چهارم خیلی مورد توجه طراحان کنکور سراسری هستند. پس خیلی به این عناصر دقت داشته باشید و سعی کنید نکات آن‌ها را یاد بگیرید.

آرایش الکترونی کاتیون‌های تک‌اتمی و پایدار عناصر واسطهٔ دوره چهارم به زیرلایهٔ d یا p ختم می‌شود در حالی‌که آرایش الکترونی اتم این عناصر به زیرلایهٔ s ختم می‌شود، از این‌رو آرایش الکترونی کاتیون هیچ‌یک از آن‌ها شبیه عناصر واسطه نخواهد بود. آرایش الکترونی دو کاتیون پایدار از فلزات واسطه دوره چهارم می‌تواند مشابه باشد، به‌طور مثال آرایش الکترونی یون‌های $Mn^{۲+}$ و $Fe^{۳+}$ یکسان است:

$$_{۲۵}Mn:[Ar]۳d^{۵}\,۴s^{۲} \rightarrow Mn^{۲+}:[Ar]۳d^{۵}$$

$$_{۲۶}Fe:[Ar]۳d^{۶}\,۴s^{۲} \rightarrow Fe^{۳+}:[Ar]۳d^{۵}$$

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ به‌طور مثال در آرایش الکترونی اتم فلز گالیم ($_{۳۱}Ga$) الکترون در زیرلایهٔ d ($l=۲$) وجود دارد اما این عنصر یک فلز اصلی از دستهٔ p است.

$$_{۳۱}Ga:[Ar]۳d^{۱۰}\,۴s^{۲}\,۴p^{۱}$$

۲ با این‌که در فلزات واسطهٔ دورهٔ چهارم زیرلایهٔ ۳d در حال گرفتن الکترون است، اما آرایش الکترونی آن‌ها به زیرلایهٔ ۴s ختم می‌شود.

۳ فلز اسکاندیم ($_{۲۱}Sc$) فقط دارای کاتیون پایدار $Sc^{۳+}$ است که آرایش الکترونی این یون مشابه گاز نجیب آرگون بوده و از قاعدهٔ هشت‌تایی پیروی می‌کند:

$$_{۲۱}Sc:[Ar]۳d^{۱}\,۴s^{۲} \rightarrow Sc^{۳+}:[Ar]$$

نکته کاتیون‌های پایدار عناصر واسطه دوره چهارم که باید بلد باشید:

فلز	اسکاندیم	وانادیم		کروم		آهن		مس		روی
کاتیون	$Sc^{۳+}$	$V^{۲+}$	$V^{۳+}$	$Cr^{۲+}$	$Cr^{۳+}$	$Fe^{۲+}$	$Fe^{۳+}$	Cu^{+}	$Cu^{۲+}$	$Zn^{۲+}$
نام کاتیون	یون اسکاندیم	وانادیم (II)	وانادیم (III)	کروم (II)	کروم (III)	آهن (II)	آهن (III)	مس (I)	مس (II)	یون روی

درسنامه:

این درسنامه، محبوب دل طراح‌های کنکوره! پس حتماً! با دقت این درسنامه رو بخونین!

۱ **بررسی آرایش الکترونی عنصرهای واسطه دورهٔ چهارم:**

آرایش الکترونی فشرده	عدد اتمی	نماد شیمیایی
$[_{۱۸}Ar]\,۳d^{۱}\,۴s^{۲}$	۲۱	Sc
$[_{۱۸}Ar]\,۳d^{۲}\,۴s^{۲}$	۲۲	Ti
$[_{۱۸}Ar]\,۳d^{۳}\,۴s^{۲}$	۲۳	V
$[_{۱۸}Ar]\,۳d^{۵}\,۴s^{۱}$	۲۴	Cr
$[_{۱۸}Ar]\,۳d^{۵}\,۴s^{۲}$	۲۵	Mn
$[_{۱۸}Ar]\,۳d^{۶}\,۴s^{۲}$	۲۶	Fe
$[_{۱۸}Ar]\,۳d^{۷}\,۴s^{۲}$	۲۷	Co
$[_{۱۸}Ar]\,۳d^{۸}\,۴s^{۲}$	۲۸	Ni
$[_{۱۸}Ar]\,۳d^{۱۰}\,۴s^{۱}$	۲۹	Cu
$[_{۱۸}Ar]\,۳d^{۱۰}\,۴s^{۲}$	۳۰	Zn

۲ این عنصرها، همگی فلزند؛ در نتیجه همانند فلزهای اصلی رسانای جریان الکتریسیته و گرما هستند. همچنین چکش‌خوار بوده و قابلیت مفتول شدن دارند.

۳ آخرین الکترون آن‌ها به زیرلایهٔ $(n-۱)d$ وارد می‌شود اما بیرونی‌ترین زیرلایهٔ آن‌ها ns است.

۴ اغلب کاتیون‌های فلزهای واسطه رنگی هستند. برای مثال محلول آبی $Fe^{۲+}(aq)$ و $Cu^{۲+}(aq)$ به ترتیب سبز و آبی هستند. در حالی که محلول آبی $Zn^{۲+}(aq)$ بی‌رنگ است.

۵ اغلب فلزهای واسطه در طبیعت به شکل ترکیب‌های یونی همچون اکسیدها، کربنات‌ها و ... یافت می‌شوند. بیشتر فلزهای واسطه بیش از یک نوع کاتیون ولی برخی از آن‌ها تنها یک نوع کاتیون دارند.

تذکر: دو فلز واسطهٔ $_{۲۱}Sc$ و $_{۳۰}Zn$ تنها عنصرهایی از دستهٔ d در دورهٔ چهارم جدول هستند که تنها یک نوع کاتیون تک‌اتمی تشکیل می‌دهند.

$Sc \rightarrow Sc^{۳+}$ $\qquad$ $Zn \rightarrow Zn^{۲+}$

۶ الکترون‌های ظرفیتی در عنصرهای واسطه شامل مجموع الکترون‌ها در بیرونی‌ترین زیرلایه‌های s و d است که برای مثال برای عنصر $_{۲۴}Cr$ برابر ۶ و یا برای عنصر $_{۲۸}Ni$، برابر با ۱۰ است.

۷ این عنصرها در گروه‌های ۳ تا ۱۲ جدول قرار دارند. برای تعیین شماره گروه این عنصرها، علاوه بر استفاده از آرایش الکترونی یا تعداد الکترون‌های ظرفیتی آن‌ها، خیلی راحت می‌توان گفت که شماره گروه این عنصرها برابر مجموع ارقام عدد اتمی آن‌هاست؛ به جز عنصر $_{۳۰}Zn$ که در گروه ۱۲ قرار دارد.

مثال: شماره گروه عنصر وانادیم ($_{۲۳}V$) در جدول دوره‌ای برابر $۲+۳=۵$ است و یا شماره گروه عنصر کبالت ($_{۲۷}Co$) در جدول دوره‌ای برابر $۲+۷=۹$ است.

10. مقدار آب موجود در ترکیب شیمیایی ناخالص A برابر با ۳۰٪ است. اگر با گرما مقدار آب را تا ۱۰٪ کاهش دهیم، خلوص A در این ترکیب شیمیایی به ۴۰٪ می‌رسد. درصد ناخالصی در نمونهٔ اولیه کدام است؟

۱) ۴۶/۶۶ $\qquad$ ۲) ۴۴/۴۴ $\qquad$ ۳) ۳۳/۳۳ $\qquad$ ۴) ۳۸/۸۸

پاسخ: گزینه ۴ $\qquad$ سخت | محاسباتی

سرنخ ابتدا از روی درصد جرمی آب در نمونه اولیه و ثانویه، مقدار آب تبخیر شده را به دست می‌آوریم. سپس با توجه به درصد خلوص A در نمونهٔ ثانویه، مقدار آن را محاسبه می‌کنیم. در نهایت مقدار ناخالصی را حساب کرده و درصد آن را در نمونه اولیه به دست می‌آوریم:

گام اول) جرم نمونه اولیه را ۱۰۰ گرم فرض می‌کنیم، بنابراین در آن ۳۰ گرم آب وجود خواهد داشت. با تبخیر x گرم از آب موجود، درصد جرمی آن به ۱۰٪ می‌رسد، بنابراین داریم:

$$\text{درصد جرمی آب}=\frac{\text{جرم آب}}{\text{جرم کل}}\times ۱۰۰ \rightarrow ۱۰=\frac{۳۰-x}{۱۰۰-x}\times ۱۰۰ \rightarrow x=\frac{۲۰۰}{۹}g$$

گام دوم) فرض می‌کنیم در نمونه اولیه m گرم از ماده خالص A وجود داشته است. با تبخیر $\frac{۲۰۰}{۹}$ گرم آب از نمونه جرم ان به $۱۰۰-\frac{۲۰۰}{۹}=\frac{۷۰۰}{۹}$ گرم می‌رسد. با توجه به این‌که خلوص ماده A در نمونه جدید ۴۰٪ است، خواهیم داشت:

$$\text{درصد خلوص}=\frac{\text{مقدار خالص}}{\text{مقدار کل}}\times ۱۰۰ \rightarrow ۴۰=\frac{m}{\frac{۷۰۰}{۹}}\times ۱۰۰ \Rightarrow m=\frac{۲۸۰}{۹}g$$

گام سوم) با توجه به جرم مقدار خالص A و مقدار آب در نمونه اولیه، جرم ناخالصی را به دست می‌آوریم:

$$\text{جرم ناخالصی}=۱۰۰-(\frac{۲۸۰}{۹}+۳۰)=\frac{۳۵۰}{۹}g$$

گام چهارم) در نهایت درصد ناخالصی را در نمونه اولیه محاسبه می‌کنیم:

$$\text{درصد ناخالصی}=\frac{\text{جرم ناخالصی}}{\text{جرم کل}}\times ۱۰۰ \rightarrow \text{درصد ناخالصی}=\frac{\frac{۳۵۰}{۹}}{۱۰۰}\times ۱۰۰\simeq ۳۸/۸۸٪$$

آفرود پس از گرما دادن درصد آب و مقدار خالص ماده A به ۱۰٪ و ۴۰٪ رسیده است، بنابراین درصد ناخالصی برابر ۵۰٪ بوده و نسبت بین درصد خالص و ناخالصی برابر $\frac{۴۰}{۵۰}=۰/۸$ است که در نمونه اولیه نیز برابر همین مقدار است. در نمونه اولیه ۳۰ درصد آب وجود داشته در نتیجه مجموع درصد خالص و ناخالصی در آن برابر ۷۰٪ خواهد بود. از این‌رو خواهیم داشت:

$$\text{درصد خالص}+\text{درصد ناخالصی}=۷۰٪ \rightarrow ۰/۸(\text{درصد خالص}+\text{درصد ناخالصی})=۷۰٪ \rightarrow \text{درصد ناخالصی}=\frac{۷۰}{۱/۸}\simeq ۳۸/۸۸٪$$

11. در ارتباط با فلز طلا ($_{۷۹}Au$)، کدام مورد نادرست است؟

۱) از عناصر دستهٔ d و هم‌گروه با عنصرهای مس ($_{۲۹}Cu$) و نقره ($_{۴۷}Ag$) است.

۲) استخراج آن از طبیعت به خاطر مقدار بسیار کم آن در معادن و تولید پسماند زیاد، باعث آثار زیانبار زیست‌محیطی می‌شود.

۳) برخلاف اغلب فلزها، واکنش‌پذیری چندانی ندارد و شکل‌پذیر و چکش‌خوار نیست.

۴) به خاطر امکان بازتاب زیاد پرتوهای خورشیدی، در لباس فضانوردان از آن استفاده می‌شود.

پاسخ: گزینه ۳ ساده | حفظی

طلا برخلاف اغلب فلزها واکنش‌پذیری چندانی نداشته و بسیار نرم و چکش‌خوار است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ می‌دانیم که اگر تفاوت عدد اتمی عنصرها با گاز نجیب هم‌دوره‌شان یکسان باشد، آن عنصرها به یک گروه از جدول تناوبی تعلق دارند. $_{۲۹}Cu$، $_{۴۷}Ag$ و $_{۷۹}Au$ هم‌گروه هستند، زیرا تفاوت عدد اتمی هر سه عنصر با گاز نجیب هم‌دوره‌شان، برابر با ۷ است:

$۳۶-۲۹=۷ \ , \ ۵۴-۴۷=۷ \ , \ ۸۶-۷۹=۷$

۲ درصد جرمی فلز طلا در سنگ معدن آن بسیار کم است و هنگام استخراج مقدار کمی از آن، پسماند بسیار زیادی تولید می‌شود که باعث آثار زیان‌بار زیست‌محیطی می‌شود.

۴ کاربردهای طلا با توجه به ویژگی‌های آن به صورت زیر است:

ویژگی‌های طلا	کاربرد
چکش‌خواری بالا و نرم بودن	ساخت برگه‌ها و رشته‌سیم‌های بسیار نازک (نخ طلا)
رسانایی الکتریکی بالا و حفظ این رسانایی در شرایط دمایی گوناگون	در وسایل الکتریکی مثل لپ‌تاپ و قطعهٔ الکترونیکی مربوط به چرخ ویلچر
واکنش ندادن با گازهای موجود در هواکره و مواد موجود در بدن انسان	ساخت جواهرات و استفاده در دندان‌پزشکی
توانایی بازتاب زیاد پرتوهای خورشیدی	کلاه فضانوردی

12. اگر به ازای جرم برابر از واکنش‌دهندهٔ کربن‌دار در دو واکنش موازنه‌نشدهٔ زیر، حجم گاز تولید شده در واکنش (I)، ۵/۳ برابر حجم گاز تولید شده در واکنش (II) باشد، نسبت بازده درصدی واکنش (II) به بازده درصدی واکنش (I) کدام است؟

$(C=۱۲, N=۱۴, O=۱۶, Na=۲۳, Ca=۴۰ : g.mol^{-۱})$

I) $CaCN_۲(s)+H_۲O(l) \rightarrow CaCO_۳(s)+NH_۳(g)$

II) $Na_۲CO_۳(s)+HCl(aq) \rightarrow NaCl(aq)+CO_۲(g)+H_۲O(l)$

۱) ۲ ۲) ۱/۳۳ ۳) ۰/۷۵ ۴) ۰/۵

پاسخ: گزینه ۴ سخت | محاسباتی

گام اول) معادلهٔ واکنش‌های داده شده را موازنه می‌کنیم:

$$I)\ CaCN_۲ + ۳H_۲O \rightarrow CaCO_۳ + ۲NH_۳$$

$$II)\ Na_۲CO_۳ + ۲HCl \rightarrow ۲NaCl + CO_۲ + H_۲O$$

گام دوم) با توجه به این‌که در شرایط یکسان، حجم یک مول از همهٔ گازها یکسان است، می‌توان گفت که تعداد مول گاز تولید شده در واکنش (I) (گاز آمونیاک ($NH_۳$))، ۵/۳ برابر گاز تولید شده در واکنش (II) گاز کربن دی‌اکسید ($CO_۲$) می‌باشد. حال جرم هریک از واکنش‌دهنده‌های $CaCN_۲$ و $Na_۲CO_۳$ شرکت‌کننده در واکنش‌ها را برابر با a گرم در نظر می‌گیریم و تعداد مول گاز تولیدی در دو واکنش را به دست می‌آوریم:

$$a\ g\ CaCN_۲ \times \frac{۱\ mol\ CaCN_۲}{۸۰\ g\ CaCN_۲} \times \frac{۲\ mol\ NH_۳}{۱\ mol\ CaCN_۲} \times \frac{\text{بازده درصدی واکنش (I)}}{۱۰۰} = \frac{a \times \text{(I) بازده درصدی واکنش}}{۴۰ \times ۱۰۰}$$

$$a\ g\ Na_۲CO_۳ \times \frac{۱\ mol\ Na_۲CO_۳}{۱۰۶\ g\ Na_۲CO_۳} \times \frac{۱\ mol\ CO_۲}{۱\ mol\ Na_۲CO_۳} \times \frac{\text{بازده درصدی واکنش (II)}}{۱۰۰} = \frac{a \times \text{(II) بازده درصدی واکنش}}{۱۰۶ \times ۱۰۰}$$

گام سوم) تعداد مول گاز تولید شده در واکنش (I) (گاز آمونیاک ($NH_۳$)) را ۵/۳ برابر گرم گاز تولید شده در واکنش (II) (گاز کربن دی‌اکسید ($CO_۲$)) در نظر گرفته و نسبت بازده درصدی واکنش (II) به بازده درصدی واکنش (I) را می‌یابیم:

$$\frac{\frac{a \times \text{(I) بازده درصدی واکنش}}{۴۰ \times ۱۰۰}}{\frac{a \times \text{(II) بازده درصدی واکنش}}{۱۰۶ \times ۱۰۰}} = ۵/۳ \rightarrow \frac{\text{(II) بازده درصدی واکنش}}{\text{(I) بازده درصدی واکنش}} = ۰/۵$$

1. کدام مورد در ارتباط با یک پاکت کاغذی و یک کیسهٔ پلاستیکی معمولی (غیرسبز) نادرست است؟

۱) مادهٔ اولیه کیسهٔ پلاستیکی، ناپایدار بوده، در حالی‌که مادهٔ اولیه پاکت کاغذی نسبتاً پایدار است.

۲) سوزاندن زبالهٔ هر دو مورد، سبب انتشار گازهای گلخانه‌ای و آلودگی هوا می‌شود.

۳) منظور از ارزیابی چرخهٔ عمر این فراورده‌ها، میزان انرژی مصرفی برای تولید و استفاده از آن‌ها است.

۴) در تولید کاغذ، آب به مقدار زیاد و برخی مواد شیمیایی مضر برای محیط زیست مصرف می‌شود.

پاسخ: گزینه ۳ حفظی - متوسط | شیمی یازدهم - فصل ۱ - ارزیابی چرخهٔ عمر پاکت کاغذی و کیسهٔ پلاستیکی

ارزیابی چرخهٔ عمر یک فراورده، **میزان تأثیر آن فراورده بر روی محیط زیست** را نشان می‌دهد، نه میزان انرژی مصرفی برای تولید و استفاده از آن‌ها! درستی سایر گزینه‌ها در جدول زیر آورده شده است.

نکته ارزیابی چرخهٔ عمر، به دنبال یافتن شاخص‌هایی است که کمک می‌کنند صنایع مختلف بیشتر به فکر محیط زیست باشند و رفتار و عملکردشان را در مسیر رسیدن به **توسعهٔ پایدار** اصلاح کنند. برای درک بهتر ارزیابی چرخهٔ عمر، به جدول زیر که در مورد کیسهٔ پلاستیکی و پاکت کاغذی است، توجه کنید:

مراحل چرخهٔ عمر		پاکت کاغذی	کیسهٔ پلاستیکی
استخراج و تولید مواد اولیه و خام	مادهٔ اولیه یا خام چیست؟	درخت	نفت خام
	پایداری تأمین مادهٔ اولیه و خام	نسبتاً پایدار - می‌توان تعداد زیادی درخت کاشت.	ناپایدار - نفت تجدیدنشدنی است.
	تأثیر تولید مادهٔ خام روی محیط‌زیست	با بریدن درختان، زیستگاه جانداران زیادی تخریب می‌شود.	در استخراج نفت خام، انرژی زیادی مصرف می‌شود.
	تأثیر حمل‌ونقل مادهٔ خام روی محیط‌زیست	آلودگی هوا را به دنبال دارد.	سبب آلودگی هوا، خاک و آب می‌شود.
تولید	تأثیر روی محیط زیست	در تولید کاغذ، آب به مقدار زیاد و برخی مواد شیمیایی مضر برای محیط‌زیست، مصرف می‌شود.	در پالایش نفت خام و واکنش پلیمری شدن، انرژی زیادی مصرف می‌شود.
مصرف	تأثیر حمل‌ونقل مادهٔ خام روی محیط‌زیست	سبب آلودگی هوا می‌شود.	سبب آلودگی هوا می‌شود.
دفع	دفن کردن	تجزیه می‌شود اما گاز متان تولید می‌کند که آلایندهٔ هوا است.	تجزیه نمی‌شود و در زمین برای سالیان طولانی باقی می‌ماند.
	سوزاندن زباله	سبب انتشار گازهای گلخانه‌ای و آلودگی هوا می‌شود.	سبب انتشار گازهای گلخانه‌ای و آلودگی هوا می‌شود.
	بازیافت	حمل‌ونقل پسماندهای کاغذی سبب آلودگی هوا می‌شود.	حمل‌ونقل پسماندهای پلاستیکی و ذوب کردن آن‌ها، انرژی مصرف می‌کند و سبب آلودگی هوا می‌شود.

2. کدام مطالب در مورد گریس و وازلین درست است؟

الف) فرمول شیمیایی تقریبی هر کدام از آن‌ها با فرمول مولکولی آلکان‌ها مطابقت دارد.

ب) گریس چسبنده‌تر از وازلین بوده و نیروی بین‌مولکولی آن، قوی‌تر است.

پ) افرادی که با گریس کار می‌کنند، دستشان را با محلول آبی نفت یا محلول آبی بنزین می‌شویند.

ت) درصد جرمی کربن در وازلین بیشتر از درصد جرمی کربن در ترکیب با نام آیوپاک «۳، ۵- دی‌اتیل - ۲، ۴، ۴، ۶، ۷، ۸- هگزامتیل دکان» است.

۱) الف و پ　　۲) الف و ت　　۳) ب و ت　　۴) ب و پ

پاسخ: گزینه ۲　مفهومی - متوسط | شیمی یازدهم - فصل ۱ - ویژگی‌های آلکان‌ها

عبارت‌های «الف» و «ت» درست هستند.

بررسی همهٔ عبارت‌ها:

الف فرمول شیمیایی تقریبی گریس و وازلین به ترتیب به صورت $C_{۱۸}H_{۳۸}$ و $C_{۲۵}H_{۵۲}$ است؛ در نتیجه می‌توان گفت که فرمول شیمیایی هر دو آن‌ها با فرمول مولکولی آلکان‌ها مطابقت دارد.

ب با افزایش شمار اتم‌های کربن در آلکان‌ها، نیروهای بین‌مولکولی در آن‌ها قوی‌تر شده و چسبندگی آلکان نیز بیشتر می‌شود؛ بنابراین گریس چسبنده‌تر از وازلین بوده و نیروی بین‌مولکولی نیز در آن قوی‌تر می‌باشد.

آفرود با افزایش تعداد اتم‌های کربن در آلکان‌های راست‌زنجیر:

- جرم مولکولی، قدرت نیروهای بین‌مولکولی، نقطهٔ جوش، گرانروی و چسبندگی افزایش می‌یابد.
- فراریت کاهش می‌یابد.

پ افرادی که با گریس کار می‌کنند، دستشان را با **بنزین یا نفت (مخلوطی از هیدروکربن‌ها)** می‌شویند؛ نه محلول آبی نفت یا محلول آبی بنزین!

ت از آن‌جایی که با افزایش شمار اتم‌های کربن در آلکان‌ها، درصد جرمی کربن در آن‌ها کاهش می‌یابد، در نتیجه می‌توان گفت که درصد جرمی کربن در وازلین (آلکان ۲۵ کربنی)، بیشتر از درصد جرمی کربن در هیدروکربن (آلکان) با نام آیوپاک «۳، ۵- دی‌اتیل - ۲، ۴، ۴، ۶، ۷، ۸- هگزا متیل دکان» که ۲۰ اتم کربن دارد، است.

آفرود

۱ درصد جرمی کربن و هیدروژن در همهٔ آلکن‌ها با هم برابر و مستقل از شمار اتم‌های کربن آن‌ها است:

$$\text{درصد جرمی کربن در آلکن‌ها}\,(C_nH_{۲n}) = \frac{۱۲n}{۱۲n+۲n}\times ۱۰۰ = \frac{۱۲}{۱۴}\times ۱۰۰ = \frac{۶}{۷}\times ۱۰۰ \simeq ٪۸۵/۷$$

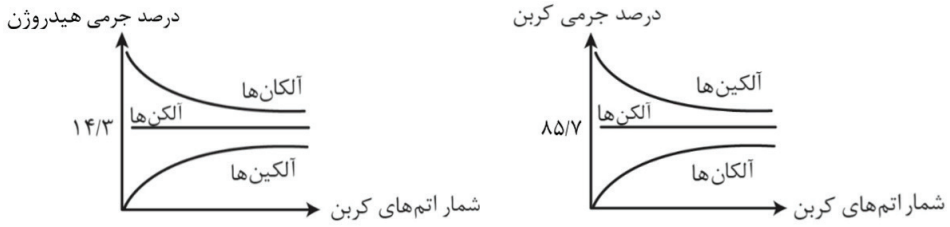
$$\text{درصد جرمی هیدروژن در آلکن‌ها}\,(C_nH_{۲n}) = \frac{۲n}{۱۲n+۲n}\times ۱۰۰ = \frac{۲}{۱۴}\times ۱۰۰ = \frac{۱}{۷}\times ۱۰۰ \simeq ٪۱۴/۳$$

همچنین نسبت جرم کربن به هیدروژن در همهٔ آلکن‌ها یکسان و برابر با ٦ است.

۲ با افزایش n، درصد جرمی کربن در آلکان‌ها افزایش می‌یابد. اگر از درس ریاضی کمک بگیرید و حد $\frac{۱۲n}{۱۴n+۲}$ رو حساب کنید $(n\to\infty)$، متوجه خواهید شد که درصد جرمی کربن در آلکان‌ها نهایتاً می‌تواند به درصد جرمی کربن در آلکن‌ها (حدود ۸۵/۷ درصد) نزدیک شود، همچنین می‌توان گفت درصد جرمی هیدروژن در آلکان‌ها با افزایش شمار اتم‌های کربن کاهش می‌یابد و نهایتاً به درصد جرمی هیدروژن در آلکن‌ها (حدود ۱۴/۳ درصد) نزدیک می‌شود.

۳ *در آلکین‌ها اوضاع برعکسه!* با افزایش شمار اتم‌های کربن در آلکین‌ها، درصد جرمی کربن کاهش می‌یابد و نهایتاً به ۸۵/۷ نزدیک می‌شود، همچنین درصد جرمی هیدروژن افزایش یافته و نهایتاً به ٤/۳ نزدیک می‌شود.

۴ با توجه به روابط محاسبهٔ درصد جرمی کربن در آلکان‌ها، آلکن‌ها و آلکین‌ها، واضح است که در تعداد اتم‌های کربن یکسان، درصد جرمی کربن در آلکین‌ها از همه بیشتر و درصد جرمی کربن در آلکان‌ها از همه کم‌تر است؛ *برای درصد جرمی هیدروژن، قضیه برعکسه!*

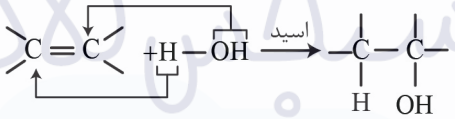


3. نمونه‌ای از آلکن A با مقدار کافی مخلوط آب و اسید واکنش داده و در نهایت ۱۴/۲۸ درصد بر جرم آن افزوده می‌شود. اگر همین نمونه از آلکن A با مقدار کافی برم واکنش دهد، جرم آن به تقریب چند برابر می‌شود؟ $(H=1, C=12, O=16, Br=80: g.mol^{-1})$

۱) ۱/۱۴ ۲) ۲/۸۳ ۳) ۱/۶۴ ۴) ۲/۲۷

پاسخ: گزینه ۴ محاسباتی - متوسط | شیمی یازدهم - فصل ۱ - واکنش‌های آلکن‌ها

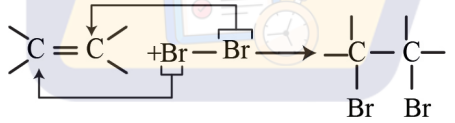
هر مول آلکن A با یک مول آب (H_2O) واکنش می‌دهد. در این واکنش، یکی از پیوندهای موجود در پیوند دوگانهٔ کربن - کربن در ساختار آلکن، شکسته شده و به یکی از اتم‌های کربن آن پیوند، اتم H و به اتم کربن دیگر، گروه OH متصل می‌شود. به عبارت دیگر مولکول آب به اتم‌های کربن پیوند دوگانه اضافه شده و یک فراوردهٔ سیرشده (الکل) تولید می‌شود:



بنابراین جرم افزوده شده به آلکن A در این واکنش، معادل جرم آب شرکت‌کننده در واکنش است:

$$\frac{\text{جرم مولی آب}}{\text{جرم مولی آلکن A}}\times 100=14/28 \xrightarrow{\text{فرمول مولکولی آلکن A}: C_nH_{2n}} \frac{18}{14n}\times 100=14/28 \rightarrow n=9 \rightarrow \text{آلکن A}: C_9H_{18}$$

هر مول آلکن A با یک مول برم (Br_2) واکنش می‌دهد. در این واکنش نیز یکی از پیوندهای موجود در پیوند دوگانهٔ کربن - کربن در ساختار آلکن، شکسته شده و دو اتم برم با پیوند یگانه به اتم‌های کربن متصل می‌شوند:



در این واکنش نیز جرم افزوده شده به آلکن A (C_9H_{18})، معادل جرم اتم‌های برم شرکت‌کننده در واکنش است. در نهایت باید محاسبه کنیم که در اثر انجام این واکنش، جرم آلکن A چند برابر می‌شود:

$$C_9H_{18}+Br_2 \rightarrow C_9H_{18}Br_2$$

$$\frac{\text{جرم مولی فراورده}}{\text{جرم مولی آلکن A}}=\frac{9(12)+18(1)+2(80)}{9(12)+18(1)}=\frac{286}{126}\simeq 2/27$$

درسنامه:

واکنش‌های آلکن‌ها:

واکنش سوختن آلکن‌ها: آلکن‌ها همانند آلکان‌ها و سایر هیدروکربن‌ها در حضور اکسیژن می‌سوزند و به CO_2 و H_2O تبدیل می‌شوند:

$$C_nH_{2n}+\frac{3n}{2}O_2 \rightarrow nCO_2+nH_2O$$

واکنش افزایش آب به آلکن‌ها: با افزودن آب به آلکن‌ها، نوعی الکل تولید می‌شود؛ برای مثال با افزودن گاز اتن در صنعت به مخلوط آب و اسید در شرایط مناسب، اتانول تولید می‌شود:

$$CH_2=CH_2+HOH \xrightarrow{H_2SO_4} CH_3CH_2OH$$

واکنش افزایش هالوژن‌ها به آلکن‌ها: از افزودن هالوژن‌ها به آلکن‌ها، ترکیبی سیرشده به دست می‌آید. برای مثال گاز اتن با برم مایع قرمزرنگ واکنش می‌دهد و ترکیبی سیرشده تولید می‌شود. **در این واکنش رنگ قرمز محلول از بین می‌رود:**

$$CH_2{=}CH_2(g)+Br_2(l) \rightarrow \underset{Br}{\underset{|}{CH_2}}-\underset{Br}{\underset{|}{CH_2}}(l)$$

۲،۱- دی برمواتان

تذکر همهٔ آلکن‌ها در واکنش با برم شرکت می‌کنند و **این واکنش یکی از روش‌های شناسایی آن‌ها از دیگر هیدروکربن‌های سیرشده است.**

واکنش افزایش هیدروژن به آلکن‌ها: در اثر افزودن مقدار کافی گاز هیدروژن به آلکن‌ها، **آلکان‌ها** تولید می‌شوند؛ برای مثال در اثر واکنش ۱-هگزن با گاز هیدروژن در حضور کاتالیزگر نیکل، هگزان تولید می‌شود:

$$C_6H_{12}(l)+H_2(g) \xrightarrow{Ni(s)} C_6H_{14}(l)$$

واکنش پلیمری شدن: دسته‌ای دیگر از واکنش آلکن‌هاست که با استفاده از آن می‌توان انواع لاستیک‌ها، پلاستیک‌ها، الیاف و پلیمرهای سودمند را تهیه کرد.

4. کدام‌یک از مطالب زیر درست است؟ $(H=1, C=12, Br=80: g.mol^{-1})$

الف) هر متر مکعب نفت خام، به تقریب معادل ۶/۳ بشکه نفت خام است.

ب) با افزایش شمار اتم‌های کربن، تفاوت نقطه جوش آلکان‌هایی که فقط در یک اتم کربن با هم اختلاف دارند، بیشتر می‌شود.

پ) نیروی بین‌مولکولی در نفتالن، قوی‌تر از نیروی بین‌مولکولی در ۱، ۲- دی‌برمو اتان است.

ت) نفت خام مخلوطی همگن از هیدروکربن‌های گوناگون، برخی نمک‌ها، اسیدها، آب و ... است.

۱) الف، ب ۲) الف، پ ۳) پ، ت ۴) ب، ت

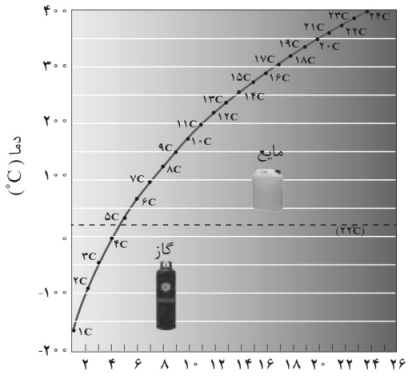
پاسخ: گزینه ۲ حفظی / مفهومی - متوسط | شیمی یازدهم - فصل ۱ - نفت، ماده ای که اقتصاد جهان را دگرگون ساخت

عبارت‌های «الف» و «پ» درست هستند.

بررسی همهٔ عبارت‌ها:

الف هر بشکه نفت خام معادل ۱۵۹ لیتر و هر متر مکعب معادل ۱۰۰۰ لیتر است؛ بنابراین داریم:

$$\frac{\text{یک متر مکعب نفت خام}}{\text{یک بشکه نفت خام}}=\frac{1000L}{159L}\simeq 6/3 \text{ بشکه}$$



ب با توجه به نمودار مقابل که نقطهٔ جوش آلکان‌های راست‌زنجیر را بر حسب شمار اتم‌های کربن آن‌ها نشان می‌دهد، مشخص است که با افزایش شمار اتم‌های کربن، تفاوت نقطهٔ جوش آلکان‌های متوالی **کاهش** می‌یابد؛ نه افزایش!

پ در شرایط اتاق، نفتالن به صورت **جامدی** سفیدرنگ و ۱، ۲- دی‌برمو اتان به صورت **مایعی** بی‌رنگ وجود دارد؛ در نتیجه می‌توان گفت که نیروهای بین‌مولکولی در نفتالن، قوی‌تر از ۱، ۲- دی‌برمو اتان است.

ت دقت کنید که نفت خام مخلوطی **ناهمگن** (نه همگن!) از هیدروکربن‌های گوناگون، برخی نمک‌ها، اسیدها، آب و ... است.

5. مقدار ۲۴ گرم از هیدروکربنی با فرمول مولکولی $C_{۳۰}H_{۴۰}$ و سه حلقه در ساختار آن با ۷۶/۸ گرم برم به‌طور کامل واکنش می‌دهد. اگر شمار پیوندهای دوگانهٔ این هیدروکربن، دو برابر شمار پیوندهای سه‌گانهٔ آن باشد، این هیدروکربن در مقایسه با .... پیوند دوگانه ..... دارد. $(H=۱, C=۱۲, Br=۸۰ : g.mol^{-۱})$

۱) بنزن، یک، کم‌تر ۲) نفتالن، دو، کم‌تر ۳) بنزن، یک، بیشتر ۴) نفتالن، یک، بیشتر

پاسخ: گزینه ۳ محاسباتی - دشوار | شیمی یازدهم - فصل ۱ - واکنش‌های هیدروکربن‌ها

استراتژی ابتدا شمار مول‌های برم $(Br_۲)$ را که با هر مول از هیدروکربن موردنظر واکنش می‌دهد، حساب کنید، سپس با توجه به این‌که به ازای هر پیوند دوگانهٔ $C=C$، هر مول هیدروکربن موردنظر با یک مول $Br_۲$ و به ازای هر پیوند سه‌گانهٔ $C\equiv C$، هر مول از هیدروکربن موردنظر با دو مول $Br_۲$ واکنش می‌دهد، شمار پیوندهای دوگانهٔ موجود در ساختار آن را مشخص کنید. در نهایت با بررسی ساختار و شمار پیوندهای دوگانه در بنزن و نفتالن، گزینهٔ درست را پیدا کنید.

گام اول: محاسبه می‌کنیم که هر مول از هیدروکربن موردنظر، با چند مول برم $(Br_۲)$ واکنش می‌دهد.

$$۱mol\,C_{۳۰}H_{۴۰}\times\frac{۴۰۰g\,C_{۳۰}H_{۴۰}}{۱mol\,C_{۳۰}H_{۴۰}}\times\frac{۷۶/۸g\,Br_۲}{۲۴g\,C_{۳۰}H_{۴۰}}\times\frac{۱mol\,Br_۲}{۱۶۰g\,Br_۲}=۸mol\,Br_۲$$

گام دوم: شمار پیوندهای دوگانهٔ موجود در ساختار هیدروکربن موردنظر را x و در نتیجه شمار پیوندهای سه‌گانهٔ موجود در ساختار آن را $\frac{x}{۲}$ در نظر می‌گیریم و از آن‌جایی که به ازای هر پیوند دوگانهٔ $C=C$، هر مول از هیدروکربن موردنظر با یک مول برم $(Br_۲)$ و به ازای هر پیوند سه‌گانهٔ $C\equiv C$، هر مول از هیدروکربن موردنظر با دو مول برم $(Br_۲)$ واکنش می‌دهد، داریم:

$$۱(x)+۲(\frac{x}{۲})=۸\rightarrow x=۴$$

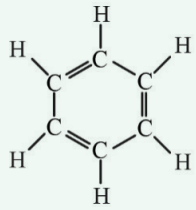
بنابراین در ساختار هیدروکربن موردنظر، ۴ پیوند دوگانهٔ $C=C$ و ۲ پیوند سه‌گانهٔ $C\equiv C$ وجود دارد.

گام سوم: با بررسی ساختار بنزن و نفتالن، گزینهٔ درست را می‌یابیم:

با توجه به این‌که شمار پیوندهای دوگانه در ساختار بنزن، نفتالن و هیدروکربن موردنظر به ترتیب برابر با ۳، ۵ و ۴ است، در نتیجه می‌توان گفت که شمار پیوندهای دوگانه در ساختار هیدروکربن موردنظر، یک واحد بیشتر از بنزن و یک واحد کمتر از نفتالن است.

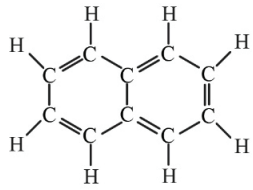
نکته **ترکیب‌های آروماتیک:**

ترکیب‌های آروماتیک، دستهٔ دیگری از هیدروکربن‌های حلقوی هستند که سرگروه آن‌ها بنزن با فرمول مولکولی $C_۶H_۶$ است. در ساختار بنزن یک حلقهٔ شش کربنی با ۳ پیوند دوگانه به صورت یک در میان وجود دارد. این مولکول دارای ۱۵ جفت الکترون پیوندی (پیوند اشتراکی) بوده و ساختار آن به صورت روبه‌رو است:



فرمول مولکولی: $C_۶H_۶$

نفتالن $(C_{۱۰}H_۸)$، یکی دیگر از هیدروکربن‌های آروماتیک است که در آن دو حلقهٔ بنزنی به هم جوش خورده‌اند. این ترکیب که جامدی سفیدرنگ است، مدت‌ها به عنوان ضدبید برای نگهداری فرش و لباس کاربرد داشته است. در ساختار نفتالن، دو حلقه، ۵ پیوند دوگانه و در مجموع ۲۴ جفت الکترون پیوندی (پیوند اشتراکی) وجود دارد و ساختار آن به صورت روبه‌رو است:



فرمول مولکولی: $C_{۱۰}H_۸$

تذکر بنزن و مشتقات آن (ترکیب‌های آروماتیک) به دلیل داشتن پیوند دوگانه، سیرنشده هستند.

6. کدام مطلب در ارتباط با سیلیس درست است؟ ($O=16, Si=28: g.mol^{-1}$)

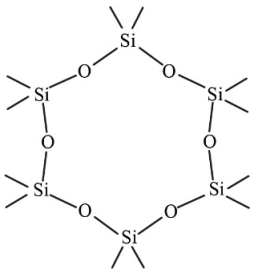
۱) بیش از ۹۰٪ جرم پوستهٔ زمین را سیلیس تشکیل می‌دهد.

۲) درصد جرمی اتم سیلیسیم در آن بیش از ۵۰٪ است.

۳) در ساختار آن هر اتم سیلیسیم از طریق پل‌های $Si-O-Si$ به چهار اتم اکسیژن متصل هستند.

۴) نیروی بین مولکولی آن، بسیار قوی‌تر از جاذبه‌های وان‌دروالسی و پیوند هیدروژنی است.

پاسخ: گزینه ۳ حفظی - متوسط | شیمی دوازدهم - فصل ۳ - سیلیس، زیبا، سخت و ماندگار



در ساختار سیلیس، هر اتم سیلیسیم به چهار اتم اکسیژن وصل است و بین دو اتم سیلیسیم یک اتم اکسیژن قرار دارد، یعنی اتم‌های سیلیسیم با پل‌های $Si-O-Si$ به دیگر واحدها متصل‌اند.

همان‌طور که می‌بینید، سیلیس از حلقه‌های چندگوشه ساخته شده است و در ساختار آن، تنها پیوندهای اشتراکی $Si-O$ وجود دارد و در همهٔ حلقه‌ها، شمار اتم‌های Si با شمار اتم‌های O برابر است.

نکته

در ساختار لوبیس

هر اتم Si با چهار پیوند اشتراکی به ۴ اتم O متصل است

هر اتم O با دو پیوند اشتراکی به ۲ اتم Si متصل است

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ **ترکیب‌های مختلف دو عنصر Si و O** (نه فقط سیلیس!) بیش از ۹۰٪ پوستهٔ **جامد** زمین را تشکیل می‌دهند.

۲

$$\text{درصد جرمی Si در } SiO_2 = \frac{\text{تعداد اتم Si} \times \text{جرم مولی Si}}{\text{جرم مولی } SiO_2} \times 100 = \frac{1 \times 28}{60} \times 100 \simeq 46/6\%$$

۴ دقت کنید که سیلیس یک جامد کووالانسی است و چون در جامدهای کووالانسی برخلاف مواد مولکولی، واحدهای مستقل و مجزایی به نام مولکول وجود ندارد، در نتیجه برای توصیف این مواد نباید از واژه‌هایی مانند فرمول مولکولی و نیروی بین‌مولکولی استفاده کرد.

درسنامه:

همه چیز دربارهٔ سیلیس (SiO_2):

۱ سیلیس (SiO_2) فراوان‌ترین اکسید در پوستهٔ جامد زمین است. کوارتز از جمله نمونه‌های خالص و ماسه از جمله نمونه‌های ناخالص سیلیس است.

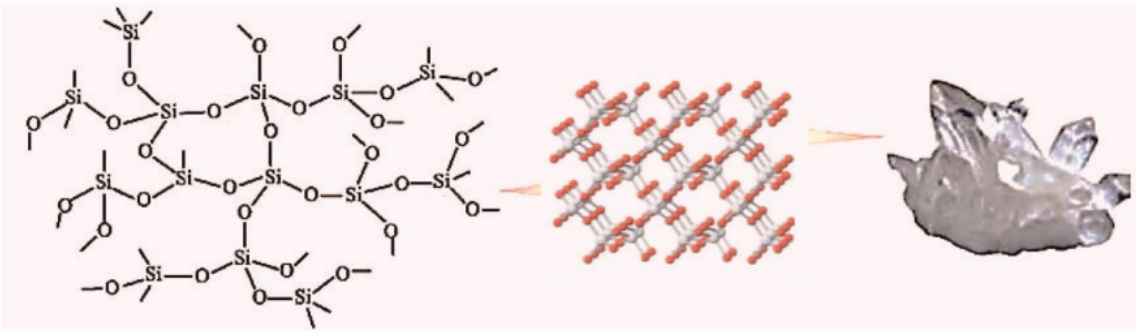
✓ **سیلیس در طبیعت:**

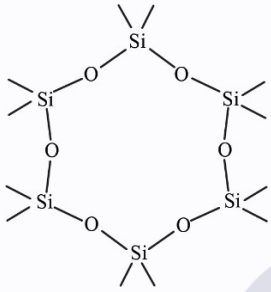
- خالص ← کوارتز
- ناخالص ← ماسه

تذکر اگر گفته شود بیش از ۹۰٪ پوستهٔ جامد زمین را سیلیس تشکیل می‌دهد، غلط است. سیلیس فراوان‌ترین اکسید در پوستهٔ جامد زمین است، اما ترکیب‌های مختلف دو عنصر Si و O (نه فقط سیلیس!) بیش از ۹۰٪ پوستهٔ جامد زمین را تشکیل می‌دهند.

۲ سیلیس در حالت خالص و تراش‌خورده، ماده‌ای شفاف، زیبا و سخت است و به دلیل داشتن خواص نوری ویژه در ساخت منشورها و عدسی‌ها به کار می‌رود.

۳ سیلیس یک جامد کووالانسی است و در ساختار آن، همهٔ اتم‌ها با پیوندهای اشتراکی $Si-O$ به یک‌دیگر متصل بوده و ساختاری به هم پیوسته و غول‌آسا را ایجاد می‌کنند. شکل‌های زیر، ساختار بلوری سیلیس را نشان می‌دهند:





در ساختار سیلیس، هر اتم سیلیسیم به چهار اتم اکسیژن وصل است و بین دو اتم سیلیسیم یک اتم اکسیژن قرار دارد؛ یعنی اتم‌های سیلیسیم با پل‌های $Si-O-Si$ به دیگر واحدها متصل می‌باشند.

همان‌طور که می‌بینید، سیلیس از حلقه‌های چندضلعی ساخته شده است و در ساختار آن، تنها پیوندهای اشتراکی $Si-O$ وجود دارد و در همهٔ حلقه‌ها، شمار اتم‌های Si با شمار اتم‌های O برابر است.

۴ سیلیس یک جامد کووالانسی است و در ساختار آن، مولکول‌های مجزا وجود ندارد.

۵ برای ذوب کردن جامدهای کووالانسی مانند سیلیس باید بر پیوندهای کووالانسی بین اتم‌ها غلبه کنیم، به همین دلیل نقطهٔ ذوب جامدهای کووالانسی بسیار بالا است؛ در نتیجه سیلیس ماده‌ای سخت و دیرگداز است.

7. با جایگزین کردن یک اتم کلر با اتم هیدروژن در مولکول کربن تتراکلرید، چه تعداد از موارد زیر تغییر می‌کند؟

الف) انحلال‌پذیری در آب

ب) گشتاور دوقطبی مولکول

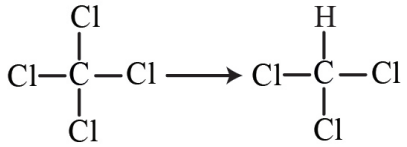
پ) حالت فیزیکی در فشار و دمای اتاق

ت) شمار پیوندهای اشتراکی

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

پاسخ: گزینه ۲ حفظی / مفهومی - متوسط | شیمی دوازدهم - فصل ۳ - رفتار مولکول‌ها و توزیع الکترون‌ها

با قرار دادن اتم هیدروژن به‌جای یکی از اتم‌های کلر در کربن تتراکلرید (CCl_4)، کلروفرم ($CHCl_3$) حاصل می‌شود:



بررسی همهٔ موارد:

الف و ب مولکول به دست آمده برخلاف کربن تتراکلرید، قطبی است و در میدان الکتریکی جهت‌گیری می‌کند و در نتیجه، به دلیل شباهت بیشتر به مولکول‌های آب، انحلال‌پذیری بیشتری در آن دارد.

پ هم کربن تتراکلرید و هم کلروفرم در دمای اتاق به حالت مایع هستند.

ت هر دو مولکول کربن تتراکلرید و کلروفرم در ساختار خود دارای ۴ پیوند اشتراکی هستند.

8. در مولکول .....، ..... مولکول .....، اتم مرکزی فاقد الکترون ناپیوندی است؛ از این‌رو، مولکول ..... در میدان الکتریکی جهت‌گیری ..... .

۱) کربن دی‌سولفید - برخلاف - گوگرد دی‌اکسید - کربن دی‌سولفید - نمی‌کند

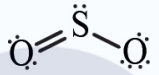
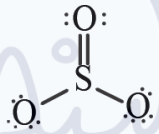
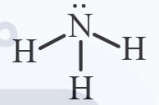
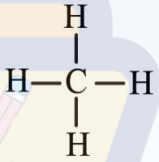
۲) اتین - همانند - گوگرد تری‌اکسید - اتین - می‌کند

۳) آمونیاک - برخلاف - متان - آمونیاک - می‌کند

۴) کربونیل سولفید - برخلاف - هیدروژن سیانید - کربونیل سولفید - نمی‌کند

پاسخ: گزینه ۱ | مفهومی - متوسط | شیمی دوازدهم - فصل ۳ - رفتار مولکول‌ها و توزیع الکترون‌ها

مولکول‌های مطرح‌شده در همهٔ گزینه‌ها، در جدول زیر بررسی شده‌اند:

مولکول	ساختار لوویس	قطبیت	جهت گیری در میدان الکتریکی
کربن دی‌سولفید	$\ddot{\underset{..}{S}}=C=\ddot{\underset{..}{S}}$	ناقطبی	نمی‌کند
گوگرد دی‌اکسید		قطبی	می‌کند
اتین	$H-C\equiv C-H$	ناقطبی	نمی‌کند
گوگرد تری‌اکسید		ناقطبی	نمی‌کند
آمونیاک		قطبی	می‌کند
متان		ناقطبی	نمی‌کند
کربونیل سولفید	$\ddot{\underset{..}{S}}=C=\ddot{\underset{..}{O}}$	قطبی	می‌کند
هیدروژن سیانید	$H-C\equiv N:$	قطبی	می‌کند

درسنامه: تعیین قطبیت به کمک ساختار لوویس

مولکول‌ها	مولکول‌های دواتمی	دارای دو اتم یکسان (جورهسته)	←	مولکول ناقطبی	←	F_2 ، O_2 ، H_2 ، N_2
		دارای دو اتم غیریکسان (ناجورهسته)	←	مولکول قطبی	←	NO ، CO ، HCl
	مولکول‌های چنداتمی	به اتم مرکزی اتم‌های مختلفی متصل باشد.	←	مولکول قطبی	←	SCO ، CH_2Cl_2 ، HCN
		اتم مرکزی دارای جفت الکترون ناپیوندی باشد.	←	مولکول قطبی	←	SO_2 ، NF_3 ، $SOCl_2$ ، NH_3 ، H_2O
		هم اتم‌های متصل به اتم مرکزی یکسان باشند و هم اتم مرکزی جفت الکترون ناپیوندی نداشته باشند.	←	مولکول ناقطبی	←	CO_2 ، CH_4 ، SO_3

9. درصد جرمی کلسیم در مخلوطی شامل کلسیم کربنات و مس (II) سولفات برابر با ۱۰ است. درصد جرمی گوگرد در این مخلوط کدام است؟ (در میان اجزای مخلوط، ناخالصی وجود ندارد؛ $C=۱۲, O=۱۶, S=۳۲, Ca=۴۰, Cu=۶۴ : g.mol^{-1}$)

۱) ۱۰ ۲) ۱۵ ۳) ۱۸ ۴) ۲۰

پاسخ: گزینه ۲ محاسباتی - متوسط | شیمی دوازدهم - فصل ۳ - درصد جرمی

گام اول: مخلوط اولیه شامل کلسیم کربنات ($CaCO_۳$) و مس (II) سولفات ($CuSO_۴$) است. جرم این مخلوط را ۱۰۰ گرم در نظر گرفته و با توجه به جرم کلسیم موجود در آن، جرم کلسیم کربنات موجود در مخلوط را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{جرم CO در مخلوط}: ۱۰۰g\,\text{مخلوط} \times \frac{۱۰g\,Ca}{۱۰۰g\,\text{مخلوط}} \times \frac{۱mol\,Ca}{۴۰g\,Ca} \times \frac{۱mol\,CaCO_۳}{۱mol\,Ca} \times \frac{۱۰۰g\,CaCO_۳}{۱mol\,CaCO_۳} = ۲۵g\,CaCO_۳$$

بنابراین مخلوط اولیه شامل ۲۵ گرم $CaCO_۳$ و ۷۵ گرم $CuSO_۴$ است.

گام دوم: جرم گوگرد (S) در $CuSO_۴$ موجود در مخلوط را حساب می‌کنیم:

$$۷۵g\,CuSO_۴ \times \frac{۱mol\,CuSO_۴}{۱۶۰g\,CuSO_۴} \times \frac{۱mol\,S}{۱mol\,CuSO_۴} \times \frac{۳۲g\,S}{۱mol\,S} = ۱۵g\,S$$

گام سوم: درصد جرمی گوگرد در مخلوط را به دست می‌آوریم:

$$\text{درصد جرمی S در مخلوط} = \frac{\text{جرم S در مخلوط}}{\text{جرم مخلوط}} \times ۱۰۰ = \frac{۱۵}{۱۰۰} \times ۱۰۰ = ۱۵\%$$

10. اگر مولکول $AB_۲$ ساختار خمیده داشته باشد، کدام موارد زیر در ارتباط با آن، درست است؟

الف) گشتاور دوقطبی بزرگ‌تر از صفر داشته و به یقین می‌تواند در میدان الکتریکی جهت‌گیری کند.

ب) در لایه ظرفیت اتم مرکزی در مولکول آن، دست‌کم یک جفت الکترون ناپیوندی مشاهده می‌شود.

پ) در مولکول آن، تراکم بار منفی بر روی اتم‌های کناری بیشتر از اتم مرکزی است.

ت) عنصرهای A و B می‌توانند با یکدیگر هم‌گروه و یا هم‌دوره باشند.

۱) الف و ت ۲) ب و پ ۳) ب و ت ۴) الف و پ

پاسخ: گزینه ۱ حفظی / مفهومی - متوسط | شیمی دوازدهم - فصل ۳ - رفتار مولکول‌ها و توزیع الکترون‌ها

عبارت‌های «الف» و «ت» درست هستند.

بررسی همهٔ عبارت‌ها:

الف مولکول‌هایی که دارای ساختار خمیده هستند، همگی قطبی بوده و در میدان الکتریکی جهت‌گیری می‌کنند.

ب این مولکول‌ها می‌توانند بر روی اتم مرکزی خود، یک تک الکترون ناپیوندی (مانند $NO_۲$) و یا یک یا دو جفت الکترون ناپیوندی (مانند $SO_۲$ و $H_۲O$) داشته باشند.

پ به عنوان مثال، در مولکول $H_۲O$، اتم‌های کناری دارای بار جزئی مثبت هستند و تراکم بار منفی بر روی آن‌ها کم‌تر است.

ت در مولکول با شکل هندسی خمیدهٔ $SO_۲$، عنصرهای سازنده در جدول تناوبی، هم‌گروه و در مولکول با شکل هندسی خمیدهٔ $OF_۲$، عنصرهای سازنده در جدول تناوبی، هم‌دوره هستند.

کنکورچی‌میگه؟ اگر مولکول $AD_۲$، ساختار خطی داشته باشد، چند مورد از مطالب زیر دربارهٔ آن درست است؟ (ریاضی دی ۱۴۰۱)

- **گشتاور دوقطبی آن برابر صفر است.**
- **عنصرهای A و D می‌توانند در یک دورهٔ جدول تناوبی جای داشته باشند.**
- **به یقین، A و D هر دو نافلز هستند و شعاع اتم A از شعاع اتم D بزرگ‌تر است.**
- **در لایهٔ ظرفیت اتم‌ها در مولکول آن، جفت الکترون ناپیوندی می‌تواند وجود داشته باشد.**

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

پاسخ: گزینه ۳ حفظی / مفهومی | متوسط

عبارت‌های اول، دوم و چهارم درست هستند.

در صورتی مولکولی به فرم AD_2 می‌تواند ساختاری خطی داشته باشد که اتم مرکزی در آن، جفت الکترون ناپیوندی نداشته باشد، مثل مولکول CO_2!

$D=A=D$

بررسی همهٔ عبارت‌ها:

عبارت اول: چنین مولکولی ناقطبی بوده و گشتاور دوقطبی آن برابر صفر است.

عبارت دوم: AD_2، می‌تواند همان CO_2 باشد. اتم‌های کربن و اکسیژن هر دو در دورهٔ دوم قرار دارند.

عبارت سوم: برخی فلزها می‌توانند با اتم‌های نافلزی، مولکول خطی به فرم AD_2 تشکیل دهند، مثلاً $BeCl_2$ یک مولکول با ساختار خطی است. (اتم مرکزی در این مولکول، از قاعدهٔ هشت‌تایی پیروی نمی‌کند.)

:Cl̈—Be—Cl̈:

همچنین قسمت دوم این عبارت هم درست نیست! به عنوان مثال، ساختار مولکول CS_2 خطی و شعاع اتمی C از S کوچک‌تر است.

عبارت چهارم: مثلاً در مولکول CO_2، اتم‌های اکسیژن جفت الکترون ناپیوندی دارند.

11. کدام‌یک از عبارت‌های زیر در ارتباط با گرافن، نادرست است؟

۱) جامدی شفاف و انعطاف‌پذیر است.
۲) رسانای جریان برق است.
۳) نوعی جامد کووالانسی دوبعدی به‌شمار می‌آید.
۴) مقاومت آن در برابر خوردگی، ۱۰۰ برابر فولاد است.

پاسخ: گزینه ۴ حفظی - ساده | شیمی دوازدهم - فصل ۳ - گرافن، گونه‌ای به ضخامت یک اتم

حواستان باشد که **مقاومت کششی** گرافن، حدود ۱۰۰ برابر فولاد است و این موضوع ارتباطی با مقاومت در برابر خوردگی ندارد. درستی سایر گزینه‌ها، در درسنامهٔ زیر آورده شده است.

درسنامه: همه چیز دربارهٔ گرافن!

۱ تک‌لایه‌ای از گرافیت است.
۲ در آن‌ها اتم‌های کربن با پیوندهای اشتراکی، حلقه‌های شش‌گوشه تشکیل داده‌اند.
۳ استحکام ویژه‌ای دارد و مقاومت کششی آن، حدود ۱۰۰ برابر فولاد است.
۴ یک گونهٔ شیمیایی (جامد کووالانسی) دوبعدی است.
۵ شفاف و انعطاف‌پذیر است.
۶ رسانای جریان برق است.

12. با توجه به شکل‌های زیر، کدام مورد درست است؟ (رنگ‌های خاکستری روشن و تیره به ترتیب معرف رنگ‌های سرخ و آبی در نقشهٔ پتانسیل الکترواستاتیکی مولکول‌ها هستند.)

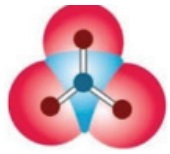
(آ) (ب)

۱) شکل (ب) می‌تواند مربوط به یکی از اکسیدهای عنصر دوم گروه ۱۶ باشد.
۲) شکل (آ) می‌تواند مربوط به مولکول OF_2 باشد.
۳) جهت‌گیری اتم مرکزی به سمت قطب‌های میدان الکتریکی در مولکول‌های مربوط به شکل‌های (آ) و (ب) شبیه به هم است.
۴) علامت بار جزئی اتم مرکزی در شکل (ب) برخلاف اتم کربن در CO، مثبت است.

پاسخ: گزینه ۳ حفظی / مفهومی - متوسط | شیمی دوازدهم - فصل ۳ - رفتار مولکول‌ها و توزیع الکترون‌ها

با توجه به رنگ قرمز اتم مرکزی در این دو گونه، اتم مرکزی هر دو مولکول دارای بار جزئی منفی بوده و به سمت قطب مثبت میدان الکتریکی جهت‌گیری می‌کند.

بررسی سایر گزینه‌ها:



۱ در میان اکسیدهای گوگرد (عنصر دوم گروه ۱۶ پس از اکسیژن)، SO_3 (مولکول چهاراتمی) دارای نقشهٔ پتانسیل الکتروستاتیکی مقابل است:

۲ بار جزئی اتم مرکزی در OF_2 مثبت است، در حالی‌که در شکل (آ)، بار جزئی اتم مرکزی منفی نشان داده شده است.

۴ علامت بار جزئی در اتم مرکزی شکل (ب) برخلاف اتم کربن در CO، منفی است.

13. کدام مطلب در ارتباط با گرافیت و الماس، نادرست است؟

۱) در ساختار آلوتروپ ناپایدارتر عنصر کربن، هر اتم کربن با چهار پیوند اشتراکی به چهار اتم کربن دیگر متصل است.

۲) آلوتروپ پایدارتر، ساختار لایه‌ای دارد و میان لایه‌ها جاذبهٔ ضعیفی وجود دارد.

۳) آلوتروپی که میانگین آنتالپی پیوند کربن - کربن آن بیشتر است، چگالی بیشتری دارد.

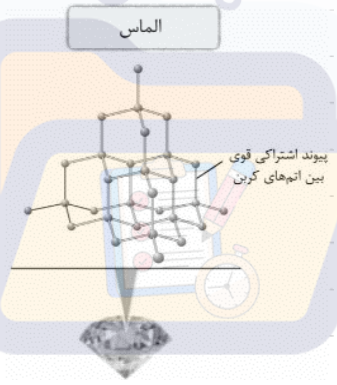
۴) یکی از این آلوتروپ‌های کربن، رسانای جریان برق و عایق گرما و آلوتروپ دیگر، رسانای گرما و عایق برق است.

پاسخ: گزینه ۳ حفظی / مفهومی - متوسط | شیمی دوازدهم - فصل ۳ - آلوتروپ‌های کربن (گرافیت و الماس)

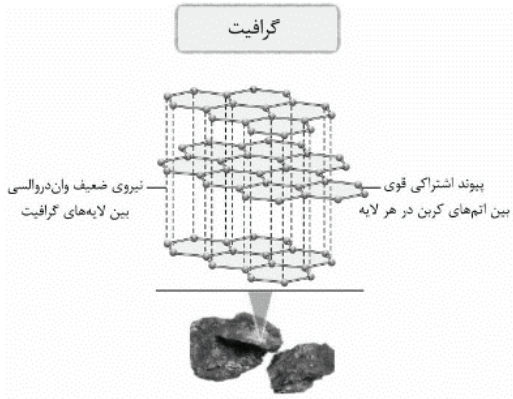
میانگین آنتالپی پیوند کربن - کربن در گرافیت بیشتر از الماس بوده، در حالی‌که **چگالی الماس بیشتر از گرافیت است**.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ سطح انرژی الماس از گرافیت بالاتر است؛ در نتیجه الماس ناپایدارتر از گرافیت می‌باشد. در الماس، هر اتم کربن به ۴ اتم کربن دیگر و در گرافیت هر اتم کربن، به ۳ اتم کربن دیگر با پیوند اشتراکی متصل است.



۲ گرافیت، آلوتروپ پایدارتر کربن است. در گرافیت، اتم‌ها به صورت لایه‌لایه آرایش یافته‌اند و بین لایه‌ها نیروهای جاذبهٔ ضعیف (از نوع واندروالسی) وجود دارد؛ به همین دلیل، هر لایه به راحتی می‌تواند روی لایهٔ دیگر بلغزد.



۴ گرافیت، رسانای جریان برق و عایق گرما و الماس، عایق برق و رسانای گرما است.

جمع‌بندی:

مقایسه ویژگی‌های الماس و گرافیت به شرح زیر است:

ویژگی	الماس	گرافیت
چندبعدی	سه‌بعدی	دوبعدی
نوع پیوند	$C-C$	$C-C$ و $C=C$
فضای خالی	کم‌تر	بیشتر (بین صفحه‌ها)
چگالی	بیشتر	کم‌تر
رسانای الکتریکی	ندارد	دارد
رسانای گرمایی	دارد	ندارد
طول پیوند	بیشتر	کم‌تر
میانگین آنتالپی پیوند	کم‌تر	بیشتر
سطح انرژی	بیشتر (ناپایدارتر)	کم‌تر (پایدارتر)
شمار جفت الکترون‌های پیوندی هر اتم	۴	۴
شمار اتم‌های اطراف هر اتم	۴	۳
فراوانی در طبیعت	کم‌تر	بیشتر

14. کدام‌یک از مطالب زیر در ارتباط با سیلیسیم درست است؟

الف) شکل مقابل را می‌توان به ساختار این شبه‌فلز نسبت داد.

ب) نقطهٔ ذوب آن بسیار بالا بوده، به طوری‌که حتی بالاتر از نقطهٔ ذوب الماس است.

پ) در طبیعت به حالت خالص یافت نشده و به‌طور عمده به شکل سیلیس یافت می‌شود.

ت) سیلیسیم خالص به دلیل داشتن خواص نوری ویژه در ساخت منشورها و عدسی‌ها به کار می‌رود.

۱) الف، پ ۲) الف، ت ۳) ب، ت ۴) ب، پ

پاسخ: گزینه ۱ حفظی / مفهومی - متوسط | شیمی دوازدهم - فصل ۳ - سیلیسیم و جامدهای کووالانسی

عبارت‌های «الف» و «پ» درست هستند.

بررسی همهٔ عبارت‌ها:

الف در بلور سیلیسیم خالص، هر اتم Si با چهار پیوند اشتراکی یگانهٔ $Si-Si$، به چهار اتم Si دیگر متصل شده است.

ب با توجه به مقایسهٔ آنتالپی‌پیوندهای $C-C$ و $Si-Si$، می‌توان نقطهٔ ذوب الماس و سیلیسیم را با هم مقایسه کرد:

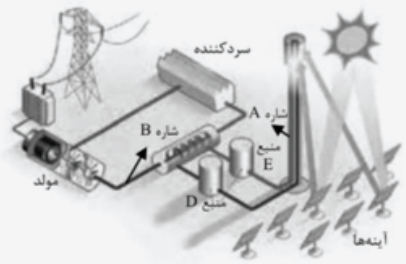
آنتالپی پیوند: $Si-Si < C-C$ ⇒ نقطهٔ ذوب: سیلیسیم < الماس

بنابراین نقطهٔ ذوب سیلیسیم، پایین‌تر از الماس است.

پ چون آنتالپی پیوند $Si-O$ بیشتر از پیوند $Si-Si$ است، استحکام و پایداری شبکهٔ بلور سیلیس از سیلیسیم خالص بالاتر است؛ در نتیجه، سیلیسیم در طبیعت به حالت خالص یافت نشده و به طور عمده به شکل پایدارتر، یعنی سیلیس یافت می‌شود.

ت **سیلیس** (نه سیلیسیم!) خالص به دلیل خواص نوری ویژه در ساخت منشورها و عدسی‌ها کاربرد دارد.

15. با توجه به شکل زیر که نمایی از فناوری پیشرفته برای تولید انرژی الکتریکی از پرتوهای خورشیدی را نشان می‌دهد، کدام مورد نادرست است؟



۱) شارهٔ B حتی در روزهای ابری و شب‌هنگام، انرژی گرمایی را در خود ذخیره می‌کند.

۲) اگر شارهٔ A نمک خوراکی باشد، اختلاف دمای آن در منبع E با منبع D، حدود $500^\circ C$ است.

۳) شارهٔ B برخلاف شاره‌ای که در منبع D قرار دارد، از مولکول‌های مستقل و مجزا تشکیل شده است.

۴) شاره‌ای که توربین را به حرکت درمی‌آورد، ماده‌ای است که تفاوت نقطهٔ جوش و ذوب آن به این تفاوت در HF نزدیک است.

پاسخ: گزینه ۱ حفظی - ساده | شیمی دوازدهم - فصل ۳ - هنرنمایی شاره (سیال)های مولکولی و یونی برای تولید برق

شارهٔ A که ترکیب یونی است، می‌تواند حتی در روزهای ابری و شب‌هنگام انرژی گرمایی را در خود ذخیره کند تا شارهٔ B را که ترکیب مولکولی است، بخار کند و شارهٔ B بخارشده توربین را حرکت دهد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

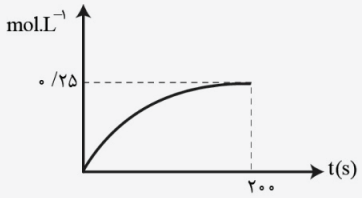
۲ گسترهٔ دمایی سدیم کلرید (NaCl) مذاب در این فناوری حدود $850^\circ C - 1350^\circ C$ است. بنابراین، اختلاف دما در منبع E و منبع D که دارای این شاره در دو حالت داغ و سردشده هستند، حدود $500^\circ C$ است.

۳ شارهٔ B، شارهٔ مولکولی (آب) است که برخلاف شارهٔ موجود در منبع D (شارهٔ یونی)، از مولکول‌های مجزا و مستقل تشکیل شده است.

۴ شاره‌ای که توربین را به حرکت درمی‌آورد، همان آب است که تفاوت نقطهٔ ذوب و جوش آن (۱۰۰ درجهٔ سلسیوس) به تفاوت نقطهٔ ذوب و جوش HF ($19-(-83)=102^\circ C$)، نزدیک است.

1. تیغه‌ای به جرم ۱۳ گرم از فلز کروم را در ظرفی سرباز حاوی ۳۰۰ میلی‌لیتر محلول ۳ مولار سولفوریک اسید قرار می‌دهیم. اگر نمودار تغییرات غلظت مولی یکی از اجزای واکنش موازنه نشدهٔ زیر به صورت مقابل باشد، سرعت متوسط مصرف کروم چند مول بر دقیقه و سرعت متوسط واکنش چند مول بر لیتر بر ثانیه است؟ $(Cr = ۵۲ g.mol^{-1})$

$$Cr(s) + H_۲SO_۴(aq) \rightarrow Cr_۲(SO_۴)_۳(aq) + SO_۲(g) + H_۲O(l)$$



۱) ۰/۰۰۲۲۵ ،۰/۰۷۵
۲) ۰/۰۰۱۲۵ ،۰/۰۴۵
۳) ۰/۰۰۱۲۵ ،۰/۰۷۵
۴) ۰/۰۰۲۲۵ ،۰/۰۴۵

پاسخ: گزینه ۲ | متوسط | مفهومی ، محاسباتی

درسنامه

در واکنش فرضی $aA + bB \rightarrow cC + dD$ سرعت متوسط مصرف یا تولید گونه‌ها و سرعت متوسط واکنش برحسب یکای مول بر زمان برابر است با:

$$\overline{R}_A = \frac{-\Delta n_A}{\Delta t} \quad , \quad \overline{R}_B = \frac{-\Delta n_B}{\Delta t} \quad , \quad \overline{R}_C = \frac{\Delta n_C}{\Delta t} \quad , \quad \overline{R}_D = \frac{\Delta n_D}{\Delta t}$$

$$\overline{R}_{\text{واکنش}} = \frac{\overline{R}_A}{a} = \frac{\overline{R}_B}{b} = \frac{\overline{R}_C}{c} = \frac{\overline{R}_D}{d}$$

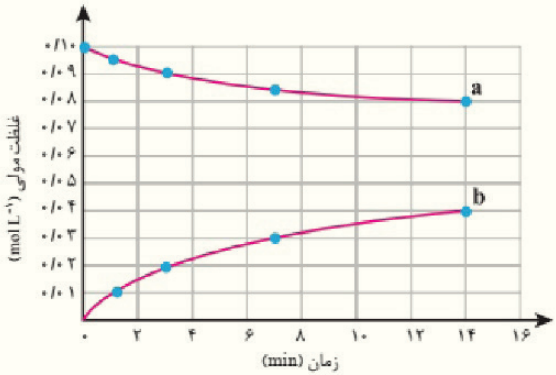
نکته سرعت متوسط مصرف یا تولید هر گونه متناسب با ضریب استوکیومتری آن در معادلهٔ واکنش است.

در اغلب واکنش‌های شیمیایی، با گذشت زمان، سرعت واکنش کاهش می‌یابد و شیب تغییرات مول گونه‌های شرکت کننده در واکنش به تدریج کم می‌شود تا درنهایت مقدار واکنش دهنده (ها) به صفر (واکنش کامل) یا عددی ثابت (واکنش تعادلی) برسد.

در نمودار تغییر مول یا غلظت گونه‌های شرکت کننده در یک واکنش برحسب زمان، منحنی مربوط به واکنش دهنده(ها)، نزولی و منحنی مربوط به فرآورده (ها) صعودی است و شیب آن‌ها به ضریب استوکیومتری هرگونه بستگی دارد.

مثال: در نمودار زیر که مربوط به واکنش تبدیل مالتوز $(C_{۱۲}H_{۲۲}O_{۱۱})$ به گلوکز $(C_۶H_{۱۲}O_۶)$ است. منحنی a تغییرات غلظت مالتوز و منحنی b تغییرات غلظت گلوکز را نشان می‌دهد.

$$C_{۱۲}H_{۲۲}O_{۱۱}(aq) + H_۲O(l) \rightarrow ۲C_۶H_{۱۲}O_۶(aq)$$



گام اول: معادلهٔ واکنش را می‌نویسیم و موازنه می‌کنیم؛ برای موازنه می‌توانید از هر دو روش وارسی یا اکسایش - کاهش استفاده کنید.

$$2Cr(s)+6H_2SO_4(aq)\rightarrow Cr_2(SO_4)_3(aq)+3SO_2(g)+6H_2O(l)$$

نمودار داده شـــده، تغییرات غلظت یکی از فراورده‌های واکنش را نشان می‌دهد، چون روند صعودی دارد و از طرفی نمی‌توان آن را متعلق به $H_2O(l)$ که یک مایع خالص است دانست. سامانهٔ واکنش، ظرفی درباز است و گاز از آن خارج می‌شود. پس نمی‌توان این نمودار را به تغییر غلظت گاز SO_2 نسبت داد. پس تنها انتخاب قابل قبول، $Cr_2(SO_4)_3(aq)$ است.

گام دوم: سرعت متوسط مصرف کروم برحسب مول بر دقیقه برابر است با:

$$\frac{|\Delta n_{Cr}|}{2}=\frac{0/25M\times 0/3L\,Cr_2(SO_4)_3}{1}\rightarrow |\Delta n_{Cr}|=0/15mol$$

$$\Rightarrow \overline{R}_{Cr}=\frac{|\Delta n_{Cr}|}{\Delta t}=\frac{0/15mol}{200s\times\frac{1min}{60s}}=0/045mol.min^{-1}$$

گام سوم: همانطور که می‌دانید، ســـرعت متوسط واکنش با سرعت متوسط مصرف / تولید موادی که ضریب مولی یک دارند برابر است. پس، سرعت متوسط واکنش با سرعت متوسط تولید کروم (III) سولفات برابر است و مقدار آن به روش زیر محاسبه می‌گردد:

$$\overline{R}_{\text{واکنش}}=\frac{\overline{R}_{Cr_2(SO_4)_3}}{1}=\frac{\Delta[Cr_2(SO_4)_3]}{\Delta t}=\frac{0/25mol.L^{-1}}{200s}=0/00125\frac{mol}{L.s}$$

دام آموزشی: اگر برای محاسبه سرعت واکنش از جرم اولیه کروم یا مول اولیه سولفوریک اسید استفاده می‌کردید، جواب درستی به دست نمی‌آمد. چرا که در طول انجام واکنش، همهٔ واکنش دهنده‌ها به طور کامل مصرف نشده‌اند.

2. تغییر غلظت دو ماده از اجزای واکنش موازنه نشدهٔ $NH_3(g)+O_2(g)\rightarrow NO(g)+H_2O(g)$ مطابق جدول داده شده است. در دقیقهٔ دوم، غلظت مولار A و B برابر می‌شود و سرعت متوسط واکنش در دو دقیقهٔ دوم پس از شروع واکنش به $6mol.L^{-1}.h^{-1}$ می‌رسد. حاصل $x+y+z$ کدام است؟ (حجم سامانه را ۲ لیتر در نظر بگیرید.)

زمان (min)	۰	۳	۴	۶
[A]	۴	x	y	۱/۲
[B]	۰		z	۴/۲

۱) ۶/۰

۲) ۶/۸

۳) ۷/۶

۴) ۸/۴

پاسخ: گزینه ۳ سخت | محاسباتی

گام اول: معادلهٔ واکنش را نوشته و موازنه می‌کنیم:

$$4NH_3(g)+5O_2(g)\rightarrow 4NO(g)+6H_2O(g)$$

گام دوم: با محاسبهٔ تغییر غلظت A و B از دقیقه صفر تا پایان دقیقهٔ ششم و مقایسهٔ آن‌ها با یکدیگر، مشخص می‌شود A همان NH_3 و B همان H_2O است:

$$\xrightarrow{t=0\text{ تا }t=6}\frac{\Delta[A]}{\Delta[B]}=\frac{1/2-4}{4/2-0}=\frac{-2/8mol.L^{-1}}{4/2mol.L^{-1}}\sim\frac{-4}{6}\ \begin{matrix}\text{ضریب } NH_3\\ \text{ضریب } H_2O\end{matrix}$$

گام ســـوم: اگر تغییر غلظت NH_3 در دو دقیقهٔ ابتدایی از انجام واکنش را $-4a$ در نظر بگیریم، تغییر غلظت H_2O در همین بازه برابر $+6a$ خواهد بود.

$$6NH_3(g)+5O_2(g)\rightarrow 4NO(g)+6H_2O(g)$$

$t=0min$	$4M$	$0M$	
تغییر غلظت مولی	$-4a$	$+6a$	
$t=2min$	$4-4a$	$6a$	

$$4-4a=6a\rightarrow a=0/4\Rightarrow x=[NH_3]_{t=2}=4-4(0/4)\quad\Rightarrow x=2/4mol.L^{-1}$$

گام چهارم: میان سرعت واکنش، سرعت مصرف NH_3 و سرعت تولید H_2O در بازه‌های زمانی یکسان، رابطهٔ زیر برقرار است و از طرفی سرعت متوسط واکنش در بازهٔ زمانی $t=2min$ تا $t=4min$ برابر $6\frac{mol}{L.h}$ داده شده است؛ پس می‌توان مقادیر y و z را به روش روبه‌رو بدست آورد:

$$\bar{R}_{\text{واکنش}}=\frac{\bar{R}_{NH_3}}{4}=\frac{\bar{R}_{H_2O}}{6}$$

$$II)\ \bar{R}_{NH_3}=4\bar{R}_{\text{واکنش}}=\frac{-\Delta[NH_3]}{\Delta t}$$

$$\rightarrow 4\times 6\frac{mol}{L.h}=\frac{-(y-2/4)}{2min\times\frac{1h}{60min}}\rightarrow y=1/6\,mol.L^{-1}$$

$$III)\ \bar{R}_{H_2O}=6\bar{R}_{\text{واکنش}}=\frac{\Delta[H_2O]}{\Delta t}$$

$$\rightarrow 6\times 6\frac{mol}{L.h}=\frac{(z-2/4)}{2min\times\frac{1h}{60min}}\rightarrow z=3/6\,mol.L^{-1}$$

گام پنجم: درنهایت حاصل $x+y+z$ را محاسبه می‌کنیم:

$$x+y+z=2/4+1/6+3/6=7/6\ mol.L^{-1}$$

3. اگر سرعت واکنش انجام شده میان قطعه‌ای از فلز آلومینیم با ۵۰۰ میلی‌لیتر محلول ۰/۴ مولار روی نیترات، برابر با $0/06\,mol.min^{-1}$ باشد، پس از چند ثانیه از آغاز واکنش، غلظت محلول آلومینیم نیترات به ۰/۲ مولار می‌رسد و اگر تمام فلز تولید شده بر روی قطعهٔ اولیه بنشیند، جرم قطعه تا آن لحظه، چند گرم تغییر می‌کند؟ $(Al=27, Zn=65: g.mol^{-1})$

$Al(s)+Zn(NO_3)_2(aq)\rightarrow Al(NO_3)_3(aq)+Zn(s)$ (موازنه شود)

۱) ۵۰، ۷/۰۵ ۲) ۵۰، ۱۴/۱ ۳) ۱۰۰، ۷/۰۵ ۴) ۱۰۰، ۱۴/۱

پاسخ: گزینه ۱ متوسط | محاسباتی

گام اول: معادلهٔ واکنش انجام شده را نوشته و موازنه می‌کنیم: $2Al(s)+3Zn(NO_3)_2(aq)\rightarrow 2Al(NO_3)_3(aq)+3Zn(s)$

گام دوم: باتوجه به تعریف سرعت و رابطهٔ میان سرعت متوسط واکنش و سرعت متوسط تولید $Al(NO_3)_3(aq)$ می‌توان نوشت:

$$(\text{با یکای}\ \frac{mol}{min})\ \bar{R}_{\text{واکنش}}=\frac{\bar{R}_{Al(NO_3)_3}}{2}=\frac{\Delta[Al(NO_3)_3]\times V_{\text{محلول}}}{2\Delta t}$$

$$\Rightarrow 0/06\frac{mol}{min}=\frac{(0/2-0)M\times 0/5L}{2\Delta t}\Rightarrow \Delta t=\frac{5}{6}min=50s$$

تله‌تستی در سوالات سنتیک، حتماً به واحد سرعت ($\frac{\text{مول}}{\text{ثانیه}}$، $\frac{\text{مولار}}{\text{دقیقه}}$، $\frac{\text{مولار}}{\text{ساعت}}$،...) دقت کنید.

گام سوم: در واکنش انجام شده، ۲ مول $Al(s)$ به جرم $2\times 27=54g$ مصرف و در عوض ۳ مول $Zn(s)$ به جرم $3\times 65=195g$ تولید می‌شود. پس با فرض نشستن تمام Zn تولید شده روی تیغه، جرم تیغه به اندازهٔ $-54+195=141g$ افزایش می‌یابد. با در نظر گرفتن این نسبت میان گونه‌ها و تغییر جرم تیغه فلزی، می‌توان نوشت:

$$2mol\,Al(NO_3)_3\sim 141g\ \text{تغییر جرم تیغه}$$

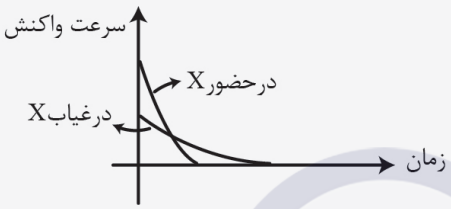
$$\rightarrow\frac{0/2M\times 0/5L\,Al(NO_3)_3}{2}=\frac{\Delta m_{\text{تیغه}}}{141g}\Rightarrow \Delta m=7/05g$$

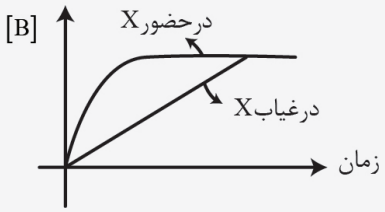
مشاوره سوالات محاسبهٔ تغییر جرم تیغه در مسایل واکنش‌های اکسایش - کاهش از مباحث مورد علاقهٔ طراحان کنکور سراسری است.

4. درستی یا نادرستی عبارت‌های زیر در کدام گزینه آمده است؟ (گزینه‌ها را به ترتیب از راست به چپ بخوانید.)

آ) محلول هیدروژن پراکسید همانند محلول پتاسیم پرمنگنات در دمای اتاق پایدار است، اما در حضور محلول پتاسیم یدید به سرعت به عنصرهای گازی سازندهٔ خود تجزیه می‌شود.

ب) در واکنش فرضی: $A(g) \xrightarrow{X} B(g)$، نمودارهای زیر، تاثیر X را بر روی سرعت واکنش و غلظت مولی B به درستی نشان می‌دهد.





پ) فلزهای قلیایی سدیم و پتاسیم در شرایط یکسان با آب سرد به شدت واکنش می‌دهند اما سرعت واکنش فلزی کمتر است که از آن در لامپ بزرگراه‌ها و خیابان‌ها استفاده می‌شود.

ت) در آزمایش‌های افزودن حجم یکسان آب به قوطی‌های فیلم عکاسی حاوی قرص جوشان مطابق جدول زیر، بیشترین زمان پرتاب شدن درب قوطی و بیشترین حجم از آزاد شدن گاز به ترتیب مربوط به آزمایش‌های (۱) و (۲) است.

شمارهٔ آزمایش	مقدار قرص	دمای آب
۱	$\frac{۱}{۲}$ قرص	$۲۰^\circ C$
۲	یک قرص	$۴۰^\circ C$
۳	پودر یک قرص	$۲۰^\circ C$

۱) درست – درست – نادرست - نادرست
۲) نادرست – نادرست – درست – درست
۳) نادرست – درست – درست - درست
۴) نادرست – نادرست – درست - نادرست

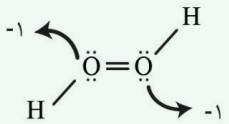
پاسخ: گزینه ۳ متوسط | حفظی، مفهومی

بررسی عبارت‌ها:

آ) محلول هیدروژن پراکسید (با نام تجاری آب اکسیژنه) در دمای اتاق به آرامی تجزیه می‌شود (پس ناپایدار است) ولی در حضور چند قطره محلول پتاسیم یدید (به عنوان کاتالیزگر)، به سرعت تجزیه می‌شود. در ضمن توجه کنید که در واکنش تجزیه $H_۲O_۲(aq)$، این ماده به عنصرهای سازندهٔ خود $(O_۲(g), H_۲(g))$ تبدیل نمی‌شود، بلکه $H_۲O(l)$ و $O_۲(g)$ فراورده‌های این واکنش هستند.

واکنش تجزیهٔ هیدروژن پراکسید: $۲H_۲O_۲(aq) \xrightarrow{KI} ۲H_۲O(l) + O_۲(g)$

نکته عدد اکسایش اتم‌های اکسیژن در یون پراکسید $(O_۲^{۲-})$ و هیدروژن پراکسید (با ساختار لوویس زیر)، برابر ۱- است.



نکته محلول پتاسیم پرمنگنات ($KMnO_4$) بنفش رنگ است و در واکنش با اسیدهای آلی (کربوکسیلیک اسیدها) در دمای اتاق به کندی و در دماهای بالا به سرعت بی‌رنگ می‌شود. معادله این واکنش به صورت زیر نوشته می‌شود که البته نیازی به حفظ کردن آن نیست:

$$\underbrace{KMnO_4(aq)}_{\text{بنفش رنگ}} + RCOOH(aq) + H_2SO_4(aq) \xrightarrow{\Delta} \underbrace{MnSO_4(aq) + K_2SO_4(aq)}_{\text{بی‌رنگ}} + CO_2(g) + H_2O(l)$$

گرم کردن واکنش دهنده‌ها با تامین انرژی فعالسازی بالای این واکنش، سرعت انجام آن را افزایش می‌دهد.

ب هر دو نمودار داده شده درست رسم شده‌اند. در حضور کاتالیزگر مناسب در مقایسه با حالتی که از کاتالیزگر استفاده نمی‌شود:

۱) سرعت واکنش در مدت زمان انجام آن بالاتر است و در زمان کوتاه‌تری واکنش به اتمام رسیده و سرعت واکنش صفر می‌شود. در ضمن توجه داشته باشید که با پیشرفت هر واکنش، سرعت انجام آن به مرور کم می‌شود.

۲) در زمان کوتاه‌تری فراوردهٔ مورد انتظار تولید می‌شود و تغییر غلظت هر ماده در بازهٔ زمانی مشابه بیشتر است. دقت کنید که کاتالیزگر در مقدار نهایی فراورده تاثیری ندارد.

پ هر دو فلز قلیایی $Na(s)$ و $K(s)$ در شرایط یکسان با آب سرد به شدت واکنش می‌دهند اما سرعت واکنش فلز فعال‌تر، یعنی پتاسیم که شعاع اتمی و خصلت فلزی (قدرت کاهندگی) بالاتری دارد، بیشتر است. همانطور که از کتاب شیمی دهم به یاد دارید، نور زرد لامپ‌های مورد استفاده در آزادراه‌ها، بزرگراه‌ها و خیابان‌ها به دلیل وجود بخار سدیم در آنهاست.

نکته رنگ شعلهٔ حاصل از واکنش فلزهای قلیایی با آب به صورت زیر است:

فلز	رنگ شعله
لیتیم (Li)	قرمز
سدیم (Na)	زرد
پتاسیم (K)	بنفش

ت بیشترین زمان پرتاب شدن درب قوطی (کم‌ترین سرعت) مربوط به آزمایش (۱) است که برای انجام آن از غلظت کمتری از واکنش دهنده‌ها و با سطح تماس کمتر در مقایسه با حالت پودری استفاده شده است و دمای انجام واکنش در این آزمایش پایین‌تر است. همچنین بیشترین حجم گاز آزاد شده (گاز CO_2) مربوط به آزمایش (۲) است، چرا که حجم گاز تولید شده به مقدار واکنش دهنده (قرص) مصرفی و نیز دمای قوطی وابسته است. مقدار جرم CO_2 تولیدی در آزمایش‌های (۲) و (۳) برابر است اما به علت دما بالاتر در آزمایش (۲) گاز حاصل در این آزمایش حجم بیشتری را اشغال می‌کند.

درسنامه

قرص جوشان حاوی سیتریک اسید $\left(HOOC-CH_2-\underset{OH}{\overset{COOH}{C}}-CH_2-COOH\right)$ به همراه جوش شیرین ($NaHCO_3$) است که هنگام انداختن قرص درون آب، واکنش زیر انجام می‌شود و گاز $CO_2(g)$ به صورت حباب‌هایی مشاهده می‌شود:

$$C_6H_8O_7(aq) + 3\,NaHCO_3(aq) \rightarrow Na_3C_6H_5O_7(aq) + 3CO_2(g) + 3H_2O(l)$$

عوامل موثر بر افزایش سرعت این واکنش:

۱) افزایش جرم قرص- افزایش غلظت مولی حل شونده‌های واکنش دهنده

۲) افزایش دمای محلول

۳) افزایش سطح تماس میان واکنش دهنده‌ها با پودر کردن قرص

نکته به طور کلی، تاثیر افزایش سطح تماس فعال واکنش دهنده‌ها بیشتر از تاثیر افزایش دمای آب است.

نکته رابطهٔ میان سرعت واکنش و دمای آب خطی نیست.

نکته مقدار جرم گاز CO_2 تولید شده به جرم قرص مصرفی بستگی دارد، درحالی که حجم آن، علاوه بر مقدار قرص، به دمای آب هم وابسته است. $(T\uparrow \Rightarrow V\uparrow)$

5. کدام یک از عبارت‌های زیر در ارتباط با بنزوییک اسید نادرست است؟ $(H=1, C=12, O=16 : g.mol^{-1})$

۱) نوعی نگهدارنده است که سرعت واکنش‌های شیمیایی که منجر به فساد مواد غذایی می‌شود را کاهش می‌دهد.

۲) در تمشک و توت فرنگی وجود دارد و جمع جبری عدد اکسایش اتم‌های کربن آن برابر با ۲- است.

۳) یک ترکیب آروماتیک است و تفاوت جرم مولی آن با جرم مولی آشناترین عضو اسیدهای آلی برابر با ۶۲ گرم بر مول است.

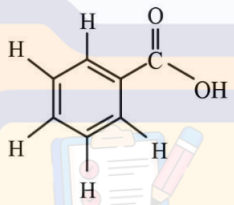
۴) به جز کربن گروه عاملی کربوکسیل، بقیهٔ اتم‌های کربن در ساختار آن، به یک اتم هیدروژن متصل هستند.

پاسخ: گزینه ۴ متوسط | حفظی

بررسی گزینه‌ها:

۱ افزودنی‌ها مـــوادی مانند نگهدارنده، رنگ دهنده، طعم دهنده و ... هســـتند که به صورت هدفمند به مـــواد خوراکی یا غذاها افزوده می‌شـــوند. برای نمونه نگهدارنده‌ها، سرعت واکنش‌های شیمیایی که منجر به فســـاد مادهٔ غذایی می‌شود را کاهش می‌دهند. یکی از این مواد بنزوئیک اسید است.

۲ بنزوئیک اســـید عضوی از خانوادهٔ کربوکسیلیک اســـید با فرمول شیمیایی $C_7H_6O_2$ و ساختار زیر است که در تمشک و توت فرنگی وجود دارد. بنزوئیک اسید یک کربوکسیلیک اسید اروماتیک است.



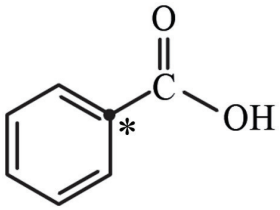
نکته مجموع عدد اکسایش اتم‌های یک گونه، با بار گونه برابر است. بار مولکول صفر (خنثی) است.

اگر در بنزوئیک اسید $(C_7H_6O_2)$ مجموع عدد اکسایش اتم‌های کربن را x در نظر بگیریم، باتوجه به نکتهٔ بالا داریم:

$$C_7H_6O_2 \rightarrow x+6(+1)+2(-2)=0 \Rightarrow x=-2$$

۳ آشناترین عضو خانوادهٔ اسیدهای آلی، اتانوئیک (استیک) اسید با فرمول CH_3COOH است. جرم مولی بنزوئیک اسید $122 g.mol^{-1}$ و جرم مولی استیک اسید $60 g.mol^{-1}$ می‌باشد. پس اختلاف جرم مولی آنها $122-60=62$ گرم بر مول است.

۴ همانطور که در ســـاختار زیر مشـــخص کردیم، به جز کربن گروه عاملی، اتم کربن دیگری هم وجـــود دارد که به هیچ اتم هیدروژنی متصل نیست.



6. اگر برای یک واکنش گازی که شامل سه جزء است، رابطهٔ مقابل برقرار باشد، چند مورد از مطالب زیر درست است؟

$$\overline{R}_{\text{واکنش}} = -\frac{\Delta n(A)}{۲\Delta t} = \frac{\Delta n(B)}{\Delta t} = \frac{\Delta n(C)}{۲\Delta t}$$

- **می‌توان آن را به واکنش تجزیهٔ نیتروژن دی اکسید به گازهای اکسیژن و نیتروژن مونوکسید نسبت داد.**
- **به ازای مصرف ۰/۳۷۵ مول B در این واکنش، ۱۶/۸ لیتر C در شرایط STP تولید می‌شود.**
- **مجموع ضرایب استوکیومتری مواد در معادلهٔ موازنه شدهٔ واکنش برابر با ۵ است.**
- **اگر سرعت متوسط واکنش، $۰/۲ mol.min^{-۱}$ باشد، طی ۱۵۰ ثانیه، یک مول واکنش دهنده مصرف می‌شود.**

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

پاسخ: گزینه ۴ متوسط | محاسباتی

همهٔ موارد داده شده به درستی بیان شده‌اند. باتوجه به رابطهٔ میان سرعت واکنش و تغییر مول مواد، معادله واکنش به صورت $۲A(g) \rightarrow B(g) + ۲C(g)$ است.

بررسی عبارت‌ها:

عبارت اول: واکنش تجزیهٔ نیتروژن دی اکسید $(NO_۲)$ به گازهای اکسیژن $(O_۲)$ و نیتروژن مونوکسید (NO) به صورت: $۲NO_۲(g) \rightarrow ۲NO(g) + O_۲(g)$ انجام می‌شود که مشابه معادلهٔ فرضی صورت سوال است.

عبارت دوم: در شرایط STP داریم:

$$۱B(g) \sim ۲C(g)$$

$$\frac{۰/۳۷۵ mol B(g)}{۱} = \frac{V L C(g)}{۲ \times ۲۲/۴} \rightarrow V = ۱۶/۸ L$$

آفرود برای محاسبه سریع‌تر این دو نکته را به خاطر داشته باشید:

۱) عدد طلایی شیمی (!) ۲۲/٤ است که می‌توان آن را به صورت حاصل‌ضرب: $٤ \times ۷ \times ۸ \times ۱۰^{-۱}$ نوشت.

۲) جدول زیر، اعداد اعشاری مهم و معادل کسری آن‌ها را نشان می‌دهد:

عدد	کسر	عدد	کسر	عدد	کسر	عدد	کسر
۰/۱۲۵	$\frac{۱}{۸}$	۰/۵	$\frac{۱}{۲}$	۱/۲۵	$\frac{۵}{۴}$	۲/۲۵	$\frac{۹}{۴}$
۰/۲۵	$\frac{۱}{۴}$	۰/۶۲۵	$\frac{۵}{۸}$	۱/۵	$\frac{۳}{۲}$	۲/۵	$\frac{۵}{۲}$
۰/۳۷۵	$\frac{۳}{۸}$	۰/۷۵	$\frac{۳}{۴}$	۱/۷۵	$\frac{۷}{۴}$		

گاهی اوقات تبدیل عدد اعشاری به کسر یا بالعکس، باعث ساده‌تر شدن محاسبات می‌شود. مثال:

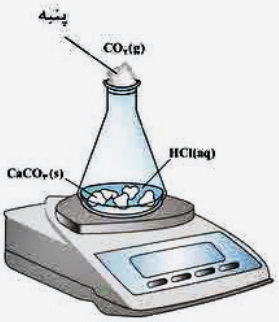
$$۰/۳۷۵ \times ۲۲/۴ \times ۲ = \frac{۳}{\cancel{۸}} \times ۴ \times ۷ \times \cancel{۸} \times ۱۰^{-۱} \times ۲ = ۱۶/۸$$

عبارت سوم: مجموع ضریب‌های استوکیومتری مواد A، B و C برابر ۵ است.

عبارت چهارم: برای محاسبهٔ شمار مول‌های مصرف شدهٔ A طی ۱۵۰ ثانیه می‌توان نوشت:

$$\left.\begin{array}{l} \overline{R}_A = \frac{-\Delta n_A}{\Delta t} \\ \text{از طرفی}: \overline{R}_{\text{واکنش}} = \frac{\overline{R}_A}{۲} \end{array}\right\} \Rightarrow |\Delta n_A| = ۲ \times \overline{R}_{\text{واکنش}} \times \Delta t = ۲ \times ۰/۲ \frac{mol}{min} \times ۱۵۰ s \times \frac{۱ min}{۶۰ s} = ۱ mol$$

7. باتوجه به داده‌های جدول که مربوط به واکنش انجام گرفته در ظرف زیر است، حاصل $\frac{c}{a}$ و مقدار b کدام است؟ (گزینه‌ها را به ترتیب از راست به چپ بخوانید.) $(H=۱, C=۱۲, O=۱۶, Cl=۳۵/۵, Ca=۴۰ : g.mol^{-۱})$



زمان (ثانیه)	۰	۱۰	۲۰	۳۰	۴۰	۵۰
جرم مخلوط واکنش (گرم)	۶۵/۹۸	۶۵/۳۲	۶۴/۸۸	۶۴/۶۶	۶۴/۵۵	۶۴/۵۰
جرم کربن‌دی‌اکسید (گرم)	۰	۰/۶۶	۱/۱۰	.....	.....	.....

زمان (s)	$n(CO_۲),(mol)$	$\Delta n(CO_۲),(mol)$	$\bar{R}(CO_۲)=\frac{\Delta n(CO_۲)}{\Delta t},(mol.s^{-۱})$
۰	۰		
۱۰	$۱/۵۰\times۱۰^{-۳}$	$۱/۵۰\times۱۰^{-۲}$	$۱/۵۰\times۱۰^{-۳}$
۲۰	$۲/۵\times۱۰^{-۲}$	$۱/۰۰\times۱۰^{-۲}$	$۱/۰۰\times۱۰^{-۳}$
۳۰	.....	..... a	.....
۴۰	.....	.....	..... b .....
۵۰	.....	..... c	.....

۱) ۰/۲۳، $۲/۵\times۱۰^{-۳}$ ۲) ۰/۰۵۵، ۲×۱۰^{-۳} ۳) ۰/۲۳، $۲/۵\times۱۰^{-۴}$ ۴) ۰/۰۵۵، ۲×۱۰^{-۴}

پاسخ: گزینه ۳ متوسط | محاسباتی

نکته در واکنش کلسیم کربنات با محلول هیدروکلریک اسید در دما و فشار اتاق و در سامانه در باز، کاهش جرم مخلوط واکنش در سامانه، به دلیل آزاد شدن فرآوردهٔ گازی $(CO_۲(g))$ است.

گام اول: معادلهٔ واکنش را نوشته و موازنه می‌کنیم:

$$CaCO_۳(s)+۲HCl(aq)\rightarrow CaCl_۲(aq)+CO_۲(g)+H_۲O(l)$$

در جدول مشخص شده، a تغییر مول (مول مصرف شده) $CO_۲$ از ثانیهٔ ۲۰ تا ثانیهٔ ۳۰ ام و c تغییر مول همان ماده را از ثانیهٔ ۴۰ تا ثانیهٔ ۵۰ اُم انجام واکنش نشان، می‌دهد. b هم بیانگر سرعت متوسط تولید $CO_۲$ (با یکای مول بر ثانیه) در بازهٔ زمانی $t=۳۰s$ تا $t=۴۰s$ است.

گام دوم: برای محاسبهٔ a و c، از جدول تغییر جرم مخلوط واکنش کمک می‌گیریم. همانطور که قبل‌تر گفته شد، مقدار کاهش جرم مخلوط واکنش از زمان $t_۱$ تا $t_۲$، جرم $CO_۲(g)$ تولید شده در همین فاصلهٔ زمانی را نشان می‌دهد.

$$a = \Delta n_{CO_۲}(t = ۳۰s \text{ تا } t = ۲۰s) = \frac{\Delta m_{CO_۲}}{۴۴} = \frac{|\Delta m_{\text{مخلوط واکنش}}|}{۴۴} = \frac{۶۴/۸۸g - ۶۴/۶۶g}{۴۴} = \frac{۱}{۲۰۰}mol$$

$$c = \Delta n_{CO_۲}(t = ۵۰s \text{ تا } t = ۴۰s) = \frac{\Delta m_{CO_۲}}{۴۴} = \frac{|\Delta m_{\text{مخلوط واکنش}}|}{۴۴} = \frac{۶۴/۵۵ - ۶۴/۵۰}{۴۴} = \frac{۱}{۸۸۰}mol$$

بنابراین نسبت $\frac{c}{a}$ برابر است با:

$$\frac{c}{a} = \frac{\frac{۱}{۸۸۰}}{\frac{۱}{۲۰۰}} \simeq ۰/۲۳$$

نکته با پیشرفت واکنش، شمار فراوردهٔ تولید شده در بازه زمانی یکسان کاهش می‌یابد. پس قبل از محاسبه قطعاً می‌دانیم a از c بزرگ‌تر، بوده و حاصل $\frac{c}{a}$ کوچک‌تر از ۱ است.

گام سوم: مقدار مول مصرف شدهٔ گاز $CO_۲$ در بازه زمانی ثانیهٔ ۳۰ تا ۴۰ ام انجام واکنش برابر $\frac{۱}{۴۰۰}$ است:

$$\Delta n_{CO_۲} = \frac{|\Delta m_{\text{مخلوط واکنش}}|}{۴۴} = \frac{۶۴/۶۶ - ۶۴/۵۵}{۴۴} = \frac{۱}{۴۰۰}mol$$

پس b برابر است با:

$$b = \frac{\Delta n_{CO_۲}}{\Delta t} = \frac{\frac{۱}{۴۰۰}}{۱۰} = ۲/۵ \times ۱۰^{-۴}\frac{mol}{s}$$

8. کدام مطالب زیر درست است؟

آ) در فرمول مولکولی مالتوز، همانند گلوکز، شمار اتم‌های هیدروژن، دو برابر شمار اتم‌های اکسیژن است.

ب) سهم تولید گاز $CO_۲$ در ردپای غذا به مراتب بیش از سوختن سوخت‌ها در خودروها، کارخانه‌ها و ... است.

پ) هندوانه و گوجه فرنگی محتوی لیکوپن بوده و از به وجود آمدن رادیکال‌ها در بدن، جلوگیری می‌کند.

ت) زرد و پوسیده شدن کتاب‌های قدیمی در گذر زمان، نتیجهٔ اکسایش سلولز کاغذ است.

۱) آ، ب ۲) آ، ت ۳) ب، پ ۴) پ، ت

پاسخ: گزینه ۱ آسان | حفظی

موارد (آ) و (ب) درست هستند.

بررسی عبارت‌ها:

آ فرمول مولکولی مالتوز (قند موجود در جوانه گندم) به صورت $C_{۱۲}H_{۲۲}O_{۱۱}$ و فرمول مولکولی گلوکز به صورت $C_۶H_{۱۲}O_۶$ در هر دو ترکیب، نسبت شمار اتم‌های H به اتم‌های O برابر ۲ است.

یادآوری: واکنش تبدیل مالتوز به گلوکز:

$$C_{۱۲}H_{۲۲}O_{۱۱}(aq) + H_۲O(l) \rightarrow ۲C_۶H_{۱۲}O_۶(aq)$$

ب

درسنامه

غذا، پسماند و ردپای آن

ردپای غذا دو چهرهٔ آشکار و پنهان دارد:

چهرهٔ آشکار آن نشان می‌دهد که سالانه حدود ۳۰ درصد غذایی که در جهان فراهم می‌شود به مصرف نمی‌رسد و به زباله تبدیل می‌شود و یا از بین می‌رود.

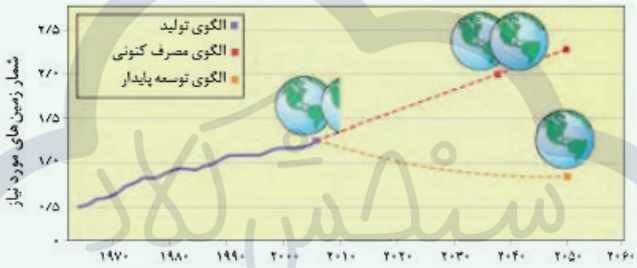
نکته براساس آمارها، به ازای هر هفت نفر در جهان، یک نفر گرسنه است.

چهرهٔ پنهان این ردپا شامل همهٔ منابعی است که در تهیهٔ غذا از آغاز تا سر سفره، سهم داشته‌اند. مدیریت منابع، نیروی انسانی برای تولید و تامین مواد اولیه و انرژی، فرآوری، ابزار و دستگاه‌های موردنیاز، بسته‌بندی، حمل و نقل، آب و انرژی مصرفی، زمین‌های بایر و ... از جمله این منابع هستند. چهرهٔ پنهان دیگر این ردپا، تولید گازهای گلخانه‌ای به ویژه کربن دی اکسید است.

نکته سهم تولید CO_2 در ردپای غذا به مراتب بیشتر از سوختن سوخت‌ها در خودروها، کارخانه‌ها و ... است.

از آنجا که جمعیت جهان، رشد اقتصادی، سطح رفاه و ... رو به افزایش است، تقاضا برای غذا نیز پیوسته افزایش می‌یابد. تقاضایی که برای تامین آن، منابع آب، انرژی، مواد اولیه و زمین بیشتری را می‌طلبد. بدیهی است که با این روند، ردپای غذا روی محیط‌زیست سنگین‌تر شده و مساحت کل موردنیاز برای تأمین اقلام ضروری زندگی بیشتر خواهد شد.

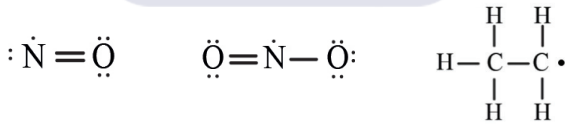
نکته باتوجه به نمودار زیر، در صورت ادامهٔ الگوی مصرف کنونی، مساحت زمین موردنیاز برای تامین غذای جمعیت جهان در سال ۲۰۴۰ به اندازهٔ دو کرهٔ زمین است.



پ لیکوپن موجود در هندوانه و گوجه‌فرنگی، به عنوان یک بازدارنده، فعالیت رادیکال‌های تولید شده در بدن را کاهش می‌دهند، نه اینکه جلوی تولید آنها را بگیرند.

نکته رادیکال، گونهٔ فعال و ناپایداری است که در ساختار خود، الکترون جفت نشده دارد. در واقع رادیکال، محتوی اتم‌هایی است که از قاعدهٔ هشت‌تایی پیروی نمی‌کنند. بدیهی است که رادیکال‌ها واکنش‌پذیری بالایی دارند.

مثال: اکسیدهای NO، NO_2 و گروه‌های آلکیلی رادیکال محسوب می‌شوند.



ت کتاب‌ها و نسخه‌های قدیمی به دلیل انجام واکنش بسیار کند تجزیه (نه اکسایش) سلولز کاغذ، در گذر زمان، زرد و پوسیده می‌شوند.

درسنامه

مقایسهٔ سرعت چند واکنش شیمیایی:

انفجار > واکنش تشکیل رسوب $AgCl(s)$ از محلول‌های $NaCl(aq)$ و $AgNO_3(aq)$ > زنگ زدن آهن > زرد و پوسیده شدن کتاب‌های قدیمی

بسیار سریع | سریع | کند | بسیار کند

نکته

در اثر انفجار، مقدار کمی مادهٔ منفجر شونده به حالت جامد یا مایع، حجم زیادی از گازهای داغ تولید می‌کنند.

رسوب نقره کلرید به رنگ سفید می‌باشد.

زنگار آهن ($Fe(OH)_3$) ترد و شکننده است و فرو می‌ریزد.

زرد و پوسیده شدن کتاب‌های قدیمی، در اثر واکنش تجزیه (نه اکسایش) سلولز کاغذ اتفاق می‌افتد. سلولز یک درشت مولکول با الیاف زنجیری بوده که از اتصال شمار بسیار زیادی مولکول گلوکز به یکدیگر ساخته می‌شود.

9. تفاوت عدد اکسایش اتم‌های کربن در کدام‌یک از ترکیب‌های زیر، بزرگ‌تر است؟

۱) وینیل کلرید ۲) متیل متانوات ۳) استیک اسید ۴) اتانول

پاسخ: گزینه ۳ متوسط | مهارتی

درسنامه

روش محاسبهٔ عدد اکسایش اتم‌ها به کمک ساختار لوویس (مناسب ترکیب‌های آلی)

عدد اکسایش = رقم یکان شمارهٔ گروه اتم − (تعداد الکترون‌های پیوندی نسبت داده شده + تعداد الکترون‌های ناپیوندی)

الکترون‌های ناپیوندی:

همه الکترون‌های ناپیوندی روی هر اتم به همان اتم نسبت داده می‌شود.

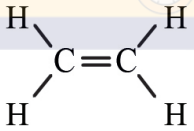
الکترون‌های پیوندی:

در محاسبهٔ تعداد الکترون‌های پیوندی برای هر اتم در یک ترکیب، باتوجه به ساختار لوویس، الکترون‌های هر پیوند به اتمی نسبت داده می‌شود که دارای قدرت الکترون‌گیری بیشتری باشد و در حالتی که اتم‌ها یکسان باشند، الکترون‌های پیوندی را به طور یکسان میان آن‌ها توزیع می‌کنیم.

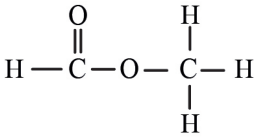
مقایسهٔ قدرت الکترون‌گیری عنصرهای مهم: $F > O > N > Cl > Br > I > S > C > P > H$

بررسی گزینه‌ها:

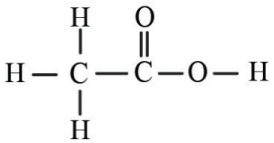
۱ تفاوت عدد اکسایش اتم‌های کربن در وینیل کلرید (C_2H_3Cl) برابر با ۲ است.



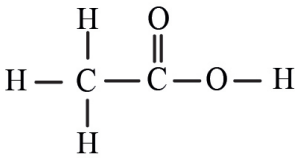
۲ تفاوت عدد اکسایش اتم‌های کربن در متیل متانوات ($C_2H_4O_2$) برابر با ۴ است.



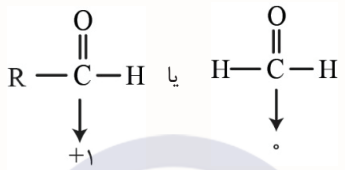
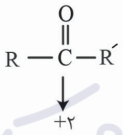
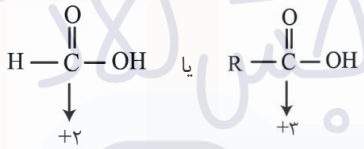
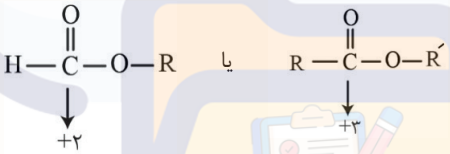
۳ تفاوت عدد اکسایش اتم‌های کربن در استیک اسید ($C_2H_4O_2$) برابر با ۶ است.



۴ تفاوت عدد اکسایش اتم‌های کربن در اتانول (C_2H_5OH) برابر با ۲ است.



آفرود جدول زیر، عدد اکسایش اتم کربن مربوط به برخی از گروه‌های عاملی را نشان می‌دهد.

گروه عاملی	انواع عددهای اکسایش محتمل
آلدهید	
کتون	
کربوکسیل	
استری	

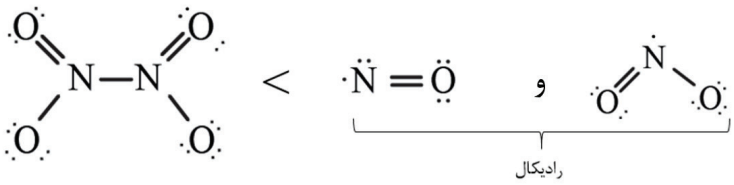
10. واکنش‌پذیری دی نیتروژن تترااکسید در مقایسه با نیتروژن مونوکسید و نیتروژن دی اکسید چگونه است؟ (گزینه‌ها را به ترتیب از راست به چپ بخوانید.)

۱) کمتر، بیشتر ۲) بیشتر، کمتر ۳) کمتر، کمتر ۴) بیشتر - بیشتر

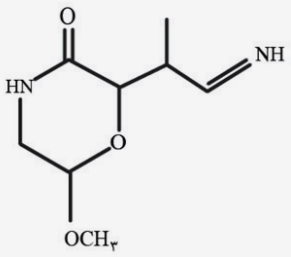
پاسخ: گزینه ۳ آسان | حفظی

نیتروژن مونوکسید (NO) و نیتروژن دی اکسید (NO_2) رادیکال هستند، زیرا در ساختار لوویس این مولکول‌ها، اتم نیتروژن، الکترون تک (جفت نشده) دارد. چنین گونه‌هایی در مقایسه با سایر مواد، واکنش‌پذیری و فعالیت شیمیایی بیشتری دارند و ناپایدارتر هستند.

مقایسه واکنش‌پذیری مولکول‌های NO، NO_2 و N_2O_4 به صورت زیر است:



1. کدام دو گروه عاملی در فرمول ساختاری ترکیب داده شده، وجود ندارد؟



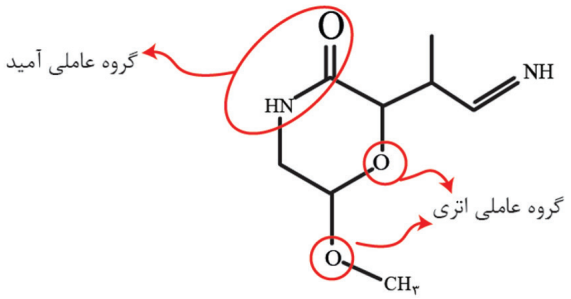
۱) آمین و آمید ۲) آمین و استر ۳) آمید و اتر ۴) اتر و استر

پاسخ: گزینه ۲ آسان | مهارتی

آفرود در جدول زیر، همهٔ گروه‌های عاملی اکسیژن‌دار و نیتروژن‌دار مطرح شده در کتاب درسی در یک نگاه آمده است:

نام خانواده	آلدهیدها	کتون‌ها	الکل‌ها	اترها	استرها	کربوکسیلیک اسیدها	آمین‌ها	آمیدها
فرمول ساختاری و نام گروه عاملی	$H-C(=O)-H$ آلدهیدی	$-C(=O)-$ کتونی	$-OH$ هیدروکسیل	$-O-$ اتری	$-C(=O)-O-$	$-C(=O)-OH$ کربوکسیل	$-N-$ آمینی	$-C(=O)-N-$ آمیدی
فرمول کلی	$R-C(=O)-H$:R هیدروژن یا گروه هیدروکربنی	$R-C(=O)-R'$ R و R′ : هیدروژن یا گروه هیدروکربنی	$R-OH$:R فقط گروه هیدروکربنی	$R-O-R'$ R و R′ : فقط گروه هیدروکربنی	$R-C(=O)-O-R'$ R : هیدروژن یا گروه هیدروکربنی R′ : فقط گروه هیدروکربنی	$R-C(=O)-OH$ R : هیدروژن یا گروه هیدروکربنی	$R-N(R')-R''$ R : گروه هیدروکربنی R′ و R″ : گروه هیدروکربنی یا H	$R-C(=O)-N(R')-R''$ R، R′ و R″ : هیدروژن یا گروه هیدروکربنی
فرمول‌ساختاری ساده‌ترین عضو خانواده	$H-C(=O)-H$	$CH_3-C(=O)-CH_3$	CH_3-OH	CH_3-O-CH_3	$H-C(=O)-O-CH_3$	$H-C(=O)-OH$	$H-N(H)-CH_3$	$H-C(=O)-NH_2$

گروه‌های عاملی ساختار ارائه شده در شکل زیر مشخص شده‌اند:



موشکافی چرا گروه C = NH سمت راست مولکول به عنوان گروه عاملی آمین در نظر گرفته نمی‌شود؟
اتم نیتروژن در آمین‌ها (که از مشتقات آمونیاک هستند)، با پیوند یگانه به اتم کربن متصل است.

2. درستی یا نادرستی هریک از عبارت‌های زیر به ترتیب از راست به چپ در کدام گزینه آورده شده است؟

آ) ویتامین K، دارای حلقهٔ بنزنی و دو گروه عاملی کربونیل است.

ب) ویتامین C، تنها ویتامین محلول در آب است.

پ) در هر سه ویتامین A، C و D دست کم یک گروه عاملی هیدروکسیل وجود دارد.

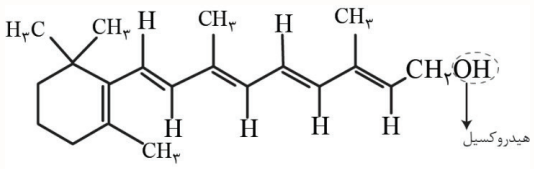
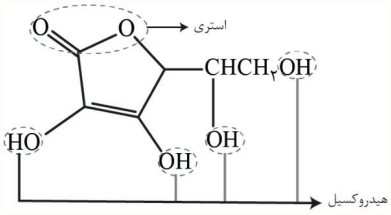
ت) نسبت شمار جفت الکترون‌های پیوندی به شمار جفت الکترون‌های ناپیوندی در مولکول ویتامین A با فرمول مولکولی $C_{20}H_{30}O$، برابر با ۲۹ است.

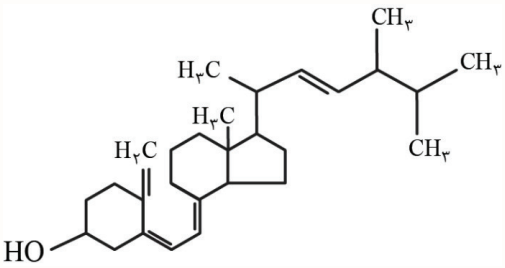
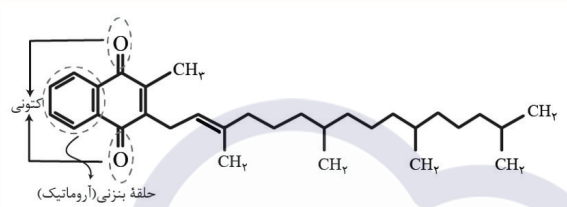
۱) نادرست – نادرست – درست - نادرست
۲) درست – نادرست – درست – درست
۳) درست – نادرست – درست - نادرست
۴) نادرست – درست – نادرست - درست

پاسخ: گزینه ۳ متوسط | حفظی

درسنامه

در جدول زیر چهار ویتامین‌های موجود در کتاب درسی بررسی شده‌اند:

مادهٔ غذایی حاوی آن	محلول در آب یا چربی؟	ساختار لوویس (فرمول مولکولی)	ویژگی ویتامین
هویج	چربی	$(C_{20}H_{30}O)$ 	آ (A)
پرتقال و مرکبات	آب	$(C_6H_8O_6)$ 	ث (C)

شیر	چربی	$(C_{27}H_{24}O)$ 	دی (D)
کلم و کاهو	چربی	$(C_{31}H_{46}O_2)$ 	کا (K)

بررسی همهٔ عبارت‌ها:

آ ویتامین K در ساختار خود یک حلقهٔ بنزنی و دو گروه عاملی کربونیل دارد.

ب در ویتامین C برخلاف سایر ویتامین‌های A، D و K، بخش‌های قطبی مولکول (گروه‌های عاملی اکسیژن‌دار) بر بخش‌های ناقطبی آن (بخش‌های هیدروکربنی) غلبه می‌کند و این موضوع باعث انحلال‌پذیری بیشتر ویتامین C در آب می‌شود. هر چند ویتامین C جزو ویتامین-های محلول در آب است، اما تنها ویتامین با این ویژگی نیست. به عنوان نمونه، ویتامین‌های B نیز در اب محلول‌اند.

پ ویتامین‌های A و D، هرکدام دارای یک گروه عاملی هیدروکسیل بوده و ویتامین C دارای ۴ گروه عاملی هیدروکسیل در ساختار خود است.

ت

استراتژی در پاسخ سوالات قبلی، رابطه‌ای برای محاسبهٔ شمار جفت الکترون‌های پیوندی ارائه شد. برای به دست آوردن شمار جفت الکترون‌های ناپیوندی هم کافی است به این نکته توجه کنید که هرکدام از اتم‌های نیتروژن، اکسیژن و هالوژن‌ها به ترتیب یک، دو و سه جفت الکترون ناپیوندی در ساختار ترکیبات آلی دارند.

ت: حساب می‌کنیم:

$$\left.\begin{array}{l} C_{20}H_{30}O \text{ شمار جفت الکترون‌های پیوندی } = \dfrac{20(4)+30(1)+1(2)}{2} = 56 \\ C_{20}H_{30}O \text{ شمار جفت الکترون‌های ناپیوندی } = 1(2) = 2 \end{array}\right\} \Rightarrow \frac{56}{2} = 28$$

3. کدام مطلب در مورد پلی‌اتن سبک و سنگین درست است؟

۱) چگالی پلی اتن سنگین بیشتر از چگالی آب است.

۲) پلی‌اتن سنگین در مقایسه با پلی اتن سبک، ساختار منظم‌تری داشته و شفاف است.

۳) فرمول همگانی $+C_2H_4+_n$ را فقط می‌توان به پلی اتن بدون شاخه یا پلی اتن سنگین نسبت داد.

۴) پلی اتن سنگین از اتصال مونومرهای اتن در حضور کاتالیزگر حاوی Al و Ti به دست می‌آید.

پاسخ: گزینه ۴ متوسط | حفظی

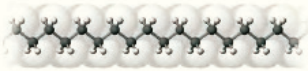
درسنامه

همه چیز دربارهٔ پلی‌اتن‌های سبک و سنگین

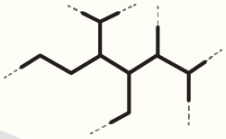
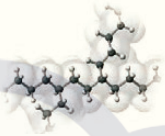
- مونومرهای اتن (C_2H_4) می‌توانند با انجام واکنش پلیمری شدن در دما و فشار بالا، پلیمر (پلی اتن) هایی با ساختار، جرم مولی میانگین و ویژگی‌های متفاوت پدید آورند.

- نحوهٔ اتصال مولکول‌های اتن و تشکیل انواع پلی اتن:

۱) اتصال پشت سر هم به یکدیگر ← محصول: زنجیرهای بلند بدون شاخه

یا

⇐ پلی اتن بدون شاخه (سنگین)

۲) اتصال از کناره‌ها به یکدیگر ← محصول: زنجیرهای شاخه‌دار


یا

⇐ پلی اتن شاخه‌دار (سبک)

در جدول زیر، پلی اتن‌های سبک و سنگین در یک نگاه مقایسه شده‌اند:

پلی‌اتن / ویژگی	سبک	سنگین
ساختار	شاخه‌دار	بدون شاخه
فرمول مولکولی	$\left(C_2H_4\right)_n$	$\left(C_2H_4\right)_n$
نوع نیروی بین مولکولی	وان دروالسی	وان دروالسی
شفاف یا کدر بودن	شفاف	کدر
کاربرد	کیسه‌های پلاستیکی شفاف	لوله‌های پلاستیکی، دبه‌های آب، بطری شیر و اسباب‌بازی
چگالی ($g.cm^{-3}$)	۰/۹۲ (شناور در آب)	۰/۹۷ (شناور در آب)

پلی اتن سنگین یک پلاستیک پرکاربرد است که از اتصال مونومرهای اتن در حضور کاتالیزگر حاوی آلومینیم و تیتانیم به دست می‌آید.

نکته نسبت‌های مختلف از کاتالیزگر محتوی آلومینیم و تیتانیم منجر به تشکیل پلی اتن با جرم مولی‌های مختلف می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ چگالی پلی اتن‌های سبک و سنگین، هر دو کمتر از آب است.

۲ پلی اتن سنگین نسبت به پلی اتن سبک ساختار منظم‌تر و منسجم‌تری دارد، اما این ساختار باعث کدرتر بودن آن نسبت به پلی اتن سبک می‌شود و این پلی اتن سبک است که برخلاف پلی اتن سنگین شفاف می‌باشد.

نظم ساختاری: (پلی اتن سنگین) < (پلی اتن سبک)

۳ فرمول همگانی ارائه شده را هم می‌توان به پلی اتن سبک و هم به پلی اتن سنگین نسبت داد.

4. کدام‌یک از عبارت‌های زیر درست است؟

۱) بین مواد گلوکز، پروپن، تفلون، استیرن و انسولین، سه ماده می‌توانند مولکول‌های سازندهٔ پلیمر باشند.

۲) سلولز و نشاسته، هر دو جزو درشت مولکول‌های طبیعی هستند و فرمول عمومی آن‌ها به صورت $(CH_2O)_n$ است.

۳) شمار اتم‌های اکسیژن در هر واحد تکرار شوندهٔ الیاف سلولز، برابر با شمار اتم‌های کربن در هر واحد تکرار شونده از پلیمری است که برای ساخت کیسهٔ خون استفاده می‌شود.

۴) نیروهای بین مولکولی در درشت مولکول‌ها، به دلیل حجم بزرگ و جرم مولکولی بسیار زیاد، قوی بوده و این مواد همواره در شرایط معمولی به حالت جامدند.

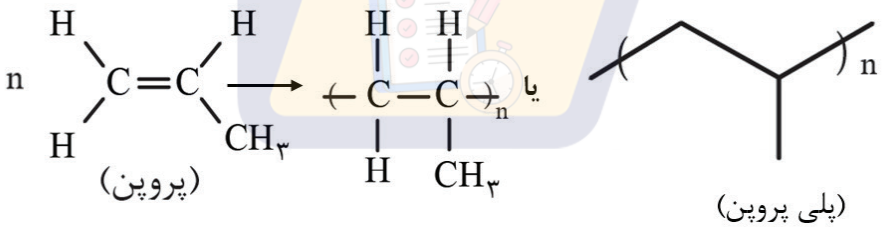
پاسخ: گزینه ۱ | سخت | حفظی، مفهومی

بررسی همهٔ گزینه‌ها:

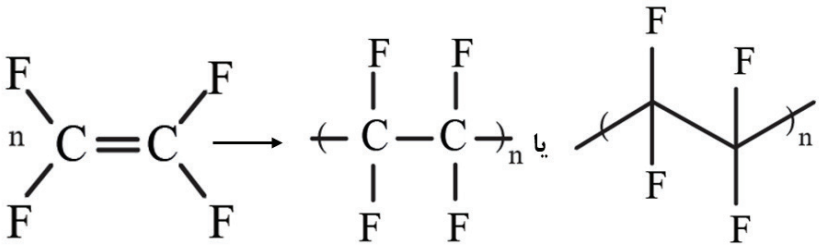
۱ هر مورد را به صورت جداگانه بررسی می‌کنیم:

گلوکز: این مولکول می‌تواند واحد تکرار شوندهٔ سلولز و نشاسته با ساختارهای زیر باشد:

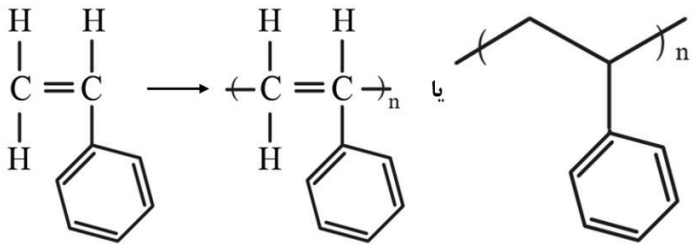
پروپن: نوعی مولکول کوچک محسوب می‌شود و مونومر سازندهٔ پلی پروپن است:



تفلون: نوعی درشت مولکول با واحدهای سازندهٔ یکسان و مشخص به نام تترافلوئورواتن است.



استیرن: نوعی مولکول کوچک محسوب می‌شود و مونومر سازندهٔ پلی استیرن است:



انسولین: نوعی پروتئین است و پروتئین‌ها در دسته درشت مولکول‌ها قرار می‌گیرند. درشت مولکول‌ها مولکول‌های بسیار بزرگی هستند که از تعداد زیادی اتم تشکیل شده‌اند.

۲ فرمول عمومی نشاسته و سلولز که هر دو از واحدهای تکرار شوندهٔ گلوکز تشکیل شده‌اند، به صورت $(C_6H_{10}O_5)_n$ است. (n شمار واحدهای تکرار شونده است.)

۳ در هر واحد تکرار شوندهٔ سلولز با فرمول مولکولی $(C_6H_{10}O_5)_n$، پنج اتم اکسیژن و در هر واحد تکرار شوندهٔ پلی وینیل کلرید (مورد استفاده در ساخت کیسهٔ خون) با فرمول مولکولی $(C_2H_3Cl)_n$، دو اتم کربن وجود دارد.

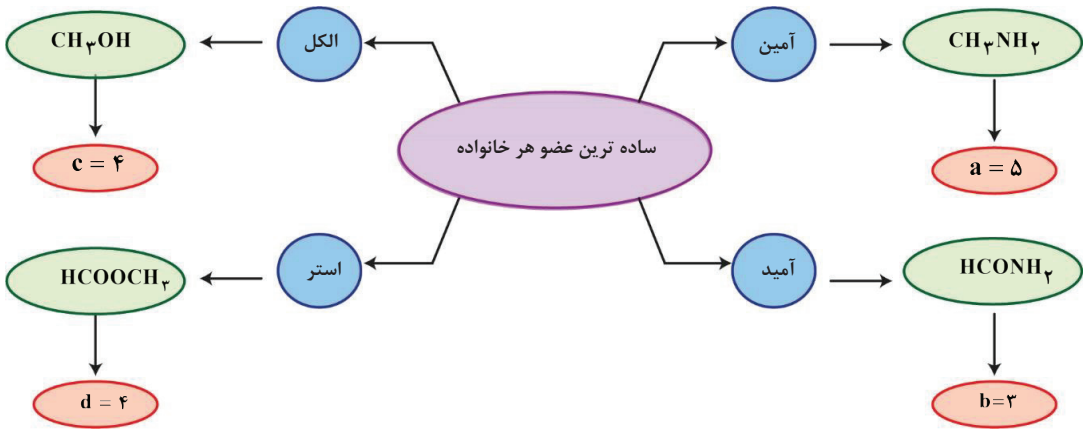
۴ اگرچه درشت مولکول‌ها به دلیل حجم بزرگ و جرم مولکولی بسیار زیاد، نیروهای بین مولکولی قوی‌تری نسبت به مولکول‌های کوچک‌تر دارند، اما این نیروها تنها عامل تعیین کننده حالت فیزیکی آن‌ها نیستند؛ نیروهای بین مولکولی شامل نیروهای واندروالسی و پیوندهای هیدروژنی می‌شوند که با افزایش حجم مولکول، سطح تماس و برهم کنش‌های بین مولکولی افزایش می‌یابد؛ با این حال نمی‌توان ادعا کرد که همهٔ درشت مولکول‌ها در شرایط معمولی جامد هستند، به عنوان نمونه، روغن زیتون یک درشت‌مولکول بوده و در شرایط معمولی، مایع است.

5. اگر شمار اتم‌های هیدروژن در مولکول ساده‌ترین عضو خانواده‌های آمین، آمید، الکل و استر را به ترتیب با a، b، c و d نشان دهیم، کدام‌یک از روابط زیر درست است؟

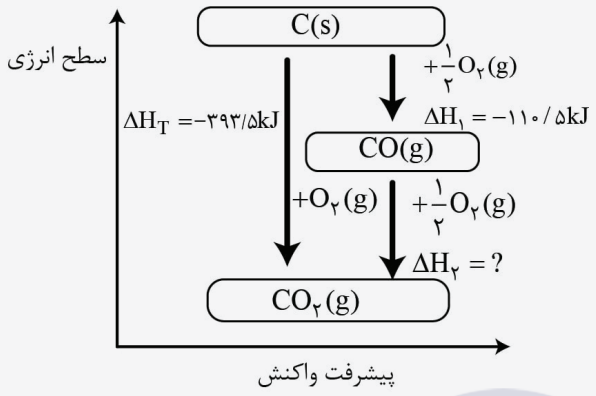
۱) $a - c = b - d$ ۲) $a + b = c + d$ ۳) $a.b = c.d$ ۴) $b > a > c = d$

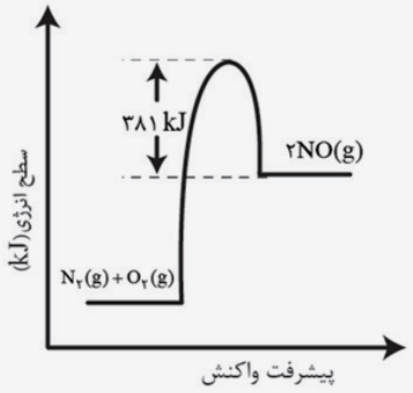
پاسخ: گزینه ۲ متوسط | حفظی، مهارتی

باتوجه به طرح نموداری زیر، رابطهٔ ارائه شده در گزینهٔ (۲) درست است.



6. باتوجه به نمودارها و واکنش‌های ترموشیمیایی داده شده، انرژی فعال‌سازی واکنش: $N_2(g)+O_2(g)\rightarrow 2NO(g)$، چند کیلوژول است؟





$2CO(g)+2NO(g)\rightarrow 2CO_2(g)+N_2(g):\Delta H_2=-747kJ$

۱) ۵۶۲ ۲) ۸۰۰ ۳) ۱۱۲۸ ۴) ۱۳۶۶

پاسخ: گزینه ۱ سخت | محاسباتی

استراتژی ابتدا با استفاده از نمودار «انرژی – پیشرفت» واکنش سمت چپ، آنتالپی واکنش: $CO(g)+\frac{1}{2}O_2(g)\rightarrow CO_2(g)$ را به دست می‌آوریم. در ادامه با استفاده از واکنش داده شده و قانون هس، آنتالپی واکنش: $N_2(g)+O_2(g)\rightarrow 2NO(g)$ را حساب می‌کنیم. در انتها با استفاده از نمودار «انرژی – پیشرفت» واکنش سمت راست، انرژی فعال‌سازی واکنش موردنظر را حساب می‌کنیم.

گام اول: با استفاده از نمودار، آنتالپی واکنش: $CO(g)+\frac{1}{2}O_2(g)\rightarrow CO_2(g)$ را حساب می‌کنیم:

$$\Delta H_T=\Delta H_1+\Delta H_2\rightarrow \Delta H_2=\Delta H_T-\Delta H_1=-393/5kJ-(-110/5kJ)=-283kJ$$

گام دوم: با استفاده از واکنش‌های زیر و قانون هس، آنتالپی واکنش: $N_2(g)+O_2(g)\rightarrow 2NO(g)$ را حساب می‌کنیم:

$$1)CO(g)+\frac{1}{2}O_2(g)\rightarrow CO_2(g)\ ,\ \Delta H_1=-283kJ$$
$$2)2CO(g)+2NO(g)\rightarrow 2CO_2(g)+N_2(g)\ ,\ \Delta H_2=-747kJ$$

برای رسیدن به واکنش هدف، واکنش (۱) را دو برابر و واکنش (۲) را معکوس می‌کنیم:

$$1')2CO(g)+O_2(g)\rightarrow 2CO_2(g)\ ,\ \Delta H'=2(-283)=-566\ kJ$$
$$2')2CO(g)+2NO(g)\rightarrow 2CO_2(g)+N_2(g)\ ,\ \Delta H'=+747kJ$$
$$\text{واکنش هدف}:N_2(g)+O_2(g)\rightarrow 2NO(g)\ ,\ \Delta H=-566+747=181\ kJ$$

گام سوم: درنهایت، با استفاده از نمودار «انرژی – پیشرفت» واکنش مقابل، انرژی فعال‌سازی واکنش هدف را به دست می‌آوریم:

$$\Rightarrow E_a=181+381=562kJ$$

7. همهٔ گزینه‌های زیر نادرست‌اند، به جز .....

۱) هرچه تفاوت سطح انرژی واکنش دهنده (ها) و فراورده (ها) ی یک واکنش بیشتر باشد، انرژی فعال‌سازی آن واکنش، بزرگ‌تر است.

۲) در واکنش گازی که با گرما دادن به واکنش دهنده‌ها، آغاز می‌شود، مجموع آنتالپی پیوند واکنش دهنده (ها)، بیشتر از مجموع آنتالپی فراورده (ها) است.

۳) در واکنش $H_2(g)+Cl_2(g)\rightarrow 2HCl(g)$، اختلاف سطح انرژی قلهٔ نمودار با واکنش دهنده‌ها (بدون حضور کاتالیزگر)، برابر با مجموع آنتالپی پیوندهای $H-H$ و $Cl-Cl$ است.

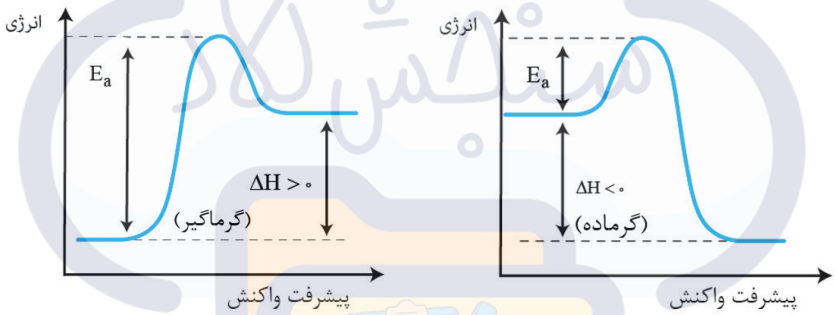
۴) در واکنش میان گازهای هیدروژن و اکسیژن، افزودن توری پلاتینی، سبب بروز انفجار شده و شیب نمودار «غلظت – زمان» گاز H_2 نسبت به نمودار «غلظت – زمان» گاز O_2، به مقدار بیشتری تغییر می‌کند.

پاسخ: گزینه ۴ متوسط | حفظی، مفهومی

منظور سوال اینکه که کدوم گزینه درسته!

بررسی همهٔ گزینه‌ها:

۱ تفاوت سطح انرژی واکنش دهنده (ها) و فراورده (ها) (ΔH) که به آن تغییر آنتالپی نیز گفته می‌شود، نشان دهندهٔ میزان انرژی آزاد شده یا جذب شده در طول انجام یک واکنش شیمیایی است؛ به طوری که اگر ΔH منفی باشد، واکنش گرماده است و انرژی آزاد می‌شود و اگر مثبت باشد، واکنش گرماگیر است و انرژی جذب می‌شود.



از سوی دیگر، انرژی فعال‌سازی (E_a) حداقل مقدار انرژی مورد نیاز برای شروع یک واکنش شیمیایی است که به عنوان یک سد عمل می‌کند و واکنش دهنده‌ها باید با دریافت انرژی از آن عبور کنند تا به فراورده‌ها تبدیل شوند؛ این دو مفهوم $(E_a, \Delta H)$ مستقل از یکدیگر هستند.

موشکافی آنتالپی واکنش (ΔH)، تفاوت سطح انرژی واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌ها را نشان می‌دهد. درحالی که انرژی فعال‌سازی (E_a)، حداقل مقدار انرژی لازم برای شروع واکنش است که صرف سست شدن برخی پیوندها می‌شود و سرعت واکنش را کنترل می‌کند؛ به عبارت دیگر، یک واکنش گرماده ممکن است انرژی فعال‌سازی بالایی داشته باشد، به این معنی که برای شروع آن به انرژی زیادی نیاز است، اما پس از آغاز، مقدار زیادی انرژی آزاد می‌شود؛ همچنین، یک واکنش گرماگیر می‌تواند انرژی فعال‌سازی پایینی داشته باشد، به این معنی که با انرژی کمی شروع می‌شود، اما در طول واکنش انرژی جذب می‌کند؛ بنابراین، بزرگی ΔH لزوماً به معنای بزرگی E_a نیست، و این دو مفهوم باید به طور جداگانه در نظر گرفته شوند.

۲ همهٔ واکنش‌های شیمیایی (صرف‌نظر از گرماگیر یا گرماده بودن آن‌ها) برای آغاز، به حداقل مقدار انرژی (انرژی فعال‌سازی) نیاز دارند و یکی راه‌های تأمین انرژی فعال‌سازی یک واکنش، گرم کردن واکنش دهنده‌هاست.

تله‌تستی در واکنش‌های گازی گرماگیر مجموع آنتالپی پیوند فراورده‌ها از مجموع آنتالپی پیوند واکنش دهنده‌ها کمتر است.

۳ در نمودار «انرژی – پیشرفت» واکنش، اختلاف سطح انرژی قلهٔ نمودار با سطح انرژی واکنش دهنده (ها)، انرژی فعال‌سازی (E_a) نامیده می‌شود که حداقل انرژی موردنیاز برای آغاز واکنش شیمیایی است و نشان دهندهٔ سد انرژی‌ای است که واکنش دهنده (ها) باید

از آن عبور کنند تا به فراورده (ها) تبدیل شوند؛ در مقابل، مجموع آنتالپی پیوند واکنش دهنده (ها)، مقدار انرژی موردنیاز برای شکستن تمام پیوندها در واکنش دهنده (ها) است که لزوماً با انرژی فعال‌سازی برابر نیست؛ به عبارت دیگر، انرژی فعال‌سازی انرژی مورنیاز برای رسیدن به شروع واکنش است، درحالی که مجموع آنتالپی پیوند واکنش دهنده (ها) انرژی موردنیاز برای تجزیه کامل واکنش دهنده (ها) را نشان می‌دهد؛ بنابراین، این دو مفهوم با وجود ارتباطی که با انرژی دارند، متفاوت هستند و نباید با یکدیگر اشتباه گرفته شوند. درواقع اختلاف سطح انرژی واکنش دهنده (ها) و قلهٔ نمودار (E_a) از مجموع آنتالپی پیوند واکنش دهنده(ها) کوچک‌تر است.

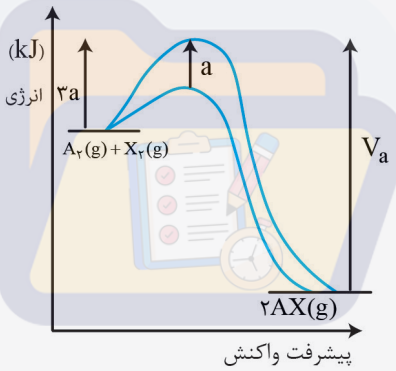
۴ چگونگی تأثیرگذاری توری پلاتینی بر سرعت واکنش سوختن هیدروژن:

توری پلاتینی به عنوان کاتالیزگر، انرژی فعال‌سازی واکنش سوختن هیدروژن را به طور قابل توجهی کاهش می‌دهد و سبب بروز انفجار می‌شود.

چگونگی تأثیرگذاری کاتالیزگر بر شیب نمودار «غلظت – زمان» واکنش دهنده‌ها:

طبق معادلهٔ واکنش $(2H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2H_2O(g))$، دو مولکول هیدروژن برای واکنش با یک مولکول اکسیژن موردنیاز است که نشان دهندهٔ نسبت دو به یک بین مصرف هیدروژن و اکسیژن است؛ این نسبت استوکیومتری به این معناست که در هر لحظه از واکنش، مقدار هیدروژن مصرفی دو برابر مقدار اکسیژن مصرفی است؛ بنابراین، سرعت کاهش غلظت هیدروژن در طول زمان، دو برابر سرعت کاهش غلظت اکسیژن است و این تفاوت در سرعت مصرف، به شیب تندتر نمودار «غلظت – زمان» هیدروژن نسبت به اکسیژن منجر می‌شود، زیرا شیب نمودار «غلظت – زمان»، نمایانگر سرعت تغییر غلظت واکنش دهنده (ها) است و شیب تندتر بیانگر سرعت بیشتر مصرف واکنش دهندهٔ مربوطه است.

8. باتوجه به نمودار «انرژی – پیشرفت» زیر که مربوط به واکنش: $A_2(g) + X_2(g) \rightarrow 2AX(g)$ قبل و پس از استفاده از یک کاتالیزگر مشخص است، اگر انرژی فعال‌سازی واکنش، پس از آن استفاده از کاتالیزگر به ۱۲۰ kJ برسد، در اثر مصرف ۱۴ گرم گاز A_2، چند کیلوژول انرژی آزاد می‌شود؟ $(A = 35 g.mol^{-1})$



۱) ۱۲ ۲) ۲۴ ۳) ۴۸ ۴) ۹۶

پاسخ: گزینه ۳ متوسط | محاسباتی

استراتژی ابتدا با تحلیل نمودار ارائه شده، انرژی فعال‌سازی واکنش را محاسبه می‌کنیم. سپس با استفاده از مقدار به دست آمده برای a، آنتالپی واکنش را تعیین کرده و درنهایت، با استفاده از آنتالپی واکنش و نسبت‌های استوکیومتری معادلهٔ موازنه شده، میزان انرژی آزاد شده از مصرف A_2 را محاسبه می‌کنیم.

گام اول: باتوجه به نمودار مقابل، انرژی فعال‌سازی واکنش پس از استفاده از کاتالیزگر، به اندازهٔ a کاهش می‌یابد و از ۳a به ۲a می‌رسد. بنابراین می‌توان نوشت:

$$2a = 120 \rightarrow a = 60 kJ$$

گام دوم: در ادامه با استفاده از مقدار به دست آمده برای a، آنتالپی واکنش را حساب می‌کنیم: (دقت کنید که واکنش گرماده است.)

$$\Delta H = E_{a\,(\text{رفت})} - E_{a(\text{برگشت})} = ۳a - ۷a = -۴a = -۴ \times ۶۰ = -۲۴۰\,kJ$$

گام سوم: حالا می‌توان گرمای آزاد شده بر اثر مصرف ۱۴ گرم گاز $A_۲$ را حساب کرد:

$$۱۴\,gA_۲ \times \frac{۱\,molA_۲}{۷۰\,g\,A_۲} \times \frac{-۲۴۰\,kJ}{۱\,mol\,A_۲} = -۴۸\,kJ$$

9. در ارتباط با مبدل کاتالیستی خودروهای دیزلی و معادلهٔ واکنش حذف اکسیدهای نیتروژن در آن، چه تعداد از عبارت‌های زیر درست است؟ $(H = ۱, N = ۱۴, O = ۱۶ : g.mol^{-۱})$

آ) با استفاده از مبدل کاتالیستی خودروهای بنزینی، نمی‌توان اکسیدهای نیتروژن خروجی از خودروهای دیزلی را به گاز نیتروژن تبدیل کرد.

ب) به ازای مصرف ۳/۴g از گونهٔ کاهنده، در مجموع $۳/۶۱۲ \times ۱۰^{۲۲}$ الکترون میان گونه‌های اکسنده و کاهنده مبادله می‌شود.

پ) نسبت مجموع ضرایب واکنش دهنده‌ها به مجموع ضرایب فراورده‌ها، برابر با ۰/۸ است.

ت) فناوری تولید ماده‌ای که اکسیدهای نیتروژن را به گاز نیتروژن تبدیل می‌کند، بعد از فناوری تولید اوره ابداع شده است.

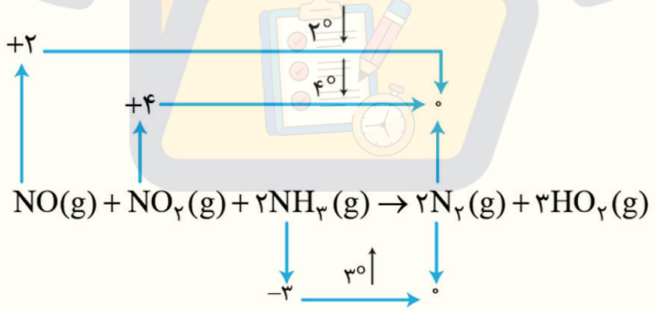
۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

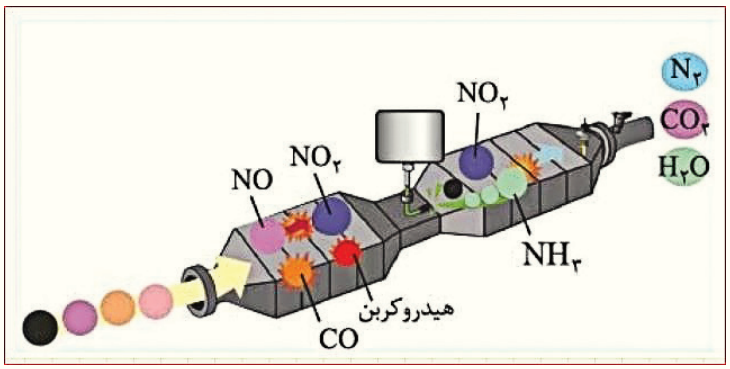
پاسخ: گزینه ۲ سخت | حفظی، محاسباتی

درسنامه

مبدل‌های کاتالیستی در خودروهای دیزلی

- مبدل‌های کاتالیستی خودروهای بنزینی نمی‌توانند گازهای آلایندهٔ NO و $NO_۲$ (اکسیدهای نیتروژن) خروجی از خودروهای دیزلی را به گاز $N_۲$ تبدیل کنند.
- در مبدل‌های کاتالیستی خودروهای دیزلی، با ورود آمونیاک و انجام واکنش زیر، تا حدود زیادی از ورود گازهای NO و $NO_۲$ به هواکره جلوگیری می‌شود.



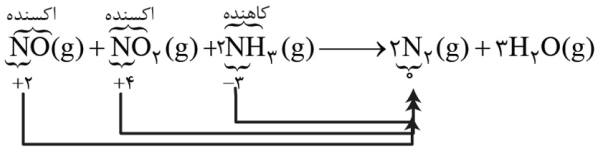


عبارت‌های (آ) و (پ) درست هستند.

بررسی عبارت‌ها:

آ با استفاده از مبدل‌های کاتالیستی خودروهای بنزینی نمی‌توان گازهای NO و NO_2 خروجی از خودروهای دیزلی را به گاز N_2 تبدیل کرد و باید از گاز NH_3 نیز استفاده کرد.

ب معادلهٔ موازنه شدهٔ حذف اکسیدهای نیتروژن در خودروهای دیزلی به صورت زیر است:

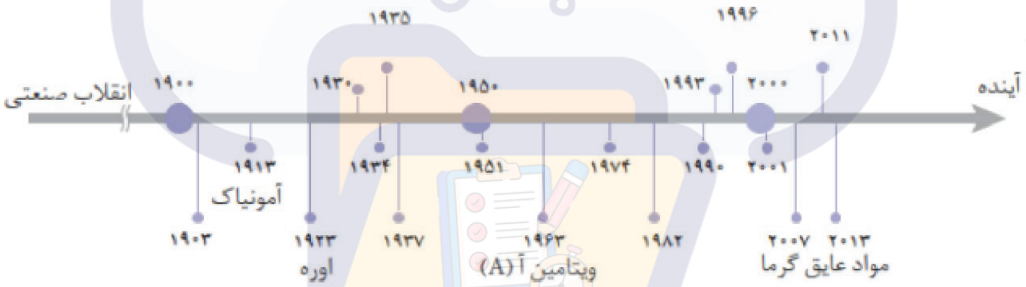


ب) باتوجه به این که مجموع شمار مول الکترون‌های مبادله شده در این واکنش برابر با $2\times1\times3=6\,mol$ است، می‌توان نوشت:

$$3/4\,gNH_3 \times \frac{1\,mol\,NH_3}{17\,g\,NH_3} \times \frac{6\,mol\,e^-}{2\,mol\,NH_3} \times \frac{6/02\times10^{23}\,e^-}{1\,mol\,e^-} = 3/612\times10^{23}\,e^-$$

پ نسبت مجموع ضرایب مواد واکنش دهنده به فراورده در معادلهٔ موازنه شدهٔ حذف اکسیدهای نیتروژن در خودروهای دیزلی، برابر با $\frac{1+1+2}{2+3}=\frac{4}{8}=0/8$ است.

ت ماده‌ای که NO و NO_2 را به N_2 تبدیل می‌کند، NH_3 است. باتوجه به نمودار زیر، فناوری تولید آمونیاک (NH_3) قبل از اوره ایجاد شده است.



1. در واکنش برگشت‌پذیر: $A_2(g)+B_2(g) \rightleftharpoons 2AB(g)$، در غیاب کاتالیزگر، $E_a=-3\Delta H$ و در حضور کاتالیزگر، E_a با ۱۵ درصد کاهش به ۶۶۳ kJ می‌رسد. کدام گزینه براساس اطلاعات داده شده درست است؟

۱) در اثر مصرف کامل ۳۳۶۰mL از واکنش دهنده‌های گازی در شرایط استاندارد، ۳۹kJ گرما آزاد می‌شود.

۲) با استفاده از این کاتالیزگر، اختلاف سطح انرژی فراورده و قلهٔ موجود در نمودار «انرژی – پیشرفت» واکنش به ۹۲۳kJ کاهش می‌یابد.

۳) در شرایط یکسان از نظر دما و فشار، انجام این واکنش در جهت رفت، دشوارتر از جهت برگشت است.

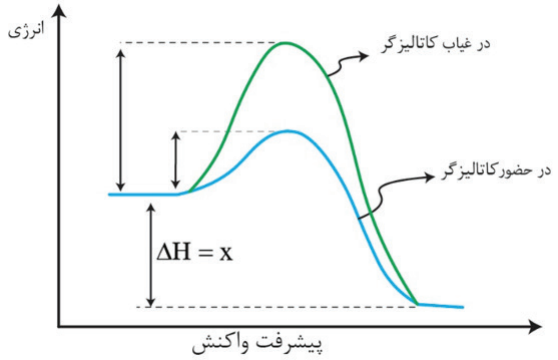
۴) در حضور این کاتالیزگر، تفاوت محتوای انرژی واکنش دهنده‌ها و فراورده‌ها به اندازهٔ ۱۱۷kJ کم می‌شود.

پاسخ: گزینه ۲ متوسط | محاسباتی

استراتژی ابتدا باتوجه به اطلاعات ارائه شده، گرماده یا گرماگیر بودن واکنش را تشخیص داده و مقدار آنتالپی و انرژی فعال‌سازی واکنش‌ها را در جهت رفت و برگشت حساب می‌کنیم و در ادامه به تحلیل گزینه‌ها می‌پردازیم.

انرژی فعال‌سازی همواره بزرگ‌تر از صفر (مثبت) است. باتوجه به رابطهٔ میان انرژی فعال‌سازی و آنتالپی واکنش، این دو کمیت با یکدیگر ناهم‌علامت بوده و بنابراین آنتالپی واکنش منفی و یا واکنش گرماده است.

نمودار زیر تغییرات سطح انرژی قله نمودار بر اثر استفاده از کاتالیزگر را به خوبی نشان می‌دهد:



بر اثر استفاده از کاتالیزگر، انرژی فعال‌سازی واکنش ۱۵ درصد کاهش یافته و از E_a به $۰/۸۵E_a$ می‌رسد. بنابراین می‌توان نوشت:

$$۶۶۳ = \frac{۸۵}{۱۰۰}(۳x) \rightarrow x = ۲۶۰kJ \rightarrow \begin{cases} \Delta H = -۲۶۰kJ \\ E_a(\text{رفت}) \text{ در غیاب کاتالیزگر} = ۳x = ۷۸۰kJ \\ E_a(\text{برگشت}) \text{ در غیاب کاتالیزگر} = ۴x = ۱۰۴۰kJ \end{cases}$$

بررسی همهٔ گزینه‌ها:

۱ بر اثر مصرف دو مول واکنش دهندهٔ گازی، ۲۶۰ کیلوژول انرژی آزاد می‌شود؛ بنابراین می‌توان نوشت:

$$۲mol \text{ (واکنش دهندهٔ گازی)} \sim -۲۶۰kJ \Rightarrow ۳۳۶۰mL \times \frac{۱mol}{۲۲۴۰۰mL} \times \frac{۲۶۰kJ}{۲mol} = ۱۹/۵kJ$$

۲ در صورت استفاده از کاتالیزگر، اختلاف سطح انرژی فراورده با قلهٔ نمودار «انرژی – پیشرفت» واکنش برابر با $|\Delta H| + ۶۶۳$ یا ۹۲۳ kJ است.

۳ در شـــرایط یکســـان از نظر دما، فشار، کاتالیزگر و ....، انجام یک فرایند برگشت‌پذیر در جهت گرماگیر (در این واکنش جهت برگشت) دشوارتر از انجام آن در جهت گرماده است.

موشکافی در واکنش‌های برگشت‌پذیر، تعادلی بین واکنش‌های رفت و برگشت برقرار می‌شود؛ با این حال، انجام یک فرایند برگشت‌پذیر در جهت گرماگیر، یعنی جهتی که انرژی از محیط به سیستم جذب می‌شود، در شرایط یکسان از نظر دما، فشار و کاتالیزگر، دشوارتر از انجام آن در جهت گرماده است؛ این دشواری به دلیل نیاز به انرژی اضافی برای انجام واکنش گرماگیر است؛ درواقع، اگر سیستم در حال تعادل باشد و دما افزایش نیابد، انرژی کافی برای انجام واکنش گرماگیر در دسترس نخواهد بود و مطابق با اصل لوشاتلیه، تعادل به سمت واکنش گرماده متمایل می‌شود.

۴ تفاوت سطح انرژی فراورده (ها) با سطح انرژی واکنش‌دهنده(ها) که همان ΔH است، بر اثر استفاده از کاتالیزگر، هیچ تغییری نمی‌کند.

11. کدام موارد از عبارت‌های زیر به درستی بیان شده‌اند؟

آ) در یک واکنش گرماگیر، امکان ندارد مقدار آنتالپی واکنش، بیشتر از انرژی فعال‌سازی واکنش باشد.

ب) افزایش دما همانند استفاده از کاتالیزگر مناسب، با تأمین انرژی لازم برای انجام واکنش موردنظر، مدت زمان تولید جرم مشخصی از فراورده (ها) را کاهش می‌دهد.

پ) در واکنش‌های برگشت‌پذیری که با انتقال گرما به محیط همراه هستند، در اثر افزودن کاتالیزگر مناسب، درصد تغییرات انرژی فعال‌سازی واکنش رفت، بیشتر از انرژی فعال‌سازی واکنش برگشت است.

ت) فسفر سفید برخلاف گاز هیدروژن درهوا و دمای اتاق می‌سوزد و در نگهداری آن در زیر آب، مولکول‌های آب، نقش بازدارنده را ایفا می‌کنند.

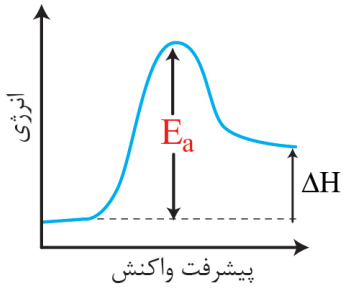
۱) آ، پ، ت ۲) ب، پ، ت ۳) آ، ت ۴) آ، پ

پاسخ: گزینه ۱ متوسط | حفظی، مفهومی

فقط مورد (ب) نادرســـت است؛ دقت کنید افزودن کاتالیزگر با تغییر مسیر انجام واکنش، منجر به کاهش E_a (نه تامین آن!) و در نتیجه افزایش سرعت فرایند می‌شود.

بررسی عبارت‌ها:

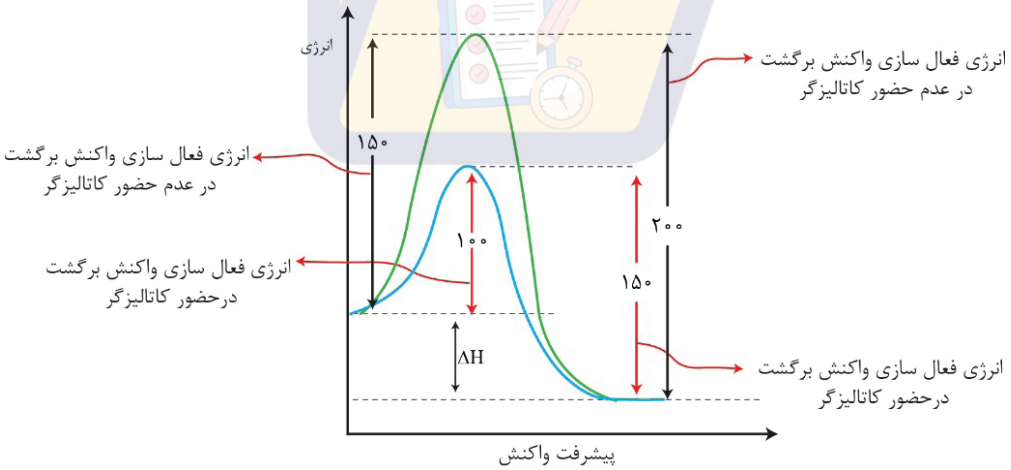
آ در واکنش‌های گرماگیر، انرژی فعال‌سازی که حداقل انرژی لازم برای شروع واکنش است، همواره از آنتالپی واکنش که میزان انرژی جذب شده را نشان می‌دهد، بیشتر است؛ این امر به این دلیل است که برای انجام واکنش گرماگیر، علاوه بر غلبه بر سد انرژی فعال‌سازی، باید انرژی بیشتری برای جذب گرما از محیط به سامانه فراهم شود. نمودار زیر را ببینید:



$$\xrightarrow{\text{در یک واکنش گرماگیر}} \text{همواره}: E_a > \Delta H$$

ب کاتالیزگرها با ارائه یک مسیر جایگزین با انرژی فعال‌سازی پایین‌تر و یا به عبارت دیگر با کاهش انرژی فعال‌سازی واکنش‌های رفت و برگشت به یک اندازه، سرعت واکنش‌های شیمیایی را افزایش می‌دهند، نه اینکه آن را تأمین کنند! به عبارت دیگر، کاتالیزگرها با تغییر مسیر واکنش، سد انرژی موردنیاز برای شروع واکنش را کاهش می‌دهند، بدون آن‌که خودشان انرژی سامانه را تامین کنند؛ این امر باعث می‌شود تعداد بیشتری از مولکول‌های واکنش دهنده، انرژی کافی برای عبور از سد انرژی و انجام واکنش را داشته باشند، در نتیجه سرعت کلی واکنش افزایش می‌یابد.

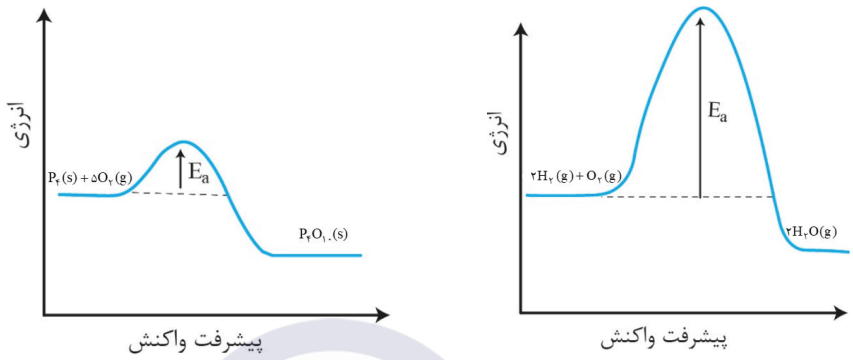
پ واکنش‌های برگشت‌پذیری که با انتقال گرما به محیط همراه هستند، واکنش‌هایی گرماده محسوب می‌شوند. در اثر افزودن کاتالیزگر مناسب برای افزایش سرعت یک واکنش گرماده، انرژی فعال‌سازی واکنش‌های رفت و برگشت به یک اندازه کاهش می‌یابند، اما از آن‌جایی که در واکنش‌های گرماده، انرژی فعال‌سازی واکنش رفت از انرژی فعال‌سازی واکنش برگشت کمتر است، درصد تغییر انرژی فعال‌سازی برای واکنش رفت، بیشتر از درصد تغییر انرژی فعال‌سازی واکنش برگشت خواهد بود. برای نمونه نمودار زیر را ببینید:



$$\text{درصد کاهش انرژی فعال‌سازی واکنش رفت بر اثر استفاده از کاتالیزگر} = \frac{۱۵۰-۱۰۰}{۱۵۰}\times ۱۰۰ \simeq \%۳۳$$

$$\text{درصد کاهش انرژی فعال‌سازی واکنش برگشت بر اثر استفاده از کاتالیزگر} = \frac{۲۰۰-۱۵۰}{۲۰۰}\times ۱۰۰ = \%۲۵$$

ت فسفر سفید، در دمای اتاق به شدت با اکسیژن هوا واکنش می‌دهد و می‌سوزد (نمودار ۲)، در حالی که گاز هیدروژن به دلیل پیوند کووالانسی قوی، در دمای اتاق نسبتاً واکنش‌ناپذیر است و برای سوختن نیاز به انرژی فعال‌سازی بالایی دارد (نمودار ۱). برای جلوگیری از سوختن فسفر سفید، آن را در زیر آب نگهداری می‌کنند، زیرا مولکول‌های آب با ایجاد یک مانع فیزیکی، از تماس فسفر سفید با اکسیژن هوا جلوگیری می‌کنند.



12. چه تعداد از عبارت‌های زیر درست است؟

- **فناوری تولید ویتامین A همانند فناوری تولید مواد عایق گرما، پس ازانقلاب صنعتی به دست آمده است.**
- **از پرتوهای فرابنفش، فروسرخ و رادیویی، برخلاف نور مرئی، می‌توان برای شناسایی مواد گوناگون استفاده کرد.**
- **اگر جسمی، بازهٔ طول موج‌های ۶۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر را جذب و سایر طول موج‌های مرئی را باز تاب دهد، به رنگ قرمز دیده خواهد شد.**
- **در واکنش تبدیل گاز کربن مونوکسید به گاز کربن دی اکسید، مجموع آنتالپی پیوند واکنش دهنده‌ها، بیشتر از مجموع آنتالپی پیوند فراورده است.**

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

پاسخ: گزینه ۱ متوسط | حفظی، مفهومی

مشاوره این دست از سوالات که به جزئیات ریز، حفظیات و قیدهای کتاب درسی توجه دارن، سهم مخصوص به خودشونو توی سوالات کنکور دارن و دست کم نگیریدشون!

فقط عبارت اول درست است.

بررسی عبارت‌ها:

عبارت اول: فناوری تولید آمونیاک، اوره، ویتامین A و مواد عایق گرما، پس از انقلاب صنعتی به دست آمده است.

عبارت دوم: از پرتوهای فرابنفش، فروسرخ، رادیویی همانند نورمرئی، می‌توان برای شناسایی مواد گوناگون بهره برد.

عبارت سوم: اگر جسمی بازهٔ طول موج‌های ۶۰۰nm تا ۷۰۰nm، یعنی پرتوهای محدودهٔ نور قرمز – نارنجی - زرد را جذب و سایر طول موج‌های مرئی را بازتاب دهد، به رنگ مکمل (سبز – آبی – بنفش) دیده خواهد شد.

موشکافی اگر جسمی بازهٔ طول موج‌های ۶۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر، که مربوط به رنگ قرمز - نارنجی - زرد است، را جذب کند، درواقع این طول موج‌ها از نور بازتابی حذف می‌شوند و به چشم ما نمی‌رسند؛ بنابراین جسم به رنگ مکمل این رنگ‌ها، یعنی سبز- آبی- بنفش، دیده خواهد شد؛ به عبارت دیگر، رنگی که یک جسم دیده می‌شود، به طول موج‌هایی بستگی دارد که به چشم ما می‌رسند، بنابراین، جذب نور قرمز توسط جسم، به معنای بازتاب نور سبز - آبی - بنفش و مشاهدهٔ جسم به ترکیبی از این رنگ‌ها است.

عبارت چهارم: در واکنش تبدیل گاز کربن مونوکسید به گاز کربن دی اکسید، همانند همهٔ واکنش‌های گرماده دیگر با مواد شرکت کنندهٔ مولکولی، مطابق با رابطهٔ زیر مجموع آنتالپی پیوند واکنش دهنده‌ها، کمتر از مجموع آنتالپی پیوند فراورده است.

$$\Delta H(\text{واکنش}) = \begin{bmatrix}\text{مجموع آنتالپی پیوندها}\\ \text{در مواد واکنش‌دهنده}\end{bmatrix} - \begin{bmatrix}\text{مجموع آنتالپی پیوندها}\\ \text{در مواد فراورده}\end{bmatrix} \xrightarrow{\Delta H(\text{واکنش})<0} \text{مجموع } \Delta H \text{ پیوند واکنش‌دهنده‌ها} < \text{مجموع } \Delta H \text{ پیوند فراورده‌ها}$$

13. کدام‌یک از مطالب زیر در ارتباط با مبدل کاتالیستی خودروهای بنزینی، درست است؟ $(H=1, C=12: g.mol^{-1})$

۱) با استفاده از این مبدل، جرم هیدروکربن‌های نسوخته (C_xH_y)، در مقایسه با نیتروژن مونوکسید و کربن مونوکسید، به میزان بیشتری کاهش می‌یابد.

۲) در سطح سرامیک‌های درون مبدل کاتالیستی، توده‌های فلزی رودیم، پالادیم و پلاتین با شعاع ۲ تا ۱۰ نانومتر وجود دارد.

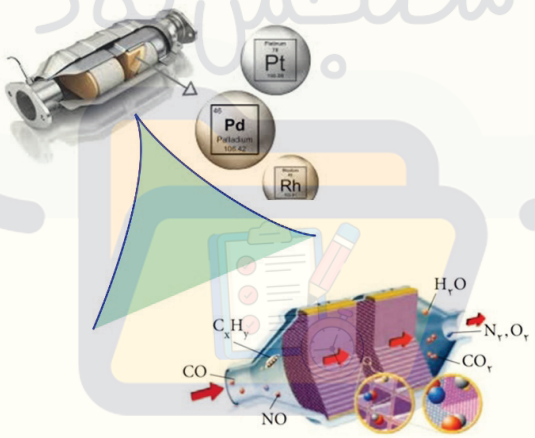
۳) انرژی فعال‌سازی واکنش حذف گاز NO، کم‌تر از انرژی فعال‌سازی واکنش حذف گاز CO است.

۴) برای حذف $(24x+2y)$ گرم هیدروکربن C_xH_y، مقدار $(44/8x+11/2y)$ لیتر گاز اکسیژن در شرایط STP مصرف می‌شود.

پاسخ: گزینه ۴ سخت | حفظی، محاسباتی

درسنامه

برای جلوگیری از ورود عمدهٔ آلاینده‌های تولید شده در موتور خودروها، در مسیر گازهای خروجی از خودروها قطعه‌ای از جنس سرامیک قرار می‌دهند که می‌تواند باعث حذف یا کاهش آلاینده‌ها شود. مبدل کاتالیستی نامی است که به آن نسبت می‌دهند. بر روی سطح این قطعهٔ سرامیکی که به شکل توری به کار می‌رود، فلزهای رودیم (Rh)، پالادیم (Pd) و پلاتین (Pt) نشانده شده است.



بررسی همهٔ گزینه‌ها:

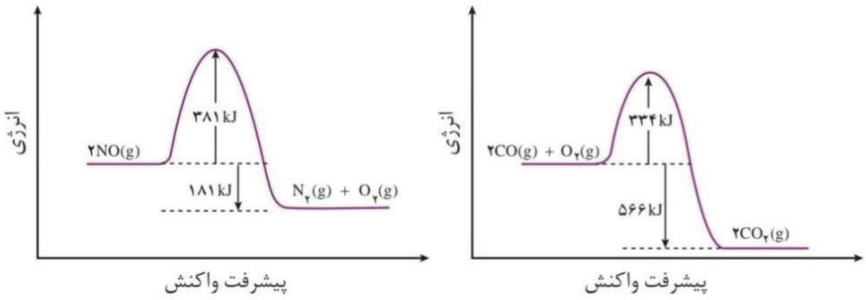
۱ باتوجه به جدول زیر، ترتیب مقدار کاهش جرم آلاینده‌های C_xH_y، CO و NO، پس از استفاده از مبدل کاتالیستی به صورت زیر است:

مقدار کاهش جرم: $CO > C_xH_y > NO$

فرمول شیمیایی آلاینده		CO	C_xH_y	NO
مقدار آلاینده برحسب گرم	در غیاب کاتالیزگر	۵/۹۹	۱/۶۷	۱/۰۴
به ازای طی یک کیلومتر	در حضور کاتالیزگر	۰/۶۱	۰/۰۷	۰/۰۴

۲ در سطح سرامیک‌های درون مبدل کاتالیستی، توده‌های فلزی با قطر ۲ تا ۱۰ نانومتر (شعاع ۱ تا ۵ نانومتر) وجود دارد.

۳ باتوجه به نمودارهای زیر، انرژی فعال‌سازی واکنش حذف گاز NO بیشتر از انرژی فعال‌سازی واکنش حذف گاز CO است.



۴ معادلهٔ واکنش حذف C_xH_y به صورت زیر است:

$$C_xH_y + (x+\frac{y}{4})O_2 \rightarrow xCO_2 + \frac{y}{2}H_2O$$

بنابراین می‌توان نوشت:

$$(24x+2y)gC_xH_y \times \frac{1molC_xH_y}{(12x+y)gC_xH_y} \times \frac{(x+\frac{y}{4})molO_2}{1molC_xH_y} \times \frac{22/4LO_2}{1molO_2} = 2\times(x+\frac{y}{4})\times 22/4 = 44/8x + 11/2y$$

تست‌درتست **کدام مطالب زیر در ارتباط با مبدل کاتالیستی خودروهای بنزینی درست است؟**

آ) این قطعه در جلوی سیستم اگزوز خودروها قرار دارد و وظیفهٔ آن، تبدیل گازهای مضر به گازهایی با آلایندگی کم‌تر است.

ب) بر روی سطح این قطعهٔ فلزی که به شکل توری به کار می‌رود، چند فلز به عنوان کاتالیزگر نشانده شده است.

پ) برای افزایش کارایی مبدل کاتالیستی، گاهی این قطعه را به شکل مش (دانه)های ریز درمی‌آورند و کاتالیزگرها را روی سطح آن می‌نشانند.

ت) با وجود مبدل کاتالیستی، در گازهای خروجی از اگزوز خودروها به هنگام روشن و گرم شدن خودرو به ویژه در روزهای گرم تابستان گازهای C_xH_y، NO و CO بیشتری مشاهده می‌شود.

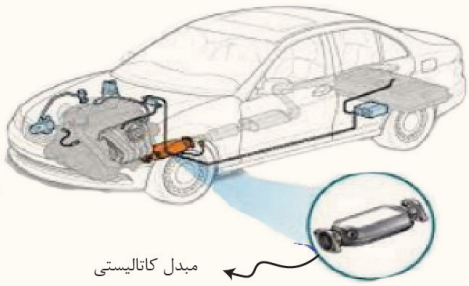
۱) آ، ب، ت ۲) ب، پ ۳) آ، پ ۴) آ، پ، ت

پاسخ: گزینه ۳

عبارت‌های (آ) و (پ) درست هستند.

بررسی همهٔ عبارت‌ها:

آ مبدل کاتالیستی یک وسیلهٔ کنترل آلایندگی است که در سیستم اگزوز خودروهای بنزینی قرار می‌گیرد و به کاهش انتشار گازهای مضر مانند مونوکسید کربن، هیدروکربن‌های نسوخته و اکسیدهای نیتروژن کمک می‌کند. این قطعه که در قسمت‌های جلویی اگزوی خودرو قرار دارد (نزدیک نه قسمت جلویی ماشین)، با استفاده از واکنش‌های شیمیایی، این گازهای مضر را به گازهای کم‌ضررتر مانند دی اکسید کربن، آب و نیتروژن تبدیل می‌کند.



ب مبدل کاتالیستی، قطعه‌ای سرامیکی (نه فلزی!) است که به شکل توری به کار می‌رود و بر روی سطح این قطعهٔ سرامیکی، فلزهای رودیم (Rh)، پالادیم (Pt) (به عنوان کاتالیزگر) نشانده شده است.

تله‌تستی جنس خود مبدل کاتالیستی (شکل مقابل)، سرامیکی است اما کاتالیزگرهایی که بر روی سطح آن نشانده می‌شوند، فلزی هستند.

خارج از چهارچوب: سرامیک ماده‌ای جامد، غیرفلزی و غیرآلی است که از ترکیبات فلزی یا غیرفلزی ساخته شده و در دمای بالا شکل داده شده و سپس سخت می‌شود. به طور کلی، سرامیک‌ها موادی سخت، شکننده و مقاوم در برابر خوردگی هستند.

پ برای افزایش کارایی مبدل کاتالیستی، گاهی سرامیک را به شکل مش (دانه) های ریز درمی‌آورند و کاتالیزگرها را روی سطح آن می‌نشانند.

موشکافی دو مورد از دلایل این موضع:

۱- افزایش سطح تماس: ساختار مشبک سرامیک (سوراخ سوراخ مثل شکل بالا)، سطح تماس بسیار زیادی را برای واکنش‌های شیمیایی فراهم می‌کند.

۲- کاتالیزگر بیشتر: هرچه سطح تماس بیشتر باشد، کاتالیزگر بیشتری می‌تواند روی آن قرار بگیرد و در نتیجه واکنش‌های شیمیایی سریع‌تر و موثرتر انجام می‌شوند. با استفاده از ساختار مشبک سرامیکی، مبدل‌های کاتالیستی می‌توانند به طور موثرتری آلاینده‌های مضر را از گازهای خروجی خودروها حذف کنند.

ت با وجود مبدل کاتالیستی، در گازهای خروجی از اگزوز خوردوها به هنگام روشن و گرم شدن خودرو به ویژه در روزهای سرد زمستان گازهای آلایندهٔ بیشتری مشاهده می‌شود.

14. کدام‌یک از مطالب زیر نادرست است؟

۱) مبدل کاتالیستی خودروهای بنزینی، قادر به حذف یا کاهش آلایندهٔ گوگرد دی اکسید نیست.

۲) نوع آلاینده‌ها در هوای آلودهٔ شهرهای گوناگون، یکسان و تفاوت آنها فقط در مقدار هرکدام از آلاینده‌ها است.

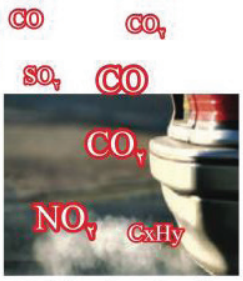
۳) هوای خشک و پاک، مخلوطی از گازهای گوناگون است که به طور یکنواخت در هواکره پخش شده‌اند.

۴) در هوای آلودهٔ شهرهای بزرگ، با افزایش غلظت اوزون تروپوسفری، مقدار گاز نیتروژن دی اکسید، کاهش می‌یابد.

پاسخ: گزینه ۲ آسان | حفظی

بررسی همهٔ گزینه‌ها:

۱ باتوجه به شکل مقابل از کتاب درسی شیمی دهم، مبدل کاتالیستی خودروهای بنزینی، قادر به حذف یا کاهش آلایندهٔ SO_2 نیست.



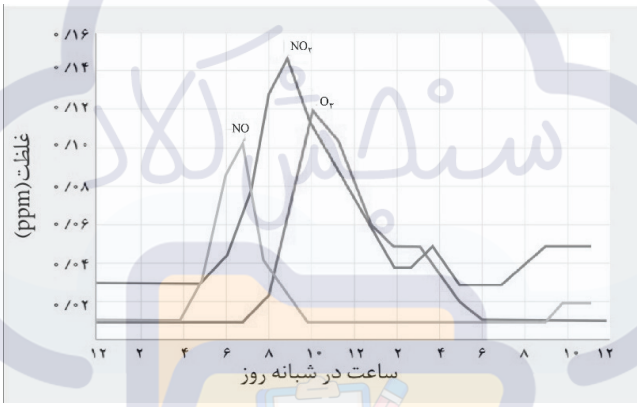
موشکافی مبدل‌های کاتالیستی خودروهای بنزینی، عمدتاً برای کاهش سه نوع آلایندهٔ مونوکسید کربن (CO)، هیدروکربن‌های نسوخته (C_xH_y) و اکسیدهای نیتروژن (NO_x) طراحی شده‌اند؛ این مبدل‌ها با استفاده از فلزات گران‌بها مانند پلاتین، پالادیم و رودیم، واکنش‌های شیمیایی را تسریع می‌کنند تا این آلاینده‌ها را به مواد کم‌ضررتر مانند دی اکسید کربن (CO_2)، آب (H_2O) و نیتروژن (N_2) تبدیل کنند؛ با این حال، مبدل‌های کاتالیستی خودروهای بنزینی به طور مؤثر قادر به حذف یا کاهش آلاینده‌های گوگرددار نیستند؛ گوگرد، که معمولاً در سوخت بنزینی به صورت ترکیبات گوگردی وجود دارد، در هنگام احتراق به دی اکسید گوگرد (SO_2) تبدیل می‌شود؛ SO_2 و سایر ترکیبات گوگردی می‌توانند کاتالیزگرهای موجود در مبدل را مسموم کرده و کارایی آن‌ها را کاهش دهند؛ به همین دلیل، برای کاهش آلاینده‌های گوگردی، از سوخت‌های کم گوگرد یا بدون گوگرد استفاده می‌شود.

۲ نوع آلاینده‌ها و مقدار هریک از آن در شهرهای گوناگون متفاوت است.

۳ هوای خشک و پاک مخلوطی از گازهای گوناگون است که به طور یکنواخت در هواکره پخش شده‌اند.

موشکافی: هوای خشک و پاک، مخلوطی همگن از گازهای مختلف است که به طور یکنواخت در جو زمین پراکنده شده‌اند و عمدتاً از نیتروژن (حدود ۷۸٪)، اکسیژن (حدود ۲۱٪) و کربن دی اکسید (حدود ۰/۰۴٪) تشکیل شده است؛ این هوا فاقد بخار آب و آلاینده‌های مضر مانند گازهای سمی و ذرات معلق است و برای سلامت انسان و سایر موجودات زنده اهمیت زیادی دارد.

۴ باتوجه به نمودار و واکنش زیر، بر اثر افزایش غلظت اوزون (O_3) در هوای آلودهٔ شهرهای بزرگ، مقدار گاز NO_2 کاهش می‌یابد.



$$\downarrow NO_2(g) + O_2(g) \xrightarrow{\text{نورخورشید}} NO(g) + \uparrow O_3(g)$$

15. کدام مطالب زیر درست است؟

آ) هریک از گروه‌های عاملی، تنها گسترهٔ معین و منحصر به فردی از پرتوهای فروسرخ را جذب می‌کنند.

ب) با استفاده از طیف‌سنجی فروسرخ، فرمول ساختاری گستردهٔ ترکیب آلی را تعیین می‌کنند.

پ) طیف فروسرخ دو الکل ۲- پروپانول و ۲- بوتانول، با یکدیگر متفاوت است.

ت) با استفاده از طیف‌سنجی فروسرخ، موقعیت شاخه‌های فرعی در یک ترکیب آلی را می‌توان تعیین کرد.

۱) ب، پ ۲) ب، ت ۳) آ، ت ۴) آ، پ

پاسخ: گزینه ۴ متوسط | حفظی، مفهومی

عبارت‌های (آ) و (پ) درست هستند.

بررسی عبارت‌ها:

آ یکی از رایج‌ترین روش‌های طیف‌سنجی که برای شناسایی گروه‌های عاملی به کار می‌رود، طیف‌سنجی فروسرخ نام دارد. باتوجه به این‌که شمار و نوع اتم‌های سازندهٔ هر گروه عاملی متفاوت از دیگری است، هریک از آن‌ها تنها گسترهٔ معین و منحصر به فردی از پرتوهای فروسرخ را جذب می‌کنند. همین تفاوت، اساس شناسایی گروه‌های عاملی از یکدیگر است.

ب و ت طیف‌سنجی فروسرخ، ابزاری قدرتمند برای شناسایی گروه‌های عاملی در مولکول‌های آلی است، اما نمی‌تواند به تنهایی فرمول ساختاری کامل یک ترکیب را تعیین کند؛ طیف‌های جذبی فروسرخ به ارتعاشات پیوندهای خاص در مولکول مربوط می‌شوند و به شناسایی گروه‌های عاملی مانند هیدروکسیل $(-OH)$، کربونیل $(C=O)$ یا آمین $(-NH_2)$ کمک می‌کنند؛ با این حال، طیف فروسرخ اطلاعات کافی برای تعیین دقیق نحوهٔ اتصال اتم‌ها به یکدیگر و شکل فضایی آن‌ها را فراهم نمی‌کند.

پ هر مولکول طیف فروسرخ منحصر به فرد خود را دارد، هرچند در بخش‌هایی از ساختارشان با یکدیگر مشابهت داشته باشند.

موشکافی هر مولکول، باتوجه به ساختار و پیوندهای منحصر به فرد خود، الگوی جذبی خاصی در طیف فروسرخ نشان می‌دهد؛ ۲-پروپانول و ۲-بوتانول، با وجود داشتن گروه عاملی هیدروکسیل $(-OH)$ مشترک، در تعداد و نحوهٔ اتصال اتم‌های کربن به یکدیگر تفاوت دارند؛ این تفاوت در ساختار، منجر به تفاوت در الگوهای جذبی طیف IR آن‌ها می‌شود.

تست‌درتست **کدام‌یک از مطالب زیر در ارتباط با طیف‌سنجی فروسرخ درست است؟**

۱) تنها روش طیف‌سنجی است که برای شناسایی گروه‌های عاملی به کار می‌رود.

۲) با استفاده از این روش می‌توان هرکدام از مولکول‌های موجود در فضای بین ستاره‌ای را شناسایی کرد.

۳) با استفاده از آن می‌توان آلکان‌های راست زنجیر را از آلکان‌های شاخه‌دار تشخیص داد.

۴) برای شناسایی گازهای بی‌رنگ CO و NO موجود در هواکره، می‌توان از طیف‌سنجی فروسرخ استفاده کرد.

پاسخ: گزینه ۴

باتوجه به اینکه پرتوهای مرئی، بخش کوچکی از گستره پرتوهای الکترومغناطیسی را دربرمی‌گیرد، انتظار می‌رود، دیگر پرتوها مانند فروسرخ، فرابنفش و ... نیز با ماده برهم‌کنش داشته باشند، شیمی‌دان‌ها با استفاده از چنین برهم‌کنش‌هایی میان ماده و پرتوهای الکترومغناطیسی، روش‌های گوناگون طیف‌سنجی را برای شناسایی ساختار مواد پایه‌گذاری کرده‌اند.

بررسی همهٔ گزینه‌ها:

۱ یکی از رایج‌ترین روش‌های طیف‌سنجی که برای شناسایی گروه‌های عاملی به کار می‌رود، طیف‌سنجی فروسرخ نام دارد.

۲ و ۴ از طیف‌سنجی فروسرخ می‌توان برای شناسایی آلاینده‌هایی مانند کربن مونوکسید و اکسیدهای نیتروژن در هواکره و نیز شناسایی برخی مولکول‌ها در فضای بین ستاره‌ای استفاده کرد.

۳ باتوجه به اینکه شمار و نوع اتم‌های سازندهٔ هر گروه عاملی متفاوت از دیگری است، هریک از آن‌ها تنها گسترهٔ معین و منحصر به فردی از پرتوهای فروسرخ را جذب می‌کنند. همین تفاوت، اساس شناسایی گروه‌های عاملی از یکدیگر است، بنابراین از طیف‌سنجی فروسرخ نمی‌توان برای تمایز دادن بین آلکان‌های راست زنجیر و شاخه‌دار استفاده کرد، زیرا در آلکان‌ها گروه عاملی (آرایش ویژه‌ای از اتم‌ها) وجود ندارد و همهٔ پیوندها از نوع کربن – هیدروژن یا کربن – کربن هستند.

نکته افزون بر طیف‌سنجی فروسرخ می‌توان از برهم‌کنش‌های پرتوهای فرابنفش، نور مرئی، امواج رادیویی و ... نیز برای شناسایی مواد گوناگون بهره برد. ام آر آی (MRI) خود، نمونه‌ای از کاربرد طیف‌سنجی در علوم پزشکی است.

1 **کدام مورد، نادرست است؟**

۱) برای تولید ظروف غذاخوری می‌توان از خاک چینی استفاده کرد.

۲) امروزه مقدار تولید و مصرف سالانهٔ فلزها از سوخت‌های فسیلی بیشتر است.

۳) گرمادادن به مواد و افزودن آن‌ها به یکدیگر، همواره سبب بهبود خواص آن‌ها نمی‌شود.

۴) پراکندگی منابع شیمیایی، می‌تواند دلیلی بر پیدایش تجارت جهانی باشد.

پاسخ: گزینهٔ ۲

پاسخ خیلی تشریحی

با توجه به نمودار کتاب درسی، بیشترین مقدار استخراج از کرهٔ زمین در هر سال، مربوط به مواد معدنی و کم‌ترین مقدار استخراج، مربوط به فلزها است:

مقایسهٔ مقادیر استخراج: مواد معدنی > سوخت‌های فسیلی > فلزها

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ (۱): *اینارو بلد باشین:*

- استکان شیشه‌ای از شن و ماسه ساخته شده است.
- ظرف غذا می‌تواند از خاک چینی ساخته شده باشد.
- قاشق چای می‌تواند از فولاد زنگ‌نزن ساخته شود. فولادی که پس از طی مراحل طولانی از سنگ معدن آهن به دست می‌آید.
- برای طعم‌دادن به غذا، از نمکی استفاده می‌شود که می‌تواند از خشکی و دریا به دست آید.
- سبزیجات و میوه‌ها با استفاده از کودهای پتاسیم، نیتروژن و فسفردار رشد می‌کنند.
- سوختی که استفاده می‌کنیم، از دل زمین بیرون کشیده شده است.

گزینهٔ (۳): گرمادادن به مواد و افزودن آن‌ها به یکدیگر، همواره سبب بهبود خواص آن‌ها نمی‌شود. *گاهی می‌شه!*

گزینهٔ (۴): *کاملاً درسته!*

2 **اگر عنصر X ، نافلزی از دورهٔ سوم جدول تناوبی باشد که به صورت جامد در دمای اتاق یافت می‌شود، کدام مورد به یقین درست است؟**

فسفر یا گوگرد

۱) شمار الکترون‌های ظرفیت یکسانی با چهارمین فلز واسطهٔ جدول دارد.

۲) بیشترین خصلت نافلزی را در دورهٔ سوم دارد.

۳) می‌تواند با نافلز مایع جدول، هم‌گروه باشد.

۴) شعاع اتمی آن از شبه‌فلزهای گروه ۱۴، کوچک‌تر است.

پاسخ: گزینهٔ ۴

نکته **عنصرهای دورهٔ سوم:**

فلز		شبه‌فلز	نافلز				
$_{۱۱}Na$	$_{۱۲}Mg$	$_{۱۳}Al$	$_{۱۴}Si$	$_{۱۵}P$	$_{۱۶}S$	$_{۱۷}Cl$	$_{۱۸}Ar$
جامد						گاز	

پاسخ خیلی تشریحی بین نافلزهای دورهٔ سوم، فسفر ($_{۱۵}P$) و گوگرد ($_{۱۶}S$)، در دمای اتاق به حالت جامد هستند.

بررسی گزینه‌ها:

گزینهٔ (۱): چهارمین فلز واسطهٔ جدول، کروم ($_{۲۴}Cr$) است که ۶ الکترون ظرفیتی دارد، اما عنصر X، می‌تواند ۵ ($_{۱۵}P$) یا ۶ ($_{۱۶}S$) الکترون ظرفیتی داشته باشد.

$$_{۲۴}Cr = ۱s^۲\ ۲s^۲\ ۲p^۶\ ۳s^۲\ ۳p^۶\ ۳d^۵\ ۴s^۱$$

گزینهٔ (۲): عنصر X در گروه ۱۵ یا ۱۶ قرار دارد، در حالی که بیشترین خصلت نافلزی در هر دوره، متعلق به گروه ۱۷ است. (در یک دوره از چپ به راست، خصلت نافلزی عنصرها افزایش می‌یابد.)

گزینهٔ (۳): تنها نافلز مایع جدول، برم ($_{۳۵}Br$) است که در گروه ۱۷ قرار دارد. عنصر X متعلق به گروه ۱۵ یا ۱۶ است.

گزینهٔ (۴): در هر دوره از جدول تناوبی، از چپ به راست شعاع اتمی کاهش می‌یابد؛ بنابراین X چه فسفر و چه گوگرد باشد، شعاع اتمی آن از شبه‌فلزهای گروه ۱۴ یعنی سیلیسیم و ژرمانیم کوچک‌تر است.

افزایش شعاع اتمی

Si	P	S
Ge		

3 **با افزایش عدد اتمی عنصرها در گروه‌های جدول تناوبی، کدام مورد به یقین افزایش می‌یابد؟**

۱) شمار الکترون‌های ظرفیت
۲) واکنش‌پذیری
۳) بار مثبت در هستهٔ اتم
۴) تمایل به تشکیل آنیون

پاسخ: گزینهٔ ۳

پاسخ خیلی تشریحی ✔

در یک گروه از بالا به پایین، عدد اتمی و تعداد پروتون‌های هستهٔ اتم‌ها و در نتیجه بار مثبت هسته افزایش می‌یابد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ (۱): عنصرهای هم‌گروه شمار الکترون‌های ظرفیتی یکسانی دارند. *(البته به‌جز هلیم در گروه ۱۸)!* در گروه ۱۸، هلیم ۲ الکترون ظرفیتی و بقیهٔ عناصر ۸ الکترون ظرفیتی دارند.

گزینهٔ (۲): بستگی به فلز یا نافلز بودن عنصرهای گروه دارد؛ مثلاً در گروه فلزهای قلیایی، با افزایش عدد اتمی، واکنش‌پذیری **افزایش** می‌یابد، اما در گروه هالوژن‌ها، با افزایش عدد اتمی، واکنش‌پذیری **کاهش** می‌یابد.

واکنش‌پذیری: $_{۳}Li < _{۱۱}Na < _{۱۹}K < _{۳۷}Rb$

واکنش‌پذیری: $_{۹}F > _{۱۷}Cl > _{۳۵}Br > _{۵۳}I$

گزینهٔ (۴): دیدیم که در گروه ۱۷ (گروه هالوژن‌ها)، واکنش‌پذیری و در نتیجه تمایل به تشکیل آنیون، از بالا به پایین کاهش می‌یابد.

سنجش کلاد

4 **اگر مجموع عددهای کوانتومی اصلی و فرعی همهٔ الکترون‌های اتم X برابر عدد اتمی چهارمین فلز قلیایی خاکی باشد، کدام مطلب دربارهٔ اتم X درست است؟**

چهارمین عنصر گروه دوم

۱) X نافلزی است که تمایل دارد با گرفتن الکترون یا اشتراک الکترون به آرایش گاز نجیب برسد.

۲) عنصری جامد است و همانند آهن رسانایی الکتریکی دارد، اما برخلاف آن شکننده است.

۳) X فلزی است که می‌توان آن را از واکنش منیزیم با سولفات X تهیه کرد.

۴) آرایش الکترونی اتم X را می‌توان به آرایش الکترونی یون مثبت یا یون منفی پایدار نیز نسبت داد.

پاسخ: گزینهٔ ۲

پاسخ خیلی تشریحی ✔

فلزهای قلیایی خاکی در گروه ۲ جدول قرار دارند و عدد اتمی آن‌ها، ۲ واحد بیشتر از گازهای نجیب است: ۴، ۱۲، ۲۰، ۳۸، ۵۶ و ۸۸ پس عدد اتمی چهارمین فلز قلیایی خاکی برابر ۳۸ است. حاصل $(n+l)$ همهٔ الکترون‌های اتم X باید برابر ۳۸ شود. *اول تا* $2p^6$ *بریم، ببینیم به چه عددی می‌رسیم:*

$$\underbrace{1s^2}_{2(1)=2}\ \underbrace{2s^2}_{2(2)=4}\ \underbrace{2p^6}_{6(3)=18} \Rightarrow 2+4+18=24$$

هم‌چنین باید ادامه بدیم. تا $3p^2$ *بریم خله:*

$$\underbrace{1s^2 2s^2 2p^6}_{24}\ \underbrace{3s^2}_{2(3)=6}\ \underbrace{3p^2}_{2(4)=8} \Rightarrow \text{الکترون‌ها}\ (n+l)=24+6+8=38$$

پس عنصر X همان سیلیسیم $(_{14}Si)$ است.

بررسی گزینه‌ها:

گزینه‌های (۱) و (۳): X، شبه‌فلز سیلیسیم است.

گزینهٔ (۲): سیلیسیم جامد است و مانند فلز آهن، رسانایی الکتریکی دارد *(هرچند کم‌تر)!* آهن، فلز است و در اثر ضربه خرد نمی‌شود، اما شبه‌فلز سیلیسیم، شکننده است.

گزینهٔ (۴): آرایش $[_{10}Ne]\ 3s^2 3p^2$، فقط می‌تواند مربوط به یک اتم خنثای پایدار باشد. آرایش هیچ کاتیون یا آنیون پایداری، این شکلی نیست.

5 یاقوت یک سنگ دارای آلومینیم اکسید است که در ساختار آن، تعداد کمی از یون‌های آلومینیم با یون‌های Cr^{3+} جایگزین شده‌اند. رنگ سرخ زیبای یاقوت را به وجود کدام یون (Al^{3+} یا Cr^{3+}) می‌توان نسبت داد و نسبت شمار الکترون‌ها با $l = 1$ به $l \neq 1$ در آرایش الکترونی این یون کدام است؟

وجود عناصر واسطه یا دستهٔ d

۱) Al^{3+} ـ ۱/۵

۲) Cr^{3+} ـ ۱/۵

۳) Cr^{3+} ـ $\frac{4}{3}$

۴) Al^{3+} ـ $\frac{7}{6}$

پاسخ: گزینهٔ ۳

پاسخ خیلی تشریحی ✔ رنگ زیبای سنگ‌های قیمتی، به دلیل وجود برخی از یون‌های فلزهای واسطه است. رنگ یاقوت نیز به دلیل حضور Cr^{3+} است.

$_{24}Cr = 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^5\ 4s^1$

$_{24}Cr^{3+} = 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^3$

$l = 1 \Rightarrow p \rightarrow 12e^-$

$l \neq 1 \Rightarrow s, d \rightarrow 2+2+2+3 = 9e^-$

$\Rightarrow \frac{12}{9} = \frac{4}{3}$

سنجش کلاد

6 چه تعداد از ویژگی‌های زیر را می‌توان به فلز طلا ($_{۷۹}Au$) نسبت داد؟

- داشتن فعالیت شیمیایی ناچیز
- نرم‌بودن
- تغییر محسوس رسانایی الکتریکی آن با تغییر شرایط دمایی
- هم‌گروه‌بودن با فلز مس در جدول دوره‌ای

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

پاسخ: گزینهٔ ۳

درس Box

- طلا ($_{۷۹}Au$) فلزی ارزشمند و گران‌بها از دستهٔ d جدول دوره‌ای است که علاوه بر ویژگی‌های مشترک فلزها، ویژگی‌های منحصربه‌فردی نیز دارد.

ویژگی‌های طلا	کاربرد
چکش‌خواری بالا و نرم‌بودن	ساخت برگه‌ها و رشته‌سیم‌های بسیار نازک (نخ طلا)
رسانایی الکتریکی بالا و حفظ این رسانایی در شرایط دمایی گوناگون	در وسایل الکتریکی مثل لپ‌تاپ و قطعهٔ الکترونیکی مربوط به چرخ ویلچر
واکنش‌ندادن با گازهای موجود در هواکره و مواد موجود در بدن انسان	ساخت جواهرات و استفاده در دندان‌پزشکی
توانایی بازتاب زیاد پرتوهای خورشیدی	کلاه فضانوردی

- فلز طلا به دلیل پایداری شیمیایی بالا و واکنش‌پذیری بسیار کم، در طبیعت به شکل فلزی و عنصری (به حالت آزاد) یافت می‌شود؛ اما مقدار طلا در معادن آن بسیار کم است، به طوری که برای استخراج مقدار کمی از آن باید از حجم انبوهی خاک معدن استفاده کرد، به همین دلیل استخراج طلا با تولید پسماند زیادی همراه است و آثار زیان‌بار زیست‌محیطی را به دنبال دارد.

پاسخ خیلی تشریحی

به‌جز مورد سوم، بقیهٔ موارد از ویژگی‌های طلا هستند.

بررسی موارد سوم و چهارم:

مورد سوم: رسانایی الکتریکی طلا در شرایط دمایی گوناگون حفظ می‌شود.

مورد چهارم: عدد اتمی مس و طلا، ۷ واحد از گاز نجیب هم‌دوره‌شان کم‌تر است که نشان می‌دهد هر دو عنصر، متعلق به گروه $۱۸ - ۷ = ۱۱$ هستند.

$_{۲۹}Cu : ۳۶ - ۲۹ = ۷$

$_{۷۹}Au : ۸۶ - ۷۹ = ۷$

7 **با توجه به شکل روبه‌رو (۴ عنصر ابتدایی گروه ۱۷)، کدام مورد نادرست است؟**

گروه ۱۷
A
X
D
E

۱) رنگ نور حاصل در واکنش اولین فلز قلیایی جدول با X، سرخ است.

۲) در دمای ۴۲۰ کلوین، هر چهار عنصر می‌توانند با گاز هیدروژن واکنش دهند.

۳) در بین عناصر هم‌دورهٔ D، گاز با فعالیت شیمیایی زیاد وجود ندارد.

۴) عنصر E با نخستین فلز گروه ۱۴، هم‌دوره است.

پاسخ: گزینهٔ ۲

پاسخ خیلی تشریحی A، X، D و E به ترتیب فلوئور ($_{۹}F$)، کلر ($_{۱۷}Cl$)، برم ($_{۳۵}Br$) و ید ($_{۵۳}I$) هستند.

بررسی گزینه‌ها:

گزینهٔ (۱): اولین فلز قلیایی جدول، لیتیم ($_{۳}Li$) که در واکنش با گاز کلر، نور سرخ‌رنگ ایجاد می‌کند.

نکته فلزهای قلیایی در گروه ۱ جدول دوره‌ای قرار دارند و شامل عناصر لیتیم ($_{۳}Li$)، سدیم ($_{۱۱}Na$)، پتاسیم ($_{۱۹}K$)، روبیدیم ($_{۳۷}Rb$)، سزیم ($_{۵۵}Cs$) و فرانسیم ($_{۸۷}Fr$) هستند. معادلهٔ واکنش سه عضو نخست این گروه با گاز کلر به صورت زیر است:

$۲Li(s) + Cl_۲(g) \rightarrow ۲LiCl(s)$ رنگ ایجادشده: سرخ

$۲Na(s) + Cl_۲(g) \rightarrow ۲NaCl(s)$ رنگ ایجادشده: زرد

$۲K(s) + Cl_۲(g) \rightarrow ۲KCl(s)$ رنگ ایجادشده: بنفش

گزینهٔ (۲): دمای ۴۲۰ کلوین معادل $۱۴۷^\circ C$ است:

$$T(K) = \theta(^\circ C) + ۲۷۳ \Rightarrow ۴۲۰ = \theta(^\circ C) + ۲۷۳ \Rightarrow \theta = ۱۴۷^\circ C$$

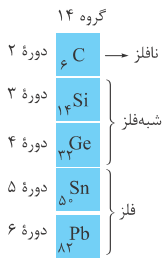
در این دما، فقط فلوئور و کلر می‌توانند با گاز هیدروژن واکنش دهند.

نکته شرایط واکنش هالوژن‌ها با گاز هیدروژن در جدول زیر آمده است:

نام هالوژن	شرایط واکنش با گاز هیدروژن
فلوئور	حتی در دمای $-۲۰۰^\circ C$ به سرعت واکنش می‌دهد.
کلر	در دمای اتاق به آرامی واکنش می‌دهد.
برم	در دمای $۲۰۰^\circ C$ واکنش می‌دهد.
ید	در دمای بالاتر از $۴۰۰^\circ C$ واکنش می‌دهد.

گزینهٔ (۳): D، همان برم است که در دورهٔ چهارم قرار دارد. تنها گاز دورهٔ چهارم، گاز نجیب کریپتون ($_{۳۶}Kr$) است که فعالیت شیمیایی زیادی ندارد. بقیهٔ عنصرهای دورهٔ چهارم، یا مایع (برم) یا جامد (بقیه عنصرها) هستند.

گزینهٔ (۴): عنصر E یا یُد ($_{۵۳}I$) در دورهٔ پنجم قرار دارد. نخستین فلز گروه ۱۴، قلع ($_{۵۰}Sn$) بوده که متعلق به دورهٔ پنجم است.



8 در شرایط معین، تفاوت حجم گازهای تولیدشده در تجزیهٔ m گرم پتاسیم نیترات، برابر ۱۲ لیتر است. اگر بازده واکنش، ۶۲/۵ درصد باشد، m کدام است؟

(حجم مولی گازها در شرایط واکنش، ۲۵ لیتر است، $KNO_3 = 100\ g.mol^{-1}$)

تفاوت حجم گازها به دلیل تفاوت مول آن‌ها است.

$$4KNO_3(s) \rightarrow 2K_2O(s) + 2N_2(g) + 5O_2(g)$$

۱) ۲۵/۴ ۲) ۷۵ ۳) ۱۰۲/۴ ۴) ۱۲۵

پاسخ: گزینهٔ ۳

پاسخ خیلی تشریحی ✔ با توجه به معادلهٔ موازنه‌شدهٔ واکنش، به ازای مصرف ۴ مول KNO_3، ۲ مول گاز N_2 و ۵ مول گاز O_2 تولید می‌شود؛ یعنی تفاوت تعداد مول گازها برابر $5-2=3$ مول است. طبق اطلاعات سؤال، تفاوت تعداد مول گازها به ازای m گرم پتاسیم نیترات برابر $\frac{12}{25}$ مول است؛ بنابراین خواهیم داشت:

$$mg\ KNO_3 \times \frac{1\ mol\ KNO_3}{100\ g\ KNO_3} \times \frac{3\ mol\ \text{تفاوت مول گازها}}{4\ mol\ KNO_3} \times \underbrace{\frac{62/5}{100}}_{\text{بازده واکنش}} = \frac{12}{25}\ mol\ \text{تفاوت مول گازها}$$

$$\Rightarrow \frac{m \times \cancel{3}^{1} \times 62/5}{100 \times 4 \times \cancel{100}_{4}} = \frac{\cancel{12}^{4}}{\cancel{25}_{1}} \Rightarrow m = \frac{100 \times 4 \times 4 \times 4}{62/5} \xrightarrow{\frac{62/5}{100} = \frac{5}{8}} m = \frac{4 \times 4 \times 4}{\frac{5}{8}} = \frac{512}{5} = 102/4\ g$$

یه‌جور دیگه

$$4\ KNO_3 \sim 2N_2 + 5O_2$$

$$\underbrace{\frac{\text{جرم} \times \frac{\text{بازده درصدی}}{100}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}}}_{KNO_3} = \underbrace{\frac{\text{تفاوت حجم}}{|(\text{حجم مولی A} \times \text{ضریب A}) - (\text{حجم مولی B} \times \text{ضریب B})|}}_{O_2-N_2}$$

$$\frac{m \times \frac{62/5}{100}}{4 \times 100} = \frac{12}{(5-2) \times 25} \Rightarrow m = \frac{8 \times 4 \times \cancel{100}^{4} \times \cancel{12}^{4}}{5 \times \cancel{3}_{1} \times \cancel{25}_{1}} = \frac{512}{5} = 102/4\ g$$

کنکور با توجه به واکنش زیر، اگر تفاوت جرم فراورده‌های گازی، برابر ۱۰/۴ گرم باشد، چند مول واکنش‌دهنده با بازده ۶۴ درصد تجزیه شده است؟ $(H=1, C=12, O=16 : g.mol^{-1})$

(سؤال ۸۷ کنکور ریاضی ۱۴۰۴ـ نوبت اول)

$$2NaHCO_3 \xrightarrow{\Delta} Na_2CO_3(s) + CO_2(g) + H_2O(g)$$

۱) ۰/۸۰ ۲) ۱/۲۵ ۳) ۱/۵۰ ۴) ۱/۷۵

9 کدام مورد، درست است؟

گروه ۲

۱) تفاوت شعاع اتمی عنصرهای $_{۹}A$ و $_{۱۱}B$، کم‌تر از تفاوت شعاع اتمی عنصرهای $_{۱۶}X$ و $_{۱۷}Y$ است.

گروه ۱

۲) واکنش‌پذیری فلز قلیایی خاکی یک دوره، از واکنش‌پذیری فلز قلیایی همان دوره بیشتر است.

۳) شعاع اتمی عنصری گازی‌شکل و زردرنگ که خاصیت لکه‌بری و گندزدایی دارد، از شعاع اتمی سدیم کوچک‌تر است.

۴) واکنش‌پذیری قوی‌ترین نافلز دورهٔ چهارم، بیشتر از قوی‌ترین نافلز دورهٔ سوم است.

$_{۱۷}Cl$

$_{۳۵}Br$

پاسخ: گزینهٔ ۳

نکته روندهای تناوبی در جدول:

در یک دوره از چپ به راست:
- شعاع اتمی عنصرها کاهش می‌یابد.
- خصلت فلزی و واکنش‌پذیری فلزها کاهش می‌یابد.
- خصلت نافلزی و واکنش‌پذیری نافلزها افزایش می‌یابد.

در یک گروه از بالا به پایین:
- شعاع اتمی عنصرها افزایش می‌یابد.
- خصلت فلزی و واکنش‌پذیری فلزها افزایش می‌یابد.
- خصلت نافلزی و واکنش‌پذیری نافلزها کاهش می‌یابد.

پاسخ خیلی تشریحی بررسی گزینه‌ها:

گزینهٔ (۱): مقایسهٔ شعاع اتمی عنصرهای داده‌شده به صورت زیر است:

شعاع اتمی: $_{۱۱}B > {}_{۱۶}X > {}_{۱۷}Y > {}_{۹}A$

تفاوت کم‌تر

تفاوت بیشتر

گزینهٔ (۲): فلزهای قلیایی خاکی در گروه ۲ و فلزهای قلیایی در گروه ۱ قرار دارند. در یک دوره از چپ به راست، با کاهش شعاع اتمی، واکنش‌پذیری فلزها کاهش می‌یابد؛ بنابراین واکنش‌پذیری فلز قلیایی خاکی از فلز قلیایی هم‌دورهٔ آن کم‌تر است.

گزینهٔ (۳): عنصری گازی و زردرنگ که خاصیت لکه‌بری دارد، کلر با عدد اتمی ۱۷ است که شعاع اتمی کوچک‌تری نسبت به سدیم با عدد اتمی ۱۱ دارد، زیرا در یک دوره از چپ به راست، با افزایش عدد اتمی، شعاع اتمی عنصرها کاهش می‌یابد.

گزینهٔ (۴): قوی‌ترین نافلز هر دوره، در گروه ۱۷ قرار دارد. از طرفی در این گروه، از بالا به پایین، واکنش‌پذیری عنصرها کاهش می‌یابد.

واکنش‌پذیری: $\underbrace{_{۳۵}Br}_{\text{قوی‌ترین نافلز دورهٔ چهارم}} < \underbrace{_{۱۷}Cl}_{\text{قوی‌ترین نافلز دورهٔ سوم}}$

10 **اگر A، B، C، D و E پنج عنصر متوالی جدول تناوبی باشند و مجموع عدد اتمی آن‌ها برابر ۱۳۵ باشد، کدام مطلب درست است؟ (عدد اتمی A از بقیه کوچک‌تر است.)**

۱) کلوخه‌ها و پوسته‌های کف اقیانوس، منابع غنی از این ۵ عنصر هستند که بهره‌برداری از آن‌ها امکان‌پذیر است.

۲) کاتیون سازندهٔ ترکیب $DPO_۴$، پنج الکترون با $l=۲$ دارد.

۳) اختلاف عدد اتمی A با نخستین شبه‌فلز دورهٔ چهارم، برابر ۶ است.

۴) E قادر است با محلول $BSO_۴$ واکنش دهد و فلز B و سولفات E ایجاد کند.

پاسخ: گزینهٔ ۱

پاسخ‌خیلی‌تشریحی✔ اگر عدد اتمی A را Z در نظر بگیریم، عدد اتمی B ، C ، D و E به ترتیب $z+۱$، $z+۲$، $z+۳$ و $z+۴$ خواهد بود:

$$z+(z+۱)+(z+۲)+(z+۳)+(z+۴)=۱۳۵ \Rightarrow ۵z+۱۰=۱۳۵ \Rightarrow ۵z=۱۲۵ \Rightarrow z=۲۵$$

پس عنصرهای ما به ترتیب $_{۲۵}Mn$، $_{۲۶}Fe$، $_{۲۷}Co$، $_{۲۸}Ni$ و $_{۲۹}Cu$ هستند. کلوخه‌ها و پوسته‌های کف اقیانوس، منبعی غنی از این فلزهای واسطه هستند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ (۲): یون‌های سازندهٔ $DPO_۴$، $D^{۳+}$ و $PO_۴^{۳-}$ هستند.

$$D = {}_{۲۸}Ni : [{}_{۱۸}Ar]\,۳d^{۸}\,۴s^{۲} \Rightarrow {}_{۲۸}Ni^{۳+} : [{}_{۱۸}Ar]\underbrace{۳d^{۷}}_{\text{۷ الکترون با } l=۲}$$

گزینهٔ (۳): عدد اتمی A برابر ۲۵ است. از طرفی نخستین شبه‌فلز دورهٔ چهارم، ژرمانیم با عدد اتمی ۳۲ است:

$$۳۲-۲۵=۷$$

گزینهٔ (۴): E و B به ترتیب فلزهای مس و آهن هستند. واکنش‌پذیری فلز مس از آهن کم‌تر است و نمی‌تواند با محلول نمک‌های آهن واکنش دهد:

$Cu + FeSO_۴ \rightarrow$ انجام نمی‌شود

11 **فرض کنید یک کارشناس شیمی با ارائهٔ راهکاری، بازده واکنش تولید اتانول از تخمیر بی‌هوازی گلوکز را از ۶۰ درصد به ۷۵ درصد می‌رساند. طی این فرایند، میزان اتانول تولیدی به ازای مصرف مقدار معینی گلوکز چند درصد افزایش خواهد یافت**

$$\frac{\text{مول اتانول در حالت (۱)} - \text{مول اتانول در حالت (۲)}}{\text{مول اتانول در حالت (۱)}} \times ۱۰۰$$

و اگر در حالتی که بازده واکنش برابر ۷۵ درصد است، ۱۱/۲ لیتر گاز کربن دی‌اکسید در شرایط STP تولید شده باشد، جرم اتانول تولیدشده، چند گرم است؟

$(H = ۱ , C = ۱۲ , O = ۱۶ : g.mol^{-1})$

۱) ۱۵، ۲۳
۲) ۱۵، ۱۷/۲۵
۳) ۲۵، ۱۷/۲۵
۴) ۲۵، ۲۳

پاسخ: گزینهٔ ۴

پاسخ خیلی تشریحی ✔ معادلهٔ واکنش تخمیر بی‌هوازی گلوکز به صورت زیر است:

$$C_۶H_{۱۲}O_۶ \rightarrow ۲C_۲H_۵OH + ۲CO_۲$$

با توجه به این‌که جرم گلوکز در دو حالت برابر است، جرم اتانول تولیدی با مقدار بازده درصدی واکنش در دو حالت رابطهٔ مستقیم دارد:

$$\frac{\text{مول اتانول در حالت (۲)}}{\text{مول اتانول در حالت (۱)}} = \frac{\text{بازده درصدی در حالت (۲)}}{\text{بازده درصدی در حالت (۱)}} = \frac{۷۵}{۶۰} = \frac{۵}{۴}$$

$$\text{درصد افزایش مقدار اتانول} = \frac{\text{مول اتانول در حالت (۱)} - \text{مول اتانول در حالت (۲)}}{\text{مول اتانول در حالت (۱)}} \times ۱۰۰ = \frac{\frac{۵}{۴}x - x}{x} \times ۱۰۰ = \frac{۱}{۴} \times ۱۰۰ = ٪۲۵$$

برای قسمت دوم سؤال، باید از حجم $CO_۲$ به جرم اتانول تولیدشده برسیم:

$$۱۱/۲\ L\ CO_۲ \times \frac{۱\ mol\ CO_۲}{۲۲/۴\ L\ CO_۲} \times \frac{۲\ mol\ C_۲H_۵OH}{۲\ mol\ CO_۲} \times \frac{۴۶\ g\ C_۲H_۵OH}{۱\ mol\ C_۲H_۵OH} = ۲۳\ g\ C_۲H_۵OH$$

گول نخوری ✘ وقتی می‌خواهیم از مقدار عملی یک فراورده به مقدار عملی فراوردهٔ دیگر برسیم، نباید بازده درصدی را در محاسبات وارد کنیم. داشتن مقدار عملی یک فراورده، نشان می‌دهد که بازده درصدی یک بار در محاسبات لحاظ شده است.

12 کدام موارد از مطالب زیر، درست است؟

الف) دفن‌کردن پاکت کاغذی باعث تجزیهٔ آن می‌شود، اما گازی پنج‌اتمی تولید می‌شود که آلایندهٔ هوا است.

ب) در تولید کاغذ، آب به مقدار زیاد و مواد شیمیایی مضر برای محیط زیست مصرف می‌شود و در پالایش نفت خام و واکنش پلیمری‌شدن، انرژی زیادی مصرف می‌شود.

پ) پاکت کاغذی و کیسهٔ پلاستیکی قابل بازیافت هستند، اما بازیافت هر دو منجر به آلودگی محیط زیست می‌شود.

ت) پایداری مادهٔ خام و اولیهٔ کیسهٔ پلاستیکی، بیشتر از پاکت کاغذی است.

ث) سوزاندن زباله‌های پلاستیکی باعث انتشار گازهای گلخانه‌ای و آلاینده‌های هوا می‌شود و تجزیهٔ این زباله‌ها در کوتاه‌مدت، باعث تولید گازهای سمی و آلاینده می‌شود.

۱) پ ـ ث
۲) ب ـ پ ـ ت
۳) الف ـ ت
۴) الف ـ ب ـ پ

پاسخ: گزینهٔ ۴

پاسخ خیلی تشریحی ✔

عبارت‌های «الف»، «ب» و «پ» درست‌اند.

بررسی عبارت‌های نادرست:

ت) پایداری مادهٔ خام و اولیهٔ پاکت کاغذی بیشتر از کیسهٔ پلاستیکی است.

ث) زباله‌های پلاستیکی تجزیه نمی‌شوند و سالیان طولانی در محیط زیست باقی می‌مانند.

مراحل چرخهٔ عمر		پاکت کاغذی	کیسهٔ پلاستیکی
استخراج و تولید مواد اولیه و خام	مادهٔ اولیه یا خام چیست؟	درخت	نفت خام
	پایداری تأمین مادهٔ اولیه و خام	نسبتاً پایدار ـ می‌توان تعداد زیادی درخت کاشت.	ناپایدار ـ نفت تجدیدنشدنی است.
	تأثیر تولید مادهٔ خام روی محیط زیست	با بریدن درختان زیستگاه جانداران زیادی تخریب می‌شود.	در استخراج نفت خام انرژی زیادی مصرف می‌شود.
	تأثیر حمل‌ونقل مادهٔ خام روی محیط زیست	آلودگی هوا را به دنبال دارد.	سبب آلودگی هوا، خاک و آب می‌شود.
تولید	تأثیر روی محیط زیست	در تولید کاغذ آب به مقدار زیاد و برخی مواد شیمیایی مضر برای محیط زیست مصرف می‌شود.	در پالایش نفت خام و واکنش پلیمری‌شدن انرژی زیادی مصرف می‌شود.
توزیع و مصرف	تأثیر حمل‌ونقل مادهٔ خام روی محیط زیست	سبب آلودگی هوا می‌شود.	سبب آلودگی هوا می‌شود.
دفع	دفن‌کردن	تجزیه می‌شود، اما گاز متان تولید می‌کند که آلایندهٔ هوا است.	تجزیه نمی‌شود و در زمین برای سالیان طولانی باقی می‌ماند.
	سوزاندن زباله	سبب انتشار گازهای گلخانه‌ای و آلودگی هوا می‌شود.	سبب انتشار گازهای گلخانه‌ای و آلودگی هوا می‌شود.
	بازیافت	حمل‌ونقل پسماندهای کاغذی سبب آلودگی هوا می‌شود.	حمل‌ونقل پسماندهای پلاستیکی و ذوب‌کردن آن‌ها انرژی مصرف می‌کند و سبب آلودگی هوا می‌شود.

1 **براساس کتاب درسی، ویژگی یا ویژگی‌های ذکرشده در کدام گزینه با مدل دریای الکترونی قابل توجیه نیست؟**

۱) فلز طلا به اندازه‌ای نرم و شکل‌پذیر است که از چند گرم آن می‌توان صفحه‌ای با مساحت چند متر مربع تولید کرد.

۲) گرافیت یک رسانای الکترونی است و می‌توان از آن به عنوان الکترود در سلول‌های الکتروشیمیایی استفاده کرد.

۳) ظروف مسی به دلیل انتقال خوب گرما برای پخت‌وپز بسیار مناسب‌اند.

۴) فلز رِنیم (Re) به دلیل نقطهٔ ذوب و استحکام بالا در ساخت موتور هواپیما کاربرد دارد.

پاسخ: گزینهٔ ۲

پاسخ‌خیلی‌تشریحی✔ مدل دریای الکترونی برای توجیه برخی خواص فیزیکی فلزها استفاده می‌شود. گرافیت، دگرشکلی از نافلز کربن است. در سایر گزینه‌ها، به یکی از خواص فیزیکی فلزها اشاره شده است.

2 **کدام مورد، جملهٔ زیر را به درستی تکمیل می‌کند؟**

«هر چه ..... آلکان‌ها ..... باشد، میزان ..... آن‌ها ..... است.»

۱) نقطهٔ جوش ـ بیشتر ـ فراریت ـ بیشتر

۲) فراریت ـ کم‌تر ـ چسبندگی ـ بیشتر

۳) گرانروی ـ کم‌تر ـ انحلال‌پذیری در آب ـ کم‌تر

۴) نقطهٔ جوش ـ کم‌تر ـ گرانروی ـ بیشتر

پاسخ: گزینهٔ ۲

نکته

با افزایش تعداد اتم‌های کربن در آلکان‌های راست‌زنجیر

جرم مولکولی، قدرت نیروهای بین مولکولی، نقطهٔ جوش، گرانروی و چسبندگی افزایش می‌یابد.

فراریت و اشتعال‌پذیری کاهش می‌یابد.

پاسخ‌خیلی‌تشریحی✔ در آلکان‌ها، هر چه شمار اتم‌های کربن بیشتر باشد، جرم مولکول بیشتر و اندازهٔ آن بزرگ‌تر می‌شود؛ بنابراین قدرت نیروی جاذبهٔ بین مولکول‌ها نیز افزایش می‌یابد. در این صورت نقطهٔ جوش، گرانروی و چسبندگی آلکان‌ها بیشتر بوده، اما میزان فراریت آن کاهش می‌یابد؛ پس گزینه‌های (۱) و (۴) پر!

در مورد گزینهٔ (۳) نیز *هواستون باشه* که آلکان‌ها **ناقطبی هستند و در آب نامحلول‌اند** و با تغییر شمار اتم‌های کربن در آلکان‌ها، انحلال‌پذیری آن‌ها در آب تغییر چندانی نمی‌کند!

3 اگر در ساختار یک آلکان راست‌زنجیر، نسبت شمار گروه‌های CH_2 — به شمار گروه‌های CH_3 —، برابر با ۳ باشد، فرمول مولکولی این آلکان را به چند آلکان شاخه‌دار با سه شاخهٔ فرعی می‌توان نسبت داد؟

ابتدا و انتهای آلکان راست‌زنجیر

همهٔ کربن‌ها به‌جز ابتدا و انتها

۱) ۲

۲) ۳

۳) ۴

۴) ۵

مشاوره مبحث ایزومری در هیدروکربن‌ها از جمله مباحثی است که در دو سال اخیر در کنکور سراسری مورد پرسش واقع شده! مبحثی که متأسفانه! اغلب دانش‌آموزان با تصور این‌که در کنکور از آن سؤالی طرح نمی‌شود، به آن توجهی نمی‌کنند و تست‌های مربوط به آن را اصلاً نگاه نمی‌کنند! اما بدانید و آگاه باشید که احتمال طرح مجدد تست از این مبحث بالاست.

پاسخ: گزینهٔ ۳

پاسخ خیلی تشریحی ✔

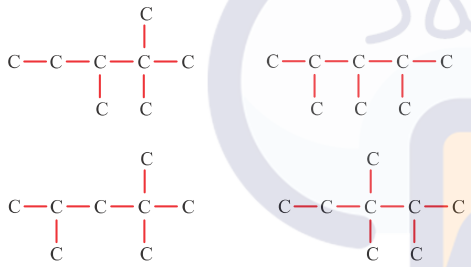
در ساختار آلکان‌های راست‌زنجیر با فرمول عمومی C_nH_{2n+2}، تعداد گروه‌های CH_2 — و CH_3 — به ترتیب برابر با $n-2$ و ۲ است؛ بنابراین داریم:

$$\frac{n-2}{2}=3 \Rightarrow n-2=6 \Rightarrow n=8$$

بنابراین آلکان راست‌زنجیر مورد نظر، اوکتان (C_8H_{18}) با ساختار زیر می‌باشد:

$$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$$

فرمول مولکولی C_8H_{18} را به ۴ آلکان شاخه‌دار با ۳ شاخهٔ فرعی می‌توان نسبت داد:



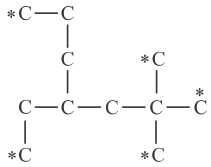
کنکور

اگر جرم مولی یک آلکان زنجیری، برابر ۱۱۴ گرم باشد، این ترکیب دارای چند فرمول ساختاری متفاوت است که در آن‌ها، نسبت شمار گروه‌های CH_3 به شمار گروه‌های CH_2، برابر ۲ باشد؟ ($H=1, C=12 : g.mol^{-1}$)

(سؤال ۸۸ کنکور ریاضی ۱۴۰۴ - نوبت دوم)

۱) ۳ ۲) ۴ ۳) ۵ ۴) ۶

4 **اگر در فرمول ساختاری آلکان زیر به هر کدام از کربن‌های ستاره‌دار یک کربن اضافه کنیم، کدام موارد زیر دربارهٔ ترکیب حاصل درست است؟**



الف) جرم مولی ترکیب به اندازهٔ جرم مولی ۵ گروه CH_3 افزایش می‌یابد.

ب) تعداد گروه‌های CH_2، ۵ واحد بیشتر می‌شود.

پ) نسبت شمار اتم‌های کربن به شمار اتم‌های هیدروژن افزایش می‌یابد.

ت) تعداد شاخه‌های فرعی تغییری نمی‌کند.

۱) الف ـ ب ـ پ ـ ت

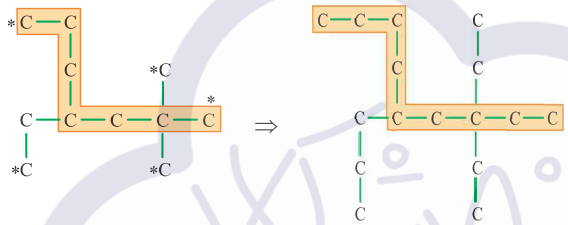
۲) ب ـ پ ـ ت

۳) پ ـ ت

۴) فقط ت

پاسخ: گزینهٔ ۲

پاسخ‌خیلی‌تشریحی✔ ساختار ترکیب داده‌شده قبل و بعد از افزودن کربن‌ها به صورت زیر است:



$C_{11}H_{24}$ $C_{16}H_{34}$

بررسی موارد:

الف) با اضافه‌کردن ۵ گروه CH_3 به ترکیب، ۵ اتم H نیز از کربن‌های ستاره‌دار کم می‌شود؛ پس جرم مولی به اندازهٔ ۵ گروه CH_3 افزایش نمی‌یابد. (به اندازهٔ ۵ گروه CH_2 افزایش می‌یابد.)

ب) ۵ اتم کربن ستاره‌دار قبل از تغییر، به صورت CH_3 هستند، اما در اثر افزودن کربن به آن‌ها به صورت CH_2 درمی‌آیند؛ در نتیجه تعداد گروه‌های CH_2، ۵ واحد بیشتر می‌شود.

پ) نسبت شمار اتم‌های کربن به شمار اتم‌های هیدروژن طبق محاسبات زیر افزایش می‌یابد:

فرمول کلی آلکان‌ها : C_nH_{2n+2}

$$\begin{cases} \xrightarrow{n=11} C_{11}H_{24} \Rightarrow \frac{11}{24} \simeq 0/46 \\ \xrightarrow{n=16} C_{16}H_{34} \Rightarrow \frac{16}{34} \simeq 0/47 \end{cases}$$

ت) تعداد شاخه‌های فرعی، قبل و بعد از تغییر برابر ۳ است.

۵ **۰/۲ مول از ترکیبی با فرمول مولکولی $C_{۲۰}H_{۲۰}$ با ۱/۴ مول برم به طور کامل واکنش می‌دهد. اگر در ساختار این ترکیب، علاوه بر پیوندهای دوگانه، یک پیوند سه‌گانهٔ کربن ـ کربن نیز وجود داشته باشد، در ساختار آن چند حلقه وجود دارد؟**

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

پاسخ: گزینهٔ ۴

پاسخ خیلی تشریحی ✔ هیدروکربن $C_{۲۰}H_{۲۰}$، n پیوند دوگانه و یک پیوند سه‌گانه دارد. این هیدروکربن به ازای n مول پیوند دوگانه با n مول $Br_۲$ و به ازای یک مول پیوند سه‌گانه با ۲ مول $Br_۲$ واکنش می‌دهد.

$$C_{۲۰}H_{۲۰} + (n+۲)Br_۲ \rightarrow C_{۲۰}H_{۲۰}Br_{۲n+۴}$$

$$۰/۲\ mol\ C_{۲۰}H_{۲۰} \times \frac{(n+۲)\ mol\ Br_۲}{۱\ mol\ C_{۲۰}H_{۲۰}} = ۱/۴\ mol\ Br_۲ \Rightarrow ۰/۲(n+۲) = ۱/۴ \Rightarrow n+۲ = ۷ \Rightarrow n = ۵$$

پس ترکیب مورد نظر ۵ پیوند دوگانه و ۱ پیوند سه‌گانه دارد، حال تعداد حلقه‌ها را به کمک رابطهٔ زیر به دست می‌آوریم:

تعداد اتم‌های هیدروژن در ترکیبی با n کربن = (۲n + ۲) − ۲ × (تعداد پیوندهای دوگانه + تعداد حلقه‌ها) −

(تعداد اتم‌های هالوژن) − (تعداد اتم‌های نیتروژن) + (تعداد پیوندهای سه‌گانه × ۴)

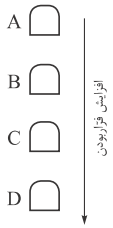
$$۲۰ = [۲(۲۰)+۲] - ۲(۵+x) - ۴(۱) \Rightarrow ۲۰ = ۲۸ - ۲x \Rightarrow x = ۴$$

۱/۹۳ گرم از ترکیب آلی $C_{۲۷}H_{۴۵}OH$ با جرم مولی ۳۸۶ گرم بر مول، با ۰/۸ گرم برم مایع به طور کامل واکنش می‌دهد. در ساختار این مولکول چند حلقه وجود دارد؟ (ساختار فاقد پیوند سه‌گانه است، $Br = ۸۰\ g.mol^{-۱}$)

(سؤال ۸۳ کنکور تجربی ۱۴۰۳ ـ نوبت دوم)

۱) ۴ ۲) ۳ ۳) ۶ ۴) ۵

6 **شکل زیر، ۴ جزء اصلی نفت خام (نفت سفید، نفت کوره، گازوئیل و خوراک پتروشیمیایی) را نشان می‌دهد. با توجه به آن، کدام مطلب نادرست است؟**



۱) گرانروی، نقطهٔ جوش و چسبندگی ترکیبات B از ترکیبات C بیشتر است.

۲) در نفت سنگین نسبت به نفت سبک، درصد مادهٔ A بیشتر و درصد مواد B، C و D کم‌تر است.

۳) در نفت برنت شمال، درصد مادهٔ A بیشتر از انواع نفت کشورهای عربی و ایران است، به همین دلیل قیمت بالاتری دارد.

۴) در تقطیر نفت خام، مواد D از قسمت‌های بالاتر و مواد A از قسمت‌های پایین‌تر برج تقطیر خارج می‌شوند.

پاسخ: گزینهٔ ۳

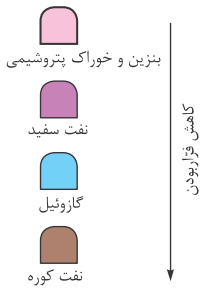
پاسخ خیلی تشریحی ✔

بنزین و خوراک پتروشیمی، نفت سفید (شامل آلکان‌هایی با ۱۰ تا ۱۵ اتم کربن)، گازوئیل و نفت کوره، برخی از موادی هستند که در نفت خام وجود دارند.

نفت کوره > گازوئیل > نفت سفید > بنزین و خوراک پتروشیمی: مقایسهٔ اندازه و جرم مولکول

هر چه اندازه و جرم مولکول هیدروکربن بیشتر باشد، فراریت آن کم‌تر است.

بنابراین مقایسهٔ فرّاربودن این مواد در نفت خام به صورت مقابل است:



در نتیجه مواد A، B، C و D را می‌توانیم به صورت زیر شناسایی کنیم (دقت کنید در نمودار سؤال، از بالا به پایین، فرّاریت زیاد شده است):

A: نفت کوره

B: گازوئیل

C: نفت سفید

D: بنزین و خوراک پتروشیمی

در نفت برنت شمال، مقدار مادهٔ D (بنزین و خوراک پتروشیمی) بیشتر از انواع نفت کشورهای عربی و ایران است و دلیل بالاتربودن قیمت این نوع نفت نیز همین است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ (۱): با توجه به فرّاربودن ترکیبات C (نفت سفید) در مقایسه با ترکیبات B (گازوئیل)، می‌توان نتیجه گرفت که ترکیبات B دارای گرانروی، نقطهٔ جوش و چسبندگی بیشتری نسبت به ترکیبات C هستند.

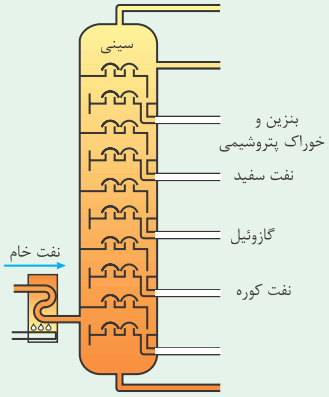
گزینهٔ (۲): در انواع نفت‌های سنگین نسبت به نفت‌های سبک، درصد نفت کوره بیشتر، اما درصد گازوئیل، نفت سفید، بنزین و خوراک پتروشیمی کم‌تر است.

گزینهٔ (۴):

نکته

با توجه به این‌که نفت خامی که از زمین استخراج می‌شود، حاوی نمک‌ها، اسیدها و آب است، ابتدا آن‌ها را از نفت خام جدا می‌کنند و پس از جداکردن این ناخالصی‌ها، هیدروکربن‌های موجود در نفت خام را با روش تقطیر جزءبه‌جزء پالایش می‌کنند. با استفاده از این روش، هیدروکربن‌های موجود در نفت خام به صورت مخلوط‌هایی با نقطهٔ جوش نزدیک به هم، جدا می‌شوند.

با استفاده از این روش، هیدروکربن‌های موجود در نفت خام به صورت مخلوط‌هایی با نقطهٔ جوش نزدیک به هم، جدا می‌شوند.



ابتدا نفت خام را در محفظه‌ای بزرگ گرما می‌دهند و بعد نفت خام داغ را به درون برج تقطیر هدایت می‌کنند. برج تقطیر، محفظه‌ای بلند شامل بخش‌های مختلفی است که دمای آن‌ها با یکدیگر تفاوت دارد. در این برج از پایین به بالا، دما کاهش می‌یابد؛ یعنی **با حرکت به سمت بالای برج تقطیر، دما کاهش می‌یابد.** هنگامی که نفت خام داغ به قسمت پایین برج وارد می‌شود، مولکول‌های سبک‌تر و فرّارتر (با نقطهٔ جوش پایین‌تر) به سمت بالای برج حرکت می‌کنند. این در حالی است که هیدروکربن‌های سنگین‌تر و غیرفرّارتر (با نقطهٔ جوش بالاتر) در طبقات پایین‌تر برج، *جا خوش می‌کنند! رفته رفته!* که مولکول‌ها بالاتر می‌روند، سرد شده و به مایع تبدیل می‌شوند و در سینی‌هایی که در فاصله‌های گوناگون برج قرار دارند، وارد شده و از برج خارج می‌شوند.

با توجه به نکتهٔ بالا می‌توان نتیجه گرفت که چون مواد D، از سایر مواد نفت خام فرّارتر و دارای نقطهٔ جوش پایین‌تری هستند، به سمت بالای برج حرکت کرده و از قسمت‌های بالاتر برج تقطیر خارج می‌شوند و مواد A که نقطهٔ جوش بالاتر و فرّاریت کم‌تری نسبت به سایر مواد نفت خام دارند، در طبقات پایین‌تر برج قرار گرفته و از این قسمت‌ها به دست می‌آیند.

7 **در کدام گزینه میان ترکیب مورد نظر و توضیح داده‌شده، ارتباط درستی وجود دارد؟**

۱) ترکیبی که برای جذب اکسید گوگرد حاصل از سوختن زغال‌سنگ استفاده می‌شود: $CaSO_3$

۲) اولین عضو خانوادهٔ آلکین‌ها که در جوشکاری کاربرد دارد: اتیلن

۳) کاتالیزگری که برای اضافه‌کردن هیدروژن به یک آلکن به کار می‌رود: فلز نیکل

۴) ترکیب اکسیژن‌داری که در واکنش تولید صنعتی سیلیسیم به دست می‌آید: CO_2

پاسخ: گزینهٔ ۳

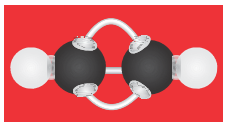
پاسخ خیلی تشریحی ✔

بررسی گزینه‌ها:

گزینهٔ (۱): برای جذب گوگرد دی‌اکسید حاصل از سوختن زغال‌سنگ مطابق واکنش زیر از کلسیم اکسید (CaO) استفاده می‌شود. در واقع $CaSO_3$ فراوردهٔ این واکنش است.

$$SO_2(g) + CaO(s) \rightarrow CaSO_3(s)$$

گزینهٔ (۲): اولین عضو خانوادهٔ آلکین‌ها که در جوشکاری و برشکاری فلزها کاربرد دارد، اتین است که در گذشته با نام استیلن شناخته می‌شد.



$$H-C\equiv C-H$$

اتین

گزینهٔ (۳): از فلز نیکل به عنوان کاتالیزگر در واکنش سیرشدن آلکن‌ها، به عنوان مثال در واکنش تبدیل ۱ ـ هگزن به هگزان استفاده می‌شود.

$$C_6H_{12}(l) + H_2(g) \xrightarrow{Ni(s)} C_6H_{14}(l)$$

گزینهٔ (۴): سیلیسیم عنصر اصلی سازندهٔ سلول‌های خورشیدی است که از واکنش زیر تهیه می‌شود. ترکیب اکسیژن‌دار تولیدی در این واکنش، کربن مونوکسید (CO) است.

$$SiO_2(s) + 2C(s) \xrightarrow{\Delta} Si(l) + 2CO(g)$$

8 **۱۰۰ گرم از مادهٔ مشخصی با دمای $۸۰\,^\circ C$ (نمونهٔ A) را با ۲۰۰ گرم از همان ماده با دمای $۵۰\,^\circ C$ (نمونهٔ B) مخلوط کرده و نمونه‌ای با دمای θ (نمونهٔ C) به دست می‌آید. کدام موارد از مقایسه‌ها در مورد این سه نمونه درست است؟**

الف) گرمای لازم برای افزایش دمای نمونه‌ها به میزان $۲۰\,^\circ C$: $C > B > A$

ب) میانگین انرژی جنبشی ذره‌های ماده: $A > C > B$

پ) ظرفیت گرمایی یک گرم از هر نمونه: $C > B > A$

ت) انرژی گرمایی: $A = B = C$

۱) الف ـ ب
۲) ب ـ ت
۳) الف ـ پ
۴) پ ـ ت

پاسخ: گزینهٔ ۱

پاسخ خیلی تشریحی ✔

موارد «الف» و «ب» درست هستند.

بررسی موارد:

الف) چون نوع ماده در هر سه نمونه یکسان است، پس ظرفیت گرمایی ویژهٔ (c) نمونه‌ها برابر است. طبق رابطهٔ $Q = mc\Delta\theta$، گرمای لازم برای افزایش دمای هر یک از نمونه‌ها به میزان $۲۰\,^\circ C$ را محاسبه می‌کنیم:

$$Q_c = (۲۰۰+۱۰۰)\times c\times ۲۰ = ۶۰۰۰\,c$$

$$Q_B = ۲۰۰\times c\times ۲۰ = ۴۰۰۰\,c$$

$$Q_A = ۱۰۰\times c\times ۲۰ = ۲۰۰۰\,c$$

یه‌جور دیگه

چون برای هر سه نمونه مقدار c و $\Delta\theta$ برابر است، هر چه جرم نمونه‌ای بیشتر باشد، گرمای لازم برای افزایش دمای آن نیز بیشتر خواهد بود.

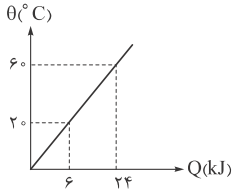
ب) دمای یک ماده، معیاری برای توصیف میانگین انرژی جنبشی ذره‌های سازندهٔ آن است. وقتی دو نمونه از یک ماده را با هم مخلوط می‌کنیم، دمای مخلوط حاصل دمایی بین دو نمونهٔ مخلوط‌شده به دست می‌آید، پس مقایسهٔ دمای این سه نمونه به صورت زیر است.

$$A\,(۸۰\,^\circ C) > C\,(\text{بین } ۵۰\,^\circ C \text{ و } ۸۰\,^\circ C) > B\,(۵۰\,^\circ C)$$

پ) ظرفیت گرمایی یک گرم از نمونه، معادل ظرفیت گرمایی ویژه (c) نمونه است. چون نوع ماده یکسان است، از این‌رو هر سه نمونه ظرفیت گرمایی ویژهٔ برابری دارند.

ت) با توجه به این‌که جرم و دمای نمونه‌ها یکسان نیست، مقدار انرژی گرمایی آن‌ها نیز یکسان نمی‌باشد.

9 **نمودار زیر تغییرات دمای ۵۰۰ گرم قطعهٔ فلز A نسبت به گرمای داده‌شده را نشان می‌دهد. اگر این قطعه فلز را در دمای $۲۰\,^{\circ}C$ با یک کیلوگرم فلز B با دمای $۱۰۰\,^{\circ}C$ تماس دهیم، دمای نهایی دو قطعه، چند کلوین خواهد بود؟ (گرمای ویژهٔ جسم B، برابر با ۰/۴۵ ژول بر گرم بر درجهٔ سلسیوس است. از اتلاف گرما صرف نظر کنید.)**



گرمای داده‌شده توسط جسم B با گرمای گرفته‌شده توسط جسم A برابر است.

۱) ۶۰

۲) ۳۳۳

۳) ۷۵

۴) ۳۴۸

پاسخ: گزینهٔ ۲

Hint ابتدا ظرفیت گرمایی ویژهٔ فلز A را با توجه به نمودار تغییرات دمای این جسم برحسب گرمای داده‌شده به آن حساب کن، سپس دمای تعادل حاصل از تماس قطعهٔ ۵۰۰گرمی از فلز A با دمای $۲۰\,^{\circ}C$ و قطعهٔ ۱۰۰۰گرمی از فلز B با دمای $۱۰۰\,^{\circ}C$ را به دست بیاور. در نهایت دمای تعادل را برحسب کلوین حساب کن.

پاسخ خیلی تشریحی **گام اول**: ظرفیت گرمایی ویژهٔ فلز A را محاسبه می‌کنیم:

با مبادلهٔ $۲۴-۶=۱۸$ کیلوژول گرما (Q)، دمای جسم از $۲۰\,^{\circ}C$ به $۶۰\,^{\circ}C$ رسیده است $(\Delta\theta=۶۰-۲۰=۴۰)$؛ بنابراین داریم:

$$Q=mc\Delta\theta \Rightarrow c=\frac{Q}{m.\Delta\theta}=\frac{۱۸\times۱۰^{۳}(J)}{۵۰۰\times۴۰}=۰/۹\ J.g^{-۱}.\,^{\circ}C^{-۱}$$

گام دوم: محاسبه می‌کنیم که اگر قطعه‌ای از فلز A به جرم ۵۰۰ گرم و دمای $۲۰\,^{\circ}C$ را با قطعه‌ای از فلز B به جرم یک کیلوگرم (یا ۱۰۰۰ گرم) و دمای $۱۰۰\,^{\circ}C$ تماس دهیم، دمای تعادل چه‌قدر خواهد بود:

می‌دانیم که گرمای داده‌شده توسط جسم B با گرمای گرفته‌شده توسط جسم A برابر است؛ بنابراین داریم:

$$|Q_A|=|Q_B|$$

$$|m_A\times c_A\times(\theta-\theta_A)|=|m_B\times c_B\times(\theta-\theta_B)| \Rightarrow |۵۰۰\times۰/۹\times(\theta-۲۰)|=|۱۰۰۰\times۰/۴۵\times(\theta-۱۰۰)|$$

$$\theta-۲۰=-\theta+۱۰۰ \Rightarrow ۲\theta=۱۲۰ \Rightarrow \theta=۶۰\,^{\circ}C$$

یه‌جور دیگه دمای تعادل را می توان از رابطهٔ زیر حساب کرد:

$$\theta_{\text{تعادل}}=\frac{m_۱c_۱\theta_۱+m_۲c_۲\theta_۲}{m_۱c_۱+m_۲c_۲}=\frac{(۵۰۰\times۰/۹\times۲۰)+(۱۰۰۰\times۰/۴۵\times۱۰۰)}{(۵۰۰\times۰/۹)+(۱۰۰۰\times۰/۴۵)}=\frac{۵۴۰۰۰}{۹۰۰}=۶۰\,^{\circ}C$$

گام سوم: دمای تعادل را برحسب کلوین به دست می‌آوریم:

$$T(K)=\theta(^{\circ}C)+۲۷۳=۶۰+۲۷۳=۳۳۳\ K$$

10 **درستی یا نادرستی عبارت‌های زیر به ترتیب در کدام گزینه آمده است؟**

الف) ظرفیت گرمایی یک ماده به فشار، دما، نوع و مقدار ماده بستگی دارد.

ب) گرما می‌تواند از یک جسم با انرژی گرمایی کم‌تر به جسمی با انرژی گرمایی بیشتر منتقل شود.

پ) اگر نقطهٔ جوش مادهٔ مولکولی A بیشتر از نقطهٔ جوش مادهٔ مولکولی B باشد، گرمای ویژهٔ A از B بیشتر است.

۱) درست ـ درست ـ نادرست

۲) نادرست ـ نادرست ـ درست

۳) نادرست ـ نادرست ـ نادرست

۴) درست ـ درست ـ درست

پاسخ: گزینهٔ ۱

پاسخ خیلی تشریحی ✔

عبارت‌های «الف» و «ب»، درست و عبارت «پ» نادرست است.

بررسی موارد:

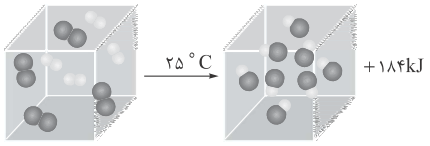
الف) *کاملاً درسته.*

ب) گرما همواره از جسمی با دمای بالاتر به جسمی با دمای پایین‌تر منتقل می‌شود؛ بنابراین ممکن است جسمی با انرژی گرمایی کم‌تر (مثلاً به دلیل جرم کم‌تر) ولی دمای بالاتر، به جسمی با انرژی گرمایی بیشتر (مثلاً به دلیل جرم بیشتر) ولی دمای پایین‌تر گرما بدهد.

پ) نقطهٔ جوش دمایی است که در آن، مایعی می‌جوشد یا یک گاز مایع می‌شود. گرمای ویژه نیز مقدار انرژی لازم برای افزایش دمای یک گرم ماده به اندازهٔ ۱ درجهٔ سلسیوس است و رابطهٔ مستقیم و قطعی بین این دو وجود ندارد؛ بنابراین نقطهٔ جوش بیشتر A نسبت به B، الزاماً به معنی گرمای ویژهٔ بیشتر A در مقایسه با B نیست.

11 با توجه به شکل زیر که مربوط به واکنش $H_۲(g)+Cl_۲(g) \rightarrow ۲HCl(g)$ است، کدام مورد نادرست است؟

$(H=۱, Cl=۳۵/۵ : g.mol^{-1})$



۱) طی این واکنش، نیروهای نگهدارندهٔ اتم‌ها و استحکام پیوند، در واکنش‌دهنده‌ها نسبت به فراورده تغییر می‌کنند.

۲) مقدار گرمای آزادشده به ازای تولید ۱۴۶ گرم فراورده برابر ۳۶۸ kJ است.

۳) در این واکنش، انرژی گرمایی فراورده‌ها به اندازهٔ ۱۸۴ kJ نسبت به واکنش‌دهنده‌ها کم‌تر است.

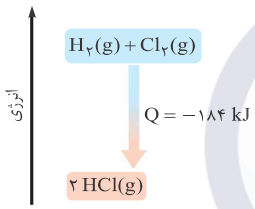
۴) گرمای آزادشده در این واکنش، به طور عمده وابسته به تفاوت در انرژی شیمیایی مواد واکنش‌دهنده و فراورده است.

پاسخ: گزینهٔ ۳

پاسخ خیلی تشریحی ✔ معادلهٔ واکنش انجام‌شده به صورت زیر است:

$$H_۲(g)+Cl_۲(g) \xrightarrow{۲۵\,^\circ C} ۲HCl(g)+۱۸۴\,kJ$$

هم‌چنین نمودار آن به صورت مقابل می‌باشد:



دقت کنید که گرمای مبادله‌شده در واکنشی که در دمای ثابت انجام می‌شود، **ناشی از تفاوت انرژی گرمایی در مواد واکنش‌دهنده و فراورده نیست!** زیرا در دمای ثابت تفاوت چندانی میان انرژی گرمایی آن‌ها وجود ندارد. گرمای جذب یا آزاد شده در هر واکنش شیمیایی، به طور عمده وابسته به **تفاوت میان انرژی پتانسیل مواد واکنش‌دهنده و فراورده** می‌باشد؛ بنابراین گرمای حاصل از واکنش میان گازهای هیدروژن $(H_۲)$ و کلر $(Cl_۲)$ (۱۸۴ کیلوژول)، ناشی از تفاوت انرژی پتانسیل میان مواد واکنش‌دهنده $(H_۲$ و $Cl_۲)$ و فراورده $(۲HCl)$ است، نه ناشی از تفاوت انرژی گرمایی بین آن‌ها!

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ (۱): به دلیل این‌که سطح انرژی فراورده پایین‌تر از واکنش‌دهنده‌ها است؛ بنابراین پایداری فراورده بیشتر بوده و نیروی نگهدارندهٔ اتم و استحکام پیوند در آن نیز بیشتر خواهد بود.

گزینهٔ (۲):

$$۱۴۶\,g\,HCl \times \frac{۱\,mol\,HCl}{۳۶/۵\,g\,HCl} \times \frac{۱۸۴\,kJ}{۲\,mol\,HCl} = ۳۶۸\,kJ$$

گزینهٔ (۴): براساس متن کتاب درسی، در برخی منابع، به انرژی پتانسیل موجود در یک نمونه ماده، انرژی شیمیایی می‌گویند. همان‌طورکه گفتیم، با توجه به این‌که واکنش در دمای ثابت انجام می‌شود، گرمای آزادشده در این فرایند به طور عمده وابسته به تفاوت میان انرژی پتانسیل (شیمیایی) مواد واکنش‌دهنده و فراورده است.

12 با توجه به واکنش: $2HBr(g) + 95kJ \rightarrow H_2(g) + Br_2(g)$، گرمای واکنش‌های ۱ و ۲ به ترتیب کدام است؟

۱) $2HBr(l) \rightarrow H_2(g) + Br_2(g)$

۲) $2HBr(g) \rightarrow H_2(g) + Br_2(l)$

۱) ۶۵+ ، ۱۱۸/۵+

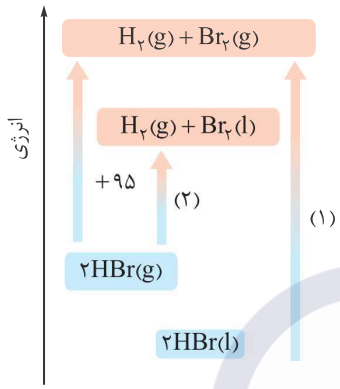
۲) ۱۱۸/۵+ ، ۶۵+

۳) ۶۵− ، ۱۱۸/۵−

۴) ۱۱۸/۵− ، ۶۵−

پاسخ: گزینهٔ ۲

پاسخ خیلی تشریحی نمودار تغییرات آنتالپی برای سه واکنش به صورت زیر است. بر این اساس گرمای واکنش‌های (۱) و (۲) به ترتیب ۱۱۸/۵+ و ۶۵+ کیلوژول می‌باشد.



نکته برای یک ماده، سطح انرژی حالت گاز بالاتر از مایع و حالت مایع هم بالاتر از حالت جامد است.

13 کدام عبارت نادرست است؟

۱) مواد غذایی در یخچال صحرایی براساس فرایندی با معادلهٔ $H_2O(g) \rightarrow H_2O(l) + 44/1$ ، خنک می‌ماند.

۲) در شرایط یکسان از سوختن الماس، گرمای بیشتری نسبت به سوختن گرافیت آزاد می‌شود.

۳) کربن دی‌اکسید جامد با جذب گرما و طی فرایند فرازش به کربن دی‌اکسید گازی تبدیل می‌شود.

۴) در شرایط یکسان، سطح انرژی هیدرازین (N_2H_4) نسبت به سطح انرژی آمونیاک بالاتر است.

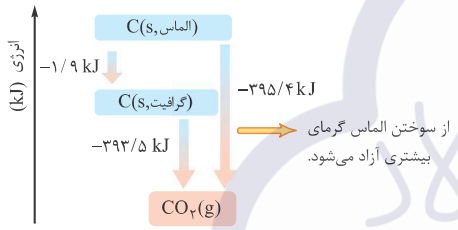
پاسخ: گزینهٔ ۱

پاسخ خیلی تشریحی ✔

بررسی گزینه‌ها:

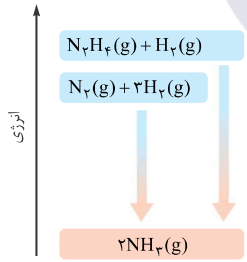
گزینهٔ (۱): یخچال صحرایی براساس فرایند تبخیر با معادلهٔ $H_2O(l) + 44/1\,kJ \rightarrow H_2O(g)$ ، باعث خنک‌ماندن محفظهٔ درون ظرف می‌شود.

گزینهٔ (۲): از آن‌جا که فراوردهٔ سوختن هر دو، $CO_2(g)$ است، تفاوت گرمای آزادشده، تنها به سطح انرژی خود واکنش‌دهنده‌ها یعنی الماس و گرافیت بستگی دارد. چون الماس سطح انرژی بالاتری از گرافیت دارد، پس در شرایط یکسان گرمای بیشتری از سوختن آن آزاد می‌شود.



گزینهٔ (۳): کربن دی‌اکسید جامد طی فرایند $CO_2(s) + Q \rightarrow CO_2(g)$ ، که فرازش (تصعید) نام دارد به حالت گازی تبدیل می‌شود.

گزینهٔ (۴): با توجه به گرماده‌بودن واکنش: $N_2H_4(g) + H_2(g) \rightarrow 2NH_3(g)$ ، می‌توان گفت که سطح انرژی هیدرازین از آمونیاک بالاتر بوده و به همین دلیل، ناپایدارتر است.



1 کدام مطلب در مورد قانون هس نادرست است؟

۱) قانون هس بیان می‌کند که تغییر آنتالپی یک واکنش، صرف نظر از مسیر انجام آن، مقدار ثابتی است.

۲) از قانون هس می‌توان برای محاسبهٔ تغییر آنتالپی واکنش‌هایی که به سختی قابل انجام هستند، استفاده کرد.

۳) در قانون هس، جهت انجام واکنش‌ها اهمیتی ندارد و می‌توان آن‌ها را به دلخواه معکوس کرد.

۴) قانون هس به ما کمک می‌کند تا گرمای یک مرحله از یک واکنش چندمرحله‌ای را محاسبه کنیم.

مشاوره برای پاسخ به این سؤال، لازم است مفهوم قانون هس و چگونگی استفاده از آن را درک کنید. به طور خاص، باید بدانید که جهت واکنش‌ها و چگونگی ترکیب آن‌ها برای رسیدن به واکنش هدف، در قانون هس اهمیت دارد.

پاسخ خیلی تشریحی بررسی همهٔ گزینه‌ها:

گزینهٔ (۱): درست؛ این تعریف دقیق قانون هس است. قانون هس بیان می‌کند که تغییر آنتالپی یک واکنش، صرف نظر از مسیر انجام آن، همواره مقدار ثابتی است و فقط به حالت اولیه و حالت نهایی بستگی دارد.

گزینهٔ (۲): درست؛ یکی از کاربردهای مهم قانون هس، محاسبهٔ تغییر آنتالپی واکنش‌هایی است که انجام آن‌ها در آزمایشگاه دشوار است یا به طور مستقیم قابل اندازه‌گیری نیستند. با استفاده از واکنش‌های دیگر که تغییر آنتالپی آن‌ها مشخص است. می‌توان تغییر آنتالپی واکنش مورد نظر را به دست آورد.

گزینهٔ (۳): نادرست؛ در قانون هس، **جهت** انجام واکنش‌ها بسیار مهم است. معکوس‌کردن یک واکنش، علامت ΔH آن را نیز تغییر می‌دهد. به همین ترتیب اگر یک واکنش را در عددی ضرب کنیم، ΔH آن نیز باید در همان عدد ضرب شود. بنابراین، نمی‌توان واکنش‌ها را به دلخواه معکوس کرد، بلکه باید با دقت و با هدف رسیدن به واکنش هدف، این کار انجام شود.

گزینهٔ (۴): درست؛ قانون هس به طور کلی برای محاسبهٔ تغییر آنتالپی کل یک واکنش چندمرحله‌ای استفاده می‌شود. با این حال، اگر تغییر آنتالپی تمام مراحل به‌جز یک مرحله مشخص باشد، می‌توان با استفاده از قانون هس و با انجام محاسبات لازم، تغییر آنتالپی آن مرحلهٔ باقی‌مانده را نیز محاسبه کرد. بنابراین، می‌توان گفت که قانون هس می‌تواند به محاسبهٔ گرمای یک مرحله از یک واکنش چندمرحله‌ای کمک کند.

گول نخوری دام اصلی این سؤال، در گزینهٔ (۳) بود. بسیاری از دانش‌آموزان ممکن است به اشتباه تصور کنند که جهت واکنش‌ها در قانون هس اهمیتی ندارد، در حالی که این تصور نادرست است. علامت ΔH هنگام معکوس‌کردن واکنش‌ها باید قرینه شود و ضرایب استوکیومتری در واکنش‌ها باید با ضرایب ΔH هماهنگ باشند. گزینهٔ (۴) نیز می‌تواند تا حدی دام سؤال باشد، زیرا ممکن است تصور شود قانون هس برای محاسبهٔ گرمای یک مرحله نیست، اما با استفاده از آن و اطلاعات دیگر می‌توان آن را به دست آورد.

2 از واکنش $N_2(g)+4H_2O(l) \rightarrow N_2H_4(l)+2H_2O_2(l)$، برای تهیهٔ هیدرازین (N_2H_4) به عنوان سوخت موشک و هیدروژن پراکسید (H_2O_2) به عنوان اکسیدکننده استفاده می‌شود. با توجه به واکنش‌های ترموشیمیایی داده‌شده، آنتالپی این واکنش چند کیلوژول است؟

مشاوره برای حل این‌گونه مسائل، ابتدا واکنش اصلی را نوشته و سپس با استفاده از واکنش‌های ترموشیمیایی داده‌شده و قانون هس، آنتالپی واکنش اصلی را محاسبه کنید.

$N_2H_4(l)+O_2(g) \rightarrow N_2(g)+2H_2O(l)\ ,\ \Delta H_1=-622/2\ kJ$

$H_2(g)+\frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow H_2O(l)\ ,\ \Delta H_2=-285/8\ kJ$

$H_2(g)+O_2(g) \rightarrow H_2O_2(l)\ ,\ \Delta H_3=-187/8\ kJ$

۱) $-818/2$ ۲) -1080

۳) $818/2$ ۴) 1080

پاسخ خیلی تشریحی هدف ما محاسبهٔ آنتالپی واکنش زیر است:

$N_2(g)+4H_2O(l) \rightarrow N_2H_4(l)+2H_2O_2(l)$

واکنش‌های ترموشیمیایی داده‌شده عبارت‌اند از:

۱) $N_2H_4(l)+O_2(g) \rightarrow N_2(g)+2H_2O(l)\ ,\ \Delta H_1=-622/2\ kJ$

۲) $H_2(g)+\frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow H_2O(l)\ ,\ \Delta H_2=-285/8\ kJ$

۳) $H_2(g)+O_2(g) \rightarrow H_2O_2(l)\ ,\ \Delta H_3=-187/8\ kJ$

برای رسیدن به واکنش اصلی، باید واکنش‌های داده‌شده را به گونه‌ای تغییر دهیم که با جمع آن‌ها، واکنش اصلی به دست آید.

- **واکنش (۱)**: این واکنش را معکوس می‌کنیم تا ۱ مول $N_2H_4(l)$ در سمت فراورده‌ها قرار گیرد. با معکوس‌کردن واکنش، علامت ΔH نیز قرینه می‌شود.

$N_2(g)+2H_2O(l) \rightarrow N_2H_4(l)+O_2(g)\ ,\ \Delta H=+622/2\ kJ$

- **واکنش (۲)**: این واکنش را معکوس و در ۲ ضرب می‌کنیم تا ۴ مول $H_2O(l)$ در سمت واکنش‌دهنده‌ها به دست آید. با معکوس‌کردن واکنش، علامت ΔH قرینه می‌شود و در ۲ نیز ضرب می‌شود.

$2H_2O(l) \rightarrow 2H_2(g)+O_2(g)\ ,\ \Delta H=+571/6kJ\ (285/8\times 2)$

- **واکنش (۳)**: این واکنش را در ۲ ضرب می‌کنیم تا ۲ مول $H_2O_2(l)$ در سمت فراورده‌ها قرار گیرد. ΔH نیز در ۲ ضرب می‌شود.

$2H_2(g)+2O_2(g) \rightarrow 2H_2O_2(l)\ ,\ \Delta H=-375/6kJ(-187/8\times 2)$

حال با جمع سه واکنش تغییریافته، به واکنش اصلی می‌رسیم:

$N_2(g)+2H_2O(l) \rightarrow N_2H_4(l)+O_2(g)\ ,\ \Delta H=+622/2\ kJ$

$2H_2O(l) \rightarrow 2H_2(g)+O_2(g)\ ,\ \Delta H=+571/6\ kJ$

$2H_2(g)+2O_2(g) \rightarrow 2H_2O_2(l)\ ,\ \Delta H=-375/6\ kJ$

$N_2(g)+4H_2O(l) \rightarrow N_2H_4(l)+2H_2O_2(l)\ ,\ \Delta H=(+622/2+571/6-375/6)=+818/2\ kJ$

3 چه تعداد از روش‌های زیر، در افزایش زمان ماندگاری میوه‌ها و سبزیجات تأثیرگذار نیست؟

- **نگه‌داری در یخچال با دمای ۴ درجهٔ سانتی‌گراد**
- **شست‌وشوی میوه‌ها و سبزیجات بلافاصله پس از خرید**
- **بسته‌بندی میوه‌ها و سبزیجات در ظروف بدون منفذ**
- **خشک‌کردن میوه‌ها و سبزیجات**

۱) ۱ ۲) ۲

۳) ۳ ۴) ۴

مشاوره برای پاسخ به این تست باید با عوامل مؤثر بر فساد مواد غذایی و روش‌های جلوگیری از آن آشنا باشید. به خاطر داشته باشید که هدف اصلی در نگه‌داری مواد غذایی، جلوگیری از رشد میکروب‌ها و کاهش سرعت واکنش‌های شیمیایی است که منجر به فساد می‌شوند.

پاسخ خیلی تشریحی

تنها عبارت دوم در افزایش زمان ماندگاری میوه‌ها و سبزیجات تأثیرگذار نیست.

- **نگه‌داری در یخچال با دمای ۴ درجهٔ سانتی‌گراد**: دمای پایین، فعالیت میکروب‌ها و آنزیم‌ها را کاهش می‌دهد و از فساد میوه‌ها و سبزیجات جلوگیری می‌کند.
- **شست‌وشوی میوه‌ها و سبزیجات بلافاصله پس از خرید**: شست‌وشوی میوه‌ها و سبزیجات بلافاصله پس از خرید، می‌تواند باعث افزایش رطوبت سطحی و رشد میکروب‌ها شود که در نهایت منجر به فساد سریع‌تر آن‌ها می‌شود. بهتر است میوه‌ها و سبزیجات را قبل از مصرف بشویید.
- **بسته‌بندی میوه‌ها و سبزیجات در ظروف بدون منفذ**: بسته‌بندی بدون منفذ، از تبادل گاز اکسیژن و رطوبت با محیط جلوگیری کرده و مانع از رشد میکروب‌ها می‌شود.
- **خشک‌کردن میوه‌ها و سبزیجات**: خشک‌کردن، میزان رطوبت را کاهش داده و از رشد میکروب‌ها جلوگیری می‌کند.

بنابراین، تنها عبارت دوم در افزایش زمان ماندگاری میوه‌ها و سبزیجات تأثیرگذار نیست.

4 **کدام‌یک از عوامل زیر تأثیر محدودتری بر سرعت واکنش‌های شیمیایی دارد؟**

۱) فشار

۲) دما

۳) غلظت واکنش‌دهنده‌ها

۴) سطح تماس واکنش‌دهنده‌ها

مشاوره برای پاسخ به این سؤال، لازم است با عوامل مؤثر بر سرعت واکنش‌های شیمیایی و میزان تأثیر هر یک آشنا باشید. در نظر داشته باشید که سؤال در مورد تأثیر کلی بر سرعت واکنش‌ها پرسیده است. نه فقط یک نوع خاصی از واکنش‌ها.

پاسخ خیلی تشریحی

گزینهٔ (۱): **(فشار)**؛ فشار تأثیر قابل توجهی بر سرعت واکنش‌های گازی دارد. افزایش فشار باعث افزایش غلظت گازها و در نتیجه افزایش سرعت واکنش می‌شود. اما تأثیر فشار در مقایسه با سایر عوامل، **محدود به واکنش‌های گازی** است و در واکنش‌های حالت مایع یا جامد تأثیر چندانی ندارد. بنابراین، در حالت کلی و برای همهٔ واکنش‌ها، فشار تأثیر محدودتری دارد.

گزینهٔ (۲): **(دما)**؛ دما تأثیر بسیار زیادی بر سرعت واکنش‌های شیمیایی دارد. به طور کلی، افزایش دما باعث افزایش سرعت واکنش‌های شیمیایی می‌شود و این تأثیر در بیشتر واکنش‌ها قابل مشاهده است.

گزینهٔ (۳): **(غلظت واکنش دهنده‌ها)**؛ افزایش غلظت واکنش دهنده‌ها نیز باعث افزایش سرعت واکنش می‌شود، بد نیست بدانید که تأثیر غلظت معمولاً از دما کم‌تر است.

گزینهٔ (۴): **(سطح تماس واکنش دهنده‌ها)**؛ سطح تماس واکنش‌دهنده‌ها (به‌ویژه در واکنش‌های ناهمگن مانند واکنش جامد با مایع یا گاز) عامل مهمی در سرعت واکنش است. هر چه سطح تماس بیشتر باشد، سرعت واکنش نیز بیشتر می‌شود. با این حال، بد نیست بدانید که تأثیر سطح تماس در مقایسه با دما و تا حدی غلظت، کم‌تر است.

نکته در نظر داشته باشید که عوامل دیگری مانند کاتالیزگرها نیز می‌توانند بر سرعت واکنش تأثیر بگذارند، اما در این سؤال، فقط عوامل ذکرشده در گزینه‌ها مورد بررسی قرار گرفته‌اند. در این گزینه‌ها، فشار تأثیر محدودتری دارد؛ زیرا فقط بر واکنش‌های گازی مؤثر است.

گول نخوری دام این سؤال، در گزینه‌های (۳) و (۴) بود. دانش‌آموزان ممکن است به اشتباه فکر کنند که غلظت یا سطح تماس تأثیر محدودتری از فشار دارند. در حالی که فشار فقط در واکنش‌های گازی مؤثر است و تأثیر آن در حالت کلی از غلظت و سطح تماس (به‌ویژه در واکنش‌های ناهمگن) محدودتر است.

۵ واکنش موازنه‌نشدهٔ زیر را که در محلول آبی انجام می‌شود، در نظر بگیرید: $(Mn = ۵۵, K = ۳۹, O = ۱۶, H = ۱ : g.mol^{-۱})$

$$(KMnO_۴(aq) + H_۲C_۲O_۴(aq) + H_۲SO_۴(aq) \rightarrow K_۲SO_۴(aq) + MnSO_۴(aq) + CO_۲(g) + H_۲O(l))$$

کدام مطلب در خصوص این واکنش نادرست است؟

۱) سرعت متوسط تشکیل ۵۶ لیتر گاز کربن دی‌اکسید در شرایط STP، برابر سرعت متوسط مصرف ۷۹ گرم پتاسیم پرمنگنات است.

۲) سرعت متوسط مصرف اگزالیک اسید $(H_۲C_۲O_۴(aq))$، ۲/۵ برابر سرعت متوسط تولید کربن دی‌اکسید است.

۳) اگر در یک بازهٔ زمانی مشخص، ۳۱/۶ گرم پتاسیم پرمنگنات مصرف شود، در همان بازهٔ زمانی ۱۴/۴ گرم آب تولید می‌شود.

۴) نسبت سرعت متوسط تولید پتاسیم سولفات به سرعت متوسط تولید منگنز (II) سولفات، برابر با ۱ به ۲ است.

Hint برای حل این تست، ابتدا باید واکنش داده‌شده را موازنه کنیم. سپس با استفاده از روابط استوکیومتری می‌توانیم گزینه‌های مربوط به جرم و حجم مواد را بررسی کنیم. برای بررسی گزینه‌های مربوط به سرعت واکنش نیز باید به ضرایب استوکیومتری واکنش توجه کنیم.

پاسخ خیلی تشریحی ابتدا واکنش داده‌شده را موازنه می‌کنیم:

$$۲KMnO_۴(aq) + ۵H_۲C_۲O_۴(aq) + ۳H_۲SO_۴(aq) \rightarrow K_۲SO_۴(aq) + ۲MnSO_۴(aq) + ۱۰CO_۲(g) + ۸H_۲O(l)$$

با توجه به ضرایب استوکیومتری واکنش، سرعت متوسط مصرف $H_۲C_۲O_۴$، ۲/۵ برابر سرعت متوسط تولید $CO_۲$ نیست، بلکه سرعت متوسط تولید $CO_۲$، ۲ برابر سرعت متوسط مصرف $H_۲C_۲O_۴$ می‌باشد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ (۱): با استفاده از استوکیومتری واکنش می‌توانیم درستی این گزینه را بررسی کنیم:

$$۵۶ \text{ لیتر } CO_۲ \times \left(\frac{۱ \text{ مول } CO_۲}{۲۲/۴ \text{ لیتر } CO_۲}\right) \times \left(\frac{۲ \text{ مول } KMnO_۴}{۱۰ \text{ مول } CO_۲}\right) \times \left(\frac{۱۵۸ \text{ گرم } KMnO_۴}{۱ \text{ مول } KMnO_۴}\right) = ۷۹ \text{ گرم } KMnO_۴$$

گزینهٔ (۳): با استفاده از استوکیومتری واکنش می‌توانیم درستی این گزینه را بررسی کنیم:

$$۳۱/۶ \, g \, KMnO_۴ \times \frac{۱ \, mol \, KMnO_۴}{۱۵۸ \, g \, KMnO_۴} \times \frac{۸ \, mol \, H_۲O}{۲ \, mol \, KMnO_۴} \times \frac{۱۸ \, g \, H_۲O}{۱ \, mol \, H_۲O} = ۱۴/۴ \, g \, H_۲O$$

گزینهٔ (۴): با توجه به ضرایب استوکیومتری واکنش، نسبت سرعت متوسط تولید $K_۲SO_۴$ به سرعت متوسط تولید $MnSO_۴$ برابر با ۱ به ۲ است.

نکته به یاد داشته باشید که در محاسبات استوکیومتری، همیشه از واکنش موازنه‌شده استفاده کنید.

گول نخوری عدم توجه به ضرایب استوکیومتری در موازنهٔ واکنش و استفاده از واکنش موازنه‌نشده می‌تواند منجر به انتخاب گزینه‌های نادرست شود.

6 کدام موارد از مطالب زیر درست است؟

مشاوره توجه به جزئیات ریز متن کتاب درسی، گاهاً در کنکور مورد توجه قرار می‌گیره که این موضوع لزوم بررسی دقیق متن کتاب درسی رو ایجاد می‌کنه.

الف) پوشاک، بدن را در برابر عوامل محیطی گوناگون مانند بخارهای سمی و غلیظ، پرتوها، آلودگی‌های عفونی، آتش، گلوله و ... محافظت می‌کند.

ب) پدیدارشدن صنعت نساجی به شکل امروزی، به دلیل پاسخ‌گو نبودن روش‌های سنتی تولید پوشاک به نیازهای جامعه است.

پ) تلاش شیمی‌دان‌ها در دهۀ ۱۹۸۰ میلادی منجر به شناسایی و تولید انواع گوناگونی از الیاف ساختگی بر پایۀ نفت شد.

ت) فرایند تهیۀ پوشاک از پنبه به ترتیب شامل چهار مرحلۀ ریسندگی، بافندگی، فراوری و دوزندگی است.

۱) ب ـ ت
۲) الف ـ پ
۳) الف ـ ب
۴) پ ـ ت

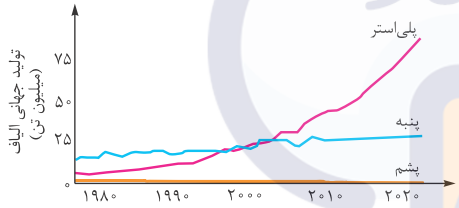
پاسخ‌خیلی‌تشریحی عبارت‌های «ب» و «ت» درست هستند.

بررسی همۀ عبارت‌ها:

الف): پوشاک، بدن را در برابر عوامل محیطی گوناگون مانند سرما و گرما، نور خورشید، باران، تگرگ، گزند حشرات و ... محافظت می‌کند؛ اما عوامل بیان‌شده در این مورد، عوامل محیطی نیستند! در واقع زیرمجموعۀ مواد شیمیایی هستند!

ب): با رشد جمعیت جهان، مصرف پوشاک به میزان چشمگیری افزایش یافت، به طوری که روش‌های سنتی تولید پوشاک دیگر پاسخ‌گوی نیازهای جامعه نبود. به همین دلیل صنعت نساجی به شکل صنعتی و امروزی پدیدار شد.

پ): با به کارگیری طلای سیاه (نفت خام) توسط شیمی‌دان‌ها و تلاش آن‌ها در طول چند دهه، انواع گوناگونی از الیاف ساختگی بر پایۀ نفت (پلی‌استر)، شناسایی و تولید شد. با توجه به نمودار زیر مشخص است که قبل از دهۀ ۱۹۸۰ میلادی نیز الیاف ساختگی (پلی‌استر) تولید و مصرف می‌شده‌اند.



ت): مراحل تبدیل الیاف طبیعی پنبه به پوشاک به صورت زیر است:

7 کدام مطلب در مورد فرایند پلیمری‌شدن نادرست است؟

مشاوره برای پاسخ به این سؤال، لازم است درک درستی از مفهوم پلیمری‌شدن و انواع واکنش‌های پلیمری‌شدن (افزایشی و تراکمی) داشته باشید.

۱) پلیمری‌شدن فرایندی است که در آن مولکول‌های کوچک (مونومرها) به یکدیگر متصل شده و مولکول‌های بزرگ‌تر (پلیمرها) را تشکیل می‌دهند.

۲) پلیمری‌شدن تنها از طریق مونومرهای دارای پیوند دوگانهٔ کربن ـ کربن، انجام می‌شود.

۳) پلیمرهای حاصل از پلیمری‌شدن می‌توانند ساختار خطی یا غیرخطی داشته باشند.

۴) نوع و شرایط پلیمری‌شدن، روی خواص پلیمر حاصل اثرگذار است.

پاسخ خیلی تشریحی بررسی همهٔ گزینه‌ها:

گزینهٔ (۱): درست؛ این تعریف کلی و صحیح از پلیمری‌شدن است. در این فرایند، مولکول‌های کوچک (مونومرها) با اتصال به یکدیگر، مولکول‌های بزرگ‌تر و پیچیده‌تر به نام پلیمر را تشکیل می‌دهند.

گزینهٔ (۲): نادرست؛ پلیمری‌شدن هم می‌تواند از طریق مونومرهای دارای پیوند دوگانهٔ کربن ـ کربن (واکنش‌های افزایشی) و هم از طریق واکنش‌های تراکمی انجام شود.

- **پلیمری‌شدن افزایشی**: در این نوع پلیمری‌شدن، مونومرها (معمولاً دارای پیوند دوگانه) بدون حذف هیچ اتمی به یکدیگر متصل می‌شوند و زنجیر پلیمری را تشکیل می‌دهند. بد نیست بدانیم که در برخی از واکنش‌های پلیمری‌شدن افزایشی، مونومرها پیوند سه‌گانهٔ کربن ـ کربن دارند.
- **پلیمری‌شدن تراکمی**: در این نوع پلیمری‌شدن، مونومرها با حذف مولکول‌های کوچک مانند آب، به یکدیگر متصل می‌شوند و پلیمر را تشکیل می‌دهند.

گزینهٔ (۳): درست؛ پلیمرها می‌توانند ساختارهای مختلفی داشته باشند. اگر مونومرها به صورت خطی به هم متصل شوند، پلیمر خطی تشکیل می‌شود. اما اگر اتصال مونومرها به گونه‌ای باشد که شاخه‌های جانبی هم داشته باشیم، پلیمر غیرخطی (شاخه‌ای یا شبکه‌ای) خواهیم داشت.

گزینهٔ (۴): درست؛ نوع مونومرها، شرایط واکنش (دما، فشار، کاتالیزگر) و نوع پلیمری‌شدن (افزایشی یا تراکمی) همگی بر خواص پلیمر حاصل (مانند استحکام، انعطاف‌پذیری و ...) تأثیر می‌گذارند. به عنوان مثال، پلی‌اتن با چگالی بالا و پلی‌اتن با چگالی کم، هر دو از پلیمری‌شدن اتن به دست می‌آیند، اما شرایط واکنش و نوع کاتالیزگر مورد استفاده در تولید آن‌ها متفاوت است و در نتیجه خواص آن‌ها نیز با یکدیگر فرق دارد.

8 درستی یا نادرستی مطالب زیر به ترتیب در کدام گزینه آمده است؟

- بر اثر پلیمری‌شدن شمار مشخصی مونومر، فراورده‌ای با ویژگی‌های ساختاری معین تولید می‌شود.
- نوع نیروهای بین مولکولی در پلی‌اتن سبک و سنگین با یکدیگر متفاوت است.
- روغن زیتون همانند پروتئین موجود در پشم و برخلاف نایلون، در دستهٔ درشت‌مولکول‌های طبیعی قرار دارد.
- واکنشی که در آن مجموعه‌ای از مولکول‌های کوچک و سیرنشده به یک درشت‌مولکول سیرشده تبدیل می‌شود، بسپارش نام دارد.

۱) نادرست ــ نادرست ــ نادرست ــ درست

۲) درست ــ نادرست ــ نادرست ــ نادرست

۳) درست ــ درست ــ نادرست ــ درست

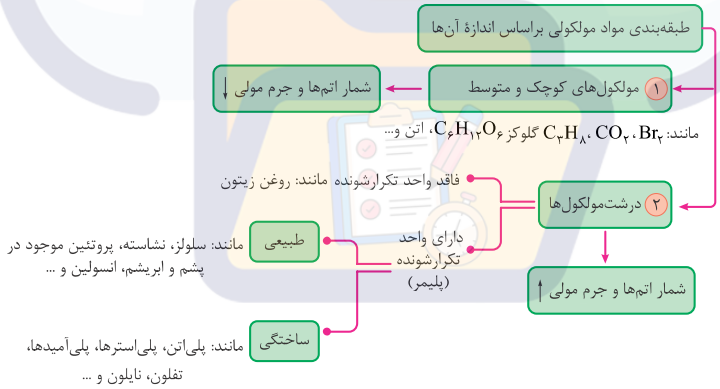
۴) نادرست ــ نادرست ــ درست ــ نادرست

پاسخ خیلی تشریحی بررسی همهٔ عبارت‌ها:

عبارت اول: لزوماً ویژگی‌های ساختاری معین نیست! مثلاً مولکول‌های اتن می‌توانند به دو صورت به یکدیگر افزوده شوند و دو فراوردهٔ متفاوت (پلی‌اتن سبک و سنگین) ایجاد کنند. هم‌چنین نمی‌توان تعداد دقیق مونومرها را در یک مولکول پلیمر مشخص کرد.

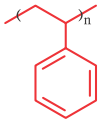
عبارت دوم: نوع نیروهای بین مولکولی در هر دو پلیمر از نوع نیرهای وان‌درواسی است! فقط این نیروها در پلی‌اتن سنگین، قوی‌تر از پلی‌اتن سبک است.

عبارت سوم: مولکول برخی ترکیب‌ها مانند سلولز، نشاسته، روغن زیتون، انسولین و پروتئین موجود در پشم، ابریشم و ... بسیار بزرگ است. به طوری که شمار اتم‌های آن‌ها به ده‌ها هزار می‌رسد، از این‌رو به درشت‌مولکول معروف‌اند. درشت‌مولکول‌های دیگری مانند پلی‌اتن، نایلون، تفلون و ... نیز وجود دارند که در طبیعت یافت نمی‌شوند و ساختگی هستند.



عبارت چهارم: فراوردهٔ حاصل از واکنش پلیمری‌شدن (بسپارش) همواره سیرشده نیست!

مثال: پلی‌استیرن (ساختار مقابل)



۹ در کدام‌یک از مواد زیر، پلی‌اتن سنگین کاربرد ندارد؟

مشاوره برای پاسخ به این سؤال، باید با ویژگی‌ها و کاربردهای پلی‌اتن سنگین آشنا باشید.

۱) کیسهٔ پلاستیکی
۲) لوله‌های پلاستیکی
۳) دبه‌های آب
۴) بطری کدر شیر

پاسخ خیلی تشریحی ✔ پلی‌اتن سنگین نوعی پلیمر با چگالی بالا است که از طریق پلیمری‌شدن اتن به دست می‌آید. این پلیمر به دلیل ویژگی‌هایی مانند استحکام، سختی، مقاومت در برابر ضربه و مواد شیمیایی، در تولید انواع محصولات پلاستیکی کاربرد دارد.

از جمله کاربردهای پلی‌اتن سنگین می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- **لوله‌های پلاستیکی**: به دلیل استحکام و مقاومت در برابر فشار
- **دبه‌های آب و مواد شوینده**: به دلیل مقاومت در برابر مواد شیمیایی و نفوذناپذیری در برابر آب
- **بطری‌های کدر شیر و سایر مایعات**: به دلیل مقاومت در برابر ضربه و نفوذناپذیری در برابر نور

اما پلی‌اتن سنگین به دلیل سختی و انعطاف‌پذیری کم، برای تولید کیسه‌های پلاستیکی مناسب نیست. **کیسه‌های پلاستیکی** معمولاً از پلی‌اتن سبک ساخته می‌شوند که انعطاف‌پذیری بیشتری دارد.

نکته پلی‌اتن سبک و پلی‌اتن سنگین هر دو از مونومر اتن (اتیلن) ساخته می‌شوند، اما به دلیل تفاوت در ساختار و چگالی، ویژگی‌ها و کاربردهای متفاوتی دارند.

سنجش کلاد

10 در چند مورد زیر، نسبت شمار اتم‌های هیدروژن به شمار اتم‌های کربن در مولکول اول (سمت راست)، بزرگ‌تر از این نسبت در مولکول دیگر است؟

- پروپان ـ پلی‌پروپن
- پلی‌وینیل کلرید ـ پلی‌استیرن
- بنزن ـ پلی‌سیانو اتن
- پلی‌اتن ـ نفتالن

۱) ۴ ۲) ۳ ۳) ۲ ۴) ۱

Hint فرمول مولکولی هر ترکیب رو بنویس و نسبت شمار اتم‌های هیدروژن به شمار اتم‌های کربن رو حساب و مقایسه کن.

پاسخ خیلی تشریحی به‌جز مورد سوم، در بقیهٔ موارد نسبت $\frac{H}{C}$ در ترکیب اول (سمت راست) بزرگ‌تر از این نسبت در ترکیب دیگر است.

اگر شمار اتم‌های هیدروژن را با H و شمار اتم‌های کربن را با C نشان دهیم، داریم:

مورد اول
- پروپان: $C_۳H_۸ \Rightarrow \frac{H}{C} = \frac{۸}{۳}$
- پلی‌پروپن: $(C_۳H_۶)_n \Rightarrow \frac{H}{C} = \frac{۶}{۳} = ۲$

✓

مورد دوم
- پلی‌وینیل کلرید: $(C_۲H_۳Cl)_n \Rightarrow \frac{H}{C} = \frac{۳}{۲}$
- پلی‌استیرن: $(C_۸H_۸)_n \Rightarrow \frac{H}{C} = \frac{۸}{۸} = ۱$

✓

مورد سوم
- بنزن: $C_۶H_۶ \Rightarrow \frac{H}{C} = \frac{۶}{۶} = ۱$
- پلی‌سیانو اتن: $(C_۳H_۳N)_n \Rightarrow \frac{H}{C} = \frac{۳}{۳} = ۱$

✗

مورد چهارم
- پلی‌اتن: $(C_۲H_۴)_n \Rightarrow \frac{H}{C} = \frac{۴}{۲} = ۲$
- نفتالن: $C_{۱۰}H_۸ \Rightarrow \frac{H}{C} = \frac{۸}{۱۰}$

✓

11 جدول زیر نتایج یک پژوهش تجربی در رابطه با اثر ترکیب درصد کاتالیزگر بر جرم مولی میانگین پلی‌اتن را نشان می‌دهد. کدام مطلب نادرست است؟

مشاوره این سؤال برگرفته از تمرین دوره‌ای پایان فصل هست که در کنکور به مفاهیم مرتبط با اون هنوز به طور جدی پرداخته نشده!
ولی ضدارو چه دیدی، شاید امسال پرداخته شد!

شمارهٔ آزمایش	شمار مول‌های کاتالیزگر محتوی تیتانیم (شمارهٔ ۱)	شمار مول‌های کاتالیزگر محتوی آلومینیم (شمارهٔ ۲)	جرم مولی میانگین پلیمر (گرم)
۱	۱	۱۲	۲۷۲۰۰۰
۲	۱	۶	۲۹۲۰۰۰
۳	۱	۳	۲۹۸۰۰۰
۴	۱	۱	۲۸۴۰۰۰
۵	۱	۰/۶۳	۱۶۰۰۰۰
۶	۱	۰/۵۳	۴۰۰۰۰
۷	۱	۰/۵۰	۲۱۰۰۰
۸	۱	۰/۲۰	۳۱۰۰۰

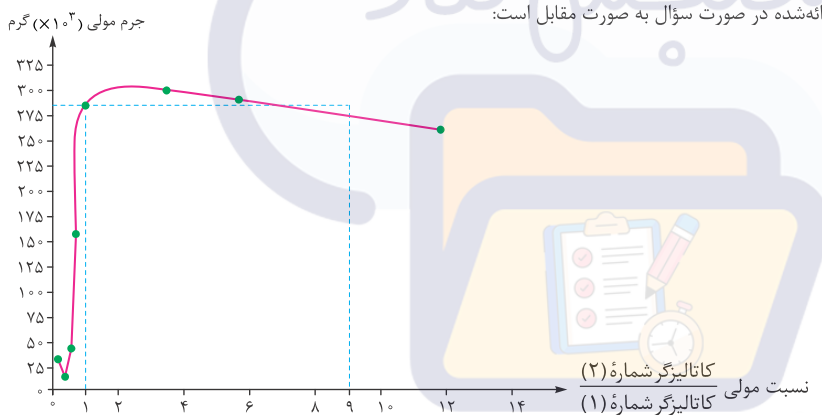
۱) نسبت‌های مولی مختلف از کاتالیزگرها می‌تواند منجر به تولید پلیمر با جرم مولی یکسان شود.

۲) در آزمایش‌هایی که نسبت مولی کاتالیزگر (۲) به (۱)، کم‌تر از یک است، جرم مولی میانگین پلیمر با شیب بیشتری تغییر می‌کند.

۳) در نسبت مولی ۹ به ۱ از کاتالیزگرهای محتوی آلومینیم و تیتانیم، جرم مولی پلیمر تولیدشده می‌تواند در حدود ۲۸۰۰۰۰ گرم بر مول باشد.

۴) بیشترین درصد تغییر جرم مولی میانگین پلیمر در بین دو آزمایش متوالی، بین آزمایش‌های ۴ و ۵ اتفاق می‌افتد.

پاسخ خیلی تشریحی نمودار جدول ارائه‌شده در صورت سؤال به صورت مقابل است:



با توجه به نمودار:

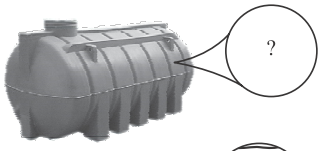
- در نسبت‌های مولی حدود ۱ و ۹، جرم مولی میانگین پلیمر در حدود ۲۸۰ هزار گرم بر مول است. (درستی گزینه‌های (۱) و (۳))
- در آزمایش‌های ۵ تا ۸ که نسبت مولی کاتالیزگر شمارهٔ (۲) به (۱)، کم‌تر از یک است، جرم مولی میانگین پلیمر از حدود ۲۰ هزار تا حدود ۲۸۴ هزار گرم بر مول تغییر می‌کند، در حالی که در آزمایش‌های ۱ تا ۴ که نسبت مولی کاتالیزگر شمارهٔ (۲) به (۱) بزرگ‌تر از یک است، جرم مولی میانگین پلیمر از حدود ۲۷۲ هزار تا ۲۹۸ هزار گرم بر مول افزایش و از ۲۹۸ هزار تا ۲۸۴ هزار گرم بر مول کاهش پیدا می‌کند. (درستی گزینهٔ (۲))
- بیشترین درصد تغییر جرم مولی میانگین پلیمر در بین دو آزمایش متوالی، بین آزمایش‌های ۵ و ۶ اتفاق می‌افتد.

$$\text{درصد تغییر جرم مولی میانگین پلیمر بین آزمایش‌های ۴ و ۵} = \frac{۱۶۰۰۰۰ - ۲۸۴۰۰۰}{۲۸۴۰۰۰} \times ۱۰۰ \simeq -٪۴۳/۷$$

$$\text{درصد تغییر جرم مولی میانگین پلیمر بین آزمایش‌های ۵ و ۶} = \frac{۴۰۰۰۰ - ۱۶۰۰۰۰}{۱۶۰۰۰۰} \times ۱۰۰ = -٪۷۵$$

توجه: علامت منفی به معنی کاهش جرم مولی میانگین پلیمر نسبت به آزمایش قبلی است.

12 الگوی زنجیرهای پلیمر سازندهٔ تانکر زیر به کدام صورت است و اگر جرم تانکر برابر با ۱۶۸ کیلوگرم باشد، حجم گاز اتن مورد استفاده برای تهیهٔ آن در شرایط STP چند متر مکعب است؟ $(C = ۱۲, H = ۱ : g.mol^{-۱})$ (بازده واکنش پلیمری‌شدن را ۸۰ درصد در نظر بگیرید.)



۱) ۱۳۴/۴ ،

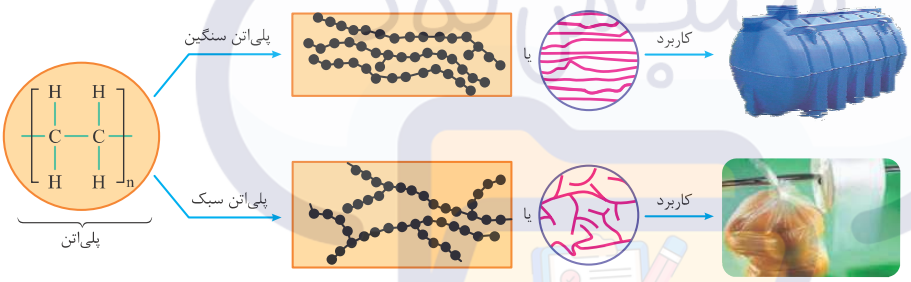
۲) ۱۳۴/۴ ،

۳) ۱۶۸ ،

۴) ۱۶۸ ،

Hint در واکنش‌های پلیمری‌شدن هیدروکربن‌های سیرنشده، اگر بازده واکنش ۱۰۰ درصد باشه، جرم پلیمر تولیدشده با مجموع جرم مونومرها برابره! حالا که بازده ۸۰ درصد و جرم فراورده ۱۶۸ کیلوگرمه، پس جرم اتن مصرف‌شده $۱۶۸ \times \frac{۱۰۰}{۸۰}$ کیلوگرم هست. حالا کافیه حجم این مقدار گاز اتن رو در شرایط STP حساب کنی.

پاسخ خیلی تشریحی **قسمت اول**: پلی‌اتن یا پلی‌اتیلن به دو صورت پلیمری می‌شود و ۲ نوع پلیمر (پلی‌اتن سبک و سنگین) تولید می‌کند.



قسمت دوم:

واکنش پلیمری‌شدن اتن به صورت مقابل است:

$$\underset{\text{اتن}}{n\,CH_۲ = CH_۲(g)} \xrightarrow{\text{گرما و فشار}} \underset{\text{پلی‌اتن}}{(CH_۲ - CH_۲)_n\,(s)}$$

اگر جرم پلی‌اتن تولیدشده را برابر ۱۶۸ کیلوگرم و حجم گاز اتن مصرف‌شده را برابر V لیتر در نظر بگیریم، می‌توان نوشت:

$$\frac{\text{حجم} \times \frac{\text{بازده}}{۱۰۰}}{\text{حجم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{جرم}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}}$$

$$\frac{V(L)C_۲H_۴(g) \times \frac{۸۰}{۱۰۰}}{n \times ۲۲/۴} = \frac{۱۶۸ \times ۱۰^۳ g\,(C_۲H_۴)_n\,(s)}{۱ \times ۲۸n} \Rightarrow V = ۱۶۸۰۰۰L \xrightarrow{\times \frac{۱m^۳}{۱۰۰۰L}} ۱۶۸\,m^۳$$

گروه آموزشی ماز

دوپینگ

گروه آموزشی ماز

۱- کدام‌یک از مطالب زیر درست است؟

۱) اطلاعات ارسالی فضاپیماهای وویجر شامل ترکیب شیمیایی اتمسفر برخی سیاره‌ها مثل مریخ و درصد این مواد بوده است.
۲) مطالعه برهم‌کنش میان نور و ماده، به کشف ذرات سازنده جهان و چگونگی تشکیل آن‌ها کمک کرده است.
۳) علم شیمی برای پرسش بنیادی چگونگی پیدایش جهان هستی، پاسخ قانع‌کننده پیدا کرده است.
۴) انرژی گسیل شده از نزدیک‌ترین ستاره به زمین، طی تبدیل هلیم به هیدروژن ایجاد می‌شود.

پاسخ: گزینهٔ ۲ (آسان ـ حفظی ـ ۱۰۰۱)

شیمی‌دان‌ها با مطالعه خواص و رفتار ماده و همچنین برهم‌کنش نور با ماده، در صدد یافتن پاسخ به پرسش‌هایی همچون (جهان هستی چگونه پدید آمده است؟) و (ذره‌های سازنده جهان هستی طی چه فرایندی و چگونه به‌وجود آمده‌اند؟) هستند. با مطالعه برهم‌کنش میان نور و ماده، پاسخ بسیاری از پرسش‌های مهم دانشمندان پیدا شده است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ دو فضاپیمای وویجر ۱ و ۲ برای شناخت بیشتر منظومه شمسی به سمت فضا پرتاب شدند. وظیفه این دو فضاپیما، بررسی اطلاعات مهمی از چهار سیاره مشتری، زحل، اورانوس و نپتون بود. این فضاپیماها شناسنامه فیزیکی و شیمیایی این سیارات را که شامل نوع عنصرهای سازنده، ترکیب‌های شیمیایی در اتمسفر آن‌ها و ترکیب درصد این مواد هستند، مشخص کردند و این اطلاعات را به سمت زمین فرستادند. توجه داریم که در زمان حال حاضر، فضاپیمای وویجر ۱ از سامانه‌ی خورشیدی خارج شده است.

۳ پاسخ به پرسش بنیادی در رابطه با (چگونگی پیدایش جهان هستی)، در قلمرو علوم تجربی از جمله علم شیمی، نمی‌گنجد و تنها با مراجعه به بینش عقلانی و آموزه‌های الهی می‌توان به آن پاسخ داد. توجه داریم که دو پرسش مهم دیگر (چگونگی پیدایش جهان کنونی) و (چگونگی رخ‌دادن پدیده‌های طبیعی)، در حوزه مطالعه علم تجربی قرار دارند و بشر توانسته و امیدوار است که پاسخی جامع و پاسخ قانع‌کننده برای آن پیدا کند.

۴ خورشید نزدیک‌ترین ستاره به زمین است. دمای سطحی و میزان نور گسیل شده از این سیاره بسیار زیاد است. انرژی گرمایی و نور خیره‌کننده خورشید، از انرژی آزادشده در تبدیل هیدروژن به هلیم در واکنش‌های هسته‌ای ایجاد می‌شود. طی این فرایندها، ۴ اتم هیدروژن با یکدیگر واکنش داده و یک اتم هلیم ایجاد می‌شود. در واقع جرم ۴ اتم هیدروژن بیشتر از یک اتم هلیم بوده و این اختلاف جرم به علت تبدیل ماده به انرژی رخ داده است.

ستاره‌ها

درون ستاره‌ها همانند خورشید در دماهای بسیار بالا، واکنش‌های هسته‌ای رخ می‌دهد؛ واکنش‌هایی که در آن‌ها از عنصرهای سبک‌تر، عنصرهای سنگین‌تر پدید می‌آیند. ستاره‌ها متولد می‌شوند؛ رشد می‌کنند و زمانی می‌میرند. مرگ ستاره اغلب با یک انفجار بزرگ همراه است که سبب می‌شود عنصرهای تشکیل شده در آن در فضا پراکنده شود. به همین دلیل باید ستارگان را کارخانه‌ی تولید عنصرها دانست. تصویر زیر، روند تولید عناصر مختلف طی واکنش‌های هسته‌ای را نشان می‌دهد:

عناصر سنگین مثل آهن و طلا ← عناصر سبک مثل لیتیم و کربن ← هلیم ← هیدروژن

گروه آموزشی ماز

۲- کدام‌یک از موارد زیر عبارت داده شده را به‌درستی تکمیل می‌کند؟

اگر در آرایش الکترونی یک اتم، ..... الکترون با ..... وجود داشته باشد، آن عنصر در ..... حضور دارد.

الف: ۱۴ − $n = ۳$ − دسته d
ب: ۱۲ − $n + l = ۵$ − دسته s
پ: ۱۵ − $l = ۱$ − گروه پانزدهم
ت: ۷ − $l = ۰$ − دوره سوم

۱) «الف» و «پ» ۲) «الف» و «ت» ۳) «ب» و «پ» ۴) «ب» و «ت»

پاسخ: گزینهٔ ۱ (متوسط ـ مفهومی ـ ۱۰۰۱)

عبارت‌های (الف) و (پ) درست هستند.

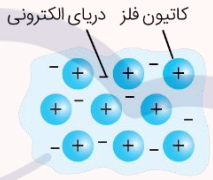
بررسی موارد:

«الف»: الکترون‌هایی که $n = ۳$ دارند، در لایه سوم قرار دارند. این لایه از سه زیرلایه $۳s$، $۳p$ و $۳d$ تشکیل شده است. ابتدا زیرلایه $۳s$ با دو ظرفیت و سپس زیرلایه $۳p$ با شش ظرفیت و در نهایت زیرلایه $۳d$ (البته پس از پر شدن زیرلایه $۴s$) ده الکترون می‌گیرد. بر این اساس، می‌توان گفت در عنصری با ۱۴ الکترون در لایه سوم، ۶ الکترون در زیرلایه $۳d$ قرار داشته و این زیرلایه در حال الکترون گرفتن است و دو زیرلایه $۳s$ و $۳p$ نیز به‌طور کامل پر از الکترون هستند. پس عنصر مورد نظر از عناصر دسته d محسوب می‌گردد. آرایش الکترونی این عنصر به‌صورت زیر است:

$Fe : ۱s^۲۲s^۲۲p^۶۳s^۲۳p^۶۳d^۶۴s^۲$

آهن و دریای الکترونی

فراوان‌ترین عنصر موجود در سیاره‌ی زمین، آهن است. این عنصر یک فلز واسطه از تناوب چهارم است. بر اساس مدل دریای الکترونی، ساختار فلزها آرایش منظمی از کاتیون‌ها در سه بعد است که در فضای میان آن‌ها، سست‌ترین الکترون‌های موجود در هر اتم(الکترون‌های ظرفیتی) دریایی را ساخته‌اند و در آن آزادانه جابه‌جا می‌شوند. تصویر زیر، نمایی از مدل دریای الکترونی را نشان می‌دهد:



در حضور دریای الکترونی، بین این الکترون‌ها و کاتیون‌های فلزی نیروی جاذبه برقرار شده و ساختار شبکه بلوری حفظ می‌شود. بر این اساس، می‌توان گفت دریای الکترونی عاملی است که چیدمان کاتیون‌ها را در شبکه بلوری فلز حفظ می‌کند و این یون‌ها را در کنار یکدیگر نگه می‌دارد. با توجه به مدل دریای الکترونی، برخی از خواص فیزیکی فلزها مثل خاصیت چکش‌خواری فلزها و رسانایی الکتریکی آن‌ها را می‌توان توجیه کرد، اما این مدل توانایی توجیه خواص شیمیایی فلزها را ندارد.

«ب»: رابطه $n + l = ۵$ مربوط به زیرلایه‌های $۵s$، $۴p$ و $۳d$ است. بر اساس قاعده آفبا و با توجه به برابر بودن $n + l$ این زیرلایه‌ها، ابتدا ۱۰ الکترون در زیرلایه $۳d$ قرار می‌گیرد و ۲ الکترون باقی‌مانده در زیرلایه $۴p$ وارد می‌شوند. پس زیرلایه $۴p$ در این عنصر الکترون می‌گیرد و این عنصر از عناصر دسته p است. آرایش الکترونی عنصر مورد نظر به‌صورت زیر است:

$Ge : ۱s^۲۲s^۲۲p^۶۳s^۲۳p^۶۳d^{۱۰}۴s^۲۴p^۲$

«پ»: الکترون‌هایی با $l = ۱$ به زیرلایه‌های p تعلق دارند. زیرلایه p از لایه $n = ۲$ به بعد در آرایش الکترونی عناصر قرار می‌گیرد و هر زیرلایه حداکثر ۶ الکترون در خود جای می‌دهد. پس برای آن که عنصری ۱۵ الکترون در این نوع زیرلایه داشته باشد، باید دو زیرلایه $۲p$ و $۳p$ آن در مجموع ۱۲ الکترون داشته باشند و زیرلایه $۴p$ نیز ۳ الکترون دریافت کرده باشد. پس آرایش الکترونی این عنصر به زیرلایه $۴p^۳$ ختم می‌شود که متعلق به عناصر گروه پانزدهم است. آرایش الکترونی این عنصر به‌صورت مقابل است:

$As : ۱s^۲۲s^۲۲p^۶۳s^۲۳p^۶۳d^{۱۰}۴s^۲۴p^۳$

«ت»: رابطه $l = ۰$، مربوط به عدد کوانتومی فرعی زیرلایه s است. هر زیرلایه s که از لایه اول حضور داشته، دو الکترون ظرفیت دارد. برای آن که یک عنصر ۷ الکترون در این زیرلایه دو الکترونی داشته باشد، به ۴ زیرلایه نیاز است؛ یعنی این عنصر باید سه زیرلایه ۲ الکترونی و یک زیرلایه ۱ الکترونی داشته باشد. پس آخرین زیرلایه این عنصر $۴s^۱$ بوده و در دوره چهارم قرار دارد. این عنصر می‌تواند معادل با پتاسیم، کروم یا مس باشد. این عناصر، متعلق به تناوب چهارم جدول دوره‌ای هستند.

نارسایی قاعده آفبا

قاعده‌ی آفبا، آرایش الکترونی اتم اغلب عنصرها را پیش‌بینی می‌کند؛ اما برای اتم برخی عنصرهای جدول دوره‌ای مثل کروم و مس، نارسایی دارد. امروزه به کمک روش‌های طیف‌سنجی پیشرفته، آرایش الکترونی چنین اتم‌هایی را با دقت تعیین می‌کنند. در واقع، روش طیف‌سنجی می‌تواند آرایش الکترونی دقیق همه عناصر از جمله کروم و مس را به‌دست بیاورد. آرایش الکترونی دقیق کروم و مس که با استفاده از روش‌های طیف‌سنجی به‌دست آمده، به‌صورت زیر است:

$_{۲۹}Cu : [_{۱۸}Ar]\ ۳d^{۱۰}\ ۴s^{۱}$ $\qquad$ $_{۲۴}Cr : [_{۱۸}Ar]\ ۳d^{۵}\ ۴s^{۱}$

همان‌طور که مشخص است، در آرایش الکترونی این اتم‌ها یک الکترون از زیرلایه $۴s$ به زیرلایه $۳d$ منتقل شده است؛ پس این اتم‌ها از قاعده آفبا پیروی نمی‌کنند.

کاربردهای مختلف انواع طیف‌سنجی به‌صورت زیر است:

- طیف‌سنجی
  - انواع
    - طیف‌سنج جرمی
      - محاسبه‌ی دقیق جرم اتم‌ها و ذرات گوناگون
    - طیف‌سنجی طیف نشری-خطی
      - به‌دست آوردن آرایش الکترونی دقیق عناصر
    - طیف‌سنجی فروسرخ
      - شناسایی انواع آلاینده‌های موجود در هواکره
      - شناسایی برخی از مولکول‌ها در فضای بین ستاره‌ای

گروه آموزشی ماز

۳- **اگر نسبت شمار نوترون به پروتون در اتم $^{۱۲۱}_{a}Y$ برابر همین نسبت در اتم $^{a}_{۲۵}X$ باشد، شمار نوترون‌های موجود در ساختار هر اتم X چقدر است؟**

۱) ۲۸ $\qquad$ ۲) ۳۰ $\qquad$ ۳) ۳۲ $\qquad$ ۴) ۳۶

پاسخ: گزینهٔ ۲ $\qquad$ (متوسط ـ مفهومی ـ ۱۰۰۱)

عدد اتمی عنصرها با نماد Z و عدد جرمی آن‌ها با نماد A مشخص می‌شود. شمار ذرات زیر اتمی در گونه $^{A}_{Z}X^{q}$، با استفاده از روابط زیر به‌دست می‌آید:

$$p = Z \qquad e = Z - q \qquad n = A - Z$$

ابتدا شمار نوترون‌ها و پروتون‌ها را در دو اتم مشخص می‌کنیم:

$$p = Z \quad , \quad n = A - Z \Longrightarrow \begin{cases} ^{۱۲۱}_{a}Y \Rightarrow \begin{cases} p = a \\ n = ۱۲۱ - a \end{cases} \\ ^{a}_{۲۵}X \Rightarrow \begin{cases} p = ۲۵ \\ n = a - ۲۵ \end{cases} \end{cases}$$

پس از برابری نسبت نوترون به پروتون در دو ماده، مقدار a را حساب می‌کنیم. در این رابطه، داریم:

$$\frac{p_Y}{n_Y} = \frac{p_X}{n_X} \Rightarrow \frac{a}{۱۲۱ - a} = \frac{۲۵}{a - ۲۵} \Rightarrow a^{۲} - ۲۵a = ۲۵ \times ۱۲۱ - ۲۵a \Rightarrow a^{۲} = ۲۵ \times ۱۲۱ \Rightarrow a = ۵ \times ۱۱ = ۵۵$$

پس عدد جرمی و عدد اتمی عنصر X به‌ترتیب برابر ۵۵ و ۲۵ بوده و شمار نوترون‌های موجود در هسته آن برابر ۳۰ است.

گروه آموزشی ماز

۴- **اگر عنصر A با عنصر ..... هم‌گروه و با عنصر ..... هم‌دوره باشد، عدد اتمی آن ..... است.**

۱) $۴۰ - _{۵۲}Te - _{۴}Be$ $\qquad$ ۲) $۵۳ - _{۴۷}Ag - _{۸۳}Bi$

۳) $۱۰۸ - _{۹۲}U - _{۷۴}W$ $\qquad$ ۴) $۸۲ - _{۷۶}Os - _{۳۲}Ge$

پاسخ: گزینهٔ ۴ $\qquad$ (سخت ـ مفهومی ـ ۱۰۰۱)

برای مشخص کردن مکان عنصر $_{Z}X$ در جدول تناوبی با استفاده از عدد اتمی آن، ابتدا شماره دوره این عنصر را مشخص می‌کنیم. عدد اتمی عنصر مورد نظر (Z) میان عدد اتمی دو گاز نجیب متوالی است. شماره تناوب عنصر X، برابر با شماره دوره گاز نجیب با عدد اتمی بیشتر است. پس از پیدا کردن شماره تناوب عنصر مورد نظر، در نهایت شماره گروه این عنصر را مشخص می‌کنیم. در این حالت، داریم:

۱ اگر مقدار Z معادل با ۱ یا ۲ شماره بیشتر از گاز نجیب با عدد اتمی کوچک‌تر باشد، آن عنصر به‌ترتیب عضو گروه اول یا دوم است.

۲ در غیر این صورت، شماره گروه را به‌صورت مقابل به‌دست می‌آوریم: $\text{شماره گروه} = ۱۸ - (\text{عدد اتمی گاز نجیب بزرگ‌تر} - Z)$

اگر شماره گروه در فرمول بالا کمتر از ۳ شد و عنصر X عضو گروه اول یا دوم نبود، این عنصر از دسته f بوده و عضوی از گروه ۳ است. عدد اتمی گازهای نجیب موجود در جدول دوره‌ای به‌صورت زیر است:

شماره تناوب	عدد اتمی	گاز نجیب
۱	۲	هلیم
۲	۱۰	نئون
۳	۱۸	آرگون
۴	۳۶	کریپتون
۵	۵۴	زنون
۶	۸۶	رادون
۷	۱۱۸	اوگانسون

ابتدا شماره دوره و گروه $_{۳۲}Ge$ و $_{۷۶}Os$ را مشخص می‌کنیم. سپس عدد اتمی عنصر مورد نظر را به‌دست می‌آوریم:

$$_{۷۶}\begin{cases}\text{دوره ششم} \Longrightarrow \text{بین ۵۴ و ۸۶}\\ \text{گروه ۸} = ۱۸ - (۸۶ - ۷۶)\end{cases}$$

$$_{۳۲}\begin{cases}\text{دوره چهارم} \Longrightarrow \text{بین ۱۸ و ۳۶}\\ \text{گروه ۱۴} = ۱۸ - (۳۶ - ۳۲)\end{cases}$$

عنصری که در گروه ۱۴ و دوره ششم قرار دارد، عدد اتمی ۸۲ دارد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ در رابطه با عناصر $_{۴}Be$ و $_{۵۲}Te$، داریم:

$$_{۵۲}\begin{cases}\text{دوره پنجم} \Longrightarrow \text{بین ۳۶ و ۵۴}\\ \text{گروه ۱۶} = ۱۸ - (۵۴ - ۵۲)\end{cases}$$

$$_{۴}\begin{cases}\text{دوره دوم} \Longrightarrow \text{بین ۲ و ۱۰}\\ \text{گروه ۲} \Longrightarrow \text{دو شماره بزرگ‌تر از ۲}\end{cases}$$

اتمی که در گروه دوم و دوره پنجم قرار دارد، عدد اتمی ۳۸ دارد. مقدار عدد اتمی این عنصر، باید ۲ واحد بزرگ‌تر از عدد اتمی گاز نجیب دوره چهارم باشد.

۲ در رابطه با عناصر $_{۸۳}Bi$ و $_{۴۷}Ag$، داریم:

$$_{۴۷}\begin{cases}\text{دوره پنجم} \Longrightarrow \text{بین ۳۶ و ۵۴}\\ \text{گروه ۱۱} = ۱۸ - (۵۴ - ۴۷)\end{cases}$$

$$_{۸۳}\begin{cases}\text{دوره ششم} \Longrightarrow \text{بین ۵۴ و ۸۶}\\ \text{گروه ۱۵} = ۱۸ - (۸۶ - ۸۳)\end{cases}$$

اتمی که در گروه پانزدهم و دوره پنجم قرار دارد، عدد اتمی ۵۱ دارد.

۳ در رابطه با دو عنصر $_{۷۴}W$ و $_{۹۲}U$، داریم:

$$_{۹۲}\begin{cases}\text{دوره هفتم} \Longrightarrow \text{بین ۸۶ و ۱۱۸}\\ \text{گروه ۳} \Longrightarrow -۸ = (۱۱۸ - ۹۲) - ۱۸\end{cases}$$

$$_{۷۴}\begin{cases}\text{دوره ششم} \Longrightarrow \text{بین ۵۴ و ۸۶}\\ \text{گروه ۶} = ۱۸ - (۸۶ - ۷۴)\end{cases}$$

اتمی که در گروه ۶ و دوره هفتم قرار دارد، عدد اتمی ۱۰۶ دارد.

گروه آموزشی ماز

۵- چند مورد از عبارت‌های زیر در مورد سیاره‌های زمین و مشتری درست است؟

الف: فراوان‌ترین عنصر در سیاره زمین، بیش از نیمی از کل تعداد اتم‌های موجود در این سیاره را تشکیل می‌دهد.

ب: تفاوت درصد فراوانی اولین و دومین عنصر فراوان در سیاره مشتری، بیشتر از این مقدار در زمین است.

پ: سیاره مشتری، برخلاف زمین سیاره‌ای گازی است و اندازه آن نیز بزرگ‌تر از کره زمین است.

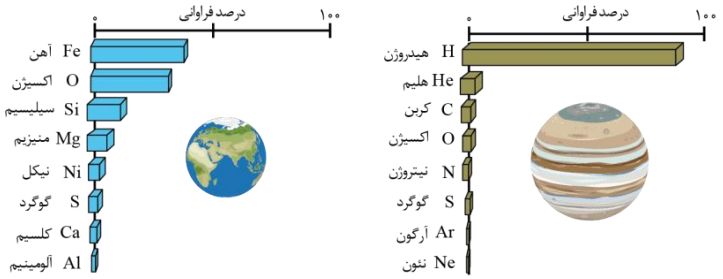
ت: دومین عنصر فراوان موجود در سیاره مشتری، در زمین نیز از عناصر فراوان است.

ث: در سیاره مشتری، برخلاف کره زمین، میان عناصر فراوان، هیچ فلزی وجود ندارد.

۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۴ ۴) ۵

پاسخ: گزینهٔ ۲ (متوسط ـ حفظی ـ ۱۰۰۱)

با مقایسه نوع و مقدار عناصر سازنده سیاره‌های سامانه خورشیدی با نوع و مقدار عناصر سازنده خورشید، می‌توان به درک بهتری از چگونگی تشکیل عناصر دست یافت. نمودار زیر ۸ عنصر اصلی سازنده دو سیاره مشتری و زمین را نشان می‌دهد:



عبارت‌های (ب)، (پ) و (ث) درست هستند.

نکات زیر، در بررسی دقیق نمودار توزیع عناصر در سیاره‌های زمین و مشتری به‌دست می‌آید.

- رتبه فراوانی گوگرد در سیاره‌های مشتری و زمین یکسان است اما درصد فراوانی این عنصر نافلزی در سیاره مشتری کمتر از درصد فراوانی آن در زمین است.
- درصد فراوانی فراوان‌ترین عنصر سازنده مشتری (عنصر هیدروژن) بیشتر از ۵۰ درصد (حدود ۹۰ درصد) است اما درصد فراوانی فراوان‌ترین عنصر سازنده زمین کمتر از ۵۰ درصد است.
- فراوان‌ترین عنصر سازنده زمین، یک عنصر فلزی (متعلق به دسته‌ی عناصر واسطه از تناوب چهارم) و فراوان‌ترین عنصر سازنده مشتری، یک عنصر نافلزی (متعلق به گروه اول جدول تناوبی) است.
- اندازه سیاره مشتری بزرگ‌تر از اندازه سیاره زمین است و این سیاره عمدتاً از عناصر نافلزی و گازی تشکیل شده است.
- فاصله سیاره مشتری تا خورشید، بیشتر از فاصله زمین تا خورشید است.
- دومین، هفتمین و هشتمین عنصر فراوان در سیاره مشتری، در دسته گازهای نجیب قرار دارند و متعلق به گروه ۱۸ جدول تناوبی هستند.

بررسی موارد:

«الف»: فراوان‌ترین عنصر در سیاره زمین، آهن است که کمتر از ۵۰ درصد فراوانی داشته و کمتر از نیمی از اتم‌های موجود در زمین را تشکیل می‌دهد. در نقطه مقابل، درصد فراوانی اولین عنصر مشتری یعنی هیدروژن، در این سیاره بیش از ۵۰ درصد است.

«ب»: تفاوت درصد فراوانی دو عنصر فراوان سیاره مشتری(عناصر هلیم و هیدروژن)، بیشتر از دو عنصر فراوان کره زمین(عناصر آهن و اکسیژن) است.

«پ»: مشتری بزرگ‌تر از زمین است. در واقع، می‌توان گفت سیاره مشتری بزرگ‌ترین سیاره منظومه شمسی است. همان‌طور که از ترکیبات این دو سیاره مشخص است، مشتری سیاره گازی است اما زمین سیاره سنگی و جامد محسوب می‌شود.

«ت»: دومین عنصر فراوان مشتری، هلیم است که در میان عناصر اصلی سازنده زمین حضور ندارد. در این میان، دو عنصر گوگرد و اکسیژن، در هر دو سیاره از عناصر فراوان هستند.

«ث»: تمام ۸ عنصر فراوان‌تر موجود در سیاره مشتری، نافلز هستند و عنصر فلزی در میان این عناصر یافت نمی‌شود. این در حالی است که از ۸ عنصر اصلی سازنده زمین، ۵ عنصر فلز، یک عنصر شبه‌فلز و دو عنصر نافلز هستند.

گروه آموزشی ماز

۶- **کدام موارد از مطالب زیر نادرست هستند؟**

الف: فرایند تشکیل آهن از عناصر سبک‌تر، برخلاف واکنش تولید هلیم از هیدروژن، در ستاره‌ها انجام می‌شود.

ب: طی مهبانگ، علاوه بر ذرات زیراتمی مانند الکترون، نوترون و پروتون، انرژی گرمایی عظیمی تولید شد.

پ: هیدروژن و هلیم پس از تولید سحابی‌ها و با کاهش دمای فراورده‌های حاصل از انفجار مهیب، ایجاد شدند.

ت: پس از انفجار ستاره‌ها، برخلاف مهبانگ، مقداری از عناصری مانند لیتیم و کربن در فضا پراکنده می‌شوند.

۱) «الف» و «پ» ۲) «الف» و «ت» ۳) «ب» و «پ» ۴) «پ» و «ت»

پاسخ: گزینهٔ ۱ (متوسط ـ حفظی ـ ۱۰۰۱)

یک انفجار مهیب(مهبانگ یا همان *big bang*)، آغازگر کیهان است. این انفجار با آزاد کردن انرژی عظیمی همراه بود و طی آن ذره‌های زیراتمی مانند الکترون، پروتون و نوترون و همچنین ساده‌ترین عنصر یعنی هیدروژن و به دنبال آن هلیم تولید شد. هیدروژن و هلیم تولیدشده به مرور زمان سرد و متراکم شدند و سحابی‌ها را تشکیل دادند. این سحابی‌ها سبب پیدایش ستاره‌ها و کهکشان‌ها شدند. توجه داریم که روند تولید عناصر به این‌جا ختم نمی‌شود. درون ستاره‌ها همانند خورشید در فشارها و دماهای بسیار بالا، طی واکنش‌های هسته‌ای، عناصر سنگین‌تر از عناصر سبک‌تر تشکیل می‌شوند و با مرگ و انفجار ستاره، عناصر تشکیل‌شده در فضا پراکنده می‌شوند. در این فرایند، عنصر هیدروژن موجب تولید هلیم می‌شود. از هلیم عناصر سبک مانند لیتیم و کربن ایجاد می‌شود. در ادامه و با انجام واکنش‌های هسته‌ای بیشتر، عناصر سنگین‌تر مانند آهن و طلا از عناصر سبک‌تر تولید می‌شوند. عبارت‌های (الف) و (پ) نادرست هستند.

بررسی موارد:

«الف»: واکنش هسته‌ای تولید هلیم از هیدروژن، همانند واکنش هسته‌ای تولید آهن از عناصر سبک‌تر در ستاره‌ها انجام می‌شود. تولید هلیم از هیدروژن در خورشید به‌عنوان تنها منبع حیات‌بخش انرژی برای ساکنین زمین، انجام می‌شود.

«ب»: طی مهبانگ انرژی زیادی به همراه ذرات زیراتمی اولیه ایجاد شدند. پس از آن، عناصر هیدروژن و هلیم به‌وجود آمدند.

«پ»: هیدروژن و هلیم پیش از تولید سحابی‌ها ایجادشده‌اند و متراکم و سردشدن آن‌ها موجب ایجاد سحابی‌ها می‌گردد. بعدها این سحابی‌ها سبب پیدایش ستاره‌ها و کهکشان‌ها شد. روند گفته شده در نمودار زیر نشان داده شده است:

سحابی‌ها سبب پیدایش ستاره و کهکشان و عناصر سنگین شدند. ← با گذشت زمان و کاهش دما، گازهای هیدروژن و هلیم متراکم شده و سحابی‌ها پدید آمدند. ← تولید عناصر هیدروژن و هلیم ← ذره‌های زیراتمی مانند الکترون، نوترون و پروتون تولید شدند. ← در سرآغاز کیهان، طی انفجاری بزرگ (مهبانگ)، انرژی عظیمی آزاد شد.

«ت»: در مهبانگ تنها دو عنصر هیدروژن و هلیم ایجاد شد و تولید عناصر سنگین‌تر بعدها در سحابی و ستاره‌ها انجام شد. با انفجار ستاره‌ها، عناصر تولیدشده در آن‌ها در فضا پخش می‌شوند.

گروه آموزشی ماز

۷- نسبت جرم یون اکسید به جرم یون ..... موجود در ساختار اکسید این فلز، به‌تقریب برابر ..... است. (عدد جرمی اکسیژن برابر ۱۶ است.)

۱) ^{۷}Li – ۱/۳ ۲) ^{۴۰}Ca – ۰/۲ ۳) ^{۲۷}Al – ۰/۹ ۴) ^{۳۹}K – ۰/۴

پاسخ: گزینهٔ ۳ (متوسط ـ مسئله ـ ۱۰۰۱)

اکسید یونی با بار ۲− از عنصر اکسیژن بوده و نماد آن به‌صورت $^{۱۶}O^{۲-}$ است. این یون، در کنار کاتیون‌های مختلف قرار گرفته و اکسیدهای فلزی را ایجاد می‌کند. آلومینیم، عنصر فلزی از گروه ۱۳ جدول تناوبی بوده و کاتیون پایدار آن $^{۲۷}Al^{۳+}$ است. بار یون آلومینیم $\frac{۳}{۲}$ برابر بار یون اکسید بوده و بر همین اساس، نسبت شمار یون‌های آلومینیم به شمار یون‌های اکسید در ساختار آلومینیم اکسید برابر $\frac{۲}{۳}$ می‌شود. بنابراین فرمول ترکیب یونی این دو یون، به‌صورت $Al_۲O_۳$ است. پس در یک مول از این ماده ۲ مول یون آلومینیم و ۳ مول یون اکسید وجود دارد و نسبت جرم این دو یون برابر است با:

$$A = \frac{\text{جرم یون اکسید}}{\text{جرم کاتیون}} = \frac{۳ \times ۱۶}{۲ \times ۲۷} = \frac{۸}{۹} \simeq ۰/۹$$

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ لیتیم از عناصر گروه اول است و کاتیون آن بار ۱+ دارد. پس فرمول شیمیایی لیتیم اکسید به‌صورت $Li_۲O$ است. نسبت جرم یون اکسید به جرم یون لیتیم در این ترکیب برابر است با:

$$A = \frac{\text{جرم یون اکسید}}{\text{جرم کاتیون}} = \frac{۱۶}{۲ \times ۷} = \frac{۸}{۷} \simeq ۱/۱$$

۲ کلسیم، فلزی از گروه دوم است و کاتیون آن بار الکتریکی ۲+ دارد. پس فرمول شیمیایی اکسید این فلز به‌صورت CaO بوده و نسبت مورد نظر برای آن برابر است با:

$$A = \frac{\text{جرم یون اکسید}}{\text{جرم کاتیون}} = \frac{۱۶}{۴۰} = ۰/۴$$

۴ پتاسیم فلزی از گروه اول است و کاتیون ۱+ دارد. فرمول شیمیایی پتاسیم اکسید، همانند لیتیم اکسید بوده و به‌صورت $K_۲O$ است. نسبت جرم یون اکسید به جرم یون پتاسیم در ساختار این ماده برابر است با:

$$A = \frac{\text{جرم یون اکسید}}{\text{جرم کاتیون}} = \frac{۱۶}{۲ \times ۳۹} = \frac{۸}{۳۹} \simeq ۰/۲$$

گروه آموزشی ماز

۸- کدام‌یک از مطالب زیر درست است؟

۱) در یک نمونه طبیعی از فلز منیزیم، دو نوع اتم با جرم‌های متفاوت وجود دارد.
۲) هرچه نیم‌عمر یک ایزوتوپ بیشتر باشد، میزان پرتوزا بودن آن ایزوتوپ نیز بیشتر خواهد بود.
۳) در اغلب رادیوایزوتوپ‌های عناصر مختلف، نسبت شمار الکترون به نوترون بیشتر از ۰/۶۷ است.
۴) نسبت شمار پروتون به نوترون در فراوان‌ترین ایزوتوپ منیزیم، بیشتر از فراوان‌ترین ایزوتوپ لیتیم است.

پاسخ: گزینهٔ ۴ (متوسط ـ مفهومی ـ ۱۰۰۱)

معمولاً در بین ایزوتوپ‌های یک عنصر، هر کدام که جرم کم‌تر دارد پایدارتر بوده و درصد فراوانی آن بیش‌تر است، ولی در این رابطه چند استثنا مهم وجود دارد. در یک نمونه طبیعی لیتیم، دو ایزوتوپ $^{7}_{3}Li$ و $^{6}_{3}Li$ وجود دارد که درصد فراوانی $^{7}_{3}Li$ بسیار بیشتر است. همچنین در میان ایزوتوپ‌های منیزیم، درصد فراوانی ایزوتوپ $^{26}_{12}Mg$ بیشتر از $^{25}_{12}Mg$ است. فراوان‌ترین ایزوتوپ منیزیم و لیتیم به‌ترتیب $^{24}_{12}Mg$ و $^{7}_{3}Li$ هستند. نسبت شمار پروتون به شمار نوترون در ایزوتوپ منیزیم برابر یک و در ایزوتوپ لیتیم کمتر از یک است. جدول زیر ایزوتوپ‌های طبیعی عناصر مختلف را به همراه ترتیب فراوانی آن‌ها در طبیعت نمایش می‌دهد:

عنصر	تعداد ایزوتوپ‌های طبیعی	ترتیب فراوانی در طبیعت
هیدروژن	۳	$^{1}_{1}H > ^{2}_{1}H > ^{3}_{1}H$
منیزیم	۳	$^{24}_{12}Mg > ^{26}_{12}Mg > ^{25}_{12}Mg$
لیتیم	۲	$^{7}_{3}Li > ^{6}_{3}Li$
کلر	۲	$^{35}_{17}Cl > ^{37}_{17}Cl$
اورانیوم	۲	$^{238}_{92}U > ^{235}_{92}U$

ایزوتوپ‌ها

اتم‌های یک عنصر را که عدد اتمی برابر و شمار نوترون‌های متفاوتی دارند، ایزوتوپ می‌گویند. در ایزوتوپ‌ها، عدد اتمی که نشان‌دهنده نوع عنصر است، یکسان بوده ولی عدد جرمی تفاوت دارد. چون خواص شیمیایی به عدد اتمی وابسته است، ایزوتوپ‌های یک عنصر در خواص شیمیایی یکسان هستند ولی در خواص فیزیکی که به جرم وابسته هستند، متفاوت هستند. مثلاً ایزوتوپ‌ها چگالی متفاوتی دارند. به ایزوتوپ‌های ناپایدار و پرتوزا، رادیوایزوتوپ می‌گویند. هسته این ایزوتوپ‌ها ناپایدار بوده و با گذشت زمان متلاشی شده و طی این فرایند، ذره‌های پرانرژی همراه با مقدار زیادی انرژی تولید می‌کنند. در این میان اغلب هسته‌هایی که نسبت شمار نوترون‌ها به پروتون‌ها آن‌ها ۱/۵ یا بیش‌تر باشد، پرتوزا هستند. از مفهوم نیم‌عمر برای مقایسه پرتوزایی ایزوتوپ‌ها استفاده می‌شود. نیم‌عمر، مدت زمانی است که طول می‌کشد تا نصف یک ماده پرتوزا متلاشی شود. هرچه نیم‌عمر یک ماده کوتاه‌تر باشد، پایداری آن ماده کم‌تر و پرتوزایی آن بیشتر است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ ایزوتوپ‌ها، اتم‌های یک عنصر هستند که عدد اتمی یکسان دارند ولی به دلیل تفاوت در تعداد نوترون‌ها، عدد جرمی متفاوت دارند. پس ایزوتوپ‌های یک عنصر جرم‌های متفاوتی دارند. در یک نمونه طبیعی منیزیم، سه ایزوتوپ $^{24}_{12}Mg$، $^{25}_{12}Mg$ و $^{26}_{12}Mg$ وجود دارد که ترتیب فراوانی آن‌ها به‌صورت زیر است:

فراوانی : $^{24}_{12}Mg > ^{26}_{12}Mg > ^{25}_{12}Mg$

۲ برخی ایزوتوپ‌های یک عنصر ممکن است ناپایدار باشند و با گذشت زمان متلاشی شوند و ذره‌ها پرانرژی همراه با مقدار زیادی انرژی تولید کنند. به این ایزوتوپ‌ها، رادیوایزوتوپ می‌گویند. نیم‌عمر یک ایزوتوپ، به معنای مدت زمان لازم برای متلاشی و از بین رفتن نصف اتم‌های آن ایزوتوپ است. هرچه این مقدار بیشتر باشد، به معنای پایدارتر بودن ایزوتوپ است و پرتوزایی آن کم‌تر است.

۳ اغلب هسته‌هایی که نسبت شمار نوترون‌ها به پروتون‌ها برای آن‌ها ۱/۵ یا بیش‌تر باشد، پرتوزا هستند. با توجه به برابر بودن تعداد پروتون‌ها و الکترون‌ها در یک اتم خنثی، این عبارت در مورد نسبت شمار نوترون به شمار الکترون نیز درست است. چون این نسبت برابر بیش از ۱/۵ بوده، معکوس آن یعنی نسبت شمار الکترون به نوترون نیز کمتر از $\frac{2}{3}$ خواهد بود.

گروه آموزشی ماز

۹- با توجه به جدول مقابل که در رابطه با یک نمونه از فلوئور رسم شده است، جرم اتمی میانگین فلوئور برابر با چند amu است؟ (جرم اتمی ایزوتوپ‌ها، برابر عدد جرمی آن‌ها است.)

شمار نوترون در ایزوتوپ	۹	۱۰	۱۱
شمار اتم‌ها در نمونه	۹	۱۸	۳

۱) ۱۸/۹
۲) ۱۸/۸
۳) ۱۸/۷
۴) ۱۸/۶

پاسخ: گزینهٔ ۲ (متوسط ـ مسئله ـ ۱۰۰۱)

اگر عنصری بیش از یک ایزوتوپ طبیعی داشته باشد، جرم اتمی آن را معادل با میانگین جرم اتمی ایزوتوپ‌های آن در نظر می‌گیرند و به آن جرم اتمی میانگین می‌گویند. برای محاسبه جرم اتمی میانگین می‌توان از رابطه زیر استفاده کرد:

$$\text{جرم اتمی میانگین} = \frac{(\text{فراوانی ایزوتوپ ۱} \times \text{جرم ایزوتوپ ۱}) + (\text{فراوانی ایزوتوپ ۲} \times \text{جرم ایزوتوپ ۲}) + (\text{فراوانی ایزوتوپ ۳} \times \text{جرم ایزوتوپ ۳}) + \cdots}{\text{مجموع فراوانی ایزوتوپ‌ها}}$$

منظور از جرم ایزوتوپ، جرم یک اتم از ایزوتوپ است که به‌طور معمول در سؤال‌ها برابر عدد جرمی در نظر گرفته می‌شود. گاهی، درصد فراوانی یک ایزوتوپ از ما خواسته می‌شود.

درصد فراوانی هر ایزوتوپ نیز از رابطه زیر به‌دست می‌آید:

$$\text{درصد فراوانی} = \frac{\text{تعداد اتم‌های ایزوتوپ مشخص}}{\text{تعداد کل اتم‌ها}} \times ۱۰۰$$

فلوئور، متعلق به گروه ۱۷ و تناوب دوم جدول دوره‌ای است. عدد اتمی فلوئور برابر با ۹ بوده و در هسته هر اتم از این عنصر، ۹ پروتون وجود دارد. عدد جرمی و نسبت فراوانی هر یک از ایزوتوپ‌های فلوئور به‌صورت زیر است:

شمار نوترون در ایزوتوپ	۹	۱۰	۱۱
عدد جرمی	۱۸	۱۹	۲۰
شمار اتم‌ها	۹	۱۸	۳
نسبت فراوانی	$\frac{۹}{۳۰}$	$\frac{۱۸}{۳۰}$	$\frac{۳}{۳۰}$

بر این اساس جرم اتمی میانگین این ماده را حساب می‌کنیم:

$$A = \frac{(۱۸ \times ۹) + (۱۹ \times ۱۸) + (۲۰ \times ۳)}{۳۰} = ۵/۴ + ۱۱/۴ + ۲ = ۱۸/۸$$

پس جرم اتمی میانگین این عنصر برابر $۱۸/۸\ amu$ است.

محاسبه جرم اتمی میانگین

برای محاسبه جرم اتمی میانگین می‌توان از رابطه زیر استفاده کنیم:

$$\text{جرم اتمی میانگین} = \text{جرم ایزوتوپ ۱} + \frac{(\text{جرم ایزوتوپ ۲} - \text{جرم ایزوتوپ ۱}) \times \text{فراوانی ایزوتوپ ۲} + \cdots}{\text{مجموع فراوانی ایزوتوپ‌ها}}$$

در این حالت به‌طور معمول، ایزوتوپ ۱ را فراوان‌ترین ایزوتوپ قرار می‌دهیم. پس جرم اتمی میانگین را می‌توان به طریق زیر نیز محاسبه کرد:

$$A = ۱۹ + \frac{((۱۸-۱۹)\times ۹) + ((۲۰-۱۹)\times ۳)}{۳۰} = ۱۸/۸$$

گروه آموزشی ماز

۱۰- کدام موارد از مطالب زیر در مورد تشخیص توده سرطانی به کمک گلوکز نشان‌دار درست هستند؟

الف: همه اتم‌های موجود در گلوکز نشان‌دار، پرتوزا هستند و به کمک آشکارساز تشخیص داده می‌شوند.

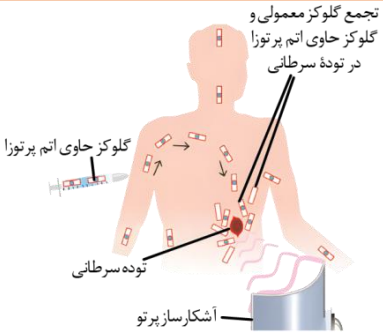
ب: در این روش تشخیصی، تمام ذرات گلوکزی که به بدن تزریق می‌شوند پرتوزا هستند.

پ: در محل توده سرطانی بدن، علاوه بر گلوکز نشان‌دار، گلوکز معمولی نیز حضور دارد.

ت: هر جای بدن که وجود گلوکز نشان‌دار تشخیص داده شود، توده سرطانی است.

۱) «الف» و «پ» ۲) «الف» و «ت» ۳) «ب» و «پ» ۴) «ب» و «ت»

پاسخ: گزینهٔ ۳ (آسان ـ حفظی ـ ۱۰۰۱)



توده‌های سرطانی، سلول‌هایی هستند که رشد غیرعادی و سریع دارند. این سلول‌ها به سرعت تقسیم شده و در نهایت، توده‌های سرطانی را در بدن انسان به‌وجود می‌آورند. این سلول‌ها با توجه به نیاز بالای خود به انرژی، به گلوکز بیشتری نسبت به سایر سلول‌ها نیاز دارند. بر این اساس، تجمع گلوکز درون این توده‌ها بیشتر از سایر قسمت‌های بدن است. اگر بتوان تعدادی از اتم‌های موجود در گلوکز را نشان‌دار کرد، با تصویربرداری از بدن می‌توان این تجمع را تشخیص داده و موقعیت توده‌های سرطانی را پیدا کرد. تصویر مقابل، نمایی از این فرایند را نشان می‌دهد:

عبارت‌های (ب) و (پ) در این رابطه درست هستند.

بررسی موارد:

«الف»: به گلوکز حاوی اتم پرتوزا، گلوکز نشان‌دار می‌گویند. پرتوهای ساطع‌شده از این ماده توسط آشکارساز پرتو مشخص می‌شوند. برای تولید گلوکز نشان‌دار، نیازی نیست تمام اتم‌های آن پرتوزا باشند و یک اتم پرتوزا کافی است.

«ب»: در این روش گلوکزی که به بدن تزریق می‌شود، تماماً پرتوزا است. البته، توجه داریم که به واسطه مصرف مواد غذایی، در بدن فرد مقداری گلوکز عادی نیز در کنار گلوکز پرتوزا وجود دارد.

«پ»: هم گلوکز معمولی و هم گلوکز نشان‌دار در تمام بدن پخش می‌شوند، اما چون مصرف گلوکز در ناحیه سرطانی بیشتر است، در این محل تجمع ذرات گلوکز را داریم که هم گلوکز معمولی و هم گلوکز نشان‌دار هستند؛ ولی در این روش تنها می‌توان تجمع گلوکزهای نشان‌دار را مشخص کرد.

«ت»: سیستم گردش خون، ذرات گلوکز نشان‌دار را در تمام بدن پخش می‌کند و به همین علت ممکن است در تمام نقاط بدن وجود گلوکز نشان‌دار مشخص شود اما غلظت ذرات این ماده در نقاط سالم بدن خیلی زیاد نخواهد بود. برای تشخیص سرطان، تجمع ذرات گلوکز نشان‌دار در یک نقطه خاص مهم است.

گلوکز

گلوکز، یک ترکیب قندی با فرمول مولکولی $C_6H_{12}O_6$ است که در جریان خون وجود داشته و انرژی و مادهٔ اولیهٔ مورد نیاز سلول‌های بدن انسان را تأمین می‌کند. اکسایش این ماده در بدن، با آزاد شدن انرژی و تولید آب و کربن دی‌اکسید همراه است. معادلهٔ واکنش اکسایش مولکول‌های گلوکز به‌صورت زیر است:

$$C_6H_{12}O_6(aq) + 6O_2(g) \rightarrow 6CO_2(g) + 6H_2O(l)$$

توجه داریم که در یک مولکول گلوکز پرتوزا، فقط برخی از اتم‌ها رادیواکتیو(پرتوزا) بوده و بقیه اتم‌ها عادی هستند.

گروه آموزشی ماز

۱۱- مجموع عدد کوانتومی اصلی و فرعی الکترون‌های ظرفیت عنصری با ۱۵ الکترون در لایه سوم کدام است؟

۱) ۳۳ ۲) ۴۳ ۳) ۳۰ ۴) ۳۸

پاسخ: گزینهٔ ۲ (آسان ـ مفهومی ـ ۱۰۰۱)

اگر عنصری ۱۵ الکترون در لایه سوم داشته باشد، به‌ترتیب ۲ و ۶ الکترون در زیرلایه‌های $3s$ و $3p$ دارد و در نتیجه زیرلایه $3d$ آن حاوی ۷ الکترون است. بر این اساس آرایش الکترونی آن به‌صورت زیر است:

$$Co : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^7 4s^2$$

این عنصر در دسته d قرار دارد. الکترون‌های ظرفیتی عناصر دسته d شامل الکترون‌های دو زیرلایه ns و $(n-1)d$ است. پس در این عنصر دو الکترون $4s^2$ و هفت الکترون $3d^7$، الکترون ظرفیتی هستند. در زیرلایه $4s$، رابطه $n + l = 4$ برقرار بوده و در زیرلایه $3d$ نیز رابطه $n + l = 5$ برقرار است. پس مقدار خواسته‌شده برابر است با:

$$A = (2 \times 4) + (7 \times 5) = 43$$

پس مجموع $n + l$ الکترون‌های ظرفیت عنصر مورد نظر برابر ۴۳ است.

الکترون‌های ظرفیت

الکترون‌های ظرفیتی، الکترون‌هایی هستند که در سطحی‌ترین قسمت یک اتم قرار داشته و در واکنش‌های شیمیایی شرکت می‌کنند. این الکترون‌ها، در تعیین خواص شیمیایی یک عنصر نقش داشته و موجب تشکیل پیوندهای کووالانسی یا ایجاد یون تک‌اتمی می‌شوند. با توجه به اینکه یک عنصر در کدام دسته قرار می‌گیرد، می‌توان الکترون‌های ظرفیتی آن را پیدا کرد. در این رابطه، داریم:

- در عناصر دسته s، لایه ظرفیت معادل با الکترون یا الکترون‌های زیرلایه ns است.
- در عناصر دسته p، لایه ظرفیت معادل با الکترون‌های زیرلایه‌های ns و np هستند.
- در عناصر دسته d، لایه ظرفیت معادل با الکترون‌های زیرلایه‌های ns و $(n-1)d$ هستند.

گروه آموزشی ماز

۱۲- با توجه شکل مقابل که بخشی از جدول تناوبی را نشان می‌دهد، چند مورد از مطالب زیر درست است؟ (نمادهای Si و Ge، معادل با نماد اصلی دو عنصر از جدول دوره‌ای هستند.)

A	Si	D	Z
X	Ge	E	Y
Q	J	R	L

الف: بین دو عنصر A و E، تعداد ۱۸ عنصر جامد در جدول دوره‌ای حضور دارد.

ب: در میان ۸ عنصر اول موجود در شکل مقابل، دو عنصر نماد تک حرفی دارند.

پ: عنصر D می‌تواند ترکیب یونی دوتایی با فرمول شیمیایی M_2D داشته باشد.

ت: عنصر فلزی X با از دست دادن همه الکترون‌های ظرفیت خود به یونی پایدار تبدیل می‌شود.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

پاسخ: گزینهٔ ۲ (متوسط ـ مفهومی ـ ۱۰۰۱)

دو عنصر Si و Ge از عناصر گروه چهاردهم هستند. سیلیسیم در دوره سوم و ژرمانیم در دوره چهارم قرار دارد. این دو عنصر، از شبه‌فلزهای موجود در جدول دوره‌ای هستند. بر این اساس، عناصر مطرح‌شده در شکل به‌صورت زیر هستند:

۱۳ AL Aluminum ۲۶,۹۸	۱۴ Si Silicon ۲۸,۰۹	۱۵ P Phosphorus ۳۰,۹۷	۱۶ S Sulfur ۳۲,۰۶
۳۱ Ga Gallium ۶۹,۷۲	۳۲ Ge Germarium ۷۲,۶۳	۳۳ As Arsenic ۷۴,۹۲	۳۴ Se Selenium ۷۸,۹۷
۴۹ In Indium ۱۱۴,۸۲	۵۰ Sn Tin ۱۱۸,۷۱	۵۱ Sb Antimony ۱۲۱,۷۶	۵۲ Te Tellurium ۱۲۷,۶

عبارت‌های (ب) و (ت) در مورد این عناصر درست هستند.

بررسی موارد:

«الف»: در میان دو عنصر $_{۱۳}Al$ و $_{۳۳}As$، تعداد ۱۹ عنصر در جدول دوره‌ای وجود دارد. دو مورد از ۱۹ عنصر(معادل با عناصر کلر و آرگون)، در دمای اتاق گازی هستند و باقی عناصر حالت جامد دارند. شمار عناصر میان دو عنصر در جدول تناوبی، با استفاده از رابطه زیر به‌دست می‌آید:

$$\text{شمار عناصر} = (\text{عنصر با عدد اتمی بیشتر} - \text{عنصر با عدد اتمی کمتر}) - ۱$$

در واقع با توجه به آن که هر عنصر یک عدد اتمی دارد، تعداد عناصر میان دو عنصر، معادل تعداد اعداد میان اعداد اتمی دو عنصر است.

«ب»: در میان عناصر موجود در ساختار این جدول، تنها دو عنصر با نماد یک حرفی وجود دارد و ۱۰ عنصر دیگر نماد دو حرفی دارند. این دو عنصر، معادل با فسفر و گوگرد هستند.

«پ»: عنصر فسفر از عناصر گروه پانزدهم جدول تناوبی است. نافلزهای گروه ۱۵ به هنگام تشکیل یون، با دریافت ۳ الکترون به آرایش گاز نجیب هم‌دوره خود می‌رسند. پس بار یون فسفید برابر با ۳− است و برای آن که بتواند با فلز M، ترکیب یونی با فرمول شیمیایی $M_۲P$ داشته باشد، بار یون M باید +۱/۵ باشد که چنین چیزی امکان‌پذیر نیست.

«ت»: گالیم از فلزهای گروه ۱۳ جدول تناوبی است و همانند آلومینیم یونی با بار ۳+ دارد. عناصر گروه ۱۳، تعداد ۳ الکترون ظرفیتی با آرایش $ns^۲np^۱$ دارند و در یون ۳+ آن‌ها، همه این الکترون‌ها از دست رفته‌اند. آرایش الکترونی گالیم و یون گالیم(III) به‌صورت زیر هستند:

$$Ga : [_{۱۸}Ar]۳d^{۱۰}۴s^۲۴p^۱ \xrightarrow{\text{تبدیل به یون}} Ga^{۳+} : [_{۱۸}Ar]۳d^{۱۰}$$

به‌طور کلی، خواص مختلف عناصری از جدول دوره‌ای که در یک گروه مشابه قرار می‌گیرند، شبیه به هم است. به‌عنوان مثال، آلومینیم و گالیم خواص نسبتاً مشابهی نسبت به هم دارند. شمار الکترون‌های ظرفیتی عناصری که در گروه‌های مختلف جدول دوره‌ای قرار می‌گیرند به شرح زیر است:

گروه	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸
تعداد الکترون ظرفیتی	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸

توجه داریم که در عناصر دسته d، الکترون‌های موجود در زیرلایه‌های s و d آخر، الکترون‌های ظرفیتی را تشکیل می‌دهند. در عناصر دسته p نیز الکترون‌های موجود در زیرلایه‌های s و p آخر، الکترون‌های ظرفیتی را تشکیل می‌دهند.

گروه آموزشی ماز

۱۳- جرم اتم‌های هیدروژن در کدام ترکیب در مقایسه با سایر ترکیب‌های داده شده کمتر است؟

$(H = ۱ , B = ۱۱ , O = ۱۶ , Si = ۲۸ , S = ۳۲ : g.mol^{-۱})$

۱) ۶۰ گرم $H_۲S$ ۲) ۳۰ گرم $H_۲O$ ۳) ۲۵ گرم $SiH_۴$ ۴) ۱۵ گرم $B_۲H_۶$

پاسخ: گزینهٔ ۳ (متوسط ـ مسئله ـ ۱۰۰۱)

جرم مولی اتم هیدروژن برابر با یک است. جرم مولی هر ترکیب را محاسبه کرده و بر این اساس، جرم هیدروژن موجود در نمونه داده شده را به‌دست می‌آوریم. مقدار اتم هیدروژن موجود در هر یک از گزینه‌ها برابر است با:

۱ نمونه ۶۰ گرم $H_۲S$:

$$?\,mol\ H = ۶۰\ g\ H_۲S \times \frac{۱\ mol\ H_۲S}{۳۴\ g\ H_۲S} \times \frac{۲\ mol\ H}{۱\ mol\ H_۲S} = \frac{۶۰}{۱۷} \simeq ۳/۵\ mol$$

۲ نمونه ۳۰ گرم $H_۲O$:

$$?\,mol\ H = ۳۰\ g\ H_۲O \times \frac{۱\ mol\ H_۲O}{۱۸\ g\ H_۲O} \times \frac{۲\ mol\ H}{۱\ mol\ H_۲O} = \frac{۱۰}{۳} \simeq ۳/۳\ mol$$

۳ نمونه ۲۵ گرم $SiH_۴$:

$$?\,mol\ H = ۲۵\ g\ SiH_۴ \times \frac{۱\ mol\ SiH_۴}{۳۲\ g\ SiH_۴} \times \frac{۴\ mol\ H}{۱\ mol\ SiH_۴} = \frac{۲۵}{۸} = ۳/۱۲۵\ mol$$

۴ نمونه ۱۵ گرم $B_۲H_۶$:

$$?\,mol\ H = ۱۵\ g\ B_۲H_۶ \times \frac{۱\ mol\ B_۲H_۶}{۲۸\ g\ B_۲H_۶} \times \frac{۶\ mol\ H}{۱\ mol\ B_۲H_۶} = \frac{۴۵}{۱۴} \simeq ۳/۲\ mol$$

پس مقدار و در نتیجه جرم هیدروژن در نمونه داده شده در گزینه ۳ از همه کمتر است.

گروه آموزشی ماز

۱۴- در ساختار ترکیب ....., نسبت شمار آنیون به شمار کاتیون، ..... نسبت تعداد کاتیون به تعداد آنیون در ترکیب ..... است.

۱) آلومینیم اکسید ـ برابر ـ کلسیم نیترید ۲) منیزیم اکسید ـ نصف ـ کلسیم یدید

۳) پتاسیم سولفید ـ معکوس ـ استرانسیم کلرید ۴) باریم فسفید ـ نصف ـ سدیم نیترید

پاسخ: گزینهٔ ۱ (سخت ـ مفهومی ـ ۱۰۰۱)

ترکیب‌های یونی دوتایی، از کنار هم قرار گرفتن یک نوع آنیون و یک نوع کاتیون تک‌اتمی تشکیل شده‌اند. برای مشخص کردن فرمول شیمیایی ترکیبات یونی، از خنثی بودن بار کلی بلور این مواد استفاده می‌کنیم. با توجه به برابر بودن مجموع بار یون‌های منفی و مجموع بار یون‌های مثبت، پس از مشخص کردن بار آنیون و کاتیون، زیروند کاتیون را بار آنیون و زیروند آنیون را بار کاتیون قرار می‌دهیم. اگر دو زیروند را بتوان ساده کرد، ساده می‌کنیم. به‌عنوان مثال، داریم:

منیزیم کلرید: $Mg^{۲+}$ و $Cl^{-} \Longrightarrow Mg_{۱}Cl_{۲} \Longrightarrow MgCl_{۲}$

کلسیم سولفید: $Ca^{۲+}$ و $S^{۲-} \Longrightarrow Ca_{۲}S_{۲} \Longrightarrow CaS$

آلومینیم اکسید: $Al^{۳+}$ و $O^{۲-} \Longrightarrow Al_{۲}O_{۳}$

در جدول زیر فرمول شیمیایی ترکیب‌های مطرح‌شده مشخص شده‌اند:

فرمول شیمیایی	آنیون	کاتیون	نام ترکیب
$Al_{۲}O_{۳}$	$O^{۲-}$	$Al^{۳+}$	آلومینیم اکسید
$Ca_{۳}N_{۲}$	$N^{۳-}$	$Ca^{۲+}$	کلسیم نیترید
MgO	$O^{۲-}$	$Mg^{۲+}$	منیزیم اکسید
$CaI_{۲}$	I^{-}	$Ca^{۲+}$	کلسیم یدید
$K_{۲}S$	$S^{۲-}$	K^{+}	پتاسیم سولفید
$SrCl_{۲}$	Cl^{-}	$Sr^{۲+}$	استرانسیم کلرید
$Ba_{۳}P_{۲}$	$P^{۳-}$	$Ba^{۲+}$	باریم فسفید
$Na_{۳}N$	$N^{۳-}$	Na^{+}	سدیم نیترید

نسبت شمار آنیون به شمار کاتیون در آلومینیم اکسید و نسبت شمار کاتیون به شمار آنیون در کلسیم نیترید برابر $\frac{۳}{۲}$ است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۲ نسبت شمار آنیون به شمار کاتیون در منیزیم اکسید (۱) دو برابر نسبت شمار کاتیون به شمار آنیون در کلسیم یدید ($\frac{۱}{۲}$) است.

۳ نسبت شمار آنیون به شمار کاتیون در پتاسیم سولفید ($\frac{۱}{۲}$) برابر نسبت شمار کاتیون به شمار آنیون در استرانسیم کلرید ($\frac{۱}{۲}$) است.

۴ نسبت شمار آنیون به شمار کاتیون در باریم فسفید برابر $\frac{۲}{۳}$ و نسبت شمار کاتیون به شمار آنیون در سدیم نیترید برابر ۳ است.

گروه آموزشی ماز

۱۵- کدام‌یک از مقایسه‌های انجام‌شده میان زیرلایه‌ها نادرست است؟

۱) زیرلایه $۶p$ نسبت به زیرلایه $۵d$ از هسته دورتر است.
۲) سطح انرژی زیرلایه $۴f$ از زیرلایه $۵d$ پایین‌تر است.
۳) زیرلایه $۵f$ زودتر از زیرلایه $۷s$ الکترون می‌گیرد.
۴) سطح انرژی زیرلایه $۵d$ از زیرلایه $۶s$ بالاتر است.

پاسخ: گزینهٔ ۳ (متوسط ـ مفهومی ـ ۱۰۰۱)

در هر لایه، الکترون‌ها به دسته‌های کوچک‌تری تقسیم می‌شود. هریک از این دسته‌ها را یک زیرلایه می‌گویند و هر زیرلایه را با یک عدد کوانتومی فرعی(l) نشان می‌دهند. جدول زیر انواع زیرلایه‌های الکترونی را مشخص کرده است:

از کدام دوره جدول الکترون می‌گیرند؟	از کدام لایه الکترونی حضور دارند؟	ظرفیت	عدد کوانتومی فرعی	نماد زیرلایه
دوره اول	لایه اول	۲	۰	s
دوره دوم	لایه دوم	۶	۱	p
دوره چهارم	لایه سوم	۱۰	۲	d
دوره ششم	لایه چهارم	۱۴	۳	f
در جدول دوره‌ای امروزی الکترون نمی‌گیرد!	لایه پنجم	۱۸	۴	g

لایه g هنوز الکترونی در هیچ عنصری دریافت نکرده و با ظهور چنین عناصری، جدول فعلی پاسخگوی تقسیم‌بندی عناصر نبوده و نیاز به تقسیم‌بندی جدیدی مانند جدول شارل ژانت است.

ترتیب پُر شدن زیرلایه‌ها

هنگام افزودن الکترون به زیرلایه‌ها، نخست زیرلایه‌های با انرژی کم‌تر(نزدیک‌تر به هسته) پر می‌شوند و سپس زیرلایه‌هایی با سطح انرژی بالاتر الکترون می‌گیرند. انرژی زیرلایه‌های الکترونی علاوه بر n به l نیز بستگی دارد. به گونه‌ای که مجموع این دو عدد کوانتومی یعنی $n + l$ برای هر زیرلایه‌ای بیشتر بود، آن زیرلایه انرژی بیشتری دارد. اگر دو یا چند زیرلایه $n + l$ برابر داشتند، زیرلایه‌ای که n بیشتری داشته باشد، انرژی بیشتری دارد. بر همین اساس می‌توان ترتیب پر شدن زیرلایه‌های الکترونی را مشخص کرد که در زیر نمایش داده شده است:

$$[۱s] \rightarrow [۲s \rightarrow ۲p] \rightarrow [۳s \rightarrow ۳p] \rightarrow [۴s \rightarrow ۳d \rightarrow ۴p] \rightarrow [۵s \rightarrow ۴d \rightarrow ۵p]$$
$$\rightarrow [۶s \rightarrow ۴f \rightarrow ۵d \rightarrow ۶p] \rightarrow [۷s \rightarrow ۵f \rightarrow ۶d \rightarrow ۷p] \rightarrow [۸s \ldots$$

مقدار $n+l$ زیرلایه $۵f$ و زیرلایه $۷s$ به‌ترتیب برابر ۸ و ۷ است، پس سطح انرژی زیرلایه $۵f$ بیشتر بوده و مطابق قاعده آفبا دیرتر الکترون می‌گیرد. ترتیب پرشدن زیرلایه‌ها در دوره هفتم جدول تناوبی به‌صورت مقابل است:

$$۷s \rightarrow ۵f \rightarrow ۶d \rightarrow ۷p$$

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ دقت کنید که فاصله(موقعیت فیزیکی) زیرلایه‌ها مستقل از سطح انرژی آن‌ها است. فاصله از هسته ابتدا به n و سپس به l بستگی دارد. هر چه n زیرلایه‌ای بیشتر باشد، فاصله آن از هسته بیشتر است. حال اگر دو یا چند زیرلایه n برابر داشته باشند، به l نگاه می‌کنیم. هر چه مقدار l بزرگ‌تر باشد، آن زیرلایه از هسته دورتر است. بر این اساس زیرلایه $۶p$ نسبت به زیرلایه $۵d$ از هسته دورتر است.

۲ مقدار $n+l$ زیرلایه $۴f$ و زیرلایه $۵d$ برابر ۷ است. هر کدام از این زیرلایه‌ها که n بیشتری داشته باشد($۵d$)، انرژی بیشتری دارد.

۴ مقدار $n+l$ زیرلایه $۵d$ و زیرلایه $۶s$ به‌ترتیب برابر ۷ و ۶ است. پس سطح انرژی زیرلایه $۵d$ بیشتر است. به همین خاطر است که زیرلایه $۵d$ پس از زیرلایه $۶s$ الکترون می‌گیرد.

گروه آموزشی ماز

۱۶- کدام موارد از مطالب زیر درست است؟

الف: در دوره سوم، سه عنصر وجود دارند که شمار زیرلایه‌های برابری با عنصر قبل و بعد خود دارند.

ب: در دوره چهارم، چهار عنصر وجود دارند که مجموع l الکترون‌های آن‌ها با عنصر قبل از خود برابر است.

پ: در دوره چهارم جدول تناوبی، در آرایش الکترونی چهار عنصر، بیرونی‌ترین زیرلایه الکترونی نیمه‌پر است.

ت: در مدل فضاپرکن، شمار جفت الکترون‌های پیوندی برخلاف شمار جفت الکترون‌های ناپیوندی مشخص است.

۱) «الف» و «پ» ۲) «الف» و «ت» ۳) «ب» و «پ» ۴) «ب» و «ت»

پاسخ: گزینهٔ ۳ (سخت ـ مفهومی ـ ۱۰۰۱)

عبارت‌های (ب) و (پ) درست هستند.

بررسی موارد:

«الف»: در دوره سوم، ۸ عنصر حضور دارند. عناصر گروه اول و سیزدهم نسبت به عنصر پیش از خود یک زیرلایه بیشتر دارند. همچنین عناصر گروه دوم و هجدهم نسبت به عنصر بعد از خود یک لایه کمتر دارند. پس تنها عناصر سیلیسیم، فسفر، گوگرد و کلر با عنصر قبل و بعد خود تعداد زیرلایه‌های برابری دارند. در ساختار اتم‌های سازنده هریک از این چهار عنصر، تعداد ۵ زیرلایه الکترونی وجود دارد.

«ب»: برای آن که مجموع l الکترون‌ها با اضافه شدن یک الکترون تغییر نکند، باید l الکترون اضافه‌شده برابر صفر باشد؛ یعنی این الکترون وارد زیرلایه s شده است. در میان عناصر دوره چهارم، عناصر گروه اول(پتاسیم)، گروه دوم(کلسیم)، گروه هفتم(منگنز) و گروه دوازدهم(روی)، نسبت به عنصر پیش از خود در جدول تناوبی یک الکترون بیشتر در لایه $۴s$ دارند، پس مجموع l الکترون‌های این عناصر با عنصر قبل از خود برابر است.

«پ»: در دوره چهارم جدول تناوبی، در آرایش الکترونی عناصر پتاسیم، کروم، مس و آرسنیک، بیرونی‌ترین زیرلایه الکترونی نیمه‌پر است. آرایش الکترونی این عناصر به‌صورت زیر هستند:

$_{۱۹}K: [_{۱۸}Ar]۴s^{۱}$ $_{۲۴}Cr: [_{۱۸}Ar]۳d^{۵}۴s^{۱}$

$_{۲۹}Cu: [_{۱۸}Ar]۳d^{۱۰}۴s^{۱}$ $_{۳۳}As: [_{۱۸}Ar]۳d^{۱۰}۴s^{۲}۴p^{۳}$

انواع فلزها

فلزهای موجود در دسته d جدول دوره‌ای، به فلزهای واسطه معروف هستند؛ درحالی که فلزهای موجود در دسته‌های s و p جدول دوره‌ای، به فلزهای اصلی شهرت دارند. عناصر دسته d گروه‌های ۳ تا ۱۲ جدول دوره‌ای قرار دارند. عناصر موجود در این گروه‌ها، همانند اغلب عناصر موجود در گروه‌های ۱ و ۲، همگی فلز هستند. در آرایش الکترونی این عناصر فلزی، زیرلایه ns بیرونی‌ترین زیرلایه الکترونی بوده و آخرین الکترون این عناصر نیز به زیرلایه $(n-۱)d$ وارد می‌شود. نخستین سری از فلزهای واسطه، در تناوب چهارم از جدول دوره‌ای امروزی جای داشته و عدد اتمی آن‌ها در بازه ۲۱ تا ۳۰ قرار می‌گیرد.

«ت»: یکی از راه‌های نشان دادن ساختار مولکول‌ها، استفاده از مدل فضاپرکن است. در این مدل، اتم‌ها به‌صورت کره‌هایی هستند که در محل پیوند میان دو اتم، کره‌های متعلق به اتم‌ها در یکدیگر فرو می‌روند. در این مدل، شمار جفت الکترون‌های ناپیوندی و پیوندی مشخص نیست. مدل فضاپرکن نزدیک‌ترین مدل به ساختار واقعی مولکول است. برای مثال، ساختار مولکول آمونیاک بر اساس این مدل به‌صورت زیر است:

۱۷- **اگر آرایش الکترونی عناصر A، B و C به‌ترتیب، به $۳p^۴$، $۲p^۵$ و $۴p^۲$ ختم شود، کدام‌یک از گزینه‌ها درست است؟**

۱) نسبت شمار الکترون‌های دارای $l = ۱$ به $l = ۰$ در عنصر C برابر ۱/۲ است.

۲) اگر عنصر A در هسته خود ۱۸ نوترون داشته باشد، عدد جرمی آن برابر ۳۲ است.

۳) در ساختار یون پایدار حاصل از A، بیش از ۴۰ درصد الکترون‌ها، $n + l = ۳$ دارند.

۴) در یون پایدار حاصل از عنصر ^{۲۰}B، تفاوت شمار نوترون‌ها و شمار الکترون‌ها برابر ۲ است.

پاسخ: گزینهٔ ۳ (متوسط ـ مفهومی ـ ۱۰۰۱)

با توجه به آرایش الکترونی داده شده در صورت سؤال، عنصر A معادل با گوگرد، عنصر B معادل با فلوئور و عنصر C نیز معادل با ژرمانیم است. آرایش الکترونی کامل این ۳ عنصر به‌صورت زیر می‌باشد:

$_{۹}F : ۱s^۲۲s^۲۲p^۵$

$_{۱۶}S : ۱s^۲۲s^۲۲p^۶۳s^۲۳p^۴$

$_{۳۲}Ge : ۱s^۲۲s^۲۲p^۶۳s^۲۳p^۶۳d^{۱۰}۴s^۲۴p^۲$

یون پایدار گوگرد، معادل با یون $S^{۲-}$ یا همان یون سولفید است. گوگرد برای تشکیل یون پایدار دو الکترون دریافت می‌کند و به آرایش گاز نجیب بعد از خود یعنی آرگون می‌رسد. آرایش الکترونی این یون به‌صورت زیر است:

$_{۱۶}S^{۲-} : ۱s^۲۲s^۲۲p^۶۳s^۲۳p^۶$

دو زیرلایه $۳s$ و $۲p$ در آرایش این یون $n + l = ۳$ دارند. پس ۸ الکترون از ۱۸ الکترون این یون این خاصیت را دارند که معادل با بیش از ۴۴ درصد الکترون‌ها محسوب می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ در ساختار اتم ژرمانیم، ۱۴ الکترون با $l = ۱$ (زیرلایه p) و ۸ الکترون با $l = ۰$ (زیرلایه s) دیده می‌شود. پس نسبت خواسته‌شده برابر $\frac{۱۴}{۸} = ۱/۷۵$ است.

۲ عنصر گوگرد ۱۶ پروتون دارد. پس اگر این اتم ۱۸ نوترون داشته باشد، عدد جرمی آن برابر ۳۴ خواهد بود.

۴ عدد اتمی فلوئور ۹ است. اگر عدد جرمی این عنصر ۲۰ باشد، تعداد ۱۱ پروتون در ساختار هسته اتم این عنصر جا دارد. همچنین این عنصر با دریافت یک الکترون به یون پایدار تبدیل می‌شود. پس یون پایدار آن ۱۰ الکترون دارد و تفاوت نوترون و الکترون در این یون برابر ۱ است.

گروه آموزشی ماز

۱۸- **کدام‌یک از مطالب زیر نادرست است؟**

۱) اگر عنصری با تشکیل یون تک‌اتمی پایدار به آرایش گاز نجیب هم‌دوره خود برسد، نافلز است.

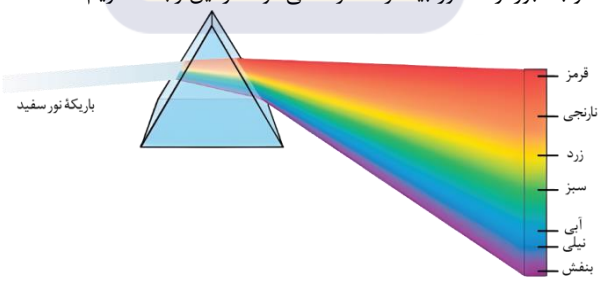
۲) رنگ نور لامپ سدیم، نسبت به رنگ نور لامپ نئون، هنگام عبور از منشور کمتر منحرف خواهد شد.

۳) عنصری که به سرب مداد شهرت دارد، اولین عنصری است که ۳ زیرلایه دو الکترونی در ساختار خود دارد.

۴) عناصر موجود در دسته d، در مقایسه با سایر دسته‌ها بیشترین تعداد را در میان عناصر جدول تناوبی دارند.

پاسخ: گزینهٔ ۲ (آسان ـ مفهومی ـ ۱۰۰۱)

نور لامپ حاوی بخار سدیم، زردرنگ و نور لامپ نئونی قرمزرنگ است. نور قرمزرنگ بیشترین طول موج را میان امواج الکترومغناطیسی مرئی دارد. پس طول موج نور زردرنگ کمتر از نور قرمزرنگ بوده و با عبور از منشور بیشتر منحرف می‌شود. در این رابطه، داریم:



پرتوهای نور خورشید

نور خورشید، اگرچه سفید به نظر می‌رسد اما با عبور از قطره‌های آب موجود در هوا تجزیه می‌شود و گستره‌ای پیوسته از رنگ‌ها را ایجاد می‌کند. این گستره رنگی، شامل بی‌نهایت طول موج از رنگ‌های گوناگون است که چشم ما، بخشی از آن را می‌بیند. همان‌طور که می‌دانیم، نور خورشید شامل گستره بسیار بزرگ‌تری از این پرتوها است. پرتوهایی که از نوع الکترومغناطیسی بوده و با خود انرژی حمل می‌کنند، به‌طوری که هر چه طول موج آن کوتاه‌تر باشد، حاوی انرژی بیشتری خواهند بود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ از آن‌جا که یک گاز نجیب آخرین عنصر هر دوره است، اگر عنصری به هنگام تشکیل یون تک اتمی پایدار به آرایش گاز نجیب هم‌دوره خود برسد، به معنای آن است که الکترون دریافت کرده و یون تشکیل‌شده نیز یک آنیون است. به‌طور کلی، نافلزها به‌جز کربن و گازهای نجیب، توانایی تشکیل آنیون

پایدار را دارند و اگر عنصری آنیون پایدار داشته باشد، نافلز است. همچنین تشکیل کاتیون از ویژگی‌های مشترک فلزها بوده و این عناصر به هنگام از دست دادن الکترون‌های خود به کاتیون تبدیل می‌شوند.

۳ گرافیت یکی از دگرشکل‌های عنصر کربن است که بسیار نرم بوده و به علت مشابه بودن شکل ظاهری آن به سرب، در زمان گذشته عامه مردم آن را سرب در نظر می‌گرفتند و به همین علت به آن سرب مداد می‌گفتند. کربن ششمین عنصر جدول تناوبی است که در دوره دوم و گروه چهاردهم قرار دارد. آرایش الکترونی آن به‌صورت زیر است:

$C : ۱s^۲ ۲s^۲ ۲p^۲$

هر سه زیرلایه الکترونی اشغال‌شده در این عنصر، ۲ الکترون دارند.

۴ در جدول تناوبی امروزی، ۱۱۸ عنصر وجود دارد که ۴۰ عنصر از دسته d، ۳۶ عنصر از دسته p، ۲۸ عنصر از دسته f و ۱۴ عنصر از دسته s هستند. پس دسته d و سپس دسته p بیشترین تعداد عنصر را به خود اختصاص می‌دهند. جدول زیر تعداد عناصر را در دسته‌های مختلف جدول دوره‌ای نمایش می‌دهد:

دسته جدول دوره‌ای	s	p	d	f
شمار عناصر	۱۴	۳۶	۴۰	۲۸
نوع عناصر	فلز و نافلز	فلز، شبه‌فلز و نافلز	فلز	فلز
عدد اتمی اولین عنصر	۱	۵	۲۱	۵۷
عدد اتمی آخرین عنصر	۸۸	۱۱۸	۱۱۲	۱۰۲
تناوب‌های حاوی آن دسته	اول تا هفتم	دوم تا هفتم	چهارم تا هفتم	ششم و هفتم
موقعیت در جدول	سمت چپ	سمت راست	وسط جدول	وسط جدول
حالت فیزیکی عناصر	گاز و جامد	گاز، جامد و مایع	جامد و مایع	جامد

گروه آموزشی ماز

۱۹- طیف نشری خطی ۳ عنصر اول جدول تناوبی در بازه نورهای مرئی را در نظر بگیرید. در این رابطه، کدام‌یک از مطالب زیر نادرست است؟

۱) پرانرژی‌ترین و کم انرژی‌ترین پرتو به‌ترتیب در طیف هلیم و هیدروژن دیده می‌شود.
۲) شلوغ‌ترین طیف مربوط به عنصری است که تمایل به انجام واکنش شیمیایی ندارد.
۳) رنگ شعله لیتیم در میان رنگ پرتوهای طیف نشری خطی آن دیده می‌شود.
۴) در طیف نشری خطی هر سه عنصر، نوری با رنگ قرمز دیده می‌شود.

پاسخ: گزینهٔ ۱ (متوسط ـ مفهومی ـ ۱۰۰۱)

اگر به اتمی انرژی دهیم، برانگیخته شده و پس از آن، با برگشتن به حالت اولیه خود، از خود امواج الکترومغناطیسی گسیل می‌کند. اگر نور نشر شده از این عنصر را از منشور عبور دهند این نور تجزیه می‌شود و الگویی شامل چند نوار رنگی تولید می‌شود که چون به‌صورت خطوط مجزا است به آن طیف نشری خطی گفته‌اند. طیف نشری خطی هر عنصر مختص آن عنصر است و مثل اثر انگشت در انسان می‌ماند. بر این اساس، می‌توان گفت طیف نشری هیچ دو عنصری مثل هم نیست. سه عنصر اول جدول تناوبی هیدروژن، هلیم و لیتیم هستند که طیف نشری خطی آن‌ها به‌صورت زیر است:

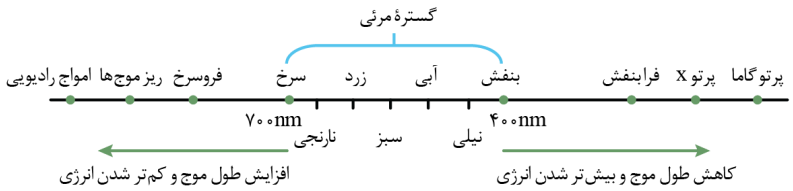
طیف نشری خطی هیدروژن

هر یک از امواج موجود در طیف نشری خطی عناصر، نشان از انتقال الکترون از یک سطح بالای انرژی به سطح‌های پایین‌تر است. هیدروژن ساده‌ترین اتم است. در طیف نشری خطی به‌دست آمده از اتم‌های هیدروژن در گستره مرئی چهار نوار رنگی به شرح زیر وجود دارد:

- بنفش با طول موج ۴۱۰ نانومتر که به انتقال الکترون از لایه ششم به لایه دوم مرتبط است.
- نیلی با طول موج ۴۳۴ نانومتر که به انتقال الکترون از لایه پنجم به لایه دوم مرتبط است.
- آبی با طول موج ۴۸۶ نانومتر که ناشی از انتقال الکترون از لایه چهارم به لایه دوم است.
- قرمز با طول موج ۶۵۶ نانومتر که به علت انتقال الکترون از لایه سوم به لایه دوم، ساطع می‌شود.

توجه داریم که در طیف نشری خطی هیدروژن، هر ۴ طول موج مربوط به انتقال از لایه‌های بالاتر به لایه دوم است. هرچند انتقال الکترون از سطوح انرژی بالاتر به سطوح پایین‌تر همواره با تولید امواج الکترومغناطیسی همراه است، اما برای آن که توسط چشم انسان در طیف نشری خطی دیده شود، باید طول موج آن در محدوده نورهای مرئی یعنی ۴۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر باشد.

بیشترین طول موج در طیف نشری خطی هلیم وجود دارد و کمترین طول موج متعلق به طیف نشری خطی هیدروژن است. انرژی یک موج الکترومغناطیسی با طول موج آن رابطه عکس دارد. پس پرانرژی‌ترین موج در طیف نشری خطی هیدروژن و کم‌انرژی‌ترین موج در طیف نشری خطی هلیم دیده می‌شود. ترتیب انرژی و طول موج پرتوهای الکترومغناطیسی به‌صورت زیر است:



بررسی سایر گزینه‌ها:

۲ هلیم برخلاف دو عنصر دیگر، ۶ خط در طیف نشری خود دارد و طیف نشری خطی آن شلوغ‌تر است. هلیم اولین گاز نجیب و تنها گاز نجیب دسته s است. واکنش‌پذیری گازهای نجیب ناچیز بوده و تمایلی برای انجام واکنش شیمیایی ندارند.

۳ رنگ شعله فلز و ترکیبات مس، لیتیم و سدیم و پتاسیم به‌ترتیب سبز، قرمز، زرد و بنفش است. جدول زیر رنگ شعله سه فلز مهم و ترکیب‌های حاصل از آن‌ها را نشان می‌دهد:

سبز	زرد	سرخ
مس (II) نیترات	سدیم نیترات	لیتیم نیترات
مس (II) کلرید	سدیم کلرید	لیتیم کلرید
مس (II) سولفات	سدیم سولفات	لیتیم سولفات
فلز مس	فلز سدیم	فلز لیتیم

در طیف نشری خطی لیتیم نیز بلندترین طول موج مربوط به پرتویی قرمز رنگ است. از رنگ شعله فلزها برای شناسایی وجود آن‌ها در ترکیبات استفاده می‌شود. به‌عنوان مثال اگر رنگ شعله نمکی قرمز شد، می‌توان پی برد که در آن نمک، یون لیتیم حضور دارد.

۴ همان‌طور که در شکل بالا مشخص است، در طیف نشری خطی هر سه عنصر، پرتوهایی در محدوده رنگ‌های قرمز و نیلی دیده می‌شود. البته توجه داریم که طول موج این پرتوها دقیقاً یکسان نیست.

گروه آموزشی ماز

۲۰- توصیف زیر درباره دو مورد از گازهای سازنده هواکره است:

(گاز A با مصرف CO_2 هواکره توسط گیاهان تولید شده و گاز B برای نگهداری نمونه‌های بیولوژیک در پزشکی استفاده می‌شود.)

کدام مطلب زیر درباره ویژگی‌های این دو گاز نادرست است؟

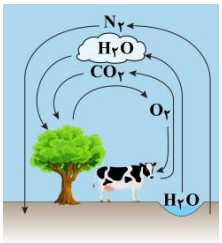
۱) در هوای پاک و خشک، درصد حجمی گاز B از گاز A بیشتر است.

۲) در دمایی که گاز A به حالت مایع است، گاز آرگون نیز به یقین مایع خواهد بود.

۳) در فرآیند تقطیر هوای مایع، تهیه گاز B به‌صورت صد در صد خالص، امکان‌پذیر است.

۴) در تنظیم باد تایر خودرو، از مخلوط گازی حاوی ۹۵ درصد حجمی گاز B استفاده می‌شود.

پاسخ: گزینهٔ ۲ (متوسط ـ مفهومی ـ ۱۰۰۲)



زندگی جانداران گوناگون در زیست‌کره با گازهای موجود در هواکره گره خورده است. گیاهان با بهره‌گیری از نور خورشید و مصرف کربن دی‌اکسید هواکره (که یکی از منابع تولیدی آن، هوای بازدمی جانداران است)، اکسیژن مورد نیاز جانداران را تولید می‌کنند. جانداران ذره‌بینی، گاز نیتروژن هواکره را برای مصرف گیاهان در خاک تثبیت می‌کنند. گاز نیتروژن که فراوان‌ترین گاز سازنده هواکره به شمار می‌رود، کاربردهای زیادی در صنعت مانند پر کردن تایر خودروها، نگهداری نمونه‌های بیولوژیک در پزشکی و بسته‌بندی مواد غذایی دارد. با توجه به توضیحات داده شده، گاز A معرف گاز اکسیژن و گاز B نیز معادل با گاز نیتروژن است. نقطه‌جوش گاز اکسیژن، $-۱۸۳^{\circ}C$ و نقطه‌جوش گاز آرگون، $-۱۸۶^{\circ}C$ است. بنابراین در بازه دمایی ۱۸۶- تا ۱۸۳- درجه سلسیوس، گاز اکسیژن برخلاف گاز آرگون به حالت مایع دیده می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ نیتروژن، فراوان‌ترین گاز هواکره است و فراوانی آن در میان گازهای سازنده هواکره حدود ۷۸ درصد است. پس از نیتروژن، گاز اکسیژن دومین گاز فراوان هواکره محسوب می‌شود که فراوانی این گاز در هواکره حدود ۲۱ درصد است.

۳ در فرایند تقطیر هوای مایع، پس از تهیه هوای مایع، آن را از ستون تقطیر عبور می‌دهند و در این ستون، دمای هوا به‌تدریج افزایش می‌یابد. هرچه دمای جوش یک ماده پایین‌تر باشد، آن ماده در ستون تقطیر زودتر تبخیر شده و جدا می‌شود. با توجه به پایین‌تر بودن دمای جوش گاز نیتروژن(۱۹۶- درجه سلسیوس) نسبت به گاز آرگون و اکسیژن، این گاز قبل از هر گاز دیگری جدا شده و به همین خاطر تهیه آن با خلوص بالا ممکن است.

تقطیر جزء به جزء هوای مایع

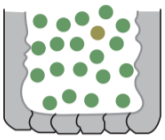
هوا منبعی غنی از گازهای نیتروژن، اکسیژن و آرگون است که هر کدام کاربرد زیادی در صنعت دارند. این گازها را از تقطیر جزءبه‌جزء هوای مایع به‌دست می‌آورند. این فرایند طبق مراحل زیر انجام می‌شود:

مرحله یک: نخست هوا از صافی‌هایی عبور داده می‌شود تا گرد و غبار آن گرفته شود. طی این فرایند، یک نمونه از هوای پاک به‌دست می‌آید.

مرحله دو: با استفاده از تغییر فشار، دمای هوا را پیوسته تا ۲۰۰°C- کاهش می‌دهند. در این مرحله، رطوبت هوا در دمای ۰°C به‌صورت یخ جدا شده و در دمای ۷۸°C-، کربن دی‌اکسید به‌صورت یخ خشک جدا می‌شود. در دمای ۱۸۳°C-، گاز اکسیژن و در دمای ۱۸۶°C-، گاز آرگون و در دمای ۱۹۶°C- نیز گاز نیتروژن به‌صورت مایع در می‌آید و در نهایت هوای مایع که شامل نیتروژن، اکسیژن و آرگون مایع است، پدید می‌آید.

مرحله سه: در مرحله آخر، هوای مایع را از ستون تقطیر عبور می‌دهند و دما افزایش می‌یابد. ترتیب جدا شدن گازها در ستون تقطیر به نقطه جوش آن‌ها بستگی دارد. هر چه دمای جوش یک گاز پایین‌تر باشد، زودتر تبخیر شده و جدا می‌شود. با توجه به نقطه جوش نیتروژن(۱۹۶-)، آرگون(۱۸۶-) و اکسیژن(۱۸۳-)، نخست نیتروژن، سپس آرگون و نهایتاً اکسیژن از ستون تقطیر خارج خواهد شد. توجه داریم که در فرایند تقطیر جزءبه‌جزء هوای مایع، تهیه گاز اکسیژن با خلوص ۱۰۰ درصد دشوار است زیرا نقطه جوش دو گاز اکسیژن و آرگون به یکدیگر نزدیک است و هنگام خارج شدن گاز اکسیژن از ستون تقطیر، مقداری گاز آرگون نیز جدا می‌شود. این در حالی است که گاز آرگون با خلوص بسیار زیاد در پتروشیمی شیراز تولید می‌شود.

۴ به‌منظور پرکردن و تنظیم باد تایر خودرو، به جای هوا از گاز نیتروژن استفاده می‌شود. در این حالت، درصد حجمی گاز نیتروژن در تایر خودرو برابر با ۹۵ درصد خواهد بود. پر کردن تایر خودرو با گاز نیتروژن موجب می‌شود که در داخل تایر رطوبتی وجود نداشته باشد. رطوبت سبب زنگ زدن سیم‌های فولادی تایر خواهد شد و با نبودن آن، عمر تایر خودرو افزایش پیدا خواهد کرد. از طرفی، مولکول‌های اکسیژن به علت اندازه کوچک‌تر نسبت به مولکول‌های نیتروژن، تمایل بیشتری به خروج از تایر دارند و استفاده از گاز نیتروژن موجب می‌شود که لاستیک دیرتر کم باد شود.



گروه آموزشی ماز

۲۱- اگر مجموع ضرایب فراورده‌ها را در واکنش‌های (۱)، (۲) و (۳) به‌ترتیب با a ، b و c نشان دهیم، کدام‌یک از رابطه‌های زیر برقرار خواهد بود؟

(۱) $K(s) + B_2O_3(s) \rightarrow K_2O(s) + B(s)$

(۲) $Ca_3(PO_4)_2(s) + SiO_2(s) + C(s) \rightarrow CaSiO_3(s) + CO(g) + P(s)$

(۳) $C(s) + SO_2(g) \rightarrow CS_2(l) + CO(g)$

۱) $a + b = c$ ۲) $a + b = 2c$ ۳) $a + c = b$ ۴) $a + c = 2b$

پاسخ: گزینهٔ ۴ (آسان ـ مفهومی ـ ۱۰۰۲)

معادله موازنه‌شده واکنش‌های داده‌شده به‌صورت زیر است:

(۱) $6K + B_2O_3 \rightarrow 3K_2O + 2B$

(۲) $Ca_3(PO_4)_2 + 3SiO_2 + 5C \rightarrow 3CaSiO_3 + 5CO + 2P$

(۳) $5C + 2SO_2 \rightarrow CS_2 + 4CO$

مجموع ضرایب فراورده‌ها در واکنش (۱) برابر با ۵، در واکنش (۲) برابر با ۱۰ و در واکنش (۳) برابر با ۵ است. بنابراین مقادیر (a)، (b) و (c) به‌ترتیب معادل ۵، ۱۰ و ۵ است. بر این اساس رابطه $a + c = b$ برقرار است.

گروه آموزشی ماز

۲۲- همه موارد زیر درست هستند، به‌جز ..... .

۱) فشار هواکره، در همه جهت‌ها و به یک میزان بر بدن ما وارد می‌شود.

۲) مدل فضاپرکن دو مورد از فراورده‌های سوختن زغال سنگ مشابه یکدیگر است.

۳) از اولین عنصری که ۱۲ الکترون با $l = 1$ دارد، به‌عنوان محیط بی‌اثر در جوشکاری استفاده می‌شود.

۴) اگر دمای یک نمونه آب در مقیاس کلوین، ۱۰/۱ برابر مقیاس سلسیوس باشد، حالت فیزیکی آن گاز است.

پاسخ: گزینهٔ ۴ (متوسط ـ مفهومی ـ ۱۰۰۲)

به‌منظور تبدیل یکای درجه سلسیوس به کلوین از رابطه زیر استفاده می‌کنیم:

$$T = \theta + 273$$

در این رابطه، θ بیانگر دما بر حسب درجه سلسیوس بوده و T دما را بر حسب کلوین نشان می‌دهد. بر این اساس، چنانچه دمای نمونه آب را برابر با θ در نظر بگیریم، دمای نمونه آب بر حسب کلوین معادل $\theta + 273$ خواهد بود. بنابراین داریم:

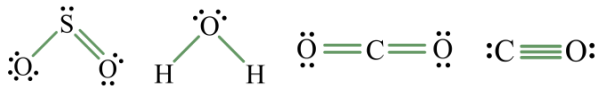
$$\frac{\text{دما در مقیاس کلوین}}{\text{دما در مقیاس سلسیوس}} = \frac{\theta + 273}{\theta} = 10/1 \longrightarrow 10/1\theta = \theta + 273 \longrightarrow 9/1\theta = 273 \longrightarrow \theta = 30^\circ C$$

با توجه به محاسبات انجام‌شده، دمای نمونه آب معادل با ۳۰°C بوده که در این دما، آب به‌صورت مایع وجود دارد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ فشار هر گاز، ناشی از برخورد مولکول‌های آن با دیواره ظرف است. هواکره نیز به علت داشتن گازهای گوناگون، فشار داشته و این فشار در همه جهت‌ها بر بدن ما و به میزان یکسان وارد می‌شود.

۲ از فراورده‌های سوختن زغال‌سنگ می‌توان به CO_2، CO، H_2O و SO_2 اشاره کرد. ساختار لوویس این ۴ مولکول به‌صورت زیر است:



با توجه به ساختارهای لوویس رسم‌شده، ساختار مولکول‌های H_2O و SO_2 به‌صورت خمیده بوده و مدل فضاپرکن مشابهی دارند که به‌صورت زیر است:

در رابطه با انواع سوخت‌ها به مطالب زیر توجه کنید:

نام سوخت	بنزین	زغال سنگ	هیدروژن	گاز طبیعی
سوخت فسیلی	✓	✓	×	✓
گرمای آزاد شده (کیلوژول بر گرم)	۴۸	۳۰	۱۴۳	۵۴
فراورده‌های سوختن	CO, CO_2, H_2O	CO, CO_2, H_2O, SO_2	H_2O	CO, CO_2, H_2O
قیمت (ریال به ازای یک گرم)	۱۴	۴	۲۸۰۰	۵

ترتیب گرمای آزادشده به ازای سوختن هر گرم از سوخت‌ها، به شرح زیر است:

زغال‌سنگ > بنزین > گاز طبیعی > هیدروژن

ترتیب قیمت هر گرم از سوخت‌ها، به شرح زیر است:

زغال‌سنگ > گاز طبیعی > بنزین > هیدروژن

ترتیب مقدار آلایندگی هر کدام از سوخت‌های فسیلی و هیدروژن به‌صورت زیر است:

هیدروژن > گاز طبیعی = بنزین > زغال‌سنگ

گازهای کربن دی‌اکسید، کربن مونوکسید و آب فراورده‌های مشترک سوختن زغال‌سنگ، بنزین و گاز طبیعی هستند. در سوختن زغال‌سنگ، علاوه بر این فراورده‌ها، گوگرد دی‌اکسید نیز تولید می‌شود. توجه داریم که بخار آب، تنها فراورده سوختن هیدروژن است.

۳ زیرلایه دارای $l = 1$، معادل با زیرلایه p است که از لایه دوم شروع به پرشدن می‌کند. نخستین عنصری که دارای ۱۲ الکترون در زیرلایه p است، عنصر آرگون بوده که در گروه هجدهم و دوره سوم جدول تناوبی واقع شده و آرایش الکترونی آن به‌صورت زیر است:

$_{18}Ar : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$

آرگون، گازی بی‌رنگ، بی‌بو و غیرسمی است که فراوان‌ترین گاز نجیب هوای پاک و خشک محسوب شده و کاربردهای گوناگونی از جمله ساخت لامپ‌های رشته‌ای و برش فلزها داشته و همچنین به‌عنوان محیط بی‌اثر در جوشکاری به کار می‌رود.

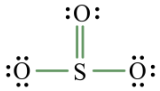
گروه آموزشی ماز

۲۳- نسبت شمار جفت الکترون‌های پیوندی به ناپیوندی در ساختار لوویس ..... از این نسبت در گوگرد تری‌اکسید کمتر بوده و در آرایش الکترونی هر اتم مجزا از عنصری که اتم مرکزی آن را می‌سازد، ..... زیرلایه دو الکترونی وجود دارد.

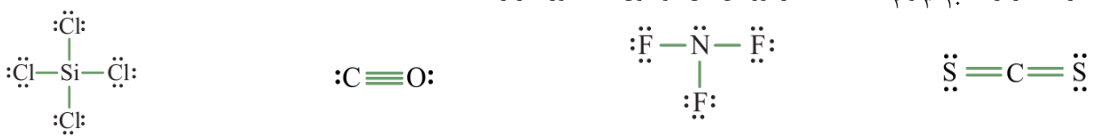
۱) کربن دی‌سولفید ـ ۲
۲) نیتروژن تری‌فلوئورید ـ ۳
۳) سیلیسیم تتراکلرید ـ ۴
۴) کربن مونوکسید ـ ۳

پاسخ: گزینهٔ ۳ (متوسط ـ مفهومی ـ ۱۰۰۲)

ساختار لوویس مولکول گوگرد تری‌اکسید به‌صورت زیر است:



در هر مولکول از گوگرد تری‌اکسید، ۴ جفت الکترون پیوندی و ۸ جفت الکترون ناپیوندی دیده می‌شود. بنابراین نسبت الکترون‌های پیوندی به ناپیوندی در این مولکول برابر $\frac{1}{2}$ است. در مولکول‌های کربن دی‌سولفید، نیتروژن تری‌فلوئورید، سیلیسیم تتراکلرید و کربن مونوکسید، نسبت جفت الکترون‌های پیوندی به ناپیوندی به‌ترتیب برابر ۱، $\frac{3}{10}$، $\frac{1}{3}$ و $\frac{3}{2}$ است. ساختار لوویس این مولکول‌ها به‌صورت زیر است:



در مولکول نیتروژن تری‌فلوئورید و سیلیسیم تتراکلرید، نسبت شمار جفت الکترون‌های پیوندی به ناپیوندی کمتر از این نسبت در گوگرد تری‌اکسید است. در مولکول نیتروژن تری‌فلوئورید، اتم نیتروژن و در مولکول سیلیسیم تتراکلرید نیز اتم سیلیسیم معادل با اتم مرکزی مولکول به شمار می‌رود. آرایش الکترونی اتم این دو عنصر به‌صورت زیر است:

$_{۷}N : ۱s^{۲}۲s^{۲}۲p^{۳}$

$_{۱۴}Si : ۱s^{۲}۲s^{۲}۲p^{۶}۳s^{۲}۳p^{۲}$

با توجه به آرایش الکترونی اتم این دو عنصر، در آرایش الکترونی سیلیسیم ۴ زیرلایه دو الکترونی و در آرایش الکترونی نیتروژن، ۲ زیرلایه دو الکترونی وجود دارد.

گروه آموزشی ماز

۲۴- توصیف زیر درباره دگرشکل‌های مختلف اکسیژن است. چند مورد از مقایسه‌های داده شده، درباره آن‌ها درست است؟

(در حالت مایع، دگرشکل X نسبت به دگرشکل Y رنگ تیره‌تری دارد.)

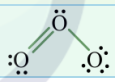
- **درصد حجمی در هواکره: $X > Y$**
- **نقطه جوش: $X < Y$**
- **واکنش‌پذیری: $X > Y$**
- **نسبت شمار جفت الکترون‌های پیوندی به ناپیوندی: $X = Y$**

۱) ۴ ۲) ۳ ۳) ۲ ۴) ۱

پاسخ: گزینهٔ ۳ (آسان ـ مفهومی ـ ۱۰۰۲)

به شکل‌های گوناگون مولکولی یا بلوری یک عنصر، دگرشکل یا آلوتروپ گفته می‌شود. اوزون($O_۳$) دگرشکلی از اکسیژن است که نسبت به اکسیژن واکنش‌پذیری بیشتری دارد و در صنعت برای گندزدایی میوه‌ها، سبزیجات و از بین‌بردن جانداران ذره‌بینی استفاده می‌شود. توجه داریم که اکسیژن در حالت مایع به رنگ آبی روشن و اوزون در حالت مایع به رنگ آبی تیره دیده می‌شود. بنابراین X و Y به‌ترتیب معرف اوزون و اکسیژن هستند. اوزون و اکسیژن به علت ساختار متفاوت، ویژگی و رفتار متفاوتی نیز دارند.

جدول زیر، برخی از ویژگی‌های این دو گاز را مقایسه می‌کند:

فرمول شیمیایی	ساختار لوویس	جرم مولی	نقطه جوش	رنگ در حالت گازی	رنگ در حالت مایع	مدل فضا پر کن
$O_۲$		۳۲	-۱۸۳	بی‌رنگ	آبی روشن	
$O_۳$		۴۸	-۱۱۲	آبی روشن	آبی تیره	

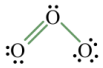
بر این اساس، موارد سوم و چهارم درست است.

بررسی موارد:

مورد اول: اکسیژن دومین جزء فراوان هواکره پس از نیتروژن بوده و درصد فراوانی آن حدود ۲۱ درصد است، درحالی که اوزون به مقدار ناچیز در لایه‌های بالایی هواکره(استراتوسفر) وجود دارد. بنابراین درصد فراوانی اکسیژن نسبت به اوزون در هواکره بسیار بیشتر است.

مورد دوم: نقطه جوش اوزون نسبت به نقطه جوش اکسیژن بیشتر است. توجه داریم که نقطه جوش اوزون، برابر با $-۱۱۲^{\circ}C$ و نقطه جوش اکسیژن نیز برابر با $-۱۸۳^{\circ}C$ است.

مورد سوم: در ساختار لوویس مولکول اوزون، یک پیوند دوگانه و یک پیوند یگانه وجود دارد اما در ساختار لوویس اکسیژن، تنها یک پیوند دوگانه دیده می‌شود. اوزون به علت برخورداری از پیوند یگانه، واکنش‌پذیری بیشتری نسبت به اکسیژن دارد. ساختار اوزون به‌صورت زیر است:



اوزون در هواکره

بررسی‌ها نشان می‌دهد که عنصر اکسیژن به شکل اوزون نیز در هواکره یافت می‌شود. اوزون، گازی با مولکول‌های سه اتمی در لایه‌های بالایی هواکره(استراتوسفر) مانند پوششی کره زمین را احاطه کرده است، هر چند که مقدار آن در هواکره ناچیز است. اصطلاح لایه اوزون به منطقه مشخصی از استراتوسفر گفته می‌شود که بیشترین مقدار اوزون در آن محدوده قرار دارد. در ساختار مولکول اوزون یک پیوند دوگانه و یک پیوند یگانه دیده می‌شود. هنگامی که تابش پرانرژی فرابنفش به این مولکول می‌رسد، پیوند اشتراکی یگانه بین دو اتم اکسیژن می‌شکند و مولکول اوزون به یك اتم اکسیژن و یك مولکول اکسیژن تبدیل می‌شود. ذره‌های تولیدشده می‌توانند دوباره در واکنش با یکدیگر، مولکول اوزون را تولید کنند اما در این واکنش، مقداری انرژی به شکل تابش فروسرخ آزاد می‌شود. با تکرار پیوسته این دو واکنش، لایه اوزون بخش قابل توجهی از تابش فرابنفش را جذب کرده و تابش‌های کم انرژی‌تر فروسرخ را به زمین گسیل می‌دارد. مجموعه واکنش‌های انجام‌شده در لایه اوزون به‌صورت زیر است:

$$۲O_۳(g) \rightleftarrows ۳O_۲(g)$$

واکنش تبدیل اوزون به اکسیژن، واکنشی برگشت‌پذیر است. در واکنش‌های برگشت‌پذیر، واکنش‌های رفت و برگشت به‌صورت هم‌زمان انجام می‌شوند. اگر در واکنش موردنظر فقط واکنش رفت انجام شود، لایه اوزون به مرور از بین رفته و در این صورت پرتوهای خطرناک فرابنفش به سطح زمین رسیده و سلامت جانداران را تهدید می‌کند و چنانچه فقط واکنش برگشت انجام شود، ضخامت لایه اوزون افزایش یافته که خود باعث ایجاد مشکلاتی خواهد شد.

مورد چهارم: در هر مولکول اوزون ۳ جفت الکترون پیوندی و ۶ جفت الکترون ناپیوندی و در هر مولکول اکسیژن نیز ۲ جفت الکترون پیوندی و ۴ جفت الکترون ناپیوندی وجود دارد. بنابراین نسبت خواسته‌شده در هر دو مولکول برابر $\frac{1}{2}$ است.

گروه آموزشی ماز

۲۵- در اثر تجزیه کامل مخلوطی از سدیم نیترات و سدیم کربنات مطابق واکنش‌های موازنه نشده زیر، مقدار ۶۷/۲ لیتر گاز در شرایط استاندارد تولید می‌شود. اگر جرم نهایی جامد باقی‌مانده در ظرف واکنش برابر ۶۲ گرم باشد، چند درصد از جرم مخلوط اولیه را یون سدیم تشکیل می‌دهد؟

($Na = ۲۳ : g.mol^{-1}$ و $O = ۱۶$ و $N = ۱۴$ و $C = ۱۲$)

$$Na_2CO_3(s) \rightarrow Na_2O(s) + CO_2(g)$$
$$NaNO_3(s) \rightarrow Na_2O(s) + N_2(g) + O_2(g)$$

۱) ۲۶ ۲) ۲۹ ۳) ۳۲ ۴) ۳۵

پاسخ: گزینهٔ ۲ (سخت ـ مسئله ـ ۱۰۰۲)

معادله موازنه‌شده واکنش‌های داده‌شده به‌صورت زیر است:

$$Na_2CO_3(s) \rightarrow Na_2O(s) + CO_2(g)$$
$$4NaNO_3(s) \rightarrow 2Na_2O(s) + 2N_2(g) + 5O_2(g)$$

ابتدا شمار مول گازهای تولیدشده را به‌دست می‌آوریم. می‌دانیم هر مول گاز در شرایط استاندارد حجمی معادل ۲۲/۴ لیتر دارد. پس، داریم:

$$?\,mol\ gas = 67/2\ L\ gas \times \frac{1\ mol\ gas}{22/4\ L\ gas} = 3\ mol$$

در مجموع این دو واکنش، مقدار ۳ مول گاز تولید شده است. شمار مول‌های سدیم کربنات(Na_2CO_3) را برابر با x و شمار مول‌های سدیم نیترات($NaNO_3$) را برابر با y فرض می‌کنیم. با مصرف هر مول سدیم کربنات طبق واکنش نخست، ۱ مول گاز کربن دی‌اکسید تولید می‌شود. بنابراین به ازای مصرف x مول از این ماده، x مول گاز تولید خواهد شد. همچنین با توجه به معادله موازنه‌شده واکنش دوم، به ازای مصرف ۴ مول سدیم نیترات، مقدار ۷ مول گاز(۲ مول نیتروژن و ۵ مول اکسیژن) تولید می‌شود. پس می‌توان گفت که به ازای مصرف y مول سدیم نیترات، $1/75y$ مول گاز تولید خواهد شد. از آنجا که در مجموع این دو واکنش ۳ مول گاز تولید شده است، رابطه زیر برقرار است:

$$\text{مجموع مقدار مول گازهای تولید شده} = x + 1/75y = 3\ mol$$

جرم جامد باقی‌مانده پس از اتمام دو واکنش، مربوط به جرم سدیم اکسید(Na_2O) تولیدشده است. در واکنش نخست، به ازای مصرف هر مول سدیم کربنات، مقدار ۱ مول سدیم اکسید و در واکنش دوم، به ازای مصرف ۴ مول سدیم نیترات، دو مول سدیم اکسید تولید می‌شود. بنابراین به ازای مصرف x مول سدیم کربنات و y مول سدیم نیترات، به‌ترتیب x و $0/5y$ مول سدیم اکسید تولید خواهد شد. می‌دانیم که مجموع جرم سدیم اکسید تولیدشده در دو واکنش برابر با ۶۲ گرم(معادل با ۱ مول سدیم اکسید) است. بر این اساس، داریم:

$$\text{مقدار سدیم اکسید تولید شده} = x + 0/5y = 1\ mol$$

در قدم بعد، با تشکیل دستگاه شمار مول سدیم کربنات(x) و سدیم نیترات(y) را حساب می‌کنیم:

$$\begin{cases} x + 1/75y = 3 \\ x + 0/5y = 1 \end{cases} \longrightarrow x = 0/2\ mol \quad , \quad y = 1/6\ mol$$

پس شمار مول‌های سدیم کربنات و سدیم نیترات در مخلوط اولیه به‌ترتیب برابر ۰/۲ و ۱/۶ مول بوده است. هر مول Na_2CO_3 شامل دو مول سدیم و هر مول $NaNO_3$ شامل یک مول سدیم است. بنابراین ۰/۲ مول سدیم کربنات شامل ۰/۴ مول یون سدیم و ۱/۶ مول سدیم نیترات دارای ۱/۶ مول یون سدیم است. بنابراین شمار مول‌های یون سدیم در مخلوط اولیه معادل ۲ مول بوده است. بر این اساس، درصد جرمی یون سدیم را در مخلوط اولیه محاسبه می‌کنیم:

$$\text{درصد جرمی یون سدیم} = \frac{\text{جرم یون سدیم}}{\text{جرم مخلوط اولیه}} \times 100 = \frac{2 \times 23\ g\ Na}{(0/2 \times 106\ g\ Na_2CO_3) + (1/6 \times 85\ g\ NaNO_3)} \times 100 \simeq 29/2\ \text{درصد}$$

نتیجه می‌گیریم که حدود ۲۹ درصد از جرم مخلوط اولیه را یون‌های سدیم تشکیل داده‌اند.

گروه آموزشی ماز

۲۶- اگر جرم گاز اکسیژن مصرف شده در واکنش سوختن کامل ۱۷/۸ کیلوگرم چربی کوهان شتر($C_{57}H_{110}O_6$)، معادل با ۸۱/۵ برابر مجموع جرم مواد گازی تولید شده در واکنش موازنه نشده زیر باشد، جرم سولفوریک اسید مصرف شده در این واکنش چند کیلوگرم است؟

($H = ۱ : g.mol^{-1}$ و $B = ۱۱$ و $O = ۱۶$ و $S = ۳۲$ و $C = ۱۲$)

$$NaBH_4(s) + H_2SO_4(aq) \rightarrow Na_2SO_4(aq) + B_2H_6(g) + H_2(g)$$

۱) ۰/۴۹ ۲) ۰/۹۸ ۳) ۱/۴۷ ۴) ۱/۹۶

پاسخ: گزینهٔ ۴ (سخت ـ مسئله ـ ۱۰۰۲)

معادله موازنه‌شده واکنش سوختن چربی موجود در کوهان شتر به‌صورت زیر است:

$$2C_{57}H_{110}O_6(s) + 163O_2(g) \longrightarrow 114CO_2(g) + 110H_2O(l)$$

مطابق با معادله موازنه‌شده، به ازای مصرف ۲ مول چربی، ۱۶۳ مول گاز اکسیژن مصرف می‌شود. اکنون جرم اکسیژن مصرف‌شده در واکنش سوختن ۱۷/۸ کیلوگرم چربی کوهان شتر را محاسبه می‌کنیم:

$$?\,g\,O_2 = ۱۷/۸\,kg\,C_{۵۷}H_{۱۱۰}O_۶ \times \frac{۱۰۰۰\,g\,C_{۵۷}H_{۱۱۰}O_۶}{۱\,kg\,C_{۵۷}H_{۱۱۰}O_۶} \times \frac{۱\,mol\,C_{۵۷}H_{۱۱۰}O_۶}{۸۹۰\,g\,C_{۵۷}H_{۱۱۰}O_۶} \times \frac{۱۶۳\,mol\,O_2}{۲\,mol\,C_{۵۷}H_{۱۱۰}O_۶} \times \frac{۳۲\,g\,O_2}{۱\,mol\,O_2} = ۵۲۱۶۰\,g$$

بنابراین در این واکنش، ۵۲۱۶۰ گرم اکسیژن مصرف شده که ۸۱/۵ برابر جرم گازهای تولیدشده در واکنش دوم است. بر این اساس، مجموع جرم گازهای تولیدشده در واکنش دوم را محاسبه می‌کنیم:

$$?\,g\,gas = ۵۲۱۶۰\,g\,O_2 \times \frac{۱\,g\,gas}{۸۱/۵\,g\,O_2} = ۶۴۰\,g$$

طبق محاسبات انجام‌شده، در واکنش دوم ۶۴۰ گرم گاز تولید شده است که مربوط به B_2H_6 و H_2 تولید شده است. معادله موازنه‌شده واکنش به‌صورت زیر است:

$$2NaBH_4(s) + H_2SO_4(aq) \rightarrow Na_2SO_4(aq) + B_2H_6(g) + 2H_2(g)$$

در معادله موازنه‌شده، به ازای مصرف هر مول سولفوریک اسید، ۱ مول بخار B_2H_6(معادل با ۲۸ گرم) و ۲ مول گاز H_2(معادل با ۴ گرم) تولید می‌شود. بنابراین جرم گازهای حاصل از مصرف هر مول سولفوریک اسید برابر ۳۲ گرم است. در آخر، جرم سولفوریک اسید مصرف‌شده به ازای تولید ۶۴۰ گرم گاز را بر حسب کیلوگرم محاسبه می‌کنیم:

$$?\,kg\,H_2SO_4 = ۶۴۰\,g\,gas \times \frac{۱\,mol\,H_2SO_4}{۳۲\,g\,gas} \times \frac{۹۸\,g\,H_2SO_4}{۱\,mol\,H_2SO_4} \times \frac{۱\,kg\,H_2SO_4}{۱۰۰۰\,g\,H_2SO_4} = ۱/۹۶\,kg$$

در نتیجه در این واکنش، ۱/۹۶ کیلوگرم سولفوریک اسید مصرف می‌شود.

گروه آموزشی ماز

۲۷- کدام مطلب درست است؟

۱) مشابه اغلب عناصر فلزی، فلزهای سدیم و آهن در شرایط مناسب در حضور گاز اکسیژن می‌سوزند.
۲) در عدم حضور گاز اکسیژن، یک نمونه از هیدروکربن‌ها به‌صورت ناقص سوخته و گاز CO تولید می‌شود.
۳) برخلاف نیتریک اسید، تهیه سولفوریک اسید در صنعت شامل چندین واکنش گازی متوالی است.
۴) اگر برای تولید برق، به‌جای گرمای زمین از نور خورشید استفاده شود، مقدار CO_2 کمتری تولید خواهد شد.

پاسخ: گزینهٔ ۱ (آسان ـ حفظی ـ ۱۰۰۲)

اکسیژن عنصری واکنش‌پذیر است و با اغلب عنصرها و مواد واکنش می‌دهد. اغلب فلزها در شرایط مناسب با حضور گاز اکسیژن می‌سوزند. برای مثال، تصویر مقابل، نمایی از سوختن فلز سدیم و گرد آهن را نشان می‌دهد. تصویر سمت چپ مربوط به سوختن پودر آهن و تصویر سمت راست مربوط به سوختن سدیم است:

بررسی سایر گزینه‌ها:

۲ نوع فراورده‌ها در واکنش سوختن سوخت‌های فسیلی از جمله زغال سنگ، گاز طبیعی و بنزین، به مقدار اکسیژن در دسترس بستگی دارد. اگر اکسیژن کافی در دسترس باشد، سوختن کامل انجام می‌شود و گاز کربن دی‌اکسید و بخار آب تولید می‌گردد. این در حالی است که اگر اکسیژن وجود داشته باشد اما مقدار آن در محیط کم باشد، گاز کربن مونوکسید به همراه دیگر فراورده‌ها تولید خواهد شد. در این حالت، گفته می‌شود سوختن ناقص انجام شده است. با سوختن ناقص سوخت‌های فسیلی، حتی رنگ و دمای شعله حاصل از سوختن این مواد هم می‌تواند تغییر کند.

۳ واکنش گازها در صنعت، اهمیت و کاربردهای بسیاری دارد به‌طوری که هر یک از فرایندهای تهیه سولفوریک اسید و نیتریک اسید شامل چندین واکنش گازی متوالی است.

۴ به‌منظور تولید انرژی الکتریکی در جهان از منابع مختلفی استفاده می‌شود. هر چه کربن دی‌اکسید تولیدشده یک منبع به ازای تولید یک کیلووات ساعت برق بیشتر باشد، ردپای کربن دی‌اکسید آن منبع نیز سنگین‌تر خواهد بود. نمودار زیر، مقایسه مقدار گاز کربن دی‌اکسید تولیدشده را بر حسب کیلوگرم به ازای تولید ۱ کیلووات ساعت برق از منابع مختلف تولید انرژی الکتریکی نشان می‌دهد:

بیشترین ← زغال سنگ ← نفت خام ← گاز طبیعی ← انرژی خورشید ← گرمای زمین ← باد ← کمترین

مطابق نمودار، استفاده از نور خورشید نسبت به گرمای زمین برای تولید برق با تولید CO_2 بیشتری همراه است.

گروه آموزشی ماز

۲۸- کدام موارد زیر درست است؟

الف: یکی از فراورده‌های سوختن ناقص سوخت‌های فسیلی، گازی با چگالی کمتر از هوا است.
ب: با افزایش ردپای کربن دی‌اکسید، درصد حجمی عناصر گازی موجود در هواکره نیز افزایش می‌یابد.
پ: در ساختار آلاینده‌های ناشی از سوختن سوخت‌های فسیلی در خودروها، عنصری از دسته s یافت نمی‌شود.
ت: کاغذ pH در محلول آب آهک، برخلاف محلول آبی حاوی اکسید سنگین‌تر کربن، به رنگ آبی در می‌آید.

۱) «الف» و «ب» ۲) «الف» و «ت» ۳) «ب» و «پ» ۴) «پ» و «ت»

پاسخ: گزینهٔ ۲ (متوسط ـ مفهومی ـ ۱۰۰۲)

عبارت‌های (الف) و (ت) درست هستند.

بررسی موارد:

«الف»: فرایند سوختن به دو صورت کامل و ناقص انجام می‌شود. نوع سوختن و فراورده‌های تولیدشده در واکنش سوختن به مقدار اکسیژن در دسترس بستگی دارد. در سوختن ناقص، اکسیژن به میزان کافی وجود ندارد. یکی از فراورده‌های فرایند سوختن ناقص سوخت‌های فسیلی، گاز کربن مونوکسید است که چگالی کمتری نسبت به هوا دارد.

کربن مونوکسید

کربن مونوکسید، گازی بی‌رنگ، بی‌بو و بسیار سمّی است. چگالی این گاز کمتر از هوا و قابلیت انتشار آن در محیط بسیار زیاد است؛ به‌طوری که به سرعت در همه فضای اتاق پخش می‌شود. از آنجا که میل ترکیبی هموگلوبین خون با این گاز بسیار زیاد و بیش از ۲۰۰ برابر اکسیژن است، مولکول‌های آن پس از اتصال به هموگلوبین از رسیدن اکسیژن به بافت‌های بدن جلوگیری می‌کنند. این ویژگی باعث مسمومیت می‌شود و سامانه عصبی را فلج می‌کند به‌طوری که قدرت هرگونه اقدامی را از فرد مسموم می‌گیرد و باعث مرگ می‌شود.

«ب»: ردپای کربن دی‌اکسید نشان می‌دهد که بر اثر فعالیت هر یک از انسان‌ها در کره زمین، چه مقدار از این گاز وارد هواکره می‌شود. با افزایش مقدار کربن دی‌اکسید در هواکره، درصد حجمی این گاز در میان گازهای سازنده هواکره افزایش یافته اما درصد حجمی گازهای دیگر هواکره مانند نیتروژن، اکسیژن و آرگون که جزء عناصر گازی جدول تناوبی هستند، کاهش می‌یابد. البته توجه داریم که به علت ناچیز بودن درصد حجمی کربن دی‌اکسید در مقایسه با سه عنصر گازی گفته‌شده، می‌توان گفت که نسبت درصد حجمی گازها در هواکره تقریباً ثابت می‌ماند.

«پ»: در اثر سوزاندن سوخت‌های فسیلی، انواع آلاینده‌ها مانند CO_2، SO_2، NO_2، CO و C_xH_y وارد هواکره می‌شود. توجه داریم که در آلاینده‌هایی مانند C_xH_y یا همان هیدروکربن‌های نسوخته، عنصر هیدروژن وجود دارد و این عنصر، جزء عناصر دسته s به شمار می‌رود.

«ت»: آهک(CaO)، نوعی اکسید فلزی است که با حل‌شدن در آب، محلولی با خاصیت بازی ایجاد می‌کند. در مقابل، اکسید سنگین‌تر کربن، معادل با گاز کربن دی‌اکسید است که یک اکسید نافلزی بوده و با حل شدن در آب، محلولی با خاصیت اسیدی ایجاد می‌کند. توجه داریم که رنگ کاغذ pH در محلول‌های اسیدی و بازی به‌ترتیب قرمز و آبی رنگ است.

آهک

آهک (کلسیم اکسید) نوعی اکسید فلزی است که برای افزایش بهره‌وری در کشاورزی به خاک می‌افزایند. از این ماده برای کنترل میزان اسیدی بودن آب دریاچه‌ها نیز استفاده می‌شود. کربن دی‌اکسید نوعی اکسید نافلزی است که خاصیت اسیدی دارد. با افزایش مقدار کربن دی‌اکسید در آب دریاها و اقیانوس‌ها، خاصیت اسیدی آب افزایش یافته و سبب از بین رفتن مرجان‌ها که اسکلت آهکی دارند، می‌شود.

گروه آموزشی ماز

۲۹- با توجه به واکنش تهیه فسفر تری‌کلرید از واکنش میان فسفر جامد(P_4) و گاز کلر، کدام مورد نادرست است؟

$(P = ۳۱ \text{ و } Cl = ۳۵/۵ : g.mol^{-1})$

۱) در ساختار فراورده، ۲۰ الکترون ناپیوندی وجود داشته و اتم مرکزی آن، نسبت به اتم‌های کناری شعاع بزرگ‌تری دارد.
۲) مجموع ضرایب استوکیومتری مواد در این واکنش، با مجموع ضرایب مواد در واکنش سوختن ناقص متان برابر است.
۳) برای مصرف کامل ۴۹۶ گرم فسفر در این واکنش شیمیایی، ۳۴۰۸ لیتر گاز کلر با چگالی $۲g.L^{-1}$ نیاز است.
۴) اگر فراورده این واکنش حالت مایع داشته باشد، با انجام این واکنش، حجم مواد به‌تدریج کاهش می‌یابد.

پاسخ: گزینهٔ ۳ (متوسط ـ مفهومی ـ ۱۰۰۲)

معادله موازنه‌شده واکنش تهیه فسفر تری‌کلرید از فسفر به‌صورت زیر است:

$$P_4(s) + 6Cl_2(g) \longrightarrow 4PCl_3(l)$$

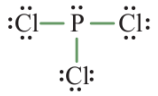
در معادله موازنه‌شده، به‌ازای مصرف هر مول فسفر(P_4)، مقدار ۶ مول گاز کلر مصرف می‌شود. اکنون، حجم گاز کلر مصرف‌شده به‌ازای مصرف ۴۹۶ گرم فسفر را حساب می‌کنیم:

$$?\,L\,Cl_2 = 496\,g\,P_4 \times \frac{1\,mol\,P_4}{124\,g\,P_4} \times \frac{6\,mol\,Cl_2}{1\,mol\,P_4} \times \frac{71\,g\,Cl_2}{1\,mol\,Cl_2} \times \frac{1\,L\,Cl_2}{2\,g\,Cl_2} = 852\,L$$

در نتیجه، طی این فرایند ۸۵۲ لیتر گاز کلر مصرف می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ فسفر تری‌کلرید، یک ماده تجاری مهم است که در تهیه حشره‌کش‌ها کاربرد فراوانی دارد. ساختار لوویس این مولکول به‌صورت زیر است:



مطابق با ساختار بالا، در ساختار لوویس این ماده ۱۰ جفت الکترون ناپیوندی(معادل با ۲۰ الکترون ناپیوندی) وجود دارد. توجه داریم که اتم فسفر در مقایسه با کلر شعاع اتمی بزرگ‌تری دارد.

۲ معادله موازنه‌شده سوختن ناقص متان به‌صورت زیر است:

$$2CH_4(g) + 3O_2(g) \longrightarrow 2CO(g) + 4H_2O(l)$$

طبق معادله موازنه‌شده سوختن ناقص متان، مجموع ضرایب مواد برابر با ۱۱ است که با مجموع ضرایب مواد در واکنش تهیه فسفر تری‌کلرید از فسفر جامد و گاز کلر برابر است.

۴ با انجام این واکنش شیمیایی، یک ماده گازی مصرف شده و به یک ماده مایع تبدیل می‌شود. از آنجا که حجم اشغال شده توسط مواد گازی بیشتر از مواد مایع است، پس می‌توان گفت با انجام این واکنش، حجم مواد به‌تدریج کاهش می‌یابد.

گروه آموزشی ماز

۳۰- از واکنش ۶ گرم از فلز M با سولفوریک اسید مطابق معادله زیر،مقدار ۳/۶ لیتر گاز هیدروژن با حجم مولی ۲۴ لیتر بر مول تولید می‌شود. از واکنش اکسید فلز M با چند لیتر هوا، ۲۷۰ گرم MCO_3 تولید می شود؟

(فرض کنید در هر مترمکعب هوا ۷۲ گرم گاز CO_2 وجود دارد. $g.mol^{-1}$: $C = 12$ و $O = 16$)

$$M(s) + H_2SO_4(aq) \rightarrow MSO_4(aq) + H_2(g)$$

۱) ۱۵۶۰ ۲) ۱۶۵۰ ۳) ۱۶۹۰ ۴) ۱۹۶۰

پاسخ: گزینهٔ ۲ (متوسط ـ مسئله ـ ۱۰۰۲)

معادله واکنش موردنظر به‌صورت زیر است:

$$M(s) + H_2SO_4(aq) \rightarrow MSO_4(aq) + H_2(g)$$

طی این فرایند، یک عنصر فلزی در واکنش با یک اسید، گاز هیدروژن تولید کرده است. در قدم نخست باید جرم مولی عنصر M را حساب کنیم. با توجه به داده‌های سؤال، به ازای مصرف ۶ گرم از این فلز، ۳/۶ لیتر گاز هیدروژن در شرایطی که حجم مولی گازها برابر ۲۴ لیتر بر مول است، تولید می‌شود. اگر جرم مولی عنصر M را x گرم بر مول فرض کنیم، داریم:

$$?\,L\,H_2 = 6\,g\,M \times \frac{1\,mol\,M}{x\,g\,M} \times \frac{1\,mol\,H_2}{1\,mol\,M} \times \frac{24\,L\,H_2}{1\,mol\,H_2} = 3/6\,L\,H_2 \longrightarrow x = 40\,g.mol^{-1}$$

بنابراین جرم مولی عنصر M برابر با ۴۰ گرم بر مول است و فرمول اکسید این عنصر نیز به‌صورت MO بوده که مطابق واکنش زیر با گاز کربن دی‌اکسید واکنش می‌دهد:

$$MO(s) + CO_2(g) \longrightarrow MCO_3(s)$$

در این واکنش، به ازای تولید هر مول MCO_3، مقدار ۱ مول کربن دی‌اکسید مصرف می‌شود. از آنجا که در هر متر مکعب هوا، ۷۲ گرم کربن دی‌اکسید وجود دارد، حجم هوای مصرف‌شده را به ازای تولید ۲۷۰ گرم MCO_3 حساب می‌کنیم:

$$?\,L\,\text{هوا} = 270\,g\,MCO_3 \times \frac{1\,mol\,MCO_3}{100\,g\,MCO_3} \times \frac{1\,mol\,CO_2}{1\,mol\,MCO_3} \times \frac{44\,g\,CO_2}{1\,mol\,CO_2} \times \frac{1\,m^3\,\text{هوا}}{72\,g\,CO_2} \times \frac{1000\,L\,\text{هوا}}{1\,m^3\,\text{هوا}} = 1650\,L$$

طبق محاسبات انجام‌شده، برای تولید مقدار موردنظر از MCO_3 به ۱۶۵۰ لیتر هوا احتیاج است.

گروه آموزشی ماز

۳۱- اگر در واکنش موازنه نشده زیر، تعداد $7/525 \times 10^{22}$ مولکول اکسیژن مصرف شود، در مجموع چند مول یون سدیم در میان فراورده‌های تولید شده وجود خواهد داشت؟ (فرض کنید واکنش به‌طور کامل انجام شود.)

$$Au(s) + NaCN(aq) + O_2(g) + H_2O(l) \rightarrow NaAu(CN)_2(aq) + NaOH(aq)$$

۱) ۱ ۲) ۱/۵ ۳) ۲ ۴) ۳

پاسخ: گزینهٔ ۱ (آسان ـ مسئله ـ ۱۰۰۲)

معادله موازنه‌شده واکنش انجام‌شده به‌صورت زیر است:

$$4Au(s) + 8NaCN(aq) + O_2(g) + 2H_2O(l) \rightarrow 4NaAu(CN)_2(aq) + 4NaOH(aq)$$

در معادله موازنه‌شده واکنش، به ازای مصرف هر مول گاز اکسیژن، ۴ مول $NaAu(CN)_2$ و ۴ مول $NaOH$ تولید می‌شود. از آنجا که هر مول از این دو ترکیب یونی، شامل ۱ مول یون سدیم در هر واحد فرمولی خود هستند، پس می‌توان گفت که به ازای مصرف هر مول گاز اکسیژن، ۸ مول یون سدیم در فراورده‌ها تولید خواهد شد. بنابراین مقدار یون سدیم تولیدشده به ازای مصرف $7/525 \times 10^{22}$ مولکول اکسیژن را حساب می‌کنیم:

$$?\,mol\,Na^+ = 7/525 \times 10^{22}\,molecule\,O_2 \times \frac{1\,mol\,O_2}{6/02 \times 10^{23}\,molecule\,O_2} \times \frac{8\,mol\,Na^+}{1\,mol\,O_2} = 1$$

بنابراین در این واکنش ۱ مول یون سدیم در فراورده‌های تولید شده وجود خواهد داشت. در ترکیب‌های یونی که بیش از یک نوع کاتیون در واحد فرمولی خود دارند، به‌منظور تشخیص بار یون‌ها در ترکیب، کافی است از این نکته که مجموع بارهای الکتریکی کاتیون‌ها و آنیون‌ها در یک ترکیب یونی برابر با صفر است، بهره بگیریم. برای مثال، در ساختار ترکیب $NaAu(CN)_2$، می‌دانیم که سدیم، کاتیون با ۱ بار مثبت تشکیل می‌دهد. از طرفی سیانید، یک آنیون چند اتمی با فرمول شیمیایی CN^- است. از آنجا که مجموع بارها بایستی برابر با صفر شود، پس Au نیز در ترکیب بار +۱ دارد.

گروه آموزشی ماز

۳۲- کدام مورد درست است؟

۱) نمودار میانگین جهانی دمای سطح زمین برحسب میانگین pH آب‌های آزاد، صعودی است.

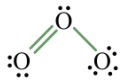
۲) با تابش پرتویی با طول موج کمتر از $۴۰۰nm$، پیوند اشتراکی یگانه در مولکول اوزون می‌شکند.

۳) نسبت شمار آنیون به کاتیون در ترکیب اصلی سازنده بوکسیت، از این نسبت در قلع(IV) فسفید کوچک‌تر است.

۴) مطابق اصول کلی توسعهٔ پایدار، در تولید هر فراورده، باید همهٔ هزینه‌های اقتصادی و زیست‌محیطی را در نظر گرفت.

پاسخ: گزینهٔ ۲ (آسان ـ مفهومی ـ ۱۰۰۲)

اوزون، مولکولی با ساختار لوویس زیر است:



همان‌طور که در ساختار لوویس مولکول اوزون مشخص است، در ساختار این مولکول یک پیوند دوگانه و یک پیوند یگانه دیده می‌شود. هنگامی که تابش پرانرژی فرابنفش که طول موجی کمتر از ۴۰۰ نانومتر دارد به این مولکول می‌رسد، پیوند اشتراکی یگانه بین دو اتم اکسیژن می‌شکند و مولکول اوزون به یک اتم اکسیژن و یک مولکول اکسیژن تبدیل می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ با گذشت زمان در سال‌های اخیر و به علت تغییر سبک زندگی انسان، مقدار کربن دی‌اکسید هواکره افزایش یافته که سبب گرمایش جهانی شده است. افزایش تولید کربن دی‌اکسید سبب تولید باران اسیدی می‌شود که با بارش این باران‌ها بر سطح آب‌های آزاد، خاصیت اسیدی این آب‌ها افزایش می‌یابد و سبب کاهش pH آب‌های آزاد می‌شود که خود خطراتی را برای جانداران آبزی به همراه دارد. بنابراین می‌توان گفت که تغییرات میانگین جهانی دمای سطح زمین با pH آب‌های آزاد رابطه معکوس داشته و نمودار به‌صورت نزولی خواهد بود.

روند تغییر دما در کره زمین

دانشمندان با استفاده از بالون‌های هواشناسی، ماهواره‌ها، کشتی‌های اقیانوس‌پیما و گویچه‌های شناور در دریاها که به حسگرهای دما مجهز هستند، پیوسته دمای کره زمین را در سرتاسر نقاط آن رصد می‌کنند. طبق شواهد در طول سده گذشته میانگین دمای کره زمین افزایش یافته است. این افزایش دما سبب شده تا شرایط آب و هوایی در نقاط گوناگون زمین تغییر کند. یکی از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر افزایش دمای زمین، تغییر سبک زندگی و مصرف زیاد سوخت‌های فسیلی است که موجب افزایش غلظت کربن دی‌اکسید در هواکره شده است. آمارها نشان می‌دهند که سالانه میلیاردها تن کربن دی‌اکسید به هواکره وارد می‌شود به‌طوری که مقدار این گاز در سده اخیر در هواکره به میزان قابل توجهی افزایش یافته است.

۳ ترکیب یونی به کار رفته در بوکسیت، $Al_۲O_۳$ است که نسبت شمار آنیون به کاتیون در این ترکیب یونی برابر $\frac{۳}{۲}$ است. همچنین فرمول شیمیایی قلع(IV) فسفید به‌صورت $Sn_۳P_۴$ که نسبت شمار آنیون به کاتیون در آن برابر $\frac{۴}{۳}$ است. بنابراین این نسبت در آلومینیم اکسید بزرگ‌تر است.

۴ توسعه پایدار یعنی اینکه در تولید هر فراورده، همه هزینه‌های اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی در نظر گرفته شود. در این رابطه، داریم:

توسعه پایدار بیان می‌کند هرگاه در مجموع، شرکت‌ها و کارخانه‌ها، کالاهایی را تولید کنند که قیمت تمام شده تولید کالا برای کشور کاهش یابد، این توسعه سبب رشد واقعی کشور می‌شود و در درازمدت سبب حفظ یا کاهش مصرف منابع طبیعی می‌گردد. توجه داریم که اگر یک دست از این هزینه‌ها در نظر گرفته نشود، تولید کالای مورد نظر دیگر در راستای اصول توسعه پایدار نخواهد بود.

گروه آموزشی ماز

۳۳- در شرایط معین، ۳ گرم گاز نیتروژن مونوکسید ظرفی به حجم ۲/۵ لیتر را اشغال کرده است. در دما و فشار مشابه، سیلندر حاوی آمونیاک ۵۰ لیتر حجم دارد. چگالی گاز آمونیاک موجود در این سیلندر، برحسب گرم بر لیتر کدام است؟

$(O = ۱۶$ و $N = ۱۴$ و $H = ۱ : g.mol^{-۱})$

۱) ۱/۱۲ ۲) ۰/۵۶ ۳) ۱/۳۶ ۴) ۰/۶۸

پاسخ: گزینهٔ ۴ (متوسط ـ مسئله ـ ۱۰۰۲)

نخست، حجم مولی گازها را در شرایط واکنش محاسبه می‌کنیم. با توجه به اینکه ۳ گرم گاز نیتروژن مونوکسید موجود در یک سیلندر ۲/۵ لیتر حجم دارد، برای به‌دست آوردن حجم مولی بایستی حجم یک مول از این گاز که معادل با ۳۰ گرم نیتروژن مونوکسید است را حساب کنیم.

$$?\,L\,NO = ۳۰\,g\,NO \times \frac{۲/۵\,L\,NO}{۳\,g\,NO} = ۲۵\,L$$

بنابراین در شرایط داده شده، یک مول از گاز نیتروژن مونوکسید حجمی معادل ۲۵ لیتر دارد و از آنجا که در شرایط مشابه، حجم یک مول از گازهای گوناگون با یکدیگر برابر است، پس حجم ۱ مول آمونیاک نیز برابر با ۲۵ لیتر خواهد بود. حال جرم آمونیاک را در ۵۰ لیتر از این گاز محاسبه می‌کنیم:

$$?\,g\,NH_۳ = ۵۰\,L\,NH_۳ \times \frac{۱\,mol\,NH_۳}{۲۵\,L\,NH_۳} \times \frac{۱۷\,g\,NH_۳}{۱\,mol\,NH_۳} = ۳۴\,g$$

بنابراین در سیلندر، ۳۴ گرم آمونیاک وجود دارد. اکنون با توجه به اینکه ۳۴ گرم گاز آمونیاک حجمی معادل ۵۰ لیتر را اشغال کرده است، چگالی این گاز را به‌دست می‌آوریم:

$$\rho = \frac{m}{V} \longrightarrow \frac{۳۴\,g}{۵۰\,L} = ۰/۶۸\,g.L^{-۱}$$

با توجه به محاسبات انجام‌شده، چگالی گاز آمونیاک برابر با ۰/۶۸ گرم بر لیتر است.

گروه آموزشی ماز

۳۴- با توجه به جدول زیر که آخرین زیرلایه اشغال شده از الکترون هر عنصر را نشان می‌دهد، در ساختار ترکیب ..... یک اتم وجود دارد که از قاعده هشت‌تایی پیروی نکرده و شمار پیوندهای اشتراکی در این گونه از شمار پیوندهای اشتراکی فراوان‌ترین ترکیب موجود در هوای پاک و خشک ..... است.

نماد عنصر	A	B	C	D	E
آرایش الکترونی بیرونی‌ترین زیرلایه	$۲p^۲$	$۲p^۳$	$۲p^۴$	$۳p^۴$	$۳p^۵$

۱) $BC_۲^-$ ـ کمتر ۲) $BC_۲$ ـ کمتر ۳) $AD_۲$ ـ بیشتر ۴) $DE_۴$ ـ بیشتر

پاسخ: گزینهٔ ۲ (متوسط ـ مفهومی ـ ۱۰۰۲)

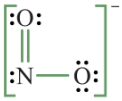
آرایش الکترونی عناصر داده‌شده به‌صورت زیر است:

$A : ۱s^۲۲s^۲۲p^۲$ $B : ۱s^۲۲s^۲۲p^۳$
$C : ۱s^۲۲s^۲۲p^۴$ $D : ۱s^۲۲s^۲۲p^۶۳s^۲۳p^۴$
$E : ۱s^۲۲s^۲۲p^۶۳s^۲۳p^۵$

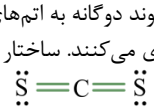
با توجه به آرایش الکترونی رسم شده، عناصر A، B، C، D و E به‌ترتیب معادل با عناصر کربن، نیتروژن، اکسیژن، گوگرد و کلر هستند. بنابراین ترکیب $BC_۲$ به مولکول $NO_۲$ اشاره دارد که گونه‌ای رادیکال محسوب می‌شود و در ساختار آن، اتم نیتروژن دارای الکترون جفت نشده بوده و از قاعده هشت‌تایی پیروی نمی‌کند. مولکول نیتروژن دی‌اکسید در ساختار لوویس خود دارای ۳ جفت الکترون پیوندی است. از طرفی می‌دانیم که فراوان‌ترین ترکیب هواکره، کربن دی‌اکسید است که در هر مولکول خود، ۴ پیوند اشتراکی دارد. ساختار لوویس این دو مولکول به‌صورت زیر است:

بررسی سایر گزینه‌ها:

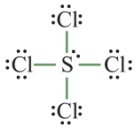
۱ گونه $BC_۲^-$، همان یون $NO_۲^-$ است که در آن، هم‌ه اتم‌ها به آرایش هشت‌تایی رسیده‌اند و در ساختار خود دارای ۳ جفت الکترون پیوندی است. ساختار لوویس این گونه به‌صورت زیر است:



۳ گونه $AD_۲$، کربن دی‌سولفید است که در آن، اتم کربن با دو پیوند دوگانه به اتم‌های گوگرد متصل شده است. این مولکول، ۴ پیوند اشتراکی در ساختار لوویس خود داشته و همه اتم‌ها در آن از قاعده هشت‌تایی پیروی می‌کنند. ساختار لوویس کربن دی‌سولفید به‌صورت زیر است:



۴ ترکیب $DE_۴$ معرف ترکیب گوگرد تتراکلرید با فرمول شیمیایی $SCl_۴$ است. در این ترکیب، اتم گوگرد افزون بر برقراری ۴ پیوند با اتم‌های کلر، ۱ جفت الکترون ناپیوندی بر روی خود دارد و از قاعده هشت‌تایی پیروی نمی‌کند. ساختار لوویس این گونه به‌صورت زیر است:



۳۵- در یک ظرف سرباز، مقدار ۶/۳ کیلوگرم $(NH_۴)_۲Cr_۲O_۷$ مطابق واکنش موازنه نشده زیر تجزیه می‌شود. در لحظه‌ای که ۰/۵ کیلوگرم از جرم مواد جامد موجود در ظرف کاسته شده باشد، به‌تقریب چند درصد جرمی جامد باقیمانده در ظرف را کروم تشکیل خواهد داد؟

($Cr = ۵۲$ و $N = ۱۴$ و $O = ۱۶$ و $H = ۱ : g.mol^{-۱}$)

$$(NH_۴)_۲Cr_۲O_۷(s) \rightarrow Cr_۲O_۳(s) + N_۲(g) + H_۲O(g)$$

۱) ۴۱/۲ ۲) ۴۴/۸ ۳) ۵۱/۲ ۴) ۵۸/۶

پاسخ: گزینهٔ ۲ (متوسط ـ مفهومی ـ ۱۰۰۲)

معادله موازنه‌شده واکنش تجزیه آمونیوم دی‌کرومات به‌صورت زیر است:

$$(NH_۴)_۲Cr_۲O_۷(s) \rightarrow Cr_۲O_۳(s) + N_۲(g) + ۴H_۲O(g)$$

ابتدا جرم کروم موجود در ۶/۳ کیلوگرم $(NH_۴)_۲Cr_۲O_۷$ را حساب می‌کنیم. در هر مول از این ماده(معادل با ۲۵۲ گرم)، دو مول اتم کروم(معادل با ۱۰۴ گرم) وجود دارد، پس داریم:

$$?\,kg\ Cr = ۶/۳\ kg\ (NH_۴)_۲Cr_۲O_۷ \times \frac{۱۰۰۰\ g\ (NH_۴)_۲Cr_۲O_۷}{۱\ kg\ (NH_۴)_۲Cr_۲O_۷} \times \frac{۱۰۴\ g\ Cr}{۲۵۲\ g\ (NH_۴)_۲Cr_۲O_۷} \times \frac{۱\ Kg\ Cr}{۱۰۰۰\ g\ Cr} = ۲/۶\ kg$$

بنابراین جرم کروم موجود در ۶/۳ کیلوگرم آمونیوم دی‌کرومات، ۲/۶ کیلوگرم است. مطابق با قانون پایستگی جرم، با انجام واکنش جرم کروم موجود در ظرف واکنش ثابت می‌ماند. پس جرم کروم موجود در مواد جامد در انتهای واکنش نیز برابر با ۲/۶ کیلوگرم است. می‌دانیم که کاهش جرم مواد جامد موجود در ظرف مربوط به گازهای تولیدشده است. بنابراین با انجام واکنش و کاهش ۰/۵ کیلوگرم از جرم مواد جامد موجود در ظرف، جرم جامد باقی‌مانده برابر با ۵/۸ کیلوگرم خواهد شد. در نهایت، درصد جرمی کروم را در ۵/۸ کیلوگرم جامد باقی‌مانده حساب می‌کنیم:

$$\text{درصد جرمی} = \frac{\text{جرم کروم}}{\text{جرم کل مخلوط}} \times ۱۰۰ \Longrightarrow \text{درصد جرمی کروم} = \frac{\text{جرم کروم}}{\text{جرم جامد باقی‌مانده}} \times ۱۰۰ = \frac{۲/۶\ kg}{۵/۸\ kg} \times ۱۰۰ \simeq ۴۴/۸ \text{ درصد}$$

بر اساس محاسبات انجام‌شده، نتیجه می‌گیریم که تقریباً ۴۴/۸ درصد از جرم جامد باقی‌مانده متعلق به کروم است.

۱- کدام‌یک از مطالب زیر نادرست است؟

۱) غلظت نمک‌های حل شده در آب باران در هوای پاک بسیار ناچیز است.
۲) غلظت سدیم کلرید در آب دریای خزر و خلیج فارس متفاوت از هم است.
۳) آب‌های شیرین، بخشی از آب‌کره زمین هستند که از آب خالص تشکیل می‌شوند.
۴) مجموع جرم مواد محلول موجود در آب‌های کره زمین، در طول زمان به‌تقریب ثابت است.

پاسخ: گزینه ۳ (آسان ـ حفظی ـ ۱۰۰۳)

آب‌های شیرین، بخش کوچکی از آب‌کره زمین هستند که حاوی مقدار کمی از مواد حل‌شونده هستند. این آب‌ها مخلوطی همگن از یون‌های متفاوت مانند یون سدیم، کلسیم، منیزیم، آهن (II)، کلرید، نیترات و هیدروکسید هستند. اکثر این یون‌ها به‌طور طبیعی در آب حضور دارند و برخی از آن‌ها نیز هنگام تهیه آب آشامیدنی به آب اضافه می‌شوند. برای مثال، یون فلوئورید در مراکز تصفیه آب به آن اضافه می‌شود. غلظت این یون‌ها در آب‌های آشامیدنی مختلف، متفاوت بوده و گاهی اوقات به اندازه‌ای غلظت یون‌ها زیاد است که مزه آب تغییر می‌کنند.

در رابطه با آب‌کره زمین، به نکات زیر توجه کنید.

در حدود ۷۵٪ سطح زمین از آب پوشیده شده است؛ به همین علت در فضا به رنگ آبی دیده می‌شود. بخش عمده این آب در اقیانوس‌ها و دریا توزیع شده است. اگر زمین مسطح می‌بود، همه سطح آن را تا ارتفاع ۲ کیلومتر، آب می‌پوشاند.

آب اقیانوس‌ها و دریاها مخلوطی همگن است که اغلب مزه‌ای شور دارد، زیرا مقدار قابل توجهی از نمک‌های گوناگون در آن حل شده است. برآوردها نشان می‌دهد که ۵×۱۰^{۱۶} تن نمک در آب اقیانوس‌ها و دریاها وجود دارد و سالانه میلیاردها تن مواد گوناگون از سنگ‌کره نیز وارد آب‌کره می‌شوند. از آن‌جا که جرم کل مواد حل شده در آب‌های کرهٔ زمین تقریباً ثابت است، پس باید همین مقدار ماده نیز از آب دریاها و اقیانوس‌ها خارج شود.

در حدود ۹۷/۲ درصد از آب‌کره در اقیانوس‌ها و ۲/۸ درصد از آن به‌صورت زیر وجود دارد:

منابع غیراقیانوسی آب‌کره : مجموعه آب دریاچه‌ها، رطوبت خاک و بخار آب < آب نهرها و جوی‌ها < آب‌های زیرزمینی < کوه‌های یخ (۱۵/۲٪)

آب باران در هوای پاک تقریباً خالص است، زیرا هنگام تشکیل برف و باران، تقریباً همه مواد حل شده در آب از آن جدا می‌شود. این فرایند، الگویی برای تهیه آب خالص است. فرایندی که تقطیر و فراورده آن آب مقطر نام دارد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ آب باران در هوای پاک را می‌توان تقریباً خالص در نظر گرفت؛ زیرا تشکیل برف و باران همانند فرایند تقطیر و تولید آب مقطر است که در این روش تقریباً همه مواد حل‌شده در آب از جمله نمک‌ها و املاح درون آب از آن جدا می‌شوند.

۲ دریاها مخلوطی همگن از انواع یون‌ها و مولکول‌ها در آب هستند. نوع و مقدار مواد حل‌شده در آب دریاهای گوناگون، با یکدیگر متفاوت بوده و به آب‌هایی که به آن دریا می‌ریزند بستگی دارد. املاح موجود در این آب‌ها از مواد شیمیایی موجود بر سر راه این آب‌ها در مسیرشان بر روی زمین منشأ می‌گیرند.

۴ جرم کل مواد حل‌شده در آب‌های کره زمین تقریباً ثابت است. علت این موضوع برابر بودن جرم املاح واردشده به آب‌ها و جرم املاح خارج‌شده از آن‌ها در طول زمان است.

۲- کدام‌یک از مطالب زیر نادرست است؟

۱) علامت بار دو یون تک اتمی با بیشترین مقدار در آب دریا، متفاوت از هم است.
۲) فراوان‌ترین یون چنداتمی موجود در آب دریاها، بار الکتریکی مشابه یون سولفید دارد.
۳) بخش عمده کاتیون‌های موجود در آب دریا را یون‌های فلزهای اصلی تشکیل می‌دهند.
۴) آنیون حاصل از اولین هالوژن جدول تناوبی، در میان یون‌های اصلی و فراوان موجود در آب دریاها قرار دارد.

پاسخ: گزینه ۴ (متوسط ـ حفظی ـ ۱۰۰۳)

جدول زیر مقدار یون‌های موجود در آب دریا را نشان می‌دهد:

نام یون	کلرید	سدیم	سولفات	منیزیم	کلسیم	پتاسیم	کربنات	برمید
نماد یون	Cl^-	Na^+	SO_4^{2-}	Mg^{2+}	Ca^{2+}	K^+	CO_3^{2-}	Br^-
مقدار یون (میلی‌گرم یون در یک کیلوگرم آب دریا)	۱۹۰۰۰	۱۰۵۰۰	۲۶۵۵	۱۳۵۰	۴۰۰	۳۸۰	۱۴۰	۶۵

در میان این یون‌ها دو آنیون از خانواده هالوژن‌ها وجود دارد که معادل با یون کلرید و یون برمید هستند. اولین عضو خانواده هالوژن‌ها فلوئور است که یون آن یعنی فلوئورید در آب‌های شیرین و شور به مقدار خیلی فراوان وجود ندارد. این یون را برای حفاظت از دندان‌ها به مقدار بسیار کم و مناسب به آب آشامیدنی و یا حتی برخی از خمیردندان‌ها می‌افزایند.

نکات زیر را راجع به یون‌های موجود در آب دریا به خاطر بسپارید

- کاتیون عنصرهای گروه اول و دوم جدول دوره‌ای در آب دریا وجود دارند.
- مقدار یون کلرید از بقیهٔ آنیون‌های موجود در آب دریا بیشتر است. در این رابطه داریم: مقدار آنیون‌ها : $Cl^- > SO_4^{2-} > CO_3^{2-} > Br^-$
- مقدار یون سدیم از بقیهٔ کاتیون‌های موجود در آب دریا بیشتر است. در این رابطه داریم: مقدار کاتیون‌ها : $Na^+ > Mg^{2+} > Ca^{2+} > K^+$

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ بیشترین یون‌های موجود در آب دریا، به‌ترتیب یون کلرید و یون سدیم هستند. این یون‌ها بر اثر انحلال نمک‌های مختلف در آب دریا، وارد آب می‌شوند. مقدار بار این دو یون یکسان اما علامت آن‌ها متفاوت از هم است.

۲ فراوان‌ترین یون چنداتمی موجود در آب دریا، یون سولفات با فرمول شیمیایی SO_4^{2-} است. همچنین یون سولفید با نماد S^{2-} که آنیون پایدار حاصل از عنصر گوگرد است، بار -۲ دارد.

۳ در میان یون‌های موجود در آب دریاها، همه کاتیون‌ها از فلزهای قلیایی یا فلزهای قلیایی خاکی هستند که فلزهای دسته s بوده و از عناصر اصلی جدول دوره‌ای محسوب می‌شوند.

گروه آموزشی ماز

۳- اگر به ۲۰ میلی‌لیتر محلول ۳۵٪ جرمی سولفوریک اسید با چگالی ۱/۴۷ گرم بر میلی‌لیتر، ۴۰ میلی‌لیتر آب اضافه کنیم، غلظت محلول حاصل چند مولار خواهد بود؟ ($H_2SO_4 = 98\ g.mol^{-1}$)

۱) ۱/۷۵ ۲) ۲/۶۲۵ ۳) ۲/۲۵ ۴) ۱/۵

پاسخ: گزینه ۱ (آسان ـ مسئله ـ ۱۰۰۳)

ابتدا غلظت محلول اولیه سولفوریک اسید را بر حسب مولار به‌دست می‌آوریم. رابطه میان غلظت مولار (C) و درصد جرمی (a) یک ماده به جرم مولی (M) به‌صورت زیر است:

$$C = \frac{10ad}{M}$$

در این فرمول d چگالی محلول است و یکای آن باید گرم بر میلی‌لیتر باشد. بر این اساس، داریم:

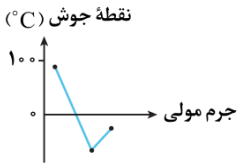
$$C = \frac{10ad}{M} \Rightarrow C = \frac{10 \times 35 \times 1/47}{98} = 5/25\ mol.L^{-1}$$

پس غلظت محلول اولیه برابر ۵/۲۵ مولار است. حجم اولیه محلول برابر ۲۰ میلی‌لیتر بوده و با اضافه شدن ۴۰ میلی‌لیتر آب خالص، حجم محلول به ۶۰ میلی‌لیتر رسیده و حجم محلول ۳ برابر شده است. از آن‌جا که مقدار حل‌شونده نیز تغییری نداشته، پس غلظت محلول $\frac{1}{3}$ شده و برابر با ۱/۷۵ مولار می‌شود. به هنگام رقیق‌کردن یک محلول با آب خالص، می‌توان از رابطه زیر استفاده کرد:

$$\frac{C_1}{C_2} = \frac{V_2}{V_1} \Rightarrow \frac{5/25}{C_2} = \frac{60}{20} \Rightarrow C_2 = 1/75\ mol.L^{-1}$$

پس غلظت سولفوریک اسید در محلول رقیق‌شده برابر ۱/۷۵ مول بر لیتر است.

۴- کدام‌یک از مطالب زیر درست هستند؟



الف: در ترکیبی با فرمول شیمیایی HCN، نیروی بین مولکولی غالب از نوع وان‌درواالسی نیست.

ب: نمودار مقابل را می‌توان به ترکیبات هیدروژن‌دار ۳ عضو اول گروه ۱۵ جدول تناوبی نسبت داد.

پ: مولکول‌های ترکیبات هیدروژن‌دار عناصر گروه پانزدهم، در میدان الکتریکی جهت‌گیری می‌کنند.

ت: مولکول هیدروژن کلرید در میدان الکتریکی به گونه‌ای قرار می‌گیرد که اتم کوچک‌تر به سمت قطب منفی باشد.

۱) «الف» و «ب» ۲) «الف» و «ت» ۳) «ب» و «پ» ۴) «پ» و «ت»

پاسخ: گزینه ۴ (سخت ـ مفهومی ـ ۱۰۰۳)

عبارت‌های «پ» و «ت» درست هستند.

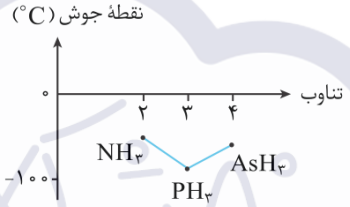
بررسی موارد:

«الف»: پیوند هیدروژنی قوی‌ترین نیروی بین مولکولی در موادی است که در مولکول آن‌ها، اتم هیدروژن به یکی از اتم‌های O، N و F با پیوند اشتراکی متصل است. به‌جز پیوندهای هیدروژنی، به نیروهای جاذبه بین مولکولی در سایر مواد نیروهای وان‌درواسی می‌گویند. ساختار ترکیب مورد نظر به‌صورت زیر است:

$H - C \equiv N$:

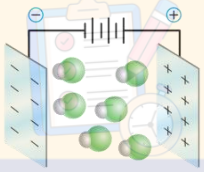
در ساختار این ترکیب، اتم هیدروژن به اتم‌های نیتروژن، اکسیژن یا فلوئور متصل نیست و توانایی تشکیل پیوند هیدروژنی را ندارد. پس تنها نیروی بین مولکولی در این ماده، نیروی وان‌درواسی است.

«ب»: ترکیبات هیدروژن‌دار ۳ عضو اول گروه پانزدهم جدول تناوبی شامل NH_3، PH_3 و AsH_3 هستند. انتظار داریم که با افزایش جرم و حجم مولکول‌ها و در نتیجه آن افزایش نیروی وان‌درواسی، نقطه جوش این مواد به‌تدریج افزایش یابد و ترتیب نقطه جوش به‌صورت $NH_3 < PH_3 < AsH_3$ باشد؛ اما به علت وجود پیوند هیدروژنی بین مولکول‌های آمونیاک، نقطه جوش این ماده بیشتر از دو ترکیب بعد از آن بوده و ترتیب نقطه جوش این گروه از مواد به‌صورت $PH_3 < AsH_3 < NH_3$ است که در نمودار این موضوع نشان داده شده است. توجه داریم که در این نمودار، نقطه جوش آمونیاک بسیار بیشتر از ۰°C نشان داده شده است و این در حالی است که نقطه جوش آمونیاک زیر ۰°C و تقریباً برابر با ۳۳- درجه سلسیوس است. در این رابطه، داریم:



«پ»: در ترکیبات هیدروژن‌دار عناصر گروه پانزدهم جدول دوره‌ای، اتم عناصر این گروه اتم مرکزی و ۳ اتم هیدروژن با آن پیوند کووالانسی دارند. بر روی اتم مرکزی در این مولکول‌ها یک جفت الکترون ناپیوندی وجود دارد و به همین علت گشتاور دو قطبی مولکول‌ها بزرگ‌تر از صفر بوده و این مواد قطبی هستند. مولکول‌های مواد قطبی با قرار گرفتن در میدان الکتریکی، به گونه‌ای جهت‌گیری می‌کنند که سر مثبت آن‌ها به سمت قطب منفی میدان و سر منفی مولکول به سمت قطب مثبت میدان قرار گیرد.

«ت»: به علت تفاوت اتم‌های سازنده، هیدروژن کلرید یک مولکول دو اتمی قطبی است. در این مولکول اتم هیدروژن سر مثبت و اتم کلر سر منفی دوقطبی را تشکیل می‌دهند. در این رابطه، داریم:



همان‌طور که در شکل بالا مشخص است، مولکول‌های هیدروژن کلرید از سر مثبت (اتم‌های هیدروژن) و در واقع اتم کوچک‌تر به سمت قطب منفی میدان و سر منفی (اتم‌های کلر) و اتم‌های بزرگ‌تر به سمت قطب مثبت میدان جهت‌گیری کرده‌اند.

گروه آموزشی ماز

۵- **کدام‌یک از مطالب زیر نادرست است؟**

۱) گلاب و سرکه محلول‌هایی از ترکیب‌های آلی در آب هستند.

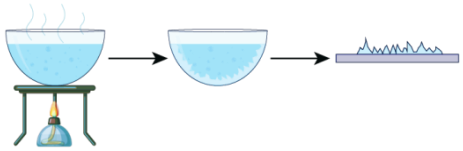
۲) خواص یک محلول، هم به حل‌شونده و هم به حلال آن محلول بستگی دارد.

۳) گشتاور دو قطبی متان برخلاف اکثر هیدروکربن‌ها به‌طور دقیق برابر صفر است.

۴) از تبلور برای جدا کردن حلال و حل‌شونده در محلول آبی اتانول، استفاده می‌شود.

پاسخ: گزینه ۴ (متوسط ـ مفهومی ـ ۱۰۰۳)

جداسازی حل‌شونده از محلول به شکل بلورهای جامد را تبلور می‌نامند. این روش برای جدا کردن اجزای سازنده محلول‌هایی که حلال آن‌ها مایع و حل‌شونده آن‌ها جامد باشد، کاربرد دارد. در این روش با گرما دادن به محلول، حلال تبخیر شده و حل‌شونده به‌صورت جامد باقی می‌ماند. در این روش، برای به‌دست آوردن حلال نیز بخار تولید شده را سرد می‌کنند تا طی عمل میعان، حلال مورد نظر به مایع تبدیل شود. از این روش برای استخراج نمک از آب دریا و همچنین تولید آب شیرین استفاده می‌شود. تصویر زیر، نمایی از این فرایند را نشان می‌دهد:



در محلول آبی اتانول در آب، هر دو جزء حلال و حل‌شونده مایع هستند و با تبلور نمی‌توان این دو ماده را از یکدیگر جدا کرد. روش مناسب برای جدا کردن اتانول از آب، تقطیر جزء به جزء است که برای جدا کردن محلول‌های که اجزا آن نقطه جوش متفاوت دارند، مانند محلول‌های مایع در مایع یا گاز در گاز، کاربرد دارد. در کتاب درسی استفاده از این روش برای پالایش نفت و تفکیک اجزای هوا نام‌برده شده است.

بررسی سایر گزینه‌ها: **منبع : آزمون وی ای پی**

۱ گلاب مخلوطی همگن از چند ماده آلی در آب است. از طرفی سرکه نیز محلولی اسیدی از دومین اسید آلی یعنی استیک اسید با فرمول شیمیایی CH_3COOH در آب می‌باشد. یکی دیگر از مخلوط‌های آلی مطرح‌شده در کتاب درسی، محلول آبی اتیلن‌گلیکول (الکلی دو عاملی) است که به‌عنوان محلول ضدیخ به کار می‌رود.

۲ محلول، همان مخلوطی همگن از دو یا چند ماده است. همگن بودن یک مخلوط به معنای آن است که حالت فیزیکی و ترکیب شیمیایی در سرتاسر مخلوط یکسان و یکنواخت است. محلول از دو قسمت حلال و حل‌شونده تشکیل شده است. حلال به قسمتی از محلول گویند که مقدار مول بیشتری داشته و یک یا چند حل‌شونده را در خود حل کرده است. خواص محلول‌ها علاوه بر خواص و ماهیت حلال موجود در آن‌ها، به خواص حل‌شونده و همچنین مقدار هر یک از این دو جزء بستگی دارد.

۳ اگر چه گشتاور دوقطبی اکثر هیدروکربن‌ها نزدیک صفر بوده و آن‌ها را ناقطبی محسوب می‌کنیم، اما متان به‌عنوان ساده‌ترین هیدروکربن، ساختاری کاملاً متقارن داشته و گشتاور دوقطبی آن دقیقاً برابر صفر است.

بررسی قطبیت مواد

برای بررسی گشتاور دوقطبی مولکول‌هایی با یک اتم مرکزی، کافی است که به اتم‌های متصل به اتم مرکزی و الکترون‌های پیرامون اتم مرکزی توجه کنیم. اگر دو شرط زیر برقرار بود، گشتاور دوقطبی مولکول‌های آن ماده صفر بوده و ماده مورد نظر ناقطبی است. اما اگر هر یک از این دو مورد رخ نداد، ترکیب مورد نظر قطبی بوده و گشتاوری بیش از صفر دارد. این دو شرط، به شرح زیر هستند:

۱. همه اتم‌های متصل به اتم مرکزی مشابه باشند. ۲. الکترون ناپیوندی بر روی اتم مرکزی وجود نداشته باشد.

برای مثال، متان(CH_4)، کربن تتراکلرید(CCl_4)، گوگرد تری‌اکسید(SO_3) و کربن دی‌اکسید(CO_2) از هر دو شرط بالا پیروی می‌کنند و ناقطبی محسوب می‌شوند. این در حالی است که موادی مانند کلروفرم($CHCl_3$)، دی‌کلرومتان(CH_2Cl_2) و کربونیل سولفید(SCO) به علت نقص مورد اول و موادی مانند اوزون(O_3)، آمونیاک(NH_3)، گوگرد دی‌اکسید(SO_2) و اکسیژن دی‌فلوئورید(OF_2) به علت نقص مورد دوم، قطبی محسوب می‌شوند. برای مولکول‌های دو اتمی هم کافی است که در نظر بگیرید، اگر دو اتم یکسان باشد(یعنی ماده عنصر باشد مانند هالوژن‌ها، گاز اکسیژن و گاز نیتروژن) گشتاور دوقطبی مولکول صفر و اگر دو اتم متفاوت باشند گشتاور دوقطبی بزرگ‌تر از صفر بوده و ماده قطبی است. همچنین در مولکول‌های گازی تک اتمی یا همان گازهای نجیب، گشتاور دوقطبی صفر در نظر گرفته می‌شود.

گروه آموزشی ماز

۶- درصد جرمی متانول(CH_3OH) در محلول آب و متانول بیش از حداقل چند درصد باشد تا متانول را بتوان حلال این محلول در نظر گرفت؟
$(H = 1, C = 12, O = 16 : g.mol^{-1})$

۱) ۸۰ ۲) ۴۴ ۳) ۶۴ ۴) ۵۸

پاسخ: گزینه ۳ (آسان ـ مسئله ـ ۱۰۰۳)

هر محلول، از یک حلال و یک یا چند حل‌شونده تشکیل شده است. ماده‌ای حلال است که در محلول مقدار مول آن بیشتر باشد. بر این اساس اگر درصد جرمی متانول را در محلولی که مقدار مول آب و متانول آن برابر است، a در نظر بگیریم، اگر درصد جرمی متانول در محلولی از a بیشتر شد، متانول حلال و اگر درصد جرمی متانول از a کمتر شد، آب حلال است. بر این اساس مقدار a را حساب می‌کنیم. اگر مقدار هر یک از متانول و آب را یک مول در نظر بگیریم، جرم این دو ماده به‌ترتیب برابر ۳۲ و ۱۸ گرم خواهد بود. در این محلول درصد جرمی متانول برابر است با:

$$\text{درصد جرمی متانول} = \frac{\text{جرم متانول}}{\text{جرم محلول}} \times 100 \Rightarrow A = \frac{32}{32+18} \times 100 = 64 \text{ درصد}$$

پس اگر درصد جرمی متانول در محلول این ماده با آب بیش از ۶۴ درصد بود، متانول حلال این محلول به حساب می‌آید.

۷- اگر غلظت یون کلرید در محلول $CaCl_2$ با چگالی $1g.ml^{-1}$، برابر $568\ ppm$ باشد، برای رسوب دادن همه یون‌های کلسیم در ده لیتر از این محلول مطابق واکنش موازنه‌نشده $Na_2CO_3(aq) + CaCl_2(aq) \longrightarrow NaCl(aq) + CaCO_3(s)$، چند گرم سدیم کربنات لازم است؟

$(C = 12 , O = 16 , Na = 23 , Cl = 35/5 , Ca = 40 : g.mol^{-1})$

۱) ۰/۸۴۸ ۲) ۸/۴۸ ۳) ۰/۴۲۴ ۴) ۴/۲۴

پاسخ: گزینه ۲ (متوسط ـ مسئله ـ ۱۰۰۳)

معادله موازنه‌شده واکنش به‌صورت زیر است:

$$Na_2CO_3(aq) + CaCl_2(aq) \longrightarrow 2NaCl(aq) + CaCO_3(s)$$

برای به‌دست آوردن جرم سدیم کربنات مصرف‌شده در این واکنش، باید مقدار کلسیم کلرید موجود در محلول را حساب کنیم. به این منظور ابتدا غلظت یون کلرید را در این محلول به‌دست می‌آوریم. رابطه میان غلظت مولار(C) و غلظت ppm یک گونه به جرم مولی M به‌صورت زیر است:

$$C = \frac{d \times ppm}{1000M}$$

در این فرمول d معادل با چگالی محلول است و یکای آن باید گرم بر میلی‌لیتر باشد. بر این اساس، داریم:

$$C = \frac{d \times ppm}{1000M} \Longrightarrow C = \frac{1 \times 568}{1000 \times 35/5} = 0/016\ mol.L^{-1}$$

با توجه به وجود دو مول یون کلرید در یک مول کلسیم کلرید، غلظت این یون دو برابر غلظت کلسیم کلرید بوده و غلظت کلسیم کلرید برابر ۰/۰۰۸ مولار است؛ بنابراین مقدار کلسیم کلرید در این محلول برابر ۰/۰۸ مول می‌باشد. در این رابطه، داریم:

مقدار مول کلسیم کلرید = غلظت محلول × حجم محلول $\Longrightarrow n = 0/008 \times 10 = 0/08\ mol$

در نهایت جرم سدیم کربنات لازم را که با ۰/۰۸ مول کلسیم کلرید واکنش می‌دهد، محاسبه می‌کنیم:

$$?\ g\ Na_2CO_3 = 0/08\ mol\ CaCl_2 \times \frac{1\ mol\ Na_2CO_3}{1\ mol\ CaCl_2} \times \frac{106\ g\ Na_2CO_3}{1\ mol\ Na_2CO_3} = 8/48\ g$$

پس در این واکنش ۸/۴۸ گرم سدیم کربنات مصرف شده است.

گروه آموزشی ماز

۸- کدام‌یک از مطالب زیر نادرست است؟

۱) حداکثر غلظت مواد نامحلول در آب، به‌تقریب برابر $1000\ ppm$ است.

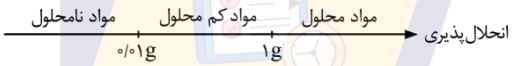
۲) کلسیم فسفات، برخلاف نمک کلسیم سولفات، ماده‌ای نامحلول در آب است.

۳) در ساختار آمونیوم کلرید، بار آنیون برخلاف کاتیون، فقط به یک اتم اختصاص دارد.

۴) در مخلوطی از روغن و آب، بخش کوچکی از مولکول‌های روغن در آب پراکنده شده‌اند.

پاسخ: گزینه ۱ (متوسط ـ مفهومی ـ ۱۰۰۳)

مواد را بر اساس انحلال‌پذیری در آب در سه دسته قرار می‌دهند. در این رابطه، داریم:



مواد محلول، موادی هستند که انحلال‌پذیری آن‌ها در آب بیش از یک گرم در ۱۰۰ گرم آب است. مواد نامحلول، موادی هستند که انحلال‌پذیری آن‌ها در آب کمتر از ۰/۰۱ گرم در ۱۰۰ گرم آب است. مواد کم‌محلول نیز موادی هستند که انحلال‌پذیری آن‌ها بین این دو مقدار قرار دارد. پس برای آن که ماده‌ای در آب کم محلول باشد، انحلال‌پذیری آن حداقل باید ۰/۰۱ گرم در ۱۰۰ گرم آب باشد. غلظت نمک بر حسب ppm در این حالت را حساب می‌کنیم:

$$ppm = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 10^6 \Longrightarrow ppm = \frac{0/01}{100 + 0/01} \times 10^6 \simeq \frac{0/01}{100} \times 10^6 = 100$$

بنابراین حداقل غلظت یک ماده کم‌محلول در آب برابر $100ppm$ است. بر این اساس می‌توان گفت حداکثر غلظت یک ماده نامحلول در آب برابر با $100ppm$ است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۲ مطابق تعریف، کلسیم فسفات یک ماده نامحلول در آب است در حالی که کلسیم سولفات یک ماده کم محلول در آب است و مقدار انحلال‌پذیری آن در آب بیشتر از کلسیم فسفات خواهد بود. نمودار زیر، لیستی از نمک‌های نامحلول در آب در دمای ۲۵°C که در کتاب درسی معرفی شده‌اند را نشان می‌دهد:

۳ فرمول شیمیایی آمونیوم کلرید به‌صورت NH_4Cl بوده که کاتیون آن یون چنداتمی آمونیوم (NH_4^+) و آنیون آن یون تک‌اتمی کلرید (Cl^-) است. در یون کلرید، بار منفی بر روی اتم کلر قرار می‌گیرد. این در حالی است که بار یون‌های چند اتمی (مانند بار مثبت یون آمونیوم) به اتم خاصی اختصاص ندارد و مرتبط با همه اتم‌های سازنده آن یون است.

۴ روغن یک مایع با ذرات ناقطبی است که در آب حل نمی‌شود. در مخلوط‌های ناهمگن به حالت مایع، مانند مخلوط آب و هگزان و یا مخلوط آب و روغن، اجزای مخلوط به میزان ناچیزی در یکدیگر حل می‌شوند. البته این مقدار قابل چشم‌پوشی است.

گروه آموزشی ماز

۹- معادله انحلال‌پذیری نمکی در آب به‌صورت $S = -۰/۳\theta + ۲۰$ است. محلول ۱۰ درصد جرمی این نمک به‌تقریب در چه دمایی سیرشده است؟

۱) ۳۱/۴°C ۲) ۲۹/۷°C ۳) ۳۳/۲ °C ۴) ۲۷/۶°C

پاسخ: گزینه ۲ (آسان ـ مسئله ـ ۱۰۰۳)

محلول ۱۰ درصد جرمی یک ماده به معنای وجود ۱۰ گرم از آن ماده در ۱۰۰ گرم محلول است؛ بنابراین در این محلول، ۱۰ گرم حل‌شونده و ۹۰ گرم آب وجود دارد. انحلال‌پذیری یک ماده در دمای مشخص، به معنای بیشترین مقدار ماده‌ای است که در ۱۰۰ گرم آب در آن دما حل می‌شود. در رابطه با مفهوم درصد جرمی و انحلال‌پذیری، داریم:

تفاوت‌های درصد جرمی و انحلال‌پذیری
- تفاوت اول
  - انحلال‌پذیری در ۱۰۰g آب (حلال) تعریف می‌شود.
  - درصد جرمی در ۱۰۰g محلول تعریف می‌شود.
- تفاوت دوم
  - در تعریف انحلال‌پذیری، محلول سیرشده تشکیل می‌شود.
  - در تعریف درصد جرمی، الزاماً محلول سیرشده تشکیل نمی‌شود.

بر این اساس، برای آن که انحلال‌پذیری ماده را حساب کنیم، مقدار حلال باید ۱۰۰ گرم باشد. با توجه به توضیحات داده شده، مقدار حل‌شونده‌ای را که در ۱۰۰ گرم از این حلال حل خواهد شد، محاسبه می‌کنیم:

$$? g \text{ حل‌شونده} = ۱۰۰ g \text{ حلال} \times \frac{۱۰ g \text{ حل‌شونده}}{۹۰ g \text{ حلال}} = \frac{۱۰۰}{۹} \simeq ۱۱/۱ g$$

برای آن که یک محلول سیرشده باشد، باید مقدار حل‌شونده در آن برابر با مقدار انحلال‌پذیری آن باشد. پس ۱۱/۱ برابر مقدار S در آن دما خواهد بود. بر این اساس دما را حساب می‌کنیم:

$$S = -۰/۳\theta + ۲۰ \Rightarrow ۱۱/۱ = -۰/۳\theta + ۲۰ \Rightarrow ۰/۳\theta = ۸/۹ \Rightarrow \theta \simeq ۲۹/۷$$

پس به‌تقریب در دمای ۲۹/۷ درجه سانتی‌گراد محلول ۱۰ درصد این ماده، سیرشده است.

گروه آموزشی ماز

۱۰- کدام‌یک از گزینه‌های زیر عبارت داده شده را به‌درستی تکمیل نمی‌کند؟

«در میان ..... و ....., ماده‌ای که ..... .»

۱) کربن دی‌اکسید ـ کربن مونوکسید ـ قطبی است، نسبت شمار الکترون‌های پیوندی به ناپیوندی بیشتر از یک دارد.
۲) گاز نیتروژن ـ نیتروژن مونوکسید ـ دمای جوش بیشتری دارد، مقدار انحلال‌پذیری بیشتری در آب نیز دارد.
۳) هیدروژن فلوئورید ـ هیدروژن کلرید ـ پیوند هیدروژنی تشکیل می‌دهد، گشتاور دوقطبی بزرگ‌تری دارد.
۴) آب ـ ید ـ گشتاور دو قطبی بیشتری دارد، نیروهای بین ذره‌ای قوی‌تری میان مولکول‌های آن وجود دارد.

پاسخ: گزینه ۴ (سخت ـ مفهومی ـ ۱۰۰۳)

در دمای اتاق، آب به حالت مایع و ید نیز به حالت جامد است، پس نیروی بین مولکولی در ید قوی‌تر از آب است. توجه داریم که جرم مولی ید ۱۴ برابر آب است و این ماده نیروی وان‌درووالسی بسیار قوی دارد. در میان این دو ماده، ید ناقطبی بوده و مولکول‌های آن گشتاور دوقطبی صفر دارند. این در حالی است که آب گشتاور دوقطبی بزرگی دارد و مولکول‌های آن قطبی محسوب می‌شوند.

مقایسه نیروهای بین مولکولی

به‌طور کلی برای مقایسه نیروهای بین مولکولی ابتدا به یافته‌های تجربی (مانند حالت فیزیکی و نقطه جوش) توجه می‌کنیم. گازها دارای مولکول‌های مجزا با کم‌ترین نیروهای بین مولکولی هستند. در حالت مایع نیروهای بین مولکولی بیش‌تر از گاز است و در حالت جامد نیروهای بین مولکولی می‌تواند به بیش‌ترین مقدار ممکن رسیده باشد؛ یعنی اگر در شرایط یکسان ماده A جامد و ماده B گاز یا مایع باشد، فارغ از تمام ویژگی‌های قطبی بودن و توانایی تشکیل پیوند هیدروژنی، به‌طور قطع نیروی بین مولکولی در ماده جامد قوی‌تر است که توانسته حالت فیزیکی ماده را جامد کند. اگر هر دو ماده حالت مشابه داشتند، ماده‌ای که نقطه جوش بیشتری دارد، نیروی بین مولکولی قوی‌تری دارد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ از میان کربن دی‌اکسید و کربن مونوکسید یا همان اکسیدهای کربن، مولکول کربن مونوکسید قطبی و مولکول کربن دی‌اکسید ناقطبی است. ساختار هر دو مولکول به‌صورت زیر است:

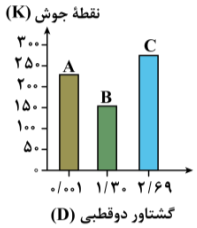
نسبت شمار جفت الکترون‌های پیوندی به ناپیوندی در کربن دی‌اکسید برابر یک و در کربن مونوکسید برابر ۱/۵ است.

۲ گازهای نیتروژن (N_2) و نیتروژن مونوکسید (NO) به‌تقریب جرم مولی برابری دارند، اما مولکول نیتروژن مونوکسید قطبی و مولکول نیتروژن ناقطبی است. در مواردی که دو یا چند ماده جرم مولی نزدیک به یکدیگر دارند، ماده‌ای که مولکول آن قطبیت بیشتری دارد، نیروی بین مولکولی قوی‌تر و در نتیجه دمای جوش بیشتری خواهد داشت. انحلال‌پذیری گاز NO به علت قطبی بودن، از دو گاز اکسیژن و نیتروژن بیشتر است.

۳ هیدروژن فلوئورید و هیدروژن کلرید، هر دو ماده قطبی هستند اما گشتاور دوقطبی در هیدروژن فلوئورید بسیار بیشتر از هیدروژن کلرید است و همین پدیده موجب شده است که نیروی بین مولکولی در هیدروژن فلوئورید به قدری زیاد شود که به آن لفظ پیوند داده شود و پیوند هیدروژنی نام بگیرد. به‌طور کلی در نظر داشته باشید که مولکول‌های آب، آمونیاک و هیدروژن فلوئورید (ترکیبات دوتایی که پیوند هیدروژنی دارند)، گشتاور دوقطبی بسیار بزرگی دارند.

گروه آموزشی ماز

۱۱- **کدام‌یک از مطالب زیر نادرست است؟**



الف: مخلوط B در C، می‌تواند یک مخلوط همگن باشد.

ب: ممکن است جرم مولی B از جرم مولی C بیشتر باشد.

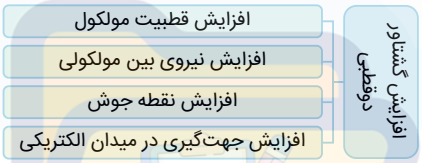
پ: جرم مولی A به یقین بیشتر از جرم مولی ذرات سازنده B است.

ت: انحلال‌پذیری B در آب و هگزان به‌ترتیب بیشتر از C و A است.

۱) فقط «ت» ۲) «الف» و «ب» ۳) «ب» و «ت» ۴) «پ» و «ت»

پاسخ: گزینه ۱ (متوسط ـ مفهومی ـ ۱۰۰۳)

جهت‌گیری مولکول‌های قطبی یک ماده در میدان الکتریکی، مبنای اندازه‌گیری کمیتی به نام گشتاور دو قطبی است. با افزایش میزان قطبیت مواد، مقدار گشتاور دوقطبی آن‌ها نیز افزایش پیدا می‌کند. نمودار زیر، وابستگی گشتاور دو قطبی مولکول‌ها با سایر مشخصات مربوط به آن‌ها را نشان می‌دهد:



بر اساس گشتاور دو قطبی می‌توان نتیجه گرفت، ماده A، یک ماده ناقطبی و ماده B و C هر دو قطبی هستند. با توجه به اطلاعات داده شده، فقط عبارت (ت) نادرست است.

بررسی موارد:

«الف»: دو ماده B و C هر دو قطبی هستند و با توجه به این اصل که شبیه، شبیه را در خود حل می‌کند؛ می‌توان نتیجه گرفت ماده قطبی B در ماده قطبی C حل می‌شود و مخلوط این دو همگن خواهد بود.

«ب»: مثال این اتفاق می‌تواند آمونیاک و هیدروژن فسفید باشد، از میان این دو ماده، آمونیاک با جرم مولی کمتر، گشتاور دوقطبی بزرگ‌تری داشته و به همین علت نیروی بین مولکولی قوی‌تر و در نتیجه نقطه جوش بالاتر دارد.

«پ»: نقطه جوش و نیروی بین مولکولی یک ماده به جرم و حجم مولکول و قطبیت آن بستگی دارد و هر چه مقدار این متغیرها بیشتر باشد، نیروی بین مولکولی و در نتیجه نقطه جوش ماده مورد نظر بیشتر خواهد بود. ماده A نسبت به ماده B نقطه جوش بیشتر دارد؛ پس یا ماده A باید قطبی‌تر باشد که این‌طور نیست یا ماده A باید جرم مولی بیشتری داشته باشد.

«ت»: ترتیب قطبیت این سه ماده به‌صورت $A < B < C$ است. بر این اساس، می‌توان گفت انحلال‌پذیری این مواد در حلال قطبی مانند آب مشابه مقایسه قطبیت آن‌ها و انحلال‌پذیری آن‌ها در حلال ناقطبی مانند هگزان عکس مقایسه قطبیت آن‌ها است. با توجه به توضیحات داده شده، داریم:

انحلال‌پذیری در هگزان : $C < B < A$

انحلال‌پذیری در آب : $A < B < C$

گروه آموزشی ماز

۱۲- مقداری کلسیم کربنات با ۳۰۰ میلی‌لیتر محلول هیدروکلریک اسید مطابق معادله زیر واکنش می‌دهد. اگر مقدار گاز تولیدشده در این واکنش در شرایط استاندارد ۱۶۸ میلی‌لیتر حجم داشته باشد، غلظت یون کلرید در محلول ایجاد شده در انتهای واکنش با چگالی یک گرم بر میلی‌لیتر، تقریباً چند ppm است؟ (از تغییر حجم محلول صرف نظر کنید. $Cl = ۳۵/۵\ g.mol^{-۱}$)

معادله واکنش موازنه شود $CaCO_۳(s) + HCl(aq) \longrightarrow CaCl_۲(aq) + H_۲O(l) + CO_۲(g)$

۱) ۲۶۶۲/۵ ۲) ۳۵۵۰ ۳) ۱۷۷۵ ۴) ۸۷۷/۵

پاسخ: گزینه ۳ (متوسط ـ مسئله ـ ۱۰۰۳)

معادله موازنه‌شده واکنش به‌صورت زیر است:

$$CaCO_۳(s) + ۲HCl(aq) \longrightarrow CaCl_۲(aq) + H_۲O(l) + CO_۲(g)$$

ابتدا به کمک گاز کربن دی‌اکسید تولیدشده، مقدار کلسیم کلرید تولیدشده را حساب می‌کنیم:

$$?\,mol\ CaCl_۲ = ۱۶۸\ ml\ CO_۲ \times \frac{۱\ lit}{۱۰۰۰\ ml} \times \frac{۱\ mol\ CO_۲}{۲۲/۴\ L\ CO_۲} \times \frac{۱\ mol\ CaCl_۲}{۱\ mol\ CO_۲} = ۷/۵ \times ۱۰^{-۳}\ mol$$

در ساختار کلسیم کلرید تولید شده، یون کلرید وجود دارد. بر این اساس، جرم یون کلرید موجود در این مقدار کلسیم کلرید برابر است با:

$$?\,g\ Cl^- = ۷/۵ \times ۱۰^{-۳}\ mol\ CaCl_۲ \times \frac{۲\ mol\ Cl^-}{۱\ mol\ CaCl_۲} \times \frac{۳۵/۵\ g\ Cl^-}{۱\ mol\ Cl^-} = ۱۵ \times ۳۵/۵ \times ۱۰^{-۳}\ g$$

حجم محلول نیز برابر ۳۰۰ میلی‌لیتر بوده که با توجه به چگالی آن، جرم آن برابر ۳۰۰ گرم است. پس غلظت یون کلرید را حساب می‌کنیم. برای محاسبه غلظت ppm یک ماده در محلول از فرمول زیر استفاده می‌کنیم:

$$ppm = \frac{\text{جرم ماده}}{\text{جرم محلول}} \times ۱۰^۶$$

توجه داریم که جرم محلول از مجموع جرم حلال و حل شونده‌ها به‌دست می‌آید. نیازی نیست واحد جرم صورت و مخرج در این کسر گرم باشد بلکه اگر هر دو واحد یکسان باشد، کفایت می‌کند. بر این اساس، داریم:

$$ppm = \frac{۱۵ \times ۳۵/۵ \times ۱۰^{-۳}}{۳۰۰} \times ۱۰^۶ = ۵ \times ۳۵۵ = ۱۷۷۵\ ppm$$

در محلول‌های بسیار رقیق مانند حالتی که چگالی محلول یک یا نزدیک یک است، می‌توان غلظت ppm را به‌صورت میلی‌گرم حل شونده در یک لیتر محلول حساب کرد. رابطه مورد نیاز برای محاسبه غلظت در این حالت به‌صورت زیر خواهد شد:

$$ppm = \frac{\text{میلی‌گرم حل‌شونده}}{\text{لیتر حلال}}$$

در این محلول، مقدار ۱۵ × ۳۵/۵ میلی‌گرم یون کلرید در ۰/۳ لیتر محلول وجود دارد. پس غلظت این یون برابر است با:

$$ppm = \frac{۱۵ \times ۳۵/۵}{۰/۳} = ۵ \times ۳۵۵ = ۱۷۷۵\ ppm$$

پس غلظت یون کلرید در این محلول برابر ۱۷۷۵ ppm است.

گروه آموزشی ماز

۱۳- نام و فرمول شیمیایی چه تعداد از ترکیبات زیر به‌درستی مطرح شده‌اند؟

الف: اسکاندیم(III) کلرید: $ScCl_۳$

ب: آلومینیم کربنات: $Al_۲(CO_۳)_۳$

پ: وانادیم(II) نیترات: $VNO_۳$

ت: مس(II) سولفید: $Cu_۲S$

ث: روی فسفات: $Zn_۳P_۲$

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

پاسخ: گزینه ۱ (متوسط ـ مفهومی ـ ۱۰۰۳)

جدول زیر، نام و نماد یون‌های چند اتمی موجود در کتاب درسی را مطرح می‌کند:

نام یون	فرمول یون	نام یون	فرمول یون	نام یون	فرمول یون
هیدروکسید	OH^-	آمونیوم	$NH_۴^+$	کربنات	$CO_۳^{۲-}$
سولفات	$SO_۴^{۲-}$	نیترات	$NO_۳^-$	هیدروژن کربنات	$HCO_۳^-$
سولفیت	$SO_۳^{۲-}$	فسفات	$PO_۴^{۳-}$	سیانید	CN^-
		استات	$CH_۳COO^-$	سیلیکات	$SiO_۴^{۴-}$

برای نام‌گذاری ترکیب‌های یونی با یون‌های چند اتمی، همانند ترکیبات یونی دوتایی عمل می‌کنیم. الگوی کلی نام‌گذاری این مواد به‌صورت زیر است:

نام ترکیب : نام کاتیون(بار کاتیون) + نام آنیون

اگر کاتیون مورد نظر متعلق به عنصری بود که تنها یک کاتیون پایدار دارد، نباید در نام ترکیب بار کاتیون مطرح شود. این عناصر شامل فلزهای قلیایی و قلیایی خاکی، آلومینیم، روی، نقره و اسکاندیم هستند.

همچنین برای پیدا کردن فرمول شیمیایی یک ترکیب یونی، از فرمول زیر استفاده می‌کنیم:

فرمول شیمیایی ترکیب : $\underset{\text{بار کاتیون}}{\text{نماد آنیون}}$ $\underset{\text{بار آنیون}}{\text{نماد کاتیون}}$

در نهایت اگر زیروندهای آنیون و کاتیون با یکدیگر ساده شوند، این اعداد را با یکدیگر ساده می‌کنیم. اشکالات نام‌گذاری یا فرمول شیمیایی ترکیب‌های داده شده در این سؤال، به شرح زیر هستند:

«الف»: اسکاندیم(III) کلرید ← $ScCl_3$: اسکاندیم اولین عنصر واسطه است و تنها یک نوع کاتیون پایدار با نماد شیمیایی Sc^{3+} دارد و در نام ترکیبات این یون، نیازی به مشخص کردن بار کاتیون نیست.

«ب»: آلومینیم کربنات ← $Al_2(CO_3)_3$: نماد کاتیون آلومینیم و آنیون کربنات به‌ترتیب به‌صورت Al^{3+} و CO_3^{2-} است. ایرادی در نام یا فرمول شیمیایی این ترکیب وجود ندارد.

«پ»: وانادیم(II) نیترات ← $V(NO_3)_2$: وانادیم توانایی تشکیل یون‌های متعدد دارد و برای نام‌گذاری آن نیاز به ذکر بار یون است.

«ت»: مس(II) سولفید ← Cu_2S : بار یون سولفید به‌صورت S^{2-} است و برای آن که زیروند یون مس در این ترکیب ۲ باشد، باید بار یون مس برابر با +۱ باشد و نام صحیح این ترکیب به‌صورت مس(I) سولفید است.

«ث»: روی فسفات ← Zn_3P_2 : نماد شیمیایی یون فسفات به‌صورت PO_4^{3-} بوده، در حالی که یون موجود در ترکیب مورد نظر فسفید با نماد P^{3-} است. پس نام ترکیب مورد نظر روی فسفید است.

گروه آموزشی ماز

۱۴- چند مورد از مطالب زیر درست است؟

الف: در اسمز وارونه، برخلاف فرایند اسمز، ذراتی که از خلال غشا می‌گذرند، ذرات حل‌شونده هستند.

ب: در ساختار دستگاه اسمز وارونه، محل خروج آب شیرین پایین‌تر از محل خروج محلول غلیظ قرار دارد.

پ: در اسمز وارونه، برخلاف اسمز، پس از مدتی تفاوت غلظت محلول‌های دو سمت غشا افزایش می‌یابد.

ت: فرایند اسمز، برخلاف فرایند اسمز وارونه، یک فرایند خود به خود است و نیاز به نیروی خارجی ندارد.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

پاسخ: گزینه ۳ (سخت ـ مفهومی ـ ۱۰۰۳)

به‌جز عبارت «الف»، سایر عبارت‌ها درست هستند.

اسمز

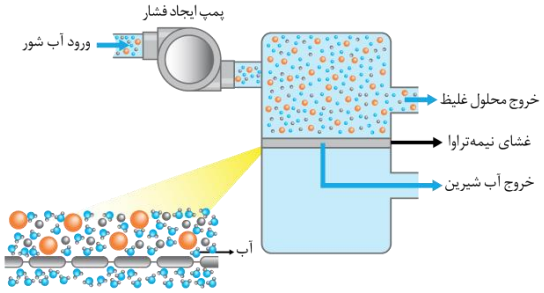
دیوارهٔ یاخته‌ها در گیاهان روزنه‌هایی بسیار ریزی دارد که ذره‌های سازنده مواد می‌توانند از آن گذر کنند؛ به گونه‌ای که این روزنه‌ها فقط اجازهٔ گذر به برخی از ذره‌ها و مولکول‌های کوچك مانند آب و یون‌ها را می‌دهند و از گذر مولکول‌های درشت‌تر جلوگیری می‌کنند. این دیواره‌ها غشای نیمه تراوا نامیده می‌شوند. هنگامی که میوه‌های خشك مانند مویز درون آب قرار می‌گیرند، مولکول‌های آب، خود به خود از محیط رقیق(آب موجود در اطراف مویز) با گذر از روزنه‌های دیوارهٔ سلولی به محیط غلیظ(درون سلول‌های مویز) می‌روند. در نتیجهٔ چنین فرایندی، میوه آبدار و متورم می‌شود. گذرندگی یا اسمز، نامی است که به این فرایند داده‌اند. در این فرایند، برخی نمك‌ها و ویتامین‌ها نیز از بافت میوه خارج شده و به آب راه می‌یابد. در نقطهٔ مقابل، اگر یک خیار را در آب شور قرار بدهیم، مولکول‌های آب از آن خارج شده و خیار در نهایت چروکیده می‌شود.

بررسی موارد:

«الف»: غشای نیمه‌تراوا، غشایی است که به گونه‌ای طراحی شده که برخی از ذره‌ها مثل مولکول‌های کوچک مانند آب و یون‌ها را عبور می‌دهد و از عبور مولکول‌های درشت‌تر جلوگیری می‌کند. هم اسمز و هم اسمز وارونه، به تبادل مولکول‌های آب بین دو سمت غشای نیمه‌تراوا می‌پردازند و در هر دو فرایند، مولکول‌های آب هستند که از غشا می‌گذرند. مقایسه فرایند اسمز و اسمز معکوس در جدول زیر آورده شده است:

		اسمز	اسمز معکوس
جهت کلی حرکت آب		از محلول رقیق به غلیظ	از محلول غلیظ به رقیق
تغییر غلظت محلول‌ها	محلول رقیق	غلیظ‌تر می‌شود	رقیق‌تر می‌شود
	محلول غلیظ	رقیق‌تر می‌شود	غلیظ‌تر می‌شود
تغییر حجم محلول‌ها	محلول رقیق	کاهش می‌یابد	افزایش می‌یابد
	محلول غلیظ	افزایش می‌یابد	کاهش می‌یابد
فرایند		خود به خودی	با اعمال فشار خارجی

«ب»: فرایند شیرین کردن آب شور توسط فرایند اسمز وارونه، در دستگاهی به شکل زیر انجام می‌شود: **منبع : آزمون وی ای پی**



در این دستگاه با ورود آب شور به‌دستگاه با فشار، به علت فشار واردشده بر آب، فرایندی خلاف مسیر طبیعی انجام‌شده و مولکول‌های آب از محلولی با غلظت زیاد پس از عبور از غشای نیمه‌تراوا به محلولی با غلظت بسیار کمتر وارد می‌شوند. از این طریق، محلولی بسیار رقیق که مشابه آب شیرین است، به‌دست می‌آید. همان‌طور که مشخص است، در این دستگاه، محل خروج آب شیرین پایین‌تر از محل خروج محلول غلیظ قرار دارد.

«پ»: فرایند اسمز، شامل انتقال مولکول‌های آب از محلول رقیق‌تر به محلول غلیظ‌تر است. این امر موجب رقیق شدن محلول غلیظ و غلیظ‌شدن محلول رقیق خواهد شد. پس طی این فرایند، تفاوت غلظت دو محلول کم می‌شود و غلظت دو محلول به‌تقریب مشابه می‌شود. در اسمز وارونه، برخلاف اسمز عادی، مولکول‌های آب از محلول غلیظ به محلول رقیق منتقل می‌شوند. پس با انجام این فرایند محلول غلیظ، غلیظ‌تر و محلول رقیق رقیق‌تر خواهد شد و اختلاف غلظت این دو محلول افزایش می‌یابد.

«ت»: اگر دو محلول با غلظت‌های متفاوت در دو سمت یک غشای نیمه‌تراوا قرار گیرند، به‌صورت طبیعی و خود به خودی طی فرایند اسمز یا گذرندگی، مولکول‌های آب از محلول رقیق به سمت محلول غلیظ می‌روند. عکس این فرایند اسمز وارونه نام دارد و برای انجام آن باید به محلول غلیظ فشار خارجی وارد کرد تا آب از محلول غلیظ به سمت محلول رقیق برود.

گروه آموزشی ماز

۱۵- سه روش تصفیه آب به نام‌های اسمز معکوس، تقطیر و صافی کربن را به‌ترتیب با نمادهای A، B و C در نظر بگیرید. کدام‌یک از مطالب زیر در رابطه با این روش‌های تصفیه آب نادرست است؟

۱) باید آب تولیدشده در روش A را همانند آب تصفیه‌شده در روش B، پیش از مصرف کلرزنی کرد.
۲) تمام آلاینده‌هایی که در روش C از آب جدا می‌شوند، به روش A نیز از آب حذف می‌شوند.
۳) آب به‌دست آمده از روش B، آلاینده کمتری نسبت به آب گذرانده شده از صافی کربن دارد.
۴) در هر سه روش تصفیه آب، حشره‌کش‌ها و فلزهای سمی از آب آشامیدنی خارج می‌شوند.

پاسخ: گزینه ۳ (آسان ـ حفظی ـ ۱۰۰۳)

آب تصفیه نشده، شامل آلودگی‌هایی است که باید طی تصفیه آب از آن خارج شوند. این آلودگی‌ها شامل نافلزها، آلاینده‌ها، فلزهای سمی، حشره‌کش‌ها و آفت‌کش‌ها، ترکیب‌های آلی فرار و میکروب‌ها هستند. هر یک از روش‌های تصفیه آب چند مورد از این آلاینده‌ها را پاک می‌کنند و برخی را نمی‌توانند تغییر دهند. جدول زیر آلاینده‌های حذف‌شده و باقی‌مانده در هر یک از این روش‌ها را نشان می‌دهد:

روش تصفیه	تقطیر	اسمز معکوس	صافی کربن
آلودگی حذف‌شده	نافلزها ـ آلاینده‌ها ـ فلزهای سمی ـ حشره‌کش‌ها و آفت‌کش‌ها	نافلزها ـ آلاینده‌ها ـ فلزهای سمی ـ حشره‌کش‌ها و آفت‌کش‌ها ـ ترکیب‌های آلی فرار	نافلزها ـ آلاینده‌ها ـ فلزهای سمی ـ حشره‌کش‌ها و آفت‌کش‌ها ـ ترکیب‌های آلی فرار
آلودگی باقی‌مانده	میکروب‌ها ـ ترکیب‌های آلی فرار	میکروب‌ها	میکروب‌ها

تفاوت این سه روش در نوع آلاینده‌های حذف‌شده و باقی‌مانده در آب است که در روش تقطیر برخلاف دو روش اسمز معکوس و صافی کربن، ترکیب‌های آلی فرار حذف نمی‌شوند و این مواد در روش تقطیر برخلاف دو روش دیگر در آب باقی خواهند ماند.

روش‌های تصفیهٔ آب

صافی کربن، اسمز معکوس و تقطیر، از جمله روش‌های تصفیهٔ آب به شمار می‌روند. نافلزها، آلاینده‌ها، فلزهای سمی و حشره‌کش‌ها از جمله موادی هستند که با استفاده از همهٔ این روش‌ها از آب جدا می‌شوند؛ در حالی که میکروب‌های موجود در آب، از جمله موادی هستند که با استفاده از هیچ روشی نمی‌توان آن‌ها را از آب جدا کرد. برای از بین بردن میکروب‌های موجود در آب، محلول حاصل از فرایند تصفیه را کلرزنی می‌کنند. ترکیب‌های آلی فرار نیز یکی دیگر از آلاینده‌های موجود در آب هستند که آن‌ها را با استفاده از صافی کربن و اسمز معکوس می‌توان جدا کرد؛ اما فرایند تقطیر توانایی جدا کردن آن‌ها از آب را ندارد. مراحل انجام شده در فرایند تقطیر که منجر به تولید آب شیرین می‌شود، به شرح زیر است:

تاباندن نور خورشید به محلول تصفیه نشده ← تبخیر آب و مواد فرار موجود در محلول ← برخورد بخار آب به سقف پلاستیکی دستگاه تقطیر ← میعان آب در مجاورت سقف پلاستیکی دستگاه تقطیر ← جمع‌آوری آب شیرین

توجه داریم که انرژی مورد نیاز برای انجام شدن تقطیر، با استفاده از نور خورشید تأمین می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ در هر سه روش مطرح‌شده برای تصفیه آب، میکروب‌ها حذف نمی‌شوند و به همین منظور باید آب به‌دست آمده در هر سه روش را به کمک کلرزنی از میکروب‌ها پاک‌سازی کرد.

۲ در دو روش صافی کربن و اسمز معکوس، آلودگی‌های حذف‌شده و نشده یکسان بوده و این دو روش در این متغیرها مشابه هستند. این در حالی است که در روش تقطیر بر خلاف دو روش دیگر مواد آلی فرّار از آب حذف نمی‌شوند.

۴ همان‌طور که در جدول بالا مشخص است، در هر سه روش تصفیه آب شور، نافلزها، آلاینده‌ها، فلزهای سمی و حشره‌کش‌ها و آفت‌کش‌ها از آب آشامیدنی جداسازی می‌شوند.

گروه آموزشی ماز

۱۶- معادله انحلال‌پذیری یک ماده جامد در آب به‌صورت $S = a\theta + b$ است. کدام‌یک از مطالب زیر نادرست است؟

۱) اگر a مثبت باشد، با افزایش دما انحلال‌پذیری این ماده در آب افزایش می‌یابد.

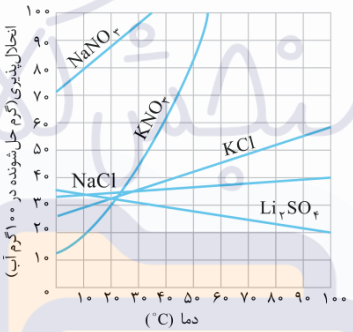
۲) اگر a منفی باشد، انحلال این ماده جامد در آب یک فرایند گرماده است.

۳) اگر a مثبت باشد، نمودار انحلال‌پذیری-دما برای این ماده صعودی است.

۴) اگر a منفی باشد، با کاهش دمای یک محلول سیرشده، رسوب تشکیل می‌شود.

پاسخ: گزینه ۴ (متوسط ـ مفهومی ـ ۱۰۰۳)

اگر بتوان نمودار انحلال‌پذیری-دمای یک ماده را به‌صورت خطی در نظر گرفت، می‌توان معادله $S = a\theta + b$ را برای آن خط و در واقع انحلال‌پذیری آن ماده در آب نوشت. در این معادله b به‌عنوان عرض از مبدأ، انحلال‌پذیری ماده را در $\theta = ۰^\circ C$ نشان می‌دهد. همچنین شیب خط که نشان‌دهنده ارتباط دما با انحلال‌پذیری ماده است، با a مشخص شده است. برای مثال، نمودار زیر روند تغییر انحلال‌پذیری برخی از مواد بر حسب تغییر دما را نشان می‌دهد:



به‌جز پتاسیم نیترات، نمودار انحلال‌پذیری سایر مواد داده شده به‌صورت خطی است.

تحلیل نمودار انحلال‌پذیری ـ دما

اگر نمودار انحلال‌پذیری-دما یک ماده را بتوان خطی در نظر گرفت، برای آن می‌توان معادله‌ای به‌صورت $S = a\theta + b$ نوشت. در رابطه با این معادله، داریم:

۱. مقدار b همان عرض از مبدأ نمودار انحلال‌پذیری است که معادل انحلال‌پذیری این ماده در دمای $۰^\circ C$ است.

۲. مقدار a شیب خط است و مقدار آن وابستگی انحلال‌پذیری ماده به دما را نشان می‌دهد. هر چه قدر مطلق a بزرگ‌تر باشد، انحلال‌پذیری ماده بیشتر تحت تأثیر دما خواهد بود. مقدار a می‌تواند مثبت یا منفی باشد. در این حالت، داریم:

الف) اگر a منفی باشد به معنای کاهش انحلال‌پذیری با افزایش دما و گرماده بودن فرایند انحلال است. مانند لیتیم سولفات و کلسیم کلرید.

ب) اگر مقدار a مثبت باشد، به معنای افزایش انحلال‌پذیری با افزایش دما بوده و انحلال آن ماده گرماگیر است. اکثر نمک‌ها در این دسته قرار می‌گیرند.

اگر یک محلول سیرشده را در شرایطی قرار دهیم که انحلال‌پذیری آن افزایش یابد، آن محلول سیرنشده خواهد شد و می‌تواند حل‌شونده بیشتری در خود حل کند. این در حالی است که اگر همین محلول را در شرایطی با انحلال‌پذیری کمتر قرار دهیم، بخش اضافی حل‌شونده موجود در محلول، به‌صورت رسوب ته‌نشین می‌شود. می‌دانیم اگر a منفی باشد، نشان‌دهنده افزایش انحلال‌پذیری با کاهش دما است. پس اگر محلول سیرشده را در شرایطی با انحلال‌پذیری بیشتر(به واسطه کاهش دما) قرار دهیم، رسوبی تشکیل نمی‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ اگر شیب نمودار انحلال‌پذیری-دما برای یک ماده مثبت باشد، نشان‌دهنده صعودی بودن نمودار انحلال‌پذیری آن ماده است و با افزایش دما، انحلال‌پذیری ماده مورد نظر در آب افزایش می‌یابد.

۲ اگر شیب نمودار انحلال‌پذیری-دما منفی باشد، یعنی نمودار نزولی بوده و با افزایش دما انحلال‌پذیری ماده مورد نظر در آب کاهش می‌یابد. اگر با افزایش دما، انحلال‌پذیری یک ماده کاهش یابد به معنای گرماده بودن واکنش انحلال آن ماده است. همچنین اگر a مثبت باشد، انحلال‌پذیری ماده با افزایش دما افزایش می‌یابد که به معنای گرماگیر بودن فرایند انحلال است.

۳ اگر a مثبت باشد، به معنای آن است که شیب نمودار انحلال‌پذیری مثبت بوده و این نمودار سیر صعودی داشته و با افزایش دما، انحلال‌پذیری ماده مورد نظر در آب افزایش می‌یابد.

گروه آموزشی ماز

۱۷- کدام‌یک از مطالب زیر نادرست است؟

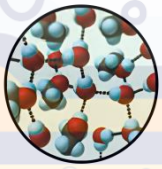
۱) انحلال ید در هگزان، همانند انحلال الکل در آب، با حفظ ماهیت ذرات حل‌شونده همراه است.
۲) آمونیوم سولفات، همانند نمک آمونیوم نیترات، در کشاورزی به‌عنوان کود شیمیایی استفاده می‌شود.
۳) در نمک به‌کار رفته در فرایند گچ‌گیری پزشکی، یک عنصر به آرایش گاز نجیب دوره سوم رسیده است.
۴) اگر نسبت شمار آنیون به کاتیون در نمک نقره کاربید برابر ۰/۵ باشد، این نسبت در استرانسیم کاربید برابر ۱ است.

پاسخ: گزینه ۳ (متوسط ـ مفهومی ـ ۱۰۰۳)

نمک موجود در گچ پزشکی کلسیم سولفات با فرمول شیمیایی $CaSO_4$ است که در ساختار آن ۳ عنصر وجود دارد. کلسیم، اولین عنصر موجود در کلسیم سولفات است. در این ترکیب، عنصر کلسیم به‌صورت یون کلسیم دیده می‌شود. یون کلسیم از اتم کلسیم که ۲ الکترون خود را از دست داده و به آرایش گاز نجیب قبل از خود یعنی آرگون رسیده است، به‌وجود می‌آید. گوگرد، دومین عنصر است. در این ترکیب، هر اتم گوگرد ۴ پیوند کووالانسی(بدون جفت الکترون ناپیوندی) دارد و به آرایش گاز نجیب بعد از خود یعنی آرگون رسیده است. اکسیژن، عنصر سوم است. در هر ساختار این ترکیب، ۴ اتم اکسیژن وجود دارد که هر کدام ۳ جفت الکترون ناپیوندی و یک جفت الکترون پیوندی دارند. پس اتم‌های اکسیژن نیز در این ترکیب به آرایش گاز نجیب بعد از خود یعنی گاز نئون رسیده‌اند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ انحلال مواد یونی در آب با پخش‌شدن یون‌ها در آب همراه است و ترکیبات یونی طی فرایند انحلال در آب، ماهیت خود را حفظ نمی‌کنند. در این فرایند، شبکه یونی به یون‌های آب پوشیده تفکیک می‌شود. به این انحلال، انحلال یونی می‌گویند. برخی ترکیبات مولکولی نیز به هنگام انحلال در آب، همه یا بخشی از ذرات خود را به یون تبدیل می‌کنند. مانند انحلال اسیدها و بازهای مولکولی مانند آمونیاک و آمین‌ها در آب که همراه با یونش این ذرات است. در نقطه مقابل، اکثر ترکیبات مولکولی به هنگام انحلال در یک حلال، ساختار مولکولی خود را حفظ کرده و به‌صورت مولکول در سرتاسر محلول حاصل پخش می‌شوند. به این انحلال، انحلال مولکولی می‌گویند. مانند انحلال الکل در آب یا انحلال دو ماده ناقطبی در یکدیگر که به‌صورت مولکولی انجام می‌شود. برای مثال، تصویر مقابل نمایی از ذرات اتانول حل‌شده در آب را نشان می‌دهد:



۲ آمونیوم سولفات و آمونیوم نیترات، دو نمک حاوی کاتیون آمونیوم هستند که به‌عنوان کود شیمیایی در کشاورزی استفاده می‌شوند. این دو کود شیمیایی، عنصر نیتروژن را در اختیار گیاهان قرار می‌دهند. از دیگر کودهای شیمیایی مطرح‌شده در کتاب درسی می‌توان به آمونیاک و اوره اشاره کرد. همچنین از ترکیبات، حاوی عناصر گوگرد، فسفر، نیتروژن و پتاسیم به‌عنوان کودهای شیمیایی یاد شده است.

۴ اگر در ترکیبی نسبت شمار آنیون به کاتیون برابر ۰/۵ باشد، یعنی شمار کاتیون‌های موجود در ساختار آن ماده ۲ برابر آنیون‌ها بوده و زیروند کاتیون ۲ برابر آنیون است و فرمول شیمیایی این ترکیب به‌صورت A_2B خواهد بود. در این حالت، A کاتیون و B آنیون است. همچنین می‌دانیم بار یون نقره در ترکیبات آن همواره +۱ است. پس از رابطه میان نسبت بار و نسبت تعداد یون‌ها، بار یون کاربید را مشخص می‌کنیم:

$$\text{بار آنیون} \times \text{تعداد آنیون} = \text{بار کاتیون} \times \text{تعداد کاتیون} \Longrightarrow \frac{\text{تعداد کاتیون}}{\text{تعداد آنیون}} = \frac{\text{بار آنیون}}{\text{بار کاتیون}} \Longrightarrow ۲ = \frac{\text{بار کاربید}}{۱} \Longrightarrow \text{بار کاربید} = -۲$$

استرانسیم از فلزهای قلیایی خاکی بوده و بار یون آن +۲ است. پس مقدار بار آنیون و کاتیون در ساختار ترکیب استرانسیم کاربید برابر بوده و بر همین اساس، تعداد آنیون و کاتیون در یک نمونه از این ماده یکسان بوده و نسبت بین شمار این یون‌ها برابر ۱ است.

گروه آموزشی ماز

۱۸- غلظت اکسیژن مناسب در آب برای زندگی جانداران آبزی بیشتر از $5ppm$ است. اگر انحلال‌پذیری گاز اکسیژن در فشار یک اتمسفر و دمای ۲۰°C برابر ۴ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم آب یک برکه باشد، حداقل فشار گاز اکسیژن در سطح یک برکه برای زنده ماندن این جانداران در دمای ۲۰°C برابر چند اتمسفر است؟ (چگالی آب برکه را یک گرم بر میلی‌لیتر در نظر بگیرید.)

۱) ۰/۵ ۲) ۰/۲۵ ۳) ۱/۲۵ ۴) ۰/۱۲۵

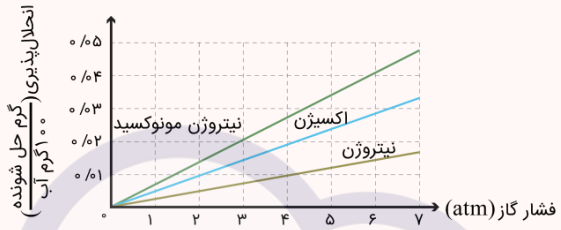
پاسخ: گزینه ۴ (متوسط ـ مسئله ـ ۱۰۰۳)

غلظت مناسب گاز اکسیژن برای زنده ماندن ماهی‌ها در آب دریا برابر $۵ppm$ است. بر این اساس، مقدار گاز اکسیژن موجود در ۱۰۰ گرم از این محلول را در شرایط مورد نظر حساب می‌کنیم:

$$ppm = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}} \times ۱۰^{۶} \Longrightarrow ۵ = \frac{x}{۱۰۰} \times ۱۰^{۶} \Longrightarrow x = ۵ \times ۱۰^{-۴}\, g = ۵ \times ۱۰^{-۱}\, mg = ۰/۵\, mg$$

قانون هنری

طبق قانون هنری، انحلال‌پذیری گازهای مختلف در آب، با فشار این گازها رابطهٔ مستقیم دارد. در واقع، اگر گاز X با آب واکنش ندهد، با n برابر شدن فشار این گاز، انحلال‌پذیری آن نیز در آب n برابر می‌شود. بر اساس این قانون، اگر در شرایط یکسان انحلال‌پذیری یک گاز از گاز دیگر در آب بیشتر باشد، تأثیر تغییر فشار بر انحلال‌پذیری این گاز نیز بیشتر می‌شود. نمودار زیر، بیانی از قانون هنری را در رابطه با چند گاز مختلف نشان می‌دهد:



با توجه به جرم اندک اکسیژن حل‌شده در آب، به جای جرم محلول می‌توان از جرم حلال استفاده کرد. پس انحلال‌پذیری اکسیژن باید حداقل ۰/۵ میلی‌گرم در هر ۱۰۰ گرم آب باشد، تا مقدار مناسبی گاز اکسیژن در آب برکه حل شود و موجودات آبزی زنده بمانند. حال به کمک قانون هنری، فشار مناسب برای این انحلال‌پذیری را محاسبه می‌کنیم. مطابق قانون هنری انحلال‌پذیری گازها در آب با فشار آن‌ها رابطه مستقیم داشته و رابطه زیر میان انحلال‌پذیری در فشارهای مختلف وجود دارد:

$$\frac{P_۱ \text{ مقدار انحلال‌پذیری در}}{P_۲ \text{ مقدار انحلال‌پذیری در}} = \frac{P_۱}{P_۲}$$

مطابق این قانون با دو برابر و نصف شدن فشار گاز، به‌ترتیب انحلال‌پذیری یک گاز دو برابر و نصف می‌شود. بر این اساس، داریم:

$$\frac{P_۱ \text{ انحلال‌پذیری در}}{P_۲ \text{ انحلال‌پذیری در}} = \frac{P_۱}{P_۲} \Longrightarrow \frac{۴}{۰/۵} = \frac{۱}{P} \Longrightarrow P = \frac{۱}{۸} = ۰/۱۲۵\, atm$$

پس حداقل فشار اکسیژن روی سطح برکه باید $\frac{۱}{۸}$ اتمسفر باشد. اگر فشار زیر این مقدار بیاید، کمتر از ۰/۵ میلی‌گرم اکسیژن در هر ۱۰۰ گرم آب حل شده و در این حالت، آبزیان می‌میرند.

گروه آموزشی ماز

۱۹- کدام‌یک از مطالب زیر درست است؟

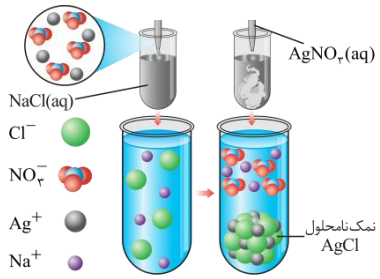
۱) نمودار انحلال‌پذیری-دما به کمک یافته‌های تجربی به‌دست آمده و برای اغلب ترکیب‌های یونی سیر نزولی دارد.
۲) در انحلال سدیم نیترات در آب، مولکول‌های آب از سمت اتم‌های هیدروژن به یون تک اتمی نزدیک می‌شوند.
۳) نیاز روزانه بدن انسان به یون پتاسیم کمتر از یون سدیم بوده و این یون، در انتقال پیام عصبی نقش دارد.
۴) رسوب تولیدشده در واکنش دو محلول نقره نیترات و سدیم کلرید، ترکیب یونی دوتایی سفیدرنگ است.

پاسخ: گزینه ۴ (آسان ـ مفهومی ـ ۱۰۰۳)

یکی از واکنش‌های میان محلول‌ها، واکنش تولید رسوب است. در این گونه واکنش‌ها، با انحلال دو ماده در آب، یک ماده نامحلول به‌صورت رسوب و یک ماده محلول به‌صورت محلول در واکنش تولید می‌شود. این واکنش هنگامی رخ می‌دهد که ترکیب کاتیون از یک واکنش‌دهنده با آنیون از یک واکنش‌دهنده دیگر، نامحلول در آب باشد. به‌عنوان مثال، نقره کلرید یک ترکیب نامحلول در آب است، پس اگر یکی از واکنش‌دهنده‌ها یون کلرید(مانند سدیم کلرید) و ترکیب دیگر یون نقره(مانند نقره نیترات) داشته باشد، از انحلال و مخلوط این دو ماده در آب، رسوب نقره کلرید و محلول سدیم نیترات تولید می‌شود. معادله واکنش انجام‌شده به‌صورت مقابل است:

$$AgNO_۳(aq) + NaCl(aq) \longrightarrow AgCl(s) + NaNO_۳(aq)$$

رسوب تولیدشده در این واکنش یک ترکیب یونی دوتایی سفید رنگ است و دیگر فراورده آن نیز محلول بی‌رنگ از یک یون چند اتمی و کاتیون و سدیم است. تصویر زیر، نمایی از این فرایند را نشان می‌دهد:



بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ نمودار انحلال‌پذیری-دما، نموداری است که انحلال‌پذیری یک ماده را در دماهای مختلف نشان می‌دهد. این نمودار به کمک آزمایش و از یافته‌های تجربی به‌دست می‌آید. این نمودار برای اغلب نمک‌ها صعودی بوده و مطابق آن انحلال‌پذیری اکثر این ترکیب‌ها با افزایش دما زیاد می‌شود. سیر این نمودار، برای برخی از نمک‌ها مثل لیتیم سولفات نیز نزولی است.

۲ به هنگام انحلال یک ترکیب یونی در آب، یون‌های ترکیب یونی از هم جدا شده و توسط مولکول‌های آب احاطه می‌شوند. در مولکول‌های آب، سر مثبت اتم‌های هیدروژن و سر منفی اتم اکسیژن است. مولکول‌های آب از سمت سر مثبت خود یعنی اتم‌های هیدروژن به آنیون‌ها نزدیک می‌شوند و از سر منفی خود یعنی اتم اکسیژن به کاتیون‌ها نزدیک شده و این یون‌ها را آب‌پوشی می‌کنند. فرمول شیمیایی سدیم نیترات به‌صورت $NaNO_3$ بوده که آنیون آن چند اتمی و کاتیون آن تک اتمی است. پس در فرایند انحلال این ماده در آب، کاتیون تک اتمی توسط مولکول‌های آب و از سمت سر منفی(یا همان اتم‌های اکسیژن) احاطه می‌شود.

۳ یکی از مهم‌ترین یون‌ها در مایع‌های بدن، یون پتاسیم بوده که وجود مقدار کافی و مناسب از آن برای تنظیم و عملکرد مناسب دستگاه عصبی بسیار ضروری است. انتقال پیام‌های عصبی بدون وجود این یون، امکان‌پذیر نیست و اختلال در حرکت این یون مانع از انتقال پیام‌های عصبی و در موارد شدید منجر به مرگ می‌شود. نیاز روزانه بدن انسان به یون پتاسیم دو برابر یون سدیم است؛ اما چون بیشتر مواد غذایی حاوی این یون هستند، کمبود آن به‌ندرت پیش می‌آید.

گروه آموزشی ماز

۲۰- در چند مورد از ترکیب‌های زیر، میانگین نیروی پیوند یونی در ترکیب مورد نظر و پیوند هیدروژنی میان ذرات آب، بیشتر از نیروی جاذبه یون-دوقطبی ایجاد شده در محلول آبی آن ماده است؟

الف: باریم سولفات

ب: آهن(III) هیدروکسید

پ: آهن(II) کلرید

ت: منیزیم سولفات

ث: سدیم نیترات

ج: کلسیم کلرید

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

پاسخ: گزینه ۲ (آسان ـ مفهومی ـ ۱۰۰۳)

شیمی‌دان‌ها بیشترین مقدار از یک حل‌شونده که در دمای معین در ۱۰۰ گرم حلال حل می‌شود را انحلال‌پذیری آن ماده می‌نامند. در این عبارت، واژه «بیشترین» نشان‌دهنده رسیدن محلول به حالت سیرشده است. محلول سیرشده، محلولی است که نمی‌تواند حل‌شونده بیشتری را در خود حل کند و در صورت افزودن مقدار بیشتر حل‌شونده به آن، حل‌شونده مورد نظر به‌صورت رسوب درآمده و در ته ظرف ته‌نشین می‌شود. ترکیب‌هایی که مقدار انحلال‌پذیری خیلی کمی در آب دارند، نامحلول در آب به شمار می‌روند.

اگر برای یک ترکیب یونی، میانگین نیروی پیوند یونی میان آنیون‌ها و کاتیون‌ها و پیوند هیدروژنی میان ذرات سازنده آب بیشتر از نیروی جاذبه یون-دوقطبی در محلول آبی آن ماده باشد، آن ماده در آب نامحلول است. در این حالت، اگر مقداری از آن ترکیب یونی را در آب بریزیم، قسمت عمده این ترکیب به‌صورت رسوب در کف ظرف مورد نظر ته‌نشین خواهد شد. در میان ترکیب‌های مطرح‌شده، باریم سولفات و آهن(III) هیدروکسید در آب نامحلول هستند در حالی که چهار ترکیب دیگر در آب محلول هستند.

شرط انحلال

به‌طور کلی، برای آن که ماده A در ماده B حل شود، باید نیروی جاذبه ایجادشده بین ذرات سازنده A و B در مخلوط بیشتر از میانگین نیروی جاذبه بین ذرات A در یک نمونه خالص از آن و نیروی جاذبه بین ذرات B در یک نمونه خالص از آن باشد. اگر جاذبه بین ذرات پیش از مخلوط کردن بیشتر از جاذبه ایجادشده بین ذرات حلال و حل‌شونده باشد، آن دو ماده در یکدیگر حل نمی‌شوند. اگر ماده حل‌شونده، یک ترکیب یونی بوده و حلال آب باشد، نوع نیروی جاذبه بین ذرات در حل‌شونده از نوع یونی، نوع نیروی بین ذرات در حلال از نوع پیوند هیدروژنی و نوع نیروی بین ذرات در محلول این دو ماده، از نوع یون-دوقطبی خواهد بود. بنابراین هرگاه ترکیبی یونی در مجاورت آب قرار گیرد و نیروی جاذبه یون-دوقطبی ایجادشده بین یون‌ها و آب از میانگین نیروی پیوند یونی و پیوند هیدروژنی در آب قوی‌تر باشد، انحلال صورت می‌گیرد و اگر مقدار این جاذبه نسبت به جاذبه‌های اولیه کم‌تر باشد، انحلال صورت نمی‌گیرد. برای مثال، منیزیم سولفات در آب حل می‌شود ولی باریم سولفات در آب حل نمی‌شود. پس می‌توان نوشت:

نیروی جاذبه یون-دوقطبی > میانگین نیروی پیوند یونی در منیزیم سولفات و پیوند هیدروژنی در آب

نیروی جاذبه یون-دوقطبی < میانگین نیروی پیوند یونی در باریم سولفات و پیوند هیدروژنی در آب

گروه آموزشی ماز

۲۱- انحلال‌پذیری کلسیم کلرید در دمای ۲۰°C سه برابر دمای ۶۰°C است. اگر عرض از مبدأ نمودار انحلال‌پذیری این ماده برابر ۸۰ باشد، درصد جرمی این ماده در محلول سیرشده آن در دمای ۵۰°C به‌تقریب چقدر است؟ (نمودار انحلال‌پذیری کلسیم کلرید در آب به‌صورت خطی است.)

۱) ۱۳ ۲) ۱۷ ۳) ۲۳ ۴) ۲۹

پاسخ: گزینه ۳ (متوسط ـ مسئله ـ ۱۰۰۳)

اگر معادله انحلال‌پذیری کلسیم کلرید در آب را به‌صورت $S = a\theta + b$ در نظر بگیریم، مقدار b که عرض از مبدأ نمودار نام دارد برابر با ۸۰ خواهد بود. این عدد مقدار انحلال‌پذیری کلسیم کلرید را در دمای صفر درجه سانتی‌گراد نشان می‌دهد. از مقایسه مقدار انحلال‌پذیری این ماده در دمای ۲۰ و ۶۰ درجه سانتی‌گراد داریم:

$$\frac{S_{۲۰}}{S_{۶۰}} = \frac{۲۰a + ۸۰}{۶۰a + ۸۰} \Rightarrow ۳ = \frac{۲a + ۸}{۶a + ۸} \Rightarrow ۳ = \frac{a + ۴}{۳a + ۴} \Rightarrow ۹a + ۱۲ = a + ۴ \Rightarrow a = \frac{-۸}{۸} = -۱$$

معادله انحلال‌پذیری این ماده در آب به‌صورت $S = -\theta + ۸۰$ است. در صورت سؤال، در رابطه با شرایط این محلول در دمای ۵۰ درجه صحبت شده است. بنابراین مقدار انحلال‌پذیری این ماده در دمای ۵۰°C در هر ۱۰۰ گرم آب برابر است با:

$$S_{۵۰} = -۵۰ + ۸۰ = ۳۰\ g$$

پس انحلال‌پذیری این ماده در دمای ۵۰°C در ۱۰۰ گرم آب برابر ۳۰ گرم است. یعنی در یک محلول از این ماده که حاوی ۱۰۰ گرم حلال است، ۳۰ گرم حل‌شونده وجود دارد. پس جرم چنین محلولی برابر ۱۳۰ گرم است. بر این اساس درصد جرمی کلسیم کلرید را در این محلول به‌دست می‌آوریم:

$$a = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}} \times ۱۰۰ \Rightarrow a = \frac{۳۰}{۱۳۰} \times ۱۰۰ \simeq ۲۳ \text{ درصد}$$

پس درصد جرمی کلسیم کلرید در محلول سیرشده آن در دمای ۵۰°C به‌تقریب برابر ۲۳ درصد است. رابطه میان درصد جرمی حل‌شونده(a) و انحلال‌پذیری(S) به‌صورت زیر است:

$$a = \frac{S}{۱۰۰ + S} \times ۱۰۰$$

اگر مقدار انحلال‌پذیری ناچیز بود(به‌طور معمول کمتر از ۲ گرم)، می‌توان از S در مخرج صرف نظر کرد و در این حالت درصد جرمی و انحلال‌پذیری برابر خواهد بود.

گروه آموزشی ماز

۲۲- کدام‌یک از مقایسه‌های انجام‌شده میان استون و اتانول درست است؟

الف: هر دو ماده از جمله حلال‌های آلی هستند و مواد قطبی در آن‌ها حل می‌شوند.

ب: هر دو ماده توانایی تشکیل پیوندهای هیدروژنی در محلول آبی خود را دارند.

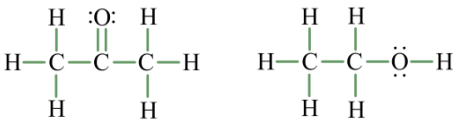
پ: نسبت شمار جفت الکترون‌های ناپیوندی به پیوندی در ساختار استون بیشتر است.

ت: ماده‌ای با جرم مولی بیشتر، نیروی بین مولکولی قوی‌تری در یک نمونه خالص از خود دارد.

۱) فقط «الف» ۲) «الف» و «ب» ۳) «الف» و «پ» ۴) «ب» و «ت»

پاسخ: گزینه ۲ (متوسط ـ مفهومی ـ ۱۰۰۳)

ساختار اتانول و استون به‌صورت زیر است:



در رابطه با این دو ماده، عبارت‌های «الف» و «ب» درست هستند.

بررسی موارد:

«الف»: اتانول و استون هر دو حلال آلی هستند. اتانول در دسته الکل‌ها و استون در خانواده کتون‌ها قرار دارد. در واقع استون ساده‌ترین کتون است. گروه عاملی موجود در هر دو ماده، بخش قطبی ماده را تشکیل می‌دهند و مولکول‌های هر دو ماده گشتاور دوقطبی بزرگ‌تر از صفر دارند و ترکیب قطبی محسوب می‌شوند. از این مواد برای انحلال مولکول‌ها قطبی استفاده می‌شود. البته، چون استون دارای یک بخش ناقطبی است، می‌تواند برخی از مواد ناقطبی مثل چربی‌ها را نیز در خود حل کند. جدول زیر، برخی از ویژگی‌های استون و آب را نشان می‌دهد:

ترکیب آلی	فرمول شیمیایی	جرم مولی $(g.mol^{-1})$
اتانول	C_2H_5OH	۴۶
استون	$CH_3\overset{\overset{O}{\|}}{C}CH_3$	۵۸

«ب»: در هر دو ماده اتم اکسیژن وجود دارد و هر دو ماده توانایی تشکیل پیوند هیدروژنی با مولکول‌های آب را با همین اتم اکسیژن دارند. البته اتانول به علت اتصال یکی از اتم‌های هیدروژن آن با اتم اکسیژن، توانایی تشکیل پیوند هیدروژنی با آب را با استفاده از اتم هیدروژن نیز دارد. به دلیل تشکیل همین پیوند هیدروژنی در محلول این دو ماده با آب، این دو ماده به هر نسبتی در آب حل می‌شوند و از این رو نمی‌توان محلول سیرشده‌ای از آن‌ها تهیه کرد.

نیروهای بین مولکولی

به برهم‌کنش‌های بین مولکول‌های سازنده یک ماده، نیروهای بین‌مولکولی گفته می‌شود که به دو دسته پیوند هیدروژنی و نیروهای واندروالسی تقسیم‌بندی می‌شود.

در ساختار همه مواد نیروی وان‌درواالسی که ناشی از جرم و حجم مولکول است، وجود دارد. اما برای ایجاد پیوند هیدروژنی بین دو مولکول، دو شرط لازم است:

شرط اول: در یکی از مولکول‌ها، اتم هیدروژن به‌طور مستقیم (با پیوند اشتراکی) به یکی از سه اتم F، O و یا N متصل باشد.

شرط دوم: در مولکول دیگر کافیست فقط یکی از سه اتم F، O و یا N وجود داشته باشد.

پس در یک ماده وجود پیوندهای کووالانسی $O-H$، $N-H$ یا $F-H$، نشان از توانایی آن ماده در تشکیل پیوند هیدروژنی دارد. همچنین موادی که در ساختار آن‌ها اتم‌های O، N یا F بدون پیوندهای نام برده وجود دارد، اگر چه با مولکول‌های خود توانایی تشکیل پیوند هیدروژنی را ندارد، اما می‌تواند با ماده‌ای که یکی از آن ۳ پیوند کووالانسی را دارد، پیوند هیدروژنی تشکیل دهد. به‌عنوان مثال، با حل شدن استون در آب، پیوند هیدروژنی میان مولکول‌های حلال و حل‌شونده به‌وجود می‌آید.

«پ»: در ساختار هر دو ماده، دو جفت الکترون ناپیوندی وجود دارد که بر روی اتم اکسیژن قرار دارد. از طرفی شمار جفت الکترون‌های پیوندی یا همان تعداد پیوندهای کووالانسی در استون برابر ۱۰ و در اتانول برابر ۸ است. پس نسبت خواسته‌شده در اتانول بیشتر از استون است.

«ت»: با وجود آن که جرم مولی اتانول کمتر از استون بوده و نیروی وان‌درواالسی در اتانول ضعیف‌تر است، اما به علت وجود پیوند هیدروژنی میان مولکول‌های اتانول، نیروی بین مولکولی قوی‌تری در اتانول وجود دارد و به همین علت نقطه جوش آن بیش از استون است. دمای جوش اتانول برابر با ۷۸ درجه و دمای جوش استون برابر با ۵۶ درجه سلسیوس است.

گروه آموزشی ماز

۲۳- کدام‌یک از مطالب زیر درست است؟

۱) انحلال‌پذیری گاز اکسیژن در آب دریا بیشتر از آب خالص است.
۲) قانون هنری اثر دما را بر انحلال‌پذیری گازها در آب را نشان می‌دهد.
۳) در شرایط یکسان، انحلال‌پذیری گاز اکسیژن در آب بیشتر از گاز نیتروژن است.
۴) افزایش دمای محلول سیرشده یک گاز، موجب تولید یک محلول سیرنشده می‌شود.

پاسخ: گزینه ۳ (متوسط ـ مفهومی ـ ۱۰۰۳)

چون گاز اکسیژن در مقایسه با گاز نیتروژن جرم مولی بیشتری دارد، نیروهای بین ذره‌ای قوی‌تری با مولکول‌های آب برقرار کرده و بر این اساس، در شرایط یکسان انحلال‌پذیری در آب برای گاز اکسیژن بیشتر از گاز نیتروژن است.

انحلال‌پذیری گازها

گازهای مختلف، به میزان متفاوتی در یک نمونه از آب حل می‌شوند. عوامل زیر، بر انحلال‌پذیری گازهای مختلف در آب مؤثر هستند:

- گازهایی که مولکول آن‌ها با آب پیوند هیدروژنی برقرار می‌کند، انحلال‌پذیری نسبتاً زیادی دارند.
- گازهایی که پس از انحلال در آب، با آب واکنش می‌دهند، انحلال‌پذیری نسبتاً زیادی دارند. اغلب اکسیدهای نافلزی گازی با آب واکنش می‌دهند، بنابراین این مواد انحلال‌پذیری نسبتاً بالایی در آب دارند. آمونیاک نیز از جمله گازهایی است که با آب واکنش می‌دهد؛ پس انحلال‌پذیری نسبتاً بالایی دارد.
- گازهایی که مولکول‌های ناقطبی دارند، انحلال‌پذیری کمی در آب دارند. هرچقدر که یک مولکول ناقطبی بزرگ‌تر و سنگین‌تر باشد، جاذبهٔ قوی‌تری با ذرات آب ایجاد می‌کند و در آب انحلال‌پذیرتر است. برای مثال، داریم:

انحلال پذیری : $N_2 < Cl_2$

- گازهایی با مولکول‌های قطبی به‌طور معمول بهتر در آب حل می‌شوند. مقایسه انحلال‌پذیری بعضی از این گازها به‌صورت زیر است:

$N_2 < O_2 < NO < CO_2$

جرم کمتر — جرم بیشتر — قطبی — واکنش با آب

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ مقدار نمک موجود در آب دریا بر میزان انحلال‌پذیری گازها اثر دارد. با افزایش مقدار سایر حل‌شونده‌ها در یک محلول، مقدار انحلال‌پذیری گازها در آن محلول کاهش پیدا می‌کند. در شرایط یکسان از نظر دما و فشار، انحلال‌پذیری گاز اکسیژن در محلول سدیم کلرید(مانند آب دریا و یا آب مناطق کویری) کمتر از آب خالص است.

۲ با افزایش فشار، انحلال‌پذیری گازها به‌صورت خطی افزایش می‌یابد. یعنی با n برابر شدن فشار گاز، انحلال‌پذیری آن گاز n برابر می‌شود. این قانون، به قانون هنری معروف است. پس قانون هنری تأثیر فشار را بر انحلال‌پذیری گازها در آب را بررسی می‌کند و ربطی به تأثیر دما ندارد.

۴ اگر یک محلول سیرشده را در شرایطی قرار دهیم که انحلال‌پذیری حل‌شونده در آن کاهش یابد، مقدار حل‌شونده اضافه از محلول خارج شده و محلول حاصل سیرشده خواهد بود. اما اگر یک محلول سیرشده را در شرایطی قرار دهیم که انحلال‌پذیری حل‌شونده در آن افزایش یابد، یک محلول سیرنشده حاصل می‌شود. همان‌طور که می‌دانیم، انحلال‌پذیری گازها در آب با افزایش دما کاهش می‌یابد. پس افزایش دمای محلول سیرشده یک گاز، موجب قرار گرفتن این محلول در شرایطی با انحلال‌پذیری کمتر می‌شود. طی این اتفاق، بخشی از گاز که بیشتر از انحلال‌پذیری در شرایط جدید است، از محلول خارج شده و همچنان محلول باقی‌مانده سیرشده است. از کاهش انحلال‌پذیری گازها در آب با افزایش دما، می‌توان نتیجه گرفت که انحلال گازها در آب فرایندی گرماده است.

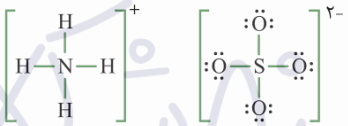
گروه آموزشی ماز

۲۴- در هر واحد فرمولی از نمک آمونیوم سولفات، نسبت شمار جفت الکترون‌های پیوندی به شمار جفت الکترون‌های ناپیوندی برابر چند است؟

۱) ۱/۳۳ ۲) ۰/۶۷ ۳) ۱ ۴) ۱/۴

پاسخ: گزینه ۳ (آسان ـ مفهومی ـ ۱۰۰۳)

آمونیوم سولفات ترکیبی یونی بوده که از دو یون چند اتمی آمونیوم(NH_4^+) و سولفات(SO_4^{2-}) با ساختارهای زیر تشکیل شده است:



فرمول شیمیایی این ماده به‌صورت $(NH_4)_2SO_4$ بوده که در آن شمار یون‌های آمونیوم دو برابر شمار یون‌های سولفات است. بر این اساس در یک مول از این ماده دو مول یون آمونیوم و یک مول یون سولفات وجود دارد. مطابق ساختار بالا در هر مول آمونیوم، ۴ مول جفت الکترون پیوندی و در هر مول سولفات ۴ مول جفت الکترون پیوندی و ۱۲ مول جفت الکترون ناپیوندی دیده می‌شود. پس نسبت خواسته‌شده برابر است با:

$$\frac{\text{شمار جفت الکترون‌های پیوندی}}{\text{شمار جفت الکترون‌های ناپیوندی}} = \frac{۲ \times ۴ + ۱ \times ۴}{۱ \times ۱۲} = \frac{۱۲}{۱۲} = ۱$$

پس نسبت شمار جفت الکترون‌های پیوندی به شمار جفت الکترون‌های ناپیوندی در این ترکیب برابر ۱ است.

گروه آموزشی ماز

۲۵- به یک لیتر محلول ۴ مولار سدیم نیترات با چگالی ۱/۱۲ گرم بر میلی‌لیتر، چند گرم از این نمک اضافه کنیم تا محلول سیرشده آن به‌دست آید؟ (در شرایط آزمایش انحلال‌پذیری سدیم نیترات برابر ۸۰ گرم در ۱۰۰ گرم آب است.)

$(N = ۱۴ , O = ۱۶ , Na = ۲۳ : g.mol^{-1})$

۱) ۴۴۰ ۲) ۲۸۴ ۳) ۱۲۸ ۴) ۱۷۰

پاسخ: گزینه ۲ (متوسط ـ مسئله ـ ۱۰۰۳)

فرمول شیمیایی سدیم نیترات به‌صورت $NaNO_3$ است. ابتدا مقدار آب موجود در یک لیتر از این محلول سدیم نیترات را حساب می‌کنیم. برای این منظور، به کمک چگالی مقدار جرم محلول را محاسبه کرده و به کمک غلظت، جرم حل‌شونده را به‌دست می‌آوریم. تفاوت جرم محلول و حل‌شونده برابر جرم آب موجود در این محلول است. بر این اساس، داریم:

$$? g \text{ محلول} = ۱ L \text{ محلول} \times \frac{۱۰۰۰ ml}{۱ L} \times \frac{۱/۱۲ g \text{ محلول}}{۱ ml \text{ محلول}} = ۱۱۲۰ g$$

$$? g NaNO_3 = ۱ L \text{ محلول} \times \frac{۴ mol NaNO_3}{۱ L \text{ محلول}} \times \frac{۸۵ g NaNO_3}{۱ mol NaNO_3} = ۳۴۰ g$$

پس جرم آب موجود در این محلول برابر است با:

$$\text{جرم محلول} = \text{جرم حلال} + \text{جرم حل‌شونده} \Longrightarrow ۱۱۲۰ = x + ۳۴۰ \Longrightarrow x = ۷۸۰ g$$

در شرایط آزمایش، مقدار انحلال‌پذیری سدیم نیترات برابر ۸۰ گرم در ۱۰۰ گرم آب است. حال مقدار سدیم نیترات لازم برای سیرشدن ۷۸۰ گرم آب را به کمک انحلال‌پذیری آن به‌دست می‌آوریم:

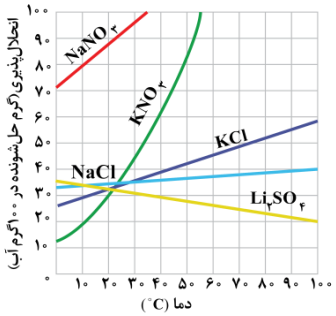
$$? g\ NaNO_3 = 780\ g\ \text{آب} \times \frac{80\ g\ NaNO_3}{100\ g\ \text{آب}} = 624\ g$$

پس برای سیر کردن این مقدار آب با استفاده از نمک سدیم نیترات، باید ۶۲۴ گرم حل‌شونده به آن اضافه کرد که در حال حاضر ۳۴۰ گرم حل‌شونده در آن وجود دارد. پس باید ۲۸۴ گرم سدیم نیترات دیگر به این محلول اضافه کرده و حل کنیم تا محلول سیرشده به‌دست آید.

گروه آموزشی ماز

۲۶- نمودار مقابل، روند تغییر مقدار انحلال‌پذیری چند نمک بر حسب تغییر دمای محلول را نشان می‌دهد:
با توجه به نمودار، آب موجود در ۵۰۰ گرم محلول سیرشده پتاسیم نیترات در دمای ۴۰°C، حداکثر چند گرم لیتیم سولفات را تقریباً در خود حل خواهد کرد؟

۱) ۷۸
۲) ۱۳۴
۳) ۹۴
۴) ۱۱۶



پاسخ: گزینه ۳ (متوسط ـ مسئله ـ ۱۰۰۳)

مطابق نمودار، انحلال‌پذیری پتاسیم نیترات و لیتیم سولفات در دمای ۴۰°C در ۱۰۰ گرم آب به‌ترتیب برابر با ۶۰ و ۳۰ گرم است. ابتدا مقدار آب موجود در ۵۰۰ گرم محلول سیرشده پتاسیم نیترات را در همین دما حساب می‌کنیم. بر اساس انحلال‌پذیری، در ۱۶۰ گرم محلول سیرشده پتاسیم نیترات، ۶۰ گرم حل‌شونده و ۱۰۰ گرم آب وجود دارد. بر این اساس جرم آب موجود در محلول را حساب می‌کنیم:

$$? g\ \text{آب} = 500\ g\ \text{محلول} \times \frac{100\ g\ \text{آب}}{160\ g\ \text{محلول}} = 312/5\ g$$

در نهایت مقدار لیتیم سولفاتی را که در این مقدار آب حل می‌شود، محاسبه می‌کنیم:

$$? g\ Li_2SO_4 = 312/5\ g\ \text{آب} \times \frac{30\ g\ Li_2SO_4}{100\ g\ \text{آب}} = 93/75\ g$$

پس در این مقدار آب به‌تقریب ۹۴ گرم لیتیم سولفات حل می‌شود.

گروه آموزشی ماز

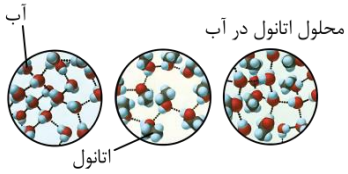
۲۷- چند مورد از مطالب زیر نادرست است؟

الف: در محلول اتانول در آب، پیوندهای هیدروژنی بین ذرات آب و بخش قطبی ذرات اتانول برقرار می‌شود.
ب: پیوند هیدروژنی تشکیل‌شده در محلول آب و اتانول، از پیوندهای هیدروژنی در اتانول خالص قوی‌تر است.
پ: تعداد پیوندهای هیدروژنی که هر مولکول در یک نمونه آب خالص تشکیل می‌دهد، بیشتر از اتانول خالص است.
ت: پیوند هیدروژنی، نیروی بین مولکولی میان اتم هیدروژن از یک مولکول قطبی با سر مثبت از یک مولکول دیگر است.

۱) صفر ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۳

پاسخ: گزینه ۲ (سخت ـ مفهومی ـ ۱۰۰۳)

انحلال اتانول در آب، نوعی انحلالی مولکولی بوده و با ایجاد پیوند هیدروژنی میان مولکول‌های آب و مولکول‌های اتانول همراه است. شکل زیر پیوندهای هیدروژنی را در آب و اتانول خالص و محلول این دو نشان می‌دهد:



با توجه به این تصویر، فقط عبارت «ت» نادرست است.

بررسی موارد:

«الف»: مولکول اتانول از دو بخش قطبی یعنی گروه عاملی الکلی($-OH$) و بخش ناقطبی یعنی قسمت هیدروکربنی($-C_2H_5$) تشکیل شده است. در این مولکول، اتم اکسیژن و اتم هیدروژن متصل به اتم اکسیژن، توانایی شرکت در تشکیل پیوند هیدروژنی را دارند و اتم‌های هیدروژن موجود در بخش هیدروکربنی(C_2H_5) توانایی ایجاد پیوند هیدروژنی را ندارند. هر دو اتمی که می‌توانند با مولکول‌های آب پیوند هیدروژنی ایجاد کنند، در قسمت قطبی یا همان گروه عاملی الکلی از مولکول اتانول قرار دارند.

«ب»: با توجه به انحلال اتانول در آب، می‌توان گفت نیروی جاذبه(پیوند هیدروژنی) ایجادشده بین ذرات سازنده آب و اتانول در محلول بیشتر از میانگین پیوند هیدروژنی میان مولکول‌های آب و اتانول در دو نمونه جداگانه و خالص از این دو ماده است. همچنین با توجه به شکل بالا، شمار پیوندهای هیدروژنی در اتانول خالص(حداکثر ۲ پیوند هیدروژنی به ازای هر مولکول اتانول) کمتر از محلول این ماده در آب بوده و پیوندهای هیدروژنی آن ضعیف‌تر از محلول آبی اتانول هستند. قدرت پیوندهای هیدروژنی مطرح‌شده در شکل بالا به‌صورت زیر است:

قدرت پیوند هیدروژنی در آب خالص > قدرت پیوند هیدروژنی در محلول آبی اتانول > قدرت پیوند هیدروژنی در اتانول خالص

بر این اساس، داریم:

میانگین قدرت پیوند هیدروژنی در آب خالص و اتانول خالص > قدرت پیوند هیدروژنی در محلول

«پ»: هر مولکول اتانول حداکثر می‌تواند دو پیوند هیدروژنی داشته باشد، در حالی که در یک نمونه آب خالص هر مولکول آب می‌تواند حداکثر در تشکیل چهار پیوند هیدروژنی شرکت داشته باشد.

«ت»: پیوند هیدروژنی، نیروی جاذبه اتم هیدروژن متصل به یکی از عناصر اکسیژن، نیتروژن یا فلوئور با همین ۳ عنصر از مولکول دیگر است. در این حالت، اتم‌های هیدروژن سر مثبت مولکول و اتم‌های اکسیژن، نیتروژن و یا فلوئور سر منفی مولکول محسوب می‌شوند.

گروه آموزشی ماز

۲۸- کدام‌یک از مطالب زیر درست است؟

۱) مولکول‌های آب از سمت اتم سنگین‌تر خود، به سمت میله شیشه‌ای مالش داده‌شده به موی خشک نزدیک می‌شوند.
۲) کمترین نقطه جوش در میان هیدروژن هالیدها، متعلق به هالوژنی با ۸ الکترون با $l = 0$ در آرایش الکترونی است.
۳) ممکن است انحلال‌پذیری یک نمونه از گاز ناقطبی A در آب بیشتر از انحلال‌پذیری گاز قطبی B در آب باشد.
۴) تفاوت در شکل مولکول‌های هیدروژن سولفید و آب، علت تفاوت ویژگی‌های فیزیکی این دو ماده است.

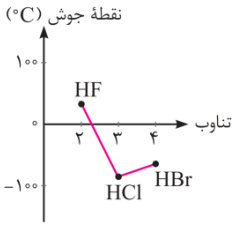
پاسخ: گزینه ۳ (متوسط ـ مفهومی ـ ۱۰۰۳)

آب، حلالی قطبی است و انتظار داریم گازهای قطبی را نسبت به گازهای ناقطبی به مقدار بیشتری در خود حل کند. این عبارت تا جایی درست است که انحلال گاز در آب به‌صورت فیزیکی باشد و گاز به‌صورت مولکولی در آب حل شود. توجه داریم که ممکن است انحلال گاز در آب به‌صورت شیمیایی باشد و طی آن واکنش شیمیایی رخ دهد. در این صورت مقدار انحلال‌پذیری گاز صرف‌نظر از قطبی یا ناقطبی بودن آن، افزایش شدیدی پیدا می‌کند. برای مثال، گازهای کربن دی‌اکسید و گوگرد تری‌اکسید که دو گاز ناقطبی هستند اما انحلال‌پذیری آن‌ها در آب بسیار بالا است چراکه با آب واکنش داده و محلول‌هایی با خاصیت اسیدی را ایجاد می‌کنند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ ساختار مولکول‌های آب به علت وجود جفت الکترون‌های ناپیوندی بر روی اتم اکسیژن، به‌صورت V شکل است و این پدیده موجب قطبی‌شدن مولکول‌های آب شده است. پس مولکول‌های آب قطبی هستند و سر مثبت و منفی دارند. در مولکول‌های آب، سر مثبت به اتم‌های هیدروژن و سر منفی به اتم اکسیژن نسبت داده می‌شود. میله شیشه‌ای مالش داده‌شده به موی سر، بار الکتریکی منفی دارد و اگر به باریکه‌ای از آب نزدیک شود، مولکول‌های آب از سر مثبت یا همان اتم‌های هیدروژن(که سبک‌تر هم هستند) به سمت میله جذب و نزدیک می‌شوند.

۲ هیدروژن هالیدها، ترکیب‌های حاصل از واکنش گاز هیدروژن و هالوژن‌ها(عناصر موجود در گروه ۱۷ جدول دوره‌ای) هستند. انتظار داریم با افزایش جرم مولکولی هیدروژن هالیدها(با حرکت از بالا به پایین در جدول تناوبی)، نقطه جوش این مواد افزایش یابد و کمترین نقطه جوش مربوط به هیدروژن فلوئورید باشد، اما به علت وجود پیوند هیدروژنی میان مولکول‌های هیدروژن فلوئورید، نقطه جوش آن بیشتر از سایر هیدروژن هالیدها است. پس از هیدروژن فلوئورید، هیدروژن کلرید کمترین جرم مولی را داشته و به همین علت پایین‌ترین نقطه جوش را دارد. نمودار زیر، روند تغییر دمای جوش هیدروژن هالیدهای مختلف را نشان می‌دهد:



پس هالوژن مورد نظر کلر است و آرایش الکترونی این عنصر دوره سوم و گروه هفدهم به‌صورت زیر است:

$_{۱۷}Cl: ۱s^۲۲s^۲۲p^۶۳s^۲۳p^۵$

الکترون‌هایی با $l = ۰$ در واقع همان الکترون‌های زیرلایه s هستند که در این اتم، ۶ مورد از آن‌ها دیده می‌شود.

۴ بر روی اتم گوگرد در مولکول هیدروژن سولفید دو جفت الکترون ناپیوندی وجود دارد و شکل مولکول‌های هیدروژن سولفید همانند آب به‌صورت V است. هر دوی این مواد قطبی هستند. علت تفاوت فاحش ویژگی‌های فیزیکی این دو ماده، میزان گشتاور دو قطبی بسیار زیاد مولکول‌های آب در مقایسه با هیدروژن سولفید و وجود پیوندهای هیدروژنی در میان مولکول‌های آب است که این ماده را به یک ماده استثنایی تبدیل کرده است. جدول زیر، ویژگی‌های آب و هیدروژن سولفید را در مقایسه با یکدیگر نشان داده است:

ماده	فرمول	ساختار	قطبیت	گشتاور دوقطبی	جرم مولی	حالت فیزیکی	نقطه جوش
آب	$H_۲O$		قطبی	۱/۸۵ دبای	۱۸	مایع	۱۰۰°C
هیدروژن سولفید	$H_۲S$		قطبی	۰/۹۷ دبای	۳۴	گاز	−۶۰°C

مطابق جدول فوق، هر دو ماده مولکول‌های خمیده و قطبی دارند، اما آب با جرم مولی نزدیک به نصف جرم مولی هیدروژن سولفید، دمای جوش غیرعادی و بالاتری از آن دارد. در واقع با توجه به گشتاور دوقطبی بسیار بالای آب(نزدیک به دو برابر گشتاور دوقطبی هیدروژن سولفید)، بین ذرات این ماده پیوند هیدروژنی برقرار شده و بر این اساس، می‌توان گفت نیروی جاذبه میان مولکول‌های آب از نیروی جاذبه میان ذرات هیدروژن سولفید بسیار قوی‌تر است.

گروه آموزشی ماز

۲۹- اگر انحلال‌پذیری سدیم فسفات و آلومینیم نیترات به‌ترتیب برابر ۴۰ و ۷۱ گرم در ۱۰۰ گرم آب باشد، ۲۰۰ گرم محلول‌سیرشده آلومینیم نیترات به‌تقریب با چند گرم محلول سیرشده سدیم فسفات واکنش داده و رسوب آلومینیم فسفات تولید می‌کند؟

$(N = ۱۴ , O = ۱۶ , Na = ۲۳ , Al = ۲۷ , P = ۳۱ : g.mol^{-۱})$

۱) ۵۴۶/۷ ۲) ۲۷۳/۳ ۳) ۴۴۷/۶ ۴) ۲۲۳/۸

پاسخ: گزینه ۴ (سخت ـ مسئله ـ ۱۰۰۳)

معادله واکنش انجام‌شده به‌صورت زیر است:

$$Al(NO_۳)_۳(aq) + Na_۳PO_۴(aq) \longrightarrow AlPO_۴(s) + ۳NaNO_۳(aq)$$

انحلال‌پذیری، حداکثر مقدار نمک قابل حل در یک محلول سیرشده را نشان می‌دهد. بر این اساس ابتدا مقدار آلومینیم نیترات موجود در ۲۰۰ گرم از محلول سیرشده را حساب می‌کنیم:

$$?\,mol\ Al(NO_۳)_۳ = ۲۰۰\ g\ \text{محلول} \times \frac{۷۱\ g\ Al(NO_۳)_۳}{۱۷۱\ g\ \text{محلول}} \times \frac{۱\ mol\ Al(NO_۳)_۳}{۲۱۳\ g\ Al(NO_۳)_۳} \simeq ۰/۳۹\ mol$$

با توجه به معادله واکنش شیمیایی داده شده، هر مول آلومینیم نیترات با یک مول سدیم فسفات واکنش می‌دهد. بر این اساس جرم محلولی که حاوی این ۰/۳۹ مول سدیم فسفات باشد را حساب می‌کنیم:

$$?\,g\ \text{محلول} = ۰/۳۹\ mol\ Na_۳PO_۴ \times \frac{۱۶۴\ g\ Na_۳PO_۴}{۱\ mol\ Na_۳PO_۴} \times \frac{۱۴۰\ g\ \text{محلول}}{۴۰\ g\ Na_۳PO_۴} = ۲۲۳/۸۶\ g$$

پس جرم محلول سیرشده سدیم فسفاتی که در این واکنش شرکت می‌کند به‌تقریب برابر با ۲۲۳/۸ است.

گروه آموزشی ماز

۳۰- اگر از انحلال مقداری فرمالدهید($CH_۲O$) در استون، محلولی با غلظت ۲۱ درصد جرمی آن تولید شود، غلظت فرمالدهید در این محلول به‌تقریب چند مولار است؟ (حجم محلول، برابر با مجموع حجم اجزای سازنده آن بوده و چگالی فرمالدهید و استون به‌ترتیب برابر ۰/۸۴ و ۰/۷۹ گرم بر میلی‌لیتر است.

$(H = ۱ , C = ۱۲ , O = ۱۶ : g.mol^{-۱}$

۱) ۴/۲ ۲) ۷ ۳) ۵/۶ ۴) ۶/۳

پاسخ: گزینه ۳ (متوسط ـ مسئله ـ ۱۰۰۳)

برای حل این سؤال باید حجم محلول و مقدار مول فرمالدهید موجود در آن را حساب کنیم. برای راحتی حل مسئله، جرم محلول را ۱۰۰ گرم در نظر می‌گیریم. اگر جرم محلول ۱۰۰ گرم باشد، ۲۱ گرم آن را فرمالدهید و ۷۹ گرم آن را استون تشکیل می‌دهد. برای محاسبه حجم محلول، حجم اجزای مختلف محلول را حساب کرده و با یکدیگر جمع می‌کنیم. ابتدا حجم هر یک از مواد موجود در محلول را حساب می‌کنیم:

$$?\,ml\ CH_۲O = ۲۱\ g\ CH_۲O \times \frac{۱\ ml\ CH_۲O}{۰/۸۴\ g\ CH_۲O} = ۲۵\ ml$$

$$?\,ml\ C_۳H_۶O = ۷۹\ g\ C_۳H_۶O \times \frac{۱\ ml\ C_۳H_۶O}{۰/۷۹\ g\ C_۳H_۶O} = ۱۰۰\ ml$$

پس حجم این محلول برابر ۱۲۵ میلی‌لیتر یا ۰/۱۲۵ لیتر است. حال مقدار مول فرمالدهید را در این محلول حساب می‌کنیم:

$$?\,mol\ CH_۲O = ۲۱\ g\ CH_۲O \times \frac{۱\ mol\ CH_۲O}{۳۰\ g\ CH_۲O} = ۰/۷\ mol$$

در نهایت غلظت مولی فرمالدهید را در این محلول محاسبه می‌کنیم:

$$C = \frac{n}{V} \Longrightarrow C = \frac{۰/۷}{۰/۱۲۵} = ۵/۶\ mol.L^{-۱}$$

پس غلظت این محلول برابر ۵/۶ مولار است.

۱- **کدام‌یک از عبارت‌های زیر نادرست است؟**

۱) مواد طبیعی، همانند مواد مصنوعی، از کره زمین به‌دست می‌آیند و برای ساختن وسایل مختلف استفاده می‌شوند.
۲) گسترش صنعت خودرو مدیون ماده‌ای است که طی مراحل طولانی از سنگ معدن حاصل می‌شود.
۳) عناصر در جدول تناوبی، برحسب افزایش بنیادی‌ترین ویژگی آن‌ها یعنی عدد اتمی چیده می‌شوند.
۴) هر دوره از جدول تناوبی امروزی، با یک فلز قلیایی شروع و با یک گاز نجیب به اتمام می‌رسد.

پاسخ: گزینه ۴ (آسان ـ حفظی ـ ۱۱۰۱)

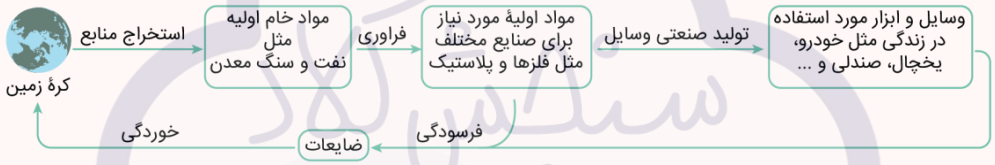
فلزهای قلیایی، فلزهایی از جدول تناوبی هستند که در گروه اول قرار می‌گیرند. دوره اول جدول تناوبی با عنصر هیدروژن شروع شده و به هلیم که یک گاز نجیب است، ختم می‌شود. هیدروژن، یک نافلز بوده و جزء فلزهای قلیایی نیست. توجه داریم که از دوره دوم جدول تناوبی به بعد، هر تناوب با یک فلز قلیایی شروع و به یک گاز نجیب ختم می‌شود. برای مثال، تناوب دوم با فلز لیتیم شروع شده و با گاز نئون به اتمام می‌رسد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ همه مواد طبیعی و ساختگی از کره زمین به دست می‌آیند. دقت کنید که مواد ساختگی نیز از مواد طبیعی موجود در زمین ساخته می‌شوند. برای مثال ورقه‌های فلزی که در ساخت دوچرخه استفاده می‌شود از فراوری سنگ معدن تولید می‌شوند. همچنین لاستیک‌های دوچرخه نیز از فراوری نفت خام حاصل می‌گردند.

چرخه مواد در کره زمین

نمودار زیر، روند کلی تغییر و فراوری منابع مختلفی که از زمین استخراج می‌شوند را نشان می‌دهد:



با توجه به داده‌های موجود در این نمودار، همه موادی که از طبیعت به‌دست می‌آیند، بالاخره پس از گذشتن یک مدت زمان خاص، به طبیعت باز می‌گردند و به همین خاطر، مجموع جرم کل مواد موجود در کرهٔ زمین تقریباً ثابت باقی می‌ماند. توجه داریم که همه مواد و منابع طبیعی و ساختگی(مصنوعی) مورد نیاز انسان، از کره زمین به‌دست می‌آیند.

۲ گسترش فناوری به میزان دسترسی به مواد مناسب وابسته است؛ به‌طوری که کشف و درک خواص یک ماده جدید پرچم‌دار توسعه فناوری است. گسترش صنعت خودرو به دلیل شناخت و دسترسی به فولاد و پیشرفت صنعت الکترونیک، مدیون موادی به نام نیمه‌رساناها است. فولاد، پس از طی مراحل طولانی از سنگ معدن آهن به‌دست می‌آید.

۳ عناصر در هر دوره برحسب بنیادی‌ترین ویژگی آن‌ها یعنی عدد اتمی با نماد Z چیده شده‌اند. در این جدول، هر عنصر در مقایسه با عنصر قبل از خود عدد اتمی بیشتری دارد.

۲- **چند مورد از عبارت‌های زیر در رابطه با سومین عنصر گروه ۱۴ جدول تناوبی، درست است؟**

الف: همانند پنجمین عنصر دوره سوم جدول دوره‌ای، در اثر ضربه چکش خرد می‌شود.
ب: عدد اتمی این عنصر، با شمار عناصر موجود در گروه سوم جدول دوره‌ای امروزی برابر است.
پ: از واکنش آن با مولکول‌های برم، ترکیبی با ۱۲ جفت الکترون ناپیوندی در هر مولکول حاصل می‌شود.
ت: رسانایی الکتریکی آن، شبیه به رسانایی الکتریکی چهارمین عنصر موجود در دوره سوم جدول دوره‌ای است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

پاسخ: گزینه ۴ (متوسط ـ مفهومی ـ ۱۱۰۱)

گروه چهاردهم جدول دوره‌ای، شامل عناصر کربن، سیلیسیم، ژرمانیم، قلع، سرب و ... می‌شود. کربن اولین عنصر موجود در این گروه بوده و یک نافلز است که سطحی کدر دارد؛ درحالی که سیلیسیم و ژرمانیم در دستهٔ عناصر شبه‌فلزی قرار می‌گیرند و سطح صیقلی دارند. قلع و سرب نیز دو عنصر فلزی هستند که در حالت جامد، سطح صیقلی دارند. توجه داریم که همه این عناصر در شرایط اتاق به حالت جامد یافت می‌شوند. با توجه به توضیحات داده شده، سومین عنصر گروه ۱۴ جدول دوره‌ای معادل با ژرمانیم ($_{۳۲}Ge$) است. بر این اساس همه عبارت‌های داده شده، درست هستند. جدول زیر، خواص عناصر مختلف موجود در گروه ۱۴ جدول دوره‌ای را نشان می‌دهد:

نام عنصر	شمارهٔ تناوب	آرایش الکترونی	رسانایی الکتریکی	رسانایی گرمایی	سطح صیقلی	چکش‌خواری	تمایل به دادن، گرفتن یا اشتراک الکترون
کربن یا گرافیت (C)	۲	$[He]۲s^۲۲p^۲$	دارد	ندارد	ندارد	ندارد	اشتراک
سیلیسیم (Si)	۳	$[Ne]۳s^۲۳p^۲$	دارد	دارد	دارد	ندارد	اشتراک
ژرمانیم (Ge)	۴	$[Ar]۳d^{۱۰}۴s^۲۴p^۲$	دارد	دارد	دارد	ندارد	اشتراک
قلع (Sn)	۵		دارد	دارد	دارد	دارد	الکترون می‌دهد
سرب (Pb)	۶		دارد	دارد	دارد	دارد	الکترون می‌دهد

بررسی موارد:

«الف»: ژرمانیم، یک شبه‌فلز بوده و همانند سایر نافلزهای جامد شکننده است و در اثر ضربه خرد می‌شود. پنجمین عنصر دوره سوم، معادل با فسفر است. فسفر یک نافلز بوده و در دما و فشار اتاق به حالت جامد دیده می‌شود و شکننده است.

شبه فلزات

شبه‌فلزها، همانند مرزی بین فلزها و نافلزهای موجود در جدول دوره‌ای هستند؛ به‌طوری که خواص شیمیایی آن‌ها اغلب مشابه نافلزها بوده و رفتار فیزیکی آن‌ها بیشتر به فلزها شبیه است. به‌عنوان مثال، سیلیسیم و ژرمانیم دو عنصر شبه‌فلزی در گروه ۱۴ جدول دوره‌ای هستند. خواص این دو عنصر شبه‌فلزی به‌صورت زیر است:

۱. این دو عنصر، همانند فلزها رسانایی گرمایی و الکتریکی دارند، اما رسانایی الکتریکی آن‌ها در مقایسه با فلزها کمتر است.

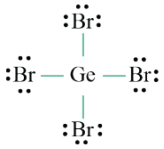
۲. این دو عنصر در دمای اتاق به حالت فیزیکی جامد دیده می‌شوند و در این حالت، سطحی درخشان و صیقلی دارند و پرتوهای نور تابیده شده به سمت خود را بازتاب می‌دهند.

۳. همانند عناصر نافلزی، چکش‌خوار نیستند و با ضربه چکش خرد می‌شوند.

۴. اتم‌های سیلیسیم و ژرمانیم همانند اتم کربن، یون تک‌اتمی ندارند و در واکنش با سایر اتم‌ها، می‌توانند الکترون‌های ظرفیتی خود را به اشتراک بگذارند.

«ب»: گروه سوم جدول تناوبی، طولانی‌ترین گروه آن بوده و دارای ۳۲ عنصر است. ۴ عنصر این گروه متعلق به دسته d بوده و ۲۸ عنصر آن متعلق به دسته f هستند. ژرمانیم، عنصری شبه‌فلز در دوره چهارم و گروه ۱۴ جدول تناوبی است و عدد اتمی آن به اندازه ۴ واحد از $_{۳۶}Kr$ کوچک‌تر است. بر این اساس عدد اتمی ژرمانیم برابر با ۳۲ بوده و این مقدار با شمار عناصر موجود در گروه سوم جدول تناوبی برابر است.

«پ»: در لایه ظرفیت اتم ژرمانیم، همانند عناصر کربن و سیلیسیم، ۴ الکترون ظرفیتی وجود دارد و می‌تواند با سایر اتم‌ها، ۴ پیوند اشتراکی تشکیل دهد. از واکنش ژرمانیم با برم، ترکیبی با فرمول $GeBr_۴$ حاصل می‌شود که ساختار لوویس آن را در شکل مقابل مشاهده می‌کنید. در هر واحد از این ترکیب، ۱۲ جفت الکترون ناپیوندی وجود دارد.



«ت»: چهارمین عنصر دوره سوم، معادل با سیلیسیم است. سیلیسیم و ژرمانیم، هر دو شبه‌فلز هستند و رسانایی الکتریکی کمی دارند.

گروه آموزشی ماز

۳- شمار پیوندهای اشتراکی در هر مولکول از چهارمین آلکان راست‌زنجیر مایع در دما و فشار اتاق، برابر با ..... بوده و نسبت درصد جرمی اتم‌های کربن به هیدروژن در این ماده به‌تقریب برابر با ..... است. ($C = ۱۲ , H = ۱ : g.mol^{-۱}$)

۱) ۲۲ – ۵/۱۲ ۲) ۲۵ – ۵/۳۳ ۳) ۲۵ – ۵/۱۲ ۴) ۲۲ – ۵/۳۳

پاسخ: گزینه ۲ (متوسط ـ مفهومی ـ ۱۱۰۱)

آلکان‌ها نوعی هیدروکربن بوده و از مولکول‌های ناقطبی ساخته شده‌اند و نیروی بین مولکولی آن‌ها از نوع وان‌دروالسی است. با بیشتر شدن تعداد اتم‌های کربن موجود در آلکان‌ها(n)، قدرت نیروهای وان‌دروالسی در این مواد افزایش پیدا کرده و دمای جوش آن‌ها نیز افزایش می‌یابد. بر این اساس، می‌توان گفت دمای جوش آلکان‌ها با شمار اتم‌های کربن موجود در ساختار آن‌ها رابطه مستقیم دارد. با توجه به توضیحات داده شده، دمای جوش چهار عضو اول خانواده

آلکان‌ها(متان، اتان، پروپان و بوتان)، کمتر از $۰^{\circ}C$ است، پس این مواد در دماهای بالاتر از $۰^{\circ}C$(از جمله دمای اتاق که معادل با $۲۲^{\circ}C$ است) به حالت گاز(g) دیده می‌شوند. در نقطه مقابل، آلکان‌هایی که شمار اتم‌های کربن موجود در ساختار آن‌ها بیشتر از ۴ عدد است، در دمای اتاق به حالت مایع(l) دیده می‌شوند. همان‌طور که گفتیم، در دما و فشار اتاق، ۴ عضو نخست خانواده آلکان‌های راست‌زنجیر(از متان تا بوتان) به حالت گاز هستند. بر این اساس، چهارمین عضو مایع از این خانواده مواد، ۸ کربنه بوده و معادل با اوکتان($C_۸H_{۱۸}$) است. شمار پیوندهای اشتراکی در آلکان‌ها برابر با $۳n + ۱$ است. بنابراین در هر مولکول از اوکتان، ۲۵ پیوند اشتراکی یافت می‌شود. نسبت درصد جرمی اتم‌های کربن به هیدروژن نیز به‌صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$\frac{\text{درصد جرمی کربن}}{\text{درصد جرمی هیدروژن}} = \frac{\frac{\text{جرم اتم‌های کربن}}{\text{جرم مولی آلکان}} \times ۱۰۰}{\frac{\text{جرم اتم‌های هیدروژن}}{\text{جرم مولی آلکان}} \times ۱۰۰} = \frac{\text{جرم اتم‌های کربن}}{\text{جرم اتم‌های هیدروژن}} = \frac{۸ \times ۱۲}{۱۸ \times ۱} \simeq ۵/۳۳ \text{ درصد}$$

توجه داریم که خواص مختلف آلکان‌ها با توجه به تعداد اتم‌های کربن موجود در آن‌ها مطابق با نمودار زیر تغییر می‌کند:

- افزایش شمار اتم‌های کربن در آلکان‌ها
  - افزایش قدرت نیروهای وان‌دروالسی
    - افزایش دمای جوش (دمایی که یک مایع در آن می‌جوشد)
    - کاهش فراریت (تمایل برای تبدیل شدن به حالت گاز)
    - افزایش گران‌روی (مقاومت در برابر جاری شدن)

گروه آموزشی ماز

۴- کدام موارد از مطالب زیر در مورد نفت خام و مواد موجود در آن درست است؟

الف: مواد موجود در نفت خام را مستقیماً بعد از وارد کردن به ستون‌های برج تقطیر، پالایش می‌کنند.

ب: در مواد موجود در نفت خام، علاوه‌بر پیوندهای $C - H$، ممکن است پیوند $O - H$ نیز یافت شود.

پ: روزانه حدود ۳۲ میلیون بشکه نفت خام در جهان، صرف تأمین گرما و انرژی الکتریکی می‌شود.

ت: قسمت عمده هیدروکربن‌های موجود در نفت خام می‌توانند در حضور نیکل با گاز هیدروژن واکنش دهند.

۱) «الف» و «پ» ۲) «الف» و «ت» ۳) «ب» و «پ» ۴) «ب» و «ت»

پاسخ: گزینه ۳ (متوسط ـ مفهومی ـ ۱۱۰۱)

عبارت‌های «ب» و «پ» درست هستند.

بررسی موارد:

«الف»: پس از جدا کردن نمک‌ها، اسیدها و آب، نفت خام را پالایش می‌کنند. با استفاده از تقطیر جزءبه‌جزء، هیدروکربن‌های موجود در نفت را به‌صورت مخلوط‌هایی با نقطه جوش نزدیک به هم جدا می‌کنند. برای این کار، نفت خام را درون محفظه‌ای بزرگ گرما می‌دهند و آن را به برج تقطیر هدایت می‌کنند. برجی که در آن از پایین به بالا دما کاهش می‌یابد. مولکول‌های سبک و فرار با نقطه جوش کم، نسبت به سایر مولکول‌ها با سرعت بیشتری به طرف بالای برج حرکت می‌کنند، به تدریج سرد می‌شوند، به مایع تبدیل می‌گردند و در سینی‌هایی که در فاصله‌های گوناگون برج قرار دارند، از برج خارج می‌شوند.

«ب»: در نفت خام، علاوه‌بر هیدروکربن‌های گوناگون، نمک‌ها، اسیدها و آب نیز یافت می‌شود. در هیدروکربن‌های گوناگون، پیوندهای $C - H$ به‌وفور یافت می‌شود. همچنین به دلیل وجود مقدار اندکی آب در نفت خام، پیوندهای $O - H$ نیز در این مخلوط دیده می‌شود.

ترکیبات شیمیایی موجود در نفت خام

بر اساس پژوهش‌ها و یافته‌های تجربی، نفت خام مخلوطی از هزاران ترکیب شیمیایی است که بخش عمدهٔ آن‌ها را هیدروکربن‌های گوناگون تشکیل می‌دهند. هیدروکربن‌ها ترکیب‌هایی هستند که از اتصال اتم‌های هیدروژن و کربن به یکدیگر تشکیل شده‌اند. در برخی از این هیدروکربن‌ها، بین اتم‌های کربن فقط پیوندهای یگانه وجود دارد. این در حالی است که برخی از این هیدروکربن‌ها دارای یك پیوند سه‌گانه یا دارای یك یا چند پیوند دوگانه هستند. با توجه به ساختار متفاوت این مواد، انتظار می‌رود که رفتار آن‌ها نیز با هم تفاوت داشته باشد. همان‌طور که می‌دانیم، عنصر اصلی سازندهٔ نفت خام کربن است؛ پس برای پی‌بردن به ویژگی‌ها و خواص این ماده، نخست باید رفتارها و ویژگی‌های کربن را بشناسیم.

«پ»: روزانه بیشتر از ۸۰ میلیون بشکه نفت در جهان صرف مصارف متعدد می‌شود که حدود ۴۰ درصد آن، صرف تأمین گرما و انرژی الکتریکی می‌شود. مقدار ۴۰ درصد از ۸۰ میلیون بشکه، تقریباً معادل با ۳۲ میلیون بشکه است. کاربردهای مختلف نفت خام را در نمودار زیر مشاهده می‌کنید:

- کاربردهای نفت خام
  - نزدیک به ۵۰ درصد
    - مصرف در وسایل نقلیه به عنوان سوخت
  - در حدود ۴۰ درصد
    - تامین گرمای مورد نیاز بشر
    - تامین انرژی الکتریکی مورد نیاز بشر
  - در حدود ۱۰ درصد
    - تولید الیاف و پارچه
    - تولید شوینده‌ها و مواد آرایشی و بهداشتی
    - تولید مواد منفجره
    - تولید رنگ، لاستیک و پلاستیک

«ت»: قسمت عمده هیدروکربن‌های موجود در نفت خام، آلکان‌ها هستند. آلکان‌ها، مولکول‌هایی سیرشده هستند و تمایلی به واکنش با گاز هیدروژن ندارند. این در حالی است که آلکن‌ها و سایر هیدروکربن‌های سیر نشده، در حضور فلز نیکل با گاز هیدروژن واکنش می‌دهند.

گروه آموزشی ماز

۵- یک نیروگاه حرارتی برای تأمین سوخت خود از نمونه‌ای زغال سنگ با ۱۴ درصد ناخالصی گوگرد استفاده می‌کند. اگر ناخالصی موجود در این سوخت، در واکنشی با بازده ۵۰ درصد به‌طور کامل بسوزد و در هر شبانه‌روز، ۸۴ کیلوگرم گاز $SO_۲$ تولید کند، در هر ساعت چند کیلوگرم زغال سنگ خالص در نیروگاه مصرف می‌شود؟ ($S = ۳۲ , O = ۱۶ : g.mol^{-1}$)

۱) ۲۱/۵ ۲) ۲۵ ۳) ۴۳ ۴) ۱۲/۵

پاسخ: گزینه ۱ (متوسط ـ مسئله ـ ۱۱۰۱)

گوگرد موجود در زغال سنگ، ناخالصی آن به حساب می‌آید. از طریق جرم گاز $SO_۲$، می‌توان جرم گوگرد مصرف شده در سوخت را طی یک شبانه‌روز به‌دست آورد. واکنش سوختن گوگرد به‌صورت زیر است:

$$S(s) + O_۲(g) \longrightarrow SO_۲(g)$$

این واکنش با بازده ۵۰ درصد انجام شده است، بر این اساس می‌توان مقدار نظری گاز $SO_۲$ را محاسبه کرد:

$$\text{بازده درصدی} = \frac{\text{مقدار عملی}}{\text{مقدار نظری}} \times ۱۰۰ \Longrightarrow ۵۰ = \frac{۸۴}{\text{مقدار نظری}} \times ۱۰۰ \Longrightarrow \text{مقدار نظری} = ۱۶۸\ kg$$

اکنون می‌توان جرم گوگرد را به دست آورد:

$$?\,kg\ S = ۱۶۸ \times ۱۰^۳\ g\ SO_۲ \times \frac{۱\ mol\ SO_۲}{۶۴\ g\ SO_۲} \times \frac{۱\ mol\ S}{۱\ mol\ SO_۲} \times \frac{۳۲\ g\ S}{۱\ mol\ S} \times \frac{۱\ kg\ S}{۱۰^۳\ g\ S} = ۸۴\ kg$$

در هر شبانه‌روز، ۸۴ کیلوگرم گوگرد به‌عنوان ناخالصی در سوخت مصرف می‌شود. اکنون می‌توان، جرم کل(ناخالص) زغال سنگ را در هر شبانه‌روز به‌دست آورد. در این رابطه، داریم:

$$\text{درصد ناخالصی} = \frac{\text{جرم ناخالصی}}{\text{جرم ناخالص (کل)}} \times ۱۰۰ \Longrightarrow ۱۴ = \frac{۸۴}{\text{جرم ناخالص (کل)}} \times ۱۰۰ \Longrightarrow \text{جرم ناخالص (کل)} = ۶۰۰\ kg$$

جرم کل زغال سنگ(جرم ماده خالص + جرم ناخالصی) مصرف شده در هر روز، برابر با ۶۰۰ کیلوگرم بوده است که از این مقدار، ۸۴ کیلوگرم ناخالصی است. بنابراین جرم زغال سنگ خالص مصرف شده در هر روز برابر با ۵۱۶ کیلوگرم بوده است. در هر روز(۲۴ ساعت)، ۵۱۶ کیلوگرم زغال‌سنگ خالص در نیروگاه مصرف می‌شود، درنتیجه در هر ساعت مقدار ۲۱/۵ کیلوگرم زغال‌سنگ خالص باید مصرف شود.

گروه آموزشی ماز

۶- کدام‌یک از عبارت‌های زیر درست است؟

۱) اگر واکنش $Na + MCl$ در جهت طبیعی انجام شود، واکنش $M + KCl$ نیز به‌صورت طبیعی انجام می‌شود.
۲) استخراج فلز توسط گیاهان، برای دومین عنصر که آرایش الکترونی آن از قاعده آفبا پیروی نمی‌کند، صرفه اقتصادی دارد.
۳) طلا به‌صورت آزاد در طبیعت یافت شده و برای استخراج مقادیر کم آن در معدن، به حجم کم از خاک معدن نیاز است.
۴) به دلیل رسانایی الکتریکی طلا و حفظ آن در شرایط دمایی گوناگون، از آن برای ساخت کلاه فضانوردی استفاده می‌شود.

پاسخ: گزینه ۲ ازمون وی ای پی (متوسط ـ حفظی و مفهومی ـ ۱۱۰۱)

اولین و دومین عنصری که آرایش الکترونی اتم آن‌ها از قاعده آفبا پیروی نمی‌کند، به‌ترتیب کروم و مس هستند. بیرون کشیدن فلزها از خاک توسط گیاهان، گیاه‌پالایی نام دارد که برای استخراج دو عنصر طلا و مس، صرفه اقتصادی دارد اما برای روی و نیکل به صرفه نخواهد بود.

گیاه پالایی و استخراج فلزات

یکی از روش‌های بیرون کشیدن فلزها از لابه‌لای خاک استفاده از گیاهان(گیاه پالایی) است. برای این منظور، در معدن یا خاک دارای فلز گیاهانی را می‌کارند که می‌توانند آن فلز را جذب کنند. سپس گیاه را برداشت کرده، می‌سوزانند و از خاکستر حاصل، آن فلز را جداسازی می‌کنند. درصد فلز روی در سنگ معدن بیشتر از درصد فلز روی در یک کیلوگرم گیاه است، لذا روش گیاه پالایی برای فلز روی مناسب نیست. از طرفی، درصد فلز نیکل در سنگ معدن کمتر از درصد فلز نیکل در یک کیلوگرم گیاه است، با این حال استخراج نیکل نیز با این روش به علت قیمت کم نیکل صرفه اقتصادی ندارد. درصد فلزهای مس و طلا در سنگ معدن کمتر از درصد این فلزها در یک کیلوگرم گیاه است و همچنین این دو فلز قیمت بالایی نیز دارند؛ به همین علت استفاده از گیاهان برای استخراج این دو فلز صرفه اقتصادی بیشتری نسبت به استخراج آن‌ها از سنگ معدن دارد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ واکنش اول در جهت طبیعی انجام شده است، درنتیجه واکنش‌پذیری Na بیشتر از M است. از طرفی چون واکنش‌پذیری پتاسیم، بیشتر از سدیم است، پس واکنش $M + KCl \rightarrow$ به یقین در جهت طبیعی انجام نمی‌شود.

نکاتی پیرامون انجام‌پذیری واکنش‌ها

به‌طور کلی، در هر واکنش شیمیایی که به‌صورت طبیعی و خودبه‌خودی انجام می‌شود، واکنش‌پذیری فراورده‌ها از واکنش‌پذیری واکنش‌دهنده‌ها کمتر است. بر اساس این قاعده، با استفاده از عناصر فلزی واکنش‌پذیرتر می‌توانیم سایر عناصر فلزی را از ترکیبات حاوی آن‌ها خارج کنیم. به‌عنوان مثال، چون واکنش‌پذیری فلز سدیم در مقایسه با واکنش‌پذیری فلز آهن بیشتر است، با استفاده از فلز سدیم می‌توانیم فلز آهن را بر اساس واکنش خودبه‌خودی زیر از آهن(III) اکسید خارج کنیم. معادله این واکنش به‌صورت زیر است:

$$۶Na(s) + Fe_۲O_۳(s) \rightarrow ۳Na_۲O(s) + ۲Fe(s)$$: واکنش استخراج آهن ⇐ واکنش‌پذیری آهن > واکنش‌پذیری سدیم

۳ طلا، یکی از فلزهای واسطه موجود در جدول دوره‌ای است که کاربردهای فراوانی دارد. برای استخراج مقادیر کم فلز طلا از سنگ معدن آن، به حجم انبوهی از خاک معدن نیاز است و طی این فرایند، مقدار پسماند زیادی نیز ایجاد می‌شود. در میان فلزات مختلف، فقط طلا به شکل کلوخه‌ها یا رگه‌های زردرنگ در لابه‌لای خاک یافت می‌شود.

۴ چون فلز طلا می‌تواند پرتوهای خورشیدی را به میزان زیادی بازتاب کند، از این فلز برای ساخت کلاه فضانوردی استفاده می‌کنند. نمودار زیر، ویژگی‌های مختلف طلا و کاربردهای این فلز را نشان می‌دهد:

ویژگی‌های منحصر به فرد طلا
- چکش‌خواری و نرمی زیاد طلا
  - چند گرم از طلا با چکش کاری به صفحه‌ای با مساحت چند مترمربع تبدیل می‌شود
  - از فلز طلا می‌توان برای ساختن برگه‌ها و رشته‌های نازک (نخ طلا) استفاده کرد
- رسانایی الکتریکی بالای طلا و حفظ این رسانایی در شرایط دمایی گوناگون
  - استفاده از طلا در ساخت وسایل الکترونیکی مثل لپ‌تاپ‌ها و ویلچرهای برقی
- واکنش ندادن طلا با گازهای موجود در هواکره
  - استفاده از طلا به عنوان جواهرات و استفادهٔ زینتی از آن
- واکنش ندادن طلا با مواد موجود در بدن انسان
  - استفاده از طلا برای ساختن دندان مصنوعی
- بازتاب زیاد پرتوهای خورشید توسط طلا
  - استفاده از طلا برای ساختن لباس‌های فضانوردی

گروه آموزشی ماز

۷- جدول زیر، برخی از عناصر موجود در جدول دوره‌ای را نمایش می‌دهد. کدام موارد از مطالب زیر در رابطه با آن‌ها درست است؟

دوره \ گروه	۱	۱۴	۱۶	۱۷
۲		E		L
۳	A	Z	D	X
۴	B			M

الف: مقایسه شعاع اتمی سه عنصر E، L و A به‌صورت $A > E > L$ است.

ب: نور ایجاد شده از واکنش $X_۲$ با عنصر A، طول موج کوتاه‌تری نسبت به رنگ شعله فلز مس دارد.

پ: اختلاف شمار عناصر رسانای برق با شمار عناصر چکش‌خوار در جدول، برابر شمار عناصر زرد رنگ دوره سوم است.

ت: عنصر M، تعداد ۱۱ الکترون در زیرلایه با $l = ۱$ داشته و از آن می‌توان برای شناسایی ۲-بوتن از پنتان استفاده کرد.

۱) «الف» و «پ» ۲) «الف» و «ت» ۳) «ب» و «پ» ۴) «ب» و «ت»

پاسخ: گزینه ۱ (متوسط ـ مفهومی ـ ۱۱۰۱)

عناصر داده شده را می‌توان در جدول زیر مشاهده کرد:

دوره \ گروه	۱	۱۴	۱۶	۱۷
۲		C		F
۳	Na	Si	S	Cl
۴	K			Br

بر این اساس، عبارت‌های «الف» و «پ» درست هستند.

بررسی موارد:

«الف»: کربن و فلوئور متعلق به دوره دوم جدول تناوبی هستند. شعاع اتمی کربن، بیشتر از شعاع اتمی فلوئور است. از طرفی سدیم در گروه اول و دوره سوم جدول بوده و شعاع اتمی بزرگ‌تری نسبت به کربن و فلوئور دارد.

بررسی روند تغییرات شعاع اتمی

یکی از روندهای تناوبی در جدول دوره‌ای، تغییر شعاع اتمی است. در جدول دوره‌ای، شعاع اتمی در یک گروه با حرکت از سمت بالا به پایین افزایش می‌یابد، چون تعداد لایه‌های الکترونی بیشتر می‌شوند. این در حالی است که شعاع اتمی در طول یک تناوب از چپ به راست کاهش می‌یابد؛ زیرا با اینکه تعداد لایه‌های الکترونی ثابت می‌ماند اما تعداد پروتون‌های هسته افزایش می‌یابد. با افزایش تعداد پروتون‌ها، نیروی جاذبه‌ای که هسته به الکترون‌ها وارد می‌کند افزایش یافته و بدین ترتیب شعاع اتم کاهش می‌یابد.

«ب»: از واکنش گاز کلر با فلز سدیم، طی یک واکنش شیمیایی که با گسیل کردن نور زردرنگ همراه است، سدیم کلرید تولید می‌شود. رنگ شعله فلز مس نیز سبز بوده که انرژی بیشتر و طول موج کوتاه‌تری نسبت به رنگ زرد دارد.

«پ»: در جدول داده شده، عناصر کربن، سدیم، سیلیسیم، و پتاسیم(۴ عنصر)، دارای رسانایی الکتریکی هستند و فلزهای سدیم و پتاسیم(۲ عنصر) نیز چکش‌خوار هستند. اختلاف شمار عناصر این دو دسته از مواد برابر با ۲ است. همچنین دو عنصر گوگرد و کلر نیز به رنگ زرد در طبیعت یافت می‌شوند و هر دو عنصر نیز متعلق به تناوب سوم هستند.

«ت»: یکی از روش‌های تشخیص هیدروکربن‌های سیرشده و سیرنشده از همدیگر، قرار دادن آن‌ها در مجاورت با برم مایع است. هیدروکربن‌های سیرشده با برم واکنش نمی‌دهند ولی هیدروکربن‌های سیرنشده با برم وارد واکنش می‌شوند و رنگ قرمز آن را از بین می‌برند. در آرایش الکترونی اتم برم، ۱۷ الکترون در زیرلایه p یافت می‌شود. آرایش الکترونی اتم برم به‌صورت زیر است:

$$_{۳۵}Br : ۱s^{۲}۲s^{۲}۲p^{۶}۳s^{۲}۳p^{۶}۳d^{۱۰}۴s^{۲}۴p^{۵}$$

گروه آموزشی ماز

۸- در واکنش سوختن نمونه‌ای به جرم ۸۸ گرم از گاز پروپان، ۱۲۰ لیتر بخار آب با حجم مولی ۲۵ لیتر تولید شده است. خلوص گاز پروپان در نمونه برابر با چند درصد بوده و اگر گاز $CO_۲$ حاصل از سوختن پروپان را در واکنش موازنه نشده زیر استفاده کنیم، چند گرم $NaHCO_۳$ حاصل می‌شود؟

$(Na = ۲۳ , O = ۱۶ , C = ۱۲ , H = ۱ : g.mol^{-۱})$

$$Na_۲O(s) + H_۲O(g) + CO_۲(g) \longrightarrow NaHCO_۳(s)$$

۱) ۷۰ – ۳۰۲/۴ ۲) ۷۰ – ۲۳۵/۲ ۳) ۶۰ – ۲۳۵/۲ ۴) ۶۰ – ۳۰۲/۴

پاسخ: گزینه ۴ (متوسط ـ مسئله ـ ۱۱۰۱)

معادله موازنه شده سوختن کامل پروپان به‌صورت زیر است:

$$C_۳H_۸(g) + ۵O_۲(g) \longrightarrow ۳CO_۲(g) + ۴H_۲O(g)$$

ابتدا جرم خالص پروپان را محاسبه می‌کنیم:

$$? g\ C_۳H_۸ = ۱۲۰\ L\ H_۲O \times \frac{۱\ mol\ H_۲O}{۲۵\ L\ H_۲O} \times \frac{۱\ mol\ C_۳H_۸}{۴\ mol\ H_۲O} \times \frac{۴۴\ g\ C_۳H_۸}{۱\ mol\ C_۳H_۸} = ۵۲/۸\ g$$

اکنون می‌توان، درصد خلوص پروپان را از طریق فرمول زیر به دست آورد:

$$\text{درصد خلوص} = \frac{\text{جرم ماده خالص}}{\text{جرم ناخالص (کل)}} \times ۱۰۰ \Longrightarrow \text{درصد خلوص} = \frac{۵۲/۸}{۸۸} \times ۱۰۰ \Longrightarrow \text{درصد خلوص} = ۶۰$$

شمار مول‌های گاز $CO_۲$ حاصل از سوختن ۵۲/۸ گرم پروپان خالص را به‌دست می‌آوریم:

$$? g\ CO_۲ = ۵۲/۸\ g\ C_۳H_۸ \times \frac{۱\ mol\ C_۳H_۸}{۴۴\ g\ C_۳H_۸} \times \frac{۳\ mol\ CO_۲}{۱\ mol\ C_۳H_۸} = ۳/۶\ mol$$

واکنش موازنه شده تولید سدیم هیدروژن کربنات($NaHCO_۳$) به‌صورت زیر است:

$$Na_۲O(s) + H_۲O(g) + ۲CO_۲(g) \longrightarrow ۲NaHCO_۳(s)$$

اکنون می‌توان از طریق مول‌های گاز $CO_۲$ مصرف شده در واکنش فوق، جرم $NaHCO_۳$ تولید شده را به دست آورد:

$$? g\ NaHCO_۳ = ۳/۶\ mol\ CO_۲ \times \frac{۲\ mol\ NaHCO_۳}{۲\ mol\ CO_۲} \times \frac{۸۴\ g\ NaHCO_۳}{۱\ mol\ NaHCO_۳} = ۳۰۲/۴\ g$$

با توجه به محاسبات بالا، جرم $NaHCO_۳$ تولید شده برابر با ۳۰۲/۴ گرم است.

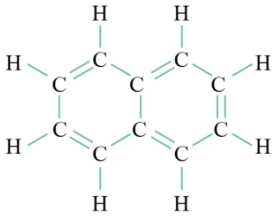
گروه آموزشی ماز

۹- کدام‌یک از عبارت‌های زیر در رابطه با نفتالن نادرست است؟

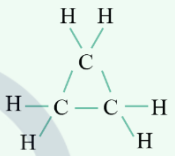
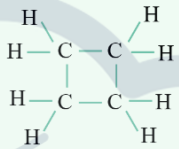
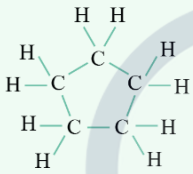
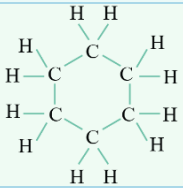
۱) ماده‌ای به حالت جامد و سفید رنگ بوده و از آن برای نگهداری فرش و لباس کاربرد داشته است.
۲) از واکنش آن با مقدار کافی گاز هیدروژن در شرایط مناسب، سیکلوآلکانی با ۲۰ اتم هیدروژن حاصل می‌شود.
۳) همانند بنزن، ترکیبی آروماتیک بوده و ۲۰ درصد از اتم‌های کربن آن به هیچ اتم هیدروژنی متصل نیستند.
۴) شمار پیوندهای کربن-هیدروژن در آن، یک واحد بیشتر از شمار پیوندهای اشتراکی در ۲،۱-دی کلرواتان است.

پاسخ: گزینه ۲ (متوسط ـ حفظی و مفهومی ـ ۱۱۰۱)

فرمول مولکولی نفتالن به‌صورت $C_{۱۰}H_{۸}$ بوده و یک ترکیب آروماتیک به‌حساب می‌آید. ساختار نفتالن به‌صورت زیر است:



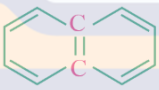
در ساختار نفتالن، ۵ پیوند اشتراکی $C = C$ وجود دارد و هر مولکول از این ماده می‌تواند با ۵ مولکول $H_{۲}$ وارد واکنش شده و به ترکیبی با فرمول $C_{۱۰}H_{۱۸}$ تبدیل شود. دقت کنید که فرمول سیکلوآلکان‌ها به‌صورت $C_nH_{۲n}$ بوده و فرمول سیکلوآلکانی ۱۰ کربنه، به‌صورت $C_{۱۰}H_{۲۰}$ است. جدول زیر، ساختار برخی از اعضای خانوادهٔ سیکلوآلکان‌ها را نشان می‌دهد:

فرمول مولکولی	$C_{۳}H_{۶}$	$C_{۴}H_{۸}$	$C_{۵}H_{۱۰}$	$C_{۶}H_{۱۲}$
نام	سیکلوپروپان	سیکلوبوتان	سیکلوپنتان	سیکلوهگزان
ساختار				

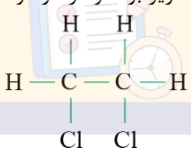
بررسی سایر گزینه‌ها: ازمون وی ای پی

۱ نفتالن ترکیبی آروماتیک با رنگ سفید است، که به‌عنوان ضد بید برای نگه‌داری فرش و لباس کاربرد داشته است. توجه داریم که یک نمونه نفتالن در دمای اتاق حالت جامد دارد.

۳ هر اتم کربن با تشکیل چهار پیوند اشتراکی با سایر اتم‌ها به پایداری می‌رسد. از ۱۰ کربن موجود در ساختار نفتالن، ۲ مورد از کربن‌ها(معادل با ۲۰ درصد از کل آن‌ها)، به هیچ اتم هیدروژنی متصل نیستند. در شکل زیر این دو کربن را با رنگ صورتی مشاهده می‌کنید:



۴ شمار پیوندهای کربن-هیدروژن در هیدروکربن‌ها با شمار اتم‌های هیدروژن در آن‌ها برابر است، بنابراین در نفتالن($C_{۱۰}H_{۸}$) تعداد ۸ پیوند کربن-هیدروژن یافت می‌شود. ساختار ۲،۱-دی‌کلرواتان نیز به‌صورت زیر بوده و در هر مولکول از آن، ۷ پیوند اشتراکی موجود است:



گروه آموزشی ماز

۱۰- کدام موارد از مطالب زیر درباره واکنش تخمیر بی‌هوازی گلوکز(واکنش اول) و واکنش ترمیت(واکنش دوم) درست است؟

الف: شمار الکترون ظرفیتی فلز واکنش‌پذیرتر در واکنش دوم، با بار الکتریکی کاتیون در ترکیب واکنش‌دهنده برابر است.

ب: شمار اتم‌ها در هر مولکول قطبی حاصل از واکنش اول، با مجموع ضرایب استوکیومتری مواد در واکنش دوم برابر است.

پ: عنصر سازنده اتم مرکزی در ساختار گاز حاصل از واکنش اول، با واکنش‌دهنده یونی واکنش دوم، وارد واکنش می‌شود.

ت: حالت‌های فیزیکی یکسانی در میان فراورده‌های دو واکنش شیمیایی در شرایط انجام آن‌ها دیده می‌شود.

۱) «الف» و «پ» ۲) «الف» و «ت» ۳) «ب» و «پ» ۴) «ب» و «ت»

پاسخ: گزینه ۱ (متوسط ـ حفظی و مفهومی ـ ۱۱۰۱)

واکنش تخمیر بی‌هوازی گلوکز(واکنش اول) به‌صورت زیر است:

$$C_{۶}H_{۱۲}O_{۶}(aq) \longrightarrow ۲C_{۲}H_{۵}OH(aq) + ۲CO_{۲}(g)$$

واکنش ترمیت(واکنش دوم) نیز به‌صورت زیر است:

$$۲Al(s) + Fe_{۲}O_{۳}(s) \longrightarrow Al_{۲}O_{۳}(s) + ۲Fe(l)$$

بر این اساس، عبارت‌های «الف» و «پ» درست هستند.

بررسی موارد:

«الف»: فلز واکنش‌پذیرتر در واکنش ترمیت، معادل با آلومینیم است. آلومینیم، عنصری اصلی در گروه ۱۳ جدول تناوبی بوده و دارای ۳ الکترون ظرفیتی است. کاتیون تشکیل‌دهنده ترکیب Fe_2O_3 نیز معادل با یون Fe^{3+} بوده و بار الکتریکی این یون برابر با ۳+ است. توجه داریم که واکنش ترمیت به‌صورت طبیعی انجام می‌شود، پس می‌توان گفت واکنش‌پذیری آلومینیم از فلز آهن بیشتر است. از آهن مذاب تولید شده طی آن در صنعت جوشکاری و به منظور اتصال ریل‌های راه‌آهن به یکدیگر استفاده می‌شود.

«ب»: اتانول با فرمول شیمیایی C_2H_5OH ، مولکول قطبی تولید شده در واکنش اول است. در هر مولکول از C_2H_5OH، تعداد ۹ اتم وجود دارد. مجموع ضرایب استوکیومتری مواد در واکنش دوم برابر با ۶ است.

«پ»: اتم کربن در ساختار کربن دی‌اکسید، اتم مرکزی است. با توجه به واکنش‌پذیری بیشتر کربن در مقایسه با فلز آهن، توسط کربن می‌توان آهن را از سنگ معدن آن استخراج کرد.

نکاتی پیرامون آهن

آهن، یک فلز بسیار پرمصرف در جهان بوده و از جمله فلزهای واسطه موجود در جدول دوره‌ای به شمار می‌رود. برای استخراج آهن از عناصری مثل سدیم، کربن و ... که واکنش‌پذیری بیشتری نسبت به آن دارند استفاده می‌شود. به دلیل این که دسترسی به کربن آسان‌تر بوده و صرفه اقتصادی بیشتری نسبت به سدیم دارد، در فولاد مبارکه همانند همه شرکت‌های فولاد جهان از کربن که نافلزی جامد و شکننده است، برای استخراج آهن از سنگ معدن آن استفاده می‌کنند. سنگ معدن آهن، حاوی ترکیب Fe_2O_3 به همراه ناخالصی است که به آن هماتیت می‌گویند. واکنش زیر نحوه استخراج آهن از سنگ معدن آن را توسط عنصر کربن نشان می‌دهد:

$$2Fe_2O_3(s) + 3C(s) \longrightarrow 4Fe(s) + 3CO_2(g)$$

«ت»: فراورده‌های واکنش اول به حالت محلول و گاز و فراورده‌های واکنش دوم به حالت جامد و مذاب (مایع) هستند. همان‌طور که مشخص است، حالت فیزیکی فراورده‌ها در این دو واکنش شیمیایی یکسان نیست.

گروه آموزشی ماز

۱۱- مقداری گاز پروپان در گاز اکسیژن موجود در کپسول ۵۰ لیتری مطابق دو معادله زیر می‌سوزد. اگر چگالی گاز اکسیژن موجود در کپسول پیش از انجام واکنش برابر با ۲/۴ گرم بر لیتر باشد و طی این دو واکنش در مجموع، ۲/۷ مول از اکسیدهای کربن تولید شود، اختلاف جرم بخار آب تولید شده در دو واکنش چند گرم است؟ ($O = 16 , H = 1 : g.mol^{-1}$)

I) $2C_3H_8(g) + 7O_2 \longrightarrow 6CO(g) + 8H_2O(g)$
II) $C_3H_8(g) + 5O_2 \longrightarrow 3CO_2(g) + 4H_2O(g)$

۱) ۱۳/۵ ۲) ۱۸ ۳) ۷/۲ ۴) ۳/۶

پاسخ: گزینه ۳ (سخت ـ مسئله ـ ۱۱۰۱)

معادله واکنش‌های مورد نظر، مربوط به سوختن کامل و ناقص گاز پروپان هستند. می‌دانیم که چگالی هر گاز، برابر با نسبت جرم به حجم اشغال شده توسط آن گاز است. ابتدا به‌راحتی می‌توان جرم گاز اکسیژن موجود در کپسول پیش از انجام دو واکنش را محاسبه کرد:

$$\text{چگالی } O_2 = \frac{\text{جرم } O_2}{\text{حجم ظرف}} \Rightarrow 2/4 = \frac{x}{50} \Rightarrow 120\ g$$

جرم مولی گاز اکسیژن برابر با $32 g.mol^{-1}$ بوده و نمونه‌ای ۱۲۰ گرمی از این گاز، معادل با ۳/۷۵ مول است. اگر مقدار مول گاز اکسیژن در واکنش اول را x و مقدار مول گاز اکسیژن در واکنش دوم را $3/75 - x$ در نظر بگیریم، می‌توان مقدار مول اکسیدهای کربن تولید شده در هر دو واکنش را محاسبه کرد:

$$\text{واکنش اول}: ?\ mol\ CO = x\ mol\ O_2 \times \frac{6\ mol\ CO}{7\ mol\ O_2} = \frac{6x}{7}\ mol$$

$$\text{واکنش دوم}: ?\ mol\ CO_2 = (3/75 - x)\ mol\ O_2 \times \frac{3\ mol\ CO_2}{5\ mol\ O_2} = \frac{11/25 - 3x}{5}\ mol$$

اکنون می‌توان نوشت:

$$\text{مجموع مقدار مول اکسیدهای کربن} = \frac{6x}{7} + \frac{11/25 - 3x}{5} = 2/7 \Rightarrow \frac{30x + 78/75 - 21x}{35} = 2/7 \Rightarrow 9x = 15/75 \Rightarrow x = 1/75$$

مقدار مول گاز اکسیژن مصرف شده در واکنش اول برابر ۱/۷۵ است، درنتیجه در واکنش دوم نیز مقدار ۲ مول گاز اکسیژن مصرف می‌شود. مقدار مول بخار آب تولید شده در دو واکنش به‌صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$\text{واکنش اول}: ?\ mol\ H_2O = 1/75\ mol\ O_2 \times \frac{8\ mol\ H_2O}{7\ mol\ O_2} = 2\ mol$$

$$\text{واکنش دوم}: ?\ mol\ H_2O = 2\ mol\ O_2 \times \frac{4\ mol\ H_2O}{5\ mol\ O_2} = 1/6\ mol$$

اختلاف مقدار مول بخار آب در دو واکنش برابر با ۰/۴ مول است، درنتیجه داریم:

$$?\ g\ H_2O = 0/4\ mol\ H_2O \times \frac{18\ g\ H_2O}{1\ mol\ H_2O} = 7/2\ g$$

با توجه به محاسبات انجام شده، اختلاف جرم بخار آب تولید شده در دو واکنش برابر با ۷/۲ گرم است.

۱۲- چند مورد از مطالب زیر، عبارت داده شده را به‌درستی تکمیل نمی‌کند؟

«در میان عناصر دوره چهارم جدول تناوبی، هر عنصری با ..... الکترون ظرفیتی، ..... .»

الف: ۳ – کاتیونی پایدار با آرایش گاز نجیب دارد

ب: ۵ – نماد تک‌حرفی دارد

پ: ۴ – رسانایی گرمایی و الکتریکی دارد

ت: ۷ – در زیرلایه در حال پر شدن خود، ۵ الکترون دارد

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

پاسخ: گزینه ۲ (متوسط ـ مفهومی ـ ۱۱۰۱)

عناصر دوره چهارم جدول تناوبی را در شکل زیر مشاهده می‌کنید:

۱۹ K پتاسیم	۲۰ Ca کلسیم	۲۱ Sc اسکاندیم	۲۲ Ti تیتانیم	۲۳ V وانادیم	۲۴ Cr کروم	۲۵ Mn منگنز	۲۶ Fe آهن	۲۷ Co کبالت	۲۸ Ni نیکل	۲۹ Cu مس	۳۰ Zn روی	۳۱ Ga گالیم	۳۲ Ge ژرمانیم	۳۳ As آرسنیک	۳۴ Se سلینیم	۳۵ Br برومینه	۳۶ Kr کریپتن

بر این اساس، موارد «الف» و «ب» عبارت داده شده را به‌درستی تکمیل نمی‌کنند.

بررسی موارد:

«الف»: عناصر $_{۲۱}Sc$ در گروه ۳ و $_{۳۱}Ga$ در گروه ۱۳ جدول دوره‌ای، تعداد سه الکترون ظرفیتی دارند. یون پایدار اسکاندیم به‌صورت $_{۲۱}Sc^{۳+}$ بوده و دارای ۱۸ الکترون است، درنتیجه این یون به آرایش گاز نجیب آرگون می‌رسد. یون پایدار گالیم نیز به‌صورت $_{۳۱}Ga^{۳+}$ بوده و دارای ۲۸ الکترون است، درنتیجه این یون به آرایش الکترونی هیچ گاز نجیبی نمی‌رسد.

«ب»: عنصر وانادیم ($_{۲۳}V$) در گروه شماره ۵ و آرسنیک ($_{۳۳}As$) در گروه شماره ۱۵ جدول دوره‌ای عناصر، دارای ۵ الکترون ظرفیتی هستند. نماد عنصر آرسنیک، دو حرفی است اما وانادیم نماد تک‌حرفی دارد.

«پ»: عناصر تیتانیم ($_{۲۲}Ti$) در گروه ۴ و ژرمانیم ($_{۳۲}Ge$) در گروه ۱۴، دارای ۴ الکترون ظرفیتی هستند. تیتانیم، عنصری فلزی و ژرمانیم، عنصری شبه‌فلزی است. عناصر فلزی و شبه‌فلزی دارای رسانایی گرمایی و الکتریکی هستند. دقت کنید که رسانایی الکتریکی شبه‌فلزها، کمتر از فلزها است اما به‌هرحال، این عناصر از جمله مواد رسانا به حساب می‌آیند.

بررسی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی فلزها

فلزها افزون بر رفتارهای مشابه، تفاوت‌های آشکاری در برخی رفتارها نشان می‌دهند. در واقع، هر فلز افزون بر رفتارهای مشترک با سایر عناصر فلزی، رفتارهای ویژهٔ خود را نیز دارد. مثلاً فلزهای دستهٔ d(فلزهای واسطه)، همانند سایر فلزها رسانایی الکتریکی بالا، رسانایی گرمایی بالا و شکل‌پذیری دارند، اما در ویژگی‌هایی مانند سختی، نقطه ذوب و تنوع اعداد اکسایش با آن‌ها تفاوت دارند. تیتانیم، دومین فلز واسطهٔ موجود در تناوب چهارم است که به خاطر ویژگی‌های باورنکردنی و فراتر از انتظار مثل ماندگاری و استحکام مناسب، از آن در جاهای مختلفی مثل ساخت موتور جت، پروانهٔ کشتی‌های اقیانوس‌پیما و نمای زیبای ساختمان‌ها استفاده می‌شود. ویژگی‌های تیتانیم در مقایسه با فولاد به شرح جدول زیر است:

ماده / ویژگی	تیتانیم	مقایسه	فولاد
نقطهٔ ذوب ($^{\circ}C$)	۱۶۶۷	<	۱۵۳۵
چگالی ($g.mL^{-1}$)	۴/۵۱	>	۷/۹۰
واکنش با ذره‌های موجود در آب دریا	ناچیز	<	متوسط
مقاومت در برابر خوردگی	عالی	>	ضعیف
مقاومت در برابر سایش	عالی	≃	عالی

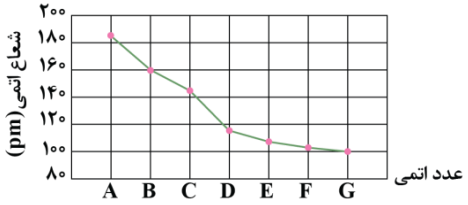
از تیتانیم برای ساختن قطعات موتور جت استفاده می‌شود. هنگامی که موتور جت کار می‌کند، همهٔ اجزای سازندهٔ آن(اجزای ثابت و متحرک) دمای بالایی پیدا می‌کنند؛ پس برای ساختن این قطعات باید از فلزی استفاده کرد که دمای ذوب بالایی داشته باشد. از طرفی، این قطعات باید از جنس فلزی ساخته شوند که مقاومت بالایی در برابر خوردگی داشته باشد و تا حد امکان چگالی آن نیز کم‌تر باشد. با توجه به برتری فلز تیتانیم نسبت به فولاد در همهٔ این زمینه‌ها، استفاده از این فلز برای ساختن موتور جت منطقی‌تر از فولاد است.

«ت»: عناصر $_{۲۵}Mn$ در گروه ۷ و $_{۳۵}Br$ در گروه ۱۷، دارای ۷ الکترون ظرفیتی هستند. آرایش الکترونی این دو اتم به‌صورت زیر است:

$_{۲۵}Mn: ۱s^{۲}۲s^{۲}۲p^{۶}۳s^{۲}۳p^{۶}۳d^{۵}۴s^{۲}$ $_{۳۵}Br: ۱s^{۲}۲s^{۲}۲p^{۶}۳s^{۲}۳p^{۶}۳d^{۱۰}۴s^{۲}۴p^{۵}$

زیرلایه در حال پرشدن منگنز، زیرلایه $۳d$ است و در آن تعداد ۵ الکترون وجود دارد. زیرلایه در حال پرشدن در اتم برم نیز زیرلایه $۴p$ است و ۵ الکترون در ساختار آن وجود دارد.

۱۳- نمودار زیر روند تغییر شعاع اتمی عناصر دوره سوم جدول دوره‌ای را بر حسب افزایش عدد اتمی آن‌ها نشان می‌دهد. چند مورد از عبارت‌های زیر در رابطه با این عناصر درست است؟



الف: عنصر F همانند عنصر مس در طبیعت به‌صورت آزاد یافت می‌شود.

ب: دو عنصر A و B می‌توانند در جهت طبیعی با ترکیب $C(NO_3)_3$ وارد واکنش شوند.

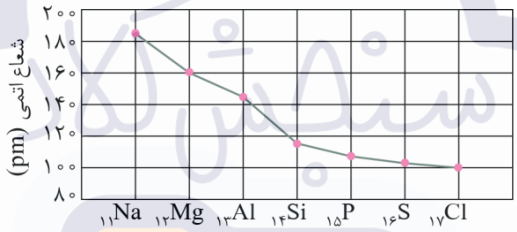
پ: بیشترین اختلاف شعاع اتمی بین دو عنصر متوالی مربوط به عناصری با سطح صیقلی است.

ت: عنصر E همانند عنصر بالاتر از خود در جدول دوره‌ای، واکنش‌پذیری بالایی دارد و می‌تواند به رنگ قرمز دیده شود.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

پاسخ: گزینه ۳ (متوسط ـ مفهومی ـ ۱۱۰۱)

در یک تناوب از جدول دوره‌ای، با حرکت از چپ به راست، شمار پروتون‌ها و بار الکتریکی هستهٔ اتم‌ها افزایش پیدا می‌کند درحالی که شمار لایه‌های الکترونی موجود در اطراف هسته ثابت باقی می‌ماند. در چنین شرایطی، الکترون‌های سطحی(ظرفیتی) با قدرت بیشتری توسط هسته جذب شده و به دنبال آن، شعاع اتمی این عناصر نیز کاهش پیدا می‌کند. با توجه به توضیحات داده شده، عناصر A، B، C، D، E، F و G به‌ترتیب معادل با Na، Mg، Al، Si، P، S و Cl هستند. در نمودار زیر، این عناصر نشان داده شده است:



بر این اساس، عبارت‌های «الف»، «ب» و «پ» درست هستند.

بررسی موارد:

«الف»: عنصر F، معادل با گوگرد است. بسیاری از عناصر در طبیعت به شکل ترکیب یافت می‌شوند ولی برخی نافلزها مثل اکسیژن، نیتروژن، گوگرد و ... و برخی فلزها مانند نقره، مس، پلاتین و طلا به‌صورت آزاد در طبیعت یافت می‌شوند.

«ب»: دو عنصر A و B در جدول معادل با سدیم و منیزیم هستند که واکنش‌پذیری بیشتری نسبت به عنصر C(معادل با آلومینیم) دارند. بنابراین این دو عنصر می‌توانند جایگزین آلومینیم در ترکیب آن شوند.

«پ»: بیشترین اختلاف شعاع اتمی بین دو عنصر متوالی در دوره سوم جدول تناوبی، مربوط به آلومینیم و سیلیسیم است. عنصر Al، یک عنصر فلزی و عنصر Si یک شبه‌فلز است. فلزها و شبه فلزها، سطح براق و صیقلی دارند.

«ت»: عنصر E همان فسفر بوده و در گروه ۱۵ جدول تناوبی جای دارد. فسفر را می‌توان به رنگ‌های سفید و قرمز در طبیعت مشاهده کرد. عنصر بالاتر از فسفر، نیتروژن است و واکنش‌پذیری کمی دارد. نیتروژن به دلیل واکنش‌پذیری کمی که دارد، به جو بی‌اثر مشهور است.

گروه آموزشی ماز

۱۴- یک نمونه ۱۰۰/۸ گرمی از $(NH_4)_2Cr_2O_7$، بر اساس معادله موازنه نشده زیر تجزیه شده و ۶/۷۲ گرم فراورده گازی ناقطبی تولید می‌کند. بازده درصدی واکنش چقدر بوده و بخار آب تولید شده از این فرآیند را از سوختن کامل چند گرم گاز اتان می‌توان به‌دست آورد؟

$(Cr = ۵۲ , O = ۱۶ , N = ۱۴ , C = ۱۲ , H = ۱ : g.mol^{-1})$

$(NH_4)_2Cr_2O_7(s) \longrightarrow Cr_2O_3(s) + N_2(g) + H_2O(g)$

۱) ۷۰ – ۵۷/۶ ۲) ۷۰ – ۹/۶ ۳) ۶۰ – ۵۷/۶ ۴) ۶۰ – ۹/۶

پاسخ: گزینه ۴ (متوسط ـ مسئله ـ ۱۱۰۱)

معادله موازنه شده واکنش به‌صورت زیر است:

$$(NH_۴)_۲Cr_۲O_۷(s) \longrightarrow Cr_۲O_۳(s) + N_۲(g) + ۴H_۲O(g)$$

فراورده‌های گازی تولید شده در این واکنش، بخار آب و گاز نیتروژن است. گاز نیتروژن، مولکولی ناقطبی بوده و در میدان الکتریکی جهت‌گیری نمی‌کند در حالی که بخار آب از ذرات قطبی ساخته شده است. ابتدا مقدار نظری این گاز را برحسب گرم محاسبه می‌کنیم:

$$?\,g\,N_۲ = ۱۰۰/۸\,g\,(NH_۴)_۲Cr_۲O_۷ \times \frac{۱\,mol\,(NH_۴)_۲Cr_۲O_۷}{۲۵۲\,g\,(NH_۴)_۲Cr_۲O_۷} \times \frac{۱\,mol\,N_۲}{۱\,mol\,(NH_۴)_۲Cr_۲O_۷} \times \frac{۲۸\,g\,N_۲}{۱\,mol\,N_۲} = ۱۱/۲\,g$$

اکنون می‌توان بازده درصدی واکنش را به‌دست آورد:

$$\text{بازده درصدی} = \frac{\text{مقدار عملی}}{\text{مقدار نظری}} \times ۱۰۰ \Longrightarrow \text{بازده درصدی} = \frac{۶/۷۲}{۱۱/۲} \times ۱۰۰ \Longrightarrow \text{بازده درصدی} = ۶۰\,\text{درصد}$$

بازده درصدی واکنش، برابر با ۶۰ درصد است. توجه داریم که مقدار عملی گاز نیتروژن تولید شده در واکنش، برابر با ۶/۷۲ گرم است. بر این اساس، می‌توان مقدار بخار آب تولید شده در واکنش بر حسب مول را به‌دست آورد:

$$?\,mol\,H_۲O = ۶/۷۲\,g\,N_۲ \times \frac{۱\,mol\,N_۲}{۲۸\,g\,N_۲} \times \frac{۴\,mol\,H_۲O}{۱\,mol\,N_۲} = ۰/۹۶\,mol$$

واکنش سوختن کامل اتان به‌صورت زیر است:

$$۲C_۲H_۶(g) + ۷O_۲(g) \longrightarrow ۴CO_۲(g) + ۶H_۲O(g)$$

اکنون می‌توان جرم گاز اتان مصرف شده را محاسبه کرد:

$$?\,g\,C_۲H_۶ = ۰/۹۶\,mol\,H_۲O \times \frac{۲\,mol\,C_۲H_۶}{۶\,mol\,H_۲O} \times \frac{۳۰\,g\,C_۲H_۶}{۱\,mol\,C_۲H_۶} = ۹/۶\,g$$

جرم گاز اتان مصرف شده، برابر با ۹/۶ گرم است.

گروه آموزشی ماز

۱۵- شکل زیر میزان گرانروی دو آلکان راست‌زنجیر متوالی A و B را نمایش می‌دهد. اگر در آلکان A، شمار کل پیوندهای اشتراکی، ۱/۳۷۵ برابر شمار پیوندهای $C-H$ باشد، کدام‌یک از مطالب زیر در رابطه با این مواد درست است؟

الف: نقطه جوش آلکان A به‌تقریب با نقطه جوش مهم‌ترین حلال صنعتی برابر است.

ب: شمار اتم‌های هیدروژن در آلکان B، دو برابر شمار اتم‌های کربن در آلکان A است.

پ: در اثر سوختن کامل ۰/۳ مول از آلکان B در شرایط استاندارد، ۳۵/۸۴ لیتر گاز $CO_۲$ حاصل می‌شود.

ت: مقدار نقطه جوش آلکانی با ۷ پیوند اشتراکی کربن-کربن، از اختلاف نقطه جوش دو آلکان A و B کمتر است.

۱) «الف» و «ب» ۲) «الف» و «پ» ۳) «پ» و «ت» ۴) «ب» و «ت»

پاسخ: گزینه ۱ (متوسط ـ مفهومی ـ ۱۱۰۱)

در جدول زیر برخی از ویژگی‌های هیدروکربن‌ها را مشاهده می‌کنید:

هیدروکربن	فرمول مولکولی	تعداد پیوند اشتراکی	تعداد پیوند $C-C$	درصد جرمی هیدروژن	درصد جرمی کربن
آلکان	$C_nH_{۲n+۲}$	$۳n+۱$	$n-۱$	$\frac{۲n+۲}{۱۴n+۲} \times ۱۰۰$	$\frac{۱۲n}{۱۴n+۲} \times ۱۰۰$
آلکن	$C_nH_{۲n}$	$۳n$	$n-۲$	$\frac{۲n}{۱۴n} \times ۱۰۰ = ۱۴/۳$	$\frac{۱۲n}{۱۴n} \times ۱۰۰ = ۸۵/۷$
آلکین	$C_nH_{۲n-۲}$	$۳n-۱$	$n-۲$	$\frac{۲n-۲}{۱۴n-۲} \times ۱۰۰$	$\frac{۱۲n}{۱۴n-۲} \times ۱۰۰$
سیکلوآلکان	$C_nH_{۲n}$	$۳n$	n	$\frac{۲n}{۱۴n} \times ۱۰۰ = ۱۴/۳$	$\frac{۱۲n}{۱۴n} \times ۱۰۰ = ۸۵/۷$

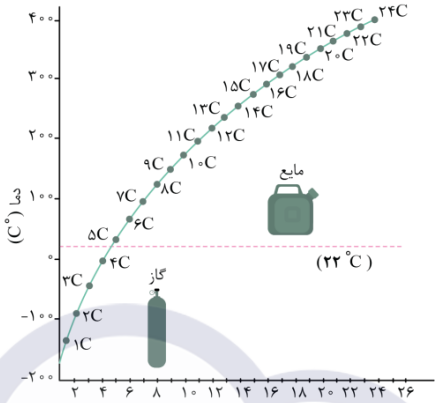
شمار کل پیوندهای اشتراکی موجود در یک آلکان برابر با $۳n+۱$ است. بر این اساس، برای آلکان A می‌توان نوشت:

$$\frac{\text{شمار پیوندهای اشتراکی}}{\text{شمار پیوندهای } C-H} = \frac{۳n+۱}{۲n+۲} = ۱/۳۷۵ \Rightarrow n = ۷$$

آلکان A معادل با هپتان($C_۷H_{۱۶}$) است. با توجه به شکل‌های داده شده، گرانروی آلکان A بیشتر از آلکان B بوده و شمار اتم‌های کربن در آلکان A بیشتر است. بر این اساس، آلکان B معادل با هگزان($C_۶H_{۱۴}$) بوده و عبارت‌های «الف» و «ب» در رابطه با این دو ماده درست هستند.

بررسی موارد:

«الف»: مهم‌ترین حلال صنعتی، آب بوده و نقطه جوش آن برابر با ۱۰۰°C است. نقطه جوش هپتان به‌عنوان هفتمین عضو خانواده آلکان‌ها نیز تقریباً برابر با ۱۰۰°C است. نمودار زیر، روند تغییر نقطه جوش آلکان‌های راست‌زنجیر مختلف را نشان می‌دهد:



همان‌طور که مشخص است، با افزایش شمار اتم‌های کربن، نقطه جوش آلکان‌های راست زنجیر افزایش می‌یابد.

در این رابطه، به نکات زیر توجه کنید:

- دمای جوش ۴ آلکان نخست که به حالت گاز هستند، کمتر از ۰°C است.
- نقطه جوش آلکان‌های مایع بیشتر از ۲۲°C است. خطچین افقی در نمودار، دمای اتاق را نشان می‌دهد.
- نمودار خطی نیست و شیب آن رو به کاهش است، درنتیجه با افزایش شمار اتم‌های کربن، اختلاف نقطه جوش دو آلکان متوالی کاهش می‌یابد.

«ب»: شمار اتم‌های هیدروژن در هگزان برابر با ۱۴ و شمار اتم‌های کربن در هپتان برابر با ۷ است؛ بنابراین مقدار نسبت خواسته شده برابر با ۲ خواهد بود.

«پ»: از سوختن هر مول از یک آلکان n کربنی، مقدار n مول گاز کربن دی‌اکسید تولید می‌شود. بر این اساس، می‌توان گفت با سوختن یک مول هگزان، ۶ مول کربن دی‌اکسید حاصل می‌شود. درنتیجه می‌توان نوشت:

$$?\,L\,CO_۲ = ۰/۳\,mol\,C_۶H_{۱۴} \times \frac{۶\,mol\,CO_۲}{۱\,mol\,C_۶H_{۱۴}} \times \frac{۲۲/۴\,L\,CO_۲}{۱\,mol\,CO_۲} = ۴۰/۳۲\,L$$

از سوختن کامل ۰/۳ مول هگزان، مقدار ۴۰/۳۲ لیتر گاز کربن دی‌اکسید در شرایط استاندارد حاصل می‌شود.

«ت»: آلکانی که ۷ پیوند کربن-کربن دارد، ۸ کربنه بوده و معادل با اوکتان است. نقطه جوش اوکتان از هپتان و هگزان بیشتر است، درنتیجه به یقین مقدار نقطه جوش اوکتان از اختلاف نقطه جوش هپتان و هگزان بیشتر خواهد بود.

گروه آموزشی ماز

۱۶- واکنش انجام گرفته میان کدام جفت عناصر زیر شدیدتر بوده و در تشکیل هر مول از ترکیب حاصل از این دو عنصر، چند مول الکترون بین عناصر سازنده مبادله می‌شود؟

۱) باریم و نیتروژن ـ ۶ ۲) باریم و نیتروژن ـ ۳ ۳) استرانسیم و فسفر ـ ۶ ۴) استرانسیم و فسفر ـ ۳

پاسخ: گزینه ۱ **ازمون وی ای پی** (آسان ـ مفهومی ـ ۱۱۰۱)

واکنش‌پذیری یک فلز وابسته به خصلت فلزی و واکنش‌پذیری یک نافلز وابسته به خصلت نافلزی آن است. هرچقدر که واکنش‌پذیری عناصر مصرف شده در یک واکنش بیشتر باشد، آن واکنش با سرعت و شدت بیشتری انجام می‌شود. باریم و استرانسیم هر دو در گروه دوم جدول دوره‌ای هستند و باریم، پایین‌تر از استرانسیم است؛ درنتیجه واکنش‌پذیری باریم بیشتر از استرانسیم بوده و گزینه‌های ۳ و ۴ حذف می‌شوند. از طرفی نیتروژن و فسفر در گروه ۱۵ جدول تناوبی هستند و نیتروژن خصلت نافلزی بیشتری خواهد داشت. از واکنش باریم با نیتروژن، ترکیبی به نام باریم نیترید با فرمول شیمیایی $Ba_۳N_۲$ حاصل می‌شود. به ازای تولید هر مول از این ترکیب، ۶ مول الکترون بین عناصر سازنده مبادله می‌شود.

خصلت فلزی و نافلزی

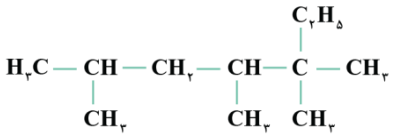
خصلت فلزی از جمله خواص شیمیایی فلزها بوده و به معنای تمایل اتم فلز به از دست دادن الکترون(تشکیل کاتیون) است. هرچه میزان این تمایل بیشتر باشد، واکنش‌پذیری فلزها بیشتر خواهد بود. در جدول تناوبی روند تغییر خصلت فلزی همانند شعاع اتمی است؛ بدین معنا که از راست به چپ و از بالا به پایین خصلت فلزی همانند شعاع اتمی افزایش می‌یابد. پس در طول یک دوره می‌توان نوشت:

خصلت فلزی فلزات قلیایی > خصلت فلزی فلزات قلیایی خاکی > خصلت فلزی عناصر واسطه

خصلت نافلزی از جمله خواص شیمیایی نافلزها بوده و به معنای تمایل اتم نافلز به گرفتن الکترون(تشکیل آنیون) است. هرچه میزان این تمایل بیشتر باشد، واکنش‌پذیری نافلزات بیشتر خواهد بود. در جدول تناوبی خصلت نافلزی از چپ به راست و از پایین به بالا افزایش می‌یابد. برای مثال در گروه ۱۷ روند واکنش‌پذیری و خصلت نافلزی به‌صورت $F > Cl > Br > I > At$ است یا در دوره دوم جدول تناوبی روند واکنش‌پذیری و خصلت نافلزی به‌صورت $F > O > N > C \gg Ne$ است. باید دقت شود که گازهای نجیب، با این که نافلز هستند ولی تمایلی به گرفتن الکترون ندارند(خصلت نافلزی ناچیزی دارند) و در نتیجه واکنش‌پذیری بسیار کمی دارند.

گروه آموزشی ماز

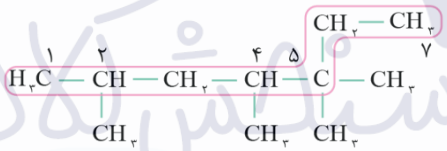
۱۷- نام هیدروکربنی با ساختار زیر بر اساس قواعد آیوپاک کدام است و با سوزاندن کامل ۵/۵۵ مول از آن، چند لیتر گاز کربن دی‌اکسید با چگالی ۱/۸۵ گرم بر لیتر حاصل می‌شود؟ $(C = ۱۲ , O = ۱۶ : g.mol^{-۱})$



۱) ۵،۵،۴،۲- ترا متیل هپتان - ۹۶۸
۲) ۵،۵،۴،۲- ترا متیل هپتان - ۱۴۵۲
۳) ۶،۴،۳،۳- ترا متیل هپتان - ۹۶۸
۴) ۶،۴،۳،۳- ترا متیل هپتان - ۱۴۵۲

پاسخ: گزینه ۲ (متوسط ـ مسئله ـ ۱۱۰۱)

ساختار آلکان مورد نظر و نحوه شماره‌گذاری اتم‌های کربن موجود در زنجیره اصلی آن به‌صورت زیر است:



توجه داریم که برای انتخاب زنجیرهٔ کربنی اصلی، باید به دنبال زنجیره‌ای از اتم‌های کربن بگردیم که بیشترین تعداد اتم C ممکن را در خود جای داده باشد. از طرفی، شماره‌گذاری اتم‌های کربن موجود در زنجیرهٔ اصلی را از سمتی آغاز می‌کنیم که به اولین شاخهٔ فرعی نزدیک‌تر باشد. با توجه به ساختار رسم شده، نام هیدروکربن مورد نظر معادل با ۵،۵،۴،۲- ترا متیل هپتان است. فرمول مولکولی این ترکیب به‌صورت $C_{۱۱}H_{۲۴}$ بوده و به ازای سوختن هر مول از آن، ۱۱ مول کربن دی‌اکسید تولید می‌شود. بنابراین می‌توان نوشت:

$$? g\ CO_۲ = ۵/۵۵\ mol\ C_{۱۱}H_{۲۴} \times \frac{۱۱\ mol\ CO_۲}{۱\ mol\ C_{۱۱}H_{۲۴}} \times \frac{۴۴\ g\ CO_۲}{۱\ mol\ CO_۲} \times \frac{۱\ L\ CO_۲}{۱/۸۵\ g\ CO_۲} = ۱۴۵۲\ L$$

طی این واکنش ۱۴۵۲ لیتر گاز کربن دی‌اکسید حاصل می‌شود.

گروه آموزشی ماز

۱۸- برای جذب کربن دی‌اکسید از منیزیم اکسید استفاده می‌شود و تنها فراورده واکنش، منیزیم کربنات است. اگر بازده درصدی واکنش مورد نظر برابر با ۷۵٪ باشد، درصد جرمی منیزیم در نمونه‌ای خالص از منیزیم اکسید پس از تماس با مقدار کافی گاز کربن دی‌اکسید، به‌تقریب به چند درصد می‌رسد؟ $(C = ۱۲, O = ۱۶, Mg = ۲۴ : g.mol^{-۱})$

۱) ۳۲/۸ ۲) ۳۸/۲ ۳) ۲۹/۴ ۴) ۲۶/۷

پاسخ: گزینه ۱ (سخت ـ مسئله ـ ۱۱۰۱)

معادله واکنش انجام شده به‌صورت زیر است:

$$MgO(s) + CO_۲(g) \rightarrow MgCO_۳(s)$$

همان‌طور که مشخص است، جرم کربن دی‌اکسید به ماده اولیه که منیزیم اکسید است، اضافه می‌شود. چون در ساختار گاز $CO_۲$ اتم منیزیم وجود ندارد، پس جرم منیزیم قبل و بعد از انجام واکنش، ثابت است و تغییری نمی‌کند. اگر فرض کنیم مقدار ۱ مول MgO(معادل با ۴۰ گرم از آن) داشته باشیم، جرم منیزیم موجود در این ماده برابر با ۲۴ گرم خواهد بود. اکنون می‌توان جرم نظری $CO_۲$ مصرف شده در این فرایند را محاسبه کرد:

$$? g\ CO_۲ = ۱\ mol\ MgO \times \frac{۱\ mol\ CO_۲}{۱\ mol\ MgO} \times \frac{۴۴\ g\ CO_۲}{۱\ mol\ CO_۲} = ۴۴\ g$$

با استفاده از فرمول بازده می‌توان جرم عملی $CO_۲$ مصرف شده در این واکنش را محاسبه کرد:

$$\text{بازده درصدی} = \frac{\text{مقدار عملی}}{\text{مقدار نظری}} \times ۱۰۰ \Rightarrow ۷۵ = \frac{\text{مقدار عملی}}{۴۴} \times ۱۰۰ \Rightarrow \text{مقدار عملی} = ۳۳\ g$$

همان‌طور که گفتیم، جرم گاز $CO_۲$ به جرم مواد جامد اولیه موجود در ظرف واکنش(۴۰ گرم منیزیم اکسید) افزوده می‌شود. بر این اساس، می‌توان گفت جرم مخلوط نهایی برابر با ۷۳ گرم(۳۳ + ۴۰) بوده و می‌توان نوشت:

$$\text{درصد جرمی منیزیم} = \frac{\text{جرم منیزیم}}{\text{جرم مخلوط}} \times ۱۰۰ = \frac{۲۴}{۷۳} \times ۱۰۰ \simeq ۳۲/۸ \text{ درصد}$$

درصد جرمی منیزیم در مخلوط نهایی به‌تقریب برابر با ۳۲/۸ درصد است.

گروه آموزشی ماز

۱۹- یک نمونه ۵۶/۴ گرمی از یک هیدروکربن سیرنشده با ۷ اتم کربن را به‌طور کامل می‌سوزانیم. اگر آب تولید شده از این فرایند را به ۲۰۰ گرم محلول کلسیم کلرید با غلظت $۲۵۴۰۰۰ppm$ اضافه کنیم، درصد جرمی کلسیم کلرید در محلول نهایی، کدام است؟ (در ساختار هیدروکربن، ۲ پیوند دوگانه و یک حلقه وجود دارد. $O = ۱۶ , C = ۱۲ , H = ۱ : g.mol^{-۱}$)

۱) ۴۰ ۲) ۴ ۳) ۲ ۴) ۲۰

پاسخ: گزینه ۴ (سخت ـ مسئله ـ ۱۱۰۱)

در ساختار هیدروکربن داده شده در صورت سؤال، یک حلقه کربنی و ۲ پیوند دوگانه وجود دارد. با استفاده از رابطه زیر، می‌توان شمار اتم‌های هیدروژن موجود در ساختار یک ترکیب آلی را محاسبه کرد:

$$\text{تعداد هیدروژن‌ها} = ۲n + ۲ - ۲ \times (\text{تعداد حلقه} + \text{تعداد پیوند دوگانه}) - ۴ \times (\text{تعداد پیوند سه گانه}) - \overbrace{X}^{\text{تعداد هالوژن‌ها}} + \underbrace{N}_{\text{تعداد نیتروژن‌ها}}$$

مطابق رابطه بالا، به ازای هر پیوند دوگانه یا حلقه در ساختار هیدروکربن، ۲ اتم هیدروژن کم می‌شود. تعداد اتم‌های هیدروژن در ساختار هیدروکربن ذکرشده در صورت سؤال، برابر است با:

$$\text{تعداد اتم‌های هیدروژن} = (۲ \times ۷ + ۲) - ۲(۳) = ۱۰$$

فرمول مولکولی هیدروکربن ذکرشده به‌صورت $C_۷H_{۱۰}$ بوده و واکنش سوختن کامل آن به‌صورت زیر است:

$$۲C_۷H_{۱۰} + ۱۹O_۲ \longrightarrow ۱۴CO_۲ + ۱۰H_۲O$$

مقدار آب تولید شده در این فرایند، برابر است با:

$$? g\ H_۲O = ۵۶/۴\ g\ C_۷H_{۱۰} \times \frac{۱\ mol\ C_۷H_{۱۰}}{۹۴\ g\ C_۷H_{۱۰}} \times \frac{۱۰\ mol\ H_۲O}{۲\ mol\ C_۷H_{۱۰}} \times \frac{۱۸\ g\ H_۲O}{۱\ mol\ H_۲O} = ۵۴\ g$$

با اضافه کردن این مقدار آب به محلول اولیه کلسیم کلرید($CaCl_۲$)، جرم حل‌شونده(کلسیم کلرید) تغییری نمی‌کند و فقط جرم محلول افزایش می‌یابد. طی این فرایند، جرم محلول از ۲۰۰ گرم به ۲۵۴ گرم می‌رسد. جرم کلسیم کلرید در محلول اولیه برابر است با:

$$ppm = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}} \times ۱۰^۶ \Longrightarrow ۲۵۴۰۰۰ = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{۲۰۰} \times ۱۰^۶ \Longrightarrow \text{جرم حل‌شونده} = ۵۰/۸\ g$$

جرم کلسیم کلرید در محلول نهایی(بعد از اضافه شدن آب) نیز برابر با ۵۰/۸ گرم است. بر این اساس می‌توان درصد جرمی این ترکیب یونی را در محلول نهایی به‌دست آورد. در این رابطه، داریم:

$$\text{درصد جرمی} = \frac{\text{جرم حل شونده}}{\text{جرم محلول}} \times ۱۰۰ \Longrightarrow \text{درصد جرمی} = \frac{۵۰/۸}{۲۰۰ + ۵۴} \times ۱۰۰ \Longrightarrow ۲۰ \text{ درصد}$$

درصد جرمی کلسیم کلرید بعد از اضافه کردن آب به محلول، برابر با ۲۰ درصد است.

گروه آموزشی ماز

۲۰- کدام‌یک از مطالب زیر در رابطه با دو سوخت بنزین و زغال سنگ درست است؟

الف: در ساختار زغال سنگ، به‌یقین دو عنصر هم‌دوره متوالی در جدول تناوبی یافت می‌شود.

ب: زغال‌سنگ را فقط به منظور حذف گوگرد موجود در آن به‌طور کامل شست‌وشو می‌دهند.

پ: در ساختار همه فراورده‌های حاصل از سوختن این مواد، اتمی با ۶ الکترون ظرفیتی یافت می‌شود.

ت: به‌ازای تولید هر کیلوژول انرژی، میزان گاز $CO_۲$ بیشتری از سوختن بنزین نسبت به سوخت دیگر حاصل می‌شود.

۱) «ب» و «پ» ۲) «الف» و «پ» ۳) «الف» و «ت» ۴) «ب» و «ت»

پاسخ: گزینه ۲ (متوسط ـ مفهومی ـ ۱۱۰۱)

اطلاعات مربوط به سوختن زغال‌سنگ و بنزین را در جدول زیر مشاهده می‌کنید:

نام سوخت	گرمای آزاد شده (kJ/g)	فراورده‌های سوختن	مقدار CO_2 به ازای هر کیلوژول انرژی تولید شده (g)
بنزین	۴۸	CO_2, CO, H_2O	۰/۰۶۵
زغال سنگ	۳۰	$SO_2, CO_2, NO_2, CO, H_2O$	۰/۱۰۴

بر این اساس عبارت‌های «الف» و «پ» درست هستند.

بررسی موارد:

«الف»: بر اساس فراورده‌های حاصل از سوختن زغال‌سنگ، مشخص می‌شود که در ساختار این ماده، به‌یقین عناصر کربن، هیدروژن، گوگرد و نیتروژن وجود دارد. عناصر کربن و نیتروژن دو عنصر هم‌دوره متوالی در دوره دوم هستند. البته، توجه داریم که در ساختار زغال‌سنگ عنصر اکسیژن نیز موجود است که با عناصر کربن و نیتروژن هم‌دوره و متوالی است.

«ب»: یکی از راه‌های بهبود کارایی زغال‌سنگ، شست‌وشوی آن به منظور حذف گوگرد و ناخالصی‌های دیگر در آن است. با انجام این کار، مقدار اکسیدهای گوگرد کمتری بر اثر سوزاندن زغال‌سنگ تولید می‌شود.

«پ»: در همه فراورده‌های حاصل از سوختن یک نمونه زغال‌سنگ، اتم اکسیژن وجود دارد. اکسیژن عنصری در گروه ۱۶ جدول دوره‌ای بوده و دارای ۶ الکترون ظرفیتی است.

«ت»: به ازای تولید هر کیلوژول انرژی از سوزاندن زغال‌سنگ و بنزین، مقدار کربن دی‌اکسید بیشتری از سوختن زغال‌سنگ حاصل می‌شود. علاوه بر این، زغال‌سنگ آلاینده‌های متنوع‌تری هم تولید می‌کند. انواع مقایسه بین این دو سوخت را به‌صورت زیر مشاهده می‌کنید:

زغال‌سنگ < بنزین : مقدار گرمای آزاد شده $(kJ.g^{-1})$ بنزین < زغال‌سنگ : تنوع فراورده‌های سوختن

بنزین < زغال‌سنگ : مقدار جرم کربن دی‌اکسید به ازای هر کیلوژول تولید انرژی

گروه آموزشی ماز

۲۱- در مخلوطی گازی به جرم ۶۷۲ گرم از اتان و یک آلکن، ۲۵ درصد جرم مخلوط را ماده واکنش‌پذیرتر تشکیل داده است. اگر در واکنش این مخلوط گازی با مقدار کافی آب در حضور کاتالیزگر، ۲۲۲ گرم فراورده سیرشده تولید شود، شمار مول گاز اتان در مخلوط اولیه چقدر بوده و نسبت چگالی آلکن مورد نظر به گاز اتان در شرایط یکسان به‌تقریب کدام است؟

$(O = ۱۶, C = ۱۲, H = ۱ : g.mol^{-۱})$

۱) ۱/۸۶ – ۱۶/۸ ۲) ۱/۴۴ – ۱۶/۸ ۳) ۱/۸۶ – ۵/۶ ۴) ۱/۴۴ – ۵/۶

پاسخ: گزینه ۱ (متوسط ـ مسئله ـ ۱۱۰۱)

آلکان‌ها، هیدروکربن‌هایی سیرشده هستند درحالی‌که آلکن‌ها، هیدروکربن‌هایی سیرنشده با یک پیوند $C = C$ می‌باشند. می‌دانیم که واکنش‌پذیری آلکن‌ها از آلکان‌ها بیشتر است. طبق فرض سؤال، ۲۵ درصد جرم مخلوط که معادل با ۱۶۸ گرم از آن است، توسط آلکن تشکیل شده است و بقیه جرم مخلوط که معادل با ۵۰۴ گرم$(۶۷۲ - ۱۶۸\ g)$ از آن است، توسط گاز اتان تشکیل شده است. شمار مول‌های گاز اتان در مخلوط، به‌صورت زیر به‌دست می‌آید:

$$?\,mol\ C_2H_6 = ۵۰۴\ g\ C_2H_6 \times \frac{۱\ mol\ C_2H_6}{۳۰\ g\ C_2H_6} = ۱۶/۸\ mol$$

می‌دانیم که گاز اتان، توانایی واکنش با آب را ندارد و فقط آلکن موجود در مخلوط مورد نظر می‌تواند در این واکنش شرکت کند و الکلی سیرشده را تولید نماید. واکنش آلکن مورد نظر با آب در حضور کاتالیزگر سولفوریک اسید به‌صورت زیر است:

$$C_nH_{2n}(g) + H_2O(l) \xrightarrow{H_2SO_4} C_nH_{2n+2}O(l)$$

فرمول مولکولی آلکن‌ها به‌صورت C_nH_{2n} است. اکنون می‌توان شمار اتم‌های کربن(n) مربوط به آلکن موجود در مخلوط اولیه را محاسبه کرد:

$$۱۶۸\ g\ C_nH_{2n} = ۲۲۲\ g\ C_nH_{2n+2}O \times \frac{۱\ mol\ C_nH_{2n+2}O}{(۱۴n + ۱۸)\ g\ C_nH_{2n+2}O} \times \frac{۱\ mol\ C_nH_{2n}}{۱\ mol\ C_nH_{2n+2}O} \times \frac{(۱۴n)\ g\ C_nH_{2n}}{۱\ mol\ C_nH_{2n}} \Rightarrow n = ۴$$

در فرمول مولکولی آلکن مورد نظر، ۴ اتم کربن وجود دارد؛ درنتیجه فرمول مولکولی آن به‌صورت C_4H_8 می‌باشد. نسبت چگالی دو گاز در شرایط یکسان، برابر با نسبت جرم مولی آن‌ها است. بر این اساس داریم:

$$\frac{\text{چگالی گاز } C_4H_8}{\text{چگالی گاز } C_2H_6} = \frac{\text{جرم مولی گاز } C_4H_8}{\text{جرم مولی گاز } C_2H_6} \Rightarrow \frac{\text{چگالی گاز } C_4H_8}{\text{چگالی گاز } C_2H_6} = \frac{۵۶}{۳۰} \simeq ۱/۸۶$$

با توجه به محاسبات بالا، نسبت چگالی C_4H_8 به چگالی گاز اتان، به‌تقریب برابر با ۱/۸۶ است.

گروه آموزشی ماز

۲۲- چند مورد از مطالب زیر در رابطه با دو عنصر A و B به‌یقین درست است؟ (عناصر A و B، در تناوب‌های اول تا چهارم جدول دوره‌ای جای دارند.)

عنصر A	عنصری که کمترین شعاع اتمی و بیشتری خصلت نافلزی را بین عناصر دوره دوم جدول تناوبی دارد.
عنصر B	عنصری که در آرایش الکترونی اتم خود شمار الکترون‌های برابری در زیرلایه‌های s و p دارد.

الف: شعاع اتمی عنصر A کوچک‌تر از عنصر B است.

ب: حالت فیزیکی دو عنصر A و B در دمای اتاق، یکسان است.

پ: در اثر ترکیب شدن این دو عنصر، نوعی ترکیب مولکولی با دو پیوند اشتراکی تشکیل می‌شود.

ت: اگر عدد اتمی B کوچک‌تر از A باشد، عنصر B از نظر رسانایی الکتریکی، مشابه ۵ عنصر هم‌دوره خود است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

پاسخ: گزینه ۱ (متوسط ـ مفهومی ـ ۱۱۰۱)

عنصر A به‌یقین معادل با فلوئور است و هیچ عنصر دیگری نمی‌تواند معادل با عنصر A باشد. فلوئور بیشترین خصلت فلزی و کمترین شعاع اتمی(بدون در نظر گرفتن گاز نجیب) را بین عناصر دوره دوم دارد. این در حالی است که عنصر B می‌تواند معادل با اکسیژن یا منیزیم باشد. آرایش الکترونی این دو عنصر به‌صورت زیر بوده و شمار الکترون‌های موجود در دو زیرلایه s و p در آن‌ها برابر است:

$_{۸}O : ۱s^{۲}۲s^{۲}۲p^{۴}$ $\qquad$ $_{۱۲}Mg : ۱s^{۲}۲s^{۲}۲p^{۶}۳s^{۲}$

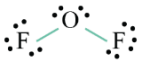
بر این اساس، فقط عبارت «الف» درست است.

بررسی موارد:

«الف»: اگر عنصر B معادل با اکسیژن باشد، جمله داده شده درست بوده و شعاع اتمی فلوئور کوچک‌تر از اکسیژن است. اگر عنصر B معادل با منیزیم باشد نیز جمله درست می‌شود. شعاع اتمی منیزیم که در دوره سوم و گروه دوم جدول تناوبی جای دارد، بزرگ‌تر از فلوئور است.

«ب»: اگر عنصر B، منیزیم باشد، در دمای اتاق منیزیم به حالت جامد و فلوئور به حالت گاز است.

«پ»: در اثر واکنش منیزیم با فلوئور، یک ترکیب یونی به نام منیزیم فلوئورید حاصل می‌شود که اصلاً یک ترکیب مولکولی نیست. از واکنش گاز اکسیژن با فلوئور، ترکیبی با فرمول مولکولی $OF_{۲}$ و به نام اکسیژن دی فلوئورید حاصل می‌شود. ساختار لوویس این ماده به‌صورت مقابل است. همان‌طور که مشاهده می‌کنید در هر مولکول از این ترکیب، ۲ پیوند اشتراکی وجود دارد.



«ت»: اگر عنصر B معادل با $_{۸}O$ باشد، عدد اتمی کمتری نسبت به $_{۹}F$ دارد. اکسیژن، یک نافلز گازی در دوره دوم جدول تناوبی بوده و رسانایی الکتریکی ندارد. در این دوره به غیر از اکسیژن، سه عنصر نیتروژن، فلوئور و نئون نیز رسانایی الکتریکی ندارند.

گروه آموزشی ماز

۲۳- استخراج و تولید مواد اولیه برای ساخت پاکت‌های کاغذی، در شرایط ..... قرار دارد و دفع آن با روش بازیافت، باعث آلودگی محیط زیست ..... .

۱) ناپایدار ـ می‌شود ۲) ناپایدار ـ نمی‌شود ۳) نسبتاً پایدار ـ می‌شود ۴) نسبتاً پایدار ـ نمی‌شود

پاسخ: گزینه ۳ (آسان ـ حفظی ـ ۱۱۰۱)

از ارزیابی چرخه عمر، برای ارزیابی میزان تأثیر یک فراورده بر روی محیط زیست در مدت طول عمر آن استفاده می‌شود. این ارزیابی از چهار مرحله زیر تشکیل شده است:

۱. ارزیابی استخراج و تولید مواد خام برای تولید یک فراورده

۲. ارزیابی تولید و توزیع

۳. ارزیابی مصرف

۴. ارزیابی دفع فراورده

در ارزیابی چرخه عمر، میزان آب و انرژی مصرفی، پایدار بودن فرایند تأمین مواد خام، میزان زباله و پسماند ایجاد شده و سهم حمل و نقل در همه مراحل بررسی می‌شود. یکی از مراحل چرخه عمر یک ماده، مرحله مصرف آن است. در مرحله مصرف پاکت‌های کاغذی و کیسه‌های پلاستیکی، هوای محیط آلوده می‌شود. همچنین ماده اولیه و خام پاکت‌های کاغذی، درختان هستند که تأمین آن‌ها در شرایط نسبتاً پایداری قرار دارد. ماده اولیه کیسه‌های پلاستیکی نیز نفت خام بوده و تأمین آن در شرایط ناپایداری قرار دارد، چون نفت خام، منبعی تجدیدناپذیر است. نمودار زیر، چرخه عمر پاکت‌های کاغذی را نمایش می‌دهد:

پاکت‌های کاغذی ← ماده اولیه : درختان - تأمین آن نسبتا پایدار است.

- تاثیر فرایند تولید : از بین بردن درختان و تخریب زیستگاه جانداران
- تاثیر مرحله حمل و نقل : آلودگی محیط زیست
- تاثیر مرحله مصرف : آلودگی محیط زیست
- تاثیر مرحله دفع : هرچند که کاغذ تجزیه می‌شود، اما متان تولید می‌کند که نوعی آلاینده است. بازیافت این ماده نیز همراه با تولید گازهای گلخانه‌ای و آلودگی محیط است.

گروه آموزشی ماز

۲۴- در نمونه‌ای ناخالص به جرم ۵۵/۳ گرم از منگنز(III) اکسید، $۳۷۹/۲۶ \times ۱۰^{۲۱}$ یون اکسید وجود دارد. اگر ناخالصی فاقد اتم اکسیژن باشد، درصد خلوص نمونه منگنز(III) اکسید چقدر است؟ $(O = ۱۶ , Mn = ۵۵ : g.mol^{-۱})$

۱) ۳۰ ۲) ۴۰ ۳) ۶۰ ۴) ۸۰

پاسخ: گزینه ۳ (متوسط ـ مسئله ـ ۱۱۰۱)

در صنعت و آزمایشگاه اغلب واکنش‌دهنده‌ها ناخالص هستند، به این معنا که مقداری ناخالصی در آن‌ها یافت می‌شود. درنتیجه برای بیان میزان خالص بودن یک ماده از درصد خلوص استفاده می‌شود. فرمول مربوط به محاسبه درصد خلوص یک ماده، به‌صورت زیر است:

$$\text{درصد خلوص} = \frac{\text{جرم ماده خالص}}{\text{جرم ماده ناخالص}} \times ۱۰۰$$

در این فرمول منظور از جرم ماده ناخالص، جرم کل ماده است که مقدار آن برابر با مجموع جرم ماده خالص و جرم ناخالصی موجود در نمونه است. بنابراین اگر درصد خلوص ماده‌ای ۱۰۰ درصد نباشد، همواره جرم نمونه ناخالص(کل) بیشتر از جرم ماده خالص موجود در آن است. فرمول شیمیایی منگنز(III) اکسید، به‌صورت $Mn_۲O_۳$ است. چون در ناخالصی نمونه $Mn_۲O_۳$ هیچ اتم اکسیژنی وجود ندارد، درنتیجه کل اتم‌های اکسیژن در بخش خالص نمونه وجود دارند. بر این اساس، می‌توان جرم خالص $Mn_۲O_۳$ را به‌صورت زیر محاسبه کرد:

$$? g\ Mn_۲O_۳ = ۳۷۹/۲۶ \times ۱۰^{۲۱}\ ion\ O^{۲-} \times \frac{۱\ mol\ O^{۲-}}{۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳}\ ion\ O^{۲-}} \times \frac{۱\ mol\ Mn_۲O_۳}{۳\ mol\ O^{۲-}} \times \frac{۱۵۸\ g\ Mn_۲O_۳}{۱\ mol\ Mn_۲O_۳} = ۳۳/۱۸\ g$$

جرم خالص $Mn_۲O_۳$ در نمونه داده شده برابر با ۳۳/۱۸ گرم است. اکنون می‌توان درصد خلوص $Mn_۲O_۳$ را در نمونه آن به دست آورد:

$$\text{درصد خلوص} = \frac{\text{جرم ماده خالص}}{\text{جرم ماده ناخالص}} \times ۱۰۰ \Longrightarrow \text{درصد خلوص} = \frac{۳۳/۱۸}{۵۵/۳} \times ۱۰۰ \Longrightarrow \text{درصد خلوص} = ۶۰\ \text{درصد}$$

درصد خلوص $Mn_۲O_۳$ در نمونه آن برابر با ۶۰ درصد است.

گروه آموزشی ماز

۲۵- کدام عبارت زیر در رابطه با واکنش فلز آهن با محلول $CuSO_۴$ درست است؟ $(Fe = ۵۶ , Cu = ۶۴ : g.mol^{-۱})$

۱) در واکنش محلول حاصل با محلول سود، شمار اتم‌ها در هر واحد فرمولی از فراورده رسوبی تولید شده، برابر با ۵ است.
۲) اختلاف شمار الکترون‌ها در زیرلایه d کاتیون مصرف شده و تولید شده برابر با مجموع ضرایب استوکیومتری مواد است.
۳) با گذشت زمان، از شدت رنگ آبی محلول مس(II) سولفات کاسته شده و محلول حاصل در نهایت بی‌رنگ می‌شود.
۴) با مصرف ۰/۵ مول آهن در این واکنش شیمیایی، ۸ گرم به جرم مواد جامد موجود در ظرف افزوده می‌شود.

پاسخ: گزینه ۱ (سخت ـ مفهومی ـ ۱۱۰۱)

واکنش فلز آهن با محلول $CuSO_۴$ به‌صورت زیر است:

$$Fe(s) + CuSO_۴(aq) \rightarrow FeSO_۴(aq) + Cu(s)$$

محلول حاصل از این فرآیند، $FeSO_۴$ بوده و واکنش آن با سود به‌صورت زیر است:

$$FeSO_۴(aq) + ۲NaOH(aq) \rightarrow Fe(OH)_۲(s) + Na_۲SO_۴(aq)$$

رسوب حاصل از این فرآیند، $Fe(OH)_۲$ بوده که به رنگ سبز دیده می‌شود. در هر واحد فرمولی از ترکیب رسوبی تولید شده، ۵ اتم وجود دارد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۲ در واکنش انجام شده، یون‌های $Cu^{۲+}$ مصرف و یون‌های $Fe^{۲+}$ تولید می‌شوند. یون سولفات موجود در محلول، صرفاً در نقش یون ناظر وجود دارد. آرایش الکترونی این دو یون به‌صورت زیر است:

$$_{۲۹}Cu^{۲+} : [Ar]۳d^۹ \qquad _{۲۶}Fe^{۲+} : [Ar]۳d^۶$$

اختلاف شمار الکترون‌ها در زیرلایه d این دو یون برابر با ۳ است، اما مجموع ضرایب استوکیومتری مواد در واکنش انجام شده برابر با ۴ است.

۳ محلول $CuSO_۴$ به رنگ آبی دیده می‌شود و چون به مرور زمان مصرف می‌شود، از شدت رنگ آبی محلول کاسته می‌شود. این در حالی است که یون‌های $Fe^{۲+}$ وارد شده به محلول، به رنگ سبز دیده می‌شوند و نمی‌توان گفت که محلول نهایی، بی‌رنگ است.

۴ با مصرف یک مول آهن(۵۶ گرم آهن)، یک مول فلز مس(۶۴ گرم مس) تولید می‌شود؛ درنتیجه با مصرف ۱ مول آهن، ۸ گرم به مجموع جرم مواد جامد موجود در ظرف افزوده می‌شود. بنابراین می‌توان نوشت:

$$? g\ \text{افزایش جرم} = ۰/۵\ mol\ Fe \times \frac{۸\ g\ \text{افزایش جرم}}{۱\ mol\ Fe} = ۴\ g$$

با مصرف ۰/۵ مول آهن، ۴ گرم به جرم مواد جامد موجود در ظرف افزوده می‌شود.

گروه آموزشی ماز

۲۶- بر اساس معادله موازنه نشده $Cu(s) + HNO_3(aq) \longrightarrow Cu(NO_3)_2(aq) + NO_2(g) + H_2O(l)$، اگر گاز آزاد شده به ازای مصرف ۳۲ گرم نمونه ناخالص مس، بتواند در حضور نور خورشید در ترکیب با اکسیژن هوا، ۱۹/۲ گرم اوزون تروپوسفری تولید کند، درصد خلوص مس در نمونه آن چقدر است؟ $(Cu = 64 , O = 16 : g.mol^{-1})$

۱) ۶۰ ۲) ۸۰ ۳) ۴۰ ۴) ۲۰

پاسخ: گزینه ۳ (متوسط ـ مسئله ـ ۱۱۰۱)

گاز آزاد شده از واکنش مورد نظر، NO_2 است. واکنش گاز NO_2 با اکسیژن هوا در حضور نور خورشید به‌صورت زیر است:

$$NO_2(g) + O_2(g) \xrightarrow{\text{نور خورشید}} NO(g) + \underbrace{O_3(g)}_{\text{اوزون تروپوسفری}}$$

ابتدا مقدار مول مصرف شده گاز NO_2 را در این واکنش به‌دست می‌آوریم:

$$?\,mol\ NO_2 = 19/2\ g\ O_3 \times \frac{1\ mol\ O_3}{48\ g\ O_3} \times \frac{1\ mol\ NO_2}{1\ mol\ O_3} = 0/4\ mol$$

معادله موازنه شده واکنش مس با نیتریک اسید(HNO_3)، به‌صورت زیر است:

$$Cu(s) + 4HNO_3(aq) \longrightarrow Cu(NO_3)_2(aq) + 2NO_2(g) + 2H_2O(l)$$

جرم مس مصرف شده در این واکنش، برابر است با:

$$?\,g\ Cu = 0/4\ mol\ NO_2 \times \frac{1\ mol\ Cu}{2\ mol\ NO_2} \times \frac{64\ g\ Cu}{1\ mol\ Cu} = 12/8\ g$$

جرم خالص مس، برابر با ۱۲/۸ گرم بوده است. اکنون می‌توان درصد خلوص نمونه مس را بر اساس محاسبات زیر به‌دست آورد:

$$\text{درصد خلوص} = \frac{\text{جرم ماده خالص}}{\text{جرم ماده ناخالص (کل)}} \times 100 \Longrightarrow \text{درصد خلوص} = \frac{12/8}{32} \times 100 \Longrightarrow \text{درصد خلوص} = 40$$

با توجه به محاسبات بالا، درصد خلوص مس در نمونه مورد نظر برابر با ۴۰ درصد است.

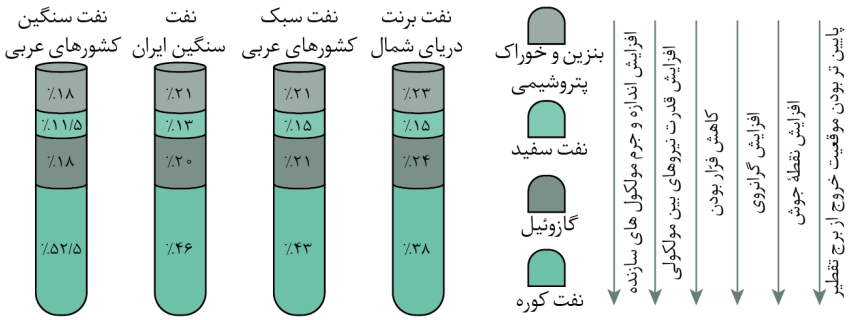
گروه آموزشی ماز

۲۷- کدام‌یک از عبارت‌های زیر درست است؟

۱) بنزین و خوراک پتروشیمیایی، در سینی‌های بخش پایین‌تر برج تقطیر نفت خام از آن جدا می‌شود.
۲) چگالی نفت کوره بیشتر از چگالی سایر اجزای آلی نفت بوده و چسبندگی این ماده بیشتر از بنزین است.
۳) حداکثر شمار اتم‌های H در ذرات نفت سفید که قسمت عمده سوخت هواپیما را تشکیل می‌دهد، برابر با ۲۸ است.
۴) حدود نیمی از سوخت جهان از طریق راه آهن، کشتی‌های نفتی و نفت‌کش‌های جاده‌پیما به مراکز توزیع منتقل می‌شود.

پاسخ: گزینه ۲ (متوسط ـ حفظی و مفهومی ـ ۱۱۰۱)

پس از استخراج نفت خام، نمک‌ها، اسیدها و آب موجود در این ماده را از آن جدا کرده و مخلوط باقیمانده را وارد پالایشگاه می‌کنند. در پالایشگاه، با استفاده از فرایند تقطیر جزءبه‌جزء، هیدروکربن‌های موجود در نفت خام را به‌صورت مخلوط‌هایی با نقطهٔ جوش نزدیک به هم جدا می‌کنند. در بین اجزای سازنده نفت، نفت کوره چگالی بیشتری نسبت به سایر اجزا دارد و شمار اتم‌های کربن در آن بیشتر است؛ درنتیجه چسبندگی، گرانروی و نقطه جوش آن بیشتر از سایر اجزای سازنده نفت خام است. تصویر زیر، نمونه‌های نفت خام و ویژگی‌های مختلف اجزای سازنده آن را در مقایسه با یکدیگر نشان می‌دهد:



بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ بنزین نسبت به سایر اجزای نفت، سبک‌تر بوده و نقطه جوش کمتری دارد؛ درنتیجه در سینی‌های بالاتری از برج تقطیر از مخلوط جدا می‌شود. نفت کوره، از قسمت‌های پایینی برج تقطیر نفت خام خارج می‌شود.

۳ سوخت هواپیما به‌طور عمده از نفت سفید تشکیل می‌شود. نفت سفید مخلوطی از آلکان‌ها با ۱۰ تا ۱۵ اتم کربن است. در هر مولکول از آلکان‌های ۱۵ کربنه، ۳۲ اتم هیدروژن وجود دارد.

۴ یکی از مسائل مهم در تأمین سوخت، انتقال آن به مراکز توزیع است. حدود ۶۶ درصد انتقال، از طریق خطوط لوله و بقیه که حدود ۳۴ درصد است، با استفاده از راه آهن، نفت‌کش جاده‌پیما و کشتی‌های نفتی به مراکز توزیع انتقال داده می‌شود.

گروه آموزشی ماز

۲۸- مجموع شمار اتم‌های کربن و هیدروژن در ساختار هر مولکول از یک آلکان، برابر با ۱۷ است. اگر از سوختن کامل m گرم از این آلکان ۶۰ لیتر فراورده ناقطبی حاصل شود، جرم اولیه آلکان چند گرم بوده و درصد جرمی گاز کربن دی اکسید در میان فراورده‌های تولید شده به‌تقریب کدام است؟ (حجم مولی گازها برابر ۳۰ لیتر است. $H = ۱ , C = ۱۲ : g.mol^{-۱}$)

۱) ۲۸/۸ - ۵۶ ۲) ۲۸/۸ - ۶۷ ۳) ۳۸/۵ – ۶۷ ۴) ۳۸/۵ - ۵۶

پاسخ: گزینه ۲ (متوسط ـ مسئله ـ ۱۱۰۱)

در آلکان ذکر شده، مجموع شمار اتم‌های کربن و هیدروژن برابر با ۱۷ اتم است. فرمول مولکولی آلکان‌ها به‌صورت $C_nH_{۲n+۲}$ است. مجموع شمار اتم‌های کربن و هیدروژن در این آلکان برابر است با:

$$n + ۲n + ۲ = ۱۷ \Rightarrow ۳n + ۲ = ۱۷ \Rightarrow n = ۵$$

در آلکان مورد نظر، ۵ اتم کربن وجود داشته و معادله سوختن کامل آن به‌صورت زیر است:

$$C_۵H_{۱۲} + ۸O_۲ \longrightarrow ۵CO_۲ + ۶H_۲O$$

دقت کنید برای محاسبه درصد جرمی گاز کربن دی‌اکسید در میان فراورده‌های حاصل، نیازی به دانستن جرم دقیق آلکان مصرف شده در این فرایند نیست. اگر فرض کنیم x مول آلکان داشته باشیم، $۵x$ مول کربن دی‌اکسید(معادل با $۲۲۰x$ گرم) و $۶x$ مول بخار آب(معادل با $۱۰۸x$ گرم) خواهیم داشت؛ درنتیجه درصد جرمی گاز کربن دی‌اکسید در میان فراورده‌های حاصل به‌صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$\text{درصد جرمی } CO_۲ = \frac{\text{جرم } CO_۲}{\text{جرم کل فراورده‌ها}} \times ۱۰۰ \Rightarrow \text{درصد جرمی } CO_۲ = \frac{۲۲۰\,x}{۱۰۸x + ۲۲۰x} \times ۱۰۰ \Rightarrow \text{درصد جرمی } CO_۲ \simeq ۶۷ \text{ درصد}$$

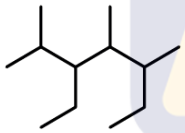
درصد جرمی گاز کربن دی‌اکسید در میان فراورده‌های حاصل، به‌تقریب برابر با ۶۷ درصد است. از سوختن کامل هیدروکربن‌ها، بخار آب و گاز کربن دی اکسید حاصل می‌شود. بخار آب، مولکولی قطبی بوده و در میدان الکتریکی جهت‌گیری می‌کند ولی $CO_۲$، مولکولی ناقطبی بوده و در میدان الکتریکی جهت‌گیری ندارد. از سوختن کامل آلکان ذکر شده، ۶۰ لیتر گاز $CO_۲$ حاصل شده است، درنتیجه جرم اولیه آلکان(m) برابر است با:

$$? g\ C_۵H_{۱۲} = ۶۰\ L\ CO_۲ \times \frac{۱\ mol\ CO_۲}{۳۰\ L\ CO_۲} \times \frac{۱\ mol\ C_۵H_{۱۲}}{۵\ mol\ CO_۲} \times \frac{۷۲\ g\ C_۵H_{۱۲}}{۱\ mol\ C_۵H_{۱۲}} = ۲۸/۸\ g$$

جرم اولیه آلکان(m) برابر با ۲۸/۸ گرم بوده است.

گروه آموزشی ماز

۲۹- چند مورد از عبارت‌های زیر در رابطه با دو آلکان زیر درست است؟

آلکان	b	a
ساختار	$(CH_۳)_۲CH(CH_۲)_۳CH(CH_۳)(C_۲H_۵)$	

الف: اختلاف جرم مولی این دو مولکول برابر با جرم مولی ساده‌ترین آلکن است.

ب: شمار گروه‌های $CH_۲$ در آلکان b، دو برابر شمار این گروه‌ها در آلکان a است.

پ: مجموع ارقام به کار رفته در نام آیوپاک آلکان a، ۱/۷۵ برابر این مجموع در آلکان b است.

ت: اگر گروه‌های $CH_۲$ در آلکان a حذف شود، زنجیر اصلی را می‌توان از دو طرف آن شماره‌گذاری کرد.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

پاسخ: گزینه ۴ (سخت ـ مفهومی ـ ۱۱۰۱)

همه عبارت‌های داده شده درست هستند.

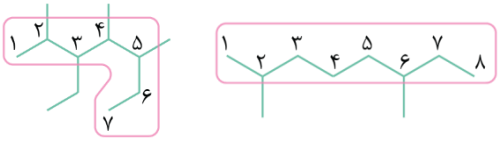
بررسی موارد:

«الف»: هر دو ماده، از دسته آلکان‌ها بوده و سیرشده هستند. فرمول مولکولی آلکان a به‌صورت $C_{۱۲}H_{۲۶}$ بوده و فرمول مولکولی آلکان b نیز به‌صورت $C_{۱۰}H_{۲۲}$ است. اختلاف جرم مولی این دو مولکول به اندازه جرم مولکول $C_۲H_۴$ است. ساده‌ترین عضو خانواده آلکن‌ها نیز، معادل با اتن بوده و فرمول مولکولی آن به‌صورت $C_۲H_۴$ است.

«ب»: در ساختارهای زیر گروه‌های CH_2 در هر دو آلکان مشخص شده است. مطابق شکل، شمار این گروه‌ها در آلکان b، دو برابر آلکان a است.

آلکان a　　آلکان b

«پ»: در شکل زیر زنجیر اصلی و شماره‌گذاری آن در دو آلکان مشخص شده است:



بر این اساس، نام آلکان سمت چپ(آلکان a) به‌صورت ۳-اتیل-۵،۴،۲-تری متیل هپتان و نام آلکان سمت راست(آلکان b) به‌صورت ۶،۲-دی متیل اوکتان است. مجموع ارقام در نام آلکان a برابر با ۱۴ و مجموع ارقام در نام آلکان b برابر با ۸ است. نسب خواسته شده در سؤال برابر با ۱/۷۵ است.

«ت»: با حذف دو گروه CH_2 در آلکان a، مولکولی با ساختار زیر حاصل می‌شود. زنجیر اصلی را در این مولکول از دو سمت با دو رنگ متفاوت شماره‌گذاری کرده‌ایم. در هر دو حالت مولکولی به نام ۵،۴،۳،۲-تترا متیل هگزان حاصل می‌شود.

گروه آموزشی ماز

۳۰- کدام‌یک از عبارت‌های زیر درست است؟ ازمون وی ای پی

۱) آلکنی که ۷۵ درصد پیوندهای کربن-کربن در آن یگانه است، در هر واحد فرمولی خود، ۱۵ پیوند اشتراکی دارد.
۲) می‌توان گاز SO_2 خارج شده از نیروگاه‌ها را با آهک واکنش داد و ماده معدنی کلسیم سولفات تولید کرد.
۳) علت اصلی انفجار در معادن زغال‌سنگ، تجمع نوعی هیدروکربن با بوی بد و دارای ۴ پیوند اشتراکی است.
۴) نقطه جوش گازوئیل و گریس، به‌ترتیب از نقطه جوش نمونه‌هایی از نفت سفید و وازلین کمتر است.

پاسخ: گزینه ۱　　(متوسط ـ مفهومی ـ ۱۱۰۱)

فرمول مولکولی آلکن‌ها به‌صورت C_nH_{2n} است. در یک آلکن، $n-2$ پیوند $C-C$، یک پیوند $C=C$ و $2n$ پیوند $C-H$ دیده می‌شود. بنابراین در رابطه با ترکیب مورد نظر می‌توان نوشت:

$$\text{درصد پیوندهای کربن-کربن یگانه بین کل پیوندهای کربن-کربن} = \frac{n-2}{n-1} \times 100 = 75 \Rightarrow n = 5$$

آلکن ذکر شده، ۵ کربنه بوده و فرمول مولکولی آن به‌صورت C_5H_{10} است. شمار کل پیوندهای اشتراکی در آلکن‌ها از رابطه $3n$ به‌دست می‌آید، بنابراین در هر مولکول از این ترکیب ۱۵ پیوند اشتراکی یافت می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۲ از واکنش آهک(CaO) با گوگرد دی‌اکسید، ماده‌ای معدنی به نام کلسیم سولفیت با فرمول $CaSO_3$ حاصل می‌شود. فرمول شیمیایی کلسیم سولفات به‌صورت $CaSO_4$ است.

گوگرد دی‌اکسید و کربن دی‌اکسید بخشی از آلاینده‌های حاصل از سوختن زغال‌سنگ هستند که برای به دام انداختن آن‌ها در نیروگاه‌ها از کلسیم اکسید یا آهک استفاده می‌شود. معادله حاصل از واکنش‌های ذکرشده را در زیر مشاهده می‌کنید:

$$CO_2(g) + CaO(s) \longrightarrow CaCO_3(s) \quad \text{و} \quad SO_2(g) + CaO(s) \longrightarrow CaSO_3(s)$$

زغال سنگ و آلاینده‌های آن

زغال سنگ، یکی از سوخت‌های فسیلی است که می‌تواند جایگزین مناسبی برای نفت خام باشد، اما جایگزینی زغال سنگ به جای نفت خام، باعث ورود مقدار بیشتری آلاینده به هواکره می‌شود. گوگرد دی اکسید و کربن دی اکسید بخشی از آلاینده‌های حاصل از سوختن زغال سنگ هستند که برای به دام انداختن آن‌ها در نیروگاه‌ها از کلسیم اکسید استفاده می‌شود. معادله واکنش‌های ذکرشده را در زیر مشاهده می‌کنید:

$$CO_2(g) + CaO(s) \longrightarrow CaCO_3(s) \quad \text{و} \quad SO_2(g) + CaO(s) \longrightarrow CaSO_3(s)$$

۳ انفجار در معادن زغال‌سنگ اغلب به دلیل تجمع گاز متان(CH_4) است. گاز متان که با نام گاز مرداب نیز شناخته می‌شود، گازی بی‌رنگ، بی‌بو و سبک است و هرگاه مقدار آن در هوای معدن به بیش از ۵ درصد برسد، احتمال انفجار وجود دارد. در هر مولکول از گاز متان، ۴ پیوند اشتراکی یافت می‌شود.

۴ شمار اتم‌های کربن و درنتیجه جرم مولی در گازوئیل بیشتر از نفت سفید است، بنابراین نقطه جوش گازوئیل بیشتر از نفت سفید است. این در حالی است که نقطه جوش وازلین با فرمول تقریبی $C_{25}H_{52}$، به دلیل جرم مولی بیشتر، از نقطه جوش گریس با فرمول تقریبی $C_{18}H_{38}$، بیشتر است.

شیمی (فصل ۲ یازدهم)

۱- کدام مورد، نادرست است؟

۱) ماده و انرژی اجزای بنیادی جهان مادی هستند و یافته‌های تجربی تبدیل ماده به انرژی را تأیید می‌کند.
۲) در دمای اتاق، جنبش‌های نامنظم ذره‌ها در یک نمونه روغن، از یک نمونه چربی شدیدتر است.
۳) اگر میانگین تندی مولکول‌ها و انرژی گرمایی دو نمونه آب برابر باشد، جرم دو نمونه به یقین برابر است.
۴) از بین دو ماده آب و روغن زیتون، گرمای ویژه ماده‌ای با چگالی کمتر، بیشتر از ماده دیگر است.

پاسخ: گزینهٔ ۴ (آسان ـ مفهومی ـ ۱۱۰۲)

ظرفیت گرمایی ویژه یک ماده هم‌ارز با گرمای لازم برای افزایش دمای یک گرم از آن ماده به اندازه ۱ درجه سلسیوس است. مقدار گرمای ویژه مواد مختلف را با نماد c نشان می‌دهند. ظرفیت گرمایی ویژه یک ماده برخلاف ظرفیت گرمایی آن تنها به نوع ماده وابسته است. در میان مواد مختلف، آب ظرفیت گرمایی ویژه بالایی دارد و گرمای ویژه آن نسبت به روغن زیتون بیشتر است. توجه داریم که روغن زیتون نسبت به آب چگالی کمتری دارد.

گرمای ویژه

اگر بخواهیم دمای دو جسم متفاوت با جرم‌های یکسان را به میزان برابری افزایش بدهیم، مقدار گرمای مورد نیاز برای تغییر دمای جسمی که گرمای ویژه(c) بزرگ‌تری دارد، نسبت به جسم دیگر بیشتر خواهد بود. به‌عنوان مثال، اگر ۲۰۰ گرم آب با دمای ۲۵°C و گرمای ویژهٔ $۴/۱۸\ J\cdot g^{-1}\cdot ^\circ C^{-1}$ و ۲۰۰ گرم روغن زیتون با دمای ۲۵°C و گرمای ویژهٔ $۱/۹۷\ J\cdot g^{-1}\cdot ^\circ C^{-1}$ را در دو ظرف جداگانه بریزیم، برای رساندن دمای نمونه‌های آب و روغن زیتون به ۷۵°C، به‌ترتیب به ۴۱۸۰۰ و ۱۹۷۰۰ ژول گرما نیاز داریم. اگر تخم‌مرغ‌های A و B را به‌ترتیب در نمونه‌هایی از آب و روغن زیتون با جرم ۲۰۰ گرم و دمای ۷۵°C بیندازیم، تخم‌مرغ A برخلاف تخم‌مرغ دیگر پخته می‌شود. در واقع چون آب در مقایسه با روغن زیتون گرمای ویژهٔ بالاتری دارد، تخم‌مرغ A در تماس با آب گرمای بیشتری را جذب کرده و پخته می‌شود در حالی که گرمای جذب شده توسط تخم‌مرغ B در تماس با روغن زیتون، برای پخته شدن آن کافی نیست.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ دانشمندان اجزای بنیادی جهان را ماده و انرژی می‌دانند. خورشید تنها منبع حیات‌بخش انرژی است. در این ستاره ماده به انرژی تبدیل می‌شود؛ پس جرم خورشید در فرایند تولید انرژی، کاهش می‌یابد. واکنش‌های انجام‌شده در خورشید، در دسته واکنش‌های هسته‌ای قرار دارند. این واکنش‌ها با کاهش جرم همراه بوده و در آن ماده به انرژی تبدیل می‌شود.

۲ روغن و چربی از جمله ترکیب‌های آلی هستند که به دلیل تفاوت در ساختار، رفتارهای فیزیکی و شیمیایی متفاوتی دارند. روغن دارای حالت فیزیکی مایع بوده اما چربی به حالت جامد است. مهم‌ترین عامل تأثیرگذار بر جنبش‌های نامنظم ذرات سازنده یک ماده، حالت فیزیکی آن ماده است. از آنجا که در مواد جامد، جنبش‌های نامنظم ذرات نسبت به حالت مایع کمتر است، پس می‌توان گفت که جنبش‌های نامنظم ذرات در یک نمونه از روغن از یک نمونه چربی شدیدتر است.

۳ انرژی گرمایی یک ماده معادل با مجموع انرژی جنبشی ذرات سازنده آن ماده است درحالی که دمای یک ماده، میانگین انرژی جنبشی ذرات سازنده آن ماده را نشان می‌دهد. انرژی گرمایی یک ماده علاوه بر دما، به جرم نیز وابسته است و تغییرات آن از رابطه $Q = mc\Delta\theta$ محاسبه می‌شود. با توجه به

اینکه هر دو نمونه آب دمای برابری دارند، پس بایستی جرم برابری نیز داشته باشند تا انرژی گرمایی دو نمونه با هم برابر باشد. جدول زیر، مقایسهٔ دما و انرژی گرمایی را برای یک نمونه از ماده نشان می‌دهد:

کمیت	تعریف	وابستگی به تعداد ذرات (جرم) ماده	وابستگی به تندی حرکت ذرات ماده
انرژی گرمایی	به مجموع انرژی جنبشی ذرات سازنده یک نمونه از ماده، انرژی گرمایی گفته می‌شود.	دارد	دارد
دما	کمیتی است که میانگین انرژی جنبشی ذرات سازنده یک نمونه از ماده را نشان می‌دهد.	ندارد	دارد

گروه آموزشی ماز

۲- با دادن مقداری گرما به محتویات یک ظرف دارای ۱۷۴ میلی‌لیتر هگزان، دما به اندازه a°C بالاتر می‌رود. اگر در این فرایند از ۲۹۹ میلی‌لیتر بنزن استفاده شود، دما به اندازه b°C افزایش خواهد یافت. کدام گزینه مقدار $a+b$ را به‌درستی نشان می‌دهد؟ (چگالی هگزان و بنزن به‌ترتیب برابر $۰/۶۵\ g.mL^{-۱}$ و $۰/۸۷\ g.mL^{-۱}$ بوده و گرمای ویژه این دو ماده به‌ترتیب برابر $۲/۳\ J.g^{-۱}.°C^{-۱}$ و $۱/۷\ J.g^{-۱}.°C^{-۱}$ است.)

۱) $۱/۷a$ ۲) $۲/۷a$ ۳) $۱/۷b$ ۴) $۲/۷b$

پاسخ: گزینهٔ ۴ (متوسط ـ مسئله ـ ۱۱۰۲)

دادن گرما به یک جسم، منجر به افزایش دما و گرفتن گرما از یک جسم، منجر به کاهش دمای آن جسم می‌شود. با دادن دما به یک جسم، دمای آن مطابق معادله زیر تغییر می‌کند:

$$Q = mc\Delta\theta$$

با توجه به برابر بودن گرمای مبادله‌شده در ظرف دارای هگزان و بنزن، داریم:

$$Q_{\text{هگزان}} = Q_{\text{بنزن}} \longrightarrow m_{\text{هگزان}} c_{\text{هگزان}} \Delta\theta_{\text{هگزان}} = m_{\text{بنزن}} c_{\text{بنزن}} \Delta\theta_{\text{بنزن}}$$

جرم یک ماده از حاصل‌ضرب حجم ماده در چگالی آن به‌دست می‌آید. بنابراین رابطه بالا را می‌توان به‌صورت زیر نیز بازنویسی کرد:

$$\text{چگالی}(\rho) = \frac{m}{V\left(\text{حجم}\right)} \longrightarrow m = \text{چگالی} \times \text{حجم} \Longrightarrow$$

$$\rho_{\text{هگزان}} V_{\text{هگزان}} c_{\text{هگزان}} \Delta\theta_{\text{هگزان}} = \rho_{\text{بنزن}} V_{\text{بنزن}} c_{\text{بنزن}} \Delta\theta_{\text{بنزن}} \Longrightarrow ۱۷۴ \times ۰/۶۵ \times a \times ۲/۳ = ۲۹۹ \times ۱/۷ \times ۰/۸۷ \times b$$

$$\Longrightarrow \frac{a}{b} = ۱/۷ \longrightarrow a = ۱/۷\, b \longrightarrow a + b = ۲/۷b$$

بنابراین مجموع مقادیر a و b معادل با $۲/۷b$ خواهد بود.

گروه آموزشی ماز

۳- کدام مورد، نادرست است؟

۱) گرمای حاصل از سوختن یک گرم الماس بیشتر از یک گرم گرافیت است.

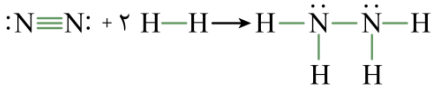
۲) گرمای آزادشده در واکنش $H_۲$ و $Cl_۲$ در دمای ثابت، ناشی از تفاوت انرژی گرمایی ذره‌ها نیست.

۳) با افزایش جرم مولی در ترکیبات هیدروژن‌دار عنصر نیتروژن، میزان پایداری این مواد به یقین افزایش می‌یابد.

۴) اگر به دو نمونه یک گرمی از آب و اتانول، مقدار ۱۰۰ کالری گرما دهیم، افزایش دمای اتانول بیشتر خواهد بود.

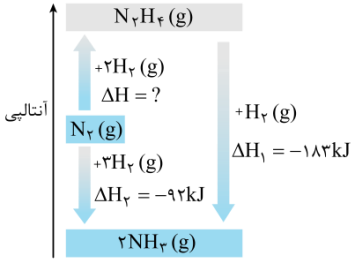
پاسخ: گزینهٔ ۳ (متوسط ـ مفهومی ـ ۱۱۰۲)

هیدرازین($N_۲H_۴$)، ترکیبی هیدروژن‌دار از عنصر نیتروژن است که از واکنش گازهای نیتروژن و هیدروژن حاصل می‌شود:



هیدرازین نسبت به آمونیاک که یکی دیگر از ترکیبات هیدروژن‌دار نیتروژن است، جرم مولی بالاتری داشته و سطح انرژی آن نیز بالاتر است. از آنجا که سطح انرژی یک ترکیب با پایداری آن رابطه عکس دارد، پس می‌توان گفت که میزان پایداری ترکیبات هیدروژن‌دار عنصر نیتروژن با افزایش جرم مولی کاهش می‌یابد.

در رابطه با نیتروژن، آمونیاک و هیدرازین و فرایند تبدیل این سه ماده به یکدیگر، داریم:



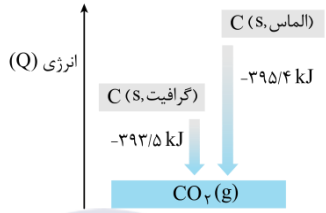
بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ به شکل‌های متفاوت مولکولی یا بلوری یک عنصر در حالت فیزیکی یکسان، آلوتروپ یا دگرشکل گفته می‌شود. الماس و گرافیت، دو آلوتروپ متفاوت از کربن هستند. این دو ماده به‌طور خالص از اتصال اتم‌های کربن به یکدیگر تشکیل شده‌اند. معادله سوختن این دو ماده به‌صورت زیر است:

$$C\left(s.\text{گرافیت}\right) + O_۲(g) \longrightarrow CO_۲(g) + ۳۹۳/۵\ kJ$$

$$C\left(s.\text{الماس}\right) + O_۲(g) \longrightarrow CO_۲(g) + ۳۹۵/۴\ kJ$$

با توجه به معادله‌های بالا می‌توان نتیجه گرفت که سطح انرژی الماس بیشتر از گرافیت است و به ازای سوختن جرم یکسانی از این دو ماده، گرمای حاصل از سوختن الماس بیشتر است. در رابطه با این دو ماده، داریم:



۲ واکنش موردنظر به‌صورت زیر انجام می‌شود:

$$H-H(g) \quad + \quad Cl-Cl(g) \quad \rightarrow \quad ۲H-Cl(g)$$

گرمای آزادشده یا مصرف‌شده در یک واکنش شیمیایی در دمای ثابت، به‌طور عمده ناشی از تفاوت میان انرژی پتانسیل مواد واکنش‌دهنده و مواد فراورده است. در این واکنش نیز تفاوت چشمگیری میان انرژی گرمایی فراورده و واکنش‌دهنده‌ها وجود ندارد و گرمای آزادشده ناشی از بالاتر بودن انرژی پتانسیل گازهای هیدروژن و کلر نسبت به انرژی پتانسیل گاز هیدروژن کلرید است.

۴ با توجه به وجود پیوندهای هیدروژنی قوی‌تر در آب، گرمای ویژه یک نمونه آب در مقایسه با اتانول بیشتر است. تغییر دمای یک جسم در اثر گرما از رابطه $\Delta\theta = \frac{Q}{mc}$ به‌دست می‌آید. پس اگر گرما و جرم جسم مقداری مشخص باشند، تغییر دمای جسم تنها به گرمای ویژه جسم بستگی داشته و با آن رابطه معکوس دارد؛ به صورتی که هر چه گرمای ویژه یک جسم بیشتر باشد، تغییر دمای آن کمتر خواهد بود. با توجه به کمتر بودن ظرفیت گرمایی ویژه اتانول نسبت به آب، تغییر دمای اتانول به ازای دادن ۱۰۰ کالری گرما یا هر مقدار دیگری از گرما به یک گرم از این دو ماده، بیشتر خواهد بود.

گروه آموزشی ماز

۴- در یک محفظه مقداری گاز $B_۲H_۶$ وجود دارد. نیمی از این گاز مطابق واکنش (I) با آب و نیمی دیگر مطابق واکنش (II) با گاز کلر واکنش می‌دهد. اگر با ۸/۵۸ کیلوژول گرمادادن به گاز هیدروژن حاصل از واکنش (I)، دمای آن ۲۵ کلوین افزایش یابد، مجموع جرم فراورده‌های تولید شده در واکنش دوم چند گرم است؟ (گرمای ویژه هیدروژن $۱۴/۳\ J.g^{-۱}.K^{-۱}$ است.) $(H = ۱ : g.mol^{-۱}$ و $B = ۱۱$ و $Cl = ۳۵/۵)$

$$(I)\ B_۲H_۶(g) + ۶H_۲O(l) \rightarrow ۲H_۳BO_۳(s) + ۶H_۲(g)$$
$$(II)\ B_۲H_۶(g) + ۶Cl_۲(g) \rightarrow ۲BCl_۳(g) + ۶HCl(g)$$

۱) ۴۵۴ ۲) ۶۷۳ ۳) ۶۸۹ ۴) ۹۰۸

پاسخ: گزینهٔ ۴ (متوسط ـ مسئله ـ ۱۱۰۲)

معادله موازنه‌شده واکنش‌های داده‌شده به‌صورت زیر است:

$$(I)\ B_۲H_۶(g) + ۶H_۲O(l) \rightarrow ۲H_۳BO_۳(s) + ۶H_۲(g)$$
$$(II)\ B_۲H_۶(g) + ۶Cl_۲(g) \rightarrow ۲BCl_۳(g) + ۶HCl(g)$$

ابتدا جرم هیدروژن تولیدشده در واکنش نخست را حساب می‌کنیم. با توجه به اینکه با دادن ۸/۵۸ کیلوژول گرما(معادل با ۸۵۸۰ ژول گرما) به گاز هیدروژن، دمای آن ۲۵ کلوین افزایش یافته است، داریم:

$$Q = mc\Delta\theta \longrightarrow ۸۵۸۰ = m \times ۱۴/۳ \times ۲۵ \longrightarrow m = ۲۴\ g$$

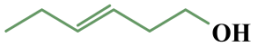
بنابراین ۲۴ گرم هیدروژن در واکنش نخست تولید شده است که معادل با ۱۲ مول از این گاز است. با توجه به داده‌های سؤال می‌دانیم که مقدار $B_۲H_۶$ مصرف‌شده در هر دو واکنش برابر است. بر این اساس می‌توان گفت که اگر در واکنش نخست به ازای مصرف مقدار مشخصی از $B_۲H_۶$، مقدار ۱۲ مول هیدروژن تولید شود، در واکنش دوم به ازای مصرف همان مقدار از $B_۲H_۶$، ۴ مول $BCl_۳$ و ۱۲ مول گاز HCl تولید خواهد شد. به عبارت دیگر، در هریک از واکنش‌های اول و دوم، ۲ مول گاز $B_۲H_۶$ مصرف شده است. در نهایت جرم دو ماده فراورده تولید شده در واکنش دوم را محاسبه می‌کنیم:

$$?\ g\ BCl_۳ = ۴\ mol\ BCl_۳ \times \frac{۱۱۷/۵\ g\ BCl_۳}{۱\ mol\ BCl_۳} = ۴۷۰$$

$$?\ g\ HCl = ۱۲\ mol\ HCl \times \frac{۳۶/۵\ g\ HCl}{۱\ mol\ HCl} = ۴۳۸$$

با توجه به محاسبات انجام‌شده، در واکنش دوم در مجموع ۹۰۸ گرم فراورده تولید شده است.

۵- **ترکیب با ساختار مقابل، ..... با ..... ندارد.**



۱) ایزومر کتونی ـ ساختار غیرحلقوی
۲) ایزومر آلدهیدی ـ محتوای انرژی متفاوت
۳) ایزومر آروماتیک ـ گروه عاملی هیدروکسیل
۴) ایزومر اتری ـ خواص فیزیکی و شیمیایی متفاوت

پاسخ: گزینهٔ ۳ (متوسط ـ مفهومی ـ ۱۱۰۲)

گروه‌های عاملی، آرایش منظمی از اتم‌ها هستند که به مولکول‌های آلی دارای آن‌ها، خواص فیزیکی و شیمیایی منحصر به فردی می‌بخشند. گروه‌های عاملی که تنها یک اتم اکسیژن در ساختار خود دارند، شامل هیدروکسیل(الکلی)، اتری و کربونیل(آلدهیدی و کتونی) هستند که در جدول زیر خلاصه می‌شوند:

خانواده	ساختار گروه	اولین عضو	فرمول عمومی
الکل‌ها(هیدروکسیل)	$-OH$	CH_3OH (متانول)	$C_nH_{2n+2}O$
اترها	$-O-$	CH_3OCH_3 (دی‌متیل اتر)	$C_nH_{2n+2}O$
آلدهیدها(کربونیل)	$-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-H$	CH_2O (فرمالدهید)	$C_nH_{2n}O_2$
کتون‌ها(کربونیل)	$-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-$	CH_3COCH_3 (استون)	$C_nH_{2n}O_2$

شیمی‌دان‌ها به موادی که فرمول مولکولی یکسانی دارند اما ساختار آن‌ها نسبت به یکدیگر متفاوت است، ایزومر یا همپار می‌گویند. ترکیب موردنظر الکلی سیرنشده با فرمول مولکولی $C_6H_{11}OH$ بوده که در ساختار خود دارای یک پیوند دوگانه است. همان‌طور که می‌دانیم ترکیبات آروماتیک ترکیباتی هستند که در ساختار خود حلقه بنزنی دارند. ساختار بنزن به‌صورت زیر است:

همان‌طور که در ساختار بالا مشخص است، ترکیبات آروماتیک در ساختار خود به علت داشتن حلقه بنزنی، حداقل ۳ پیوند دوگانه دارند و بر این اساس اگر ترکیبی آروماتیک ۶ کربنه را در نظر بگیریم، به‌طور قطع شمار هیدروژن کمتری نسبت به $C_6H_{11}OH$ دارد و فرمول مولکولی آن متفاوت از الکل موردنظر خواهد بود. چنین ترکیبی نمی‌تواند نسبت به الکل داده شده ایزومر باشد. شمارش تعداد کربن‌ها، اکسیژن‌ها و نیتروژن‌ها و هالوژن‌های ترکیبات آلی از روی شکل ساده است، ولی برای شمارش تعداد هیدروژن ترکیبات آلی، از فرمول زیر استفاده می‌کنیم:

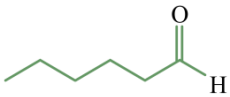
(تعداد هالوژن) − (تعداد نیتروژن) + (تعداد پیوند سه‌گانه) ۴ − (تعداد پیوند دوگانه + تعداد حلقه) ۲ − ۲ + (تعداد کربن) ۲ = تعداد اتم هیدروژن

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ کتون‌ها گروهی از ترکیبات آلی هستند که دارای گروه عاملی کتونی هستند. در ساختار این گروه عاملی یک اتم اکسیژن توسط یک پیوند دوگانه به یک اتم کربن متصل شده و این اتم کربن نیز از دو طرف به دو زنجیره هیدروکربنی متصل شده است. ساختار زیر ۲-هگزانون را نشان می‌دهد:

فرمول مولکولی این ترکیب همانند الکل موردنظر، به‌صورت $C_6H_{12}O$ است اما به علت داشتن ساختار متفاوت، ایزومر الکل مدنظر به شمار می‌رود.

۲ آلدهیدها گروهی دیگر از ترکیبات آلی هستند که دارای گروه عاملی آلدهیدی هستند. در ساختار این گروه عاملی، یک اتم اکسیژن توسط یک پیوند دوگانه به یک اتم کربن متصل شده است. این اتم کربن از یک سو به اتم هیدروژن و از سوی دیگر به یک گروه R(زنجیره هیدروکربنی یا یک اتم هیدروژن) متصل شده است. ساختار ۲–هگزانال به‌صورت زیر است:



این ترکیب نیز ایزومر $C_6H_{11}OH$ به شمار می‌رود و به علت داشتن گروه عاملی متفاوت، محتوای انرژی متفاوتی از $C_6H_{11}OH$ نیز دارد.

۴ اترها دسته‌ای دیگر از ترکیبات آلی هستند که دارای گروه عاملی اتری هستند. در ساختار این گروه عاملی، دو زنجیره هیدروکربنی از دو طرف به یک اتم اکسیژن متصل شده‌اند. ساختار زیر یک اتر با فرمول مولکولی $C_4H_9OC_2H_3$ را نشان می‌دهد که فرمول مولکولی آن با $C_6H_{11}OH$ مشابه است اما به علت داشتن ساختار متفاوت، خواص فیزیکی و شیمیایی متفاوتی دارد.

۶- **مقدار ۵۰ درصد از جرم یک نوع خوراکی از کربوهیدرات و چربی تشکیل شده است. اگر ارزش سوختی این خوراکی برابر $۱۲kJ.g^{-۱}$ باشد، نسبت جرم چربی به کربوهیدرات در این خوراکی کدام است؟ (ارزش سوختی کربوهیدرات و چربی به‌ترتیب برابر $۱۷kJ.g^{-۱}$ و $۳۸kJ.g^{-۱}$ بوده و باقی این خوراکی توسط آب تشکیل شده است.)**

۱) $\frac{۱}{۳}$ ۲) $\frac{۱}{۲}$ ۳) $\frac{۲}{۳}$ ۴) $\frac{۳}{۲}$

پاسخ: گزینهٔ ۲ (آسان ـ مسئله ـ ۱۱۰۲)

بدن ما از غذا، مواد گوناگونی دریافت می‌کند. این مواد شامل کربوهیدرات‌ها، چربی‌ها، پروتئین‌ها، آب، ویتامین‌ها و مواد معدنی بوده که سه ماده نخست، افزون بر تأمین مواد اولیه برای سوخت و ساز یاخته‌ها، منابعی برای تأمین انرژی آن‌ها نیز هستند. برای تعیین میزان انرژی موجود در مواد غذایی از کمیتی به نام ارزش سوختی استفاده می‌شود. ارزش سوختی یک مادهٔ غذایی، مقدار انرژی است که از اکسایش کامل یک گرم از آن مادهٔ غذایی حاصل می‌شود و یکای آن کیلوژول بر گرم $kJ.g^{-۱}$ است. ارزش سوختی سه ماده غذایی زیر را به خاطر بسپارید:

مادهٔ غذایی	کربوهیدرات	پروتئین‌ها	چربی‌ها
ارزش سوختی $(kJ.g^{-۱})$	۱۷	۱۷	۳۸

برای محاسبه ارزش سوختی یک خوراکی، کافی است درصد جرمی هر یک از سه ماده غذایی بالا را در فرمول زیر قرار دهیم:

ارزش سوختی یک خوراکی = (درصد جرمی کربوهیدرات × ۱۷ + درصد جرمی پروتئین × ۱۷ + درصد جرمی چربی × ۳۸)

طبق فرض سؤال، نیمی از خوراکی توسط چربی و کربوهیدرات تشکیل شده و نیمی از آن توسط آب تشکیل شده است. ارزش سوختی کربوهیدرات ۱۷ کیلوژول بر گرم و ارزش سوختی چربی، ۳۸ کیلوژول بر گرم است. پس اگر جرم کربوهیدرات به کار رفته در خوراکی را x گرم و جرم چربی موجود در آن را y گرم فرض کنیم، مقدار انرژی حاصل از مصرف این خوراکی معادل $۱۷x + ۳۸y$ کیلوژول خواهد بود. همچنین با توجه به اینکه مجموع جرم چربی و کربوهیدرات به کار رفته در خوراکی ۵۰ درصد جرم کل آن است، پس جرم ماده خوراکی برابر $۲x + ۲y$ است. بر این اساس، داریم:

$$\text{ارزش سوختی خوراکی}: \frac{\text{انرژی حاصل از کربوهیدرات و چربی}}{\text{جرم خوراکی}} \longrightarrow ۱۲ = \frac{۱۷x + ۳۸y}{۲x + ۲y} \longrightarrow ۲۴x + ۲۴y = ۱۷x + ۳۸y \longrightarrow x = ۲y$$

با توجه به محاسبات بالا، جرم کربوهیدرات موجود در خوراکی ۲ برابر جرم چربی به کار رفته در آن است. در واقع می‌توان گفت درصد جرمی کربوهیدرات و چربی در این ماده خوراکی به‌ترتیب برابر با ۳۳/۳ و ۱۶/۶ درصد است.

گروه آموزشی ماز

۷- **چند مورد از موارد زیر، درباره به کار بردن آنتالپی‌های پیوند برای تعیین آنتالپی یک واکنش درست است؟**

الف: استفاده از این روش برای محاسبه ΔH واکنش پلیمری شدن اتن در دمای اتاق مناسب نیست.

ب: با ساده‌شدن مولکول‌ها، استفاده از این روش غیرمستقیم تفاوت کمتری با مقادیر تجربی ایجاد می‌کند.

پ: در واکنش‌های گرماده، مجموع آنتالپی پیوندها در مواد واکنش‌دهنده از مواد فراورده بزرگ‌تر است.

ت: با افزایش شمار اتم کربن در واکنش سوختن آلکن‌ها، مجموع آنتالپی پیوند در ساختار فراورده‌ها افزایش می‌یابد.

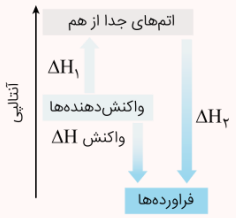
۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

پاسخ: گزینهٔ ۳ (متوسط ـ مفهومی ـ ۱۱۰۲)

به مقدار انرژی لازم برای شکستن یک مول پیوند اشتراکی(کووالانسی) در حالت گازی، آنتالپی یک پیوند گفته می‌شود. هرچقدر که اتم‌ها دخیل در تشکیل یک پیوند اشتراکی با قدرت بیشتری یکدیگر را جذب کنند، انرژی مورد نیاز برای جدا کردن آن دو اتم(آنتالپی پیوند) نیز بیشتر خواهد بود. بر این اساس، عبارت‌های (الف)، (ب) و (ت) درست هستند.

آنتالپی پیوند

یکی از روش‌های غیرمستقیم محاسبه ΔH واکنش‌ها(روش‌هایی که در آن‌ها به‌صورت تئوریک و بدون انجام شدن واکنش، مقدار تغییر آنتالپی یک واکنش محاسبه می‌شود)، استفاده از آنتالپی پیوندهای دخیل در آن واکنش شیمیایی است. فرض کنید در یک واکنش شیمیایی، تمام پیوندهای کووالانسی موجود در واکنش‌دهنده‌ها به‌طور کامل شکسته شده و مجموعه‌ای از اتم‌های گازی مجزا به‌دست بیاید و پس از آن، این اتم‌های مجزا با اتصال پیوندهای کووالانسی جدید به یکدیگر متصل شده و فراورده‌ها را ایجاد کنند. در این شرایط، نمودار تغییر انرژی واکنش به‌صورت زیر در می‌آید:



$$\Delta H_1 = +(\text{مجموع آنتالپی پیوند در مواد واکنش‌دهنده})$$

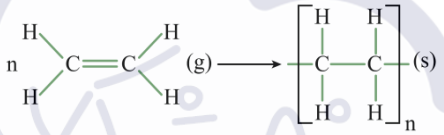
$$\Delta H_2 = -(\text{مجموع آنتالپی پیوند در مواد فراورده})$$

$$\Delta H_{\text{واکنش}} = \Delta H_1 + \Delta H_2 = \begin{pmatrix}\text{مجموع آنتالپی پیوندها}\\ \text{در مواد واکنش‌دهنده}\end{pmatrix} - \begin{pmatrix}\text{مجموع آنتالپی پیوندها}\\ \text{در مواد فراورده}\end{pmatrix}$$

همان‌طور که مشخص است، واکنش‌دهنده‌ها طی یک فرایند گرماگیر و با جذب ΔH_1 کیلوژول انرژی، به اتم‌های گازی مجزا تبدیل شده و پس از آن، اتم‌های مجزای حاصل با آزاد کردن ΔH_2 کیلوژول انرژی و طی یک فرایند گرماده به فراورده‌ها تبدیل شده‌اند. با توجه به این نمودار، مقدار ΔH واکنش برابر با مجموع مقادیر ΔH_1 و ΔH_2 می‌شود.

بررسی موارد:

«الف»: به کار بردن آنتالپی پیوند برای محاسبه ΔH واکنش، مربوط به واکنش‌هایی است که در آن، تمامی مواد به حالت گازی باشند. در فرایند پلیمری‌شدن اتن، مولکول‌های اتن در گرما و فشار بالا، یک جامد سفید رنگ به نام پلی‌اتن تولید می‌کنند. معادله واکنش انجام‌شده به‌صورت زیر است:



پلی‌اتن در دمای اتاق حالت جامد دارد. با توجه به اینکه فراورده تولیدشده در این واکنش حالت جامد دارد، نمی‌توانیم از مفهوم آنتالپی پیوند برای محاسبه ΔH واکنش بهره ببریم.

«ب»: بر اساس یافته‌های تجربی، آنتالپی همه پیوندهای اشتراکی موجود در مولکول‌هایی مانند CH_4 که یک اتم مرکزی به چند اتم کناری یکسان با پیوندهای اشتراکی متصل شده است، یکسان نیست و به همین علت برای بیان انرژی پیوندهای چنین مولکول‌هایی، به‌کار بردن عبارت (میانگین آنتالپی پیوند) مناسب‌تر از آنتالپی پیوند است. طبیعتاً با ساده‌شدن مولکول‌ها، استفاده از میانگین آنتالپی پیوند تفاوت کمتری با مقادیر تجربی ایجاد می‌کند و استفاده از این روش خطای کمتری خواهد داشت.

«پ»: به منظور محاسبه ΔH یک واکنش به کمک آنتالپی پیوند، از رابطه زیر بهره می‌گیریم.

$$\Delta H_{\text{واکنش}} = [\text{مجموع آنتالپی پیوندها در مواد واکنش‌دهنده}] - [\text{مجموع آنتالپی پیوندها در مواد فراورده}]$$

در واکنش‌های گرماده که ΔH واکنش کوچک‌تر از صفر است، می‌توان نتیجه گرفت که مجموع آنتالپی پیوندها در ساختار مواد واکنش‌دهنده از مواد فراورده کوچک‌تر است.

«ت»: آنتالپی سوختن یک ماده، هم‌ارز با آنتالپی واکنشی است که در آن، یک مول از ماده موردنظر در اکسیژن کافی به‌طور کامل می‌سوزد. واکنش‌های سوختن گرماده هستند؛ بنابراین آنتالپی سوختن با $\Delta H < 0$ گزارش می‌شود. با افزایش جرم مولی هیدروکربن‌ها، آنتالپی سوختن ماده سوختنی منفی‌تر می‌شود و از آنجا که در واکنش‌های گرماده، مجموع آنتالپی پیوند مواد فراورده بیشتر از مواد واکنش‌دهنده است، با منفی‌تر شدن آنتالپی سوختن هیدروکربن و منفی‌تر شدن ΔH، مجموع آنتالپی پیوند فراورده‌ها افزایش می‌یابد.

گروه آموزشی ماز

۸- **همه موارد زیر نادرست هستند، به‌جز** ..... .

۱) برخلاف بادام، در میخک یک ترکیب آلی هفت کربنی با گروه عاملی کربونیل وجود دارد.
۲) تعیین ΔH واکنش گرافیت با گاز هیدروژن به روش تجربی، بسیار دشوار و پرهزینه خواهد بود.
۳) در یخچال صحرایی، جذب گرما توسط ظروف سفالی باعث افت دمای فضای درونی دستگاه می‌شود.
۴) تغییر آنتالپی فرایندهای فتوسنتز، اکسایش گلوکز، فرازش یخ خشک و ذوب مس، همگی هم علامت هستند.

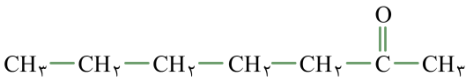
پاسخ: گزینهٔ ۲ (متوسط ـ مفهومی ـ ۱۱۰۲)

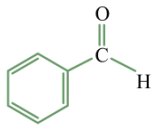
آنتالپی بسیاری از واکنش‌های شیمیایی را نمی‌توان به روش تجربی(گرماسنجی مستقیم) اندازه‌گیری کرد، زیرا برخی از آن‌ها مرحله‌ای از یک واکنش پیچیده هستند و برخی دیگر به آسانی انجام نشده و تأمین شرایط بهینه برای انجام آن‌ها بسیار دشوار است. در چنین شرایطی برای اندازه‌گیری گرمای مبادله‌شده در این واکنش‌ها باید از روش‌های غیرمستقیم مثل قانون هس استفاده کنیم. آزمایش‌ها و یافته‌های تجربی نشان می‌دهد که تأمین شرایط بهینه برای انجام واکنش

گرافیت و هیدروژن با معادله $C(s) + ۲H_۲(g) \rightarrow CH_۴(g)$، بسیار پرهزینه است و به همین دلیل، برای تعیین ΔH این واکنش می‌توان از واکنش‌های دیگری بهره برد که ΔH آن‌ها از پیش تعیین شده است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ ترکیب آلی موجود در بادام، بنزآلدهید با فرمول مولکولی $C_۷H_۶O$ و ترکیب آلی موجود در میخک، ۲-هپتانون با فرمول مولکولی $C_۷H_{۱۴}O$ است. هر دو ترکیب دارای ۷ اتم کربن بوده و در ساختار خود، گروه کربونیل دارند. ساختار این دو ماده به‌صورت زیر است.

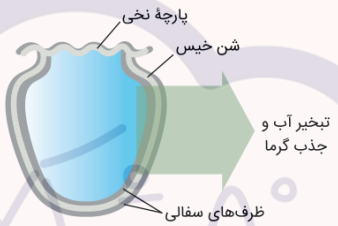




۳ در یخچال صحرایی، آبی که در بدنه ظرف سفالی بیرونی وجود دارد با گرفتن گرما از مواد درون ظرف سفالی داخلی و محیط اطراف، تبخیر می‌شود. این آب به علت گرفتن گرما از مواد موجود در ظرف داخلی، موجب خنک ماندن این مواد می‌شود.

یخچال صحرایی

یخچال صحرایی دستگاهی بسیار ساده و ارزان‌قیمت است که بدون نیاز به انرژی الکتریکی، مواد غذایی را خنك کرده و برای مدت طولانی‌تری نگه می‌دارد. ساختار این دستگاه به‌صورت زیر است:

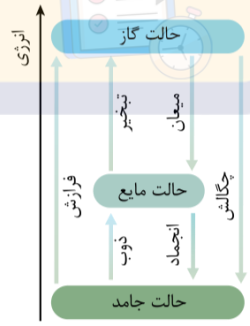


در ساختار یخچال صحرایی، دو ظرف سفالی که از جنس خاك رس ساخته شده‌اند درون یکدیگر قرار گرفته و فضای میان آن‌ها با شن خیس پر می‌شود. درپوش این مجموعه نیز پوششی نخی و مرطوب است که تهویه را به آسانی انجام می‌دهد. با گذشت زمان، به مرور آب در بدنهٔ سفالی ظرف بیرونی نفوذ کرده و به آرامی تبخیر می‌شود. معادله فرایند انجام شده به‌صورت زیر است:

$$H_۲O(l) + ۴۴/۱\,kJ \rightarrow H_۲O(g)$$

با توجه به معادله این واکنش، برای تبخیر هر مول آب ۴۴/۱ کیلوژول گرما از محیط جذب می‌شود. فرایند جذب گرما در این دستگاه، فضای داخلی و محتویات درونی آن را خنك کرده و شرایط را برای سالم نگه‌داشتن غذا به مدت طولانی‌تر مناسب می‌کند.

۴ در میان فرایندهای گفته شده، تنها فرایند اکسایش گلوکز گرماده بوده و علامت ΔH در آن کوچک‌تر از صفر است. سایر فرایندها گرماگیر بوده و علامت ΔH در آن‌ها مثبت است. توجه داریم که در میان فرایندهای مربوط به تبدیل حالت فیزیکی مواد به یکدیگر، فرایند ذوب، تبخیر و تصعید(فرازش) گرماگیر بوده و فرایندهای انجماد، میعان و چگالش گرماده محسوب می‌شوند. در این رابطه، داریم:



گروه آموزشی ماز

۹- کدام مورد، نادرست است؟

۱) تهیه هیدروژن پراکسید از واکنش مستقیم گازهای هیدروژن و اکسیژن ناممکن است.

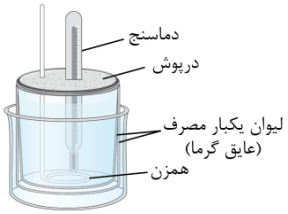
۲) همانند واکنش سوختن کامل گرافیت، تهیهٔ آمونیاک به روش هابر یک واکنش دو مرحله‌ای است.

۳) گرماسنج لیوانی در حجم ثابت کار کرده و از آن برای تعیین آنتالپی فرایندهای انحلال استفاده می‌شود.

۴) در شرایط مناسب، گازهای CO و NO با هم واکنش داده و به گازهایی با آلایندگی کمتر تبدیل می‌شوند.

پاسخ: گزینهٔ ۳ (متوسط ـ مفهومی ـ ۱۱۰۲)

گرماسنج لیوانی دستگاهی است که به کمک آن می‌توان گرمای واکنش را در فشار ثابت به روش تجربی تعیین کرد. گرماسنج لیوانی برای تعیین ΔH فرایندهای انحلال و واکنش‌هایی که در حالت محلول انجام می‌شوند، مناسب است. تصویر زیر، یک گرماسنج لیوانی را نشان می‌دهد:



برای تعیین گرمای یک واکنش به کمک این گرماسنج، مقدار مشخصی از محلول‌ها یا مواد واکنش‌دهنده را در مجاورت با یکدیگر قرار داده و پس از تکمیل شدن واکنش، دمای نهایی محلول موجود در گرماسنج را اندازه‌گیری می‌کنیم. در مرحله بعد، با توجه به تغییر دمای محتویات موجود در گرماسنج($\Delta\theta$) و با استفاده از رابطه $Q = mc\Delta\theta$، مقدار گرمای مبادله شده در واکنش مورد نظر را در فشار ثابت به‌دست می‌آوریم. توجه داریم که با استفاده از گرماسنج لیوانی، می‌توان گرمای مبادله شده طی انحلال نمک‌ها در آب را اندازه‌گیری کرد.

آنتالپی واکنش

گرمای حاصل از واکنش‌های شیمیایی را به دو روش مستقیم و غیرمستقیم می‌توان محاسبه کرد. در روش‌های مستقیم، واکنش مورد نظر در حضور سایر مواد انجام می‌شود و به کمک تغییر دمای مواد، مقدار گرمای حاصل از واکنش محاسبه می‌شود. استفاده از انواع گرماسنج‌های مختلف، از جمله روش‌های مستقیم محاسبه گرمای یک واکنش هستند. در روش‌های غیرمستقیم، بدون انجام شدن واکنش مورد نظر و با استفاده از داده‌های آزمایشگاهی، می‌توان مقدار گرمای یک واکنش را محاسبه کرد. استفاده از قانون هس، استفاده از آنتالپی پیوند و استفاده از آنتالپی سوختن، از جمله روش‌های غیرمستقیم محاسبه مقدار گرمای یک واکنش هستند. توجه داریم که به کمک این روش‌ها، می‌توان مقدار ΔH واکنش‌هایی که مرحله‌ای از یک واکنش پیچیده هستند و یا به آسانی انجام نمی‌شوند را محاسبه کرد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ هیدروژن پراکسید، مولکولی با فرمول شیمیایی H_2O_2 است که با نام تجاری آب‌اکسیژنه به فروش می‌رسد. تولید این ماده از واکنش مستقیم میان گازهای اکسیژن و هیدروژن امکان‌پذیر نیست. درواقع، چون آب(H_2O) در مقایسه با هیدروژن پراکسید سطح انرژی پایین‌تری دارد(پایدارتر است)، گازهای هیدروژن و اکسیژن بر اساس معادله $O_2(g) + 2H_2(g) \rightarrow 2H_2O(l)$ با یکدیگر واکنش داده و آب تولید می‌کنند.

۲ واکنش سوختن کامل گرافیت را می‌توان مجموعه‌ای از دو واکنش پی در پی زیر دانست:

$$I)\ 2C\left(s.\text{گرافیت}\right) + O_2(g) \longrightarrow 2CO(g)$$
$$II)\ 2CO(g) + O_2(g) \rightarrow 2CO_2(g)$$

همچنین آمونیاک طی یک فرایند دو مرحله‌ای از واکنش‌های زیر حاصل می‌شود:

$$I)\ N_2(g) + 2H_2(g) \rightarrow N_2H_4(g)$$
$$II)\ N_2H_4(g) + H_2(g) \rightarrow 2NH_3(g)$$

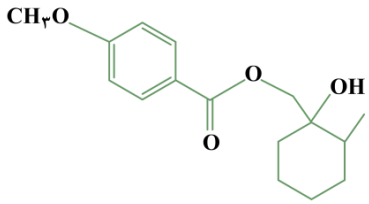
۴ از اگزوز خودروها، آلاینده‌های مختلفی خارج می‌شود. دو گاز آلاینده‌ای که از اگزوز خودروها خارج می‌شوند، گازهای نیتروژن مونوکسید و کربن مونوکسید هستند. این دو گاز طی واکنش زیر می‌توانند با یکدیگر واکنش دهند:

$$2NO(g) + 2CO(g) \rightarrow 2CO_2(g) + N_2(g)$$

در این واکنش شیمیایی، گازهای کربن دی‌اکسید و نیتروژن تولید می‌شود که نسبت به واکنش‌دهنده‌های مصرف شده، از آلایندگی کمتر و پایداری بیشتری برخوردار هستند.

گروه آموزشی ماز

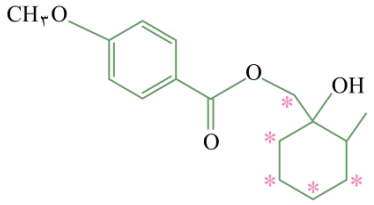
۱۰- با توجه به ساختار ترکیب زیر، کدام مورد نادرست است؟ ($H = 1 : g.mol^{-1}$ و $C = 12$ و $O = 16$)



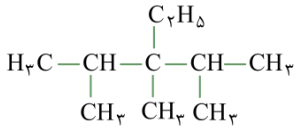
۱) نسبت شمار جفت الکترون‌های پیوندی به ناپیوندی در آن، کمتر از شمار اتم‌های H در استون است.
۲) با جایگزینی گروه‌های متیل با اتم هیدروژن، جرم مولی این ترکیب به میزان ۲۸ گرم کاهش می‌یابد.
۳) شمار گروه‌های عاملی موجود در این ترکیب، از شمار پیوندهای دوگانه در بنزوییک اسید کمتر است.
۴) شمار گروه‌های CH_2 در آن، با شمار گروه‌های متیل در ۳-اتیل-۴،۳،۲-تری متیل پنتان، برابر است.

پاسخ: گزینهٔ ۴ (سخت ـ مفهومی ـ ۱۱۰۲)

فرمول مولکولی ترکیب موردنظر به‌صورت $C_{16}H_{22}O_4$ است. در ساختار مولکولی این ماده ۲ حلقه کربنی و ۴ پیوند دوگانه وجود دارد. این ترکیب در ساختار خود، ۵ گروه CH_2 دارد که در شکل زیر نشان داده شده است:



ترکیبی با نام ۳–اتیل-۴،۳،۲-تری متیل پنتان، آلکانی است که ساختار آن به‌صورت زیر بوده و دارای ۶ گروه متیل(CH_3) است:



بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ به منظور محاسبه جفت الکترون‌های پیوندی در ترکیب موردنظر از رابطه زیر بهره می‌گیریم:

$$\text{تعداد جفت الکترون‌های پیوندی} = \frac{(\text{۲ × تعداد اتم اکسیژن}) + (\text{۱ × تعداد اتم هیدروژن}) + (\text{۴ × تعداد اتم کربن})}{۲}$$

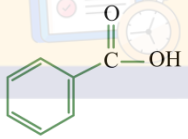
بر این اساس، داریم:

$$\text{تعداد جفت الکترون‌های پیوندی} = \frac{(۱۶ \times ۴) + (۲۲ \times ۱) + (۴ \times ۲)}{۲} = ۴۷$$

بنابراین این ترکیب ۴۷ جفت الکترون پیوندی دارد. از طرفی می‌دانیم که هر اتم اکسیژن در این ترکیب دارای ۲ جفت الکترون ناپیوندی است. بر این اساس، می‌توان گفت در کل این ترکیب دارای ۸ جفت الکترون ناپیوندی بوده و مقدار نسبت خواسته‌شده($\frac{۴۷}{۸}$) کمتر از ۶ است. ساختار استون به‌صورت زیر است:

۲ ترکیب آلی مدنظر دارای ۲ گروه متیل است. با جایگزینی هر گروه متیل(CH_3) با جرم مولی ۱۵ گرم با اتم هیدروژن($-H$) با جرم مولی ۱ گرم، مقدار جرم مولی ترکیب به اندازه ۱۴ گرم کاهش خواهد یافت. پس با جایگزینی ۲ گروه متیل با اتم هیدروژن، جرم مولی ترکیب ۲۸ گرم کاهش می‌یابد.

۳ این ترکیب دارای یک گروه عاملی اتری، یک گروه عاملی استری و یک گروه عاملی هیدروکسیل است. بنابراین شمار گروه‌های عاملی موجود در این ترکیب برابر با ۳ است. بنزوییک اسید، کربوکسیلیک اسیدی آروماتیک است که در ساختار خود دارای ۴ پیوند دوگانه است. ساختار این ماده به‌صورت زیر است:



نگه‌دارنده‌ها

افزودنی‌ها، موادی هستند که سبب افزایش زمان ماندگاری و افزایش کیفیت مواد غذایی می‌شوند. نگه‌دارنده‌ها گروهی از افزودنی‌ها هستند که برعکس کاتالیزگرها عمل کرده و سرعت واکنش‌های شیمیایی که منجر به فساد مواد غذایی می‌شوند را کاهش می‌دهند. بنزوییک اسید عضوی از خانواده کربوکسیلیک اسیدها با فرمول مولکولی $C_7H_6O_2$ است که در تمشک و توت‌فرنگی وجود دارد و از آن به‌عنوان نگهدارنده در صنایع غذایی استفاده می‌شود. این ترکیب، خاصیت اسیدی ملایمی دارد.

گروه آموزشی ماز

۱۱- کدام موارد از مطالب زیر، نادرست است؟

الف: از دو هیدروکربن با شمار اتم H برابر، قدر مطلق آنتالپی سوختن هیدروکربن با شمار پیوند اشتراکی کمتر، بیشتر است.

ب: در دمای اتاق، آب اکسیژنه به کندی تجزیه شده و تغییر فشار محیط، بر سرعت تجزیه آن بی‌اثر است.

پ: ارزش سوختی سبک‌ترین هیدروکربن، از ارزش سوختی الکل با کاربرد ضدعفونی‌کنندگی، کمتر است.

ت: شمار پیوند $C-H$ در کربوکسیلیک اسید موجود در تمشک، با شمار پیوند دوگانه در نفتالن برابر است.

۱) «الف» و «ب» ۲) «الف» و «پ» ۳) «پ» و «ت» ۴) «ب» و «ت»

پاسخ: گزینهٔ ۲ (متوسط ـ مفهومی ـ ۱۱۰۲)

عبارت‌های (الف) و (پ) نادرست هستند.

بررسی موارد:

«الف»: در میان هیدروکربن‌های گوناگون که شمار اتم‌های هیدروژن برابری در ساختار خود دارند، گرمای حاصل از سوختن هیدروکربنی که شمار اتم کربن بیشتری دارد، بیشتر از سایر مواد است. به‌عنوان مثال اتان(C_2H_6) و پروپن(C_3H_6) هر دو شمار اتم هیدروژن یکسانی در ساختار خود دارند اما می‌دانیم که شمار پیوندهای اشتراکی در پروپن بیشتر است و به علت داشتن تعداد کربن بیشتر نسبت به اتان، گرمای سوختن آن نیز بیشتر خواهد بود. در واقع، پروپن آنتالپی سوختن منفی‌تری دارد.

«ب»: آب اکسیژنه(H_2O_2) در دمای اتاق طبق معادله زیر به کندی تجزیه می‌شود:

$$2H_2O_2(l) \longrightarrow 2H_2O(l) + O_2(g)$$

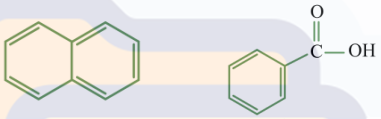
افزودن چند قطره از محلول پتاسیم یدید به این محلول، سرعت واکنش را به‌طور چشمگیری افزایش می‌دهد. در واقع، یون یدید کاتالیزگر این واکنش شیمیایی است. توجه داریم که تغییر فشار محیط بر سرعت انجام شدن واکنش‌هایی اثرگذار است که واکنش‌دهنده گازی داشته باشند در حالی که در این واکنش، هیچ واکنش‌دهنده گازی نداریم.

«پ»: به مقدار انرژی تولید شده در واکنش سوختن ۱ گرم از یک ماده سوختنی، ارزش سوختی گفته می‌شود. به‌عنوان مثال، اگر به ازای سوختن کامل هر گرم گاز اتین ۵۰ کیلوژول انرژی تولید شود، ارزش سوختی این ماده معادل با ۵۰ کیلوژول بر گرم($kJ \cdot g^{-1}$) است. برای محاسبه ارزش سوختی یک نمونه ماده، از زیر مقابل استفاده می‌شود:

$$\text{ارزش سوختی}(kJ.g^{-1}) = \frac{|\text{آنتالپی سوختن}(kJ \cdot mol^{-1})|}{\text{جرم مولی}(g \cdot mol^{-1})}$$

در میان اعضای مختلف خانواده الکل‌ها، همانند هیدروکربن‌های یک خانواده، ارزش سوختی ماده‌ای که در مقایسه با سایر نمونه‌ها جرم مولی کمتری دارد، بیشتر است. مثلاً ارزش سوختی متانول نسبت به اتانول که در ضدعفونی کاربرد دارد، بیشتر است. از طرفی ساده‌ترین عضو هیدروکربن‌ها متان(CH_4) است که نسبت به ساده‌ترین عضو الکل‌ها(متانول) از آنتالپی سوختن منفی‌تر و جرم مولی کمتری برخوردار است. بر این اساس، می‌توان گفت ارزش سوختی متان از متانول بیشتر است و با توجه به بالاتر بودن ارزش سوختی متانول نسبت به اتانول می‌توان نتیجه گرفت که ارزش سوختی متان از اتانول نیز بیشتر خواهد بود.

«ت»: بنزوییک اسید، کربوکسیلیک اسیدی است که در تمشک وجود داشته و دارای ۶ اتم هیدروژن است که یک اتم آن به اکسیژن و سایر هیدروژن‌ها به کربن متصل هستند. بنابراین شمار اتم‌های هیدروژن متصل به کربن در این ماده برابر با ۵ است. از طرفی نفتالن، عضوی از خانواده ترکیبات آروماتیک است که در ساختار خود ۵ پیوند دوگانه دارد. ساختار نفتالن و بنزوییک اسید به‌صورت زیر است:



گروه آموزشی ماز

۱۲- کدام مطلب، نادرست است؟

۱) در دمای اتاق، محلول پتاسیم پرمنگنات با سرکه به کندی واکنش می‌دهد.

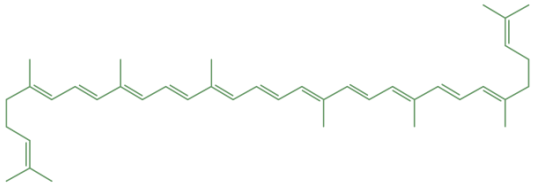
۲) با افزایش غلظت اکسیژن به میزان کافی، الیاف آهن داغ و سرخ شده موجود در یک ارلن می‌سوزد.

۳) با انجام واکنش $2NO(g) + O_2(g) \rightarrow 2NO_2(g)$، شمار گونه‌های پرانرژی و ناپایدار ثابت باقی می‌ماند.

۴) بر اثر واکنش ۰/۵ مول لیکوپن با فرمول $C_{40}H_{56}$ با ۶ مول H_2 در حضور Ni، این ماده به‌طور کامل سیر می‌شود.

پاسخ: گزینهٔ ۴ (آسان ـ مفهومی ـ ۱۱۰۲)

لیکوپن یک نوع بازدارنده با فرمول مولکولی $C_{40}H_{56}$ است که در هندوانه و گوجه‌فرنگی وجود دارد و ساختار آن به‌صورت زیر است:



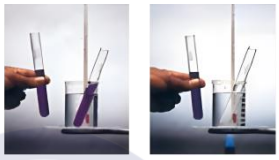
این ماده سیرنشده در ساختار خود دارای ۱۳ پیوند دوگانه کربن-کربن است و بر این اساس، یک مول از آن می‌تواند با ۱۳ مول گاز هیدروژن واکنش دهد و چنانچه نیم مول از آن داشته باشیم، با ۶/۵ مول هیدروژن واکنش داده و خاصیت بازدارندگی آن به‌طور کامل از بین خواهد رفت.

بازدارنده‌ها

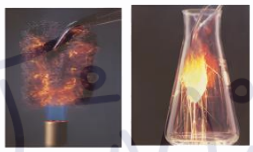
برنامهٔ غذایی محتوی سبزیجات و میوه‌های گوناگون، نقش بازدارندگی مؤثری در برابر بروز سرطان‌ها و پیری زودرس دارند. این خوراکی‌ها محتوی ترکیب‌های آلی سیرنشده‌ای به نام ریزمغذی‌ها هستند که در حفظ سلامت بافت‌ها و اندام‌ها دخالت دارند. هرچند نقش کامل این مواد هنوز به‌طور دقیق مشخص نشده است، اما برخی از آن‌ها به‌عنوان بازدارنده از انجام واکنش نامطلوب و ناخواسته در بدن به دلیل حضور رادیکال‌ها جلوگیری می‌کنند. با این توصیف، مصرف خوراکی‌های محتوی بازدارنده‌ها سبب به دام افتادن و جذب رادیکال‌های ایجاد شده در بدن شده و با کاهش مقدار آن‌ها، از سرعت واکنش‌های ناخواسته کاسته می‌شود. لیکوپن یکی از بازدانده‌ها است که در هندوانه و گوجه‌فرنگی وجود دارد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

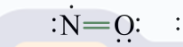
۱ محلول بنفش رنگ پتاسیم پرمنگنات با سرکه که دارای استیک اسید است، در دمای اتاق به کندی واکنش می‌دهد و با سرعت کمی بی‌رنگ می‌شود. این در حالی است که با گرم شدن محلول، سرعت انجام فرایند مورد نظر افزایش پیدا کرده و این محلول به سرعت بی‌رنگ می‌شود. توجه داریم که این موضوع، اثر دما بر سرعت واکنش را نشان می‌دهند. تصویر زیر، نمایی از این فرایند را نشان می‌دهد:



۲ الیاف آهن داغ و سرخ‌شده در هوا نمی‌سوزد، درحالی که همان مقدار الیاف آهن داغ و سرخ‌شده در یک ارلن پر از اکسیژن می‌سوزد که علت آن، افزایش غلظت مواد واکنش‌دهنده است که سبب افزایش سرعت واکنش می‌شود. تصویر زیر، نمایی از این فرایند را نشان می‌دهد:



۳ رادیکال‌ها، گونه‌های فعال و ناپایداری هستند که در ساختار خود الکترون جفت‌نشده دارند و ساختار لوویس آن‌ها از قاعده هشت‌تایی تبعیت نمی‌کند. گازهای NO و NO_2 جزو رادیکال‌ها محسوب می‌شوند و واکنش‌پذیری بالایی دارند. ساختار لوویس این دو مولکول به‌صورت زیر است:



با انجام واکنش $2NO + O_2 \rightarrow 2NO_2$، تعداد ۲ مولکول نیتروژن مونوکسید که گونه‌ای رادیکال است، مصرف شده و ۲ مولکول نیتروژن دی‌اکسید که مانند نیتروژن مونوکسید، پرانرژی و ناپایدار است، تولید می‌شود. بنابراین شمار گونه‌های پرانرژی و ناپایدار ثابت می‌ماند.

گروه آموزشی ماز

۱۳- با توجه به واکنش زیر که تبدیل مالتوز به گلوکز را نشان می‌دهد، اگر در ظرف ۲ لیتری واکنش در ابتدا ۰/۲ مول مالتوز وجود داشته باشد و در دقیقه پنجم، غلظت مالتوز به $0/085 mol.L^{-1}$ برسد، کدام مطلب نادرست است؟

$$C_{11}H_{22}O_{11}(aq) + H_2O(l) \rightarrow 2C_6H_{12}O_6(aq)$$

۱) غلظت گلوکز در انتهای دقیقه چهارم، به یقین کمتر از $0/03\ mol.L^{-1}$ است.

۲) درصد جرمی اکسیژن در آشناترین کربوکسیلیک اسید، از درصد جرمی کربن در فراورده بزرگ‌تر است.

۳) سرعت متوسط مصرف مالتوز در بازه زمانی ۵ تا ۱۰ دقیقه، از $5 \times 10^{-5} mol.L^{-1}.s^{-1}$ کمتر است.

۴) در لحظه‌ای که غلظت مالتوز دو برابر گلوکز است، اختلاف غلظت این دو قند برابر $0/05\ mol.L^{-1}$ است.

پاسخ: گزینهٔ ۴ (سخت ـ مسئله ـ ۱۱۰۲)

سمنو یکی از مواد غذایی است که از جوانهٔ گندم تهیه شده و محتوی مواد غذایی گوناگون ازجمله مالتوز است. معادله موازنه‌شده واکنش تجزیه مالتوز با استفاده از آب به‌صورت زیر است:

$$C_{11}H_{22}O_{11}(aq) + H_2O(l) \rightarrow 2C_6H_{12}O_6(aq)$$

در این واکنش به ازای مصرف هر مول مالتوز، ۲ مول گلوکز تولید می‌شود. پس اگر x مول مالتوز مصرف شود، $2x$ مول گلوکز تولید خواهد شد. بر این اساس، اگر غلظت مالتوز، دو برابر گلوکز شود، داریم:

$$[C_{11}H_{22}O_{11}] = 2[C_6H_{12}O_6] \longrightarrow \frac{0/2 - x\ mol\ C_{11}H_{22}O_{11}}{2\ L} = 2\left(\frac{2x\ mol\ C_6H_{12}O_6}{2\ L}\right) \longrightarrow 0/2 - x = 4x \longrightarrow x = 0/04$$

بنابراین در لحظه موردنظر ۰/۰۴ مول مالتوز مصرف شده و مقدار آن از ۰/۲ مول به ۰/۱۶ مول رسیده است و از طرفی ۰/۰۸ مول گلوکز تولید شده است. رابطه غلظت مولی به‌صورت زیر است:

$$\text{غلظت مولار (مولاریته)} = \frac{\text{تعداد مول}}{\text{حجم محلول } (L)} \longrightarrow \text{تعداد مول} = \text{غلظت مولار} \times \text{حجم محلول}$$

با توجه به اینکه حجم ظرف برابر با ۲ لیتر است، غلظت مالتوز و گلوکز به‌ترتیب برابر با ۰/۰۸ و ۰/۰۴ مول بر لیتر است و بنابراین اختلاف غلظت این دو قند برابر با ۰/۰۴ مول بر لیتر خواهد بود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ در دقیقه پنجم غلظت مالتوز به ۰/۰۸۵ مول بر لیتر رسیده است. با توجه به حجم ۲ لیتری ظرف می‌توان گفت که شمار مول مالتوز در دقیقه پنجم برابر ۰/۱۷ مول شده است. پس در این بازه زمانی ۰/۰۳ مول مالتوز مصرف شده و مقدار آن از ۰/۲ مول به ۰/۱۷ مول رسیده است. بر این اساس، غلظت گلوکز را در دقیقه پنجم واکنش حساب می‌کنیم.

$$?\,mol\ C_۶H_{۱۲}O_۶ = ۰/۰۳\ mol\ C_{۱۱}H_{۲۲}O_{۱۱} \times \frac{۲\ mol\ C_۶H_{۱۲}O_۶}{۱\ mol\ C_{۱۱}H_{۲۲}O_{۱۱}} = ۰/۰۶\ mol$$

حجم ظرف واکنش مورد نظر برابر با ۲ لیتر است، پس غلظت گلوکز در دقیقه پنجم واکنش به ۰/۰۳ مول بر لیتر می‌رسد و در دقیقه چهارم غلظت آن کمتر از این مقدار بوده است.

۲ آشناترین عضو خانواده کربوکسیلیک‌اسیدها، استیک اسید با فرمول مولکولی $CH_۳COOH$ است که درصد جرمی اکسیژن در آن برابر با $\frac{۳۲}{۶۰} \times ۱۰۰$ و فراورده تولیدشده نیز گلوکز با فرمول مولکولی $C_۶H_{۱۲}O_۶$ است که درصد جرمی کربن در آن، $\frac{۷۲}{۱۸۰} \times ۱۰۰$ است. درصد جرمی اکسیژن در استیک‌اسید بیش از ۵۰ درصد اما درصد جرمی کربن در گلوکز برابر ۴۰ درصد است.

۳ رابطه سرعت متوسط مصرف یا تولید یک ماده در یک واکنش شیمیایی به‌صورت زیر است:

$$R = \frac{|n_۲ - n_۱|}{\Delta t} = \frac{|\Delta n|}{\Delta t}$$

در این واکنش همان‌طور که در مورد ۱ بررسی کردیم، شمار مول‌های مالتوز پس از پنج دقیقه به اندازه ۰/۰۳ مول تغییر کرده است. بر این اساس، سرعت متوسط مصرف این ماده را بر حسب مول بر لیتر بر ثانیه حساب می‌کنیم:

$$\overline{R}_{C_{۱۱}H_{۲۲}O_{۱۱}} = \frac{\Delta[C_{۱۱}H_{۲۲}O_{۱۱}]}{\Delta t} = \frac{\frac{\Delta n\ C_{۱۱}H_{۲۲}O_{۱۱}}{\text{حجم ظرف واکنش}}}{\Delta t} = \frac{\frac{۰/۰۳\ mol}{۲\ L}}{۵\ min} = \frac{\frac{۰/۰۳\ mol}{۲\ L}}{۵\ min \times \frac{۶۰\ s}{۱\ min}} = ۵ \times ۱۰^{-۵}\ mol.L^{-۱}.s^{-۱}$$

بنابراین در ۵ دقیقه نخست، سرعت متوسط مصرف مالتوز برابر با ۵×۱۰^{-۵} مول بر لیتر بر ثانیه است اما با توجه به اینکه با گذشت زمان و مصرف واکنش‌دهنده‌ها سرعت متوسط مصرف این مواد کاهش می‌یابد، می‌توان نتیجه گرفت که سرعت متوسط مصرف مالتوز در ۵ دقیقه دوم واکنش(بازه بین ۵ تا ۱۰ دقیقه)، کمتر از ۵×۱۰^{-۵} مول بر لیتر بر ثانیه است.

گروه آموزشی ماز

۱۴- با توجه به واکنش $۲C_۷H_۵N_۳O_۶(l) \rightarrow ۶C(s) + aCO(g) + bCO_۲(g) + ۳H_۲(g) + ۳N_۲(g) + ۲H_۲O(g)$، کدام مورد نادرست است؟

۱) مقدار ۷۵ درصد از اکسید کربن تولید شده، گازی سمی با چگالی کمتر از هوا است.

۲) نسبت شمار پیوندهای سه گانه به دوگانه در کل مولکول‌های حاصل برابر با ۲/۲۵ است.

۳) برای هیچ یک از فراورده‌های این واکنش، نمی‌توان نمودار مول-زمان منحصربه‌فرد رسم کرد.

۴) اگر A و B به‌ترتیب فراورده با مولکول غیرقطبی و قطبی باشند، رابطه $\frac{\bar{R}_A}{\bar{R}_B} \geq ۱/۵$ همواره برقرار است.

پاسخ: گزینهٔ ۴ (متوسط ـ مفهومی ـ ۱۱۰۲)

معادله موازنه‌نشده واکنش به‌صورت زیر است:

$$۲C_۷H_۵N_۳O_۶ \rightarrow ۶C + aCO + bCO_۲ + ۳H_۲ + ۳N_۲ + ۲H_۲O$$

ادامه موازنه واکنش و پیدا کردن مقدار ضرایب مجهول به کمک روش وارسی ممکن نیست. از این رو ضرایب CO و $CO_۲$ را همان a و b در نظر گرفته و به کمک تشکیل معادله، مقدار آن‌ها را پیدا می‌کنیم. بر این اساس با برابر قرار دادن شمار اتم‌های کربن و اکسیژن در دو طرف معادله، ضرایب مجهول را مشخص می‌کنیم. در این رابطه، داریم:

$$\begin{cases} C\ \text{موازنه}: \ ۱۴ = ۶ + a + b \\ O\ \text{موازنه}: \ ۱۲ = a + ۲b + ۲ \end{cases} \longrightarrow a = ۶ \quad \text{و} \quad b = ۲$$

بنابراین معادله موازنه‌شده واکنش به‌صورت زیر خواهد بود:

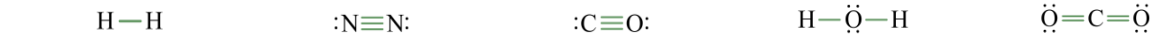
$$۲C_۷H_۵N_۳O_۶ \rightarrow ۶C + ۶CO + ۲CO_۲ + ۳H_۲ + ۳N_۲ + ۲H_۲O$$

برای مقایسه سرعت متوسط مصرف یا تولید مواد در یک معادله، بایستی به ضریب استوکیومتری آن‌ها توجه کرد. در میان فراورده‌های واکنش، مولکول‌های $CO_۲$، $H_۲$ و $N_۲$ ناقطبی و مولکول‌های CO و $H_۲O$ قطبی هستند. با توجه به متفاوت بودن ضرایب مواد ناقطبی با یکدیگر و همچنین مواد قطبی با یکدیگر، نسبت $\frac{\bar{R}_A}{\bar{R}_B}$ می‌تواند مقادیر متفاوتی داشته باشد. به‌عنوان مثال اگر مولکول ناقطبی A را کربن دی‌اکسید و مولکول قطبی B را کربن مونوکسید در نظر بگیریم، نسبت خواسته‌شده برابر با $\frac{۲}{۶}$ خواهد بود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ در میان فراورده‌های این واکنش شیمیایی، ۸ مول اکسید کربن دیده می‌شود که ۶ مول آن متعلق به کربن مونوکسید و ۲ مول دیگر متعلق به کربن دی‌اکسید است. کربن مونوکسید، گازی بی‌رنگ، بی‌بو، سمی و با چگالی کمتر از هوا است که ۷۵ درصد($\frac{۶}{۸} \times ۱۰۰$) مول‌های اکسیدهای کربن تولید شده در این واکنش را تشکیل می‌دهد.

۲ ساختار لوویس مولکول‌های فراورده به‌صورت زیر است:



با انجام این واکنش، ۶ مولکول کربن مونوکسید و ۳ مول نیتروژن تولید می‌شود که هر مول از این دو گاز دارای یک پیوند سه گانه در ساختار خود است. بنابراین شمار پیوندهای سه گانه فراورده‌های تولیدشده برابر با ۹ است. از طرفی با انجام واکنش، ۲ مول کربن دی‌اکسید تولید می‌شود که در هر مول خود دارای ۲ پیوند دوگانه است. بر این اساس، شمار پیوندهای دوگانه فراورده‌های حاصل برابر با ۴ است. بنابراین نسبت خواسته‌شده برابر با $\frac{۹}{۴} = ۲/۲۵$ است.

۳ شیب نمودار مول-زمان یک ماده متناسب با ضریب استوکیومتری آن ماده است. از آنجا که در میان فراورده‌های حاصل از واکنش، ضریب دو ماده برابر با ۶، ضریب دو ماده برابر با ۳ و ضریب دو ماده دیگر برابر با ۲ است، هیچ ماده‌ای ضریب استوکیومتری منحصر به فرد خودش را نداشته و به همین علت نمی‌توان نمودار مول-زمان متفاوت از تمام فراورده‌های دیگر برای یک ماده رسم کرد.

گروه آموزشی ماز

۱۵- در واکنش موازنه نشده ....., سرعت واکنش با سرعت متوسط مصرف یکی از واکنش‌دهنده‌ها برابر بوده و در بین فراورده‌های مولکولی این واکنش، قدر مطلق شیب نمودار مول-زمان فراورده قطبی نسبت به فراورده ناقطبی ..... است.

$(I)\ Cr_۲(CO_۳)_۳ + HCl \rightarrow CrCl_۳ + CO_۲ + H_۲O$
$(II)\ NH_۳ + NO_۲ \rightarrow N_۲ + H_۲O$
$(III)\ NH_۳ + H_۲O_۲ \rightarrow N_۲H_۴ + H_۲O$
$(IV)\ MnO_۲ + HCl \rightarrow MnCl_۲ + Cl_۲ + H_۲O$

۱) (I) ـ کمتر ۲) (II) ـ بیشتر ۳) (III) ـ کمتر ۴) (IV) ـ بیشتر

پاسخ: گزینهٔ ۴ (متوسط ـ مسئله ـ ۱۱۰۲)

اگر در واکنشی، ضریب ماده‌ای در معادله موازنه‌شده برابر با ۱ باشد، سرعت متوسط مصرف یا تولید آن ماده با سرعت متوسط واکنش برابر خواهد بود. معادله موازنه‌شده واکنش‌های داده‌شده به‌صورت زیر است:

$(I)\ Cr_۲(CO_۳)_۳ + ۶HCl \rightarrow ۲CrCl_۳ + ۳CO_۲ + ۳H_۲O$
$(II)\ ۸NH_۳ + ۶NO_۲ \rightarrow ۷N_۲ + ۱۲H_۲O$
$(III)\ ۲NH_۳ + H_۲O_۲ \rightarrow N_۲H_۴ + ۲H_۲O$
$(IV)\ MnO_۲ + ۴HCl \rightarrow MnCl_۲ + Cl_۲ + ۲H_۲O$

سرعت واکنش

برای محاسبه سرعت متوسط مصرف یا تولید مواد شرکت‌کننده در یک واکنش شیمیایی، باید از کمیت‌های قابل اندازه‌گیری مواد شرکت‌کننده در آن واکنش مانند جرم، فشار، غلظت و یا حجم استفاده کنیم. رابطه سرعت متوسط مصرف یا تولید یک ماده در یک واکنش شیمیایی به‌صورت زیر است:

$$R = \frac{|n_۲ - n_۱|}{\Delta t} = \frac{|\Delta n|}{\Delta t}$$

در این رابطه R معادل با سرعت متوسط مصرف یا تولید یک ماده، Δt بیانگر طول یک بازه زمانی و Δn معادل تغییر مقدار کمیت موردنظر در طول آن بازه زمانی است. به‌علاوه، می‌دانیم که سرعت متوسط مصرف یا تولید مواد شرکت‌کننده در یک واکنش، متناسب با ضرایب استوکیومتری آن‌ها خواهد بود. به عبارت دیگر، اگر ضرایب استوکیومتری مواد شرکت‌کننده در واکنش یکسان نباشد، سرعت متوسط آن‌ها نیز متفاوت از یکدیگر خواهد بود. از این رو، شیمی‌دان‌ها برای درک آسان‌تر روند پیشرفت واکنش‌ها در واحد زمان، از یک مفهوم کاربردی به نام سرعت واکنش استفاده می‌کنند. سرعت واکنش، از تقسیم سرعت متوسط مصرف یا تولید هر یک از مواد شرکت‌کننده در واکنش بر ضریب استوکیومتری آن ماده به‌دست می‌آید. برای مثال معادله زیر را در نظر بگیرید:

$$۲A + B \longrightarrow ۳C + ۲D$$

برای محاسبه سرعت متوسط واکنش در بازه زمانی Δt به‌صورت زیر عمل می‌کنیم:

$$\overline{R}_{\text{واکنش}} = \left|\frac{\Delta n_A}{۲\times\Delta t}\right| = \left|\frac{\Delta n_B}{\Delta t}\right| = \left|\frac{\Delta n_C}{۳\times\Delta t}\right| = \left|\frac{\Delta n_D}{۲\times\Delta t}\right| \Rightarrow \overline{R}_{\text{واکنش}} = \left|\frac{\overline{R}_A}{۲}\right| = \left|\frac{\overline{R}_B}{۱}\right| = \left|\frac{\overline{R}_C}{۳}\right| = \left|\frac{\overline{R}_D}{۲}\right|$$

بنابراین در واکنش (I)، (III) و (IV) که واکنش‌دهنده با ضریب ۱ دیده می‌شود، سرعت متوسط واکنش می‌تواند با سرعت متوسط مصرف یکی از واکنش‌دهنده‌ها برابر باشد. اکنون به بررسی قسمت دوم سؤال می‌پردازیم. در میان فراورده‌های واکنش (I)، مولکول کربن دی‌اکسید ناقطبی است که ضریب آن با مولکول آب که مولکولی قطبی است، برابر است. همچنین هر دو فراورده واکنش (III) قطبی هستند و واکنش (IV) تنها واکنشی است که در آن، ضریب فراورده قطبی($H_۲O$) نسبت به فراورده ناقطبی($Cl_۲$) بزرگ‌تر است.

۱۶- در یک آزمایش، پتاسیم نیترات در دو مرحله و مطابق واکنش‌های موازنه نشده (I) و (II) در مدت زمان یکسان تجزیه می‌شوند. اگر جرم جامد یونی تولید شده در واکنش (I)، ۱/۷ برابر واکنش (II) باشد، سرعت متوسط تولید گاز O_2 در واکنش (I) برحسب مول بر دقیقه، چند برابر سرعت متوسط تولید گاز O_2 در واکنش (II) برحسب مول بر دقیقه است؟ ($N = 14$ و $K = 39$ و $O = 16$: $g.mol^{-1}$)

$(I)\ KNO_3(s) \rightarrow KNO_2(s) + O_2(g)$
$(II)\ KNO_3(s) \rightarrow K_2O(s) + O_2(g) + N_2(g)$

۱) ۰/۲۵۲ ۲) ۰/۲۷۶ ۳) ۰/۳۴۲ ۴) ۰/۳۷۶

پاسخ: گزینهٔ ۴ (سخت ـ مسئله ـ ۱۱۰۲)

معادله موازنه‌شده دو واکنش به‌صورت زیر است:

$(I)\ 2KNO_3(s) \rightarrow 2KNO_2(s) + O_2(g)$
$(II)\ 4KNO_3(s) \rightarrow 2K_2O(s) + 5O_2(g) + 2N_2(g)$

مطابق معادله موازنه‌شده، به ازای مصرف دو مول پتاسیم نیترات در واکنش(I)، دو مول KNO_2 و به ازای مصرف چهار مول پتاسیم نیترات در واکنش (II)، دو مول K_2O تولید می‌شود. بنابراین اگر شمار مول پتاسیم نیترات مصرف‌شده در واکنش (I) و (II) را به‌ترتیب x و y فرض کنیم، در واکنش اول x مول KNO_3 و در واکنش دوم، $\frac{y}{2}$ مول K_2O تولید خواهد شد. از این‌رو جرم KNO_2 تولیدشده برابر با $85x$ و جرم K_2O تولیدشده برابر با $47y$ خواهد بود. بر این اساس، داریم:

$$\frac{\text{جرم } KNO_2 \text{ تولیدشده}}{\text{جرم } K_2O \text{ تولیدشده}} = \frac{85x}{47y} = 1/7 \longrightarrow 85x = 79/9y \longrightarrow y = \frac{85}{79/9}x$$

با توجه به محاسبات انجام‌شده، نسبت جرم پتاسیم نیترات مصرف‌شده در واکنش (I) به جرم پتاسیم نیترات مصرف‌شده در واکنش (II) برابر $\frac{79/9}{85}$ است. در واکنش (I) به ازای مصرف دو مول پتاسیم نیترات، یک مول اکسیژن و در واکنش (II) به ازای مصرف چهار مول پتاسیم نیترات، پنج مول اکسیژن تولید می‌شود. برای محاسبه سرعت متوسط تولید اکسیژن از رابطه زیر استفاده می‌شود:

$$\overline{R}_{O_2} = \frac{\Delta n(O_2)}{\Delta t}$$

چون بازه زمانی یکسانی در دو واکنش مورد بررسی قرار گرفته است، پس برای مقایسه سرعت تولید اکسیژن در دو واکنش در مدت زمان مشابه، کافی است که شمار مول اکسیژن تولیدشده در دو واکنش را با یکدیگر مقایسه کنیم. بر این اساس، داریم:

$$\frac{\text{مول اکسیژن تولیدشده واکنش}(I)}{\text{مول اکسیژن تولیدشده واکنش}(II)} = \frac{x\ mol\ KNO_3 \times \frac{1\ mol\ O_2}{2\ mol\ KNO_3}}{\frac{85}{79/9}x\ mol\ KNO_3 \times \frac{5\ mol\ O_2}{4\ mol\ KNO_3}} = 0/376$$

بنابراین نسبت سرعت تولید گاز اکسیژن در واکنش (I) به واکنش (II) برابر ۰/۳۷۶ است.

گروه آموزشی ماز

۱۷- اگر در واکنش $P_4(s) + 6Cl_2(g) \rightarrow 4PCl_3(g)\ ,\ \Delta H = -1224kJ$، سرعت متوسط تولید گرما برابر با $4/08\ kJ.s^{-1}$ باشد؛ پس از چند دقیقه ۲۶۸/۸ لیتر گاز PCl_3 در شرایط استاندارد تولید خواهد شد؟

۱) ۱۲ ۲) ۱۵ ۳) ۲۴ ۴) ۳۰

پاسخ: گزینهٔ ۲ (آسان ـ مسئله ـ ۱۱۰۲)

معادله موازنه‌شده واکنش به‌صورت زیر است:

$$P_4(s) + 6Cl_2(g) \rightarrow 4PCl_3(g)\quad ,\quad \Delta H = -1224\ kJ$$

با توجه به معادله موازنه‌شده واکنش، به ازای تولید ۴ مول فسفر تری‌کلرید در معادله موازنه‌شده واکنش، ۱۲۲۴ کیلوژول گرما تولید می‌شود. اکنون گرمای تولیدشده را به ازای تولید ۲۶۸/۸ لیتر گاز فسفر تری‌کلرید در شرایط استاندارد حساب می‌کنیم:

$$?\ kJ = 268/8\ L\ PCl_3 \times \frac{1\ mol\ PCl_3}{22/4\ L\ PCl_3} \times \frac{1224kJ}{4\ mol\ PCl_3} = 3672\ kJ$$

می‌دانیم که به ازای هر ثانیه، ۴/۰۸ کیلوژول گرما تولید می‌شود. اکنون باید ببینیم ۳۶۷۲ کیلوژول انرژی در چند دقیقه تولید می‌شود:

$$\overline{R}_{\Delta H} = \frac{|\Delta H|}{\Delta t} \longrightarrow \Delta t = \frac{|\Delta H|}{\overline{R}_{\Delta H}} = \frac{3672\ kJ}{4/08\ kJ.s^{-1}} = 900\ s$$

پس میزان انرژی مدنظر در این واکنش در مدت زمان ۹۰۰ ثانیه که معادل با ۱۵ دقیقه($\frac{900}{60}$) است، تولید می‌شود.

گروه آموزشی ماز

۱۸- کدام موارد از مطالب زیر، نادرست است؟

الف: سهم تولید گاز CO_2 در ردپای غذا، کمتر از سوختن سوخت‌ها در خودروها و کارخانه‌ها است.

ب: در ساختار هر آلدهید تک عاملی، حداقل یک اتم کربن وجود دارد که تنها به یک اتم H متصل است.

پ: مطابق با اصول شیمی سبز، استفاده از غذاهای بومی و فصلی، باعث کاهش مصرف انرژی می‌شود.

ت: جذب رادیکال‌ها توسط برخی از ترکیب‌های آلی سیرنشده، از سرعت واکنش‌های ناخواسته در بدن می‌کاهد.

۱) «الف» و «ب» ۲) «الف» و «ت» ۳) «ب» و «پ» ۴) «پ» و «ت»

پاسخ: گزینهٔ ۱ (آسان ـ مفهومی ـ ۱۱۰۲)

عبارت‌های (الف) و (ب) نادرست هستند.

بررسی موارد:

«الف»: ردپای غذا، دو چهره آشکار و پنهان دارد. چهره آشکار آن نشان می‌دهد که سالانه حدود ۳۰ درصد غذایی که در جهان تولید می‌شود به مصرف نمی‌رسد و به زباله تبدیل می‌شود و یا از بین می‌رود. این در حالی است که آمارها نشان می‌دهد که به ازای هر هفت نفر در جهان، یک نفر گرسنه است. علاوه بر چهره آشکار، ردپای غذا یک چهره پنهان نیز دارد. یک چهره پنهان ردپای غذا تولید گازهای گلخانه‌ای به ویژه کربن دی‌اکسید است؛ آن‌چنان که سهم تولید این گاز در ردپای غذا به‌مراتب بیش از سوختن سوخت‌ها در خودروها، کارخانه‌ها و ... است.

«ب»: آلدهیدها، گروهی از ترکیبات آلی هستند که در ساختار خود، گروه عاملی آلدهیدی دارند. ساختار این گروه عاملی به‌صورت زیر است:

در ساختار این گروه عاملی، یک اتم اکسیژن توسط یک پیوند دوگانه به یک اتم کربن متصل شده است. این اتم کربن از یک سو به اتم هیدروژن و از سوی دیگر به یک گروه R(زنجیره هیدروکربنی یا یک اتم هیدروژن) متصل شده است. پس می‌توان گفت در ساده‌ترین آلدهید تنها یک اتم کربن وجود دارد که به دو اتم هیدروژن متصل شده است. ساختار این ترکیب آلی به‌صورت زیر است:

«پ»: در جدول زیر هر یک از الگوهای کاهش ردپای غذا مقابل اصلی از شیمی سبز قرار دارد که با آن همخوانی بیشتری دارد:

اصل شیمی سبز	الگوی کاهش ردپای غذا منطبق با اصول شیمی سبز
کاهش مصرف انرژی	استفاده از غذاهای بومی و فصلی
کاهش تولید زباله و پسماند	خرید به اندازه نیاز
طراحی مواد و فراورده‌های شیمیایی سالم‌تر	کاهش مصرف گوشت و لبنیات
کاهش ورود مواد شیمیایی ناخواسته به محیط زیست	کاهش مصرف غذاهای فراوری شده

مطابق با اصول شیمی سبز، استفاده از غذاهای بومی و فصلی، باعث کاهش مصرف انرژی می‌شود.

«ت»: در بدن ما به دلیل انجام واکنش‌های متنوع و پیچیده، رادیکال‌هایی به وجود می‌آیند که اگر به وسیله بازدارنده‌ها جذب نشوند، می‌توانند با انجام واکنش‌های سریع به بافت‌های بدن آسیب برسانند. مصرف خوراکی‌های محتوی بازدارنده‌ها سبب می‌شود که رادیکال‌ها به دام بیفتند تا با کاهش مقدار آن‌ها از سرعت واکنش‌های ناخواسته کاسته شود. لیکوپن، یکی از این بازدارنده‌ها است.

گروه آموزشی ماز

۱۹- **نمودار داده شده، تعداد مول گاز آزاد شده در واکنش زیر را نشان می‌دهد.**

$$CaCO_3(s) + 2HCl(aq) \rightarrow CaCl_2(aq) + CO_2(g) + H_2O(l)$$

مطابق نمودار، ..... از ثانیه ۱۰ ام، جرم ترکیبات کلسیم‌دار در ظرف واکنش با هم برابر شده و سرعت واکنش در بازه زمانی ۱۰ تا ۲۰ ثانیه برابر ..... مول بر دقیقه است.

($O = 16$ و $Ca = 40$ و $Cl = 35/5 : g.mol^{-1}$)

۱) قبل ـ ۰/۵

۲) بعد ـ ۰/۵

۳) قبل ـ ۰/۶

۴) بعد ـ ۰/۶

پاسخ: گزینهٔ ۳ (سخت ـ مسئله ـ ۱۱۰۲)

نمودار رسم‌شده متعلق به نمودار مول-زمان گاز کربن دی‌اکسید است. با توجه به نمودار، از ثانیه ۴۰ام مقدار گاز کربن دی‌اکسید تولیدشده ثابت می‌شود. بنابراین می‌توان گفت که در این زمان واکنش به پایان رسیده و کل کلسیم کربنات اولیه مصرف شده است. معادله موازنه‌شده واکنش به‌صورت زیر است:

$$CaCO_3(s) + 2HCl(aq) \rightarrow CaCl_2(aq) + CO_2(g) + H_2O(l)$$

با توجه به معادله موازنه‌شده واکنش، به ازای مصرف هر مول کلسیم کربنات، یک مول کلسیم کلرید و یک مول کربن دی‌اکسید تولید می‌شود. بنابراین با توجه به اینکه در این واکنش ۰/۴ مول کربن دی‌اکسید تولید شده است، پس مقدار اولیه کلسیم کربنات نیز ۰/۴ مول بوده است. در این رابطه، داریم:

$$\text{مقدار مول اولیه کلسیم کربنات} = 0/4\ mol$$

اکنون بایستی ببینیم به ازای مصرف چند مول کلسیم کربنات، جرم ترکیبات کلسیم‌دار واکنش با یکدیگر برابر می‌شود. مقدار اولیه کلسیم کربنات، ۰/۴ مول(معادل با ۴۰ گرم) بوده است و همچنین با توجه به معادله موازنه‌شده واکنش می‌توان گفت که به ازای مصرف x مول کلسیم کربنات(معادل $100x$ گرم)، x مول کلسیم کلرید(معادل $110x$ گرم) تولید می‌شود. بر این اساس، داریم:

$$\text{جرم کلسیم کربنات باقیمانده در ظرف واکنش} = \text{جرم کلسیم کلرید تولید شده} \Longrightarrow 40 - 100x = 111x \longrightarrow 211x = 40 \Longrightarrow x \simeq 0/19\ mol$$

بنابراین زمانی جرم کلسیم کربنات و کلسیم کلرید موجود در ظرف واکنش برابر می‌شود که ۰/۱۹ مول از کلسیم کربنات اولیه مصرف شده باشد. همان‌طور که گفتیم شمار مول کلسیم کربنات مصرف‌شده با کربن دی‌اکسید تولیدشده برابر است. اکنون بایستی ببینیم در چه زمانی ۰/۱۹ مول کربن دی‌اکسید تولید شده است. با توجه به نمودار رسم‌شده می‌توان نتیجه گرفت که این اتفاق قبل از ثانیه ۱۰ رخ داده است.

قبل از ثانیه دهم، ۰/۱۹ مول کلسیم کربنات مصرف شده است $\Longrightarrow$ تا ثانیه دهم، مقدار ۰/۲۵ مول کلسیم کربنات مصرف شده است

اکنون به حل قسمت دوم سؤال می‌پردازیم. می‌دانیم که سرعت متوسط واکنش از تقسیم سرعت متوسط مصرف یا تولید یک ماده بر ضریب استوکیومتری آن ماده به‌دست می‌آید. در این رابطه، داریم:

$$\overline{R}_{\text{واکنش}} = \frac{\Delta n_{CO_2}}{\text{ضریب} \times \Delta t}$$

با توجه به اینکه ضریب گاز کربن دی‌اکسید در معادله موازنه‌شده برابر با یک است، پس می‌توان گفت که سرعت متوسط واکنش با سرعت تولید کربن دی‌اکسید برابر است. برای محاسبه سرعت متوسط واکنش کافی است که سرعت متوسط تولید کربن دی‌اکسید را در بازه خواسته‌شده حساب کنیم. در بازه زمانی ۱۰ تا ۲۰ ثانیه، شمار مول‌های کربن دی‌اکسید موجود در ظرف واکنش از ۰/۲۵ مول به ۰/۳۵ مول رسیده است. پس در این بازه ۰/۱ مول کربن دی‌اکسید تولید شده است. بنابراین، داریم:

$$\overline{R}_{\text{واکنش}} = \overline{R}_{CO_2} = \frac{\Delta n_{CO_2}}{\Delta t} = \frac{0/1\ mol}{10\ s \times \frac{1\ min}{60\ s}} = 0/6\ mol.min^{-1}$$

بنابراین سرعت متوسط واکنش در بازه زمانی خواسته‌شده، برابر با ۰/۶ مول بر دقیقه بوده است.

گروه آموزشی ماز

۲۰- کدام مورد، نادرست است؟

۱) مصرف غذا، انرژی مورد نیاز برای ارسال پیام‌های عصبی در بدن را تأمین می‌کند.
۲) فرایندهایی که دمای بدن را کنترل و تنظیم می‌کنند، هر یک آهنگ ویژه خود را دارند.
۳) اگر با تغییر حالت فیزیکی یک ماده، چگالی کاهش یابد، جنبش ذرات ماده به یقین افزایش خواهد یافت.
۴) نمودار تغییرات دما برحسب گرمای داده شده به یک جسم با حالت فیزیکی ثابت، همواره صعودی است.

پاسخ: گزینهٔ ۳ (آسان ـ مفهومی ـ ۱۱۰۲)

جنبش ذرات مواد گازی نسبت به مواد مایع و جنبش ذرات مواد مایع نیز نسبت به مواد جامد بیشتر است. در اغلب مواد چنانچه با افزایش دما حالت فیزیکی ماده تغییر کند، چگالی ماده کاهش خواهد یافت اما چنانچه به یک نمونه یخ گرما بدهیم، ذوب شده و آب تولید خواهد شد و می‌دانیم که چگالی آب نسبت به یخ بیشتر است. بنابراین با دادن گرما به یخ، چگالی همانند جنبش ذرات، افزایش خواهد یافت.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ مصرف غذا، انرژی مورد نیاز بدن برای حرکت ماهیچه‌ها، ارسال پیام‌های عصبی، جابه‌جایی یون‌ها و مولکول‌ها از دیواره هر یاخته را تأمین می‌کند. غذا همچنین مواد اولیه برای ساخت و رشد بخش‌های گوناگون بدن مانند سلول‌های خونی، استخوان، پوست، مو، ماهیچه‌ها، آنزیم‌ها و ... را فراهم می‌کند.

۲ فرایندهایی که در بدن ما انجام می‌شوند، وابسته به انجام واکنش‌های شیمیایی هستند که هر یک آهنگ ویژه‌ای دارند و این واکنش‌ها، دمای بدن را نیز کنترل و تنظیم می‌کنند.

۴ گرمای داده شده به یک جسم بر حسب میزان تغییر دمای آن جسم از رابطه $Q = mc\Delta\theta$ محاسبه می‌شود. اگر گرمای داده‌شده به جرم مشخصی از یک جسم را افزایش دهیم، دمای آن نیز افزایش خواهد یافت و چنانچه نمودار تغییرات دما را بر حسب گرمای داده‌شده به یک جسم رسم کنیم، نمودار آن به‌صورت صعودی خواهد بود.

۲۱- کدام مورد درست است؟

۱) برخلاف گرما و انرژی گرمایی، دما از ویژگی‌های یک نمونه ماده به شمار نمی‌رود.

۲) با تماس دو قطعه مسی با جرم و دمای متفاوت، اختلاف دمای تعادل و دمای قطعه سبک‌تر، کمتر است.

۳) با ورود شیر ۶۰°C به بدن، گرما ابتدا از محیط به سامانه و سپس از سامانه به محیط جاری می‌شود.

۴) در دما و فشار معین، یک سامانه آنتالپی معینی دارد که با انجام واکنش‌های شیمیایی تغییر می‌کند.

پاسخ: گزینهٔ ۴ (آسان ـ مفهومی ـ ۱۱۰۲)

شیمی‌دان‌ها انرژی کل یک سامانه حاوی مقدار مشخصی ماده در دما و فشار مشخص را معادل با محتوای انرژی یا آنتالپی آن می‌دانند. هر سامانه در دما و فشار معین، آنتالپی معینی دارد که با انجام واکنش‌های شیمیایی تغییر خواهد کرد. به‌عنوان مثال در واکنش‌های گرماگیر، مواد با آنتالپی کمتر به موادی با آنتالپی بیشتر تبدیل می‌شوند و یا در واکنش‌های گرماده، مواد با آنتالپی بیشتر، به مواد با آنتالپی کمتر تبدیل می‌شوند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ انرژی گرمایی یک ماده معادل با مجموع انرژی جنبشی ذرات سازنده ماده و دما هم‌ارز با میانگین انرژی جنبشی ذرات سازنده یک ماده است. هم‌چنین گرما را هم‌ارز با میزان انرژی گرمایی می‌دانند که به علت اختلاف دما میان دو جسم مختلف جاری می‌شود. توجه داریم که گرما برخلاف انرژی گرمایی و دما، جزو ویژگی‌های یک ماده نیست و تنها برای توصیف یک فرایند به کار می‌رود.

۲ اگر دو جسم با دمای متفاوت در مجاورت هم قرار بگیرند، گرما از جسمی که دمای بالاتری دارد به سمت جسمی که دمای پایین‌تری دارد، جاری می‌شود. فرایند انتقال گرما در این حالت تا جایی ادامه پیدا می‌کند که دمای اجسام مورد نظر با هم برابر شود. این شرایط به تعادل گرمایی معروف بوده و برای برقرار شدن آن، مقدار گرمای خارج شده از جسم گرم‌تر باید با مقدار گرمای جذب شده توسط جسم سردتر برابر باشد. در این رابطه، داریم:

$$\left|Q_{\text{جسم گرم‌تر}}\right| = \left|Q_{\text{جسم سردتر}}\right| \Longrightarrow \left|m_{\text{جسم گرم‌تر}} \times c_{\text{جسم گرم‌تر}} \times \Delta\theta_{\text{جسم گرم‌تر}}\right| = \left|m_{\text{جسم سردتر}} \times c_{\text{جسم سردتر}} \times \Delta\theta_{\text{جسم سردتر}}\right|$$

با توجه به اینکه هر دو قطعه از مس ساخته شده‌اند، پس گرمای ویژه آن‌ها با یکدیگر برابر است. بنابراین با توجه به برابر بودن گرمای مبادله‌شده، جسم سبک‌تر که جرم کمتری دارد، تغییر دمای بیشتری خواهد داشت. در این حالت، دمای تعادل به دمای اولیه جسم سنگین‌تر نزدیک‌تر خواهد بود.

۳ با ورود شیر ۶۰°C به بدن، نخست در یک فرایند گرماده، شیر مقداری انرژی به شکل گرما از دست می‌دهد تا با بدن هم‌دما شود و سپس بخش عمده انرژی موجود در شیر طی فرایند گوارش سوخت و ساز بدن آزاد می‌شود. بنابراین هر دو واکنش گرماده بوده و توجه داریم که در واکنش‌های گرماده، انرژی از سامانه به محیط انتقال می‌یابد.

گرما

در فرایندهای گرماده، علامت Q منفی بوده و نماد Q در سمت راست معادله فرایند قرار می‌گیرد. به‌عنوان مثال، فرض کنید مقداری شیر گرم با دمای ۶۰°C را می‌خورید. با توجه به اینکه دمای درونی بدن انسان برابر با ۳۷°C است، پس از ورود شیر گرم(سامانه) به بدن(محیط اطراف)، شیر مقداری گرما از دست داده و با بدن هم‌دما می‌شود. معادله فرایند انجام شده به‌صورت زیر است:

$$\text{گرما}(Q) + \text{شیر}(۳۷°C) \rightarrow \text{شیر}(۶۰°C)$$

پس از ورود شیر به بدن، فرایند گوارش و سوخت و ساز انجام شده و بخش عمده انرژی موجود در شیر به بدن می‌رسد. انجام مجموعه این واکنش‌ها منجر به تولید انرژی و مواد اولیه مورد نیاز سوخت و ساز یاخته‌ها خواهد شد. معادله این فرایند نیز به‌صورت زیر است:

$$\text{گرما}(Q) + \text{فراورده‌های گوارش و سوخت و ساز}(۳۷°C) \rightarrow \text{شیر}(۳۷°C)$$

فرایند هم‌دما شدن شیر گرم با بدن، یک تغییر فیزیکی و گرماده بوده و در آن دمای فراورده کمتر از دمای واکنش‌دهنده است. فرایند گوارش و سوخت و ساز شیر نیز یک تغییر شیمیایی و گرماده است که در آن دمای فراورده‌ها با دمای واکنش‌دهنده‌ها برابر است. همان‌طور که مشخص است، همه واکنش‌های گرماده با تغییر دمای مواد شرکت‌کننده در واکنش همراه نیستند.

در فرایندهای گرماگیر، علامت Q مثبت بوده و نماد Q در سمت چپ معادلهٔ فرایند قرار می‌گیرد. مثلاً اگر مقداری بستنی با دمای ۱۰°C را بخورید، پس از ورود بستنی(سامانه) به بدن(محیط اطراف)، سامانه گرما جذب کرده و با بدن هم‌دما می‌شود. معادله این فرایند به‌صورت زیر است:

$$\text{بستنی}(۳۷°C) \rightarrow \text{گرما}(Q) + \text{بستنی}(۱۰°C)$$

پس از ورود بستنی به بدن، فرایند سوخت و ساز این ماده بر اساس معادله زیر انجام شده و بخش عمدهٔ انرژی موجود در بستنی به بدن می‌رسد.

$$\text{گرما}(Q) + \text{فراورده‌های گوارش و سوخت و ساز}(۳۷°C) \rightarrow \text{بستنی}(۳۷°C)$$

گروه آموزشی ماز

۲۲- یک مول کربن دی‌سولفید و سه مول گاز اکسیژن را در یک ظرف ۲/۵ لیتری وارد می‌کنیم تا واکنش زیر انجام شود. اگر سرعت متوسط واکنش در ۹۰ ثانیه ابتدایی آن برابر $۰/۱۶\ mol.L^{-۱}.min^{-۱}$ باشد، درصد حجمی گاز قطبی موجود در ظرف در انتهای این بازه زمانی کدام است؟

$$CS_۲(l) + ۳O_۲(g) \rightarrow CO_۲(g) + ۲SO_۲(g)$$

۱) ۲۰ ۲) ۲۵ ۳) ۴۰ ۴) ۵۰

پاسخ: گزینهٔ ۳ (سخت ـ مسئله ـ ۱۱۰۲)

معادله موازنه‌شده واکنش به‌صورت زیر است:

$$CS_۲(l) + ۳O_۲(g) \rightarrow CO_۲(g) + ۲SO_۲(g)$$

ابتدا بایستی به کمک سرعت واکنش، مقدار کربن دی‌سولفید مصرف‌شده را حساب کنیم. به کمک سرعت واکنش، سرعت مصرف این ماده را حساب می‌کنیم:

$$\overline{R}_{\text{واکنش}} = \frac{|\overline{R}_{CS_۲}|}{۱} \longrightarrow |\overline{R}_{CS_۲}| = ۰/۱۶\ mol.L^{-۱}.min^{-۱}$$

اکنون مقدار کربن دی‌سولفید مصرف‌شده را پس از ۹۰ ثانیه(معادل با ۱/۵ دقیقه) محاسبه می‌کنیم:

$$\overline{R}_{CS_۲} = \frac{\Delta[CS_۲]}{\Delta t} = \frac{\frac{\Delta nCS_۲}{۲/۵L}}{۹۰\ s \times \frac{۱\ min}{۶۰\ s}} \longrightarrow \Delta nCS_۲ = ۰/۱۶\ mol.L^{-۱}.min^{-۱} \times ۲/۵L \times ۱/۵min = ۰/۶\ mol$$

بنابراین در مدت ۹۰ ثانیه، مقدار ۰/۶ مول کربن دی‌سولفید مصرف شده است. با توجه به معادله موازنه‌شده واکنش، به ازای مصرف هر مول کربن دی‌سولفید، ۳ مول گاز اکسیژن مصرف شده و ۱ مول کربن دی‌اکسید و ۲ مول گوگرد دی‌اکسید تولید می‌شود. بنابراین به ازای مصرف ۰/۶ مول کربن دی‌سولفید، ۱/۸ مول اکسیژن مصرف شده و مقدار آن از ۳ مول به ۱/۲ مول می‌رسد و همچنین ۰/۶ مول کربن دی‌اکسید و ۱/۲ مول گوگرد دی‌اکسید تولید خواهد شد. بنابراین پس از ۹۰ ثانیه، ۳ مول گاز در ظرف وجود دارد که در میان گازهای موجود در ظرف، اکسیژن و کربن دی‌اکسید ناقطبی بوده و تنها گوگرد دی‌اکسید قطبی است. بر این اساس، درصد حجمی گاز گوگرد دی‌اکسید را در میان گازهای موجود در ظرف حساب می‌کنیم. می‌دانیم که در شرایط یکسان، نسبت حجمی گازها با نسبت مولی آن‌ها متناسب است. پس، داریم:

$$\text{درصد حجمی گوگرد دی‌اکسید} = \frac{n_{SO_۲}}{n_{SO_۲} + n_{O_۲} + n_{CO_۲}} \times ۱۰۰ = \frac{۱/۲}{۳} \times ۱۰۰ = ۴۰\ \text{درصد}$$

با توجه به محاسبات انجام‌شده، پس از ۹۰ ثانیه، ۴۰ درصد حجمی گازهای موجود در ظرف را گوگرد دی‌اکسید تشکیل می‌دهد. توجه داریم که کربن دی‌سولفید حالت مایع داشته و جزو مواد گازی موجود در ظرف واکنش به حساب نمی‌آید.

گروه آموزشی ماز

۲۳- واکنش مقابل را در نظر بگیرید: $CaCO_۳(s) \rightarrow CaO(s) + CO_۲(g)\ ,\ \Delta H = +۱۷۶kJ$

به ازای تولید ۴۵ لیتر گاز کربن دی‌اکسید با چگالی $۲/۲g.L^{-۱}$ در این واکنش، چند kJ انرژی مصرف می‌شود؟

$(C = ۱۲ \text{ و } H = ۱ : g.mol^{-۱})$

۱) ۱۹۸ ۲) ۳۹۶ ۳) ۲۹۷ ۴) ۵۹۴

پاسخ: گزینهٔ ۲ (آسان ـ مسئله ـ ۱۱۰۲)

معادلهٔ واکنش انجام شده به‌صورت زیر است:

$$CaCO_۳(s) + ۱۷۶kJ \rightarrow CaO(s) + CO_۲(g)$$

با توجه به معادله این واکنش، مقدار گرمای مبادله شده را محاسبه می‌کنیم:

$$?\ kJ\ \text{گرما} = ۴۵\ L\ CO_۲ \times \frac{۲/۲\ g\ CO_۲}{۱\ L\ CO_۲} \times \frac{۱\ mol\ CO_۲}{۴۴\ g\ CO_۲} \times \frac{۱۷۶\ kJ\ \text{انرژی}}{۱\ mol\ CO_۲} = ۳۹۶\ kJ$$

همان‌طور که مشخص است، در واکنش مورد نظر ۳۹۶ کیلوژول انرژی مصرف می‌شود.

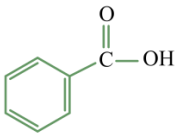
گروه آموزشی ماز

۲۴- کدام مورد، نادرست است؟

۱) برخلاف بنزوییک اسید، فراورده حاصل از شکستن کربوهیدرات‌ها در بدن، در آب نامحلول است.
۲) مادهٔ منفجره به حالت جامد یا مایع بوده و از انفجار مقدار کمی از آن، حجم زیادی گاز داغ تولید می‌شود.
۳) واکنش‌دهنده نافلزی رایج در فرایند استخراج آهن، تأمین‌کننده انرژی لازم برای انجام این واکنش نیز است.
۴) در ترکیب‌های آلی موجود در ادویه‌ها، اتم عناصری از سه دوره اول جدول تناوبی می‌تواند یافت شود.

پاسخ: گزینهٔ ۱ (آسان ـ مفهومی ـ ۱۱۰۲)

بنزوییک اسید، کربوکسیلیک اسیدی آروماتیک با فرمول مولکولی $C_۷H_۶O_۲$ است که به خوبی در آب حل می‌شود. همچنین مولکول حاصل از تجزیه کربوهیدرات‌ها در بدن، گلوکز با فرمول مولکولی $C_۶H_{۱۲}O_۶$ است که مانند بنزوییک اسید در آب محلول است. ساختار بنزوئیک اسید به‌صورت زیر است:



بررسی سایر گزینه‌ها:

۲ شیمی‌دان‌ها آهنگ واکنش را در گستره معینی از زمان با نام سرعت واکنش بیان می‌کنند. گستره زمان انجام واکنش‌ها از چند صدم ثانیه تا چند سده را در برمی‌گیرد. به‌عنوان مثال، انفجار واکنشی بسیار سریع است که در آن، از مقدار کمی ماده منفجرشونده به حالت جامد یا مایع، حجم زیادی از گازهای داغ تولید می‌شود.

آهنگ واکنش

انفجار، یک واکنش شیمیایی بسیار سریع است که در آن از مقدار کمی مادهٔ منفجره به حالت جامد یا مایع، حجم زیادی از گازهای داغ تولید می‌شود. واکنش بین محلول‌های نقره‌نیترات و سدیم‌کلرید که معادلهٔ آن به‌صورت $AgNO_3(aq) + NaCl(aq) \rightarrow AgCl(s) + NaNO_3(aq)$ می‌باشد نیز نمونهٔ دیگری از واکنش‌های شیمیایی است که با سرعت بالایی انجام می‌شود.

واکنش بین محلول‌ها > انفجار : سرعت

در نقطه مقابل، اشیا آهنی در هوای مرطوب با سرعت بسیار کمی با اکسیژن موجود در هوا واکنش داده و زنگ می‌زنند. زنگار تولید شده ترد و شکننده بوده و پس از مدتی فرو می‌ریزد. کتاب‌های قدیمی نیز در گذر زمان زرد و پوسیده می‌شود. بر این اساس، می‌توان گفت که واکنش تجزیهٔ سلولز سازندهٔ کاغذ نیز با سرعت بسیار کندی رخ می‌دهد.

تجزیه سلولز کاغذ < زنگ زدن اشیا آهنی : سرعت

۳ آهن، فلزی است که در صنایع جهان بیشترین مصرف را دارد. زغال کک، واکنش‌دهنده‌ای رایج در استخراج آهن بوده که تأمین‌کننده انرژی لازم برای انجام این واکنش نیز است. معادله واکنش انجام شده به‌صورت زیر است:

$$2Fe_2O_3(s) + 3C(s) \rightarrow 4Fe(l) + 3CO_2(g)$$

۴ یافته‌های تجربی نشان می‌دهد که خواص ادویه‌ها به‌طور عمده وابسته به ترکیب‌های آلی موجود در آن‌ها است. ترکیب‌هایی که در ساختار خود افزون بر اتم‌های هیدروژن و کربن، اتم‌های اکسیژن، گاهی نیتروژن و گوگرد نیز دارند. توجه داریم که در میان عناصر ذکرشده، هیدروژن در دوره اول، کربن، نیتروژن و اکسیژن در دوره دوم و گوگرد در دوره سوم جدول تناوبی واقع شده است.

گروه آموزشی ماز

۲۵- داده‌های موجود در جدول زیر را در نظر بگیرید:

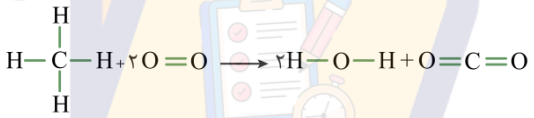
پیوند	C—H	O=O	O—H	C=O
آنتالپی پیوند $(kJ.mol^{-1})$	۴۱۵	۴۹۵	۴۶۳	۸۰۰

با توجه به اطلاعات موجود در این جدول، تغییر آنتالپی واکنش سوختن کامل متان، چند کیلوژول است؟

۱) ۷۰۸- ۲) ۷۴۲- ۳) ۸۸۴- ۴) ۸۰۲-

پاسخ: گزینهٔ ۴ (آسان ـ مسئله ـ ۱۱۰۲)

معادله ساختاری واکنش انجام شده به‌صورت زیر است:



یکی از راه‌های کاربردی برای محاسبه ΔH واکنش‌ها، استفاده از آنتالپی پیوندهای دخیل در آن واکنش شیمیایی است. ابتدا آنتالپی این واکنش را به کمک آنتالپی پیوندها، محاسبه می‌کنیم:

$$\Delta H_{\text{واکنش}} = [\text{مجموع آنتالپی پیوندها در مواد واکنش‌دهنده}] - [\text{مجموع آنتالپی پیوندها در مواد فراورده}]$$

$$\Rightarrow \Delta H_{\text{واکنش}} = [4\Delta H\,(C-H) + 2\Delta H\,(O=O)] - [4\Delta H\,(O-H) + 2\Delta H\,(C=O)]$$

$$\Rightarrow \Delta H_{\text{واکنش}} = (4 \times 415 + 2 \times 495) - (4 \times 463 + 2 \times 800) = -802\ kJ$$

گروه آموزشی ماز

۲۶- چند مورد از مطالب زیر درست است؟

الف: شمار اتم‌های هیدروژن موجود در سبک‌ترین کتون شاخه‌دار با سیکلوپنتان برابر است.

ب: بین هیدروکربن‌های با شمار اتم H برابر، آنتالپی سوختن هیدروکربن سیرشده به یقین منفی‌تر است.

پ: گاز مرداب، دارای ۶ پیوند اشتراکی در ساختار خود بوده و علامت ΔH واکنش تهیه از عناصر سازنده مثبت است.

ت: شیب نمودار مول-زمان فراورده‌ها در واکنش سوختن کامل بنزآلدهید در یک بازه زمانی معین برابر است.

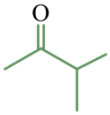
۱) ۴ ۲) ۳ ۳) ۲ ۴) ۱

پاسخ: گزینهٔ ۴ (متوسط ـ مفهومی ـ ۱۱۰۲)

فقط مورد (الف) درست هستند.

بررسی موارد:

«الف»: سبک‌ترین کتون شاخه‌دار معادل با یک ماده به نام متیل بوتانون با فرمول مولکولی $C_5H_{10}O$ است. ساختار این ماده به‌صورت زیر است:



سیکلوپنتان، هیدروکربن حلقوی با فرمول مولکولی C_5H_{10} است. ساختار این ماده به‌صورت زیر است:

هر دو مولکول، شمار اتم هیدروژن یکسانی در ساختار خود دارند.

«ب»: در میان هیدروکربن‌ها، هر چه جرم مولی یک هیدروکربن بیشتر باشد، آنتالپی سوختن آن نیز بیشتر خواهد بود. به‌عنوان مثال، متان(CH_4) و اتن(C_2H_4) شمار هیدروژن یکسانی دارند اما اتن که نوعی آلکن بوده و به علت داشتن پیوند دوگانه سیرنشده است، به علت برخورداری از جرم مولی بالاتر، آنتالپی سوختن بالاتری نیز دارد.

«پ»: متان، نخستین عضو خانواده آلکان‌ها محسوب می‌شود که بخش عمده گاز طبیعی را تشکیل داده و از تجزیه گیاهان به وسیله باکتری‌های بی‌هوازی در زیر آب تولید می‌شود. گاز متان اولین بار از سطح مرداب جمع‌آوری شد و از این رو به گاز مرداب معروف است. واکنش کلی تولید متان از گاز هیدروژن و گرافیت واکنشی گرماده است و $\Delta H < 0$ دارد. توجه داریم که در ساختار متان، ۴ پیوند اشتراکی وجود دارد.

«ت»: واکنش سوختن کامل بنزآلدهید به‌صورت زیر است:

$$C_7H_6O\ (g) + 8O_2(g) \longrightarrow 7CO_2(g) + 3H_2O(g)$$

با توجه به اینکه فراورده‌های واکنش ضریب استوکیومتری یکسانی ندارند، شیب نمودار مول-زمان آن‌ها متفاوت خواهد بود.

گروه آموزشی ماز

۲۷- معادله واکنش‌های زیر را در نظر بگیرید:

$$SOCl_2(l) + H_2O(l) \rightarrow SO_2(g) + 2HCl(g) \quad , \quad \Delta H = +11kJ$$
$$P_4(s) + 6Cl_2(g) \rightarrow 4PCl_3(g) \quad , \quad \Delta H = -1224kJ$$
$$2PCl_3(g) + O_2(g) \rightarrow 2POCl_3(l) \quad , \quad \Delta H = -650kJ$$
$$4HCl(g) + O_2(g) \rightarrow 2Cl_2(g) + 2H_2O(l) \quad , \quad \Delta H = -202kJ$$

اگر در مجموع ۲/۸ مول گاز در واکنش $P_4(s) + 4SO_2(g) + 10Cl_2(g) \rightarrow 4SOCl_2(l) + 4POCl_3(g)$ مصرف شود، چند کیلوژول گرما می‌تواند در این واکنش تولید شده باشد؟

۱) ۴۱۰ ۲) ۴۳۲/۸ ۳) ۵۴۱ ۴) ۵۹۲/۸

پاسخ: گزینهٔ ۱ (سخت ـ مسئله ـ ۱۱۰۲)

نخست به کمک قانون هس، آنتالپی واکنش را به‌دست می‌آوریم. معادله موازنه‌شده واکنش هدف به‌صورت زیر است:

$$P_4(s) + 4SO_2(g) + 10Cl_2(g) \rightarrow 4SOCl_2(l) + 4POCl_3(g)$$

در میان مواد شرکت‌کننده در واکنش، $SOCl_2$ در واکنش اول، P_4 در واکنش دوم و $POCl_3$ در واکنش سوم غیرتکراری هستند. پس ضریب و جهت این مواد را در این سه واکنش مطابق واکنش اصلی قرار می‌دهیم:

$$(1)\ SOCl_2(l) + H_2O(l) \rightarrow SO_2(g) + 2HCl(g) \quad . \quad \Delta H = +11kJ$$
$$\xrightarrow{\times(-4)} 4\,SO_2(g) + 8HCl(g) \longrightarrow 4SOCl_2(l) + 4H_2O(l)\,.\,\Delta H = -44\,kJ$$
$$(2)\ P_4(s) + 6Cl_2(g) \rightarrow 4PCl_3(g) \quad . \quad \Delta H = -1224kJ$$

واکنش دوم بدون تغییر باقی می‌ماند.

$$(3)\ 2PCl_3(g) + O_2(g) \rightarrow 2POCl_3(l) \quad . \quad \Delta H = -650kJ$$
$$\xrightarrow{\times(2)} 4PCl_3(g) + 2O_2(g) \rightarrow 4POCl_3(l) \quad . \quad \Delta H = -1300kJ$$

مولکول O_2 در واکنش اصلی وجود ندارد. اکنون به منظور حذف اکسیژن واکنش چهارم را به گونه‌ای تغییر می‌دهیم تا O_2 حذف شود.

$$(4)\ 4HCl(g) + O_2(g) \rightarrow 2Cl_2(g) + 2H_2O(l) \quad . \quad \Delta H = -202kJ$$
$$\xrightarrow{\times(-2)} 4Cl_2(g) + 4H_2O(l) \rightarrow 8HCl(g) + 2O_2(g) \quad . \quad \Delta H = +404kJ$$

بنابراین واکنش نهایی به‌صورت زیر خواهد بود:

$$P_4(s) + 4SO_2(g) + 10Cl_2(g) \rightarrow 4SOCl_2(l) + 4POCl_3(l)$$

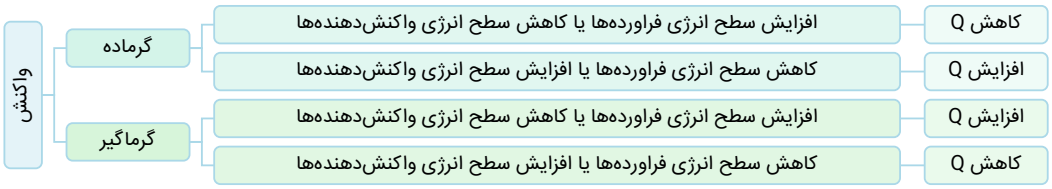
آنتالپی واکنش اصلی برابر مجموع آنتالپی واکنش‌های تغییر یافته است؛ پس، آنتالپی واکنش اصلی را حساب می‌کنیم:

$$\Delta H = (-44) + (-1224) + (-1300) + (404) = -2164\,kJ$$

بنابراین آنتالپی واکنشی که از مجموع ۴ واکنش فرعی به‌دست می‌آید، معادل $-۲۱۶۴\ kJ$ است. در این واکنش به ازای مصرف ۱۴ مول گاز(۴ مول گاز گوگرد دی‌اکسید و ۱۰ مول گاز کلر)، مقدار ۲۱۶۴ کیلوژول گرما آزاد می‌شود. اکنون می‌خواهیم گرمای تولیدشده را به ازای مصرف ۲/۸ مول گاز را حساب کنیم. در این رابطه، داریم:

$$?\,kJ = ۲/۸\ mol\ gas \times \frac{۲۱۶۴\ kJ}{۱۴\ mol\ gas} = ۴۳۲/۸\ kJ$$

بنابراین در این واکنش ۴۳۲/۸ کیلوژول گرما آزاد می‌شود. توجه داریم که در واکنش مدنظر سؤال، $POCl_۳$ به حالت گازی تولید شده است درحالی که حالت فیزیکی این ماده در واکنشی که از مجموع واکنش‌های فرعی به‌دست آمده، مایع است. در واکنش‌های گرماده، هر چه سطح انرژی واکنش‌دهنده‌ها بالاتر و سطح انرژی فراورده‌ها پایین‌تر باشد، گرمای آزادشده نیز بیشتر است و از آنجا که سطح انرژی مواد گازی نسبت به مواد مایع بیشتر است، می‌توان گفت که در واکنش خواسته‌شده، ΔH کمتر از ۴۳۲/۸ کیلوژول خواهد بود. در این رابطه، داریم:



گروه آموزشی ماز

۲۸- در واکنش $۲NO_۲(g) \xrightarrow{\Delta} ۲NO(g) + O_۲\ (g)$، با گذشت هر دقیقه ۷۵ درصد از گاز $NO_۲$ موجود در ظرف تجزیه می‌شود. اگر در ابتدا ۲۰ مول گاز $NO_۲$ در ظرف واکنش وجود داشته باشد، پس از ۱۸۰ ثانیه، حجم گاز $O_۲$ آزاد شده در شرایط استاندارد برابر با چند لیتر خواهد شد؟

۱) ۱۸۲ ۲) ۲۰۴/۵ ۳) ۲۲۰/۵ ۴) ۲۴۲

پاسخ: گزینهٔ ۳ (متوسط ـ مسئله ـ ۱۱۰۲)

معادله موازنه‌شده واکنش به‌صورت زیر است:

$$۲NO_۲(g) \xrightarrow{\Delta} ۲NO(g) + O_۲\ (g)$$

در هر دقیقه، ۷۵ درصد از گاز نیتروژن دی‌اکسید موجود در ظرف مصرف شده و تنها ۲۵ درصد(معادل با $\frac{۱}{۴}$) آن باقی می‌ماند. اکنون باید ببینیم پس از ۱۸۰ ثانیه(معادل با ۳ دقیقه)، چه مقدار از نیتروژن دی‌اکسید اولیه مصرف شده است. پس از ۳ دقیقه، می‌توان گفت که نیتروژن دی‌اکسید اولیه ۳ بار تجزیه شده و هر بار مقدار آن به ۲۵ درصد حالت قبلی خود رسیده است. بنابراین مقدار نیتروژن دی‌اکسید موجود در ظرف پس از ۳ دقیقه برابر است با:

$$?\,mol\ NO_۲ = ۲۰\ mol\ NO_۲ \times (۰/۲۵)^۳ = ۰/۳۱۲۵$$

بنابراین از ۲۰ مول اولیه گاز مورد نظر، ۱۹/۶۸۷۵ مول نیتروژن دی‌اکسید مصرف شده و تنها ۰/۳۱۲۵ مول از آن باقی‌مانده است. در معادله موازنه‌شده واکنش، به ازای مصرف ۲ مول نیتروژن دی‌اکسید، ۱ مول گاز اکسیژن تولید می‌شود. اکنون حجم گاز اکسیژن تولیدشده از مصرف ۱۹/۶۸۷۵ مول $NO_۲$ را در شرایط استاندارد حساب می‌کنیم:

$$?\,L\ O_۲ = ۱۹/۶۸۷۵\ mol\ NO_۲ \times \frac{۱\ mol\ O_۲}{۲\ mol\ NO_۲} \times \frac{۲۲/۴\ L}{۱\ mol\ O_۲} = ۲۲۰/۵\ L$$

پس از ۱۸۰ ثانیه، ۲۲۰/۵ لیتر اکسیژن در شرایط استاندارد تولید می‌شود.

گروه آموزشی ماز

۲۹- با توجه به واکنش‌های گرماشیمیایی داده‌شده، ΔH واکنش $H_۲(g) + Cl_۲(g) \rightarrow ۲HCl(g)$ برابر چند کیلوژول است؟

$$N_۲(g) + ۳H_۲(g) \rightarrow ۲NH_۳(g) \quad ، \quad \Delta H = -۹۱/۸\ kJ$$
$$N_۲(g) + ۴H_۲(g) + Cl_۲(g) \rightarrow ۲NH_۴Cl(s) \quad ، \quad \Delta H = -۶۲۸/۸\ kJ$$
$$NH_۳(g) + HCl(g) \rightarrow NH_۴Cl(s) \quad ، \quad \Delta H = -۱۷۶/۲\ kJ$$

۱) $-۹۲/۳$ ۲) $-۱۸۴/۶$ ۳) $-۳۶۸/۲$ ۴) $-۱۸۲/۶$

پاسخ: گزینهٔ ۲ (آسان ـ مسئله ـ ۱۱۰۲)

نخستین بار هنری هس دریافت که گرمای یک واکنش معین به راهی که برای انجام آن واکنش در پیش گرفته می‌شود، وابسته نیست. به دیگر سخن، با استفاده از چند واکنش مختلف، می‌توان تغییر آنتالپی یک واکنش معین را به‌دست آورد، به شرطی که شرایط انجام همه واکنش‌ها یکسان باشد. امروزه از این نتیجه با نام قانون هس یاد می‌شود؛ قانونی که به جمع‌پذیری گرمای واکنش معروف است. در واکنش هدف $H_۲(g) + Cl_۲(g) \rightarrow ۲HCl(g)$، ماده $HCl(g)$ در سمت راست با ضریب ۲ وجود دارد. از ضرب واکنش سوم در ۲ و معکوس کردن آن می‌توانیم این ماده را بسازیم:

$$۲NH_۴Cl(s) \rightarrow ۲NH_۳(g) + ۲HCl(g) \quad ، \quad \Delta H = -۱۷۶/۲\ kJ \times -۲ = ۳۵۲/۴\ kJ$$

در واکنش هدف، $Cl_۲(g)$ با ضریب ۱ در سمت چپ وجود دارد. بدون تغییر دادن واکنش دوم، می‌توانیم این مورد را بسازیم:

$$N_۲(g) + ۴H_۲(g) + Cl_۲(g) \rightarrow ۲NH_۴Cl(s) \quad ، \quad \Delta H = -۶۲۸/۸\ kJ$$

در واکنش هدف، $N_۲(g)$ وجود ندارد. با معکوس کردن واکنش اول، موارد اضافی حذف و ضریب $H_۲(g)$ نیز ساخته می‌شود:

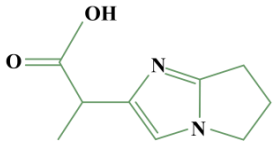
$$۲NH_۳(g) \rightarrow N_۲(g) + ۳H_۲(g) \quad ، \quad \Delta H = -۹۱/۸\ kJ \times -۱ = ۹۱/۸\ kJ$$

معادله واکنش نهایی، حاصل جمع این ۳ واکنش است، پس می‌توان گفت آنتالپی این واکنش نیز برابر با جمع آنتالپی واکنش‌های جدید ایجاد شده است. بر این اساس، داریم:

$$\Delta H = ۳۵۲/۴\ kJ + (-۶۲۸/۸\ kJ) + ۹۱/۸\ kJ = -۱۸۴/۶\ kJ$$

گروه آموزشی ماز

۳۰- شمار اتم‌های هیدروژن موجود در ساختار ترکیب مقابل، چند برابر شمار اتم‌های هیدروژن موجود در ساختار مولکول گازی است که به‌عنوان عمل‌آورنده در کشاورزی کاربرد دارد؟



۱) ۳
۲) ۲/۵
۳) ۴
۴) ۳/۵

پاسخ: گزینهٔ ۱ (آسان ـ مفهومی ـ ۱۱۰۲)

اتن($C_۲H_۴$)، در بیشتر گیاهان وجود دارد. برای مثال، موز و گوجه‌فرنگی رسیده گاز اتن آزاد می‌کنند. گاز اتن آزاد شده از یک موز یا گوجه‌فرنگی رسیده به نوبه خود موجب رسیدن سریع‌تر سایر میوه‌های نارس می‌شود. به همین خاطر، در کشاورزی از گاز اتن به‌عنوان (عمل آورنده) استفاده می‌شود. همان‌طور که می‌دانیم، در گذشته گاز اتن به نام (اتیلن) معروف بوده است. در هر مولکول اتن، ۶ پیوند اشتراکی بین اتم‌ها برقرار شده است. فرمول شیمیایی ترکیب داده شده در صورت سؤال نیز به شکل $C_۹H_{۱۲}N_۲O_۲$ است. شمار اتم‌های هیدروژن در این ماده، ۳ برابر اتن است.

گروه آموزشی ماز

۱- کدام‌یک از مطالب زیر درست است؟

۱) انسان نخستین پوشش خود را ابتدا از بافت‌های گیاهی و سپس از بافت‌های جانوران تهیه کرد.
۲) در طول سال‌های اخیر، حدود نیمی از الیاف تولیدشده در جهان، از جنس الیاف پلی‌استری هستند.
۳) الیاف ساختگی، برخلاف الیاف طبیعی، کاربردهای متنوع دیگری به‌جز تولید انواع پوشاک و لباس دارند.
۴) در صنعت نساجی، فراورده حاصل از فرایند ریسندگی، طی فرایند بافندگی به پارچه خام تبدیل می‌شود.

پاسخ: گزینهٔ ۴ (آسان ـ حفظی ـ ۱۱۰۳)

نمودار زیر، انواع الیافی که در صنایع مختلف استفاده می‌شوند را نشان می‌دهد:

انواع الیاف
- طبیعی: پنبه ـ پشم ـ سلولز ـ نشاسته ـ برخی از انواع پلی‌آمیدها
- مصنوعی: پلی‌اتن ـ نایلون ـ پلی‌استر ـ پلی وینیل کلرید ـ تفلون ـ برخی از انواع پلی‌آمیدها

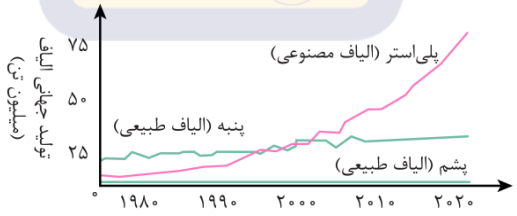
در صنعت نساجی، الیاف طی فرایند ریسندگی به نخ تبدیل شده و نخ نیز طی فرایند بافندگی به پارچه خام تبدیل می‌شود. پس از آن نیز با استفاده از مرحله فراوری، پارچه آماده دوزندگی تولید می‌شود که از آن پوشاک تهیه می‌کنند. نمودار زیر مراحل تبدیل مواد به یکدیگر را در صنعت نساجی نمایش می‌دهد:

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ انسان با بهره‌مندی از هوش و تجربه‌های برگرفته از طبیعت، توانست نخستین پوشش خود را از پشم، مو و پوست جانوران تهیه کند. او با گذشت زمان از بافت‌های گیاهی نیز برای تهیه پوشش خود استفاده کرد؛ بنابراین اولین پوشش‌های انسان به کمک بافت‌های جانوری ساخته شده است و در ادامه انسان برای تولید پوشاک به بافت‌های گیاهی روی آورد. در این رابطه، داریم:

بافت‌های گیاهی ← بافت‌های جانوری مثل پشم، مو و پوست ← ترتیب پوشش‌های انسان

۲ با گذشت زمان و افزایش جمعیت جهان، روش‌های سنتی تولید الیاف، پاسخگوی نیازهای جامعه نبود. به همین دلیل صنعت نساجی به شکل امروزه پدیدار شد. الیاف ساختگی مانند پلی‌استرها که بر پایه نفت هستند، امروزه جایگزین پشم و پنبه شده‌اند. نمودار زیر روند تولید الیاف پشمی، نخی و پلی‌استری را در سطح جهان در طول سال‌های اخیر نمایش می‌دهد:



بر اساس این نمودار، میزان تولید الیاف پلی‌استر مدت زیادی است که از پنبه عبور کرده و بیش از نیمی (حدود ۷۵ درصد) از الیاف تولیدشده در جهان از پلی‌استر تشکیل می‌شوند. البته این نکته را در نظر بگیرید که حدود نیمی از لباس‌های تولیدشده در جهان از پنبه هستند. این موضوع نشان‌دهنده آن است که پنبه بیشتر برای تولید لباس به کار می‌رود و پلی‌استر، کاربردهای بیشتری به‌جز تولید پوشاک دارد.

۳ هر دو الیاف طبیعی و مصنوعی یا همان ساختگی، در تولید پوشاک نقش دارند. از دیگر کاربردهای پنبه به‌عنوان یک نوع الیاف طبیعی، می‌توان به تولید رویه مبل، پرده، تور ماهیگیری و گاز استریل اشاره کرد. همچنین از الیاف مصنوعی مانند پلی‌استرها در تهیه انواع پوشش‌ها، ظروف نچسب، یک‌بار مصرف و پلاستیکی، فرش و پرده استفاده می‌شود.

گروه آموزشی ماز

۲- چند مورد از مطالب زیر نادرست است؟

الف: اگر ماده‌ای در ساختار خود تعداد زیادی واحد تکرارشونده داشته باشد، یک درشت مولکول محسوب می‌شود.

ب: نقطه جوش درشت مولکول‌ها بالا بوده و حالت فیزیکی همه آن‌ها در دمای اتاق، جامد است.

پ: نیروی بین مولکولی در انسولین قوی‌تر از نیروی بین مولکولی میان ذرات سازنده آب است.

ت: چربی موجود در کوهان شتر، نوعی درشت مولکول بوده و فاقد واحد تکرارشونده است.

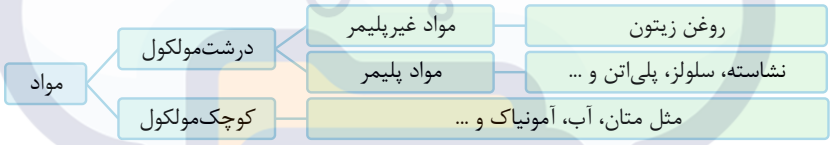
۱) صفر ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۳

پاسخ: گزینهٔ ۲ (متوسط ـ مفهومی ـ ۱۱۰۳)

تنها عبارت (ب) نادرست است.

بررسی موارد:

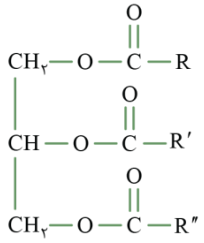
«الف»: مواد مولکولی بر اساس جرم مولی و تعداد اتم‌های موجود در ساختار خود، به دو دسته درشت‌مولکول(مولکول‌های با جرم مولی بالا) و مولکول‌های کوچک تا متوسط تقسیم می‌شوند. همچنین خود درشت مولکول‌ها نیز بر اساس وجود یا عدم وجود بخش تکرارشونده به دو دسته پلیمری و غیرپلیمری تقسیم خواهند شد. پس هر ماده که واحد تکرارشونده داشته باشد، پلیمر است و می‌دانیم که همه پلیمرها نیز یک نوع درشت مولکول به حساب می‌آیند. تقسیم‌بندی مواد گفته شده به‌صورت زیر است:



«ب»: درشت مولکول‌ها دسته‌ای از مواد هستند که تعداد اتم‌های زیاد در مولکول خود دارند و به همین دلیل جرم مولی آن‌ها بسیار بزرگ است. نیروی بین مولکولی در درشت مولکول‌ها نسبت به سایر ترکیبات مولکولی با مولکول‌های کوچک تا متوسط، بسیار بیشتر بوده و همین امر، موجب بیشتر بودن نقطه جوش آن‌ها نیز می‌شود. اگر چه اکثر درشت مولکول‌ها جامد هستند، اما برخی از آن‌ها در دمای اتاق حالت مایع دارند. برای مثال، روغن‌ها از جمله درشت مولکول‌ها هستند اما در دمای اتاق حالت مایع دارند.

«پ»: انسولین یک پلیمر بوده و جرم مولی بسیار زیادی دارد. در نقطه مقابل، آب مولکول کوچکی دارد. به همین علت و با وجود پیوند هیدروژنی در آب، نیروی بین مولکولی در انسولین قوی‌تر از آب است.

«ت»: برخی از درشت‌مولکول‌ها غیر پلیمری هستند و در ساختار خود واحد تکرارشونده ندارند. روغن زیتون، نمونه‌ای از این مواد است. همچنین می‌دانیم ساختار چربی ذخیره شده در کوهان شتر نیز مشابه روغن زیتون است و این ماده نیز یک درشت‌مولکول غیرپلیمری محسوب می‌شود. به‌طور کلی روغن‌ها و چربی‌ها درشت مولکول‌های غیرپلیمری هستند. ساختار مولکولی این مواد به‌صورت زیر است:



مواد مولکولی

مواد مولکولی، موادی هستند که ذره‌های تشکیل‌دهنده آن‌ها مولکول‌ها هستند. این مواد به دو دسته کوچک مولکول و درشت مولکول تقسیم‌بندی می‌شوند. کوچک مولکول‌ها اتم‌های سازنده کمی دارند؛ در نتیجه جرم مولی آن‌ها کم تا متوسط است. از جمله کوچک مولکول‌ها می‌توان به کربن دی‌اکسید، آب، متان، برم، ید و برخی هیدروکربن‌ها و ... اشاره کرد. درشت مولکول‌ها، اتم‌های سازنده زیادی دارند(ده‌ها هزار) و درنتیجه جرم مولی آن‌ها زیاد بوده و نیروی بین‌مولکولی قوی‌تری نسبت به مولکول‌های کوچک دارند. به همین علت، درشت مولکول‌ها در دمای اتاق اغلب به حالت جامد هستند. برخی از درشت مولکول‌ها دارای واحد تکرارشونده هستند و پلیمر یا بسپار نام دارند. برای مثال، پروتئین موجود در پشم و ابریشم، انسولین، سلولز، نشاسته، پلی‌اتن، نایلون و ... از جمله پلیمرها هستند. این در حالی است که برخی از درشت مولکول‌ها در ساختار خود واحد تکرار شونده ندارند و پلیمر نیستند. درشت مولکول‌های غیر پلیمری مطرح‌شده در کتاب درسی، روغن زیتون و چربی‌ها(استرهای سنگین) هستند.

گروه آموزشی ماز

۳- **کدام موارد از مطالب زیر در مورد سلولز و نشاسته درست است؟**

الف: در ساختار سلولز، بین واحدهای تکرارشونده متصل به هم، گروه اتری دیده می‌شود.

ب: الیاف سلولز، از اتصال حلقه‌های شش کربنی متعدد به یکدیگر تشکیل شده است.

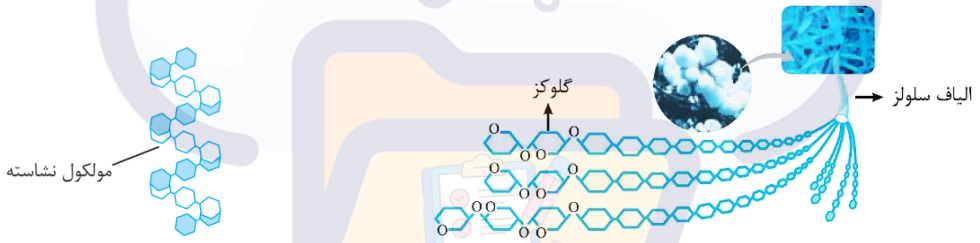
پ: مونومرهای سازنده سلولز و نشاسته مشابه هم بوده و ساختار این دو ماده متفاوت از هم است.

ت: نشاسته یک پلی‌ساکارید بوده و تجزیه آن به مونومرهای سازنده در بدن، از معده انسان آغاز می‌شود.

۱) «الف» و «ب» ۲) «الف» و «پ» ۳) «ب» و «ت» ۴) «پ» و «ت»

پاسخ: گزینهٔ ۲ (متوسط ـ مفهومی ـ ۱۱۰۳)

گلوکز($C_6H_{12}O_6$) مونومر سازنده دو پلیمر گیاهی نشاسته و سلولز است. این دو پلیمر به دلیل تفاوت در ساختار، خواص متفاوتی دارند. به‌عنوان مثال، سلولز توسط آنزیم‌های جانوری قابل تجزیه نیست، در حالی که نشاسته که بخش عمده‌ای از غذای انسان را تشکیل می‌دهد، از دهان شروع به تجزیه شدن می‌کند. شکل زیر ساختار سلولز و نشاسته را نمایش می‌دهد:



ساختار دقیق‌تر این دو ماده را به‌صورت زیر می‌توان نشان داد:

همانطور که مشخص است، سلولز ساختار خطی و نشاسته ساختار مارپیچی دارد. در رابطه با این دو ماده، عبارت‌های (الف) و (پ) درست هستند.

بررسی موارد:

«الف»: همانطور که در شکل بالا مشخص است، بین واحدهای تکرارشونده موجود در ساختار سلولز، اتم‌های اکسیژن وجود دارد که با دو پیوند یگانه به دو اتم کربن متصل هستند. ساختار این بخش، به‌صورت $-O-$ بوده و گروه عاملی اتری محسوب می‌شود.

«ب»: اگر چه ساختار گلوکز پس از وارد شدن به سلولز به‌صورت شش‌ضلعی است، اما در نظر داشته باشید که یکی از رئوس این شش‌ضلعی اتم اکسیژن است و نمی‌توان به شش‌ضلعی مورد نظر، حلقه شش‌کربنی گفت!

«پ»: نشاسته و سلولز هر دو پلیمرهای حاصل از گلوکز هستند، ولی به علت تفاوت در ساختار(خصوصاً نحوه اتصال مونومرها به یکدیگر) خواص متفاوتی دارند.

«ت»: نشاسته یکی از پلی‌ساکاریدهای(قندهای پلیمری) خوراکی در انسان است. این پلیمر در شرایط مناسب مانند محیط مرطوب با کاتالیزگر یا محیط گرم و مرطوب به آرامی به گلوکز تجزیه می‌شود و مزه شیرین ایجاد می‌کند. گوارش نشاسته از دهان آغاز می‌شود و به همین علت است که اگر نشاسته که مزه شیرین ندارد، در دهان بماند، مزه شیرین به خود می‌گیرد. در واقع در این حالت، نشاسته به مواد کوچک‌تر مانند ذرات گلوکز می‌شکنند.

گروه آموزشی ماز

۴- ویتامین ....., در آب ..... بوده و در ساختار آن ..... گروه عاملی ..... وجود دارد.

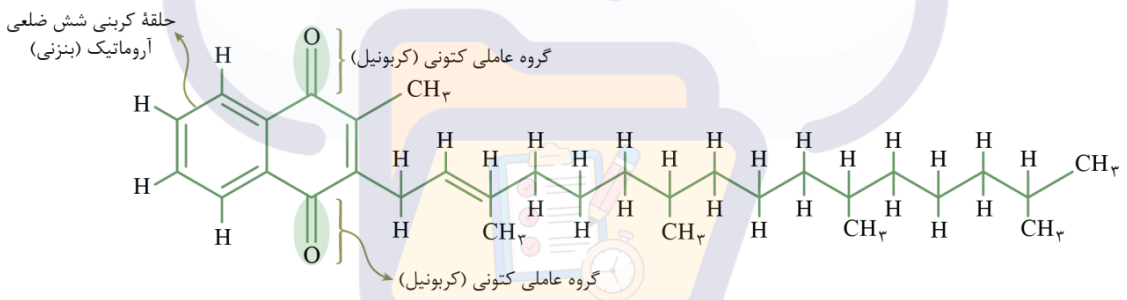
۱) ث ـ محلول ـ ۵ ـ هیدروکسیل
۲) کا ـ نامحلول ـ ۲ ـ کربونیل
۳) آ ـ محلول ـ ۱ ـ هیدروکسیل
۴) دی ـ نامحلول ـ ۱ ـ آلدهیدی

پاسخ: گزینهٔ ۲ (آسان ـ حفظی ـ ۱۱۰۳)

جدول زیر، ویژگی‌های ویتامین‌های مطرح‌شده در کتاب درسی را بیان می‌کند:

ویتامین	ث	آ	دی	کا
گروه عاملی	استری × ۱ + هیدروکسیل × ۴	هیدروکسیل × ۱	هیدروکسیل × ۱	کتونی × ۲
فرمول مولکولی	$C_6H_8O_6$	$C_{20}H_{30}O$	$C_{28}H_{44}O$	$C_{31}H_{46}O_2$
نوع انحلال‌پذیری	محلول در آب	محلول در چربی	محلول در چربی	محلول در چربی
آروماتیک	نیست	نیست	نیست	هست
تعداد حلقه	پنج ضلعی × ۱	شش ضلعی × ۱	پنج ضلعی × ۱ شش ضلعی × ۲	شش ضلعی × ۲

مطابق جدول بالا تنها گزینه ۲ می‌تواند، جمله مورد نظر را به درستی تکمیل کند. ساختار ویتامین (کا) به‌صورت زیر است:



بررسی سایر گزینه‌ها:

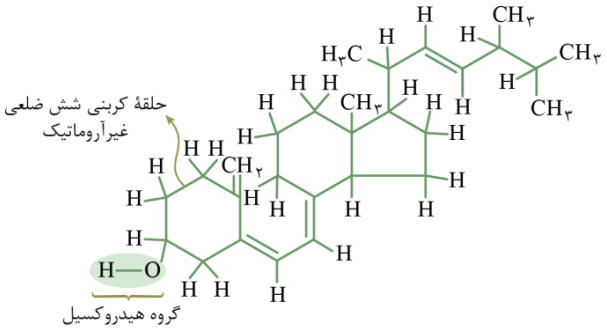
۱ در ساختار ویتامین (ث)، ۴ گروه هیدروکسیل(الکلی) و یک گروه استری وجود دارد. این ماده آلی، یک استر حلقوی و سیرنشده به شمار می‌رود که انحلال‌پذیری بالایی در آب دارد.

ویتامین‌ها

ویتامین‌ها گروهی از ترکیب‌های آلی هستند که سلول‌ها برای انجام دادن برخی از فعالیت‌های خود به آن‌ها نیاز دارند. ویتامین (آ)، ویتامین (ث)، ویتامین (دی) و ویتامین (کا) از جمله مواد آلی هستند که مولکول‌های سازنده آن‌ها از دو قسمت قطبی و ناقطبی تشکیل شده است. فرمول مولکولی ویتامین (ث) به‌صورت $C_6H_8O_6$ است. در ساختار ویتامین (ث)، ۴ گروه عاملی هیدروکسیل و ۱ گروه عاملی استری بخش قطبی مولکول را تشکیل می‌دهند. چون قسمت عمده مولکول‌های این ماده از بخش‌های قطبی تشکیل شده است، این بخش‌ها بر بخش‌های ناقطبی غلبه کرده و مولکول‌های ویتامین (ث) در مجموع قطبی به شمار می‌روند و در حلال‌های قطبی مثل آب حل می‌شوند. چون ویتامین (ث) محلول در آب است، مقدار اضافی مصرف شده از آن به کمک کلیه‌ها وارد ادرار شده و از بدن خارج می‌شود؛ پس مصرف بیش از اندازه این ویتامین برای بدن مشکل خاصی ایجاد نمی‌کند.

۳ ویتامین (آ)، (دی) و (کا)، در آب نامحلول هستند. مصرف ویتامین‌های محلول در چربی نیاز به محدودیت دارد، زیرا این مواد در چربی بدن ذخیره شده و از طریق ادرار دفع نمی‌شوند و مقدار اضافه آن‌ها موجب مسمومیت می‌شود. این در حالی است که ویتامین (ث) در آب محلول بوده و در صورت مصرف بیش از حد از طریق ادرار دفع شده و در بدن تجمع نمی‌کند.

۴ ویتامین (دی) در ساختار خود یک گروه هیدروکسیل دارد. ساختار مولکولی این ماده به‌صورت زیر است:



چون قسمت عمده‌ی مولکول‌های این ماده از بخش هیدروکربنی و ناقطبی تشکیل شده است، این بخش‌ها بر بخش‌های قطبی غلبه کرده و مولکول‌های ویتامین (دی) در مجموع ناقطبی محسوب می‌شوند و در حلال‌های ناقطبی مثل چربی محلول هستند.

گروه آموزشی ماز

۵- در واکنش سوختن یک مول از نمونه‌ای پلی‌اتن، ۲۷ لیتر آب تولید می‌شود. در شرایط استاندارد برای تولید یک میلی‌مول از این ماده به چند لیتر گاز اتن که در شرایط استاندارد قرار دارد، نیاز است؟ ($H = ۱ , C = ۱۲ , O = ۱۶ : g.mol^{-۱}$)

۱) ۱۶۸ ۲) ۳۳/۶ ۳) ۱۶/۸ ۴) ۳۳۶

پاسخ: گزینهٔ ۳ (آسان ـ مسئله ـ ۱۱۰۳)

فرمول شیمیایی پلی‌اتن، به‌صورت $[C_۲H_۴]_n$ است. در ساختار این ماده $۴n$ اتم هیدروژن وجود دارد و از سوختن یک مول از آن $۲n$ مول آب تولید می‌شود. واکنش سوختن این ماده را می‌توان به‌صورت زیر در نظر گرفت:

$$[C_۲H_۴]_n(s) + ۳nO_۲(g) \longrightarrow ۲nCO_۲(g) + ۲nH_۲O(g)$$

همان‌طور که گفتیم، از سوختن یک مول پلی‌اتن که حاوی n واحد تکرارشونده است، مقدار $۲n$ مول آب تولید می‌شود. با توجه به حجم آب، ابتدا مقدار مول آب تولیدشده را حساب می‌کنیم تا مقدار n به‌دست آید:

$$? mol\ H_۲O = ۲۷۰۰۰\ mL\ H_۲O \times \frac{۱\ g\ H_۲O}{۱\ mL\ H_۲O} \times \frac{۱\ mol\ H_۲O}{۱۸\ g\ H_۲O} = ۱۵۰۰\ mol$$

$$\Longrightarrow ۲n = ۱۵۰۰ \Longrightarrow n = ۷۵۰$$

مقدار n برابر ۷۵۰ است. واکنش تولید پلی‌اتن از گاز اتن به‌صورت زیر انجام می‌شود:

$$۷۵۰C_۲H_۴ \longrightarrow [C_۲H_۴]_{۷۵۰}$$

پس برای تولید یک مول پلی‌اتن به ۷۵۰ مول گاز اتن نیاز داریم. در این حالت، در ساختار پلیمر تولید شده نیز ۷۵۰ واحد تکرارشونده وجود خواهد داشت. بر این اساس، حجم گاز مورد نیاز برای تولید ۰/۰۰۱ مول از این پلی‌اتن را محاسبه می‌کنیم:

$$? L\ C_۲H_۴ = ۰/۰۰۱\ mol\ [C_۲H_۴]_n \times \frac{۷۵۰\ mol\ C_۲H_۴}{۱\ mol\ [C_۲H_۴]_n} \times \frac{۲۲/۴\ L\ C_۲H_۴}{۱\ mol\ C_۲H_۴} = ۱۶/۸\ L$$

پس مقدار گاز مورد نیاز برابر ۱۶/۸ لیتر است.

گروه آموزشی ماز

۶- چند مورد از عبارت‌های زیر درست است؟

الف: پلی‌اتن شاخه‌دار، نسبت به پلی‌اتن بدون شاخه هم‌جرم خود، حجم بیشتری دارد و چگالی هر دو کمتر از آب است.

ب: پلی‌اتن سبک، همانند پلی‌اتن سنگین، در طبیعت تجزیه نمی‌شود و پلیمری ماندگار در نظر گرفته می‌شود.

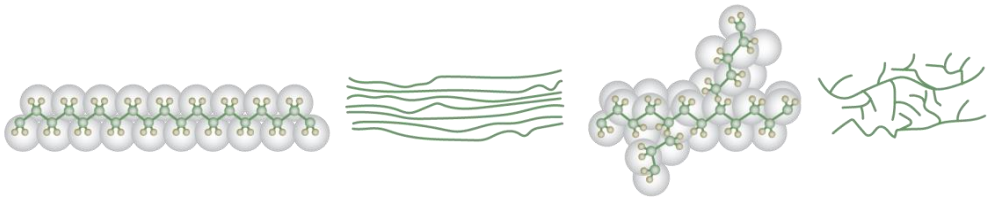
پ: نحوه اتصال مونومرها در پلی‌اتن سنگین، پشت سر هم بوده که این روند، در پلی‌اتن سبک نیز دیده می‌شود.

ت: پلی‌اتن شفاف، انعطاف‌پذیری نسبتا بالایی دارد و از آن برای ساخت کیسه‌های پلاستیکی استفاده می‌شود.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

پاسخ: گزینهٔ ۴ (سخت ـ مفهومی ـ ۱۱۰۳)

پلی‌اتن، یکی از مهم‌ترین پلیمرهای ساختگی است که سالانه میلیون‌ها تن از آن در شرکت‌های پتروشیمیایی تولید می‌شود. این پلیمر از بسپارش مولکول‌های اتن ساخته می‌شوند و در شرایط گوناگون به دو دسته سبک و سنگین تقسیم‌بندی می‌شود. شکل زیر ساختار پلی‌اتن شاخه‌دار(سمت راست) و پلی‌اتن بدون‌شاخه(سمت چپ) را نشان می‌دهد:



پلی‌اتن سبک و سنگین به دلیل تفاوت در ساختار، خواص فیزیکی متفاوتی دارند. پلی‌اتن شاخه‌دار، پلی‌اتن شفاف و یا سبک نیز نامیده می‌شود. همچنین منظور از پلی‌اتن سنگین و کدر نیز پلی‌اتن بدون شاخه است. جدول زیر، برخی از خواص پلی‌اتن‌های سبک و سنگین را با یکدیگر مقایسه می‌کند:

ویژگی	پلی‌اتن سبک	پلی‌اتن سنگین
چگالی	کمتر	بیشتر
ساختار	شاخه‌دار	بدون شاخه
نیروی بین مولکولی	وان‌دروالسی ـ ضعیف‌تر	وان‌دروالسی ـ قوی‌تر
استحکام	کمتر	بیشتر
نقطه جوش	پایین‌تر	بالاتر
ظاهر	شفاف	کدر
کاربرد	تولید کیسه‌های پلاستیکی	لوله‌های پلاستیکی، دبه‌های آب و بطری

هر چهار عبارت مطرح شده درست هستند.

بررسی موارد:

«الف»: پلی‌اتن شاخه‌دار، نسبت به پلی‌اتن بدون شاخه چگالی کمتری دارد؛ پس در جرم‌های برابر، پلی‌اتن شاخه‌دار حجم بیشتری را اشغال می‌کند. چگالی این دو ماده از یک گرم بر سانتی‌متر مکعب کمتر بوده و به همین علت بر روی آب شناور می‌مانند.

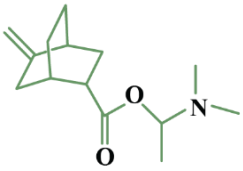
«ب»: پلیمرهای حاصل از آلکن‌ها همانند پلی‌اتن‌ها و پلی‌پروپن، در ساختار خود هیچ پیوند اشتراکی دوگانه‌ای ندارند و سیرشده هستند و در واقع، نوعی آلکان بزرگ در نظر گرفته می‌شوند. این مواد، واکنش‌پذیری بسیار پایینی دارند. به همین علت در طبیعت تجزیه نمی‌شوند و برای سالیان طولانی دست نخورده باقی می‌مانند. در واقع، این مواد از جمله پلیمرهای ماندگار هستند.

«پ»: اگر مولکول‌های اتن پشت سر هم به یکدیگر متصل شوند، پلی‌اتن بدون شاخه یا سنگین ایجاد می‌شود. این در حالی است که اگر برخی از مولکول‌های اتن علاوه بر مدل قبلی، از کناره‌ها به یکدیگر افزوده شوند، پلی‌اتن شاخه‌دار یا سبک تولید می‌شود. بنابراین در تشکیل پلی‌اتن سنگین، همه مولکول‌های اتن پشت سر هم وصل می‌شوند و در تشکیل پلی‌اتن سبک، مولکول‌های اتن هم پشت سرهم(در زنجیره کربنی اصلی) و هم از کناره‌ها(برای تولید شاخه) به یکدیگر متصل می‌شوند.

«ت»: پلی‌اتن سبک، از نظر ظاهری شفاف بوده و در تولید کیسه‌های شفاف پلاستیکی استفاده می‌شود. این ماده، برخلاف پلی‌اتن سنگین(که انعطاف‌پذیر نیست)، انعطاف‌پذیری مناسبی دارد.

گروه آموزشی ماز

۷- اگر فراورده‌های سوختن ترکیب مقابل، گاز نیتروژن، آب و کربن دی‌اکسید باشد، برای سوختن کامل هر مول از این ترکیب به‌تقریب به چند گرم گاز اکسیژن نیاز است؟ ($H = ۱ , C = ۱۲ , N = ۱۴ , O = ۱۶ : g.mol^{-۱}$)



۱) ۶۰۰
۲) ۶۳۲
۳) ۵۸۴
۴) ۶۱۶

پاسخ: گزینهٔ ۱ (متوسط ـ مسئله ـ ۱۱۰۳)

در ساختار این ماده یک اتم نیتروژن، دو اتم اکسیژن، ۱۴ اتم کربن، ۲ حلقه و ۲ پیوند دوگانه وجود دارد. برای مشخص کردن فرمول شیمیایی ترکیب‌های آلی به فرم $C_nH_mO_xN_yX_z$ با استفاده از ساختار این مواد، ابتدا شمار اتم‌های کربن، اکسیژن، نیتروژن و هالوژن(z) را می‌شماریم. سپس به کمک فرمول زیر شمار اتم‌های هیدروژن را مشخص می‌کنیم:

$$m = (۲n + ۲) + y - \left[۲ \times \left(\text{تعداد حلقه} + \text{تعداد پیوند دوگانه}\right) + ۴ \times \text{تعداد پیوند سه‌گانه}\right] - z$$

به عبارت دیگر، داریم:

$$\text{تعداد هیدروژن} = \left(۲ \times \text{تعداد کربن} + ۲\right) - ۲ \times \left(\text{تعداد حلقه} + \text{تعداد پیوند دوگانه}\right) - ۴ \times \left(\text{تعداد پیوند سه‌گانه}\right) + \text{تعداد نیتروژن} - \text{تعداد هالوژن}$$

پس تعداد اتم‌های هیدروژن در ساختار ترکیب آلی داده شده برابر است با:

$$m = (۲ \times ۱۴ + ۲) - ۲ \times (۲ + ۲) - ۴ \times ۰ + ۱ - ۰ = ۲۳$$

پس فرمول مولکولی ترکیب داده شده به‌صورت $C_{۱۴}H_{۲۳}O_۲N$ است. فراورده‌های واکنش سوختن این ماده آب، کربن دی‌اکسید و گاز نیتروژن می‌باشد. پس معادله واکنش سوختن این ماده به‌صورت زیر است:

$$C_{۱۴}H_{۲۳}O_۲N + O_۲ \longrightarrow CO_۲ + H_۲O + N_۲$$

حال این معادله را موازنه می‌کنیم. معادله واکنش به‌صورت زیر خواهد بود:

$$۴C_{۱۴}H_{۲۳}O_۲N + ۷۵O_۲ \longrightarrow ۵۶CO_۲ + ۴۶H_۲O + ۲N_۲$$

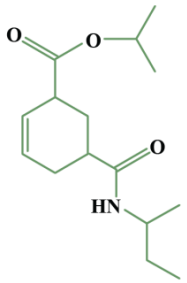
بنابراین جرم اکسیژن مصرف‌شده به ازای سوختن یک مول از این ماده را مشخص می‌کنیم:

$$?\,g\ O_۲ = ۱\ mol\ C_{۱۴}H_{۲۳}O_۲N \times \frac{۷۵\ mol\ O_۲}{۴\ mol\ C_{۱۴}H_{۲۳}O_۲N} \times \frac{۳۲\ g\ O_۲}{۱\ mol\ O_۲} = ۶۰۰\ g$$

پس در این واکنش، ۶۰۰ گرم اکسیژن مصرف می‌شود.

گروه آموزشی ماز

۸- **چند مورد از مطالب زیر درباره ترکیب مقابل درست است؟**



الف: نسبت شمار جفت الکترون‌های پیوندی به ناپیوندی در دی‌اسید سازنده آن برابر ۲/۵ است.

ب: در این ترکیب، ۷ اتم کربن به بیش از یک اتم هیدروژن متصل هستند.

پ: فرمول شیمیایی آمین سازنده این ترکیب $C_۴H_۹N$ است.

ت: الکل سازنده این ماده یک ترکیب آلی سیرشده است.

۱) ۱

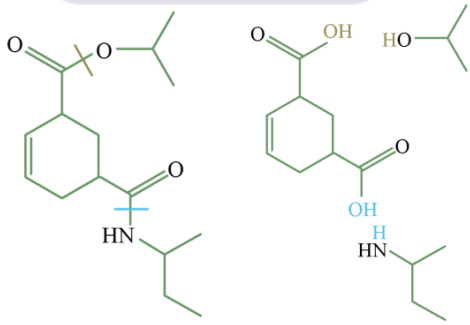
۲) ۲

۳) ۳

۴) ۴

پاسخ: گزینهٔ ۲ (سخت ـ مفهومی ـ ۱۱۰۳)

در ساختار ترکیب مورد نظر دو نوع گروه عاملی استری و آمیدی وجود دارد. با توجه به شرایط واکنش آبکافت، می‌توان گروه استری را به الکل و اسید و گروه آمیدی را به آمین و الکل تبدیل کرد. ساختار آمین، الکل و اسید سازنده این ماده به‌صورت زیر است:



در رابطه با این ترکیب، عبارت‌های (ب) و (ت) درست هستند.

بررسی موارد:

«الف»: فرمول شیمیایی اسید مورد نظر به‌صورت $C_۸H_{۱۰}O_۴$ است. برای شمارش تعداد پیوندهای کووالانسی یا همان جفت الکترون‌های پیوندی، تعداد الکترون‌های پیوندی عناصر را جمع می‌کنیم و بر دو تقسیم می‌کنیم. پس داریم:

$$A = \frac{۸C + ۱۰H + ۴O}{۲} = \frac{۸ \times ۴ + ۱۰ + ۴ \times ۲}{۲} = ۲۵ \text{ پیوند}$$

همچنین در این ماده ۴ اتم اکسیژن وجود داشته که هر کدام ۲ جفت الکترون ناپیوندی دارند. پس نسبت خواسته‌شده برابر است با:

$$\text{نسبت شمار جفت الکترون‌های پیوندی به ناپیوندی} = \frac{۲۵}{۸} = ۳/۱۲۵$$

شمارش الکترون‌های پیوندی و ناپیوندی

برای محاسبه تعداد پیوندهای کووالانسی موجود در یک ترکیب آلی با فرمول $C_nH_mO_xN_yX_z$، از رابطه زیر استفاده می‌کنیم:

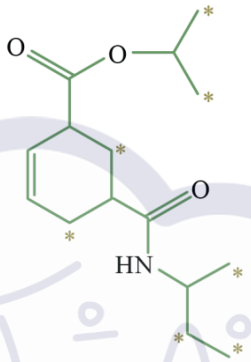
$$\text{شمار پیوندهای اشتراکی} = \frac{۴n+m+۲x+۳y+z}{۲}$$

برای محاسبه تعداد جفت الکترون‌های ناپیوندی در یک ترکیب با فرمول شیمیایی $C_nH_mO_xN_yX_z$ از رابطه زیر استفاده می‌کنیم:

$$\text{شمار جفت الکترون‌های ناپیوندی} = ۲x + y + ۳z$$

توجه: منظور از Z در فرمول شیمیایی ترکیب، هالوژن‌ها هستند.

«ب»: در شکل زیر، اتم‌های کربنی که به ۲ یا ۳ اتم هیدروژن متصل هستند، مشخص‌شده‌اند:



سایر اتم‌های کربن موجود در ساختار این ماده، به صفر و یا یک اتم هیدروژن متصل شده‌اند.

«پ»: در ساختار آمین مورد نظر ۴ اتم کربن وجود دارد و پیوند چندگانه یا حلقه دیده نمی‌شود. پس تعداد اتم‌های هیدروژن موجود در ساختار این ترکیب آمینی برابر است با:

$$m = ۲ \times \text{تعداد کربن} + ۲ + \text{تعداد نیتروژن} = ۲ \times ۴ + ۲ + ۱ = ۱۱$$

بر این اساس، می‌توان گفت فرمول شیمیایی آمین سازنده این ترکیب به‌صورت $C_۴H_{۱۱}N$ است.

«ت»: در ساختار الکل سازنده این ماده پیوند چندگانه دیده نمی‌شود و تمام پیوندهای اشتراکی موجود در ساختار این ماده یگانه است. پس ترکیب مورد نظر الکلی سیرشده می‌باشد.

گروه آموزشی ماز

۹- کدام‌یک از مطالب زیر در مورد واکنش گاز اتن با گاز کلر درست است؟

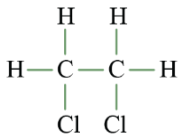
۱) در دمای اتاق، فراورده این واکنش، ماده آلی سیرشده و به حالت مایع است.
۲) واکنشی گرماده بوده که طی آن مونومر سازنده یک پلیمر ساختگی تولید می‌شود.
۳) تفاوت شمار جفت الکترون پیوندی و ناپیوندی در فراورده این واکنش برابر ۱ است.
۴) کاتالیزگر این واکنش یک ترکیب یونی با نسبت شمار آنیون به کاتیون برابر ۲ است.

پاسخ: گزینهٔ ۳ (متوسط ـ مفهومی ـ ۱۱۰۳)

از واکنش گاز اتن و گاز کلر طی یک فرایند گرماده، گاز ۲،۱-دی‌کلرواتان با فرمول مولکولی $C_۲H_۴Cl_۲$ ایجاد می‌شود. واکنش انجام‌شده به‌صورت زیر است:

$$H_۲C = CH_۲(g) \quad + \quad Cl_۲(g) \xrightarrow{FeCl_۳(s)} CH_۲ClCH_۲Cl(g)$$

ساختار مولکولی فراورده تولید شده به‌صورت زیر است:



در ساختار ۲،۱-دی‌کلرواتان، ۷ پیوند کووالانسی دیده می‌شود. همچنین بر روی هر اتم کلر نیز ۳ جفت الکترون ناپیوندی وجود دارد، پس در این ترکیب ۶ جفت الکترون ناپیوندی دیده شده و مقدار تفاوت جفت الکترون پیوندی و ناپیوندی برابر ۱ است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ در ساختار فراورده این واکنش، هیچ پیوند دوگانه‌ای دیده نمی‌شود. پس ترکیب مورد نظر سیرشده بوده اما حالت فیزیکی این ماده به‌صورت گازی است. در نظر داشته باشید که در واکنش گاز اتن با برم، فراورده(۲،۱-دی‌برمواتان) حالت فیزیکی مایع دارد.

۲ آنتالپی این واکنش منفی بوده و این واکنش گرماده است. همان‌طور که گفته شد، فراورده این واکنش یک ماده سیرشده بوده و در ساختار خود پیوند کووالانسی دوگانه $C = C$ نداشته و نمی‌تواند در ساخت پلیمر به کار رود.

پلیمر افزایشی

موادی که پیوند دوگانه $C = C$ در ساختار خود دارند می‌توانند در فرایند بسپارش شرکت کنند. در این واکنش، پیوند دوگانه میان اتم‌های کربن به یگانه تبدیل شده و دو تک الکترون بر روی دو اتم کربن باقی می‌ماند. در این زمان اتم‌های کربن حاوی تک الکترون در مونومرهای مجاور هم، با یکدیگر جفت‌شده و پیوند کووالانسی $C - C$ تشکیل داده و پلیمر تولید می‌کنند. به پلیمرهای تولیدشده در چنین حالتی، پلیمرهای افزایشی می‌گویند. مهم‌ترین ویژگی این پلیمرها این است که تمام اتم‌های موجود در مونومرها به پلیمر منتقل می‌شوند و جرم پلیمر برابر مجموع جرم مونومرهای سازنده آن ماده بوده و همچنین درصد جرمی عناصر نیز در پلیمر و مونومر با هم برابر است.

۴ کاتالیزگر این واکنش، $FeCl_3$ است. این ماده، نوعی ترکیب یونی به شمار رفته و نسبت شمار آنیون به کاتیون در آن برابر با ۳ است.

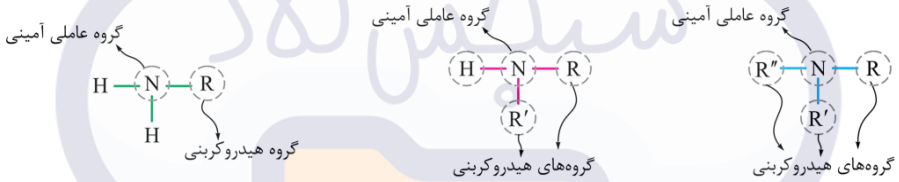
گروه آموزشی ماز

۱۰- کدام‌یک از مطالب زیر نادرست است؟

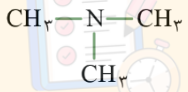
۱) در نمونه خالص همه آمین‌ها، همانند نمونه خالص همه الکل‌ها، پیوند هیدروژنی وجود دارد.
۲) در نمونه خالص از هر دو فراورده واکنش آبکافت یک نوع آمید، به یقین پیوند هیدروژنی دیده می‌شود.
۳) همه اترها، همانند همه اسیدهای آلی، هنگام انحلال در آب با مولکول‌های آب پیوند هیدروژنی تشکیل می‌دهند.
۴) هر دو فراورده حاصل از آبکافت یک استر، به یقین توانایی تشکیل پیوند هیدروژنی با مولکول‌های سازنده خود را دارند.

پاسخ: گزینهٔ ۱ (متوسط ـ مفهومی ـ ۱۱۰۳)

گروه عاملی آمینی از یک اتم نیتروژن که به یک تا ۳ اتم کربن متصل است، تشکیل می‌شود. تصویر زیر، نمایی از ساختار ۳ مدل مختلف آمین‌ها را نشان می‌دهد:



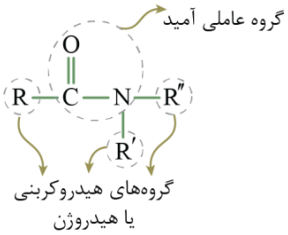
در حالتی که نیتروژن موجود در ساختار گروه عاملی آمینی به ۳ اتم کربن متصل باشد، هیچ هیدروژنی به اتم نیتروژن متصل نیست و مولکول مورد نظر توانایی تشکیل پیوند هیدروژنی با ذرات خود را ندارد. به‌عنوان مثال، ساختار زیر مربوط به آمینی به نام تری‌متیل آمین است که در ساختار آن هیچ هیدروژنی به اتم نیتروژن متصل نیست:



همچنین ساختار گروه عاملی الکلی یا همان هیدروکسیل، به‌صورت $-OH$ است. پس در الکل‌ها همواره اتم هیدروژن متصل به اکسیژن وجود دارد و این مواد توانایی تشکیل پیوند هیدروژنی را دارند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

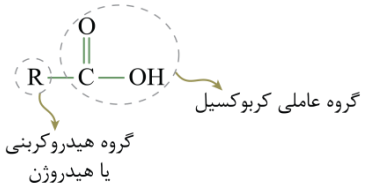
۲ ساختار کلی ترکیب‌های آمیدی به‌صورت زیر است:



واکنش آبکافت آمیدها به‌صورت زیر است:

$$RCONR'R'' + H_2O \longrightarrow RCOOH + HNR'R''$$

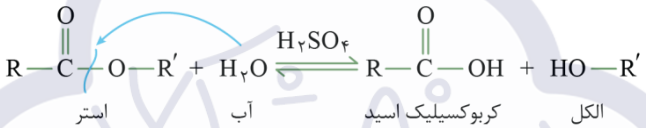
در گروه عاملی موجود در ساختار اسیدهای آلی، همواره یک اتم هیدروژن به اتم اکسیژن متصل است و این مواد توانایی تشکیل پیوند هیدروژنی را دارند. ساختار کلی این مواد به‌صورت زیر است:



باید در مورد آمین تولیدشده در واکنش آبکافت آمیدها در نظر داشته باشیم که در این آمین، حتماً یک اتم هیدروژن متصل به اتم نیتروژن گروه عاملی وجود دارد. در واقع برای آن که یک آمین در واکنش آمیدی‌شدن شرکت کند و بتواند آمین سازنده یک آمید باشد، باید یک اتم هیدروژن متصل به اتم نیتروژن داشته باشد. این ماده توانایی تشکیل پیوند هیدروژنی را دارد.

۳ برای آن که دو ماده مختلف با یکدیگر پیوند هیدروژنی تشکیل بدهند، کافی است که در یکی از این مواد، یکی از پیوندهای $O-H$، $N-H$ یا $F-H$ وجود داشته باشد و ماده دیگر، قطبی باشد و در ساختار آن یکی از اتم‌های O، N یا F وجود داشته باشد. پس برای آن که یک ماده آلی با آب پیوند هیدروژنی ایجاد کند، کافی است یکی از ۳ اتم نیتروژن، اکسیژن و فلوئور را در ساختار خود داشته باشد تا با هیدروژن موجود در آب پیوند هیدروژنی بسازد. در ساختار اترها، همانند اسیدهای آلی، اتم اکسیژن دیده می‌شود.

۴ استرها در شرایط مناسب با آب واکنش داده و به اسیدها و الکل‌ها تبدیل می‌شوند. این واکنش به واکنش آبکافت مشهور بوده و معادله کلی آن به‌صورت زیر خواهد بود:



از آبکافت یک استر، یک الکل و یک کربوکسیلیک اسید تولید می‌شود که این دو ماده توانایی تشکیل پیوند هیدروژنی با مولکول‌های خود را دارند.

گروه آموزشی ماز

۱۱- کدام‌یک از مطالب زیر درست است؟

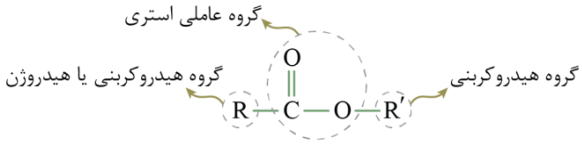
۱) استرها در مقایسه با ایزومرهای اسیدی خود، نقطه جوش بیشتری دارند.
۲) اسیدهای آلی نسبت به الکل‌های هم‌کربن، انحلال‌پذیری بیشتری در آب دارند.
۳) ایزومر اتری الکل‌ها در مقایسه با خود الکل، نیروی بین مولکولی قوی‌تری دارد.
۴) یک آلدهید، برخلاف ایزومر کتونی خود، در یک نمونه خالص از خود پیوند هیدروژنی دارد.

پاسخ: گزینهٔ ۲ (متوسط ـ مفهومی ـ ۱۱۰۳)

الکلی با فرمول شیمیایی $R-OH$ و اسیدی با فرمول شیمیایی $R'-COOH$ را در نظر بگیرید. برای آن که تعداد اتم‌های کربن این دو ماده برابر باشد، باید R' یک کربن کمتر از R داشته باشد. پس میان این دو ماده، اسید بخش هیدروکربنی و ناقطبی کوچک‌تری دارد و همچنین بخش قطبی آن نیز بزرگ‌تر است. بر این اساس، می‌توان گفت اسید قطبی‌تر از الکل هم‌کربن بوده و انحلال‌پذیری آن در آب بیشتر خواهد بود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ ساختار کلی استرها به‌صورت زیر است:



استرها و اسیدهای سیرشده و هم‌کربن، ایزومر یکدیگر هستند و فرمول شیمیایی یکسانی دارند. استرها برخلاف کربوکسیلیک اسیدها توانایی تشکیل پیوند هیدروژنی ندارند و به همین علت در جرم مولی‌های برابر، نیروی بین مولکولی ضعیف‌تر و در نتیجه نقطه جوش پایین‌تری نسبت به اسیدها دارند. برای مثال، تصویر زیر، نمایی از یک اسید و یک استر که نسبت به هم ایزومر هستند را نشان می‌دهد:

۳ اترها دسته‌ای از مواد آلی هستند که در ساختار آن‌های یک اتم اکسیژن به دو اتم کربن متصل است. ساختار این گروه عاملی به‌صورت زیر است:

با توجه به ساختار نشان داده شده، در نمونه‌ای از این مواد پیوند هیدروژنی تشکیل نمی‌شود. اترها ایزومرهای الکلی دارند که توانایی تشکیل پیوند هیدروژنی دارد. دو ایزومر، جرم مولی یکسانی دارند و به‌تقریب نیروی وان‌دروالسی یکسانی دارند. پس در این حالت چون الکل نسبت به اتر علاوه بر نیروی وان‌دروالسی، پیوند هیدروژنی دارد، نیروی بین مولکولی قوی‌تر دارد.

۴ آلدهیدها و کتون‌ها، هر دو گروه عاملی کربونیل دارند. اگر به کربن گروه کربونیل اتم هیدروژن وصل باشد، ترکیب مورد نظر آلدهید و اگر به این کربن هیچ هیدروژنی متصل نباشد، آن ترکیب کتون است. چه در ساختار کتون و چه در ساختار آلدهید، اتم اکسیژن با اتم هیدروژن پیوند ندارد و در نمونه خالص آن‌ها پیوند هیدروژنی مشاهده نمی‌شود.

نیروی بین مولکولی

به برهم‌کنش‌های بین مولکول‌های سازنده یک ماده، نیروهای بین‌مولکولی گفته می‌شود که به دو دسته پیوند هیدروژنی و نیروی وان‌دروالسی تقسیم‌بندی می‌شود. در ساختار همه مواد نیروی وان‌دروالسی که ناشی از جرم و حجم مولکول است، وجود دارد. این در حالی است که برای ایجاد پیوند هیدروژنی بین دو مولکول، دو شرط لازم است:

شرط اول) در یکی از مولکول‌ها، اتم هیدروژن به‌طور مستقیم(با پیوند اشتراکی) به یکی از سه اتم F، O و یا N متصل باشد.

شرط دوم) مولکول دیگر، باید قطبی باشد و در ساختار آن فقط یکی از سه اتم F، O و یا N وجود داشته باشد.

پس در یک ماده وجود پیوندهای کووالانسی $O-H$، $N-H$ یا $F-H$، نشان از توانایی آن ماده در تشکیل پیوند هیدروژنی دارد. همچنین مواد قطبی که در ساختار آن‌ها اتم‌های O، N یا F بدون پیوندهای نام برده وجود دارد، اگر چه با مولکول‌های خود توانایی تشکیل پیوند هیدروژنی را ندارد، اما می‌تواند با ماده‌ای که یکی از آن ۳ پیوند کووالانسی را دارد، پیوند هیدروژنی تشکیل دهد. به‌عنوان مثال، با حل شدن استون در آب، پیوند هیدروژنی میان مولکول‌های حلال و حل‌شونده به‌وجود می‌آید.

گروه آموزشی ماز

۱۲- چند مورد از مطالب زیر در مورد واکنش تولید استرها درست است؟

الف: با انجام این واکنش، انحلال‌پذیری مواد آلی در آب کاهش می‌یابد.

ب: کاتالیزگر این واکنش، با کاتالیزگر واکنش تولید اتانول از اتن، یکسان است.

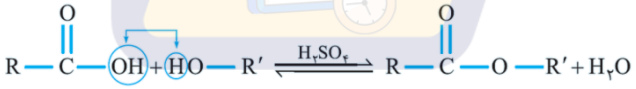
پ: اگر این واکنش در شرایط گازی انجام شود، آنتالپی آن به‌تقریب برابر صفر است.

ت: سرعت انجام واکنش برگشت واکنش استری‌شدن در حضور یک ماده بازی افزایش می‌یابد.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

پاسخ: گزینهٔ ۳ (سخت ـ مفهومی ـ ۱۱۰۳)

واکنش کربوکسیلیک اسید با الکل برای تولید استر، یک واکنش برگشت‌پذیر بوده و معادله آن به‌صورت زیر است:



به واکنش رفت، واکنش استری‌شدن و به واکنش برگشت، آبکافت (هیدرولیز) استرها گفته می‌شود. در رابطه با این فرایند، عبارت‌های (الف)، (ب) و (پ) درست هستند.

بررسی موارد:

«الف»: فراورده این واکنش نسبت به هر یک از واکنش‌دهنده‌های آن، بخش ناقطبی(R و R') بزرگ‌تری دارد. همچنین استر تولیدشده توانایی تشکیل پیوند هیدروژنی را برخلاف اسید و الکل سازنده ندارد و به همین علت، می‌توان گفت استر تولیدشده نسبت به الکل و اسید انحلال‌پذیری کمتری در آب دارد.

«ب»: کاتالیزگر این واکنش و واکنش برگشت آن سولفوریک اسید(H_2SO_4) است. همچنین کاتالیزگر واکنش تولید اتانول با استفاده از اتن و آب نیز سولفوریک اسید می‌باشد. معادله این واکنش به‌صورت زیر است:

$$C_2H_4(g) + H_2O(l) \xrightarrow{H_2SO_4} C_2H_5OH(l)$$

«پ»: در این واکنش، نوع و تعداد پیوندها در فراورده‌ها و واکنش‌دهنده‌ها برابر بوده و می‌توان گفت در حالت گازی، تغییر آنتالپی این واکنش به تقریب برابر صفر است. در واقع در این واکنش پیوند $C-O$ در گروه کربوکسیل و پیوند $O-H$ در گروه هیدروکسیل می‌شکنند و پیوند $C-O$ میان اکسیژن از باقی‌مانده الکل و کربن از باقی‌مانده کربوکسیلیک اسید و همچنین پیوند $O-H$ میان H و OH جداشده از الکل و کربوکسیلیک اسید به وجود می‌آیند. پس همان پیوندهایی که در واکنش‌دهنده‌ها شکسته است، در فراورده‌ها تشکیل می‌شوند.

«ت»: واکنش برگشت این فرایند، معادل با آبکافت استرها بوده و کاتالیزگر آن همانند واکنش رفت، سولفوریک اسید است که یک اسید قوی محسوب می‌شود. پس واکنش برگشت در محیط اسیدی با سرعت بیشتری انجام می‌شود. به‌طور کلی در نظر داشته باشید که در یک فرایند برگشت‌پذیر، کاتالیزگر هر دو واکنش رفت و برگشت یکسان است.

گروه آموزشی ماز

۱۳- چه تعداد ایزومر استری که دارای شاخه فرعی نباشند، می‌توان برای اسید سازنده استر موجود در آناناس در نظر گرفت؟

۱) ۲ ۲) ۵ ۳) ۴ ۴) ۳

پاسخ: گزینهٔ ۴ (آسان ـ مفهومی ـ ۱۱۰۳)

نام استر موجود در آناناس، اتیل بوتانوات است. پس این استر از واکنش اتانول و بوتانوئیک اسید تولید شده و اسید سازنده آن بوتانوئیک اسید است. همان‌طور که از نام این ماده مشخص است، یک اسید آلی ۴ کربنه بوده که ساختار آن به‌صورت زیر است:

$$CH_3CH_2CH_2COOH$$

برای آن که یک استر و اسید ایزومر یکدیگر باشند، باید تعداد کربن‌های موجود در ساختار آن‌ها برابر باشد. پس استری که با بوتانوئیک اسید ایزومر است، در ساختار خود ۴ اتم کربن دارد که تعدادی از آن‌ها مرتبط با الکل و تعدادی از آن‌ها مرتبط با اسید سازنده آن است. پس این استرها شامل موارد زیر هستند:

$$HCOOCH_2CH_2CH_3 \qquad CH_3COOCH_2CH_3 \qquad CH_3CH_2COOCH_3$$

همان‌طور که مشخص است، این اسید ۳ ایزومر استری بدون شاخه جانبی دارد. نام این استرها به‌ترتیب از راست به چپ، معادل با پروپیل متانوات، اتیل اتانوات و متیل پروپانوات است.

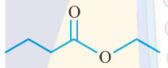
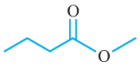
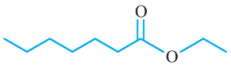
تعیین اسید آلی و الکل سازنده استرها

برای مشخص کردن کربوکسیلیک اسید و الکل سازنده یک استر، از چند روش می‌توان استفاده کرد:

۱) نام استر: نام یک استر ساده به‌صورت الکیل آلکانوات است. برای مشخص کردن نام الکل سازنده این ماده، تنها (یل) را از بخش (الکیل) برداشته و به جای آن (انول) قرار می‌دهیم. همچنین نام اسید سازنده این استر را از بخش (الکانوات) مشخص می‌کنیم؛ به این صورت که پسوند (وات) را حذف کرده و پسوند (وئیک) را اضافه می‌کنیم. به‌عنوان مثال، پروپیل اتانوات از الکل پروپانول و اتانوئیک اسید(همان استیک اسید) ساخته شده است؛ یا اتیل بوتانوات(استر موجود در آناناس) از واکنش میان اتانول و بوتانوئیک اسید تولید شده است.

۲) فرمول مولکولی بسته: استری که فرمول شیمیایی آن به‌صورت $RCOOR'$ است، از الکل $R'OH$ و اسید $RCOOH$ ساخته شده است. به‌عنوان مثال، استر موجود در انگور که فرمول شیمیایی آن به‌صورت $C_6H_{13}COOC_2H_5$ می‌باشد، از یک ترکیب الکلی با فرمول شیمیایی C_2H_5OH(اتانول) و از یک ترکیب اسیدی با فرمول شیمیایی $C_6H_{13}COOH$(هپتانوئیک اسید) تشکیل شده است.

استرها، بو و طعم خوشی داشته و در اغلب گیاهان و میوه‌ها یافت می‌شوند. جدول زیر الکل و اسید سازنده استرهای موجود در برخی میوه‌ها را نشان می‌دهد. این استرها عامل بو و طعم این میوه‌ها به حساب می‌آیند:

ساختار کربوکسیلیک اسید سازنده	ساختار الکل سازنده	ساختار استر سازنده	نام استر	نام گل یا میوه
$CH_3CH_2CH_2-C(=O)-OH$ بوتانوئیک اسید	CH_3CH_2-OH اتانول	 $(C_6H_{12}O_2)$	اتیل بوتانوات	آناناس
$CH_3-C(=O)-OH$ اتانوئیک اسید	$CH_3-(CH_2)_4-OH$ ۱ ـ پنتانول	$(C_7H_{14}O_2)$	پنتیل اتانوات	موز
$CH_3CH_2CH_2-C(=O)-OH$ بوتانوئیک اسید	CH_3-OH متانول	 $(C_5H_{10}O_2)$	متیل بوتانوات	سیب
$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2-C(=O)-OH$ هپتانوئیک اسید	CH_3CH_2-OH اتانول	 $(C_9H_{18}O_2)$	اتیل هپتانوات	انگور

گروه آموزشی ماز

۱۴- کدام‌یک از مطالب زیر نادرست است؟

۱) تعداد پیوندهای اشتراکی $C-O$ در ساده‌ترین اتر و ساده‌ترین استر برابر است.

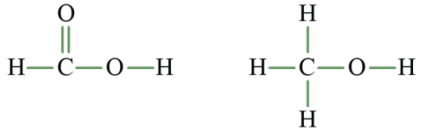
۲) تعداد پیوندهای اشتراکی $C-H$ در ساختار ساده‌ترین اتر و ساده‌ترین کتون برابر است.

۳) پیوند اشتراکی که در ساختار استرها وجود دارد ولی در ساختار اترها یافت نمی‌شود، در ساختار آلدهیدها دیده می‌شود.

۴) همه انواع پیوندهای اشتراکی موجود در ساده‌ترین اسید آلی، در ساختار مولکولی ساده‌ترین ترکیب الکلی نیز دیده می‌شود.

پاسخ: گزینهٔ ۴ (آسان ـ مفهومی ـ ۱۱۰۳)

ساختار ساده‌ترین الکل(متانول) و ساده‌ترین اسید آلی(متانوئیک اسید یا فورمیک اسید) به‌صورت زیر است:



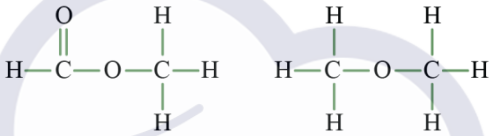
هر پیوندی که در ساختار متانول وجود دارد($C-O$، $C-H$ و $O-H$)، در ساختار متانوئیک اسید نیز دیده می‌شود. این در حالی است که پیوند $C=O$ که در ساختار متانوئیک اسید وجود دارد، در ساختار متانول حضور ندارد.

انواعی از کربوکسیلیک اسیدها

ساده‌ترین کربوکسیلیک اسید، متانوئیک(فورمیک) اسید با فرمول مولکولی $HCOOH$ است که بر اثر گزش مورچه سرخ وارد بدن شده و باعث سوزش و خارش در محل گزیدگی می‌شود. توجه داریم که اتانوئیک اسید(استیک اسید) یک اسید دو کربنی با فرمول مولکولی CH_3COOH بوده و یکی از پرکاربردترین اسیدها در زندگی روزمره به شمار می‌رود. این ماده، آشناترین عضو خانواده کربوکسیلیک اسیدها است.

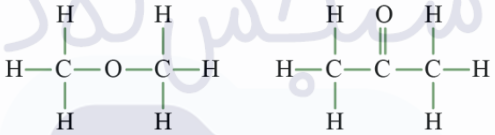
بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ ساختار ساده‌ترین اتر(دی‌متیل اتر) و ساده‌ترین استر(متیل متانوات) به‌صورت زیر است:



در ساختار هر دو ماده تعداد پیوندهای $C-O$ برابر با ۲ عدد است.

۲ ساختار ساده‌ترین اتر و ساده‌ترین کتون(استون یا پروپانون) به‌صورت زیر است:



در هر دو ماده تعداد پیوندهای $C-H$ برابر ۶ است.

۳ منظور از پیوندی که در استرها وجود دارد ولی در اترها نیست، پیوند کووالانسی $C=O$ است. این پیوند در گروه عاملی کربونیل که در آلدهیدها دیده می‌شود، حضور دارد. ساختار ترکیب‌های آلدهیدی به‌صورت زیر است:

گروه آموزشی ماز

۱۵- اگر یک گرم پروپانول به‌تقریب با ۱/۴۷ گرم کربوکسیلیک اسید یک عاملی با زنجیره هیدروکربنی سیرشده واکنش دهد، در ساختار ماده آلی حاصل از این فرایند، چند پیوند $C-C$ وجود دارد؟ ($H=1, C=12, O=16 : g.mol^{-1}$)

۱) ۳ ۲) ۴ ۳) ۵ ۴) ۶

پاسخ: گزینهٔ ۳ (متوسط ـ مسئله ـ ۱۱۰۳)

پروپانول یک الکل سه‌کربنه با فرمول شیمیایی C_3H_7OH است. همچنین فرمول شیمیایی عمومی کربوکسیلیک اسیدها به‌صورت $C_nH_{2n}O_2$ می‌باشد. در واکنش استری‌شدن، یک مول الکل و یک مول اسید با یکدیگر واکنش می‌دهند. در این رابطه، داریم:

الکل + کربوکسیلیک اسید ← استر + آب

معادله واکنش انجام شده به‌صورت زیر خواهد بود:

$$C_3H_7OH + C_nH_{2n}O_2 \rightarrow C_{n+3}H_{2n+6}O_2 + H_2O$$

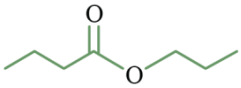
واکنش کربوکسیلیک اسید با الکل برای تولید استر، یک واکنش برگشت‌پذیر بوده و کاتالیزگر آن سولفوریک اسید (H_2SO_4) است. با توجه به معادله واکنش بالا، جرم یک مول کربوکسیلیک اسید را که با یک مول پروپانول واکنش می‌دهد، محاسبه می‌کنیم:

$$?\,g\ \text{اسید} = 1\,mol\ C_3H_7OH \times \frac{60\,g\ C_3H_7OH}{1\,mol\ C_3H_7OH} \times \frac{1/47\,g\ \text{اسید}}{1\,g\ C_3H_7OH} \simeq 88\,g$$

بنابراین جرم مولی اسید مورد نظر برابر با ۸۸ گرم است. بر این اساس مقدار n در فرمول شیمیایی اسید($C_nH_{۲n}O_۲$) برابر است با:

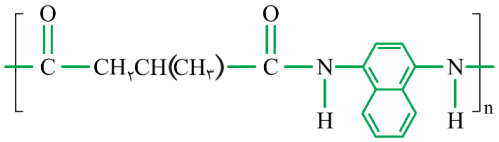
$$۱۲n + ۲n + ۳۲ = ۸۸ \Longrightarrow ۱۴n = ۵۶ \Longrightarrow n = ۴$$

پس اسید مورد نظر بوتانوئیک اسید بوده و ماده حاصل از واکنش آن با پروپانول نیز معادل با پروپیل بوتانوات است. در بخش الکلی این استر دو پیوند $C - C$ و در بخش اسیدی آن سه پیوند $C - C$ و در مجموع ۵ پیوند $C - C$ دیده می‌شود. ساختار این ماده به‌صورت زیر است:



گروه آموزشی ماز

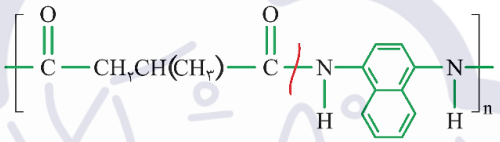
۱۶- تفاوت شمار اتم‌های هیدروژن در ساختار دو مونومر سازنده ترکیب مقابل کدام است؟



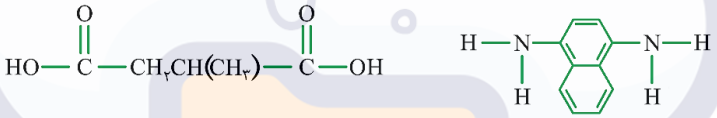
۱) ۲
۲) صفر
۳) ۶
۴) ۴

پاسخ: گزینهٔ ۱ (آسان ـ مفهومی ـ ۱۱۰۳)

ابتدا با توجه به ساختار پلی‌آمید، ساختار دی‌اسید و دی‌آمین سازنده این پلیمر را پیدا می‌کنیم. برای این منظور، ابتدا پیوندهای آمیدی(پیوند موجود در گروه عاملی آمیدی که بین اتم کربن متصل به اکسیژن و اتم نیتروژن برقرار شده است) موجود در پلیمر را می‌شکنیم. تصویر پلیمر مورد نظر به‌صورت زیر است:



در شکل بالا، پیوندهای که کروشه بر روی آن‌ها قرار دارد و همچنین پیوند مشخص‌شده با خط قرمز، آمیدی هستند. پس از آن به دو انتهای بخشی که اتم نیتروژن دارد، اتم هیدروژن($-H$) و به دو انتهای بخش دیگر $-OH$ اضافه می‌کنیم. ساختار مونومرها، به‌صورت زیر خواهد بود:



پس ساختار دی‌اسید و دی‌آمین مشخص شده است. بر این اساس تعداد اتم‌های هیدروژن هر یک را مشخص می‌کنیم. دی‌اسید مورد نظر، ۶ اتم هیدروژن در بخش هیدروکربنی و ۲ اتم هیدروژن در دو گروه عاملی خود دارد که در مجموع، معادل با ۸ اتم هیدروژن است. دی‌آمین نیز ۶ اتم هیدروژن در بخش هیدروکربنی و ۴ اتم هیدروژن در دو گروه عاملی خود دارد که در مجموع، معادل با ۱۰ اتم هیدروژن است. بنابراین تفاضل خواسته‌شده برابر ۲ است.

آمیدها و استرها

توجه داریم که قسمتی از یک پلی‌آمید که بین اتم‌های نیتروژن گروه عاملی آمیدی قرار می‌گیرد، گروه R موجود در ساختار دی‌آمین سازنده پلی‌آمید را تشکیل می‌دهد و قسمتی از مولکول پلی‌آمید که بین اتم‌های کربن گروه عاملی آمیدی قرار می‌گیرد، گروه R از مولکول دی‌اسید سازنده مولکول پلی‌آمید را تشکیل می‌دهد. به‌صورت مشابه، قسمتی از یک پلی‌استر که بین اتم‌های اکسیژن گروه عاملی استری قرار می‌گیرد، گروه R موجود در ساختار دی‌الکل سازنده پلی‌استر را تشکیل می‌دهد و قسمتی از مولکول پلی‌استر که بین اتم‌های کربن گروه عاملی استری قرار می‌گیرد، گروه R از مولکول دی‌اسید سازنده مولکول پلی‌استر را تشکیل می‌دهد.

گروه آموزشی ماز

۱۷- کدام موارد زیر، در رابطه با نوعی پلی‌استر که با استفاده از دی‌الکل‌ها و دی‌اسیدها تولید می‌شود، درست است؟

الف: شمار واحدهای تکرارشونده در ساختار آن‌ها با شمار مونومرهای به کاررفته در مراحل تولید همه آن‌ها برابر است.

ب: فراورده واکنش مرحله نخست فرایند تولید یک نوع پلی‌استر، در ساختار خود سه گروه عاملی مختلف دارد.

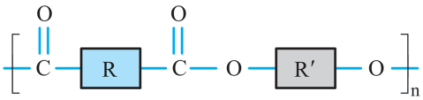
پ: در مرحله نخست واکنش تولید پلی‌استر، باید به دی‌الکل و دی‌اسید سازنده آن، مقداری گرما داده شود.

ت: در این ماده، بخش هیدروکربنی میان دو گروه عاملی متوالی، به دو اتم متفاوت در دو گروه عاملی متصل‌اند.

۱) «الف» و «ب» ۲) «الف» و «ت» ۳) «ب» و «پ» ۴) «پ» و «ت»

پاسخ: گزینهٔ ۳ (متوسط ـ مفهومی ـ ۱۱۰۳)

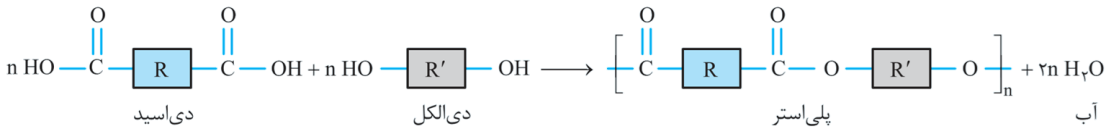
پلی‌استرها دسته‌ای از پلیمرها هستند که از واکنش میان یک اسید دو عاملی و یک الکل دو عاملی تولید می‌شوند. در ساختار این مواد، گروه عاملی استری به‌صورت متوالی تکرار شده است. ساختار کلی این مواد به‌صورت زیر است:



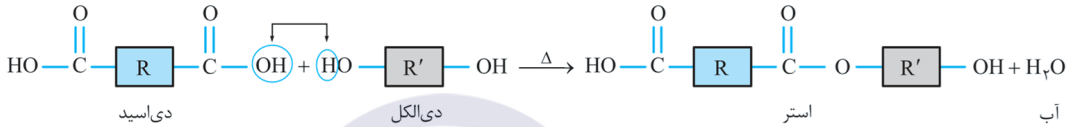
در رابطه با پلی‌استرها، عبارت‌های (ب) و (پ) درست هستند.

بررسی موارد:

«الف»: در پلی‌استری که از واکنش کربوکسیلیک اسید دو عاملی و الکل دو عاملی تشکیل‌شده است، اگر شمار واحدهای تکرارشونده را n در نظر بگیریم، شمار مولکول‌های کربوکسیلیک اسید و الکل به کاررفته در ساخت این پلیمر هر کدام برابر n خواهد بود؛ پس برای ساخت پلی‌استری با n واحد تکرارشونده به $۲n$ مونومر در مجموع نیاز است. این قضیه برای پلی‌آمید ساخته‌شده از کربوکسیلیک اسید دو عاملی و آمین دو عاملی نیز صادق می‌باشد. تصویر زیر، نمایی از واکنش تولید یک نوع پلی‌استر را نشان می‌دهد:



«ب»: در مرحله اول تولید پلی‌استر، یک الکل و یک اسید طی واکنش استری‌شدن یک استر تولید می‌کنند. در تصویر زیر مرحله نخست این فرآیند را مشاهده می‌کنیم:



در فراورده این واکنش یک گروه عاملی الکلی، یک گروه عاملی استری و یک گروه عاملی اسیدی دیده می‌شود.

«پ»: معادله واکنش مرحله اول تولید پلی‌استر، در عبارت قبل نشان داده شده است. علامت Δ بر روی فلش این واکنش به معنای آن است که برای شروع واکنش باید به واکنش‌دهنده‌ها گرما داده شود. این مقدار گرمای منتقل شده به مواد واکنش‌دهنده، صرف تأمین انرژی فعال‌سازی واکنش مورد نظر می‌شود.

«ت»: ساختار پلی‌استرها به‌صورت زیر می‌باشد:

در این ساختار، بخش میان دو گروه عاملی متوالی(قسمت‌های خاکستری و آبی)، به دو اتم مشابه در دو گروه عاملی احاطه‌کننده آن‌ها متصل هستند. به‌عنوان مثال، بخش‌های خاکستری از دو سمت به اتم‌های اکسیژن و بخش‌های آبی از دو سمت به اتم‌های کربن در گروه عاملی متصل هستند.

گروه آموزشی ماز

۱۸- چند مورد از مطالب زیر درست است؟

الف: پلی‌لاکتیک اسید، پس از رها شدن در طبیعت به مونومر سازنده خود تبدیل می‌شود.

ب: تولید پلیمرهای ماندگار، از نظر اقتصادی به صرفه بوده اما به توسعه پایدار لطمه میزند.

پ: در فرایند تولید پلی‌لاکتیک اسید، از پلیمر طبیعی حاوی حلقه‌های شش‌ضلعی استفاده می‌کنند.

ت: در واحد تکرار شونده کولار، دو گروه عاملی مشابه وجود داشته و این ماده از فولاد هم‌جرم خود، ۵ برابر مقاوم‌تر است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

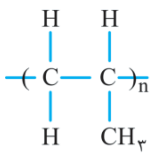
پاسخ: گزینهٔ ۳ (متوسط ـ مفهومی ـ ۱۱۰۳)

همه عبارت‌ها به‌جز عبارت (الف) درست هستند.

بررسی موارد:

«الف»: پلیمرهای سبز یا همان پلیمرهای دوست‌دار محیط زیست، پلیمرهایی هستند که توسط جانداران ذره‌بینی تجزیه می‌شوند. این پلیمرها پس از رها شدن در طبیعت به مولکول‌های ساده مانند کربن دی‌اکسید و آب تبدیل می‌شوند. برخی از این پلیمرها نیز پس از رها شدن در طبیعت به کود تبدیل می‌شوند. یکی از پلیمرهای سبز، پلی‌لاکتیک اسید است.

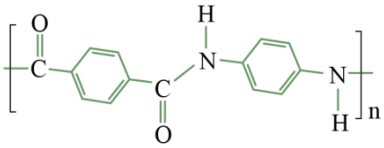
«ب»: پلیمرهای حاصل از هیدروکربن‌های سیرنشده ساختاری شبیه به آلکان‌ها دارند و سیرشده هستند. این مواد به انجام واکنش تمایلی ندارند و به همین علت در طبیعت تجزیه نمی‌شوند و برای سالیان طولانی دست نخورده باقی می‌مانند و به آن‌ها پلیمرهای ماندگار می‌گویند. برای مثال، به ساختار پلی‌پروپن دقت کنید:



اگر چه استفاده از این پلیمرها صرفه اقتصادی دارد، اما از نگاه پیشرفت پایدار، تولید و استفاده از این پلیمرها الگوی مصرف مطلوبی نیست زیرا ماندن مواد در طبیعت سبب ایجاد مشکلات فراوان زیست محیطی می‌شود که هزینه‌های تحمیل‌شده به اقتصاد جامعه را خیلی بالا می‌برد.

«پ»: برای تولید پلی‌لاکتیک اسید، ابتدا نشاسته را به لاکتیک اسید تبدیل کرده و سپس طبق واکنش پلیمری‌شدن در شرایط مناسب، پلی‌لاکتیک اسید را تولید می‌کنند. همانطور که می‌دانیم، در ساختار نشاسته حلقه‌های شش‌ضلعی دیده می‌شود.

«ت»: کولار پلی‌آمیدی ساختگی بوده که از واکنش یک دی‌اسید و یک دی‌آمین حاصل می‌شود. این ماده از فولاد هم‌جرم خود، ۵ برابر مقاوم‌تر است. از کولار در تهیه تایر اتومبیل، قایق بادبانی، لباس‌های مخصوص مسابقه موتورسواری و آتش‌نشانی و جلیقه‌های ضدگلوله استفاده می‌شود. در ساختار پلی‌آمیدهایی که از واکنش میان دی‌اسید و دی‌آمین ایجاد می‌شوند، دو گروه آمیدی در ساختار هر واحد تکرارشونده آن‌ها دیده می‌شود. ساختار کولار به‌صورت زیر است:



گروه آموزشی ماز

۱۹- کدام مورد زیر، نادرست است؟

۱) ماده کووالانسی، مجموعه‌ای از اتم‌های بسیاری است که با هم پیوندهای اشتراکی دارند.

۲) مواد اولیه به کار رفته در ساخت آثار به جای مانده از گذشته، واکنش‌پذیری کم و استحکام زیاد دارند.

۳) سرخ فام بودن خاک رس، به دلیل حضور کاتیونی است که ۵ الکترون با $l = ۲$ در آرایش الکترونی خود دارد.

۴) عنصرهای اصلی سازندهٔ جامدهای کووالانسی در طبیعت، در ساختار هیچکدام از ترکیب‌های یونی یافت نمی‌شوند.

پاسخ: گزینهٔ ۴ (آسان ـ مفهومی ـ ۱۲۰۳)

عنصرهای اصلی سازنده جامدهای کووالانسی در طبیعت، کربن و سیلیسیم هستند. هر دو عنصر کربن و سیلیسیم، متعلق به گروه شماره ۱۴ جدول دوره‌ای هستند. اگرچه از این دو عنصر تاکنون یون تک‌اتمی در هیچ ترکیبی شناخته نشده است، اما کربن و سیلیسیم در ساختار یون‌های چنداتمی مانند کربنات($CO_۳^{۲-}$) و سیلیکات($SiO_۴^{۴-}$) دیده می‌شوند و به همین طریق، در ساختار مواد یونی نیز حضور دارند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ ماده کووالانسی شامل شمار بسیار زیادی اتم بوده که با پیوند اشتراکی به هم متصل شده و ساختاری به‌هم پیوسته و غول‌آسا تشکیل داده‌اند. از آنجا که این مواد در دما و فشار اتاق به حالت جامد هستند، به نام جامد کووالانسی نیز شناخته می‌شوند. الماس، سیلیسیم، سیلیسیم کربید و گرافیت، نمونه‌های مختلفی از جامدهای کووالانسی هستند.

۲ مواد اولیه مورد استفاده برای ساختن آثار به جا مانده از گذشتگان، افزون بر فراوانی، پایداری مناسب، مستحکم بودن، باید در دسترس نیز باشند و همچنین واکنش‌پذیری کمی داشته باشند. نمودار زیر، خواص مواد اولیه‌ی استفاده شده برای ساختن این مواد را نشان می‌دهد:

ویژگی‌های مواد اولیه‌ی مورد نیاز برای ساختن آثار به‌جا مانده از زمان‌های گذشته

- پایداری مناسب
- استحکام زیاد
- واکنش‌پذیری کم
- در دسترس بودن
- فراوانی

هر چقدر عمر آثار به‌جای مانده بیشتر باشد، گفتنی‌های بیشتری که اسرار هنر، زیبایی و ماندگاری را فاش می‌کنند، با خود به همراه دارند.

۳ جدول زیر درصد جرمی مواد سازنده نوعی خاک رس که از یک معدن طلا استخراج شده است را نشان می‌دهد:

ماده	$SiO_۲$	$Al_۲O_۳$	$H_۲O$	$Na_۲O$	$Fe_۲O_۳$	MgO	Au و دیگر مواد
درصد جرمی	۴۶/۲	۳۷/۷۴	۱۳/۳۲	۱/۲۴	۰/۹۶	۰/۴۴	۰/۱

سرخ‌فام بودن خاک رس به علت وجود آهن(III) اکسید در بین اجزای سازنده این خاک است. فرمول شیمیایی این ترکیب به‌صورت $Fe_۲O_۳$ است که کاتیون سازنده آن، معادل با $Fe^{۳+}$ است. آرایش الکترونی این کاتیون به‌صورت زیر است:

$$Fe^{۳+} : ۱s^۲۲s^۲۲p^۶۳s^۲۳p^۶۳d^۵$$

با توجه به آرایش الکترونی رسم‌شده، این کاتیون در ساختار خود ۵ الکترون در زیرلایه d دارد. عدد کوانتومی فرعی برای این زیرلایه برابر با ۲ است.

۲۰- **جدول زیر، درصد جرمی مواد موجود در یک نمونه خاک رس را نشان می‌دهد. اگر با اضافه کردن مقداری آب به ۱۰۰ گرم از این نمونه، درصد جرمی سدیم اکسید $\frac{۲}{۳}$ برابر شود، کدام‌یک از مطالب زیر نادرست است؟**

$(Si = ۲۸$ و $Mg = ۲۴$ و $Na = ۲۳ : g.mol^{-۱})$

ماده	$SiO_۲$	$Al_۲O_۳$	$H_۲O$	$Na_۲O$	MgO	دیگر مواد
درصد جرمی	۴۶/۲۰	۳۷/۷۴	۱۳/۳۲	۱/۲۴	۰/۴۴	۱/۰۶

۱) در نمونه نهایی، جرم آب از جرم آلومینیم اکسید بیشتر است.

۲) نسبت شمار یون‌های سدیم به منیزیم در این نمونه خاک کمتر از ۴ است.

۳) در نمونه اولیه، درصد جرمی شبه‌فلز دوره سوم جدول تناوبی، بیشتر از ۲۵ درصد است.

۴) ساختار ذره‌ای اکسیدهای فلزی و نافلزی موجود در این نمونه در حالت خالص و جامد، متفاوت از هم است.

پاسخ: گزینهٔ ۳ (سخت ـ مسئله ـ ۱۲۰۳)

درصد جرمی هر ماده در یک نمونه، گرم آن ماده را در صد گرم از نمونه موردنظر نشان می‌دهد. به منظور محاسبه درصد جرمی یک ماده در یک نمونه از رابطه زیر بهره می‌گیریم:

$$\text{درصد جرمی ماده} = \frac{\text{جرم ماده موردنظر در نمونه}}{\text{جرم نمونه}} \times ۱۰۰$$

با توجه به اضافه‌کردن آب به نمونه خاک رس، اگر درصد جرمی ماده‌ای دیگر در یک نمونه از خاک مورد نظر $\frac{۲}{۳}$ برابر شود، می‌توان نتیجه گرفت که جرم کل نمونه پس از افزودن آب، $\frac{۳}{۲} = ۱/۵$ برابر شده است. بر این اساس می‌توان گفت که جرم خاک رس پس از افزودن آب به ۱۰۰ گرم از آن، به ۱۵۰ گرم$(\frac{۳}{۲} \times ۱۰۰)$ رسیده است. در نمونه اولیه، ۴۶/۲ گرم از ۱۰۰ گرم خاک رس را سیلیس$(SiO_۲)$ تشکیل می‌دهد. اکنون جرم سیلیسیم که شبه‌فلزی از دوره سوم است را در این نمونه حساب می‌کنیم:

$$?\,g\,Si = ۴۶/۲\,g\,SiO_۲ \times \frac{۱\,mol\,SiO_۲}{۶۰\,g\,SiO_۲} \times \frac{۱\,mol\,Si}{۱\,mol\,SiO_۲} \times \frac{۲۸\,g\,Si}{۱\,mol\,Si} = ۲۱/۵۶\,g$$

بنابراین در هر ۱۰۰ گرم از نمونه خاک رس، ۲۱/۵۶ گرم سیلیسیم وجود دارد و درصد جرمی آن در نمونه خاک رس، کمتر از ۲۵ درصد است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ قبل از افزودن آب، در ۱۰۰ گرم نمونه خاک رس، ۳۷/۷۴ گرم آلومینیم اکسید و ۱۳/۳۲ گرم آب وجود داشته است. اما با افزودن ۵۰ گرم آب به خاک رس، جرم آب به ۶۳/۳۲ گرم رسیده و از جرم آلومینیم اکسید موجود در خاک رس بیشتر می‌شود.

۲ شمار مول سدیم و منیزیم در نمونه خاک رس را با توجه به جرم منیزیم اکسید و سدیم اکسید به کار رفته در آن حساب می‌کنیم:

$$?\,mol\,Na^+ = ۱/۲۴\,g\,Na_۲O \times \frac{۱\,mol\,Na_۲O}{۶۲\,g\,Na_۲O} \times \frac{۲\,mol\,Na^+}{۱\,mol\,Na_۲O} = ۰/۰۴\,mol$$

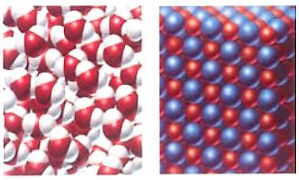
$$?\,mol\,Mg^{۲+} = ۰/۴۴\,g\,MgO \times \frac{۱\,mol\,MgO}{۴۰\,g\,MgO} \times \frac{۱\,mol\,Mg^{۲+}}{۱\,mol\,MgO} = ۰/۰۱۱\,mol$$

درنهایت نسبت خواسته‌شده را حساب می‌کنیم:

$$\frac{\text{شمار مول یون سدیم}}{\text{شمار مول یون منیزیم}} = \frac{۰/۰۴}{۰/۰۱۱} \simeq ۳/۶۳$$

با توجه به محاسبات انجام‌شده، مقدار نسبت خواسته‌شده کمتر از ۴ است.

۴ اکسیدهای فلزی و نافلزی به‌کار رفته در خاک رس، به‌ترتیب ترکیب‌های یونی و مولکولی به شمار می‌روند و می‌دانیم که ساختار این مواد با یکدیگر تفاوت دارد. مواد مولکولی از کنار هم قرار گرفتن مولکول‌ها ساخته شده‌اند در حالی که در ساختار مواد یونی، آنیون‌ها و کاتیون‌ها وجود دارند. شکل سمت راست ساختار ترکیب‌های یونی و شکل سمت چپ، ساختار ترکیب‌های مولکولی را نشان می‌دهد:



۲۱- مقدار عددی کدام‌یک از نسبت‌های زیر بزرگ‌تر است؟ ($g.mol^{-1}$: $O = ۱۶$ و $C = ۱۲$ و $H = ۱$)

۱) نسبت مقاومت کششی فولاد به گرافن

۲) نسبت درصد جرمی اکسیژن در اتیلن گلیکول به گلوکز

۳) نسبت شمار آنیون‌ها به کاتیون‌ها در اسکاندیم سیلیکات

۴) نسبت عدد کوئوردیناسیون کاتیون به آنیون در آمونیوم فسفید

پاسخ: گزینهٔ ۲ (متوسط ـ مسئله ـ ۱۲۰۳)

اتیلن گلیکول، نوعی الکل دوعاملی است که در ضدیخ وجود دارد. فرمول مولکولی اتیلن گلیکول به‌صورت $C_۲H_۶O_۲$ و فرمول مولکولی گلوکز به‌صورت $C_۶H_{۱۲}O_۶$ است؛ بنابراین داریم:

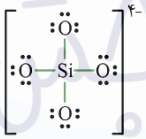
$$\frac{\text{درصد جرمی اکسیژن در اتیلن‌گلیکول}}{\text{درصد جرمی اکسیژن در گلوکز}} = \frac{\frac{۲ \times ۱۶}{۶۲} \times ۱۰۰}{\frac{۶ \times ۱۶}{۱۸۰} \times ۱۰۰} = \frac{۳۰}{۳۱}$$

پس نسبت خواسته‌شده برابر با $\frac{۳۰}{۳۱}$ است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ به هر یک از لایه‌های سازنده گرافیت، گرافن گفته می‌شود که در آن اتم‌های کربن با پیوندهای اشتراکی، حلقه‌های شش‌گوشه تشکیل داده‌اند. گرافن با الگوی خاص در ساختار خود (الگویی مانند کندوی زنبورعسل)، استحکام ویژه‌ای دارد به‌طوری که مقاومت کششی آن حدود ۱۰۰ برابر فولاد است. بنابراین نسبت خواسته‌شده برابر با $\frac{۱}{۱۰۰}$ است.

۳ سیلیکات یک آنیون چند اتمی از عنصر سیلیسیم بوده که فرمول شیمیایی آن به‌صورت $SiO_۴^{۴-}$ بوده و از این‌رو، فرمول شیمیایی اسکاندیم سیلیکات معادل با $Sc_۴(SiO_۴)_۳$ خواهد بود و نسبت خواسته‌شده برابر $\frac{۳}{۴}$ است. ساختار یون سیلیکات به‌صورت زیر است:



۴ در بلور ترکیب‌های یونی، هر کاتیون با شمار معینی از آنیون‌ها و هر آنیون با شمار معینی از کاتیون‌ها احاطه شده است. به شمار نزدیک‌ترین یون‌های ناهم‌نام موجود در اطراف هر یون در شبکه بلور، عدد کوئوردیناسیون می‌گویند. در یک جامد بلوری با فرمول شیمیایی A_mB_n که از کنار هم قرار گرفتن یون‌های A^{n+} و B^{m-} ایجاد شده است، نسبت عدد کوئوردیناسیون کاتیون به عدد کوئوردیناسیون آنیون برابر با $\frac{n}{m}$ می‌شود. به عبارت دیگر، نسبت عدد کوئوردیناسیون کاتیون به آنیون در شبکه یک ترکیب یونی برابر با نسبت شمار آنیون‌ها به کاتیون‌ها در فرمول شیمیایی آن ترکیب است. بر این اساس، با توجه به فرمول شیمیایی آمونیوم فسفید($(NH_۴)_۳P$)، عدد کوئوردیناسیون کاتیون‌ها در این ترکیب، $\frac{۱}{۳}$ عدد کوئوردیناسیون آنیون‌ها در آن است.

گروه آموزشی ماز

۲۲- چند مورد از موارد زیر، درباره الماس درست است؟ ($C = ۱۲\ g.mol^{-1}$)

الف: یک نمونه از الماس، پایداری کمتر از گرافیت و نقطه ذوب بالاتر از سیلیسیم دارد.

ب: شمار اتم‌ها در یک سانتی‌متر مکعب الماس، بیشتر از یک سانتی‌متر مکعب گرافیت است.

پ: یک جامد کووالانسی است که در ساخت مته‌ها و ابزار برش شیشه از آن استفاده می‌شود.

ت: همانند سیلیسیم رسانای گرما بوده و در ۱۸ گرم از آن، ۳ مول پیوند اشتراکی وجود دارد.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

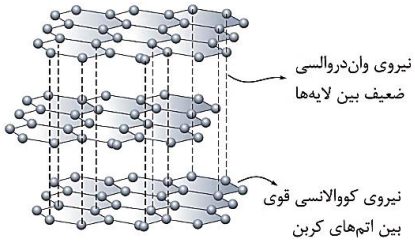
پاسخ: گزینهٔ ۴ (آسان ـ مفهومی ـ ۱۲۰۳)

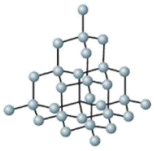
همه عبارت‌های داده‌شده در مورد الماس درست هستند.

بررسی موارد:

«الف»: سطح انرژی گرافیت از سطح انرژی الماس پایین‌تر است. بر این اساس، الماس از گرافیت ناپایدارتر است. سیلیسیم شبه‌فلزی است که در تناوب سوم جدول تناوبی قرار گرفته است و در حالت جامد، ساختاری شبیه به ساختار الماس دارد. می‌دانیم هر چه میانگین آنتالپی یک پیوند بیشتر باشد، شکستن آن پیوند دشوارتر است. از آنجا که شعاع اتمی سیلیسیم در مقایسه با کربن بیشتر است، آنتالپی پیوند $C - C$ در مقایسه با پیوند $Si - Si$ بیشتر خواهد بود. بنابراین به علت کمتر بودن آنتالپی پیوندهای $Si - Si$ موجود در سیلیسیم نسبت به آنتالپی پیوندهای $C - C$ موجود در الماس، سیلیسیم در مقایسه با الماس، در دمای پایین‌تری ذوب می‌شود.

«ب»: ساختار الماس و گرافیت به‌صورت زیر است:





با توجه به اینکه در الماس، هر اتم کربن به چهار اتم کربن دیگر و در گرافیت، هر اتم کربن به ۳ اتم کربن دیگر متصل شده است، می‌توان گفت که الماس ساختار متراکم‌تری داشته و چگالی آن بیشتر از گرافیت خواهد بود. بر این اساس، در حجم یکسانی از این دو ماده، جرم الماس بیشتر بوده و بر این اساس، شمار اتم‌های کربن در الماس بیشتر است.

«پ»: الماس جامدی کووالانسی است که به علت سختی بالا در ساخت مته‌ها و ابزار برش شیشه از آن بهره گرفته می‌شود.

«ت»: شبه‌فلزات همانند فلزات دارای رسانایی گرمایی هستند. همچنین در میان دگرشکل‌های کربن، الماس نیز دارای رسانایی گرمایی است. در ساختار الماس، هر اتم کربن، ۴ مول پیوند اشتراکی با اتم‌های کربن مجاور برقرار کرده است و ۴ الکترون ظرفیتی خود را با سایر اتم‌های کربن به اشتراک می‌گذارد. از آنجا که این پیوندها بین دو اتم کربن مشترک هستند، می‌توان گفت که هر مول الماس، ۲ مول پیوند اشتراکی برقرار کرده است. بنابراین، شمار پیوندهای اشتراکی را در ۱۸ گرم از آن حساب می‌کنیم:

$$\text{پیوندهای اشتراکی}\ ?mol = ۱۸\,g\ \text{الماس} \times \frac{۱\,mol\ \text{الماس}}{۱۲\,g\ \text{الماس}} \times \frac{۲\,mol\ \text{پیوند اشتراکی}}{۱\,mol\ \text{الماس}} = ۳\,mol$$

پس در این نمونه، ۳ مول پیوند اشتراکی وجود دارد.

گروه آموزشی ماز

۲۳- فرض کنید که عنصر A با عنصر B و عنصر C نیز با عنصر D، هم‌دوره است. اگر نماد یون‌های پایدار حاصل از این عناصر به‌صورت A^{+}، $B^{۲+}$، C^{-} و $D^{۲-}$ باشند، چند مورد از مقایسه‌های زیر درست است؟ (هیچ‌کدام از عناصر داده شده از دسته فلزهای واسطه نیستند.)

الف: شعاع اتمی : $D > C$
ب: واکنش‌پذیری : $B < A$
پ: نقطه ذوب : $AC < BD$
ت: آنتالپی فروپاشی شبکه بلور : $BD > A_۲D$

۱) ۴ ۲) ۳ ۳) ۲ ۴) ۱

پاسخ: گزینهٔ ۱ (متوسط ـ مفهومی ـ ۱۲۰۳)

با توجه به نماد یون‌های حاصل از گونه‌های داده‌شده، می‌توان نتیجه گرفت که عنصر A و B به‌ترتیب فلزاتی از گروه ۱ و ۲ جدول تناوبی و عنصر C و D، نافلزاتی از گروه ۱۷ و ۱۶ جدول تناوبی هستند. بر این اساس، هر ۴ مورد به درستی مقایسه شده‌اند.

بررسی موارد:

«الف»: در یک دوره به علت افزایش جاذبه هسته بر الکترون‌های لایه آخر، شعاع اتمی کاهش می‌یابد. عنصر C در جدول تناوبی سمت راست عنصر D قرار گرفته است و از این‌رو، عنصر مورد نظر شعاع اتمی کمتری دارد.

«ب»: به منظور مقایسه واکنش‌پذیری دو فلز، بایستی خصلت فلزی آن دو عنصر را مورد سنجش قرار داد. فلزی که شعاع اتمی بیشتری دارد، خاصیت فلزی بیشتری نیز داشته و واکنش‌پذیری آن نیز بیشتر است. فلز A در جدول دوره‌ای در سمت چپ فلز B قرار گرفته و به علت شعاع اتمی بیشتر، خاصیت فلزی بیشتری نیز دارد.

«پ»: برای مقایسه نقطه ذوب دو ترکیب یونی باید آنتالپی فروپاشی دو ترکیب موردنظر را مقایسه کنیم. هر چه آنتالپی فروپاشی یک ترکیب یونی بیشتر باشد، نقطه ذوب آن نیز بیشتر است. ترکیب BD به علت بیشتر بودن قدر مطلق بار کاتیون و آنیون سازنده‌اش نسبت به ترکیب AC، از آنتالپی فروپاشی بیشتر و در نتیجه نقطه ذوب بیشتر برخوردار است.

آنتالپی فروپاشی شبکه

به انرژی لازم برای فروپاشی شبکه بلوری یک مول جامد یونی در فشار ثابت و تبدیل آن به یون‌های گازی مجزا، آنتالپی فروپاشی شبکه گفته می‌شود. آنتالپی فروپاشی شبکه جامدهای یونی را در مقیاس کیلوژول بر مول گزارش می‌کنند. به‌عنوان مثال، معادله زیر، واکنش فروپاشی شبکه بلور سدیم کلرید جامد را نشان می‌دهد:

$$\underbrace{NaCl(s)}_{\text{جامد یونی}} \rightarrow \overbrace{Na^{+}(g) + Cl^{-}(g)}^{\text{یون‌های گازی مجزا}}\ ;\ \Delta H_{\text{فروپاشی}} = +۷۸۷\,kJ.mol^{-۱}$$

در این واکنش، یک ترکیب یونی جامد به یون‌های گازی تبدیل شده است.

«ت»: برای مقایسه آنتالپی شبکه‌ی ترکیبات یونی مختلف، به‌ترتیب از مقیاس‌های زیر استفاده می‌کنیم:

• مقایسه مجموع قدر مطلق بار الکتریکی آنیون و کاتیون سازنده ترکیب مورد نظر ← هر ترکیبی که مجموع قدر مطلق بار الکتریکی آنیون و کاتیون سازنده آن بزرگ‌تر باشد، آنتالپی فروپاشی شبکه بالاتری دارد.

• در صورت یکسان بودن مجموع قدر مطلق بار الکتریکی یون‌ها، مقایسه شعاع آنیون و کاتیون سازنده ← هر ترکیبی که شعاع یون‌های سازنده آن کوچک‌تر باشد، آنتالپی فروپاشی شبکه‌ی بالاتری دارد.

طبق توضیحات داده شده، آنتالپی فروپاشی شبکه مواد مختلف متناسب با قدر مطلق بار الکتریکی یون‌های سازنده آن‌ها است. آنیون دو ترکیب یکسان است اما از آنجا که بار B^{2+} نسبت به A^{+} بیشتر است، بنابراین آنتالپی فروپاشی BD نسبت به A_2D بیشتر است.

گروه آموزشی ماز

۲۴- همه موارد زیر درست هستند، به‌جز ..... .

۱) اغلب ترکیب‌های آلی جزو مواد مولکولی بوده و زودگداز هستند.

۲) برخلاف پلی‌اتن، واژه نیروهای بین مولکولی را برای $SiO_2(s)$ نمی‌توان به کار برد.

۳) اگر یک ماده در دما و فشار اتاق به حالت مایع باشد، به یقین جزو مواد مولکولی به شمار می‌رود.

۴) مبنای تشکیل دانه‌های برف، ایجاد حلقه‌های شش ضلعی است که اتم‌های اکسیژن در رأس آن‌ها قرار دارد.

پاسخ: گزینهٔ ۳ (آسان ـ مفهومی ـ ۱۲۰۳)

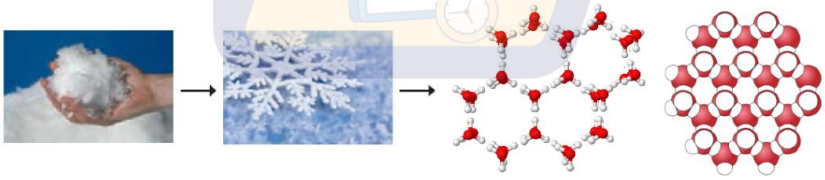
مولکول‌ها واحدهای سازنده مواد مولکولی هستند، واحدهای مجزایی که شامل دو یا چند اتم با پیوندهای اشتراکی بوده و نقشی کلیدی در تعیین خواص و رفتار این دسته از مواد دارد. توجه داریم ماده‌ای که در دما و فشار اتاق به حالت مایع است، الزاماً یک ترکیب مولکولی به شمار نمی‌رود. به‌عنوان مثال، جیوه فلزی است که در دما و فشار اتاق به حالت مایع وجود دارد. اگر در این عبارت، به‌جای کلمه (ماده) از کلمه (ترکیب) استفاده می‌شد، آنگاه عبارت مورد نظر درست بود چون هر ترکیبی که در دمای اتاق به حالت مایع باشد، به یقین یک ماده مولکولی است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ اغلب ترکیب‌های آلی، جزو مواد مولکولی هستند. برای ذوب کردن مواد مولکولی، باید بر نیروهای ضعیف بین‌مولکولی در آن‌ها غلبه کنیم. به همین دلیل، چنین موادی نقطه ذوب پایینی دارند.

۲ پلی‌اتن، پلیمری است که از کنار هم قرار گرفتن شمار زیادی مولکول‌های اتن در کنار یکدیگر تشکیل شده است و یک ماده مولکولی به شمار می‌رود. سیلیس نوعی جامد کووالانسی محسوب می‌شود. همانطور که می‌دانیم در ساختار جامدات کووالانسی، مولکول‌های مجزا وجود ندارد و این مواد، شامل شمار بسیار زیادی اتم بوده که با پیوند اشتراکی به هم متصل شده و ساختاری به‌هم پیوسته و غول‌آسا تشکیل داده‌اند. بنابراین برای توصیف این مواد، نمی‌توان واژه‌هایی از قبیل مولکول، نیروی بین مولکولی و ... را استفاده کرد.

۴ دانه برف، یک سازه یخی طبیعی به شمار می‌رود. توجه داریم که مبنای تشکیل دانه‌های برف، وجود حلقه‌های شش‌گوشه در ساختار ذره‌ای یخ است. در واقع در ساختار برف، مولکول‌های H_2O در یک آرایش منظم و با تشکیل حلقه‌های شش‌گوشه در کنار هم قرار گرفته‌اند. در ساختار هر حلقه، ۶ اتم اکسیژن(در رأس هر ضلع) و ۶ اتم هیدروژن(در وسط هر ضلع) قرار گرفته است. تصاویر زیر، مدل قرارگیری مولکول‌های H_2O در ساختار یخ را نشان می‌دهد:



گروه آموزشی ماز

۲۵- درستی یا نادرستی کدام عبارت، مشابه عبارت زیر است؟

«اگر مولکول XY_3 ساختاری مسطح داشته باشد، عناصر X و Y به یقین در دو گروه مختلف جدول تناوبی قرار دارند.»

۱) آنتالپی تبخیر و نقطه جوش هگزان، به نیروهای بین مولکولی آن وابسته است.

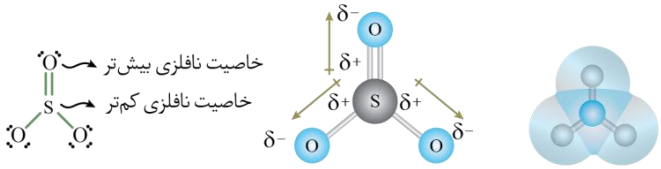
۲) برخلاف اتین، گشتاور دوقطبی در مولکول‌های دواتمی ناجورهسته بزرگتر از صفر است.

۳) در مولکول‌های خطی سه اتمی، تراکم بار الکتریکی بر روی اتم‌های کناری می‌تواند متفاوت باشد.

۴) در نقشه پتانسیل الکترواستاتیکی مولکول خمیده AB_2، اتم‌های B همواره با رنگ آبی مشخص می‌شوند.

پاسخ: گزینهٔ ۴ (متوسط ـ مفهومی ـ ۱۱۰۲)

اگر مولکولی با فرمول XY_3 ساختار مسطح داشته باشد، بر روی اتم مرکزی خود، دارای جفت الکترون ناپیوندی نبوده و مولکولی ناقطبی به شمار می‌رود. عناصر سازنده این مولکول الزاماً از گروه‌های مختلف جدول تناوبی نیستند. به‌عنوان مثال، ساختار مولکول گوگرد تری اکسید(SO_3) را در نظر بگیرید.



برایند بردارها برابر صفر است ⇒ $\mu = 0$

علی‌رغم اینکه اکسیژن و گوگرد در یک گروه جدول تناوبی واقع شده‌اند، مولکول SO_3 ساختاری مسطح دارد. بنابراین عبارت داده شده در صورت سؤال، نادرست است. توجه داریم که اگر در مولکول خمیده AB_2، خاصیت نافلزی اتم A نسبت به اتم B کمتر باشد، در نقشه پتانسیل الکترواستاتیکی، اتم‌های B با رنگ قرمز نشان داده می‌شوند. مثلاً در نقشه پتانسیل الکترواستاتیکی مولکول OF_2 که ساختاری خمیده دارد، اتم‌های فلوئور به علت خاصیت نافلزی بیشتر، با رنگ قرمز نشان داده می‌شوند. در نقطه مقابل، اگر در مولکول خمیده AB_2، خاصیت نافلزی اتم A نسبت به اتم B بیشتر باشد، در نقشه پتانسیل الکترواستاتیکی، اتم‌های B با رنگ آبی نشان داده می‌شوند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ هگزان یک ترکیب آلی است که در دسته ترکیب‌های مولکولی قرار می‌گیرد. توجه داریم که رفتار فیزیکی مواد مولکولی مانند آنتالپی تبخیر و جوش، به نوع و قدرت نیروهای بین مولکولی آن‌ها و رفتار شیمیایی این مواد مانند واکنش‌پذیری، به‌طور عمده به پیوندهای اشتراکی(جفت الکترون‌های پیوندی) و جفت الکترون‌های ناپیوندی موجود در مولکول بستگی دارد.

۲ مولکول‌هایی مانند HCl که از دو اتم متفاوت تشکیل شده‌اند، مولکول‌های دواتمی ناجور هسته نامیده می‌شوند. این مولکول‌ها به علت داشتن ساختار نامتقارن، قطبی محسوب شده و گشتاور دوقطبی بزرگ‌تر از صفر دارند. اتین، نخستین عضو از خانواده آلکین‌ها محسوب شده و مانند سایر هیدروکربن‌ها، گشتاور دوقطبی برابر با صفر دارد. نقشه پتانسیل الکترواستاتیکی این مولکول به‌صورت زیر است:

۳ در مولکول‌های خطی سه اتمی که اتم‌های جانبی متصل به اتم مرکزی با یکدیگر متفاوت هستند، تراکم بار الکتریکی بر روی اتم‌های سازنده با یکدیگر یکسان نیست. به‌عنوان مثال، مولکول کربونیل سولفید را درنظر بگیرید. ساختار این مولکول به‌صورت زیر است:

با توجه به ساختار بالا مشخص است که تراکم بار الکتریکی بر روی اتم‌های کناری یکسان نیست. در این مولکول، تراکم بار الکتریکی منفی روی اتم اکسیژن بسیار بیشتر از اتم گوگرد است.

گروه آموزشی ماز

۲۶- **با توجه به جدول زیر که نقاط ذوب و جوش سه ماده O_2، N_2 و HF را نشان می‌دهد، کدام مورد نادرست است؟**

نماد فرضی ماده	نقطه ذوب(°C)	نقطه جوش(°C)
A	-۲۱۸	-۱۸۳
B	-۲۱۰	-۱۹۶
C	-۸۳	۱۹

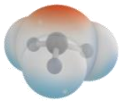
۱) در شرایط استاندارد، چگالی ماده A از ماده B بیشتر است.
۲) در مقایسه با آب، ماده C در گستره دمایی بیشتری به حالت مایع است.
۳) برخلاف آمونیاک، فراورده حاصل از واکنش دو ماده A و B، در میدان الکتریکی جهت‌گیری می‌کند.
۴) همانند کلروفرم، نزدیک کردن میله شیشه‌ای به باریکه از ماده C در حالت مایع، باعث انحراف باریکه می‌شود.

پاسخ: گزینهٔ ۳ (متوسط ـ مفهومی ـ ۱۲۰۳)

هیدروژن فلوئورید یک ماده قطبی بوده و دارای بیشترین دمای جوش است. از میان گازهای اکسیژن و نیتروژن نیز چون اکسیژن جرم مولی بیشتری دارد، در مقایسه با نیتروژن دمای جوش بالاتری خواهد داشت. با توجه به اطلاعات موجود در جدول، مواد A، B و C به‌ترتیب معادل گاز اکسیژن، نیتروژن و هیدروژن فلوئورید هستند. گازهای نیتروژن و اکسیژن طبق معادله موازنه‌شده زیر با هم واکنش می‌دهند:

$$N_2(g) + O_2(g) \longrightarrow 2NO(g)$$

فراورده حاصل از این واکنش، نیتروژن مونوکسید بوده که یک مولکول دواتمی ناجور هسته محسوب شده و مولکولی قطبی است. نقشه پتانسیل الکترواستاتیکی آمونیاک به‌صورت زیر است:



با توجه به نقشه پتانسیل الکترواستاتیکی رسم‌شده، مولکول آمونیاک نیز همانند نیتروژن مونوکسید گشتاور دوقطبی بزرگ‌تر از صفر دارد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ چگالی هر ماده، نسبت جرم به حجم آن ماده است. در این رابطه، داریم:

$$\text{چگالی}(g.L^{-1}) = \frac{\text{جرم}(g)}{\text{حجم}(L)} = \frac{\text{جرم مولی}}{\text{حجم مولی}}$$

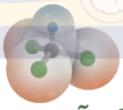
همچنین می‌دانیم که یک مول از گازهای گوناگون در دما و فشار یکسان، حجم یکسانی دارند. از این رو برای مقایسه چگالی دو گاز در دما و فشار یکسان کافی است جرم مولی آن‌ها را با یکدیگر مقایسه کنیم. نسبت چگالی دو گاز A و B در شرایط دما و فشار یکسان از رابطه زیر به‌دست می‌آید:

$$\frac{\text{چگالی گاز A}}{\text{چگالی گاز B}} = \frac{\text{جرم مولی A}}{\text{جرم مولی B}}$$

با توجه به حجم مولی یکسان گاز نیتروژن و اکسیژن و توضیحات داده‌شده، گاز اکسیژن به علت برخورداری از جرم مولی بالاتر نسبت به نیتروژن، در شرایط یکسان چگالی بیشتری دارد.

۲ تفاوت نقطه ذوب و جوش ماده C، معادل با ۱۰۲°C است. این در حالی است که گستره دمایی مایع بودن آب، از صفر تا صد درجه سلسیوس و معادل با ۱۰۰°C است. بنابراین ماده C در گستره دمایی بیشتری نسبت به آب به حالت مایع است.

۴ برای تشخیص قطبی یا ناقطبی بودن مولکول‌های سازنده یک مایع، می‌توانیم یک میله شیشه‌ای باردار را به باریکه‌ای از آن مایع نزدیک کنیم. اگر باریکه مایع تحت تأثیر میدان ایجادشده توسط میله شیشه‌ای منحرف شود، پی می‌بریم که مولکول‌های سازنده آن ماده قطبی هستند در حالی که اگر باریکه مایع منحرف نشود، پی می‌بریم که مولکول‌های سازنده آن ماده ناقطبی هستند. مولکول HF، یک مولکول دواتمی ناجورهسته است که به علت گشتاور دوقطبی بزرگ‌تر از صفر، باریکه‌ای از آن با نزدیک کردن میله شیشه‌ای منحرف می‌شود. کلروفرم($CHCl_3$) نیز یک ماده قطبی است که گشتاور دوقطبی بزرگ‌تر از صفر دارد. نقشه پتانسیل الکترواستاتیکی این ماده به‌صورت زیر است:



گروه آموزشی ماز

۲۷- کدام موارد از مطالب زیر درباره واکنش فلز سدیم و گاز کلر، نادرست است؟

الف: واکنش، گرماده بوده و طول موج رنگ نور آزاد شده در آن، از طول موج رنگ لامپ نئون کمتر است.

ب: مقایسه شعاع ذرات برخی از گونه‌های شرکت‌کننده در واکنش، به‌صورت $Cl^- > Na > Na^+$ است.

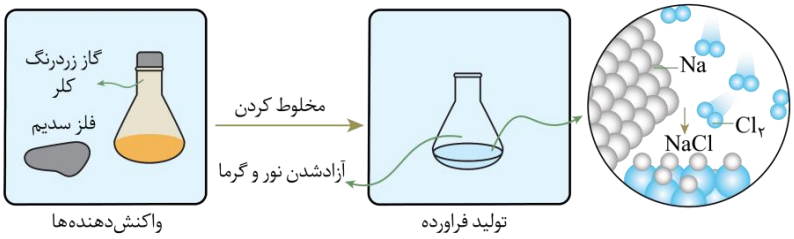
پ: در ساختار فراورده آن، نیروهای جاذبه یون‌های ناهمنام بر نیروهای دافعه یون‌های همنام غالب است.

ت: در اطراف هر کاتیون در شبکه بلور ترکیب یونی حاصل از این واکنش، حداکثر ۸ آنیون قرار دارد.

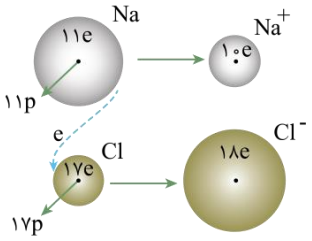
۱) «الف» و «ب» ۲) «الف» و «پ» ۳) «پ» و «ت» ۴) «ب» و «ت»

پاسخ: گزینهٔ ۴ (متوسط ـ مفهومی ـ ۱۲۰۳)

واکنش میان فلز سدیم و گاز کلر، بسیار گرماده بوده و با آزاد شدن نور و گرمای زیاد همراه است. در این واکنش نمک خوراکی سفیدرنگ تولید می‌شود. تصویر زیر، نمایی از این فرایند را نشان می‌دهد:



تصویر زیر نیز روند مبادله الکترون بین اتم‌های سدیم و کلر در زمان تشکیل سدیم کلرید را نشان می‌دهد:



نیم‌واکنش اکسایش : $Na(s) \rightarrow Na^{+}(s) + e^{-}$ $\quad {}_{11}Na: [{}_{10}Ne]3s^{1} \Rightarrow {}_{11}Na^{+}: [{}_{10}Ne]$

نیم‌واکنش کاهش : $Cl_{2}(g) + 2e^{-} \rightarrow 2Cl^{-}(s)$ $\quad {}_{17}Cl: [{}_{10}Ne]3s^{2}3p^{5} \Rightarrow {}_{17}Cl^{-}: [{}_{18}Ar]$

بر این اساس، عبارت‌های (ب) و (ت) نادرست هستند.

بررسی موارد:

«الف»: با توجه به توضیحات داده‌شده، این واکنش به شدت گرماده بوده و نور حاصل از واکنش سدیم و کلر، زردرنگ است درحالی که نور لامپ نئون سرخ است. توجه داریم که طول موج نور قرمز نسبت به نور زرد بیشتر است.

«ب»: با انجام این واکنش، سدیم الکترون از دست می‌دهد و کاتیون حاصل نسبت به اتم سدیم، شعاع کمتری دارد. اما کلر با گرفتن الکترون، آنیون Cl^{-} تشکیل می‌دهد که نسبت به اتم کلر شعاع بیشتری دارد. درنهایت مقایسه شعاع گونه‌های موردنظر به‌صورت زیر است:

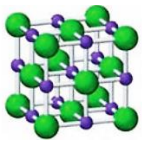
مقایسه شعاع گونه‌ها : $Na > Cl^{-} > Na^{+} > Cl$

«پ»: توجه داریم که نوع نیروی بین دو ذره باردار هم‌نام، از نوع دافعه و نوع نیروی بین دو ذره باردار ناهم‌نام از نوع جاذبه است. در این رابطه، داریم:

- نوع نیروی بین ذرات باردار
  - ذرات هم‌نام باشند ← نیروی دافعه
  - ذرات ناهم‌نام باشند ← نیروی جاذبه

در مراحل تولید جامدهای یونی از عناصر سازنده این مواد، پس از دادوستد الکترون و تشکیل یون‌ها، میان یون‌های ناهم‌نام نیروی جاذبه و میان یون‌های هم‌نام نیروی دافعه ایجاد می‌شود. این نیروها به شمار معینی از یون‌ها محدود نمی‌شود؛ بلکه میان همه یون‌ها و در فاصله‌های گوناگون وارد می‌شوند. در واقع اگر هر یک از یون‌ها همانند کره‌ای باردار باشد، انتظار می‌رود که نیروهای جاذبه و دافعه از همه جهت‌ها به آن وارد شود. وجود سدیم کلرید و دیگر جامدهای یونی در طبیعت نشان می‌دهد که نیروهای جاذبه میان یون‌های ناهم‌نام بر نیروهای دافعه میان یون‌های هم‌نام غالب است و به همین خاطر، شمار بسیار زیادی از یون‌ها به سوی یکدیگر کشیده می‌شوند و جامدهای یونی مثل سدیم کلرید را می‌سازند. در این دسته از مواد، آنیون‌ها و کاتیون‌ها در یک آرایش منظم و سه‌بعدی در کنار هم قرار می‌گیرند و شبکه بلوری جامد یونی موردنظر را تشکیل می‌دهند.

«ت»: عدد کوئوردیناسیون بیانگر شمار نزدیک‌ترین یون‌های ناهم‌نام موجود در اطراف هر یون در شبکه بلور مواد یونی است. ساختار شبکه بلور سدیم کلرید به‌صورت زیر است:



عدد کوئوردیناسیون یون سدیم و کلر در شبکه بلور سدیم کلرید برابر با ۶ است. به دیگر سخن، شمار نزدیک‌ترین یون‌های Cl^{-} اطراف هر یون Na^{+} در شبکه بلوری این ماده برابر ۶ است.

۲۸- اگر آنتالپی فروپاشی شبکه منیزیم فلوئورید برحسب کیلوژول بر مول به‌تقریب ۲/۲۵ برابر قدرمطلق آنتالپی سوختن اتانول باشد، به منظور تأمین انرژی لازم برای تولید $۷/۲۲۴ \times ۱۰^{۲۲}$ آنیون گازی از شبکه بلوری منیزیم فلوئورید، چند گرم اتانول را باید سوزاند؟ (درصد خلوص اتانول را برابر با ۷۵ درصد در نظر بگیرید. $H = ۱ : g.mol^{-۱}$ و $C = ۱۲$ و $O = ۱۶$)

۱) ۴/۶۵ ۲) ۶/۲۱ ۳) ۸/۲۸ ۴) ۱۲/۴۲

پاسخ: گزینهٔ ۳ (متوسط ـ مسئله ـ ۱۲۰۳)

معادله موازنه‌شده فروپاشی شبکه منیزیم فلوئورید به‌صورت زیر است:

$$MgF_۲(s) \longrightarrow Mg^{۲+}(g) + ۲F^-(g)$$

ابتدا مول منیزیم فلوئورید مصرف‌شده را به ازای تولید $۷/۲۲۴ \times ۱۰^{۲۲}$ یون فلوئورید حساب می‌کنیم. در این رابطه، داریم:

$$?\,mol\ MgF_۲ = ۷/۲۲۴ \times ۱۰^{۲۲}\ ion\ F^- \times \frac{۱\ mol\ F^-}{۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳}\ ion\ F^-} \times \frac{۱\ mol\ MgF_۲}{۲\ mol\ F^-} = ۰/۰۶\ mol$$

آنتالپی سوختن

سوختن نوعی واکنشی شیمیایی است که در آن، یک ماده به سرعت با اکسیژن واکنش داده و بخشی (نه همه!) از انرژی شیمیایی آن به‌صورت گرما و نور آزاد می‌شود. آنتالپی سوختن یک ماده، هم ارز با آنتالپی واکنشی است که در آن یک مول از ماده مورد نظر در اکسیژن کافی به‌طور کامل می‌سوزد.

به‌عنوان مثال، مقدار ΔH واکنش $C_۲H_۶(g) + \frac{۷}{۲}O_۲(g) \rightarrow ۲CO_۲(g) + ۳H_۲O(l)$ معادل با آنتالپی سوختن گاز اتان در دمای اتاق است. توجه داریم که تولید انرژی در واکنش سوختن، باعث شده که سوخت‌های فسیلی تکیه‌گاهی برای تأمین انرژی در صنعت، کشاورزی و زندگی روزانه باشند. برای مثال، گاز متان($CH_۴$)، یکی از سوخت‌های فسیلی است که بخش عمده گاز شهری را تشکیل می‌دهد. این گاز از تجزیه گیاهان به وسیله باکتری‌های بی‌هوازی نیز در زیر آب تولید می‌شود. مقدار آنتالپی سوختن برای یک مول از ماده مورد نظر تعریف می‌شود، پس ضریب آن ماده در معادله سوختن باید برابر با ۱ باشد. بر این اساس، $\Delta H_{سوختن}$ مواد و ترکیب‌های مختلف در مقیاس $kJ.mol^{-۱}$ بیان می‌شود.

با توجه به اینکه آنتالپی فروپاشی شبکه بلور منیزیم فلوئورید، ۲/۲۵ برابر قدرمطلق آنتالپی سوختن اتانول است، به منظور تأمین انرژی لازم برای فروپاشی ۰/۰۶ مول منیزیم فلوئورید، بایستی ۰/۱۳۵ مول اتانول(۰/۰۶ × ۲/۲۵) خالص سوزانده شود. با توجه به اینکه درصد خلوص اتانول مصرف شده در واکنش سوختن برابر با ۷۵ درصد است، داریم:

$$?\,g\ C_۲H_۵OH\ ناخالص = ۰/۱۳۵\ mol\ C_۲H_۵OH \times \frac{۴۶\ g\ C_۲H_۵OH}{۱\ mol\ C_۲H_۵OH} \times \frac{۱۰۰\ g\ C_۲H_۵OH\ ناخالص}{۷۵\ g\ C_۲H_۵OH} = ۸/۲۸\ g$$

بنابراین برای تأمین انرژی لازم برای فروپاشی ۰/۰۶ مول منیزیم فلوئورید، باید ۸/۲۸ گرم اتانول با خلوص ۷۵ درصد سوزانده شود.

گروه آموزشی ماز

۲۹- اگر دو ترکیب $XO_۲$ و $Y_۲O_۳$ رنگدانه معدنی بوده و رنگ آن‌ها به‌ترتیب سفید و قرمز باشد، کدام مطلب نادرست است؟

۱) یک نمونه ماده $XO_۲$ در محیطی که فاقد نور مرئی است، به رنگ سیاه دیده می‌شود.
۲) فلز X، می‌تواند عنصری از دورهٔ چهارم جدول دوره‌ای با واکنش‌پذیری کمتر از Ca باشد.
۳) دریای الکترونی، عاملی است که می‌تواند چیدمان کاتیون‌ها را در شبکه بلوری فلز Y حفظ کند.
۴) برخلاف ماده $Y_۲O_۳$، یک نمونه از ماده $XO_۲$، همهٔ طول موج‌های مرئی تابیده شده به خود را بازتاب می‌کند.

پاسخ: گزینهٔ ۱ (متوسط ـ مفهومی ـ ۱۲۰۳)

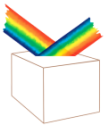
جزء سازنده اصلی یک ماده رنگی که به آن رنگ می‌بخشد، رنگدانه نام دارد. در واقع، رنگدانه‌های موجود در یک ماده با جذب یا بازتاب برخی از پرتوهای مرئی، سبب ایجاد رنگ‌های مختلف می‌شوند. به‌عنوان مثال، رنگ سبز درختان و رنگ سرخ گل رز به خاطر وجود رنگدانه‌ها است. تیتانیم(IV) اکسید$(TiO_۲)$، آهن(III) اکسید$(Fe_۲O_۳)$ و دوده، از جمله رنگدانه‌های معدنی هستند که به‌ترتیب رنگ‌های سفید، قرمز و سیاه را ایجاد می‌کنند. بنابراین عنصر X بیانگر عنصر تیتانیم و عنصر Y بیانگر عنصر آهن است. توجه داریم که انسان در محیط فاقد نور مرئی قادر به دیدن اجسام نیست و بنابراین در چنین محیطی، اصلاً نمی‌تواند رنگ یک نمونه ماده $TiO_۲$ را ببیند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۲ فلز تیتانیم، دومین فلز واسطه و چهارمین فلز دوره چهارم جدول تناوبی است. توجه داریم که فلزات واسطه نسبت به فلزات اصلی از واکنش‌پذیری کمتری برخوردار هستند. بنابراین واکنش‌پذیری فلز تیتانیم نسبت به فلز کلسیم کمتر است.

۳ در صورت عدم حضور دریای الکترونی در شبکه بلوری فلزها، کاتیون‌های موجود در این شبکه یکدیگر را دفع کرده و موجب از هم‌پاشیدن شبکه بلوری می‌شوند. این در حالی است که در حضور دریای الکترونی، بین این الکترون‌ها و کاتیون‌های فلزی، نیروی جاذبه برقرار شده و ساختار شبکه بلوری حفظ می‌شود. بر این اساس، می‌توان گفت که دریای الکترونی عاملی است که چیدمان کاتیون‌ها را در شبکه بلوری حفظ می‌کند.

۴ موادی با فرمول شیمیایی TiO_2 و Fe_2O_3، رنگدانه‌های معدنی هستند که به‌ترتیب رنگ سفید و قرمز ایجاد می‌کنند. اگر پرتوهای مرئی را به یک جسم سفید بتابانیم، همه آن‌ها توسط جسم موردنظر بازتاب می‌شوند. تصویر زیر، نمایی از یک جسم سفید در مقابل پرتوهای مرئی را نشان می‌دهد:



یک جسم قرمز رنگ همهٔ پرتوهای مرئی تابیده شده به خود را جذب کرده و فقط پرتوهای قرمز رنگ را بازتاب می‌کند.

گروه آموزشی ماز

۳۰- چند مورد از مطالب زیر، عبارت داده شده را به‌درستی کامل می‌کنند؟

«با توجه به ..... بودن ..... تیتانیم نسبت به فولاد زنگ نزن، از این فلز در ساخت ..... استفاده می‌شود.»

الف: بیشتر ــ نقطه ذوب ــ اجزای سازنده ثابت موتور جت

ب: بالاتر ــ مقاومت در برابر خوردگی ــ پوشش بیرونی بناها

پ: کمتر ــ شدت واکنش ذره‌های موجود در آب دریا با ــ پروانه کشتی اقیانوس‌پیما

ت: کمتر ــ چگالی ــ اجزای سازنده متحرک موتور جت

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

پاسخ: گزینهٔ ۴ (آسان ـ مفهومی ـ ۱۲۰۳)

تیتانیم، دومین فلز واسطه موجود در تناوب چهارم است که به خاطر ویژگی‌های باورنکردنی و فراتر از انتظار مثل ماندگاری و استحکام مناسب، از آن در جاهای مختلفی مثل ساخت موتور جت و نمای زیبای ساختمان‌ها استفاده می‌شود. ویژگی‌های تیتانیم در مقایسه با فولاد به شرح جدول زیر است:

ماده / ویژگی	تیتانیم	مقایسه	فولاد
نقطهٔ ذوب $(^\circ C)$	۱۶۶۷	<	۱۵۳۵
چگالی $(g.mL^{-1})$	۴/۵۱	>	۷/۹۰
واکنش با ذره‌های موجود در آب دریا	ناچیز	>	متوسط
مقاومت در برابر خوردگی	عالی	<	ضعیف
مقاومت در برابر سایش	عالی	≃	عالی

هر چهار عبارت داده‌شده در ارتباط با عنصر تیتانیم، درست هستند.

بررسی موارد:

«الف»: از تیتانیم برای ساختن قطعات موتور جت استفاده می‌شود. هنگامی که موتور جت کار می‌کند، همهٔ اجزای سازندهٔ آن(اجزای ثابت و متحرک) دمای بالایی پیدا می‌کنند؛ پس برای ساختن این قطعات باید از فلزی استفاده کرد که دمای ذوب بالایی داشته باشد. قطعات اجزای سازنده متحرک موتور جت باید از جنس فلزی ساخته شوند که مقاومت بالایی در برابر خوردگی داشته باشد و تا حد امکان چگالی آن نیز کم‌تر باشد. با توجه به برتری فلز تیتانیم نسبت به فولاد در این زمینه، استفاده از این فلز برای ساختن موتور جت منطقی‌تر از فولاد است.

«ب»: نمای بیرونی بناها از جمله موزه گوگنهایم، باید مقاومت بالایی در برابر خوردگی داشته باشند تا در مقابل اکسیژن و رطوبت هوا آسیب کمتری ببینند. تیتانیم نسبت به فولاد زنگ‌نزن مقاومت بهتری در برابر خوردگی از خود نشان می‌دهد. با تشکیل یک لایه متراکم از اکسید تیتانیم در سطح این فلز، لایه‌های درونی تیتانیم از خوردگی محافظت می‌شوند.

«پ»: از آنجا که تیتانیم در مقایسه با فولاد به مقدار بسیار کمتری با ذرات موجود در آب دریا وارد واکنش می‌شود، از این فلز برای ساختن پروانه کشتی‌های اقیانوس‌پیما استفاده می‌شود.

«ت»: قطعات اجزای سازنده متحرک موتور جت باید از جنس فلزی ساخته شوند که مقاومت بالایی در برابر خوردگی داشته باشد و تا حد امکان چگالی آن نیز کم‌تر باشد. در این حالت، جرم کلی موتور کاهش یافته و شتاب جت در هنگام حرکت بیشتر خواهد بود. با توجه به برتری فلز تیتانیم نسبت به فولاد در این زمینه، استفاده از این فلز در این زمینه بهتر است.

گروه آموزشی ماز

۳۱- کدام موارد از مطالب زیر، نادرست است؟

الف: استفاده از رنگ برای پوشش سطح، مانع خوردگی در برابر اکسیژن، رطوبت و مواد شیمیایی می‌شود.

ب: یون وانادات با فرمول VO_4^{3-}، در واکنش‌های اکسایش-کاهش تنها در نقش کاهنده می‌تواند شرکت کند.

پ: مجموع عدد اکسایش فلزها در $FeTiO_3$ نصف مجموع عدد اکسایش اتم‌های کربن در ۲-هپتانون است.

ت: دو کاربرد آلیاژ نیتینول یا آلیاژ هوشمند، ساخت سازه فلزی در ارتودنسی و استنت برای رگ‌ها است.

۱) «الف» و «پ» ۲) «الف» و «ت» ۳) «ب» و «پ» ۴) «ب» و «ت»

پاسخ: گزینهٔ ۳ (متوسط ـ مفهومی ـ ۱۲۰۳)

عبارت‌های (ب) و (پ) نادرست هستند.

بررسی موارد:

«الف»: رنگ‌هایی که برای پوشش سطوح استفاده می‌شوند، نوعی کلوئید هستند که لایه نازکی روی سطح ایجاد می‌کنند تا افزون بر زیبایی، از نفوذ رطوبت و اکسیژن به لایه‌های زیرین جلوگیری کرده و مانع خوردگی اجسام در برابر اکسیژن، رطوبت و مواد شیمیایی شوند. البته، توجه داریم که این کار به‌طور کامل جلو خوردگی را نمی‌گیرد چراکه اکسیژن باز هم به مقدار کمی به لایه‌های زیرین نفوذ می‌کند.

«ب»: در یون وانادات با فرمول VO_4^{3-}، عدد اکسایش اتم وانادیم برابر با ۵+ است. از آنجا که حداکثر عدد اکسایش عنصر وانادیم در یک ترکیب می‌تواند برابر با ۵+ باشد و این عنصر عدد اکسایش بالاتر از ۵+ ندارد، پس این ترکیب فقط می‌تواند کاهش یابد و در واکنش‌های اکسایش-کاهش تنها می‌تواند در نقش اکسنده شرکت کند.

«پ»: در ترکیب $FeTiO_3$، مجموع اعداد اکسایش اتم‌های اکسیژن برابر با ۶- است. از آنجا که در یک ترکیب یونی، مجموع اعداد اکسایش اتم‌ها برابر با ۰ است، پس نتیجه می‌گیریم که مجموع عدد اکسایش آهن و تیتانیم در این ترکیب برابر با ۶+ است. ۲-هپتانون ترکیبی با فرمول مولکولی $C_7H_{14}O$ است که در میخک وجود دارد. در این ترکیب، عدد اکسایش هر اتم هیدروژن برابر با ۱+ و عدد اکسایش اکسیژن برابر با ۲- است. بنابراین مجموع اعداد اکسایش اتم‌های کربن در این ترکیب برابر با ۱۲- هست.

«ت»: تیتانیم به شکل آلیاژهای گوناگون کاربرد گسترده‌ای در صنعت دارد. به‌عنوان مثال، نیتینول آلیاژی از تیتانیم و نیکل بوده که به آلیاژ هوشمند معروف است. نیتینول، در ساخت استنت برای رگ‌ها، سازه‌های ارتودنسی دندان و قاب عینک‌ها استفاده می‌شود.

گروه آموزشی ماز

۳۲- در آلیاژی از دو فلز مس و آهن، درصد جرمی فلزی که اتم آن سه لایه پر از الکترون دارد، برابر ۶/۶۷ درصد است. نمونه‌ای به حجم ۳/۲ سانتی‌متر مکعب از این آلیاژ، به‌تقریب با چند لیتر محلول ۰/۲۵ مولار هیدروکلریک اسید واکنش می‌دهد؟

(چگالی آلیاژ برابر با $7/5\ g.cm^{-3}$ است. $Fe = 56 : g.mol^{-1}$ و $Cu = 64$)

۱) ۱/۶ ۲) ۲ ۳) ۳/۲ ۴) ۴

پاسخ: گزینهٔ ۳ (متوسط ـ مسئله ـ ۱۲۰۳)

ابتدا به کمک حجم و چگالی آلیاژ، جرم آن را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{چگالی} = \frac{\text{جرم}}{V(\text{حجم})} \longrightarrow 7/5 = \frac{m}{3/2} \longrightarrow m = 24\ g$$

بنابراین جرم این آلیاژ ۲۴ گرم است که ۶/۶۷ درصد آن را فلز مس و ۹۳/۳۳ درصد آن را (به‌تقریب معادل با ۲۲/۴ گرم) آهن تشکیل داده است. در میان دو فلز آهن و مس، فلز آهن به علت داشتن E° کمتر از ۰ ولت، می‌تواند با محلول اسیدی واکنش دهد درحالی که مس، قادر به واکنش دادن با اسیدها نیست. معادله موازنه‌شده واکنش آهن با محلول هیدروکلریک اسید به‌صورت زیر است:

$$Fe(s) + 2HCl(aq) \longrightarrow FeCl_2(aq) + H_2(g)$$

طبق معادله واکنش، به ازای مصرف هر مول آهن، ۲ مول هیدروکلریک اسید مصرف می‌شود. اکنون باید ببینیم ۲۲/۴ گرم آهن با چند لیتر محلول ۰/۲۵ مولار هیدروکلریک اسید واکنش می‌دهد. در این رابطه، داریم:

$$?\ L\ HCl = 22/4\ g\ Fe \times \frac{1\ mol\ Fe}{56\ g\ Fe} \times \frac{2\ mol\ HCl}{1\ mol\ Fe} \times \frac{1\ L\ HCl}{0/25\ mol\ HCl} = 3/2\ L$$

پس این نمونه آلیاژ با ۳/۲ لیتر محلول هیدروکلریک اسید واکنش می‌دهد.

گروه آموزشی ماز

۳۳- در شرایط معین، اگر مخلوطی حاوی ۰/۰۵ مول از هر یک از گازهای پروپان و دی متیل‌اتر در اختیار داشته باشیم، کدام مطلب نادرست است؟
$(O = ۱۶ \text{ و } C = ۱۲ : g.mol^{-۱})$

۱) با سرد کردن این مخلوط گازی، دی متیل‌اتر آسان‌تر به مایع تبدیل می‌شود.
۲) بر اثر سوختن کامل این مخلوط، ۱۳/۲ گرم گاز کربن دی‌اکسید تولید می‌شود.
۳) اتم اکسیژن در نقشه پتانسیل الکتروستاتیکی دی متیل‌اتر، به رنگ قرمز نمایش داده می‌شود.
۴) با قرارگیری این مخلوط در میدان الکتریکی، $۳/۰۱ \times ۱۰^{۲۲}$ مولکول در میدان جهت‌گیری می‌کنند.

پاسخ: گزینهٔ ۲ (متوسط ـ مفهومی ـ ۱۲۰۳)

پروپان، سومین عضو از خانواده آلکان‌ها و دی متیل‌اتر، نخستین عضو از خانواده اترها است. فرمول شیمیایی این دو ماده، به‌ترتیب معادل با $C_۳H_۸$ و $C_۲H_۶O$ است. این دو ماده طبق معادله‌های موازنه‌شده زیر، به‌طور کامل می‌سوزند:

$$C_۳H_۸(g) + ۵O_۲(g) \rightarrow ۳CO_۲(g) + ۴H_۲O(l)$$
$$C_۲H_۶O(g) + ۳O_۲(g) \rightarrow ۲CO_۲(g) + ۳H_۲O(l)$$

اکنون جرم گاز کربن دی‌اکسید حاصل از سوختن ۰/۰۵ مول از هر کدام از این دو گاز را محاسبه می‌کنیم. با توجه به معادله موازنه‌شده واکنش سوختن کامل پروپان، به ازای سوختن هر مول پروپان، سه مول کربن دی‌اکسید تولید می‌شود. بر این اساس، داریم:

$$? g\ CO_۲ = ۰/۰۵\ mol\ C_۳H_۸ \times \frac{۳\ mol\ CO_۲}{۱\ mol\ C_۳H_۸} \times \frac{۴۴\ g\ CO_۲}{۱\ mol\ CO_۲} = ۶/۶\ g$$

در معادله موازنه‌شده واکنش سوختن دی‌متیل اتر، به ازای سوختن هر مول از این گاز، ۲ مول کربن دی‌اکسید تولید می‌شود. بر این اساس، داریم:

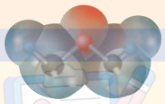
$$? g\ CO_۲ = ۰/۰۵\ mol\ C_۲H_۶O \times \frac{۲\ mol\ CO_۲}{۱\ mol\ C_۲H_۶O} \times \frac{۴۴\ g\ CO_۲}{۱\ mol\ CO_۲} = ۴/۴\ g$$

بنابراین از سوختن کامل این مخلوط، ۱۱ گرم کربن دی‌اکسید تولید می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ هر چه نقطه‌جوش یک گاز بالاتر بوده و به دمای اتاق نزدیک‌تر باشد، یک نمونه از آن گاز آسان‌تر به مایع تبدیل می‌شود. نقطه‌جوش یک مولکول به نوع و قدرت نیروهای بین مولکولی آن مولکول وابسته است. در میان ترکیب‌هایی با جرم مولی نزدیک به هم، نیروهای بین مولکولی در مولکول قطبی، قوی‌تر از یک مولکول ناقطبی است. دی متیل‌اتر برخلاف پروپان، مولکولی قطبی محسوب می‌شود و نقطه جوش بالاتری دارد. به علت نقطه‌جوش بالاتر، یک نمونه از دی‌متیل‌اتر آسان‌تر به مایع تبدیل می‌شود.

۳ نقشه پتانسیل الکترواستاتیکی دی‌متیل‌اتر به‌صورت زیر است:



در نقشه پتانسیل الکترواستاتیکی این مولکول، اتم اکسیژن به علت خاصیت نافلزی بیشتر با رنگ قرمز نشان داده می‌شود. در نقشه پتانسیل الکترواستاتیکی سایر ترکیب‌های آلی نیز، اتم اکسیژن و نیتروژن با رنگ قرمز مشخص می‌شوند.

۴ در مخلوط موردنظر، دی‌متیل‌اتر برخلاف پروپان، گشتاور دوقطبی بزرگتر از صفر دارد و در میدان الکتریکی جهت‌گیری می‌کند. اکنون شمار مولکول‌های این ماده را در ۰/۰۵ مول از آن حساب می‌کنیم:

$$? molecule\ C_۲H_۶O = ۰/۰۵\ mol\ C_۲H_۶O \times \frac{۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳}\ molecule\ C_۲H_۶O}{۱\ mol\ C_۲H_۶O} = ۳/۰۱ \times ۱۰^{۲۲}\ molecule$$

بنابراین شمار مولکول‌ها در این نمونه، برابر با $۳/۰۱ \times ۱۰^{۲۲}$ عدد است.

گروه آموزشی ماز

۳۴- کدام مطلب نادرست است؟

۱) واژه شبکه بلوری، برای هر چهار نوع جامدهای یونی، فلزی، کووالانسی و مولکولی به کار می‌رود.
۲) اگر نیروی بین مولکولی غالب در $AB_۲$ از نوع پیوند هیدروژنی باشد، مولکول آن به یقین قطبی است.
۳) در میدان الکتریکی، اتمی از مولکول $POCl_۳$ با کمترین شعاع اتمی، به سمت قطب مثبت جهت‌گیری می کند.
۴) عنصری از جدول دوره‌ای با یک زیرلایه تک‌الکترونی در آرایش الکترونی، به یقین در دسته مواد مولکولی قرار ندارد.

پاسخ: گزینهٔ ۴ (آسان ـ مفهومی ـ ۱۲۰۳)

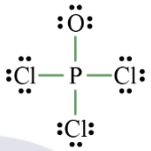
در میان عناصری که در ساختار خود یک زیرلایه تک‌الکترونی دارند، هیدروژن ماده‌ای است که به شکل مولکول‌های $H_۲$ وجود دارد. آرایش الکترونی اتم هیدروژن به‌صورت $H : ۱s^۱$ است. به‌جز هیدروژن، عناصری که در ساختار خود یک زیرلایه تک‌الکترونی دارند، اغلب در گروه فلزهای قلیایی و یا عناصر دسته d قرار داشته و فلز هستند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ واژه شبکه بلوری برای توصیف آرایش سه‌بعدی و منظم اتم‌ها، مولکول‌ها و یون‌ها در حالت جامد به کار می‌رود. این واژه برای هر چهار نوع جامدهای یونی، فلزی، کووالانسی و مولکولی به کار می‌رود.

۲ برای برقراری پیوند هیدروژنی، بایستی اتم هیدروژن با یکی از سه اتم F، O و یا N در مولکول پیوند برقرار کند. با توجه به اینکه فرمول ترکیب حاصل به فرم $AB_۲$ است، پس مولکول موردنظر معادل با مولکول آب است که گشتاور دوقطبی بزرگ‌تر از صفر دارد و مولکولی قطبی به شمار می‌رود. سایر موادی که پیوند هیدروژنی برقرار می‌کنند نیز یا به‌طور کامل قطبی بوده و یا دارای بخش‌های قطبی هستند.

۳ در مولکول $POCl_۳$، بر روی اتم اکسیژن به علت خاصیت نافلزی بیشتر نسبت به سایر اتم‌ها، تراکم بار الکتریکی بیشتر است و به آن بار جزئی منفی($-\delta$) تعلق می‌گیرد. این اتم در میدان الکتریکی به سمت قطب مثبت جهت‌گیری می‌کند. توجه داریم که شعاع اتمی اکسیژن نسبت به فسفر و کلر کمتر است. ساختار لوویس این ماده به‌صورت زیر است:



گروه آموزشی ماز

۳۵- یک نوع پودر تجاری از سیلیس و آلومینیم اکسید تشکیل شده است. اگر به ازای ۳ مول جامد یونی، ۲ مول جامد کووالانسی در این پودر وجود داشته باشد، درصد جرمی اکسیژن در آن به‌تقریب کدام است و اگر ۵/۱۱۲ تن از این پودر برای تولید آلومینیم در فرایند هال استفاده شود، چند مترمکعب گاز $CO_۲$ با حجم مولی ۲۵ لیتر تولید خواهد شد؟

($Si = ۲۸$ و $O = ۱۶$ و $Al = ۲۷ : g.mol^{-۱}$)

۱) ۱۳۵۰ ـ ۴۰/۲ ۲) ۱۵۳۰ ـ ۴۰/۲ ۳) ۱۳۵۰ ـ ۴۸/۸ ۴) ۱۵۳۰ ـ ۴۸/۸

پاسخ: گزینهٔ ۳ (سخت ـ مسئله ـ ۱۲۰۳)

فرمول شیمیایی سیلیس به‌صورت $SiO_۲$ و فرمول شیمیایی آلومینیم اکسید به‌صورت $Al_۲O_۳$ است. در هر مول سیلیس، ۲ مول اتم اکسیژن و در هر مول آلومینیم اکسید، سه مول اتم اکسیژن وجود دارد. بنابراین برای محاسبه درصد جرمی اکسیژن در این پودر خواهیم داشت:

$$\text{درصد جرمی اکسیژن} = \frac{\text{جرم اکسیژن}}{\text{جرم پودر}} \times ۱۰۰ = \frac{(۳ \times ۳ \times ۱۶) + (۲ \times ۲ \times ۱۶)}{(۳ \times ۱۰۲) + (۲ \times ۶۰)} \times ۱۰۰ \simeq ۴۸/۸ \text{ درصد}$$

بنابراین درصد جرمی اکسیژن در این پودر به‌تقریب برابر با ۴۸/۸ درصد است. به منظور تولید آلومینیم بایستی از آلومینیم اکسید موجود در پودر استفاده کرد. نخست شمار مول آلومینیم اکسید را در ۵/۱۱۲ تن از این پودر حساب می‌کنیم. در ۴۲۶ گرم از این پودر که حاوی ۳ مول آلومینیم اکسید و ۲ مول سیلیس می‌شود، مقدار ۳ مول آلومینیم اکسید(معادل با ۳۰۶ گرم) وجود دارد. بر این اساس، داریم:

$$? mol\ Al_۲O_۳ = ۵/۱۱۲\ ton \text{ پودر} \times \frac{۱۰^۶\ g \text{ پودر}}{۱\ ton \text{ پودر}} \times \frac{۳۰۶\ g\ Al_۲O_۳}{۴۲۶\ g \text{ پودر}} \times \frac{۱\ mol\ Al_۲O_۳}{۱۰۲\ g\ Al_۲O_۳} = ۳۶ \times ۱۰^۳\ mol$$

آلومینیم اکسید مذاب در فرایند هال، طبق معادله موازنه‌شده زیر واکنش می‌دهد:

$$۲Al_۲O_۳(s) + ۳C(s) \longrightarrow ۴Al(l) + ۳CO_۲(g)$$

درنهایت، حجم گاز کربن دی‌اکسید حاصل از مصرف ۳۶×۱۰^۳ مول آلومینیم اکسید را حساب می‌کنیم:

$$? m^۳\ CO_۲ = ۳۶ \times ۱۰^۳\ mol\ Al_۲O_۳ \times \frac{۳\ mol\ CO_۲}{۲\ mol\ Al_۲O_۳} \times \frac{۲۵\ L\ CO_۲}{۱\ mol\ CO_۲} \times \frac{۱\ m^۳\ CO_۲}{۱۰۰۰\ L\ CO_۲} = ۱۳۵۰\ m^۳$$

طبق محاسبات انجام‌شده، حجم گاز کربن دی‌اکسید تولیدشده برابر با ۱۳۵۰ مترمکعب است.

عربی ۳ دبیرستان