۱ عبارت‌های (ب)، (پ) و (ث) درست هستند.

بررسی موارد:

آ) تکنسیم نخستین عنصری است که در واکنش‌گاه هسته‌ای ساخته شد. از این عنصر در تصویر برداری پزشکی استفاده شده و با توجه به نیمه عمر پایین آن، نمی‌توان مقدار زیادی از آن را ذخیره کرد و بایستی در هنگام نیاز، آن را تولید و سپس مصرف کرد.

> اورانیم، شناخته شده‌ترین فلز پرتوزا بوده و یکی از ایزوتوپ‌های آن که با نماد ^{۲۳۵}U نشان داده می‌شود، اغلب به عنوان سوخت در راکتورهای اتمی به کار می‌رود. فراوانی این ایزوتوپ در مخلوط طبیعی اورانیم کمتر از ۰/۷ درصد(کمتر از ۷ اتم در هر ۱۰۰۰ اتم اورانیم) است. دانشمندان هسته‌ای ایران با تلاش بسیار موفق شدند مقدار این ایزوتوپ را در مخلوط ایزوتوپ‌های این عنصر افزایش دهند. به این فرایند، غنی سازی ایزوتوپی گفته می‌شود. این فرایند، یکی از مراحل مهم چرخه تولید سوخت هسته‌ای است.

ب) به گلوکز حاوی اتم پرتوزا، گلوکز نشان‌دار گفته می‌شود. چون توده‌های سرطانی سوخت‌وساز بالایی دارند، هنگام تزریق این ماده به بدن، ذرات گلوکز عادی و پرتوزا در تمام بدن و به‌ویژه توده سرطانی تجمع پیدا می‌کنند.

پ) یکی از رادیوایزوتوپ‌هایی که در ایران تولید می‌شود، فسفر است. توجه داریم که فسفر، عنصری از دسته p و گروه ۱۵ جدول تناوبی است.

ت) پنجمین عنصر موجود در تناوب ششم، متعلق به دسته f بوده و چون این عنصر در گروه عناصر فلزی قرار می‌گیرد، پس می‌توان گفت این ماده در حالت جامد سطح درخشان دارد. جدول زیر، اطلاعات مربوط به دسته‌های مختلف جدول تناوبی را نشان می‌دهد:

دسته‌ی جدول دوره‌ای	s	p	d	f
موقعیت در جدول دوره‌ای	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
نوع عناصر	فلز و نافلز	فلز، شبه‌فلز و نافلز	فلز	فلز
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

ث) رادیوایزوتوپ‌ها خاصیت پرتوزایی داشته و مجاورت آن‌ها با بدن، منجر به آسیب رساندن به بدن می‌شود. به دلیل حضور مقدار فراوانی از رادیوایزوتوپ‌ها در سیگار، اغلب افرادی که دچار سرطان ریه می‌شوند، سیگاری هستند.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۲ عبارت‌های (ب) و (پ) درست هستند.

بررسی موارد:

آ) آرایش الکترونی این اتم‌ها به صورت زیر است:

$$_{۲۲}A : ۱s^۲۲s^۲۲p^۶۳s^۲۳p^۶۳d^۵۴s^۱$$
$$_{۲۲}B : ۱s^۲۲s^۲۲p^۶۳s^۲۳p^۶۳d^۲۴s^۲$$
$$_{۲۵}C : ۱s^۲۲s^۲۲p^۶۳s^۲۳p^۶۳d^{۱۰}۴s^۲۴p^۵$$

ظرفیت لایه‌های الکترونی از رابطه $۲n^۲$ محاسبه می‌شود که n در آن معادل شماره لایه است. بر این اساس، می‌توان گفت لایه ای با حداکثر ظرفیت ۳۲ الکترون، معادل لایه الکترونی چهارم است. همانطور که مشخص است، عناصر A، B و C در این لایه الکترونی به ترتیب دارای ۱، ۲ و ۷ الکترون هستند.

ب) عدد کوانتومی $l = ۱$ معادل زیرلایه p است و با توجه به آرایش‌های الکترونی عناصر A، B و C، این عناصر در زیرلایه‌های مورد نظر به ترتیب دارای ۱۲، ۱۲ و ۱۷ الکترون هستند.

پ) یون C^- معادل یون برمید بوده که با گرفتن یک الکترون به آرایش گاز نجیب بعد از خود($_{۳۶}Kr$) رسیده و همه زیرلایه‌های اشغال شده آن پر است. آرایش الکترونی این یون به صورت زیر خواهد بود:

$$_{۳۵}C^- : ۱s^۲۲s^۲۲p^۶۳s^۲۳p^۶۳d^{۱۰}۴s^۲۴p^۶$$

ت) ایزوتوپ‌های یک عنصر دارای عدد اتمی(Z) یکسان اما عدد جرمی(A) متفاوت هستند. به دیگر سخن ایزوتوپ‌ها، اتم‌های یک عنصر هستند که در شمار نوترون‌ها تفاوت دارند. از آنجا که خواص شیمیایی اتم‌های هر عنصر به عدد اتمی آن وابسته است، ایزوتوپ‌های یک عنصر همگی خواص شیمیایی یکسانی دارند و در جدول دوره‌ای عنصرها تنها یک مکان را اشغال می‌کنند. این درحالی است که همین ایزوتوپ‌ها در خواص فیزیکی وابسته به جرم، مانند چگالی با یکدیگر تفاوت دارند. با توجه به توضیحات داده شده، این دو عنصر ایزوتوپ یکدیگر نیستند؛ زیرا تعداد پروتون متفاوتی در هسته خود دارند.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۳ تصویر زیر، نمایی از اتم‌های موجود در یک نمونه طبیعی لیتیم را نشان می‌دهد:



اگر در یک نمونه لیتیم، به ازای هر اتم از ایزوتوپ سبک‌تر، ۴ اتم از ایزوتوپ سنگین‌تر وجود داشته باشد، می‌توان گفت درصد فراوانی ایزوتوپ‌های $^{۷}_{۳}Li$ و $^{۶}_{۳}Li$ در نمونه مورد نظر به ترتیب برابر با ۸۰ و ۲۰ درصد می‌شود. بر این اساس، جرم اتمی میانگین لیتیم را محاسبه می‌کنیم.

$$\text{جرم اتمی میانگین} = \frac{\left(\text{جرم اتمی ایزوتوپ اول} \times \text{درصد فراوانی ایزوتوپ اول}\right) + \left(\text{جرم اتمی ایزوتوپ دوم} \times \text{درصد فراوانی ایزوتوپ دوم}\right) + \cdots}{۱۰۰} =$$

$$\frac{(۲۰ \times ۶) + (۸۰ \times ۷)}{۱۰۰} = ۶/۸\ amu$$

معادله واکنش فلز لیتیم با گاز فلوئور به صورت زیر است:

$$۲Li(s) + F_۲(g) \rightarrow ۲LiF(s)$$

این واکنش از نوع اکسایش-کاهش بوده و در آن یک ترکیب یونی دوتایی به اسم لیتیم فلوئورید تولید می‌شود. با توجه به معادله واکنش بالا، حجم گاز فلوئور مصرف شده را محاسبه می‌کنیم:

$$?LiF_۲ = ۱/۷\ g\ Li \times \frac{۱\ mol\ Li}{۶/۸\ g\ Li} \times \frac{۱\ mol\ F_۲}{۲\ mol\ Li} \times \frac{۲۲/۴\ L\ F_۲}{۱\ mol\ F_۲} = ۲/۸\ L$$

در قدم بعد، مقدار لیتیم فلوئورید تولید شده و حجم محلول حاصل از این فرایند را محاسبه می‌کنیم:

$$?\,mol\ LiF = ۱/۷\ g\ Li \times \frac{۱\ mol\ Li}{۶/۸\ g\ Li} \times \frac{۲\ mol\ LiF}{۲\ mol\ Li} = ۰/۲۵\ mol$$

$$?\,mL\ \text{محلول} = ۰/۲۵\ mol\ LiF \times \frac{۱\ L\ \text{محلول}}{۰/۴\ mol\ LiF} \times \frac{۱۰۰۰\ mL\ \text{محلول}}{۱\ L\ \text{محلول}} = ۶۲۵\ mL$$

(مازاد ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۴ تصویر زیر، نمایی از عناصر موجود در تناوب سوم را نشان می‌دهد:



همانطور که مشخص است، نماد ۶ مورد از عناصر موجود در این تناوب دو حرفی بوده و دارای یک حرف کوچک انگلیسی است. دو عنصر دیگر موجود در این تناوب، نماد تک‌حرفی دارند تصویر زیر نیز نمایی از عناصر موجود در تناوب چهارم را نشان می‌دهد:



از میان این عناصر، آرایش الکترونی عناصر پتاسیم، کروم و مس به زیرلایه‌ی $۴s^۱$ و آرایش الکترونی گالیم نیز به زیرلایه‌ی $۴p^۱$ ختم می‌شود.

آرایش الکترونی کل عناصر موجود در تناوب چهارم، به شرح زیر است:

$Ca: ۱s^۲۲s^۲۲p^۶۳s^۲۳p^۶۴s^۲$	$K: ۱s^۲۲s^۲۲p^۶۳s^۲۳p^۶۴s^۱$
$Ti: ۱s^۲۲s^۲۲p^۶۳s^۲۳p^۶۳d^۲۴s^۲$	$Sc: ۱s^۲۲s^۲۲p^۶۳s^۲۳p^۶۳d^۱۴s^۲$
$Cr: ۱s^۲۲s^۲۲p^۶۳s^۲۳p^۶۳d^۵۴s^۱$	$V: ۱s^۲۲s^۲۲p^۶۳s^۲۳p^۶۳d^۳۴s^۲$
$Fe: ۱s^۲۲s^۲۲p^۶۳s^۲۳p^۶۳d^۶۴s^۲$	$Mn: ۱s^۲۲s^۲۲p^۶۳s^۲۳p^۶۳d^۵۴s^۲$
$Ni: ۱s^۲۲s^۲۲p^۶۳s^۲۳p^۶۳d^۸۴s^۲$	$Co: ۱s^۲۲s^۲۲p^۶۳s^۲۳p^۶۳d^۷۴s^۲$
$Zn: ۱s^۲۲s^۲۲p^۶۳s^۲۳p^۶۳d^{۱۰}۴s^۲$	$Cu: ۱s^۲۲s^۲۲p^۶۳s^۲۳p^۶۳d^{۱۰}۴s^۱$
$Ge: ۱s^۲۲s^۲۲p^۶۳s^۲۳p^۶۳d^{۱۰}۴s^۲۴p^۲$	$Ga: ۱s^۲۲s^۲۲p^۶۳s^۲۳p^۶۳d^{۱۰}۴s^۲۴p^۱$
$Se: ۱s^۲۲s^۲۲p^۶۳s^۲۳p^۶۳d^{۱۰}۴s^۲۴p^۴$	$As: ۱s^۲۲s^۲۲p^۶۳s^۲۳p^۶۳d^{۱۰}۴s^۲۴p^۳$
$Kr: ۱s^۲۲s^۲۲p^۶۳s^۲۳p^۶۳d^{۱۰}۴s^۲۴p^۶$	$Br: ۱s^۲۲s^۲۲p^۶۳s^۲۳p^۶۳d^{۱۰}۴s^۲۴p^۵$

توجه داریم که آرایش الکترونی عناصر کروم($_{۲۴}Cr$) و مس($_{۲۹}Cu$) و سایر عناصر فلزی هم‌گروه با آن‌ها(عناصر موجود در گروه‌های ۶ و ۱۱ جدول تناوبی)، از قاعده آفبا پیروی نمی‌کند. آرایش الکترونی عناصر موجود در گروه ۶ به $(n-۱)d^۵ns^۱$ و آرایش الکترونی عناصر موجود در گروه ۱۱ به $(n-۱)d^{۱۰}ns^۱$ ختم می‌شود. همانطور که مشخص است، این عناصر تنها دارای یک الکترون در زیرلایه s خارجی‌ترین لایه خود هستند و این زیرلایه، یک الکترون خود را به زیرلایه d می‌دهد.

(مازاد ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۵ عدد اتمی عنصر گوگرد($_{16}S$) برابر با $Z = 16$ است و در هستهٔ ایزوتوپ‌های طبیعی آن به ترتیب ۱۶، ۱۷ و ۱۸ نوترون وجود دارد. بنابراین عدد جرمی این ایزوتوپ‌ها با توجه به فرمول $A = Z + n$ به ترتیب برابر با ۳۲، ۳۳ و ۳۴ خواهد بود. اما جرم اتمی میانگین از رابطهٔ زیر محاسبه می‌شود:

$$\bar{M} = \frac{M_1F_1 + M_2F_2 + M_3F_3}{F_1 + F_2 + F_3}$$

در این رابطه F_1، F_2 و F_3 فراوانی ایزوتوپ‌ها و M_1، M_2 و M_3 جرم اتمی هر ایزوتوپ است که در اینجا با عدد جرمی ایزوتوپ مربوطه برابر است؛ بنابراین داریم:

$$۳۲/۱ = \frac{(۳۴ \times ۴/۵) + ۳۳F_2 + ۳۲F_3}{۱۰۰} \rightarrow ۳۳F_2 + ۳۲F_3 = ۳۰۵۷ \quad (۱)$$

در رابطه بالا، F_1 فراوانی سنگین‌ترین و F_3 فراوانی سبک‌ترین ایزوتوپ در نظر گرفته شده است. اما بین F_2 و F_3 رابطهٔ زیر هم وجود دارد:

$$F_1 + F_2 + F_3 = ۱۰۰ \rightarrow F_2 + F_3 = ۱۰۰ - ۴/۵ = ۹۵/۵ \quad (۲)$$

از جایگذاری رابطهٔ (۲) در رابطهٔ (۱)، فراوانی سبک‌ترین ایزوتوپ یعنی F_3 بدست می‌آید:

$$۳۳F_2 + ۳۲F_3 = ۳۰۵۷ \xrightarrow{(۲)} ۳۳(۹۵/۵ - F_3) + ۳۲F_3 = ۳۰۵۷ \rightarrow F_3 = ۳۱۵۱/۵ - ۳۰۵۷ = ۹۴/۵$$

بنابراین درصد فراوانی سبک‌ترین ایزوتوپ گوگرد برابر با ۹۴/۵٪ است. توجه داریم که گوگرد در حالت جامد، شکننده بوده و یک ماده زرد رنگ است و در طبیعت به شکل آزاد یافت می‌شود. این عنصر، ششمین عنصر فراوان سازنده در سیاره‌های زمین و مشتری است. جدول زیر، برخی از ویژگی‌های گوگرد و سایر عناصر موجود در تناوب سوم را نشان می‌دهد:

نام عنصر	شمارهٔ گروه	آرایش الکترونی	رسانایی الکتریکی	رسانایی گرمایی	سطح صیقلی	چکش‌خواری در حالت جامد	تمایل به دادن، گرفتن یا اشتراک الکترون	
سدیم (Na)	۱	$[Ne]\,۳s^1$	دارد	دارد	دارد	دارد	الکترون می‌دهد	
منیزیم (Mg)	۲	$[Ne]\,۳s^2$	دارد	دارد	دارد	دارد	الکترون می‌دهد	
آلومینیم (Al)	۱۳	$[Ne]\,۳s^2 ۳p^1$	دارد	دارد	دارد	دارد	الکترون می‌دهد	
سیلیسیم (Si)	۱۴	$[Ne]\,۳s^2 ۳p^2$	دارد	دارد	دارد	ندارد	اشتراک	
فسفر (P)	۱۵	$[Ne]\,۳s^2 ۳p^3$	ندارد	ندارد	ندارد	ندارد	گرفتن	اشتراک
گوگرد (S)	۱۶	$[Ne]\,۳s^2 ۳p^4$	ندارد	ندارد	ندارد	ندارد	گرفتن	اشتراک
کلر (Cl)	۱۷	$[Ne]\,۳s^2 ۳p^5$	ندارد	ندارد	ندارد	ندارد	گرفتن	اشتراک

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۶ با توجه به نماد نوشته شده، اتم X در ساختار خود دارای ۱۳ الکترون و ۱۳ پروتون بوده و معادل با اتم آلومینیم است. در ساختار هر اتم آلومینیم، ۷ الکترون با $l = ۱$(الکترون‌های موجود در زیرلایه‌های p) وجود دارد. توجه داریم که اتم $^{59}_{28}Z$، معادل با نیکل بوده و در ساختار هر اتم آن ۸ الکترون با $l = ۲$(الکترون‌های موجود در زیرلایه‌های d) وجود دارد.

بررسی موارد:

۱) آلومینیم، از جمله عناصر موجود در دسته p است که در دسته عناصر فلزی قرار می‌گیرد. با توجه به نماد داده شده از این عنصر، در ساختار هر اتم آن ۱۳ الکترون، ۱۳ پروتون و ۱۴ نوترون وجود دارد.

۲) در ساختار هر اتم آلومینیم، همانند هر اتم اسکاندیم(عنصری با عدد اتمی ۲۱)، تعداد ۳ الکترون ظرفیتی وجود دارد. آرایش الکترونی این دو عنصر فلزی به صورت زیر است:

$Sc: ۱s^2 ۲s^2 ۲p^6 ۳s^2 ۳p^6 ۳d^1 ۴s^2$ $\qquad$ $Sc: ۱s^2 ۲s^2 ۲p^6 ۳s^2 ۳p^1$

۳) اتم‌هایی که عدد اتمی یکسان دارند، نسبت به هم ایزوتوپ بوده و در یک خانه از جدول دوره‌ای قرار می‌گیرند.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۷ در سنگین‌ترین ایزوتوپ عنصر X که نماد شیمیایی آن به صورت ${}^{۲Z+۶}_{Z}X$ است، تعداد ذرات زیر اتمی باردار(الکترون و پروتون) برابر با $۲Z$ بوده و تعداد ذرات بدون‌بار(نوترون) نیز برابر با $Z+۶$ است. طبق فرض سوال، در این ایزوتوپ نسبت تعداد ذرات باردار به ذرات بدون بار ۱/۶ است. بر این اساس، داریم:

$$\frac{۲Z}{Z+۶} = ۱/۶ \Longrightarrow ۱/۶Z + ۹/۶ = ۲Z \Longrightarrow Z = ۲۴$$

با توجه به محاسبات بالا، ایزوتوپ‌های مد نظر از عنصر داده شده معادل با ${}^{۴۸}_{۲۴}X$ ، ${}^{۵۲}_{۲۴}X$ ، ${}^{۵۳}_{۲۴}X$ ، ${}^{۵۴}_{۲۴}X$ هستند. روابط جبری بین درصد فراوانی ایزوتوپ‌های مختلف به صورت زیر است:

$$۶a = b = ۶c = ۳d$$

توجه داریم که مجموع درصد فراوانی ایزوتوپ‌ها برابر ۱۰۰ است. بر این اساس، درصد فراوانی هر ایزوتوپ را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{مجموع درصد فراوانی ایزوتوپ‌ها} = ۱۰۰ \Longrightarrow a+b+c+d = ۱۰۰ \Longrightarrow a+۶a+a+۲a = ۱۰a = ۱۰۰ \rightarrow a = ۱۰$$

بنابراین درصد فراوانی ایزوتوپ‌های ${}^{۴۸}_{۲۴}X$ ، ${}^{۵۲}_{۲۴}X$ ، ${}^{۵۳}_{۲۴}X$ ، ${}^{۵۴}_{۲۴}X$ به ترتیب برابر با ۱۰، ۶۰، ۱۰ و ۲۰ درصد می‌شود. با توجه به درصد فراوانی ایزوتوپ‌ها، جرم اتمی میانگین عنصر X را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{جرم اتمی میانگین} = \frac{F_۱ \times M_۱ + F_۲ \times M_۲ + \cdots}{F_۱ + F_۲ + \cdots} = \frac{(۱۰ \times ۴۸) + (۶۰ \times ۵۲) + (۱۰ \times ۵۳) + (۲۰ \times ۵۴)}{۱۰۰} = ۵۲/۱$$

با توجه به محاسبات بالا، جرم اتمی میانگین عنصر مورد نظر برابر با ۵۲/۱ است.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۸ در عنصر A از دوره چهارم جدول تناوبی، شمار الکترون‌های با $l = ۲$، ۷ واحد از الکترون‌های با $l = ۱$ کمتر است. این عنصر، معادل با یکی از عناصر با عدد اتمی ۲۴، ۲۵ و ۳۵ می‌تواند باشد. آرایش الکترونی این عناصر به صورت زیر است:

$$Cr: ۱s^۲ ۲s^۲ ۲p^۶ ۳s^۲ ۳p^۶ ۳d^۵ ۴s^۱ \qquad Mn: ۱s^۲ ۲s^۲ ۲p^۶ ۳s^۲ ۳p^۶ ۳d^۵ ۴s^۲ \qquad Br: ۱s^۲ ۲s^۲ ۲p^۶ ۳s^۲ ۳p^۶ ۳d^{۱۰} ۴s^۲ ۴p^۵$$

در هسته هر اتم با عدد اتمی ۸(عنصر اکسیژن)، تعداد ۸ پروتون وجود دارد. این در حالی است که در هیچ‌کدام از عناصر بالا، ۸ الکترون ظرفیتی وجود ندارد. برم و منگنز دارای ۷ الکترون ظرفیتی و کروم نیز دارای ۶ الکترون ظرفیتی است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) عنصر کروم به دسته d تعلق داشته و هر دو زیرلایه تشکیل‌دهنده لایه ظرفیت آن نیمه‌پر است. توجه داریم که الکترون‌های ظرفیتی این عنصر در زیرلایه‌های $۳d$ و $۴s$ قرار گرفته‌اند.

۳) اگر اختلاف شمار نوترون‌ها و پروتون‌ها در هسته اتم برم(عنصری با عدد اتمی ۳۵) برابر با ۱۰ عدد باشد، در هر اتم از این عنصر ۴۵ نوترون وجود داشته و عدد جرمی آن برابر با ۸۰ است.

۴) در ساختار اتم منگنز، نسبت شمار الکترون‌های ظرفیت با $l = ۲$ به شمار الکترون‌های ظرفیت با $l = ۰$ در آن برابر با ۲/۵ است.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

۹ چهارمین عنصر موجود در گروه اول جدول دوره‌ای، معادل با پتاسیم است. همانطور که می‌دانیم، عدد اتمی پتاسیم برابر با ۱۹ است، پس عدد جرمی ایزوتوپ‌های این عنصر برابر با ۳۹ و ۴۱ می‌شود. برای محاسبه جرم اتمی میانگین یک عنصر، از رابطه زیر استفاده می‌کنیم:

جرم اتمی میانگین = جرم ایزوتوپ سبک‌تر × فراوانی ایزوتوپ سبک‌تر + جرم ایزوتوپ سنگین‌تر × فراوانی ایزوتوپ سنگین‌تر

فراوانی ایزوتوپ‌های سبک و سنگین را به ترتیب برابر با $\alpha_۱$ و $\alpha_۲$ در نظر می‌گیریم. با توجه به رابطه‌ی بالا، داریم:

$$۳۹/۸ = ۳۹ \times \alpha_۱ + ۴۱ \times \alpha_۲ = ۳۹\alpha_۱ + ۴۱(۱ - \alpha_۱) \Rightarrow ۳۹/۸ = ۴۱ - ۲\alpha_۱ \Rightarrow \alpha_۱ = ۰/۶ \Rightarrow \alpha_۲ = ۰/۴$$

در قدم آخر، با توجه به درصد فراوانی هر ایزوتوپ، نسبت میان درصد فراوانی آن‌ها را محاسبه می‌کنیم.

$$\frac{\text{درصد فراوانی ایزوتوپ سبک‌تر}}{\text{درصد فراوانی ایزوتوپ سنگین‌تر}} = \frac{۰/۶}{۰/۴} = ۱/۵$$

همانطور که مشخص است، فراوانی ایزوتوپ سبک‌تر تقریبا ۱/۵ برابر ایزوتوپ دیگر است.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

۱۰ یون نیترید(آنیون حاصل از عنصر نیتروژن)، نوعی یون تک‌اتمی با فرمول شیمیایی N^{3-} بوده و چون این یون در ساختار خود دارای ۱۰ الکترون است، پس می‌توان گفت آرایش الکترونی آن مشابه به آرایش الکترونی گاز نجیب نئون می‌شود. این در حالی است که آرایش الکترونی یون پتاسیم مشابه به آرایش الکترونی اتم آرگون می‌شود.

بررسی موارد:

۱) ذره زیراتمی که با نماد ${}^{1}_{+1}p$ نشان داده می‌شود، معادل با پروتون است. همانطور که می‌دانیم، جرم هر پروتون و یا هر نوترون، تقریبا ۲۰۰۰ برابر جرم هر الکترون است.

اطلاعات مربوط به این ذرات، در جدول زیر آمده است:

نام ذره	نماد	بار الکتریکی نسبی	جرم (g)
الکترون	${}^{0}_{-1}e$	-1	$۹/۱۰۹\times۱۰^{-۲۸}$
پروتون	${}^{1}_{+1}p$	$+1$	$۱/۶۷۳\times۱۰^{-۲۴}$
نوترون	${}^{1}_{0}n$	0	$۱/۶۷۵\times۱۰^{-۲۴}$

۳) اگر درصد فراوانی یکی از ایزوتوپ‌های موجود در یک نمونه را افزایش بدهیم، جرم اتمی میانگین عنصر مورد نظر به جرم اتمی آن ایزوتوپ نزدیک‌تر می‌شود. در نقطه مقابل، اگر درصد فراوانی یکی از ایزوتوپ‌های موجود در یک نمونه را کاهش بدهیم، جرم اتمی میانگین عنصر مورد نظر از جرم اتمی آن ایزوتوپ دورتر می‌شود. برای مثال، اگر شمار اتم‌های ${}^{7}_{3}Li$ را در یک نمونه از فلز لیتیم افزایش بدهیم، جرم اتمی میانگین این عنصر افزایش می‌یابد.

۴) در واکنش میان فلز منیزیم با یک نمونه از گاز کلر، هر اتم منیزیم دو الکترون از دست داده و کاتیون منیزیم را تولید می‌کند. در این واکنش، هر اتم کلر نیز یک الکترون گرفته و یون کلرید را تولید می‌کند. بر این اساس، می‌توان گفت طی واکنش مورد نظر نوعی ترکیب یونی با فرمول شیمیایی $MgCl_2$ ایجاد می‌شود.

(مازا ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۱ شمار مول‌های عناصر X و Y موجود در آلیاژ مورد نظر را به ترتیب برابر با x و y مول در نظر گرفته و با توجه به شمار اتم‌های موجود در این نمونه فلزی، یک معادله تشکیل می‌دهیم.

$$\text{شمار اتم های } X + \text{شمار اتم های } Y = \text{مجموع شمار اتم ها} \Longrightarrow$$

$$۱/۵۰۵\times۱۰^{۲۳} = (x\ mol\ X \times \frac{۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}\ \text{اتم}\ X}{۱\ mol\ X}) + (y\ mol\ Y \times \frac{۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}\ \text{اتم}\ Y}{۱\ mol\ Y}) \Longrightarrow$$

$$۱/۵۰۵\times۱۰^{۲۳} = ۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}\times x + ۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}\times y \Rightarrow ۰/۲۵ = x + y$$

در مرحله بعد، با توجه به جرم مخلوط مورد نظر، یک معادله تشکیل می‌دهیم.

$$\text{جرم اتم های } Y + \text{جرم اتم های } X = \text{مجموع جرم فلزها} \Rightarrow ۱۲\ g = x\ mol\ X \times \frac{۶۴\ g\ X}{۱\ mol\ X} + y\ mol\ Y \times \frac{۲۴\ g\ Y}{۱\ mol\ Y} \Rightarrow$$

$$۱۲ = ۶۴x + ۲۴y \Longrightarrow ۳ = ۱۶x + ۶y$$

با قرار دادن این معادله‌ها در یک دستگاه دو معادله و دو مجهول، مقدار x و y را محاسبه می‌کنیم.

$$\begin{cases} ۰/۲۵ = x + y \\ ۳ = ۱۶x + ۶y \end{cases} \Longrightarrow x = ۰/۱۵ \quad \text{و} \quad y = ۰/۱$$

با توجه به مقدار x و y، در این مخلوط ۹/۶ گرم فلز X و ۲/۴ گرم فلز Y قرار دارند. بر این اساس، داریم:

$$\text{درصد جرمی } X = \frac{\text{جرم } X}{\text{جرم مخلوط}} \times ۱۰۰ = \frac{۹/۶\ g\ X}{\text{مخلوط}\ ۱۲\ g} \times ۱۰۰ = \text{درصد } ۸۰$$

(مازا ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۲ عناصر A، D، E، J، G، X، Z و M به ترتیب معادل با فلوئور، کلر، آلومینیم، گالیم، کبالت، ایتریم($_{۳۹}Y$)، لوتسیم($_{۷۱}Lu$) و استرانسیم($_{۳۸}Sr$) هستند. با توجه به موقعیت این عناصر، موارد (آ)، (ب)، (پ) و (ت) درست است.

بررسی موارد:

آ) آرایش الکترونی کبالت به صورت $[Ar]۳d^{۷}۴s^{۲}$ بوده و هر اتم از این عنصر ۹ الکترون ظرفیتی دارد. توجه داریم که فلوئور نیز در صدر گروه ۱۷ جدول دوره‌ای قرار داشته و عدد اتمی آن برابر با ۹ است.

ب) از بین ۸ عنصر مشخص شده، کلر و فلوئور، در دمای اتاق به حالت گازی بوده و ۶ عنصر دیگر که همگی از جمله عناصر فلزی به شمار می‌روند، به حالت جامد هستند. مقدار نسبت ۶ به ۸ برابر با ۷۵ درصد است.

پ) تفاوت عدد اتمی ایتریم($_{۳۹}Y$) و لوتسیم($_{۷۱}Lu$) برابر ۳۲ است. دقت کنید که نیاز به حفظ بودن نماد این عناصر(عناصری با عدد اتمی بزرگ‌تر از ۳۶) نداریم اما با توجه به موقعیت آن‌ها در جدول دوره‌ای، باید بتوانیم عدد اتمی دقیق آن‌ها را پیدا کنیم. لایه چهارم الکترونی، شامل ۴ زیرلایه مختلف شده و مجموعا ظرفیت ۳۲ الکترون را دارد.

ت) ترکیب حاصل از واکنش عناصر فلزی سدیم و نقره با عنصر کلر، معادل با سدیم کلرید و نقره کلرید است. سدیم کلرید(نمک خوراکی) برخلاف یک نمونه از نقره کلرید، در آب محلول است.

ث) در هر گروه از جدول تناوبی، با حرکت از سمت بالا به پایین، خاصیت فلزی عناصر افزایش می‌یابد؛ بنابراین خصلت فلزی عنصر گالیم بیشتر از عنصر آلومینیم است. آرایش الکترونی یون $Al^{۳+}$ به صورت $۱s^{۲}۲s^{۲}۲p^{۶}$ و مشابه گاز نجیب نئون است ولی آرایش یون $Ga^{۳+}$ به صورت $۱s^{۲}۲s^{۲}۲p^{۶}۳s^{۲}۳p^{۶}۳d^{۱۰}$ بوده و شبیه هیچ گاز نجیبی نیست.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۳ در میان عناصر موجود در جدول دوره‌ای، آرایش الکترونی فلزهای کروم و منگنز از تناوب چهارم به ترتیب به صورت $_{۲۴}Cr: ۱s^{۲}۲s^{۲}۲p^{۶}۳s^{۲}۳p^{۶}۳d^{۵}۴s^{۱}$ و $_{۲۵}Mn: ۱s^{۲}۲s^{۲}۲p^{۶}۳s^{۲}۳p^{۶}۳d^{۵}۴s^{۲}$ است. این دو عنصر، ۱۳ الکترون در لایه الکترونی سوم خود دارند. همهٔ موارد داده شده درباره هر دو یا یکی از این عناصر درست است.

بررسی موارد:

آ) مقدار عدد کوانتومی $l = ۱$، نشان‌دهندهٔ زیرلایهٔ p است. هر دو عنصر کروم و منگنز، ۱۲ الکترون در زیرلایه‌های p خود دارند. عدد اتمی عنصر کروم برابر با ۲۴ است، بنابراین نیمی از الکترون‌های موجود در هر اتم آن در زیرلایه‌هایی با $l = ۱$ قرار دارند.

> 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. هر لایه‌ی الکترونی از بخش‌های کوچک‌تری به نام زیرلایه تشکیل شده‌است. به هر زیرلایه یک عدد کوانتومی فرعی با نماد l نسبت می‌دهند. بر این اساس، هر زیرلایه را با نماد nl نشان می‌دهند. کاربردهای عدد کوانتومی اصلی(n) عبارت هستند از:
> ✓ عدد کوانتومی اصلی(n)، تعداد زیرلایه‌های یک لایه را مشخص می‌کند.
> ✓ به کمک مقدار n، حداکثر گنجایش الکترونی یک لایه را می‌توان محاسبه کرد. برای محاسبه گنجایش الکترونی لایه‌ها از رابطه $۲n^{۲}$ استفاده می‌شود.
> کاربردهای عدد کوانتومی فرعی(l) نیز عبارت هستند از:
> ✓ به کمک عدد کوانتومی فرعی (l)، حداکثر گنجایش الکترونی یک زیرلایه را می‌توان به دست آورد. برای محاسبه گنجایش الکترونی زیرلایه‌ها از رابطه $۴l + ۲$ استفاده می‌شود. همان‌طور که مشخص است، گنجایش هر زیرلایه نسبت به زیرلایه‌ی قبل از خود، چهار الکترون بیشتر است.

ب) عنصر کروم از قاعدهٔ آفبا پیروی نکرده و آرایش الکترونی آن فقط با طیف‌سنجی پیشرفته قابل تعیین است.

پ) در اعماق دریاها، در برخی مناطق سولفید چندین فلز واسطه و در برخی مناطق دیگر کلوخه‌ها و پوسته‌های غنی از فلزهایی مانند منگنز، کبالت، آهن، نیکل، مس و ... یافت می‌شود.

> به دلیل نیاز روزافزون جهان به مواد شیمیایی و کاهش میزان منابع این مواد در سنگ‌کره، شیمی‌دان‌ها به دنبال منابع تازه برای این مواد می‌گردند. به عنوان 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.

ت) کروم و منگنز، دو عنصر فلزی هستند. توجه داریم که عناصر فلزی، در حالت جامد چکش‌خوار بوده و سطح صیقلی دارند.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۴ عبارت‌های (آ) و (ث) درست هستند.

بررسی موارد:

آ: سر آغاز کیهان با انفجاری مهیب(مهبانگ) همراه بوده که طی آن انرژی عظیمی آزاد شده است. در آن شرایط، ابتدا ذره‌های زیراتمی مانند الکترون، پروتون و نوترون، به وجود آمده و پس از آن، 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 کرد. بعدها این سحابی‌ها سبب پیدایش ستاره‌ها و کهکشان‌ها شدند.

ب: 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. 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

پ: شیمی‌دان‌ها ماده‌ای را عنصر می‌نامند که یک نمونه از آن، فقط از یک نوع اتم با عدد اتمی(Z) یکسان تشکیل شده باشد. توجه داریم که برخی از اتم‌های موجود در هر نمونه از یک عنصر، جرم اتمی متفاوتی داشته و نسبت به یکدیگر ایزوتوپ نامیده می‌شوند. ایزوتوپ‌های یک عنصر عدد اتمی مشابه و عدد جرمی متفاوتی دارند.

ت: تکنسیم، نخستین عنصری است که در واکنش‌گاه هسته‌ای به وجود آمده است. عدد اتمی این عنصر برابر با ۴۳ بوده و همانطور که می‌دانیم، این مقدار کمتر از عدد اتمی اورانیم(۹۲) است.

ث: منیزیم دارای ۳ ایزوتوپ $^{۲۴}_{۱۲}Mg$، $^{۲۵}_{۱۲}Mg$ و $^{۲۶}_{۱۲}Mg$ است. از بین این ایزوتوپ‌ها، ایزوتوپ $^{۲۴}_{۱۲}Mg$ دارای بالاترین درصد فراوانی در نمونه‌های طبیعی است. در ساختار این ایزوتوپ، مجموعا ۲۴ ذرهٔ زیراتمی باردار(الکترون و پروتون) و ۱۲ ذرهٔ زیراتمی بدون بار(نوترون) وجود دارد.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

۱۵ برای هر دو گونه از نماد A استفاده شده است، پس می‌توان گفت این دو گونه متعلق به یک عنصر واحد بوده و شمار پروتون‌های موجود در هسته آن‌ها با هم برابر است. با توجه به اطلاعات مسأله می‌توانیم بنویسیم:

$$\frac{\text{تفاوت شمار پروتون‌ها و نوترون‌ها در } {}^{۱۲۸}A}{\text{تفاوت شمار الکترون‌ها و نوترون‌ها در } {}^{۱۱۰}A^{۲+}} = \frac{n_۱ - Z}{n_۲ - (Z-۲)} = ۲ \rightarrow n_۱ - Z = ۲n_۲ - ۲Z + ۴ \rightarrow (۱)\ \ n_۱ = ۲n_۲ - Z + ۴$$

از طرفی، داریم: $(۲)\ \ n_۱ + Z = ۱۲۸$ و $(۳)\ \ n_۲ + Z = ۱۱۰$

از جایگذاری رابطه (۳) در رابطه (۱) خواهیم داشت:

$$(۴)\ n_۱ = ۲(۱۱۰ - Z) - Z + ۴ = ۲۲۰ - ۲Z - Z + ۴ = ۲۲۴ - ۳Z \rightarrow n_۱ + ۳Z = ۲۲۴$$

در نهایت رابطه (۲) را در رابطه (۴) جایگزین می‌کنیم:

$$(۱۲۸ - Z) + ۳Z = ۲۲۴ \rightarrow ۲Z = ۹۶ \rightarrow Z = ۴۸$$

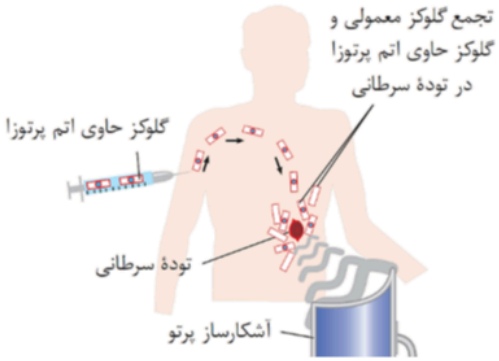
با توجه به عدد اتمی گازهای نجیب موجود در انتهای دوره چهارم ($_{۳۶}Kr$) و دوره پنجم ($_{۵۴}Xe$)، می‌توان گفت عنصر A در دوره پنجم جدول تناوبی و در گروه $۴۸ - ۳۶ = ۱۲$ قرار دارد. نمودار زیر، عدد اتمی گازهای نجیب موجود در جدول تناوبی را نشان می‌دهد:

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

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۶ 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. تصویر زیر، فرایند تشخیص موقعیت این توده‌های غیرطبیعی در بدن را نشان می‌دهد:



سلول‌های سرطانی، سلول‌هایی با رشد سریع هستند؛ درنتیجه میزان سوخت و ساز و میزان مصرف گلوکز در ناحیه تقسیم آن‌ها زیاد است. با تزریق گلوکز نشان‌دار به بدن یک فرد، علاوه بر ذرات گلوکز معمولی، ذرات گلوکز نشان‌دار نیز به میزان بیشتری در ناحیه سلول‌های سرطانی تجمع می‌یابد؛ درنتیجه به وسیله آشکارساز می‌توان پرتوهای آزاد شده از اتم‌های پرتوزا را شناسایی کرد و محل ایجاد توده سرطانی در بدن را مشخص کرد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) خواص شیمیایی عناصر از جمله مقدار واکنش‌پذیری آن‌ها، نوع آنیون و کاتیون تشکیل شده توسط آن‌ها و تنوع عدد اکسایش آن‌ها، وابسته به عدد اتمی و یا همان Z آن‌ها بوده و بر این اساس، می‌توان گفت همه اتم‌های یک عنصر مستقل از عدد جرمی خود، 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 از جمله چگالی، با هم متفاوت خواهد بود.

۲) از ۱۱۸ عنصر موجود در جدول دوره‌ای امروزی، ۹۲ عنصر به صورت طبیعی وجود داشته و ۲۶ عنصر به صورت ساختگی تولید شده‌اند. بر این اساس، می‌توان گفت شمار عناصر طبیعی موجود در جدول دوره‌ای امروزی، بیش از ۳/۵ برابر شمار عناصر ساختگی موجود در آن است.

۴) ستاره‌ها متولد می‌شوند، رشد می‌کنند و زمانی می‌میرند. مرگ ستاره با یک انفجار بزرگ همراه است که سبب می‌شود عنصرهای تشکیل شده در آن در فضا پراکنده شود. درون ستاره‌ها در دماهای بسیار بالا و ویژه، واکنش‌های هسته‌ای رخ می‌دهد. در این واکنش‌ها، از عنصرهای سبک‌تر، عنصرهای سنگین‌تر مثل آهن، اورانیم و ... پدید می‌آید.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

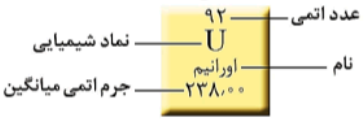
۱۷ عبارت‌های (پ) و (ت) درست هستند.

بررسی موارد:

آ: عنصر تکنسیم با نماد $^{۹۹}_{۴۳}Tc$ نشان داده می‌شود. این عنصر در تناوب پنجم و گروه هفتم جدول دوره‌ای قرار داشته و یک فلز واسطه محسوب می‌شود. تکنسیم، از جمله عناصر پرتوزای موجود در جدول دوره‌ای است. از تکنسیم در تصویربرداری از غده تیروئید(غده پروانه‌ای شکل جلو گردن که وظیفه ترشح برخی از انواع هورمون‌ها را بر عهده دارد) استفاده می‌شود؛ چرا که یون یدید(I^-) با یون چنداتمی که حاوی اتم تکنسیم است، اندازه مشابهی دارد و تیروئید هنگام جذب یون یدید از خون، این یون چنداتمی را نیز جذب می‌کند. نکته مهم در این رابطه آن است که غده تیروئید خود تکنسیم را به طور مستقیم جذب نمی‌کند، بلکه یونی را جذب می‌کند که از لحاظ اندازه، مشابه به اندازه یون یدید بوده و اتم‌های تکنسیم نیز در آن وجود دارند.

ب: در ساختار سیاره مشتری، اتم‌های حاصل از عناصر فلزی یافت نمی‌شود. فراوان‌ترین عنصر موجود در سیاره مشتری هیدروژن است که بیش از ۵۰ درصد از عناصر سازنده این سیاره را تشکیل می‌دهد. این در حالی است که فراوان‌ترین عنصر سازندهٔ کره زمین، آهن می‌باشد که درصد فراوانی آن کمتر از ۵۰ درصد است. پس از آهن، اکسیژن و سیلیسیم، دومین و سومین عنصر فراوان در زمین هستند.

پ: اورانیم، عنصر شمارهٔ ۹۲ جدول تناوبی بوده و به صورت زیر، مشخص می‌شود:



این عنصر شناخته شده‌ترین فلز پرتوزا بوده و یکی از ایزوتوپ‌های آن که با نماد ^{۲۳۵}U نشان داده می‌شود، اغلب به عنوان سوخت در رآکتورهای اتمی به کار می‌رود. ایزوتوپ مورد نظر، دارای ۱۴۳ نوترون در ساختار هسته خود است. فراوانی این ایزوتوپ در مخلوط طبیعی اورانیم کمتر از ۰/۷ درصد(کمتر از ۷ اتم در هر ۱۰۰۰ اتم اورانیم) است. دانشمندان هسته‌ای ایران با تلاش بسیار موفق شدند مقدار این ایزوتوپ را در مخلوط ایزوتوپ‌های این عنصر افزایش دهند. به این فرایند، غنی سازی ایزوتوپی گفته می‌شود. این فرایند، یکی از مراحل مهم چرخه تولید سوخت هسته‌ای است. با انجام فرایند غنی‌سازی، درصد فراوانی ایزوتوپ‌ها در یک نمونه از اورانیم دچار تغییر می‌شود.

ت: مواد پرتوزا، مواد ناپایداری هستند که به مرور زمان دچار واپاشی می‌شوند. پسماند رآکتورهای اتمی، همانند مواد مصرف شده در آن‌ها، خاصیت پرتوزایی داشته و خطرناک هستند. به همین خاطر، دفع این مواد از جمله چالش‌های صنایع هسته‌ای به شمار می‌آید.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۸ فقط عبارت (ت) درست است.

بررسی موارد:

آ: پایدارترین رادیوایزوتوپ هیدروژن، معادل با $_{1}^{3}H$ بوده و این ایزوتوپ، جرمی معادل با ۳amu دارد. توجه داریم که سنگین‌ترین ذره زیراتمی نیز نوترون بوده و جرمی معادل با ۱/۰۰۸۷amu دارد. جدول زیر، اطلاعات مربوط به ایزوتوپ‌های هیدروژن را نشان می‌دهد:

ایزوتوپ	$_{1}^{1}H$	$_{1}^{2}H$	$_{1}^{3}H$	$_{1}^{4}H$	$_{1}^{5}H$	$_{1}^{6}H$	$_{1}^{7}H$
نیم‌عمر	پایدار	پایدار	۱۲/۳۲ سال	$۱/۴\times۱۰^{-۲۲}$ ثانیه	$۹/۱\times۱۰^{-۲۲}$ ثانیه	$۲/۹\times۱۰^{-۲۲}$ ثانیه	$۲/۳\times۱۰^{-۲۳}$ ثانیه
درصد فراوانی در طبیعت	۹۹/۹۸۸۵ (طبیعی)	۰/۰۱۱۴ (طبیعی)	ناچیز (طبیعی)	۰ (ساختگی)	۰ (ساختگی)	۰ (ساختگی)	۰ (ساختگی)

ب: اتمی که به عنوان مقیاس جرم نسبی سایر اتم‌ها به کار می‌رود، $_{6}^{12}C$ است. این اتم، جرمی معادل با ۱۲amu داشته ولی جرم مولی آن(جرم یک مول از آن) برابر با $۱۲g.mol^{-۱}$ است. از این موضوع می‌توان نتیجه گرفت که جرم اتمی(جرم یک اتم)، از نظر عددی با جرم مولی(جرم یک مول از آن اتم) برابر است ولی این دو مقدار، یکای متفاوتی دارند. یکای جرم اتمی، amu و یکای جرم مولی $g.mol^{-۱}$ است.

پ: خطوط ایجاد شده در طیف نشری خطی اتم هر عنصر، نشان دهنده بازگشت الکترون از لایه‌های الکترونی بالاتر به لایه‌های الکترونی پایین‌تر است. بعضی از این انتقالات در ناحیه مرئی امواج الکترومغناطیس قرار می‌گیرند. طیف نشری خطی اتم هر عنصر به عدد اتمی آن عنصر بستگی دارد ولی رابطه‌ای بین تعداد خطوط مرئی و عدد اتمی وجود ندارد. برای مثال تعداد خطوط رنگی در طیف نشری خطی دو اتم لیتیم و هیدروژن برابر با ۴ است؛ درحالی که اعداد اتمی این دو عنصر متفاوت هستند. تصویر زیر، نمایی از طیف نشری-خطی لیتیم در ناحیه مرئی را نشان می‌دهد:



پرانرژی‌ترین پرتو موجود در این طیف، پرتو آبی‌رنگ و کم‌انرژی‌ترین پرتو موجود در آن نیز پرتو قرمزرنگ است.

ت: عنصرهای موجود در دورهٔ سوم جدول تناوبی عبارتند از: $Na, Mg, Al, Si, P, S, Cl, Ar$

از هشت عنصر این دوره، شش عنصر نماد شیمیایی دو حرفی دارند، پس داریم: درصد عناصر با نماد دو حرفی $= \frac{۶}{۸}\times۱۰۰ = ۷۵\%$

توجه داریم که سه عنصر اول موجود در تناوب سوم، فلز بوده و چهار عنصر آخر موجود در این تناوب نیز نافلز هستند. سیلیسیم نیز در قسمت میانی این تناوب قرار داشته و یک شبه‌فلز است.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۹ هر عنصر(چه فلز باشد و چه نافلز!) طیف نشری خطی ویژهٔ خود را دارد و تعداد خطوط، محل قرارگیری خطها و طول موج هر نوار(و در نتیجه رنگ خطوط)، برای آن عنصر منحصر به فرد است. به عنوان مثال، هیدروژن و هلیم دو عنصر نافلزی هستند که طیف نشری-خطی مخصوص به خود را داشته و از این طیف، برای شناسایی عناصر مورد نظر استفاده می‌شود. برای مثال، طیف نشری-خطی هلیم در ناحیه مرئی به صورت زیر است:



طبق این تصویر، در طیف نشری-خطی عنصر هلیم ۶ خط مرئی وجود دارد که طول موج آن‌ها بین ۴۰۰ تا ۷۵۰ نانومتر قرار گرفته است.

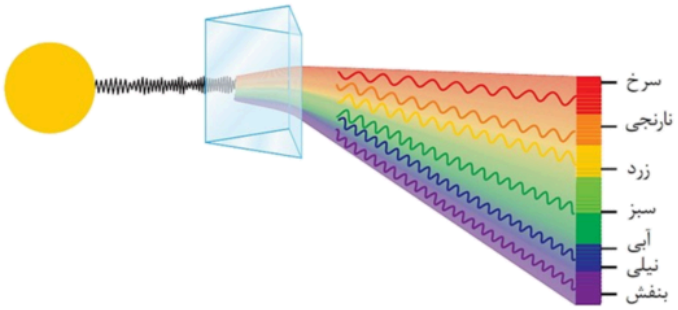
بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) 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

همانطور که مشخص است، در هریک از تناوب‌های ۶ و ۷ جدول دوره‌ای ۳۲ عنصر وجود دارند. گروه ۱۲ جدول دوره‌ای نیز آخرین گروه از دستهٔ d این جدول است که در آن ۴ عنصر فلزی مختلف قرار گرفته‌اند.

۲) 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) 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:

سبز	زرد	سرخ
مس (II) نیترات	سدیم نیترات	لیتیم نیترات
مس (II) سولفات	سدیم سولفات	لیتیم سولفات
فلز مس	فلز سدیم	فلز لیتیم

بجز عناصر مطرح شده در جدول بالا، در سایر قسمت‌های کتاب درسی رنگ شعله فلزهای آهن و منیزیم نیز مطرح شده است. رنگ شعله فلزهای آهن و منیزیم، به ترتیب نارنجی و سفید است.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۰ گوگرد، یکی از عناصر نافلزی موجود در تناوب سوم است که به حالت آزاد(عنصری) در طبیعت یافت می‌شود. با توجه به نمودار داده شده، می‌توان گفت در یک نمونه ۱۰۰ اتمی از عنصر گوگرد، ۷۰ اتم از ایزوتوپ $^{۳۲}_{۱۶}S$، ۲۰ اتم از ایزوتوپ $^{۳۳}_{۱۶}S$ و ۱۰ اتم از ایزوتوپ $^{۳۴}_{۱۶}S$ وجود دارد. با توجه به فراوانی نسبی این ایزوتوپ‌ها، جرم اتمی میانگین گوگرد را محاسبه می‌کنیم.

برای محاسبه جرم اتمی میانگین یک عنصر به کمک فراوانی نسبی ایزوتوپ‌های آن، از رابطه زیر استفاده می‌شود:

$$\text{جرم اتمی میانگین} = \frac{(\text{جرم اتمی ایزوتوپ اول} \times \text{فراوانی نسبی ایزوتوپ اول}) + (\text{جرم اتمی ایزوتوپ دوم} \times \text{فراوانی نسبی ایزوتوپ دوم}) + \cdots}{\text{مجموع فراوانی نسبی ایزوتوپ‌های مختلف}}$$

برای محاسبه جرم اتمی میانگین یک عنصر به کمک درصد فراوانی ایزوتوپ‌های آن، از رابطه زیر استفاده می‌شود:

$$\text{جرم اتمی میانگین} = \frac{(\text{جرم اتمی ایزوتوپ اول} \times \text{درصد فراوانی ایزوتوپ اول}) + (\text{جرم اتمی ایزوتوپ دوم} \times \text{درصد فراوانی ایزوتوپ دوم}) + \cdots}{۱۰۰}$$

$$\text{جرم اتمی میانگین گوگرد} = \frac{(۷۰ \times ۳۲) + (۲۰ \times ۳۳) + (۱۰ \times ۳۴)}{۱۰۰} = ۳۲/۴ \text{amu}$$

با توجه به محاسبات انجام شده، جرم اتمی میانگین گوگرد برابر با $۳۲/۴ \text{amu}$ است؛ پس جرم هر مول گوگرد برابر با ۳۲/۴ گرم می‌شود. بر این اساس، شمار اتم‌های گوگرد در یک نمونهٔ ۶/۴۸ گرمی از این عنصر را محاسبه می‌کنیم.

$$?\text{atom S} = ۶/۴۸ \text{g S} \times \frac{۱ \text{mol S}}{۳۲/۴ \text{g S}} \times \frac{۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳} \text{atom S}}{۱ \text{mol S}} = ۱/۲۰۴ \times ۱۰^{۲۳} \text{atom}$$

با توجه به نمودار سوال، در هر ۱۰۰ اتم گوگرد، ۲۰ اتم از ایزوتوپ $^{۳۳}_{۱۶}S$ وجود دارد؛ پس داریم:

$$?\text{atom } ^{۳۳}_{۱۶}S = ۱/۲۰۴ \times ۱۰^{۲۳} \text{ atom S} \times \frac{۲۰ \text{atom } ^{۳۳}_{۱۶}S}{۱۰۰ \text{atom S}} = ۲/۴۰۸ \times ۱۰^{۲۲} \text{atom}$$

بر این اساس، در نمونهٔ مورد نظر $۲/۴۰۸ \times ۱۰^{۲۲}$ اتم از ایزوتوپ $^{۳۳}_{۱۶}S$ وجود دارد.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۲۱ برم، عنصری از جدول دوره‌ای با عدد اتمی ۳۵ بوده و در ساختار اتم خنثای آن ۳۵ الکترون وجود دارد. بر این اساس، می‌توان گفت در ساختار یون برمید (Br^-)، مجموعاً ۳۶ الکترون وجود دارد. تصویر زیر، نمایی از عناصر موجود در تناوب چهارم را نشان می‌دهد:



طبق فرض سوال، شمار الکترون‌های موجود در یون پایدار $X^{۲-}$، نصف تعداد الکترون‌ها در یون $^{۸۰}Br^-$ است، پس می‌توان گفت در ساختار یون $X^{۲-}$، مجموعاً ۱۸ الکترون وجود دارد. با توجه به توضیحات داده شده، اتم خنثای X دارای ۱۶ الکترون در ساختار خود بوده و عدد اتمی آن برابر با ۱۶ است. چون در اتم X تعداد نوترون‌ها و پروتون‌ها با هم برابر است، پس عدد جرمی این عنصر برابر با ۳۲ بوده و جرم مولی آن نیز برابر با ۳۲ گرم می‌شود. بر این اساس، در رابطه با $XF_۴$ داریم:

$$\text{جرم مولی } XF_۴ = \text{جرم مولی X} + ۴ \times (\text{جرم مولی F}) = ۳۲ + ۴ \times ۱۹ = ۱۰۸ \text{g.mol}^{-۱}$$

بر این اساس، داریم:

$$?\text{atom F} = ۲/۷ \text{g } XF_۴ \times \frac{۱ \text{mol } XF_۴}{۱۰۸ \text{g } XF_۴} \times \frac{۴ \text{mol F}}{۱ \text{mol } XF_۴} \times \frac{۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳} \text{atom F}}{۱ \text{mol F}} = ۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۲} \text{atom}$$

با توجه به محاسبات انجام شده، نمونه مورد نظر شامل $۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۲}$ اتم فلوئور می‌شود.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۲ فقط عبارت (پ) درست است.

بررسی موارد:

آ: 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 بی نهایت طول موج از رنگ‌های گوناگون می‌شود. بررسی‌ها نشان می‌دهد که نور خورشید، شامل گسترهٔ بسیار بزرگ‌تری از این پرتوها است. پرتوهایی که از نوع پرتوهای الکترومغناطیسی بوده و با خود انرژی حمل می‌کنند؛ به طوری که 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

ب: نور زرد لامپ‌هایی که شب هنگام، آزادراه‌ها، بزرگراه‌ها و خیابان‌ها را روشن می‌سازد، به دلیل وجود بخار سدیم(سدیم در حالت گازی) 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 نورد زرد، مشابه به رنگ شعلهٔ فلز سدیم است. تصویر زیر، نمایی از لامپ‌های زرد موجود در بزرگراه‌ها را نشان می‌دهد:



پ: فراوان‌ترین عنصر موجود در سیاره مشتری، هیدروژن است. طیف نشری-خطی هیدروژن در ناحیهٔ مرئی، شامل ۴ پرتو مختلف می‌شود. البته، توجه داریم که طیف نشری-خطی هیدروژن در ناحیهٔ غیرمرئی مثل فروسرخ و فرابنفش نیز شامل تعدادی طول موج مختلف می‌شود.

ت: جدول زیر، نماد ذرات زیراتمی مختلف را نشان می‌دهد:

نام ذره	نماد	بار الکتریکی نسبی	جرم (amu)	جرم (g)
الکترون	$_{-1}^{0}e$	-۱	۰/۰۰۰۵	$۹/۱۰۹\times۱۰^{-۲۸}$
پروتون	$_{1}^{1}p$	+۱	۱/۰۰۷۳	$۱/۶۷۳\times۱۰^{-۲۴}$
نوترون	$_{0}^{1}n$	۰	۱/۰۰۸۷	$۱/۶۷۵\times۱۰^{-۲۴}$

با توجه به اطلاعات داده شده در این جدول، پروتون با نماد $_{1}^{1}p^{+}$ مشخص شده و همانند نوترون، جرم هر ذره از آن بیشتر از یک amu است. به طور کلی، نماد ذرات زیراتمی به صورت $_{\text{بار ذره}}^{\text{جرم ذره}}X$ نشان داده می‌شود.

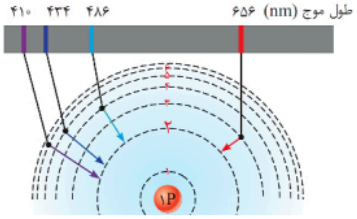
(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۳ فقط عبارت (پ) درست است.

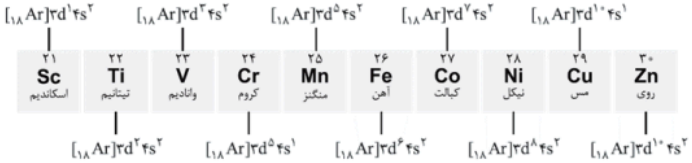
بررسی موارد:

آ: طیف نشری-خطی هر عنصر، وابسته به آرایش الکترونی و عدد اتمی آن عنصر است، پس همه ایزوتوپ‌های هیدروژن دارای طیف نشری-خطی کاملا مشابه و یکسان هستند. بر این اساس، می‌توان گفت در طیف نشری-خطی حاصل از همهٔ ایزوتوپ‌های هیدروژن در ناحیه مرئی، کمترین مقدار انرژی به نوار قرمز (پرتو رنگی مربوط به طول موج ۶۵۶ نانومتر) اختصاص پیدا کرده است. در رابطه با اتم هیدروژن داریم:



همانطور که مشخص است، در اتم هیدروژن با بازگشت الکترون از لایه‌های الکترونی بالاتر به لایه $n = ۲$، پرتوهای مرئی گسیل می‌شود. هرچقدر که لایه مبدا n بزرگ‌تری داشته باشد، پرتو گسیل شده انرژی بیشتر و طول موج کوتاه‌تری دارد.

ب: آرایش الکترونی اتم کروم به صورت $۱s^۲۲s^۲۲p^۶۳s^۲۳p^۶۳d^۵۴s^۱$ است. نسبت الکترون‌های زیرلایه‌های s(مجموعاً ۷ الکترون) به کل الکترون‌های موجود در لایه سوم(۱۳ الکترون) در این اتم تقریباً برابر با ۰/۵۴ است. آرایش الکترونی عناصر فلزی موجود در میانه تناوب چهارم به صورت زیر است:



پ: 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 ۳ اتم متفاوت است. دقت کنید که ایزوتوپ‌های یک اتم دارای عدد اتمی(Z) یکسانی هستند؛ درنتیجه انرژی لایه‌های مربوط به ایزوتوپ‌های یک عنصر با هم برابر است.

ت: مقدار حاصل از رابطه $۴l + ۲$ را برخلاف رابطه $l^۲ + ۳l + ۲$، می‌توان برای محاسبه گنجایش زیرلایه‌های الکترونی استفاده کرد. رابطه دوم تنها برای دو زیرلایه‌ی اول مقدار صحیح را ارائه می‌دهد و از زیرلایه‌ی سوم به بعد، قابل استفاده نیست.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۴ لایه الکترونی اول در هر اتم، حداکثر گنجایش ۲ الکترون را دارد. اتم هلیم، دو الکترون دارد که این الکترون‌ها در لایه الکترونی اول قرار داشته و بر این اساس، می‌توان گفت لایه $n = ۱$ برای این الکترون‌ها معادل با حالت پایه است. با توجه به توضیحات داده شده، اگر الکترون‌های موجود در یک اتم $_{۲}^{۴}He$ در لایه الکترونی $n = ۱$ قرار داشته باشند، اتم در حالت پایه قرار گرفته و از پایداری نسبی برخوردار خواهد بود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۲) الکترون در همه نقاط پیرامون هسته حضور می‌یابد و در هسته نمی‌تواند حضور داشته باشد. تصویر زیر، ساختاری از اتم را نشان می‌دهد:



در ساختار لایه‌ای اتم مطابق تصویر بالا، 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 همهٔ نقاط پیرامون هسته حضور می‌یابد اما در محدودهٔ یاد شده احتمال حضور بیشتری دارد. توجه داریم که انرژی الکترون‌ها با فاصله آن‌ها از هسته رابطه مستقیم دارد.

۳) در آرایش الکترونی آنیون‌های مربوط به اتم عناصر نیتروژن، اکسیژن و فلوئور در تناوب دوم جدول دوره‌ای، ۶ الکترون در زیرلایه p قرار می‌گیرد. این آنیون‌ها به ترتیب معادل با یون‌های نیترید($N^{۳-}$)، اکسید($O^{۲-}$) و فلوئورید(F^{-}) هستند. از روی تغییر رنگ شعله می‌توان به وجود عناصر فلزی پی برد، درحالی که عناصر نیتروژن، اکسیژن و فلوئور نافلز هستند.

۴) عناصری که تمایلی به انجام واکنش‌های شیمیایی ندارند، گازهای نجیب هستند که در گروه هجدهم جدول تناوبی قرار دارند. عدد کوانتومی فرعی آخرین زیرلایهٔ اشغال شده در هلیم به صورت $l = ۰$ بوده و در سایر گازهای نجیب نیز به صورت $l = ۱$ است.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۲۵ عبارت‌های (پ) و (ت) درست هستند.

بررسی موارد:

آ: تابش نور و یا گرم کردن، راه‌هایی برای انرژی دادن به الکترون‌های موجود در یک اتم هستند. الکترون‌ها در اتم برای گرفتن یا از دست دادن انرژی هنگام انتقال بین لایه‌ها با محدودیت مشابهی همانند بالا رفتن از پلکان روبه‌رو هستند. برای نمونه، هنگامی که به اتم‌های گازی یک عنصر با تابش نور یا گرم کردن، انرژی داده می‌شود، الکترون‌ها با جذب انرژی معین از لایه‌ای به لایهٔ بالاتر انتقال می‌یابند. از سوی دیگر، هر چه مقدار انرژی جذب شده بیشتر باشد، الکترون‌ها به لایه‌های بالاتری انتقال می‌یابند.

ب: طول موج پرتو حاصل از انتقال الکترونی از لایه $n = ۴$ به لایه $n = ۲$ در اتم H، برابر با ۴۸۶ نانومتر بوده و این پرتو، به رنگ آبی روشن دیده می‌شود. پرتوهای آبی‌رنگ در مقایسه با پرتوهای زرد رنگ، انرژی بیشتری داشته و در منشور بیشتر منحرف می‌شوند.

پ: انرژی زیرلایه‌های مختلف، به مقدار عدد کوانتومی اصلی(n) و عدد کوانتومی فرعی(l) آن‌ها بستگی دارد. از میان زیرلایه‌های مختلفی با $n + l$ برابر، انرژی زیرلایه‌ای با عدد کوانتومی اصلی بزرگ‌تر، بیشتر خواهد بود. به عنوان مثال، زیرلایه‌های $۴p$ و $۳d$ مجموع مقدار عدد کوانتومی اصلی و فرعی($n + l$) برابری دارند؛ اما انرژی زیرلایه $۴p$ بیشتر از زیرلایه $۳d$ است.

ت: اتم‌های سازنده عناصر نافلزی، با گرفتن الکترون(تبدیل شدن اتم نافلزی به یک آنیون) و یا به اشتراک گذاشتن الکترون(تشکیل پیوند اشتراکی با سایر اتم‌ها)، به آرایش گاز نجیب می‌رسند.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۶ در آرایش الکترون–نقطه ای اتم‌های هلیم، هیچ الکترون جفت نشده‌ای وجود ندارد در حالیکه در آرایش الکترون–نقطه‌ای عناصر بعدی و قبلی این عنصر (هیدروژن و لیتیم)، یک الکترون جفت نشده وجود دارد. جدول صفحه بعد، آرایش الکترون–نقطه‌ای این عناصر را نشان می‌دهد.

شماره گروه	۱	۲			۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸
	H·									He:
	Li·	Be·			·B·	·Ċ·	·N̈·	:Ö·	:F̈·	:N̈e:
	Na·	Mg·			·Al·	·Si·	·P̈·	:S̈·	:C̈l·	:Ar:

گازهای نجیب، شامل عناصر هلیم، نئون، آرگون و ... می‌شوند. به طور کلی، در آرایش الکترون–نقطه‌ای اتم‌های همهٔ گازهای نجیب موجود در جدول دوره‌ای، هیچ الکترون جفت نشده‌ای وجود ندارد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ هرچند که با توجه به برخی از عناصر مثل بریلیم و بور می‌توانیم ایراد علمی به این جمله وارد کنیم، اما متاسفانه این جمله عینا در کتاب درسی مطرح شده است! طبق متن با هم بیندیشیم 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.

۲ بیرونی‌ترین زیرلایهٔ الکترونی در برخی از یون‌های حاصل از عناصر دستهٔ p و d جدول تناوبی، می‌تواند زیرلایهٔ d باشد؛ در حالی که بیرونی‌ترین زیرلایهٔ الکترونی در اتم‌های خنثی تمام عناصر، یکی از زیرلایه‌های s یا p است. به عنوان مثال، آرایش الکترونی یون‌های $_{31}Ga^{3+}$ که از عناصر دستهٔ p حاصل می‌شود و $_{29}Cu^{2+}$ که از عناصر دستهٔ d حاصل می‌شود، به زیرلایهٔ 3d ختم می‌شود. آرایش الکترونی یون مس (II) به صورت زیر است:

$_{29}Cu^{2+}: 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^9$

۴ دانشمندان برای اینکه بتوانند خواص فیزیکی و شیمیایی هر ماده را در محیطی مانند بدن انسان، محیط زیست و یا محیط آزمایش بررسی 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. چون اتم‌ها بسیار ریز هستند، نمی‌توان آن‌ها مستقیماً مشاهده کرد و جرم آن‌ها را اندازه گرفت. به همین دلیل، دانشمندان مقیاس جرم نسبی را برای تعیین جرم اتم‌ها به کار می‌برند. مطابق این مقیاس، جرم هر اتم را با وزنه‌ای می‌سنجند که جرم آن معادل با $\frac{1}{12}$ برابر جرم اتم‌های $_{6}^{12}C$ (ایزوتوپ کربن-۱۲) است. به این وزنه، یکای جرم اتمی گفته شده و با نمادهای amu و یا u مشخص می‌شود.

برای محاسبهٔ جرم هر واحد از این مقیاس اندازه‌گیری، داریم:

$$?\ kg\ \text{جرم} = 1\ amu\ \text{جرم} \times \frac{1\ atom\ C}{12\ amu\ \text{جرم}} \times \frac{1\ mol\ C}{6/02 \times 10^{23}\ atom\ C} \times \frac{12\ g\ C}{1\ mol\ C} \times \frac{1\ kg\ C}{1000\ g\ C} \simeq 1/66 \times 10^{-27}\ kg$$

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۷ زیرلایه‌هایی که $n+l$ آن‌ها برابر با ۴ است، معادل با زیرلایه‌های $3p$ و $4s$ هستند. طبق قاعده آفبا، زیرلایه‌ای که مستقیما بعد از زیرلایه $4s$ شروع به پذیرفتن الکترون می‌کند، $3d$ است و چون اتم X دارای ۱۰ الکترون ظرفیتی در ساختار خود می‌باشد؛ پس ۲ الکترون در زیرلایه $4s$ و ۸ الکترون در زیرلایه $3d$ داشته، متعلق به عناصر دسته d جدول دوره‌ای بوده و عدد اتمی آن برابر با ۲۸ است. آرایش الکترونی اتم X را می‌توان به صورت زیر نوشت:

$_{28}^{59}X: [Ar]3d^8 4s^2$

همانطور که مشخص است، این اتم دارای ۲۸ پروتون، ۲۸ الکترون و ۳۱ نوترون بوده و عنصری متعلق به گروه دهم و دوره چهارم جدول دوره‌ای است. چون عدد جرمی معادل با جرم اتمی در نظر گرفته شده است؛ لذا جرم مولی عنصر X برابر با ۵۹ گرم بر مول است. با توجه به این موضوع می‌توان تعداد یون‌های اکسید را محاسبه کرد:

$$?\,atm\ O = ۳۳/۲\ g\ X_۲O_۳ \times \frac{۱\ mol\ X_۲O_۳}{۱۶۶\ g\ X_۲O_۳} \times \frac{۳\ mol\ O}{۱\ mol\ X_۲O_۳} \times \frac{۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳}\ atm\ O}{۱\ mol\ O} = ۳۶/۱۲ \times ۱۰^{۲۲}\ atm$$

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) در میان ذره‌های زیر اتمی، جرم نوترون و پروتون به تقریب برابر با ۱ amu و جرم الکترون برابر با $\frac{۱}{۲۰۰۰}$ amu است. با توجه به این موضوع، می‌توان درصد شمار پروتون‌ها و نوترون‌ها را در این اتم محاسبه کرد:

$$\text{درصد پروتون‌ها و نوترون‌ها} = \frac{۳۱+۲۸}{۳۱+۲۸+۲۸} \times ۱۰۰ \simeq ۶۷/۸ \Rightarrow \text{درصد پروتون‌ها و نوترون‌ها} = \frac{\text{تعداد پروتون‌ها و نوترون‌ها}}{\text{تعداد ذره‌های زیراتمی}} \times ۱۰۰$$

۳) عنصر X، متعلق به گروه دهم و دوره چهارم جدول دوره‌ای بوده و فلزی واسطه از دسته d جدول دوره‌ای است. عناصر دسته d، همگی فلز هستند و به غیر از جیوه، در دما و فشار اتاق به حالت جامد یافت می‌شوند. توجه داریم که گروه دهم جدول دوره‌ای دارای ۴ عنصر است. جدول‌های زیر تعداد عناصر موجود در هر دوره و گروه جدول دوره‌ای را مشخص کرده‌اند:

شماره دوره	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷
تعداد عناصر	۲	۸	۸	۱۸	۱۸	۳۲	۳۲

شماره گروه	۱	۲	۳	۴ - ۱۲	۱۳ - ۱۷	۱۸
تعداد عناصر	۷	۶	۳۲	۴	۶	۷

۴) در آرایش الکترونی اتم X، عدد کوانتومی فرعی(l) زیرلایه‌های $1s$، $2s$، $3s$، $4s$ برابر با صفر بوده و مجموعاً در این زیرلایه‌های الکترونی، ۸ الکترون جای گرفته‌اند. همچنین عدد کوانتومی فرعی(l) زیرلایه $3d$ برابر با دو بوده و در این زیرلایه، ۸ الکترون قرار دارد؛ درنتیجه اختلاف شمار این الکترون‌ها در اتم مورد نظر برابر با صفر است. در ساختار اتم $_1^1H$ نیز هیچ نوترونی وجود ندارد.

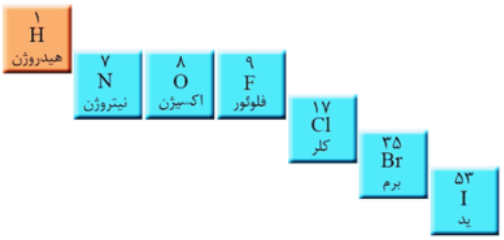
(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۸ همه عبارت‌های داده شده درست هستند.

بررسی موارد:

آ: تصویر زیر، عناصری از جدول دوره‌ای را نشان می‌دهد که در دما و فشار اتاق، به شکل مولکول‌های دو اتمی وجود دارند:

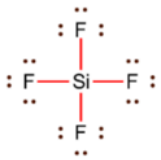


از میان این عناصر، فلوئور، اکسیژن و نیتروژن متعلق به تناوب دوم بوده و با نماد یک حرفی نشان داده می‌شوند. بجز عناصر ید و برم که به ترتیب در دمای اتاق به حالت جامد و مایع دیده می‌شوند، سایر عناصر موجود در این تصویر در دمای اتاق به حالت گاز وجود دارند.

ب: اتمی که آرایش الکترونی آن به $3p^2$ ختم می‌شود، جزو عناصر دسته p بوده و در دوره سوم و گروه ۱۴ قرار دارد. این عنصر معادل با سیلیسیم بوده و آرایش الکترونی اتم آن به صورت زیر است:

$$_{14}Si: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^2$$

سیلیسیم، دارای ۴ الکترون جفت نشده(تک) در لایه ظرفیت خود است و می‌تواند با ۴ اتم فلوئور، ۴ پیوند اشتراکی یگانه تشکیل دهد. آرایش الکترون-نقطه‌ای ترکیب حاصل از واکنش فلوئور و سیلیسیم(SiF_4) به صورت زیر است:



مدل فضا پرکن این مولکول شبیه مدل فضا پرکن مولکول متان است. این ماده، سیلیسیم تترافلوئورید نام دارد. توجه داریم که برای نمایش دادن ساختار مولکول‌ها در سه بعد، می‌توان از مدل گلوله و میله و مدل فضا پرکن استفاده کرد. در مدل گلوله و میله، اتم‌ها را با گلوله و پیوندها را با میله نمایش می‌دهند؛ در نتیجه پیوندهای اشتراکی بین اتم‌ها مشخص است. در نقطه مقابل، در مدل فضا پرکن این پیوندها مشخص نیستند.

پ: هر ترکیب یونی که تنها از دو عنصر(فلز + نافلز) ساخته شده باشد، ترکیب یونی دوتایی است. نسبت تعداد کاتیون‌ها به آنیون‌ها یا برعکس در ترکیب‌های یونی، برابر با نسبت زیروند آنیون و کاتیون در فرمول شیمیایی آن‌ها است. می‌توان این مطلب را به صورت زیر نمایش داد:

$$\text{نسبت شمار کاتیون به آنیون} = \frac{\text{زیروند کاتیون}}{\text{زیروند آنیون}} \quad \text{یا} \quad \text{نسبت شمار آنیون به کاتیون} = \frac{\text{زیروند آنیون}}{\text{زیروند کاتیون}}$$

برای مثال در منیزیم کلرید($MgCl_2$)، نسبت تعداد آنیون به کاتیون برابر با ۲ و نسبت تعداد کاتیون به آنیون برابر با ۰/۵ است. منیزیم نیترید با فرمول شیمیایی Mg_3N_2، یک ترکیب یونی دوتایی بوده و نسبت کاتیون به آنیون در آن برابر با ۱/۵ است.

ت: کلر، یک گاز زرد رنگ بوده و یک نمونه از آن، خاصیت رنگ‌بری و گندزدایی دارد. از این گاز، برای تولید نمک خوراکی(سدیم کلرید) استفاده می‌شود. نمک طعام، از جمله منابع مورد استفاده انسان است که از زمین(منابع موجود در خشکی یا دریا) استخراج می‌شود.

(مار ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۹ نمونه‌ای از گاز NO_2(نیتروژن دی‌اکسید) که در ساختار خود $۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳}$ اتم اکسیژن(معادل با یک مول اتم اکسیژن) دارد، شامل نیم مول از این گاز شده و جرم این نمونه از گاز نیتروژن دی‌اکسید، برابر با ۲۳ گرم خواهد بود. توجه داریم که جرم مولی گاز NO_2 برابر با مجموع جرم مولی اتم‌های سازنده آن و معادل با ۴۶ گرم بر مول است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ نئون گاز نجیبی است که در انتهای تناوب دوم جدول دوره‌ای جای دارد و عدد اتمی آن برابر با ۱۰ است. سدیم اکسید از کنار هم قرار گرفتن یون‌های تک‌اتمی $_{11}Na^+$ و $_8O^{2-}$ تشکیل شده است. آرایش الکترونی هر دو یون سازنده این ترکیب، مشابه به آرایش الکترونی عنصر نئون است.

$$\begin{cases} {}_8O^{2-}: 1s^2\ 2s^2\ 2p^6 \\ {}_{11}Na^+: 1s^2\ 2s^2\ 2p^6 \end{cases} \rightarrow {}_{10}Ne: 1s^2\ 2s^2\ 2p^6$$

۲ 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 به طور 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.

۴ اتم کربن-۱۲(اتمی که در ساختار خود ۶ پروتون، ۶ نوترون و ۶ الکترون دارد)، یک اتم پایدار بوده و به صورت طبیعی یافت می‌شود. توجه داریم که جرم اتم کربن-۱۲ دقیقا برابر با $۱۲amu$ خواهد بود در حالی که مجموع جرم ۶ پروتون، ۶ نوترون و ۶ الکترون مجزا کمی بیشتر از $۱۲amu$ خواهد بود. جدول زیر، جرم انواع ذرات زیراتمی موجود در هر اتم را نشان می‌دهد:

نام ذره	نماد	بار الکتریکی نسبی	جرم (amu)	جرم (g)
الکترون	${}_{-1}^{0}e$	-۱	۰/۰۰۰۵	$۹/۱۰۹ \times ۱۰^{-۲۸}$
پروتون	${}_{+1}^{1}p$	+۱	۱/۰۰۷۳	$۱/۶۷۳ \times ۱۰^{-۲۴}$
نوترون	${}_{0}^{1}n$	۰	۱/۰۰۸۷	$۱/۶۷۵ \times ۱۰^{-۲۴}$

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۳۰ در قدم اول، مقدار مول ذرات زیراتمی باردار موجود در این نمونه را محاسبه می‌کنیم.

$$?\,mol\ \text{ذره} = ۳/۰۱ \times ۱۰^{۲۴}\ \text{تعداد ذره} \times \frac{۱\ mol\ \text{ذره}}{۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳}\ \text{تعداد ذره}} = ۵\ mol$$

ذرات باردار موجود در یک نمونه، شامل الکترون‌ها و پروتون‌ها می‌شوند. از آنجا که تعداد الکترون‌ها و نوترون‌های موجود در هر ذرهٔ خنثی با هم برابر است، پس می‌توان گفت در نمونهٔ ۵/۵ گرمی از فلز مورد نظر، ۲/۵ مول الکترون و ۲/۵ مول پروتون وجود دارد. از طرفی، در هر اتم از عنصر مورد نظر نیز ۳۰ نوترون وجود دارد، پس نماد فلز مورد نظر به صورت ${}_{x}^{x+۳۰}A$ می‌شود. تا به اینجای کار، می‌دانیم که عدد جرمی(معادل با جرم مولی) این ذره برابر با $x + ۳۰$ بوده و در یک نمونهٔ ۵/۵ گرمی از این عنصر فلزی نیز ۲/۵ مول پروتون وجود دارد. با توجه به این داده‌ها، می‌توانیم مقدار x را به صورت زیر محاسبه کنیم.

$$۲/۵\ mol\ \text{پروتون} = ۵/۵\ g\ A \times \frac{۱\ mol\ A}{(x+۳۰)\ g\ A} \times \frac{x\ mol\ \text{پروتون}}{۱\ mol\ A} \Longrightarrow x = ۲۵$$

با توجه به محاسبات بالا، عدد اتمی عنصر A برابر با ۲۵ است، پس این عنصر معادل با منگنز خواهد بود. منگنز متعلق به گروه ۷ جدول دوره‌ای است، پس در هر اتم از این عنصر ۷ الکترون ظرفیتی وجود دارد. عناصر سلنیم($_{۳۴}Se$) و ید($_{۵۳}I$) نیز متعلق به گروه‌های ۱۶ و ۱۷ جدول دوره‌ای بوده و به ترتیب دارای ۶ و ۷ الکترون ظرفیتی در ساختار خود هستند. بر این اساس، می‌توان گفت عنصر A و عنصر ید دارای تعداد الکترون‌های ظرفیتی برابری هستند. آرایش الکترونی منگنز به صورت زیر است:

$$_{۲۵}Mn: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^2$$

بیرونی‌ترین زیرلایه الکترونی در این عنصر، زیرلایه $4s$ است. همانطور که می‌دانیم، در این زیرلایه ۲ الکترون وجود داشته و مجموع مقادیر n و l برای هر کدام از الکترون‌هایی که در این زیرلایه قرار می‌گیرند، برابر با ۴ است. بر این اساس، مجموع مقادیر n و l برای الکترون‌هایی که در بیرونی‌ترین زیرلایه این عنصر قرار می‌گیرند، برابر با ۸ است.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۳۱ با توجه به داده‌های ارائه شده در صورت سوال، اگر در یک مولکول SF_x تعداد اتم‌های فلوئور برابر با x عدد باشد، در یک مول SF_x تفاوت تعداد مول اتم‌های گوگرد و فلوئور برابر با $x-1$ مول است. از این رو تفاوت تعداد اتم‌های گوگرد و فلوئور در یک مول SF_x برابر با $(x-1)\times ۶/۰۲\times ۱۰^{۲۳}$ خواهد بود و همچنین جرم مولی یک مول از این ماده نیز معادل با $۱۹x+۳۲$ گرم بر مول می‌شود. با توجه به توضیحات داده شده، به محاسبه تعداد اتم‌های فلوئور موجود در یک واحد مولکولی SF_x که برابر با x است، 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 به صورت $SF_۴$ بوده است. می‌دانیم که در یک مول گالیم سولفید($Ga_۲S_۳$)، ۳ مول یون سولفید وجود دارد؛ پس برای محاسبه جرم نمونه‌ای از گالیم سولفید که حاوی $۱/۵x=۶$ مول یون سولفید است، به صورت زیر عمل می‌کنیم:

$$?\ g\ Ga_۲S_۳ = ۶\ mol\ S^{۲-}\times\frac{۱\ mol\ Ga_۲S_۳}{۳\ mol\ S^{۲-}}\times\frac{۲۳۶\ g\ Ga_۲S_۳}{۱\ mol\ Ga_۲S_۳}=۴۷۲\ g$$

با توجه به محاسبات فوق، در ساختار ۴۷۲ گرم از گالیم سولفید، ۶ مول یون سولفید وجود خواهد داشت.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۳۲ واکنش میان برم و اکسیژن با فلز کلسیم به صورت زیر است:

$$O_۲ + ۲Ca \rightarrow ۲O^{۲-} + ۲Ca^{۲+} \rightarrow ۲CaO \qquad Br_۲ + Ca \rightarrow ۲Br^- + Ca^{۲+} \rightarrow CaBr_۲$$

در واکنش اول، دو الکترون و در واکنش دوم، چهار الکترون بین گونه‌ها مبادله شده است. جرم اکسیژن و برم مصرف شده را برابر با m در نظر گرفته و شمار مول الکترون‌های مبادله شده در هر واکنش را محاسبه می‌کنیم.

$$\text{برم}: ?\ mol\ e = m\ g\ Br_۲\times\frac{۱\ mol\ Br_۲}{۱۶۰\ g\ Br_۲}\times\frac{۲\ mol\ e}{۱\ mol\ Br_۲}=\frac{m}{۸۰}\ mol$$

$$\text{اکسیژن}: ?\ mol\ e = m\ g\ O_۲\times\frac{۱\ mol\ O_۲}{۳۲\ g\ O_۲}\times\frac{۴\ mol\ e}{۱\ mol\ O_۲}=\frac{m}{۸}\ mol$$

در قدم بعد، شمار الکترون‌های مبادله شده را با هم مقایسه می‌کنیم.

$$\frac{\text{شمار الکترون‌های مبادله شده در واکنش اکسیژن و کلسیم}}{\text{شمار الکترون‌های مبادله شده در واکنش برم و کلسیم}}=\frac{\frac{m}{۸}\ mol}{\frac{m}{۸۰}\ mol}=\text{برابر } ۱۰$$

در قدم بعد، جرم اکسیژن مصرف شده در واکنش $O_۲ + ۲Ca \rightarrow ۲CaO$ را محاسبه می‌کنیم.

$$?\ g\ O_۲ = ۸۹/۶\ g\ CaO\times\frac{۱\ mol\ CaO}{۵۶\ g\ CaO}\times\frac{۱\ mol\ O_۲}{۲\ mol\ CaO}\times\frac{۳۲\ g\ O_۲}{۱\ mol\ O_۲}=۲۵/۶\ g$$

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

۳۳ در یک نمونه طبیعی از منیزیم، ایزوتوپ‌هایی با عدد جرمی ۲۴، ۲۵ و ۲۶ وجود دارند. در قدم اول، درصد فراوانی هر یک از ایزوتوپ‌های منیزیم را به دست می‌آوریم. با توجه به اینکه درصد فراوانی ایزوتوپ ^{۲۶}Mg برابر با ۲۰ درصد است، مجموع فراوانی دو ایزوتوپ دیگر برابر با ۸۰ درصد خواهد بود. همچنین می‌دانیم که به ازای هر اتم ^{۲۵}Mg موجود در این نمونه، چهار اتم ^{۲۴}Mg وجود دارد، پس درصد فراوانی ایزوتوپ ^{۲۴}Mg، چهار برابر ایزوتوپ دیگر می‌شود. با توجه به این موضوع، درصد فراوانی دو ایزوتوپ سبک‌تر را محاسبه می‌کنیم. اگر فراوانی ایزوتوپ ^{۲۵}Mg برابر با x باشد، داریم:

$$۴x + x = ۸۰ \Rightarrow x = ۱۶$$

با توجه به مقدار x، درصد فراوانی دو ایزوتوپ ^{۲۴}Mg و ^{۲۵}Mg به ترتیب برابر با ۶۴ و ۱۶ درصد خواهد بود. با توجه به توضیحات داده شده، جرم اتمی میانگین این نمونه از فلز منیزیم را محاسبه می‌کنیم. برای محاسبه جرم اتمی میانگین یک عنصر از رابطه زیر استفاده می‌کنیم:

$$\text{جرم اتمی میانگین} = \frac{\left(\text{جرم اتمی ایزوتوپ اول} \times \text{درصد فراوانی ایزوتوپ اول}\right) + \left(\text{جرم اتمی ایزوتوپ دوم} \times \text{درصد فراوانی ایزوتوپ دوم}\right) + \ldots}{۱۰۰}$$

اگر درصد فراوانی ایزوتوپ‌های داده شده را در رابطه بالا جایگذاری کنیم، خواهیم داشت:

$$\overline{M} = \frac{(۶۴ \times ۲۴) + (۱۶ \times ۲۵) + (۲۰ \times ۲۶)}{۱۰۰} = ۲۴/۵۶\ amu$$

بنابراین جرم مولی این نمونه از فلز منیزیم برابر با ۲۴/۵۶ گرم است. دو مول فلز منیزیم با یک مول اکسیژن واکنش می‌دهد و به منیزیم اکسید تبدیل می‌شود. معادله این واکنش به صورت زیر است:

$$۲Mg(s) + O_۲(g) \longrightarrow ۲Mg^{۲+}(s) + ۲O^{۲-}(s) \longrightarrow ۲MgO(s)$$

بر این اساس، داریم:

$$?\,g\ Mg = ۲\ mol\ O_۲ \times \frac{۲\ mol\ Mg}{۱\ mol\ O_۲} \times \frac{۲۴/۵۶\ g\ Mg}{۱\ mol\ Mg} = ۹۸/۲۴\ g$$

با توجه به معادله موازنه شده واکنش فلز منیزیم با گاز اکسیژن، هر اتم منیزیم دو الکترون از دست داده و به یون منیزیم تبدیل می‌شود، پس می‌توان گفت به ازای مصرف هر مول فلز منیزیم، دو مول الکترون در این واکنش مبادله می‌شود. بنابراین داریم:

$$?\,e = ۹۸/۲۴g\ Mg \times \frac{۱\ mol\ Mg}{۲۴/۵۶\ g\ Mg} \times \frac{۲\ mol\ e}{۱\ mol\ Mg} \times \frac{۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳}\ e}{۱\ mol\ e} = ۴/۸۱۶ \times ۱۰^{۲۴}\ e$$

با توجه به محاسبات بالا، طی این فرایند $۴/۸۱۶ \times ۱۰^{۲۴}$ الکترون مبادله شده است. توجه داریم که در گذشته، از واکنش سوختن فلز منیزیم برای ایجاد منبع نور در هنگام عکاسی استفاده می‌شده است.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

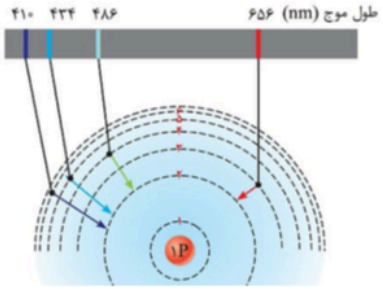
SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۳۴ فقط عبارت (آ) درست است.

بررسی موارد:

آ: هنگام انتقال الکترون از یک لایه به لایه دیگر، دادوستد انرژی به صورت کوانتومی است. در واقع الکترون هنگام انتقال از یک لایه به لایه دیگر، انرژی را به صورت پیمانه‌ای یا بسته‌های معین جذب یا نشر می‌کند. برای نمونه، هنگامی که به اتم‌های گازی یک عنصر با تابش نور یا گرم کردن، انرژی داده می‌شود، الکترون‌ها با جذب انرژی معین از لایه‌ای به لایه بالاتر انتقال می‌یابند.

ب: چون ید و هگزان هر دو از ذرات ناقطبی تشکیل شده‌اند، به راحتی در هم حل می‌شوند. ید یک ماده بنفش رنگ بوده و هگزان نیز یک مایع بی‌رنگ است، پس می‌توان گفت رنگ محلول ید در هگزان بنفش است. برخلاف ید، برم یک مایع قرمز رنگ بوده و رنگ محلول برم در هگزان قرمز است. کم‌انرژی‌ترین نوار رنگی موجود در طیف نشری-خطی هیدروژن در ناحیه مرئی نیز مربوط به پرتو قرمز رنگ با $\lambda = ۶۵۶\ nm$ است. شکل زیر طیف نشری-خطی هیدروژن و چگونگی ایجاد آن را نشان می‌دهد:



توجه داریم که در اتم هیدروژن، هرچه الکترون‌ها از لایه‌های بالاتر به لایه پایین‌تر منتقل شوند، طول موج پرتو گسیل شده کمتر بوده و انرژی آن بیشتر خواهد بود. در این اتم، در اثر بازگشت الکترون از لایه ۳ به ۲، یک پرتو قرمز و در اثر بازگشت الکترون از لایه ۴ به ۲، یک پرتو آبی کمرنگ و در اثر بازگشت الکترون از لایه ۵ به ۲، یک پرتو آبی پررنگ(متمایل به نیلی) و در اثر بازگشت الکترون از لایه ۶ به ۲، یک پرتو بنفش گسیل می‌شود.

پ: با تعیین دقیق مقدار طول‌موج و سطح انرژی نوارهای رنگی موجود در طیف نشری-خطی هر عنصر، می‌توان به تصویر دقیقی از انرژی لایه‌های الکترونی و آرایش الکترونی اتم آن عنصر دست یافت. این در حالی است که تعداد خطوط موجود در طیف نشری خطی هر عنصر به تنهایی نشان دهنده انرژی لایه‌ها و زیرلایه‌ها در اتم آن عنصر نخواهد بود. برای مثال، تعداد خطوط موجود در طیف نشری-خطی هیدروژن و لیتیم کاملا یکسان است اما مقدار انرژی لایه‌ها و زیرلایه‌ها در اتم این دو عنصر متفاوت از هم است.

ت: درون خورشید، همانند دیگر ستاره‌ها در دماهای بالا واکنش‌های هسته‌ای رخ می‌دهد. واکنش‌هایی که در آن‌ها از عنصرهای سبک‌تر، عناصر سنگین‌تر تولید می‌شود. این واکنش‌ها با تغییر جرم مواد همراه بوده و بر این اساس، سبب نورافشانی و گرمابخشی می‌شود. توجه داریم که درون خورشید واکنش تبدیل هیدروژن به هلیم انجام می‌شود اما واکنش تبدیل هلیم به هیدروژن که نوعی واکنش هسته‌ای گرماگیر است، انجام نمی‌شود.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۳۵ چهارمین عنصر دستهٔ d در دورهٔ چهارم، کروم($_{۲۴}Cr$) است. کروم اولین عنصری در جدول تناوبی است که از قاعدهٔ آفبا پیروی نمی‌کند. دومین عنصر با این ویژگی، مس($_{۲۹}Cu$) است. عنصر مس، اولین عنصری است که در گروه ۱۱ قرار داشته و با عنصر $_{۱۱}X$ در یک گروه قرار می‌گیرد. تفاوت عدد اتمی مس با کروم، برابر با $۲۹ - ۲۴ = ۵$ واحد است. آرایش الکترونی عناصر موجود در دسته d تناوب چهارم جدول دوره‌ای به صورت زیر است:



بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ در رابطه با عناصر داده شده، داریم:

$[_{۲۴}Cr] = [_{۱۸}Ar]۳d^{۵}۴s^{۱} \rightarrow$ شمار الکترون‌های ظرفیتی $= ۵ + ۱ = ۶$

$[_{۸}O] = [_{۲}He]۲s^{۲}۲p^{۴} \rightarrow$ شمار الکترون‌های ظرفیتی $= ۲ + ۴ = ۶$

البته شمار الکترون‌های ظرفیتی را با توجه به شمار گروه عنصرها هم می‌توان تعیین کرد. بر این اساس، داریم:

$$\begin{cases} Cr: ۶ \text{ گروه} \rightarrow ۶ = \text{شمار الکترون‌های ظرفیتی} \\ O: ۱۶ \text{ گروه} \rightarrow ۶ = \text{شمار الکترون‌های ظرفیتی} \end{cases}$$

۲ عنصر $_{۳۳}As$، پانزدهمین عنصر موجود در دسته p جدول دوره‌ای است. این عنصر، در تناوب چهارم قرار گرفته است. زیرلایه‌های نیمه‌پُر در آرایش الکترونی اتم‌های $_{۲۴}Cr$ و $_{۳۳}As$ به صورت زیر هستند:

$[_{۲۴}Cr] = [_{۱۸}Ar]\underline{۳d^{۵}}\ \underline{۴s^{۱}} \rightarrow$ شمار زیر لایه‌های نیمه پُر $= ۲$

$[_{۳۳}As] = [_{۱۸}Ar]۳d^{۱۰}۴s^{۲}\ \underline{۴p^{۳}} \rightarrow$ شمار زیر لایه‌های نیمه پُر $= ۱$

بنابراین شمار زیرلایه‌های نیمه‌پُر در ساختار اتم $_{۲۴}Cr$، دو برابر این مقدار در $_{۳۳}As$ است.

۴ آرایش الکترونی کامل اتم Cr را رسم می‌کنیم. عددهای کوانتومی فرعی $l = ۰$، $l = ۱$ و $l = ۲$ به ترتیب به زیرلایه‌های s، p و d برمی‌گردند. بر این اساس، داریم:

$$[_{۲۴}Cr] = ۱s^{۲}۲s^{۲}۲p^{۶}۳s^{۲}۳p^{۶}۳d^{۵}۴s^{۱} \rightarrow \begin{cases} l = ۰ \rightarrow ۲ + ۲ + ۲ + ۱ = ۷ \\ l = ۲ \rightarrow ۵ \\ n = ۲ \rightarrow ۲ + ۶ = ۸ \end{cases}$$

بنابراین مجموع شمار الکترون‌های دارای عددهای کوانتومی $l = ۰$ و $l = ۲$، ۱/۵ برابر شمار الکترون‌های دارای عدد کوانتومی $n = ۲$ است.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۳۶ عبارت‌های (آ)، (ب) و (ث) درست هستند.

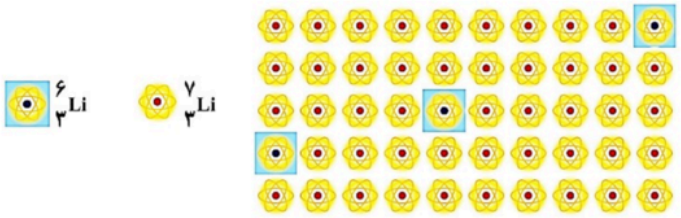
بررسی موارد:

آ: چهارمین عنصر فراوان موجود در ساختار سیاره مشتری، اکسیژن است. اکسیژن، متعلق به گروه ۱۶ و دسته p جدول دوره‌ای بوده و عدد اتمی آن برابر با ۸ است. عنصر اکسیژن در ساختار هر اتم خود ۶ الکترون ظرفیتی(الکترون‌های موجود در دومین لایه الکترونی) داشته و در ساختار برخی از مواد یونی از جمله اکسیدها، کربنات‌ها، فسفات‌ها، سیلیکات‌ها و ... یافت می‌شود. توجه داریم که سومین عنصر فراوان موجود در مشتری، کربن است. کربن، متعلق به گروه ۱۴ جدول دوره‌ای بوده و عدد اتمی آن برابر با ۶ خواهد بود. عنصر کربن در ساختار هر اتم خود ۴ الکترون ظرفیتی دارد.

ب: تصویر زیر، نمایی از ایزوتوپ‌های هیدروژن را نشان می‌دهد:

ایزوتوپ	${}_{1}^{1}H$	${}_{1}^{2}H$	${}_{1}^{3}H$	${}_{1}^{4}H$	${}_{1}^{5}H$	${}_{1}^{6}H$	${}_{1}^{7}H$
نیم‌عمر	پایدار	پایدار	۱۲/۳۲ سال	$۱/۴\times۱۰^{-۲۲}$ ثانیه	$۹/۱\times۱۰^{-۲۲}$ ثانیه	$۲/۹\times۱۰^{-۲۲}$ ثانیه	$۲/۳\times۱۰^{-۲۳}$ 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، به صورت ساختگی تهیه شده‌اند. از بین سه ایزوتوپ طبیعی هیدروژن، دو ایزوتوپ اول کاملا پایدار بوده و ایزوتوپ سوم(ایزوتوپ ${}_{1}^{3}H$ که در ساختار هستهٔ خود ۲ نوترون و ۱ پروتون دارد)، ناپایدار است. لیتیم، اولین عنصر فلزی موجود در جدول دوره‌ای بوده و عدد اتمی آن برابر با ۳ است. لیتیم 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 ${}_{3}^{7}Li$ در نمونهٔ مورد نظر برابر با ۹۴٪ و درصد فراوانی ایزوتوپ دیگر در این نمونه نیز برابر با ۶٪ است.

پ: فضاپیماهای وویجر مأموریت داشتند از کنار سیاره‌های مشتری، زحل، اورانوس و نپتون عبور کنند. این فضاپیماها باید اطلاعات فیزیکی و شیمیایی سیاره‌های مورد نظر را تهیه کرده و برای زمین ارسال می‌کردند. این شناسنامه‌ها می‌تواند حاوی اطلاعاتی مانند نوع عنصرهای سازنده، ترکیب‌های شیمیایی در اتمسفر آن‌ها و ترکیب درصد این مواد باشد.

ت: پس از مهبانگ، با گذشت زمان و کاهش دما، گازهای هیدروژن و هلیم تولید شده طی مهبانگ متراکم شده و مجموعه‌های گازی به نام سحابی‌ها را ایجاد کرد. بعدها این سحابی‌ها سبب پیدایش ستاره‌ها و کهکشان‌ها شدند.

فراوان‌ترین عناصر موجود در ساختار سیاره مشتری، هیدروژن و هلیم هستند که در روند تشکیل عناصر، از ذرات زیراتمی(الکترون، نوترون و پروتون) به وجود آمدند. برخی دانشمندان بر این باورند که سر آغاز کیهان با انفجاری مهیب(مهبانگ) همراه بوده که طی آن انرژی عظیمی آزاد شده‌است. در آن شرایط پس از پدید آمدن ذره‌های زیراتمی مانند الکترون، پروتون و نوترون، عنصرهای هیدروژن و هلیم پا به عرصه جهان گذاشتند. با گذشت زمان و کاهش دما، گازهای هیدروژن و هلیم تولید شده، متراکم شدند و مجموعه‌های گازی به نام سحابی ایجاد کردند.

ث: اورانیم، یک عنصر فلزی است و از میان همه فلزها، شناخته شده‌ترین فلز پرتوزا به شمار می‌رود. یکی از ایزوتوپ‌های عنصر اورانیوم که نماد شیمیایی آن به صورت ${}_{92}^{235}U$ است و به نام اورانیوم-۲۳۵ نیز خوانده می‌شود را می‌توان به عنوان سوخت در راکتورهای اتمی به کار برد. غنی سازی ایزوتوپی نیز فرایندی است که در طول آن، مقدار اورانیوم-۲۳۵ را در یک نمونه طبیعی 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 دردسته عناصر فلزی قرار دارند. جدول زیر، اطلاعات مربوط به دسته‌های مختلف جدول تناوبی عناصر را نشان می‌دهد:

دستهٔ جدول دوره‌ای	s	p	d	f
موقعیت در جدول دوره‌ای	سمت چپ (بجز هلیم)	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
نوع عناصر	فلز و نافلز	فلز، شبه‌فلز و نافلز	فلز	فلز
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

(مازندران ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

۳۷ عبارت‌های (آ) و (پ) درست هستند.

بررسی موارد:

آ: چون عدد اتمی عنصر $_{۳۴}X$ بین عدد اتمی گازهای نجیب آرگون(گاز نجیب موجود در تناوب سوم) و کریپتون(گاز نجیب موجود در تناوب چهارم) قرار گرفته است، پس می‌توان گفت این عنصر متعلق به تناوب چهارم است. عدد اتمی این عنصر دو واحد کمتر از عدد اتمی کریپتون است، پس می‌توان گفت این عنصر متعلق به گروه ۱۶ جدول دوره‌ای است. عدد اتمی عنصر $_{۵۲}Te$ نیز دو واحد کمتر از عدد اتمی زنون است، پس می‌توان گفت این عنصر هم متعلق به گروه ۱۶ جدول دوره‌ای بوده و در تناوب پنجم قرار دارد.

ب: زیرلایه $۳d$، سومین زیرلایه از لایه الکترونی سوم است که در تناوب چهارم شروع به پر شدن می‌کند. عناصر موجود در دوره چهارم جدول دوره‌ای را در زیر مشاهده می‌کنید:

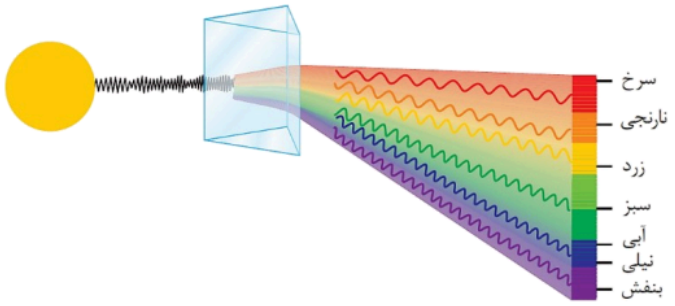
19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
Potassium	Calcium	Scandium	Titanium	Vanadium	Chromium	Manganese	Iron	Cobalt	Nickel	Copper	Zinc	Gallium	Germanium	Arsenic	Selenium	Bromine	Krypton
39.10	40.08	44.96	47.88	50.94	51.99	54.94	55.85	58.93	58.69	63.55	65.38	69.72	72.63	74.92	78.97	79.90	84.80

در این دوره، در زیرلایه $۳d$ اتم ۸ عنصر مس، روی، گالیم، ژرمانیم، آرسنیک، سلنیم، برم و کریپتون، ۱۰ الکترون وجود داشته و این زیرلایه برای اتم این عناصر کاملا پر از الکترون است. از طرفی در زیرلایه $۳d$ مربوط به اتم ۲ عنصر منگنز و کروم، ۵ الکترون وجود داشته و این زیرلایه برای اتم این دو عنصر نیمه‌پر به حساب می‌آید.

پ: اگر به اتم‌ها در حالت پایه انرژی داده شود، الکترون‌های آن‌ها با جذب انرژی به لایه‌های بالاتر انتقال می‌یابد. هرچه مقدار انرژی جذب شده بیشتر باشد، الکترون‌ها به لایه‌های بالاتری انتقال می‌یابند. در نقطه مقابل، اتم‌های برانگیخته نیز با از دادن انرژی، الکترون‌های خود را به لایه‌های پایین‌تر منتقل کرده و طی این فرایند، مقداری انرژی آزاد می‌کنند.

ت: رنگ زرد، از جمله رنگ‌های سازنده رنگین کمان بوده و در مقایسه با پرتوهای سبز رنگ، طول موج بلندتر و انرژی کمتری دارد. توجه داریم که رنگین کمان، بر اثر تجزیه نور خورشید با استفاده از قطرات آب موجود در هوای مرطوب ایجاد می‌شود.

تصویر زیر، نمایی از فرایند تجزیه نور خورشید با استفاده از منشور را نشان می‌دهد:



(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۳۸ عبارت‌های (آ)، (ب) و (ت) درست هستند.

بررسی موارد:

آ: جرم اتمی هیدروژن-۱ یا همان $_{۱}^{۱}H$ که فراوان‌ترین ایزوتوپ طبیعی هیدروژن به شمار می‌رود، در حدود ۱/۰۰۸ برابر واحد جرم اتمی است. در ساختار این ایزوتوپ، فقط ۱ پروتون و ۱ الکترون وجود دارد.

ب: برم، یک نافلز مایع است که در گروه ۱۷ از تناوب چهارم جدول دوره‌ای قرار گرفته است. این عنصر با ید(عنصری با عدد اتمی ۵۳) در یک گروه و با عنصر کروم(عنصری با عدد اتمی ۲۴) در یک تناوب قرار گرفته است.

پ: عناصر نئون، فلوئور، اکسیژن، نیتروژن و کربن، عناصر نافلزی موجود در تناوب دوم هستند. توجه داریم که نئون، گاز نجیب موجود در انتهای این تناوب بوده و نماد شیمیایی آن دو حرفی است.

ت: عناصر دسته f، همگی متعلق به تناوب‌های ششم و هفتم بوده و عدد اتمی آن‌ها بزرگ‌تر از ۵۷ است. توجه داریم که در آرایش الکترونی همه اتم‌هایی که عدد اتمی آن‌ها بزرگ‌تر یا مساوی ۲۹ است، لایه الکترونی $n = ۳$ به طور کامل پر از الکترون است.

ث: هر ستون از جدول دوره‌ای، شامل عنصرهای با خواص شیمیایی مشابه است و گروه نامیده می‌شود. توجه داریم که خواص شیمیایی اتم‌های موجود در یک گروه، الزاما یکسان نیست. برای مثال، کربن و سرب متعلق به گروه ۱۴ هستند اما خواص شیمیایی یکسانی ندارند.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

۳۹ عنصری که ۴ الکترون ظرفیتی در لایه چهارم اتم خود داشته باشد، در گروه ۴ یا ۱۴ جدول دوره‌ای قرار دارد؛ پس عنصر Y در دوره چهارم، معادل با یکی از عناصر تیتانیم($_{۲۲}Ti$) یا ژرمانیم($_{۳۲}Ge$) است. طبق قاعده آفبا، زیرلایه $4p$ زمانی الکترون می‌پذیرد که زیرلایه $3d$ کامل پر شده باشد؛ پس در اتم عنصر X، تعداد الکترون‌های موجود در زیرلایه $3d$ برابر با ۱۰ و تعداد الکترون‌های موجود در زیرلایه $4p$ برابر با ۵ است؛ درنتیجه عنصر X، در گروه ۱۷ جدول دوره‌ای جای داشته و معادل با $_{۳۵}Br$ است. آرایش الکترونی هر سه عنصر تیتانیم، ژرمانیم و برم به صورت زیر است:

$_{۲۲}Ti: ۱s^۲ ۲s^۲ ۲p^۶ ۳s^۲ ۳p^۶ ۳d^۲ ۴s^۲$
$_{۳۲}Ge: ۱s^۲ ۲s^۲ ۲p^۶ ۳s^۲ ۳p^۶ ۳d^{۱۰} ۴s^۲ ۴p^۲$
$_{۳۵}Br: ۱s^۲ ۲s^۲ ۲p^۶ ۳s^۲ ۳p^۶ ۳d^{۱۰} ۴s^۲ ۴p^۵$

در اتم X(برم)، شمار الکترون‌های موجود در زیرلایه d(الکترون با عدد کوانتومی فرعی $l = ۲$) برابر با ۱۰ عدد است و در اتم Y، شمار این الکترون‌ها در ژرمانیم برابر با ۱۰ بوده و در تیتانیم برابر با ۲ است؛ درنتیجه نسبت خواسته شده برابر با ۱ یا ۵ خواهد بود.

شبه‌فلزها همانند مرزی بین فلزها و نافلزهای موجود در جدول دوره‌ای قرار گرفته‌اند. خواص فیزیکی شبه‌فلزها بیشتر به فلزها شبیه بوده در حالی که رفتار شیمیایی آن‌ها اغلب همانند نافلزها است. توجه داریم که همه عناصر شبه‌فلزی موجود در جدول تناوبی در دسته p این جدول قرار می‌گیرند. به عنوان مثال، سیلیسیم و ژرمانیم دو عنصر شبه‌فلزی از گروه ۱۴ جدول هستند. خواص این دو عنصر شبه‌فلزی به شرح زیر است:

۱- این دو عنصر شبه‌فلزی، در حالت جامد سطحی درخشان و صیقلی داشته و پرتوهای نور تابیده شده به سمت خود را بازتاب می‌کنند.

۲- سیلیسیم و ژرمانیم، همانند عناصر نافلزی، چکش‌خوار نبوده و پس از اصابت ضربه‌ی چکش، خرد می‌شوند.

۳- این عناصر، همانند عناصر فلزی، رسانای جریان الکتریسیته و گرما هستند. البته، رسانایی الکتریکی این عناصر در مقایسه با فلزها کمتر است.

۴- اتم‌های سیلیسیم و ژرمانیم در واکنش با سایر اتم‌ها، می‌توانند الکترون به اشتراک بگذارند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) اگر عنصر Y معادل با ژرمانیم باشد، این عنصر در گروه ۱۴ جدول دوره‌ای جای دارد و با عنصر سیلیسیم($_{۱۴}Si$) هم‌گروه است. توجه داریم که برای تعیین دوره و گروه عناصر مختلف، از عدد اتمی گازهای نجیب استفاده می‌کنیم.

برای تعیین دوره از توالی زیر بهره می‌گیریم:

۱۱۸ (دوره هفتم) ـــــ ۸۶ (دوره ششم) ـــــ ۵۴ (دوره پنجم) ـــــ ۳۶ (دوره چهارم) ـــــ ۱۸ (دوره سوم) ـــــ ۱۰ (دوره دوم) ـــــ ۲ (دوره اول) ـــــ ابتدای جدول دوره‌ای

برای مثال عناصری با اعداد اتمی ۳۵، ۳۹، ۱۶ و ۸۷ به ترتیب در دوره‌های چهارم، پنجم، سوم و هفتم قرار دارند.

برای تعیین شماره گروه ۲ حالت پیش می‌آید!

حالت اول) اگر عدد اتمی عنصر مورد نظر از عدد اتمی نزدیک‌ترین گاز نجیب بزرگ‌تر باشد، اختلاف عدد اتمی عنصر مورد نظر با عدد اتمی آن گاز نجیب با شماره گروه عنصر مورد نظر برابر است. برای مثال اگر عدد اتمی عنصری برابر با ۳۸ باشد، نزدیکترین گاز نجیب به آن کریپتون($_{۳۶}Kr$) بوده و چون عدد اتمی عنصر مورد نظر بزرگتر از آن است؛ درنتیجه طبق نکته گفته شده، این عنصر در گروه دوم جدول دوره‌ای جای دارد.

حالت دوم) اگر عدد اتمی عنصر مورد نظر از عدد اتمی نزدیک‌ترین گاز نجیب کوچک‌تر باشد، اختلاف عدد اتمی عنصر مورد نظر با عدد اتمی آن گاز نجیب را اگر از عدد ۱۸ کم کنیم، برابر با شماره گروه عنصر مورد نظر است. برای مثال عدد اتمی عنصری برابر با ۳۴ است. نزدیک‌ترین گاز نجیب به آن کریپتون($_{۳۶}Kr$) بوده و چون عدد اتمی عنصر مورد نظر کوچک‌تر از آن است؛ درنتیجه طبق نکته گفته شده، این عنصر در گروه ۱۶ جدول دوره‌ای جای دارد.

۲) عنصر X(برم)، نافلزی در گروه ۱۷ جدول دوره‌ای است و در دما و فشار اتاق به حالت فیزیکی مایع دیده می‌شود. نافلزها می‌توانند با گرفتن الکترون، تبدیل به آنیون شده و به آرایش گاز نجیب هم‌دوره خود برسند. برای مثال برم، با گرفتن یک الکترون تبدیل به یونی به نام برمید(Br^-) می‌شود. عنصر Y نیز می‌تواند معادل با تیتانیم باشد که عنصری فلزی است. فلزها با از دست دادن الکترون و تبدیل شدن به کاتیون، می‌توانند به آرایش گاز نجیب دوره ماقبل خود برسند. ترکیب فلز با نافلز می‌تواند منجر به تشکیل ترکیب یونی شود.

۳) عنصر X(برم)، در دوره چهارم جدول دوره‌ای جای دارد. منظور از گاز زرد رنگ گروه ۱۷(گروه هالوژن‌ها)، عنصر کلر($_{۱۷}Cl$) است که در دوره سوم جدول دوره‌ای جای دارد.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۴۰ فقط عبارت (پ) نادرست است.

بررسی موارد:

آ: از آن‌جا که در پسماند راکتورهای اتمی هنوز عناصر پرتوزا وجود دارند، این پسماند هنوز خاصیت پرتوزایی داشته و خطرناک است. به همین خاطر، دفع پسماند حاصل از رآکتورهای اتمی، از جمله چالش‌های صنایع هسته‌ای به شمار می‌رود.

ب: تصویر زیر، روند تشکیل عناصر را در ستاره‌ها نشان می‌دهد:

عناصر سنگین مثل طلا و آهن ← عناصر سبک مثل لیتیم و کربن ← هلیم ← هیدروژن

با توجه به این نمودار، فلزهای آهن و طلا با استفاده از عناصر سبک‌تر مثل کربن و لیتیم در ستاره‌ها تولید شده‌اند.

در مراحل ابتدایی تشکیل جهان هستی و پس از مهبانگ، ذره‌های زیراتمی مانند الکترون، نوترون و پروتون، پدید آمدند. پس از این، ذره‌های زیراتمی به هم پیوسته و عنصرهای هیدروژن و هلیم پا به عرصه‌ی جهان گذاشتند. با گذشت زمان و کاهش دما، گازهای هیدروژن و هلیم تولید شده نیز متراکم شدند و مجموعه‌های گازی به نام سحابی‌ها را ایجاد کردند. بعدها این سحابی‌ها سبب پیدایش ستاره‌ها و کهکشان‌های مختلف شدند. به عنوان مثال، سحابی عقاب یکی از مکان‌های پیدایش ستاره‌ها است.

پ: عدد اتمی عنصرها با نماد Z و عدد جرمی آن‌ها با نماد A مشخص می‌شود. چون خواص شیمیایی اتم‌ها به مقدار عدد اتمی بستگی داشته و عدد اتمی ایزوتوپ‌های یک عنصر مشابه هم است، پس ایزوتوپ‌های یک عنصر خواص شیمیایی مشابهی دارند. ایزوتوپ‌های یک عنصر، در جدول دوره‌ای تنها یک مکان را اشغال می‌کنند. توجه داریم که همین ایزوتوپ‌ها، در خواص فیزیکی وابسته به جرم، مانند چگالی با یکدیگر تفاوت دارند.

رادیوایزوتوپ‌ها(ایزوتوپ‌هایی که خاصیت پرتوزایی دارند) اگرچه بسیار خطرناک هستند، اما با پیشرفت دانش و فناوری، بشر موفق به مهار و بهره گیری 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 $^{235}_{92}U$ نشان داده می‌شود. فراوانی این ایزوتوپ در مخلوط‌های طبیعی اورانیم کمتر از ۰/۷ درصد است. به فرایندی که موجب افزایش مقدار این ایزوتوپ پرتوزا در مخلوط ایزوتوپ‌های این عنصر می‌شود، غنی‌سازی ایزوتوپی گفته می‌شود. این فرایند، یکی از مراحل مهم چرخه‌ی تولید سوخت هسته‌ای است. توجه داریم که رادیوایزوتوپ $^{235}_{92}U$ در طبیعت یافت می‌شود.

ت: به گلوکز حاوی اتم پرتوزا، گلوکز نشان دار می‌گویند. در واقع، برای تولید گلوکز پرتوزا برخی از اتم‌های موجود در مولکول گلوکز معمولی را با اتم‌های پرتوزا جایگزین می‌کنند. این اتم‌های پرتوزای موجود در ساختار گلوکز، بر اثر تلاشی افزون بر ذرات پرانرژی، مقدار زیادی انرژی آزاد می‌کنند. توجه داریم که از این نمونه گلوکز برای پیدا کردن موقعیت توده‌های سرطانی در بدن استفاده می‌شود.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۴۱ بور، عنصری از جدول دوره‌ای با عدد اتمی ۵ است. بور در آرایش الکترون-نقطه‌ای خود دارای ۳ الکترون تک بوده و هر یک از این الکترون‌ها را با یک اتم برم به اشتراک می‌گذارد. بر این اساس، می‌توان گفت فرمول شیمیایی ترکیب مولکولی حاصل از واکنش میان یک نمونه از بور با یک نمونه از برم به صورت BBr_3 است. 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 بور را حساب می‌کنیم:

$$\text{جرم اتمی میانگین برم} = \frac{(۷۹ \times ۵۱) + (۸۱ \times ۴۹)}{۱۰۰} = \frac{۴۰۲۹ + ۳۹۶۹}{۱۰۰} = ۷۹/۹۸\ amu$$

$$\text{جرم اتمی میانگین بور} = \frac{(۱۰ \times ۲۰) + (۱۱ \times ۸۰)}{۱۰۰} = \frac{۲۰۰ + ۸۸۰}{۱۰۰} = ۱۰/۸\ amu$$

در نهایت جرم مولکولی میانگین BBr_3 را بدست می‌آوریم:

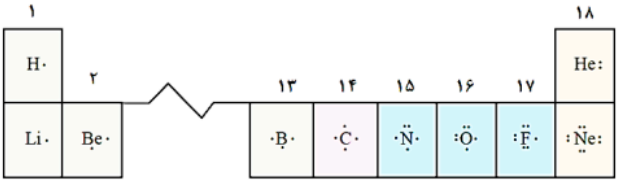
$$\text{جرم مولکولی میانگین } BBr_3 = \text{جرم اتمی میانگین بور} + (\text{جرم اتمی میانگین برم} \times ۳) = ۱۰/۸ + \underbrace{(۳ \times ۷۹/۹۸)}_{۲۳۹/۹۴} = ۲۵۰/۷۴\ amu$$

با توجه به محاسبات بالا، جرم مولکولی میانگین BBr_3 برابر با ۲۵۰/۷۴ واحد می‌شود.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۴۲ در آرایش الکترون-نقطه‌ای که توسط لوویس برای توضیح و پیش‌بینی رفتار اتم‌ها ارائه شد، الکترون‌های ظرفیت هر اتم، پیرامون نماد شیمیایی آن به وسیلهٔ نقطه نمایش داده می‌شود. توجه داریم که در گروه هجدهم، شمار الکترون‌های ظرفیت هلیم برخلاف سایر گازهای نجیب، ۲ تا است. آرایش الکترون-نقطه‌ای هلیم، نئون و سایر عناصر موجود در تناوب‌های اول و دوم به صورت زیر است:



بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) دانشمندان برای یافتن انواع فلزهای موجود در ظروف سفالی قدیمی و یا سایر آثار باستانی کشف شده، در شرایط مناسب از این مواد طیف نشری تهیه می‌کنند. با مقایسه خطوط موجود در طیف نشری ایجاد شده طی این فرایند با طیف نشری فلزهای مختلف، عناصر فلزی موجود در ماده مورد نظر تشخیص داده می‌شوند.

۲) گالیم، یک عنصر فلزی با عدد اتمی ۳۱ است که در خانه زیرین آلومینیم قرار گرفته است. این عنصر فلزی در واکنش با نافلزها، ۳ الکترون از دست داده و یون‌های Ga^{3+} را ایجاد می‌کند. آرایش الکترونی کروم و گالیم به صورت زیر است:

$_{24}Cr : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^1$ $_{31}Ga : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^1$

در بیرونی‌ترین زیرلایه الکترونی کروم، همانند بیرونی‌ترین زیرلایه الکترونی گالیم، فقط یک الکترون وجود دارد.

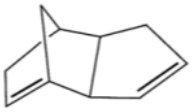
نیلز بور پس از پژوهش‌های بسیار، با توجه به طیف نشری-خطی هیدروژن توانست مدلی برای اتم این عنصر ارائه کند. اگرچه مدل بور با موفقیت توانست طیف نشری-خطی هیدروژن را توجیه کند، اما توانایی توجیه طیف نشری خطی دیگر عنصرها از جمله هلیم، لیتیم و ... را نداشت. پس از بور، دانشمندان به دنبال توجیه و علت ایجاد طیف-نشری خطی دیگر عنصرها و نیز چگونگی نشر نور از اتم‌ها، ساختاری لایه‌ای برای اتم ارائه کردند. در این مدل، اتم را کره‌ای درنظر می‌گیرند که هسته در فضایی بسیار کوچک و در مرکز آن جای دارد و الکترون‌ها در فضایی بسیار بزرگ‌تر و در لایه‌هایی پیرامون هسته‌ی اتم توزیع می‌شوند. برای مشخص کردن موقعیت الکترون‌ها در این مدل، از رسم آرایش الکترونی بر اساس قاعده آفبا استفاده می‌شود.

۴) ترکیب‌های یونی که تنها از دو عنصر ساخته شده‌اند، ترکیب یونی دوتایی نامیده می‌شوند. به عنوان مثال، ترکیب Mg_3N_2، یک ترکیب یونی دوتایی است، هرچند که در واحد فرمولی آن ۵ اتم وجود دارد. ترکیب یونی که در ساختار آن فقط ۲ اتم وجود داشته باشد، حتما فقط از دو عنصر ساخته شده و یک ترکیب یونی دوتایی است.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۴۳ ساختار ترکیب داده شده به صورت زیر است:



این ترکیب در ساختار خود ۳ حلقه کربنی و ۲ پیوند $C=C$ داشته و فرمول مولکولی آن به صورت $C_{۱۰}H_{۱۲}$ است. با توجه به تعداد پیوندهای $C=C$، می‌توان گفت هر مول از این ترکیب با ۲ مول گاز هیدروژن به طور کامل واکنش می‌دهد. معادله واکنش انجام شده به صورت زیر است:

$$C_{۱۰}H_{۱۲} + ۲H_۲ \rightarrow C_{۱۰}H_{۱۶}$$

بر این اساس، داریم:

$$?\,mol\,H_۲ = ۴۰\,g\,C_{۱۰}H_{۱۲}\,\text{ناخالص} \times \frac{۶۶\,g\,C_{۱۰}H_{۱۲}}{۱۰۰\,g\,C_{۱۰}H_{۱۲}\,\text{ناخالص}} \times \frac{۱\,mol\,C_{۱۰}H_{۱۲}}{۱۳۲\,g\,C_{۱۰}H_{۱۲}} \times \frac{۲\,mol\,H_۲}{۱\,mol\,C_{۱۰}H_{۱۲}} = ۰/۴\,mol$$

فرمول مولکولی ترکیب حاصل از واکنش بالا به صورت $C_{۱۰}H_{۱۶}$ است. این ماده بر اساس معادله زیر می‌سوزد:

$$C_{۱۰}H_{۱۶} + ۱۴O_۲ \rightarrow ۱۰CO_۲ + ۸H_۲O$$

ابتدا تعداد مول‌های $C_{۱۰}H_{۱۶}$ تولید شده را محاسبه می‌کنیم و پس از آن، با توجه به معادله واکنش بالا، حجم گاز کربن دی‌اکسید تولید شده را محاسبه می‌کنیم. در این رابطه، داریم:

$$?\,mol\,C_{۱۰}H_{۱۶} = ۴۰\,g\,C_{۱۰}H_{۱۲}\,\text{ناخالص} \times \frac{۶۶\,g\,C_{۱۰}H_{۱۲}}{۱۰۰\,g\,C_{۱۰}H_{۱۲}\,\text{ناخالص}} \times \frac{۱\,mol\,C_{۱۰}H_{۱۲}}{۱۳۲\,g\,C_{۱۰}H_{۱۲}} \times \frac{۱\,mol\,C_{۱۰}H_{۱۶}}{۱\,mol\,C_{۱۰}H_{۱۲}} = ۰/۲\,mol$$

$$?\,L\,CO_۲ = ۰/۲\,mol\,C_{۱۰}H_{۱۶} \times \frac{۱۰\,mol\,CO_۲}{۱\,mol\,C_{۱۰}H_{۱۶}} \times \frac{۴۴\,g\,CO_۲}{۱\,mol\,CO_۲} \times \frac{۱\,L\,CO_۲}{۲/۲\,g\,CO_۲} = ۴۰\,mol$$

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۴۴ عناصری از جدول دوره‌ای با عدد اتمی ۱۶ و ۳۴، متعلق به گروه شماره ۱۶ جدول دوره‌ای بوده و چون این دو عنصر هم‌گروه هستند، پس می‌توان گفت خواص شیمیایی مشابهی نسبت به یکدیگر دارند. عبارت‌های (آ) و (ب)، همانند عبارت داده شده در این سوال، درست هستند.

بررسی موارد:

آ: به کمک عدد کوانتومی فرعی(l) هر زیرلایه، حداکثر گنجایش الکترونی آن زیرلایه را می‌توان به دست آورد. برای محاسبه گنجایش الکترونی زیرلایه‌ها از رابطه $a = ۴l + ۲$ استفاده می‌شود. توجه داریم که به کمک مقدار n نیز حداکثر گنجایش الکترونی یک لایه را می‌توان محاسبه کرد. برای محاسبه گنجایش الکترونی لایه‌ها از رابطه $x = ۲n^۲$ استفاده می‌شود.

ب: فرمول شیمیایی آلومینیم سولفات و آمونیوم فسفات، به ترتیب به صورت $Al_۲(SO_۴)_۳$ و $(NH_۴)_۳PO_۴$ است. در واحد فرمولی ترکیب اول، مجموعا ۱۷ اتم و در واحد فرمولی ترکیب دوم نیز ۲۰ اتم وجود دارد.

پ: 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. به عنوان مثال، از میان زیرلایه‌هایی که $n + l$ برای آن‌ها برابر ۶ است، زیرلایه‌ی $۴d$ زودتر از سایر زیرلایه‌ها از الکترون پر می‌شود؛ چراکه مقدار n برای این زیرلایه، کمتر از سایر زیرلایه هایی با $n + l = ۶$ است.

ت: کریپتون، عنصری از تناوب چهارم است که در آخرین خانه این تناوب قرار داشته و در شرایط اتاق به حالت گاز دیده می‌شود. برم، عنصری از تناوب چهارم است که در دمای اتاق حالت مایع دارد. سایر عناصر موجود در تناوب چهارم، همگی در شرایط اتاق به حالت جامد هستند.

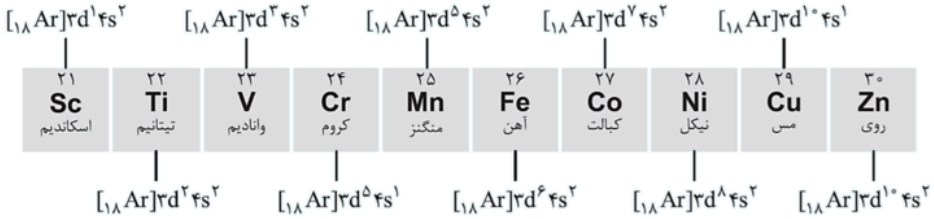
(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۴۵ فقط عبارت (ب) درست است.

بررسی موارد:

آ: بیرونی ترین زیرلایه عنصر دسته s در دوره چهارم، $4s$ بوده که $n+l$ آن برابر ۴ است. از طرفی، آرایش الکترونی عنصر دسته d نیز به زیرلایه $4s$ ختم می‌شود. تصویر زیر، آرایش الکترونی عناصر دسته d را در دوره چهارم جدول تناوبی نشان می‌دهد:



در این دوره، آرایش الکترونی عناصر دسته p به زیرلایه $4p$ ختم می‌شود که $n+l$ آن برابر ۵ است.

ب: در دوره دوم جدول تناوبی، عناصر نئون و کربن به ترتیب کم‌ترین و واکنش پذیری را دارند. کربن اولین عنصر گروه ۱۴م و نئون دومین عنصر گروه ۱۸م جدول دوره‌ای است. شماره گروه این دو عنصر، ۴ واحد با هم تفاوت دارد.

اگر فقط عناصر اصلی(p و s) را درنظر بگیریم، در هر تناوب، با حرکت از سمت چپ به راست، ابتدا از خاصیت فلزی عناصر کاسته شده و واکنش‌پذیری آن‌ها نیز کاهش می‌یابد. این روند تا گروه ۱۴ هر تناوب ادامه پیدا می‌کند اما پس از آن، خاصیت نافلزی عناصر افزایش پیدا کرده و واکنش‌پذیری آن‌ها نیز افزایش پیدا می‌کند تا نهایتا به گروه ۱۷ از هر تناوب برسیم. توجه داریم که در آخرین خانه هر تناوب(گروه ۱۸) نیز یک گاز نجیب با واکنش‌پذیری بسیار اندک وجود دارد. به عنوان مثال، نمودار زیر تغییر واکنش‌پذیری عناصر تناوب دوم جدول دوره‌ای را نشان می‌دهد:



پ: برای تعیین شماره گروه عناصر با استفاده از عدد اتمی، از فرمول زیر استفاده می‌کنیم:

$$\text{شماره گروه} = ۱۸ - (\text{عدد اتمی گاز نجیب بعدی} - \text{عدد اتمی عنصر موردنظر})$$

حال شماره گروه عنصر جیوه($_{۸۰}Hg$) را تعیین می‌کنیم:

$$\text{شماره گروه} = ۱۸ - (۸۶ - ۸۰) = ۱۲$$

در تناوب چهارم، عنصر روی(Zn) در گروه ۱۲م قرار دارد. آرایش الکترون این عنصر به‌صورت زیر است:

$$_{۳۰}Zn: ۱s^۲۲s^۲۲p^۶۳s^۲۳p^۶۳d^{۱۰}۴s^۲$$

در آرایش الکترونی اتم این عنصر، ۱۰ الکترون در زیرلایه $3d$ قرار دارد، درحالیکه در لایه دوم این عنصر($n=۲$)، ۸ الکترون قرار گرفته است.

ت: در تناوب سوم، در آرایش الکترونی عناصر سدیم و آلومینیم، زیرلایه تک الکترونی حضور دارد. در تناوب چهارم نیز، عناصر پتاسیم، اسکاندیم، کروم، مس و گالیم در آرایش الکترونی خود زیرلایه تک الکترونی دارند. آرایش الکترونی این عناصر به‌صورت زیر است:

$$_{۱۱}Na: ۱s^۲۲s^۲۲p^۶۳s^۱$$
$$_{۱۹}K: ۱s^۲۲s^۲۲p^۶۳s^۲۳p^۶۴s^۱$$
$$_{۲۹}Cu: ۱s^۲۲s^۲۲p^۶۳s^۲۳p^۶۳d^{۱۰}۴s^۱$$
$$_{۲۱}Sc: ۱s^۲۲s^۲۲p^۶۳s^۲۳p^۶۳d^۱۴s^۲$$
$$_{۱۳}Al: ۱s^۲۲s^۲۲p^۶۳s^۲۳p^۱$$
$$_{۲۴}Cr: ۱s^۲۲s^۲۲p^۶۳s^۲۳p^۶۳d^۵۴s^۱$$
$$_{۳۱}Ga: ۱s^۲۲s^۲۲p^۶۳s^۲۳p^۶۳d^{۱۰}۴s^۲۴p^۱$$

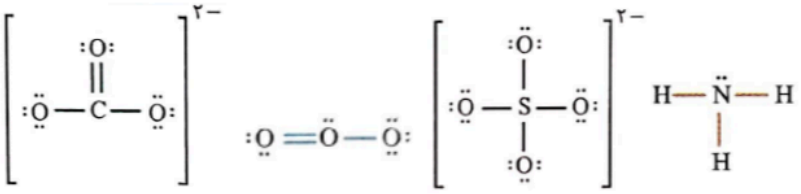
(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۴۶ جدول زیر، نسبت شمار آنیون به کاتیون را در ترکیب‌های یونی ذکر شده نشان می‌دهد:

ستون	۱	۲	۳	۴
نام و فرمول شیمیایی ترکیب	گالیم اکسید Ga_2O_3	کلسیم فسفات $Ca_3(PO_4)_2$	اسکاندیم نیترید ScN	آمونیوم نیترات NH_4NO_3
نسبت شمار آنیون به کاتیون	۱/۵	$\frac{2}{3}$	۱	۱

ساختار لوویس گونه‌های اوزون، آمونیاک، یون سولفات و یون کربنات نیز به صورت زیر است:



نسبت شمار جفت‌الکترون‌های ناپیوندی به جفت الکترون‌های پیوندی در این گونه‌ها به‌ترتیب از راست به چپ برابر $\frac{1}{3}$، ۳ و ۲ است. همانطور که مشخص است، نسبت شمار آنیون به کاتیون در ترکیب کلسیم فسفات، ۲ برابر نسبت شمار جفت الکترون ناپیوندی به شمار جفت الکترون پیوندی در آمونیاک است.

(مازاد ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۴۷ اولین عنصری که آرایش الکترونی آن از قاعده آفبا پیروی نمی‌کند، کروم با عدد اتمی ۲۴ است. عدد جرمی(A) حاصل جمع عدد اتمی(Z) و تعداد نوترون‌های موجود در هسته اتم است؛ بنابرین عدد جرمی دو ایزوتوپ این عنصر برابر ۵۱(۲۴+۲۷) و ۵۲(۲۴+۲۸) است. جمع فراوانی ایزوتوپ‌های یک عنصر، برابر ۱۰۰ است، پس اگر فراوانی ایزوتوپ اول را برابر x فرض کنیم، فراوانی ایزوتوپ دوم برابر $100-x$ خواهد بود.

پرشدن زیرلایه‌ها تنها به عدد کوانتومی اصلی وابسته نیست؛ بلکه از یک قاعده کلی به نام قاعده آفبا پیروی می‌کند. قاعده 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 کمتر هستند و سپس لایه‌های بالاتر پر خواهند شد. براساس قاعده آفبا هرچه انرژی یک زیرلایه کمتر باشد، آن زیرلایه زودتر از الکترون پر می‌شود. هرچه یک زیرلایه $n+l$ پایین‌تری داشته باشد، انرژی آن زیرلایه نیز کمتر است. برای مثال زیرلایه $4s$ زودتر از زیرلایه $3d$ شروع به گرفتن الکترون می‌کند. هنگامی که مقدار $n+l$ برای دو زیرلایه برابر باشد، زیرلایه با عدد کوانتومی اصلی کوچک‌تر، انرژی کمتری داشته و زودتر از الکترون پر می‌شود. برای مثال، زیرلایه $3p$ نسبت به زیرلایه $4s$ انرژی کمتری دارد. داده‌های طیف‌سنجی نشان می‌دهند که قاعده آفبا برای برخی اتم‌ها نارسایی دارد. برای مثال عناصر کروم و مس در بیرونی ترین زیرلایه خود($4s$)، تنها دارای یک الکترون هستند. آرایش الکترونی این عناصر به شرح زیر است:

$_{29}Cu: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^1$ $_{24}Cr: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^1$

حال با استفاده از فرمول، میانگین جرم اتمی کروم را محاسبه می‌کنیم:

$$\bar{M} = \frac{M_1F_1 + M_2F_2}{F_1 + F_2} = \frac{(51 \times x) + (52 \times (100 - x))}{100} = 51/9 \Rightarrow x = 10$$

در قدم پایانی، نسبت فراوانی ایزوتوپ سنگین‌تر به ایزوتوپ سبک‌تر را بدست می‌آوریم:

$$\frac{F_2}{F_1} = \frac{90}{10} = 9$$

(مازاد ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۴۸ در رابطه با الکترون‌های ظرفیتی در عناصر مختلف، داریم:



در قدم اول، باید عناصر داده شده را مشخص کنیم. عنصر A می‌تواند یکی از عناصر اسکاندیم یا گالیم باشد. عنصر D، همان عنصر نیکل است. عنصر X همان عنصر کلسیم است و عنصر Z نیز می‌تواند یکی از عناصر منگنز یا برم باشد. در رابطه با این عناصر، عبارت‌ها (آ)، (ب) و (پ) درست هستند.

بررسی موارد:

آ: با استفاده از فرمول زیر، شماره گروه هردو عنصر را پیدا می‌کنیم:

شماره گروه = ۱۸ − (عدد اتمی گاز نجیب بعدی − عدد اتمی عنصر موردنظر)

$_{78}Pt: 18 - (86 - 78) = 10$ $\qquad$ $_{28}Ni: 18 - (36 - 28) = 10$

از طرفی هردو این عناصر جزو دسته فلزات بوده و از مدل دریای الکترونی پیروی می‌کنند.

ب: اتم Ca با از دست دادن ۲ الکترون، به آرایش گاز نجیب قبل از خود یعنی آرگون می‌رسد. آرایش الکترونی اتم و یون کلسیم به‌صورت زیر است:

$_{20}Ca^{2+}: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$ $\qquad$ $_{20}Ca: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$

پ: عناصر اسکاندیم، گالیم و نیکل همگی جزو دسته فلزات طبقه بندی شده و چکش خوار هستند. پتاسیم یک فلز اصلی بوده و اسکاندیم و نیکل نیز نوعی فلز واسطه هستند. واکنش‌پذیری فلزات اصلی، بیشتر از فلزات واسطه است. از طرفی در یک تناوب از جدول دوره‌ای، با حرکت از سمت چپ به راست خاصیت فلزی عناصر کاهش پیدا می‌کند؛ بنابرین، واکنش‌پذیری پتاسیم از گالیم نیز بیشتر است.

ت: آرایش الکترونی عناصر منگنز و برم به‌صورت زیر است:

$_{35}Br: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^5$ $\qquad$ $_{25}Mn: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^2$

لایه سوم الکترونی شامل زیرلایه‌های $3s$، $3p$ و $3d$ است. این زیرلایه‌ها در برم کاملا پر شده‌اند ولی زیرلایه $3d$ در منگنز نیمه‌پر است.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

۴۹ عبارت‌های (آ)، (ب) و (ت) درست هستند.

بررسی موارد:

آ: عناصر دسته d و f همگی فلز هستند. عناصر دسته s نیز در دوره‌های ۲ تا ۷ همگی فلز هستند. عناصر گروه ۱۳ نیز از دوره ۳ تا ۷ فلز هستند. بر این اساس، می‌توان گفت در هریک از دوره‌های ۴ تا ۷ جدول تناوبی، حداقل ۱۳ فلز(۱۰ فلز در دسته d، ۲ فلز در دسته s و ۱ فلز در گروه ۱۳ از دسته p) حضور دارند. توجه داریم که عناصر دسته f، تنها در دوره ۶ و ۷ جدول قرارگرفته‌اند.

همه ۱۱۸ عنصر جدول دوره‌ای بر اساس افزایش عدد اتمی در ۷ دوره و ۱۸ گروه در کنار هم چیده شده‌اند؛ به طوری که هیچ خانه‌ای از این جدول خالی نیست. در این شرایط، شناسایی و ساخت عناصر با عدد اتمی بزرگ‌تر از ۱۱۸ سبب ارائه طبقه بندی‌های 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 ارائه‌ی یک الگوی جدید، توانست عناصری با عدد اتمی بزرگ‌تر از ۱۱۸ است 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.

ب: در دوره دوم، عناصر نیتروژن، اکسیژن، فلوئور و نئون گاز هستند. در دوره سوم نیز عناصر کلر و آرگون به حالت گاز یافت می‌شوند. در بین این عناصر، نئون و آرگون از دسته گازهای نجیب بوده و واکنش‌پذیر نیستند و اغلب در واکنش‌های شیمیایی شرکت نمی‌کنند، پس نسبت خواسته‌شده برابر $\frac{1}{3}$ یا به‌صورت تقریبی ۳۳/۳($\frac{1}{3}\times 100$) درصد است.

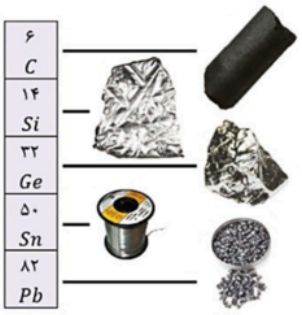
پ: بهترین راه برای تعیین درستی یا نادرستی این عبارت، پیدا کردن مثال نقض است. برای مثال اگر n را برابر ۱۳ درنظر بگیریم، عناصر $_{n}A$ و $_{n+6}B$ به‌ترتیب معادل با عناصر $_{13}Al$ و $_{19}K$ خواهند بود که هر دو جزو دسته فلزات طبقه‌بندی می‌شوند. عنصر $_{n+3}D$ نیز معادل با $_{16}S$ بوده که دومین نافلز موجود در گروه ۱۶ جدول دوره‌ای است.

ت: در رابطه با هالوژن‌ها، داریم:



در دوره پنجم، عنصر ید به حالت جامد یافت می‌شود. عنصر قلع با نماد $_{50}Sn$، فلزی از گروه چهاردم جدول دوره‌ای است که در دوره پنجم حضور دارد. سه عنصر قبلی این گروه، کربن، سیلیسیم و ژرمانیم هستند که به ترتیب در دسته عناصر نافلزی، شبه‌فلزی و شبه‌فلزی قرار می‌گیرند. عناصر نافلزی همانند عناصر شبه‌فلزی، در حالت جامد شکننده هستند، درحالی که عناصر فلزی چکش‌خوار بوده و در اثر ضربه نمی‌شکنند. جدول زیر، خواص مختلف عناصر 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	$[He]\,2s^2 2p^2$	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



(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۵۰ آرایش الکترونی اتم‌های A، D، E و X به‌صورت زیر است:

$_{13}A: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$ $\quad$ $_{16}D: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$

$_{8}E: 1s^2 2s^2 2p^4$ $\quad$ $_{35}X: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^5$

اتم $_{35}X$ معادل اتم برم بوده که با گرفتن یک الکترون، به یون برمید تبدیل می‌شود. آرایش الکترونی یون برمید و اتم مس به‌صورت زیر است:

$_{35}Br^-: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6$

$_{29}Cu: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^1$

لایه سوم در هر دو این گونه‌ها، پر بوده و دارای ۱۸ الکترون است.

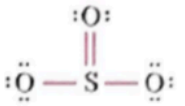
بررسی سایر گزینه‌ها:

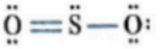
۱) عناصر $_{13}A$ و $_{16}D$، به‌ترتیب معادل با عناصر آلومینیم و گوگرد هستند. ترکیب این دو عنصر به‌صورت Al_2S_3 بوده و نسبت آنیون به کاتیون آن برابر $\frac{3}{2}$ است. نام این ترکیب یونی، به صورت آلومینیم سولفید است. این درحالی است که در کلسیم نیترید(Ca_3N_2)، این نسبت برابر $\frac{2}{3}$ است.

۳) اتم $_{13}A$ و $_{8}E$ به‌ترتیب معادل آلومینیم و اکسیژن هستند. تفاوت عدد اتمی آن‌ها برابر ۵(۸-۱۳) واحد است. در دوره چهارم جدول تناوبی، نماد عناصر پتاسیم(K) و وانادیم(V) به صورت تک‌حرفی است.

۴) عناصر $_{8}E$ و $_{16}D$، به‌ترتیب معادل اکسیژن و گوگرد هستند. گازهای گوگرد دی‌اکسید و گوگرد تری‌اکسید، از ترکیب این دو عنصر حاصل می‌شوند.

ساختار لوویس این دو گونه به‌صورت زیر است:





در SO_2 برخلاف SO_3، اتم مرکزی الکترون ناپیوندی داشته و قطبی است.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۵۱ فراوان‌ترین عنصر موجود در پوسته جامد زمین، اکسیژن با عدد اتمی ۸ است. بر این اساس، داریم:

$$_{78}X: \begin{cases} n+p=78 \\ n-p=8 \end{cases} \Rightarrow \quad n=43 \quad , \quad p=35$$

در رابطه با این عنصر، عبارت‌های (آ) و (پ) درست هستند.

بررسی موارد:

آ: عنصر $_{35}^{78}X$ معادل برم بوده و همانند عنصر گوگرد، نوعی نافلز است. عناصر نافلزی در واکنش با فلزها، الکترون گرفته و به آنیون تبدیل می‌شوند. طی این فرایند، شعاع ذرات نافلزی افزایش پیدا می‌کند.

ب: برم در گروه ۱۷ و آهن در گروه ۸ جدول دوره‌ای قرار گرفته است($2 \neq \frac{17}{8}$). توجه داریم که برم، تنها نافلز مایع موجود در جدول دوره‌ای است.

پ: عدد اتمی برم برابر ۳۵ است. این عنصر با گرفتن ۱ الکترون، به آرایش گاز نجیب دوره چهارم یعنی کریپتون می‌رسد. اتم $_{39}M$ نیز با از دست دادن ۳ الکترون، به آرایش الکترونی گاز نجیب کریپتون می‌رسد.

ت: آرایش الکترونی برم و وانادیم به صورت زیر است:

$_{23}V: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^3 4s^2$ $\quad$ $_{35}Br: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^5$

تعداد الکترون‌های ظرفیتی برم و وانادیم به‌ترتیب برابر با ۷ و ۵ است.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۵۲

$$_{56}^{137}Ba^{2+} \begin{cases} e^- = 54 \\ P^+ = 56 \\ N = 81 \end{cases} \qquad _{15}^{31}P^{3-} \begin{cases} e^- = 18 \\ P^+ = 15 \\ N = 16 \end{cases} \qquad _{18}^{40}Ar \begin{cases} e^- = 18 \\ P^+ = 18 \\ N = 22 \end{cases}$$

الف) $54 - 22 = 32$

ب) $(18+54) - (18+18) = 36$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۵۳ ترکیب حاصل از عنصرهای A و B، دارای فرمول A_2B_3 است و به ازای تولید یک مول از این ترکیب شش مول الکترون مبادله می‌شود.

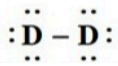
$$\text{شمار الکترون‌های مبادله‌شده} = \text{تعداد کاتیون} \times \text{بار کاتیون} = ۲ \times ۳ = ۶$$

بررسی گزینه‌ها:

گزینهٔ ۲: عنصر C در گروه اول جدول قرار دارد و در ترکیب با دیگر عنصرها، پیوند یونی تشکیل می‌دهد.

گزینهٔ ۳: دو عنصر B و D در گروه‌های ۱۶ و ۱۷ جدول جای دارند و با یکدیگر پیوند کووالانسی تشکیل می‌دهند.

گزینهٔ ۴: عنصر D در گروه ۱۷ جدول جای دارد و ترکیبی با فرمول D_2 با یک پیوند اشتراکی تشکیل می‌دهد.



(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۵۴ عبارت‌های اول، سوم و چهارم درست هستند.

عبارت دوم: در لایه الکترونی سوم هر اتم، حداکثر ۱۰ الکترون با عدد کوانتومی فرعی یکسان می‌تواند وجود داشته باشد. (الکترون‌های زیرلایهٔ 3d)

عبارت چهارم: نهمین عنصر از دستهٔ p، فسفر است که ۱۵ الکترون دارد که ۵ تای آن‌ها ظرفیتی است.

$$_{15}P : 1s^2\,2s^2\,2p^6\,3s^2\,3p^3$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

۵۵ موارد «پ» و «ت» نادرست هستند.

بررسی مورد «ت»: یون یدید با یونی که حاوی تکنسیم است اندازهٔ مشابهی دارد نه با عنصر تکنسیم.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۵۶

$$\text{تعداد الکترون‌های } X^- = ۲۰ - ۲ = ۱۸ \Rightarrow \text{تعداد نوترون‌های } Y = ۳۹ - ۱۹ = ۲۰$$

$$\text{تعداد الکترون‌های } X = ۱۸ - ۱ = ۱۷$$

X دارای عدد اتمی ۱۷ است و با توجه به جدول، در گروه ۱۷ قرار دارد.

بررسی گزینه‌های نادرست:

۱) X در گروه ۱۷ و A در گروه ۲ جای دارد؛ بنابراین این دو عنصر خواص شیمیایی مشابهی ندارند.

۲) X در دورهٔ سوم و Y در دورهٔ چهارم قرار دارد.

۴) عدد اتمی B، ۳۵ است که از دو برابر عدد اتمی X (۱۷) بیشتر است.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

۵۷ عبارت‌های «الف» و «ت» درست هستند.

ت) در بین هشت عنصر فراوان زمین، تنها اکسیژن در شرایط معمولی به‌حالت گاز است.

بررسی عبارت‌های نادرست:

ب) در بین ۸ عنصر اصلی دو سیارهٔ زمین و مشتری، عنصرهای اکسیژن و گوگرد جزء عنصرهای مشترک موجود در آن‌ها هستند.

پ) فراوان‌ترین عنصر زمین، آهن است که درصد فراوانی آن، کمتر از فراوان‌ترین عنصر مشتری (هیدروژن) است.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۵۸ دوازدهمین عنصر جدول ($_{12}Mg$) در گروه ۲ قرار دارد و عناصر گروه ۲ فقط کاتیون دو بار مثبت دارند، پس گزینه‌های ۱ و ۲ رد می‌شوند. در گزینهٔ ۴ نیز، عنصر X در گروه دوم جدول جای دارد.

$$^{137}X^{2+} \Rightarrow n-e=\frac{e}{2} \Rightarrow n=\frac{3}{2}e$$

$$137-Z=\frac{3}{2}e \Rightarrow 137-Z=\frac{3}{2}(Z-2) \Rightarrow Z=56 \Rightarrow {}_{56}Ba \Rightarrow \text{دورهٔ ۶ - گروه دوم}$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

۵۹ با توجه به داده‌های مسئله می‌توان نوشت:

$$\left.\begin{array}{l} M_1=19/9 \ , \ F_1=? \\ M_2=20/9 \ , \ F_2=? \\ M_3=21/9 \ , \ F_3=9 \end{array}\right\} \Rightarrow F_1+F_2=91 \Rightarrow F_2=91-F_1$$

$$M=20/18=\frac{19/9F_1+20/9(91-F_1)+21/9\times 9}{100}$$

$$\Rightarrow 2018=19/9F_1+1901/9-20/9F_1+197/1 \Rightarrow F_1=81\%$$

$$M=M_1+(M_2-M_1)F_2+(M_3-M_1)F_3$$

$$\Rightarrow 20/18=19/9+(20/9-19/9)F_2+(21/9-19/9)F_3$$

$$\Rightarrow F_2=0/1 \Rightarrow F_1=0/81$$

حال می‌توان نوشت:

$$10/09\,kg\ Ne\times\frac{1000\,g\ Ne}{1\,kg\ Ne}\times\frac{1\,mol\ Ne}{20/18\,g\ Ne}\times\frac{81\,mol\ {}^{19/9}Ne}{100\,mol\ Ne}\times\frac{19/9\,g\ {}^{19/9}Ne}{1\,mol\ {}^{19/9}Ne}=8059/5\,g$$

این عدد با ترازویی که دقت آن ۱kg است، به‌صورت ۸kg نشان داده می‌شود.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

۶۰ موارد «ب» و «ت» درست هستند.

الف) چون تعداد نوترون‌ها در ایزوتوپ‌ها متفاوت است، پس مجموع ذرات زیراتمی هم متفاوت است.

ب)

$$^{7}_{1}H:\left\{\begin{array}{l} \text{نوترون‌ها} = 7-1=6 \\ \text{مجموع الکترون و پروتون} = 1+1=2 \end{array}\right. \Rightarrow 6-2=4$$

پ) هرچه نیم‌عمر ایزوتوپی کمتر باشد، آن ایزوتوپ ناپایدارتر است.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

۶۱ موارد «ب» و «ج» درست هستند.

بررسی عبارت‌های نادرست:

الف) عناصر هم‌گروه، خواص شیمیای مشابهی دارند و بررسی‌ها نشان داده است که هر عنصر طیف نشری خطی خاص خود را دارد.

د) گسترهٔ خط‌های نشری طیف یک عنصر، محدود به گسترهٔ مرئی نمی‌شود و ما تنها قادر به دیدن خطوطی هستیم که در محدودهٔ مرئی هستند.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud

۶۲ ابتدا جرم اتمی میانگین اتم‌های A و X را به‌دست می‌آوریم. با توجه به فرض سؤال، می‌توان به‌جای جرم اتمی در رابطهٔ جرم اتمی میانگین، از عدد جرمی استفاده کرد:

$$\text{جرم اتمی میانگین A} = M_1\alpha_1 + M_2\alpha = (45\times 0/1) + (47\times 0/9) = 46/8\ \text{amu}$$

$$\text{جرم اتمی میانگین X} = M_1\alpha_1 + M_2\alpha_2 = (35\times 0/2) + (37\times 0/8) = 36/6\ \text{amu}$$

اکنون می‌توان جرم مولکولی ترکیب A_2X_3 را به‌دست آورد:

$$\text{جرم مولکولی } A_2X_3 = (2\times 46/8) + (3\times 36/6) = 203/4\ \text{amu}$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

۶۳ درصد فراوانی ^{21}X را a و درصد فراوانی ^{22}X را b در نظر می‌گیریم. با توجه به داده‌های مسئله داریم:

$$\left.\begin{matrix} a+b=20 \\ b=3a \end{matrix}\right\} \Rightarrow \left\{\begin{matrix} a=5 \\ b=15 \end{matrix}\right.$$

$$\text{جرم اتمی میانگین} = \frac{(20\times 80)+(21\times 5)+(22\times 15)}{100} = \frac{1600+105+330}{100} = 20/35$$

راه‌حل دوم:

$$M = M_1 + \frac{F_2}{100}(M_2 - M_1) + \frac{F_3}{100}(M_3 - M_1) = 20 + (\frac{5}{100}\times 1) + (\frac{15}{100}\times 2) = 20/35$$

$$\text{تعداد اتم‌های } ^{21}X = 4/07\ g\ X \times \frac{1\ mol\ X}{20/35\ g\ X} \times \frac{5\ mol\ ^{21}X}{100\ mol\ X} \times \frac{N_A\ ^{21}X}{1\ mol\ ^{21}X} = 0/01 N_A$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

۶۴ بررسی گزینه‌ها:

۱) منیزیم دارای ۳ ایزوتوپ ^{24}Mg، ^{25}Mg و ^{26}Mg است؛ بنابراین باید جرم اتمی میانگین منیزیم را تعیین کنیم:

$$\frac{(80\times 24)+(10\times 25)+(10\times 26)}{100} = 24/3$$

$$0/005\ kg\ Mg \times \frac{1000\ g}{1\ kg} \times \frac{1\ mol\ Mg}{24/3\ g\ Mg} \times \frac{N_A\ atom\ Mg}{1\ mol\ Mg} \simeq 0/2 N_A$$

۲)

$$100\ cm^3 \times \frac{0/96\ g\ Na}{1\ cm^3} \times \frac{1\ mol\ Na}{23\ g\ Na} \times \frac{N_A\ atom\ Na}{1\ mol\ Na} \simeq 4/2 N_A$$

۳)

$$0/5\ L\ CO_2 \times \frac{1/98\ g\ CO_2}{1\ L\ CO_2} \times \frac{1\ mol\ CO_2}{44\ g\ CO_2} \times \frac{N_A\ molecule\ CO_2}{1\ mol\ CO_2} \times \frac{3\ atom}{1\ molecule} = 0/0675 N_A$$

۴)

$$24/5\ g\ H_2SO_4 \times \frac{1\ mol\ H_2SO_4}{98\ g\ H_2SO_4} \times \frac{N_A\ molecule\ H_2SO_4}{1\ mol\ H_2SO_4} \times \frac{7\ atom}{1\ molecule} = 1/75 N_A$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

۶۵ با توجه به طیف نشری خطی داده‌شده، این نمونه حاوی استرانسیم (A) و لیتیم (B) است.

$$\left.\begin{array}{l} \text{مقدار مول A} = ۰/۲۵\,g\ Sr \times \dfrac{۱\,mol\ Sr}{۸۷/۵\,g\ Sr} = \dfrac{۰/۲۵}{۸۷/۵} \\ \text{مقدار مول B} = ۰/۴\,g\ Li \times \dfrac{۱\,mol\ Li}{۷\,g\ Li} = \dfrac{۰/۴}{۷} \end{array}\right\} \Rightarrow \frac{B}{A} = \frac{۸۷/۵ \times ۰/۴}{۰/۲۵ \times ۷} = ۲۰ \Rightarrow \text{بیش‌از حد انعطاف‌پذیر}$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

۶۶ در شکل نحوهٔ ایجاد چهار خط رنگی ناحیهٔ مرئی طیف نشری خطی اتم هیدروژن نشان داده‌شده است.

با توجه به اینکه در شکل، در هسته یک پروتون وجود دارد، شکل نمی‌تواند متعلق به اتم لیتیم یا اکسیژن باشد.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۶۷ بررسی موارد نادرست:

ب) در عنصرهای دستهٔ d از دورهٔ چهارم، الکترون‌های ظرفیت شامل الکترون‌های زیرلایه‌های ۴s و ۳d هستند.

پ) این جمله دربارهٔ عنصر دستهٔ d و s صحیح است، اما در مورد عناصر دستهٔ P صحیح نمی‌باشد:

$_{۱۶}S[_{۱۰}Ne]۳s^{۲}۳p^{۴}$

شماره گروه = ۱۶

ظرفیت = ۶

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۶۸ در لایهٔ سوم زیرلایه‌های ۳s، ۳p و ۳d قرار دارند که حداکثر گنجایش ۱۸ الکترون را دارا هستند، ولی زیرلایهٔ ۳d در عناصر دورهٔ چهارم جدول پر می‌شود که به همین دلیل در جدول تناوبی تعداد عناصر دوره‌های دوم و سوم با یکدیگر برابر (۸ عنصر) می‌باشد.

سایر گزینه‌ها درست هستند.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۶۹ با توجه به اینکه این عنصر فقط ۵ الکترون در زیرلایهٔ d دارد، پس باید یکی از دو عنصر $_{۲۴}Cr$ و یا $_{۲۵}Mn$ باشد و چون تعداد الکترون‌های ظرفیت آن با $_{۹}F$ برابر است، باید ۷ الکترون ظرفیتی داشته باشد، پس عنصر مورد نظر $_{۲۵}Mn$ است. در جدول دوره‌ای تعداد عنصرهای بین دو عنصر، یکی کمتر از اختلاف عدد اتمی آن‌ها است. (۸ = ۱ − ۲۵ − ۳۴)

$_{۲۵}Mn : [_{۱۸}Ar]۳d^{۵}۴s^{۲} \rightarrow$ ۷ الکترون ظرفیت

$_{۲۴}Cr : [_{۱۸}Ar]۳d^{۵}۴s^{۱} \rightarrow$ ۶ الکترون ظرفیت

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

۷۰

n (شماره دوره)	a (تعداد عنصرها)	b (تعداد انواع زیرلایه‌های در حال پر شدن)	$\frac{a}{b}$
۱	۲	۱	۲
۲	۸	۲	۴
۳	۸	۲	۴
۴	۱۸	۳	۶
۵	۱۸	۳	۶
۶	۳۲	۴	۸
۷	۳۲	۴	۸

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۷۱ ۱) این دو عنصر از میان سه عنصر $_{19}K$ ، $_{24}Cr$ و $_{29}Cu$ انتخاب شده‌اند، پس در یک گروه قرار ندارند.

۲) با توجه به اینکه دو عنصر $_{24}Cr$ و $_{29}Cu$ جزء عناصر دستهٔ d هستند، پس حداقل یکی از عناصر A و B جزء عناصر دستهٔ d خواهد بود.

۳) با توجه به آرایش الکترونی آن‌ها، تعداد الکترون‌های زیرلایهٔ $(l = ۲)d$ آن‌ها با هم برابر نیست.

$_{24}Cr : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^1 \Rightarrow$ ۷ زیرلایهٔ اشغال شده

$_{29}Cu : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^1 \Rightarrow$ ۷ زیرلایهٔ اشغال شده

$_{19}K : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1 \Rightarrow$ ۶ زیرلایهٔ اشغال شده

۴) با توجه به آرایش الکترونی آن‌ها متوجه می‌شویم که دو عنصر $_{24}Cr$ و $_{29}Cu$ هفت زیرلایهٔ اشغال شده از الکترون دارند، پس نمی‌توانیم بگوییم که قطعاً یکی از آن‌ها ۶ زیرلایه اشغال شده از الکترون دارد.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۷۲ آرایش الکترونی فشردهٔ عنصرهای «Y» و «Z» و آرایش الکترون- نقطه‌ای عنصرهای «X» و «Z» نادرست است.
شکل درست آن‌ها به‌صورت زیر است:

$_{13}Y : [Ne]3s^2 3p^1$ ، $_{20}Z : [Ar]4s^2$

$_{4}X :$ $\dot{X}\cdot$ ، $_{20}Z :$ $\dot{Z}\cdot$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۷۳ کاتیون و آنیون سازندهٔ اسکاندیم کلرید، هرکدام ۱۸ الکترون دارند و آرایش الکترونی آن‌ها شبیه گاز نجیب آرگون (تناوب سوم) است.

$_{21}Sc^{3+} : [Ar]$

$_{17}Cl^{-} : [Ar]$

$_{12}Mg^{2+} : [Ne]$

$_{9}F^{-} : [Ne]$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۷۴ با توجه به آرایش الکترونی لایهٔ ظرفیت اتم‌ها، یون‌های پایدار عنصرها به‌صورت A^{2-} ، B^{+} ، C^{2+} و D^{3-} است.

۱) $B^{+} , D^{3-} \Rightarrow B_3D \Rightarrow \frac{\text{شمار کاتیون‌ها}}{\text{شمار آنیون‌ها}} = \frac{3}{1} = 3$

۲) $B^{+} , A^{2-} \Rightarrow B_2A \Rightarrow = \frac{\text{شمار کاتیون‌ها}}{\text{شمار آنیون‌ها}} = \frac{2}{1} = 2$

۳) $C^{2+} , D^{3-} \Rightarrow C_3D_2 \Rightarrow \frac{\text{شمار کاتیون‌ها}}{\text{شمار آنیون‌ها}} = \frac{3}{2} = 1/5$

۴) $C^{2+} , A^{2-} \Rightarrow CA \Rightarrow \frac{\text{شمار کاتیون‌ها}}{\text{شمار آنیون‌ها}} = \frac{1}{1} = 1$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

۷۵ راه‌حل اول: جرم اتمی ایزوتوپ اول را A_1 و جرم اتمی ایزوتوپ دوم را A_2 می‌نامیم؛ در ایزوتوپ اول داریم:

$$\frac{\text{عدد جرمی}}{\text{عدد اتمی}} = \frac{16}{7} \rightarrow \frac{\text{عدد جرمی}}{35} = \frac{16}{7} \rightarrow A_1 \text{ عدد جرمی} = 80$$

در ایزوتوپ دوم، اختلاف تعداد پروتون و نوترون ۱۱ است. پس:

$$\text{پروتون} - \text{نوترون} = 11 \rightarrow \text{نوترون} - 35 = 11 \rightarrow \text{نوترون} = 46$$

$$A_2 \text{ عدد جرمی} = \text{نوترون} + \text{پروتون} = 35 + 46 = 81$$

$$\text{جرم اتمی میانگین} = \frac{A_1 \times 90 + A_2 \times (100 - 90)}{100} = \frac{(80 \times 90) + (81 \times 10)}{100} = 80/1$$

راه‌حل دوم:

$$\bar{M} = 80 + (81 - 80) \cdot 0/1 = 80/1$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

۷۶

$$\text{مول } XCl_n = 3/01 \times 10^{22} \times \frac{1\,mol}{6/02 \times 10^{23}} = 0/05\,mol$$

$$\text{مول } Cl = 0/05 \times \text{مول } XCl_n = 0/05n \Rightarrow 0/05n = 0/2 \Rightarrow n = 4$$

$$7/7\,g\ XCl_4 \times \frac{1\,mol\ XCl_4}{M\,g\ XCl_4} = 0/05\,mol\ XCl_4 \Rightarrow M = 154\,g \cdot mol^{-1}$$

$$M_X + (4 \times 35/5) = 154 \Rightarrow M_X = 12\,g \cdot mol^{-1}$$

از آنجایی که شمار نوترون‌ها با شمار پروتون‌ها در اتم X یکسان و جرم مولی به‌تقریب با عدد جرمی برابر است؛ عدد اتمی X برابر ۶ می‌باشد.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

۷۷ عبارت‌های «دوم» و «چهارم» درست هستند.

بررسی عبارت‌های نادرست:

اول: تعداد الکترون‌های مبادله شده برای تولید یک مول کلسیم برمید ($CaBr_2$) با یک مول سدیم سولفید (Na_2S) برابر است.

سوم: آلومینیم اکسید (Al_2O_3) و منیزیم نیترید (Mg_3N_2) جزو ترکیب‌های دوتایی هستند.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

۷۸ فقط عبارت اول درست است.

ایزوتوپ‌های هیدروژن: ${}_1^1H, {}_1^2H, {}_1^3H, {}_1^4H, {}_1^5H, {}_1^6H, {}_1^7H$

عبارت دوم: ۴ ایزوتوپ ${}_1^4H, {}_1^5H, {}_1^6H, {}_1^7H$ ساختگی هستند.

عبارت سوم: ایزوتوپ ${}_1^7H$ که کمترین نیم‌عمر را دارد، ناپایدارترین ایزوتوپ است.

عبارت چهارم: در یک نمونهٔ طبیعی هیدروژن، ۲ ایزوتوپ پایدار (${}_1^1H$ و ${}_1^2H$) وجود دارد.

عبارت پنجم: ۵ ایزوتوپ از ایزوتوپ‌های هیدروژن، رادیوایزوتوپ هستند: ${}_1^3H, {}_1^4H, {}_1^5H, {}_1^6H, {}_1^7H$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۷۹ بیشترین اختلاف با جرم اتم میانگین $۵۷/۹۳۳ - ۵۵/۸۴۹ = ۲/۰۸۴$

کمترین اختلاف با جرم اتمی میانگین $۵۵/۹۳۴ - ۵۵/۸۴۹ = ۰/۰۸۵$

بیشترین درصد فراوانی مربوط به ایزوتوپی است که کمترین اختلاف را با جرم اتمی میانگین دارد و کمترین درصد فراوانی مربوط به ایزوتوپی است که بیشترین اختلاف را با جرم اتمی میانگین دارد.

$^{۵۷/۹۳۳}Fe \rightarrow$ ایزوتوپ دارای کمترین درصد فراوانی

$^{۵۵/۹۳۴}Fe \rightarrow$ ایزوتوپ دارای بیشترین درصد فراوانی

اختلاف جرم اتمی کمترین و بیشترین درصد فراوانی $= ۵۷/۹۳۳ - ۵۵/۹۳۴ = ۱/۹۹۹\,amu \simeq ۲\,amu$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

۸۰ بررسی گزینه‌های نادرست:

۱) واحد جرم اتمی و مقدار آن مربوط به یک اتم تنها است و تعداد N_A اتم هیدروژن معادل $۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳}$ اتم می‌باشد و یک گرم جرم دارد.

۳) یک مول از عناصر مختلف تعداد اتم‌های یکسان دارند و جرم اتمی عنصرها و در نتیجه جرم مولی آن‌ها نمی‌تواند یکسان باشد.

۴) یکای جرم اتمی یکای بسیار کوچکی است و کار با آن در آزمایشگاه عملاً غیرممکن است.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۸۱ موارد اول و دوم درست هستند.

- E عنصر آلومینیم و C عنصر اکسیژن است که به‌ترتیب به کاتیون $Al^{۳+}$ و آنیون $O^{۲-}$ تبدیل شده و تشکیل ترکیب یونی $Al_۲O_۳$ $(E_۲C_۳)$ را می‌دهند.
- F عنصر سیلیسیم با آرایش الکترون-نقطه‌ای $\cdot\dot{\underset{\cdot}{Si}}\cdot$ و G عنصر پتاسیم است که با تشکیل کاتیون K^+ می‌تواند به آرایش پایدار گاز نجیب برسد.
- B عنصر بور است که در طبیعت یون پایدار ندارد و تنها می‌تواند الکترون به اشتراک بگذارد.
- A عنصر لیتیم و D عنصر منیزیم می‌باشد که هر دو با تشکیل کاتیون‌های Li^+ و $Mg^{۲+}$، می‌توانند با آنیون‌ها تشکیل پیوند یونی بدهند.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

۸۲ عبارت اول: نادرست؛ مثلاً در عنصر $_{۱۲}Mg$ ترتیب فراوانی به‌صورت زیر است.

$$^{۲۵}Mg < ^{۲۶}Mg < ^{۲۴}Mg$$

عبارت دوم: درست؛ ایزوتوپ‌ها در خواص شیمیایی مشابه هستند و در خواص فیزیکی وابسته به جرم متفاوت هستند. پس در بین سه مورد، فقط چگالی متفاوت است.

عبارت سوم: درست

$$\frac{n}{p} \geq ۱/۵ \Rightarrow \frac{n+p}{p} \geq ۲/۵ \Rightarrow \frac{A}{Z} \geq ۲/۵$$

عبارت چهارم: نادرست؛ ترتیب ناپایداری آن‌ها به‌صورت زیر است:

$$^{۷}_{۱}H > ^{۴}_{۱}H > ^{۶}_{۱}H > ^{۵}_{۱}H > ^{۳}_{۱}H > ^{۲}_{۱}H > ^{۱}_{۱}H$$

عبارت پنجم: درست

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۸۳ در یون $^{80}_{35}Y^{-}$ داریم:

$$\begin{cases} p = ۳۵ \\ e = p + ۱ = ۳۶ \\ N = ۸۰ - ۳۵ = ۴۵ \end{cases} \Rightarrow N - e = ۴۵ - ۳۶ = ۹$$

در یون $^{215}X^{2+}$ داریم:

$$\begin{cases} N - e = ۳ \times ۹ = ۲۷ \\ p = e + ۲ \\ N + p = ۲۱۵ \end{cases} \Rightarrow N - (p - ۲) = ۲۷ \Rightarrow \begin{cases} (N - p = ۲۵) \times -۱ \\ N + p = ۲۱۵ \end{cases} \Rightarrow ۲p = ۱۹۰ \Rightarrow p = ۹۵$$

تفاوت عدد اتمی X و Y برابر $۶۰ = ۳۵ - ۹۵$ است، پس بین این اتم‌ها در جدل ۵۹ اتم دیگر قرار گفته‌اند.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

۸۴

$$\text{تعداد الکترون‌ها} = \overbrace{۱۵}^{P} + \overbrace{(۴ \times ۸)}^{O} + \overbrace{۳}^{\text{بار}} = ۵۰$$

$$\text{تعداد نوترون‌ها} = \overbrace{۱۶}^{P} + \overbrace{(۴ \times ۸)}^{O} = ۴۸$$

$$\text{تفاوت} = ۵۰ - ۴۸ = ۲$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۸۵ راه‌حل اول:

$$\bar{M} = \frac{(۹۴ \times ۷) + (۶ \times ۶)}{۱۰۰} = ۶/۹۴ \text{ amu}$$

در میان ایزوتوپ‌های یک عنصر گونه‌ای که در طبیعت فراوان‌تر است پایداری بیشتری دارد، پس ^{7}Li پایدارتر است.

راه‌حل دوم:

$$\bar{M} = M_۱ + (M_۲ - M_۱)f_۲ \Rightarrow \bar{M} = ۶ + (۷ - ۶) \cdot ۰/۹۴ = ۶/۹۴$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۸۶ راه‌حل اول:

ایزوتوپ اول (سبک): $^{A}_{Z}X$, $F_۱ = ٪۷۰$

ایزوتوپ دوم (سنگین): $^{A+۱}_{Z}Y$, $F_۲ = ٪۳۰$

$$۲۴/۳ = \frac{(A \times ۷۰) + (A + ۱) \times ۳۰}{۱۰۰} \Rightarrow A = ۲۴ \text{ , } A + ۱ = ۲۵$$

راه‌حل دوم:

$$۲۴/۳ = A + ((A + ۱) - A) \cdot ۰/۳ \Rightarrow A = ۲۴ \text{ , } A + ۱ = ۲۵$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۸۷ راه‌حل اول:

ایزوتوپ ^{۶۱}X دارای ۵ درصد فراوانی است، پس مجموع فراوانی دو ایزوتوپ دیگر ($F_۱ + F_۲$) برابر ٪۹۵ خواهد بود:

$$۶۲/۵ = \frac{(۶۱\times۵)+۶۲\times(F_۱)+۶۳\times\overbrace{(۹۵-F_۱)}^{F_۲}}{۱۰۰} \Rightarrow F_۱ = ٪۴۰ \qquad F_۲ = ۹۵-۴۰ = ٪۵۵$$

راه‌حل دوم:

$$\bar{M} = M_۱ + (M_۲ - M_۱)F_۲ + (M_۳ - M_۱)F_۳$$

$$۶۲/۵ = ۶۱ + (۶۲-۶۱)F_۲ + (۶۳-۶۱)F_۳$$

$$\left.\begin{matrix} F_۲ + F_۳ = ۰/۹۵ \\ F_۲ + ۲F_۳ = ۱/۵ \end{matrix}\right\} \Rightarrow F_۳ = ۰/۵۵$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

۸۸ نخست جرم ایزوتوپ‌های قلع و سپس جرم اتمی میانگین آن را حساب می‌کنیم.

Sn :	۱۱۷	۱۱۸	۱۱۹	۱۲۰
فراوانی	٪۱۸	٪۲۵	٪۲۲	٪۳۵

برای سهولت در محاسبات، جرم اتم‌ها را ۱۱۷ واحد کم می‌کنیم و سپس میانگین به‌دست آمده را با ۱۱۷ جمع می‌کنیم.

$$Sn = \frac{۱۸\times۰+۲۵\times۱+۲۲\times۲+۳۵\times۳}{۱۰۰} + ۱۱۷ = ۱۱۸/۷۴\,amu$$

به‌طور مشابه در مورد اتم کلر داریم:

Cl :	۳۵	۳۷
فراوانی	٪۷۵	٪۲۵

$$Cl = \frac{۷۵\times۰+۲۵\times۲}{۱۰۰} + ۳۵ = ۳۵/۵\,amu$$

$$SnCl_۴ = ۱۱۸/۷۴ + ۴\times۳۵/۵ = ۱۱۸/۷۴ + ۱۴۲ = ۲۶۰/۷۴$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

۸۹ عبارت اول: درست؛ $^{۱}_{۱}H$ دارای ۱ پروتون و یک الکترون است. $M_{^{۱}_{۱}H} = M_p + M_e = ۱/۰۰۷۳ + ۰/۰۰۰۵ = ۱/۰۰۷۸ \simeq ۱/۰۰۸\,amu$

عبارت دوم: درست

$$\frac{۱۲e^- \times \frac{۵\times۱۰^{-۴}}{۱e^-}}{۲۴amu} = ۲/۵\times۱۰^{-۴} = \frac{۱}{۴۰۰۰}amu$$

عبارت سوم: درست؛ از جرم e در برابر اتم می‌توان صرف نظر کرد. $^{۷}_{۳}Li^+ = ۷amu \times \frac{۱/۶۶\times۱۰^{-۲۴}g}{۱amu} = ۱۱/۶۶\times۱۰^{-۲۴}g$

عبارت چهارم: درست $^{۴۰}_{۲۰}Ca \times \frac{۲۰e^-}{^{۴۰}_{۲۰}Ca} \times \frac{۵\times۱۰^{-۴}amu}{۱e} = ۱amu \simeq m_p$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۹۰

$$xg\,Fe = ۰/۰۲mol\,Fe \times \frac{۵۶g\,Fe}{۱mol\,Fe} = ۱/۱۲g\,Fe$$

$$Zn\,\text{اتم}\,x = ۳/۲۵g\,Zn \times \frac{۱mol\,Zn}{۶۵g\,Zn} \times \frac{۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}\,Zn\,\text{اتم}}{۱mol\,Zn} = ۳/۰۱\times۱۰^{۲۲}\,Zn\,\text{اتم}$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud

۹۱ سدیم هفت خط، هلیم شش خط و هیدروژن چهار خط رنگی در گسترهٔ مرئی طیف نشری خطی از خود نشان می‌دهند.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۹۲ الف) درست؛ شکل ۱۴ صفحهٔ ۲۰ کتاب درسی را ببینید.

ب) نادرست؛ طیف نشری دارای الگویی منحصربه‌فرد برای هر اتم است.

پ) نادرست؛ مدل بور تنها برای توجیه طیف نشری خطی اتم هیدروژن کارایی دارد.

ت) درست؛ (شکل ۲۲ صفحهٔ ۲۷ را ببینید.)

$$E_۷ > E_۶ > \cdots > E_۲ > E_۱$$

$$E_۷ - E_۶ < E_۶ - E_۵ < \cdots < E_۳ - E_۲ < E_۲ - E_۱$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۹۳ عبارت اول: نادرست؛ تمام طول موج‌های نورهای گسیل‌شده از اتم در تغییر لایه‌های الکترون در اتم هیدروژن بین لایه‌های ۳ تا ۷ در ناحیهٔ فروسرخ است.

عبارت دوم: درست

$$f \Rightarrow l = ۳$$

گنجایش زیرلایه : $۴l + ۲ = ۱۴$

$$۰ \le l \le n - ۱ \Rightarrow n - ۱ \ge ۳ \Rightarrow n \ge ۴$$

عبارت سوم: درست

$$E_۴ - E_۳ < E_۳ - E_۲ \Rightarrow \lambda_{۴\to۳} > \lambda_{۳\to۲}$$

عبارت چهارم: درست

$$n = ۱ \Rightarrow l = ۰$$

$$n = ۲ \Rightarrow l = ۰,۱$$

$$n = ۳ \Rightarrow l = ۰,۱,۲$$

عبارت پنجم: نادرست

$$l \le n - ۱ \Rightarrow n = ۳ \Rightarrow l = ۰,۱,۲$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۹۴ الف) $l = ۲ \Rightarrow d \to d^{۱۰}$ تعداد الکترون در حالت پر ۱۰ الکترون است.

ب) $۱s : n = ۱ , l = ۰ \Rightarrow n + l = ۱$

$$۲s : n = ۲ , l = ۰ \Rightarrow n + l = ۲$$

$$۲p : n = ۲ , l = ۱ \Rightarrow n + l = ۳$$

$$۳s : n = ۳ , l = ۰ \Rightarrow n + l = ۳$$

$$۳p : n = ۳ , l = ۱ \Rightarrow n + l = ۴$$

$$۳d : n = ۳ , l = ۲ \Rightarrow n + l = ۵$$

همان‌طور که مشاهده می‌شود در زیرلایه‌های سه لایهٔ اول می‌توان ۵ مقدار عددی برای $(n + l)$ داشت.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

۹۵ عنصر F هم‌گروه A است و می‌تواند در دورهٔ دوم باشد، در آن صورت جرم اتمی میانگین کمتری نسبت به A خواهد داشت.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۹۶ بررسی عبارت‌های نادرست:

دوم) در اتم‌های عناصر دورهٔ سوم جدول، زیرلایه‌های ۳s و ۳p الکترون گرفته و پر می‌شوند. (زیرلایهٔ ۳d در اتم عناصر دورهٔ چهارم الکترون می‌گیرد.)

چهارم) مطابق قاعدهٔ آفبا مجموع اعداد کوانتومی اصلی و فرعی زیرلایهٔ ۳d و ۴p یکسان است ولی زیرلایهٔ ۳d به‌دلیل داشتن n کوچک‌تر انرژی کمتری دارد.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۹۷ در مورد عنصر اول آرایش $4d^3 5s^2$ و یا $5s^2 5p^3$ ممکن است. با توجه به نیمه‌پر بودن زیرلایهٔ $5p^3$ آرایش $[Kr]_{36} 4d^{10}, 5s^2, 5p^3 : X_{51}$ با عدد اتمی ۵۱ را می‌پذیریم.

در مورد عنصر دوم بیشترین الکترون در لایهٔ ظرفیت با پر بودن زیرلایه‌های ۴s و ۳d امکان‌پذیر است:

$$Zn_{30} : [Ar]_{18} 3d^{10}, 4s^2 \Rightarrow$$ ۱۲ الکترون ظرفیت

عدد اتمی ۳۰ برای عنصر دوم می‌باشد.

$$51 - 30 = 21$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

۹۸ عبارت اول: درست

$$V_{23} = [Ar]_{18} 3d^3 4s^2$$

$$P_{15} : [Ne]_{10} 3s^2 3p^3$$

عبارت دوم: درست

$$23 = 18 + 5 \Rightarrow$$ گروه ۵

$$41 = 36 + 5 \Rightarrow$$ گروه ۵

عبارت سوم: درست؛ از ۲۳ الکترون آن، ۳ الکترون در $l = 2$ هستند، پس بقیهٔ الکترون‌ها یا در $l = 0$ یا در $l = 1$ هستند.

عبارت چهارم: درست

$$V^{2+} : [Ar]_{18} 3d^3 \Rightarrow 3e|_{l=2}$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۹۹ عنصر بیست‌وچهارم، کروم با آرایش الکترونی $[Ar] 3d^5 4s^1$ و عنصر هشتم، اکسیژن با آرایش الکترونی $[He] 2s^2 2p^4$ است.

بررسی عبارات:

الف) در آخرین لایهٔ الکترونی اتم کروم ۱ و اتم اکسیژن ۶ الکترون وجود دارد.

ب) در بیرونی‌ترین زیرلایهٔ الکترونی اتم کروم ۱ و اتم اکسیژن ۴ الکترون است.

پ) شمار الکترون‌های ظرفیت اتم هر دو عنصر یکسان و برابر ۶ است.

ت) تفاوت شمار الکترون‌های با $l = 0$ (الکترون‌های زیرلایه‌های s) در اتم این دو عنصر برابر ۳ است و با تفاوت شمار الکترون‌های بیرونی‌ترین زیرلایهٔ اتم آن‌ها (۳ الکترون) یکسان است.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۰۰ بررسی عبارت‌های نادرست:

اول: در واکنش اتم‌های سدیم با اتم‌های کلر، اتم‌های سدیم با از دست دادن یک الکترون به گونه‌ای با آرایش الکترونی مشابه گاز نجیب نئون تبدیل می‌شوند.

سوم: دلیل خنثی بودن ترکیب یونی برابر بودن مجموع بار کاتیون‌ها با مجموع بار آنیون‌ها در ساختار آن است.

چهارم: کلسیم کلرید ($CaCl_2$) مانند سدیم سولفید (Na_2S) ترکیب یونی دوتایی بوده ولی در ساختار آن‌ها نسبت کاتیون به آنیون متفاوت است.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۰۱ آخرین زیرلایهٔ الکترونی اتم s یا p است و از آنجایی که اتم عنصر موردنظر در بیرونی‌ترین لایهٔ الکترونی خود ۴ الکترون با عدد کوانتومی فرعی یکسان دارد، پس ساختار p^4 مدنظر بوده (ساختار d^4 نداریم) و آرایش الکترونی لایه ظرفیت به‌صورت ns^2, np^4 است. عنصری مربوط به گروه ۱۶ و دارای ۶ الکترون ظرفیتی.

علت نادرستی گزینهٔ ۴: ۶ الکترون ظرفیتی با حداقل عدد کوانتومی اصلی ۲ داریم که ۱۲ می‌شود.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

۱۰۲ تفاوت جرم مولی CaX_2 و CaB برابر ۲۲ است، پس: $2M_X - M_B = 22$

تفاوت جرم مولی AlX_3 و Al_2B_3 برابر ۱۸ است:

$$(2\times 27 + 3M_B) - (27 + 3M_X) = 18 \Rightarrow 27 + 3M_B - 3M_X = 18 \Rightarrow M_B - M_X = -3$$

پس: $M_X - M_B = 3$

پس جرم مولی X برابر ۱۹ گرم بر مول است.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

۱۰۳ از بین عبارت‌های داده‌شده، «الف» و «پ» درست هستند.

بررسی عبارت‌های نادرست:

ب) در یک نمونهٔ طبیعی لیتیم، ۲ ایزوتوپ و در یک نمونهٔ طبیعی منیزیم، ۳ ایزوتوپ مختلف به چشم می‌خورد.

ت) ایزوتوپ‌های مختلف یک عنصر در تعداد نوترون‌ها با یکدیگر متفاوتند، بنابراین مجموع تعداد ذرات زیراتمی آن‌ها با یکدیگر برابر نیست.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۰۴ عبارت‌های «ب» و «ت» درست هستند.

بررسی عبارت‌های نادرست:

الف) Z نشان‌دهندهٔ تعداد پروتون‌های هر اتم است.

پ) در این اتم، Z پروتون، Z الکترون و $(A-Z)$ نوترون وجود دارد. مجموع این ذرات برابر با ($A+Z$) است.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۰۵ با توجه به داده‌های سؤال، در این نمونه آهن، به‌ازای هر ۲ اتم ^{54}Fe، ۱۵ اتم ^{56}Fe و ۳ اتم ^{57}Fe وجود دارد.

$$\left.\begin{matrix} F_1 = 2 \\ F_2 = 15 \\ F_3 = 3 \end{matrix}\right\} \Rightarrow F_1 + F_2 + F_3 = 20$$

$$^{57}Fe \text{ درصد فراوانی} = \frac{3}{20}\times 100 = 15$$

$$\text{شمار کل نوترون‌ها} = \underbrace{2\times(54-26)}_{^{54}_{26}Fe} + \underbrace{15\times(56-26)}_{^{56}_{26}Fe} + \underbrace{3\times(57-26)}_{^{57}_{26}Fe} = 56 + 450 + 93 = 599$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

۱۰۶ جرم ۳ اتم $^{1}_{1}H$، تقریباً ۳ amu است.

بررسی گزینه‌های نادرست:

۱) جرم اتمی ایزوتوپی از هیدروژن که ۲ نوترون دارد ($^{3}_{1}H$)، تقریباً ۳ amu است.

۲) جرم اتمی $^{1}_{1}H$، ۱/۰۰۸ amu است.

۳) عدد اتمی Li برابر با ۳ می‌باشد و به‌دلیل وجود نوترون‌ها، جرم اتمی آن از ۳ amu بیشتر است و با اضافه کردن ۱amu به کفهٔ دیگر، توازن برقرار نمی‌شود.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۰۷ از ۱۱۸ عنصر شناخته‌شده، ۹۲ عنصر در طبیعت و ۲۶ عنصر دیگر (معادل ۲۲ درصد عنصرهای شناخته‌شده)، ساختگی هستند.

$$\frac{۲۶}{۱۱۸} \times ۱۰۰ \simeq ۲۲$$

بررسی گزینه‌های نادرست:

۲) هر خانهٔ جدول دوره‌ای به یک عنصر معیّن تعلق دارد و حاوی برخی اطلاعات شیمیایی آن عنصر است.

۳) عناصر در جدول دوره‌ای با نماد یک یا دو حرفی نشان داده شده‌اند.

۴) در جدول دوره‌ای، عناصر براساس افزایش عدد اتمی یا تعداد پروتون‌ها سازماندهی شده‌اند.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۰۸ زیرلایهٔ (I)، همان $۲p$ است و اگر اتمی در این زیرلایه، تنها دو الکترون داشته باشد، دو الکترون در زیرلایهٔ $۱s$ و دو الکترون در زیرلایهٔ $۲s$ دارد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۲) زیرلایهٔ (II)، همان $۳d$ است و در میان عنصرهای دستهٔ d دورهٔ چهارم، آرایش الکترونی عنصر شمارهٔ ۲۹ (مس) و ۳۰ (روی) دارای زیرلایهٔ $۳d^{۱۰}$ است.

۳) زیرلایهٔ (III)، همان $۴p$ است و عنصری که آرایش الکترونی آن به $۴p^{۵}$ ختم شود، متعلق به گروه ۱۷ جدول دوره‌ای عنصرها و با کلر هم‌گروه است.

۴) زیرلایهٔ (IV)، همان $۵f$ است:

$$۵f : n+l = ۵+۳ = ۸$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۰۹ اتم Cl در زیرلایهٔ $۳p$ خود، پنج الکترون دارد، بنابراین یون $A^{۳+}$ دارای ۱۰ الکترون در زیرلایهٔ $۳d$ خود می‌باشد و آرایش الکترونی A به‌صورت زیر است:

$$A : [{}_{۱۸}Ar] ۳d^{۱۰} ۴s^{۲} ۴p^{۱}$$

عنصر A در لایهٔ آخر خود $(n=۴)$ ۳ الکترون و در لایهٔ ماقبل آخر $(n=۳)$، ۱۸ الکترون دارد؛ بنابراین نسبت تعداد الکترون‌های لایهٔ ماقبل آخر به لایهٔ آخر در این عنصر، برابر با ۶ است.

عنصر A دارای عدد اتمی ۳۱ است، با عنصر ${}_{۱۳}Al$ هم‌گروه می‌باشد و در دستهٔ p جدول دوره‌ای قرار دارد.

عنصر A در لایهٔ ظرفیت خود ۳ الکترون و ${}_{۶}C$ در لایهٔ ظرفیت خود، ۴ الکترون دارد.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

۱۱۰ تنها عبارت «سوم» درست است.

آرایش الکترونی فشردهٔ آرسنیک، به‌صورت زیر است:

$$_{۳۱}Ga:[_{۱۸}Ar]۳d^{۱۰}۴s^{۲}۴p^{۳}$$

بررسی عبارت‌های نادرست:

عبارت اول: در آرایش الکترونی فشردهٔ آن، از گاز نجیب دورهٔ سوم (Ar) استفاده می‌شود.

عبارت دوم: لایهٔ الکترونی چهارم در این عنصر، به‌طور کامل پر نشده است.

عبارت چهارم: دارای ۱۰ الکترون در زیرلایهٔ d و ۸ الکترون در زیرلایه‌های s است. ($\frac{۱۰}{۸}$ درست است.)

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۱۱ ۱) زیرلایه‌های ۵s، ۴p و ۳d دارای $n+l=۵$ هستند. ابتدا ۳d با ۱۰ الکترون ($۳d^{۱۰}$) و سپس ۴p با ۴ الکترون ($۴p^{۴}$) از الکترون اشغال می‌شود؛ پس آرایش الکترونی اتم X به $۴p^{۴}$ ختم می‌شود.

$$_{۳۴}X:۱s^{۲}۲s^{۲}۲p^{۶}۳s^{۲}۳p^{۶}۳d^{۱۰}۴s^{۲}۴p^{۴}$$

۲) عنصر X با به اشتراک گذاشتن دو الکترون می‌تواند مولکول $H_۲X$ را ایجاد کند.

۳) آرایش الکترون- نقطه‌ای X به‌صورت $\cdot\ddot{X}:$ است.

۴) $۲۰+۸=۲۸ \Rightarrow$ $\underbrace{۴p^{۴}}_{n+l=۴+۱=۵}$ $\quad$ $\underbrace{۴s^{۲}}_{n+l=۴+۰=۴}$

$۵\times۴=۲۰$ $\quad$ $۲\times۴=۸$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۱۲ $A:{}^{۱۶}_{۸}O^{۲-}$, $X:{}^{۱۹}_{۹}F^{-}$, $E:{}^{۲۲}_{۱۰}Ne$, $D:{}^{۲۳}_{۱۱}Na^{+}$

الف) اتم $_{۹}F$ دارای ۷ الکترون ظرفیتی است و آرایش الکترون- نقطه‌ای آن به‌صورت $\cdot\ddot{F}:$ می‌باشد.

ت) گونهٔ E، اتم خنثی نئون است که آرایش آن به $۲s^{۲}۲p^{۶}$ ختم می‌شود.

$$\underbrace{۲(۲+۰)}_{۲s}+\underbrace{۶(۲+۱)}_{۲p}=۲۲$$

بررسی موارد نادرست:

ب) فرمول شیمیایی ترکیب یونی حاصل از گونه‌های $A^{۲-}$ و D^{+} به‌صورت $D_۲A$ است.

پ) عنصر D ($_{۱۱}Na$) متعلق به دورهٔ سوم جدول و دستهٔ s است.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۱۳ **بررسی همه موارد:**

مورد اول: نادرست است. در مورد این عبارت باکس زیر رو مطالعه کنید.

نکته اغلب اتم‌هایی که نسبت شمار نوترون‌ها به پروتون‌ها در هستهٔ اتم آن‌ها برابر و یا بزرگ‌تر از ۱/۵ است، ناپایدارند و با گذشت زمان متلاشی می‌شوند.

$$\frac{n}{p} \geq ۱/۵ \text{ یا } \frac{n}{p}+۱ \geq ۱/۵+۱ \Rightarrow \frac{n+p}{p} \geq ۲/۵ \Rightarrow \frac{A}{Z} \geq ۲/۵$$

توجه داشته باشید که می‌توان این کسرها را به شکل معکوس نوشت و به رابطه جدیدی دست یافت:

$$\frac{p}{n} \leq ۰/۶۶ \text{ یا } \frac{Z}{A} \leq ۰/۴$$

نکته در برخی اتم‌ها مانند $^{۲۰۷}_{۸۲}Pb$ نسبت $\frac{n}{p}$ بزرگ‌تر از ۱/۵ است ولی هسته پایدار است. از سویی در برخی اتم‌ها مانند $^{۹۹}_{۴۳}Tc$ نسبت $\frac{n}{p}$ کوچک‌تر از ۱/۵ است ولی هسته ناپایدار و پرتوزاست.

مورد دوم: درست است.

تذکر در غنی‌سازی تعداد و یا جرم ایزوتوپ مورد نظر، تغییر نمی‌کند بلکه با خارج کردن سایر ایزوتوپ‌ها، درصد فراوانی ایزوتوپ مورد نظر را در مخلوط افزایش می‌دهند.

مورد سوم: نادرست است.

نیم‌عمر رادیوایزوتوپ طبیعی هیدروژن $(^{۳}_{۱}H)$ بسیار طولانی و حدود ۱۲ سال است و از سویی نیم‌عمر رادیوایزوتوپ‌های ساختگی هیدروژن بسیار بسیار کوتاه و حدود $۱۰^{-۲۲}$ ثانیه است.

نکته فرمول مولکولی گلوکز، $C_۶H_{۱۲}O_۶$ است. به گلوکز دارای اتم پرتوزا گلوکز نشان‌دار گفته می‌شود که برای تشخیص بیماری سرطان از آن استفاده می‌شود.

آفرود با توجه به اینکه نیم‌عمر رادیوایزوتوپ‌های هر سه عنصر C، H و O بسیار طولانی و یا بسیار کوتاه است بنابراین برای نشان‌دار کردن گلوکز از اتم پرتوزای $^{۱۸}_{۹}F$ استفاده می‌شود. بدین صورت که اتم F جایگزین یک گروه «OH-» در ساختار گوکز می‌شود.

مورد چهارم: درست است. نماد شیمیایی هر سه عنصر قلع (Sn)، گوگرد (S) و آنتیموان (Sb) با حرف لاتین یکسانی آغاز می‌شود.

مورد پنجم: درست است.

نکته در دورهٔ اول نماد شیمیایی عنصر هیدروژن (H) تک‌حرفی است.

در دورهٔ دوم نماد شیمیایی پنج عنصر بور (B)، کربن (C)، نیتروژن (N)، اکسیژن (O) و فلوئور (F) تک‌حرفی است.

در دورهٔ سوم نماد شیمیایی دو عنصر فسفر (P) و گوگرد (S) تک‌حرفی است.

در دورهٔ چهارم نماد شیمیایی دو عنصر پتاسیم (K) و وانادیم (V) تک‌حرفی است.

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۱۴ **سرنخ** عنصر تکنسیم با نماد $^{99}_{43}Tc$ نخستین عنصر ساخته شده در واکنشگاه هسته‌ای است. این عنصر با توجه به عدد اتمی گازهای نجیب $[_{36}Kr]$ و $[_{54}Xe]$ در دورهٔ پنجم و گروه هفتم از جدول تناوبی جای دارد.

عدد جرمی به تقریب با جرم اتمی برابر است. پس:

$$A = (25p^+) + (30n) = 55$$

نکته اختلاف عدد اتمی عنصرهای هم‌گروه در جدول تناوبی با اختلاف عدد اتمی گازهای نجیب هم‌دوره با آن‌ها برابر است. برای مثال دو عنصر $_{32}Ge$ و $_{82}Pb$ هم‌گروه هستند. زیرا عدد اتمی گازهای نجیب دورهٔ چهارم و دورهٔ ششم به ترتیب برابر ۳۶ و ۸۶ و درنتیجه اختلاف عدد اتمی آن‌ها برابر ۵۰ است که با اختلاف عدد اتمی دو عنصر $_{32}Ge$ و $_{82}Pb$ برابر است.

بررسی سایر گزینه ها:

۱ نادرست است.عنصر A با $_{43}Tc$ هم‌گروه و با $_{20}Ca$ که عنصری از دورهٔ چهارم جدول تناوبی است، هم‌دوره است. پس عنصر A همان عنصر $_{25}Mn$ است که فلزی واسطه است و رفتار شیمیایی مشابهی با نافلز $_{16}S$ ندارد.

۲ نادرست است.گاز نجیب دورهٔ چهارم یا هم‌دوره با عنصر A $(_{25}Mn)$ عنصر $[_{36}Kr]$ است ولی فراوان‌ترین گاز نجیب سازندهٔ مشتری گاز هلیم است.

نکته مقایسه درصد فراوانی سه گاز نجیب در میان ۸ عنصر فراوان سیارهٔ مشتری به صورت زیر است: $He > Ar > Ne$

۳ نادرست است.مجموع ذره‌های باردار در اتم $_{25}Mn$ برابر ۵۰ (۲۵ پروتون و ۲۵ الکترون) است. ولی عدد اتمی عنصری از گروه ۱۴ و دورهٔ ششم برابر ۸۲ است. (۴ خانه عقب‌تر از گاز نجیب $[_{86}Rn]$ است.)

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۱۵ **سرنخ** سؤال براساس نسبت ایزوتوپ‌های ^{46}M به ^{49}M و ^{48}M به ^{49}M طراحی شده است. پس باید کوچک‌ترین مضرب مشترک دو عدد ۳ و ۵ که برابر ۱۵ می‌شود را معیار قرار دهیم تا جدول زیر به دست آید.

نماد ایزوتوپ‌ها	^{46}M	^{48}M	^{49}M
شمار ایزوتوپ‌ها	۳۵	۳	۱۵
نسبت ایزوتوپ‌ها		۱	۵
	۷		۳

$$\overline{M} = M_1 + \frac{(M_2 - M_1)F_2}{100} + \frac{(M_3 - M_1)F_3}{100}$$

$$\overline{M} = 46 + \frac{(48-46)\times 3}{(15+35+3)} + \frac{(49-46)\times 15}{(15+35+3)} = 46 + \frac{6}{53} + \frac{45}{53} = 46 + \frac{51}{53} = 46/96$$

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۱۶ **روش حل سؤال:**

گام اول: تعداد اتم‌های موجود در ۷/۲گرم آب را به دست می‌آوریم:

$$۷/۲\,g\,H_۲O\times\frac{۱\,mol\,H_۲O}{۱۸\,g\,H_۲O}\times\frac{N_A\,(H_۲O)\,\text{مولکول}}{۱\,mol\,H_۲O}\times\frac{۳\,(O,H)\,\text{اتم}}{۱\,(H_۲O)\,\text{مولکول}}=۱/۲N_A\ \text{اتم}$$

گام دوم: تعداد اتم‌های موجود در ۲۷/۹ گرم از عنصر تک‌اتمی $_{۴۱}X$ با جرم مولی فرضی $M\,g.mol^{-۱}$ را به دست می‌آوریم:

$$۲۷/۹\,g\,X\times\frac{۱\,mol\,X}{M\,g\,X}\times\frac{N_A\,X\,\text{اتم}}{۱\,mol\,X}=\frac{۲۷/۹\times N_A}{M}\,\text{اتم}$$

گام سوم: با توجه به صورت سؤال و تعداد اتم‌های به دست آمده در دو مرحلهٔ قبل می‌توان جرم مولی عنصر X را به دست آورد:

$$\frac{۲۷/۹\times N_A}{M}=\frac{۱}{۴}\times۱/۲\times N_A\Rightarrow\frac{۲۷/۹}{M}=۰/۳\Rightarrow M=۹۳\,g.mol^{-۱}$$

تذکر از آنجا که جرم پروتون و نوترون به تقریب برابر با ۱amu است، جرم مولی اتم‌ها به تقریب با عدد جرمی آنها (مجموع تعداد پروتون‌ها و نوترون‌های موجود در هستهٔ آنها) برابر خواهد بود. به این ترتیب عدد جرمی عنصر X نیز برابر با ۹۳ خواهد بود.

گام چهارم: تعداد ذره‌های زیر اتمی عنصر $^{۹۳}_{۴۱}X$ به صورت زیر تعیین می‌شود:

$$P=Z=۴۱$$
$$e=Z=۴۱\qquad n=A-Z=۹۳-۴۱=۵۲$$

به این ترتیب مجموع تعداد ذره‌های زیراتمی برابر است با:

$$۴۱+۴۱+۵۲=۱۳۴$$

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

۱۱۷ **سرنخ** به ازای هر مول از ترکیب C_xH_yNO، اختلاف شمار مول‌های اتم‌های هیدروژن و کربن برابر $y-x$ مول است.

با در نظر گرفتن C_xH_yNO به عنوان ماده A داریم:

روش اول: روش کسرهای تبدیل

$$۲/۹۲\,g\,A\times\frac{۱\,mol\,A}{(۱۲x+y+۳۰)\,g\,A}\times\frac{(y-x)\,mol\,\text{اختلاف}}{۱\,mol\,A}\times\frac{۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}}{۱\,mol}=۹/۶۳۲\times۱۰^{۲۲}\Rightarrow ۶۹y-۱۲۱x=۱۲۰$$

از طرفی مجموع تعداد اتم‌ها در فرمول شیمیایی A برابر ۱۲ است. بنابراین:

معادله (۲)

$$x+y+۲=۱۲\Rightarrow x+y=۱۰$$

از حل دستگاه معادلات به‌دست آمده از معادله (۱) و (۲) داریم:

$$\begin{cases}۶۹y-۱۲۱x=۱۲۰\\x+y=۱۰\end{cases}\Rightarrow y=۷\ ,\ x=۳$$

حال نسبت خواسته شده را محاسبه می‌کنیم:

$$\frac{xy}{x+y}=\frac{۳\times۷}{۳+۷}=۲/۱$$

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

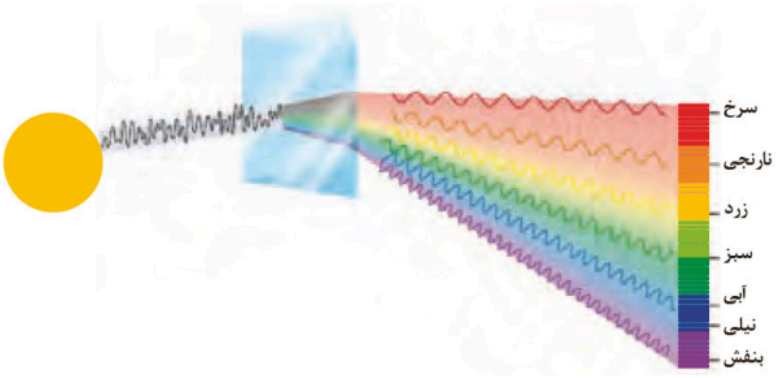
۱۱۸ تصویر خورشید به کمک دوربین‌های حساس به پرتوهای فرابنفش تهیه می‌شود نه فروسرخ!

بررسی گزینه‌ها:

۱ در طیف نشری- خطی دو عنصر هیدروژن و لیتیم در گستره مرئی چهار خط قابل مشاهده هستند.

۲ هر چه دمای جسمی بیشتر باشد، یعنی انرژی پرتوهای نشر شده از آن بیشتر است. با توجه به رابطه معکوس طول موج و انرژی، می‌توان گفت که هر چه انرژی یک پرتو بیشتر باشد، طول موج آن کوتاه‌تر است.

۴ در گسترهٔ مرئی نور بنفش بالاترین انرژی و کوتاه‌ترین طول موج را دارد. هر چه طول موج کوتاه‌تر باشد، انحراف آن بیشتر خواهد بود.



(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

۱۱۹ **سرنخ** طول موج (λ) به فاصله دو قله متوالی یا دو دره متوالی و یا هر دو نقطه مشابه متوالی گفته می‌شود. طول موج برحسب متر (m) گزارش می‌شود. چشم انسان تنها گستره‌ای از امواج الکترومغناطیس را که شامل ۴۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر ($1nm = 10^{-9}m$) است، می‌بیند.

روش حل سوال :

گام اول: فاصله نشان داده شده برابر $1/5\lambda$ است. پس:

$$1/5\lambda = 9\times10^{-5}\,cm \Rightarrow \lambda = 6\times10^{-5}\,cm$$

گام دوم: اکنون باید واحد cm را به nm تبدیل کنیم:

$$6\times10^{-5}\,cm\times\frac{1m}{100cm}\times\frac{10^{9}nm}{1m}=600nm$$

گام سوم: پس چشم انسان پرتوی A با طول موج ۶۰۰ نانومتر را که مربوط به محدودهٔ قرمز در ناحیهٔ مرئی است، می‌بیند.تا اینجای کار گزینه یک و سه حذف میشن!

گام چهارم: پرتوی قرمز در مقایسه با پرتوی بنفش از انرژی کم‌تری برخوردار است و پس از عبور از منشور زاویه شکست کم‌تری دارد.

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۲۰ مورد (الف): درست. با تعیین دقیق طول موج نوارهای طیف نشری خطی اتم‌ها می‌توان به تصویر دقیقی از انرژی لایه‌های الکترونی و در واقع آرایش الکترونی آن اتم دست یافت.

ب نادرست. در میان عنصرهای دسته چهارم جدول تناوبی سه نوع زیرلایه $4s, 3d, 4p$ در حال پر شدن از الکترون‌ها هستند. در عنصرهای دسته s تنها زیرلایه $4s$ و در عنصرهای دسته d، زیرلایه‌های $4s$ و $3d$ در حال پر شدن هستند. و تنها در ۶ عنصر دسته p دوره چهارم، زیرلایه‌هایی با $n = 4$ یا همان $4s$ و $4p$ در حال پر شدن از الکترون هستند (به کلمه زیرلایه‌ها دقت کنید جمع بودن کلمه مهم است.)

پ نادرست. گنجایش الکترونی زیرلایه‌ها، ارتباطی به شماره لایه ندارد. زیرلایه‌های یکسان در هر لایه‌ای که باشند، گنجایش الکترونی یکسانی دارند.

ت درست. لایه اول با $n = 1$ تنها شامل یک زیرلایه $(\ell = 0)$ است. در نتیجه لایه‌ای یکپارچه به شمار می‌آید.

ث نادرست. در مدل اتمی بور صحبتی از لایه الکترونی به عمل نیامده و فقط مدارهای الکترونی بررسی شده است. (برای مدل اتمی بور نمی‌توان از لایه الکترونی استفاده کرد.)

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۲۱ ا درست. عدد اتمی عنصر A برابر با ۷۳ است. از سویی نخستین عنصر ساخت بشر تکنسیم $(^{99}_{43}Tc)$ است که اختلاف عدد اتمی این دو عنصر برابر با ۳۰ است. عدد اتمی عنصر B نیز برابر با ۳۰ است. (عنصر B در خانهٔ ۳۰ام جدول قرار دارد.)

۲ نادرست. عنصر D با عدد اتمی ۹، عنصر فلوئور است که شمار پروتون‌های آن نیز برابر ۹ است. از سویی با توجه به صورت سؤال ۱۰ ذره خنثی یا همان نوترون در هسته این اتم وجود دارد، پس عدد جرمی آن که برابر جمع شمار پروتون‌ها و نوترون‌های آن است، می‌شود: $A = n + p = 10 + 9 = 19$

عنصر C در خانه ۱۲ جدول تناوبی جای دارد و شامل ۱۲ پروتون است پس عدد اتمی آن برابر با ۱۲ است. این عنصر، منیزیم است.

با توجه به این نکته ناپایدارترین ایزوتوپ منیزیم با کمترین درصد فراوانی ^{25}Mg است. ترکیب حاصل از منیزیم و فلوئور، ترکیبی یونی متشکل از Mg^{2+} و F^- به صورت MgF_2 (منیزیم فلوئورید) است.

۳ درست. اتم E در خانه ۲۱ جدول قرار دارد که همان عنصر اسکاندیم است و آرایش الکترونی آن به صورت $[_{18}Ar]3d^1 4s^2$ است.

اسکاندیم یون $+3$ تشکیل می‌دهد (Sc^{3+}) و با از دست دادن سه الکترون ظرفیتی خود، به آرایش گاز نجیب آرگون می‌رسد. پس در یون پایدار آن تمام زیرلایه‌ها از الکترون پر هستند.

اتم F در خانه ۲۰ جدول قرار دارد که همان عنصر کلسیم است. آرایش اتمی $_{20}Ca$ به صورت $[_{18}Ar]4s^2$ است. کلسیم دو الکترون ظرفیتی خود را از دست می‌دهد (Ca^{2+}) و به آرایش الکترونی گاز نجیب آرگون می‌رسد. همانطور که دیدید در آرایش الکترونی Ca همانند یون آن، همهٔ زیرلایه‌های اشغال شده از الکترون پر هستند.

۴ درست. عنصر G در خانه ۲۶ جدول تناوبی قرار دارد که همان عنصر $_{26}Fe$ است که آرایش الکترونی فشرده آن به صورت زیر است: $Fe: [_{18}Ar]3d^6 4s^2$

الکترون‌های ظرفیتی این عنصر شامل الکترون‌های d و s است که در مجموع ۸ الکترون می‌شود ولی از این ۸ الکترون تنها ۲ الکترون در بیرونی‌ترین زیرلایه (4s) قرار دارند که برابر با $\frac{1}{4}$ از شمار کل الکترون‌های ظرفیتی این اتم است.

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۲۲ **الف** نادرست. لایه الکترونی سوم شامل زیرلایه‌های ۳s، ۳p و ۳d است که زیرلایه‌های ۳s و ۳p در عنصرهای دورهٔ سوم جدول تناوبی پر می‌شوند ولی زیرلایه ۳d در عنصرهای دورهٔ چهارم جدول شروع به پر شدن می‌کند.

در دو عنصر $_{29}Cu$ و $_{30}Zn$ و همچنین هر ۶ عنصر دسته p که بعد از Zn قرار دارند، لایه سوم به طور کامل پر شده است.

ب نادرست. زیرلایه‌ای با $\ell = 2$ همان زیرلایه d با گنجایش ۱۰ الکترون است. زیرلایه $3d^{10}$ در دورهٔ چهارم جدول تناوبی به طور کامل پر می‌شود بنابراین براساس صورت سؤال نخستین عنصری که یازده الکترون در زیرلایه‌هایی با $\ell = 2$ دارد، نخستین عنصر واسطه از دورهٔ پنجم جدول تناوبی با عدد اتمی ۳۹ است. پس می‌توان نتیجه گرفت که از عنصر ۳۹ تا ۱۱۸ و به عبارتی در ۸۰ عنصر از جدول تناوبی در زیرلایه‌هایی با $\ell = 2$ دست‌کم یازده الکترون و یا بیشتر وجود دارد. (دقت کنید که در ۸۰ عنصر این چنین است، نه بیش از ۸۰ عنصر!)

پ درست. تنها عنصر تک حرفی واسطه در دوره چهارم عنصر وانادیم (V) با عدد اتمی ۲۳ است. آرایش الکترونی فشرده وانادیم به صورت زیر است:

$$V : [_{18}Ar]3d^3 4s^2$$

که بیرونی‌ترین زیرلایه آن شامل ۲ الکترون و آخرین زیرلایه‌ای که الکترون می‌گیرد دارای ۳ الکترون است. تفاوت شمار الکترون‌ها در این زیرلایه‌ها برابر با ۱ است.

ث نادرست. اتم آهن $(_{26}Fe)$ دارای آرایش الکترونی مقابل است:

$$Fe : [_{18}Ar]3d^6 4s^2$$

آرایش الکترونی نیکل $(_{28}Ni)$ به صورت مقابل است.

$$Ni : [_{18}Ar]3d^8 4s^2$$

در نتیجه آرایش الکترونی Ni^{2+} به صورت زیر است:

$$Ni : [_{18}Ar]3d^8 4s^2 \xrightarrow{\text{جدا کردن ۲ الکترون از بیرونی ترین زیرلایه (زیرلایه 4s)}} Ni^{2+} = [_{18}Ar]3d^8$$

دقت کنید که این دو گونه با وجود آن که تعداد الکترون یکسانی دارند اما آرایش الکترونی متفاوتی دارند.

ث درست. آرایش الکترونی $[_{18}Ar]3d^8$ نمی‌تواند مربوط به عنصری خنثی باشد زیرا آرایش الکترونی عنصرهای واسطه در حالت کلی به صورت $(n-1)d^x ns^y$ [گاز نجیب] است. پس اگر آرایش الکترونی گونه‌ای به d پایان یافته باشد آن‌گونه به یقین کاتیون است یعنی زیرلایه بیرونی s در اتم آن با از دست دادن یک یا دو الکترون خالی شده است.

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

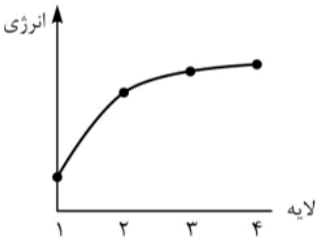
SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

www.MrKonkor.com

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir



الف درســـت. انرژی لایه‌های الکترونی با دور شدن از هسته افزایش می‌یابد. اما مقدار افزایش رفته‌رفته کم می‌شود به نمودار زیر نگاه کنید؛ انرژی لایه‌های الکترونی رفته رفته افزایش می‌یابد. اما مقدار افزایش و صعود نمودار، رفته رفته کم می‌شود و نمودار در حال افقی شدن است.

در نتیجه با افزایش فاصله از هسته، فاصله لایه‌ها افزایش و اختلاف انرژی لایه‌ها (فاصله نقاط روی محور انرژی) در حال کاهش است.

ب نادرســـت. هنگام انـــرژی دادن به اتم، الکترون‌ها بـــا جذب انرژی به ترازهای انـــرژی بالاتر رفته و به هنگام بازگشـــت از خود پرتو الکترومغناطیسی گسیل می‌کنند این پرتو لزومی ندارد که مرئی باشد و با چشم غیرمسلح قابل دیدن باشد.

پ نادرست. هنگامی که آلیاژی از دو عنصر در اختیار داریم این دو عنصر با یکدیگر مخلوط شده‌اند (اما با یکدیگر واکنش نداده‌اند). در چنین حالتی ماهیت عناصر تغییر نمی‌کند.

اگر عنصری در طیف نشری خطی خود دارای x خط باشد، طیف نشری آن منحصر به فرد و مخصوص همان عنصر است. یعنی هیچ عنصر دیگری نیســـت که دقیقاً همین طیف نشری خطی را داشته باشد اما ممکن است عنصری باشدکه برخی از خطوط طیف نشری خطی آن با عنصر دیگر مشترک باشد.

در واقع در آلیاژ دو عنصر اگر هر یک به ترتیب X و Y خط در طیف نشری خطی خود داشته باشند، به شرطی در طیف نشری خطی آلیاژ حاصل $X+Y$ خط وجود دارد که این دو عنصر در طیف نشری خطی خود هیچ خط مشترکی نداشته باشند.

در واقع در آلیاژی شامل دو فلز اگر هریک به ترتیب X و Y خط در طیف نشری خطی خود داشته باشند؛ حداکثر «X+Y» خط در طیف نشری حاصل از آلیاژ آن‌ها دیده می‌شود.

ت درســـت. مدل اتمی بور تنها توانایی توجیه طیف نشـــری خطی اتم هیدروژن را داشت. طیف نشری خطی هیدروژن در ناحیه مرئی شامل ۴ نوار رنگی با طول موج‌های مشخص است.

در این طیف هیچ خطی با طول موج ۵۰۰ تا ۶۰۰ نانومتر یافت نمی‌شود.

رنگ	تراز مبدأ الکترون	تراز مقصد الکترون	طول موج
بنفش	$n=۶$	$n=۲$	۴۱۰
نیلی	$n=۵$	$n=۲$	۴۳۴
آبی	$n=۴$	$n=۲$	۴۸۶
قرمز	$n=۳$	$n=۲$	۶۵۶

ث درست. الکترون‌های با $\ell=۱$ الکترون‌های زیرلایه p بوده و الکترون‌های با $\ell=۲$ الکترون‌های زیرلایه d هستند. طبق فرض سؤال نســـبت الکترون‌های با $\ell=۱$ به الکترون‌های با $\ell=۲$ برابر با ۱/۶ اســـت. از آنجایی که تعداد الکترون‌ها هرگز نمی‌تواند اعشاری باشد و همواره از اعداد طبیعی است، در نتیجه دو حالت پدید می‌آید:

حالت اول) در این حالت عنصر شامل ۵ الکترون با $\ell=۲$ بوده است که حاصل‌ضرب آن در ۱/۶ عددی صحیح می‌شود.

شمار الکترون‌های با $\ell=۱$ برابر ۸ است. $\Rightarrow \frac{\text{شمار الکترون های با } \ell=۱}{۵}=۱/۶$

در چنین حالتی عنصر مورد نظر باید ۸ الکترون با $\ell=۱$ داشـــته باشـــد که ۶ الکترون در زیرلایه ۲p و ۲ الکترون در زیرلایه ۳p قرار می‌گیرند. پس به یقین این اتم در دوره سوم جدول تناوبی است. (در این حالت اصلاً زیرلایه با $\ell=۲$ الکترون ندارد!)

حالت دوم) در این حالت عنصر شامل ۱۰ الکترون با $\ell=۲$ بوده است که حاصل ضرب آن در ۱/۶ عددی صحیح می‌شود.

شمار الکترون‌های با $\ell=۱$ برابر ۱۶ است. $\frac{\text{الکترون های با } \ell=۱}{۱۰}=۱/۶$

در این حالت عنصر مورد نظر علاوه بر داشـــتن ۱۲ الکترون با $\ell=۱$ در زیرلایه‌های ۲p و ۳p باید ۴ الکترون در زیرلایه ۴p داشـــته باشد

در این حالت آرایش الکترونی اتم مورد نظر به صورت زیر است: $۱s^۲ / ۲s^۲ ۲p^۶ / ۳s^۲ ۳p^۶ ۳d^{۱۰} / ۴s^۲ ۴p^۴$

بنابراین لایه ظرفیت اتم مورد نظر به صورت $۴s^۲ ۴p^۴$ اســـت و با داشـــتن ۶ الکترون ظرفیتی در گروه ۱۶ جای دارد. آرایش الکترون ـ نقطه‌ای چنین عنصری به صورت $\ddot{X}\cdot$ است. چنین[illegible]مل ۲ الکترون جفت نشده است.

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

۱۲۵ فقط مورد اول درست است.

با توجه به فرمول ترکیب یونی داده شده می‌توان کاتیون و آنیون تشکیل‌دهنده آن را مشخص کرد: $X_2Y \rightarrow X^+Y^{2-}$

با توجه به صورت سؤال عنصر X با از دست دادن یک الکترون به آرایش گاز نجیب آرگون رسیده، پس عنصر X همان اتم پتاسیم $_{19}K$ است و عنصر Y با گرفتن ۲ الکترون به آرایش گاز نجیب نئون رسیده، پس عنصر Y همان عنصر $_8O$ است.

بررسی عبارت‌ها:

عبارت اول: درست. آرایش الکترون ـ نقطه‌ای اتم اکسیژن به این شکل $\dot{\ddot{O}}\cdot$ و دارای دو الکترون جفت نشده است.

عبارت دوم: نادرست. اتم پتاسیم متعلق به دوره چهارم جدول تناوبی است اما نماد شیمیایی آن تک حرفی $(_{19}K)$ است.

عبارت سوم: نادرست. عنصر پتاسیم در دمای اتاق جامد است ولی این عنصر از عناصر مشترک بین زمین و مشتری به شمار نمی‌آید!

عبارت چهارم: نادرست. اختلاف عدد اتمی فلز و نافلز سازنده این ترکیب برابر با $۱۱ = ۸ - ۱۹$ است. در حالی که در دوره‌های ششم و هفتم جدول تناوبی، در هر دوره ۱۴ عنصر مربوط به دسته f وجود دارد.

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۲۶ همه موارد درست‌اند.

مورد اول: ابتدا عدد اتمی عنصر X را تعیین می‌کنیم.

روش اول:

$$\begin{cases} n + p = ۶۶ \\ n - p = ۶ \end{cases} \Rightarrow ۲p = ۶۰ \Rightarrow p = ۳۰$$

روش دوم:

$$Z = \frac{\text{عدد جرمی} - (\text{اختلاف p,n})}{۲} = \frac{۶۶ - ۶}{۲} = ۳۰$$

عنصر مورد نظر فلز روی است که در دوره چهارم و گروه ۱۲ جدول تناوبی جای دارد.

مورد دوم: ترکیب یونی AlY کاتیون Al^{3+} تشکیل شده است. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که آنیون Y نیز دارای سه بار منفی است (Y^{3-}). پس عنصر Y یک نافلز از گروه ۱۵ جدول دوره‌ای است و در آرایش الکترون نقطه‌ای آن سه الکترون جفت نشده وجود دارد. $(\dot{\ddot{Y}}\cdot)$

مورد سوم: به آرایش الکترونی گونه‌های زیر دقت کنید:

$$_{17}Cl: ۱s^۲ ۲s^۲ ۲p^۶ ۳s^۲ ۳p^۵ \Rightarrow Cl^-: ۱s^۲ ۲s^۲ ۲p^۶ ۳s^۲ ۳p^۶ \Rightarrow \text{دسته p}$$

$$_{19}K: ۱s^۲ ۲s^۲ ۲p^۶ ۳s^۲ ۳p^۶ ۴s^۱ \Rightarrow K^+: ۱s^۲ ۲s^۲ ۲p^۶ ۳s^۲ ۳p^۶ \Rightarrow \text{دسته s}$$

$$_{21}Sc: ۱s^۲ ۲s^۲ ۲p^۶ ۳s^۲ ۳p^۶ ۳d^۱ ۴s^۲ \Rightarrow Sc^{3+}: ۱s^۲ ۲s^۲ ۲p^۶ ۳s^۲ ۳p^۶ \Rightarrow \text{دسته d}$$

مورد چهارم: در تشکیل ترکیب یونی $CaBr_2$ دو مول الکترون میان کاتیون و آنیون مبادله می شود. برای محاسبه میزان الکترون مبادله شده خواهیم داشت:

روش اول:

$$۴۰ g CaBr_2 \times \frac{۱ mol\, CaBr_2}{۲۰۰ g\, CaBr_2} \times \frac{۲ mole^-}{۱ mol\, CaBr_2} \times \frac{۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳} e^-}{۱ mole^-} = ۲/۴۰۸ \times ۱۰^{۲۳}$$

روش دوم:

$$\frac{g\, CaBr_2}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{تعداد } e^-}{\text{ضریب} \times ۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳}} \Rightarrow \frac{۴۰}{۱ \times ۲۰۰} = \frac{x}{۲ \times ۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳}} \Rightarrow x = ۲/۴۰۸ \times ۱۰^{۲۳}$$

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۲۷ با توجه به فرمول ترکیب یونی داده شده می‌توان کاتیون و آنیون تشکیل‌دهنده آن را مشخص کرد: $M_3X_2 \Rightarrow M^{2+}, X^{3-}$

از آن‌جا که نافلزهای جدول تناوبی (به غیر از هیدروژن و هلیم) در گروه‌های ۱۴ تا ۱۸ قرار دارند و طبق گفته سؤال عدد اتمی نافلز X با شماره گروه آن در جدول تناوبی برابر است پس X نافلزی از دوره سوم جدول تناوبی است، زیرا عدد اتمی عنصرهای دسته p در دورهٔ سوم جدول تناوبی با شمار گروه آن‌ها برابر است.

تنها عنصر دوره سوم جدول تناوبی که آنیونی با سه بار منفی تشکیل می‌دهد، عنصر فسفر $(_{15}P)$ است.

از طرف دیگر با توجه به صورت سؤال شمار الکترون‌های M^{2+} و X^{3-} برابر است.

یون فسفر $(_{15}P^{3-})$ ۱۸ الکترون دارد، پس یون M^{2+} نیز ۱۸ الکترون خواهد داشت و به این ترتیب فلز M همان $_{20}Ca$ خواهد بود.

بررسی گزینه‌ها:

۱ نادرست. آرایش الکترونی M به صورت $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$ است که آخرین زیرلایه آن $4s^2$ است و در این زیرلایه $n = 4$ و $\ell = 0$ است که مجموع آنها برابر با ۴ خواهد بود.

۲ نادرست. با توجه به آرایش الکترونی $_{15}p$ که به صورت $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$ است این اتم دارای ۵ الکترون ظرفیتی است و آرایش الکترون ـ نقطه‌ای آن به شکل زیر خواهد بود که در آن شمار الکترون‌های تک و جفت شده با یکدیگر برابر نیستند: $\cdot\ddot{P}\cdot$

۳ درست. فلز M در گروه ۲ جای دارد و نافلز X نیز متعلق به گروه ۱۵ جدول دوره‌ای است. به این ترتیب اختلاف شماره گروه آن‌ها با یکدیگر برابر ۱۳ خواهد بود.

۴ نادرست.

با توجه به اینکه فلز M کاتیون M^{2+} را تشکیل داده است، فرمول سولفید (S^{2-}) آن به صورت MS خواهد بود. نسبت شمار کاتیون به آنیون در این ترکیب برابر با یک است. از آنجا که نسبت شمار آنیون به کاتیون در M_3X_2 برابر با $\frac{2}{3}$ است، می‌توان گفت:

$$\frac{\text{نسبت شمار کاتیون به آنیون در MS}}{\text{نسبت شمار آنیون به کاتیون در } M_3X_2} = \frac{\frac{1}{1}}{\frac{2}{3}} = \frac{3}{2}$$

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۲۸ برای حل این سؤال باید ابتدا ترکیب یونی هر یک از گزینه‌ها را بنویسیم و نسبت کاتیون به آنیون آن را به دست آوریم و در آخر این نسبت‌ها را با یکدیگر مقایسه کنیم:

۱

مجموع شمار الکترون‌ها و پروتون‌ها در فلز برابر با ۴۰ است، پس عدد اتمی این فلز ۲۰ خواهد بود که همان $_{20}Ca$ است. نافلزی که با گرفتن ۲ الکترون به آرایش گاز نجیب آرگون می‌رسد هم گوگرد $(_{16}S)$ است. پس ترکیب یونی این گزینه CaS است که نسبت کاتیون به آنیون در آن برابر با «۱» است.

۲ اولین فلز واسطه جدول تناوبی اسکاندیم $(_{21}Sc)$ است که آرایش الکترونی آن به $3d^1 4s^2$ ختم می‌شود و مجموع $n+\ell$ الکترون‌های لایه ظرفیت آن برابر با $[2\times(4+0)]+[1\times(3+2)]=13$ است. دومین عنصر فراوان سازندهٔ زمین، اکسیژن است که فرمول ترکیب یونی حاصل از آن با فلز اسکاندیم به صورت Sc_2O_3 و نسبت کاتیون به آنیون در آن برابر با $\frac{2}{3}$ است.

۳ رنگ شعله فلز سدیم و ترکیب‌های گوناگون آن زردرنگ است. در تمام نافلزهای دوره دوم جدول تناوبی ۴ الکترون متعلق به زیر لایه $(\ell=0)s$ وجود دارد که همان الکترون‌های $1s^2 2s^2$ هستند. از سویی دیگر شمار الکترون‌های زیرلایه $(\ell=1)p$ برابر با ۳ است. پس در واقع نافلز گزینه ۳ با آرایش الکترونی $1s^2 2s^2 2p^3$ همان $_7N$ است. پس ترکیب یونی این گزینه Na_3N است که نسبت کاتیون به آنیون در آن برابر با «۳» است.

۴ آخرین عنصر واسطه دوره چهارم جدول تناوبی روی و هالوژن دوره سوم کلر است. پس ترکیب یونی این گزینه $ZnCl_2$ است که نسبت کاتیون به آنیون در آن برابر با «$\frac{1}{2}$» است.

در گزینه ۳ نسبت کاتیون به آنیون از سایر گزینه‌ها بیشتر است.

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۲۹ **الف** درست. آرایش الکترون ـ نقطه‌ای مولکول‌های هیدروژن کلرید و اکسیژن را رسم می‌کنیم:

$$H-\ddot{\underset{\cdot\cdot}{Cl}}:\qquad :\ddot{O}=\ddot{O}:$$

همان‌طور که می‌بینید در مولکول هیدروژن کلرید ۳ جفت الکترون ناپیوندی و در مولکول اکسیژن ۴ جفت الکترون ناپیوندی وجود دارد.

ب نادرست. هفت عنصر «H، N، O، F، Cl، Br، I» در دما و فشار اتاق به شکل مولکول‌های دو اتمی وجود دارند.

پ نادرست

ت درست

زیرلایه‌هایی با $n+\ell=4$ عبارت‌اند از 3p و 4s

زیرلایه‌هایی با $n+\ell=5$ عبارت‌اند از 5s و 4p و 3d

بر اساس قاعدهٔ آفبا برای آنکه الکترون‌ها به زیرلایه‌های با $n+\ell=5$ برسند، ابتدا باید زیرلایه‌های با $n+\ell=4$ را پر کنند. پس در اتم A هشت الکترون در زیرلایه‌های 3p و 4s به صورت $3p^6 4s^2$ وجود دارد.

با توجه به اینکه در سوال گفته شده است که شمار الکترون‌ها در زیرلایه‌هایی با $n+\ell=5$ دوبرابر شمار الکترون‌ها در زیرلایه‌هایی با $n+\ell=4$ است، پس در اتم A، ۱۶ الکترون در زیرلایه‌هایی 5s و 4p و 3d باید وجود داشته باشد که بر اساس قاعدهٔ آفبا ابتدا زیرلایهٔ $3d^{10}$ و سپس زیرلایهٔ $4p^6$ به صورت کامل پر می‌شوند و الکترونی به زیرلایهٔ 5s وارد نمی‌شود. اکنون می‌توان آرایش الکترونی اتم A را نوشت:

$$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6$$

این آرایش مربوط به گاز نجیب $[_{36}Kr]$ است.

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۳۰ موارد اول و سوم نادرست‌اند.

بررسی موارد:

۱ در روند تشکیل عناصر، ابتدا عنصرهای سبک‌تر (لیتیم) و سپس عنصرهای سنگین‌تر (آهن) تولید شدند.

۲ در یک نمونه طبیعی از اورانیم، فراوانی ایزوتوپ ^{235}U کمتر از ۰/۷ درصد است. در این صورت، به منظور داشتن ۱kg از ^{235}U:

$$m\,kg_{\text{نمونه‌طبیعی}} \times \frac{0/7\,kg\ ^{235}U}{100\,kg} = 1\,kg\ ^{235}U \rightarrow m \simeq 142\,kg$$

در نتیجه، جرم نمونه طبیعی، باید بیش از ۱۴۰kg باشد.

۳ ترتیب فراوانی عناصر در سیاره زمین به صورت، $Fe > O > Si > Mg > Ni > S > Ca > Al$ است. مطابق با این ترتیب، فراوان‌ترین فلز اصلی در میان عناصر سازنده سیاره زمین، فلز Mg می‌باشد.

۴ نخستین عنصر ساخت بشر $^{99}_{43}Tc$ است که، آرایش الکترونی فشرده این عنصر به صورت روبه رو خواهد بود. $_{43}Tc = [_{36}Kr]4d^5 5s^2$

این عنصر دارای ۷ الکترون ظرفیتی ($4d^5, 5s^2$) می‌باشد.

جمع‌بندی: همه چیز در مورد تکنسیم:

۱- $^{99}_{43}Tc$، نخستین عنصر ساخت بشر بود که در راکتور هسته‌ای تولید شد.

۲- مطابق با آرایش الکترونی آن، عنصری از دوره ۵ و گروه ۷ ام جدول دوره‌ای می‌باشد.

۳- یون حاوی آن با یون یدید (I^-) اندازه مشابهی داشته و در تصویربرداری از غده تیروئید کاربرد دارد.

۴- با آنکه نسبت شمار نوترون‌ها به پروتون‌ها در $^{99}_{43}Tc$ کوچک‌تر از ۱/۵ است ($\frac{56}{43} \simeq 1/3$) ولی این عنصر پرتوزا می‌باشد.

۵- همه تکنسیم موجود در جهان به طور مصنوعی ساخته می‌شود و نیمه عمر آن پایین است از این رو، بسته به نیاز تولید می‌شود.

۶- تنها عنصری در جدول تناوبی که جرم اتمی میانگین برای آن درج نشده است، $^{99}_{43}Tc$ می‌باشد.

۵ نیم عمر هر ایزوتوپ پرتوزا رابطه مستقیمی با مدت زمان پرتوزایی آن دارد. به طوری که هرچه نیم عمر یک ایزوتوپ پرتوزا کمتر باشد، مدت زمان پرتوزایی آن کمتر است و بالعکس.

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۳۱ **سرنخ** جرم مولی مولکول B را x و جرم مولی مولکول A را ۰/۴۴x در نظر بگیرید. سپس برای مولکول‌های B و A به ترتیب n و y مولکول در نظر بگیرید و نسبت آن را بدست آورید.

گام اول) ابتدا شمار اتم‌ها در ۱۰g از هرکدام از دو ماده را محاسبه می‌کنیم.

$$\text{شمار اتم‌ها در ترکیب A} = 10\,g\,A \times \frac{1\,mol\,A}{\frac{44}{100}x\,g\,A} \times \frac{6/02\times10^{23}\,\text{مولکول A}}{1\,mol\,A} \times \frac{y\,\text{اتم}}{1\,\text{مولکول A}} = 41/05\times10^{22}\,\text{اتم} \rightarrow \frac{y}{x} = \frac{4/105\times44}{1000\times6/02} \simeq 0/03$$

$$\text{شمار اتم‌ها در ترکیب B} = 10\,g\,B \times \frac{1\,mol\,B}{x\,g\,B} \times \frac{6/02\times10^{23}\,\text{عدد B}}{1\,mol\,B} \times \frac{n\,\text{اتم}}{1\,\text{مولکول B}} = 30/1\times10^{22} \rightarrow \frac{n}{x} = \frac{1}{20} = 0/05$$

اکنون می‌توان نسبت شمار اتم‌های مولکول $B\,(n)$ را به شمار اتم‌های مولکول $A\,(y)$ بدست آورد.

$$\frac{\text{شمار اتم‌های مولکول B}}{\text{شمار اتم‌های مولکول A}} = \frac{\frac{n}{x}}{\frac{y}{x}} = \frac{n}{y} = \frac{0/05}{0/03} = 1/67 \simeq 1/7$$

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

SanjeshCloud

۱۳۲ موارد (ب) و (ت) درست هستند.

ابتدا هریک از عناصر را بدست می‌آوریم:

ردیف آ) واضح است که تا عنصر $_{۳۰}Zn$، شمار الکترون‌ها در لایه سوم بیش از دو برابر شمار الکترون‌ها در لایه چهارم است زیرا تا اینجا فقط زیر لایه $(۴s)$ الکترون گرفته است. پس از عنصر $_{۳۰}Zn$، ۱۸ الکترون در لایه سوم عناصر وجود دارد پس عنصر موردنظر باید دارای ۹ الکترون در لایه چهارم خود باشد.

عنصر موردنظر : $۱s^۲ / ۲s^۲ ۲p^۶ / ۳s^۲ ۳p^۶ ۳d^{۱۰} / ۴s^۲ ۴p^۶ ۴d^۱ / ۵s^۲$

این عنصر یا $_{۳۹}Y$ دومین عنصر گروه ۳ جدول دوره‌ای می‌باشد، درحالی عنصر مورد استفاده در آهن حلبی، $_{۵۰}Sn$ می‌باشد.

ردیف ب) ابتدا به کادر زیر توجه کنید.

این عنصر ۱۵ الکترون در زیرلایه‌های $۴p$ ،$۳d$ و $۵s$ داشته است؛ آرایش الکترونی آن به صورت زیر خواهد بود.

آرایش الکترونی عنصر موردنظر : $۱s^۲ / ۲s^۲ ۲p^۶ / ۳s^۲ ۳p^۶ ۳d^{۱۰} / ۴s^۲ ۴p^۵$

عنصر مورد نظر $_{۳۵}Br$ است که در دمای اتاق تنها نافلز مایع جدول دوره‌ای می‌باشد.

ردیف پ) آرایش الکترونی لایه ظرفیت عناصر گروه ۱۴ به صورت $ns^۲np^۲$ است. حاصل $n+l$ برای الکترون‌های ظرفیتی آن‌ها به صورت زیر می‌باشد.

$ns^۲np^۲ \rightarrow$ الکترون‌های ظرفیتی $n+l$ حاصل: $۲(n+s)+۲(n+p)=۲(n)+۲(n+۱)=۴n+۲$

از آن‌جایی که این مقدار برابر با ۱۸ است.

$۴n+۲=۱۸ \rightarrow ۴n=۱۶ \rightarrow n=۴ \rightarrow$ عنصری از گروه ۱۴ و دوره ۴

این عنصر $_{۳۲}Ge$ است که نوعی شبه فلز است. عناصر شبه‌فلزی دارای سطح براق هستند.

ردیف ت) دومین زیرلایه p، زیر لایه $۳p$ است. آرایش الکترونی این عنصر به صورت زیر خواهد بود.

آرایش الکترونی عنصر موردنظر : $۱s^۲ / ۲s^۲ ۲p^۶ / ۳s^۲ ۳p^۴ \rightarrow {}_{۱۶}S$

گوگرد، در دما و فشار اتاق، جامدی زردرنگ است.

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

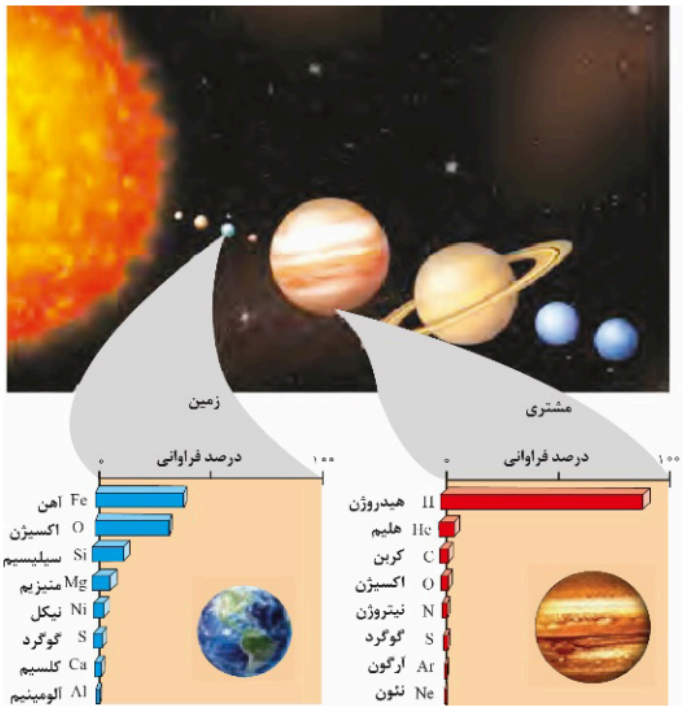
۱۳۳ همهٔ عبارت‌های داده شده نادرست هستند.

بررسی موارد:

مورد اول: براســـاس داده‌های طیف‌ســـنجی، آرایش الکترونی اتم $_{24}Cr$ به جای $[Ar]3d^4 4s^2$ به صورت $[Ar]3d^5 4s^1$ است. در واقع در آرایش هیچ اتمی زیرلایهٔ $3d^4$ دیده نمی‌شـــود. اما در گونه‌های باردار یعنی $_{24}Cr^{2+}$ و $_{25}Mn^{3+}$، با جدا شدن الکترون‌ها از زیرلایهٔ $4s^6$ ، آرایش الکترونی کاتیون‌های حاصل به $3d^4$ ختم می‌شود.

$$_{24}Cr:[Ar]3d^5 4s^1 \rightarrow Cr^{2+}:[Ar]\underline{3d^4}$$

$$_{25}Mn:[Ar]3d^5 4s^2 \rightarrow Mn^{3+}:[Ar]\underline{3d^4}$$



مورد دوم: $_{14}A$ همان $_{14}Si$ از دورهٔ ســـوم جدول و $_{34}B$ همان $_{34}Se$ از گروه شانزدهم می‌باشـــد. بنابراین عنصر X در واقع گوگرد ($_{16}S$) است.

دقت شود اکسیژن و گوگرد دو عنصر مشترک میان ۸ عنصر فراوان سیاره‌های زمین و مشتری هســـتند، که اکسیژه دومین عنصر در عناصر جهان و چهارمین عنصر در عناصر فراوان مشـــتری است و گوگرد ششمین عنصر در هر ۲ سیاره است.

مورد ســـوم: اولین عنصری که لایهٔ دوم الکترونی آن از الکترون پر می‌شود، $_{10}Ne$ است.

$$_{10}Ne:1s^2 / 2s^2 2p^6$$

همچنین نخستین عنصری که لایهٔ سوم الکترونی آن پر از الکترون می‌گردد، $_{29}Cu$ می‌باشد.

$$_{29}Cu:1s^2 / 2s^2 2p^6 / 3s^2 3p^6 3d^{10} / 4s^1$$

بنابراین اختلاف عدد اتمی این دو عنصر برابر ۱۹ = ۱۰ − ۲۹ است.

مورد چهارم: شمار الکترون‌های ظرفیتی اتم $_{26}Fe$ (ششمین فلز واسطه) برابر ۸ است.

$$_{26}Fe:[Ar]\underline{3d^6 4s^2}$$

۸ الکترون ← لایه ظرفیت

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

۱۳۴ **نکته** یکای جرم اتمی (amu) طبق تعریف برابر $\frac{۱}{۱۲}$ جرم ایزوتوپ کربن-۱۲ در نظر گرفته می‌شود و مقدار آن برابر $۱/۶۶\times۱۰^{-۲۴}\,g$ است.

نتیجه‌گیری: از آن‌جایی که هر مول معادل عدد آووگادرو ($N_A = ۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}$) عدد از یک ماده است بنابراین جرم اتمی و جرم مولی یک عنصر را می‌توان به تقریب با هم برابر دانست. مثال:

$$\begin{cases} ۱\,atom\,H \simeq ۱\,amu \\ ۱\,mol\,H = ۱\,g\,(N_A \times ۱/۶۶\times۱۰^{-۲۴} = ۱\,g) \end{cases}$$

نکته فرمول شیمیایی ساکارز (شکر $C_{۱۲}H_{۲۲}O_{۱۱}$ است.

جرم مولکولی ساکارز برابر جرم مولی آن است؛ یعنی برابر ۳۴۲amu می‌باشد.

$$C_{۱۲}H_{۲۲}O_{۱۱}: M_W = ۱۲(۱۲)+۲۲(۱)+۱۱(۱۶) = ۳۴۲\,g.mol^{-۱} \sim ۳۴۲\,amu$$

$$?\,amu = ۵\times۱۰^{-۸}\,N_A\,atom\,C \times \frac{۱\,C_{۱۲}H_{۲۲}O_{۱۱}}{۱۲\,atom\,C} \times \frac{۳۴۲\,amu}{۱\,C_{۱۲}H_{۲۲}O_{۱۱}} \simeq ۱/۴۲۵\times۱۰^{-۶}\,N_A$$

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۳۵ اگر فراوانی ایزوتوپ اول را f در نظر بگیریم، خواهیم داشت:

$$F_۱ = f, F_۲ = ۲f, F_۳ = ۱۴f, F_۴ = ۸f$$

$$F_۱ + F_۲ + F_۳ + F_۴ = ۱۰۰ \rightarrow f + ۲f + ۱۴f + ۸f = ۲۵f = ۱۰۰ \rightarrow f = ۴\%$$

آفرود روش‌های محاسبهٔ جرم اتمی میانگین:

$$\text{جرم اتمی میانگین} = \frac{(M_۱\times F_۱)+(M_۲\times F_۲)+\ldots}{F_۱+F_۲+\ldots} = \underbrace{M_۱ + \frac{F_۲}{۱۰۰}(M_۲-M_۱) + \frac{F_۳}{۱۰۰}(M_۳-M_۱)+\ldots}_{\text{روش سریع‌تر}}$$

$$\rightarrow ۹۳/۰۴ = m + \frac{۲(۴)}{۱۰۰}[(m+۱)-m] + \frac{۱۴(۴)}{۱۰۰}[(m+۳)-m] + \frac{۸(۴)}{۱۰۰}[(m+۴)-m]$$

$$\Rightarrow ۹۳/۰۴ = m + ۰/۰۸ + ۱/۶۸ + ۱/۲۸ \rightarrow m = ۹۰\,amu$$

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

۱۳۷ موارد ب، پ و ت درست هستند.

ابتدا به موازنهٔ معادله‌های داده شده توجه کنید:

$$۳SCl_۲ + ۴NaF \rightarrow SF_۴ + S_۲Cl_۲ + ۴NaCl$$

$$۲F_۲ + ۲NaOH \rightarrow OF_۲ + ۲NaF + H_۲O$$

عبارت اول: اگر به تغییر عدد اکسایش اتم اکسیژن در واکنش (II) توجه کنید درمی‌یابید که عدد اکسایش اتم اکسیژن طی انجام این واکنش از ۲− به ۲+ تغییر کرده و ۴ واحد اکسایش یافته است. [گونه کاهنده] در صورتیکه در معادله موازنه شده واکنش (I)، ۲ مول الکترون مبادله می‌شود.

عبارت دوم: عدد اکسایش عنصر گوگرد در گونهٔ $SCl_۲$ موجود در واکنش (I) برابر ۲+ بوده و عدد اکسایش عنصر O در گونهٔ $OF_۲$ موجود در واکنش (II) نیز ۲+ خواهد بود.

$$SCl_۲ \rightarrow S + ۲(-۱) = ۰ \Rightarrow S = +۲$$

$$OF_۲ \rightarrow O + ۲(-۱) = ۰ \Rightarrow O = +۲$$

عبارت سوم: در واکنش (II) مولکول‌های $OF_۲$ و $H_۲O$ قطبی هستند و مولکول $F_۲$ یک مولکول ناقطبی است که مجموع ضرایب دو ماده قطبی با ضریب‌های ناقطبی برابر است.

توجه کنید که ترکیبات دیگر موجود در این واکنش ترکیبات یونی هستند.

عبارت چهارم: هالید ← یون منفی [آنیون] نافلزات موجود در گروه ۱۷ [هالوژن‌ها]

هالیدهای موجود در واکنش (I) ← $NaCl, NaF$ ← مجموع ضرایب = ۸

هالیدهای موجود در واکنش (II) ← NaF ← ضریب ۲ = ⇐ $\frac{۸}{۲} = ۴$

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۳۸ **ابتدا جرم مولی ترکیب و سپس جرم مولی عنصر X را محاسبه می‌کنیم:**

$$۶/۰۲\times۱۰^{۲۲}\ XF_۳ \times \frac{۱mol\ XF_۳}{۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}\ XF_۳} \times \frac{M\ g\ XF_۳}{۱mol\ XF_۳} = ۸/۸g\ XF_۳ \Rightarrow M = ۸۸g\cdot mol^{-۱}$$

$$(۳\times۱۹) + M_X = ۸۸ \Rightarrow M_X = ۳۱g\cdot mol^{-۱}$$

می‌دانیم اندازهٔ جرم مولی یک عنصر به تقریب برابر با عدد جرمی آن است. بنابراین:

$$N + Z = ۳۱ \xrightarrow{N=Z+۱} Z = ۱۵$$

پس آرایش الکترونی آن به‌صورت $X:[Ne]۳s^۲۳p^۳$ می‌باشد.

عنصر X در گروه ۱۵ جدول قرار دارد، ۵ الکترون ظرفیتی داشته و با دریافت ۳ الکترون (یا به اشتراک‌گذاری ۳ الکترون) به آرایشی مشابه با گاز نجیب دست می‌یابد.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

۱۳۹ **الکترون‌ها در هنگام بازگشت به حالت پایه، تمامی انرژی که قبلاً دریافت کرده‌اند را از دست می‌دهند.**

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۴۰ عبارت‌های «دوم» و «چهارم» درست هستند.

وقتی آرایش الکترونی آنیونی با دو بار منفی به $4p^6$ ختم می‌شود، یعنی آرایش الکترونی اتم عنصر موردنظر بـه $4p^4$ خـتم شـده، دارای ۶ الکترون ظرفیتی و متعلق به گروه ۱۶ و دورهٔ ۴ جدول (یعنی عدد اتمی ۳۴) است. عدد اتمی نخستین فلز واسطه برابر با ۲۱ است:

$$۳۴ - ۲۱ = ۱۳$$

بررسی عبارت‌های نادرست:

عبارت اول: عنصر X به دستهٔ p جدول دوره‌ای تعلق دارد.

عبارت سوم: در آرایش الکترونی اتم عنصر X، شمار الکترون‌هایی که عدد کوانتومی فرعی آن‌ها برابر یک اسـت (الکترون‌هـای موجـود در زیرلایهٔ p) برابر با ۱۶ می‌باشد.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۴۱ عبارت‌های «الف»، «ب» و «پ» درست هستند.

در آرایش الکترون- نقطه‌ای عنصر آلومینیم از دورهٔ سوم، ۳ الکترون جفت‌نشده وجود دارد:

$$_{۱۳}Al \Rightarrow \cdot\dot{A}l\cdot$$

در آرایش الکترون- نقطه‌ای عنصر فلوئور از دورهٔ دوم، سه جفت الکترون وجود دارد:

$$_{۹}F \Rightarrow :\ddot{F}\cdot$$

الف) $_{۱۳}Al$ و $_{۹}F$ به‌ترتیب دارای ۳ و ۷ الکترون ظرفیت هستند.

ب) یون پایدار آلومینیم، Al^{3+} و یون پایدار فلوئور F^- است؛ بنابراین فرمول شیمیایی ترکیب یونی حاصل از این دو عنصر، AlF_3 است.

پ) $l = ۱$ مربوط به زیرلایه‌های p و $l = ۰$ مربوط به زیرلایه‌های s است. در آلومینیم، ۷ الکترون با $l = ۱$ و ۶ الکترون با $l = ۰$ و در فلوئـور، ۵ الکترون با $l = ۱$ و ۴ الکترون با $l = ۰$ وجود دارد.

$$_{۱۳}Al : ۱s^۲\,۲s^۲\,۲p^۶\,۳s^۲\,۳p^۱$$

$$_{۹}F : ۱s^۲\,۲s^۲\,۲p^۵$$

بررسی عبارت نادرست:

ت) نماد شیمیایی فلوئور، تک‌حرفی است.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۴۲ با توجه به اطلاعات داده‌شده، فراوانی ایزوتوپ سبک‌تر $(^{۱۰}_{۵}B)$ برابر ۸۷/۵ درصـد $(\frac{۷}{۸} \times ۱۰۰ = ۸۷/۵)$ و فراوانـی ایزوتـوپ سـنگین‌تـر $(^{۱۱}_{۵}B)$ برابر ۱۲/۵ درصد است. جرم اتمی میانگین این عنصر برابر ۱۰/۱۲۵ واحد جرم اتمی به‌دست می‌آید:

$$\text{جرم اتمی میانگین} = \frac{(۸۷/۵ \times ۱۰) + (۱۲/۵ \times ۱۱)}{۱۰۰} = ۱۰/۱۲۵\ amu$$

بررسی عبارت‌های نادرست:

عبارت سوم: جرم اتمی این عنصر ۱۰/۱۲۵ واحد جرم اتمی است.

عبارت چهارم: اگر نمونهٔ ۱۰۰۰ اتمی فرض شود، ۵۰۰۰ پروتون و ۵۱۲۵ نوترون وجود دارد که شـمار نـوترون‌هـا ۱۲۵ واحـد بیشـتر از شـمار پروتون‌ها هستند، یعنی ۲/۵ درصد بیشتر: $\frac{۱۲۵}{۵۰۰۰} \times ۱۰۰ = ۲/۵$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۴۳ بررسی عبارت‌های نادرست:

ب) در حالت پایه، در بیرونی‌ترین لایهٔ الکترونی یک اتم، حداکثر مقدار عدد کوانتومی فرعی الکترون می‌تواند یک (الکترون‌های زیرلایهٔ p) باشد.

ت) اگر اتم عنصری ۷ الکترون ظرفیتی داشته باشد، ممکن است عنصری متعلق به گروه ۷ یا عنصری متعلق به گروه ۱۷ باشد و در صورت تعلق داشتن به گروه ۷ نمی‌تواند با دریافت یک الکترون، آرایش الکترونی مشابه با گاز نجیب پیدا کند.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۴۴ بررسی عبارت‌های نادرست:

۱) به‌دلیل اینکه تکنسیم نیم‌عمر بسیار کمی دارد، برای مدت طولانی نمی‌توان آن را نگهداری کرد.

۲)

$$^{99}_{43}Tc\begin{cases}Z=43\\N=99-43=56\end{cases}\Rightarrow \frac{N}{P}=\frac{56}{43}\simeq 1/3<1/5$$

۳) تفاوت شمار نوترون‌ها و پروتون‌ها در این اتم، برابر با ۱۳ است.

$$N-P=56-43=13$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۴۵ راه‌حل اول:

$$92/6=\frac{(10\times 96)+94(90-x)+92(x)}{100}\Rightarrow x=80$$

راه‌حل دوم:

$$M=M_1+\frac{F_2}{100}(M_2-M_1)+\frac{F_3}{100}(M_3-M_1)\Rightarrow 92/6=92+(\frac{F_2}{100}\times 2)+(\frac{10}{100}\times 4)\Rightarrow F_2=10$$

$$F_1+\underbrace{F_2}_{10}+\underbrace{F_3}_{10}=100\Rightarrow F_1=80$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۴۶ در این مدل، اتم را کره‌ای در نظر می‌گیرند که هسته در فضایی بسیار کوچک و در مرکز آن جای دارد و الکترون‌ها در فضایی بسیار بزرگ‌تر در لایه‌هایی پیرامون هسته توزیع می‌شوند.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۴۷ $X: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^4$ $\quad X^{2-}: 1s^2 2s^2 \underline{2p^6} 3s^2 \underline{3p^6} 3d^{10} 4s^2 \underline{4p^6}$

بررسی گزینه‌های نادرست:

۱) اتم X متعلق به دورهٔ چهارم و گروه شانزدهم است.

۲) حاصل $n+l$ برای آخرین زیرلایهٔ اتم X ($4p^4$) برابر با ۵ است.

۳) آرایش الکترون- نقطه‌ای اتم X، به‌صورت $\ddot{\underset{\cdot\cdot}{X}}\cdot$: است.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۴۸ عبارت‌های «ب» و «پ» درست هستند.

بررسی عبارت‌های نادرست:

الف) هر ترکیب یونی از نظر بار الکتریکی خنثی است؛ زیرا مجموع بار الکتریکی کاتیون‌ها با مجموع بار الکتریکی آنیون‌ها در آن برابر است.

ت)

$_{20}Ca^{2+}: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$ $\quad _{20}Ca: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 \underline{4s^2}$

اتم کلسیم، دو الکترون در زیرلایهٔ 4s خود را از دست می‌دهد و به آرایش گاز نجیب قبل از خود می‌رسد؛ بنابراین الکترون‌هایی با $n+l=4$ را از دست می‌دهد.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۴۹ ۰/۰۲ مول معادل $۱۲/۰۴\times۱۰^{۲۱}$ اتم است که از این تعداد اتم، $۳/۰۱\times۱۰^{۲۱}$ اتم‌های سبک‌تر هستند و $۹/۰۳\times۱۰^{۲۱}$ اتم سنگین‌تر وجود دارد، پس فراوانی ایزوتوپ سنگین‌تر ۳ برابر فراوانی ایزوتوپ سبک‌تر است (یعنی فراوانی ایزوتوپ سنگین ۷۵ و فراوانی ایزوتوپ سبک ۲۵ درصد است.)
از آنجایی که جرم ۰/۰۲ مول از اتم‌های عنصر E برابر ۰/۴۳ گرم است، جرم مولی آن ۲۱/۵ گرم بر مول و جرم اتمی میانگین آن عنصر ۲۱/۵ amu است.

$$۲۱/۵=\frac{(۲۵\times A_۱)+(۷۵\times A_۲)}{۱۰۰}\xrightarrow{A_۲=A_۱+۲}A_۲=۲۲\ ,\ A_۱=۲۰$$

$$N_۲=۱/۲Z\Rightarrow A_۲=۲/۲Z\Rightarrow Z=۱۰$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

۱۵۰ از عنصر هیدروژن ۵ رادیوایزوتوپ شناخته‌شده است.
پس زیرلایهٔ d در اتم عنصر موردنظر ۵ الکترون دارد و چون دو زیرلایهٔ نیمه‌پر در ساختار الکترونی اتم آن وجود دارد، آرایش الکترونی آن به‌صورت $[Ar]۳d^{۵}/۴s^{۱}$ است.
در اتم این عنصر ۱۳ الکترون در لایهٔ سوم و ۷ الکترون در زیرلایه‌های s وجود دارد.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۵۱ بررسی عبارت‌های نادرست:
عبارت اول: در نمونهٔ طبیعی و خالص عنصرها، یک نوع اتم وجود دارد.
عبارت دوم: اگر در اتمی شمار نوترون‌ها با شمار پروتون‌ها برابر باشد، عدد جرمی آن اتم دو برابر شمار پروتون‌ها (یا شمار الکترون‌ها) در آن اتم است.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۵۲ اگر جرم اتمی سبک‌ترین ایزوتوپ را A واحد جرم اتمی در نظر بگیریم، جرمی اتمی دو ایزوتوپ سنگین‌تر به‌ترتیب، $A+۲$ و $A+۴$ خواهد بود.
اگر در نمونه‌ای از این عنصر ۱ اتم از سنگین‌ترین ایزوتوپ، ۴۵ اتم از سنگین‌ترین ایزوتوپ و x اتم از ایزوتوپ دیگر در نظر بگیریم، درصد فراوانی سنگین‌ترین ایزوتوپ $\frac{۱}{۴۵+x+۱}\times۱۰۰$ و درصد فراوانی ایزوتوپ سبک‌تر از آن $\frac{x}{۴۵+x+۱}\times۱۰۰$ بوده که تفاوت آن‌ها ۶ واحد است:

$$\frac{x}{۴۶+x}-\frac{۱}{۴۶+x}=۰/۰۶\Rightarrow x=۴$$

پس فراوانی سبک‌ترین ایزوتوپ، ۹۰ درصد، فراوانی سنگین‌ترین ایزوتوپ ۲ درصد و فراوانی ایزوتوپ دیگر ۸ درصد است:

$$\text{جرم اتمی میانگین عنصر}=\frac{(A\times۹۰)+((A+۲)\times۸)+((A+۴)\times۲)}{۱۰۰}=A+۰/۲۴$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

۱۵۳ اگر لایهٔ آخر اتم عنصری $۴s^{۱}$ باشد، آرایش‌های الکترونی زیر را برای آن می‌توان در نظر گرفت:

$$_{۱۹}K:[Ar]۴s^{۱}$$

$$_{۲۴}Cr:[Ar]۳d^{۵}/۴s^{۱}$$

$$_{۲۹}Cu:[Ar]۳d^{۱۰}/۴s^{۱}$$

بر این اساس، در اتم هریک از این عناصر ۱۲ الکترون با $l=۱$ و یک الکترون در لایهٔ چهارم وجود دارد.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

۱۵۴ بررسی گزینه‌های نادرست:

۱) اگر آرایش الکترونی لایهٔ ظرفیت اتم عنصری به‌صورت $ns^{۲}\,np^{۱}$ باشد، آن عنصر در گروه ۱۳ جدول قرار دارد و مجموع $n+l$ الکترون‌های ظرفیتی آن حداقل $(۲s^{۲}\,۲p^{۱})$ برابر ۷ است.

۲) اگر آرایش الکترونی لایهٔ ظرفیت اتم عنصری به‌صورت $(n-۱)d^{۵}\,ns^{۲}$ باشد، آن عنصر در گروه ۷ جدول قرار دارد و مجموع $n+l$ الکترون‌های ظرفیتی آن حداقل $(۳d^{۵}\,۴s^{۲})$ برابر ۳۳ است.

۳) اگر آرایش الکترونی لایهٔ ظرفیت اتم عنصری به‌صورت $ns^{۲}$ باشد، آن عنصر در گروه ۲ (به‌جز هلیم) جدول قرار دارد و مجموع $n+l$ الکترون‌های ظرفیتی آن حداقل $(۲s^{۲}$، در صورتی که هلیم نباشد) برابر ۴ است.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

۱۵۵ مولکول $M_{۲}$ دارای ۳ جفت الکترون پیوندی (پیوند سه‌گانه) و ۲ جفت الکترون ناپیوندی است، پس اتم M دارای ۵ الکترون ظرفیتی و مربوط به گروه ۱۵ جدول دوره‌ای است.

بررسی عبارت‌های نادرست:

عبارت اول: عنصر M به گروه ۱۵ جدول تعلق دارد و اتم آن دارای ۵ الکترون ظرفیتی است.

عبارت چهارم: اتم‌های عنصر M در واکنش با اتم‌های عنصر سدیم می‌توانند ۳ الکترون دریافت کرده و ترکیبی با فرمول شیمیایی $Na_{۳}M$ تولید کنند.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۵۶ ایزوتوپ اول با X و ایزوتوپ دوم را با Y نشان می‌دهیم:

$$\begin{array}{lcc} & {}^{A}_{Z}X & {}^{A+۱}_{Z}Y \\ \text{فراوانی}: & ٪۷۰ & ٪۳۰ \end{array}$$

$$۲۴/۳ = \frac{[(A\times ۷۰)]+[(A+۱)\times ۳۰]}{۱۰۰} \Rightarrow A = ۲۴ \Rightarrow A+۱ = ۲۵$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۵۷ حداکثر گنجایش الکترون زیرلایه‌ها را از رابطهٔ $(۴l+۲)$ می‌توان به‌دست آورد:

مورد اول:

$l = ۳ \rightarrow$ زیرلایهٔ f $\rightarrow$ گنجایش ۱۴ الکترون

$l = ۴ \rightarrow (۴\times ۴)+۲ = ۱۸$ الکترون

$۱۸ - ۱۴ = ۴$ الکترون

مورد دوم: آرایش الکترونی باید به $۴p^{۱}$ ختم شود که در مورد عنصر $_{۳۱}Ga$ به‌صورت زیر است:

$$_{۳۱}Ga : [_{۱۸}Ar]\,۳d^{۱۰}\,۴s^{۲}\,۴p^{۱}$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۵۸ عنصرهای «C» و «D»، به‌ترتیب در گروه‌های ۱۵ و ۱۶ قرار دارند و می‌توانند یون‌های C^{3-} و D^{2-} تشکیل دهند؛ بنابراین:

$$Na^{+} , C^{3-} \rightarrow Na_3C$$

$$Na^{+} , D^{2-} \rightarrow Na_2D$$

بررسی گزینه‌های نادرست

۱) فراوان‌ترین عنصر سیارهٔ مشتری هیدروژن است، در حالی که عنصر «E»، هلیم است.

۲) فقط عنصرهای «B»، «C» و «D» به‌دستهٔ p تعلق دارند. عنصر «A» به دستهٔ d و عنصر «E» به دستهٔ s تعلق دارد.

۳) با توجه به عدد اتمی گاز نجیب دورهٔ چهارم ($_{36}Kr$)، تکنسیم در گروه ۷ قرار دارد، در حالی که عنصر «A» متعلق به گروه ۸ است.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۵۹

$$\left.\begin{matrix} {}^{33}A = 2({}^{35}A) \\ {}^{35}A = 2({}^{37}A) \end{matrix}\right\} \Rightarrow {}^{33}A + {}^{35}A + {}^{37}A = {}^{37}A + 2({}^{37}A) + 4({}^{37}A) = 100 \Rightarrow 7({}^{37}A) = 100$$

$$\Rightarrow \begin{cases} {}^{37}A \text{ درصد فراوانی} = \frac{100}{7} \simeq \%14/28 \\ {}^{35}A \text{ درصد فراوانی} = \frac{200}{7} \simeq \%28/57 \\ {}^{33}A \text{ درصد فراوانی} = \frac{400}{7} \simeq \%57/14 \end{cases}$$

راه‌حل اول:

$$A \text{ جرم اتمی میانگین} = \frac{(\frac{100}{7} \times 37) + (\frac{200}{7} \times 35) + (\frac{400}{7} \times 33)}{100} \simeq 34/14$$

راه‌حل دوم:

$$\overline{M} = M_1 + (M_2 - M_1)\frac{F_2}{100} + (M_3 - M_1)\frac{F_3}{100} = 33 + 2(\frac{2}{7}) + 4(\frac{1}{7}) \simeq 34/14$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

۱۶۰ زیرلایهٔ مشخص‌شده، 5p است و عبارت‌های «اول»، «سوم» و «چهارم» دربارهٔ آن درست هستند.

عبارت اول: زیرلایهٔ 5p در عناصر دورهٔ پنجم در حال پر شدن است.

عبارت دوم: برای زیرلایهٔ 5p، $n + l = 5 + 1 = 6$ می‌باشد.

عبارت سوم: گنجایش الکترونی هر لایه، از رابطهٔ $2n^2$ به‌دست می‌آید؛ بنابراین زیرلایهٔ 5p در لایه‌ای با گنجایش $2(5)^2 = 50$ الکترون قرار دارد.

عبارت چهارم: زیرلایهٔ p، گنجایش ۶ الکترون را دارد.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۶۱ ابتدا جرم اتمی میانگین را به‌دست می‌آوریم:

$$۳/۰۱\times۱۰^{۲۲}\,A\times\frac{۱\,mol\,A}{۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}\,A}\times\frac{x\,g\,A}{۱\,mol\,A}=۱/۶۷\Rightarrow x=۳۳/۴\frac{g}{mol}$$

پس جرم اتمی میانگین عنصر A را برابر $۳۳/۴\,amu$ در نظر می‌گیریم:

	۳۲	۳۳	۳۵	۳۷
	۰	۱	۳	۵
درصد فراوانی :	x	(۷۰−x)	۲۰	۱۰

$$\frac{x\times۰+۱\times(۷۰-x)+۳\times۲۰+۵\times۱۰}{۱۰۰}=۳۳/۴-۳۲=۱/۴$$

$$۷۰-x+۶۰+۵۰=۱۴۰\Rightarrow x=\%۴۰$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

۱۶۲ $l=۱$ به زیرلایهٔ p اشاره می‌کند و اگر اتم دارای تنها شش الکترون در این زیرلایه باشد، یعنی آرایش $۲p^۶$ دارد.

آرایش‌های ممکن:

$X:۱s^۲\,۲s^۲\,۲p^۶\rightarrow {}_{۱۰}X:$ گاز نجیب است و واکنش نمی‌دهد.

$X:۱s^۲\,۲s^۲\,۲p^۶\,۳s^۱\rightarrow {}_{۱۱}X:\xrightarrow{\text{گروه ۱}}XCl$

$X:۱s^۲\,۲s^۲\,۲p^۶\,۳s^۲\rightarrow {}_{۱۲}X:\xrightarrow{\text{گروه ۲}}XCl_۲$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۶۳ $A:{}_{۲۹}Cu$ ، $B:{}_{۳۴}Se$ ، $X:{}_{۳۰}Zn$ ، $Y:{}_{۱۷}Cl$

عبارت اول: درست؛ ${}_{۲۹}Cu$ دارای دو یون پایدار Cu^+ و $Cu^{۲+}$ است. پس باید ظرفیت آن ذکر شود.

عبارت دوم: درست؛ فقط $Zn^{۲+}$

عبارت سوم: درست

$${}_{۱۷}Cl:۱s^۲\,۲s^۲\,۲p^۶\,۳s^۲\,۳p^۵$$

$$۶+۵=۱۱$$

عبارت چهارم: درست

$${}_{۱۷}Cl\;\underbrace{{}_{۱۸}Ar}_{\text{نافلز با واکنش‌پذیری ناچیز}}\;{}_{۱۹}K\;{}_{۲۰}Ca\;\underbrace{{}_{۲۱}Sc\cdots{}_{۲۸}Ni}_{\text{۸ عنصر واسطه}}\;{}_{۲۹}Cu$$

عبارت پنجم: نادرست

$${}_{۳۴}Se,{}_{۱۶}S,{}_{۸}O$$

$$۸+۱۶+۳۴=۵۸$$

فلزهای قلیایی خاکی در گروه ۲ قرار دارند و عدد اتمی آن‌ها، دو واحد از گاز نجیب بیشتر است $(۴,۱۲,۲۰,۳۸,۵۶,۸۸)$، پس عدد اتمی ۵۸ متعلق به یک فلز قلیایی خاکی نیست.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

۱۶۴ عبارت‌های اول، دوم و چهارم درست‌اند.

پاسخ تشریحی بررسی عبارت‌های دوم و سوم:

عبارت دوم: عدد اتمی تکنسیم (۴۳)، بین اعداد اتمی گاز نجیب دورهٔ چهارم ($_{36}Kr$) و گاز نجیب دورهٔ پنجم ($_{54}Xe$) بوده و در نتیجه این عنصر در دورهٔ پنجم قرار دارد. هم‌چنین با توجه به این‌که عددهای اتمی ۲۵ و ۴۳، هر یک ۷ واحد بیشتر از عدد اتمی گاز نجیب دورهٔ قبلی هستند، می‌توان نتیجه گرفت که عنصرهای $_{25}Mn$ و $_{43}Tc$، هر دو در گروه ۷ قرار دارند.

$$۴۳ - \underbrace{۳۶}_{Kr} = ۷ \qquad ۲۵ - \underbrace{۱۸}_{Ar} = ۷$$

عبارت سوم: در اتم $^{99}_{43}Tc$، ۵۶ = ۴۳ − ۹۹ نوترون و در اتم آهن ($^{56}_{26}Fe$)، ۲۶ پروتون وجود دارد. ($\frac{56}{26} \neq ۲$)

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۶۵ **پاسخ تشریحی** تفاوت شمارهٔ دوره و گروه برای هر دو عنصر لیتیم و منیزیم، یکسان و برابر با یک است.

عنصر	ایزوتوپ‌های طبیعی	آرایش الکترونی	شمارهٔ دوره	شمارهٔ گروه	نماد یون پایدار	فرمول اکسید
لیتیم ($_3Li$)	^7Li و ^6Li	$[_2He]\underbrace{2s^1}$ الکترون ظرفیت	۲	۱	Li^+	Li_2O
منیزیم ($_{12}Mg$)	^{26}Mg و ^{25}Mg و ^{24}Mg	$[_{10}Ne]\underbrace{3s^2}$ الکترون‌های ظرفیت	۳	۲	Mg^{2+}	MgO

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۶۶ **پاسخ تشریحی**

$$M = ۲۰۳/۹۷ + \frac{۲۴}{۱۰۰}\underbrace{(۲۰۵/۹۷ - ۲۰۳/۹۷)}_{۲} + \frac{۲۲}{۱۰۰}\underbrace{(۲۰۶/۹۷ - ۲۰۳/۹۷)}_{۳} + \frac{۵۲/۵}{۱۰۰}\underbrace{(۲۰۷/۹۷ - ۲۰۳/۹۷)}_{۴}$$

$$= ۲۰۳/۹۷ + ۰/۴۸ + ۰/۶۶ + ۲/۱ = ۲۰۷/۲۱ \text{ amu}$$

جرم اتمی میانگین (۲۰۷/۲۱ amu)، به جرم اتمی ایزوتوپ ^{207}Pb (۲۰۶/۹۷ amu) نزدیک‌تر است.

$$۲۰۷/۲۱ - ۲۰۳/۹۷ = ۳/۲۴ \text{ amu}$$

$$۲۰۷/۲۱ - ۲۰۵/۹۷ = ۱/۲۴ \text{ amu}$$

$$۲۰۷/۲۱ - ۲۰۶/۹۷ = ۰/۲۴ \text{ amu}$$

$$۲۰۷/۹۷ - ۲۰۷/۲۱ = ۰/۷۶ \text{ amu}$$

همان‌طور که ملاحظه کردید، جرم اتمی میانگین، به جرم اتمی ایزوتوپی که درصد فراوانی بیشتری دارد (یعنی ^{208}Pb) نزدیک‌تر نیست و به جرم اتمی ایزوتوپی که از نظر فراوانی در رتبهٔ سوم قرار دارد (یعنی ^{207}Pb) نزدیک‌تر است.

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۶۷ **پاسخ تشریحی** *دونه دونه!* عنصرها را بررسی می‌کنیم:

- *با یه نگاه، معلومه* که در طیف نشری خطی نمونهٔ مجهول، خطی در ناحیهٔ ۳۰۶، ۳۲۷ و ۴۳۵ تا ۴۴۰ نانومتر وجود ندارد، پس قطعاً فلز وانادیم در نمونه وجود ندارد.
- در محدودهٔ مشخص‌شده، همهٔ خط‌های طیف کروم در نمونه وجود دارد؛ پس کروم جزء فلزهای موجود در نمونه است.
- در طیف نشری خطی منگنز، خط‌هایی نزدیک به طول موج ۴۰۳ nm وجود دارند، در حالی که در نمونهٔ مجهول خبری از این خط‌ها نیست؛ پس منگنز لاموهود!
- همهٔ خط‌های طیف آهن و نیکل هم در نمونه دیده می‌شوند؛ پس این دو فلز نیز در نمونه وجود دارند.

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

۱۶۸ **پاسخ تشریحی**

$$\left.\begin{array}{l} {}_{29}X:[{}_{18}Ar]\underset{l=2}{3d^{10}}4s^1 \Rightarrow l=2 \text{ با } 10 \text{ الکترون} \\ {}_{36}Y:[{}_{18}Ar]\underset{n+l=5}{3d^{10}}4s^2\underset{n+l=5}{4p^6} \Rightarrow n+l=5 \text{ با } 16 \text{ الکترون} \end{array}\right\} \Rightarrow \frac{10}{16}=\frac{5}{8}=5\times 0/125=0/625$$

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۶۹ **پاسخ تشریحی** قسمت اول:

$$\text{تعداد کپسول} = 24\,\text{mgA ویتامین} \times \frac{1\,\text{gA ویتامین}}{1000\,\text{mgA ویتامین}} \times \frac{1\,\mu\text{g A ویتامین}}{10^{-6}\,\text{g A ویتامین}} \times \frac{\text{کپسول } 1}{800\,\mu\text{g A ویتامین}} = \text{کپسول } 30$$

قسمت دوم:

$$\text{جرم مولی ویتامین A } (C_{20}H_{30}O) = (20\times 12)+30+16 = 286\,\text{g.mol}^{-1}$$

۳۰ کپسول ساخته‌شده در مجموع دارای ۲۴ میلی‌گرم ویتامین A هستند.

$$24\times 10^{-3}\,\text{g } C_{20}H_{30}O \times \frac{1\,\text{mol } C_{20}H_{30}O}{286\,\text{g } C_{20}H_{30}O} \times \frac{6/02\times 10^{23}\,\text{مولکول}}{1\,\text{mol } C_{20}H_{30}O} = \frac{144/48}{286}\times 10^{20} \simeq 0/5\times 10^{20} = 5\times 10^{19}\,\text{مولکول}$$

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

۱۷۰ **پاسخ تشریحی** با توجه به ساختار داده‌شده، عدد اتمی عنصر B برابر ۲۸ است:

$$\text{عدد اتمی B} = \underset{\text{لایهٔ اول}}{2} + \underset{\text{لایهٔ دوم}}{8} + \underset{\text{لایهٔ سوم}}{16} + \underset{\text{لایهٔ چهارم}}{2} = 28$$

$${}_{28}B:1s^2\,2s^2\,2p^6\,3s^2\,3p^6\,3d^8\,4s^2$$

در اتم B که عنصری از دستهٔ d جدول دوره‌ای است، ۷ زیرلایه از الکترون اشغال شده‌اند که ۶تای آن‌ها (همه به‌جز 3d) به طور کامل پر هستند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) عدد اتمی A برابر $16=6+8+2$ و عدد اتمی B برابر ۲۸ بوده و تفاوت عدد اتمی این دو عنصر، برابر $28-16=12$ است. عدد اتمی عنصرهای دورهٔ سوم، از ۱۱ تا ۱۸ است؛ بنابراین عدد اتمی دومین عنصر دورهٔ سوم، برابر ۱۲ می‌باشد.

۲) عنصر A با عدد اتمی ۱۶، در گروه ۱۶ جدول دوره‌ای قرار دارد و دارای ۶ الکترون ظرفیتی است:

۲ جفت‌الکترون و ۲ تک‌الکترون $\rightarrow$:Ö·

۴) عنصر A، همان نافلز گوگرد ($_{16}S$) است؛ بنابراین در واکنش با نافلز اکسیژن، ترکیب مولکولی و در واکنش با فلز آهن، ترکیب یونی تشکیل می‌دهد.

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۷۱ **پاسخ تشریحی** به‌جز عبارت چهارم، سایر عبارت‌ها درست‌اند.

بررسی عبارت‌ها:

- هفدهمین عنصر جدول تناوبی، نافلز کلر ($_{17}Cl$) است. این عنصر در دما و فشار اتاق، به شکل مولکول‌های دواتمی Cl_2 وجود دارد.
- آمونیاک (NH_3) یک مولکول چهاراتمی است و در ساختار آن، ۳ پیوند اشتراکی وجود دارد:



- $\frac{\text{جرم O در } H_2O}{\text{جرم H در } H_2O} = \frac{16\times1}{2\times1} = 8$
- PBr_3 از دو نافلز P و Br تشکیل شده و یک ترکیب مولکولی به حساب می‌آید. دو ترکیب دیگر، ترکیب یونی دوتایی هستند.

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۷۲ **پاسخ تشریحی** عبارت‌های «الف» و «ت» درست‌اند.

بررسی عبارت‌ها:

الف) ترکیب ردیف ۲ ستون ۱، باریم فسفید است:

$Ba_3P_2 \Rightarrow \frac{\text{شمار کاتیون}}{\text{شمار آنیون}} = \frac{3}{2} = 1/5$

ب) آنیون‌های ترکیب‌های ستون ۲، O^{2-}، S^{2-} و N^{3-} هستند و داریم:

$(-2)+(-2)+(-3) = -7$

پ) فرمول ترکیب ردیف ۳ از ستون ۱، $MgCl_2$ است. برای تشکیل هر واحد فرمولی از این ترکیب، ۲ الکترون مبادله می‌شود.

نکته شمار (زیروند) آنیون×قدرمطلق بار آنیون = شمار (زیروند) کاتیون×بار کاتیون=شمار الکترون‌های مبادله‌شده در تشکیل هر واحد فرمولی ترکیب یونی

مثال: $MgCl_2 \Rightarrow$ مبادله‌شده $e^- = 2\times1 = 2$, $Al_2O_3 \Rightarrow$ مبادله‌شده $e^- = 3\times2 = 6$

ت) ترکیب‌های ردیف ۱، KF و Al_2O_3 هستند:

$KF \begin{cases} {}_{19}K^+ \Rightarrow {}_{18}Ar \\ {}_{9}F^- \Rightarrow {}_{10}Ne \end{cases}$ $\quad$ $Al_2O_3 \begin{cases} {}_{13}Al^{3+} \Rightarrow {}_{10}Ne \\ {}_{8}O^{2-} \Rightarrow {}_{10}Ne \end{cases}$

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۷۳ به‌جز عبارت دوم، بقیهٔ عبارت‌ها درست‌اند.

پاسخ تشریحی عنصرهای گروه ۶ و ۱۶، دارای ۶ الکترون ظرفیتی هستند. این عنصرها در دورهٔ چهارم، عنصرهای کروم ($_{۲۴}Cr$) و سلنیم ($_{۳۴}Se$) می‌باشند.

بررسی عبارت‌ها:

- آرایش الکترونی اتم کروم، از قاعدهٔ آفبا پیروی نمی‌کند.
- مجموع $(n+l)$ الکترون‌های ظرفیتی اتم این دو عنصر، به صورت زیر است:

$$_{۲۴}Cr:[_{۱۸}Ar]\underbrace{۳d^{۵}۴s^{۱}}_{\text{الکترون‌های ظرفیتی}} \Rightarrow (n+l)=۵\underbrace{(۳+۲)}_{۳d}+۱\underbrace{(۴+۰)}_{۴s}=۲۹$$

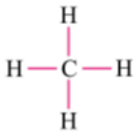
$$_{۳۴}Se:[_{۱۸}Ar]۳d^{۱۰}\underbrace{۴s^{۲}۴p^{۴}}_{\text{الکترون‌های ظرفیتی}} \Rightarrow (n+l)=۲\underbrace{(۴+۰)}_{۴s}+۴\underbrace{(۴+۱)}_{۴p}=۲۸$$

- در اتم کروم، الکترون‌های ظرفیتی در لایه‌های سوم و چهارم قرار دارند، در حالی که در اتم سلنیم، همهٔ الکترون‌های ظرفیت در لایهٔ چهارم قرار گرفته‌اند.
- در اتم $_{۲۴}Cr$، ۱۲ الکترون با $l=۱$ $(۲p^{۶}\,۳p^{۶})$ و در اتم $_{۳۴}Se$، ۱۶ الکترون با $l=۱$ $(۲p^{۶}\,۳p^{۶}\,۴p^{۴})$ وجود دارد؛ بنابراین در اتم $_{۳۴}Se$، شمارهٔ گروه با شمار الکترون‌ها با $l=۱$، برابر است.

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

۱۷۴ **پاسخ تشریحی** ساختار گازهای اکسیژن و متان به صورت زیر است:

$O_۲ \Rightarrow$  $\Rightarrow$ در ۱ مول $O_۲$، ۲ مول پیوند اشتراکی وجود دارد.

$CH_۴ \Rightarrow$  $\Rightarrow$ در ۱ مول $CH_۴$، ۴ مول پیوند اشتراکی وجود دارد.

فرض می‌کنیم جرم هر دو نمونه، ۱ گرم است. با توجه به جرم مولی $(۳۲\,g.mol^{-۱})O_۲$ و $(۱۶\,g.mol^{-۱})CH_۴$، خواهیم داشت:

$$\begin{cases} ۱\,gO_۲ \times \dfrac{۱\,molO_۲}{۳۲\,gO_۲} \times \dfrac{۲\,mol\ \text{پیوند اشتراکی}}{۱\,molO_۲} = \dfrac{۱}{۱۶}\,mol\ \text{پیوند اشتراکی} \\ ۱\,gCH_۴ \times \dfrac{۱\,molCH_۴}{۱۶\,gCH_۴} \times \dfrac{۴\,mol\ \text{پیوند اشتراکی}}{۱\,molCH_۴} = \dfrac{۱}{۴}\,mol\ \text{پیوند اشتراکی} \end{cases}$$

$$\frac{\text{شمار پیوندهای اشتراکی در نمونهٔ متان}}{\text{شمار پیوندهای اشتراکی در نمونهٔ اکسیژن}} = \frac{\frac{۱}{۴}}{\frac{۱}{۱۶}} = ۴$$

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۷۵ **پاسخ تشریحی** همهٔ عبارت‌ها نادرست‌اند.

- طول موج یک پرتو با انرژی آن رابطهٔ وارونه دارد، پس هر چه طول موج یک پرتو کوتاه‌تر باشد، انرژی بیشتری با خود حمل می‌کند.
- نیلز بور به کمک بررسی تعداد و جایگاه خطوط در طیف نشری خطی هیدروژن، توانست ضمن ارائهٔ مدل خود، طیف نشری خطی هیدروژن را نیز توجیه کند؛ یعنی مدل بور پس از کشف طیف نشری خطی هیدروژن ارائه شد.
- فراوان‌ترین گاز نجیب هواکره، آرگون (Ar) است، اما برای ایجاد نوشته‌های نورانی سرخ‌فام از نئون استفاده می‌شود، نه آرگون!

نکته مقایسهٔ درصد حجمی گازهای نجیب در هواکره، به صورت زیر است:

درصد حجمی در هواکره: $Ar > Ne > He > Kr > Xe$

- طول موج $410\ nm$ در طیف نشر خطی هیدروژن، مربوط به بازگشت الکترون برانگیخته از لایهٔ ششم به لایهٔ دوم است.

نکته چگونگی ایجاد طول موج‌ها و رنگ‌های ایجادشده در ناحیهٔ مرئی طیف نشری خطی هیدروژن را حتماً به خاطر بسپارید:

رنگ نوار	طول موج (nm)	انتقال الکترون
بنفش	۴۱۰	از $n=6$ به $n=2$
نیلی	۴۳۴	از $n=5$ به $n=2$
آبی	۴۸۶	از $n=4$ به $n=2$
سرخ	۶۵۶	از $n=3$ به $n=2$

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۷۶ **پاسخ تشریحی** سی‌ویکمین عنصر جدول تناوبی، ۵ الکترون کم‌تر از گاز نجیب هم‌دورهٔ خود یعنی کریپتون ($_{36}Kr$) دارد؛ در نتیجه در ۵ گروه قبل‌تر از گروه ۱۸، یعنی گروه ۱۳ جدول تناوبی و در دورهٔ چهارم قرار دارد.

حالا بریم سراغ بررسی گزینه‌ها:

۱) عدد اتمی عنصرهای گروه ۱۳، ۵ واحد کم‌تر از عدد اتمی گاز نجیب هم‌دورهٔ خود هستند؛ پس از بالا به پایین برابر می‌شوند با ۵، ۱۳، ۳۱، ۴۹ (نه ۴۸!)، ۸۱ و ۱۱۳.

۲) آرایش الکترونی این عنصر به صورت $[_{18}Ar]\,3d^{10}\,4s^2\,4p^1$ است و اگر ۳ الکترون از دست بدهد، به آرایش الکترونی $[_{18}Ar]\,3d^{10}$ می‌رسد که با آرایش الکترونی گاز نجیب قبل از خود برابر نیست!

۳) طبق آرایش الکترونی این عنصر $(1s^2\,/\,2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^1)$، ۱۳ الکترون‌های در زیرلایه‌های p، وجود دارد؛ پس این عنصر سیزدهمین عنصر دستهٔ p جدول دوره‌ای می‌باشد، نه چهاردهمین!

۴) $l=2$ مربوط به زیرلایهٔ d است. در هر سه عنصر با عددهای اتمی ۳۰، ۳۱ و ۳۲، ۱۰ الکترون با $l=2$ $(3d^{10})$ وجود دارد:

$_{30}X:[_{18}Ar]\,3d^{10}\,4s^2$

$_{31}Y:[_{18}Ar]\,3d^{10}\,4s^2\,4p^1$

$_{32}Z:[_{18}Ar]\,3d^{10}\,4s^2\,4p^2$

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۷۷ **پاسخ تشریحی** **گام اول:** ابتدا باید جرم اتمی میانگین را محاسبه کنیم. صورت سؤال جرم واکنش‌دهنده و فراوردهٔ دارای مس را به ما داده است؛ پس با استفاده از کسر تناسب می‌توان جرم اتمی میانگین را محاسبه کرد:

$$CuO(s) \sim CuCl_2(aq)$$

$$\frac{\text{جرم}}{\underbrace{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}}_{CuO}} = \frac{\text{جرم}}{\underbrace{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}}_{CuCl_2}} \Rightarrow \frac{۱۵/۸۸}{M+۱۶} = \frac{۲۶/۸۸}{M+۷۱} \Rightarrow M = ۶۳/۴$$

تکنیک اگر دو کسر با هم برابر باشند یا با هم تناسب داشته باشند، می‌توانیم از تفضیل در صورت و مخرج استفاده کنیم:

$$\frac{a}{b} = \frac{c}{d} = \frac{a-c}{b-d}$$

طبق رابطهٔ گفته‌شده خواهیم داشت:

$$\frac{۱۵/۸۸}{M+۱۶} = \frac{۲۶/۸۸ - ۱۵/۸۸}{(M+۷۱)-(M+۱۶)} = \frac{۱۱}{۵۵} = \frac{۱}{۵} \Rightarrow M+۱۶ = ۷۹/۴ \Rightarrow M = ۶۳/۴$$

گام دوم: با کمک رابطهٔ جرم اتمی میانگین، درصد فراوانی ایزوتوپ سنگین مس را محاسبه می‌کنیم:

$$M = M_۱ + \frac{F_۲}{۱۰۰}(M_۲ - M_۱) \Rightarrow ۶۳/۴ = ۶۳ + \frac{F_۲}{۱۰۰} \times ۲ \Rightarrow F_۲ = ٪۲۰$$

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

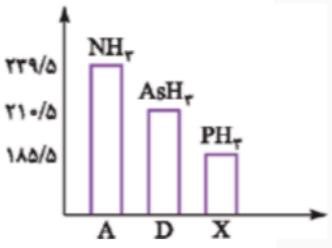
۱۷۸ **پاسخ تشریحی** عبارت‌های «پ» و «ت» درست‌اند.

برای بررسی گزینه‌ها، ابتدا باید نقطهٔ جوش ۳ ترکیب را با هم مقایسه کنیم. بین این ۳ ترکیب، NH_3 به دلیل داشتن پیوند هیدروژنی، بیشترین نقطهٔ جوش را دارد. بین PH_3 و AsH_3، چون جرم مولی AsH_3 از PH_3 بیشتر است، نقطهٔ جوش AsH_3 بالاتر است.

نقطهٔ جوش: NH_3 > AsH_3 > PH_3

NH_3: دارای پیوند هیدروژنی — AsH_3: جرم مولی بیشتر — PH_3: جرم مولی کم‌تر

بررسی موارد:



الف) دلیل بالاتربودن نقطهٔ جوش A نسبت به D و X، وجود پیوند هیدروژنی بین مولکول‌های آن است.

ب) هر چه نقطهٔ جوش یک ماده بالاتر باشد، در شرایط یکسان، آسان‌تر به مایع تبدیل می‌شود. در این‌جا D نقطهٔ جوش بالاتری نسبت به X دارد و آسان‌تر به مایع تبدیل خواهد شد.

پ) NH_3 فراوردهٔ فرایند هابر $(N_2 + ۳H_2 \rightarrow ۲NH_3)$ می‌باشد که به عنوان کود شیمیایی به طور مستقیم به خاک تزریق می‌شود.

ت) ترکیب D، AsH_3 است و اتم مرکزی آن $_{۳۳}As$ بوده که در دورهٔ چهارم و گروه ۱۵ جدول تناوبی قرار دارد.

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

۱۷۹ **پاسخ تشریحی** از ابتدایی‌ترین زیرلایه شروع به نوشتن می‌کنیم تا ۵ زیرلایهٔ الکترونی پر شوند: $1s^2 / 2s^2\ 2p^6 / 3s^2\ 3p^6$

در آرایش الکترونی اتم X، ۵ الکترون با $n+l=5$ وجود دارد: زیرلایه‌های $4p$، $5s$ و $3d$، $n+l$ برابر ۵ دارند که در این اتم، فقط زیرلایهٔ $3d$ با ۵ الکترون را می‌توانیم داشته باشیم، *اما هواستون باشه* برای این‌که ۵ زیرلایهٔ پرشده داشته باشیم، آرایش الکترونی اتم مورد نظر باید به $3d^5\ 4s^1$ ختم شود و نه $3d^5\ 4s^2$:

$$X = 1s^2 / 2s^2 2p^6 / 3s^2 3p^6 3d^5 / 4s^1 \Rightarrow {}_{24}Cr \begin{cases} Cr^{2+} \\ Cr^{3+} \end{cases}$$

با توجه به بار آنیون‌های SO_4^{2-}، CO_3^{2-}، PO_4^{3-} و NO_3^- داریم:

$$\begin{cases} X^{2+}SO_4^{2-} \Rightarrow XSO_4 \\ X^{3+}SO_4^{2-} \Rightarrow X_2(SO_4)_3 \end{cases} \quad \begin{cases} X^{2+}CO_3^{2-} \Rightarrow XCO_3 \\ X^{3+}CO_3^{2-} \Rightarrow X_2(CO_3)_3 \end{cases}$$

$$\begin{cases} X^{2+}PO_4^{3-} \Rightarrow X_3(PO_4)_2 \\ X^{3+}PO_4^{3-} \Rightarrow XPO_4 \end{cases} \quad \begin{cases} X^{2+}NO_3^- \Rightarrow X(NO_3)_2 \\ X^{3+}NO_3^- \Rightarrow X(NO_3)_3 \end{cases}$$

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

۱۸۰ **پاسخ تشریحی** تنها عبارت چهارم درست است. هیدروژن ($_1^1H$) یک الکترون و یک پروتون دارد، حالا برای این‌که شمار ذره‌های زیراتمی آن برابر باشند، باید یک نوترون هم داشته باشد؛ پس ایزوتوپ مد نظر $_1^2H$ است.

بررسی موارد:

- هیدروژن ۷ ایزوتوپ دارد که از بین آن‌ها، سه ایزوتوپ ($_1^1H$، $_1^2H$ و $_1^3H$) طبیعی هستند و در طبیعت یافت می‌شوند و ۴ ایزوتوپ ($_1^4H$، $_1^5H$، $_1^6H$ و $_1^7H$) ساختگی هستند.
- مقدار عددی جرم اتمی یک اتم به تقریب با مقدار عددی عدد جرمی آن برابر است، پس جرم اتمی $_1^2H$ برابر ۲amu است. $_1^2H$ یک الکترون دارد و از طرفی می‌دانیم که جرم هر الکترون به تقریب برابر $\frac{1}{2000}$ amu می‌باشد؛ بنابراین خواهیم داشت:

$$\frac{\text{جرم اتمی } {}_1^2H}{\text{جرم الکترون}} = \frac{2}{\frac{1}{2000}} = 4000$$

- ایزوتوپ‌ها خواص شیمیایی یکسانی دارند؛ بنابراین واکنش‌پذیری ایزوتوپ‌های هیدروژن با هم برابر است.
- اتم هیدروژن با آرایش $1s^1$، یک الکترون ظرفیتی دارد و متعلق به دستهٔ s جدول دوره‌ای است.

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۸۱ **پاسخ تشریحی** تنها عبارت اول درست است.

نخستین دو عنصری که پس از مهبانگ پا به عرصهٔ جهان گذاشتند، هیدروژن و هلیم هستند.

بررسی عبارت‌ها:

عبارت اول: نماد شیمیایی عنصر هیدروژن، H و نماد شیمیایی عنصر هلیم، He است. نماد شیمیایی هر دو عنصر با حرف H آغاز می‌شود.

عبارت دوم: طیف نشری خطی هیدروژن در گسترهٔ مرئی، شامل ۴ خط و طیف نشری خطی هلیم در گسترهٔ مرئی، شامل ۶ خط است.

عبارت سوم: هلیم فراوان‌ترین عنصر سازندهٔ هیچ‌یک از دو سیارهٔ زمین و مشتری نیست! فراوان‌ترین عنصر سیارهٔ مشتری، هیدروژن و فراوان‌ترین عنصر سیارهٔ زمین، آهن است.

عبارت چهارم: انرژی گرمایی و نور خیره‌کنندهٔ خورشید، به دلیل تبدیل هیدروژن به هلیم در واکنش‌های هسته‌ای است، نه انجام واکنش‌های شیمیایی!

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۸۲ **پاسخ تشریحی**

نکته سه مفهوم عدد جرمی، جرم اتمی و جرم مولی برای یک اتم از نظر عددی تقریباً با یکدیگر برابرند، ولی از نظر تعریف و مفهوم با هم تفاوت دارند:

ویژگی	تعریف	یکا
عدد جرمی	مجموع تعداد پروتون‌ها و نوترون‌های اتم	یکا ندارد.
جرم اتمی	جرم یک اتم برحسب یکای جرم اتمی	amu
جرم مولی	جرم یک مول یا $۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}$ تعداد اتم برحسب گرم	$g.mol^{-۱}$

$H_۲$ جرم مولی گاز هیدروژن یا $= ۲/۰۱۶\ g.mol^{-۱} \Rightarrow$ جرم مولی اتم $H = \frac{۲/۰۱۶}{۲} = ۱/۰۰۸\ g.mol^{-۱}$

$N_۲$ جرم مولی گاز نیتروژن یا $= ۲۸/۰۲\ g.mol^{-۱} \Rightarrow$ جرم مولی اتم $N = \frac{۲۸/۰۲}{۲} = ۱۴/۰۱\ g.mol^{-۱}$

$NH_۳$ جرم مولی مولکول آمونیاک یا $= ۱۴/۰۱+۳(۱/۰۰۸) = ۱۴/۰۱+۳/۰۲۴ = ۱۷/۰۳۴\ g.mol^{-۱}$ (جرم مولی اتم N + (۳×جرم مولی اتم H)

$\Rightarrow$ جرم مولکولی $NH_۳ = ۱۷/۰۳۴\ amu$ (جرم یک مولکول آمونیاک)

تذکر مانند اتم‌ها، در مولکول‌ها هم جرم مولی (برحسب $g.mol^{-۱}$) با جرم مولکولی (برحسب amu) از نظر عددی، برابر است.

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۸۳ **پاسخ تشریحی** با استفاده از موقعیت یک عنصر در جدول تناوبی، می‌توان شمارهٔ گروه و دوره، شمار الکترون‌ها و پروتون‌ها را برای یک عنصر به دست آورد، ولی به شمار نوترون‌های اتم‌های آن عنصر نمی‌توان پی برد؛ زیرا در جدول دوره‌ای، عدد جرمی ایزوتوپ‌های یک عنصر نشان داده نشده است و فقط جرم اتمی میانگین آن، گزارش شده!

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) مجموع $n+l$ را برای هر یک از زیرلایه‌ها به دست می‌آوریم و سپس با توجه به دو قاعدهٔ زیر، ترتیب پرشدن زیرلایه‌ها را مشخص می‌کنیم:

۱) زیرلایه با $n+l$ کوچک‌تر، زودتر پر می‌شود.

۲) اگر $n+l$ برای دو یا چند زیرلایه یکسان باشد، زیرلایه با n کوچک‌تر، زودتر پر می‌شود.

$۴s \rightarrow n+l = ۴+۰ = ۴$

$۴p \rightarrow n+l = ۴+۱ = ۵$

$۴f \rightarrow n+l = ۴+۳ = ۷$

$۵d \rightarrow n+l = ۵+۲ = ۷$

$\Rightarrow$ ترتیب پرشدن زیرلایه‌ها: $۴s \rightarrow ۴p \rightarrow ۴f \rightarrow ۵d$

$\Rightarrow$ n ،۴f کوچک‌تری دارد.

۲) ایزوتوپی از کربن که برای مقیاس اندازه‌گیری جرم اتم‌ها به کار می‌رود، ایزوتوپ $^{۱۲}_{۶}C$ است که شمار ذرات زیراتمی آن برابر است با:

مجموع شمار ذره‌های زیراتمی = تعداد نوترون‌ها + تعداد پروتون‌ها + تعداد الکترون‌ها = عدد جرمی + عدد اتمی $= ۶+۱۲ = ۱۸$

(تعداد الکترون‌ها برابر تعداد پروتون‌ها؛ عدد جرمی)

۳) هر یک از دوره‌های چهارم و پنجم جدول شامل ۲ عنصر دستهٔ s، ۱۰ عنصر دستهٔ d و ۶ عنصر دستهٔ p است و در مجموع هر کدام از این دوره‌ها شامل ۱۸ عنصر است.

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud

۱۸۴ **پاسخ تشریحی** گام اول: شمار مول اتم‌ها در ۴۸۰ گرم متانول را حساب می‌کنیم. در هر مول متانول (CH_3OH)، در مجموع ۶ مول اتم وجود دارد؛ به این ترتیب خواهیم داشت:

$$۴۸۰\,g\,CH_3OH \times \frac{۱\,mol\,CH_3OH}{۳۲\,g\,CH_3OH} \times \frac{۶\,mol\,atom}{۱\,mol\,CH_3OH} = \frac{۴۸۰ \times ۶}{۳۲} = ۹۰\,mol\,atom$$

توجه مول یکسان از اتم‌ها، شامل شمار اتم‌های یکسانی است؛ بنابراین برای راحتی کار، به جای شمار اتم‌ها و استفاده از عدد آووگادرو، شمار مول آن را حساب کردیم.

گام دوم: حساب می‌کنیم در چند گرم سرب مداد (یا همون کربن!)، ۹۰ مول اتم وجود دارد:

$$۹۰\,mol\,atom\,C \times \frac{۱۲\,g\,C}{۱\,mol\,atom\,C} = ۱۰۸۰\,g\,C$$

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۸۵ **پاسخ تشریحی** آرایش الکترونی عنصر دورهٔ چهارم در گروه ۸ به $3d^6\,4s^2$ ختم می‌شود.

$$X:[_{18}Ar]\,3d^6\,4s^2 \Rightarrow X \text{ عنصر اتمی عدد}: 18+6+2=26$$

عنصر Y دارای ۱۷ الکترون با $l=1$ (زیرلایه‌های p) است: $Y:1s^2/2s^2\underline{2p^6}/3s^2\underline{3p^6}\,3d^{10}/4s^2\underline{4p^5} \Rightarrow Y$ عنصر اتمی عدد $=35$

(در مجموع ۱۷ الکترون با $l=1$)

بین دو عنصر با عدد اتمی ۲۶ و ۳۵، ۸ عنصر با عددهای اتمی ۲۷، ۲۸، ۲۹، ۳۰، ۳۱، ۳۲، ۳۳ و ۳۴ وجود دارند.

نکته تعداد عنصرها بین دو عنصر با عددهای اتمی a و b از رابطهٔ زیر به دست می‌آید:

تعداد عنصرها = تفاوت عدد اتمی $-1=(b-a)-1$ **مثال**: تعداد عنصرها بین $_{26}X$ و $_{35}Y$ $=(35-26)-1=9-1=8$

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۸۶ عبارت‌های «ب»، «پ» و «ت» درست هستند.

پاسخ تشریحی بررسی عبارت‌ها:

الف) سنگین‌ترین ایزوتوپ شناخته‌شده از عنصر هیدروژن، ایزوتوپ $_1^7H$ است: تعداد نوترون‌ها = عدد جرمی − عدد اتمی $=7-1=6$

ب) دومین عنصر دورهٔ سوم جدول تناوبی که در گروه ۲ جدول قرار دارد، عنصر منیزیم است که دارای سه ایزوتوپ طبیعی $_{12}^{24}Mg$، $_{12}^{25}Mg$ و $_{12}^{26}Mg$ می‌باشد؛ از طرفی عنصر هیدروژن نیز دارای سه ایزوتوپ طبیعی $_1^1H$، $_1^2H$ و $_1^3H$ است.

پ) عنصر لیتیم دارای دو ایزوتوپ طبیعی $_3^6Li$ و $_3^7Li$ و عنصر کلر نیز دارای دو ایزوتوپ طبیعی $_{17}^{35}Cl$ و $_{17}^{37}Cl$ است؛ بنابراین امکان تشکیل ۴ نوع ترکیب یونی دوتایی (یون Li^+ و یون Cl^-) با جرم مولی‌های متفاوت وجود دارد:

$$^6Li^{35}Cl \quad ^6Li^{37}Cl \quad ^7Li^{35}Cl \quad ^7Li^{37}Cl$$

جرم مولی: $6+35=41 \quad 6+37=43 \quad 7+35=42 \quad 7+37=44$

ت) درسته! اورانیم با نماد شیمیایی $_{92}U$ شناخته‌شده‌ترین فلز پرتوزای طبیعی است. عناصر دستهٔ f شامل دو ردیف ۱۴تایی پایین جدول، یعنی عناصر با عددهای اتمی ۵۷ تا ۷۰ و ۸۹ تا ۱۰۲ می‌باشند؛ بنابراین اورانیم با عدد اتمی ۹۲ جزء این دسته از عناصر است.

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud

۱۸۷ **پاسخ تشریحی** اگر $n+l$ برای دو یا چند زیرلایه یکسان باشد، الزاماً این زیرلایه‌ها در یک دورهٔ جدول از الکترون اشغال نمی‌شوند؛ برای مثال $n+l$ برای دو زیرلایهٔ $2p$ و $3s$ برابر ۳ است، ولی زیرلایهٔ $2p$ در دورهٔ دوم و زیرلایهٔ $3s$ در دورهٔ سوم جدول، از الکترون اشغال می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) تعداد خطوط و محل قرارگیری (طول موج) آن‌ها در طیف نشری خطی هر عنصر، کاملاً اختصاصی است و با تغییر عدد اتمی و در نهایت تغییر عنصر، طیف نشری خطی نیز متفاوت می‌شود؛ بنابراین تعداد خطوط رنگی در طیف نشری خطی ایزوتوپ‌های یک عنصر یکسان است، زیرا عدد اتمی ایزوتوپ‌های یک عنصر با هم برابر می‌باشد.

۳) درسته! زیرا هر نوع کالا، خط نماد ویژهٔ خود (شامل اطلاعاتی مانند قیمت، تاریخ تولید و مصرف، مواد اولیه و ...) را دارد که از نظر اختصاصی‌بودن اطلاعات، مشابه طیف نشری خطی هر عنصر بوده که منحصربه‌فرد و مختص آن عنصر است و از آن برای شناسایی عنصر استفاده می‌شود.

۴) درسته! یک یا چند زیرلایه که n برابر دارند، با هم یک لایهٔ الکترونی را می‌سازند. **مثال:** زیرلایه‌های لایهٔ الکترونی سوم: $\underline{3s}$ و $\underline{3p}$ و $\underline{3d}$

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۸۸ **پاسخ تشریحی** زیرلایه‌هایی با $l=0$ و $l=2$ به ترتیب زیرلایه‌های s و d هستند. طبق قاعدهٔ آفبا شروع به پرکردن زیرلایه‌ها می‌کنیم تا جایی که مجموع الکترون‌ها در زیرلایه‌های s و d برابر ۱۷ شود:

مورد استثنا (اتم $_{29}X$ از قاعدهٔ آفبا پیروی نمی‌کند.) $\Rightarrow X = 1s^2 / 2s^2 2p^6 / 3s^2 3p^6 3d^9 / 4s^2$ آرایش الکترونی مورد نظر

$\Rightarrow$ آرایش الکترونی واقعی: $1s^2 / 2s^2 2p^6 / 3s^2 3p^6 \underline{3d^{10}} / \underline{4s^1} \Rightarrow$ مجموع الکترون‌های زیرلایه‌های s و d $= 2+2+2+10+1=17$ ✓

بنابراین در لایهٔ چهارم این عنصر، ۱ الکترون و در لایهٔ سوم آن، $18=10+6+2$ الکترون وجود دارد که تنها ۴) ساختار عنصر مورد نظر را به درستی نمایش داده است.

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۸۹ **پاسخ تشریحی** عبارت‌های سوم و چهارم درست هستند.

بررسی عبارت‌ها:

عبارت اول: طول موج پرتوهای فرابنفش، کوتاه‌تر از گسترهٔ مرئی $(400-700\ nm)$ است؛ بنابراین پرتویی با طول موج ۸۰۰ نانومتر نمی‌تواند در گسترهٔ پرتوهای فرابنفش قرار داشته باشد.

عبارت دوم: امواج رادیویی دارای کم‌ترین انرژی در گسترهٔ امواج الکترومغناطیس هستند، نه ریزموج‌ها!

عبارت سوم: رنگ شعلهٔ فلز لیتیم و همهٔ ترکیب‌های آن، به رنگ سرخ و رنگ شعلهٔ فلز مس و ترکیب‌های گوناگون آن، به رنگ سبز است. طول موج رنگ سرخ، بلندتر از طول موج رنگ سبز می‌باشد.

عبارت چهارم: *کاملاً درسته!*

امواج رادیویی > ریزموج‌ها > پرتوهای فروسرخ > نور مرئی > پرتوهای فرابنفش > پرتوهای ایکس > پرتوهای گاما :مقایسهٔ طول موج امواج الکترومغناطیس

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۹۰ **پاسخ تشریحی** جرم هر الکترون حدوداً برابر $\frac{1}{2000}$ amu است. یون پایدار فلز آلومینیم، کاتیون $_{13}Al^{3+}$ با ۱۰ الکترون می‌باشد.

از طرف دیگر، از نظر عددی، عدد جرمی را می‌توان به تقریب برابر با جرم اتمی در نظر گرفت؛ بنابراین جرم اتم $_{18}^{40}Ar$ به تقریب برابر ۴۰ amu است؛ پس:

$$\text{درصد جرمی خواسته‌شده} = \frac{\text{جرم الکترون‌های یون } Al^{3+}_{13}}{\text{جرم اتم } {}^{40}_{18}Ar} \times 100 = \frac{10e^- \times \frac{1}{2000}\ amu}{18e^-\ 40\ amu} \times 100 = \frac{1}{200 \times 40} \times 100 = \frac{1}{80} = \%0/0125$$

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۹۱ **پاسخ تشریحی** طول موج پرتوی نشرشده در انتقال الکترونی $n=۳ \rightarrow n=۲$ در اتم هیدروژن برابر ۶۵۶ nm است، ولی شکل داده‌شده که مربوط به اتم هیدروژن $({}_{۱}H)$ نیست! (به هستهٔ اتم داده‌شده دقت کنید!)

از آن‌جا که انرژی لایه‌های الکترونی اطراف هستهٔ هر اتم، به عدد اتمی آن وابسته است، انرژی لایه‌ها و تفاوت انرژی میان آن‌ها در اتم عنصرهای گوناگون متفاوت می‌باشد؛ بنابراین طول موج (و انرژی) پرتوی نشرشده در انتقال الکترونی a با طول موج (و انرژی) پرتوی نشرشدهٔ حاصل از همین انتقال الکترونی در اتم هیدروژن، *متفاوته! و نمی‌تونه ۶۵۶ nm باشه!*

بررسی سایر گزینه‌ها:

۲ هر چه الکترون در لایهٔ دورتری از هسته قرار داشته باشد، انرژی آن بیشتر است.

مقایسهٔ سطح انرژی الکترون در لایه‌های مختلف: $n=۱<n=۲<n=۳<n=۴<\cdots$

۳ درسته! مدل اتمی بور، فقط می‌تواند طیف نشری خطی اتم هیدروژن را توجیه کند؛ اتم مورد نظر در سؤال هم که اتم هیدروژن نیست!

۴ هر چه از هستهٔ اتم دورتر می‌شویم، تفاوت انرژی بین دو لایهٔ متوالی کاهش می‌یابد. با توجه به شکل در اثر دو انتقال الکترونی a و d (بازگشت الکترون از لایه‌های بالاتر به لایه‌های پایین‌تر) امواج الکترومغناطیس نشر می‌شود. تفاوت انرژی لایه‌های سوم و چهارم $(d: n=۴ \rightarrow n=۳)$، کم‌تر از تفاوت انرژی لایه‌های دوم و سوم $(a: n=۳ \rightarrow n=۲)$ است. از آن‌جا که انرژی با طول موج رابطهٔ وارونه دارد، طول موج پرتوی نشرشده در انتقال d بلندتر از طول موج پرتوی نشرشده در انتقال a است.

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

۱۹۲ **پاسخ تشریحی** عبارت‌های اول و دوم درست‌اند. تکنسیم $({}^{۹۹}_{۴۳}Tc)$، نخستین عنصر ساخت بشر است.

بررسی همهٔ عبارت‌ها:

- در کتاب درسی می‌خوانیم که نیم‌عمر (زمان ماندگاری) این عنصر ساختگی یعنی تکنسیم، کم است و نمی‌توان مقادیر زیادی از این عنصر را تهیه و برای مدت طولانی نگه‌داری کرد، ولی سبک‌ترین رادیوایزوتوپ هیدروژن، یعنی ایزوتوپ ${}^{۳}_{۱}H$، نیم‌عمری حدود ۱۲ سال دارد.
- عنصر تکنسیم $({}_{۴۳}Tc)$، در دورهٔ پنجم و گروه ۷ جدول قرار دارد:

عدد اتمی عنصرهای دورهٔ پنجم از ۳۷ تا ۵۴ است؛ بنابراین ${}_{۴۳}Tc$ در دورهٔ پنجم قرار دارد. $\Rightarrow$ تعیین شمارهٔ دوره

$\Rightarrow$ تعیین شمارهٔ گروه ${}_{۴۳}Tc \xrightarrow{۴۳-۳۶=۷>۲}$ شمارهٔ گروه $= ۱۸-(۵۴-۴۳)=۷$

(۵۴: عدد اتمی، ۳۶: گاز نجیب هم‌دوره)

از طرفی پنجمین عنصر دستهٔ d دارای آرایش الکترونی $[{}_{۱۸}Ar]۳d^{۵}۴s^{۲}$ بوده و در گروه ۷ جدول قرار دارد و عنصرهایی با عدد اتمی ۳۷ تا ۵۴ (مانند عنصر ۳۹ام جدول)، در دورهٔ پنجم قرار دارند.

- تکنسیم از جمله اتم‌هایی است که نسبت نوترون به پروتون آن کم‌تر از ۱/۵ است، ولی پرتوزا می‌باشد:

$${}^{۹۹}_{۴۳}Tc: \frac{N}{Z}=\frac{۹۹-۴۳}{۴۳}=\frac{۵۶}{۴۳} \xrightarrow{۴۳\times ۱/۵=۶۴/۵} \frac{۵۶}{۴۳}<۱/۵$$

- اندازهٔ یون **حاوی** تکنسیم که برای تصویربرداری غدهٔ تیروئید استفاده می‌شود با اندازهٔ یون یدید مشابه است، نه اندازهٔ خود اتم تکنسیم!

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۹۳ **پاسخ تشریحی** با استفاده از اطلاعات داده‌شده، جرم مولی عنصر X را به دست می‌آوریم:

به طور کلی عنصرهای گروه دوم جدول تناوبی، در ترکیب با نافلزها، کاتیون دو بار مثبت (X^{2+}) تشکیل می‌دهند؛ بنابراین فرمول اکسید (O^{2-}) عنصر X، به صورت XO است:

$$\frac{\text{جرم } CH_4}{\text{جرم } XO} = \frac{\text{مول } CH_4 \times \text{جرم مولی } CH_4}{\text{مول } XO \times \text{جرم مولی } XO} \Rightarrow \frac{۴}{۱۰} = \frac{۱۶}{x+16} \Rightarrow (\text{جرم مولی } X)\ x = ۲۴\ g.mol^{-1}$$

$$\frac{\text{جرم مولی } X}{\text{جرم مولی } O_2} = \frac{۲۴}{۲(۱۶)} = \frac{۳}{۴} = ۰/۷۵$$

برای قسمت دوم سؤال می‌توان از دو روش استفاده کرد:

روش اول: استفاده از کسر تبدیل:

$$۱\,g\,XO \times \frac{۱\,mol\,XO}{۴۰\,g\,XO} \times \frac{۲\,mol\,e^-}{۱\,mol\,XO} \times \frac{۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}\,e^-}{۱\,mol\,e^-} = ۳/۰۱\times۱۰^{۲۲}\,e^-$$

روش دوم: استفاده از کسر تناسب: به ازای تشکیل هر مول XO، ۲ مول الکترون بین عنصر X و اکسیژن مبادله می‌شود: $۱\,mol\,XO \sim ۲\,mol\,e^-$

$$\frac{\text{جرم}}{\underbrace{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}}_{XO}} = \frac{\text{تعداد}}{\underbrace{\text{ضریب} \times N_A}_{e^-}} \Rightarrow \frac{۱}{۱\times۴۰} = \frac{x}{۲\times۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}} \Rightarrow x = ۳/۰۱\times۱۰^{۲۲}\,e^-$$

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

۱۹۴ **پاسخ تشریحی** عبارت‌های اول و دوم، درست و عبارت‌های سوم و چهارم، نادرست‌اند.

بررسی عبارت‌ها:

- در دورهٔ چهارم جدول تناوبی، عناصر گروه‌های ۳ تا ۸ به ترتیب همانند عناصر گروه‌های ۱۳ تا ۱۸ جدول، به ترتیب دارای ۳، ۴، ۵، ۶، ۷ و ۸ الکترون ظرفیتی هستند؛ بنابراین در این دورهٔ جدول، عناصر گروه‌های ۱، ۲، ۹، ۱۰، ۱۱ و ۱۲، یعنی ۶ عنصر، شمار الکترون‌های ظرفیتی منحصربه‌فرد دارند.
- درسته، ببینید! $n=۵\,,\,l=۳ \rightarrow ۵f$ زیرلایهٔ $\rightarrow ۵f$ زیرلایهٔ حداکثر گنجایش الکترونی $= ۴l+۲ \xrightarrow{(l=۳)} ۴(۳)+۲=۱۴$

$$n=۵ \rightarrow n=۵ \text{ لایهٔ حداکثر گنجایش الکترونی} = ۲n^۲ \xrightarrow{n=۵} ۲(۵)^۲ = ۵۰ \Rightarrow \frac{۱۴}{۵۰} \times ۱۰۰ = ٪۲۸$$

خب تا همین‌جا می‌شه جواب تست رو پیدا کرد، ولی شما برای تمرین دو عبارت بعدی رو هم بخونید:

- در دورهٔ سوم جدول دوره‌ای، زیرلایه‌های ۳s و ۳p از الکترون اشغال می‌شوند؛ بنابراین با افزایش عدد اتمی در این دوره، شمار لایه‌های الکترونی اشغال‌شده ثابت است.
- عدد اتمی عنصری که در دورهٔ چهارم و گروه ۱۴ جدول دوره‌ای قرار دارد، ۴ واحد از عدد اتمی گاز نجیب این دوره $(_{۳۶}Kr)$، کم‌تر است $(۳۶-۴=۳۲)$؛ بنابراین عنصر مورد نظر **می‌شه** سی‌ودومین عنصر جدول، نه سی‌وچهارمین عنصر!

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۹۵ **پاسخ تشریحی** فقط عبارت «ب» درست است.

بررسی همهٔ عبارت‌ها:

الف) با توجه به نمودار، ما فقط می‌دانیم که شمار الکترون‌های همهٔ گونه‌های داده‌شده، با هم برابر است. این گونه‌ها ممکن است اتم، کاتیون یا آنیون هم‌الکترون باشند که در این صورت خواص شیمیایی متفاوتی با هم دارند.

ب) در صورتی که گونه‌های داده‌شده خنثی بوده (یعنی اتم باشند) و محور x، نشان‌دهندهٔ عدد جرمی آن‌ها باشد، ۴ اتم خواهیم داشت که شمار الکترون‌ها و در نتیجه شمار پروتون‌های (عدد اتمی) آن‌ها یکسان بوده ولی عدد جرمی آن‌ها با هم متفاوت است و این یعنی ۴ اتم مورد نظر، **ایزوتوپ** یکدیگرند.

پ) نه الزاماً! دو گونه با عدد اتمی متفاوت می‌توانند شمار الکترون‌های یکسانی داشته باشند (ذرات هم‌الکترون) ولی آرایش الکترونی آن‌ها یکسان نباشد؛ مثلاً اتم $_{۲۸}Ni$ و کاتیون $_{۳۱}Ga^{۳+}$، هر دو ۲۸ الکترون دارند ولی آرایش الکترونی آن‌ها یکسان نیست.

$$_{۲۸}Ni:[_{۱۸}Ar]۳d^{۸}\,۴s^{۲} \quad \text{و} \quad _{۳۱}Ga^{۳+}:[_{۱۸}Ar]۳d^{۱۰}$$

ت) ابتدا باید ببینیم که A، اتمی خنثی است یا یک یون:

$$N-p=۲ \rightarrow N=p+۲$$

$$\text{عدد جرمی گونهٔ A} = ۵۸ \Rightarrow N+p=۵۸ \xrightarrow{N=p+۲} p+۲+p=۵۸ \Rightarrow p=۲۸=e \Rightarrow$$

A، اتم خنثی است.

در بیرونی‌ترین زیرلایه اتم $_{۲۸}A$ (۴s)، ۲ الکترون وجود دارد نه ۱۰تا!

$$_{۲۸}A:[_{۱۸}Ar]۳d^{۸}\,۴s^{۲}$$

↓

بیرونی‌ترین زیرلایه

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

۱۹۶ **پاسخ تشریحی** عبارت‌های اول و چهارم درست‌اند.

با توجه به اطلاعات داده‌شده، فرمول ترکیب یونی حاصل از M و X یا به صورت $M_۲X$ و یا به صورت $MX_۲$ است؛ از طرفی می‌دانیم یکی از یون‌ها مانند $_{۱۰}Ne$، ۱۰الکترونی و دیگری مانند $_{۱۸}Ar$، ۱۸الکترونی است؛ به این ترتیب خواهیم داشت:

$$M_۲X \Rightarrow M^{+} \text{و} X^{۲-} \rightarrow \begin{cases} Na_۲S & (_{۱۱}Na^{+} \text{و} _{۱۶}S^{۲-}) \\ K_۲O & (_{۱۹}K^{+} \text{و} _{۸}O^{۲-}) \end{cases}$$

$$MX_۲ \Rightarrow M^{۲+} \text{و} X^{-} \rightarrow \begin{cases} MgCl_۲ & (_{۱۲}Mg^{۲+} \text{و} _{۱۷}Cl^{-}) \\ CaF_۲ & (_{۲۰}Ca^{۲+} \text{و} _{۹}F^{-}) \end{cases}$$

بررسی عبارت‌ها:

- $_{۸}O$ و $_{۹}F$ به دورهٔ دوم، $_{۱۱}Na$، $_{۱۲}Mg$، $_{۱۶}S$ و $_{۱۷}Cl$ به دورهٔ سوم و $_{۱۹}K$ و $_{۲۰}Ca$ به دورهٔ چهارم تعلق دارند.
- اولین عنصر جدول تناوبی که دارای الکترون در زیرلایهٔ d $(l=۲)$ است، دارای عدد اتمی ۲۱ است $(_{۲۱}Sc:[_{۱۸}Ar]۳d^{۱}\,۴s^{۲})$؛ بنابراین می‌توان گفت عناصر با عدد اتمی ۲۱ و بزرگ‌تر از آن، دارای الکترون با عدد کوانتومی فرعی $l=۲$ هستند. عدد اتمی هیچ‌یک از عناصر مورد نظر برابر یا بزرگ‌تر از ۲۱ نیست.
- وقتی گفته تفاوت عدد اتمی دو عنصر با شمار پروتون‌ها (عدد اتمی) یکی از عنصرها برابر باشه، یعنی عدد اتمی یکی از عنصرها دو برابر دیگری باشه:

$$Z-Z'=Z' \Rightarrow Z=۲Z'$$

در هیچ‌یک از ۴ حالت گفته‌شده، عدد اتمی یکی از عنصرها، دو برابر دیگری نیست.

- در دو حالت اول $(M_۲X)$، یکی از عنصرها به گروه ۱ و دیگری به گروه ۱۶ تعلق دارد، یعنی تفاوت شمارهٔ گروه دو عنصر برابر $۱۶-۱=۱۵$ است. در دو حالت دوم $(MX_۲)$، یکی از عنصرها به گروه ۲ و دیگری به گروه ۱۷ تعلق دارد. در این دو حالت نیز، تفاوت شمارهٔ گروه دو عنصر برابر $۱۷-۲=۱۵$ می‌باشد.

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۹۷ همهٔ عبارت‌های داده‌شده نادرست‌اند.

پاسخ تشریحی زیرلایه‌های $3p$ و $4s$ دارای $n+l=4$ هستند. با توجه به این‌که $3p$ زودتر از $4s$ از الکترون اشغال می‌شود، آرایش آنیون پایدار X^{3-} به زیرلایهٔ $3p^6$ ختم می‌شود؛ بنابراین آرایش اتم خنثی X به $3p^3$ ختم می‌شود:

$$X:[_{10}Ne]\,3s^2 3p^3 \Rightarrow Z=15 \xrightarrow{N=16} {}^{31}_{15}X$$

بررسی عبارت‌ها:

- یون X^{3-} (و اتم X) دارای ۱۶ نوترون و یون X^{3-} دارای ۱۸ الکترون است؛ یعنی شمار نوترون‌های اتم X، کم‌تر از شمار الکترون‌های یون پایدار آن (X^{3-}) است.
- عنصر X همان فسفر است. فسفر که در دما و فشار اتاق به شکل مولکول‌های دواتمی نیست!

نکته در دما و فشار اتاق، ۷ عنصر به شکل مولکول‌های دواتمی وجود دارند:

$$\underbrace{H_2 / N_2 / O_2 / F_2 / Cl_2}_{\text{گاز}} / \underbrace{Br_2}_{\text{مایع}} / \underbrace{I_2}_{\text{جامد}}$$

- در بیرونی‌ترین لایهٔ آنیون X^{3-} $(n=3)$، ۸ الکترون $(3s^2\,3p^6)$ وجود دارد. دقت کنید که در بیرونی‌ترین زیرلایهٔ آنیون X^{3-}، $(3p^6)$، ۶ الکترون وجود دارد نه در بیرونی‌ترین لایهٔ آن!

$$_{15}X:[_{10}Ne]3s^2 3p^3 \rightarrow {}_{15}X^{3-}:[_{10}Ne]\underbrace{3s^2 3p^6}_{\text{بیرونی‌ترین لایه}}$$

- اتم $_{15}X$ در گروه ۱۵ قرار دارد و آرایش الکترون ـ نقطه‌ای آن به صورت $\cdot\ddot{\underset{\cdot}{X}}\cdot$ است. شمار الکترون‌های جفت‌نشده (۳تا) از شمار جفت‌الکترون‌ها (یکی)، بیشتر است.
- اتم X (فسفر) نافلز است و با اتم هیدروژن، ترکیب مولکولی تشکیل می‌دهد و نه یونی!

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۹۸ پاسخ تشریحی **گام اول:** با توجه به جرم اتمی میانگین عنصر A و نسبت فراوانی ایزوتوپ سبک به سنگین، درصد فراوانی ایزوتوپ ^{۸۶}A را به دست می‌آوریم.

$$F_۱ + F_۲ + F_۳ = ۱۰۰$$

$$\frac{F_۱}{F_۳} = ۰/۵ \Rightarrow F_۱ = ۰/۵F_۳$$

$$M = M_۱ + \frac{F_۲}{۱۰۰}(M_۲ - M_۱) + \frac{F_۳}{۱۰۰}(M_۳ - M_۱)$$

$$۸۶/۴ = ۸۴ + \frac{F_۲}{۱۰۰}(۸۶ - ۸۴) + \frac{F_۳}{۱۰۰}(۸۸ - ۸۴) \Rightarrow ۲/۴ = \frac{۲F_۲}{۱۰۰} + \frac{۴F_۳}{۱۰۰} \Rightarrow ۲F_۲ + ۴F_۳ = ۲۴۰ \Rightarrow F_۲ + ۲F_۳ = ۱۲۰$$

$$\begin{cases} ۰/۵F_۳ + F_۲ + F_۳ = ۱۰۰ \\ F_۲ + ۲F_۳ = ۱۲۰ \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} ۱/۵F_۳ + F_۲ = ۱۰۰ \\ ۲F_۳ + F_۲ = ۱۲۰ \end{cases} \Rightarrow F_۳ = ۴۰ \Rightarrow \begin{cases} F_۲ = ۴۰ \\ F_۱ = ۲۰ \end{cases}$$

گام دوم: شمار اتم‌های ^{۸۶}A را در $۱۰^{-۵}$ مول از عنصر A حساب می‌کنیم:

با توجه به درصد فراوانی ^{۸۶}A (٪۴۰)، می‌توان گفت که در هر ۱۰۰ مول A، ۴۰ مول از این ایزوتوپ وجود دارد؛ بنابراین خواهیم داشت:

$$۱۰^{-۵}\ \text{mol A} \times \frac{۴۰\ \text{mol}\ ^{۸۶}A}{۱۰۰\ \text{mol A}} \times \frac{۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳}\ \text{اتم}}{۱\ \text{mol}\ ^{۸۶}A} \xrightarrow{۶/۰۲ \simeq ۶} \simeq ۱۰^{-۵} \times ۴ \times ۱۰^{-۱} \times ۶ \times ۱۰^{۲۳} = ۲۴ \times ۱۰^{۱۷} = ۲/۴ \times ۱۰^{۱۸}\ \text{اتم}$$

گام سوم: جرم نمونه ۳۰۰ اتمی از عنصر A را حساب می‌کنیم.

با توجه به جرم اتمی میانگین A(۸۶/۴ amu) و این‌که هر amu به تقریب معادل $۱/۶۶ \times ۱۰^{-۲۴}$ گرم است، خواهیم داشت:

$$۳۰۰\ \text{اتم} \times \frac{۸۶/۴\ \text{amu}}{۱\ \text{اتم}} \times \frac{۱/۶۶ \times ۱۰^{-۲۴}\ \text{g}}{۱\ \text{amu}} \xrightarrow{۸۶/۴ \simeq ۸۶ \text{ و } ۱/۶۶ \simeq \frac{۵}{۳}} \simeq ۳ \times ۸۶ \times \frac{۵}{۳} \times ۱۰^{-۲۲} = ۴۳ \times ۱۰^{-۲۱}\ \text{g}$$

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۹۹ عدد اتمی عنصر گوگرد($_{16}S$) برابر با ۱۶ است و در هستهٔ ایزوتوپ‌های طبیعی آن به ترتیب ۱۶، ۱۷ و ۱۸ نوترون وجود دارد. بنابراین عدد جرمی این ایزوتوپ‌ها با توجه به فرمول $A = Z + n$ به ترتیب برابر با ۳۲، ۳۳ و ۳۴ خواهد بود. اما جرم اتمی میانگین از رابطهٔ زیر محاسبه می‌شود:

$$\bar{M} = \frac{M_1F_1 + M_2F_2 + M_3F_3}{F_1 + F_2 + F_3}$$

در این رابطه F_1، F_2 و F_3 فراوانی ایزوتوپ‌ها و M_1، M_2 و M_3 جرم اتمی هر ایزوتوپ است که در اینجا با عدد جرمی ایزوتوپ مربوطه برابر است؛ بنابراین داریم:

$$۳۲/۱ = \frac{(۳۴ \times ۴/۵) + ۳۳F_2 + ۳۲F_3}{۱۰۰} \rightarrow ۳۳F_2 + ۳۲F_3 = ۳۰۵۷ \quad (۱)$$

در رابطه بالا، F_1 فراوانی سنگین‌ترین و F_3 فراوانی سبک‌ترین ایزوتوپ در نظر گرفته شده است. اما بین F_2 و F_3 رابطهٔ زیر هم وجود دارد:

$$F_1 + F_2 + F_3 = ۱۰۰ \rightarrow F_2 + F_3 = ۱۰۰ - ۴/۵ = ۹۵/۵ \quad (۲)$$

از جایگذاری رابطهٔ (۲) در رابطهٔ (۱)، فراوانی سبک‌ترین ایزوتوپ یعنی F_3 بدست می‌آید. در این رابطه، داریم:

$$F_2 + F_3 = ۹۵/۵ \rightarrow F_2 = ۹۵/۵ - F_3$$

بر این اساس، داریم:

$$۳۳F_2 + ۳۲F_3 = ۳۰۵۷ \xrightarrow{(۲)} ۳۳(۹۵/۵ - F_3) + ۳۲F_3 = ۳۰۵۷ \rightarrow F_3 = ۳۱۵۱/۵ - ۳۰۵۷ = ۹۴/۵$$

بنابراین درصد فراوانی سبک‌ترین ایزوتوپ گوگرد($^{32}_{16}S$) برابر با ۹۴/۵٪ است. توجه داریم که گوگرد در حالت جامد، شکننده بوده و زرد رنگ است و در طبیعت به شکل آزاد یافت می‌شود. این عنصر، ششمین عنصر فراوان سازنده در سیاره‌های زمین و مشتری است. جدول زیر، برخی از ویژگی‌های گوگرد و سایر عناصر موجود در تناوب سوم جدول دوره‌ای را نشان می‌دهد:

نام عنصر	شمارهٔ گروه	آرایش الکترونی	رسانایی الکتریکی	رسانایی گرمایی	سطح صیقلی	چکش‌خواری در حالت جامد	تمایل به دادن، گرفتن یا اشتراک الکترون	
سدیم (Na)	۱	$[Ne]\,۳s^1$	دارد	دارد	دارد	دارد	الکترون می‌دهد	
منیزیم (Mg)	۲	$[Ne]\,۳s^2$	دارد	دارد	دارد	دارد	الکترون می‌دهد	
آلومینیم (Al)	۱۳	$[Ne]\,۳s^2 ۳p^1$	دارد	دارد	دارد	دارد	الکترون می‌دهد	
سیلیسیم (Si)	۱۴	$[Ne]\,۳s^2 ۳p^2$	دارد	دارد	دارد	ندارد	اشتراک	
فسفر (P)	۱۵	$[Ne]\,۳s^2 ۳p^3$	ندارد	ندارد	ندارد	ندارد	گرفتن	اشتراک
گوگرد (S)	۱۶	$[Ne]\,۳s^2 ۳p^4$	ندارد	ندارد	ندارد	ندارد	گرفتن	اشتراک
کلر (Cl)	۱۷	$[Ne]\,۳s^2 ۳p^5$	ندارد	ندارد	ندارد	ندارد	گرفتن	اشتراک

(ماز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۲۰۰ عبارت‌های (ب)، (پ) و (ت) درست هستند.

بررسی موارد:

آ: تکنسیم نخستین عنصری است که در واکنش‌گاه اتمی ساخته شده است. از این عنصر در تصویربرداری پزشکی استفاده شده و با توجه به نیم‌عمر پایین آن، نمی‌توان مقدار زیادی از آن را ذخیره کرد و بایستی در هنگام نیاز، آن را تولید و سپس مصرف کرد.

اورانیم، شناخته شده‌ترین فلز پرتوزا بوده و یکی از ایزوتوپ‌های آن که با نماد ^{235}U نشان داده می‌شود، اغلب به عنوان سوخت در راکتورهای اتمی به کار می‌رود. فراوانی این ایزوتوپ در مخلوط طبیعی اورانیم کمتر از ۰/۷ درصد(کمتر از ۷ اتم در هر ۱۰۰۰ اتم اورانیم) است. دانشمندان هسته‌ای ایران با تلاش بسیار موفق شدند مقدار این ایزوتوپ را در مخلوط ایزوتوپ‌های این عنصر افزایش دهند. به این فرایند، غنی‌سازی ایزوتوپی گفته می‌شود. این فرایند، یکی از مراحل مهم چرخه تولید سوخت هسته‌ای است.

ب: به گلوکز حاوی اتم پرتوزا، گلوکز نشان‌دار گفته می‌شود. چون توده‌های سرطانی سوخت‌وساز بالایی دارند و نیاز آن‌ها به انرژی در مقایسه با سایر قسمت‌های بدن انسان بالاتر است، هنگام تزریق گلوکز حاوی اتم پرتوزا به بدن، ذرات گلوکز عادی و پرتوزا در تمام بدن و به‌ویژه توده سرطانی تجمع پیدا می‌کنند. در واقع گلوکز پرتوزا در همه جای بدن پخش می‌شود اما در توده سرطانی تجمع بیشتری پیدا می‌کند.

پ: یکی از رادیوایزوتوپ‌هایی که در ایران تولید می‌شود، فسفر است. البته، این عنصر ایزوتوپ‌های غیرپرتوزا نیز دارد. توجه داریم که فسفر، عنصری از دسته p و گروه ۱۵ جدول تناوبی است.

ت: رادیوایزوتوپ‌ها خاصیت پرتوزایی داشته و مجاورت آن‌ها با بدن، منجر به آسیب رساندن به بدن می‌شود. به دلیل حضور مقدار فراوانی از رادیوایزوتوپ‌ها در سیگار، اغلب افرادی که دچار سرطان ریه می‌شوند، سیگاری هستند.

(ماز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۰۱ جدول زیر، اطلاعات مربوط به ایزوتوپ‌های هیدروژن را نشان می‌دهد:

ایزوتوپ	${}_{1}^{1}H$	${}_{1}^{2}H$	${}_{1}^{3}H$	${}_{1}^{4}H$	${}_{1}^{5}H$	${}_{1}^{6}H$	${}_{1}^{7}H$
نیم‌عمر	پایدار	پایدار	۱۲/۳۲ سال	$۱/۴\times۱۰^{-۲۲}$ ثانیه	$۹/۱\times۱۰^{-۲۲}$ ثانیه	$۲/۹\times۱۰^{-۲۲}$ ثانیه	$۲/۳\times۱۰^{-۲۳}$ ثانیه
درصد فراوانی در طبیعت	۹۹/۹۸۸۵ (طبیعی)	۰/۰۱۱۴ (طبیعی)	ناچیز (طبیعی)	۰ (ساختگی)	۰ (ساختگی)	۰ (ساختگی)	۰ (ساختگی)

عنصر هیدروژن دارای ۳ ایزوتوپ طبیعی H_{1}^{1}، H_{1}^{2} و H_{1}^{3} است. از میان این ایزوتوپ‌ها، دو مورد اول کاملا پایدار بوده و ایزوتوپ H_{1}^{3} نیز ناپایدار است. همانطور که مشخص است، سبک‌ترین ایزوتوپ هیدروژن در مقایسه با سایر ایزوتوپ‌های این عنصر درصد فراوانی بیشتری دارد. اتم‌های هیدروژن بر اثر واکنش‌های هسته‌ای، می‌توانند به هلیم تبدیل شوند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) نمونه‌ای از تلاش دانشمندان برای شناخت کیهان، سفر طولانی و تاریخی دو فضاپیما به نام وویجر ۱ و ۲ در سال ۱۹۷۷ میلادی(۱۳۵۶ خورشیدی) برای شناخت بیشتر سامانه‌ی خورشیدی است. دو فضاپیما مأموریت داشتند با گذر از کنار سیاره‌های مشتری، زحل، اورانوس و نپتون، شناسنامه‌ی فیزیکی و شیمیایی آنها را تهیه کنند و بفرستند. این شناسنامه‌ها حاوی اطلاعاتی مانند نوع عنصرهای سازنده، ترکیب‌های شیمیایی اتمسفر و ترکیب درصد این مواد در سیاره‌های گفته شده است. در حال حاضر، فضاپیمای وویجر ۱ از منظومه خورشیدی خارج شده است.

۲) درون ستاره‌ها همانند خورشید، در دماهای بسیار بالا و ویژه، واکنش‌های هسته‌ای رخ می‌دهد. در این واکنش‌ها، از عنصرهای سبک‌تر، عنصرهای سنگین‌تر پدید می‌آید. در روند تولید عناصر مختلف، ابتدا هیدروژن به هلیم تبدیل شده و هلیم حاصل نیز به عناصر سبک مثل لیتیم و کربن تبدیل می‌شود. توجه داریم که ستاره‌ها پس از چندین میلیون سال نورافشانی و گرما بخشی، پایداری خود را از دست داده، در انفجاری مهیب متلاشی شده و اتم‌های سنگین درون آنها در سرتاسر گیتی پراکنده می‌شود. به همین دلیل باید ستارگان را کارخانهٔ تولید عنصرها دانست.

۴) مشتری، بزرگ‌ترین سیاره موجود در سامانه خورشیدی بوده و در مقایسه با زمین، در فاصله دورتری نسبت به خورشید قرار گرفته است. این سیاره بیشتر از جنس گاز بوده و در ساختار آن هیچ عنصر فلزی وجود ندارد. چون همه عناصر موجود در گروه‌های ۳ تا ۱۲(عناصر دسته d) جدول دوره‌ای فلز هستند، می‌توان گفت هیچ عنصری از دسته d جدول دوره‌ای در سیاره مشتری دیده نمی‌شود. توجه داریم که هیدروژن و هلیم، عناصری از دسته s هستند که در ساختار مشتری به فراوانی یافت می‌شوند. کربن، اکسیژن و گوگرد نیز عناصری از دسته p جدول دوره‌ای هستند که در مشتری وجود دارند و در گروه‌های ۱۳ تا ۱۸ جدول دوره‌ای قرار گرفته‌اند.

(ماز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

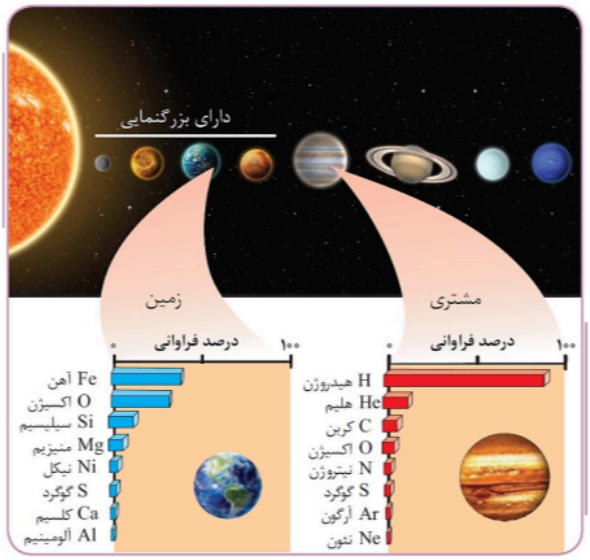
۲۰۲ عبارت‌های (آ)، (ب)، (پ) و (ت) درست هستند.

بررسی موارد:

آ: منیزیم یک عنصر فلزی است که یک نمونه طبیعی از آن شامل ایزوتوپ‌های $^{24}_{12}Mg$، $^{25}_{12}Mg$ و $^{26}_{12}Mg$ می‌شود. از میان این ایزوتوپ‌ها نیز ایزوتوپ $^{24}_{12}Mg$ دارای بالاترین درصد فراوانی است. سنگین‌ترین ایزوتوپ طبیعی منیزیم(ایزوتوپ $^{26}_{12}Mg$)، دارای ۱۴ نوترون و ۱۲ پروتون در ساختار خود است. در این ایزوتوپ، نسبت شمار نوترون‌ها به شمار پروتون‌ها تقریبا برابر با ۱/۱۶ است. توجه داریم اغلب هسته‌هایی که نسبت شمار نوترون‌ها به پروتون‌های آنها برابر یا بیش از ۱/۵ باشد، ناپایدار بوده و با گذشت زمان، متلاشی می‌شوند. به چنین ایزوتوپ‌هایی رادیوایزوتوپ گفته می‌شود. یک نمونه طبیعی از فلز منیزیم، شامل هیچ رادیوایزوتوپی نمی‌شود.

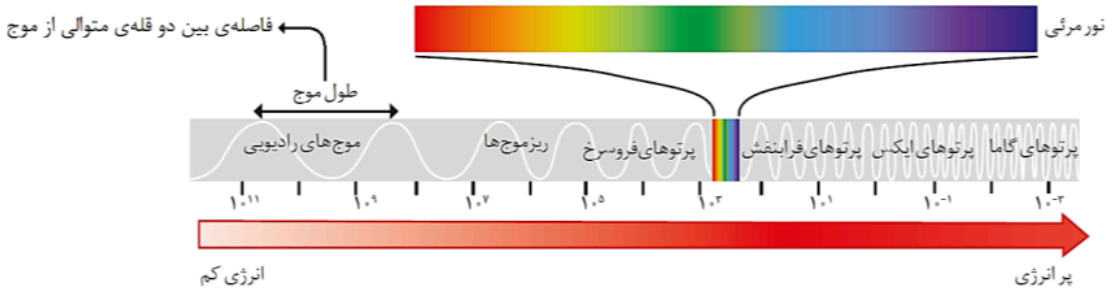
ب: عنصر هیدروژن دارای ۳ ایزوتوپ طبیعی $^{1}_{1}H$، $^{2}_{1}H$ و $^{3}_{1}H$ است. جرم سبک‌ترین ایزوتوپ این عنصر، برابر با $1/008amu$ است، پس جرم دو ایزوتوپ دیگر نیز بیشتر از این مقدار خواهد بود.

پ: در تصویر زیر، ۸ عنصر فراوان‌تر موجود در سیاره زمین و سیاره مشتری نشان داده شده است:



درصد فراوانی فراوان‌ترین عنصر سازنده مشتری(عنصر هیدروژن) در حدود ۹۰ درصد است، پس درصد فراوانی دومین عنصر فراوان موجود در این سیاره، کمتر از ۱۰ درصد بوده و تفاوت درصد فراوانی این دو عنصر، در حدود ۸۰ درصد است.

ت: نور خورشید اگرچه سفید به نظر می‌رسد، اما با عبور از قطره‌های آب موجود در هوا، تجزیه شده و گستره‌ای پیوسته از رنگ‌ها را ایجاد می‌کند. این گستره رنگی، شامل بی‌نهایت طول‌موج از رنگ‌های گوناگون است. چشم ما تنها می‌تواند گستره محدودی از نور را ببیند. به این گستره، طیف مرئی گفته می‌شود. بررسی‌ها نشان می‌دهد که نور خورشید شامل گسترهٔ بسیار بزرگ‌تری از این پرتوها است. پرتوهایی که از نوع پرتوهای الکترومغناطیسی هستند و با خود انرژی حمل می‌کند؛ به طوری که هر چه طول موج آن‌ها کوتاه‌تر باشد، انرژی بیشتری با خود حمل می‌کنند. برای مثال، پرتوهای فرابنفش و فروسرخ از جمله پرتوهای موجود در نور خورشید هستند. تصویر زیر، طیف پرتوهای الکترومغناطیسی را نشان می‌دهد:

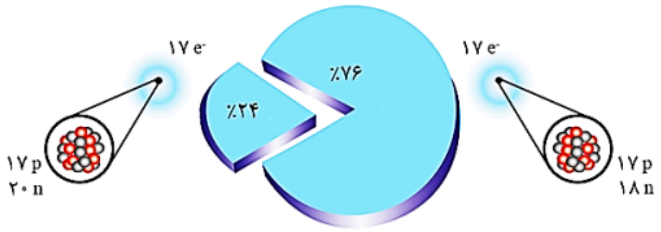


همانطور که مشخص است، ریزموج‌ها در مقایسه با پرتوهای فروسرخ دارای طول موج بلندتر و انرژی کمتری هستند. توجه داریم که به طور کلی، طول موج هر پرتو با سطح انرژی آن پرتو رابطه عکس داشته و پرتوهای پرانرژی‌تر، به مقدار بیشتری در منشور منحرف می‌شوند.

(ماز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۰۳ کلر، دارای دو ایزوتوپ طبیعی با عدد جرمی ۳۵ و ۳۷ است. از بین این دو ایزوتوپ، ایزوتوپی که جرم اتمی کمتری دارد، دارای درصد فراوانی بیشتری است. بر این اساس، یک نمونه طبیعی از کلر را می‌توان به صورت زیر نشان داد:



با توجه به تصویر بالا، بجز عبارت (ت)، سایر عبارت‌های داده شده درست هستند.

بررسی موارد:

آ: به‌طور کلی(بجز در رابطه با برخی از عناصر مثل لیتیم)، هرچه تعداد نوترون‌ها در یک ایزوتوپ کمتر بوده و در نتیجه، آن ایزوتوپ سبک‌تر باشد، پایداری بیشتری خواهد داشت. از طرفی، چون درصد فراوانی ایزوتوپ $^{35}_{17}Cl$ بیشتر از ایزوتوپ دیگر است، پس می‌توان گفت این ایزوتوپ دارای پایداری بالاتری است.

ب: هر ۱۰۰ اتم کلر در طبیعت، شامل ۲۴ اتم کلر با ۲۰ نوترون و ۷۶ اتم کلر با ۱۸ نوترون است، بنابراین می‌توان گفت نمونه مورد نظر از اتم‌های کلر مجموعا شامل $۲۴ \times ۲۰ + ۷۶ \times ۱۸ = ۱۸۴۸$ نوترون است.

پ: نسبت شمار نوترون‌ها به پروتون‌ها در هر دو ایزوتوپ کلر، کمتر از ۱/۵ است، بنابراین هر دو ایزوتوپ پایدار هستند. از طرف دیگر، هیدروژن نیز دو ایزوتوپ پایدار دارد و سایر ایزوتوپ‌های آن ناپایدار هستند.

ت: برای محاسبه جرم اتمی میانگین کلر، به صورت زیر عمل می‌کنیم:

$$\text{جرم اتمی میانگین} = \frac{(۳۷ \times ۲۴) + (۳۵ \times ۷۶)}{۱۰۰} = ۳۵/۴۸ \text{ واحد}$$

(ماز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۲۰۴ دادن پاسخ به پرسش‌های «جهان کنونی چگونه شکل گرفته است؟» و «پدیده‌های طبیعی چرا و چگونه رخ می دهند؟»، با استفاده از علوم تجربی امکان‌پذیر است. علم تجربی تلاشی گسترده را برای یافتن پاسخ این دو پرسش انجام داده است. این تلاش‌ها سبب شد تا دانش ما درباره‌ی جهان مادی افزایش یابد. امروزه ما دربارهٔ کیهان و منشأ آن اطلاعاتی داریم که نیاکانمان حتی نمی‌توانستند آنها را تصور کنند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) پس از مهبانگ، با گذشت زمان و کاهش دما، گازهای هیدروژن و هلیم تولید شده طی مهبانگ متراکم شده و مجموعه‌های گازی به نام سحابی‌ها را ایجاد کرد. بعدها این سحابی‌ها سبب پیدایش ستاره‌ها و کهکشان‌ها شدند. روند مورد نظر را به صورت زیر می‌توان نشان داد:

مهبانگ ← پیدایش ذره‌های زیراتمی e ، p و n ← هیدروژن ← سحابی‌ها
هیدروژن ↓ هلیم ↓
عنصرهای سبک مانند لیتیم، کربن و ... ← عنصرهای سنگین‌تر مانند آهن، طلا و ...

۲) خورشید نزدیک‌ترین ستاره به زمین است که دمای بسیار بالایی دارد. انرژی گرمایی و نور خیره‌کنندهٔ خورشید، به دلیل تبدیل هیدروژن(عنصر سبک‌تر) به هلیم(عنصر سنگین‌تر) در واکنش‌های هسته‌ای است. توجه داریم که در واکنش‌های هسته‌ای، انرژی هنگفتی آزاد می‌شود. معادله این واکنش‌ها را به صورت زیر می‌توان نشان داد:

$$\text{هیدروژن} \longrightarrow \text{هلیم} + \text{انرژی}$$

۴) شیمی‌دان‌ها ماده‌ای را عنصر می‌نامند که یک نمونه از آن، فقط از یک نوع اتم با عدد اتمی(Z) یکسان تشکیل شده باشد. توجه داریم که برخی از اتم‌های موجود در هر نمونه از یک عنصر، جرم اتمی متفاوتی داشته و نسبت به یکدیگر ایزوتوپ نامیده می‌شوند. ایزوتوپ‌های یک عنصر عدد اتمی مشابه و عدد جرمی متفاوتی دارند.

(ماز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

۲۰۵ ایزوتوپ‌ها، اتم‌هایی از یک عنصر خاص هستند که جرم اتمی متفاوتی نسبت به یکدیگر دارند، اما در خواص شیمیایی مشابه یکدیگر هستند. اگر فراوانی ایزوتوپ‌ها با جرم‌های اتمی $۵۰\,amu$، $۵۲\,amu$، $۵۳\,amu$ و $۵۴\,amu$ را به ترتیب با $F_۱$، $F_۲$، $F_۳$ و $F_۴$ نشان دهیم، خواهیم داشت:

$$F_۱ + F_۲ + F_۳ + F_۴ = ۱۰۰$$

$$F_۲ = ۸۴ \quad و \quad F_۳ = F_۴ + ۷ \rightarrow F_۱ + ۸۴ + (F_۴ + ۷) + F_۴ = ۱۰۰ \rightarrow F_۱ + ۲F_۴ = ۹ \quad (۱)$$

بنابراین جرم اتمی میانگین کروم برابر است با:

$$M = \frac{M_۱F_۱ + M_۲F_۲ + M_۳F_۳ + M_۴F_۴}{۱۰۰} = \frac{۵۰F_۱ + ۵۲(۸۴) + ۵۳(F_۴ + ۷) + ۵۴F_۴}{۱۰۰} = ۵۲/۰۶۵$$

$$\rightarrow ۵۲۰۶/۵ = ۵۰F_۱ + ۴۳۶۸ + ۵۳F_۴ + ۳۷۱ + ۵۴F_۴$$

$$\rightarrow ۵۰F_۱ + ۱۰۷F_۴ = ۴۶۷/۵ \quad (۲)$$

از جایگذاری رابطهٔ (۱) در رابطهٔ (۲) خواهیم داشت:

$$۵۰(۹ - ۲F_۴) + ۱۰۷F_۴ = ۴۶۷/۵ \Longrightarrow ۷F_۴ = ۱۷/۵ \Longrightarrow F_۴ = ۲/۵$$

در نتیجه فراوانی سبک‌ترین ایزوتوپ کروم برابر خواهد بود با:

$$F_۱ = ۹ - ۲F_۴ = ۹ - ۲(۲/۵) = ۴$$

با توجه به محاسبات بالا، درصد فراوانی سبک‌ترین ایزوتوپ کروم برابر با ۴ درصد است.

(ماز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۲۰۶ 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.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) 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 تایید می‌شود.

تصویر زیر نمایی از اسکن تیروئید را نشان می‌دهد:



تصویر غدهٔ تیروئید سالم | تصویر غدهٔ تیروئید ناسالم

همانطور که مشخص است، در این بیمار، یکی از بخش‌های غده تیروئید نسبتا سالم است اما بخش دیگر این غده بیمار شده و ید به همراه تکنسیم را به مقدار خیلی کمتری جذب کرده است.

۳) پروتون، همانند الکترون و نوترون، نوعی ذره زیراتمی است. توجه داریم که نماد پروتون به صورت $_{۱}^{۱}p^{+}$ است. جرم تقریبی این ذره زیراتمی معادل با $۱\,amu$ بوده و بار نسبی آن برابر با ۱+ است.

۴) کیمیاگری(تبدیل عنصرهای دیگر به طلا) آرزوی دیرینهٔ بشر بوده است. امروزه با پیشرفت علم شیمی و فیزیک، انسان می‌تواند طی واکنش‌های هسته‌ای و با استفاده از سایر عناصر، طلا تولید کند اما هزینهٔ تولید آن به اندازه‌ای زیاد است که صرفهٔ اقتصادی ندارد.

(ماز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

۲۰۷ عبارت‌های (پ) و (ت) درست هستند.

بررسی موارد:

آ: عنصری با عدد اتمی ۳۱، معادل با گالیم بوده و در گروه شماره ۱۳ از تناوب چهارم قرار گرفته است. این عنصر، در خانه زیرین فلز آلومینیم قرار داشته و خواص شیمیایی آن به صورت کلی مشابه آلومینیم است. بر این اساس، می‌توان گفت بار الکتریکی یون پایدار حاصل از این عنصر، مشابه آلومینیم است. با توجه به توضیحات داده شده، می‌توان گفت فلز گالیم در واکنش با نافلزها، همانند اتم آلومینیم، کاتیونی با بار الکتریکی ۳+ را ایجاد می‌کند.

ب: اتم فلوئور، در واکنش با فلزها، یک الکترون گرفته و بار منفی پیدا می‌کند. اتم فلوئور، در ساختار خود دارای ۹ الکترون بوده و پس از گرفتن یک الکترون، در مجموع دارای ۱۰ الکترون خواهد شد. بر این اساس، می‌توان گفت طی این فرایند جرم الکترون‌های موجود در اتم فلوئور بیش از ۱۰٪ افزایش پیدا می‌کند. در این رابطه داریم:

$$\text{درصد افزایش جرم الکترون‌ها} = \frac{\text{تعداد اولیه الکترون‌ها} - \text{تعداد الکترون نهایی}}{\text{تعداد اولیه الکترون‌ها}} \times ۱۰۰ = \frac{۱۰ - ۹}{۹} \times ۱۰۰ = ۱۱/۱ \text{ درصد}$$

پ: نوترون، برخلاف الکترون و پروتون، یک ذره زیراتمی بدون بار است. جرم یک عدد از این ذره زیراتمی، در حدود $۰/۰۰۱۴amu$ در مقایسه با هر پروتون، بیشتر است.

ت: کربن با عدد اتمی ۶ و عدد جرمی ۱۲، عنصری است که از آن در ایجاد مقیاس amu استفاده شده است. عنصر کربن، متعلق به گروه شماره ۱۴ از تناوب دوم جدول دوره‌ای است.

(ماز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۲۰۸ در هر خانه از جدول دوره‌ای امروزی، برخی اطلاعات شیمیایی مربوط به عناصر مانند نماد شیمیایی، نام عنصر، عدداتمی و جرم اتمی میانگین(نه عددجرمی) نوشته می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) از آن‌جا که در پسماند راکتورهای اتمی هنوز عناصر پرتوزا وجود دارند، این پسماند هنوز خاصیت پرتوزایی داشته و خطرناک است. به همین خاطر، دفع پسماند حاصل از راکتورهای اتمی، از جمله چالش‌های صنایع هسته‌ای به شمار می‌رود.

۳) پرتوهایی که از خورشید به سمت زمین گسیل می‌شوند، جزو امواج الکترومغناطیس هستند. نور بنفش، گستره محدودی از این امواج را شامل می‌شود که در میان امواج مرئی، بیشترین انرژی را دارد، اما نسبت به سایر امواج مانند پرتو X، اشعه گاما و ...، انرژی کمتری دارد.

۴) هر یک از عناصر موجود در جدول دوره‌ای، دارای نماد یک یا دو حرفی است. بریلیم دارای نماد شیمیایی Be بوده و متعلق به تناوب دوم است. عنصرهای موجود در دورهٔ سوم جدول تناوبی عبارتند از:

$$Na\,,Mg\,,Al\,,Si\,,P\,,S\,,Cl\,,Ar$$

از هشت عنصر این دوره، شش عنصر نماد شیمیایی دو حرفی دارند، پس داریم:

$$\text{درصد عناصر با نماد دو حرفی} = \frac{۶}{۸} \times ۱۰۰ = ۷۵٪$$

(ماز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۰۹ عبارت‌های (آ) و (پ) درست هستند.

بررسی موارد:

آ: از میان ۱۱۸ عنصر شناخته شده موجود در جدول تناوبی، ۲۶ عنصر به صورت ساختگی تولید شده و ۹۲ عنصر به صورت طبیعی وجود دارند.

ب: از تکنسیم در تصویربرداری از غده‌ی تیروئید استفاده می‌شود؛ چرا که یون یدید(I^-) با یونی که حاوی تکنسیم است، اندازه‌ی مشابهی دارد و تیروئید هنگام جذب یون یدید از خون، این یون را نیز جذب می‌کند. نکته‌ی مهم در این رابطه آن است که غده‌ی تیروئید خود تکنسیم را به طور مستقیم جذب نمی‌کند بلکه یونی را جذب می‌کند که از لحاظ اندازه، مشابه به یون یدید بوده و اتم‌های تکنسیم نیز به همراه سایر اتم‌ها در آن وجود دارند.

پ: فراوان‌ترین عنصر موجود در سیاره زمین، آهن است. آهن در گروه ۸ و دوره چهارم از جدول تناوبی جای دارد و عدد اتمی آن برابر با ۲۶ است. در هسته هر اتم از آهن، ۲۶ پروتون وجود دارد.

ت: اورانیم شناخته‌شده‌ترین فلز پرتوزایی است که یکی از ایزوتوپ‌های آن، اغلب به عنوان سوخت در راکتورهای اتمی استفاده می‌شود. این ایزوتوپ اورانیم، معادل با $^{۲۳۵}_{۹۲}U$ بوده که درصد فراوانی آن در مخلوط طبیعی از ۰/۷ درصد کمتر است. الکترون، ذره‌ای زیراتمی با بار نسبی ۱- بوده و جرمی در حدود $\frac{۱}{۲۰۰۰}amu$ دارد؛ درنتیجه نسبت جرمی خواسته شده در سوال برابر است با:

$$A = \frac{\text{جرم اتمی ایزوتوپ اورانیم}}{\text{جرم یک الکترون}} \Rightarrow A = \frac{۲۳۵\ amu}{\frac{۱}{۲۰۰۰}\ amu} \Rightarrow A = ۴۷۰۰۰۰ \text{ برابر}$$

جدول زیر اطلاعات مهم مربوط به ذرات زیراتمی را نشان می‌دهد:

نام ذره	نماد	بار الکتریکی نسبی	جرم (amu)	جرم (g)
الکترون	$^{۰}_{-۱}e$	-۱	۰/۰۰۰۵	$۹/۱۰۹\times۱۰^{-۲۸}$
پروتون	$^{۱}_{+۱}p$	+۱	۱/۰۰۷۳	$۱/۶۷۳\times۱۰^{-۲۴}$
نوترون	$^{۱}_{۰}n$	۰	۱/۰۰۸۷	$۱/۶۷۵\times۱۰^{-۲۴}$

(ماز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

۲۱۰ پروتون، همانند نوترون و الکترون، یکی از ذرات زیراتمی به شمار می‌رود. این ذرهٔ زیراتمی با نماد $_{1}^{1}p^{+}$ نشان داده شده و جرم آن حدودا ۲۰۰۰ برابر جرم هر الکترون است. توجه داریم که نوترون نیز از جمله ذرات زیراتمی موجود در هسته اتم بوده و جرم این ذره زیراتمی نیز تقریبا ۲۰۰۰ برابر جرم هر الکترون است. جرم هر نوترون، کمی بیشتر از جرم هر پروتون است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) جدول زیر، انواع ایزوتوپ‌های طبیعی و ساختگی عنصر هیدروژن و درصد فراوانی هریک از این ایزوتوپ‌ها را نشان می‌دهد:

ایزوتوپ	$_{1}^{1}H$	$_{1}^{2}H$	$_{1}^{3}H$	$_{1}^{4}H$	$_{1}^{5}H$	$_{1}^{6}H$	$_{1}^{7}H$
نیم عمر	پایدار	پایدار	۱۲/۳۲ سال	$۱/۴\times۱۰^{-۲۲}$ ثانیه	$۹/۱\times۱۰^{-۲۲}$ ثانیه	$۲/۹\times۱۰^{-۲۲}$ ثانیه	$۲/۳\times۱۰^{-۲۳}$ ثانیه
درصد فراوانی در طبیعت	۹۹/۹۸۸۵ (طبیعی)	۰/۰۱۱۴ (طبیعی)	ناچیز (طبیعی)	۰ (ساختگی)	۰ (ساختگی)	۰ (ساختگی)	۰ (ساختگی)

همانطور که مشخص است، ایزوتوپ $_{1}^{3}H$ در یک نمونه طبیعی از هیدروژن وجود داشته و ناپایدار است درحالی که سایر ایزوتوپ‌های طبیعی هیدروژن در یک نمونه از این عنصر پایدار بوده و به مرور زمان دچار فروپاشی نمی‌شوند.

۳) نیلز بور، مدل لایه‌ای اتم‌ها را معرفی کرد. در این مدل، الکترون‌ها در لایه‌های دایره‌ای شکل در اطراف اتم حرکت کرده و انرژی هریک از آن‌ها در اتم، با افزایش فاصله از هسته فزونی می‌یابد. اگرچه مدل بور با موفقیت توانست طیف نشری خطی عنصر هیدروژن را توجیه کند، اما توانایی توجیه طیف نشری خطی دیگر عنصرهای موجود در جدول تناوبی از جمله هلیم و لیتیم را نداشت. بر این اساس، دانشمندان پس از بور، مدل کوانتومی(یا همان مدل لایه‌ای) را برای ساختار اتم پیشنهاد دادند. این مدل جدید، دارای تعاریفی از جمله زیرلایه و ... بوده و توانایی توجیه طیف نشری خطی سایر عنصرهای موجود در جدول تناوبی از جمله هلیم و لیتیم را داشت.

۴) پس از عبور دادن نور قرمز رنگ حاصل از شعله فلز لیتیم از منشور، یک طیف نشری خطی با ۴ خط رنگی ایجاد می‌شود. طیف نشری خطی حاصل از لیتیم به صورت زیر است:



جدول زیر، رنگ شعله حاصل از برخی عناصر فلزی مثل مس، لیتیم و سدیم و ترکیبات یونی حاصل از این عناصر را نشان می‌دهد:

سبز	زرد	سرخ
فلز مس	فلز سدیم	فلز لیتیم
مس (II) سولفات	سدیم سولفات	لیتیم سولفات
مس (II) کلرید	سدیم کلرید	لیتیم کلرید
مس (II) نیترات	سدیم نیترات	لیتیم نیترات

با توجه به داده‌های موجود در این جدول، رنگ شعله حاصل از یک عنصر فلزی، مشابه به رنگ شعله حاصل از ترکیبات یونی آن عنصر فلزی است.

(ماز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۱۱ با توجه به بار این یون، داریم:

$$n-e=۲۲ \xrightarrow{e-p=۲} n-p=۲۴$$

با توجه به معادله فوق، شمار نوترون‌ها و پروتون‌های موجود در این یون را محاسبه می‌کنیم.

$$\begin{cases} n+p=۱۲۸ \\ n-p=۲۴ \end{cases} \Rightarrow ۲n=۱۵۲ \Rightarrow n=۷۶ \quad و \quad p=۵۲$$

با توجه به محاسبات انجام شده، نماد این عنصر به صورت $^{۱۲۸}_{۵۲}X$ خواهد بود. برای پیدا کردن شماره گروه و تناوب این عنصر، باید موقعیت اولین گاز نجیب بعد از آن را پیدا کنیم. نماد گازهای نجیب موجود در جدول تناوبی به صورت زیر است:

شماره تناوب	۱	۲	۳	٤	٥	٦
شماره گروه	۱۸	۱۸	۱۸	۱۸	۱۸	۱۸
نماد گاز نجیب	$_{۲}He$	$_{۱۰}Ne$	$_{۱۸}Ar$	$_{۳٦}Kr$	$_{٥٤}Xe$	$_{۸٦}Rn$

از آنجا که عدد اتمی عنصر X بین عدد اتمی گازهای نجیب موجود در انتهای تناوب‌های چهارم و پنجم قرار می‌گیرد، پس می‌توان گفت این عنصر متعلق به تناوب پنجم جدول دوره‌ای است. از طرفی، چون عدد اتمی عنصر X به اندازه ۲ واحد کمتر از عدد اتمی عنصر $_{۵۴}Xe$ است، پس می‌توان گفت این عنصر در گروه شانزدهم قرار دارد. با توجه به موقعیت عنصر X در جدول تناوبی، می‌توان گفت در هریک از زیرلایه‌های $۱s$، $۲s$، $۳s$، $۴s$ و $۵s$ از اتم‌های این عنصر، ۲ الکترون جای داشته و هر اتم X در مجموع دارای ۱۰ الکترون با $l=۰$ است.

(ماز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۲۱۲ عبارت‌های (آ) و (پ) درست‌اند.

بررسی موارد:

آ: آرایش الکترونی دو یون داده شده به صورت زیر است:

$$_{۲۹}X^{+}: [_{۱۰}Ne]\ ۳s^{۲}\ ۳p^{۶}\ ۳d^{۱۰} \quad و \quad _{۳۵}Y^{-}: ۱s^{۲}\ ۲s^{۲}\ ۲p^{۶} ۳s^{۲} ۳p^{۶}\ ۳d^{۱۰} ۴s^{۲}\ ۴p^{۶}$$

توجه داریم که گونه X معادل با فلز مس است. همانطور که می‌بینید، در لایه سوم یون $_{۲۹}X^{+}$ تعداد ۱۸ الکترون وجود دارد و در یون $_{۳۵}Y^{-}$ نیز $۳\times ۶=۱۸$ الکترون با $l=۱$ داریم.

نارسایی قاعده آفبا در برخی عناصر

آرایش الکترونی عناصر کروم($_{۲۴}Cr$) و مس($_{۲۹}Cu$) و سایر عناصر هم‌گروه با آن‌ها(عناصر موجود در گروه‌های ۶ و ۱۱) از تناوب پنجم، از قاعده آفبا پیروی نمی‌کند. آرایش الکترونی عناصر موجود در گروه ۶ به $(n-۱)d^{۵}ns^{۱}$ و آرایش الکترونی عناصر موجود در گروه ۱۱ به $(n-۱)d^{۱۰}ns^{۱}$ ختم می‌شود. همانطور که مشخص است، این عناصر تنها دارای یک الکترون در زیرلایه s خارجی‌ترین لایه خود هستند.

ب: در طیف‌های نشری خطی لیتیم و هلیم، بیشترین طول موج(کم‌ترین مقدار انرژی) به نوار قرمز رنگ مربوط است. طیف نشری-خطی عنصر لیتیم به صورت زیر خواهد بود:



پ: در مقیاس اندازه‌گیری جرم اتم‌ها از ایزوتوپ کربن-۱۲ (ایزوتوپی با نماد $^{۱۲}_{۶}C$) استفاده می‌شود که در آن ۶ پروتون، ۶ الکترون و $۶=(۱۲-۶)$ نوترون وجود دارد. به عبارت دیگر، در این ایزوتوپ تعداد ذره‌های بدون بار(نوترون) نصف تعداد ذره‌های زیراتمی باردار(پروتون و الکترون) است.

ت: تمام عناصر گروه چهاردهم جدول دوره‌ای، در دستهٔ p قرار دارند؛ بنابراین عدد کوانتومی فرعی آخرین زیرلایهٔ اشغال شده آن‌ها $l=۱$ است. آرایش الکترونی همه این عناصر به زیرلایه $np^{۲}$ ختم می‌شود. در نقطه مقابل، عدد کوانتومی فرعی آخرین زیرلایه اشغال شده در اتم‌های سازنده عنصر هلیم $l=۰$ و در سایر گازهای نجیب $l=۱$ است.

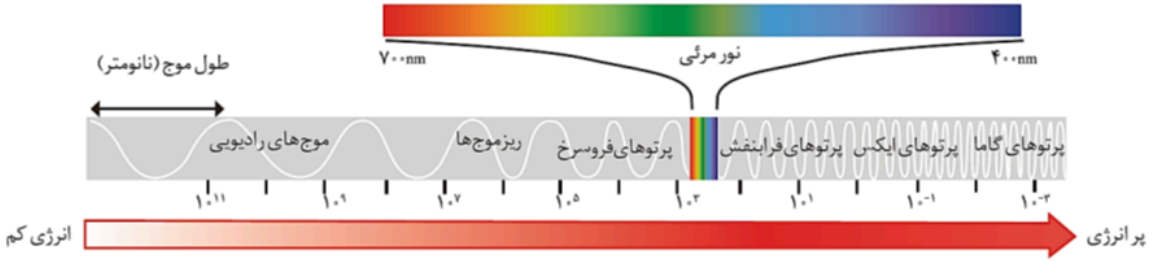
(ماز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۱۳ اتم‌ها با گرفتن انرژی، الکترون‌های خود را برانگیخته کرده و سطح انرژی آن‌ها افزایش پیدا می‌کند. طیف نشری خطی عناصر حاصل برگشت الکترون‌های برانگیخته شده از لایه‌های بالاتر به حالت پایه و یا لایه‌های پایین‌تر است. طی این فرایند، مقداری انرژی آزاد شده و این انرژی آزاد شده، به صورت پرتوهای الکترومغناطیسی دیده می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) نور خورشید شامل گستره‌ای از پرتوهای الکترومغناطیسی بوده که نور مرئی تنها بخشی از آن است. یکی از ویژگی‌های این پرتوها، طول موج بوده که با انرژی پرتو، رابطه عکس دارد. تصویر زیر نمایی از پرتوهای الکترومغناطیسی و مقایسه سطح انرژی آن‌ها را نمایش می‌دهد.



همانطور که مشخص است، طول موج پرتوهای ایکس از پرتوهای گاما بیشتر و از نور فرابنفش کمتر است.

۲) تجربه نشان می‌دهد که بسیاری از نمک‌ها شعله رنگی دارند، به طوری که اگر مقداری از محلول نمک را با افشانه روی شعله بپاشیم، رنگ شعله تغییر می‌کند. در واقع با افشاندن مقداری از محلول یک نمک بر روی شعله آتش، می‌توان به حضور فلز موجود در محلول پی برد. شعله ترکیب‌های سدیم، لیتیم و مس هر یک رنگ منحصربه‌فردی دارد و رنگ نشرشده از هر یک، فقط باریکه بسیار کوتاهی از گستره طیف مرئی را دربرمی‌گیرد. توجه داریم که از این روش، نمی‌توان برای تشخیص گونه‌های مولکولی فاقد اتم فلزی مانند اوزون استفاده کرد.

۳) عنصر گوگرد در اثر سوختن، باعث ایجاد نور آبی پررنگ می‌شود. لیتیم نیز در هنگام گرفتن روی شعله آتش، باعث ایجاد رنگ قرمز می‌شود. امواج مرئی قرمز رنگ نسبت به امواج آبی، انرژی کمتر و طول موج بلندتری دارند.

(ماز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

۲۱۴ عبارت‌های (آ)، (پ) و (ت) درست هستند.

بررسی موارد:

آ: عدد اتمی عنصر ${}^{۵}_{۲۲}B$ بین ۱۸(عدد اتمی گاز نجیب دوره سوم) و ۳۶(گاز نجیب دوره چهارم) قرار داشته، پس این عنصر در دوره چهارم جدول جای گرفته است. برای تعیین شمار گروه این عنصر از فرمول زیر استفاده می‌کنیم:

(عدد اتمی عنصر موردنظر - عدد اتمی گاز نجیب هم دوره عنصر) - ۱۸ = شماره گروه

${}^{۵}_{۲۲}B : ۱۸ - (۳۶ - ۲۲) = ۴$

پس این عنصر در دوره و گروه چهارم جدول تناوبی جای داشته و معادل با تیتانیم است.

ب: آرایش الکترونی این اتم‌ها به صورت زیر است:

${}_{۲۴}A : ۱s^۲ ۲s^۲ ۲p^۶ ۳s^۲ ۳p^۶ ۳d^۵ ۴s^۱$

${}_{۲۲}B : ۱s^۲ ۲s^۲ ۲p^۶ ۳s^۲ ۳p^۶ ۳d^۲ ۴s^۲$

${}_{۳۵}C : ۱s^۲ ۲s^۲ ۲p^۶ ۳s^۲ ۳p^۶ ۳d^{۱۰} ۴s^۲ ۴p^۵$

ظرفیت لایه‌های الکترونی از رابطه $۲n^۲$ محاسبه می‌شود که n در آن معادل شماره لایه است. بر این اساس، می‌توان گفت لایه‌ای با حداکثر ظرفیت ۳۲ الکترون، معادل لایه الکترونی چهارم است. همانطور که مشخص است، عناصر A،B و C در این لایه الکترونی به ترتیب دارای ۱، ۲ و ۷ الکترون هستند.

پ: عدد کوانتومی ۱ معادل زیرلایه p است و با توجه به آرایش‌های الکترونی عناصر A، B و C، این عناصر در زیرلایه‌های مورد نظر به ترتیب دارای ۱۲، ۱۲ و ۱۷ الکترون هستند.

ت: یون C^- معادل یون برمید بوده که با گرفتن یک الکترون به آرایش گاز نجیب بعد از خود(${}_{۳۶}Kr$) رسیده و همه زیرلایه‌های آن پر است. آرایش الکترونی این یون به صورت زیر خواهد بود:

${}_{۳۵}C^- : ۱s^۲ ۲s^۲ ۲p^۶ ۳s^۲ ۳p^۶ ۳d^{۱۰} ۴s^۲ ۴p^۶$

ث: ایزوتوپ‌های یک عنصر دارای عدد اتمی(Z) یکسان اما عدد جرمی(A) متفاوت هستند. به دیگر سخن ایزوتوپ‌ها، اتم‌های یک عنصر هستند که در شمار نوترون‌ها تفاوت دارند. از آنجا که خواص شیمیایی اتم‌های هر عنصر به عدد اتمی آن وابسته است، ایزوتوپ‌های یک عنصر همگی خواص شیمیایی یکسانی دارند و در جدول دوره‌ای عنصرها تنها یک مکان را اشغال می‌کنند. این درحالی است که همین ایزوتوپ‌ها در خواص فیزیکی وابسته به جرم، مانند چگالی با یکدیگر تفاوت دارند. با توجه به توضیحات داده شده، این دو عنصر ایزوتوپ یکدیگر نیستند؛ زیرا تعداد پروتون متفاوتی در هسته خود دارند.

(ماز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۱۵ الکترون‌های موجود در هر اتم برای گرفتن یا از دست دادن انرژی هنگام انتقال بین لایه‌ها، فقط می‌توانند مقادیر معین و مشخصی از انرژی را مبادله کنند. برای نمونه، هنگامی که به اتم‌های گازی یک عنصر با تابش نور یا گرم کردن انرژی داده می‌شود، الکترون‌ها با جذب انرژی معین از لایه‌ای به لایهٔ بالاتر انتقال می‌یابند. با این توصیف، انرژی داد و ستد شده هنگام انتقال الکترون‌ها در اتم، کوانتومی بوده و انرژی در پیمانه‌های معینی جذب یا نشر می‌شود. به همین دلیل، چنین ساختاری را برای اتم، مدل کوانتومی اتم نامیده‌اند. براساس این مدل، الکترون‌ها در هر لایه، آرایش و انرژی معینی دارند و اتم از پایداری نسبی برخوردار است، به طوری که گفته می‌شود اتم در حالت پایه قرار دارد. در این ساختار، انرژی الکترون‌ها در اتم با افزایش فاصله از هسته فزونی می‌یابد. حال اگر به اتم در حالت پایه انرژی داده شود، الکترون‌های آن اتم با جذب انرژی به لایه‌های بالاتر انتقال می‌یابند. به اتم‌ها در چنین حالتی، اتم‌های برانگیخته می‌گویند.

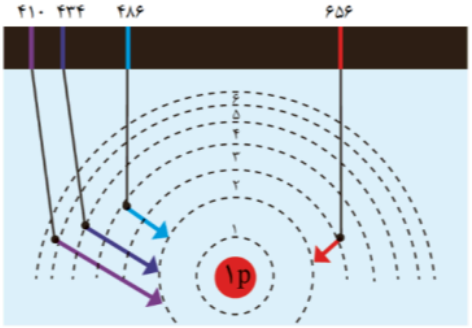
بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) شعله فلز سدیم(سومین عنصر موجود در گروه اول) به رنگ زرد و شعله فلز لیتیم به رنگ قرمز دیده می‌شود. اگر نور حاصل از شعله این فلزها را از یک منشور عبور بدهیم، طیف نشری-خطی این عناصر که فقط شامل چندین طول موج مختلف است تشکیل می‌شود. بر این اساس، می‌توان گفت نور گسیل شده از شعله عناصر فلزی، فقط باریکه کوتاهی از گستره طیف مرئی را در بر می‌گیرد.

۲) یک لایه با عدد کوانتومی اصلی n، شامل زیرلایه‌های الکترونی با عدد کوانتومی فرعی صفر تا $n-1$ می‌شود. بر این اساس، می‌توان گفت لایه $n=3$ دارای زیرلایه‌هایی با عدد کوانتومی فرعی(l) بین صفر تا ۲ می‌شود. زیرلایه‌ای با $l=2$ از لایه سوم الکترونی، معادل با زیرلایهٔ $3d$ است. یک زیرلایه با عدد کوانتومی فرعی l نیز حداکثر دارای گنجایش $4l+2$ الکترون در ساختار خود است. با توجه به توضیحات داده شده، زیرلایهٔ الکترونی $3d$ حداکثر گنجایش ۱۰ الکترون را داشته و پس از زیرلایه $4s$ شروع به پر شدن می‌کند. حداکثر گنجایش الکترونی زیرلایه‌های مختلف به شرح جدول زیر است:

زیرلایه	s	p	d	f	g
عدد کوانتومی فرعی(l)	۰	۱	۲	۳	٤
حداکثر گنجایش الکترونی	۲	٦	۱۰	١٤	۱۸

۳) در اتم هیدروژن، با انتقال الکترون از لایه‌های بالاتر به لایه $n=2$، پرتوهای مرئی گسیل می‌شود. تصویر زیر، انواع انتقالات الکترونی ممکن و پرتوهای مرئی گسیل شده را در این اتم نشان می‌دهد:



با انتقال الکترون از لایه $n=4$ به لایه $n=2$ در اتم هیدروژن، یک پرتو با طول موج $486nm$ گسیل می‌شود. از آنجاکه انرژی لایه‌های الکترونی پیرامون هسته هر اتم ویژهٔ همان اتم بوده و به عدد اتمی آن وابسته است، انرژی لایه‌ها و تفاوت انرژی میان آنها در اتم عنصرهای گوناگون، متفاوت است؛ بنابراین انتظار می‌رود هر عنصر، طیف نشری-خطی منحصر به فردی ایجاد کند. بر همین اساس، می‌توان گفت طول موج پرتو حاصل از انتقال الکترون از لایه $n=4$ به لایه $n=2$ در اتم هلیم، برابر با ۴۸۶ نانومتر نخواهد بود.

(ماز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۱۶ الکترون‌هایی با $n+l=۴$ در زیرلایه‌های $۴s$ و $۳p$ دیده می‌شوند. هم‌چنین الکترون‌هایی با $n+l=۵$، موجود در زیرلایه‌های $۵s$، $۴p$ و $۳d$ هستند. اگر زیرلایه‌های $۴s$ و $۳p$ در ساختار یک اتم تکمیل باشند، مجموعا ۸ الکترون دارند و با توجه به ۲ برابر بودن شمار این الکترون‌ها طبق فرض سوال، زیرلایه $۳d$ که زودتر از دو زیرلایهٔ $۵s$ و $۴p$ پر می‌شود، باید ۴ الکترون داشته‌باشد. پس حداکثر تعداد الکترون‌هایی با $n+l=۵$ در این گونه، برابر با ۴ است. بر این اساس، می‌توان نتیجه گرفت که عنصر X در حال پر کردن زیرلایه d خود است اما اگر زیرلایه $۳d$ دارای ۴ الکترون باشد، زیرلایهٔ $۴s$ نمی‌تواند دو الکترون داشته باشد. از آن‌جا که گونه مورد نظر ما، یون ۳ بار مثبت است، می‌توان گفت در زیرلایه $۴s$ خود الکترونی ندارد، پس الکترون‌هایی با $n+l=۴$ در این یون، فقط در زیرلایه $۳p$(مجموعا ۶ الکترون) وجود دارند. شمار این الکترون‌ها دو برابر شمار الکترون‌ها با $n+l=۵$ است؛ پس در زیرلایه $۳d$ نیز ۳ الکترون وجود دارد. پس می‌توان نوشت:

$$X^{۳+}: [Ar]۳d^{۳} \Rightarrow X: [Ar]۳d^{۵}\ ۴s^{۱}$$

بنابراین عنصر مورد نظر، معادل با عنصر فلزی کروم است. کروم دارای دو زیرلایه نیمه‌پر $۴s^{۱}$ و $۳d^{۵}$ است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۲) کروم، دارای نماد شیمیایی دو حرفی است. در واکنش ۱-هگزن مایع با هیدروژن، هگزان مایع تولید می‌شود. کاتالیزگر این واکنش، نیکل است. توجه داریم که نیکل یک عنصر فلزی بوده و عدد اتمی آن برابر با ۲۸ خواهد بود.

۳) کروم در گروه ۶ جدول تناوبی و تکنسیم در گروه ۷ جدول تناوبی قرار دارد، پس این دو عنصر هم‌گروه نیستند.

۴) الکترون‌های ظرفیتی عناصر دسته d، در دو زیرلایه ns و $(n-۱)d$ قرار دارند، پس می‌توان گفت این الکترون‌ها در دو لایه متفاوت قرار دارند.

(ماز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۲۱۷ جرم مولی ترکیب داده شده برابر با $۱۶n+۲۸$ گرم می‌شود. با توجه به تعداد اتم‌های اکسیژن موجود در ساختار مولکولی ترکیب داده شده(n) و جرم این ترکیب، می‌توان نوشت:

$$۳/۰۱\times۱۰^{۲۳}\ O\ \text{اتم} = ۱۰/۸\ g\ N_۲O_n \times \frac{۱\ mol\ N_۲O_n}{۲۸+۱۶n\ g\ N_۲O_n} \times \frac{n\ mol\ O}{۱\ mol\ N_۲O_n} \times \frac{۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}\ O\ \text{اتم}}{۱\ mol\ O} \Longrightarrow n=۵$$

اکنون جرم هر مول از ترکیب $BrCl_۵$ را به دست می‌آوریم:

$$BrCl_۵\ \text{جرم مولی} = \text{جرم مولی برم} + ۵\times\text{جرم مولی کلر} = ۸۰+۵\times۳۵/۵ = ۲۵۷/۵$$

هر مول $BrCl_۵$، شامل ۶ مول اتم در ساختار مولکولی خود می‌شود. مقدار ۳ مول از گاز کربن مونوکسید(معادل با ۸۴ گرم گاز کربن مونوکسید) نیز شامل ۶ مول اتم در ساختار خود خواهد شد.

(ماز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۲۱۸ در یون پایدار $X^{۲-}$، تعداد الکترون‌هایی با $l=۱$(الکترون‌های موجود در زیرلایه‌های p)، دو برابر تعداد الکترون‌هایی با $l=۰$(الکترون‌های موجود در زیرلایه‌های s) است. بر این اساس، می‌توان گفت آرایش الکترونی یون مورد نظر مشابه به آرایش الکترونی گاز آرگون است. آرایش الکترونی گاز آرگون به صورت زیر است:

$$_{۱۸}Ar: ۱s^{۲}۲s^{۲}۲p^{۶}۳s^{۲}۳p^{۶}$$

در هر اتم آرگون، ۱۲ الکترون در زیرلایه‌های p و ۶ الکترون در زیرلایه‌های s وجود دارد. بر این اساس، می‌توان گفت یون $X^{۲-}$ دارای ۱۸ الکترون است، پس اتم X دارای ۱۶ الکترون بوده و عدد اتمی آن برابر با ۱۶ است. چون در اتم X تعداد نوترون‌ها و پروتون‌ها با هم برابر است، پس عدد جرمی این عنصر برابر با ۳۲ بوده و جرم مولی آن نیز برابر با ۳۲ گرم می‌شود. با توجه به توضیحات داده شده، جرم مولی گونه $XF_۴$ برابر با ۱۰۸ گرم بر مول می‌شود. بر این اساس، داریم:

$$?\ atom\ F = ۲/۷\ g\ XF_۴ \times \frac{۱\ mol\ XF_۴}{۱۰۸\ g\ XF_۴} \times \frac{۴\ mol\ F}{۱\ mol\ XF_۴} \times \frac{۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}\ atom\ F}{۱\ mol\ F} = ۶/۰۲\times۱۰^{۲۲}\ atom$$

با توجه به محاسبات انجام شده، نمونه مورد نظر شامل $۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}$ اتم فلوئور می‌شود.

(ماز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۱۹ عبارت‌های (پ) و (ت) درست هستند.

بررسی موارد:

آ: مدل اتمی بور، فقط توانایی توجیه طیف نشری-خطی هیدروژن را داشت؛ درحالی که مدل لایه‌ای اتم، توانایی توجیه طیف نشری-خطی هیدروژن و سایر اتم‌های موجود در جدول تناوبی را داشت.

ب: لایه‌های دوم و سوم الکترونی در اتم‌ها، یکپارچه نبوده و هر کدام از آن‌ها، شامل چندین زیرلایه مجزا می‌شوند. دومین لایه الکترونی از دو زیرلایه الکترونی $2s$ و $2p$ تشکیل شده و سومین لایه الکترونی نیز از سه زیرلایه $3s$، $3p$ و $3d$ تشکیل شده است.



پ: 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 به صورت کره‌ای درنظر 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 لایه 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.

ت: برای نوشتن آرایش الکترونی فشرده یک عنصر از تناوب شماره n، از نماد گاز نجیبی که در انتهای تناوب $n-1$ قرار گرفته استفاده می‌شود. بر این اساس، می‌توان گفت برای رسم آرایش الکترونی فشرده عناصر دوره چهارم از گاز نجیب آرگون استفاده می‌شود که در آن، زیرلایه $2p$ پر از الکترون است.

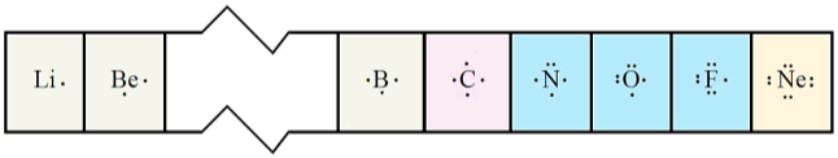
(ماز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۲۲۰ بار الکتریکی یون‌های نیترید و سدیم، به ترتیب برابر با ۳- و ۱+ است. بر این اساس، می‌توان گفت ترکیبی با فرمول شیمیایی Na_3N، سدیم نیترید نام داشته و لایه دوم الکترونی(لایه $n=2$) در کاتیون آن(کاتیون سدیم) کاملا پر الکترون است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) منیزیم اکسید، یک ترکیب یونی با فرمول شیمیایی MgO است. با توجه به فرمول شیمیایی منیزیم اکسید، می‌توان گفت در بلور این ماده شمار آنیون‌ها و کاتیون‌ها با هم برابر بوده و بین ذرات پیوند یونی برقرار شده است.

۳) آرایش الکترون-نقطه‌ای عناصر موجود در تناوب دوم به صورت زیر است:



همانطور که مشخص است، از میان عناصر موجود در این تناوب، کربن دارای بیشترین تعداد الکترون‌های جفت نشده است.

۴) اتم‌هایی که شمار الکترون‌های ظرفیتی آن‌ها برابر و یا کمتر از ۳ عدد باشد، اغلب فلز بوده و در شرایط مناسب، با از دست دادن الکترون‌های ظرفیتی خود به کاتیون تبدیل می‌شوند. البته، این جمله کمی اشکال علمی دارد! برای مثال، هیدروژن، هلیم، بریلیم و بور، از جمله عناصری هستند که کمتر از ۳ الکترون ظرفیتی دارند اما به سادگی به کاتیون تبدیل نمی‌شوند. توجه داریم که این جمله، در یکی از تمرین‌های کتاب درسی آورده شده و امکان مطرح شدن آن در کنکور سراسری نیز وجود دارد.

(ماز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

۲۲۱ ابتدا با توجه به اطلاعات داده شده در صورت سوال، تعداد مول اتم‌های نیتروژن را محاسبه می‌کنیم. بر این اساس، داریم:

$$?\,mol\,N = ۴/۵۱۵ \times ۱۰^{۲۲}\,atom\,N \times \frac{۱\,mol\;N}{۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳}\,atom\,N} = ۰/۰۷۵\,mol$$

فرض میکنیم که x گرم نقره نیترات در اختیار داریم. با توجه به برابر بودن جرم نمونه نقره نیترات و سدیم نیترات در مخلوط اولیه، جرم نمونه سدیم نیترات موجود در این مخلوط نیز برابر با x گرم می‌شود. از آنجا که جرم مولی نقره نیترات و سدیم نیترات به ترتیب برابر با ۱۷۰ و ۸۵ گرم بر مول است، پس می‌توان گفت مقدار مول نمونه نقره نیترات معادل با $\frac{x}{۱۷۰}$ و مقدار مول نمونه سدیم نیترات نیز معادل با $\frac{x}{۸۵}$ خواهد بود. همچنین می‌دانیم که در هر مول از نقره نیترات و سدیم نیترات نیز یک مول اتم نیتروژن وجود دارد، پس مجموع تعداد مول اتم‌های نیتروژن موجود در این دو ترکیب معادل با $\frac{x}{۱۷۰} + \frac{x}{۸۵}$ است. بنابر توضیحات داده شده، داریم:

$$?\,mol\,N = \frac{x}{۱۷۰}\,mol\,N + \frac{x}{۸۵}\,mol\,N = ۰/۰۷۵\,mol\,N \Rightarrow \frac{۳x}{۱۷۰} = ۰/۰۷۵ \Rightarrow x = \frac{۰/۰۷۵ \times ۱۷۰}{۳} = ۴/۲۵\,g$$

بنابراین در مخلوط مورد نظر ۴/۲۵ گرم نقره نیترات و ۴/۲۵ گرم سدیم نیترات وجود دارد که مجموع جرم این دو ماده برابر با ۸/۵ گرم است. می‌دانیم که هر مول آمونیاک($NH_۳$) نیز جرمی برابر با ۱۷ گرم دارد، پس مقدار خواسته شده را به دست می‌آوریم:

$$?\,mol\,NH_۳ = \frac{\text{جرم مخلوط نقره نیترات و سدیم نیترات}}{\text{جرم مولی آمونیاک}} = \frac{۸/۵}{۱۷} = ۰/۵\,mol$$

(ماز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۲۲ **پاسخ تشریحی** همهٔ عبارت‌ها درست‌اند.

بررسی عبارت‌ها:

عبارت اول: از آن‌جایی که درصد فراوانی ایزوتوپ فلوئور ـ ۱۹ در طبیعت برابر ۱۰۰ است؛ بنابراین هیچ ایزوتوپ دیگری از آن در طبیعت وجود ندارد و ایزوتوپ فلوئور ـ ۲۰ به یقین ساختگی است.

عبارت دوم:

روش اول: محاسبهٔ جرم اتمی میانگین با فرمول کتاب درسی:

$$M=\frac{M_1\times F_1+M_2\times F_2}{F_1+F_2}=\frac{(10\times 20)+(11\times 80)}{20+80}=10/8\ amu$$

روش دوم: محاسبهٔ جرم اتمی میانگین با فرمول تستی:

$$M=M_1+\left[(M_2-M_1)\times\frac{F_2}{F_{کل}}\right]=10+\left[\overbrace{(11-10)}^{1}\times\frac{\overbrace{80}^{0/8}}{100}\right]=10/8\ amu$$

عبارت سوم: جرم مولی BF_3 به صورت زیر محاسبه می‌شود.

$$\text{جرم مولی } BF_3=(1\times \text{جرم‌مولی B})+(3\times \text{جرم‌مولی F})=(10/8\times 1)+(19\times 3)=67/8\ g.mol^{-1}$$

عبارت چهارم: می‌دانیم که مجموع درصد فراوانی ایزوتوپ‌ها برابر ۱۰۰ است، پس داریم:

$$F_1+F_2+F_3=100\Rightarrow F_1+10+F_3=100\Rightarrow F_3=90-F_1$$

روش اول: استفاده از فرمول کتاب درسی:

$$M=\frac{M_1F_1+M_2F_2+M_3F_3}{F_1+F_2+F_3}\Rightarrow 24/32=\frac{(24\times F_1)+(25\times 10)+(26\times \overbrace{F_3}^{90-F_1})}{100}$$

$$2432=24F_1+250+2340-26F_1\Rightarrow 2F_1=158\Rightarrow F_1=\%79$$

روش دوم: استفاده از فرمول تستی:

$$M=M_1+\left[(M_2-M_1)\times\frac{F_2}{F_{کل}}\right]+\left[(M_3-M_1)\times\frac{F_3}{F_{کل}}\right]$$

$$24/32=24+[(\overbrace{25-24}^{1})\times\frac{\overbrace{10}^{0/1}}{100}]+[(\overbrace{26-24}^{2})\times\frac{F_3}{100}]\Rightarrow 0/32=0/1+\frac{2F_3}{100}\Rightarrow 0/22=\frac{2F_3}{100}\Rightarrow F_3=\%11$$

$$\Rightarrow F_1=90-F_3=90-11=\%79$$

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۲۳ **پاسخ تشریحی** موارد «ب» و«ت» نادرست هستند.

بررسی موارد:

الف) مقادیر انرژی یک الکترون در یک اتم، تنها می‌تواند مقادیر معینی باشد. در واقع انرژی الکترون‌ها در اتم‌ها، کوانتومی است. هم‌چنین دادوستد انرژی، هنگام انتقال الکترون از یک لایه به لایهٔ دیگر کوانتومی است. یعنی الکترون هنگام انتقال از یک لایه به لایهٔ دیگر، انرژی را به صورت پیمانهٔ معینی، جذب یا نشر می‌کند؛ بنابراین انرژی لایه‌ها و تفاوت انرژی میان لایه‌ها در اتم، یک کمیت کوانتومی (پیمانه‌ای) است. ✓

ب) در طیف نشری خطی اتم هیدروژن، با کاهش انرژی (افزایش طول موج) نوارهای رنگی، تفاوت طول موج آن‌ها افزایش می‌یابد (نه کاهش!) و خطوط رنگی از هم دورتر می‌شوند. ✗



کاهش انرژی، افزایش طول موج و افزایش تفاوت طول موج دو نوار رنگی مجاور

پ) در هر لایهٔ الکترونی، مقادیر مجاز برای عدد کوانتومی فرعی (l) می‌تواند برابر صفر تا $(n-1)$ باشد؛ بنابراین در لایهٔ الکترونی سوم زیر لایه‌هایی با $l=0(s)$، $l=1(p)$ و $l=2(d)$ وجود دارند، در لایهٔ دوم زیرلایه‌های $l=0(s)$ و $l=1(p)$ وجود دارند و در لایهٔ اول فقط زیرلایهٔ $l=0(s)$ وجود دارد.

ت) مطابق قاعدهٔ آفبا زیر لایه‌ها به ترتیب زیر الکترون می‌گیرند: ✗

$$1s\ 2s\ 2p\ 3s\ 3p\ 4s\ 3d\ 4p\ 5s\ 4d\ 5p\ 6s\ 4f\ 5d\ 6p\ 7s\ 5f\ 6d\ 7p$$

$n+l=5+2=7$ (بالای 6s و 6p)

$n+l=4+3=7$ (زیر 4f و 5d)

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۲۴ عبارت‌های دوم، سوم، چهارم و پنجم درست‌اند.

پاسخ تشریحی با توجه به اطلاعات جدول داده‌شده آرایش الکترونی عنصرهای E، D، A و M را رسم می‌کنیم.

عنصر A می‌تواند $_{19}K$ یا $_{28}Ni$ باشد.

$$_{19}A: 1s^2\,2s^2\,2p^6\,\underbrace{3s^2\,3p^6}_{8e^-}\,\underbrace{4s^1}_{1e^-} \quad \text{یا} \quad _{28}A: 1s^2\,2s^2\,2p^6\,\underbrace{3s^2\,3p^6\,3d^8}_{16e^-}\,\underbrace{4s^2}_{2e^-} \Rightarrow \frac{16}{2}=\frac{8}{1}=8$$

$$_{34}D: 1s^2\,2s^2\,2p^6\,\underbrace{3s^2\,3p^6\,3d^{10}}_{18e^-}\,\underbrace{4s^2\,4p^4}_{6e^-} \Rightarrow \frac{18}{6}=3$$

$$_{24}E: 1s^2\,2s^2\,2p^6\,\underbrace{3s^2\,3p^6\,3d^5}_{13e^-}\,\underbrace{4s^1}_{1e^-} \Rightarrow \frac{13}{1}=13$$

$$_{26}M: 1s^2\,2s^2\,2p^6\,\underbrace{3s^2\,3p^6\,3d^6}_{14e^-}\,\underbrace{4s^2}_{2e^-} \Rightarrow \frac{14}{2}=7$$

بررسی عبارت‌ها:

عبارت اول: در عنصر A در یک حالت، می‌تواند آخرین الکترون وارد زیرلایهٔ 3d شود؛ بنابراین این عنصر می‌تواند به دستهٔ d جدول تناوبی تعلق داشته باشد، پس نمی‌توانیم بگوییم این عبارت به یقین درست است!

عبارت دوم: عنصر D دارای ۶ الکترون ظرفیت $(4s^2\,4p^4)$ است و عنصر E نیز ۶ الکترون ظرفیتی $(3d^5\,4s^1)$ دارد.

عبارت سوم: در اتم E، ۷ الکترون در زیرلایه‌های با $l=0$ $(1s^2, 2s^2, 3s^2, 4s^1)$ و ۵ الکترون نیز در زیرلایهٔ با $l=2$ آن $(3d^5)$ وجود دارد.

$$\frac{7}{5}=1/4$$

عبارت چهارم: آرایش الکترونی M^{3+} به صورت زیر است:

$$M^{3+}: 1s^2\,2s^2\,2p^6\,3s^2\,3p^6\,\overset{\substack{l=2\\\uparrow}}{3d^5}\;\overset{\substack{\downarrow\\n=3}}{}$$

برای الکترون‌های بیرونی‌ترین زیرلایه $n+l=5\times(n+l)=5\times(3+2)=25$

نکته برای محاسبهٔ $(n+l)$ الکترون‌های یک زیرلایه، حاصل جمع n و l را در شمار الکترون‌های موجود در آن زیرلایه ضرب می‌کنیم.

عبارت پنجم: در هر دوره از چپ به راست شعاع اتمی عناصر کاهش می‌یابد. عنصر A (چه $_{19}A$ باشد و چه $_{28}A$) و $_{34}D$ هر دو در دورهٔ چهارم جدول تناوبی قرار دارند و $_{34}D$ نسبت به A ($_{19}A$ یا $_{28}A$) در سمت راست جدول تناوبی قرار دارد، پس شعاع اتمی کوچک‌تری نسبت به A دارد.

نکته در هر دوره از جدول تناوبی، شمار لایه‌های الکترونی اشغال‌شده برابر است اما از چپ به راست، با افزایش شمار پروتون‌های هسته، جاذبه بر روی لایه‌های الکترونی افزایش می‌یابد و لایه‌ها متراکم‌تر شده و شعاع اتمی کوچک‌تر می‌شود.

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۲۵ **پاسخ تشریحی** در بین عناصر دورهٔ چهارم جدول تناوبی، فقط هنگام تبدیل $_{۲۴}Cr$ به $_{۲۴}Cr^{۲+}$ و $_{۲۹}Cu$ به $_{۲۹}Cu^{۲+}$، مجموع $(n+l)$ الکترون‌های ظرفیتی ۹ واحد کاهش می‌یابد.

$$_{۲۴}Cr:[_{۱۸}Ar]\underbrace{۳d^{۵}۴s^{۱}}$$

$$\text{مجموع}(n+l)\text{الکترون‌های ظرفیتی}:\overbrace{[(۳+۲)\times۵]}^{۳d^{۵}}+\overbrace{[(۴+۰)\times۱]}^{۴s^{۱}}=۲۹\Rightarrow$$

$$_{۲۴}Cr^{۲+}:[_{۱۸}Ar]\underbrace{۳d^{۴}}$$

$$\text{مجموع}(n+l)\text{الکترون‌های ظرفیتی}:\overbrace{(۳+۲)\times۴}^{۳d^{۴}}=۲۰$$

$$_{۲۹}Cu=[_{۱۸}Ar]\underbrace{۳d^{۱۰}۴s^{۱}}$$

$$\text{مجموع}(n+l)\text{الکترون‌های ظرفیتی}:\overbrace{[(۳+۲)\times۱۰]}^{۳d^{۱۰}}+\overbrace{[(۴+۰)\times۱]}^{۴s^{۱}}=۵۴\Rightarrow$$

$$_{۲۹}Cu^{۲+}:[_{۱۸}Ar]\underbrace{۳d^{۹}}$$

$$\text{مجموع}(n+l)\text{الکترون‌های ظرفیتی}:\overbrace{(۳+۲)\times۹}^{۳d^{۹}}=۴۵$$

بررسی گزینه‌ها:

۱) تفاوت عدد اتمی $_{۲۹}Cu$ با $_{۳۶}Kr$ برابر ۷ واحد است اما تفاوت عدد اتمی $_{۲۴}Cr$ با $_{۳۶}Kr$ برابر ۱۲ واحد است. پس نمی‌توانیم بگوییم این مطلب به یقین درست است!

۲)

گام اول: ابتدا عدد جرمی $_{۲۴}Cr^{۲+}$ و $_{۲۹}Cu^{۲+}$ را محاسبه کنیم.

روش اول:

$$_{۲۴}Cr^{۲+}\begin{cases}p=۲۴\\e=۲۲\\n-e=۷\Rightarrow n-۲۲=۷\Rightarrow n=۲۹\Rightarrow A=p+n=۲۴+۲۹=۵۳\end{cases}$$

$$_{۲۹}Cu^{۲+}\begin{cases}p=۲۹\\e=۲۷\\n-e=۷\Rightarrow n-۲۷=۷\Rightarrow n=۳۴\Rightarrow A=p+n=۲۹+۳۴=۶۳\end{cases}$$

روش دوم: استفاده از رابطهٔ تستی مقابل:

$$Z=\frac{A-(\text{اختلاف نوترون‌ها و الکترون‌ها})}{۲}+\text{بار}\begin{cases}_{۲۴}Cr^{۲+}:۲۴=\dfrac{A-۷+(+۲)}{۲}\Rightarrow A=۵۳\\_{۲۹}Cu^{۲+}:۲۹=\dfrac{A-۷+(+۲)}{۲}\Rightarrow A=۶۳\end{cases}$$

گام دوم: حال نسبت عدد جرمی به بار هر کاتیون را حساب می‌کنیم:

$$_{۲۴}^{۵۳}Cr^{۲+}:\frac{۵۳}{۲}=۲۶/۵$$

$$_{۲۹}^{۶۳}Cu^{۲+}:\frac{۶۳}{۲}=۳۱/۵$$

۳) در هر دو عنصر $_{۲۴}Cr$ و $_{۲۹}Cu$، در بیرونی‌ترین لایهٔ الکترونی $(n=۴)$، فقط یک الکترون وجود دارد.

۴) در عنصر $_{۲۹}Cu$ فقط ۶ زیرلایه و در عنصر $_{۲۴}Cr$ فقط ۵ زیرلایه از الکترون پر شده است.

$$_{۲۴}Cr:\underbrace{۱s^{۲}۲s^{۲}۲p^{۶}۳s^{۲}۳p^{۶}}_{\text{زیرلایه‌های پر}}\ ۳d^{۵}۴s^{۱}$$

$$_{۲۹}Cu:\underbrace{۱s^{۲}۲s^{۲}۲p^{۶}۳s^{۲}۳p^{۶}۳d^{۱۰}}_{\text{زیرلایه‌های پر}}\ ۴s^{۱}$$

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

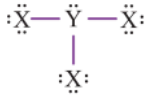
۲۲۶ **پاسخ تشریحی** عبارت‌های «ب» و «پ» درست‌اند.

الف) آرایش الکترونی عنصرهای $_{28}D$ و $_{19}A$ به‌صورت به صورت زیر است.

$$\left.\begin{array}{l} {}_{28}D: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^8 4s^2 \Rightarrow (d)l=2 \text{ شمار الکترون در زیر لایهٔ} = 8e^- \\ \Rightarrow (s)l=0 \text{ شمار الکترون در زیر لایهٔ} = 8e^- \\ {}_{19}A: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1 \Rightarrow \text{شمار الکترون در زیر لایهٔ } 0 = 7e^- \end{array}\right\} \Rightarrow \frac{16}{7} \neq 2$$

ب) اتم‌های $_{21}M$ با از دست دادن ۳ الکترون به آرایش گاز نجیب آرگون $(_{18}Ar)$ می‌رسند و اتم‌های $_{13}E$ با از دست دادن ۳ الکترون به آرایش گاز نجیب نئون $(_{10}Ne)$ می‌رسند.

پ) عناصر $_{15}Y$ و $_{53}X$ با یکدیگر ترکیب مولکولی با فرمول YX_3 تشکیل می‌دهند و ساختار لوویس (آرایش الکترون ـ نقطه‌ای) آن به صورت زیر است:



$$\Rightarrow \frac{\text{شمار جفت‌الکترون‌های پیوندی}}{\text{شمار جفت‌الکترون‌های ناپیوندی}} = \frac{3}{10}$$

ت) عنصر $_{43}Z$ همان تکنسیم است که اولین عنصر ساخت بشر می‌باشد. عدد اتمی عنصر بالایی آن ۲۵ و عدد اتمی عنصر پایین آن ۷۵ است و تفاوت عدد اتمی این دو عنصر برابر ۵۰ است.

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۲۲۷ در دوره ۶ جدول دوره‌ای، ترتیب پر شدن زیرلایه‌ها به‌صورت $6s \rightarrow 4f \rightarrow 5d \rightarrow 6p$ است. همان‌طور که مشاهده می‌کنید، زیرلایه $6p$ **پس** از زیرلایه $4f$ الکترون می‌گیرد و آخرین زیرلایه‌ای است که در این دوره از الکترون پر می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) نکته مهم در مدل کوانتومی یا همان مدل لایه‌ای اتم، کوانتومی بودن دادوستد انرژی هنگام انتقال الکترون از یک لایه به لایه دیگر است. الکترون‌ها با جذب انرژی از لایه‌ای به لایه بالاتر انتقال می‌یابند. این انرژی باید مقداری **معین و کافی** باشد. الکترون‌ها میان دو لایه، انرژی معین و تعریف شده‌ای **ندارند** و نمی‌توانند در چنین موقعیتی از نظر سطح انرژی قرار بگیرند. اطلاعات مربوط به هر دو مدل بور و مدل کوانتومی اتم‌ها، در جدول زیر خلاصه شده‌اند:

مدل بور	مدل لایه‌ای
بررسی تعداد و جایگاه نوارها در طیف نشری-خطی هیدروژن	به دنبال توجیه علت ایجاد طیف نشری خطی و چگونگی نشر نور همه اتم‌ها
توجیه طیف نشری خطی هیدروژن	اتم را همانند کره‌ای در نظر می‌گیرد که هسته در مرکز قرار گرفته است
عدم توجیه طیف نشری خطی سایر اتم‌ها	لایه‌ها را به سمت بیرون شماره‌گذاری می‌کنند(عدد کوانتومی اصلی)

۲) زیرلایه d از دوره چهارم و از عدد اتمی ۲۱ شروع به گرفتن الکترون می‌کند، در نتیجه در عناصر با عدد اتمی ۱ تا ۲۰(۲۰ عنصر اول موجود در جدول دوره‌ای امروزی) زیرلایه d خالی از الکترون است. یک نمونه عنصر کلر در طبیعت دارای دو ایزوتوپ $^{35}_{17}Cl$ و $^{37}_{17}Cl$ است. ایزوتوپ سبک‌تر در طبیعت فراوان‌تر است و ۱۸ نوترون دارد. 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	$^1_1H > {}^2_1H > {}^3_1H$
منیزیم	۳	$^{24}_{12}Mg > {}^{26}_{12}Mg > {}^{25}_{12}Mg$
لیتیم	۲	$^7_3Li > {}^6_3Li$
کلر	۲	$^{35}_{17}Cl > {}^{37}_{17}Cl$
اورانیوم	۲	$^{238}_{92}U > {}^{235}_{92}U$

۴) با تعیین دقیق طول موج چهار نوار رنگی ناحیهٔ مرئی طیف نشری خطی اتم هیدروژن، **می‌توان** به تصویر دقیقی از انرژی لایه‌های الکترونی و در واقع آرایش الکترونی اتم دست یافت.

(ماز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۲۸ 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 A و B را محاسبه می‌کنیم. در این رابطه، داریم:

$$\text{جرم اتمی میانگین } A = \frac{(۸\times۳۲)+(۶\times۶۸)}{۱۰۰} = ۶/۶۴amu$$

$$\text{جرم اتمی میانگین } B = \frac{(۳۵\times۷۵)+(۳۷\times۲۵)}{۱۰۰} = ۳۵/۵amu$$

جرم مولکولی میانگین $A_۲B_۲$ برابر با جمع جرم اجزای آن است. یعنی داریم:

$$۲\times۶/۶۴ + ۲\times۳۵/۵ = ۸۴/۲۸amu$$

دقت کنید جرم یک مولکول $A_۲B_۲$ بر حسب گرم از ما خواسته شده است. ما می‌توانیم از رابطه هم‌ارزی $۱\ amu = ۱/۶۶\times۱۰^{-۲۴}g$ استفاده کنیم. بر این اساس، داریم:

$$?\,g\ A_۲B_۲ = ۱\ molecule\ A_۲B_۲ \times \frac{۸۴/۲۸\ amu\ A_۲B_۲}{۱\ molecule\ A_۲B_۲} \times \frac{۱/۶۶\times۱۰^{-۲۴}g}{۱\ amu} \simeq ۱/۴\times۱۰^{-۲۲}g$$

البته می‌توان از این نکته استفاده کرد که جرم مولی یک ماده از لحاظ مقداری حدوداً برابر با جرم اتمی آن است. بر اساس این روش، داریم:

$$?\,g\ A_۲B_۲ = ۸۴/۲۸\ \frac{g}{mol} \times \frac{۱\ mol\ A_۲B_۲}{۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}molecule\ A_۲B_۲} \simeq ۱/۴\times۱۰^{-۲۲}g$$

(ماز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۲۲۹ **پاسخ تشریحی** بررسی گزینه‌ها:

۱) فرمول مولکولی گلوکز و استیک اسید به ترتیب به صورت $C_۶H_{۱۲}O_۶$ و $C_۲H_۴O_۲$ است. در هر مول از این ترکیب‌ها، به ترتیب $۶+۱۲+۶=۲۴$ و $۲+۴+۲=۸$ مول اتم وجود دارد؛ بنابراین اگر جرم هر دو ترکیب را x گرم در نظر بگیریم، خواهیم داشت:

$$x\ g\,C_۶H_{۱۲}O_۶ \times \frac{۱\,mol\,C_۶H_{۱۲}O_۶}{۱۸۰\,g\,C_۶H_{۱۲}O_۶} \times \frac{۲۴\,mol\,atom}{۱\,mol\,C_۶H_{۱۲}O_۶} = \frac{۴x}{۳۰} = \frac{۲x}{۱۵}\,mol\ atom$$

$$x\ g\,C_۲H_۴O_۲ \times \frac{۱\,mol\,C_۲H_۴O_۲}{۶۰\,g\,C_۲H_۴O_۲} \times \frac{۸\,mol\,atom}{۱\,mol\,C_۲H_۴O_۲} = \frac{۲x}{۱۵}\,mol\ atom$$

۲) پرتویی با طول موج ۸۰۰nm، جزء پرتوهای فروسرخ است. در فصل (۱) شیمی دهم خواندیم که دوربین موبایل می‌تواند پرتوهای فروسرخ نشرشده از کنترل تلویزیون را تشخیص دهد.

۳) رنگ شعلهٔ فلزهای مس و لیتیم به ترتیب سبز و سرخ است. طول موج نور سبز از سرخ کوتاه‌تر است.

بنفش < نیلی < آبی < سبز < زرد < نارنجی < سرخ : طول موج

۴) اولاً مجموع شمار اتم‌ها در مولکول داده‌شده $(C_{۱۷}H_xF_yNO)$ باید برابر ۴۰ باشد، دوماً جرم مولی این مولکول باید ۳۰۹ گرم بر مول باشد:

$$\left.\begin{array}{l}\text{مجموع شمار اتم‌ها}: ۱۷+x+y+۱+۱=۴۰ \Rightarrow x+y=۲۱\\ \text{جرم مولی}: (۱۷\times۱۲)+x+۱۹y+۱۴+۱۶=۳۰۹ \Rightarrow x+۱۹y=۷۵\end{array}\right\} \Rightarrow ۱۸y=۵۴ \Rightarrow y=۳ \Rightarrow x=۱۸ \Rightarrow \frac{x}{y}=۶$$

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud

۲۳۰ **پاسخ تشریحی** عبارت‌های «الف» و «ب» درست‌اند.

عدد اتمی عنصرهای دورهٔ چهارم از ۱۹ تا ۳۶ است. در بین این عنصرها، فقط برای عنصر $_{29}Cu$، تفاوت مجموع شمار الکترون‌های دارای $\ell = 0$ و $\ell = 1$ با شمار الکترون‌های دارای $\ell = 2$ برابر ۹ است.

$$_{29}Cu: 1s^2 / 2s^2 2p^6 / 3s^2 3p^6 3d^{10} / 4s^1 \Rightarrow \left\{\begin{array}{l}(s\text{ زیرلایه‌های})\ \ell = 0\text{ با }7\text{ الکترون} \\ (p\text{ زیرلایه‌های})\ \ell = 1\text{ با }12\text{ الکترون} \\ (3d\text{ زیرلایهٔ})\ \ell = 2\text{ با }10\text{ الکترون}\end{array}\right\}^{19} \Big\} 19 - 10 = 9$$

بررسی عبارت‌ها:

الف) اکسنده‌ترین عنصر جدول دوره‌ای، فلوئور $(_9F)$ است. تفاوت عدد اتمی مس و فلوئور برابر $29 - 9 = 20$ است.

ب) عنصرهایی با عددهای اتمی ۲۹، ۴۷ و ۷۹ در گروه ۱۱ جدول دوره‌ای قرار دارند.

$$\left.\begin{array}{l}29 \xrightarrow{_{36}Kr:\text{گاز نجیب هم‌دوره}} 36 - 29 = 7 \\ 47 \xrightarrow{_{54}Xe:\text{گاز نجیب هم‌دوره}} 54 - 47 = 7 \\ 79 \xrightarrow{_{86}Rn:\text{گاز نجیب هم‌دوره}} 86 - 79 = 7\end{array}\right\} \Rightarrow \text{عنصرهایی با عددهای اتمی ۲۹، ۴۷ و ۷۹، هم‌گروه هستند.}$$

پ) عنصر $_{29}Cu$ جزء عنصرهای واسطه (دستهٔ d) است و هیچ‌کدام از یون‌های پایدار آن $(Cu^+$ و $Cu^{2+})$ آرایش گاز نجیب را ندارند.

ت) عنصر بعد از مس، در دورهٔ چهارم، فلز روی $(_{30}Zn)$ است. واکنش‌پذیری فلز مس از فلز روی کم‌تر است.

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۲۳۱ **پاسخ تشریحی**

گام اول: جرم اتمی میانگین گالیم را حساب می‌کنیم:

$$F_1 + F_2 = 100 \xrightarrow{F_1 = 1/5 F_2} 2/5 F_2 = 100 \Rightarrow F_2 = \%40$$

$$M = M_1 + \frac{F_2}{100}(M_2 - M_1) = 69 + \frac{40}{100}(71 - 69) = 69/8$$

گام دوم: جرم مولی GaF_3 را به دست می‌آوریم:

$$\text{جرم مولی } GaF_3 = \text{جرم مولی } Ga + 3(\text{جرم مولی } F) = 69/8 + 3(19) = 126/8\ g.mol^{-1}$$

گام سوم: شمار یون‌ها در ۹۵/۱ گرم GaF_3 را حساب می‌کنیم؛ با توجه به این‌که در هر مول GaF_3، ۴ مول یون وجود دارد، خواهیم داشت:

$$95/1\,g\,GaF_3 \times \frac{1\,mol\,GaF_3}{126/8\,g\,GaF_3} \times \frac{4\,mol\ \text{یون}}{1\,mol\,GaF_3} \times \frac{6/02 \times 10^{23}\ \text{یون}}{1\,mol\ \text{یون}} = \frac{95/1 \times 4 \times 6/02 \times 10^{23}}{126/8} = 18/06 \times 10^{23}\ \text{یون}$$

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

SanjeshCloud

۲۳۲ **پاسخ تشریحی** به‌جز عبارت چهارم، بقیهٔ عبارت‌ها درست‌اند.

ابتدا باید با توجه به شمار الکترون‌های لایهٔ سوم و چهارم گونه‌های جدول، آرایش الکترونی آن‌ها را رسم کنیم:

$$M\begin{cases}n=3(13e^-)\Rightarrow 3s^2\,3p^6\,3d^5\\ n=4(1e^-)\Rightarrow 4s^1\end{cases}\Rightarrow M:[_{18}Ar]3d^5\,4s^1\Rightarrow$$ M همان عنصر کروم $(_{24}Cr)$ است.

$$Y\begin{cases}n=3(16e^-)\Rightarrow 3s^2\,3p^6\,3d^8\\ n=4(2e^-)\Rightarrow 4s^2\end{cases}\Rightarrow Y:[_{18}Ar]3d^8\,4s^2\Rightarrow$$ Y همان عنصر نیکل $(_{28}Ni)$ است.

$$X\begin{cases}n=3(18e^-)\Rightarrow 3s^2\,3p^6\,3d^{10}\\ n=4(7e^-)\Rightarrow 4s^2\,4p^5\end{cases}\Rightarrow X:[_{18}Ar]3d^{10}\,4s^2\,4p^5\Rightarrow$$ X همان عنصر برم $(_{35}Br)$ است.

$$Z\begin{cases}n=3(17e^-)\Rightarrow 3s^2\,3p^6\,3d^9\\ n=4(0\,e^-)\end{cases}$$

با توجه به این‌که در گونهٔ Z، زیرلایهٔ 3d وجود دارد اما زیرلایهٔ 4s وجود ندارد، این گونه قطعاً یک کاتیون است. در بین یون‌های پایدار، فقط آرایش Cu^{2+} به $3d^9$ ختم می‌شود:

$$_{29}Cu:[_{18}Ar]\,3d^{10}\,4s^1\Rightarrow {}_{29}Cu^{2+}:[_{18}Ar]\,3d^9\Rightarrow$$ Z همان یون Cu^{2+} است.

بررسی عبارت‌ها:

- M همان کروم $(_{24}Cr)$ است که آرایش الکترونی آن از قاعدهٔ آفبا پیروی نمی‌کند.

$$_{24}Cr\Rightarrow\begin{cases}\text{آرایش الکترونی موردانتظار}: [_{18}Ar]3d^4\,4s^2\\ \text{آرایش الکترونی واقعی}: [_{18}Ar]3d^5\,4s^1\end{cases}$$

- X و Y به ترتیب نافلز برم و فلز نیکل هستند. در دمای اتاق، برم به حالت مایع و نیکل به حالت جامد است.
- دیدیم که Z همان $_{29}Cu^{2+}$ است.
- عدد اتمی Y برابر ۲۸ و عدد اتمی گاز نجیب دورهٔ سوم $(_{18}Ar)$ برابر ۱۸ است. مشخصه که ۲۸ دو برابر ۱۸ نیست!
- هر دو عنصر $_{24}M$ و $_{16}A$، ۶ الکترون ظرفیتی دارند:

$$_{24}M:[_{18}Ar]\underbrace{3d^5\,4s^1}_{\text{۶الکترون ظرفیتی}}\quad\text{و}\quad {}_{16}A:[_{10}Ne]\underbrace{3s^2\,3p^4}_{\text{۶الکترون ظرفیتی}}$$

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۲۳۳ یک نمونه **طبیعی** از منیزیم، از ایزوتوپ‌های $^{25}_{12}Mg$، $^{26}_{12}Mg$ و $^{24}_{12}Mg$ تشکیل شده است و مجموع درصد فراوانی این ۳ ایزوتوپ، برابر با ۱۰۰٪ خواهد بود. با توجه به اینکه درصد فراوانی ایزوتوپ $^{25}_{12}Mg$ برابر با ۵۰٪ است، پس می‌توان گفت مجموع درصد فراوانی ایزوتوپ‌های $^{26}_{12}Mg$ و $^{24}_{12}Mg$ برابر ۵۰ درصد بوده و فراوانی $^{24}_{12}Mg$ چهار برابر ایزوتوپ دیگر است. بر این اساس، داریم:

$$\text{درصد فراوانی } {}^{26}_{12}Mg = 4\times\text{درصد فراوانی } {}^{24}_{12}Mg \longrightarrow \text{درصد فراوانی } {}^{26}_{12}Mg + \text{درصد فراوانی } {}^{24}_{12}Mg = 50$$

با توجه به محاسبات فوق، درصد فراوانی $^{24}_{12}Mg$ برابر ۴۰٪ است. در مرحله بعد، جرم اتمی میانگین منیزیم را با توجه به فراوانی انواع ایزوتوپ‌های آن به‌دست می‌آوریم.

$$\text{جرم اتمی میانگین}=\frac{40\times 24+50\times 25+10\times 26}{100}=24/7\ amu$$

بر این اساس، جرم اتمی میانگین منیزیم در نمونه مورد نظر برابر با $24/7\ amu$ است. در قدم بعد، جرم ۰/۲ مول فلز منیزیم را محاسبه می‌کنیم:

$$?\,g\,Mg=0/2\,mol\,Mg\times\frac{24/7\,g\,Mg}{1\,mol\,Mg}=4/94\,g$$

(ماز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۳۴ **سحابی‌ها** از تراکم گازهای **هلیم** و **هیدروژن** تشکیل شده‌اند و سبب پیدایش ستاره‌ها و کهکشان‌ها می‌شوند. نمودار زیر، نمایی از روند تولید عناصر مختلف و سیارات و کهکشان‌ها را نشان می‌دهد:



بررسی سایر گزینه‌ها:

۲ کربن و گوگرد، به‌ترتیب سومین و ششمین عنصر فراوان موجود در سیاره مشتری هستند. این دو عنصر متعلق به دسته p بوده و در شرایط اتاق، به حالت جامد یافت می‌شوند. کربن(گرافیت) یک ماده **جامد** سیاه رنگ و گوگرد نیز یک ماده **جامد** زرد رنگ است. به‌جز گوگرد و کربن، سایر عناصر فراوان موجود در مشتری در شرایط اتاق حالت گاز دارند.

۳ **خواص شیمیایی** اتم‌های یک عنصر به عدد اتمی(تعداد پروتون‌ها) وابسته است؛ درنتیجه ایزوتوپ‌های یک عنصر **خواص شیمیایی یکسانی دارند**، چون ایزوتوپ‌های یک عنصر عدد اتمی برابری دارد. همچنین این ایزوتوپ‌ها در خواص فیزیکی وابسته به جرم مانند چگالی متفاوت هستند. توجه داریم که چگالی و نقطه جوش از جمله خواص فیزیکی مواد به شمار می‌روند.

۴ دو فضاپیمای وویجر، مأموریت داشتند با گذر از کنار سیاره‌های مشتری، زحل، اورانوس و نپتون(سیاره‌هایی که در مقایسه با زمین، در فاصله دورتری نسبت به خورشید قرار گرفته‌اند)، شناسنامه **فیزیکی** و **شیمیایی** آن‌ها را تهیه کرده و ارسال کنند. این شناسنامه‌ها حاوی اطلاعاتی مانند نوع عنصرهای سازنده، ترکیب‌های شیمیایی در اتمسفر سیاره‌ها و ترکیب درصد این مواد بوده است. توجه داریم که در زمان حال حاضر، فضاپیمای وویجر ۱ به‌طور کلی از سامانه خورشیدی خارج شده است.

(ماز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۳۵ عبارت‌های«الف» و «ت» درست هستند.

بررسی موارد:

الف: فراوان‌ترین عناصر موجود در سیاره مشتری، **هیدروژن** و **هلیم** هستند که در روند تشکیل عناصر، از ذرات زیراتمی به وجود آمدند. برخی دانشمندان بر این باورند که سر آغاز کیهان با انفجاری مهیب(مهبانگ) همراه بوده که طی آن انرژی عظیمی آزاد شده است. در آن شرایط پس از پدید آمدن ذره‌های زیراتمی مانند الکترون، پروتون و نوترون، عنصرهای هیدروژن و هلیم پا به عرصه جهان گذاشتند. با گذشت زمان و **کاهش دما**، گازهای هیدروژن و هلیم تولید شده، متراکم شد و مجموعه‌های گازی به نام سحابی ایجاد کرد. بعدها این سحابی‌ها سبب پیدایش ستاره‌ها و کهکشان‌ها شدند.

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

ب: هیدروژن دارای ۵ رادیوایزوتوپ است که از میان آن‌ها، **یک مورد طبیعی** و **بقیه ساختگی** هستند. فراوان‌ترین رادیوایزوتوپ هیدروژن، رادیوایزوتوپ طبیعی آن یعنی ${}_{1}^{2}H$ است. این رادیوایزوتوپ در ساختار هسته هر اتم خود دارای یک پروتون و دو نوترون است. با توجه به این‌که جرم نوترون‌ها و پروتون‌ها به تقریب برابر با $1amu$ در نظر گرفته می‌شود؛ درنتیجه جرم رادیوایزوتوپ ${}_{1}^{2}H$ تقریباً برابر با $3amu$ است. جدول زیر، اطلاعات مربوط به ایزوتوپ‌های مختلف هیدروژن را نشان می‌دهد:

نماد ایزوتوپ / ویژگی ایزوتوپ	${}_{1}^{1}H$	${}_{1}^{2}H$	${}_{1}^{3}H$	${}_{1}^{4}H$	${}_{1}^{5}H$	${}_{1}^{6}H$	${}_{1}^{7}H$
نیم‌عمر	پایدار	پایدار	۱۲/۳۲ سال	$1/4 \times 10^{-22}$ ثانیه	$9/1 \times 10^{-22}$ ثانیه	$2/9 \times 10^{-22}$ ثانیه	$2/3 \times 10^{-23}$ ثانیه
درصد فروانی در طبیعت	۹۹/۹۸۸۵	۰/۰۱۱۴	ناچیز	۰ (ساختگی)	۰ (ساختگی)	۰ (ساختگی)	۰ (ساختگی)

مقایسه طول نیم‌عمر و در نتیجه پایداری ایزوتوپ‌های ساختگی هیدروژن به‌صورت ${}_{1}^{7}H > {}_{1}^{4}H > {}_{1}^{6}H > {}_{1}^{5}H$ است.

پ: 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.

ت: تکنسیم، **نخستین** عنصری است که در واکنشگاه هسته‌ای به وجود آمده و اورانیم نیز معادل با **شناخته‌شده‌ترین** فلز **پرتوزا** است. عدد اتمی این عنصر برابر با ۴۳ بوده و همان‌طور که می‌دانیم، این مقدار کمتر از عدد اتمی اورانیم(۹۲) است.

(ماز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۲۳۶ هر ماده پرتوزا، با توجه به میزان پایداری خود، دارای نیم‌عمر مشخص است. نیم‌عمر مدت‌زمانی است که طی آن نصف اتم‌های ایزوتوپ ناپایدار(رادیوایزوتوپ) متلاشی شده و به سایر ذرات تبدیل می‌شود.

مدت زمان متلاشی شدن دو رادیوایزوتوپ یکسان بوده و طی آن جرم باقی‌مانده هردو رادیوایزوتوپ برابر می‌شود. بر این اساس می‌توان فرمول ذکرشده را به حالت مقایسه‌ای زیر درآورد:

$$\frac{m_A}{m_B} = \frac{m_{\circ A}}{m_{\circ B}} \times \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{T_B}{T_A}} \Rightarrow 1 = \frac{m_{\circ A}}{m_{\circ B}} \times \left(\frac{1}{2}\right)^{2} \Rightarrow m_{\circ A} = 4m_{\circ B}$$

می‌دانیم که مجموع جرم اولیه دو رادیوایزوتوپ A و B برابر با ۸۴۰ گرم است. اکنون می‌توان جرم اولیه هریک از رادیوایزوتوپ‌ها را به‌صورت زیر محاسبه کرد:

$$m_{\circ A} + m_{\circ B} = 840\ g \xrightarrow{m_{\circ A} = 4m_{\circ B}} 5m_{\circ B} = 840 \Rightarrow m_{\circ B} = 168\ g \quad \text{و} \quad m_{\circ A} = 672\ g$$

اکنون می‌توان درصد جرمی رادیوایزوتوپ A را در مخلوط به‌دست آورد:

$$\text{درصد جرمی رادیوایزوتوپ } A = \frac{\text{جرم رادیوایزوتوپ } A}{\text{جرم مخلوط}} \times 100 \Rightarrow \frac{672}{840} \times 100 = 80$$

همان‌طور که مشخص است، درصد جرمی رادیوایزوتوپ A در مخلوط برابر با ۸۰ درصد می‌شود.

(ماز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۳۷ ایزوتوپ ^{۲۶}Mg، **سنگین‌ترین** ایزوتوپ **طبیعی** منیزیم بوده و ایزوتوپ ^{۲۴}Mg نیز سبک‌ترین ایزوتوپ طبیعی منیزیم است، پس جرم اتمی میانگین منیزیم در بازه بین ۲۴ تا ۲۶(بین جرم اتمی سبک‌ترین و سنگین‌ترین ایزوتوپ منیزیم) قرار می‌گیرد. با افزایش تعداد اتم‌های ^{۲۶}Mg در یک نمونه از منیزیم، جرم اتمی میانگین این عنصر افزایش یافته و به سمت $۲۶amu$ میل می‌کند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

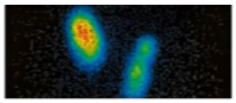
۱ ستاره‌ها متولد می‌شوند، رشد می‌کنند و زمانی می‌میرند. مرگ ستاره اغلب با یک انفجار بزرگ همراه است که سبب می‌شود عنصرهای تشکیل شده در آن در فضا پراکنده شود. درون ستاره‌ها در دماهای بسیار بالا و ویژه، واکنش‌های **هسته‌ای** رخ می‌دهد. در این واکنش‌ها، از عنصرهای سبک‌تر، عنصرهای سنگین‌تر مثل آهن و طلا پدید می‌آید.

۲ به گلوکز حاوی اتم پرتوزا، گلوکز **نشان‌دار** می‌گویند. در واقع در مولکول گلوکز پرتوزا، تعدادی اتم غیرپرتوزا و تعدادی اتم پرتوزا یافت می‌شود. سلول‌های سرطانی، سلول‌هایی با رشد سریع هستند؛ درنتیجه میزان سوخت‌وساز و میزان مصرف گلوکز در ناحیه تقسیم آن‌ها زیاد است. با تزریق گلوکز نشان‌دار به بدن یک فرد، علاوه بر ذرات گلوکز معمولی، ذرات گلوکز نشان‌دار نیز به میزان بیشتری در ناحیه سلول‌های سرطانی تجمع می‌یابد؛ درنتیجه به وسیله آشکارساز می‌توان پرتوهای آزاد شده از اتم‌های پرتوزای موجود در ساختار گلوکز را شناسایی کرد و محل ایجاد توده سرطانی در بدن را مشخص کرد.

۴ تکنسیم با نماد $^{۹۹}_{۴۳}Tc$، **نخستین** عنصری بود که در واکنشگاه(رآکتور) هسته‌ای ساخته شد. این رادیوایزوتوپ در تصویربرداری پزشکی کاربرد ویژه‌ای دارد. این عنصر مصنوعی بوده و همه اتم‌های تکنسیم موجود در جهان باید به‌طور **مصنوعی** و با استفاده از واکنش‌های هسته‌ای ساخته شود. از آنجا که نیم‌عمر این عنصر کم است و نمی‌توان مقادیر زیادی از این عنصر را تهیه و برای مدت طولانی نگهداری کرد، بسته به نیاز، آن را با یک مولد هسته‌ای تولید و سپس مصرف می‌کنند. چون یونی که حاوی اتم‌های تکنسیم است با یون **یدید** اندازه مشابهی دارد، غده تیروئید هنگام جذب یون یدید، این یون را نیز جذب می‌کند. با افزایش مقدار این یون در غده پروانه‌ای شکل تیروئید، امکان تصویربرداری از این غده فراهم می‌شود. تصویر زیر، نمایی از تصویربرداری از یک غده تیروئید بیمار(غده‌ای که ید را به‌صورت متقارن و همگون جذب نکرده است) را نشان می‌دهد:



نمای آناتومیک غده‌ی تیروئید



تصویر گرفته‌شده از تیروئید به کمک تکنسیم

(ماز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۳۸ عبارت‌های «الف» و «پ» درست هستند.

بررسی موارد:

الف: اورانیم، عنصر شماره ۹۲ جدول تناوبی بوده و به‌صورت زیر، مشخص می‌شود:



این عنصر **شناخته شده‌ترین فلز پرتوزا** بوده و یکی از ایزوتوپ‌های آن که با نماد ^{235}U نشان داده می‌شود، اغلب به‌عنوان سوخت در رآکتورهای اتمی به کار می‌رود. فراوانی این ایزوتوپ در مخلوط طبیعی اورانیم کمتر از ۰/۷ درصد(کمتر از ۷ اتم در هر ۱۰۰۰ اتم اورانیم) است. دانشمندان هسته‌ای ایران با تلاش بسیار موفق شدند مقدار این ایزوتوپ را در مخلوط ایزوتوپ‌های این عنصر افزایش دهند. به این فرایند، غنی‌سازی ایزوتوپی گفته می‌شود. این فرایند، یکی از مراحل مهم چرخه تولید سوخت هسته‌ای است.

ب: از ۱۱۸ عنصر شناخته شده که در جدول دوره‌ای امروزی در کنار هم قرار گرفته‌اند، تنها ۹۲ عنصر در **طبیعت** یافت می‌شود. به عبارت دیگر، ۲۶ عنصر 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. در این رابطه، داریم:

$$\text{درصد عناصر ساختگی} = \frac{\text{شمار عناصر ساختگی}}{\text{شمار کل عناصر}} \times ۱۰۰ = \frac{۲۶}{۱۱۸} \times ۱۰۰ \simeq ۲۲ \text{ درصد}$$

بر این اساس، می‌توان گفت ۷۸ درصد از عناصر به‌صورت **طبیعی** وجود داشته و ۲۲ درصد از آن‌ها به‌صورت مصنوعی تولید شده‌اند. شیمی‌دان‌ها همواره با یافتن کاربردهای منحصر به فرد هر عنصر، انگیزه کافی برای ساختن عنصرهای جدید را داشته‌اند.

پ: مواد پرتوزا، مواد **ناپایداری** هستند که به مرور زمان دچار واپاشی می‌شوند. پسماند رآکتورهای اتمی، همانند مواد مصرف شده در آن‌ها، خاصیت پرتوزایی داشته و خطرناک هستند. به همین خاطر، دفع این مواد از جمله چالش‌های صنایع هسته‌ای به شمار می‌آید.

ت: خواص شیمیایی هر عنصر از جدول دوره‌ای، به **عدد اتمی** آن عنصر وابسته است. عدد اتمی مؤلفه‌ای است که شمار پروتون‌های موجود در هسته‌ی هر اتم را نشان داده و با نماد Z مشخص می‌شود. توجه داریم که عدد اتمی، **بنیادی‌ترین** ویژگی هر اتم است.

(ماز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۲۳۹ عنصری که در گروه شماره ۱۳ از تناوب چهارم قرار دارد، معادل با گالیم با عدد اتمی ۳۱ است. این عنصر، یک عنصر **فلزی** بوده و در خانه زیرین عنصر آلومینیم قرار می‌گیرد. گالیم، یک عنصر فلزی بوده و همانند سایر عناصر فلزی(مثل مس، لیتیم و سدیم)، با استفاده از **تغییر رنگ شعله**، می‌توان به وجود کاتیون‌های حاصل از این عنصر در یک ماده پی برد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ گالیم با نماد $_{۳۱}Ga$، در دسته p جدول تناوبی جای داشته و خانه زیر آلومینیم را اشغال می‌کند. از آنجا که خواص شیمیایی از جمله بار الکتریکی کاتیون پایدار حاصل از عناصر هم‌گروه اغلب مشابه هم است، پس می‌توان گفت اتم‌های این عنصر در واکنش با نافلزها، همانند اتم‌های آلومینیم ۳ الکترون خود را از دست داده و به یون Ga^{3+} تبدیل می‌شوند.

۲ برای محاسبه تعداد عناصری که بین دو عنصر با اعداد اتمی m و n قرار می‌گیرند، از رابطه زیر استفاده می‌کنیم:

$$\text{تعداد عناصر} = (m-n)-۱$$

بر این اساس، داریم: شمار عناصر بین دو عنصر با عدد اتمی ۳۱ و ۵۰ از جدول دوره‌ای $= (۵۰-۳۱)-۱ =$ عنصر ۱۸

۴ عنصر مورد نظر، متعلق به تناوب چهارم بوده و در تناوب چهارم، فقط ۲ عنصر با نماد یک‌حرفی وجود دارد. نمودار زیر، شمار عناصر با نماد یک حرفی در هر تناوب را نشان می‌دهد:



(ماز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

۲۴۰ عبارت‌های «پ» و «ت» درست هستند.

بررسی موارد:

الف: 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 یا ذخیره کرد، بسته به نیاز، آن را با یک مولد هسته‌ای تولید و سپس مصرف می‌کنند. در واقع، همه تکنسیم موجود در جهان باید به‌طور **مصنوعی** و با استفاده از واکنش‌های هسته‌ای ساخته شود.

ب: خواص فیزیکی و شیمیایی مختلف عناصر، در نمودار زیر مشخص شده‌اند:



در برخی از گروه‌های جدول دوره‌ای(از جمله گروه‌های ۱۸، ۴ تا ۱۳(فلزهای واسطه) و ۲ جدول دوره‌ای)، همه عناصری که در موقعیت‌های زیر هم قرار می‌گیرند، دارای خواص فیزیکی مشابهی هستند، اما در برخی از گروه‌های جدول دوره‌ای، چنین قاعده‌ای برقرار نیست. به‌عنوان مثال، در گروه ۱۴ جدول دوره‌ای، ژرمانیم و قلع در خانه‌های زیر هم قرار گرفته‌اند. همان‌طور که می‌دانیم، ژرمانیم یک عنصر **شکننده** است، در حالی که قلع یک فلز **چکش‌خوار** است.

پ: کلر، عنصری با عدد اتمی ۱۷ است که در یک نمونه طبیعی از آن، دو ایزوتوپ مختلف با اعداد جرمی ۳۵ و ۳۷ یافت می‌شود. بر این اساس، می‌توان گفت در هر اتم کلر ۱۷ الکترون وجود دارد، درحالی که شمار ذرات زیراتمی موجود در هسته اتم‌های کلر برابر با ۳۵ و یا ۳۷ عدد است. با توجه به توضیحات داده شده، در همه ایزوتوپ‌های طبیعی کلر، مجموع شمار ذرات زیراتمی موجود در هسته بیشتر از ۲ برابر شمار الکترون‌ها است. توجه داریم که در یک نمونه طبیعی از کلر، درصد فراوانی ایزوتوپی با عدد جرمی ۳۵ بیشتر از ایزوتوپ دیگر است.

ت: **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

گازهای نجیب به‌خاطر آرایش الکترونی هشت‌تایی خود، واکنش‌پذیری **کمی** داشته و در طبیعت به شکل **تک اتمی** وجود دارند. در واقع، اگر لایه ظرفیت اتمی، همانند آرایش الکترونی یک گاز نجیب(هشت‌تایی) باشد، آن اتم واکنش‌پذیری چندانی ندارد. در نقطه‌ی مقابل، اگر لایه‌ی ظرفیت اتمی چنین نباشد، آن اتم واکنش‌پذیر است.

(ماز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۴۱ **نوترون**، از جمله ذرات زیراتمی موجود در هسته اتم است که **بار الکتریکی نداشته** و با نماد ${}_{0}^{1}n$ مشخص می‌شود. در نوشتن نماد هر ذره، بار الکتریکی را در سمت چپ و پایین و جرم نسبی را در سمت چپ و بالا نشان می‌دهیم. توجه داریم که جرم نوترون کمی بیشتر از جرم پروتون است، اما جرم نسبی تقریبی این دو ذره برابر با $1amu$ در نظر گرفته می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ 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.

۳ اتم کربن-۱۲(اتمی که در ساختار خود ۶ پروتون، ۶ نوترون و ۶ الکترون دارد)، یک اتم پایدار بوده و به‌صورت طبیعی یافت می‌شود. توجه داریم که جرم اتم کربن-۱۲ **دقیقاً** برابر با $12amu$ خواهد بود، در حالی که مجموع جرم ۶ پروتون، ۶ نوترون و ۶ الکترون مجزا کمی بیشتر از $12amu$ خواهد بود. جدول زیر، جرم انواع ذرات زیراتمی موجود در هر اتم را نشان می‌دهد:

نام ذره	نماد	بار الکتریکی نسبی	جرم (amu)	جرم (g)
الکترون	${}_{-1}^{0}e$	-۱	۰/۰۰۰۵	$۹/۱۰۹ \times ۱۰^{-۲۸}$
پروتون	${}_{1}^{1}p$	+۱	۱/۰۰۷۳	$۱/۶۷۳ \times ۱۰^{-۲۴}$
نوترون	${}_{0}^{1}n$	۰	۱/۰۰۸۷	$۱/۶۷۵ \times ۱۰^{-۲۴}$

۴ نمونه‌ای از گاز NO_2 که در ساختار خود $۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳}$ اتم اکسیژن(معادل با یک مول اتم اکسیژن) دارد، شامل نیم مول از این گاز شده و جرم این نمونه از گاز نیتروژن دی‌اکسید، برابر با ۲۳ گرم خواهد بود. توجه داریم که جرم مولی گاز NO_2 برابر با مجموع جرم مولی اتم‌های سازنده آن و معادل با ۴۶ گرم بر مول است.

(ماز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۲۴۲ بررسی‌ها نشان می‌دهد که **اغلب** در یک نمونه طبیعی از عنصری معین، اتم‌های سازنده جرم یکسانی **ندارند**، زیرا یک نمونه از عناصر مختلف، اغلب مخلوطی از چند ایزوتوپ هستند. ایزوتوپ‌های یک عنصر دارای عدد اتمی یکسان اما عدد جرمی متفاوت هستند. از آنجا که خواص شیمیایی اتم‌های هر عنصر به عدد اتمی آن وابسته است، همه ایزوتوپ‌های یک عنصر خواص شیمیایی یکسانی دارند و در جدول دوره‌ای تنها یک مکان را اشغال می‌کنند. این درحالی است که همین ایزوتوپ‌ها، در خواص فیزیکی وابسته به جرم مانند چگالی با یکدیگر تفاوت دارند. جمع فراوانی ایزوتوپ‌های سازنده یک عنصر برابر ۱۰۰٪ است، پس فراوانی ایزوتوپ آخر برابر با $۱۰۰ - (۷۰ + ۲۰) = ۱۰$ درصد است. برای به‌دست آوردن جرم اتمی میانگین هر عنصر از فرمول زیر استفاده می‌کنیم:

$$\text{جرم اتمی میانگین} = \frac{\left(\text{جرم اتمی ایزوتوپ اول} \times \text{فراوانی ایزوتوپ اول}\right) + \left(\text{جرم اتمی ایزوتوپ دوم} \times \text{فراوانی ایزوتوپ دوم}\right) + \cdots}{\text{جمع فراوانی‌ها}}$$

حال اطلاعات داده شده در صورت سؤال را جایگذاری می‌کنیم:

$$۴۹/۱ = \frac{۷۰ \times ۵۰ + ۲۰ \times ۴۸ + ۱۰ \times X}{۱۰۰} \Rightarrow X = ۴۵\ amu$$

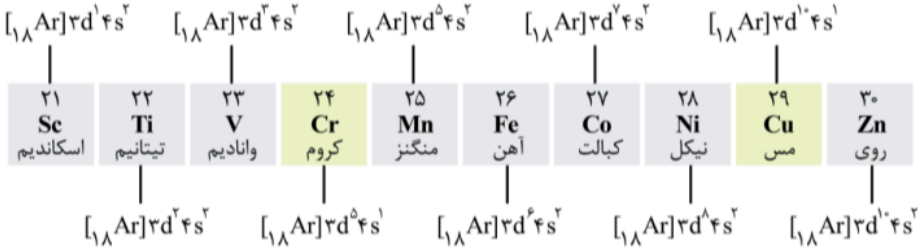
با توجه به محاسبات انجام شده، عدد جرمی ایزوتوپ سوم عنصر مورد نظر برابر با ۴۵ است. بر این اساس، داریم:

$${}_{۲۲}^{۴۵}X : p = ۲۲ \quad , \quad n + p = ۴۵ \Rightarrow n = ۲۳ \quad , \quad n - p = ۱$$

(ماز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۴۳ چهارمین عنصر دستهٔ d در دورهٔ چهارم، معادل با فلز کروم($_{۲۴}Cr$) است. کروم **اولین** عنصری در جدول تناوبی است که از قاعدهٔ آفبا پیروی **نمی‌کند**. دومین عنصر با این ویژگی، مس($_{۲۹}Cu$) است که تفاوت عدد اتمی آن با کروم برابر با $۲۹ - ۲۴ = ۵$ است. آرایش الکترونی عناصر موجود در دسته d تناوب چهارم جدول دوره‌ای به‌صورت زیر است:



بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ در رابطه با عناصر داده شده، داریم:

$[_{۲۴}Cr] = [_{۱۸}Ar]۳d^{۵}۴s^{۱}$ → شمار الکترون‌های ظرفیتی $= ۵ + ۱ = ۶$

$[_{۸}O] = [_{۲}He]۲s^{۲}۲p^{۴}$ → شمار الکترون‌های ظرفیتی $= ۲ + ۴ = ۶$

البته شمار الکترون‌های ظرفیتی را با توجه به شماره گروه عنصرها هم می‌توان تعیین کرد. بر این اساس، داریم:

$$\begin{cases} Cr: ۶ \text{ گروه} \rightarrow \text{شمار الکترون‌های ظرفیتی} = \text{شماره گروه} = ۶ \\ O: ۱۶ \text{ گروه} \rightarrow \text{شمار الکترون‌های ظرفیتی} = \text{شماره گروه} - ۱۰ = ۶ \end{cases}$$

۲ زیرلایه‌های نیمه‌پُر در آرایش الکترونی اتم‌های $_{۲۴}Cr$ و $_{۳۳}As$ به‌صورت زیر هستند:

$[_{۲۴}Cr] = [_{۱۸}Ar]\underline{۳d^{۵}}\ \underline{۴s^{۱}}$ → شمار زیرلایه‌های نیمه پُر $= ۲$

$[_{۳۳}As] = [_{۱۸}Ar]۳d^{۱۰}۴s^{۲}\ \underline{۴p^{۳}}$ → شمار زیرلایه‌های نیمه پُر $= ۱$

بنابراین شمار زیرلایه‌های نیمه‌پُر در $_{۲۴}Cr$، دو برابر این مقدار در $_{۳۳}As$ است.

۴ آرایش الکترونی کامل اتم Cr را رسم می‌کنیم. عددهای کوانتومی $l = ۰$، $l = ۱$ و $l = ۲$ به‌ترتیب به زیرلایه‌های الکترونی s، p و d برمی‌گردند. بر این اساس، داریم:

$$[_{۲۴}Cr] = ۱s^{۲}۲s^{۲}۲p^{۶}۳s^{۲}۳p^{۶}۳d^{۵}۴s^{۱} \rightarrow \begin{cases} l = ۰ \rightarrow ۲ + ۲ + ۲ + ۱ = ۷ \\ l = ۱ \rightarrow ۶ + ۶ = ۱۲ \\ l = ۲ \rightarrow ۵ \end{cases}$$

بنابراین مجموع شمار الکترون‌های دارای عددهای کوانتومی $l = ۰$ و $l = ۲$، با شمار الکترون‌های دارای عدد کوانتومی $l = ۱$ برابر است.

(ماز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۴۴ عناصر A ، D ، X و Z به‌ترتیب معادل با عناصر Ca ، Cr ، Cu و Sc هستند. با توجه به موقعیت این عناصر، اطلاعات داده شده در ردیف‌های اول و سوم جدول مورد نظر درست هستند. مقدار مؤلفه‌های موجود در جدول مورد نظر، به شرح زیر است:

ویژگی‌ها	${}^{45}_{21}Sc$	${}^{65}_{29}Cu$	${}^{52}_{24}Cr$	${}^{40}_{20}Ca$
آرایش الکترونی	$[{}_{18}Ar]\ 3d^1 4s^2$	$[{}_{18}Ar]\ 3d^{10} 4s^1$	$[{}_{18}Ar]\ 3d^5 4s^1$	$[{}_{18}Ar]\ 4s^2$
مجموع $n-l$ الکترون‌های لایه ظرفیت عنصر	۱×(۳-۲) +۲×(۴-۰)=۹	۱۰×(۳-۲) +۱×(۴-۰)=۱۴	۵×(۳-۲) +۱×(۴-۰)=۹	۲×(۴-۰)=۸
شمار نوترون‌ها	$n = 45\text{-}21 = 24$	$n = 65\text{-}29 = 36$	$n = 52\text{-}24 = 28$	$n = 40\text{-}20 = 20$
تفاوت شمار الکترون‌های زیرلایه‌های s و نوترون‌ها	$24 - 8 = 16$	$36 - 7 = 29$	$28 - 7 = 21$	$20 - 8 = 12$
شماره گروه عنصر	۳	۱۱	۶	۲
نسبت شمارهٔ گروه به شمارهٔ دوره	$\frac{3}{4} = 0/75$	$\frac{11}{4} = 2/75$	$\frac{6}{4} = 1/5$	$\frac{2}{4} = 0/5$
نسبت آنیون به کاتیون در سولفیدی با بالاترین بار برای کاتیون	Sc_2S_3 ۱/۵	CuS ۱	Cr_2S_3 ۱/۵	CaS ۱

بررسی موارد نادرست:

ردیف دوم: مس از جمله عناصر فلزی واسطه موجود در جدول دوره‌ای است که رسم آرایش الکترونی آن از قاعده آفبا پیروی **نمی‌کند**. آرایش الکترونی این عنصر به‌صورت ${}_{29}Cu : [{}_{18}Ar]\ 3d^{10} 4s^1$ بوده و در زیرلایه‌های s آن مجموعاً ۷ الکترون وجود دارد. تعداد نوترون‌های موجود در هر اتم مس نیز برابر با ۳۶ است، پس اختلاف تعداد نوترون و الکترون‌های زیر لایه‌های s آن ۲۹ است.

ردیف چهارم: یون سولفید، از اتم گوگرد ایجاد شده و دارای بار الکتریکی ۲- است. بالاترین بار الکتریکی برای کروم برابر با ۳+ است، پس سولفیدی با بالاترین بار الکتریکی برای این عنصر معادل با Cr_2S_3 است که نسبت شمار آنیون به کاتیون در آن برابر با ۱/۵ می‌شود.

(ماز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۲۴۵ از آنجا که در نماد هر دو یون داده شده از حرف A استفاده شده است، پس این دو یون مربوط به **ایزوتوپ‌های** مختلف عنصر A هستند. اگر شمار الکترون‌ها، پروتون‌ها و نوترون‌های موجود در ایزوتوپ ${}^{57}A$ را به‌ترتیب برابر e، p و n در نظر بگیریم:

$${}^{57}A^{3+}:\ p - 3 = e \quad و \quad 1/25 \times e = n \rightarrow 1/25(p-3) = n$$

از طرفی مجموع شمار نوترون‌ها و پروتون‌ها در این یون، برابر با عدد جرمی آن است. معادله دوم را بر اساس عدد جرمی این یون می‌نویسیم و سپس دو معادله حاصل را در یک دستگاه دو معادله و دو مجهول قرار می‌دهیم.

$$\begin{cases} n + p = 57 \\ 1/25(p-3) = n \end{cases} \rightarrow p = 27 \quad و \quad n = 30$$

عنصر A معادل با ${}_{27}Co$ در جدول تناوبی است. باید یونی از این عنصر که آرایش الکترونی آن به $3d^7$ ختم شود را پیدا کنیم. در این رابطه، داریم:

$${}_{27}Co : [{}_{18}Ar]\ 3d^7 4s^2 \xrightarrow{-2e} {}_{27}Co^{2+} : [{}_{18}Ar]\ 3d^7$$

با توجه به توضیحات داده شده، یون مورد نظر معادل با یون ${}^{59}_{27}Co^{2+}$ است. آرایش الکترونی این یون به $3d^7$ ختم می‌شود. در مرحله بعد، تفاوت شمار الکترون‌ها و نوترون‌ها را در ${}^{59}_{27}Co^{2+}$ به‌دست می‌آوریم:

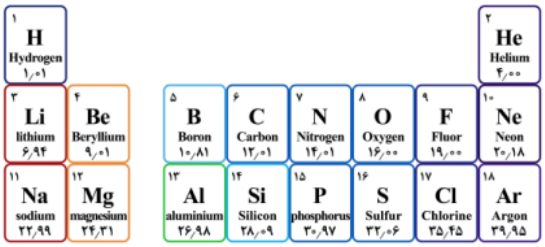
$$\left.\begin{array}{l} n = A - Z = 59 - 27 = 32 \\ e = Z - \text{بار یون} = 27 - 2 = 25 \end{array}\right\} \rightarrow n - e = 32 - 25 = 7$$

با توجه به محاسبات انجام شده، تفاوت شمار الکترون‌ها و نوترون‌ها در یون ${}^{59}_{27}A^{2+}$ برابر با ۷ است.

(ماز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۴۶ شکل زیر عناصر سه دوره نخست جدول تناوبی را نمایش می‌دهد:



در آرایش الکترون-نقطه‌ای هر اتم، الکترون‌های لایه ظرفیت اتم را به‌صورت نقطه در اطراف نماد عناصر قرار می‌دهیم. در فرایند نقطه‌گذاری باید دقت کنیم که ابتدا چهار طرف چپ، راست، بالا و پایین نماد عنصر دارای نقطه باشد. اگر الکترون دیگری وجود داشت، دور دوم آغاز شده و فرایند را ادامه می‌دهیم. بر این اساس، عناصر موجود در گروه‌های ۱۵ تا ۱۸(معادل با ۹ عنصر از ۱۸ عنصر موجود در تناوب‌های اول تا سوم) دارای الکترون جفت شده هستند. در جدول زیر، آرایش الکترون-نقطه‌ای اتم عناصر مختلف موجود در هر گروه را مشاهده می‌کنید:

شمارهٔ گروه عنصر	۱	۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸
آرایش لایهٔ ظرفیت	ns^1	ns^2	ns^2np^1	ns^2np^2	ns^2np^3	ns^2np^4	ns^2np^5	ns^2np^6
تعداد الکترون ظرفیت	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸
نماد الکترون ـ نقطه	Li•	Be•	B•	•C•	•N•	•O:	:F•	:Ne:

همان‌طور که مشخص است، عناصر گروه ۱۵ تا ۱۸ دارای جفت الکترون هستند. در آرایش الکترون-نقطه‌ای اتم هلیم نیز الکترون منفرد وجود نداشته و فقط یک جفت الکترون وجود دارد. آرایش الکترون-نقطه‌ای هلیم به‌صورت زیر است:

$$\ddot{He}$$

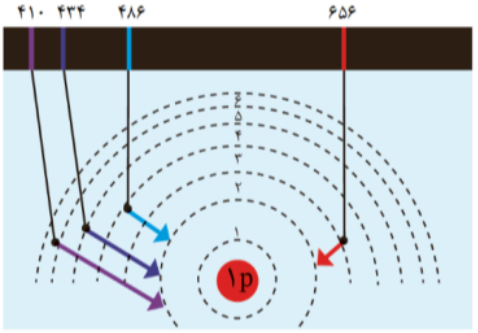
(ماز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۲۴۷ عبارت‌های (الف) و (ت) درست هستند.

بررسی موارد:

الف: هر زیرلایه، گنجایش تعداد مشخصی از الکترون را دارد که با توجه به مقدار عدد کوانتومی فرعی(l) مشخص می‌شود. توجه داریم که برای نشان دادن هر زیرلایه الکترونی، از نماد nl استفاده می‌شود.

ب: در طیف نشری- خطی هیدروژن، نوار سرخ ناشی از انتقال الکترون از لایهٔ $n=3$ به $n=2$ است. به‌طور کلی، در اتم هیدروژن نوارهای رنگی وقتی ایجاد می‌شوند که الکترون‌ها از لایه‌های بالاتر به سمت لایه $n=2$ منتقل شوند. شکل زیر، انتقال‌های الکترونی در اتم هیدروژن در ناحیه مرئی را نشان می‌دهد:



پ: در طیف نشری- خطی همه اتم‌ها، با نزدیک شدن به طول موج‌های کوتاه‌تر(پرتوهایی با سطح انرژی بالاتر)، از هسته اتم **دورتر** می‌شویم. به‌عنوان مثال، در اتم هیدروژن اگر مقصد انتقال الکترون ثابت و معادل با لایه $n=2$ باشد، هرچه مبدأ انتقال الکترون از هسته اتم دورتر شود، تفاوت انرژی لایه‌های مبدأ و مقصد بیشتر شده و طول موج پرتو نشر شده در طیف نشری-خطی نیز کوتاه‌تر خواهد بود.

ت: عناصری از دوره چهارم جدول تناوبی که ۵ زیرلایه دو الکترونی در آرایش الکترونی اتم خود دارند، تیتانیم($_{22}Ti$) و ژرمانیم($_{32}Ge$) هستند. آرایش الکترونی اتم این عناصر به‌صورت زیر است:

$$_{22}Ti: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^2 4s^2 \quad , \quad _{32}Ge: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^2$$

تیتانیم **فلزی** واسطه از دسته d جدول تناوبی است، اما ژرمانیم عنصری **شبه‌فلزی** از دسته p جدول دوره‌ای است. اختلاف عدد اتمی دو عنصر تیتانیم و ژرمانیم برابر با ۱۰ است و این مقدار، با عدد اتمی دومین گاز نجیب یعنی $_{10}Ne$ برابر است.

(ماز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۴۸ ابتدا باید مقدار x را در فرمول شیمیایی $P_۴S_x$ به‌دست آورد. برای به‌دست آوردن آن به‌صورت زیر عمل می‌کنیم:

$$۰/۵۶۷\ g\ P_۴S_x = ۱/۸۰۶ \times ۱۰^{۲۱}\ \text{مولکول}\ P_۴S_x \times \frac{۱\ mol\ P_۴S_x}{۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳}\ \text{مولکول}\ P_۴S_x} \times \frac{(۹۳ + ۳۲x)\ g\ P_۴S_x}{۱\ mol\ P_۴S_x} \Longrightarrow x = ۳$$

پس فرمول شیمیایی مولکول مورد نظر به‌صورت $P_۴S_۳$ بوده است. اکنون می‌توان تعداد مول اتم‌های موجود در $۱/۸۰۶ \times ۱۰^{۲۱}$ مولکول از آن را به‌دست آورد. در این رابطه، داریم:

$$?\ mol\ atom = ۱/۸۰۶ \times ۱۰^{۲۱}\ \text{مولکول}\ P_۴S_۳ \times \frac{۱\ mol\ P_۴S_۳}{۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳}\ \text{مولکول}\ P_۴S_۳} \times \frac{۶\ mol\ atom}{۱\ mol\ P_۴S_۳} = ۰/۰۱۸\ mol$$

تعداد مول یون‌های موجود در ۲۴۰ گرم منیزیم اکسید(MgO) نیز به‌صورت زیر به‌دست می‌آید:

$$?\ mol\ ion = ۲۴۰\ g\ MgO \times \frac{۱\ mol\ MgO}{۴۰\ g\ MgO} \times \frac{۲\ mol\ ion}{۱\ mol\ MgO} = ۱۲\ mol$$

اکنون می‌توان نسبت خواسته‌شده در سؤال را محاسبه کرد:

$$\frac{\text{تعداد اتم‌های}\ P_۴S_۳}{\text{تعداد یون‌های}\ MgO} = \frac{\text{شمار مول اتم‌های}\ P_۴S_۳}{\text{شمار مول یون‌های}\ MgO} = \frac{۰/۰۱۸}{۱۲} = ۱/۵ \times ۱۰^{-۳}$$

تعداد اتم‌های موجود در ۰/۵۶۷ گرم $P_۴S_۳$، معادل با $۱/۵ \times ۱۰^{-۳}$ برابر تعداد یون‌های موجود در ۲۴۰ گرم MgO است. همان‌طور که مشاهده کردید، محاسبه دقیق تعداد اتم‌ها لازم نیست. برای روشن‌تر شدن قضیه به محاسبات زیر دقت کنید:

$$\frac{\text{تعداد اتم‌های}\ P_۴S_۳}{\text{تعداد یون‌های}\ MgO} = \frac{۰/۰۱۸\ mol\ atom \times \frac{۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳}\ atom}{۱\ mol\ atom}}{۱۲\ mol\ ion \times \frac{۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳}\ ion}{۱\ mol\ ion}} = ۱/۵ \times ۱۰^{-۳}$$

(ماز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۲۴۹ الکترون برانگیخته، نسبت به الکترون‌هایی که در حالت پایه قرار گرفته‌اند، سطح انرژی **بالاتری** داشته و با از دست دادن انرژی اضافی خود، می‌تواند به لایه‌های الکترونی پایین‌تر منتقل شود. توجه داریم که برای الکترون، نشر نور(پرتوهای مرئی مثل نور سبز، آبی و ... و یا پرتوهای نامرئی مثل فرابنفش و فروسرخ) مناسب‌ترین شیوه برای از دست دادن انرژی است، اما این روش، **تنها** شیوه برای از دست دادن انرژی نیست!

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ دسته p جدول دوره‌ای، در **تناوب‌های دوم تا هفتم** قرار داشته و گروه‌های ۱۳ تا ۱۸ از این تناوب‌ها را اشغال می‌کند، پس می‌توان گفت این عناصر در ۶ گروه آخر از ۶ تناوب جدول دوره‌ای قرار داشته و تعداد آن‌ها برابر با ۳۶ عدد است. دسته d جدول دوره‌ای نیز در **تناوب‌های چهارم تا هفتم** قرار داشته و گروه‌های ۳ تا ۱۲ از این تناوب‌ها را اشغال می‌کند، پس می‌توان گفت این عناصر در ۱۰ گروه از ۴ تناوب جدول دوره‌ای قرار داشته و تعداد آن‌ها برابر با ۴۰ عدد است. با توجه به توضیحات داده شده، مجموع تعداد عناصر موجود در دسته p جدول دوره‌ای امروزی، ۰/۹ برابر تعداد عناصر دسته d است.

۲ در تمام عناصر دسته p در دورهٔ چهارم(عناصری با عدد اتمی ۳۱ تا ۳۶ که از گالیم شروع شده و به کریپتون ختم می‌شوند)، زیرلایهٔ $۳d$ کاملاً پر شده است؛ بنابراین این عنصرها در لایه سوم خود ۱۸ الکترون دارند. آرایش الکترونی لایه سوم در این اتم‌ها به‌صورت زیر است:

$$۳s^{۲}۳p^{۶}۳d^{۱۰}$$

۳ عدد کوانتومی **اصلی** را با n و عدد کوانتومی **فرعی** را با l نمایش می‌دهند. عدد کوانتومی فرعی می‌تواند شمار الکترون‌های هر زیرلایه را تعیین کند. محدوده مجاز عدد کوانتومی فرعی به‌صورت زیر است:

$$l = ۰ \text{ و } ۱ \text{ و } \ldots \text{ و } (n-۱)$$

با توجه به توضیحات بالا، بیشترین مقدار عدد کوانتومی فرعی در هر لایه الکترونی برابر با $n-۱$ است.

(ماز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۵۰ عبارت‌های (الف)، (پ) و (ت) درست هستند.

بررسی موارد:

الف: لایه‌های الکترونی، فضاهای کروی‌شکل موجود در اطراف هسته اتم هستند. الکترون در هر لایه‌ای که باشد، در همهٔ نقاط پیرامون هسته حضور می‌یابد، اما احتمال حضور آن در یک فضای محدود(که در ساختار لایه‌ای اتم آن را پررنگ‌تر نشان می‌دهند) **بیشتر** از سایر نقاط است. به‌عنوان مثال، تصویر زیر نمایی از مدل لایه‌ای را برای یک اتم نشان می‌دهد:



همان‌طور که مشخص است، اتم مورد نظر دارای ۲ لایهٔ الکترونی در اطراف هسته خود است.



ب: با گرفتن ترکیبات سدیم دار از جمله سدیم اکسید بر روی شعله آتش، رنگ شعله زرد می‌شود که به کمک آن، می‌توان نوع کاتیون به کار رفته در این ترکیب را تشخیص داد؛ چرا که آزمون شعله فقط برای تشخیص انواع **عناصر فلزی** کاربرد دارد و از آن نمی‌توان برای تشخیص عناصر نافلزی موجود در یک ماده استفاده کرد. در واقع رنگ شعله تمام ترکیبات سدیم دار مثل سدیم اکسید، سدیم سولفید، سدیم نیترات و ... مشابه به‌هم و زرد رنگ است. جدول زیر، رنگ شعله فلزهای منیزیم، آهن، لیتیم و مس را نشان می‌دهد:

فلز	لیتیم	آهن	منیزیم	مس
رنگ شعله	سرخ	نارنجی	سفید	سبز

پ: لایه الکترونی $n = ۳$، شامل زیرلایه‌های $۳s$، $۳p$ و $۳d$ می‌شود. از میان عناصر موجود در تناوب چهارم، از عنصری با عدد اتمی ۲۹ به بعد، زیرلایه‌های $۳s$، $۳p$ و $۳d$ همگی پر از الکترون هستند. این عناصر شامل مس، روی، گالیم، ژرمانیم، آرسنیک، سلنیم، برم و کریپتون می‌شوند. آرایش الکترونی عنصر مس، به‌عنوان اولین عنصری که در آن زیرلایه‌های $۳s$، $۳p$ و $۳d$ پر از الکترون هستند، به‌صورت زیر است:

$$_{۲۹}Cu : [_{۱۸}Ar]\, ۳d^{۱۰}\, ۴s^{۱}$$

ت: با افزایش عدد کوانتومی اصلی لایه‌های الکترونی، تفاوت سطح انرژی این لایه‌ها به‌تدریج **کاهش** پیدا می‌کند. به‌عنوان مثال، تفاوت سطح انرژی لایه‌های الکترونی $n = ۳$ و $n = ۲$ در اتم هیدروژن، کمتر از لایه‌های $n = ۲$ و $n = ۱$ است.

(ماز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۲۵۱ برای محاسبه جرم اتمی میانگین یک عنصر از رابطه زیر استفاده می‌کنیم :

$$\text{جرم اتمی میانگین} = \frac{\left(\text{جرم اتمی ایزوتوپ اول} \times \text{درصد فراوانی ایزوتوپ اول}\right) + \left(\text{جرم اتمی ایزوتوپ دوم} \times \text{درصد فراوانی ایزوتوپ دوم}\right) + \ldots}{۱۰۰}$$

با توجه به رابطه بالا، جرم اتمی میانگین عناصر کلر و هیدروژن را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{جرم اتمی میانگین : هیدروژن} = \frac{(۹۰ \times ۱) + (۱۰ \times ۲)}{۱۰۰} = ۱/۱\ amu \longrightarrow \text{جرم مولی هیدروژن برابر با ۱/۱ گرم است}$$

$$\text{جرم اتمی میانگین : کلر} = \frac{(۷۵ \times ۳۵) + (۲۵ \times ۳۷)}{۱۰۰} = ۳۵/۵\ amu \longrightarrow \text{جرم مولی کلر برابر با ۳۵/۵ گرم است}$$

ساختار مولکول هیدروژن کلرید به‌صورت زیر است:



آرایش الکترون-نقطه‌ای اتم‌ها در ساختار این مولکول به‌صورت زیر است:



همان‌طور که مشخص است، میان دو اتم سازنده این ماده، یک جفت الکترون(معادل با ۲ عدد الکترون) به اشتراک گذاشته شده است. جرم مولی این گاز نیز برابر با مجموع جرم مولی اتم‌های سازنده آن و معادل با ۳۶/۶ گرم بر مول است. بر این اساس، داریم:

$$?\,g\ HCl = ۱/۲۰۴ \times ۱۰^{۲۳}\ e\ \text{پیوندی} \times \frac{۱\ mol\ e\ \text{پیوندی}}{۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳}\ e\ \text{پیوندی}} \times \frac{۱\ mol\ HCl}{۲\ mol\ e\ \text{پیوندی}} \times \frac{۳۶/۶\ g\ HCl}{۱\ mol\ HCl} = ۳/۶۶\ g$$

(ماز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

۲۵۲ برای نوشتن آرایش الکترونی فشرده یک عنصر از تناوب شماره n، از نماد گاز نجیبی که در انتهای تناوب $n-1$ قرار گرفته استفاده می‌شود. فسفر و بور، به‌ترتیب متعلق به تناوب‌های سوم و دوم جدول دوره‌ای هستند و عدد اتمی آن‌ها به‌ترتیب برابر با ۱۵ و ۵ است؛ پس برای نوشتن آرایش الکترونی فشرده این عناصر به‌ترتیب از نماد گازهای نجیبی که در انتهای تناوب‌های دوم و اول جدول دوره‌ای قرار گرفته است استفاده می‌شود. آرایش الکترونی این عناصر از جدول دوره‌ای به‌صورت زیر است:

$${}_{15}P : [Ne]3s^2 3p^3 \qquad {}_{5}B : [He]2s^2 2p^1$$

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ اگرچه نور خورشید سفید به نظر می‌رسد، اما با عبور آن از قطره‌های آب موجود در هوا، این نور تجزیه شده و گستره‌ای پیوسته از رنگ‌ها را ایجاد می‌کند. این گسترهٔ رنگی، شامل **بی‌نهایت** طول موج از رنگ‌های گوناگون است که یک طیف مرئی از رنگ قرمز تا بنفش را شامل می‌شود. بررسی‌ها نشان می‌دهد که نور خورشید شامل گسترهٔ بسیار **بزرگ‌تری** از پرتوها است. پرتوهایی که از نوع پرتوهای الکترومغناطیسی بوده و با خود انرژی حمل می‌کنند؛ به‌طوری که هر چه طول موج آن پرتوها کوتاه‌تر باشد، انرژی بیشتری با خود حمل می‌کنند.

۳ جدول زیر، اطلاعات مربوط به زیرلایه‌های الکترونی مختلف را نشان می‌دهد:

نماد زیرلایه	s	p	d	f
حداکثر گنجایش زیرلایه	۲	۶	۱۰	۱۴
مقدار مجاز l	۰	۱	۲	۳

با توجه به داده‌های موجود در این جدول، حداکثر گنجایش الکترونی زیرلایه‌های f برابر با ۱۴ الکترون و حداکثر گنجایش الکترونی زیرلایه‌های p نیز برابر با ۶ الکترون است.

۴ طبق متن باهم بیندیشیم 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. هرچند که این قاعده **به‌طور کلی** درست بوده و در رابطه با اغلب اتم‌ها درست است، اما مثال‌های رد کننده‌ای نیز برای آن وجود دارد. برای مثال، اتم هلیم در واکنش‌ها اصلاً الکترون مبادله نمی‌کند اما تعداد الکترون‌های ظرفیتی آن برابر با ۲ عدد است که این مقدار، کمتر از ۳ است.

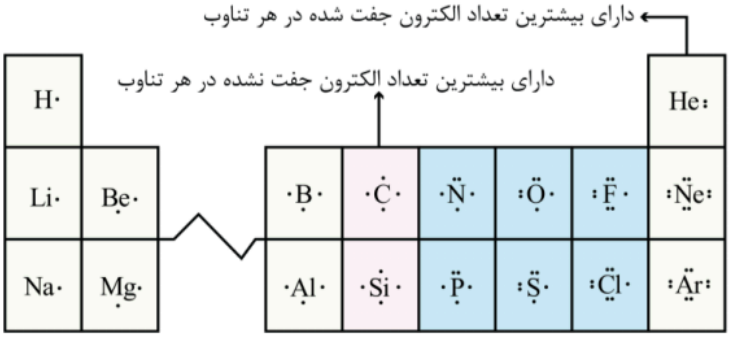
(ماز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۵۳ فقط عبارت (ت) درست است.

بررسی موارد:

الف: تصویر زیر، آرایش الکترون-نقطه‌ای اتم‌های مختلف از تناوب‌های اول تا سوم را نشان می‌دهد:



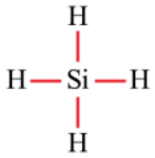
همان‌طور که مشخص است، در آرایش الکترون-نقطه‌ای هلیم هیچ الکترون جفت نشده‌ای وجود ندارد. این در حالی است که در ساختار گوگرد، ۲ الکترون جفت‌نشده وجود دارد.

ب: هیدروژن و هلیم، تنها عناصری هستند که در آرایش الکترونی خود فقط یک لایه دارند. این در حالی است که مدل بور، **فقط** توانایی توجیه طیف نشری-خطی حاصل از **هیدروژن** را داشت و طیف حاصل از بقیه عناصر را توجیه نمی‌کرد.

پ: آرایش الکترونی اتمی که $Z = ۱۴$ دارد، به $۳p^۲$ ختم می‌شود. این عنصر، جزء عناصر دسته p بوده و در دوره سوم و گروه ۱۴ قرار دارد. این عنصر معادل با سیلیسیم بوده و آرایش الکترونی اتم آن به‌صورت زیر است:

$$_{۱۴}Si: ۱s^۲۲s^۲۲p^۶۳s^۲۳p^۲$$

سیلیسیم، دارای ۴ الکترون جفت نشده(تک) در لایه ظرفیت خود است و می‌تواند با ۴ اتم هیدروژن، ۴ پیوند اشتراکی یگانه تشکیل دهد. آرایش الکترون-نقطه‌ای ترکیب حاصل از واکنش هیدروژن و سیلیسیم($SiH_۴$) به‌صورت زیر است:



مدل فضا پرکن این مولکول شبیه مدل فضا پرکن مولکول متان است. این ساختار، به‌صورت زیر خواهد بود:



این ماده، سیلیسیم تتراهیدرید نام دارد. توجه داریم که برای نمایش دادن ساختار مولکول‌ها در سه بعد، می‌توان از مدل گلوله و میله و مدل فضا پرکن استفاده کرد. در مدل گلوله و میله، اتم‌ها را با گلوله و پیوندها را با میله نمایش می‌دهند؛ در نتیجه پیوندهای اشتراکی بین اتم‌ها مشخص است. در نقطه مقابل، در مدل فضا پرکن این پیوندها مشخص نیستند.

ت: اگر آرایش الکترونی Sr به‌صورت $[Kr]۵s^۲$ باشد، این عنصر در گروه ۲ جدول تناوبی جای گرفته و هر اتم آن در شرایط مناسب با از دست دادن ۲ الکترون به یون $Sr^{۲+}$ تبدیل می‌شود.

(ماز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۵۴ گوگرد، یکی از عناصر نافلزی موجود در تناوب سوم است که به حالت آزاد(عنصری) در طبیعت یافت می‌شود. با توجه به نمودار داده شده، می‌توان گفت در یک نمونه ۱۰۰ اتمی از عنصر گوگرد، ۷۰ اتم از ایزوتوپ $^{۳۲}_{۱۶}S$، ۲۰ اتم از ایزوتوپ $^{۳۳}_{۱۶}S$ و ۱۰ اتم از ایزوتوپ $^{۳۴}_{۱۶}S$ وجود دارد. با توجه به فراوانی نسبی این ایزوتوپ‌ها، جرم اتمی میانگین گوگرد را محاسبه می‌کنیم.

برای محاسبه جرم اتمی میانگین یک عنصر به کمک فراوانی نسبی ایزوتوپ‌های آن، از رابطه زیر استفاده می‌شود:

$$\text{جرم اتمی میانگین} = \frac{(\text{جرم اتمی ایزوتوپ اول} \times \text{فراوانی نسبی ایزوتوپ اول}) + (\text{جرم اتمی ایزوتوپ دوم} \times \text{فراوانی نسبی ایزوتوپ دوم}) + \cdots}{\text{مجموع فراوانی نسبی ایزوتوپ‌های مختلف}}$$

برای محاسبه جرم اتمی میانگین یک عنصر به کمک درصد فراوانی ایزوتوپ‌های آن، از رابطه زیر استفاده می‌شود:

$$\text{جرم اتمی میانگین} = \frac{(\text{جرم اتمی ایزوتوپ اول} \times \text{درصد فراوانی ایزوتوپ اول}) + (\text{جرم اتمی ایزوتوپ دوم} \times \text{درصد فراوانی ایزوتوپ دوم}) + \cdots}{۱۰۰}$$

$$\text{جرم اتمی میانگین گوگرد} = \frac{(۷۰ \times ۳۲) + (۲۰ \times ۳۳) + (۱۰ \times ۳۴)}{۱۰۰} = ۳۲/۴ \, amu$$

با توجه به محاسبات انجام شده، جرم اتمی میانگین گوگرد برابر با $۳۲/۴ \, amu$ است؛ پس جرم هر مول گوگرد برابر با ۳۲/۴ گرم می‌شود. بر این اساس، شمار اتم‌های گوگرد در یک نمونهٔ ۶/۴۸ گرمی از این عنصر را محاسبه می‌کنیم.

$$?\, atom S = ۶/۴۸ g S \times \frac{۱ mol S}{۳۲/۴ g S} \times \frac{۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳} atom S}{۱ mol S} = ۱/۲۰۴ \times ۱۰^{۲۳} atom$$

با توجه به نمودار سوال، در هر ۱۰۰ اتم گوگرد، ۲۰ اتم از ایزوتوپ $^{۳۳}_{۱۶}S$ وجود دارد؛ پس داریم:

$$?\, atom\, ^{۳۳}_{۱۶}S = ۱/۲۰۴ \times ۱۰^{۲۳} atom S \times \frac{۲۰ atom\, ^{۳۳}_{۱۶}S}{۱۰۰ atom S} = ۲/۴۰۸ \times ۱۰^{۲۲} atom$$

بر این اساس، در نمونهٔ مورد نظر $۲/۴۰۸ \times ۱۰^{۲۲}$ اتم از ایزوتوپ $^{۳۳}_{۱۶}S$ وجود دارد.

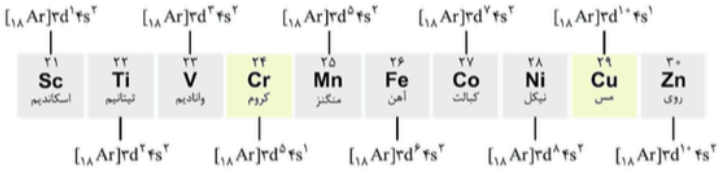
(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۵۵

پاسخ تشریحی:

چهارمین عنصر دستهٔ d در دورهٔ چهارم، کروم($_{۲۴}Cr$) است. کروم اولین عنصری در جدول تناوبی است که از قاعدهٔ آفبا پیروی نمی‌کند. دومین عنصر با این ویژگی، مس($_{۲۹}Cu$) است. عنصر مس، اولین عنصری است که در گروه ۱۱ قرار داشته و با عنصر $_{۱۱}X$ در یک گروه قرار می‌گیرد. تفاوت عدد اتمی مس با کروم، برابر با $۲۹ - ۲۴ = ۵$ واحد است. آرایش الکترونی عناصر موجود در دسته d تناوب چهارم جدول دوره‌ای به صورت زیر است:



بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) در رابطه با عناصر داده شده، داریم:

$[_{۲۴}Cr] = [_{۱۸}Ar]۳d^{۵}۴s^{۱} \rightarrow$ شمار الکترون‌های ظرفیتی $= ۵ + ۱ = ۶$

$[_{۸}O] = [_{۲}He]۲s^{۲}۲p^{۴} \rightarrow$ شمار الکترون‌های ظرفیتی $= ۲ + ۴ = ۶$

البته شمار الکترون‌های ظرفیتی را با توجه به شمار گروه عنصرها هم می‌توان تعیین کرد. بر این اساس، داریم:

$$\begin{cases} Cr: ۶ \text{ گروه} \rightarrow ۶ = \text{شمار الکترون‌های ظرفیتی} \\ O: ۱۶ \text{ گروه} \rightarrow ۶ = \text{شمار الکترون‌های ظرفیتی} \end{cases}$$

۲) عنصر $_{۳۳}As$، پانزدهمین عنصر موجود در دسته p جدول دوره‌ای است. این عنصر، در تناوب چهارم قرار گرفته است. زیرلایه‌های نیمه‌پُر در آرایش الکترونی اتم‌های $_{۲۴}Cr$ و $_{۳۳}As$ به صورت زیر هستند:

$[_{۲۴}Cr] = [_{۱۸}Ar]\underline{۳d^{۵}}\ \underline{۴s^{۱}} \rightarrow$ شمار زیر لایه‌های نیمه پُر $= ۲$

$[_{۳۳}As] = [_{۱۸}Ar]۳d^{۱۰}۴s^{۲}\ \underline{۴p^{۳}} \rightarrow$ شمار زیر لایه‌های نیمه پُر $= ۱$

بنابراین شمار زیرلایه‌های نیمه‌پُر در ساختار اتم $_{۲۴}Cr$، دو برابر این مقدار در $_{۳۳}As$ است.

۴) آرایش الکترونی کامل اتم Cr را رسم می‌کنیم. عددهای کوانتومی فرعی $l = ۰$، $l = ۱$ و $l = ۲$ به ترتیب به زیرلایه‌های s، p و d برمی‌گردند. بر این اساس، داریم:

$$[_{۲۴}Cr] = ۱s^{۲}۲s^{۲}۲p^{۶}۳s^{۲}۳p^{۶}۳d^{۵}۴s^{۱} \rightarrow \begin{cases} l = ۰ \rightarrow ۲ + ۲ + ۲ + ۱ = ۷ \\ l = ۲ \rightarrow ۵ \\ n = ۲ \rightarrow ۲ + ۶ = ۸ \end{cases}$$

بنابراین مجموع شمار الکترون‌های دارای عددهای کوانتومی $l = ۰$ و $l = ۲$، ۱/۵ برابر شمار الکترون‌های دارای عدد کوانتومی $n = ۲$ است.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۵۶ اورانیم شناخته‌شده‌ترین فلز پرتوزایی است که یکی از ایزوتوپ‌های آن، اغلب به عنوان سوخت در راکتورهای اتمی استفاده می‌شود. این ایزوتوپ اورانیم، معادل با $^{۲۳۵}_{۹۲}U$ بوده که درصد فراوانی آن در مخلوط طبیعی از ۰/۷ درصد کمتر است.

الکترون، ذره‌ای زیراتمی با بار نسبی ۱- بوده و جرمی در حدود $\frac{۱}{۲۰۰۰}amu$ دارد؛ درنتیجه نسبت جرمی خواسته شده در سوال برابر است با:

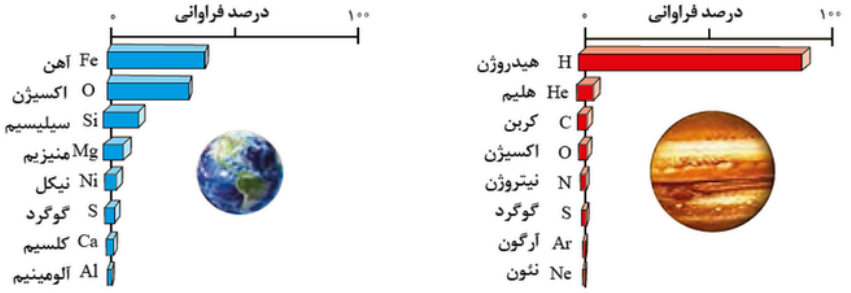
$$A = \frac{\text{جرم اتمی ایزوتوپ اورانیم}}{\text{جرم یک الکترون}} \Rightarrow A = \frac{۲۳۵\ amu}{\frac{۱}{۲۰۰۰}\ amu} \Rightarrow A = ۴۷۰۰۰۰ \text{ برابر}$$

جدول زیر اطلاعات مهم مربوط به ذرات زیراتمی را نشان می‌دهد:

نام ذره	نماد	بار الکتریکی نسبی	جرم (amu)	جرم (g)
الکترون	$^{۰}_{-۱}e$	-۱	۰/۰۰۰۵	$۹/۱۰۹\times۱۰^{-۲۸}$
پروتون	$^{۱}_{۱}p$	+۱	۱/۰۰۷۳	$۱/۶۷۳\times۱۰^{-۲۴}$
نوترون	$^{۱}_{۰}n$	۰	۱/۰۰۸۷	$۱/۶۷۵\times۱۰^{-۲۴}$

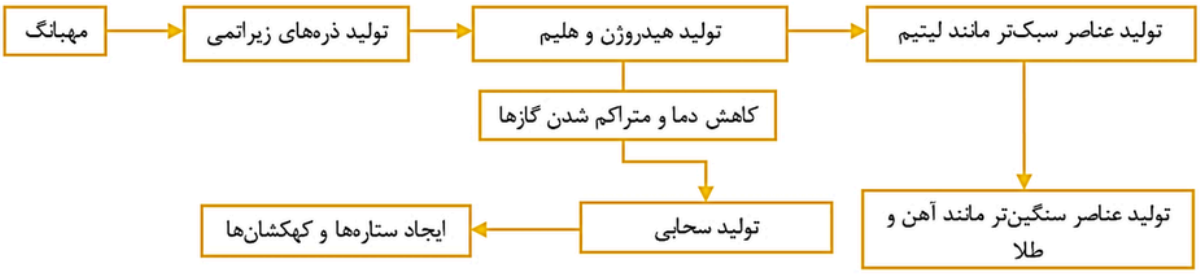
بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) اولین عنصری که بعد از مهبانگ تولید شد، هیدروژن بود. هیدروژن، فراوان‌ترین عنصر سیاره مشتری به حساب می‌آید. در تصویر زیر، ۸ عنصر فراوان‌تر موجود در سیاره زمین و سیاره مشتری نشان داده شده است:



۲) با گذشت زمان و کاهش دما، گازهای هیدروژن و هلیم متراکم شدند و مجموعه‌هایی گازی به نام سحابی را ایجاد کردند. بعدها سحابی‌ها باعث ایجاد کهکشان‌ها و ستاره‌ها شدند.

در این رابطه، داریم:



۳) فراوان‌ترین عنصر موجود در سیاره زمین، آهن است. آهن در گروه ۸ و دوره چهارم از جدول تناوبی جای دارد و عدد اتمی آن برابر با ۲۶ است. در هسته هر اتم از آهن، ۲۶ پروتون وجود دارد.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۵۷ در مدل لایه‌ای، اتم را مانند کره‌ای در نظر می‌گیرند که هسته در فضایی بسیار کوچک و در مرکز آن جای دارد و الکترون‌ها در فضایی بسیار بزرگ‌تر و در لایه‌هایی پیرامون هسته توزیع می‌شوند. با توجه به ساختار لایه‌ای داده شده در صورت سوال، ۱۶ الکترون در لایه سوم الکترونی اتم و ۲ الکترون در لایه چهارم آن موجود است؛ درنتیجه اتم داده شده معادل با نیکل($_{۲۸}Ni$) بوده و آرایش الکترونی آن به صورت زیر است:

$$_{۲۸}Ni: ۱s^۲۲s^۲۲p^۶۳s^۲۳p^۶۳d^۸۴s^۲$$

بر این اساس عبارت‌های (آ) و (ب) درست هستند.

بررسی موارد:

آ: عناصر بعد از عنصر نیکل در دوره چهارم، از مس($_{۲۹}Cu$) شروع شده و به کریپتون($_{۳۶}Kr$) ختم می‌شود. دو عنصر مس و روی جزء عناصر دسته d و ۶ عنصر دیگر نیز جزء عناصر دسته p هستند. در اتم هر ۸ عنصر ذکر شده، زیرلایه $۳d$ کاملا پر از الکترون است.

ب: در آرایش الکترونی اتم نیکل، ۱۲ الکترون در زیرلایه‌های p متعلق به لایه‌های دوم و سوم و ۸ الکترون در زیرلایه‌های s متعلق به لایه‌های اول تا چهارم وجود دارد؛ درنتیجه نسبت خواسته شده برابر با ۱/۵ است.

پ: عناصری که بعد از نیکل می‌توانند به کاتیون تبدیل شوند، معادل با فلزهای مس، روی و گالیم هستند. تمامی یون‌های حاصل از این فلزها به آرایش الکترونی یک گاز نجیب نمی‌رسند. آرایش الکترونی فشرده این یون‌ها به صورت زیر است:

$$_{۲۹}Cu^{+}: [Ar]۳d^{۱۰} \quad , \quad _{۲۹}Cu^{۲+}: [Ar]۳d^{۹} \quad , \quad _{۳۰}Zn^{۲+}: [Ar]۳d^{۱۰} \quad , \quad _{۳۱}Ga^{۳+}: [Ar]۳d^{۱۰}$$

توجه داریم که گالیم با اینکه جزء عناصر دسته p است، ولی کاتیون آن($Ga^{۳+}$)، به آرایش الکترونی گاز نجیب نمی‌رسد.

ت: نیکل در گروه ۱۰ جدول تناوبی بوده و ۱۰ الکترون ظرفیتی دارد. این درحالی است که در دوره دوم، پنج عنصر کربن، نیتروژن، اکسیژن، فلوئور و نئون و در دوره سوم نیز چهار عنصر فسفر، گوگرد، کلر و آرگون نافلز هستند. در دوره‌های سوم و چهارم جدول تناوبی در مجموع، ۹ عنصر نافلزی موجود است.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۲۵۸ با توجه به فرمول شیمیایی ترکیب $A_۲S_۳$، می‌توان گفت که کاتیون فلز A به صورت $A^{۳+}$ است. جرم مولی ترکیب داده شده برابر با ۱۹۸ گرم بر مول است. هر مول از این ترکیب از ۳ مول آنیون $S^{۲-}$ (معادل با ۹۶ گرم یون سولفید) و ۲ مول کاتیون $A^{۳+}$ ایجاد شده است. بر این اساس، جرم مولی A برابر با ۵۱ گرم بر مول است. در این رابطه، داریم:

$$\text{جرم مولی ترکیب} = ۳ \times \text{جرم مولی سولفید} + ۲ \times \text{جرم مولی } A^{۳+} \Rightarrow ۱۹۸ = (۳ \times ۳۲) + (۲x) \Rightarrow x = ۵۱$$

با توجه به اینکه عدد جرمی برابر با جرم مولی یا جرم اتمی است، می‌توان گفت که عدد جرمی اتم A برابر با ۵۱ بوده و نماد آن به صورت $_{۲۳}^{۵۱}A$ است. با توجه به جرم الکترون‌ها در کاتیون $A^{۳+}$، می‌توان نوشت:

$$?e = ۱/۶۶ \times ۱۰^{-۲۶}\, g\, e \times \frac{۱\ amu\ e}{۱/۶۶ \times ۱۰^{-۲۴}\, g\, e} \times \frac{۱\ e}{\frac{۱}{۲۰۰۰}\ amu\ e} = ۲۰\ e$$

تعداد الکترون‌ها در هر کاتیون از $A^{۳+}$ برابر با ۲۰ عدد است، درنتیجه تعداد الکترون‌ها در هر اتم از A برابر با ۲۳ عدد است. با توجه به اینکه در اتم خنثی، تعداد الکترون‌ها با تعداد پروتون‌ها برابر است، درنتیجه شمار پروتون‌ها در هر اتم از عنصر A برابر با ۲۳ عدد بوده و نماد اتم به صورت $_{۲۳}^{۵۱}A$ است، پس این اتم معادل با وانادیم(V) است. در هسته هر اتم از $_{۲۳}^{۵۱}V$، تعداد ۲۸ نوترون وجود دارد.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۵۹ عناصر واسطه دوره چهارم، در تصویر زیر مشخص شده است:



در رابطه با این عناصر، عبارت‌های (الف) و (پ) درست هستند.

بررسی موارد:

الف: عدد اتمی عناصر تیتانیم($_{۲۲}Ti$)، کروم($_{۲۴}Cr$)، آهن($_{۲۶}Fe$)، نیکل($_{۲۸}Ni$) و روی($_{۳۰}Zn$)، زوج بوده و نماد این عناصر به صورت دوحرفی است.

ب: کاتیون مربوط به CuO، معادل با $Cu^{۲+}$ است. آرایش الکترونی این کاتیون به صورت زیر است:

$$_{۲۹}Cu^{۲+}: [Ar]۳d^{۹}$$

همانطور که مشخص است، در زیرلایه‌ای با $l = ۲$ یعنی زیرلایه d این یون، ۹ الکترون وجود دارد.

پ: آهن($_{۲۶}Fe$)، در گروه هشتم جدول تناوبی قرار داشته و ۸ الکترون ظرفیتی دارد. آهن دو نوع یون با نمادهای $Fe^{۲+}$ و $Fe^{۳+}$ ایجاد می‌کند؛ درنتیجه در طبیعت دارای دو نوع اکسید با فرمول‌های FeO و $Fe_۲O_۳$ است.

ت: دو اتم مس و روی، بیشترین تعداد الکترون را در لایه سوم اتم خود دارند. در اتم روی، ۲ الکترون در لایه آخر(لایه چهارم) و در اتم مس نیز ۱ الکترون در لایه آخر(لایه چهارم) وجود دارد. آرایش الکترونی دو اتم مس و روی به صورت زیر است:

$$_{۲۹}Cu: [Ar]۳d^{۱۰}۴s^{۱} \quad , \quad _{۳۰}Zn: [Ar]۳d^{۱۰}۴s^{۲}$$

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۲۶۰ ابتدا می‌توان تعداد مول الکترون مبادله شده به ازای تشکیل ۲۴/۸ گرم منیزیم فلوئورید با فرمول شیمیایی $MgF_۲$ را به دست آورد. برای تولید هر مول از این ماده از عناصر سازنده آن، ۲ مول الکترون بین گونه‌ها مبادله می‌شود.

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:

$$?\,mol\ e = ۲۴/۸\,g\ MgF_۲ \times \frac{۱\ mol\ MgF_۲}{۶۲\ g\ MgF_۲} \times \frac{۲\ mol\ e}{۱\ mol\ MgF_۲} = ۰/۸\ mol$$

طبق فرض سوال، شمار الکترون‌های مبادله شده برای تشکیل نمونه منیزیم فلوئورید، نصف 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. اگر جرم مولی X را برابر با m گرم در نظر بگیریم، 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 بوده و عنصر X معادل با برم است.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۶۱ عبارت‌های (آ)، (پ) و (ت) درست هستند.

بررسی موارد:

آ: در طیف نشری خطی اتم هیدروژن در ناحیه مرئی، ۴ نوار رنگی وجود دارد. در جدول زیر اطلاعاتی در این رابطه آورده شده است:

طیف نشری خطی هیدروژن در ناحیه مرئی		
انتقال	رنگ	طول موج (برحسب نانومتر)
$n=3 \rightarrow n=2$	قرمز	۶۵۶
$n=4 \rightarrow n=2$	آبی روشن	۴۸۶
$n=5 \rightarrow n=2$	آبی تیره (نیلی)	۴۳۴
$n=6 \rightarrow n=2$	بنفش	۴۱۰
کمترین اختلاف طول موج‌ها بین آبی و بنفش(۲۴ نانومتر) بوده و بیشترین اختلاف آن بین قرمز و بنفش (۲۴۶ نانومتر) است.		

همانطور که مشخص است، طول موج ۳ نوار رنگی در طیف نشری خطی اتم هیدروژن با رنگ‌های بنفش، نیلی و آبی روشن بین ۴۰۰ تا ۵۰۰ نانومتر است.

ب: انرژی لایه‌ها و در نتیجه طیف نشری خطی اتم‌ها، وابسته به عدد اتمی(Z) آن‌ها است؛ بنابراین انرژی لایه‌ها در اتم‌های مربوط به عناصر مختلف، متفاوت است. مقدار $A-Z$، بیانگر تعداد نوترون‌های موجود در هسته هر اتم است، نه تعداد پروتون‌های موجود در اتم!

پ: با انتقال الکترون از لایه پنجم به دوم، نوری به رنگ آبی تیره یا نیلی گسیل می‌شود. بر اساس شکل، پرتو B، طول موج کمتر و درنتیجه انرژی بیشتری نسبت به پرتو A دارد. اگر پرتو A به رنگ آبی تیره و یا نیلی باشد، پرتو B می‌تواند به رنگ بنفش باشد. شکل زیر ترتیب پرتوهای رنگی را در ناحیه مرئی امواج الکترومغناطیس بر حسب انرژی نمایش می‌دهد:

انرژی بیشتر ← بنفش ← نیلی ← آبی ← سبز ← زرد ← نارنجی ← سرخ ← انرژی کمتر

ت: با انتقال الکترون از لایه سوم الکترونی به لایه دوم الکترونی در اتم هیدروژن، پرتویی به رنگ قرمز گسیل می‌شود. شعله لیتیم و ترکیب‌های محلول آن نیز به رنگ قرمز است.

ث: به اتم‌های یک عنصر که عدد اتمی یکسان و عدد جرمی متفاوتی دارند، ایزوتوپ آن عنصر گفته می‌شود. دو اتم $_{1}^{1}H$ و $_{1}^{2}H$، دو ایزوتوپ پایدار اتم هیدروژن هستند. با توجه به اینکه طیف نشری خطی هر عنصر به عدد اتمی آن عنصر وابسته است؛ می‌توان گفت که ایزوتوپ‌های یک عنصر طیف نشری خطی یکسانی دارند و محل قرارگیری نوارهای رنگی در طیف نشری خطی آن‌ها یکسان است.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۲۶۲ ایزوتوپ‌های یک عنصر، تعداد پروتون‌های برابری دارند؛ درنتیجه وقتی گفته می‌شود اختلاف تعداد نوترون‌ها و پروتون‌ها در اتم ایزوتوپ سنگین‌تر، ۲ واحد بیشتر از این اختلاف در اتم ایزوتوپ سبک‌تر است، بدین معنی است که جرم هر اتم از ایزوتوپ سنگین‌تر، ۲ واحد بیشتر از جرم هر اتم از ایزوتوپ سبک‌تر است. برای درک بهتر این موضوع، اگر نوترون‌ها و پروتون‌های اتم ایزوتوپ سنگین‌تر را به ترتیب با n_2 و p_2 نمایش دهیم و نوترون‌ها و پروتون‌های اتم ایزوتوپ سبک‌تر را به ترتیب با n_1 و p_1 نمایش دهیم، خواهیم داشت:

$$(n_2-p_2)-(n_1-p_1)=2 \xrightarrow{p_2=p_1} n_2-n_1=2 \Rightarrow M_2-M_1=2$$

اگر درصد فراوانی ایزوتوپ سبک‌تر برابر با ۲۰ درصد باشد؛ پس درصد فراوانی ایزوتوپ سنگین‌تر برابر با ۸۰ درصد است.

برای محاسبه سریع‌تر جرم اتمی میانگین از فرمول زیر استفاده می‌شود:

$$\underbrace{\overline{M}}_{\text{جرم اتمی میانگین}} = \underbrace{M_1}_{\text{جرم ایزوتوپ سبکتر}} + \frac{\overbrace{F_2}^{\text{فراوانی ایزوتوپ دوم}}}{100} \underbrace{(M_2-M_1)}_{\text{اختلاف جرم ایزوتوپ اول و دوم}} + \frac{\overbrace{F_3}^{\text{فراوانی ایزوتوپ سوم}}}{100} \underbrace{(M_3-M_1)}_{\text{اختلاف جرم ایزوتوپ اول و سوم}} + \cdots$$

ایزوتوپ‌ها باید بر اساس جرم دسته‌بندی شوند؛ به طوری که اگر عنصری دارای ۴ ایزوتوپ باشد، M_1 جرم سبک‌ترین ایزوتوپ و M_4 جرم سنگین‌ترین ایزوتوپ است. مجموع درصد فراوانی ایزوتوپ‌ها در طبیعت، برابر ۱۰۰ درصد است.

با توجه به فرمول جرم اتمی میانگین خواهیم داشت:

$$\overline{M}=M_1+\frac{F_2}{100}(M_2-M_1) \Rightarrow 96/6=M_1+\frac{80}{100}\times(2) \Rightarrow M_1=95\ amu$$

نماد ایزوتوپ سبک‌تر عنصر A، به صورت $_{40}^{95}A$ بوده و هر اتم از آن شامل ۴۰ پروتون، ۴۰ الکترون و ۵۵ نوترون است. نوترون‌ها، جزو ذره‌های زیراتمی خنثی(بدون بار) هستند. برای محاسبه درصد این ذره‌ها می‌توان نوشت:

$$\text{درصد نوترون‌ها} = \frac{\text{تعداد نوترون‌ها}}{\text{تعداد ذره‌های زیر اتمی}} \times 100 \Rightarrow \text{درصد نوترون‌ها} = \frac{55}{40+40+55} \times 100 \cong 40/7$$

درصد ذره‌های زیراتمی بدون بار(نوترون‌ها) در هر اتم از $_{40}^{95}A$، برابر ۴۰/۷ درصد است.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۶۳ در هر مول از مولکول SX_4، یک مول اتم S و چهار مول اتم X وجود دارد، درنتیجه به ازای هر مول از SX_4، تفاوت شمار اتم‌های موجود در ساختار این ماده برابر با ۳ مول است. اگر جرم مولی عنصر X را برابر با x گرم بر مول در نظر بگیریم، می‌توان نوشت:

$$\text{تفاوت اتم‌ها} = ۵۲/۸\ g\ SX_4 \times \frac{۱\ mol\ SX_4}{(۳۲+۴x)\ g\ SX_4} \times \frac{۳\ mol\ \text{تفاوت اتم}}{۱\ mol\ SX_4} \times \frac{۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳}\ \text{تفاوت اتم}}{۱\ mol\ \text{تفاوت اتم}} \Rightarrow x = ۸۰\ g.mol^{-۱}$$

جرم مولی عنصر X برابر با ۸۰ گرم بر مول است. چون عدد جرمی با جرم مولی برابر است، لذا عدد جرمی اتم X نیز برابر با ۸۰ است. می‌دانیم که عدد جرمی، مجموع تعداد نوترون‌ها و پروتون‌های موجود در ساختار هسته هر اتم را نشان می‌دهد؛ درنتیجه اگر تعداد نوترون‌های موجود در اتم X برابر با ۴۵ عدد باشد، تعداد پروتون‌های موجود در آن نیز برابر با ۳۵ عدد است. عنصری با عدد اتمی ۳۵، معادل با برم($^{۸۰}_{۳۵}Br$) بوده و در گروه ۱۷ و دوره چهارم جدول دوره‌ای جای دارد. آرایش الکترونی اتم برم به صورت زیر است:

$$_{۳۵}Br : [Ar]۳d^{۱۰}۴s^{۲}۴p^{۵}$$

در اتم برم، ۷ الکترون ظرفیتی وجود دارد. همه این الکترون‌ها، در لایه الکترونی چهارم اتم برم قرار گرفته‌اند. بر این اساس، درصد الکترون‌های ظرفیتی از میان کل الکترون‌های اتم برم برابر است با:

$$\text{درصد الکترون ظرفیتی} = \frac{\text{تعداد الکترون ظرفیتی}}{\text{تعداد کل الکترون‌ها}} \times ۱۰۰ \Rightarrow \text{درصد الکترون ظرفیتی} = \frac{۷}{۳۵} \times ۱۰۰ = ۲۰ \text{ درصد}$$

۲۰ درصد از کل الکترون‌های اتم برم، جزو الکترون‌های ظرفیتی است.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۲۶۴ 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. بر این اساس، می‌توان گفت برای رسم آرایش الکترونی فشرده عناصر دوره چهارم از گاز نجیب آرگون استفاده می‌شود. از گاز آرگون در ساخت انواعی از لامپ‌های رشته‌ای استفاده می‌شود.

آرگون، گازی بی‌رنگ، بی‌بو و غیر سمی بوده و فراوان‌ترین گاز نجیب هواکره است. واژه آرگون به معنای تنبل است؛ زیرا واکنش‌پذیری ناچیزی دارد. این گاز برخلاف اکسیژن در پتروشیمی شیراز با خلوص بسیار بالا تهیه می‌شود. آرگون به عنوان ۱) محیط بی‌اثر در جوشکاری ۲) برش فلزها و ۳) در ساخت لامپ‌های رشته‌ای به کار می‌رود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) فرمول شیمیایی منیزیم فلوئورید به صورت MgF_2 است. این ترکیب یونی از یون‌های $_{۱۲}Mg^{۲+}$ و $_{۹}F^{-}$ تشکیل شده است. هر دو یون منیزیم و فلوئورید، دارای ۱۰ الکترون بوده و به آرایش گاز نجیب نئون می‌رسند.

۳) سدیم همانند سایر فلزهای قلیایی، واکنش‌پذیری بالایی دارد. اتم سدیم با از دست دادن یک الکترون(نه گرفتن الکترون) به یون سدیم($_{۱۱}Na^{+}$) تبدیل شده و به آرایش گاز نجیب نئون می‌رسد.

۴) جدول زیر عناصری با مولکول‌های دو اتمی را در دما و فشار اتاق نشان می‌دهد:

مواد مولکولی با مولکول‌های دو اتمی در دما و فشار اتاق
$\underbrace{I_2}_{\text{ید}} - \underbrace{Br_2}_{\text{برم}} - \underbrace{Cl_2}_{\text{کلر}} - \underbrace{F_2}_{\text{فلوئور}} - \underbrace{O_2}_{\text{اکسیژن}} - \underbrace{N_2}_{\text{نیتروژن}} - \underbrace{H_2}_{\text{هیدروژن}}$

حالت فیزیکی ید در دمای اتاق به صورت جامد و حالت فیزیکی برم نیز در این دما به صورت مایع است. برم، تنها نافلز مایع در دما و فشار اتاق است.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۶۵ عنصری که آرایش الکترونی اتم آن به $4p^4$ ختم شود، در دوره چهارم و گروه ۱۶ جدول تناوبی جای داشته و معادل با سلنیم($_{34}Se$) است. سلنیم، عنصری نافلزی بوده و با گرفتن ۲ الکترون به آرایش الکترونی کریپتون می‌رسد که آرایشی هشت‌تایی است. جدول زیر آرایش الکترونی لایه ظرفیت عناصر اصلی مربوط به گروه‌های مختلف جدول دوره‌ای را نمایش می‌دهد:

گروه	۱	۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸ (غیر از هلیم)
آرایش الکترونی لایه ظرفیت	ns^1	ns^2	ns^2np^1	ns^2np^2	ns^2np^3	ns^2np^4	ns^2np^5	ns^2np^6
تعداد الکترون‌های ظرفیتی	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) عنصری که آرایش الکترونی اتم آن به $2s^1$ ختم شود، در دوره دوم و گروه اول جدول تناوبی جای داشته و معادل با لیتیم($_3Li$) است. لیتیم با از دست دادن یک الکترون و تبدیل به Li^+ به آرایش پایدار گاز نجیب هلیم می‌رسد. دقت کنید که هلیم، آرایشی دوتایی دارد نه هشت‌تایی!

۲) عنصری که آرایش الکترونی اتم آن به $3p^2$ ختم شود، در دوره سوم و گروه ۱۴ جدول تناوبی جای داشته و معادل با سیلیسیم($_{14}Si$) است. سیلیسیم، عنصری شبه‌فلزی بوده و توانایی تشکیل یون تک‌اتمی را ندارد. سیلیسیم فقط از طریق به اشتراک گذاشتن الکترون‌های ظرفیتی خود با سایر اتم‌ها، به پایداری رسیده و آرایش هشت‌تایی پیدا می‌کند.

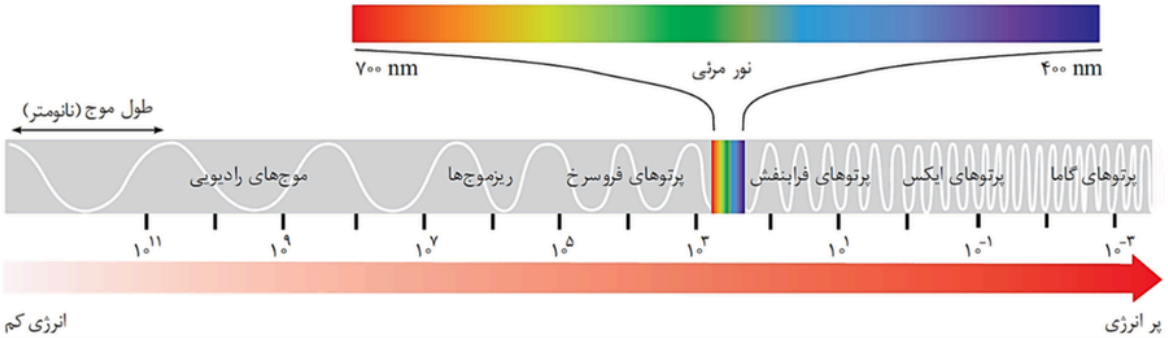
۳) عنصری که آرایش الکترونی اتم آن به $4p^1$ ختم شود، در دوره چهارم و گروه ۱۳ جدول تناوبی جای داشته و معادل با گالیم($_{31}Ga$) است. یون پایدار گالیم، به صورت Ga^{3+} است و به آرایش الکترونی هیچ گاز نجیبی نمی‌رسد.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

پرتوهایی که از خورشید به سمت زمین گسیل می‌شوند، جزو امواج الکترومغناطیس هستند. نور بنفش، گستره محدودی از این امواج را شامل می‌شود که در میان امواج مرئی، بیشترین انرژی را دارد، اما نسبت به سایر امواج مانند پرتو X، اشعه گاما و ...، انرژی کمتری دارد. شکل زیر امواج الکترومغناطیس را با طول موج‌های آن نشان می‌دهد:



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 بی نهایت طول موج از رنگ‌های گوناگون می‌شود. بررسی‌ها نشان می‌دهد که نور خورشید، شامل گستره بسیار بزرگ‌تری از این پرتوها است. پرتوهایی که از نوع پرتوهای الکترومغناطیسی بوده و با خود انرژی حمل می‌کنند؛ به طوری که هر چه طول‌موج این پرتوها کوتاه‌تر باشد، انرژی بیشتری با خود حمل می‌کنند. توجه داریم که میزان انحراف پرتوهای الکترومغناطیسی در منشور، با طول موج این پرتوها رابطه وارونه دارد.

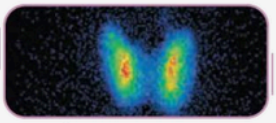
بررسی سایر گزینه‌ها:

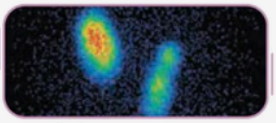
۱) عناصر دسته f جدول تناوبی در دو دوره شش و هفت جای داشته و همگی متعلق به گروه سوم جدول هستند. در این دسته، ۲۸ عنصر وجود دارد و مانند عناصر دسته d همگی فلز هستند. تعداد عناصر موجود در دسته s جدول تناوبی، ۱۴ عنصر بوده که ۱۲ مورد از آن‌ها فلز بوده و دو عنصر هیدروژن و هلیم در این دسته نافلز هستند. جدول زیر تعداد عناصر را در دسته‌های مختلف جدول دوره‌ای نمایش می‌دهد:

دستهٔ جدول دوره‌ای	s	p	d	f
شمار عناصر	۱۴	۳۶	۴۰	۲۸
نوع عناصر	فلز و نافلز	فلز، شبه‌فلز و نافلز	فلز	فلز
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
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

۲) از تکنسیم($^{99}_{43}Tc$) برای تصویربرداری از غده تیروئید استفاده می‌شود، زیرا یون یدید(I^-) با یون حاوی تکنسیم(نه خود یون تکنسیم) اندازه مشابهی دارد و غده تیروئید هنگام جذب یدید، این یون را نیز جذب می‌کند.

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 تایید می‌شود. تصویر زیر نمایی از اسکن تیروئید را نشان می‌دهد:


تصویر غدهٔ تیروئید سالم


تصویر غدهٔ تیروئید ناسالم

اولین عنصر ساخته شده در واکنشگاه هسته‌ای، تکنسیم($^{99}_{43}Tc$) است. همه تکنسیم موجود در جهان باید به صورت مصنوعی و با استفاده از واکنش‌های هسته‌ای ساخته شود. واکنش‌های هسته‌ای، برخلاف واکنش‌های شیمیایی از قانون پایستگی جرم پیروی نمی‌کنند. در واقع در این واکنش‌ها، ماده و انرژی به یکدیگر تبدیل می‌شوند.

۳) فراوان‌ترین ایزوتوپ طبیعی منیزیم معادل با $^{24}_{12}Mg$ است. در این اتم، ۱۲ پروتون، ۱۲ نوترون و ۱۲ الکترون وجود دارد؛ درنتیجه شمار ذره‌های زیراتمی در این اتم با همدیگر برابر است. در هسته $^{24}_{12}Mg$، ۲۴ ذره وجود دارد که دو برابر ۱۲ الکترون موجود در لایه‌های الکترونی اتم 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	$^{35}_{17}Cl > {}^{37}_{17}Cl$
اورانیم	۲	$^{238}_{92}U > {}^{235}_{92}U$

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

www.MrKonkor.com

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

۲۶۷ اورانیم شناخته‌شده‌ترین فلز پرتوزایی است که یکی از ایزوتوپ‌های آن، اغلب به عنوان سوخت در راکتورهای اتمی استفاده می‌شود. این ایزوتوپ اورانیم، معادل با $^{۲۳۵}_{۹۲}U$ بوده که درصد فراوانی آن در مخلوط طبیعی از ۰/۷ درصد کمتر است.

الکترون، ذره‌ای زیراتمی با بار نسبی ۱- بوده و جرمی در حدود $\frac{۱}{۲۰۰۰}\,amu$ دارد؛ درنتیجه نسبت جرمی خواسته شده در سوال برابر است با:

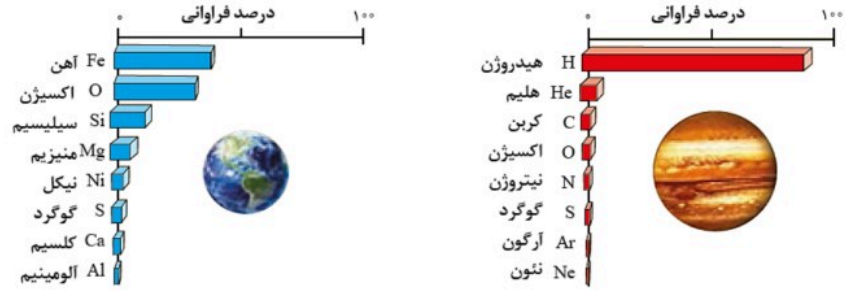
$$A = \frac{\text{جرم اتمی ایزوتوپ اورانیم}}{\text{جرم یک الکترون}} \Rightarrow A = \frac{۲۳۵\,amu}{\frac{۱}{۲۰۰۰}\,amu} \Rightarrow A = ۴۷۰۰۰۰ \text{ برابر}$$

جدول زیر اطلاعات مهم مربوط به ذرات زیراتمی را نشان می‌دهد:

نام ذره	نماد	بار الکتریکی نسبی	جرم (amu)	جرم (g)
الکترون	$^{۰}_{-۱}e$	-۱	۰/۰۰۰۵	$۹/۱۰۹\times۱۰^{-۲۸}$
پروتون	$^{۱}_{۱}p$	+۱	۱/۰۰۷۳	$۱/۶۷۳\times۱۰^{-۲۴}$
نوترون	$^{۱}_{۰}n$	۰	۱/۰۰۸۷	$۱/۶۷۵\times۱۰^{-۲۴}$

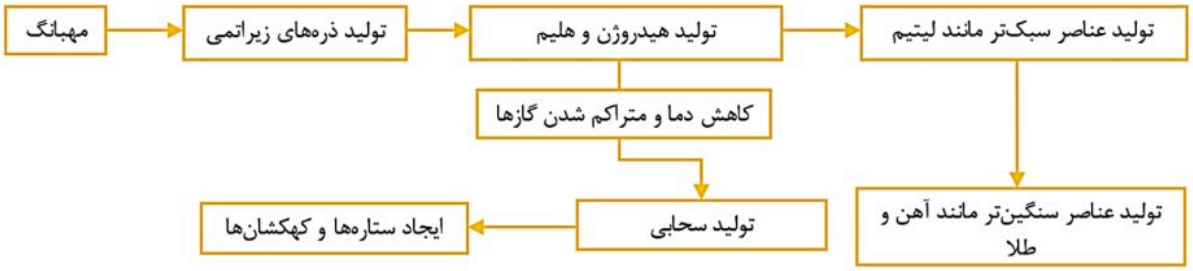
بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) اولین عنصری که بعد از مهبانگ تولید شد، هیدروژن بود. هیدروژن، فراوان‌ترین عنصر سیاره مشتری به حساب می‌آید. در تصویر زیر، ۸ عنصر فراوان‌تر موجود در سیاره زمین و سیاره مشتری نشان داده شده است:



۲) با گذشت زمان و کاهش دما، گازهای هیدروژن و هلیم متراکم شدند و مجموعه‌هایی گازی به نام سحابی را ایجاد کردند. بعدها سحابی‌ها باعث ایجاد کهکشان‌ها و ستاره‌ها شدند.

در این رابطه، داریم:



۳) فراوان‌ترین عنصر موجود در سیاره زمین، آهن است. آهن در گروه ۸ و دوره چهارم از جدول تناوبی جای دارد و عدد اتمی آن برابر با ۲۶ است. در هسته هر اتم از آهن، ۲۶ پروتون وجود دارد.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

۲۶۸ با توجه به فرمول شیمیایی ترکیب $A_۲S_۳$، می‌توان گفت که کاتیون فلز A به صورت $A^{۳+}$ است. جرم مولی ترکیب داده شده برابر با ۱۹۸ گرم بر مول است. هر مول از این ترکیب از ۳ مول آنیون $S^{۲-}$ (معادل با ۹۶ گرم یون سولفید) و ۲ مول کاتیون $A^{۳+}$ ایجاد شده است. بر این اساس، جرم مولی A برابر با ۵۱ گرم بر مول است. در این رابطه، داریم:

$$\text{جرم مولی ترکیب} = ۳ \times \text{جرم مولی سولفید} + ۲ \times \text{جرم مولی } A^{۳+} \Rightarrow ۱۹۸ = (۳ \times ۳۲) + (۲x) \Rightarrow x = ۵۱$$

با توجه به اینکه عدد جرمی برابر با جرم مولی یا جرم اتمی است، می‌توان گفت که عدد جرمی اتم A برابر با ۵۱ بوده و نماد آن به صورت ${}^{۵۱}_{Z}A$ است. با توجه به جرم الکترون‌ها در کاتیون $A^{۳+}$، می‌توان نوشت:

$$?e = ۱/۶۶ \times ۱۰^{-۲۶}\ g\ e \times \frac{۱\ amu\ e}{۱/۶۶ \times ۱۰^{-۲۴}\ g\ e} \times \frac{۱\ e}{\frac{۱}{۲۰۰۰}\ amu\ e} = ۲۰\ e$$

تعداد الکترون‌ها در هر کاتیون از $A^{۳+}$ برابر با ۲۰ عدد است، درنتیجه تعداد الکترون‌ها در هر اتم از A برابر با ۲۳ عدد است. با توجه به اینکه در اتم خنثی، تعداد الکترون‌ها با تعداد پروتون‌ها برابر است، درنتیجه شمار پروتون‌ها در هر اتم از عنصر A برابر با ۲۳ عدد بوده و نماد اتم به صورت ${}^{۵۱}_{۲۳}A$ است، پس این اتم معادل با وانادیم(V) است. در هسته هر اتم از ${}^{۵۱}_{۲۳}V$، تعداد ۲۸ نوترون وجود دارد.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۲۶۹ ابتدا می‌توان تعداد مول الکترون مبادله شده به ازای تشکیل ۲۴/۸ گرم منیزیم فلوئورید با فرمول شیمیایی $MgF_۲$ را به دست آورد. برای تولید هر مول از این ماده از عناصر سازنده آن، ۲ مول الکترون بین گونه‌ها مبادله می‌شود.

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:

$$?mol\ e = ۲۴/۸\ g\ MgF_۲ \times \frac{۱\ mol\ MgF_۲}{۶۲\ g\ MgF_۲} \times \frac{۲\ mol\ e}{۱\ mol\ MgF_۲} = ۰/۸\ mol$$

طبق فرض سوال، شمار الکترون‌های مبادله شده برای تشکیل نمونه منیزیم فلوئورید، نصف 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. اگر جرم مولی X را برابر با m گرم در نظر بگیریم، 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 بوده و عنصر X معادل با برم است.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۲۷۰ چون اتم‌های هیدروژن و هلیم فقط دارای یک لایه الکترونی اشغال شده هستند، بر اساس مدل لایه‌ای اتم، اگر الکترون‌های دو اتم هیدروژن($H_۱$) و هلیم($He_۲$) در لایه اول الکترونی باشد، اتم از پایداری نسبی برخوردار است و به اصطلاح اتم در حالت پایه قرار دارد. لایه اول، نزدیک‌ترین لایه به هسته بوده و عدد کوانتومی اصلی(n) برای آن برابر با ۱ است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) با استفاده از مدل اتمی بور، فقط می‌توان طیف نشری خطی ساده‌ترین اتم(اتم هیدروژن) را توجیه کرد. فلزهایی مانند سدیم، پتاسیم و ... نیز دارای یک الکترون ظرفیتی هستند و طیف نشری خطی اتم آن‌ها توسط مدل بور توجیه نمی‌شود.

۳) برای شماره‌گذاری هر لایه الکترونی از عدد کوانتومی اصلی با نماد n استفاده می‌شود. برای این کار، شماره‌گذاری را از هسته به سمت بیرون انجام می‌دهند. برای مثال نزدیک‌ترین لایه به هسته را با $n = ۱$ نمایش می‌دهند. با افزایش فاصله از هسته، لایه‌های الکترونی انرژی بیشتری پیدا کرده و حجم آن‌ها نیز افزایش پیدا خواهد کرد.

۴) در مدل کوانتومی اتم، انرژی به صورت کوانتومی و در بسته‌های معین جذب و نشر می‌شود، به این معنی که الکترون نمی‌تواند جایی میان دو لایه قرار بگیرد. به فرآیند مبادله انرژی طی انتقال الکترون از لایه‌های پایین‌تر به لایه‌های بالاتر، جذب و به فرآیند مبادله انرژی طی بازگشت الکترون از لایه‌های بالاتر به لایه‌های پایین‌تر، نشر گفته می‌شود. توجه داریم که الکترون با گرفتن انرژی، به لایه‌های بالاتر منتقل می‌شود.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۷۱ عبارت‌های (آ)، (پ) و (ت) درست هستند.

بررسی موارد:

آ: در طیف نشری خطی اتم هیدروژن در ناحیه مرئی، ۴ نوار رنگی وجود دارد. در جدول زیر اطلاعاتی در این رابطه آورده شده است:

طیف نشری خطی هیدروژن در ناحیه مرئی		
انتقال	رنگ	طول موج (برحسب نانومتر)
$n=3 \rightarrow n=2$	قرمز	۶۵۶
$n=4 \rightarrow n=2$	آبی روشن	۴۸۶
$n=5 \rightarrow n=2$	آبی تیره (نیلی)	۴۳۴
$n=6 \rightarrow n=2$	بنفش	۴۱۰
کمترین اختلاف طول موج‌ها بین آبی و بنفش(۲۴ نانومتر) بوده و بیشترین اختلاف آن بین قرمز و بنفش (۲۴۶ نانومتر) است.		

همانطور که مشخص است، طول موج ۳ نوار رنگی در طیف نشری خطی اتم هیدروژن با رنگ‌های بنفش، نیلی و آبی روشن بین ۴۰۰ تا ۵۰۰ نانومتر است.

ب: انرژی لایه‌ها و در نتیجه طیف نشری خطی اتم‌ها، وابسته به عدد اتمی(Z) آن‌ها است؛ بنابراین انرژی لایه‌ها در اتم‌های مربوط به عناصر مختلف، متفاوت است. مقدار $A-Z$، بیانگر تعداد نوترون‌های موجود در هسته هر اتم است، نه تعداد پروتون‌های موجود در اتم!

پ: با انتقال الکترون از لایه پنجم به دوم، نوری به رنگ آبی تیره یا نیلی گسیل می‌شود. بر اساس شکل، پرتو B، طول موج کمتر و درنتیجه انرژی بیشتری نسبت به پرتو A دارد. اگر پرتو A به رنگ آبی تیره و یا نیلی باشد، پرتو B می‌تواند به رنگ بنفش باشد. شکل زیر ترتیب پرتوهای رنگی را در ناحیه مرئی امواج الکترومغناطیس بر حسب انرژی نمایش می‌دهد:

انرژی بیشتر ← بنفش ← نیلی ← آبی ← سبز ← زرد ← نارنجی ← سرخ ← انرژی کمتر

ت: با انتقال الکترون از لایه سوم الکترونی به لایه دوم الکترونی در اتم هیدروژن، پرتویی به رنگ قرمز گسیل می‌شود. شعله لیتیم و ترکیب‌های محلول آن نیز به رنگ قرمز است.

ث: به اتم‌های یک عنصر که عدد اتمی یکسان و عدد جرمی متفاوتی دارند، ایزوتوپ آن عنصر گفته می‌شود. دو اتم $_{1}^{1}H$ و $_{1}^{2}H$، دو ایزوتوپ پایدار اتم هیدروژن هستند. با توجه به اینکه طیف نشری خطی هر عنصر به عدد اتمی آن عنصر وابسته است؛ می‌توان گفت که ایزوتوپ‌های یک عنصر طیف نشری خطی یکسانی دارند و محل قرارگیری نوارهای رنگی در طیف نشری خطی آن‌ها یکسان است.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۲۷۲ ایزوتوپ‌های یک عنصر، تعداد پروتون‌های برابری دارند؛ درنتیجه وقتی گفته می‌شود اختلاف تعداد نوترون‌ها و پروتون‌ها در اتم ایزوتوپ سنگین‌تر، ۲ واحد بیشتر از این اختلاف در اتم ایزوتوپ سبک‌تر است، بدین معنی است که جرم هر اتم از ایزوتوپ سنگین‌تر، ۲ واحد بیشتر از جرم هر اتم از ایزوتوپ سبک‌تر است. برای درک بهتر این موضوع، اگر نوترون‌ها و پروتون‌های اتم ایزوتوپ سنگین‌تر را به ترتیب با n_2 و p_2 نمایش دهیم و نوترون‌ها و پروتون‌های اتم ایزوتوپ سبک‌تر را به ترتیب با n_1 و p_1 نمایش دهیم، خواهیم داشت:

$$(n_2-p_2)-(n_1-p_1)=2 \xrightarrow{p_2=p_1} n_2-n_1=2 \Rightarrow M_2-M_1=2$$

اگر درصد فراوانی ایزوتوپ سبک‌تر برابر با ۲۰ درصد باشد؛ پس درصد فراوانی ایزوتوپ سنگین‌تر برابر با ۸۰ درصد است.

برای محاسبه سریع‌تر جرم اتمی میانگین از فرمول زیر استفاده می‌شود:

$$\underbrace{\overline{M}}_{\text{جرم اتمی میانگین}} = \underbrace{M_1}_{\text{جرم ایزوتوپ سبکتر}} + \frac{\overbrace{F_2}^{\text{فراوانی ایزوتوپ دوم}}}{100}\underbrace{(M_2-M_1)}_{\text{اختلاف جرم ایزوتوپ اول و دوم}} + \frac{\overbrace{F_3}^{\text{فراوانی ایزوتوپ سوم}}}{100}\underbrace{(M_3-M_1)}_{\text{اختلاف جرم ایزوتوپ اول و سوم}} + \cdots$$

ایزوتوپ‌ها باید بر اساس جرم دسته‌بندی شوند؛ به طوری که اگر عنصری دارای ۴ ایزوتوپ باشد، M_1 جرم سبک‌ترین ایزوتوپ و M_4 جرم سنگین‌ترین ایزوتوپ است. مجموع درصد فراوانی ایزوتوپ‌ها در طبیعت، برابر ۱۰۰ درصد است.

با توجه به فرمول جرم اتمی میانگین خواهیم داشت:

$$\overline{M}=M_1+\frac{F_2}{100}(M_2-M_1) \Rightarrow 96/6=M_1+\frac{80}{100}\times(2) \Rightarrow M_1=95\ amu$$

نماد ایزوتوپ سبک‌تر عنصر A، به صورت $_{40}^{95}A$ بوده و هر اتم از آن شامل ۴۰ پروتون، ۴۰ الکترون و ۵۵ نوترون است. نوترون‌ها، جزو ذره‌های زیراتمی خنثی(بدون بار) هستند. برای محاسبه درصد این ذره‌ها می‌توان نوشت:

$$\text{درصد نوترون‌ها} = \frac{55}{40+40+55}\times 100 \cong 40/7 \Rightarrow \text{درصد نوترون‌ها در اتم ذکر شده} = \frac{\text{تعداد نوترون‌ها}}{\text{تعداد ذره‌های زیر اتمی}}\times 100$$

درصد ذره‌های زیراتمی بدون بار(نوترون‌ها) در هر اتم از $_{40}^{95}A$، برابر ۴۰/۷ درصد است.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۷۳ در هر مول از مولکول SX_4، یک مول اتم S و چهار مول اتم X وجود دارد، درنتیجه به ازای هر مول از SX_4، تفاوت شمار اتم‌های موجود در ساختار این ماده برابر با ۳ مول است. اگر جرم مولی عنصر X را برابر با x گرم بر مول در نظر بگیریم، می‌توان نوشت:

$$\text{تفاوت اتم } ۲۷/۰۹ \times ۱۰^{۲۲} = ۵۲/۸\ g\ SX_4 \times \frac{۱\ mol\ SX_4}{(۳۲+۴x)\ g\ SX_4} \times \frac{۳\ mol\ \text{تفاوت اتم}}{۱\ mol\ SX_4} \times \frac{۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳}\ \text{تفاوت اتم}}{۱\ mol\ \text{تفاوت اتم}} \Rightarrow x = ۸۰\ g.mol^{-۱}$$

جرم مولی عنصر X برابر با ۸۰ گرم بر مول است. چون عدد جرمی با جرم مولی برابر است، لذا عدد جرمی اتم X نیز برابر با ۸۰ است. می‌دانیم که عدد جرمی، مجموع تعداد نوترون‌ها و پروتون‌های موجود در ساختار هسته هر اتم را نشان می‌دهد؛ درنتیجه اگر تعداد نوترون‌های موجود در اتم X برابر با ۴۵ عدد باشد، تعداد پروتون‌های موجود در آن نیز برابر با ۳۵ عدد است. عنصری با عدد اتمی ۳۵، معادل با برم($^{۸۰}_{۳۵}Br$) بوده و در گروه ۱۷ و دوره چهارم جدول دوره‌ای جای دارد. آرایش الکترونی اتم برم به صورت زیر است:

$$_{۳۵}Br : [Ar]۳d^{۱۰}۴s^{۲}۴p^{۵}$$

در اتم برم، ۷ الکترون ظرفیتی وجود دارد. همه این الکترون‌ها، در لایه الکترونی چهارم اتم برم قرار گرفته‌اند. بر این اساس، درصد الکترون‌های ظرفیتی از میان کل الکترون‌های اتم برم برابر است با:

$$\text{درصد الکترون ظرفیتی} = \frac{\text{تعداد الکترون ظرفیتی}}{\text{تعداد کل الکترون‌ها}} \times ۱۰۰ \Rightarrow \text{درصد الکترون ظرفیتی} = \frac{۷}{۳۵} \times ۱۰۰ = ۲۰ \text{ درصد}$$

۲۰ درصد از کل الکترون‌های اتم برم، جزو الکترون‌های ظرفیتی است.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۲۷۴ 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. بر این اساس، می‌توان گفت برای رسم آرایش الکترونی فشرده عناصر دوره چهارم از گاز نجیب آرگون استفاده می‌شود. از گاز آرگون در ساخت انواعی از لامپ‌های رشته‌ای استفاده می‌شود.

آرگون، گازی بی‌رنگ، بی‌بو و غیر سمی بوده و فراوان‌ترین گاز نجیب هواکره است. واژه آرگون به معنای تنبل است؛ زیرا واکنش‌پذیری ناچیزی دارد. این گاز برخلاف اکسیژن در پتروشیمی شیراز با خلوص بسیار بالا تهیه می‌شود. آرگون به عنوان ۱) محیط بی‌اثر در جوشکاری ۲) برش فلزها و ۳) در ساخت لامپ‌های رشته‌ای به کار می‌رود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) فرمول شیمیایی منیزیم فلوئورید به صورت MgF_2 است. این ترکیب یونی از یون‌های $_{۱۲}Mg^{۲+}$ و $_{۹}F^{-}$ تشکیل شده است. هر دو یون منیزیم و فلوئورید، دارای ۱۰ الکترون بوده و به آرایش گاز نجیب نئون می‌رسند.

۳) سدیم همانند سایر فلزهای قلیایی، واکنش‌پذیری بالایی دارد. اتم سدیم با از دست دادن یک الکترون(نه گرفتن الکترون) به یون سدیم($_{۱۱}Na^{+}$) تبدیل شده و به آرایش گاز نجیب نئون می‌رسد.

۴) جدول زیر عناصری با مولکول‌های دو اتمی را در دما و فشار اتاق نشان می‌دهد:

مواد مولکولی با مولکول‌های دو اتمی در دما و فشار اتاق
$\underset{\text{ید}}{I_۲}$ – $\underset{\text{برم}}{Br_۲}$ – $\underset{\text{کلر}}{Cl_۲}$ – $\underset{\text{فلوئور}}{F_۲}$ – $\underset{\text{اکسیژن}}{O_۲}$ – $\underset{\text{نیتروژن}}{N_۲}$ – $\underset{\text{هیدروژن}}{H_۲}$

حالت فیزیکی ید در دمای اتاق به صورت جامد و حالت فیزیکی برم نیز در این دما به صورت مایع است. برم، تنها نافلز مایع در دما و فشار اتاق است.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۷۵ عنصری که آرایش الکترونی اتم آن به $4p^4$ ختم شود، در دوره چهارم و گروه ۱۶ جدول تناوبی جای داشته و معادل با سلنیم($_{34}Se$) است. سلنیم، عنصری نافلزی بوده و با گرفتن ۲ الکترون به آرایش الکترونی کریپتون می‌رسد که آرایشی هشت‌تایی است. جدول زیر آرایش الکترونی لایه ظرفیت عناصر اصلی مربوط به گروه‌های مختلف جدول دوره‌ای را نمایش می‌دهد:

گروه	۱	۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸ (غیر از هلیم)
آرایش الکترونی لایه ظرفیت	ns^1	ns^2	ns^2np^1	ns^2np^2	ns^2np^3	ns^2np^4	ns^2np^5	ns^2np^6
تعداد الکترون‌های ظرفیتی	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) عنصری که آرایش الکترونی اتم آن به $2s^1$ ختم شود، در دوره دوم و گروه اول جدول تناوبی جای داشته و معادل با لیتیم($_3Li$) است. لیتیم با از دست دادن یک الکترون و تبدیل به Li^+ به آرایش پایدار گاز نجیب هلیم می‌رسد. دقت کنید که هلیم، آرایشی دوتایی دارد نه هشت‌تایی!

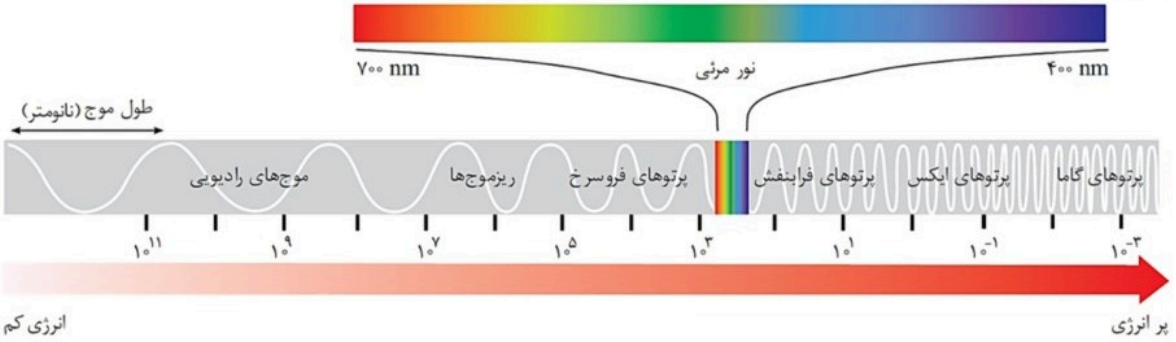
۲) عنصری که آرایش الکترونی اتم آن به $3p^2$ ختم شود، در دوره سوم و گروه ۱۴ جدول تناوبی جای داشته و معادل با سیلیسیم($_{14}Si$) است. سیلیسیم، عنصری شبه‌فلزی بوده و توانایی تشکیل یون تک‌اتمی را ندارد. سیلیسیم فقط از طریق به اشتراک گذاشتن الکترون‌های ظرفیتی خود با سایر اتم‌ها، به پایداری رسیده و آرایش هشت‌تایی پیدا می‌کند.

۳) عنصری که آرایش الکترونی اتم آن به $4p^1$ ختم شود، در دوره چهارم و گروه ۱۳ جدول تناوبی جای داشته و معادل با گالیم($_{31}Ga$) است. یون پایدار گالیم، به صورت Ga^{3+} است و به آرایش الکترونی هیچ گاز نجیبی نمی‌رسد.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

۲۷۶ پرتوهایی که از خورشید به سمت زمین گسیل می‌شوند، جزو امواج الکترومغناطیس هستند. نور بنفش، گستره محدودی از این امواج را شامل می‌شود که در میان امواج مرئی، بیشترین انرژی را دارد، اما نسبت به سایر امواج مانند پرتو X، اشعه گاما و ...، انرژی کمتری دارد. شکل زیر امواج الکترومغناطیس را با طول موج‌های آن نشان می‌دهد:



بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ عناصر دسته f جدول تناوبی در دو دوره شش و هفت جای داشته و همگی متعلق به گروه سوم جدول هستند. در این دسته، ۲۸ عنصر وجود دارد و مانند عناصر دسته d همگی فلز هستند. تعداد عناصر موجود در دسته s جدول تناوبی، ۱۴ عنصر بوده که ۱۲ مورد از آن‌ها فلز بوده و دو عنصر هیدروژن و هلیم در این دسته نافلز هستند. جدول زیر تعداد عناصر را در دسته‌های مختلف جدول دوره‌ای نمایش می‌دهد:

دستهٔ جدول دوره‌ای	s	p	d	f
شمار عناصر	۱۴	۳۶	۴۰	۲۸
نوع عناصر	فلز و نافلز	فلز، شبه‌فلز و نافلز	فلز	فلز
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
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

۲ از تکنسیم($^{99}_{43}Tc$) برای تصویربرداری از غده تیروئید استفاده می‌شود، زیرا یون یدید(I^-) با یون حاوی تکنسیم(نه خود یون تکنسیم) اندازه مشابهی دارد و غده تیروئید هنگام جذب یدید، این یون را نیز جذب می‌کند.

۳ فراوان‌ترین ایزوتوپ طبیعی منیزیم معادل با $^{24}_{12}Mg$ است. در این اتم، ۱۲ پروتون، ۱۲ نوترون و ۱۲ الکترون وجود دارد؛ درنتیجه شمار ذره‌های زیراتمی در این اتم با همدیگر برابر است. در هسته $^{24}_{12}Mg$، ۲۴ ذره وجود دارد که دو برابر ۱۲ الکترون موجود در لایه‌های الکترونی اتم 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	$^{35}_{17}Cl > ^{37}_{17}Cl$
اورانیم	۲	$^{238}_{92}U > ^{235}_{92}U$

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

۲۷۷ **بررسی همه موارد:**

مورد اول: نادرست است. در مورد این عبارت باکس زیر را مطالعه کنید.

نکته در برخی اتم‌ها مانند $^{۲۰۷}_{۸۲}Pb$ نسبت $\frac{n}{p}$ بزرگ‌تر از ۱/۵ است ولی هسته پایدار است. از سویی در برخی اتم‌ها مانند $^{۹۹}_{۴۳}Tc$ نسبت $\frac{n}{p}$ کوچک‌تر از ۱/۵ است ولی هسته ناپایدار و پرتوزاست.

مورد دوم: درست است.

مورد سوم: نادرست است.

نیم‌عمر رادیوایزوتوپ طبیعی هیدروژن $(^{۳}_{۱}H)$ بسیار طولانی و حدود ۱۲ سال است و از سویی نیم‌عمر رادیوایزوتوپ‌های ساختگی هیدروژن بسیار بسیار کوتاه و حدود $۱۰^{-۲۲}$ ثانیه است.

مورد چهارم: درست است. نماد شیمیایی هر سه عنصر قلع (Sn)، گوگرد (S) و آنتیموان (Sb) با حرف لاتین یکسانی آغاز می‌شود.

مورد پنجم: درست است.

(ماراتون ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۲۷۸ **سرنخ** عنصر تکنسیم با نماد $^{۹۹}_{۴۳}Tc$ نخستین عنصر ساخته شده در واکنشگاه هسته‌ای است. این عنصر با توجه به عدد اتمی گازهای نجیب $[_{۳۶}Kr]$ و $[_{۵۴}Xe]$ در دورهٔ پنجم و گروه هفتم از جدول تناوبی جای دارد.

عدد جرمی به تقریب با جرم اتمی برابر است. پس:

$$A = (۲۵p^{+}) + (۳۰n) = ۵۵$$

نکته اختلاف عدد اتمی عنصرهای هم‌گروه در جدول تناوبی با اختلاف عدد اتمی گازهای نجیب هم‌دوره با آن‌ها برابر است. برای مثال دو عنصر $_{۳۲}Ge$ و $_{۸۲}Pb$ هم‌گروه هستند. زیرا عدد اتمی گازهای نجیب دورهٔ چهارم و دورهٔ ششم به ترتیب برابر ۳۶ و ۸۶ و درنتیجه اختلاف عدد اتمی آن‌ها برابر ۵۰ است که با اختلاف عدد اتمی دو عنصر $_{۳۲}Ge$ و $_{۸۲}Pb$ برابر است.

بررسی سایر گزینه ها:

۱ نادرست است.عنصر A با $_{۴۳}Tc$ هم‌گروه و با $_{۲۰}Ca$ که عنصری از دورهٔ چهارم جدول تناوبی است، هم‌دوره است. پس عنصر A همان عنصر $_{۲۵}Mn$ است که فلزی واسطه است و رفتار شیمیایی مشابهی با نافلز $_{۱۶}S$ ندارد.

۲ نادرست است.گاز نجیب دورهٔ چهارم یا هم‌دوره با عنصر A $(_{۲۵}Mn)$ عنصر $[_{۳۶}Kr]$ است ولی فراوان‌ترین گاز نجیب سازندهٔ مشتری گاز هلیم است.

نکته مقایسه درصد فراوانی سه گاز نجیب در میان ۸ عنصر فراوان سیارهٔ مشتری به صورت زیر است: $He > Ar > Ne$

۳ نادرست است.مجموع ذره‌های باردار در اتم $_{۲۵}Mn$ برابر ۵۰ (۲۵ پروتون و ۲۵ الکترون) است. ولی عدد اتمی عنصری از گروه ۱۴ و دورهٔ ششم برابر ۸۲ است. (۴ خانه عقب‌تر از گاز نجیب $[_{۸۶}Rn]$ است.)

(ماراتون ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۷۹ **سرنخ** سؤال براساس نسبت ایزوتوپ‌های ^{46}M به ^{49}M و ^{48}M به ^{49}M طراحی شده است. پس باید کوچک‌ترین مضرب مشترک دو عدد ۳ و ۵ که برابر ۱۵ می‌شود را معیار قرار دهیم تا جدول زیر به دست آید.

نماد ایزوتوپ‌ها	^{46}M	^{48}M	^{49}M
شمار ایزوتوپ‌ها	۳۵	۳	۱۵
نسبت ایزوتوپ‌ها		۱	۵
	۷		۳

$$\overline{M} = M_1 + \frac{(M_2 - M_1)F_2}{100} + \frac{(M_3 - M_1)F_3}{100}$$

$$\overline{M} = 46 + \frac{(48-46)\times 3}{(15+35+3)} + \frac{(49-46)\times 15}{(15+35+3)} = 46 + \frac{6}{53} + \frac{45}{53} = 46 + \frac{51}{53} = 46/96$$

درسنامه

برای محاسبه جرم اتمی میانگین می‌توان از رابطه زیر استفاده کرد:

$$\overline{M} = M_1 + \frac{(M_2 - M_1)F_2}{100} + \frac{(M_3 - M_1)F_3}{100} + \frac{(M_4 - M_1)F_4}{100} + \ldots$$

در این رابطه M_1، جرم اتمی یا عدد جرمی سبک‌ترین ایزوتوپ است.

F_2، F_3 و ... درصد فراوانی ایزوتوپ‌ها است.

(ماراتون ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۲۸۰ **مراحل حل سؤال:**

گام اول: شمار الکترون‌ها و پروتون‌ها در یک مول یون $Cr_2O_7^{2-}$ را به دست می‌آوریم. ($_8O$ و $_{24}Cr$)

مجموع شمار پروتون‌ها $= (2\times 24) + (7\times 8) = 104$

مجموع شمار الکترون‌ها $= (2\times 24) + (7\times 8) + 2 = 106$

پس مجموع ذره‌های زیراتمی باردار در یک مول یون $Cr_2O_7^{2-}$ برابر $106 + 104 = 210$ است.

گام دوم: شمار ذره‌های زیراتمی باردار در ۰/۵ مول از این یون برابر است با: $0/5\times 210 = 105\,mol$

گام سوم: شمار نوترون‌ها در یک مول از سنگین‌ترین رادیوایزوتوپ ساختگی هیدروژن یا $^{7}_{1}H$ برابر ۶ مول است.

گام چهارم: $\frac{105}{6} = 17/5$

نکته رادیوایزوتوپ‌های ساختگی هیدروژن با مقایسه پایداری آن‌ها به صورت زیر است: $^{5}_{1}H > ^{6}_{1}H > ^{4}_{1}H > ^{7}_{1}H$

(ماراتون ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۸۱

درسنامه

نیم‌عمر هر ایزوتوپ نشان می‌دهد که آن ایزوتوپ تا چه اندازه پایدار است. هرچه نیم‌عمر کوتاه‌تر باشد، آن ایزوتوپ ناپایدارتر بوده و سریع‌تر متلاشی می‌شود.

نیم‌عمر مدت زمانی است که جرم ماده پرتوزا به نصف کاهش می‌یابد و هستهٔ ایزوتوپ بر اثر تلاشی (متلاشی شدن) افزون بر ذره‌های پرانرژی، مقدار زیاد انرژی $(E=mc^2)$ آزاد می‌کند. هسته‌ها بر اثر تلاشی به ایزوتوپ‌های سبک‌تر همان عنصر و یا ایزوتوپ‌های سبک‌تر از عنصرهای دیگر تبدیل می‌شوند.

اگر مقداراولیه ماده پرتوزا برحسب گرم برابر M باشد آن‌گاه پس از فرارسیدن هر نیم‌عمر مقدار آن به نصف کاهش می‌یابد.

$$M \xrightarrow{t_{\frac{1}{2}}} \frac{M}{2} \xrightarrow{t_{\frac{1}{2}}} \frac{M}{4} \xrightarrow{t_{\frac{1}{2}}} \frac{M}{8} \xrightarrow{t_{\frac{1}{2}}} \dots$$

بر این اساس پس از n مرحله جرم نمونه به M' می‌رسد که در این صورت جرم متلاشی شده برابر $M-M'$ و درصد تلاشی برابر است با:

$$\text{درصد تلاشی} = \frac{M-M'}{M} \times 100$$

حالا بریم سراغ حل سوال خودمون:

$$51/2 \xrightarrow{t_{\frac{1}{2}}} 25/6 \xrightarrow{t_{\frac{1}{2}}} 12/8 \xrightarrow{t_{\frac{1}{2}}} 6/4 \xrightarrow{t_{\frac{1}{2}}} 3/2 \xrightarrow{t_{\frac{1}{2}}} 1/6$$

مجموع $t_{\frac{1}{2}}$ها برابر ۳۰ دقیقه است پس هر $t_{\frac{1}{2}}$ برابر ۶ دقیقه است.

$$\text{درصد تجزیه شده} = \frac{51/2-1/6}{51/2} \times 100 = 96/875\%$$

(ماراتون ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۲۸۲

سرنخ به ازای هر مول از ترکیب C_xH_yNO، اختلاف شمار مول‌های اتم‌های هیدروژن و کربن برابر $y-x$ مول است.

با در نظر گرفتن C_xH_yNO به عنوان ماده A داریم:

روش اول: روش کسرهای تبدیل

$$2/92\,g\,A \times \frac{1\,mol\,A}{(12x+y+30)\,g\,A} \times \frac{(y-x)\,mol\,\text{اختلاف}}{1\,mol\,A} \times \frac{6/02\times10^{23}}{1\,mol} = 9/632\times10^{22} \Rightarrow 69y-121x=120$$

از طرفی مجموع تعداد اتم‌ها در فرمول شیمیایی A برابر ۱۲ است. بنابراین:

معادله (۲) $x+y+2=12 \Rightarrow x+y=10$

از حل دستگاه معادلات به‌دست آمده از معادله (۱) و (۲) داریم:

$$\begin{cases} 69y-121x=120 \\ x+y=10 \end{cases} \Rightarrow y=7\ ,\ x=3$$

حال نسبت خواسته شده را محاسبه می‌کنیم:

$$\frac{xy}{x+y} = \frac{3\times7}{3+7} = 2/1$$

(ماراتون ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

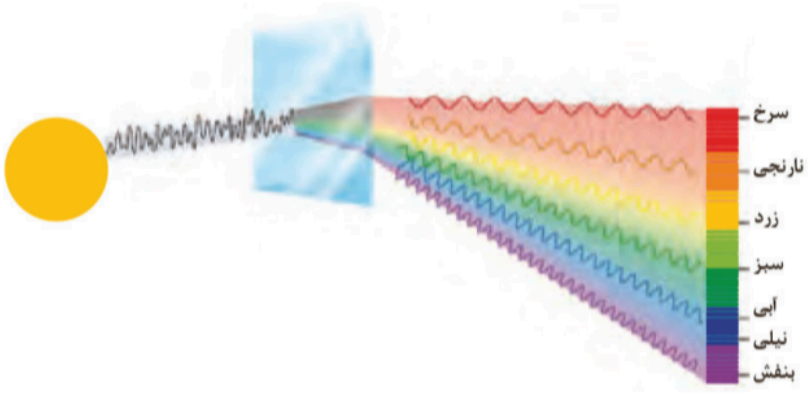
۲۸۳ تصویر خورشید به کمک دوربین‌های حساس به پرتوهای فرابنفش تهیه می‌شود نه فروسرخ!

بررسی گزینه‌ها:

۱ در طیف نشری- خطی دو عنصر هیدروژن و لیتیم در گستره مرئی چهار خط قابل مشاهده هستند.

۲ هر چه دمای جسمی بیشتر باشد، یعنی انرژی پرتوهای نشر شده از آن بیشتر است. با توجه به رابطه معکوس طول موج و انرژی، می‌توان گفت که هر چه انرژی یک پرتو بیشتر باشد، طول موج آن کوتاه‌تر است.

۴ در گسترهٔ مرئی نور بنفش بالاترین انرژی و کوتاه‌ترین طول موج را دارد. هر چه طول موج کوتاه‌تر باشد، انحراف آن هنگام عبور از منشور بیشتر خواهد بود.



(ماراتون ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۲۸۴ مورد (الف): درست. با تعیین دقیق طول موج نوارهای طیف نشری خطی اتم‌ها می‌توان به تصویر دقیقی از انرژی لایه‌های الکترونی و در واقع آرایش الکترونی آن اتم دست یافت.

ب نادرست. در میان عنصرهای دسته چهارم جدول تناوبی سه نوع زیرلایه $4s, 3d, 4p$ در حال پر شدن از الکترون‌ها هستند. در عنصرهای دسته s تنها زیرلایه $4s$ و در عنصرهای دسته d، زیرلایه‌های $4s$ و $3d$ در حال پر شدن هستند. و در ۶ عنصر دسته p دوره چهارم، زیرلایه‌هایی با $n = 4$ یا همان $4s$ و $4p$ در حال پر شدن از الکترون هستند پس اتم ۱۰ فلز دورهٔ چهارم جدول تناوبی ($_{20}Ca$، فلزات واسطه به جز $_{24}Cr$ و $_{29}Cu$ و $_{31}Ga$) حداقل یک زیرلایهٔ پر از الکترون با $n=4$ دارند.

پ نادرست. گنجایش الکترونی زیرلایه‌ها، ارتباطی به شماره لایه ندارد. زیرلایه‌های یکسان در هر لایه‌ای که باشند، گنجایش الکترونی یکسانی دارند.

ت درست. لایه اول با $n = 1$ تنها شامل یک زیرلایه $(\ell = 0)$ است. در نتیجه لایه‌ای یکپارچه به شمار می‌آید.

نکته تعیین یکپارچه بودن و یا نبودن لایه الکترونی بر عهده تعداد زیرلایه‌ها است. برای مثال لایه اول به علت داشتن یک زیرلایه، یکپارچه اما لایه دوم با داشتن دو زیرلایه دو قسمتی و غیر یکپارچه است.

ث درست.

(ماراتون ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۸۵

۱ درســـت. عدد اتمی عنصر A برابر با ۷۳ است. از سویی نخستین عنصر ساخت بشر تکنسیم ($^{۹۹}_{۴۳}Tc$) است که اختلاف عدد اتمی این دو عنصر برابر با ۳۰ است. عدد اتمی عنصر B نیز برابر با ۳۰ است. (عنصر B در خانهٔ ۳۰ام جدول قرار دارد.)

۲ نادرست. عنصر D با عدد اتمی ۹، عنصر فلوئور است که شمار پروتون‌های آن نیز برابر ۹ است. از سویی با توجه به صورت سؤال ۱۰ ذره خنثی یا همان نوترون در هسته این اتم وجود دارد، پس عدد جرمی آن که برابر جمع شمار پروتون‌ها و نوترون‌های آن است، می‌شود: $A = n + p = ۱۰ + ۹ = ۱۹$

عنصر C در خانه ۱۲ جدول تناوبی جای دارد و شامل ۱۲ پروتون است پس عدد اتمی آن برابر با ۱۲ است. این عنصر، منیزیم است.

با توجه به این نکته ناپایدارترین ایزوتوپ منیزیم با کمترین درصد فراوانی ^{۲۵}Mg است. ترکیب حاصل از منیزیم و فلوئور، ترکیبی یونی متشکل از $Mg^{۲+}$ و F^- به صورت $MgF_۲$ (منیزیم فلوئورید) است.

۳ درست. اتم E در خانه ۲۱ جدول قرار دارد که همان عنصر اسکاندیم است و آرایش الکترونی آن به صورت $[_{۱۸}Ar]۳d^۱۴s^۲$ است.

اســـکاندیم یون +۳ تشـــکیل می‌دهد ($Sc^{۳+}$) و با از دست دادن سه الکترون ظرفیتی خود، به آرایش گاز نجیب آرگون می‌رسد. پس در یون پایدار آن تمام زیرلایه‌ها از الکترون پر هستند.

اتم F در خانه ۲۰ جدول قرار دارد که همان عنصر کلســـیم اســـت. آرایش اتمی $_{۲۰}Ca$ به صورت $[_{۱۸}Ar]۴s^۲$ است. کلسیم دو الکترون ظرفیتی خود را از دســـت می‌دهد ($Ca^{۲+}$) و به آرایش الکترونی گاز نجیب آرگون می‌رســـد. همانطور که دیدید در آرایش الکترونی Ca همانند یون آن، همهٔ زیرلایه‌های اشغال شده از الکترون پر هستند.

۴ درست. عنصر G در خانه ۲۶ جدول تناوبی قرار دارد که همان عنصر $_{۲۶}Fe$ است که آرایش الکترونی فشرده آن به صورت زیر است:

$Fe: [_{۱۸}Ar]۳d^۶۴s^۲$

الکترون‌های ظرفیتی این عنصر شامل الکترون‌های d و s است که در مجموع ۸ الکترون می‌شود ولی از این ۸ الکترون تنها ۲ الکترون در بیرونی‌ترین زیرلایه (۴s) قرار دارند که برابر با $\frac{۱}{۴}$ از شمار کل الکترون‌های ظرفیتی این اتم است.

(ماراتون ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۸۶

الف نادرست. لایه الکترونی سوم شامل زیرلایه‌های ۳s، ۳p و ۳d است که زیرلایه‌های ۳s و ۳p در عنصرهای دورهٔ سوم جدول تناوبی پر می‌شوند ولی زیرلایه ۳d در عنصرهای دورهٔ چهارم جدول شروع به پر شدن می‌کند.

در دو عنصر $_{29}Cu$ و $_{30}Zn$ و همچنین هر ۶ عنصر دسته p که بعد از Zn قرار دارند، لایه سوم به طور کامل پر شده است.

ب نادرست. زیرلایه‌ای با $\ell = 2$ همان زیرلایه d با گنجایش ۱۰ الکترون است. زیرلایه $3d^{10}$ در دورهٔ چهارم جدول تناوبی به طور کامل پر می‌شود بنابراین براساس صورت سؤال نخستین عنصری که یازده الکترون در زیرلایه‌هایی با $\ell = 2$ دارد، نخستین عنصر واسطه از دورهٔ پنجم جدول تناوبی با عدد اتمی ۳۹ است. پس می‌توان نتیجه گرفت که از عنصر ۳۹ تا ۱۱۸ و به عبارتی در ۸۰ عنصر از جدول تناوبی در زیرلایه‌هایی با $\ell = 2$ دست‌کم یازده الکترون و یا بیشتر وجود دارد.

پ درست. تنها عنصر تک حرفی واسطه در دوره چهارم عنصر وانادیم (V) با عدد اتمی ۲۳ است. آرایش الکترونی فشرده وانادیم به صورت زیر است:

$$_{23}V : [_{18}Ar]3d^3 4s^2$$

که بیرونی‌ترین زیرلایه آن شامل ۲ الکترون و آخرین زیرلایه‌ای که الکترون می‌گیرد دارای ۳ الکترون است. تفاوت شمار الکترون‌ها در این زیرلایه‌ها برابر با ۱ است.

نکته براساس آرایش الکترونی در عناصر دسته d آخرین زیرلایه‌ای که الکترون می‌گیرد، زیرلایه d است و همواره بیرونی‌ترین زیرلایه، زیرلایهٔ s است.

ث نادرست. اتم آهن $(_{26}Fe)$ دارای آرایش الکترونی مقابل است:

$$_{26}Fe : [_{18}Ar]3d^6 4s^2$$

آرایش الکترونی نیکل $(_{28}Ni)$ به صورت مقابل است.

$$_{28}Ni : [_{18}Ar]3d^8 4s^2$$

در نتیجه آرایش الکترونی Ni^{2+} به صورت زیر است:

$$_{28}Ni : [_{18}Ar]3d^8 4s^2 \xrightarrow{\text{جدا کردن ۲ الکترون از بیرونی ترین زیرلایه (زیرلایه 4s)}} Ni^{2+} = [_{18}Ar]3d^8$$

دقت کنید که این دو گونه با وجود آن که تعداد الکترون یکسانی دارند اما آرایش الکترونی متفاوتی دارند.

ث درست. آرایش الکترونی $[_{18}Ar]3d^8$ نمی‌تواند مربوط به عنصری خنثی باشد زیرا آرایش الکترونی عنصرهای واسطه در حالت کلی به صورت $(n-1)d^x ns^y$ [گاز نجیب] است. پس اگر آرایش الکترونی گونه‌ای به d پایان یافته باشد آن‌گونه به یقین کاتیون است یعنی زیرلایه بیرونی s در اتم آن با از دست دادن یک یا دو الکترون خالی شده است.

(ماراتون ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

الف) نادرست.

راه استراتژی در تیپ سوالاتی که آرایش الکترونی را با استفاده از $n+\ell$ بیان می‌کنند ابتدا تمام حالت‌های منطقی $n+\ell$ را بنویسید و از کمترین n شروع به پر کردن زیرلایه‌ها کنید تا به خواسته سوال برسید.

$n+\ell=5$

$5+0=5 \longrightarrow 5s$

$4+1=5 \longrightarrow 4p$

$3+2=5 \longrightarrow 3d$

در این میان کمترین n را زیرلایه 3d دارد. پس ابتدا ۱۰ الکترون به 3d می‌دهیم؛ سپس ۳ الکترون باقی‌مانده را به 4p می‌دهیم. آرایش الکترونی اتم موردنظر به صورت مقابل خواهد بود:

$1s^2/2s^2 2p^6/3s^2 3p^6 3d^{10}/4s^2 4p^3$

در آرایش الکترونی این اتم شمار الکترون‌ها با $\ell=1$ (الکترون‌های زیرلایه‌های p) برابر است با:

$1s^2/2s^2 2p^6/3s^2 3p^6 3d^{10}/4s^2 4p^3 \longrightarrow 6+6+3=15$

از سویی شمار الکترون‌های ظرفیتی در این اتم برابر است با:

$1s^2/2s^2 2p^6/3s^2 3p^6 3d^{10}/4s^2 4p^3 \longrightarrow 2+3=5$

$\frac{\text{شمار الکترون ها با } \ell=1}{\text{شمار الکترون های ظرفیتی}}=\frac{15}{5}=3$

ب) درست.

زمانی که می‌گوییم نسبت شمار الکترون‌های لایه سوم به شمار الکترون‌های آخرین زیرلایه اشغال شده از اتم یک عنصر از دوره چهارم برابر با ۵ است. دو نکته را متوجه می‌شویم:

اول) در اتم این عنصر که در دوره چهارم جدول تناوبی است به یقین زیرلایه‌های 3p و 3s از الکترون پر شده است و دست‌کم ۸ الکترون در لایهٔ سوم وجود دارد.

دوم) چون صورت کسر، شمار الکترون‌های لایه سوم است و نسبت حاصل برابر با ۵ است پس به یقین شمار الکترون‌های لایه سوم مضربی از ۵ بوده است.

با در نظر گرفتن این دو نکته به دو حالت می‌رسیم:

حالت اول) این عنصر ۱۰ الکترون در لایه سوم دارد. با توجه به این که هشت الکترون در زیرلایه‌های 3p و 3s داشته است در نتیجه در زیرلایه 3d تنها دارای دو الکترون است و آرایش الکترونی آن به صورت مقابل می‌شود:

$1s^2/2s^2 2p^6/3s^2 3p^6 3d^2/4s^2$

حالت دوم) این عنصر ۱۵ الکترون در لایه سوم دارد با توجه به این که هشت الکترون در زیرلایه‌های 3p و 3s داشته است در نتیجه زیرلایه 3d تنها دارای ۷ الکترون است و آرایش الکترونی آن به صورت مقابل می‌شود.

$1s^2/2s^2 2p^6/3s^2 3p^6 3d^7/4s^2$

دقت کنید که در هر دو حالت آخرین زیرلایه‌ای که الکترون می‌گیرد زیرلایه 3d است.

حالت اول) در این حالت ۱۰ الکترون در لایه سوم داریم، و آخرین زیرلایه‌ای که الکترون می‌گیرد (3d) دارای ۲ الکترون است در نتیجه نسبت برابر با ۵ است (قابل قبول)

حالت دوم) در این حالت ۱۵ الکترون در لایه سوم داریم که آخرین زیرلایه‌ای که الکترون می‌گیرد (3d) دارای ۷ الکترون است و نسبت داده شده برابر با ۵ نیست (غیرقابل قبول)

در تنها حالت قابل قبول (الف) آرایش الکترونی به صورت $1s^2/2s^2 2p^6/3s^2 3p^6 3d^2/4s^2$ است. این آرایش الکترونی متعلق به عنصری از گروه ۴ جدول تناوبی در دوره چهارم است.

پ) درست. آرایش الکترونی فلزهای دسته s در آخرین لایه به صورت ns^1 و یا ns^2 است که به ترتیب به گروه ۱ و ۲ تعلق دارند. پس در عنصرهای دسته s، شماره گروه برابر با شمار الکترون‌های ظرفیتی است.

در عنصرهای دسته p آرایش الکترونی به صورت ns^2np^x است که x می‌تواند از ۱ تا ۶ باشد. از این رو شمار الکترون‌های ظرفیتی در آن‌ها برابر $2+x$ است که می‌تواند بین ۳ تا ۸ باشد ولی شماره گروه عنصرهای دسته p برابر ۱۳ تا ۱۸ است.

پس در این عناصر شماره گروه برابر با شمار الکترون‌های ظرفیتی نیست.

نکته شمار الکترون‌های ظرفیتی عنصرها در گروه‌های ۱ تا ۱۲ برابر با شمارهٔ گروه است ولی از گروه ۱۳ تا ۱۸ شمار الکترون‌های ظرفیتی برابر با رقم یکان شماره گروه است.

ت) درست. در میان عنصرهای دوره چهارم جدول ۵ عنصر دارای زیرلایه نیمه پر هستند که آرایش الکترونی آن‌ها به صورت زیر است:

$[{}_{18}Ar]4s^1/[{}_{18}Ar]3d^5 4s^1/[{}_{18}Ar]3d^5 4s^2/[{}_{18}Ar]3d^{10} 4s^1/[{}_{18}Ar]3d^{10} 4s^2 4p^3$

که میان این عنصرها ۴ عنصر دارای یک زیرلایه نیمه پر و یک عنصر با آرایش الکترونی زیر دارای دو زیرلایه نیمه پر (تعداد زوج) است.

$[{}_{18}Ar]3d^5 4s^1$

الکترون‌های ظرفیتی این عنصر شامل ۵ الکترون در زیرلایه 3d و ۱ الکترون در زیرلایه 4s و در مجموع برابر ۶ است.

حاصل $n+\ell$ برای الکترون‌های ظرفیتی عنصری با آرایش الکترونی $[{}_{18}Ar]3d^5 4s^1$ به صورت زیر است.

$[5\times(3+2)]+[1\times(4+0)]=29$

نکته برای محاسبه $n\pm\ell$ برای الکترون‌های ظرفیتی مطابق با فرمول زیر عمل می‌کنیم:

(عدد کوانتومی فرعی $\pm$ عدد کوانتومی اصلی) = شمار الکترون‌های زیرلایه

ث) درست. در دوره چهارم سه زیرلایه p، d و s در حال پر شدن از الکترون هستند. در دوره چهارم بیرونی‌ترین زیرلایه دو حالت بیشتر ندارد یا به صورت 4s و یا به صورت 4p است پس به دنبال حالت‌هایی هستیم که یکی از این دو زیرلایه دارای یک الکترون باشد در این صورت آرایش‌های الکترونی مقابل قابل قبول هستند:

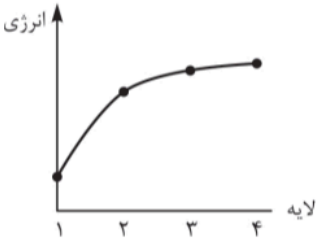
$[{}_{18}Ar]4s^1/[{}_{18}Ar]3d^5 4s^1/[{}_{18}Ar]3d^{10} 4s^1/[{}_{18}Ar]3d^{10} 4s^2 4p^1$

در نتیجه چهار حالت وجود دارد که آخرین زیرلایه دارای یک الکترون باشد.

(ماراتون ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

www.MrKonkor.com

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

۲۸۸ 

الف درســـت. انرژی لایه‌های الکترونی با دور شدن از هسته افزایش می‌یابد. اما مقدار افزایش رفته‌رفته کم می‌شود به نمودار زیر نگاه کنید؛ انرژی لایه‌های الکترونی رفته رفته افزایش می‌یابد. اما مقدار افزایش و صعود نمودار، رفته رفته کم می‌شود و نمودار در حال افقی شدن است.

در نتیجه با افزایش فاصله از هسته، فاصله لایه‌ها افزایش و اختلاف انرژی لایه‌ها (فاصله نقاط روی محور انرژی) در حال کاهش است.

ب نادرســـت. هنگام انـــرژی دادن به اتم، الکترون‌ها بـــا جذب انرژی به ترازهای انـــرژی بالاتر رفته و به هنگام بازگشـــت از خود پرتو الکترومغناطیسی گسیل می‌کنند این پرتو لزومی ندارد که مرئی باشد و با چشم غیرمسلح قابل دیدن باشد.

پ نادرست. هنگامی که آلیاژی از دو عنصر در اختیار داریم این دو عنصر با یکدیگر مخلوط شده‌اند (اما با یکدیگر واکنش نداده‌اند). در چنین حالتی ماهیت عناصر تغییر نمی‌کند.

اگر عنصری در طیف نشری خطی خود دارای x خط باشد، طیف نشری آن منحصر به فرد و مخصوص همان عنصر است. یعنی هیچ عنصر دیگری نیســـت که دقیقاً همین طیف نشری خطی را داشته باشد اما ممکن است عنصری باشدکه برخی از خطوط طیف نشری خطی آن با عنصر دیگر مشترک باشد.

در واقع در آلیاژ دو عنصر اگر هر یک به ترتیب X و Y خط در طیف نشری خطی خود داشته باشند، به شرطی در طیف نشری خطی آلیاژ حاصل $X+Y$ خط وجود دارد که این دو عنصر در طیف نشری خطی خود هیچ خط مشترکی نداشته باشند.

در واقع در آلیاژی شامل دو فلز اگر هریک به ترتیب X و Y خط در طیف نشری خطی خود داشته باشند؛ حداکثر «X+Y» خط در طیف نشری حاصل از آلیاژ آن‌ها دیده می‌شود.

(ماراتون ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۸۹ **بررسی گزینه‌ها:**

۱ ابتدا عدد اتمی عنصر X را تعیین می‌کنیم.

روش اول:

$$\begin{cases} n+p=۶۶ \\ n-p=۶ \end{cases} \Rightarrow ۲p=۶۰ \Rightarrow p=۳۰$$

روش دوم:

$$Z=\frac{\text{عدد جرمی}-(\text{اختلاف p,n})}{۲}=\frac{۶۶-۶}{۲}=۳۰$$

عنصر مورد نظر فلز روی است که در دوره چهارم و گروه ۱۲ جدول تناوبی جای دارد.

۲ ترکیب یونی AlY کاتیون $Al^{۳+}$ تشکیل شده است. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که آنیون Y نیز دارای سه بار منفی است $(Y^{۳-})$.

پس عنصر Y یک نافلز از گروه ۱۵ جدول دوره‌ای است و در آرایش الکترون نقطه‌ای آن سه الکترون جفت نشده وجود دارد. $(\dot{\underset{\bullet}{\overset{\bullet\bullet}{Y}}}\bullet)$

۳ به آرایش الکترونی گونه‌های زیر دقت کنید:

$$_{۱۷}Cl: ۱s^۲ ۲s^۲ ۲p^۶ ۳s^۲ ۳p^۵ \Rightarrow Cl^- : ۱s^۲ ۲s^۲ ۲p^۶ ۳s^۲ ۳p^۶ \Rightarrow \text{دسته p}$$

$$_{۱۹}K: ۱s^۲ ۲s^۲ ۲p^۶ ۳s^۲ ۳p^۶ ۴s^۱ \Rightarrow K^+ : ۱s^۲ ۲s^۲ ۲p^۶ ۳s^۲ ۳p^۶ \Rightarrow \text{دسته s}$$

$$_{۲۱}Sc: ۱s^۲ ۲s^۲ ۲p^۶ ۳s^۲ ۳p^۶ ۳d^۱ ۴s^۲ \Rightarrow Sc^{۳+} : ۱s^۲ ۲s^۲ ۲p^۶ ۳s^۲ ۳p^۶ \Rightarrow \text{دسته d}$$

۴ در تشکیل ترکیب یونی $CaBr_۲$ دو مول الکترون میان کاتیون و آنیون مبادله می شود. برای محاسبه میزان الکترون مبادله شده خواهیم داشت:

روش اول:

$$۴۰gCaBr_۲ \times \frac{۱mol\,CaBr_۲}{۲۰۰g\,CaBr_۲} \times \frac{۲mole^-}{۱mol\,CaBr_۲} \times \frac{۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}e^-}{۱mole^-} = ۲/۴۰۸\times۱۰^{۲۳}$$

روش دوم:

$$\frac{g\,CaBr_۲}{\text{جرم مولی}\times\text{ضریب}}=\frac{e^-\text{تعداد}}{\text{ضریب}\times۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}} \Rightarrow \frac{۴۰}{۱\times۲۰۰}=\frac{x}{۲\times۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}} \Rightarrow x=۲/۴۰۸\times۱۰^{۲۳}$$

(ماراتون ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۹۰ با توجه به فرمول ترکیب یونی داده شده می‌توان کاتیون و آنیون تشکیل‌دهنده آن را مشخص کرد: $M_3X_2 \Rightarrow M^{2+}, X^{3-}$

از آن‌جا که نافلزهای جدول تناوبی (به غیر از هیدروژن و هلیم) در گروه‌های ۱۴ تا ۱۸ قرار دارند و طبق گفته سؤال عدد اتمی نافلز X با شماره گروه آن در جدول تناوبی برابر است پس X نافلزی از دوره سوم جدول تناوبی است، زیرا عدد اتمی عنصرهای دسته p در دورهٔ سوم جدول تناوبی با شمار گروه آن‌ها برابر است.

تنها عنصر دوره سوم جدول تناوبی که آنیونی با سه بار منفی تشکیل می‌دهد، عنصر فسفر $(_{15}P)$ است.

از طرف دیگر با توجه به صورت سؤال شمار الکترون‌های M^{2+} و X^{3-} برابر است.

یون فسفر $(_{15}P^{3-})$ ۱۸ الکترون دارد، پس یون M^{2+} نیز ۱۸ الکترون خواهد داشت و به این ترتیب فلز M همان $_{20}Ca$ خواهد بود.

بررسی گزینه‌ها:

۱ نادرست. آرایش الکترونی M به صورت $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$ است که آخرین زیرلایه آن $4s^2$ است و در این زیرلایه $n=4$ و $\ell=0$ است که مجموع آنها برابر با ۴ خواهد بود.

نکته دقت کنید در عناصر دسته d که آرایش الکترونی آنها به $(n-1)d\,ns$ ختم می شود، آخرین زیرلایه‌ای که پر می‌شود زیرلایه $(n-1)d$ و بیرونی‌ترین زیرلایه ns است. (این نکته درباره عناصر دسته f نیز برقرار است). آزمون وی ای پی

۲ نادرست. با توجه به آرایش الکترونی $_{15}p$ که به صورت $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$ است این اتم دارای ۵ الکترون ظرفیتی است و آرایش الکترون ـ نقطه‌ای آن به شکل زیر خواهد بود که در آن شمار الکترون‌های تک $(3e^-)$ و جفت شده $(2e^-)$ با یکدیگر برابر نیستند:



۳ درست. فلز M در گروه ۲ جای دارد و نافلز X نیز متعلق به گروه ۱۵ جدول دوره‌ای است. به این ترتیب اختلاف شماره گروه آن‌ها با یکدیگر برابر ۱۳ خواهد بود.

۴ نادرست.

با توجه به اینکه فلز M کاتیون M^{2+} را تشکیل داده است، فرمول سولفید (S^{2-}) آن به صورت MS خواهد بود. نسبت شمار کاتیون به آنیون در این ترکیب برابر با یک است. از آنجا که نسبت شمار آنیون به کاتیون در M_3X_2 برابر با $\frac{2}{3}$ است، می‌توان گفت:

$$\frac{\text{نسبت شمار کاتیون به آنیون در MS}}{\text{نسبت شمار آنیون به کاتیون در } M_3X_2} = \frac{1}{\frac{2}{3}} = \frac{3}{2}$$

(ماراتون ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۹۱

نکته الکترون و پروتون ذره‌های زیراتمی باردار اتم هستند که پروتون برخلاف الکترون در هسته اتم قرار دارد.

ذره‌های زیراتمی باردار اتم ← پروتون و الکترون

ذره‌های زیراتمی باردار هسته اتم ← پروتون

مجموع شمار الکترون‌ها و پروتون‌ها در فلز برابر با ۴۰ است، پس عدد اتمی این فلز ۲۰ خواهد بود که همان $_{۲۰}Ca$ است. نافلزی که با گرفتن ۲ الکترون به آرایش گاز نجیب آرگون می‌رسد هم گوگرد $(_{۱۶}S)$ است. پس ترکیب یونی این گزینه CaS است که نسبت کاتیون به آنیون در آن برابر با «۱» است.

۲ اولین فلز واسطه جدول تناوبی اسکاندیم $(_{۲۱}Sc)$ است که آرایش الکترونی آن به $۴s^{۲}۳d^{۱}$ ختم می‌شود و مجموع $n+\ell$ الکترون‌های لایه ظرفیت آن برابر با $[(۴+۰)\times۲]+[(۳+۲)\times۱]=۱۳$ است. دومین عنصر فراوان سازندهٔ زمین، اکسیژن است که فرمول ترکیب یونی حاصل از آن با فلز اسکاندیم به صورت $Sc_۲O_۳$ و نسبت کاتیون به آنیون در آن برابر با $\frac{۲}{۳}$ است.

۳ رنگ شعله فلز سدیم و ترکیب‌های گوناگون آن زردرنگ است. در تمام نافلزهای دوره دوم جدول تناوبی ۴ الکترون متعلق به زیر لایه $(\ell=۰)s$ وجود دارد که همان الکترون‌های $۲s^{۲}۱s^{۲}$ هستند. از سویی دیگر شمار الکترون‌های زیرلایه $(\ell=۱)p$ برابر با ۳ است. پس در واقع نافلز گزینه ۳ با آرایش الکترونی $۲p^{۳}۲s^{۲}۱s^{۲}$ همان $_{۷}N$ است. پس ترکیب یونی این گزینه $Na_۳N$ است که نسبت کاتیون به آنیون در آن برابر با «۳» است.

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

۴ آخرین عنصر واسطه دوره چهارم جدول تناوبی روی و هالوژن دوره سوم کلر است. پس ترکیب یونی این گزینه $ZnCl_۲$ است که نسبت کاتیون به آنیون در آن برابر با «$\frac{۱}{۲}$» است.

در گزینه ۳ نسبت کاتیون به آنیون از سایر گزینه‌ها بیشتر است.

(ماراتون ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۹۲ **الف** درست. آرایش الکترون ـ نقطه‌ای مولکول‌های هیدروژن کلرید و اکسیژن را رسم می‌کنیم:

$$H-\ddot{\underset{\ddot{}}{Cl}}: \qquad :\ddot{O}=\ddot{O}:$$

همان‌طور که می‌بینید در مولکول هیدروژن کلرید ۳ جفت الکترون ناپیوندی و در مولکول اکسیژن ۴ جفت الکترون ناپیوندی وجود دارد.

ب نادرست. هفت عنصر «H، N، O، F، Cl، Br، I» در دما و فشار اتاق به شکل مولکول‌های دو اتمی وجود دارند.

پ نادرست. X اتم کروم ($_{24}Cr$) است. آرایش الکترونی $_{24}Cr$ به $3d^5 4s^1$ ختم می‌شود.

ت درست

زیرلایه‌هایی با $n+\ell=4$ عبارت‌اند از $3p$ و $4s$

زیرلایه‌هایی با $n+\ell=5$ عبارت‌اند از $5s$ و $4p$ و $3d$

بر اساس قاعدهٔ آفبا برای آنکه الکترون‌ها به زیرلایه‌های با $n+\ell=5$ برسند، ابتدا باید زیرلایه‌های با $n+\ell=4$ را پر کنند. پس در اتم A هشت الکترون در زیرلایه‌های $3p$ و $4s$ به صورت $3p^6 4s^2$ وجود دارد.

با توجه به اینکه در سوال گفته شده است که شمار الکترون‌ها در زیرلایه‌هایی با $n+\ell=5$ دوبرابر شمار الکترون‌ها در زیرلایه‌هایی با $n+\ell=4$ است، پس در اتم A، ۱۶ الکترون در زیرلایه‌هایی $5s$ و $4p$ و $3d$ باید وجود داشته باشد که بر اساس قاعدهٔ آفبا ابتدا زیرلایهٔ $3d^{10}$ و سپس زیرلایهٔ $4p^6$ به صورت کامل پر می‌شوند و الکترونی به زیرلایهٔ $5s$ وارد نمی‌شود. اکنون می‌توان آرایش الکترونی اتم A را نوشت:

$$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6$$

این آرایش مربوط به گاز نجیب $[_{36}Kr]$ است.

(ماراتون ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

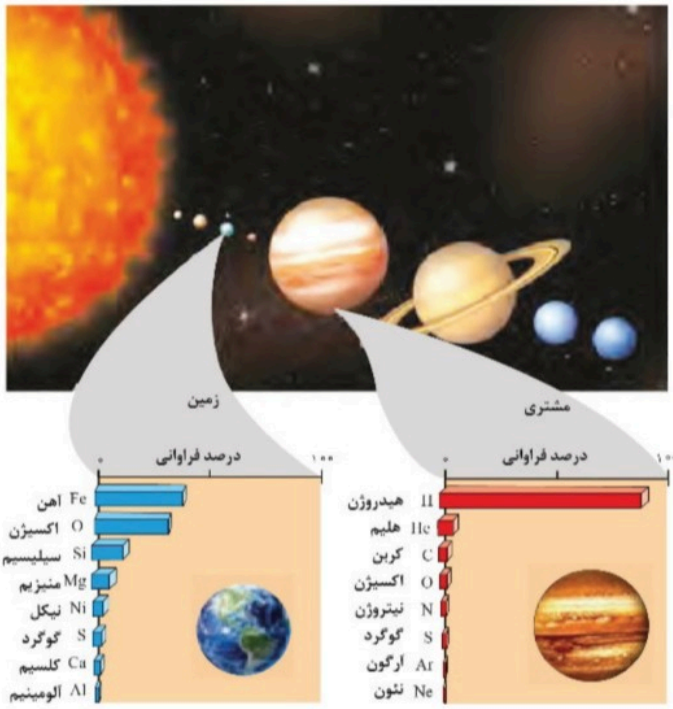
۲۹۳ همهٔ عبارت‌های داده شده نادرست هستند.

بررسی موارد:

مورد اول: براســاس داده‌های طیف‌ســنجی، آرایش الکترونی اتم $_{24}Cr$ به جای $[Ar]3d^4 4s^2$ به صورت $[Ar]3d^5 4s^1$ است. در واقع در آرایش هیچ اتمی زیرلایهٔ $3d^4$ دیده نمی‌شــود. اما در گونه‌های باردار یعنی $_{24}Cr^{2+}$ و $_{25}Mn^{3+}$، با جدا شدن الکترون‌ها از زیرلایهٔ $4s^6$، آرایش الکترونی کاتیون‌های حاصل به $3d^4$ ختم می‌شود.

$$_{24}Cr:[Ar]3d^5 4s^1 \rightarrow Cr^{2+}:[Ar]\underline{3d^4}$$

$$_{25}Mn:[Ar]3d^5 4s^2 \rightarrow Mn^{3+}:[Ar]\underline{3d^4}$$



مورد دوم: $_{14}A$ همان $_{14}Si$ از دورهٔ ســوم جدول و $_{34}B$ همان $_{34}Se$ از گروه شانزدهم می‌باشــد. بنابراین عنصر X در واقع گوگرد ($_{16}S$) است.

دقت شود اکسیژن و گوگرد دو عنصر مشترک میان ۸ عنصر فراوان سیاره‌های زمین و مشتری هســتند، که اکسیژه دومین عنصر در عناصر جهان و چهارمین عنصر در عناصر فراوان مشــتری است و گوگرد ششمین عنصر در هر ۲ سیاره است.

مورد سوم: اولین عنصری که لایهٔ دوم الکترونی آن از الکترون پر می‌شود، $_{10}Ne$ است.

$$_{10}Ne:1s^2 / 2s^2 2p^6$$

همچنین نخستین عنصری که لایهٔ سوم الکترونی آن پر از الکترون می‌گردد، $_{29}Cu$ می‌باشد.

$$_{29}Cu:1s^2 / 2s^2 2p^6 / 3s^2 3p^6 3d^{10} / 4s^1$$

بنابراین اختلاف عدد اتمی این دو عنصر برابر $29-10=19$ است.

مورد چهارم: شمار الکترون‌های ظرفیتی اتم $_{26}Fe$ (ششمین فلز واسطه) برابر ۸ است.

$$_{26}Fe:[Ar]\underline{3d^6 4s^2}$$

۸ الکترون ← لایه ظرفیت

یادآوری: شمار الکترون‌های ظرفیتی و شمارهٔ گروه فلزات دسته‌های s و d جدول تناوبی با هم برابر است.

ششمین نافلز جدول تناوبی $_9F$ می‌باشد. (F,O,N,C,He,H) و شمار الکترون‌های ظرفیتی آن برابر ۷ است.

$$_9F:[He]\underline{2s^2 2p^5}$$

۷ الکترون ← لایه ظرفیت

یادآوری: شمار الکترون‌های ظرفیتی عناصر دستهٔ p برابر رقم یکان شمارهٔ گروه آنها در جدول دوره‌ای عناصر است.

مورد پنجم: هنگام تبدیل اتم یک فلز به کاتیون آن، الکترون یا (الکترون‌ها) از بیرونی‌ترین لایه و بیرونی‌ترین زیرلایه (بیشــترین n) جدا می‌شود. دقت شوند هنگام پر شدن اتم از الکترون، به علت کمتر بودن $(n+l)$ (کمتر بودن سطح انرژی و پایداری آن) زیرلایهٔ 4s نسبت به 3d، این زیرلایه زودتر از الکترون اشــغال می‌شــود. اما هنگام کم یا اضافه شــدن الکترون برای تشکیل یون، زیرلایهٔ 4s چون در لایهٔ دورتری نسبت به هسته قرار دارد، زودتر الکترون می‌گیرد یا از دست می‌دهد.

نکته ۱ هنگام تبدیل اتم یک فلز به کاتیون آن، با جدا شدن الکترون‌ها، از شعاع فلز کاسته می‌شود.

۲ هنگام تبدیل اتم یک نافلز به آنیون آن، با اضافه شدن الکترون (ها) به شعاع نافلز افزوده می‌شود.

(ماراتون ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۹۴

نکته یکای جرم اتمی (amu) طبق تعریف برابر $\frac{۱}{۱۲}$ جرم ایزوتوپ کربن -۱۲ در نظر گرفته می‌شود و مقدار آن برابر $۱/۶۶\times۱۰^{-۲۴}\,g$ است.

نتیجه‌گیری: از آن‌جایی که هر مول معادل عدد آووگادرو ($N_A = ۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}$) عدد از یک ماده است بنابراین جرم اتمی و جرم مولی یک عنصر را می‌توان به تقریب با هم برابر دانست. مثال:

$$\begin{cases} ۱\,atom\,H \simeq ۱\,amu \\ ۱\,mol\,H = ۱g\,(N_A \times ۱/۶۶\times۱۰^{-۲۴} = ۱g) \end{cases}$$

نکته فرمول شیمیایی ساکارز (شکر) $C_{۱۲}H_{۲۲}O_{۱۱}$ است.

جرم مولکولی ساکارز برابر جرم مولی آن است؛ یعنی برابر ۳۴۲amu می‌باشد.

$$C_{۱۲}H_{۲۲}O_{۱۱} : M_W = ۱۲(۱۲)+۲۲(۱)+۱۱(۱۶) = ۳۴۲\,g.mol^{-۱} \sim ۳۴۲\,amu$$

$$?amu = ۵\times۱۰^{-۸}\,N_A\,atom\,C \times \frac{۱C_{۱۲}H_{۲۲}O_{۱۱}}{۱۲\,atom\,C} \times \frac{۳۴۲\,amu}{۱C_{۱۲}H_{۲۲}O_{۱۱}} \simeq ۱/۴۲۵\times۱۰^{-۶}\,N_A$$

(ماراتون ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۹۵ در طیف نشری خطی اتم هیدروژن که دارای ۴ خط در ناحیه مرئی است، با افزایش طول موج پرتوی نشر شده، تفاوت طول موج دو نوار رنگی مجاور هم، بیشتر می‌شود.



اعداد دقیقش اینطوریاست:

مقایسهٔ تفاوت طول موج دو نوار رنگی مجاور :

$$\underbrace{\text{سرخ}(۶۵۶\,nm)-\text{آبی}(۴۸۶\,nm)}_{۱۷۰nm} > \underbrace{\text{آبی}(۴۸۶\,nm)-\text{نیلی}(۴۳۴\,nm)}_{۵۲nm} > \underbrace{\text{نیلی}(۴۳۴\,nm)-\text{بنفش}(۴۱۰\,nm)}_{۲۴nm}$$

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱

نکته برای نوشتن فرمول شیمیایی ترکیب‌های یونی، در گام اول باید نماد شیمیایی کاتیون را در سمت چپ و نماد شیمیایی آنیون را در سمت راست کنار یکدیگر بنویسیم.

تجربه نشان می‌دهد که بسیاری از نمک‌ها، شعلهٔ رنگی دارند و اگر مقداری از محلول آن‌ها را روی شعله بپاشیم، رنگ شعله تغییر می‌کند. رنگ شعلهٔ فلزها با رنگ شعلهٔ ترکیب‌های دارای این فلزها، مشابه است.

شعلهٔ ترکیب‌های هر فلز، رنگ منحصر به فردی دارد و رنگ نشر شده فقط باریکهٔ بسیار کوتاهی از گسترهٔ طیف مرئی را دربرمی‌گیرد؛ بنابراین از روی تغییر رنگ شعله می‌توان به وجود عنصر فلزی در آن، پی برد.

- فلز سدیم(Na) و ترکیب‌های آن مثل سدیم نیترات، سدیم کلرید و سدیم سولفات ← رنگ شعله ← زرد
- فلز مس(Cu) و ترکیب‌های آن مثل مس(II) نیترات، مس(II) کلرید و مس(II) سولفات ← رنگ شعله ← سبز
- فلز لیتیم(Li) و ترکیب‌های آن مثل لیتیم نیترات، لیتیم کلرید و لیتیم سولفات ← رنگ شعله ← سرخ

طبق نکته بالا، در نمک دوتایی با فرمول شیمیایی AB، عنصر A، فلز و عنصر B، نافلز است. اگر مقداری از محلول نمک AB را با افشانه روی شعله بپاشیم، از روی تغییر رنگ شعله می‌توان به وجود عنصر فلزی A در آن پی برد.

۲ خواستون باشه که لزوماً شمار خط‌های طیف نشری خطی عنصرهای هم گروه در ناحیهٔ مرئی با هم برابر نیست! مثلاً عنصرهای Li و Na با این‌که هر دو جزو عنصرهای گروه اول هستند، اما به ترتیب دارای ۴ و ۷ خط در ناحیه مرئی طیف نشری خطی خود هستند.

۴ نور زرد لامپ‌هایی که شب هنگام، خیابان‌ها و بزرگراه‌ها را روشن می‌سازد، به دلیل وجود بخار سدیم در آنهاست.

(ماراتون ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۹۶ تنها عبارت (ت) درست است.

بررسی عبارت‌ها:

الف تکنسیم $(^{99}_{43}Tc)$ ، نخستین عنصری بود که به طور مصنوعی در راکتور هسته‌ای ساخته شد.

از تکنسیم برای تصویربرداری غدهٔ پروانه‌ای شکل تیروئید استفاده می‌شود. یون یدید (I^-) با یون حاوی تکنسیم که برای تصویربرداری غدهٔ تیروئید اســـتفاده می‌شود، اندازهٔ مشابهی دارد و غدهٔ تیروئید هنگام جذب یون یدید، این یون را هم جذب می‌کند. با افزایش مقدار این یون حاوی تکنسیم در غدهٔ تیروئید، امکان تصویربرداری فراهم می‌شود. حواستون باشه! گفتیم یون حاوی تکنسیم نه یون تک اتمی تکنسیم!

ب در یون $^{88}X^{2+}$ داریم:

$$Z=\frac{A-(\text{تفاوت شمار نوترون و الکترون})+(\text{بار یون با علامت})}{2} \rightarrow Z=\frac{88-10+2}{2}=\frac{80}{2}=40$$

بنابراین شمار پروتون‌ها در عنصر X برابر ۴۰ است و همه ایزوتوپ‌های آن باید ۴۰ پروتون $(Z=40)$ داشته باشند.

پ اورانیم، شـــناخته شده‌ترین فلز پرتوزا است؛ از یکی از ایزوتوپ‌های این عنصر $(^{235}_{92}U)$، اغلب به عنوان سوخت در راکتورهای اتمی استفاده می‌شود. فراوانی $^{235}_{92}U$ در مخلوط ایزوتوپ‌های طبیعی اورانیم، کم‌تر از ۰/۷ درصد است. پس ^{235}U به یقین فراوان‌ترین ایزوتوپ اورانیم نیست.

ت

نکته ایزوتوپ‌های طبیعی چند عنصر مهم کتاب درسی:

مقایسهٔ فراوانی	فراوانی (%)	ایزوتوپ‌ها	شمار ایزوتوپ‌های طبیعی	عنصر
$^{7}_{3}Li > ^{6}_{3}Li$	~۶	$^{6}_{3}Li$	۲	$_{3}Li$
	~۹۴	$^{7}_{3}Li$		
$^{24}_{12}Mg > ^{26}_{12}Mg > ^{25}_{12}Mg$	~۷۹	$^{24}_{12}Mg$	۳	$_{12}Mg$
	~۱۰	$^{25}_{12}Mg$		
	~۱۱	$^{26}_{12}Mg$		
$^{35}_{17}Cl > ^{37}_{17}Cl$	~۷۵	$^{35}_{17}Cl$	۲	$_{17}Cl$
	~۲۵	$^{37}_{17}Cl$		
$^{1}_{1}H > ^{2}_{1}H > ^{3}_{1}H$	۹۹/۹۸۸۵	$^{1}_{1}H$	۳	$_{1}H$
	۰/۰۱۱۴	$^{2}_{1}H$		
	ناچیز	$^{3}_{1}H$		

طبـــق نکته فوق، جرم مولی لیتیم کلرید (LiCl) حاصل از پایدارترین ایزوتوپ‌های دو عنصر لیتیم و کلر و ناپایدارترین ایزوتوپ‌های این دو عنصر در نمونه طبیعی برابر است با:

پایداری ایزوتوپ‌ها: $^{7}Li > ^{6}Li$ ، $^{35}Cl > ^{37}Cl$

جرم مولی LiCl : $7+35<6+37 \Rightarrow 42 <$

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

www.MrKonkor.com

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

۲۹۷ در هریک از دو گونه $_{53}X^{-}$ و $_{38}Y^{2+}$ شمار ذرات زیراتمی را تعیین می‌کنیم:

$$_{53}X^{-}\begin{cases}p=53\\n=x\\e=p+1=54\end{cases} \qquad _{38}Y^{2+}\begin{cases}p=38\\n=y\\e=p-2=36\end{cases}$$

باتوجه به داده‌های سوال داریم:

$$\begin{cases}x-53=1/75(y-38)\rightarrow 1/75y-x=13/5\\54-36=(x-y)-6\rightarrow x-y=24\end{cases}\Rightarrow x=74,\ y=50$$

درنهایت مجموع شمار نوترون‌ها در این دو گونه (مقدار $x+y$) برابر است با: $x+y=74+50=124$

(ماراتون ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۲۹۸ **ایزوتوپ‌های هیدروژن:**

۱) ایزوتوپ‌های $_{1}^{1}H$ و $_{1}^{2}H$ پایدارند و نیم عمر ندارند.

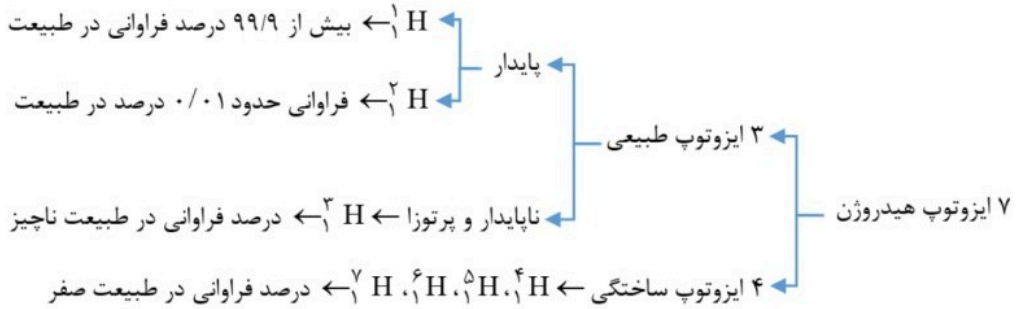
۲) در یک نمونهٔ طبیعی از عنصر هیدروژن، ۳ ایزوتوپ $_{1}^{1}H$، $_{1}^{2}H$ و $_{1}^{3}H$ وجود دارد.

۳) به ایزوتوپ‌های پرتوزا و ناپایدار، رادیوایزوتوپ می‌گویند. هرچه نیم عمر یک رادیوایزوتوپ طولانی‌تر باشد، هستهٔ آن پایدارتر است.

مقایسهٔ پایداری و نیم عمر رادیوایزوتوپ‌های هیدروژن به صورت زیر است:

مقایسهٔ نیم عمر و پایداری رادیوایزوتوپ‌ها: $^{3}H > ^{5}H > ^{6}H > ^{4}H > ^{7}H$

۴) در میان ۷ ایزوتوپ هیدروژن، ۲ ایزوتوپ پایدار و ۵ ایزوتوپ ناپایدار (رادیوایزوتوپ) وجود دارد که از ۵ ایزوتوپ ناپایدار، ۴ مورد ساختگی و ۱ مورد در نمونه‌های طبیعی یافت می‌شود.



تذکر باتوجه به نیم عمر و درصد فراوانی ایزوتوپ‌های هیدروژن، می‌توان پایداری هستهٔ ایزوتوپ‌های هیدروژن را به صورت زیر با یکدیگر مقایسه نمود: مقایسهٔ پایداری: $^{1}H > ^{2}H > ^{3}H > ^{5}H > ^{6}H > ^{4}H > ^{7}H$

باتوجه به اطلاعات داده شده در صورت سوال داریم:

پایدارترین رادیوایزوتوپ ساختگی هیدروژن: $_{1}^{5}H \rightarrow (n)=5-1=4$ شمار نوترون‌ها

سبک‌ترین رادیوایزوتوپ هیدروژن: $_{1}^{3}H \rightarrow (e^{-})=3+1=4$ شمار الکترون‌ها $+(A)$ عدد جرمی = مجموع شمار ذره‌های زیراتمی

ناپایدارترین رادیوایزوتوپ هیدروژن: $_{1}^{7}H \rightarrow (A)=7$ عدد جرمی = مجموع شمار ذره‌های زیراتمی درون هسته

بنابراین نسبت خواسته شده برابر است با:

$$\frac{\frac{4}{7}}{4}\simeq 0/142$$

(ماراتون ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۹۹ عبارت‌های (پ) و (ت) نادرست‌اند.

بررسی عبارت‌ها:

الف و **ت**

نکته ۱ جدول زیر و نکاتش را به خاطر بسپارید. بسیار مهمه!

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

۲ جرم پروتون و نوترون در حدود ۱amu بوده درحالی که جرم الکترون ناچیز و در حدود ۰/۰۰۰۵ است.

۳ جرم پروتون، نوترون و amu تقریباً یکسان است ولی باتوجه به جدول، جرم نوترون اندکی از جرم پروتون و جرم پروتون اندکی از ۱amu بیشتر است.

مقایسهٔ دقیق جرم : $n > p > 1amu$ مقایسهٔ تقریبی جرم : $n \simeq p \simeq 1amu$

۴ اگرچه دو واژهٔ «جرم اتمی» و «عدد جرمی» شباهت زیادی به یکدیگر دارند ولی از نظر تعریف و مفهوم با یکدیگر تفاوت اساسی دارند.

عدد جرمی ← مجموع تعداد پروتون‌ها و نوترون‌ها ← عدد طبیعی ← بدون واحد

عدد اتمی ← جرم یک اتم ← اغلب عدد غیر صحیح ← دارای واحد(amu)

۵ برای نمایش ذره‌های زیراتمی، جرم نسبی را در گوشهٔ سمت چپ و بالا و بار نسبی را در گوشهٔ سمت چپ و پایین نماد ذرهٔ زیراتمی قرار می‌دهند.

جرم‌نسبی / بارنسبی نماد ⇒ ${}^{0}_{-1}e$ ، جرم‌نسبی = ۰ ، بارنسبی = -1

⇓

الکترون (e) ← جرم نسبی=۰ ، بار نسبی=-1 ← ${}^{0}_{-1}e$

پروتون (p) ← جرم نسبی=۱ ، بار نسبی=$+1$ ← ${}^{1}_{+1}p$

نوترون (n) ← جرم نسبی=۱ ، بار نسبی=۰ ← ${}^{1}_{0}n$

همچنین گفتیم که برای نمایش ذره‌های زیر اتمی یعنی الکترون (e)، پروتون (p) و نوترون (n)، جرم نسبی را در گوشه سمت چپ بالا و بار نسبی آن را در گوشه سمت چپ پایین نماد ذره زیراتمی قرار می‌دهند؛ بنابراین الکترون و نوترون را به ترتیب با نمادهای ${}^{0}_{-1}e$ و ${}^{1}_{0}n$ باید نشان داد (نادرستی ت).

ب شیمی‌دان‌ها جرم یک اتم کربن -12 (${}^{12}_{6}C$) را به عنوان مقیاسی (سنجه‌ای) برای جرم دیگر اتم‌ها انتخاب کردند و جرم این اتم را برابر با عدد ۱۲ در نظر گرفتند. سپس آن را به ۱۲ بخش یکسان تقسیم کرده و هر بخش را ۱amu نامیدند.

یکای جرم اتمی را amu می‌نامند و آن را با نماد u نیز نشان می‌دهند. یک amu برابر $\frac{1}{12}$ جرم اتم کربن -12 است.

(ماراتون ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۳۰۰ پنجمین عنصر جدول تناوبی $_5B$ و آرایش الکترونی اتم این عنصر به صورت $1s^2 2s^2 2p^1$ اســت. مجموع n و l برای تمام الکترون‌های آن برابر است با:

$$_5B: \underbrace{2(1+0)}_{1s^2} + \underbrace{2(2+0)}_{2s^2} + \underbrace{1(2+1)}_{2p^1} = 9$$

اتم عنصر موردنظر دارای ۹ الکترون در زیرلایه‌های $p(l=1)$ می‌باشد. این عنصر فسفر $(_{15}P)$ است.

$$_{15}P: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$$

بررسی همه عبارت‌ها:

عبارت آ) درست، این عنصر در دسته p قرار دارد و نماد آن تک‌حرفی است.

عبارت ب) نادرست، از آزمون شعله به منظور شناسایی کاتیون‌های فلزی در ترکیبات استفاده می‌شود. فسفر یک نافلز است.

آفرود به طور کلی آنیون‌ها را می‌توان در آزمون شعله بی‌تأثیر گرفت زیرا در اثر حرارت طیف حاصل از ان‌ها مرئی نخواهد بود. (نه به این معنی که طیف نخواهند داشت.)

عبارت پ) نادرست، فسفر در دمای اتاق جامد است اما نافلز گوگرد که بلافاصله پس از آن در جدول دوره‌ای قرار دارد نیز جامد است.

نکته فســفر دارای چند آلوتروپ است که ســفید و قرمز دو تا از معروف‌ترین‌های آن‌ها هستند. فسفر سفید برخلاف فسفر سرخ (P_4 دگرشکل پایدارتر) زیر آب نگه‌داری می‌شود.

عبارت ت) نادرست، عنصر فسفر با تشکیل آنیون (P^{3-}) به آرایش الکترونی گاز نجیب آرگون می‌رسد.

لایه سوم الکترونی شامل سه زیرلایه d,p,s می‌باشد ولی زیرلایه $3d$ در اتم فسفر و یون فسفید، خالی از الکترون است.

(ماراتون ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۳۰۱ هیچ‌کدام از موارد درست نیستند.

بررسی همه موارد:

مورد اول) هفتمین عنصر دسته d در دوره چهارم قرار دارد و ۷ الکترون در زیرلایه ۳d دارد. در نتیجهٔ آرایش الکترونی اتم آن به صورت زیر است:

$$_{۲۷}Co: ۱s^۲ ۲s^۲ ۲p^۶ ۳s^۲ ۳p^۶ ۳d^۷ ۴s^۲$$

این عنصر در گروه ۹ قرار دارد.

نکته **به منظور تعیین شماره گروه براساس آرایش الکترونی**

الف) لایه ظرفیت فقط زیرلایه s ← تعداد e ظرفیتی = شماره گروه (دسته s)

ب) لایه ظرفیت زیرلایه p,s ← تعداد e های ظرفیتی +۱۰ = شماره گروه (دسته p)

پ) لایه ظرفیت زیرلایه s و d ← تعداد e ظرفیتی = شماره گروه (دسته d)

زیرلایه‌های با $n+l=۵$ عبارت‌اند از زیرلایه‌های ۴p,۳d و ۵s که در اتم این عنصر فقط ۷ الکترون در زیرلایه ۳d وجود دارد. از طرفی عنصر A که در دوره چهارم و گروه ۱۵ قرار دارد قطعاً دارای زیرلایه ۳d پر است و ۳ الکترون در زیرلایه ۴p دارد. آرایش الکترونی اتم این عنصر به صورت زیر است:

$$_{۳۳}As: ۱s^۲ ۲s^۲ ۲p^۶ ۳s^۲ ۳p^۶ ۳d^{۱۰} ۴s^۲ ۴p^۳ \rightarrow \text{۵ الکترون در لایه ظرفیت } (۵ \neq ۷)$$

مورد دوم) ششمین عنصر دوره سوم (D) عنصر گوگرد ($_{۱۶}S$) است که آرایش الکترونی لایه ظرفیت آن $۳s^۲ ۳p^۴$ می‌باشد و ۶ الکترون ظرفیتی دارد.

ششمین عنصر دوره چهارم (X) عنصر ($_{۲۴}Cr$) کروم است که آرایش الکترونی لایه ظرفیت آن $۳d^۵ ۴s^۱$ و دارای ۶ الکترون ظرفیتی می‌باشد.

زیرلایه‌های با $n+l=۴$ زیرلایه‌های ۴s و ۳p می‌باشد. آرایش الکترونی اتم این دو عنصر به صورت زیر است:

$$(D)_{۱۶}S: ۱s^۲ ۲s^۲ ۲p^۶ ۳s^۲ \underbrace{۳p^۴}_{۴e^-} \left(\frac{۷}{۴} \neq ۲\right)$$

$$(X)_{۲۴}Cr: ۱s^۲ ۲s^۲ ۲p^۶ ۳s^۲ \underbrace{۳p^۶ ۳d^۵ ۴s^۱}_{۷e^-}$$

مورد سوم) زیرلایه‌های با $n+l=۵$، عبارت‌اند ۴p,۵s و ۳d در $_{۲۵}Mn$ تنها زیرلایه ۳d الکترون دارد و با آرایش الکترونی ظرفیتی $۳d^۵ ۴s^۲$.

اگر عنصر E دارای ۵ الکترون ظرفیتی و در دوره چهارم جای داشته باشد آرایش الکترونی ظرفیت آن به صورت $۳d^۳ ۴s^۲$ می‌باشد که عدد اتمی این عنصر ۲۳ است ($_{۲۳}V$).

(ماراتون ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۳۰۲ **گام اول:** ابتدا شمار الکترون‌های پیوندهای اشتراکی در متان (CH_4) را محاسبه می‌کنیم:

$$1\,mol\,CH_4 \begin{cases} \left.\begin{matrix} 12\,g\,\text{کربن} \\ 4\,g\,H \end{matrix}\right\} 8\,g\,\text{اختلاف} \\ \text{الکترون اشتراکی } 8 \end{cases} \qquad \frac{8\,g\,\text{اختلاف}}{2\,g\,\text{اختلاف}} = \frac{8\,e^-}{?} \rightarrow ? = 2\,mol\,e^-$$

گام دوم: اکنون شمار الکترون‌های نیتروژن در Na_3N را محاسبه می‌کنیم:

$$1\,mol\,Na_3N \begin{cases} 1\,mol\,Na_3N \times \frac{83\,g\,Na_3N}{1\,mol\,Na_3N} = 83\,g \\ {}_7N^{-3} \Rightarrow 10\,\text{الکترون} \end{cases} \qquad \frac{83\,g\,Na_3N}{4/15\,g\,Na_3N} = \frac{10\,e^-}{?\,e^-} \rightarrow ? = 0/5\,mol\,e^-$$

حاصل تقسیم این دو عدد به یکدیگر برابر با ۴ است: $(\frac{2}{0/5} = 4)$

(ماراتون ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۳۰۳ به منظور یافتن عنصر X ابتدا حاصل $n+l$ را برای الکترون‌های ظرفیتی نخستین عنصر دسته d پیدا می‌کنیم.

$${}_{21}Sc: [{}_{18}Ar]3d^1 4s^2 \rightarrow \text{مجموع } (n+l) \text{الکترون‌های لایه ظرفیت}: [1\times(3+2)] + [2\times(4+0)] = 13$$: نخستین عنصر دسته d

در نتیجه عنصر X در گروه ۱۳ قرار دارد. از میان ۸ عنصر فراوان در سیاره زمین تنها Al در گروه ۱۳ جای دارد. آرایش الکترونی اتم این عنصر به صورت زیر است:

$${}_{13}Al: \underbrace{1s^2}_{n-l=1}\ 2s^2\ \underbrace{2p^6}_{n-l=1}\ 3s^2 3p^1$$

در مجموع برای ۸ الکترون، حاصل $n-l$ برابر با یک است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ فلز آلومینیم یون Al^{3+} را تشکیل می‌دهد و با یون فلوئورید (F^-) ترکیب دوتایی AlF_3 را می‌سازند.
به منظور محاسبه مقدار الکترون مبادله شده خواهیم داشت.

$$AlF_3 \sim 3\,mol\,e^-$$

$$0/5\,mol\,AlF_3 \times \frac{1\,mol\,Al^{3+}}{1\,mol\,AlF_3} \times \frac{3\,mol\,e^-}{1\,mol\,Al^{3+}} \times \frac{6/02\times10^{23}\,e^-}{1\,mol\,e^-} = 9/03\times10^{23}\,e^-$$

۲ عنصر آلومینیم با عدد اتمی ۱۳ در گروه ۱۳ قرار دارد. این عنصر همانند گالیم که هم‌گروه با آن است یون $+3$ تشکیل می‌دهد.

۴ یون پایدار این عنصر ${}_{13}Al^{3+}$ می‌باشد که ۱۰ الکترون دارد.

$$\rightarrow n > e \rightarrow n - e = 4 \rightarrow n - 10 = 4 \rightarrow n = 14 \xrightarrow{Z=13} A = 14 + 13 = 27$$ گونه کاتیون است.

عناصر دسته d در دوره چهارم از عدد اتمی ۲۱ آغاز می‌شوند. بنابراین هفتمین عنصر دسته d دارای عدد اتمی ۲۷ است.

(ماراتون ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۳۰۴ عبارت‌های «ب» و «پ» درست هستند.

عناصری که آرایش الکترونی اتم‌های آن‌ها به زیرلایه ۴s ختم می‌شود عناصری هستند که زیرلایه ۴s، بیرونی‌ترین زیرلایه آن‌ها می‌باشد.

این عناصر عبارتند از ۱۲ عنصر اول دوره چهارم که از $_{19}K$ تا $_{30}Zn$ را شامل می‌شود.

بررسی همه عبارت‌ها:

الف اولین گاز نجیبی که به آرایش هشت‌تایی می‌رسد $_{10}Ne$ می‌باشد که عدد اتمی آن برابر با ۱۰ است نه ۱۲!

ب کاتیون‌های مربوط به پتاسیم (K^+)، کلسیم (Ca^{2+}) و اسکاندیم (Sc^{3+}) همگی به آرایش الکترونی گاز نجیب آرگون می‌رسند و آرایش هشت‌تایی را رعایت می‌کنند، همچنین اتم آن‌ها به زیرلایه ۴s ختم می‌شود.

پ تمام عنصرهای فلزی در دمای اتاق جامدند. تنها فلز مایع، جیوه است که که جزو این ۱۲ عنصر نیست.

ت لایه ظرفیت این اتم‌ها یا به صورت ۴s و یا به صورت ۳d ۴s می‌باشد حالت مختلف نیمه‌پر بودن آن‌ها به صورت زیر می‌باشد.

$$\underbrace{4s^1}_{_{19}K} / \underbrace{4s^1 3d^5}_{_{24}Cr} / \underbrace{4s^2 3d^5}_{_{25}Mn} / \underbrace{4s^1 3d^{10}}_{_{29}Cu}$$

از میان این ۱۲ عنصر ۴ عنصر $(\frac{1}{3})$ آن‌ها شامل دست کم یک زیرلایه نیمه‌پر هستند.

(ماراتون ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۳۰۵ **به‌جز عبارت دوم، بقیهٔ عبارت‌ها درست هستند.**

عبارت دوم: با افزایش عدد جرمی در ایزوتوپ‌های هیدروژن، نسبت شمار نوترون‌ها به پروتون‌ها در آن‌ها افزایش می‌یابد، ولی نیم‌عمر آن‌ها به‌طور منظم کاهش نمی‌یابد، برای مثال نیم‌عمر $_1^5H$ از $_1^4H$ بیشتر است.

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۳۰۶ **فقط عبارت دوم نادرست است.**

عناصر A، B و C به ترتیب $_{19}K$، $_{16}S$ و $_{17}Cl$ هستند.

فرمول ترکیب حاصل از عنصر B و A به‌صورت A_2B (K_2S) است.

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۳۰۷ **فقط عبارت سوم درست است.**

$$X: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^2 4s^2$$

بررسی عبارت‌های نادرست:

عبارت اول: اتم X دارای ۷ زیرلایهٔ اشغال شده از الکترون است.

عبارت دوم: اتم X دارای ۴ الکترون ظرفیتی است.

عبارت چهارم: این عنصر در دستهٔ d قرار دارد و بیرونی‌ترین زیرلایهٔ آن $(4s^2)$، کاملاً پر است.

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۳۰۸

$$\text{مقدار نظری } Cl_2 = 0/2\,L\,HCl \times \frac{1/5\,mol\,HCl}{1\,L\,HCl} \times \frac{1\,mol\,Cl_2}{4\,mol\,HCl} \times \frac{71\,g\,Cl_2}{1\,mol\,Cl_2} \times \frac{1\,L\,Cl_2}{3\,g\,Cl_2} = \frac{71}{40}\,L$$

$$\text{بازده درصدی} = \frac{\text{مقدار عملی } Cl_2}{\text{مقدار نظری } Cl_2} \times 100 = \frac{1/42}{\frac{71}{40}} \times 100 = \%80$$

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۳۰۹ برخی از دانشمندان بر این باورند که سرآغاز کیهان با انفجاری مهیب (مهبانگ) همراه بوده که طی آن انرژی عظیمی آزاد شده است. در آن شرایط پس از پدید آمدن ذره‌های زیراتمی مانند الکترون، نوترون و پروتون، عنصرهای هیدروژن و هلیم پا به عرصهٔ جهان گذاشتند. با گذشت زمان و کاهش دما، گازهای هیدروژن و هلیم تولید شده، متراکم شد و مجموعه‌های گازی به نام سحابی ایجاد کرد. بعدها این سحابی‌ها سبب پیدایش ستاره‌ها و کهکشان‌ها شد.

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۳۱۰ یون X^{2+} دارای m الکترون است، بنابراین اتم خنثی X دارای $m+2$ الکترون است و چون تعداد الکترون‌ها و پروتون‌ها در یک اتم خنثی با هم برابر است، می‌توان نتیجه گرفت که اتم X دارای $m+2$ پروتون نیز هست.

$$\begin{cases} 2m+4 \text{ (عدد جرمی)} \\ \\ m+2 \text{ (عدد اتمی)} \end{cases} X$$

ایزوتوپ‌های یک عنصر، عدد اتمی یکسان و عدد جرمی متفاوتی دارند؛ بنابراین گزینهٔ ۳ درست است.

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۳۱۱ تفاوت شمار نوترون‌ها و پروتون‌ها در $_1^6H$ برابر با ۴ و مجموع تعداد ذرات زیراتمی $_1^3H$ نیز برابر با ۴ است.

بررسی گزینه‌های نادرست:

۱) در میان ایزوتوپ‌های ساختگی جدول ارائه شده، $_1^5H$ پایدارتر، ولی $_1^4H$ سبک‌تر است.

۲) در $_1^4H$، $_1^5H$، $_1^6H$ و $_1^7H$، نسبت شمار نوترون‌ها به پروتون‌ها بزرگ‌تر از ۲ است.

۳) ناپایدارترین ایزوتوپ ارائه شده در این جدول، $_1^7H$ است که تفاوت شمار نوترون‌ها و پروتون‌های آن ۵ است.

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۳۱۲ ابتدا درصد فراوانی هر ایزوتوپ را محاسبه می‌کنیم:

$$M = \frac{M_1F_1 + M_2F_2}{F_1 + F_2}$$

$$\begin{cases} 63/5 = \dfrac{(63 \times F_1) + (65 \times F_2)}{100} \\ F_1 + F_2 = 100 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} F_1 = 75 \\ F_2 = 25 \end{cases}$$

در هر ۱۰۰ اتم مس، ۷۵ اتم از ایزوتوپ ^{63}Cu وجود دارد؛ بنابراین در یک نمونه ۲۰۰۰ تایی از مس، $2000 \times \frac{75}{100} = 1500$ اتم ^{63}Cu وجود دارد.

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۳۱۳ ابتدا جرم یک مول از این ترکیب را به‌دست می‌آوریم.

$$1mol\ C_6H_xO \times \frac{6/02 \times 10^{23}\ \text{مولکول}}{1mol} \times \frac{0/188g}{1/2004 \times 10^{21}\ \text{مولکول}} = 94g \cdot mol^{-1}$$

$$C_6H_xO \text{ جرم مولی} = 94 = (6 \times 12) + (x \times 1) + (1 \times 16) \Rightarrow x = 6$$

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۳۱۴ $$1/07 \times 10^{23}\ \text{اتم} \times \frac{1\ \text{مولکول}}{20\ \text{اتم}} \times \frac{1mol\ C_3H_5N_3O_9}{6/02 \times 10^{23}\ \text{مولکول}} \times \frac{227g}{1mol\ C_3H_5N_3O_9} = 2/01 \simeq 2g$$

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۳۱۵ راه‌حل اول:

$$\bar{M}=\frac{M_1F_1+M_2F_2+M_3F_3}{F_1+F_2+F_3} \Rightarrow (\text{فرض می‌کنیم } F_2=a \text{ و } F_3=b \text{ باشد.}) \quad ۲۰/۵=\frac{(۲۰\times ۷۰)+(۲۱\times a)+(۲۲\times b)}{۱۰۰}$$

$$\Rightarrow ۲۰۵۰=۱۴۰۰+۲۱a+۲۲b \Rightarrow ۲۱a+۲۲b=۶۵۰$$

$$a+b+۷۰=۱۰۰ \Rightarrow a+b=۳۰$$

$$\left.\begin{matrix}۲۱a+۲۲b=۶۵۰\\ a+b=۳۰\end{matrix}\right\} \Rightarrow a=٪۱۰ , b=٪۲۰$$

راه‌حل دوم:

$$\bar{M}=M_1+(M_2-M_1)\frac{F_2}{۱۰۰}+(M_3-M_1)\frac{F_3}{۱۰۰} \Rightarrow ۲۰/۵=۲۰+(۱\times\frac{F_2}{۱۰۰})+(۲\times\frac{F_3}{۱۰۰})$$

$$\Rightarrow F_2+۲F_3=۵۰ \xrightarrow{F_2+F_3=۳۰} F_3=۲۰$$

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۳۱۶ با توجه به طیف نشری خطی داده شده، این نمونه حاوی استرانسیم (A) و لیتیم (B) است. (همهٔ خطوط طیف‌های استرانسیم و لیتیم، در نمونه وجود دارد.)

$$\left.\begin{matrix}\text{مقدار مول A}=۰/۲۵\,g\ Sr\times\frac{۱mol\ Sr}{۸۷/۵\,g\ Sr}=\frac{۰/۲۵}{۸۷/۵}\\ \text{مقدار مول B}=۰/۴\,g\ Li\times\frac{۱mol\ Li}{۷\,g\ Li}=\frac{۰/۴}{۷}\end{matrix}\right\} \Rightarrow \frac{B}{A}=\frac{۸۷/۵\times ۰/۴}{۰/۲۵\times ۷}=۲۰ \Rightarrow \text{بیش‌از حد انعطاف‌پذیر}$$

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۳۱۷ بررسی گزینه‌های نادرست:

۱) به‌دلیل اینکه تکنسیم نیم‌عمر بسیار کمی دارد، برای مدت طولانی نمی‌توان آن را نگهداری کرد.

۲)

$$^{۹۹}_{۴۳}Tc\begin{cases}Z=۴۳\\ N=۹۹-۴۳=۵۶\end{cases} \Rightarrow \frac{N}{P}=\frac{۵۶}{۴۳}\simeq ۱/۳<۱/۵$$

۳) تفاوت شمار نوترون‌ها و پروتون‌ها در این اتم، برابر با ۱۳ است.

$$N-P=۵۶-۴۳=۱۳$$

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۳۱۸ در این نمونه، تعداد هر ایزوتوپ به‌صورت زیر است:

$$^{۴۰}X:۱۰ \ , \ ^{۴۱}X:۵ \ , \ ^{۴۲}X:۵$$

$$\frac{\text{فراوانی سبک‌ترین ایزوتوپ}}{\text{فراوانی سنگین‌ترین ایزوتوپ}}=\frac{۱۰}{۵}=۲$$

$$\text{جرم اتمی میانگین}=\frac{(۱۰\times ۴۰)+(۵\times ۴۱)+(۵\times ۴۲)}{۲۰}=۴۰/۷۵$$

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۳۱۹ گنجایش الکترونی لایه‌های دوم و چهارم $(2n^2)$ به‌ترتیب برابر با ۸ و ۳۲ است.

بررسی گزینه‌های نادرست:

گزینهٔ ۱: لایه‌های الکترونی دوم و سوم هیچ‌کدام یکپارچه نیستند و به‌ترتیب از ۲ و ۳ زیرلایه تشکیل شده‌اند.

گزینهٔ ۲: لایهٔ الکترونی چهارم دارای ۴ زیرلایه با $0 \le l \le 3$ است.

گزینهٔ ۳: زیرلایه‌ای با $l = 1$ در هر لایه‌ای باشد، حداکثر می‌تواند ۶ الکترون داشته باشد.

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۳۲۰ فقط عبارت «سوم» درست است.

لایهٔ الکترونی سوم اتم A، کاملاً پر است و این اتم دارای ۷ الکترون در لایهٔ چهارم می‌باشد؛ بنابراین آرایش الکترونی آن به‌صورت زیر خواهد بود:

$$A : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^5$$

اتم B در لایهٔ الکترونی سوم دارای ۲ الکترون است؛ بنابراین آرایش الکترونی آن به‌صورت روبه‌رو خواهد بود: $B : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$

بررسی عبارت‌ها:

عبارت «اول» : اتم A دارای ۸ الکترون با $l = 0$ (زیرلایه‌های s) است.

عبارت «دوم» : اتم‌های A و B به‌ترتیب دارای ۷ و ۲ الکترون ظرفیتی هستند و آرایش الکترون- نقطه‌ای آن‌ها به‌صورت $\dot{\ddot{A}}:$ و $\dot{B}\cdot$ است.

عبارت «سوم» : عنصرهای A و B به‌ترتیب در گروه‌های ۱۷ و ۲ جدول دوره‌ای تعلق دارند و نماد یون پایدار آن‌ها به‌صورت A^- و B^{2+} است؛ بنابراین فرمول ترکیب یونی حاصل از آن‌ها به‌صورت BA_2 است.

عبارت «چهارم» : اتم B به دستهٔ s تعلق دارد، اما عنصر M_{39}، جزء عنصرهای گروه ۳ و دستهٔ d است.

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۳۲۱ موارد «ب» و «ت» درست هستند.

مورد الف) چون تعداد نوترون‌ها در ایزوتوپ‌ها متفاوت است، پس مجموع ذرات زیراتمی هم متفاوت است.

مورد ب)

$$^{7}_{1}H : \begin{cases} \text{نوترون‌ها} = 7 - 1 = 6 \\ \text{مجموع الکترون و پروتون} = 1 + 1 = 2 \end{cases} \Rightarrow 6 - 2 = 4$$

مورد پ) هرچه نیم‌عمر ایزوتوپی کمتر باشد، آن ایزوتوپ ناپایدارتر است.

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۳۲۲ جرم اتمی ایزوتوپ اول را A_1 و جرم اتمی ایزوتوپ دوم را A_2 می‌نامیم؛ در ایزوتوپ اول داریم:

$$\frac{\text{عدد جرمی}}{\text{عدد اتمی}} = \frac{16}{7} \rightarrow \frac{\text{عدد جرمی}}{35} = \frac{16}{7} \rightarrow A_1 \text{ عدد جرمی} = 80$$

در ایزوتوپ دوم، اختلاف تعداد پروتون و نوترون ۱۱ است. پس:

$$\text{نوترون} = 46 \rightarrow \text{نوترون} - 35 = 11 \rightarrow \text{پروتون} - \text{نوترون} = 11$$

$$A_2 \text{ عدد جرمی} = \text{پروتون} + \text{نوترون} = 35 + 46 = 81$$

راه‌حل اول:

$$\text{جرم اتمی میانگین} = \frac{A_1 \times 90 + A_2 \times (100 - 90)}{100} = \frac{(80 \times 90) + (81 \times 10)}{100} = 80/1$$

راه‌حل دوم:

$$\bar{M} = 80 + (81 - 80) \cdot 0/1 = 80/1$$

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

SanjeshCloud

۳۲۳ در شکل نحوهٔ ایجاد چهار خط رنگی ناحیهٔ مرئی طیف نشری خطی اتم هیدروژن نشان داده‌شده است.

با توجه به اینکه در شکل، در هسته یک پروتون وجود دارد، شکل نمی‌تواند متعلق به اتم لیتیم یا اکسیژن باشد.

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۳۲۴

جوابش اینه

ذرات بدون بار الکتریکی نوترون‌ها هستند که تعداد آن‌ها را N در نظر می‌گیریم. اگر شمار الکترون‌ها را با e نشان دهیم: $N = ۱/۲۵\,e$

مجموع شمار ذرات زیراتمی نیز ۲۶ است $(A+Z=۲۶)$:

می‌دانیم در اتم شمار الکترون‌ها با شمار پروتون‌ها یکسان است $(Z=e)$:

$$N = ۱/۲۵\,Z$$
$$A = N + Z = ۲/۲۵\,Z$$
$$A+Z=۲۶ \Rightarrow ۳/۲۵\,Z=۲۶ \Rightarrow Z=۸\ ,\ A=۱۸$$
$$A-Z=۱۰$$

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۳۲۵

جوابش اینه

عبارت «اول»: درست؛ ایزوتوپ‌های $_{۱}^{۱}H$، $_{۱}^{۲}H$ و $_{۱}^{۳}H$ طبیعی هستند و فقط $_{۱}^{۳}H$ پرتوزا است.

نباید سراغ اینا بری

عبارت «دوم»: نادرست؛ در ایزوتوپ $_{۱}^{۷}H$ که ناپایدارترین ایزوتوپ هیدروژن است ۶ نوترون وجود دارد.

عبارت «سوم»: نادرست؛ در نمونهٔ طبیعی اورانیوم این ایزوتوپ فراوانی حدود ۰/۷ درصد دارد.

عبارت «چهارم»: نادرست؛ از ۱۱۸ عنصر شناخته شده ۹۲ عنصر در طبیعت یافت می‌شود. (حدود ٪۷۸)

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۳۲۶

نباید سراغ اینا بری

۱) از نماد $_{۶}^{۱۲}C$ می‌توان نتیجه گرفت، عدد جرمی اتم کربن- ۱۲، ۱۲ است نه عنصر کربن.

۲) اگر مجموع شمار نوترون‌ها و پروتون‌های اتمی برابر ۱۲ باشد، جرم اتمی آن در مقیاس نسبی، به‌تقریب ۱۲ amu است (به‌جز اتم کربن- ۱۲، که به‌عنوان مبنا، جرم آن دقیقاً ۱۲ amu در نظر گرفته شده است).

۳) ۱amu جرمی معادل $\frac{۱}{۱۲}$ جرم اتمی اتم کربن- ۱۲ است.

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۳۲۷

جوابش اینه

با توجه به اطلاعات داده‌شده، ایزوتوپ‌ها $_{۷}^{۱۴}B$ و $_{۷}^{۱۶}B$ هستند. اگر فراوانی ایزوتوپ سنگین‌تر را a درصد در نظر بگیریم:

$$۱۴/۶ = \frac{(۱۴\times(۱۰۰-a))+(۱۶\times a)}{۱۰۰} \Rightarrow a = ٪۳۰$$

پس در یک نمونهٔ ۶۰ اتمی، ۱۸ اتم سنگین‌تر وجود دارد:

$$۶۰\,atom \times \frac{۳۰\,atom\ {}^{۱۶}B}{۱۰۰\,atom} = ۱۸\,atom\ {}^{۱۶}B$$

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۳۲۸ جوابش اینه

با توجه به اطلاعات داده‌شده، عنصر با عدد اتمی ۵ دارای دو ایزوتوپ با نمادهای فرضی $^{10}_{5}E$ و $^{11}_{5}E$ است. فراوانی ایزوتوپ سبک‌تر ۸۷/۵ درصد و فراوانی ایزوتوپ سنگین‌تر ۱۲/۵ درصد است.

$$\text{درصد فراوانی ایزوتوپ سنگین} = \frac{1}{8} \times 100 = 12/5$$

$$\text{جرم اتمی عنصر} = \frac{(10 \times 87/5) + (11 \times 12/5)}{100} = 10/125\ \text{amu}$$

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۳۲۹ نباید سراغ اینا بری

عبارت «سوم»: هر خانه از جدول به عنصری معین مربوط است که برخی از ویژگی‌های آن نمایش داده می‌شوند.

عبارت «چهارم»: با پیمایش هر دوره از جدول، خواص عناصر تکرار می‌شود بنابراین به این جدول، جدول تناوبی (دوره‌ای) گفته می‌شود.

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۳۳۰ جوابش اینه

$$13\,g\,Zn \times \frac{1\,mol\,Zn}{65\,g\,Zn} \times \frac{N_A\,Zn}{1\,mol\,Zn} = 0/2\,N_A\,Zn$$

$$x\,g\,Cu \times \frac{1\,mol\,Cu}{64\,g\,Cu} \times \frac{N_A\,Cu}{1\,mol\,Cu} = \frac{x}{64} N_A\,Cu \Rightarrow 0/2\,N_A = 2 \times \frac{x}{64} N_A \Rightarrow x = 6/4\,g\,Cu$$

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۳۳۱ جوابش اینه

$$\text{تعداد مول‌ها: عنصر X} = \frac{\text{جرم}}{\text{جرم مولی}}$$

$$\text{جرم مولی X} = \frac{16/2}{0/6} = 27\ g \cdot mol^{-1}$$

$$\frac{\text{جرم مولی X}}{\text{جرم مولی Y}} = 0/675$$

$$\text{جرم مولی Y} = \frac{27}{0/675} = 40\ g \cdot mol^{-1}$$

$$x\,\text{اتم Y} = 10\,g\,Y \times \frac{1\,mol\,Y}{40\,g\,Y} \times \frac{6/02 \times 10^{23}\ \text{اتم Y}}{1\,mol\,Y} = 1/50 \times 10^{23}\ \text{اتم Y}$$

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۳۳۲

جوابش اینه

(عدد آووگادو با نماد N_A نشان داده شده)

الف) تعداد الکترون‌ها $= ۲۳ g\,Na^+ \times \frac{۱ mol\,Na^+}{۲۳ g\,Na^+} \times \frac{۱۰ N_A\,e^-}{۱ mol\,Na^+} = ۱۰ N_A$

ب) تعداد اتم‌ها $= ۸۰ g\,Ne \times \frac{۱ mol\,Ne}{۲۰ g\,Ne} \times \frac{N_A \text{ اتم}}{۱ mol\,Ne} = ۴ N_A$

پ) تعداد الکترون‌ها $= ۴ g\,O^{۲-} \times \frac{۱ mol\,O^{۲-}}{۱۶ g\,O^{۲-}} \times \frac{۱۰ N_A\,e^-}{۱ mol\,O^{۲-}} = ۲/۵ N_A$

ت) تعداد مولکول $H_۲ = ۸ g\,H_۲ \times \frac{۱ mol\,H_۲}{۲ g\,H_۲} \times \frac{H_۲ \text{ مولکول } N_A}{۱ mol\,H_۲} = ۴ N_A$

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۳۳۳

نباید سراغ اینا بری

الف) نور خورشید مجموعه‌ای از بی‌شمار نور با طول موج‌هایی مشخص است که سفید به نظر می‌رسد.

ب) پرتوهای الکترومغناطیس با طول موج‌هایی در محدودهٔ ۴۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر (نه متر) رنگی هستند و ناحیهٔ مرئی نور خورشید را تشکیل داده‌اند.

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۳۳۴

جوابش اینه

برای توجیه طیف نشری عنصرها، ساختار لایه‌ای یا مدل کوانتومی برای اتم معرفی شد و اتم را کره‌ای در نظر می‌گیرند که الکترون‌ها در فضایی بسیار بزرگ‌تر در مقایسه با هستهٔ اتم و در لایه‌هایی پیرامون هسته توزیع شده‌اند.

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۳۳۵

نباید سراغ اینا بری

۲) انتقال B نوری با طول موج ۴۳۴ نانومتری نشر می‌کند.

۳) نور حاصل از انتقال الکترون از لایهٔ ۵ به لایهٔ ۱، انرژی بیشتری در مقایسه با نور حاصل از انتقال A (لایهٔ ۵ به لایهٔ ۲) دارد.

۴) اگر نورهای حاصل از انتقالات نشان داده‌شده از منشور عبور داده شوند، نور مربوط به انتقال D (سرخ) با کمترین انحراف از منشور خارج می‌شود.

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۳۳۶

نباید سراغ اینا بری

عبارت «اول»: مجموع اعداد کوانتومی اصلی و فرعی زیرلایه‌های لایهٔ دوم $(۲s, ۲p)$ برابر ۵ است.

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۳۳۷

جوابش اینه

با توجه به الگوی طیف نشری عناصر، عنصرهای کلسیم، مس و جیوه به احتمال زیاد در نمونهٔ مورد نظر وجود دارند.

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۳۳۸ جوابش اینه

الف) نماد زیرلایه‌ای از لایهٔ چهارم با عدد کوانتومی فرعی برابر ۳، $4f$ است.

ب) عدد کوانتومی فرعی سومین نوع زیرلایه در اتم برابر ۲ است.

پ) گنجایش زیرلایه‌ای با عددهای کوانتومی $n=5$ و $l=2$ $(5d)$، ۱۰ الکترون است.

ت) مجموع عددهای کوانتومی اصلی و فرعی زیرلایهٔ $6f$، برابر ۹ است.

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۳۳۹ بررسی موارد:

الف) درست

ب) نادرست؛ فقط در عنصرهای دستهٔ S و P الکترون‌های ظرفیتی برابر با مجموع الکترون‌های بیرونی‌ترین لایه است.

پ) درست

ت) نادرست؛ برای مثال عنصرهای واسطه که در گروه ۸ قرار دارند (Fe) هرچند که دارای ۸ الکترون ظرفیتی هستند، ولی از واکنش‌پذیری به نسبت زیادی برخوردارند.

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۳۴۰ با توجه به اینکه این عنصر فقط ۵ الکترون در زیرلایهٔ d دارد، پس باید یکی از دو عنصر $_{24}Cr$ و یا $_{25}Mn$ باشد و چون تعداد الکترون‌های ظرفیت آن با $_{9}F$ برابر است، باید ۷ الکترون ظرفیتی داشته باشد، پس عنصر مورد نظر $_{25}Mn$ است. در جدول دوره‌ای تعداد عنصرهای بین دو عنصر، یکی کمتر از اختلاف عدد اتمی آن‌ها است. $(۸=۱-۲۵-۳۴)$

$_{25}Mn:[_{18}Ar]3d^5 4s^2 \rightarrow$ ۷ الکترون ظرفیت

$_{24}Cr:[_{18}Ar]3d^5 4s^1 \rightarrow$ ۶ الکترون ظرفیت

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۳۴۱ عبارت‌های «اول»، «سوم» و «چهارم» درست هستند.

عناصر A، B و C به‌ترتیب $_{19}K$، $_{16}S$ و $_{17}Cl$ هستند.

عبارت «دوم»: A و B ترکیبی با فرمول A_2B تشکیل می‌دهند. (K_2S)

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۳۴۲ عبارت‌های «دوم» و «چهارم» درست هستند.

بررسی عبارت‌های نادرست:

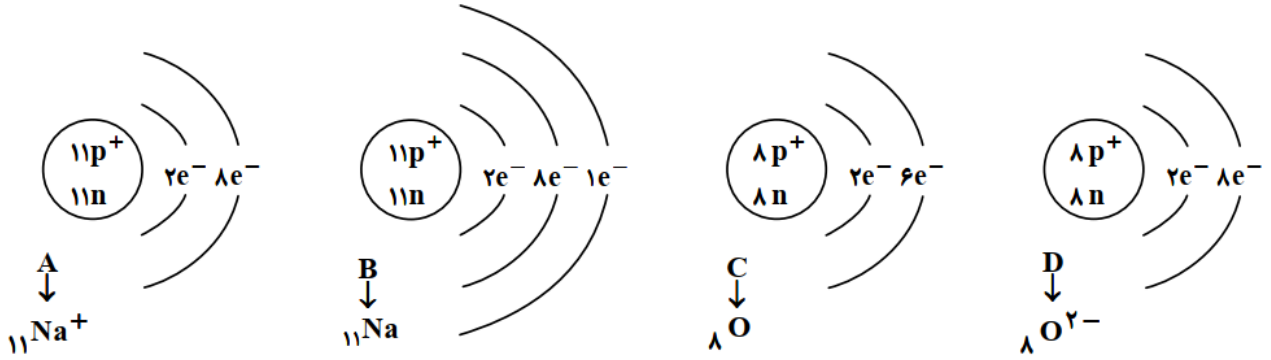
عبارت «اول»: تعداد الکترون‌های مبادله شده برای تولید یک مول کلسیم برمید $(CaBr_2)$ با یک مول سدیم سولفید (Na_2S) برابر است.

عبارت «سوم»: آلومینیم اکسید (Al_2O_3) و منیزیم نیترید (Mg_3N_2) جزو ترکیب‌های دوتایی هستند.

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۳۴۳ با توجه به آرایش الکترونی لایهٔ ظرفیت گونه‌ها و تعداد پروتون‌های هستهٔ آن‌ها می‌توان گونه‌ها را شناسایی کرد.



بررسی گزینه‌ها:

گزینهٔ ۱) B اتم سدیم است و قبل از تشکیل کاتیون Na^+ امکان تشکیل ترکیب یونی با O^{2-} را ندارد.

گزینهٔ ۲) A_2D همان ترکیب یونی Na_2O می‌باشد که یک ترکیب یونی دوتایی است.

گزینهٔ ۳) گونهٔ C اتم اکسیژن است و توانایی تشکیل مولکول دو اتمی O_2 به‌صورت $:\ddot{O}::\ddot{O}:$ را دارد.

گزینهٔ ۴) گونهٔ B، اتم سدیم است که امکان به اشتراک گذاشتن الکترون و تشکیل مولکول دو اتمی را ندارد.

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۳۴۴ با توجه به آرایش الکترونی لایهٔ ظرفیت اتم‌ها، یون‌های پایدار عنصرها به‌صورت A^{2-}، B^+، C^{2+} و D^{3-} است.

بررسی گزینه‌ها:

۱) $B^+ , D^{3-} \Rightarrow B_3D \Rightarrow \frac{\text{شمار کاتیون‌ها}}{\text{شمار آنیون‌ها}} = \frac{3}{1} = 3$

۲) $B^+ , A^{2-} \Rightarrow B_2A \Rightarrow = \frac{\text{شمار کاتیون‌ها}}{\text{شمار آنیون‌ها}} = \frac{2}{1} = 2$

۳) $C^{2+} , D^{3-} \Rightarrow C_3D_2 \Rightarrow \frac{\text{شمار کاتیون‌ها}}{\text{شمار آنیون‌ها}} = \frac{3}{2} = 1/5$

۴) $C^{2+} , A^{2-} \Rightarrow CA \Rightarrow \frac{\text{شمار کاتیون‌ها}}{\text{شمار آنیون‌ها}} = \frac{1}{1} = 1$

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۳۴۵ اندازهٔ اتم‌ها با دریافت الکترون افزایش و با از دست دادن الکترون کاهش می‌یابد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ ۱) سدیم کلرید یک ترکیب یونی است و برای تشکیل آن الکترونی به اشتراک گذاشته نمی‌شود.

گزینهٔ ۲) هر اتم کلر در مولکول آن، دارای آرایش هشت‌تایی است و اتم‌های کلر با گرفتن یک الکترون به آرایش هشت‌تایی پایدار می‌رسند.

گزینهٔ ۴) اتم‌های سدیم پس از تشکیل یون سدیم، به آرایش گاز نجیب قبل از خود می‌رسند.

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۳۴۶ فرمول شیمیایی سدیم اکسید Na_2O است و در هر مول از آن، ۲ مول کاتیون وجود دارد:

$$1/24\,g\ Na_2O \times \frac{1\,mol\ Na_2O}{62\,g\ Na_2O} = 0/02\,mol\ Na_2O$$

$$0/02\,mol\ Na_2O \times \frac{2\,mol\ Na^+}{1\,mol\ Na_2O} = 0/04\,mol\ Na^+$$

در تشکیل هر مول Na_2O، ۲ مول الکترون مبادله می‌شود:

قدرمطلق بار آنیون × تعداد آنیون = بار کاتیون × تعداد کاتیون = تعداد الکترون‌های مبادله‌شده

$Na_2O \Rightarrow 2\times1=2$

$$0/02\,mol\ Na_2O \times \frac{2\,mol\ e^-}{1\,mol\ Na_2O} \times \frac{6/02\times10^{23}\,e^-}{1\,mol\ e^-} = 2/408\times10^{22}\,e^-$$

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۳۴۷ اتم X با گرفتن یک الکترون (X^-) به آرایش گاز نجیب بعد از خود و اتم Y با از دست دادن ۲ الکترون (Y^{2+}) به آرایش گاز نجیب قبل از خود می‌رسد؛ پس این اتم‌ها در شرایط مناسب، ترکیب یونی با فرمول YX_2 را تشکیل می‌دهند.

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۳۴۸ ترکیب حاصل از عنصرهای A و B، دارای فرمول A_2B_3 است و به‌ازای تولید یک مول از این ترکیب شش مول الکترون مبادله می‌شود.

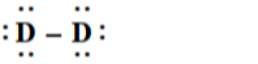
شمار الکترون‌های مبادله‌شده = تعداد کاتیون × بار کاتیون $= 2\times3 = 6$

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ ۲) عنصر C در گروه اول جدول قرار دارد و در ترکیب با دیگر عنصرها، پیوند یونی تشکیل می‌دهد.

گزینهٔ ۳) دو عنصر B و D در گروه‌های ۱۶ و ۱۷ جدول جای دارند و با یکدیگر پیوند کووالانسی تشکیل می‌دهند.

گزینهٔ ۴) عنصر D در گروه ۱۷ جدول جای دارد و ترکیبی با فرمول D_2 با یک پیوند اشتراکی تشکیل می‌دهد.



(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۳۴۹ بررسی گزینه‌ها:

گزینهٔ ۱) $Mg_3N_2 - CaS \leftarrow$ ۲ و ۵

گزینهٔ ۲) $K_3N - LiF \leftarrow$ ۴ و ۲

گزینهٔ ۳) $Ca_3P_2 - KI \leftarrow$ ۲ و ۵

گزینهٔ ۴) $Mg_3N_2 - Al_2O_3 \leftarrow$ شمار یون‌ها در یک واحد فرمولی از هر دو ترکیب برابر با ۵ است.

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۳۵۰ عبارت اول (آ) درست است. تعداد نوارهای رنگی هلیم **(D)** بیشتر از هیدروژن **(A)** است.

عبارت دوم (ب) درست است.

عبارت سوم (پ) نادرست است. عنصری که برای آن در جدول جرم میانگینی ذکر نشده است تکنسیم است که عنصر هم گروه آن منگنز با عدد اتمی ۲۵ است نه عنصر آهن.

عبارت چهارم (ت) نادرست است. $۱۹ = ۵ - ۲۴$ و عدد اتمی ۱۹ برابر عدد اتمی اولین عنصر دورهٔ چهارم $(_{19}K)$ است.

(قلمچی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۳۵۱ با توجه به اطلاعات ارائه شده عنصر X همان $_{35}Br$ است.

بررسی عبارت نادرست:

عبارت سوم نادرست است. شمار جفت الکترون‌های جفت شده در آرایش الکترون- نقطه‌ای این عنصر برابر ۳ است.

(قلمچی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۳۵۲

جوابش اینه

بررسی عبارت‌های نادرست:

عبارت «اول»: در اتم عناصر دورهٔ سوم جدول، زیرلایه‌های $3s$ و $3p$ در حال پر شدن هستند.

عبارت «چهارم»: مطابق قاعدهٔ آفبا، زیرلایه‌ها انرژی متفاوتی دارند ولی ممکن است دو یا چند زیرلایه مجموع عدد کوانتومی اصلی و عدد کوانتومی فرعی $(n+l)$ یکسان داشته باشند.

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۳۵۳

جوابش اینه

در اتم عنصر مورد نظر ۷ الکترون در زیرلایه‌های s وجود دارد و آرایش الکترونی آن به‌صورت:

$$1s^2 / 2s^2, 2p^6 / 3s^2, 3p^6, 3d^{10} / 4s^1$$

و مربوط به عنصر مس با عدد اتمی ۲۹ در گروه ۱۱ و دورهٔ چهارم جدول است.

بررسی عبارت‌های نادرست:

عبارت «سوم»: مجموع عددهای کوانتومی اصلی و فرعی زیرلایهٔ ظرفیت $(3d / 4s)$ این اتم برابر ۹ است:

$$(3+2)+(4+0)=9$$

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۳۵۴

جوابش اینه

بررسی عبارت‌های نادرست:

عبارت الف) اگر اتم عنصر A دارای ۷ و اتم عنصر B نیز دارای ۷ الکترون ظرفیتی باشند، عناصر A و B به شرط داشتن ساختار لایهٔ ظرفیت مشابه (هم‌دسته بودن) رفتار شیمیایی مشابه دارند. عنصر A می‌تواند مربوط به دستهٔ d (گروه ۷) و عنصر B مربوط به دستهٔ p (گروه ۱۷) باشد.

عبارت ب) مطابق مدل کوانتومی، در ساختار اتم، ۲ زیرلایه وجود دارد که مجموع عدد کوانتومی اصلی و عدد کوانتومی فرعی آن‌ها یکسان و برابر ۴ است.

$$(3p, 4s)$$

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۳۵۵

جوابش اینه

آرایش الکترونی اتم آرسنیک به‌صورت: $[Ar]3d^{10} / 4s^2, 4p^3$

گزینهٔ الف) ساختار الکترونی لایه ظرفیت اتم آرسنیک به‌صورت $4s^2, 4p^3$ است.

گزینهٔ ب) ۳ الکترون ظرفیت در زیرلایهٔ $4p$ دارد که مجموع اعداد کوانتومی آن‌ها برابر ۱۵ و ۲ الکترون ظرفیتی در زیرلایهٔ $4s$ دارد که مجموع اعداد کوانتومی آن‌ها برابر ۸ است.

گزینهٔ پ) آرسنیک دارای ۵ الکترون ظرفیتی و از دستهٔ p است، پس در گروه ۱۵ جدول جای دارد.

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۳۵۶

جوابش اینه

بررسی عبارت‌های نادرست:

عبارت «اول»: بیرونی‌ترین لایهٔ الکترونی اتم گازهای نجیب (به‌جزء هلیم) دارای ۸ الکترون است و به این دلیل واکنش‌ناپذیر بوده یا واکنش‌پذیری بسیار کمی دارند.

نباید سراغ اینا بری

عبارت «دوم»: اتم عنصرهای واکنش‌پذیر، با تبدیل شدن به یون، لزوماً به آرایش گاز نجیب نمی‌رسد، مثل Zn و Fe و...

عبارت «سوم»: در آرایش الکترون- نقطه‌ای عناصر اکسیژن و بریلیم، ۲ تک الکترون (تک نقطه) وجود دارد، اما در آرایش الکترون- نقطه‌ای هلیم فقط یک جفت الکترون مشاهده می‌شود.

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۳۵۷

جوابش اینه

آرایش الکترونی اتم عنصر به ساختار p^3 ختم می‌شود که به عناصر گروه ۱۵ جدول مربوط است.

بررسی عبارت‌های نادرست:

عبارت «اول»: در آرایش الکترون- نقطه‌ای آن ۵ الکترون وجود دارد.

عبارت «دوم»: ممکن است با دریافت ۳ الکترون و تبدیل شدن به آنیون، آرایش الکترونی مشابه گاز نجیب پیدا کند.

عبارت «سوم»: آرایش الکترون- نقطه‌ای آن با آرایش الکترون- نقطه‌ای اتم بور (B_5) متفاوت است.

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۳۵۸

جوابش اینه

عنصر A به کاتیون $+1$ و عنصر B به آنیون -2 تبدیل شده‌اند که هم الکترون و دارای ۱۰ الکترون هستند، پس عدد اتمی عنصر A و B به‌ترتیب ۱۱ و ۸ است.

نباید سراغ اینا بری

گزینهٔ ۱) تفاوت عدد اتمی عنصرهای A و B (۳) با شمارهٔ گروه عنصر A (گروه ۱) متفاوت است.

گزینهٔ ۳) از واکنش عنصر A با عنصر هم‌دوره خودش در گروه ۱۷ جدول دوره‌ای که آنیون -1 می‌تواند ایجاد کند، یک ترکیب یونی دوتایی حاصل می‌شود که در فرمول شیمیایی آن مجموع زیروندهای یون‌ها (۲) با شماره گروه عنصر B (گروه ۱۶) متفاوت است.

گزینهٔ ۴) تفاوت شمار نقطه‌ها در آرایش الکترون- نقطه‌ای عنصرهای A و B برابر ۵ است.

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۳۵۹

جوابش اینه

عنصر B آنیونی -1 دارد پس متعلق به گروه ۱۷ جدول است. عنصر A، کاتیون $+1$ ایجاد کرده و فلز متعلق به گروه ۱ است.

نباید سراغ اینا بری

گزینهٔ ۱) ترکیب عنصرهای A و B از دستهٔ مواد یونی است.

گزینهٔ ۳) از واکنش عناصر A و B، ترکیبی با فرمول شیمیایی AB حاصل می‌شود.

گزینهٔ ۴) اگر عنصرهای A و B به یک دوره از جدول دوره‌ای تعلق داشته باشند، عدد اتمی B (از گروه ۱۷) حداقل به اندازهٔ ۶ واحد بزرگ‌تر از عدد اتمی A (از گروه ۱) است.

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۳۶۰

عبارت‌های (ب)، (ت) و (ث) درست‌اند.

$B = {}_{17}Cl \; , A = {}_{35}Br \; , C = {}_{53}I$ $\qquad$ مقایسهٔ واکنش‌پذیری : $B > A > C$

با توجه به متفاوت‌بودن حالت‌های فیزیکی و متوالی بودن آن‌ها در گروه داریم:

بررسی عبارت‌ها:

آ) برم $({}_{35}Br)$ در دورهٔ چهارم قرار دارد و دارای زیرلایهٔ $3d$ پرشده $(3d^{10})$ در آرایش الکترونی است.

ب) کلر $({}_{17}Cl)$ دارای ۷ الکترون ظرفیت است که حدود ٪۴۱ کل الکترون‌های آن را شامل می‌شود.

پ) ید $({}_{53}I)$ در دمای بالاتر از $400^{\circ}C$ با H_2 واکنش می‌دهد.

ت) تفاوت عدد اتمی ${}_{17}Cl$ و ${}_{35}Br$ برابر با ۱۸ است.

ث)

$${}_{53}I : [Kr]4d^{10}\; 5s^{2}\; 5p^{5}$$

$$2\times(5+0)=10 \qquad 5\times(5+1)=30$$

(قلمچی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۳۶۱

در یون ${}^{2x+1}_{x}A^{2+}$ داریم:

$A = P$ تعداد $+ n$ تعداد $= 2x+1$

$Z = P$ تعداد $= x$

$$\Rightarrow x + n = 2x + 1 \Rightarrow n \text{ تعداد} = x + 1$$

طبق صورت سؤال نسبت تعداد e به n، $\frac{2}{3}$ است.

$$n = x + 1 \qquad e \xrightarrow{\text{باتوجه به بار یون}} x - 2$$

تعداد پروتون‌های A :

$$\Rightarrow \frac{x-2}{x+1} = \frac{2}{3} \Rightarrow 2x + 2 = 3x - 6 \Rightarrow x = 8$$

در یون ${}^{3m-4}_{m}B^{2-}$:

$$e \text{ تعداد} \xrightarrow{\text{باتوجه به بار یون}} m + 2$$

$$A = \underset{\text{تعداد n}}{n} + \underset{\text{تعداد p}}{p} \Rightarrow \underset{\text{تعداد p}}{m} + \underset{\text{تعداد n}}{n} = 3m - 4 \qquad \Rightarrow n \text{ تعداد} = 2m - 4$$

با توجه به صورت سؤال:

تعداد پروتون های B : $3m - 2 = 100 \Rightarrow 3m = 102 \Rightarrow m = 34$

$$\underset{\text{تعداد n}}{n} + \underset{\text{تعداد e یون}}{e} = 100 \Rightarrow 2m - 4 + m + 2 = 100$$

صورت سؤال مجموع تعداد تعداد پروتون‌های A و الکترون‌های اتم B را می‌خواهد:

$$\Rightarrow x + m = 8 + 34 = 42$$

توجه داشته باشید در اتم یک عنصر تعداد e و p برابر است.

(قلمچی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud

۳۶۲ بررسی همهٔ موارد:

عبارت (الف): نادرست - ${}_{1}^{3}H$ ایزوتوپ طبیعی است ولی پایدار نیست.

عبارت (ب): نادرست - ${}_{1}^{3}H$ رادیوایزوتوپ هست ولی ساختگی نیست.

عبارت (پ): نادرست - ${}_{1}^{3}H$ ناپایدار است اما نیم‌عمر آن ۱۲/۳۲ سال است.

عبارت (ت): درست - همهٔ ایزوتوپ‌های ساختگی هیدروژن، پرتوزا هستند.

عبارت (ث): نادرست - ترتیب نیم‌عمر ایزوتوپ‌های ساختگی هیدروژن به صورت زیر است: ${}_{1}^{5}H > {}_{1}^{6}H > {}_{1}^{4}H > {}_{1}^{7}H$

عبارت (ج): درست - ایزوتوپ ${}_{1}^{2}H$ و ایزوتوپ‌های سنگین‌تر از آن همگی درصد فراوانی کمتر از ۰/۱٪ در طبیعت دارند.

(قلمچی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۳۶۳ جمله اول نادرست. عنصرهای یک دوره لزوما خواص شیمیایی یکسانی ندارند.

جمله دوم درست است.

$A \Rightarrow {}_{12}Mg \Rightarrow {}_{12}^{24}Mg$: سبک‌ترین ایزوتوپ طبیعی $\Rightarrow n = 24 - 12 = 12$

$W \Rightarrow {}_{16}S \Rightarrow p = 16 \Big\} \frac{12}{16} = \frac{3}{4}$

H سنگین‌ترین ایزوتوپ طبیعی $\Rightarrow {}_{1}^{2}H \Rightarrow \frac{p \leftarrow \text{پروتون}}{n \leftarrow \text{نوترون}} = \frac{1}{2} \Big\} \frac{\frac{3}{4}}{\frac{1}{2}} = \frac{3}{2} = 1/5$

جمله سوم درست است. رادیو ایزوتوپ فسفر در ایران تولید می‌شود که همانند عنصر D در گروه ۱۵ است.

جمله چهارم درست است. درصد فراوانی X یا همان ${}_{26}Fe$ در زمین مانند درصد فراوانی E یا همان $({}_{2}He)$ در مشتری کمتر از ۵۰ درصد است.

جمله پنجم درست است. ${}_{13}Al$ همانند ${}_{31}Ga$ توانایی تشکیل کاتیون $(+3)$ دارد و این عنصر هم دوره W است.

(قلمچی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۳۶۴ ابتدا جرم اتمی میانگین A و B را به دست می‌آوریم.

$$\overline{A} = \frac{(14 \times 90) + (15 \times 10)}{100} = 14/1 amu \qquad \overline{B} = \frac{(16 \times 90) + (17 \times 5) + (18 \times 5)}{100} = 16/15 amu$$

جرم مولی A_2B_3 برابر است با:

$$A_2B_3 = 2(14/1) + 3(16/15) = 76/65 g.mol^{-1}$$

حال داریم:

$$?g\,A_2B_3 = 9/03 \times 10^{22}\,\text{مولکول}\,A_2B_3 \times \frac{1 mol\,A_2B_3}{6/02 \times 10^{23}\,\text{مولکول}\,A_2B_3} \times \frac{76/65 g}{1 mol\,A_2B_3} = 11/4975 g\,A_2B_3 \simeq 11/5 g\,A_2B_3$$

(قلمچی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۳۶۵ جرم مولی

$$2/408 \times 10^{22} molecule S_3P_X \times \frac{1 mol S_3P_X}{6/02 \times 10^{23} molecule S_3P_X} \times \frac{M_W g S_3P_X}{1 mol S_3P_X} = 7/56 g S_3P_X \Rightarrow M_W = 189 g.mol^{-1}$$

$$189 = 3 \times 31 + 32 \times X \qquad X = 3$$

$$2/408 \times 10^{22} molecule S_3P_3 \times \frac{N_A molecule S_3P_3}{6/02 \times 10^{23} molecule S_3P_3} \times \frac{6 atom}{1 molecule S_3P_3} = 0/24 N_A atom$$

$$448 g CaO \times \frac{N_A CaO}{56 g CaO} \times \frac{1 N_A Ca}{1 N_A CaO} = 8 N_A Ca$$

$$\frac{0/24 N_A}{8 N_A} = 3 \times 10^{-2}$$

(قلمچی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۳۶۶ **پاسخ تشریحی** ابتدا باید عدد اتمی عنصر M را حساب کنیم:

روش اول: نوشتن رابطه‌های بین شمار ذرات زیراتمی و حل معادله:

I) عدد جرمی $=۱۲۰ \Rightarrow n+p=۱۲۰$

II) رابطهٔ الکترون‌ها و پروتون‌ها: $e=p-(\text{بار با علامت}) \xrightarrow{M^{۴+}} e=p-۴$

III) رابطهٔ نوترون‌ها و الکترون‌ها: $n-e=۲۴$

با این سه معادله، باید عدد اتمی یا همان تعداد پروتون‌ها را به دست آوریم. اگر معادلهٔ دوم و سوم را با هم جمع کنیم، e از بین می‌رود:

$$\begin{cases} e=p-۴ \\ n-e=۲۴ \end{cases} \Rightarrow n=p+۲۰$$

حالا در معادلهٔ اول، به جای n، معادل آن را قرار می‌دهیم:

$$n+p=۱۲۰ \Rightarrow p+۲۰+p=۱۲۰ \Rightarrow ۲p=۱۰۰ \Rightarrow p=۵۰\,(\text{M عدد اتمی})$$

روش دوم: استفاده از فرمول:

$$Z=\frac{A-(\text{تفاوت شمار نوترون‌ها و الکترون‌ها})+(\text{بار یون با علامت})}{۲}=\frac{۱۲۰-۲۴+۴}{۲}=\frac{۱۰۰}{۲}=۵۰\,(\text{M عدد اتمی})$$

حالا بریم سراغ بررسی گزینه‌ها:

۱) نماد اتم M به صورت $^{۱۲۰}_{۵۰}M$ است؛ بنابراین: $\frac{A}{Z}=\frac{۱۲۰}{۵۰}=\frac{۱۰+۲}{۵}=\frac{۱۰}{۵}+\frac{۲}{۵}=۲+۰/۴=۲/۴$

۲) یون $^{۴+}_{۵۰}M$، دارای $۵۰-۴=۴۶$ الکترون است.

۳) یون $^{۱۲۰}_{۵۰}M^{۲+}$، در مجموع دارای ۱۲۰ پروتون و نوترون و $۵۰-۲=۴۸$ الکترون است. مجموع شمار ذرات زیراتمی $=۱۲۰+۴۸=۱۶۸$

۴) منظور از ذرات زیراتمی باردار، همان الکترون‌ها و پروتون‌ها هستند. اتم $_{۵۰}M$، دارای ۵۰ الکترون و ۵۰ پروتون و در نتیجه در مجموع دارای ۱۰۰ ذرهٔ زیراتمی باردار است.

(خیلی سبز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۳۶۷ **پاسخ تشریحی** در ذرهٔ ذکرشده، ۱۸ الکترون $(۱۸=(-۲)-۱۶)$ وجود دارد و تعداد آن به اندازهٔ ۱۲/۵٪ بیشتر از تعداد نوترون‌ها است؛ در نتیجه می‌توان نوشت:

$$e=n+\frac{۱۲/۵}{۱۰۰}n \Rightarrow ۱۸=\frac{۹}{۸}n \Rightarrow n=۱۶$$

نماد ذره را می‌توان به صورت $^{۳۲}_{۱۶}A^{۲-}$ نشان داد. با توجه به این‌که عدد جرمی از نظر عددی به تقریب با جرم مولی برابر است، می‌توان نوشت:

$$\underbrace{۴۸\times۱۰^{-۲}}_{۰/۴۸}\,g\,A\times\frac{۱\,mol\,A}{۳۲\,g\,A}=۱۵\times۱۰^{-۳}\,mol\,A$$

جرم نمونهٔ $AO_۳$ نیز برابر است با:

$$x\,g\,AO_۳\times\frac{۱\,mol\,AO_۳}{۸۰\,g\,AO_۳}\times\frac{۳\,mol\,O}{۱\,mol\,AO_۳}=۱۵\times۱۰^{-۳}\,mol\,O \Rightarrow x=۰/۴\,g\,AO_۳$$

(خیلی سبز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud

۳۶۸ **پاسخ تشریحی** تعداد مول اتم X برابر است با:

$$\frac{۹/۰۳\times۱۰^{۲۲}\ \text{atom X}}{۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}\ \text{atom X}}\times\frac{۱\ \text{mol X}}{}=۰/۱۵\ \text{mol X}$$

جرم مولی عنصر X را می‌توان به صورت زیر محاسبه کرد:

$$\text{مول}=\frac{\text{جرم}}{\text{جرم مولی}}\Rightarrow\text{جرم مولی}=\frac{\text{جرم}}{\text{مول}}\Rightarrow\text{جرم مولی}=\frac{۶/۳۷۵}{۰/۱۵}=۴۲/۵\ \text{g.mol}^{-۱}$$

عنصر X از ایزوتوپ‌های ^{۴۰}X، ^{۴۲}X و ^{۴۴}X تشکیل شده است. با توجه به این‌که جرم مولی عنصر X از نظر عددی با جرم اتمی میانگین آن برابر است، می‌توان نوشت:

$$\bar{M}=M_۱+(M_۲-M_۱)\frac{F_۲}{۱۰۰}+(M_۳-M_۱)\frac{F_۳}{۱۰۰}\Rightarrow۴۲/۵=۴۰+(۴۲-۴۰)\times\frac{۲۰}{۱۰۰}+(۴۴-۴۰)\times\frac{F_۳}{۱۰۰}$$

$$۲/۵=\frac{۴۰}{۱۰۰}+\frac{۴F_۳}{۱۰۰}\Rightarrow۲۵۰=۴۰+۴F_۳\Rightarrow۲۱۰=۴F_۳\Rightarrow F_۳=\frac{۲۱۰}{۴}=٪۵۲/۵$$

(خیلی سبز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۳۶۹ **پاسخ تشریحی**

نکته در این نوع سؤالات باید این نکته را به یاد داشته باشید که از نظر عددی مقدار جرم اتمی میانگین با جرم مولی عنصر برابر است.

جرم اتمی میانگین کلر برابر است با:

$$\bar{M}=M_۱+(M_۲-M_۱)\frac{F_۲}{۱۰۰}\Rightarrow\bar{M}=۳۵+\overbrace{(۳۷-۳۵)}^{۲}\times\frac{۲۰}{۱۰۰}\Rightarrow\bar{M}=۳۵/۴\ \text{amu}\approx۳۵/۴\ \text{g.mol}^{-۱}$$

اگر جرم مولی عنصر Ag برابر m باشد، با توجه به جرم نمونهٔ AgCl، می‌توان نوشت:

$$۰/۳\ \text{mol AgCl}\times\frac{(m+۳۵/۴)\ \text{g AgCl}}{۱\ \text{mol AgCl}}=۴۲/۹۹\ \text{g AgCl}\Rightarrow m+۳۵/۴=۱۴۳/۳\Rightarrow m=۱۰۷/۹\ \text{g.mol}^{-۱}$$

اکنون می‌توان درصد فراوانی ایزوتوپ‌های نقره را به دست آورد:

$$\bar{M}=M_۱+(M_۲-M_۱)\frac{F_۲}{۱۰۰}\Rightarrow۱۰۷/۹=۱۰۷+\overbrace{(۱۰۹-۱۰۷)}^{۲}\times\frac{F_۲}{۱۰۰}$$

$$\Rightarrow۰/۹=۲\times\frac{F_۲}{۱۰۰}\Rightarrow F_۲=٪۴۵\xrightarrow{\text{پس}}F_۱=٪۵۵$$

درصد فراوانی ایزوتوپ سبک‌تر نقره (^{۱۰۷}Ag) برابر با ٪۵۵ است.

(خیلی سبز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۳۷۰ **پاسخ تشریحی**

بیایید اول ببینیم X و Y چه اتم‌هایی می‌توانند باشند.

اتم X در لایهٔ سوم خود، ۱۳ الکترون دارد؛ یعنی در آرایش الکترونی آن، زیرلایه‌های $3s^2 3p^6 3d^5$ وجود دارند. زیرلایهٔ بعد از $3d^5$، می‌تواند $4s^1$ یا $4s^2$ باشد:

$$X\begin{cases}[_{18}Ar]3d^5 4s^1 \Rightarrow \text{عدد اتمی} = 18+5+1 = 24 \ (\text{حالت I})\\ [_{18}Ar]3d^5 4s^2 \Rightarrow \text{عدد اتمی} = 18+5+2 = 25 \ (\text{حالت II})\end{cases}$$

اتم Y در لایهٔ سوم خود، ۱۶ الکترون دارد؛ یعنی در آرایش الکترونی آن، زیرلایه‌های $3s^2 3p^6 3d^8$ وجود دارند؛ بعد از $3d^8$، قطعاً زیرلایهٔ $4s^2$ وجود دارد:

$$Y = [_{18}Ar]3d^8 4s^2 \Rightarrow \text{عدد اتمی} = 18+8+2 = 28$$

بریم سراغ بررسی گزینه‌ها:

۱) اگر اتم X، حالت (I) باشد، تفاوت عدد اتمی دو عنصر X و Y برابر $28-24=4$ خواهد بود.

۲) زیرلایهٔ نیمه پر یعنی زیرلایه‌ای که به اندازهٔ نصف حداکثر گنجایش الکترونی‌اش، در آن الکترون قرار دارد. در حالت (II)، اتم عنصر X، فقط یک زیرلایهٔ نیمه‌پر $(3d^5)$ دارد نه دوتا!

۳) عدد اتمی نخستین عنصر دورهٔ چهارم، برابر ۱۹ است:

$$_{19}Z: \underbrace{[_{18}Ar]}_{3s^2 3p^6 \text{در دل خودش داره!}} 4s^1 \Rightarrow \frac{\text{شمار الکترون‌های لایهٔ سوم}}{\text{شمار الکترون‌های لایهٔ چهارم}} = \frac{8}{1} = 8$$

$$_{28}Y: \underbrace{[_{18}Ar]}_{3s^2 3p^6 \text{در دل خودش داره!}} 3d^8 4s^2 \Rightarrow \frac{\text{شمار الکترون‌های لایهٔ سوم}}{\text{شمار الکترون‌های لایهٔ چهارم}} = \frac{8+8}{2} = 8$$

۴) در هر دو حالت، اتم X دارای ۵ الکترون با $l=2$ (زیرلایهٔ d) است.

(خیلی سبز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۳۷۱ **پاسخ تشریحی** عدد اتمی عنصرهای دستهٔ d، از ۲۱ شروع می‌شود؛ بنابراین، عدد اتمی چهارمین عنصر دستهٔ d، برابر ۲۴ خواهد بود:

$$_{24}X: [_{18}Ar]\underbrace{3d^5 4s^1}_{\text{الکترون‌های ظرفیتی}} \Rightarrow \begin{cases} a = 6 \ (\text{تعداد الکترون‌های ظرفیتی})\\ b = \underbrace{8}_{3s^2 3p^6} + \underbrace{5}_{3d^5} = 13 \ (\text{تعداد الکترون‌های لایهٔ سوم})\\ c = 5\underbrace{(3+2)}_{3d} + 1\underbrace{(4+0)}_{4s} = 29 \ (\text{مجموع } n+l \text{ الکترون‌های ظرفیتی}) \end{cases}$$

بنابراین، خواهیم داشت:

$$\frac{c}{2a+b} = \frac{29}{12+13} = \frac{29}{25} \xrightarrow{\times \frac{4}{4}} \frac{116}{100} = 1/16$$

(خیلی سبز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۳۷۲ **پاسخ تشریحی** بیایید گزینه‌ها را به ترتیب بررسی کنیم:

۱) به جز هلیم که *قضیش خاصه*، اگر در آرایش الکترون ـ نقطه‌ای اتم عنصری، الکترون جفت‌شده موجود باشد، این اتم باید حداقل ۵ الکترون ظرفیتی داشته باشد. اولین عنصری از جدول که ۵ الکترون ظرفیتی دارد، اولین عنصر گروه ۱۵ با عدد اتمی ۷ ($1s^2 2s^2 2p^3$) از دستهٔ p است. ✓

۲) بیشترین تعداد الکترون‌های جفت‌نشده در بین عنصرهای دستهٔ s و p جدول، متعلق به عنصرهای گروه ۱۴ ($\cdot\dot{X}\cdot$) است. عدد اتمی عنصری از گروه ۱۴ و در دورهٔ چهارم، ۴ واحد کم‌تر از گاز نجیب $_{36}Kr$ و برابر ۳۲ است. ✓

۳) ۱۱ الکترون با $l=1$، یعنی داشتن ۱۱ الکترون در زیرلایه‌های p ($3p^5$ و $2p^6$):

$$X:[_{10}Ne]\underbrace{3s^2 3p^5}_{\text{۷ الکترون ظرفیتی}} \Rightarrow :\ddot{\underset{\cdot\cdot}{X}}\cdot$$

بنابراین، این گزینه *نادرسته*. ✗

۴) عنصری با آرایش الکترون ـ نقطه‌ای $\cdot\dot{X}\cdot$ ، دارای دو الکترون ظرفیتی است و در گروه دوم جدول قرار دارد. بیرونی‌ترین زیرلایهٔ عنصرهای گروه دوم، ns^2 با عدد کوانتومی فرعی برابر صفر ($l=0$) است. ✓

(خیلی سبز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۳۷۳ **پاسخ تشریحی** نماد آنیون را Y^{n-} و جرم مولی آن را y گرم بر مول در نظر می‌گیریم:

$$Ca^{2+}Y^{n-} \rightarrow Ca_nY_2 \rightarrow \text{جرم مولی} = 40n + 2y$$

برای تشکیل هر واحد فرمولی از ترکیب مورد نظر (Ca_nY_2)، 2n الکترون مبادله می‌شود:

$$\text{شمار الکترون‌های مبادله‌شده} = \text{بار کاتیون} \times \text{تعداد کاتیون} = 2 \times n = 2n$$

$$\overset{0/6}{2/4}\ g Ca_nY_2 \times \frac{1\ mol Ca_nY_2}{(40n+2y)g Ca_nY_2} \times \frac{2n\ mole^-}{1\ mol Ca_nY_2} \times \frac{6/02 \times \overset{10}{10^{23}}\ e^-}{1\ mole^-} = 4 \times 10^{22}\ e^-$$

$$\Rightarrow 36/12 \times 2n = 40n + 2y$$

خب تا این‌جا، با دو تا مجهول سر و کار داریم و برای این‌که به جواب برسیم، *می‌توانیم* از گزینه‌ها کمک بگیریم. عنصرهای داده‌شده، هر کدام می‌توانند یون‌هایی با بار ۳ (N^{3-}) و ۲ (S^{2-}, O^{2-}) و ۱ (Cl^-) تشکیل دهند؛ بنابراین، *می‌توانیم* به جای n در معادلهٔ بالا، بار هر کدام را قرار دهیم تا جرم مولی (y) عنصر مورد نظر به دست آید:

$N^{3-} \Rightarrow n=3 \Rightarrow 36/12\times 6 = 120 + 2y \Rightarrow y \simeq 48 \Rightarrow$ N نمی‌تواند باشد؛ زیرا جرم مولی آن ۱۴ است.

O^{2-} یا $S^{2-} \Rightarrow n=2 \Rightarrow 36/12\times 4 = 80 + 2y \Rightarrow y \simeq 32 \Rightarrow$ ✓ فقط S می‌تواند باشد؛ زیرا جرم مولی آن ۳۲ است.

$Cl^- \Rightarrow n=1 \Rightarrow 36/12\times 2 = 40 + 2y \Rightarrow y \simeq 16 \Rightarrow$ Cl نمی‌تواند باشد؛ زیرا جرم مولی آن ۳۵/۵ است.

(خیلی سبز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۳۷۴

نکته اتم‌هایی که عدد اتمی یکسان (Z) ولی عدد جرمی (A) متفاوتی دارند، ایزوتوپ یکدیگر محسوب می‌شوند.

پاسخ خیلی تشریحی ابتدا با اطلاعات داده‌شده، عدد اتمی X را پیدا می‌کنیم:

$$^{83}_{Z}X^{3+}\begin{cases}p=Z\\e=Z-3\\n=83-Z\end{cases}$$

$$\text{شمار نوترون‌ها} - \text{نصف شمار الکترون‌ها} = \frac{2}{3}\text{(شمار پروتون‌ها)} \Rightarrow (83-Z)-(\frac{1}{2}(Z-3))=\frac{2}{3}Z$$

$$\Rightarrow 83-Z-\frac{1}{2}Z+\frac{3}{2}=\frac{2}{3}Z \Rightarrow 83+\frac{3}{2}=\frac{3}{2}Z+\frac{2}{3}Z \Rightarrow \frac{169}{2}=\frac{13Z}{6} \Rightarrow Z=39$$

حال می‌توان نتیجه گرفت که اتم $^{89}_{39}E$ که عدد اتمی یکسانی با عنصر X دارد، ایزوتوپ آن است.

(خیلی سبز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۳۷۵

پاسخ خیلی تشریحی با توجه به جدول، به راحتی می‌توان عدد اتمی و شمارهٔ دوره و گروه عنصرها را پیدا کرد.

عنصر	A	X	D	E
عدد اتمی	۲۶	۶	۱۵	۸
شمارهٔ دوره	۴	۲	۳	۲
شمارهٔ گروه	۸	۱۴	۱۵	۱۶

بررسی عبارت‌ها:

عبارت اول: تفاوت شمارهٔ دوره و گروه برای دو عنصر X و D برابر ۱۲ است.

عبارت دوم: تاکنون ۱۱۸ عنصر شناخته شده که ۹۲تای آن‌ها (حدوداً ۷۸٪) طبیعی و ۲۶ تای آن‌ها (حدوداً ۲۲٪) ساختگی است.

عدد اتمی عنصر را Z در نظر می‌گیریم:

$$118-Z=92 \Rightarrow Z=26 \Rightarrow \text{عدد اتمی عنصر } A$$

عبارت سوم: می‌دانیم که عنصرهای هم‌گروه، خواص شیمیایی مشابهی دارند. عنصری با عدد اتمی ۱۶ مانند عنصر ^{8}E، به گروه ۱۶ جدول تعلق دارد.

(خیلی سبز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۳۷۶

پاسخ خیلی تشریحی فقط عبارت چهارم درست است.

بررسی عبارت‌ها:

عبارت اول: سبک‌ترین رادیوایزوتوپ ساختگی هیدروژن $^{4}_{1}H$ است که نیم‌عمر آن 10^{-22} ثانیه است. دقت کنید که $^{3}_{1}H$ رادیوایزوتوپ طبیعی هیدروژن است و نیم‌عمر آن ۱۲/۳ سال است.

عبارت دوم: ناپایدارترین ایزوتوپ هیدروژن $^{7}_{1}H$ است که ۶ نوترون در هستهٔ خود دارد.

عبارت سوم: ترتیب پایداری و نیم‌عمر ایزوتوپ‌های ساختگی هیدروژن به صورت منظم نیست.

مقایسهٔ پایداری ایزوتوپ‌های ساختگی هیدروژن: $^{5}_{1}H > ^{6}_{1}H > ^{4}_{1}H > ^{7}_{1}H$

همان‌طور که مشاهده می‌کنید، $^{4}_{1}H$ شمار نوترون‌های کم‌تری نسبت به $^{5}_{1}H$ دارد و ناپایدارتر است.

عبارت چهارم: نسبت A به Z در ایزوتوپ‌های ساختگی هیدروژن به صورت زیر است:

$$^{4}_{1}H \Rightarrow \frac{A}{Z}=4 \;,\; ^{5}_{1}H \Rightarrow \frac{A}{Z}=5 \;,\; ^{6}_{1}H \Rightarrow \frac{A}{Z}=6 \;,\; ^{7}_{1}H \Rightarrow \frac{A}{Z}=7$$

(خیلی سبز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۳۷۷

نکته درصد فراوانی یک ایزوتوپ در یک نمونه از رابطهٔ زیر به دست می‌آید:

$$\text{درصد فراوانی ایزوتوپ X} = \frac{\text{شمار ایزوتوپ X}}{\text{شمار کل اتم‌ها در نمونه}} \times ۱۰۰$$

پاسخ خیلی تشریحی

گام اول: منیزیم در طبیعت به صورت ایزوتوپ‌های $^{۲۴}_{۱۲}Mg$، $^{۲۵}_{۱۲}Mg$ و $^{۲۶}_{۱۲}Mg$ یافت می‌شود. طبق فرض سؤال، فراوانی ایزوتوپ ^{۲۴}Mg (سبک‌تر) در طبیعت برابر ۸۰٪ است؛ در نتیجه در نمونهٔ ۵۰۰ اتمی از منیزیم، شمار ^{۲۴}Mg برابر است با:

$$\text{درصد فراوانی } ^{۲۴}Mg = \frac{\text{شمار ایزوتوپ } ^{۲۴}Mg}{\text{شمار کل اتم‌ها}} \times ۱۰۰ \Rightarrow ۸۰ = \frac{x}{۵۰۰} \times ۱۰۰ \Rightarrow x = ۴۰۰$$

گام دوم: ایزوتوپ‌های یک عنصر در شمار نوترون‌ها با همدیگر تفاوت دارند، ولی شمار پروتون‌ها (Z) در آن‌ها برابر است؛ بنابراین شمار پروتون‌ها در نمونهٔ ۵۰۰ اتمی از منیزیم را به دست می‌آوریم:

$$\text{شمار پروتون‌ها در نمونهٔ ۵۰۰اتمی} \Rightarrow ۵۰۰ \times ۱۲ = ۶۰۰۰$$

با توجه به این‌که شمار نوترون‌ها ۱۵۵ واحد بیشتر از شمار پروتون‌هاست، می‌توان نوشت:

$$\text{شمار نوترون‌ها در نمونهٔ ۵۰۰اتمی} = ۶۰۰۰ + ۱۵۵ = ۶۱۵۵$$

گام سوم: از ۵۰۰ اتم منیزیم، ۴۰۰ اتم از نوع ایزوتوپ ^{۲۴}Mg است؛ بنابراین مجموع اتم‌های ^{۲۵}Mg و ^{۲۶}Mg برابر ۱۰۰ است. اگر شمار اتم‌های ^{۲۵}Mg را برابر با x و شمار اتم‌های ^{۲۶}Mg را برابر با y در نظر بگیریم، می‌توان نوشت:

$$x + y = ۱۰۰$$

از طرفی شمار نوترون‌های هر اتم $^{۲۵}_{۱۲}Mg$ برابر $(۲۵ - ۱۲) = ۱۳$ و شمار نوترون‌های هر اتم $^{۲۶}_{۱۲}Mg$ برابر با $(۲۶ - ۱۲) = ۱۴$ است. اکنون با حل دستگاه زیر، x و y محاسبه می‌شود:

$$\text{شمار ایزوتوپ‌های } ^{۲۵}Mg \text{ و } ^{۲۶}Mg \Rightarrow x + y = ۱۰۰$$

$$\text{شمار کل نوترون‌ها در نمونهٔ ۵۰۰ اتمی} \Rightarrow \underbrace{(۱۲ \times ۴۰۰)}_{^{۲۴}Mg} + \underbrace{۱۳x}_{^{۲۵}Mg} + \underbrace{۱۴y}_{^{۲۶}Mg} = ۶۱۵۵ \Rightarrow ۱۳x + ۱۴y = ۱۳۵۵$$

$$\begin{cases} x + y = ۱۰۰ \xrightarrow{\times(-۱۳)} -۱۳x - ۱۳y = -۱۳۰۰ \\ ۱۳x + ۱۴y = ۱۳۵۵ \Rightarrow ۱۳x + ۱۴y = ۱۳۵۵ \end{cases}$$

$$y = ۵۵ \Rightarrow x = ۴۵$$

گام چهارم: درصد فراوانی ایزوتوپ ^{۲۶}Mg برابر است با:

$$\text{درصد فراوانی ایزوتوپ } ^{۲۶}Mg = \frac{\text{شمار اتم‌های } ^{۲۶}Mg}{\text{شمار کل اتم‌ها در نمونه}} \times ۱۰۰ = \frac{۵۵}{۵۰۰} \times ۱۰۰٪ = ۱۱$$

گام پنجم: جرم اتمی میانگین منیزیم را حساب می‌کنیم:

$$\Rightarrow \overline{M} = M_۱ + \frac{F_۲}{F_{کل}}(M_۲ - M_۱) + \frac{F_۳}{F_{کل}}(M_۳ - M_۱) \Rightarrow M = ۲۴ + (\frac{۹}{۱۰۰} \times ۱) + (\frac{۱۱}{۱۰۰} \times ۲) = ۲۴/۳۱$$

(خیلی سبز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۳۷۸ **پاسخ خیلی تشریحی** همهٔ عبارت‌های داده‌شده درست‌اند.

بررسی عبارت‌ها:

عبارت اول: با استفاده از یکای جرم اتمی یا amu، شیمی‌دان‌ها موفق شدند جرم اتمی دیگر عنصرها و هم‌چنین جرم ذره‌های زیراتمی را اندازه‌گیری کنند.

عبارت دوم: جرم نسبی الکترون $({}_{-1}^{0}e)$ همانند بار الکتریکی نسبی نوترون $({}_{0}^{1}n)$، برابر صفر در نظر گرفته می‌شود.

عبارت سوم: اغلب هسته‌هایی که نسبت شمار نوترون‌ها به پروتون‌های آن‌ها برابر یا بیش از ۱/۵ باشند ناپایدارند، ولی هسته‌هایی با نسبت شمار نوترون به پروتون کم‌تر از ۱/۵ مانند تکنسیم وجود دارند که ناپایدار هستند.

$$\frac{۹۹-۴۳}{۴۳} \simeq ۱/۳ < ۱/۵$$

عبارت چهارم: جرم پروتون و نوترون در حدود ۱ amu و جرم الکترون ناچیز و در حدود $\frac{۱}{۲۰۰۰}$ amu است. از آن‌جایی که اتم ${}_{۳۲}^{۷۲}Ge$، ۳۲ پروتون، ۳۲ الکترون و $۷۲ - ۳۲ = ۴۰$ نوترون دارد؛ بنابراین خواهیم داشت:

$$\frac{\text{جرم اتم ژرمانیم}}{\text{جرم الکترون‌های اتم ژرمانیم}} \simeq \frac{\text{مجموع جرم پروتون‌ها و نوترون‌ها}}{\text{جرم الکترون‌ها}} = \frac{(n\times ۱)+(p\times ۱)}{e\times \frac{۱}{۲۰۰۰}}$$

$$= \frac{۴۰+۳۲}{۳۲\times \frac{۱}{۲۰۰۰}} = \frac{۷۲}{\frac{۳۲}{۲۰۰۰}} = \frac{۷۲\times ۲۰۰۰}{۳۲} = ۴۵۰۰$$

توجه: در محاسبهٔ جرم اتم، می‌توانیم از جرم الکترون‌های آن صرف نظر کنیم.

(خیلی سبز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۳۷۹ **پاسخ خیلی تشریحی** بررسی گزینه‌ها:

گزینهٔ (۱): اغلب در یک نمونهٔ طبیعی از عنصری معین، اتم‌های سازنده جرم یکسانی ندارند، بلکه مخلوطی از دو یا چند ایزوتوپ است. البته باید به این نکته توجه کرد که در یک نمونهٔ طبیعی از یک نوع ایزوتوپ، می‌تواند چند اتم با جرم‌های یکسان وجود داشته باشد.

گزینهٔ (۲): جرم اتمی کربن ـ ۱۲ دقیقاً برابر با ۱۲amu است نه به تقریب! و جرم اتمی فراوان‌ترین ایزوتوپ هیدروژن یا همان ${}_{1}^{1}H$ برابر با ۱/۰۰۸ amu است که کمی بیشتر از ۱amu می‌باشد.

گزینهٔ (۳):

$$\left.\begin{aligned} &I)\ ۱۴g\,Ar\times\frac{۱mol\,Ar}{۴۰g\,Ar}\times\frac{N_A\,atom\,Ar}{۱mol\,Ar}=۰/۳۵N_A\,atom\,Ar\\ &II)\ ۱۹/۶g\,Fe\times\frac{۱mol\,Fe}{۵۶g\,Fe}\times\frac{N_A\,atom\,Fe}{۱mol\,Fe}=۰/۳۵N_A\,atom\,Fe\end{aligned}\right\}\Rightarrow (I)=(II)$$

گزینهٔ (۴): در یک نمونهٔ یک‌گرمی از گاز هیدروژن، به اندازهٔ $\frac{N_A}{۲}$ مولکول $H_۲$ وجود دارد:

$$۱g\,H_۲\times\frac{۱mol\,H_۲}{۲g\,H_۲}\times\frac{N_A\,H_۲}{۱mol\,H_۲}=\frac{N_A}{۲}H_۲$$

(خیلی سبز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۳۸۰ **پاسخ خیلی تشریحی** **گام اول:** ابتدا با توجه به رابطهٔ حجم کره (V) و شعاع آن (r)، حجم گوی‌های آلومینیمی را به دست می‌آوریم و سپس با توجه به اطلاعات داده‌شده، جرم هر گوی را محاسبه می‌کنیم:

$$V = \frac{۴}{۳}\pi r^۳$$

$$V = \frac{۴}{۳} \times ۳ \times (۰/۵)^۳ = \frac{۴}{۳} \times ۳ \times ۰/۱۲۵ = ۰/۵\ cm^۳$$

$$۰/۵\ cm^۳ \times \frac{۲/۷\ g}{۱\ cm^۳} = ۱/۳۵\ g$$

گام دوم: با توجه به این‌که عدد نشان داده شده بر روی ترازو، مجموع جرم ظرف و جرم گوی‌های آلومینیمی است؛ بنابراین با استفاده از جرم ظرف مورد نظر، مجموع جرم گوی‌های آلومینیمی را به دست می‌آوریم. در ادامه با توجه به جرم یک گوی آلومینیمی، تعداد گوی‌ها را محاسبه می‌کنیم:

عدد نشان داده شده بر روی ترازو = جرم ظرف + جرم گوی‌ها

$$۸۱۴/۴ = ۶۲۰ + \text{جرم گوی‌ها} \Rightarrow \text{جرم گوی‌ها} = ۸۱۴/۴ - ۶۲۰ = ۱۹۴/۴g$$

$$\text{تعداد گوی‌ها} = \frac{۱۹۴/۴}{۱/۳۵} = ۱۴۴$$

گام سوم: از آن‌جا که فلز آلومینیم ($_{۱۳}Al$) در گروه ۱۳ جدول تناوبی قرار دارد؛ بنابراین هر مول از این عنصر دارای ۳ مول الکترون ظرفیتی است؛ حال شمار مول الکترون‌های ظرفیتی در هر گوی آلومینیمی را به دست می‌آوریم:

$$_{۱۳}Al : [_{۱۰}Ne]\ ۳s^۲ ۳p^۱$$

$$۱/۳۵g\ Al \times \frac{۱mol\ Al}{۲۷g\ Al} \times \frac{۳mol\ e^-}{۱mol\ Al} = \frac{۱/۳۵ \times ۳}{۲۷} = ۰/۱۵mol\ e^-$$

(خیلی سبز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۳۸۱ پاسخ خیلی تشریحی فقط عبارت «الف» درست است.

بررسی عبارت‌ها:

الف) زاویهٔ انحراف پرتوهای مرئی هنگام عبور از منشور، با انرژی این پرتوها رابطهٔ مستقیم و با طول موج آن‌ها رابطهٔ وارونه دارد؛ مثلاً نور سرخ با طول موج بلندتر از نور بنفش، انحراف کم‌تری هنگام عبور از منشور دارد.

ب) امواج حاصل از کنترل تلویزیون، پرتوهای نامرئی فروسرخ است که نوعی از پرتوهای الکترومغناطیسی می‌باشد. این پرتوها انرژی کم‌تری از پرتوهای مرئی دارند و، طول موج آن‌ها بلندتر از ۷۰۰ نانومتر است.

پ) رنگ شعلهٔ فلز سدیم $(_{11}Na)$ و نمک‌های آن زرد است، در صورتی که رنگ پرتو حاصل از انتقال الکترونی از لایهٔ چهارم $(n = 4)$ به لایهٔ دوم $(n = 2)$ در اتم هیدروژن آبی می‌باشد.

نکته چگونگی تشکیل نوارهای رنگی در طیف نشری خطی هیدروژن در گسترهٔ مرئی در جدول زیر آمده است:

رنگ نوار	طول موج (nm)	چگونگی تشکیل
بنفش	۴۱۰	مربوط به انتقال الکترون از $n = ۶$ به $n = ۲$
نیلی	۴۳۴	مربوط به انتقال الکترون از $n = ۵$ به $n = ۲$
آبی	۴۸۶	مربوط به انتقال الکترون از $n = ۴$ به $n = ۲$
سرخ	۶۵۶	مربوط به انتقال الکترون از $n = ۳$ به $n = ۲$

ت) پرتوهای فرابنفش یعنی پرتوهایی با انرژی بیشتر از نور بنفش!

(خیلی سبز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۳۸۲

نکته **رابطه‌های مهم لایه‌ها و زیرلایه‌ها:**

- حداکثر گنجایش الکترونی یک لایه $= 2n^2$
- شمار زیرلایه در هر لایهٔ الکترونی $= n$
- مقادیر مجاز l در هر لایه $= 0, 1, \ldots, n-1$
- حداکثر گنجایش الکترونی یک زیرلایه $= 4l+2 = 2(2l+1)$

پاسخ خیلی تشریحی در هر یک از دوره‌های دوم و سوم جدول تناوبی ۸ عنصر وجود دارد، یعنی مجموع شمار عنصرها در این دوره‌ها برابر ۱۶ است.

بررسی گزینه‌ها:

گزینهٔ (۱): عدد کوانتومی فرعی (l) از صفر شروع می‌شود؛ بنابراین پنجمین نوع زیرلایهٔ یک اتم، دارای $l = 4$ است.

حداکثر گنجایش الکترونی یک زیرلایه $= 4l+2 = 4(4)+2 = 18$

گزینهٔ (۲): الکترونی با عدد کوانتومی فرعی برابر ۳ $(l = 3)$ از لایهٔ چهارم به بعد وجود دارد $(4f, 5f, \ldots)$.

گزینهٔ (۳):

$$\frac{\text{گنجایش الکترونی هر لایه}}{\text{شمار زیرلایه در هر لایه}} = \frac{2n^2}{n} = 2n$$

گزینهٔ (۴): زیرلایه‌ای با عددهای کوانتومی $l = 2$ و $n = 4$، همان $4d$ است که حداکثر گنجایش ۱۰ الکترون دارد و با ۱۰ الکترون کاملاً پر می‌شود؛ بنابراین و اگر ۵ الکترون در آن قرار داشته باشد، نیمه‌پر به حساب می‌آید.

(خیلی سبز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۳۸۳ **پاسخ خیلی تشریحی**

زیرلایه‌های A: $n+l = 5 \begin{cases} 5s \\ 4p \\ 3d \end{cases}$ زیرلایه‌های B: $n+l = 6 \begin{cases} 6s \\ 5p \\ 4d \end{cases}$

بررسی گزینه‌ها:

گزینهٔ (۱): هر یک از زیرلایه‌های A و B می‌توانند سه زیرلایهٔ متفاوت باشند. همهٔ این زیرلایه‌ها در یک دوره از جدول اشغال نمی‌شوند.

$A \rightarrow \underbrace{5s}_{\text{دورهٔ پنجم}}, \underbrace{4p, 3d}_{\text{دورهٔ چهارم}}$

$B \rightarrow \underbrace{6s}_{\text{دورهٔ ششم}}, \underbrace{5p, 4d}_{\text{دورهٔ پنجم}}$

گزینهٔ (۲): مثلاً اگر A زیرلایهٔ $5s$ و B زیرلایهٔ $4d$ باشد، گنجایش الکترونی لایه‌ای که A در آن قرار دارد (یعنی لایهٔ پنجم) بیشتر از گنجایش الکترون لایه‌ای است که B در آن قرار دارد (یعنی لایهٔ چهارم).

گزینهٔ (۳): در سه دورهٔ اول، زیرلایه‌های $1s$ تا $3p$ از الکترون اشغال می‌شوند؛ بنابراین در آرایش الکترونی عنصرهای سه دورهٔ اول، هیچ‌یک از زیرلایه‌های A یا B وجود ندارد.

گزینهٔ (۴): زیرلایه‌های $4s$ و $3p$ دارای $n+l = 4$ هستند. در برخی حالات، گنجایش الکترونی زیرلایه‌های A و B با این دو زیرلایه $(3p, 4s)$ برابر است. مثلاً اگر A، $5s$ و B، $6s$ باشد، گنجایش الکترونی یکسانی با $4s$ (۲ الکترون) دارند ولی زیرلایه‌های $3d$ و $4d$ گنجایش الکترونی بیشتری از زیرلایه‌های $4s$ و $3p$ دارند.

(خیلی سبز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۳۸۴ **پاسخ خیلی تشریحی** ✔ عبارت‌های «الف» و «ت» درست‌اند.

بررسی عبارت‌ها:

الف)

$$M:[_{36}Kr]5s^2 \begin{cases} \text{شمارهٔ دوره} = 5 \\ \text{شمارهٔ گروه} = 2 \end{cases} \Rightarrow 5-2=3$$

ب) آخرین الکترون عنصرهای M، X و Z به ترتیب به زیرلایه‌های s، p و d وارد می‌شود؛ بنابراین این عنصرها به ترتیب متعلق به دستهٔ s، p و d هستند.

پ) در اتم Z، دو زیرلایهٔ 4s و 3d نیمه‌پر هستند، اما در اتم $_{29}A$ $([_{18}Ar]3d^{10}4s^1)$، فقط یک زیرلایهٔ نیمه‌پر (4s) وجود دارد.

ت) برای نوشتن آرایش الکترونی فشردهٔ اتم $_{15}D$ از گاز نجیب نئون $(_{10}Ne)$ استفاده می‌شود: $_{15}D:[Ne]3s^2 3p^3$

(خیلی سبز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۳۸۵

نکته

۱) شمار نقطه‌ها در آرایش الکترون ـ نقطه‌ای یک اتم برابر با شمار الکترون‌های ظرفیتی آن است.

۲) برای عنصرهای گروه‌های ۱ تا ۱۲ شمار الکترون‌های ظرفیتی برابر شمارهٔ گروه و برای عنصرهای گروه‌های ۱۳ تا ۱۸ (به‌جز هلیم)، شمار الکترون‌های ظرفیتی برابر با عدد یکان شمارهٔ گروه است.

۳) هلیم ($_{2}He$) با این‌که در گروه ۱۸ قرار دارد، دارای ۲ الکترون ظرفیتی است و در آرایش الکترون ـ نقطه‌ای آن ۲ الکترون به صورت جفت نقطه وجود دارند:

He:

پاسخ خیلی تشریحی

ابتدا به کمک آرایش الکترون ـ نقطه‌ای و شمار الکترون‌های ظرفیتی اتم‌ها و شمار الکترون‌ها با $l=0$ (زیرلایه‌های s) در آن‌ها، آرایش الکترونی و خود عنصرها را تعیین می‌کنیم:

$$A \xrightarrow{\text{۴ الکترون ظرفیتی}} 1s^2 2s^2 2p^2 \Rightarrow {}_{6}C$$

$$B \xrightarrow{\text{۶ الکترون ظرفیتی}} 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4 \Rightarrow {}_{16}S$$

$$X \xrightarrow{\text{۱ الکترون ظرفیتی}} 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1 \Rightarrow {}_{19}K$$

$$D \xrightarrow{\text{۳ الکترون ظرفیتی}} 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^1 \Rightarrow {}_{31}Ga$$

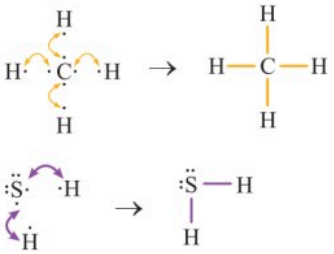
$$E \xrightarrow{\text{۲ الکترون ظرفیتی}} 1s^2 \Rightarrow {}_{2}He$$

بررسی گزینه‌ها:

گزینهٔ (۱): عنصرهای B و X با هم ترکیب یونی K_2S را تشکیل می‌دهند که نسبت شمار کاتیون به شمار آنیون در آن برابر ۲ است.

گزینهٔ (۲): عنصر D همان $_{31}Ga$ است که آخرین زیرلایهٔ اشغال‌شدهٔ آن دارای ۱ الکترون ($4p^1$) است.

گزینهٔ (۳): عنصر B در گروه ۱۶ و عنصر A در گروه ۱۴ قرار دارند و می‌توانند با هیدروژن ترکیب‌هایی به فرمول CH_4 و H_2S تشکیل دهند:



گزینهٔ (۴): عنصرهای $X(_{19}K)$ و $D(_{31}Ga)$ به ترتیب در گروه‌های ۱ و ۱۳ جدول دوره‌ای قرار دارند:

$$13-1=12$$

(خیلی سبز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

۳۸۶

نکته

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:

شمار (زیروند) کاتیون × بار کاتیون = شمار الکترون‌های مبادله‌شده در تشکیل هر واحد فرمولی از ترکیب‌های یونی

شمار (زیروند) آنیون × قدرمطلق بار آنیون =

پاسخ خیلی تشریحی ✔ فلزهای گروه اول، کاتیون یک بار مثبت (M^+) تشکیل می‌دهند، از طرفی فرمول یون فسفید به صورت P^{3-} است؛ بنابراین خواهیم داشت:

$$M^+P^{3-} \Rightarrow M_3P \Rightarrow \text{شمار الکترون مبادله‌شده} = 3\times1 = 3$$

$$M_3P \text{ جرم مولی} = (3m+31)g.mol^{-1}$$

استفاده از کسر تبدیل:

$$1gM_3P\times\frac{1mol\,M_3P}{(3m+31)g\,M_3P}\times\frac{3mol\,e^-}{1mol\,M_3P}\times\frac{6/02\times10^{23}e^-}{1mol\,e^-}=1/806\times10^{22}e^-$$

$$\Rightarrow \frac{3\times6/02\times10^{23}}{3m+31}=\underbrace{1/806\times10^{22}}_{18/06\times10^{21}}$$

$$3m+31=100 \Rightarrow 3m=69 \Rightarrow m=23g.mol^{-1} \Rightarrow {}^{23}_{11}Na$$

(خیلی سبز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۳۸۷ فرض می‌کنیم که عنصر X دارای دو ایزوتوپ با نمادهای زیر است:

$$\underset{\text{ایزوتوپ سبک‌تر}}{{}^{A_1}_{Z}X} \quad , \quad \underset{\text{ایزوتوپ سنگین‌تر}}{{}^{A_2}_{Z}X}$$

با توجّه به رابطه «بار- $p=e$» می‌توان نوشت:

ایزوتوپ سبک‌تر: $n_1 - e = 6 \xrightarrow{e=p-2} n_1 - p = 4 \rightarrow n_1 = p+4$ (I) رابطه

ایزوتوپ سنگین‌تر: $n_2 - e = 8 \xrightarrow{e=p-2} n_2 - p = 6 \rightarrow n_2 = p+6$ (II) رابطه

جمع جبری عدد جرمی دو ایزوتوپ برابر ۱۳۰ است، لذا داریم:

جمع جبری: $A_1 + A_2 = 130 \rightarrow n_1 + p + n_2 + p = 130 \xrightarrow{(I),(II)} 4p + 10 = 130 \Rightarrow 4p = 120 \Rightarrow p = 30$

همچنین از طریق فرمول $\bar{M} = \frac{M_1F_1 + M_2F_2}{100}$ می‌توان نوشت:

$$\begin{matrix} n_1 = 34 \rightarrow A_1 = 64 \\ n_2 = 36 \rightarrow A_2 = 66 \end{matrix} \Rightarrow \begin{cases} f_1 + f_2 = 100 \\ \bar{M} = 65/4 = \frac{64 \times f_1 + 66 \times f_2}{100} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} f_1 = 30\% \\ f_2 = 70\% \end{cases}$$

در نتیجه:

$$\frac{f_1}{f_2} = \frac{30}{70} = \frac{3}{7}$$

می‌دانیم عنصری با عدد اتمی ۳۰ در گروه ۱۲ و دوره چهارم جدول تناوبی بوده و معادل با ${}^{30}Zn$ است.

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۳۸۸ جرم کربن دی اکسید در گزینهٔ ۳ از سایر موارد بیشتر است.

بررسی همهٔ موارد:

۱) $1/5\,g\,C \times \frac{1\,mol\,C}{12\,g\,C} \times \frac{1\,mol\,CO_2}{1\,mol\,C} \times \frac{44\,g\,CO_2}{1\,mol\,CO_2} = \frac{44}{8}\,g$

۲) $\frac{1}{2}N_A\,\text{اتم}\,O \times \frac{1\,mol\,O}{N_A\,\text{اتم}\,O} \times \frac{1\,mol\,CO_2}{2\,mol\,O} \times \frac{44\,g\,CO_2}{1\,mol\,CO_2} = \frac{44}{4}\,g$

۳) $\frac{1}{3}N_A\,\text{مولکول}\,CO_2 \times \frac{1\,mol\,CO_2}{N_A\,\text{مولکول}} \times \frac{44\,g\,CO_2}{1\,mol\,CO_2} = \frac{44}{3}\,g$

۴) $0/75\,g\,O \times \frac{1\,mol\,O}{16\,g\,O} \times \frac{1\,mol\,CO_2}{2\,mol\,O} \times \frac{44\,g\,CO_2}{1\,mol\,CO_2} = \frac{44 \times 0/75}{32} = \frac{132}{128}\,g\,CO_2$

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud

۳۸۹ موارد اوّل، سوم و چهارم درست‌اند.

بررسی همه موارد:

مورد اول: گاز کلر که خاصیّت رنگ‌بری و گندزدایی دارد از مولکول‌های دو اتمی (Cl_2) تشکیل شده است.

✓ نکته: لیست عناصری که به‌صورت مولکول‌های دو اتمی در طبیعت یافت می‌شوند در جدول زیر آمده است:

مولکول‌های دو اتمی	H_2	N_2	O_2	F_2	Cl_2	Br_2	I_2
حالت فیزیکی در دمای اتاق	گاز	گاز	گاز	گاز	گاز زرد رنگ	مایع قرمز رنگ	جامد
شماره گروه عنصر	۱	۱۵	۱۶	۱۷	۱۷	۱۷	۱۷

مورد دوم: کلسیم اکسید (CaO) یک ترکیب یونی دوتایی است چون از یون‌های تک اتمی Ca^{2+} و O^{2-} ساخته شده است. امّا HCl، از ترکیب دو نافلز تشکیل شده و اصلاً ترکیب یونی نیست. هیدروژن کلرید (HCl) یک ترکیب مولکولی است.

مورد سوم: شمار پروتون‌ها در یون سولفات (SO_4^{2-}) برابر است با:

$$p=(۱\times ۱۶)+(۴\times ۸)=۴۸ \xrightarrow{\text{بار}\ e=p-} e=۴۸-(-۲)=۵۰$$

شمار نوترون‌ها در $^{89}_{39}X$ نیز برابر ۵۰ است.

مورد چهارم: آرایش الکترونی کروم به‌صورت مقابل است:

$$_{۲۴}Cr: ۱s^۲ ۲s^۲ ۲p^۶ ۳s^۲ ۳p^۶ ۳d^۵ ۴s^۱$$

$$n+l=۳ \text{ زیرلایه‌های با} \Rightarrow \begin{cases} ۲p \\ ۳s \end{cases} \Rightarrow e=۸$$

$$\Rightarrow \text{نسبت خواسته شده}=\frac{۸}{۵}=۱/۶$$

$$n+l=۵ \text{ زیرلایه‌های با} \Rightarrow ۳d \Rightarrow e=۵$$

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۳۹۰ طبق فرض سؤال شمار نوترون‌ها، ۱۴ واحد بیشتر از شمار پروتون‌ها است:

$$\begin{cases} n+p=۱۰۶ \\ n=p+۱۴ \end{cases} \Rightarrow p=۴۶ , n=۶۰$$

عدد اتمی عنصر E برابر ۴۶ و عدد اتمی عنصر X برابر ۴۷ است، در نتیجه اختلاف شماره گروه آنها برابر با ۱ است. تعداد الکترون‌ها در هر واحد از یون E^{2+} برابر است با:

$$^{۱۰۶}_{۴۶}E^{2+} \Rightarrow e=۴۴$$

اکنون می‌توان نوشت:

$$۲۶/۵ g E^{2+} \times \frac{۱ mol E^{2+}}{۱۰۶ g E^{2+}} \times \frac{۴۴ mol e}{۱ mol E^{2+}} = ۱۱ mol$$

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۳۹۱ از بین ۸ عنصر فراوان‌تر مشتری، گازهای نجیب He (در رتبه دوم)، Ar (در رتبه هفتم) و Ne (در رتبه هشتم) وجود دارند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) درصد فراوانی عناصر مشترک زمین و مشتری (O و S)، در زمین بیشتر از مشتری است.

۳) از ۱۱۸ عنصر شناخته‌شده، ۹۲ عنصر (حدوداً ۷۸٪)، طبیعی و بقیه ساختگی هستند.

۴) در عنصر $^{99}_{43}T$، نسبت شمار نوترون به پروتون حدود ۱/۳ است، اما این عنصر، پرتوزا (رادیو ایزوتوپ) است.

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۳۹۲ عبارت‌های اوّل، دوم و چهارم نادرست‌اند.

بررسی همه موارد:

مورد اول) کاربرد بارکد (خط نماد)، از برخی جنبه‌ها شبیه به کاربرد طیف نشری خطی عناصر است. دقت کنید که بارکد، جزء کاربردهای طیف نشری خطّی نیست. برای مثال از طیف نشری خطی برای شناسایی عناصر و از بارکد، برای شناسایی برخی از ویژگی‌های کالا استفاده می‌شود.

مورد دوم) شیمی‌دان‌ها به فرآیندی که در آن یک مادهٔ شیمیایی با جذب انرژی، از خود پرتوهای الکترومغناطیس گسیل می‌دارد، نشر می‌گویند. ابتدا فرآیند جذب توسط ماده صورت می‌گیرد، سپس ماده از خود پرتوهای الکترومغناطیس گسیل می‌کند.

مورد سوم) از لامپ نئون، امواج قرمز رنگ گسیل می‌شود که انرژی کمتری نسبت به نور زرد لامپ حاوی بخار سدیم دارد.

مورد چهارم) نوارهای رنگی در طیف نشری خطی سدیم، در ناحیه مرئی هستند، در حالیکه از کنترل تلویزیون امواج فروسرخ گسیل می‌شود. طول موج امواج فروسرخ، همواره بیشتر از طول موج پرتوهای مرئی است.

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۳۹۳ روش اوّل: فرض کنیم یک گرم از هر کدام از دو نمونهٔ N_2O_5 و CCl_4 در دسترس باشد:

$$?\,mol\,O = 1\,g\,N_2O_5 \times \frac{1\,mol\,N_2O_5}{108\,g\,N_2O_5} \times \frac{5\,mol\,O}{1\,mol\,N_2O_5} = \frac{5}{108}\,mol\,O$$

$$?\,mol\,Cl = 1\,g\,CCl_4 \times \frac{1\,mol\,CCl_4}{154\,g\,CCl_4} \times \frac{4\,mol\,Cl}{1\,mol\,CCl_4} = \frac{2}{77}\,mol\,Cl$$

اکنون می‌توان نوشت:

$$\frac{mol\,O}{mol\,Cl} = \frac{atom\,O}{atom\,Cl} = \frac{\frac{5}{108}}{\frac{2}{77}} = \frac{5\times77}{2\times108} \simeq 1/78$$

روش دوم: اگر فرض کنیم که جرم هر نمونه برابر x گرم باشد، با استفاده از روابط زیر داریم:

$$\left.\begin{array}{cc} 1N_2O_5 & 5O \\ \frac{x}{108}\,mol & ?\,mol \end{array}\right| \Rightarrow ? = \frac{5x}{108}\,mol\,O$$

$$\left.\begin{array}{cc} 1CCl_4 & 4Cl \\ \frac{x}{154}\,mol & ?\,mol \end{array}\right| \Rightarrow ? = \frac{4x}{154}\,mol\,Cl$$

نسبت خواسته شده برابر است با:

$$\frac{\frac{5x}{108}}{\frac{4x}{154}} \simeq 1/78$$

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۳۹۴ ابتدا شمار عدد جرمی ایزوتوپ سبک‌تر را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{ایزوتوپ سبک‌تر} \Rightarrow {}^{56+46}_{46}X \Rightarrow {}^{102}_{46}X$$

بنابراین نماد دو ایزوتوپ دیگر به‌صورت ${}^{104}_{46}X$ (با جرم متوسط) و ${}^{106}_{46}X$ (سنگین) است.

به‌ازای دو ایزوتوپ سبک‌تر، ۴ ایزوتوپ با جرم متوسط و ۹ ایزوتوپ سنگین‌تر وجود دارد، در نتیجه درصد فراوانی ایزوتوپ سنگین برابر است با:

$$\text{درصد فراوانی } {}^{106}X = \frac{\text{تعداد } {}^{106}X}{\text{تعداد کل ایزوتوپ‌ها}} \times 100 = \frac{9}{9+2+4} \times 100 = 60\%$$

تعداد نوترون‌ها در هر اتم از ${}^{106}_{46}X$ برابر ۶۰ است، بنابراین داریم:

$$265\,g\,{}^{106}X \times \frac{1\,mol\,{}^{106}X}{106\,g\,{}^{106}X} \times \frac{60\,mol\,\text{نوترون}}{1\,mol\,{}^{106}X} \times \frac{6/02\times10^{23}\,\text{نوترون}}{1\,mol\,\text{نوترون}} = 90/3\times10^{24}$$

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

SanjeshCloud

۳۹۵ چهارمین عنصر گروه ۱۷، در دوره پنجم جدول دوره‌ای جای دارد و عدد اتمی آن، یک واحد کمتر از گاز نجیب زنون $(_{54}Xe)$ است. بر این اساس شمار نوترون‌های عنصر E برابر با ۵۳ است. شمار پروتون‌های E را نیز می‌توان به‌دست آورد:

$$e = p - \text{بار} \Rightarrow ۴۰ = p - ۲ \Rightarrow p = ۴۲ \Rightarrow A = n + p \Rightarrow A = ۵۳ + ۴۲ = ۹۵$$

بر این اساس نماد عنصر به‌صورت $_{۴۲}^{۹۵}E$ بوده و داریم:

$$۱۹\,g\,E \times \frac{۱\,mol\,E}{۹۵\,g\,E} \times \frac{۴۲\,mol\ \text{الکترون}}{۱\,mol\,E} \times \frac{۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳}\ \text{الکترون}}{۱\,mol\ \text{الکترون}} \times \frac{\frac{۱}{۲۰۰۰}\,amu}{۱\ \text{الکترون}} \simeq ۲۵ \times ۱۰^{۲۰}$$

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۳۹۶ نماد نوترون به‌صورت $_{۰}^{۱}n$ و نماد الکترون به‌صورت $_{-۱}^{۰}e$ است. بنابراین a، b، c و d به ترتیب برابر ۱، ۰، ۰ و ۱- بوده و عبارت‌های اوّل و چهارم درست‌اند.

بررسی همهٔ موارد:

مورد اول) $a + d \Rightarrow ۱ + (-۱) = ۰$, $c + b \Rightarrow ۰ + ۰ = ۰$

مورد دوم) پایدارترین ایزوتوپ هیدروژن معادل با $_{۱}^{۱}H$ بوده و فاقد نوترون است، در حالیکه مقدار d برابر ۱- است.

مورد سوم) ایزوتوپ‌های طبیعی منیزیم معادل با $_{۱۲}^{۲۴}Mg$، $_{۱۲}^{۲۵}Mg$، $_{۱۲}^{۲۶}Mg$ هستند. ایزوتوپ‌های متوالی منیزیم به اندازه ۱ واحد در عدد جرمی اختلاف دارند. می‌دانیم که مقدار c برابر صفر است.

مورد چهارم) در گروه اول، ۷ عنصر وجود دارد که یک مورد از آن‌ها (هیدروژن) نافلز و بقیه فلز هستند. در گروه دوم نیز، ۶ عنصر فلزی یافت می‌شود، بنابراین شمار عناصر فلزی در این دو گروه برابر است.

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۳۹۷ حداکثر جرمی از عنصر که می‌تواند متلاشی شود، تقریباً برابر همان جرم اولیه عنصر پرتوزا است. با توجه به نمودار، می‌توان دریافت که حداکثر جرم متلاشی شدهٔ این رادیوایزوتوپ برابر ۱۶ گرم خواهد بود که با جرم اولیه آن برابر است.

$$\%\text{جرم باقیمانده} = \frac{\text{جرم باقیمانده}}{\text{جرم اولیه}} \times ۱۰۰ \Rightarrow ۶/۲۵ = \frac{x}{۱۶} \times ۱۰۰ \Rightarrow x = ۱\,g$$

برای متلاشی شدن ۹۳/۷۵٪ از جرم رادیوایزوتوپ، باید به اندازهٔ ۴ نیمه‌عمر زمان بگذرد تا یک گرم از جرم آن باقی بماند:

$$۱۶ \xrightarrow{T} ۸ \xrightarrow{T} ۴ \xrightarrow{T} ۲ \xrightarrow{T} ۱$$

در نتیجه:

$$\text{زمان } (\Delta t) = ۴ \times ۶ = ۲۴ \text{ ساعت} = ۱ \text{ شبانه‌روز}$$

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۳۹۸ براساس معادله مقابل می‌توان نوشت: $۱H_۲SO_x \sim x\,O$

روش اوّل: استفاده از کسرهای تناسب:

$$\frac{\text{جرم}}{\underbrace{\text{جرم مولی}\times\text{ضریب}}_{H_۲SO_x}}=\frac{\text{تعداد}}{\underbrace{\text{ضریب}\times N_A}_{O}}\Rightarrow\frac{۲۸۷}{۱\times(۳۴+۱۶x)}=\frac{۶۳/۲۱\times۱۰^{۲۳}}{x\times۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}}\Rightarrow x=۳$$

روش دوم: استفاده از ضریب تبدیل:

$$۲۸۷\,g\,H_۲SO_x\times\frac{۱\,mol\,H_۲SO_x}{(۳۴+۱۶x)\,g\,H_۲SO_x}\times\frac{x\,mol\,O}{۱\,mol\,H_۲SO_x}\times\frac{۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}\,O}{۱\,mol\,O}=۶۳/۲۱\times۱۰^{۲۳}\Rightarrow x=۳$$

اکنون براساس معادله مقابل می‌توان نوشت: $۱HClO_۳ \sim ۵\,atom$

$$\frac{\text{جرم}}{\underbrace{\text{جرم مولی}\times\text{ضریب}}_{HClO_۳}}=\frac{\text{مول}}{\underset{\text{اتم‌ها}}{\text{ضریب}}}\Rightarrow\frac{۳۳۸}{۱\times۸۴/۵}=\frac{x}{۵}\Rightarrow x=۲۰\,mol$$

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۳۹۹ فقط عبارت (پ) نادرست است.

بررسی همه موارد:

الف) از ایزوتوپ ${}^{۱۲}_{۶}C$ به عنوان سنجه جرم سایر عناصر استفاده می‌شود. در هر اتم از این عنصر، ۶ پروتون و ۶ نوترون در هسته وجود دارد.

ب) در برخی از اتم‌ها مانند ${}^{۱}_{۱}H$، ${}^{۴۷}_{۲۴}Cr$ و.... شمار نوترون‌ها، کمتر از شمار پروتون‌ها است. این که گفته شود در همه ایزوتوپ‌های مربوط به یک عنصر، شمار $n \geq p$ است، اشتباه است.

پ) ${}^{۱۸۶}_{۷۵}Re \rightarrow n=۱۸۶-۷۵=۱۱۱$

عنصر قبل از Re: ${}^{۱۸۳}_{۷۴}X \rightarrow n=۱۸۳-۷۴=۱۰۹$

تفاوت نوترون‌ها: $۱۱۱-۱۰۹=۲$

ت) پایدارترین ایزوتوپ طبیعی لیتیم، ${}^{۷}_{۳}Li$ بوده و دارای ۴ نوترون است:

$$۲\,mol\,Li\times\frac{۴\,mol\,\text{نوترون}}{۱\,mol\,Li}\times\frac{۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}\,\text{نوترون}}{۱\,mol\,\text{نوترون}}=۴/۸۱۶\times۱۰^{۲۴}\,\text{نوترون}$$

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۴۰۰ اگر مقدار مول H_2O را x و مقدار مول H_2CO_3 را y در نظر بگیریم، داریم:

$$H_2O \text{ نمونه} \Rightarrow \underset{x}{H_2O} \rightarrow \underset{2x}{2H} + \underset{x}{O} \Rightarrow H_2O \text{ جرم} = 18x\,g$$

$$H_2CO_3 \text{ نمونه} \Rightarrow \underset{y}{H_2CO_3} \rightarrow \underset{2y}{2H} + \underset{y}{1C} + \underset{3y}{3O} \Rightarrow H_2CO_3 \text{ جرم} = 62y\,g$$

بنابراین می‌توان نوشت:

$$\begin{cases} \text{مجموع جرم دو ماده} \Rightarrow 18x + 62y = 164 \\ \text{مجموع مول اتم‌های O} \Rightarrow x + 3y = 8 \end{cases} \Rightarrow x = 0/5\,mol\,,\ y = 2/5\,mol$$

مقدار مول اتم H در نمونه H_2O برابر است با: $2x \Rightarrow 2 \times 0/5 = 1$

مقدار مول اتم H در نمونه H_2CO_3 برابر است با: $2y \Rightarrow 2 \times 2/5 = 5$

اختلاف خواسته شده در سؤال برابر ۴ است.

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۴۰۱ ابتدا باید مولی M را محاسبه کرد: اختلاف O ، Br ~ $1MBrO_3$ ~ $3O$ ~ $1Br$ ~ $2Br$ ، O اختلاف

روش اوّل: استفاده از کسرهای تناسب:

$$\frac{\text{جرم}}{\underbrace{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}}_{MBrO_3}} = \frac{\text{تعداد}}{\underbrace{\text{ضریب} \times N_A}_{\text{اختلاف } Br\,,O}} \Rightarrow \frac{67/2}{1 \times (M+128)} = \frac{42/14 \times 10^{22}}{2 \times 6/02 \times 10^{23}} \Rightarrow M = 64\,g \cdot mol^{-1}$$

روش دوم: استفاده از ضریب تبدیل:

$$42/14 \times 10^{22} \text{ اختلاف} \times \frac{1\,mol \text{ اختلاف}}{6/02 \times 10^{23} \text{ اختلاف}} \times \frac{1\,mol\,MBrO_3}{2\,mol \text{ اختلاف}} \times \frac{(M+128)\,g\,MBrO_3}{1\,mol\,MBrO_3} = 67/2 \Rightarrow M = 64\,g \cdot mol^{-1}$$

عنصر M، همان مس بوده و رنگ شعله آن، سبز است.

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۴۰۲ عبارت‌های اول، دوم و سوم درست‌اند.

بررسی همه موارد:

مورد اول) ${}^{1}_{1}H$ دارای یک پروتون و یک الکترون است:

$$M_{{}^{1}_{1}H} = M_p + M_e = ۱/۰۰۷۳ + ۰/۰۰۰۵ = ۱/۰۰۷۸ \simeq ۱/۰۰۸ \text{ amu}$$

مورد دوم)

$$\frac{۲۰e^- \times \frac{۵\times۱۰^{-۴}\text{amu}}{۱e^-}}{۴۰\text{amu}} = ۲/۵\times۱۰^{-۴}$$

مورد سوم) از جرم e^- در برابر جرم اتم می‌توان صرف‌نظر کرد:

$${}^{۲۳}_{۱۱}Na^+ = ۲۳\text{amu} \times \frac{۱/۶۶\times۱۰^{-۲۴}\text{g}}{۱\text{amu}} = ۳۸/۱۸\times۱۰^{-۲۴}\text{g}$$

مورد چهارم) جرم پروتون به تقریب برابر ۱amu است، درحالیکه جرم الکترون‌ها در ۱۰۰ اتم ${}^{۲۴}_{۱۲}Mg$ برابر است با:

$$۱۰۰\,{}^{۲۴}_{۱۲}Mg \times \frac{۱۲e^-}{۱\,{}^{۲۴}_{۱۲}Mg} \times \frac{۵\times۱۰^{-۴}\text{amu}}{۱e^-} = ۰/۶\text{amu}$$

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۴۰۳ $\text{Ca}_{\text{اتم}} = ۱/۴ \times \text{Fe}_{\text{اتم}} \Rightarrow \text{Ca}_{\text{مول}} = ۱/۴ \times \text{Fe}_{\text{مول}}$

اگر مول Ca را x و مول Fe را y در نظر بگیریم، داریم: $x = ۱/۴y$

$$\text{Ca}_{\text{جرم}} \Rightarrow x\,\text{mol Ca} \times \frac{۴۰\,\text{g Ca}}{۱\,\text{mol Ca}} = ۴۰x\ \text{g}$$

$$\text{Fe}_{\text{جرم}} \Rightarrow y\,\text{mol Fe} \times \frac{۵۶\,\text{g Fe}}{۱\,\text{mol Fe}} = ۵۶y\ \text{g}$$

جرم مخلوط برابر است با:

$$\text{جرم مخلوط} = ۴۰x + ۵۶y \xrightarrow{x=۱/۴y} ۴۰(۱/۴y) + ۵۶y = ۵۶y + ۵۶y = ۱۱۲y$$

اکنون داریم:

$$\frac{\text{جرم مخلوط}}{\text{جرم آهن در مخلوط}} = \frac{۱۱۲y}{۵۶y} = ۲$$

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) ${}_{۱۴}Si \Rightarrow$ چهارمین عنصر تناوب سوم و ${}_{۱۹}K \Rightarrow$ اولین عنصر تناوب چهارم

۲) دقت باسکول‌های تنی تا یک صدم تن ($۱۰\,\text{kg}$) و دقت ترازوی زرگری تا یک صدم گرم است. بنابراین باسکول‌های تنی، جسمی به جرم ۱۸ کیلوگرم را با $۱۰\,\text{kg}$ نشان می‌دهند.

۳) اغلب هسته‌هایی که یکی از شروط زیر را داشته باشند، ناپایدار (رادیوایزوتوپ) هستند:

$$\frac{n}{p} \geq ۱/۵\,,\ \frac{p}{n} \leq \frac{۲}{۳}\,,\ \frac{A}{Z} \geq ۲/۵\,,\ \frac{Z}{A} \leq ۰/۴$$

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud

۴۰۴ با توجّه به فرمول $\bar{M}=M_1+(M_2-M_1)\frac{f_2}{100}$ می‌توان نوشت:

$$1/4a=a+(2a-a)\frac{f_2}{100}\Rightarrow 0/4a=a\times\frac{f_2}{100}\Rightarrow f_2=40\%\xrightarrow{\text{پس}}f_1=60\%$$

اکنون می‌توان درصد جرمی ایزوتوپ سبک‌تر (^{a}X) را به‌دست آورد:

$$^{a}X\text{ درصد جرمی}=\frac{\text{درصد فراوانی}\times{}^{a}X\text{ جرم}}{(\text{درصد فراوانی}\times{}^{a}X\text{ جرم})+(\text{درصد فراوانی}\times{}^{2a}X\text{ جرم})}\times100=\frac{a\times60}{(a\times60)+(2a\times40)}\times100$$

$$\Rightarrow\frac{60a}{60a+80a}\times100=\frac{60a}{140a}\times100\simeq42/8\%$$

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۴۰۵ عنصر (الف) در لایه‌های سوم و چهارم الکترونی خود به ترتیب ۱۶ و ۲ الکترون دارد. همچنین اتم عنصر (ب) در لایه سوم الکترونی خود، ۴ الکترون دارد. آرایش الکترونی این عناصر به صورت زیر خواهد بود:

الف) $1s^2\,2s^2\,2p^6\,3s^2\,3p^6\,3d^8\,4s^2$ ب) $1s^2\,2s^2\,2p^6\,3s^2\,3p^2$

بنابراین عنصر (الف)، نیکل و عنصر (ب) معادل با سیلیسیم است. حاصل مجموع عدد کوانتومی اصلی و فرعی الکترون‌های ظرفیتی برای عناصر (الف) و (ب) به صورت زیر خواهد بود.

الف) لایه ظرفیت: $4s^2\,3d^8$

$$\rightarrow 4s^2\rightarrow n+l=4\xrightarrow{\times2}8$$
$$\rightarrow 3d^8\rightarrow n+l=5\xrightarrow{\times8}40$$

مجموع $\Rightarrow 48$

ب) لایه ظرفیت: $3s^2\,3p^2$

$$\rightarrow 3s^2\rightarrow n+l=3\xrightarrow{\times2}6$$
$$\rightarrow 3p^2\rightarrow n+l=4\xrightarrow{\times2}8$$

مجموع $\Rightarrow 14$

تفاوت این دو عدد برابر با ۳۴ است، اما عدد اتمی چهارمین گاز نجیب $(_{36}Kr)$ برابر با ۳۶ می‌باشد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) با توجه به آرایش الکترونی عناصر (الف) و (ب) این دو عنصر به ترتیب در دوره‌های چهارم و سوم (دو دوره متوالی) قرار دارند. همچنین با توجه به آرایش الکترونی لایه ظرفیت آن‌ها، عنصر (الف) در گروه ۱۰ و عنصر (ب) در گروه ۱۴ قرار دارد. تفاوت گروه آن‌ها (۱۰ – ۱۴) برابر با عدد اتمی اولین فلز قلیایی خاکی $(_4Be)$ است.

۲) در آرایش الکترون - نقطه‌ای عناصر موجود در گروه ۱۴ مانند عنصر (ب) هیچ جفت الکترونی یافت نمی‌شود. مطابق با آرایش الکترونی این عنصر و توضیحات گزینه ۳، عدد اتمی و مجموع مقدار عدد کوانتومی اصلی و فرعی $(n+l)$ الکترون‌های ظرفیتی این عنصر با یکدیگر برابر و برابر با ۱۴ است.

۴) در عنصر (الف)، ۱۲ الکترون در زیرلایه‌های p $(l=1)$ قرار دارند. همچنین در بیرونی‌ترین زیرلایه این اتم، ۲ الکترون وجود دارد و نسبت خواسته شده برابر با ۶ است. از طرفی در لایه سوم این عنصر، ۱۶ الکترون یافت می‌شود. $\left(\frac{12}{16}=0/75\right)$

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud

۴۰۶ عدد جرمی و عدد اتمی عناصر A و B را به ترتیب به صورت A_B، A_A و Z_B، Z_A نشان می‌دهیم. از آن جا که نوترون‌های عنصر B بیشتر از A است، عدد اتمی و عدد جرمی آن هم بیشتر در نظر گرفته می‌شود.

$$n_B - n_A = ۱۲$$

$$A_B - A_A = (n_B + p_B) - (n_A + p_A) = ۱۲ + p_B - p_A = ۲۰ \rightarrow \boxed{p_B - p_A = ۸}$$

از طرفی می‌دانیم که:

$$\boxed{p_B + p_A = ۴۰}$$

با ادغام دو معادله داریم:

$$۲p_B = ۴۸ \rightarrow p_B = ۲۴ \ , \ p_A = ۱۶$$

در نتیجه عناصر A و B به ترتیب گوگرد $(_{۱۶}S)$ و کروم $(_{۲۴}Cr)$ هستند و همه موارد درست‌اند.

بررسی همه موارد:

- می‌دانیم که کروم دارای دو یون $Cr^{۲+}$ و $Cr^{۳+}$ بوده و گوگرد نیز دارای یون $S^{۲-}$ است، بنابراین ترکیب گوگرد و کروم می‌تواند به صورت **CrS** یا $Cr_۲S_۳$ باشد.

- آرایش الکترونی لایه ظرفیت گوگرد و کروم به ترتیب به صورت $۳s^۲۳p^۴$ و $۳d^۵۴s^۱$ می‌باشد. در اتم هر دو عنصر، ۶ الکترون ظرفیتی وجود دارد.

- در آرایش الکترونی هر دو عنصر ۵ زیرلایه با شمار الکترون‌های زوج یافت می‌شود.

$$_{۲۴}Cr: ۱s^۲۲s^۲۲p^۶۳s^۲۳p^۶۳d^۵۴s^۱$$

$$_{۱۶}S: ۱s^۲۲s^۲۲p^۶۳s^۲۳p^۴$$

به منظور نوشتن نام یون‌های کروم (عنصر **B**)، به علت تنوع بار کاتیون $(Cr^{۲+}, Cr^{۳+})$، برخلاف نوشتن نام یون گوگرد باید بار را با اعداد رومی ذکر کرد.

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۴۰۷ همه موارد به درستی جمله داده شده را تکمیل می‌کنند.

بررسی همه موارد:

- عناصر A و B در این مورد به ترتیب کلر و کروم هستند که ترکیب آن‌ها می‌تواند به صورت $CrCl_۳$ باشد.
- عناصر A و B در این مورد به ترتیب فسفر و آهن هستند که ترکیب آن‌ها می‌تواند به صورت FeP باشد.
- عناصر A و B در این مورد به ترتیب گوگرد و مس هستند که ترکیب آن‌ها می‌تواند به صورت $Cu_۲S$ باشد.
- عناصر A و B در این مورد به ترتیب فسفر و اسکاندیم هستند که ترکیب آن‌ها به صورت ScP است.

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud

۴۰۸ عنصر A، معادل با $_{29}Cu$ بوده و آرایش الکترونی اتم آن به صورت زیر است:

$$_{29}Cu: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^1 \Rightarrow \frac{\text{تعداد الکترون در s}}{\text{تعداد الکترون در d}} = \frac{7}{10} = 0/7$$

بر این اساس عنصر X با عنصر مس، هم‌دوره بوده و هر دو در دوره چهارم جدول تناوبی جای دارند. در اتم M نیز داریم:

$$\begin{cases} n+p=115 \\ n-p=17 \end{cases} \Rightarrow n=66 \ , \ p=49$$

عنصری با عدد اتمی ۴۹، در گروه ۱۳ جدول دوره‌ای جای دارد. بر این اساس عنصر X، در گروه ۱۳ و دوره چهارم جدول تناوبی بوده و معادل با $_{31}Ga$ است. یون پایدار این اتم، $_{31}Ga^{3+}$ است:

$$_{31}Ga^{3+}: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10}$$

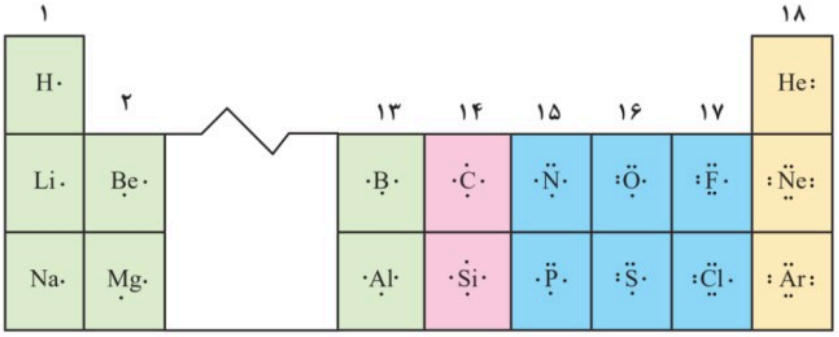
اختلاف الکترون‌های موجود در زیرلایه‌های s و p این یون برابر با ۶ است.

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

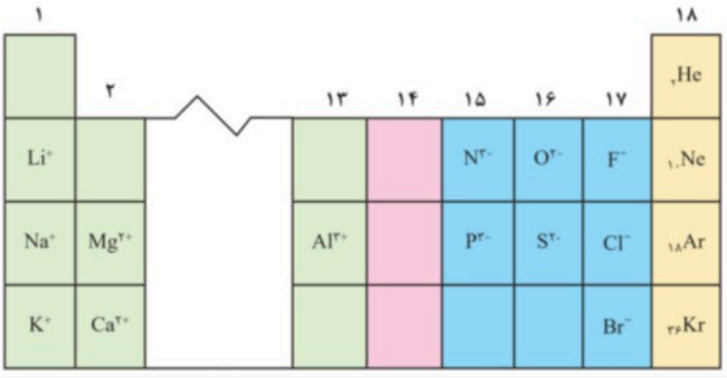
۴۰۹ موارد سوم، چهارم و پنجم درست‌اند.

- تعداد نقطه‌های پیرامون هر اتم در آرایش الکترون – نقطه‌ای آن، برابر با شمار الکترون‌های ظرفیتی آن است. دقت کنید که الکترون‌های ظرفیتی همیشه معادل با الکترون‌های آخرین زیرلایه الکترونی نیست. این عبارت تنها مربوط به عناصر دسته s جدول تناوبی است.

- با افزایش عدد اتمی در یک دوره، شمار الکترون‌های جفت نشده در آرایش الکترون نقطه‌ای از ۱ به ۴ رسیده و در نهایت در گروه ۱۸ به صفر می‌رسد، در نتیجه تغییر آن پیوسته افزایش نمی‌یابد. در جدول زیر، آرایش الکترون - نقطه‌ای اتم‌های مختلف جدول دوره‌ای را مشاهده می‌کنید:



اندازه بار یون در یون‌های حاصل از عناصر دسته s و p جدول تناوبی، برابر با شمار الکترون‌های جفت نشده در آرایش الکترون - نقطه‌ای اتم آن‌ها است. برای مثال در آرایش الکترون - نقطه‌ای اتم Al، سه الکترون منفرد وجود دارد و بار یون آلومینیم نیز برابر با $^{3+}$ است. در جدول زیر، یون‌های مربوط به عناصر مختلف را مشاهده می‌کنید:



در اتم‌های مربوط به عناصر دسته p، رقم یکان شماره گروه، برابر با شمار الکترون‌های ظرفیتی اتم آن‌ها است. برای مثال فلوئور در گروه ۱۷ جدول قرار دارد و ۷ الکترون ظرفیتی دارد.

هلیم موجود در گروه ۱۸، آرایش الکترون – نقطه‌ای متفاوتی با سایر عناصر این گروه دارد.

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

۴۱۰ آرایش الکترون - نقطه‌ای عناصر گروه ۱۶ به صورت $\cdot\ddot{X}:$ است. دومین فلز قلیایی، $_{11}Na$ بوده و در دوره سوم جدول جای دارد. بر این اساس عنصر X، معادل با گوگرد $(_{16}S)$ بوده و آرایش الکترونی آن به صورت زیر است:

$$_{16}S: 1s^2\,2s^2\,2p^6\,3s^2\,3p^4$$

در اتم گوگرد، ۱۰ الکترون در زیر لایه p قرار دارد و یون سولفید (S^{2-})، به آرایش الکترونی $_{18}Ar$ می‌رسد. در $_{18}Ar$، ۱۸ پروتون و ۱۸ الکترون وجود داشته و این اتم در مجموع، ۳۶ ذره باردار دارد.

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۴۱۱ با توجه به فرمول شیمیایی ترکیب‌های C_2B و AB و این که سه عنصر جز ۳۶ عضو نخست جدول تناوبی هستند، بار الکتریکی هر کدام از یون‌ها به صورت A^{2+} و B^{2-} و C^{+} خواهد بود. بر این اساس، موارد (پ) و (ت) درست‌اند.

بررسی همه موارد:

الف) الزامی وجود ندارد که عناصر A و C مربوط به دسته s باشند، برای مثال عناصر A و C می‌توانند به ترتیب کلسیم و مس باشند. عدد اتمی کلسیم برابر با ۲۰ و عدد اتمی مس برابر با ۲۹ است.

ب) عنصر A با یون A^{2+} در ترکیب‌های خود شرکت کرده است؛ در نتیجه عنصر A قطعاً نمی‌تواند فلز آلومینیم باشد. عنصر آلومینیم با یون Al^{3+} در ترکیب‌های خود حضور می‌یابد.

پ) در صورتی که این عناصر به آرایش الکترونی گاز نجیب نئون رسیده باشند، یون‌های A^{2+} و B^{2-} به ترتیب یون‌های Mg^{2+} (منیزیم) و O^{2-} (اکسید) خواهند بود. آرایش الکترونی این عناصر به صورت زیر است:

$$_{12}Mg: 1s^2\,2s^2\,2p^6\,3s^2$$

$$_{8}O: 1s^2\,2s^2\,2p^4$$

ت) در صورتی که این عناصر به آرایش الکترونی کریپتون با عدد اتمی ۳۶ رسیده باشند، یقیناً عدد اتمی کاتیون‌های A^{2+} و C^{+} بیشتر از ۳۶ خواهند بود؛ در نتیجه نمی‌توانند به آرایش الکترونی $_{36}Kr$ برسند.

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۴۱۲ با تولید دستگاه و حل معادله عدد اتمی عنصر مورد نظر را به دست می‌آوریم.

$$e = \boxed{p-2}$$

$$n-p=\frac{1}{6}p \rightarrow \boxed{n=\frac{7}{6}p}$$

$$n-e=7 \rightarrow \frac{7}{6}p-(p-2)=7 \rightarrow \frac{1}{6}p=5 \rightarrow p=30$$

در نتیجه عنصر مورد نظر روی با عدد اتمی ۳۰ می‌باشد و در گروه ۱۲ جدول تناوبی جای دارد.

در یون $_{30}A^{2+}$، ۲۸ الکترون وجود دارد. جرم الکترون‌ها بر حسب amu برابر است با:

$$\begin{array}{ll} 1e & \frac{1}{2000}amu \\ 28e & ?amu \end{array} \Rightarrow ? = 0/014amu$$

اکنون می‌توان نوشت:

$$0/014amu \times \frac{1/66\times10^{-24}g}{1amu} = 23/24\times10^{-27}g$$

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۴۱۳ ابتدا مقدار مول اتم کربن را در نمونه محاسبه می‌کنیم:

$$1CH_4 \sim 5\,atom \sim 1C$$

روش اول) استفاده از کسرهای تناسب:

$$\frac{\text{تعداد}}{\underbrace{N_A \times \text{ضریب}}_{atom}} = \frac{\text{مول}}{\underbrace{\text{ضریب}}_{C}} \Rightarrow \frac{12/04\times10^{23}}{6/02\times10^{23}\times5} = \frac{x}{1} \Rightarrow x = 0/4\,mol$$

روش دوم) استفاده از کسرهای ضریب تبدیل:

$$12/04\times10^{23}\,\text{اتم} \times \frac{1\,mol\,\text{اتم}}{6/02\times10^{23}\,\text{اتم}} \times \frac{1\,mol\,C}{5\,mol\,\text{اتم}} = 0/4\,mol$$

اکنون می‌توان نوشت:

$$_6C: 1s^2 2s^2 2p^2 \Rightarrow 1C \sim 4 \text{ الکترون ظرفیتی}$$

پس:

$$0/4\,mol\,C \times \frac{4\,mol\,\text{الکترون ظرفیتی}}{1\,mol\,C} \times \frac{6/02\times10^{23}\,\text{الکترون ظرفیتی}}{1\,mol\,\text{الکترون ظرفیتی}} = 96/32\times10^{22}$$

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۴۱۴ نسبت جرم آنیون به کاتیون در کلسیم فلوئورید (CaF_2) به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$\frac{\text{جرم آنیون}}{\text{جرم کاتیون}} = \frac{2\times19}{40} = \frac{38}{40} = 0/95$$

نسبت خواسته شده در قسمت دوم سؤال برابر است با:

$$CaF_2 \Rightarrow \frac{\text{شمار آنیون}}{\text{شمار کاتیون}} = \frac{2}{1}$$
$$Al_2O_3 = \frac{\text{شمار کاتیون}}{\text{شمار آنیون}} = \frac{2}{3}$$
$$\Rightarrow \text{نسبت خواسته شده} \; \frac{\frac{2}{1}}{\frac{2}{3}} = 3$$

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۴۱۵ عبارت‌های «ب» و «پ» درست‌اند.

الف) عنصر A، معادل با $_{21}Sc$ بوده و اولین عنصر دسته d است. عنصر M نیز معادل با ید (I) بوده و اولین نافلز جامد گروه ۱۷ است. دقت کنید که در دمای اتاق فلوئور و کلر، گاز و برم، مایع است.

ب) مطابق شکل زیر، عدد اتمی عنصر N، برابر با ۷۱ است.

پ) عنصر C، آخرین عنصر جدول تناوبی بوده و عدد اتمی آن برابر با ۱۱۸ است. در هسته اتم C، ۱۱۸ پروتون وجود دارد.

ت) عنصر B یک فلز قلیایی با یون B^+ بوده و عنصر M نیز یک هالوژن با یون M^- است. از ترکیب شدن B و M یک ترکیب یونی با فرمول BM حاصل می‌شود. دقت کنید که ترکیب‌های یونی، مولکول نیستند!

دورهٔ ۶ ⟵ ۵۵ Cs سزیم ۱۳۲.۹ | ۵۶ Ba باریم ۱۳۷.۳ | ۷۱ Lu لوتسیم ۱۷۵/۰۰

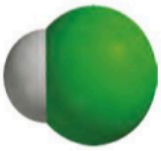
دورهٔ ۷ ⟵ ۸۷ Fr فرانسیم [۲۲۳] | ۸۸ Ra رادیم [۲۲۶] | ۱۰۳ Lr لورنسیم [۲۶۲]

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

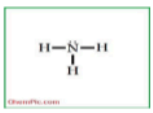
۴۱۶ عبارت‌های «ب» و «پ» درست‌اند.

الف) شکل داده شده در سؤال، مدل فضا پرکن مولکول‌های دو اتمی با اتم‌های یکسان مثل O_2، N_2 و ... را نمایش می‌دهد. عناصری که در یک دوره نیستند و به صورت مولکول‌های دو اتمی هستند (مثل HCl و ...)، مدل فضا پرکنی همانند شکل مقابل دارند:



ب) مطابق فرمول $4l+2$، زیرلایه‌ای با $l=4$، گنجایش ۱۸ الکترون را دارد. چهارمین و پنجمین عنصر گروه اول، به ترتیب معادل با $_{19}K$ و $_{37}Rb$ هستند و اختلاف عدد اتمی آن‌ها برابر با ۱۸ است.

نکته: عدد اتمی عناصر دوره پنجم به اندازه ۱۸ واحد از عدد اتمی عناصر دوره چهارم هم‌گروه خود بیشتر است.



پ) در مولکول آمونیاک، نیتروژن اتم مرکزی بوده و دارای ۵ الکترون ظرفیتی است. ساختار لوویس مولکول آمونیاک نیز به صورت مقابل بوده و نسبت خواسته شده برابر ۰/۶ است.

ت) آلومینیم نیترید، یک ترکیب یونی دوتایی با فرمول AlN است. زیروند آنیون در این ترکیب برابر ۱ بوده ولی بار کاتیون (Al^{3+}) برابر ۳+ است. $_{13}Al^{3+}$ و $_{7}N^{3-}$، هر دو به آرایش الکترونی $_{10}Ne$ می‌رسند.

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۴۱۷ موارد اول، دوم و چهارم درست‌اند.

فقط برای عناصر $_1H$ و $_2He$ نمی‌توان آرایش الکترونی فشرده رسم کرد. این عناصر متعلق به دسته s جدول دوره‌ای هستند، ولی هر دو نافلزند.

کاملاً درست است. عناصر جدول تناوبی براساس افزایش عدد اتمی (Z) در جدول مرتب می‌شوند.

این عبارت برای تناوب‌های اول و دوم درست است. برای مثال:

۲ عنصر: تعداد عناصر موجود در دوره اول $\Rightarrow$ $1s^2 \Rightarrow 2e^- \Rightarrow$ لایه اول

۸ عنصر: تعداد عناصر موجود در دوره دوم $\Rightarrow$ $2s^2 2p^6 \Rightarrow 8e^- \Rightarrow$ لایه دوم

۸ عنصر: تعداد عناصر موجود در دوره سوم $\Rightarrow$ $3s^2 3p^6 3d^{10} \Rightarrow 18e^- \Rightarrow$ لایه سوم

مشکلی نداره دیگه! برای مثال عناصر موجود در گروه ۱۴، ۴ الکترون ظرفیتی در اتم‌های خود دارند. دقت کنیم که هلیم در گروه ۱۸، جز عناصر دسته s است.

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

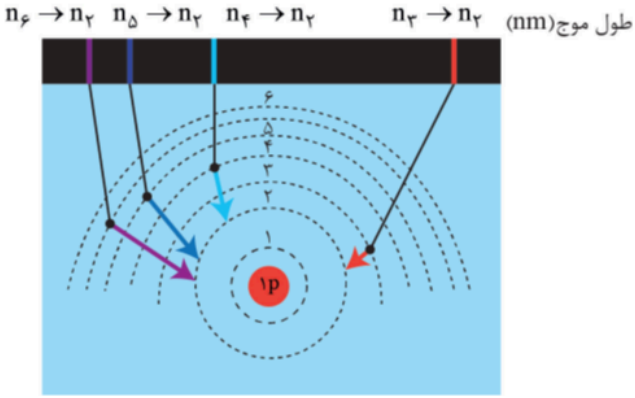
۴۱۸ ابتدا مقدار طول موج (λ) دو پرتو را محاسبه می‌کنیم:

$$a\ \text{پرتو} \Rightarrow \lambda = ۱۰۰۰\text{nm}$$

$$b\ \text{پرتو} \Rightarrow \lambda + \frac{۱}{۲}\lambda = ۶۱۵ \Rightarrow \lambda = ۴۱۰\text{nm}$$

بر این اساس، همه عبارت‌های داده شده درست‌اند.

بررسی همه موارد:



- پرتویی با طول موج $\mathbf{۱۰۰۰\,nm}$ در ناحیه فروسرخ قرار دارد. از کنترل تلویزیون نیز امواج فروسرخ گسیل می‌شود.
- در طیف نشری خطی اتم هیدروژن، ۴ نوار رنگی مشاهده می‌شود. در این اتم، $\lambda = ۴۱۰\text{nm}$ نشان دهنده انتقال الکترون از $n = ۶$ به $n = ۲$ بوده و پرتویی بنفش رنگ است. شکل زیر خطوط رنگی در طیف نشری خطی این اتم را نمایش می‌دهد:
- موج (**a**) در ناحیه فروسرخ و موج (**b**) در ناحیه مرئی قرار دارد و هر دو انرژی بیشتری نسبت به امواج رادیویی دارند. می‌دانیم که انرژی پرتو **b** نیز بیشتر از **a** است.
- اختلاف طول موج دو پرتو برابر است با: $\lambda\text{اختلاف} = ۱۰۰۰ - ۴۱۰ = ۵۹۰\text{nm}$
- پرتویی با طول موج ۵۹۰ نانومتر در ناحیه مرئی قرار دارد.

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۴۱۹ موارد اول، دوم و سوم درست‌اند.

- برای رسم آرایش الکترونی دو اتم از گاز نجیب $_{۱۸}Ar$ استفاده می‌شود:

$$_{۳۲}X:[Ar]۳d^{۲}۴s^{۲} \quad \text{و} \quad _{۳۴}Y:[Ar]۳d^{۱۰}۴s^{۲}۴p^{۴}$$

- اولین عنصری که $n = ۳$ (لایه سوم) در آن به طور کامل از الکترون پر می‌شود، عنصر $_{۲۹}Cu$ (مس) است. دو عنصر $_{۲۹}Cu$ و $_{۳۰}Zn$ از دسته **d** و ۶ عنصر دسته **p** (از گالیم تا کریپتون) در تناوب چهارم دارای این ویژگی هستند.
- در تناوب سوم جدول تناوبی، ۸ عنصر وجود دارد:

$$\underbrace{_{۱۱}Na}_{\text{فلز جامد}} - \underbrace{_{۱۲}Mg}_{\text{فلز جامد}} - \underbrace{_{۱۳}Al}_{\text{فلز جامد}} - \underbrace{_{۱۴}Si}_{\text{شبه‌فلز جامد}} - \underbrace{_{۱۵}P}_{\text{نافلز جامد}} - \underbrace{_{۱۶}S}_{\text{نافلز جامد}} - \underbrace{_{۱۷}Cl - _{۱۸}Ar}_{\text{نافلز گاز}}$$

۲ مورد از ۸ عنصر (۲۵٪) موجود در این تناوب، در دما و فشار اتاق به حالت گاز هستند.

- چهار عنصر $_{۱}H$، $_{۲}He$، $_{۳}Li$ و $_{۴}Be$ فقط در زیر لایه s خود دارای الکترون هستند؛ در حالی که در تناوب دوم جدول دوره‌ای، سه عنصر Li، Be و Ne نماد دو حرفی دارند.

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

۴۲۰ **نکته:** مقدار مول الکترون مبادله شده بین فلز و نافلز در یک ترکیب یونی دوتایی از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

زیروند کاتیون × بار کاتیون = مول الکترون مبادله شده

در منیزیم کلرید $(MgCl_2)$، بار کاتیون (Mg^{2+}) برابر ۲+ بوده و زیروند آن برابر با ۱ است؛ پس:

$$1MgCl_2 \sim 2e^-$$

روش اول) استفاده از کسرهای تناسب:

$$\frac{\text{گرم}}{\underbrace{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}}_{MgCl_2}} = \frac{\text{مول}}{\underbrace{\text{ضریب}}_{e^-}} \Rightarrow \frac{57}{1 \times 95} = \frac{x}{2} \Rightarrow x = 1/2\,mol$$

روش دوم) استفاده از ضریب تبدیل:

$$57\,g\,MgCl_2 \times \frac{1\,mol\,MgCl_2}{95\,g\,MgCl_2} \times \frac{2\,mol\,e^-}{1\,mol\,MgCl_2} = 1/2\,mol$$

در اتم $_{12}Mg$، ۱۲ الکترون وجود دارد که هنگام تبدیل به Mg^{2+}، ۲ الکترون از دست می‌دهد، بنابراین می‌توان نوشت:

$$\text{درصد کاهش الکترون} = \frac{2}{12} \times 100 \simeq 16/6\%$$

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۴۲۱ عبارت اول: نادرست. این مدل توسط دیگر دانشمندان برای توجیه طیف نشری خطی عناصر غیر از هیدروژن ارائه شد.

عبارت دوم: نادرست. رنگ شعلهٔ لیتیم، سرخ است.

عبارت سوم: نادرست، الکترون‌های موجود در هر لایه در همهٔ فضای اطراف هسته می‌توانند حضور داشته باشد، اما در ناحیهٔ معینی از هر لایه احتمال حضور بیشتری دارند.

عبارت چهارم: نادرست. الکترون با جذب انرژی معین از لایهٔ پایین‌تر به لایهٔ بالاتر می‌رود.

عبارت پنجم: نادرست. الکترون‌های اتم برانگیخته الزاماً به لایهٔ اول بر نمی‌گردند.

(قلمچی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۴۲۲ تنها عبارت چهارم درست است.

عبارت اول: نادرست. $\lambda_{IV} < \lambda_{III} < \lambda_{II} < \lambda_I$

عبارت دوم: نادرست. λ_{IV} از همهٔ طول موج‌های دیگر کوچکتر است.

عبارت سوم: نادرست. λ_{III} در ناحیهٔ مرئی قرار دارد.

عبارت چهارم: درست. λ_{II} مربوط به ناحیه فروسرخ و بلندتر از ۷۰۰ نانومتر است.

(قلمچی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۴۲۳ بررسی عبارت‌ها:

عبارت اول درست است. آرایش الکترونی کروم مطابق قاعدهٔ آفبا به صورت $[_{18}Ar]3d^4 4s^2$ است اما روش‌های طیف سنجی پیشرفته اثبات کرد که این آرایش الکترونی نادرست است و آرایش الکترونی درست کروم به صورت $[_{18}Ar]3d^5 4s^1$ است.

عبارت دوم نادرست است. مطابق قاعدهٔ آفبا زیرلایه‌ای زودتر از الکترون اشغال می‌شود که $(n+l)$ آن کوچک‌تر باشد.

عبارت سوم درست است.

عبارت چهارم نادرست است. بر اساس روش‌های طیف سنجی پیشرفته، آرایش الکترونی $_{29}Cu$ به صورت $[_{18}Ar]3d^{10} 4s^1$ است نه قاعدهٔ آفبا.

(قلمچی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۴۲۴ مورد (الف) درست

$_{28}Ni: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^8 4s^2$ ↳ $\frac{l}{n} < 0/5$ زیر لایه‌های با $1s, 2s, 3s, 3p, 4s \Rightarrow$ ۵ زیرلایه

$\Rightarrow \frac{5}{4} = 1/25$

$_{13}Al: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1 \Rightarrow \frac{l}{n} < 0/5$ زیرلایه‌های با $1s, 2s, 3s, 3p \Rightarrow$ ۴ زیرلایه

مورد (ب) درست

$_{22}Ti: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^2 4s^2 \Rightarrow n-l = 1$ زیرلایه‌های با $: 1s^2, 2p^6, 3d^2 \Rightarrow$ ۱۰ الکترون

$\Rightarrow \frac{10}{5} = 2$

$_{7}N: 1s^2 2s^2 2p^3 \Rightarrow n-l = 1$ زیرلایه‌های با $: 1s^2, 2p^3 \Rightarrow$ ۵ الکترون

مورد (پ) نادرست؛ عناصر با یک زیر لایهٔ نیمه پر در دورهٔ چهارم عناصر زیر هستند: (۴ عنصر)

$_{19}K: [Ar]4s^1, {}_{25}Mn[Ar]3d^5 4s^2, {}_{29}Cu: [Ar]3d^{10} 4s^1, {}_{33}As: [Ar]3d^{10} 4s^2 4p^3$

تذکر: حواستان باشد که عنصر $_{24}Cr$ با آرایش الکترونی فشردهٔ $[Ar]3d^5 4s^1$، ۲ زیر لایهٔ نیمه پر در آرایش الکترونی خود دارد.

عناصر با یک زیر لایهٔ نیمه پر در دورهٔ دوم عناصر زیر هستند: (۲ عنصر)

$_{11}Na: [Ne]3s^1$ ، $_{15}P: [Ne]3s^2 3p^3$

مورد (ت) نادرست؛

$_{26}Fe: [Ar]3d^6 4s^2 \Rightarrow$ مجموع $n+l$ الکترون‌های ظرفیتی $= 6(3+2) + 2(4+0) = 38$

$_{34}Se: [Ar]3d^{10} 4s^2 4p^4 \Rightarrow$ مجموع $n+l$ الکترون‌های ظرفیتی $= 2(4+0) + 4(4+1) = 28$

(قلمچی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۴۲۵ عبارت اول: درست. آرایش الکترونی کروم به صورت زیر است: $_{24}Cr: 1s^2 / 2s^2 2p^6 / 3s^2 3p^6 3d^5 / 4s^1$

زیر لایه‌های $3d$ ، $3p$ و $4s$ دارای $n+l \geq 4$ هستند بنابراین ۱۲ الکترون با $n+l \geq 4$ در اتم کروم وجود دارد و ۵ الکترون با $l=2$ دارد. $\frac{12}{5} = 2/4$

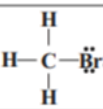
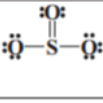
عبارت دوم: درست. چهار عنصر از هشت عنصر دوره دوم یعنی Be ، B ، C و Ne در طبیعت یون پایدار ندارند.

عبارت سوم: درست. آرایش الکترون - نقطه‌ای عناصر گروه ۱۷ به صورت $\cdot\ddot{X}:$ می‌باشد و عناصر فلوئور، کلر، برم و ید در طبیعت به صورت مولکول‌های دو اتمی یافت می‌شوند. (تمرینات دوره‌ای سوال ۸)

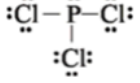
عبارت چهارم: نادرست. فلزات با تبدیل شدن به کاتیون، شعاع و حجمشان کاهش می‌یابد.

(قلمچی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۴۲۶ اطلاعات صحیح تمام ردیف‌های نادرست داخل جدول آمده است:

ترکیب	ساختار لوویس	تعداد کل الکترون ظرفیت	تعداد کل الکترون ناپیوندی	تعداد کل الکترون پیوندی
CH_3Br		۱۴	۶	۸
گوگرد تری اکسید		۲۴	۱۶	۸
کربن دی اکسید		۱۶	۸	۸

ساختار لوویس مولکول فسفر تری‌کلرید (PCl_3) هم به این صورت است:



(قلمچی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۴۲۷ موارد «الف» و «ب» صحیح‌اند. بررسی همهٔ موارد:

الف) هر دو عنصر در گروه ۱۶ قراردارند و عنصرهای یک گروه از جدول تناوبی خواص شیمیایی مشابه دارند. اکسیژن از عناصر مشترک فراوان در هر دو سیارهٔ زمین و مشتری می‌باشد.

ب) فراوانی ایزوتوپ ^{۷}Li برابر ۹۴ درصد و ایزوتوپ ^{۶}Li برابر ۶ درصد است.

ج) گلوکز نشان‌دار برای تشخیص (نه درمان) سرطان استفاده می‌شود.

د) جمله در مورد ایزوتوپ ^{۲۳۵}U صادق است.

ه) علت نور و گرمای خورشید تبدیل هیدروژن به هلیم است.

(قلمچی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۴۲۸

$$\overline{M}_{Cl}=\frac{M_۱F_۱+M_۲F_۲}{F_۱+F_۲}=\frac{(۳۵\times ۷۵)+(۳۷\times ۲۵)}{۱۰۰}=۳۵/۵amu$$

$$\overline{M}_{Mg}=\frac{M_۱F_۱+M_۲F_۲+M_۳F_۳}{F_۱+F_۲+F_۳}=\frac{(۲۴\times ۸۰)+(۲۵\times ۵)+(۲۶\times ۱۵)}{۱۰۰}=۲۴/۳۵amu$$

$$\text{جرم مولی } MgCl_۲=۲۴/۳۵+۳۵/۵(۲)=۹۵/۳۵g.mol^{-۱}$$

$$?\text{اتم}=۱۹/۰۷gMgCl_۲\times\frac{۱molMgCl_۲}{۹۵/۳۵gMgCl_۲}\times\frac{۳mol\text{اتم}}{۱molMgCl_۲}\times\frac{N_A\text{اتم}}{۱mol\text{اتم}}=۰/۶N_A\text{اتم}$$

(قلمچی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۴۲۹ در اتم هیدروژن هر چه از هسته دورتر می‌شویم، تفاوت سطح انرژی بین دولایهٔ متوالی، کاهش می‌یابد. در نتیجه انتقال **d** نسبت به انتقال **e** پرتوهایی با انرژی بیشتر و طول موج کمتر گسیل می‌کند. فاصلهٔ بین هر دو قلهٔ یا درهٔ متوالی بیانگر طول موج می‌باشد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ «۱»: انتقال **b**، انتقال از لایهٔ $n=۵$ به $n=۲$ است که طول موج $۴۳۴nm$ را دارد و پرتوی آن رنگ نیلی دارد.

گزینهٔ «۲»: ۲ انتقال **g** و **C** برخلاف ۶ انتقال دیگر، با جذب انرژی همراه هستند. $\frac{۲}{۸}\times ۱۰۰=٪۲۵$

گزینهٔ «۳»: انتقال‌های **h** و **f** به ترتیب طول موج‌های $۴۱۰nm$ و $۴۸۶nm$ دارند. $۴۸۶-۴۱۰=۷۶nm$

(قلمچی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۴۳۰ آ) نادرست؛ عنصر **A** از دوره چهارم و گروه ۵ دارای عدد اتمی ۲۳ است، بنابراین یون $M^{۳+}$ دارای ۲۳ الکترون بوده و عدد اتمی آن برابر ۲۶ است.

ب) نادرست؛ در اتم **A** الکترون‌های مربوط به $۳d^{۳},۳p^{۶},۲p^{۶}$ دارای $l\geq ۱$ هستند.

ث) نادرست؛ اتم $^{۵۱}_{۲۳}A$ و $^{۵۶}_{۲۶}M$ به ترتیب دارای ۲۸ و ۳۰ نوترون هستند و اختلاف تعداد نوترون‌های آن دو برابر ۲ است.

(قلمچی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۴۳۱ عبارت‌های دوم، سوم، چهارم و پنجم درست هستند. بررسی عبارت‌ها:

عبارت اول) در میان هشت عنصر فراوان سیارهٔ زمین، اکسیژن و گوگرد از عنصرهای نافلزی موجود در سیارهٔ زمین هستند.

عبارت دوم) در هر دو سیاره عنصرهای گوگرد و اکسیژن وجود دارد.

عبارت سوم) سیارهٔ مشتری بزرگتر از سیارهٔ زمین بوده و عمدتاً از گاز تشکیل شده است.

عبارت چهارم) تفاوت درصد فراوانی عنصرهای هیدروژن و هلیم در سیارهٔ مشتری بیش‌تر از تفاوت درصد فراوانی عنصرهای آهن و اکسیژن در سیارهٔ زمین است.

عبارت پنجم) اکسیژن دومین عنصر فراوان در سیارهٔ زمین بوده و هلیم نیز دومین عنصر فراوان در سیارهٔ مشتری است.

(قلمچی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۴۳۲ مورد اول و پنجم صحیح است.

مورد اول : ۹۲ عنصر از ۱۱۸ عنصر جدول تناوبی در طبیعت یافت می‌شوند. بنابراین ۲۶ عنصر ساختگی هستند . پس: $\frac{۲۶}{۱۱۸}\times ۱۰۰\simeq ۲۲\%$

بررسی موارد نادرست:

مورد دوم: از یون حاوی تکنسیم برای تصویربرداری غدهٔ تیروئید استفاده می‌شود.

مورد سوم: فقط از یکی از ایزوتوپ‌های اورانیوم به عنوان سوخت در راکتور اتمی استفاده می‌شود.

مورد چهارم: دود سیگار و قلیان حاوی مقدار قابل توجهی مواد پرتوزا است.

(قلمچی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۴۳۳ بررسی موارد نادرست:

مورد اول:

$$^{1}_{1}H \text{ جرم یک اتم} = \text{جرم پروتون} + \text{جرم الکترون} = ۱/۰۰۷۳ + ۰/۰۰۰۵ = ۱/۰۰۷۸amu$$

مقایسه جرم: $^{1}_{0}n > ^{1}_{1}H > ^{1}_{1}p > ^{0}_{-1}e$

مورد سوم: عناصری که در یک گروه قرار دارند، خواص شیمیایی مشابه دارند.

مورد چهارم: عناصر براساس افزایش عدد اتمی در جدول تناوبی قرار گرفته‌اند.

(قلمچی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۴۳۴ بررسی عبارت‌های نادرست:

عبارت اول: نادرست – فراوانی ایزوتوپ‌ها $^{25}Mg < ^{26}Mg < ^{24}Mg$

عبارت چهارم: نادرست – به دلیل یکسان بودن خواص شیمیایی ایزوتوپ‌ها، سرعت واکنش ایزوتوپ‌های منیزیم با کلر در شرایط یکسان برابر است.

عبارت پنجم: نادرست – ایزوتوپ‌ها از نظر خواص شیمیایی مشابه هستند پس برای جداسازی آنها از روش فیزیکی استفاده می‌شود.

(قلمچی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۴۳۵ همهٔ سلول‌های بدن، گلوکز نشان دار و معمولی را به یک میزان جذب می‌کنند ولی میزان جذب هر دو در توده‌های سرطانی، زیادتر است. بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ «۱»: فراوانی ^{10}A برابر ۲۰ درصد ^{11}A برابر ۸۰ درصد می‌شود.

گزینهٔ «۳»: مطابق یک قاعده کلی اگر $\frac{n}{p} \geq ۱/۵$ باشد اغلب آن اتم پرتوزا است.

$$\frac{n}{p} \geq ۱/۵ \Rightarrow n \geq ۱/۵p \Rightarrow (n-p) \geq ۰/۵p \Rightarrow (n-p) \geq ۰/۵z$$

گزینهٔ «۴»: هیدروژن دو ایزوتوپ پایدار دارد $^{1}_{1}H$ و $^{2}_{1}H$ اگر همهٔ N_A عدد هیدروژن از نوع $^{2}_{1}H$ باشند جرم آن‌ها ۲ گرم خواهد شد.

(قلمچی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

www.MrKonkor.com

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

۴۳۶ ابتدا جرم مولی (جرم اتمی میانگین) منیزیم کلرید را محاسبه می‌کنیم:

$$۱/۵۹gMgCl_۲ \times \frac{۱molMgCl_۲}{(m)MgCl_۲} \times \frac{۳mol\,ion}{۱molMgCl_۲} \times \frac{۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}\,ion}{۱mol\,ion} = ۳/۰۱\times۱۰^{۲۲}ion \rightarrow m = ۹۵/۴$$

جرم اتمی میانگین Cl را حساب می‌کنیم:

به این منظور ابتدا فراوانی هریک از ایزوتوپ‌های Cl را به‌دست می‌آوریم:

$$۳F + F = ۱۰۰ \rightarrow F \times ۲۵\% \begin{cases} {}^{۳۵}Cl \text{ فراوانی} = ۷۵\% \\ {}^{۳۷}Cl \text{ فراوانی} = ۲۵\% \end{cases}$$

$$Cl \text{ جرم اتمی میانگین} = \frac{(۳۵\times۷۵)+(۳۷\times۲۵)}{۱۰۰} = ۳۵/۵amu$$

حال از روی جرم میانگین $MgCl_۲$ و Cl، جرم اتمی میانگین Mg را محاسبه می‌کنیم:

$$Mg \text{ جرم اتمی میانگین} = MgCl_۲ \text{ جرم اتمی میانگین} - ۲\times Cl \text{ جرم اتمی میانگین} \Rightarrow M_{Mgs} = ۹۵/۴ - (۲\times۳۵/۵) = ۲۴/۴amu$$

فراوانی هریک از ایزوتوپ‌های Mg را حساب می‌کنیم:

$$\overline{M} = ۲۴/۴ = \frac{۲۴F' + ۲۵F'' + (۲۶\times۱۵)}{۱۰۰} \Rightarrow ۲۴F' + ۲۵F'' = ۲۰۵۰$$

از طرفی دیگر داریم که $F' + F'' = ۸۵$، بنابراین:

$$\begin{cases} ۲۴F' + ۲۵F'' = ۲۰۵۰ \\ F' + F'' = ۸۵ \end{cases} \Rightarrow F' = ۷۵\%, F'' = ۱۰\%$$

تفاوت شمار الکترون‌ها و نوترون‌ها در یون‌های ${}^{۲۴}_{۱۲}Mg^{۲+}$ و ${}^{۳۷}_{۱۷}Cl^{-}$ برابر ۲ است، مقدار هریک از آنها را در ترکیب محاسبه می‌کنیم:

نمونه ۱/۵۹ گرمی از $MgCl_۲$ معادل با $\frac{۱/۵۹}{۹۵/۴} = \frac{۱}{۶۰}$ مول است که در آن $\frac{۱}{۶۰}$ مول یون $Mg^{۲+}$ و $\frac{۱}{۳۰}$ مول یون Cl^{-} وجود دارد. از روی فراوانی ایزوتوپ‌ها مقدار هریک از یون‌های $Mg^{۲+}$ و ${}^{۳۷}Cl^{-}$ را به‌دست می‌آوریم:

$${}^{۲۴}Mg^{۲+} : \frac{۱}{۶۰}\times\frac{۷۵}{۱۰۰} = \frac{۱}{۸۰}mol$$

$${}^{۳۷}Cl^{-} = \frac{۱}{۳۰}\times\frac{۲۵}{۱۰۰} = \frac{۱}{۱۲۰}mol$$

در نهایت محاسبه می‌کنیم که این یون‌ها چند درصد از کل یون‌ها را تشکیل می‌دهند:

$$\frac{\frac{۱}{۸۰}+\frac{۱}{۱۲۰}}{\frac{۳/۰۱\times۱۰^{۲۲}}{۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}}}\times۱۰۰ = ۴۱/۶\%$$

(قلمچی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۴۳۷ اتم‌های ${}_{۱۹}K$، ${}_{۲۴}Cr$ و ${}_{۲۹}Cu$ دارای زیرلایه $۴s^{۱}$ در آرایش الکترونی خود می‌باشند.

در سوال قید شده است به یقین، بنابراین گزینه‌های ۱، ۲ و ۳ نادرست هستند. زیرا هر ۳ اتم را می‌توان در نظر گرفت فقط گزینهٔ «۴» درست است، زیرا که هر ۳ اتم دارای $۲p^{۶}$ و $۳p^{۶}$ در آرایش الکترونی هستند و مجموع الکترون آنها برابر ۱۲ است که دو برابر عدد اتمی ${}_{۶}C$ می‌باشد.

(قلمچی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۴۳۸ الف) درست است. عنصر مورد نظر دارای ۶ الکترون ظرفیتی و در دوره ۴ از دستهٔ p قرار دارد:

$$_{34}Se: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^4$$

بیرونی‌ترین لایهٔ اتم این عنصر، لایهٔ چهارم است. زیرلایه‌های اشغال شده در این لایه 4s و 4p هستند؛ بنابراین مجموع $(n+l)$ الکترون‌های این دو زیرلایه برابر ۲۸ است.

$$2(4+0)+4(4+1)=28$$

ب) نادرست است.

$$\text{منیزیم سولفید} \rightarrow 1MgS \rightarrow 1Mg^{2+}+1S^{2-} \rightarrow 84gMgS \times \frac{1molMgS}{56gMgS} \times \frac{2mol\ \text{یون}}{1molMgS} = 3mol$$

$$\text{سدیم نیترید} \rightarrow Na_3N \rightarrow 3Na^{+}+1N^{3-}$$

$$\rightarrow 16/6gNa_3N \times \frac{1molNa_3N}{83gNa_3N} \times \frac{3mol\ \text{یون مثبت}}{1molNa_3N} = 0/6mol\ \text{یون مثبت} \Rightarrow \text{نسبت خواسته شده} = \frac{3}{0/6} = 5$$

پ) نادرست است.

$$\text{کلسیم برمید}: CaBr_2 \Rightarrow \text{تعداد کاتیون} \times \text{بار کاتیون} = 2\times1=2 \Rightarrow \text{مبادله شده } e^- = 2$$

$$\text{آلومینیم سولفید}: Al_2S_3 \Rightarrow \text{تعداد کاتیون} \times \text{بار کاتیون} = 3\times2=6 \Rightarrow \text{مبادله شده } e^- = 6$$

ت) درست است.

$$O_2 \rightarrow \ :\ddot{O}=\ddot{O}: \rightarrow \frac{4}{2}=2 \qquad \begin{matrix} H \\ | \\ H-\ddot{N}-H \end{matrix} \rightarrow \frac{1}{3}$$

(قلمچی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۴۳۹ فقط مورد (ب) صحیح است.

الف) گنجایش الکترونی هر زیرلایه از رابطهٔ $4l+2$ پیروی می‌کند.

ب) حداکثر گنجایش هر لایه $2n^2$ می‌باشد پس گنجایش لایه چهارم $2(4)^2=32$ الکترون است و تناوب ۶ و ۷ هر کدام شامل ۳۲ عنصر می‌باشند.

پ) به‌جز دو عنصر $_{29}Cu$ و $_{30}Zn$، ۶ عنصر بعدی آنها در دستهٔ p نیز در لایهٔ سوم خود ۱۸ الکترون دارند.

ت) دقت کنید که هیدروژن تنها یک الکترون دارد.

(قلمچی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۴۴۰ بررسی گزینه‌ها:

گزینهٔ «۱»: درست است.

$$_{27}A: [_{18}Ar]3d^7 4s^2 \Rightarrow 4p \text{ خالی}$$

$$_{39}G: [_{36}Kr]4d^1 5s^2 \Rightarrow 5p \text{ خالی}$$

گزینهٔ «۲»: درست است. اولین عنصر گروه ۱۶ جدول تناوبی، عنصر اکسیژن با عدد اتمی ۸ است.

زیرلایه‌های 4s و 3d و 4p در دورهٔ چهارم الکترون می‌پذیرند که مجموع اعداد کوانتومی فرعی آنها برابر $3=(0+1+2)$ است. $8-3=5 \leftarrow$

گزینهٔ «۳»: نادرست است. لایهٔ چهارم گنجایش ۳۲ الکترون دارد؛ در حالی‌که این عنصر ۱۸ الکترون در لایهٔ چهارم دارد (زیرلایه 4f پرنشده است.)

گزینهٔ «۴»: این عنصر متعلق به گروه ۱۶ و دورهٔ ۵ است. $\leftarrow$ درست است.

$$1s^2/2s^2 2p^6/3s^2 3p^6 3d^{10}/4s^2 4p^6 4d^{10}/5s^2 5p^4, z=52$$

(قلمچی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

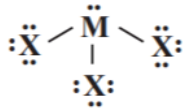
SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۴۴۱ بررسی گزینه‌ها:

گزینهٔ «۱»: نادرست است ترکیب Z با X به‌صورت ZX_3 می‌باشد.

گزینهٔ «۲»: نادرست است اتم M در لایهٔ ظرفیت خود ۵ الکترون دارد.

گزینهٔ «۳»: درست است.



گزینهٔ «۴»: نادرست است یون پایدار Z به‌صورت Z^{3+} با ۱۰ الکترون و یون پایدار X به‌صورت X^- با ۱۸ الکترون است.

(قلمچی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۴۴۲ در دورهٔ ۴ عنصری که تمام زیرلایه‌های ظرفیتی در آن نیمه پر باشد می‌تواند:

$_{19}K=(_{18}Ar)4s^1$ و $_{24}Cr:(Ar)3d^5 4s^1$ باشد پس عنصر مد نظر فلز است و ترکیب آن با کلر یونی است و K (پتاسیم) جزء عناصر اصلی است که ظرفیت آن ۱+ است، پس ترکیب حاصل XCl است.

(قلمچی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۴۴۳ معادلهٔ واکنش تشکیل پتاسیم نیترید به‌صورت مقابل است:

$$6K(s)+N_2(g)\rightarrow 2K_3N(s)$$

مقدار الکترون‌های مبادله شده بین نیتروژن و پتاسیم را محاسبه می‌کنیم:

$$?mole^- = 6/55gK_3N\times\frac{1molK_3N}{131gK_3N}\times\frac{6mole^-}{2molK_3N}=0/15mol$$

بنابراین مقدار اتم‌های موجود در XF_4 نیز برابر ۰/۱۵ مول است.

از روی جرم ترکیب XF_4 و مقدار مول اتم‌های آن، جرم مولی X را به‌دست می‌آوریم:

$$?molatom = 3/24gXF_4\times\frac{1molXF_4}{(m_X+76)gXF_4}\times\frac{5molatom}{1molXF_4}=0/15mol\Rightarrow m_X=32g.mol^{-1}$$

از این رو اتم X همان گوگرد $(_{16}S)$ است.

بررسی همهٔ گزینه‌ها:

گزینهٔ «۱»: $_{34}Se$ و $_{16}S$ در گروه ۱۶ جای دارند، اما فراوان‌ترین نافلز زمین، اکسیژن است.

گزینهٔ «۲»: آرایش الکترونی اتم عنصر گوگرد به‌صورت مقابل است:

$$_{16}S:1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$$
$$4\times(3+1)=16$$

مجموع مقدار $n+l$ را برای زیرلایه 3p محاسبه می‌کنیم:

گزینهٔ «۳»: آرایش الکترونی فشرده اتم عنصر گوگرد به‌صورت مقابل است:

$$_{16}S:[Ne]\underbrace{3s^2 3p^4}_{\text{لایهٔ ظرفیت}}$$

پنجمین عنصر دستهٔ d، منگنز $(_{25}Mn)$ بوده و آرایش الکترونی فشرده آن به‌صورت مقابل است:

$$_{25}Mn:[Ar]\underbrace{3d^5 4s^2}_{\text{لایهٔ ظرفیت}}$$

شمار الکترون‌های لایهٔ ظرفیت دو عنصر $_{16}S$ و $_{25}Mn$ برابر نیست.

گزینهٔ «۴»: عنصر گوگرد در دورهٔ سوم قرار داشته و می‌تواند یون پایدار S^{2-} ایجاد کند، بنابراین در واکنش با $_{20}Ca$ که توانایی تشکیل یون Ca^{2+} دارد، ترکیب یونی کلسیم سولفید (CaS) را ایجاد می‌کند و همچنین توانایی تشکیل ترکیب H_2SO_4 را دارد و نه H_2SO_4.

(قلمچی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۴۴۴ بخش اوّل سؤال:

برای محاسبه تعداد کل خطوط نشری می‌توان به ۲ روش عمل کرد.

روش ۱: شمردن دستی انتقالات الکترونی! (۱۰ الکترون)

$n=۵\rightarrow n=۴$ $n=۴\rightarrow n=۳$ $n=۳\rightarrow n=۲$ $n=۲\rightarrow n=۱$

$n=۵\rightarrow n=۳$ $n=۴\rightarrow n=۲$ $n=۳\rightarrow n=۱$

$n=۵\rightarrow n=۲$ $n=۴\rightarrow n=۱$

$n=۵\rightarrow n=۱$

روش ۲: استفاده از فرمول:

$$\binom{n}{۲}=\frac{n(n-۱)}{۲}\Rightarrow\binom{۵}{۲}=\frac{۵\times۴}{۲}=۱۰$$

بخش دوم سؤال:

انتقالات الکترونی به مقصد $n=۲$ در ناحیه مرئی قرار دارند (۳ مورد):

$n=۵\rightarrow n=۲$ ، $n=۴\rightarrow n=۲$ ، $n=۳\rightarrow n=۲$

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۴۴۵ عنصر C دارای خطوطی است که ممکن است در طیف نشری خطی نمونه ناشناخته وجود داشته باشد اما ما از آنها باخبر نباشیم! دقت کنید که ما فقط در مورد ۶۱۰nm و ۴۸۰nm اطلاعات داریم!!

بررسی سایر گزینه‌ها:

۲) عناصر A و B دارای طول موج ۶۱۰nm است، بنابراین می‌تواند در نمونه ناشناخته وجود داشته باشد.

۳) در طیف نشری خطی D، خط ۶۱۰nm داریم ولی خبری از ۴۸۰nm نیست. درست مانند نمونه مجهول.

۴) در میان ۴ عنصر، به نظر می‌رسد تنها عنصر C است که حاوی خط ۶۱۰nm نیست.

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۴۴۶ توضیح قسمت اوّل سؤال:

عدد اتمی عنصری که شمار الکترون‌ها در زیرلایه‌هایی با $n+l=۵$ در آن، نصف شمار الکترون‌ها در زیرلایه‌های قبلی آن باشد، برابر ۳۰ است:

$$_{۳۰}Zn: ۱s^۲ ۲s^۲ ۲p^۶ ۳s^۲ ۳p^۶ ۳d^{۱۰} ۴s^۲$$

عنصر Zn، ۱۰ الکترون در زیرلایه ۳d (با مجموع $n+l=۵$) دارد که دقیقاً نصف تعداد الکترون‌ها در زیرلایه‌های قبلی است. (۲۰ الکترون در زیرلایه‌هایی با $n+l\leq ۴$)

توضیح قسمت دوم سؤال:

در عناصر تناوب چهارم، بیرونی‌ترین زیرلایه برای دسته s و d، ۴s تلقی می‌شود در حالیکه برای عناصر دسته p، ۴p به شمار می‌آید. با توجه به این که $n+l$ برای الکترون‌های زیرلایه آخر باید برابر ۸ باشد، متوجه می‌شویم که با $۴s^۲$ سروکله می‌زنیم!! (در ۴p، مجموع $n+l$ برابر ۵ بوده و ۸ مضربی از ۵ نیست.)

عناصر از $_{۲۰}Ca$ تا $_{۳۰}Zn$ همگی به جزء $_{۲۴}Cr$ و $_{۲۹}Cu$ دارای زیرلایه $۴s^۲$ به عنوان بیرونی‌ترین زیرلایه هستند. تعداد این عناصر برابر ۹ بوده و داریم:

$$\frac{۳۰}{۹}=\frac{۱۰}{۳}=۳/۳۳$$

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۴۴۷ همه موارد داده شده درست‌اند.

بررسی همه موارد:

- شمار یون‌های منفی (آنیون) در نمونه آلومینیم اکسید با شمار مولکول‌های نمونه متان برابر است:

$$۱۷\,g\,Al_۲O_۳ \times \frac{۱\,mol\,Al_۲O_۳}{۱۰۲\,g\,Al_۲O_۳} \times \frac{۳\,mol\,O^{۲-}}{۱\,mol\,Al_۲O_۳} \times \frac{N_A O^{۲-}}{۱\,mol\,O^{۲-}} = ۰/۵\,N_A O^{۲-}$$

$$۸\,g\,CH_۴ \times \frac{۱\,mol\,CH_۴}{۱۶\,g\,CH_۴} \times \frac{N_A\,CH_۴}{۱\,mol\,CH_۴} = ۰/۵\,N_A\ \ CH_۴$$

- برای محاسبه جرم مخلوط، باید جرم تک تک اجزاء مخلوط را محاسبه کرده و سپس با هم جمع کنیم:

$$۱/۵۰۵\times۱۰^{۲۴}\,Cl_۲ \times \frac{۱\,mol\,Cl_۲}{۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}\,Cl_۲} \times \frac{۷۱\,g\,Cl_۲}{۱\,mol\,Cl_۲} = \frac{۳۵۵}{۲}\,g\ \ Cl_۲$$

$$۰/۱۲۵\,mol\,Ne \times \frac{۲۰\,g\,Ne}{۱\,mol\,Ne} = \frac{۵}{۲}\,g\,Ne$$

جرم مخلوط از مجموع جرم Ne و $Cl_۲$ به‌دست می‌آید:

$$\text{جرم مخلوط} = \text{جرم } Cl_۲ + \text{جرم } Ne = \frac{۳۵۵}{۲} + \frac{۵}{۲} = \frac{۳۶۰}{۲} = ۱۸۰\,g \text{ مخلوط}$$

- در روش ضریب تبدیل، با یکی از اطلاعات شروع به ضریب تبدیل نویسی کرده تا به اطلاعات دیگر برسیم.

سپس در یک معادله، مجهول را به‌دست می‌آوریم:

$$۹/۰۳\times۱۰^{۲۰}\,SF_n \times \frac{۱\,mol\,SF_n}{۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}\,SF_n} \times \frac{(۳۲+۱۹n)\,g\,SF_n}{۱\,mol\,SF_n} \times \frac{۱۰۰۰\,mg\,SF_n}{۱\,g\,SF_n} = ۱۶۲\,mg\,SF_n \Rightarrow n = ۴$$

- به‌ازای تشکیل هر مول MgO، دو مول الکترون از Mg جدا شده و به O اضافه می‌شود:

$$۴\times۱۰^{۲۲}\,e^- \times \frac{۱\,mol\,e^-}{۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}\,e^-} \times \frac{۱\,mol\,MgO}{۲\,mol\,e^-} \times \frac{۴۰\,g\,MgO}{۱\,mol\,MgO} \simeq ۱/۳\ g\ \ MgO$$

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۴۴۸ اگر حداکثر تعداد الکترون‌های هر زیرلایه از رابطه $۳+۶l$ تبعیت کند، بنابراین زیرلایه‌های s، p و d به ترتیب دارای گنجایش ۳، ۹ و ۱۵ الکترونی خواهند بود:

$$(s)\,l = ۰ \rightarrow \max e = ۳$$

$$(p)\,l = ۱ \rightarrow \max e = ۹$$

$$(d)\,l = ۲ \rightarrow \max e = ۱۵$$

در این صورت، آرایش الکترونی جدید اتم $_{۲۷}Co$ بدین صورت خواهد بود:

$$_{۲۷}Co : ۱s^۳\,۲s^۳\,۲p^۹\,۳s^۳\,۳p^۹$$

حداکثر n در آرایش الکترونی جدید برابر ۳ بوده، بنابراین این عنصر در جدول تناوبی جدید در تناوب ۳ قرار خواهد داشت. ضمناً همه زیرلایه‌ها (۵ زیرلایه) کاملاً پر از الکترون هستند.

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۴۴۹ ابتدا رابطه بین x و y را پیدا می‌کنیم:

$$۴۶\,g\,N_xO_y = ۱۲/۰۴\times۱۰^{۲۳}\,O \times \frac{۱\,mol\,O}{۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}\,O} \times \frac{۱\,mol\,N_xO_y}{y\,mol\,O} \times \frac{(۱۴x+۱۶y)\,g\,N_xO_y}{۱\,mol\,N_xO_y} \Rightarrow y = ۲x$$

بر این اساس شمار اتم‌های اکسیژن در این مولکول، دو برابر شمار اتم‌های نیتروژن است و می‌تواند معادل با $N_۲O_۴$ باشد.

به نظر شما، این مولکول می‌تواند $NO_۲$ باشد؟

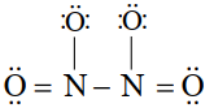
در اکسید قطبی گوگرد ($SO_۲$) نیز، شمار اتم‌های اکسیژن، دو برابر شمار اتم‌های گوگرد است.

بررسی سایر موارد:

۱) $N_۲O_۴$، گازی بی‌رنگ و $NO_۲$، قهوه‌ای رنگ است.

۲) به‌ازای هر مول $N_۲O_۴$، اختلاف شمار اتم‌های O و N برابر با $۱۲/۰۴\times۱۰^{۲۳}$ است.

۳) در $N_۲O_۴$، ۷ جفت الکترون پیوندی موجود است:



(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۴۵۰ جرم اتمی میانگین کلر در این نمونه:

$$\left.\begin{matrix} F_۱ + F_۲ = ۱۰۰ \\ F_۱ = F_۲ + ۲۰۰ \end{matrix}\right\} \quad ۲F_۲ + ۲۰ = ۱۰۰ \Rightarrow F_۲ = ۴۰$$

$$\bar{M} = ۳۵ + ۲\times\frac{۴۰}{۱۰۰} = ۳۵/۸$$

متوسط تعداد نوترون در هر اتم کلر:

$$۳۵/۸ - ۱۷ = ۱۸/۸$$

$$۵۶\,L\,Cl_۲ \times \frac{۱\,mol\,Cl_۲}{۲۲/۴\,L} \times \frac{۲\,mol\,Cl}{۱\,Cl_۲} \times \frac{۱۸/۸\,mol\,n}{۱\,mol\,Cl} = ۹۴\,mol\,n$$

(مارول ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۴۵۱ عنصر D:

$$۲۴Cr:[Ar]۳d^۵۴s^۱$$

پس عناصر A و B و C به ترتیب Sc، Ti و V هستند.

عبارت اول: یون پایداری Sc شبیه گاز نجیب Ar است. (غلط)

عبارت دوم: عنصر $[Ar]۳d^۳۴s^۲ : {}_{۲۳}r$ و آخرین زیرلایه آن $۴s^۲$ است. (غلط)

عبارت سوم: یون‌های $Ti^{۲+}$ و $V^{۳+}$ هر دو به $۳d^۲$ ختم می‌شوند. (درست)

عبارت چهارم: تعداد الکترون‌های زیرلایه S در ${}_{۲۴}Cr$ متفاوت است. (غلط)

عبارت پنجم: آرایش الکترونی $Sc^{۳+}$ شبیه گاز نجیب دوره قبل است. (غلط)

(مارول ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۴۵۲ فرمول صابون مایع با توجّه به توضیحات صورت سؤال $C_{17}H_{31}COONH_4$ است. مجموع غلظت مولی یون‌های Mg^{2+} و Ca^{2+} را پیدا می‌کنیم.

$$M_{Mg^{2+}} = \frac{144}{1000 \times 24} = 6 \times 10^{-3} \quad \text{(غلظت مولی)}$$

$$\text{غلظت مولی مجموع یون‌ها} = 6 \times 10^{-3} + 4 \times 10^{-3} = 10^{-2} \frac{mol}{L}$$

درصد صابون مصرف شده را پیدا می‌کنیم:

$$\frac{891 \times \frac{X}{100}}{297 \times 2} = \frac{10^{-2} \times 100}{1}$$

$$\text{درصد صابون مصرف شده} = 66/7$$

$$\text{درصد صابونی که صرف چربی‌زدایی می‌شود} = 100 - 66/7 = 33/3$$

(مارول ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

۴۵۳ عبارت‌های ب و پ نادرست‌اند.

بررسی همه عبارت‌ها:

الف) در سلول الکترولیتی قطب مثبت آند و در سلول گالوانی، قطب مثبت کاتد است. همان‌طور که می‌دانیم آند محل انجام نیم‌واکنش اکسایش است.

ب) در سلول الکترولیتی برقکافت آب، فراورده تولید شده در سمت آند، گاز اکسیژن و در سمت کاتد، گاز هیدروژن است. طیف نشری خطی اتم هیدروژن دارای ۴ خط رنگی با انرژی و طول موج‌های متفاوت است.

پ) در سلول الکترولیتی مربوط به سلول هال، جرم الکترود گرافیتی مربوط به آند کاهش می‌یابد، ولی جرم الکترود گرافیتی مربوط به کاتد بدون تغییر می‌ماند. در سلول سوختی هیدروژن- اکسیژن که نوعی سلول گالوانی است، جرم الکترودهای گرافیتی آند و کاتد تغییر نمی‌کند.

ت) نیم‌واکنش اکسایش در برقکافت منیزیم کلرید مذاب و سدیم کلرید مذاب یکسان بوده و به‌صورت زیر است:

$$2Cl^-(l) \rightarrow Cl_2(g) + 2e^-$$

طی این فرایند یون کلرید به گاز کلر تبدیل می‌شود.

(مارول ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۴۵۴ آرایش الکترونی لایه ظرفیت عنصر $A(3d^5 4s^1)$، $B(3d^{10} 4s^2)$، $C(4s^1)$ و $D(3d^7 4s^2)$ می‌باشد، بنابراین A، B، C و D به ترتیب $_{24}Cr$، $_{30}Zn$، $_{19}K$ و $_{27}CO$ هستند.

عبارت‌های (ب) و (ث) نادرست هستند.

درستی الف: روی (Zn) تنها دارای کاتیون Zn^{2+} می‌باشد و واکنش‌پذیری آن از عنصر قبلی خود (Cu) بیشتر است.

نادرستی ب: بین $_{27}Co$ و $_{36}Kr$ عناصر $_{28}Ni$، $_{29}Cu$، $_{30}Zn$ و $_{31}Ga$ فقط فلز هستند. $_{32}Ge$ شبه‌فلز و بقیه عناصر نافلزند.

درستی پ: $_{24}Cr$ از قاعده آبنا پیروی نمی‌کند و دارای اکسیدهای CrO و Cr_2O_3 است.

درستی ت: عدد اکسایش پتاسیم در KF برابر ۱ و عدد اکسایش اکسیژن در OF_2 برابر ۲ می‌باشد.

نادرستی ث: شمار الکترون‌های زیرلایه با $l=2$ در عناصر A، B و C به ترتیب ۵، ۱۰ و صفر می‌باشد.

(مارول ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۴۵۵ ابتدا واکنش‌ها را موازن می‌کنیم:

$$I)\ ۴KMnO_۴ + C_۸H_{۱۰} \longrightarrow ۴KOH + C_۸H_۶O_۴ + ۴MnO_۲$$

$$II)\ Cu + ۴HNO_۳ \longrightarrow Cu(NO_۳)_۲ + ۲NO_۲ + ۲H_۲O$$

$$III)\ FeCl_۳ + ۳CuI \longrightarrow ۳CuCl + FeI_۳$$

گزینه ۱: حاصل نسبت بیان‌شده $\frac{۹}{۵}$ است که از دو کمتر است.

گزینه ۲:
$$۴۴/۸\,NO_۲ \times \frac{۱mol\,NO_۲}{۲۲/۴L\,NO_۲} \times \frac{۱mol\,Cu}{۲mol\,NO_۲} \times \frac{۶۴g\,Cu}{۱mol\,Cu} = ۶۴g\,Cu$$

گزینه ۳: باتوجه به ضرایب استوکیومتری، نادرست است.

گزینه ۴:
$$۱۵/۸g\,KMnO_۴ \times \frac{۱mol\,KMnO_۴}{۱۵۸g\,KMnO_۴} \times \frac{۴mol\,KOH}{۴mol\,KMnO_۴} \times \frac{۱mol\,OH^-}{۱mol\,KOH} = ۰/۱mol\,OH$$

$$[OH^-] = ۰/۱ \rightarrow pH = ۱۳$$

(مارول ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

۴۵۶ عنصر E یا برم با دریافت یک الکترون، آرایش الکترونی شبیه گاز نجیب بعد از خود را پیدا می‌کند.

در عنصر $_{۱۲}A$: $۱s^۲, ۲s^۲, ۲p^۶, ۳s^۲$

مجموع اعداد کوانتومی اصلی و فرعی الکترونی برابر ۳۰ است که با عدد اتمی C برابر است.

در دوره تناوب ۴، پنج عنصر وجود دارد که زیرلایه نیمه‌پر دارند.

(مارول ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۴۵۷
$$x^۳ + [Ar]۳d^{۱۰} \rightarrow x : [Ar]۳d^{۱۰}۴s^۲۴p^۱$$

اولی نادرست است گروه ۱۳ می‌باشد.

دومی درست است چون اکسید گروه ۱۳ برابر $x_۲O_۳$ می‌باشد.

سومی درست است چون $_{۳۱}Ga$ فلز و رسانا ولی $_{۳۲}Ge$ شبه‌فلز و نارسانا است.

چهارمی درست است.

$۴s^۲$ $۴p^۱$

$n+۱=۴$ $n+۱=۵$ $(۲\times۴)+(۵\times۱)=۱۳$

که عدد اتمی $_{۱۳}Al$ می‌باشد که هم‌گروه $_{۳۱}Ga$ است.

(مارول ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۴۵۸ عنصر A به دسته p تعلق دارد. در عناصر دستهٔ p، ابتدا np و سپس، ns می‌تواند الکترون از دست دهد. بنابراین:

$A^+ : \cdots 4s^2 \Rightarrow A : \cdots 3d^{10}\underline{4s^2 4p^1} \Rightarrow$ مجموع اعداد کوانتومی اصلی الکترون‌های ظرفیتی $= (3\times 4) = 12$

عنصر B به دسته d تعلق دارد. در عناصر دستهٔ d، ابتدا ns و سپس، $(n-1)d$ می‌تواند الکترون از دست دهد. بنابراین:

$B : \cdots \underline{3d^6 4s^2} \Rightarrow$ مجموع اعداد کوانتومی اصلی الکترون‌های ظرفیتی $= (6\times 3)+(2\times 4) = 26$

$B^{3+} : \cdots 3d^5 \Rightarrow$

$\Rightarrow$ اختلاف $= 26 - 12 = 14$

(دیاز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۴۵۹ عنصر A به گروه ۱۷ و عنصر B به گروه ۱۴ تعلق دارد. زیرا مطابق رابطه زیر، A و B به ترتیب یک و چهار الکترون تکی در آرایش الکترون-نقطه‌ای اتم خود دارند:

$$\text{شمار پیوند کووالانسی} = \frac{\text{مقدارجبری بار} + \text{مجموع تعداد الکترون‌های تکی در آرایش الکترون نقطه‌ای همه اتم‌ها}}{2}$$

اگر تعداد الکترون تکی اتم‌های A و B در آرایش الکترون نقطه‌ای آن‌ها را به ترتیب x و y در نظر بگیریم، خواهیم داشت:

$AO_3^- \Rightarrow 3 = \frac{x+(3\times 2)+(-1)}{2} \Rightarrow x = 1 \Rightarrow$ عنصر A متعلق به گروه ۱۷ است.

$BO_3^{2-} \Rightarrow 4 = \frac{y+(3\times 2)+(-2)}{2} \Rightarrow y = 4 \Rightarrow$ عنصر B متعلق به گروه ۱۴ است.

در آرایش الکترون- نقطه‌ای عنصرهای گروه ۱۷ و ۱۴ به ترتیب ۱ و ۴ الکترون تکی وجود دارد: اختلاف شمار الکترون تکی $= 4 - 1 = 3$

توضیح سایر گزینه‌ها

گزینه «۱» اختلاف عدد اتمی دو عنصر برابر ۱۱ است: اختلاف عدد اتمی دو عنصر $= 17 - 6 = 11$

گزینه «۳» A عنصر کلر و B عنصر کربن است. کلر واکنش‌پذیرتر از کربن است.

گزینه «۴» در آرایش الکترونی اتم هیچ‌یک از عنصرهای گروه‌های ۱۴ و ۱۷ زیرلایه نیمه‌پر وجود ندارد.

(دیاز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۴۶۰ X: آرایش لایه‌ای Cu^{2+} را نشان می‌دهد $3s^2 3p^6 3d^9$

Y: آرایش لایه‌ای Ga را نشان می‌دهد

با توجه به این که هر دو فلز هستند واکنشی با هم نمی‌دهند.

تعداد الکترون ظرفیت مس برابر ۱۱ و گالیم برابر ۳ می‌باشد.

(دیاز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۴۶۱ فقط عبارت سوم نادرست است.

- از طیف‌سنجی فروسرخ برای شناسایی گروه‌های عاملی استفاده می‌شود. در نتیجه طیف جذبی فروسرخ اترها با الکل متفاوت بوده و برای شناسایی آنها استفاده می‌شود.
- فقط طیف نشری خطی نتیجه انتقال الکترون‌ها از حالت برانگیخته به پایه است و این فرآیند در طیف جذبی معکوس است.

(دیاز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۴۶۲

جرم میانگین $Cl = ۳۵ + ۲ \times \frac{۴}{۵} = ۳۶/۶$

جرم مولی $CCl_۴ = ۱۵۸/۴ g \cdot mol^{-۱}$

$$۷۹/۲ g\, CCl_۴ \times \frac{۱ mol}{۱۵۸/۴ g\, CCl_۴} \times \frac{۴ mol\, Cl}{۱ mol} \times \frac{۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳}}{۱ mol} = ۱/۲۰۴ \times ۱۰^{۲۴}$$

(دیاز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۴۶۳

فقط عبارت الف نادرست است.

عدد اکسایش X در $XO_۴^-$ برابر ۷+ و Y در $YO_۴^{۴-}$ برابر ۴+ است در نتیجه این دو یون $MnO_۴^-$ و $SiO_۴^{۴-}$ می‌باشند.

$$X : (Si) : [Ne] ۳s^۲ ۳p^۲$$

$$Y : (Mn) : [Ar] ۴s^۲ ۳d^۵ \rightarrow Y^{۲+} : [Ar] ۳d^۵$$

بررسی گزینه‌ها

عبارت الف نادرست: Mn یک زیرلایه نیمه‌پر دارد ولی Si ندارد.

عبارت ب درست: $MnO_۴^-$ در حضور اسیدهای آلی بی‌رنگ می‌شود.

عبارت پ درست: یون $SiO_۴^{۴-}$ همانند $PO_۴^{۳-}$ چهار پیوند کووالانسی در ساختار لووئیس خود دارد.

عبارت ت $X^{۲+}$ و Cr هر دو زیرلایه $۳d^۵$ دارند.

(دیاز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۴۶۴

می‌دانیم که عدد جرمی ۲ ایزوتوپ مذکور، ۳۶ و ۳۸ است. با استفاده از رابطهٔ جرم اتمی میانگین، عدد جرمی ایزوتوپ سوم را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{جرم اتمی میانگین} = \frac{M_۱F_۱ + M_۲F_۲ + M_۳F_۳}{F_۱ + F_۲ + F_۳} = \frac{۳۶(۶۰) + ۳۸(۱۰) + M_۳(۳۰)}{۱۰۰} = ۳۷/۱ \rightarrow M_۳ = ۳۹ amu$$

(دیاز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

۴۶۵

عدد اتمی یون $M^{۴+}$ را Z و تعداد الکترون‌های آن را $(Z-۴)$ در نظر می‌گیریم:

از طرفی تعداد نوترون‌ها برابر است با: $۱۳۰ - Z$

$$\frac{\text{تعداد } e}{\text{تعداد } n} = \frac{۱۰}{۱۱} \Rightarrow \frac{Z-۴}{۱۳۰-Z} = \frac{۱۰}{۱۱} \Rightarrow ۱۱Z - ۴۴ = ۱۳۰۰ - ۱۰Z \Rightarrow ۲۱Z = ۱۳۴۴ \Rightarrow Z = ۶۴$$

تعداد الکترون‌های یون $M^{۴+}$ $\Leftarrow$ تعداد e یون $\Rightarrow Z - ۴ = ۶۴ - ۴ = ۶۰$

(دیاز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

۴۶۶ **بررسی درستی گزینه ۱:** در میان ایزوتوپ‌ها ناپایدار هیدروژن ($_1^3H, _1^4H, _1^5H, _1^6H, _1^7H$) تنها $_1^3H$ ساختگی نمی‌باشد. یعنی در بین ۷ ایزوتوپ ابتدایی، ۴ مورد ساختگی و ۵ مورد ناپایدار می‌باشند $\leftarrow \frac{۴}{۵}=۰/۸$

بررسی درستی گزینه ۲: هرچه طول موج یک موج کوتاه‌تر باشد، انرژی آن بیشتر است در هنگام عبور از منشور شکست بیشتری دارد.

بررسی نادرستی گزینه ۳: در ساختار لایه‌ای اتم، با دورشدن از هسته، سطح انرژی لایه‌های متوالی به هم نزدیک‌تر شده و اختلاف انرژی بین آن‌ها کاهش می‌یابد.

بررسی درستی گزینه ۴:

سدیم فسفید $\leftarrow Na_3P \leftarrow$ نسبت شمار آنیون‌ها به کاتیون‌ها $= \frac{۱}{۳}$

منیزیم نیترید $\leftarrow Mg_3N_2 \leftarrow$ نسبت شمار کاتیون‌ها به آنیون‌ها $= \frac{۳}{۲}$

$\Leftarrow \frac{\frac{۱}{۳}}{\frac{۳}{۲}}=\frac{۲}{۹}$

(دیاز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

۴۶۷ در یون‌های $Zn^{2+}:[Ar]3d^{10}$, $Cu^{+}:[Ar]3d^{10}$, $Sc^{3+}:[Ne]3s^2 3p^6$ همهٔ زیرلایه‌ها پر هستند.

بررسی موارد:

مورد الف: نادرست - مس دو نوع کاتیون (Cu^{+}, Cu^{2+}) تشکیل می‌دهد و برای نام‌گذاری ترکیب‌های یونی حاوی مس باید بار کاتیون را ذکر کرد.

مورد ب: نادرست - آرایش الکترونی یون‌های Cu^{+}, Zn^{2+} به $3d^{10}$ ختم می‌شود و مشابه آرایش الکترونی $_{18}Ar$ نیست.

مورد پ: نادرست - در اتم مس زیرلایهٔ $4s^1$ و در اتم اسکاندیم زیرلایهٔ $3d^1$ پر نیستند.

مورد ت: نادرست - محلول حاوی $Zn^{2+}(aq)$ بی‌رنگ است و از سوی دیگر واکنش‌پذیری آهن از روی کمتر است، بنابراین واکنش $Zn^{2+}(aq)+Fe(s)\rightarrow$ انجام‌شدنی نیست.

مورد ث: نادرست - شعاع اتمی $_{19}K$ از $_{21}Sc, _{29}Cu, _{30}Zn$ بیشتر است. نسبت شمار کاتیون به آنیون در ZnO, Cu_2O, Sc_2O_3 به‌ترتیب $۱, ۲, \frac{۲}{۳}$ می‌باشد.

(دیاز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

۴۶۸ در ۳۶ عنصر اول جدول تناوبی فقط آرایش الکترونی کاتیون فلزهای واسطه می‌تواند به $3d^4$ ختم شود.

$X^{n+}:[Ar]3d^4 \rightarrow X^{+}:3d^4 \rightarrow X:3d^4 4s^1$ نادرست

$X^{2+}:3d^4 \rightarrow X:3d^5 4s^1$ درست $(_{24}Cr)$

$X^{3+}:3d^4 \rightarrow X:3d^5 4s^2$ درست $(_{25}Mn)$

پس این عنصر می‌تواند $_{24}Cr$ یا $_{25}Mn$ باشد. در اتم هر دو عنصر، ۵ الکترون در زیرلایهٔ $3d\ (n+l=5)$ وجود دارد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ ۲: در دورهٔ چهارم جدول تناوبی، دو عنصر واسطه با تنها یک یون پایدار وجود دارد:

$(Zn^{2+})_{30}Zn$, $(Sc^{3+})_{21}Sc$

گزینهٔ ۳: در میان ۳۶ عنصر اول جدول فقط در دو عنصر $_2He$ و $_{10}Ne$ همهٔ زیرلایه‌ها و لایه‌ها اشغال‌شده پر هستند.

گزینهٔ ۴: دومین شبه‌فلز جدول دوره‌ای $_{14}Si$ است که تنها شبه‌فلز دورهٔ سوم محسوب می‌شود اما با شبه‌فلز دیگری به نام ژرمانیم $(_{32}Ge)$ هم‌گروه است.

(دیاز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۴۶۹ **گزینه «۱»** نادرست. ملاک هم گروه شدن عنصرها در داشتن آرایش الکترونی لایه ظرفیت مشابه است.

گزینه «۲» نادرست. شماره هر خانه از جدول، نشان دهندهٔ عدد اتمی آن عنصر است که با شمار الکترون‌ها و پروتون‌ها برابر است ولی در مورد نوترون‌ها نمی‌توان اظهار نظر کرد.

گزینه «۳» درست. در ۳۶ عنصر نخست جدول تناوبی، نماد شیمیایی ۱۰ عنصر با نماد تک حرفی نمایش داده می‌شود که بیش از ۲۵ درصد آنهاست. $\frac{۱۰}{۳۶} \times ۱۰۰ = \%۲۷$

گزینه «۴» نادرست. دورهٔ اول با نافلز هیدروژن شروع می‌شود.

(دیاز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۴۷۰ شمار نوترون‌ها در ایزوتوپ $^{۱۲۴}_{Z}A_{۱}^{۳+}$ برابر است با: $۱۲۴ - Z$

شمار الکترون‌ها در ایزوتوپ $^{۱۲۴}_{Z}A_{۱}^{۳+}$ برابر است با: $Z - ۳$

$$\text{اختلاف شمار نوترون‌ها و الکترون‌ها} = (۱۲۴ - Z) - (Z - ۳) = ۵ \Rightarrow ۱۲۴ - ۲Z + ۳ = ۵ \Rightarrow ۲Z = ۱۲۲ \Rightarrow Z = ۶۱$$

$$n = ۱۲۴ - Z = ۱۲۴ - ۶۱ = ۶۳$$

$$\frac{n_۱}{n_۲} = \frac{۲۱}{۲۰} = \frac{۶۳}{n_۲} \Rightarrow n_۲ = ۶۰$$

برای محاسبه جرم اتمی میانگین می‌توان از رابطه زیر استفاده کرد:

$$\overline{M} = M_۱ + \frac{(M_۲ - M_۱)F_۲}{۱۰۰} + \frac{(M_۳ - M_۱)F_۳}{۱۰۰} + \dots$$

با توجه به اینکه درصد فراوانی ایزوتوپ $A_۱$، برابر ۴۰٪ است پس، درصد فراوانی ایزوتوپ $A_۲$، برابر ۶۰٪ است.

$$\overline{M} = ۱۲۱ + \frac{۳ \times ۶۰}{۱۰۰} = ۱۲۲/۸$$

(دیاز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۴۷۱ ابتدا جرم یون کلسیم را در ۲ مترمکعب آب محاسبه می‌کنیم:

$$۲m^۳ \times \frac{۱۰^۳ L}{۱m^۳} \times \frac{۱۲۰/۳mg}{۱L} \times \frac{۱g}{۱۰^۳ mg} = ۲۴۰/۶g \quad Ca^{۲+}$$

توجه داشته باشید که در هر واحد فرمولی $Ca_۳(PO_۴)_۲$ تعداد ۳ یون کلسیم موجود است پس در ۲ مول رسوب از این ترکیب ۶mol یون کلسیم موجود است.

$$\text{mol} = \frac{\text{جرم } Ca^{۲+}}{\text{جرم مولی}} \Rightarrow ۶ = \frac{۲۴۰/۶}{M} \Rightarrow M = ۴۰/۱g$$

اکنون با داشتن جرم مولی میانگین $(۴۰/۱g)$ می‌توان درصد جرمی ایزوتوپ‌های آن را تعیین کرد.

$$\overline{M} = M_۱ + \frac{F_۲(M_۲ - M_۱)}{۱۰۰} \Rightarrow ۴۰/۱ = ۴۰ + \frac{۲ \times F_۲}{۱۰۰} \Rightarrow F_۲ = ۵, F_۱ = ۹۵$$

(دیاز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

۴۷۲ ابتدا جرم اتمی میانگین را بدست می‌آوریم.

در صد فراوانی

$$^{2Z+2}_{Z}A \rightarrow x$$

$$^{2Z+5}_{Z}A \rightarrow x \rightarrow \text{جرم اتمی میانگین} = (2Z+2)+(2)\frac{3x}{5x}+(3)\frac{x}{5x} = 2Z+3/8amu$$

$$^{2Z+4}_{Z}A \rightarrow 3x$$

فرض می‌گیریم که ایزوتوپ‌های $^{2Z+2}_{Z}A$ و $^{2Z+5}_{Z}A$ و $^{2Z+4}_{Z}A$ در نمونه اولیه به ترتیب ۲۰، ۲۰ و ۶۰ عدد بودند. در این صورت:

تعداد اولیه — تعداد نهایی

$$\left.\begin{matrix} ^{2Z+2}_{Z}A \rightarrow 20 \\ ^{2Z+5}_{Z}A \rightarrow 20 \\ ^{2Z+4}_{Z}A \rightarrow 60 \end{matrix}\right\} \xrightarrow{\text{غنی‌سازی}} \left\{\begin{matrix} 10 \\ 10 \\ 60 \end{matrix}\right. \rightarrow \text{جرم اتمی میانگین} = 2Z+2+2\left(\frac{60}{80}\right)+3\left(\frac{10}{80}\right) = 2Z+3/875amu$$

با توجه به جرم اتمی میانگین جدید، جرم اتمی میانگین ۰/۰۷۵ واحد افزایش یافته است.

(دیاز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

۴۷۳ به جدول زیر توجه کنید.

نماد عنصر و لایه ظرفیت	$_{11}Na:3s^1$	$_{12}Mg:3s^2$	$_{13}Al:3s^23p^1$	$_{14}Si:3s^23p^2$	$_{15}P:3s^23p^3$	$_{16}S:3s^23p^4$	$_{17}Cl:3s^23p^5$	$_{18}Ar:3s^23p^6$
حاصل $n-l$ الکترون‌های ظرفیتی	۳	۶	۸	۱۰	۱۲	۱۴	۱۶	۱۸
حاصل $n+l$ الکترون‌های ظرفیتی	۳	۶	۱۰	۱۴	۱۸	۲۲	۲۶	۳۰

با توجه به جدول فوق،عنصرهای A،B،C و D به ترتیب $_{16}S$ ،$_{17}Cl$ ،$_{14}Si$ ،$_{15}P$ هستند و x و y به ترتیب ۱۰ و ۲۶ هستند.

گزینه (۱): درست- در عناصر دسته P در دوره سوم، عدد اتمی با شماره گروه برابر است.

گزینه (۲): درست- آرایش الکترونی C($_{14}Si$) به صورت زیر است:

$$_{14}Si:1s^22s^22p^63s^23p^2$$

۴ زیر لایه از ۵ زیر لایه (۸۰٪) دارای ۲ الکترون هستند.

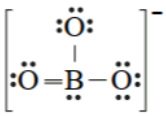
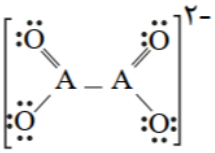
گزینه (۳): نادرست- سومین فلز قلیایی خاکی Ca با عدد اتمی ۲۰ است. تفاضل X و Y برابر با ۱۶ است.

گزینه (۴): درست- A($_{16}S$) و B($_{17}Cl$) در دمای اتاق به ترتیب جامد و گاز هستند اما هر دو زرد رنگ هستند.

(دیاز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۴۷۴ ابتدای شماره‌گروه عناصر A و B را بدست می‌آوریم.

	
$3(6)+B-26=-1\rightarrow \underbrace{B=7}_{\text{عنصری از گروه ۱۷}}$	$4(6)+2A-4(8)=-2\rightarrow \underbrace{A=4}_{\text{عنصری از گروه ۱۴}}$

گزینه (۱) درست: در یک گروه میان عناصر اصلی، با صرف نظر از گاز نجیب، واکنش‌پذیری عنصر گروه ۱۴ از سایر عناصر کمتر است، در این صورت واکنش‌پذیری B از A بیشتر خواهد بود.

گزینه (۲) درست: عنصرهایی از گروه ۱۴ و گروه ۱۷ توانایی تشکیل ترکیب AB_4 (مانند CCl_4) را دارند.

گزینه (۳) درست: ترکیب یون BO_3^- و آمونیوم به صورت NH_4BO_3 خواهد بود. در این ترکیب شمار اتم‌ها (۹) به شمار عنصرها (۴) برابر $\frac{9}{4}$ است.

گزینه (۴) نادرست: در صورتی که این دو عنصر مربوط به دوره سوم باشند، A و B به ترتیب، $_{14}Si$ و $_{17}Cl$ هستند. سیلیسیم در دمای اتاق به صورت دو اتمی یافت نمی‌شود.بلکه جامدی کووالانسی است.

(دیاز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۴۷۵ **عبارت‌های درست:** آ، پ، ت



بررسی همهٔ عبارت‌ها:

آ) عنصری از دوره چهارم که دو زیر لایه نیمه پر دارد، $_{۲۴}Cr$ است. نخستین عنصر دورهٔ ۵ از دستهٔ P دارای عدد اتمی ۴۹ است.

$$\text{تعداد عنصر بین } {}_{۲۴}Cr \text{ و } {}_{۴۹}X = (۴۹-۲۴)-۱=۲۴$$

ب) در دوره سوم جدول، ۳ عنصر فلزی وجود دارد $(_{۱۱}Na, _{۱۲}Mg, _{۱۳}Al)$. عنصرهایی از دورهٔ چهارم جدول که ۳ الکترون ظرفیتی هستند، $_{۲۱}Sc$ و $_{۳۱}Ga$ هستند که مجموع عدد اتمی آن‌ها، برابر ۵۲ است.

پ) سه عنصر $_{۱۱}Na$ ، $_{۱۲}Mg$ و $_{۱۳}Al$ یون پایداری با ویژگی ذکر شده دارند: آخرین لایهٔ الکترونی یون‌های $Na^{+}, Mg^{۲+}$ و $Al^{۳+}$ ، لایهٔالکترونی دوم است که با ۸ الکترون، پر می‌شود.

توجه کنید که یون‌هایی مانند $_{۱۷}Cl^{-}$ ویژگی ذکر شده را ندارند. در یون Cl^{-} آخرین لایهٔ الکترونی اشغال شده، لایهٔ سوم است که دارای ۸ الکترون است. اما می‌دانید که لایهٔ الکترونی سوم با ۱۸ الکترون پر می‌شود $(۳s^{۲}۳p^{۶}۳d^{۱۰})$.

ت) دو یون $_{۲۹}Cu^{+}$ و $_{۳۰}Zn^{۲+}$ ویژگی ذکر شده را دارند. آخرین لایهٔ اشغال شدهٔ این دو یون، لایهٔ الکترونی سوم است که با ۱۸ الکترون، پر شده است.

$$_{۲۹}Cu^{+}:[_{۱۸}Ar]۳d^{۱۰} \Rightarrow \text{آخرین لایهٔ اشغال شده} : ۳s^{۲}۳p^{۶}۳d^{۱۰} \text{ (پُر)}$$

$$_{۳۰}Zn^{۲+}:[_{۱۸}Ar]۳d^{۱۰} \Rightarrow \text{آخرین لایهٔ اشغال شده} : ۳s^{۲}۳p^{۶}۳d^{۱۰} \text{ (پُر)}$$

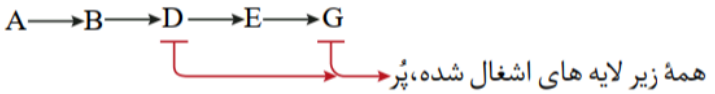
توجه کنید که یونی مانند $_{۲۱}Sc^{۳+}$ اگرچه به آرایش گاز نجیب رسیده و هشت‌تایی شده است، اما آخرین لایهٔ اشغال شدهٔ آن، پر نیست:

$$_{۲۱}Sc^{۳+}:[_{۱۸}Ar] \Rightarrow \text{آخرین لایهٔ اشغال شده} : ۳s^{۲}۳p^{۶} \text{ (پُر نیست)}$$

(دیاز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۴۷۶



از میان گروه‌های ۱۸ گانه موجود در جدول دوره‌ای، فقط در اتم گروه‌های ۲، ۱۲ و ۱۸ همهٔ زیر لایه‌های اشغال شده پر هستند. با توجه به این که اختلاف عدد اتمی D و G برابر ۲ است، پس D به گروه ۱۸ (دوره سوم) و G به گروه ۲ (دوره چهارم) تعلق دارند.

عنصر	A	B	D	E	G
شماره دوره	۳	۳	۳	۴	۴
شماره گروه	۱۶	۱۷	۱۸	۱	۲

ابتدا گزینهٔ درست را مشخص می‌کنیم: گزینهٔ ۳، زیرا A که در دورهٔ ۳ و گروه ۱۶ قرار دارد، در واقع همان گوگرد ($_{16}S$) است که بالاترین و پایین‌ترین عدد اکسایش آن در ترکیبات، به ترتیب (+۶) و (-۲) است که اختلافی برابر ۸ دارند.

توضیح گزینه‌های دیگر:

۱) A گوگرد و B کلر است و واکنش‌پذیری کلر بیشتر از گوگرد است.

۲) B دارای ۷ و G دارای ۲ الکترون ظرفیتی است.

۴) A (گوگرد) با E (پتاسیم) ترکیبی به فرمول E_2A تشکیل می‌دهند.

(دیاز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

۴۷۷

الف) درست؛ متن کتاب درسی

ب) درست؛ متن کتاب درسی

پ) نادرست؛ افزایش جنبش گازها در تضاد با کاهش دما و تراکم آن‌هاست.

ت) درست؛ تبدیل هیدروژن به هلیم مورد بحث است.

(دیاز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۴۷۸

ابتدا به کمک روابط استو کیومتری جرم مولی x را حساب می‌کنیم:

$$\frac{۹/۶}{۳۲\times۲}=\frac{۱/۸}{M_x}\Rightarrow M_x=۱۲g.mol^{-۱}$$

$$\frac{۵۶}{M_Z\times۴}=\frac{۲/۱}{۱۲}\Rightarrow M_Z=۸۰g.mol^{-۱}$$

$$\Rightarrow \frac{M_x}{M_Z}=\frac{۱۲}{۸۰}=۰/۱۵$$

جرم مولی $XZ_۴ \rightarrow ۱۲+۸۰\times۴=۳۳۲g.mol^{-۱}$

(دیاز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۴۷۹

$\underbrace{۵۲-P}_{n}-\underbrace{(P-۳)}_{e}=۷ \quad ۲P=۴۸\Rightarrow P=۲۴\ ,\ n=۲۸$

پس عنصر Cr ، x می‌باشد.

الف) نادرست؛ $_{۲۴}Cr:[_{۱۸}Ar]۳d^{۵}۴s^{۱}$ شامل ۷ الکترون با $\ell=۰$ است.

ب) نادرست؛ عنصری از گروه ششم و دوره چهارم مشخصات خود کروم است!

پ) درست؛ $\underbrace{_{۲۴}Cr\rightarrow ۳d^{۵} \qquad _{۲۴}V\rightarrow ۳d^{۳}}_{\text{۲ الکترون تفاوت}}$

ت) درست؛ $_{۲۴}Cr:۳d^{۵}۴s^{۱}$ / $_{۲۹}Cu:۳d^{۱۰}\underline{\underline{۴s^{۱}}}$

(دیاز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۴۸۰

ردیف ۱ ← $Mg_۳P_۲$ منیزیم فسفید

ردیف ۳ ← $PCl_۵$ فسفر پنتاکلرید

ردیف ۴ ← ZnO روی اکسید

(دیاز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۴۸۱

$۱-\frac{۴}{۱۳}=\frac{۹}{۱۳}\rightarrow Se$ درصد جرمی $\Rightarrow \frac{۹}{۱۳}=\frac{۳\times ۷۸}{۳\times ۷۸+۲X}\Rightarrow X=۵۲$

$\underbrace{P+(P+۴)}_{n}=۵۲\Rightarrow P=۲۴\xrightarrow{_{۲۴}Cr}\begin{matrix}\ell=۰\rightarrow ۷\text{الکترون}\\ \ell=۱\rightarrow ۱۲\text{الکترون}\end{matrix}$

(دیاز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۴۸۲

A	X	Y	D
↓	↓	↓	↓
$_{۳۱}^{۷۰}A$	$_{۲۵}^{۵۵}X$	$_{۲۹}^{۶۴}Y$	$_{۳۵}^{۸۰}D$

مجموع شمار الکترون‌ها در لایه اول و دوم برای عناصر دوره چهارم برابر با ۱۰ می‌باشد.

۱) نادرست؛ میان دو عنصر $_{۳۵}D$ و $_{۲۵}X$، ۹ عنصر وجود دارد و نه ۱۰ تا

۲) درست؛ $_{۳۰}Zn$ فقط یون $+۲$ تشکیل می‌دهد.

۳) درست؛ $Y^{+}:[_{۱۸}Ar]۳d^{۱۰}$ و $X^{۲+}:[_{۱۸}Ar]۳d^{۵}$

۴) درست؛ $\frac{۴۵-۳۵}{۵}=\frac{۱۰}{۵}=۲$

(دیاز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۴۸۳

الف) نادرست؛ این گستره شامل بی‌نهایت رنگ می‌باشد.

ب) درست؛ مقایسهٔ طول موج‌ها: پرتو گاما < پرتو X < پرتو فروسرخ < ریزموج‌ها

پ) درست؛ رنگ قرمز با بیشترین طول موج کمترین شکست را دارد.

ت) درست؛ گستره نور مرئی در مدار ۴۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر است و باتوجه به این که طول موج بنفش از قرمز کوتاه‌تر است، ۰/۴۳۴μm و یا ۴۳۴nm می‌تواند باشد.

(دیاز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۴۸۴

باتوجه به بار گونه‌های $A^{۳-}$، $X^{۳+,۱۲+}$، $Y^{۲-}$، Z^{-}، $O^{۱+,۱۲+}$ ترکیب‌های ناممکن عبارتند از: $X_۳Y_۲$ ، $DZ_۳$ ، XZ ، $X_۲Y$

(دیاز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۴۸۵ الف) درست؛ مطابق شکل صفحه ۴ کتاب درسی ب) درست؛ متن کتاب درسی چ) نادرست؛ متن کتاب درسی

ت) نادرست؛ می‌دانیم اتم‌های یک عنصر می‌توانند تعداد نوترون و در نتیجه جرم و خواص فیزیکی وابسته به جرم متفاوتی داشته باشند.

(دیاز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۴۸۶ الف) درست؛ $_{25}Mn:[_{18}Ar]3d^5 4s^2$ ب) نادرست؛ این دو ترکیب تشکیل ترکیب یونی می‌دهند و نه مولکول

پ) نادرست؛ اتم Y با تشکیل یون پایدار به آرایش گاز نجیب هم دوره خود می‌رسد.

ت) نادرست؛ $Mn^{3+}:[Ar]3d^4$ ث) درست؛ Mn و Cl

(دیاز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۴۸۷ عنصر موردنظر $_{33}As$ می‌باشد.

الف) نادرست؛ این موارد از ویژگی‌های خود Se می‌باشد.

ب) درست؛ آرایش الکترونی در یون، $\underbrace{4s^2 4p^6}_{\text{پر}}$ و در اتم آن $\underbrace{4s^2 4p^3}_{\text{نیمه‌پر}}$ می‌باشد.

پ) درست؛

ت) درست؛ As در گروه ۱۵ جدول تناوبی قرار دارد؛ $_{33}As:[_{18}Ar]3d^{10}4s^2 4p^3$. هر دو دارای ۱۰ الکترون با $\ell=2$ هستند.

ث) نادرست؛ از دست دادن الکترون به معنای تشکیل کاتیون و شرکت در ترکیبات یونی است. برای تشکیل مولکول، اتم باید الکترون‌های خود را به اشتراک بگذارد.

(دیاز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۴۸۸ $\text{الکترون ظرفیت} = 2\times2\times2\times\frac{5/6\,g\,Fe_2O_3}{1\,cm^3}\times\frac{1\,mol\,Fe_2O_3}{160\,g\,Fe_2O_3}\times\frac{(8\times2+3\times6)\,mol\ e^-\text{ ظرفیت}}{1\,mol\,Fe_2O_3}=9/52\,mol$

(دیاز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۴۸۹ مواردی را می‌شماریم که $n-1$ آن‌ها پر نشده است:

$$[_{19}K/_{20}Ca/_{21}Se/_{22}Ti/_{23}V/_{24}Cr/_{25}Mn/_{26}Fe/_{27}Co/_{28}Ni]\rightarrow 34-10=24$$

(دیاز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۴۹۰ $C_6H_6=78\,g.mol^{-1}$

$$\text{الکترون ظرفیت} = 4\,lit\times\frac{858\,g}{1\,lit}\times\frac{1\,mol}{78\,g}\times\frac{(6\times4+6\times1)\,mol\ e^-\text{ ظرفیت}}{1\,mol}=1320$$

$6\times3+6=24$: $C_3H_6 \Rightarrow$ باید به دنبال یک ترکیب ۲۴ الکترونی باشیم. $\rightarrow 1320\div55=24$

(دیاز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۴۹۱ عناصر منظور از صورت سوال شامل عناصر $_{29}Cu$، $_{30}Zn$ تا $_{36}Kr$ می‌باشد.

۱) هم $_{30}Zn$ و هم $_{36}Kr$ هم‌چنین مشخصه‌هایی ندارند.

۲) فقط مس توان تشکیل دو ظرفیت در میان عناصر یاد شده را دارد.

۳) هم $_{29}Cu$ و هم $_{33}As$ چنین آرایشی دارند.

۴) هم در GeO_2 (مشابه CO_2) و هم در SeO_2 (مشابه SO_2) از پیشوند دی استفاده می‌شود.

(دیاز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۴۹۲ از Cr_3P_2 : P^{3-} ۱۸ الکترون ظرفیتی
Cr^{2+} : ۲۲ الکترون ظرفیتی

۱)

۲) اختلاف موردنظر در یک مول از Cr_3P_2 $۲۲\times۳-۱۸\times۲=۳۰$

۳) $۹/۰۳\times۱۰^{۲۴}\times\frac{۱}{۶/۰۳\times۱۰^{۲۳}}=۱۵\,mol$

۴)

	مقدار نمک	مقدار اختلاف
۰/۵mol نمک ⇐	۱mol	۳۰
	?mol	۱۵

۵) $۰/۵\,mol\times\frac{۵\,mol}{۱\,mol}\times\frac{۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}}{۱}=۱/۵۰۵\times۱۰^{۲۴}$

(دیاز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۴۹۳ هیچ‌یک از یون‌های Co^{2+} و Co^{3+} به آرایش $3d^5$ نمی‌رسد.

(دیاز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۴۹۴ $E=_{۲۶}Fe$ $A=_{۱۹}K$
$D=_{۳۵}Br$ $X=_{۱۶}S$

الف) درست؛ بین $_{۱۹}K$ و $_{۲۶}Fe$، ۶ عنصر وجود دارد.

شمار الکترون‌های ظرفیتی $_{۱۶}S$ نیز برابر ۶ می‌باشد. $S_{۱۶}=[Ne]۳s^۲۳p^۴$

ب) نادرست؛ K_2S ← برای تشکیل هر مول از آن، ۲ مول تبادل e^- داریم.

$۰/۲\times\frac{۲}{۱}\times\frac{۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}}{۱}=۲/۴۰۸\times۱۰^{۲۳}$

پ) درست

ت) نادرست؛ $FeBr_2$ ← ۳اتم و یا $FeBr_3$ ← ۴ اتم - K_2S ← ۳ اتم

(دیاز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۴۹۵ الف) درست

ب) درست

پ) درست

ت) درست، مانند گلوکز و ویتامین ث

(دیاز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۴۹۶ مورد اوّل: شمار نوترون در اتم $_{۱}^{۱}H$ برابر صفر است.

مورد دوم: درصد فراوانی برای عنصرهای ساختگی همانند تکنسیم (Tc) در طبیعت برابر صفر است.

مورد سوم: عدد اکسایش تمام عنصرها در حالت آزاد صفر است.

مورد چهارم: در برخی عنصرها مانند $_{۸}^{۱۶}O$، $_{۲۰}^{۴۰}Ca$ و.... تفاوت شمار نوترون‌ها و الکترون‌ها برابر صفر است.

مورد پنجم: شمار لایه‌های الکترونی پر شده در اتم هیدروژن برابر صفر است.

مورد ششم: شمار الکترون‌های جفت نشده در اتم گازهای نجیب برابر صفر است.

(دیاز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۴۹۷ با توجه به برابر بودن درصد فراوانی دو ایزوتوپ برم، جرم اتمی میانگین آن برابر ۸۰ است.

$$\frac{۷۹+۸۱}{۲}=۸۰$$

پس جرم مولی $AlBr_۳$ برابر $۲۶۷ g\cdot mol^{-۱}$ است.

$$۴۰/۰۵ g\,AlBr_۳ \times \frac{۱ mol\,AlBr_۳}{۲۶۷ g\,AlBr_۳} \times \frac{۴ mol\,\text{اتم}}{۱ mol\,AlBr_۳} = ۰/۶ mol\,\text{اتم}$$

(دیاز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۴۹۸ آ) نادرست. عنصر هیدروژن دارای دو ذرهٔ زیراتمی شامل یک پروتون و یک الکترون است که طیف نشری خطی آن در ناحیه مرئی دارای چهار خط است.

ب) نادرست. در دورهٔ چهارم جدول، نماد شیمیایی دو عنصر $_{۱۹}K$ و $_{۲۳}V$ تک حرفی است ولی در گروه چهاردهم تنها نماد شیمیایی عنصر $_{۶}C$ تک حرفی است.

پ) نادرست. براساس مدل اتمی بور، الکترون اتم هیدروژن در حالت پایه در مدار اوّل قرار دارد. لایه مربوط به مدل کوانتومی اتم است.

ت) درست. در دورهٔ ششم به دلیل حضور ۱۴ عنصر لانتانیدی با عددهای اتمی ۵۷ تا ۷۰، عدد اتمی نخستین عنصر واسطه از این دوره برابر ۷۱ است.

(دیاز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۴۹۹ دو عنصر $_{۲۴}Cr$ با آرایش الکترونی $[Ar]۳d^{۵}۴s^{۱}$ و $_{۳۴}Se$ با آرایش الکترونی $[Ar]۳d^{۱۰}۴s^{۲}۴p^{۴}$ دارای شش الکترون ظرفیتی هستند.

مورد اوّل: درست.

مورد دوم: نادرست. اتم Se با به اشتراک گذاشتن ۲ الکترون ظرفیتی خود به آرایش پایدار هشت‌تایی می‌رسد.

مورد سوم: درست. مجموع $n+l$ الکترون‌های ظرفیتی برای دو اتم کروم و سلنیم به ترتیب برابر ۲۹ و ۲۸ است.

مورد چهارم: نادرست. فلز کروم ظاهری درخشان دارد و همانند سایر فلزها رسانایی الکتریکی زیادی دارد.

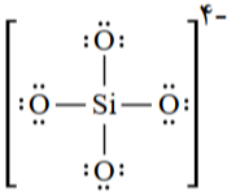
(دیاز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۵۰۰ ردیف (۱): نادرست. فرمول شیمیایی کلسیم سیانید، $Ca(CN)_۲$ است.

ردیف (۲): نادرست. شمار جفت الکترون‌های ناپیوندی در آنیون سیلیکات برابر ۱۲ است.

ردیف (۳): نادرست. نماد شیمیایی منیزیم، Mg است نه Mn!

ردیف (۴): درست.



(دیاز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)