



چهارشنبه

۱۴۰۳/۰۲/۱۹



دوره جمع بندی دوینگ ماز

گروه آزمایشی علوم ریاضی و فنی

دفترچه پاسخ شیمی

(فصل ۲ دوازدهم)

ویراستاران	طراحان	مسئول درس	درس
فرهنگ امیری عالیه میرزایی محمد رضا جمشیدی	فرشاد هادیان فرد محمد کهنه پوشی - علی ترابی سعیده محبی - فرهنگ امیری	فرشاد هادیان فرد	شیمی

حق چاپ و تکثیر سوالات به هر روش (الکترونیکی و ...) پس از برگزاری آزمون برای تمامی اشخاص حقیقی و حقوقی تنها با مجوز «گروه ماز» مجاز می باشد و

با متخلفین برابر مقررات رفتار می شود.

به دلیل عدم رضایت تیم ماز، هر گونه استفاده غیرقانونی از دفترچه سوالات و پاسخنامه ماز برای تمامی اشخاص، شرعاً حرام است.

- ۱- در سلول گالوانی منیزیم-روی، در هر ثانیه $1.0 \times 10^{-2} \times 24/0.8$ الکترون از سیم متصل کننده دو الکترود عبور می کند. اگر در نیم سلول کاتدی، ۷۰ درصد از یون های Zn^{2+} بر روی سطح کاتد رسوب کنند، پس از گذشت ۳۰ دقیقه از شروع واکنش، چند گرم به جرم تیغه کاتدی افزوده می شود؟
($Zn = 65 : g.mol^{-1}$)

۱۴۲۶ (۴)

۱۶۳۸ (۳)

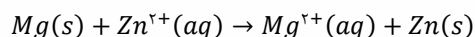
۲۳۴۰ (۲)

۳۳۴۲ (۱)

پاسخ: گزینه ۳ (متوسط - مساله - ۱۲۰۲)

پایخ شیمی

واکنش انجام شده در این سلول به صورت زیر است:



در این واکنش شیمیایی به ازای تولید هر مول Zn ، مقدار ۲ مول الکترون بین گونه های کاهنده و اکسنده مبادله شده است. طبق فرض سوال، در هر ثانیه تعداد $1.0 \times 10^{-2} \times 24/0.8$ الکترون (معادل 0.4 مول الکترون) از سیم (مدار خارجی) عبور می کند؛ در نتیجه در مدت زمان ۳۰ دقیقه (۱۸۰۰ ثانیه)، ۷۲ مول الکترون از آند به کاتد جریان داشته است. یون های Zn^{2+} با تبدیل شدن به اتم های Zn بر روی کاتد رسوب می کنند. اگر فرض کنیم کل (۱۰۰ درصد) این یون ها کاهش پیدا کنند، تغییر جرم تیغه کاتدی برابر است با:

$$? g Zn = 72 mol e \times \frac{1 mol Zn}{2 mol e} \times \frac{65 g Zn}{1 mol Zn} = 2340 g$$

اگر کل یون های روی به اتم روی تبدیل شوند و بر روی کاتد رسوب کنند، ۲۳۴۰ گرم به جرم تیغه کاتدی افزوده می شود؛ ولی طبق فرض سوال ۷۰ درصد از یون ها با تبدیل شدن به اتم روی بر روی کاتد رسوب کرده اند؛ در نتیجه ۱۶۳۸ گرم ($2340 \times \frac{70}{100}$) رسوب بر روی تیغه کاتدی ایجاد شده است.

گروه آموزشی ماز

- ۲- چند مورد از عبارت های زیر در مورد رایج ترین سلول سوختی درست است؟ ($H = 1$ و $O = 16 : g.mol^{-1}$)

آ: در این سلول، همانند سلول گالوانی $Mg - SHE$ ، گاز هیدروژن تولید می شود.

ب: در شرایط یکسان، چگالی گاز قطبی خارج شده از سلول، ۸ برابر چگالی گاز ورودی به آند است.

پ: جرم هر گونه گذرنده از غشای مبادله کننده سلول، به تقریب برابر با جرم نوعی ذره زیراتمی بدون بار است.

ت: در واکنش مربوط به این سلول، مجموع آنتالپی پیوندها در واکنش دهنده، بیشتر از این مجموع در فراورده است.

۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

پاسخ: گزینه ۱ (متوسط - مفهومی - ۱۲۰۲)

پایخ شیمی

رایج ترین سلول سوختی، سلول سوختی هیدروژن-اکسیژن است. در این سلول سوختی که نوعی سلول گالوانی به حساب می آید، گازهای هیدروژن و اکسیژن به صورت کنترل شده به ترتیب وارد آند (قطب منفی) و کاتد (قطب مثبت) می شوند تا با هم واکنش داده و بخش قابل توجهی از انرژی شیمیایی آن ها به انرژی الکتریکی تبدیل شود. گاز خروجی از آند، گاز هیدروژن مصرف نشده بوده و گاز خروجی از کاتد، بخار آب تولید شده در سلول است. بر این اساس، فقط عبارت (پ) درست است.

به چند نکته زیر در مورد سلول سوختی $H_2 - O_2$ توجه کنید:

✓ الکترودهای آندی و کاتدی در این سلول، در واکنش های اکسایش و کاهش شرکت نمی کنند و فقط بستری برای مبادله الکترون هستند؛ در نتیجه جرم آن ها ثابت می ماند. همچنین این الکترودها، حاوی کاتالیزگر مناسب برای انجام نیم واکنش های آندی و کاتدی بوده و به واکنش های مربوط به اکسایش و کاهش انجام شده در سطح خود سرعت می بخشند.

✓ غشای مبادله کننده پروتون، فقط به پروتون ها (یون های H^+) اجازه عبور می دهد. پروتون های حاصل از اکسایش گاز هیدروژن در آند، از این غشا به سمت کاتد حرکت کرده تا در واکنش با گاز اکسیژن شرکت کنند. دقت کنید از این غشاء، هیچ گونه آنیونی مبادله نمی شود.

✓ با انجام واکنش، بخش قابل توجهی (نه همه) از انرژی شیمیایی به انرژی الکتریکی تبدیل می شود.

بررسی سایر موارد:

آ: واکنش مربوط به سلول گالوانی $Mg - SHE$ به صورت $Mg(s) + 2H^+(aq) \rightarrow Mg^{2+}(aq) + H_2(g)$ بوده و با توجه به واکنش، گاز هیدروژن در این سلول گالوانی تولید می شود. واکنش مربوط به سلول سوختی هیدروژن-اکسیژن به صورت $2H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2H_2O(g)$ است. بر اساس این واکنش، گاز هیدروژن در بخش آندی سلول اکسایش یافته و مصرف می شود.

ب: بخار آب (H_2O)، گازی است که از بخش کاتدی سلول خارج شده و مولکولی قطبی به حساب می آید. گاز ورودی به آند، گاز هیدروژن است. در شرایط یکسان نسبت چگالی دو گاز با نسبت جرم مولی آن ها برابر است. بر این اساس، می توان نوشت:

$$\frac{\text{چگالی بخار آب}}{\text{جرم مولی بخار آب}} = \frac{\text{چگالی گاز هیدروژن}}{\text{جرم مولی گاز هیدروژن}} \Rightarrow \frac{\text{چگالی بخار آب}}{\text{چگالی گاز هیدروژن}} = \frac{18}{2} = 9$$

با توجه به محاسبات بالا، مقدار نسبت خواسته شده برابر با ۹ است.

پ: غشای مبادله کننده سلول، همان غشای مبادله کننده پروتون (H^+) است. جرم هر پروتون با جرم هر نوترون (ذره زیراتمی بدون بار) به تقریب یکسان بوده و برابر با 1 amu است. جرم هر الکترون ناچیز بوده و به تقریب برابر با $\frac{1}{1836}\text{ amu}$ است.

ت: واکنش‌های انجام شده در همه سلول‌های گالوانی از جمله سلول‌های سوختی، گرماده است. یکی از راه‌های به دست آوردن آنتالپی واکنش، استفاده از آنتالپی پیوند بوده و فرمول آن به صورت زیر است:

$$\Delta H_{\text{واکنش}} = [\text{مجموع آنتالپی پیوندها در واکنش‌دهنده}] - [\text{مجموع آنتالپی پیوندها در فراورده}]$$

در این معادله اگر مجموع آنتالپی پیوندها در فراورده، بیشتر از مجموع آنتالپی پیوندها در واکنش‌دهنده باشد، مقدار آنتالپی منفی بوده و نشان‌دهنده واکنش گرماده ($\Delta H < 0$) است.

گروه آموزشی ماز

۳- در دمای یکسان، ۴ قطعه آهنی با جرم برابر را در ظرف‌های جداگانه زیر قرار می‌دهیم. مقایسه شدت فرایند خوردگی آهن بعد از ایجاد خراش در سطح فلزهای موجود در هر ظرف، در کدام گزینه به درستی آمده است؟

شماره ظرف	محتویات ظرف
۱	قرار دادن قطعه آهنی در ۵۰۰ میلی لیتر پروپانویک اسید
۲	روکش‌دار کردن آهن با مس و قرار دادن در ۵۰۰ میلی لیتر پروپانویک اسید
۳	روکش‌دار کردن آهن با منیزیم و قرار دادن در ۵۰۰ میلی لیتر آب مقطر
۴	قرار دادن قطعه آهنی در ۵۰۰ میلی لیتر بوتانویک اسید
۵	قرار دادن قطعه آهنی در ۵۰۰ میلی لیتر آب مقطر

$$2 > 1 > 4 > 5 > 3 \quad (2)$$

$$4 > 1 > 2 > 3 > 5 \quad (4)$$

$$4 > 2 > 1 > 5 > 3 \quad (1)$$

$$2 > 4 > 1 > 5 > 3 \quad (3)$$

پاسخ: گزینه ۲ (متوسط - مفهومی - ۱۳۰۲)



تمایل مولکول‌های اکسیژن به گرفتن الکترون، در محیط‌های اسیدی (محیط‌هایی با $pH < 7$ که رنگ کاغذ pH را سرخ می‌کنند)، بیشتر از محیط‌های خنثی است و به همین خاطر، سرعت خورده شده آهن در محیط اسیدی بیشتر از محیط خنثی است. همچنین با روکش‌دار کردن آهن به وسیله فلزهایی با E° مثبت‌تر نسبت به آهن (مثل روکش‌دار کردن فلز آهن با مس، نقره، قلع و ...)، سرعت خورده شدن آهن افزایش می‌یابد، چون در این موارد آهن به عنوان آند عمل کرده و روکش آن با ایجاد بستری برای انتقال الکترون، سرعت خورده شدن را افزایش می‌دهد. در نقطه مقابل، توجه داریم که روکش‌دار کردن آهن به وسیله فلزهایی با E° منفی‌تر از آهن، از خوردگی این فلز جلوگیری می‌کند. سرعت خورده شدن آهن در ظرف شماره ۲، بیشتر از ظرف شماره یک است. در هر دو ظرف محیط اسیدی بوده و اسید موجود در آن‌ها نیز یکسان است، ولی در ظرف ۲، فلز آهن با مس روکش‌دار شده است. چون پتانسیل کاهش مس بیشتر از آهن است، در نتیجه بعد از خراش، مس به عنوان کاتد عمل کرده و سرعت خوردگی آهن را افزایش می‌دهد. سرعت و شدت خورده شدن آهن در ظرف شماره ۳ از همه موارد کمتر است، چون از آهن حفاظت کاتدی به عمل آمده و محیط آن نیز اسیدی نیست. در ظرف شماره ۳، سطح آهن با فلز منیزیم پوشانده شده است. چون پتانسیل کاهش منیزیم، منفی‌تر از آهن است؛ در نتیجه بعد از خراش، منیزیم خود را فدای آهن کرده و به جای آهن خورده می‌شود. سرعت خورده شدن آهن در ظرف شماره یک، بیشتر از ظرف شماره چهار است. در این دو ظرف، آهن خالص وجود دارد و با هیچ فلزی پوشانده نشده است، ولی در ظرف شماره یک، پروپانویک اسید و در ظرف شماره چهار، بوتانویک اسید وجود دارد. کربوکسیلیک اسیدها، اسیدهای آلی و ضعیف هستند و هرچه شمار اتم‌های کربن در آن‌ها افزایش یابد، قدرت اسیدی آن‌ها کاهش می‌یابد؛ در نتیجه پروپانویک اسید، اسید قوی‌تری نسبت به بوتانویک اسید بوده؛ در نتیجه سرعت خورده شدن آهن در ظرف یک، بیشتر از ظرف چهار است.

گروه آموزشی ماز

۴- مول‌های برابر از سدیم کلرید مذاب و منیزیم کلرید مذاب را در دو سلول الکترولیتی مجزا برقکافت می‌کنیم. اگر در دمای ثابت، گازهای حاصل از دو سلول را در ظرفی سربسته حاوی ۲ مول گاز هلیوم وارد کنیم، فشار گازها ۲/۵ برابر می‌شود. طی این فرایند، چند گرم از فلزی که شعاع اتمی کوچک‌تری دارد، تولید شده است؟ ($g \cdot mol^{-1}$: ۲۳ : Na و ۲۴ : Mg)

$$24 \quad (4)$$

$$48 \quad (3)$$

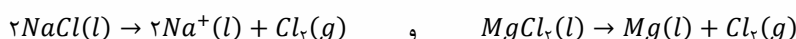
$$11/5 \quad (2)$$

$$23 \quad (1)$$

پاسخ: گزینه ۳ (متوسط - مساله - ۱۳۰۲)



واکنش برقکافت سدیم کلرید مذاب و منیزیم کلرید مذاب به صورت زیر است:



اگر مول‌های سدیم کلرید و منیزیم کلرید مذاب مصرف شده برابر با x مول باشد، در واکنش برقکافت سدیم کلرید مذاب، $\frac{x}{2}$ مول گاز کلر و در واکنش برقکافت منیزیم کلرید مذاب نیز x مول گاز کلر تولید خواهد شد. بر این اساس، شمار مول گاز کلر تولید شده در واکنش برابر با $\frac{1}{5}x$ مول خواهد بود. قبل از اضافه کردن گاز کلر به ظرف حاوی گاز هلیوم، ۲ مول هلیوم در ظرف وجود داشته و پس از اضافه کردن گاز کلر به ظرف، شمار مول‌های گازی برابر با $2 + \frac{1}{5}x$ خواهد بود. دما ثابت بوده و ظرف سر بسته است (حجم ثابت است)؛ در نتیجه بر اساس قانون گازها، داریم:

$$\frac{P_1 V_1}{n_1 T_1} = \frac{P_2 V_2}{n_2 T_2} \Rightarrow \frac{P_1}{2} = \frac{\frac{2}{5} P_1}{2 + \frac{1}{5} x} \Rightarrow x = 2 \text{ mol}$$

حالت ثانویه حالت اولیه

شمار مول‌های هر یک از مواد منیزیم کلرید و سدیم کلرید مذاب برابر با ۲ مول است. در جدول تناوبی عناصر از چپ به راست در طول یک دوره، شعاع اتمی کاهش می‌یابد. هر دو عنصر منیزیم و سدیم در دوره سوم جدول هستند و منیزیم در سمت راست عنصر سدیم قرار دارد؛ در نتیجه شعاع اتمی عنصر منیزیم کمتر از سدیم است. جرم منیزیم تولید شده، برابر است با:

$$? g \text{ Mg} = 2 \text{ mol MgCl}_2 \times \frac{1 \text{ mol Mg}}{1 \text{ mol MgCl}_2} \times \frac{24 g \text{ Mg}}{1 \text{ mol Mg}} = 48 g$$

با توجه به محاسبات بالا، جرم منیزیم تولید شده برابر با ۴۸ گرم است.

گروه آموزشی ماز

۵- چه تعداد از عبارات‌های داده شده درست هستند؟

- آ: آذرخش، تنها پدیده طبیعی است که در آن، انرژی به صورت انرژی الکتریکی میان سامانه واکنش و محیط جاری می‌شود.
ب: رشد دانش و پیشرفت فناوری، افزایش سطح رفاه و آسایش را به همراه داشته و انتقال ایمن آب، نیم‌رخ از آن است.
پ: پرکاربردترین شکل انرژی در استفاده از فناوری‌هایی مثل فناوری مربوط به گرمایش آسان‌تر، انرژی الکتریکی است.
ت: ساخت قوطی محتوی مواد غذایی و لوازم آشپزی مقاوم در برابر خوردگی، در گرو بهره‌گیری از الکتروشیمی است.

۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

پاسخ: گزینه ۳ (آسان - مفهومی - ۱۴۰۲)



عبارات‌های (ب)، (پ) و (ت) درست هستند.

بررسی سایر موارد:

آ: در برخی از انواع پدیده‌های طبیعی همچون تندر و آذرخش (رعد و برق)، انرژی به شکل انرژی الکتریکی میان سامانه‌ی واکنش و محیط پیرامون جاری می‌شود. پدیده‌هایی از این دست، از ماهیت الکتریکی ماده سرچشمه گرفته و سبب شدند تا تلاش برای شناسایی واکنش‌هایی که با داد و ستد الکترون همراه هستند، به شکل هدفمند دنبال شوند.

ب: رشد دانش و پیشرفت فناوری، موجب آسان‌تر شدن انجام فعالیت‌های فردی، اقتصادی و صنعتی شده و افزایش سطح آسایش و رفاه در جامعه را به دنبال داشته است. تأمین روشنایی، گرمایش و سرمایش آسان‌تر، حمل و نقل سریع‌تر و ایمن‌تر، درمان و کاهش اثرات نقص عضو و انتقال ایمن آب آشامیدنی از نقطه‌ای به نقطه دیگر، نمونه‌هایی از افزایش سطح رفاه و آسایش در جامعه را نشان می‌دهند. دو رکن اساسی در تحقق این فناوری‌ها، دستیابی به مواد مناسب و تأمین انرژی مورد نیاز است.

پ: انرژی الکتریکی، پرکاربردترین شکل انرژی مورد نیاز برای استفاده از فناوری‌های مختلف بوده و الکتروشیمی شاخه‌ای از علم شیمی است که در بهبود خواص مواد و تأمین انرژی نقش بسزایی دارد.

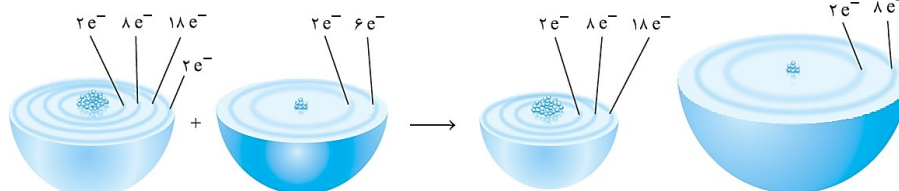
ت: ساخت لوله‌های فلزی انتقال آب، قوطی‌های محتوی مواد غذایی، لوازم آشپزی که در برابر خوردگی مقاوم بوده و مانع از آلوده شدن آب و مواد غذایی می‌شوند و همچنین کسب اطمینان از کیفیت تولید فراورده‌های دارویی، بهداشتی و غذایی، چهره‌ای از افزایش سطح رفاه و آسایش هستند که دستیابی به آن‌ها در گرو بهره‌گیری از دانش الکتروشیمی است. در واقع، آن‌چه که شیمی و الکتروشیمی را به یکدیگر پیوند داده و علم الکتروشیمی را ایجاد می‌کند، الکترون است. به عبارتی، الکتروشیمی علم استفاده از انرژی الکتریکی برای ایجاد یک تغییر شیمیایی دلخواه و یا تولید انرژی الکتریکی به کمک انجام واکنش‌های شیمیایی در سلول‌های مختلف است.

گروه آموزشی ماز

۶- کدام یک از مطالب زیر نادرست است؟

- ۱) فلزها دارای انرژی ذخیره شده بوده و یکی از راه‌های بهره‌گیری از این انرژی، اتصال آنها در شرایط مناسب به یکدیگر است.
۲) اندازه‌گیری و کنترل کیفی، یک قلمرو از علم الکتروشیمی است که منجر به کسب اطمینان از کیفیت فراورده‌ها می‌شود.
۳) چراغ‌های خورشیدی، با استفاده از سلول‌های خورشیدی ساخته شده و در آن‌ها واکنش‌های برگشت‌پذیر انجام می‌شود.
۴) گاز اکسیژن در واکنش با یک نمونه از فلز پلاتین، از هر اتم فلزی ۲ الکترون گرفته و موجب اکسایش آن می‌شود.

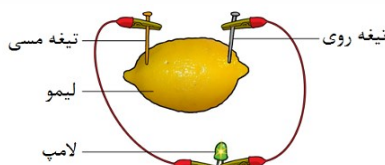
اغلب فلزها، در واکنش با نافلزها تمایل دارند یک یا چند الکترون از دست داده و اکسید شوند. اکسیژن یکی از نافلزهای فعال است که به عنوان اکسنده با اغلب فلزها واکنش می‌دهد. توجه داریم که اکسیژن با برخی فلزها مانند طلا و پلاتین که پتانسیل کاهشی استاندارد بسیار بالا و واکنش‌پذیری کمی دارند، واکنش نمی‌دهد در حالی که با سایر فلزها از جمله روی و آهن وارد واکنش می‌شود. برای مثال، واکنش میان فلز روی و گاز اکسیژن به صورت زیر است:



گونه‌ی کاهنده، گونه‌ای است که اکسایش یافته و سبب کاهش سایر گونه‌های شرکت‌کننده در واکنش می‌شود. برای مثال، در این واکنش فلز روی در نقش عامل کاهنده است. هر اتم روی دو الکترون از زیرلایه‌ی ۴s از دست داده و به یون روی تبدیل می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) عناصر فلزی در حالت آزاد، محتوای مقداری انرژی بوده و یکی از راه‌های بهره‌گیری از این انرژی ذخیره شده، اتصال فلزها در شرایط مناسب به یکدیگر است. برای نمونه، با استفاده از یک تیغه مسی و تیغه‌ای دیگر مانند روی و با میوه‌ای مانند لیمو، می‌توان نوعی باتری ساده (باتری لیمویی) ساخت و به کمک آن یک لامپ را روشن کرد. در واقع، باتری لیمویی نوع ساده‌ای از یک سلول گالوانی است که با فروبردن یک تیغه از جنس فلز مس و یک تیغه از جنس فلز روی در یک لیمو ساخته می‌شود. به کمک این نوع باتری می‌توان یک لامپ LED را روشن کرد. تصویر زیر، نمایی از این نوع باتری را نشان می‌دهد:



همانطور که مشخص است، لیمو در نقش الکترولیت بوده و باعث برقراری جریان الکتریکی در مدار خارجی این سلول می‌شود.

۲) دانش الکتروشیمی علاوه بر تهیه مواد جدید و تأمین انرژی الکتریکی مورد نیاز برای صنایع، می‌تواند در راستای پیاده‌کردن اصول شیمی سبز نیز گام بردارد. برخی از قلمروهای علم الکتروشیمی به شرح زیر هستند:

- ✓ تأمین انرژی ← به کمک باتری‌ها و سلول‌های سوختی
- ✓ تولید مواد ← با استفاده از فرایندهای برق‌کافت و آبکاری
- ✓ اندازه‌گیری و کنترل کیفی ← با استفاده از دستگاه pH سنج دیجیتال

۳) چراغ خورشیدی، یک ابزار روشنایی است که از لامپ LED، سلول خورشیدی و باتری قابل شارژ تشکیل شده است. تصویر زیر، نمونه‌ای از این چراغ‌ها را نشان می‌دهد:



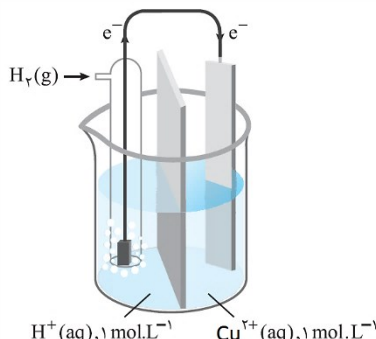
سلول خورشیدی به کار رفته در این چراغ‌ها، در طول روز با استفاده از انرژی خورشید، باتری را شارژ می‌کند. در طول شب، چراغ با استفاده از باتری روشن شده و محیط را نورانی می‌کند. توجه داریم که در باتری‌های قابل شارژ، واکنش‌های شیمیایی برگشت‌پذیر انجام شده و علاوه بر این، عنصر سیلیسیم نیز عنصر اصلی سازنده سلول‌های خورشیدی به کار رفته در این چراغ‌ها است.

گروه آموزشی ماز

۷- کدام یک از مطالب زیر در رابطه با سلول گالوانی استاندارد هیدروژن-مس نادرست است؟

- ۱) در طول زمان، گاز هیدروژن در این سلول مصرف شده و مقدار $[OH^{-}]$ در نیم‌سلول هیدروژن کاهش می‌یابد.
- ۲) نیم‌سلول مس، کاتد این سلول را تشکیل داده و از این سلول، می‌توان برای اندازه‌گیری E° مس استفاده کرد.
- ۳) با گذشت زمان، تفاوت جرم تیغه‌های آندی و کاتدی بکار رفته در این سلول قطعاً افزایش پیدا خواهد کرد.
- ۴) آنیون‌های موجود در نیم‌سلول مس، از خلال دیواره متخلخل، به سمت نیم‌سلول هیدروژن می‌روند.

پتانسیل کاهش استاندارد عناصر مس و هیدروژن، به ترتیب برابر با $+0.34$ و صفر ولت است، پس اگر نیم سلول های استاندارد مس و هیدروژن را به یکدیگر متصل کنیم، سلولی بدست می آید که در آن، فلز مس در نقش کاتد بوده و نیم سلول هیدروژن نیز در نقش آند است. تصویر زیر، نمایی از این سلول گالوانی را نشان می دهد:



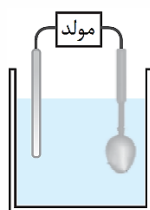
با کار کردن سلول مورد نظر، نیم واکنش کاهش یون های مس در سطح تیغه مسی انجام شده و جرم این تیغه افزایش پیدا می کند. در نیم سلول هیدروژن نیز نیم واکنش اکسایش هیدروژن انجام شده گاز هیدروژن مصرف می شود. توجه داریم که جرم الکترود پلاتینی موجود در نیم سلول هیدروژن، با گذشت زمان تغییری نمی کند چرا که فلز سازنده این نیم سلول اصلا در واکنش اکسایش-کاهش کلی سلول شرکت نمی کند. با توجه به توضیحات داده شده، اگر جرم اولیه تیغه مسی کمتر از جرم الکترود پلاتینی موجود در SHE باشد، با گذشت زمان تفاوت جرم دو تیغه کاهش پیدا می کند اما اگر جرم اولیه تیغه مسی بیشتر از جرم الکترود پلاتینی موجود در SHE باشد، با گذشت زمان تفاوت جرم دو تیغه افزایش پیدا می کند.

بررسی سایر گزینه ها:

- ۱ در اطراف آند، نیم واکنش اکسایش هیدروژن انجام شده و طی آن گاز هیدروژن مصرف می شود. معادله این نیم واکنش به صورت زیر است:

$$H_2(g) \rightarrow 2H^+(aq) + 2e^-$$
 (اکسایش)
 به علت تولید یون هیدروژن در این نیم واکنش، مقدار pH محلول در اطراف آند کاهش پیدا می کند. با کاهش مقدار pH محلول، غلظت یون هیدروکسید در این محلول کاهش پیدا خواهد کرد.
- ۲ همانطور که گفتیم، چون فلز مس پتانسیل کاهش استاندارد بیشتری دارد، نیم سلول مس کاتد این سلول را تشکیل می دهد. از آنجا که برای اندازه گیری پتانسیل کاهش استاندارد نیم سلول های مختلف، باید این نیم سلول ها را به نیم سلول استاندارد هیدروژن متصل کرده و اختلاف پتانسیل ایجاد شده را محاسبه کنیم، پس می توان گفت از این سلول، می توان برای اندازه گیری E° مس استفاده کرد.
- ۴ با کار کردن سلول، آنیون های موجود در نیم سلول مس (نیم سلول کاتدی)، از خلال دیواره متخلخل، به سمت نیم سلول هیدروژن (نیم سلول آندی) می روند.

گروه آموزشی ماز



۸- در سلول الکترولیتی مقابل، یک قاشق آهنی ۲۱۶ گرمی توسط فلز نقره آبکاری می شود. در صورت عبور 0.4 مول الکترون از مدار خارجی این سلول، جرم قاشق فلزی نسبت به ابتدای این فرایند چند برابر می شود؟

$(Ag = 108 \text{ g.mol}^{-1})$

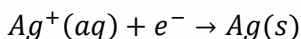
۱/۲۵ (۴)

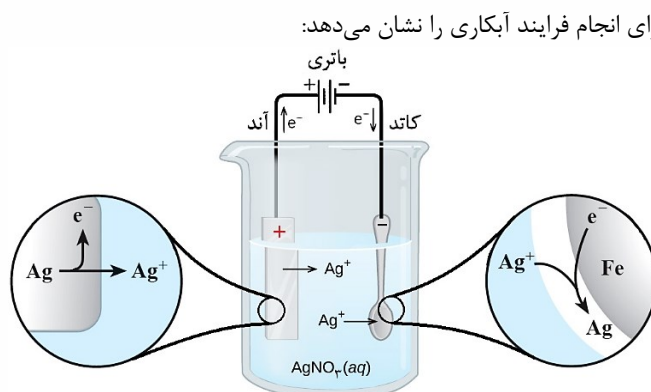
۱/۱۵ (۳)

۱/۲ (۲)

۱/۱ (۱)

پوشاندن سطح یک فلز با لایه ی نازکی از یک فلز ارزشمند و مقاوم در برابر خوردگی به کمک سلول الکترولیتی را آبکاری می گویند. در فرایند آبکاری نقره، به ازای مصرف یک مول الکترون، یک مول نقره روی جسم مورد نظر می نشیند. معادله نیم واکنش کاهش این فرایند به صورت زیر است:





تصویر زیر، نمایی از سلول استفاده شده برای انجام فرایند آبکاری را نشان می‌دهد:

اکنون با توجه به عبور 0.4 مول الکترون از مدار خارجی این سلول، مقدار فلز نقره‌ای که بر روی جسم موردنظر می‌نشیند را محاسبه می‌کنیم:

$$? g Ag = 0.4 \text{ mol } e^- \times \frac{1 \text{ mol } Ag}{1 \text{ mol } e^-} \times \frac{108 \text{ g } Ag}{1 \text{ mol } Ag} = 43.2 \text{ g}$$

جرم اولیه قاشق آهنی برابر با 216 گرم بوده و 43.2 گرم به جرم آن اضافه شده است. بنابراین نسبت جرم نهایی قاشق آهنی به جرم اولیه آن برابر است با:

$$\frac{\text{جرم نهایی}}{\text{جرم اولیه}} = \frac{216 + 43.2}{216} = 1.2$$

بنابراین جرم نهایی تیغه 1.2 برابر جرم اولیه‌ی آن خواهد بود. درباره فرایند آبکاری، نکات زیر را به خاطر بسپارید:

- ✓ جسمی که روکش فلزی روی آن ایجاد می‌شود، باید حتما رسانای جریان برق باشد. بر این اساس، می‌توان گفت اجسام نارسانا را نمی‌توان آبکاری کرد.
- ✓ جسمی که قرار است فرایند آبکاری روی آن انجام شود را به عنوان کاتد سلول الکترولیتی قرار داده و آن را به قطب منفی باتری وصل می‌کنند.
- ✓ فلزی که قرار است روی جسم موردنظر بنشیند (فلز پوشاننده) را اغلب به عنوان آند سلول الکترولیتی قرار داده و آن را به قطب مثبت باتری وصل می‌کنند.
- ✓ الکترولیت مورد استفاده برای آبکاری باید دارای کاتیون‌هایی از فلز پوشاننده باشد.

گروه آموزشی ماز

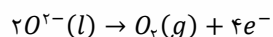
۹- کدام یک از مطالب زیر نادرست است؟

- (۱) در فرایند هال، بدنه گرافیتی ظرف به مرور زمان در واکنش مصرف شده و به صورت دوره‌ای باید تعویض شود.
- (۲) چون فلز آلومینیم در مقابل خوردگی مقاوم است، از آن در ساخت لوازم خانگی، هواپیما و کشتی استفاده می‌شود.
- (۳) سلول هال، همانند سلول نورالکتروشیمیایی استفاده شده برای تولید H_2 ، به کمک منبع انرژی خارجی کار می‌کند.
- (۴) فلز حاصل از فرایند هال، از مجرای پایین ظرف خارج شده و در آرایش الکترونی آن، ۴ زیرلایه پر از الکترون وجود دارد.

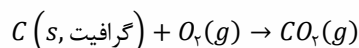
پاسخ: گزینه ۱ (متوسط - مفهومی - ۱۲۰۲)

پاسخ تشریحی:

در فرایند هال، بدنه گرافیتی ظرف در نقش کاتد بوده و تیغه‌های گرافیتی قرار گرفته در محلول الکترولیت نیز در نقش آند هستند. در این فرایند، نیم‌واکنش مقابل در مجاورت با آند انجام می‌شود:



گاز اکسیژن تولید شده در نیم‌واکنش آندی، با گرافیت موجود در آند بر اساس معادله مقابل واکنش می‌دهد:

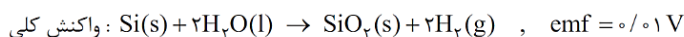
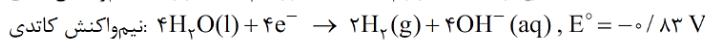
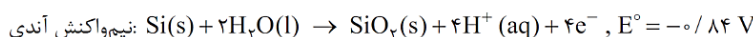
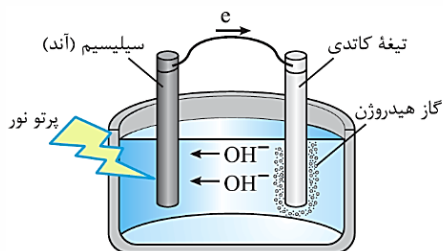


همانطور که مشخص است، در این سلول تیغه آندی به عنوان واکنش‌دهنده مصرف می‌شود و به مرور زمان از جرم آن کاسته می‌شود در حالی که بدنه گرافیتی ظرف در واکنش شرکت نکرده و بدون تغییر باقی می‌ماند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

رفتار همه عناصر فلزی در برابر مولکول‌های اکسیژن یکسان نبوده و برخی از این عناصر در برابر خوردگی با اکسیژن مقاوم هستند. به عنوان مثال، با این که فلز آلومینیم E° بسیار کوچکی داشته و به سرعت با اکسیژن هوا واکنش می‌دهد و به Al_2O_3 تبدیل می‌شود، اما در برابر خوردگی مقاوم است. علت این موضوع آن است که آلومینیم اکسید تولیدشده لایه‌ای چسبنده و متراکم را در سطح فلز باقی‌مانده ایجاد می‌کند که باعث جلوگیری از نفوذ اکسیژن و رطوبت به لایه‌های زیرین شده و از زنگ‌زدن لایه‌های درونی آلومینیم جلوگیری می‌کند. از چنین فلزهایی می‌توان برای ساختن وسایل گوناگونی بهره برد که برای مدت طولانی‌تری استحکام خود را حفظ می‌کنند. به عنوان مثال، از آلومینیم در ساخت لوازم خانگی، هواپیما، کشتی و ... استفاده می‌شود. بر این اساس، آلومینیم نقش کلیدی در صنایع گوناگون دارد و فناوری تولید آن بسیار ارزشمند است.

۳ تصویر زیر، نمایی از سلول نورالکتروشیمیایی استفاده شده برای تجزیه ی آب و تولید گاز هیدروژن را نشان می دهد:



در واکنش کلی انجام شده در این سلول، سیلیسیم به عنوان گونه ی کاهنده (گونه ای که اکسید می شود) و آب نیز به عنوان گونه ی اکسنده (گونه ای که کاهش پیدا می کند) مصرف می شوند. توجه داریم که واکنش این سلول با استفاده از یک منبع نور خارجی انجام می شود. در سلول های الکترولیتی همانند سلول استفاده شده برای انجام فرایند هال نیز یک واکنش شیمیایی با استفاده از یک مولد الکتریکی و در خلاف جهت طبیعی به پیش رانده می شود.

۴ فلز حاصل از فرایند هال، آلومینیم مذاب است. چون آلومینیم مذاب نسبت به الکترولیت موجود در سلول هال چگالی بیشتری دارد، در کف ظرف ته نشین شده و از مجرای پایین ظرف خارج می شود. عدد اتمی فلز آلومینیم برابر با ۱۳ بوده در آرایش الکترونی هر اتم از این عنصر، ۴ زیرلایه پر از الکترون (زیرلایه های ۱s، ۲s، ۲p و ۳s) وجود دارد.

گروه آموزشی ماز

۱۰- در کدام یک از هیدروکربن های زیر به ازای تولید هر مول کربن دی اکسید در واکنش سوختن، شمار الکترون بیشتری بین گونه های اکسنده و کاهنده مبادله می شود؟

(۴) ۱-پنتین

(۳) ۲-بوتن

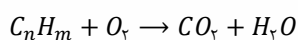
(۲) بنزن

(۱) هگزان

پاسخ: گزینه ۱ (سخت - مفهومی - مساله - ۱۲۰۲)

پایه شیمی

واکنش موازنه نشده سوختن هیدروکربن ها به صورت زیر است:



در این فرایند اتم های کربن اکسایش یافته و اتم های اکسیژن کاهش می یابند. بر این اساس، می توان گفت تغییر عدد اکسایش اتم های کربن برابر مقدار الکترون مبادله شده بین این دو گونه است. پس از مشخص کردن تغییر عدد اکسایش اتم های کربن در هر گزینه، مقدار الکترون مبادله شده را در تولید یک مول کربن دی اکسید بدست می آوریم. دقت داریم که عدد اکسایش کربن در ساختار فرآورده، برابر ۴+ است.

بررسی گزینه ها:

۱ مجموع عدد اکسایش اتم های کربن در هگزان (C_6H_{14}) برابر ۱۴- است و به ازای سوختن هر مول از آن ۶ مول کربن دی اکسید تولید می شود. پس تغییر عدد اکسایش ۶ اتم کربن برابر $38 = (-14) - (4 \times 6)$ واحد است. بر این اساس، داریم:

$$? \text{ mol } e^- = 1 \text{ mol } \text{CO}_2 \times \frac{1 \text{ mol } \text{C}_6\text{H}_{14}}{6 \text{ mol } \text{CO}_2} \times \frac{38 \text{ mol } e^-}{1 \text{ mol } \text{C}_6\text{H}_{14}} \approx 6.3 \text{ mol}$$

۲ مجموع عدد اکسایش اتم های کربن در بنزن (C_6H_6) برابر ۶- است و به ازای سوختن هر مول از آن ۶ مول کربن دی اکسید تولید می شود. پس تغییر عدد اکسایش ۶ اتم کربن برابر $30 = (-6) - (4 \times 6)$ واحد است. بر این اساس، داریم:

$$? \text{ mol } e^- = 1 \text{ mol } \text{CO}_2 \times \frac{1 \text{ mol } \text{C}_6\text{H}_6}{6 \text{ mol } \text{CO}_2} \times \frac{30 \text{ mol } e^-}{1 \text{ mol } \text{C}_6\text{H}_6} = 5 \text{ mol}$$

۳ مجموع عدد اکسایش اتم های کربن در ۲-بوتن (C_4H_8) برابر ۸- است و به ازای سوختن هر مول از آن ۴ مول کربن دی اکسید تولید می شود. پس تغییر عدد اکسایش ۴ اتم کربن برابر $24 = (-8) - (4 \times 4)$ واحد است. بر این اساس، داریم:

$$? \text{ mol } e^- = 1 \text{ mol } \text{CO}_2 \times \frac{1 \text{ mol } \text{C}_4\text{H}_8}{4 \text{ mol } \text{CO}_2} \times \frac{24 \text{ mol } e^-}{1 \text{ mol } \text{C}_4\text{H}_8} = 6 \text{ mol}$$

۴ مجموع عدد اکسایش اتم های کربن در ۱-پنتین (C_5H_{12}) برابر ۸- است و به ازای سوختن هر مول از آن ۵ مول کربن دی اکسید تولید می شود. پس تغییر عدد اکسایش ۵ اتم کربن برابر $28 = (-8) - (4 \times 5)$ واحد است. بر این اساس، داریم:

$$? \text{ mol } e^- = 1 \text{ mol } \text{CO}_2 \times \frac{1 \text{ mol } \text{C}_5\text{H}_{12}}{5 \text{ mol } \text{CO}_2} \times \frac{28 \text{ mol } e^-}{1 \text{ mol } \text{C}_5\text{H}_{12}} = 5.6 \text{ mol}$$

با توجه به محاسبات انجام شده، شمار الکترون های مبادله شده میان اکسنده و کاهنده به ازای تولید یک مول کربن دی اکسید، در سوختن هگزان بیشتر از سایر مواد مطرح شده است. برای حل این سوال، راه حل سریع تری هم وجود دارد! باتوجه به آن که عدد اکسایش کربن در کربن دی اکسید برابر ۴+

است، هر چه عدد اکسایش کربن در ترکیب مورد نظر پایین تر، مقدار تفاوت عدد اکسایش اتم کربن در این ترکیب و کربن دی اکسید بیشتر خواهد بود و در واکنش سوختن، الکترون بیشتری مبادله می گردد. در میان این مواد میانگین عدد اکسایش اتم های کربن در هگزان ($\frac{-14}{6}$)، منفی تر از بنزن (-1)، -2 بوتن (-2) و -1 پنتین ($\frac{-8}{5}$) است، پس بیشترین میزان تغییر عدد اکسایش اتم های کربن، در هگزان رخ داده است.

گروه آموزشی ماز

۱۱- کدام موارد از مطالب زیر، در مورد واکنش $F_2(g) + 2HCl(g) \rightleftharpoons Cl_2(g) + 2HF(g)$ درست هستند؟

آ: اکسنده در واکنش رفت، ۳ جفت الکترون ناپیوندی در ساختار خود دارد.

ب: محلول آبی گونه کاهنده در واکنش برگشت، یک اسید ضعیف به شمار می رود.

پ: گونه کاهنده در واکنش رفت، در دمای $25^\circ C$ با گاز هیدروژن به شدت واکنش می دهد.

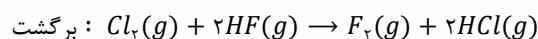
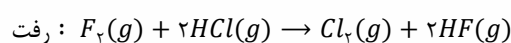
ت: پیوند کووالانسی در گونه کاهنده در واکنش برگشت، قوی تر از این پیوند در گونه اکسنده در واکنش برگشت است.

(۱) «آ» و «پ» (۲) «آ» و «ت» (۳) «ب» و «پ» (۴) «ب» و «ت»

پاسخ: گزینه ۴ (متوسط - مفهومی - ۱۲۰۲)



معادله واکنش رفت و برگشت به صورت زیر است:



بر این اساس، عبارت های (ب) و (ت) درست هستند.

در واکنش های اکسایش-کاهش، دو گونه اکسنده و کاهنده وجود دارد. گونه اکسنده، گونه ای است که با گرفتن الکترون کاهش می یابد. این گونه با گرفتن الکترون از ماده دیگر موجب اکسایش آن ماده شده و به همین علت به آن اکسنده می گویند. این گونه در سمت واکنش دهنده ها قرار دارد و عدد اکسایش یکی از اتم های آن در واکنش کم می شود. گونه کاهنده، گونه ای است که با از دست دادن الکترون اکسایش می یابد و چون با تولید الکترون موجب کاهش ماده دیگر می شود به آن کاهنده گویند. این گونه نیز در سمت واکنش دهنده بوده و عدد اکسایش یکی از اتم های آن در واکنش زیاد می شود.

بررسی موارد

آ: در واکنش رفت، عدد اکسایش اتم فلوئور در گاز فلوئور از صفر به -1 در هیدروژن فلوئورید می رسد. پس در این واکنش فلوئور کاهش می یابد و نقش اکسنده را ایفا می کند. در ساختار لوویس گاز فلوئور، یک پیوند اشتراکی و ۶ جفت الکترون ناپیوندی وجود دارد.

ب: در واکنش برگشت عدد اکسایش اتم های فلوئور یک عدد افزایش می یابد. پس هیدروژن فلوئورید در این واکنش اکسایش یافته و کاهنده است. این ماده به هنگام حل شدن در آب به صورت جزئی یونش یافته و مقدار کمی یون هیدرونیوم و یون فلوئورید تولید می کند. پس هیدروژن فلوئورید برخلاف سایر هیدروژن هالیدها، اسیدی ضعیف به شمار رفته و ثابت یونش کوچکی دارد.

پ: در واکنش رفت، عدد اکسایش اتم کلر از -1 در هیدروژن کلرید به صفر در گاز کلر می رسد. پس در این واکنش گاز هیدروژن کلرید نقش کاهنده را دارد. گاز هیدروژن کلرید در دمای $25^\circ C$ از واکنش گرماده گاز کلر و هیدروژن به آرامی تولید می شود.

ت: در واکنش برگشت، عدد اکسایش اتم کلر در گاز کلر صفر و در گاز هیدروژن کلرید برابر -1 است. بنابراین گاز کلر در این واکنش کاهش یافته و نقش اکسنده را دارد. پیوند کووالانسی موجود در HF و Cl_2 هر دو یگانه هستند. چون شعاع اتمی فلوئور و هیدروژن از کلر کمتر است، طول پیوند $H-F$ کمتر بوده و این پیوند قوی تر است. به طور کلی قوی ترین پیوند یگانه موجود، پیوند $H-F$ بوده و حتی آنتالپی آن بیشتر از پیوند دوگانه $O=O$ می باشد.

گروه آموزشی ماز

۱۲- کدام یک از مطالب زیر نادرست است؟

(۱) در واکنش هیدروکلریک اسید با فلزها، یون کلرید نقشی در فرایند اکسایش-کاهش ندارد.

(۲) در تبدیل وسایل فلزی به سنگ معدن در طبیعت، عدد اکسایش ذرات آن فلز کاهش می یابد.

(۳) طی سوختن منیزیم، نوری خیره کننده تولید شده و آرایش الکترونی یون های تولید شده مشابه هم است.

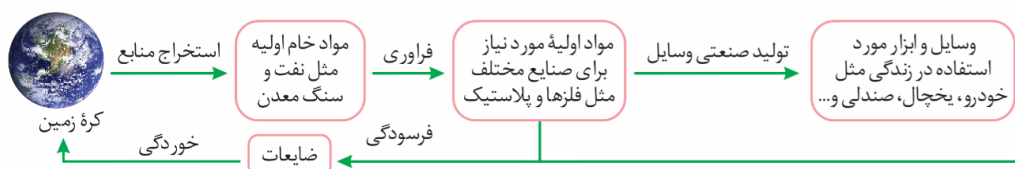
(۴) فلز نقره با محلول هیدروکلریک اسید مولار، برخلاف گاز اکسیژن موجود در هوای اطراف، واکنش نخواهد داد.

پاسخ: گزینه ۲ (متوسط - مفهومی - ۱۲۰۲)



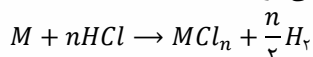
در وسایل فلزی، فلزها به صورت عنصر فلزی وجود دارند که عدد اکسایش فلز در این حالت، برابر با صفر است اما در طبیعت اکثر این فلزها به صورت ترکیب وجود دارند. فلزها در ترکیبات خود عدد اکسایش مثبت دارند. پس در تبدیل وسایل فلزی به سنگ معدن در طبیعت، عدد اکسایش اتم فلز افزایش یافته و ذرات سازنده این عناصر اکسایش می یابند. یکی از فرایندهای اصلی تبدیل فلز به سنگ معدن، واکنش خوردگی است که در آن فلز اکسایش می یابد.

نمودار زیر، روند کلی تغییر و فراوری منابع مختلف از جمله فلزهایی که از زمین استخراج می‌شوند را نشان می‌دهد:

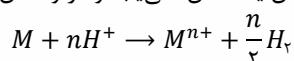


بررسی سایر گزینه‌ها:

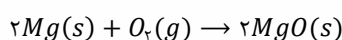
۱) واکنش فلزها با هیدروکلریک اسید به صورت زیر انجام می‌شود:



در این واکنش، فلزهایی که چند ظرفیت مختلف دارند، با کمترین ظرفیت خود در واکنش شرکت می‌کنند. در این واکنش، یون H^+ کاهش یافته و فلز اکسایش می‌یابد؛ بنابراین در این فرایند یون کلرید اکسایش یا کاهش نمی‌یابد و در واکنش شرکت نمی‌کند. می‌توان این واکنش را به صورت زیر نوشت:



۳) معادله واکنش سوختن فلز منیزیم به صورت زیر است:



در این واکنش، نور خیره‌کننده‌ای تولید می‌شود که در گذشته به عنوان منبع نور در عکاسی استفاده می‌شده است. در این واکنش اکسیژن اکسند و منیزیم کاهنده است. آرایش الکترونی هر دو یون تولیدشده (یون منیزیم و یون اکسید) مشابه گاز نئون می‌باشد.

۴) فلزهایی که پتانسیل استاندارد کاهش آن‌ها بیشتر از صفر است، با محلول اسیدها (محلول حاوی یون هیدرونیوم) به طور طبیعی واکنش نمی‌دهند. مس، نقره، پلاتین و طلا در سری الکتروشیمیایی بالاتر از هیدروژن قرار داشته و E° آن‌ها مثبت است. پس این فلزها با یون هیدروژن موجود در محلول اسیدها واکنش نخواهند داد. از میان این ۴ فلز، فلزهای مس و نقره با گاز اکسیژن موجود در هوا واکنش می‌دهند به گونه‌ای که فلز مس زنگار سبزرنگ و فلز نقره اکسید تیره رنگی دارند.

گروه آموزشی ماز

۱۳- چند مورد از عبارت‌های زیر جمله داده شده را به درستی تکمیل می‌کنند؟

«در واکنش فلز با محلول مس (II) سولفات،»

آ: روی - مقدار $n + l$ الکترون‌های مبادله‌شده تغییری نمی‌کند.

ب: آلومینیم - به مرور زمان مجموع غلظت کاتیون‌ها در محلول کاهش می‌یابد.

پ: تیتانیم - در نیم‌واکنش موازنه‌شده کاهش، ضریب الکترون برابر با ۲ است.

ت: آهن - به ازای مصرف یک مول گونه کاهنده، 1.806×10^{24} الکترون مبادله می‌شود.

۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

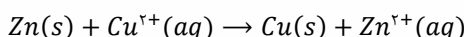
پاسخ: گزینه ۲ (متوسط - مفهومی - ۱۲۰۲)

پاسخ تشریحی:

پتانسیل کاهش استاندارد هر چهار فلز مطرح‌شده در عبارت‌ها، کمتر از فلز مس است و بر این اساس در همه عبارت‌ها واکنش میان یون Cu^{2+} و فلزها رخ می‌دهد. در این واکنش‌ها یون مس (II) کاهش یافته و فلز اکسایش می‌یابد. بر این اساس، عبارت‌های (ب) و (پ) درست هستند.

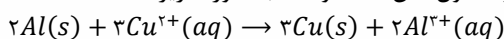
بررسی موارد:

آ: واکنش فلز روی با این محلول به صورت زیر است:



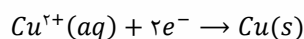
در این واکنش، دو الکترون موجود در زیرلایه $4s$ ($n + l = 4$) فلز روی از این اتم جدا شده و یکی در زیرلایه $3d$ ($n + l = 5$) و دیگری در زیرلایه $4s$ یون مس (II) وارد می‌شوند تا اتم مس ایجاد شود. در این فرایند مقدار $n + l$ الکترونی که در زیرلایه $4s$ یون مس (II) می‌نشیند تغییر نمی‌کند؛ اما $n + l$ الکترونی که در زیرلایه $3d$ قرار می‌گیرد، از ۴ به ۵ می‌رسد.

ب: معادله واکنش انجام‌گرفته میان فلز آلومینیم و محلول مس (II) سولفات به صورت زیر است:



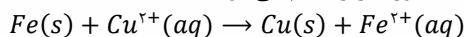
در این واکنش با مصرف سه مول کاتیون مس (II)، دو مول کاتیون آلومینیم تولید می‌شود. پس با انجام این واکنش به مرور زمان مجموع غلظت کاتیون‌های موجود در محلول کاهش می‌یابد.

پ: واکنش پذیری تیتانیم بیشتر از آهن بوده و چون واکنش پذیری آهن از مس بیشتر است، می توان نتیجه گرفت واکنش پذیری تیتانیم نیز از مس بیشتر بوده و مقدار E° کاهش این عنصر فلزی کمتر از مس است. پس در واکنش تیتانیم با یون مس (II)، یون مس کاهش یافته (الکترون می گیرد) و نیم واکنش کاهش به صورت زیر انجام می شود:



در این نیم واکنش، ضریب الکترون برابر دو است.

ت: واکنش میان فلز آهن و محلول مس (II) سولفات به صورت زیر انجام می شود:



در این واکنش آهن اکسید شده و به یون آهن (II) تبدیل می شود. پس در این واکنش آهن کاهنده و یون مس اکسنده است. در این واکنش به ازای مصرف یک مول کاهنده، دو مول الکترون مبادله می شود که معادل $10^{24} \times \frac{1}{2} \times 1.6 \times 10^{-19}$ الکترون است. توجه داریم که رنگ محلول حاوی یون مس (II) آبی است. رنگ محلول تولید شده در واکنش آخر، سبزرنگ می باشد؛ در حالی که محلول های تولید شده در سه عبارت دیگر، شفاف هستند.

گروه آموزشی ماز

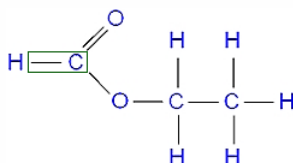
۱۴- عدد اکسایش دو اتم مطرح شده در کدام گزینه، برابر با یکدیگر هستند؟

- ۱) اتم اکسیژن کناری در اوزون - اتم هیدروژن در آمونیاک
- ۲) اتم کربن گروه استری در اتیل متانوات - اتم اکسیژن در OF_2
- ۳) اتم منگنز در پتاسیم پرمنگنات - اتم کلر در ساختار کلریک اسید ($HClO_3$)
- ۴) اتم کربن در ساده ترین ماده آلی حاوی گروه کربونیل - اکسیژن در مس (I) اکسید

پاسخ: گزینه ۲ (متوسط - مفهومی - ۱۳۰۲)



ساختار اتیل متانوات به صورت زیر است:



اتم کربن گروه استری در اتیل متانوات، ۳ پیوند با اتم های اکسیژن داشته که الکترون های آن متعلق به اتم اکسیژن است و همچنین یک پیوند با اتم هیدروژن دارد که ۲ الکترون آن متعلق به کربن است، پس عدد اکسایش این کربن برابر ۲+ است. عدد اکسایش فلوئور در تمام ترکیبات آن ۱- است، پس عدد اکسایش اکسیژن در این ترکیب برابر ۲+ است. توجه داریم که اکسیژن در ترکیبات دوتایی با فلوئور مانند OF_2 و O_2F_2 عدد اکسایش مثبت دارد.

برای محاسبه عدد اکسایش در یک ترکیب با ساختار مشخص به صورت زیر عمل می کنیم:

- ۱- الکترون های مربوط به جفت الکترون ناپیوندی را به اتمی که بر روی آن هستند، نسبت می دهیم.
 - ۲- الکترون های مربوط به جفت الکترون پیوندی را به اتمی که در آن پیوند خصلت نافلزی بیشتری دارد، نسبت می دهیم. اگر دو اتم پیوند یکسان بودند، تعداد الکترون های پیوندی را بین دو اتم به طور مساوی تقسیم می کنیم.
 - ۳- حال تعداد الکترون های نسبت داده شده به اتم را از تعداد الکترون های لایه ظرفیت کم می کنیم تا عدد اکسایش بدست آید. بر این اساس، داریم:
- تعداد الکترون های نسبت داده شده - تعداد الکترون های ظرفیتی = عدد اکسایش
- به عنوان مثال در آب اکسیژنه عدد اکسایش اتم ها به صورت زیر محاسبه می شوند:

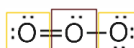


$$O : \text{ عدد اکسایش } = 6 - 7 = -1$$

$$H : \text{ عدد اکسایش } = 1 - 0 = +1$$

بررسی سایر گزینه ها:

۱) فرمول ساختاری اوزون به صورت زیر است:



عدد اکسایش اتم مرکزی در این ساختار برابر ۱+ است. عدد اکسایش اتم اکسیژن با یک پیوند یگانه برابر ۱- و عدد اکسایش اتم دیگر برابر با صفر است. عدد اکسایش اتم هیدروژن در همه ترکیب ها به جز ترکیب یونی دوتایی با فلزها، ۱+ است. در ترکیب دوتایی با فلزها، عدد اکسایش یون هیدروژن برابر ۱- است.

۳) عدد اکسایش اتم منگنز در پتاسیم پرمنگنات ($KMnO_4$) برابر ۷+ است. عدد اکسایش هیدروژن و اکسیژن در ساختار $HClO_3$ به ترتیب برابر ۱+ و ۲- است. پس برای آن که مجموع عدد اکسایش اتم ها در $HClO_3$ برابر با صفر شود، عدد اکسایش کلر باید ۵+ باشد.

۴ دو خانواده آلدهید و کتون در مواد آلی، حاوی گروه عاملی کربونیل هستند. ساده‌ترین آلدهید، یک کربن و ساده‌ترین کتون (استون) سه کربن در ساختار خود دارند؛ پس ساده‌ترین ماده آلی حاوی گروه کربونیل، اولین عضو آلدهیدها یعنی CH_3O است. با توجه به عدد اکسایش هیدروژن (+۱) و اکسیژن (-۲)، عدد اکسایش کربن در این ماده برابر با صفر است. در یون‌های تک‌اتمی، بار الکتریکی یون برابر با عدد اکسایش آن یون است. پس عدد اکسایش یون اکسید (O^{2-}) برابر ۲- است.

برای تعیین عدد اکسایش اتم‌ها، از قواعد خاصی استفاده می‌کنیم. قراردادهای در نظر گرفته شده برای تعیین عدد اکسایش، به شرح زیر هستند:

- ۱- عدد اکسایش اتم‌ها در ساختار پایدارترین دگرشکل هر عنصر، برابر با صفر است.
- ۲- مجموع عدد اکسایش اتم‌ها در یک ترکیب صفر و در یک یون، برابر بار یون است.
- ۳- عدد اکسایش فلزات در همه ترکیبات حاوی این عنصر برابر با ۱- است.
- ۴- عدد اکسایش اکسیژن در اکثر ترکیب‌ها ۲- است. به طور استثنا در OF_2 و O_2F_2 و پراکسیدها (مانند Na_2O_2 و آب اکسیژنه)، عدد اکسایش اکسیژن به ترتیب برابر با +۲، +۱ و ۱- می‌باشد. در سوپراکسیدها مانند LiO_2 و NaO_2 نیز عدد اکسایش اکسیژن برابر $\frac{1}{2}$ - است.
- ۵- عدد اکسایش اتم هیدروژن در همه ترکیب‌ها به جز ترکیب یونی دوتایی با فلزها، +۱ است. در ترکیب دوتایی با فلزها، عدد اکسایش هیدروژن ۱- است.
- ۶- عدد اکسایش فلزهای قلیایی و فلزهای قلیایی خاکی در ترکیبات آن‌ها به ترتیب +۱ و +۲ است. همچنین عدد اکسایش آلومینیم و اسکاندیم در همه ترکیب‌ها برابر +۳ است. در این میان عدد اکسایش روی نیز در ترکیبات آن همواره برابر +۲ است.

گروه آموزشی ماز

۱۵- کدام یک از مطالب زیر در مورد سلول‌های الکترولیتی نادرست است؟

- ۱) در اغلب مواقع، الکترودهای به کاررفته در ساختار آن‌ها از جنس گرافیت هستند.
- ۲) به مرور زمان در اطراف الکترود منفی آن‌ها، غلظت آنیون کاهش خواهد یافت.
- ۳) در نیم واکنش انجام گرفته در کاتد، الکترود در سمت چپ معادله قرار می‌گیرد.
- ۴) فراورده‌های واکنش انجام گرفته در آن‌ها نسبت به واکنش دهنده‌ها پایدارتر هستند.

پاسخ: گزینه ۴ (آسان - مفهومی - ۱۲۰۲)



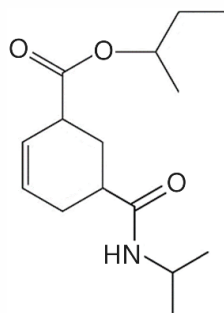
سلول‌های الکترولیتی دسته‌ای از سلول‌های الکتروشیمیایی هستند که در آن‌ها با مصرف انرژی الکتریکی، واکنش‌هایی که به صورت طبیعی انجام نمی‌شوند، در محیط آزمایشگاهی یا صنعتی انجام می‌شوند و منجر به تولید یک یا چند ماده خواهند شد. در واقع در این سلول‌ها انرژی الکتریکی به انرژی شیمیایی نهفته در ماده تولیدشده تبدیل خواهد شد. در سلول‌های الکترولیتی، الکترودهای مختلف مانند محلول نمک‌ها و نمک‌های مذاب برکافت می‌شوند. از این سلول‌ها به خصوص در استخراج فلزها (مانند فرایند هال، تولید سدیم و منیزیم)، تولید گاز هیدروژن (سلول برکافت آب) و آبکاری استفاده می‌شود. جدول زیر سلول الکترولیتی و گالوانی را با یکدیگر مقایسه می‌کند:

سلول گالوانی	سلول الکترولیتی
emf سلول	منفی (واکنش غیر خود به خودی)
نیم واکنش آندی	اکسایش
نیم واکنش کاتدی	کاهش
قطب مثبت	آند (محل اکسایش)
قطب منفی	کاتد (محل کاهش)
جهت حرکت الکترون در مدار خارجی	از قطب منفی به قطب مثبت (از آند به کاتد)
جهت حرکت کاتیون	به سمت کاتد (قطب مثبت)
جهت حرکت آنیون	به سمت آند (قطب منفی)
وجود دیواره متخلخل	غیر ضروری
علامت آنتالپی	منفی

واکنش‌های انجام گرفته در سلول‌های گالوانی گرماده بوده و با کاهش سطح انرژی مواد و پایدارتر شدن آن‌ها همراه است. واکنش‌های رخ داده در سلول‌های الکترولیتی قرینه واکنش‌های سلول‌های گالوانی بوده و گرماگیر هستند. پس فراورده‌های سلول الکترولیتی سطح انرژی بالاتری نسبت به واکنش دهنده‌ها دارند و ناپایدارتر هستند.

- ۱) اغلب الکترودهای به کاررفته در سلول‌های الکترولیتی از جنس گرافیت هستند. البته، مورد استثنا برای این قضیه، برخی از سلول‌ها مثل سلول آبکاری است. توجه داریم که اکثر الکترودهای به کاررفته در سلول‌های گالوانی از جنس فلزهای شرکت کننده در واکنش هستند. البته، در نیم سلول SHE و سلول‌های سوختی، این قاعده صدق نمی‌کند.
- ۲) الکتروده منفی در سلول‌های الکترولیتی، کاتد است. در سلول‌های الکتروشیمیایی، در الکترولیت، آنیون‌ها به سمت آند و کاتیون‌ها به سمت کاتد پیش می‌روند. پس غلظت آنیون اطراف کاتد کاهش و اطراف آند افزایش خواهد یافت.
- ۳) در سلول‌های الکتروشیمیایی (یعنی هم گالوانی و هم الکترولیتی)، کاتد محل انجام نیم‌واکنش کاهش است. در نیم‌واکنش کاهش الکترون مصرف شده و در سمت واکنش دهنده‌ها یعنی سمت چپ قرار دارد.

گروه آموزشی ماز



۱۶- کدام یک از مطالب زیر در مورد ترکیب مقابل درست هستند؟

آ: در ساختار این ماده عدد اکسایش ۵ اتم کربن برابر ۱- است.

ب: در سوختن ناقص این ماده، برخی از اتم‌های کربن، کاهش می‌یابند.

پ: عدد اکسایش اتم‌های کربن موجود در همه گروه‌های عاملی آن، با هم برابر است.

ت: در سوختن کامل آن، عدد اکسایش اتم‌های کربن در مجموع ۷۸ واحد تغییر می‌کند.

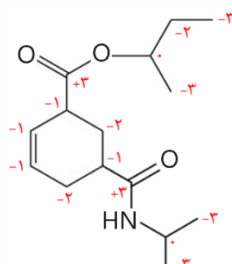
۱) «آ» و «پ» ۲) «آ» و «ت»

۳) «ب» و «پ» ۴) «ب»، «پ» و «ت»

پاسخ: گزینه ۳ (سخت - مفهومی - ۱۲۰۲)

پاسخ تشریحی:

عدد اکسایش اتم‌های کربن در این ترکیب به صورت زیر مشخص شده‌اند:



برای محاسبه عدد اکسایش اتم‌های کربن در مواد آلی از رابطه زیر می‌توان استفاده کرد:

شمار پیوندهای کربن با هیدروژن - شمار پیوندهای کربن با اکسیژن، نیتروژن و هالوژن‌ها = عدد اکسایش کربن

به عنوان مثال در بنزالدهید، کربن موجود در گروه عاملی در یک پیوند اشتراکی $C-C$ ، یک پیوند $C-H$ و یک پیوند $C=O$ شرکت می‌کند. عدد اکسایش این کربن برابر است با:

$$+1 = 1 - 2 = \text{عدد اکسایش کربن}$$

عدد اکسایش اتم هیدروژن و اکسیژن در مواد آلی همواره برابر +۱ و -۲ است. همچنین عدد اکسایش اتم نیتروژن اگر به اتمی از اکسیژن متصل نباشد، برابر -۳ خواهد بود، یعنی در گروه‌های عاملی آمیدی و آمینی، عدد اکسایش این اتم برابر -۳ است.

در رابطه با ترکیب داده شده، عبارت‌های (ب) و (پ) درست هستند.

بررسی موارد:

آ: در این ماده عدد اکسایش ۴ اتم کربن برابر ۱- است.

ب: در سوختن ناقص مواد آلی، گاز کربن مونوکسید تولید می‌شود که عدد اکسایش کربن در آن +۲ و عدد اکسایش اکسیژن نیز در آن برابر با ۲- است. عدد اکسایش دو اتم کربن در این ماده برابر با ۳+ بوده و با تبدیل شدن به کربن مونوکسید، عدد اکسایش آن‌ها کم شده و کاهش می‌یابد. سایر اتم‌های کربن موجود در این ماده، با تبدیل شدن به گاز کربن مونوکسید، اکسایش پیدا می‌کنند.

پ: در ساختار این ماده دو گروه عاملی کربوکسیلی و آمیدی دیده می‌شود که عدد اکسایش کربن موجود در آن‌ها با یکدیگر برابر و مساوی ۳+ است.

ت: به هنگام سوختن کامل یک ماده آلی، کربن‌های موجود در آن به گاز کربن دی‌اکسید منتقل می‌شوند. عدد اکسایش اتم کربن در کربن دی‌اکسید برابر ۴+ بوده و چون ۱۵ اتم کربن در ساختار این ماده وجود دارد، مجموع عدد اکسایش در آن برابر ۶۰+ خواهد شد. از طرفی مجموع عدد اکسایش اتم‌های کربن در این ماده برابر ۱۶- بوده و عدد اکسایش اتم‌های کربن در این واکنش در مجموع ۷۶ عدد تغییر می‌کند.

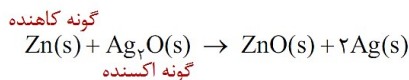
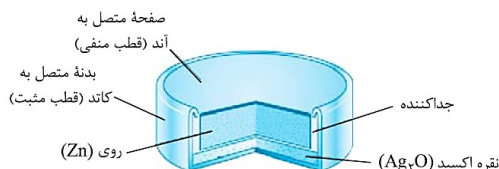
۱۷- کدام یک از مطالب زیر نادرست است؟

- ۱) دسته‌ای از باتری‌های لیتیومی را می‌توان بارها شارژ کرد.
- ۲) فلز لیتیم، همانند فلز تیتانیوم، در حجم مشخص جرم کمی دارد.
- ۳) در قطب مثبت باتری‌های روی-نقره، اکسید یک فلز واسطه تولید می‌شود.
- ۴) نیم‌سلول لیتیم در تمام سلول‌های گالوانی ساخته شده از دو فلز، در نقش قطب منفی خواهد بود.

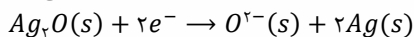
پاسخ: گزینه ۳ (آسان - مفهومی - ۱۲۰۲)

پایخ تشریحی

ساختار باتری روی-نقره و واکنش انجام شده در آن، به صورت زیر است:



در این واکنش، روی اکسایش یافته و یون نقره کاهش می‌یابد. باتری‌ها نوعی سلول گالوانی هستند و قطب مثبت آن‌ها کاتد است و در آن نیم‌واکنش کاهش رخ می‌دهد. پس در این قطب، یون نقره موجود در اکسید آن کاهش یافته و به فلز نقره تبدیل می‌شود. نیم‌واکنش آن به صورت زیر است:



پس در این قطب اکسید نقره مصرف می‌شود. توجه داریم که در آند این باتری، اکسید روی تولید می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) دسته‌ای از باتری‌های لیتیومی که در تلفن همراه و رایانه‌ها به کار می‌روند، قابلیت شارژ شدن دارند. در حالت شارژ شدن، باتری به یک سلول الکترولیتی تبدیل شده و قرینه واکنشی که در حالت تولید انرژی الکتریکی در باتری انجام می‌شود، در آن رخ می‌دهد.

با افزایش تقاضا برای باتری‌های لیتیومی، این فلز جایگاه ممتازی را در تأمین انرژی جهان پیدا کرده است، به طوری که سالانه از میلیاردها باتری لیتیومی برای ساختن دستگاه‌های الکترونیکی استفاده می‌شود. این دستگاه‌ها سرانجام به همراه باتری‌های به کاررفته در ساختار آن‌ها دور ریخته می‌شوند و به این ترتیب، حجم بزرگی از پسماندهای الکترونیکی تولید می‌شود. این پسماندها به دلیل داشتن مواد شیمیایی گوناگون، سمی بوده و رهاکردن آن‌ها در طبیعت موجب آلودگی محیط زیست می‌شود. از طرف دیگر، در برخی از این پسماندها مقدار قابل توجهی از مواد و فلزهای ارزشمند و گران‌قیمت وجود دارد که آن‌ها را به منبع مناسبی برای بازیافت تبدیل می‌کند.

۲) فلز لیتیم همانند فلز تیتانیوم چگالی کمی دارد. پس در حجم مشخص، این فلزها جرم اندکی دارند. از تیتانیوم به علت سبکی در ساخت بدنه دوچرخه، قطعات موتور جت و ... استفاده شده و از لیتیم به علت سبکی برای تولید باتری‌های کوچک و سبک استفاده می‌شود.

۳) در فناوری ساخت باتری، یکی از مهم‌ترین فلزها، لیتیم است. اولین فلز قلیایی، کمترین چگالی و پتانسیل کاهشی استاندارد را میان فلزها به خود اختصاص می‌دهد. بر اساس همین ویژگی، باتری‌های سبک‌تر و با توانایی تولید انرژی الکتریکی بیشتر ساخته شد. لیتیم کمترین پتانسیل استاندارد کاهشی را دارد. در سلول‌های گالوانی نیم‌سلولی با E° کمتر، آند بوده و قطب منفی خواهد بود.

گروه آموزشی ماز

۱۸- اگر ۱۶ گرم از آلایژ مس و آلومینیم در واکنش با مقدار کافی محلول هیدروکلریک اسید، ۷ لیتر فراورده گازی تولید کند، تفاوت درصد جرمی دو جزء سازنده این آلایژ چقدر است؟ (چگالی گاز هیدروژن در شرایط واکنش برابر ۰/۱۶ گرم بر لیتر است.)

$$(H = 1, Al = 27, Cu = 64: g \cdot mol^{-1})$$

۴۰ (۴)

۳۳/۳ (۳)

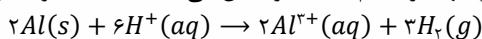
۲۶ (۲)

۲۰ (۱)

پاسخ: گزینه ۲ (آسان - مساله - ۱۲۰۲)

پایخ تشریحی

فلزهایی که پتانسیل استاندارد کاهشی آن‌ها مثبت است، با یون هیدروژن موجود در محلول اسیدها واکنش نمی‌دهند. زیرا قدرت اکسندگی یون H^+ از کاتیون آن فلزها کمتر بوده و یون H^+ نمی‌تواند موجب اکسایش این فلزها شود. چهار فلزی که در کتاب درسی E° مثبت دارند و با اسیدها واکنش نمی‌دهند، معادل با مس، نقره، پلاتین و طلا هستند. پس در این آلایژ تنها آلومینیم با اسید واکنش می‌دهد که معادله واکنش آن به صورت زیر است:



بر این اساس جرم آلومینیمی که در این واکنش مصرف شده را حساب می‌کنیم:

$$? g \text{ Al} = 7 L \text{ H}_2 \times \frac{0.16 g \text{ H}_2}{1 L \text{ H}_2} \times \frac{1 mol \text{ H}_2}{2 g \text{ H}_2} \times \frac{2 mol \text{ Al}}{3 mol \text{ H}_2} \times \frac{27 g \text{ Al}}{1 mol \text{ Al}} = 10.08 g$$

حال درصد جرمی آلومینیم را در این آلیاژ بدست می آوریم:

$$\text{جرم } Al = \frac{\text{جرم کل}}{\text{جرم کل}} \times 100 \Rightarrow A = \frac{10/0.8}{16} \times 100 = 63 \text{ درصد}$$

درصد جرمی آلومینیم ۶۳ درصد و در نتیجه درصد جرمی مس برابر با ۳۷ درصد است. تفاوت این دو برابر ۲۶ درصد می باشد.

گروه آموزشی ماز

۱۹- اگر در سلول گالوانی $X - Z$ با عوض کردن نیم سلول آندی (X) با نیم سلول Y ، نیروی الکتروموتوری سلول کم و جهت حرکت الکترون معکوس شود، در سری الکتروشیمی فلز X از فلز Y قرار می گیرد و اگر در سلول گالوانی اول به جای نیم سلول کاتدی، نیم سلول Y را قرار دهیم، نیروی الکتروموتوری سلول گالوانی می شود.

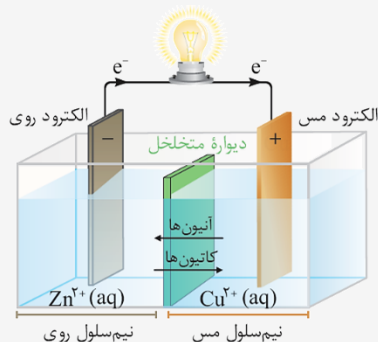
(۱) پایین تر - بیشتر (۲) پایین تر - کمتر (۳) بالاتر - بیشتر (۴) بالاتر - کمتر

پاسخ: گزینه ۱ (آسان - مفهومی - ۱۲۰۲)



چون در سلول گالوانی $X - Z$ ، نیم سلول X نقش آند را ایفا می کند، پتانسیل استاندارد آن کمتر از نیم سلول Z خواهد بود. با توجه به عوض شدن جهت حرکت الکترون در سلول گالوانی $Z - Y$ نسبت به سلول گالوانی $X - Z$ ، نیم سلول Z در سلول $Z - Y$ نقش آند را دارد؛ بنابراین پتانسیل استاندارد کاهشی آن از نیم سلول Y کمتر است. بر این اساس مقایسه پتانسیل استاندارد کاهشی این سه نیم سلول به صورت $Y > Z > X$ می باشد. توجه داریم که در سری الکتروشیمیایی از بالا به پایین پتانسیل کاهشی استاندارد، کم می شود. پس در این سری فلز Y نسبت به فلز X در جایگاهی بالاتر قرار می گیرد. تفاوت پتانسیل کاهشی استاندارد دو نیم سلول در سلول گالوانی برابر نیروی الکتروموتوری است. در سلول گالوانی متشکل از دو نیم سلول X و Y ، تفاوت پتانسیل استاندارد کاهشی دو نیم سلول بیشتر از سلول گالوانی $X - Z$ می باشد؛ پس در سلول گالوانی $X - Z$ با تغییر نیم سلول کاتدی (Z) به نیم سلول Y ، مقدار emf سلول گالوانی بیشتر می شود.

در سلول گالوانی، انرژی شیمیایی ذخیره شده در ماده به انرژی الکتریکی تبدیل می شود. در این سلول با انجام یک واکنش اکسایش-کاهش، الکترون ها در مدار خارجی جریان پیدا می کنند. سلول گالوانی از اتصال دو نیم سلول ایجاد می شود. الکترودهای این دو نیم سلول در مدار خارجی توسط سیم و الکترولیت های این دو نیم سلول توسط دیواره متخلخل به یکدیگر متصل هستند. در سلول های گالوانی نیم واکنش اکسایش در آند رخ داده و الکترون آزاد می شود. الکترون آزاد شده در آند در مدار خارجی به سمت کاتد می رود. در کاتد، الکترون در نیم واکنش کاهش شرکت می کند. این حرکت الکترون از آند به کاتد موجب تولید جریان الکتریکی شده است. با توجه به حرکت بار منفی (الکترون) در مدار خارجی به سمت کاتد، در الکترولیت ها نیز بار مثبت (کاتیون ها) به سمت کاتد و بار منفی (آنیون ها) به سمت آند می رود. در این سلول آند قطب منفی و کاتد قطب مثبت است. ساختار سلول گالوانی روی-مس به صورت زیر است:



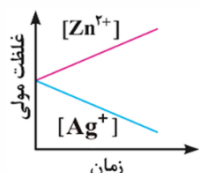
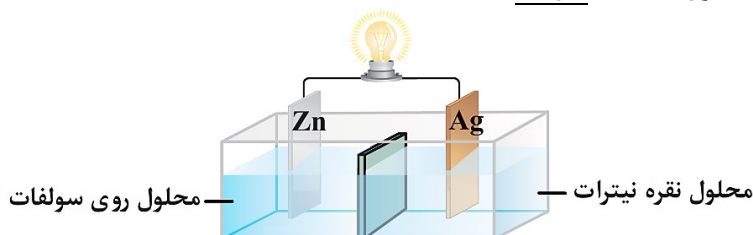
در این سلول نیم سلول روی آند و قطب منفی و نیم سلول مس، کاتد و قطب مثبت است. برای محاسبه اختلاف پتانسیل ایجاد شده در سلول گالوانی که به نیروی الکتروموتوری یا همان emf شناخته می شود از رابطه زیر استفاده می شود:

$$emf = E^{\circ} \text{ آند} - E^{\circ} \text{ کاتد}$$

به علت آن که emf سلول گالوانی بزرگتر از صفر است؛ در این سلول ها نیم سلولی کاتد خواهد بود که پتانسیل استاندارد کاهشی آن بیشتر باشد و نیم سلول دیگر نقش آند را ایفا می کند.

گروه آموزشی ماز

۲۰- کدام یک از مطالب زیر در مورد سلول داده شده نادرست است؟

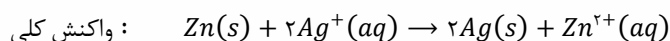
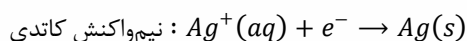
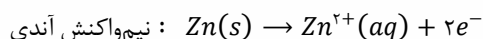


- (۱) نیروی الکتروموتوری این سلول در طول کار کردن آن تغییر می کند.
- (۲) نمودار تغییر غلظت کاتیون های موجود در محلول این سلول به صورت مقابل است.
- (۳) جهت حرکت الکترون در مدار خارجی مشابه جهت حرکت کاتیون ها در دیواره متخلخل است.
- (۴) آنیون ها به سمت نیم سلول روی حرکت کرده و در طول زمان، دمای محلول ها افزایش می یابد.

پاسخ: گزینه ۲ (متوسط - مفهومی - ۱۴۰۲)

پاسخ تشریحی:

به علت آن که در این سلول انرژی الکتریکی تولید می شود (با توجه به روشن شدن چراغ)، می توان گفت این سلول الکتروشیمیایی، از نوع گالوانی است. پتانسیل کاهشی استاندارد نقره مثبت و پتانسیل کاهشی استاندارد روی منفی می باشد. پس در این سلول گالوانی، نیم سلول روی آند و نیم سلول نقره کاتد است. نیم واکنش ها و واکنش انجام شده در این سلول، به صورت زیر هستند:



در این سلول به ازای تولید هر مول یون روی، دو مول یون نقره مصرف می شود. پس شیب نمودار تغییر غلظت بر حسب زمان (یا همان سرعت) برای یون نقره دو برابر یون روی خواهد بود. در واقع اگر غلظت یون روی در نمودار به اندازه x مول بر لیتر افزایش یافته است، غلظت یون نقره باید متناسب با ضریب استوکیومتری آن در معادله واکنش و به اندازه $2x$ مول بر لیتر کاهش پیدا کند. این در حالی است که در نمودار داده شده در صورت سوال، میزان تغییر غلظت دو کاتیون با هم برابر است.

بررسی سایر گزینه ها:

۱) مقدار emf سلول های الکتروشیمیایی به پتانسیل کاهشی نیم سلول ها بستگی دارد. پتانسیل کاهشی نیم سلول ها به غلظت کاتیون موجود در محلول، جنس تیغه و دما بستگی دارد. با انجام واکنش شیمیایی در سلول مورد نظر، غلظت کاتیون ها به مرور تغییر کرده و به دنبال آن پتانسیل نیم سلول و emf سلول تغییر خواهد کرد.

۳) جهت حرکت الکترون در سیم (مدار خارجی) از سمت آند به کاتد و جهت حرکت کاتیون ها در دیواره متخلخل از سمت آند به کاتد است؛ پس جهت این دو انتقال مشابه یکدیگر است.

در یک سلول گالوانی، به مرور زمان فلز به کاررفته در آند اکسایش پیدا کرده و کاتیون های حاصل از این فرایند، وارد الکترولیت آندی می شوند. با ادامه این فرایند، کاتیون ها در الکترولیت آندی تجمع پیدا کرده و این محلول بار مثبت پیدا می کند. به طریق مشابه، با انجام شدن نیم واکنش کاهش در سمت کاتد، تعداد آنیون های موجود در محلول آندی بیشتر از تعداد کاتیون های موجود در آن شده و این محلول بار منفی پیدا می کند. با ادامه ی این فرایند و تجمع بار الکتریکی در نیم سلول ها، جریان الکتریکی در مدار خارجی متوقف می شود. دیواره متخلخل به کاتیون های موجود در الکترولیت آندی اجازه می دهد به سمت الکترولیت کاتدی مهاجرت کنند و به آنیون های موجود در الکترولیت کاتدی نیز اجازه می دهد به سمت الکترولیت آندی مهاجرت کنند. به این ترتیب، دیواره متخلخل با به جریان انداختن گونه های باردار میان محلول های موجود در هر نیم سلول، سبب خنثی کردن بار الکتریکی آن ها شده و از تجمع بار الکتریکی در این نیم سلول ها جلوگیری می کند.

۴) در سلول های گالوانی آنیون ها در دیواره متخلخل از نیم سلول کاتدی به سمت نیم سلول آندی (در این جا، فلز روی) پیش می روند. توجه داریم، واکنش های الکتروشیمیایی که به طور طبیعی انجام می شوند (مانند واکنش های سلول های گالوانی) گرماده هستند و با آزاد کردن گرما همراه هستند. چون بازده سلول گالوانی در تبدیل انرژی شیمیایی به انرژی الکتریکی برابر با ۱۰۰٪ نیست، پس می توان گفت گرمای آزاد شده در این واکنش موجب افزایش دمای محلول های موجود در سلول نیز می شود.

۲۱- چند مورد از مطالب زیر در مورد سلول برقکافت آب درست است؟

آ: حجم گاز تولیدشده در قطب مثبت، دو برابر حجم گاز تولیدشده در قطب دیگر است.

ب: همانند سلول برقکافت سدیم کلرید مذاب، الکترولیت به کاررفته در آن، حاوی بیش از یک ماده است.

پ: در سیم متصل کننده دو الکترود به باتری، الکترون ها از الکترود آند به الکترود کاتد منتقل می شود.

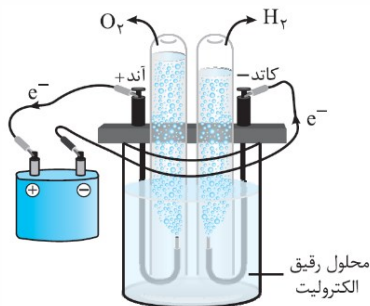
ت: به ازای مصرف دو مول آب در اطراف الکترود آند، یک مول آب در اطراف الکترود کاتد مصرف می شود.

(۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

پاسخ: گزینه ۲ (متوسط - مفهومی - ۱۲۰۲)

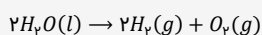
پاسخ سریعی؟

ساختار سلول برقکافت آب به صورت زیر است:

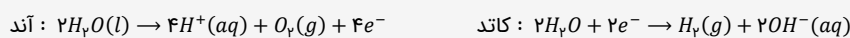


در رابطه با این سلول، عبارت های (ب) و (پ) درست هستند.

برقکافت آب به معنای دادن جریان الکتریکی به آب برای اکسایش و کاهش آن است. در این واکنش، آب به عناصر سازنده خود تبدیل می شود. معادله واکنش کلی انجام شده در سلول برقکافت آب، به صورت زیر است:



این فرایند در یک سلول الکترولیتی انجام می شود که هدف از ساخت آن، تولید گاز هیدروژن است. نیم واکنش های کاتدی و آندی این سلول الکترولیتی به صورت زیر هستند:



یون هیدروژن و هیدروکسید تولیدشده در دو سمت سلول، با یکدیگر واکنش داده و آب تولید خواهند کرد.

بررسی موارد:

آ: در سلول های الکترولیتی، قطب مثبت آند و قطب منفی، کاتد است. پس گازهای تولیدشده در قطب مثبت و منفی به ترتیب اکسیژن و هیدروژن هستند. معادله این واکنش به صورت $2H_2O(l) \rightarrow 2H_2(g) + O_2(g)$ بوده و بر اساس آن حجم گاز اکسیژن تولیدشده در آند نصف حجم گاز هیدروژن تولیدشده در سمت کاتد است.

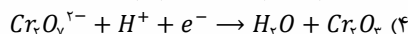
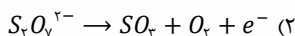
ب: به علت آن که آب خالص رسانایی الکتریکی اندکی دارد، پس برای برقکافت آب باید در آن اندکی الکترولیت حل کرد. در سلول برقکافت سدیم کلرید مذاب، برای کاهش نقطه ذوب سدیم کلرید به آن کلسیم کلرید اضافه می شود. پس الکترولیت به کاررفته در هر دو سلول برقکافت خالص نبوده و مخلوط هستند.

پ: در همه سلول های الکتروشیمیایی (چه الکترولیتی و چه گالوانی)، الکترون در سمت آند (محل اکسایش) تولید و از طریق سیم به طرف کاتد رفته و در آن الکترود (محل کاهش) مصرف می شود.

ت: در نیم واکنش آندی، به ازای مصرف دو مول آب، ۴ مول الکترون تولید می شود. در نیم واکنش کاتدی این ۴ مول الکترون با ۴ مول آب واکنش خواهد داد. بر این اساس، می توان گفت مقدار آب مصرف شده در سمت کاتد، دو برابر آند است.

گروه آموزشی ماز

۲۲- پس از موازنه، ضریب الکترون در کدام یک از نیم واکنش های زیر بیشتر است؟



پاسخ: گزینه ۱ (متوسط - مفهومی - ۱۲۰۲)

پاسخ سریعی؟

در موازنه نیم واکنش ها و واکنش های اکسایش-کاهش، باید علاوه بر موازنه عناصر، موازنه بار نیز صورت گیرد. در نیم واکنش ها ابتدا موازنه اتم ها را انجام می دهیم و پس از آن ضریب الکترون را به گونه ای قرار می دهیم که جمع جبری بارها در دو طرف معادله برابر باشند.

هر چهار نیم واکنش را بر این اساس موازنه می کنیم:

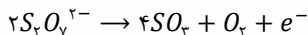
(۱) معادله نیم واکنش انجام شده به صورت زیر است:



در حال حاضر بدون در نظر گرفتن الکترون، جمع بارها در واکنش دهنده ها -۸ و در فراورده ها صفر است؛ پس ضریب الکترون در این معادله برابر ۸ خواهد بود:



(۲) معادله نیم واکنش انجام شده به صورت زیر است:



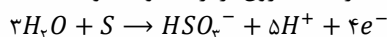
جمع بارها در سمت راست صفر و در سمت چپ -۴ است؛ پس ضریب الکترون برابر ۴ می باشد.



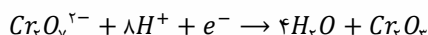
(۳) معادله نیم واکنش انجام شده به صورت زیر است:



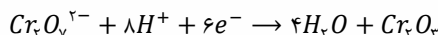
جمع بارها در سمت چپ صفر و در سمت راست +۴ است. ضریب الکترون برابر ۴ خواهد بود:



(۴) معادله نیم واکنش انجام شده به صورت زیر است:



بدون در نظر گرفتن الکترون، جمع بارها در سمت چپ +۶ و در سمت راست صفر است. پس ضریب الکترون برابر ۶ می باشد.



با توجه به مراحل انجام شده، پس از موازنه ضریب الکترون در نیم واکنش اول بیشتر از بقیه موارد است.

گروه آموزشی ماز

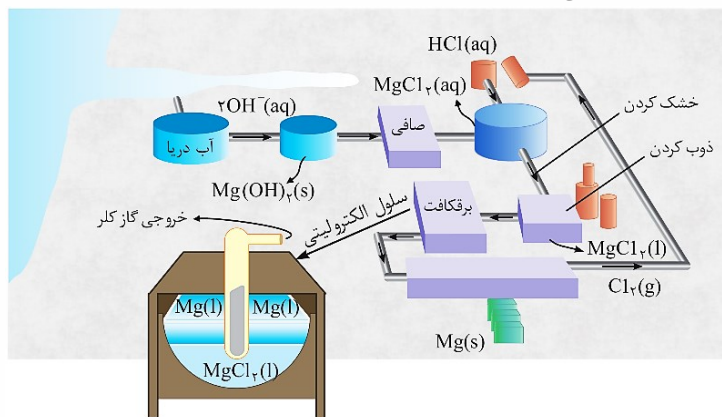
۲۳- کدام یک از مطالب زیر، در مورد فرایند استخراج منیزیم از آب دریا و سلول الکتروشیمیایی به کاررفته در آن درست است؟

- (۱) الکترولیت مورد استفاده در سلول الکتروشیمیایی آن، محلول آبی از یک ترکیب دوتایی منیزیم است.
- (۲) در سلول آن، منیزیم تولیدشده به علت چگالی بیشتر نسبت به الکترولیت، در پایین الکترولیت قرار می گیرد.
- (۳) در این فرایند، ابتدا به محلول حاوی یون منیزیم، یک محلول بازی و سپس یک محلول اسیدی اضافه می شود.
- (۴) در سلول الکتروشیمیایی آن، الکتروود مثبت در اطراف الکترولیت و الکتروود منفی درون الکترولیت قرار دارد.

اسخ: گزینه ۳ (متوسط - مفهومی - ۱۲۰۲)

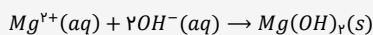


شکل زیر فرایند استخراج منیزیم از آب دریا را نشان می دهد:

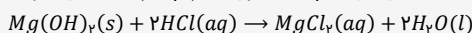


آب دریا، یک منبع غنی از فلز منیزیم است. استخراج فلز منیزیم از آب دریا به کمک چند واکنش شیمیایی و فیزیکی انجام می شود:

۱- ابتدا یون منیزیم موجود در آب دریا را به کمک محلول بازی حاوی یون هیدروکسید رسوب می دهیم و با صافی از محلول جدا می کنیم:

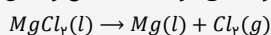


۲- سپس منیزیم هیدروکسید را در محلول هیدروکلریک اسید حل می کنیم تا محلول منیزیم کلرید حاصل شود:



۳- محلول منیزیم کلرید را خشک کرده و سپس نمک مانده را ذوب می کنیم تا الکترولیت مورد نیاز برای سلول برقکافت منیزیم کلرید مذاب، بدست آید.

۴- در نهایت با برقکافت منیزیم کلرید مذاب، فلز منیزیم و گاز کلر تولید می شود. معادله این واکنش به صورت زیر است:



در این فرایند ابتدا به آب دریا که حاوی یون منیزیم است، محلولی بازی حاوی یون های هیدروکسید اضافه می شود تا رسوب منیزیم هیدروکسید تولید شود. سپس به این ماده، محلول اسید قوی HCl اضافه می شود تا ماده مورد استفاده در سلول برقکافت، یعنی منیزیم کلرید ایجاد شود.

- ۱) سلول الکترولیتی به کاررفته در این فرایند، سلول برقکافت منیزیم کلرید مذاب است. پس الکترولیت آن، منیزیم کلرید به صورت مذاب می‌باشد. در سلول‌های الکترولیتی، الکترولیت می‌تواند محلول یک نمک در آب یا خود همان نمک در حالت مایع (مذاب) باشد.
- ۲) همان‌طور که در شکل نشان داده شده مشخص است، در سلول الکترولیتی، منیزیم مذاب (مایع) تولیدشده بر روی سطح الکترولیت مذاب (منیزیم کلرید) قرار می‌گیرد که به علت چگالی بیشتر منیزیم کلرید مذاب نسبت به منیزیم مایع است.
- ۴) با توجه به شکل نشان داده شده، الکترودی که در مجاورت آن یون کلرید اکسایش یافته و به گاز کلر تبدیل می‌شود، درون الکترولیت قرار دارد. یون کلرید در آند (قطب مثبت در سلول‌های الکترولیتی مانند برقکافت) اکسایش می‌یابد؛ بنابراین الکتروود درون الکترولیت، قطب مثبت بوده و الکترودی که اطراف الکترولیت را می‌گیرد، قطب منفی است.

گروه آموزشی ماز

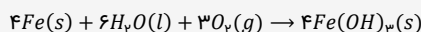
- ۲۴- کدام یک از مطالب زیر در مورد خوردگی آهن در هوای مرطوب درست است؟
- آ: در این فرایند، آب نقش الکترولیت و واکنش‌دهنده اکسند را ایفا می‌کند.
- ب: مجموع ضریب گونه‌ها در معادله موازنه‌شده نیم‌واکنش کاهش آن، برابر ۱۱ است.
- پ: نیم‌واکنش کاهش در این واکنش، مشابه نیم‌واکنش کاتدی در سلول سوختی هیدروژن-اکسیژن است.
- ت: این فرایند، برخلاف خوردگی فلز آهن با اکسیژن در محیط‌های اسیدی، فقط با تولید زنگ آهن همراه است.
- ۱) «آ» و «ب» ۲) «آ» و «پ» ۳) «ب» و «ت» ۴) «پ» و «ت»

پاسخ: گزینه ۳ (متوسط - مفهومی - ۱۲۰۲)

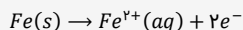


عبارت‌هایی (ب) و (ت) درست هستند.

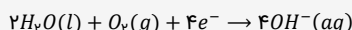
فلز آهن با گاز اکسیژن و آب واکنش داده و خورده می‌شود. معادله کلی این واکنش به صورت زیر است:



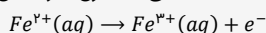
نیم‌واکنش اکسایش مرحله اول در این فرایند به صورت زیر است:



این نیم‌واکنش در سطح فلز و زیر قطره آب (آند) رخ می‌دهد و با انتقال الکترون آن توسط خود فلز به محل انجام نیم‌واکنش کاهش، نیم‌واکنش زیر در اطراف قطره و روی فلز (کاتد) رخ می‌دهد:



در این شرایط یون آهن (II) به سمت کاتد حرکت کرده و با توجه به غلظت بالای اکسیژن، در همان محل مطابق نیم‌واکنش زیر مجدداً اکسایش می‌یابد:

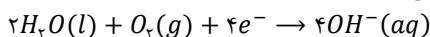


نیم‌واکنش بالا در سطح فلز انجام نشده و الکترون تولیدشده در آن به صورت مستقیم در نیم‌واکنش کاهش مصرف می‌شود. در نهایت یون هیدروکسید و یون آهن (III) با یکدیگر رسوب $Fe(OH)_3$ را تشکیل خواهند داد. در این واکنش آهن کاهنده و اکسیژن اکسند است. نقش آب در این واکنش علاوه بر واکنش‌دهنده، رسانای یونی یا همان الکترولیت است. وجود همزمان آب (رطوبت) و گاز اکسیژن، برای انجام این واکنش الزامی است.

بررسی موارد:

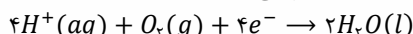
آ: در این فرایند، آب به عنوان الکترولیت عمل کرده و به انتقال کاتیون‌های آهن به سمت محل کاتد و تولید رسوب کمک می‌کند. همچنین این ماده در نیم‌واکنش کاهش شرکت می‌کند و یکی از واکنش‌دهنده‌های این فرایند است؛ اما چون هیچ یک از اتم‌های موجود در آب تغییر عدد اکسایش نداشته‌اند، این ماده نه اکسند و نه کاهنده است.

ب: نیم‌واکنش کاهش این فرایند شیمیایی به صورت زیر است:



مجموع ضریب گونه‌ها در این معادله برابر ۱۱ است.

پ: در سلول سوختی هیدروژن نیم‌واکنش کاهش به صورت زیر انجام می‌شود:



معادله این نیم‌واکنش، مشابه نیم‌واکنش کاهش در فرایند خوردگی آهن در محیط خنثی نیست.

ت: در فرایند خوردگی آهن با اکسیژن در محیط اسیدی، نیم‌واکنش کاهش به صورت بالا بوده و یون OH^- تولید نمی‌شود که با یون آهن تولیدشده در نیم‌واکنش اکسایش، رسوب کند. پس در این حالت زنگ آهن تولید نشده و به جای آن محلولی از یون آهن و آنیون اسید ایجاد می‌شود. برای مثال، اگر در قطره آب هیدروکلریک اسید حل شده باشد، در نهایت مقداری $FeCl_3$ تولید خواهد شد.

گروه آموزشی ماز

۲۵- اگر آلیاژی ۳۰ گرمی از گالیم و مس را در محلولی از نقره نیترات وارد کنیم، ۱۱۸/۸ گرم نقره رسوب می کند. درصد جرمی گالیم در این آلیاژ به تقریب چند درصد است؟ ($Cu = 64, Ga = 70, Ag = 108 : g.mol^{-1}$)

۶۹/۹ (۴)

۵۸/۲ (۳)

۴۶/۷ (۲)

۳۵/۱ (۱)

پاسخ: گزینه ۲ (سخت - مساله - ۱۲۰۲)



مقدار E° نقره مثبت است. هرچند که مقدار E° مس نیز مثبت است، اما این مقدار از E° نقره کمتر می باشد. در جدول تناوبی، واکنش پذیری فلزها از بالا به پایین افزایش می یابد؛ پس واکنش پذیری گالیم از آلومینیم بیشتر است؛ پس می توان گفت E° آن از آلومینیم کمتر بوده و منفی است. بر این اساس E° هر دو فلز گالیم و مس از نقره کمتر بوده و هر دو فلز، با محلول حاوی یون نقره واکنش می دهند. واکنش های انجام شده به صورت زیر هستند:



ابتدا مقدار نقره تولید شده در دو واکنش را حساب می کنیم:

$$? mol Ag = 118.8 g Ag \times \frac{1 mol Ag}{108 g Ag} = 1.1 mol$$

پس اگر مقدار گالیم مصرف شده در واکنش اول برابر با x مول باشد (معادل $70x$ گرم)، در این واکنش $3x$ مول نقره تولید شده است. همچنین با توجه به تولید 1.1 مول نقره در این دو واکنش، در واکنش دوم $1.1 - 3x$ مول نقره تولید شده است. حال جرم مس مصرف شده در واکنش دوم را بدست می آوریم:

$$? g Cu = (1.1 - 3x) mol Ag \times \frac{1 mol Cu}{2 mol Ag} \times \frac{64 g Cu}{1 mol Cu} = 35.2 - 96x$$

مجموع جرم گالیم و مس برابر جرم اولیه آلیاژ است. پس داریم:

$$70x + (35.2 - 96x) = 30 \Rightarrow 5.2 = 26x \Rightarrow x = 0.2$$

بنابراین جرم گالیم برابر ۱۴ گرم و جرم مس برابر ۱۶ گرم است. در نهایت درصد جرمی گالیم را در این آلیاژ محاسبه می کنیم:

$$\text{درصد جرمی گالیم} = \frac{\text{جرم گالیم}}{\text{جرم کل}} \times 100 \Rightarrow A = \frac{14}{30} \times 100 \approx 46.7\%$$

درصد جرمی گالیم در این آلیاژ به تقریب برابر با ۴۶/۷ درصد است.

گروه آموزشی ماز

۲۶- مجموع ضریب مواد در واکنش $HNO_3(aq) + H_2S(g) \rightarrow NO(g) + S(s) + H_2O(l)$ ، پس از موازنه برابر است و به ازای مصرف یک مول گونه اکسنده در این واکنش، مول الکترون بین گونه ها مبادله می شود.

۲ - ۱۶ (۴)

۲ - ۱۴ (۳)

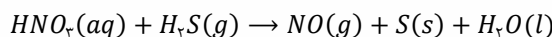
۳ - ۱۶ (۲)

۳ - ۱۴ (۱)

پاسخ: گزینه ۱ (آسان - مفهومی - ۱۲۰۲)

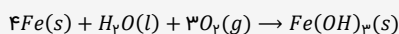


معادله موازنه نشده این واکنش به صورت زیر است:

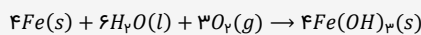


در این واکنش عدد اکسایش گوگرد و نیتروژن تغییر می کند. پس می توان معادله این واکنش را به کمک تغییر عدد اکسایش موازنه کرد.

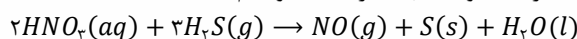
برای موازنه واکنش های اکسایش-کاهش، می توان از روند تغییر عدد اکسایش گونه های مختلف کمک گرفت. در این روش از این حقیقت استفاده می شود که شمار الکترون های جدا شده از کاهنده با شمار الکترون های رسیده به اکسنده برابر است. برای این منظور، ابتدا اتم هایی که کاهش یا اکسایش یافته اند را مشخص کرده و تغییر عدد اکسایش آن دو را مشخص می کنیم. اگر این دو اتم در واکنش دهنده ها زیروند داشتند، در تغییر عدد اکسایش ضرب می کنیم. در نهایت تغییر عدد اکسایش کاهنده را ضرب اکسنده و تغییر عدد اکسایش اکسنده را ضرب کاهنده قرار می دهیم و در ادامه واکنش را موازنه می کنیم. در واقع در این روش نسبت ضریب میان اکسنده و کاهنده را مشخص کرده ایم. به عنوان مثال برای موازنه واکنش $Fe(s) + H_2O(l) + O_2(g) \rightarrow Fe(OH)_3(s)$ ، طبق همین مراحل عمل می کنیم. در این واکنش اکسیژن اکسنده و آهن کاهنده است. عدد اکسایش اکسیژن از صفر به ۲- و عدد اکسایش آهن نیز از صفر به ۳+ می رسد. با توجه به زیروند ۲ اتم اکسیژن در سمت واکنش دهنده ها، تغییر عدد اکسایش اکسیژن برابر با ۴ واحد و تغییر عدد اکسایش آهن نیز برابر با ۳ واحد است. پس به آهن ضریب ۴ و به اکسیژن ضریب ۳ می دهیم. بر این اساس، داریم:



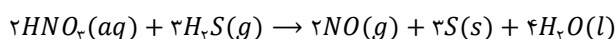
در نهایت معادله را موازنه می کنیم:



عدد اکسایش اتم نیتروژن از ۵+ در HNO_3 ، به ۲+ در NO رسیده و ۳ واحد تغییر دارد. همچنین عدد اکسایش گوگرد از ۲- در H_2S به صفر در عنصر گوگرد رسیده و ۲ واحد زیاد شده است. پس به HNO_3 ضریب ۲ و به H_2S ضریب ۳ خواهیم داد:



حال واکنش را به طور کامل موازنه می کنیم:



در این واکنش عدد اکسایش اتم نیتروژن در اکسند ۳ واحد تغییر می کند. پس به ازای مصرف یک مول HNO_3 در این واکنش، مقدار ۳ مول الکترون میان گونه های اکسند و کاهند مبادله می شود. توجه داریم که معادله این واکنش را به روش وارسی نیز می توانستیم موازنه کنیم. برای این منظور، کافی بود به پیچیده ترین ترکیب (HNO_3)، ضریب یک داده و سایر مواد را موازنه کنیم.

گروه آموزشی ماز

۲۷- چند مورد از مطالب زیر درست است؟

- آ: سلول نور الکتروشیمیایی که برای تولید گاز هیدروژن کاربرد دارد، نوعی سلول الکترولیتی محسوب می شود.
ب: در سلول نور الکتروشیمیایی که برای تولید H_2 کاربرد دارد، pH محلول اطراف کاتد، بیشتر از اطراف آند است.
پ: در سلول سوختی هیدروژن-اکسیژن، گاز خارج شده از بخش کاتدی همانند گاز وارد شده به آند، یک عنصر است.
ت: در سلول سوختی متان-اکسیژن، تغییر عدد اکسایش هر اتم در کاهند، ۲ برابر تغییر اکسایش هر اتم در اکسند است.

۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

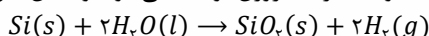
پاسخ: گزینه ۱ (سخت - مفهومی - ۱۲۰۲)

پاسخ تشریحی:

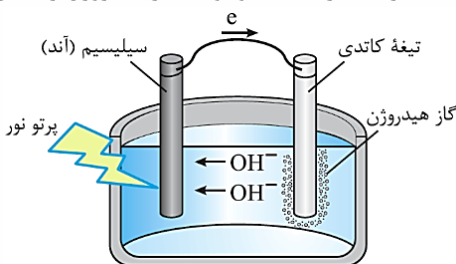
تنها عبارت (ب) درست است.

بررسی موارد:

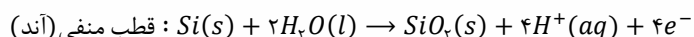
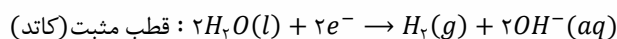
آ: در برخی از سلول های الکتروشیمیایی، برای انجام واکنش اکسایش-کاهش از نور استفاده می شود و به همین علت به آن ها سلول نورالکتروشیمیایی گفته می شود. از یکی از این سلول های نور الکتروشیمیایی، برای تولید گاز هیدروژن استفاده می شود. در این سلول، پتانسیل کاهشی استاندارد آند کمتر از کاتد بوده و emf سلول مثبت است. به طور کلی، این سلول ها ویژگی هایی بین سلول های گالوانی و الکترولیتی را داشته و در یک دسته جداگانه قرار می گیرند. توجه داریم که مقدار emf این سلول بسیار کوچک بوده و بازده و سرعت واکنش آن پایین است، اما با این وجود چون این فرایند برخلاف برقکافت آب، به کمک نور خورشید انجام شده و نیاز به مصرف انرژی ندارد، برای تولید گاز هیدروژن توصیه می شود. واکنش کلی انجام شده در سلول به صورت زیر است:



تصویر زیر، نمایی از سلول نورالکتروشیمیایی استفاده شده برای تجزیه ی آب و تولید گاز هیدروژن را نشان می دهد:

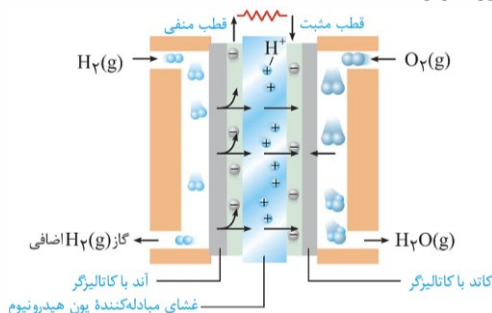


ب: نیم واکنش های انجام گرفته در هر دو قطب سلول نورالکتروشیمیایی تولیدکننده گاز هیدروژن، به صورت زیر هستند:

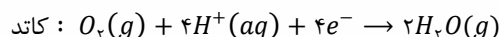
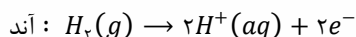


در سمت آند، یون هیدروژن و در سمت کاتد، یون هیدروکسید تولید می شود. پس الکترولیت آند، اسیدی و الکترولیت کاتد، بازی است. پس pH محلول بازی قطب مثبت بیشتر از pH محلول اسیدی قطب منفی می باشد.

پ: ساختار سلول سوختی هیدروژن-اکسیژن به صورت زیر است:



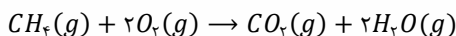
در این سلول، نیم واکنش های اکسایش و کاهش به صورت زیر هستند:



در این سلول، یون های هیدروژن تولید شده در آند از طریق غشای مبادله کننده یون هیدرونیوم و الکترون های آزاد شده از طریق مدار خارجی به کاتد می روند. این دو گونه در کاتد در واکنش با گاز اکسیژن، نیم واکنش کاهش را انجام داده و آب تولید می کنند. پس در سلول سوختی هیدروژن، گاز هیدروژن به آند

وارد شده و گاز مصرف نشده هیدروژن از آن خارج می شود. در مقابل به کاتد گاز اکسیژن وارد و بخار آب خارج می شود. در این سلول، الکترولیت موجود در غشای مبادله کننده یون هیدرونیوم، خاصیت اسیدی دارد.

ت: واکنش کلی انجام گرفته در سلول سوختی متان-اکسیژن، مشابه واکنش سوختن این ماده بوده و به صورت زیر است:



در این واکنش، عدد اکسایش هر اتم کربن (کاهنده) از ۴- در متان به ۴+ در کربن دی اکسید می رسد. همچنین عدد اکسایش هر اتم اکسیژن (اکسنده) از صفر در گاز اکسیژن به ۲- در کربن دی اکسید و بخار آب می رسد. پس نسبت تغییر عدد اکسایش هر اتم کاهنده به هر اتم اکسنده برابر $\frac{4}{2} = 2$ است.

گروه آموزشی ماز

۲۸- جرم قطعه ۸۰ گرمی از آهن پس از گذشت یک سال در هوای مرطوب، به $100/4$ گرم می رسد. در این مدت چند درصد آهن زنگ زده و برای جایگزینی آهن زنگ زده به کمک واکنش ترمیت، به چند گرم آلومینیم با خلوص ۷۵ درصد نیاز است؟

$$(H = 1, O = 16, Al = 27, Fe = 56 : g.mol^{-1})$$

$$13/5 - 21 \quad (4)$$

$$14/4 - 28 \quad (3)$$

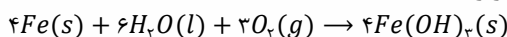
$$14/4 - 21 \quad (2)$$

$$13/5 - 28 \quad (1)$$

پاسخ: گزینه ۳ (متوسط - مساله - ۱۳۰۲)



معادله واکنش موازنه شده زنگ زدن آهن به صورت زیر است:



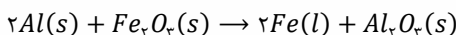
تغییر جرم قطعه آهنی برابر جرم یون های هیدروکسید اضافه شده به فلز آهن در واکنش بالا است. پس در این ماده $20/4$ گرم یون هیدروکسید وجود دارد. بر این اساس، جرم آهن مصرف شده در این واکنش را محاسبه می کنیم:

$$? g Fe = 20/4 g OH^- \times \frac{1 mol OH^-}{17 g OH^-} \times \frac{1 mol Fe(OH)_3}{3 mol OH^-} \times \frac{4 mol Fe}{4 mol Fe(OH)_3} \times \frac{56 g Fe}{1 mol Fe} = 22/4 g$$

حال درصدی از آهن را که در این واکنش اکسایش یافته، حساب می کنیم:

$$\text{درصد آهن خورده شده} = \frac{\text{جرم آهن خورده شده}}{\text{جرم کل آهن}} \times 100 \Rightarrow A = \frac{22/4}{80} \times 100 = 28\%$$

پس ۲۸ درصد آهن در این واکنش شرکت کرده است. فرایند ترمیت که خود یک واکنش اکسایش-کاهش بوده، به صورت زیر انجام می شود:



از این واکنش برای تولید $22/4$ گرم آهن برای جایگزینی با آهن خورده شده استفاده می شود. بر این اساس، جرم آلومینیم مصرف شده را بدست می آوریم:

$$? g Al \text{ ناخالص} = 22/4 g Fe \times \frac{1 mol Fe}{56 g Fe} \times \frac{2 mol Al}{2 mol Fe} \times \frac{27 g Al}{1 mol Al} \times \frac{100 g Al \text{ ناخالص}}{75 g Al} = 14/4 g$$

در واکنش ترمیت، $14/4$ گرم آلومینیم ناخالص مصرف می شود.

گروه آموزشی ماز

۲۹- کدام یک از مطالب زیر در مورد مقایسه آهن سفید و حلبی درست است؟

- ۱) پس از خراش، جنس فلز آند در آهن سفید مشابه جنس فلز کاتد در حلبی است.
- ۲) سرعت خوردگی آهن در حلبی خراشیده بیشتر از سرعت خوردگی آهن خالص است.
- ۳) مکانیسم جلوگیری از خوردگی آهن در ساختار حلبی، مشابه اتصال دادن فلز منیزیم به بدنه کشتی است.
- ۴) در صورت ایجاد یک خراش در سطح یک قطعه از حلبی، برخلاف آهن سفید، هیدروکسید یک فلز اصلی ایجاد می شود.

پاسخ: گزینه ۲ (آسان - مفهومی - ۱۳۰۲)



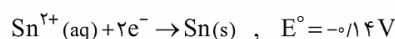
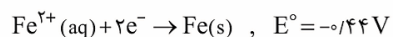
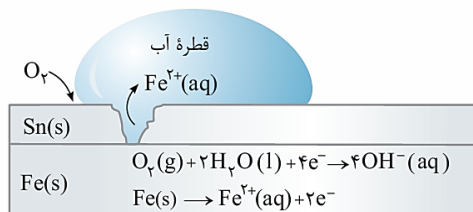
جدول زیر، اکسید شدن فلز را در آهن سفید و حلبی خراشیده شده و آهن خالص، با یکدیگر مقایسه می کند:

	آهن خالص	آهن سفید	حلبی
جنس فلز پوشاننده	-	روی	قلع
آند	آهن	روی	آهن
کاتد	آهن	آهن	قلع
نیم واکنش آندی	$Fe \rightarrow Fe^{2+} + 2e^-$	$Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^-$	$Fe \rightarrow Fe^{2+} + 2e^-$
نیم واکنش کاتدی	$O_2 + 2H_2O + 4e^- \rightarrow 4OH^-$	$O_2 + 2H_2O + 4e^- \rightarrow 4OH^-$	$O_2 + 2H_2O + 4e^- \rightarrow 4OH^-$
جهت حرکت الکترون	درون آهن	از روی به آهن	از آهن به قلع
E° فلز پوشاننده	-	کمتر از آهن	بیشتر از آهن

در ساختار حلیبی خراشیده شده، فلز آهن اکسایش یافته و خورده می شود. در این حالت، سرعت خوردگی آهن حتی از سرعت خوردگی آهن خالص در هوای مرطوب بیشتر است.

بررسی سایر گزینه ها:

۱) پس از خراشیدگی سطح آهن سفید و حلیبی و مجاورت فلز آهن با قطره آب و اکسیژن هوا، یک سلول الکتروشیمیایی تشکیل می شود. در آهن سفید، جنس فلز آند، روی و جنس فلز کاتد، آهن است. همچنین در حلیبی قلع کاتد و آهن آند را تشکیل می دهند. تصویر زیر، ساختار یک قطعه حلیبی را نشان می دهد:



۳) خاصیت ضد خوردگی حلیبی، به علت جلوگیری تماس مواد اکسند با آهن بوده و در واقع، فلز قلع تنها محافظت پوششی ایجاد می کند. در مقابل اما استفاده از منیزیم برای جلوگیری از زنگ زدگی و خوردگی بدنه کشتی، از نوع حفاظت کاتدی است. در آهن گالوانیزه یا همان آهن سفید، از هر دو روش یعنی هم حفاظت پوششی و هم حفاظت کاتدی، استفاده شده است.

۴) در صورت خراش در حلیبی و آهن سفید، در آند به ترتیب یون Fe^{2+} و Zn^{2+} و در کاتد یون هیدروکسید ایجاد می شود. در نتیجه در هر دو واکنش، هیدروکسید یک فلز واسطه ایجاد می شود.

برای محافظت فلزها از خوردگی، می توان از دو روش استفاده کرد. در روش اول تنها با پوشاندن سطح فلز مانع از رسیدن رطوبت، اکسیژن و هر ماده اکسند دیگری به فلز می شوند. به عنوان مثال با رنگ کردن و یا اندودن فلزها با آلکان های مایع از این روش برای جلوگیری از خوردگی استفاده می شود. روش دوم استفاده از فلزهایی با واکنش پذیری بالاتر (پتانسیل کاهش استاندارد کمتر) در کنار فلز اصلی است. در این حالت، رطوبت و اکسیژن با فلز فعال تر واکنش داده و تا مدتی که فلز محافظت کننده در محیط واکنش وجود داشته باشد، فلز اصلی در واکنش شرکت نکرده و خورده نمی شود. به روش دوم، محافظت کاتدی نیز می گویند، زیرا در سلول تشکیل شده از دو فلز، فلز محافظت کننده نقش آند و فلز اصلی نقش کاتد را ایفا می کند. توجه داریم که پرمصرف ترین فلز در دنیا، آهن است که در حضور آب با اکسیژن هوا خورده شده و از بین می رود، به گونه ای که سالانه ۳۰ درصد آهن تولید شده صرف جایگزینی با آهن خورده شده می شود. از هر دو روش بالا برای محافظت از آهن استفاده می شود:

۱- منیزیم: در کنار سازه های آهنی، قطعاتی از منیزیم حضور دارند که به وسیله حفاظت کاتدی مانع از خوردگی آهن می شوند. در این فرایند آهن کاتد و منیزیم آند است. با توجه به مصرف منیزیم، قطعات منیزیم باید در طول زمان تعویض شوند. برای مثال، از فلز منیزیم برای جلوگیری از خوردگی بدنه آهنی کشتی و یا لوله های انتقال دهنده نفت استفاده می شود.

۲- حلیبی: به آهنی که با لایه ای از قلع پوشیده شده باشد، حلیبی گویند. فلز قلع در برابر خوردگی مقاوم بوده و قرار گرفتن آن بر سطح آهن به کمک روش پوششی مانع از رسیدن اکسیژن و رطوبت به آهن خواهد شد. همچنین فلز قلع با مواد غذایی واکنش نداده و ظرفی مناسب برای نگهداری از آن ها است. در صورتی که قلع خاصیت پوششی را در حلیبی از دست دهد (مانند خراش افتادن بر ظرف)، هر دو فلز آهن و قلع در معرض اکسیژن و آب قرار می گیرند. پتانسیل استاندارد کاهش قلع بیشتر از آهن بوده و در سلول تشکیل شده نقش کاتد و آهن نقش آند را ایفا می کند. در این فرایند، آهن در قسمت آهنی (آند) اکسایش یافته و گاز اکسیژن نیز در قسمت قلع (کاتد) کاهش می یابد. در این واکنش قلع تنها نقش الکتروود را بازی کرده و در واکنش شرکت نمی کند. سرعت خوردگی آهن در این سلول حتی از خوردگی آهن خالص بیشتر است.

۳- آهن گالوانیزه (سفید): به آهنی که با فلز روی اندود شده باشد، آهن سفید می گویند. فلز روی نیز در برابر خوردگی مقاوم است و با ایجاد پوشش مانع از رسیدن اکسیژن و آب به آهن خواهد شد. اما برخلاف حلیبی، اگر لایه روی خراشیده شود، باز هم آهن از خوردگی و این بار به روش حفاظت کاتدی، محافظت می شود. پتانسیل استاندارد کاهش روی کمتر از آهن بوده و در سلولی از این دو آهن نقش کاتد و روی نقش آند را ایفا می کند. در این حالت فلز روی در قطعه روی اکسایش و گاز اکسیژن بر روی قطعه آهنی کاهش می یابد و آهن در این واکنش شرکت نخواهد کرد. آهن گالوانیزه برای ساخت تانکر آب و کانال کولر به کار می رود. به علت آن که روی با اسید موجود در غذا واکنش می دهد، از آهن سفید در ساخت ظروف غذا نمی توان استفاده کرد.

گروه آموزشی ماز

۳۰- کدام یک از مطالب زیر درست هستند؟

آ: در فرایند آبکاری، تغییر جرم دو الکتروودی که در الکترولیت قرار گرفته اند، می تواند برابر باشد.

ب: در فرایند آبکاری، جسم فلزی که آبکاری روی آن انجام می شود، به قطب منفی باتری متصل است.

پ: برای آبکاری ظرف مسی با طلا، الکترولیت به کاررفته می تواند محلول مس (II) نیترات باشد.

ت: واکنش انجام شده در آبکاری جسم آهنی با نقره، مشابه واکنش تیغه آهنی با محلول نقره نیترات است.

(۴) «پ» و «ت»

(۳) «ب» و «پ»

(۲) «آ» و «ت»

(۱) «آ» و «ب»

پوشش سطح یک فلز با لایه نازکی از فلزهای ارزشمند و مقاوم در برابر خوردگی (مانند طلا، نقره، کروم و ...)، آبکاری نام دارد. در سلول الکترولیتی مربوط به این فرایند، تیغه فلز آبکاری را به قطب مثبت باتری و جسم فلزی را به قطب منفی باتری وصل می‌کنیم. الکترولیت به کاررفته در این واکنش نیز محلولی از نمک فلز آبکاری است. در قطب مثبت یا همان آند، فلز آبکاری اکسایش یافته و به کاتیون تبدیل می‌شود. الکترون آزادشده در این قطب به سمت قطب منفی یا همان کاتد رفته و در نیم‌واکنش کاهش، کاتیون موجود در محلول شرکت می‌کند. در واقع نیم‌واکنش‌های انجام‌شده در این سلول قرینه یکدیگر هستند.



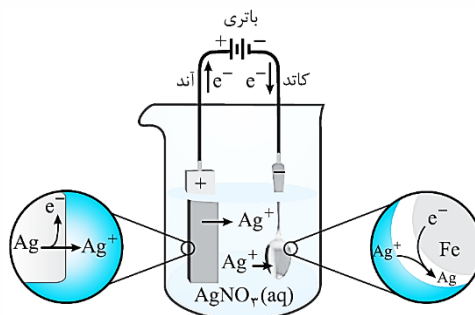
عبارت‌های (آ) و (ب) درست هستند.

بررسی موارد

آ: در سلول آبکاری اگر n مول فلز در آند اکسایش یابد، n مول کاتیون همان فلز در کاتد کاهش می‌یابد. پس در این سلول، اگر آند از جنس فلز پوشاننده باشد، کاهش جرم تیغه آندی برابر افزایش جرم تیغه کاتدی است. همچنین با توجه به تولید و مصرف مقدار یکسان کاتیون در دو نیم‌واکنش، غلظت کاتیون این فلز در الکترولیت ثابت بوده و نیازی به اضافه کردن نمک آن به محلول حین انجام کار سلول نیست.

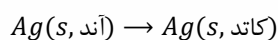
ب: در فرایند آبکاری، جسمی که آبکاری روی آن انجام می‌شود باید به قطب منفی باتری وصل شود، تا نقش کاتد را داشته باشد و بر روی سطح آن، نیم‌واکنش کاهش رخ دهد.

تصویر زیر، نمایی از این سلول را نشان می‌دهد:

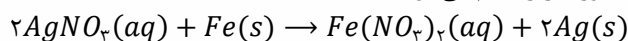


پ: در سلول آبکاری، الکترولیت به کاررفته باید محلولی از نمک فلز آبکاری باشد. یعنی برای آبکاری وسیله مسی با فلز طلا، الکترولیت به کاررفته باید محلولی از یک نمک حاوی کاتیون طلا باشد.

ت: واکنشی که در آبکاری رخ می‌دهد، تنها جابه‌جایی یک فلز از یک قطب به قطب دیگر است. یعنی معادله آبکاری جسم آهنی با نقره به صورت زیر است:



واکنش تیغه آهنی با محلول نقره نیترات به صورت زیر انجام می‌شود:



دوازدهم
تجربی

بسته جمع بندی در ۲۴ ساعت ویژه کنکور تیرماه ۱۴۰۳



محصولات ماز برای کنکور تیر ۱۴۰۳

دوره ۱۰۰۰ تست :



پیش بینی کنکور ✓

دوره حل تست ماز ✓

<https://mz20.ir/1000>



دوپینگ ویژه کنکور تیرماه

<https://mz20.ir/dpg>



کلاس آمادگی امتحان نهایی



گروه آموزشی ماز