



طراحان:

دکتر فرشاد هادیان فرد / دکتر مسین ایرهانی



نام:

نام خانوادگی:

کد داوطلبی:

الف

A

پایه دوازدهم

دفترچه‌ی پاسخ



با ما ماریج کنکور را آسان طی کنید...

گروه آموزشی ماز

دوپینگ شیمی ماز – مرحله‌ی بیستم

شیمی پایه دوازدهم

فصل دوم

تعداد سوال: ۲۰

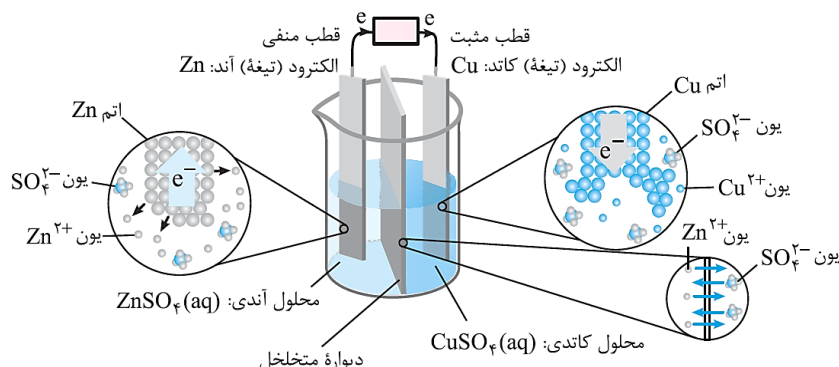
مدت زمان آزمون: ۲۰ دقیقه

www.biomaze.ir

حق چاپ و تکثیر سؤالات به هر روش (الکترونیکی و...) پس از برگزاری آزمون برای تمامی اشخاص حقیقی و حقوقی تنها با مجوز «گروه ماز» مجاز می‌باشد و با متخلفین برابر مقررات رفتار می‌شود.



همه عبارت‌های داده شده درست‌اند. تصویر زیر، نمایی از سلول مورد نظر را نشان می‌دهد:



از آن‌جا که اتم‌های روی در مقایسه با اتم‌های مس، تمایل بیشتری به از دست دادن الکترون دارند، در این سلول گالوانی اتم‌های روی در نیم‌سلول روی اکسایش پیدا کرده و به شکل یون روی وارد محلول می‌شوند. الکترون‌های حاصل از اکسایش اتم‌های روی نیز از طریق سیم رابط بین دو نیم‌سلول به سمت نیم‌سلول مس حرکت می‌کنند. در نیم‌سلول مس، یون‌های $Cu^{2+}(aq)$ موجود در محلول این الکترون‌ها را جذب کرده و کاهش می‌یابند و در قالب اتم‌های مس بر روی تیغه مس رسوب می‌کنند.

بررسی عبارت‌ها:

آ) پتانسیل کاهشی استاندارد نقره از مس و روی بیشتر است. بر این اساس، در سلول گالوانی روی-مس، الکترود مس کاتد و در سلول گالوانی مس-نقره، الکترود مس آند است.

ب) حرکت الکترون‌ها در مدار بیرونی و حرکت کاتیون از دیواره متخلخل از سمت آند (الکترود روی) به سمت کاتد (الکترود مس) است. پ) پس از انجام واکنش در این سلول، بخشی از اتم‌های روی موجود در تیغه روی به صورت یون $Zn^{2+}(aq)$ درمی‌آیند؛ بنابراین جرم تیغه روی کاسته می‌شود. از سوی دیگر، بخشی از یون‌های $Cu^{2+}(aq)$ موجود در نیم‌سلول کاتدی به اتم مس کاهش پیدا کرده و بر روی تیغه مس رسوب می‌کنند و در نتیجه جرم تیغه مس افزایش پیدا می‌کند.

ت) در سلول‌های گالوانی، انرژی شیمیایی واکنش اکسایش-کاهش به انرژی الکتریکی تبدیل می‌شود.

واکنش انجام‌شده در سلول گالوانی روی - مس، مشابه همان واکنشی است که با وارد کردن تیغه‌ای از جنس فلز روی به محلول دارای یون‌های مس (II) انجام می‌شود. تنها تفاوت فرایندهای انجام‌شده در آن است که به کمک سلول گالوانی، واکنش موردنظر در یک شرایط کنترل‌شده انجام می‌شود و از جریان الکتریکی ایجادشده در آن می‌توانیم به عنوان منبع تولید الکتریسیته استفاده کنیم.

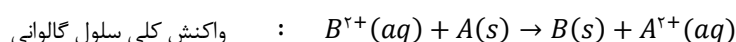
با توجه به نمودار داده شده، یون‌های B^{2+} و A^{2+} به ترتیب در سمت چپ و راست واکنش کلی سلول قرار دارند و ضرایب استوکیومتری آن‌ها نیز یکسان است. بر این اساس، واکنش کلی سلول به صورت $B^{2+}(aq) + A(s) \rightarrow A^{2+}(aq) + B(s)$ می‌شود.

بررسی عبارت‌ها:

آ) در این سلول، تیغه فلزی A آند و تیغه فلزی B کاتد است و بار کاتیون‌های آن‌ها $+2$ است. در سلول مس-نقره، مس آند و نقره کاتد است و بار کاتیون‌های آن‌ها به ترتیب برابر با $+2$ و $+1$ است.

ب) جهت حرکت آنیون‌ها از سمت نیم سلول کاتدی (نیم سلول B) به سمت نیم سلول آندی (نیم سلول A) است.

پ) فرض کنید که غلظت اولیه کاتیون‌های A^{2+} و B^{2+} به ترتیب n و m باشد. بر این اساس، داریم:



$$\text{غلظت اولیه یون‌ها} \quad : \quad m \quad n$$

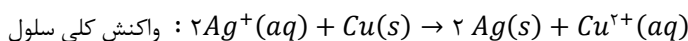
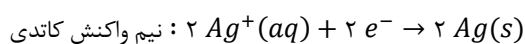
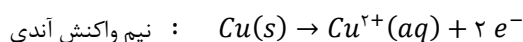
$$m - x \quad n + x \quad \text{غلظت یون‌ها پس از انجام واکنش}$$

بنابراین مجموع کاتیون‌ها در ابتدا و انتهای واکنش سلول ثابت و برابر با $m + n$ است.

ت) در واکنش کلی سلول، B^{2+} کاهش یافته و اتم A اکسایش می‌یابد. بنابراین قدرت اکسندگی کاتیون‌های A^{2+} کمتر از قدرت اکسندگی کاتیون‌های B^{2+} است.

۳ گزینه ۳ (متوسط - مسأله - ۱۲۲)

ابتدا واکنش کلی سلول را می‌نویسیم:



با شروع واکنش از جرم الکتروود آند کاسته شده و بر جرم الکتروود کاتد افزوده می‌شود، بنابراین در زمان موردنظر داریم:

$$0.608 \text{ g} = \text{جرم الکتروود آند} - \text{جرم الکتروود کاتد} = \text{اختلاف جرم الکتروودها}$$

اگر در بازه زمانی موردنظر x مول Cu به صورت Cu^{2+} وارد نیم سلول آندی شود، $64x$ گرم از جرم آند کاسته شده و در طول همین بازه زمانی، به اندازه $108x \times 2$ گرم (معادل با $216x$ گرم) بر جرم کاتد نقره‌ای افزوده می‌شود. پس داریم:

$$\text{اختلاف جرم الکتروودها} = 216x - (-64x) = 280x = 0.608 \text{ g} \Rightarrow x = \frac{0.608 \text{ g}}{280} = 0.00217 \text{ mol}$$

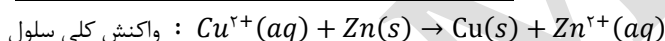
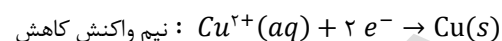
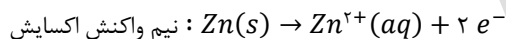
با توجه به محاسبات انجام شده، 0.004 مول از اتم‌های مس موجود در تیغه‌ی آندی اکسید شده‌اند. بنابراین جرم خورده شده از آند برابر است با:

$$? \text{ g Cu} = 0.004 \text{ mol Cu} \times \frac{64 \text{ g Cu}}{1 \text{ mol Cu}} = 0.256 \text{ g Cu}$$

در یک سلول گالوانی، آند به الکتروود یا تیغه‌ای گفته می‌شود که نیم‌واکنش اکسایش در مجاورت آن اتفاق می‌افتد. از آن‌جا که تیغه آند در یک سلول گالوانی اکسید شده و کاتیون‌های حاصل از آن وارد محلول می‌شوند، به مرور زمان از جرم این تیغه کاسته شده و به اصطلاح، تیغه آند به مرور زمان لاغرتر می‌شود. به طریق مشابه، کاتد الکتروودی است که نیم‌واکنش کاهش در مجاورت آن اتفاق می‌افتد. از آن‌جا که در مجاورت کاتد یک سلول گالوانی نیم‌واکنش کاهش انجام شده و اتم‌های فلزی حاصل از این فرایند به تیغه کاتدی می‌چسبند، به مرور زمان جرم تیغه کاتدی افزایش پیدا کرده و به اصطلاح، چاق‌تر می‌شود.

۴ گزینه ۱ (متوسط - مسأله - ۱۲۲)

ابتدا واکنش اکسایش - کاهش انجام گرفته را می‌نویسیم:



هرگاه تیغه یک فلز فعال را داخل محلول نمک فلز با E° بالاتر وارد کنیم، بر اثر انجام واکنش الکتروشیمیایی، کاتیون‌های فلز فعال‌تر وارد محلول شده و کاتیون‌های فلز دیگر کاهش یافته و بر روی تیغه می‌نشینند. مقدار تغییر جرم تیغه به جرم مولی دو فلز و بار کاتیون آنها بستگی دارد.

در این واکنش به ازای مبادله ۲ مول الکترون بین گونه اکسند (یون Cu^{2+}) و کاهنده (اتم Zn)، یک مول فلز Zn مصرف شده و یک مول فلز Cu تولید می‌شود. ابتدا شمار مول الکترون مبادله شده را حساب می‌کنیم:

$$\text{شمار مول الکترون مبادله شده} = \frac{1 \text{ mol } e^{-}}{6/0.2 \times 10^{23}} \times 10^{23} \times 1/8.06 = 0.3 \text{ mol } e^{-}$$

بنابراین $\frac{0.3}{2} = 0.15$ مول Zn مصرف شده و 0.15 مول Cu تولید می‌شود، پس داریم:

$$\text{جرم روی مصرف شده} - \text{جرم مس تولید شده} = (0.15 \times 64) - (0.15 \times 65)$$

$$= 0.15 \times (64 - 65) = -0.15 \text{ g}$$

از آنجا که علامت تغییر جرم تیغه منفی است، بنابراین جرم تیغه کاهش پیدا کرده است.

اگر یک تیغه از جنس فلز روی را در محلول آبی از مس (II) سولفات وارد کنیم، اتم‌های روی در واکنش با یون‌های مس (II) موجود در محلول اکسایش پیدا کرده و الکترون‌های خود را مستقیماً به این یون‌ها می‌دهند. طی این فرایند، یون‌های Cu^{2+} کاهش پیدا کرده و در قالب اتم‌های مس رسوب می‌کنند. از طرفی، با انجام شدن این فرایند مقداری انرژی آزاد می‌شود و دمای محلول نیز افزایش پیدا می‌کند. واضح است که در چنین شرایطی، انرژی آزاد شده در این واکنش قابل استفاده نیست و نمی‌توان از الکترون‌هایی که بین گونه‌های اکسند و کاهنده رد و بدل می‌شوند، به عنوان یک منبع تولید الکتریسیته استفاده کرد.

۵ گزینه ۳ (متوسط - مفهومی و مسأله - ۱۲۲)

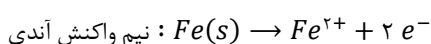
به غیر از عبارت (ث)، باقی عبارت‌های داده شده نادرست‌اند.

بررسی عبارت‌ها:

آ فلزهای نجیب مانند طلا و پلاتین با اکسیژن هوا واکنش نمی‌دهند، بنابراین باید گفت که اغلب فلزها هنگامی که در معرض هوا قرار می‌گیرند، با اکسیژن واکنش داده و به شکل اکسید درمی‌آیند.

در محیط پیرامون ما واکنش‌های اکسایش-کاهش زیادی مانند سیاه‌شدن وسایل نقره‌ای، خوردگی آهن و سایر فلزات، فساد مواد غذایی و ... در حال انجام‌شدن هستند که مطلوب ما نبوده و گاهی زیان‌هایی را به دنبال دارند. برای مثال، سالانه صدها میلیون تن از فلزهای گوناگون برای ساختن اسکله نفتی، اسکلت ساختمان‌ها و پل‌ها، کشتی، لوکوموتیو و راه‌آهن و ... مصرف می‌شود. هنگامی که فلزها در مجاورت با اکسیژن هوا قرار می‌گیرند، اغلب اکسایش یافته و به شکل اکسید درمی‌آیند. خوردگی به فرایند تردشدن، خردشدن و فروریختن فلزها بر اثر واکنش‌های اکسایش-کاهش گفته می‌شود. زنگ‌زدن آهن، تیره‌شدن نقره و زنگار سبز ایجادشده بر سطح مس، نمونه‌هایی از فرایند خوردگی هستند.

ب) در نیم واکنش آندی فرایند خوردگی آهن، به ازای تولید ۲ مول الکترون، یک مول آهن مصرف می‌شود:

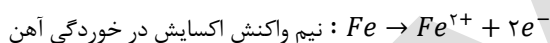
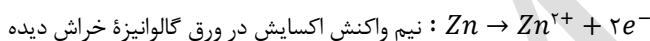


$$? g Fe = \frac{1}{50.5} \times 10^{23} e^{-} \times \frac{1 \text{ mol } e^{-}}{6.02 \times 10^{23} e^{-}} \times \frac{1 \text{ mol } Fe}{2 \text{ mol } e^{-}} \times \frac{56 \text{ g } Fe}{1 \text{ mol } Fe} = 0.9 \text{ g } Fe$$

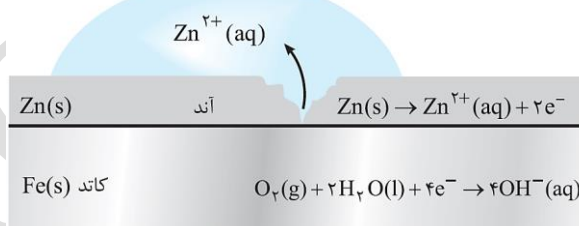
پ) برای حفاظت کاتدی از فلز آهن، آن را به یک فلز با E° کوچک‌تر مانند عناصر Mg یا Zn مجاور می‌کنند. در این حالت، فلز مورد نظر خورده شده و آهن محافظت می‌شود. توجه داریم که $E^{\circ}(Sn^{2+}/Sn) > E^{\circ}(Fe^{2+}/Fe)$ است.

در روش محافظت کاتدی، فلزی که قرار است در برابر خوردگی محافظت شود را در تماس با یک فلز دیگری قرار می‌دهند که E° کوچک‌تر و تمایل بیشتری به از دست دادن الکترون داشته باشد. در این شرایط، فلزهای موردنظر برای از دست دادن الکترون و اکسایش یافتن با یکدیگر رقابت می‌کنند. در چنین شرایطی، فلزی که E° کوچک‌تر و تمایل بیشتری به از دست دادن الکترون داشته باشد در نقش آند اکسید می‌شود، اما فلزی که E° بزرگ‌تری دارد در نقش کاتد ظاهر شده و در برابر خوردگی محافظت می‌شود. به این روش جلوگیری از خوردگی فلزها، به اصطلاح حفاظت کاتدی گفته می‌شود.

ت) در ورق گالوانیزه (ورقه‌ای از آهن که سطح آن با روی پوشانده شده است) خراش دیده، فلز روی و در خوردگی آهن، فلز آهن اکسید می‌شود:



تصویر زیر، فرایند خوردگی ورقه گالوانیزه نشان داده شده است:



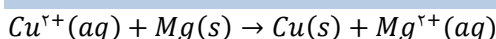
تا قبل از ایجاد هر گونه خراشی در سطح آهن گالوانیزه، فلز روی به عنوان یک پوشش محافظ از خوردگی آهن جلوگیری می‌کند. توجه داریم که در این شرایط خود روی نیز به خاطر ایجادشدن یک لایه متراکم از $ZnO(s)$ در سطح آن، دچار خوردگی نمی‌شود. هنگامی که خراشی در سطح آهن گالوانیزه پدید می‌آید، هر دو فلز (روی و آهن) در مجاورت با اکسیژن و رطوبت قرار می‌گیرند و برای از دست دادن الکترون (اکسایش یافتن) رقابت می‌کنند. از آنجا که E° فلز روی از E° آهن کمتر است، فلز روی در این رقابت پیروز شده و در نقش آند اکسید می‌شود و از آهن به عنوان یک محافظ کاتدی در مقابل خورده‌شدن محافظت می‌کند.

ث) در فرایند آبکاری، جسم موردنظر را کاتد و فلزی که قرار است لایه نازکی از آن بر روی جسم قرار بگیرد را به عنوان آند قرار می‌دهند.

پوشاندن سطح یک فلز با لایه نازکی از یک فلز ارزشمند و مقاوم در برابر خوردگی به کمک سلول الکترولیتی را آبکاری می‌گویند. در این فرایند، جسمی که روکش فلزی روی آن ایجاد می‌شود باید حتماً رسانای جریان برق باشد. بر این اساس، می‌توان گفت اجسام نارسا را نمی‌توان آبکاری کرد.

در فرایند آبکاری، جسم مورد نظر را به عنوان کاتد سلول الکترولیتی قرار می‌دهند (آن را به قطب منفی باتری وصل می‌کنند) و فلزی که قرار است روی جسم مورد نظر بنشیند (فلز پوشاننده) را به عنوان آند سلول الکترولیتی قرار می‌دهند (آن را به قطب مثبت باتری وصل می‌کنند). در چنین شرایطی، الکترولیت مورد استفاده برای آبکاری باید دارای یون های فلز پوشاننده باشد.

۶ گزینه ۲ (سخت - مسأله - ۱۲۲)



ابتدا واکنش کلی انجام شده را می‌نویسیم:

در هر ثانیه ۰/۰۰۲ مول Cu^{2+} کاهش پیدا می‌کند، پس در طول همین بازه زمانی، ۰/۰۰۲ مول از تیغه فلز منیزیم اکسید می‌شود، بنابراین جرم کاسته شده از آند(منیزیم) برابر خواهد بود با:

$$? g Mg = 2 \text{ min} \times \frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}} \times \frac{0.002 \text{ mol Mg}}{1 \text{ s}} \times \frac{24 \text{ g Mg}}{1 \text{ mol Mg}} = 5.76 \text{ g Mg}$$

در نتیجه جرم نهایی تیغه آند به $12/24 - 5.76 = 6.24$ گرم می‌رسد. در ابتدای واکنش، درصد خلوص منیزیم در تیغه آندی برابر با ۷۵٪ بوده است. حال باید جرم منیزیم خالص را پس از گذشت ۲ دقیقه از شروع انجام واکنش حساب کنیم:

$$\text{جرم منیزیم خالص اولیه} = 18 \times \frac{75}{100} = 13.5 \text{ g}$$

$$\text{جرم منیزیم خالص پس از ۲ دقیقه} = 13.5 - 5.76 = 7.74 \text{ g}$$

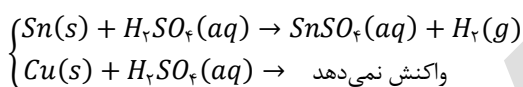
توجه داریم که طی این فرایند، جرم ناخالصی موجود در تیغه آندی (۴/۵ گرم ناخالصی) بدون تغییر باقی می‌ماند. در نهایت درصد خلوص آند را پس از ۲ دقیقه حساب می‌کنیم:

$$\text{درصد خلوص آند پس از ۲ دقیقه} = \frac{\text{جرم منیزیم خالص پس از ۲ دقیقه}}{\text{جرم تیغه آند پس از ۲ دقیقه}} \times 100 = \frac{7.74}{12.24} \times 100 \approx 63.2\%$$

توجه داریم که در سلول‌های گالوانی با الکترودهای فلزی ناخالص، با گذشت زمان درصد خلوص آند کاهش و درصد خلوص کاتد افزایش پیدا می‌کند.

۷ گزینه ۴ (متوسط - مسأله - ۱۲۲)

از آنجا که E° فلزهای قلع (Sn) و مس (Cu) به ترتیب منفی و مثبت است، بنابراین تنها فلز قلع (Sn) با اسید واکنش می‌دهد و فلز مس (Cu) بدون تغییر باقی می‌ماند:



در قدم بعدی با استفاده از حجم گاز H_2 آزاد شده، جرم Sn مصرف شده را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{جرم Sn مصرف شده} = 8.96 \text{ L } H_2 \times \frac{1 \text{ mol } H_2}{22.4 \text{ L } H_2} \times \frac{1 \text{ mol Sn}}{1 \text{ mol } H_2} \times \frac{118 \text{ g Sn}}{1 \text{ mol Sn}} = 47.2 \text{ g Sn}$$

درصد جرمی قلع در آلیاژ برابر با $100 - 60 = 40$ درصد است، بنابراین داریم:

$$\text{جرم آلیاژ} = \frac{\text{جرم قلع}}{\text{درصد جرمی قلع}} \times 100 = \frac{47.2}{40} \times 100 = 118 \text{ g}$$

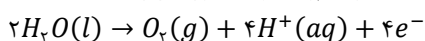
قلع و آهن، دو فلز با پتانسیل کاهشی کوچک‌تر از صفر هستند. به ورقه‌های آهنی که سطح آن‌ها با لایه نازکی از فلز قلع پوشیده شده باشد، حلیی گفته می‌شود. از آنجا که E° قلع بزرگ‌تر از E° آهن است، در صورت ایجاد خراش در سطح حلیی، قلع نه تنها از آهن محافظت نمی‌کند، بلکه باعث تسریع خوردگی آهن می‌شود. در واقع، چون تمایل اتم‌های قلع به از دست دادن الکترون کمتر از اتم‌های آهن است، در محل ایجاد خراش اتم‌های آهن در رقابت برای اکسیدشدن پیروز شده و الکترون از دست می‌دهند. الکترون‌های حاصل از این نیم‌واکنش، به سطح کاتد(قلع) منتقل می‌شوند اما از آنجا که اتم‌های قلع نمی‌توانند کاهش پیدا کنند، آن‌ها را به O_2 منتقل کرده و آن را براساس نیم‌واکنش: $O_2(g) + 2H_2O(l) + 4e^- \rightarrow 4OH^-(aq)$ می‌کاهند. از ورقه‌های حلیی برای ساختن قوطی کنسروها و ظرف بسته‌بندی مواد غذایی استفاده می‌شود چرا که اسیدهای موجود در مواد غذایی بر فلز قلع اثر نمی‌کنند و موجب خوردگی آن نمی‌شوند در حالی که این اسیدها در مجاورت با ورقه‌های گالوانیزه، با روی واکنش داده و یون‌های روی را وارد مواد غذایی می‌کنند.

۸ گزینه ۴ (متوسط - مفهومی و مسأله - ۱۲۲)

عبارت‌های (ب) و (پ) نادرست‌اند.

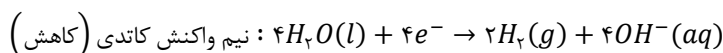
بررسی عبارت‌ها:

(آ) در سلول برقکافت آب، الکتروود با بار مثبت آند است که در سطح آن واکنش اکسایش انجام می‌شود. معادله این نیم‌واکنش به صورت زیر است:

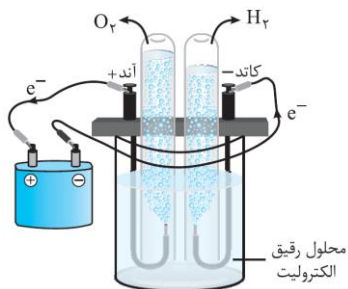


(ب) اگر در سلول برقکافت آب از NaCl به عنوان الکترولیت استفاده شود، یون‌های کلرید (Cl^-) موجود در محلول، در اطراف الکتروود با بار ناهمنام یعنی آند تجمع می‌کنند.

پ) در اطراف کاتد، نیم واکنش کاهش انجام شده و طی آن گاز هیدروژن آزاد می‌شود. معادله این نیم‌واکنش به صورت زیر است:



به علت تولید یون‌های هیدروکسید، مقدار pH در اطراف کاتد افزایش پیدا می‌کند. تصویر زیر، نمایی از سلول برق‌کافت آب را نشان می‌دهد:



از اکسایش آب در مجاورت آند، یون هیدروژن و از کاهش آب در مجاورت کاتد، یون هیدروکسید تولید می‌شود. به خاطر تولید این یون‌ها، محلول اطراف آند خاصیت اسیدی پیدا کرده و محلول اطراف کاتد خاصیت بازی پیدا می‌کند. بر این اساس، رنگ کاغذ pH در اطراف محلول کاتدی آبی و در اطراف محلول آندی قرمز می‌شود. از آنجا که تعداد یون‌های هیدروکسید تولیدشده در کاتد با تعداد یون‌های هیدروژن تولیدشده در آند برابر است، محلول موردنظر به طور کلی خاصیت اسیدی یا بازی پیدا نکرده و pH آن همواره برابر ۷ باقی می‌ماند.

ت) با توجه به معادله کلی واکنش که به صورت $2H_2O(l) \rightarrow 2H_2(g) + O_2(g)$ است، به ازای تولید ۲ مول گاز هیدروژن در کاتد، یک مول گاز اکسیژن در آند تولید می‌شود، پس داریم:

$$? g O_2 = 1 g H_2 \times \frac{1 \text{ mol } H_2}{2 g H_2} \times \frac{1 \text{ mol } O_2}{2 \text{ mol } H_2} \times \frac{32 g O_2}{1 \text{ mol } O_2} = 8 g O_2$$

۹ گزینه ۳ (متوسط - مفهومی - ۱۲۲)

عبارت‌های (ا) و (ث) نادرست‌اند.

بررسی عبارت‌ها:

آ) واکنش‌های انجام شده در سلول‌های گالوانی خودبه‌خودی و در سلول‌های الکترولیتی غیر خودبه‌خودی هستند.

ب) واکنش الکتروشیمیایی در سلول گالوانی به طور خودبه‌خودی انجام می‌شود؛ اما در سلول‌های الکترولیتی برای انجام واکنش الکتروشیمیایی نیاز به یک باتری به عنوان منبع جریان برق مستقیم است. این باتری، انرژی مورد نیاز برای انجام شدن یک واکنش غیرخودبه‌خودی را تأمین می‌کند.

پ) دقت کنید که هم در سلول گالوانی و هم در سلول الکترولیتی، فرایند کاهش در کاتد و فرایند اکسایش در آند انجام می‌شود و تنها علامت این الکترودها در دو سلول متفاوت است. جدول زیر، علامت الکترودها در هر سلول را نشان می‌دهد:

علامت آند	علامت کاتد	سلول
-	+	گالوانی
+	-	الکترولیتی

ت) برخلاف سلول گالوانی که در آن هر دو الکترودها در محلول جداگانه قرار می‌گیرد و دو محلول با استفاده از دیواره متخلخل به هم متصل می‌شوند، در سلول الکترولیتی هر دو الکترودها کاتد و آند درون یک محلول الکترولیت قرار می‌گیرند و نیازی به استفاده از دیواره متخلخل نیست.

در یک سلول گالوانی، به مرور زمان فلز به‌کاررفته در آند اکسایش پیدا کرده و کاتیون‌های حاصل از این فرایند، وارد الکترولیت آندی می‌شوند. با ادامه این فرایند، کاتیون‌ها در الکترولیت آندی تجمع پیدا کرده و این محلول بار مثبت پیدا می‌کند. تجمع بار مثبت در این نیم‌سلول، الکترون‌ها را به سمت خود جذب کرده و از حرکت آن‌ها در مدار خارجی جلوگیری می‌کند. در نیم‌سلول کاتدی نیز به مرور زمان غلظت کاتیون‌های موجود در محلول کاهش پیدا کرده و از تعداد آن‌ها کاسته می‌شود. با ادامه این فرایند، محلول کاتدی نیز بار منفی پیدا می‌کند. تجمع بار منفی در نیم‌سلول آندی، از تمایل این نیم‌سلول به جذب الکترون‌ها کاسته و از حرکت آن‌ها در مدار خارجی جلوگیری می‌کند. این جاست که کارایی دیواره متخلخل مشخص می‌شود. در واقع این دیواره مانع قطع شدن جریان الکتریکی در مدار خارجی می‌شود. وظایف دیواره متخلخل عبارت‌اند از:

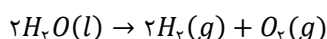
۱- جلوگیری از مخلوط شدن سریع و مستقیم الکترولیت‌ها ۲- ایجاد توازن بار الکتریکی بین نیم‌سلول‌ها

در واقع، دیواره متخلخل به کاتیون‌های موجود در الکترولیت آندی اجازه می‌دهد به سمت الکترولیت کاتدی مهاجرت کنند و به آنیون‌های موجود در الکترولیت کاتدی نیز اجازه می‌دهد به سمت الکترولیت آندی مهاجرت کنند. به این ترتیب، دیواره متخلخل با به جریان انداختن گونه‌های باردار میان محلول‌های موجود در هر نیم‌سلول، سبب خنثی کردن بار الکتریکی آن‌ها می‌شود.

ث) در سلول گالوانی، در نیم سلول آندی کاتیون تولید می‌شود و برای برقرار ماندن موازنه بار، کاتیون‌ها به سمت نیم سلول کاتدی (با بار مثبت) و آنیون‌ها به سمت نیم سلول آندی (با بار منفی) حرکت می‌کنند. در طرف مقابل در سلول الکترولیتی، یون‌ها به سمت الکترودهایی با بار ناممنام حرکت می‌کنند؛ یعنی کاتیون‌ها به سمت کاتد (با بار منفی) و آنیون‌ها به سمت آند (با بار مثبت) حرکت می‌کنند.

۱۰ گزینه ۱ (سخت - مسأله - ۱۲۲)

در محلول‌های بسیار رقیق، چگالی محلول به طور تقریبی برابر با $1 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$ در نظر گرفته شده و در نتیجه غلظت 1 ppm معادل با غلظت 1 میلی‌گرم بر لیتر ($1 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$) است. در محلول اولیه 540 ppm سدیم کلرید وجود دارد. بر اثر انجام واکنش برقکافت آب، 60 L گاز با حجم مولی $24 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$ آزاد شده است. معادله واکنش انجام شده به صورت زیر است:



بنابراین داریم:

$$? \text{ L H}_2\text{O} = 60 \text{ L گاز} \times \frac{1 \text{ mol گاز}}{24 \text{ L گاز}} \times \frac{2 \text{ mol H}_2\text{O}}{2 \text{ mol گاز}} \times \frac{18 \text{ g H}_2\text{O}}{1 \text{ mol H}_2\text{O}} \times \frac{1 \text{ L H}_2\text{O}}{1000 \text{ g H}_2\text{O}} = 0.3 \text{ L H}_2\text{O} = 300 \text{ mL H}_2\text{O}$$

آب خالص رسانایی الکتریکی ناچیزی دارد؛ از این رو برای برقکافت آن باید اندکی از یک ماده الکترولیت را به آب اضافه کرد. البته، باید توجه داشته باشیم که آنیون‌ها و کاتیون‌های موجود در الکترولیت موردنظر، نباید در رقابت‌های آندی و کاتدی بر آب پیروز شوند چرا که در این صورت، از فرایند برقکافت گازهای هیدروژن و اکسیژن تولید نشده و مولکول‌های آب تجزیه نمی‌شوند.

جرم محلول اولیه برابر با 300 گرم بوده و 30 گرم (معادل با 30 میلی‌لیتر) از آب موجود در این محلول، طی فرایند برقکافت تجزیه شده است. پس جرم نهایی آب برابر خواهد بود با:

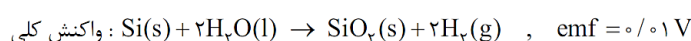
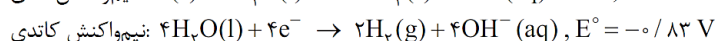
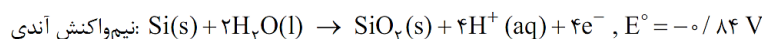
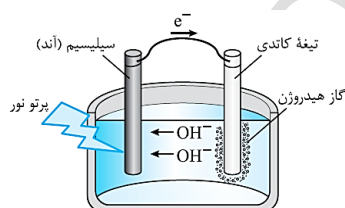
در نهایت درصد جرمی سدیم کلرید را در محلول نهایی محاسبه می‌کنیم:

$$\begin{aligned} \text{درصد جرمی سدیم کلرید} &= \frac{\text{جرم سدیم کلرید}}{\text{جرم سدیم کلرید} + \text{جرم آب}} \times 100 = \frac{\text{جرم سدیم کلرید}}{\text{جرم محلول}} \times 100 = \frac{0.3 \text{ L} \times \frac{540 \text{ mg}}{1 \text{ L}} \times \frac{1 \text{ g}}{1000 \text{ mg}}}{270 \text{ g}} \times 100 \\ &= \frac{16.2}{270} = 0.06 \text{ درصد} \end{aligned}$$

از آنجا که در محلول‌های اولیه و نهایی جرم سدیم کلرید در برابر جرم آب ناچیز است، از آن صرف‌نظر کردیم.

۱۱ گزینه ۲ (سخت - مفهومی و مسأله - ۱۲۲)

تصویر زیر، نمایی از سلول مورد نظر را نشان می‌دهد:



عبارت‌های (ب) و (پ) نادرست‌اند.

بررسی عبارت‌ها:

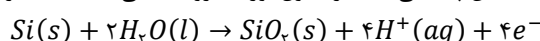
آ) واکنش کلی این سلول به صورت $\text{Si}(s) + 2\text{H}_2\text{O}(l) \rightarrow \text{SiO}_2(s) + 2\text{H}_2(g)$ است؛ بنابراین در این سلول، اتم Si نقش کاهنده و H_2O نقش اکسنده را ایفا می‌کند.

ب) emf این سلول برابر است با:

بنابراین emf این سلول ناچیز است. دقت کنید که بازده و سرعت واکنش اکسایش - کاهش این سلول نیز پایین است. البته، با وجود بازده پایین، باز هم برخی از دانشمندان این سلول را برای تولید گاز هیدروژن مناسب می‌دانند.

پ) در برقکافت آب، نیم‌واکنش آندی به صورت مقابل است:

بنابراین با گذشت زمان pH محلول اطراف آند کاهش پیدا می‌کند. در سلول نور الکتروشیمیایی داده شده نیز نیم‌واکنش آندی به صورت زیر است:



این واکنش با تولید یون هیدروژن همراه بوده و به همین خاطر، pH محلول اطراف آند کاهش می‌یابد.

ت) با توجه به واکنش کلی سلول که به صورت $Si(s) + 2H_2O(l) \rightarrow SiO_2(s) + 2H_2(g)$ است، داریم:

$$? g Si = \underbrace{15/68 L H_2}_{\cdot / 2 mol H_2} \times \frac{1 mol H_2}{22/4 L H_2} \times \frac{1 mol Si}{2 mol H_2} \times \frac{28 g Si}{1 mol Si} = 9/8 g Si$$

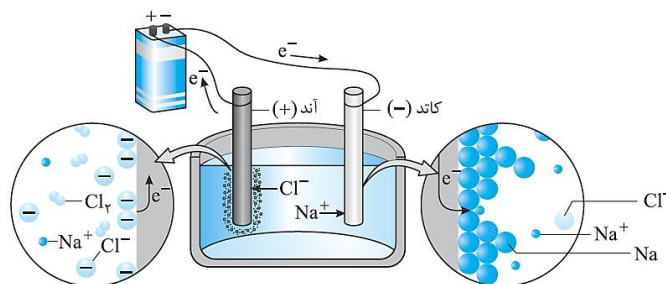
$$? g SiO_2 = 9/8 mol H_2 \times \frac{1 mol SiO_2}{2 mol H_2} \times \frac{60 g SiO_2}{1 mol SiO_2} = 21 g SiO_2$$

بر اثر انجام واکنش سلول، بخشی از آند سیلیسیمی به SiO_2 تبدیل می‌شود، بنابراین تغییر جرم تیغه آندی برابر خواهد بود با:

$$g = 21 - 9/8 = 11/2 g = \text{جرم سیلیسیم مصرف شده} - \text{جرم سیلیسیم دی‌اکسید تولید شده} = \text{تغییر جرم آند}$$

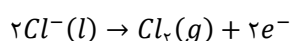
۱۲ گزینه ۲ (آسان - حفظی و مسأله - ۱۲۲)

یون‌های Na^+ و Cl^- به ترتیب آرایش الکترونی گازهای نجیب دوره‌های دوم و سوم جدول تناوبی را دارند. در سلول مورد نظر، یون با آرایش الکترونی گاز نجیب دوره سوم (یعنی یون Cl^-) به سمت آند حرکت می‌کند. تصویر زیر، نمایی از این سلول را نشان می‌دهد:



بررسی سایر گزینه‌ها:

(۱) در آند سلول، واکنش اکسایش یون کلرید (یون Cl^-) انجام شده و طی آن گاز زرد رنگ کلر آزاد می‌شود. معادله این نیم‌واکنش به صورت زیر است:



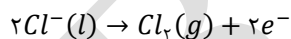
(۳) از آنجا که نقطه ذوب سدیم کلرید بالا و انرژی موردنیاز برای ذوب کردن آن زیاد است، به این سلول کلسیم کلرید ($CaCl_2$) اضافه می‌کنند تا نقطه ذوب آن کاهش پیدا کند. بر این اساس، می‌توان گفت نقطه ذوب مخلوط کلسیم کلرید و سدیم کلرید، پایین‌تر از نقطه ذوب سدیم کلرید است.

(۴) نیم واکنش کاتدی به صورت $Na^+(l) + e^- \rightarrow Na(l)$ است. در این فرایند، به ازای مصرف هر یک مول الکترون، ۱ مول سدیم (معادل با ۲۳ گرم سدیم) تولید می‌شود. بنابراین داریم:

$$? g Na = \frac{1 mol \text{ الکترون}}{6/0.2 \times 10^{23} \text{ الکترون}} \times \frac{1 mol Na}{1 mol \text{ الکترون}} \times \frac{23 g Na}{1 mol Na} = 1/61 g Na$$

۱۳ گزینه ۴ (آسان - حفظی - ۱۲۲)

در قطب مثبت سلول برقکافت سدیم کلرید مذاب (آند سلول)، واکنش اکسایش یون Cl^- اتفاق می‌افتد. معادله این نیم‌واکنش به صورت زیر است:



از آنجا که شعاع یون کلرید از شعاع اتم کلر بزرگتر است، بنابراین بر اثر انجام واکنش آندی، اندازه شعاع کاهش پیدا می‌کند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

(۱) در برقکافت منیزیم کلرید مذاب، فراورده کاتدی فلز $Mg(l)$ است که چگالی کمتری از الکترولیت مذاب یعنی $MgCl_2(l)$ دارد و در نتیجه، طی این فرایند فلز منیزیم مذاب بر روی سطح الکترولیت قرار می‌گیرد.

(۲) یکی از کاربردهای واکنش‌های اکسایش - کاهش، استفاده از آن‌ها در ساختن انواع باتری‌ها است. ساختار و ویژگی‌های هر باتری متناسب با کارکرد ویژه‌ای است که آن باتری دارد. با رشد و پیشرفت صنایع گوناگون، نیاز و تقاضا برای ساختن باتری‌هایی با ویژگی‌های گوناگون و کاربرد معین افزایش پیدا کرده است. لیتیم در بین فلزها، کم‌ترین چگالی را دارد؛ به همین دلیل باتری‌های لیتیومی سبک‌تر هستند. از طرف دیگر، لیتیم قوی‌ترین کاهنده است و کم‌ترین E° را دارد، بنابراین باتری‌های لیتیومی نسبت به اغلب باتری‌های دیگر، ولتاژ بالایی تولید می‌کنند و توانایی ذخیره انرژی بیشتری را دارند.

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 به‌کاررفته 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 گران قیمت وجود دارد که آن‌ها را به منبع مناسبی برای بازیافت تبدیل می‌کند. هرچند که مبحث مربوط به فلز لیتیوم و باتری‌های لیتیومی جزو حذفیات کتاب درسی اعلام شده، اما به شما توصیه می‌کنیم نکات مهم مربوط به این قسمت را برای محکم کاری هم که شده است، بلد باشید!

۳) گاز تولید شده در برق‌کافت منیزیم کلرید مذاب، گاز کلر است که در دمای اتاق با گاز هیدروژن به آرامی واکنش می‌دهد. شرایط مورد نیاز برای واکنش هالوژن‌ها با گاز هیدروژن به صورت زیر است:

نام هالوژن	شرایط واکنش با گاز هیدروژن
فلوئور	حتی در دمای 200°C به سرعت واکنش می‌دهد.
کلر	در دمای اتاق به آرامی واکنش می‌دهد.
برم	در دمای 200°C واکنش می‌دهد.
ید	در دمای بالاتر از 400°C واکنش می‌دهد.

۱۴ گزینه ۳ (متوسط - حفظی و مفهومی - ۱۲۲)

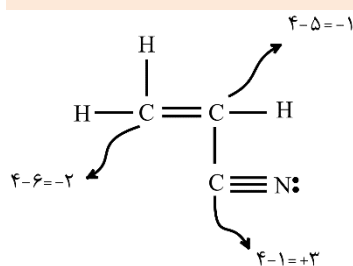
عبارت‌های (آ)، (ب) و (ت) درست‌اند.

برای محاسبه عدد اکسایش یک اتم از یک ترکیب، شمار الکترون‌های نسبت داده شده به آن اتم را از شمار الکترون‌های لایه ظرفیت اتم کم می‌کنیم: شمار الکترون‌های نسبت داده شده - شمار الکترون‌های ظرفیتی = عدد اکسایش اتم

برای بدست آوردن شمار الکترون‌های نسبت داده شده به نکات زیر دقت کنید:

- ۱- اگر دو اتم متصل به هم یکسان باشند، الکترون‌های پیوندی را به طور مساوی بین آن‌ها تقسیم می‌کنیم.
- ۲- هر جفت الکترون پیوندی بین دو اتم متفاوت، به اتمی نسبت داده می‌شود که خصلت نافلزی بیشتری دارد.
- ۳- تمام الکترون‌های ناپیوندی روی یک اتم را به همان اتم نسبت می‌دهیم.

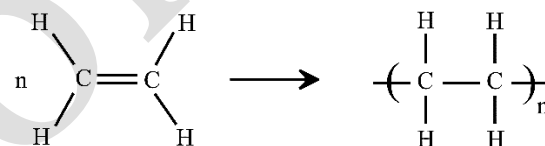
بررسی عبارت‌ها:



(آ) سیانواتن، یکی از مونومرهای مصرف شده در فرایند تولید پلیمرهای افزایشی است. از پلیمر تولید شده بر اثر بسپارش این ماده برای تولید پتو استفاده می‌شود. ساختار لوویس سیانواتن و عدد اکسایش اتم‌های کربن در آن به صورت مقابل است:

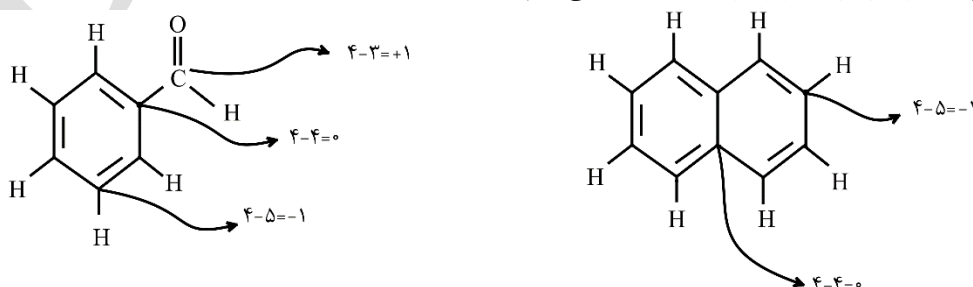
$$\text{مجموع اعداد اکسایش اتم‌های کربن} = -1 - 2 + 3 = 0$$

(ب) فرایند پلیمری شدن اتن به صورت زیر است:



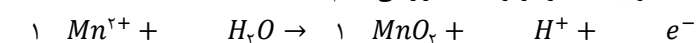
هم در اتن و هم در پلی‌اتن، هر اتم کربن دو پیوند اشتراکی با اتم‌های کربن دیگر و دو پیوند اشتراکی با اتم‌های هیدروژن دارد، بر این اساس عدد اکسایش هر اتم کربن در این دو ترکیب برابر با $-2 = 4 - 6$ است.

(پ) اعداد اکسایش اتم‌های کربن را در نفتالن و بنزالدهید مشخص می‌کنیم:

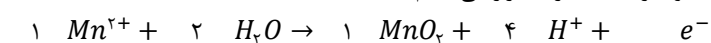


توجه داریم که هر ترکیب آلی که دارای اتم کربن متصل به چهار اتم کربن دیگر است، اتم کربن با عدد اکسایش صفر دارد.

(ت) به منظور موازنه کردن اتم‌های منگنز در دو سمت معادله، ضریب Mn^{2+} و MnO_4^- را برابر با یک قرار می‌دهیم:



از آنجا که در سمت راست معادله ۲ اتم اکسیژن داریم ضریب H_2O را ۲ و ضریب H^+ را ۴ قرار می‌دهیم:



بار سمت چپ معادله ۲+ است، پس ضریب الکترون را ۲ قرار می‌دهیم تا بار سمت راست معادله نیز ۲+ شود:



مجموع ضرایب نیم واکنش بالا برابر ۱۰ است.

۱۵ گزینه ۴ (آسان - مفهومی - ۱۲۲)

ابتدا عدد اکسایش فلز واسطه در ترکیب $MgCrO_4$ یعنی عدد اکسایش Cr را بدست می‌آوریم:

$$MgCrO_4 : (+2) + Cr + 4 \times (-2) = 0 \Rightarrow Cr = +6$$

در قدم بعدی، عدد اکسایش موردنظر را در هر گزینه بدست می‌آوریم:

$$۱) \underline{P}_2O_5 : 2P + 5 \times (-2) = 0 \Rightarrow P = \frac{10}{2} = +5$$

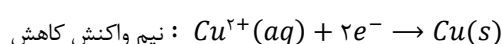
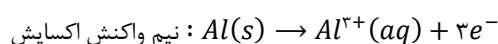
$$۲) \underline{UO}_2^{2+} : U + 2 \times (-2) = +2 \Rightarrow U = +6$$

$$۳) Ba_2(V_2O_7) : 2(+2) + 2(V + 4 \times (-2)) = 0 \Rightarrow 2V = 10 \Rightarrow V = +5$$

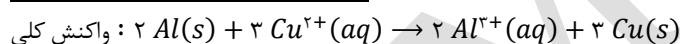
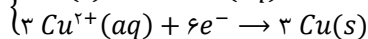
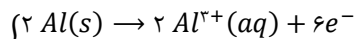
$$۴) NaAlSi_3O_8 : (+1) + (+3) + 3Si + 8 \times (-2) = 0 \Rightarrow 3Si = 12 \Rightarrow Si = +4$$

۱۶ گزینه ۳ (سخت - مسأله - ۱۲۲)

ابتدا نیم واکنش‌های اکسایش و کاهش را می‌نویسیم:



به منظور برابر شدن الکترون‌های مبادله شده در دو نیم واکنش، نیم واکنش اکسایش را در ۲ و نیم واکنش کاهش را در ۳ ضرب می‌کنیم. بر این اساس، داریم:



با توجه به واکنش کلی، بین ۲ مول آلومینیوم و ۳ مول از یون‌های Cu^{2+} ، ۶ مول الکترون مبادله می‌شود. از طرفی با توجه به مقدار آنتالپی این واکنش شیمیایی ($\Delta H = -72 \text{ kJ}$) می‌توان گفت که به ازای مبادله ۶ مول الکترون در واکنش ۷۲ کیلوژول گرما آزاد می‌شود. در قدم بعدی مقدار گرمای آزاد شده در ده ثانیه را حساب می‌کنیم:

$$? \text{ kJ} = \frac{72 \text{ kJ}}{6 \text{ mol } e^-} \times \frac{10 \text{ mol } e^-}{1} = 12 \text{ kJ} \sim 12 \times 10^3 \text{ J}$$

حال می‌توانیم با استفاده از رابطه $Q = mc\Delta\theta$ ، مقدار افزایش دما را بدست آوریم:

$$Q = mc\Delta\theta \Rightarrow \Delta\theta = \frac{Q}{mc} = \frac{12 \times 10^3}{400 \times 4/2} = 3^\circ\text{C}$$

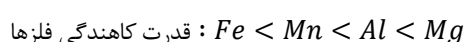
در قدم دوم تعداد مول Al^{3+} تولید شده و سرعت متوسط تولید این یون را حساب می‌کنیم:

$$? \text{ mol } Al^{3+} = \frac{2 \text{ mol } Al^{3+}}{6 \text{ mol } e^-} \times \frac{10 \text{ mol } e^-}{1} = 3.33 \text{ mol } Al^{3+}$$

$$Al^{3+} \text{ سرعت متوسط تولید} = \frac{\text{تعداد مول } Al^{3+} \text{ تولید شده}}{\text{زمان بر حسب دقیقه}} = \frac{3.33 \text{ mol}}{10 \times \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}}} = 20 \text{ mol} \cdot \text{min}^{-1}$$

۱۷ گزینه ۳ (آسان - مفهومی - ۱۲۲)

از آنجا که تغییر دمایی در ظرف واکنش اول برابر صفر است، لذا واکنش اول انجام نمی‌شود و قدرت کاهندگی Mn از Fe بیشتر است. از طرف دیگر تغییرات دمایی ظرف‌های واکنش‌های دوم و سوم بزرگ‌تر از صفر است. از آنجا که دمای ظرف واکنش دوم بیشتر افزایش پیدا کرده، می‌توان گفت که قدرت کاهندگی (تمایل به اکسید شدن) Mg از Al بیشتر است. با توجه به توضیحات داده شده، داریم:



در برخی از واکنش‌های اکسایش-کاهش، به هنگام دادوستد الکترون بین گونه‌های اکسند و کاهنده، مقداری انرژی نیز آزاد می‌شود. به عنوان مثال، در هنگام سوختن عناصر فلزی مثل سدیم و منیزیم، اتم‌های فلزی اکسایش پیدا کرده و الکترون‌های خود را به اتم‌های اکسیژن منتقل می‌کنند. همان‌طور که می‌دانیم، انجام‌شدن این واکنش‌ها با آزادشدن مقداری انرژی به صورت نور و گرما همراه است. علاوه بر واکنش سوختن عناصر فلزی، برخی دیگر از انواع واکنش‌های اکسایش-کاهش نیز با آزادشدن گرما همراه هستند. به عنوان مثال، واکنش یک تیغه فلزی با محلول فلزی که پتانسیل کاهشی بزرگ‌تری دارد، از جمله واکنش‌های اکسایش-کاهش گرماده است.

۱۸ گزینه ۴ (آسان - مفهومی - ۱۲۲)

در هر گزینه گونه کاهنده‌تر را مشخص می‌کنیم. اگر واکنش به صورت زیر بود، آن واکنش انجام‌پذیر است:

فلز دیگر + یون فلز کاهنده‌تر → یون فلز دیگر + فلز کاهنده‌تر

یکی از کاربردهای سری الکتروشیمیایی، بررسی انجام‌پذیر بودن یا نبودن واکنش‌های مختلف است. برای مثال، با واردکردن یک تیغه از جنس آلومینیم به محلولی از مس (II) سولفات، اتم‌های آلومینیم شروع به اکسیدشدن کرده و طی یک واکنش گرماده با محلول موردنظر واکنش می‌دهند. با انجام‌شدن این واکنش، اتم‌های آلومینیم به شکل یون‌های وارد محلول شده و دمای محلول نیز افزایش پیدا می‌کند. این در حالی است که با واردکردن یک تیغه از جنس طلا به محلولی از مس (II) سولفات، هیچ واکنشی انجام نشده و دمای محلول نیز تغییری نمی‌کند. علاوه بر آزمایش تجربی، به کمک E° گونه‌های شرکت‌کننده در واکنش نیز می‌توان انجام‌پذیر بودن یا نبودن یک واکنش را پیش‌بینی کرد. برای این منظور، کافی است گونه‌های اکسند (کاهش‌یافته) و کاهنده (اکسایش‌یافته) را در واکنش موردنظر مشخص کنیم و پس از آن، مقدار E° واکنش را براساس رابطه زیر محاسبه کنیم:

$$E^\circ = E^\circ(\text{گونه کاهنده}) - E^\circ(\text{گونه اکسند}) = \text{واکنش } E^\circ$$

اگر مقدار E° واکنش عددی مثبت شد، آن واکنش انجام‌پذیر بوده و در شرایط طبیعی انجام می‌شود، در حالی که اگر E° واکنش عددی منفی شد، آن واکنش انجام‌پذیر نیست.

بررسی گزینه‌ها:

انجام نمی‌شود $Ag(s) + Fe^{2+}(aq) \rightarrow$

(۱) قدرت کاهندگی: $Ag < Fe$ بنابراین این واکنش انجام نمی‌شود:

انجام نمی‌شود $Fe(s) + Zn^{2+}(aq) \rightarrow$

(۲) قدرت کاهندگی: $Fe < Zn$ بنابراین این واکنش انجام نمی‌شود:

(۳) فلزاتی با پتانسیل کاهش مثبت مثل مس، نقره، طلا و پلاتین با اسیدها واکنش نمی‌دهند.

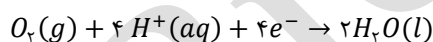
$Sn(s) + 2Ag^{2+}(aq) \rightarrow Sn^{2+}(aq) + 2Ag(s)$

(۴) قدرت کاهندگی: $Ag < Sn$ و این واکنش انجام‌پذیر است:

توجه داریم که در آهن گالوانیزه، فلز آهن توسط فلز روی حفاظت می‌شود و در صورتی که خراشی در آهن گالوانیزه ایجاد شود، فلز روی در نقش آند اکسید شده و از آهن (کاتد) محافظت می‌کند.

۱۹ گزینه ۲ (سخت - مسأله - ۱۲۲)

در نیم واکنش کاهش در سلول سوختی هیدروژن، به ازای مبادله ۴ مول الکترون، یک مول اکسیژن مصرف می‌شود. معادله نیم‌واکنش کاهش در این سلول به صورت مقابل است:

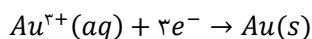


سلول سوختی، نوعی سلول گالوانی است که توسط شیمی‌دان‌ها و برای گذر از تنگنای تولید انرژی و کاهش آلودگی محیط زیست پیشنهاد می‌شود. رایج‌ترین سلول سوختی، سلول هیدروژن-اکسیژن است که در آن گاز هیدروژن به آرامی و تحت یک شرایط کنترل‌شده با گاز اکسیژن وارد واکنش شده و اکسید می‌شود. طی این فرایند، بخش زیادی از انرژی شیمیایی ذخیره‌شده در مولکول‌های هیدروژن به انرژی الکتریکی تبدیل می‌شود. هر سلول سوختی از سه جزء تشکیل شده است که شامل یک غشا، الکتروآند و الکتروکاتد می‌شود.

در قدم اول شمار مول الکترون‌های مبادله شده را حساب می‌کنیم:

$$? \text{ mol } e^- = 336 \text{ L } O_2 \times \frac{1 \text{ mol } O_2}{22.4 \text{ L } O_2} \times \frac{4 \text{ mol } e^-}{1 \text{ mol } O_2} \times \frac{100}{100} = 48 \text{ mol } e^-$$

در فرایند آبکاری طلا، به ازای مصرف سه مول الکترون، یک مول طلا روی جسم موردنظر می‌نشیند. معادله نیم‌واکنش کاتدی انجام شده این فرایند به صورت مقابل است:

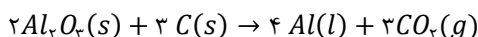


بنابراین داریم:

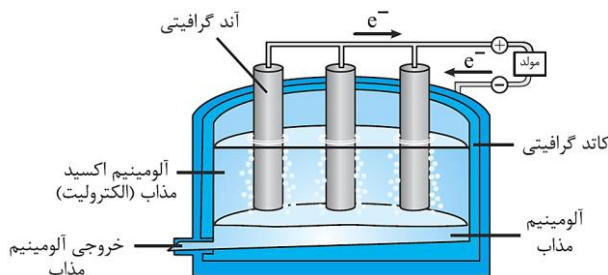
$$? \text{ g Au} = 48 \text{ mol } e^- \times \frac{1 \text{ mol Au}}{3 \text{ mol } e^-} \times \frac{197 \text{ g Au}}{1 \text{ mol Au}} = 3152 \text{ g Au}$$

۲۰ گزینه ۴ (متوسط - مفهومی و مسأله - ۱۲۲)

معادله واکنش انجام شده در فرایند هال به صورت زیر است:



تصویر زیر نیز نمایی از سلول مورد نظر را نشان می‌دهد:

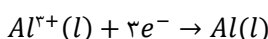


با توجه به معادله واکنش انجام شده، داریم:

$$? \text{ ton } C = 5/4 \text{ ton } Al \times \frac{10^6 \text{ g } Al}{1 \text{ ton } Al} \times \frac{1 \text{ mol } Al}{27 \text{ g } Al} \times \frac{3 \text{ mol } C}{4 \text{ mol } Al} \times \frac{12 \text{ g } C}{1 \text{ mol } C} \times \frac{1 \text{ ton } C}{10^6 \text{ g } C} = 1/8 \text{ ton } C$$

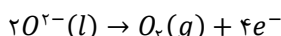
بررسی سایر گزینه‌ها:

(۱) فرایند هال به علت مصرف مقدار زیادی انرژی الکتریکی هزینه بالایی دارد. به همین دلیل بازیافت فلز آلومینیم اهمیت دارد، زیرا با بازیافت آلومینیم می‌توان ضمن افزایش عمر این منبع تجدیدناپذیر، هزینه تولید این فلز ارزشمند را کاهش داد.

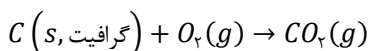


(۲) در فرایند هال، در کاتد نیم واکنش مقابل انجام می‌شود:

چگالی آلومینیم مذاب تولید شده در کاتد بیشتر از الکترولیت موجود در سلول است، بنابراین آلومینیم مذاب پایین‌تر از الکترولیت مذاب، بر روی کاتد گرافیتی قرار می‌گیرد.



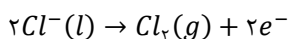
(۳) در این فرایند، نیم واکنش مقابل در آند انجام می‌شود:



گاز اکسیژن تولید شده 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. اما در نیم واکنش آندی در سلول برفکافت سدیم کلرید مذاب (یا

همان سلول دانز)، الکتروآند در واکنش شرکت نمی‌کند. معادله نیم‌واکنش آندی در این سلول به صورت مقابل است:



خب، دوست‌های منم! به همین سرعت، ۲۰ مرحله از آزمون‌های دوپینگ گذشت و دیگه چیزی به پایانه راه نمونه ...

یادتون باشه که ایام پایانه کنکور، دوران خیلی خیلی مهم هستن و متفانم بعضی از بچه‌ها این بازه زمان رو با ناامیدس، ترس و افکار پراکنده دور می‌گذرونن! هر یک روز که به کنکور نزدیک‌تر میشیم، اهمیت زمان بیشتر و بیشتر میشه و اگر از این دوران خیلی خوب استفاده کنید، مطمئن باشید که نتایج خیلی مثبت‌تری نسبت به کنکور تون خواهد داشت. سعی کنید در طول این بازه با برنامه‌ریزی خیلی منظم پیش برید و براس انجام هر کار، به زمان دقیق و حساب شده در نظر بگیرید ...

امیدوارم که موفق باشید و خیلی زود، به اهداف خودتون برسید

دکتر فرشاد هارمانفرز - مسئول دبیرخانه شیمی ماز