

گزینه ۱

بررسی گزینه ها:

$$\text{گزینه ۱: } E_{(A-D)}^{\circ} = E_D^{\circ} - E_A^{\circ} = 0/8 - (-0/76) = +1/56 \text{ V}$$

$$\text{گزینه ۲: } E_{(D-B)}^{\circ} = E_D^{\circ} - E_B^{\circ} = 0/8 - (-0/44) = +1/24 \text{ V}$$

$$\text{گزینه ۳: } E_{(B-E)}^{\circ} = E_E^{\circ} - E_B^{\circ} = 0/34 - (-0/44) = +0/78 \text{ V}$$

$$\text{گزینه ۴: } E_{(D-E)}^{\circ} = E_D^{\circ} - E_E^{\circ} = 0/8 - (0/34) = 0/46 \text{ V}$$

E° مربوط به سلول گالوانی (A – D) بیشتر از $1/5 \text{ V}$ است پس می‌تواند واکنش برقکافت ذکر شده را پیش ببرد.

گزینه ۳

واکنش اول انجام می‌شود $\Leftarrow M$ کاهنده‌تر از Hg است \Leftarrow پتانسیل کاهش M کوچک‌تر از $+0/85$ واکنش دوم انجام نمی‌شود $\Leftarrow Sn$ کاهنده‌تر از M نیست \Leftarrow پتانسیل کاهش M کوچک‌تر از $-0/14$ واکنش سوم انجام نمی‌شود $\Leftarrow M$ کاهنده‌تر از Mg نیست \Leftarrow پتانسیل کاهش M بزرگ‌تر از $-2/38$ واکنش چهارم انجام می‌شود $\Leftarrow Mn$ کاهنده‌تر از M است \Leftarrow پتانسیل کاهش M بزرگ‌تر از $-1/18$ بنابراین پتانسیل کاهش M از $-1/18$ بزرگ‌تر و از $-0/14$ کوچک‌تر است. گزینه (۳) در این گستره قرار دارد.

گزینه ۴

اتم مرکزی در AsO_4^{3-} اتم آرسنیک از گروه ۱۵ است.

$$\text{تعیین عدد اکسایش اتم مرکزی} \begin{cases} AsO_4^{3-} : As + 4(-2) = -3 \Rightarrow As = +5 \\ ClO_3^{-} : Cl + 3(-2) = -1 \Rightarrow Cl = +5 \end{cases}$$

بررسی سایر گزینه ها:

گزینه ۱: اتم مرکزی در SO_3^{2-} اتم گوگرد از گروه ۱۶ است.

$$\text{تعیین عدد اکسایش اتم مرکزی} \begin{cases} SO_3^{2-} : S + 3(-2) = -2 \Rightarrow S = +4 \\ ClO_4^{-} : Cl + 4(-2) = -1 \Rightarrow Cl = +7 \end{cases}$$

گزینه ۲: اتم مرکزی در SO_4^{2-} اتم گوگرد از گروه ۱۶ است.

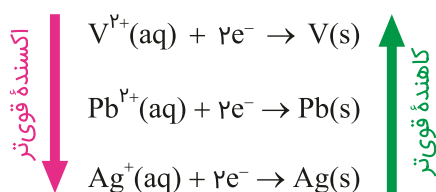
$$\text{تعیین عدد اکسایش اتم مرکزی} \begin{cases} SO_4^{2-} : S + 4(-2) = -2 \Rightarrow S = +6 \\ ClO_4^{-} : Cl + 4(-2) = -1 \Rightarrow Cl = +7 \end{cases}$$

گزینه ۳: اتم مرکزی در PO_4^{3-} اتم فسفر از گروه ۱۵ است.

$$\text{تعیین عدد اکسایش اتم مرکزی} \begin{cases} PO_4^{3-} : P + 3(-2) = -3 \Rightarrow P = +3 \\ ClO_3^{-} : Cl + 3(-2) = -1 \Rightarrow Cl = +5 \end{cases}$$

موارد "پ" و "ت" درست‌اند.

الف) نادرست. با افزایش E° ، قدرت اکسندگی افزایش می‌یابد؛ بنابراین Ag^+ اکسندۀ قوی‌تری نسبت به V^{2+} است.

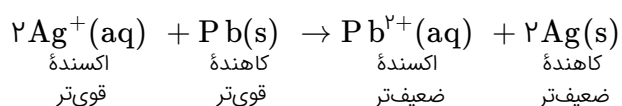


ب) نادرست. V^{2+} نسبت به Pb^{2+} اکسندۀ ضعیف‌تری است؛ یعنی تمایل کمتری به کاهش دارد؛ بنابراین انتظار داریم تبدیل V^{2+} به V دشوارتر از تبدیل Pb^{2+} به Pb باشد.
پ) درست.

نقره : $E^\circ_{\text{سلول}} = E^\circ_{\text{کاتد}} - E^\circ_{\text{آند}} = 0/8 - (-0/13) = 0/93 V$

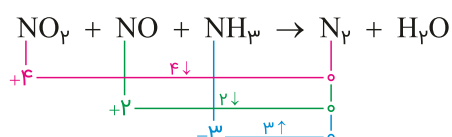
سرب : $E^\circ_{\text{سلول}} = E^\circ_{\text{کاتد}} - E^\circ_{\text{آند}} = -0/13 - (-1/2) = 1/07 V$

ت) درست. واکنش اکسایش و کاهش خودبه‌خودی (طبیعی) همواره در جهت تولید اکسنده و کاهندۀ ضعیف‌تر پیش می‌رود.



عبارت‌های دوم، سوم و چهارم نادرست‌اند.

ابتدا تغییر عدد اکسایش عنصرها را در معادلۀ واکنش داده‌شده، مشخص می‌کنیم:



بررسی عبارت‌ها:

عبارت اول: درست. عدد اکسایش نیتروژن در آمونیاک در جریان واکنش، افزایش یافته است؛ بنابراین آمونیاک نقش کاهنده دارد. عدد اکسایش نیتروژن در اکسیدهای نیتروژن (NO_2 , NO) در جریان واکنش، کاهش یافته است؛ بنابراین اکسیدهای نیتروژن نقش اکسنده دارند.

عبارت دوم: نادرست. تغییر عدد اکسایش مادۀ کاهنده (NH_3) برابر با ۳ است، بنابراین مادۀ اکسنده ۳ الکترون از دست می‌دهد. تغییر عدد اکسایش اکسنده‌ها (NO_2 , NO) مجموعاً برابر با ۶ است؛ بنابراین اکسنده‌ها در مجموع ۶ الکترون می‌گیرند.

عبارت سوم: نادرست. مجموع ضرایب مواد پس از موازنه برابر با ۹ است.



عبارت چهارم: نادرست. این واکنش برای حذف اکسیدهای نیتروژن و تبدیل آن به N_2 در مبدل کاتالیستی خودروهای دیزلی انجام می‌شود.

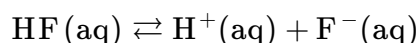
عبارت‌های دوم و پنجم نادرست‌اند.

مجموع عدد اتمی این ۵ عنصر برابر با ۴۵ است که نشان می‌دهد محدوده عدد اتمی این عناصر می‌بایست نزدیک به عدد ۱۰ باشد. از طرف دیگر Y، گاز تک‌اتمی است که نشان می‌دهد یک گاز نجیب است. از آنجا که عدد اتمی این عناصر در محدوده ۱۰ است، عنصر Y می‌بایست عنصر ^{10}Ne باشد. با توجه به فرض سؤال که عناصر به‌طور متوالی قرار گرفته‌اند و از روی موقعیت عنصر Y (^{10}Ne) سایر عنصرهای داده‌شده را می‌توانیم به راحتی پیش‌بینی کنیم:

$\frac{15}{\text{A}}$	$\frac{16}{\text{D}}$	$\frac{17}{\text{X}}$	$\frac{18}{\text{Y}}$	$\frac{1}{\text{Z}}$
↓	↓	↓	↓	↓
^7_7N	^8_8O	^9_9F	$^{10}_{10}\text{Ne}$	$^{11}_{11}\text{Na}$
دوره دوم				دوره سوم

بررسی عبارت‌ها:

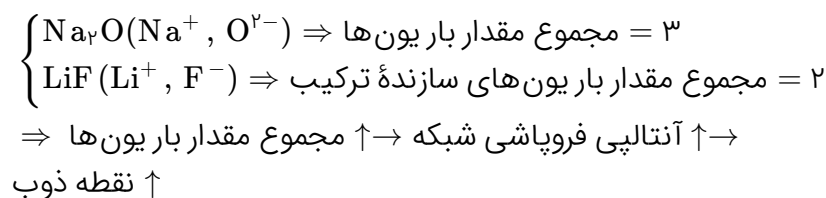
عبارت اول: درست. HX در واقع همان HF است که به صورت محلول در آب (هیدروفلوئوریک اسید) یک اسید ضعیف بوده و معادله یونش آن تعادلی است:



عبارت دوم: نادرست. HNO_3 (نیتریک اسید) و HNO_2 (نیترواسید) دو اسید اکسیژن‌داری هستند که در ساختار آن‌ها عنصر نیتروژن وجود دارد. HNO_3 یک اسید قوی است و یونش آن در آب کامل است، در حالی که HNO_2 یک اسید ضعیف بوده و به‌طور جزئی دچار یونش می‌شود.

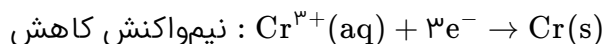
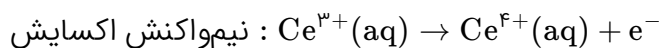
عبارت سوم: درست. در ترکیب DX_2 یا OF_2 ، عنصر اکسیژن دارای عدد اکسایش (+۲) است که بالاترین عدد اکسایش ممکن برای این عنصر است.

عبارت چهارم: درست. ترکیب حاصل از واکنش عنصر Z با D (Na_2O) نقطه ذوب بالاتری نسبت به LiF دارد؛ زیرا مجموع مقدار بار الکتریکی یون‌های سازنده این ترکیب از LiF بیشتر بوده و در نتیجه آنتالپی فروپاشی شبکه بزرگ‌تری دارد.

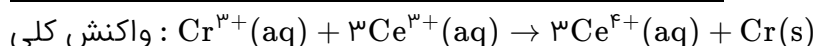
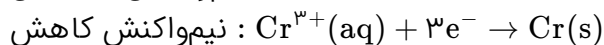
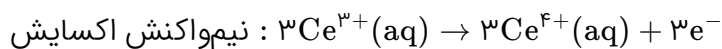


عبارت پنجم: نادرست. ساختار و ویژگی‌های فیزیکی ترکیب هیدروژن‌دار پایدار D (یعنی H_2O) با H_2S متفاوت است. قطبیت مولکول‌های آب به مراتب از H_2S بیشتر بوده و توانایی تشکیل پیوند هیدروژنی دارند (H_2S فاقد توانایی تشکیل پیوند هیدروژنی است)؛ به همین دلیل دمای جوش H_2O از H_2S بیشتر است.

اگر دو نیمواکنش را مربوط به یک سلول گالوانی در نظر بگیریم، نیمواکنش اول که E° کوچکتر دارد مربوط به آند (نیمواکنش اکسایش) و نیمواکنش دوم که E° بزرگتر دارد مربوط به کاتد (نیمواکنش کاهش) است.



نیمواکنش اکسایش را در ۳ ضرب کرده و با نیمواکنش کاهش جمع می‌کنیم تا واکنش کلی به دست آید.



بررسی گزینه‌ها:

گزینه ۱: $\text{Ce}^{3+}(\text{aq})$ با از دست دادن الکترون اکسایش می‌یابد و کاهنده است.

گزینه ۲: $\text{Ce}^{4+}(\text{aq})$ اکسیده است و کاهنده نیست و قدرت اکسندگی آن از $\text{Cr}^{3+}(\text{aq})$ کمتر است.

گزینه ۳:

$$\text{emf} = E^\circ_{\text{کاتد}} - E^\circ_{\text{آند}} = -0.74 - (-1.72) = +0.98 \text{ V}$$

گزینه ۴: در واکنش کلی مجموع ضریب‌های استوکیومتری مواد برابر با ۸ است و باتوجه به نیمواکنش‌ها که از جمع آن‌ها واکنش کلی به دست آمده، ۳ الکترون مبادله شده است.

موازنة معادله واکنش را به روش واریسی طبق مراحل زیر انجام می‌دهیم:

- موازنه را از NO_3^- شروع کرده و به آن ضریب ۱ می‌دهیم.

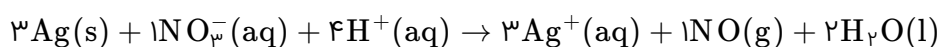
- برای موازنه نیتروژن به NO ضریب ۱

- برای موازنه اکسیژن به H_2O ضریب ۲

- برای موازنه هیدروژن به H^+ ضریب ۴

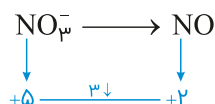
- برای موازنه بار به Ag^+ ضریب ۳

- برای موازنه نقره به Ag ضریب ۳ می‌دهیم.



$$\text{مجموع ضریب‌های استوکیومتری} = 3 + 1 + 4 + 3 + 1 + 2 = 14$$

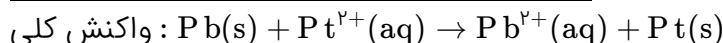
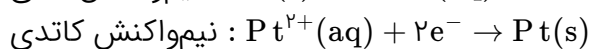
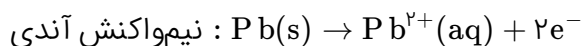
گونه اکسنده NO_3^- است که به NO تبدیل می‌شود.



هر مول NO_3^- در نتیجه تبدیل به NO ، ۳ درجه کاهش می‌یابد یا به عبارتی ۳ الکترون دریافت می‌کند.

عبارت‌های دوم و چهارم درست‌اند.

در سلول گالوانی سرب-پلاتین باتوجه‌به اینکه E° سرب از E° پلاتین کوچک‌تر است، بنابراین الکتروود سرب، آند سلول و الکتروود پلاتین کاتد سلول خواهد بود.



بررسی عبارت‌ها:

عبارت اول: نادرست. در واکنش کلی، عنصر سرب الکترون از دست داده و دچار اکسایش می‌شود؛ بنابراین نقش کاهنده را دارد. ضمناً E° کلی این سلول برابر با $1/33 \text{ (V)}$ خواهد بود.

$$E^\circ_{\text{سلول}} = E^\circ_{\text{کاتد}} - E^\circ_{\text{آند}} \Rightarrow E^\circ_{\text{سلول}} = 1/2 - (-5/13) = 1/33 \text{ V}$$

عبارت دوم: درست. پتانسیل الکتروودی Pt^{2+} بزرگ‌تر از Pb^{2+} است، بنابراین قدرت اکسندگی آن بیشتر است (با افزایش E° ، قدرت اکسندگی نیز افزایش می‌یابد). ضمناً در سلول‌های گالوانی، آند قطب منفی است (سطح تیغه در آن، دارای بار منفی می‌شود).

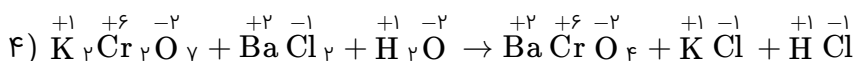
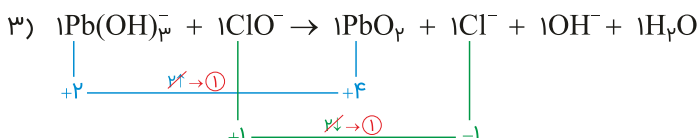
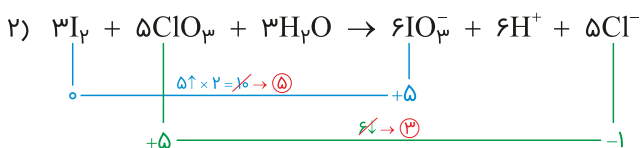
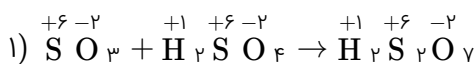
عبارت سوم: نادرست. الکتروود سرب نقش آند را دارد. در این الکتروود، فلز سرب دچار اکسایش شده و به صورت $\text{Pb}^{2+}(\text{aq})$ به محلول اضافه می‌شود؛ بنابراین غلظت کاتیون در بخش آندی افزایش می‌یابد. (نه کاهش!!)

عبارت چهارم: درست. در واکنش کلی، با انجام کامل واکنش، دو مول الکترون بین دو الکتروود مبادله می‌شود؛ بنابراین اگر پیشرفت واکنش به میزان ۲۵٪ باشد، شمار الکترون‌های مبادله‌شده برابر است با:

$$? \text{ e}^- = 2 \text{ mol e}^- \times \frac{6/02 \times 10^{23} \text{ e}^-}{1 \text{ mol e}^-} \times \frac{25}{100} = 3/01 \times 10^{23} \text{ e}^-$$

عبارت پنجم: نادرست. حرکت الکترون‌ها از قطب منفی (آند) به قطب مثبت (کاتد) از طریق مدار بیرونی صورت می‌گیرد، نه از طریق دیواره متخلخل!!

ابتدا عدد اکسایش عنصرهای موجود در دو طرف معادله هر واکنش را مشخص کرده و سپس در واکنش‌هایی که تغییر عدد اکسایش داریم، معادله واکنش را موازنه می‌کنیم:

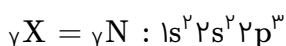


۱. همان‌طور که ملاحظه می‌کنید در واکنش اول و چهارم عدد اکسایش، هیچ‌یک از عناصر تغییر نکرده است؛ بنابراین واکنش ۱ و ۴ از نوع اکسایش- کاهش نیست.

۲. در واکنش ۲ و ۳، عدد اکسایش برخی از عناصر تغییر کرده است؛ بنابراین این دو واکنش از نوع اکسایش- کاهش هستند. در این واکنش‌ها با کمک تغییر عدد اکسایش عناصر معادله را موازنه می‌کنیم. پس از موازنه، تفاوت مجموع ضرایب استوکیومتری در واکنش ۲ و ۳ به صورت زیر خواهد بود:

$$\begin{aligned} 28 &= \text{مجموع ضرایب استوکیومتری در واکنش ۲} \\ 22 &= 28 - 6 = \text{مجموع ضرایب استوکیومتری در واکنش ۳} \end{aligned}$$

دومین عنصر فراوان در پوسته جامد زمین، ^{14}Si است؛ بنابراین عدد اتمی عنصر X طبق فرض سؤال، برابر با $Z = 7$ خواهد بود.

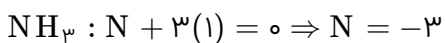
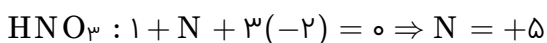


عنصر نیتروژن در گروه ۱۵ جدول دوره‌ای عناصر قرار دارد. در گروه ۱۴ تا ۱۷، بیشترین و کمترین عدد اکسایش عنصر، از روابط زیر به دست می‌آید:

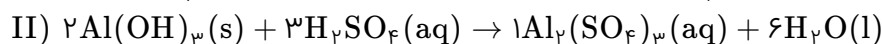
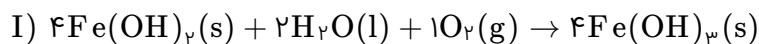
رقم یکان شماره گروه = بیشترین عدد اکسایش
۸ - رقم یکان شماره گروه = کمترین عدد اکسایش

بنابراین بیشترین عدد اکسایش عنصر نیتروژن برابر با +۵ و کمترین عدد اکسایش آن برابر با -۳ خواهد بود.

اگر در گزینه ۴ به جای X، عنصر N قرار دهیم، ترکیب‌های HNO_3 (نیتریک اسید) و NH_3 (آمونیاک) به دست می‌آید که به ترتیب اسید و باز آرنیوس هستند. در ترکیب HNO_3 ، عنصر نیتروژن با بیشترین عدد اکسایش (+۵) و در ترکیب NH_3 ، نیتروژن با کمترین عدد اکسایش خود (-۳)، شرکت کرده است.



ابتدا معادله‌های داده‌شده را موازنه می‌کنیم:



بررسی عبارت‌ها:

(عبارت‌های دوم، سوم و چهارم درست‌اند)

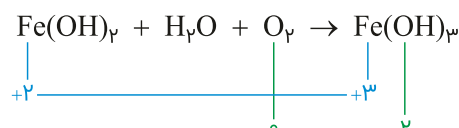
عبارت اول: نادرست.

$$\begin{aligned} & \left(12/04 \times 10^{23} \text{ (مولکول } \text{H}_2\text{O}) \right) \times \frac{1 \text{ mol } \text{H}_2\text{O}}{6/02 \times 10^{23} \text{ (مولکول } \text{H}_2\text{O})} \\ & \times \frac{4 \text{ mol Fe(OH)}_3}{2 \text{ mol } \text{H}_2\text{O}} \times \frac{107 \text{ g Fe(OH)}_3}{1 \text{ mol Fe(OH)}_3} = 428 \text{ g} \end{aligned}$$

بنابراین به ازای مصرف $12/04 \times 10^{23}$ مولکول آب، ۴۲۸ گرم رسوب Fe(OH)_3 تشکیل می‌شود.

عبارت دوم: درست.

واکنش (I) از نوع اکسایش و کاهش است؛ زیرا عدد اکسایش آهن و عنصر اکسیژن در این واکنش تغییر کرده است.



واکنش (II) از نوع خنثی شدن اسید و باز است. در این واکنش، آلومینیوم هیدروکسید (به‌عنوان یک باز) با سولفوریک اسید (به‌عنوان یک اسید) وارد واکنش شده و فرآورده حاصل از واکنش، نمک (آلومینیوم سولفات) و آب است.

عبارت سوم: درست.

$$1 \text{ mol } \text{H}_2\text{SO}_4 \times \frac{6 \text{ mol } \text{H}_2\text{O}}{3 \text{ mol } \text{H}_2\text{SO}_4} \times \frac{18 \text{ g } \text{H}_2\text{O}}{1 \text{ mol } \text{H}_2\text{O}} = 36 \text{ g } \text{H}_2\text{O}$$

عبارت چهارم: درست. مطابق معادله موازنه‌شده واکنش (I) و (II)، مجموع ضرایب استوکیومتری واکنش‌دهنده‌ها در واکنش (I) و همچنین مجموع ضرایب استوکیومتری فرآورده‌ها در واکنش (II) برابر با ۷ است.

باتوجه به اطلاعات داده‌شده A^{2+} قوی‌ترین اکسنده و Y قوی‌ترین کاهنده در بین این چهار عنصر هستند.

بررسی گزینه‌ها:

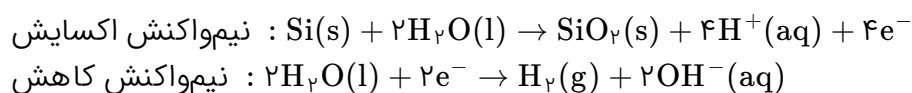
گزینه ۱: چون Y^{2+} اکسنده قوی‌تری از B^{2+} نیست، واکنش انجام نمی‌شود. (نادرست)

گزینه ۲: برای حفاظت از آهن باید از عنصری استفاده کرد که کاهنده‌تر از آهن باشد و E° کوچک‌تری از آهن داشته باشد. E° آهن عددی منفی است در صورتی که E° عنصرهای A و Y مثبت هستند، پس هیچ کدام از این دو عنصر برای محافظت آهن مناسب نیستند. (نادرست)

گزینه ۳: تفاوت E° های منیزیم و A بیشتر از منیزیم و B است، بنابراین سلول گالوانی $\text{Mg} - \text{A}$ قوی‌تر بوده و emf بزرگ‌تری دارد. (درست)

گزینه ۴: X^{2+} اکسنده‌تر از M است، اما نمی‌توان نتیجه گرفت که از B هم اکسنده‌تر باشد. (نادرست)

نیمواکنش اول که E° کوچک‌تری دارد به صورت اکسایشی در آند و نیمواکنش دوم که E° بزرگ‌تری دارد به صورت کاهش‌ی در کاتد انجام می‌شود.



بررسی عبارت‌ها:

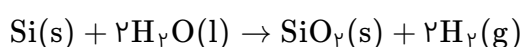
عبارت اول: نادرست. در اطراف کاتد، در نتیجه نیمواکنش کاهش، محلول بازی می‌شود و کاغذ pH به رنگ آبی درمی‌آید.

عبارت دوم: نادرست. آند سلول Si است که اکسایش یافته و به SiO_2 تبدیل می‌شود.

عبارت سوم: درست. در اطراف آند، به دلیل انجام نیمواکنش اکسایش غلظت H^+ افزایش یافته و pH کاهش می‌یابد.

عبارت چهارم: درست. نیمواکنش کاهش در سلول برقکافت آب به همین شکل است.

عبارت پنجم: نادرست. با دو برابر کردن نیمواکنش کاهش و جمع کردن با نیمواکنش اکسایش، واکنش کلی سلول به شکل زیر به دست می‌آید.



در سلول گالوانی، آند قطب منفی و کاتد قطب مثبت است، اما در سلول الکترولیتی آند قطب مثبت و کاتد قطب منفی است. در هر دو نوع سلول کاتیون‌ها به سمت کاتد و آنیون‌ها به سمت آند حرکت می‌کنند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه ۱: در سلول گالوانی آند قطب منفی است.

گزینه ۲: در سلول الکترولیتی، در کاتد امکان تبدیل کاتیون به اتم و در آند امکان تبدیل آنیون به اتم وجود دارد و در سلول‌های گالوانی معمولاً در کاتد، کاتیون‌ها به اتم تبدیل می‌شوند.

گزینه ۳: در سلول الکترولیتی، قطب منفی کاتد است و در آن نیمواکنش کاهش انجام می‌شود.

$${}_{31}^{70}\text{A} \left\{ \begin{array}{l} 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^1 \\ \text{شماره گروه} = 13 \\ \text{تفاوت شمار } n \Rightarrow 39 - 31 = 8 \Rightarrow \text{تعداد نوترون} = 70 - 31 = 39 \\ \text{نسبت شمار الکترون های } (s)l = 0 \text{ به } (d)l = 2 = \frac{1}{10} = 0/8 \\ \text{اکسید با بالاترین عدد اکسایش} = A_2O_3 \end{array} \right.$$

$${}_{24}^{52}\text{D} \left\{ \begin{array}{l} 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^1 \\ \text{شماره گروه} = 6 \\ \text{تفاوت شمار } n \Rightarrow 28 - 24 = 4 \Rightarrow \text{تعداد نوترون} = 52 - 24 = 28 \\ \text{نسبت شمار الکترون های } (s)l = 0 \text{ به } (d)l = 2 = \frac{5}{8} = 1/4 \\ \text{اکسید با بالاترین عدد اکسایش} = DO_3 \end{array} \right.$$

$${}_{22}^{48}\text{X} \left\{ \begin{array}{l} 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^2 4s^2 \\ \text{شماره گروه} = 4 \\ \text{تفاوت شمار } n \Rightarrow 26 - 22 = 4 \Rightarrow \text{تعداد نوترون} = 48 - 22 = 26 \\ \text{نسبت شمار الکترون های } (s)l = 0 \text{ به } (d)l = 2 = \frac{1}{2} = 4 \\ \text{اکسید با بالاترین درجه اکسایش} = XO_2 \end{array} \right.$$

$${}_{29}^{65}\text{Z} \left\{ \begin{array}{l} 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^1 \\ \text{شماره گروه} = 11 \\ \text{تفاوت شمار } n \Rightarrow 36 - 29 = 7 \Rightarrow \text{تعداد نوترون} = 65 - 29 = 36 \\ \text{نسبت شمار الکترون های } (s)l = 0 \text{ به } (d)l = 2 = \frac{1}{10} = 0/7 \\ \text{اکسید با بالاترین درجه اکسایش} = ZO \end{array} \right.$$

در ردیف (۱): شماره گروه D درست نیست.

در ردیف (۲): همه موارد درست است.

در ردیف (۳): نسبت شمار الکترون های s به d برای اتم A درست نیست.

در ردیف (۴): همه موارد درست هستند.

موارد "الف" و "پ" درست‌اند.

بررسی عبارت‌ها:

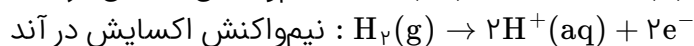
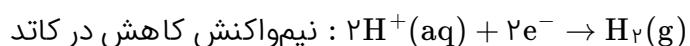
الف) درست. با کاهش pH محیط و در نتیجه افزایش غلظت $[H^+]$ ، سرعت خوردگی آهن نیز زیاد می‌شود (افزایش غلظت $[H^+]$ باعث افزایش قدرت اکسندگی گاز اکسیژن می‌شود).

ب) نادرست. این مطلب همیشه درست نیست. به طور مثال، اگر الکتروستاتیک استاندارد هیدروژن (SHE) در موقعیت کاتد سلول گالوانی قرار بگیرد، یون‌های H^+ موجود در محلول این نیم‌سلول با گرفتن الکترون دچار کاهش شده و به صورت گاز هیدروژن آزاد می‌شوند؛ بنابراین نتیجه نیم‌واکنش کاهش در سلول گالوانی، همیشه تشکیل اتم فلزی نیست!

پ) درست. اغلب فلزها با ازدست‌دادن الکترون، اکسایش می‌یابند. همچنین اغلب نافلزها با دریافت الکترون دچار کاهش می‌شوند؛ به همین دلیل پتانسیل کاهش استاندارد اغلب فلزها منفی و در مورد اغلب نافلزها، مثبت است.

ت) نادرست. هرچه تفاوت پتانسیل کاهش استاندارد نیم‌سلول‌ها در سلول گالوانی بیشتر باشد، ولتاژی که از سلول دریافت می‌کنیم بیشتر خواهد بود؛ بنابراین قدرت سلول گالوانی بیشتر می‌شود نه کمتر!

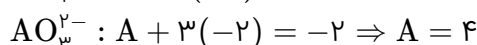
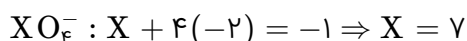
ث) نادرست. مبنای اندازه‌گیری پتانسیل کاهش استاندارد فلزات، الکتروستاتیک استاندارد هیدروژن (SHE) است. در این الکتروستاتیک به اینکه کاتد سلول باشد یا آند، یکی از دو نیم‌واکنش زیر صورت می‌گیرد:



بنابراین در الکتروستاتیک مبنای (SHE)، هم می‌تواند واکنش در جهت تشکیل مولکول گازی هیدروژن باشد (نیم‌واکنش کاهش) و هم در جهت تبدیل مولکول‌های گازی هیدروژن به یون‌های هیدرونیوم موجود در محلول (نیم‌واکنش اکسایش).

عبارت‌های دوم، سوم و چهارم درست هستند.

ابتدا عدد اکسایش عنصر X و A را در آنیون‌های داده‌شده به دست می‌آوریم:



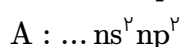
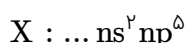
از آنجا که بالاترین عدد اکسایش در گروه‌های نافلزی برابر با رقم یکان شماره گروه است، بنابراین عنصر X و A به ترتیب در گروه‌های ۱۷ و ۱۴ جدول دوره‌ای قرار دارند.

بررسی عبارت‌ها:

عبارت اول: نادرست. عنصر A متعلق به گروه ۱۴ جدول دوره‌ای است.

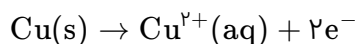
عبارت دوم: درست. عنصر دوره دوم گروه ۱۴، کربن است که آنیون اکسیژن‌دار پایدار آن به صورت CO_3^{2-} است؛ بنابراین در یون AO_3^{2-} ، A می‌تواند عنصر کربن باشد.

عبارت سوم: درست. عنصر X در گروه ۱۷ جدول دوره‌ای است، بنابراین با فلوئور که اکسنده‌ترین عنصر در جدول تناوبی است، هم‌گروه است. عبارت چهارم: درست. عنصر X از گروه ۱۷ و عنصر A از گروه ۱۴ به ترتیب در لایه ظرفیت خود ۷ و ۴ الکترون دارند و آرایش الکترونی لایه ظرفیت آن‌ها به صورت زیر است:

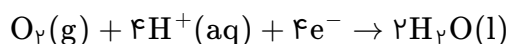


همان‌طور که ملاحظه می‌کنید در آخرین زیرلایه اشغال‌شده اتم X، ۵ الکترون و اتم A، ۲ الکترون جای دارد.

در واکنش $\text{Fe}^{3+}(\text{aq}) + \text{Cu}(\text{s}) \rightarrow \text{Fe}^{2+}(\text{aq}) + \text{Cu}(\text{s})$ نیم‌واکنش آندی به صورت زیر خواهد بود:



همچنین در سلول سوختی هیدروژن-اکسیژن، نیم‌واکنش کاتدی سلول به صورت زیر است:



ابتدا باتوجه به نیم‌واکنش اکسایش مس، حساب می‌کنیم چند مول الکترون از اکسایش ۸۰ گرم فلز مس، آزاد می‌شود:

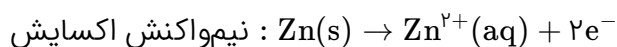
$$80 \text{ g Cu} \times \frac{1 \text{ mol Cu}}{64 \text{ g Cu}} \times \frac{2 \text{ mol e}^{-}}{1 \text{ mol Cu}} = 2/5 \text{ mol e}^{-}$$

اکنون حساب می‌کنیم، ۲/۵ مول الکترون اگر در نیم‌واکنش کاهش سلول سوختی مصرف شود به ترتیب چند لیتر O_2 مصرف و چند گرم آب تولید خواهد شد:

$$? \text{ L O}_2 = 2/5 \text{ mol e}^{-} \times \frac{1 \text{ mol O}_2}{4 \text{ mol e}^{-}} \times \frac{22/4 \text{ L O}_2}{1 \text{ mol O}_2} = 14 \text{ L O}_2$$

$$? \text{ g H}_2\text{O} = 2/5 \text{ mol e}^{-} \times \frac{2 \text{ mol H}_2\text{O}}{4 \text{ mol e}^{-}} \times \frac{18 \text{ g H}_2\text{O}}{1 \text{ mol H}_2\text{O}} = 22/5 \text{ g H}_2\text{O}$$

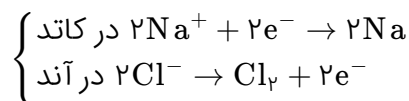
هرگاه خراشی در سطح آهن گالوانیزه (ورقه آهنی با پوششی از فلز روی) پدید می‌آید، هر دو فلز در مجاورت اکسیژن و رطوبت قرار می‌گیرند که فلز روی اکسید می‌شود. نیم‌واکنش‌های انجام‌شده به صورت زیر هستند:



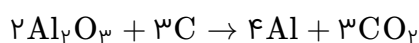
شمار الکترون‌ها در نیم‌واکنش کاتدی برابر ۴ است.

بررسی عبارت‌ها:

عبارت ۱: در آبرکاری با نقره، نقره در آند دچار اکسایش شده و به فاز محلول می‌رود؛ سپس کاتیون‌های نقره به سمت کاتد رفته و ضمن کاهش، به صورت لایه نازکی از فلز روی جسم می‌نشیند.
عبارت ۲: به ازای هر مول Cl_2 در آند دو مول Na در کاتد تولید می‌شود.



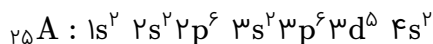
عبارت ۳: در سلول سوختی هیدروژن، پروتون‌ها از طریق غشای مبادله‌کننده روانه کاتد می‌شوند.
عبارت ۴:



$$? \text{ L CO}_2 = 1 \text{ mol Al} \times \frac{3 \text{ mol CO}_2}{4 \text{ mol Al}} \times \frac{22/4 \text{ L CO}_2}{1 \text{ mol CO}_2} = 16/8 \text{ L CO}_2$$

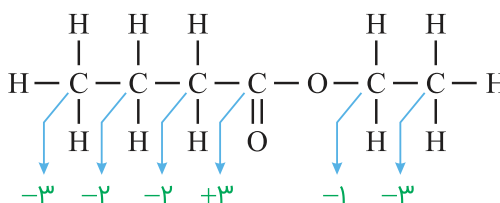
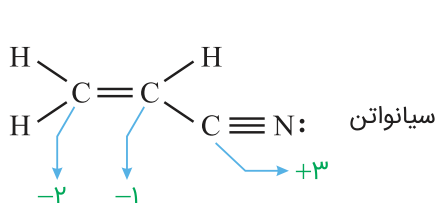
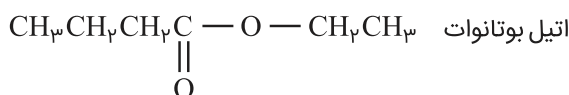
پس بغیر از مورد سوم همه گزینه‌ها صحیح هستند.

این عنصر دارای چهار لایه و لایه سوم آن دارای ۱۳ الکترون است؛ بنابراین آرایش الکترونی زیر را می‌توان به آن نسبت داد.



بررسی عبارت‌ها:

- عبارت اول نادرست است. این عنصر واسطه و در گروه هفتم جدول دوره‌ای قرار دارد.
- عبارت دوم درست است. برخی از ترکیب‌های عنصرهای واسطه رنگی هستند.
- عبارت سوم درست است. در عنصرهای واسطه از گروه سوم تا هفتم، بالاترین عدد اکسایش فلز در ترکیب‌ها برابر شماره گروه فلز است.
- عبارت چهارم درست است. زیرلایه های $3s$ ، $3p$ و $3d$ مربوط به لایه سوم از الکترون اشغال شده‌اند.



بررسی سایر گزینه‌ها:

- گزینه ۱: سیانواتن در تهیه پلیمر به کار می‌رود ولی اتیل بوتانوات یک استر است و پلیمر از آن ساخته نمی‌شود.
- گزینه ۲: در سیانواتن ۹ جفت الکترون پیوندی و در اتیل بوتانوات ۲۰ جفت الکترون پیوندی وجود دارد.
- گزینه ۳:

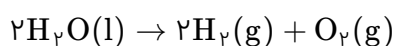
$$\text{سیانواتن: } \frac{\text{شمار اتم‌های H}}{\text{شمار اتم‌های C}} = \frac{3}{3} = 1$$

$$\text{اتیل بوتانوات: } \frac{\text{شمار اتم‌های H}}{\text{شمار اتم‌های C}} = \frac{12}{6} = 2$$

غلظت محلول در صورتی دو برابر می‌شود (از ۱٪ به ۲٪) که نیمی از آب موجود در محلول، در واکنش برقکافت مصرف شده باشد.

$$\text{جرم آب مصرف شده} = \frac{1000 \text{ g}}{2} = 500 \text{ g}$$

معادله موازنه شده واکنش انجام شده به صورت زیر است:



$$\text{حجم گازهای تولید شده} = 500 \text{ g } H_2O \times \frac{1 \text{ mol } H_2O}{18 \text{ g } H_2O} \times \frac{3 \text{ mol گاز}}{2 \text{ mol } H_2O} \times \frac{22.4 \text{ L گاز}}{1 \text{ mol گاز}} \simeq 933 \text{ L گاز}$$

در سلول دانه، در نتیجهٔ برقکافت سدیم کلرید مذاب طی واکنش کلی زیر صورت می‌گیرد:



گاز کلر حاصل از سلول دانه طی واکنش زیر، برای تهیهٔ مایع سفیدکنندهٔ خانگی ($\text{NaClO}(\text{aq})$) استفاده می‌شود



روش اول (کسر تبدیل):

$$? \text{ L NaClO} = 1150 \text{ g Na} \times \frac{1 \text{ mol Na}}{23 \text{ g Na}} \times \frac{1 \text{ mol Cl}_2}{2 \text{ mol Na}} \times \frac{1 \text{ mol NaClO}}{1 \text{ mol Cl}_2} \times \frac{74.5 \text{ g NaClO}}{1 \text{ mol NaClO}}$$

$$\times \frac{100 \text{ g NaClO}}{5 \text{ g NaClO}} \times \frac{1 \text{ mL NaClO}}{1 \text{ g NaClO}} \times \frac{1 \text{ L NaClO}}{1000 \text{ mL NaClO}} = 37/25 \text{ L NaClO}$$

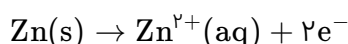
روش دوم (تناسب): باتوجه‌به اینکه ضریب Cl_2 در هر دو معادله، یکسان است می‌توانیم مستقیماً بین NaClO ، Na روابط هم‌ارزی بنویسیم:

$$\frac{\text{g Na}}{\text{ضریب} \times \text{جرم مولی}} = \frac{\text{g NaClO}}{\text{ضریب} \times \text{جرم مولی}} \Rightarrow \frac{1150}{23 \times 2} = \frac{x \text{ g NaClO}}{74.5 \times 1} \Rightarrow x = 1862/5 \text{ g NaClO}$$

$$\text{NaClO محلول} = 37250 \text{ g} = \frac{\text{جرم NaClO}}{\text{جرم محلول}} \times 100 \Rightarrow \frac{5}{100} = \frac{1862/5}{\text{جرم محلول}} \Rightarrow \text{NaClO محلول} = 37250 \text{ g}$$

$$\text{چگالی محلول} = \frac{\text{جرم محلول}}{\text{حجم محلول}} \Rightarrow 1 = \frac{37250 \text{ g}}{\text{حجم محلول (mL)}} \Rightarrow \text{حجم محلول} = 37250 \text{ mL} = 37/25 \text{ L}$$

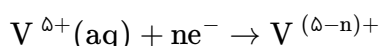
ابتدا شمار الکترون‌های تولیدشده در نیم‌واکنش اکسایش را حساب می‌کنیم:



شمار الکترون‌های تولیدشده در نیم‌واکنش اکسایش برابر است با:

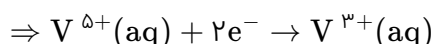
$$0/325 \text{ g Zn} \times \frac{1 \text{ mol Zn}}{65 \text{ g Zn}} \times \frac{2 \text{ mol } e^{-}}{1 \text{ mol Zn}} = 0/01 \text{ mol } e^{-}$$

این مقدار الکترون در نیم‌واکنش کاهش مصرف شده است.



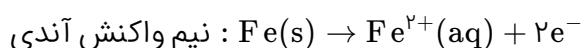
$$\text{V}^{5+} \text{ شمار مول‌های} = 200 \text{ mL} \times \frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ mL}} \times \frac{0/025 \text{ mol}}{1 \text{ L}} = 0/005 \text{ mol V}^{5+}$$

$$n = \frac{\text{شمار مول الکترون‌ها}}{\text{شمار مول V}^{5+}} = \frac{0/01}{0/005} = 2$$

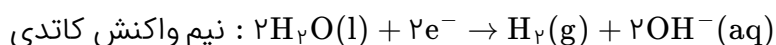


بنابراین رنگ نهایی محلول سبز است.

در آند سلول، بین آب و Fe، رقابتی برای اکسایش ایجاد می‌شود. ملاحظه می‌کنید که E° نیم‌واکنش Fe^{2+}/Fe (-0.44 V) از E° نیم‌واکنش مربوط به اکسایش آب ($+1.23\text{ V}$) کمتر است؛ بنابراین آهن که E° کوچک‌تری دارد دچار اکسایش می‌شود:



در کاتد سلول، گونه ای که E° بزرگ‌تری دارد دچار کاهش می‌شود. تنها گونه ای که قابلیت کاهش را دارد فقط آب است (آهن به عنوان یک فلز نمی‌تواند کاهش پیدا کند)

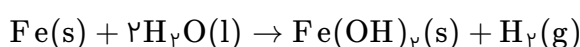


بررسی گزینه ها:

گزینه ۱ و ۲: در آند هیچ گازی تولید نمی‌شود.

گزینه ۳: یون های Fe^{2+} حاصل از اکسایش آهن و OH^- حاصل از کاهش آب با هم واکنش داده و $Fe(OH)_2$ تولید می‌کند.

گزینه ۴: واکنش کلی سلول مورد نظر به صورت زیر است:



واکنش کلی سلول سوختی هیدروژن به صورت $2H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2H_2O(l)$ است؛ بنابراین این دو واکنش ارتباطی به یکدیگر ندارند.

بررسی گزینه ها:

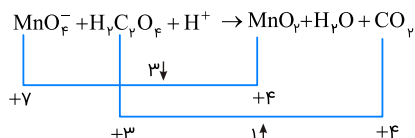
گزینه ۱: باتوجه به اینکه موقعیت عنصر روی در سری الکتروشیمیایی پایین‌تر از نقره می‌باشد، قدرت کاهندگی $Zn(s)$ بیشتر بوده و می‌تواند اکسایش یافته و $Ag^+(aq)$ را بکاهد؛ بنابراین نمی‌توان نمک‌های نقره را در ظرفی از جنس فلز روی نگهداری کرد.

گزینه ۲: باتوجه به اینکه در سری الکتروشیمیایی، موقعیت عنصر روی پایین‌تر از آهن است، اتم روی کاهنده‌تر از اتم آهن می‌باشد و همچنین نقره بالاتر از آهن است بنابراین یون $Ag^+(aq)$ اکسندۀتر از یون $Fe^{2+}(aq)$ است.

گزینه ۳: باتوجه به موقعیت این عناصر در سری الکتروشیمیایی، اختلاف پتانسیل الکترودی میان Zn و Ag بیشتر از Zn و Fe است. از این رو E° سلول روی-نقره از E° سلول روی-آهن بزرگ‌تر است.

گزینه ۴: باتوجه به اینکه در سری الکتروشیمیایی، موقعیت عنصر آهن پایین‌تر از نقره است، قدرت کاهندگی $Fe(s)$ بیشتر بوده و اکسایش می‌یابد، خورده می‌شود و آند (قطب منفی) را تشکیل می‌دهد و نقره نیز کاهش می‌یابد و کاتد (قطب مثبت) را تشکیل می‌دهد.

تغییر عدد اکسایش در معادله واکنش به صورت زیر است:



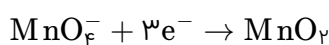
بررسی گزینه‌ها:

گزینه ۱: این واکنش به دلیل مصرف H^+ ، باعث کاهش غلظت آن و در نتیجه افزایش pH می‌گردد.

گزینه ۲: عدد اکسایش Mn در MnO_4^- و MnO_2 به ترتیب +۷ و +۴ است. بنابراین هر اتم Mn سه درجه کاهش یافته است.

گزینه ۳: در این واکنش اتم‌های اکسیژن نه کاهش می‌یابند و نه اکسایش. در نتیجه اکسیده یا کاهشده نخواهند بود.

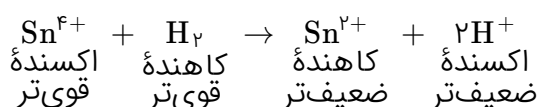
گزینه ۴: مصرف ۰/۱ مول $\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4(\text{aq})$ طبق محاسبات زیر باعث انتقال ۰/۲ مول الکترون می‌گردد. در این واکنش می‌توانیم نیم‌واکنش کاهش را به صورت زیر بنویسیم:



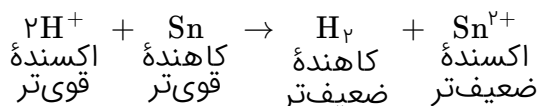
در نتیجه به ازای مصرف هر مول MnO_4^- ، ۳ مول الکترون مبادله می‌شود پس خواهیم داشت:

$$0/1 \text{ mol C}_2\text{H}_2\text{O}_4 \times \frac{2 \text{ mol MnO}_4^-}{3 \text{ mol C}_2\text{H}_2\text{O}_4} \times \frac{3 \text{ mole}}{1 \text{ mol MnO}_4^-} = 0/2 \text{ mole}$$

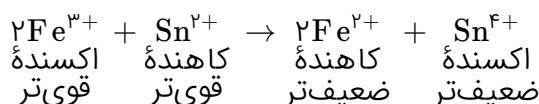
زمانی واکنش اکسایش و کاهش در جهت رفت خودبه‌خود پیش می‌رود که ماده اکسیده و کاهشده قوی‌تر در سمت چپ معادله و اکسیده و کاهشده ضعیف‌تر در سمت راست معادله باشند. به عبارت دیگر همواره پیشرفت خودبه‌خودی یک واکنش اکسایش و کاهش در جهت تولید اکسیده و کاهشده ضعیف‌تر است. بنابراین:



قدرت اکسندگی: $\text{Sn}^{4+} > \text{H}^+$



قدرت اکسندگی: $\text{H}^+ > \text{Sn}^{2+}$

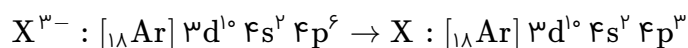


قدرت اکسندگی: $\text{Fe}^{3+} > \text{Sn}^{4+}$

\Rightarrow قدرت اکسندگی: $\text{Fe}^{3+} > \text{Sn}^{4+} > \text{H}^+ > \text{Sn}^{2+}$

باتوجه به واکنش‌های داده شده، M گونه اکسندۀ قوی‌تری نسبت به Fe، Ni، Sn و H_۲ است و این یعنی در سری الکتروشیمیایی جایگاه فلز M بالاتر از موارد نامبرده می‌باشد که در بین گزینه‌ها فقط Cu چنین موقعیتی دارد.

ابتدا باتوجه به آرایش الکترونی X^{3-} ، آرایش الکترونی X را رسم می‌کنیم.



بررسی گزینه‌ها:

گزینه ۱: عدد اتمی عنصر X، ۳۳ است.

$$X \text{ عدد اتمی} = 18 + 10 + 2 + 3 = 33$$

گزینه ۲: چون لایه ظرفیت آن $4s^2 4p^3$ است، پس در گروه ۱۵ قرار دارد.

گزینه ۳: بالاترین ظرفیت عناصر گروه ۱۵، ۵+ است.

گزینه ۴: عنصر X در دوره ۴ و گروه ۱۵ جدول تناوبی قرار دارد.

بررسی گزینه‌ها:

گزینه ۱: مرحله اول فرآیند زنگ‌زدن آهن را نشان می‌دهد که در آن آهن در منطقه آندی با از دست دادن دو الکترون، اکسید می‌شود.

گزینه ۲: مربوط به مرحله دوم از فرآیند زنگ‌زدن آهن است که در آن الکترون‌های آزادشده آهن در منطقه کاتدی، توسط اکسیژن محلول در آب جذب می‌شوند.

گزینه ۳: مربوط به اکسایش آب است که دخالتی در زنگ‌زدن آهن ندارد.

گزینه ۴: این معادله، واکنش کلی زنگ‌زدن آهن را نشان می‌دهد که منجر به تشکیل زنگ آهن یا آهن (III) هیدروکسید می‌شود.

در هر دو سلول، جریان الکترون‌ها در مدار بیرونی از آند (تیغه روی) به سمت کاتد (تیغه مس) می‌باشد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

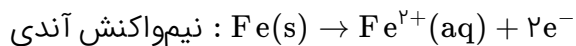
گزینه ۱: در سلول I انرژی الکتریکی به شیمیایی تبدیل می‌شود و سلول الکترولیتی است و در سلول II انرژی شیمیایی به الکتریکی تبدیل می‌شود و سلول گالوانی می‌باشد.

گزینه ۲: در سلول I تیغه مس کاتد (قطب منفی) و تیغه روی آند (قطب مثبت) است و در سلول II تیغه مس کاتد (قطب مثبت) و تیغه روی آند (قطب منفی) می‌باشد.

گزینه ۳: سلول I الکترولیتی بوده و غیرخودبه‌خودی است و سلول II گالوانی بوده و خودبه‌خودی است.

بررسی گزینه‌ها:

گزینه ۱: آهن پوشیده شده با قلع همان حلبی است.
گزینه‌های ۲ و ۳: در محل اتصال آهن و قلع، هنگام خراش، یک سلول گالوانی تشکیل می‌شود که در آن آهن دچار اکسایش شده و خورده می‌شود (چون E° آهن از E° قلع کوچک‌تر است) بنابراین آهن نقش آند (قطب منفی) را ایفا می‌کند.
گزینه ۴:



در سلول گالوانی تشکیل شده، قلع دخالتی ندارد. در آند، آهن دچار اکسایش می‌شود و در سطح فلز قلع، اکسیژن حل‌شده در رطوبت الکترون‌های حاصل از اکسایش آهن را دریافت کرده و کاهش می‌یابد.

E° نیکل از روی بزرگ‌تر است بنابراین یون $\text{Ni}^{2+}(\text{aq})$ از یون $\text{Zn}^{2+}(\text{aq})$ اکسندتر است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه ۱: E° وانادیوم از آهن کوچک‌تر است بنابراین اتم وانادیوم کاهنده‌تر از اتم آهن است.

گزینه ۳: E° وانادیوم از آهن کوچک‌تر (منفی‌تر) است بنابراین وانادیوم اکسایش می‌یابد و آند (قطب منفی) است.

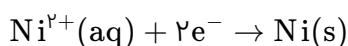
گزینه ۴: E° روی از آهن کوچک‌تر (منفی‌تر) است بنابراین روی اکسایش می‌یابد (الکترون از دست می‌دهد) و الکترون آن از طریق مدار بیرونی به‌سوی تیغه آهن می‌رود.

بررسی گزینه‌ها:

گزینه ۱:

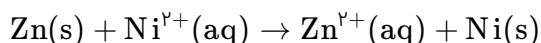
$$E_{\text{سلول}}^\circ = E_{\text{کاتد}}^\circ - E_{\text{آند}}^\circ = -0.76 - (-0.25) = -0.51 \text{ V}$$

گزینه ۲: تیغه Ni ، الکتروکاتدی است. ضمن کاهش در کاتد، غلظت Ni^{2+} کاهش می‌یابد نه افزایش.

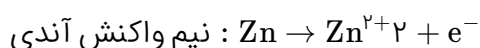


گزینه ۳: اکسایش در آند و کاهش در کاتد انجام می‌شود، از این‌رو واکنش کلی سلول با اکسایش Zn(s) و کاهش $\text{Ni}^{2+}(\text{aq})$ همراه است.

واکنش کلی سلول:



گزینه ۴: اکسایش Zn در آند یا قطب منفی انجام می‌شود.



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

باتوجه به پتانسیل‌های الکترودی داده شده، اختلاف پتانسیل کاهش‌ی استاندارد میان نیم‌واکنش‌های a و d بیشتر از بقیه است و از اتصال این دو نیم‌سلول بالاترین E° به دست می‌آید.

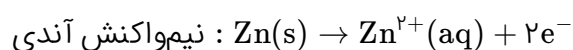
$$E^{\circ}(\text{Mn} - \text{Sn}) = E^{\circ}_{\text{Sn}} - E^{\circ}_{\text{Mn}} = 0/15 - (-1/18) = 1/33 \text{ V}$$

گزینه ۱:

$$E^{\circ}_{\text{سلول}} = E^{\circ}_{\text{کاتد}} - E^{\circ}_{\text{آند}} \Rightarrow E^{\circ}_{\text{سلول}} = 0/8 - (-0/76) = 1/56 \text{ V}$$

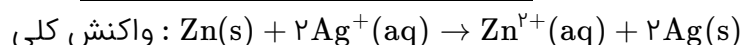
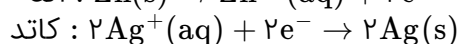
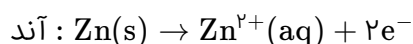
نکته: در سلول گالوانی E° بزرگ‌تر مربوط به کاتد و E° کوچک‌تر مربوط به آند سلول است.

گزینه ۲: الکتروود نقره در این سلول نقش کاتد را دارد که قطب مثبت است و همیشه در کاتد واکنش کاهش صورت می‌گیرد نه اکسایش.
گزینه ۳:



الکترون‌های تولید شده از راه مدار بیرونی به سمت الکتروود نقره جریان می‌یابند (جهت جریان در مدار خارجی همواره از آند به سمت کاتد می‌باشد).

گزینه ۴: واکنش کلی هر سلول جمع نیم‌واکنش‌های کاتدی و آندی است.



در مورد واکنش (a) باتوجه به پتانسیل‌های کاهش‌ی استاندارد نیم‌واکنش‌های داده شده، E° فلز منیزیم از آهن کوچک‌تر است؛ بنابراین منیزیم از آهن کاهنده قوی‌تری است و می‌تواند ضمن واکنش با کاتیون Fe^{2+} ، آن را به عنصر آزاد آهن کاهش دهد.

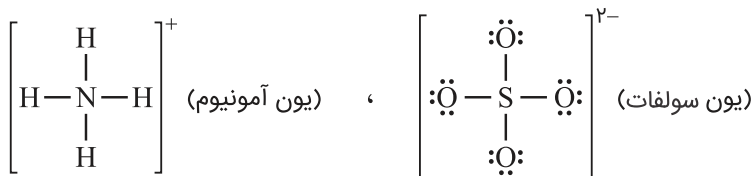
در مورد واکنش (b) E° کلر از ید بزرگ‌تر است؛ بنابراین نسبت به ید اکسندۀ قوی‌تری است و می‌تواند ضمن اکسایش یون یدید (I^{-})، آن را به عنصر آزاد ید (I_2) تبدیل کند.

- عدد اکسایش اتم مرکزی در این دو یون یکسان نیست.

$$\text{NH}_4^+ \text{ در یون N : } x_1 + 4 = +1 \Rightarrow x_1 = -3$$

$$\text{SO}_4^{2-} \text{ در یون S : } x_2 - 8 = -2 \Rightarrow x_2 = +6$$

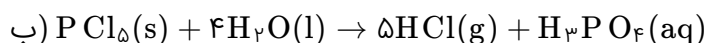
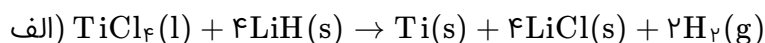
- شمار جفت الکترون‌های پیوندی در هر دو یون برابر ۴ جفت بوده و یکسان هستند.



- هر دو یون متقارن بوده و شکل هندسی یکسان دارند.

- شمار جفت الکترون‌های ناپیوندی در SO_4^{2-} برابر ۱۲ جفت است در صورتی که NH_4^+ جفت الکترون ناپیوندی ندارد.

معادله موازنه شده واکنش‌ها:

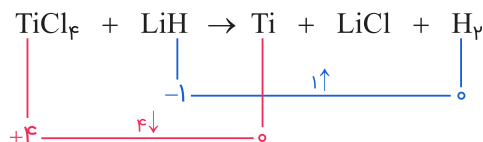


مجموع ضریب‌های استوکیومتری مواد در معادله (الف) برابر ۱۲ و در معادله (ب) برابر ۱۱ است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه ۱: با انجام واکنش (ب) در آب، به دلیل تولید اسید HCl و H_3PO_4 pH کاهش می‌یابد.

گزینه ۲: در واکنش (الف) عدد اکسایش تیتانیم و هیدروژن تغییر می‌کند، اما واکنش (ب) با تغییر عدد اکسایش عناصر همراه نیست.



گزینه ۳: ضریب استوکیومتری گاز H_2 در واکنش (الف) با ضریب استوکیومتری گاز HCl در واکنش (ب) برابر نیست.

هر دو مولکول خطی بوده و گشتاور دو قطبی برابر صفر دارند. (ناقطبی هستند)



عدد اکسایش کربن در هر دو ترکیب برابر +۴ است.

نیروهای بین مولکولی در CS_2 قوی‌تر از CO_2 است زیرا جرم مولی بیشتر دارد.

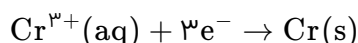
ترکیب (الف) دارای هیدروژن متصل به اکسیژن است و توانایی تشکیل پیوند هیدروژنی با مولکول‌های آب را دارد. بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه ۲: عدد اکسایش کربن متصل به اکسیژن در ترکیب (الف) برابر ۱- و در ترکیب (ب) برابر ۲+ است.

گزینه ۳: در تهیه پلی‌استرها از الکل‌های دو عاملی استفاده می‌شود، در صورتی که این ترکیب الکل یک عاملی است.

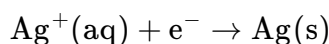
گزینه ۴: مولکول (الف) دارای شش اتم کربن و حلقه آروماتیک در ترکیب (ب) هم دارای شش اتم کربن است.

نیم‌واکنش کاهش در آبکاری تیغه فولادی با کروم:



$$\text{جرم کروم اضافه شده به تیغه} = 1 \text{ mol e}^{-} \times \frac{1 \text{ mol Cr}}{3 \text{ mol e}^{-}} \times \frac{52 \text{ g Cr}}{1 \text{ mol Cr}} = 17/33 \text{ g Cr}$$

نیم‌واکنش کاهش در آبکاری تیغه فولادی با نقره:



$$\text{جرم نقره اضافه شده به تیغه} = 1 \text{ mol e}^{-} \times \frac{1 \text{ mol Ag}}{1 \text{ mol e}^{-}} \times \frac{108 \text{ g Ag}}{1 \text{ mol Ag}} = 108 \text{ g Ag}$$

$$\text{تفاوت جرم دو تیغه} = 108 - 17/33 \simeq 90/6 \text{ g}$$

بررسی عبارت‌ها:

(الف) نقره کاهش یافته $(2\text{Ag}^{+} + 2\text{e}^{-} \rightarrow 2\text{Ag})$ (نادرست)

(ب) Ag_2O گونه کاهنده است زیرا عدد اکسایش نقره از ۱+ به صفر رسیده. (نادرست)

(پ) $\text{Zn}(\text{s})$ اکسایش می‌یابد و آند است، Ag_2O کاتد است زیرا نیم‌واکنش کاهش در آن انجام می‌شود. (درست)

(ت) در باتری‌های دکمه‌ای "روی-نقره" این واکنش انجام می‌شود. (درست)

- با استفاده از رسانایی الکتریکی نمی‌توان واکنش‌پذیری فلزها را باهم مقایسه کرد.
- سرعت واکنش فلز واکنش‌پذیرتر با محلول اسیدی بیشتر است.
- در جدول پتانسیل کاهش، فلزی که E° منفی‌تر دارد واکنش‌پذیرتر است.
- هرچه واکنش‌پذیری بیشتر باشد سرعت زنگ زدن (اکسید شدن) در محیط بیشتر است.

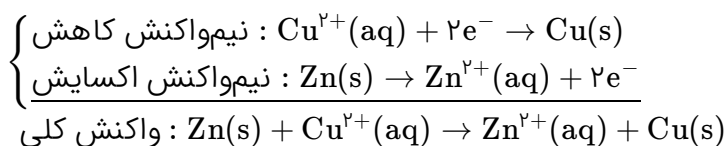
در این سلول گالوانی، الکترود مس کاتد (E° بزرگتر دارد) و الکترود روی آند است.

بررسی عبارت‌ها:

الف) درست است.

$$emf = E^\circ_{\text{کاتد}} - E^\circ_{\text{آند}} = 0/34 - (-0/76) = 1/1V$$

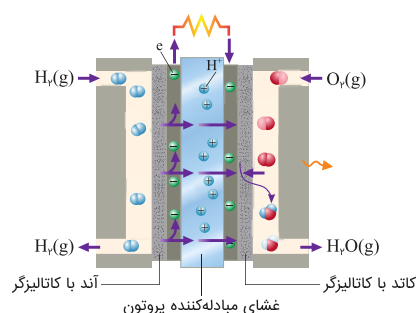
ب) درست است.



باتوجه به واکنش کلی، غلظت $Cu^{2+}(aq)$ کاهش می‌یابد چون مصرف می‌شود و غلظت $Zn^{2+}(aq)$ زیاد می‌شود چون تولید می‌شود.

پ) نادرست. الکترودها در آند تولید و در کاتد مصرف می‌شوند.

ت) نادرست. همیشه کاتیون‌ها به سمت کاتد (از سمت آند به سمت کاتد) و آنیون‌ها به سمت آند (از سمت کاتد به سمت آند) از دیواره متخلخل عبور می‌کنند.

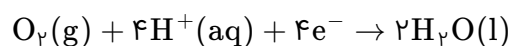


بررسی گزینه‌ها:

گزینه ۱: بخار آب در بخش کاتدی سلول تولید شده و از همان بخش خارج می‌شود. (نادرست)

گزینه ۲: پروتون‌ها از نیم‌واکنش اکسایش در آند تولید شده و از طریق غشاء مبادله پروتون به سمت کاتد حرکت کرده و در نیم‌واکنش کاهش مصرف می‌شوند. (درست)

گزینه ۳: باتوجه به نیم‌واکنش کاهش، به ازای مصرف هر مول گاز اکسیژن، چهار مول پروتون در غشاء مبادله می‌شود. (نادرست)



گزینه ۴: پروتون‌ها از طریق غشاء مبادله کننده از آند به سمت کاتد حرکت می‌کنند و الکترودها نیز در مدار بیرونی از آند به سمت کاتد حرکت می‌کنند. (نادرست)

در سلول گالوانی لیتیم-نقره، نقره که E° بزرگتر دارد نقش کاتد و لیتیم نقش آند را ایفا می‌کند.

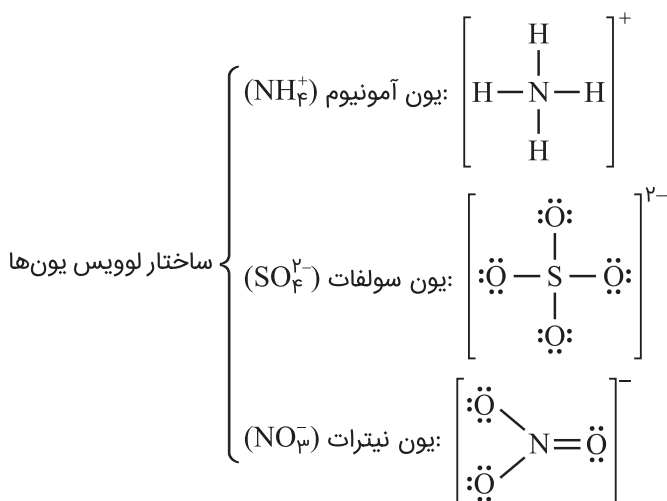
$$\text{نقره} : \text{emf} = E^\circ_{\text{کاتد}} - E^\circ_{\text{آند}} = 0/8 - (-3/55) = 3/85 \text{ V}$$

در سلول گالوانی روی-نقره، نقره که E° بزرگتر دارد نقش کاتد و روی نقش آند را ایفا می‌کند.

$$\text{نقره} : \text{emf} = E^\circ_{\text{کاتد}} - E^\circ_{\text{آند}} = 0/8 - (-0/76) = 1/56 \text{ V}$$

$$\frac{\text{emf}_{\text{لیتیم-نقره}}}{\text{emf}_{\text{روی-نقره}}} = \frac{3/85}{1/56} \simeq 2/47$$

فرمول شیمیایی ترکیب‌ها $\left. \begin{array}{l} \text{آمونیم سولفات} \\ \text{آمونیم نیترات} \end{array} \right\} \begin{array}{l} (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \\ \text{NH}_4\text{NO}_3 \end{array}$



بررسی عبارت‌ها:

الف) عدد اکسایش اتم مرکزی در یون سولفات و یون نیترات یکسان نیست.

$$\text{SO}_4^{2-} \quad (\text{عدد اکسایش S}) - 8 = -2 \Rightarrow \text{عدد اکسایش S} = +6$$

$$\text{NO}_3^- \quad (\text{عدد اکسایش N}) - 6 = -1 \Rightarrow \text{عدد اکسایش N} = +5$$

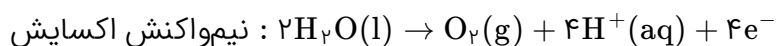
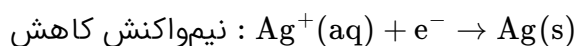
ب) شمار اتم‌های هیدروژن در فرمول شیمیایی آمونیوم سولفات برابر ۸ و در آمونیوم نیترات برابر ۴ است.

پ) شمار اتم‌های نیتروژن در فرمول شیمیایی آمونیوم سولفات برابر ۲ و در آمونیوم نیترات هم برابر ۲ است.

ت) شمار جفت‌الکترون‌های پیوندی در یون سولفات برابر ۴ و در یون نیترات هم برابر ۴ است.

الکتروستاتیک برای یک فلز، شامل تیغه همان فلز درون محلول یک مولار از کاتیون‌های آن فلز است.

نیمواکنش ها را موازنه می کنیم:



در نیمواکنش اکسایش $\text{H}^+(\text{aq})$ تولید می شود.

$$? \text{ mol H}^+ = 0.3 \text{ mol e}^- \times \frac{4 \text{ mol H}^+}{4 \text{ mol e}^-} = 0.3 \text{ mol H}^+$$

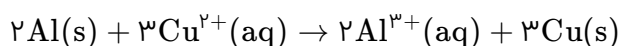
$$[\text{H}^+] = \frac{0.3 \text{ mol}}{3 \text{ L}} = 0.1 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$\text{pH} = -\log[\text{H}^+] = -\log 10^{-1} \Rightarrow \text{pH} = 1$$

با استفاده از نیمواکنش کاهش، جرم نقره تولید شده را حساب می کنیم:

$$? \text{ g Ag} = 0.3 \text{ mol e}^- \times \frac{1 \text{ mol Ag}}{1 \text{ mol e}^-} \times \frac{108 \text{ g Ag}}{1 \text{ mol Ag}} = 32.4 \text{ g Ag}$$

معادله موازنه شده به صورت زیر است:

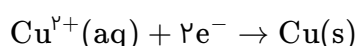


$$\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) \text{ های شمار مول های} = 200 \text{ mL} \times \frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ mL}} \times \frac{0.05 \text{ mol}}{1 \text{ L}} = 0.01 \text{ mol Cu}^{2+}(\text{aq})$$

$$\overline{R}_{\text{Cu}^{2+}} = -\frac{\Delta n_{\text{Cu}^{2+}}}{\Delta t} = -\frac{0 - 0.01}{(8 \times 60) + 20} = \frac{0.01}{500} = 2 \times 10^{-5} \text{ mol.s}^{-1}$$

$$\overline{R}_{\text{Cu}^{2+}} = \overline{R}_{\text{Cu}} \Rightarrow \overline{R}_{\text{Cu}} = 2 \times 10^{-5} \text{ mol.s}^{-1}$$

با استفاده از نیمواکنش کاهش و شمار مول های Cu^{2+} مصرف شده، شمار الکترون های مبادله شده را به دست می آوریم.



$$? \text{ mol e}^- = 0.01 \text{ mol Cu}^{2+} \times \frac{2 \text{ mol e}^-}{1 \text{ mol Cu}^{2+}} = 0.02 \text{ mol e}^-$$

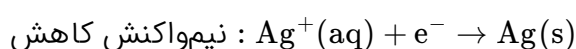
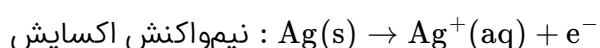
باتوجه به واکنش: $\text{M} + 2\text{Ag}^+ \rightarrow \text{M}^{2+} + 2\text{Ag}$ فلز M دچار اکسایش می شود بنابراین نقش آند سلول گالوانی را دارد و یون های Ag^+ با گرفتن الکترون دچار کاهش می شوند بنابراین الکتروود نقره که پیرامون آن عمل کاهش صورت می گیرد نقش کاتد سلول را خواهد داشت.

$$\text{emf} = E^\circ_{\text{کاتد}} - E^\circ_{\text{آند}} \Rightarrow 1/56 = 0/8 - E^\circ_{\text{M}} \Rightarrow E^\circ_{\text{M}} = -0/76$$

E°_{M} از E°_{Ag} بزرگتر است بنابراین قدرت اکسندگی Ag^+ از M^{2+} بیشتر خواهد بود ($E^\circ \uparrow \Leftarrow$ قدرت اکسندگی کاتیون فلز \uparrow)

در فرآیند زنگ زدن آهن، عدد اکسایش اتم‌های هیدروژن و اکسیژن مولکول آب تغییر نمی‌کند بنابراین آب نمی‌تواند نقش اکسند و کاهنده داشته باشد. (رد گزینه ۱، ۲ و ۴)
مطابق معادله واکنش کلی زنگ زدن آهن، آب یک واکنش‌دهنده است. ضمناً از طریق آب، یون‌های مثبت و منفی در سطح فلز جابه‌جا می‌شوند بنابراین آب نقش الکترولیت نیز دارد.

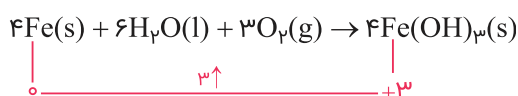
در آب نقره‌کاری یک قاشق مسی، قاشق مسی را به کاتد و یک تیغه نقره را به آند متصل کرده و از محلول نمک فلز نقره که دارای یون‌های $\text{Ag}^+(\text{aq})$ است (مانند محلول نقره نیترات) استفاده می‌شود. در این فرآیند نیم‌واکنش اکسایش و کاهش هر دو مربوط به عنصر نقره است؛ یعنی به همان اندازه که یون $\text{Ag}^+(\text{aq})$ در نیم‌واکنش اکسایش وارد محل می‌شود، در نیم‌واکنش کاهش از محلول خارج می‌گردد؛ بنابراین غلظت $\text{Ag}^+(\text{aq})$ در محلول ثابت می‌ماند.



عبارت‌های اول، دوم و سوم درست و عبارت چهارم نادرست است.

بررسی عبارت نادرست:

زنگ زدن آهن یک واکنش اکسایش-کاهش است و در آن عدد اکسایش آهن در نهایت ۳ واحد افزایش می‌یابد.



عبارت‌های ۲ و ۳ درست هستند.

بررسی عبارت‌ها:

عبارت (۱) نادرست. سلول دانه یک سلول الکترولیتی است که در صنعت برای تهیه فلز سدیم به کار می‌رود (در واقع گاز کلر یک فرآورده جانبی به حساب می‌آید). بنابراین بهره‌گیری از سلول دانه، کم هزینه‌ترین روش برای تهیه فلز سدیم است نه گاز کلر!! ضمناً ما می‌توانیم از برق‌کافت آب نمک غلیظ، گاز کلر به دست بیاوریم که قطعاً نسبت به برق‌کافت نمک طعام مذاب، هزینه کمتری را ایجاد می‌کند.
عبارت (۲) درست. مطابق واکنش زیر که در سلول دانه صورت می‌گیرد، به ازای تولید هر مول فلز سدیم، ۵/۰ مول گاز کلر تولید می‌شود.



$$? \text{ mol Cl}_2 = 1 \text{ mol Na} \times \frac{1 \text{ mol Cl}_2}{2 \text{ mol Na}} = 0.5 \text{ mol Cl}_2$$

عبارت (۳) درست.

عبارت (۴) نادرست. افزایش مقداری CaCl_2 (نه CaCO_3 !)، سبب کاهش دمای ذوب و در نتیجه افزایش صرفه اقتصادی می‌شود.

ابتدا ساختار لوویس یون‌های CN^- و NCO^- را رسم کرده و سپس عدد اکسایش اتم نیتروژن و کربن را، در آن به دست می‌آوریم:



ملاحظه می‌کنید در تبدیل آنیون CN^- به NCO^- ، عدد اکسایش نیتروژن تغییر نمی‌کند و عدد اکسایش اتم کربن دو واحد افزایش می‌یابد.

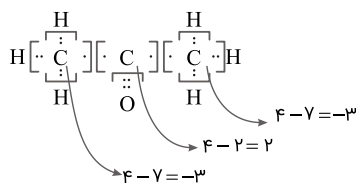
یادآوری: عدد اکسایش هر اتم در ساختار یک ترکیب از رابطه زیر به دست می‌آید:

تعداد الکترون‌های نسبت داده شده به اتم در ترکیب - تعداد الکترون‌های ظرفیتی اتم = عدد اکسایش اتم مورد نظر

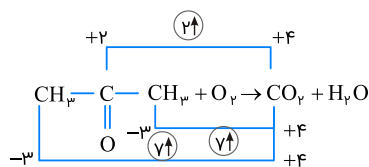
استون با فرمول مولکولی $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$ و فرمول ساختاری $\text{H}_3\text{C}-\text{C}(=\text{O})-\text{CH}_3$ ، یک ترکیب آلی از دسته کتون‌ها است. ابتدا عدد اکسایش

هر یک از اتم‌های کربن را در ساختار استون به دست می‌آوریم:

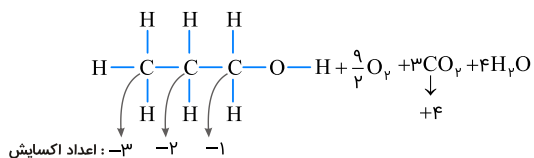
تعداد الکترون‌های نسبت داده شده - تعداد الکترون‌های ظرفیتی اتم = عدد اکسایش اتم
به اتم در ترکیب (رقم یکان شماره گروه) مورد نظر



حال، معادله سوختن کامل استون را نوشته و مجموع تغییر عددهای اکسایش اتم‌های کربن را حساب می‌کنیم:



مجموع تغییر عددهای اکسایش $= 7 + 7 + 2 = 16$

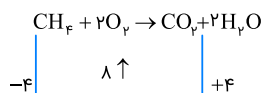


تغییر اعداد اکسایش ۷، ۶ و ۵ است که مجموع آن ها برابر ۱۸ است.
راه حل ساده تر این است که میانگین اعداد اکسایش کربن در ۱- پروپانول را در نظر بگیریم.

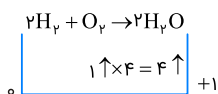
$$C_3H_8O : 3x + 8 + (-2) = 0 \Rightarrow x = -2 \text{ (عدد اکسایش کربن)}$$

به طور متوسط عدد اکسایش هر کربن از ۲- به ۴+ (۶ درجه) تغییر کرده است که برای ۳ اتم کربن مجموع تغییرات ۱۸ است.

به ازای اکسایش یک مول متان مطابق واکنش سوختن متان، ۸ mol الکترون مبادله می شود.

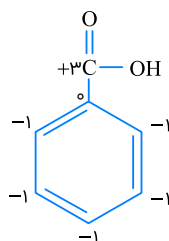


به ازای اکسایش دو مول گاز هیدروژن (مطابق واکنش سوختن هیدروژن)، ۴ mol الکترون مبادله می شود.



$$1 \text{ mol } H_2 \times \frac{4 \text{ mol } e^-}{2 \text{ mol } H_2} \times \frac{1 \text{ mol } CH_4}{8 \text{ mol } e^-} \times \frac{16 \text{ g } CH_4}{1 \text{ mol } CH_4} = 4 \text{ g } CH_4$$

ساختار لوویس بنزوئیک اسید به صورت زیر است:



عدد اکسایش هر کربن را کنار آن نوشته و سپس آن ها را با هم جمع می کنیم.
جمع جبری اعداد اکسایش اتم های کربن در بنزوئیک اسید $\Leftrightarrow -2 = 3 + 5(-1)$
روش دیگر:

$$C_6H_5COOH : \quad \underbrace{7C}_{\text{جمع جبری عدد اکسایش کربن ها}} + 6(+1) + 2(-2) = 0 \Rightarrow \quad \underbrace{7C}_{\text{جمع جبری عدد اکسایش کربن ها}} = -2$$

اکنون باید عدد اکسایش عنصر مورد نظر را در ترکیبات ارائه شده گزینه ها بررسی کنیم:

$$\text{گزینه ۱: } K_2S \Rightarrow 2(+1) + S = 0 \quad S = -2$$

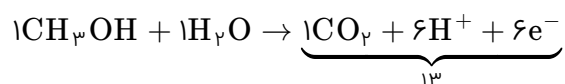
$$\text{گزینه ۲: } CH_2O \Rightarrow C + 2(1) + (-2) = 0 \quad C = 0$$

$$\text{گزینه ۳: } HNO_3 \Rightarrow +1 + N + 3(-2) = 0 \quad N = +5$$

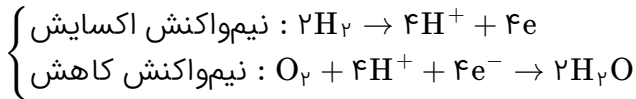
$$\text{گزینه ۴: } KClO_3 \Rightarrow +1 + Cl + 3(-2) = 0 \quad Cl = +5$$

بنابراین در گزینه ۱ ترکیب K_2S عدد اکسایش S برابر ۲- است.

در یک سلول گالوانی با انجام یک واکنش اکسایش- کاهش خودبه خودی، الکترون ها در مدار بیرونی از قطب منفی به سوی قطب مثبت می روند.



نیمواکنش‌های انجام شده در سلول سوختی به صورت زیر است:



ملاحظه می‌کنید به ازای هر مول O_2 مصرفی، ۴ مول الکترون جریان می‌یابد. از طرف دیگر در فرآیند آبکاری نقره مطابق نیمواکنش $\text{Ag}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Ag}$ به ازای مصرف ۱ مول الکترون، ۱ مول نقره (معادل ۱۰۸ گرم) روی سطح جسم مورد نظر می‌نشیند. اکنون با در اختیار داشتن این اطلاعات، به حل مسئله می‌پردازیم:

روش اول: کسر تبدیل

$$? \text{ g Ag} = 448 \text{ L O}_2 \times \frac{1 \text{ mol O}_2}{22.4 \text{ L O}_2} \times \frac{4 \text{ mol e}^-}{1 \text{ mol O}_2} \times \frac{1 \text{ mol Ag}}{1 \text{ mol e}^-} \times \frac{108 \text{ g Ag}}{1 \text{ mol Ag}} = 8640 \text{ g Ag}$$

روش دوم: تناسب

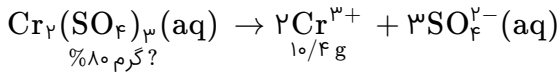
$$\begin{aligned} \text{نیمواکنش کاهش در سلول سوختی: } \text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^- &\rightarrow 2\text{H}_2\text{O} \\ \frac{\text{L O}_2}{\text{ضریب} \times 22.4} = \frac{\text{mol e}^-}{\text{ضریب}} &\Rightarrow \frac{448 \text{ L}}{1 \times 22.4} = \frac{x \text{ mol e}^-}{4} \Rightarrow x = 80 \text{ mol e}^- \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{نیمواکنش کاهش در آبکاری نقره: } \text{Ag}^+ + \text{e}^- &\rightarrow \text{Ag} \\ \frac{\text{mol e}^-}{\text{ضریب}} = \frac{\text{g Ag}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} &\Rightarrow \frac{80}{1} = \frac{x \text{ g Ag}}{1 \times 108} \Rightarrow x = 8640 \text{ g Ag} \end{aligned}$$

نکته: هنگام استفاده از یک نیمواکنش در محاسبات استوکیومتری، می‌بایست تعداد الکترون‌های مبادله شده در نیمواکنش اکسایش و کاهش با هم برابر شده باشد.

تبدیل انرژی شیمیایی به انرژی الکتریکی و تولید جریان برق از کاربردهای سلول‌های گالوانی است. گزینه‌های ۲، ۳ و ۴ مربوط به سلول الکترولیتی و تبدیل انرژی الکتریکی به انرژی شیمیایی می‌باشد.

معادله واکنش مورد نظر به صورت زیر است:



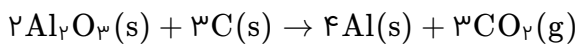
$$\text{جرم کروم مصرف شده} = ۱۰۰۰ \times ۰/۰۱۰۴ \text{ g} = ۱۰/۴ \text{ g}$$

$$\text{محاسبه جرم مولی} \begin{cases} \text{Cr}^{3+} : ۵۲ \text{ g.mol}^{-1} \\ \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 : ۳۹۲ \text{ g.mol}^{-1} \end{cases}$$

$$\text{کروم (III) سولفات ناخالص?g} = ۱۰/۴ \text{ g Cr}^{3+} \times \frac{۱ \text{ mol Cr}^{3+}}{۵۲ \text{ g Cr}^{3+}} \times \frac{۱ \text{ mol سولفات (III)}}{۲ \text{ mol Cr}^{3+}} \times$$

$$\times \frac{۳۹۲ \text{ g سولفات (III) کروم}}{۱ \text{ mol سولفات (III) کروم}} \times \frac{۱۰۰ \text{ g سولفات ناخالص (III) کروم}}{۸۰ \text{ g سولفات (III) کروم}} = ۴۹ \text{ g سولفات ناخالص (III) کروم}$$

واکنش کلی انجام شده در فرآیند هال به صورت زیر است:



حال به پاسخ سؤال می‌پردازیم:

$$\text{جرم گرافیت} : ۱ \text{ ton Al} \times \frac{۱۰^۶ \text{ g Al}}{۱ \text{ ton Al}} \times \frac{۱ \text{ mol Al}}{۲۷ \text{ g Al}} \times \frac{۳ \text{ mol C}}{۴ \text{ mol Al}} \times \frac{۱۲ \text{ g C}}{۱ \text{ mol C}} = \frac{۱}{۳} \times ۱۰^۶ \text{ g C} = ۳۳۳ \text{ kg C}$$

$$\text{حجم گاز CO}_2 : ۱ \text{ ton Al} \times \frac{۱۰^۶ \text{ g Al}}{۱ \text{ ton Al}} \times \frac{۱ \text{ mol Al}}{۲۷ \text{ g Al}} \times \frac{۳ \text{ mol CO}_2}{۴ \text{ mol Al}} \times \frac{۲۵ \text{ L CO}_2}{۱ \text{ mol CO}_2} = \frac{۲۵}{۳۶} \times ۱۰^۶ \text{ L CO}_2 = ۶۹۴/۴ \text{ m}^3 \text{ CO}_2$$

روش دوم: تناسب

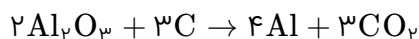
هر یک تن آلومینیم، معادل $۱۰^۶$ گرم است.

$$\frac{\text{g Al}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{g C}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{۱۰^۶ \text{ g}}{۴ \times ۲۷} = \frac{x \text{ g C}}{۳ \times ۱۲} \Rightarrow x = \frac{۱}{۳} \times ۱۰^۶ \text{ g C} = ۳۳۳ \text{ kg C}$$

هر متر مکعب معادل $۱۰^۳$ لیتر است.

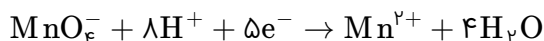
$$\frac{\text{g Al}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{x \text{ L CO}_2}{\text{حجم مولی} \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{۱۰^۶ \text{ g}}{۴ \times ۲۷} = \frac{x \text{ L CO}_2}{۳ \times ۲۵} \Rightarrow x = \frac{۲۵}{۳۶} \times ۱۰^۶ \text{ L CO}_2 = ۶۹۴/۴ \text{ m}^3 \text{ CO}_2$$

روش هال فرآیندی صنعتی است که جهت تولید آلومینیم به روش برقکافت به کار می‌رود. واکنش کلی که منجر به استخراج آلومینیم می‌شود عبارتست از:



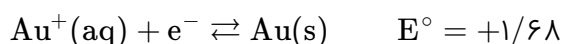
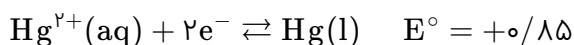
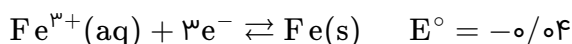
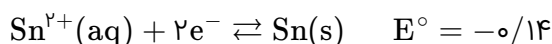
نیم‌واکنش اکسایش در آند به صورت روبه‌رو است: $2\text{O}^{2-} \rightarrow \text{O}_2 + 4\text{e}^-$

گاز اکسیژن حاصل در دمای بالا با آند گرافیتی تشکیل گاز CO_2 می‌دهد؛ بنابراین کربن دی‌اکسید در آند تولید می‌شود. ضمناً آند و کاتد به کار رفته هر دو گرافیتی بوده و جنس آن‌ها یکسان است.

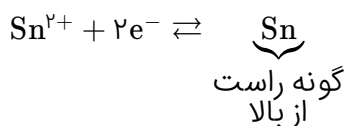


از روی تغییر اعداد اکسایش، ضرایب موازنه به دست می‌آید ولی به سادگی می‌توان از روی تعداد اکسیژن MnO_4^- ضریب آب را ۴ قرار داد به همین ترتیب ضریب H^+ ۸ شده و چون سمت راست مجموع بار "۲+" است ضریب e^- هم باید ۵ باشد که سمت چپ هم در مجموع بار "۲+" شود.

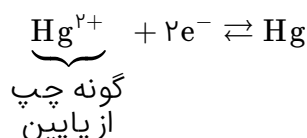
ابتدا نیم‌واکنش‌ها را به‌ترتیب E° کوچک‌تر به بزرگ‌تر مرتب می‌کنیم:

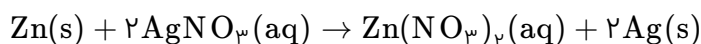


می‌دانیم هرچه E° یک نیم‌واکنش بزرگ‌تر باشد گونه اکسند موجود در آن (یعنی گونه سمت چپ) قوی‌تر است. بنابراین در بین گونه‌های اکسند داده شده، Au^+ قوی‌ترین اکسند است. از طرف دیگر هرچه E° یک نیم‌واکنش کوچک‌تر باشد گونه کاهنده موجود در آن (یعنی گونه سمت چپ) قوی‌تر است. بنابراین در بین گونه‌های کاهنده داده شده، Sn قوی‌ترین کاهنده است. (تا اینجا گزینه‌های ۱ و ۲ رد می‌شود) ملاحظه می‌کنید که نیم‌واکنش را به‌ترتیب E° کوچک‌تر به بزرگ‌تر مرتب کرده‌ایم در این شرایط **همواره واکنش بین گونه سمت چپ از پایین و گونه سمت راست از بالا، خودبه‌خودی و انجام‌پذیر خواهد بود.**



واکنش بین Sn و Hg^{2+} خودبه‌خودی است \Rightarrow





باتوجه به معادله واکنش و ضریب استوکیومتری مواد، به ازای هر ۲ مول AgNO_3 ، ۱ مول Zn (65 g) و ۲ مول نقره (216 g) ($2 \times 108 = 216 \text{ g}$) تولید می‌شود (البته با فرض ۱۰۰٪ در نظر گرفتن بازده واکنش) بنابراین ضمن انجام واکنش ۱۵۱ گرم به جرم تیغه روی افزوده می‌شود:

$$151 \text{ g} = 216 - 65 = \text{افزایش جرم تیغه روی}$$

بنابراین:

روش اول (کسر تبدیل):

$$200 \text{ mL AgNO}_3(\text{aq}) \times \frac{0.2 \text{ mol AgNO}_3}{1000 \text{ mL AgNO}_3(\text{aq})} \times \frac{151 \text{ g جرم افزایش}}{2 \text{ mol AgNO}_3} \times \underbrace{\frac{x}{100}}_{\text{بازده درصدی واکنش}} = 2/416 \text{ g} \Rightarrow x = 80\%$$

روش دوم (تناسب):

$$\frac{\overbrace{\text{M} \times \text{V (mL)}}^{\text{AgNO}_3}}{\text{ضریب} \times 1000} = \frac{\text{mol Zn}}{\text{ضریب}} \Rightarrow \frac{0.2 \times 200}{2 \times 1000} = \frac{x \text{ mol Zn}}{1} \Rightarrow x = 0.02 \text{ mol Zn}$$

$$1 \text{ mol Zn} \sim 151 \text{ g (تغییر جرم)} \Rightarrow x = 3/02 \text{ g (مقدار نظری)}$$

$$0.02 \text{ mol} \quad x$$

$$\text{بازده درصدی} = \frac{\text{مقدار عملی}}{\text{مقدار نظری}} \times 100 = \frac{2/416}{3/02} \times 100 = 80\%$$

بررسی گزینه‌ها:

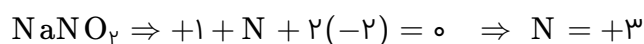
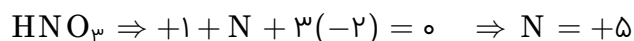
$$\text{گزینه ۱: } \begin{cases} \text{POCl}_3 : \text{P} + (-2) + 3(-1) = 0 \Rightarrow \text{P} = +5 \\ \text{SO}_2\text{Cl}_2 : \text{S} + 2(-2) + 2(-1) = 0 \Rightarrow \text{S} = +6 \end{cases}$$

$$\text{گزینه ۲: } \begin{cases} \text{KMnO}_4 : 1 + \text{Mn} + 4(-2) = 0 \Rightarrow \text{Mn} = +7 \\ \text{BaMnO}_4 : 2 + \text{Mn} + 4(-2) = 0 \Rightarrow \text{Mn} = +6 \end{cases}$$

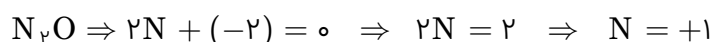
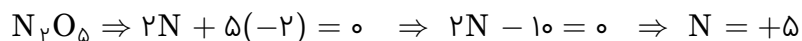
$$\text{گزینه ۳: } \begin{cases} \text{ClO}_4^- : \text{Cl} + 4(-2) = -1 \Rightarrow \text{Cl} = +7 \\ \text{H}_2\text{PO}_4^- : 2(+1) + \text{P} + 4(-2) = -1 \Rightarrow \text{P} = +5 \end{cases}$$

$$\text{گزینه ۴: } \begin{cases} \text{CrO}_3 : \text{Cr} + 3(-2) = 0 \Rightarrow \text{Cr} = +6 \\ \text{H}_2\text{S}_2\text{O}_7 : 2(+1) + 2\text{S} + 7(-2) = 0 \rightarrow 2\text{S} = 12 \Rightarrow \text{S} = +6 \end{cases}$$

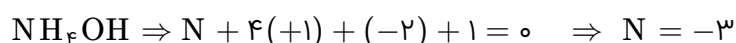
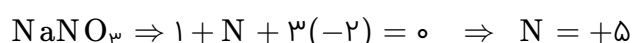
لازم است عدد اکسایش نیتروژن را در همه گونه‌ها محاسبه کنیم:
گزینه ۱:



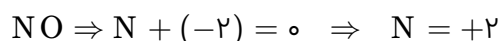
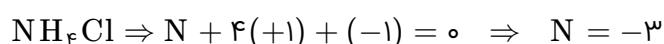
گزینه ۲:



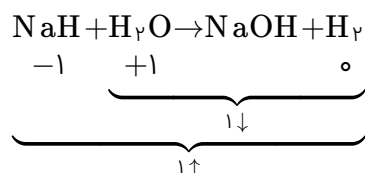
گزینه ۳:



گزینه ۴:



بزرگ‌ترین عدد اکسایش N مربوط به HNO_3 ، N_2O_5 و NaNO_3 و کوچک‌ترین عدد اکسایش N متعلق به NH_4OH و NH_4Cl است که در گزینه ۳ بزرگ‌ترین و کوچک‌ترین عدد اکسایش اتم N به ترتیب در NaNO_3 و NH_4OH آمده است.



هیدروژن در طی واکنش هم کاهش و هم اکسایش می‌یابد، پس اکسند و کاهنده یکی است.
بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه ۲: عدد اکسایش اکسیژن ثابت می‌ماند (-۲) پس نه کاهنده است و نه اکسند.

گزینه ۳: در این واکنش هیدروژن کاهش می‌یابد (نه اکسیژن).

گزینه ۴: اکسیژن تغییر عدد اکسایش نمی‌دهد.

بررسی گزینه ها:

اعداد اکسایش اتم مرکزی همه ترکیبات را به دست می آوریم:

$$\text{گزینه ۱} \begin{cases} \text{SO}_3 : \text{S} + 3(-2) = 0 \Rightarrow \text{S} = +6 \\ \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5 : 2(+1) + 2(\text{S}) + 5(-2) = 0 \Rightarrow \text{S} = +6 \end{cases}$$

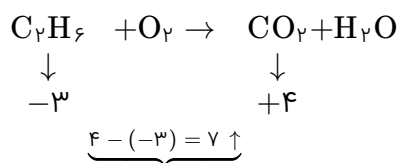
$$\text{گزینه ۲} \begin{cases} \text{CrO}_3 : \text{Cr} + 3(-2) = 0 \Rightarrow \text{Cr} = +6 \\ \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 : 2(+1) + 2(\text{Cr}) + 7(-2) = 0 \Rightarrow \text{Cr} = +6 \end{cases}$$

$$\text{گزینه ۳} \begin{cases} \text{Cl}_2\text{O}_7 : 2(\text{Cl}) + 7(-2) = 0 \Rightarrow \text{Cl} = +7 \\ \text{NaClO}_4 : +1 + \text{Cl} + 4(-2) = 0 \Rightarrow \text{Cl} = +7 \end{cases}$$

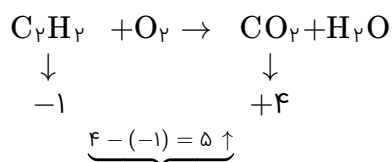
$$\text{گزینه ۴} \begin{cases} \text{H}_3\text{PO}_4 : 3(+1) + \text{P} + 4(-2) = 0 \Rightarrow \text{P} = +5 \\ \text{P}_2\text{O}_5 : 2(\text{P}) + 5(-2) = 0 \Rightarrow \text{P} = +5 \end{cases}$$

بررسی گزینه‌ها:

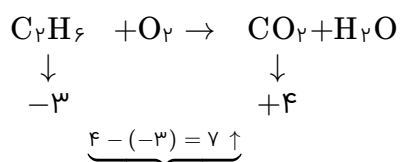
گزینه ۱: سوختن اتان



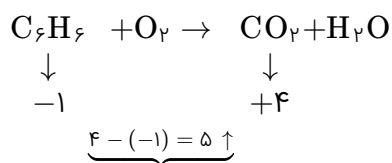
سوختن اتین



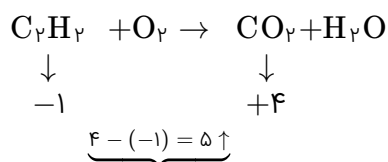
گزینه ۲: سوختن اتان



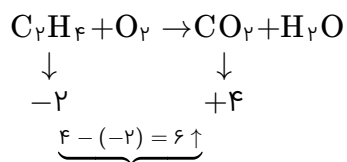
سوختن بنزن



گزینه ۳: سوختن اتین

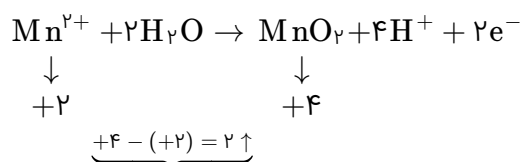


سوختن اتن



گزینه ۴: با توجه به واکنش‌های بالا تغییر عدد اکسایش در سوختن اتین و بنزن هر دو برابر ۵ درجه است که با هم برابرند.

معادله موازنه شده به صورت زیر است:



مجموع ضرایب برابر با ۱۰ است.

بررسی گزینه ها:

گزینه ۱ ← در جدول سری الکتروشیمیایی، فلز بالاتر (E° کاهش کمتر) قادر است با محلول نمک فلز پائین تر (E° کاهش بیشتر) واکنش دهد. چون E°_{Fe} مثبت تر از E°_{Zn} است پس نمی تواند فلز روی را خارج کند بلکه روی می تواند با محلول نمک های آهن واکنش دهد.

گزینه ۲ ← هر چه E° منفی تر، کاهندگی بیشتر $E^\circ_{\text{Zn}} > E^\circ_{\text{Fe}} > E^\circ_{\text{Ni}}$

ترتیب قدرت کاهندگی $\text{Zn} > \text{Fe} > \text{Ni}$

گزینه ۳ ← هر چه E° بزرگ تر، اکسندگی بیشتر

ترتیب قدرت اکسندگی $\text{Zn}^{2+} < \text{Fe}^{2+} < \text{Ni}^{2+}$

گزینه ۴ ← در سلول گالوانی آهن - نیکل ، نیکل کاتد و آهن آند سلول است. همچنین در سلول گالوانی روی - نیکل، نیکل کاتد و روی آند سلول است. بنابراین :

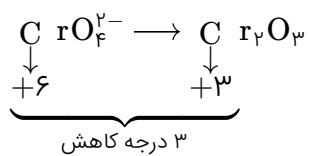
$$E^\circ (\text{Fe} - \text{Ni}) = E^\circ_{\text{Ni}} - E^\circ_{\text{Fe}} = -0.25 - (-0.44) = 0.19\text{V}$$

$$E^\circ (\text{Zn} - \text{Ni}) = E^\circ_{\text{Ni}} - E^\circ_{\text{Zn}} = -0.25 - (-0.76) = 0.51\text{V}$$

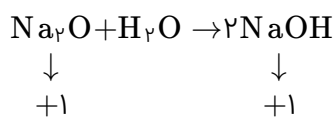
$$\text{تفاوت } E^\circ \text{ دو سلول} = 0.51 - 0.19 = 0.32\text{V}$$

بررسی گزینه ها:

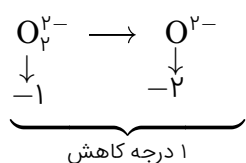
گزینه ۱:



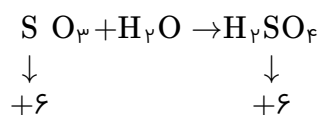
گزینه ۲: واکنش از نوع ترکیب است نه اکسایش کاهش



گزینه ۳:



گزینه ۴: واکنش از نوع ترکیب است نه اکسایش کاهش



بنابراین فقط واکنش مربوط به گزینه های ۱ و ۳ از نوع اکسایش-کاهش هستند و جابه جایی الکترون در واکنش گزینه ۱ بیشتر است. در واکنش مربوط به گزینه های ۲ و ۴ تغییر عدد اکسایش نداریم.