



گزینه ۴

۱

اغلب فلزها در واکنش با نافلزها تمایل دارند یک یا چند الکترون خود را به نافلزها داده و ضمن اکسایش به کاتیون تبدیل شوند.

گزینه ۴

۲

عدد اکسایش اتم فسفر در P_4O_6 برابر (+۳) و در H_3PO_4 برابر (+۵) است.

گزینه ۳

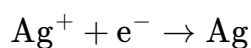
۳

باتوجه به واکنش ترمیت به ازای مبادله ۶ مول الکترون ۲×۵۶ گرم فلز آهن تولید و ۲×۲۷ گرم فلز آلومینوم مصرف می‌شود.

$$? \text{ g Al} = ۲۲/۴ \text{ g Fe} \times \frac{۱ \text{ mol Fe}}{۵۶ \text{ g Fe}} \times \frac{۲ \text{ mol Al}}{۲ \text{ mol Fe}} \times \frac{۲۷ \text{ g Al}}{۱ \text{ mol Al}} = ۱۰/۸ \text{ g Al}$$

$$? \text{ mol e}^- = ۱۰/۸ \text{ g Al} \times \frac{۱ \text{ mol Al}}{۲۷ \text{ g Al}} \times \frac{۳ \text{ mol e}^-}{۱ \text{ mol Al}} = ۱/۲ \text{ mol e}^-$$

نیم‌واکنش کاتیونی مربوط به آبکاری نقره:



$$? \text{ g Ag} = ۱/۲ \text{ mol e}^- \times \frac{۱۰۸ \text{ g Ag}}{۱ \text{ mol e}^-} = ۱۲۹/۶ \text{ g Ag}$$

$$\Rightarrow \frac{\text{جرم تولید شده Ag}}{\text{جرم Al مصرفی}} = \frac{۱۲۹/۶}{۱۰/۸} = ۱۲$$

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 $E_{Zn}^\circ > E_{Fe}^\circ > E_{Ni}^\circ$

ترتیب قدرت کاهندگی $Zn > Fe > Ni$

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

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

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:

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

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

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

باتوجه به ترتیب قدرت کاهندگی می توان گفت که ترتیب افزایش پتانسیل کاهش گونه ها به صورت $A < C < B < D$ است. زمانی که نتوان هیدروکلریک اسید را در ظرفی از جنس B نگهداری کرد، یعنی پتانسیل کاهش گونه B کمتر از هیدروژن است، بنابراین پتانسیل کاهش هیدروژن بیشتر از گونه C بوده و واکنش $C(s) + HCl(aq) \rightarrow$ انجام پذیر است. باتوجه به ترتیب پتانسیل های کاهش می توان نتیجه گرفت که واکنش زیر انجام پذیر نیست:



پتانسیل کاهش گونه A کمتر از C است؛ بنابراین قدرت کاهندگی گونه A بیشتر بوده و در نتیجه در واکنش با محلول $D(NO_3)_3$ دمای محلول بیشتر افزایش می یابد.

پتانسیل کاهش گونه D بیشتر از B است؛ بنابراین در سلول گالوانی (B - D)، گونه D نقش کاتد را دارد. در نتیجه جرم تیغه آن می تواند افزایش یابد.

بررسی گزینه ها:

گزینه ۱: مطابق متن کتاب درسی این عبارت کاملاً صحیح است.

گزینه ۲: باتوجه به شکل کتاب درسی که برخی از قلمروهای الکتروشیمی را نمایش می دهد، تولید مواد (مانند برقکافت و آبکاری) و اندازه گیری و کنترل کیفی (اطمینان از کیفیت فرآورده) دو مورد از آنها است.

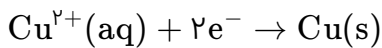
گزینه ۳: دو رکن اساسی تحقق فناوری های مربوط به الکتروشیمی جهت افزایش سطح رفاه و آسایش، دستیابی به مواد مناسب و تأمین انرژی است.

عبارت‌های (الف)، (ب) و (پ) درست‌اند.

بررسی عبارت‌ها:

(الف) تمایل فلز Zn برای از دست دادن الکترون بیشتر از فلز Fe است؛ بنابراین مخلوط واکنش (I) تغییر دمای بیشتری دارد.
(ب) در بین سه فلز داده‌شده، فلز Zn از همه کاهنده‌تر است (تمایل بیشتری برای اکسایش دارد) و Cu کاهنده ضعیف‌تری است؛ پس مقایسه قدرت کاهندگی فلزها به صورت $Zn > Fe > Cu$ است.

(پ) کاتیون Cu^{2+} در دو واکنش مشترک است که این کاتیون با گرفتن الکترون کاهش می‌یابد و نقش اکسنده را دارد.
نیم‌واکنش کاهش در هر دو واکنش:



(ت) در این واکنش‌ها سامانه واکنش بخشی از انرژی خود را به شکل گرما به محیط می‌دهد.

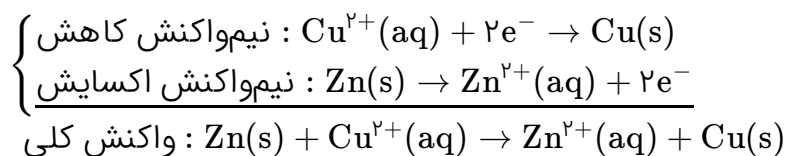
در این سلول گالوانی، الکتروود مس کاتد (E° بزرگ‌تر دارد) و الکترون روی آند است.

بررسی عبارت‌ها:

(الف) درست است.

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

(ب) درست است.



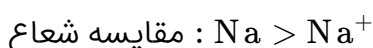
باتوجه به واکنش کلی، غلظت $Cu^{2+}(aq)$ کاهش می‌یابد چون مصرف می‌شود و غلظت $Zn^{2+}(aq)$ زیاد می‌شود چون تولید می‌شود.

(پ) نادرست. الکترون‌ها 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 سایر گزینه‌ها:

گزینه ۱: یون‌های سدیم در کاتد کاهش می‌یابند و شعاع آن‌ها بزرگ‌تر می‌شود.



گزینه ۲: Na^{+} به حالت مایع (l) هست نه محلول (aq).

گزینه ۳: دو نوع عنصر در آن تولید می‌شود. (سدیم (Na) و کلر (Cl_2)).

هرچه پتانسیل کاهش استاندارد گونه‌ای بزرگ‌تر باشد (با در نظر گرفتن علامت) قدرت اکسندگی بیشتری دارد.

بررسی گزینه‌ها:

گزینه ۱: درست؛ زیرا $E^\circ_{\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}}$ کوچک‌تر از $E^\circ_{\text{Cd}^{2+}/\text{Cd}}$ بوده، بنابراین با قرار دادن تیغه روی، اتم‌های آن به یون Zn^{2+} تبدیل شده و یون‌های Cd^{2+} به اتم Cd تبدیل می‌شوند.

گزینه ۲: نادرست. قدرت کاهش‌دهی این فلزها باتوجه به E° آن‌ها به صورت $\text{Zn} > \text{Cd} > \text{Sn} > \text{Pt}$ است.

گزینه ۳: نادرست؛ کاتیون Pt^{2+} از سه کاتیون دیگر داده شده اکسندگی بیشتری دارد.

گزینه ۴: نادرست:

$$\text{emf} = E^\circ_{\text{Pt}^{2+}/\text{Pt}} - E^\circ_{\text{Sn}^{2+}/\text{Sn}} = 1/2 - (-0/15) \Rightarrow \text{emf} = 1/35 \text{V}$$

$$\text{emf} = E^\circ_{\text{Cd}^{2+}/\text{Cd}} - E^\circ_{\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}} = -0/4 + 0/76 \Rightarrow \text{emf} = 0/36 \text{V}$$

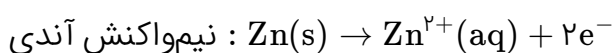
گزینه ۱:

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

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

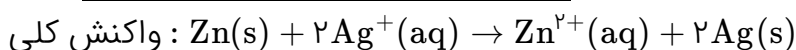
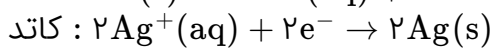
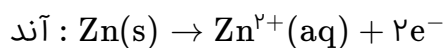
گزینه ۲: الکتروود نقره در این سلول نقش کاتد را دارد که قطب مثبت است و همیشه در کاتد واکنش کاهش صورت می‌گیرد نه اکسایش.

گزینه ۳:



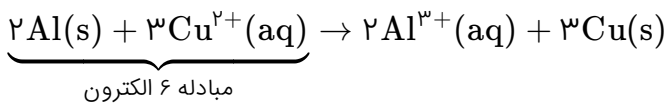
الکترون‌های تولید شده از راه مدار بیرونی به سمت الکتروود نقره جریان می‌یابند (جهت جریان در مدار خارجی همواره از آند به سمت کاتد می‌باشد).

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



سوزاندن گاز هیدروژن در موتور درون‌سوز، بازدهی نزدیک به ۲۰ درصد دارد درحالی‌که اکسایش آن در سلول سوختی بازده را تا ۳ برابر افزایش می‌دهد. در سلول‌های سوختی، واکنش گرماده به صورت کنترل شده رخ می‌دهد. از ویژگی‌های سلول‌های سوختی می‌توان به بازده و کارایی بالا، کمتر بودن مراحل تبدیل انرژی شیمیایی به انرژی الکتریکی قابل استفاده، آلاینده‌گی کم و اتلاف انرژی کم اشاره کرد.

لیتیم کمترین چگالی و کمترین E° را در بین فلزها دارد.



محاسبه مقدار مول Al^{3+} تولید شده:

$$? \text{ mol Al}^{3+} = 36/12 \times 10^{21} \text{ e} \times \frac{1 \text{ mol e}}{6/02 \times 10^{23} \text{ e}} \times \frac{2 \text{ mol Al}^{3+}}{6 \text{ mol e}} = 0/02 \text{ mol Al}^{3+}$$

$$\Rightarrow [\text{Al}^{3+}] = \frac{0/02}{0/4} = 0/05 \text{ mol.L}^{-1}$$

محاسبه مقدار مول Cu^{2+} مصرف شده:

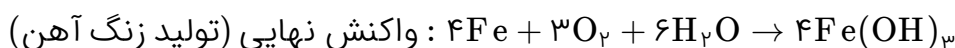
$$? \text{ mol Cu}^{2+} = 0/02 \text{ mol Al}^{3+} \times \frac{3 \text{ mol Cu}^{2+}}{2 \text{ mol Al}^{3+}} = 0/03 \text{ mol Cu}^{2+}$$

مصرفی Cu^{2+} - کل Cu^{2+} = مول Cu^{2+} باقی مانده

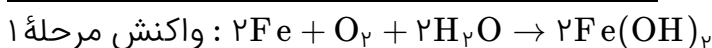
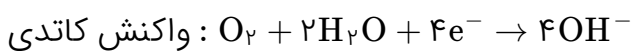
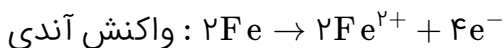
$$0/08 - 0/03 = 0/05 \text{ mol Cu}^{2+}$$

$$\Rightarrow [\text{Cu}^{2+}] = \frac{0/05}{0/4} = 0/125 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$\frac{[\text{Cu}^{2+}]}{[\text{Al}^{3+}]} = \frac{0/125}{0/05} = 2/5$$



$$? \text{ kg Fe(OH)}_3 = 8/4 \text{ kg Fe} \times \frac{1000 \text{ g Fe}}{1 \text{ kg Fe}} \times \frac{1 \text{ mol Fe}}{56 \text{ g Fe}} \times \frac{4 \text{ mol Fe(OH)}_3}{4 \text{ mol Fe}} \\ \times \frac{107 \text{ g Fe(OH)}_3}{1 \text{ mol Fe(OH)}_3} \times \frac{1 \text{ kg Fe(OH)}_3}{1000 \text{ g Fe(OH)}_3} = 16/05 \text{ kg Fe(OH)}_3$$



$$? \text{ C} = 8/4 \text{ kg Fe} \times \frac{1000 \text{ g Fe}}{1 \text{ kg Fe}} \times \frac{1 \text{ mol Fe}}{56 \text{ g Fe}} \times \frac{4 \text{ mol e}^-}{2 \text{ mol Fe}} \times \frac{96500 \text{ C}}{1 \text{ mol e}^-} = 2/895 \times 10^4 \text{ C}$$

بررسی گزینه‌ها:

گزینه ۱: الکتروود آند قطب منفی و الکتروود کاتد قطب مثبت آن را تشکیل می‌دهد.

گزینه ۲: به‌مرورزمان، از شدت رنگ محلول CuSO_4 کاسته می‌شود؛ زیرا یون‌های Cu^{2+} که رنگ آبی ایجاد می‌کنند کاهش یافته و از غلظت آن‌ها کم می‌شود.

گزینه ۳: اتم‌های روی اکسایش یافته و وارد محلول می‌شوند. از طرفی یون‌های مس (II) کاهش یافته و به اتم مس تبدیل می‌شوند. به همین دلیل غلظت Zn^{2+} افزایش و غلظت Cu^{2+} کاهش می‌یابد.

گزینه ۴: با کاهش غلظت Cu^{2+} در نیم‌سلول کاتدی، یون‌های سولفات از دیواره متخلخل عبور کرده و وارد نیم‌سلول آندی می‌شوند.

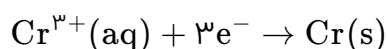
عبارت‌های "ب" و "ت" نادرست هستند.

بررسی عبارت‌های نادرست:

ب) واکنش کلی برقکافت آب به صورت $2\text{H}_2\text{O}(l) \rightarrow 2\text{H}_2(g) + \text{O}_2(g)$ است.

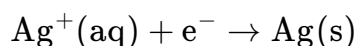
ت) نیم‌واکنش آندی منجر به تولید یون H^+ شده و در نتیجه pH در اطراف آند کاهش می‌یابد.

نیم‌واکنش کاهش در آبکاری تیغه فولادی با کروم:



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

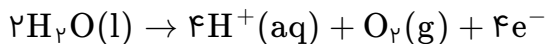
نیم‌واکنش کاهش در آبکاری تیغه فولادی با نقره:



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

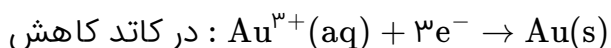
$$\text{تفاوت جرم دو تیغه} = 108 - 17/33 \approx 90/6 \text{ g}$$

باتوجه به E° های داده شده، آب برای اکسایش در آند نسبت به فلز طلا برنده است و در آند آب اکسید می‌شود.



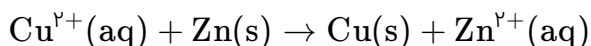
در این صورت در آند گاز اکسیژن آزاد شده و با تولید یون H^+ محیط اسیدی می‌شود و pH کاهش می‌یابد. (پس گزینه‌های "۲" و "۴" درست است)

در کاتد بین یون‌های Au^{3+} و H^+ برای کاهش رقابتی پیش می‌آید که Au^{3+} به علت داشتن پتانسیل کاهش بالاتر برنده است و غلظت آن به تدریج کم می‌شود.



ولی تیغه طلا در آند عملاً وارد واکنش نمی‌شود و تغییر جرم ندارد و تنها نقش انتقال الکترون را بر عهده دارد.

باتوجه به پتانسیل‌های استاندارد کاهش، روی در نقش آند و مس در نقش کاتد است.

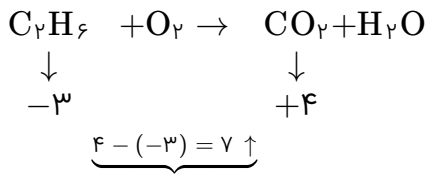


بنابراین با گذشت زمان، غلظت یون روی در اطراف آند افزایش می‌یابد.

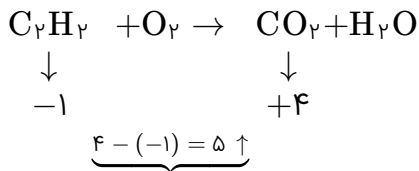
آنیون سولفات از سمت کاتد به سمت آند جابه‌جا می‌شود و در نتیجه با گذشت زمان غلظت آن در اطراف کاتد کاهش می‌یابد. به ازای تولید هر مول مس (۶۴ گرم)، یک مول روی (۶۵ گرم) مصرف می‌شود. در نتیجه تغییر جرم الکتروود مس کمتر از الکتروود روی است.

از ابتدا آنیون‌های نیترات در سمت آند و کاتیون‌های مس در سمت کاتد حضور دارند و به سمت‌های مقابل جابه‌جا نمی‌شوند.

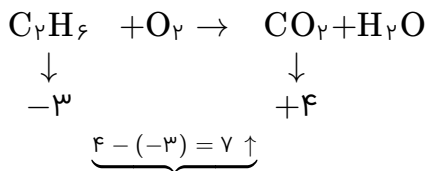
بررسی گزینه‌ها:
گزینه ۱: سوختن اتان



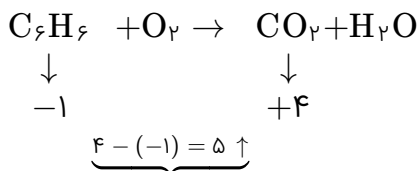
سوختن اتین



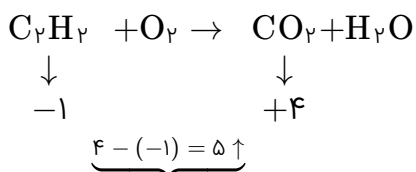
گزینه ۲: سوختن اتان



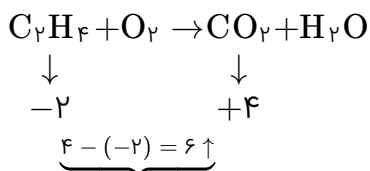
سوختن بنزن



گزینه ۳: سوختن اتین



سوختن اتن

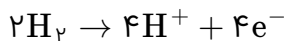


گزینه ۴: با توجه به واکنش‌های بالا تغییر عدد اکسایش در سوختن اتین و بنزن هر دو برابر ۵ درجه است که با هم برابرند.

الف) واکنش $2\text{NaCl}(l) \rightarrow 2\text{Na}(l) + \text{Cl}_2(g)$ در سلول دانه انجام می‌شود:

$$? \text{ L Cl}_2 = 35/1 \text{ g NaCl} \times \frac{1 \text{ mol NaCl}}{58/5 \text{ g NaCl}} \times \frac{1 \text{ mol Cl}_2}{2 \text{ mol NaCl}} \times \frac{22/4 \text{ L Cl}_2}{1 \text{ mol Cl}_2} = 6/72 \text{ L Cl}_2$$

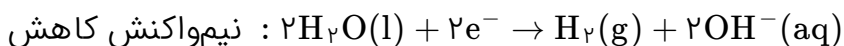
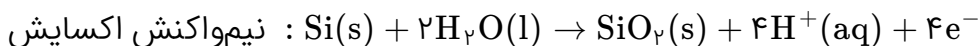
ب) در سلول سوختی "هیدروژن-اکسیژن" نیم‌واکنش‌ها و واکنش کلی به صورت زیر است:



$$? \text{ e}^- = 3/6 \text{ g H}_2\text{O} \times \frac{1 \text{ mol H}_2\text{O}}{18 \text{ g H}_2\text{O}} \times \frac{4 \text{ mol e}^-}{2 \text{ mol H}_2\text{O}} \times \frac{6/02 \times 10^{23} \text{ e}^-}{1 \text{ mol e}^-} = 2/408 \times 10^{23} \text{ e}^-$$

پ) در برقکافت آب، برای افزایش رسانایی الکتریکی، به آن مقداری الکترولیت مثل NaCl و CaCl_2 می‌افزایند.

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:

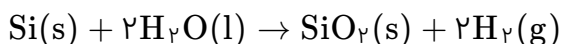
عبارت اول: نادرست. در اطراف کاتد، در نتیجه نیم‌واکنش کاهش، محلول بازی می‌شود و کاغذ pH به رنگ آبی درمی‌آید.

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.

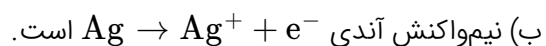
عبارت چهارم: درست. نیم‌واکنش کاهش در سلول برقکافت آب به همین شکل است.

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



موارد "الف" و "ت" درست‌اند. میله فولادی به قطب منفی باتری متصل می‌شود و جهت جریان الکترون از آند به کاتد است.

بررسی عبارت‌های "ب" و "پ":



پ) الکترولیت باید حاوی یون‌های Ag^+ باشد.