

فصل دوم

آسایش و رفاه در سایه شیمی

پاسخ‌های تشریحی

پاسخ تشریحی سؤال‌های سطح دوم

۴۲۴ ۴ فقط عبارت (پ) همواره درست است. بررسی عبارت‌ها:

عبارت (الف): طبق تعریف در واکنش‌های اکسایش - کاهش، به گونه‌ای که الکترون دریافت کند، گونه کاهش یافته و به گونه‌ای که الکترون از دست بدهد، گونه اکسایش یافته می‌گویند. پس تفاوتی بین فلز و نافلز در تعریف وجود ندارد و این طور نیست که فلز همواره اکسایش و نافلز همواره کاهش یابد.
عبارت (ب): طبق نیم‌واکنش‌های زیر در معادله سوختن منیزیم، اکسیژن به عنوان یک نافلز، الکترون دریافت کرده و کاهش می‌یابد و منیزیم نیز با از دست دادن الکترون اکسایش می‌یابد. پس گاز اکسیژن گونه اکسند و فلز منیزیم گونه کاهنده به شمار می‌رود.



پس به ازای مصرف هر مول منیزیم (به عنوان کاهنده) ۲ مول الکترون تولید شده و به نیم مول گاز اکسیژن (به عنوان اکسند) منتقل می‌شود. پس تعداد مول الکترون مبادله شده به ازای مصرف یک مول کاهنده، نصف این مقدار برای یک مول اکسند است.

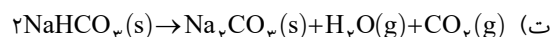
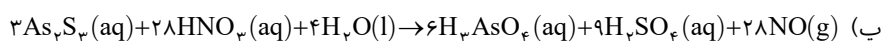
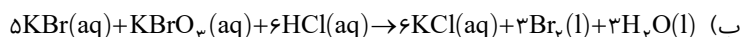
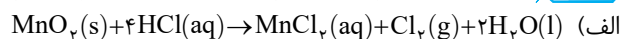
عبارت (پ): با ردیابی عناصر و بررسی عدد اکسایش آن‌ها متوجه می‌شویم که تنها عدد اکسایش دو عنصر Mn و Cl تغییر یافته است. عدد اکسایش عنصر Mn از (+۷) به (+۲) و Cl از (+۵) به (+۷) رسیده است. با توجه به معادله موازنه شده می‌توان گفت:

ضریب گونه \times زیروند گونه \times میزان تغییر عدد اکسایش گونه = تعداد الکترون مبادله شده

طبق این فرمول، تعداد الکترون تبدیلی برابر ده است. یعنی به ازای مصرف ۶ مول یون هیدروژن ده مول الکترون جابه‌جا می‌شود. پس به ازای مصرف ۱/۲ مول یون هیدروژن، ۲ مول الکترون (۲N_A عدد) جابه‌جا خواهد شد.

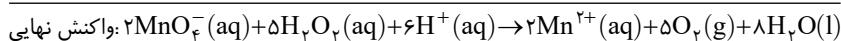
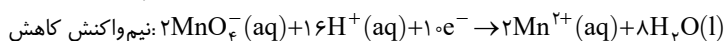
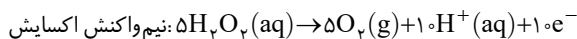
عبارت (ت): در واکنش‌های اکسایش - کاهش، تعداد الکترون‌های تولید شده در نیم‌واکنش اکسایش با تعداد الکترون‌های مصرفی در نیم‌واکنش کاهش برابر است و لزومی برای برابری تعداد یون‌های تولیدی واکنش اکسایش و یون‌های مصرفی واکنش کاهش وجود ندارد.

۴۲۵ ۳ واکنش‌های موازنه شده هر یک از عبارت‌ها به صورت زیر است:



در واکنش‌های دو عبارت (الف) و (ب) چون عنصر دو اتمی به حالت آزاد دیده می‌شود، واکنش از نوع اکسایش - کاهش است. در واکنش عبارت (پ) با بررسی عدد اکسایش عناصر (برای مثال نیتروژن) متوجه می‌شویم که چون تغییر عدد اکسایش حداقل یک عنصر دیده می‌شود، بنابراین واکنش از نوع اکسایش - کاهش است. ولی در واکنش عبارت (ت) عدد اکسایش هیچ یک از عناصر تغییر نکرده است، پس واکنش از نوع اکسایش - کاهش نیست. مجموع ضرایب استوکیومتری مواد در واکنش (پ) از بقیه بیشتر است.

۴۲۶ ۲ ابتدا نیم‌واکنش‌ها را موازنه می‌کنیم و با برابر کردن ضریب e^{-} و جمع کردن نیم‌واکنش‌ها به واکنش کلی می‌رسیم:



مجموع ضرایب استوکیومتری H^+ و Mn^{2+} چهار برابر ضریب استوکیومتری MnO_4^{-} است. بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه (۱): مجموع ضرایب استوکیومتری فراورده‌ها بزرگ‌تر از مجموع ضرایب استوکیومتری واکنش‌دهنده‌ها است.

گزینه (۳): با توجه به نیم‌واکنش‌ها تعداد الکترون‌های تبدیلی در هر نیم‌واکنش ۱۰ مول است:

$$? \text{e}^{-} = 33\text{g Mn}^{2+} \times \frac{1 \text{ mol Mn}^{2+}}{\Delta\text{g Mn}^{2+}} \times \frac{10 \text{ mol e}^{-}}{2 \text{ mol Mn}^{2+}} \times \frac{6/0.2 \times 10^{23} \text{ e}^{-}}{1 \text{ mol e}^{-}} = 18/0.6 \times 10^{23} \text{ e}^{-}$$

گزینه (۴): حداکثر عدد اکسایش ممکن برای منگنز برابر جمع الکترون‌های زیرلایه s لایه آخر و زیرلایه d لایه سوم آن، یعنی ۷ است که کاتیون موجود در فراورده واکنش یعنی Mn^{2+} چون هنوز به حداکثر عدد اکسایش خود نرسیده است، می‌تواند نقش کاهنده را نیز ایفا کند.

۴۲۷ (۳) عبارات‌های (الف)، (ب) و (ت) درست هستند. بررسی عبارت‌ها:

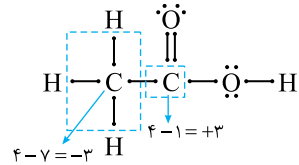
عبارت (الف): ترکیب‌های آلی ذکر شده به ترتیب CH_4 ، C_2H_4 و C_3H_4 هستند که عدد اکسایش کربن در آن‌ها به ترتیب برابر با (-4) ، (-2) و (-1) است.

عبارت (ب): ترکیب یونی Na_3AlF_6 از یون‌های Na^+ و AlF_6^{3-} تشکیل شده است: $AlF_6^{3-} : Al + (6 \times (-1)) = -3 \Rightarrow Al = +3$

در ترکیب دوم دقت شود که بار H_2O ، چون ترکیبی خنثی است، صفر می‌باشد: $Mn((H_2O)_6 Br_2) = Mn + (0 \times 6) + 2 \times (-1) = 0 \Rightarrow Mn = +2$

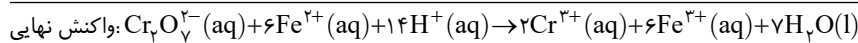
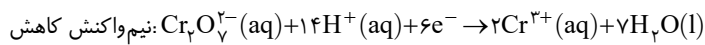
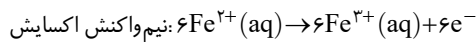
عبارت (پ): طبق معادله موازنه شده $2Al(s) + 6H^+(aq) \rightarrow 2Al^{3+}(aq) + 3H_2(g)$ که در آن گونه اکسندۀ یون هیدروژن و گونه کاهندۀ آلومینیم جامد می‌باشد، اندازه اختلاف ضریب استوکیومتری این دو گونه برابر با ۴ است.

عبارت (ت): ابتدا ساختار لوویس CH_3COOH را رسم کرده و عدد اکسایش اتم‌های کربن را مشخص می‌کنیم: $4 - 1 = +3$ با توجه به ساختار لوویس استیک اسید تفاضل ذکر شده برابر (-6) است. همچنین:



$$IF_6 : I + (6 \times (-1)) = 0 \Rightarrow I = +6$$

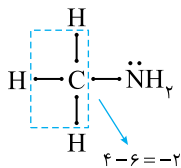
ابتدا نیم‌واکنش‌ها را موازنه می‌کنیم و با برابر کردن ضریب e^- و جمع کردن نیم‌واکنش‌ها به واکنش کلی می‌رسیم:



بر اساس نیم‌واکنش‌ها گونه اکسندۀ $Cr_2O_7^{2-}$ و گونه کاهندۀ Fe^{2+} است.

$$\frac{\Delta}{\nu} = \frac{0}{4}$$

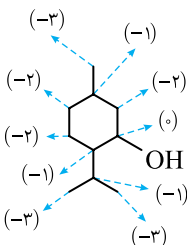
مجموع ضرایب استوکیومتری کاتیون‌های واکنش دهنده ۲۰ و مجموع ضرایب استوکیومتری کاتیون‌های فرآورده ۸ است پس:



(ساختار متیل آمین)

۴۲۹ (۳) ابتدا ساختار لوویس متیل آمین را رسم کرده و عدد اکسایش اتم کربن را در آن به دست می‌آوریم:

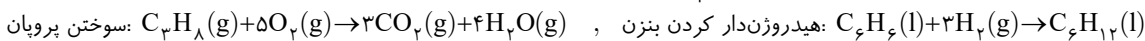
حال باید در ساختار منتول به دنبال کربن‌هایی با عدد اکسایش (-2) باشیم:



(ساختار منتول)

با توجه به شکل زیر در ساختار منتول ۳ اتم کربن با عدد اکسایش (-2) وجود دارد.

۴۳۰ (۴) ابتدا واکنش‌های سؤال را نوشته و آن‌ها را موازنه می‌کنیم:



در واکنش اول عدد اکسایش اکسیژن کاهش و عدد اکسایش اتم کربن افزایش می‌یابد. بنابراین تغییر عدد اکسایش کربن‌ها در واکنش اول را محاسبه می‌کنیم: در پروپان ۳ اتم کربن با اعداد اکسایش (-3) ، (-2) و (-3) وجود دارد که در پایان واکنش در ترکیب CO_2 قرار می‌گیرند که عدد اکسایش هر کدام از کربن‌ها در ساختار CO_2 ، $(+4)$ است. پس میزان اکسایش پروپان ۲۰ واحد است. حال تعداد الکترون‌های مبادله شده را محاسبه می‌کنیم:

$$20 \times 1 \times 1 = 20 e^- \quad \text{ضریب گونه} \times \text{زیروند گونه} \times \text{میزان تغییر عدد اکسایش گونه} = \text{تعداد الکترون‌های مبادله شده}$$

در واکنش هیدروژن‌دار کردن بنزن عدد اکسایش ۶ اتم کربن هر کدام از (-1) به (-2) کاهش یافته است. پس تغییر عدد اکسایش و میزان کاهش C_6H_6 شش واحد است $((-1) - (-2)) \times 6$. حال تعداد الکترون‌های مبادله شده را به ازای هر مولکول C_6H_6 محاسبه می‌کنیم:

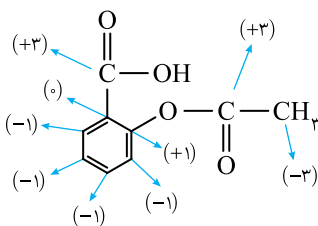
$$6 \times 1 \times 1 = 6 e^- \quad \text{ضریب گونه} \times \text{زیروند گونه} \times \text{میزان تغییر عدد اکسایش گونه} = \text{تعداد الکترون‌های مبادله شده}$$

اکنون بر اساس متن سؤال:

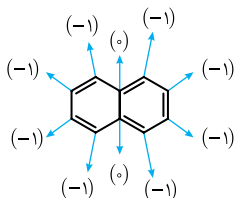
$$? \text{ mol } e^- = 55 \text{ g } C_3H_8 \times \frac{1 \text{ mol } C_3H_8}{44 \text{ g } C_3H_8} \times \frac{20 \text{ mol } e^-}{1 \text{ mol } C_3H_8} = 25 \text{ mol } e^- \Rightarrow \text{تعداد الکترون‌های مبادله شده در واکنش اول}$$

$$? \text{ g } C_6H_6 = 25 \text{ mol } e^- \times \frac{1 \text{ mol } C_6H_6}{6 \text{ mol } e^-} \times \frac{78 \text{ g } C_6H_6}{1 \text{ mol } C_6H_6} = 325 \text{ g } C_6H_6$$

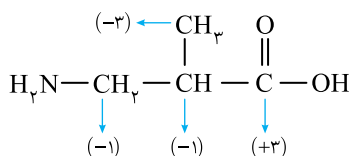
© ۴۳۱ در ترکیب زیر، اتم‌های کربن ۵ عدد اکسایش مختلف دارند.



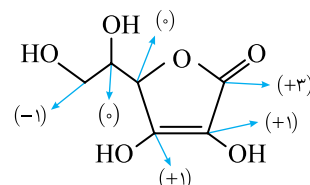
بررسی سایر گزینه‌ها:



گزینه (۴): ۲ عدد اکسایش مختلف

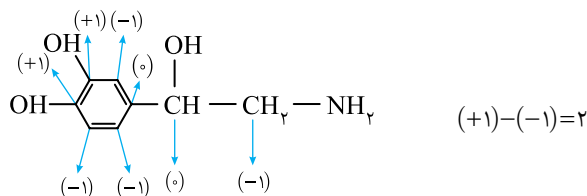


گزینه (۲): ۳ عدد اکسایش مختلف

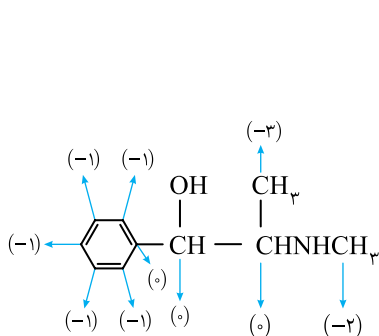


گزینه (۱): ۴ عدد اکسایش مختلف

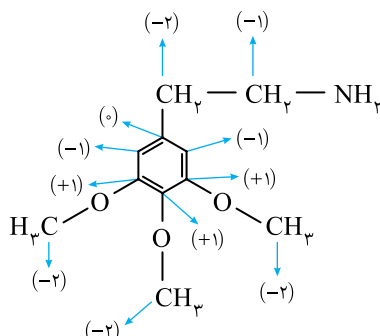
© ۴۳۲ در ترکیب زیر، اختلاف بیشترین و کمترین عدد اکسایش اتم‌های کربن برابر (+۲) است.



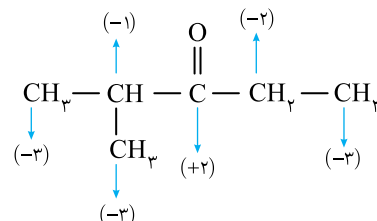
بررسی سایر گزینه‌ها:



گزینه (۴): ۳ - (-۳) = ۰



گزینه (۳): ۳ - (-۲) = ۵



گزینه (۱): ۵ - (-۲) = ۷

© ۴۳۳ در سلول‌های گالوانی معمولاً، به تدریج جرم تیغه کاتد افزایش و جرم تیغه آند کاهش می‌یابد. بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه (۲): اندازه‌گیری پتانسیل استاندارد در دمای اتاق (۲۹۸K) انجام می‌شود.

گزینه (۳): الکترون‌ها در مدار بیرونی از آند به سمت کاتد حرکت می‌کنند در حالی که آنیون‌ها در مدار درونی از کاتد به سمت آند جابه‌جا می‌شوند.

گزینه (۴): اندازه‌گیری پتانسیل یک نیم‌سلول به طور جداگانه ممکن نیست و باید این کمیت به طور نسبی اندازه‌گیری شود. نیم‌سلول استاندارد هیدروژن (SHE) را به عنوان مبنا انتخاب کردند و پتانسیل آن را برابر با صفر در نظر گرفتند.

© ۴۳۴ با توجه به پیشرفت واکنش (الف) به طور طبیعی قطعاً $E^\circ(A^{2+}/A)$ عددی کمتر از $E^\circ(Zn^{2+}/Zn)$ است و جایگاه الکتروود (A) در

سری الکتروشیمیایی از الکتروود (Zn²⁺/Zn) پایین‌تر است (زیرا: عددی مثبت $E^\circ(Zn^{2+}/Zn) - E^\circ(A^{2+}/A) =$ ، پس دو گزینه (۱) و (۳) تا این جای کار حذف می‌شوند.

حال چون واکنش (ب) نیز در جهت طبیعی پیشرفت می‌کند، این بار جایگاه الکتروود (B) در سری الکتروشیمیایی از الکتروود (Ni²⁺/Ni) بالاتر است. بنابراین E° آن نیز بیشتر است (زیرا: عددی مثبت $E^\circ(B^{2+}/B) - E^\circ(Ni^{2+}/Ni) =$ که در گزینه (۲) پتانسیل الکتروود (B²⁺/B) از پتانسیل الکتروود (Ni²⁺/Ni) بیشتر است.

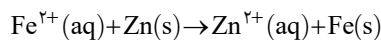
© ۴۳۵ عبارتهای (ب) و (پ) درست هستند. بررسی عبارت‌ها:

عبارت (الف): اضافه کردن مقداری نمک خوراکی به نیم‌سلول آلومینیم تأثیری بر ولتاژ سلول ندارد.

عبارت (ب): با افزودن آب مقطر به نیم‌سلول آلومینیم غلظت کاتیون آند کاهش می‌یابد و ولتاژ سلول زیاد می‌شود.

عبارت (پ): با افزودن مس (II) سولفات به نیم‌سلول مس که نقش کاتد را دارد غلظت کاتیون کاتد زیاد شده و ولتاژ سلول افزایش می‌یابد.

عبارت (ت): با افزودن آب مقطر به نیم‌سلول مس غلظت کاتیون کاتد کم می‌شود، در نتیجه ولتاژ سلول نیز پایین می‌آید.



واکنش کلی سلول گالوانی به شکل روبه‌رو است:

در این سلول چون الکتروود آهن نقش کاتد را دارد، به مرور زمان جرم تیغه آن بیشتر و از جرم تیغه روی کاسته می‌شود. تعداد مول‌های فلز روی که از تیغه به محلول می‌روند برابر تعداد مول یون‌های آهنی است که از محلول به تیغه اضافه می‌شوند. پس برای بخش اول سؤال و برابری جرم تیغه‌ها می‌توانیم معادله زیر را بنویسیم: (x تعداد مول‌های Fe افزوده شده به تیغه است)

$$? \text{ g Fe} = x \text{ mol Fe} \times \frac{56 \text{ g Fe}}{1 \text{ mol Fe}} = (56x) \text{ g Fe}$$

$$? \text{ g Zn} = x \text{ mol Zn} \times \frac{65 \text{ g Zn}}{1 \text{ mol Zn}} = (65x) \text{ g Zn}$$

$$13 + 56x = 26 - 65x \Rightarrow x = 0.1 \text{ mol} \Rightarrow R_{\text{واکنش}} = \frac{0.1 \text{ mol}}{2/5 \text{ min} \times \frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}}} \Rightarrow R_{\text{واکنش}} = \frac{1}{1500} \text{ mol.s}^{-1}$$

قسمت دوم سؤال: جرم تیغه روی در هر لحظه از واکنش (26-65x)g و جرم تیغه آهن (13+56x)g است. حال گفته شده مدتی بعد از انجام واکنش جرم

$$\frac{26 - 65x}{13 + 56x} = \frac{1}{2} \Rightarrow x = 0.21 \text{ mol}$$

تیغه روی نصف جرم تیغه آهن می‌شود، پس:

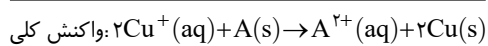
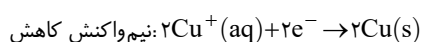
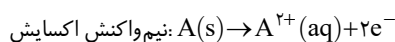
پس هنگامی که 0.21 مول از آهن مصرف شود، جرم تیغه روی نصف جرم تیغه آهن می‌شود. حال بر اساس سرعت واکنش که در قسمت قبل به دست آمد،

$$R_{\text{واکنش}} = R_{\text{Fe}^{2+}}$$

باید محاسبه کرد چند دقیقه بعد از شروع واکنش 0.21 مول از آهن مصرف می‌شود:

$$R_{\text{Fe}^{2+}} = \frac{1}{1500} \text{ mol.s}^{-1} \rightarrow ? \text{ t min} = 0.21 \text{ mol Fe}^{2+} \times \frac{1500 \text{ s}}{1 \text{ mol Fe}^{2+}} \times \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} = 5/25 \text{ min}$$

واکنش کلی سلول گالوانی بر اساس اطلاعات سؤال به صورت زیر است:

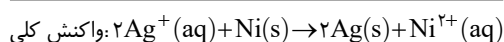
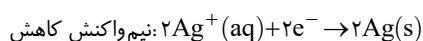
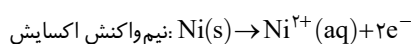


2/24 گرم از ماده A از تیغه جدا و وارد محلول می‌شود، پس:

$$2/24 \text{ g A} = 7720 \times \frac{1 \text{ mol e}^{-}}{96500 \text{ کولن بار الکتریکی}} \times \frac{1 \text{ mol A}}{2 \text{ mol e}^{-}} \times \frac{(M) \text{ g}}{1 \text{ mol A}} \Rightarrow M = 56$$

پس جرم مولی ماده A 56 g.mol^{-1} است.

اگر تیغه‌ای از جنس نیکل درون محلول نقره نیترات وارد شود، واکنش زیر رخ می‌دهد:



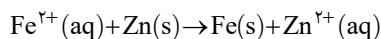
از جرم تیغه نیکل به دلیل فرایند اکسایش کم می‌شود. همچنین بر اساس صورت سؤال 10 درصد نقره جامد حاصل شده بر روی تیغه نیکل می‌نشیند حال تغییر جرم تیغه را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{g Ni} = 9/03 \times 10^{22} \text{ e}^{-} \times \frac{1 \text{ mol e}^{-}}{6/02 \times 10^{23} \text{ e}^{-}} \times \frac{1 \text{ mol Ni}}{2 \text{ mol e}^{-}} \times \frac{59 \text{ g Ni}}{1 \text{ mol Ni}} = 4/425 \text{ g Ni}$$

$$\text{g Ag} = 9/03 \times 10^{22} \text{ e}^{-} \times \frac{1 \text{ mol e}^{-}}{6/02 \times 10^{23} \text{ e}^{-}} \times \frac{2 \text{ mol Ag}}{2 \text{ mol e}^{-}} \times \frac{108 \text{ g Ag}}{1 \text{ mol Ag}} = 1/6/2 \text{ g Ag} \times \frac{10}{100} = 1/62 \text{ g Ag}$$

$$\Rightarrow \text{کاهش جرم تیغه} : 4/425 - 1/62 = 2/805 \text{ g}$$

در سلول گالوانی (روی - آهن) با توجه به فعال‌تر بودن فلز روی نسبت به آهن، روی نقش آند و آهن نقش کاتد را دارد. پس واکنش این سلول



به صورت روبه‌رو است:

$$? \text{ mol Zn} = 33/6 \text{ Fe} \times \frac{1 \text{ mol Fe}}{56 \text{ g Fe}} \times \frac{1 \text{ mol Zn}}{1 \text{ mol Fe}} = 0.6 \text{ mol Zn}$$

$$R = \frac{0.6}{2/5 (\text{حجم}) \times 15 (\text{دقیقه})} = 0.16 \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$$

۴۴۰) جهت حرکت الکترون‌ها در سلول گالوانی از آند به کاتد است. پس در سلول (Fe-X) آهن آند و X نقش کاتد را دارد و در سلول گالوانی (Y-Zn) چون کاتیون‌ها به سمت کاتد حرکت می‌کنند، Y نقش آند و Zn نقش کاتد را دارد.

در سلول (Fe-X) گفته شد که آهن نقش آند را دارد، پس نیم‌واکنش روبه‌رو در آند انجام می‌شود:

$$\text{Fe}(s) \rightarrow \text{Fe}^{2+}(aq) + 2e^{-}$$

حال اگر بازده سلول ۷۵ درصد باشد:

$$? \text{ g Fe} = x \text{ mol Fe} \times \frac{1 \text{ mol Fe}}{56 \text{ g Fe}} \times \frac{2 \text{ mol } e^{-}}{1 \text{ mol Fe}} \times \frac{96000 \text{ C}}{1 \text{ mol } e^{-}} \times \frac{75}{100} = 18000 \text{ C}$$

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه (۱): در سلول (Y-Zn)، نقش آند را دارد؛ لذا آنیون‌ها به سمت Y و الکترون‌ها به سمت Zn حرکت می‌کنند (در خلاف جهت هم حرکت می‌کنند).
گزینه (۲): مقایسه قدرت کاهندگی به صورت (Y > Zn > Fe > X) می‌باشد. پس در سلول (Y-X)، نیم‌سلول Y نقش آند را دارد و از جرم آن کاسته می‌شود و به جرم کاتد (X) افزوده می‌شود.

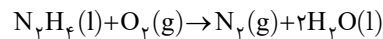
گزینه (۳): در سلول اول در آند نیم‌واکنش: $\text{Fe}(s) \rightarrow \text{Fe}^{2+}(aq) + 2e^{-}$ و در سلول دوم در کاتد نیم‌واکنش: $\text{Zn}^{2+}(aq) + 2e^{-} \rightarrow \text{Zn}(s)$ رخ می‌دهد. تعداد الکترون تبدیلی در واکنش اول را x مول و در واکنش دوم 2x مول در نظر می‌گیریم:

$$? \text{ g Fe} = x \text{ mol } e^{-} \times \frac{1 \text{ mol Fe}}{2 \text{ mol } e^{-}} \times \frac{56 \text{ g Fe}}{1 \text{ mol Fe}} = 28x \text{ g} \Rightarrow \text{تغییر جرم نیغه آهن} = 28x \text{ g}$$

$$\Rightarrow \text{نسبت مورد نظر} = \frac{28}{65}$$

$$? \text{ g Zn} = 2x \text{ mol } e^{-} \times \frac{1 \text{ mol Zn}}{2 \text{ mol } e^{-}} \times \frac{65 \text{ g Zn}}{1 \text{ mol Zn}} = 65x \text{ g} \Rightarrow \text{تغییر جرم نیغه روی} = 65x \text{ g}$$

۴۴۱) در سلول سوختی هیدروژن به ازای مصرف هر مول H_2 دو مول الکترون رد و بدل می‌شود. حال اگر به جای H_2 از هیدرازین استفاده شود، معادله واکنش به صورت روبه‌رو است:



عدد اکسایش دو نیتروژن هیدرازین از (-۲) به (۰) رسیده پس درجه تغییر عدد اکسایش این گونه $4 = (0 - (-2)) \times 2$ است.

$$4 \times 1 \times 1 = 4 \Rightarrow \text{زیروند گونه} \times \text{ضریب گونه} \times \text{میزان تغییر عدد اکسایش گونه} = \text{تعداد الکترون مبادله شده به ازای یک مولکول } \text{N}_2\text{H}_4$$

پس به ازای مصرف هر مول هیدرازین ۴ مول الکترون رد و بدل می‌شود. حال جرم هیدرازین مصرفی را محاسبه می‌کنیم:

$$? \text{ g N}_2\text{H}_4 = 2/5 \text{ g H}_2 \times \frac{1 \text{ mol H}_2}{2 \text{ g H}_2} \times \frac{2 \text{ mol } e^{-}}{1 \text{ mol H}_2} \times \frac{1 \text{ mol N}_2\text{H}_4}{4 \text{ mol } e^{-}} \times \frac{32 \text{ g N}_2\text{H}_4}{1 \text{ mol N}_2\text{H}_4} = 20 \text{ g N}_2\text{H}_4$$

۴۴۲) تنها عبارت (الف) نادرست است. بررسی عبارت‌ها:

عبارت (الف): خوردگی در مس به صورت ایجاد زنگار سبز بر روی آن است و قرمز رنگ نیست.

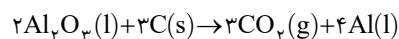
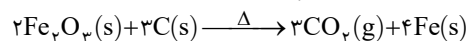
عبارت (ب): نیم‌واکنش کاتدی در خوردگی آهن در محیط اسیدی به صورت: $\text{O}_2(g) + 4\text{H}^+(aq) + 4e^{-} \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}(l)$ است که عکس این فرایند در نیم‌واکنش آندی برقکافت آب اتفاق می‌افتد.

عبارت (پ): افزایش غلظت O_2 نیم‌واکنش کاهش را به جلو رانده و افزایش غلظت CO_2 محیط اسیدی را برای خوردگی فراهم می‌کند. پس هر دو عامل خوردگی آهن را سرعت می‌بخشند.

عبارت (ت): زنگ آهن در نتیجه تولید $\text{Fe}(\text{OH})_3$ است که رنگ قرمز - قهوه‌ای داشته و نامحلول و درصد جرمی آهن در این ترکیب ۵۲/۳ درصد است.

عبارت (ث): در خوردگی آهن قطره آب نقش رسانای یونی و مدار بیرونی و فلز آهن نقش رسانای الکترونی و مدار درونی را دارد.

۴۴۳) ابتدا واکنش‌های کربن با سنگ معدن آهن، استخراج آلومینیم در فرایند هال و خوردگی آهن را می‌نویسیم.



مقدار آلومینیم تولیدی در فرایند هال و اکسیژن لازم برای خوردگی آهن را به دست می‌آوریم:

$$? \text{ kg Al} = 4 \text{ kg Fe}_2\text{O}_3 \times \frac{1000 \text{ g}}{1 \text{ kg}} \times \frac{80 \text{ g}}{100 \text{ g}} \times \frac{1 \text{ mol Fe}_2\text{O}_3}{160 \text{ g Fe}_2\text{O}_3} \times \frac{2 \text{ mol CO}_2}{1 \text{ mol Fe}_2\text{O}_3} \times \frac{4 \text{ mol Al}}{3 \text{ mol CO}_2} \times \frac{27 \text{ g Al}}{1 \text{ mol Al}} \times \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ g}} = 108 \text{ kg Al}$$

$$? \text{ g O}_2 = 4000 \text{ g Fe}_2\text{O}_3 \times \frac{80 \text{ g}}{100 \text{ g}} \times \frac{1 \text{ mol Fe}_2\text{O}_3}{160 \text{ g Fe}_2\text{O}_3} \times \frac{4 \text{ mol Fe}}{2 \text{ mol Fe}_2\text{O}_3} \times \frac{3 \text{ mol O}_2}{4 \text{ mol Fe}} \times \frac{32 \text{ g O}_2}{1 \text{ mol O}_2} = 960 \text{ g O}_2$$

۴۴۴) در آبکاری هر قطعه $5/4 \times 10^{-2}$ گرم نقره روی قطعه قرار می‌گیرد و نقره موجود در ۷۸ گرم محلول نقره سولفات با درصد خلوص ۸۰، نقره نشسته روی قطعه را جبران می‌کند. پس ما با به دست آوردن جرم نقره این محلول در حقیقت جرم نقره مورد استفاده در آبکاری را به دست می‌آوریم:

$$? \text{ g Ag} = 78 \text{ g Ag}_2\text{SO}_4 \times \frac{80 \text{ g}}{100 \text{ g}} \times \frac{1 \text{ mol Ag}_2\text{SO}_4}{312 \text{ g Ag}_2\text{SO}_4} \times \frac{2 \text{ mol Ag}}{1 \text{ mol Ag}_2\text{SO}_4} \times \frac{108 \text{ g Ag}}{1 \text{ mol Ag}} = 43/2 \text{ g}$$

پس جرم کل نقره مورد استفاده برای آبکاری $43/2 \text{ g}$ است. اکنون تعداد قطعات را محاسبه می‌کنیم: $5/4 \times 10^{-2} \text{ g} \times n = 43/2 \text{ g} \Rightarrow n = 800$ قطعه