



گزینه ۳

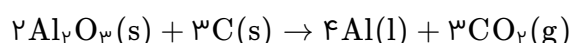
۱

در سلول آبکاری باید قطعه موردنظر را به کاتد یا قطب منفی و روکش را به قطب مثبت یا آند وصل کنیم. آهن سفید، آهنی است که با روکشی از فلز Zn پوشانده شده است؛ پس باید روکش Zn به قطب مثبت و آهن به قطب منفی باتری وصل شود. همچنین الکترولیت باید از جنس روکش و یا دارای کاتیون‌های روکش باشد؛ پس روی سولفات گزینه مناسبی برای این منظور است.

گزینه ۲

۲

معادله موازنه شده به صورت زیر است:



باتوجه به اطلاعات داده شده به ازای مصرف ۴۵ گرم گرافیت، ۱۰۰ گرم آلومینیوم تولید می‌شود.

$$\text{مقدار نظری آلومینیوم} = 45 \text{ g C} \times \frac{1 \text{ mol C}}{12 \text{ g C}} \times \frac{4 \text{ mol Al}}{3 \text{ mol C}} \times \frac{27 \text{ g Al}}{1 \text{ mol Al}} = 135 \text{ g Al}$$

$$\text{بازده درصدی} = \frac{\text{مقدار عملی}}{\text{مقدار نظری}} \times 100 = \frac{100}{135} \times 100 \simeq 74\%$$

گزینه ۲

۳

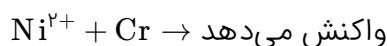
باتوجه به اینکه Ni^{2+} می‌تواند از Cr^{2+} الکترون بگیرد ($E_{\text{Ni}^{2+}}^\circ > E_{\text{Cr}^{2+}}^\circ$) و Cu^{2+} هم از Ni و هم از Cr^{2+} الکترون بگیرد پس:

$$E_{\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}^+}^\circ > E_{\text{Ni}^{2+}/\text{Ni}}^\circ > E_{\text{Cr}^{3+}/\text{Cr}^{2+}}^\circ$$

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه ۱: Cr^{3+} گونه کاهنده است نه اکسند پس مقایسه نادرست است.

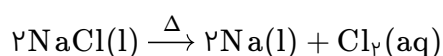
گزینه ۳: چون $E_{\text{Cr}^{3+}/\text{Cr}^{2+}}^\circ$ کوچک‌تر از $E_{\text{Ni}^{2+}/\text{Ni}}^\circ$ است، پس محلول Ni^{2+} را نمی‌توان در ظرف کرومی نگهداری کرد.



گزینه ۴: در سلول گالوانی $\text{Cu}^+ - \text{Ni}$ نیم‌سلول مس نقش کاتد و نیکل نقش آند را دارد. در نیم‌سلول آندی به تدریج به غلظت کاتیون‌ها افزوده می‌شود.

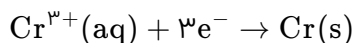
گزینه ۲

۴



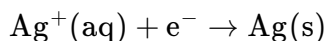
$$? \text{ g Na} = 1/15 \text{ kg Na} \times \frac{1000 \text{ g Na}}{1 \text{ kg Na}} \times \frac{1 \text{ mol Na}}{23 \text{ g Na}} \times \frac{1 \text{ mol Cl}_2}{2 \text{ mol Na}} \times \frac{22/4 \text{ L Cl}_2}{1 \text{ mol Cl}_2} = 560 \text{ L Cl}_2$$

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:



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

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

محلول آندی به دلیل ورود یون‌های Zn^{2+} جدا شده از تیغه روی از پتانسیل مثبت برخوردار می‌شود. از این رو کاتیون‌های Cu^{2+} به دلیل دافعه توانایی عبور از دیواره متخلخل و حرکت به سمت محل آندی را ندارند.

همچنین یون‌هایی مانند سولفات یا نیترات که توانایی عبور از دیواره متخلخل از سمت محلول کاتدی به محلول آندی را دارند، در جهت عکس نمی‌توانند جابه‌جا شوند که دلیل آن نیز دافعه میان محلول کاتدی با پتانسیل منفی و این یون است.

در مورد واکنش (a) باتوجه به پتانسیل‌های کاهش 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.

در میان فلزها لیتیم کمترین E° را دارد و تمایل $\text{Li}^{+}(\text{aq})$ برای گرفتن الکترون کمترین است.

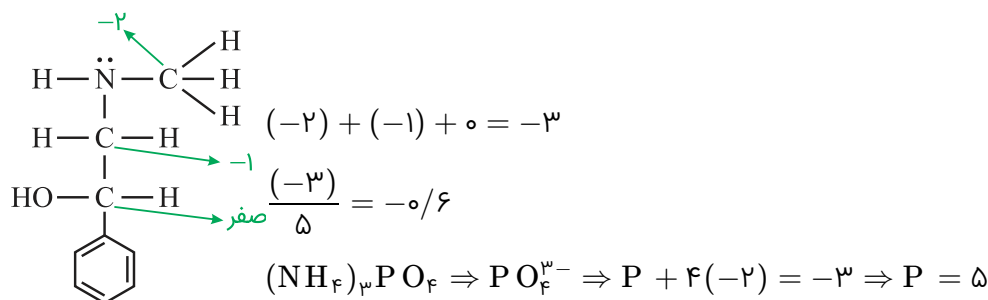
بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه ۱: درست. هر مول هیدروژن در واکنش سوختن ۲ درجه اکسایش می‌یابد و هر مول متان هنگام سوختن و تبدیل به کربن دی‌اکسید ۸ درجه اکسایش می‌یابد.

گزینه ۲: درست. در سلول‌های سوختی گاز اکسیژن وارد بخش کاتدی شده و نیم‌واکنش کاهش به صورت $\text{O}_2(\text{g}) + 4\text{H}^{+}(\text{aq}) + 4\text{e}^{-} \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ انجام می‌شود.

گزینه ۴: درست. در سلول الکترولیتی کاتد قطب منفی و آند قطب مثبت است، اما در سلول‌های گالوانی کاتد قطب مثبت و آند قطب منفی است. در هر دو نوع سلول گالوانی و الکترولیتی جهت حرکت الکترون‌ها در مدار بیرونی از آند به کاتد است.

الف) نادرست.



ب) درست.

N در ترکیب A، عدد اکسایش (۵) در ترکیب B و C عدد اکسایش (-۳) دارند.

$$5 + (-3) \times 3 + (-3) = -7$$

ج) درست.

A ترکیب: $C_9H_{13}NO_3$

$$\frac{(9 \times 4) + (13 \times 1) + (3 \times 1) + (3 \times 2)}{2} = \frac{58}{2} = 29$$

اتم P در ترکیب B عدد اکسایش ۵ و اتم N در ترکیب A عدد اکسایش ۵ دارد.

$$\frac{29}{10} = 2.9$$

د) نادرست.

$$A \text{ ترکیب مولی جرم} = (9 \times 12) + (13 \times 1) + 14 + 3(16) = 183$$

$$183 - 20 = 163$$

الف) نادرست. دسته‌ای دیگر از باتری‌های لیتیومی آن‌هایی هستند که در تلفن و رایانه به کار می‌روند و می‌توان آن‌ها را بارها شارژ کرد (همه باتری‌های لیتیومی قابلیت شارژ شدن را ندارند)

ب) درست.

پ) درست.

ت) درست. در باتری‌های مختلف با انجام نیم‌واکنش‌های آندی و کاتدی، جریان الکتریکی در مدار بیرونی برقرار می‌شود.

ث) نادرست. لیتیم به دلیل چگالی کم و پایین‌ترین E° سبب شده که از آن برای ساخت باتری‌های سبک‌تر، کوچک‌تر و با توانایی ذخیره بیشتر انرژی استفاده شود.

باتوجه به جدول برای تهیه هر کیلوگرم از این آلیاژ به ۲۸۰ گرم فلز نقره نیاز است.

برای تولید این مقدار فلز نقره نمی‌توان از برقکافت محلول آبی نقره کلرید استفاده کرد؛ زیرا AgCl در آب نامحلول است؛ پس گزینه‌های (۲) و (۴) نادرست هستند.

$$? \text{ mol AgNO}_3 = 280 \text{ g Ag} \times \frac{1 \text{ mol Ag}}{108 \text{ g Ag}} \times \frac{1 \text{ mol AgNO}_3}{1 \text{ mol Ag}} = 2/6 \text{ mol AgNO}_3$$

برای داشتن این مقدار نقره نیترات باید ۱/۲۵ لیتر محلول ۲/۰۸ مولار آن را برقکافت کرد.

$$1/25 \text{ L} \times \frac{2/08 \text{ mol}}{\text{L}} = 2/6 \text{ mol AgNO}_3$$

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

$$(۱) \text{ } 0/78 = E^\circ(\text{B}) - E^\circ(\text{A})$$

$$(۲) \text{ } 1/52 = E^\circ(\text{B}) - E^\circ(\text{C})$$

$$(۳) \text{ } 0/93 = E^\circ(\text{D}) - E^\circ(\text{C})$$

رابطه مربوط به سلول (۲) را در منفی ضرب کرده و با رابطه سلول‌های (۱) و (۳) جمع می‌کنیم تا emf سلول (۴) به دست آید.

$$0/78 = E^\circ(\text{B}) - E^\circ(\text{A})$$

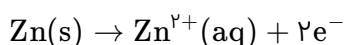
$$-1/52 = -E^\circ(\text{B}) + E^\circ(\text{C})$$

$$0/93 = E^\circ(\text{D}) - E^\circ(\text{C})$$

$$\Rightarrow E^\circ(\text{D}) - E^\circ(\text{A}) = 0/78 - 1/52 + 0/93 = 0/19$$

نیروی الکتروموتوری سلول (۴) برابر ۰/۱۹ ولت است.

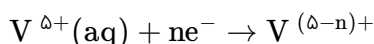
ابتدا شمار الکترون‌های تولیدشده در نیمواکنش اکسایش را حساب می‌کنیم:



شمار الکترون‌های تولیدشده در نیمواکنش اکسایش برابر است با:

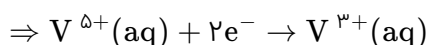
$$0/325 \text{ g Zn} \times \frac{1 \text{ mol Zn}}{65 \text{ g Zn}} \times \frac{2 \text{ mol e}^-}{1 \text{ mol Zn}} = 0/01 \text{ mol e}^-$$

این مقدار الکترون در نیمواکنش کاهش مصرف شده است.

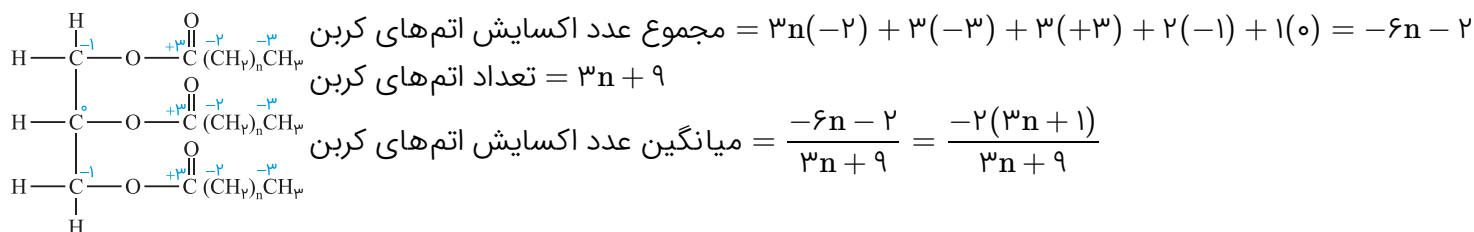


$$\text{V}^{\Delta+} \text{ شمار مول‌های } = 200 \text{ mL} \times \frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ mL}} \times \frac{0/025 \text{ mol}}{1 \text{ L}} = 0/005 \text{ mol V}^{\Delta+}$$

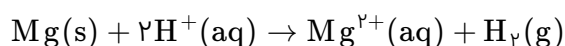
$$n = \frac{\text{شمار مول الکترون‌ها}}{\text{شمار مول V}^{\Delta+}} = \frac{0/01}{0/005} = 2$$



بنابراین رنگ نهایی محلول سبز است.



نیم‌سلول منیزیم نقش آند را ایفا می‌کند:



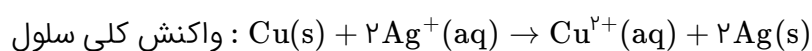
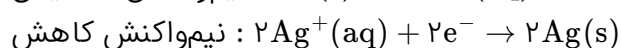
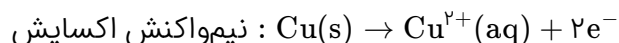
کاهش جرم تیغه منیزیم را محاسبه می‌کنیم:

$$? \text{ g Mg (مصرف شده)} = 112 \text{ mL H}_2 \times \frac{1 \text{ mol H}_2}{22400 \text{ mL H}_2} \times \frac{1 \text{ mol Mg}}{1 \text{ mol H}_2} \times \frac{24 \text{ g Mg}}{1 \text{ mol Mg}} = 0.12 \text{ g Mg}$$

حالا می‌توان درصد کاهش جرم تیغه را حساب کرد:

$$\text{Mg کاهش جرم تیغه} = \frac{0.12}{10} \times 100 = \%1.2$$

در سری الکتروشیمیایی، مس پایین‌تر از نقره است و E° کوچک‌تر دارد؛ بنابراین در سلول نشان داده شده، مس آند و نقره کاتد است.

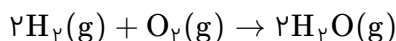


اگر جرم تیغه مس $63/5$ گرم کاهش یابد، 216 (2×108) گرم بر جرم تیغه نقره افزوده می‌شود. در این صورت مجموع جرم دو تیغه $152/5$ ($216 - 63/5$) گرم افزایش می‌یابد.

$$\text{افزایش جرم مجموع} = \frac{152/5 \text{ g مجموع}}{63/5 \text{ g کاهش جرم تیغه مس}} \times \text{کاهش جرم تیغه مس} = 0.254 \text{ g} = \text{افزایش مجموع جرم دو تیغه}$$

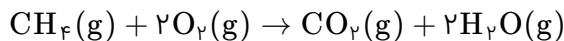
$$2 \text{ L} \times \frac{0.1 \text{ mol Ag}^+}{1 \text{ L}} \times \frac{108 \text{ g}}{1 \text{ mol Ag}^+} \times \frac{1 \text{ قطعه}}{0.1296 \text{ g}} = 167$$

معادله واکنش سلول سوختی هیدروژن-اکسیژن به صورت زیر است:



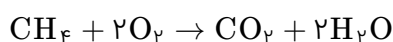
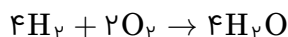
تعداد الکترون مبادله شده در این سلول برابر با ۴ مول است.

از سویی معادله واکنش سلول سوختی متان-اکسیژن به صورت زیر است:



تعداد الکترون مبادله شده در این سلول برابر با ۸ مول است.

برای برابری تعداد الکترون های مبادله شده در دو سلول، واکنش اول را در عدد ۲ ضرب می کنیم:

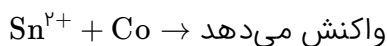


فرآورده کاتدی در هر دو سلول، آب است که ضریب آن در سلول سوختی هیدروژن با فرض برابری تعداد الکترون های مبادله شده، دو برابر ضریب آن در سلول سوختی متان است.

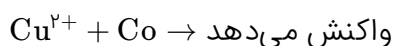
الف) نادرست. Cl^- گونه کاهنده است نه اکسنده.

ب) نادرست. در سلول گالوانی کبالت-قلع، نیم سلول قلع نقش کاتد و نیم سلول کبالت نقش آند را دارد. در نتیجه کاتیون های Co^{2+} از نیم سلول کبالت به سمت نیم سلول قلع مهاجرت می کنند.

ج) نادرست. در محلول قلع (II) نیترات، یون Sn^{2+} دارای E° بزرگتر از E° فلز Co (کبالت) است. در نتیجه با یکدیگر واکنش می دهند پس نمی توان نگهداری کرد.

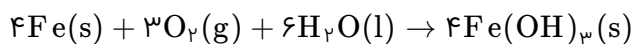


همچنین محلول مس (II) نیترات دارای یون های Cu^{2+} است که E° بزرگتر از کبالت دارد و Cu^{2+} با Sn واکنش می دهد.



د) درست. قدرت اکسندگی Sn^{2+} از Cl_2 کمتر است (زیرا $E^\circ_{Cl_2} > E^\circ_{Sn^{2+}}$). ولی قدرت اکسندگی Sn^{2+} از Co^{2+} بیشتر است.

معادله کلی زنگ زدن آهن به صورت زیر است:



باتوجه به معادله موازنه شده به ازای مصرف ۳ مول اکسیژن، تفاوت جرم واکنش دهنده جامد (Fe) و فرآورده جامد برابر است با:

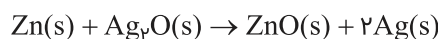
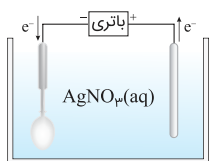
$$4Fe(OH)_3 - 4Fe = 4(107) - 4(56) = 204$$

اکنون می توان رابطه زیر را میان اکسیژن و تفاوت جرم دو ماده جامد برقرار کرد:

$$3O_2 \sim 4[Fe(OH)_3 - Fe]$$

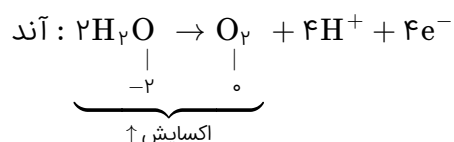
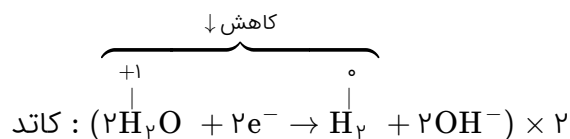
$$\frac{1 \text{ mol}}{3 \text{ mol}} = \frac{? \text{ g}}{4 \times 51 \text{ g}} \Rightarrow ? = 68$$

قاشق فولادی باید به قطب منفی (کاتد) سلول و تیغه نقره به قطب مثبت (آند) سلول وصل باشد و جهت حرکت الکترون‌ها در مدار بیرونی از آند به کاتد است. از محلول نقره نیترات نیز به عنوان الکترولیت استفاده می‌شود.



باتوجه به تغییر عدد اکسایش، هر مول روی ۲ مول الکترون از دست می‌دهد.

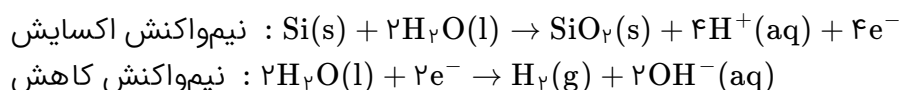
$$\begin{aligned} \text{روز} &= 0.75 \text{ g Zn} \times \frac{100}{100} \times \frac{1 \text{ mol Zn}}{65 \text{ g Zn}} \times \frac{2 \text{ mol e}^-}{1 \text{ mol Zn}} \times \frac{6.02 \times 10^{23} \text{ e}^-}{1 \text{ mol e}^-} \times \frac{1 \text{ s}}{5 \times 10^{15} \text{ e}^-} \\ &\times \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} \times \frac{1 \text{ h}}{60 \text{ min}} \times \frac{1 \text{ روز}}{24 \text{ h}} = 25/7 \text{ روز} \end{aligned}$$



در اطراف آند H^+ تولید می‌شود و کاغذ pH قرمز می‌شود.
حجم گاز در کاتد دو برابر حجم گاز در آند است. (حجم H_2 دو برابر O_2 است)
هیدروژن کاهش و اکسیژن، اکسایش می‌یابد.
با تجزیه آب مقدار آب کاهش می‌یابد. به همین دلیل غلظت الکترولیت افزایش می‌یابد.

غلظت محلول الکترولیت تقریباً ثابت است؛ زیرا یون Ag^+ در کاتد مصرف شده و به همان نسبت در آند تولید می‌شود.

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:

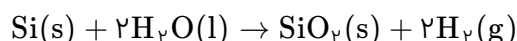
عبارت اول: نادرست. در اطراف کاتد، در نتیجه نیمواکنش کاهش، محلول بازی می‌شود و کاغذ pH به رنگ آبی درمی‌آید.

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

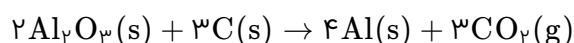
عبارت سوم: درست. در اطراف آند، به دلیل انجام نیمواکنش اکسایش غلظت H^+ افزایش یافته و pH کاهش می‌یابد.

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.



معادله کلی فرآیند هال به صورت زیر است:



باتوجه به معادله موازنه شده واکنش، به ازای تولید ۴ مول Al، ۱۲ مول الکترون مصرف می‌شود؛ زیرا هر مول Al^{3+} با گرفتن ۳ مول الکترون به فلز Al کاهش می‌یابد.

$$12\text{e}^- \sim 4\text{Al}$$

$$\frac{1 \text{ mol} \times \frac{84}{100}}{12 \text{ mol}} = \frac{? \text{ g}}{4 \times 27} \Rightarrow ? = 7/56$$

انجام نیمواکنش کاهش در کاتدو جهت حرکت الکترون‌ها در مدار بیرونی در هر دو سلول مشابه است. کاهش جرم الکتروود آند نیز می‌تواند از موارد متشابه در سلول گالوانی و الکترولیتی باشد.

در همین رابطه به توضیحات زیر دقت کنید:

۱- در سلول گالوانی، کاتد بار مثبت و آند بار منفی دارد؛ درحالی‌که در سلول الکترولیتی برعکس است.

۲- در هر دو سلول، آند محل اکسایش و کاتد محل کاهش است.

۳- جهت حرکت الکترون‌ها در مدار بیرونی از آند به کاتد است.

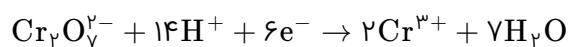
۴- سلول الکترولیتی برخلاف سلول گالوانی فاقد دیواره متخلخل است.

۵- اگرچه در سلول الکترولیتی غالباً الکتروودها بی‌اثر هستند اما در برخی موارد مانند آبکاری فلزات، الکتروود آند می‌تواند مصرف شود. همچنین در فرآیند هال الکتروودهای آندی که از جنس گرافیت هستند وارد واکنش شده و مصرف می‌شوند.

همه عبارت‌ها درست هستند.

بررسی عبارت‌ها:

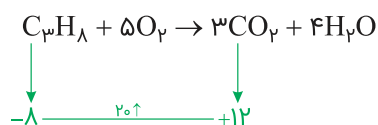
الف) درست. برای موازنه نیم‌واکنش ابتدا Cr سپس O و H را در دو طرف موازنه کرده و در پایان با استفاده از بار الکتریکی ضریب الکترون را تعیین می‌کنیم.



ب) درست. به همین دلیل است که آهن در محیط اسیدی به میزان بیشتری خورده می‌شود.

پ) درست. فرآیند هال به علت مصرف مقدار زیادی انرژی الکتریکی هزینه بالایی دارد.

ت) درست. در سوختن کامل پروپان (C_3H_8) همه اتم‌های کربن به CO_2 تبدیل می‌شوند. مجموع عدد اکسایش اتم‌های کربن در پروپان برابر ۸- است که در کربن دی‌اکسید هرکدام به ۴+ و در مجموع به ۱۲+ می‌رسند.



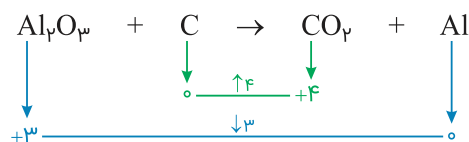
الف) نادرست. فرآیند هال رایج‌ترین روش برای تهیه فلز آلومینیم است که از طریق برق‌کافت آلومینیم اکسید مذاب صورت می‌گیرد.

ب) درست.

پ) درست.

ت) درست.

ث) نادرست. در واکنش مربوط به فرآیند هال، عنصر کربن دچار اکسایش و کاتیون آلومینیم (Al^{3+}) دچار کاهش می‌شود.



در یک سلول گالوانی، کاتیون‌های موجود در محلول از طریق دیواره متخلخل، از آند به کاتد مهاجرت می‌کنند. همچنین الکترون‌ها از طریق مدار بیرونی، از آند به کاتد جابه‌جا می‌شوند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه ۱: در سلول سوختی هیدروژن-اکسیژن، بخار آب از بخش کاتدی خارج می‌شود.

گزینه ۲: پتانسیل الکترودی برخی از فلزات (مانند نقره، طلا، پلاتین) مثبت است.

گزینه ۳: نمی‌توانیم از مس (II) سولفات استفاده کنیم زیرا یون‌های مس (II) بلافاصله با تیغه آلومینیم وارد واکنش می‌شوند. به عبارت دیگر در این سلول، شاهد یک واکنش اکسایش-کاهش خودبه‌خودی خواهیم بود و نیازی به تحمیل انرژی الکتریکی وجود ندارد.