پاسخنامه تشریحی

۱ . گزینه ۴ صابون، نمک سدیم اسیدهای چرب است که زنجیر هیدروکربنی آن ناقطبی و آب گریز است و در حلال‌های ناقطبی حل می‌شود.

۲ . گزینه ۳ ت- نادرست، بخش هیدروکربنی در پاک‌کننده‌ها آب‌گریز است.

۳ . گزینه ۱ صابون‌های مایع نمک‌های آمونیوم و پتاسیم اسیدهای چرب‌اند.

بررسی سایر گزینه‌ها :

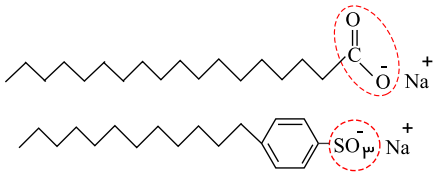
گزینهٔ ۲) سر ناقطبی مولکول‌های صابون در چربی نفوذ می‌کند.

گزینهٔ ۳) گروه سولفونات، SO_3^- است.

گزینهٔ ۴) زنجیر آلکیل بخش ناقطبی پاک‌کننده را تشکیل می‌دهد.

۴ . گزینه ۲

در پاک کننده های غیر صابونی به جای گروه کربوکسیلات $(-COO^-)$ گروه سولفونات $(-SO_3^-)$ قرار می گیرد.



۵ . گزینه ۴ نمونه‌ای از پاک‌کنندهٔ غیر صابونی با زنجیر سیرشدهٔ آلکیل به‌صورت زیر است:

$C_{12}H_{25}\ C_6H_4\ SO_3Na$

حال اگر به جای $-C_{12}H_{25}$ گروه آلکیل $-C_{14}H_{29}$ قرار گیرد، فرمول آن به‌صورت $\underbrace{C_{14}H_{29}C_6H_4}SO_3Na$ است، و به‌طور کامل و مرتب شده خواهیم داشت: $C_{20}H_{33}SO_3Na$

حلقهٔ بنزنی

۶ . گزینه ۱ شکل ساختار یک پاک کنندهٔ غیر صابونی را نشان می‌دهد که ذره‌های چربی به بخش بدون بار آن می چسبند و گروه سولفونات آن که قسمت آبدوست آن را تشکیل می‌دهد، سبب حل شدن چربی در آب می‌شود.

۷ . گزینه ۱ گزینهٔ ۲- جوهر نمک و سفید کننده برخلاف پاک کننده‌های غیر صابونی خورنده هستند.

گزینهٔ ۳- جزء آنیونی صابون دو بخش دارد ، یک بخش زنجیر هیدروکربنی که ناقطبی بوده ودر آب حل نمی شود و بخش دیگر قطبی است و در آب حل میشود.

۸ . گزینه ۲

$$[H^+] = M \cdot \alpha \rightarrow \alpha = \frac{۱٫۹ \times ۱۰^{-۳}}{۰٫۲} = ۰٫۹۵ \times ۱۰^{-۲} \times ۱۰۰ \rightarrow \%۰٫۹۵$$

۹ . گزینه ۱ - عبارت اول نادرست است چون هالوژن‌ها کوچک‌ترین شعاع اتمی را در مقایسه با عناصر هم‌دورهٔ خود دارند.

- عبارت دوم نادرست است چون پیوند بریلیم با هالوژن‌ها از نوع کووالانسی است.

- عبارت سوم درست است. با افزایش عدد اتمی و افزایش شعاع هالوژن‌ها، انرژی پیوند و واکنش‌پذیری هالوژن‌ها کاهش می‌یابد.

- عبارت چهارم نادرست است. در هیدروژن هالیدها، با افزایش عدد اتمی خاصیت اسیدی افزایش می‌یابد.

خاصیت اسیدی : $HF < HCl < HBr < HI$

۱۰ . گزینه ۲ در واکنش اغلب فلزها با اسیدها گاز H_2 آزاد می‌شود. اگر دما و غلظت اسیدها یکسان باشد، سرعت واکنش به قدرت اسید بستگی دارد. سرعت واکنش دو قطعهٔ مشابه آهنی در دو ظرف جداگانه که یکی دارای محلول یک مولار HBr دیگری دارای محلول یک مولار HCl (با حجم یکسان) باشد، به تقریب یکسان است زیرا هر دو اسید قوی هستند و قدرت اسیدی تقریباً یکسانی دارند.

۱۱ . گزینه ۴ هرچه Ka (ثابت یونش) اسید بزرگ‌تر، قدرت اسیدی آن، بیشتر است.

گزینهٔ «۱»: در هیدرونیوم، اتم هیدروژن به آرایش He می‌رسد.

گزینهٔ «۲»: قدرت اسید به غلظت آن بستگی ندارد.

گزینهٔ «۳»: رسانایی محلول اسید و باز به قدرت و غلظت آنها بستگی دارد.

۱۲ . گزینه ۱ چون اتانوییک اسید از HCl ضعیف‌تر است، پس با مولاریتهٔ یکسان، $[H^+]$ در اولی از دومی کوچک‌تر است و درنتیجه میزان اسیدی بودن آن کمتر است، پس pH اولی بزرگ‌تر از pH دومی است.

۱۳ . گزینه ۲

با توجه به رابطه داده شده در صورت سؤال می‌توان نوشت:

$$H_3O^+ = ۴ \times ۱۰^{+۸}[OH^-]$$

$$۱۰^{-۱۴} = [H_3O^+][OH^-] = [H_3O^+] \times \frac{[H_3O^+]}{۴ \times ۱۰^{+۸}} \Rightarrow [H_3O^+]^۲ = ۴ \times ۱۰^{-۶} \Rightarrow [H_3O^+] = ۲ \times ۱۰^{-۳} mol \cdot L^{-۱}$$

pH محلول برابر است با:

$$\Rightarrow pH = -\log[H_3O^+] = -\log ۲ \times ۱۰^{-۳} = ۳ - \log ۲ = ۳ - ۰٫۳ = ۲٫۷$$

۱۴ . گزینه ۳ در شروع واکنش غلظت H^+ یک مولار و $pH = ۰$ است و با گذشت ۱۰۰ ثانیه غلظت A به میزان $۰٫۶ mol \cdot L^{-۱}$ کاهش می‌یابد. بنابراین مقدار غلظت H^+ نیز به دلیل برابر بودن ضریب A و H^+ به همین میزان کاهش می‌یابد. پس:

$$[H^+] = ۱ - ۰٫۶ = ۰٫۴ \quad mol \cdot l^{-۱}$$

$pH = -\log[H^+] \Rightarrow -\log ۰/۴ = -\log ۴ \times ۱۰^{-۱}$

$= ۱ - \log ۴ = ۱ - ۲\log ۲ = ۱ - ۲ \times ۰/۳ = ۰/۴$

با توجه به گزینه‌ها، در گزینهٔ ۳، در ثانیهٔ ۱۰۰، مقدار pH برابر ۰/۴ است.

۱۵ . گزینه ۱

$CaO(s) + H_۲O(aq) \rightarrow Ca(OH)_۲(aq)$

$Ca(OH)_۲(aq) + H_۲SO_۴(aq) \rightarrow CaSO_۴(s) + ۲H_۲O(l)$

اکسیدهای فلزی (نظیر کلسیم اکسید) خاصیت بازی دارند و کاغذ pH را به رنگ آبی در می‌آورند و چون خاصیت بازی دارند، با اسیدها (مثل $H_۲SO_۴$) واکنش می‌دهند.

اکسیدهای نافلزی (مانند فسفرپنتااکسید) خاصیت اسیدی دارند و کاغذ pH را به رنگ قرمز در می‌آورند و چون خاصیت اسیدی دارند، با بازها ($NaOH$) واکنش می‌دهند.

۱۶ . گزینه ۱ در گروه یک (فلزهای قلیایی) از بالا به پایین با افزایش عدد اتمی، واکنش‌پذیری عنصرها افزایش می‌یابد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۲) با توجه به معادلهٔ واکنش موازنه‌شدهٔ فلزهای قلیایی با آب، از واکنش هر مول فلز قلیایی با آب ۱۱/۲ لیتر گاز هیدروژن حاصل می‌شود.

$X(s) + H_۲O \rightarrow XOH(aq) + \frac{۱}{۲}H_۲(g)$

۳) در XOH، شمار کاتیون با آنیون برابر است.

۴) یک گرم از فلزهای قلیایی تعداد مول‌های متفاوتی دارد؛ بنابراین غلظت محلول‌های حاصل و pH آنها با هم برابر نخواهد بود.

۱۷ . گزینه ۳ هرچه مقدار عددی K_a بزرگ‌تر باشد، قدرت اسیدی بیشتر است. بنابراین قدرت اسیدی $HSO_۴^-$ از HF بیشتر است. در شرایط یکسان α و غلظت یون $H_۳O^+$ نیز برای $HSO_۴^-$ بیشتر است.

در نتیجه pH محلول HF بزرگ‌تر از محلول $HSO_۴^-$ است.

۱۸ . گزینه ۲ با توجه به آنکه اسید ضعیف است داریم:

$K_a = \alpha^۲ M \Rightarrow ۱۰^{-۵} = ۰/۱\alpha^۲ \Rightarrow \alpha^۲ = ۱۰^{-۴} \Rightarrow \alpha = ۱۰^{-۲} = ۰/۰۱$

$[H_۳O^+] = M\alpha = ۱۰^{-۳} \Rightarrow pH = ۳$

۱۹ . گزینه ۴

ابتدا، غلظت یون هیدرونیوم را در محلول HCl تعیین می‌کنیم. با توجه به این‌که اسید قوی است داریم:

$M_{HCl} = ۰/۰۱ molL^{-۱} \rightarrow [H^+] = ۱۰^{-۲} mol \cdot L^{-۱}$

با توجه به این‌که pH و در نتیجه غلظت H^+ در دو محلول برابر است، خواهیم داشت:

$K_a = \frac{[H^+]^۲}{M_{HA} - [H^+]} \xrightarrow{\text{رابطه تقریبی}} K_a = \frac{[H^+]^۲}{M_{HA}} \Rightarrow ۵ \times ۱۰^{-۵} = \frac{(۱۰^{-۲})^۲}{M_{HA}} \Rightarrow M_{HA} = ۲ molL^{-۱} \Rightarrow \frac{M_{HA}}{M_{HCl}} = \frac{۲}{۰/۰۱} = ۲۰۰$

۲۰ . گزینه ۳

$[H^+] = ۱۰^{-۴} \Rightarrow [H^+] = M \times n \times \alpha \Rightarrow ۱۰^{-۴} = M \times ۱ \times \frac{۱۰}{۱۰۰} \Rightarrow M = ۱۰^{-۳} mol \cdot L^{-۱}$

$HA + NaHCO_۳ \rightarrow NaA + CO_۲ + H_۲O$

$molHA = ۵۰mL \times \frac{۱۰^{-۳} mol}{۱۰۰۰mL} = ۵ \times ۱۰^{-۵} molHA$

$mgNaHCO_۳ = ۵ \times ۱۰^{-۵} molHA \times \frac{۱ molNaHCO_۳}{۱ molHA} \times \frac{۸۴ gNaHCO_۳}{۱ molNaHCO_۳}$

$\times \frac{۱۰۰۰ mgNaCO_۳}{۱ gNaHCO_۳} \times \frac{\text{ناخالص } ۱۰۰g}{\text{خالص } ۸۰g} = ۵/۲۵ mgNaHCO_۳$

۲۱ . گزینه ۴

pH دو محلول را به طور جداگانه تعیین می‌کنیم:

در محلول HCl اسید قوی $[H^+] = M = ۲ \times ۱۰^{-۴} \Rightarrow pH = -\log ۲ \times ۱۰^{-۴} \Rightarrow pH = ۴ - ۰/۳ = ۳/۷$

در محلول HA اسید ضعیف $[H^+] = M \times \alpha = ۰/۰۰۵ \times \frac{۰/۲}{۱۰۰} = ۱۰^{-۵} \Rightarrow pH = ۵$

نسبت خواسته شده برابر است با:

$\Rightarrow \frac{pH_{HCL}}{pH_{HA}} = \frac{۳/۷}{۵} = ۰/۷۴$

۲۲ . گزینه ۳ ابتدا مقادیر b و x را پیدا می‌کنیم.

مقدار $b \Rightarrow HA$ اسید ضعیف : $M \cdot n \cdot \alpha = ۱۰^{-pH} \Rightarrow b \times ۱ \times \frac{۷/۲}{۱۰۰} = ۱۰^{-a} \Rightarrow b = \frac{۱۰^{-a}}{۰/۰۷۲}$

مقدار $x \Rightarrow HB$ اسید ضعیف: $M \cdot n \cdot \alpha = ۱۰^{-pH} \Rightarrow x \times ۱ \times \frac{۱/۸}{۱۰۰} = ۱۰^{-(a+۱)} \Rightarrow x = \frac{۱۰^{-a-۱}}{۰/۰۱۸}$

$$\frac{x}{b}=\frac{\frac{۱۰^{-a-۱}}{۰/۰۱۸}}{\frac{۱۰^{-a}}{۰/۰۷۲}}=۰/۴$$

۲۳ . گزینه ۲

$$\left.\begin{matrix}HA: pH=-\log([HA]\cdot n\cdot\alpha)\\ HB: pH=-\log([HB]\cdot n\cdot\alpha)\end{matrix}\right\}pH(HA)=pH(HB)\Rightarrow([HA]\cdot n\cdot\alpha)_{HA}=([HB]\cdot n\cdot\alpha)_{HB}$$

$$([HA]\times ۱\times ۰/۰۷)_{HA}=([HB]\times ۱\times ۰/۰۱۴)_{HB}\Rightarrow\frac{[HB]}{[HA]}=\frac{۰/۰۷}{۰/۰۱۴}=۵$$

۲۴ . گزینه ۲

ابتدا غلظت مولی HCl را بدست می‌آوریم:

$$[H_۳O^+]=۱۰^{-pH}=۱۰^{-۳}mol\cdot L^{-۱}$$

در محلول اسید قوی یک ظرفیتی مانند HCl داریم:

$$[H_۳O^+]=M\Rightarrow M=۱۰^{-۳}mol\cdot L^{-۱}$$

$$۲HCl+CaCO_۳\rightarrow CaCl_۲+H_۲O+CO_۲$$

$$۲۰mL\,HCl\times\frac{۱L\,HCl}{۱۰۰۰mL\,HCl}\times\frac{۱۰^{-۳}mol\,HCl}{۱L\,HCl}\times\frac{۱mol\,CaCO_۳}{۲mol\,HCl}$$

$$\times\frac{۱۰۰g\,CaCO_۳}{۱mol\,CaCO_۳}\times\frac{۱۰۰۰mgCaCO_۳}{۱gCaCO_۳}=۱mgCaCO_۳$$

۲۵ . گزینه ۴ اسید ضعیف HA یک ظرفیتی است. با استفاده از رابطهٔ زیر، ابتدا غلظت مولی این اسید را پیدا می‌کنیم.

$$\text{درصد یونش}=۱\Rightarrow\text{درجهٔ یونش}=\frac{۱}{۱۰۰}=۰/۰۱$$

$$[HA]_{\text{اولیه}}\cdot\alpha=۱۰^{-pH}\Rightarrow[HA]_{\text{اولیه}}\times ۰/۰۱=۱۰^{-۴/۷}\Rightarrow[HA]_{\text{اولیه}}=\frac{۱۰^{-۴/۷}}{۱۰^{-۲}}=\frac{۱۰^{-۵}\times ۱۰^{+۰/۳}}{۱۰^{-۲}}=\frac{۲\times ۱۰^{-۵}}{۱۰^{-۲}}=۰/۰۰۲mol\cdot L^{-۱}$$

$$?molHA=۱۰۰mL\,\text{محلول}\times\frac{۰/۰۰۲molHA}{۱۰۰۰mL\,\text{محلول}}=۰/۰۰۰۲molHA$$

۲۶ . گزینه ۳ هرگاه محلول یک اسید قوی را با افزودن آب رقیق نماییم، رابطهٔ زیر میان تغییرات pH و چند برابر شدن حجم محلول (n_V) برقرار است.

$$\Delta pH=\log n_V=\log ۲=۰/۳\Rightarrow$$ **۰/۳ واحد افزایش می‌یابد**

۲۷ . گزینه ۲ با توجه به pK_a و pH محلول، مقدار K_a و $[H^+]$ را تعیین می‌کنیم.

$$pK_a=-\log Ka$$

$$pK_a=۰\Rightarrow K_a=۱\ ,\ pH=۰\Rightarrow[H^+]=۱mol\cdot L^{-۱}=[A^-]$$

چون K_a عدد بزرگی است، پس در محلول موردنظر نمی‌توان از مقدار اسید تفکیک شده صرف‌نظر کرد، بنابراین:

$$\begin{matrix}HA(aq) & \rightleftharpoons & H^+(aq) & + & A^-(aq)\\ (x-۱)mol\cdot L^{-۱} & & ۱mol\cdot L^{-۱} & & ۱mol\cdot L^{-۱}\end{matrix}$$

$$K_a=\frac{[H^+][A^-]}{[HA]}\Rightarrow ۱=\frac{۱^۲}{x-۱}\Rightarrow x=۲\ mol\cdot L^{-۱}$$

چون حجم ظرف یک لیتر است، پس تعداد مول همان ۲ است.

۲۸ . گزینه ۱

$$[HCl]=\frac{۱۱/۲mL\times\frac{۱mol}{۲۲۴۰۰mL}}{۲۵\times۱۰^{-۳}\,L}=۰/۰۲mol\cdot L^{-۱}\Rightarrow[H^+]=[HCl]=۲\times ۱۰^{-۲}$$

$$pH=-\log(۲\times ۱۰^{-۲})=۲-\log ۲=۱/۷$$

$$۲HCl+CaCO_۳\rightarrow CaCl_۲+H_۲O+CO_۲$$

روش اول:

$$۱mLHCl\times\frac{۰/۰۲molHCl}{۱۰۰۰mL\,HCl}\times\frac{۱mol\,CaCO_۳}{۲mol\,HCl}\times\frac{۱۰۰gCaCO_۳}{۱mol\,CaCO_۳}\times\frac{۱۰۰۰mg}{۱g}=۱mgCaCO_۳$$

روش دوم:

$$\frac{۱mL\times ۰/۰۲\frac{mol}{L}HCl}{۲mol}=\frac{x\,mgCaCO_۳}{۱۰۰g}\Rightarrow x=۱mgCaCO_۳$$

۲۹ . گزینه ۲

$$[H^+]=۱۰^{-pH}=۱۰^{-۳}$$

برای اسید ضعیف‌تر (K_a کوچک‌تر) داریم:

$$K_a=\frac{[H^+]^۲}{C_M-[H^+]}\xrightarrow[\text{داریم}]{\text{برای اسید ضعیف}}K_a=\frac{[H^+]^۲}{C_M}\Rightarrow ۲\times ۱۰^{-۵}=\frac{(۱۰^{-۳})^۲}{C_M}\Rightarrow C_M=۵\times ۱۰^{-۲}$$

برای اسید قوی‌تر (K_a بزرگ‌تر) داریم:

$$K_a = \frac{[H^+]^۲}{C'_M - [H^+]} \Rightarrow ۲ \times ۱۰^{-۳} = \frac{(۱۰^{-۳})^۲}{C'_M - ۱۰^{-۳}}$$

$$C'_M - ۱۰^{-۳} = ۵ \times ۱۰^{-۴} \Rightarrow C'_M = ۵ \times ۱۰^{-۴} + ۱۰^{-۳} = ۱۵ \times ۱۰^{-۴}$$

$$\frac{C'_M}{C_M} = \frac{۱۵ \times ۱۰^{-۴}}{۵ \times ۱۰^{-۲}} = ۰/۰۳$$

۳۰. گزینه ۴ ابتدا غلظت یون هیدرونیوم را محاسبه می‌کنیم:

$$pH = ۱ \rightarrow [H^+] = ۰/۱ mol \cdot L^{-۱}$$

با توجه به رابطهٔ ثابت یونش داریم:

$$K_a = \frac{[H^+]^۲}{[HA]_{\text{اولیه}} - [H^+]} \Rightarrow ۰/۲۵ = \frac{(۰/۱)^۲}{[HA]_{\text{اولیه}} - ۰/۱} \Rightarrow [HA]_{\text{اولیه}} = ۰/۱۴ mol \cdot L^{-۱}$$

حال می‌توان نوشت:

$$۱L \text{ محلول} \times \frac{۰/۱۴ mol}{۱L \text{ محلول}} \times \frac{۱۶۳/۵ g}{۱ mol} = ۲۲/۸۹ g$$

۳۱. گزینه ۱ جرم گوگرد را در $۱ kg$ سوخت پیدا می‌کنیم.

$$ppm = \frac{\text{جرم } S}{\text{جرم سوخت}} \times ۱۰^۶$$

$$۶۴۰۰ = \frac{\text{جرم } S}{۱۰۰۰ g} \times ۱۰^۶ \Rightarrow \text{جرم } S = ۶/۴ g$$

$$S \xrightarrow{O_۲} SO_۳ \xrightarrow{H_۲O} H_۲SO_۴$$

$$\frac{۶/۴ g}{۳۲} = \frac{x\, mol}{۱} \quad x = ۰/۲ mol \Rightarrow C_m = \frac{۰/۲}{۱۰۰۰} = ۲ \times ۱۰^{-۴} \frac{mol}{L}$$

$$[H^+] = ۲ \times ۱۰^{-۴} \times ۲ \times ۱ = ۴ \times ۱۰^{-۴} \Rightarrow pH = -\log^{۴ \times ۱۰^{-۴}} = ۴ - ۲\log ۲ = ۳/۴$$

پس pH آب از ۷ به ۳٫۴ می‌رسد یعنی ۳٫۶ واحد کم می‌شود.

۳۲. گزینه ۴ ابتدا، $[H^+]$ و سپس غلظت اسید حل شده را تعیین می‌کنیم:

$$pH = ۳ \Rightarrow [H^+] = ۱۰^{-۳} mol \cdot L^{-۱} \Rightarrow \alpha = \frac{[H^+]}{[HA]_{\text{اولیه}}} \Rightarrow ۰/۱ = \frac{۱۰^{-۳}}{[HA]_{\text{اولیه}}} \Rightarrow [HA]_{\text{اولیه}} = ۰/۰۱ mol \cdot L^{-۱}$$

حال K_a را محاسبه می‌کنیم:

$$K_a = \frac{\alpha^۲ M}{۱ - \alpha} = \frac{(۰/۱)^۲ \times (۰/۰۱)}{۱ - ۰/۱} \simeq ۱/۱۱ \times ۱۰^{-۴}\ mol \cdot L^{-۱}$$

۳۳. گزینه ۱

برای به‌دست آوردن مقدار $[A^-]$ در محلول جدید، باید مقدار کل $[H^+]$ موجود در محلول جدید را در فرمول K_a اسید جای‌گذاری کنیم. ولی با توجه به اینکه مقدار $[H^+]$ حاصل از HCl بالاست ($pH = ۱$ و محلول بسیار اسیدی است) و اسید حل‌شده ضعیف است (K_a کوچک دارد)، از H^+ حاصل از اسید ضعیف صرف‌نظر می‌کنیم و فقط H^+ حاصل از HCl را در فرمول K_a جای‌گذاری می‌کنیم تا مقدار تقریبی $[A^-]$ در محلول جدید به دست آید:

$$[HA] = \frac{۱ mol\ HA}{۱L \text{ محلول}} = ۱ mol \cdot L^{-۱} \quad , \quad [H^+] = ۱۰^{-pH} = ۱۰^{-۱} = ۰/۱$$

$$K_a = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]} \Rightarrow ۲ \times ۱۰^{-۵} = \frac{۰/۱ \times [A^-]}{۱} \Rightarrow [A^-] = ۲ \times ۱۰^{-۴}$$

۳۴. گزینه ۴

$$۲Al + ۶H_۲O + ۲OH^- \rightarrow ۲Al(OH)_۴^- + ۳H_۲$$

$$pH = ۱۳ \Rightarrow [H^+] = ۱۰^{-۱۳} \Rightarrow [OH^-] = ۱۰^{-۱}$$

پس غلظت $NaOH$ از یک مولار به ۰٫۱ مولار می‌رسد.

$$۲L \times (۱ - ۰/۱) mol \cdot L^{-۱} = ۱/۸ mol \text{ مصرف شده } NaOH$$

$$R_{(H_۲)} = ۵۰ \frac{mL}{s} \times \frac{۱L}{۱۰۰۰ mL} \times \frac{۱ mol}{۲۵L} = ۰/۰۰۲ \frac{mol}{s}$$

$$R(NaOH) = \frac{۲}{۳} R_{(H_۲)} = \frac{۲ \times ۰/۰۰۲}{۳} = \frac{۴}{۳۰۰۰} \frac{mol}{s} = \frac{۱/۸}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = ۱۳۵۰ s$$

۳۵. گزینه ۳ ابتدا غلظت اولیه اسید را محاسبه می‌کنیم:

$[H^+] = [HA]_{\text{اولیه}} \cdot \alpha \Rightarrow ۱۰^{-۳} = [HA]_{\text{اولیه}} \times ۲ \times ۱۰^{-۲} \Rightarrow [HA]_{\text{اولیه}} = ۰/۰۵\, mol \cdot L^{-۱}$

با توجه به آنکه در فرآیند رقیق‌سازی شمار مول حل شونده ثابت است داریم:

$[HA]_۱V_۱ = [HA]_۲V_۲ \Rightarrow ۰/۰۵ \times ۱۰ = ۰/۰۲۵ \times V_۲ \Rightarrow V_۲ = ۲۰$

۳۶. گزینه ۳

$[H^+] = M \cdot \alpha$

مولاریته $M = \frac{n}{V} \Rightarrow \frac{۲/۵ \times ۱۰^{-۷} mol}{۱ \times ۱۰^{-۳} L} = ۲/۵ \times ۱۰^{-۴} mol \cdot L^{-۱}$

$pH = ۵ \Rightarrow [H^+] = ۱۰^{-pH} \Rightarrow [H^+] = ۱۰^{-۵}$

$۱۰^{-۵} = ۲/۵ \times ۱۰^{-۴} \times \alpha \Rightarrow \alpha = \frac{۱}{۲۵} = ۰/۰۴$

$\alpha\%\,(\text{درصد تفکیک یونی}) = \alpha\,(\text{درجه تفکیک یونی}) \times ۱۰۰$

$\alpha\% = ۰/۰۴ \times ۱۰۰ = ۴$

۳۷. گزینه ۴

$CH_۳COOH : pH = -\log(C_M \cdot n \cdot \alpha) = -\log(۰/۰۵ \times ۱ \times ۰/۰۲) = -\log ۱۰^{-۳} = ۳$

$HCl : pH = -\log(C_M \cdot n \cdot \alpha) = -\log(۰/۴ \times ۱ \times ۱)$

$= -\log(۴ \times ۱۰^{-۱}) = -۲\log ۲ - \log ۱۰^{-۱} = -۰/۶ + ۱ = +۰/۴$

$\frac{pH(CH_۳COOH)}{pH(HCl)} = \frac{۳}{۰/۴} = ۷/۵$

۳۸. گزینه ۲

$ppm = \frac{\text{جرم } HCl}{\text{جرم محلول}} \times ۱۰^{۶}$

$۱\, mL\ HCl \times \frac{۱L}{۱۰۰۰mL} \times \frac{۱۰mol}{۱L} \times \frac{۳۶/۵g}{۱mol} = ۰/۳۶۵\, g\, HCl$

جرم محلول $\simeq$ **جرم آب** $= ۱۰۰۰\, mL = ۱۰۰۰g$

$ppm = \frac{۰/۳۶۵}{۱۰۰۰} \times ۱۰^{۶} = ۳۶۵$

HCl **اسید است و رنگ کاغذ** pH **در محیط اسیدی، قرمز است.**

۳۹. گزینه ۳ با توجه به رابطه ثابت یونش می‌توان نوشت. (دقت کنید نمی‌توان از رابطه تقریبی استفاده کرد، زیرا مقدار K_s **بزرگ است.)**

$K_a = \frac{[H^+]^۲}{[HA]_{\text{اولیه}} - [H^+]}$

اگر مقدار $[H^+]$ **را برابر** x **در نظر بگیریم:**

$K_a = \frac{x^۲}{۰/۲ - x} \Rightarrow ۰/۱ = \frac{x^۲}{۰/۲ - x} \rightarrow x^۲ = -۰/۱x + ۰/۰۲$

$x^۲ + ۰/۱x - ۰/۰۲ = ۰ \Rightarrow x = \frac{-۰/۱ \pm \sqrt{۰/۰۱ + ۰/۰۸}}{۲} = \frac{-۰/۱ \pm \sqrt{۰/۰۹}}{۲} = \frac{۰/۲}{۲} = ۰/۱$

$\Rightarrow [H^+] = x = ۰/۱ mol \cdot L^{-۱} \Rightarrow pH = -\log ۱۰^{-۱} \Rightarrow pH = ۱$

۴۰. گزینه ۱ برای کاهش میزان اسیدی بودن خاک به آن آهک می‌افزایند.

بررسی گزینه ۳: واکنش سدیم اکسید با آب:

$Na_۲O(s) + H_۲O(l) \rightarrow ۲NaOH(aq)$

شمار مول $NaOH$ **برابر است با:**

$?molNaOH = ۰/۰۵ molNa_۲O \times \frac{۲molNaOH}{۱molNa_۲O} = ۰/۱ molNaOH$

مولاریته $M = \frac{۰/۱\ mol}{۱L} = ۰/۱ mol \cdot L^{-۱}$

با توجه به آنکه $NaOH$ **باز قوی است داریم:**

$[OH^-] = M \times n \times \alpha \xrightarrow[\text{باز قوی}]{NaOH} [OH^-] = ۰/۱ \times ۱ \times ۱ = ۰/۱ mol \cdot L^{-۱}$

$pOH = -\log[OH^-] = -\log ۱۰^{-۱} = ۱ \rightarrow pH = ۱۴ - pOH = ۱۳$

۴۱. گزینه ۴ ابتدا غلظت یون هیدروکسید را محاسبه می‌کنیم:

$[OH^-] = M \Rightarrow [OH^-] = ۲ \times ۱۰^{-۱} mol \cdot L^{-۱}$

$$[H_3O^+] = \frac{10^{-14}}{2 \times 10^{-1}} = 5 \times 10^{-14} \Rightarrow pH = -\log(5 \times 10^{-14}) = -\log 5 + 14 = -0/7 + 14 = 13/3$$

اگر همان حجم آب مقطر اضافه شود، یعنی حجم را دو برابر کرده‌ایم، پس غلظت نصف می‌شود:

$$M_{\text{جدید}} = \frac{[OH^-]}{2} = \frac{2 \times 10^{-1}}{2} = 10^{-1} = 0/1 mol \cdot L^{-1}$$

$$[H_3O^+] = \frac{10^{-14}}{10^{-1}} = 10^{-13} \Rightarrow pH = 13$$

۴۲ . گزینه ۲ شمار مول $NaOH$ برابر است با:

$$?molNaOH = 80mgNaOH \times \frac{1g}{10^3 mg} \times \frac{1molNaOH}{40g\,NaOH} = 0/002molNaOH$$

حجم محلول را برحسب لیتر تعیین می‌کنیم:

$$?L \text{ محلول} = 100mL \times \frac{1L}{1000mL} = 0/1\,L \text{ محلول}$$

غلظت مولی $NaOH$ برابر است با:

$$\text{غلظت مولی} = \frac{\text{لیتر در محلول}}{\text{مول حل شونده}} = \frac{0/002mol}{0/1L} = 0/02 mol \cdot L^{-1}$$

pH محلول برابر است با:

$$pOH = -\log(M \cdot n \cdot \alpha) = -\log(0/02 \times 1 \times 1) = -\log(2 \times 10^{-2})$$
$$= -\log 2 - \log 10^{-2} = -0/3 + 2 = 1/7$$
$$pH + pOH = 14 \Rightarrow pH + 1/7 = 14 \Rightarrow pH = 12/3$$

۴۳ . گزینه ۱ با توجه به این‌که محلول موردنظر بازی است، ابتدا pOH را محاسبه کرده و سپس غلظت یون هیدروکسید را تعیین می‌کنیم:

$$pH = 11 \xrightarrow{pH+pOH=14} pOH = 3 \Rightarrow [OH^-] = 10^{-pOH} = 10^{-3} mol \cdot L^{-1}$$

غلظت باز حل شده برابر است با:

$$[OH^-] = [BOH] \cdot n \cdot \alpha \Rightarrow 10^{-3} = [BOH] \times 1 \times \frac{2}{100} \Rightarrow [BOH]\frac{10^{-3}}{2 \times 10^{-2}} = 0/05 mol \cdot L^{-1}$$

حال می‌توان نوشت:

$$[BOH] = \frac{n}{V(\text{لیتر})} \Rightarrow 0/05 = \frac{x}{\frac{250mL}{1000}} \Rightarrow x = 0/0125mol \Rightarrow 0/0125mol \times \frac{80g}{1mol} = 1gBOH$$

۴۴ . گزینه ۴ ابتدا غلظت یون هیدروکسید را با توجه به pH تعیین می‌کنیم:

$$pH = 9 \rightarrow POH = 14 - pH \rightarrow POH = 5 \rightarrow [OH^-] = 10^{-5}\ mol \cdot L^{-1}$$

حال با رابطهٔ داده شده، غلظت یون منیزیم را تعیین می‌کنیم:

$$[Mg^{2+}] \times (10^{-5})^2 = 1/5 \times 10^{-11} \rightarrow [Mg^{2+}] = 0/15\ mol \cdot L^{-1}$$

معادلهٔ تفکیک یونی منیزیم سولفات از رابطهٔ زیر محاسبه می‌شود:

$$MgSO_4(aq) \rightarrow Mg^{2+}(aq) + SO_4^{2-}(aq)$$

برای آنکه غلظت یون Mg^{2+} برابر با ۰/۱۵ باشد باید غلظت $MgSO_4$ برابر با ۰/۱۵ باشد.

۴۵ . گزینه ۴

$$10^{-pOH} = M \cdot n \cdot \alpha = 1 \times 1 \times \alpha$$

$$pOH = -\log \alpha$$

یک بار α را ۱ و یک بار ۰/۵ درنظر می‌گیریم.

$$\alpha = 1 \Rightarrow pOH = -\log 1 = 0 \Rightarrow pH = 14$$
$$\alpha = 0/5 \Rightarrow pOH = -\log 0/5 = -\log \frac{1}{2} = -\log 2^{-1} = \log 2 = 0/3 \Rightarrow pH = 13/7$$

پس گزینهٔ ۴ صحیح است.

روش دوم: با این‌که محلول بازی است، $pH > 7$ است و از آن‌جایی که رابطهٔ لگاریتمی است، گزینهٔ ۴ درست است.

۴۶ . گزینه ۲ با توجه به اطلاعات مسئله، غلظت KOH در محلول را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{غلظت محلول } (g \cdot L^{-1}) = \frac{0/14g}{0/25L} = 0/56g \cdot L^{-1}$$

حال غلظت مولی KOH و غلظت OH^- را تعیین می‌کنیم:

$$\frac{۰/۵۶g}{۱L} \times \frac{۱mol}{۵۶g} = ۰/۰۱ \Rightarrow [OH]^- = [KOH] = ۰/۰۱mol \cdot L^{-۱}$$

در نهایت می‌توان نوشت:

$$pOH = -\log[OH]^- = -\log(۰/۰۱) = ۲ \Rightarrow pH = ۱۴ - pOH = ۱۴ - ۲ = ۱۲$$

۴۷ . گزینه ۱

$$\left.\begin{matrix} pH = ۹ \\ pOH = ۵ \end{matrix}\right\} \Rightarrow [H^+] = ۱۰^{-۹}mol \cdot L^{-۱}, [OH^-] = ۱۰^{-۵}mol \cdot L^{-۱} \Rightarrow \frac{[OH^-]}{[H^+]} = \frac{۱۰^{-۵}}{۱۰^{-۹}} = ۱۰^{۴}$$

چون $pH > ۷$ می‌باشد بنابراین محلول قلیایی است و رنگ کاغذ pH در آن آبی می‌باشد.

۴۸ . گزینه ۱ ابتدا غلظت یون هیدرونیوم را محاسبه می‌کنیم:

$$pH = ۲ \Rightarrow [H_۳O]^+ = ۱۰^{-۲}\frac{mol}{L} \times ۱۰L = ۱۰^{-۱}mol = ۰/۱molH^+$$

$$۰/۱molH^+ \times \frac{۱molOH^-}{۱molH^+} \times \frac{۱molNaOH}{۱molOH^-} \times \frac{۴۰g\ NaOH}{۱molNaOH} = ۴gNaOH$$

۴۹ . گزینه ۴

$$?molNaOH = ۸۰mg \times \frac{۱g}{۱۰۰۰mg} \times \frac{۱mol}{۴۰g} = ۰/۰۰۲molNaOH$$

$$pH = -\log[H^+] = ۱۲ \text{ غلظت مولی} = \frac{n(\text{مول حل‌شونده})}{V(\text{لیتر محلول})} = \frac{۰/۰۰۲mol}{۰/۲L} = ۰/۰۱mol \cdot L^{-۱} \Rightarrow [OH^-] = ۰/۰۱ \Rightarrow [H^+] = \frac{۱۰^{-۱۴}}{۱۰^{-۲}} = ۱۰^{-۱۲}$$

$$\frac{[OH^-]}{[H^+]} = \frac{۱۰^{-۲}}{۱۰^{-۱۲}} = ۱۰^{۱۰}$$

تا همین قسمت می‌توان گزینه (۴) را انتخاب نمود ولی برای پاسخ گویی به قسمت سوم، می‌توان از رابطهٔ زیر استفاده نمود.

$$n_aM_aV_a = n_bM_bV_b \Rightarrow ۱ \times ۰/۰۰۲ \times V_a = ۱ \times ۰/۰۱ \times ۱۰ \Rightarrow V_a = ۵۰mL$$

۵۰ . گزینه ۴ غلظت یون هیدروکسید برابر است با:

$$pH = ۱۲ \rightarrow pOH = ۲ \rightarrow [OH^-] = ۱۰^{-۲}mol \cdot L^{-۱}$$

حال می‌توان نوشت:

$$۱۰mL \times \frac{۱L}{۱۰۰۰mL} \times \frac{۰/۱NaOH}{۱L} \times \frac{۱molHNO_۳}{۱molNaOH} \times \frac{۶۳gHNO_۳}{۱molHNO_۳} \times \frac{۱۰۰۰mg}{۱g} = ۶/۳\ mg\ HNO_۳$$

۵۱ . گزینه ۴

$$HA \rightleftharpoons H^+ + A^-$$

$$K_a = \frac{[A^-][H^+]}{[HA]} \Rightarrow ۵ \times ۱۰^{-۳} = \frac{x^۲}{۰/۵} \Rightarrow x^۲ = ۲۵ \times ۱۰^{-۴} \Rightarrow x = ۵ \times ۱۰^{-۲} = [H^+]$$

$$pH = -\log[H^+] \Rightarrow pH = -(\log ۵ + \log ۱۰^{-۲}) = ۲ - \log ۵ = ۲ - ۰/۷ = ۱/۳$$

$$HA + NaOH \rightarrow NaA + H_۲O$$

$$(MV)_{HA} = (MV)_{NaOH} \Rightarrow ۰/۱ \times ۰/۵ = n_{NaOH} \Rightarrow n_{NaOH} = ۰/۰۵mol$$

$$?gNaOH = ۰/۰۵molNaOH \times \frac{۴۰gNaOH}{۱molNaOH} = ۲gNaOH$$

۵۲ . گزینه ۱ ابتدا غلظت یون هیدرونیوم را محاسبه می‌کنیم:

$$pH = ۳ \rightarrow [H^+] = ۱۰^{-۳}mol \cdot L^{-۱}$$

این مقدار برابر غلظت اسید قوی است:

$$HA + NaOH \rightarrow NaOH + H_۲O$$

حال با توجه به معادلهٔ واکنش داریم:

$$۱۰L \text{ محلول} \times \frac{۱۰^{-۳}mpl\ HA}{۱L \text{ محلول}} \times \frac{۱mol\ NaOH}{۱mol\ HA} = ۰/۰۱mol\ NaOh$$

۵۳ . گزینه ۳ با توجه به رابطهٔ زیر غلظت یون هیدروکسید و محلول باز قوی را محاسبه می‌کنیم:

$$\frac{[OH^-]}{[H^+]} = ۱۰^{۱۰}$$

$$[H^+][OH^-] = ۱۰^{-۱۴} \Rightarrow ۱۰^{-۱۰}[OH^-]^۲ = ۱۰^{-۱۴} \Rightarrow [OH^-] = ۱۰^{-۲}\frac{mol}{L}$$

واکنش انجام شده به صورت $H^+ + OH^- \rightarrow H_۲O$ است:

$$۱۰۰mL\frac{۱L}{۱۰۰۰mL} \times \frac{۰/۰۱\ mol\ OH^-}{۱L \text{ محلول}} \times \frac{molH^+}{۱molOH^-} \times \frac{۱mol\ HCl}{۱mol\ H^+} = ۱۰^{-۳}mol$$

۵۴ . گزینه ۱ واکنش موازنه شده به صورت زیر است:

$$۱Na_۲CO_۳ + ۲HA \rightarrow ۲NaA + ۱CO_۲ + ۱H_۲O$$

غلظت یون H^+ و اسید HA با هم برابر است. بنابراین:

$$[H_۳O^+] = ۱۰^{-pH} \xrightarrow{\text{اسید قوی}} [H_۳O^+] = [HA] \Rightarrow [HA] = ۱۰^{-۵} mol \cdot L^{-۱}$$

حال داریم:

$$۵L \text{ محلول} \times \frac{۱۰^{-۵}\ mol\ HA}{۱L \text{ محلول}} \times \frac{۱mol\ Na_۲CO_۳}{۲mol\ HA} \times \frac{۱۰۶\ g\ Na_۲CO_۳}{۱\ mil\ Na_۲CO_۳} \times \frac{۱۰۰۰mg}{۱g} = ۲/۶۵mg$$

۵۵ . گزینه ۲

$$pH = ۲ \Rightarrow [H^+] = ۱۰^{-۲}$$

مول اسید در هر دو حالت برابر است و تغییری نمی‌کند، پس:

$$C_{M_۱} V_۱ = C_{M_۲} V_۲ \Rightarrow C_{M_۱} \times ۱۰ = ۱۰^{-۲} \times (۱۰ + ۹۰)$$

$$\Rightarrow C_{M_۱} = ۱۰^{-۱}\ mol \cdot L^{-۱} \text{ (غلظت مولی محلول اولیه و غلیظ اسید)}$$

$$HA + NaOH \rightarrow NaA + H_۲O$$

روش اول:

$$\frac{۱L \times ۱۰^{-۱}\ \frac{mol}{L}}{۱} = \frac{xg}{۴۰} \Rightarrow x = ۴gNaOH$$

روش دوم:

$$?g\ NaOH = ۱L\ HA \times \frac{۱۰^{-۱} mol\ HA}{۱L\ HA} \times \frac{۱mol\ NaOH}{۱mol\ HA} \times \frac{۴۰g\ NaOH}{۱mol\ NaOH} = ۴g$$

۵۶ . گزینه ۳

$$H_۲SO_۴(aq) + ۲NaOH(aq) \rightarrow Na_۲SO_۴(aq) + ۲H_۲O(l)$$

$$H_۲SO_۴ \begin{cases} C_{M_۱} = ۰/۵mol \cdot L^{-۱} \\ V_۱ = ? \\ n_۱ = ۲ \end{cases} \qquad NaOH \begin{cases} C_{M_۲} = ۵/۰۴mol \cdot L^{-۱} \\ V_۲ = ۲۰۰ \\ n_۲ = ۱ \end{cases}$$

$$C_{M_۱} \cdot V_۱ \cdot n_۱ = C_{M_۲} \cdot V_۲ \cdot n_۲$$

$$۰/۵ \times V_۱ \times ۲ = ۵/۰۴ \times ۲۰۰ \times ۱ \Rightarrow V_۱ = ۱۰۰۸L \quad \text{حجم } H_۲SO_۴ \text{ موردنیاز}$$

$$\text{حجم کل محلول} = ۱۰۰۸ + ۲۰۰ = ۱۲۰۸L$$

$$?\min = ۱۰۰۸L H_۲SO_۴ \text{ محلول} \times \frac{۱s}{۰/۳۵L H_۲SO_۴ \text{ محلول}} \times \frac{۱\ \min}{۶۰s} = ۴۸\ \min$$

۵۷ . گزینه ۴

$$HA \begin{cases} pH = ۳ \rightarrow [H_۳O^+] = ۱۰^{-۳} \rightarrow [H_۳O^+] = [HA] \times \alpha \rightarrow ۱۰^{-۳} = [HA] \times \frac{۵}{۱۰۰} \rightarrow [HA] = \frac{۰/۰۲mol}{L} \\ V = ?mL \end{cases}$$

$$KOH \begin{cases} [KOH] = ۰/۱mol \cdot L^{-۱} \\ V = ۱۰mL \end{cases}$$

$$M_۱V_۱n_۱ = M_۲V_۲n_۲ \Rightarrow ۰/۰۲ \times V \times ۱ = ۰/۱ \times ۱۰ \times ۱ \Rightarrow V = ۵۰mL$$

۵۸ . گزینه ۴

$$pH = ۲/۷ \Rightarrow [H^+] = ۱۰^{-۲/۷} = ۱۰^{-۳} \times ۱۰^{+۰/۳} \Rightarrow [H^+] = ۲ \times ۱۰^{-۳}$$

$$[H^+] = M \times \alpha \Rightarrow ۲ \times ۱۰^{-۳} = M \times ۰/۰۲ \Rightarrow M = ۰/۱mol \cdot L^{-۱}$$

$$n_aM_aV_a = n_bM_bV_b \Rightarrow ۰/۱ \times ۲۵ \times ۱ = ۰/۰۵ \times V_b \times ۱ \Rightarrow V_b = ۵۰mL$$

۵۹ . گزینه ۴

$$NaClO(aq) + ۲HCl(aq) \rightarrow NaCl(aq) + Cl_۲(g) + H_۲O(l)$$

اسید قوی $HCl \Rightarrow [H^+] = [HCl] = ۱۰^{-pH} \Rightarrow [HCl] = ۱۰^{-۱}$

بازده نظری $\Rightarrow ?LCl_۲ = ۵LHCl \times \frac{۰/۱molHCl}{LHCl} \times \frac{۱molCl_۲}{۲molHCl} \times \frac{۲۵LCl_۲}{۱molCl_۲} = ۶/۲۵LCl_۲$

بازده درصدی $= \frac{\text{بازده عملی}}{\text{بازده نظری}} \times ۱۰۰ \Rightarrow ۸۰ = \frac{x}{۶/۲۵} \times ۱۰۰ \Rightarrow x = ۵L$

۶۰ . گزینه ۴ غلظت اسید را با استفاده از غلظت یون هیدرونیم تعیین می‌کنیم:

$$pH = ۳/۴ \Rightarrow [H^+] = ۱۰^{-۳/۴} = ۱۰^{-۴} \times ۱۰^{۰/۶} = ۴ \times ۱۰^{-۴} mol \cdot L^{-۱}$$

$$[H^+] = \alpha M \Rightarrow M = \frac{۴ \times ۱۰^{-۴}}{۲٫۵ \times ۱۰^{-۲}} = ۱٫۶ \times ۱۰^{-۲} mol \cdot L^{-۱}$$

$$HA + NaOH \rightarrow NaA + H_۲O$$

حال با توجه به معادله واکنش می‌توان نوشت:

$$۲۰mL \times \frac{۱L}{۱۰۰۰mL} \times \frac{۱٫۶ \times ۱۰^{-۲} molHA}{۱L} \times \frac{۱molNaOH}{۱molHA} = ۳٫۲ \times ۱۰^{-۳} molNaOH$$

۶۱ . گزینه ۴

$$pH \text{ اولیه} = -\log[H^+] = -\log(۰٫۰۱) = ۲$$
$$pH = ۴ \Rightarrow [H^+] = ۱۰^{-۴} mol \cdot L^{-۱}$$
$$\Delta[H^+] = ۱۰^{-۲} - ۱۰^{-۴} = ۹٫۹ \times ۱۰^{-۳} \Rightarrow \Delta n(H^+) = ۹٫۹ \times ۱۰^{-۳} \frac{mol}{L} \times ۲L = ۱۹٫۸ \times ۱۰^{-۳} mol$$

هر مول H^+ با ۱ مول OH^- خنثی می‌شود:

$$۰٫۰۱۹۸molKOH \times \frac{۵۶gKOH}{۱molKOH} \simeq ۱٫۱۱gKOH$$

۶۲ . گزینه ۳

$$HA + NaOH \rightarrow NaA + H_۲O$$
$$۰٫۱۶gNaOH \times \frac{۱molNaOH}{۴۰gNaOH} \times \frac{۱molHA}{۱molNaOH} = ۰٫۰۰۴molHA \quad \text{مصرف شده}$$
$$pH = ۲ \Rightarrow [H^+] = ۰٫۰۱mol \cdot L^{-۱}$$
$$\text{دو محلول نهایی : } ۰٫۰۱ = \frac{x molH^+}{۰٫۱L} \Rightarrow x = ۰٫۰۰۱molH^+$$
$$HA \text{ مول اولیه} = ۰٫۰۰۴ + ۰٫۰۰۱ = ۰٫۰۰۵mol$$
$$HA \text{ جرم محلول اولیه} = ۲٫۵g$$
$$HA \text{ جرم} = ۰٫۰۰۵molHA \times \frac{۱۵۰gHA}{۱molHA} = ۰٫۷۵gHA$$
$$\text{درصد جرمی} = \frac{HA \text{ جرم}}{\text{جرم محلول}} \times ۱۰۰ = \frac{۰٫۷۵}{۲٫۵} \times ۱۰۰ = \%۳۰$$

۶۳ . گزینه ۴

$$n = M \times V \rightarrow HCl \text{ مول} = ۰٫۰۲ \times \frac{۲۵}{۱۰۰۰} = \frac{۱}{۲۰۰۰} mol$$

$$HCl(aq) + AgNO_۳(aq) \rightarrow AgCl(s) + HNO_۳(aq)$$

با توجه به ضرایب استوکیومتری مواد، تعداد مول HCl مصرفی با $HNO_۳$ تولید شده برابر است. پس تعداد مول اسید در واکنش تغییر نمی‌کند اما حجم محلول دو برابر شده است. پس غلظت جدید اسید را محاسبه می‌کنیم.

$$M = \frac{n}{V} \Rightarrow \frac{\frac{۱}{۲۰۰۰} mol}{\frac{۵۰}{۱۰۰۰} L} = \frac{۱}{۱۰۰} = ۱۰^{-۲} mol \cdot L^{-۱} \quad (\text{غلظت مولی } HNO_۳ \text{ در حجم } ۵۰mL)$$

$$[HCl] = ۱۰^{-pH} \Rightarrow pH = ۲$$

$$NaOH + HNO_۳ \rightarrow NaNO_۳ + H_۲O$$
$$\frac{۱}{۲۰۰۰} molHNO_۳ \times \frac{۱molNaOH}{۱molHNO_۳} \times \frac{۴۰gNaOH}{۱molNaOH} \times \frac{۱۰۰۰mg}{۱g} = ۲۰mgNaOH$$

۶۴ . گزینه ۴

$$\begin{cases} KOH \text{ تعداد مول} \Rightarrow \frac{۴۰}{۱۰۰۰} L \times ۰٫۲ mol \cdot L^{-۱} = ۰٫۰۰۸molKOH \\ HCl \text{ تعداد مول} \Rightarrow \frac{۱۰}{۱۰۰۰} L \times ۰٫۶ mol \cdot L^{-۱} = ۰٫۰۰۶molHCl \end{cases}$$

چون مول KOH بیشتر بوده، محلول نهایی بازی است. کاغذ pH در محلول‌های بازی به رنگ آبی درمی‌آید. برای محاسبهٔ pH محلول نهایی می‌توان به صورت زیر عمل کرد:

$$\Delta n = ۰٫۰۰۸ - ۰٫۰۰۶ = ۰٫۰۰۲molKOH \rightarrow \text{اضافی } M_{KOH} = [OH^-] = \frac{n}{V} = \frac{۰٫۰۰۲}{\frac{۴۰+۱۰}{۱۰۰۰}} = ۰٫۰۴ = ۴ \times ۱۰^{-۲}$$

$$[H^+] = \frac{۱۰^{-۱۴}}{۴ \times ۱۰^{-۲}} = \frac{۱۰ \times ۱۰^{-۱۵}}{۴ \times ۱۰^{۲}} = ۲٫۵ \times ۱۰^{-۱۳} \rightarrow pH = -\log(۲٫۵ \times ۱۰^{-۱۳}) = ۱۳ - (\log ۵ - \log ۲) = ۱۲٫۶$$

۶۵ . گزینه ۳

با توجه به واکنش، اتم‌های Mg اکسایش می‌یابند، پس کاهنده هستند و اتم‌های اکسیژن کاهش می‌یابند و اکسنده هستند.

۶۶ . گزینه ۲ از واکنش فلزهایی قلیایی با هالوژن‌ها و (نافلزهای گروه ۱۷)، ترکیب یونی به وجود می‌آید. عنصری که به راحتی الکترون از دست می‌دهد (اکسایش می‌یابد) کاهندهٔ قوی است.

۶۷ . گزینه ۲ ابتدا نیم‌واکنش $H_۲O_۲ \rightarrow a\bar{e} + O_۲ + H^+$ را موازنه می‌کنیم. اکسیژن موازنه است. با بکارگیری ضریب ۲ برای H^+ و $\bar{e}$ ، سایر اجزاء نیز موازنه خواهند شد. نیم‌واکنش موازنه شده به صورت روبرو است:

$$H_۲O_۲ \rightarrow ۲\bar{e} + O_۲ + ۲H^+$$

اکنون به موازنهٔ نیم‌واکنش $MnO_۴^- + H^+ + b\bar{e} \rightarrow Mn^{۲+} + H_۲O$ می‌پردازیم. Mn خودبه‌خود موازنه است. با اعمال ضریب ۴ برای $H_۲O$ اکسیژن موازنه می‌شود. سپس با بکارگیری ضریب ۸ برای H^+، عنصر هیدروژن را موازنه می‌کنیم و در آخر برای موازنهٔ بار، به $\bar{e}$ ضریب ۵ اختصاص می‌دهیم. نیم‌واکنش موازنه شده به صورت زیر است:

$$MnO_۴^- + ۸H^+ + ۵\bar{e} \rightarrow Mn^{۲+} + ۴H_۲O$$

نسبت $\frac{a}{b}$ برابر $\frac{۲}{۵}$ می‌باشد.

۶۸ . گزینه ۳

Fe و O در دو طرف معادله فقط در ساختار یک ترکیب وجود دارند. پس بهتر است موازنه را با Fe یا O آغاز کنیم. تعداد Fe در دو طرف معادله برابر است. با به کارگیری ضریب ۲ برای $H_۲O$ تعداد O را نیز موازنه می‌کنیم. با اعمال ضریب ۲ برای H^+ تعداد هیدروژن نیز موازنه می‌شود. در نهایت برای موازنهٔ بار الکتریکی به $Fe^{۲+}$ و $Fe^{۳+}$ ضریب ۲ می‌دهیم. معادلهٔ موازنه شده واکنش به صورت زیر است:

$$۲Fe^{۲+} + H_۲O_۲ + ۲H^+ \rightarrow ۲Fe^{۳+} + ۲H_۲O$$

مجموع ضریب‌های واکنش $= ۲ + ۱ + ۲ + ۲ + ۲ = ۹$

۶۹ . گزینه ۴

$$MnO_۴^- + ۸H^+ + ۵e^- \rightarrow Mn^{۲+} + ۴H_۲O$$

۷۰ . گزینه ۱ ابتدا به روش وارسی موازنه می‌نماییم و سپس موازنه بار انجام می‌دهیم.

$$۱Mn^{۲+}(aq) + ۲H_۲O(l) \rightarrow ۱MnO_۲(s) + ۴H^+ + \bar{e}$$

بارهای سمت راست = بارهای سمت چپ

$$۱ \times (+۲) = ۴ \times (+۱) + f \times (-۱)$$

$$\rightarrow ۲ = ۴ - f \Rightarrow f = ۲$$

$$\Rightarrow \underset{a}{۱} + \underset{b}{۲} + \underset{c}{۱} + \underset{d}{۴} + \underset{f}{۲} = ۱۰$$

۷۱ . گزینه ۴

$$\text{قدرت اکسندگی} \begin{cases} \text{واکنش ۱} : & Sn^{۴+} > H^+ \\ \text{واکنش ۲} : & H^+ > Sn^{۲+} \\ \text{واکنش ۳} : & Fe^{۳+} > Sn^{۴+} \end{cases} \Rightarrow Fe^{۳+} > Sn^{۴+} > H^+ > Sn^{۲+}$$

۷۲ . گزینه ۴

$$\left.\begin{array}{l} \text{قدرت اکسندگی : واکنش اول} : Fe^{۲+} > Zn^{۲+} \\ \text{قدرت اکسندگی : واکنش دوم} : Cu^{۲+} > Sn^{۲+} \\ \text{قدرت اکسندگی : واکنش سوم} : Sn^{۲+} > Fe^{۲+} \end{array}\right\} \Rightarrow \text{قدرت اکسندگی} : Cu^{۲+} > Sn^{۲+} > Fe^{۲+} > Zn^{۲+}$$

۷۳ . گزینه ۱ مطابق صورت تست، فلز M می‌تواند نقره (Ag) را از محلول نقره نیترات $(AgNO_۳)$ آزاد کند.

$$M(s) + nAgNO_۳(aq) \rightarrow M(NO_۳)_n(aq) + nAg(s)$$

با حذف یون ناظر $(NO_۳^-)$، معادلهٔ فوق به صورت زیر نوشته می‌شود:

$$\underset{\text{الکترون می دهد}\\\text{اکسایش می یابد}\\\text{کاهنده}}{\underbrace{M(s)}} + \underset{\text{الکترون می گیرد}\\\text{کاهش می یابد}\\\text{اکسنده}}{\underbrace{nAg^+(aq)}} \xrightarrow{ne^-} M^{n+}(aq) + nAg(s)$$

در این واکنش قدرت الکترون‌دهی (کاهندگی) فلز M از Ag بیشتر است.

قدرت کاهندگی : $M > Ag$

از طرفی مطابق صورت تست، فلز M بر محلول نمک‌های آهن بی‌اثر است.

انجام‌ناپذیر $\rightarrow M(s) + Fe^{۲+}(aq)$

در معادلهٔ فوق، فلز M نمی‌تواند به یون آهن $(II)(Fe^{۲+})$ الکترون بدهد، یعنی قدرت الکترون‌دهی (کاهندگی) فلز M از Fe کم‌تر است.

قدرت کاهندگی : $Fe > M$

از مجموع گفته‌های فوق، ترتیب قدرت الکترون‌دهی (کاهندگی) فلزهای M ، Ag و Fe به صورت زیر می‌باشد:

قدرت کاهندگی : $Fe > M > Ag$

۷۴ . گزینه ۴ با توجه به واکنش (I) نیم‌واکنش‌های زیر به‌طور طبیعی رخ می‌دهند:

نیم‌واکنش کاهش $Sn^{۴+} + ۲e^- \rightarrow Sn^{۲+}$

نیم‌واکنش اکسایش $H_۲ \rightarrow ۲H^+ + ۲e^-$

پس قدرت اکسندگی (الکترون گرفتن) $Sn^{۴+}$ بیشتر از H^+ است.

با توجه به واکنش (II) نیم‌واکنش‌های زیر به‌طور طبیعی رخ می‌دهند:

$Fe^{۳+} + e^- \rightarrow Fe^{۲+}$ نیم‌واکنش کاهش

$Sn^{۲+} \rightarrow Sn^{۴+} + ۲e^-$ نیم‌واکنش اکسایش

پس قدرت اکسندگی $Fe^{۳+}$ بیشتر از $Sn^{۴+}$ است.

با توجه به واکنش (III) نیم‌واکنش‌های زیر به‌طور طبیعی انجام می‌شوند:

$۲H^+ + ۲e^- \rightarrow H_۲$ نیم‌واکنش کاهش

$Sn \rightarrow Sn^{۲+} + ۲e^-$ نیم‌واکنش اکسایش

پس قدرت اکسندگی H^+ بیشتر از $Sn^{۲+}$ است.

بنابراین:

قدرت اکسندگی : $Fe^{۳+} > Sn^{۴+} > H^+ > Sn^{۲+}$

۷۵. گزینه ۳

$$Zn(s) + ۲AgNO_۳(aq) \rightarrow Zn(NO_۳)_۲(aq) + ۲Ag(s)$$

طبق معادلهٔ بالا به ازای ۱ مول $Zn(s)$ که از تیغهٔ روی جدا می‌شود، ۲ مول نقره به سطح تیغه جذب می‌شود.

$$\text{تغییر جرم تیغه} = -۶۵gZn + (۲ \times ۱۰۸)gAg = +۱۵۱g$$

$$\text{تغییر جرم تیغه}? = ۲۰۰mL\ AgNO_۳ \times \frac{۱L\ AgNO_۳}{۱۰۰۰mL\ AgNO_۳} \times \frac{۰/۲mol\ AgNO_۳}{۱L\ AgNO_۳} \times \frac{\text{اضافه وزن } ۱۵۱g}{۲mol\ AgNO_۳} = ۳/۰۲g$$

$$\text{بازدهٔ درصدی} = \frac{\text{جرم اضافه شده}}{\text{جرم محاسبه شده}} \times ۱۰۰ = \frac{۲/۴۱۶}{۳/۰۲} \times ۱۰۰ = ۸۰$$

۷۶. گزینه ۱

$$۲AgNO_۳(aq) + Cu(s) \rightarrow Cu(NO_۳)_۲(aq) + ۲Ag(s)$$

$$?mol\ Cu(NO_۳)_۲ = ۰/۱mol \cdot L^{-۱} \times \frac{۲۰۰}{۱۰۰۰}L = ۰/۰۲mol$$

$$\overline{R} = \overline{R}(Cu(NO_۳)_۲) \Rightarrow ۱۵ \times ۱۰^{-۳} = \frac{۰/۰۲ - ۰}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \frac{۲ \times ۱۰^{-۲}}{۱۵ \times ۱۰^{-۳}} = \frac{۴}{۳}min$$

$$\frac{۴}{۳}min \times ۶۰s = \frac{۲۴۰}{۳} = ۸۰s$$

$$\begin{matrix} ۰/۰۲mol & xg \\ Cu(NO_۳)_۲ & \sim & Cu \\ ۱ & & ۶۴ \end{matrix} \Rightarrow \frac{۰/۰۲}{۱} = \frac{x}{۶۴} \Rightarrow x = ۱/۲۸g$$

از جرم تیغهٔ Cu کاسته می‌شود

$$\begin{matrix} ۰/۰۲mol & xg \\ Cu(NO_۳)_۲ & \sim & ۲Ag \\ ۱ & & ۲ \times ۱۰۸ \end{matrix} \Rightarrow \frac{۰/۰۲}{۱} = \frac{x}{۲ \times ۱۰۸} \Rightarrow x = ۴/۳۲$$

مقدار جرم نقره، که بر روی تیغهٔ Cu رسوب می‌کند و اضافه می‌شود

مقدار جرم نقره، که بر روی تیغهٔ Cu رسوب می‌کند و اضافه می‌شود.

تغییر جرم تیغه $= ۴/۳۲ - ۱/۲۸ = ۳/۰۴g$

مقدار تغییر جرم تیغهٔ مس را به روش زیر نیز می‌توان محاسبه کرد:

به ازای مصرف یک مول مس $(۶۴g)$، دو مول نقره $(۲۱۶g)$ روی تیغهٔ مس می‌نشیند؛ بنابراین تغییر جرم طبق استوکیومتری واکنش برابر $۲۱۶ - ۶۴ = ۱۵۲g$ خواهد بود.

$$\begin{matrix} ۲۰۰ \times ۰/۱M & x(\text{اختلاف جرم}) \\ Cu(NO_۳)_۲ & \sim & ۲Ag \\ ۱ \times ۱۰۰۰ & & -۶۴ + ۲۱۶ = ۱۵۲ \end{matrix} \Rightarrow \frac{۲۰۰ \times ۰/۱}{۱ \times ۱۰۰} = \frac{x}{۱۵۲} \Rightarrow x = ۳/۰۴g$$

۷۷. گزینه ۳

مقدار $SnCl_۲$ مصرفی $= ۲۰mL \times \frac{۲g}{۱۰۰mL} = ۰/۴g$

$$SnCl_۲ + ۲FeCl_۳ \rightarrow SnCl_۴ + ۲FeCl_۲$$

$$\frac{\text{جرم ناخالص} \times \frac{\text{درصد خلوص}}{۱۰۰}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{حجم}(mL) \times \text{غلظت مولی}}{\text{ضریب} \times ۱۰۰۰}$$

$$\frac{۰/۴g \times a}{۱۹۰ \times ۱۰۰} = \frac{۴۰ \times ۰/۱}{۲ \times ۱۰۰۰} \rightarrow a = ۹۵\%$$

در این واکنش، به ازای مصرف ۲ مول $FeCl_۳$، ۲ مول الکترون مبادله می‌شود.

$۲FeCl_۳ \sim ۲e$

$$\frac{۴۰ \times ۰/۱}{۲ \times ۱۰۰۰} = \frac{xmol}{۲} \Rightarrow x = ۰/۰۰۴mol\,e^-$$

۷۸ . گزینه ۱ قدرت کاهندگی Zn از Cu بیشتر است، لذا روی، آند (قطب منفی) و مس، کاتد (قطب مثبت) سلول را تشکیل می‌دهد. در ضمن کار سلول، غلظت $Zn^{۲+}$ افزایش و غلظت $Cu^{۲+}$ کاهش می‌یابد. جهت جریان الکترون از الکترود روی به سمت مس است.

۷۹ . گزینه ۴ به جز عبارت (پ)، بقیه عبارت‌ها درست‌اند.

در مورد عبارت (پ)، در سلول گالوانی (روی - مس)، مس کاتد (قطب مثبت) است و در کاتد عمل کاهش انجام می‌شود (منظور از رسانای یونی، محلول و منظور از رسانای الکترونی، الکترودها (کاتد و آند) هستند.).

۸۰ . گزینه ۲ با توجه به خودبه‌خودی بودن واکنش، Zn، اکسید شده پس Zn کاهنده‌تر است و $Co^{۲+}$، کاهش یافته پس اکسنده‌تر است.

۸۱ . گزینه ۱ گونهٔ سمت راست نیم‌واکنشی با E° کمتر می‌تواند با گونهٔ سمت چپ نیم‌واکنشی با E° بیشتر، واکنش دهد؛ بنابراین واکنش‌های a و b به‌صورت خودبه‌خودی انجام می‌شوند.

۸۲ . گزینه ۲ الکترود Fe آند است و اتم‌های آن اکسید می‌شوند و به غلظت $Fe^{۲+}$ محلول اضافه می‌شود. مس قطب مثبت (کاتد) است و نیم واکنش کاهش در آن انجام می‌شود و کاتیون‌ها به سمت کاتد یعنی مس می‌روند.

۸۳ . گزینه ۱ با توجه به واکنش داده‌شده، فلز X باید کاهنده‌تر از Zn باشد (یعنی در جدول پتانسیل الکترودی استاندارد کاهشی پایین‌تر از Zn قرار داشته باشد) که در گزینه‌های داده‌شده، فقط Mg این ویژگی را دارد.

۸۴ . گزینه ۳

واکنش‌های ۲ و ۳ انجام‌پذیرند زیرا قدرت کاهندگی Fe از $Sn^{۲+}$ و قدرت کاهندگی Zn از Fe بیشتر است.

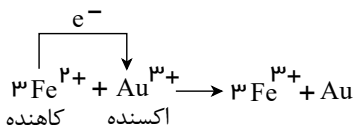
$$۲)Fe + Sn^{۲+} \rightarrow fe^{۲+} + Sn$$
$$E^\circ = E^\circ(Sn^{۲+}/Sn) - E^\circ(Fe^{۲+}/Fe) = -۰/۱۵ - (-۰/۴۱) = ۰/۲۶V$$
$$۳)Zn + Fe^{۲+} \rightarrow Zn^{۲+} + Fe$$
$$E^\circ = E^\circ(Fe^{۲+}/Fe) - E^\circ(Zn^{۲+}/Zn)$$
$$= -۰/۴۱ - (-۰/۷۶) = +۰/۳۵$$

۸۵ . گزینه ۴ در الکترولیت، غلظت H^+ باید ۱ مولار باشد. در حالی که در محلول ۱ مولار سولفوریک اسید $(H_۲SO_۴)$، با توجه به اینکه این اسید یک اسید قوی دو پروتون‌دار است، غلظت H^+ بیشتر از ۱ مولار خواهد بود.

۸۶ . گزینه ۱ گونهٔ سمت راست نیم‌واکنش با E° کمتر، می‌تواند با گونهٔ سمت چپ نیم‌واکنش با E° بزرگ‌تر به‌طور خودبه‌خودی واکنش دهد؛ بنابراین Fe می‌تواند با $I_۲$ واکنش دهد.

۸۷ . گزینه ۴

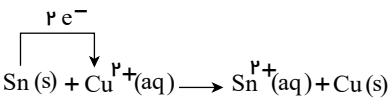
قدرت کاهندگی $Fe^{۲+}$ نسبت به Au بیشتر است؛ بنابراین $Fe^{۲+}$ می‌تواند به $Au^{۳+}$ الکترون بدهد.



۸۸ . گزینه ۴ E° مس عددی مثبت است، بنابراین الکترود استاندارد هیدروژن که E° برابر صفر دارد، در مقابل الکترود مس نقش آند را ایفا می‌کند. در الکترود آندی همواره پدیدهٔ اکسایش روی می‌دهد.

ازاین‌رو، نیم‌واکنش آندی انجام‌شده در الکترود هیدروژن به‌صورت روبه‌رو است: $H_۲(g) \rightarrow ۲H^+(aq) + ۲\bar{e}$

۸۹ . گزینه ۱ $E^\circ(Ce^{۴+}/Ce^{۳+})$ نسبت به بقیه بزرگ‌تر است، بنابراین $Ce^{۴+}$ قدرت الکترون‌گیری بیشتری دارد و اکسندهٔ قوی‌تری است. همچنین $E^\circ(Al^{۳+}/Al)$ نسبت به بقیه کوچک‌تر است، بنابراین Al قدرت الکترون‌دهی بیشتری دارد و کاهندهٔ قوی‌تری است. ضمناً E° قلع از مس کم‌تر است، ازاین‌رو فلز قلع الکترون‌دهی بیشتری دارد و Sn می‌تواند $Cu^{۲+}$ را از محلول نمک‌های آن آزاد سازد.



۹۰ . گزینه ۲ E° نیکل بزرگ‌تر از روی است، از این رو یون $Ni^{۲+}(aq)$ اکسنده‌تر از یون $Zn^{۲+}(aq)$ است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) E° وانادیم کوچک‌تر از آهن است، از این رو اتم وانادیم، الکترون‌دهنده‌تر از اتم آهن است.

۳) E° وانادیم از نیکل کوچک‌تر است، از این رو وانادیم قدرت الکترون‌دهی بیشتری دارد و آند یا قطب منفی سلول است.

۴) E° روی از آهن کوچک‌تر است، از این رو تیغهٔ روی قدرت الکترون‌دهی بیشتری دارد و در سلول روی - آهن، جریان الکترون از تیغهٔ روی (آند) به سوی آهن (کاتد) است.

۹۱ . گزینه ۳ با توجه به این که قدرت کاهندگی Cu از Ni کمتر است، فلز مس نمی‌تواند با محلول حاوی کاتیون نیکل واکنش دهد.

۹۲ . گزینه ۱ الکترودی که E° کوچک‌تری دارد، الکترون‌دهنده‌تر یا کاهنده‌تر است و آند سلول را تشکیل می‌دهد.

۹۳ . گزینه ۲ بررسی هر چهار گزینه:

۱) در این واکنش، Ni به $Cu^{۲+}$ الکترون می‌دهد؛ پس Ni قدرت الکترون‌دهی بیش‌تری دارد و E° الکترود نیکل از E° الکترود مس کم‌تر است.

۲) این واکنش با انتقال الکترون از Ni به $Cu^{۲+}$ انجام می‌پذیرد؛ پس تمایل نیکل برای از دست دادن الکترون، بیش‌تر از مس است.

۳) Ni با از دست دادن الکترون اکسید می‌شود؛ پس نیم واکنش اکسایش، به صورت $Ni(s) \rightarrow Ni^{۲+}(aq) + ۲e^-$ است.

۴) $Ni(s)$ با از دست دادن الکترون، اکسید می‌شود و دارای نقش کاهندگی است و $Cu^{۲+}$ با گرفتن الکترون، کاهیده می‌شود و دارای نقش اکسندگی است.

۹۴ . گزینه ۳ فلزی با قدرت کاهندگی بیشتر (E° کمتر) می‌تواند با کاتیون فلزی با قدرت کاهندگی کمتر (E° بیشتر) به‌طور خودبه‌خودی واکنش دهد؛ بنابراین به‌جز واکنش (آ)، بقیه واکنش‌ها انجام‌پذیرند.

قدرت کاهندگی : $Cd > Co > Cu > Hg$

۹۵ . گزینه ۲ تیغهٔ کاتد از جنس پلاتین است و نقش جذب‌کنندهٔ گاز هیدروژن (جذب فیزیکی) روی سطح خود را دارد. به‌طور کلی در نیم‌سلول SHE چه در جایگاه کاتد و چه در جایگاه آند باشد، جرم تیغهٔ فلزی (یعنی پلاتین) تغییری نمی‌کند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) دیوارهٔ متخلخل، همواره آنیون‌ها را به‌سمت آند و کاتیون‌ها را به‌سمت کاتد هدایت می‌کند.

۳) واکنش کلی این سلول به‌صورت $Zn(s) + ۲H^+(aq) \rightarrow Zn^{۲+}(aq) + H_۲(g)$ است.

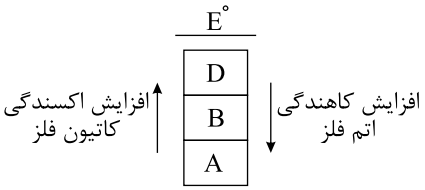
۴) الکترود روی در این سلول آند است و قطب منفی سلول را تشکیل می‌دهد.

۹۶ . گزینه ۳

$A^{۲+} + B \rightarrow B^{۲+} + A$ ؛ انجام‌ناپذیر $\Rightarrow$ قدرت کاهندگی : $B < A$

$B + D^{۲+} \rightarrow B^{۲+} + D \Rightarrow$ قدرت کاهندگی : $B > D$

می‌دانیم در سری E°، فلز پایین‌تر با کاتیون فلز بالاتر واکنش می‌دهد، پس جدول E° با توجه به دو واکنش داده‌شده به‌صورت زیر است:



در سری E°، A پایین‌تر از D است، بنابراین A می‌تواند با کاتیون فلز D واکنش دهد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه ۱) قدرت کاهندگی : $D < B < A$

گزینه ۲) قدرت اکسندگی : $D^{۲+} > B^{۲+} > A^{۲+}$

گزینه ۴) اگر E° فلز A منفی باشد (در سری E° پایین‌تر از H) می‌تواند با محلول اسیدها واکنش دهد.

۹۷ . گزینه ۱

با توجه به E°های داده‌شده هرچه E° بزرگ‌تر باشد، گونهٔ سمت چپ اکسنده قوی‌تر و گونهٔ سمت راست کاهندهٔ ضعیف‌تری است.

ترتیب قدرت کاهندگی : $V > Zn > Fe > Ni$

ترتیب قدرت اکسندگی : $Ni^{۲+} > Fe^{۲+} > Zn^{۲+} > V^{۳+}$

۹۸ . گزینه ۱ آهن کاهنده‌تر از مس است و می‌تواند با محلول حاوی $Cu^{۲+}$ واکنش دهد.

۹۹ . گزینه ۳ نیم‌واکنشی که E° مثبت‌تری دارد، گونهٔ سمت چپ آن قوی‌ترین اکسنده است (در این تست یعنی Au^+). نیم‌واکنشی که E° منفی‌تری دارد، گونهٔ سمت راست آن قوی‌ترین کاهنده است (در این تست یعنی Sn) واکنش بین گونهٔ سمت چپ از نیم واکنش‌بالا (E° مثبت‌تر) با گونهٔ سمت راست از نیم‌واکنش پایین‌تر (E° منفی‌تر) انجام‌پذیر است.

بنابراین واکنش $Hg^{۲+}$ و Sn در شرایط استاندارد انجام‌پذیر است.

۱۰۰ . گزینه ۱

با توجه به اینکه در این واکنش، منیزیم کاهنده و یون‌های $Fe^{۲+}$ نقش اکسنده را دارند؛ پس در جدول پتانسیل کاهشی استاندارد منیزیم پایین‌تر از آهن جای دارد.

$$\underbrace{Mg}_{\text{اکسایش در آند}} + \overbrace{Fe^{۲+}}^{\text{کاهش در کاتد}} \rightarrow Mg^{۲+} + Fe$$

۱۰۱ . گزینه ۳ با توجه به واکنش‌های ارائه شده، فلزهای Ni , Sn , Fe و گاز $H_۲$ همگی می‌توانند کاتیون فلز M را به فلز M کاهش می‌دهند. پس باید در جدول E°، جایگاه فلز M از Ni , Sn , Fe و $H_۲$ بالاتر باشد که در میان گزینه‌ها فقط Cu می‌تواند باشد.

۱۰۲ . گزینه ۴ همواره در سلول‌های گالوانی E° سلول مقدار مثبتی است. در سلول روی - هیدروژن، Zn آند و الکترولیت در آند، $Zn^{۲+}$ است. همچنین SHE کاتد را تشکیل می‌دهد و در آن (سطح پلاتین) نیم‌واکنش کاهش انجام می‌شود نه اکسایش.

۱۰۳ . گزینه ۲ با توجه به برابر بودن E° دو سلول داریم:

$$\overbrace{E^\circ_A - E^\circ_B}^{\text{سلول اول}} = \overbrace{E^\circ_B - E^\circ_C}^{\text{سلول دوم}} \Rightarrow -۰/۴۱ - E^\circ_B = E^\circ_B - (-۲/۳۷) \Rightarrow E^\circ_B = -۱/۳۹V$$

۱۰۴ . گزینه ۳

قدرت کاهندگی منگنز از نقره بیشتر است و نقش آند را دارد.

سلول $E^\circ = E^\circ_{\text{کاتد}} - E^\circ_{\text{آند}} \Rightarrow ۱/۹۸ = ۰/۸ - x \rightarrow x = -۱/۱۸V$

۱۰۵ . گزینه ۲ هرچه اختلاف مقدار E° بین دو عنصر بیشتر باشد، مقدار E° سلول حاصل از آن‌ها بیشتر است.

۱۰۶. گزینه ۲

$$Zn(s) + A^{2+}(aq) \longrightarrow Zn^{2+}(aq) + A(s) \quad (2e^-)$$

(Zn(s): اکسایش، $A^{2+}(aq)$: کاهش)

$E^\circ_{\text{سلول}} = E^\circ_{\text{کاتد}} - E^\circ_{\text{آند}} \Rightarrow 0/35 = E^\circ(A^{2+}/A) - (-0/76) \Rightarrow E^\circ(A^{2+}/A) = -0/41$

اکنون می‌توان E° واکنش زیر را به دست آورد.

$$A(s) + 2Ag^+(aq) \longrightarrow A^{2+}(aq) + 2Ag(s) \quad (2e^-)$$

(A(s): اکسایش، $Ag^+(aq)$: کاهش)

$E^\circ_{\text{سلول}} = E^\circ_{\text{کاتد}} - E^\circ_{\text{آند}} = +0/8 - (-0/41) = +1/21$ ولت

۱۰۷. گزینه ۱

$$E^\circ_{\text{سلول}} = E^\circ_{\text{کاتد}} - E^\circ_{\text{آند}}$$
$$\Rightarrow E^\circ_{Cu^{2+}/Cu} - E^\circ_{A^{2+}/A} = E^\circ_{A^{2+}/A} - E^\circ_{Zn^{2+}/Zn} \Rightarrow 0/34 - E^\circ_{A^{2+}/A} = E^\circ_{A^{2+}/A} - (-0/76)$$
$$\Rightarrow 2E^\circ_{A^{2+}/A} = -0/42 \Rightarrow E^\circ_{A^{2+}/A} = -0/21V$$

۱۰۸. گزینه ۳

در سری الکتروشیمیایی هر چه عنصر در موقعیت پایین‌تری قرار داشته باشد، E° آن کوچک‌تر و کاهنده‌ای قوی‌تر است و هرچه عنصر در موقعیت بالاتری باشد، E° آن بزرگ‌تر و اکسندهٔ قوی‌تر است؛ بنابراین Zn قوی‌ترین کاهنده و Ag^+ قوی‌ترین اکسنده است.

$E^\circ_{\text{سلول}} = E^\circ_{\text{کاتد}} - E^\circ_{\text{آند}} \Rightarrow E^\circ_{\text{سلول}} = +0/34 - (-0/25) = +0/59V$

۱۰۹. گزینه ۲ در این سلول، چون $E^\circ_{(Zn^{2+}/Zn)}$ کوچک‌تر است، پس Zn آند است و اکسید می‌شود. الکترون‌ها در مدار بیرونی به سمت الکترود کاتد (نقره) جریان می‌یابد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

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

۳) الکترود نقره کاتد است و در آن عمل کاهش صورت می‌گیرد.

۴) واکنش کلی سلول به صورت $Zn(s) + 2Ag^+(aq) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + 2Ag(s)$ است.

۱۱۰. گزینه ۳

جهت حرکت الکترون‌ها در مدار بیرونی (سیم) از آند به‌سمت کاتد است و الکترون‌ها در محلول جریان پیدا نمی‌کنند.

۱۱۱. گزینه ۱

زیرا با توجه به E°های داده شده، الکترود مس آند است (قطب منفی) و الکترود نقره کاتد(قطب مثبت) است.

۱۱۲. گزینه ۲

نیم‌واکنش کاهش در کاتد $Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$

نیم‌واکنش اکسایش در آند $Fe \rightarrow Fe^{2+} + 2e^-$

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) در بخش کاتدی، کاتیون‌ها از دیوارهٔ متخلخل به سمت کاتد می‌روند.

۳) پتانسیل استاندارد آهن برابر با $-0/41$ ولت است.

$E^\circ_{\text{سلول}} = E^\circ_{\text{کاتد}} - E^\circ_{\text{آند}} \Rightarrow 0/75 = 0/34 - x \rightarrow x = -0/41\ V$

۴) الکترون‌ها از الکترود آهن به سمت مس حرکت می‌کند.

۱۱۳. گزینه ۴ مقدار E° الکترود مس از الکترود آهن بیشتر است؛ بنابراین الکترود مس، نقش قطب مثبت (کاتد) را دارد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) E° سلول از رابطهٔ زیر محاسبه می‌شود:

E° (سلول) $= E^\circ$ (کاتد) $- E^\circ$ (آند) $= E^\circ(Cu^{2+}/Cu) - E^\circ(Fe^{2+}/Fe) = +0/34 - (-0/44) = 0/78$ ولت

۲) Fe قطب منفی یا آند سلول را تشکیل می‌دهد. در آند پدیدهٔ اکسایش صورت می‌گیرد و اتم‌های Fe به یون‌های Fe^{2+} تبدیل می‌شوند. طی این تبدیل مقدار یون Fe^{2+} در محلول افزایش می‌یابد.

نیم‌واکنش اکسایش در آند: $Fe(s) \rightarrow Fe^{2+}(aq) + 2e^-$

۳) همواره در بخش کاتدی، کاتیون‌ها از دیوارهٔ متخلخل به سمت کاتد نفوذ می‌کنند تا الکترولیت کاتدی خنثی باقی بماند.

۱۱۴. گزینه ۴

E° سلول از رابطهٔ زیر محاسبه می‌شود.

E° (سلول) $= E^\circ$ (کاتد) $- E^\circ$ (آند) $= E^\circ(AG^+/AG) - E^\circ(Zn^{2+}/Zn) = +0/80 - (-0/76) = 1/56$ ولت

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) الکترود روی نسبت به نقره، E° کمتری دارد و قطب منفی (آند) سلول به شمار می‌رود.

۲) محلول الکترولیت رسانای یونی است و نمی‌تواند الکترون‌ها را جابجا کند. الکترون‌ها از طریق رسانای الکترونی (سیم فلزی) از آند (تیغهٔ روی) به کاتد (تیغهٔ نقره) می‌روند.

۳) یون‌های $Ag^+(aq)$ ضمن کاهش در کاتد، تبدیل به اتم‌های $Ag(s)$ شده و به تیغهٔ کاتد می‌چسبند. طی این عمل، غلظت Ag^+ در محلول کاهش می‌یابد.

نیم‌واکنش کاهش در کات : $Ag^+(aq) + e^- \rightarrow Ag(s)$

۱۱۵ . گزینه ۲

نیم واکنش اکسایش : $Fe(s) \rightarrow Fe^{2+}(aq) + 2e^-$ (Fe^{2+} افزایش غلظت)

نیم‌واکنش کاهش در کاتد : $Ag^+(aq) + e^- \rightarrow Ag(s)$ (Ag^+ کاهش غلظت)

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) هر الکترودی که E° بیشتری دارد، کاتد و هر الکترودی که E° کمتری دارد، آند می‌باشد.

۳) E° سلول از رابطهٔ زیر محاسبه می‌شود:

E° (سلول) $= E^\circ$ (کاتد) $- E^\circ$ (آند) $= E^\circ(Ag^+/Ag) - E^\circ(Fe^{2+}/Fe) = +0/80 - (-0/44) = +1/24$ ولت

۴) معادلهٔ واکنش کلی سلول به صورت $Fe + 2Ag^+ \rightarrow Fe^{2+} + 2Ag$ است.

۱۱۶ . گزینه ۴

$$E^\circ_{\text{سلول}} = E^\circ_{(\text{کاتد})} - E^\circ_{(\text{آند})}$$

$$Fe_{\text{آند}} \ , \ Ni_{\text{کاتد}} \Rightarrow E^\circ_{\text{سلول}} = -0/25 + 0/44 = 0/19V$$

$$Zn_{\text{آند}} \ , \ Ni_{\text{کاتد}} \Rightarrow E^\circ_{\text{سلول}} = -0/25 + 0/76 = 0/51V$$

$0/51 - 0/19 = 0/32$

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) فلز روی با محلول نمک‌های آهن واکنش می‌دهد.

۲) قدرت کاهندگی : $Zn > Fe > Ni$

۳) قدرت اکسندگی : $Ni^{2+} > Fe^{2+} > Zn^{2+}$

۱۱۷ . گزینه ۲ معادلهٔ واکنش گزینهٔ (۲) با انتقال الکترون از $Zn(s)$ به $Sn^{2+}(aq)$ انجام می‌پذیرد.

$$\underset{\text{کاهنده}}{Zn(s)} + \underset{\text{اکسنده}}{Sn^{2+}(aq)} \longrightarrow Zn^{2+}(aq) + Sn(s)$$

E° (واکنش) $= E^\circ$ (کاتد) $- E^\circ$ (آند) $= (-0/15) - (-0/76) = +0/61V$

۱۱۸ . گزینه ۱

$$\begin{cases} E^\circ_{\text{روی - جیوه}} = +0/85 - (-0/76) = 1/61 \\ E^\circ_{\text{روی - آهن}} = -0/44 - (-0/76) = 0/32 \end{cases} \Rightarrow 1/61 - 0/32 = 1/29V$$

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ (۲): روی همان آند باقی می‌ماند، زیرا آهن از روی در جدول پتانسیل کاهشی استاندارد بالاتر است و خاصیت کاهندگی کم‌تری دارد.

گزینهٔ (۳): در هر دو حالت Zn به Zn^{2+} تبدیل شده و در محلول افزایش می‌یابد.

گزینهٔ (۴): با توجه به این که روی همان آند باقی می‌ماند لذا جهت حرکت الکترون‌ها تغییری نمی‌کند.

۱۱۹ . گزینه ۴ درسلول گالوانی حاصل از دو الکترود روی و M ، M با E° کمتر، آند و روی با E° بیشتر کاتد است.

E° سلول $= -0/76 - (-1/18) = 0/42V$

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱): E° نیم‌سلول M' بیشتر از Zn است؛ پس کاتد می‌باشد و کاتیون‌ها از دیوارهٔ متخلخل به محلول الکترود M' وارد می شوند.

۲): M آند بوده و اکسایش پیدا می‌کند و از جرم تیغه آن کاسته می‌شود.

۳): E° سلول برابر $1/96V = (-0/76) - 1/2$ است.

۱۲۰ . گزینه ۲ در سلول‌های الکتروشیمیایی، جهت حرکت کاتیونها به سمت کاتد و جهت حرکت آنیونها به سمت آند می‌باشد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) در صورت قرار گرفتن میله روی در محلول $AgNO_3$ به دلیل کم‌تر بودن E° آن نسبت به Ag ، روی (Zn) اکسایش می‌یابد و کاتیون نقره موجود در محلول (Ag^+) کاهش می‌یابد؛ درنتیجه غلظت Ag^+ (کاتیون نقره) در محلول کم می‌شود.

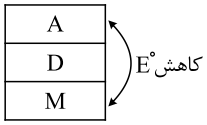
۳) در این صورت واکنشی انجام نمی‌شود چون Zn کاهنده‌تر از Ag است و Ag نمی‌تواند یون Zn^{2+} را از محلول روی سولفات بکاهد.

۴) واکنش سلول را می‌نویسیم:

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

به ازای مصرف ۱ مول یا $65g$ روی (Zn) در آند، ۲ مول یا $216g$ نقره (Ag) در کاتد اضافه می‌شود، بنابراین مقدار تغییر جرم تیغه کاتدی (نقره) حدود ۳/۳۲ برابر تغییر جرم تیغه آندی (روی) است.

۱۲۱ . گزینه ۴ سه عنصر M و A و D را به‌ترتیب سری الکتروشیمیایی مرتب می‌کنیم.



بنابراین واکنش گزینهٔ ۴ غیرخود به‌خودی است، زیرا فلز بالاتر نمی‌تواند با کاتیون فلز پایین‌تر واکنش دهد.

۱۲۲ . گزینه ۱ فقط عبارت دوم درست است.

عبارت اول: در این سلول، Zn آند و SHE کاتد است زیرا قدرت کاهندگی H_2 بیشتر از Zn می‌باشد.

عبارت دوم : جهت حرکت الکترون‌ها در مدار بیرونی از آند (Zn) به‌سمت کاتد (SHE) است.

عبارت سوم: ⇐ گاز هیدروژن تولید می‌شود نه مصرف.

$$Zn + 2H^+ \rightarrow Zn^{2+} + H_2$$

عبارت چهارم: ⇐ غلظت H^+ به‌مرور کم می‌شود یعنی به کمتر از ۱ مولار می‌رسد.

۱۲۳ . گزینه ۲

جدول E°

Ag^+	$+\bar{e} \rightleftharpoons$	Ag
$2H^+$	$+2\bar{e} \rightleftharpoons$	H_2
Fe^{2+}	$+2\bar{e} \rightleftharpoons$	Fe
Zn^{2+}	$+2\bar{e} \rightleftharpoons$	Zn

↓ افزایش قدرت کاهندگی

↑ افزایش E° و قدرت اکسندگی

E° روی از آهن کمتر است، ازاین‌رو Zn نسبت به Fe الکترون‌دهنده‌تر و کاهنده است. در عوض E° نقره از آهن بیشتر است، ازاین‌رو Ag^+ نسبت به Fe^{2+} الکترون‌گیرنده‌تر و اکسنده‌تر است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) E° روی از نقره کمتر است و Zn می‌تواند به Ag^+ الکترون دهد، ازاین‌رو محلول نمک‌های نقره که حاوی $Ag^+(aq)$ هستند را نمی‌توان در ظرفی از جنس روی نگهداری کرد زیرا با گذشت زمان، ظرف اکسید شده و خورده می‌شود.

توجه: برای نگهداری محلول نمک‌های فلز A در ظرف ساخته‌شده از فلز B، همواره جنس ظرف فلزی (B) باید طوری انتخاب شود که در جدول E° جایگاه بالاتری نسبت به کاتیون محلول موجود در ظرف داشته باشد.

۳) با توجه به موقعیت این عناصر در جدول E°، اختلاف پتانسیل الکترودی میان Zn و Ag بیش‌تر از Zn و Fe است. ازاین‌رو E° سلول روی - نقره از سلول روی - آهن بیشتر است.

۴) در سلول گالوانی آهن - نقره، فلز نقره که E° بزرگ‌تری دارد، کاتد یا قطب مثبت است و بر وزن آن افزوده می‌شود و فلز آهن که E° کوچک‌تری دارد، آند یا قطب منفی است و خورده می‌شود.

۱۲۴ . گزینه ۲

در جدول پتانسیل‌های کاهشی استاندارد، نیکل پایین‌تر از نقره قرار دارد؛ بنابراین نیکل نقش آند و نقره نقش کاتد را دارد.

$$E^\circ = E^\circ_{\text{کاتد}} - E^\circ_{\text{آند}} = 0/8 - (-0/25) = 1/05V$$

نقره در نقش کاتد ظاهر می‌شود $2Ag^+(aq) + 2e^- \rightarrow 2Ag(s)$

نیکل در نقش آند ظاهر می‌شود $Ni(s) \rightarrow Ni^{2+}(aq) + 2e^-$

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

پس در طی این واکنش، مقدار $Ag(s)$ به تدریج افزایش می‌یابد.

نقره کاتد بوده و الکترود مثبت می‌باشد و کاتیون‌ها به سمت کاتد (نقره) حرکت می‌کنند.

۱۲۵ . گزینه ۱ با افزایش E°، قدرت اکسندگی زیاد می‌شود؛ پس Cu^{2+} اکسنده‌تر از Mn^{2+} است.

Cu^{2+}
H^+
Fe^{2+}
Mn^{2+}

↑ افزایش E° و افزایش قدرت اکسندگی

Cu
H_2
Fe
Mn

↓ کاهش E° و افزایش قدرت کاهندگی

$Mn(s)$ کاهنده‌تر از $Fe(s)$ است

امکان نگهداری محلول Cu^{2+} در ظرف آهنی وجود ندارد، چون $Fe(s)$ در برابر $Cu^{2+}(aq)$ اکسایش یافته و خورده می‌شود.

E° سلول $(Mn - Cu)$ بزرگ‌تر از E° سلول $(Mn - Fe)$ است، چون اختلاف E° میان Cu و Mn بیشتر از Fe و Mn می‌باشد.

۱۲۶ . گزینه ۱ فقط مورد اول درست است.

بررسی سایر موارد:

مورد دوم: $E^\circ_{\text{سلول}} = E^\circ_{\text{کاتد}} - E^\circ_{\text{آند}} = -۰/۱۴ - (-۲/۳۸) = +۲/۲۴V$

موارد سوم و چهارم: با توجه به اینکه E° منیزیم کمتر از E° قلع است، پس در جدول پتانسیل کاهشی، منیزیم پایین‌تر از قلع جای دارد و قدرت اکسندگی یون آن کمتر از $Sn^{۲+}$ است.

۱۲۷ . گزینه ۴ مس با HCl واکنش نمی‌دهد پس، از حجم گاز $H_۲$ حاصل می‌توان جرم روی موجود در نمونهٔ اولیه را محاسبه کرد.

$$Zn + ۲HCl \rightarrow ZnCl_۲ + H_۲$$

$$۲/۲۴LH_۲ \times \frac{۱molH_۲}{۲۲/۴LH_۲} \times \frac{۱molZn}{۱molH_۲} \times \frac{۶۵gZn}{۱molZn} = ۶/۵g\ Zn$$

$$\text{جرم مس} = ۳۲/۵ - ۶/۵ = ۲۶gCu \Rightarrow Cu \text{ درصد جرمی} = \frac{۲۶}{۳۲/۵} \times ۱۰۰ = ۸۰$$

$$۲/۲۴LH_۲ \times \frac{۱molH_۲}{۲۲/۴LH_۲} \times \frac{۲molHCl}{۱molH_۲} \times \frac{۱L}{۴molHCl} \times \frac{۱۰۰۰mL}{۱L} = ۵۰mL$$

روش دوم:

$$Zn + ۲HCl \rightarrow ZnCl_۲ + H_۲$$

$$\frac{۳۲/۵g \times \frac{a}{۱۰۰}}{۶۵ \times ۱} = \frac{xmL \times ۴M}{۲ \times ۱۰۰۰} = \frac{۲/۲۴L}{۲۲/۴L}$$

$$a = ۲۰\%Zn \quad x = ۵۰mL\,HCl$$
$$\downarrow$$
$$۸۰\%\,Cu$$

۱۲۸ . گزینه ۴

$$۲Ag^+(aq) + M(s) \rightarrow ۲Ag(s) + M^{۲+}(aq)$$

چون M نقش کاهنده را دارد، یعنی دهندهٔ الکترون است پس E° آن کم‌تر از Ag است، پس در سری الکتروشیمیایی فلز M پایین‌تر از Ag می‌باشد که در این تست، مس پایین‌تر از نقره قرار دارد.

$$۰/۰۱molM \times \frac{۲molAg}{۱molM} \times \frac{۱۰۸gAg}{۱molAg} = ۲/۱۶gAg$$

۱۲۹ . گزینه ۱

$$۲H_۲ + O_۲ \rightarrow ۲H_۲O \quad \text{مبادله‌شده } e^- = ۲ \times ۲ \times ۱ = ۴ \Rightarrow ۱mol\ H_۲ \sim ۲mole^-$$
$$\downarrow \quad\quad \downarrow$$
$$۰ \quad\quad +۱$$
$$\text{۱ درجه}$$

$$CH_۴ + ۲O_۲ \rightarrow CO_۲ + ۲H_۲O \quad \text{مبادله‌شده } e^- = ۱ \times ۸ = ۸$$
$$\downarrow \quad\quad \downarrow$$
$$-۴ \quad\quad +۴$$
$$\text{۸ درجه}$$

$$۲mole^- \times \frac{۱mol\ CH_۴}{۸mol\ e^-} \times \frac{۱۶g\ CH_۴}{۱mol\ CH_۴} = ۴g\ CH_۴$$

۱۳۰ . گزینه ۴

$$CH_۳OH + H_۲O \rightarrow CO_۲ + ۶H^+ + ۶e^-$$

$$z, y, x \text{ مجموع} = ۱ + ۶ + ۶ = \underline{۱۳}$$

۱۳۱ . گزینه ۲ در سری الکتروشیمیایی، Cu بالاتر از Zn است؛ پس Cu نمی‌تواند کاهنده باشد و الکترون بدهد و واکنش غیرخودبه‌خودی است.

۱۳۲ . گزینه ۳

$$NaNO_۳ \rightarrow +۱ + N - ۶ = ۰ \rightarrow N = +۵$$
$$NH_۴OH \rightarrow N + ۴ - ۲ + ۱ = ۰ \rightarrow N = -۳$$

۱۳۳ . گزینه ۲

$$OF_۲ : O + ۲(-۱) = ۰ \Rightarrow O = +۲$$
$$Mg_۳N_۲ : ۳Mg + ۲(-۳) = ۰ \Rightarrow Mg = +۲$$

۳) عدد اکسایش Fe و S در ترکیب‌های داده شده به ترتیب ۳+ و ۴+ است:

$$FeO(OH) : Fe + (-۲) + (-۲) + (+۱) = ۰ \Rightarrow Fe = +۳ \quad Na_۲SO_۳ : ۲(+۱) + S + ۳(-۲) = ۰ \Rightarrow S = +۴$$

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) عدد اکسایش Mn در $KMnO_۴$، ۷+ و در $BaMnO_۴$، ۶+ است.

$$KMnO_۴ : (+۱) + Mn + ۴(-۲) = ۰ \Rightarrow Mn = ۷ \quad BaMnO_۴ : (+۲) + Mn + ۴(-۲) = ۰ \Rightarrow Mn = +۶$$

۲) عدد اکسایش H در KH و HCl به ترتیب ۱- و ۱+ است.

۱۳۴ . گزینه ۲

$CH_۳OH \to C + ۳(+۱) + ۱(-۲) + (+۱) = ۰ \Rightarrow C = -۲$

عدد اکسایش اکسیژن در $OF_۲$ برابر $(+۲)$، عدد اکسایش کلر در $HClO_۳$ برابر $(+۵)$ و عدد اکسایش نیتروژن در $NH_۴^+$، (-۳) است.

۱۳۵ . گزینه ۳ عنصر X پنج الکترون در لایهٔ آخر خود دارد؛ پس متعلق به گروه پانزدهم است و جامد بودن آن از مشخصات فسفر می‌باشد.

۱۳۶ . گزینه ۳ چون در $ClO_۴^-$ در عدد اکسایش Cl برابر ۷+ (بالاترین عدد اکسایش Cl) است؛ پس همواره نقش اکسنده را ایفا می‌کند. در سایر موارد، عدد اکسایش اتم مرکزی مابین کم‌ترین و بیش‌ترین عدد اکسایش آن است و می‌تواند هم اکسنده و هم کاهنده باشد.

۱۳۷ . گزینه ۲

$KMnO_۴ = (+۱) + Mn + ۴(-۲) = ۰ \Rightarrow Mn = +۷$

عدد اکسایش اتم مشخص شده در سایر گزینه‌ها $(+۶)$ است.

۱۳۸ . گزینه ۴

۱) $\begin{cases} POCl_۳ : P + (-۲) + ۳(-۱) = ۰ \to P = +۵ \\ SO_۲Cl_۲ : S + ۲(-۲) + ۲(-۱) = ۰ \to S = +۶ \end{cases}$

۲) $\begin{cases} KMnO_۴ : +۱ + Mn + ۴(-۲) = ۰ \to Mn = +۷ \\ BaMnO_۴ : +۲ + Mn + ۴(-۲) = ۰ \to Mn = +۶ \end{cases}$

۳) $\begin{cases} ClO_۴^- : Cl + ۴(-۲) = -۱ \to Cl = +۷ \\ H_۲PO_۴^- : ۲(+۱) + P + ۴(-۲) = -۱ \to P = +۵ \end{cases}$

۴) $\begin{cases} CrO_۳ : Cr + ۳(-۲) = ۰ \to Cr = +۶ \\ H_۲S_۲O_۷ : ۲(+۱) + ۲S + ۷(-۲) = ۰ \to S = +۶ \end{cases}$

۱۳۹ . گزینه ۱

۱) عدد اکسایش اکسیژن در اغلب ترکیب‌های آن، از جمله در مولکول آب برابر ۲− است. $H_۲O : ۲(+۱) + O = ۰ \to O = -۲$

۲) عدد اکسایش اکسیژن در اکسیژن دی‌فلوئورید $(OF_۲)$ برابر ۲+ است. $OF_۲ : O + ۲(-۱) = ۰ \to O = +۲$

۳) عدد اکسایش اکسیژن در پراکسیدها مانند هیدروژن پراکسید$(H_۲O_۲)$ برابر ۱− است. $H_۲O_۲ : ۲(+۱) + ۲O = ۰ \to O = -۱$

۴) میانگین عدد اکسایش اکسیژن در سوپراکسیدها مانند پتاسیم سوپراکسید $(KO_۲)$ برابر $-\frac{۱}{۲}$ است $KO_۲ : +۱ + ۲O = ۰ \to O = -\frac{۱}{۲}$

۱۴۰ . گزینه ۳ این سه عنصر فقط یک نوع عدد اکسایش دارند. Al و Sc فقط $(+۳)$ و Zn فقط $(+۲)$!

۱۴۱ . گزینه ۲

$CrO_۳ : Cr + ۳(-۲) = ۰ \Rightarrow Cr = +۶$
$Cr_۲O_۳ : ۲Cr + ۳(-۲) = ۰ \Rightarrow Cr = +۳$
$K_۲CrO_۴ : ۲(+۱) + Cr + ۴(-۲) = ۰ \Rightarrow Cr = +۶$
$K_۲Cr_۲O_۷ : ۲(+۱) + ۲Cr + ۷(-۲) = ۰ \Rightarrow Cr = +۶$

۱۴۲ . گزینه ۴

(۱

$SO_۳ \Rightarrow S + ۳(-۲) = ۰ \Rightarrow S = +۶ \quad , \quad Na_۲S_۲O_۷ \Rightarrow +۲ + ۲S - ۱۴ = ۰ \Rightarrow S = +۶$

(۲

$K_۲Cr_۲O_۷ \Rightarrow +۲ + ۲Cr - ۱۴ = ۰ \Rightarrow Cr = +۶ \quad , \quad CrO_۳ \Rightarrow Cr = +۳(-۲) = ۰ \Rightarrow Cr = +۶$

(۳

$Cl_۲O_۷ \Rightarrow ۲Cl - ۱۴ = ۰ \Rightarrow Cl = +۷ \quad , \quad NaClO_۴ \Rightarrow +۱ + Cl - ۸ = ۰ \Rightarrow Cl = +۷$

(۴

$H_۳PO_۴ \Rightarrow +۳ + P - ۸ = ۰ \Rightarrow P = +۵ \quad , \quad P_۴O_۶ \Rightarrow ۴P - ۱۲ = ۰ \Rightarrow P = +۳$

۱۴۳ . گزینه ۱

بنزوییک اسید $\Rightarrow C_۷H_۶O_۲$

$۷C + ۶(+۱) + ۲(-۲) = ۰ \to ۷C = -۲$

عدد اکسایش N, C و Cl در ترکیب‌های داده شده به ترتیب برابر با صفر، ۵+ و ۵+ است.

$K_۲S \ : ۲(+۱) + S = ۰ \to S = -۲$

۱۴۴ . گزینه ۱ هر مولکول اکسیژن ($O_۲$) می‌تواند با جذب چهار الکترون به $O^{۲-}$ (یون اکسید) کاهش یابد.

$O_۲ + ۴e^- \to ۲O^{۲-}$

بررسی سایر گزینه‌ها:

۲) ساده‌ترین عضو خانوادهٔ آلدهیدها، $H - \overset{O}{\overset{\|}{C}} - H$ است:

$H - \overset{O}{\overset{\|}{C}} - H$ (فرمالدهید) : $C + ۲ - ۲ = ۰ \to C = ۰$

در سایر آلدهیدها $(R-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H)$، عدد اکسایش کربن گروه عاملی برابر $+1$ است.

۳) در SHE پلاتین نقش الکترود را دارد ولی هیدروژن کاهش می‌یابد.

۴) پتانسیل الکترودی SHE در هر دمایی برابر صفر است.

۱۴۵ . گزینه ۴ اتم کروم در $KCrO_4$، بزرگ‌ترین عدد اکسایش و در $Cr(OH)_2$، کوچکترین عدد اکسایش را دارد.

$$K_2CrO_4 = 2 + Cr + 4(-2) = 0 \Rightarrow Cr = +6$$
$$Cr(OH)_2 = Cr + 2(-2+1) = 0 \Rightarrow Cr = +2$$

۱۴۶ . گزینه ۱

۱) $CCl_4 : C + 4(-1) = 0 \rightarrow C = +4$

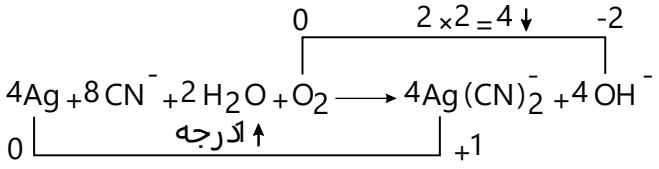
۲) $CH_4 : C + 4(+1) = 0 \rightarrow C = -4$

۳) $CH_2Cl_2 : C + 2(+1) + 2(-1) = 0 \rightarrow C = 0$

۴) $CH_3Cl : C + 3(+1) + (-1) = 0 \rightarrow C = -2$

۱۴۷ . گزینه ۳

به روش اکسایش - کاهش موازنه می‌کنیم:



البته به روش وارسی هم می‌توان موازنه کرد. به $Ag(CN)_2^-$ ضریب ۱ بدهید، سپس Ag و CN^- و بار، در نهایت H , O را موازنه می‌کنیم.

$$(1Ag + 2CN^- + \frac{1}{2}H_2O + \frac{1}{4}O_2 \rightarrow 1Ag(CN)_2^- + 1OH^-) \times 4$$
$$4Ag + 8CN^- + 2H_2O + O_2 \rightarrow 4Ag(CN)_2^- + 4OH^-$$

۱۴۸ . گزینه ۴ در معادلهٔ واکنش گزینهٔ ۴، عدد اکسایش هیچ یک از اتم‌ها تغییر نیافته و این واکنش از نوع اکسایش - کاهش نیست.

$$\overset{+1}{\overset{|}{K}}\overset{+6}{\overset{|}{Cr}}\overset{-2}{\overset{|}{O}}(aq) + 2\overset{+1}{\overset{|}{K}}\overset{-2}{\overset{|}{O}}\overset{+1}{\overset{|}{H}}(aq) \rightarrow 2\overset{+1}{\overset{|}{K}}\overset{+6}{\overset{|}{Cr}}\overset{-2}{\overset{|}{O}}(aq) + \overset{+1}{\overset{|}{H}}\overset{-2}{\overset{|}{O}}(l)$$

می‌توان گفت که در واکنش‌های ۱ و ۳، عنصر آزاد وجود دارد پس حتماً از نوع اکسایش - کاهش هستند. در واکنش ۲، عدد اکسایش گوگرد و برخی از اتم‌های اکسیژن تغییر کرده است.

۱۴۹ . گزینه ۱ عدد اکسایش اتم بور را در واکنش‌دهنده و فرآورده بدست می‌آوریم.

$$Na_2B_4O_7 : 2(+1) + 4B + 7(-2) = 0 \rightarrow B = +3$$
$$H_3BO_3 : 3(+1) + B + 3(-2) = 0 \rightarrow B = +3$$

بنابراین تغییر عدد اکسایش هر اتم بور برابر صفر است.

۱۵۰ . گزینه ۲ اکسیژن در دو طرف معادله، فقط در ساختار یک گونه وجود دارد و می‌توان موازنه را با اکسیژن شروع کرد. با اعمال ضریب ۳ برای H_2O اکسیژن موازنه می‌شود. سپس با به کارگیری ضریب ۶ برای H^+، هیدروژن نیز موازنه خواهد شد. در سمت راست معادله، بار الکتریکی وجود ندارد، بنابراین به I^- ضریب ۵ می‌دهیم تا جمع جبری بارهای الکتریکی سمت چپ معادله نیز برابر صفر شود و در آخر برای موازنهٔ ید به I_2 ضریب می‌دهیم. معادلهٔ موازنه شدهٔ واکنش به صورت زیر است:

$$IO_3^- + 6H^+ + 5I^- \rightarrow 3I_2 + 3H_2O$$

۱۵۱ . گزینه ۱ تعداد اتم عنصرهای Au و N خودبه‌خود موازنه است. با اعمال ضریب ۲ برای H_2O اکسیژن موازنه می‌شود و برای موازنهٔ هیدروژن به H^+ ضریب ۴ می‌دهیم. سپس با بکارگیری ضریب ۴ برای Cl^- عنصر کلر نیز موازنه می‌شود. بار الکتریکی دو طرف معادله نیز خودبه‌خود برابر خواهد شد. معادلهٔ موازنه شدهٔ واکنش به صورت زیر است:

$$Au + NO_3^- + 4Cl^- + 4H^+ \rightarrow AuCl_4^- + NO + 2H_2O$$
$$\frac{\text{ضریب } H_2O}{\text{ضریب } Cl^-} = \frac{2}{4} = \frac{1}{2}$$

۱۵۲ . گزینه ۲ با کمی دقت، مشاهده می‌شود که معادلهٔ واکنش داده شده، موازنه است و نیاز به اعمال هیچ گونه ضریبی ندارد.

$$Pb(OH)_3^- + ClO^- \longrightarrow PbO_2 + Cl^- + OH^- + H_2O$$

تعداد Pb	۱	=	۱
تعداد Cl	۱	=	۱
تعداد H	۳	=	۱ + ۲
تعداد O	۳ + ۱	=	۲ + ۱ + ۱
بار الکتریکی	−۱ − ۱	=	−۱ − ۱

مجموع ضریب‌های مواد $= 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 = 6$

۱۵۳ . گزینه ۳ اکسیژن در دو طرف معادله، فقط در ساختار یک گونه وجود دارد و می‌توان موازنه را با اکسیژن شروع کرد. با اعمال ضریب ۳ برای H_2O اکسیژن موازنه می‌شود. سپس با به کارگیری ضریب ۶ برای H^+، هیدروژن نیز موازنه خواهد شد. در سمت راست معادله، بار الکتریکی وجود ندارد. بنابراین به Cl^- ضریب ۵ می‌دهیم تا جمع جبری بارهای الکتریکی سمت چپ

معادله نیز برابر صفر شود و در آخر برای موازنهٔ کلر به Cl_2 ضریب ۳ خواهیم داد. معادلهٔ موازنه شدهٔ واکنش به صورت زیر است:

$$ClO_3^- + 5Cl^- + 6H^+ \rightarrow 3Cl_2 + 3H_2O$$

با استفاده از روابط استوکیومتری، می‌توانید تعداد مول‌های یون Cl^- لازم برای تشکیل ۶ مول گاز کلر را محاسبه کرد:

$$?molCl^- = 6molCl_2 \times \frac{5molCl^-}{3molCl_2} = 10molCl^-$$

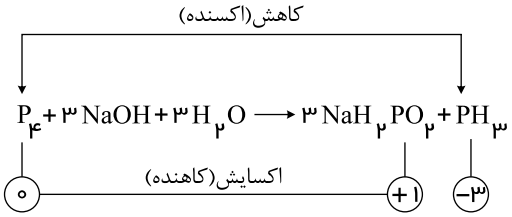
۱۵۴ . گزینه ۴ بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ ۱) در نیم‌واکنش کاهش، الکترون در سمت چپ معادله قرار دارد.

گزینهٔ ۲) عدد اکسایش عامل کاهنده (اکسید شونده) افزایش می‌یابد.

گزینهٔ ۳) عامل کاهنده، الکترون از دست می‌دهد و خودش اکسید می‌شود.

۱۵۵ . گزینه ۳ ابتدا تغییرعدد اکسایش اتم‌ها را مشخص می‌کنیم. در واکنش داده شده تعدادی از اتم‌های فسفر اکسایش می‌یابند و کاهنده هستند و تعدادی دیگر از اتم‌های فسفر کاهش می‌یابند و اکسنده (اکسید کننده) هستند.



۱۵۶ . گزینه ۱

۱) $\underbrace{CrO_4^{2-}}_{-2=x-8 \Rightarrow x=6} \rightarrow \underbrace{Cr_2O_3}_{2x-6=0 \Rightarrow x=3}$

۲) $Na^+{}_2O \rightarrow Na^+OH \rightarrow$ اکسایش - کاهش نیست

۳) $O_2^{2-} \rightarrow O^{2-} \Rightarrow -1 \rightarrow -2$

۴) $\underset{\downarrow +6}{SO_3} \rightarrow H_2\underset{\downarrow +6}{SO_4} \rightarrow$ اکسایش - کاهش نیست

۱۵۷ . گزینه ۱

$$\overset{-1}{\uparrow}\overset{}{NaH}(s) + \overset{+1}{\uparrow}\underset{\downarrow -2}{H_2O}(l) \rightarrow \overset{+1}{\uparrow}\underset{\downarrow -2}{NaOH}(aq) + \overset{0}{\uparrow}H_2(g)$$

در این واکنش، عنصر هیدروژن هم اکسایش و هم کاهش یافته است.

۱۵۸ . گزینه ۴ واکنش سوختن ترکیب‌های داده شده را می‌نویسیم و تغییر عدد اکسایش یک اتم کربن (C) در آن‌ها را محاسبه می‌کنیم

کربن طی واکنش ۷ درجه اکسایش یافته است. سوختن اتان: $\underset{\downarrow -3}{C_2H_6} + O_2 \rightarrow \underset{\downarrow +4}{CO_2} + H_2O$

کربن طی واکنش ۶ درجه اکسایش یافته است. سوختن اتن: $\underset{\downarrow -2}{C_2H_4} + O_2 \rightarrow \underset{\downarrow +4}{CO_2} + H_2O$

کربن طی واکنش ۵ درجه اکسایش یافته است. سوختن اتین: $\underset{\downarrow -1}{C_2H_2} + O_2 \rightarrow \underset{\downarrow +4}{CO_2} + H_2O$

کربن طی واکنش ۵ درجه اکسایش یافته است. سوختن بنزن: $\underset{\downarrow -1}{C_6H_6} + O_2 \rightarrow \underset{\downarrow +4}{CO_2} + H_2O$

بنابراین تغییر عدد اکسایش کربن در سوختن کامل بنزن و اتین یکسان است (۵ درجه اکسایش)؛ بنابراین گزینه چهارم، پاسخ تست است.

راه ساده‌تر:

با توجه به اینکه فرآوردهٔ کربن‌دار سوختن کامل همهٔ هیدروکربن‌ها، CO_2 است، برای آنکه تغییر عدد اکسایش کربن در دو واکنش برابر باشد، باید عد اکسایش کربن در دو هیدروکربن با هم برابر باشد که این مورد فقط در گزینهٔ ۴ رخ داده است.

۱۵۹ . گزینه ۲ موازنه را با اتم‌های اکسیژن در MnO_4^- آغاز می‌کنیم، با دادن ضریب ۱ به MnO_4^- و ضریب ۴ به H_2O تعداد اکسیژن‌های دو طرف برابر می‌شود. در ادامه با دادن ضریب ۱ به Mn^{2+} و ضریب ۸ به H^+، تعداد اتم‌های Mn و H را نیز موازنه می‌کنیم.

$$1MnO_4^- + 8H^+(aq) + ?I^-(aq) \rightarrow 1Mn^{2+}(aq) + ?I_2(s) + 4H_2O(l)$$

به سراغ موازنه بار می‌رویم، با دادن ضریب ۵ به I^-، بار الکتریکی دوطرف برابر می‌شود و با دادن ضریب $\frac{5}{2}$ به I_2، تعداد اتم‌های I نیز در دو طرف برابر می‌شود.

$$\underbrace{1MnO_4^- + 8H^+(aq) + 5I^-(aq)}_{2+} \rightarrow \underbrace{1Mn^{2+}(aq) + \frac{5}{2}I_2(s) + 4H_2O(l)}_{2+}$$

عدد اکسایش Mn از ۷+ در MnO_4^- به ۲+ در Mn^{2+} می‌رسد یعنی ۵ واحد کاهش می‌یابد؛ بنابراین به ازای مصرف هر یون MnO_4^-، ۵ الکترون مبادله می‌شود.

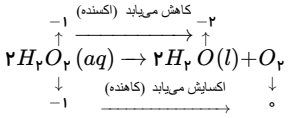
بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) در این واکنش، یون‌های یدید (I^-) کاهنده بوده و اکسایش می‌یابند.

۳) به ازای هر مول یون MnO_4^-، ۲٫۵ مول I_2 تولید می‌شود.

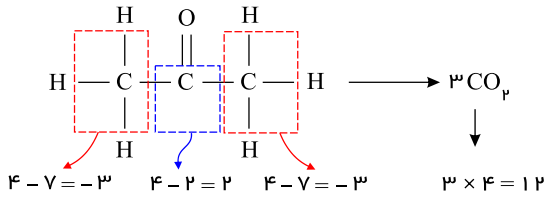
۴) همواره کاتیون‌ها از دیوارهٔ متخلخل به سمت کاتد حرکت می‌کنند.

۱۶۰. گزینه ۳ در واکنش (II)، اتم اکسیژن هم اکسایش و هم کاهش می‌یابد.



۱۶۱. گزینه ۳

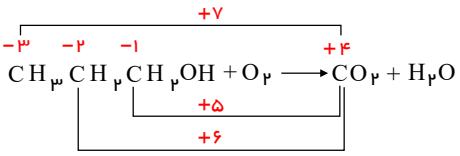
$$C_3H_6O + 4O_2 \rightarrow 3CO_2 + 3H_2O$$



$$\Rightarrow -3 + 2 + (-3) = -4 \rightarrow +12$$

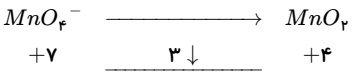
تغییر عدد اکسایش تمام کربن‌ها، ۱۶ واحد است.

۱۶۲. گزینه ۲ معادلهٔ کلی واکنش سوختن کامل ۱-پروپانول به صورت زیر است:



جمع جبری تغییر عددهای اکسایش کربن $= 5 + 6 + 7 = 18$

۱۶۳. گزینه ۲

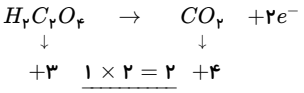


بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) با مصرف H^+، غلظت H^+ کم و pH محلول زیاد می‌شود.

۳) Mn کاهش یافته و اکسنده است و کربن اکسایش یافته و کاهنده است.

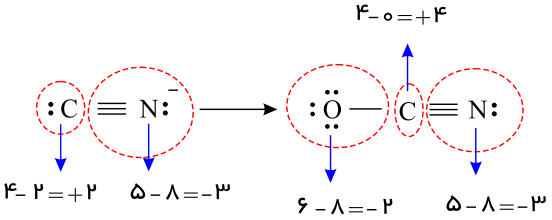
۴)



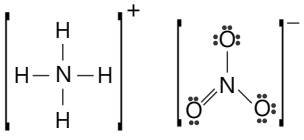
به ازای ۰٫۱ مول $H_2C_2O_4$، ۰٫۲ مول الکترون مبادله می‌شود.

۱۶۴. گزینه ۱

تعداد الکترون‌های نسبت داده شده به اتم - تعداد الکترون‌های ظرفیتی اتم = عدد اکسایش اتم



۱۶۵. گزینه ۳ ساختار یون‌ها در آمونیوم نیترات (NH_4^+, NO_3^-) به صورت زیر است و فقط عبارت (ت) نادرست است.



- در ساختار کاتیون NH_4^+، چهار پیوند یا ۸ الکترون پیوندی وجود دارد.
- با توجه به ساختار لوویس NH_4^+ و NO_3^- مشاهده می‌شود که با هم تفاوت دارند.
- عدد اکسایش N در NH_4^+ و NO_3^- به ترتیب ۳- و ۵+ بوده و جمع جبری آن ۲+ است.

در عبارت (ت) در کل ۸ جفت الکترون ناپیوندی وجود دارد.

۱۶۶ . گزینه ۲ عبارت‌های اول و چهارم درست‌اند.

$$\underset{\downarrow}{۰}\ \underset{\downarrow}{+۳}\ \underset{\downarrow}{+۲}\ \underset{\downarrow}{۰}$$
$$۳Zn + ۲FeCl_۳ \rightarrow ۳ZnCl_۲ + ۲Fe$$

بررسی عبارت‌های نادرست:

- عبارت سوم به ازای تشکیل ۳ مول روی کلرید، ۲ مول آهن به دست می‌آید.

- عبارت چهارم به ازای مصرف هر مول روی، $\frac{۲}{۳}$ مول آهن (III) کلرید مصرف می‌شود.

۱۶۷ . گزینه ۴ بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) در سلول‌های الکترولیتی، قطب منفی کاتد است و کاهش جرم ندارد.

۲) در سلول‌های گالوانی، قطب مثبت کاتد است و افزایش جرم دارد.

۳) در هر دو سلول، آند محل انجام اکسایش است، در سلول‌های گالوانی، آند قطب منفی و در سلول‌های الکترولیتی، آند قطب مثبت است.

۱۶۸ . گزینه ۱ ما به سلولی نیاز داریم که حداقل ولتاژی برابر ۱٫۵V را ایجاد کند و به کمک دو الکترود A و D ولتاژی برابر با $E^\circ = ۰٫۸ - (-۰٫۷۶) = ۱٫۵۶V$ ایجاد می‌شود.

۱۶۹ . گزینه ۳

سلول II، یک سلول گالوانی بوده و نمی‌تواند برای تهیهٔ مس خالص از نمونهٔ مس ناخالص استفاده شود.

سلول I یک سلول الکترولیتی (آبکاری تیغهٔ مسی توسط روی) را نشان می‌دهد.

۱۷۰ . گزینه ۴ قدرت کاهندگی M از Zn کمتر است (E° آن بیشتر است)؛ بنابراین نمی‌تواند به‌طور خودبه‌خودی با کاتیون $Zn^{۲+}$ واکنش دهد. این واکنش در یک سلول الکترولیتی قابل انجام است.

۱۷۱ . گزینه ۲ - در سلول گالوانی (مس - نقره)، مس آند و نقره کاتد است و واکنش خودبه‌خودی است. آند و کاتد هرکدام دارای یک الکترولیت مجزا هستند که به‌وسیله دیوارهٔ متخلخل از هم جدا شده‌اند و الکترون‌ها از آند به‌سمت کاتد روانه می‌شوند.

- در سلول الکترولیتی (مس - نقره)، جنس الکترود آند و کاتد نیز از مس و نقره است، از طرفی دو الکترود در سلول الکترولیتی داخل یک الکترولیت قرار دارند و مجزا نیستند.

- واکنش در سلول الکترولیتی برخلاف سلول گالوانی، غیرخودبه‌خودی است.

- در هر دو سلول گالوانی و الکترولیتی، جهت حرکت الکترون‌ها در مدار بیرونی از سمت آند به‌سمت کاتد است.

۱۷۲ . گزینه ۳ جهت حرکت الکترون‌ها در هر دو نوع سلول گالوانی و الکترولیتی از آند به کاتد است که در سلول‌های گالوانی از قطب منفی به قطب مثبت خواهد بود.

۱۷۳ . گزینه ۲

واکنش کلی سلول برقکافت $NaCl$: $۲Na^+(l) + ۲Cl^-(l) \rightarrow ۲Na(l) + Cl_۲(g)$

$$۲NaOH(aq) + Cl_۲(g) \rightarrow NaCl(aq) + NaClO(aq) + H_۲O(l)$$

$$۲Na \sim NaClO$$

$$۱٫۱۵kgNa \times \frac{۱۰۰۰g}{۱kg} \times \frac{۱mol\ Na}{۲۳g\ Na} \times \frac{۱mol\ NaClO}{۲mol\ Na} \times \frac{۷۴٫۵g\ NaClO}{۱mol\ NaClO} \times \frac{۱۰۰g\ \text{محلول}}{۵g\ NaClO} \times \frac{۱L\ \text{محلول}}{۱۰۰۰g\ \text{محلول}} = ۳۷٫۲۵L\ \text{محلول}$$

۱۷۴ . گزینه ۱ در فرآیند زنگ زدن و خوردگی آهن، $O_۲$ در مجاورت آب کاهش می‌یابد.

کاهش در کاتد: $O_۲ + ۴e^- + ۲H_۲O \rightarrow ۴OH^-$

بررسی سایر گزینه‌ها:

۲) یون‌ها در قطرهٔ آب جریان می‌یابند.

۳) الکترون‌ها در فلز (رسانای الکترونی) جریان می‌یابند.

۴) در خوردگی آهن، آب نقش واکنش‌دهنده و الکترولیت را ایفا می‌کند ($O_۲$ اکسنده است.).

۱۷۵ . گزینه ۱ فقط مورد سوم درست است.

در زنگ زدن آهن در بخش کاتدی طبق معادلهٔ زیر، با کاهش هر مول گاز اکسیژن در آب، ۴ مول یون هیدروکسید تولید می‌شود.

$$O_۲(g) + ۲H_۲O(l) + ۴e^- \rightarrow ۴OH^-(aq)$$

بررسی عبارت‌های نادرست:

مورد اول) پایگاه آندی در نقطهٔ A قرار دارد.

مورد دوم) نیم‌واکنش کاتدی (نه آندی) در جایی که غلظت اکسیژن زیاد است، انجام می‌شود.

مورد چهارم) کاتیون‌های $Fe^{۲+}(aq)$ به‌سمتی که غلظت گاز اکسیژن در آنجا زیاد است، حرکت می‌کنند.

۱۷۶ . گزینه ۴ در حلبی، آهن نقش آند دارد و اکسید می‌شود، $Fe \rightarrow Fe^{۲+}(aq) + ۲e^-$ و Sn نقش کاتد دارد و نمی‌تواند اکسید شود.

۱۷۷ . گزینه ۴ در حفاظت کاتدی آهن از عنصری که در سری الکتروشیمیایی پایین‌تر از آهن قرار دارد، استفاده می‌کنند تا نقش آند را بازی کرده و آهن را از خوردگی محافظت کند (مانند $_{۱۲}Mg$).

۱۷۸ . گزینه ۳ آهن گالوانیزه همان آهن سفید است که در آن آهن کاتد بوده و از خوردگی محافظت می‌شود.

۱۷۹ . گزینه ۳ در آهن سفید، روی نقش آند را داشته، اکسید می‌شود و آهن محفوظ می‌ماند.

۱۸۰ . گزینه ۱ E° فلز منیزیم از E° فلز آهن کوچک‌تر است، در این صورت در محل خراش، فلز منیزیم نقش آند را ایفا کرده و اکسایش یافته و دچار خوردگی می‌شود و از اکسایش آهن جلوگیری می‌کند.

۱۸۱ . گزینه ۲ فلز Cu پتانسیل الکترودی استاندارد مثبت دارد و در جدول E°، جایگاه بالاتری نسبت به Fe دارد، بنابراین نمی‌تواند محافظ کاتدی آهن باشد. (آهن در مقابل مس، کاهنده است و خورده می‌شود.)

۱۸۲ . گزینه ۴ در سری الکتروشیمیایی چون آهن پایین‌تر از مس است؛ پس آهن خورده می‌شود و زنگ می‌زند.

۱۸۳ . گزینه ۱

در سلول الکترولیتی با اعمال یک ولتاژ بیرونی واکنش انجام می‌شود پس یک واکنش غیرخودبه‌خودی است.

$$(+)\ \text{(آند)} \leftarrow \ ||\ \ || \rightarrow (-)\ \text{کاتد} \Rightarrow \begin{matrix} Zn & \text{آند} \\ Cu & \text{کاتد} \end{matrix} \Rightarrow \text{آبکاری مس با روی}$$

۱۸۴ . گزینه ۴ در این شکل، هر دو تیغهٔ آندی و کاتدی در یک الکترولیت قرار دارند و در مدار بیرونی یک مولد برق است، پس یک سلول الکترولیتی را نشان می‌دهد که طی یک واکنش الکتروشیمیایی غیرخودبه‌خودی، ذرات فلز روی بر سطح تیغهٔ مس می‌نشینند. در واقع این تصویر، آبکاری تیغهٔ مس با تیغهٔ روی را نشان می‌دهد.

۱۸۵ . گزینه ۱ بررسی گزینه‌های نادرست:

۲) کاتد، قاشق مسی است.

۳) در کاتد نیم‌واکنش $M^{n+}(aq) + ne^- \rightarrow M(s)$ انجام می‌گیرد.

۴) قاشق مسی، نقش کاتد را دارد و با گذشت زمان بر وزن آن افزوده می‌شود.

۱۸۶ . گزینه ۱ چون E° برای آهن کوچک‌تر از نقره است، یعنی آهن کاهنده‌تر از نقره می‌باشد. اگر جریان برق در مدار بیرونی قطع شود، آهن با محلول نقره‌نیترات به‌صورت خودبه‌خودی واکنش می‌دهد.

$$Fe(s) + ۲Ag^+(aq) \rightarrow Fe^{۲+}(aq) + ۲Ag(s)$$

در این صورت به‌ازای مصرف ۱ مول آهن (۵۶ گرم)، ۲ مول نقره ($۲ \times ۱۰۸ = ۲۱۶$ گرم) در سطح تیغهٔ آهن می‌نشیند و وزن تیغهٔ آهنی زیاد می‌شود.

۱۸۷ . گزینه ۴ نیم‌واکنش‌های اکسایش - کاهش در آبکاری با نقره به‌صورت زیر است:

نیم‌واکنش اکسایش : $Ag(s) \rightarrow Ag^+(aq) + e^-$

نیم‌واکنش کاهش : $Ag^+(aq) + e^- \rightarrow Ag(s)$

در ازای اکسایش یک مول $Ag(s)$ در آند، یک مول $Ag^+(aq)$ در کاتد کاهش می‌یابد، پس غلظت محلول نقره‌نیترات در طول انجام آبکاری ثابت می‌ماند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) اگر E° فلز سازندهٔ قطعه کوچک‌تر از نقره باشد، فلز با کاتیون نقره موجود در محلول به‌طور خودبه‌خودی واکنش می‌دهد.

۲) جهت حرکت الکترون در مدار بیرونی در سلول آبکاری از آند به کاتد است، در اینجا جهت حرکت الکترون از الکترود نقره به‌سمت قطعه فلزی است.

۳) E° فلز به‌کاررفته در ساخت قطعه، در عمل آبکاری نقشی ندارد، تنها مورد مهم آن است که فلزی که روکش می‌گیرد باید رسانای برق باشد.

۱۸۸ . گزینه ۲

جرم کروم مصرف‌شده برای آبکاری ۱۰۰۰ قطعه $= ۰٫۰۱۰۴ \times ۱۰۰۰ = ۱۰٫۴g$

$$Cr_۲(SO_۴)_۳ \xrightarrow{\text{در آب}} ۲Cr^{۳+} + ۳SO_۴^{۲-}$$

روش اول:

$$?gCr_۲(SO_۴)_۳ \text{ ناخالص} = ۱۰٫۴\ gCr^{۳+} \times \frac{۱\ molCr^{۳+}}{۵۲\ gCr^{۳+}} \times \frac{۱\ mol\ Cr_۲(SO_۴)_۳}{۲mol\ Cr^{۳+}}$$
$$\times \frac{۳۹۲g\ Cr_۲(SO_۴)_۳}{۱\ mol\ Cr_۲(SO_۴)_۳} \times \frac{۱۰۰g\ \text{ناخالص}}{۸۰g\ \text{خالص}} = ۴۹g$$

روش دوم:

$$Cr_۲(SO_۴)_۳(s) \xrightarrow{\text{آب}} ۲Cr^{۳+}(aq) + ۳SO_۴^{۲+}(aq)$$
$$\frac{x \times \frac{۸۰}{۱۰۰}}{۳۹۲} = \frac{۱۰٫۴}{۲ \times ۵۲} \rightarrow x = ۴۹\ g\ Cr_۲(SO_۴)_۳$$

۱۸۹ . گزینه ۴

نیم‌واکنش کاتدی سلول سوختی : $O_۲ + ۴H^+ + ۴e^- \rightarrow ۲H_۲O$

نیم‌واکنش کاتدی در آبکاری با نقره : $Ag^+ + e^- \rightarrow Ag$

$$۴۴۸L\ O_۲ \times \frac{۱mol\ O_۲}{۲۲٫۴L\ O_۲} \times \frac{۴mol\ e^-}{۱mol\ O_۲} \times \frac{۱mol\ Ag}{۱mol\ e^-} \times \frac{۱۰۸g\ Ag}{۱mol\ Ag} = ۸۶۴۰g\ Ag$$

۱۹۰ . گزینه ۴

واکنش آندی: $۲H_۲O \rightarrow ۴e^- + ۴H^+ + O_۲(g)$

عدد اکسایش کروم در یون دی‌کرومات $(Cr_۲O_۷^{۲-})$ برابر با $+۶$ است: $Cr_۲O_۷^{۲-} : ۲Cr + ۷(-۲) = -۲ \Rightarrow Cr = +۶$

بنابراین نیم‌واکنش کاتدی را به‌صورت ساده می‌توان به‌صورت روبه‌رو نشان داد:

$$Cr^{۶+} + ۶e^- \rightarrow Cr$$

$$?LO_۲ = ۱۰/۴g\,Cr \times \frac{۱mol\,Cr}{۵۲g\,Cr} \times \frac{۶mol\,e^-}{۱mol\,Cr} \times \frac{۱mol\,O_۲}{۴mol\,e^-} \times \frac{۲۵L\,O_۲}{۱mol\,O_۲} = ۷/۵L\,O_۲$$

۱۹۱. گزینه ۱

$$۲Al_۲O_۳(s) + ۳C(s) \rightarrow ۴Al(l) + ۳CO_۲(g)$$

$$\frac{x\ g}{۳ \times ۱۲} = \frac{۱۰^۶ g}{۴ \times ۲۷} = \frac{x'L}{۳ \times ۲۵}$$

$$x = \frac{۱۰^۶}{۳} g \xrightarrow{\times ۱۰^{-۳}} ۳۳۳kg$$

$$x' = \frac{۲۵ \times ۱۰^۶}{۳۶} L \xrightarrow{\times ۱۰^{-۳}} \frac{۲۵ \times ۱۰^۳}{۳۶} \simeq ۶۹۴/۴m^۳$$

۱۹۲. گزینه ۳ مورد C، الکترولیت مذاب است که شامل $Al_۲O_۳$ است.

۱۹۳. گزینه ۱ در سری الکتروشیمیایی، آلومینیم از آهن پایین‌تر است و سریع‌تر از آهن اکسید می‌شود، اما زنگ نمی‌زند زیرا بر سطح آن لایهٔ محافظ $Al_۲O_۳$ تشکیل می‌شود و از ادامه خوردگی آن جلوگیری می‌کند.

۱۹۴. گزینه ۲ از موارد کاربرد سلول‌های الکترولیتی، می‌توان به استخراج فلزها و تهیه فلز سدیم و گاز کلر به‌روش برقکافت و آبکاری اشاره کرد.

۱۹۵. گزینه ۱ تبدیل انرژی شیمیایی به انرژی الکتریکی و تولید جریان برق از کاربردهای سلول‌های گالوانی است.

کاربرد سلول‌های الکترولیتی: آ) برقکافت یا الکترولیز، ب) آبکاری فلزها، پ) خالص‌سازی یا پالایش فلزها

۱۹۶. گزینه ۴ جهت حرکت کاتیون‌ها به‌سمت کاتد (مس) است. در سلول‌های الکتروشیمیایی همواره کاتیون‌ها به‌سمت کاتد و آنیون‌ها به آند حرکت می‌کنند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) در سلول هیدروژن، آب از بخش کاتدی خارج می‌شود.

۲) SHE در مقابل برخی فلزها (مانند آهن و روی) نقش کاتد و در مقابل برخی فلزها (مانند مس و پلاتین)، نقش آند را ایفا می‌کند.

۳) در آبکاری با مس، الکترولیت باید نمکی از مس باشد.

۱۹۷. گزینه ۴ در هر دو سلول، جریان الکترون‌ها در مدار بیرونی، از آند (تیغهٔ روی) به‌سمت کاتد (تیغهٔ مس) است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) در شکل I، هر دو الکترود در یک محلول قرار دارند، پس نمایش یک سلول الکترولیتی است ولی در II، هر الکترود درون محلول جداگانه‌ای قرار دارد، پس یک سلول گالوانی است.

۲) شکل I آبکاری تیغهٔ مس توسط تیغهٔ روی را نشان می‌دهد، یعنی در آن، لایه‌ای از فلز روی بر سطح تیغهٔ مس می‌نشیند که در آن تیغهٔ روی، آند و محل اکسایش، و تیغهٔ مس، کاتد و محل کاهش است.

۳) واکنش‌های انجام‌شده در سلول‌های گالوانی (شکل II) خودبه‌خودی و در سلول‌های الکترولیتی (شکل I) غیرخودبه‌خودی است.

۱۹۸. گزینه ۴ فرمول آن $Fe_۲(SO_۴)_۳$ می‌باشد.

جرم مولکولی کل ترکیب $= ۲ \times ۵۶ + ۳ \times ۳۲ + ۱۲ \times ۱۶ = ۴۰۰$

این ماده دارای ۱۲ اتم اکسیژن به جرم $۱۹۲\ g = ۱۲ \times ۱۶$ است.

روش اول:

$$\text{درصد اکسیژن } ? = ۱۰۰g_{\text{کل}} \times \frac{۱۹۲g\,O}{۴۰۰g} = \%۴۸$$

روش دوم:

$$\text{درصد اکسیژن} = \frac{\text{جزء}}{\text{کل}} \times ۱۰۰ = \frac{۱۹۲}{۴۰۰} \times ۱۰۰ = \%۴۸$$

۱۹۹. گزینه ۴

$$\text{درصد جرمی کروم} = \frac{\text{جرم کروم}}{\text{جرم کل}} \times ۱۰۰ \Rightarrow ۳۱/۲ = \frac{۳ \times ۵۲}{M} \Rightarrow M = ۵۰۰$$

۲۰۰. گزینه ۲ الماس نمونه‌ای از جامدهای کووالانسی است که شبکهٔ فضایی به‌هم پیوسته‌ای از اتم‌های کربن دارد.

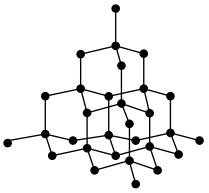
۱) در گرافیت، هر اتم کربن با آرایش سه‌ضلعی سطح به سه اتم کربن متصل است.

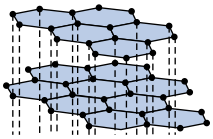
۳) در گرافیت، لایه‌ها، با نیروی جاذبهٔ بین مولکولی ضعیف به یکدیگر اتصال دارند.

۴) از گرافیت به‌عنوان نرم‌کننده و نیز تهیهٔ الکترود استفاده می‌شود و از الماس در تهیهٔ جواهر یا ابزار تراشکاری استفاده می‌شود.

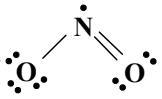
۲۰۱. گزینه ۱

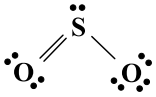
طول پیوند کربن – کربن در الماس بلندتر از گرافیت است. زیرا در الماس همهٔ پیوندها یگانه هستند اما در گرافیت، پیوند دوگانه نیز وجود دارد.


(۱)

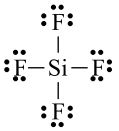
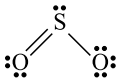

(۲)

۲۰۲ . گزینه ۴ شکل مذکور بخشی از بلور الماس می‌باشد که جامد کووالانسی است.

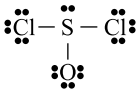
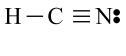
۲۰۳ . گزینه ۴ با توجه به ساختار لوویس NO_2 یعنی  ، اتم نیتروژن دارای الکترون منفرد (جفت‌نشده) است. SO_2 نیز دارای ساختار خمیده است ولی اتم مرکزی آن یک جفت الکترون دارد:



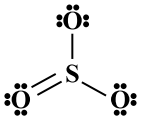
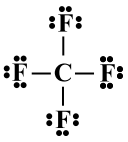
۲۰۴ . گزینه ۳ گزینهٔ ۱: SiF_4 ناقطبی و SO_2 قطبی است.

گزینهٔ ۲: هر دو مولکول قطبی‌اند اما شمار جفت‌الکترون‌های پیوندی در ساختار آنها برابر نیست.

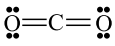
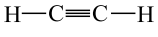



گزینهٔ ۳:

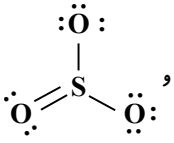



هر دو مولکول، دارای ساختار فضایی متقارن می‌باشند؛ پس هر دو ناقطبی‌اند. همچنین هر دو دارای ۴ جفت الکترون پیوندی هستند.

گزینهٔ ۴:

هر دو مولکول ناقطبی‌اند اما تعداد جفت‌الکترون‌های پیوندی آنها یکسان نیست.

۲۰۵ . گزینه ۲ $H-\overset{:O:}{\overset{\|}{C}}-H$ و $H-C\equiv N:$ و $\ddot{O}=C=\ddot{O}$ و  همگی چهار پیوند دارند. در بین این مولکول‌ها، CH_2O و HCN، قطبی و CO_2 و SO_3، ناقطبی‌اند.

۲۰۶ . گزینه ۲ عبارت‌های اول و سوم درست‌اند.

عبارت اول: عنصر E، سیلیسیم (Si) است و شبه‌فلز است.

عبارت دوم: عنصر A با عنصر X، ترکیب‌های دوتایی قطبی و ناقطبی تشکیل می‌دهند.

SO_3 (ناقطبی) , SO_2 (قطبی)

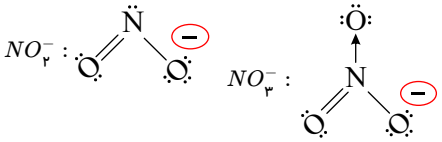
عبارت سوم: عنصرهای A و D که به‌ترتیب O و F هستند به‌صورت آزاد به شکل دواتمی و گاز وجود دارند: $F_2(g), O_2(g)$

عبارت چهارم: اتم Z که عنصر $_{۳۲}Ge$ است، با از دست دادن ۴ الکترون به آرایش گاز نجیب نمی‌رسد.

$$_{۳۲}Ge = [_{۱۸}Ar]\ ۳d^{۱۰}\ ۴s^{۲}\ ۴p^{۲} \xrightarrow{-۴e^-} [_{۱۸}Ar]\ ۳d^{۱۰}$$

توجه: شبه‌فلز ژرمانیم در حالت عادی، یون تشکیل نمی‌دهد.

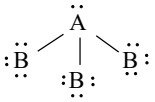
۲۰۷ . گزینه ۲ ● درست. در NO_2^- اتم نیتروژن دارای جفت الکترون ناپیوندی است بنابراین دارای ساختار نامتقارن بوده و در میدان الکتریکی جهت‌گیری می‌کند. امّا NO_3^- دارای ساختاری متقارن بوده و در میدان الکتریکی جهت‌گیری ندارد.



- نادرست. عدد اکسایش اکسیژن ضمن تبدیل یون نیتریت به یون نیترات تغییری نمی‌کند.
- درست. اتم مرکزی NO_2^- یک جفت الکترون ناپیوندی دارد. اما اتم مرکزی NO_3^- جفت الکترون ناپیوندی ندارد.

۲۰۸. گزینه ۳ عدد اکسایش گوگرد در SO_2، ۴+ است و می‌تواند تا ۶+ اکسایش و تا ۲− کاهش یابد؛ پس می‌تواند هم کاهنده و هم اکسنده باشد.

۲۰۹. گزینه ۴



با توجه به اینکه عنصر $_{33}A$ در گروه ۱۵ و عنصر $_{17}B$ هم در گروه ۱۷ قرار دارد، فرمول ترکیب حاصل از این دو عنصر به‌صورت AB_3 است که مولکولی قطبی به حساب می‌آید.

۲۱۰. گزینه ۱ CS_2 همانند CO_2 مولکولی ناقطبی و خطی است.

سایر موارد همگی قطبی هستند.

۲۱۱. گزینه ۳ وقتی یون‌ها به هم نزدیک می‌شوند، یون‌های با بار ناهمنام در مجاورت یکدیگر قرار می‌گیرند و یون‌های با بار همنام تا حد امکان از هم فاصله می‌گیرند؛ درنتیجه نیروی جاذبهٔ بین یون‌های با بار ناهمنام خیلی بیشتر از نیروی دافعهٔ بین یون‌های با بار همنام است.

۲۱۲. گزینه ۴ شبکهٔ بلور به آرایش سه‌بعدی و منظم اتم‌ها، مولکول‌ها یا یون‌ها در یک بلور گفته می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ ۱) برخی از جامدهای یونی (مانند نقره‌کلرید) در آب حل نمی‌شوند.

گزینهٔ ۲) با کاهش اندازه (شعاع) و افزایش بار الکتریکی یون‌ها، آنتالپی فروپاشی شبکهٔ بلور جامدهای یونی افزایش می‌یابد.

گزینهٔ ۳) جامدهای یونی رسانای جریان برق نیستند بلکه به‌صورت مذاب و محلول در آب، رسانا هستند.

۲۱۳. گزینه ۳ ترکیب‌های یونی درحالت مذاب و محلول رسانای جریان برق هستند.

۲۱۴. گزینه ۱ بلورهای سدیم‌کلرید، مکعبی‌شکل است و میان ذره‌های با بار ناهم‌نام، پیوند یونی وجود دارد. ترکیب‌های یونی به‌صورت مذاب یا محلول در آب، جریان برق را از خود عبور می‌دهند.

۲۱۵. گزینه ۱ آنتالپی فروپاشی شبکهٔ بلور جامد یونی، با بار یون‌ها رابطهٔ مستقیم و با شعاع یون‌ها رابطهٔ معکوس دارد. هرچه شعاع یون‌ها بزرگ‌تر باشد، آنتالپی فروپاشی شبکهٔ بلور کمتر است.

۲۱۶. گزینه ۳ شمار یون‌های ناهمنام پیرامون هر یون در شبکهٔ بلور را عدد کوئوردیناسیون آن می‌گویند. جاذبهٔ میان یون‌ها در شبکه بلور سدیم‌کلرید بیشتر از نیروی جاذبه میان یک جفت‌یون تنها است.

انرژی فروپاشی شبکهٔ بلور هالیدهای فلزهای قلیایی از بالا به پایین با افزایش شعاع، کاهش می‌یابد.

۲۱۷. گزینه ۱ آنتالپی فروپاشی شبکه با بار یون‌های تشکیل‌دهندهٔ ترکیب یونی، رابطهٔ مستقیم و با شعاع یون‌ها رابطهٔ عکس دارد. در این جدول f بیشترین آنتالپی فروپاشی و a کمترین آنتالپی فروپاشی را دارد.

آنتالپی فروپاشی شبکهٔ d (MgO) به‌دلیل شعاع آنیون و کاتیون بیشتر، از $e(AlF_3)$ کمتر است.

۲۱۸. گزینه ۲ شکنندگی بلور $NaCl$ به دلیل نیروهای دافعه‌ای است که بر اثر ضربه و جابه جایی لایه‌ها در شبکه ایجاد می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) عدد کوئوردیناسیون یون‌ها در سدیم‌کلرید برابر ۶ است.

۳) تبدیل به یون‌های گازی سازنده‌اش درست است.

۴) ترکیب‌های یونی فقط به‌حالت مذاب و یا محلول در آب، رسانا هستند و به‌حالت جامد رسانا نیستند.

۲۱۹. گزینه ۳ ترکیب‌های یونی فقط در حالت محلول یا مذاب رسانای جریان برق هستند و در حالت جامد رسانا نیستند، زیرا درحالت جامد، یون‌ها جز حرکت ارتعاشی، حرکت دیگری ندارند.

۲۲۰. گزینه ۱ آنتالپی فروپاشی شبکهٔ بلور با افزایش بار و با کاهش شعاع یون‌ها، افزایش می‌یابد.

$$\overset{3+\ \ 2-}{Fe_2O_3} > \overset{2+\ \ 2-}{FeO} > \overset{2+\ \ 1-}{FeCl_2}$$

۲۲۱. گزینه ۲ هیدرید فلزهای قلیایی (MH) جزء ترکیب‌های یونی هستند. HF ترکیب مولکولی بوده و پیوند بین اتم‌های سازندهٔ آن از نوع اشتراکی است، CaF_2 و Al_2O_3 جزء ترکیب‌های یونی هستند.

۲۲۲. گزینه ۲ با توجه به نمودارها واکنش ۲ گرماده است. بنابراین با توجه به انرژی فعالسازی کم‌تر، تجزیهٔ ClO آسان‌تر است.

۲۲۳. گزینه ۳ کاتالیزگر انرژی فعال‌سازی واکنش‌های رفت و برگشت را به یک مقدار کاهش می‌دهد، یعنی E_a رفت و E_a برگشت هردو در صورت استفاده از کاتالیزگر ۲۵۰kJ کاهش می‌یابند.

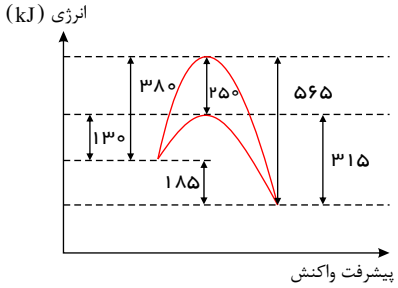
بدون کاتالیزگر:

$$E_{a(\text{رفت})} = ۳۸۰kJ, E_{a(\text{برگشت})} = ۳۸۰ + ۱۸۵ = ۵۶۵kJ$$

در حضور کاتالیزگر:

$$E_{a(\text{رفت})} = ۱۳۰kJ, E_{a(\text{برگشت})} = ۵۶۵ - ۲۵۰ = ۳۱۵kJ$$

بنابراین موارد ۲ و ۳ درست هستند.



۲۲۴ . گزینه ۲ چون غلظت فراورده و واکنش دهنده‌ها به عدد ثابتی رسیده است.

۲۲۵ . گزینه ۳ با توجه به نمودار، ۲ واکنش‌دهنده داریم. (رد گزینه ۱ و ۴)

با توجه به ضرایب استوکیومتری $\Delta n_A = \Delta n_C \rightarrow R_A = R_C$

۲۲۶ . گزینه ۱ فشار در گازها اثرگذار است بنابراین باعث جابه‌جایی تعادل می‌شود.

۲۲۷ . گزینه ۴ با استفاده از نمودار می‌توان واکنش و ضرایب مواد موجود در واکنش را مشخص کرد. دو منحنی کاهشی، واکنش‌دهنده‌ها و یک منحنی افزایشی موجود در نمودار فرآورده است.

برای به‌دست آوردن ضرایب از تغییر غلظت‌های مواد واکنش‌دهنده و فرآورده استفاده می‌شود. تغییر غلظت هر جزء واکنش با ضریب استوکیومتری آن متناسب است.

$\Delta[A] = -۰/۰۲ \quad \Delta[B] = -۰/۰۲ \quad \Delta[C] = ۰/۰۳$

$۲A + ۲B \rightarrow ۳C \qquad$ مجموع ضرایب $= ۲ + ۲ + ۳ = ۷$

۲۲۸ . گزینه ۲

تغییرات مول A را $۲x$ فرض کرده و x را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{مول تجزیه شده} = ۲x = ۱ \times \frac{۲۰}{۱۰۰} = ۰/۲ \rightarrow x = ۰/۱$$

	$۲A(g) \rightleftharpoons ۲B(g) + C(g) + D(s)$				
غلظت اولیه	۱		۰	۰	۰
غلظت تعادلی	۱−۲x		۲x	x	x

توجه کنید D، جامد است و در ثابت تعادل نوشته نمی‌شود.

$$K = \frac{[B]^۲[C]^۱}{[A]^۲} = \frac{(۰/۲)^۲(۰/۱)}{(۰/۸)^۲} = \frac{۴ \times ۱۰^{-۳}}{۶۴ \times ۱۰^{-۲}} = ۶/۲۵ \times ۱۰^{-۳}$$

۲۲۹ . گزینه ۱ طبق واکنش داده شده داریم:

$$K = [CO_۲] \Rightarrow ۱۰^{-۲} = [CO_۲] = ۰/۰۱ mol \cdot L^{-۱}$$

$$mol CO_۲ = ۰/۰۱ \ mol \cdot L^{-۱} \times ۳L = ۰/۰۳ mol \Rightarrow \text{مولکول} CO_۲ ۰/۰۳ \times ۶/۰۲۲ \times ۱۰^{۲۳} \simeq ۱/۸ \times ۱۰^{۲۲}$$

۲۳۰ . گزینه ۳

	$۲SO_۲(g) + O_۲(g) \rightleftharpoons ۲SO_۳(g)$			
مول اولیه	۲mol	۰/۸۲		۰
بعد از تعادل	۲−۲x	۰/۸۲−x		۲x
	۲−۱/۶=۰/۴	۰/۸۲−۰/۸=۰/۰۲		۱/۶

$۲x = ۱/۶ \rightarrow ۲ - ۲x = ۰/۴ \rightarrow x = ۰/۸$

$$K = \frac{[SO_۳]^۲}{[SO_۲]^۲[O_۲]} = \frac{(۱/۶)^۲}{(۰/۴)^۲(۰/۰۲)} = ۸۰۰ mol^{-۱} \cdot L$$

۲۳۱ . گزینه ۳

$$۴HCl(g) + O_۲(g) \rightleftharpoons ۲Cl_۲(g) + ۲H_۲O(g) \Rightarrow \text{غلظت اولیه} \begin{cases} [HCl] = \frac{۵}{۲} = ۲/۵ mol \cdot L^{-۱} \\ [O_۲] = \frac{۱/۱}{۲} = ۰/۵۵ mol \cdot L^{-۱} \end{cases}$$

	$۴HCl$	+	$O_۲$	$\rightleftharpoons$	$۲Cl_۲$	+	$۲H_۲O$
غلظت اولیه	۲/۵		۰/۵۵		۰		۰
غلظت تعادلی	$\underbrace{۲/۵ - ۴x}_{۰/۵}$		$\underbrace{۰/۵۵ - x}_{۰/۰۵}$		$\underbrace{۲x}_{۱}$		$\underbrace{۲x}_{۱}$

$$\text{تغییرات } [HCl] = ۴x = ۲/۵ \times \frac{۸۰}{۱۰۰} = ۲ mol \cdot L^{-۱} \Rightarrow x = ۰/۵$$

$$K=\frac{[Cl_2]^2[H_2O]^2}{[HCl]^4[O_2]}=\frac{(1)^2(1)^2}{(0/5)^4(0/05)}=3/2\times10^2$$

۲۳۲ . گزینه ۴

باتوجه به اطلاعات سؤال داریم:

$$NiO(s)+\ CO(g)\ \rightleftharpoons\ Ni(s)+\ CO_2(g)$$

غلظت در تعادل	۰/۱	۰/۱
غلظت در تعادل جدید	۰/۱ − x	۰/۱ + x

$$K=\frac{[CO_2]}{[CO]}\Rightarrow 99=\frac{0/1+x}{0/1-x}\Rightarrow x=0/098$$

$[CO_2]$ **غلظت تعادلی جدید** $=0/1+0/098=0/198 mol\cdot L^{-1}$

۲۳۳ . گزینه ۱

	N_2	+ O_2	$\rightleftharpoons$	$2NO$	
مول اولیه	۲/۴۸	۱/۶۸		۰	
مول تعادلی	۲/۴۸−x =۲−۴۸−۰/۰۴	۱/۶۸−x =۱/۶۸−۰/۰۴		۲x=۰/۰۸	$\Longrightarrow$x=۰/۰۴
غلظت‌ها (ظرف ۲ لیتری)	۱/۲۲	۰/۸۲		۰/۰۴	

$$K=\frac{[NO]^2}{[N_2][O_2]}=\frac{(0/04)^2}{(1/22)(0/82)}=1/6\times10^{-3}$$

۲۳۴ . گزینه ۲

باتوجه به اطلاعات سؤال، جدول تغییرات را تشکیل می‌دهیم.

	$O_3(g)$ + $NO(g)$	$\rightleftharpoons$	$NO_2(g)$ + $O_2(g)$	
مول اولیه	۰/۵	۰/۵	۰	۰
مول تعادلی	۰/۵−x	۰/۵−x	x	x

حجم ظرف یک لیتر است پس مول و غلظت مواد برابر است.

$$K=\frac{[NO_2][O_2]}{[O_3][NO]}\rightarrow 64=\frac{x^2}{(0/5-x)^2}\Rightarrow x=\frac{4}{9}$$

۲۳۵ . گزینه ۳

باتوجه به اطلاعات داده شده می‌توان نوشت

	$2SO_2$ + O_2	$\rightleftharpoons$	$2SO_3$
مول اولیه	۴/۱	۲/۲	۰
تغییرات مول	−۲x	−x	+۲x
مول تعادلی	۴/۱−۲x	۲/۲−x	۰+۲x=۴

$$\begin{cases}0+2x=4\Rightarrow x=2\\ [SO_3]=\frac{4}{2L}\\ [O_2]=\frac{0/2}{2L}\\ [SO_2]=\frac{0/1}{2L}\end{cases}\Rightarrow K=\frac{[SO_3]^2}{[SO_2]^2[O_2]}\Rightarrow K=\frac{(\frac{4}{2})^2}{(\frac{0/1}{2})^2\times(\frac{0/2}{2})}=\frac{(2)^2}{(0/05)^2\times(0/1)}=1/6\times10^4$$

۲۳۶ . گزینه ۳

در تعادل‌هایی که مجموع ضرایب گازها و محلول‌های فراورده‌ها با مجموع ضرایب گازها و محلول‌های واکنش‌دهنده‌ها برابر باشد، حجم ظرف در تعادل تأثیری ندارد.

$$2NO\ \rightleftharpoons\ N_2\ +\ O_2$$

مول تعادلی $\underbrace{a-2x}_{0/004\ mol}$ x x

$$25\times10^2=\frac{x^2}{(0/004)^2}\Rightarrow 50=\frac{x}{0/004}$$

$x = ۰/۲mol$

$a - ۲x = ۰/۰۰۴ \Rightarrow a - ۲(۰/۲) = ۰/۰۰۴$

$a = ۰/۴۰۴mol \times \frac{۳۰g}{۱mol} = ۱۲/۱۲g$

۲۳۷ . گزینه ۲

طبق اطلاعات سؤال می‌توان نوشت:

$[Cl_۲] = \frac{۲mol}{۴L} = ۰/۵mol \cdot L^{-۱} \quad [Br_۲] = \frac{۲mol}{۴L} = ۰/۵mol \cdot L^{-۱}$

$K = \frac{[BrCl]^۲}{[Br_۲][Cl_۲]} \Rightarrow \underbrace{۱/۶ \times ۱۰^{-۳}}_{۱۶\times۱۰^{-۴}} = \frac{[BrCl]^۲}{۰/۵ \times ۰/۵} \Rightarrow [BrCl] = ۰/۰۲mol \cdot L^{-۱}$

$?\,molBrCl = ۰/۰۲mol \cdot L^{-۱} \times ۴L = ۰/۰۸mol$

۲۳۸ . گزینه ۳

ابتدا مول $NOCl$ را بدست می‌آوریم:

(درصد تجزیه شده) ۶۰ = (تجزیه نشده) ۱۰۰ − ۴۰

تجزیه شده $۳molNOCl \times \frac{۶۰}{۱۰۰} = ۱/۸molNOCl$

	$۲NOCl \rightleftharpoons ۲NO + Cl_۲$				
غلظت تعادلی	$\frac{۳-۲x}{V}$		$\frac{۲x}{V}$	$\frac{x}{V}$	$\Rightarrow ۲x = ۱/۸ \Rightarrow x = ۰/۹$
	$\frac{۳-۱/۸}{V}$		$\frac{۱/۸}{V}$	$\frac{۰/۹}{V}$	

$\frac{۶۷۵}{۱۰۰۰} = \frac{(\frac{۱/۸}{V})^۲(\frac{۰/۹}{V})}{(\frac{۱/۲}{V})^۲} \Rightarrow V = ۳L$

۲۳۹ . گزینه ۳

$CH_۴$ **غلظت اولیه** $= \frac{۱/۱۲}{۲L} = ۰/۵۶mol \cdot L^{-۱}$

CO **غلظت تعادلی** $= \frac{۰/۴mol}{۲L} = ۰/۲mol \cdot L^{-۱}$

	$CH_۴ + H_۲O(g) \rightleftharpoons CO(g) + ۳H_۲(g)$				
مول اولیه	۰/۵۶	؟		۰	۰
مول تعادلی	۰/۵۶−۰/۲ =۰/۳۶	x		۰/۲	۰/۶

$K = \frac{[CO][H_۲]^۳}{[CH_۴][H_۲O]} \Rightarrow ۵ = \frac{۰/۲ \times (۰/۶)^۳}{(۰/۳۶)(x)} \Rightarrow x = ۰/۰۲۴mol \cdot L^{-۱} \xrightarrow{\times ۲L\ \text{حجم ظرف}} ۰/۰۴۸molH_۲O$

۲۴۰ . گزینه ۲

ابتدا غلظت $CO_۲$، $H_۲O$ و CO را محاسبه می‌کنیم:

$[CO] = [H_۲O] = ۱ \div ۱۰ \text{ لیتر} = ۰/۱mol \cdot L^{-۱} \Rightarrow [CO_۲] = ۰/۶ \div ۱۰ = ۰/۰۶mol \cdot L^{-۱}$

$CO + H_۲O \rightleftharpoons CO + H_۲$				
۰/۱	۰/۱		۰	۰
۰/۱−x	۰/۱−x		x	x
۰/۱−۰/۰۶	۰/۱−۰/۰۶		۰/۰۶	۰/۰۶

$K = \frac{(۰/۰۶)^۲}{(۰/۰۴)^۲} = ۲/۲۵$

۲۴۱ . گزینه ۳

با استفاده از اطلاعات سؤال داریم:

$\text{حجم ظرف} = ۴۰۰cm^۳ \div ۱۰۰۰ = ۰/۴L \Rightarrow [NO] = \frac{۰/۰۴۰۴}{۰/۴} = ۰/۱۰۱mol \cdot L^{-۱}$

	$۲NO_۲$	$\rightleftharpoons$	$N_۲$	+	$O_۲$
غلظت تعادلی	$۰/۱۰۱-۲x$		x		x

$$\begin{cases} ۲/۵\times ۱۰^{۳}=\dfrac{x^{۲}}{(۰/۱۰۱-۲x)^{۲}}\Rightarrow x=۰/۰۵ \\ [NO_۲]=۰/۱۰۱-\underbrace{۲(۰/۰۵)}_{۰/۱}=۰/۰۰۱ mol\cdot L^{-۱} \\ x=[O_۲]=[N_۲]=۰/۰۵\ mol\cdot L^{-۱} \end{cases}$$

۲۴۲ . گزینه ۱ با توجه به نمودار $SO_۲$ و $O_۲$ واکنش دهنده هستند و $SO_۳$ فراورده.

$$۲SO_۲+O_۲\rightleftharpoons ۲SO_۳$$

$$K=\frac{[SO_۳]^{۲}}{[SO_۲]^{۲}[O_۲]}=\frac{(۰/۰۶)^{۲}}{(۰/۳)^{۲}(۰/۲)}=\frac{۳۶\times ۱۰^{-۴}}{۱۸\times ۱۰^{-۳}}=۰/۲$$

۲۴۳ . گزینه ۴

طبق اطلاعات سؤال داریم:

$$[A_۲]=[B_۲]=\frac{۰/۰۳}{۳}=۰/۰۱ mol\cdot L^{-۱}$$

$$۲AB\rightleftharpoons A_۲+B_۲ \qquad K=\frac{[A_۲][B_۲]}{[AB]^{۲}}$$

$$\Rightarrow ۰/۰۱=\frac{۰/۰۱\times ۰/۰۱}{[AB]^{۲}}\Rightarrow [AB]=۰/۱ mol\cdot L^{-۱}$$

$$mol[AB]=۰/۱\times ۳=۰/۳$$

۲۴۴ . گزینه ۳

جدول غلظت اولیه و تعادلی مربوط به تعادل را تشکیل می‌دهیم.

از آنجایی که حجم ظرف یک لیتر است، غلظت و تعداد مول مواد باهم برابر است.

	$۲NOCl \rightleftharpoons ۲NO + Cl_۲$			
غلظت اولیه	۱/۰۹		۰	۰
تغییر غلظت	$-۲x$		$+۲x$	$+x$
غلظت تعادلی	$۱/۰۹-۲x=۱$ ($\overbrace{۰/۰۹}$)		$۰+۲x=۰/۰۹$	$۰+x=۰/۰۴۵$

$$K=\frac{(۰/۰۹)^{۲}(۰/۰۴۵)}{(۱)^{۲}}=۳/۶۴۵\times ۱۰^{-۴}$$

۲۴۵ . گزینه ۱

چون مقدار $I_۲$ در ظرف ۵ لیتر داده شده پس:

$$[I_۲]=[H_۲]=\frac{۰/۰۱}{۵}=\frac{۱}{۵۰۰}$$

$$K=\frac{[H_۲][I_۲]}{[HI]^{۲}}\Rightarrow ۰/۰۱=\frac{\frac{۱}{۵۰۰}\times\frac{۱}{۵۰۰}}{[HI]^{۲}}\Rightarrow [HI]=۰/۰۲ \text{ مول بر لیتر}$$

باید توجه داشت مقدار مول HI را خواسته است پس:

$$\text{مقدار } HI \text{ در ۵ لیتر}=۰/۰۲\times ۵=۰/۱ mol$$

۲۴۶ . گزینه ۳

طبق رابطه ثابت تعادل داریم:

$$[N_۲]=[O_۲]=۰/۱ mol\cdot L^{-۱}$$

$$K=\frac{[N_۲][O_۲]}{[NO]^{۲}}\Rightarrow ۲/۵\times ۱۰^{۳}=\frac{(۰/۱)^{۲}}{[NO]^{۲}}$$

$$\text{از طرفین جذر می‌گیریم}\Rightarrow ۵۰=\frac{۰/۱}{[NO]}\Rightarrow [NO]=\frac{۱}{۵۰۰}=۰/۰۰۲ mol\cdot L^{-۱}$$

۲۴۷ . گزینه ۴

غلظت تعادلی A و B را محاسبه می‌کنیم و سپس ثابت تعادل را محاسبه می‌کنیم.

$$[A]=\frac{۰/۴}{۲}=۰/۲ mol\cdot L^{-۱} \qquad [B]=\frac{۱/۲}{۲}=۰/۶ mol\cdot L^{-۱}$$

$$K=\frac{[B]^{۳}}{[A]^{۲}}=\frac{(۰/۶)^{۳}}{(۰/۲)^{۲}}=۵/۴$$

گزینه ۴ . ۲۴۸

ابتدا غلظت‌های تعادلی را محاسبه می‌کنیم:

	$NH_4HS(s) \rightleftharpoons$		$NH_3(g) +$	$H_2S(g)$
مول اولیه	۰/۵		۰	۰
مول تعادلی	۰/۵ − x		x	x

$$x = \frac{۶}{۱۰۰} \times ۰/۵ = ۰/۰۳$$

.در رابطه ثابت تعادل غلظت مواد جامد نوشته نمی‌شود

$$K = [NH_3][H_2S] = ۰/۰۳ \times ۰/۰۳ = ۹ \times ۱۰^{-۴} mol^۲ \cdot L^{-۲}$$

گزینه ۴ . ۲۴۹

حجم ظرف را V فرض می‌کنیم:

	$۲SO_3 \rightleftharpoons$		$۲SO_2 +$	O_2
غلظت تعادلی	$\frac{۰/۰۹ - ۲x}{V}$		$\frac{۲x}{V}$	$\frac{x = ۰/۰۳}{V}$
غلظت تعادلی	$\frac{۰/۰۳}{V}$		$\frac{۰/۰۶}{V}$	$\frac{۰/۰۳}{V}$

$$K = \frac{[SO_2]^۲ \cdot [O_2]}{[SO_3]^۲} = \frac{(\frac{۰/۰۶}{V})^۲ (\frac{۰/۰۳}{V})}{(\frac{۰/۰۳}{V})^۲} = ۰/۰۳ \Rightarrow V = ۴$$

گزینه ۳ . ۲۵۰

$۲N_2O_5(g) \rightleftharpoons$		$۴NO_2(g) +$	$O_2(g)$
۱		۰	۰
۱−۲x=۰/۵		۴x=۱	x=۰/۲۵

$$۲x = \frac{۵۰}{۱۰۰} \times ۱ \Rightarrow x = ۰/۲۵$$

$$\$\ K = \frac{(\frac{۱}{۲})^۴ \times (\frac{۰/۲۵}{۲})}{(\frac{۰/۵}{۲})^۲} = ۰/۱۲۵ mol^۳ \cdot L^{-۳}$$

گزینه ۱ . ۲۵۱

	$۲SO_2$	$+ \quad O_2$	$\rightleftharpoons$	$۲SO_3$
مول اولیه	۰/۳۴	۰/۲		۰
مول تعادلی	$\underbrace{۰/۳۴ - ۲x}_{۰/۰۴}$	$\underbrace{۰/۲ - x}_{۰/۰۵}$		$\underbrace{۲x}_{۰/۳}$

$$\Rightarrow ۰/۲ - x = ۰/۰۵ \Rightarrow x = ۰/۱۵$$

$$K = \frac{[SO_3]^۲}{[SO_2]^۲[O_2]} = \frac{(۰/۳)^۲}{(۰/۰۴)^۲(۰/۰۵)} = ۱۱۲۵$$

گزینه ۳ . ۲۵۲

ابتدا غلظت اولیهٔ N_2 و H_2 را محاسبه می‌کنیم:

$$[N_2]_{\text{اولیه}} = \frac{۱ mol}{۲L} = ۰/۵ mol \cdot L^{-۱}$$

$$H_2 \text{ مول اولیه‌ی} = ۳/۲ g H_2 \times \frac{۱ mol}{۲g} = ۱/۶ mol H_2 \rightarrow [H_2]_{\text{اولیه}} = \frac{۱/۶ mol}{۲L} = ۰/۸ mol \cdot L^{-۱}$$

$$NH_3 \text{ مول تعادلی} = ۶/۸ g NH_3 \times \frac{۱ mol}{۱۷g} = ۰/۴ mol NH_3 \rightarrow [NH_3]_{\text{تعادلی}} = \frac{۰/۴ mol}{۲L} = ۰/۲ mol \cdot L^{-۱}$$

ماده	$N_۲$	+ $۳H_۲$	$\rightleftharpoons$	$۲NH_۳$
غلظت اولیه	۰/۵	۰/۸		۰
تغییر غلظت	$-x$	$-۳x$		$+۲x$
غلظت تعادلی	$۰/۵-x$	$۰/۸-۳x$		۰/۲

$NH_۳$ ستون $\Rightarrow ۰ + ۲x = ۰/۲ \Rightarrow x = ۰/۱$

$[N_۲]$ تعادلی $= ۰/۵ - x = ۰/۵ - ۰/۱ = ۰/۴ mol \cdot L^{-۱}$

$[H_۲]$ تعادلی $= ۰/۸ - ۳x = ۰/۸ - ۳(۰/۱) = ۰/۵ mol \cdot L^{-۱}$

$$K = \frac{[NH_۳]^۲}{[N_۲][H_۲]^۳} = \frac{(۰/۲)^۲}{(۰/۴)(۰/۵)^۳} = ۰/۸ mol^{-۲} \cdot L^۲$$

۲۵۳ . گزینه ۳ تعداد مول های گازی دو طرف معادله برابر است، پس حجم ظرف در رابطهٔ ثابت تعادل بی‌تأثیر است. زیرا حجم ظرف از صورت و مخرج عبارت ثابت تعادل ساده می‌شود. تعداد مول‌های گزارش شده را در جدول را در جدول زیر وارد می‌کنیم.

$CO + H_۲O \rightleftharpoons CO_۲ + H_۲O$

ماده	CO	$H_۲O \rightleftharpoons CO_۲$		$H_۲$
مول اولیه	۰/۶	n	۰	۰
تغییر مول	$-x$	$-x$	$+x$	$+x$
مول تعادلی	$۰/۶ - x$	$n - x$	۰/۳	x

به کمک اطلاعات مربوط به $CO_۲$ مقدار x را به دست می‌آوریم.

$CO_۲$ ستون $\rightarrow ۰ + x = ۰/۳ \rightarrow x = ۰/۳ mol$

CO مول تعادلی $= ۰/۶ - x = ۰/۶ - ۰/۳ = ۰/۳ mol$

$H_۲O$ مول تعادلی $= n - x = (n - ۰/۳) mol$

$H_۲$ مول تعادلی $= x = ۰/۳ mol$

با قراردادن مول‌های تعادلی در رابطه‌ی ثابت تعادل، مقدار n را پیدا می‌کنیم.

$$K = \frac{[CO_۲][H_۲]}{[CO][H_۲O]} \rightarrow ۱۰ = \frac{(۰/۳)(۰/۳)}{(۰/۳)(n - ۰/۳)} \rightarrow ۱۰n - ۳ = ۰/۳ \rightarrow n = ۰/۳۳ mol$$

مقدار بخار اب در مخلوط اولیه $= n = ۰/۳۳ mol H_۲O$

۲۵۴ . گزینه ۱

با توجه به ضرایب استوکیومتری، می‌توان غلظت تعادلی فراوردهٔ دیگر را به دست آورد.

$$\text{تعادلی } [H_۲] = \frac{۱/۲ mol}{۲L} = ۰/۶ mol \cdot L^{-۱}$$

$$\text{تعادلی } [N_۲] = \frac{۱}{۳} \times [H_۲] = \frac{۱}{۳}(۰/۶) = ۰/۲ mol \cdot L^{-۱}$$

به کمک رابطهٔ ثابت تعادل می‌توان غلظت تعادلی $NH_۳$ را به دست آورد.

$$K = \frac{[N_۲][H_۲]^۳}{[NH_۳]^۲} \Rightarrow ۱۲ = \frac{(۰/۲)(۰/۶)^۳}{[NH_۳]^۲} \Rightarrow [NH_۳]^۲ = ۳۶ \times ۱۰^{-۴}$$

$$\Rightarrow \text{تعادلی } [NH_۳] = ۶ \times ۱۰^{-۲} = ۰/۰۶ mol \cdot L^{-۱}$$

اکنون می‌توان جدول تغییرات غلظت مولی را رسم نمود:

	$۲NH_۳$	$\rightleftharpoons$	$N_۲$	+ $۳H_۲$
غلظت اولیه	M		۰	۰
تغییر غلظت	$-۲x$		$+x$	$+۳x$
غلظت تعادلی	۰/۰۶		۰/۲	۰/۶

به کمک اطلاعات مربوط به $N_۲$، مقدار عددی x را به دست می‌آوریم:

$N_۲$ ستون $\Rightarrow ۰ + x = ۰/۲ \Rightarrow x = ۰/۲ mol \cdot L^{-۱}$

$NH_۳$ ستون $\Rightarrow M - ۲x = ۰/۰۶ \Rightarrow M - ۲(۰/۲) = ۰/۰۶ \Rightarrow M = [NH_۳] = ۰/۴۶ mol \cdot L^{-۱}$

$NH_۳$ مول اولیه $= ۰/۴۶ \frac{mol}{L} \times ۲L = ۰/۹۲ mol NH_۳$

۲۵۵ . گزینه ۳ حجم ظرف، یک لیتر است. پس تعداد مول‌های گزارش شده با غلظت‌های مولی آن‌ها برابر است.

ماده	$۲S_۲$	+ $O_۲$	$\rightleftharpoons$	$۲SO_۳$
غلظت اولیه	۲/۲	؟		۰
تغییر غلظت	$-۲x$	$-x$		$+۲x$
غلظت تعادلی	۰/۲	؟		؟

با توجه به اطلاعات مربوط به $SO_۲$ می‌توان مقدار X را به دست آورد.

$$۲/۲ - ۲X = ۰/۲ \Rightarrow X = ۱$$

اکنون غلظت تعادلی $SO_۳$ را پیدا می‌کنیم.

$$SO_۳ \text{ غلظت تعادلی} = ۰ + ۲X = ۲mol \cdot L^{-۱}$$

با توجه به مقدار عددی ثابت تعادل، می‌توان غلظت تعادلی $O_۲$ را بدست آورد.

$$K = \frac{[SO_۳]^۲}{[SO_۲]^۲[O_۲]} \Rightarrow ۸۰۰ = \frac{(۲)^۲}{(۰/۲)^۲[O_۲]} \Rightarrow [O_۲] \text{ تعادلی} = \frac{۱}{۸} = ۰/۱۲۵mol \cdot L^{-۱}$$

اکنون می‌توان غلظت اولیه‌ی اکسیژن را به دست آورد.

$$O_۲ \text{ غلظت اولیه} + O_۲ \text{ تغییر غلظت} = O_۲ \text{ غلظت تعادلی} \Rightarrow [O_۲] \text{ اولیه} - ۱ = ۰/۱۲۵$$
$$\Rightarrow [O_۲] - ۱ = ۰/۱۲۵ \Rightarrow [O_۲] \text{ اولیه} = ۱/۱۲۵mol \cdot L^{-۱}$$

از آن‌جا که حجم ظرف، یک لیتر است، مقدار گاز اکسیژن بر حسب مول نیز ۱/۱۲۵ است.

۲۵۶ . گزینه ۱

باتوجه به اطلاعات سؤال داریم:

$$[HI] = x$$
$$[I_۲] = ۲[H_۲]$$
$$K = \frac{[HI]^۲}{I_۲][H_۲]} \Rightarrow ۵۰ = \frac{x^۲}{۲ \times [H_۲] \times [H_۲]}$$
$$\Rightarrow ۱۰۰ = \frac{x^۲}{(۱/۸ \times ۱۰^{-۳}) \times (۱/۸ \times ۱۰^{-۳})} \Rightarrow ۱۰ = \frac{x}{(۱/۸ \times ۱۰^{-۳})} \Rightarrow x = ۱/۸ \times ۱۰^{-۲}mol \cdot L^{-۱}$$

۲۵۷ . گزینه ۴ باتوجه به ثابت تعادل می‌توانیم غلظت تعادلی $NO_۲$ را بدست آوریم.

$$K = \frac{[NO_۲]^۲}{[NO]^۲ \cdot [O_۲]} \Rightarrow ۱/۸ \times ۱۰^{۱۲} = \frac{[NO_۲]^۲}{[۰/۰۱]^۲ \cdot [۰/۰۵]} = [NO_۲]^۲ = [۰/۰۱]^۲ \times ۵ \times ۱۰^{۱۰} \times ۱/۸$$
$$[NO_۲] = ۱۰^{-۲} \times ۳ \times ۱۰^{۵} = ۳ \times ۱۰^{۳}$$

۲۵۸ . گزینه ۱ با توجه به ضرایب استوکیومتری به ازای تجزیه‌ی ۰/۴ مول HI، مقدار ۰/۲ مول $H_۲$ و $I_۲$ تولید می‌شود (حجم ظرف ۱ لیتر است):

$$۲HI \rightleftharpoons H_۲ + I_۲$$
$$۰/۴\ molHI \times \frac{۱molH_۲}{۲molHI} = ۰/۲molH_۲ \Rightarrow \text{در هنگام تعادل}$$
$$[H_۲] = [I_۲] = ۰/۲\ mol \cdot L^{-۱} \text{ و } [HI] = ۲/۴ - ۰/۴ = ۲mol \cdot L^{-۱}$$
$$K = \frac{[H_۲][I_۲]}{[HI]^۲} = \frac{(۰/۲) \times (۰/۲)}{۲^۲} = ۰/۰۱$$

۲۵۹ . گزینه ۴ اول به حجم ظرف که ۱۰ لیتر است توجه کنید. پس مقدار مول‌ها را به ۱۰ تقسیم می‌کنیم تا غلظت‌ها به دست آیند. چون در فرمول K با غلظت‌ها سروکار داریم:

$$PCl_۵ \rightleftharpoons PCl_۳ + Cl_۲$$
غلظت تعادلی : $۰/۰۱ - x \quad x \quad x$
$$۰/۰۱ - x = ۰/۰۰۳ \Rightarrow x = ۰/۰۰۷ = ۷ \times ۱۰^{-۳}\ mol \cdot L^{-۱}$$

$$K = \frac{[PCl_۳][Cl_۲]}{[PCl_۵]} = \frac{(۷ \times ۱۰^{-۳}) \times (۷ \times ۱۰^{-۳})}{۳ \times ۱۰^{-۳}} \simeq ۱/۶ \times ۱۰^{-۲}$$

۲۶۰ . گزینه ۲ حجم ظرف یک لیتر است و می‌توان تعداد مول‌های گزارش شدهٔ داخل ظرف‌ها را برابر با غلظت مولی آن‌ها در نظر گرفت. جدول تغییرات غلظت مولی را رسم می‌کنیم.

مواد	$۲SO_۲$	$O_۲$	$\rightleftharpoons$	$۲SO_۳$
غلظت اولیه	۴/۴	۲/۱۲۵		۰
تغییر غلظت	$-۲X$	$-X$		$+۲X$
غلظت تعادلی	$۴/۴ - ۲X$	$۲/۱۲۵ - X$		$۲X$

$$[SO_۲] \text{ تعادلی} = SO_۲ \text{ غلظت اولیه} + SO_۲ \text{ تغییر غلظت} \Rightarrow ۰/۴ = ۴/۴ - ۲x \Rightarrow x = ۲$$

تعادلی $[O_2] = 2{,}125 - x = 2{,}125 - 2 = 0{,}125 mol \cdot L^{-1}$

تعادلی $[SO_3] = 2x = 2(2) = 4 mol \cdot L^{-1}$

اکنون با قرار دادن غلظت‌های تعادلی در رابطهٔ ثابت تعادل، مقدار عددی آن را به دست می‌آوریم.

$$K = \frac{[SO_3]^2}{[SO_2]^2[O_2]} = \frac{(4)^2}{(0{,}4)^2(0{,}125)} = 800 mol^{-1} \cdot L$$

۲۶۱ . گزینه ۲ برای به دست آوردن غلظت، مول‌ها را بر حجم ظرف تقسیم می‌کنیم:

$$[C_2H_4] = [H_2O] = \frac{2 mol}{2L} = 1$$

	C_2H_4	+ H_2O	$\rightleftharpoons$	C_2H_5OH
غلظت اولیه	۱	۱		۰
تغییر غلظت	−x	−x		+x
غلظت تعادلی	۱−x	۱−x		x

$$K = \frac{[C_2H_5OH]}{[C_2H_4][H_2O]} \rightarrow 2 = \frac{x}{(1-x)^2} \rightarrow 2x^2 - 5x + 2 = 0$$

$$x = \frac{5 \pm \sqrt{25-16}}{4} = \begin{cases} \frac{5+3}{4} = 2 & \text{غیر قابل قبول} \\ \frac{5-3}{4} = 0{,}5 & \text{قابل قبول} \end{cases} \Rightarrow x = 0{,}5$$

تعادلی $molC_2H_4 = 1 - 0{,}5 = 0{,}5 mol \cdot L^{-1} \times 2 = 1 mol$

تعادلی $molH_2O = 1 - 0{,}5 = 0{,}5 mol \cdot L^{-1} \times 2 = 1 mol$

تعادلی $molC_2H_5OH = 0{,}5 mol \cdot L^{-1} \times 2 = 1 mol$

در اینجا $1 mol$ اتانول (C_2H_5OH) تولید شده است که همان مقدار عملی است اگر واکنش کامل بود بایستی $2 mol$ اتانول تولید می‌شد (مقدار نظری)

$$\text{بازده درصدی} = \frac{\text{مقدار عملی}}{\text{مقدار نظری}} \times 100 \Rightarrow \frac{1}{2} \times 100 = 50\%$$

۲۶۲ . گزینه ۳ حجم ظرف یک لیتر است و مول و غلظت مواد باهم برابر است:

	$4NH_3(g)$ +	$3O_2$	$\rightleftharpoons$	$2N_2(g)$	$+6H_2O(g)$
غلظت اولیه	۱	۱		۰	۰
اختلاف غلظت	−۴x	−۳x		+۲x	+۶x
غلظت تعادلی	۱−۴x=۰/۶	۱−۳x=۰/۷		۲x	۶x=۰/۶

۲x=۰/۲

x=۰/۱

$$K = \frac{(0{,}6)^6 \times (0{,}2)^2}{(0{,}6)^4 \times (0{,}7)^3} = 0{,}042$$

۲۶۳ . گزینه ۱

ابتدا مول H_2O و سپس غلظت آن را محاسبه می‌کنیم:

$$?molH_2O = \frac{0{,}36}{18} = 0{,}02 mol$$

$$[H_2O] = \frac{0{,}02 mol}{2L} = 0{,}01 mol \cdot L^{-1}$$

$$K = [H_2O]^2 \Rightarrow K = 1 \times 10^{-4} mol^2/L^2$$

مواد جامد در رابطه‌ی قانون تعادل نوشته نمی‌شوند.

۲۶۴ . گزینه ۳ ابتدا با توجه به مول تعادلی NO_2، مول تعادلی Cl_2 را به دست می‌آوریم.

$$?molCl_2 = 0{,}4 molNO_2 \times \frac{1 molCl_2}{2 molNO_2} = 0{,}2 mol\ Cl_2$$

حجم ظرف واکنش، دو لیتر است. از این رو مول‌های تعادلی گونه‌ها را به ۲ تقسیم می‌کنیم تا غلظت‌های تعادلی آن‌ها به دست آید.

$$[NOCl] \text{ تعادلی} = \frac{0{,}02\ mol}{2L} = 0{,}01 mol \cdot L^{-1}$$

$[NO_۲]$ تعادلی $= \frac{۰/۴\ mol}{۲L} = ۰/۲mol \cdot L^{-۱}$

$[Cl_۲]$ تعادلی $= \frac{۰/۲\ mol}{۲L} = ۰/۱mol \cdot L^{-۱}$

اکنون به کمک رابطه‌ی ثابت تعادل، می‌توان غلظت تعادلی گاز اکسیژن را به دست آورد.

$$K = \frac{[NO_۲]^۲[Cl_۲]}{[NOCl]^۲[O_۲]} \Rightarrow ۲۵۰ = \frac{(۰/۲)^۲(۰/۱)}{(۰/۰۱)^۲[O_۲]} \Rightarrow [O_۲]_{\text{تعادلی}} = ۰/۱۶mol \cdot L^{-۱}$$

$$molO_۲ \text{ تعادلی} = ۰/۱۶\frac{mol}{L} \times ۲L = ۰/۳۲mol\ O_۲$$

که در آن، حجم ظرف $۲L$ می‌باشد.

۲۶۵ . گزینه ۱ $Cl_۲$ و $H_۲O$ هر دو جزو فراورده‌ها هستند و ضرایب استوکیومتری مشابهی دارند. از این رو غلظت تعادلی $H_۲O$ نیز مانند $Cl_۲$برابر ۰/۲ مول بر لیتر است.

$$K = \frac{[Cl_۲]^۲[H_۲O]^۲}{[HCl]^۴[O_۲]} \rightarrow ۱۰۰۰ = \frac{(۰/۲)^۲(۰/۲)^۲}{[HCl]^۴ \times (۰/۰۱۶)} \rightarrow [HCl] = ۰/۱mol \cdot L^{-۱}$$

۲۶۶ . گزینه ۳ ابتدا تعداد مول‌های هیدروژن را در حالت تعادل به دست می‌آوریم:

$$?mol\ H_۲ = ۰/۱\ mol\ CO \times \frac{۳mol\ H_۲}{۱mol\ CO} = ۰/۳mol\ H_۲$$

حجم ظرف واکنش را برابر V لیتر در نظر گرفته و تعداد مول مواد شرکت‌کننده در واکنش را به V تقسیم می‌نماییم تا غلظت مولی آن‌ها به دست آید، سپس غلظت‌های مولی را در رابطه‌ی ثابت تعادل قرار می‌دهیم تا حجم ظرف واکنش به دست آید.

$$K = \frac{[CO][H_۲]^۳}{[CH_۴][H_۲O]} \Rightarrow ۱۰ = \frac{(\frac{۰/۱}{V})(\frac{۰/۳}{V})^۳}{(\frac{۰/۰۳}{V})(\frac{۰/۰۰۱}{V})} \Rightarrow V = ۳L$$

۲۶۷ . گزینه ۳ در ازای هر مول CO مقدار ۳ مول $H_۲$ تولید می‌شود. بنابراین مول تعادلی $H_۲$ سه برابر مول تعادلی CO یعنی برابر ۰/۳ مول می‌باشد. تعداد مول‌های تعادلی را بر حجم ظرف (V) تقسیم کرده و سپس آن‌ها را در رابطه‌ی ثابت تعادل قرار می‌دهیم.

$$K = \frac{[CO][H_۲]^۲}{[CH_۴][H_۲O]} \Rightarrow ۱۰ = \frac{(\frac{۰/۱}{V})(\frac{۰/۳}{V})^{۳}}{(\frac{۰/۰۳}{V})(\frac{۰/۰۰۱}{V})} \Rightarrow V = ۳L$$

۲۶۸ . گزینه ۳

برای بدست آوردن غلظت هر ماده، تعداد مول آن را بر حجم ظرف یعنی ۳ لیتر تقسیم می‌کنیم.

غلظت NO و $CO_۲$ برابر است (به دلیل برابر بودن ضریب استوکیومتری و فراورده بودن)

	$CO + NO_۲ \rightleftharpoons CO_۲(g) + NO(g)$				
غلظت اولیه	x	y		۰	۰
تغییر غلظت	−a	−a		+a	+a
غلظت تعادل	۰/۳	۰/۰۵		۰/۱۵	۰/۱۵

$$K = \frac{[CO_۲][NO]}{[CO][NO_۲]} = \frac{۰/۱۵ \times ۰/۱۵}{۰/۳ \times ۰/۰۵} = ۱/۵$$

۲۶۹ . گزینه ۳

با توجه به واکنش می‌توان نوشت:

$$K = \frac{[BrCl]^۲}{[Br_۲][Cl_۲]} \Rightarrow ۱/۶ \times ۱۰^{-۳} = \frac{(\frac{x}{۲})^۲}{(\frac{۴}{۲})(\frac{۴}{۲})} \Rightarrow x = ۰/۱۶mol$$

۲۷۰ . گزینه ۲ می‌دانیم اگر دو واکنش تعادلی را با هم جمع کنیم ثابت‌های تعادل آن‌ها در هم ضرب می‌شود.

$$A(g) + E(g) \rightleftharpoons ۲X(g) \quad ، \quad K_۱ = ۳۲$$
$$۲X(g) \rightleftharpoons ۲Z(g) \quad ، \quad K_۲ = ۲$$
$$A(g) + E(g) \rightleftharpoons ۲Z(g) \quad K = ۲ \times ۳۲ = ۶۴$$

غلظت اولیه :	۱	۱	۰
غلظت تعادلی :	$۱-x$	$۱-x$	$۲x$

$$K=\frac{[Z]^{۲}}{[A][E]}=\frac{(۲x)^{۲}}{(۱-x)^{۲}}=۶۴\rightarrow\frac{۲x}{۱-x}=۸$$

$$۸-۸x=۲x\rightarrow x=۰/۸mol\cdot L^{-۱}$$

$$[Z]=۲x=۱/۶\,mol\cdot L^{-۱}$$

۲۷۱ . گزینه ۴ توجه کنید این فرایند دارای بازده درصدی ۶۰ درصد است یعنی ۰/۶ مول از هر یک از واکنش‌دهنده‌ها طی شروع تا رسیدن به تعادل تجزیه شده‌اند.

	A(g) + D(g) $\rightleftharpoons$			۲E(g) +	G(g)
غلظت اولیه	۱	۱		۰	۰
تغییر غلظت	−x=۰/۶	−x=۰/۶		+۲x	+x
غلظت تعادلی	۱−x =۱−۰/۶	۱−x =۱−۰/۶		۲x=۱/۲	x=۰/۶

$$K=\frac{[E]^{۲}[G]}{[A][D]}=\frac{(۱/۲)^{۲}\times(۰/۶)}{(۰/۴)\times(۰/۴)}=۵/۴mol\cdot L^{-۱}$$

۲۷۲ . گزینه ۴

جدول تغییرات را برای هردو تعادل تشکیل می‌دهیم:

غلظت	A $\rightleftharpoons$		۲X
مول اولیه	۱		۰
تغییر غلظت	−x		+۲x
غلظت تعادلی	۱− x		۲x

$\Rightarrow$ بازده درصدی $=\frac{x}{۱}\times۱۰۰=۵۰\rightarrow x=۰/۵$

$$K_{۱}=\frac{[X]^{۲}}{[A]}=\frac{(۱)^{۲}}{(۰/۵)}=۲$$

	D $\rightleftharpoons$		Z
غلظت اولیه	۱		۰
تغییر غلظت	−y		+y
غلظت تعادل	۱− y		y

$\Rightarrow$ بازده درصدی $=\frac{y}{۱}\times۱۰۰=۸۰\rightarrow y=۰/۸$

$$K_{۲}=\frac{[Z]}{[D]}=\frac{۰/۸}{۰/۲}=۴$$

$$\frac{K_{۲}}{K_{۱}}=\frac{۴}{۲}=۲$$

۲۷۳ . گزینه ۴ ابتدا مول داده شده را به غلظت (مولاریته) تبدیل می‌کنیم ($M=\frac{n}{V}$)

غلظت اولیه $[N_۲O_۴]=\frac{۱۰}{۵}=۲mol\cdot L^{-۱}$

	$N_۲O_۴(g)\rightleftharpoons$		۲$NO_۲$(g)
غلظت اولیه	۲		۰
تغییر غلظت	−x		+۲x
غلظت تعادلی	۲−x		۲x

ثابت تعادلی $K=\frac{[NO_۲]^{۲}}{[N_۲O_۴]}\rightarrow ۴=\frac{(۲x)^{۲}}{(۲-x)}\rightarrow x=۱$

$\Rightarrow$ **غلظت تعادلی** $[N_۲O_۴]=۲-۱=۱$

$\Rightarrow$ **غلظت تعادلی** $[NO_۲]=۲\times۱=۲$

نسبت غلظت مولار خواسته شده به دست آمد. $\frac{[NO_۲]}{[N_۲O_۴]}=\frac{۲}{۱}=۲$

برای بدست آوردن مجموع مول‌های گاز درون ظرف هنگام تعادلی کافی است (هر دو ماده، واکنش‌دهنده و فرآورده گاز هستند) غلظت‌های موجود تعادلی را به مول تبدیل نماییم.

تعداد مول تعادلی $NO_2 = M \times V = 2 \times 5 = 10$

تعداد مول تعادلی $N_2O_4 = M \times V = 1 \times 5 = 5$

مجموع مول‌های گازی $\Rightarrow molNO_2 + molN_2O_4 = 10 + 5 = 15$

۲۷۴ . گزینه ۲

	$2A_2(s) \rightleftharpoons D_2(g)$		$K=1\ L.mol^{-1}$
غلظت اولیه	۲/۵ mol		۰
تغییر غلظت	$-2x$		$+x$
غلظت تعادلی	$1-2x$		x

$$K = \frac{[D_2]}{[A_2]^2} \rightarrow 1 = \frac{x}{(1-2x)^2} \rightarrow x = 0/25$$

$$[A_2] = 1 - 2 \times (0/25) = 0/5 mol \cdot L^{-1}$$

بازده درصدی $= \frac{\text{مقدار مصرف شده}}{\text{مقدار کل اولیه}} \times 100 = \frac{0/5}{1} \times 100 = 50\%$ **بازده درصدی**

توجه: می‌توان به این صورت نیز بیان نمود که باتوجه به غلظت تعادلی محصول که برابر $[D_2] = 0/25$ **یا** $\frac{1}{4}$ **مولار است، با استفاده از یک مولار ماده اولیه نهایتاً ۰/۲۵ مولار محصول حاصل شده است در حالی که طبق روابط استوکیومتری واکنش (نسبت** $\frac{1}{2}$ **ضرایب** $\frac{molD_2}{molA_2}$**) باید نصف یک مولار، محصول به دست می‌آمد، پس راندمان یا بازده درصدی** 50% **است.**

۲۷۵ . گزینه ۱

$$[N_2O_4] = \frac{n}{V} \rightarrow \frac{8mol}{2L} = 4mol \cdot L^{-1}$$

	$N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$		
غلظت اولیه	۴		۰
تغییر غلظت	$-x$		$+2x$
غلظت تعادلی	$4-x$		$+2x$

$$K = \frac{[NO_2]^2}{[N_2O_4]} \rightarrow 0/8 = \frac{(2x)^2}{4-x} \rightarrow 4x^2 + 0/8x - 3/2 = 0$$

اگر در معادله درجه دوم $ax^2 + bx + c = 0$ **رابطه** $b = a + c$ **برقرار باشد، ریشه‌های معادله** $x_1 = -1$ **و** $x_2 = -\frac{c}{a}$ **خواهد بود، بنابراین:**

$$\begin{cases} x_1 = -1 \text{ غیر قابل قبول} \\ x_2 = -\frac{c}{a} = -\frac{-3/2}{4} = 0/8 \end{cases}$$

غلظت تعادلی باقیمانده $[N_2O_4] = 4 - x \rightarrow 4 - 0/8 = 3/2 mol \cdot L^{-1}$

مول باقیمانده (تعادلی) $= 3/2 \frac{mol}{L} \times 2L = 6/4 mol$

۲۷۶ . گزینه ۲ حجم ظرف یک لیتر است. بنابراین مول‌ها همان غلظت مولاریته است.

	$H_2 + I_2 \rightleftharpoons 2HI$			
غلظت اولیه	۳	۳		۰
تغییر غلظت	$-x$	$-x$		$+2x$
غلظت تعادلی	$3-x$	$3-x$		$2x$

$$K=\frac{[HI]^{۲}}{[H_۲]\,[I_۲]} \rightarrow ۰/۱۶=\frac{(۲x)^{۲}}{(۳-x)^{۲}}$$
$$\rightarrow \frac{۱۶}{۱۰۰}=\frac{(۲x)^{۲}}{(۳-x)^{۲}}$$
$$\rightarrow \frac{۴}{۱۰}=\frac{(۲x)}{(۳-x)}$$
$$\rightarrow ۱۲-۴x=۲۰x$$
$$\rightarrow ۲۴x=۱۲$$
$$\rightarrow x=۰/۵$$

با توجه به اینکه حجم ظرف یک لیتر است، غلظت تعادلی HI، همان مول تعادلی HI است، که برابر $۲x$ است.

$$۲x \rightarrow ۲\times(۰/۵)=۱mol$$

هر مول از ذره‌ای برابر $۶/۰۲۲\times ۱۰^{۲۳}$ تعداد از آن ذره است. بنابراین شمار مولکول‌های HI برابر $۶/۰۲۲\times ۱۰^{۲۳}$ (عدد آووگادرو) است.

۲۷۷ . گزینه ۲

	$H_۲(g)$ + $I_۲(g)$	$\rightleftharpoons$	$۲HI(g)$
مول اولیه	۱	۱	۰
تغییر مول	−x	−x	+۲x
مول تعادلی	۱−x	۱−x	۲x

$$K=\frac{[HI]^{۲}}{[H_۲][I_۲]} \rightarrow ۶۴=\frac{(۲x)^{۲}}{(۱-x)^{۲}} \xrightarrow{\text{جذر}} ۸=\frac{۲x}{۱-x} \rightarrow x=۰/۸$$

توجه: تعداد مول‌های گازی دو طرف واکنش برابر است بنابراین می‌توان از مول به جای غلظت در رابطه‌ی ثابت تعادل استفاده کرد.

$$[HI]\text{ مول تعادلی}=۲x=۲(۰/۸)=۱/۶mol$$
$$[HI]\text{ جرم تعادلی}=۱/۶molHI\times\frac{۱۲۸gHI}{۱molHI}=۲۰۴/۸g$$

۲۷۸ . گزینه ۲

چون حالت $BaSO_۴$ جامد است در عبارت ثابت تعادل نمی‌آید.

$$BaSO_۴(s)\rightleftharpoons Ba^{۲+}(aq)+SO_۴^{۲-}(aq);\ K=۶/۴\times۱۰^{-۹}mol^{۲}\cdot L^{-۲}$$
$$K=\left[Ba^{۲+}\right]\times\left[SO_۴^{۲-}\right]=۶/۴\times۱۰^{-۹}$$

با توجه به اینکه ضریب $Ba^{۲+}$ و $SO_۴^{۲-}$ یکسان است، غلظت هر دو نیز یکسان است:

$$\left[Ba^{۲+}\right]=\left[SO_۴^{۲-}\right]=x$$

مقدار x را بدست می‌آوریم که همان $\left[Ba^{۲+}\right]$ است:

$$K=\underbrace{\left[Ba^{۲+}\right]}_{x}\times\underbrace{\left[SO_۴^{۲-}\right]}_{x}=۶/۴\times۱۰^{-۹}\rightarrow x^{۲}=۶۴\times۱۰^{-۱۰}\rightarrow x=۸\times۱۰^{-۵}mol\cdot L^{-۱}$$

$BaSO_۴$ یک جامد یونی بوده و هر مقدار آن که در آب حل می‌شود، از طریق یونی (تفکیک یونی) حل می‌شود و با توجه به مساوی بودن ضرایب استوکیومتری یون‌های حاصل، هر مقدار غلظت $\left[Ba^{۲+}\right]$ باشد، غلظت $BaSO_۴$ نیز همان است.

$$\left[Ba^{۲+}(aq)\right]=\left[BaSO_۴(aq)\right]$$

$$\text{تعداد مول}=\text{مولاریته}\times\text{حجم}(L)=۸\times۱۰^{-۵}\times۱=۸\times۱۰^{-۵}molBaSO_۴$$
$$?gBaSO_۴=۸\times۱۰^{-۵}molBaSO_۴\times\frac{۲۳۳gBaSO_۴}{۱molBaSO_۴}=۱/۸۶۴\times۱۰^{-۲}g$$
$$ppm=\frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}}\times۱۰^{۶}=\frac{۱/۸۶۴\times۱۰^{-۲}}{۱۰۰۰}\times۱۰^{۶}=۱۸/۶۴ppm$$

۲۷۹ . گزینه ۱

	$H_۲O(g)$ + $C(s)$	$\rightleftharpoons$	$CO(g)$ + $H_۲(g)$	
مول اولیه	n	۰/۴	۰	۰
تغییر مول	−x	−x	+x	+x
مول تعادلی	n−x	۰/۴−x	۰/۲	x

توجه: در واکنش تعادلی فوق $C(s)$ (زغال) در فاز جامد است. بنابراین جدول تعادل را به جای غلظت بر حسب مول می‌نویسیم. (غلظت جامد ثابت است و تغییر نمی‌کند)

مول‌های تعادلی گازهای موجود را به حجم ظرف $(۲L)$ تقسیم می‌نماییم و سپس در رابطه‌ی ثابت تعادل قرار می‌دهیم:

$$x = ۰/۲mol \rightarrow [CO] = \frac{۰/۲}{۲} = ۰/۱mol \cdot L^{-۱},\ [H_۲] = \frac{۰/۲}{۲} = ۰/۱mol \cdot L^{-۱}$$

$$[H_۲O] = \frac{n - ۰/۲}{۲}$$

$$K = \frac{[H_۲][CO]}{[H_۲O]} \rightarrow ۱۰ = \frac{۰/۱ \times ۰/۱}{\frac{n-۰/۲}{۲}} \rightarrow n = ۰/۲۰۲mol\, H_۲O$$

$$\text{جرم اولیهٔ آب} = ۰/۲۰۲mol \times \frac{۱۸g}{۱\ mol} = ۳/۶۴\ gH_۲O$$

۲۸۰ . گزینه ۳

براساس رابطهٔ ثابت تعادل داریم:

$$K = \frac{[CH_۴] \times [H_۲O]}{[CO] \times [H_۲]^۳} \rightarrow ۰/۸۱ = \frac{(\frac{۰/۰۰۳}{V})(\frac{۰/۰۰۳}{V})}{(\frac{۰/۱}{V})(\frac{۰/۱}{V})^۳} \Rightarrow V = ۳L$$

۲۸۱ . گزینه ۲

	$۲N_۲O_۵(g) \rightleftharpoons ۴NO_۲(g) + O_۲(g)$			
مول اولیه	۲mol		۰	۰
	↓ $-۲x$		↓ $+۴x$	↓ $+x$
مول تعادلی	$۲-۲x=۱$		$۴x=۲$	$x=۰/۵$

$$K = \frac{(\frac{۲}{۲})^۴ (\frac{۰/۵}{۲})^۱}{(\frac{۱}{۲})^۲} = \frac{\frac{۱}{۴}}{\frac{۱}{۴}} = ۱\ mol^۳ \cdot L^{-۳}$$

$$\overline{R}_{\text{واکنش}} = \overline{R}_{O_۲} = \frac{۰/۵mol}{۲L \times ۱\ \min} = ۰/۲۵mol/L^{-۱} \cdot \min^{-۱}$$

۲۸۲ . گزینه ۳

براساس اطلاعات سؤال می‌توانیم بنویسیم:

	$۲SO_۳ \rightleftharpoons ۲SO_۲ + O_۲$			
مول اولیه	۲mol		۰	۰
مول تعادلی	$۲-۲x$		$۲x$	x

$$\Rightarrow ۰/۵ = \frac{(۲x)^۲(x)}{(۲-۲x)^۲} = \frac{۴x^۳}{(۲-۲x)^۲}$$

با جایگذاری گزینه‌ها معلوم می‌شود که x برابر ۰/۵ است.

۲۸۳ . گزینه ۱

براساس درصد تجزیه متانول، مقدار تجزیه شده آن را بدست می‌آوریم:

$$\text{مقدار متانول تجزیه شده} = ۶mol \times \frac{۸۰}{۱۰۰} = ۴/۸mol$$

	$CH_۳OH \rightleftharpoons CO + ۲H_۲$			
مول اولیه	۶		۰	۰
	↓ $-۴/۸$		↓ $+۴/۸$	↓ $+۲(۴/۸)$
مول تعادلی	۱/۲		۴/۸	۹/۶mol

$$K = \frac{(\frac{۴/۸}{۲})(\frac{۹/۶}{۲})^۲}{(\frac{۱/۲}{۲})} = \frac{۲/۴ \times ۴/۸ \times ۴/۸}{۰/۶} = ۹۲/۱۶mol^۲ \cdot L^{-۲}$$

۲۸۴ . گزینه ۴

براساس اطلاعات مسئله، جدول غلظت اولیه و تعادلی را تشکیل می‌دهیم:

	$SO_2Cl_2(g) \rightleftharpoons SO_2(g) + Cl_2(g)$			
غلظت اولیه	$\frac{1/6\,mol}{2L} = 0/8$		۰	۰
تغییر غلظت	$-x$		$+x$	$+x$
غلظت تعادلی	$0/8 - x$		x	x

$$0/8 - x + x + x = \frac{2/4}{2L} = 1/2$$
$$0/8 + x = 1/2 \Rightarrow x = 0/4$$

$$K = \frac{[SO_3][Cl_2]}{[SO_2Cl_2]} = \frac{\frac{4}{10} \times \frac{4}{10}}{\frac{4}{10}} = 0/4 mol \cdot L^{-1}$$

۲۸۵ . گزینه ۱

$$A(g) \rightleftharpoons 2B(g)$$

غلظت اولیه : ۱ ۰

تغییر غلظت : $-x$ $+2x$

غلظت تعادلی : $1 - x$ $2x$

$$K = \frac{[B]^2}{[A]} \Rightarrow 2 = \frac{4x^2}{(1-x)} \Rightarrow x = \frac{1}{2}$$

مقدار x تغییر غلظت مقدار A است که برابر ۰/۵ است. یعنی از غلظت ۱ مولار، ۰/۵ مولار آن تجزیه شده بنابراین ۵۰ درصد از مادهٔ A تجزیه شده است، پس بازده درصدی ۵۰ است. همچنین می‌توان از روش زیر مقدار بازده درصدی را به دست آورد:

$$\text{بازده} = \frac{\text{مقدار عملی}}{\text{مقدار نظری}} \times 100 \Rightarrow \frac{(2 \times \frac{1}{2})B}{2} \times 100 = 50\%$$

توجه: مقدار نظری B بر اساس ضریب استوکیومتری آن برابر ۲ مولار است.

۲۸۶ . گزینه ۱

حجم ظرف یک لیتر است و غلظت و مول مواد با یکدیگر برابر است.

	$N_2(g) + 2O_2(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$			
غلظت اولیه	۱	۵		۰
تغییر غلظت	$-x$	$-2x$		$+2x$
غلظت تعادلی	$1 - x$	$5 - 2x$		$2x$

$0/5$ درصد N_2 در واکنش شرکت کرده $\Rightarrow x = 0/5$

$$[N_2] = 1 - 0/5 = 0/5$$
$$[O_2] = 5 - 2(0/5) = 4$$
$$[NO_2] = 2(0/5) = 1$$

$$K = \frac{[NO_2]^2}{[N_2][O_2]^2} = \frac{(1)^2}{0/5 \times (4)^2} = \frac{1}{8} = 0/125$$

۲۸۷ . گزینه ۳

حجم ظرف یک لیتر است و غلظت و مول هر ماده با یکدیگر برابر است.

	$CO(g) + MO(s) \rightleftharpoons M(s) + CO_2(g)$				
غلظت اولیه	۱	۲		۰	۰
تغییر غلظت	$-x$	$-x$		$+x$	$+x$
غلظت تعادلی	$1 - x$	$2 - x$		x	x

$$K = ۰/۲۵ \Rightarrow \frac{۱}{۴} = \frac{[CO_۲]}{[CO]} \rightarrow \frac{۱}{۴} = \frac{x}{۱-x} \rightarrow ۴x = ۱ - x \rightarrow ۵x = ۱ \rightarrow x = \frac{۱}{۵} = ۰/۲$$

$$\frac{MO}{M} = \frac{۲-x}{x} = \frac{۲-۰/۲}{۰/۲} = \frac{۱/۸}{۰/۲} = ۹$$

۲۸۸ . گزینه ۲

حجم ظرف یک لیتر است و می‌توان گفت: مول = غلظت

$$۲O_۳(g) \leftrightarrows ۳O_۲(g)$$

غلظت اولیه $۱\ \frac{mol}{L}$ ۰

غلظت تعادلی $۱-۲x$ $۳x$ $\xrightarrow{\text{فرض}} \frac{[O_۳]}{[O_۲]} = \frac{۱-۲x}{۳x} = \frac{۱}{۶}$

$$۲ - ۴x = x \Rightarrow x = ۰/۴\frac{mol}{L}$$

$$K = \frac{(۳ \times ۰/۴)^۳}{(۰/۲)^۲} = \frac{۱/۲ \times ۱/۲ \times ۱/۲}{۰/۲ \times ۰/۲} = ۳۶ \times ۱/۲ = ۴۳/۲ mol \cdot L^{-۱}$$

۲۸۹ . گزینه ۲

براساس اطلاعات مسئله، جدول مواد اولیه و تعادلی واکنش را تشکیل می‌دهیم:

$$۲NO(g) + ۲CO(g) \rightleftharpoons N_۲(g) + ۲CO_۲(g)$$

مول اولیه	۶ mol	۴ mol		۰	۰
مول تعادلی	۶−۲x	۴−۲x		x	۲x
مول تعادلی	۳	۱		۱/۵	۳mol

$\xrightarrow{\text{فرض}} \text{mol}N_۲ = \frac{۴۲}{۲۸} = ۱/۵\,\text{mol} = x$

$$K = \frac{[N_۲][CO_۲]^۲}{[NO]^۲ \cdot [CO]^۲} = \frac{(\frac{۱/۵}{۲})(\frac{۳}{۲})^۲}{(\frac{۳}{۲})^۲ \times (\frac{۱}{۲})^۲} = ۳$$

مجموع شمار مولهای گازی $= ۳ + ۱ + ۱/۵ + ۳ = ۸/۵$

۲۹۰ . گزینه ۲

$$A(g) \rightleftharpoons X(g) + D(g)$$

غلظت تعادلی در حجم دو لیتر: $\frac{۰/۴mol}{۲L} = ۰/۲$ $\frac{۰/۴mol}{۲L} = ۰/۲$ $\frac{۰/۴mol}{۲L} = ۰/۲$

$$k_۱ = \frac{[x][D]}{[A]} = \frac{(۰/۲) \times (۰/۲)}{(۰/۲)} = ۰/۲$$

با افزایش حجم از ۲ به ۴ لیتر، فشار کاهش می‌یابد و به تعادل در جهت مول گاز بیش‌تر یعنی در جهت رفت پیشرفت می‌کند.

$$A(g) \rightleftarrows X(g) + D(g)$$

تعادل در حجم چهار لیتر: $۰/۱ - x$ $۰/۱ + x$ $۰/۱ + x$

(مقدار K ثابت است) $\Rightarrow K_۲ = K_۱ = \frac{(۰/۱ + x)^۲}{۰/۱ - x} = ۰/۲$

$$۰/۰۱ + x^۲ + ۰/۲x = ۰/۰۲ - ۰/۲x \Rightarrow x^۲ + ۰/۴x - ۰/۰۱ = ۰$$

$$x = \frac{-۰/۴ \pm \sqrt{۰/۱۶ + ۰/۰۴}}{۲} = \frac{-۰/۴ \pm ۰/۴۵}{۲} = ۰/۰۲۵$$

$$[x] = ۰/۱ + ۰/۰۲۵ = ۰/۱۲۵ \Rightarrow molx = ۰/۱۲۵ \times ۴ = ۰/۵$$

۲۹۱ . گزینه ۲

حجم ظرف یک لیتر است و غلظت و مول هر ماده با یکدیگر برابر است.

$$N_۲(g) + \quad ۳H_۲(g) \quad \rightleftarrows ۲NH_۳(g)$$

$$۱ - ۰/۲۵ \quad ۳/۷۵ - ۰/۷۵ \quad ۰/۵$$

$$K=\frac{[NH_3]^2}{[N_2][H_2]^3}\Rightarrow K=\frac{(0/5)^2}{(0/75)(3)^3}=1/23\times10^{-2}$$

۲۹۲ . گزینه ۴

حجم ظرف یک لیتر است و مول غلظت مولی مواد باهم برابر است:

$$CO_2+\ H_2\ \rightleftarrows\ CO\ +H_2O$$

غلظت تعادلی: $2-x \quad 1-x \quad x \quad x$

$$K=\frac{[CO]\,[H_2O]}{[CO_2]\,[H_2]}\Rightarrow 1/8=\frac{x^2}{(2-x)(1-x)}$$

$$x^2=1/8x^2-5/4x+3/6\Rightarrow 0/8x^2-5/4x+3/6=0$$

$$4x^2-27x+18=0\Rightarrow x=\frac{27\pm\sqrt{729-288}}{8}\Rightarrow\begin{cases}x=6 & \text{غ ق ق}\\ x=0/75\end{cases}$$

CO_2	+	H_2	$\rightleftarrows$	CO	+	H_2O
$2-x$		$1-x$		x		x
$2-0/75$		$1-0/75$		$0/75$		$0/75$

$$\frac{H_2O\ \text{جرم}}{H_2\ \text{جرم}}=\frac{0/75\times18}{0/25\times2}=27$$

۲۹۳ . گزینه ۴

باتوجه به تغییرات هر ماده در نمودار، می‌توان به معادلهٔ واکنش رسید.

$$3A(s)\rightleftarrows 3B(g)+C(g)$$

$$[B]=\frac{3}{10L}=0/3,\ [C]=\frac{1}{10L}=0/1$$

مادهٔ A به حالت جامد که در ثابت تعادل قرار نمی‌گیرد.

$$K=[B]^3\,[C]\Rightarrow K=(0/3)^3\times(0/1)=2/7\times10^{-3}\ mol^4\cdot L^{-4}$$

۲۹۴ . گزینه ۳

چون حجم ظرف ۱ لیتر است، تعداد مول‌های گزارش شده برابر با غلظت‌های مولی هستند.

ماده	CH_4	+	H_2O	$\rightleftharpoons$	$3H_2$	+	CO
غلظت اولیه	۴		۲/۲		۰		۰
تغییر غلظت	−x		−x		+۳x		+x
غلظت تعادلی	۴−x		۲/۲−x		۳x		x

$$[CH_4]_{\text{تعادلی}}=4-x=2mol\cdot L^{-1}\Rightarrow x=2$$

$$[H_2O]_{\text{تعادلی}}=2/2-x=2/2-2=0/2mol\cdot L^{-1}$$

$$[H_2]_{\text{تعادلی}}=3x=3(2)=6mol\cot L^{-1}$$

$$[CO]_{\text{تعادلی}}=x=2mol\cdot L^{-1}$$

$$K=\frac{[H_2]\,[CO]}{[CH_4]\,[H_2O]}=\frac{(6)^3(2)}{(2)(0/2)}=1080mol^2\cdot L^{-2}$$

۲۹۵ . گزینه ۴

ابتدا ۶/۲۵۵ گرم PCl_5 را به مول تبدیل می‌کنیم:

	$PCl_5(g)$	$\rightleftharpoons$	$PCl_3(g)$	+	$Cl_2(g)$
مول اولیه	۰/۰۳		۰		۰
تغییر مول	−x		x		x
مول تعادلی	۰/۰۳−x		x		x

$x = \frac{۲٫۷۵}{۱۳۷٫۵} = ۰٫۰۲\ molPCl_۳ \Rightarrow ۰٫۰۲\ molCl_۲, ۰٫۰۱\ molPCl_۵$

$K = \frac{[PCl_۳][Cl_۲]}{[PCl_۵]} \Rightarrow ۸ \times ۱۰^{-۳} = \frac{\frac{۰٫۰۲}{V} \times \frac{۰٫۰۲}{V}}{\frac{۰٫۰۱}{V}} \Rightarrow ۸ \times ۱۰^{-۳} = \frac{۴ \times ۱۰^{-۴}}{۱۰^{-۲} \times V} \Rightarrow V = ۵L$

۲۹۶ . گزینه ۱

ابتدا مول $H_۲$ را در حالت تعادل محاسبه می‌کنیم:

$$۲NH_۳ \rightleftharpoons N_۲ + ۳H_۲$$

$۰٫۲$ $۰٫۱۵$ مول تعادلی

تعداد مول $H_۲$ در تعادل $= ۳\times$ در تعادل $N_۲$ تعداد مول $= ۳ \times ۰٫۲ = ۰٫۶mol$

$\Rightarrow [NH_۳] = \frac{۰٫۱۵mol}{۱۰L} = ۰٫۰۱۵mol \cdot L^{-۱} \Rightarrow [N_۲] = \frac{۰٫۲}{۱۰} = ۰٫۰۲mol \cdot L^{-۱}$

$\Rightarrow [H_۲] = \frac{۰٫۶}{۱۰} = ۰٫۰۶mol \cdot L^{-۱} \Rightarrow K = \frac{[N_۲] \cdot [H_۲]^۳}{[NH_۳]^۲} = \frac{۰٫۰۲ \times (۰٫۰۶)^۳}{(۰٫۰۱۵)^۲} = ۱٫۹۲ \times ۱۰^{-۲} mol^۲ \cdot L^{-۲}$

۲۹۷ . گزینه ۴ مقدار اولیهٔ هر یک از دو واکنش دهنده، یک مول است و تا لحظهٔ برقراری تعادل، ۰٫۹۸ مول از هر یک از آن‌ها باقی مانده است.

مول مصرفی هر یک از دو واکنش دهنده $۱ - ۰٫۹۸ = ۰٫۰۲mol$

درصد پیشرفت واکنش $\frac{۰٫۰۲}{۱} \times ۱۰۰\% = ۲\%$

بررسی گزینه‌های نادرست:

۱) در هنگام تعادل، غلظت واکنش‌دهنده‌ها بیشتر است، بنابراین تعادل سمت چپ (واکنش‌دهنده‌ها) قرار دارد.

۲) $K = \frac{[NO]^۲}{[N_۲][O_۲]} = \frac{(۰٫۰۴)^۲}{(۰٫۹۸)(۰٫۹۸)} = ۱٫۶۷ \times ۱۰^{-۳}$

۳) کوچک بودن ثابت تعادل نشان می‌دهد که این واکنش در دمای آزمایش پیشرفت خوبی ندارد ولی سرعت واکنش و زمان رسیدن واکنش به حالت تعادل را نشان نمی‌دهد.

۲۹۸ . گزینه ۴ جدول تغییرات مول را تشکیل می‌دهیم:

	$FeO(s) + CO(g) \rightleftharpoons Fe(s) + CO_۲(g)$				
مول اولیه	۱	۱		۰	۰
تغییر مول	$-x$	$-x$		x	x
مول تعادلی	$۱-x$	$۱-x$		x	x

چون حجم ظرف یک لیتر است پس مول مواد را غلظت مولار در نظر می‌گیریم.

تعادلی $[CO] = ۰٫۰۵ \rightarrow ۱ - x = ۰٫۰۵ \Rightarrow x = ۰٫۹۵$

$K = \frac{[CO_۲]}{[CO]} = \frac{۰٫۹۵}{۰٫۰۵} = ۱۹$

$?g\,Fe = ۰٫۹۵mol\,Fe \times \frac{۵۶g\,Fe}{۱mol\,Fe} = ۵۳٫۲g$

۲۹۹ . گزینه ۱

$K = \frac{[Ax]^۲}{[A_۲][X_۲]} \Rightarrow \frac{(\frac{۰٫۰۴}{۲})^۲}{(\frac{۰٫۸}{۲}) \times (\frac{۰٫۸}{۲})} = ۲٫۵ \times ۱۰^{-۳}$

مول گاز در دو طرف واکنش با هم برابر است پس تغییر حجم باعث جابه‌جایی تعادل نمی‌شود.

۳۰۰ . گزینه ۲ غلظت تعادلی $A_۲$ و $X_۲$ برابر است، اگر غلظت آن‌ها در دمای $۳۰۰^\circ C$ و $۱۰۰^\circ C$ به ترتیب a و a' بگیریم.

$\frac{K_{۳۰۰}}{K_{۱۰۰}} = \frac{a^۲}{a'^۲} \rightarrow \frac{۱۰^{-۱}}{۱۰^{-۴}} = \frac{a^۲}{a'^۲} \rightarrow (\frac{a}{a'})^۲ = ۱۰۰۰ \xrightarrow{\sqrt{}} \frac{a}{a'} = \sqrt{۱۰۰۰} \rightarrow \frac{a}{a'} = ۳۱٫۶$

۳۰۱ . گزینه ۱ اگر جرم آب را با جرم محلول برابر فرض کنیم. (جرم حل شونده ناچیز است.)

$۱۰۰\,g$ آب $= ۱۰۰\,g$ محلول $= ۱۰۰\,mL$ محلول $= ۰٫۱\,L$

$[CaSO_۴] = \frac{(\frac{۰٫۲۷۲}{۱۳۶})}{۰٫۱\,L} = ۰٫۰۲\,mol \cdot L^{-۱} \Rightarrow [Ca^{۲+}] = [SO_۴^{۲-}] = ۰٫۰۲mol \cdot L^{-۱}$

$K = [Ca^{۲+}][SO_۴^{۲-}] = ۰٫۰۲ \times ۰٫۰۲ = ۴ \times ۱۰^{-۴} mol^۲ \cdot L^{-۲}$

۳۰۲. گزینه ۳

اگر ۱۰ درصد از گاز NO_2 باقی‌مانده باشد یعنی ۱۰ درصد آن مصرف شده است:

$$NO_2 \text{ مصرف} = \frac{90}{100} \times 2 = 1/8\, mol$$

	SO_2	+ NO_2	$\rightleftharpoons$	SO_3	+ NO
مول اولیه	۳	۲		۰	۰
تغییر مول	−۱/۸	−۱/۸		+۱/۸	۱/۸
مول تعادلی	۱/۲	۰/۲		۱/۸	۱/۸

$$K = \frac{[SO_3]\cdot[NO]}{[NO_2]\cdot[SO_2]} = \frac{\frac{1/8}{5}\times\frac{1/8}{5}}{\frac{0/2}{5}\times\frac{1/2}{5}} = 9\times\frac{3}{2} = 13/5$$

جرم SO_3 در مخلوط تعادلی باقی‌مانده بیش‌تر از بقیه است پس درصد جرمی SO_3 در مخلوط تعادلی بیش از بقیه است.

۳۰۳. گزینه ۱

چون حجم ظرف یک لیتر است پس مول مواد با غلظت مواد یکسان است.

	$CuO(s)$ + $H_2(g)$	$\rightleftharpoons$	$Cu(s)$ + $H_2O(g)$	$K=4=\frac{[H_2O]}{[H_2]}$
مول اولیه	۳		۰	۰
مول تعادلی	۳−x	۱−x	x	x
مول تعادلی	۲/۲	۰/۲	۰/۸	۰/۸
مول پس از افزودن H_2	۲/۲	۱/۲ (+۱)	۰/۸	۰/۸
مول تعادل جدید	۲/۲−y	۱/۲−y	۰/۸+y	۰/۸+y

$\Rightarrow 4=\frac{x}{1-x} \Rightarrow x=0/8$

$\Rightarrow K_{(2)}=K_{(1)}=4=\frac{0/8+y}{1/2-y}$

$$4/8 - 4y = 0/8 + y$$
$$4 = 5y$$
$$\boxed{y = 0/8} \Rightarrow [H_2]_{\text{جدید}} = 0/4\, mol\cdot L^{-1}$$

۳۰۴. گزینه ۱

ابتدا مول اولیه CO و مول تعادلی Sn را بدست می‌آوریم:

$$?molCO = 5/6kgCO \times \frac{1000g}{1kg} \times \frac{1molCO}{28gCO} = 200molCO$$
$$?molSn = 2/4kgSn \times \frac{1000g}{1kg} \times \frac{1molSn}{120gSn} = 20molSn$$

چون تعداد مول‌های گاز در دو طرف تعادل یکسان است، نیازی نیست غلظت در یک لیتر محاسبه شود.

	$SnO_2(s)$ + $2CO(g)$	$\rightleftharpoons$	$Sn(s)$ + $2CO_2(g)$
مول اولیه	−	۲۰۰	۰	۰
تغییر مول	−	−۲x	+x	+۲x
مول تعادلی	−	۲۰۰−۲x	+x	+۲x

$$Sn = 20mol \Rightarrow x = 20 \begin{cases} [CO] = 200 - 40 = 160 \\ [CO_2] = 2\times 20 = 40 \end{cases}$$

$$K = \frac{[CO_2]^2}{[CO]^2} = \frac{(40)^2}{(160)^2} = (\frac{1}{4})^2 = 0/0625$$

۳۰۵. گزینه ۴ همانطور که در ظرف (۲) دیده می‌شود مانند ظرف (۱) نسبت مولی SO_2 به O_2 برابر با ۲ به ۱ است.

افزایش غلظت SO_3 تأثیری بر K ندارد و نسبت واکنش‌دهنده در این تعادل ثابت می‌ماند.

$$K = \frac{[SO_3]^2}{[SO_2]^2[O_2]} = \frac{(0/68)^2}{(0/32)^2\times(0/16)} = 2/8\times 10^2 mol^{-1}\cdot L$$

$\Delta molSO_2 = ۰/۵۴ - ۰/۳۲ = ۰/۲۲ \Rightarrow molSO_3 = ۱/۶۸ - ۰/۲۲ = ۱/۴۶\,mol$

۳۰۶. گزینه ۳ با افزایش غلظت اکسیژن، واکنش اول در جهت رفت جابجا شده، غلظت NO کم و غلظت NO_2 زیاد می‌شود.

۳۰۷. گزینه ۱

در مخلوط گازی NO_2 و N_2O_4 تعادل روبه‌رو برقرار است: $2NO_2(g) \rightleftharpoons N_2O_4(g)$

هرگاه در دمای ثابت، سامانه‌ی تعادلی را از یک ظرف ۳ لیتری به یک ظرف ۲ لیتری منتقل کنیم، با کاهش حجم سامانه، بر تراکم گازها در واحد حجم افزوده شده و غلظت تمام گونه‌ها یعنی NO_2 و N_2O_4 افزایش می‌یابد (تایید گزینه‌ی ۱ و رد گزینه‌ی ۲) چنانچه در صورت تست، در مورد مقدار (تعداد مول‌ها) NO_2 و N_2O_4 پرسیده می‌شد پاسخ به گونه‌ی زیر تغییر می‌یافت.

با کاهش حجم فشار سامانه افزایش می‌یابد. در نتیجه تعادل، به سمت تعداد مول گازی کمتر (به سمت N_2O_4) جابجا می‌شود و مقداری از NO_2 به N_2O_4 تبدیل می‌گردد. بنابراین از مقدار (تعداد مول‌های) NO_2 کاسته شده و بر مقدار (تعداد مول‌های) N_2O_4 افزوده می‌شود، ولی از لحاظ غلظت، همانگونه که در فوق توضیح داده شد، هر دو گونهٔ موجود در سامانه‌ی N_2O_4 - NO_2 با افزایش غلظت مواجه می‌شوند زیرا حجم ظرف کاهش یافته است.

۳۰۸. گزینه ۳

زیرا غلظت اکسیژن در اثر کاهش حجم، به $۰/۰۸۵ mol \cdot L^{-1}$ رسیده است. $\frac{\frac{۰/۰۸۵}{۱۰}}{\frac{۰/۱۶}{۱۰}} = \frac{۰/۰۸۵}{۰/۰۱۶} = ۵/۳۱۲۵$

بررسی سایر گزینه‌ها:

$K = \frac{(۰/۶۸)^2}{(۰/۳۲)^2 \times (۰/۱۶)} = ۲۸۲/۲\,mol^{-1} \cdot L$

با کاهش حجم فشار افزایش یافته، تعادل به سمت راست (مول گازی کمتر) جابه‌جا می‌شود.

$\frac{[SO_3]_2}{[SO_3]_1} = \frac{۰/۸۳}{۰/۰۶۸} = ۱۲/۲$

۳۰۹. گزینه ۲ اگر مخلوط تعادلی: $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g) + q$ از یک ظرف ۱/۰۰ لیتری به یک ظرف ۲/۰۰ لیتری منتقل شود، بر اثر این انتقال حجم ظرف دو برابر شده و فشار به نصف کاهش می‌یابد، در نتیجه تعادل به سمت تعداد مول گازی بیشتر (برگشت) جابجا می‌شود. ضمناً تغییر حجم و به دنبال آن تغییر فشار سامانه، ثابت تعادل (K) را تغییر نمی‌دهد و بنابراین مقدار ثابت تعادل ثابت می‌ماند.

۳۱۰. گزینه ۱

سامانهٔ گازی مورد نظر به‌صورت زیر است: $\underset{\text{بی رنگ}}{N_2O_4(g)} \rightleftharpoons \underset{\text{قهوه ای}}{2NO_2(g)}$

ابتدا که سامانه را تحت فشار قرار می‌دهیم، به دلیل کاهش حجم و افزایش تراکم مولکول‌های قهوه‌ای NO_2 ، مخلوط گازی پررنگ دیده می‌شود، اما لحظه‌ای بعد به دلیل افزایش فشار، سامانه به سمت تعداد مول گازی کمتر (سمت چپ) جابجا شده و مخلوط تا آنجا که امکان داره کم‌رنگ می‌شود. بعد از آن دوباره فشار سامانه را کم می‌کنیم، به دلیل افزایش حجم و کاهش تراکم مولکول‌های قهوه‌ای، مخلوط گازی کم‌رنگ دیده می‌شود و لحظه‌ای بعد به دلیل کاهش فشار، سامانه به سمت تعداد مول گازی بیشتر (سمت راست) جابجا شده و مخلوط تا آنجا که امکان دارد پررنگ می‌شود.

۳۱۱. گزینه ۱

کاهش حجم به منزلهٔ افزایش فشار است و تعادل را به سمت مول‌های گازی کمتر (در جهت برگشت) جابجا می‌کند: $N_2O_4 \rightleftharpoons 2NO_2$

لذا مقدار مول‌ها و غلظت N_2O_4 بیشتر می‌شود و مقدار مول‌های NO_2 کم می‌شود، اما در مورد غلظت NO_2 چون کاهش حجم داریم غلظت NO_2 زیاد می‌شود.

۳۱۲. گزینه ۱ افزایش گاز H_2 باعث جابه‌جایی تعادل در جهت مصرف آن یعنی به سمت چپ می‌شود. کاهش گاز I_2 باعث جابه‌جایی تعادل در جهت تولید آن یعنی به سمت راست می‌گردد و افزایش گاز HI باعث جابه‌جایی تعادل در جهت مصرف آن یعنی سمت راست می‌شود.

۳۱۳. گزینه ۴

$$\begin{array}{ccccc} PCl_5 & \rightleftharpoons & PCl_3 & + & Cl_2 \\ a & & ۰ & & ۰ \\ a-x & & x & & x \end{array}$$

$\Rightarrow molCl_2 = \frac{\text{جرم}}{\text{جرم مولی}} = \frac{۷۱}{۷۱} = ۱mol \Rightarrow x = \frac{۱mol}{۲L} = \frac{۱}{۲} mol \cdot L^{-1}$

$K = \frac{[PCl_3][Cl_2]}{[PCl_5]} \Rightarrow ۱ = \frac{(\frac{۱}{۲}) \times (\frac{۱}{۲})}{(a - \frac{۱}{۲})} \Rightarrow a - ۰/۵ = ۰/۲۵ \Rightarrow a = ۰/۷۵ mol \cdot L^{-1}$

PCl_5 مول اولیه $= ۰/۷۵ mol \cdot L^{-1} \times ۲L = ۱/۵mol$

با افزایش فشار تعادل به سمت مول گازی کمتر یعنی چپ جابه‌جا می‌شود.

توضیح: البته، با توجه به اینکه صورت سوال پیستون را متحرک عنوان کرده و در طی این واکنش تعداد مول گاز در حال افزایش است قاعدتاً حجم ظرف پس از برقراری تعادل دیگر ۲ لیتر نخواهد بود. اگر با این فرض سوال را حل کنیم جواب آن حدوداً ۱/۲۸ مول می‌شود که در گزینه‌ها نیست. بنابراین به نظر می‌رسد این سوال خالی از مشکل نیست.

۳۱۴. گزینه ۱ واکنش گرماده است در نتیجه با افزایش دما تعادل در جهت برگشت جابه‌جا می‌شود و ثابت تعادل کاهش می‌یابد.

۳۱۵. گزینه ۱ واکنش گرماده داده شده بر اثر کاهش دما، در جهت رفت، با حذف گاز نیتروژن در جهت برگشت و با افزایش فشار (کاهش حجم) به سمت مول گازی کم‌تر (در جهت رفت) پیش می‌رود.

۳۱۶. گزینه ۴ چون واکنش گرماده است و نماد q درسمت راست تعادل قرار دارد، با افزایش دما تعادل به سمت چپ (برگشت) جابه‌جا می‌شود.

در گزینه‌ی ۲ هم سرعت رفت زیاد می‌شود، هم سرعت برگشت.

۳۱۷ . گزینه ۲ با توجه به سوال واکنش گرماده بوده و چون کاهش فشار آن را در جهت (۱) جابجا نموده $b > a$ است و در جهت افزایش بی‌نظمی است اما واکنش با چنین شرایطی یکطرفه است نه تعادلی و این یک اشتباه علمی در سؤالات کنکور است.

در مورد گزینهٔ ۳ و ۴ : $E_a < E'_a \leftarrow E_a - E'_a < ۰$

۳۱۸ . گزینه ۳ با افزایش دما K کوچک می‌شود پس واکنش گرماده است، از طرفی چون K در دمای معمولی بسیار بزرگ است یعنی غلظت فراورده‌ها بیشتر از واکنش‌دهنده‌ها است.

باتوجه به اینکه واکنش گرماده است، ΔH تشکیل فراورده‌ها کوچک تر از واکنش دهنده‌ها است.

۳۱۹ . گزینه ۳ بررسی گزینه‌ها:

۱) با توجه به جدول ارایه شده در صورت تست، با کاهش دما مقدار عددی K افزایش می‌یابد. پس تعادل گرماده $(\Delta H < ۰)$ است، به طوری‌که با کاهش دما، تعادل به سمت راست و تولید فراورده‌ی بیشتر جابه‌جا می‌شود.

$$۲SO_۲(g) + O_۲(g) \rightleftharpoons ۲SO_۳(g) + q \downarrow$$

۲) با افزایش دما، تعادل در جهت مصرف q یعنی در جهت برگشت جابه‌جا می‌شود.

۳) واکنش، چه گرماگیر باشد و چه گرماده، همواره افزایش دما سبب افزایش سرعت آن می‌شود.

۴) در واکنش گرماده، سطح انرژی قلهٔ انرژی به واکنش‌دهنده‌ها نزدیک‌تر است. از این رو انرژی فعال‌سازی رفت کم‌تر از انرژی فعال‌سازی برگشت است.

$$\Delta H = E_a(\text{رفت}) - E_a(\text{برگشت}) \xrightarrow{\Delta H < ۰} E_a(\text{رفت}) < E_a(\text{برگشت})$$

۳۲۰ . گزینه ۲ در تعادل‌های گرماده، افزایش دما باعث جابجایی تعادل در جهت برگشت می‌شود، در نتیجه از غلظت فراورده‌ها کاسته شده و برغلظت واکنش‌دهنده‌ها افزوده می‌گردد که منجر به کوچکتر شدن ثابت تعادل می‌شود.

به طور کلی هرگاه با تغییر دما، تعادل در جهت برگشت جابجا شود، مقدار ثابت تعادل کوچک می‌شود.

در مورد سایر گزینه‌ها، همانطور که از سینتیک شیمیایی (بخش ۱) می‌دانیم، با افزایش دما تعداد برخوردهای ذرات افزایش یافته و سرعت واکنش بیشتر می‌شود و زمان رسیدن به حالت تعادل کوتاه می‌گردد.

۳۲۱ . گزینه ۳ از آنجاکه تعادل فوق گرماده است، با افزایش دما، تعادل در جهت برگشت جابه‌جا می‌شود پس ثابت تعادل کاهش می‌یابد، با افزایش دما سرعت واکنش‌های رفت و برگشت افزایش می‌یابد بنابراین زمان رسیدن به تعادل کاهش می‌یابد.

۳۲۲ . گزینه ۲ چون ΔH واکنش برگشت مثبت است، پس واکنش برگشت گرماگیر است. می‌توان نتیجه گرفت که واکنش رفت گرماده است و نماد q در سمت راست معادله قرار دارد.

$$H_۲ + I_۲ \rightleftharpoons ۲HI + q \quad ; \quad K = ۱۰^{-۴}$$

از آن‌جا که مقدار عددی K کوچک است $(K = ۱۰^{-۴})$ می‌توان نتیجه گرفت که حتماً این تعادل در دمای بالا برقرار شده است، به طوری‌که تعادل در جهت برگشت پیشرفت کرده و مقدار عددی K کوچک شده است.

۳۲۳ . گزینه ۲ $\Delta H < ۰$ یعنی واکنش گرماده است و افزایش دما موجب جابجایی تعادل به سمت چپ (واکنش برگشت) می‌شود که منجر به افزایش بی‌نظمی، کاهش غلظت a_n و کاهش مقدار K می‌شود.

۳۲۴ . گزینه ۳ بررسی هر چهار گزینه:

۱) هر ذره معادل ۰٫۱ مول می‌باشد و حجم ظرف یک لیتر است، پس می‌توان غلظت هر ذره را $۰٫۱ mol \cdot L^{-۱}$ در نظر گرفت. تعداد ذره‌های هر گونه را شمارش می‌کنیم و در رابطه‌ی ثابت تعادل قرار می‌دهیم.

$$K = \frac{[SO_۳]^۲}{[SO_۲]^۲[O_۲]} = \frac{(۰٫۵)^۲}{(۰٫۵)^۲(۰٫۴)} = ۲٫۵\, mol^{-۱} \cdot L$$

۲) این واکنش گرماده است و با بالاتر رفتن دما، تعادل به سمت چپ جابه‌جا شده و ثابت تعادل، کوچک‌تر می‌شود.

۳) با افزایش دما، تعادل به سمت چپ جابه‌جا می‌شود و مولکول‌های $SO_۳$ به $SO_۲$ و $O_۲$ تجزیه می‌شوند. در نتیجه شمار مولکول‌های گاز در ظرف واکنش افزایش می‌یابد.

۴) با کاهش دما، تعادل به سمت راست جابه‌جا می‌شود، در نتیجه شمار مولکول‌های گاز $SO_۳$ نسبت به شمار مولکول‌های گاز $SO_۲$ افزایش می‌یابد.

۳۲۵ . گزینه ۲ ۱٫۸ مول تولید شده پس ۰٫۹ مول $O_۲$ مصرف شده است.

$$O_۲ \text{ مواد اولیه‌ی} = ۰٫۹ + ۰٫۱ = ۱\, mol$$

بررسی گزینه‌های نادرست:

۱) یکای ثابت تعادل نادرست است.

$$K = \frac{[SO_۳]^۲}{[SO_۲]^۲[O_۲]} = \frac{(۱٫۸)^۲}{(۰٫۲)^۲(۰٫۱)} = ۸۱۰ = ۸٫۱ \times ۱۰^۲ mol^{-۱} \cdot L$$

۳) این تعادل گرماده است و با بالا رفتن دما، تعادل به سمت چپ جابه‌جا شده و ثابت تعادل کوچک‌تر می‌شود.

۴) تعادل گرماده است و با کاهش یافتن دما، تعادل به سمت راست جابه‌جا می‌شود و در نتیجه شمار مول‌های $SO_۳$ به شمار مول‌های $SO_۲$ افزایش می‌یابد.

۳۲۶ . گزینه ۱ با توجه به جدول در اثر افزایش دما، غلظت تعادلی واکنش‌دهنده $[A]$ افزایش یافته و غلظت فراورده $[B]$ کاهش می‌یابد. می‌توان نتیجه گرفت این تعادل گرماده است.

$$K_{۴۰۰} = \frac{(۰٫۷۲)^۲}{۰٫۲۵} = ۲٫۰۷ \qquad K_{۲۰۰} = \frac{(۰٫۸۴)^۲}{۰٫۰۱} = ۷۰٫۵۶$$

یک غلط علمی در کنکور: تغییرات غلظت A و B در جدول با ضرایب آنها مطابقت ندارد.

۳۲۷ . گزینه ۱

با کاهش دما، فرآورده تجزیه می‌شود و با بیش‌تر شدن مقدار واکنش‌دهنده‌ها، ثابت تعادل کوچک‌تر می‌شود.

$\downarrow q + N_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2NO(g)$

۳۲۸ . گزینه ۲ طبق تعریف اصل لوشاتلیه، تعادل در جهتی جابه‌جا می‌شود که با عامل مزاحم مقابله کند و تا آنجا که امکان دارد اثر آن را بر طرف کند تا یک تعادل جدید برقرار شود.

۳۲۹ . گزینه ۱ ثابت تعادل تابع دماست و فقط با تغییر دما ثابت تعادل تغییر می‌کند.

۳۳۰ . گزینه ۳ کاتالیزگر سرعت واکنش را با کوتاه‌تر کردن زمان رسیدن به تعادل، افزایش می‌دهد و همچنین انرژی فعال‌سازی را نیز کاهش می‌دهد.

۳۳۱ . گزینه ۲ اگر در سامانهٔ تعادلی: $2NO + O_2 \rightleftharpoons 2NO_2 + q$ مقدار زیادی هوای سرد وارد کنیم، سه تغییر در سامانه رخ می‌دهد:

آ) دمای سامانه کاهش می‌یابد.

ب) مقدار اکسیژن سامانه افزایش می‌یابد.

پ) فشار سامانه افزایش می‌یابد.

هر سه تغییر فوق باعث می‌شود که سامانه در جهت رفت جابجا شود، بنابراین مقدار NO_2 افزایش می‌یابد.

بررسی گزینه‌های نادرست:

۱) با جابجایی تعادل در جهت رفت، مقدار NO کاهش می‌یابد.

۳) همیشه با اضافه کردن گاز به درون سامانه، فشار کل افزایش می‌یابد، بنابراین در اینجا نیز با وارد کردن مقدار زیادی هوای سرد در سامانه، فشار کل سامانه افزایش می‌یابد.

۴) هرگاه با تغییر دما، تعادل در جهت رفت جابجا شود، مقدار ثابت تعادل افزایش می‌یابد.

۳۳۲ . گزینه ۱ تعادل در جهتی جابه‌جا می‌شود که اثر تغییر را تا حد ممکن جبران می‌کند.

۳۳۳ . گزینه ۲ کاتالیزگر هیچ تاثیری در جابجایی تعادل ندارد و فقط سرعت رسیدن به تعادل را زیاد می‌کند.

۳۳۴ . گزینه ۳ وقتی با افزایش دما تعادل به سمت راست جابه‌جا می‌شود یعنی q در سمت چپ واکنش قرار دارد و تعادل گرماگیر است. با توجه به اینکه کاهش فشار تعادل را به سمت راست جابه‌جا می‌کند می‌توان نتیجه گرفت ضریب b بیشتر از a است.

۳۳۵ . گزینه ۳ طبق اصل لوشاتلیه، در یک واکنش گرماگیر $(\Delta H > 0)$ با افزایش دما، واکنش در جهت رفت جابجا شده و مقدار ثابت تعادل افزایش می‌یابد.

بررسی سایر گزینه‌ها

گزینهٔ «۱» ثابت تعادل یک واکنش گرماگیر می‌تواند کوچکتر یا بزرگتر از واحد (1) باشد.

گزینهٔ «۲» سرعت یک واکنش تعادلی گرماگیر می‌تواند کم یا زیاد باشد.

گزینهٔ «۴» با کاهش حجم (افزایش فشار) تعادل در جهت تعداد مول‌های گازی کمتر جابجا می‌شود. در این‌جا با انتقال واکنش به ظرف کوچکتر، تعادل در جهت برگشت جابجا شده و مقدار A افزایش می‌یابد.

۳۳۶ . گزینه ۲ باتوجه به شکل می‌بینیم که غلظت SO_3 افزایش می‌یابد و طبق اصل لوشاتلیه تعادل را در جهت برگشت جابه‌جا می‌کند.

۳۳۷ . گزینه ۲ کاتالیزگر نه بر مقدار ثابت تعادل تأثیر دارد و نه بر پایداری فراورده‌ها.

۳۳۸ . گزینه ۲

$2SO_2 + O_2 \rightleftarrows 2SO_3 + \text{گرما}$

- افزایش فشار و وارد کردن مقداری O_2 به ظرف تعادل، واکنش را در جهت رفت پیش می‌برد.
- افزایش دما و افزایش حجم ظرف، تعادل را به سمت برگشت جابه‌جا می‌کند.
- کاتالیزگر تاثیری بر جابه‌جایی هیچ تعادلی ندارد.

۳۳۹ . گزینه ۴

ابتدا مول مصرفی N_2O_5 را محاسبه و بعد جدول تغییرات را تشکیل می‌دهیم.

$$\text{تجزیه‌شده } mol N_2O_5 = 2/5 \times \frac{20}{100} = 0/5 mol$$

	$2N_2O_5 \rightleftharpoons 4NO_2 + O_2$			
مول اولیه	2/5 mol		0	0
تغییر مول	$-2x=-0/5$		$4x=+1$	$x=+0/25$
مول تعادلی	$2/5-2x=2$		$4x=1$	$x=0/25$

$$K = \frac{(\frac{1}{5})^4 \times (\frac{0/25}{5})}{(\frac{2}{5})^2} = \frac{5 \times 10^{-2} \times 1}{4 \times 25} = 5 \times 10^{-4} mol^3 \cdot L^{-3}$$

چون مقدار عددی K کوچک است پس تعادل در سمت چپ است و اگر به مقدار مساوی از همهٔ مواد به ظرف تعادلی اضافه شود تعادل در جهت برگشت (یعنی جهتی که تعادل در آن سمت است) جابه‌جا می‌شود.

۳۴۰. گزینه ۱ با توجه به واکنش گازی $\underbrace{AB(g)}_{۱mol\ گاز} \rightleftharpoons \underbrace{A(g)+B(g)}_{۲mol\ گاز}$ با کاهش فشار، واکنش در جهت رفت (مول گاز بیشتری) جابه‌جا می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ ۲) ثابت تعادل فقط به دما بستگی دارد.

گزینهٔ ۳) ثابت تعادل فقط به دما بستگی دارد.

گزینهٔ ۴) افزایش دما، تعادل را به سمت راست جابه‌جا کرده، بنابراین واکنش رفت گرماگیر است.

۳۴۱. گزینه ۲ - عبارت اول درست است.

با افزایش دما تعادل $N_۲O_۴(g)+q \rightleftharpoons ۲NO_۲(g)$ طبق اصل لوشاتلیه در جهت مصرف دما (جهت رفت) جابجا می‌شود و گاز قهوه‌ای $NO_۲$ بیشتری تولید می‌کند، در نتیجه مخلوط پررنگ تر می‌شود.

- عبارت دوم نادرست است. چون با کاهش دما تعادل $۲SO_۲(g)+O_۲(g) \rightleftharpoons ۲SO_۳(g)+q$ در جهت رفت جابجا می‌شود ودرنتیجه ثابت تعادل افزایش می‌یابد.

- عبارت سوم نادرست است. چون با کاهش حجم ظرف که باعث افزایش فشار می گردد تعادل $\underbrace{CaCO_۳(s)}_{۰mol\ گازی} \rightleftharpoons \underbrace{CaO(s)+CO_۲(g)}_{۲mol\ گازی}$ درجهت تولید مول گازی کمتریعنی در جهت برگشت جابجا می‌شود.

عبارت چهارم درست است چون در واکنش مادهٔ گازی وجود ندارد.

۳۴۲. گزینه ۲

	$۲SO_۲(g)$	+ $O_۲(g)$	⇌ $۲SO_۳(g)$
لحظه آغاز :	۶	۶	۰
تعادل اولیه :	$۶-۲x$	$۶-x$	$+۲x$
لحظه اعمال تغییر :	$۶-۲x$	$۶-x$	$۲x-۲$
رسیدن به تعادل مجدد :	$۶-۲x-۲y$	$۶-x-y$	$۲x-۲+۲y$

باتوجه به اینکه غلظت $SO_۳$ در تعادل جدید ۰٫۲ مول بر لیتر است با در نظر گرفتن حجم ده لیتری ظرف ۲ مول $SO_۳$ در نهایت در ظرف وجود دارد:

$$۲x-۲+۲y=۲ \rightarrow ۲x+۲y=۴ \rightarrow x+y=۲$$
$$molSO_۲=۶-۲(x+y)=۶-۲\times۲=۲mol$$
$$molO_۲=۶-(x+y)=۶-۲=۴mol$$
$$K=\frac{[SO_۳]^۲}{[SO_۲]^۲[O_۲]}=\frac{(\frac{۲}{۱۰})^۲}{(\frac{۲}{۱۰})^۲\times(\frac{۴}{۱۰})}=۲٫۵mol^{-۱}\cdot L$$

۳۴۳. گزینه ۱

	$COCl_۲(g) \rightleftharpoons$		$CO(g)$ +	$Cl_۲(g)$
در حال تعادل اولیه	۳		۳	۳
تعادل بعد از کاهش حجم	۳+x		۳−x	۳−x

$$K=\frac{[CO]\times[Cl_۲]}{[COCl_۲]}=\frac{(\frac{۳}{۳})\times(\frac{۳}{۳})}{(\frac{۳}{۳})}=۱$$

با افزایش فشار (کاهش حجم ظرف) تعادل به سمت چپ جابه‌جا می‌شود.

$$K=\frac{[CO]\times[Cl_۲]}{[COCl_۲]}=\frac{(\frac{۳-x}{۱})\times(\frac{۳-x}{۱})}{(\frac{۳+x}{۱})}=۱$$
$$\rightarrow x^۲-۷x+۶=۰ \rightarrow x=۱\ ,\ x=۶\ (غیر قابل قبول)$$
$$[COCl_۲]=۳+x=۳+۱=۴$$

۳۴۴. گزینه ۱

فرایند هابر گرماده است و کاهش دما واکنش را در جهت تولید آمونیاک جابه‌جا می‌کند اما کاهش دما باعث کاهش سرعت واکنش چه رفت و چه برگشت می‌گردد به همین دلیل این واکنش را در دماهای بالاتر انجام می‌دهند.

$$N_۲+۳H_۲ \rightleftharpoons ۲NH_۳+Q$$

۳۴۵. گزینه ۳ این واکنش گرماده است و از دیدگاه تئوری، دمای پایین پیشرفت واکنش را افزایش می‌دهد.

$$N_{۲}(g) + ۳H_{۲}(g) \rightleftharpoons ۲NH_{۳}(g) + q\downarrow$$

ضمناً تعداد مول‌های گازی سمت راست معادله کم‌تر است و فشار بالا باعث جابه‌جایی تعادل به سمت مول گازی کم‌تر و افزایش پیشرفت واکنش می‌شود.

۳۴۶. گزینه ۴ با توجه به اینکه هیدروژن و نیتروژن مصرف می‌شوند و شیب نمودار هیدروژن بیشتر از نیتروژن است نمودار D را می‌توان به هیدروژن نسبت داد.

۳۴۷. گزینه ۲ • عبارت اول درست است. هابر و همکارش بوش برای تلاش در تهیهٔ آمونیاک از واکنش گازهای نیتروژن و هیدروژن، جایزهٔ نوبل دریافت کردند.

• عبارت دوم درست است. در واکنش هابر، $N_{۲}$ و $H_{۲}$ به‌طور کامل مصرف نمی‌شود و در دمای معین حالت تعادل می‌رسد.

• عبارت سوم نادرست است. مطابق معادلهٔ موازنه‌شده واکنش هابر به‌ازای ۱٫۵ مول آمونیاک، ۲٫۲۵ مول $H_{۲}$ مصرف می‌شود.

$$\begin{array}{ccccc} N_{۲}(g) & + & ۳H_{۲}(g) & \rightleftarrows & ۲NH_{۳}(g) \\ ۱mol & & ۳mol & & ۲mol \\ ۰٫۷۵mol & & ۲٫۲۵mol & & ۱٫۵mol \end{array}$$

• عبارت چهارم نادرست است. واکنش هابر در جهت رفت (تولید $NH_{۳}$) گرماده است و با افزایش دما، بازده تولید $NH_{۳}$ کاهش می‌یابد.

۳۴۸. گزینه ۲ با توجه به واکنش $N_{۲} + ۳H_{۲} \rightarrow ۲NH_{۳}$

چون ΔH واکنش برابر $-۹۸kJ$ است پس گرمای تشکیل مولی آن ΔH° تشکیل مولی $= \frac{-۹۸}{۲} = -۴۹kJmol^{-۱}$

۳۴۹. گزینه ۱ گونهٔ مشترک در هر دو واکنش بایستی ضریب یکسان داشته باشد، بنابراین واکنش اول را در ۲ و واکنش دوم را در ۳ ضرب می‌کنیم:

$$۱(\text{واکنش}) : ۲CH_{۴} + ۲H_{۲}O \rightarrow ۲CO + \underline{۶H_{۲}}$$

$$۲(\text{واکنش}) : ۳CO + \underline{۶H_{۲}} \rightarrow ۳CH_{۳}OH$$

$$۶H_{۲} \sim ۳CH_{۳}OH$$

$$\frac{۱۰۰۰g}{۶ \times ۲} = \frac{xg}{۳ \times ۳۲} \Rightarrow x = ۸۰۰۰g = \underline{\underline{۸kg}}$$