# شیمی ۳

## فصل ۱: مولکول‌ها در خدمت تندرستی پاک کننده ها صابون

**۱. در اثر مصرف ۴۰۰ گرم سدیم هیدروکسید در واکنش زیر، چند کیلوگرم صابون به‌دست می‌آید؟** سخت۱۳۹۸

$$C_{۱۴}H_{۲۹}COOH + NaOH \rightarrow C_{۱۴}H_{۲۹}COONa + H_۲O$$

$$(C = ۱۲\ ,\ H = ۱\ ,\ O = ۱۶\ ,\ Na = ۲۳\frac{g}{mol})$$

پاسخ: صابون $C_{۱۴}H_{۲۹}COONa$ است.

$$?kgC_{۱۴}H_{۲۹}COONa = ۴۰۰gNaOH \times \frac{۱molNaOH}{۴۰gNaOH} \times \frac{۱molC_{۱۴}H_{۲۹}COONa}{۱molNaOH}$$

$$\times \frac{۲۶۴gC_{۱۴}H_{۲۹}COONa}{۱molC_{۱۴}H_{۲۹}COONa} \times \frac{۱kg}{۱۰۰۰g} = ۲/۶۴kgC_{۱۴}H_{۲۹}COONa$$

**۲. در یک صابون جامد (با فرمول $RCOONa$) که بخش آلکیلی آن ۱۶ اتم کربن دارد:** سخت۱۴۰۳

**الف) به تقریب چند درصد جرم این صابون را هیدروژن تشکیل می‌دهد؟**

**ب) چند گرم از اسید چرب سازندهٔ این صابون باید با مقدار کافی سدیم هیدروکسید در شرایط مناسب واکنش دهد تا ۱۴/۶ گرم از این صابون تولید شود؟**

$$(Na = ۲۳, O = ۱۶, C = ۱۲, H = ۱ : g \cdot mol^{-۱})$$

پاسخ: الف) ابتدا با فرمول شیمیایی صابون را به دست می‌آوریم. بخش آلکیلی ($C_nH_{۲n+۱}$) این صابون دارای ۱۶ اتم کربن است و در نتیجه فرمول شیمیایی این صابون به‌صورت $C_{۱۶}H_{۲۳}COONa$ است که جرم مولی آن به‌صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$\text{جرم مولی } C_{۱۶}H_{۲۳}COONa = (۱۷ \times \overset{C}{۱۲}) + (۳۳ \times \overset{H}{۱}) + (۲ \times \overset{O}{۱۶}) + ۲۳ = ۲۹۲g \cdot mol^{-۱}$$

برای محاسبهٔ درصد جرمی $H$ در این مولکول می‌توان نوشت:

$$H_{\text{درصد جرمی}} = \frac{\text{جرم اتم‌های } H}{\text{جرم مولی ترکیب}} \times ۱۰۰ = \frac{۳۳ \times ۱}{۲۹۲} \times ۱۰۰ \simeq \%۱۱/۳$$

ب) برای یافتن اسید چرب این صابون، کافیست به جای اتم $Na$ در این صابون، اتم $H$ قرار دهیم:



https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=6960413;a145=false;a24=null
5/20/24, 01:36
Page 1 of 124

$$\underbrace{C_{۱۶}H_{۳۳}COOH}_{\text{اسید چرب}} + NaOH \rightarrow \underbrace{C_{۱۶}H_{۳۳}COONa}_{\text{صابون}} + H_۲O$$

جرم مولی $C_{۱۶}H_{۳۳}COOH = (۱۷ \times \underset{C}{۱۲}) + (۳۴ \times \underset{H}{۱}) + (۲ \times \underset{O}{۱۶}) = ۲۷۰ g \cdot mol^{-۱}$

$$?= g_{(\text{اسید چرب})} = ۱۴٫۶ g_{(\text{صابون})} \times \frac{۱ mol_{(\text{صابون})}}{۲۹۲ g_{(\text{صابون})}}$$

$$\times \frac{۱ mol_{(\text{اسید چرب})}}{۱ mol_{(\text{صابون})}} \times \frac{۲۷۰ g_{(\text{اسید چرب})}}{۱ mol_{(\text{اسید چرب})}} = ۱۳٫۵ g_{(\text{اسید چرب})}$$

**۳. جرم ۰٫۰۲ مول از یک صابون جامد با فرمول $RCOONa$ که در آن $R$ یک گروه آلکیلی است، برابر ۵٫۸۴ گرم است، فرمول مولکولی اسید چرب سازندهٔ این صابون را به دست آورید.** $(Na = ۲۳, O = ۱۶, C = ۱۲, H = ۱ : g \cdot mol^{-۱})$ سخت۱۴۰۳

پاسخ: وقتی $R$ در $RCOONa$ گروه آلکیلی باشد، فرمول عمومی به‌صورت $C_nH_{۲n+۱}COONa$ است و جرم مولی آن به‌صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$(۱۲n) + (۲n+۱) + ۱۲ + ۲(۱۶) + ۲۳ = ۱۴n + ۶۸ g \cdot mol^{-۱}$$

حالا سؤال گفته که ۰٫۰۲ مول از این صابون، ۵٫۸۴ گرم جرم دارد:

$$?g(\text{صابون}) = ۰٫۰۲ mol(\text{صابون}) \times \frac{۱۴n + ۶۸ g(\text{صابون})}{۱ mol(\text{صابون})} = ۵٫۸۴ g$$

$$۱۴n + ۶۸ = ۵٫۸۴ \times \frac{۱}{۰٫۰۲} \Rightarrow n = ۱۶$$

بنابراین در بخش هیدروکربنی این صابون ۱۶ اتم کربن وجود داشته و فرمول شیمیایی آن به‌صورت $C_{۱۶}H_{۳۳}COONa$ است. اگر به جای $Na$، یک اتم هیدروژن قرار دهیم، به فرمول اسید چرب اولیه می‌رسیم که به صورت $C_{۱۶}H_{۳۳}COOH$ می‌باشد.

درجه یونش اسیدها  مفهوم درجه یونش در اسیدهای قوی و ضعیف

**۴. اگر درصد یونش در محلولی از استیک اسید ($CH_۳COOH$) برابر با $۳/۲\%$ و غلظت یون هیدرونیوم در آن $۱/۹۲ \times ۱۰^{-۲}$ مول بر لیتر باشد.** سخت۱۴۰۱

پاسخ:

**الف) معادلهٔ یونش این اسید را بنویسید.** متوسط۱۴۰۱

پاسخ:

$$CH_۳COOH \rightleftarrows CH_۳COO^- + H^+$$

**ب) غلظت محلول را محاسبه کنید.** متوسط۱۴۰۱

پاسخ:

$$\text{درجه یونش} = \frac{۳٫۲}{۱۰۰} = \alpha \qquad \text{درصد یونش} = \alpha \times ۱۰۰ = ۳٫۲$$



https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=6960413;a145=false;a24=null
5/20/24, 01:36
Page 3 of 124

$[H^+] = [CH_3COOH_{\text{اولیه}}] \times \alpha \Rightarrow ۱/۹۲ \times ۱۰^{-۲} = [CH_3COOH] \times \frac{۳/۲}{۱۰۰}$

$[CH_3COOH] = ۰/۶$

ثابت تعادل و قدرت اسیدی  مفهوم تعادل و برگشت‌پذیری

**۵. محلول‌های یک مولار هیدروکلریک اسید $(HCl(aq))$ و هیدروفلوئوریک اسید $(HF(aq))$ را در هریک از موارد زیر مقایسه کنید.**

سخت۱۳۹۸

**الف) غلظت آنیون و کاتیون:** $HCl$ ☐ $HF$

**ب) غلظت مولکول حل شده:** $HCl$ ☐ $HF$

**پ) رسانایی الکتریکی محلول:** $HCl$ ☐ $HF$

**ت) قدرت اسیدی:** $HCl$ ☐ $HF$

پاسخ: **الف)** $HCl$ $\boxed{<}$ $HF$

مولکول‌های هیدروکلریک اسید کاملاً تفکیک می‌شوند، ولی قسمتی از مولکول‌های هیدروفلوئوریک اسید تفکیک نشده در آب باقی می‌مانند.

**ب)** $HCl$ $\boxed{>}$ $HF$

در محلول $HCl$ که کاملاً تفکیک می‌شود، مولکول حل‌شده باقی نمی‌ماند.

**پ)** $HCl$ $\boxed{<}$ $HF$

غلظت یون‌ها در محلول $HCl$ بیشتراست، پس محلول این ماده رسانایی بیشتری دارد.

**ت)** $HCl$ $\boxed{<}$ $HF$

مسائل $K_a$

**۶. درجهٔ یونش محدود ۲ مولار اسید $HA$ را به‌دست آورید. ثابت یونش اسیدی $HA$ در دمای موردنظر $۱ mol \cdot L^{-۱}$ است.**

سخت۱۳۹۸

پاسخ:

$\frac{k_a}{M} = \frac{۱}{۲} > ۰/۰۰۲ \Rightarrow k_a = \frac{\alpha^۲ \cdot M}{۱ - \alpha}$

$۱ = \frac{۲\alpha^۲}{۱ - \alpha} \Rightarrow ۱ - \alpha = ۲\alpha^۲ \Rightarrow ۲\alpha^۲ + \alpha - ۱ = ۰$

$\alpha = \frac{-۱ \pm \sqrt{۱ + ۸}}{۴} \Rightarrow \begin{cases} \alpha = ۰/۵ & ✓ \\ \alpha = -۱ & \times \end{cases}$



https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=6960413;a145=false;a24=null
5/20/24, 01:36
Page 5 of 124

pH مسائل pH محلول‌های اسیدی

**۷. در یک نمونه محلول اسید $HA$ با $pH = ۱/۴$، چند گرم $HA$ در ۲۰۰ میلی‌لیتر آب حل شده است؟ ثابت یونش اسیدی برابر با $۰/۰۱ mol \cdot L^{-۱}$ و جرم مولی $HA$ $۸۰ g \cdot mol^{-۱}$ است. (از تغییر حجم در اثر انحلال صرف‌نظر کنید).** سخت۱۳۹۸

پاسخ:

$$pH = -\log[H^+] \Rightarrow ۱/۴ = -\log[H^+] \Rightarrow -\log[H^+] = ۲ - ۰/۶$$

$$\Rightarrow \log[H^+] = -۲ + ۰/۶ \Rightarrow \log[H^+] = \log ۱۰^{-۲} + ۲\log ۲ \Rightarrow [H^+] = ۴ \times ۱۰^{-۲} mol \cdot L^{-۱}$$

$$\alpha = \frac{[H^+]}{[HA]_{\text{اولیه}}} \Rightarrow \alpha \cdot [HA]_{\text{اولیه}} = ۰/۰۴$$

$$k_a = \frac{\alpha^۲ \cdot [HA]_{\text{اولیه}}}{۱ - \alpha} \Rightarrow k_a = \frac{\alpha \cdot \alpha \cdot [HA]_{\text{اولیه}}}{۱ - \alpha} \Rightarrow ۰/۰۱ = \frac{۰/۰۴\alpha}{۱ - \alpha}$$

$$\rightarrow ۱ - \alpha = ۴\alpha \Rightarrow ۵\alpha = ۱ \Rightarrow \alpha = ۰/۲ \\ \alpha[HA]_{\text{اولیه}} = ۰/۰۴ \Rightarrow [HA]_{\text{اولیه}} = ۰/۲\ mol \cdot L^{-۱}$$

$$[HA] = \frac{HA \text{ مول}}{\text{حجم محلول } (L)} \Rightarrow ۰/۲\ mol \cdot L^{-۱} = \frac{HA \text{ مول}}{۰/۲\ (L)} \Rightarrow HA \text{ مول} = ۰/۰۴ mol$$

$$?g\ HA = ۰/۰۴ mol\ HA \times \frac{۸۰ g\ HA}{۱ mol\ HA} = ۳/۲ g\ HA$$

**۸. $pH$ یک نمونه از آب سیب برابر با ۴/۷ است. نسبت غلظت یون‌های هیدرونیوم به یون‌های هیدروکسید را در این نمونه حساب کنید.** سخت۱۴۰۲

پاسخ:

$$pH = -\log[H^+] \Rightarrow -\log[H^+] = ۴/۷ \Rightarrow -\log[H^+] = ۵ - ۰/۳$$

$$\Rightarrow \log[H^+] = -۵ + ۰/۳ \Rightarrow \log[H^+] = \log ۱۰^{-۵} + \log ۲ \Rightarrow [H^+] = ۲ \times ۱۰^{-۵} mol \cdot L^{-۱}$$

$$[H^+][OH^-] = ۱۰^{-۱۴} \Rightarrow [OH^-] = \frac{۱۰^{-۱۴}}{۲ \times ۱۰^{-۵}} = ۵ \times ۱۰^{۱۰^{-۱۰}} mol \cdot L^{-۱}$$

$$\frac{[H^+]}{[OH^-]} = \frac{۲ \times ۱۰^{۱۰^{-۵}}}{۵ \times ۱۰^{۱۰^{-۱۰}}} = ۴ \times ۱۰^{۴}$$

**۹. اگر ثابت یونش اسیدی $HA$، $\frac{۱}{۹}$ برابر ثابت یونش اسیدی $HB$ باشد، $pH$ محلول اسید ضعیف $HA$ چند واحد از $pH$ اسید ضعیف $HB$ با غلظت مولی یکسان بیشتر است؟** سخت۱۳۹۸

پاسخ:

$$k_a = \alpha^۲ \left[\text{اسید}\right]_{\text{اولیه}}$$

$$\frac{k_{a\cdot HA}}{k_{a\cdot HB}} = \frac{\alpha_{HA}^۲ \cdot [HA]_{\text{اولیه}}}{\alpha_{HB}^۲ \cdot [HB]_{\text{اولیه}}} \xrightarrow{[HA]_{\text{اولیه}} = [HB]_{\text{اولیه}}} \frac{۱}{۹} = \frac{\alpha_{HA}^۲}{\alpha_{HB}^۲} \Rightarrow \frac{\alpha_{HA}}{\alpha_{HB}} = \frac{۱}{۳}$$



https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=6960413;a145=false;a24=null
5/20/24, 01:36
Page 7 of 124

$pH_{HA} - pH_{HB} = -\log[H^+]_{HA} + \log[H^+]_{HB}$

$pH_{HA} - pH_{HB} = -\log {}^{\alpha_{HA}\cdot[HA]_{\text{اولیه}}} + \log {}^{\alpha_{HB}\cdot[HB]_{\text{اولیه}}} = \log \frac{\alpha_{HB}\cdot[HB]_{\text{اولیه}}}{\alpha_{HA}\cdot[HA]_{\text{اولیه}}}$

$pH_{HA} - pH_{HB} = \log ۳ = ۰/۵$

**۱۰. برای تهیهٔ یک محلول با $pH = ۳/۴$، چند گرم اسید $HA(\alpha = ۰/۲)$ را باید در ۵۰۰ میلی‌لیتر آب حل کنیم؟ جرم مولی $HA$ را برابر $۱۰۰ g \cdot mol^{-۱}$ فرض کنید و از تغییر حجم در اثر انحلال چشم‌پوشی کنید.** سخت۱۳۹۸

پاسخ:

$pH = -\log[H^+] \Rightarrow -\log[H^+] = ۳/۴ \Rightarrow -\log[H^+] = ۴ - ۰/۶$

$\Rightarrow \log[H^+] = -۴ + ۰/۶ \Rightarrow \log[H^+] = -۴\log ۱۰ + ۲\log ۲$

$\Rightarrow \log[H^+] = \log ۴ \times ۱۰^{-۴} \Rightarrow [H^+] = ۴ \times ۱۰^{-۴} mol \cdot L^{-۱}$

$\alpha = \frac{[H^+]}{[HA]_{\text{اولیه}}} \Rightarrow [HA]_{\text{اولیه}} = ۰/۰۰۲ mol \cdot L^{-۱}$

$[HA] = \frac{HA \text{ مول}}{\text{حجم محلول } (L)} \Rightarrow ۰/۰۰۲ (mol \cdot L^{-۱}) = \frac{HA \text{ مول}}{۰/۵ \ (L)} \Rightarrow HA \text{ مول} = ۰/۰۰۱ mol$

$?g \ HA = ۰/۰۰۱ mol HA \times \frac{۱۰۰ g HA}{۱ mol HA} = ۰/۱ g HA$

**۱۱. مطابق واکنش زیر، ۰/۰۱ مول سدیم اکسید را در مقداری آب حل کرده و حجم محلول را به ۱۰۰ میلی لیتر می‌رسانیم.** سخت۱۳۹۸

$$Na_۲O(s) + H_۲O(l) \rightarrow ۲Na^+(aq) + ۲OH^-(aq)$$

پاسخ:

**الف) غلظت یون هیدروکسید را در محلول به‌دست آورید.** سخت۱۳۹۸

پاسخ:

$mol\, OH^- = ۰/۰۱ mol\, Na_۲O \times (\frac{۲ mol\, OH^-}{۱ mol\, Na_۲O}) = ۰/۰۲ mol$

$[OH^-] = ۱۰۰۰ ml \times (\frac{۰/۰۲ mol}{۱۰۰ ml}) = ۰/۲ mol \cdot L^{-۱}$

**ب) $pH$ محلول چقدر است؟ $(\log ۲ = ۰/۳)$** سخت۱۳۹۸

پاسخ:

$pH = -\log[H^+] = -\log \frac{۱}{۲} \times ۱۰^{-۱۳} = ۱۳/۳$



https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=6960413;a145=false;a24=null
5/20/24, 01:36
Page 9 of 124

**۱۲. $HX$ و $HY$ دو اسید ضعیف هستند. اگر ۱۲ گرم از $HX$ و ۸ گرم از $HY$ جداگانه در یک لیتر آب حل شوند، $pH$ این دو محلول برابر خواهد شد. با مقایسه درجهٔ یونش آنها مشخّص کنید کدام اسید قوی‌تری است؟ چرا؟ $(۱molHX = ۱۵۰g, ۱molHY = ۵۰g)$** سخت۱۴۰۲

پاسخ:

$$pH_{(HX)} = pH_{(HY)}$$
$$\Rightarrow [H^+]_{(HX)} = [H^+]_{(HY)}$$
$$\Rightarrow \alpha_{(HX)}[HX]_{\text{اولیه}} = \alpha_{(HY)}[HY]_{\text{اولیه}}$$

$$?molHX = ۱۲gHX \times \frac{۱molHX}{۱۵۰gHX} = ۰/۰۸molHX \quad , \quad [HX] = \frac{\text{مول } HX}{\text{حجم محلول } (L)} = \frac{۰/۰۸(mol)}{۱(L)} = ۰/۰۸M$$

$$?molHY = ۸gHY \times \frac{۱molHY}{۵۰gHY} = ۰/۱۶molHY \quad , \quad [HY] = \frac{\text{مول } HY}{\text{حجم محلول } (L)} = \frac{۰/۱۶(mol)}{۱(L)} = ۰/۱۶M$$

$$\Rightarrow \alpha_{(HX)} \times ۰/۰۸ = \alpha_{(HY)} \times ۰/۱۶ \Rightarrow \alpha_{(HX)} = \alpha_{(HY)} \times ۲$$
$$\Rightarrow \alpha_{(HX)} > \alpha_{(HY)} \Rightarrow \quad HX \text{ اسید قوی‌تری است.}$$

**۱۳. در نمونه‌ای از عصارهٔ گوجه‌فرنگی، غلظت یون هیدرونیوم $۴ \times ۱۰^{۶}$ برابر غلظت یون هیدروکسید است. $pH$ آن را حساب کنید و در جای خالی بنویسید.** سخت۱۴۰۲

پاسخ:

$$\frac{[H_۳O^+]}{[OH^-]} = ۴ \times ۱۰^{+۶} \Rightarrow [OH^-] = \frac{[H_۳O]}{۴ \times ۱۰^{+۶}} \Rightarrow [OH^-] \times [H_۳O^+] = ۱۰^{-۱۴}$$
$$\frac{[H_۳O^+]}{۴ \times ۱۰^{+۶}} \times [H_۳O^+] = ۱۰^{-۱۴} \Rightarrow [H_۳O^+]^۲ = ۴ \times ۱۰^{-۸} \Rightarrow [H_۳O^+] = ۲ \times ۱۰^{-۴}$$
$$pH = -\log^{۲\times۱۰^{-۴}} = ۴ - ۳ = ۳/۷$$

**۱۴. ثابت یونش اسیدی اسید ضعیف $HA$ برابر با $۳ \times ۱۰^{-۵}$ است. $pH$ محلول ۰/۰۷۵ مولار این اسید را به‌دست آورید.** سخت۱۳۹۸



https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=6960413;a145=false;a24=null
5/20/24, 01:36
Page 11 of 124

پاسخ:

$$\frac{k_a}{[HA]_{\text{اولیه}}} = \frac{۳ \times ۱۰^{-۵}}{۷۵ \times ۱۰^{-۳}} = ۴ \times ۱۰^{-۴} < ۰/۰۰۲ \Rightarrow k_a = \alpha^۲ \cdot [HA]_{\text{اولیه}}$$

$$۳ \times ۱۰^{-۵} = \alpha^۲ \times ۷۵ \times ۱۰^{-۳} \Rightarrow \alpha^۲ = ۴ \times ۱۰^{-۴} \Rightarrow \alpha = ۰/۰۲$$

$$\alpha = \frac{[H^+]}{[HA]_{\text{اولیه}}} \Rightarrow [H^+] = ۰/۰۰۱۵ \quad mol \cdot L^{-۱}$$

$$pH = -\log[H^+] \Rightarrow pH = -\log ۰/۰۰۱۵ \Rightarrow pH = -\left[\log ۱۰^{-۴} + \log ۳ + \log ۵\right] \Rightarrow pH = ۲/۸$$

**۱۵. $pH$ محلول هیدروکلریک اسید را حساب کنید که از حل شدن ۰/۷۳$g$ هیدروژن کلرید در ۱۰۰$mL$ آب به‌دست آمده است. $(H = ۱ \ , \ Cl = ۳۵/۵ : g \cdot mol^{-۱})$** سخت۱۳۹۸

پاسخ:

$$?mol \ \ HCl = ۰/۷۳g \ \ HCl \times \frac{۱molHCl}{۳۶/۵gHCl} = ۰/۰۲molHCl$$

$$[HCl] = \frac{\text{مول} \ \ HCl}{\text{حجم محلول} \ \ (L)} = \frac{۰/۰۲ \ \ (mol)}{۰/۱ \ \ (L)} = ۰/۲mol \cdot L^{-۱}$$

هیدروکلریک، اسید یک اسید قوی است. $\alpha = ۱$

$$\alpha = \frac{[H^+]}{[HCl]_{\text{اولیه}}} \Rightarrow [H^+] = ۰/۲mol \cdot L^{-۱}$$

$$pH = -\log[H^+] \Rightarrow -\log ۰/۲ = -[\log ۲ + \log ۰/۱] = ۰/۷$$

**۱۶. غلظت یون هیدروکسید را در محلول اسیدی که $pH = ۳/۵$ دارد، به‌دست آورید.** سخت۱۳۹۸

پاسخ:

$$pH = -\log[H^+] \Rightarrow -\log[H^+] = ۳/۵ \Rightarrow -\log[H^+] = ۴ - ۰/۵$$

$$\Rightarrow \log[H^+] = -۴ + ۰/۵ \Rightarrow \log[H^+] = \log ۱۰^{-۴} + \log ۳ \Rightarrow [H^+] = ۳ \times ۱۰^{-۴} mol \cdot L^{-۱}$$

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

**۱۷. برای تهیه محلولی از اسید ضعیف $HX$ با $pH$ برابر با ۲، چند مول از این اسید را باید در ۲۵۰ میلی‌لیتر آب خالص حل کنیم؟** سخت۱۴۰۱

**(از افزایش حجم محلول صرف‌نظر کنید و ثابت یونش اسید $HX$ را $(Ka = ۵ \times ۱۰^{-۵})$ در نظر بگیرید.)**



https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=6960413;a145=false;a24=null
5/20/24, 01:36
Page 13 of 124

پاسخ:

$pH = ۲, [H^+] = ۱۰^{-pH} \Rightarrow [H^+] = ۱۰^{-۲} = ۰/۰۱ mol \cdot L^{-۱}$

$HX(aq) \rightleftharpoons H^+(aq) + X^-(aq) \Rightarrow Ka = \frac{[H^+][X^-]}{[HX]} \Rightarrow ۵ \times ۱۰^{-۵} = \frac{۰/۰۱ \times ۰/۰۱}{M - ۰/۰۱} \Rightarrow M = ۲ mol \cdot L^{-۱}$

$mol HX = ۲۵۰ ml \times \frac{۱ L}{۱۰۰۰ mL} \times \frac{۲ mol\ HX}{۱ L} = ۰/۵ mol\ HX$

محلول‌های بازی مسائل درجه یونش بازها

**۱۸. به سؤال‌های زیر پاسخ دهید. (در تمام موارد، دما را $۲۵^\circ C$ فرض کنید)** سخت۱۳۹۸

پاسخ:

**الف) غلظت یون هیدروکسید را در محلول هیدروکلریک اسید $۰/۲M$ مولار محاسبه کنید.** سخت۱۳۹۸

پاسخ: هیدروکلریک اسید، یک اسید قوی است و $\alpha = ۱$.

$\alpha = \frac{[H^+]}{[HCl]_{\text{اولیه}}} \Rightarrow [H^+] = ۰/۲ mol \cdot L^{-۱}$

$[H^+][OH^-] = ۱۰^{-۱۴} \Rightarrow ۰/۲ \times [OH^-] = ۱۰^{-۱۴} \Rightarrow [OH^-] = ۵ \times ۱۰^{-۱۴} mol \cdot L^{-۱}$

**ب) غلظت یون هیدرونیوم در محلول باز $BOH$ ۱ مولار را به‌دست آورید. درصد یونش مولکول‌های این باز $۱۰\%$ است.** سخت۱۳۹۸

پاسخ:

$\alpha = \frac{[OH^-]}{[BOH]_{\text{اولیه}}} \Rightarrow ۰/۱ = \frac{[OH^-]}{۱} \Rightarrow [OH^-] = ۰/۱ mol \cdot L^{-۱}$

$[H^+][OH^-] = ۱۰^{-۱۴} \Rightarrow [H^+] \times ۱۰^{-۱} = ۱۰^{-۱۴} \Rightarrow [H^+] = ۱۰^{-۱۳} mol \cdot L^{-۱}$

**پ) غلظت یون هیدرونیوم در محلول سدیم هیدروکسید $۰/۰۳$ مولار چند مول بر لیتر است؟ سدیم هیدروکسید، یک باز قوی است.** سخت۱۳۹۸

پاسخ: درجه یونش بازهای قوی برابر با ۱ است.

$\alpha = \frac{[OH^-]}{[NaOH]_{\text{اولیه}}} \Rightarrow [OH^-] = ۰/۰۳ mol \cdot L^{-۱}$

$[H_۳O^+][OH^-] = ۱۰^{-۱۴} \Rightarrow ۰/۰۳ \times [H_۳O^+] = ۱۰^{-۱۴} \Rightarrow [H_۳O^+] = \frac{۱}{۳} \times ۱۰^{-۱۲} mol \cdot L^{-۱}$



https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=6960413;a145=false;a24=null
5/20/24, 01:36
Page 15 of 124

مسائل pH محلول‌های بازی

**۱۹. چند گرم از باز ضعیف $BOH$، $(K_b = ۴ \times ۱۰^{-۱} mol \cdot L^{-۱})$ را باید در دو لیتر آب حل کرد تا $pH$ محلول به ۱۳ برسد؟ $(BOH = ۷۰ g \cdot mol^{-۱})$**

سخت۱۳۹۸

پاسخ:

$pH + pOH = ۱۴ \Rightarrow ۱۳ + pOH = ۱۴ \Rightarrow pOH = ۱$

$pOH = -\log[OH^-] \Rightarrow -\log[OH^-] = ۱ \Rightarrow [OH^-] = ۰/۱$

$\alpha = \frac{[OH^-]}{[BOH]_{\text{اولیه}}} \Rightarrow \alpha \cdot [BOH]_{\text{اولیه}} = ۰/۱$

$K_b = \frac{\alpha^۲ \cdot [BOH]_{\text{اولیه}}}{۱ - \alpha} \Rightarrow K_b = \frac{\alpha \cdot \alpha \cdot [BOH]_{\text{اولیه}}}{۱ - \alpha}$

$\Rightarrow ۰/۴ = \frac{۰/۱\alpha}{۱ - \alpha} \Rightarrow ۴ - ۴\alpha = \alpha \Rightarrow ۴ = ۵\alpha \Rightarrow \alpha = ۰/۸$

$\alpha \cdot [BOH]_{\text{اولیه}} = ۰/۱ \Rightarrow ۰/۸[BOH]_{\text{اولیه}} = ۰/۱ \Rightarrow [BOH]_{\text{اولیه}} = ۰/۱۲۵ mol \cdot L^{-۱}$

$[BOH] = \frac{\text{مول } BOH}{\text{حجم محلول } (L)} \Rightarrow ۰/۱۲۵(mol \cdot L^{-۱}) = \frac{\text{مول } BOH}{۲(L)} \Rightarrow \text{مول } BOH = ۰/۲۵ mol$

$?g\ BOH = ۰/۲۵ mol\ BOH \times \frac{۷۰ g\ BOH}{۱ mol\ BOH} = ۱۷/۵ g\ BOH$

**۲۰. $pH$ محلول باز $BOH$ را محاسبه کنید. غلظت مولی $BOH$ برابر با $۶ mol \cdot L^{-۱}$ و $K_b = ۱ mol \cdot L^{-۱}$ است.**

سخت۱۳۹۸

پاسخ:

$\frac{K_b}{[BOH]_{\text{اولیه}}} = \frac{۱}{۶} > ۰/۰۰۲ \Rightarrow K_b = \frac{\alpha^۲ \cdot [BOH]_{\text{اولیه}}}{۱ - \alpha}$

$\Rightarrow ۱ = \frac{۶\alpha^۲}{۱ - \alpha} \Rightarrow ۶\alpha^۲ + \alpha - ۱ = ۰ \Rightarrow \alpha = \frac{-۱ \pm \sqrt{۱ + ۲۴}}{۱۲}$

$\Rightarrow \begin{cases} \alpha = \frac{۱}{۳} & \checkmark \\ \alpha = -\frac{۱}{۲} & \times \end{cases}$

$\alpha = \frac{[OH^-]}{[BOH]} \Rightarrow \frac{۱}{۳} = \frac{[OH^-]}{۶} \Rightarrow [OH^-] = ۲ mol \cdot L^{-۱}$

$pOH = -\log[OH^-] = -\log ۲ = -۰/۳$

$pH + pOH = ۱۴ \Rightarrow pH - ۰/۳ = ۱۴ \Rightarrow pH = ۱۴/۳$

**۲۱. در یک نمونه، محلول آمونیاک با $pH = ۱۰/۷$ ، $۸/۵ \times ۱۰^{-۲} g$ آمونیاک حل شده است. اگر مولکول‌های آمونیاک $۱\%$ یونیده شوند، حجم این محلول چند لیتر است؟ $(N = ۱۴ , H = ۱ : g \cdot mol^{-۱})$**

سخت۱۳۹۸



https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=6960413;a145=false;a24=null
5/20/24, 01:36
Page 17 of 124

پاسخ:

$pH + pOH = ۱۴ \Rightarrow ۱۰/۷ + pOH = ۱۴ \Rightarrow pOH = ۳/۳$

$pOH = -\log[OH] \Rightarrow -\log[OH^-] = ۳/۳ \Rightarrow -\log[OH^-] = ۴ - ۰/۷$

$\Rightarrow \log[OH^-] = -۴ + ۰/۷ \Rightarrow \log[OH^-] = \log ۱۰^{-۴} + \log ۵ \Rightarrow [OH^-] = ۵ \times ۱۰^{-۴} mol \cdot L^{-۱}$

$\alpha = \frac{[OH^-]}{[NH_۳]_{اولیه}} \Rightarrow ۰/۰۱ = \frac{۵ \times ۱۰^{-۴}}{[NH_۳]_{اولیه}} \Rightarrow [NH_۳]_{اولیه} = ۵ \times ۱۰^{-۲} mol \cdot L^{-۱}$

$?molNH_۳ = ۸/۵ \times ۱۰^{-۲} g\ NH_۳ \times \frac{۱ molNH_۳}{۱۷ gNH_۳} = ۵ \times ۱۰^{-۳} molNH_۳$

$[NH_۳] = \frac{NH_۳ \text{ مول}}{\text{حجم محلول } (L)} \Rightarrow ۵ \times ۱۰^{-۲} (mol \cdot L^{-۱}) = \frac{۵ \times ۱۰^{-۳} (mol)}{\text{حجم محلول } (L)} \Rightarrow \text{حجم محلول} = ۰/۱ L$

**۲۲. چند گرم از باز ضعیف $BOH$ در ۲۰۰ میلی‌لیتر محلول این باز با $pH = ۱۱/۳$ حل شده است؟ درجهٔ یونش این باز ۰/۱ و جرم مولی $BOH$ برابر با $۵۰ g \cdot mol^{-۱}$ است.** سخت۱۳۹۸

پاسخ:

$pH + pOH = ۱۴ \Rightarrow ۱۱/۳ + pOH = ۱۴ \Rightarrow pOH = ۲/۷$

$pOH = -\log[OH^-] \Rightarrow -\log[OH^-] = ۲/۷ \Rightarrow -\log[OH^-] = ۳ - ۰/۳$

$\Rightarrow \log[OH^-] = ۰/۳ - ۳ \Rightarrow \log[OH^-] = \log ۲ + \log ۱۰^{-۳} \Rightarrow [OH^-] = ۲ \times ۱۰^{-۳} mol \cdot L^{-۱}$

$\alpha = \frac{[OH^-]}{[BOH]_{اولیه}} \Rightarrow ۰/۱ = \frac{۲ \times ۱۰^{-۳} (mol \cdot L^{-۱})}{[BOH]_{اولیه}} \Rightarrow [BOH]_{اولیه} = ۲ \times ۱۰^{-۲} mol \cdot L^{-۱}$

$[BOH] = \frac{BOH \text{ مول}}{\text{حجم محلول } (L)} \Rightarrow ۲ \times ۱۰^{-۲} (mol \cdot L^{-۱}) = \frac{BOH \text{ مول}}{۰/۲ (L)} \Rightarrow BOH \text{ مول} = ۴ \times ۱۰^{-۳} mol$

$?g\ BOH = ۴ \times ۱۰^{-۳} molBOH \times \frac{۵۰ g\ BOH}{۱ mol\ BOH} = ۰/۲ g\ BOH$

**۲۳. $pH$ محلولی از سدیم هیدروکسید که در هر میلی‌لیتر از آن یک میلی‌گرم از این ماده وجود دارد را به دست آورید.** سخت۱۴۰۳

$(Na = ۲۳, O = ۱۶, H = ۱ : g \cdot mol^{-۱})$

پاسخ: ابتدا غلظت مولی $NaOH$ را محاسبه می‌کنیم:

$NaOH \text{ غلظت مولی} = \frac{۲/۵ \times ۱۰^{-۵} mol}{۲۵ \times ۱۰^{-۳} L} = ۱۰^{-۳} mol \cdot L^{-۱}$

سدیم هیدروکسید بازی قوی و تک‌ظرفیتی است:

$[OH^-] = M\alpha = ۱۰^{-۳} \times ۱ = ۱۰^{-۳} mol \cdot L^{-۱}$

$[H^+][OH^-] = ۱۰^{-۱۴} \Rightarrow [H^+] = \frac{۱۰^{-۱۴}}{۱۰^{-۳}} = ۱۰^{-۱۱} mol \cdot L^{-۱}$

$pH = -\log[H^+] = -\log ۱۰^{-۱۱} = ۱۱$



https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=6960413;a145=false;a24=null
5/20/24, 01:36
Page 19 of 124

**۲۴. ۱۰۰$mL$ محلول $KOH$ با $pH = ۱۳$ را با چند میلی‌لیتر محلول $HNO_۳$ با $pH = ۱/۳$ مخلوط کنیم تا $pH$ محلول نهایی ۱۲/۴ شود؟** سخت۱۳۹۸

پاسخ: **باز:**

$pH + pOH = ۱۴ \Rightarrow ۱۳ + pOH = ۱۴ \Rightarrow pOH = ۱$

$\Rightarrow -\log[OH^-] = ۱ \Rightarrow [OH^-] = ۰/۱ \ mol \cdot L^{-۱}$

$$[OH^-] = \frac{OH^- \text{ مول}}{\text{حجم محلول } (L)} \Rightarrow ۰/۱ \ (mol \cdot L^{-۱}) = \frac{OH^- \text{ مول}}{۰/۱ \ (L)} \Rightarrow OH^- \text{ مول} = ۰/۰۱ \ mol$$

**اسید:**

$pH = -\log[H^+] \Rightarrow -\log[H^+] = ۱/۳ \Rightarrow -\log[H^+] = ۲ - ۰/۷ \Rightarrow \log[H^+] = -۲ + ۰/۷$

$\log[H^+] = \log ۰/۰۱ + \log ۵ \Rightarrow [H^+] = ۰/۰۵ \ mol \cdot L^{-۱}$

$$[H^+] = \frac{H^+ \text{ مول}}{\text{حجم محلول } (L)} \Rightarrow H^+ \text{ مول} = ۰/۰۵V_۲$$

**محلول نهایی: از آنجاکه $pH$ محلول نهایی ۱۲/۴ است و محلول خاصیت بازی دارد یعنی مول $OH^-$ از مول $H^+$ بیشتر بوده است.**

**باقی‌مانده $OH^-$ مول $= ۰/۰۱ - ۰/۰۵V_۲$**

$pH + pOH = ۱۴ \Rightarrow ۱۲/۴ + pOH = ۱۴ \Rightarrow pOH = ۱/۶ \Rightarrow -\log[OH^-] = ۱/۶ \Rightarrow -\log[OH^-] = ۲ - ۰/۴$

$-\log[OH^-] = ۲ - ۰/۷ + ۰/۳ \Rightarrow \log[OH^-] = -۲ + ۰/۷ - ۰/۳ \Rightarrow \log[OH^-] = \log ۰/۰۱ + \log ۵ - \log ۲$

$\Rightarrow [OH^-] = ۰/۰۲۵ \ mol \cdot L^{-۱}$

$$[OH^-]_{\text{محلول نهایی}} = \frac{\text{مول } OH^- \text{ باقی‌مانده}}{\text{حجم کل } (L)} \Rightarrow ۰/۰۲۵ \ (mol \cdot L^{-۱}) = \frac{(۰/۰۱ - ۰/۰۵V_۲)(mol)}{(۰/۱ + V_۲)(L)}$$

$\Rightarrow ۰/۰۰۲۵ + ۰/۰۲۵V_۲ = ۰/۰۱ - ۰/۰۵V_۲ \Rightarrow ۰/۰۷۵V_۲ = ۰/۰۰۷۵$

$\Rightarrow V_۲ = ۰/۱L \times \frac{۱۰۰۰mL}{۱L} = ۱۰۰mL$

**۲۵. برای خنثی کردن ۲۰۰ میلی‌لیتر محلول $kOH$ با $pH = ۱۲$، به چند میلی‌لیتر محلول $HCl$ با $pH = ۲/۵$ احتیاج داریم؟** سخت۱۳۹۸

پاسخ: **باز:**

$pH + pOH = ۱۴ \Rightarrow ۱۲ + pOH = ۱۴ \Rightarrow pOH = ۲$

$pOH = -\log[OH^-] \Rightarrow ۲ = -\log[OH^-] \Rightarrow [OH^-] = ۰/۰۱ mol \cdot L^{-۱}$

$$[OH^-] = \frac{OH^- \text{ مول}}{\text{حجم محلول } (L)} \Rightarrow ۰/۰۱ (mol \cdot L^{-۱}) = \frac{OH^- \text{ مول}}{۰/۲ \ (L)} \Rightarrow OH^- \text{ مول} = ۰/۰۰۲ mol$$

**واکنش: در واکنش خنثی شدن، مول $OH^-$ با مول $H^+$ برابر است.** $H^+$ مول $= ۰/۰۰۲ mol$



https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=6960413;a145=false;a24=null
5/20/24, 01:36
Page 21 of 124

اسید:

$pH = ۲/۵ \Rightarrow -\log[H^+] = ۲/۵ \Rightarrow -\log[H^+] = ۳ - ۰/۵ \Rightarrow \log[H^+] = -۳ + ۰/۵$

$\log[H^+] = \log ۱۰^{-۳} + \log ۳ \Rightarrow [H^+] = ۳ \times ۱۰^{-۳} mol \cdot L^{-۱}$

$[H^+] = \frac{H^+ \text{ مول}}{(L) \text{ حجم محلول}} \Rightarrow ۳ \times ۱۰^{-۳}(mol \cdot L^{-۱}) = \frac{۲ \times ۱۰^{-۳}(mol)}{(L) \text{ حجم محلول}}$

$\Rightarrow \text{ حجم محلول } = \frac{۲}{۳}L \times \frac{۱۰۰۰mL}{۱L} = ۶۶۶/۶mL$

**۲۶. اگر $pH$ محلولی از اسید $HA$ با درصد یونش ۱۰٪ برابر ۴ باشد، ۵۰$mL$ از آن با چند میلی‌گرم سدیم هیدروژن کربنات ۸۰٪ خالص واکنش می‌دهد؟** سخت۱۴۰۳

$(Na = ۲۳, O = ۱۶, C = ۱۲, H = ۱ : g \cdot mol^{-۱})$

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

پاسخ: در گام اول؛ غلظت مولی اسید $HA$ را محاسبه می‌کنیم:

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

حالا با استفاده از معادلهٔ واکنش می‌توان نوشت:

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

$?gNAHCO_۳ = ۰/۰۵L(\text{محلول}) \times \frac{۱۰^{-۳} mol\ HA}{۱L(\text{محلول})} \times \frac{۱mol\ NaHCO_۳}{۱mol\ HA} \times \frac{۸۴g\ NaHCO_۳}{۱mol\ NaHCO_۳}$

$= ۴/۲ \times ۱۰^{-۳} g\ NaHCO_۳$

$\text{درصد خلوص} = \frac{\text{جرم مادهٔ خالص}}{\text{جرم مادهٔ ناخالص}} \times ۱۰۰ \Rightarrow ۸۰ = \frac{۴/۲ \times ۱۰^{-۳}}{x} \Rightarrow x = ۵/۲۵ \times ۱۰^{-۳} g \text{ یا } ۵/۲۵mg$

**۲۷. چند میلی‌لیتر محلول هیدروکلریک اسید با $pH = ۳$، با ۱۲/۵ میلی‌گرم کلسیم کربنات ۸۰٪ خالص به‌طور کامل واکنش می‌دهد؟** سخت۱۴۰۳

$(Ca = ۴۰, O = ۱۶, C = ۱۲ : g \cdot mol^{-۱})$

$$CaCO_۳(s) + ۲HCl(aq) \rightarrow CaCl_۲(aq) + H_۲O(l) + CO_۲(g)$$

پاسخ: ابتدا باید دید که ۱۲/۵ میلی‌گرم کلسیم کربنات ۸۰٪ خالص با چند مول $HCl$ به‌طور کامل واکنش می‌دهد:

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

$?molHCl = ۱۲/۵ \times ۱۰^{-۳} g\ CaCo_۳(\text{ناخالص}) \times \frac{۸۰g(\text{خالص})}{۱۰۰g \text{ ناخالص}} \times \frac{۱mol\ CaCO_۳}{۱۰۰g\ CaCO_۳} \times \frac{۲mol\ HCl}{۱mol\ CaCO_۳} = ۲ \times ۱۰^{-۴} mol\ HCl$

از طرفی $pH$ محلول $HCl$ داده شده است که می‌توانیم با استفاده از آن غلظت $HCl$ را به دست آوریم:

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

حالا با استفاده از غلظت مولی می‌توان به حجم محلول رسید:

$\text{غلظت مولی } = \frac{n}{V} \Rightarrow V = \frac{۲ \times ۱۰^{-۴}}{۱۰^{-۳}} = ۰/۲L \text{ یا } ۲۰۰mL$



https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=6960413;a145=false;a24=null
5/20/24, 01:36
Page 23 of 124

مسائل خنثی‌سازی ناقص اسید و باز

**۲۸. ۴۰۰$mL$ محلول هیدرویدیک اسید با $pH = ۱$ را با ۲۰۰$mL$ محلول پتاسیم هیدروکسید با $pH = ۱۳$ مخلوط کرده‌ایم. $pH$ محلول نهایی را به‌دست آورید.** سخت۱۳۹۸

پاسخ: **اسید:**

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

$$[H^+] = \frac{H^+ \text{ مول}}{\text{حجم محلول } (L)} \Rightarrow ۰/۱(mol \cdot L^{-۱}) = \frac{H^+ \text{ مول}}{۰/۴ \ (L)} \Rightarrow H^+ \text{ مول} = ۰/۰۴ mol$$

**باز:**

$$pH + pOH = ۱۴ \Rightarrow ۱۳ + pOH = ۱۴ \Rightarrow pOH = ۱$$

$$pOH = -\log[OH^-] \Rightarrow -\log[OH^-] \Rightarrow [OH^-] = ۰/۱ mol \cdot L^{-۱}$$

$$[OH^-] = \frac{OH^- \text{ مول}}{\text{حجم محلول } (L)} \Rightarrow ۰/۱(mol \cdot L^{-۱}) = \frac{H^+ \text{ مول}}{۰/۲ \ (L)} \Rightarrow_{OH^-} \text{مول} = ۰/۰۲ mol$$

**واکنش: مول $H^+$ موجود در محلول بیشتر از مول $OH^-$ است. پس تمام $OH^-$ مصرف می‌شود و تعدادی $H^+$ باقی می‌ماند.**

$$H^+ + OH^- \rightarrow H_۲O$$

**$H^+$ باقی‌مانده مول** $= ۰/۰۴ - ۰/۰۲ = ۰/۰۲ \ mol$

**محلول نهایی:**

$$[H^+] = \frac{H^+ \text{ مول}}{\text{حجم محلول } (L)} \Rightarrow [H^+] = \frac{۰/۰۲(mol)}{۰/۲(L) + ۰/۴(L)} = \frac{۱}{۳} \times ۱۰^{-۱} \ mol \cdot L^{-۱}$$

$$pH = -\log[H^+] = -\log \frac{۱}{۳} \times ۱۰^{-۱} = -\left[\log \frac{۱}{۳} + \log ۱۰^{-۱}\right] = ۱/۵$$

## فصل ۲: آسایش و رفاه در سایهٔ شیمی مقدمه‌ای بر الکتروشیمی و واکنش های اکسایش–کاهش

اکسایش و کاهش، اکسنده و کاهنده

**۲۹. با توجه به واکنش‌های زیر به پرسش‌ها پاسخ دهید.**

$$a) Zn(s) + Cd^{۲+}(aq) \rightarrow Zn^{۲+}(aq) + Cd(s)$$

$$b) Cd(s) + Pt^{۲+}(aq) \rightarrow Cd^{۲+}(aq) + Pt(s)$$

$$c) Zn(s) + Mg^{۲+}(aq) \rightarrow \text{انجام نمی‌شود}$$

سخت۱۴۰۱

پاسخ:



https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=6960413;a145=false;a24=null
5/20/24, 01:36
Page 25 of 124

**الف** **گونه‌های اکسنده و کاهنده را در واکنش «a» مشخص کنید.** متوسط ۱۴۰۱

پاسخ: چون که گونه $cd^{2+}$ پس از واکنش به $cd$ تبدیل شده و کاهش یافته درنتیجه باعث اکسایش $zn$ می‌شود.
$cd^{2+}$ گونه اکسنده و $zn$ گونه کاهنده چون باعث کاهش $cd^{2+}$ شده است.

**ب** **آیا با قرار دادن تیغهٔ پلاتینی ($Pt$) درون محلولی از یون‌های منیزیم ($Mg^{2+}$) واکنش انجام می‌شود؟ چرا؟** متوسط ۱۴۰۱

پاسخ: خیر زیرا: هرچه در سمت راست جدول مقایسه قدرت کاهش و اکسایش به‌سمت بالا حرکت کنیم قدرت کاهندگی گونه‌ها کم می‌شود و چون $Pt$ در سمت راست جدول بالاتر از $Mg$ قرار دارد واکنشی رخ نمی‌دهد.

جاری شدن انرژی با سفر الکترون

**۳۰. با توجه به واکنش‌های اکسایش – کاهش داده‌شده به پرسش‌های مطرح شده پاسخ دهید:**

**۱)** $Al(s) + Fe^{2+}(aq) \rightarrow Al^{3+}(aq) + Fe(s)$ سخت۱۳۹۸

**۲)** $Fe(s) + Cu^{2+}(aq) \rightarrow Cu(s) + Fe^{2+}(aq)$

**۳)** $Cu(s) + Hg^{2+}(aq) \rightarrow Cu^{2+}(aq) + Hg(l)$

**۴)** $Pt(s) + Hg^{2+}(aq) \rightarrow$ **واکنش انجام نمی‌شود**

**الف) قدرت کاهندگی $Cu$ را با $Al$ با ذکر دلیل مقایسه کنید.**

**ب) قدرت اکسندگی $Cu^{2+}$ را با $Pt^{2+}$ با ذکر دلیل مقایسه کنید.**

**پ) آیا می‌توان محلول $Pt^{2+}(aq)$ را در ظرف آهنی نگه‌داری کرد؟ چرا؟**

پاسخ: الف) از انجام واکنش «۱» نتیجه می‌گیریم قدرت کاهندگی $Al$ از $Fe$ بیشتر است. از انجام واکنش «۲» نتیجه می‌گیریم قدرت کاهندگی $Fe$ از $Cu$ بیشتر است پس قطعاً قدرت کاهندگی $Al$ از $Cu$ بیشتر خواهد بود:

قدرت کاهندگی: $Al > Fe > Cu > Hg > Pt$
قدرت اکسندگی: $Pt^{2+} > Hg^{2+} > Cu^{2+} > Fe^{2+} > Al^{3+}$



https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=6960413;a145=false;a24=null
5/20/24, 01:36
Page 27 of 124

ب) قدرت اکسندگی $Pt^{۲+}$ بیشتر از $Cu^{۲+}$ است. با توجه به انجام نشدن واکنش «۴» می‌توان نتیجه گرفت قدرت اکسندگی $Pt^{۲+}$ بیشتر از $Hg^{۲+}$ است. از انجام شدن واکنش «۳» هم می‌توان نتیجه گرفت قدرت اکسندگی $Hg^{۲+}$ از $Cu^{۲+}$ بیشتر است، پس قطعاً قدرت اکسندگی $Pt^{۲+}$ از $Cu^{۲+}$ بیشتر خواهد بود.

پ) خیر. با توجه به اینکه $Pt^{۲+}$ قدرت اکسندگی بیشتری نسبت به $Fe^{۲+}$ دارد و قدرت کاهندگی $Fe$ بیشتر از $Pt$ است پس به یون $Pt^{۲+}$ الکترون می‌دهد و ظرف آهنی خورده می‌شود.

مسائل استوکیومتری در واکنش های اکسایش – کاهش

**۳۱. با وارد کردن تیغهٔ روی در محلول آبی حاوی یون‌های $Cu^{۲+}$ در یک بازهٔ معین و با فرض اینکه تمام مس تولیدشده، بر سطح تیغهٔ روی رسوب کند، ۰٫۲ گرم از جرم تیغه کاسته می‌شود. تا این لحظه، شمار مول الکترون جابه‌جاشده میان اکسنده و کاهنده را به دست آورید.** سخت۱۴۰۳

$(Zn = ۶۵, Cu = ۶۴ : g \cdot mol^{-۱})$

پاسخ: واکنش انجام‌شده به‌صورت زیر است:

$$Zn(s) + Cu^{۲+}(aq) \rightarrow Zn^{۲+}(aq) + Cu(s)$$

به‌ازای مصرف هر مول روی (با جرم مولی ۶۵)، یک مول مس (با جرم مولی ۶۴) بر سطح تیغهٔ روی رسوب می‌کند؛ بنابراین به‌ازای مصرف یک مول Zn، مقدار $۱g = ۶۵ - ۶۴$ از جرم تیغه کاسته می‌شود:

$$?molZn = ۰٫۲g(\text{اختلاف جرم}) \times \frac{۱molZn}{۱g(\text{اختلاف جرم})} = ۰٫۲molZn$$

از طرفی در واکنش داده‌شده به‌ازای مصرف هر مول Zn، دو مول الکترون در این واکنش مبادله می‌شود، بنابراین به‌ازای ۰٫۲ مول $Zn$، ۰٫۴ مول الکترون میان اکسنده و کاهنده جابه‌جا می‌شود.

واکنش‌های شیمیایی و سفر هدایت شده الکترون‌ها محاسبهٔ ولتاژ سلول‌های گالوانی

**۳۲. در دو واکنش جداگانه فلز آهن و فلز آلومینیوم می‌توانند با محلول $Sn^{۲+}(aq)$ واکنش دهند. اگر $E^\circ$ سلول (آهن – قلع) برابر ۰٫۳۰ ولت و $E^\circ$ سلول (آلومینیوم – قلع) برابر ۱٫۵۲ ولت باشد:**

**آ) قدرت کاهندگی کدام فلز ($Fe$ یا $Al$) بیشتر است؟ چرا؟** سخت۱۳۹۸

**ب) با توجه به پتانسیل $Al^{۳+}/Al$ داده شده پتانسیل الکترودی استاندارد $Sn^{۲+}/Sn$ را محاسبه کنید.**

$(E^\circ_{(}Al^{۳+}/Al) = -۱٫۶۶)$



https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=6960413;a145=false;a24=null
5/20/24, 01:36
Page 29 of 124

پاسخ: آ) در سلول‌های گالوانی تشکیل شده، آهن و آلومینیوم نسبت به $Sn$ آند خواهند بود و $Sn$ نقش کاتد را دارد پس ولتاژ بیشتر سلول (آلومینیوم – قلع) نشانهٔ قدرت کاهندگی بیشتر $Al$ نسبت به $Fe$ و اختلاف پتانسیل ایجاد شده بیشتر خواهد بود.

ب) با توجه به ولتاژ سلول گالوانی (آلومینیوم – قلع) خواهیم داشت:

$$E^\circ_{\text{پیل}} = E^\circ_{\text{کاتد}} - E^\circ_{\text{آند}}$$

$$۱٫۵۲V = E^\circ(Sn^{۲+}/Sn) - (-۱٫۶۶V)$$

$$E^\circ(Sn^{۲+}/Sn) = -۰٫۱۴V$$

**۳۳. اختلاف پتانسیل سلول گالوانی (روی - فلز $X$) برابر ۱٫۱ ولت، در حالی‌که اختلاف پتانسیل سلول گالوانی (نیکل - فلز $X$) ۰٫۵۹ ولت است.** سخت۱۴۰۳

پاسخ:

**الف) قدرت اکسندگی ($Ni^{۲+}$) یا ($Zn^{۲+}$) بیشتر است؟ دلیل بنویسید.** سخت۱۴۰۳

پاسخ: یون نیکل یا ($Ni^{۲+}$) سلول $emf$ - سلول $X$ با نیکل کمتر از روی با $X$ است بنابراین نیکل کاهنده ضعیف‌تر، و یون‌های آن اکسنده قوی‌تری است.

**ب) اختلاف پتانسیل سلول (روی - نیکل) را حساب کنید.** سخت۱۴۰۳

پاسخ:

$$E^\circ = E^\circ_c - E^\circ_a \rightarrow ۱٫۱ = E^\circ_X - E^\circ_{Zn} \qquad ۰٫۵۹ = E^\circ_X - E^\circ_{Ni} \Rightarrow ۰٫۵۱ = E^\circ_{Ni} - E^\circ_{Zn}$$

مسائل استوکیومتری سلول‌های گالوانی

**۳۴. با توجه به واکنش اکسایش - کاهش زیر، محاسبه کنید به‌ازای مصرف یک مول اکسیژن، چند الکترون انتقال یافته است؟**

$$۲Mg_{(s)} + O_۲(g) \rightarrow ۲MgO(s)$$ سخت۱۳۹۸

پاسخ: با توجه به واکنش انجام‌شده به‌ازای مصرف هر مول اکسیژن، ۴ مول الکترون انتقال می‌یابد:

$$O_۲ + ۴e^- \rightarrow ۲O^{۲-}$$

$$xe^- = ۱mol\,O_۲ \times \frac{۴mol\,e^-}{۱mol\,O_۲} \times \frac{۶٫۰۲ \times ۱۰^{۲۳}e^-}{۱mol\,e^-} = ۲۴٫۰۸ \times ۱۰^{۲۳}$$ الکترون



https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=6960413;a145=false;a24=null
5/20/24, 01:36
Page 31 of 124

آبکاری – فرآیند هال  فرآیند هال و مسائل آن

**۳۵. یک واحد صنعتی به‌طور مداوم در هر ساعت، ۲۷۰ $kg$ آلومینیم خالص براساس فرایند هال تولید می‌کند. در صورتی که پس از خورده شدن حدود ۷۵٪ یک الکترود آند، آن الکترود عوض شود، این واحد در هر ماه (سی شبانه‌روز)، چند الکترود آند گرافیتی نیاز دارد؟ (وزن هر الکترود را ۶۰۰ $kg$ فرض کنید و $(Al = ۲۷, C = ۱۲ : g \cdot mol^{-۱})$**

سخت۱۴۰۳

**(معادله موازنه شود.)** $Al_۲O_۳(l) + C(s) \rightarrow Al(l) + CO_۲(g)$

پاسخ: ابتدا مقدار مول آلومینیم تولیدی در هر ماه را محاسبه می‌کنیم:

$$?molAl = ۳۰(\text{روز}) \times \frac{۲۴(\text{ساعت})}{۱(\text{روز})} \times \frac{۲۷۰kgAl}{۱(\text{ساعت})} \times \frac{۱۰۰۰gAl}{۱kgAl} \times \frac{۱molAl}{۲۷gAl} = ۷٫۲ \times ۱۰^{۶} molAl$$

سپس جرم گرافیت موردنیاز برای تولید $۷٫۲ \times ۱۰^{۶}$ مول آلومینیم را به دست می‌آوریم:

$$۲AL_۲O_۳ + ۳C \rightarrow ۴Al + ۳CO_۲$$

$$?kgC = ۷٫۲ \times ۱۰^{۶} molAl \times \frac{۳molC}{۴molAl} \times \frac{۱۲gC}{۱molC} \times \frac{۱kgC}{۱۰۰۰gC} = ۶۴۸۰۰kgC$$

البته با توجه به سؤال، با خورده شدن ۷۵ درصد از الکترود گرافیتی، آن الکترود تعویض می‌شود:

$$\text{تعداد الکترود} = ۶۴۸۰۰kgC \times \underbrace{\frac{۱۰۰kg}{۷۵kg}}_{\text{درصد خوردگی}} \times \frac{۱(\text{الکترود})}{۶۰۰kg} = ۱۴۴(\text{الکترود})$$

**فصل ۳: شیمی جلوه ای از هنر، زیبایی و ماندگاری**  مقدمه و آشنایی کلی با انواع جامدها  مسائل درصد جرمی

**۳۶. دانش‌آموزی در آزمایشگاه نمونه‌ای ۲۰ گرمی خاک رس را ابتدا حرارت داده و سپس بر اثر تجزیهٔ آن ۹٫۲ گرم $SiO_۲$ و ۷٫۶ گرم $Al_۲O_۳$ به‌دست آورده است. در پایان ۰٫۵ گرم مادهٔ جامد باقی مانده است. درصد جرمی $H_۲O, SiO_۲$ و $Al_۲O_۳$ را در این نمونه بیابید.**

سخت۱۳۹۸

پاسخ:

$$\text{جرم آب موجود در نمونه} = ۲۰ - (۹٫۲ + ۷٫۶ + ۰٫۵) = ۲٫۷gH_۲O$$

$$\text{درصد جرمی} = \frac{\text{جرم مادهٔ موجود } (g)}{\text{جرم کل نمونه } (g)} \times ۱۰۰$$

$$H_۲O \text{ درصد جرمی} = \frac{۲٫۷}{۲۰} \times ۱۰۰ = ۱۳٫۵\%$$



https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=6960413;a145=false;a24=null
5/20/24, 01:36
Page 33 of 124

$SiO_2$ درصد جرمی $= \frac{۹/۲}{۲۰} \times ۱۰۰ = ۴۶\%$

$Al_2O_3$ درصد جرمی $= \frac{۷/۶}{۲۰} \times ۱۰۰ = ۳۸\%$

**۳۷. در یک ظرف سفالین ۵۰۰ گرمی ساخته شده از خاک رس، درصد جرمی ترکیبات موجود به‌صورت زیر است. بر اثر پختن این ظرف در کوره به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.** سخت۱۳۹۸

**الف) چند گرم از جرم آن کاسته می‌شود؟**

**ب) درصد جرمی $Al_2O_3$ در ظرف به چه مقداری می‌رسد؟**

| سایر ترکیبات | $H_2O$ | $Al_2O_3$ | $SiO_2$ | ماده |
|---|---|---|---|---|
| ۲/۲ | ۱۳/۸ | ۳۷/۸ | ۴۶/۲ | درصد جرمی |

پاسخ: الف) بر اثر پختن ظرف سفالین، آب موجود در آن به‌طور کامل خارج می‌شود.

جرم آب بخار شده = کاهش جرم ظرف

$H_2O$ درصد جرمی $= \frac{\text{جرم } H_2O}{\text{جرم کل نمونه}} \times ۱۰۰ \Rightarrow ۱۳/۸ = \frac{x}{۵۰۰g} \times ۱۰۰ \Rightarrow x = ۶۹g$

ب)

جرم ظرف سفالین پس از پختن $= ۵۰۰g - ۶۹g = ۴۳۱g$

$Al_2O_3$ در ظرف اولیه جرم $\Rightarrow ۳۷/۸ = \frac{x}{۵۰۰g} \times ۱۰۰ \Rightarrow x = ۱۸۹g\ Al_2O_3$

$Al_2O_3$ پس از پختن ظرف درصد $= \frac{۱۸۹g}{۴۳۱g} \times ۱۰۰ = ۴۳/۸\%$

جامدهای کووالانسی و مقایسهٔ آنها با مواد مولکولی گرافیت، الماس و گرافن

**۳۸. دلیل هریک از عبارت‌های زیر را بنویسید.** سخت۱۴۰۱

پاسخ:

الف **مخلوط مس $(II)$ سولفات و آب پخش نور ندارد.** آسان۱۴۰۱

پاسخ: زیرا مخلوط این دو ماده، محلول است و اندازهٔ ذرات تشکیل‌دهندهٔ آنها به قدر کافی بزرگ نیست که توانایی پخش نور را داشته باشند.

ب **در ساخت مته‌ها و ابزار برش شیشه از الماس استفاده می‌شود.** آسان۱۴۰۱



https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=6960413;a145=false;a24=null
5/20/24, 01:36
Page 35 of 124

پاسخ: الماس جامد کوالانسی است و در سرتاسر ساختار آن اتم‌های کربن با پیوند اشتراکی به هم متصل‌اند. این ساختار، سخت و برای برش شیشه مناسب است.

**پ) $NaCl$ نسبت به $N_2$ در گسترهٔ دمایی بیشتری به حالت مایع است.** آسان ۱۴۰۱

پاسخ: زیرا تفاوت بین نقاط ذوب و جوش آن بیشتر و نیروهای جاذبه میان ذره‌های سازندهٔ آن قوی‌تر است.

**ت) برخلاف حلبی از آهن گالوانیزه نمی‌توان برای ساختن ظروف بسته‌بندی مواد غذایی استفاده نمود.**

آسان ۱۴۰۱

پاسخ: زیرا روی برخلاف قلع با مواد غذایی واکنش می‌دهد و باعث فساد و مسمومیت مواد غذایی می‌شود.

**۳۹. با توجه به جدول زیر به پرسش‌ها پاسخ دهید.** سخت ۱۳۹۸

| نوع پیوند | $C-C$ | $Si-Si$ | $Si-C$ | $Si-O$ |
|---|---|---|---|---|
| آنتالپی پیوند $(kJ/mol)$ | ۳۴۸ | ۲۲۶ | ۳۱۸ | ۷۹۸ |

**الف) با توجه به ساختار مشابه سیلیسیم و الماس کدام‌یک نقطهٔ ذوب بالاتری دارد؟ چرا؟**

**ب) چرا در طبیعت سیلیسیم به‌صورت خالص یافت نشده و به‌طور عمده به‌صورت سیلیس $(SiO_2)$ یافت می‌شود؟**

**پ) سختی سیلیسیم کربید را در مقایسه با الماس و سیلیسیم خالص پیش‌بینی کنید.**

پاسخ: نقطهٔ ذوب الماس بالاتر است، زیرا برای ذوب کردن الماس باید پیوندهای $C-C$ و برای ذوب کردن سیلیسیوم خالص باید پیوندهای $Si-Si$ را جدا کنید و به‌دلیل بالاتر بودن انرژی پیوند $C-C$ نسبت به $Si-Si$ نقطهٔ ذوب الماس بالاتر است.

ب – به‌دلیل بیشتر بودن انرژی پیوند $Si-O$ نسبت به $Si-Si$، سیلیس $SiO_2$ پایدارتر از سیلیسیم خالص بوده و در طبیعت سیلیسیم بیشتر به‌صورت $(SiO_2)$ یافت می‌شود.

پ) هرچه میانگین آنتالپی پیوند در ترکیبی کووالانسی بیشتر باشد، آن ترکیب سختی بیشتری دارد، بنابراین از لحاظ سختی داریم:

سیلیسیم خالص $>$ سیلیسیم کربید $>$ الماس

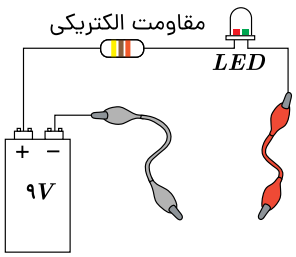
**۴۰. با استفاده از این وسایل مداری به شکل زیر ساخته‌ایم. با توجه به آن به**



https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=6960413;a145=false;a24=null
5/20/24, 01:36
Page 37 of 124

## سؤالات پاسخ دهید:

**لامپ $LED$، باتری ۹ ولتی، سیم، سوکت، مقاومت ۳۳۰ اهمی، مداد و کاغذ.** سخت۱۴۰۲




پاسخ:

**الف** **نوک فلزی دو سیم رابط را با مستطیل گرافیتی که ضخامتی در حدود چند نانومتر دارد تماس می‌دهیم. چه رخ می‌دهد؟** آسان۱۴۰۲

پاسخ: لامپ روشن می‌شود.

**ب** **دو نقطهٔ اتصال را به هم نزدیک یا از هم دور می‌کنیم، چه تغییری در شدت روشنایی لامپ پدید می‌آید؟** آسان۱۴۰۲

پاسخ: هرچه دو نقطهٔ اتصال به یکدیگر نزدیک‌تر باشند، شدت روشنایی لامپ بیشتر است؛ زیرا مقاومت کمتری در مسیر جریان الکتریکی وجود دارد.

سیلیسیم، سیلیسیم کربید و مقایسهٔ آنها با جامدهای کووالانسی

---

**۴۱. سیلیسیم کربید ($SiC$) یک ساینده‌ٔ ارزان است که در تهیهٔ سنباده به کار می‌رود.** سخت۱۴۰۲

پاسخ:

**الف** **این ماده را در کدام دسته از مواد جای می‌دهید؟ چرا؟** سخت۱۴۰۲

پاسخ: این ماده ساینده‌ٔ ارزان است پس سختی بالایی دارد. ساختار سیلیسیم‌کربید مشابه الماس بوده که در آن تعداد زیادی اتم سیلیسیم و کربن با پیوند اشتراکی به‌هم متصل شده‌اند. بنابراین جزو جامدهای کووالانسی محسوب می‌شود.

**ب** **سختی آن را در مقایسه با الماس و سیلیسیم پیش‌بینی کنید.** سخت۱۴۰۲

پاسخ: با توجه به اینکه آنتالپی پیوند ($C-C$) در الماس ($۳۴۸\ kJ\cdot mol^{-1}$) بیشتر از آنتالپی پیوند ($Si-Si$) در سیلیسیم



https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=6960413;a145=false;a24=null
5/20/24, 01:36
Page 39 of 124

( $۲۲۶\ kJ \cdot mol^{-1}$) و شعاع اتمی کربن کوچک‌تر از سیلیسیم است، انتظار می‌رود آنتالپی پیوند ($Si - C$) مابین آنتالپی پیوندهای ذکر شده باشد. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که سیلیسیم‌کربید، سختی کمتری نسبت به الماس و سختی بیشتری نسبت به سیلیسیم خالص داشته باشد.

مقایسهٔ سختی: الماس > سیلیسیم کربید > سیلیسیم

سازه‌های یخی

**۴۲. درستی یا نادرستی هریک از عبارت‌های زیر را مشخص کنید و شکل درست عبارت‌های نادرست را بنویسید.** سخت۱۳۹۸

پاسخ:

الف) **مولکول‌های $H_۲O$ در ساختار یخ مانند گرافن با تشکیل حلقه‌های شش گوشه، شبکه‌ای سه بعدی مانند کندوی زنبور عسل پدید می‌آورند.** متوسط۱۳۹۸

پاسخ: نادرست. مولکول‌های $H_۲O$ در ساختار یخ مانند گرافن حلقه‌های شش گوشه و شبکه‌ای مانند کندوی زنبور عسل پدید می‌آورند ولی گرافن برخلاف یخ که سه بعدی است، ساختاری دو بعدی دارد.

ب) **مولکول‌های دو اتمی ناجور هسته در میدان الکتریکی جهت‌گیری می‌کنند و گشتاور دو قطبی آن‌ها صفر نیست.** آسان۱۳۹۸

پاسخ: درست

پ) **شارهٔ مولکولی نسبت به شارهٔ یونی در گسترهٔ دمایی بیشتری به حالت مایع وجود دارد.** متوسط۱۳۹۸

پاسخ: نادرست. شارهٔ یونی نسبت به شارهٔ مولکولی به‌دلیل نیروهای جاذبهٔ قوی‌تر میان ذره‌های سازندهٔ آن، در گسترهٔ دمایی بیشتری به حالت مایع وجود دارد، یعنی اختلاف دمای ذوب و جوش در شارهٔ یونی بیشتر از شارهٔ مولکولی است.

ت) **ترکیب‌های کووالانسی مولکول مجزایی نداشته و اتم‌های سازندهٔ آن‌ها عمدتاً در گروه ۱۴ جدول عناصر قرار دارند.** متوسط۱۳۹۸

پاسخ: درست

مقایسهٔ مواد مولکولی و کووالانسی و سؤالات ترکیبی

**۴۳. برای هریک از جمله‌های زیر دلیل بنویسید.** سخت۱۴۰۲



https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=6960413;a145=false;a24=null
5/20/24, 01:36
Page 41 of 124

پاسخ:

**الف) تنوع و شمار مواد مولکولی بیشتر از مواد کووالانسی است.** سخت۱۴۰۲

پاسخ: جامدهای کوالانسی به‌طور عمده از عنصرهای گروه ۱۴ ساخته شده‌اند. از این‌رو شمار محدودی دارند. در حالی که ترکیب‌های مولکولی نوع و تعداد اتم سازنده و همچنین تنوع شیوه اتصال آنها با هم بسیار بیشتر است، برای نمونه اغلب مواد آلی ترکیب‌های مولکولی هستند.

**ب) ترکیب‌هایی که در دما و فشار اتاق به حالت مایع هستند، جزو مواد مولکولی به‌شمار می‌روند.**

سخت۱۴۰۲

پاسخ: نیروهای بین مولکولی در مواد مولکولی بسیار ضعیف‌تر از نیروهای جاذبه در شبکه‌های مواد کووالانسی و یونی است و به همین دلیل بسیاری از مواد مولکولی در دمای اتاق به حالت مایع هستند. جاذبهٔ قوی در مواد یونی و کووالانسی سبب می‌شود که این مواد در دمای اتاق حالت جامد داشته باشند.

**پ) ترتیب واکنش‌پذیری فلزهای پتاسیم، کلسیم و تیتانیم به‌صورت $_{۲۲}Ti$ > $_{۲۰}Ca$ > $_{۱۹}K$ است.**

سخت۱۴۰۲

پاسخ: خصلت فلزی، در فلزات دستهٔ $s$ از فلزات دستهٔ $d$ (واسطه) هم‌دورهٔ خود بیشتر است. فلزات قلیایی به‌دلیل وجود تنها یک الکترون در لایهٔ ظرفیت و تمایل بیشتر به از دست دادن آن و رسیدن به آرایش ۸تایی گاز نجیب قبل از خود، واکنش‌پذیری بیشتری نسبت به فلز قلیایی خاکی هم‌دورهٔ خود دارند. هرچه فلزی راحت‌تر الکترون از دست دهد، شدت واکنش‌پذیری آن بیشتر است.

$_{۱۹}K > _{۲۰}Ca > _{۲۲}Ti$

ترکیب های یونی و ویژگی های آن ها  آنتالپی فروپاشی شبکهٔ بلور

---

**۴۴. با توجه به این‌که برای آلومینیم اکسید $\Delta H_{\text{فروپاشی}} = ۱۵۹۱۶^{kJ\cdot mol^{-۱}}$ است. معادلهٔ فروپاشی شبکهٔ آن را به‌طور کامل بنویسید.** سخت۱۳۹۸

پاسخ:

$$Al_۲O_۳(s) + ۱۵۹۱۶KJ \rightarrow ۲Al^{۳+}(g) + ۳O^{۲-}(g)$$

$$\Delta H_{\text{فروپاشی}_{(Al_۲O_۳(s))}} = ۱۵۹۱۶kJ \cdot mol^{-۱}$$

**۴۵. نقطهٔ ذوب هریک از دو ترکیب زیر را با ذکر دلیل مقایسه کنید.**

**آ) $Al_۲O_۳$ , $AlF_۳$** سخت۱۳۹۸

**ب) $Na_۲O$, $K_۲S$**



https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=6960413;a145=false;a24=null
5/20/24, 01:36
Page 43 of 124

پاسخ: آ) هرچه مجموع قدرمطلق بار یون‌های سازندهٔ ترکیب یونی بیشتر باشد، آنتالپی فروپاشی آن بزرگتر بوده و نقطهٔ ذوب آن بالاتر است. بنابراین:

$$\underset{\substack{Al^{3+} \quad F^- \\ 3+1=4}}{AlF_3} < \underset{\substack{Al^{3+} \quad O^{2-} \\ 3+2=5}}{Al_2O_3}$$

ب) در صورتی که مجموع قدرمطلق بار یون‌ها در دو ترکیب یونی با یکدیگر برابر شود آنکه شعاع یون‌های سازندهٔ آن کوچکتر است، دارای چگالی بار بیشتری بوده، انرژی فروپاشی شبکه آن بیشتر و نقطهٔ ذوب آن بالاتر است.

نقطهٔ ذوب: $\underset{1+2=3}{Na_2O} > \underset{1+2=3}{K_2S}$

چون شعاع $Na^+ < K^+$ و همچنین شعاع $O^{2-} < S^{2-}$ است.

## ۴۶. دانش‌آموزی معادلهٔ فروپاشی شبکهٔ منیزیم اکسید را به‌صورت زیر نوشته است. او در این معادله ۳ مورد اشتباه دارد آن‌ها را بیان کنید و شکل درست معادله را بنویسید.

سخت۱۳۹۸

$$2MgO_{(s)} + 7596kJ \rightarrow 2Mg^{2+}_{(s)} + O_{2\,(g)}$$

پاسخ: معادلهٔ فروپاشی شبکه مقدار انرژی لازم برای فروپاشی یک مول از شکبهٔ بلور جامد ترکیب یونی و تولید یون‌های سازندهٔ گازی آن‌ها است. این فرآیند گرماگیر بوده و انرژی جذب می‌کند.

ایرادها:

۱ – انرژی فروپاشی به‌ازای یک مول ترکیب یونی می‌باشد نه ۲ مول.

۲ – در سمت راست واکنش بایستی یون‌های سازنده قرار بگیرند. $(Mg^{2+}, O^{2-})$

۳ – حالت فیزیکی یون‌های سازنده در سمت راست واکنش باید گازی باشند.

بنابراین داریم:

$$MgO_{(s)} + 3798kJ \rightarrow Mg^{2+}_{(g)} + O^{2-}_{(g)}$$

## ۴۷. با توجه به جدول زیر به پرسش‌ها پاسخ دهید.

سخت۱۴۰۱

| یون | شعاع (pm) | نسبت بار به شعاع |
|---|---|---|
| $Mg^{2+}$ | ۷۲ | $2/77\times10^{-2}$ |
| $Na^+$ | ۱۰۲ | ..... |
| $F^-$ | ۱۳۳ | $7/5\times10^{-3}$ |



https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=6960413;a145=false;a24=null
5/20/24, 01:36
Page 45 of 124

پاسخ:

**الف** **نسبت بار به شعاع یون $Na^+$ را حساب کنید.** متوسط ۱۴۰۱

پاسخ:

$$\text{نسبت بار به شعاع} = \frac{\text{بار یون}}{\text{شعاع یون}} \rightarrow \text{نسبت بار به شعاع} = \frac{۱}{۱۰۲} = ۹/۸ \times ۱۰^{-۳}$$

**ب** **آنتالپی فروپاشی شبکه منیزیم فلوئورید ( $MgF_۲$) بیشتر است یا سدیم فلوئورید ($NaF$)؟ چرا؟**

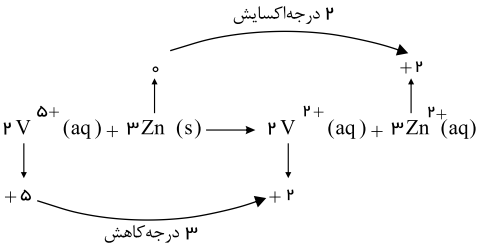
متوسط ۱۴۰۱

پاسخ: ( $MgF_۲$) یکی از ملاک‌های مطرح برای فروپاشی یک ساختار چگالی بار یون است چون در هر دو ساختار از آنیون $F^-$ استفاده شد پس مقایسه بین $Mg$ و $Na$ است و چون شعاع یون $Mg^{۲+}$ کوچک‌تر درنتیجه چگالی آن بیشتر است و سخت‌تر فرو می‌پاشد.

فلزها، عنصرهایی شکل پذیر با جلایی زیبا رنگ، نماد زیبایی

**۴۸. بر اثر واکنش گرد روی با محلولی از نمک وانادیوم $(V)$ زرد رنگ محلولی از نمک وانادیوم $(II)$ بنفش رنگ به‌دست می‌آید. واکنش میان یون وانادیوم و گرد روی را نوشته آن را موازنه کرده و دلیل تغییر رنگ محلول را توضیح دهید. در این واکنش اکسنده و کاهنده را نیز مشخص کنید.** سخت۱۳۹۸

پاسخ:




تغییر عدد اکسایش فلز وانادیوم در این دو محلول سبب تغییر رنگ محلول گردیده است.

در این واکنش عدد اکسایش فلز روی افزایش یافته است بنابراین اکسید شده و نقش آن در واکنش کاهنده است در حالی که عدد اکسایش فلز وانادیوم کاهش یافته بنابراین نقش اکسنده دارد.



https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=6960413;a145=false;a24=null
5/20/24, 01:36
Page 47 of 124

**فصل ۴: شیمی، راهی به سوی آینده ای روشن تر** به دنبال هوای پاک آلاینده‌های هواکره و شناسایی آنها

**۴۹. بیست خودرو ادارهٔ دولتی در مدت یک ماه به‌طور میانگین ۱۸ کیلوگرم $CO$ وارد هواکره کرده‌اند. میزان $NO$ آزادشده این خودروها در همان زمان را محاسبه کنید.** سخت۱۳۹۸

**(مقدار $CO$ آزادشده از هر خودرو به‌ازای هر یک کیلومتر تقریباً ۶ گرم و مقدار $NO$ آزادشده به‌ازای هر کیلومتر تقریباً ۱٫۰۴ گرم است.)**

پاسخ:

کل مسافت طی‌شده توسط ۲۰ خودرو $= \frac{۱۸۰۰۰gCO}{۶} = ۳۰۰۰Km$

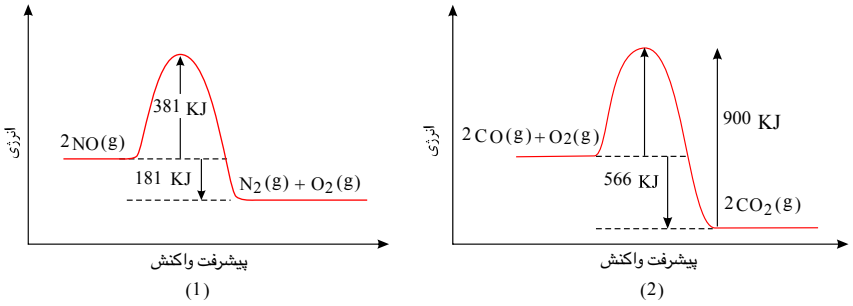
مقدار $NO$ آزادشده توسط ۲۰ خودرو $= ۳۰۰۰ \times ۱٫۰۴ = ۳۱۲۰g$

راه دوم:

$$۱۸kgCO \times \frac{۱۰۰۰g}{۱kg} \times \frac{۱٫۰۴gNO}{۶gCO} = ۳۱۲۰gNO$$

انرژی فعالسازی در واکنش‌های شیمیایی

**۵۰. با توجه به نمودارهای زیر به پرسش‌ها پاسخ دهید.** سخت۱۳۹۸




**الف) انرژی فعالسازی واکنش ۲ را محاسبه کنید.**

**ب) با ذکر دلیل، در شرایط مشابه سرعت واکنش ۱ و ۲ را مقایسه کنید؟**

**پ) میزان گرمای آزادشده در ازای تشکیل ۰٫۲۲ گرم $CO_۲$ در واکنش ۲ را با میزان گرمای آزادشده در ازای مصرف ۰٫۲۶ گرم $NO$ در واکنش (۱) را با محاسبه عددی مقایسه کنید؟ « $C = ۱۲ : g \cdot mol^{-۱}$ ، $N = ۱۴ ، O = ۱۶$ »**



https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=6960413;a145=false;a24=null
5/20/24, 01:36
Page 49 of 124

پاسخ: **الف)** $\Delta H = Ea - E'a \rightarrow -۵۶۶ = Ea - ۹۰۰ \rightarrow Ea = ۳۳۴kJ$

**ب) سرعت واکنش ۱ < ۲، درنتیجه انرژی فعال‌سازی واکنش (۱) کوچکتر از واکنش ۲ است.**

**پ)**

$$۰/۲۲gCO_۲ \times \frac{۱molCO_۲}{۴۴gCO_۲} \times \frac{۵۶۶kJ}{۲molCO_۲} = ۱/۴۱۵kJ$$

$$۰/۲۶gNO \times \frac{۱molNO}{۲۶gNO} \times \frac{۱۸۱kj}{۲molNO} = ۰/۹۰۵kJ$$

**انرژی آزادشده در ازای تولید ۰/۲۲ گرم $CO$ در واکنش ۲ بیشتر از مصرف ۰/۲۶ گرم $NO$ در واکنش (۱) است.**

نقش کاتالیزگر در واکنش‌های شیمیایی

**۵۱. $\Delta H$ واکنش برگشت $A_{(g)} \rightarrow B_{(g)}$ برابر $+۱۰۰kJ$ است. اگر انرژی فعال‌سازی واکنش برگشت $۴۰۰kJ$ باشد و پس از استفاده از کاتالیزگر به میزان ۵۰ درصد کاهش یابد، انرژی فعال‌سازی واکنش رفت را در حضور کاتالیزگر بیابید. انرژی فعال‌سازی رفت چند درصد کاهش یافته است؟** سخت۱۳۹۸

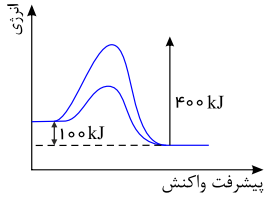
پاسخ:

**بدون حضور کاتالیزگر:**

$$\Delta H = E_{a_{\text{رفت}}} - E_{\text{برگشت}}$$

$$-۱۰۰ = E_{a_{\text{رفت}}} - ۴۰۰$$

$$E_{a_{\text{رفت}}} = ۳۰۰kJ$$

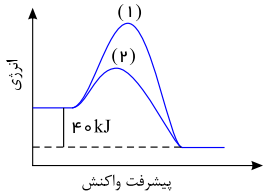



**با حضور کاتالیزگر، انرژی فعال‌سازی برگشت، ۵۰ درصد (۲۰۰ کیلوژول) کاهش یافته است و برابر ۲۰۰ کیلوژول می‌گردد. انرژی فعال‌سازی رفت نیز به همین میزان (۲۰۰ کیلوژول) کاهش می‌یابد و برابر ۱۰۰ کیلوژول می‌گردد.**

$$E_a \text{ میزان کاهش} \rightarrow \frac{۲۰۰}{۳۰۰} \times ۱۰۰ = ۶۶/۶۶\%$$

**۵۲. با توجه به جدول زیر اگر $x + y = ۲۸۰$ مقدار $x$ و $y$ و $z$ را بیابید.** سخت۱۳۹۸

| مسیر | $E_a$ رفت | $E_a$ برگشت |
|---|---|---|
| ۱ | $x$ | ۱۸۰ |
| ۲ | $z$ | $y$ |






https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=6960413;a145=false;a24=null
5/20/24, 01:36
Page 51 of 124

پاسخ: $\Delta H$ در هر دو مسیر یکسان است و چون واکنش گرماده است برابر $-۴۰kJ$ است.

مسیر (۱) $\Rightarrow x - ۱۸۰ = -۴۰ \quad \rightarrow x = ۱۴۰$

$x + y = ۲۸۰ \rightarrow y = ۱۴۰$

مسیر (۲) $\rightarrow z - y = -۴۰ \rightarrow z - ۱۴۰ = -۱۴۰ \rightarrow z = ۱۰۰$

**۵۳. با توجه به جدول زیر که مربوط به انجام یک واکنش در دما و غلظت یکسان با کاتالیزگرهای متفاوت است، مجموع $(y + z)$ را بیابید.** سخت۱۳۹۸

| مسیر | $E_a$ رفت | $E_a$ برگشت |
|---|---|---|
| ۱ | $۴۰kJ$ | $x$ |
| ۲ | $y$ | ۱۷۰ |
| ۳ | ۲۰۰ | $z$ |

پاسخ: $\Delta H$ واکنش در مسیرهای مختلف یکسان است.

$۴۰ - x = y - ۱۷۰ \rightarrow x + y = ۲۱۰$

با مقایسهٔ مسیر ۱ و ۳ می‌توان گفت:

$۲۰۰ - z = ۴۰ - x \rightarrow z - x = ۱۶۰ \rightarrow x = z - ۱۶۰$

$x \quad + y = ۲۱۰ \rightarrow z + y = ۳۷۰$
$\downarrow$
$z - ۱۶۰$

مبدل‌های کاتالیستی

**۵۴. درستی یا نادرستی هریک از عبارت‌های زیر را مشخص کنید. شکل درست عبارت‌های نادرست را بنویسید.** سخت۱۴۰۱

پاسخ:

الف **یک جعبهٔ سیاه‌رنگ، همهٔ طول موج‌های مرئی را بازتاب می‌کند.** متوسط۱۴۰۱

پاسخ: نادرست $\Leftarrow$ جعبه سیاه هیچ‌کدام از طول موج‌های مرئی را بازتاب نمی‌کند برعکس رنگ سفید همه طول موج‌ها را بازتاب می‌کند.

ب **مخلوط آب و روغن و صابون یک کلویید پایدار را تشکیل می‌دهد.** متوسط۱۴۰۱

پاسخ: درست $\Leftarrow$ آب و روغن در حالت عادی ترکیب نمی‌شوند؛ اگر ماده‌ای همانند صابون به آن اضافه شود آن را پایدار می‌کند و خواص یک کلوئید را دارا است.



https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=6960413;a145=false;a24=null
5/20/24, 01:36
Page 53 of 124

**پ** در مبدل کاتالیستی خودروهای بنزینی با ورود آمونیاک، گازهای $NO$ و $NO_2$ به گاز نیتروژن تبدیل می‌شوند.

متوسط ۱۴۰۱

پاسخ: نادرست ⇐ کتاب درسی صفحه ۹۹ و ۱۰۰ ⇐ آمونیاک فقط برای خودروهای دیزلی وارد مبدل می‌شود.

**ت** شیمی‌دان‌ها برای اندازه‌گیری پتانسیل استاندارد ($E^\circ$) نیم‌سلول‌ها، از محلول‌های الکترولیتی با غلظت ۰/۱ مولار استفاده می‌کنند.

متوسط ۱۴۰۱

پاسخ: نادرست ⇐ غلظت ۱ مولار ⇐ صفحه ۴۷ کتاب درسی

**۵۵. با توجه به جدول زیر، اگر در شهر تهران روزانه چهار میلیون خودرو به‌طور متوسط ۵۰ کیلومتر تردد کنند، در صورت استفادهٔ کلیهٔ خودروها از مبدل‌های کاتالیستی «قطعهٔ $A$» از ورود چند تن آلاینده به هواکره جلوگیری می‌شود؟**

سخت۱۳۹۸

| فرمول شیمیایی آلاینده | | $CO$ | $C_xH_y$ | $NO$ |
|---|---|---|---|---|
| مقدار آلاینده برحسب گرم به‌ازای طی یک کیلومتر | در غیاب قطعهٔ $A$ | ۵٫۹۹ | ۱٫۶۷ | ۱٫۰۴ |
| | در غیاب قطعهٔ $A$ | ۰٫۶۱ | ۰٫۰۷ | ۰٫۰۴ |

پاسخ: $\rightarrow$ در غیاب کاتالیزگر به‌ازای هر ۱ کیلومتر مسافت $1{,}04 + 1{,}67 + 5{,}99 = 8{,}7$

در حضور کاتالیزگر $\rightarrow$ $0{,}04 + 0{,}07 + 0{,}61 = 0{,}72$

در هر کیلومتر مانع از خروج این میزان آلاینده می‌شود $\rightarrow$ $8{,}7 - 0{,}72 = 7{,}98g$

کل مسافت طی‌شده توسط خودروها $\rightarrow$ $4000000 \times 50 = 200000000km$

$200000000 \times 7{,}98 = 1{,}596{,}000{,}000g =$ تن $\boxed{1596}$

**۵۶. درمورد مبدل کاتالیستی خودرو به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.**

**آ) به چه منظوری این قطعه بر روی خودروها نصب می‌شود؟** سخت۱۳۹۹

**ب) چرا برای افزایش کارآیی این قطعه گاهی سرامیک را به شکل مش (دانه)های ریز در آورده و کاتالیزگرها را بر روی سطح آن می‌نشانند؟**

**پ) تعیین کنید هریک از واکنش‌های زیر در مبدل کاتالیستی خودرو بنزینی انجام می‌شود یا خودرو دیزلی؟**

$$a) NO(g) + NO_۲(g) + ۲NH_۳(g) \rightarrow ۲N_۲(g) + ۳H_۲O(g)$$

$$b) ۲NO(g) \rightarrow N_۲(g) + O_۲(g)$$

پاسخ: آ) به منظور کاهش یا حذف آلاینده‌های خروجی از خودروها

ب) زیرا سطح تماس آلاینده‌ها با این قطعه افزایش می‌یابد.

پ) واکنش $a$ : در خودرو دیزلی، واکنش $b$ : در خودرو بنزینی

تعادل‌های شیمیایی عبارت ثابت تعادل و نکات آن

**۵۷. با توجه به واکنش‌های زیر مقدار عددی ثابت تعادل را برای واکنش $۲A(g) + ۲B(g) \rightleftharpoons D(s)$ به دست بیاورید. رابطهٔ ثابت تعادل را برای این واکنش بنویسید و واحد آن را بیابید.** سخت۱۳۹۸

**الف)** $A(g) + B(g) \rightleftharpoons ۳C(g) \quad K_۱ = ۱۰$

**ب)** $۶C(g) \rightleftharpoons ۵D(s) \quad K_۲ = ۵۰$

پاسخ: کافی است معادلهٔ اول را در ۲ ضرب کنیم و با معادلهٔ سوم جمع کنیم.

$$\begin{array}{ll} ۲A(g) + ۲B(g) \rightleftharpoons ۶\not{C}(g) & \rightarrow K_۱^۲ = ۱۰۰ \\ ۶\not{C}(g) \rightleftharpoons ۵D(s) & \rightarrow K_۲ = ۵۰ \\ \hline ۲A(g) + ۲B(g) \rightleftharpoons ۵D(s) & \rightarrow K = ۱۰۰ \times ۵۰ = ۵۰۰۰ \end{array}$$

$$K = \frac{۱}{[A]^۲[B]^۲} \xrightarrow{\text{واحد}} mol^{-۴} \cdot L^۴$$



https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=6960413;a145=false;a24=null
5/20/24, 01:36
Page 57 of 124

**۵۸. با توجه به واکنش‌های زیر مقدار $K$ را برای واکنش $C(s)+\frac{۱}{۲}O_۲(g)\rightleftharpoons CO(g)$ بیابید؟**

**الف)** $CO(g)+\frac{۱}{۲}O_۲(g)\rightleftharpoons CO_۲(g) \quad K_۱=۵۰۰$ سخت۱۳۹۸

**ب)** $C(s)+O_۲\rightleftharpoons CO_۲(g) \quad K_۲=۴۲۰۰۰$

پاسخ: اگر واکنش (الف) را برعکس کرده و با واکنش (ب) جمع کنیم، واکنش موردنظر به دست می‌آید.

(برعکس الف): $CO_۲(g)\rightleftharpoons CO(g)+\frac{۱}{۲}O_۲(g) \quad K'_۱=\frac{۱}{۵۰۰}$

(ب): $C(s)+O_۲(g)\rightleftharpoons CO_۲(g) \quad K_۲=۴۲۰۰۰$

$C(s)+\frac{۱}{۲}O_۲(g)\rightleftharpoons CO(g) \quad K_۳=K'_۱\times K_۲=\frac{۱}{۵۰۰}\times ۴۲۰۰۰=۸۴$

**۵۹. با توجه به جدول زیر به پرسش‌ها پاسخ دهید؟**

سخت۱۳۹۸

| غلظت / زمان (s) | ۰ | ۱۰ | ۲۰ | ۳۰ |
|---|---|---|---|---|
| $[A]$ | ۱٫۸ | ۱ | ۰٫۸ | ۰٫۸ |
| $[B]$ | ۰ | ۰٫۸ | ۱ | ۱ |
| $[C]$ | ۲٫۶ | ۲٫۲ | ۲٫۱ | ۲٫۱ |
| $[D]$ | ۰ | ۰٫۴ | ۰٫۵ | ۰٫۵ |

پاسخ:

**الف)** **رابطهٔ ثابت تعادل را برای این واکنش بنویسید و واحد آن را مشخص کنید.** سخت۱۳۹۸

پاسخ: برای نوشتن رابطهٔ تعادل نیاز به داشتن معادلهٔ موازنه شده داریم. با توجه به روند تغییر غلظت‌ها، $A$ و $C$ واکنش‌دهنده‌اند «با گذشت زمان مصرف شده‌اند» و $B$ و $D$ فرآورده‌اند «با گذشت زمان تولید شده‌اند» برای به دست آوردن ضرایب در بازهٔ زمانی ۰ تا ۱۰ از همهٔ مواد دلتا می‌گیریم و تقسیم بر کوچکترین می‌کنیم.

$$\underset{\frac{۰٫۸}{۰٫۴}}{A}+\underset{\frac{۰٫۴}{۰٫۴}}{C}\rightleftharpoons \underset{\frac{۰٫۸}{۰٫۴}}{B}+\underset{\frac{۰٫۴}{۰٫۴}}{D}\mapsto ۲A+C\rightleftharpoons ۲B+D$$



https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=6960413;a145=false;a24=null
5/20/24, 01:36
Page 59 of 124

$\Rightarrow K=\frac{[B]^{۲}[D]}{[A]^{۲}[C]} \rightarrow$ واحد ندارد $=(\frac{mol}{L})^{۳-۳}$

**ب) زمان رسیدن به تعادل را برای این سامانه مشخص کنید.** آسان۱۳۹۸

پاسخ: زمان رسیدن به تعادل اولین زمانی است که غلظت‌ها ثابت می‌شوند. ⇐ ۲۰ ثانیه

**ج) مقدار عددی ثابت تعادل را حساب کنید.** سخت۱۳۹۸

پاسخ: غلظت‌های تعادلی را در رابطهٔ $K$ قرار می‌دهیم.

$K=\frac{(۱)^{۲}(۰/۵)}{(۲/۱)(۰/۸)^{۲}}=\boxed{۰/۳۷۲}$

**۶۰. اگر یکای ثابت تعادل $mol^{۲}\cdot L^{-۲}$ باشد، مقدار $n$ را بیابید؟** $۲A(g)+nB(g)\rightleftharpoons ۳C(g)+۴D(g)$ سخت۱۳۹۸

پاسخ: با توجه به رابطهٔ:

ضرایب واکنش‌دهنده‌ها − ضرایب فرآورده‌ها $(\frac{mol}{L})$ = یکای ثابت تعادل

$(\frac{mol}{L})^{۷-[۲+n]=۲} \rightarrow \boxed{n=۳}$

مسائل ثابت تعادل

**۶۱. تعادل $N_{۲}O_{۴}(g)\rightleftharpoons ۲NO_{۲}(g)$ در یک ظرف در بستهٔ نیم‌لیتری در دمای $۴۰۰^{\circ}C$ برقرار است، اگر در هنگام تعادل ۰/۲۳ گرم $NO_{۲}$ و ۰/۴۶ گرم $N_{۲}O_{۴}$ در ظرف موجود باشد، مقدار عددی ثابت تعادل را حساب کنید.** $(O=۱۶, N=۱۴ : g\cdot mol^{-۱})$ سخت۱۳۹۸

پاسخ: ابتدا غلظت‌های تعادلی را حساب می‌کنیم.

$۰/۲۳gNO_{۲}\times\frac{۱molNO_{۲}}{۴۶gNO_{۲}}=۰/۰۰۵mol\xrightarrow[\text{حجم ظرف}]{\div ۰/۵}۰/۰۱\frac{mol}{L}$

$۰/۴۶gN_{۲}O_{۴}\times\frac{۱molN_{۲}O_{۴}}{۹۲gN_{۲}O_{۴}}=۰/۰۰۵mol\xrightarrow{\div ۰/۵}۰/۰۱\frac{mol}{L}$

$K=\frac{[NO_{۲}]^{۲}}{[N_{۲}O_{۴}]}=\frac{(۰/۰۱)^{۲}}{۰/۰۱}=\boxed{۰/۰۱}mol\cdot L^{-۱}$

**۶۲. اگر در ظرفی به حجم ۵۰۰ میلی‌لیتر، ۳۸۶ گرم $NH_4HS$ را مطابق واکنش زیر حرارت دهیم، پس از مدتی در دمای $350^\circ C$ به تعادل می‌رسد. اگر در هنگام تعادل ۰٫۱۷ گرم $H_2S$ در ظرف وجود داشته باشد، ثابت تعادل را به دست آورید.** سخت۱۳۹۸

$$(N = 14, H = 1, S = 32 : g \cdot mol^{-1})$$

$$NH_4HS(s) \rightleftharpoons NH_3(g) + H_2S(g)$$

پاسخ: رابطه ثابت تعادل $K = [NH_3][H_2S]$ است و نیازی به مقدار تعادلی $NH_4HS$ نداریم.

مقدار تعادلی $H_2S \rightarrow 0/17 g H_2S \times \frac{1 mol H_2S}{34 g H_2S} = 0/005 mol \xrightarrow[\text{حجم ظرف}]{\div 0/5} 0/01 \frac{mol}{L}$

مقدار تعادلی $\rightarrow 0/01 \frac{mol}{L} = [NH_3] = [H_2S]$

$K = 0/01 \times 0/01 = \boxed{0/0001}$

**۶۳. ۱۰۰ گرم $CaCO_3$ با درصد خلوص ۸۰ درصد را در ظرفی به حجم ۵۰۰ میلی‌لیتر حرارت می‌دهیم تا طبق معادلهٔ زیر به تعادل برسد، اگر تا هنگام تعادل بازدهٔ درصدی واکنش ۵۰ درصد باشد، ثابت تعادل را حساب کنید.** $(O = 16, C = 12, Ca = 40 g : \cdot mol^{-1})$ سخت۱۳۹۸

$$CaCO_3(s) \rightleftharpoons CaO(s) + CO_2(g)$$

پاسخ: برای محاسبهٔ ثابت تعادل کافی است غلظت تعادلی $CO_2$ را حساب کنیم.

$K = [CO_2]$

$$\text{درصد خلوص} = \frac{\text{مقدار خالص}}{\text{مقدار کل}} \times 100 \rightarrow 80 = \frac{\text{مقدار خالص}}{100} \times 100 \rightarrow 80 g CaCO_3$$

$$80 g CaCO_3 \times \frac{1 mol CaCO_3}{100 g CaCO_3} = 0/8 mol CaCO_3$$

با فرض کامل بودن واکنش مقدار نظری را به‌دست می‌آوریم.

$$0/8 mol CaCO_3 \times \frac{1 mol CO_2}{1 mol CaCO_3} = 0/8 mol CO_2$$



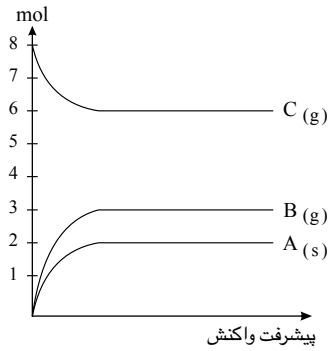
https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=6960413;a145=false;a24=null
5/20/24, 01:36
Page 63 of 124

$$\text{بازده} = \frac{\text{مقدار عملی}}{\text{مقدار نظری}} \times ۱۰۰ \Rightarrow ۵۰ = \frac{\text{مقدار عملی}}{۰/۸} \times ۱۰۰ \rightarrow \text{مقدار عملی} = ۰/۴molCO_۲$$

$$[CO_۲] = \frac{۰/۴mol}{\text{حجم ظرف } ۰/۵L} = ۰/۸\frac{mol}{L} \rightarrow K = ۰/۸mol \cdot L^{-۱}$$

**۶۴. با توجه به نمودار مقابل مقدار $K$ را در شرایط تعادل با حجم ظرف ۲۵۰ میلی‌لیتر محاسبه کنید.**

**سخت۱۳۹۸**




پاسخ:

**ابتدا معادلهٔ واکنش را به دست می‌آوریم:**

$$\underset{\frac{۲}{۱}}{C(g)} \rightleftharpoons \underset{\frac{۲}{۱}}{A(s)} + \underset{\frac{۳}{۱}}{B(g)}$$

**برای به دست آوردن ضرایب کافی است تغییرات در یک بازهٔ زمانی مشخص را «صفر تا لحظهٔ تعادل» به‌دست بیاوریم و تقسیم بر کوچکترین کنیم.**

| | $۲C(g)$ | $\rightleftharpoons$ | $۲A(s)$ | $+$ | $۳B(g)$ |
|---|---|---|---|---|---|
| مقادیر تعادلی | $۶mol$ | | $۲mol$ | | $۳mol$ |
| غلظت‌های تعادلی | $۲۴\frac{mol}{L}$ | | $-$ | | $۱۲\frac{mol}{L}$ |

$$K = \frac{[B]^۳}{[C]^۲} = \frac{(۱۲)^۳}{(۲۴)^۲} = ۳mol \cdot L^{-۱}$$

**۶۵. ۶ مول گاز $SO_۳$ را وارد سامانهٔ تعادلی زیر می‌کنیم. اگر هنگام تعادل در دمای $۶۰۰^\circ C$ مجموع مول‌های گازی موجود در ظرف ۷/۵ باشد، حجم ظرف واکنش را بیابید.**

**سخت۱۳۹۸**

$$۲SO_۳(g) \rightleftharpoons ۲SO_۲(g) + O_۲(g) \qquad K = ۳$$

پاسخ:

| | $۲SO_۳(g)$ | $\rightleftharpoons$ | $۲SO_۲(g)$ | $+$ | $O_۲(g)$ |
|---|---|---|---|---|---|
| مقدار اولیه | ۶ | | ۰ | | ۰ |
| تغییرات | $-۲x$ | | $+۲x$ | | $+x$ |
| مقادیر تعادلی | $۶-۲x$ | | $+۲x$ | | $+x$ |



https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=6960413;a145=false;a24=null
5/20/24, 01:36
Page 65 of 124

$۶ - ۲x + ۲x + x = ۷٫۵ \rightarrow x = ۱٫۵$

$$K = \frac{[O_۲]\,[SO_۲]^۲}{[SO_۳]^۲}$$

$$O_۲ \rightarrow ۱٫۵mol$$
$$SO_۲ \rightarrow ۳mol$$
$$SO_۳ \rightarrow ۳mol$$

$$۳ = \frac{\frac{۱٫۵}{V} \times (\frac{۳}{V})^۲}{(\frac{۳}{V})^۲} \rightarrow V = ۰٫۵L = ۵۰۰mL$$

**۶۶. ۲ مول $O_۲$ و ۲ مول $NO$ را در ظرفی به حجم ۵۰۰ میلی‌لیتر وارد می‌کنیم تا تعادل گازی $۲NO(g) + O_۲(g) \rightleftharpoons ۲NO_۲(g)$ برقرار شود. چنانچه بازدهٔ درصدی این واکنش در هنگام تعادل ۵۰ درصد باشد، مقدار عددی ثابت تعادل را بیابید.** سخت۱۳۹۸

پاسخ: مقدار نظری با فرض کامل بودن واکنش به دست می‌آید:

$$\text{بازدهٔ درصدی} = \frac{\text{مقدار عملی}}{\text{مقدار نظری}} \times ۱۰۰$$

توجه: با فرض کامل‌بودن واکنش، مقدار نظری را به دست می‌آوریم.

$$۲molNO \times \frac{۲molNO_۲}{۲molNO} = ۲molNO_۲$$

$$۵۰ = \frac{\text{مقدار عملی}}{۲} \times ۱۰۰ \rightarrow \text{مقدار عملی} = ۱ \rightarrow$$ همان مقدار تعادلی است.

$$\begin{array}{rccccc} & \rightarrow & ۲NO & + & O_۲ & \rightleftharpoons & ۲NO_۲ \\ \text{مقادیر تعادلی} & \leftarrow & \underbrace{۲-۲x}_{۱mol} & & ۲-x & & ۲x \end{array}$$

$$NO = ۰٫۵mol \xrightarrow[\text{حجم ظرف}]{\div ۰٫۵} ۱\frac{mol}{L}$$

$$O_۲ \Rightarrow ۱٫۵mol \xrightarrow[\text{حجم ظرف}]{\div ۰٫۵} ۳\frac{mol}{L}$$

$$NO_۲ = ۱mol \xrightarrow[\text{حجم ظرف}]{\div ۰٫۵} ۲\frac{mol}{L}$$

$$K = \frac{[NO_۲]^۲}{[NO]^۲\,[O_۲]}$$



https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=6960413;a145=false;a24=null
5/20/24, 01:36
Page 67 of 124

$$K = \frac{(۲)^۲}{(۱)^۲ \times ۱٫۵} = ۲٫۶۷$$

**۶۷. ۳ مول گاز $N_۲O_۴$ در ظرفی به حجم یک لیتر مطابق واکنش زیر در دمای $۲۴۵^\circ C$ به تعادل می‌رسد، اگر ثابت تعادل این واکنش برابر ۲ باشد، بازده درصدی این واکنش را به دست بیاورید.** سخت۱۳۹۸

پاسخ:

$$N_۲O_۴(g) \rightleftharpoons ۲NO_۲(g)$$

$$\underset{۳-x}{N_۲O_۴(g)} \rightleftharpoons \underset{۲x}{۲NO_۲(g)}$$

$$K = \frac{(۲x)^۲}{۳-x} \Rightarrow ۲\ x \begin{cases} ۱ \rightarrow & \text{قابل‌قبول} \rightarrow x = ۱ \\ -\frac{۳}{۲} \rightarrow & \text{مقادیر منفی قابل‌قبول نیست} \end{cases}$$

**مقدار تعادلی** $NO_۲ \rightarrow ۲\frac{mol}{L} \rightarrow$ **همان مقدار عملی**

**مقدار نظری را با فرض کامل بودن واکنش به دست می‌آوریم:**

$$۳molN_۲O_۴ \times \frac{۲molNO_۲}{۱molN_۲O_۴} = ۶molNO_۲ \rightarrow \text{نظری}$$

$$\text{بازدهٔ درصدی} = \frac{\text{مقدار نظری}}{\text{مقدار عملی}} \times ۱۰۰ = \frac{۲}{۶} \times ۱۰۰ = ۳۳٫۳$$

**۶۸. ۱۰٫۲ گرم $NH_۴HS$ را در یک ظرف ۱۰ لیتری مطابق واکنش زیر قرار می‌دهیم تا به تعادل برسد، بازدهٔ درصدی این واکنش را بیابید.** $(H = ۱\ ,\ S = ۳۲\ ,\ N = ۱۴ : g \cdot mol^{-l})$ سخت۱۳۹۸

$$NH_۴HS(s) \rightleftharpoons NH_۳(g) + H_۲S(g) \qquad K = ۱۰^{-۴}$$

پاسخ: **مقدار نظری را با فرض کامل بودن واکنش به دست می‌آوریم:**

$$۱۰٫۲gNH_۴HS \times \frac{۱molNH_۴HS}{۵۱gNH_۴HS} \times \frac{۱molNH_۳}{۱molNH_۴HS} = ۰٫۲mol$$

**مقدار عملی همان مقدار تعادلی است.**

$$K = [NH_۳][H_۲S] = [NH_۳] = [H_۲S] \rightarrow [NH_۳]^۲ = ۱۰^{-۴} \Rightarrow [NH_۳] = ۱۰^{-۲}\frac{mol}{L}$$



https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=6960413;a145=false;a24=null
5/20/24, 01:36
Page 69 of 124

مقدار عملی $\rightarrow$ $۱۰^{-۲}\frac{mol}{L} \times ۱۰L = ۰/۱molNH_۳$

بازدهٔ درصدی $= \frac{\text{مقدار عملی}}{\text{مقدار نظری}} \times ۱۰۰ = \frac{۰/۱}{۰/۲} \times ۱۰۰ = ۵۰\%$

**۶۹. ۱۲ مول $AB$ و ۲۸ مول $CD$ را در دمای $۶۰۰^\circ C$ در ظرف ۱۰ لیتری وارد می‌کنیم تا مطابق واکنش زیر به تعادل برسند، اگر هنگام تعادل غلظت $AC$ دو برابر غلظت $AB$ باشد، ثابت تعادل را محاسبه کنید.**

$AB(g) + CD(l) \rightleftharpoons AC(g) + BD(s)$ سخت۱۳۹۸

پاسخ:

$K = \frac{[AC]}{[AB]} \qquad [AC] = ۲[AB]$

$K = \frac{۲\cancel{[AB]}}{\cancel{[AB]}} = ۲$

**۷۰. ۴۰۰ گرم $NaHCO_۳$ را مطابق واکنش زیر در یک ظرف ده لیتری حرارت می‌دهیم تا سامانه در دمای ۳۰۰ درجه سانتی‌گراد به تعادل برسد، در لحظهٔ رسیدن به تعادل چند گرم $NaHCO_۳$ بدون انجام واکنش در ظرف باقی می‌ماند؟** سخت۱۳۹۸

$(K = ۴ \times ۱۰^{-۲} mol^۲ \cdot L^{-۲} \quad , \quad O = ۱۶ \quad , \quad C = ۱۲ \quad , \quad H = ۱ \quad , \quad Na = ۲۳g \cdot mol^{-۱})$

$۲NaHCO_۳(s) \rightleftharpoons Na_۲CO_۳(s) + CO_۲(g) + H_۲O(g)$

پاسخ:

$K = [CO_۲]\,[H_۲O] = ۴ \times ۱۰^{-۲} \rightarrow [H_۲O]^۲ = ۴ \times ۱۰^{-۲} \rightarrow [H_۲O] = ۲ \times ۱۰^{-۱}$

در هنگام تعادل $\rightarrow$ $۲ \times ۱۰^{-۱}\frac{mol}{L}H_۲O \times ۱۰L = ۲molH_۲O$

$۲molH_۲O \times \frac{۲molNaHCO_۳}{۱molHCO} \times \frac{۸۴g\ NaHCO_۳}{۱molNaHCO_۳} = ۳۳۶gNaHCO_۳$

$۴۰۰g - ۳۳۶g = ۶۴g\ NaHCO_۳$



https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=6960413;a145=false;a24=null
5/20/24, 01:36
Page 71 of 124

**۷۱. ۱۰۰ گرم $CaCO_3$ ناخالص با درصد خلوص ۸۰ درصد مطابق واکنش زیر در دمای $800^\circ C$ به تعادل می‌رسد، اگر کلسیم اکسید تولیدشده در تعادل با ۸۰۰ میلی‌لیتر $HCl$ با $pH = 3$ واکنش دهد، ثابت تعادل واکنش را بیابید؟ «حجم ظرف واکنش را $2L$ درنظر بگیرید.»** سخت۱۳۹۸

$$CaCO_3(s) \rightarrow CaO(s) + CO_2(g)$$

پاسخ:

$CaO + 2HCl \rightarrow CaCl_2 + H_2O$

$pH = 3 \rightarrow [H^+] = 10^{-3} \times 0/8L = 8 \times 10^{-4} molHCl \times \frac{1\ molCaO}{2\ molHCl} = 4 \times 10^{-4} molCaO$

$molCO_2 = molCaO \Rightarrow molCO_2 = 4 \times 10^{-4}$ مطابق واکنش

$K = [CO_2] \rightarrow \frac{4 \times 10^{-4}}{2} = 2 \times 10^{-4} \frac{mol}{L}$

اثر تغییر حجم و فشار بر تعادل‌های گازی

**۷۲. در سامانه تعادلی $2SO_3(g) \rightleftharpoons 2SO_2(g) + O_2(g)$ $\Delta H > 0$ حجم ظرف را در دمای ثابت از ۷ لیتر به ۲ لیتر کاهش می‌دهیم. در تعادل جدید هریک از موارد زیر نسبت به تعادل اولیه چه تغییری می‌کند؟ چرا؟** سخت۱۴۰۱

پاسخ:

**الف) تعداد مول‌های $SO_3(g)$** متوسط۱۴۰۱

پاسخ: با کاهش حجم ظرف واکنش به‌سمتی پیش می‌رود که مقدار مول‌های گاز را کم کند چون در سمت چپ واکنش مقدار مول‌های گاز کمتر است پس واکنش به‌سمت چپ حرکت می‌کند. تعداد مول‌های $SO_3(g)$ زیاد می‌شود.

**ب) مقدار ثابت تعادل ($K$)** متوسط۱۴۰۱

پاسخ: مقدار ثابت تعادل $k$ تغییری نمی‌کند - زیرا ثابت تعادل $k$ فقط به دما بستگی دارد.

اثر دما بر جابه‌جایی تعادل

**۷۳. در هر مورد واژهٔ مناسب را انتخاب کرده و در پاسخ‌نامه بنویسید.** سخت۱۴۰۱

پاسخ:



https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=6960413;a145=false;a24=null
5/20/24, 01:36
Page 73 of 124

الف) **سازنده اصلی برخی لوازم پلاستیکی «پلی اتن / کلرو اتان» است.** متوسط ۱۴۰۱

پاسخ: پلی اتن سازنده اصلی برخی لوازم پلاستیکی ⇐ صفحه ۱۲ کتاب درسی خود را بیازمایید. کلرواتان نیز افشانه بی‌حس‌کننده موضعی است.

ب) **لیتیم اکسید ($Li_2O$) در آب «اسید / باز» آرنیوس بوده و کاغذ $pH$ در این محلول «آبی / سرخ» است.**

متوسط ۱۴۰۱

پاسخ: لیتیم اکسید در آب باز آرنیوس بوده و کاغذ $PH$ را به رنگ آبی درمی‌آورد.

پ) **دریای الکترونی عاملی است که چیدمان کاتیون‌ها را در شبکهٔ بلوری «فلزها / ترکیبات یونی» حفظ می‌کند.**

متوسط ۱۴۰۱

پاسخ: دریای الکترونی عاملی است که چیدمان کاتیون‌ها را در شبکه بلوری «فلزها» حفظ می‌کند ⇐ صفحه ۸۲ کتاب درسی بالای صفحه

ت) **با افزایش دمای یک سامانهٔ تعادلی، واکنش در جهت «مصرف / تولید» گرما پیش می‌رود و اگر این واکنش گرماگیر باشد، ثابت تعادل «کاهش / افزایش» می‌یابد.** متوسط ۱۴۰۱

پاسخ: ۱ – در جهت مصرف ۲ – ثابت تعادل افزایش

- با کاهش دما واکنش در جهت گرماده و با افزایش دما واکنش در جهت گرماگیر پیش می‌رود.
- با افزایش دما، تعادل در جهت مصرف ۹ پیش می‌رود و با کاهش دما، تعادل در جهت تولید ۹ جا به جا می‌شود.

- واکنش گرماگیر: دما افزایش ⇐ ثابت افزایش؛ دما کاهش ⇐ ثابت کاهش
- واکنش گرماده: دما افزایش ⇐ ثابت کاهش؛ دما کاهش ⇐ ثابت افزایش



https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=6960413;a145=false;a24=null
5/20/24, 01:36
Page 75 of 124

تولید آمونیاک به روش هابر

**۷۴. در فرآیند هابر $(N۲ + ۳H_۲(g) \rightleftharpoons ۲NH_۳(g))$ که در شرایط بهینهٔ دما، فشار و کاتالیزگر به تعادل رسیده است، ۳ مول هیدروژن و ۲٫۲ مول نیتروژن در ظرف یک لیتری وجود دارد، مقدار تعادلی $NH_۳$ چند گرم است؟ $(H = ۱, O = ۱۶, N = ۱۴ : g \cdot mol^{-۱})$** سخت۱۳۹۸

پاسخ: در شرایط بهینه مقدار تعادلی آمونیاک برابر ۲۸ درصد است.

$$۲۸ = \frac{x}{۵٫۲ + x} \times ۱۰۰ \rightarrow x = ۲mol\ NH_۳$$

$$۲mol\ NH_۳ \times \frac{۱۷g\ NH_۳}{۱mol\ NH_۳} = ۳۴gNH_۳$$

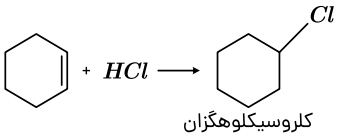
فناوری‌های شیمیایی و سنتز مواد گروه عاملی، کلید سنتز مولکول‌های آلی

**۷۵. برای سنتز هر یک از ترکیب‌های زیر، واکنش یا راه‌حلی ارائه دهید.** سخت۱۴۰۳

پاسخ:

**الف** **کلروسیکلوهگزان** متوسط۱۴۰۳

پاسخ:



کلروسیکلوهگزان

**ب** **۱، ۲ – دی‌برموپروپان** سخت۱۴۰۳

پاسخ:

$$CH_۲ = CH - CH_۳ + Br_۲ \rightarrow \underset{\text{۱،۲– دی‌برموپروپان}}{CH_۲(Br) - CH(Br) - CH_۳}$$

ساخت بطری آب

**۷۶. معادلهٔ شیمیایی تشکیل پلی‌اتیلن ترفتالات را بنویسید.** سخت۱۳۹۸

پاسخ:

$$nC_۸H_۶O_۴ + nC_۲H_۶O_۲ \rightarrow [C_{۱۰}H_۸O_۴]_n + ۲nH_۲O$$

ترفتالیک اسید اتیلن گلیکول



https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=6960413;a145=false;a24=null
5/20/24, 01:36
Page 77 of 124

**۷۷.**

**اگر در تولید پلی‌اتیلن ترفتالات واحد تکرارشونده ۱۰۰۰ باشد، چند درصد جرمی فرآورده‌ها ماده‌ای آلی است؟ «بازدهٔ واکنش را ۱۰۰ درنظر بگیرید»** $(O = ۱۶ \ , \ H = ۱ \ , \ C = ۱۲ : g \cdot mol^{-۱})$

سخت۱۳۹۸

پاسخ: واکنش تولید پلی‌اتیلن ترفتالات:

$$nC_۸H_۶O_۴ \ + \ nC_۲H_۶O_۲ \rightarrow [C_{۱۰}H_۸O_۴]_n \ + \ ۲nH_۲O$$

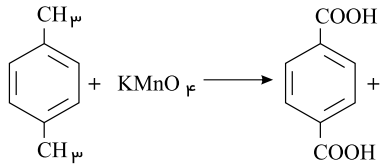
ترفتالیک اسید  اتیلن گلیکول  پلی‌اتیلن ترفتالات «مادهٔ آلی»  آب «معدنی»

$$C_{۱۰}H_۸O_۴ \text{ جرم} \rightarrow ۱۰(۱۲) + ۸ + ۴(۱۶) = ۱۹۲ \xrightarrow{\times ۱۰۰۰} ۱۹۲۰۰۰$$

$$H_۲O \text{ جرم} \rightarrow ۲۰۰۰ \times ۱۸ = ۳۶۰۰۰$$

$$\frac{۱۹۲۰۰۰}{۱۹۲۰۰۰ + ۳۶۰۰۰} \times ۱۰۰ = ۸۴٫۲\%$$

**۷۸. با توجه به واکنش موازنه نشدهٔ**




**به پرسش‌ها پاسخ دهید.**

سخت۱۳۹۸

**آ) معادلهٔ موازنه شده را بنویسید؟**

**ب) اگر در این واکنش ۲۰۰ گرم پارازایلن ناخالص با درصد خلوص ۵۳ درصد به‌طور کامل واکنش دهد، $pH$ ظرف ده لیتری واکنش را حساب کنید؟**

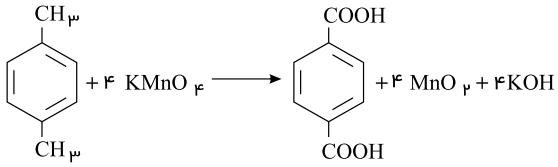
**پ) برای خنثی کردن باز تولیدشده در این واکنش به چند لیتر $HCl$ ۲ مولار نیاز است؟**

پاسخ: آ)



https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=6960413;a145=false;a24=null
5/20/24, 01:36
Page 79 of 124

ب)




$$۵۳ = \frac{\text{خالص}}{۲۰۰} \times ۱۰۰ \rightarrow ۱۰۶gC_۸H_{۱۰}$$

$$۱۰۶gC_۸H_{۱۰} \times \frac{۱molC_۸H_{۱۰}}{۱۰۶gC_۸H_{۱۰}} \times \frac{۴molKOH}{۱molC_۸H_{۱۰}} = ۴molKOH \xrightarrow[\text{حجم ظرف}]{\div ۱۰} ۰/۴\frac{mol}{L}KOH$$

$$[OH^-] = ۰/۴\frac{mol}{L} \rightarrow pOH = -\log ۰/۴ = ۰/۴ \rightarrow pH + pOH = ۱۴ \rightarrow pH = ۱۳/۶$$

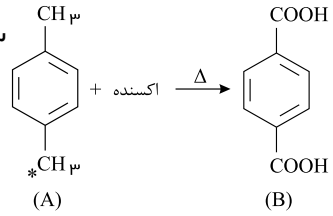
پ)

$$۰/۴\frac{mol}{L}NaOH \times ۱۰L = ۲\frac{mol}{L} \times V_{HCl}$$

$$V_{HCl} = ۲L$$

**۷۹. با توجه به واکنش زیر به پرسش‌ها پاسخ دهید.**

سخت۱۳۹۹




**آ) نام ترکیب ($A$) را بنویسید.**

**ب) اکسندهٔ مناسب این واکنش چیست؟**

**پ) عدد اکسایش اتم کربن ستاره‌دار را تعیین کنید.**

**ت) تعیین کنید انرژی فعال‌سازی این واکنش کم است، یا زیاد؟**

پاسخ:

آ) پارازایلن
ب) پتاسیم پرمنگنات غلیظ
پ) ۳−
ت) زیاد



https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=6960413;a145=false;a24=null
5/20/24, 01:36
Page 81 of 124

## ۸۰. باتوجه به واکنش زیر به پرسش‌ها پاسخ دهید.

$$CH_2 = CH_2 + \text{اکسنده} \rightarrow \underset{\text{OH}}{\overset{}{\text{H}_2\text{C}}} - \underset{\text{OH}}{\overset{*}{\text{CH}_2}}$$

ترکیب (a)

سخت ۱۴۰۱

پاسخ:

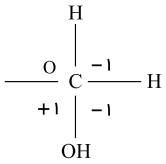
**الف** نام ترکیب $(a)$ را بنویسید. آسان ۱۴۰۱

پاسخ: اتیلن گلیکول

**ب** اکسندهٔ مناسب این واکنش چیست؟ آسان ۱۴۰۱

پاسخ: محلول رقیق پتاسیم پرمنگنات (صفحه ۱۱۶ کتاب درسی)

**پ** عدد اکسایش اتم کربن ستاره‌دار را به دست آورید. آسان ۱۴۰۱




پاسخ: یک پیوند کربن ــ کربن با اکسایش صفر

۲ پیوند کربن ــ هیدروژن با عدد اکسایش ۱ ــ برای کربن

۱ پیوند کربن ــ اکسیژن با عدد اکسایش ۱+ برای کربن

$0 - 1 - 1 + 1 = -1$



https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=6960413;a145=false;a24=null
5/20/24, 01:36
Page 83 of 124

# پاسخنامه تشریحی

۱ . صابون $C_{۱۴}H_{۲۹}COONa$ است.

$$?kgC_{۱۴}H_{۲۹}COONa = ۴۰۰gNaOH \times \frac{۱molNaOH}{۴۰gNaOH} \times \frac{۱molC_{۱۴}H_{۲۹}COONa}{۱molNaOH}$$

$$\times \frac{۲۶۴gC_{۱۴}H_{۲۹}COONa}{۱molC_{۱۴}H_{۲۹}COONa} \times \frac{۱kg}{۱۰۰۰g} = ۲/۶۴kgC_{۱۴}H_{۲۹}COONa$$

۲ . الف) ابتدا با فرمول شیمیایی صابون را به دست می‌آوریم. بخش آلکیلی ($C_nH_{۲n+۱}$) این صابون دارای ۱۶ اتم کربن است و در نتیجه فرمول شیمیایی این صابون به‌صورت $C_{۱۶}H_{۳۳}COONa$ است که جرم مولی آن به‌صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$C_{۱۶}H_{۳۳}COONa \text{ جرم مولی} = (۱۷ \times \overset{C}{۱۲}) + (۳۳ \times \overset{H}{۱}) + (۲ \times \overset{O}{۱۶}) + ۲۳ = ۲۹۲g \cdot mol^{-۱}$$

برای محاسبهٔ درصد جرمی $H$ در این مولکول می‌توان نوشت:

$$H \text{ درصد جرمی} = \frac{\text{جرم اتم‌های } H}{\text{جرم مولی ترکیب}} \times ۱۰۰ = \frac{۳۳ \times ۱}{۲۹۲} \times ۱۰۰ \simeq \%۱۱/۳$$

ب) برای یافتن اسید چرب این صابون، کافیست به جای اتم $Na$ در این صابون، اتم $H$ قرار دهیم:

$$\underbrace{C_{۱۶}H_{۳۳}COOH}_{\text{اسید چرب}} + NaOH \rightarrow \underbrace{C_{۱۶}H_{۳۳}COONa}_{\text{صابون}} + H_۲O$$

$$C_{۱۶}H_{۳۳}COOH \text{ جرم مولی} = (۱۷ \times \overset{C}{۱۲}) + (۳۴ \times \overset{H}{۱}) + (۲ \times \overset{O}{۱۶}) = ۲۷۰g \cdot mol^{-۱}$$

$$?=g_{(\text{اسید چرب})} = ۱۴/۶g_{(\text{صابون})} \times \frac{۱mol_{(\text{صابون})}}{۲۹۲g_{(\text{صابون})}}$$

$$\times \frac{۱mol_{(\text{اسید چرب})}}{۱mol_{(\text{صابون})}} \times \frac{۲۷۰g_{(\text{اسید چرب})}}{۱mol_{(\text{اسید چرب})}} = ۱۳/۵g_{(\text{اسید چرب})}$$

۳ . وقتی $R$ در $RCOONa$ گروه آلکیلی باشد، فرمول عمومی به‌صورت $C_nH_{۲n+۱}COONa$ است و جرم مولی آن به‌صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$(۱۲n) + (۲n+۱) + ۱۲ + ۲(۱۶) + ۲۳ = ۱۴n + ۶۸g \cdot mol^{-۱}$$

حالا سؤال گفته که ۰/۰۲ مول از این صابون، ۵/۸۴ گرم جرم دارد:

$$?g(\text{صابون}) = ۰/۰۲mol(\text{صابون}) \times \frac{۱۴n + ۶۸g(\text{صابون})}{۱mol(\text{صابون})} = ۵/۸۴g$$

$$۱۴n + ۶۸ = ۵/۸۴ \times \frac{۱}{۰/۰۲} \Rightarrow n = ۱۶$$

بنابراین در بخش هیدروکربنی این صابون ۱۶ اتم کربن وجود داشته و فرمول شیمیایی آن به‌صورت $C_{۱۶}H_{۳۳}COONa$ است. اگر به جای $Na$، یک اتم هیدروژن قرار دهیم، به فرمول اسید چرب اولیه می‌رسیم که به صورت $C_{۱۶}H_{۳۳}COOH$ می‌باشد.

۴ .

**الف**

$$CH_۳COOH \rightleftarrows CH_۳COO^- + H^+$$

**ب**

$$\text{درجه یونش} = \frac{۳/۲}{۱۰۰} = \alpha \qquad \text{درصد یونش} = \alpha \times ۱۰۰ = ۳/۲$$

$$[H^+] = [CH_۳COOH_{\text{اولیه}}] \times \alpha \Rightarrow ۱/۹۲ \times ۱۰^{-۲} = [CH_۳COOH] \times \frac{۳/۲}{۱۰۰}$$

$$[CH_۳COOH] = ۰/۶$$



https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=6960413;a145=false;a24=null
5/20/24, 01:36
Page 85 of 124

۵. الف) $HCl \quad \boxed{<} \quad HF$

مولکول‌های هیدروکلریک اسید کاملاً تفکیک می‌شوند، ولی قسمتی از مولکول‌های هیدروفلوئوریک اسید تفکیک نشده در آب باقی می‌مانند.

ب) $HCl \quad \boxed{>} \quad HF$

در محلول $HCl$ که کاملاً تفکیک می‌شود، مولکول حل‌شده باقی نمی‌ماند.

پ) $HCl \quad \boxed{<} \quad HF$

غلظت یون‌ها در محلول $HCl$ بیشتراست، پس محلول این ماده رسانایی بیشتری دارد.

ت) $HCl \quad \boxed{<} \quad HF$

۶.

$$\frac{k_a}{M} = \frac{۱}{۲} > ۰/۰۰۲ \Rightarrow k_a = \frac{\alpha^۲ \cdot M}{۱ - \alpha}$$

$$۱ = \frac{۲\alpha^۲}{۱ - \alpha} \Rightarrow ۱ - \alpha = ۲\alpha^۲ \Rightarrow ۲\alpha^۲ + \alpha - ۱ = ۰$$

$$\alpha = \frac{-۱ \pm \sqrt{۱ + ۸}}{۴} \Rightarrow \begin{cases} \alpha = ۰/۵ & \checkmark \\ \alpha = -۱ & \times \end{cases}$$

۷.

$$pH = -\log[H^+] \Rightarrow ۱/۴ = -\log[H^+] \Rightarrow -\log[H^+] = ۲ - ۰/۶$$

$$\Rightarrow \log[H^+] = -۲ + ۰/۶ \Rightarrow \log[H^+] = \log ۱۰^{-۲} + ۲\log ۲ \Rightarrow [H^+] = ۴ \times ۱۰^{-۲} mol \cdot L^{-۱}$$

$$\alpha = \frac{[H^+]}{[HA]_{\text{اولیه}}} \Rightarrow \alpha \cdot [HA]_{\text{اولیه}} = ۰/۰۴$$

$$k_a = \frac{\alpha^۲ \cdot [HA]_{\text{اولیه}}}{۱ - \alpha} \Rightarrow k_a = \frac{\alpha \cdot \alpha \cdot [HA]_{\text{اولیه}}}{۱ - \alpha} \Rightarrow ۰/۰۱ = \frac{۰/۰۴\alpha}{۱ - \alpha}$$

$$\rightarrow ۱ - \alpha = ۴\alpha \Rightarrow ۵\alpha = ۱ \Rightarrow \alpha = ۰/۲ \\ \alpha[HA]_{\text{اولیه}} = ۰/۰۴ \Rightarrow [HA]_{\text{اولیه}} = ۰/۲ \; mol \cdot L^{-۱}$$

$$[HA] = \frac{HA \text{ مول}}{\text{حجم محلول } (L)} \Rightarrow ۰/۲ \; mol \cdot L^{-۱} = \frac{HA \text{ مول}}{۰/۲ \; (L)} \Rightarrow HA \text{ مول} = ۰/۰۴ mol$$

$$?g \; HA = ۰/۰۴ mol \; HA \times \frac{۸۰ g \; HA}{۱ mol \; HA} = ۳/۲ g \; HA$$

۸.

$$pH = -\log[H^+] \Rightarrow -\log[H^+] = ۴/۷ \Rightarrow -\log[H^+] = ۵ - ۰/۳$$

$$\Rightarrow \log[H^+] = -۵ + ۰/۳ \Rightarrow \log[H^+] = \log ۱۰^{-۵} + \log ۲ \Rightarrow [H^+] = ۲ \times ۱۰^{-۵} mol \cdot L^{-۱}$$

$$[H^+][OH^-] = ۱۰^{-۱۴} \Rightarrow [OH^-] = \frac{۱۰^{-۱۴}}{۲ \times ۱۰^{-۵}} = ۵ \times ۱۰^{۱۰^{-۱۰}} mol \cdot L^{-۱}$$

$$\frac{[H^+]}{[OH^-]} = \frac{۲ \times ۱۰^{۱۰^{-۵}}}{۵ \times ۱۰^{۱۰^{-۱۰}}} = ۴ \times ۱۰^{۴}$$

۹.

$$k_a = \alpha^۲ \left[\text{اسید}\right]_{\text{اولیه}}$$

$$\frac{k_{a\cdot HA}}{k_{a\cdot HB}} = \frac{\alpha_{HA}^۲ \cdot [HA]_{\text{اولیه}}}{\alpha_{HB}^۲ \cdot [HB]_{\text{اولیه}}} \xrightarrow{[HA]_{\text{اولیه}} = [HB]_{\text{اولیه}}} \frac{۱}{۹} = \frac{\alpha_{HA}^۲}{\alpha_{HB}^۲} \Rightarrow \frac{\alpha_{HA}}{\alpha_{HB}} = \frac{۱}{۳}$$

$$pH_{HA} - pH_{HB} = -\log\left[H^+\right]_{HA} + \log\left[H^+\right]_{HB}$$



https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=6960413;a145=false;a24=null
5/20/24, 01:36
Page 87 of 124

$$pH_{HA} - pH_{HB} = -\log^{\alpha_{HA}\cdot[HA]_{\text{اولیه}}} + \log^{\alpha_{HB}\cdot[HB]_{\text{اولیه}}} = \log^{\frac{\alpha_{HB}\cdot[HB]_{\text{اولیه}}}{\alpha_{HA}\cdot[HA]_{\text{اولیه}}}}$$

$$pH_{HA} - pH_{HB} = \log ۳ = ۰/۵$$

۱۰.

$$pH = -\log[H^+] \Rightarrow -\log[H^+] = ۳/۴ \Rightarrow -\log[H^+] = ۴ - ۰/۶$$

$$\Rightarrow \log[H^+] = -۴ + ۰/۶ \Rightarrow \log[H^+] = -۴\log ۱۰ + ۲\log ۲$$

$$\Rightarrow \log[H^+] = \log ۴ \times ۱۰^{-۴} \Rightarrow [H^+] = ۴ \times ۱۰^{-۴} mol \cdot L^{-۱}$$

$$\alpha = \frac{[H^+]}{[HA]_{\text{اولیه}}} \Rightarrow [HA]_{\text{اولیه}} = ۰/۰۰۲ mol \cdot L^{-۱}$$

$$[HA] = \frac{HA \text{ مول}}{\text{حجم محلول } (L)} \Rightarrow ۰/۰۰۲(mol \cdot L^{-۱}) = \frac{HA \text{ مول}}{۰/۵ \ (L)} \Rightarrow HA \text{ مول} = ۰/۰۰۱ mol$$

$$?g\ HA = ۰/۰۰۱ mol HA \times \frac{۱۰۰ g HA}{۱ mol HA} = ۰/۱ g HA$$

۱۱.

**الف**

$$mol\, OH^- = ۰/۰۱ mol\, Na_۲O \times \left(\frac{۲ mol\, OH^-}{۱ mol\, Na_۲O}\right) = ۰/۰۲ mol$$

$$[OH^-] = ۱۰۰۰ ml \times \left(\frac{۰/۰۲ mol}{۱۰۰ ml}\right) = ۰/۲ mol \cdot L^{-۱}$$

**ب**

$$pH = -\log[H^+] = -\log \frac{۱}{۲} \times ۱۰^{-۱۳} = ۱۳/۳$$

۱۲.

$$pH_{(HX)} = pH_{(HY)}$$
$$\Rightarrow [H^+]_{(HX)} = [H^+]_{(HY)}$$
$$\Rightarrow \alpha_{(HX)}[HX]_{\text{اولیه}} = \alpha_{(HY)}[HY]_{\text{اولیه}}$$

$$?mol HX = ۱۲ g HX \times \frac{۱ mol HX}{۱۵۰ g HX} = ۰/۰۸ mol HX \quad , \quad [HX] = \frac{HX \text{ مول}}{\text{حجم محلول } (L)} = \frac{۰/۰۸(mol)}{۱(L)} = ۰/۰۸ M$$

$$?mol HY = ۸ g HY \times \frac{۱ mol HY}{۵۰ g HY} = ۰/۱۶ mol HY \quad , \quad [HY] = \frac{HY \text{ مول}}{\text{حجم محلول } (L)} = \frac{۰/۱۶(mol)}{۱(L)} = ۰/۱۶ M$$

$$\Rightarrow \alpha_{(HX)} \times ۰/۰۸ = \alpha_{(HY)} \times ۰/۱۶ \Rightarrow \alpha_{(HX)} = \alpha_{(HY)} \times ۲$$
$$\Rightarrow \alpha_{(HX)} > \alpha_{(HY)} \Rightarrow \quad HX \text{ اسید قوی‌تری است.}$$

۱۳.

$$\frac{[H_۳O^+]}{[OH^-]} = ۴ \times ۱۰^{+۶} \Rightarrow [OH^-] = \frac{[H_۳O]}{۴ \times ۱۰^{+۶}} \Rightarrow [OH^-] \times [H_۳O^+] = ۱۰^{-۱۴}$$

$$\frac{[H_۳O^+]}{۴ \times ۱۰^{+۶}} \times [H_۳O^+] = ۱۰^{-۱۴} \Rightarrow [H_۳O^+]^۲ = ۴ \times ۱۰^{-۸} \Rightarrow [H_۳O^+] = ۲ \times ۱۰^{-۴}$$

$$pH = -\log^{۲\times۱۰^{-۴}} = ۴ - ۳ = ۳/۷$$

۱۴.

$$\frac{k_a}{[HA]_{\text{اولیه}}} = \frac{۳ \times ۱۰^{-۵}}{۷۵ \times ۱۰^{-۳}} = ۴ \times ۱۰^{-۴} < ۰/۰۰۲ \Rightarrow k_a = \alpha^۲ \cdot [HA]_{\text{اولیه}}$$

$$۳ \times ۱۰^{-۵} = \alpha^۲ \times ۷۵ \times ۱۰^{-۳} \Rightarrow \alpha^۲ = ۴ \times ۱۰^{-۴} \Rightarrow \alpha = ۰/۰۲$$



https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=6960413;a145=false;a24=null
5/20/24, 01:36
Page 89 of 124

$$\alpha = \frac{[H^+]}{[HA]_{\text{اولیه}}} \Rightarrow [H^+] = ۰/۰۰۱۵ \quad mol \cdot L^{-۱}$$

$$pH = -\log[H^+] \Rightarrow pH = -\log ۰/۰۰۱۵ \Rightarrow pH = -\left[\log ۱۰^{-۴} + \log ۳ + \log ۵\right] \Rightarrow pH = ۲/۸$$

**۱۵.**

$$?mol \quad HCl = ۰/۷۳g \quad HCl \times \frac{۱molHCl}{۳۶/۵gHCl} = ۰/۰۲molHCl$$

$$[HCl] = \frac{\text{مول } HCl}{\text{حجم محلول } (L)} = \frac{۰/۰۲ \ (mol)}{۰/۱ \ (L)} = ۰/۲mol \cdot L^{-۱}$$

هیدروکلریک، اسید یک اسید قوی است. $\alpha = ۱$

$$\alpha = \frac{[H^+]}{[HCl]_{\text{اولیه}}} \Rightarrow [H^+] = ۰/۲mol \cdot L^{-۱}$$

$$pH = -\log[H^+] \Rightarrow -\log ۰/۲ = -[\log ۲ + \log ۰/۱] = ۰/۷$$

**۱۶.**

$$pH = -\log[H^+] \Rightarrow -\log[H^+] = ۳/۵ \Rightarrow -\log[H^+] = ۴ - ۰/۵$$

$$\Rightarrow \log[H^+] = -۴ + ۰/۵ \Rightarrow \log[H^+] = \log ۱۰^{-۴} + \log ۳ \Rightarrow [H^+] = ۳ \times ۱۰^{-۴} mol \cdot L^{-۱}$$

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

**۱۷.**

$$pH = ۲, [H^+] = ۱۰^{-pH} \Rightarrow [H^+] = ۱۰^{-۲} = ۰/۰۱mol \cdot L^{-۱}$$

$$HX(aq) \rightleftharpoons H^+(aq) + X^-(aq) \Rightarrow Ka = \frac{[H^+][X^-]}{[HX]} \Rightarrow ۵ \times ۱۰^{-۵} = \frac{۰/۰۱ \times ۰/۰۱}{M - ۰/۰۱} \Rightarrow M = ۲mol \cdot L^{-۱}$$

$$molHX = ۲۵۰ml \times \frac{۱L}{۱۰۰۰mL} \times \frac{۲mol\ HX}{۱L} = ۰/۵mol\ HX$$

**۱۸.**

هیدروکلریک اسید، یک اسید قوی است و $\alpha = ۱$.

**الف**

$$\alpha = \frac{[H^+]}{[HCl]_{\text{اولیه}}} \Rightarrow [H^+] = ۰/۲mol \cdot L^{-۱}$$

$$[H^+][OH^-] = ۱۰^{-۱۴} \Rightarrow ۰/۲ \times [OH^-] = ۱۰^{-۱۴} \Rightarrow [OH^-] = ۵ \times ۱۰^{-۱۴} mol \cdot L^{-۱}$$

**ب**

$$\alpha = \frac{[OH^-]}{[BOH]_{\text{اولیه}}} \Rightarrow ۰/۱ = \frac{[OH^-]}{۱} \Rightarrow [OH^-] = ۰/۱mol \cdot L^{-۱}$$

$$[H^+][OH^-] = ۱۰^{-۱۴} \Rightarrow [H^+] \times ۱۰^{-۱} = ۱۰^{-۱۴} \Rightarrow [H^+] = ۱۰^{-۱۳} mol \cdot L^{-۱}$$

**پ**

درجه یونش بازهای قوی برابر با ۱ است.

$$\alpha = \frac{[OH^-]}{[NaOH]_{\text{اولیه}}} \Rightarrow [OH^-] = ۰/۰۳mol \cdot L^{-۱}$$

$$[H_۳O^+][OH^-] = ۱۰^{-۱۴} \Rightarrow ۰/۰۳ \times [H_۳O^+] = ۱۰^{-۱۴} \Rightarrow [H_۳O^+] = \frac{۱}{۳} \times ۱۰^{-۱۲} mol \cdot L^{-۱}$$

**۱۹.**

$$pH + pOH = ۱۴ \Rightarrow ۱۳ + pOH = ۱۴ \Rightarrow pOH = ۱$$

$$pOH = -\log[OH^-] \Rightarrow -\log[OH^-] = ۱ \Rightarrow [OH^-] = ۰/۱$$

$$\alpha = \frac{[OH^-]}{[BOH]_{\text{اولیه}}} \Rightarrow \alpha \cdot [BOH]_{\text{اولیه}} = ۰/۱$$

$$K_b = \frac{\alpha^۲ \cdot [BOH]_{\text{اولیه}}}{۱ - \alpha} \Rightarrow K_b = \frac{\alpha \cdot \alpha \cdot [BOH]_{\text{اولیه}}}{۱ - \alpha}$$



https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=6960413;a145=false;a24=null
5/20/24, 01:36
Page 91 of 124

$\Rightarrow ۰/۴ = \frac{۰/۱\alpha}{۱-\alpha} \Rightarrow ۴ - ۴\alpha = \alpha \Rightarrow ۴ = ۵\alpha \Rightarrow \alpha = ۰/۸$

$\alpha \cdot [BOH]_{\text{اولیه}} = ۰/۱ \Rightarrow ۰/۸[BOH]_{\text{اولیه}} = ۰/۱ \Rightarrow [BOH]_{\text{اولیه}} = ۰/۱۲۵ mol \cdot L^{-۱}$

$[BOH] = \frac{\text{مول } BOH}{\text{حجم محلول } (L)} \Rightarrow ۰/۱۲۵(mol \cdot L^{-۱}) = \frac{\text{مول } BOH}{۲(L)} \Rightarrow \text{مول } BOH = ۰/۲۵ mol$

$?g\ BOH = ۰/۲۵ mol\ BOH \times \frac{۷۰ g\ BOH}{۱ mol\ BOH} = ۱۷/۵ g\ BOH$

**۲۰.**

$\frac{K_b}{[BOH]_{\text{اولیه}}} = \frac{۱}{۶} > ۰/۰۰۲ \Rightarrow K_b = \frac{\alpha^۲ \cdot [BOH]_{\text{اولیه}}}{۱-\alpha}$

$\Rightarrow ۱ = \frac{۶\alpha^۲}{۱-\alpha} \Rightarrow ۶\alpha^۲ + \alpha - ۱ = ۰ \Rightarrow \alpha = \frac{-۱ \pm \sqrt{۱ + ۲۴}}{۱۲}$

$\Rightarrow \begin{cases} \alpha = \frac{۱}{۳} & \checkmark \\ \alpha = -\frac{۱}{۲} & \times \end{cases}$

$\alpha = \frac{[OH^-]}{[BOH]} \Rightarrow \frac{۱}{۳} = \frac{[OH^-]}{۶} \Rightarrow [OH^-] = ۲ mol \cdot L^{-۱}$

$pOH = -\log[OH^-] = -\log ۲ = -۰/۳$

$pH + pOH = ۱۴ \Rightarrow pH - ۰/۳ = ۱۴ \Rightarrow pH = ۱۴/۳$

**۲۱.**

$pH + pOH = ۱۴ \Rightarrow ۱۰/۷ + pOH = ۱۴ \Rightarrow pOH = ۳/۳$

$pOH = -\log[OH] \Rightarrow -\log[OH^-] = ۳/۳ \Rightarrow -\log[OH^-] = ۴ - ۰/۷$

$\Rightarrow \log[OH^-] = -۴ + ۰/۷ \Rightarrow \log[OH^-] = \log ۱۰^{-۴} + \log ۵ \Rightarrow [OH^-] = ۵ \times ۱۰^{-۴} mol \cdot L^{-۱}$

$\alpha = \frac{[OH^-]}{[NH_۳]_{\text{اولیه}}} \Rightarrow ۰/۰۱ = \frac{۵ \times ۱۰^{-۴}}{[NH_۳]_{\text{اولیه}}} \Rightarrow [NH_۳]_{\text{اولیه}} = ۵ \times ۱۰^{-۲} mol \cdot L^{-۱}$

$?mol NH_۳ = ۸/۵ \times ۱۰^{-۲} g\ NH_۳ \times \frac{۱ mol NH_۳}{۱۷ g NH_۳} = ۵ \times ۱۰^{-۳} mol NH_۳$

$[NH_۳] = \frac{\text{مول } NH_۳}{\text{حجم محلول } (L)} \Rightarrow ۵ \times ۱۰^{-۲}(mol \cdot L^{-۱}) = \frac{۵ \times ۱۰^{-۳}(mol)}{\text{حجم محلول } (L)} \Rightarrow \text{حجم محلول} = ۰/۱ L$

**۲۲.**

$pH + pOH = ۱۴ \Rightarrow ۱۱/۳ + pOH = ۱۴ \Rightarrow pOH = ۲/۷$

$pOH = -\log[OH^-] \Rightarrow -\log[OH^-] = ۲/۷ \Rightarrow -\log[OH^-] = ۳ - ۰/۳$

$\Rightarrow \log[OH^-] = ۰/۳ - ۳ \Rightarrow \log[OH^-] = \log ۲ + \log ۱۰^{-۳} \Rightarrow [OH^-] = ۲ \times ۱۰^{-۳} mol \cdot L^{-۱}$

$\alpha = \frac{[OH^-]}{[BOH]_{\text{اولیه}}} \Rightarrow ۰/۱ = \frac{۲ \times ۱۰^{-۳}(mol \cdot L^{-۱})}{[BOH]_{\text{اولیه}}} \Rightarrow [BOH]_{\text{اولیه}} = ۲ \times ۱۰^{-۲} mol \cdot L^{-۱}$

$[BOH] = \frac{\text{مول } BOH}{\text{حجم محلول } (L)} \Rightarrow ۲ \times ۱۰^{-۲}(mol \cdot L^{-۱}) = \frac{\text{مول } BOH}{۰/۲(L)} \Rightarrow \text{مول}_{BOH} = ۴ \times ۱۰^{-۳} mol$

$?g\ BOH = ۴ \times ۱۰^{-۳} mol BOH \times \frac{۵۰ g\ BOH}{۱ mol\ BOH} = ۰/۲ g\ BOH$

**۲۳. ابتدا غلظت مولی $NaOH$ را محاسبه می‌کنیم:**

$\text{غلظت مولی } NaOH = \frac{۲/۵ \times ۱۰^{-۵} mol}{۲۵ \times ۱۰^{-۳} L} = ۱۰^{-۳} mol \cdot L^{-۱}$

**سدیم هیدروکسید بازی قوی و تک‌ظرفیتی است:**



https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=6960413;a145=false;a24=null
5/20/24, 01:36
Page 93 of 124

$[OH^-] = M\alpha = ۱۰^{-۳} \times ۱ = ۱۰^{-۳} mol \cdot L^{-۱}$

$[H^+][OH^-] = ۱۰^{-۱۴} \Rightarrow [H^+] = \frac{۱۰^{-۱۴}}{۱۰^{-۳}} = ۱۰^{-۱۱} mol \cdot L^{-۱}$

$pH = -\log[H^+] = -\log ۱۰^{-۱۱} = ۱۱$

**۲۴ . باز:**

$pH + pOH = ۱۴ \Rightarrow ۱۳ + pOH = ۱۴ \Rightarrow pOH = ۱$

$\Rightarrow -\log[OH^-] = ۱ \Rightarrow [OH^-] = ۰/۱ \ mol \cdot L^{-۱}$

$[OH^-] = \frac{OH^- \text{ مول}}{\text{حجم محلول } (L)} \Rightarrow ۰/۱ \ (mol \cdot L^{-۱}) = \frac{OH^- \text{ مول}}{۰/۱ \ (L)} \Rightarrow OH^- \text{ مول} = ۰/۰۱ \ mol$

**اسید:**

$pH = -\log[H^+] \Rightarrow -\log[H^+] = ۱/۳ \Rightarrow -\log[H^+] = ۲ - ۰/۷ \Rightarrow \log[H^+] = -۲ + ۰/۷$

$\log[H^+] = \log ۰/۰۱ + \log ۵ \Rightarrow [H^+] = ۰/۰۵ \ mol \cdot L^{-۱}$

$[H^+] = \frac{H^+ \text{ مول}}{\text{حجم محلول } (L)} \Rightarrow H^+ \text{ مول} = ۰/۰۵V_۲$

**محلول نهایی: از آنجاکه $pH$ محلول نهایی ۱۲/۴ است و محلول خاصیت بازی دارد یعنی مول $OH^-$ از مول $H^+$ بیشتر بوده است.**

**باقی‌مانده $OH^-$ مول $= ۰/۰۱ - ۰/۰۵V_۲$**

$pH + pOH = ۱۴ \Rightarrow ۱۲/۴ + pOH = ۱۴ \Rightarrow pOH = ۱/۶ \Rightarrow -\log[OH^-] = ۱/۶ \Rightarrow -\log[OH^-] = ۲ - ۰/۴$

$-\log[OH^-] = ۲ - ۰/۷ + ۰/۳ \Rightarrow \log[OH^-] = -۲ + ۰/۷ - ۰/۳ \Rightarrow \log[OH^-] = \log ۰/۰۱ + \log ۵ - \log ۲$

$\Rightarrow [OH^-] = ۰/۰۲۵ \ mol \cdot L^{-۱}$

$[OH^-]_{\text{محلول نهایی}} = \frac{\text{مول } OH^- \text{ باقی‌مانده}}{\text{حجم کل } (L)} \Rightarrow ۰/۰۲۵ \ (mol \cdot L^{-۱}) = \frac{(۰/۰۱ - ۰/۰۵V_۲)(mol)}{(۰/۱ + V_۲)(L)}$

$\Rightarrow ۰/۰۰۲۵ + ۰/۰۲۵V_۲ = ۰/۰۱ - ۰/۰۵V_۲ \Rightarrow ۰/۰۷۵V_۲ = ۰/۰۰۷۵$

$\Rightarrow V_۲ = ۰/۱L \times \frac{۱۰۰۰mL}{۱L} = ۱۰۰mL$

**۲۵ . باز:**

$pH + pOH = ۱۴ \Rightarrow ۱۲ + pOH = ۱۴ \Rightarrow pOH = ۲$

$pOH = -\log[OH^-] \Rightarrow ۲ = -\log[OH^-] \Rightarrow [OH^-] = ۰/۰۱ mol \cdot L^{-۱}$

$[OH^-] = \frac{OH^- \text{ مول}}{\text{حجم محلول } (L)} \Rightarrow ۰/۰۱ (mol \cdot L^{-۱}) = \frac{OH^- \text{ مول}}{۰/۲ \ (L)} \Rightarrow OH^- \text{ مول} = ۰/۰۰۲ mol$

**واکنش: در واکنش خنثی شدن، مول $OH^-$ با مول $H^+$ برابر است.** $H^+ \text{ مول} = ۰/۰۰۲ mol$

**اسید:**

$pH = ۲/۵ \Rightarrow -\log[H^+] = ۲/۵ \Rightarrow -\log[H^+] = ۳ - ۰/۵ \Rightarrow \log[H^+] = -۳ + ۰/۵$

$\log[H^+] = \log ۱۰^{-۳} + \log ۳ \Rightarrow [H^+] = ۳ \times ۱۰^{-۳} mol \cdot L^{-۱}$

$[H^+] = \frac{H^+ \text{ مول}}{\text{حجم محلول } (L)} \Rightarrow ۳ \times ۱۰^{-۳} (mol \cdot L^{-۱}) = \frac{۲ \times ۱۰^{-۳} (mol)}{\text{حجم محلول } (L)}$



https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=6960413;a145=false;a24=null
5/20/24, 01:36
Page 95 of 124

$$\Rightarrow \text{حجم محلول} = \frac{۲}{۳}L \times \frac{۱۰۰۰mL}{۱L} = ۶۶۶٫۶mL$$

**۲۶ . در گام اول؛ غلظت مولی اسید $HA$ را محاسبه می‌کنیم:**

$$[H^+] = ۱۰^{-pH} = M\alpha \Rightarrow ۱۰^{-۴} = M \times ۰٫۱ \Rightarrow M_{HA} = ۱۰^{-۳} mol \cdot L^{-۱}$$

**حالا با استفاده از معادلهٔ واکنش می‌توان نوشت:**

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

$$?gNAHCO_۳ = ۰٫۰۵L(\text{محلول}) \times \frac{۱۰^{-۳} mol\ HA}{۱L(\text{محلول})} \times \frac{۱mol\ NaHCO_۳}{۱mol\ HA} \times \frac{۸۴g\ NaHCO_۳}{۱mol\ NaHCO_۳}$$

$$= ۴٫۲ \times ۱۰^{-۳} g\ NaHCO_۳$$

$$\text{درصد خلوص} = \frac{\text{جرم مادهٔ خالص}}{\text{جرم مادهٔ ناخالص}} \times ۱۰۰ \Rightarrow ۸۰ = \frac{۴٫۲ \times ۱۰^{-۳}}{x} \Rightarrow x = ۵٫۲۵ \times ۱۰^{-۳} g \text{ یا } ۵٫۲۵mg$$

**۲۷ . ابتدا باید دید که ۱۲٫۵ میلی‌گرم کلسیم کربنات ۸۰٪ خالص با چند مول $HCl$ به‌طور کامل واکنش می‌دهد:**

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

$$?molHCl = ۱۲٫۵ \times ۱۰^{-۳} g\ CaCo_۳(\text{ناخالص}) \times \frac{۸۰g(\text{خالص})}{۱۰۰g\text{ناخالص}} \times \frac{۱mol\ CaCO_۳}{۱۰۰g\ CaCO_۳} \times \frac{۲mol\ HCl}{۱mol\ CaCO_۳} = ۲ \times ۱۰^{-۴} mol\ HCl$$

**از طرفی $pH$ محلول $HCl$ داده شده است که می‌توانیم با استفاده از آن غلظت $HCl$ را به دست آوریم:**

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

**حالا با استفاده از غلظت مولی می‌توان به حجم محلول رسید:**

$$\text{غلظت مولی} = \frac{n}{V} \Rightarrow V = \frac{۲ \times ۱۰^{-۴}}{۱۰^{-۳}} = ۰٫۲L \text{ یا } ۲۰۰mL$$

**۲۸ . اسید:**

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

$$[H^+] = \frac{\text{مول } H^+}{\text{حجم محلول } (L)} \Rightarrow ۰٫۱(mol \cdot L^{-۱}) = \frac{\text{مول } H^+}{۰٫۴\ (L)} \Rightarrow \text{مول } H^+ = ۰٫۰۴mol$$

**باز:**

$$pH + pOH = ۱۴ \Rightarrow ۱۳ + pOH = ۱۴ \Rightarrow pOH = ۱$$

$$pOH = -\log[OH^-] \Rightarrow -\log[OH^-] \Rightarrow [OH^-] = ۰٫۱mol \cdot L^{-۱}$$

$$[OH^-] = \frac{\text{مول } OH^-}{\text{حجم محلول } (L)} \Rightarrow ۰٫۱(mol \cdot L^{-۱}) = \frac{\text{مول } H^+}{۰٫۲\ (L)} \Rightarrow_{OH^-} \text{مول} = ۰٫۰۲mol$$

**واکنش: مول $H^+$ موجود در محلول بیشتر از مول $OH^-$ است. پس تمام $OH^-$ مصرف می‌شود و تعدادی $H^+$ باقی می‌ماند.**

$$H^+ + OH^- \rightarrow H_۲O$$

**مول $H^+$ باقی‌مانده** $= ۰٫۰۴ - ۰٫۰۲ = ۰٫۰۲\ mol$

**محلول نهایی:**

$$[H^+] = \frac{\text{مول } H^+}{\text{حجم محلول } (L)} \Rightarrow [H^+] = \frac{۰٫۰۲(mol)}{۰٫۲(L) + ۰٫۴(L)} = \frac{۱}{۳} \times ۱۰^{-۱}\ \ mol \cdot L^{-۱}$$

$$pH = -\log[H^+] = -\log\frac{۱}{۳} \times ۱۰^{-۱} = -\left[\log\frac{۱}{۳} + \log ۱۰^{-۱}\right] = ۱٫۵$$

**۲۹ .**



https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=6960413;a145=false;a24=null
5/20/24, 01:36
Page 97 of 124

**الف** چون که گونه $cd^{۲+}$ پس از واکنش به $cd$ تبدیل شده و کاهش یافته درنتیجه باعث اکسایش $zn$ می‌شود.

$cd^{۲+}$ گونه اکسنده و $zn$ گونه کاهنده چون باعث کاهش $cd^{۲+}$ شده است.

**ب** خیر زیرا: هرچه در سمت راست جدول مقایسه قدرت کاهش و اکسایش به‌سمت بالا حرکت کنیم قدرت کاهندگی گونه‌ها کم می‌شود و چون $Pt$ در سمت راست جدول بالاتر از $Mg$ قرار دارد واکنشی رخ نمی‌دهد.

۳۰ . الف) از انجام واکنش «۱» نتیجه می‌گیریم قدرت کاهندگی $Al$ از $Fe$ بیشتر است. از انجام واکنش «۲» نتیجه می‌گیریم قدرت کاهندگی $Fe$ از $Cu$ بیشتر است پس قطعاً قدرت کاهندگی $Al$ از $Cu$ بیشتر خواهد بود:

قدرت کاهندگی: $Al > Fe > Cu > Hg > Pt$

قدرت اکسندگی: $Pt^{۲+} > Hg^{۲+} > Cu^{۲+} > Fe^{۲+} > Al^{۳+}$

ب) قدرت اکسندگی $Pt^{۲+}$ بیشتر از $Cu^{۲+}$ است. با توجه به انجام نشدن واکنش «۴» می‌توان نتیجه گرفت قدرت اکسندگی $Pt^{۲+}$ بیشتر از $Hg^{۲+}$ است. از انجام شدن واکنش «۳» هم می‌توان نتیجه گرفت قدرت اکسندگی $Hg^{۲+}$ از $Cu^{۲+}$ بیشتر است، پس قطعاً قدرت اکسندگی $Pt^{۲+}$ از $Cu^{۲+}$ بیشتر خواهد بود.

پ) خیر. با توجه به اینکه $Pt^{۲+}$ قدرت اکسندگی بیشتری نسبت به $Fe^{۲+}$ دارد و قدرت کاهندگی $Fe$ بیشتر از $Pt$ است پس به یون $Pt^{۲+}$ الکترون می‌دهد و ظرف آهنی خورده می‌شود.

۳۱ . واکنش انجام‌شده به‌صورت زیر است:

$$Zn(s) + Cu^{۲+}(aq) \rightarrow Zn^{۲+}(aq) + Cu(s)$$

به‌ازای مصرف هر مول روی (با جرم مولی ۶۵)، یک مول مس (با جرم مولی ۶۴) بر سطح تیغهٔ روی رسوب می‌کند؛ بنابراین به‌ازای مصرف یک مول **Zn**، مقدار $۱g = ۶۴ - ۶۵$ از جرم تیغه کاسته می‌شود:

$$?molZn = ۰/۲g(\text{اختلاف جرم}) \times \frac{۱molZn}{۱g(\text{اختلاف جرم})} = ۰/۲molZn$$

از طرفی در واکنش داده‌شده به‌ازای مصرف هر مول **Zn**، دو مول الکترون در این واکنش مبادله می‌شود، بنابراین به‌ازای ۰/۲ مول $Zn$، ۰/۴ مول الکترون میان اکسنده و کاهنده جابه‌جا می‌شود.

۳۲ . آ) در سلول‌های گالوانی تشکیل شده، آهن و آلومینیوم نسبت به $Sn$ آند خواهند بود و $Sn$ نقش کاتد را دارد پس ولتاژ بیشتر سلول (آلومینیوم – قلع) نشانهٔ قدرت کاهندگی بیشتر $Al$ نسبت به $Fe$ و اختلاف پتانسیل ایجاد شده بیشتر خواهد بود.

ب) با توجه به ولتاژ سلول گالوانی (آلومینیوم – قلع) خواهیم داشت:

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

$$۱/۵۲V = E^{\circ}(Sn^{۲+}/Sn) - (-۱/۶۶V)$$

$$E^{\circ}(Sn^{۲+}/Sn) = -۰/۱۴V$$

۳۳ .

**الف** یون نیکل یا ($Ni^{۲+}$) سلول $X$ با نیکل کمتر از روی با $X$ است بنابراین نیکل کاهنده ضعیف‌تر، و یون‌های آن اکسنده قوی‌تری است. $emf$

**ب**



https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=6960413;a145=false;a24=null
5/20/24, 01:36
Page 99 of 124

$E^\circ = E^\circ_c - E^\circ_a \rightarrow ۱٫۱ = E^\circ_X - E^\circ_{Zn} \qquad ۰٫۵۹ = E^\circ_X - E^\circ_{Ni} \Rightarrow ۰٫۵۱ = E^\circ_{Ni} - E^\circ_{Zn}$

**۳۴ . با توجه به واکنش انجام‌شده به‌ازای مصرف هر مول اکسیژن، ۴ مول الکترون انتقال می‌یابد:**

$O_۲ + ۴e^- \rightarrow ۲O^{۲-}$

$xe^- = ۱mol\,O_۲ \times \frac{۴mol\,e^-}{۱mol\,O_۲} \times \frac{۶٫۰۲ \times ۱۰^{۲۳} e^-}{۱mol\,e^-} = ۲۴٫۰۸ \times ۱۰^{۲۳}$ الکترون

**۳۵ . ابتدا مقدار مول آلومینیم تولیدی در هر ماه را محاسبه می‌کنیم:**

$?molAl = ۳۰(\text{روز}) \times \frac{۲۴(\text{ساعت})}{۱(\text{روز})} \times \frac{۲۷۰kgAl}{۱(\text{ساعت})} \times \frac{۱۰۰۰gAl}{۱kgAl} \times \frac{۱molAl}{۲۷gAl} = ۷٫۲ \times ۱۰^۶ molAl$

**سپس جرم گرافیت موردنیاز برای تولید $۷٫۲ \times ۱۰^۶$ مول آلومینیم را به دست می‌آوریم:**

$۲AL_۲O_۳ + ۳C \rightarrow ۴Al + ۳CO_۲$

$?kgC = ۷٫۲ \times ۱۰^۶ molAl \times \frac{۳molC}{۴molAl} \times \frac{۱۲gC}{۱molC} \times \frac{۱kgC}{۱۰۰۰gC} = ۶۴۸۰۰kgC$

**البته با توجه به سؤال، با خورده شدن ۷۵ درصد از الکترود گرافیتی، آن الکترود تعویض می‌شود:**

$\text{تعداد الکترود} = ۶۴۸۰۰kgC \times \underbrace{\frac{۱۰۰kg}{۷۵kg}}_{\text{درصد خوردگی}} \times \frac{۱(\text{الکترود})}{۶۰۰kg} = ۱۴۴(\text{الکترود})$

**۳۶ .**

**جرم آب موجود در نمونه** $= ۲۰ - (۹٫۲ + ۷٫۶ + ۰٫۵) = ۲٫۷gH_۲O$

**درصد جرمی** $= \frac{\text{جرم مادهٔ موجود } (g)}{\text{جرم کل نمونه } (g)} \times ۱۰۰$

$H_۲O$ **درصد جرمی** $= \frac{۲٫۷}{۲۰} \times ۱۰۰ = ۱۳٫۵\%$

$SiO_۲$ **درصد جرمی** $= \frac{۹٫۲}{۲۰} \times ۱۰۰ = ۴۶\%$

$Al_۲O_۳$ **درصد جرمی** $= \frac{۷٫۶}{۲۰} \times ۱۰۰ = ۳۸\%$

**۳۷ . الف) بر اثر پختن ظرف سفالین، آب موجود در آن به‌طور کامل خارج می‌شود.**

**جرم آب بخار شده = کاهش جرم ظرف**

$H_۲O$ **درصد جرمی** $= \frac{H_۲O \text{ جرم}}{\text{جرم کل نمونه}} \times ۱۰۰ \Rightarrow ۱۳٫۸ = \frac{x}{۵۰۰g} \times ۱۰۰ \Rightarrow x = ۶۹g$

**ب)**

**جرم ظرف سفالین پس از پختن** $= ۵۰۰g - ۶۹g = ۴۳۱g$

$Al_۲O_۳$ **در ظرف اولیه جرم** $\Rightarrow ۳۷٫۸ = \frac{x}{۵۰۰g} \times ۱۰۰ \Rightarrow x = ۱۸۹g\,Al_۲O_۳$

$Al_۲O_۳$ **پس از پختن ظرف درصد** $= \frac{۱۸۹g}{۴۳۱g} \times ۱۰۰ = ۴۳٫۸\%$



https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=6960413;a145=false;a24=null
5/20/24, 01:36
Page 101 of 124

۳۸.

**الف** زیرا مخلوط این دو ماده، محلول است و اندازهٔ ذرات تشکیل‌دهندهٔ آنها به قدر کافی بزرگ نیست که توانایی پخش نور را داشته باشند.

**ب** الماس جامد کوالانسی است و در سرتاسر ساختار آن اتم‌های کربن با پیوند اشتراکی به هم متصل‌اند. این ساختار، سخت و برای برش شیشه مناسب است.

**پ** زیرا تفاوت بین نقاط ذوب و جوش آن بیشتر و نیروهای جاذبه میان ذره‌های سازندهٔ آن قوی‌تر است.

**ت** زیرا روی برخلاف قلع با مواد غذایی واکنش می‌دهد و باعث فساد و مسمومیت مواد غذایی می‌شود.

۳۹. نقطهٔ ذوب الماس بالاتر است، زیرا برای ذوب کردن الماس باید پیوندهای $C-C$ و برای ذوب کردن سیلیسیوم خالص باید پیوندهای $Si-Si$ را جدا کنید و به‌دلیل بالاتر بودن انرژی پیوند $C-C$ نسبت به $Si-Si$ نقطهٔ ذوب الماس بالاتر است.

ب – به‌دلیل بیشتر بودن انرژی پیوند $Si-O$ نسبت به $Si-Si$، سیلیس $SiO_2$ پایدارتر از سیلیسیم خالص بوده و در طبیعت سیلیسیم بیشتر به‌صورت $(SiO_2)$ یافت می‌شود.

پ) هرچه میانگین آنتالپی پیوند در ترکیبی کووالانسی بیشتر باشد، آن ترکیب سختی بیشتری دارد، بنابراین از لحاظ سختی داریم:

سیلیسیم خالص $<$ سیلیسیم کربید $<$ الماس

۴۰.

**الف** لامپ روشن می‌شود.

**ب** هرچه دو نقطهٔ اتصال به یکدیگر نزدیک‌تر باشند، شدت روشنایی لامپ بیشتر است؛ زیرا مقاومت کمتری در مسیر جریان الکتریکی وجود دارد.

۴۱.

**الف** این ماده ساینده ارزان است پس سختی بالایی دارد. ساختار سیلیسیم‌کربید مشابه الماس بوده که در آن تعداد زیادی اتم سیلیسیم و کربن با پیوند اشتراکی به‌هم متصل شده‌اند. بنابراین جزو جامدهای کووالانسی محسوب می‌شود.

**ب** با توجه به اینکه آنتالپی پیوند $(C-C)$ در الماس ($۳۴۸\ kJ\cdot mol^{-1}$) بیشتر از آنتالپی پیوند $(Si-Si)$ در سیلیسیم ($۲۲۶\ kJ\cdot mol^{-1}$) و شعاع اتمی کربن کوچک‌تر از سیلیسیم است، انتظار می‌رود آنتالپی پیوند $(Si-C)$ مابین آنتالپی پیوندهای ذکر شده باشد. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که سیلیسیم‌کربید، سختی کمتری نسبت به الماس و سختی بیشتری نسبت به سیلیسیم خالص داشته باشد.

مقایسهٔ سختی: الماس > سیلیسیم کربید > سیلیسیم

۴۲.

**الف** نادرست. مولکول‌های $H_2O$ در ساختار یخ مانند گرافن حلقه‌های شش گوشه و شبکه‌ای مانند کندوی زنبور



https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=6960413;a145=false;a24=null
5/20/24, 01:36
Page 103 of 124

عسل پدید می‌آورند ولی گرافن برخلاف یخ که سه بعدی است، ساختاری دو بعدی دارد.

**ب** درست

**پ** نادرست. شارهٔ یونی نسبت به شارهٔ مولکولی به‌دلیل نیروهای جاذبهٔ قوی‌تر میان ذره‌های سازندهٔ آن، در گسترهٔ دمایی بیشتری به حالت مایع وجود دارد، یعنی اختلاف دمای ذوب و جوش در شارهٔ یونی بیشتر از شارهٔ مولکولی است.

**ت** درست

۴۳ .

**الف** جامدهای کوالانسی به‌طور عمده از عنصرهای گروه ۱۴ ساخته شده‌اند. از این‌رو شمار محدودی دارند. در حالی که ترکیب‌های مولکولی نوع و تعداد اتم سازنده و همچنین تنوع شیوه اتصال آنها با هم بسیار بیشتر است، برای نمونه اغلب مواد آلی ترکیب‌های مولکولی هستند.

**ب** نیروهای بین مولکولی در مواد مولکولی بسیار ضعیف‌تر از نیروهای جاذبه در شبکه‌های مواد کووالانسی و یونی است و به همین دلیل بسیاری از مواد مولکولی در دمای اتاق به حالت مایع هستند. جاذبهٔ قوی در مواد یونی و کووالانسی سبب می‌شود که این مواد در دمای اتاق حالت جامد داشته باشند.

**پ** خصلت فلزی، در فلزات دستهٔ $s$ از فلزات دستهٔ $d$ (واسطه) هم‌دورهٔ خود بیشتر است. فلزات قلیایی به‌دلیل وجود تنها یک الکترون در لایهٔ ظرفیت و تمایل بیشتر به از دست دادن آن و رسیدن به آرایش ۸تایی گاز نجیب قبل از خود، واکنش‌پذیری بیشتری نسبت به فلز قلیایی خاکی هم‌دورهٔ خود دارند. هرچه فلزی راحت‌تر الکترون از دست دهد، شدت واکنش‌پذیری آن بیشتر است.

$_{۱۹}K > _{۲۰}Ca > _{۲۲}Ti$

۴۴ .

$$Al_۲O_۳(s) + ۱۵۹۱۶KJ \rightarrow ۲Al^{۳+}(g) + ۳O^{۲-}(g)$$

$$\Delta H_{\text{فروپاشی}\,(Al_۲O_۳(s))} = ۱۵۹۱۶kJ \cdot mol^{-۱}$$

۴۵ . آ) هرچه مجموع قدرمطلق بار یون‌های سازندهٔ ترکیب یونی بیشتر باشد، آنتالپی فروپاشی آن بزرگتر بوده و نقطهٔ ذوب آن بالاتر است. بنابراین:

$$\underset{\substack{Al^{۳+}\quad F^- \\ ۳+۱=۴}}{AlF_۳} < \underset{\substack{Al^{۳+}\quad O^{۲-} \\ ۳+۲=۵}}{Al_۲O_۳}$$

ب) در صورتی که مجموع قدرمطلق بار یون‌ها در دو ترکیب یونی با یکدیگر برابر شود آنکه شعاع یون‌های سازندهٔ آن کوچکتر است، دارای چگالی بار بیشتری بوده، انرژی فروپاشی شبکه آن بیشتر و نقطهٔ ذوب آن بالاتر است.

نقطهٔ ذوب: $\underset{۱+۲=۳}{Na_۲O} > \underset{۱+۲=۳}{K_۲S}$

چون شعاع $Na^+ < K^+$ و همچنین شعاع $O^{۲-} < S^{۲-}$ است.



https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=6960413;a145=false;a24=null
5/20/24, 01:36
Page 105 of 124

**۴۶ . معادلهٔ فروپاشی شبکه مقدار انرژی لازم برای فروپاشی یک مول از شکبهٔ بلور جامد ترکیب یونی و تولید یون‌های سازندهٔ گازی آن‌ها است. این فرآیند گرماگیر بوده و انرژی جذب می‌کند.**

**ایرادها:**

**۱ – انرژی فروپاشی به‌ازای یک مول ترکیب یونی می‌باشد نه ۲ مول.**

**۲ – در سمت راست واکنش بایستی یون‌های سازنده قرار بگیرند.** $(Mg^{۲+}, O^{۲-})$

**۳ – حالت فیزیکی یون‌های سازنده در سمت راست واکنش باید گازی باشند.**

**بنابراین داریم:**

$$MgO_{(s)} + ۳۷۹۸kJ \rightarrow Mg^{۲+}_{(g)} + O^{۲-}_{(g)}$$

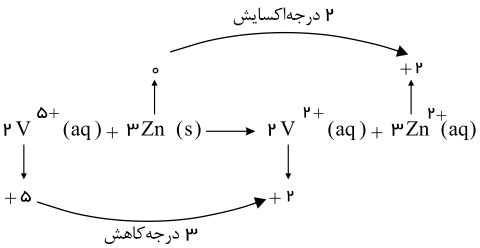
**۴۷ .**

**الف**

$$\text{نسبت بار به شعاع} = \frac{\text{بار یون}}{\text{شعاع یون}} \rightarrow \text{نسبت بار به شعاع} = \frac{۱}{۱۰۲} = ۹/۸ \times ۱۰^{-۳}$$

**ب** **( $MgF_۲$) یکی از ملاک‌های مطرح برای فروپاشی یک ساختار چگالی بار یون است چون در هر دو ساختار از آنیون $F^-$ استفاده شد پس مقایسه بین $Mg$ و $Na$ است و چون شعاع یون $Mg^{۲+}$ کوچک‌تر درنتیجه چگالی آن بیشتر است و سخت‌تر فرو می‌پاشد.**

**۴۸ .**




**تغییر عدد اکسایش فلز وانادیوم در این دو محلول سبب تغییر رنگ محلول گردیده است.**

**در این واکنش عدد اکسایش فلز روی افزایش یافته است بنابراین اکسید شده و نقش آن در واکنش کاهنده است در حالی که عدد اکسایش فلز وانادیوم کاهش یافته بنابراین نقش اکسنده دارد.**

**۴۹ .**

$$\text{کل مسافت طی‌شده توسط ۲۰ خودرو} = \frac{۱۸۰۰۰gCO}{۶} = ۳۰۰۰Km$$

$$\text{مقدار } NO \text{ آزادشده توسط ۲۰ خودرو} = ۳۰۰۰ \times ۱/۰۴ = ۳۱۲۰g$$

**راه دوم:**

$$۱۸kgCO \times \frac{۱۰۰۰g}{۱kg} \times \frac{۱/۰۴gNO}{۶gCO} = ۳۱۲۰gNO$$

**۵۰ . الف)** $\Delta H = Ea - E'a \rightarrow -۵۶۶ = Ea - ۹۰۰ \rightarrow Ea = ۳۳۴kJ$

**ب) سرعت واکنش ۱ < ۲، درنتیجه انرژی فعال‌سازی واکنش (۱) کوچکتر از واکنش ۲ است.**



https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=6960413;a145=false;a24=null
5/20/24, 01:36
Page 107 of 124

پ)

$$۰/۲۲gCO_۲ \times \frac{۱molCO_۲}{۴۴gCO_۲} \times \frac{۵۶۶kJ}{۲molCO_۲} = ۱/۴۱۵kJ$$

$$۰/۲۶gNO \times \frac{۱molNO}{۲۶gNO} \times \frac{۱۸۱kj}{۲molNO} = ۰/۹۰۵kJ$$

انرژی آزادشده در ازای تولید ۰/۲۲ گرم $CO$ در واکنش ۲ بیشتر از مصرف ۰/۲۶ گرم $NO$ در واکنش (۱) است.

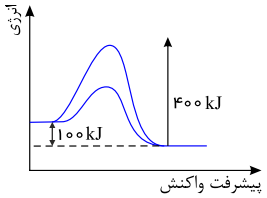
۵۱ .

بدون حضور کاتالیزگر:

$$\Delta H = E_{a_{\text{رفت}}} - E_{\text{برگشت}}$$

$$-۱۰۰ = E_{a_{\text{رفت}}} - ۴۰۰$$

$$E_{a_{\text{رفت}}} = ۳۰۰kJ$$




با حضور کاتالیزگر، انرژی فعال‌سازی برگشت، ۵۰ درصد (۲۰۰ کیلوژول) کاهش یافته است و برابر ۲۰۰ کیلوژول می‌گردد. انرژی فعال‌سازی رفت نیز به همین میزان (۲۰۰ کیلوژول) کاهش می‌یابد و برابر ۱۰۰ کیلوژول می‌گردد.

$E_a$ میزان کاهش $\rightarrow \frac{۲۰۰}{۳۰۰} \times ۱۰۰ = ۶۶/۶۶\%$

۵۲ . $\Delta H$ در هر دو مسیر یکسان است و چون واکنش گرماده است برابر $-۴۰kJ$ است.

مسیر (۱) $\Rightarrow x - ۱۸۰ = -۴۰ \quad \rightarrow x = ۱۴۰$

$x + y = ۲۸۰ \rightarrow y = ۱۴۰$

مسیر (۲) $\rightarrow z - y = -۴۰ \rightarrow z - ۱۴۰ = -۱۴۰ \rightarrow z = ۱۰۰$

۵۳ . $\Delta H$ واکنش در مسیرهای مختلف یکسان است.

$۴۰ - x = y - ۱۷۰ \rightarrow x + y = ۲۱۰$

با مقایسهٔ مسیر ۱ و ۳ می‌توان گفت:

$۲۰۰ - z = ۴۰ - x \rightarrow z - x = ۱۶۰ \rightarrow x = z - ۱۶۰$

$$\underset{\downarrow}{x} \quad + y = ۲۱۰ \rightarrow z + y = ۳۷۰$$
$$z-۱۶۰$$

۵۴ .

**الف** نادرست ⇐ جعبه سیاه هیچ‌کدام از طول موج‌های مرئی را بازتاب نمی‌کند برعکس رنگ سفید همه طول موج‌ها را بازتاب می‌کند.

**ب** درست ⇐ آب و روغن در حالت عادی ترکیب نمی‌شوند؛ اگر ماده‌ای همانند صابون به آن اضافه شود آن را پایدار می‌کند و خواص یک کلوئید را دارا است.

**پ** نادرست ⇐ کتاب درسی صفحه ۹۹ و ۱۰۰ ⇐ آمونیاک فقط برای خودروهای دیزلی وارد مبدل می‌شود.

**ت** نادرست ⇐ غلظت ۱ مولار ⇐ صفحه ۴۷ کتاب درسی

۵۵ . در غیاب کاتالیزگر به‌ازای هر ۱ کیلومتر مسافت $\rightarrow$ $۱٫۰۴ + ۱٫۶۷ + ۵٫۹۹ = ۸٫۷$

در حضور کاتالیزگر $\rightarrow$ $۰٫۰۴ + ۰٫۰۷ + ۰٫۶۱ = ۰٫۷۲$

در هر کیلومتر مانع از خروج این میزان آلاینده می‌شود $\rightarrow$ $۸٫۷ - ۰٫۷۲ = ۷٫۹۸g$

کل مسافت طی‌شده توسط خودروها $\rightarrow$ $۴۰۰۰۰۰۰ \times ۵۰ = ۲۰۰۰۰۰۰۰۰km$

$۲۰۰۰۰۰۰۰۰ \times ۷٫۹۸ = ۱٫۵۹۶٫۰۰۰٫۰۰۰g =$ تن **۱۵۹۶**

۵۶ . آ) به منظور کاهش یا حذف آلاینده‌های خروجی از خودروها

ب) زیرا سطح تماس آلاینده‌ها با این قطعه افزایش می‌یابد.

پ) واکنش $a$ : در خودرو دیزلی، واکنش $b$ : در خودرو بنزینی

۵۷ . کافی است معادلهٔ اول را در ۲ ضرب کنیم و با معادلهٔ سوم جمع کنیم.

$$۲A(g) + ۲B(g) \rightleftharpoons ۶\not{C}(g) \quad \rightarrow K_۱^۲ = ۱۰۰$$
$$\underline{۶\not{C}(g) \rightleftharpoons ۵D(s)} \quad \rightarrow K_۲ = ۵۰$$
$$۲A(g) + ۲B(g) \rightleftharpoons ۵D(s) \quad \rightarrow K = ۱۰۰ \times ۵۰ = ۵۰۰۰$$

$$K = \frac{۱}{[A]^۲[B]^۲} \xrightarrow{\text{واحد}} mol^{-۴} \cdot L^۴$$

۵۸ . اگر واکنش (الف) را برعکس کرده و با واکنش (ب) جمع کنیم، واکنش موردنظر به دست می‌آید.

(برعکس الف): $CO_۲(g) \rightleftharpoons CO(g) + \frac{۱}{۲}O_۲(g) \quad K_۱' = \frac{۱}{۵۰۰}$

(ب): $\underline{C(s) + O_۲(g) \rightleftharpoons CO_۲(g)} \quad K_۲ = ۴۲۰۰۰$

$C(s) + \frac{۱}{۲}O_۲(g) \rightleftharpoons CO(g) \quad K_۳ = K_۱' \times K_۲ = \frac{۱}{۵۰۰} \times ۴۲۰۰۰ = ۸۴$

۵۹ .

**الف** برای نوشتن رابطهٔ تعادل نیاز به داشتن معادلهٔ موازنه شده داریم. با توجه به روند تغییر غلظت‌ها، $A$ و $C$ واکنش‌دهنده‌اند «با گذشت زمان مصرف شده‌اند» و $B$ و $D$ فرآورده‌اند «با گذشت زمان تولید شده‌اند» برای به دست آوردن ضرایب در بازهٔ زمانی ۰ تا ۱۰ از همهٔ مواد دلتا می‌گیریم و تقسیم بر کوچکترین می‌کنیم.

$$\underset{\substack{\downarrow \\ ۰٫۸ \\ ۰٫۴}}{A} + \underset{\substack{\downarrow \\ ۰٫۴ \\ ۰٫۴}}{C} \rightleftharpoons \underset{\substack{\downarrow \\ ۰٫۸ \\ ۰٫۴}}{B} + \underset{\substack{\downarrow \\ ۰٫۴ \\ ۰٫۴}}{D} \mapsto ۲A + C \rightleftharpoons ۲B + D$$

$$\Rightarrow K = \frac{[B]^۲[D]}{[A]^۲[C]} \rightarrow \text{واحد ندارد} = (\frac{mol}{L})^{۳-۳}$$



https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=6960413;a145=false;a24=null
5/20/24, 01:36
Page 111 of 124

**ب** زمان رسیدن به تعادل اولین زمانی است که غلظت‌ها ثابت می‌شوند. ⇐ ۲۰ ثانیه

**پ** غلظت‌های تعادلی را در رابطهٔ $K$ قرار می‌دهیم.

$$K=\frac{(۱)^۲(۰/۵)}{(۲/۱)(۰/۸)^۲}=\boxed{۰/۳۷۲}$$

۶۰ . با توجه به رابطهٔ:

ضرایب واکنش‌دهنده‌ها - ضرایب فرآورده‌ها $(\frac{mol}{L})$ = یکای ثابت تعادل

$$(\frac{mol}{L})^{۷-[۲+n]=۲}\rightarrow \boxed{n=۳}$$

۶۱ . ابتدا غلظت‌های تعادلی را حساب می‌کنیم.

$$۰/۲۳gNO_۲\times\frac{۱molNO_۲}{۴۶gNO_۲}=۰/۰۰۵mol\xrightarrow[\text{حجم ظرف}]{\div ۰/۵}۰/۰۱\frac{mol}{L}$$

$$۰/۴۶gN_۲O_۴\times\frac{۱molN_۲O_۴}{۹۲gN_۲O_۴}=۰/۰۰۵mol\xrightarrow{\div ۰/۵}۰/۰۱\frac{mol}{L}$$

$$K=\frac{[NO_۲]^۲}{[N_۲O_۴]}=\frac{(۰/۰۱)^۲}{۰/۰۱}=\boxed{۰/۰۱}mol\cdot L^{-۱}$$

۶۲ . رابطه ثابت تعادل $K=[NH_۳][H_۲S]$ است و نیازی به مقدار تعادلی $NH_۴HS$ نداریم.

مقدار تعادلی $H_۲S\rightarrow ۰/۱۷gH_۲S\times\frac{۱molH_۲S}{۳۴gH_۲S}=۰/۰۰۵mol\xrightarrow[\text{حجم ظرف}]{\div ۰/۵}۰/۰۱\frac{mol}{L}$

$\rightarrow ۰/۰۱\frac{mol}{L}=[NH_۳]=[H_۲S]$ مقدار تعادلی

$$K=۰/۰۱\times ۰/۰۱=\boxed{۰/۰۰۰۱}$$

۶۳ . برای محاسبهٔ ثابت تعادل کافی است غلظت تعادلی $CO_۲$ را حساب کنیم.

$$K=[CO_۲]$$

$$\text{درصد خلوص}=\frac{\text{مقدار خالص}}{\text{مقدار کل}}\times ۱۰۰\rightarrow ۸۰=\frac{\text{مقدار خالص}}{۱۰۰}\times ۱۰۰\rightarrow ۸۰gCaCO_۳$$

$$۸۰gCaCO_۳\times\frac{۱molCaCO_۳}{۱۰۰gCaCO_۳}=۰/۸molCaCO_۳$$

با فرض کامل بودن واکنش مقدار نظری را به‌دست می‌آوریم.

$$۰/۸molCaCO_۳\times\frac{۱molCO_۲}{۱molCaCO_۳}=۰/۸molCO_۲$$

$$\text{بازده}=\frac{\text{مقدار عملی}}{\text{مقدار نظری}}\times ۱۰۰\Rightarrow ۵۰=\frac{\text{مقدار عملی}}{۰/۸}\times ۱۰۰\rightarrow \text{مقدار عملی}=۰/۴molCO_۲$$

$$[CO_۲]=\frac{۰/۴mol}{\text{حجم ظرف }۰/۵L}=۰/۸\frac{mol}{L}\rightarrow K=۰/۸mol\cdot L^{-۱}$$

۶۴ .

ابتدا معادلهٔ واکنش را به دست می‌آوریم:



https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=6960413;a145=false;a24=null
5/20/24, 01:36
Page 113 of 124

$$\underset{\downarrow}{C(g)} \rightleftharpoons \underset{\downarrow}{A(s)} + \underset{\downarrow}{B(g)}$$
$$\underset{۱}{\downarrow}\quad \underset{۱}{\downarrow}\quad \underset{۱}{\downarrow}$$

برای به دست آوردن ضرایب کافی است تغییرات در یک بازهٔ زمانی مشخص را «صفر تا لحظهٔ تعادل» به‌دست بیاوریم و تقسیم بر کوچکترین کنیم.

| | $۲C(g)$ | $\rightleftharpoons$ | $۲A(s)$ | $+$ | $۳B(g)$ |
|---|---|---|---|---|---|
| مقادیر تعادلی | $۶mol$ | | $۲mol$ | | $۳mol$ |
| غلظت‌های تعادلی | $۲۴\frac{mol}{L}$ | | $-$ | | $۱۲\frac{mol}{L}$ |

$$K = \frac{[B]^۳}{[C]^۲} = \frac{(۱۲)^۳}{(۲۴)^۲} = ۳mol \cdot L^{-۱}$$

**۶۵.**

$$۲SO_۳(g) \rightleftharpoons ۲SO_۲(g) + O_۲(g)$$

| | | | |
|---|---|---|---|
| مقدار اولیه | ۶ | ۰ | ۰ |
| تغییرات | $-۲x$ | $+۲x$ | $+x$ |
| مقادیر تعادلی | $۶-۲x$ | $+۲x$ | $+x$ |

$$۶ - ۲x + ۲x + x = ۷/۵ \rightarrow x = ۱/۵$$

$$K = \frac{[O_۲]\,[SO_۲]^۲}{[SO_۳]^۲}$$

$$O_۲ \rightarrow ۱/۵mol$$
$$SO_۲ \rightarrow ۳mol$$
$$SO_۳ \rightarrow ۳mol$$

$$۳ = \frac{\frac{۱/۵}{V} \times (\frac{۳}{V})^۲}{(\frac{۳}{V})^۲} \rightarrow V = ۰/۵L = ۵۰۰mL$$

**۶۶. مقدار نظری با فرض کامل بودن واکنش به دست می‌آید:**

$$\text{بازدهٔ درصدی} = \frac{\text{مقدار عملی}}{\text{مقدار نظری}} \times ۱۰۰$$

**توجه: با فرض کامل‌بودن واکنش، مقدار نظری را به دست می‌آوریم.**

$$۲molNO \times \frac{۲molNO_۲}{۲molNO} = ۲molNO_۲$$

$$۵۰ = \frac{\text{مقدار عملی}}{۲} \times ۱۰۰ \rightarrow \text{مقدار عملی} = ۱ \rightarrow$$ **همان مقدار تعادلی است.**

| | | $\rightarrow$ | $۲NO$ | $+$ | $O_۲$ | $\rightleftharpoons$ | $۲NO_۲$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| مقادیر تعادلی | $\leftarrow$ | $\underbrace{۲-۲x}_{۱mol}$ | | $۲-x$ | | $۲x$ | |

$$NO = ۰/۵mol \xrightarrow[\text{حجم ظرف}]{\div ۰/۵} ۱\frac{mol}{L}$$

$$O_۲ \Rightarrow ۱/۵mol \xrightarrow[\text{حجم ظرف}]{\div ۰/۵} ۳\frac{mol}{L}$$



https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=6960413;a145=false;a24=null
5/20/24, 01:36
Page 115 of 124

$$NO_۲ = ۱mol \xrightarrow[\text{حجم ظرف}]{\div ۰/۵} ۲\frac{mol}{L}$$

$$K = \frac{[NO_۲]^۲}{[NO]^۲\,[O_۲]}$$

$$K = \frac{(۲)^۲}{(۱)^۲ \times ۱/۵} = ۲/۶۷$$

**۶۷ .**

$$N_۲O_۴(g) \rightleftharpoons ۲NO_۲(g)$$

$$\begin{matrix} N_۲O_۴(g) & \rightleftharpoons & ۲NO_۲(g) \\ ۳-x & & ۲x \end{matrix}$$

$$K = \frac{(۲x)^۲}{۳-x} \Rightarrow ۲\ x \begin{cases} ۱ \rightarrow & \text{قابل‌قبول} & \rightarrow x = ۱ \\ -\frac{۳}{۲} \rightarrow & \text{مقادیر منفی قابل‌قبول نیست} & \end{cases}$$

**همان مقدار عملی** $\rightarrow ۲\frac{mol}{L} \rightarrow$ **مقدار تعادلی** $NO_۲$

**مقدار نظری را با فرض کامل بودن واکنش به دست می‌آوریم:**

$$۳molN_۲O_۴ \times \frac{۲molNO_۲}{۱molN_۲O_۴} = ۶molNO_۲ \rightarrow \text{نظری}$$

$$\text{بازدهٔ درصدی} = \frac{\text{مقدار نظری}}{\text{مقدار عملی}} \times ۱۰۰ = \frac{۲}{۶} \times ۱۰۰ = ۳۳/۳$$

**۶۸ . مقدار نظری را با فرض کامل بودن واکنش به دست می‌آوریم:**

$$۱۰/۲gNH_۴HS \times \frac{۱molNH_۴HS}{۵۱gNH_۴HS} \times \frac{۱molNH_۳}{۱molNH_۴HS} = ۰/۲mol$$

**مقدار عملی همان مقدار تعادلی است.**

$$K = [NH_۳]\,[H_۲S] = [NH_۳] = [H_۲S] \rightarrow [NH_۳]^۲ = ۱۰^{-۴} \Rightarrow [NH_۳] = ۱۰^{-۲}\frac{mol}{L}$$

$$۱۰^{-۲}\frac{mol}{L} \times ۱۰L = ۰/۱molNH_۳ \rightarrow \text{مقدار عملی}$$

$$\text{بازدهٔ درصدی} = \frac{\text{مقدار عملی}}{\text{مقدار نظری}} \times ۱۰۰ = \frac{۰/۱}{۰/۲} \times ۱۰۰ = ۵۰\%$$

**۶۹ .**

$$K = \frac{[AC]}{[AB]} \qquad [AC] = ۲\,[AB]$$



https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=6960413;a145=false;a24=null
5/20/24, 01:36
Page 117 of 124

$$K = \frac{۲\ \cancel{[AB]}}{\cancel{[AB]}} = ۲$$

**۷۰.**

$$K = [CO_۲]\,[H_۲O] = ۴ \times ۱۰^{-۲} \rightarrow [H_۲O]^{۲} = ۴ \times ۱۰^{-۲} \rightarrow [H_۲O] = ۲ \times ۱۰^{-۱}$$

$$۲ \times ۱۰^{-۱}\ \frac{mol}{L} H_۲O \times ۱۰L = ۲molH_۲O \rightarrow$$ در هنگام تعادل

$$۲molH_۲O \times \frac{۲molNaHCO_۳}{۱molHCO} \times \frac{۸۴g\ NaHCO_۳}{۱molNaHCO_۳} = ۳۳۶gNaHCO_۳$$

$$۴۰۰g - ۳۳۶g = ۶۴g\ NaHCO_۳$$

**۷۱.**

$$CaO + ۲HCl \rightarrow CaCl_۲ + H_۲O$$

$$pH = ۳ \rightarrow [H^+] = ۱۰^{-۳} \times ۰/۸L = ۸ \times ۱۰^{-۴} molHCl \times \frac{۱\ molCaO}{۲\ molHCl} = ۴ \times ۱۰^{-۴} molCaO$$

$molCO_۲ = molCaO \Rightarrow molCO_۲ = ۴ \times ۱۰^{-۴}$ مطابق واکنش

$$K = [CO_۲] \rightarrow \frac{۴ \times ۱۰^{-۴}}{۲} = ۲ \times ۱۰^{-۴}\ \frac{mol}{L}$$

**۷۲.**

**الف** با کاهش حجم ظرف واکنش به‌سمتی پیش می‌رود که مقدار مول‌های گاز را کم کند چون در سمت چپ واکنش مقدار مول‌های گاز کمتر است پس واکنش به‌سمت چپ حرکت می‌کند.
تعداد مول‌های $SO_۳(g)$ زیاد می‌شود.

**ب** مقدار ثابت تعادل $k$ تغییری نمی‌کند - زیرا ثابت تعادل $k$ فقط به دما بستگی دارد.

**۷۳.**

**الف** پلی اتن سازنده اصلی برخی لوازم پلاستیکی ⇐ صفحه ۱۲ کتاب درسی خود را بیازمایید. کلرواتان نیز افشانه بی‌حس‌کننده موضعی است.

**ب** لیتیم اکسید در آب باز آرنیوس بوده و کاغذ $PH$ را به رنگ آبی درمی‌آورد.

**پ** دریای الکترونی عاملی است که چیدمان کاتیون‌ها را در شبکه بلوری «فلزها» حفظ می‌کند ⇐ صفحه ۸۲ کتاب درسی بالای صفحه

**ت** ۱ – در جهت مصرف ۲ – ثابت تعادل افزایش
- با کاهش دما واکنش در جهت گرماده و با افزایش دما واکنش در جهت گرماگیر پیش می‌رود.
- با افزایش دما، تعادل در جهت مصرف ۹ پیش می‌رود و با کاهش دما، تعادل در جهت تولید ۹ جا به جا می‌شود.

- واکنش گرماگیر: دما افزایش ⇐ ثابت افزایش؛ دما کاهش ⇐ ثابت کاهش
واکنش گرماده: دما افزایش ⇐ ثابت کاهش؛ دما کاهش ⇐ ثابت افزایش



https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=6960413;a145=false;a24=null
5/20/24, 01:36
Page 119 of 124

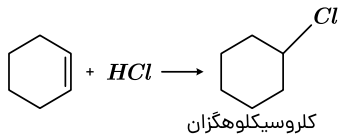
**۷۴ . در شرایط بهینه مقدار تعادلی آمونیاک برابر ۲۸ درصد است.**

$$۲۸ = \frac{x}{۵٫۲ + x} \times ۱۰۰ \rightarrow x = ۲mol\ NH_۳$$

$$۲mol\ NH_۳ \times \frac{۱۷g\ NH_۳}{۱mol\ NH_۳} = ۳۴gNH_۳$$

**۷۵ .**

**الف**




کلروسیکلوهگزان

**ب**

$$CH_۲ = CH - CH_۳ + Br_۲ \rightarrow \underset{Br}{CH_۲} - \underset{Br}{CH} - CH_۳$$

۲،۱– دی‌برموپروپان

**۷۶ .**

$$nC_۸H_۶O_۴ + nC_۲H_۶O_۲ \rightarrow [C_{۱۰}H_۸O_۴]_n + ۲nH_۲O$$

**اتیلن گلیکول ترفتالیک اسید**

**۷۷ . واکنش تولید پلی‌اتیلن ترفتالات:**

$$nC_۸H_۶O_۴ + nC_۲H_۶O_۲ \rightarrow [C_{۱۰}H_۸O_۴]_n + ۲nH_۲O$$

**ترفتالیک اسید اتیلن گلیکول پلی‌اتیلن ترفتالات «مادهٔ آلی» آب «معدنی»**

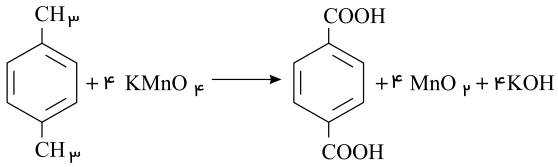
$$C_{۱۰}H_۸O_۴ \text{ جرم} \rightarrow ۱۰(۱۲) + ۸ + ۴(۱۶) = ۱۹۲ \xrightarrow{\times ۱۰۰۰} ۱۹۲۰۰۰$$

$$H_۲O \text{ جرم} \rightarrow ۲۰۰۰ \times ۱۸ = ۳۶۰۰۰$$

$$\frac{۱۹۲۰۰۰}{۱۹۲۰۰۰ + ۳۶۰۰۰} \times ۱۰۰ = ۸۴٫۲\%$$

**۷۸ . آ)**

**ب)**






https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=6960413;a145=false;a24=null
5/20/24, 01:36
Page 121 of 124

$$۵۳ = \frac{\text{خالص}}{۲۰۰} \times ۱۰۰ \rightarrow ۱۰۶gC_۸H_{۱۰}$$

$$۱۰۶gC_۸H_{۱۰} \times \frac{۱molC_۸H_{۱۰}}{۱۰۶gC_۸H_{۱۰}} \times \frac{۴molKOH}{۱molC_۸H_{۱۰}} = ۴molKOH \xrightarrow[\text{حجم ظرف}]{\div ۱۰} ۰/۴\frac{mol}{L}KOH$$

$$[OH^-] = ۰/۴\frac{mol}{L} \rightarrow pOH = -\log ۰/۴ = ۰/۴ \rightarrow pH + pOH = ۱۴ \rightarrow pH = ۱۳/۶$$

پ)

$$۰/۴\frac{mol}{L}NaOH \times ۱۰L = ۲\frac{mol}{L} \times V_{HCl}$$

$$V_{HCl} = ۲L$$

۷۹ .

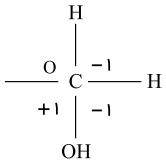
آ) پارازایلن
ب) پتاسیم پرمنگنات غلیظ
پ) ۳−
ت) زیاد

۸۰ .

**الف** اتیلن گلیکول

**ب** محلول رقیق پتاسیم پرمنگنات (صفحه ۱۱۶کتاب درسی)

**پ**




یک پیوند کربن ــ کربن با اکسایش صفر

۲ پیوند کربن ــ هیدروژن با عدد اکسایش ۱ ــ برای کربن

۱ پیوند کربن ــ اکسیژن با عدد اکسایش ۱+ برای کربن

$۰ - ۱ - ۱ + ۱ = -۱$



https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=6960413;a145=false;a24=null
5/20/24, 01:36
Page 123 of 124