

شیمی دوازدهم کنکور سراسری ۱۴۰۰

پاسخ‌های تشریحی

فصل اول

۱- بسیاری از اکسیدهای نافلز از اسید آرنیوس هستند؛ بنابراین در میان ترکیبات داده شده، CO_2 و SO_3 اسید آرنیوس هستند. SO_3 جزء اسیدهای قوی و CO_2 جزء اسیدهای ضعیف است؛ زیرا از انحلال SO_3 و CO_2 در آب، به ترتیب H_2SO_4 و H_2CO_3 تولید می‌شوند. یونش H_2SO_4 در آب کامل و یک طرفه بوده ولی یونش H_2CO_3 در آب ناقص و تعادلی است:

$$\text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq}) \rightarrow \text{H}^+(\text{aq}) + \text{HSO}_4^-(\text{aq})$$

$$\text{H}_2\text{CO}_3(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{H}^+(\text{aq}) + \text{HCO}_3^-(\text{aq})$$

۲- درصد یونش بازهای قوی برابر ۱۰۰٪ است؛ بنابراین درصد یونش باز بسیار قوی YOH برابر ۱۰۰٪ و درصد یونش اسید HX برابر ۵۰٪ است. اکنون pH محلول یک مولار اسید HX را محاسبه می‌کنیم:

$$[\text{H}^+] = M \cdot \alpha = 1 \times 0.5 = 0.5 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$\text{pH} = -\log[\text{H}^+] = -\log[0.5] = 0.3$$

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه (۱): در دمای ثابت، با افزایش غلظت اسید، درصد یونش آن کاهش می‌یابد.
گزینه (۲): همان‌طور که می‌دانید، در محلول‌های اسیدی با هر پی‌اچی، یون هیدروکسید (OH^-) وجود دارد و در محلول‌های بازی با هر پی‌اچی، یون هیدرونیوم (H_3O^+) یافت می‌شود. غلظت یون هیدروکسید در محلول یک اسید با $\text{pH} = a$ ، برابر با غلظت یون هیدرونیوم در محلول یک باز با $\text{pH} = 14 - a$ است.

$$\text{pH} = a \text{ در محلول اسیدی با } \text{pOH} = 14 - \text{pH} = 14 - a \Rightarrow [\text{OH}^-] = 10^{-(14-a)}$$

$$\text{pH} = 14 - a \text{ در محلول بازی با } \text{pH} = 14 - a \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-(14-a)}$$

گزینه (۴): اگر برای محلول یک اسید، pH بین صفر تا ۷ باشد، یعنی حداکثر غلظت H^+ در محلول این اسید می‌تواند یک مولار باشد؛ زیرا در صورتی که غلظت H^+ محلول بیشتر از یک مولار بشود، pH یک عدد منفی خواهد شد؛ بنابراین:

$$\begin{cases} [\text{H}^+] = 1 \text{ mol.L}^{-1} \\ M = 3 \text{ mol.L}^{-1} \end{cases} \Rightarrow [\text{H}^+] = M \cdot \alpha \Rightarrow 1 = 3\alpha \Rightarrow \alpha = 0.33 \text{ (حداکثر مقدار درجه یونش)}$$

هیدروبرمیک اسید، یک اسید قوی با درجه یونش نزدیک به یک بوده و از اسید مدنظر ما قوی‌تر است.

۳- عبارت‌های اول، دوم، چهارم و پنجم درست هستند. اطلاعات مربوط به ۳ محلول اسیدی در جدول زیر آورده شده است: (دقت کنید که در شکل محلول HY ، تعداد یون‌های حاصل از یونش اسید با تعداد یون‌های هیدرونیوم برابر نیست و شکل این محلول به وضوح ایراد دارد!)

اسید	HZ	HY	HX
تعداد مولکول یونیده شده	۲	۶ یا ۸	۱
تعداد مولکول یونیده نشده	۸	۲	۹
درجه یونش	۰/۲	۰/۷۵ یا ۰/۸	۰/۱

بررسی عبارت‌ها:

عبارت اول: محلول HX ، کوچک‌ترین درجه یونش را در میان اسیدها دارد و در نتیجه با توجه به یکسان بودن غلظت محلول هر سه اسید، کمترین قدرت اسیدی را دارد.

عبارت دوم: هر سه اسید درجه یونش کوچک‌تر از یک دارند و یونش آن‌ها در آب به صورت تعادلی است.

عبارت سوم: از آنجا که غلظت اولیه اسید HY و همچنین دما مشخص نشده است، به طور قطعی نمی‌توان قدرت اسیدی اتانوتیک اسید و HY را با یکدیگر مقایسه نمود.

عبارت چهارم: با توجه به جدول رسم شده در ابتدای پاسخ، این عبارت درست است.

عبارت پنجم: با توجه به درجه یونش به دست آمده در جدول بالا، HZ قوی‌تر از HX است و همچنین قدرت اسیدی هیدروفلوئوریک اسید از هیدروسیانیک اسید بیشتر است؛ بنابراین اگر HX هیدروسیانیک اسید باشد، HZ می‌تواند هیدروفلوئوریک اسید باشد.

۴- قسمت اول: غلظت مولی اسیدهای HA و HD را به صورت جداگانه حساب کرده و نسبت آن‌ها را به دست می‌آوریم:

$$\left. \begin{aligned} \text{HA:} [\text{H}^+] &= M_{\text{HA}} \cdot \alpha_{\text{HA}} \Rightarrow 10^{-2} = M_{\text{HA}} \times 10^{-1} \Rightarrow M_{\text{HA}} = 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1} \\ \text{HD:} [\text{H}^+] &= M_{\text{HD}} \cdot \alpha_{\text{HD}} \Rightarrow 10^{-3} = M_{\text{HD}} \times 0.2 \Rightarrow M_{\text{HD}} = 5 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{M_{\text{HA}}}{M_{\text{HD}}} = \frac{10^{-1}}{5 \times 10^{-3}} = 20$$

قسمت دوم: غلظت یون هیدروکسید را در محلول دو اسید به صورت جداگانه محاسبه کرده و نسبت آن‌ها را به دست می‌آوریم:

$$\left. \begin{aligned} \text{HA در محلول:} [\text{OH}^-]_{\text{HA}} &= \frac{10^{-14}}{[\text{H}^+]_{\text{HA}}} = \frac{10^{-14}}{10^{-2}} = 10^{-12} \text{ mol.L}^{-1} \\ \text{HD در محلول:} [\text{OH}^-]_{\text{HD}} &= \frac{10^{-14}}{[\text{H}^+]_{\text{HD}}} = \frac{10^{-14}}{10^{-3}} = 10^{-11} \text{ mol.L}^{-1} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{[\text{OH}^-]_{\text{HA}}}{[\text{OH}^-]_{\text{HD}}} = \frac{10^{-12}}{10^{-11}} = 10^{-1}$$

۵- تست: در این تست، اگر به اشتباه نسبت غلظت مولار اولیه HB به غلظت اولیه HA را به دست آورید و یا نسبت غلظت یون هیدروکسید در محلول HB به HA را محاسبه نمایید، قطعاً گزینه (۱) که همان پاسخ تست است را انتخاب نخواهید کرد.

۶- همه عبارت‌های بیان شده درست هستند. بررسی عبارت‌ها:

عبارت اول: HCl یک اسید قوی و HF یک اسید ضعیف است، با توجه به یکسان بودن حجم محلول‌ها، برای اینکه pH دو محلول یکسان باشد، شمار مول‌های HF حل‌شده در آب باید بیشتر از شمار مول‌های HCl حل‌شده در آب باشد.
عبارت دوم: محلول HCl یک اسید قوی است و تقریباً تمام مولکول‌های HCl در آن به یون تبدیل می‌شوند؛ اما HF یک اسید ضعیف است و بخش عمده‌ای از مولکول‌ها به صورت یونش نیافته در محلول باقی می‌مانند؛ بنابراین شمار مولکول‌ها در محلول هیدروفلوئوریک اسید (محلول II) بیشتر است.
عبارت سوم: با توجه به برابری pH در دو محلول و یکسان بودن حجم دو محلول، غلظت H^+ و در نتیجه غلظت آنیون‌ها در هر دو محلول یکسان است. به علت برابری غلظت یون‌ها در هر دو محلول، رسانایی الکتریکی نیز در دو محلول یکسان می‌باشد.
عبارت چهارم: در بررسی عبارت‌های دوم و سوم، گفته شد که شمار یون‌ها در هر دو محلول با هم برابر است، اما شمار مولکول‌ها در محلول هیدروفلوئوریک اسید (محلول II) بیشتر بوده و به همین دلیل مجموع شمار ذرات در محلول II بیشتر می‌باشد.

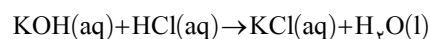
۷- عبارت‌های (ب) و (ت) درست هستند. بررسی عبارت‌های نادرست:

عبارت (الف): شیر نمونه‌ای از کلوتیدها است. عبارت (پ): کلوتیدها پایدار هستند و در صورت ساکن ماندن، ذرات سازنده آن‌ها ته‌نشین نمی‌شوند.
عبارت (ج): همه عبارت‌ها درست هستند. پیش از آنکه به بررسی عبارت‌ها بپردازیم، ابتدا غلظت اولیه محلول KOH که معادل غلظت یون OH^- در محلول است را محاسبه می‌کنیم:

$$[\text{KOH}] = [\text{OH}^-] = \frac{1 \text{ mol KOH}}{56 \text{ g KOH}} \times \frac{0.1 \text{ g KOH}}{100 \text{ mL}} = 0.1 \text{ mol.L}^{-1}$$

بررسی عبارت‌ها:

عبارت اول: معادله موازنه شده واکنش خنثی شدن HCl توسط محلول KOH به صورت زیر است:



روش اول (کسر تبدیل):

$$? \text{ mol HCl} = 25 \text{ mL KOH} \times \frac{1 \text{ L KOH}}{1000 \text{ mL KOH}} \times \frac{0.1 \text{ mol KOH}}{1 \text{ L KOH}} \times \frac{1 \text{ mol HCl}}{1 \text{ mol KOH}} = 2.5 \times 10^{-2} \text{ mol HCl}$$

روش دوم (تناسب):

$$\frac{\text{غلظت مولی} \times \text{لیتر محلول KOH}}{\text{ضریب}} = \frac{\text{mol HCl}}{\text{ضریب}} \Rightarrow \frac{0.1 \times 25 \times 10^{-3}}{1} = \frac{x \text{ mol HCl}}{1} \Rightarrow x = 2.5 \times 10^{-2} \text{ mol HCl}$$

عبارت دوم: در ابتدای پاسخ غلظت یون OH^- را برابر با 0.1 mol.L^{-1} به دست آوردیم. اکنون به کمک رابطه زیر، غلظت H^+ موجود در محلول را

محاسبه کرده و نسبت غلظت OH^- به H^+ را به دست می‌آوریم:

$$[\text{OH}^-] \times [\text{H}^+] = 10^{-14} \Rightarrow 10^{-1} \times [\text{H}^+] = 10^{-14} \Rightarrow [\text{H}^+] = 10^{-13} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$\frac{[\text{OH}^-]}{[\text{H}_3\text{O}^+]} = \frac{10^{-1}}{10^{-13}} = 10^{12}$$

عبارت سوم: با توجه به تک‌عاملی بودن KOH، در محلول KOH غلظت OH^- و K^+ برابر بوده و مساوی 0.1 mol.L^{-1} می‌باشد؛ از این رو مجموع غلظت

$$? \text{ mol ion} = 50 \text{ mL محلول} \times \frac{1 \text{ L محلول}}{1000 \text{ mL محلول}} \times \frac{0.2 \text{ mol ion}}{1 \text{ L محلول}} = 0.01 \text{ mol ion}$$

عبارت چهارم: در محلول اولیه 0.1 mol.L^{-1} گرم پتاسیم هیدروکسید وجود دارد. اگر $1/4$ گرم پتاسیم هیدروکسید دیگر به این محلول اضافه کنیم، جرم پتاسیم هیدروکسید به $2/1$ گرم می‌رسد که ۳ برابر مقدار اولیه 0.1 mol.L^{-1} است و چون پتاسیم هیدروکسید یک باز قوی است، غلظت یون هیدروکسید نیز ۳ برابر می‌شود.

۸-۱ برای حل این تست، غلظت مولی اسیدهای HD و HA پیش از یونش را به ترتیب M_{HD} و M_{HA} در نظر می‌گیریم:

قسمت اول:

$$pH_{HA} = pH_{HD} \Rightarrow [H^+]_{HA} = [H^+]_{HD} \xrightarrow{[H^+] = M\alpha} M_{HA} \alpha_{HA} = M_{HD} \alpha_{HD} \Rightarrow M_{HA} \times 0.12 = M_{HD} \times 0.25 \Rightarrow \frac{M_{HD}}{M_{HA}} = 4/8$$

قسمت دوم:

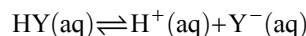
$$[H^+] = M \cdot \alpha = 5 \times 10^{-3} \times 0.12 = 6 \times 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$pH = -\log[H^+] = -\log(6 \times 10^{-4}) = 4 - \log 6 = 4 - \log 2 - \log 3 = 4 - 0.3 - 0.48 = 3.22$$

۹-۴ برای حل این تست، به این نکته توجه کنید که تعادل در واکنش‌های میان اسیدها و بازها همواره از اسید و باز قوی‌تر به سمت اسید و باز ضعیف‌تر جابه‌جا می‌شود. به عبارت دیگر تعادل در سمتی قرار می‌گیرد که اسید و باز ضعیف‌تری وجود دارد. اکنون با توجه به توضیحات داده شده، به بررسی هر تعادل می‌پردازیم.

گزینه (۱): HCl قوی‌تر از HF است؛ بنابراین حرکت این واکنش در جهت برگشت خواهد بود که منجر به تولید اسید ضعیف‌تر یعنی HF می‌شود.
گزینه (۲): H_2SO_4 قوی‌تر از HCN است؛ بنابراین حرکت این واکنش در جهت برگشت خواهد بود که منجر به تولید اسید ضعیف‌تر یعنی HCN می‌شود.
گزینه (۳): HNO_3 قوی‌تر از HNO_2 است؛ بنابراین حرکت این واکنش در جهت برگشت خواهد بود که منجر به تولید اسید ضعیف‌تر یعنی HNO_2 می‌شود.
گزینه (۴): HBr قوی‌تر از CH_3COOH است. در این واکنش برخلاف سه واکنش دیگر، حرکت این واکنش در جهت رفت خواهد بود که منجر به تولید اسید ضعیف‌تر یعنی CH_3COOH می‌شود.

۱۰-۳ معادله یونش اسیدهای ضعیف مانند HY به صورت زیر است:



$$K_a = \frac{[H^+][Y^-]}{[HY]} = \frac{(0.003)(0.003)}{(0.02)} = 4.5 \times 10^{-4}$$

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه (۱): همان‌طور که می‌دانید، هر چه غلظت OH^- در یک محلول بیشتر باشد، pH آن محلول بزرگ‌تر است. مقایسه pH این سه محلول به صورت « اسید معده > آب گازدار > آمونیاک » است؛ بنابراین مقایسه غلظت OH^- در این سه محلول به صورت « اسید معده > آب گازدار > آمونیاک » می‌باشد.

گزینه (۲): معادله یونش HX به صورت $HX(aq) \rightleftharpoons H^+(aq) + X^-(aq)$ است؛ بنابراین:

$$\alpha = \frac{[X^-]}{M_{HX}} \times 100 = \frac{1/6 \times 10^{-2}}{0.1} \times 100 = 1.7\%$$

گزینه (۴): در اسیدها و بازها، هر چه یک اسید یا یک باز ضعیف‌تر باشد، pH آن به عدد ۷ نزدیک‌تر است؛ بنابراین اختلاف pH محلول‌های یک مولار استیک اسید (اسید ضعیف) و آمونیاک (باز ضعیف) کمتر از اختلاف pH محلول‌های یک مولار هیدرویدیک اسید (اسید قوی) و سدیم هیدروکسید (باز قوی) است.

۱۱-۴ براساس نظریه آرنیوس، اسید ماده‌ای است که در اثر حل شدن در آب باعث افزایش غلظت یون H^+ و باز ماده‌ای است که در اثر حل شدن در آب باعث افزایش غلظت یون OH^- می‌شود. Rb_2O یک اکسید فلزی است و در اثر حل شدن در آب باعث افزایش غلظت یون OH^- و در نتیجه کاهش غلظت یون هیدرونیوم می‌شود، در حالی که HCN یک اسید آرنیوس است و با حل شدن در آب باعث افزایش غلظت یون H^+ می‌شود؛ بنابراین غلظت مولی یون هیدرونیوم در محلول آبی Rb_2O کمتر از محلول آبی HCN است. آرنیوس درباره مقایسه قدرت اسیدها و بازها و مقایسه قدرت رسانایی الکتریکی محلول‌ها اظهار نظر نکرده بود؛ بنابراین موارد مطرح شده در گزینه‌های (۱)، (۲) و (۳) با نظریه آرنیوس قابل توجیه نیست.

۱۲-۴ قسمت اول: با توجه به اینکه دما ثابت است، مقدار عددی ثابت تعادل ثابت بوده و تغییری نمی‌کند و چون ثابت تعادل کوچک‌تر از 10^{-3}

است، رابطه $K_a = \frac{M \cdot \alpha^2}{1 - \alpha}$ را می‌توان به صورت $K_a = M \cdot \alpha^2$ در نظر گرفت:

$$M_1 \cdot \alpha_1^2 = M_2 \cdot \alpha_2^2 \xrightarrow{M_2 = 25M_1} \frac{\alpha_2}{\alpha_1} = \sqrt{\frac{M_1}{M_2}} = \sqrt{\frac{1}{25}} = \frac{1}{5} \Rightarrow \alpha_2 = \frac{1}{5} \alpha_1$$

محاسبه درصد تغییرات درجه یونش اسید:

$$\Delta\alpha = \frac{|\alpha_2 - \alpha_1|}{\alpha_1} \times 100 = \frac{|\frac{1}{5}\alpha_1 - \alpha_1|}{\alpha_1} \times 100 = \frac{\frac{4}{5}\alpha_1}{\alpha_1} \times 100 = \frac{4}{5} \times 100 = 80\%$$

قسمت دوم: ابتدا نسبت غلظت H^+ در محلول (۲) به محلول (۱) را محاسبه می‌کنیم:

$$\frac{[H^+]_2}{[H^+]_1} = \frac{M_2 \cdot \alpha_2}{M_1 \cdot \alpha_1} \xrightarrow{M_2 = 25M_1, \alpha_2 = \frac{1}{5}\alpha_1} \frac{25M_1 \times \frac{1}{5}\alpha_1}{M_1 \times \alpha_1} = 5$$

در این فرایند، غلظت H^+ ، ۵ برابر شده است؛ بنابراین pH به میزان ۰/۷ واحد تغییر می‌کند. ($\log 5 = 0.7$)

۱۳ عبارتهای دوم و سوم درست هستند. بررسی عبارت‌ها:

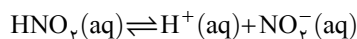
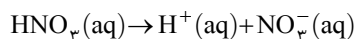
عبارت اول: به‌طور کلی کلوئیدها مخلوط‌هایی کدر هستند که برخلاف محلول‌ها بخشی از نور را از خود عبور نمی‌دهند. عبارت سوم: مقایسهٔ اندازهٔ ذره‌های سازندهٔ انواع مخلوط‌ها به‌صورت «محلول > کلئید > سوسپانسیون» است. عبارت چهارم: آب گل‌آلود نمونه‌ای از سوسپانسیون است. عبارت (مواد حل‌شده) در مورد سوسپانسیون‌ها نادرست است؛ زیرا سوسپانسیون‌ها مخلوط‌هایی ناپایدار و ناهمگن هستند و در آن‌ها مواد در یکدیگر حل نمی‌شوند.

نکته

در زیر، ویژگی‌های انواع مخلوط‌ها آمده است:

ویژگی‌ها	نوع مخلوط	سوسپانسیون‌ها	کلوئیدها	محلول‌ها
ذره‌های سازنده	ذره‌های ریز ماده	توده‌های مولکولی و یونی	یون‌ها یا مولکول‌های مجزا	
ته‌نشین شدن ذره‌ها	ته‌نشین می‌شوند	ته‌نشین نمی‌شوند	ته‌نشین نمی‌شوند	
پایدار بودن یا نبودن	ناپایدار	پایدار	پایدار	
شفاف بودن یا نبودن	غیرشفاف (کدر یا مات)	غیرشفاف (کدر یا مات)	شفاف	
رفتار در برابر نور	نور را پخش می‌کنند	نور را پخش می‌کنند	نور را پخش نمی‌کنند	
همگن یا ناهمگن بودن	ناهمگن	ناهمگن	همگن	

۱۴ نیتریک اسید و نیترو اسید به ترتیب اسیدهای قوی و ضعیف هستند.



جرم آنیون‌های حاصل از یونش هر دو اسید را محاسبه می‌کنیم:

$$1 \text{ L محلول} \times \frac{1 \text{ mol HNO}_3}{1 \text{ L محلول}} \times \frac{1 \text{ mol NO}_3^-}{1 \text{ mol HNO}_3} \times \frac{62 \text{ g NO}_3^-}{1 \text{ mol NO}_3^-} = 62 \text{ g NO}_3^-$$

درجهٔ یونش اسید ضعیف HNO_2 را برابر a در نظر می‌گیریم:

$$1 \text{ L محلول} \times \frac{1 \text{ mol HNO}_2}{1 \text{ L محلول}} \times \frac{a \text{ mol NO}_2^-}{1 \text{ mol HNO}_2} \times \frac{46 \text{ g NO}_2^-}{1 \text{ mol NO}_2^-} = 46a \text{ g NO}_2^-$$

$$\text{اختلاف جرم آنیون‌ها} = 62 - 46a$$

اختلاف جرم آنیون‌های دو محلول برابر $(62 - 46a)$ گرم است. حال اگر $a=1$ باشد، اختلاف جرم آنیون‌ها برابر $1/6$ گرم خواهد شد، اما با توجه به اینکه $a < 1$ است، اختلاف جرم آنیون‌ها قطعاً بیشتر از $1/6$ گرم خواهد بود. **بررسی سایر گزینه‌ها:**

گزینهٔ (۱): نیتریک اسید برخلاف نیترو اسید، اسید قوی‌تری است و در محلول $1/1$ مولار آن، غلظت H^+ بیشتر بوده و در نتیجه واکنش آن با فلز منیزیم سرعت بیشتری نسبت به واکنش نیترو اسید با فلز منیزیم دارد.

گزینهٔ (۳): چون در محلول نیترو اسید شمار اندکی از مولکول‌ها یونش می‌یابند و بقیهٔ مولکول‌ها به‌صورت دست‌نخورده در محلول باقی‌می‌مانند، شمار مولکول‌ها در محلول نیترو اسید بیشتر از محلول نیتریک اسید می‌باشد. در محلول نیتریک اسید تقریباً همهٔ مولکول‌های اسید یونش می‌یابند و به یون تبدیل می‌شوند.

گزینهٔ (۴): در دو محلول اسیدی با غلظت یکسان، چون درجهٔ یونش نیتریک اسید بیشتر بوده و نیتریک اسید، اسید قوی‌تری است، پس $[\text{H}^+]$ در محلول نیتریک اسید بیشتر می‌باشد و این محلول pH کوچک‌تری دارد.

۱۵ قسمت اول: رابطهٔ میان غلظت اولیهٔ اسید، درجهٔ یونش و غلظت H^+ در محلول آن به صورت $[\text{H}^+] = M \cdot \alpha$ است؛ بنابراین:

$$\frac{[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{HA}}}{[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{HD}}} = \frac{M_{\text{HA}} \cdot \alpha_{\text{HA}}}{M_{\text{HD}} \cdot \alpha_{\text{HD}}} \xrightarrow{M_{\text{HA}} = M_{\text{HD}}} \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{HA}}}{[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{HD}}} = \frac{\alpha_{\text{HA}}}{\alpha_{\text{HD}}} = \frac{\lambda}{3/2} = 2/5$$

قسمت دوم: ابتدا غلظت یون H_3O^+ موجود در محلول HA را محاسبه می‌کنیم تا بتوانیم غلظت یون H_3O^+ و pH محلول حاوی اسید HD را به‌دست آوریم:

$$\text{pH}_{\text{HA}} = 4 \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{HA}} = 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$$

از قسمت قبل داریم:

$$\frac{[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{HA}}}{[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{HD}}} = 2/5 \Rightarrow \frac{10^{-4}}{[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{HD}}} = 2/5 \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{HD}} = 4 \times 10^{-5} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$\text{pH}_{\text{HD}} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+] = -\log(4 \times 10^{-5}) = 5 - \log 4 = 5 - 2 \log 2 = 5 - 2 \times (0.3) = 4.4$$

سپس pH محلول ۰/۲ مولار باز قوی و تک عاملی پتاسیم هیدروکسید ($n=1, \alpha=1$) را محاسبه می‌کنیم:

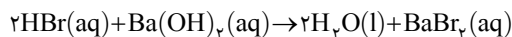
$$[\text{OH}^-] = M.n.\alpha = 0.2 \times 1 \times 1 = 0.2 \text{ mol.L}^{-1} \Rightarrow \text{pOH} = -\log[\text{OH}^-] = -\log(0.2) = 1 - \log 2 = 1 - 0.3 = 0.7$$

$$\text{pH} + \text{pOH} = 14 \Rightarrow \text{pH} = 14 - 0.7 = 13.3$$

$$\frac{\text{pH}_{\text{HD}}}{\text{pH}_{\text{KOH}}} = \frac{4/4}{13.3} = 0.3$$

بنابراین نسبت pH محلول HD به محلول KOH برابر است با:

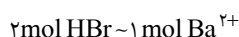
۱۶/۴ معادله موازنه شده واکنش به صورت زیر است:



قسمت اول: روش اول (کسر تبدیل):

$$? \text{ mol Ba}^{2+} = \frac{5/4 \text{ g HBr}}{81 \text{ g HBr}} \times \frac{1 \text{ mol Ba}(\text{OH})_2}{2 \text{ mol HBr}} \times \frac{1 \text{ mol Ba}^{2+}}{1 \text{ mol Ba}(\text{OH})_2} \times \frac{137 \text{ g Ba}^{2+}}{1 \text{ mol Ba}^{2+}} = 4/56 \text{ g Ba}^{2+}$$

روش دوم (تناسب): طبق معادله واکنش، به ازای مصرف ۲ مول HBr، یک مول BaBr₂ تولید می‌شود که محلول در آب است و یک مول Ba²⁺ ایجاد می‌کند؛ بنابراین:



$$\frac{\text{جرم HBr}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{جرم Ba}^{2+}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{5/4}{2 \times 81} = \frac{x \text{ g Ba}^{2+}}{1 \times 137} \Rightarrow x = 4/56 \text{ g Ba}^{2+}$$

قسمت دوم: روش اول (کسر تبدیل):

$$? \text{ mol BaBr}_2 = \frac{5/4 \text{ g HBr}}{81 \text{ g HBr}} \times \frac{1 \text{ mol BaBr}_2}{2 \text{ mol HBr}} = 0.33 \text{ mol BaBr}_2$$

$$\text{غلظت مولی} = \frac{\text{مول حل شونده}}{\text{لیتر محلول}} = \frac{0.33 \text{ mol}}{1.5 \text{ L}} = 0.22 \text{ mol.L}^{-1}$$

روش دوم (تناسب):

$$\frac{\text{جرم HBr}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{غلظت مولی} \times \text{لیتر محلول}}{\text{ضریب}} \Rightarrow \frac{5/4}{2 \times 81} = \frac{\text{غلظت مولی} \times 1.5}{1} \Rightarrow \text{غلظت مولی} = 0.22 \text{ mol.L}^{-1}$$

فصل دوم

۱۷/۱ برای حل این تست، ابتدا جرم اتمی عنصر X را محاسبه می‌کنیم: (جرم اتمی X را در محاسبات x amu در نظر می‌گیریم).

$$\frac{\text{جرم اتم‌های اکسیژن}}{\text{جرم ترکیب}} = \frac{3 \times 16}{(3 \times 16) + (2 \times x)} = \frac{2}{7} \Rightarrow x = 60 \text{ amu}$$

با توجه به اینکه جرم اتمی یک اتم با عدد جرمی آن از لحاظ عددی تقریباً برابر است، عدد جرمی عنصر X برابر ۶۰ می‌باشد. اکنون عدد اتمی عنصر X را به دست می‌آوریم:

$$\begin{cases} n+p=60 \\ n-p=6 \end{cases} \Rightarrow n=33, p=27$$

عنصری با عدد اتمی ۲۷، همان کبالت است که در دوره چهارم جدول تناوبی قرار دارد.

۱۸/۳ نیروی الکتروموتوری (emf) یا E° هر واکنش را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{a) } E^\circ(\text{واکنش}) = E^\circ(\text{کاتد}) - E^\circ(\text{آند}) = -0.28 - (-0.76) = +0.48 \text{ V}$$

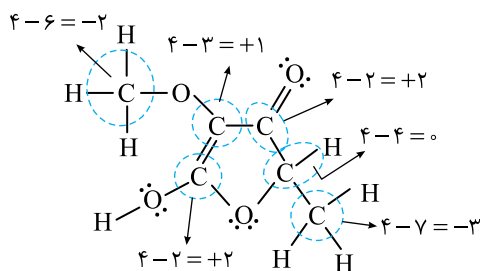
$$\text{b) } E^\circ(\text{واکنش}) = E^\circ(\text{کاتد}) - E^\circ(\text{آند}) = -0.28 - 0.8 = -1.08 \text{ V}$$

$$\text{c) } E^\circ(\text{واکنش}) = E^\circ(\text{کاتد}) - E^\circ(\text{آند}) = 0.8 - (-0.76) = +1.56 \text{ V}$$

$$\text{d) } E^\circ(\text{واکنش}) = E^\circ(\text{کاتد}) - E^\circ(\text{آند}) = +0.34 - (-0.28) = +0.62 \text{ V}$$

در میان واکنش‌های داده شده، واکنش‌های (a)، (c) و (d) در جهت طبیعی پیش می‌روند ولی در میان آن‌ها فقط واکنش c است که emf آن بزرگ‌تر یا مساوی ۱/۵V بوده و می‌تواند ولتاژ برق‌کافت محلول الکترولیت مورد نظر را تأمین کند.

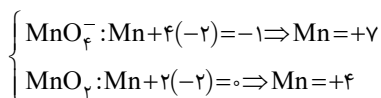
۱۹ اعداد اکسایش اتم‌های کربن ترکیب به صورت زیر است:



اتم‌های کربن در این ترکیب، پنج عدد اکسایش مختلف $(+2)$ ، $(+1)$ ، صفر، (-2) و (-3) دارند.

۲۰ عبارت‌های اول، دوم و سوم درست هستند. بررسی عبارت‌ها:

عبارت اول: در این واکنش عدد اکسایش منگنز از $(+7)$ در MnO_4^- به $(+4)$ در MnO_2 رسیده است؛ بنابراین MnO_4^- اکسنده است.



عدد اکسایش ید از (-1) در I^- به (صفر) در I_2 رسیده است؛ بنابراین I^- کاهنده است.

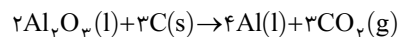
عبارت دوم: عدد اکسایش Mn در MnO_4^- و MnO_2 را در قسمت قبل محاسبه کردیم. همانطور که ملاحظه کردید، در این واکنش عدد اکسایش Mn ۳ واحد تغییر کرده و به $(+4)$ رسیده است.

عبارت سوم: در این واکنش به ازای مصرف ۲ مول یون MnO_4^- که گونه اکسنده است، ۶ مول یون I^- با از دست دادن ۶ مول الکترون به ۳ مول I_2 تبدیل شده است.

عبارت چهارم: به ازای مصرف هر مول گونه کاهنده (یون I^-)، یک مول الکترون مبادله شده و نیم‌مول نافلز (I_2) تولید می‌شود.

۲۱ همه مطالب بیان شده، درست است. بررسی عبارت‌ها:

عبارت اول: مطابق واکنش زیر، در فرایند هال، گاز کربن دی‌اکسید تولید می‌شود که یکی از مهم‌ترین گازهای گلخانه‌ای است.



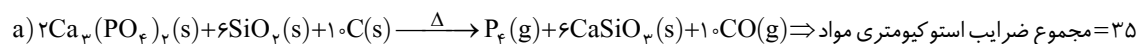
عبارت دوم: آلومینیم یک فلز فعال است و اکسید آن یک ماده متراکم و چسبنده است.

عبارت سوم: در سلول‌های الکترولیتی، آند و کاتد می‌توانند از یک جنس باشند. برای نمونه در فرایند هال، آند و کاتد از جنس گرافیت هستند.

عبارت چهارم: قوی‌ترین عنصرهای اکسنده، فلوئور و اکسیژن هستند که در سمت راست جدول تناوبی جای دارند.

عبارت پنجم: از فرایند برق‌کافت ترکیب‌های یونی برای تهیه فلزهای فعال (مانند آلومینیم) و از برق‌کافت آب برای تهیه گاز هیدروژن استفاده می‌شود. این موارد نمونه‌هایی از کاربردهای برق‌کافت هستند.

۲۲ معادله موازنه شده واکنش‌های a و d به صورت زیر است: (دقت کنید که برای موازنه این دو واکنش می‌توانید از روش واری استفاده کنید و نیازی به استفاده از روش اکسایش-کاهش نیست!)



تفاوت مجموع ضرایب استوکیومتری مواد در واکنش‌های (a) و (d) برابر 24 ($35 - 11$) است. واکنش‌های a و c ، از نوع واکنش‌های اکسایش-کاهش هستند؛ زیرا در آن‌ها گونه عنصری وجود دارد. واکنش‌های (b) و (d) از نوع اکسایش-کاهش نیستند؛ زیرا عدد اکسایش هیچ اتمی در آن‌ها تغییر نمی‌کند.

۲۳ عبارت‌های اول، دوم و سوم درست هستند. بررسی عبارت‌ها:

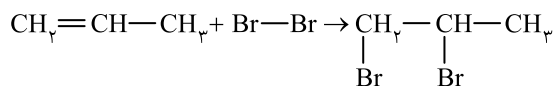
عبارت اول: سوزاندن گاز هیدروژن در موتور درون‌سوز، بازدهی نزدیک به 20% درصد و اکسایش آن در سلول سوختی بازدهی نزدیک به 60% درصد دارد.

عبارت دوم: واکنش‌های انجام‌شده در سلول‌های گالوانی، خودبه‌خودی و گرماده هستند؛ به همین دلیل فرآورده‌ها از واکنش‌دهنده‌ها پایدارتر هستند.

عبارت سوم: E° منگنز کوچک‌تر از E° پلاتین است؛ پس در سلول گالوانی $(\text{Mn}-\text{Pt})$ ، منگنز آند سلول را تشکیل می‌دهد و در سطح آن نیم‌واکنش اکسایش رخ می‌دهد.

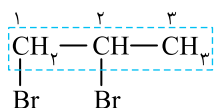
عبارت چهارم: در برخی از واکنش‌های اکسایش-کاهش هیچ اتم فلزی شرکت ندارد، مثلاً واکنش‌های سوختن هیدروکربن‌ها نمونه‌ای از واکنش‌هایی هستند که در آن‌ها هیچ اتم فلزی وجود ندارد که بخواهد اکسایش یابد. مثال نقض دیگر، اینکه در برخی از واکنش‌های اکسایش-کاهش، یک کاتیون فلزی اکسایش پیدا می‌یابد. (مانند تبدیل Fe^{2+} به Fe^{3+} در فرایند اکسایش $\text{Fe}(\text{OH})_2$ توسط گاز اکسیژن در محیط مرطوب)

۲۴ همه عبارت‌ها درست هستند. معادله ساختاری واکنش انجام شده به صورت زیر است:



بررسی عبارت‌ها:

عبارت اول: نام آیوپاک ترکیب به دست آمده، « ۱، ۲-دی‌برمو پروپان » است.

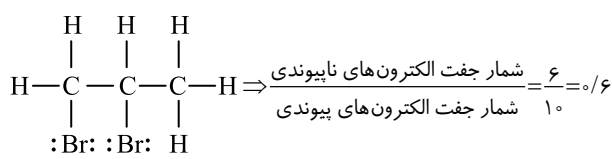


عبارت دوم: در این ترکیب، عدد اکسایش اتم‌های کربن متفاوت است ولی چون مجموع عدد اکسایش اتم‌های کربن خواسته شده است، می‌توانیم از روش جبری آن را به دست آوریم:

$$\text{C}_3\text{H}_6\text{Br}_2 \Rightarrow 3\text{C} + 6(+1) + 2(-1) = 0 \Rightarrow 3\text{C} = -4$$

عبارت سوم: معمولاً در ترکیب‌های شیمیایی، نافلزها به آرایش گاز نجیب هم‌دوره خود می‌رسند؛ بنابراین در این ترکیب کربن به آرایش $1s^2$ ، هیدروژن به آرایش $1s^2$ و برم به آرایش $4s^2$ رسیده است.

عبارت چهارم: با توجه به ساختار لوویس $\text{C}_3\text{H}_6\text{Br}_2$ که به صورت زیر است، در هر مولکول از این ترکیب، ۶ جفت الکترون ناپیوندی و ۱۰ جفت الکترون پیوندی وجود دارد.



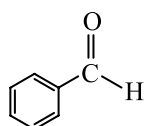
۲۵ عبارت‌های دوم، سوم و چهارم درست هستند. بررسی عبارت‌ها:

عبارت اول: فرمول مولکولی متانواتیک اسید به صورت HCOOH یا CH_2O_2 است.

عبارت دوم: الکل‌هایی که مولکول آن‌ها تا پنج کربن دارد، محلول در آب هستند.

عبارت سوم: با افزایش طول زنجیر کربنی کربوکسیلیک اسیدها، از قدرت اسیدی آن‌ها کاسته می‌شود. به عنوان نمونه، استیک اسید، ثابت یونس اسیدی (K_a) کوچک‌تری نسبت به فورمیک اسید دارد.

عبارت چهارم: یکی از ترکیب‌های آلی موجود در بادام، بنزالدهید است که در ساختار آن گروه عاملی آلدهیدی وجود دارد. فرمول ساختاری بنزالدهید به صورت زیر است.



۲۶ واکنشی که نیروی الکتروموتوری (emf) یا E° بزرگ‌تر از صفر داشته باشد، در جهت طبیعی پیش می‌رود. محاسبه E° واکنش‌ها:

$$\text{الف) } E^\circ(\text{واکنش}) = E^\circ(\text{کاتد}) - E^\circ(\text{آند}) = E^\circ(\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}) - E^\circ(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) = -0.44 - 0.34 = -0.78\text{V} \quad \times$$

$$\text{ب) } E^\circ(\text{واکنش}) = E^\circ(\text{کاتد}) - E^\circ(\text{آند}) = E^\circ(\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}) - E^\circ(\text{V}^{2+}/\text{V}) = -0.44 - (-1.2) = +0.76\text{V} \quad \checkmark$$

$$\text{پ) } E^\circ(\text{واکنش}) = E^\circ(\text{کاتد}) - E^\circ(\text{آند}) = E^\circ(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) - E^\circ(\text{V}^{2+}/\text{V}) = +0.34 - (-1.2) = +1.54\text{V} \quad \checkmark$$

$$\text{ت) } E^\circ(\text{واکنش}) = E^\circ(\text{کاتد}) - E^\circ(\text{آند}) = E^\circ(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) - E^\circ(\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}) = +0.34 - (-0.76) = +1.1\text{V} \quad \checkmark$$

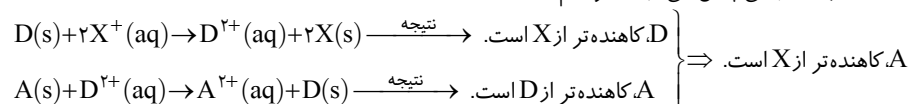
واکنش‌های (ب)، (پ) و (ت) در جهت طبیعی پیش می‌روند و E° سلول در واکنش (پ) بزرگ‌تر از E° سایر واکنش‌هاست.

۲۷ عبارت‌های اول، دوم و چهارم نادرست است. بررسی عبارت‌ها:

عبارت اول: با توجه به اینکه واکنش در جهت طبیعی پیش می‌رود، خاصیت کاهندگی بیشتری نسبت به D دارد؛ بنابراین $E^\circ(\text{A}^{2+}/\text{A}(\text{s}))$ کوچک‌تر از $E^\circ(\text{D}^{2+}/\text{D}(\text{s}))$ است و در سری الکتروشیمیایی A پایین‌تر از D قرار دارد.

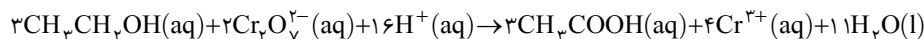
عبارت دوم: با توجه به اینکه این واکنش در جهت طبیعی پیش می‌رود، پس می‌توان آن را در سلول گالوانی انجام داد. در این واکنش گونه D^{2+} به کاهش یافته است، پس الکتروکاتود $\text{D}^{2+}/\text{D}(\text{s})$ ، کاتد سلول گالوانی بوده و قطب مثبت آن است.

عبارت سوم: با توجه به اینکه دو واکنش داده شده در جهت طبیعی پیش می‌روند، خواهیم داشت:



با توجه به اینکه A کاهنده قوی‌تری نسبت به X است، پس واکنش $\text{A} + \text{X}^+ \rightarrow \dots$ در جهت طبیعی پیش می‌رود. عبارت چهارم: با توجه به مشخص نبودن قدرت کاهندگی Y نسبت به A و X، نمی‌توان این عبارت را کاملاً درست در نظر گرفت؛ زیرا اگر E° گونه Y کوچک‌تر از A و D باشد، عبارت نادرست خواهد بود.

عبارت‌های اول، دوم و چهارم درست هستند. معادله موازنه شده این واکنش به صورت زیر است:

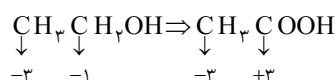


بررسی عبارت‌ها:

عبارت اول: در این واکنش عدد اکسایش کروم در $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ کاهش و عدد اکسایش کربن در $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ افزایش یافته است؛ بنابراین $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ گونه اکسنده و $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ گونه کاهنده است. با توجه به ضرایب استوکیومتری در این واکنش، به ازای مصرف ۲ مول گونه اکسنده ($\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$)، ۳ مول گونه کاهنده ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$) مصرف می‌شود.

عبارت دوم: در این واکنش عدد اکسایش کروم از (+۶) در $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ به (+۳) در Cr^{3+} کاهش یافته است؛ بنابراین $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ گونه اکسنده و Cr^{3+} گونه کاهش‌یافته آن است. مجموع ضرایب استوکیومتری $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ و Cr^{3+} برابر ۶ (+۲) می‌باشد.

عبارت سوم: در تبدیل $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ به Cr^{3+} ، عدد اکسایش هر اتم کروم از (+۶) به (+۳) تغییر می‌کند و چون ۲ اتم کروم در این ترکیب وجود دارد، در تبدیل هر مول $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ به Cr^{3+} ، شش مول الکترون جذب می‌شود. در مورد گونه کاهنده، نیز باید گفت که در تبدیل $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ به CH_3COOH ، عدد اکسایش یکی از اتم‌های کربن از (-۱) به (+۳) تغییر می‌کند و عدد اکسایش اتم کربن دیگر اصلاً تغییر نمی‌کند، پس در این فرایند به ازای اکسایش یک مول $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ ، ۴ مول الکترون آزاد می‌شود.



$$\frac{\text{مجموع ضرایب استوکیومتری واکنش دهنده‌ها}}{\text{ضریب استوکیومتری استیک اسید}} = \frac{3+2+16}{3} = \frac{21}{3} = 7$$

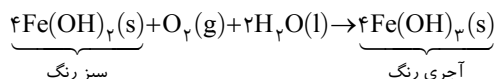
عبارت چهارم: با توجه به معادله موازنه شده واکنش داریم:

۲۹ ۴ بررسی عبارت‌ها:

عبارت اول: فلز آلومینیم ($\text{Al}(\text{s})$) کاهنده‌تر از فلز طلا ($\text{Au}(\text{s})$) است و تمایل بیشتری به از دست دادن الکترون و اکسید شدن دارد.

عبارت دوم: در هر دو سلول، آند محل انجام نیم‌واکنش اکسایش و کاتد محل انجام نیم‌واکنش کاهش است.

عبارت سوم: فرایند اکسایش آهن (II) هیدروکسید به صورت زیر بوده و طی این واکنش رنگ رسوب از سبز به آجری تغییر می‌کند.



عبارت چهارم: نقره در سری الکتروشیمیایی بالاتر از آهن قرار گرفته است؛ بنابراین در واکنش میان Fe و Ag^+ ، آهن الکترون از دست داده و به Fe^{2+} تبدیل می‌شود و Ag^+ الکترون دریافت کرده و به Ag تبدیل می‌شود. این واکنش به صورت خودبه‌خودی انجام می‌شود.

۳۰ ۳ عبارت‌های (پ) و (ت) درست است. بررسی عبارت‌ها:

عبارت (الف): نیم‌واکنش اکسایش در برقافت آب به صورت $2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{O}_2(\text{g}) + 4\text{H}^+(\text{aq}) + 4\text{e}^-$ است؛ بنابراین در آند گاز اکسیژن آزاد می‌شود.

عبارت (ب): خصلت نافلزی کلر از برم بیشتر است و در نتیجه کلر خاصیت اکسندگی بیشتری نسبت به برم دارد؛ بنابراین تمایل کلر برای گرفتن الکترون بیشتر از برم است و در رقابت برای گرفتن الکترون برنده می‌شود.

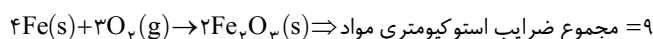
عبارت‌های (پ) و (ت): در رقابت برای کاهش یافتن، گونه‌ای که پتانسیل کاهش‌ی استاندارد (E°) بزرگ‌تری دارد، یعنی اکسنده قوی‌تری است، زودتر در کاتد کاهش می‌یابد. هم‌چنین در رقابت آندی، گونه‌ای که پتانسیل کاهش‌ی استاندارد (E°) کوچک‌تری دارد، یعنی کاهنده قوی‌تری است، زودتر در آند اکسایش می‌یابد.

۳۱ ۴

نکته

برای محاسبه تعداد الکترون‌های مبادله شده در واکنش اکسایش - کاهش می‌توان از یکی از فرمول‌های زیر استفاده کرد:
 زیروند × ضریب × تغییر عدد اکسایش کاهنده = زیروند × ضریب × تغییر عدد اکسایش اکسنده = تعداد الکترون‌های مبادله شده

معادله موازنه شده این واکنش به صورت زیر است:



در این واکنش عدد اکسایش اتم آهن ۳ واحد تغییر کرده است. با توجه به فرمول بالا، طی این واکنش ۱۲ مول الکترون ($3 \times 4 \times 1$) مبادله می‌شود.

نکته

آنتالپی فروپاشی ترکیبات یونی به بار و شعاع یون‌ها بستگی دارد، به طوری که هر چه بار یون‌ها بیشتر و شعاع یون‌ها کمتر باشد، آنتالپی فروپاشی شبکه بلور بیشتر خواهد بود. به منظور مقایسه آنتالپی فروپاشی دو یا چند ترکیب یونی ابتدا به مجموع بار آنیون و کاتیون توجه می‌کنیم و در صورت مشابه بودن مجموع بار یون‌ها، شعاع یونی را مد نظر قرار می‌دهیم.

بررسی گزینه‌ها: گزینه (۱): بار یون‌ها در MgO بیشتر از سه ترکیب دیگر است، پس MgO بیشترین آنتالپی فروپاشی شبکه را دارد و در میان سه ترکیب دیگر که بار یون‌های آن‌ها یکسان است، شعاع یونی Cl^- کمتر از Br^- است، پس آنتالپی فروپاشی NaCl بیشتر از NaBr است. همچنین شعاع یونی کاتیون Na^+ کمتر از Rb^+ است؛ از این رو آنتالپی فروپاشی NaBr از RbBr بیشتر است. مقایسه آنتالپی فروپاشی این چهار ترکیب در زیر آمده است ولی شما فقط با مقایسه آنتالپی فروپاشی NaCl و NaBr می‌توانستید به نادرستی این گزینه پی ببرید.

مقایسه آنتالپی فروپاشی: $\text{MgO} > \text{NaCl} > \text{NaBr} > \text{RbBr}$

گزینه (۲): بار یون‌ها در Na_2O بیشتر از سه ترکیب دیگر است؛ از این رو Na_2O بیشترین آنتالپی فروپاشی شبکه را دارد و در میان سه ترکیب دیگر که بار آنیون و کاتیون در آن‌ها مشابه است، شعاع یونی F^- کمتر از Br^- است، پس آنتالپی فروپاشی LiF بیشتر از LiBr می‌باشد. برای مقایسه آنتالپی فروپاشی NaCl و LiBr دقت کنید که شعاع کاتیون در LiBr کمتر و شعاع آنیون در NaCl کمتر است؛ بنابراین به سادگی نمی‌توان آنتالپی فروپاشی این دو ترکیب را مقایسه نمود ولی چون تفاوت شعاع یونی در کاتیون‌ها بیشتر از آنیون‌ها است، می‌توان نتیجه گرفت که آنتالپی فروپاشی LiBr از NaCl بیشتر است. مقایسه آنتالپی فروپاشی چهار ترکیب به صورت زیر است ولی شما با مقایسه آنتالپی فروپاشی Na_2O و LiF می‌توانستید به نادرستی این گزینه پی ببرید.

مقایسه آنتالپی فروپاشی: $\text{Na}_2\text{O} > \text{LiF} > \text{LiBr} > \text{NaCl}$

گزینه (۳): بار آنیون و کاتیون در هر چهار ترکیب یکسان است و با توجه به اینکه کاتیون‌ها و آنیون‌ها در همه ترکیب‌ها متفاوت است، مقایسه آنتالپی فروپاشی آن‌ها کار ساده‌ای نیست ولی برای پی بردن به نادرستی این گزینه کافی است به دو ترکیب KF و NaI توجه کنید. در این دو ترکیب شعاع $\text{K}^+ > \text{Na}^+$ و شعاع $\text{F}^- < \text{I}^-$ است ولی تفاوت شعاع یونی میان F^- و I^- خیلی بیشتر از Na^+ و K^+ است؛ بنابراین آنتالپی فروپاشی در KF بیشتر از NaI می‌باشد. با همین تحلیل می‌توان آنتالپی فروپاشی سایر گونه‌ها را با یکدیگر مقایسه کرد. مقایسه آنتالپی فروپاشی چهار ترکیب به صورت زیر است ولی شما با مقایسه آنتالپی فروپاشی KF و NaI می‌توانستید به نادرستی این گزینه پی ببرید:

مقایسه آنتالپی فروپاشی: $\text{LiI} > \text{KF} > \text{NaI} > \text{CsCl}$

گزینه (۴): بار آنیون و کاتیون در هر چهار ترکیب یکسان است؛ بنابراین به شعاع یونی توجه می‌کنیم. مقایسه شعاع یونی کاتیون‌ها به صورت $\text{Li}^+ < \text{Na}^+ < \text{K}^+$ و مقایسه شعاع یونی آنیون‌ها به صورت $\text{F}^- < \text{Cl}^- < \text{Br}^- < \text{I}^-$ است. از این رو LiF که کوچک‌ترین یون‌ها را دارد، بیشترین آنتالپی فروپاشی را دارد، سپس LiCl در رتبه دوم، NaBr در رتبه سوم آنتالپی فروپاشی شبکه و KI که بزرگ‌ترین یون‌ها را دارد، دارای کمترین آنتالپی فروپاشی است. مقایسه آنتالپی فروپاشی این چهار ترکیب به صورت مقابل است:

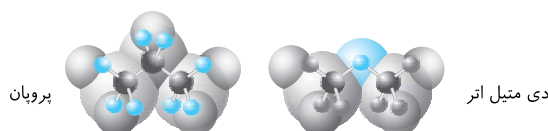
مقایسه آنتالپی فروپاشی: $\text{LiF} > \text{LiCl} > \text{NaBr} > \text{KI}$

بنابراین مقایسه نسبی آنتالپی فروپاشی شبکه بلور در نمودار گزینه (۴) درست است.

۳۳ ۲: در میان یون‌هایی که شمار الکترون‌های برابری دارند، شعاع یونی که شمار پروتون‌های بیشتری دارد، کوچک‌تر است. دو یون Na^+ و O^{2-} شمار الکترون‌های برابری دارند (هر دو ۱۰ الکترون) و یون Na^+ شمار پروتون‌های بیشتری دارد، در نتیجه شعاع یون Na^+ کوچک‌تر از شعاع یون O^{2-} است. (اعداد ۱۳۸ و ۱۴۴ حذف می‌شوند). بین دو عدد ۹۹ و ۵۸ با توجه به اینکه این دو یون شمار الکترون‌ها و شمار لایه‌های الکترونی برابری دارند، عدد ۹۹ گزینه منطقی‌تری برای شعاع یون Na^+ است، چون عدد ۵۸ از نصف شعاع یونی O^{2-} هم کوچک‌تر است.

۳۴ ۱: پروپان یک مولکول ناقطبی و دی‌متیل اتر یک مولکول قطبی است؛ بنابراین پروپان نقطه جوش پایین‌تری دارد و دشوارتر از حالت گاز به مایع تبدیل می‌شود. **بررسی سایر گزینه‌ها:**

گزینه‌های (۲) و (۳): نقشه پتانسیل الکتروستاتیکی این دو مولکول به صورت زیر بوده و مشابه نیستند. در مولکول پروپان، اتم‌های کربن و در مولکول دی‌متیل اتر، اتم‌های کربن و اکسیژن اتم مرکزی هستند. با توجه به رنگ اتم‌ها در این دو مولکول، در پروپان اتم‌های کربن و در دی‌متیل اتر اتم اکسیژن بار جزئی منفی دارند.



گزینه (۴): مولکول‌های پروپان ناقطبی هستند و در میدان الکتریکی جهت‌گیری نمی‌کنند.

۳۵ نسبت شمار آنیون‌ها به کاتیون‌ها در کروم (III) سولفید برابر ۱/۵ است:

$$\text{شمار آنیون} = \frac{\text{شمار کاتیون}}{\text{شمار آنیون}} = \frac{1}{5} \Rightarrow \text{Cr}_2\text{S}_3 \Rightarrow \text{کروم (III) سولفید}$$

اکنون به بررسی هر یک از موارد داده شده در تست می‌پردازیم:

$$\text{شمار آنیون} = \frac{\text{شمار کاتیون}}{\text{شمار آنیون}} = \frac{2}{3} \Rightarrow \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \Rightarrow \text{کلسیم فسفات}$$

$$\text{شمار آنیون} = \frac{\text{شمار کاتیون}}{\text{شمار آنیون}} = \frac{1}{5} \Rightarrow \text{Sc}_2\text{O}_3 \Rightarrow \text{اسکاندیم اکسید}$$

$$\text{شمار آنیون} = \frac{\text{شمار کاتیون}}{\text{شمار آنیون}} = \frac{1}{5} \Rightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \Rightarrow \text{آلومینیم سولفات}$$

$$\text{شمار آنیون} = \frac{\text{شمار کاتیون}}{\text{شمار آنیون}} = \frac{1}{5} \Rightarrow \text{Ga}_2(\text{CO}_3)_3 \Rightarrow \text{گالیم کربنات}$$

$$\text{شمار آنیون} = \frac{\text{شمار کاتیون}}{\text{شمار آنیون}} = \frac{5}{5} \Rightarrow \text{Zn}_2\text{SiO}_4 \Rightarrow \text{روی سیلیکات}$$

$$\text{شمار آنیون} = \frac{\text{شمار کاتیون}}{\text{شمار آنیون}} = \frac{3}{3} \Rightarrow \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \Rightarrow \text{آهن (III) نیترات}$$

۳۶ مقایسه شعاع کاتیون‌های Na^+ ، Mg^{2+} و Al^{3+} به صورت $\text{Na}^+ > \text{Mg}^{2+} > \text{Al}^{3+}$ است. اگر شعاع یون Al^{3+} را برابر ۵۰ pm در نظر بگیریم، اعداد ۶۵ pm و ۹۵ pm برای شعاع یونی Mg^{2+} و Na^+ قابل قبول است. از طرفی شعاع یون Ca^{2+} بزرگ‌تر از شعاع یون Mg^{2+} است، بنابراین اگر شعاع یونی Mg^{2+} را برابر ۶۵ pm در نظر بگیریم، شعاع یونی Ca^{2+} باید عددی بزرگ‌تر از ۶۵ pm باشد و بر این اساس عدد ۵۹ pm که در گزینه (۱) برای شعاع این یون ذکر شده، عددی غیرقابل پذیرش است.

۳۷

نکته

آنتالپی فروپاشی شبکه بلور ترکیب‌های یونی به بار و شعاع یون‌ها بستگی دارد، به طوری که هر چه بار یون‌ها بیشتر و شعاع یون‌ها کمتر باشد، آنتالپی فروپاشی شبکه بلور بیشتر خواهد بود. به منظور مقایسه آنتالپی فروپاشی شبکه بلور دو یا چند ترکیب یونی، ابتدا به مجموع بار آنیون و کاتیون توجه می‌کنیم و در صورت مشابه بودن مجموع بار یون‌ها، شعاع یونی را مد نظر قرار می‌دهیم.

با توجه به توضیحات بالا، چون مجموع بار یون‌ها در هر چهار ترکیب داده شده در گزینه (۲) یکسان است، به بررسی شعاع یون‌ها می‌پردازیم. از آنجا که شعاع یونی $\text{Br}^- > \text{Cl}^-$ و $\text{Rb}^+ > \text{Na}^+$ است می‌توان نتیجه گرفت که آنتالپی فروپاشی NaCl از همه بیشتر و RbBr از همه کمتر می‌باشد. برای مقایسه آنتالپی فروپاشی شبکه NaBr و RbCl نیز باید به این نکته توجه کنید که تفاوت شعاع اتمی Na^+ و Rb^+ بیشتر از تفاوت شعاع اتمی Br^- و Cl^- است؛ پس آنتالپی فروپاشی NaBr بیشتر از RbCl است. مقایسه آنتالپی فروپاشی شبکه بلور چهار ترکیب به صورت $\text{RbBr} < \text{RbCl} < \text{NaBr} < \text{NaCl}$ می‌باشد.

بررسی سایر گزینه‌ها: گزینه (۱): با مقایسه آنتالپی فروپاشی شبکه LiBr و LiCl می‌توانید به نادرست بودن نمودار گزینه (۱) پی ببرید؛ زیرا شعاع اتمی Cl^- کمتر از Br^- است و در نتیجه آنتالپی فروپاشی شبکه بلور LiCl باید بیشتر از LiBr باشد که در نمودار گزینه (۱) این گونه نیست. گزینه (۳): با مقایسه آنتالپی فروپاشی شبکه LiI و NaI می‌توانید به نادرست بودن نمودار گزینه (۳) پی ببرید، زیرا شعاع یونی Li^+ کمتر از Na^+ است و در نتیجه آنتالپی فروپاشی شبکه بلور LiI باید بیشتر از NaI باشد که در نمودار گزینه (۳) این گونه نیست. گزینه (۴): با توجه به متفاوت بودن بار یون‌ها، چون مجموع بار آنیون و کاتیون در MgO و CaO بیشتر از Na_2O است، پس آنتالپی فروپاشی شبکه بلور MgO و CaO باید بیشتر از Na_2O باشد، در صورتی که در نمودار داده شده در گزینه (۴) این گونه نیست.

در زیر مقایسه درست آنتالپی فروپاشی شبکه بلور در گزینه‌های (۱)، (۳) و (۴) ارائه شده است.

$$\text{گزینه (۱): } \text{LiCl} > \text{LiBr} > \text{CsCl} > \text{CsBr}$$

$$\text{گزینه (۳): } \text{LiF} > \text{NaF} > \text{LiI} > \text{NaI}$$

$$\text{گزینه (۴): } \text{MgO} > \text{CaO} > \text{Na}_2\text{O} > \text{NaF}$$

۳۸ عبارت‌های (الف) و (ب) درست هستند. بررسی عبارت‌ها:

عبارت (الف): فرمول مولکولی کربونیل سولفید و استیک اسید به ترتیب، CSO و $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$ است.

$$\text{جرم مولی } \text{CSO} = 12 + 32 + 16 = 60 \text{ g.mol}^{-1}$$

$$\text{جرم مولی } \text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2 = 2(12) + 4(1) + 2(16) = 60 \text{ g.mol}^{-1}$$

عبارت (ب): هر دو مولکول ساختار خطی دارند. $\text{CO}_2 \Rightarrow \ddot{\text{O}}=\text{C}=\ddot{\text{O}}$ $\text{CSO} \Rightarrow \ddot{\text{S}}=\text{C}=\ddot{\text{O}}$

عبارت (پ): ساختار لوویس کربونیل سولفید به صورت $\ddot{\text{S}}=\text{C}=\ddot{\text{O}}$ است. در لایه ظرفیت اتم‌های مولکول کربونیل سولفید، چهار جفت الکترون ناپیوندی وجود دارد.

عبارت (ت): در ساختار مولکول کربونیل سولفید، ۴ و در ساختار مولکول اتین ۵ جفت الکترون پیوندی وجود دارد.

$\text{H}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{H} \Rightarrow$ اتین $\text{S}=\text{C}=\text{O} \Rightarrow$ کربونیل سولفید

۳۹. عبارات‌های (الف) و (ت) درست هستند. بررسی عبارت‌ها:

عبارت (الف): شعاع یونی یون پایدار فلزها از شعاع اتمی آن‌ها کوچک‌تر است؛ بنابراین a می‌تواند یک اتم فلزی و b یون پایدار آن باشد.

عبارت (ب): a و c می‌توانند یک اتم فلزی و یک اتم نافلزی در یک دوره از جدول تناوبی باشند. مثلاً a، لیتیم و c، فلوئور باشد.

عبارت (پ): شعاع یون پایدار نافلزها از شعاع اتمی آن‌ها بزرگ‌تر است؛ بنابراین c می‌تواند یک اتم نافلزی و d یون پایدار آن باشد.

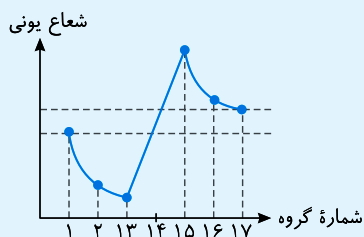
عبارت (ت): a می‌تواند یک فلز از گروه ۱ و c یک نافلز از گروه ۱۷ باشد. در این صورت از واکنش این دو عنصر، یک ترکیب یونی با فرمول ac تولید می‌شود.

نکته

در یک دوره از جدول تناوبی، هر چه بار منفی یون پایدار یک عنصر بیشتر باشد، شعاع بزرگ‌تر است و هر چه بار مثبت یون پایدار یک عنصر بیشتر باشد، شعاع کوچک‌تر است. مقایسه شعاع یونی عناصر دوره سوم جدول دوره‌ای به صورت زیر است:

مقایسه شعاع یونی عناصر دوره ۳: ${}_{15}\text{P}^{3-} > {}_{16}\text{S}^{2-} > {}_{17}\text{Cl}^{-} > {}_{11}\text{Na}^{+} > {}_{12}\text{Mg}^{2+} > {}_{13}\text{Al}^{3+}$

روند تغییر شعاع یونی عناصر دوره سوم جدول دوره‌ای:

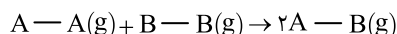


فصل چهارم

۴۰. ابتدا به کمک انرژی فعال‌سازی واکنش رفت و برگشت، آنتالپی واکنش را محاسبه می‌کنیم:

$$\Delta H_{\text{واکنش}} = E_a(\text{رفت}) - E_a(\text{برگشت}) = 562 - 380 = 182 \text{ kJ}$$

از آنجا که مواد شرکت‌کننده در واکنش همگی گاز هستند، به سادگی می‌توان به کمک روش محاسبه آنتالپی واکنش با استفاده از آنتالپی‌های پیوند، آنتالپی پیوند (A — B) را به دست آورد:



معادله واکنش:

$$\Delta H = [\text{مجموع آنتالپی پیوند مواد فراورده}] - [\text{مجموع آنتالپی پیوند مواد واکنش دهنده}] \Rightarrow 182 = [940 + 492] - 2(\text{A} - \text{B}) \Rightarrow \Delta H(\text{A} - \text{B}) = 625 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

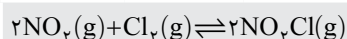
اگر در هنگام محاسبه آنتالپی پیوند A — B، حواستان به ضریب ۲ موجود در معادله نباشد، به اشتباه گزینه (۳) را انتخاب می‌کنید.

۴۱. ابتدا شمار مول‌های اولیه NO_۲ و Cl_۲ را به دست می‌آوریم:

$$\text{NO}_2 \text{ مقدار مول} = 18/4 \text{ g NO}_2 \times \frac{1 \text{ mol NO}_2}{46 \text{ g NO}_2} = 0/4 \text{ mol NO}_2$$

$$\text{Cl}_2 \text{ مقدار مول} = 21/3 \text{ g Cl}_2 \times \frac{1 \text{ mol Cl}_2}{71 \text{ g Cl}_2} = 0/3 \text{ mol Cl}_2$$

در صورت سؤال گفته شده که در حالت تعادل، ۵۰٪ گاز NO_۲ یعنی ۰/۲ مول از این گاز مصرف می‌شود. پس با توجه به ضرایب، نتیجه می‌گیریم که ۰/۱ مول نیز از Cl_۲ مصرف شده و ۰/۲ مول NO_۲Cl تولید شده است. اکنون به کمک جدول تغییرات مول، مول تعادلی گونه‌ها را محاسبه می‌کنیم.



مول اولیه	۰/۴	۰/۳	۰
تغییرات مول	-۰/۲	-۰/۱	+۰/۲
مول تعادلی	۰/۲	۰/۲	۰/۲

اکنون به کمک مقدار مول تعادلی مواد شرکت کننده در تعادل، ثابت تعادل و نسبت مول تعادلی NO_2 به Cl_2 را به دست می آوریم:

$$K = \frac{[\text{NO}_2\text{Cl}]^2}{[\text{NO}_2]^2[\text{Cl}_2]} = \frac{(\frac{0}{4})^2}{(\frac{0}{4})^2(\frac{0}{4})} = 2.0 \text{ L.mol}^{-1}$$

$$\frac{\text{مول تعادلی NO}_2}{\text{مول تعادلی Cl}_2} = \frac{0/2}{0/2} = 1$$

طبق اصل لوشاتلیه، اگر تغییری سبب به هم خوردن یک سامانه تعادلی شود، تعادل در جهتی جابه‌جا می‌شود که با عامل مزاحم مقابله کرده و تا حد امکان اثر آن تغییر را جبران کند؛ بنابراین در واکنش‌های تعادلی گرماگیر، با افزایش دما تعادل در جهت رفت (در جهت تولید فراورده‌ها) جابه‌جا می‌شود تا گرمای اضافه شده را مصرف کند؛ بنابراین تعادل مورد نظر سؤال یک تعادل گرماگیر است. همان‌طور که می‌دانید، در سامانه‌های تعادلی که تعداد مول گازی در دو طرف معادله یکسان نیست، علامت Q در سمتی از معادله قرار می‌گیرد که تعداد مول گازی کمتر است، پس از آنجا که علامت Q در سمت چپ معادله قرار گرفته، تعداد مول گازی فراورده‌ها بیشتر یا برابر واکنش‌دهنده‌ها است. اگر تعداد مول گازی فراورده‌ها بیشتر از واکنش‌دهنده‌ها باشد، کاهش حجم سبب جابه‌جایی تعادل در جهت برگشت می‌شود و اگر تعداد مول گازی واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌ها یکسان باشد، تغییر حجم سامانه بی‌تأثیر است. دقت داشته باشید که در دما و حجم ثابت، افزودن گاز بی‌اثر به سامانه تعادلی، بر غلظت مواد موجود در تعادل بی‌تأثیر است و نمی‌تواند سبب جابه‌جایی تعادل شود. با توجه به توضیحات ارائه شده پاسخ این تست گزینه (۳) می‌شود ولی سازمان سنجش گزینه (۲) را به عنوان پاسخ درست در نظر گرفته است.

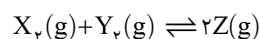
با توجه به نمودارها می‌توان دریافت که ΔH واکنش (II) اندازه بزرگ‌تری نسبت به ΔH واکنش (I) دارد؛ بنابراین گرمای آزاد شده به ازای تشکیل ۲ مول AD در واکنش (I)، کمتر از گرمای آزاد شده به ازای تشکیل یک مول X(g) در واکنش (II) است. بررسی سایر گزینه‌ها: گزینه (۱): انرژی فعال‌سازی، حداقل انرژی لازم برای انجام یک واکنش است. با توجه به اینکه انرژی فعال‌سازی واکنش (II) کمتر از akJ است، در صورت تأمین akJ انرژی، هر دو واکنش (I) و (II) انجام‌پذیر هستند.

گزینه (۲): با توجه به نمودار پیشرفت واکنش (II)، به ازای مصرف ۲ مول E(g) ، bkJ گرما آزاد می‌شود، پس به ازای مصرف یک مول E(g) ، $\frac{\text{b}}{2} \text{ kJ}$ گرما آزاد می‌شود.

$$? \text{ kJ} = 1 \text{ mol E} \times \frac{\text{bkJ}}{2 \text{ mol E}} = \frac{\text{b}}{2} \text{ kJ}$$

گزینه (۳): هر چه اندازه ΔH واکنش‌های گرماده بزرگ‌تر باشد، در آن واکنش، فراورده‌ها پایداری بیشتری نسبت به واکنش‌دهنده‌ها دارند. در واکنش (II) نسبت به واکنش (I)، اندازه ΔH واکنش بزرگ‌تر است؛ بنابراین در واکنش (II) در مقایسه با واکنش (I)، فراورده‌ها (نسبت به واکنش‌دهنده‌ها) پایدارترند.

ابتدا به کمک معادله موازنه شده واکنش و شکل (الف)، ثابت این تعادل را به دست می‌آوریم. (با توجه به برابری مجموع ضرایب استوکیومتری مواد گازی در دو طرف معادله واکنش، می‌توان حجم ظرف را در محاسبات در نظر نگرفت.)



$$K = \frac{[\text{Z}]^2}{[\text{X}_2][\text{Y}_2]} = \frac{(\frac{0}{4})^2}{(\frac{0}{2}) \times (\frac{0}{2})} = 4$$

با توجه به شکل (ب)، داریم:

	$\text{X}_2 + \text{Y}_2 \rightleftharpoons 2\text{Z}$		
مول اولیه	۰/۳	۰/۶	۰
تغییرات مول	-x	-x	+2x
مول تعادلی	۰/۳-x	۰/۶-x	2x

$$K = \frac{[\text{Z}]^2}{[\text{X}_2][\text{Y}_2]} = \frac{4x^2}{(\frac{0}{3}-x)(\frac{0}{6}-x)} = 4 \Rightarrow 4x^2 = 4(\frac{0}{6}-x)(\frac{0}{3}-x) \Rightarrow x^2 = x^2 - \frac{0}{9}x + \frac{0}{18} \Rightarrow \frac{0}{9}x = \frac{0}{18} \Rightarrow x = \frac{0}{2}$$

بنابراین مقدار مول گونه‌ها در سامانه (ب) در حالت تعادل برابر است با:

$$\text{Y}_2 \text{ مول تعادلی} = \frac{0}{6} - \frac{0}{2} = \frac{0}{6}$$

$$\text{X}_2 \text{ مول تعادلی} = \frac{0}{3} - \frac{0}{2} = \frac{0}{6}$$

$$\text{Z مول تعادلی} = 2(\frac{0}{2}) = \frac{0}{2}$$

این تست را با جایگذاری اعداد گزینه‌ها در رابطه تعادل دوم نیز می‌توانید حل کنید.

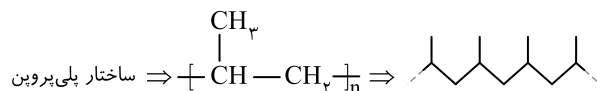


۴۵ ۱ ترفتالیک اسید ($C_8H_6O_4$)، یک اسید دو عاملی با ساختار مقابل است که در تهیه پلیمر PET کاربرد دارد. بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه (۲): ترفتالیک اسید ($C_8H_6O_4$) یک ترکیب قطبی است که می‌تواند با آب پیوند هیدروژنی تشکیل دهد، در حالی که پارازایلن (C_8H_{10}) یک ترکیب ناقطبی است؛ در نتیجه ترفتالیک اسید انحلال‌پذیری بیشتری نسبت به پارازایلن در آب دارد.

گزینه (۳): اتیلن گلیکول را نمی‌توان به‌طور مستقیم از تقطیر نفت خام به‌دست آورد. در صنعت اتیلن گلیکول را از واکنش گاز اتن با محلول آبی و رقیق پتاسیم پرمنگنات تولید می‌کنند.

گزینه (۴): زنجیره مولکولی پلی‌پروپن برخلاف پلی‌اتن بدون شاخه، شاخه‌دار است.



۴۶ ۴ قسمت اول: با توجه به معادله تعادلی داده شده، اگر x مول از CO و H_2O را وارد ظرف کنیم و بازده واکنش 80% باشد، x مول از CO و H_2O مصرف شده و $8x$ مول از CO_2 و H_2 تولید می‌شود؛ بنابراین در جدول تغییر مول داریم:

	$CO(g) + H_2O(g) \rightleftharpoons CO_2(g) + H_2(g)$			
مول آغازی	x	x	0	0
تغییرات مول	$-0.8x$	$-0.8x$	$+0.8x$	$+0.8x$
مول تعادلی	$0.2x$	$0.2x$	$0.8x$	$0.8x$

$$K = \frac{[CO_2][H_2]}{[CO][H_2O]} = \frac{\left(\frac{0.8x}{4}\right) \times \left(\frac{0.8x}{4}\right)}{\left(\frac{0.2x}{4}\right) \times \left(\frac{0.2x}{4}\right)} = 16$$

قسمت دوم: اگر غلظت تعادلی CO_2 برابر 4 mol.L^{-1} باشد، داریم:

$$CO_2 \text{ غلظت تعادلی } Y = \frac{0.8x}{4} = 4 \Rightarrow x = 2 \text{ mol}$$

پس با توجه به اینکه مقدار مول آغازی CO را برابر x در نظر گرفتیم، پس مقدار آن برابر 2 مول است.

۴۷ ۱ تستی اگر در هنگام حل قسمت دوم این تست، به جای غلظت اولیه، مول اولیه CO_2 را برابر 4 قرار دهید، به اشتباه گزینه (۳) را انتخاب خواهید کرد. باید شرایطی مهیا باشد که هم ثابت تعادل بزرگ باشد و هم سامانه با سرعت بیشتری به تعادل برسد. اگر فشار را بالا ببریم، تعادل در جهت تعداد مول گازی کمتر، یعنی در جهت رفت و تولید متانول بیشتر جابه‌جا می‌شود. از طرف دیگر برای انجام شدن واکنش با سرعت مناسب، باید دما بالا باشد؛ زیرا اگر چه علامت Q در سمت راست معادله قرار دارد و بالا بردن دما تا حدودی باعث جابه‌جایی تعادل در جهت برگشت و کوچک شدن ثابت تعادل (K) می‌شود؛ اما سامانه با سرعت بسیار بیشتری به تعادل می‌رسد و در کل متانول بیشتری خواهیم داشت؛ بنابراین انتخاب دما و فشار بالا، مناسب‌ترین شرایط را برای تولید متانول در این تعادل مهیا می‌کند.

۴۸ ۲ عبارتی‌های سوم و چهارم درست هستند. بررسی عبارت‌ها:

عبارت اول: انرژی مورد نیاز برای انجام واکنش، همان انرژی فعال‌سازی است. تفاوت انرژی فعال‌سازی دو واکنش برابر $65 \text{ kJ} (248 - 183)$ است.

عبارت دوم: واکنش (I) گرماگیر است و به ازای مصرف واکنش‌دهنده، سامانه از محیط گرما دریافت می‌کند. (نه اینکه انرژی آزاد شود!) پس برای تعیین درستی یا نادرستی این عبارت، نیازی به انجام محاسبات نیست.

عبارت سوم: انرژی فعال‌سازی واکنش (I) بیشتر از انرژی فعال‌سازی واکنش (II) است؛ بنابراین در شرایط یکسان، سرعت واکنش (I) در جهت رفت (سرعت تشکیل گاز D_2) کمتر از سرعت واکنش (II) در جهت رفت (سرعت مصرف گاز D_2) است.

عبارت چهارم: هر دو واکنش گرماگیر $\Delta H > 0$ هستند، بنابراین:

$$\Delta H = [\text{مجموع آنتالپی پیوندها در مواد فراورده}] - [\text{مجموع آنتالپی پیوندها در مواد واکنش‌دهنده}]$$

$$\Rightarrow [\text{مجموع آنتالپی پیوندها در مواد فراورده}] > [\text{مجموع آنتالپی پیوندها در مواد واکنش‌دهنده}]$$

۴۹ ۴ روش اول: برای حل این تست اصلاً نیازی به انجام محاسبات نیست. دقت کنید که با توجه به یکسان بودن ضریب N_2 و O_2 در فراورده، نمودارهای غلظت - زمان این دو ماده روی یکدیگر می‌افتد؛ بنابراین نمودار موجود در گزینه‌های (۱) و (۲) نادرست هستند. هم‌چنین طبق معادله واکنش، تغییر غلظت NO باید دو برابر تغییر غلظت N_2 و O_2 باشد. در گزینه (۴) تغییر غلظت N_2 و O_2 برابر $2/3$ و تغییر غلظت NO برابر $4/6$ ($5 - 0$) می‌باشد. پس نمودار گزینه (۴) پاسخ تست است. پیشنهاد ما این است که این تست را به همین روشی که شرح داده شده حل نمائید، ولی اگر می‌خواهید از مقدار مول NO به غلظت تعادلی گونه‌ها برسید، می‌توانید به روش زیر عمل کنید.

روش دوم: ابتدا جدول تغییر مول مواد شرکت کننده در تعادل را رسم می کنیم:

	$2\text{NO}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{N}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$		
مول اولیه	۱۰	۰	۰
تغییر مول	-۲X	+X	+X
مول تعادلی	۱۰-۲X	X	X

از آنجا که تعداد مول گازی واکنش دهنده با تعداد مول گازی فراورده ها برابر است، در رابطه ثابت تعادل می توانیم به جای غلظت مولی گونه ها، مول تعادلی آن ها را قرار دهیم:

$$K = \frac{[\text{N}_2][\text{O}_2]}{[\text{NO}]^2} = \frac{n(\text{N}_2) \times n(\text{O}_2)}{n(\text{NO})^2} = 49 \Rightarrow \frac{x^2}{(10-2x)^2} = 49 \xrightarrow{\text{جذر}} \frac{x}{10-2x} = 7 \Rightarrow x = 4/6$$

اکنون غلظت مولی تعادلی هر گونه را محاسبه می کنیم:

$$\text{NO غلظت تعادلی} = 10 - 2(4/6) = 8/3 \Rightarrow \text{غلظت تعادلی NO} = \frac{8/3}{2} = 4/3 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$\text{O}_2 \text{ و } \text{N}_2 \text{ غلظت تعادلی} = 4/6 \Rightarrow \text{غلظت تعادلی O}_2 \text{ و } \text{N}_2 = \frac{4/6}{2} = 2/3 \text{ mol.L}^{-1}$$

با توجه به اعداد به دست آمده، نمودار گزینه (۴) صحیح است.

۵۰. در واکنش های گرماگیر که علامت Q در سمت چپ قرار دارد، با افزایش دما، تعادل در جهت رفت جابه جا شده و ثابت تعادل بزرگ تر می شود. بررسی سایر گزینه ها:

گزینه (۲): در دمای ثابت، با تغییر غلظت، حجم و فشار می توان تعادل را جابه جا کرد و پیشرفت واکنش تعادلی را تغییر داد. دقت کنید که این عوامل، سبب تغییر مقدار ثابت تعادل نمی شود، بلکه فقط سبب جابه جایی تعادل می شوند.

گزینه (۳): ثابت تعادل تنها به دما وابسته است و افزایش یا کاهش غلظت مواد، تأثیری بر تغییر ثابت تعادل ندارد.

گزینه (۴): ثابت تعادل تنها با تغییر دما دستخوش تغییر می شود. هم چنین اضافه کردن یک گاز نجیب به سامانه تعادل سبب جابه جایی تعادل نمی شود.

۵۱. عبارات های اول، چهارم و پنجم درست هستند. بررسی عبارت ها:

عبارات های اول و چهارم: واکنش (II) نسبت به واکنش (I) انرژی فعال سازی کمتری دارد؛ بنابراین تشکیل فراورده در واکنش (II) آسان تر از واکنش (I) است و در شرایط مناسب دو واکنش، یک مول O_۲ (فراورده واکنش (II)) سریع تر از یک مول Cl_۲ (فراورده واکنش (I)) تولید می شود.

عبارت دوم: اگر در واکنش (I) از کاتالیزگر استفاده شود، مقدار a کاهش پیدا می کند؛ در نتیجه مقدار (a-b) کوچک تر می شود.

عبارت سوم: آنتالپی واکنش (II) برابر (d-c) است. $\Delta H \text{ واکنش} = E_a(\text{برگشت}) - E_a(\text{رفت}) = d - c$

عبارت پنجم: چون E_a واکنش (I) بیشتر از E_a واکنش (II) است، انرژی مورد نیاز برای انجام واکنش (I) به طور حتم برای انجام واکنش (II) نیز کافی است.