

آزمون‌های جامع فصل اول

پاسخ تشریحی

فصل اول: آزمون جامع ۱

۱ ۲ اختلاف نوترون و پروتون $(n-p=A-Z-Z=A-2Z)$ ، 20% بیشتر از اختلاف نوترون و الکترون $(n-e=A-Z-(Z+2)=A-2Z-2)$ است. پس

$$\frac{A-2Z}{A-2Z-2} = 1/2 \xrightarrow{A-2Z=t} \frac{t}{t-2} = 1/2 \Rightarrow t = 1/2t - 2/4 \Rightarrow 1/2t = 2/4 \Rightarrow t = 1/2 \Rightarrow A-2Z = 1/2$$

از طرفی مجموع تعداد ذرات زیراتمی برابر است با:

$$n+p+e=A-Z+Z+Z+2=A+Z+2=116 \Rightarrow A+Z=114$$

$$\begin{cases} A-2Z=1/2 \\ A+Z=114 \end{cases} \Rightarrow Z=34, A=80$$

از حل دستگاه دو معادله، دو مجهول مقابل، داریم:

بنابراین عنصر مورد نظر $^{80}_{34}\text{Se}$ است که در گروه ۱۶ و دوره ۴ جدول دوره‌ای قرار دارد. $(16+4=20)$

۲ ۴ با توجه به اطلاعات مسئله برای ایزوتوپ چهارم داریم:

$$F_4 = 4(F_1 + F_2 + F_3) \Rightarrow F_1 + F_2 + F_3 + F_4 = 100 \Rightarrow 5(F_1 + F_2 + F_3) = 100 \Rightarrow F_1 + F_2 + F_3 = 20 \Rightarrow F_4 = 80$$

با توجه به اطلاعات مسئله برای ایزوتوپ سوم داریم:

$$F_1 + F_2 + F_3 = 20 \xrightarrow{F_2 = F_1 + F_3} 2F_1 + 2F_3 = 20 \Rightarrow F_1 + F_3 = 10 \Rightarrow F_3 = 10$$

درصد فراوانی ایزوتوپ اول را x و درصد فراوانی ایزوتوپ دوم را $10-x$ را در نظر می‌گیریم:

$$\bar{M} = \frac{M_1 F_1 + M_2 F_2 + M_3 F_3 + M_4 F_4}{F_1 + F_2 + F_3 + F_4} \Rightarrow 87/66 = \frac{84x + 86(10-x) + (87 \times 10) + (88 \times 80)}{100} \Rightarrow x = 2\%$$

روش اول:

$$\bar{M} = M_1 + \frac{F_2}{100}(M_2 - M_1) + \frac{F_3}{100}(M_3 - M_1) + \frac{F_4}{100}(M_4 - M_1) \Rightarrow 87/66 = 84 + \frac{10-x}{100}(2) + \frac{10}{100}(3) + \frac{80}{100}(4) \Rightarrow x = 2\%$$

روش دوم:

$$\frac{F_2}{F_1} = \frac{8}{2} = 4$$

بنابراین فراوانی ایزوتوپ اول و دوم به ترتیب برابر ۲ و ۸ درصد است. پس داریم:

۳ ۱ اتم‌های کربن در اتانول قرار دارند، پس مقدار مول اتانول و سپس جرم آن را محاسبه می‌کنیم:

$$? \text{ g } C_2H_5OH = 1/806 \times 10^{24} \text{ atom C} \times \frac{1 \text{ mol C}}{6/02 \times 10^{23} \text{ atom C}} \times \frac{1 \text{ mol } C_2H_5OH}{2 \text{ mol C}} = 1/806 \text{ mol } C_2H_5OH$$

روش اول:

$$? \text{ g } C_2H_5OH = 1/806 \text{ mol } C_2H_5OH \times \frac{46 \text{ g } C_2H_5OH}{1 \text{ mol } C_2H_5OH} = 37 \text{ g } C_2H_5OH$$

$$\text{مول و جرم مولی: } \frac{\text{جرم ماده}}{\text{جرم مولی}} = \frac{\text{تعداد ذره}}{N_A \times 2} = \frac{\text{مول}}{1} \Rightarrow \frac{x}{46} = \frac{1/806 \times 10^{24}}{6/02 \times 10^{23} \times 2} = \frac{y}{1} \Rightarrow x = 37 \text{ g } C_2H_5OH, y = 1/806 \text{ mol } C_2H_5OH$$

روش دوم:

پس جرم گوگرد دی‌اکسید برابر 32 g (16×2) است. حال مقدار مول این ماده را محاسبه می‌کنیم:

$$? \text{ mol } SO_2 = 32 \text{ g } SO_2 \times \frac{1 \text{ mol } SO_2}{64 \text{ g } SO_2} = 0/5 \text{ mol } SO_2$$

$$SO_2 \text{ درصد مولی} = \frac{\text{مول } SO_2}{\text{مول کل}} \times 100 = \frac{0/5}{0/5 + 1/5} \times 100 = 33/3\%$$

درصد مولی SO_2 که جرم مولی بیشتری دارد، برابر است با:

هر مول SO_2 و هر مول C_2H_5OH به ترتیب دارای دو و یک اتم اکسیژن هستند، پس در این مخلوط یک مول اتم اکسیژن در SO_2 و $1/5$ مول اتم اکسیژن در اتانول وجود دارد و در مجموع $2/5$ مول اتم اکسیژن داریم.

$$\text{مقدار مول اتم اکسیژن در مخلوط} = [1/806 \text{ mol } C_2H_5OH \times \frac{1 \text{ mol O}}{1 \text{ mol } C_2H_5OH}] + [0/5 \text{ mol } SO_2 \times \frac{2 \text{ mol O}}{1 \text{ mol } SO_2}] = 2/5 \text{ mol O}$$

۴ ۴ یون مورد نظر را به صورت $^A_Z A^-$ در نظر می‌گیریم:

$$^A_Z A^- \begin{cases} n=A-Z \\ p=Z \\ e=Z+1 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} n-e=A-2Z-1=2 \\ n+p+e=A+Z+1=55 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} A-2Z=3 \\ A+Z=54 \end{cases} \Rightarrow A=37, Z=17$$

$$n=A-Z=37-17=20$$

پس تعداد نوترون‌ها برابر است با:

۵ ۳ اگر شمار الکترون‌های دو یون $^{37}_{17}Y^{2+}$ و $^{37}_{17}X^-$ با هم برابر باشد و همچنین مجموع پروتون‌های این دو گونه برابر ۳۷ باشد، داریم:

$$\begin{cases} Z_1+1=Z_2-2 \\ Z_1+Z_2=37 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} Z_1-Z_2=-3 \\ Z_1+Z_2=37 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} Z_1=17 \\ Z_2=20 \end{cases}$$

پس عدد اتمی Y برابر ۲۰ است.

$$\begin{cases} n+p=22 \\ n=1/75p \end{cases} \Rightarrow 1/75p+p=22 \Rightarrow 76p=22 \Rightarrow p=8$$

۳۶ عدد جرمی برابر مجموع تعداد پروتون‌ها و نوترون‌های گونه است:

تعداد الکترون‌ها در اتم X برابر 8^+ است؛ زیرا X گونه خنثی است. تعداد نوترون‌های این اتم برابر 14^+ ($1/75 \times 8^+$) است و آخرین عنصر اصلی مقابل این اتم در جدول

مربوط به Ba 56^+ است، پس داریم: $\frac{14^+}{56} = 2/5$

۳۷ F_1 را درصد فراوانی ایزوتوپ سبک‌تر و F_2 را درصد فراوانی ایزوتوپ سنگین‌تر در نظر می‌گیریم:

$$\begin{cases} F_2 = F_1 - 5 \\ F_2 = F_1 - 3 \end{cases} \Rightarrow F_1 + F_2 + F_3 = 100 \Rightarrow F_1 + F_1 - 5 + F_1 - 3 = 100 \Rightarrow 3F_1 = 108 \Rightarrow F_1 = 36$$

$$n = \frac{\Delta t}{T} = \frac{24h}{8h} = 3$$

۱۸ ابتدا تعداد نیم‌عمرها را محاسبه می‌کنیم:

$$m = m_0 \left(\frac{1}{2}\right)^n = m_0 \left(\frac{1}{2}\right)^3 = \frac{m_0}{8} \quad \text{جرم باقی‌مانده} - \text{جرم اولیه} = \text{جرم متلاشی شده} \quad m_0 - \frac{m_0}{8} = \frac{7m_0}{8}$$

روش اول:

$$m_0 \xrightarrow{\text{نیم عمر ۱}} \frac{m_0}{2} \xrightarrow{\text{نیم عمر ۲}} \frac{m_0}{4} \xrightarrow{\text{نیم عمر ۳}} \frac{m_0}{8}$$

روش دوم:

$$m_0 - \frac{m_0}{8} = \frac{7m_0}{8} \Rightarrow \frac{\text{جرم باقی‌مانده}}{\text{جرم متلاشی شده}} = \frac{\frac{m_0}{8}}{\frac{7m_0}{8}} = \frac{1}{7}$$

۲۹ نیم عمر A را محاسبه می‌کنیم:

$$m_A = m_{0A} \left(\frac{1}{2}\right)^{n_A} \Rightarrow 4/5 = 72 \times \left(\frac{1}{2}\right)^{n_A} \Rightarrow 2^{n_A} = 16 \Rightarrow n_A = 4 \quad n_A = \frac{\Delta t}{T_A} \Rightarrow T_A = \frac{\Delta t}{n_A} = \frac{72 \text{ min}}{4} = 18 \text{ min}$$

$$m_B = m_{0B} \left(\frac{1}{2}\right)^{n_B} \Rightarrow 6/8 \times 48 \times \left(\frac{1}{2}\right)^{n_B} \Rightarrow 2^{n_B} = 8 \Rightarrow n_B = 3 \quad n_B = \frac{\Delta t}{T_B} \Rightarrow T_B = \frac{72 \text{ min}}{3} = 24 \text{ min} \quad \text{نیم عمر } B \text{ را محاسبه می‌کنیم:}$$

$$n'_A = \frac{\Delta t}{T_A} = \frac{54 \text{ min}}{18 \text{ min}} = 3, \quad A \text{ جرم متلاشی شده} = m_{0A} - m_A = 72 - 72 \times \left(\frac{1}{2}\right)^3 = 63 \text{ g} \quad \text{جرم متلاشی شده } A \text{ در مدت زمان } 54 \text{ دقیقه برابر است با:}$$

$$n'_B = \frac{\Delta t}{T_B} = \frac{96 \text{ min}}{24 \text{ min}} = 4, \quad B \text{ جرم متلاشی شده} = m_{0B} - m_B = 48 \times \left(\frac{1}{2}\right)^4 = 3 \text{ g} \quad \text{جرم باقی‌مانده } B \text{ در مدت زمان } 96 \text{ دقیقه برابر است با:}$$

$$\frac{\text{جرم متلاشی شده } A}{\text{جرم باقی‌مانده } B} = \frac{63 \text{ g}}{3 \text{ g}} = 21$$

پس داریم:

۳۱۰ جرم اولیه رادیوایزوتوپ‌های A و B را به ترتیب m_{0B} و m_{0A} در نظر می‌گیریم:

$$A \text{ رادیوایزوتوپ: } n = \frac{\Delta t}{T} = \frac{4 \times 60}{120} = 2 \Rightarrow m_A = m_{0(A)} \left(\frac{1}{2}\right)^2 \Rightarrow m_A = \frac{m_{0(A)}}{4}$$

روش اول:

$$A \text{ رادیوایزوتوپ: } m_{0(A)} - m_A = m_{0(A)} - \frac{m_{0(A)}}{4} = \frac{3m_{0(A)}}{4}$$

$$B \text{ رادیوایزوتوپ: } n = \frac{\Delta t}{T} = \frac{4 \times 60}{80} = 3 \Rightarrow m_B = m_{0(B)} \left(\frac{1}{2}\right)^3 \Rightarrow m_B = \frac{m_{0(B)}}{8}$$

اکنون نسبت مقدار اولیه رادیوایزوتوپ B به مقدار اولیه رادیوایزوتوپ A را به دست می‌آوریم:

$$\frac{m_{0(B)}}{m_{0(A)}} = \frac{m_B}{m_A} = \frac{\frac{m_{0(B)}}{8}}{\frac{3m_{0(A)}}{4}} = \frac{m_{0(B)}}{6m_{0(A)}} = 6$$

$$A \text{ رادیوایزوتوپ: } n = \frac{\Delta t}{T} = \frac{4 \times 60}{120} = 2 \Rightarrow m_{0(A)} \xrightarrow{\text{نیم عمر ۱}} \frac{m_{0(A)}}{2} \xrightarrow{\text{نیم عمر ۲}} \frac{m_{0(A)}}{4}$$

روش دوم:

$$B \text{ رادیوایزوتوپ: } n = \frac{\Delta t}{T} = \frac{4 \times 60}{80} = 3 \Rightarrow m_{0(B)} \xrightarrow{\text{نیم عمر ۱}} \frac{m_{0(B)}}{2} \xrightarrow{\text{نیم عمر ۲}} \frac{m_{0(B)}}{4} \xrightarrow{\text{نیم عمر ۳}} \frac{m_{0(B)}}{8}$$

$$m_{\circ}(A) - \frac{m_{\circ}(B)}{4} = \frac{3m_{\circ}(A)}{8} - \frac{m_{\circ}(B)}{8} \Rightarrow \frac{m_{\circ}(B)}{4} = \frac{m_{\circ}(B)}{8} \Rightarrow \frac{m_{\circ}(B)}{m_{\circ}(A)} = 6$$

۱۱۳ در اتم ${}^{2/5}Z X$ ، عدد پروتون، Z ، عدد نوترون و Z عدد الکترون وجود دارد. اگر جرم الکترون را m_e در نظر بگیریم، می‌توانیم بیان کنیم:

$$Z \times m_e = Z m_e$$

$${}^{2/5}Z X = \underbrace{\text{جرم الکترون}}_{\text{می‌توان صرف نظر کرد}} + \text{جرم نوترون} + \text{جرم پروتون} = Z(2000 m_e) + 1/5 Z(2000 m_e) = 5000 Z m_e$$

$$\frac{\text{جرم اتم } {}^{2/5}Z X}{\text{جرم الکترون ها}} = \frac{5000 Z m_e}{Z m_e} = 5000$$

اکنون نسبت جرم اتم ${}^{2/5}Z X$ را به جرم الکترون‌های آن به دست می‌آوریم:

۱۱۲ جرم یک اتم کربن - ۱۲ برابر ۱۲ واحد کربنی یعنی ۱۲ amu است، پس جرم یک اتم کلسیم برابر است با:

$$? g = 1 \text{ atom Ca} \times \frac{1 \text{ atom C}}{12 \text{ atom C}} \times \frac{12 \text{ amu}}{1 \text{ amu}} \times \frac{1/66 \times 10^{-24} g}{1 \text{ amu}} = 6/66 \times 10^{-23} g = 6/66 \times 10^{-n} g \Rightarrow n = 23$$

$$? \text{ amu} = 2/66 \times 10^{-23} g \times \frac{1 \text{ amu}}{1/66 \times 10^{-24} g} = 16 \text{ amu}$$

با توجه به یک اتم X ، جرم آن را بر حسب amu محاسبه می‌کنیم:

بنابراین جرم یک مول CX برابر 28 amu ($12 + 16$) و جرم یک مولکول CX برابر 44 amu ($12 + 2 \times 16$) است. پس نسبت جرم مولکولی CX به CX_2 برابر $28/44$ می‌باشد.

۱۱۳ در این سؤال از جرم الکترون‌ها صرف نظر می‌کنیم و جرم پروتون و نوترون را برابر ۱ amu فرض می‌کنیم.

$$\left. \begin{array}{l} \text{۲۵ اتم } {}^{24}_{12} \text{Mg} \leftarrow ۱۲ \text{ پروتون و } ۱۲ \text{ نوترون} \\ \text{۲ اتم } {}^{25}_{12} \text{Mg} \leftarrow ۱۲ \text{ پروتون و } ۱۳ \text{ نوترون} \\ \text{۳ اتم } {}^{26}_{12} \text{Mg} \leftarrow ۱۲ \text{ پروتون و } ۱۴ \text{ نوترون} \end{array} \right\} \Rightarrow \text{درصد جرمی پروتون‌ها} = \frac{\text{جرم پروتون‌ها}}{\text{جرم کل}} \times 100 \Rightarrow \frac{30 \times 12}{(25 \times 24) + (2 \times 25) + (3 \times 26)} \times 100 \approx 74.9\%$$

$$\bar{M} = \frac{M_1 F_1 + M_2 F_2}{F_1 + F_2} = \frac{(65 \times 30) + (63 \times 50)}{80} = \frac{5100}{80} = 63.75 \text{ amu}$$

۱۱۴ روش اول:

$$\bar{M} = M_1 + \frac{F_2}{100} (M_2 - M_1) \Rightarrow \bar{M} = 63 + \frac{30}{80} (65 - 63) = 63.75 \text{ amu}$$

روش دوم:

۱۱۵ درصد فراوانی سه ایزوتوپ ${}^{3a+4}X$ ، ${}^{4a-3}X$ و ${}^{4a-1}X$ را F_1 ، F_2 و F_3 در نظر می‌گیریم:

$$\left\{ \begin{array}{l} {}^{3a+4}X \quad F_1 \\ {}^{4a-3}X \quad F_2 \\ {}^{4a-1}X \quad F_3 \end{array} \right\} \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} 4a-1-(3a+4)=3 \Rightarrow a=8 \\ F_1-F_2=45 \Rightarrow F_2=F_1-45 \\ F_2=100-F_1-F_3=100-F_1-(F_1-45)=145-2F_1 \end{array} \right. \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} {}^{28}X \quad F_1 \\ {}^{29}X \quad 145-2F_1 \\ {}^{31}X \quad F_1-45 \end{array} \right.$$

$$\bar{M} = \frac{M_1 F_1 + M_2 F_2 + M_3 F_3}{F_1 + F_2 + F_3} \Rightarrow 28/75 = \frac{28 F_1 + 29(145-2F_1) + 31(F_1-45)}{100} \Rightarrow F_1 = 65\%$$

روش اول:

$$\bar{M} = M_1 + \frac{F_2}{100} (M_2 - M_1) + \frac{F_3}{100} (M_3 - M_1) \Rightarrow 28/75 = 28 + \frac{(145-2F_1)}{100} (1) + \frac{(F_1-45)}{100} (3) \Rightarrow F_1 = 65\%$$

روش دوم:

۱۱۶ باید جرم اتمی میانگین کربن و اکسیژن موجود در نمونه را محاسبه کنیم:

$$\bar{M} = \frac{M_1 F_1 + M_2 F_2}{F_1 + F_2}, \quad \bar{C} = \frac{(12 \times 3) + (13 \times 1)}{4} = 12.25 \text{ amu}, \quad \bar{O} = \frac{(16 \times 80) + (17 \times 20)}{100} = 16.2 \text{ amu}$$

روش اول:

$$\bar{M} = M_1 + \frac{F_2}{100} (M_2 - M_1), \quad \bar{M}_C = 12 + \frac{1}{4} (13 - 12) = 12.25 \text{ amu}, \quad \bar{M}_O = 16 + \frac{20}{100} (17 - 16) = 16.2 \text{ amu}$$

روش دوم:

جرم مولکولی میانگین کربن دی‌اکسید موجود در نمونه برابر است با:

$$? \text{ mol C} = 24/0.8 \times 10^{-23} \text{ atom C} \times \frac{1 \text{ mol C}}{6.02 \times 10^{23} \text{ atom C}} = 0.4 \text{ mol C}$$

۱۱۷ روش اول:

$$? \text{ mol C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 = 90 \text{ g C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \times \frac{1 \text{ mol C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6}{180 \text{ g C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6} = 0.5 \text{ mol C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$$

پس نسبت شمار مول‌های کربن به گلوکز برابر است با:

$$\frac{\text{تعداد مول‌های کربن}}{\text{تعداد مول‌های گلوکز}} = \frac{0/4}{0/5} = 0/8$$

روش دوم:

$$\frac{\text{تعداد مول}}{1} = \frac{\text{تعداد ذره}}{6/02 \times 10^{23}} \Rightarrow x \text{ mol C} = \frac{24/08 \times 10^{22}}{6/02 \times 10^{23}} \Rightarrow x = 0/4 \text{ mol C}$$

$$\frac{\text{تعداد مول}}{1} = \frac{\text{جرم ماده}}{\text{جرم مولی}} \Rightarrow y \text{ mol C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 = \frac{90}{180} \Rightarrow y = 0/5 \text{ mol C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$$

$$\frac{\text{تعداد مول‌های کربن}}{\text{تعداد مول‌های گلوکز}} = \frac{0/4}{0/5} = 0/8$$

پس نسبت شمار مول‌های کربن به گلوکز برابر است با:

[۱۸] تعداد نوترون‌های یک مولکول آمونیاک برابر ۷ است، زیرا اتم نیتروژن دارای ۷ نوترون است و اتم‌های هیدروژن نوترون ندارند. تعداد نوترون‌ها در ۰/۱۷ گرم NH_3 برابر است با:

روش اول:

$$\text{نوترون} = 42 \times 10^{21} = \frac{1 \text{ mol NH}_3}{1 \text{ molecule NH}_3} \times \frac{6/02 \times 10^{23} \text{ molecule NH}_3}{1 \text{ mol NH}_3} \times \frac{7 \text{ نوترون}}{1 \text{ molecule NH}_3} \times \frac{1 \text{ mol NH}_3}{17 \text{ g NH}_3} \times 0/17 \text{ g NH}_3$$

روش دوم:

$$\text{نوترون} = 42 \times 10^{21} = x = \frac{\text{تعداد ذره}}{N_A \times 7} = \frac{0/17}{17} = \frac{x}{6/02 \times 10^{23} \times 7}$$

مقدار مول اتم‌های کروم که در آن‌ها 42×10^{21} نوترون وجود دارد، برابر است با:

روش اول:

$$? \text{ mol Cr} = 42 \times 10^{21} \text{ نوترون} \times \frac{1 \text{ atom Cr}}{28 \text{ نوترون}} \times \frac{1 \text{ mol Cr}}{6/02 \times 10^{23} \text{ atom Cr}} = 2/5 \times 10^{-3} \text{ mol Cr}$$

روش دوم:

$$\text{مول کروم} = \frac{\text{تعداد ذره}}{N_A \times 28} = \frac{y}{6/02 \times 10^{23} \times 28} \Rightarrow y = 2/5 \times 10^{-3} \text{ mol Cr}$$

[۱۹] فراوانی ایزوتوپ‌های Mg به صورت مقابل است:

$$^{25}\text{Mg} \quad F_r = 10, \quad ^{26}\text{Mg} \quad F_r = 11, \quad ^{24}\text{Mg} \quad F_r = 100 - (F_r + F_r) = 79$$

جرم اتمی میانگین Mg را محاسبه می‌کنیم: روش اول:

$$\bar{M} = \frac{M_1 F_1 + M_2 F_2 + M_3 F_3}{F_1 + F_2 + F_3} = \frac{(24 \times 79) + (25 \times 10) + (26 \times 11)}{100} = 24/32 \text{ amu}$$

روش دوم:

$$\bar{M} = M_1 + \frac{F_2}{100} (M_2 - M_1) + \frac{F_3}{100} (M_3 - M_1) \Rightarrow \bar{M}_{\text{Mg}} = 24 + \frac{10}{100} (25 - 24) + \frac{11}{100} (26 - 24) = 24/32 \text{ amu}$$

مقدار مول این نمونه ۱/۲۱۶ گرمی Mg برابر است با:

$$? \text{ mol Mg} = 1/216 \text{ g Mg} \times \frac{1 \text{ mol Mg}}{24/32 \text{ g Mg}} = 0/5 \text{ mol Mg}$$

اختلاف درصد فراوانی ^{24}Mg و ^{26}Mg برابر ۶۸٪ است، پس اختلاف تعداد اتم‌های این دو ایزوتوپ برابر است با:

$$? \text{ atom} = 0/5 \text{ mol Mg} \times \frac{6/02 \times 10^{23} \text{ atom Mg}}{1 \text{ mol Mg}} \times \frac{68 \text{ atom}}{100 \text{ atom Mg}} = 2/5 \times 10^{22} \text{ atom}$$

[۲۰] ابتدا تعداد مول اتم‌های هیدروژن را محاسبه می‌کنیم:

$$? \text{ mol H} = 156/52 \times 10^{23} \text{ atom H} \times \frac{1 \text{ mol H}}{6/02 \times 10^{23} \text{ atom H}} = 26 \text{ mol H}$$

مول متان را x و مول پروپان را y در نظر می‌گیریم، پس متان که ۱۶x گرم جرم دارد، دارای ۴x مول هیدروژن و پروپان که ۴۴y جرم دارد، دارای ۸y مول هیدروژن

$$\begin{cases} 4x + 8y = 26 \\ 16x + 44y = 140 \end{cases} \Rightarrow x = 0/5, y = 3$$

است، آن‌گاه داریم:

پس جرم متان برابر است با:

$$? \text{ g CH}_4 = 0/5 \text{ mol CH}_4 \times \frac{16 \text{ g CH}_4}{1 \text{ mol CH}_4} = 8 \text{ g CH}_4$$

در نتیجه درصد جرمی متان برابر است با:

$$\frac{8}{140} \times 100 \approx 5/7 \%$$

فصل اول: آزمون جامع ۲

$$\begin{cases} n = A - Z \\ p = Z \\ e = Z - 2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} n - e = A - Z - (Z - 2) = 27 \\ n + p + e = A - Z + Z + Z - 2 = 191 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} A - 2Z = 25 \\ A + Z = 193 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} A = 137 \\ Z = 56 \end{cases}$$

[۲۱] در گونه ${}^A_Z\text{X}^{2+}$ داریم:

از میان گونه‌های داده شده، ${}^{137}_{56}\text{Ba}$ و ${}^{139}_{56}\text{Ba}$ ایزوتوپ‌های ${}^{137}_{56}\text{X}$ هستند. توجه کنید که ${}^{137}_{56}\text{X}$ خود آن را به حساب آورد.

۳ ۲ ابتدا جرم مولی CH_3Cl را محاسبه می کنیم:

$$\frac{1}{50.5 \times 10^{23}} \text{ molecule } \text{CH}_3\text{Cl} \times \frac{1 \text{ mol } \text{CH}_3\text{Cl}}{6.02 \times 10^{23} \text{ molecule } \text{CH}_3\text{Cl}} \times \frac{M \text{ g } \text{CH}_3\text{Cl}}{1 \text{ mol } \text{CH}_3\text{Cl}} = 2/14 \text{ g } \text{CH}_3\text{Cl} \Rightarrow M = 85/6 \text{ g.mol}^{-1}$$

$$85/6 = 12 + 2(1) + 2\bar{M}_{\text{Cl}} \Rightarrow \bar{M}_{\text{Cl}} = 35/8 \text{ g.mol}^{-1}$$

سپس با توجه به جرم مولی کربن و هیدروژن، برای کلر داریم:

اکنون درصد فراوانی $^{35}_{17}\text{Cl}$ را x و درصد فراوانی $^{37}_{17}\text{Cl}$ را $(100-x)$ در نظر گرفته و درصد فراوانی آن‌ها را به دست می آوریم:

$$\bar{M} = \frac{M_1 F_1 + M_2 F_2}{F_1 + F_2} \Rightarrow 35/8 = \frac{35x + 37(100-x)}{100} \Rightarrow x = 6\%$$

روش اول:

$$\bar{M} = M_1 + \frac{F_2}{100} (M_2 - M_1) \Rightarrow 35/8 = 35 + \frac{100-x}{100} (37-35) \Rightarrow x = 6\%$$

روش دوم:

پس درصد فراوانی دو ایزوتوپ برابر 6% و 4% بوده و اختلاف آن‌ها برابر 2% است.

۳ ۱ عدد جرمی دو ایزوتوپ را A_1 و A_2 فرض می کنیم و داریم:

$$\frac{A_1}{Z} Y_1 : A_1 - Z - Z = A_1 - 2Z = 4 \Rightarrow A_1 = 2Z + 4$$

$$\frac{A_2}{Z} Y_2 : A_2 - Z - Z = A_2 - 2Z = 6 \Rightarrow A_2 = 2Z + 6$$

$$\begin{cases} F_1 + F_2 = 100 \\ F_1 - F_2 = 68 \end{cases} \Rightarrow F_1 = 84, F_2 = 16$$

برای محاسبه درصد فراوانی این دو ایزوتوپ داریم:

$$\bar{M} = \frac{M_1 F_1 + M_2 F_2}{F_1 + F_2} \Rightarrow 52/32 = \frac{(2Z+4) \times 84 + (2Z+6) \times 16}{100} \Rightarrow Z = 24$$

روش اول:

$$\bar{M} = M_1 + \frac{F_2}{100} (M_2 - M_1) \Rightarrow 52/32 = 52 + \frac{16}{100} (2) \Rightarrow Z = 24$$

روش دوم:

با توجه به آرایش الکترونی $^{24}_{12}\text{Cr}$ ، تعداد الکترون‌های موجود در زیرلایه $3d$ که $n+l=5$ است، برابر 5 می باشد. $^{24}_{12}\text{Cr} : 1s^2 / 2s^2 2p^6 / 3s^2 3p^6 3d^5 / 4s^1$

$$\begin{cases} \Delta n + 1 = 3m + 4 \\ \Delta m + 1 - (\Delta n + 1) = \Delta n + 1 + 1 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \Delta n - 3m = 3 \\ \Delta m - 1 = n = 2 \end{cases} \Rightarrow m = 4, n = 3$$

۴ ۲ چون دو ذره ایزوتوپ هستند پس عدد اتمی هر دو با هم برابر است.

$$4m - 3n = 16 - 9 = 7$$

پس حاصل عبارت داده شده برابر است با:

این عنصر دارای $16(3+1)$ پروتون است، پس عنصر مورد نظر گوگرد است. یون پایدار این اتم S^{2-} بوده و آرایش الکترونی آن به صورت $^{16}_{16}S^{2-} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$

است. نسبت تعداد الکترون‌های با $l=0$ (زیرلایه s) به الکترون‌های با $l=1$ (زیرلایه p) برابر $5/6$ است.

۳ ۵ ابتدا تعداد نیم عمرها را محاسبه می کنیم: $n = \frac{\Delta t}{T} = \frac{4 \text{ min}}{10 \text{ min}} = 4$. شمار مول‌های باقی مانده پس از 40 دقیقه برابر است با: روش اول:

$$m = m_0 \left(\frac{1}{2}\right)^n \Rightarrow m = 10 \left(\frac{1}{2}\right)^4 = \frac{5}{8} \text{ mol}$$

$$? \text{ atom Rg} = \frac{5}{8} \text{ mol Rg} \times \frac{6 \times 10^{23} \text{ atom Rg}}{1 \text{ mol Rg}} = 3/75 \times 10^{23} \text{ atom Rg}$$

تعداد اتم‌های باقی مانده برابر است با:

$$10 \text{ mol} \xrightarrow{\text{نیم عمر ۱}} 5 \text{ mol} \xrightarrow{\text{نیم عمر ۲}} \frac{5}{2} \text{ mol} \xrightarrow{\text{نیم عمر ۳}} \frac{5}{4} \text{ mol} \xrightarrow{\text{نیم عمر ۴}} \frac{5}{8} \text{ mol}$$

روش دوم:

$$\frac{\text{تعداد مول}}{1} = \frac{\text{تعداد ذره}}{6 \times 10^{23}} \Rightarrow \frac{5}{8} = \frac{x}{6 \times 10^{23}} \Rightarrow x = 3/75 \times 10^{23} \text{ atom Rg}$$

$$\begin{cases} F_2 = F_1 + 6\% \\ F_1 + F_2 = 100\% \end{cases} \Rightarrow F_1 = 47\%, F_2 = 53\%$$

۶ ۱ درصد فراوانی ایزوتوپ سبکتر را F_1 و درصد فراوانی ایزوتوپ سنگین تر را F_2 در نظر می گیریم:

$$A = 2Z + 20 \Rightarrow A - 2Z = 20 \Rightarrow \frac{A-Z}{\text{تعداد نوترون‌ها}} = 20 \Rightarrow 73 - Z = 20 \Rightarrow Z = 53$$

در ایزوتوپ سبکتر تعداد نوترون‌ها $(A-Z)$ برابر 73 است. پس داریم:

پس جرم ایزوتوپ سبکتر 126 amu ($53+73$) است. جرم ایزوتوپ سنگین تر را محاسبه می کنیم:

$$\bar{M} = \frac{M_1 F_1 + M_2 F_2}{F_1 + F_2} \Rightarrow 126/8 = \frac{(126 \times 20) + (M_2 \times 80)}{100} \Rightarrow M_2 = 127 \text{ amu}$$

روش اول:

$$\bar{M} = M_1 + \frac{F_2}{100}(M_2 - M_1) \Rightarrow 126/8 = 126 + \frac{10}{100}(M_2 - 126) \Rightarrow M_2 = 127 \text{ amu}$$

روش دوم:

پس تعداد نوترون‌های ایزوتوپ سنگین‌تر برابر ۷۴ (۱۲۷-۵۳) است.

[۷ ۲] ابتدا جرم مولی گلوکز مورد نظر را محاسبه می‌کنیم:

$$C_6H_{12}O_6 = 2(^{12}C) + 2(^{13}C) + 2(^{14}C) + 4(^1H) + 4(^2H) + 4(^3H) + 2(^{16}O) + 2(^{17}O) + 2(^{18}O) = 204 \text{ g.mol}^{-1}$$

سپس جرم نمونه گلوکز شامل $36/12 \times 10^{22}$ اتم هیدروژن را به دست می‌آوریم: روش اول:

$$? \text{ g } C_6H_{12}O_6 = 36/12 \times 10^{22} \text{ atom H} \times \frac{1 \text{ molecule } C_6H_{12}O_6}{12 \text{ atom H}} \times \frac{1 \text{ mol } C_6H_{12}O_6}{6/0.2 \times 10^{23} \text{ molecule } C_6H_{12}O_6} \times \frac{204 \text{ g } C_6H_{12}O_6}{1 \text{ mol } C_6H_{12}O_6} = 10/2 \text{ g } C_6H_{12}O_6$$

$$\text{جرم گلوکز: } \frac{\text{جرم ماده}}{\text{جرم مولی}} = \frac{\text{تعداد ذره}}{N_A \times 12} \Rightarrow \frac{x}{204} = \frac{36/12 \times 10^{22}}{6/0.2 \times 10^{23} \times 12} \Rightarrow x = 10/2 \text{ g } C_6H_{12}O_6$$

روش دوم:

$$\begin{cases} n+p=78 \\ n-e=8 \end{cases} \xrightarrow{e=p+2} \begin{cases} n+p=78 \\ n-p=10 \end{cases} \Rightarrow n=44, p=34$$

[۸ ۱] ابتدا باید تعداد ذرات زیراتمی این گونه را محاسبه کنیم: روش اول:

$$\text{بار یون} + (\text{تفاوت تعداد نوترون‌ها و الکترون‌ها}) = \text{عدد جرمی} \Rightarrow p = \frac{78 - 8 - 2}{2} = 34 \Rightarrow n = 44$$

روش دوم:

$$? n = 31/2 \text{ g ion} \times \frac{1 \text{ mol ion}}{78 \text{ g ion}} \times \frac{6/0.2 \times 10^{23} \text{ ion}}{1 \text{ mol ion}} \times \frac{44 n}{1 \text{ ion}} \approx 1/0.6 \times 10^{25} n$$

سپس تعداد نوترون‌ها در $31/2$ گرم از این یون را به دست می‌آوریم: روش اول:

$$\text{تعداد نوترون: } \frac{\text{جرم ماده}}{\text{جرم مولی}} = \frac{\text{تعداد ذره}}{N_A \times 44} \Rightarrow \frac{31/2}{78} = \frac{x}{6/0.2 \times 10^{23} \times 44} \Rightarrow x \approx 1/0.6 \times 10^{25} n$$

روش دوم:

[۹ ۱] درصد فراوانی ایزوتوپ سبک‌تر را F_1 و درصد فراوانی دو ایزوتوپ دیگر را F_2 و F_3 در نظر می‌گیریم:

$$\begin{cases} F_1 = F_2 \\ F_1 = 4(F_2 + F_3) \Rightarrow F_1 = 8\%, F_2 = 1\%, F_3 = 1\% \\ F_1 + F_2 + F_3 = 100\% \end{cases}$$

$$\bar{M} = \frac{M_1 F_1 + M_2 F_2 + M_3 F_3}{F_1 + F_2 + F_3} = \frac{(24 \times 8\%) + (25 \times 1\%) + (26 \times 1\%)}{100} = 24/3 \text{ amu}$$

پس جرم اتمی میانگین Mg برابر است با: روش اول:

$$\bar{M} = M_1 + \frac{F_2}{100}(M_2 - M_1) + \frac{F_3}{100}(M_3 - M_1) \Rightarrow \bar{M} = 24 + \frac{1}{100}(1) + \frac{1}{100}(2) = 24/3 \text{ amu}$$

روش دوم:

$$? \text{ g } ^{24}\text{Mg} = 81 \text{ g Mg} \times \frac{1 \text{ mol Mg}}{24/3 \text{ g Mg}} \times \frac{80 \text{ mol } ^{24}\text{Mg}}{100 \text{ mol Mg}} \times \frac{24 \text{ g } ^{24}\text{Mg}}{1 \text{ mol } ^{24}\text{Mg}} = 64 \text{ g } ^{24}\text{Mg}$$

مقدار ^{24}Mg موجود در نمونه را محاسبه می‌کنیم:

[۱۰ ۳] ابتدا جرم مولی میانگین Mg را محاسبه می‌کنیم: (جرم مولی منبسط می‌شود را X در نظر می‌گیریم)

$$9/0.3 \times 10^{23} \text{ ion} (Mg^{2+}, N^{3-}) = 30/45 \text{ g } Mg_3N_2 \times \frac{1 \text{ mol } Mg_3N_2}{X \text{ g } Mg_3N_2} \times \frac{5 \text{ mol ion}}{1 \text{ mol } Mg_3N_2} \times \frac{6/0.2 \times 10^{23} \text{ ion}}{1 \text{ mol ion}} \Rightarrow X = 101/5 \text{ g.mol}^{-1}$$

روش اول:

$$\text{جرم مولی } Mg_3N_2: \frac{\text{جرم ماده}}{\text{جرم مولی}} = \frac{\text{تعداد ذره}}{N_A \times 5} \Rightarrow \frac{30/45}{X} = \frac{9/0.3 \times 10^{23}}{6/0.2 \times 10^{23} \times 5} \Rightarrow X = 101/5 \text{ g.mol}^{-1}$$

روش دوم:

$$101/5 = 3\bar{M}_{Mg} + 2(14) \Rightarrow \bar{M}_{Mg} = 24/5 \text{ g.mol}^{-1}$$

پس جرم مولی میانگین Mg برابر است با:

مجموع درصد فراوانی F_2 و F_3 برابر ۳۰٪ است که داریم: روش اول:

$$\bar{M} = \frac{M_1 F_1 + M_2 F_2 + M_3 F_3}{F_1 + F_2 + F_3} \Rightarrow 24/5 = \frac{(24 \times 70\%) + (25 \times F_2) + (26 \times (30 - F_2))}{100} \Rightarrow 2450 = 1680 + 25F_2 + 780 - 26F_2 \Rightarrow F_2 = 1\%, F_3 = 2\%$$

$$\bar{M} = M_1 + \frac{F_2}{100}(M_2 - M_1) + \frac{F_3}{100}(M_3 - M_1) \Rightarrow 24/5 = 24 + \frac{F_2}{100}(25 - 24) + \frac{30 - F_2}{100}(26 - 24) \Rightarrow F_2 = 1\%, F_3 = 2\%$$

روش دوم:

شمار کاتیون‌ها در Mg_3N_2 و شمار اتم‌های اکسیژن در SO_3 را محاسبه می‌کنیم:

$$? \text{ mol } Mg^{2+} = \frac{30/45 \text{ g } Mg_3N_2}{10/1 \text{ g } Mg_3N_2} \times \frac{1 \text{ mol } Mg_3N_2}{1 \text{ mol } Mg_3N_2} \times \frac{3 \text{ mol } Mg^{2+}}{1 \text{ mol } Mg_3N_2} = 0/9 \text{ mol ion}^+ \quad \text{روش اول:}$$

$$? \text{ mol O} = \frac{9/6 \text{ g } SO_3}{64 \text{ g } SO_3} \times \frac{1 \text{ mol } SO_3}{1 \text{ mol } SO_3} \times \frac{3 \text{ mol O}}{1 \text{ mol } SO_3} = 0/3 \text{ mol O}$$

$$Mg_3N_2 \text{ در کاتیون در } : \frac{\text{جرم ماده}}{\text{جرم مولی}} = \frac{\text{تعداد ذره}}{N_A \times 3} \Rightarrow \frac{30/45}{10/1/5} = \frac{x}{N_A \times 3} \Rightarrow x = 0/9 N_A Mg^{2+} \quad \text{روش دوم:}$$

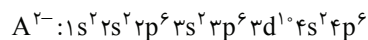
$$SO_3 \text{ در اکسیژن در } : \frac{\text{جرم ماده}}{\text{جرم مولی}} = \frac{\text{تعداد ذره}}{N_A \times 2} \Rightarrow \frac{9/6}{64} = \frac{y}{N_A \times 2} \Rightarrow y = 0/3 N_A \text{ atom O}$$

$$\frac{Mg_3N_2 \text{ در کاتیون در}}{SO_3 \text{ در اکسیژن در}} = \frac{0/9}{0/3} = 3 \quad \text{پس داریم:}$$

فصل اول: آزمون جامع ۳

۱ ۳ گزینه‌ها را بررسی می‌کنیم:

گزینه (۱): آرایش الکترونی A^{2-} با هشت زیرلایه پر از الکترون به صورت مقابل است:



پس A^{2-} دارای ۳۶ الکترون است و عدد اتمی A برابر ۳۴ است. برای تعداد نوترون‌ها داریم:

$$n - e = 4 \Rightarrow n - 36 = 4 \Rightarrow n = 40$$

عدد جرمی این گونه برابر ۷۴ (۴۰+۳۴) است، پس A و $^{74}_{34}Se$ ایزوتوپ یکدیگر هستند. **گزینه (۲):** در اتم $^{79}_{34}G$ اختلاف تعداد ذرات داخل و خارج هسته

برابر تعداد نوترون‌ها است، پس این اتم ۴۵ نوترون دارد و عدد اتمی آن برابر ۳۴ (۷۹-۴۵) است، پس G و $^{79}_{34}Se$ ایزوتوپ یکدیگر هستند. **گزینه (۳):** گونه

B^{2-} با ۳۶ الکترون دارای ۳۴ پروتون است. داریم:

$$p + e - (n) = 34 + 36 - n = 26 \Rightarrow n = 44$$

پس عدد جرمی این گونه برابر ۷۸ (۴۴+۳۴) است، در نتیجه B همان $^{78}_{34}Se$ است و ایزوتوپ آن به شمار نمی‌آید. **گزینه (۴):** فراوان‌ترین نافلز و فراوان‌ترین

فلز تشکیل‌دهنده کره زمین به ترتیب O و Fe است. اکسیژن در گروه ۱۶ و آهن در دوره چهارم جدول دوره‌ای قرار دارند، پس عنصری که در گروه ۱۶ و دوره

۴ باشد، دارای عدد اتمی ۳۴ است. با توجه به تعداد نوترون‌های این عنصر، عدد جرمی آن برابر ۸۰ (۴۶+۳۴) است، پس عنصر X و $^{80}_{34}Se$ ایزوتوپ یکدیگر

هستند.

$$n_A = \frac{\Delta t}{T_A} = \frac{120 \text{ min}}{40 \text{ min}} = 3 \quad n_B = \frac{\Delta t}{T_B} = \frac{200 \text{ min}}{50 \text{ min}} = 4 \quad \text{از اطلاعات (I) داریم:}$$

$$A \text{ جرم متلاشی شده} = \frac{Y}{10} (B \text{ جرم متلاشی شده}) \Rightarrow m_A - m_A \left(\frac{1}{Y}\right)^3 = \frac{Y}{10} (m_B - m_B \left(\frac{1}{Y}\right)^4) \Rightarrow m_A \left(1 - \frac{1}{Y}\right) = \frac{Y}{10} m_B \left(1 - \frac{1}{Y}\right)$$

$$\Rightarrow \frac{Y}{8} m_A = \frac{Y}{10} m_B \left(\frac{15}{16}\right) \Rightarrow m_A = \frac{3}{4} m_B \quad (*)$$

$$n'_A = \frac{\Delta t}{T_A} = \frac{200 \text{ min}}{40 \text{ min}} = 5 \quad n'_B = \frac{\Delta t}{T_B} = \frac{300 \text{ min}}{50 \text{ min}} = 6 \quad \text{از اطلاعات (II) داریم:}$$

$$A \text{ جرم باقی مانده} = 0/75 + B \text{ جرم باقی مانده} \Rightarrow m_A \left(\frac{1}{Y}\right)^5 = 0/75 + m_B \left(\frac{1}{Y}\right)^6 \Rightarrow m_A \left(\frac{1}{32}\right) = \frac{3}{4} + m_B \left(\frac{1}{64}\right) \Rightarrow \frac{2m_A - m_B}{64} = \frac{3}{4}$$

$$\Rightarrow 2m_A - m_B = 48 \quad (**)$$

$$\begin{cases} m_A = \frac{3}{4} m_B \\ 2m_A - m_B = 48 \end{cases} \Rightarrow m_A = 72 \text{ g}, m_B = 96 \text{ g}$$

از (*) و (**) داریم:

$$15/05 \times 10^{22} \text{ atom} = 10/35 \text{ g } XeF_n \times \frac{1 \text{ mol } XeF_n}{(131+19n) \text{ g } XeF_n} \times \frac{6/02 \times 10^{23} \text{ molecule } XeF_n}{1 \text{ mol } XeF_n} \times \frac{(1+n) \text{ atom } (Xe, F)}{1 \text{ molecule } XeF_n}$$

$$\Rightarrow \frac{10/35 \times 6/02 \times 10^{23} (n+1)}{131+19n} = 15/05 \times 10^{22} \Rightarrow n = 4$$

۲ ۳ روش اول:

$$\frac{\text{جرم ماده}}{\text{جرم مولی}} = \frac{\text{تعداد ذره}}{N_A \times (1+n)} \Rightarrow \frac{10/35}{131+19n} = \frac{15/5 \times 10^{22}}{6/0.2 \times 10^{23} (1+n)} \Rightarrow n=4$$

روش دوم:

ترکیب مورد نظر XeF_4 است، پس داریم:

$$? \text{ g XeF}_4 = 26/6 \text{ g F} \times \frac{1 \text{ mol F}}{19 \text{ g F}} \times \frac{1 \text{ mol XeF}_4}{4 \text{ mol F}} \times \frac{207 \text{ g XeF}_4}{1 \text{ mol XeF}_4} = 72/45 \text{ g XeF}_4$$

روش اول:

$$\frac{\text{جرم ماده}}{\text{جرم مولی}} = \frac{\text{XeF}_4 \text{ ماده}}{\text{XeF}_4 \text{ مولی}} \Rightarrow \frac{26/6}{19 \times 4} = \frac{x}{207} \Rightarrow x = 72/45 \text{ g XeF}_4$$

روش دوم:

[۴ ۴] برای ایزوتوپ A داریم:

$$A \begin{cases} {}^{14}\text{A} & F_1 = 7.85 \\ {}^{15}\text{A} & F_2 = 7.5 \\ {}^X\text{A} & F_3 = 7.10 \end{cases} \Rightarrow \bar{M}_A = 14/25 \text{ amu}$$

$$\bar{M}_A = \frac{M_1 F_1 + M_2 F_2 + M_3 F_3}{F_1 + F_2 + F_3} \Rightarrow 14/25 = \frac{(14 \times 8.5) + (15 \times 5) + (X \times 10)}{100} \Rightarrow X = 16 \text{ amu}$$

روش اول:

$$\bar{M} = M_1 + \frac{F_2}{100} (M_2 - M_1) + \frac{F_3}{100} (M_3 - M_1) \Rightarrow 14/25 = 14 + \frac{5}{100} (15 - 14) + \frac{10}{100} (X - 14) \Rightarrow X = 16 \text{ amu}$$

روش دوم:

برای ایزوتوپ B داریم:

$$B \begin{cases} {}^{79}\text{B} : & F_1 = ? \\ {}^{80}\text{B} : & F_2 = ? \\ {}^Y\text{B} : & F_3 = ? \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} F_1 + F_2 = 85 \\ F_1 - F_2 = 75 \end{cases} \Rightarrow F_1 = 80, F_2 = 5, F_3 = 15$$

$$\bar{M}_B = \frac{M_1 F_1 + M_2 F_2 + M_3 F_3}{F_1 + F_2 + F_3} \Rightarrow 79/5 = \frac{(79 \times 80) + (80 \times 5) + (Y \times 15)}{100} \Rightarrow Y = 82 \text{ amu}$$

روش اول:

$$\bar{M} = M_1 + \frac{F_2}{100} (M_2 - M_1) + \frac{F_3}{100} (M_3 - M_1) \Rightarrow 79/5 = 79 + \frac{5}{100} (80 - 79) + \frac{15}{100} (Y - 79) \Rightarrow Y = 82 \text{ amu}$$

روش دوم:

$$\left. \begin{array}{l} \text{سبکترین و سبکترین مولکول AB}_3 : 14 + 3(79) = 251 \text{ amu} \\ \text{سنگینترین و سنگینترین مولکول AB}_3 : 16 + 3(82) = 252 \text{ amu} \end{array} \right\} \Rightarrow \text{اختلاف جرم سبکترین و سنگینترین} = 252 - 251 = 1 \text{ amu}$$

[۲ ۵] ابتدا تعداد مولهای کل اتمهای موجود در مخلوط را محاسبه می کنیم:

$$? \text{ mol atom(Fe, Ag)} = 24/0.8 \times 10^{22} \text{ atom(Fe, Ag)} \times \frac{1 \text{ mol atom(Fe, Ag)}}{6/0.2 \times 10^{23} \text{ atom(Fe, Ag)}} = 0/4 \text{ mol atom}$$

$$\begin{cases} x + y = 0/4 \\ 56x + 108y = 38 \end{cases} \Rightarrow x = 0/1, y = 0/3$$

مول آهن را x و مول نقره را y در نظر می گیریم، پس ۵۶x گرم آهن و ۱۰۸y گرم نقره داریم، آن گاه:

$$\text{پس درصد مولی آهن برابر است با: } \frac{0/1}{0/1 + 0/3} \times 100 = 25\%$$

$$? \text{ mol atom} = 4/816 \times 10^{23} \text{ atom} \times \frac{1 \text{ mol atom}}{6/0.2 \times 10^{23} \text{ atom}} = 0/8 \text{ mol atom}$$

[۴ ۶] ابتدا مول اتمهای موجود در ظرف را محاسبه می کنیم:

$$\begin{cases} 2x + y = 0/8 \\ 32x + 4y = 9/2 \end{cases} \Rightarrow x = 0/25, y = 0/3$$

مول O_2 را x و مول He را y در نظر می گیریم که شامل ۲x اتم اکسیژن و y اتم هلیم است، پس داریم:

$$? \text{ mol N}_2\text{O}_4 = 18/4 \text{ g N}_2\text{O}_4 \times \frac{1 \text{ mol N}_2\text{O}_4}{92 \text{ g N}_2\text{O}_4} = 0/2 \text{ mol N}_2\text{O}_4$$

سپس مولهای N_2O_4 را محاسبه می کنیم:

$$\frac{\text{مول هلیم در مخلوط}}{\text{مول N}_2\text{O}_4} = \frac{0/3}{0/2} = 1/5$$

پس داریم:

با توجه به اینکه در مدت شش ساعت، ۲۲۴ گرم رادیوایزوتوپ فروپاشیده شده، می‌توانیم مدت زمان نیم عمر (T) را برای رادیوایزوتوپ محاسبه کنیم:

$$m = m_0 \left(\frac{1}{2}\right)^n \xrightarrow{m=m_0-m_{\text{متلاشی}}} 256 - 224 = 256 \left(\frac{1}{2}\right)^n \Rightarrow 32 = 256 \left(\frac{1}{2}\right)^n \Rightarrow n = 3, \quad n = \frac{\Delta t}{T} \Rightarrow T = \frac{\Delta t}{n} = \frac{6h}{3} = 2h$$

اگر نسبت جرم رادیوایزوتوپ متلاشی شده به جرم رادیوایزوتوپ باقی‌مانده ۵۱۱ باشد، خواهیم داشت:

$$m = m_0 \left(\frac{1}{2}\right)^n \xrightarrow{m_0=m+m_{\text{متلاشی}}} \frac{m+m}{m} = 2^n \Rightarrow 1 + \frac{m}{m} = 2^n \Rightarrow 1 + 511 = 2^n \Rightarrow n = 9$$

اکنون مدت زمانی که نسبت جرم رادیوایزوتوپ متلاشی شده به جرم رادیوایزوتوپ باقی‌مانده برابر ۵۱۱ می‌شود را محاسبه می‌کنیم و یک ساعت اولیه را از آن کم می‌کنیم:

$$n = \frac{\Delta T}{T} \Rightarrow 9 = \frac{\Delta t}{2h} \Rightarrow \Delta t = 18h \Rightarrow \text{مدت زمان لازم برای ۷ نیم عمر پس از یک ساعت} = 18 - 6 = 12h$$

$$M = \frac{M_1 F_1 + M_2 F_2 + M_3 F_3}{F_1 + F_2 + F_3} = \frac{(20 \times 90) + (21 \times 1) + (22 \times 9)}{100} = 20.19 \text{ amu} \quad \text{جرم اتمی میانگین نمونه طبیعی Ne را محاسبه می‌کنیم: روش اول:}$$

$$\bar{M} = M_1 + \frac{F_1}{100} (M_2 - M_1) + \frac{F_2}{100} (M_3 - M_1) = 20 + \frac{1}{100} (21 - 20) + \frac{9}{100} (22 - 20) = 20.19 \text{ amu} \quad \text{روش دوم:}$$

جرم ^{24}Ne را x در نظر می‌گیریم و مجموع مول‌های این ایزوتوپ‌ها را می‌نویسیم:

$$\begin{aligned} \text{مول نمونه طبیعی} + \text{مول نمونه ساختگی} &= \text{مول کل} \Rightarrow \frac{6/73}{20/19} + \frac{x}{24} = \frac{6/73 + x}{22/73} \Rightarrow \frac{1}{3} + \frac{x}{24} = \frac{6/73 + x}{22/73} \Rightarrow \frac{8+x}{24} = \frac{6/73 + x}{22/73} \\ \Rightarrow 22/73x + 181/84 &= 161/52 + 24x \Rightarrow 1/27x = 20/32 \Rightarrow x = 16 \end{aligned}$$

$$? \text{ mol H} = 2g \text{ H} \times \frac{1 \text{ mol H}}{1g \text{ H}} = 2 \text{ mol H}$$

ابتدا مول هیدروژن را محاسبه می‌کنیم:

مول متان را x و مول آمونیاک را y در نظر می‌گیریم، در نتیجه ۱۶x گرم متان و ۱۷y گرم آمونیاک داریم که به ترتیب ۴x مول و ۳y مول هیدروژن دارند، پس:

$$\begin{cases} 4x + 3y = 2 \\ 16x + 17y = 10 \end{cases} \Rightarrow x = 0.2, y = 0.4$$

$$? \text{ atom N} = 0.4 \text{ mol NH}_3 \times \frac{1 \text{ mol N}}{1 \text{ mol NH}_3} \times \frac{6/0.2 \times 10^{23} \text{ atom N}}{1 \text{ mol N}} = 2/40.8 \times 10^{23} \text{ atom N}$$

تعداد اتم‌های N برابر است با: روش اول:

$$\frac{\text{مول}}{1} = \frac{\text{تعداد ذره}}{N_A} \Rightarrow \frac{0.4}{1} = \frac{x}{6/0.2 \times 10^{23}} \Rightarrow x = 2/40.8 \times 10^{23} \text{ atom N}$$

روش دوم:

$$\text{درصد مولی گاز سبک‌تر یعنی متان برابر است با:} \quad \frac{\text{مول متان}}{\text{مول کل}} \times 100 = \frac{0.2}{0.2+0.4} \times 100 = 33.3\%$$

درصد مولی گاز سبک‌تر یعنی متان برابر است با:

$$\begin{cases} e_X = Z_1 - 1 \\ e_Y = Z_2 + 2 \end{cases} \Rightarrow Z_1 - 1 = Z_2 + 2 \Rightarrow Z_1 = Z_2 + 3$$

برای دو گونه $^{127}_{Z_1}Y^{2-}$ و $^{A_1}_{Z_2}X^{+}$ تعداد الکترون‌ها برابر است؛ پس:

$$\begin{cases} n_X = A_1 - Z_1 \\ n_Y = 127 - Z_2 \end{cases} \Rightarrow A_1 - Z_1 = 127 - Z_2 + 2$$

تعداد نوترون‌های X، دو واحد بیشتر از تعداد نوترون‌های Y است:

$$A_1 - Z_1 = 129 - Z_2 \xrightarrow{Z_1 = Z_2 + 3} A_1 - Z_2 - 3 = 129 - Z_2 \Rightarrow A_1 = 132$$

پاسخ تشریحی

آزمون های جامع فصل دوم

فصل دوم: آزمون جامع ۱

۱۱ در لایه تروپوسفر با افزایش ارتفاع به اندازه یک کیلومتر، دما به اندازه 6°C کاهش می یابد.

$$\Delta\theta = -6h \Rightarrow \theta_p - 14 = -6 \times 2 \Rightarrow \theta_p = 2^{\circ}\text{C}$$

دما در این ارتفاع در مقیاس کلوین برابر است با:

$$T_p(\text{K}) = \theta_p(^{\circ}\text{C}) + 273 = 2 + 273 = 275\text{K}$$

بنابراین بالن پس از تقریباً 9167 متر صعود از ارتفاع 2 کیلومتری، دما را با 20% کاهش در مقیاس کلوین گزارش می کند.

$$T_1(\text{K}) = \theta_1(^{\circ}\text{C}) + 273 = 14 + 273 = 287\text{K}$$

۱۲ ابتدا ارتفاع نقطه ای از لایه تروپوسفر با دمای $272/6\text{K}$ را محاسبه می کنیم:

$$\Delta T = -6h \Rightarrow T_p - T_1 = -6h_p \Rightarrow 272/6 - 287 = -6h_p \Rightarrow h_p = 2/4\text{km}$$

سپس ارتفاع نقطه ای از لایه تروپوسفر با دمای 22°C را محاسبه می کنیم:

$$\Delta\theta = -6h \Rightarrow \theta_p - \theta_1 = -6h_p \Rightarrow 22 - 14 = -6h_p \Rightarrow h_p = 6\text{km}$$

اکنون اختلاف ارتفاع و اختلاف فشار گاز اکسیژن در این دو نقطه را به دست می آوریم:

$$\Delta h = h_p - h_p = 6 - 2/4 = 3/6\text{km}$$

با توجه به جدول داده شده در صورت تست، فشار گاز اکسیژن در ارتفاع های $2/4$ و 6 کیلومتری از سطح زمین به ترتیب برابر $15/4 \times 10^{-2}$ و $9/7 \times 10^{-2}$ اتمسفر است، پس اختلاف فشار گاز اکسیژن در این دو ارتفاع برابر است با:

$$\begin{cases} P_p = 15/4 \times 10^{-2} \text{ atm} \\ P_p = 9/7 \times 10^{-2} \text{ atm} \end{cases} \Rightarrow |\Delta P| = |P_p - P_p| = 5/7 \times 10^{-2} \text{ atm}$$

۱۳ حجم مکعبی با طول اضلاع a برابر a^3 و حجم مکعبی با طول اضلاع $2a$ برابر $8a^3$ است.

$$\frac{P_1 V_1}{n_1 T_1} = \frac{P_2 V_2}{n_2 T_2} \xrightarrow{\text{ثابت } P, n} \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{a^3}{-173 + 273} = \frac{\lambda a^3}{T_p} \Rightarrow T_p = 800\text{K}, \quad \Delta\theta = \Delta T = T_p - T_1 = 800 - (-173 + 273) = 700\text{K} \text{ یا } 700^{\circ}\text{C}$$

$$A \text{ بادنک: } \frac{P_1 V_1}{n_1 T_1} = \frac{P_2 V_2}{n_2 T_2} \Rightarrow \frac{1 \times 22/4}{1 \times 273} = \frac{2 \times 44/8}{n_p \times (273 + 273)} \Rightarrow n_p = 2 \text{ mol } O_2$$

۱۴ تعداد مول گازها را در هریک از بادنکها محاسبه می کنیم:

$$B \text{ بادنک: } \frac{P_1 V_1}{n_1 T_1} = \frac{P_2 V_2}{n_2 T_2} \Rightarrow \frac{1 \times 22/4}{1 \times 273} = \frac{0/5 \times 33/6}{n_p \times 409/5} \Rightarrow n_p = 0/5 \text{ mol } SO_2$$

$$? \text{ atom O} = 2 \text{ mol } O_2 \times \frac{N_A \text{ molecule } O_2}{1 \text{ mol } O_2} \times \frac{2 \text{ atom O}}{1 \text{ molecule } O_2} = 4 N_A \text{ atom O}$$

تعداد اتم های اکسیژن در بادنک A برابر است با:

$$? \text{ molecule } SO_2 = 0/5 \text{ mol } SO_2 \times \frac{N_A \text{ molecule } SO_2}{1 \text{ mol } SO_2} = 0/5 N_A \text{ molecule } SO_2$$

تعداد مولکول های SO_2 در بادنک B برابر است با:

$$\frac{A \text{ بادنک: تعداد اتم های موجود در بادنک A}}{B \text{ بادنک: تعداد مولکول های موجود در بادنک B}} = \frac{4 N_A}{0/5 N_A} = 8$$

نسبت تعداد اتم های موجود در بادنک A به تعداد مولکول های موجود در بادنک B برابر است با:

$$\frac{P_p M_p}{d_p T_p} = \frac{P_p M_p}{d_p T_p} \Rightarrow \frac{d_{O_2}}{d_{SO_2}} = \frac{P_{O_2} M_{O_2} T_{SO_2}}{P_{SO_2} M_{SO_2} T_{O_2}} = \frac{2 \times 32 \times 409/5}{0/5 \times 64 \times (273 + 273)} = 1/5$$

طبق رابطه موجود میان چگالی دو گاز داریم:

پس چگالی گاز اکسیژن در بادنک A بیشتر از چگالی گاز SO_2 در بادنک B است.

۱۵ قسمت اول: ابتدا با استفاده از حجم مخلوط گازی در شرایط STP، مقدار مول های مخلوط گازی را محاسبه می کنیم:

$$? \text{ mol گاز} = 112\text{L گاز} \times \frac{1 \text{ mol گاز}}{22/4\text{L گاز}} = 5 \text{ mol گاز}$$

سپس مقدار مول های گاز متان را x و مقدار مول های گاز نئون را $(5-x)$ در نظر می گیریم و با توجه به اینکه جرم مخلوط گازی برابر 92 گرم است، x را به دست می آوریم:

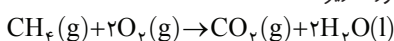
$$? \text{ g } CH_4 = x \text{ mol } CH_4 \times \frac{16 \text{ g } CH_4}{1 \text{ mol } CH_4} = 16x \text{ g } CH_4 \quad ? \text{ g Ne} = (5-x) \text{ mol Ne} \times \frac{20 \text{ g Ne}}{1 \text{ mol Ne}} = 20(5-x) \text{ g Ne}$$

$$16x + 20(5-x) = 92 \Rightarrow x = 2 \text{ mol}$$

$$\text{Ne درصد مولی} = \frac{5-x}{5} \times 100 = \frac{3}{5} \times 100 = 60\%$$

اکنون درصد مولی نئون در مخلوط گازی را محاسبه می کنیم:

قسمت دوم: در اثر سوختن این مخلوط فقط متان با اکسیژن واکنش می دهد. معادله موازنه شده سوختن متان به صورت زیر است:



در شرایط STP فقط کربن دی اکسید به صورت گازی تولید می شود.

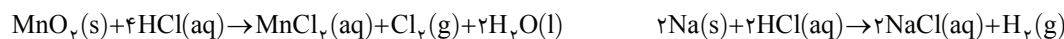
$$? L CO_2 = 2 \text{ mol } CH_4 \times \frac{1 \text{ mol } CO_2}{1 \text{ mol } CH_4} \times \frac{22/4 L CO_2}{1 \text{ mol } CO_2} = 44/8 L CO_2$$

روش اول (کسر تبدیل):

$$\frac{\text{مول متان}}{\text{ضرب}} = \frac{CO_2 \text{ لیتر}}{\text{حجم مولی} \times \text{ضرب}} \Rightarrow \frac{2}{1} = \frac{x L CO_2}{1 \times 22/4} \Rightarrow x = 44/8 L CO_2$$

روش دوم (تناسب):

معادله‌های موازنه شده واکنش‌ها:



ابتدا با استفاده از حجم گاز کلر تولید شده، جرم MnO_2 موجود در مخلوط را محاسبه می‌کنیم:

$$? g MnO_2 = 1/2 L Cl_2 \times \frac{1 \text{ mol } Cl_2}{22/4 L Cl_2} \times \frac{1 \text{ mol } MnO_2}{1 \text{ mol } Cl_2} \times \frac{87 g MnO_2}{1 \text{ mol } MnO_2} = 43/5 g MnO_2$$

روش اول (کسر تبدیل):

$$Na \text{ جرم} = 78 - 43/5 = 34/5 g Na$$

پس جرم سدیم در مخلوط اولیه برابر است با:

$$? g H_2 = 34/5 g Na \times \frac{1 \text{ mol } Na}{23 g Na} \times \frac{1 \text{ mol } H_2}{2 \text{ mol } Na} \times \frac{2 g H_2}{1 \text{ mol } H_2} = 1/5 g H_2$$

اکنون جرم گاز هیدروژن آزاد شده را به دست می‌آوریم:

روش دوم (تناسب): جرم MnO_2 موجود در مخلوط اولیه را محاسبه می‌کنیم:

$$\frac{MnO_2 \text{ جرم}}{\text{ضرب}} = \frac{Cl_2 \text{ حجم}}{\text{حجم مولی} \times \text{ضرب}} \Rightarrow \frac{x g MnO_2}{1 \times 87} = \frac{1/2}{1 \times 22/4} \Rightarrow x = 43/5 g MnO_2$$

$$Na \text{ جرم} = 78 - 43/5 = 34/5 g Na$$

پس جرم Na موجود در مخلوط اولیه را به دست می‌آوریم:

$$\frac{Na \text{ جرم}}{\text{ضرب}} = \frac{H_2 \text{ جرم}}{\text{حجم مولی} \times \text{ضرب}} \Rightarrow \frac{34/5}{2 \times 23} = \frac{x g H_2}{1 \times 2} \Rightarrow x = 1/5 g H_2$$

در انتها، جرم گاز هیدروژن تولید شده را محاسبه می‌کنیم:



معادله موازنه شده واکنش:

کاهش جرم مواد جامد درون ظرف واکنش ناشی از خروج گاز SO_3 است. پس کافی است جرم گاز تولیدی را محاسبه کنیم:

$$? g SO_3 = 17/1 g Al_2(SO_4)_3 \times \frac{1 \text{ mol } Al_2(SO_4)_3}{342 g Al_2(SO_4)_3} \times \frac{3 \text{ mol } SO_3}{1 \text{ mol } Al_2(SO_4)_3} \times \frac{80 g SO_3}{1 \text{ mol } SO_3} = 12 g SO_3$$

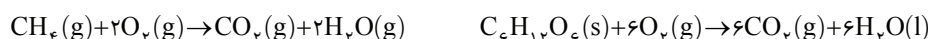
روش اول (کسر تبدیل):

$$\frac{Al_2(SO_4)_3 \text{ جرم}}{\text{ضرب}} = \frac{SO_3 \text{ جرم}}{\text{حجم مولی} \times \text{ضرب}} \Rightarrow \frac{17/1}{1 \times 342} = \frac{x}{3 \times 80} \Rightarrow x = 12 g$$

روش دوم (تناسب):

$$\text{درصد کاهش جرم مواد جامد درون ظرف واکنش برابر است با: } \frac{\text{جرم گاز خروجی}}{\text{جرم اولیه}} \times 100 = \frac{12}{17/1} \times 100 = 70/2 \%$$

درصد کاهش جرم مواد جامد درون ظرف واکنش برابر است با:

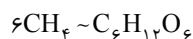


معادله موازنه شده واکنش‌ها:

$$? L CH_4 = 54 g C_6H_{12}O_6 \times \frac{1 \text{ mol } C_6H_{12}O_6}{180 g C_6H_{12}O_6} \times \frac{6 \text{ mol } CO_2}{1 \text{ mol } C_6H_{12}O_6} \times \frac{1 \text{ mol } CH_4}{1 \text{ mol } CO_2} \times \frac{16 g CH_4}{1 \text{ mol } CH_4} \times \frac{1 L CH_4}{22/4 g CH_4} = 48 L CH_4$$

روش اول (کسر تبدیل):

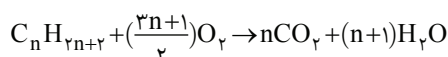
روش دوم (تناسب): باید ضرایب ماده مشترک، یعنی CO_2 را در دو واکنش یکسان کرده و میان مواد داده شده و خواسته شده تناسب را برقرار کنیم. به این منظور



معادله واکنش سوختن متان را در عدد ۶ ضرب می‌کنیم و خواهیم داشت:

$$\frac{\text{حجم } CH_4 \times \text{چگالی}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضرب}} = \frac{C_6H_{12}O_6 \text{ جرم}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضرب}} \Rightarrow \frac{6 \times x L CH_4}{6 \times 16} = \frac{54}{1 \times 180} \Rightarrow x = 48 L CH_4$$

معادله کلی واکنش سوختن کامل هیدروکربن سیرشده با فرمول C_nH_{2n+2} به صورت زیر است:



روش اول (کسر تبدیل): ابتدا به کمک حجم گاز CO_2 و جرم H_2O تولید شده، فرمول شیمیایی هیدروکربن را تعیین می‌کنیم:

$$44/8 L CO_2 \times \frac{1 \text{ mol } CO_2}{22/4 L CO_2} \times \frac{(n+1) \text{ mol } H_2O}{n \text{ mol } CO_2} \times \frac{18 g H_2O}{1 \text{ mol } H_2O} = 43/2 g H_2O \Rightarrow n = 5$$

پس هیدروکربن مورد نظر پنتان (C_5H_{12}) است. اکنون تعداد مولکول‌های اکسیژن لازم برای سوختن کامل ۱۸ گرم C_5H_{12} را محاسبه می‌کنیم:

$$? \text{ molecule } O_2 = 18 g C_5H_{12} \times \frac{1 \text{ mol } C_5H_{12}}{72 g C_5H_{12}} \times \frac{8 \text{ mol } O_2}{1 \text{ mol } C_5H_{12}} \times \frac{6 \times 2 \times 10^{23} \text{ molecule } O_2}{1 \text{ mol } O_2} = 1/2 \times 10^{24} \text{ molecule } O_2$$

روش دوم (تناسب): ابتدا به کمک حجم گاز CO_2 و جرم H_2O تولید شده، فرمول شیمیایی هیدروکربن را تعیین می‌کنیم:

$$\frac{\text{لیتر CO}_2 (\text{STP})}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{جرم H}_2\text{O}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{44/8}{n \times 22/4} = \frac{43/2}{(n+1) \times 18} \Rightarrow n=5 \Rightarrow \text{فرمول مولکولی هیدروکربن: C}_5\text{H}_{12}$$

سپس تعداد مولکول‌های اکسیژن لازم برای سوختن کامل ۱۸ گرم C_5H_{12} را محاسبه می‌کنیم:

$$\frac{\text{جرم C}_5\text{H}_{12}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{تعداد مولکول‌های O}_2}{N_A \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{18}{1 \times 72} = \frac{x}{8 \times 6/0.2 \times 10^{23}} \Rightarrow x = 1/20.4 \times 10^{24} \text{ molecule O}_2$$

[۱۰ ۳] اگر جرم هریک از واکنش‌دهنده‌ها (H_2O و Ca) را برابر x گرم در نظر بگیریم، با توجه به اطلاعات مسئله می‌توان دریافت که x گرم کلسیم با $(x-12)$ گرم آب واکنش داده است. پس x برابر است با: **روش اول (کسر تبدیل):**

$$x \text{ g Ca} = (x-12) \text{ g H}_2\text{O} \times \frac{1 \text{ mol H}_2\text{O}}{18 \text{ g H}_2\text{O}} \times \frac{1 \text{ mol Ca}}{2 \text{ mol H}_2\text{O}} \times \frac{40 \text{ g Ca}}{1 \text{ mol Ca}} \Rightarrow x = 120 \text{ g Ca}$$

$$? \text{ mol H}_2 = 120 \text{ g Ca} \times \frac{1 \text{ mol Ca}}{40 \text{ g Ca}} \times \frac{1 \text{ mol H}_2}{1 \text{ mol Ca}} = 3 \text{ mol H}_2$$

مقدار مول گاز هیدروژن تولیدی برابر است با:

$$\frac{\text{جرم Ca}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{جرم آب}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{مول H}_2}{\text{ضریب}} \Rightarrow \frac{x}{1 \times 40} = \frac{x-12}{2 \times 18} = \frac{y}{1} \Rightarrow x = 120 \text{ g Ca}, y = 3 \text{ mol H}_2$$

روش دوم (تناسب):

حال مقدار گاز نیتروژن لازم برای واکنش با ۳ مول گاز هیدروژن را محاسبه می‌کنیم:

$$? \text{ g N}_2 = 3 \text{ mol H}_2 \times \frac{1 \text{ mol N}_2}{3 \text{ mol H}_2} \times \frac{28 \text{ g N}_2}{1 \text{ mol N}_2} = 28 \text{ g N}_2$$

روش اول (کسر تبدیل):

$$\frac{\text{مول H}_2}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{جرم N}_2}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{3}{1 \times 28} = \frac{m}{28} \Rightarrow m = 28 \text{ g N}_2$$

روش دوم (تناسب):



فقط عبارت سوم درست است. بررسی عبارت‌ها: **عبارت اول:** مجموع ضرایب واکنش‌دهنده‌ها برابر ۵ و مجموع ضرایب فرآورده‌ها برابر ۱۰ است.

$$? \text{ g Al}_2\text{O}_3 = 0/4 \text{ mol AlF}_3 \times \frac{2 \text{ mol Al}_2\text{O}_3}{4 \text{ mol AlF}_3} \times \frac{102 \text{ g Al}_2\text{O}_3}{1 \text{ mol Al}_2\text{O}_3} = 20/4 \text{ g Al}_2\text{O}_3$$

عبارت دوم:

$$? \text{ L O}_2 = 1/1 \text{ g IF}_5 \times \frac{1 \text{ mol IF}_5}{222 \text{ g IF}_5} \times \frac{3 \text{ mol O}_2}{3 \text{ mol IF}_5} \times \frac{22/4 \text{ L O}_2}{1 \text{ mol O}_2} = 1/12 \text{ L O}_2$$

عبارت سوم:

عبارت چهارم: در این واکنش جرم اولیه واکنش‌دهنده‌ها برابر ۲ مول Al_2O_3 ($2 \times 102 = 204 \text{ g}$) و ۳ مول IF_5 ($3 \times 222 = 666 \text{ g}$) است که مجموع آن‌ها برابر $204 + 666 = 870 \text{ g}$ است که با توجه به تولید ۳ مول گاز اکسیژن ($3 \times 32 = 96 \text{ g}$)، درصد کاهش جرم مواد جامد برابر است با:

$$\text{درصد کاهش جرم مواد جامد} = \frac{96}{870} \times 100 \approx 11\%$$

[۱۲ ۴] جرم SO_2 و SO_3 را m گرم در نظر می‌گیریم و تعداد اتم‌های هر کدام را محاسبه می‌کنیم:

$$? \text{ atom(SO}_3) = m \text{ g SO}_3 \times \frac{1 \text{ mol SO}_3}{80 \text{ g SO}_3} \times \frac{4 \text{ mol atom}}{1 \text{ mol SO}_3} \times \frac{N_A \text{ atom}}{1 \text{ mol atom}} = \frac{m}{20} N_A \text{ atom}$$

روش اول (کسر تبدیل):

$$? \text{ atom(SO}_2) = m \text{ g SO}_2 \times \frac{1 \text{ mol SO}_2}{64 \text{ g SO}_2} \times \frac{3 \text{ mol atom}}{1 \text{ mol SO}_2} \times \frac{N_A \text{ atom}}{1 \text{ mol atom}} = \frac{3m}{64} N_A \text{ atom}$$

$$\text{SO}_3 \text{ های ماده: } \frac{\text{تعداد ذره}}{\text{جرم مولی}} = \frac{m}{N_A \times 4} \Rightarrow \frac{m}{80} = \frac{x}{N_A \times 4} \Rightarrow x = \frac{m}{20} N_A \text{ atom}$$

روش دوم (تناسب):

$$\text{SO}_2 \text{ های ماده: } \frac{\text{تعداد ذره}}{\text{جرم مولی}} = \frac{m}{N_A \times 3} \Rightarrow \frac{m}{64} = \frac{y}{N_A \times 3} \Rightarrow y = \frac{3m}{64} N_A \text{ atom}$$

$$\frac{\text{شمار اتم‌های SO}_2}{\text{شمار اتم‌های SO}_3} = \frac{\frac{3m}{64} N_A}{\frac{m}{20} N_A} = \frac{60}{64} = 0/9375$$

پس داریم:

جرم اسید تولیدی را محاسبه می کنیم: **روش اول (کسر تبدیل):**

$$? \text{ mol H}_2\text{SO}_4 = \frac{1}{20.4 \times 10^{23}} \text{ molecule SO}_3 \times \frac{1 \text{ mol SO}_3}{6.02 \times 10^{23} \text{ molecule SO}_3} \times \frac{1 \text{ mol H}_2\text{SO}_4}{1 \text{ mol SO}_3} \times \frac{98 \text{ g H}_2\text{SO}_4}{1 \text{ mol H}_2\text{SO}_4} = 1.9/6 \text{ g H}_2\text{SO}_4$$

$$\frac{\text{SO}_3 \text{ تعداد ذره}}{N_A \times \text{ضرب}} = \frac{\text{جرم H}_2\text{SO}_4}{\text{جرم مولی} \times \text{ضرب}} \Rightarrow \frac{1/20.4 \times 10^{23}}{1 \times 6.02 \times 10^{23}} = \frac{x}{1 \times 98} \Rightarrow x = 1.9/6 \text{ g H}_2\text{SO}_4$$

روش دوم (تناسب):



معادله واکنش های موازنه شده:

$$? \text{ g CrSO}_4 = 56/7 \text{ g Zn(NO}_3)_2 \times \frac{1 \text{ mol Zn(NO}_3)_2}{189 \text{ g Zn(NO}_3)_2} \times \frac{4 \text{ mol گاز (NO}_2, \text{O}_2)}{2 \text{ mol Zn(NO}_3)_2} \times \frac{4 \text{ mol گاز (SO}_2, \text{O}_2)}{4 \text{ mol گاز (NO}_2, \text{O}_2)}$$

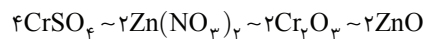
روش اول (کسر تبدیل):

$$\times \frac{4 \text{ mol CrSO}_4}{4 \text{ mol گاز (SO}_2, \text{O}_2)} \times \frac{148 \text{ g CrSO}_4}{1 \text{ mol CrSO}_4} = 88/8 \text{ g CrSO}_4$$

$$? \text{ g ZnO} = 56/7 \text{ g Zn(NO}_3)_2 \times \frac{1 \text{ mol Zn(NO}_3)_2}{189 \text{ g Zn(NO}_3)_2} \times \frac{1 \text{ mol ZnO}}{2 \text{ mol Zn(NO}_3)_2} \times \frac{81 \text{ g ZnO}}{1 \text{ mol ZnO}} = 24/3 \text{ g ZnO}$$

$$? \text{ g Cr}_2\text{O}_3 = 88/8 \text{ g CrSO}_4 \times \frac{1 \text{ mol CrSO}_4}{148 \text{ g CrSO}_4} \times \frac{2 \text{ mol Cr}_2\text{O}_3}{4 \text{ mol CrSO}_4} \times \frac{152 \text{ g Cr}_2\text{O}_3}{1 \text{ mol Cr}_2\text{O}_3} = 45/6 \text{ g Cr}_2\text{O}_3$$

روش دوم (تناسب): با توجه به این که مجموع ضرایب گازهای تولیدی در دو واکنش با هم برابر است، پس بین CrSO_4 و $\text{Zn(NO}_3)_2$ ارتباط برقرار می کنیم:



$$\frac{\text{CrSO}_4 \text{ جرم}}{2 \times 148} = \frac{\text{Zn(NO}_3)_2 \text{ جرم}}{2 \times 189} = \frac{\text{Cr}_2\text{O}_3 \text{ جرم}}{2 \times 152} = \frac{\text{ZnO جرم}}{2 \times 81} \Rightarrow \frac{x}{2 \times 148} = \frac{56/7}{2 \times 189} = \frac{y}{2 \times 152} = \frac{m}{2 \times 81}$$

$$\Rightarrow x = 88/8 \text{ g CrSO}_4, y = 45/6 \text{ g Cr}_2\text{O}_3, m = 24/3 \text{ g ZnO}$$

$$\frac{\text{Cr}_2\text{O}_3 \text{ جرم}}{\text{ZnO جرم}} = \frac{45/6}{24/3} = 1/8$$

پس داریم:



۱۴ ۳ واکنش های انجام شده به صورت مقابل است:

در واکنش اول طبق قانون پایستگی جرم، جرم M مصرفی برابر $144 - 81 = 63 \text{ g}$ است، پس جرم مولی M و جرم مولی Z را محاسبه می کنیم:

$$144 \text{ g M} = 81 \text{ g X} \times \frac{1 \text{ mol X}}{27 \text{ g X}} \times \frac{3 \text{ mol M}}{2 \text{ mol X}} \times \frac{M \text{ g M}}{1 \text{ mol M}} \Rightarrow M = 32 \text{ g.mol}^{-1}$$

روش اول (کسر تبدیل):

$$175/5 \text{ g Z} = 72 \text{ g M} \times \frac{1 \text{ mol M}}{32 \text{ g M}} \times \frac{2 \text{ mol Z}}{1 \text{ mol M}} \times \frac{Z \text{ g Z}}{1 \text{ mol Z}} \Rightarrow Z = 39 \text{ g.mol}^{-1}$$

$$\frac{X \text{ جرم}}{2 \times 27} = \frac{M \text{ جرم}}{3 \times 32} \Rightarrow \frac{81}{2 \times 27} = \frac{144}{3 \times 32} \Rightarrow M = 32 \text{ g.mol}^{-1}$$

روش دوم (تناسب):

$$\frac{M \text{ جرم}}{1 \times 32} = \frac{Z \text{ جرم}}{2 \times 39} \Rightarrow \frac{72}{1 \times 32} = \frac{175/5}{2 \times 39} \Rightarrow Z = 39 \text{ g.mol}^{-1}$$

$$Z_2M \text{ جرم مولی} = 2(39) + 32 = 110 \text{ g.mol}^{-1}$$

پس جرم مولی Z_2M برابر است با:

$$\begin{cases} p+n=39 \\ n-p=1 \end{cases} \Rightarrow p=19$$

برای محاسبه عدد اتمی Z داریم: **روش اول:**

$$Z = \frac{A-(n-p)}{2} = \frac{39-1}{2} = 19$$

روش دوم:

که عنصر Z در گروه اول و دوره چهارم جدول قرار دارد. $(1+4=5)$

۱۵ ۱ جرم مواد جامد تولید شده برابر است با: $400 \times \frac{51/6}{100} = 206/4 \text{ g}$. پس جرم گازهای تولید شده، طبق قانون پایستگی جرم برابر است با:

$$? \text{ mol CO}_2 = 193/6 \text{ g CO}_2 \times \frac{1 \text{ mol CO}_2}{44 \text{ g CO}_2} = 4/4 \text{ mol CO}_2$$

گاز $400 - 206/4 = 193/6 \text{ g}$. مول گاز کربن دی اکسید را محاسبه می کنیم:

اگر مول MgCO_3 و CaCO_3 را به ترتیب X و Y در نظر بگیریم، پس جرمی برابر $84X$ و $100Y$ دارند و به ترتیب X مول و Y مول گاز CO_2 تولید می کنند. داریم:

$$\begin{cases} 84X + 100Y = 400 \\ X + Y = 4/4 \end{cases} \Rightarrow X = 2/5, Y = 1/9$$

$$\text{CaCO}_3 \text{ درصد جرمی} = \frac{100 \times 1/9}{400} \times 100 = 25\%$$

پس درصد جرمی کلسیم کربنات در مخلوط اولیه برابر است با:

$$? \text{ L CO}_2 = \frac{4}{4} \text{ mol CO}_2 \times \frac{22/4 \text{ L CO}_2}{1 \text{ mol CO}_2} = 98/56 \text{ L CO}_2$$

لیتر گاز کربن دی اکسید را محاسبه می کنیم:

فصل دوم: آزمون جامع ۲

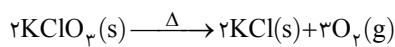
۱ ۳ ابتدا باید حجم مولی گازها را در ارتفاع ۱۰ کیلومتری از سطح زمین محاسبه کنیم:

$$\Delta\theta = -\epsilon h \Rightarrow \theta_2 - 14 = -6 \times 10 \Rightarrow \theta_2 = -46^\circ \text{C} \Rightarrow T_2 = -46^\circ \text{C} + 273 = 227 \text{K}$$

$$\frac{P_1 V_1}{n_1 T_1} = \frac{P_2 V_2}{n_2 T_2} \Rightarrow \frac{1 \times 22/4}{1 \times 273} = \frac{0/28 \times V_2}{1 \times 227} \Rightarrow V_2 = 66/56 \text{ L.mol}^{-1}$$

$$\text{سپس چگالی گاز اوزون را در این ارتفاع به دست می آوریم:}$$

$$\text{چگالی گاز اوزون} = \frac{O_3 \text{ جرم مولی}}{O_3 \text{ حجم مولی}} = \frac{48 \text{ (g.mol}^{-1})}{66/56 \text{ (L.mol}^{-1})} = 0/72 \text{ g.L}^{-1}$$



۲ ۱ قسمت اول: ابتدا مقدار مول گاز تولید شده را محاسبه می کنیم:

$$? \text{ mol O}_2 = 24/56 \text{ g KClO}_3 \times \frac{1 \text{ mol KClO}_3}{122/56 \text{ g KClO}_3} \times \frac{3 \text{ mol O}_2}{2 \text{ mol KClO}_3} = 0/3 \text{ mol O}_2$$

روش اول (کسر تبدیل):

$$\frac{\text{KClO}_3 \text{ جرم}}{\text{ضریب}} = \frac{O_2 \text{ مول}}{\text{ضریب}} \Rightarrow \frac{24/56}{2 \times 122/56} = \frac{x \text{ mol O}_2}{3} \Rightarrow x = 0/3 \text{ mol O}_2$$

روش دوم (تناسب):

$$\frac{P_1 V_1}{n_1 T_1} = \frac{P_2 V_2}{n_2 T_2} \Rightarrow \frac{1 \times 22/4}{1 \times 273} = \frac{2 \times V_2}{0/3 \times (91 + 273)} \Rightarrow V_2 = 4/48 \text{ L}$$

سپس با استفاده از قانون گازها، حجم گاز را در شرایط داده شده محاسبه می کنیم:

$$? \text{ g O}_3 = 0/3 \text{ mol O}_2 \times \frac{48 \text{ g O}_3}{1 \text{ mol O}_2} = 14/4 \text{ g O}_3$$

قسمت دوم: محاسبه جرم O_3 تولیدی: روش اول (کسر تبدیل):

$$\frac{O_2 \text{ مول}}{\text{ضریب}} = \frac{O_3 \text{ جرم}}{\text{ضریب}} \Rightarrow \frac{0/3 \times 48}{1} = \frac{x \text{ g O}_3}{48} \Rightarrow x = 14/4 \text{ g O}_3$$

روش دوم (تناسب):

۳ ۲ در اثر تجزیه گرمایی دو مول سدیم هیدروژن کربنات، در حالت اول دو مول گاز (بخار آب و کربن دی اکسید) و در شرایط STP فقط یک مول گاز (کربن

دی اکسید) تولید می شود: پس خواهیم داشت:

$$\frac{P_1 V_1}{n_1 T_1} = \frac{P_2 V_2}{n_2 T_2} \xrightarrow{\text{ثابت } P} \frac{V_2}{V_1} = \frac{n_2 T_2}{n_1 T_1} \Rightarrow \frac{V_2}{V_1} = \frac{1 \times 273}{2 \times (117 + 273)} = 0/35$$

۴ ۴ ابتدا مقدار مول گاز کربن دی اکسید تولید شده در واکنش تجزیه کلسیم کربنات را به دست می آوریم:

$$? \text{ mol CO}_2 = 50 \text{ g CaCO}_3 \times \frac{1 \text{ mol CaCO}_3}{100 \text{ g CaCO}_3} \times \frac{1 \text{ mol CO}_2}{1 \text{ mol CaCO}_3} = 0/5 \text{ mol CO}_2$$

روش اول (کسر تبدیل):

$$\frac{\text{CaCO}_3 \text{ جرم}}{\text{ضریب}} = \frac{\text{CO}_2 \text{ مول}}{\text{ضریب}} \Rightarrow \frac{50}{1 \times 100} = \frac{x \text{ mol CO}_2}{1} \Rightarrow x = 0/5 \text{ mol CO}_2$$

روش دوم (تناسب):

$$\frac{P_1 V_1}{n_1 T_1} = \frac{P_2 V_2}{n_2 T_2} \Rightarrow \frac{1 \times 22/4}{1 \times 273} = \frac{3/5 \times V_2}{0/5 \times (273 + 273)} \Rightarrow V_2 = 6/4 \text{ L}$$

سپس حجم این گاز را با استفاده از قانون گازها در شرایط داده شده محاسبه می کنیم:

حال حجم گاز اکسیژن تولید شده در واکنش تجزیه سدیم نیترات که دما و فشار آن داده نشده را به دست می آوریم:

$$\frac{\text{حجم گاز CO}_2}{\text{حجم گاز O}_2} = 1/6 \Rightarrow \text{حجم گاز O}_2 = \frac{6/4}{1/6} = 4 \text{ L}$$

اکنون چگالی گاز اکسیژن را محاسبه می کنیم:

$$34 \text{ g NaNO}_3 \times \frac{1 \text{ mol NaNO}_3}{85 \text{ g NaNO}_3} \times \frac{1 \text{ mol O}_2}{2 \text{ mol NaNO}_3} \times \frac{32 \text{ g O}_2}{1 \text{ mol O}_2} \times \frac{1 \text{ L O}_2}{d \text{ g O}_2} = 4 \text{ L O}_2 \Rightarrow d = 1/6 \text{ g.L}^{-1}$$

روش اول (کسر تبدیل):

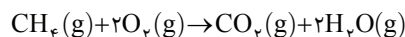
$$\frac{\text{NaNO}_3 \text{ جرم}}{\text{ضریب}} = \frac{O_2 \text{ چگالی (g.L}^{-1}) \times \text{لیتر}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{34}{2 \times 85} = \frac{4 \times d}{1 \times 32} \Rightarrow d = 1/6 \text{ g.L}^{-1}$$

روش دوم (تناسب):

۵ ۲ ابتدا مقدار اولیه گاز متان موجود در سیلندر را به دست می آوریم:

$$\frac{P_1 V_1}{n_1 T_1} = \frac{P_2 V_2}{n_2 T_2} \xrightarrow{n = \frac{m}{M} \text{ ثابت}} \frac{P_1 V_1}{m_1 T_1} = \frac{P_2 V_2}{m_2 T_2} \xrightarrow{P \text{ ثابت}} \frac{V_1}{m_1 T_1} = \frac{V_2}{m_2 T_2} \Rightarrow \frac{\pi r^2 \times 20}{m_1 \times (27 + 273)} = \frac{\pi r^2 \times 40}{(m_1 + 8) \times (227 + 273)} \Rightarrow m_1 = 40 \text{ g}$$

پس جرم کل گاز متان داخل سیلندر برابر ۴۸ (۴۰+۸) گرم است. اکنون مقدار گاز اکسیژن لازم برای سوختن این مقدار متان را به دست می آوریم:



معادله موازنه شده واکنش:

$$? \text{ g O}_2 = 48 \text{ g CH}_4 \times \frac{1 \text{ mol CH}_4}{16 \text{ g CH}_4} \times \frac{2 \text{ mol O}_2}{1 \text{ mol CH}_4} \times \frac{32 \text{ g O}_2}{1 \text{ mol O}_2} = 192 \text{ g O}_2$$

روش اول (کسر تبدیل):

$$\frac{\text{جرم CH}_4}{\text{جرم مولی CH}_4} = \frac{\text{جرم اکسیژن}}{\text{جرم مولی O}_2} \Rightarrow \frac{48}{16} = \frac{x \text{ g O}_2}{32} \Rightarrow x = 192 \text{ g O}_2$$

روش دوم (تناسب):

۶ ۴ ابتدا باید حجم مولی گازها را محاسبه کنیم، اگر حجم مولی را V در نظر بگیریم، خواهیم داشت:

$$\frac{2/5 \text{ L C}_2\text{H}_6}{1 \text{ mol C}_2\text{H}_6} \times \frac{6 \times 10^{23} \text{ molecule C}_2\text{H}_6}{1 \text{ mol C}_2\text{H}_6} \times \frac{12 \text{ atom (C, H)}}{1 \text{ molecule C}_2\text{H}_6} = 1/0.8 \times 10^{24} \text{ atom (C, H)} \Rightarrow V = \frac{5}{3} \text{ L}$$

روش اول (کسر تبدیل):

$$\frac{\text{C}_2\text{H}_6 \text{ لیتر}}{\text{حجم مولی}} = \frac{\text{تعداد ذره}}{N_A \times 12} \Rightarrow \frac{2/5}{V} = \frac{1/0.8 \times 10^{24}}{6 \times 10^{23} \times 12} \Rightarrow V = \frac{5}{3} \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$$

روش دوم (تناسب):

پس حجم مولی گازها در این شرایط برابر $\frac{5}{3}$ لیتر بر مول است، پس برای اوزون خواهیم داشت:

$$x \text{ L O}_3 = 14/4 \times 10^{23} \text{ atom O} \times \frac{1 \text{ molecule O}_3}{3 \text{ atom O}} \times \frac{1 \text{ mol O}_3}{6 \times 10^{23} \text{ molecule O}_3} \times \frac{5}{3} \text{ L O}_3 = \frac{4}{3} \text{ L O}_3 = 13/33 \text{ L O}_3$$

روش اول (کسر تبدیل):

$$\frac{\text{تعداد ذره}}{N_A \times 3} = \frac{\text{لیتر O}_3}{\text{حجم مولی}} \Rightarrow \frac{14/4 \times 10^{23}}{6 \times 10^{23} \times 3} = \frac{x}{5/3} \Rightarrow x = \frac{4}{3} \text{ L} = 13/33 \text{ L O}_3$$

روش دوم (تناسب):

$$\text{O}_3 \text{ چگالی} = \frac{\text{جرم مولی O}_3}{\text{حجم مولی O}_3} = \frac{48 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{5/3 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}} = 28.8 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$$

چگالی گاز اوزون در این شرایط برابر است با:

۷ ۱ چگالی گاز N_2 و C_2H_6 در شرایط برابر STP را محاسبه می کنیم:

$$d_{\text{N}_2} = \frac{\text{جرم مولی N}_2}{\text{حجم مولی N}_2} = \frac{28 \text{ g}}{22.4 \text{ L}} = 1.25 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} \quad d_{\text{C}_2\text{H}_6} = \frac{\text{جرم مولی C}_2\text{H}_6}{\text{حجم مولی C}_2\text{H}_6} = \frac{56 \text{ g}}{22.4 \text{ L}} = 2.5 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$$

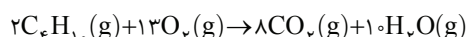
اگر یک لیتر مخلوط این گازها را داشته باشیم، فرض می کنیم این مخلوط دارای x لیتر گاز N_2 و (1-x) لیتر گاز C_2H_6 است.

$$? \text{ g N}_2 = x \text{ L N}_2 \times \frac{1.25 \text{ g N}_2}{1 \text{ L N}_2} = 1.25 x \text{ g N}_2 \quad ? \text{ g C}_2\text{H}_6 = (1-x) \text{ L C}_2\text{H}_6 \times \frac{2.5 \text{ g C}_2\text{H}_6}{1 \text{ L C}_2\text{H}_6} = 2.5 - 2.5 x \text{ g C}_2\text{H}_6$$

$$\text{مجموع جرم این مخلوط گازی با توجه به چگالی برابر است با:} \quad \text{مجموع مخلوط} = \frac{m_{\text{کل}}}{\text{حجم مخلوط}} \Rightarrow 1.75 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} = \frac{m_{\text{کل}}}{1 \text{ L}} \Rightarrow m_{\text{کل}} = 1.75 \text{ g}$$

$$\text{پس داریم:} \quad \text{جرم کل} = \text{جرم N}_2 + \text{جرم C}_2\text{H}_6 \Rightarrow 1.75 = 1.25 x + 2.5 - 2.5 x \Rightarrow x = 0.6 \text{ L}$$

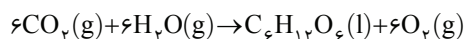
در نتیجه ۰/۶ لیتر گاز N_2 و ۰/۴ لیتر گاز C_2H_6 در مخلوط وجود داشته است. درصد جرمی N_2 برابر است با: $\frac{0.6 \times 1.25}{1.75} \times 100 = 42.86\%$ درصد جرمی C_2H_6 برابر است با: $\frac{0.4 \times 2.5}{1.75} \times 100 = 57.14\%$



۸ ۱ واکنش سوختن کامل بوتان:

در این واکنش هر ۱۵ لیتر از واکنش دهنده ها، ۱۸ لیتر از فراورده ها را تولید می کند. به عبارتی به ازای تولید ۸ لیتر گاز کربن دی اکسید، ۳ لیتر افزایش حجم داریم، پس:

$$? \text{ L CO}_2 = (126 - 105) \text{ L} \times \frac{8 \text{ L CO}_2}{3 \text{ L افزایش حجم}} = 56 \text{ L CO}_2$$



مقدار مول گاز کربن دی اکسید را از واکنش فتوسنتز محاسبه می کنیم:

$$? \text{ mol CO}_2 = 300 \text{ g C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \times \frac{1 \text{ mol C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6}{180 \text{ g C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6} \times \frac{6 \text{ mol CO}_2}{1 \text{ mol C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6} = 10 \text{ mol CO}_2$$

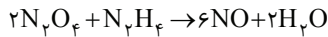
روش اول (کسر تبدیل):

روش دوم (تناسب):

$$\frac{\text{جرم } C_6H_{12}O_6}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{مول } CO_2}{\text{ضریب}} \Rightarrow \frac{300}{1 \times 180} = \frac{x}{6} \Rightarrow x = 10 \text{ mol } CO_2$$

طبق قوانین گازها داریم:

$$\frac{P_1 V_1}{n_1 T_1} = \frac{P_2 V_2}{n_2 T_2} \Rightarrow \frac{1 \times 22/4}{1 \times 273} = \frac{P_2 \times 56}{10 \times (136/5 + 273)} \Rightarrow P_2 = 6 \text{ atm}$$



معادله واکنش موازنه شده:

به ازای تولید ۶ مول NO، اختلاف جرم واکنش دهنده‌ها برابر $2 \times 92 - 1 \times 32 = 152 \text{ g}$ است، پس داریم:

$$? \text{ mol } NO = 30/4 \text{ g جرم} \times \frac{6 \text{ mol } NO}{152 \text{ g جرم}} \times \frac{22/4 \text{ L}}{1 \text{ mol } NO} = 26/88 \text{ L (STP) NO}$$

$$? \text{ mol } H_2O = 1/2 \text{ mol } NO \times \frac{2 \text{ mol } H_2O}{6 \text{ mol } NO} = 0/4 \text{ mol } H_2O$$

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{1 \times 26/88}{273} = \frac{2 \times V_2}{351} \Rightarrow V_2 = 17/28 \text{ L NO}$$

طبق قوانین گازها داریم:

$$CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O, \quad ? \text{ g } CH_4 = 0/4 \text{ mol } H_2O \times \frac{1 \text{ mol } CH_4}{2 \text{ mol } H_2O} \times \frac{16 \text{ g } CH_4}{1 \text{ mol } CH_4} = 3/2 \text{ g } CH_4$$

و مطابق واکنش سوختن متان، داریم:

پس فرض می‌کنیم یک مول مخلوط گازی NO و NH_3 داریم که X مول NH_3 و $(1-x)$ مول NO دارد. جرم یک مول از NH_3 را که حجم برابر ۲۴ لیتر

$$d = \frac{\text{جرم گاز}}{\text{حجم گاز}} \Rightarrow 0/99 = \frac{\text{جرم گاز}}{24} \Rightarrow \text{جرم گاز} = 23/76$$

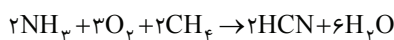
دارد محاسبه می‌کنیم:

$$17x + 30(1-x) = 23/76 \Rightarrow x = 0/48$$

پس داریم:

$$? \text{ mol } NH_3 = 60 \text{ L گاز} \times \frac{0/48 \text{ mol } NH_3}{24 \text{ L گاز}} = 1/2 \text{ mol } NH_3$$

در مخلوطی به حجم ۶۰ لیتر، مول گاز آمونیاک برابر است با:



معادله واکنش موازنه شده:

$$? \text{ L } O_2 = 1/2 \text{ mol } NH_3 \times \frac{3 \text{ mol } O_2}{2 \text{ mol } NH_3} \times \frac{24 \text{ L } O_2}{1 \text{ mol } O_2} = 43/2 \text{ L } O_2$$

روش اول (کسر تبدیل):

$$? \text{ g } HCN = 1/2 \text{ mol } NH_3 \times \frac{2 \text{ mol } HCN}{2 \text{ mol } NH_3} \times \frac{27 \text{ g } HCN}{1 \text{ mol } HCN} = 32/4 \text{ g } HCN$$

$$\frac{NH_3 \text{ مول}}{\text{ضریب}} = \frac{O_2 \text{ لیتر}}{\text{حجم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{HCN \text{ جرم}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{1/2}{2} = \frac{x}{3 \times 24} = \frac{y}{2 \times 27} \Rightarrow x = 43/2 \text{ L } O_2, y = 32/4 \text{ g } HCN$$

روش دوم (تناسب):

فصل دوم: آزمون جامع ۳

ابتدا دما و فشار را در ارتفاع ۵ کیلومتری از سطح زمین محاسبه می‌کنیم:

$$\Delta\theta = -\epsilon h \Rightarrow \theta_p - 17 = -6 \times 5 \Rightarrow \theta_p = -13^\circ \text{ C} = 260 \text{ K}$$

$$1 \text{ atm} \xrightarrow{1 \text{ km}} 0/9 \text{ atm} \xrightarrow{1 \text{ km}} 0/81 \text{ atm} \xrightarrow{1 \text{ km}} 0/729 \text{ atm} \xrightarrow{1 \text{ km}} 0/6561 \text{ atm} \xrightarrow{1 \text{ km}} 0/59049 \text{ atm} (\approx 0/6 \text{ atm})$$

$$\frac{P_1 V_1}{n_1 T_1} = \frac{P_2 V_2}{n_2 T_2} \xrightarrow{\text{ثابت } n} \frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{1 \times 22/4}{273} = \frac{0/6 \times V_2}{260} \Rightarrow V_2 = 35/55 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$$

سپس حجم مولی گازها را در این شرایط به‌دست می‌آوریم:

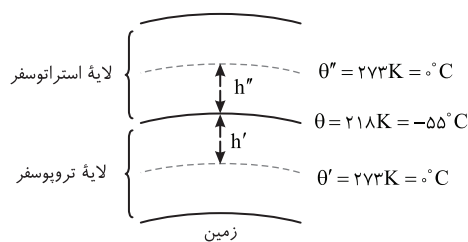
اکنون حجم گاز NO_2 مصرفی در واکنش تولید اوزون تروپوسفری را به‌دست می‌آوریم:

$$? \text{ L } NO_2 = 6/4 \text{ g } O_3 \times \frac{1 \text{ mol } O_3}{48 \text{ g } O_3} \times \frac{1 \text{ mol } NO_2}{1 \text{ mol } O_3} \times \frac{35/55 \text{ L } NO_2}{1 \text{ mol } NO_2} = 4/74 \text{ L } NO_2$$

روش اول (کسر تبدیل):

$$\frac{NO_2 \text{ لیتر}}{\text{ضریب}} = \frac{O_3 \text{ جرم}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{x \text{ L } NO_2}{1 \times 35/55} = \frac{6/4}{1 \times 48} \Rightarrow x = 4/74 \text{ L } NO_2$$

روش دوم (تناسب):



۱ ۲ با توجه به توضیحات مسئله، می‌توانیم شکل مقابل را رسم کنیم. برای تغییرات دما در لایه تروپوسفر از رابطه $\Delta\theta = -\epsilon h'$ و برای تغییرات دما در لایه استراتوسفر از رابطه $\Delta\theta = \epsilon h''$ استفاده می‌کنیم. **لایه تروپوسفر:** برای محاسبه ارتفاعی از لایه تروپوسفر که دما در آن برابر $^{\circ}\text{C}$ است، باید از دمای ابتدای لایه استراتوسفر (یعنی ۲۱۸K) استفاده کنیم:

$$\Delta\theta = -\epsilon h' \Rightarrow -55 - 0 = -\epsilon h' \Rightarrow h' \approx 9.17 \text{ km}$$

$$\Delta\theta = \epsilon h'' \Rightarrow 0 - (-55) = \epsilon h'' \Rightarrow h'' = 34.375 \text{ km}$$

لایه استراتوسفر:

پس تفاوت ارتفاع دو نقطه از هواکره در دو لایه تروپوسفر و استراتوسفر که دما در آن نقاط $^{\circ}\text{C}$ است، برابر است با:

$$\Delta h = 9.17 + 34.375 = 43.545 \text{ km} \approx 43.5 \text{ km}$$

۲ ۳ مول هیدروژن اضافه شده را محاسبه می‌کنیم:

$$? \text{ mol } H_2 = 2 \text{ g } H_2 \times \frac{1 \text{ mol } H_2}{2 \text{ g } H_2} = 1 \text{ mol } H_2$$

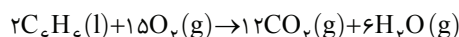
$$\Delta n = 1 \text{ mol}, \quad \Delta V = V_2 - V_1 = 1/25 V_1 - V_1 = -1/25 V_1, \quad \frac{\Delta n}{n_1} = \frac{\Delta V}{V_1} \Rightarrow \frac{1}{n_1} = \frac{-1/25 V_1}{V_1} \Rightarrow n_1 = 4 \text{ mol}$$

پس مخلوط اولیه ۴ مول بوده است. اگر مول نیتروژن را x و مول هیدروژن را y در نظر بگیریم، $28x$ گرم نیتروژن و $2y$ گرم هیدروژن داریم:

$$\begin{cases} x + y = 4 \\ 28x + 2y = 60 \end{cases} \Rightarrow x = 2, y = 2$$

$$N_2 \text{ درصد جرمی} = \frac{N_2 \text{ مول}}{\text{مول کل}} \times 100 = \frac{2}{4} \times 100 = 50\%$$

پس درصد مولی گاز N_2 در مخلوط اولیه برابر است با:



۴ ۴ معادله واکنش سوختن کامل بنزن:

ابتدا مقدار مول گاز اکسیژن لازم برای سوختن $31/2$ گرم بنزن را محاسبه می‌کنیم:

$$? \text{ mol } O_2 = 31/2 \text{ g } C_6H_6 \times \frac{1 \text{ mol } C_6H_6}{78 \text{ g } C_6H_6} \times \frac{15 \text{ mol } O_2}{2 \text{ mol } C_6H_6} = 3 \text{ mol } O_2$$

روش اول (کسر تبدیل):

$$\frac{C_6H_6 \text{ جرم}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{O_2 \text{ مول}}{\text{ضریب}} \Rightarrow \frac{31/2}{2 \times 78} = \frac{n}{15} \Rightarrow n = 3 \text{ mol } O_2$$

روش دوم (تناسب):

اگر x مول O_2 در واکنش (I) تولید شود، $(3-x)$ مول O_2 در واکنش (II) تولید می‌شود، پس خواهیم داشت:

$$? \text{ g } KClO_3 = x \text{ mol } O_2 \times \frac{2 \text{ mol } KClO_3}{3 \text{ mol } O_2} \times \frac{122.5 \text{ g } KClO_3}{1 \text{ mol } KClO_3} = \frac{245}{3} x \text{ g } KClO_3$$

روش اول (کسر تبدیل):

$$? \text{ g } NaNO_3 = (3-x) \text{ mol } O_2 \times \frac{2 \text{ mol } NaNO_3}{1 \text{ mol } O_2} \times \frac{85 \text{ g } NaNO_3}{1 \text{ mol } NaNO_3} = 170(3-x) \text{ g } NaNO_3$$

$$\frac{KClO_3 \text{ جرم}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{O_2 \text{ مول}}{\text{ضریب}} \Rightarrow \frac{m_1}{2 \times 122.5/3} = \frac{x}{3} \Rightarrow m_1 = \frac{245}{3} x \text{ g } KClO_3$$

روش دوم (تناسب):

$$\frac{NaNO_3 \text{ جرم}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{O_2 \text{ مول}}{\text{ضریب}} \Rightarrow \frac{m_2}{2 \times 85} = \frac{3-x}{1} \Rightarrow m_2 = 170(3-x) \text{ g } NaNO_3$$

از مجموع جرم این دو ماده داریم:

$$\frac{245}{3} x + 170(3-x) = 271/5 \Rightarrow 245x + 510(3-x) = 814/5 \Rightarrow 245x + 1530 - 510x = 814/5 \Rightarrow 265x = 715/5 \Rightarrow x = 2/7$$

پس در واکنش (II) مقدار $(3-2/7) \times 3 \text{ mol}$ اکسیژن تولید شده است. اکنون جرم $NaNO_3$ تولید شده برابر است با:

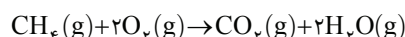
$$? \text{ g } NaNO_3 = 3 \text{ mol } O_2 \times \frac{2 \text{ mol } NaNO_3}{1 \text{ mol } O_2} \times \frac{69 \text{ g } NaNO_3}{1 \text{ mol } NaNO_3} = 414 \text{ g } NaNO_3$$

روش اول (کسر تبدیل):

$$\frac{NaNO_3 \text{ جرم}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{O_2 \text{ مول}}{\text{ضریب}} \Rightarrow \frac{y}{2 \times 69} = \frac{3}{1} \Rightarrow y = 414 \text{ g } NaNO_3$$

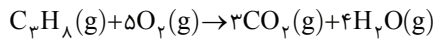
روش دوم (تناسب):

۴ ۵ جرم پروپان را x گرم و جرم متان را $(x+10)$ گرم در نظر می‌گیریم:



سوختن متان:

$$? \text{ g CO}_2 = (x+10) \text{ g CH}_4 \times \frac{1 \text{ mol CH}_4}{16 \text{ g CH}_4} \times \frac{1 \text{ mol CO}_2}{1 \text{ mol CH}_4} \times \frac{44 \text{ g CO}_2}{1 \text{ mol CO}_2} = \frac{11(x+10)}{4} \text{ g CO}_2$$



سوختن پروپان:

$$? \text{ g CO}_2 = x \text{ g C}_3\text{H}_8 \times \frac{1 \text{ mol C}_3\text{H}_8}{44 \text{ g C}_3\text{H}_8} \times \frac{3 \text{ mol CO}_2}{1 \text{ mol C}_3\text{H}_8} \times \frac{44 \text{ g CO}_2}{1 \text{ mol CO}_2} = 3x \text{ g CO}_2$$

$$\frac{11(x+10)}{4} + 3x = 154 \Rightarrow x = 22 \text{ g}$$

با توجه به اینکه مجموع جرم کربن دی اکسید تولید شده برابر ۱۵۴ گرم است، مقدار x را محاسبه می کنیم:

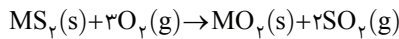
$$? \text{ mol CH}_4 = 32 \text{ g CH}_4 \times \frac{1 \text{ mol CH}_4}{16 \text{ g CH}_4} = 2 \text{ mol CH}_4$$

حال مقدار مول گازهای متان و پروپان در مخلوط اولیه را محاسبه می کنیم:

$$? \text{ mol C}_3\text{H}_8 = 22 \text{ g C}_3\text{H}_8 \times \frac{1 \text{ mol C}_3\text{H}_8}{44 \text{ g C}_3\text{H}_8} = 0.5 \text{ mol C}_3\text{H}_8$$

$$\text{CH}_4 \text{ درصد مولی} = \frac{\text{مول CH}_4}{\text{مول کل}} \times 100 = \frac{2}{2.5} \times 100 = 80\%$$

اکنون درصد مولی گاز متان در مخلوط اولیه را محاسبه می کنیم:



[۴ ۶] معادله موازنه شده واکنش:

روش اول (کسر تبدیل): ابتدا جرم مولی M را x در نظر گرفته و آن را محاسبه می کنیم:

$$11/7 \text{ g MS}_2 \times \frac{1 \text{ mol MS}_2}{(x+64) \text{ g MS}_2} \times \frac{1 \text{ mol MO}_2}{1 \text{ mol MS}_2} \times \frac{(x+32) \text{ g MO}_2}{1 \text{ mol MO}_2} = (11/7 - 2/4) \text{ g MO}_2 \Rightarrow x = 92 \text{ g.mol}^{-1}$$

$$? \text{ L SO}_2 = 11/7 \text{ g MS}_2 \times \frac{1 \text{ mol MS}_2}{156 \text{ g MS}_2} \times \frac{2 \text{ mol SO}_2}{1 \text{ mol MS}_2} \times \frac{22/4 \text{ L SO}_2}{1 \text{ mol SO}_2} = 3/36 \text{ L SO}_2$$

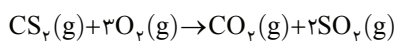
اکنون با توجه به معادله واکنش، حجم گاز SO₂ تولیدی برابر است با:

روش دوم (تناسب): ابتدا جرم مولی M را x در نظر گرفته و آن را محاسبه می کنیم:

$$\frac{\text{جرم MS}_2}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{جرم MO}_2}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{11/7}{1 \times (x+64)} = \frac{11/7 - 2/4}{1 \times (x+32)} \Rightarrow x = 92 \text{ g.mol}^{-1}$$

$$\frac{\text{جرم MS}_2}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{لیتر SO}_2 (\text{STP})}{22/4} \Rightarrow \frac{11/7}{1 \times 156} = \frac{x \text{ L SO}_2}{2 \times 22/4} \Rightarrow x = 3/36 \text{ L SO}_2$$

اکنون با توجه به معادله واکنش، حجم گاز SO₂ تولیدی برابر است با:

[۳ ۷] معادله موازنه شده واکنش سوختن کامل CS₂ به صورت مقابل است:اگر مقدار مول O₂ اضافی را x در نظر بگیریم، خواهیم داشت:

$$\frac{3 \text{ mol فراورده}}{4 \text{ mol واکنش دهنده}} \times \text{واکنش دهنده} = (4-x) \text{ mol} = \text{مقدار مول O}_2 \text{ اضافی} + \text{مجموع مقدار مول فراورده ها} = \text{مقدار مول ها در پایان واکنش}$$

$$\Rightarrow x = 0.4 \text{ mol O}_2$$

اکنون با استفاده از مقدار مول اولیه واکنش دهنده ها و مقدار مول گاز اکسیژن اضافی، جرم CS₂ موجود در مخلوط اولیه را محاسبه می کنیم:

$$? \text{ mol CS}_2 = (4-0.4) \text{ mol واکنش دهنده} \times \frac{1 \text{ mol CS}_2}{4 \text{ mol واکنش دهنده}} \times \frac{76 \text{ g CS}_2}{1 \text{ mol CS}_2} = 68/4 \text{ g CS}_2$$

روش اول (کسر تبدیل):

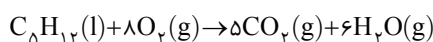
$$\frac{\text{مول واکنش دهنده}}{\text{ضریب}} = \frac{\text{جرم CS}_2}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{4-0.4}{4} = \frac{x}{1 \times 76} \Rightarrow x = 68/4 \text{ g CS}_2$$

روش دوم (تناسب):

[۳ ۸] تعداد مول گازهای وارد شده به محفظه واکنش برابر است با:

$$? \text{ mol N}_2 = 25 \text{ mol هوا} \times \frac{20}{100} = 5 \text{ mol N}_2$$

$$? \text{ mol O}_2 = 25 \text{ mol هوا} \times \frac{80}{100} = 20 \text{ mol O}_2$$



پنتان با گاز اکسیژن مطابق واکنش مقابل می سوزد، اما با گاز نیتروژن وارد واکنش نمی شود:

$$? \text{ mol O}_2 = 36 \text{ g C}_5\text{H}_{12} \times \frac{1 \text{ mol C}_5\text{H}_{12}}{72 \text{ g C}_5\text{H}_{12}} \times \frac{8 \text{ mol O}_2}{1 \text{ mol C}_5\text{H}_{12}} = 4 \text{ mol O}_2$$

مقدار مول O₂ مصرفی برابر است با:

پس ۴ مول اکسیژن برای سوختن کامل پنتان مصرف می شود و یک مول اکسیژن اضافی در ظرف باقی می ماند. تعداد مول های بخار آب و کربن دی اکسید تولیدی را

$$? \text{ mol CO}_2 = 4 \text{ mol O}_2 \times \frac{5 \text{ mol CO}_2}{2 \text{ mol O}_2} = 10 \text{ mol CO}_2$$

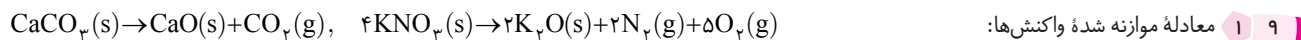
$$? \text{ mol H}_2\text{O} = 4 \text{ mol O}_2 \times \frac{6 \text{ mol H}_2\text{O}}{2 \text{ mol O}_2} = 12 \text{ mol H}_2\text{O}$$

به دست می آوریم:

بنابراین، گازهای درون ظرف در انتهای واکنش عبارتند از: گاز $26/5 \text{ mol H}_2\text{O} \Rightarrow 26/5 \text{ mol CO}_2$, $2/5 \text{ mol O}_2$, 1 mol N_2 در انتهای واکنش

اکنون درصد مولی بخار آب در مخلوط گازهای نهایی را به دست می آوریم:

$$\text{درصد مولی H}_2\text{O} = \frac{\text{مقدار مول H}_2\text{O}}{\text{مقدار مول کل}} \times 100 = \frac{3}{26/5} \times 100 \approx 11/32\%$$



ابتدا حجم مولی گازها را در شرایط آزمایش محاسبه می کنیم:

$$\frac{P_1 V_1}{n_1 T_1} = \frac{P_2 V_2}{n_2 T_2} \xrightarrow{n \text{ ثابت}} \frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{1 \times 22/4}{273} = \frac{2 \times V_2}{702 + 273} \Rightarrow V_2 = 40 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$$

با توجه به اینکه ۱۰ لیتر گاز با نسبت های ۱، ۲ و ۵ به ترتیب برای گازهای کربن دی اکسید (CO_2)، نیتروژن (N_2) و اکسیژن (O_2) تولید شده است، جرم جامدهای اولیه را محاسبه می کنیم:

$$? \text{ g CaCO}_3 = 10 \text{ L گاز} \times \frac{1 \text{ mol گاز}}{40 \text{ L گاز}} \times \frac{1 \text{ mol CO}_2}{1 \text{ mol CO}_2} \times \frac{1 \text{ mol CaCO}_3}{1 \text{ mol CO}_2} \times \frac{100 \text{ g CaCO}_3}{1 \text{ mol CaCO}_3} = 3/125 \text{ g CaCO}_3$$

$$? \text{ g KNO}_3 = 10 \text{ L گاز} \times \frac{1 \text{ mol گاز}}{40 \text{ L گاز}} \times \frac{5 \text{ mol (N}_2, \text{O}_2)}{8 \text{ mol گاز}} \times \frac{4 \text{ mol KNO}_3}{5 \text{ mol (N}_2, \text{O}_2)} \times \frac{101 \text{ g KNO}_3}{1 \text{ mol KNO}_3} = 12/625 \text{ g KNO}_3$$

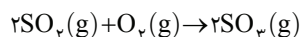
در انتها، اختلاف جرم دو جامد اولیه را به دست می آوریم:

$$\text{تفاوت جرم واکنش دهنده ها} = 12/625 - 3/125 = 9/5 \text{ g}$$

۱۰ ۳ به کمک قانون گازها مقدار مول ثانویه را به دست می آوریم:

$$\frac{P_1 V_1}{n_1 T_1} = \frac{P_2 V_2}{n_2 T_2} \xrightarrow{T, V \text{ ثابت}} \frac{P_1}{n_1} = \frac{P_2}{n_2} \Rightarrow \frac{P_1}{1} = \frac{0/9 P_1}{n_2} \Rightarrow n_2 = 0/9 \text{ mol}$$

در ادامه به کمک جدول مقابل، ابتدا مقدار مول و سپس جرم SO_3 تولید شده را به دست می آوریم:



مول اولیه	۱	۰
تغییر مول	-۳x	+۲x
مول نهایی	۱-۳x	۰+۲x

$$\text{مجموع مقدار مول گازها در پایان واکنش} = (1-3x) + (0+2x) = 0/9 \Rightarrow x = 0/1$$

$$\text{مقدار مول SO}_3 \text{ تولید شده} = 2 \times x = 2 \times 0/1 = 0/2 \text{ mol SO}_3$$

$$? \text{ g SO}_3 = 0/2 \text{ mol SO}_3 \times \frac{80 \text{ g SO}_3}{1 \text{ mol SO}_3} = 16 \text{ g SO}_3$$

پاسخ تشریحی

آزمون های جامع فصل سوم

فصل سوم: آزمون جامع ۱

۱ ۴ روش اول: ابتدا جرم محلول را محاسبه می کنیم:

$$\text{محلول } 6000 \text{ g} = \frac{1 \text{ g محلول}}{1 \text{ mL محلول}} \times \frac{10^3 \text{ mL محلول}}{1 \text{ L محلول}} \times 6 \text{ L محلول} = 6000 \text{ g}$$

سپس جرمی از یون های Br^- که در این محلول وجود دارد را به دست می آوریم:

$$\text{ppm} = \frac{\text{جرم حل شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 10^6 \Rightarrow 40 = \frac{x(\text{g})}{6000(\text{g})} \times 10^6 \Rightarrow x = 0.24 \text{ g Br}^-$$

از جرم یون های Br^- ، جرم کلسیم برمید (CaBr_2) مورد نیاز را محاسبه می کنیم:

$$? \text{ g CaBr}_2 = 0.24 \text{ g Br}^- \times \frac{1 \text{ mol Br}^-}{80 \text{ g Br}^-} \times \frac{1 \text{ mol CaBr}_2}{2 \text{ mol Br}^-} \times \frac{200 \text{ g CaBr}_2}{1 \text{ mol CaBr}_2} = 0.3 \text{ g CaBr}_2$$

روش دوم: مراحل بالا را می توان به صورت خلاصه نوشت:

$$? \text{ g CaBr}_2 = 6 \text{ L محلول} \times \frac{10^3 \text{ mL محلول}}{1 \text{ L محلول}} \times \frac{1 \text{ g محلول}}{1 \text{ mL محلول}} \times \frac{40 \text{ g Br}^-}{10^6 \text{ g محلول}} \times \frac{1 \text{ mol Br}^-}{80 \text{ g Br}^-} \times \frac{1 \text{ mol CaBr}_2}{2 \text{ mol Br}^-} \times \frac{200 \text{ g CaBr}_2}{1 \text{ mol CaBr}_2} = 0.3 \text{ g CaBr}_2$$

۲ ۲ ابتدا جرم یون هیدروکسید حاصل از حل شدن سدیم هیدروکسید و پتاسیم هیدروکسید را به دست می آوریم:

$$? \text{ g OH}^- = 8 \times 10^{-3} \text{ g NaOH} \times \frac{1 \text{ mol NaOH}}{40 \text{ g NaOH}} \times \frac{1 \text{ mol OH}^-}{1 \text{ mol NaOH}} \times \frac{17 \text{ g OH}^-}{1 \text{ mol OH}^-} = 3.4 \times 10^{-3} \text{ g OH}^-$$

$$? \text{ g OH}^- = 28 \times 10^{-3} \text{ g KOH} \times \frac{1 \text{ mol KOH}}{56 \text{ g KOH}} \times \frac{1 \text{ mol OH}^-}{1 \text{ mol KOH}} \times \frac{17 \text{ g OH}^-}{1 \text{ mol OH}^-} = 8.5 \times 10^{-3} \text{ g OH}^-$$

سپس به کمک رابطه ppm، جرم محلول را به دست می آوریم:

$$\text{ppm} = \frac{\text{جرم حل شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 10^6 \Rightarrow 59.5 = \frac{(3.4 \times 10^{-3}) + (8.5 \times 10^{-3})}{x(\text{g})} \times 10^6 \Rightarrow x = 200 \text{ g محلول}$$

$$? \text{ mL محلول} = 200 \text{ g محلول} \times \frac{1 \text{ mL محلول}}{1 \text{ g محلول}} = 200 \text{ mL محلول}$$

اکنون به کمک چگالی محلول، حجم آن را محاسبه می کنیم:

۳ ۲ در هر واحد فرمولی از نمک پتاسیم سولفات (K_2SO_4)، ۲ یون K^+ و یک یون SO_4^{2-} وجود دارد. برای حل تست ابتدا جرم یون های پتاسیم را محاسبه

$$? \text{ g K}_2\text{SO}_4 = 9.03 \times 10^{-22} \text{ ion} \times \frac{1 \text{ mol ion}}{6.02 \times 10^{23} \text{ ion}} \times \frac{2 \text{ mol K}^+}{1 \text{ mol ion}} \times \frac{39 \text{ g K}^+}{1 \text{ mol K}^+} = 3.9 \text{ g K}^+$$

$$\text{ppm غلظت} = \frac{\text{جرم حل شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 10^6 = \frac{3.9 \text{ g}}{78 \times 10^{-3} \text{ g}} \times 10^6 = 50 \text{ ppm}$$

سپس غلظت ppm این محلول نسبت به یون های K^+ را به دست می آوریم:

۴ ۲ ابتدا درصد جرمی محلول سدیم کلرید را محاسبه می کنیم. جرم محلول سدیم کلرید برابر است با:

$$? \text{ g محلول} = 50 \text{ mL محلول} \times \frac{1.2 \text{ g محلول}}{1 \text{ mL محلول}} = 60 \text{ g محلول}$$

$$\text{درصد جرمی محلول سدیم کلرید برابر است با: } \frac{12 \text{ g}}{60 \text{ g}} \times 100 = 20\%$$

سپس مقدار مول یون هیدروکسید موجود در ۲۵۰ گرم محلول سدیم هیدروکسید با درصد جرمی ۲۰٪ را به دست می آوریم:

$$? \text{ mol NaOH} = 250 \text{ g محلول} \times \frac{20 \text{ g NaOH}}{100 \text{ g محلول}} \times \frac{1 \text{ mol NaOH}}{40 \text{ g NaOH}} \times \frac{1 \text{ mol OH}^-}{1 \text{ mol NaOH}} = 1.25 \text{ mol OH}^-$$

$$۵ ۲ قسمت اول: ابتدا جرم لیتیم سولفات موجود در محلول اولیه را محاسبه می کنیم: $۱۲ = \frac{x(\text{g})}{۴۵ \text{ g}} \times ۱۰۰ \Rightarrow x = ۵۴ \text{ g}$$$

$$? \text{ g Li}_2\text{SO}_4 = 0.2 \text{ mol Li}_2\text{SO}_4 \times \frac{110 \text{ g Li}_2\text{SO}_4}{1 \text{ mol Li}_2\text{SO}_4} = 22 \text{ g Li}_2\text{SO}_4$$

سپس جرم لیتیم سولفات اضافه شده به محلول را محاسبه می کنیم:

$$\text{اکنون درصد جرمی لیتیم سولفات در محلول جدید را به دست می آوریم: } \frac{۵۴ + ۲۲}{۴۵ + ۲۲} \times ۱۰۰ = ۱۶.۱\%$$

$$\text{درصد جرمی} = \frac{\text{جرم حل شونده}}{\text{جرم محلول}} \times ۱۰۰ = \frac{۵۴ + ۲۲}{۴۵ + ۲۲} \times ۱۰۰ \approx ۱۶.۱\%$$

قسمت دوم: جرم آب لازم را m گرم در نظر می‌گیریم:

$$\frac{\text{جرم حل شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 100 \Rightarrow 12 = \frac{54 + 22}{450 + 22 + m} \times 100 \Rightarrow m = 161/3 \text{ g}$$

۶ ۲ ابتدا جرم محلول ۲۰٪ جرمی کلسیم کلرید را محاسبه می‌کنیم:

$$\frac{\text{محلول } 1/25 \text{ g}}{1 \text{ mL محلول}} \times \text{محلول } 120 \text{ mL} = 150 \text{ g محلول}$$

سپس جرم کلسیم کلرید موجود در این محلول را به دست می‌آوریم:

$$\frac{\text{جرم حل شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 100 \Rightarrow 20 = \frac{x(\text{g})}{150(\text{g})} \times 100 \Rightarrow x = 30 \text{ g}$$

اگر جرم محلول اضافه شده را y گرم در نظر بگیریم، جرم کلسیم کلرید موجود در این محلول برابر است با:

$$\frac{\text{جرم حل شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 100 \Rightarrow 50 = \frac{z(\text{g})}{y(\text{g})} \times 100 \Rightarrow z = 0/5 y \text{ g}$$

در اثر اضافه نمودن یک محلول غلیظ به یک محلول رقیق، درصد جرمی محلول رقیق افزایش می‌یابد، پس برای اینکه درصد جرمی محلول به ۲۵٪ (۲۰+۵) برسد،

خواهیم داشت:

$$\frac{\text{جرم حل شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 100 \Rightarrow 25 = \frac{30 + 0/5 y}{150 + y} \times 100 \Rightarrow y = 30 \text{ g محلول}$$

۷ ۳ گلوکومتر مقدار میلی گرم گلوکز را در دسی لیتر (۱۰۰ میلی لیتر) خون نشان می‌دهد.

$$? \text{ mg C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 = 1 \text{ dL خون} \times \frac{10^{-1} \text{ L خون}}{1 \text{ dL خون}} \times \frac{5 \times 10^{-3} \text{ mol C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6}{1 \text{ L خون}} \times \frac{180 \text{ g C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6}{1 \text{ mol C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6} \times \frac{10^3 \text{ mg C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6}{1 \text{ g C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6} = 90 \text{ mg C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$$

پس گلوکومتر عدد ۹۰ را نشان می‌دهد.

۸ ۳ **قسمت اول:** ابتدا غلظت محلول را در مرحله رقیق سازی اولیه محاسبه می‌کنیم:

$$M_{\text{غلظت}} \times V_{\text{غلظت}} = M_{\text{رقیق}} \times V_{\text{رقیق}} \Rightarrow 0/2 \times 150 = M_{\text{رقیق}} \times 250 \Rightarrow M_{\text{رقیق}} = 0/12 \text{ mol.L}^{-1}$$

حال غلظت محلول نهایی که حاصل اضافه کردن ۵۰ میلی لیتر محلول رقیق شده به ۷۰ میلی لیتر محلول اولیه است را پس از رساندن حجم محلول به ۲۰۰ میلی لیتر محاسبه می‌کنیم:

$$M_1 V_1 + M_2 V_2 = M_3 V_3 \Rightarrow 0/12 \times 50 + 0/2 \times 70 = M_3 \times 200 \Rightarrow M_3 = 0/1 \text{ mol.L}^{-1}$$

قسمت دوم: به کمک رابطه زیر، از غلظت مولی محلول، درصد جرمی آن را محاسبه می‌کنیم:

$$\frac{\text{غلظت مولی}}{\text{جرم مولی}} = \frac{10 \times \text{درصد جرمی}}{98} \Rightarrow 0/1 = \frac{10 \times \text{درصد جرمی}}{98} \Rightarrow 98\%$$

۹ ۱ ابتدا حجم محلول اولیه را محاسبه می‌کنیم:

$$? \text{ L محلول} = 630 \text{ g محلول} \times \frac{1 \text{ mL محلول}}{1/26 \text{ g محلول}} \times \frac{1 \text{ L محلول}}{10^3 \text{ mL محلول}} = 0/5 \text{ L محلول}$$

اگر غلظت این محلول را M_1 فرض کنیم، خواهیم داشت:

$$M_1 V_1 + M_2 V_2 = M_3 V_3 \Rightarrow (0/5 \times M_1) + (1 \times 2) = 1/6 \times (2 + 0/5) \Rightarrow M_1 = 4 \text{ mol.L}^{-1}$$

حجم کل

اکنون به کمک رابطه مقابل، درصد جرمی محلول نهایی را به دست می‌آوریم:

$$M = \frac{10 \times a \times d}{\text{جرم مولی}} \Rightarrow 4 = \frac{10 \times a \times 1/26}{63} \Rightarrow a = 20\%$$

۱۰ ۲ در دمای 20°C در ۱۰۰ گرم آب مقدار ۳۰ گرم پتاسیم نیترات حل شده و ۱۳۰ گرم محلول سیر شده آن تولید می‌شود. مقدار نمک و آب موجود در 520 گرم

محلول در این دما را به دست می‌آوریم: $520 \text{ g} - 120 \text{ g} = 400 \text{ g H}_2\text{O}$ جرم آب

$$? \text{ g KNO}_3 = 520 \text{ g محلول} \times \frac{30 \text{ g KNO}_3}{130 \text{ g محلول}} = 120 \text{ g KNO}_3$$

با اضافه کردن ۲۱۰ گرم نمک و ۱۰۰ گرم آب به محلول، مقدار پتاسیم نیترات و آب در ظرف به ترتیب برابر ۳۳۰ گرم و ۵۰۰ گرم می‌شود. اکنون محاسبه می‌کنیم که

در دمای 40°C برای حل شدن ۳۳۰ گرم نمک به چند گرم آب نیاز داریم:

$$? \text{ g آب} = 330 \text{ g KNO}_3 \times \frac{100 \text{ g آب}}{60 \text{ g KNO}_3} = 550 \text{ g آب}$$

پس حداقل ۵۰ گرم آب باید به این ظرف اضافه کنیم تا کل پتاسیم نیترات در آب حل شود.

۱۱ ۳ **قسمت اول:** انحلال پذیری پتاسیم کلرید در دماهای 75°C و 30°C به ترتیب برابر ۵۰ و ۳۵ گرم در ۱۰۰ گرم آب است؛ بنابراین با کاهش دمای 150 گرم

محلول سیر شده پتاسیم کلرید از دمای 75°C تا 30°C ، ۱۵ گرم رسوب تشکیل می‌شود.

جرم رسوب پتاسیم کلرید حاصل از کاهش دما برابر است با:

$$? \text{ g KCl رسوب} = 360 \text{ g محلول} \times \frac{15 \text{ g KCl رسوب}}{150 \text{ g محلول}} = 36 \text{ g رسوب}$$

می‌خواهیم جرم محلول حاصل از سرد کردن مقداری محلول سدیم نیترات از دمای 35°C تا 10°C برابر ۳۶۰ گرم شود. اگر مقدار رسوب را x گرم در نظر بگیریم،

پس محلول اولیه $(360+x)$ گرم جرم داشته است. انحلال پذیری سدیم نیترات در دماهای 35°C و 10°C به ترتیب 100 و 80 گرم در 100 گرم آب است. پس 200 گرم محلول سیر شده این نمک با سرد شدن از دمای 35°C تا 10°C ، 20 گرم رسوب تولید می کند.

$$\text{رسوب } 20\text{g NaNO}_3 = x\text{g NaNO}_3 \Rightarrow x = 40\text{g NaNO}_3$$

$$\text{رسوب } 20\text{g NaNO}_3 = \frac{\text{محلول}}{200\text{g}} \times (360+x)\text{g}$$

پس جرم محلول سیر شده در دمای 35°C برابر 400g ($360+40$) است. **قسمت دوم:** درصد جرمی نهایی محلول های سیر شده از هر نمک را محاسبه می کنیم و اختلاف آن ها را به دست می آوریم:

$$\left\{ \begin{array}{l} 10^\circ\text{C} \text{ در دمای } : \text{درصد جرمی} = \frac{80}{100+80} \times 100 \approx 44.4\% \\ 35^\circ\text{C} \text{ در دمای } : \text{پتاسیم کلرید در دمای } : \text{درصد جرمی} = \frac{35}{100+35} \times 100 \approx 25.9\% \end{array} \right. \Rightarrow \text{اختلاف} = 44.4 - 25.9 = 18.5\%$$

[۱۲] برابر بودن درصد جرمی محلول سیر شده این دو نمک به معنای برابری مقدار انحلال پذیری آن ها است. برای حل مسئله ابتدا معادله انحلال پذیری دو نمک A و B را به دست می آوریم:

$$\text{نمک A: } \frac{S-S_1}{S_p-S_1} = \frac{\theta-\theta_1}{\theta_p-\theta_1} \Rightarrow \frac{S-24/5}{S_p-S_1} = \frac{\theta-50}{22-24/5} = \frac{\theta-50}{60-50} \Rightarrow S = -\frac{\theta}{4} + 37$$

$$\text{نمک B: } \frac{S-S_1}{S_p-S_1} = \frac{\theta-\theta_1}{\theta_p-\theta_1} \Rightarrow \frac{S-44}{S_p-S_1} = \frac{\theta-40}{55-40} = \frac{\theta-40}{15} \Rightarrow S = \frac{6}{5}\theta + 20$$

سپس با برابر قرار دادن معادله های انحلال پذیری این دو نمک، دمایی که انحلال پذیری آن ها با هم برابر است را محاسبه می کنیم:

$$S_A = S_B \Rightarrow -\frac{\theta}{4} + 37 = \frac{6}{5}\theta + 20 \Rightarrow 0.8\theta = 17 \Rightarrow \theta = 20^\circ\text{C}$$

اکنون پس از محاسبه انحلال پذیری یکی از نمک ها در دمای 20°C ، درصد جرمی محلول را به دست می آوریم:

$$S_A = -\frac{20}{4} + 37 = 32\text{g}$$

$$\text{در دمای } 20^\circ\text{C} : \text{درصد جرمی} = \frac{\text{جرم حل شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 100 = \frac{32}{132} \times 100 \approx 24.2\%$$

[۱۳] انحلال پذیری گازها با فشار آن ها رابطه خطی و مستقیم دارد. پس انحلال پذیری گاز کلر در دماهای 20°C و 50°C در فشار 1atm ، $\frac{1}{4}$ برابر انحلال پذیری آن در فشار 4atm بوده و به ترتیب برابر 0.73 و 0.375 گرم در 100 گرم آب است.

$$\text{جرم گاز کلر حل شده در } 2 \text{ لیتر آب در دمای } 50^\circ\text{C} \text{ و فشار } 1\text{atm} \text{ برابر است با: } \frac{10^3\text{ mL آب}}{1\text{ L آب}} \times \frac{1\text{ g آب}}{1\text{ mL آب}} \times \frac{0.375\text{ g Cl}_2}{100\text{ g آب}} = 7/5\text{ g Cl}_2$$

$$\text{? g Cl}_2 = 2\text{ L آب} \times \frac{10^3\text{ mL آب}}{1\text{ L آب}} \times \frac{1\text{ g آب}}{1\text{ mL آب}} \times \frac{0.375\text{ g Cl}_2}{100\text{ g آب}} = 14/5\text{ g Cl}_2$$

$$\text{جرم گاز کلر حل شده در } 2 \text{ لیتر آب در دمای } 20^\circ\text{C} \text{ و فشار } 1\text{atm} \text{ برابر است با: } \frac{10^3\text{ mL آب}}{1\text{ L آب}} \times \frac{1\text{ g آب}}{1\text{ mL آب}} \times \frac{0.73\text{ g Cl}_2}{100\text{ g آب}} = 14/6\text{ g Cl}_2$$

$$\text{? g Cl}_2 = 2\text{ L آب} \times \frac{10^3\text{ mL آب}}{1\text{ L آب}} \times \frac{1\text{ g آب}}{1\text{ mL آب}} \times \frac{0.73\text{ g Cl}_2}{100\text{ g آب}} = 14/6\text{ g Cl}_2$$

پس مقدار $7/1\text{g}$ ($14/6 - 7/5$) گاز کلر اضافی را می توان در 2 لیتر محلول در دمای 20°C حل نمود تا به محلول سیر شده آن تبدیل شود. اکنون حجم این مقدار گاز Cl_2 را در شرایط آزمایش محاسبه می کنیم:

$$\text{? mL Cl}_2 = 7/1\text{ g Cl}_2 \times \frac{1\text{ mol Cl}_2}{71\text{ g Cl}_2} \times \frac{24000\text{ mL Cl}_2}{1\text{ mol Cl}_2} = 2400\text{ mL Cl}_2$$

[۱۴] غلظت محلول غلیظ اولیه را M_1 و غلظت محلول رقیق نهایی را M_2 در نظر می گیریم: **روش اول (کسر تبدیل):** مقدار مول سدیم هیدروکسید مصرف شده

$$\text{در واکنش را محاسبه می کنیم: } \frac{49\text{ g H}_2\text{SO}_4}{100\text{ g H}_2\text{SO}_4} \times \frac{1\text{ mol H}_2\text{SO}_4}{98\text{ g H}_2\text{SO}_4} \times \frac{2\text{ mol NaOH}}{1\text{ mol H}_2\text{SO}_4} = 0.04\text{ mol NaOH}$$

$$\text{? mol NaOH} = 4\text{ g H}_2\text{SO}_4 \times \frac{1\text{ mol H}_2\text{SO}_4}{98\text{ g H}_2\text{SO}_4} \times \frac{2\text{ mol NaOH}}{1\text{ mol H}_2\text{SO}_4} = 0.04\text{ mol NaOH}$$

این مقدار سدیم هیدروکسید در 100 میلی لیتر از محلول با غلظت M_2 وجود دارد. پس غلظت M_2 برابر است با:

$$M_2 = \frac{\text{تعداد مول حل شده}}{\text{حجم محلول}} = \frac{0.04\text{ mol}}{0.1\text{ L}} = 0.4\text{ mol.L}^{-1}$$

از رابطه رقیق سازی برای M_1 و M_2 داریم:

$$M_1 V_1 = M_2 V_2 \Rightarrow M_1 \times 25 = 0.4 \times 250 \Rightarrow M_1 = 4\text{ mol.L}^{-1}$$

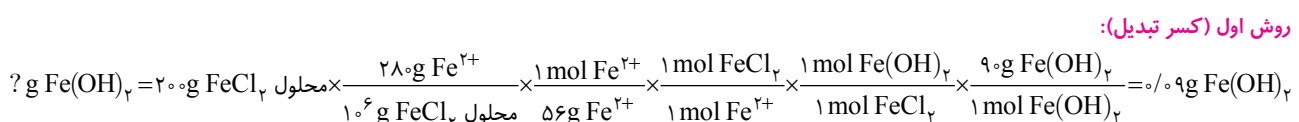
$$\frac{\text{غلظت مولی} \times \text{لیتر محلول NaOH}}{\text{ضریب}} = \frac{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}}{100} \Rightarrow \frac{0.04 \times 40}{2} = \frac{4 \times 49}{100 \times 1 \times 98} \Rightarrow M_2 = 0.4\text{ mol.L}^{-1}$$

روش دوم (تناسب):

از رابطه رقیق سازی برای M_1 و M_2 داریم:

$$M_1 V_1 = M_2 V_2 \Rightarrow M_1 \times 25 = 0.4 \times 250 \Rightarrow M_1 = 4\text{ mol.L}^{-1}$$

[۱۵] معادله موازنه شده واکنش:



روش دوم (تناسب):

$$\frac{\text{غلظت ppm} \times \text{جرم محلول Fe}^{2+}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{جرم Fe(OH)}_2}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{200 \times 280}{10^6 \times 1 \times 56} = \frac{x \text{ g Fe(OH)}_2}{1 \times 90} \Rightarrow x = 0.9 \text{ g Fe(OH)}_2$$

۱۶ ۴ X گرم آب و X گرم نمک سدیم نیترات در دمای 35°C با یکدیگر مخلوط شده و محلول سیرشده‌ای را پدید آورده‌اند. در اثر سرد کردن محلول تا دمای 0°C مقدار ۸۴ گرم رسوب تشکیل شده است. یعنی در این دما در X گرم آب مقدار $(x-84)$ گرم نمک حل می‌شود. با توجه به اینکه انحلال پذیری سدیم نیترات

در دمای 0°C برابر ۷۲ گرم در ۱۰۰ گرم آب است، داریم:

$$(x-84) \text{ g NaNO}_3 = x \text{ g H}_2\text{O} \times \frac{72 \text{ g NaNO}_3}{100 \text{ g H}_2\text{O}} \Rightarrow x = 300 \text{ g}$$

پس محلول در این دما شامل ۳۰۰ گرم آب و 216 g $(300-84)$ سدیم نیترات است، در نتیجه جرم محلول برابر ۵۱۶ گرم است.

۱۷ ۲ جرم منیزیم کربنات موجود در محلول برابر است با:

$$? \text{ g MgCO}_3 = \Delta L \text{ محلول} \times \frac{2/1 \text{ mol MgCO}_3}{1 \text{ L محلول}} \times \frac{84 \text{ g MgCO}_3}{1 \text{ mol MgCO}_3} = 882 \text{ g MgCO}_3$$

اگر چگالی محلول اولیه را d گرم بر میلی‌لیتر در نظر بگیریم، جرم محلول برابر است با:

$$\text{محلول } 5000 \text{ d g} = \frac{\text{محلول } d \text{ g}}{1 \text{ mL محلول}} \times \frac{1000 \text{ mL محلول}}{1 \text{ L محلول}} = \Delta L \text{ محلول} = \text{جرم محلول اولیه}$$

اکنون با توجه به انحلال پذیری این نمک، چگالی محلول اولیه را محاسبه می‌کنیم:

$$\frac{\text{حل شونده } 25 \text{ g}}{125 \text{ g محلول}} = \frac{472/5 + 882}{472/5 + 5000 \text{ d}} \Rightarrow d = 1.26 \text{ g mL}^{-1}$$

۱۸ ۱ قسمت اول: روش اول: ابتدا مقدار مول پتاسیم هیدروکسید برابر است با:

$$? \text{ mol KOH} = 42 \text{ g KOH} \times \frac{1 \text{ mol KOH}}{56 \text{ g KOH}} = 0.75 \text{ mol KOH}$$

سپس جرم محلول پتاسیم هیدروکسید را با توجه به غلظت مولی و چگالی محلول محاسبه می‌کنیم:

$$? \text{ g محلول KOH} = 0.75 \text{ mol KOH} \times \frac{1 \text{ L محلول KOH}}{2/5 \text{ mol KOH}} \times \frac{10^3 \text{ mL محلول}}{1 \text{ L محلول}} \times \frac{1/1 \text{ g KOH}}{1 \text{ mL محلول KOH}} = 330 \text{ g محلول KOH}$$

روش دوم: از فرمول مقابل، درصد جرمی محلول را محاسبه می‌کنیم:

$$M = \frac{10 \times a \times d}{\text{جرم مولی}} \Rightarrow \frac{10 \times a \times 1/1}{56} \Rightarrow a = \frac{140}{11} \Rightarrow \text{درصد جرمی} = \frac{140}{11} \times 100 = 1272.7\%$$

از فرمول درصد جرمی داریم:

$$\text{درصد جرمی} = \frac{\text{جرم حل شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 100 \Rightarrow \frac{140}{11} \times 100 = \frac{42}{x} \times 100 \Rightarrow x = 330 \text{ g KOH محلول}$$



روش اول (کسر تبدیل):

$$? \text{ L H}_2\text{SO}_4 = 42 \text{ g KOH} \times \frac{1 \text{ mol KOH}}{56 \text{ g KOH}} \times \frac{1 \text{ mol H}_2\text{SO}_4}{2 \text{ mol KOH}} \times \frac{1 \text{ L H}_2\text{SO}_4}{0.5 \text{ mol H}_2\text{SO}_4} = 0.75 \text{ L H}_2\text{SO}_4$$

روش دوم (تناسب):

$$\frac{\text{جرم KOH}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{غلظت مولی H}_2\text{SO}_4 \times \text{لیتر محلول}}{\text{ضریب}} \Rightarrow \frac{42}{2 \times 56} = \frac{x \times 0.5}{1} \Rightarrow x = 0.75 \text{ L محلول H}_2\text{SO}_4$$

۱۹ ۱ ابتدا حجم محلول غلیظ را به دست می‌آوریم:

$$? \text{ mL محلول} = 83 \text{ g محلول} \times \frac{1 \text{ mL محلول}}{1.66 \text{ g محلول}} = 50 \text{ mL محلول}$$

سپس غلظت محلول غلیظ را از فرمول مقابل محاسبه می‌کنیم:

$$M = \frac{10 \times a \times d}{\text{جرم مولی}} \Rightarrow M = \frac{10 \times 50 \times 1/66}{332} \Rightarrow M = 2/5 \text{ mol L}^{-1}$$

اکنون به کمک رابطه رقیق‌سازی، حجم محلول رقیق را به دست می‌آوریم:

$$M_{\text{غلیظ}} \times V_{\text{غلیظ}} = M_{\text{رقیق}} \times V_{\text{رقیق}} \Rightarrow 2/5 \times 50 = 0.1 \times V_{\text{رقیق}} \Rightarrow V_{\text{رقیق}} = 1250 \text{ mL}$$

در نتیجه باید ۱۲۵۰ mL $(1250-50)$ آب که معادل ۱۲۰۰ g است به محلول اولیه اضافه شود.

۲۰ ۱ ابتدا با توجه به غلظت مولار و جرم حل شونده FeCl_x ، x را محاسبه می‌کنیم: **روش اول (کسر تبدیل):**

$$? \text{ g FeCl}_x = 0.5 \text{ L محلول} \times \frac{1/8 \text{ mol ion}}{1 \text{ L محلول}} \times \frac{1 \text{ mol FeCl}_x}{(1+x) \text{ mol ion}} \times \frac{(56+35/5x) \text{ g FeCl}_x}{1 \text{ mol FeCl}_x} = 38/1 \text{ g FeCl}_x \Rightarrow 0.9(56+35/5x) = 38/1(1+x) \Rightarrow x = 2$$

روش دوم (تناسب):

$$\frac{\text{جرم FeCl}_x}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{غلظت یون‌های Fe}^{x+}, \text{Cl}^- \times \text{لیتر محلول}}{\text{ضریب}} \Rightarrow \frac{38/1}{56+35/5x} = \frac{1/8 \times 0.5}{1+x} \Rightarrow x = 2$$

سپس جرم محلول را به دست می‌آوریم:

$$? \text{ g محلول} = 500 \text{ mL محلول} \times \frac{1/2 \text{ g محلول}}{1 \text{ mL محلول}} = 600 \text{ g محلول}$$

سپس جرم یون آهن (Fe^{2+}) موجود در محلول را محاسبه می‌کنیم:

$$? \text{ g Fe}^{2+} = 38/1 \text{ g FeCl}_2 \times \frac{1 \text{ mol FeCl}_2}{127 \text{ g FeCl}_2} \times \frac{1 \text{ mol Fe}^{2+}}{1 \text{ mol FeCl}_2} \times \frac{56 \text{ g Fe}^{2+}}{1 \text{ mol Fe}^{2+}} = 16/8 \text{ g Fe}^{2+}$$

روش اول (کسر تبدیل):

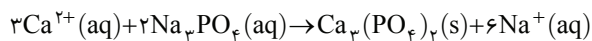
$$\frac{\text{جرم FeCl}_2}{\text{جرم مولی FeCl}_2} = \frac{\text{جرم Fe}^{2+}}{\text{جرم مولی Fe}^{2+}} \Rightarrow \frac{38/1}{1 \times 127} = \frac{y}{1 \times 56} \Rightarrow y = 16/8 \text{ g Fe}^{2+}$$

روش دوم (تناسب):

$$\frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 100 = \text{درصد جرمی} \Rightarrow \frac{16/8 \text{ g}}{600 \text{ g}} \times 100 = 2/8 \%$$

اکنون درصد جرمی یون آهن در محلول را به دست می‌آوریم:

فصل سوم: آزمون جامع ۲



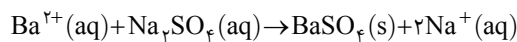
۱) معادله واکنش یون کلسیم (Ca^{2+}) با محلول سدیم فسفات:

روش اول (کسر تبدیل):

$$? \text{ mol Na}_3\text{PO}_4 = \Delta m^3 \text{ آب} \times \frac{10^{-6} \text{ mL آب}}{1 \text{ m}^3 \text{ آب}} \times \frac{1 \text{ g آب}}{1 \text{ mL آب}} \times \frac{480 \text{ g Ca}^{2+}}{10^{-6} \text{ g آب}} \times \frac{1 \text{ mol Ca}^{2+}}{40 \text{ g Ca}^{2+}} \times \frac{2 \text{ mol Na}_3\text{PO}_4}{3 \text{ mol Ca}^{2+}} = 40 \text{ mol Na}_3\text{PO}_4$$

$$\frac{\text{غلظت ppm} \times \text{جرم محلول}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{مول Na}_3\text{PO}_4}{\text{ضریب}} \Rightarrow \frac{\Delta \times 10^{-6} \times 480}{10^{-6} \times 3 \times 40} = \frac{x}{2} \Rightarrow x = 40 \text{ mol Na}_3\text{PO}_4$$

روش دوم (تناسب):



واکنش یون باریم (Ba^{2+}) با محلول سدیم سولفات:

$$? \text{ mol Na}_2\text{SO}_4 = \Delta m^3 \text{ آب} \times \frac{10^{-6} \text{ mL آب}}{1 \text{ m}^3 \text{ آب}} \times \frac{1 \text{ g آب}}{1 \text{ mL آب}} \times \frac{411 \text{ g Ba}^{2+}}{10^{-6} \text{ g آب}} \times \frac{1 \text{ mol Ba}^{2+}}{137 \text{ g Ba}^{2+}} \times \frac{1 \text{ mol Na}_2\text{SO}_4}{1 \text{ mol Ba}^{2+}} = 15 \text{ mol Na}_2\text{SO}_4$$

روش اول (کسر تبدیل):

$$\frac{\text{غلظت ppm} \times \text{جرم محلول}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{مول Na}_2\text{SO}_4}{\text{ضریب}} \Rightarrow \frac{\Delta \times 10^{-6} \times 411}{10^{-6} \times 1 \times 137} = \frac{y}{1} \Rightarrow y = 15 \text{ mol Na}_2\text{SO}_4$$

روش دوم (تناسب):

پس در مجموع 55 mol ($40 + 15$) از نمک‌های سدیم فسفات و سدیم سولفات نیاز است.

۲) ابتدا محاسبه می‌کنیم که با استفاده از این مقدار محلول کلردار، چند متر مکعب آب استخر را می‌توان ضدعفونی کرد:

$$? \text{ m}^3 \text{ آب} = 2 \times 10^3 \text{ kg محلول} \times \frac{10^{-3} \text{ g محلول}}{1 \text{ kg محلول}} \times \frac{500 \text{ g کلر}}{10^{-6} \text{ g محلول}} \times \frac{10^{-6} \text{ g آب}}{10^{-4} \text{ g کلر}} \times \frac{1 \text{ mL آب}}{1 \text{ g آب}} \times \frac{1 \text{ m}^3 \text{ آب}}{10^{-6} \text{ mL آب}} = 1000 \text{ m}^3 \text{ آب}$$

با توجه به اینکه حجم استخر 1000 m^3 است، با استفاده از این مقدار محلول، می‌توان 10 مرتبه استخر را ضدعفونی نمود.

۳) تغییرات جرم تیغه به این صورت است که مقداری آهن خورده می‌شود و مقداری مس روی تیغه می‌نشیند. اگر غلظت محلول مس (II) سولفات را M فرض کنیم؛ خواهیم داشت:

$$? \text{ g Fe} = 250 \text{ mL CuSO}_4 \text{ محلول} \times \frac{1 \text{ L محلول}}{10^{-3} \text{ mL محلول}} \times \frac{M \text{ mol CuSO}_4}{1 \text{ L محلول}} \times \frac{1 \text{ mol Fe}}{1 \text{ mol CuSO}_4} \times \frac{56 \text{ g Fe}}{1 \text{ mol Fe}} = 14M \text{ g Fe}$$

روش اول (کسر تبدیل):

$$? \text{ g Cu} = 250 \text{ mL CuSO}_4 \text{ محلول} \times \frac{1 \text{ L محلول}}{10^{-3} \text{ mL محلول}} \times \frac{M \text{ mol CuSO}_4}{1 \text{ L محلول}} \times \frac{1 \text{ mol Cu}}{1 \text{ mol CuSO}_4} \times \frac{64 \text{ g Cu}}{1 \text{ mol Cu}} = 16M \text{ g Cu}$$

روش دوم (تناسب):

$$\frac{\text{جرم Fe}}{\text{جرم مولی Fe}} = \frac{\text{غلظت مولی CuSO}_4 \times \text{لیتر محلول}}{\text{ضریب}} = \frac{\text{جرم مس}}{\text{جرم مولی Cu}} \Rightarrow \frac{x}{56} = \frac{0/25 \times M}{1} = \frac{y}{64} \Rightarrow x = 14M \text{ g Fe}, y = 16M \text{ g Cu}$$

سپس معادله تغییر جرم تیغه را نوشته و M را به دست می‌آوریم:

$$42/4 = 39/6 - 14M + 16M \Rightarrow 2M = 2/8 \Rightarrow M = 1/4 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$M = \frac{10 \times a \times d}{160} \Rightarrow 1/4 = \frac{10 \times a \times 1/12}{160} \Rightarrow a = 20$$

اکنون به کمک رابطه مقابل، درصد جرمی این محلول را محاسبه می‌کنیم:

۴) ابتدا جرم مس (II) کلرید (CuCl_2) موجود در 12 کیلوگرم آب دریاچه را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{ppm} = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 10^6 \Rightarrow 27/1 = \frac{x(\text{g})}{12 \times 10^3 \text{ g}} \times 10^6 \Rightarrow x = 0/3252 \text{ g}$$

$$2/4 \times 10^{-3} \text{ mol CuCl}_2 \times \frac{M \text{ g CuCl}_2}{1 \text{ mol CuCl}_2} = 0/3252 \text{ g CuCl}_2 \Rightarrow M = 135/5 \text{ g.mol}^{-1}$$

سپس جرم مولی این ترکیب را به دست می‌آوریم:

پس جرم مولی عنصر Cu برابر است با: $135/5 = \bar{M}_{Cu} + 2(35/5) \Rightarrow \bar{M}_{Cu} = 64/5 \text{ g.mol}^{-1}$

مس دارای دو ایزوتوپ طبیعی ^{63}Cu و ^{65}Cu است. درصد فراوانی ^{63}Cu و ^{65}Cu را به ترتیب F_1 و $F_2 = 100 - F_1$ در نظر می‌گیریم:

$$\bar{M} = \frac{M_1 F_1 + M_2 F_2}{F_1 + F_2} \Rightarrow 64/5 = \frac{63 F_1 + 65(100 - F_1)}{100} \Rightarrow F_1 = 75\%$$

روش اول (کسر تبدیل):

$$\bar{M} = M_1 + \frac{F_2}{100} (M_2 - M_1) \Rightarrow 64/5 = 63 + \frac{F_2}{100} (65 - 63) \Rightarrow F_2 = 75\% \Rightarrow F_1 = 25\%$$

روش دوم (تناسب):

۵ ۱ منیزیم کلرید دارای فرمول شیمیایی MgCl_2 است و در حالت محلول هر مول از این ترکیب، ۳ مول یون آبپوشیده تولید می‌کند. پس اگر غلظت کل یون‌های

آبپوشیده در این محلول ۹/۶ مولار باشد، غلظت منیزیم کلرید برابر $\frac{3}{2} \left(\frac{9/6}{3}\right)$ مول بر لیتر است. حال اگر انحلال‌پذیری این نمک در این شرایط برابر ۲۵ گرم در

$$100 \text{ گرم آب باشد، پس درصد جرمی این محلول برابر است با: } \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 100 = \frac{25}{100 + 25} \times 100 = 20\%$$

$$M = \frac{10 \times a \times d}{\text{جرم مولی}} \Rightarrow 3/2 = \frac{10 \times 20 \times d}{95} \Rightarrow d = 1/52 \text{ g.mL}^{-1}$$

اکنون به کمک فرمول مقابل می‌توانیم چگالی این محلول را به‌دست آوریم:



روش اول (کسر تبدیل): ابتدا جرم هیدروکلریک اسید مصرفی را محاسبه می‌کنیم:

$$? \text{ g HCl} = 200 \text{ mL MnO}_2 \times \frac{1 \text{ L MnO}_2}{103 \text{ mL MnO}_2} \times \frac{3 \times 10^{-3} \text{ mol MnO}_2}{1 \text{ L MnO}_2} \times \frac{4 \text{ mol HCl}}{1 \text{ mol MnO}_2} \times \frac{36/5 \text{ g HCl}}{1 \text{ mol HCl}} = 876 \times 10^{-4} \text{ g HCl}$$

$$\text{ppm غلظت} = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 10^6 = \frac{876 \times 10^{-4}}{365} \times 10^6 = 240 \text{ ppm}$$

سپس غلظت ppm محلول هیدروکلریک اسید را به‌دست می‌آوریم:

روش دوم (تناسب):

$$\frac{\text{غلظت مولی} \times \text{لیتر محلول MnO}_2}{\text{ضریب}} = \frac{\text{غلظت ppm} \times \text{جرم محلول HCl}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{میلی لیتر گاز Cl}_2 (\text{STP})}{\text{ضریب}} \Rightarrow \frac{365 \times \text{ppm}}{10^6 \times 4 \times 36/5} = \frac{1 \times 22400}{1}$$

$$\Rightarrow \text{غلظت ppm} = 240, x = 13/44 \text{ mL}$$

۷ ۲ انحلال‌پذیری پتاسیم نیترات در دماهای 20°C و 40°C به ترتیب برابر ۳۰ و ۶۰ گرم در ۱۰۰ گرم آب است؛ بنابراین اگر ۱۶۰ گرم محلول سیر شده را از

دمای 40°C تا 20°C سرد کنیم، مقدار ۳۰ گرم پتاسیم نیترات رسوب می‌کند. به این ترتیب جرم KNO_3 حاصل را محاسبه می‌کنیم:

$$? \text{ g KNO}_3 = 8 \text{ g محلول} \times \frac{\text{رسوب}}{\text{محلول}} = 8 \text{ g} \times \frac{30 \text{ g}}{160 \text{ g}} = 1/5 \text{ g KNO}_3$$

سپس جرم O_2 حاصل از تجزیه گرمایی ۱/۵ گرم KNO_3 را به‌دست می‌آوریم: معادله موازنه شده واکنش: $4\text{KNO}_3(\text{s}) \rightarrow 2\text{K}_2\text{O}(\text{s}) + 2\text{N}_2(\text{g}) + 5\text{O}_2(\text{g})$

$$? \text{ g O}_2 = 1/5 \text{ g KNO}_3 \times \frac{1 \text{ mol KNO}_3}{101 \text{ g KNO}_3} \times \frac{5 \text{ mol O}_2}{4 \text{ mol KNO}_3} \times \frac{32 \text{ g O}_2}{1 \text{ mol O}_2} \approx 0/6 \text{ g O}_2$$

روش اول (کسر تبدیل):

$$\frac{\text{جرم KNO}_3}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{جرم O}_2}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{1/5}{4 \times 101} = \frac{x}{5 \times 32} \Rightarrow x \approx 0/6 \text{ g}$$

روش دوم (تناسب):

با توجه به نمودار نشان داده شده، در دمای 35°C و فشار ۱ atm مقدار $2/5 \times 10^{-3}$ گرم گاز اکسیژن در ۱۰۰ گرم آب حل می‌شود، پس در دمای 35°C و فشار ۲ atm مقدار 5×10^{-3} گرم گاز اکسیژن در ۱۰۰ گرم آب حل می‌شود. اکنون حجمی از آب با دمای 35°C و فشار ۲ atm که این مقدار گاز O_2 در آن حل می‌شود

$$? \text{ L آب} = 0/6 \text{ g آب} \times \frac{100 \text{ g آب}}{5 \times 10^{-3} \text{ g O}_2} \times \frac{1 \text{ mL آب}}{1 \text{ g آب}} \times \frac{1 \text{ L آب}}{10^3 \text{ mL آب}} = 12 \text{ L آب}$$

را محاسبه می‌کنیم:

۸ ۳ از آنجا که محلول H_2S رقیق است، جرم محلول را می‌توان برابر جرم آب در نظر گرفت.

$$? \text{ g H}_2\text{S} = 5/46 \text{ g Na}_2\text{S} \times \frac{1 \text{ mol Na}_2\text{S}}{78 \text{ g Na}_2\text{S}} \times \frac{1 \text{ mol H}_2\text{S}}{1 \text{ mol Na}_2\text{S}} \times \frac{34 \text{ g H}_2\text{S}}{1 \text{ mol H}_2\text{S}} \times \frac{100 \text{ g H}_2\text{S}}{100 \text{ g H}_2\text{S}} = 70 \text{ g H}_2\text{S}$$

۹ ۳ قسمت اول: ابتدا جرمی از NO که در ۱۰۰ گرم محلول ۰/۰۲ مولار آن وجود دارد را محاسبه می‌کنیم:

$$? \text{ g NO} = 100 \text{ g آب} \times \frac{1 \text{ mL آب}}{1 \text{ g آب}} \times \frac{1 \text{ L آب}}{10^3 \text{ mL آب}} \times \frac{2 \times 10^{-2} \text{ mol NO}}{1 \text{ L آب}} \times \frac{30 \text{ g NO}}{1 \text{ mol NO}} = 0/6 \text{ g NO}$$

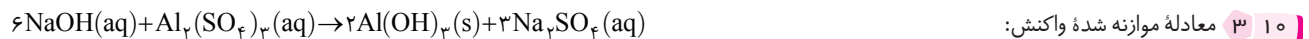
سپس با توجه به رابطه خطی انحلال پذیری گازها با فشار آنها در دمای ثابت (قانون هنری)، اگر در فشار ۳ atm مقدار ۰/۲ گرم NO در ۱۰۰ گرم آب حل شود، پس برای حل شدن ۰/۶ گرم از این گاز در ۱۰۰ گرم آب باید فشار ۳ برابر، یعنی ۹ atm شود:

$$\frac{P_2 - P_1}{P_1} \times 100 = \frac{9 - 3}{3} \times 100 = 200\%$$

قسمت دوم: ابتدا جرمی از گاز NO که در ۱۰۰ گرم محلول سیر شده در حالت دوم وجود دارد را محاسبه می‌کنیم:

$$? \text{ g NO} = 100 \text{ g آب} \times \frac{1 \text{ mL آب}}{1 \text{ g آب}} \times \frac{1 \text{ L آب}}{1000 \text{ mL آب}} \times \frac{0.2 \text{ g NO}}{5 \text{ L آب}} = 0.4 \text{ g NO}$$

با توجه به رابطه خطی انحلال پذیری گازها با فشار آنها در دمای ثابت، از آنجا که در فشار ۳ atm حداکثر مقدار ۰/۲ گرم NO در ۱۰۰ گرم آب حل می‌شود، پس برای حل شدن ۰/۶ گرم گاز NO در همین دما در ۱۰۰ گرم آب و ایجاد محلول سیر شده، فشار باید ۱/۵ atm باشد.



با توجه به انحلال پذیری NaOH می‌توان نتیجه گرفت که در هر ۲۲۰ گرم محلول از این ترکیب، ۱۲۰ گرم NaOH حل شده است: **روش اول (کسر تبدیل):**

$$\begin{aligned} ? \text{ L Al}_2(\text{SO}_4)_3 &= 560 \text{ mL NaOH محلول} \times \frac{1/375 \text{ g NaOH}}{1 \text{ mL NaOH محلول}} \times \frac{120 \text{ g NaOH}}{220 \text{ g NaOH محلول}} \times \frac{1 \text{ mol NaOH}}{40 \text{ g NaOH}} \times \frac{1 \text{ mol Al}_2(\text{SO}_4)_3}{6 \text{ mol NaOH}} \\ &\times \frac{1 \text{ L Al}_2(\text{SO}_4)_3 \text{ محلول}}{0.5 \text{ mol Al}_2(\text{SO}_4)_3} = 3/5 \text{ L Al}_2(\text{SO}_4)_3 \text{ محلول} \end{aligned}$$

$$? \text{ g Al(OH)}_3 = 3/5 \text{ L Al}_2(\text{SO}_4)_3 \text{ محلول} \times \frac{0.5 \text{ mol Al}_2(\text{SO}_4)_3}{1 \text{ L Al}_2(\text{SO}_4)_3 \text{ محلول}} \times \frac{2 \text{ mol Al(OH)}_3}{1 \text{ mol Al}_2(\text{SO}_4)_3} \times \frac{78 \text{ g Al(OH)}_3}{1 \text{ mol Al(OH)}_3} = 273 \text{ g Al(OH)}_3$$

$$\frac{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{Al(OH)}_3 \text{ جرم مولی} \times \text{ضریب}}{\text{NaOH جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{غلظت مولی} \times \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \times \text{لیتر محلول}}{\text{ضریب}}$$

روش دوم (تناسب):

$$\Rightarrow \frac{x \times 0.5}{1} = \frac{560 \times 1/375 \times \frac{120}{220} \times 100}{100 \times 6 \times 40} = \frac{y}{2 \times 78} \Rightarrow x = 3/5 \text{ L Al}_2(\text{SO}_4)_3 \text{ محلول}, y = 273 \text{ g Al(OH)}_3$$

فصل سوم: آزمون جامع ۳

[۱ ۲] جرم منیزیم سولفات را x گرم و جرم منیزیم کلرید را (۵-x) گرم در نظر می‌گیریم و جرم مخلوط محاسبه می‌کنیم:

$$? \text{ g Mg}^{2+} = x \text{ g MgSO}_4 \times \frac{1 \text{ mol MgSO}_4}{120 \text{ g MgSO}_4} \times \frac{1 \text{ mol Mg}^{2+}}{1 \text{ mol MgSO}_4} \times \frac{24 \text{ g Mg}^{2+}}{1 \text{ mol Mg}^{2+}} = \frac{x}{5} \text{ g Mg}^{2+}$$

$$? \text{ g Mg}^{2+} = (5-x) \text{ g MgCl}_2 \times \frac{1 \text{ mol MgCl}_2}{95 \text{ g MgCl}_2} \times \frac{1 \text{ mol Mg}^{2+}}{1 \text{ mol MgCl}_2} \times \frac{24 \text{ g Mg}^{2+}}{1 \text{ mol Mg}^{2+}} = \frac{24(5-x)}{95} \text{ g Mg}^{2+}$$

$$\text{ppm} = \frac{\text{جرم حل شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 10^6 \Rightarrow 120 = \frac{y \text{ g Mg}^{2+}}{10 \times 10^3 \text{ g}} \times 10^6 \Rightarrow y = 1/2 \text{ g} \Rightarrow \frac{x}{5} + \frac{24(5-x)}{95} = 1/2 \Rightarrow x = 1/2$$

از مقدار غلظت ppm داریم:

پس ۱/۲ گرم منیزیم سولفات و ۳/۸ گرم منیزیم کلرید در آب حل شده است:

$$? \text{ mol MgSO}_4 = 1/2 \text{ g MgSO}_4 \times \frac{1 \text{ mol MgSO}_4}{120 \text{ g MgSO}_4} = 0.004 \text{ mol MgSO}_4, ? \text{ mol MgCl}_2 = 3/8 \text{ g MgCl}_2 \times \frac{1 \text{ mol MgCl}_2}{95 \text{ g MgCl}_2} = 0.004 \text{ mol MgCl}_2$$

$$\frac{\text{MgCl}_2 \text{ مقدار مول}}{\text{MgSO}_4 \text{ مقدار مول}} = \frac{0.004}{0.004} = 1 \quad \text{پس نسبت خواسته شده برابر است با:}$$

[۲ ۳] ابتدا مقدار مول آمونیوم نیترات را n_۱ و مقدار مول کلسیم نیترات را n_۲ در نظر می‌گیریم و جرم هر یک از یون‌های موجود در محلول را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{محلول آمونیوم نیترات:} \quad \frac{\text{مول حل شونده}}{\text{لیتر محلول}} \Rightarrow 1/5 = \frac{n_1}{a} \Rightarrow n_1 = 1/5 a \text{ mol}$$

$$? \text{ g NH}_4^+ = 1/5 a \text{ mol NH}_4\text{NO}_3 \times \frac{1 \text{ mol NH}_4^+}{1 \text{ mol NH}_4\text{NO}_3} \times \frac{18 \text{ g NH}_4^+}{1 \text{ mol NH}_4^+} = 3.6 a \text{ g NH}_4^+$$

$$? \text{ g NO}_3^- = 1/5 a \text{ mol NH}_4\text{NO}_3 \times \frac{1 \text{ mol NO}_3^-}{1 \text{ mol NH}_4\text{NO}_3} \times \frac{62 \text{ g NO}_3^-}{1 \text{ mol NO}_3^-} = 12.4 a \text{ g NO}_3^-$$

$$\text{محلول کلسیم نیترات:} \quad \frac{\text{مول حل شونده}}{\text{لیتر محلول}} \Rightarrow 2/25 = \frac{n_2}{b} \Rightarrow n_2 = 2/25 b \text{ mol}, \quad \frac{10 \times a \times d}{164} = \frac{10 \times 30 \times 1/23}{164} = 2/25 \text{ mol.L}^{-1}, \quad \text{غلظت مولی}$$

$$? g Ca^{2+} = 2/25 b \text{ mol Ca(NO}_3)_2 \times \frac{1 \text{ mol Ca}^{2+}}{1 \text{ mol Ca(NO}_3)_2} \times \frac{40 g Ca^{2+}}{1 \text{ mol Ca}^{2+}} = 90 b g Ca^{2+}$$

$$? g NO_3^- = 2/25 b \text{ mol Ca(NO}_3)_2 \times \frac{2 \text{ mol NO}_3^-}{1 \text{ mol Ca(NO}_3)_2} \times \frac{62 g NO_3^-}{1 \text{ mol NO}_3^-} = 279 b g NO_3^-$$

$$\begin{cases} 93a + 279b = 93 \\ 27a + 90b = 28/8 \end{cases} \Rightarrow a = 0/4, b = 0/2$$

سپس با توجه به مجموع جرم آنیون‌ها و کاتیون‌ها در محلول، نسبت $\frac{a}{b}$ را به دست می‌آوریم:

پس نسبت $\frac{a}{b}$ برابر $2 \left(\frac{0/4}{0/2} \right)$ است.

$$\text{جرم حل شونده} = \frac{\text{جرم محلول}}{\text{درصد جرمی}} \times 100 \Rightarrow \frac{11/2}{280} \times 100 = 3/9$$

۳ ۴ درصد جرمی این محلول برابر است با:

$$\frac{10 \times a \times d}{\text{جرم مولی}} = \frac{10 \times 4 \times 1/4}{\text{جرم مولی}} \Rightarrow 0/25 = \frac{10 \times 4 \times 1/4}{\text{جرم مولی}} \Rightarrow 224 g \cdot \text{mol}^{-1}$$

از فرمول روبه‌رو جرم مولی این حل شونده را محاسبه می‌کنیم:

$$MBr_x = M + x(80) = 224$$

پس داریم:

اگر x برابر ۱ باشد، جرم مولی M برابر ۱۴۴ است و اگر x برابر ۲ باشد، جرم مولی M برابر ۶۴ است که با توجه به داده‌های مسئله فرمول $CuBr_2$ برای این ترکیب به دست می‌آید. اکنون جرم آنیون (Br^-) موجود در محلول را محاسبه و درصد جرمی آنیون موجود در محلول را به دست می‌آوریم:

$$? g Br^- = 1/2 g CuBr_2 \times \frac{1 \text{ mol CuBr}_2}{224 g CuBr_2} \times \frac{2 \text{ mol Br}^-}{1 \text{ mol CuBr}_2} \times \frac{80 g Br^-}{1 \text{ mol Br}^-} = 8 g Br^-$$

درصد جرمی آنیون در محلول $= \frac{8}{280} \times 100 = 2/8$

$$? g Fe = V L AgNO_3 \times \frac{0/45 \text{ mol AgNO}_3}{1 L AgNO_3} \times \frac{1 \text{ mol Fe}}{2 \text{ mol AgNO}_3} \times \frac{56 g Fe}{1 \text{ mol Fe}} = 12/6 V g Fe$$

۲ ۴ قسمت اول: جرم اولیه تیغه آهنی را محاسبه می‌کنیم:

$$? g Ag = V L AgNO_3 \times \frac{0/45 \text{ mol AgNO}_3}{1 L AgNO_3} \times \frac{2 \text{ mol Ag}}{2 \text{ mol AgNO}_3} \times \frac{108 g Ag}{1 \text{ mol Ag}} = 48/6 V g Ag$$

$$? g Fe = V L AgNO_3 \times \frac{0/45 \text{ mol AgNO}_3}{1 L AgNO_3} \times \frac{1 \text{ mol Fe}}{2 \text{ mol AgNO}_3} \times \frac{56 g Fe}{1 \text{ mol Fe}} = 12/6 V g Fe$$

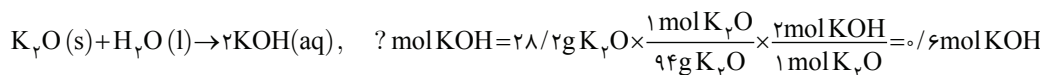
معادله تغییر جرم تیغه را با توجه به این که ۷۰ درصد نقره تولید شده روی تیغه آهنی قرار می‌گیرد، می‌نویسیم:

جرم نقره قرار گرفته روی سطح تیغه + جرم آهن مصرف شده - جرم اولیه تیغه = جرم نهایی تیغه

$$8/652 = 4/368 - 12/6 V + \frac{70}{100} (48/6 V) \Rightarrow V = 0/2 L = 200 \text{ mL}$$

$$\frac{\text{جرم نقره}}{\text{جرم کل تیغه نهایی}} \times 100 = \frac{70}{100} \times \frac{48/6 \times 0/2}{8/652} \times 100 = 7/78/6$$

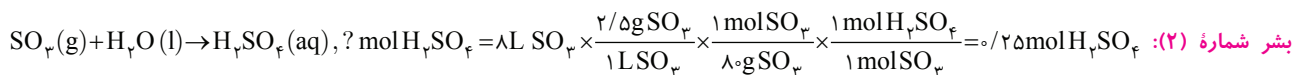
قسمت دوم: درصد جرمی نقره در تیغه نهایی برابر است با:



۱ ۵ بشر شماره (۱):

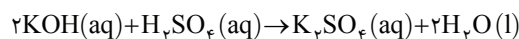
$$(M_1) = \frac{\text{مول حل شونده}}{\text{لیتر محلول}} = \frac{0/6 \text{ (mol)}}{0/25 \text{ (L)}} = 2/4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

غلظت محلول تولید شده:



$$(M_2) = \frac{\text{مول حل شونده}}{\text{لیتر محلول}} = \frac{0/25 \text{ (mol)}}{0/2 \text{ (L)}} = 1/25 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

غلظت محلول تولید شده:



معادله موازنه شده واکنش نهایی:

روش اول (کسر تبدیل): حجم محلول سولفوریک اسید مصرفی را محاسبه می‌کنیم:

$$? \text{ mL H}_2\text{SO}_4 = 100 \times 10^{-3} L KOH \times \frac{2/4 \text{ mol KOH}}{1 L KOH} \times \frac{1 \text{ mol H}_2\text{SO}_4}{2 \text{ mol KOH}} \times \frac{1 L H_2\text{SO}_4}{1/25 \text{ mol H}_2\text{SO}_4} \times \frac{1000 \text{ mL}}{1 L} = 96 \text{ mL H}_2\text{SO}_4$$

غلظت مولی نمک تولید شده را محاسبه می‌کنیم:

$$? \text{ mol K}_2\text{SO}_4 = 100 \text{ mL KOH} \times \frac{1 \text{ L محلول}}{1000 \text{ mL محلول}} \times \frac{2/4 \text{ mol KOH}}{1 \text{ L KOH محلول}} \times \frac{1 \text{ mol K}_2\text{SO}_4}{2 \text{ mol KOH}} = 0.12 \text{ mol K}_2\text{SO}_4$$

$$\text{غلظت مولی پتاسیم سولفات} = \frac{\text{مول حل شونده}}{\text{لیتر محلول}} = \frac{0.12}{0.1+0.096} = 0.61 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$\frac{\text{غلظت K}_2\text{SO}_4 \times \text{حجم کل}}{\text{ضریب}} = \frac{\text{غلظت H}_2\text{SO}_4 \times \text{حجم محلول}}{\text{ضریب}} = \frac{\text{غلظت KOH} \times \text{حجم محلول}}{\text{ضریب}}$$

روش دوم (تناسب):

$$\Rightarrow \frac{0.1 \times 2/4}{2} = \frac{V \times 1/25}{1} = \frac{M_{\text{K}_2\text{SO}_4} \times \text{حجم کل}}{1} \Rightarrow V = 0.96 \text{ L} = 96 \text{ mL} \Rightarrow \text{حجم کل محلول} = 0.196 \text{ L}$$

$$\text{غلظت مولی پتاسیم سولفات} = \frac{\text{مول حل شونده}}{\text{لیتر محلول}} = \frac{0.12}{0.1+0.096} = 0.61 \text{ mol.L}^{-1}$$

۶ درصد جرمی سدیم نیترات در محلول سیرشده در دمای 35°C را از فرمول زیر محاسبه می‌کنیم:

$$\frac{10 \times a \times d}{\text{جرم مولی}} = \frac{10 \times a \times 1/19}{85} \Rightarrow a = 5.0$$

$$35^\circ\text{C} \text{ انحلال پذیری این نمک در این دما برابر است با: } 100 \text{ g آب} \times \frac{5.0 \text{ g NaNO}_3}{100 \text{ g آب}} = 5.0 \text{ g NaNO}_3$$

انحلال پذیری این نمک در دمای 20°C را S در نظر می‌گیریم و 1800 گرم محلول سیرشده آن را از دمای 35°C تا 20°C سرد می‌کنیم. اگر 200 گرم محلول سیرشده را از دمای 35°C تا 20°C سرد کنیم، مقدار $(100-S)$ گرم رسوب تشکیل می‌شود، پس داریم:

$$? \text{ g NaNO}_3 \text{ رسوب} = 1800 \text{ g NaNO}_3 \text{ محلول} \times \frac{(100-S) \text{ g NaNO}_3 \text{ رسوب}}{200 \text{ g NaNO}_3 \text{ محلول}} = 9(100-S) \text{ g NaNO}_3$$

با توجه به اطلاعات مسئله این مقدار 20 گرم از میزان انحلال پذیری بیشتر است، داریم:

$$9(100-S) = S + 20 \Rightarrow 900 - 9S = S + 20 \Rightarrow 10S = 880 \Rightarrow S = 88 \text{ g/} 100 \text{ g H}_2\text{O}$$

پس انحلال پذیری سدیم نیترات در دمای 35°C و 20°C به ترتیب 100 g و 88 g است. معادله انحلال پذیری این نمک را به دست می‌آوریم:

$$\frac{S - S_1}{S_2 - S_1} = \frac{\theta - \theta_1}{\theta_2 - \theta_1} \Rightarrow \frac{S - 88}{100 - 88} = \frac{\theta - 20}{35 - 20} \Rightarrow S = 0.8\theta + 72$$

شیب و عرض از مبدأ معادله انحلال پذیری به ترتیب برابر 0.8 و 72 است که حاصل ضرب آن‌ها برابر 57.6 (72×0.8) می‌باشد.

۷ جرم آهن (II) کلرید را x گرم و جرم آهن (III) کلرید را $(83/3 - x)$ گرم در نظر می‌گیریم و مجموع مول‌های موجود در این محلول را محاسبه می‌کنیم:

$$? \text{ molion} = x \text{ g FeCl}_2 \times \frac{1 \text{ mol FeCl}_2}{127 \text{ g FeCl}_2} + \frac{3 \text{ molion}}{1 \text{ mol FeCl}_3} = \frac{3x}{127} \text{ molion} \quad \text{آهن (II) کلرید:}$$

$$? \text{ molion} = (83/3 - x) \text{ g FeCl}_3 \times \frac{1 \text{ mol FeCl}_3}{162.5 \text{ g FeCl}_3} + \frac{4 \text{ molion}}{1 \text{ mol FeCl}_3} = \frac{4(83/3 - x)}{162.5} \text{ molion} \quad \text{آهن (III) کلرید:}$$

با توجه به غلظت تمام یون‌ها، مجموع مول‌های موجود در این محلول را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{غلظت مولی} = \frac{\text{مول حل شونده}}{\text{لیتر محلول}} = \frac{0.2}{1.0 \text{ L}} \Rightarrow \text{مول حل شونده} = 2 \text{ mol} \Rightarrow \frac{3x}{127} + \frac{4(83/3 - x)}{162.5} = 2 \Rightarrow x = 50.8 \text{ g}$$

$$\% \text{FeCl}_2 = \frac{\text{جرم FeCl}_2}{\text{جرم کل}} \times 100 = \frac{50.8}{83/3} \times 100 = 61$$

پس درصد جرمی آهن (II) کلرید در مخلوط اولیه برابر است با:

$$\text{غلظت مولی} = \frac{10 \times a \times d}{\text{جرم مولی}} \Rightarrow M_1 = \frac{10 \times 2 \times 1/2}{95} = \frac{24}{95} \text{ mol.L}^{-1}$$

غلظت مولی محلول منیزیم کلرید برابر است با:

با توجه به فرمول MgCl_2 ، غلظت یون منیزیم نیز $\frac{24}{95}$ مول بر لیتر است. غلظت محلول منیزیم سولفات اولیه 0.5 مولار است، پس با توجه به فرمول MgSO_4

، غلظت یون Mg^{2+} نیز برابر 0.5 مول بر لیتر است.

$$M_2 = 0.5 \text{ mol.L}^{-1}$$

غلظت مولار یون Mg^{2+} در محلول نهایی برابر است با:

$$\text{غلظت مولار} = \frac{\text{ppm} \times d}{1000 \times \text{جرم مولی}} \Rightarrow M_2 = \frac{466 \times 1/0.3}{1000 \times 24} = 0.62 \text{ mol.L}^{-1}$$

پس با توجه به رابطه قانون پایستگی مول داریم:

$$n_1 + n_2 = n_3 \Rightarrow M_1 V_1 + M_2 V_2 = M_3 V_3 \Rightarrow \frac{24}{95} \times 76 \times 10^{-3} + 0.5 V_2 = 0.2 \times 3 \Rightarrow V_2 = 0.816 L = 816 \text{ mL}$$

۹ | انحلال پذیری پتاسیم دی کرومات در دماهای 5°C و 7°C به ترتیب 5° و 3° گرم در 100 گرم آب است و انحلال پذیری پتاسیم کلرات در دماهای 5°C و 7°C به ترتیب 3° و 15° گرم در 100 گرم آب است. پس در دمای 5°C و 7°C به ترتیب 8° و 45° گرم از این دو نمک در 100 گرم آب حل می شود و با سرد کردن 18° گرم محلول سیر شده از این دو نمک از دمای 7°C به 5°C ، مقدار 35° گرم رسوب تشکیل می شود و 145° گرم محلول باقی می ماند که 45° گرم آن نمک و 100° گرم آن آب است، پس درصد جرمی آب در این محلول در دمای 5°C برابر است با:

$$\frac{100}{145} \times 100 = 69\%$$

$$\text{غلظت مولار محلول} = \frac{10 \times 32 \times \frac{4}{3}}{160} = \frac{10 \times a \times d}{\text{جرم مولی}} = \frac{3}{3} \text{ mol.L}^{-1}$$

۱۰ | غلظت مولار محلول در شاخه سمت راست برابر است با:

غلظت مولار محلول در شاخه سمت چپ را باید به دست آوریم:

$$? \text{ mol CuSO}_4 = 10.8 \text{ g CuSO}_4 \times \frac{1 \text{ mol CuSO}_4}{160 \text{ g CuSO}_4} = 3 \text{ mol CuSO}_4$$

$$? \text{ L CuSO}_4 = 10.8 \text{ g CuSO}_4 \times \frac{1 \text{ mL CuSO}_4}{1.8 \text{ g CuSO}_4} \times \frac{1 \text{ L CuSO}_4}{1000 \text{ mL CuSO}_4} = 0.6 \text{ L CuSO}_4$$

$$\text{غلظت مولی} = \frac{\text{مول حل شونده}}{\text{لیتر محلول}} = \frac{3 \text{ (mol)}}{0.6 \text{ (L)}} = 5 \text{ mol.L}^{-1}$$

با توجه به فرایند اسمز باید غلظت دو شاخه با هم برابر شود و آب از سمت محلول رقیق تر به سمت محلول غلیظ تر برود:

$$V_R = 450 \text{ mL}, \quad M_R = \frac{1}{3} \text{ mol.L}^{-1}, \quad n_R = 1/2 \text{ mol} \quad \text{چپ} \quad V_L = 600 \text{ mL}, \quad M_L = 5 \text{ mol.L}^{-1}, \quad n_L = 3 \text{ mol}$$

$$\Rightarrow M'_R = M'_L \Rightarrow \frac{n_R}{V_R - x} = \frac{n_L}{V_L + x} \Rightarrow \frac{1/2}{450 - x} = \frac{3}{600 + x} \Rightarrow 720 + 1/2x = 1350 - 3x \Rightarrow 4/2x = 630 \Rightarrow x = 150 \text{ mL}$$

پس 150 میلی لیتر آب از شاخه سمت راست به شاخه سمت چپ می رود و اختلاف حجم محلول در شاخه ها به 450 میلی لیتر می رسد. با توجه به رابطه حجم استوانه، اختلاف ارتفاع در دو شاخه برابر است با:

$$\Delta V = \pi r^2 \Delta h \Rightarrow 450 = 3 \times r^2 \times \Delta h \Rightarrow \Delta h = 37/5 \text{ cm}$$

پاسخ تشریحی | آزمون‌های جامع فصل چهارم

فصل چهارم: آزمون جامع ۱

$$? \text{ kg Cu} = 20 \text{ ton گیاه} \times \frac{10^3 \text{ kg گیاه}}{1 \text{ ton گیاه}} \times \frac{14 \text{ g Cu}}{1 \text{ kg گیاه}} \times \frac{1 \text{ kg Cu}}{10^3 \text{ g Cu}} = 280 \text{ kg Cu}$$

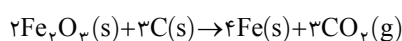
۱ ۱ | حداکثر مقدار فلز مس موجود در ۲۰ تن گیاه برابر است با:

$$? \text{ g Cu} = 5 \text{ kg گیاه} \times \frac{14 \text{ g Cu}}{1 \text{ kg گیاه}} = 70 \text{ g Cu}$$

مقدار فلز مس موجود در ۵ کیلوگرم گیاه برابر است با:

$$\text{درصد جرمی فلز مس در خاکستر حاصل از ۵ کیلوگرم گیاه را محاسبه می‌کنیم:} \\ \text{درصد جرمی فلز مس در خاکستر} = \frac{70 \text{ g Cu}}{800 \text{ g خاکستر}} \times 100 = 8.75\%$$

۳ ۲ | معادله موازنه شده واکنش:



$$? \text{ g Fe} = 1/6 \times 10^3 \text{ g Fe}_2\text{O}_3 (\text{خالص}) \times \frac{160 \text{ g Fe}_2\text{O}_3 (\text{خالص})}{160 \text{ g Fe}_2\text{O}_3 (\text{خالص})} \times \frac{1 \text{ mol Fe}_2\text{O}_3}{2 \text{ mol Fe}_2\text{O}_3} \times \frac{4 \text{ mol Fe}}{2 \text{ mol Fe}_2\text{O}_3} \times \frac{56 \text{ g Fe}}{1 \text{ mol Fe}} = 840 \text{ g Fe}$$

روش اول (کسر تبدیل):

$$\frac{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}}{100} = \frac{\text{جرم آهن}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{1/6 \times 10^3 \times 112}{100} = \frac{x \text{ g Fe}}{4 \times 56} \Rightarrow x = 840 \text{ g Fe}$$

روش دوم (تناسب):

۴ ۳ | معادله موازنه شده واکنش: (در شرایط STP فقط کربن دی‌اکسید گاز است و آب حالت مایع یا جامد دارد)



روش اول (کسر تبدیل): ابتدا جرم کلسیم کربنات خالص را محاسبه می‌کنیم:

$$? \text{ g CaCO}_3 (\text{خالص}) = 1792 \text{ mL CO}_2 \times \frac{1 \text{ mol CO}_2}{22400 \text{ mL CO}_2} \times \frac{1 \text{ mol CaCO}_3}{1 \text{ mol CO}_2} \times \frac{100 \text{ g CaCO}_3}{1 \text{ mol CaCO}_3} = 8 \text{ g CaCO}_3 (\text{خالص})$$

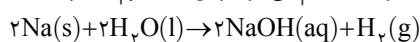
$$\text{درصد خلوص کلسیم کربنات برابر است با:} \\ \text{درصد خلوص CaCO}_3 (\text{خالص}) = \frac{8 \text{ g CaCO}_3 (\text{خالص})}{10 \text{ g}} \times 100 = 80\%$$

۳ ۴ | جرم مخلوط اولیه برابر ۱۰۰ گرم است. در اثر انجام واکنش مقداری گاز هیدروژن تولید شده و از جرم مخلوط اولیه کم می‌شود. پس باید جرم گاز تولید شده را محاسبه کرده و از ۱۰۰ گرم کم کنیم. معادله موازنه شده واکنش:

$$\frac{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}}{100} = \frac{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}}{100} \Rightarrow \frac{100 \times P}{1 \times 100} = \frac{1792}{1 \times 22400} \Rightarrow P = 80\%$$

روش دوم (تناسب):

۴ ۵ | با توجه به اطلاعات داده شده در مسئله، کاهش جرم مربوط به تبدیل گوگرد موجود در Cu_2S به گوگرد دی‌اکسید است.



۳ ۴ | جرم مخلوط اولیه برابر ۱۰۰ گرم است. در اثر انجام واکنش مقداری گاز هیدروژن تولید شده و از جرم مخلوط اولیه کم می‌شود. پس باید جرم گاز تولید شده را محاسبه کرده و از ۱۰۰ گرم کم کنیم. معادله موازنه شده واکنش:

$$? \text{ g H}_2 = 5 \text{ g Na} (\text{خالص}) \times \frac{46 \text{ g Na} (\text{خالص})}{46 \text{ g Na} (\text{خالص})} \times \frac{1 \text{ mol Na}}{23 \text{ g Na}} \times \frac{1 \text{ mol H}_2}{2 \text{ mol Na}} \times \frac{2 \text{ g H}_2}{1 \text{ mol H}_2} = 0.2 \text{ g H}_2$$

روش اول (کسر تبدیل):

پس جرم مخلوط باقی مانده برابر 99.8 g (۱۰۰ - ۰.۲) است.

$$\frac{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}}{100} = \frac{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}}{100} \Rightarrow \frac{5 \times 92}{100} = \frac{x \text{ g H}_2}{1 \times 2} \Rightarrow x = 0.2 \text{ g H}_2$$

روش دوم (تناسب):

پس جرم مخلوط باقی مانده برابر 99.8 g (۱۰۰ - ۰.۲) است.

۴ ۵ | با توجه به اطلاعات داده شده در مسئله، کاهش جرم مربوط به تبدیل گوگرد موجود در Cu_2S به گوگرد دی‌اکسید است.

روش اول (کسر تبدیل): ابتدا جرم مس (I) سولفید را محاسبه می‌کنیم:

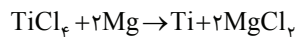
$$? \text{ g Cu}_2\text{S} (\text{خالص}) = 4.16 \text{ g S} \times \frac{1 \text{ mol S}}{32 \text{ g S}} \times \frac{1 \text{ mol Cu}_2\text{S}}{1 \text{ mol S}} \times \frac{160 \text{ g Cu}_2\text{S}}{1 \text{ mol Cu}_2\text{S}} = 20.8 \text{ g Cu}_2\text{S} (\text{خالص})$$

$$\text{سپس درصد خلوص مس (I) سولفید را به دست می‌آوریم:} \\ \text{درصد خلوص Cu}_2\text{S} (\text{خالص}) = \frac{20.8 \text{ g}}{65 \text{ g}} \times 100 = 32\%$$

$$\frac{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}}{100} = \frac{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}}{100} \Rightarrow \frac{65 \times P}{100} = \frac{4.16}{1 \times 16} \Rightarrow P = 32\%$$

روش دوم (تناسب):

پس این ترکیب دارای ۶۸ درصد ناخالصی است.



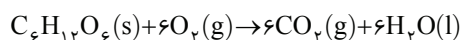
۳ ۶ | معادله موازنه شده واکنش:

روش اول (کسر تبدیل):

$$\begin{aligned} ? \text{ kg Mg} &= 200 \times 10^3 \text{ g TiCl}_4 (\text{خالص}) \times \frac{76 \text{ g TiCl}_4 (\text{خالص})}{100 \text{ g TiCl}_4 (\text{خالص})} \times \frac{1 \text{ mol TiCl}_4}{190 \text{ g TiCl}_4} \times \frac{2 \text{ mol Mg}}{1 \text{ mol TiCl}_4} \times \frac{24 \text{ g Mg}}{1 \text{ mol Mg}} \times \frac{1 \text{ kg Mg}}{10^3 \text{ g Mg}} = 38/4 \text{ kg Mg} \\ ? \text{ kg Ti} &= 200 \times 10^3 \text{ g TiCl}_4 (\text{خالص}) \times \frac{76 \text{ g TiCl}_4 (\text{خالص})}{100 \text{ g TiCl}_4 (\text{خالص})} \times \frac{1 \text{ mol TiCl}_4}{190 \text{ g TiCl}_4} \times \frac{1 \text{ mol Ti}}{1 \text{ mol TiCl}_4} \times \frac{48 \text{ g Ti}}{1 \text{ mol Ti}} \times \frac{10^3 \text{ g Ti}}{96 \text{ g Ti}} (\text{خالص}) \\ &= 4000 \text{ g Ti} (\text{خالص}) = 4 \text{ kg Ti} (\text{خالص}) \end{aligned}$$

روش دوم (تناسب):

$$\begin{aligned} \frac{\text{P}_1}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} &= \frac{\text{P}_2}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{200 \times 10^3 \times \frac{76}{100}}{1 \times 190} = \frac{x \times 10^3 \times 24}{2 \times 24} = \frac{y \times 10^3 \times 48}{1 \times 48} \\ \Rightarrow x &= 38/4 \text{ kg Mg}, \quad y = 4 \text{ kg Ti} (\text{خالص}) \end{aligned}$$



۲ ۷ | معادله موازنه شده واکنش:

$$? \text{ L CO}_2 (\text{نظری}) = 15 \text{ g C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \times \frac{1 \text{ mol C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6}{180 \text{ g C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6} \times \frac{6 \text{ mol CO}_2}{1 \text{ mol C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6} \times \frac{22/4 \text{ L CO}_2}{1 \text{ mol CO}_2} = 11/2 \text{ L CO}_2 (\text{نظری})$$

روش اول (کسر تبدیل):

$$\frac{\text{مقدار عملی CO}_2}{\text{مقدار نظری CO}_2} \times 100 = \frac{6/22 \text{ (L)}}{11/2 \text{ (L)}} \times 100 = 60\%$$

$$? \text{ g H}_2\text{O} = 15 \text{ g C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \times \frac{1 \text{ mol C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6}{180 \text{ g C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6} \times \frac{6 \text{ mol H}_2\text{O}}{1 \text{ mol C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6} \times \frac{18 \text{ g H}_2\text{O}}{1 \text{ mol H}_2\text{O}} \times \frac{60}{100} = 5/4 \text{ g H}_2\text{O}$$

$$\frac{\text{R}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{گرم آب}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{15 \times \frac{\text{R}}{100}}{1 \times 180} = \frac{6/22}{6 \times 22/4} = \frac{x \text{ g H}_2\text{O}}{6 \times 18} \Rightarrow \text{R} = 60\%, \quad x = 5/4 \text{ g H}_2\text{O}$$

روش دوم (تناسب):



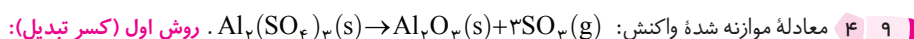
۱ ۸ | معادله موازنه شده واکنش:

$$? \text{ g MnO}_2 = 3 \text{ L Cl}_2 \times \frac{1/4 \text{ g Cl}_2}{1 \text{ L Cl}_2} \times \frac{1 \text{ mol Cl}_2}{71 \text{ g Cl}_2} \times \frac{1 \text{ mol MnO}_2}{1 \text{ mol Cl}_2} \times \frac{87 \text{ g MnO}_2}{1 \text{ mol MnO}_2} \times \frac{58}{100} = 9 \text{ g MnO}_2$$

روش اول (کسر تبدیل):

$$\frac{\text{MnO}_2 \text{ گرم} \times \frac{\text{R}}{100}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{جگالی} \times \text{لیتر}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{x \text{ g MnO}_2 \times \frac{58}{100}}{1 \times 87} = \frac{3 \times 1/4}{1 \times 71} \Rightarrow x = 9 \text{ g MnO}_2$$

روش دوم (تناسب):



$$? \text{ mL SO}_3 = 5/13 \text{ g Al}_2(\text{SO}_4)_3 \times \frac{1 \text{ mol Al}_2(\text{SO}_4)_3}{342 \text{ g Al}_2(\text{SO}_4)_3} \times \frac{3 \text{ mol SO}_3}{1 \text{ mol Al}_2(\text{SO}_4)_3} \times \frac{22400 \text{ mL SO}_3}{1 \text{ mol SO}_3} \times \frac{80}{100} = 806/4 \text{ mL SO}_3$$

$$\frac{\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \text{ گرم} \times \frac{\text{R}}{100}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{میلی لیتر SO}_3}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{5/13 \times \frac{80}{100}}{1 \times 342} = \frac{x \text{ mL SO}_3}{3 \times 22400} \Rightarrow x = 806/4 \text{ mL SO}_3$$

روش دوم (تناسب):

۳ ۱۰ | درصد تجزیه آمونیوم دی کرومات را R در نظر بگیریم، مقدار فراورده جامد تولیدی و واکنش دهنده باقی مانده را محاسبه می کنیم: روش اول (کسر تبدیل):

$$? \text{ g Cr}_2\text{O}_3 = 75/6 \text{ g (NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \times \frac{1 \text{ mol (NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7}{252 \text{ g (NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7} \times \frac{1 \text{ mol Cr}_2\text{O}_3}{1 \text{ mol (NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7} \times \frac{152 \text{ g Cr}_2\text{O}_3}{1 \text{ mol Cr}_2\text{O}_3} \times \frac{\text{R}}{100} = 0/456 \text{ g Cr}_2\text{O}_3$$

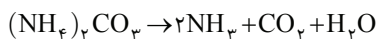
$$\frac{(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \text{ گرم} \times \frac{\text{R}}{100}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{Cr}_2\text{O}_3 \text{ گرم}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{75/6 \times \frac{\text{R}}{100}}{1 \times 252} = \frac{x}{1 \times 152} \Rightarrow x = 0/456 \text{ g Cr}_2\text{O}_3$$

روش دوم (تناسب):

با توجه به درصد تجزیه آمونیوم دی کرومات، اگر 75/6 گرم آمونیوم دی کرومات به میزان R درصد تجزیه شود، پس $(75/6 \times \frac{100 - \text{R}}{100})$ گرم از واکنش دهنده باقی

$$\frac{(\text{Cr}_2\text{O}_3) \text{ جامد}}{(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \text{ باقی مانده}} = \frac{0/456 \text{ R}}{75/6 \times \frac{100 - \text{R}}{100}} = 2 \Rightarrow \text{R} = 76/8$$

می ماند: بنابراین خواهیم داشت:



معادله واکنش موازنه شده: ۱ ۱ ۱

فقط عبارت چهارم درست است. بررسی عبارت‌ها: عبارت اول: اختلاف ضرایب واکنش دهنده‌ها و فرآورده‌ها برابر ۳ است که ضریب هیچ کدام از مواد ۳ نیست.

عبارت دوم: روش اول (کسر تبدیل):

$$? g (NH_4)_2CO_3 \text{ خالص} = 96 g (NH_4)_2CO_3 \times \frac{1 \text{ mol } (NH_4)_2CO_3}{96 g (NH_4)_2CO_3} \times \frac{2 \text{ mol } NH_3}{1 \text{ mol } (NH_4)_2CO_3} \times \frac{17 g NH_3}{1 \text{ mol } NH_3} = 17/28 g (NH_4)_2CO_3$$

$$\text{درصد خلوص} = \frac{\text{جرم خلوص}}{\text{جرم کل}} \times 100 = \frac{17/28}{28/28} \times 100 = 60\%$$

درصد خلوص آمونیوم کربنات برابر است با:

$$\frac{(NH_4)_2CO_3 \text{ گرم} \times \frac{P}{100}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{NH_3 \text{ گرم} \times \frac{P}{100}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{28/28 \times \frac{P}{100}}{96 \times 1} = \frac{6/17}{17 \times 2} \Rightarrow P = 60\%$$

روش دوم (تناسب):

پس این ماده دارای ۴۰٪ ناخالصی است. عبارت سوم: توجه کنید که در شرایط استاندارد، H_2O گاز نیست. روش اول (کسر تبدیل):

$$? L NH_3, CO_2 = 24 g (NH_4)_2CO_3 \text{ خالص} \times \frac{1 \text{ mol } (NH_4)_2CO_3}{96 g (NH_4)_2CO_3} \times \frac{3 \text{ mol } NH_3, CO_2}{1 \text{ mol } (NH_4)_2CO_3} \times \frac{22.4 L}{1 \text{ mol } NH_3, CO_2} = 13/44 L NH_3, CO_2$$

$$\frac{(NH_4)_2CO_3 \text{ گرم} \times \frac{P}{100}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{24 \times \frac{P}{100}}{\text{مجموع جرم مولی} \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{24 \times \frac{P}{100}}{1 \times 96} = \frac{x}{3 \times 22.4} \Rightarrow x = 13/44 L NH_3, CO_2$$

روش دوم (تناسب):

عبارت چهارم: گاز CO_2 ناقطبی و گازهای NH_3 و H_2O قطبی است که مجموع ضرایب گازهای قطبی به ناقطبی برابر ۳ است و ۳ برابر ضریب واکنش دهنده است.

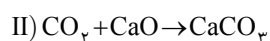
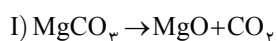
۱ ۱ ۲ منیزیم موجود در هر نمونه را محاسبه می‌کنیم:

$$? g Mg^{2+} = 200 g MgSO_4 \text{ خالص} \times \frac{80 g MgSO_4}{100 g MgSO_4} \times \frac{1 \text{ mol } Mg^{2+}}{120 g MgSO_4} \times \frac{24 g Mg^{2+}}{1 \text{ mol } Mg^{2+}} = 32 g Mg^{2+}$$

$$? g Mg^{2+} = 210 g MgCO_3 \text{ خالص} \times \frac{60 g MgCO_3}{100 g MgCO_3} \times \frac{1 \text{ mol } Mg^{2+}}{84 g MgCO_3} \times \frac{24 g Mg^{2+}}{1 \text{ mol } Mg^{2+}} = 36 g Mg^{2+}$$

$$Mg^{2+} \text{ درصد جرمی} = \frac{Mg^{2+} \text{ جرم}}{\text{جرم کل}} \times 100 = \frac{32+36}{200+210} \times 100 = 16/6\%$$

درصد جرمی Mg^{2+} در مخلوط نهایی برابر است با:



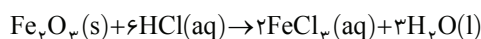
طبق واکنش‌های داده شده داریم:

$$? g CaO = 210 g MgCO_3 \text{ خالص} \times \frac{60 g MgCO_3}{100 g MgCO_3} \times \frac{1 \text{ mol } MgCO_3}{84 g MgCO_3} \times \frac{1 \text{ mol } CO_2(I)}{1 \text{ mol } MgCO_3} \times \frac{1 \text{ mol } CO_2(II)}{1 \text{ mol } CO_2(I)} \times \frac{56 g CaO}{1 \text{ mol } CO_2(II)} = 84 g CaO$$

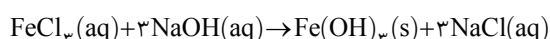
$$\times \frac{1 \text{ mol } CaO}{1 \text{ mol } CO_2(II)} \times \frac{56 g CaO}{1 \text{ mol } CaO} = 84 g CaO$$

روش دوم (تناسب): با توجه به برابر بودن ضریب CO_2 در هر دو واکنش پس داریم:

$$MgCO_3 \sim CaO \Rightarrow \frac{MgCO_3 \text{ گرم} \times \frac{P}{100}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{CaO \text{ گرم} \times \frac{P}{100}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{210 \times \frac{P}{100}}{1 \times 84} = \frac{x}{1 \times 56} \Rightarrow x = 84 g CaO$$



۱۳ ۱۴ معادله موازنه شده واکنش‌ها:



روش اول (کسر تبدیل): ابتدا جرم Fe_2O_3 خالص را محاسبه می‌کنیم:

$$? g Fe_2O_3 \text{ خالص} = 214 g Fe(OH)_3 \times \frac{1 \text{ mol } Fe(OH)_3}{107 g Fe(OH)_3} \times \frac{1 \text{ mol } FeCl_3}{1 \text{ mol } Fe(OH)_3} \times \frac{1 \text{ mol } Fe_2O_3}{2 \text{ mol } FeCl_3} \times \frac{160 g Fe_2O_3}{1 \text{ mol } Fe_2O_3} \times \frac{100}{100} = 416/67 g Fe_2O_3$$

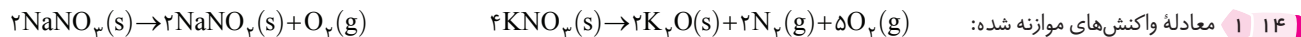
بازده واکنش اول

$$Fe_2O_3 \text{ درصد خلوص} = \frac{\text{جرم } Fe_2O_3 \text{ خالص}}{\text{جرم } Fe_2O_3 \text{ ناخالص}} \times 100 = \frac{416/67}{500} \times 100 = 83/3\%$$

سپس درصد خلوص Fe_2O_3 را در نمونه اولیه محاسبه می‌کنیم:

روش دوم (تناسب): ضریب ماده مشترک (FeCl_3) را یکسان می‌کنیم و واکنش فرضی $\text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow 2\text{Fe}(\text{OH})_3$ را در نظر می‌گیریم:

$$\frac{\text{Fe}_2\text{O}_3 \text{ ناخالص} \times \frac{P}{100} \times \frac{R_1}{100} \times \frac{R_2}{100}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{Fe}(\text{OH})_3 \text{ گرم}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{500 \times \frac{P}{100} \times \frac{64}{100} \times \frac{60}{100}}{1 \times 160} = \frac{214}{2 \times 107} \Rightarrow P \approx 78.3\%$$



با توجه به قانون پایستگی جرم، جرم گاز خروجی را محاسبه می‌کنیم:

$$4/8\text{g} = \text{جرم گاز خروجی} \Rightarrow \text{جرم گاز خروجی} = 37/7 = 42/5 - \text{جرم گاز خروجی} - \text{جرم اولیه} = \text{جرم جامد باقی‌مانده}$$

$$\text{جرم خالص سدیم نیترات را محاسبه می‌کنیم: } \text{g NaNO}_3 = 4/8\text{g O}_2 \times \frac{1 \text{ mol O}_2}{32 \text{g O}_2} \times \frac{2 \text{ mol NaNO}_3}{1 \text{ mol O}_2} \times \frac{85 \text{g NaNO}_3}{1 \text{ mol NaNO}_3} \times \frac{100}{75} = 34 \text{g NaNO}_3$$

بازده درصدی

پس جرم ناخالص موجود در سدیم نیترات اولیه که در جامد باقی‌مانده نیز باقی خواهد ماند، برابر است با:

$$\text{ناخالص} = 42/5 - 34 = 8/5\text{g}$$

در نتیجه از $37/7$ گرم ماده جامد باقی‌مانده، مقدار خالص برابر است با: $37/7 - 8/5 = 29/2\text{g}$. پس اختلاف جرم ناخالصی‌ها و مواد خالص در توده جامد باقی‌مانده برابر است با: $29/2 - 8/5 = 20/7\text{g}$. جرم پتاسیم نیترات را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{? g KNO}_3 = 4/8\text{g O}_2 \times \frac{1 \text{ mol O}_2}{32 \text{g O}_2} \times \frac{4 \text{ mol KNO}_3}{5 \text{ mol O}_2} \times \frac{101 \text{g KNO}_3}{1 \text{ mol KNO}_3} = 12/12\text{g KNO}_3$$

روش اول (کسر تبدیل):

$$\frac{\text{KNO}_3 \text{ گرم}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{O}_2 \text{ گرم}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{x}{4 \times 101} = \frac{4/8}{5 \times 32} \Rightarrow x = 12/12\text{g KNO}_3$$

روش دوم (تناسب):

$$\text{? g C}_5\text{H}_{10} = 1 \text{ L C}_5\text{H}_{10} \times \frac{1 \text{ mol C}_5\text{H}_{10}}{72/4 \text{ L C}_5\text{H}_{10}} \times \frac{70 \text{g C}_5\text{H}_{10}}{1 \text{ mol C}_5\text{H}_{10}} = 3/125 \text{g C}_5\text{H}_{10}$$

۱۱۵ هیدروکربن داده شده دارای فرمول C_5H_{10} است.



$$\text{? g H}_2\text{O} = 28 \text{g C}_5\text{H}_{10} \times \frac{1 \text{ mol C}_5\text{H}_{10}}{70 \text{g C}_5\text{H}_{10}} \times \frac{1 \text{ mol H}_2\text{O}}{1 \text{ mol C}_5\text{H}_{10}} \times \frac{18 \text{g H}_2\text{O}}{1 \text{ mol H}_2\text{O}} = 7/2\text{g H}_2\text{O}$$

روش اول (کسر تبدیل):

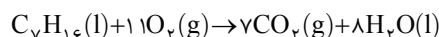
$$\frac{\text{C}_5\text{H}_{10} \text{ گرم}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{H}_2\text{O گرم}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{28}{1 \times 70} = \frac{x}{1 \times 18} \Rightarrow x = 7/2\text{g H}_2\text{O}$$

روش دوم (تناسب):

۱۱۶ ابتدا باید فرمول هیدروکربن سیرشده خطی (آلکان) مورد نظر را تعیین کنیم: (فرمول کلی آلکان‌ها به صورت $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ است.)

$$\text{درصد جرمی اتم‌های هیدروژن در آلکان} = \frac{2n+2}{14n+2} \times 100 = 16 \Rightarrow n = 7$$

پس هیدروکربن مورد نظر C_7H_{16} بوده و معادله واکنش سوختن کامل آن در شرایط STP به صورت زیر است:



پس برای سوختن کامل هر مول از این هیدروکربن به ۱۱ مول گاز اکسیژن نیاز است.

حال جرم گاز حاصل از سوختن کامل آن را در شرایط STP را محاسبه می‌کنیم:

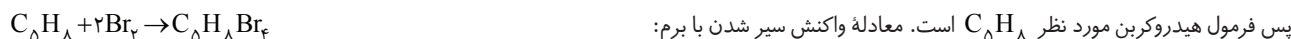
$$\text{? g CO}_2 = 1 \text{ mol C}_7\text{H}_{16} \times \frac{7 \text{ mol CO}_2}{1 \text{ mol C}_7\text{H}_{16}} \times \frac{44 \text{g CO}_2}{1 \text{ mol CO}_2} = 30.8 \text{g CO}_2$$

روش اول (کسر تبدیل):

$$\frac{\text{C}_7\text{H}_{16} \text{ مول}}{\text{ضریب}} = \frac{\text{CO}_2 \text{ گرم}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{1}{1} = \frac{x}{7 \times 44} \Rightarrow x = 30.8 \text{g CO}_2$$

روش دوم (تناسب):

$$\text{فرمول کلی آلکین‌ها به صورت } \text{C}_n\text{H}_{2n-2} \text{ است، پس خواهیم داشت: } \frac{2n-2}{n} = 1/6 \Rightarrow n = 5$$

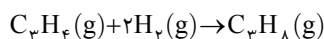


$$\text{? g Br}_2 = 17 \text{g C}_5\text{H}_8 \times \frac{1 \text{ mol C}_5\text{H}_8}{68 \text{g C}_5\text{H}_8} \times \frac{2 \text{ mol Br}_2}{1 \text{ mol C}_5\text{H}_8} \times \frac{160 \text{g Br}_2}{1 \text{ mol Br}_2} = 80 \text{g Br}_2$$

روش اول (کسر تبدیل):

$$\frac{\text{C}_5\text{H}_8 \text{ گرم}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{Br}_2 \text{ گرم}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{17}{1 \times 68} = \frac{x}{2 \times 160} \Rightarrow x = 80 \text{g Br}_2$$

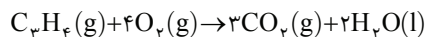
روش دوم (تناسب):



۱۸ ۲ معادله موازنه شده واکنش هیدروژن دار پروپین:

$$? g C_3H_8 = 12/32 L C_3H_8 \times \frac{1 \text{ mol } C_3H_8}{22/4 L C_3H_8} \times \frac{1 \text{ mol } C_3H_8}{1 \text{ mol } C_3H_8} \times \frac{40 g C_3H_8}{1 \text{ mol } C_3H_8} \times \frac{100}{100} = 27/5 g C_3H_8$$

اگر جرم اولیه گاز پروپین و گاز اکسیژن را y گرم در نظر بگیریم، مقدار $(y - 27/5)$ گرم گاز پروپین با y گرم گاز اکسیژن واکنش می‌دهد، پس داریم:

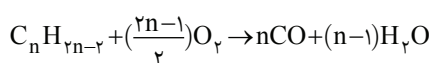


معادله موازنه شده واکنش سوختن کامل گاز پروپین در شرایط STP:

$$(y - 27/5) g C_3H_8 \times \frac{1 \text{ mol } C_3H_8}{40 g C_3H_8} \times \frac{5 \text{ mol } O_2}{1 \text{ mol } C_3H_8} \times \frac{32 g O_2}{1 \text{ mol } O_2} = y g O_2 \Rightarrow y = 40 g$$

در نتیجه حجم گاز CO_2 تولیدی در شرایط STP برابر است با:

$$? L CO_2 = (40 - 27/5) g C_3H_8 \times \frac{1 \text{ mol } C_3H_8}{40 g C_3H_8} \times \frac{3 \text{ mol } CO_2}{1 \text{ mol } C_3H_8} \times \frac{22/4 L CO_2}{1 \text{ mol } CO_2} = 21 L CO_2$$

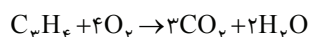


۱۹ ۱ معادله موازنه شده واکنش سوختن ناقص یک آلکین:

$$100/18 L CO \times \frac{1 \text{ mol } CO}{22/4 L CO} \times \frac{(n-1) \text{ mol } H_2O}{n \text{ mol } CO} \times \frac{18 g H_2O}{1 \text{ mol } H_2O} = 54 g H_2O \Rightarrow n = 3$$

ابتدا با محاسبه مقدار n ، فرمول مولکولی آلکین را تعیین می‌کنیم:

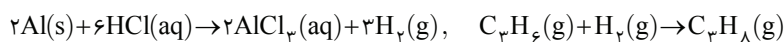
پس فرمول مولکولی آلکین مورد نظر C_3H_4 است. از آنجا که جرم آب حاصل از سوختن کامل و ناقص هیدروکربن‌ها ثابت است، به کمک جرم آب به‌دست آمده در واکنش سوختن ناقص C_3H_4 ، حجم گاز اکسیژن لازم برای سوختن کامل این هیدروکربن و جرم کربن دی‌اکسید حاصل را محاسبه می‌کنیم:



معادله موازنه شده واکنش سوختن کامل این هیدروکربن:

$$? L O_2 = 54 g H_2O \times \frac{1 \text{ mol } H_2O}{18 g H_2O} \times \frac{4 \text{ mol } O_2}{2 \text{ mol } H_2O} \times \frac{22/4 L O_2}{1 \text{ mol } O_2} = 132/4 L O_2$$

$$? g CO_2 = 54 g H_2O \times \frac{1 \text{ mol } H_2O}{18 g H_2O} \times \frac{3 \text{ mol } CO_2}{2 \text{ mol } H_2O} \times \frac{44 g CO_2}{1 \text{ mol } CO_2} = 198 g CO_2$$

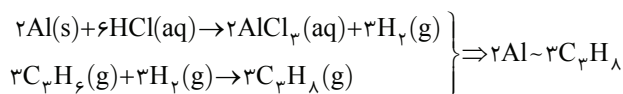


۲۰ ۲ معادله موازنه شده واکنش‌ها:

$$? g Al (\text{خالص}) = 99 g C_3H_8 \times \frac{1 \text{ mol } C_3H_8}{44 g C_3H_8} \times \frac{1 \text{ mol } H_2}{1 \text{ mol } C_3H_8} \times \frac{2 \text{ mol } Al}{3 \text{ mol } H_2} \times \frac{27 g Al}{1 \text{ mol } Al} = 40/5 g Al (\text{خالص})$$

روش اول (کسر تبدیل):

$$Al \text{ درصد خلوص} = \frac{\text{جرم } Al \text{ خالص}}{\text{جرم } Al \text{ ناخالص}} \times 100 = \frac{40/5 (g)}{50 (g)} \times 100 = 81\%$$



روش دوم (تناسب): ضرایب گاز هیدروژن را در دو واکنش یکسان می‌کنیم:

$$\frac{\text{جرم } Al \text{ ناخالص} \times \frac{P}{100}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{جرم پروپان} \times \frac{50}{100}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{99}{2 \times 27} = \frac{P}{3 \times 44} \Rightarrow P = 81\%$$

فصل چهارم: آزمون جامع ۲

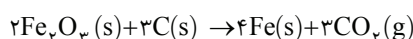
۱ ۱ روش اول (کسر تبدیل):

$$? kg Cu = 200 \times 10^3 g Cu_2S (\text{ناخالص}) \times \frac{160 g Cu_2S (\text{خالص})}{200 g Cu_2S (\text{ناخالص})} \times \frac{1 \text{ mol } Cu_2S}{160 g Cu_2S} \times \frac{2 \text{ mol } Cu}{1 \text{ mol } Cu_2S} \times \frac{64 g Cu}{1 \text{ mol } Cu} \times \frac{1 kg Cu}{1000 g Cu} \times \frac{75}{100} = 96 kg Cu$$

بازده درصدی

$$\frac{\text{جرم } Cu_2S \text{ ناخالص} \times \frac{P}{100} \times \frac{R}{100}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{جرم } Cu \text{ ناخالص} \times \frac{75}{100} \times \frac{160}{100}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{200 \times 10^3 \times \frac{160}{100} \times \frac{75}{100}}{1 \times 160} = \frac{x g Cu}{2 \times 64} \Rightarrow x = 96 \times 10^3 g = 96 kg Cu$$

روش دوم (تناسب):



۲ ۴ معادله موازنه شده واکنش:

روش اول (کسر تبدیل): ابتدا مقدار نظری گاز کربن دی‌اکسید تولید شده را محاسبه می‌کنیم:

$$? L CO_2 (\text{نظری}) = 15 kg \text{ سنگ معدن} \times \frac{160 g Fe_2O_3}{160 g Fe_2O_3} \times \frac{1 \text{ mol } Fe_2O_3}{160 g Fe_2O_3} \times \frac{3 \text{ mol } CO_2}{2 \text{ mol } Fe_2O_3} \times \frac{22/4 L CO_2}{1 \text{ mol } CO_2} = 1512 L CO_2 (\text{نظری})$$

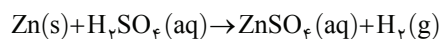
$$\text{سپس با استفاده از مقدار عملی، بازده درصدی واکنش را به دست می آوریم:}$$

$$\frac{\text{مقدار عملی}}{\text{مقدار نظری}} \times 100 = \frac{1134(L)}{1512(L)} \times 100 = 75\%$$

$$? g \text{ Fe} = 1134 L \text{ CO}_2 \times \frac{1 \text{ mol CO}_2}{22.4 L \text{ CO}_2} \times \frac{4 \text{ mol Fe}}{3 \text{ mol CO}_2} \times \frac{56 g \text{ Fe}}{1 \text{ mol Fe}} = 3780 g \text{ Fe} = 3.78 \text{ kg Fe}$$

روش دوم (تناسب):

$$\frac{\text{Fe}_2\text{O}_3 \text{ گرم} \times \frac{R}{100}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{لیتر CO}_2 \text{ (STP)}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{15 \times 480 \times \frac{R}{100}}{2 \times 160} = \frac{1134}{3 \times 22.4 / 4 \times 56} \Rightarrow R = 75\%, \quad x = 3.78 \text{ kg Fe}$$



۳ ۲ معادله موازنه شده واکنش:

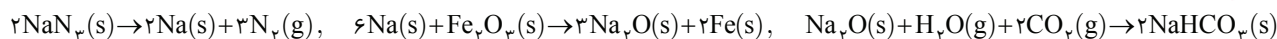
روش اول (کسر تبدیل):

$$? g \text{ Zn (ناخالص)} = 120 \text{ mL H}_2 \times \frac{1 L \text{ H}_2}{1000 \text{ mL H}_2} \times \frac{1 \text{ mol H}_2}{2 g \text{ H}_2} \times \frac{1 \text{ mol Zn}}{1 \text{ mol H}_2} \times \frac{65 g \text{ Zn}}{1 \text{ mol Zn}} \times \frac{100 g \text{ Zn (ناخالص)}}{78 g \text{ Zn (خالص)}} \times \frac{100}{\text{بازده درصدی}} = 56 g \text{ Zn (ناخالص)}$$

$$\frac{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{چگالی} \times \text{لیتر}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{x g \text{ Zn (ناخالص)} \times \frac{78}{100} \times \frac{50}{100}}{1 \times 65} = \frac{120 \times 50}{1 \times 2} \Rightarrow x = 56 g \text{ Zn (ناخالص)}$$

روش دوم (تناسب):

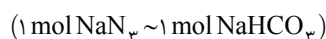
۴ ۳ معادله موازنه شده واکنشها:

روش اول (کسر تبدیل): ابتدا جرم NaN_3 خالص را محاسبه می کنیم:

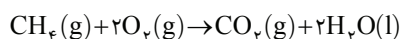
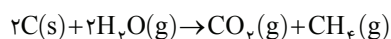
$$? g \text{ NaN}_3 (\text{خالص}) = 20/16 g \text{ NaHCO}_3 \times \frac{1 \text{ mol NaHCO}_3}{84 g \text{ NaHCO}_3} \times \frac{1 \text{ mol Na}_2\text{O}}{2 \text{ mol NaHCO}_3} \times \frac{6 \text{ mol Na}}{3 \text{ mol Na}_2\text{O}} \times \frac{2 \text{ mol NaN}_3}{2 \text{ mol Na}} \times \frac{65 g \text{ NaN}_3}{1 \text{ mol NaN}_3} \times \frac{100}{\text{بازده}} \times \frac{100}{\text{واکنش (۳)}} \times \frac{100}{\text{واکنش (۲)}} \times \frac{100}{\text{واکنش (۱)}} = 26 g \text{ NaN}_3 (\text{خالص})$$

$$\text{سپس درصد خلوص ماده اولیه، یعنی } \text{NaN}_3 \text{ را به دست می آوریم:}$$

$$\text{درصد خلوص } \text{NaN}_3 = \frac{\text{جرم } \text{NaN}_3 \text{ خالص}}{\text{جرم } \text{NaN}_3 \text{ ناخالص}} \times 100 = \frac{26}{40} \times 100 = 65\%$$

روش دوم (تناسب): با توجه به واکنشهای داده شده، به ازای مصرف هر مول NaN_3 ، یک مول NaHCO_3 تولید می شود:

$$\frac{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{40 \times \frac{P}{100} \times \frac{80}{100} \times \frac{75}{100} \times \frac{100}{100}}{1 \times 65} = \frac{20/16}{1 \times 84} \Rightarrow P = 65\%$$



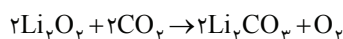
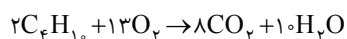
۵ ۲ معادله موازنه شده واکنشها:

روش اول (کسر تبدیل): توجه کنید که درصد حجمی اکسیژن در هوا حدود ۲۰ درصد است.

$$? L \text{ هوا} = 500 g \text{ C (ناخالص)} \times \frac{12 g \text{ C (خالص)}}{100 g \text{ C (ناخالص)}} \times \frac{1 \text{ mol C}}{12 g \text{ C}} \times \frac{1 \text{ mol CH}_4}{2 \text{ mol C}} \times \frac{80}{100} \times \frac{2 \text{ mol O}_2}{1 \text{ mol CH}_4} \times \frac{22.4 L \text{ O}_2}{1 \text{ mol O}_2} \times \frac{100 L \text{ هوا}}{20 L \text{ O}_2} = 2688 L \text{ هوا}$$

روش دوم (تناسب): با توجه به یکسان بودن ضرایب متان در معادله دو واکنش داده شده، می توان نتیجه گرفت که از واکنش هر مول C در واکنش اول، یک مول O_2 در واکنش دوم مصرف می شود.(۱ mol C ~ ۱ mol O₂)

$$\frac{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{کسر حجمی اکسیژن} \times \text{لیتر هوا (STP)}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{500 \times \frac{12}{100} \times \frac{80}{100}}{1 \times 12} = \frac{x L \text{ هوا} \times \frac{1}{20}}{1 \times 22.4 / 4} \Rightarrow x = 2688 L \text{ هوا}$$

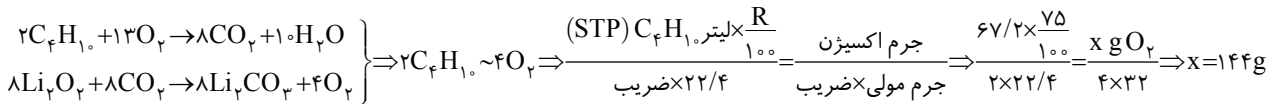


۶ ۳ معادله موازنه شده واکنشها:

$$? g \text{ O}_2 = 67/2 L \text{ C}_2\text{H}_6 \times \frac{1 \text{ mol C}_2\text{H}_6}{22.4 L \text{ C}_2\text{H}_6} \times \frac{8 \text{ mol CO}_2}{2 \text{ mol C}_2\text{H}_6} \times \frac{75}{100} \times \frac{1 \text{ mol O}_2}{2 \text{ mol CO}_2} \times \frac{32 g \text{ O}_2}{1 \text{ mol O}_2} = 144 g \text{ O}_2$$

روش اول (کسر تبدیل):

روش دوم (تناسب): باید ضرایب کربن دی اکسید در دو واکنش را یکسان کنیم. به این منظور واکنش دوم را در عدد (۴) ضرب می کنیم:



روش اول (کسر تبدیل): با توجه به اینکه گاز کربن دی اکسید فقط در واکنش سوختن پروپان تولید می شود، می توانیم مقدار مول پروپان و مقدار بخار آب تولید شده در

$$? \text{ mol } C_3H_8 = 52/8 g CO_2 \times \frac{1 \text{ mol } CO_2}{44 g CO_2} \times \frac{1 \text{ mol } C_3H_8}{3 \text{ mol } CO_2} \times \frac{100}{80} = 0.5 \text{ mol } C_3H_8$$

بازده درصدی

این واکنش را به دست آوریم:

$$? g H_2O = 52/8 g CO_2 \times \frac{1 \text{ mol } CO_2}{44 g CO_2} \times \frac{4 \text{ mol } H_2O}{3 \text{ mol } CO_2} \times \frac{18 g H_2O}{1 \text{ mol } H_2O} = 28/8 g H_2O$$

پس مقدار بخار آب تولید شده در واکنش سوختن هیدروژن برابر ۲۷g (۵۵/۸-۲۸/۸) است.

$$? \text{ mol } H_2 = 27 g H_2O \times \frac{1 \text{ mol } H_2O}{18 g H_2O} \times \frac{2 \text{ mol } H_2}{2 \text{ mol } H_2O} \times \frac{100}{80} = 2/5 \text{ mol } H_2$$

بازده درصدی

مقدار مول گاز هیدروژن برابر است با:

$$\text{اکنون درصد مولی پروپان در مخلوط اولیه را محاسبه می کنیم:} \quad \frac{\%}{2/5 + 0/5} \times 100 = 16/67$$

$$\frac{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}}{\text{جرم کربن دی اکسید}} = \frac{\text{جرم بخار آب حاصل از واکنش سوختن پروپان}}{\text{جرم مولی پروپان} \times \frac{R_2}{100}}$$

روش دوم (تناسب):

$$\Rightarrow \frac{x \times 0/8}{1} = \frac{52/8}{3 \times 44} = \frac{y(g)}{4 \times 18} \Rightarrow x = 0.5 \text{ mol } C_3H_8, y = 28/8 g H_2O$$

(حاصل از واکنش سوختن پروپان)

پس مقدار بخار آب تولید شده در واکنش سوختن هیدروژن برابر ۲۷g (۵۵/۸-۲۸/۸) است. اکنون مقدار مول گاز هیدروژن را محاسبه می کنیم:

$$\frac{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}}{\text{جرم بخار آب}} = \frac{z \text{ mol } H_2 \times \frac{6}{100}}{2} \Rightarrow \frac{27}{2 \times 18} \Rightarrow z = 2/5 \text{ mol } H_2$$

$$\text{درصد مولی پروپان در مخلوط اولیه برابر است با:} \quad \frac{\%}{2/5 + 0/5} \times 100 = 16/67$$



روش اول (کسر تبدیل):

$$? g C (\text{ناخالص}) = 10 \times 10^3 g Al_2O_3 (\text{خالص}) \times \frac{51 g Al_2O_3}{100 g Al_2O_3 (\text{ناخالص})} \times \frac{1 \text{ mol } Al_2O_3}{202 g Al_2O_3} \times \frac{3 \text{ mol } C}{2 \text{ mol } Al_2O_3} \times \frac{12 g C}{1 \text{ mol } C} \times \frac{100 g C (\text{ناخالص})}{60 g C (\text{خالص})} = 1500 g C$$

$$? g Al (\text{ناخالص}) = 10 \times 10^3 g Al_2O_3 (\text{خالص}) \times \frac{51 g Al_2O_3}{100 g Al_2O_3 (\text{ناخالص})} \times \frac{1 \text{ mol } Al_2O_3}{202 g Al_2O_3} \times \frac{4 \text{ mol } Al}{2 \text{ mol } Al_2O_3} \times \frac{27 g Al}{1 \text{ mol } Al} \times \frac{100 g Al (\text{خالص})}{90 g Al (\text{ناخالص})} \times \frac{100}{80} = 2250 g Al$$

بازده درصدی

(ناخالص) = ۲/۲۵ kg Al

$$\frac{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}}{\text{جرم کربن ناخالص}} = \frac{\text{جرم کربن ناخالص}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{10 \times 10^3 \times \frac{51}{100}}{2 \times 102} = \frac{x g C (\text{ناخالص}) \times \frac{6}{100}}{3 \times 12} \Rightarrow x = 1500 g C (\text{ناخالص})$$

روش دوم (تناسب):

$$\frac{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}}{\text{جرم کربن ناخالص}} = \frac{\text{جرم کربن ناخالص}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{10 \times 10^3 \times \frac{51}{100} \times \frac{75}{100}}{2 \times 102} = \frac{y kg Al \times 10^3 (\text{ناخالص}) \times \frac{9}{100}}{4 \times 27} \Rightarrow y = 2/25 kg Al (\text{ناخالص})$$

$$\text{غلظت مولی} = \frac{10 \times a \times d}{36/5} = \frac{10 \times 36 \times 51/5}{36/5} = 15 \text{ mol.L}^{-1}$$

ابتدا غلظت مولار هیدروکلریک اسید را با استفاده از فرمول مقابل به دست می آوریم:

[۹ ۳]

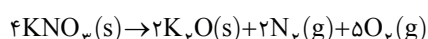
معادله موازنه شده واکنش: $\text{Mg(OH)}_2(\text{s}) + 2\text{HCl}(\text{aq}) \rightarrow \text{MgCl}_2(\text{aq}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$. روش اول (کسر تبدیل):

$$\begin{aligned} ? \text{ mL HCl} &= 46/4 \text{ g Mg(OH)}_2 \times \frac{1 \text{ mol Mg(OH)}_2}{58 \text{ g Mg(OH)}_2} \times \frac{2 \text{ mol HCl}}{1 \text{ mol Mg(OH)}_2} \times \frac{1 \text{ L HCl}}{15 \text{ mol HCl}} \\ &\times \frac{10^3 \text{ mL HCl}}{1 \text{ L HCl}} = 80 \text{ mL HCl} \end{aligned}$$

$$\frac{46/4 \times \frac{75}{100}}{1 \times 58} = \frac{x \text{ L محلول} \times 15}{2} \Rightarrow x = 0.08 \text{ L HCl} = 80 \text{ mL HCl}$$

روش دوم (تناسب):

$$\Rightarrow x = 0.08 \text{ L HCl} = 80 \text{ mL HCl}$$



معادله موازنه شده واکنش:

$$\frac{P_1 V_1}{n_1 T_1} = \frac{P_2 V_2}{n_2 T_2} \Rightarrow \frac{1 \times 22/4}{1 \times 273} = \frac{2 \times V_2}{n_2 \times 819} \Rightarrow \frac{V_2}{n_2} = 33/6 \text{ L.mol}^{-1}$$

روش اول (کسر تبدیل):

$$? \text{ L} = 40/4 \text{ g KNO}_3 \times \frac{1 \text{ mol KNO}_3}{101 \text{ g KNO}_3} \times \frac{75 \text{ mol گاز}}{4 \text{ mol KNO}_3} \times \frac{33/6 \text{ L گاز}}{1 \text{ mol گاز}} = 17/64 \text{ L}$$

$$\frac{\text{مقدار عملی گاز}}{\text{مقدار نظری گاز}} \times 100 = \frac{8/82}{17/64} \times 100 = 50\%$$

$$\frac{40/4 \times \frac{75}{100} \times \frac{R}{100}}{1 \times 101} = \frac{8/82}{17 \times 33/6} \Rightarrow R = 50\%$$

روش دوم (تناسب):

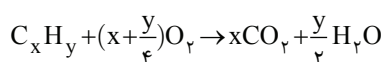
فصل چهارم: آزمون جامع ۳

۱ ۳ جرم اولیه آمونیوم دی کرومات ناخالص را ۱۰۰ گرم و درصد تجزیه آمونیوم دی کرومات را R در نظر می گیریم. توجه کنید که کاهش جرم مواد داخل ظرف، مربوط به خروج گازهای تولیدی است. پس باید جرم گازهای تولیدی را محاسبه کنیم:

$$\begin{aligned} ? \text{ g N}_2 &= 100 \text{ g (NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \times \frac{63 \text{ g (NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7}{100 \text{ g (NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7} \times \frac{1 \text{ mol (NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7}{252 \text{ g (NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7} \times \frac{1 \text{ mol N}_2}{1 \text{ mol (NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7} \times \frac{28 \text{ g N}_2}{1 \text{ mol N}_2} \times \frac{R}{100} \\ &= (0.07R) \text{ g N}_2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} ? \text{ g H}_2\text{O} &= 100 \text{ g (NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \times \frac{63 \text{ g (NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7}{100 \text{ g (NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7} \times \frac{1 \text{ mol (NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7}{252 \text{ g (NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7} \times \frac{4 \text{ mol H}_2\text{O}}{1 \text{ mol (NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7} \times \frac{18 \text{ g H}_2\text{O}}{1 \text{ mol H}_2\text{O}} \times \frac{R}{100} \\ &= (0.18R) \text{ g H}_2\text{O} \end{aligned}$$

با توجه به اینکه جرم اولیه آمونیوم دی کرومات را ۱۰۰ گرم در نظر گرفتیم و پس از اتمام واکنش ۸۰ درصد مقدار اولیه، یعنی ۸۰ گرم ماده جامد در ظرف باقی مانده، می توان نتیجه گرفت که جرم گازهای N_2 و H_2O تولید شده برابر ۲۰ گرم است.



۲ ۴ واکنش سوختن کامل یک هیدروکربن:

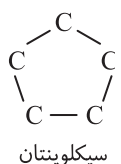
$$100 \text{ L CO}_2 \times \frac{1/1 \text{ g CO}_2}{1 \text{ L CO}_2} \times \frac{1 \text{ mol CO}_2}{44 \text{ g CO}_2} \times \frac{(x + \frac{y}{4}) \text{ mol O}_2}{x \text{ mol CO}_2} \times \frac{32 \text{ g O}_2}{1 \text{ mol O}_2} = 120 \text{ g O}_2 \Rightarrow 1/5x = x + \frac{y}{4} \Rightarrow x = \frac{y}{2}$$

با توجه به اینکه y دو برابر x است، و هیدروکربن مورد نظر سیر شده است، می توان نتیجه گرفت که هیدروکربن مورد نظر یک سیکلوآلکان است. با در نظر گرفتن این که

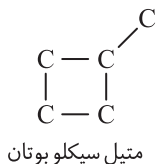
$$x + \frac{y}{2} = 10 \xrightarrow{x = \frac{y}{2}} x = 5, y = 10$$

مجموع ضرایب مولی فراورده های واکنش سوختن کامل یک مول از این هیدروکربن برابر ۱۰ است. داریم:

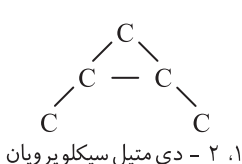
پس فرمول سیکلوآلکان مورد نظر C_5H_{10} است.



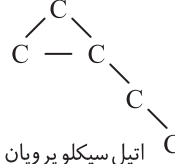
سیکلوپنتان



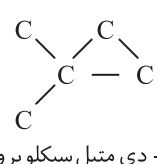
متیل سیکلو بوتان



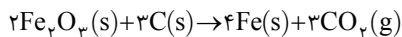
۱، ۲ - دی متیل سیکلو پروپان



اتیل سیکلو پروپان



۱، ۱ - دی متیل سیکلو پروپان



کربن فقط با آهن (III) اکسید وارد واکنش می‌شود و با سدیم اکسید واکنش نمی‌دهد.

روش اول (کسر تبدیل): جرم آهن تولیدی را محاسبه می‌کنیم:

$$? \text{ g Fe} = 100 \text{ g Fe}_2\text{O}_3 (\text{خالص}) \times \frac{160 \text{ g Fe}_2\text{O}_3 (\text{خالص})}{100 \text{ g Fe}_2\text{O}_3 (\text{ناخالص})} \times \frac{1 \text{ mol Fe}_2\text{O}_3}{160 \text{ g Fe}_2\text{O}_3} \times \frac{4 \text{ mol Fe}}{2 \text{ mol Fe}_2\text{O}_3} \times \frac{56 \text{ g Fe}}{1 \text{ mol Fe}} = 56 \text{ g Fe}$$

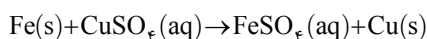
$$\frac{\text{Fe گرم} \times \frac{1}{100}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{100 \times 56}{2 \times 160} = \frac{x(\text{g})}{4 \times 56} \Rightarrow x = 56 \text{ g}$$

روش دوم (تناسب):

جرم ماده جامد باقی مانده در ظرف واکنش برابر با مجموع جرم سدیم اکسید ناخالص، جرم ناخالصی‌های موجود در آهن (III) اکسید اولیه و جرم آهن تولیدی است. جرم آهن تولید شده + جرم ناخالصی موجود در نمونه Fe_2O_3 + جرم نمونه ناخالص Na_2O = جرم جامد باقی مانده در ظرف

$$= 50 \text{ g Na}_2\text{O} (\text{ناخالص}) + 100 \text{ g Fe}_2\text{O}_3 (\text{ناخالص}) \times \frac{20 \text{ g ناخالصی}}{100 \text{ g Fe}_2\text{O}_3 (\text{ناخالص})} + 56 \text{ g Fe} = 126 \text{ g}$$

اکنون نسبت جرم فلز خالص تولید شده به کل جرم جامد باقی مانده در ظرف واکنش را محاسبه می‌کنیم:

$$\frac{\text{جرم فلز خالص تولید شده}}{\text{جرم ماده جامد باقی مانده}} = \frac{56 \text{ g}}{126 \text{ g}} = 0.44$$


۴ ۴ معادله موازنه شده واکنش:

جرم آهن مصرف شده و مس تولید شده را محاسبه می‌کنیم: $? \text{ g Fe} = 0.2 \text{ L CuSO}_4 \times \frac{0.3 \text{ mol CuSO}_4}{1 \text{ L CuSO}_4 \text{ محلول}} \times \frac{1 \text{ mol Fe}}{1 \text{ mol CuSO}_4} \times \frac{56 \text{ g Fe}}{1 \text{ mol Fe}} = 3.36 \text{ g Fe}$

$$? \text{ g Cu} = 0.2 \text{ L CuSO}_4 \times \frac{0.3 \text{ mol CuSO}_4}{1 \text{ L CuSO}_4 \text{ محلول}} \times \frac{1 \text{ mol Cu}}{1 \text{ mol CuSO}_4} \times \frac{64 \text{ g Cu}}{1 \text{ mol Cu}} = 3.84 \text{ g Cu}$$

حال جرم نهایی تیغه را محاسبه می‌کنیم: $100 - 3.36 + 3.84 = 100.48 \text{ g}$ جرم مس تولید شده + جرم آهن مصرف شده - جرم نهایی تیغه

اکنون به کمک درصد جرمی آهن در تیغه نهایی، جرم اولیه آهن را محاسبه کرده و درصد جرمی آن را در تیغه اولیه که 10 g جرم داشت، به دست می‌آوریم: (جرم اولیه)

$$\text{Fe آهن } x \text{ در نظر می‌گیریم: } \frac{x - 3.36}{100.48} \times 100 = 50 \Rightarrow x = 8.6 \text{ g Fe}$$

$$\text{درصد خلوص آهن در تیغه اولیه برابر است با: } \frac{\text{جرم Fe خالص}}{\text{جرم Fe ناخالص}} \times 100 = \frac{8.6 \text{ g}}{10 \text{ g}} \times 100 = 86\%$$



۴ ۵ معادله واکنش موازنه شده:

ابتدا جرم گاز خروجی را محاسبه می‌کنیم تا جرم توده جامد باقی مانده محاسبه شود: **روش اول (کسر تبدیل):**

$$? \text{ g گاز} = 50 \text{ g NaHCO}_3 (\text{خالص}) \times \frac{84 \text{ g NaHCO}_3 (\text{خالص})}{100 \text{ g NaHCO}_3 (\text{ناخالص})} \times \frac{1 \text{ mol NaHCO}_3}{84 \text{ g NaHCO}_3} \times \frac{(1 \times 44 + 1 \times 18) \text{ g گاز}}{2 \text{ mol NaHCO}_3} \times \frac{100}{100} = 12.4 \text{ g گاز خروجی}$$

$$\frac{\text{NaHCO}_3 \text{ گرم} \times \frac{P}{100} \times \frac{R}{100}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{مجموع گرم گازها}}{\text{مجموع جرم مولی} \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{50 \times \frac{84}{100} \times \frac{100}{100}}{2 \times 84} = \frac{x}{(1 \times 44 + 1 \times 18)} \Rightarrow x = 12.4 \text{ g گاز}$$

روش دوم (تناسب):

پس جرم جامد باقی مانده برابر است با: $50 - 12.4 = 37.6 \text{ g}$ جرم گاز خروجی - جرم اولیه = جرم جامد باقی مانده

برای محاسبه کربن باقی مانده در توده جامد باقی مانده باید ابتدا کربن اولیه را محاسبه کنیم و سپس مقدار کربنی که در گاز CO_2 تولید شده را از آن کم کنیم تا جرم

$$? \text{ g C} = 50 \text{ g NaHCO}_3 (\text{خالص}) \times \frac{84 \text{ g NaHCO}_3 (\text{خالص})}{100 \text{ g NaHCO}_3 (\text{ناخالص})} \times \frac{12 \text{ g C}}{84 \text{ g NaHCO}_3} = 6 \text{ g C}$$

کربن نهایی به دست آید.

$$? \text{ g CO}_2 \text{ در } C = 50 \text{ g NaHCO}_3 (\text{خالص}) \times \frac{84 \text{ g NaHCO}_3 (\text{خالص})}{100 \text{ g NaHCO}_3 (\text{ناخالص})} \times \frac{1 \text{ mol NaHCO}_3}{84 \text{ g NaHCO}_3} \times \frac{1 \text{ mol CO}_2}{2 \text{ mol NaHCO}_3} \times \frac{1 \text{ mol C}}{1 \text{ mol CO}_2} \times \frac{12 \text{ g C}}{1 \text{ mol C}} \times \frac{100}{100} = 2.4 \text{ g CO}_2 \text{ در } C$$

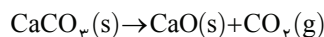
بازده درصدی

$$6 - 2.4 = 3.6 \text{ g C نهایی}$$

پس جرم کربن باقی مانده در نهایت برابر است با:

$$\text{درصد جرمی کربن} = \frac{\text{جرم کربن}}{\text{جرم جامد باقی مانده}} \times 100 = \frac{3.6}{37.6} \times 100 = 9.5\%$$

درصد جرمی کربن در توده جامد باقی مانده را محاسبه می‌کنیم:



۶ ۲ معادله موازنه شده واکنش:

بازده واکنش را R درصد در نظر می گیریم. جرم جامد باقی مانده در ظرف برابر اختلاف جرم گاز CO_2 خروجی و جرم جامد اولیه است. جرم گاز خروجی را محاسبه می کنیم:

$$? \text{ g CO}_2 = 40 \text{ g CaCO}_3 \times \frac{100 \text{ g CaCO}_3 \text{ خالص}}{100 \text{ g CaCO}_3 \text{ ناخالص}} \times \frac{1 \text{ mol CaCO}_3}{100 \text{ g CaCO}_3} \times \frac{1 \text{ mol CO}_2}{1 \text{ mol CaCO}_3} \times \frac{44 \text{ g CO}_2}{1 \text{ mol CO}_2} \times \frac{R}{100} = 0.1408R \text{ g CO}_2$$

پس جرم جامد باقی مانده برابر است با: $40 - 0.1408R$

جرم کلسیم کربنات خالص اولیه برابر $32 \text{ g} \left(40 \times \frac{1}{100}\right)$ است که R درصد آن وارد واکنش شده و $(100 - R)$ درصد آن در ظرف باقی مانده است، پس داریم:

$$40 - 0.1408R = [40 - 0.1408R] - \left[32 \left(\frac{100 - R}{100}\right)\right] = 21/44 \Rightarrow R = 7.75$$

جرم کلسیم کربنات خالص باقی مانده - جرم جامد باقی مانده

۷ ۴ معادله موازنه شده واکنش: $4\text{XO} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{X}_2\text{O}_3$ جرم مولی عنصر X را M گرم بر مول در نظر می گیریم. **روش اول (کسر تبدیل):**

$$44/4 \text{ g XO} \times \frac{60 \text{ g XO} \text{ خالص}}{100 \text{ g XO} \text{ ناخالص}} \times \frac{1 \text{ mol XO}}{(M+16) \text{ g XO}} \times \frac{2 \text{ mol X}_2\text{O}_3}{4 \text{ mol XO}} \times \frac{(2M+48) \text{ g X}_2\text{O}_3}{1 \text{ mol X}_2\text{O}_3} \times \frac{50}{100} = 14/76 \text{ g X}_2\text{O}_3 \Rightarrow M = 58 \text{ g.mol}^{-1}$$

بازده درصدی

پس عنصر مورد نظر نیکل ($^{58}_{28}\text{Ni}$) است.

$$\frac{44/4 \text{ g XO} \times \frac{60}{100} \times \frac{R}{100}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{X}_2\text{O}_3 \text{ گرم}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{44/4 \times \frac{60}{100} \times \frac{50}{100}}{4 \times (M+16)} = \frac{14/76}{2(2M+48)} \Rightarrow M = 58 \text{ g.mol}^{-1}$$

روش دوم (تناسب):

پس عنصر مورد نظر نیکل ($^{58}_{28}\text{Ni}$) است.



۸ ۳ واکنش های موازنه شده:

جرم اتان را x گرم و جرم پروپان را y گرم در نظر می گیریم و جرم بخار آب و کربن دی اکسید حاصل از سوختن هر یک از گازها را محاسبه می کنیم:

$$? \text{ g CO}_2 = x \text{ g C}_7\text{H}_6 \times \frac{1 \text{ mol C}_7\text{H}_6}{96 \text{ g C}_7\text{H}_6} \times \frac{4 \text{ mol CO}_2}{2 \text{ mol C}_7\text{H}_6} \times \frac{44 \text{ g CO}_2}{1 \text{ mol CO}_2} = \frac{44x}{15} \text{ g CO}_2$$

سوختن اتان:

$$? \text{ g H}_2\text{O} = x \text{ g C}_7\text{H}_6 \times \frac{1 \text{ mol C}_7\text{H}_6}{96 \text{ g C}_7\text{H}_6} \times \frac{6 \text{ mol H}_2\text{O}}{2 \text{ mol C}_7\text{H}_6} \times \frac{18 \text{ g H}_2\text{O}}{1 \text{ mol H}_2\text{O}} = 1/8x \text{ g H}_2\text{O}$$

$$? \text{ g CO}_2 = y \text{ g C}_7\text{H}_8 \times \frac{1 \text{ mol C}_7\text{H}_8}{94 \text{ g C}_7\text{H}_8} \times \frac{3 \text{ mol CO}_2}{1 \text{ mol C}_7\text{H}_8} \times \frac{44 \text{ g CO}_2}{1 \text{ mol CO}_2} = 3y \text{ g CO}_2$$

سوختن پروپان:

$$? \text{ g H}_2\text{O} = y \text{ g C}_7\text{H}_8 \times \frac{1 \text{ mol C}_7\text{H}_8}{94 \text{ g C}_7\text{H}_8} \times \frac{4 \text{ mol H}_2\text{O}}{1 \text{ mol C}_7\text{H}_8} \times \frac{18 \text{ g H}_2\text{O}}{1 \text{ mol H}_2\text{O}} = \frac{18}{11}y \text{ g H}_2\text{O}$$

$$\begin{cases} \text{CO}_2 \text{ مجموع جرم} = \frac{44x}{15} + 3y = 149/6 \\ \text{H}_2\text{O} \text{ مجموع جرم} = 1/8x + \frac{18}{11}y = 12/8 \end{cases} \Rightarrow x = 6 \text{ g}, y = 44 \text{ g}$$

سپس با تشکیل دستگاه دو معادله - دو مجهول، x و y را به دست می آوریم:

اکنون درصد جرمی گاز سنگین تر، یعنی پروپان را محاسبه می کنیم:

$$\text{درصد جرمی پروپان} = \frac{44}{44+6} \times 100 = 88\%$$

۹ ۴ در مخلوط اولیه به ازای هر ۴ اتم منیزیم، ۷ اتم کربن وجود دارد. با توجه به فرمول MgCO_3 به ازای هر ۴ اتم منیزیم، ۴ اتم کربن در آن وجود دارد، پس

۳ اتم کربن دیگر مربوط به CaCO_3 وجود دارد. در نتیجه نسبت مول MgCO_3 به CaCO_3 برابر ۴ به ۳ است. برای حل تست مقدار مول MgCO_3 را $4x$

و مقدار مول CaCO_3 را $3x$ در نظر می گیریم:

$$4x(84) + 3x(100) = 1272 \Rightarrow 636x = 1272 \Rightarrow x = 2$$

بازده واکنش (I) را R_1 و بازده واکنش (II) را R_2 در نظر می گیریم و جرم گاز CO_2 تولیدی را محاسبه می کنیم:

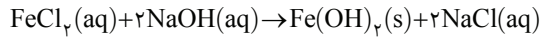
$$? \text{ g CO}_2 = 8 \text{ mol MgCO}_3 \times \frac{1 \text{ mol CO}_2}{1 \text{ mol MgCO}_3} \times \frac{44 \text{ g CO}_2}{1 \text{ mol CO}_2} \times \frac{R_1}{100} = \frac{8 \times 44 \times R_1}{100} \text{ g CO}_2$$

$$? \text{ g CO}_2 = 6 \text{ mol CaCO}_3 \times \frac{1 \text{ mol CO}_2}{1 \text{ mol CaCO}_3} \times \frac{44 \text{ g CO}_2}{1 \text{ mol CO}_2} \times \frac{R_2}{100} = \frac{6 \times 44 \times R_2}{100} \text{ g CO}_2$$

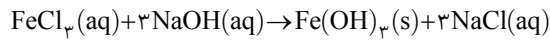
$$\frac{8 \times 44 \times R_1}{100} = \frac{3}{4} \times \frac{6 \times 44 \times R_2}{100} \Rightarrow 16R_1 = 9R_2 \Rightarrow R_2 = \frac{16}{9}R_1$$

طبق اطلاعات مسئله داریم:

$$R_1 + R_2 = 100 \xrightarrow{R_2 = \frac{16}{9}R_1} R_1 + \frac{16}{9}R_1 = 100 \Rightarrow \frac{25}{9}R_1 = 100 \Rightarrow R_1 = 36\% \quad , \quad R_2 = 64\% \quad \text{پس: } 100 \text{ است، پس:}$$



۱۰۱ معادله موازنه شده واکنش‌ها:



رنگ رسوب $\text{Fe}(\text{OH})_2$ سبز و رنگ رسوب $\text{Fe}(\text{OH})_3$ قهوه‌ای است. اگر نسبت مولی رسوب آهن (III) هیدروکسید به رسوب آهن (II) هیدروکسید برابر ۲ باشد،

پس نسبت مولی FeCl_3 به FeCl_2 نیز برابر ۲ است. حال اگر مقدار مول آهن (II) کلرید را x و مقدار مول آهن (III) کلرید را $2x$ در نظر بگیریم، خواهیم داشت:

$$x \text{ mol FeCl}_2 \times \frac{127 \text{ g FeCl}_2}{1 \text{ mol FeCl}_2} + 2x \text{ mol FeCl}_3 \times \frac{162.5 \text{ g FeCl}_3}{1 \text{ mol FeCl}_3} = 90.4 \Rightarrow x = 2$$

$$? \text{ mol NaCl} = 2 \text{ mol FeCl}_2 \times \frac{2 \text{ mol NaCl}}{1 \text{ mol FeCl}_2} + 4 \text{ mol FeCl}_3 \times \frac{3 \text{ mol NaCl}}{1 \text{ mol FeCl}_3} = 16 \text{ mol NaCl}$$

پس در مجموع ۱۶ مول سدیم کلرید تولید می‌شود.

فصل پنجم: آزمون جامع ۱

۱ ۳ اگر دمای تعادل را θ_p در نظر بگیریم داریم:

$$Q_{\text{آب}} + Q_{\text{Cu}} = 0 \Rightarrow (mc\Delta\theta)_{\text{آب}} + (mc\Delta\theta)_{\text{Cu}} = 0 \Rightarrow 100 \times 4 / 2 \times (\theta_p - 78) + 150 \times 0.4 \times (\theta_p - 182) = 0 \Rightarrow \theta_p = 91^\circ \text{C}$$

$$\begin{cases} T_1 = 182^\circ \text{C} + 273 = 455 \text{K} \\ T_p = 91^\circ \text{C} + 273 = 364 \text{K} \end{cases} \Rightarrow \frac{T_p}{T_1} = \frac{364}{455} = 0.8$$

برای قطعه مسی داریم:

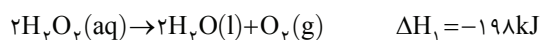
۱ ۲ متان با فرمول مولکولی CH_4 ، نخستین بار از سطح مرداب‌ها جمع‌آوری شد، از این رو به گاز مرداب معروف است. برای حل تست، ابتدا جرم نمونه متان را

$$? \text{ g CH}_4 = 150.5 \times 10^{24} \text{ atom} \times \frac{1 \text{ molecule CH}_4}{6.02 \times 10^{23} \text{ molecule CH}_4} \times \frac{1 \text{ mol CH}_4}{1 \text{ molecule CH}_4} \times \frac{16 \text{ g CH}_4}{1 \text{ mol CH}_4} = 80 \text{ g CH}_4$$

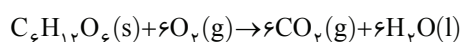
به‌دست می‌آوریم:

در شرایط STP دمای این گاز 0°C است. طبق رابطه $Q = mc\Delta\theta$ دمای نهایی نمونه را به‌دست می‌آوریم:

$$Q = mc\Delta\theta \Rightarrow 4 / 4 \times 10^3 = 80 \times 2 / 2 \times (\theta_p - 0) \Rightarrow \theta_p = 25^\circ \text{C}$$



۲ ۳ معادله موازنه شده واکنش‌های انجام شده:



$$? \text{ kJ} = 3 / 6 \text{ g C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \times \frac{1 \text{ mol C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6}{180 \text{ g C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6} \times \frac{6 \text{ mol O}_2}{1 \text{ mol C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6} \times \frac{-198 \text{ kJ}}{1 \text{ mol O}_2} = -23 / 76 \text{ kJ}$$

روش اول (کسر تبدیل):

$$\frac{\text{جرم گلوکز}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{مول اکسیژن}}{\text{ضریب}} \Rightarrow \frac{3 / 6}{1 \times 180} = \frac{x \text{ mol O}_2}{6} \Rightarrow x = 0.12 \text{ mol O}_2$$

روش دوم (تناسب): اکسایش گلوکز:

$$\frac{\text{مول اکسیژن}}{\text{ضریب}} = \frac{|Q|}{|\Delta H|} \Rightarrow \frac{0.12}{1} = \frac{|Q|}{198} \Rightarrow |Q| = 23 / 76 \text{ kJ}$$

تجزیه آب اکسیژنه:

۱ ۴ فرض می‌کنیم در واکنش اول x مول اتان تولید شود. ابتدا گرمای حاصل از تشکیل x مول اتان را محاسبه می‌کنیم:

$$? \text{ kJ} = x \text{ mol C}_2\text{H}_6 \times \frac{-136 \text{ kJ}}{1 \text{ mol C}_2\text{H}_6} = -136x \text{ kJ}$$

از آن‌جا که نیمی از گرمای تولید شده، در واکنش تجزیه سدیم نیترات مصرف می‌شود، مقدار مول سدیم نیترات تجزیه شده به وسیله این

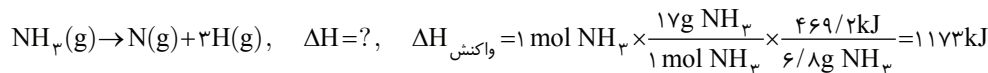
$$? \text{ mol NaNO}_3 = 68x \text{ kJ} \times \frac{2 \text{ mol NaNO}_3}{238 \text{ kJ}} = \frac{4x}{7} \text{ mol NaNO}_3$$

مقدار گرما را به‌دست می‌آوریم:

$$\frac{\text{جرم اتان تولید شده}}{\text{جرم سدیم نیترات مصرفی}} = \frac{x \times 30}{\frac{4}{7} x \times 85} = 0.62$$

پس نسبت جرم اتان تولید شده ($x \text{ mol}$) به جرم سدیم نیترات مصرفی ($\frac{4x}{7} \text{ mol}$) برابر است با:

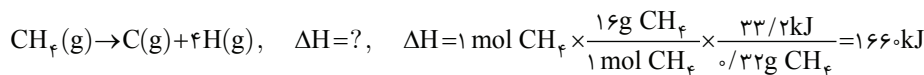
۴ ۵ محاسبه آنتالپی پیوند (N—H): ابتدا آنتالپی واکنش تبدیل آمونیاک به اتم‌های گازی سازنده‌اش را محاسبه می‌کنیم:



$$\Delta H(\text{N—H}) = \frac{1173 \text{ kJ}}{3 \text{ mol}} = 391 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

طی واکنش ۳ مول پیوند N—H شکسته می‌شود، پس آنتالپی پیوند N—H برابر است با:

محاسبه آنتالپی پیوند (C—H): ابتدا آنتالپی واکنش تبدیل متان به اتم‌های گازی سازنده‌اش را به‌دست می‌آوریم:



$$\Delta H(\text{C—H}) = \frac{1660 \text{ kJ}}{4 \text{ mol}} = 415 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

طی واکنش چهار مول پیوند C—H شکسته می‌شود، پس آنتالپی پیوند C—H برابر است با:

$$\Delta H(\text{C—H}) - \Delta H(\text{N—H}) = 415 - 391 = 24 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

اکنون تفاوت آنتالپی پیوندهای C—H و N—H را محاسبه می‌کنیم:

۴۶ آنتالپی پیوند B—B را x کیلوژول بر مول فرض می‌کنیم و داریم:

$$\Delta H(A-A) = \Delta H(B-B) - 50 = (x - 50) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

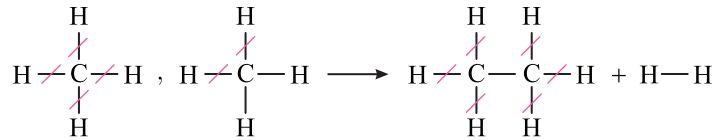
$$\Delta H(A-B) = \Delta H(B-B) + 20 = (x + 20) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$\Delta H = [\Delta H(A-A) + \Delta H(B-B)] - [2\Delta H(A-B)] = [x - 50 + x] - [2(x + 20)] = -90 \text{ kJ}$$

برای واکنش مورد نظر داریم:

پس واکنش گرماده است و نمودار گزینه (۴) درست است.

۷۲ ابتدا باید آنتالپی واکنش مورد نظر را به دست آوریم. فرمول ساختاری مواد شرکت کننده در واکنش را رسم می‌کنیم:



$$\Delta H = [2\Delta H(\text{C}-\text{H})] - [\Delta H(\text{C}-\text{C}) + \Delta H(\text{H}-\text{H})] = [2(415)] - [348 + 436] = +46 \text{ kJ}$$

سپس گرمای لازم برای تولید ۱/۶۸ لیتر اتان در شرایط STP را محاسبه می‌کنیم:

$$? \text{ kJ} = 1/68 \text{ L } \text{C}_2\text{H}_6 \times \frac{1 \text{ mol } \text{C}_2\text{H}_6}{22.4 \text{ L } \text{C}_2\text{H}_6} \times \frac{46 \text{ kJ}}{1 \text{ mol } \text{C}_2\text{H}_6} \times \frac{1^\circ}{273} = 4/6 \text{ kJ}$$

روش اول (کسر تبدیل):

$$\frac{Q \times \frac{R}{100}}{\Delta H} = \frac{Q \times \frac{75}{100}}{1 \times 22/4} \Rightarrow \frac{1/68}{1 \times 22/4} = \frac{Q \times \frac{75}{100}}{46} \Rightarrow Q = 4/6 \text{ kJ}$$

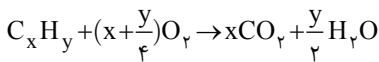
روش دوم (تناسب):

$$? \text{ g} = 300 \text{ min} \times \frac{1 \text{ h}}{60 \text{ min}} \times \frac{200 \text{ kcal}}{1 \text{ h}} \times \frac{4/6 \text{ kJ}}{1 \text{ kcal}} \times \frac{1 \text{ g}}{21 \text{ kJ}} = 200 \text{ g}$$

۸۳ جرم بیسکوئیت لازم:

با توجه به ارزش سوختی این ماده انرژی آن را محاسبه می‌کنیم و با استفاده از فرمول $Q = mc\Delta\theta$ جرم آب را به دست می‌آوریم:

$$? \text{ kcal} = 200 \text{ g} \times \frac{21 \text{ kJ}}{1 \text{ g}} \times \frac{1 \text{ kcal}}{4/6 \text{ kJ}} = 1000 \text{ kcal}, \quad Q = mc\Delta\theta \Rightarrow 1000 \times 10^3 \text{ cal} = m \times 1 \times (72/5 - 32/5) \Rightarrow m = 25 \times 10^3 \text{ g} = 25 \text{ kg}$$



۹۱ معادله کلی سوختن هیدروکربن‌ها به صورت مقابل است:

$$16/5 \times 10^{21} \text{ molecule } \text{O}_2 \times \frac{1 \text{ mol } \text{O}_2}{6 \times 10^{23} \text{ molecule } \text{O}_2} \times \frac{1 \text{ mol } \text{C}_x\text{H}_y}{(x + \frac{y}{4}) \text{ mol } \text{O}_2} \times \frac{(12x + y) \text{ g } \text{C}_x\text{H}_y}{1 \text{ mol } \text{C}_x\text{H}_y} = 27 \text{ g } \text{C}_x\text{H}_y$$

$$\Rightarrow \frac{108}{11} = \frac{12x + y}{x + \frac{y}{4}} \Rightarrow 132x + 11y = 108x + 27y \Rightarrow 3x = 2y \quad (\text{I})$$

$$1 + x + \frac{y}{4} + x + \frac{y}{4} = 13/5 \Rightarrow 2x + \frac{3y}{4} = 12/5 \quad (\text{II})$$

$$\begin{cases} 3x = 2y \\ 2x + \frac{3y}{4} = 12/5 \end{cases} \Rightarrow x = 4, y = 6$$

حال به کمک معادله‌های (I) و (II)، x و y را محاسبه می‌کنیم:

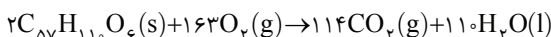
اکنون با محاسبه x و y، معادله سوختن یک مول از هیدروکربن مورد نظر را نوشته و آنتالپی سوختن آن را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{C}_4\text{H}_6 + \frac{11}{2}\text{O}_2 \rightarrow 4\text{CO}_2 + 3\text{H}_2\text{O} \quad \Delta H = 1 \text{ mol } \text{C}_4\text{H}_6 \times \frac{54 \text{ g } \text{C}_4\text{H}_6}{1 \text{ mol } \text{C}_4\text{H}_6} \times \frac{-12/71 \text{ kJ}}{27 \text{ g } \text{C}_4\text{H}_6} = -2542 \text{ kJ}$$

روش اول (کسر تبدیل):

$$\frac{\text{C}_4\text{H}_6 \text{ گرم}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{Q}{\Delta H} \Rightarrow \frac{27}{1 \times 54} = \frac{-12/71}{\Delta H} \Rightarrow \Delta H = -2542 \text{ kJ}$$

روش دوم (تناسب):



۱۰۳ معادله موازنه شده اکسایش چربی ذخیره شده در کوهان شتر:

در اثر اکسایش ۲ مول چربی شتر، ۱۱۰ مول آب که ۱۹۸۰g (۱۱۰×۱۸) جرم دارد و ۱۱۴ مول کربن دی‌اکسید که ۵۰۱۶g (۱۱۴×۴۴) جرم دارد، تولید می‌شود که

اختلاف جرم آن‌ها برابر ۳۰۳۶g (۵۰۱۶-۱۹۸۰) است. به این ترتیب می‌توان جرم چربی مصرفی را به دست آورد:

$$? \text{ g } \text{C}_{57}\text{H}_{110}\text{O}_6 = 60/72 \text{ g} \times \frac{2 \text{ mol } \text{C}_{57}\text{H}_{110}\text{O}_6}{3036 \text{ g}} \times \frac{890 \text{ g } \text{C}_{57}\text{H}_{110}\text{O}_6}{1 \text{ mol } \text{C}_{57}\text{H}_{110}\text{O}_6} = 35/6 \text{ g } \text{C}_{57}\text{H}_{110}\text{O}_6$$

گرمای آزاد شده در اثر اکسایش این مقدار چربی ذخیره شده در کوهان شتر برابر است با:

$$? \text{ kJ} = 35/6 \text{ g } C_{57}H_{110}O_6 \times \frac{1 \text{ mol } C_{57}H_{110}O_6}{890 \text{ g } C_{57}H_{110}O_6} \times \frac{-3775 \text{ kJ}}{1 \text{ mol } C_{57}H_{110}O_6} = -1510 \text{ kJ}$$

۱۱۲ ابتدا جرم آب و اتانول را محاسبه می‌کنیم:

$$? \text{ g } H_2O = 6 \text{ mol } H_2O \times \frac{18 \text{ g } H_2O}{1 \text{ mol } H_2O} = 108 \text{ g } H_2O \quad ? \text{ g } C_2H_5OH = 115 \text{ mL } C_2H_5OH \times \frac{0.78 \text{ g } C_2H_5OH}{1 \text{ mL } C_2H_5OH} = 92 \text{ g } C_2H_5OH$$

$$\Delta\theta = 55 - 30 = 25^\circ\text{C}$$

سپس کل گرمای حاصل از حل شدن ۹۲ گرم اتانول در آب را محاسبه می‌کنیم:

$$Q_{\text{کل}} = Q_{\text{آب}} + Q_{\text{الکل}} = (mc\Delta\theta)_{\text{آب}} + (mc\Delta\theta)_{\text{الکل}} = (108 \times 4/2 \times 25) + (92 \times 2/4 \times 25) = 16860 \text{ J} = 16/86 \text{ kJ}$$

اکنون آنتالپی انحلال اتانول را به یکی از دو روش زیر به دست می‌آوریم:

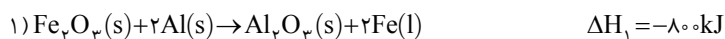
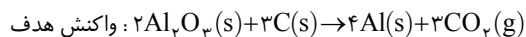
$$\Delta H = 1 \text{ mol } C_2H_5OH \times \frac{46 \text{ g } C_2H_5OH}{1 \text{ mol } C_2H_5OH} \times \frac{-16/86 \text{ kJ}}{92 \text{ g } C_2H_5OH} = -8/43 \text{ kJ}$$

روش اول (کسر تبدیل):

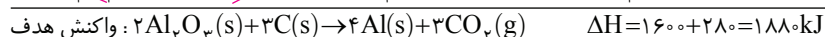
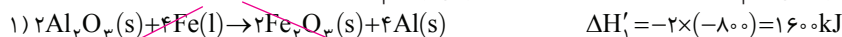
$$\frac{\text{گرم اتانول}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{Q}{\Delta H} \Rightarrow \frac{92}{1 \times 46} = \frac{-16/86}{\Delta H} \Rightarrow \Delta H = -8/43 \text{ kJ}$$

روش دوم (تناسب):

۱۱۲ ابتدا آنتالپی واکنش هدف را به کمک معادله دو واکنش زیر به دست می‌آوریم:



به این منظور معادله واکنش (۱) را معکوس و در عدد ۲ ضرب می‌کنیم و معادله واکنش (۲) را بدون تغییر می‌نویسیم:



اکنون گرمای لازم برای استخراج ۵۴ گرم آلومینیم را به یکی از دو روش زیر محاسبه می‌کنیم:

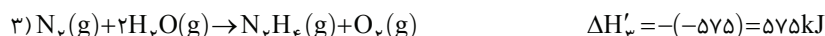
$$\frac{\text{Al گرم}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{Q}{\Delta H} \Rightarrow \frac{54}{4 \times 27} = \frac{Q}{1880} \Rightarrow Q = 940 \text{ kJ} \quad ? \text{ kJ} = 54 \text{ g Al} \times \frac{1 \text{ mol Al}}{27 \text{ g Al}} \times \frac{1880 \text{ kJ}}{4 \text{ mol Al}} = 940 \text{ kJ}$$

روش اول (کسر تبدیل):



۱۱۳ واکنش هدف:

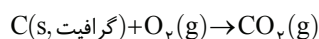
الف) در معادله واکنش هدف $N_2(g)$ در سمت چپ با ضریب ۱ قرار دارد، پس واکنش (۳) را معکوس می‌کنیم:



ب) در معادله واکنش هدف $NH_3(g)$ در سمت راست با ضریب ۲ قرار دارد، پس واکنش (۲) را معکوس می‌کنیم:



پ) در معادله واکنش هدف $H_2(g)$ در سمت چپ با ضریب (۳) قرار دارد، پس واکنش (۱) را در عدد ۲ ضرب می‌کنیم تا با H_2 در واکنش (۲) جمع شود:

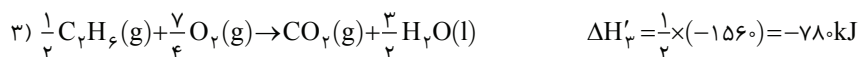


۱۱۴ معادله موازنه شده واکنش هدف:

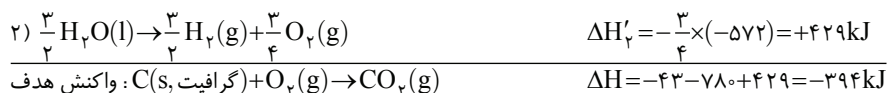
ابتدا آنتالپی واکنش هدف را محاسبه می‌کنیم: الف) در واکنش هدف، $C(s)$ در سمت چپ با ضریب ۱ قرار دارد، پس واکنش (۱) را در $\frac{1}{4}$ ضرب می‌کنیم:



ب) در واکنش هدف، $CO_2(g)$ در سمت راست با ضریب ۱ قرار دارد، پس واکنش (۳) را در $\frac{1}{4}$ ضرب می‌کنیم:



پ) در واکنش هدف، O_2 در سمت چپ با ضریب ۱ قرار دارد، پس واکنش (۲) را معکوس کرده و در $\frac{3}{4}$ ضرب می‌کنیم تا با اکسیژن موجود در واکنش (۳) در مجموع



۱ مول O_2 در سمت چپ تولید شود:

سیس گرمای آزاد شده در اثر سوختن کامل ۶۰ سانتی متر مکعب گرافیت را به یکی از دو روش زیر محاسبه می‌کنیم:

$$? \text{ kJ} = 60 \text{ cm}^3 \text{ C} \times \frac{2/25 \text{ g C}}{1 \text{ cm}^3 \text{ C}} \times \frac{1 \text{ mol C}}{12 \text{ g C}} \times \frac{-394 \text{ kJ}}{1 \text{ mol C}} = -4432/5 \text{ kJ}$$

روش اول (کسر تبدیل):

$$\frac{\text{چگالی کربن} \times \text{حجم کربن}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{Q}{\Delta H} \Rightarrow \frac{60 \times 2/25}{1 \times 12} = \frac{Q}{-394} \Rightarrow Q = -4432/5 \text{ kJ}$$

روش دوم (تناسب):

۱۵) نمودار داده شده مربوط به یکی از فراورده‌ها است؛ زیرا با گذشت زمان غلظت آن افزایش یافته است. سرعت واکنش در بازه ۳ تا ۵ دقیقه بر حسب

$$R(\text{واکنش}) = \frac{1}{5-3} \times \frac{6 \times 10^{-3} \text{ mol.s}^{-1} \times \frac{6 \text{ s}}{1 \text{ min}} \times \frac{1}{3 \text{ L}}} = 0/15 \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1} \quad \text{برابر است با:}$$

$$\bar{R}(x) = \frac{\Delta[x]}{\Delta t} = \frac{4/8 - 4/2}{2} = 0/3 \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1} \quad \text{با توجه به نمودار، سرعت متوسط تولید فراورده نمایش داده شده در بازه زمانی ۳ تا ۵ دقیقه برابر است با:}$$

از آنجا که در بازه زمانی معین $\bar{R}(x)$ دو برابر $\bar{R}(\text{واکنش})$ است، پس ضریب استوکیومتری ماده‌ای که در نمودار نمایش داده شده برابر ۲ است. این فراورده B است:

زیرا ضریب آن ۲ می‌باشد. غلظت اولیه A برابر $M_{A_1} = \frac{51 \text{ mol}}{3 \text{ L}} = 17 \text{ mol.L}^{-1}$ است، غلظت نهایی A (یعنی M_{A_2}) را محاسبه می‌کنیم. در بازه زمانی ۵ تا ۵ دقیقه مطابق ضرایب استوکیومتری داریم:

$$\frac{\bar{R}(B)}{2} = \frac{\bar{R}(A)}{6} \Rightarrow 3\bar{R}(B) = \bar{R}(A) \Rightarrow 3 \times \frac{\Delta[B]}{\Delta t} = -\frac{\Delta[A]}{\Delta t} \Rightarrow 3\Delta[B] = -\Delta[A] \Rightarrow 3[4/8 - 0] = -[M_{A_1} - 17] \Rightarrow M_{A_2} = 2/6 \text{ mol.L}^{-1}$$

۱۶) با ضرب کردن $\frac{1}{6}$ در هر یک از کسرهای داده شده، به شکل استاندارد می‌رسیم که به کمک آن می‌توانیم به ضرایب استوکیومتری گونه‌ها پی ببریم و معادله

$$\frac{1}{6} \times \left(\frac{3\Delta n(A)}{\Delta t} = \frac{-2\Delta n(B)}{\Delta t} = \frac{\Delta n(C)}{\Delta t} \right) \Rightarrow \frac{\Delta n(A)}{2\Delta t} = \frac{-\Delta n(B)}{3\Delta t} = \frac{\Delta n(C)}{6\Delta t}$$

واکنش را تعیین کنیم:

پس معادله واکنش به صورت $3B \rightarrow 2A + 6C$ است. در ادامه به کمک جدول تغییر مول، مقدار مول ثانویه

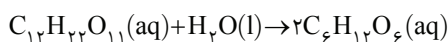
مول اولیه	۱۲	۰	۰
تغییر مول	-۳x	+۲x	+۶x
مول ثانویه	۱۲-۳x	۲x	۶x

گونه‌های شرکت کننده در واکنش را به دست می‌آوریم. طبق اطلاعات مسئله داریم:

$$\frac{\text{مجموع مول واکنش دهنده}}{\text{مجموع مول فراورده‌ها}} = \frac{12-3x}{2x+6x} = 0/875 \Rightarrow 12-3x=7x \Rightarrow 12=10x \Rightarrow x=1/2$$

اکنون سرعت واکنش را از طریق سرعت تولید A محاسبه می‌کنیم:

$$\bar{R}(\text{واکنش}) = \frac{\bar{R}(A)}{2} = \frac{\Delta n(A)}{2 \times V \times \Delta t} = \frac{2/4 \text{ mol}}{2 \times 2 \text{ L} \times \left(\frac{3}{60}\right) \text{ min}} = 1/2 \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$$



۱۷) معادله موازنه شده واکنش تبدیل مالتوز به گلوکز:

پس در جدول داده شده A مربوط به گلوکز و B مربوط به مالتوز است:

$$\bar{R}(A) = 2\bar{R}(B) \Rightarrow \frac{\Delta[A]}{\Delta t} = -\frac{2\Delta[B]}{\Delta t} \Rightarrow \Delta[A] = -2\Delta[B] \Rightarrow (x-0) = -2(0/15-0/2) \Rightarrow x = 0/1 \text{ mol.L}^{-1}$$

دقیقه اول:

$$\bar{R}_1(\text{واکنش}) = \bar{R}(B) \Rightarrow \frac{-\Delta[B]}{\Delta t} = \frac{-(0/15-0/2) \text{ mol.L}^{-1}}{1 \text{ min}} = 0/05 \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$$

$$\bar{R}(A) = 2\bar{R}(B) \Rightarrow \frac{\Delta[A]}{\Delta t} = -\frac{2\Delta[B]}{\Delta t} \Rightarrow \Delta[A] = -2\Delta[B] \Rightarrow (0/24-0/18) = -2(0/08-y) \Rightarrow y = 0/11 \text{ mol.L}^{-1}$$

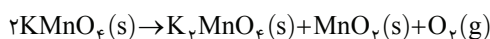
دقیقه سوم:

$$\bar{R}_3(\text{واکنش}) = \bar{R}(B) = \frac{-\Delta[B]}{\Delta t} = \frac{-(0/08-0/11) \text{ mol.L}^{-1}}{1 \text{ min}} = 0/03 \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$$

$$x+y = 0/1+0/11 = 0/21 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$\frac{\bar{R}_3(\text{واکنش})}{\bar{R}_1(\text{واکنش})} = \frac{0/03}{0/05} = 0/6$$

بنابراین خواهیم داشت:



۱۸) معادله موازنه شده واکنش:

حجم گاز اکسیژن تولید شده را محاسبه می‌کنیم:

$$? \text{ L O}_2 = 63/2 \text{ g KMnO}_4 (\text{خالص}) \times \frac{5 \text{ g KMnO}_4 (\text{خالص})}{100 \text{ g KMnO}_4 (\text{خالص})} \times \frac{1 \text{ mol KMnO}_4}{158 \text{ g KMnO}_4} \times \frac{1 \text{ mol O}_2}{2 \text{ mol KMnO}_4} \times \frac{22/4 \text{ L O}_2}{1 \text{ mol O}_2} = 3/36 \text{ L O}_2$$

$$\bar{R}(\text{O}_2) = \frac{\Delta V(\text{O}_2)}{\Delta t} = \frac{(3/36-0) \text{ L}}{(2 \times 60) \text{ s}} = 28 \times 10^{-3} \text{ L.s}^{-1}$$

سرعت متوسط تولید گاز اکسیژن در مدت زمان ۲ دقیقه برابر است با:



۴۱۹ | معادله موازنه شده واکنش:

$$\left\{ \begin{array}{l} ? \text{ mol SO}_3 = 400 \text{ g SO}_3 \times \frac{1 \text{ mol SO}_3}{80 \text{ g SO}_3} = 5 \text{ mol SO}_3 \Rightarrow M = \frac{\Delta \text{mol}}{\Delta L} = 10 \text{ mol.L}^{-1} \\ V = 500 \text{ mL} = 0.5 \text{ L} \end{array} \right.$$

غلظت اولیه SO_3 را محاسبه می‌کنیم:

با توجه به ضرایب استوکیومتری SO_3 ، SO_2 و O_2 که به ترتیب برابر ۲، ۲ و ۱ است، می‌توان نتیجه گرفت که سرعت متوسط مصرف SO_3 برابر سرعت متوسط تولید SO_2 و دو برابر سرعت متوسط تولید O_2 است.

$$\bar{R}(\text{O}_2) + \bar{R}(\text{SO}_2) = 3 \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1} \Rightarrow \frac{\bar{R}(\text{SO}_3)}{2} + \bar{R}(\text{SO}_2) = 3 \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1} \Rightarrow \bar{R}(\text{SO}_3) = 2 \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$$

$$\bar{R}(\text{SO}_3) = \frac{-\Delta[\text{SO}_3]}{\Delta t} \Rightarrow 2 \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1} = -\frac{\Delta[\text{SO}_3]}{3 \text{ min}} \Rightarrow \Delta[\text{SO}_3] = -6 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$\text{درصد پیشرفت واکنش} = \frac{\text{غلظت مصرفی SO}_3}{\text{غلظت اولیه SO}_3} \times 100 = \frac{6}{10} \times 100 = 60\%$$

از آنجا که پس از سه دقیقه، غلظت گاز SO_3 به ۴ مولار می‌رسد و این گاز با سرعت $2 \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ مصرف می‌رسد، در

$$\bar{R}(\text{SO}_3) = \frac{-\Delta[\text{SO}_3]}{\Delta t} \Rightarrow 2 \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1} = \frac{-(4-10) \text{ mol.L}^{-1}}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = 3 \text{ min}$$

ادامه زمان مصرف این مقدار را به دست می‌آوریم:

۳۲۰ | برای حل ساده‌تر مسئله، از جدول تغییر مول استفاده می‌کنیم:

۱	$2\text{NO}_2 \rightarrow 2\text{NO} + \text{O}_2$			۲	$\text{SO}_2\text{Cl}_2 \rightarrow \text{SO}_2 + \text{Cl}_2$		
مول اولیه	۳	۰	۰	مول اولیه	۴	۰	۰
تغییر مول	-۲x	+۲x	+x	تغییر مول	-y	+y	+y
مول ثانویه	۳-۲x	۲x	x	مول ثانویه	۴-y	y	y

$$\text{سرعت متوسط هر دو واکنش را محاسبه می‌کنیم:} \quad \bar{R}_1 = \bar{R}(\text{O}_2) = \frac{(x-0) \text{ mol}}{\Delta L \times 2 \text{ min}} = \frac{x}{10} \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$$

$$\bar{R}_2 = \bar{R}(\text{SO}_2) = \frac{(y-0) \text{ mol}}{\Delta L \times 2 \text{ min}} = \frac{y}{10} \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$$

$$\bar{R}_1 + \bar{R}_2 = \frac{x}{10} + \frac{y}{10} = \frac{x+y}{10} = \frac{3/5}{10} = 0.06 \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$$

فصل پنجم: آزمون جامع ۲

۱۱ | گرمای حاصل از واکنش و جرم هر یک از فراورده‌ها برابر است با:

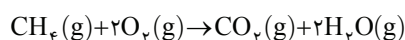
$$? \text{ kJ} = 168 \text{ g Fe} \times \frac{1 \text{ mol Fe}}{56 \text{ g Fe}} \times \frac{-174 \text{ kJ}}{3 \text{ mol Fe}} = -174 \text{ kJ}$$

$$? \text{ g H}_2 = 168 \text{ g Fe} \times \frac{1 \text{ mol Fe}}{56 \text{ g Fe}} \times \frac{4 \text{ mol H}_2}{3 \text{ mol Fe}} \times \frac{2 \text{ g H}_2}{1 \text{ mol H}_2} = 8 \text{ g H}_2$$

$$? \text{ g Fe}_3\text{O}_4 = 168 \text{ g Fe} \times \frac{1 \text{ mol Fe}}{56 \text{ g Fe}} \times \frac{1 \text{ mol Fe}_3\text{O}_4}{3 \text{ mol Fe}} \times \frac{232 \text{ g Fe}_3\text{O}_4}{1 \text{ mol Fe}_3\text{O}_4} = 232 \text{ g Fe}_3\text{O}_4$$

با استفاده از فرمول $Q = mc\Delta\theta$ خواهیم داشت:

$$Q_{\text{کل}} = Q_{\text{H}_2} + Q_{\text{Fe}_3\text{O}_4} = (mc\Delta\theta)_{\text{H}_2} + (mc\Delta\theta)_{\text{Fe}_3\text{O}_4} \Rightarrow 174 \times 10^3 \text{ J} \times \frac{1}{1000} = (8 \times 14/5 \times 150) + (232 \times c \times 150) \Rightarrow c = 0.35 \text{ J.g}^{-1} \cdot \text{C}^{-1}$$

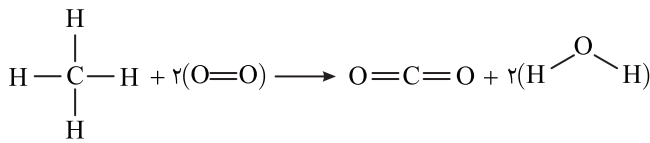


۳۲ | معادله موازنه شده واکنش سوختن متان:

$$? \text{ mol گاز} = 224 \text{ L گاز} \times \frac{1 \text{ mol گاز}}{22.4 \text{ L گاز}} = 10 \text{ mol گاز}$$

مقدار مول اولیه گازهای موجود در داخل ظرف برابر است با:

با توجه به درصد حجمی گازهای داده شده، ظرف واکنش حاوی ۵٪ مول گاز متان و ۱٪ مول گاز اکسیژن و ۸٪ مول گاز نیتروژن است. ۵٪ مول گاز متان و ۱٪ مول گاز اکسیژن به طور کامل با هم واکنش می‌دهند (با توجه به ضرایب CH_4 و O_2 که به ترتیب برابر ۱ و ۲ است) و در نهایت فراورده‌های واکنش، یعنی بخار آب و گاز کربن دی‌اکسید به همراه نیتروژن اولیه داخل ظرف باقی می‌ماند. در ادامه ΔH واکنش سوختن کامل متان را محاسبه می‌کنیم:



$$\Delta H = [4\Delta H(\text{C}-\text{H}) + 2\Delta H(\text{O}=\text{O})] - [2\Delta H(\text{C}=\text{O}) + 4\Delta H(\text{O}-\text{H})] = [4 \times 415 + 2 \times 495] - [2 \times 799 + 4 \times 463] = -80.0 \text{ kJ}$$

گرمای حاصل از واکنش و مقدار فراورده‌های تولیدی برابر است با:

$$? \text{ kJ} = \frac{\Delta H}{\Delta \text{mol CH}_4} \times \frac{-80.0 \text{ kJ}}{1 \text{ mol CH}_4} = -80.0 \text{ kJ}$$

$$? \text{ g H}_2\text{O} = \frac{\Delta \text{mol H}_2\text{O}}{\Delta \text{mol CH}_4} \times \frac{18 \text{ g H}_2\text{O}}{1 \text{ mol H}_2\text{O}} = 18 \text{ g H}_2\text{O}$$

$$? \text{ g CO}_2 = \frac{\Delta \text{mol CO}_2}{\Delta \text{mol CH}_4} \times \frac{44 \text{ g CO}_2}{1 \text{ mol CO}_2} = 22 \text{ g CO}_2$$

$$? \text{ g N}_2 = \frac{\Delta \text{mol N}_2}{\Delta \text{mol CH}_4} \times \frac{28 \text{ g N}_2}{1 \text{ mol N}_2} = 28 \text{ g N}_2$$

در انتها، به کمک رابطه $Q = mc\Delta\theta$ ، دمای نهایی مخلوط واکنش را به دست می‌آوریم:

$$Q_{\text{کل}} = Q_{\text{H}_2\text{O}} + Q_{\text{CO}_2} + Q_{\text{N}_2} = (mc\Delta\theta)_{\text{H}_2\text{O}} + (mc\Delta\theta)_{\text{CO}_2} + (mc\Delta\theta)_{\text{N}_2} \Rightarrow 400 \times 10^3 = (18 \times 2 \times \Delta\theta) + (22 \times 0.9 \times \Delta\theta) + (28 \times 1 \times \Delta\theta)$$

$$\Rightarrow \Delta\theta = 11.72^\circ \text{C}$$

دمای اولیه در شرایط STP برابر 0°C است، پس دمای نهایی 11.72°C می‌باشد.

۳ ابتدا آنتالپی واکنش تصعید یَد (I_2) را با استفاده از واکنش‌های (۲) و (۳) به دست می‌آوریم:

۲ $\text{I}_2(\text{s}) \rightarrow \text{I}_2(\text{g})$ واکنش هدف

$$\Delta H = ?$$

واکنش (۲) را معکوس کرده و واکنش (۳) را بدون تغییر می‌نویسیم:

$$1) 2\text{HI}(\text{g}) \rightarrow \text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \quad \Delta H' = -(-9/5) = 9/5 \text{ kJ}$$

$$2) \text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{s}) \rightarrow 2\text{HI}(\text{g}) \quad \Delta H' = 53 \text{ kJ}$$

$$\text{واکنش هدف: } \text{I}_2(\text{s}) \rightarrow \text{I}_2(\text{g}) \quad \Delta H = 9/5 + 53 = 62/5 \text{ kJ}$$

$$? \text{ g CO}_2 = 142/24 \text{ g I}_2 \times \frac{1 \text{ mol I}_2}{254 \text{ g I}_2} \times \frac{62/5 \text{ kJ}}{1 \text{ mol I}_2} = 35 \text{ kJ}$$

سپس گرمای لازم برای تصعید $142/24$ گرم یَد (I_2) را به دست می‌آوریم:

اکنون محاسبه می‌کنیم که این مقدار گرما را از حل کردن چند گرم کلسیم کلرید در آب می‌توان به دست آورد:

$$? \text{ g CaCl}_2 = 35 \text{ kJ} \times \frac{1 \text{ mol CaCl}_2}{84 \text{ kJ}} \times \frac{111 \text{ g CaCl}_2}{1 \text{ mol CaCl}_2} = 46/25 \text{ g CaCl}_2$$

۴ تعیین ظرفیت گرمایی گرماسنج و محتویات آن:

$$? \text{ kJ} = 1/6 \text{ L C}_2\text{H}_6 \times \frac{1/25 \text{ g C}_2\text{H}_6}{1 \text{ L C}_2\text{H}_6} \times \frac{50 \text{ kJ}}{1 \text{ g C}_2\text{H}_6} = 10 \text{ kJ}$$

ابتدا گرمای حاصل از سوختن اتن را محاسبه می‌کنیم:

$$Q = C\Delta\theta \Rightarrow 100 = C \times 10 \Rightarrow C = 10 \text{ kJ} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$$

$$Q = (C\Delta\theta) = 10 \text{ kJ} \cdot ^\circ\text{C}^{-1} \times 25^\circ\text{C} = 250 \text{ kJ}$$

سپس گرمای لازم برای بالا بردن دمای مجموعه به اندازه 25°C را محاسبه می‌کنیم:

اکنون محاسبه می‌کنیم که این گرما از سوختن کامل چند گرم سیکلو بوتان تولید می‌شود:

$$? \text{ g C}_4\text{H}_{10} = 250 \text{ kJ} \times \frac{1 \text{ mol C}_4\text{H}_{10}}{2750 \text{ kJ}} \times \frac{58 \text{ g C}_4\text{H}_{10}}{1 \text{ mol C}_4\text{H}_{10}} = 5/1 \text{ g C}_4\text{H}_{10}$$

روش اول (کسر تبدیل):

$$\frac{\text{جرم C}_4\text{H}_{10}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{Q}{\Delta H} \Rightarrow \frac{x \text{ g}}{1 \times 58} = \frac{-250}{-2750} \Rightarrow x = 5/1 \text{ g C}_4\text{H}_{10}$$

روش دوم (تناسب):

۵ آنتالپی پیوند $\text{N}-\text{H}$ را x کیلوژول بر مول و آنتالپی پیوند $\text{C}=\text{O}$ را $2x$ کیلوژول بر مول در نظر می‌گیریم و آنتالپی واکنش‌های (۱) و (۲) را محاسبه می‌کنیم:

$$\Delta H_1 = -[2\Delta H(\text{C}=\text{O})] = -4x \text{ kJ}, \quad \Delta H_2 = -[3\Delta H(\text{N}-\text{H})] = -3x \text{ kJ}$$

اگر در هر دو واکنش Q کیلوژول گرما تولید شده باشد، جرم کربن دی‌اکسید و آمونیاک تولیدی را محاسبه می‌کنیم:

$$? \text{ g CO}_2 = Q \text{ kJ} \times \frac{1 \text{ mol CO}_2}{4x \text{ kJ}} \times \frac{44 \text{ g CO}_2}{1 \text{ mol CO}_2} = \frac{11Q}{x} \text{ g CO}_2$$

$$? \text{ g NH}_3 = Q \text{ kJ} \times \frac{1 \text{ mol NH}_3}{3x \text{ kJ}} \times \frac{17 \text{ g NH}_3}{1 \text{ mol NH}_3} = \frac{17Q}{3x} \text{ g NH}_3$$

$$\frac{\text{جرم CO}_2}{\text{جرم NH}_3} = \frac{11Q}{17Q} = \frac{11}{17}$$

اکنون نسبت جرم CO_2 به NH_3 تولید شده را به دست می‌آوریم:

۶ ۲ آب در فشار ۱ atm، در دمای 100°C به جوش می‌آید. ابتدا کل گرمای لازم برای رساندن دمای ۵ کیلوگرم آب 25°C به دمای 100°C را محاسبه می‌کنیم:

$$Q = mc\Delta\theta = 5 \times 10^3 \times 4/2 \times (100 - 25) = 1575 \times 10^3 \text{ J} = 1575 \text{ kJ}$$

اگر گرمای تولید شده در اثر سوختن ماده مورد نظر در دقیقه اول را Q در نظر بگیریم، خواهیم داشت:

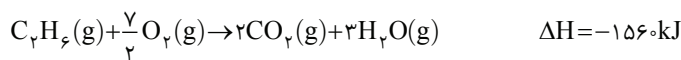
$$1575 \text{ kJ} = Q + \frac{Q}{2} + \frac{Q}{4} = 1400 \text{ kJ} \Rightarrow Q = 800 \text{ kJ}$$

سپس محاسبه می‌کنیم که برای رساندن دمای این نمونه آب به 100°C به چند دقیقه دیگر حرارت دادن نمونه نیاز است:

$$\left\{ \begin{array}{ll} \text{گرمای آزاد شده در هر دقیقه پس از دقیقه سوم} & \Rightarrow \frac{Q}{16} = \frac{800}{16} = 50 \text{ kJ} \text{ در دقیقه پنجم} \\ & \Rightarrow \frac{Q}{32} = \frac{800}{32} = 25 \text{ kJ} \text{ در دقیقه ششم} \end{array} \right.$$

همان‌طور که مشاهده می‌کنید، مجموع گرمای حاصل از سوختن ماده در دقیقه‌های چهارم، پنجم و ششم برابر ۱۷۵ کیلوژول است و سبب می‌شود نمونه به دمای 100°C برسد.

۷ ۲ آنتالپی سوختن اتان، مقدار گرمای لازم برای سوختن کامل یک مول اتان در اکسیژن کافی است. پس طبق واکنش زیر، ابتدا محاسبه می‌کنیم که برای سوختن کامل یک مول اتان، چند دقیقه زمان لازم است:



$$1 \text{ mol C}_2\text{H}_6 \times \frac{-1560 \text{ kJ}}{1 \text{ mol C}_2\text{H}_6} \times \frac{1 \text{ s}}{-31/2 \text{ kJ}} \times \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} = \frac{5}{6} \text{ min}$$

$$\bar{R}(\text{C}_2\text{H}_6) = \frac{\Delta n(\text{C}_2\text{H}_6)}{\Delta t} = \frac{1 \text{ (mol)}}{\frac{5}{6} \text{ (min)}} = 1/2 \text{ mol} \cdot \text{min}^{-1} \quad \text{اکنون سرعت متوسط سوختن اتان را بر حسب } \text{mol} \cdot \text{min}^{-1} \text{ به دست می‌آوریم:}$$

۸ ۱ گرمای تولید شده از ابتدای واکنش تا ثانیه پنجم برابر ۲۳ کیلوژول است. با توجه به آنتالپی واکنش مقدار آمونیاک تولیدی در این بازه زمانی را محاسبه می‌کنیم:

$$? \text{ g NH}_3 = 23 \text{ kJ} \times \frac{2 \text{ mol NH}_3}{92 \text{ kJ}} \times \frac{17 \text{ g NH}_3}{1 \text{ mol NH}_3} = 8/5 \text{ g NH}_3$$

سرعت متوسط واکنش در بازه ۵ تا ۲۰ ثانیه را با استفاده از سرعت متوسط مصرف گاز نیتروژن در این بازه زمانی محاسبه می‌کنیم. در این بازه زمانی $41/4 \text{ kJ}$ ($64/4 - 23$)

$$|\Delta n(\text{N}_2)| = 41/4 \text{ kJ} \times \frac{1 \text{ mol N}_2}{92 \text{ kJ}} = 0/45 \text{ mol N}_2, \quad \bar{R}(\text{واکنش}) = \bar{R}(\text{N}_2) = \frac{|\Delta n(\text{N}_2)|}{\Delta t} = \frac{0/45 \text{ (mol)}}{15 \text{ (min)}} = 1/8 \text{ mol} \cdot \text{min}^{-1}$$

۹ ۲ با توجه به جدول و تغییرات مول مواد مشخص است که D و B واکنش دهنده و A و C فراورده‌اند و با توجه به تغییر مول آن‌ها واضح است که A، B، C و D به ترتیب Al_2O_3 ، Fe ، Fe_2O_3 و Al هستند. پس در مدت زمان ۱۵ دقیقه، ۱۳ مول فراورده مذاب (Fe) تولید شده است. مقدار گرمای تولید شده در این مدت برابر است با:

$$? \text{ kJ} = 13 \text{ mol Fe} \times \frac{56 \text{ g Fe}}{1 \text{ mol Fe}} \times \frac{750 \text{ kJ}}{100 \text{ g Fe}} = 5460 \text{ kJ}$$

$$\bar{R}(\text{گرما}) = \frac{5460 \text{ kJ}}{15 \text{ min}} = 364 \text{ kJ} \cdot \text{min}^{-1} \quad \text{آهنگ تولید گرما در این مدت برابر است با:}$$

در ادامه با توجه به ضرایب استوکیومتری گونه‌ها خواهیم داشت:

$$\Delta n(\text{C}) = 2\Delta n(\text{A}) \Rightarrow 10 - X = 2(5 - 3) \Rightarrow X = 6$$

بازه زمانی ۵ تا ۱۰ دقیقه:

$$\Delta n(\text{B}) = \frac{1}{2}\Delta n(\text{D}) \Rightarrow Y - 10 = \frac{1}{2}(3 - 7) \Rightarrow Y = 8$$

بازه زمانی ۵ تا ۱۰ دقیقه:

$$\Delta n(\text{D}) = 2\Delta n(\text{B}) \Rightarrow Z - 3 = 2(6/5 - 8) \Rightarrow Z = 0$$

بازه زمانی ۱۰ تا ۱۵ دقیقه:

$$X + Y + Z = 6 + 8 + 0 = 14 \text{ mol}$$

پس مجموع X، Y و Z برابر است با:

$$\Delta H_{\text{سوختن}}(\text{C}_2\text{H}_6) = -(\text{جرم مولی} \times \text{ارزش سوختی}) = -(50 \times 54) = -2700 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

۱۰ ۱ آنتالپی سوختن بوتین (C_4H_6) برابر است با:



معادله گرمایشیمیایی سوختن ۱ مول بوتین به صورت مقابل است:

$$? \text{ kJ} = 20 \text{ s} \times \frac{0/5 \text{ mol H}_2\text{O}}{1 \text{ s}} \times \frac{2700 \text{ kJ}}{3 \text{ mol H}_2\text{O}} = 900 \text{ kJ} = 9 \times 10^5 \text{ J}$$

ابتدا گرمای حاصل را به دست می‌آوریم:

سپس جرم اولیه آلیاژ را x کیلوگرم در نظر می‌گیریم و به کمک رابطه $Q = mc\Delta\theta$ ، مقدار x را محاسبه می‌کنیم:

$$Q_{\text{کل}} = Q_{\text{تقره}} + Q_{\text{طلا}} = (mc\Delta\theta)_{\text{تقره}} + (mc\Delta\theta)_{\text{طلا}}$$

$$9 \times 10^5 = [(10^3 \text{ g} \times \frac{66/67 \text{ g Ag}}{100 \text{ g آلیاژ}}) \times 0/236 \times 250] + [(10^3 \text{ g} \times \frac{33/33 \text{ g Au}}{100 \text{ g آلیاژ}}) \times 0/128 \times 250] \Rightarrow x = 18 \text{ kg}$$

فصل پنجم: آزمون جامع ۳

$$\text{محللول } ۵۵۲\text{g} = \frac{\text{محللول } ۹۲\text{g}}{۱\text{ mL}} \times \text{محللول } ۶۰۰\text{mL} = ?\text{g}$$

۱ ۴ جرم محللول برابر است با:

اگر مقدار مول اتیلن گلیکول را $۰/۶x$ و مقدار مول آب را x در نظر بگیریم، جرم هر کدام برابر است با:

$$? \text{g } C_2H_6(OH)_2 = \frac{۰/۶x \text{ mol } C_2H_6(OH)_2 \times ۶۲\text{g } C_2H_6(OH)_2}{۱ \text{ mol } C_2H_6(OH)_2} = ۳۷/۲x \text{ g } C_2H_6(OH)_2$$

$$? \text{g } H_2O = x \text{ mol } H_2O \times \frac{۱۸\text{g } H_2O}{۱ \text{ mol } H_2O} = ۱۸x \text{ g } H_2O \quad ۳۷/۲x + ۱۸x = ۵۵۲ \Rightarrow x = ۱۰$$

پس ۱۰ مول آب و ۶ مول اتیلن گلیکول در مخلوط داریم. با استفاده از رابطه $Q = mc\Delta\theta$ خواهیم داشت: (ظرفیت گرمایی یک مول از هر ماده را داریم)

$$Q_{\text{کل}} = Q_{\text{آب}} + Q_{\text{الکل}} = (nc\Delta\theta)_{\text{آب}} + (nc\Delta\theta)_{\text{الکل}} = (۱۰ \times ۷۵/۶ \times ۲۰) + (۶ \times ۱۴۴ \times ۲۰) = ۳۲۴۰۰\text{J} = ۳۲/۴\text{kJ}$$

۲ ۳ اگر فرض کنیم x گرم آمونیوم نیترات را در آب حل کرده باشیم، داریم:

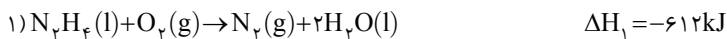
$$? \text{kJ} = x \text{g } NH_4NO_3 \times \frac{۱ \text{ mol } NH_4NO_3}{۸۰\text{g } NH_4NO_3} \times \frac{۲۶\text{kJ}}{۱ \text{ mol } NH_4NO_3} = \frac{۱۳}{۴۰} x \text{ kJ}$$

$$|\Delta\theta| = ۳۰/۲ - ۲۵ = ۵/۲^\circ\text{C} \quad \text{جرم محللول } (۴۸۰ + x) \text{ گرم است. از رابطه } Q = mc\Delta\theta \text{ استفاده می کنیم:}$$

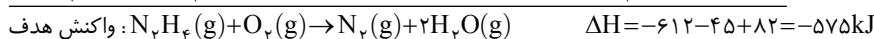
$$Q_{\text{کل}} = Q_{\text{محللول}} + Q_{\text{گرماسنج}} = (mc|\Delta\theta|)_{\text{محللول}} + (C|\Delta\theta|)_{\text{گرماسنج}} \Rightarrow \frac{۱۳}{۴۰} x \times ۱۰^۳ \text{J} = ((۴۸۰ + x) \times ۴ \times ۵/۲) + (۴۲۰ \times ۵/۲)$$

$$۳۲۵x = ۹۹۸۴ + ۲۰/۸x + ۲۱۸۴ \Rightarrow ۳۰۴/۲x = ۱۲۱۶۸ \Rightarrow x = ۴۰\text{g}$$

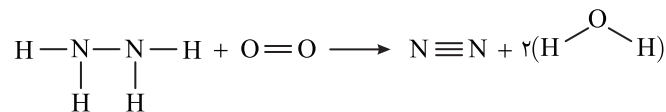
۳ ۲ برای محاسبه آنتالپی پیوند (N—N) ابتدا باید آنتالپی واکنش $N_2H_4(g) + O_2(g) \rightarrow N_2(g) + 2H_2O(g)$ را به کمک سه واکنش زیر به دست آوریم:



برای رسیدن به واکنش هدف، واکنش (۱) را بدون تغییر نوشته، واکنش (۲) را معکوس و واکنش (۳) را در عدد ۲ ضرب می کنیم:



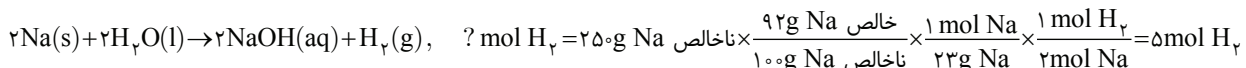
اکنون به کمک آنتالپی پیوندها، آنتالپی پیوند (N—N) را محاسبه می کنیم:



$$\Delta H_{\text{واکنش}} = [\Delta H(\text{N} - \text{N}) + 4\Delta H(\text{N} - \text{H}) + \Delta H(\text{O} = \text{O})] - [\Delta H(\text{N} \equiv \text{N}) + 4\Delta H(\text{O} - \text{H})]$$

$$-۵۷۵ = [\Delta H(\text{N} - \text{N}) + 4(۳۹۱) + ۴۹۵] - [۹۴۵ + 4(۴۶۳)] \Rightarrow \Delta H(\text{N} - \text{N}) = ۱۶۳\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

۴ ۳ ابتدا مقدار گاز هیدروژن تولید شده در واکنش فلز سدیم با آب را محاسبه می کنیم: معادله موازنه شده واکنش:



حال فرض می کنیم x مول از گاز هیدروژن در واکنش (I) و $(۵-x)$ مول از گاز هیدروژن در واکنش (II) مصرف شده است. گرمای تولید شده در هر واکنش را محاسبه می کنیم:

$$(I) \text{ واکنش: } ? \text{kJ} = x \text{ mol } H_2 \times \frac{-۹۲\text{kJ}}{۳ \text{ mol } H_2} \times \frac{۷۵}{۱۰۰} = -۲۳x \text{ kJ} \quad \text{بازده درصدی}$$

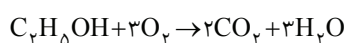
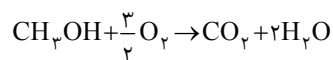
$$(II) \text{ واکنش: } ? \text{kJ} = (۵-x) \text{ mol } H_2 \times \frac{-۱۸۳\text{kJ}}{۱ \text{ mol } H_2} \times \frac{۵۰}{۱۰۰} = -۹۱/۵(۵-x) \text{kJ} \quad \text{بازده درصدی}$$

پس با توجه به مطالب ارائه شده در مسئله، خواهیم داشت:

$$۲۳x - ۹۱/۵(۵-x) = -۲۵۲ \Rightarrow ۲۳x + ۴۵۷/۵ - ۹۱/۵x = ۲۵۲ \Rightarrow ۲۰۵/۵ = ۶۸/۵x \Rightarrow x = ۳$$

پس ۳ مول گاز هیدروژن در واکنش (I) و ۲ مول گاز هیدروژن در واکنش (II) به مصرف رسیده است: $\frac{2}{5} \times 100 = 40\%$ درصد H_2 مصرفی در واکنش (II)

۴۵ معادله واکنش‌های سوختن کامل یک مول متانول و یک مول اتانول به صورت زیر است:



اگر فرض کنیم x گرم متانول و $(22-x)$ گرم اتانول را سوزانده‌ایم، گرمای حاصل از سوختن آن‌ها برابر است با:

$$? \text{ kJ} = x \text{ g } CH_3OH \times \frac{1 \text{ mol } CH_3OH}{32 \text{ g } CH_3OH} \times \frac{-725 \text{ kJ}}{1 \text{ mol } CH_3OH} = \frac{-725x}{32} \text{ kJ}$$

متانول:

$$? \text{ kJ} = (22-x) \text{ g } C_2H_5OH \times \frac{1 \text{ mol } C_2H_5OH}{46 \text{ g } C_2H_5OH} \times \frac{-1370 \text{ kJ}}{1 \text{ mol } C_2H_5OH} = \frac{-685(22-x)}{23} \text{ kJ}$$

اتانول:

$$\frac{-725x}{32} + \frac{-685(22-x)}{23} = -564 \Rightarrow x = 12/8 \text{ g}$$

با توجه به این که مجموع گرمای حاصل از واکنش‌ها برابر ۵۶۴ kJ است، پس خواهیم داشت:

بنابراین ۱۲/۸ گرم متانول و ۹/۲ گرم اتانول را سوزانده‌ایم. در ادامه جرم آب تولیدی در واکنش سوختن متانول و جرم کربن دی‌اکسید تولیدی در واکنش سوختن اتانول را به دست آورده و نسبت خواسته شده را محاسبه می‌کنیم:

$$? \text{ g } H_2O = 12/8 \text{ g } CH_3OH \times \frac{1 \text{ mol } CH_3OH}{32 \text{ g } CH_3OH} \times \frac{2 \text{ mol } H_2O}{1 \text{ mol } CH_3OH} \times \frac{18 \text{ g } H_2O}{1 \text{ mol } H_2O} = 14/4 \text{ g } H_2O$$

$$? \text{ g } CO_2 = 9/2 \text{ g } C_2H_5OH \times \frac{1 \text{ mol } C_2H_5OH}{46 \text{ g } C_2H_5OH} \times \frac{2 \text{ mol } CO_2}{1 \text{ mol } C_2H_5OH} \times \frac{44 \text{ g } CO_2}{1 \text{ mol } CO_2} = 17/6 \text{ g } CO_2$$

$$\frac{\text{جرم آب تولید شده در واکنش سوختن متانول}}{\text{جرم کربن دی‌اکسید تولید شده در واکنش سوختن اتانول}} = \frac{14/4}{17/6} = 0.82$$

پس نسبت خواسته شده برابر است با:

۲۶ مقدار اولیه N_2O_4 را M مول در نظر می‌گیریم و داریم:

$$N_2O_4(g) \rightarrow 2NO_2(g)$$

مول اولیه	M	0
تغییر مول	$-x$	$+2x$
مول ثانویه	$M-x$	$2x$

$$\frac{2x}{2x+(M-x)} \times 100 = 81/25 \Rightarrow \frac{2x}{M+x} = \frac{81/25}{100} \Rightarrow 200x = 81/25M + 81/25x$$

$$\Rightarrow 118/25x = 81/25M \Rightarrow M = \frac{19}{13}x \text{ (I)}$$

فرض دوم:

$$2x - (M-x) = 20 \Rightarrow 3x - M = 20 \xrightarrow{\text{(I)}} 3x - \frac{19}{13}x = 20 \Rightarrow \frac{39}{13}x - \frac{19}{13}x = 20 \Rightarrow x = 13 \text{ mol}, M = 19 \text{ mol}$$

$$? \text{ g } N_2O_4 = 19 \text{ mol } N_2O_4 \times \frac{92 \text{ g } N_2O_4}{1 \text{ mol } N_2O_4} = 1748 \text{ g } N_2O_4$$

پس مقدار اولیه N_2O_4 برابر است با:

با توجه به جدول تغییر مول گونه‌ها، پس از ۶ دقیقه ۱۳ مول N_2O_4 مصرف شده است و با توجه به $\frac{1}{3}$ شدن سرعت واکنش در هر ۲ دقیقه نسبت به ۲ دقیقه قبلی،

اگر در ۲ دقیقه اول y مول N_2O_4 مصرف شود، در ۲ دقیقه دوم $\frac{y}{3}$ مول و در ۲ دقیقه سوم $\frac{y}{9}$ مول N_2O_4 مصرف می‌شود و داریم:

$$13 = y + \frac{y}{3} + \frac{y}{9} \Rightarrow y = 9 \text{ mol}$$

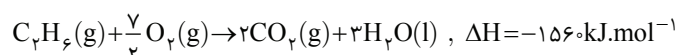
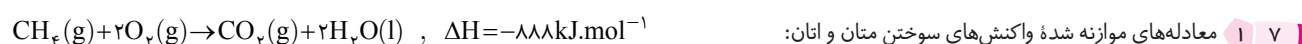
با استفاده مجدد از جدول تغییرات مقدار مول برای پایان دقیقه دوم داریم:

$$N_2O_4(g) \rightarrow 2NO_2(g)$$

مول اولیه	19	0
تغییر مول	$-y$	$+2y$
مول ثانویه	$19-y$	$2y$

$$19 - y + 2y = 19 + y = 28 \text{ mol}$$

مجموع مول‌های داخل ظرف واکنش در پایان دقیقه دوم



در واکنش سوختن متان تغییر مول مشاهده نمی‌شود، اما در واکنش سوختن اتان به ازای هر مول اتان، مجموع مول‌های واکنش به اندازه ۵/۰ مول افزایش می‌یابد. با

$$\text{توجه به افزایش ۳ مول مواد درون ظرف داریم: } 180 \text{ g C}_2\text{H}_6 = 3 \text{ mol C}_2\text{H}_6 \times \frac{1 \text{ mol C}_2\text{H}_6}{30 \text{ g C}_2\text{H}_6} \times \frac{30 \text{ g C}_2\text{H}_6}{1 \text{ mol C}_2\text{H}_6} = 180 \text{ g C}_2\text{H}_6$$

پس جرم متان در مخلوط اولیه برابر ۲۴g (۱۸۰-۲۴) است. گرمای سوختن هر کدام از گازهای متان و اتان را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{اتان: } 180 \text{ g C}_2\text{H}_6 \times \frac{1 \text{ mol C}_2\text{H}_6}{30 \text{ g C}_2\text{H}_6} \times \frac{-1560 \text{ kJ}}{1 \text{ mol C}_2\text{H}_6} = -9360 \text{ kJ} \quad \text{متان: } 24 \text{ g CH}_4 \times \frac{1 \text{ mol CH}_4}{16 \text{ g CH}_4} \times \frac{-888 \text{ kJ}}{1 \text{ mol CH}_4} = -1332 \text{ kJ}$$

$$\bar{R}(\text{گرم}) = \frac{(1332 + 9360) \text{ kJ}}{(2 \times 60) \text{ s}} = 89/1 \text{ kJ.s}^{-1}$$

پس آهنگ تولید گرما در این فرایند برابر است با:

$$32/48 \text{ g} = x + 0/4x + 0/16x + 0/64x = 1/624x \Rightarrow x = 20 \text{ g}$$

۸ ۳ اگر در ۲۰ ثانیه اول x گرم گاز هیدروژن تولید شود، داریم:

$$\Delta n(\text{H}_2) = 0/64 \times 20 \text{ g} \times \frac{1 \text{ mol H}_2}{2 \text{ g H}_2} = 0/64 \text{ mol H}_2$$

تغییرات مول این گاز در ۲۰ ثانیه چهارم برابر است با:

سرعت واکنش در ۲۰ ثانیه چهارم را به کمک سرعت متوسط تولید هیدروژن محاسبه می‌کنیم:

$$\bar{R}(\text{واکنش}) = \frac{1}{2} \bar{R}(\text{H}_2) = \frac{1}{2} \times \frac{\Delta n(\text{H}_2)}{\Delta t} = \frac{1}{2} \times \frac{0/64 \text{ mol}}{20 \text{ s}} = 1/6 \times 10^{-2} \text{ mol.s}^{-1}$$

۹ ۴ با توجه به تغییرات مول X و Y در بازه زمانی یکسان، می‌توان فهمید که ماده X و B و ماده Y و C است:

$$\begin{cases} \Delta n(X) = 1/4 - 8 = -6/6 \text{ mol (واکنش دهنده)} \\ \Delta n(Y) = 4/4 - 0 = 4/4 \text{ mol (فراورده)} \end{cases} \Rightarrow \frac{|\Delta n(X)|}{|\Delta n(Y)|} = \frac{6/6}{4/4} = \frac{3}{2}$$

برای تعیین مقدار مول B و C در ثانیه چهارم، از جدول تغییر مقدار مول مواد استفاده می‌کنیم:

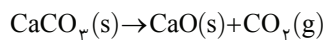
$A(s) + 3B(g) \rightarrow 2C(g) + D(g)$					$a + 2a = (8 - 3a) + 2/8 \Rightarrow a = 1/8$					طبق اطلاعات مسئله داریم:				
مول اولیه		۸	۰	۰	$w = 2a = 3/6, y = 8 - 3a = 8 - 3 \times 1/8 = 2/6$					بنابراین:				
تغییر مول		-۳a	+۲a	+a						در بازه زمانی ۲۰ تا ۴۰ ثانیه داریم:				
مول ثانویه		۸-۳a	۲a	a	$\bar{R}(\text{واکنش}) = \frac{1}{3} \bar{R}(B) = \frac{1}{3} \times \frac{-\Delta n(B)}{\Delta t} = \frac{1}{3} \times \frac{-(2/6 - x) \text{ mol}}{(20/60) \text{ min}} = 2/1 \text{ mol.min}^{-1} \Rightarrow x = 4/7 \text{ mol}$									

در همین بازه زمانی با توجه به ضرایب استوکیومتری گونه‌ها در معادله موازنه شده واکنش داریم:

$$\frac{\bar{R}(B)}{3} = \frac{\bar{R}(C)}{2} \Rightarrow -\frac{\Delta n(B)}{3 \Delta t} = \frac{\Delta n(C)}{2 \Delta t} \Rightarrow -2 \Delta n(B) = 3 \Delta n(C) \Rightarrow -2(2/6 - 4/7) = 3(3/6 - z) \Rightarrow z = 2/2 \text{ mol}$$

$$\frac{x+z}{w-y} = \frac{4/7 + 2/2}{3/6 - 2/6} = 6/9$$

حاصل عبارت خواسته شده برابر است با:



۱۰ ۳ مول اولیه کلسیم کربنات را a در نظر می‌گیریم و از جدول تغییرات مول استفاده می‌کنیم:

ابتدا جرم گاز تولید شده در ۳۰ ثانیه اول از شروع واکنش را محاسبه می‌کنیم:

مول اولیه	a	۰	۰
تغییر مول	-x	+x	+x
مول ثانویه	a-x	x	x

$$\bar{R}(\text{CO}_2) = \frac{\Delta m(\text{CO}_2)}{\Delta t} \Rightarrow 22 \times 10^{-2} \text{ g.s}^{-1} = \frac{\Delta m(\text{CO}_2)}{30 \text{ s}} \Rightarrow \Delta m = 6/6 \text{ g CO}_2$$

سپس x (مقدار مول گاز تولید شده) را محاسبه می‌کنیم:

$$x = 6/6 \text{ g CO}_2 \times \frac{1 \text{ mol CO}_2}{44 \text{ g CO}_2} = 0/15 \text{ mol CO}_2$$

طبق اطلاعات مسئله خواهیم داشت:

$$\frac{\text{جرم CaO تولید شده}}{\text{جرم CaCO}_3 \text{ باقی مانده}} \times 100 = 60 \Rightarrow \frac{56x}{100(a-x)} \times 100 = 60 \Rightarrow 56x = 60a - 60x \Rightarrow 116x = 60a \Rightarrow a = \frac{29}{15} x$$

$$a = \frac{29}{15} x \xrightarrow{x=0/15} a = \frac{29}{15} \times 0/15 = 0/29$$

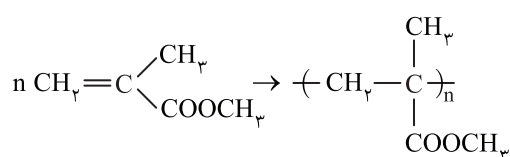
اکنون می‌توانیم جرم کلسیم کربنات اولیه را به‌دست آوریم:

$$? \text{ g CaCO}_3 = 0/29 \text{ mol CaCO}_3 \times \frac{100 \text{ g CaCO}_3}{1 \text{ mol CaCO}_3} = 29 \text{ g CaCO}_3$$

آزمون های جامع فصل ششم

پاسخ تشریحی

فصل ششم: آزمون جامع ۱



۱ ۲ پلیمر تولید شده از نوع افزایشی است، پس مجموع جرم مونومرهای سازنده با جرم پلیمر یکسان است.

فرمول مولکولی متیل متاکریلات $\text{C}_5\text{H}_8\text{O}_2$ است و جرم مولی آن برابر 100 گرم بر مول می باشد.

برای حل تست، ابتدا تعداد واحدهای تکرار شونده (n) را در هر مولکول پلیمر به دست می آوریم:

$$\frac{\text{پلیمر}}{\text{مونومر}} = \frac{1 \text{ molecule}}{n \text{ molecule}} = \frac{150 \times 10^{-18} \text{ molecule}}{230 \times 10^{-23} \text{ molecule}} \times \frac{6.02 \times 10^{23} \text{ molecule}}{1 \text{ mol}} = 390$$

پس جرم مولی این پلیمر برابر است با: $390 \times 100 = 39000 \text{ g.mol}^{-1} = 39 \text{ kg.mol}^{-1}$

۲ ۳ معادله موازنه شده واکنش تولید پلی اتن با 150 واحد تکرار شونده: ($n=150$) $150 \text{ C}_2\text{H}_4 \rightarrow \left(\text{C}_2\text{H}_4 \right)_{150}$

قسمت اول: روش اول (کسر تبدیل):

$$\left(\text{C}_2\text{H}_4 \right)_{150} = \frac{150 \text{ mol C}_2\text{H}_4}{150 \text{ mol C}_2\text{H}_4} \times \frac{1 \text{ mol C}_2\text{H}_4}{28 \text{ g C}_2\text{H}_4} \times \frac{1 \text{ mol C}_2\text{H}_4}{1 \text{ mol C}_2\text{H}_4} \times \frac{1 \text{ mol C}_2\text{H}_4}{150 \text{ mol C}_2\text{H}_4} \times \frac{75}{100} = 0.85 \text{ mol}$$

بازده درصدی

$$\frac{\text{مول پلیمر}}{\text{جرم مولی ضرب}} \times \frac{\text{چگالی}}{100} = \frac{4000 \times 1.19 \times \frac{75}{100}}{150 \times 28} = x \text{ mol پلیمر} \Rightarrow x = 0.85 \text{ mol}$$

روش دوم (تناسب):

قسمت دوم: معادله موازنه شده واکنش سوختن پلی اتن:

$$\left(\text{C}_2\text{H}_4 \right)_{150} + 450 \text{ O}_2 \rightarrow 300 \text{ CO}_2 + 300 \text{ H}_2\text{O}$$

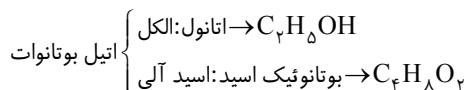
$$\frac{300 \text{ mol CO}_2}{1 \text{ mol C}_2\text{H}_4} \times \frac{22.4 \text{ L CO}_2}{1 \text{ mol CO}_2} = 672 \text{ L CO}_2$$

روش اول (کسر تبدیل):

$$\frac{\text{مول پلیمر}}{\text{جرم مولی ضرب}} = \frac{\text{لیتر CO}_2 (\text{STP})}{22.4 \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{x \text{ L CO}_2}{300 \times 22.4} = \frac{672}{150} \Rightarrow x = 672 \text{ L CO}_2$$

روش دوم (تناسب):

۳ ۴ الکل سازنده اتیل بوتانوات که استر ایجاد کننده طعم و بوی خوش آناناس است، اتانول می باشد.



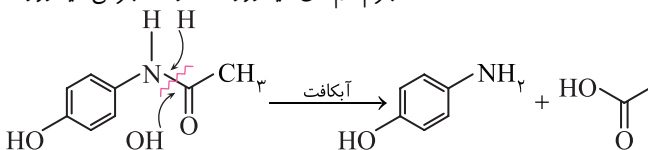
معادله موازنه شده واکنش استری شدن به صورت مقابل است:

برای حل تست، ابتدا به کمک جرم اتانول مصرفی و جرم استر تولید شده، n را به دست می آوریم: $12(n+2) + (2n+4) + 32 = (14n+60) \text{ g.mol}^{-1}$

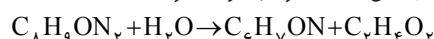
$$\frac{2/3 \text{ g C}_4\text{H}_9\text{OH}}{46 \text{ g C}_4\text{H}_9\text{OH}} \times \frac{1 \text{ mol C}_4\text{H}_9\text{OH}}{1 \text{ mol C}_4\text{H}_9\text{OH}} \times \frac{1 \text{ mol استر}}{1 \text{ mol استر}} \times \frac{14n+60 \text{ g استر}}{1 \text{ mol استر}} = 5/1 \text{ g استر} \Rightarrow n=3$$

پس فرمول مولکولی اسید به صورت $\text{C}_3\text{H}_7\text{O}_2$ است، نسبت درصد جرمی اکسیژن به هیدروژن در $\text{C}_3\text{H}_7\text{O}_2$ برابر است با:

$$\frac{\text{جرم اتم های اکسیژن}}{\text{جرم اتم های هیدروژن}} = \frac{2 \times 16}{6 \times 1} = 5/3$$



۴ ۱ قسمت اول: واکنش آبکافت ترکیب مورد نظر:



جرم مولی اسید و آمین حاصل به ترتیب برابر 60 و 109 گرم بر مول است، پس

اختلاف جرم مولی این دو ترکیب برابر 49 g.mol^{-1} می باشد.

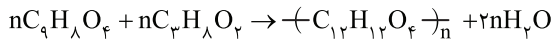
قسمت دوم: درصد جرمی کربن در استامینوفن برابر است با:

$$\text{درصد جرمی کربن} = \frac{8 \times 12}{8 \times 12 + 9 \times 1 + 1 \times 16 + 2 \times 14} \times 100 = 64/4$$

$$\text{درصد جرمی کربن} = \frac{(8 \times 12) \times n}{(8 \times 12 + 8 \times 1) \times n} \times 100 = 92/3$$

درصد جرمی کربن در پلی استیرن $(\text{C}_8\text{H}_8)_n$ برابر است با:

پس اختلاف درصد جرمی کربن در این دو ترکیب برابر $27/9$ یا $3/4$ (یا $92/3 - 64/4$) است.



۴۵ معادله موازنه شده واکنش تولید پلی استر:

روش اول (کسر تبدیل):

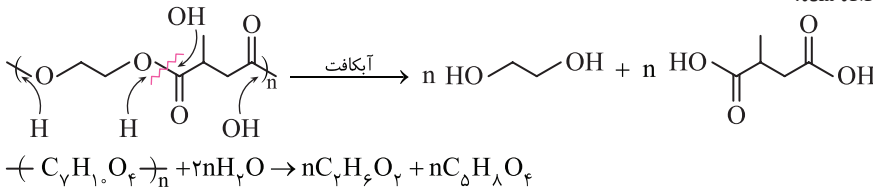
$$\text{پلی استر } 220\text{g} = \frac{220\text{g}}{100} \times \frac{1\text{mol پلی استر}}{1\text{mol دی اسید}} \times \frac{1\text{mol دی اسید}}{180\text{g دی اسید}} \times \frac{1\text{mol دی اسید خالص}}{100\text{g دی اسید خالص}} \times \frac{100\text{g پلی استر}}{220\text{g پلی استر}} = 300\text{g پلی استر}?$$

بازده درصدی

$$\frac{\text{پلی استر } 220\text{g}}{100} = \frac{300\text{g پلی استر}}{100} \times \frac{100}{220} \Rightarrow x = 220\text{g پلی استر}$$

روش دوم (تناسب):

۱۶ معادله موازنه شده واکنش آبکافت پلی استر داده شده:



$$\text{پلیمر ناخالص } 150\text{g} = \frac{150\text{g}}{100} \times \frac{1\text{mol پلیمر}}{1\text{mol الکل}} \times \frac{1\text{mol الکل}}{62\text{g الکل}} \times \frac{1\text{mol الکل}}{180\text{g الکل}} \times \frac{100\text{g پلیمر}}{150\text{g پلیمر}} = 38/75\text{mL الکل} = 38\text{mL پلیمر ناخالص}?$$

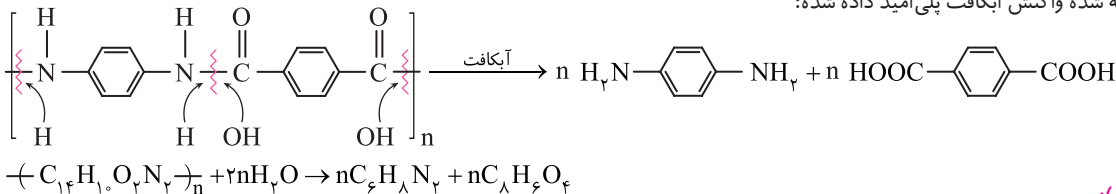
بازده درصدی

روش اول (کسر تبدیل):

$$\frac{\text{پلی استر } 150\text{g}}{100} = \frac{38/75\text{mL الکل}}{100} \times \frac{100}{38/75} \Rightarrow x = 150\text{g}$$

روش دوم (تناسب):

۲۷ معادله موازنه شده واکنش آبکافت پلی آمید داده شده:



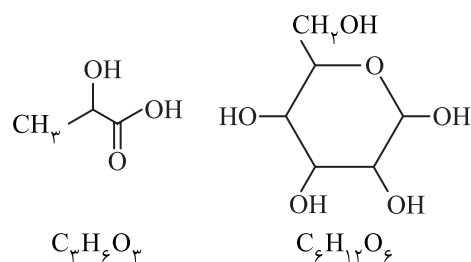
روش اول (کسر تبدیل):

$$\text{دی آمین ناخالص } 100\text{g} = \frac{100\text{g}}{100} \times \frac{1\text{mol دی آمین}}{1\text{mol دی اسید}} \times \frac{1\text{mol دی اسید}}{166\text{g دی اسید}} \times \frac{100\text{g دی آمین}}{100\text{g دی آمین}} = 124/5\text{g دی آمین ناخالص}?$$

$$\frac{\text{دی آمین ناخالص } 100\text{g}}{100} = \frac{124/5\text{g دی آمین ناخالص}}{100} \times \frac{100}{124/5} \Rightarrow x = 100\text{g}$$

روش دوم (تناسب):

۳۸ عبارتهای (الف)، (ب) و (ت) درست هستند. ساختار و فرمول شیمیایی مونومر سازنده پلی لاکتیک اسید و نشاسته به صورت زیر است:



بررسی عبارت ها: عبارت (ب): فرمول نشاسته $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$ و فرمول پلی لاکتیک اسید

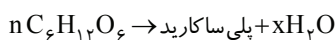
$(\text{C}_3\text{H}_4\text{O}_2)_n$ است.

$$\text{درصد جرمی اکسیژن در نشاسته} = \frac{5 \times 16}{(6 \times 12) + (10 \times 1) + (5 \times 16)} \times 100 \approx 49.4\%$$

$$\text{درصد جرمی اکسیژن در پلی لاکتیک اسید} = \frac{2 \times 16}{(3 \times 12) + (4 \times 1) + (2 \times 16)} \times 100 \approx 44.4\%$$

عبارت (پ): تعداد اتم های کربن و جرم مونومر پلی لاکتیک اسید نصف مونومر نشاسته است، پس درصد جرمی کربن در هر دو مونومر یکسان است.

عبارت (ت): در گلوکز ۱۲ جفت الکترون ناپیوندی (برای ۶ اتم اکسیژن) و در لاکتیک اسید ۶ جفت الکترون ناپیوندی (برای ۳ اتم اکسیژن) وجود دارد.



۴۹ معادله واکنش تولید پلی ساکارید:

$$\text{برای کامل کردن معادله، ابتدا باید ضرایب گلوکز و آب را محاسبه کنیم: } n = 200 \Rightarrow \text{گلوکز } 1080\text{g} = \frac{180\text{g}}{1\text{mol}} \times \frac{1\text{mol}}{1\text{mol}} \times \frac{100\text{g}}{180\text{g}} \times \frac{100\text{g}}{100\text{g}} = 3\text{mol پلی ساکارید}$$

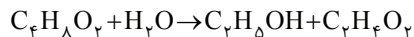
$$\text{پلی ساکارید } 3\text{mol} = \frac{x\text{mol H}_2\text{O}}{1\text{mol پلی ساکارید}} \times \frac{18\text{g H}_2\text{O}}{1\text{mol H}_2\text{O}} = 81\text{g H}_2\text{O} \Rightarrow x = 150$$

$$\text{جرم مولی پلی ساکارید} = (n \times \text{جرم مولی مونومرهای مصرفی}) - (\text{جرم مولی آب}) = (200 \times 180) - (150 \times 18) = 33300\text{g} \cdot \text{mol}^{-1} = 33/3\text{kg} \cdot \text{mol}^{-1}$$

۲۱۰ در اثر آبکافت هر دو استر اتانول تولید می‌شود. مقدار مول اتانول تولید شده را محاسبه می‌کنیم:

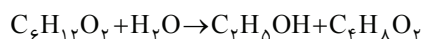
$$? \text{ mol } C_7H_5OH = 27/6g \text{ } C_7H_5OH \times \frac{1 \text{ mol } C_7H_5OH}{46g \text{ } C_7H_5OH} = 0/6 \text{ mol } C_7H_5OH$$

جرم اتیل اتانوات را x گرم و جرم اتیل بوتانوات را $(64-x)$ گرم در نظر می‌گیریم:



معادله موازنه شده واکنش آبکافت اتیل اتانوات به صورت مقابل است:

$$? \text{ mol } C_7H_5OH = x g \text{ } C_6H_8O_7 \times \frac{1 \text{ mol } C_6H_8O_7}{188g \text{ } C_6H_8O_7} \times \frac{1 \text{ mol } C_7H_5OH}{1 \text{ mol } C_6H_8O_7} = \frac{x}{188} \text{ mol } C_7H_5OH$$



معادله موازنه شده واکنش آبکافت اتیل بوتانوات به صورت روبه‌رو است:

$$? \text{ mol } C_7H_5OH = (64-x) g \text{ } C_6H_{12}O_7 \times \frac{1 \text{ mol } C_6H_{12}O_7}{116g \text{ } C_6H_{12}O_7} \times \frac{1 \text{ mol } C_7H_5OH}{1 \text{ mol } C_6H_{12}O_7} = \frac{64-x}{116} \text{ mol } C_7H_5OH$$

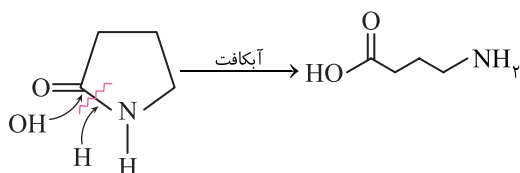
$$\frac{x}{188} + \frac{64-x}{116} = 0/6 \Rightarrow x = 17/6g$$

طبق اطلاعات مسئله داریم:

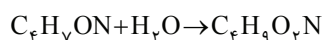
$$64 - 17/6 = 46/6g$$

پس جرم اولیه اتیل بوتانوات برابر است با:

فصل ششم: آزمون جامع ۲



۲۱ ابتدا معادله واکنش آبکافت آمید داده شده را می‌نویسیم:



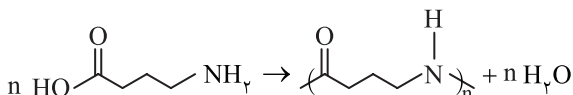
سپس جرم فراورده حاصل از این واکنش را به‌دست می‌آوریم:

$$? \text{ فراورده } = 103g \text{ فراورده} \times \frac{1 \text{ mol آمید}}{1 \text{ mol آمید}} \times \frac{1 \text{ mol آمید}}{85g \text{ آمید}} \times \frac{164g \text{ آمید خالص}}{100g \text{ آمید ناخالص}} = 164/8g \text{ فراورده}$$

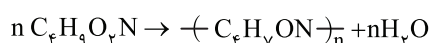
روش اول (کسر تبدیل):

$$\frac{P}{100} \times \text{جرم آمید ناخالص} = \frac{200 \times 68}{100} \Rightarrow x = 164/8g \text{ فراورده}$$

روش دوم (تناسب):



معادله واکنش پلیمری شدن فراورده تولیدی:



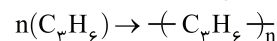
$$? \text{ پلی آمید } = 102g \text{ پلی آمید} \times \frac{1 \text{ mol پلی آمید}}{1 \text{ mol پلی آمید}} \times \frac{103g \text{ پلی آمید}}{85n \text{ مونومر}} \times \frac{164g \text{ مونومر}}{100g \text{ پلی آمید}} = 102g \text{ پلی آمید}$$

روش اول (کسر تبدیل):

$$\frac{R}{100} \times \text{جرم مونومر} = \frac{164/8 \times 103}{100} \Rightarrow y = 102g \text{ پلی آمید}$$

روش دوم (تناسب):

۳۲ پلیمر مورد استفاده در ساخت سرنگ‌های پلاستیکی، پلی‌پروپین است. این پلیمر از مونومرهای پروپین در شرایط مناسب ساخته می‌شود.



معادله موازنه شده واکنش تولید پلی‌پروپین به صورت مقابل است:

ابتدا حجم گاز پروپین لازم را در شرایط STP محاسبه می‌کنیم: روش اول (کسر تبدیل):

$$? \text{ L } C_3H_6 \text{ (در شرایط STP)} = 700g \text{ -(C}_3\text{H}_6\text{)}_n \times \frac{1 \text{ mol -(C}_3\text{H}_6\text{)}_n}{42n g \text{ -(C}_3\text{H}_6\text{)}_n} \times \frac{n \text{ mol } C_3H_6}{1 \text{ mol -(C}_3\text{H}_6\text{)}_n} \times \frac{22/4 \text{ L } C_3H_6}{1 \text{ mol } C_3H_6} \times \frac{100}{1400} = 1400/3 \text{ L } C_3H_6$$

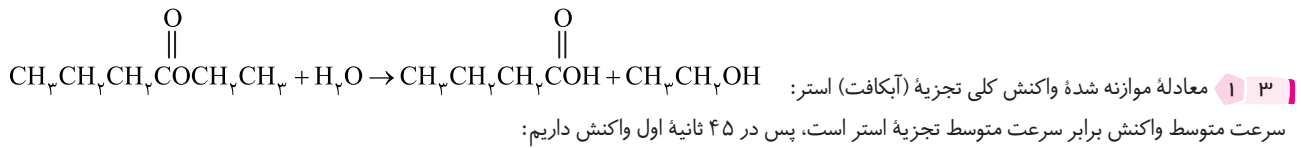
بازده واکنش

$$\frac{C_3H_6 \text{ لیتتر پروپین}}{100} \times \frac{R}{100} = \frac{\text{جرم پلی پروپین}}{\text{جرم مولی ضرب}} \Rightarrow \frac{x \times 42}{n \times 22/4} = \frac{700}{1400/3} \Rightarrow x = 1400/3 \text{ L } C_3H_6$$

روش دوم (تناسب):

$$\frac{P_1 V_1}{n_1 T_1} = \frac{P_2 V_2}{n_2 T_2} \Rightarrow \frac{1 \times 1400}{273} = \frac{2 \times V_2}{(312+273)} \Rightarrow V_2 = 500 \text{ L}$$

اکنون به کمک قانون گازها، حجم گاز پروپین مورد نیاز در شرایط واکنش را به‌دست می‌آوریم:



$$\bar{R}(\text{استر}) = -\frac{\Delta[\text{استر}]}{\Delta t} = -\frac{(\frac{0}{21}-\frac{0}{6})\text{mol.L}^{-1}}{(\frac{45}{6})\text{min}} = \frac{0}{52}\text{mol.L}^{-1}.\text{min}^{-1}$$

سرعت متوسط تولید اسید برابر سرعت متوسط تجزیه استر است، پس در ۳۰ ثانیه اول داریم:

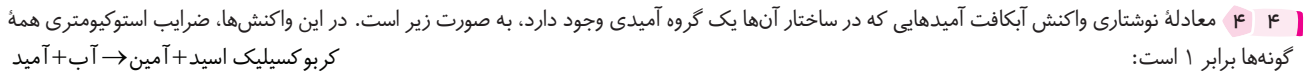
$$\bar{R}(\text{اسید}) = \bar{R}(\text{استر}) = -\frac{\Delta[\text{استر}]}{\Delta t} = -\frac{(\frac{0}{32}-\frac{0}{6})\text{mol.L}^{-1}}{30\text{s}} = \frac{0}{28}\text{mol.L}^{-1}.\text{s}^{-1}$$

سرعت متوسط تولید الکل برابر سرعت متوسط تجزیه استر است، پس در ۳۰ ثانیه سوم داریم:

$$\bar{R}(\text{الکل}) = \bar{R}(\text{استر}) = -\frac{\Delta[\text{استر}]}{\Delta t} = -\frac{(\frac{0}{-}-\frac{0}{12})\text{mol.L}^{-1}}{30\text{s}} = \frac{0}{12}\text{mol.L}^{-1}.\text{s}^{-1}$$

$$\frac{\bar{R}(\text{اسید})}{\bar{R}(\text{الکل})} = \frac{\frac{0}{28}}{\frac{0}{12}} = \frac{0/28}{0/12} = \frac{7}{3} \approx 2/33$$

پس نسبت این دو سرعت برابر است با:



با توجه به این که ضریب استوکیومتری آب برابر ۱ است، پس سرعت متوسط مصرف آب با سرعت متوسط واکنش برابر است، پس خواهیم داشت:

$$R(\text{واکنش}) = \bar{R}(\text{H}_2\text{O}) = \frac{0}{42}\text{mol.min}^{-1} \quad ? \text{ g H}_2\text{O} = 50\text{s} \times \frac{1\text{min}}{60\text{s}} \times \frac{0/42\text{mol H}_2\text{O}}{1\text{min}} \times \frac{18\text{g H}_2\text{O}}{1\text{mol H}_2\text{O}} = 6/3\text{g H}_2\text{O}$$



جرم مولی واحد تکرار شونده پلی استر را محاسبه می کنیم و سپس جرم مولی کربوکسیلیک اسید را به دست می آوریم:

$$18/6\text{g دی الکل} \times \frac{1\text{mol دی الکل}}{62\text{g دی الکل}} \times \frac{1\text{mol پلی استر}}{n\text{mol دی الکل}} \times \frac{\text{پلی استر Mn g}}{1\text{mol پلی استر}} = 39\text{g پلی استر} \Rightarrow M = 130\text{g.mol}^{-1}$$

روش اول (کسر تبدیل):

$$\frac{\text{گرم دی الکل}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{گرم پلی استر}}{n \times 62} \Rightarrow \frac{18/6}{n \times 62} = \frac{39}{1 \times \text{Mn}} \Rightarrow M = 130\text{g.mol}^{-1}$$

روش دوم (تناسب):

طبق قانون پایستگی جرم داریم:

$$n \times 104\text{g.mol}^{-1} = \text{جرم مولی دی الکل} \times n - (\text{جرم مولی آب}) \times 2n + \text{جرم مولی پلی استر} = \text{جرم مولی دی اسید} \times n$$

جرم دی اسید مصرف شده را محاسبه می کنیم:

$$? \text{ g دی اسید} = 18/6\text{g دی الکل} \times \frac{1\text{mol دی الکل}}{62\text{g دی الکل}} \times \frac{n\text{mol دی اسید}}{n\text{mol دی الکل}} \times \frac{104\text{g دی اسید}}{1\text{mol دی اسید}} = 31/2\text{g دی اسید}$$

روش اول (کسر تبدیل):

$$\frac{\text{گرم دی الکل}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{گرم دی اسید}}{n \times 62} \Rightarrow \frac{18/6}{n \times 62} = \frac{x}{n \times 104} \Rightarrow x = 31/2\text{g دی اسید}$$

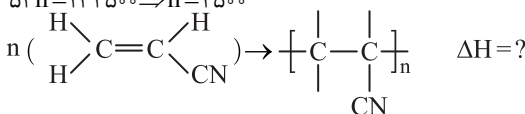
روش دوم (تناسب):

$$\bar{R}(\text{دی اسید}) = \frac{31/2\text{g}}{20\text{s}} = 1/56\text{g.s}^{-1}$$

سرعت متوسط مصرف این دی اسید در ۲۰ ثانیه بر حسب گرم برابر است با:

$$53n = 132500 \Rightarrow n = 2500$$

۶ ۳ ابتدا تعداد واحدهای تکرار شونده این پلیمر را به دست می آوریم:



سپس آنتالپی واکنش تولید پلی سیانو اتن از سیانو اتن را محاسبه می کنیم:

در اثر تولید پلی سیانو اتن، n پیوند دوگانه (C=C) شکسته شده و 2n پیوند یگانه

(C—C) تشکیل می شود، پس:

$$\Delta H_{\text{واکنش}} = n \times 14 - 2n(348) = -82n\text{ kJ}$$

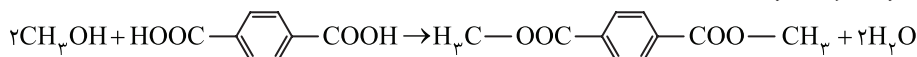
$$? \text{ kJ} = 265\text{g پلیمر} \times \frac{1\text{mol پلیمر}}{132500\text{g پلیمر}} \times \frac{82 \times 2500\text{ kJ}}{1\text{mol پلیمر}} = 410\text{ kJ}$$

گرمای مبادله شده در اثر تولید مقدار داده شده از پلیمر را محاسبه می کنیم: روش اول (کسر تبدیل):

$$\frac{\text{گرم پلیمر}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{|Q|}{|\Delta H|} \Rightarrow \frac{265}{1 \times 132500} = \frac{|Q|}{82 \times 2500} \Rightarrow |Q| = 410\text{ kJ}$$

روش دوم (تناسب):

۱۷ | معادله موازنه شده واکنش تولید دی استر به صورت زیر است:



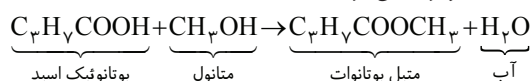
روش اول (کسر تبدیل): دی استر ۲۹۱ g = $\frac{\text{دی استر } 194 \text{ g}}{1 \text{ mol دی استر}} \times \frac{1 \text{ mol دی استر}}{1 \text{ mol دی اسید}} \times \frac{1 \text{ mol دی اسید}}{166 \text{ g دی اسید}} \times \frac{83 \text{ g دی اسید خالص}}{100 \text{ g دی اسید ناخالص}} \times \text{دی اسید ناخالص } 300 \text{ g} = \text{دی استر } 291 \text{ g}?$

$\text{H}_2\text{O} = 300 \text{ g} = \frac{18 \text{ g H}_2\text{O}}{1 \text{ mol H}_2\text{O}} \times \frac{2 \text{ mol H}_2\text{O}}{1 \text{ mol دی اسید}} \times \frac{1 \text{ mol دی اسید}}{166 \text{ g دی اسید}} \times \frac{83 \text{ g دی اسید خالص}}{100 \text{ g دی اسید ناخالص}} \times \text{دی اسید ناخالص } 300 \text{ g} = 54 \text{ g H}_2\text{O}?$

روش دوم (تناسب):

$$\frac{\text{P}}{100} \times \text{گرم دی اسید ناخالص} = \frac{\text{گرم دی استر}}{\text{گرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{گرم آب}}{\text{گرم مولی} \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{300 \times 83}{100} = \frac{x \text{ g دی استر}}{1 \times 194} = \frac{y \text{ g H}_2\text{O}}{2 \times 18} \Rightarrow x = 291 \text{ g دی استر}, y = 54 \text{ g H}_2\text{O}$$

۴۸ | استر موجود در سیب، متیل بوتانات است که از واکنش متانول و بوتانوئیک اسید، طبق معادله زیر تولید می شود:



روش اول (کسر تبدیل):

نمونه ناخالص ۶۲۵ mL = $\frac{1 \text{ mL نمونه ناخالص}}{100 \text{ g نمونه ناخالص}} \times \frac{100 \text{ g نمونه ناخالص}}{22 \text{ g اسید خالص}} \times \frac{1 \text{ mol اسید}}{88 \text{ g اسید}} \times \frac{1 \text{ mol استر}}{102 \text{ g استر}} \times 153 \text{ g نمونه} = 625 \text{ mL نمونه}?$

$$M = \frac{10 \times a \times d}{88} = \frac{10 \times 22 \times 0.96}{88} = 2.4 \text{ M}$$

جرم مولی ۸۸

روش دوم (تناسب): ابتدا غلظت مولی نمونه اسید را محاسبه می کنیم:

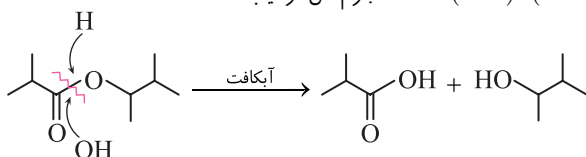
سپس حجم محلول اسیدی لازم را محاسبه می کنیم:

$$\frac{\text{غلظت محلول اسید} \times \text{حجم محلول}}{\text{ضریب}} = \frac{\text{جرم استر}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{x \times 10^{-3} \times 2.4}{1} = \frac{153}{1 \times 102} \Rightarrow x = 625 \text{ mL محلول اسید}$$

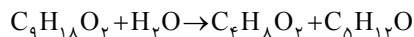
۲۹ | عبارتهای (الف) و (ب) درست هستند. بررسی عبارتهای (الف): درصد جرمی کربن در وینیل کلرید ($\text{C}_2\text{H}_3\text{Cl}$) و تترافلورو اتن (C_2F_4) برابر است با:

$$\text{درصد جرمی C در } \text{C}_2\text{H}_3\text{Cl} = \frac{\text{جرم اتم های کربن}}{\text{جرم کل ترکیب}} \times 100 = \frac{2 \times 12}{(2 \times 12) + (3 \times 1) + (1 \times 35.5)} \times 100 = 38.4\%$$

$$\text{درصد جرمی C در } \text{C}_2\text{F}_4 = \frac{\text{جرم اتم های کربن}}{\text{جرم کل ترکیب}} \times 100 = \frac{2 \times 12}{(2 \times 12) + (4 \times 19)} \times 100 = 24\%$$



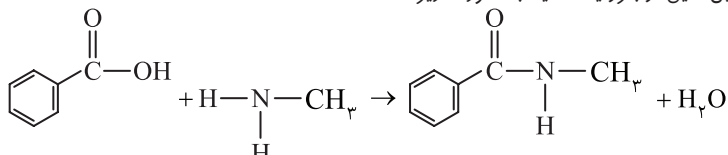
عبارت (ب): واکنش آبکافت استر داده شده به صورت زیر است:



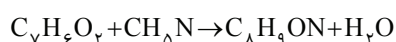
معادله موازنه شده واکنش:

جرم مولی $\text{C}_8\text{H}_{16}\text{O}_2$ و $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ یکسان و برابر ۸۸ گرم بر مول است.

عبارت (پ): فرمول ساختاری آمید حاصل از واکنش ساده ترین آمین (متیل آمین) و بنزوئیک اسید به صورت زیر است:

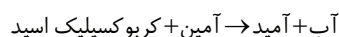


معادله موازنه شده واکنش:



درصد جرمی اکسیژن در آمید حاصل برابر است با: $\frac{1 \times 16}{(8 \times 12) + (9 \times 1) + (1 \times 16) + (1 \times 14)} \times 100 = 11.1\%$

عبارت (ت): مولکولهایی که در ساختار خود همزمان دارای گروه عاملی اسیدی و الکی هستند می توانند پلی استر ایجاد کنند. برای نمونه پلی لاکتیک اسید از یک نوع مونومر که لاکتیک اسید نام دارد، تولید می شود.



۲۱۰ | واکنش تولید آمید:

جرم مولی آمین را محاسبه می کنیم. فرمول اتانوئیک اسید به صورت $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$ است.

روش اول (کسر تبدیل):

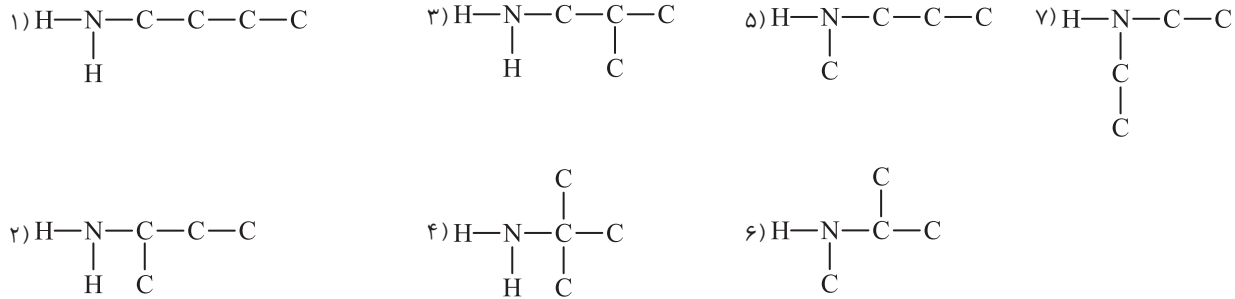
$$M = 73 \text{ g.mol}^{-1} \Rightarrow M = 43/8 \text{ g.mol}^{-1} \Rightarrow M = 73 \text{ g.mol}^{-1}$$

روش دوم (تناسب):

$$\frac{P}{100} = \frac{\text{گرم آمین}}{\text{گرم مولی} \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{60 \times \frac{60}{100}}{1 \times 60} = \frac{43/8}{1 \times M} \Rightarrow M = 73 \text{ g.mol}^{-1}$$

فرمول عمومی آمین‌های تک‌عاملی به صورت $C_nH_{2n+3}N$ است، پس:

باید ساختار آمین‌های دارای ۴ اتم کربن را رسم کنیم. دقت کنید که حتماً یکی از اتم‌های متصل به نیتروژن، باید اتم هیدروژن باشد، زیرا در واکنش آمیدی شدن شرکت کرده است. با توجه به ساختارهای رسم شده، ۷ نوع آمین متفاوت می‌توان رسم کرد.



فصل ششم: آزمون جامع ۳

۱۴ ابتدا مقدار مول اولیه گاز اتن را با توجه به این که حجم یک مول از گازها در شرایط STP (دمای 273K و فشار 1atm) برابر 22.4 لیتر است، محاسبه می‌کنیم:

$$\frac{P_1 V_1}{n_1 T_1} = \frac{P_2 V_2}{n_2 T_2} \Rightarrow \frac{1 \times 22.4}{n_1 \times 273} = \frac{1 \times 8.96}{n_2 \times (91 + 273)} \Rightarrow n_1 = 3 \text{ mol}$$

با توجه به این که با انجام واکنش، دمای گاز اتن در حجم و فشار ثابت در مقیاس درجه سلسیوس دو برابر شده و به 182°C رسیده، مقدار مول باقی مانده از گاز اتن را

$$\frac{P_1 V_1}{n_1 T_1} = \frac{P_2 V_2}{n_2 T_2} \xrightarrow{P \text{ و } V \text{ ثابت}} n_1 T_1 = n_2 T_2 \Rightarrow 3 \times (91 + 273) = n_2 \times (182 + 273) \Rightarrow n_2 = 2/4 \text{ mol}$$

محاسبه می‌کنیم:

پس مقدار $(3 - 2/4) = 10/6 \text{ mol}$ گاز اتن مطابق معادله موازنه شده واکنش مقابل به پلی‌اتن تبدیل شده است:

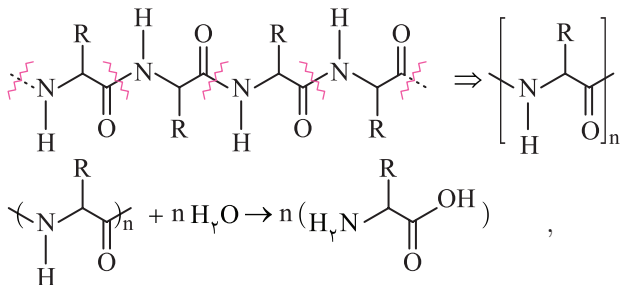
$$n \text{ C}_2\text{H}_4 \rightarrow \left(\text{C}_2\text{H}_4 \right)_n$$

روش اول (کسر تبدیل):

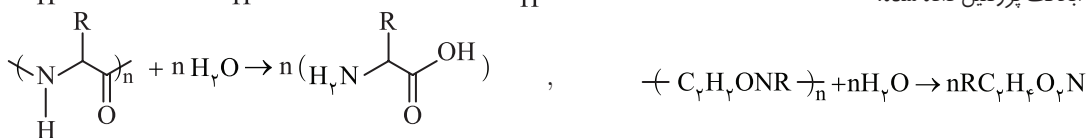
$$\frac{\text{پلی اتن}}{\text{پلی اتن}} = \frac{16/8 \text{ g}}{1 \text{ mol}} \times \frac{1 \text{ mol}}{28 \text{ g}} = \frac{16/8}{28} = \frac{1}{14}$$

روش دوم (تناسب):

۲۲ ابتدا فرمول واحد تکرار شونده پلیمر را تعیین می‌کنیم:



معادله موازنه شده واکنش آبکافت پروتئین داده شده:



روش اول (کسر تبدیل):

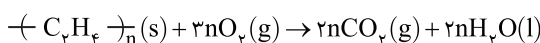
$$\frac{245 \text{ g}}{(\Delta 6 + R)n} \times \frac{1 \text{ mol}}{1 \text{ mol}} \times \frac{(\Delta 6 + R)n}{1 \text{ mol}} = \frac{275 \text{ g}}{1 \text{ mol}} \Rightarrow \frac{245(\Delta 6 + R)}{\Delta 6 + R} = 275 \Rightarrow \Delta 5(\Delta 6 + R) = 49(\Delta 6 + R)$$

$$\Rightarrow R = 91 \text{ g.mol}^{-1}$$

روش دوم (تناسب):

$$\frac{\text{گرم پروتئین}}{\text{گرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{گرم آمینو اسید}}{\text{گرم مولی} \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{245}{1 \times (\Delta 6 + R)n} = \frac{275}{n \times (\Delta 6 + R)} \Rightarrow R = 91 \text{ g.mol}^{-1}$$

۳۲ گرم پلی‌اتن را x گرم و جرم پلی‌استیرن را $(16 - x)$ گرم در نظر می‌گیریم.

حجم CO_2 حاصل از سوختن پلی‌اتن در شرایط STP:

$$? \text{ mol CO}_2 = x \text{ g پلیمر} \times \frac{1 \text{ mol پلیمر}}{28 \text{ g پلیمر}} \times \frac{2 \text{ mol CO}_2}{1 \text{ mol پلیمر}} \times \frac{22/4 \text{ L CO}_2}{1 \text{ mol CO}_2} = \frac{22/4 x}{14} \text{ L CO}_2$$

حجم CO_2 حاصل از سوختن پلی استیرن در شرایط STP: $(\text{C}_6\text{H}_5)_n(\text{s}) + 10n\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 10n\text{CO}_2(\text{g}) + 5n\text{H}_2\text{O}(\text{l})$

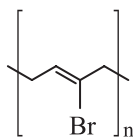
$$? \text{ mol CO}_2 = (16-x) \text{ g پلیمر} \times \frac{1 \text{ mol پلیمر}}{104 \text{ g پلیمر}} \times \frac{8 \text{ mol CO}_2}{1 \text{ mol پلیمر}} \times \frac{22/4 \text{ L CO}_2}{1 \text{ mol CO}_2} = \frac{22/4 (16-x)}{13} \text{ L CO}_2$$

$$\frac{22/4 x}{14} + \frac{22/4 (16-x)}{13} = 26/88 \Rightarrow \frac{x}{14} + \frac{16-x}{13} = 1/2 \Rightarrow x = 5/6 \text{ g}$$

طبق اطلاعات مسئله داریم:

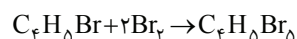
$$\text{جرم پلی اتن} = \frac{5/6}{16} \times 100 = 5.2\% \quad \text{درصد جرمی پلی اتن}$$

پس درصد جرمی پلی اتن در مخلوط اولیه برابر است با:



ساختار مونومرهای سازنده این پلیمر به صورت $\text{C}_6\text{H}_5\text{Br}$ است، پس فرمول این مونومر $\text{C}_6\text{H}_5\text{Br}$ است. درصد جرمی Br در این مونومر برابر است با:

$$\text{Br درصد جرمی} = \frac{1 \times 80}{(4 \times 12) + (5 \times 1) + (1 \times 80)} \times 100 = \frac{80}{133} \times 100 = 60.1\%$$



قسمت دوم: معادله موازنه شده واکنش:

$$? \text{ g Br}_2 = 53/2 \text{ g C}_6\text{H}_5\text{Br} \times \frac{1 \text{ mol C}_6\text{H}_5\text{Br}}{133 \text{ g C}_6\text{H}_5\text{Br}} \times \frac{2 \text{ mol Br}_2}{1 \text{ mol C}_6\text{H}_5\text{Br}} \times \frac{160 \text{ g Br}_2}{1 \text{ mol Br}_2} = 128 \text{ g Br}_2$$

روش اول (کسر تبدیل):

$$\frac{\text{C}_6\text{H}_5\text{Br گرم}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{Br}_2 گرم}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{53/2}{1 \times 133} = \frac{x \text{ g Br}_2}{2 \times 160} \Rightarrow x = 128 \text{ g Br}_2$$

روش دوم (تناسب):

$$n = \frac{\text{جرم مولی پلیمر}}{\text{جرم مولی واحد تکرارشونده}} = \frac{3/64 \times 10^5}{104} = 3500$$

فرمول مولکولی پلی استیرن به صورت $(\text{C}_6\text{H}_5)_n$ است. جرم مولی مونومر این پلیمر ۱۰۴ گرم بر مول است، پس n برابر است با:

حجم نمونه مکعبی برابر است با: $(0.125 \text{ cm})^3 = 0.00195 \text{ cm}^3$. تعداد اتم‌های این نمونه برابر است با: روش اول (کسر تبدیل):

$$? \text{ atom} = 0.00195 \text{ cm}^3 \times \frac{1 \text{ cm}^3}{3/64 \times 10^5 \text{ g پلیمر}} \times \frac{1 \text{ mol پلیمر}}{1 \text{ molecule پلیمر}} \times \frac{3500 \times 16 \text{ atom}}{1 \text{ molecule پلیمر}} = 1/204 \times 10^{23} \text{ atom}$$

$$\frac{\text{چگالی پلیمر} \times \text{حجم پلیمر}}{\text{جرم مولی}} = \frac{\text{تعداد ذره}}{16n \times N_A} \Rightarrow \frac{0.00195 \times 10^4}{3/64 \times 10^5} = \frac{x}{16 \times 3500 \times 6.02 \times 10^{23}} \Rightarrow x = 1/204 \times 10^{23} \text{ atom}$$

روش دوم (تناسب):

معادله نوشتاری واکنش تولید استر: (ضرایب استوکیومتری همه گونه‌های شرکت کننده در واکنش برابر ۱ است)، آب + استر $\rightarrow$ الکل + کربوکسیلیک اسید

جرم مولی کربوکسیلیک اسید (M_1) را محاسبه می‌کنیم:

$$24 \text{ g H}_2\text{O} \times \frac{1 \text{ mol H}_2\text{O}}{18 \text{ g H}_2\text{O}} \times \frac{1 \text{ mol اسید}}{1 \text{ mol H}_2\text{O}} \times \frac{M_1 \text{ g اسید}}{1 \text{ mol اسید}} \times \frac{100 \text{ g اسید خالص}}{68 \text{ g اسید خالص}} = 200 \text{ g اسید خالص} \Rightarrow M_1 = 102 \text{ g.mol}^{-1}$$

روش اول (کسر تبدیل):

$$\frac{P}{100} \times \text{جرم اسید خالص} = \frac{\text{جرم آب}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{200 \times 68}{100} = \frac{24}{1 \times M_1} \Rightarrow M_1 = 102 \text{ g.mol}^{-1}$$

روش دوم (تناسب):

$$\frac{\text{جرم مولی اسید}}{\text{جرم مولی الکل}} = 1/7 \Rightarrow \frac{102}{M_2} = 1/7 \Rightarrow M_2 = 60 \text{ g.mol}^{-1}$$

جرم مولی الکل (M_2) برابر است با:

پس جرم مولی استر طبق قانون پایستگی جرم برابر است با: $(102 + 60) - 18 = 144 \text{ g.mol}^{-1}$ (جرم مولی آب) - (جرم مولی الکل + جرم مولی اسید) = جرم مولی استر

$$12n + 2n + 32 = 144 \Rightarrow 14n = 112 \Rightarrow n = 8$$

فرمول عمومی استرها به صورت $\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}_2$ است، پس داریم:

$$\text{درصد جرمی کربن در استر} = \frac{8 \times 12}{144} \times 100 = 66.7\%$$

پس درصد جرمی کربن در استر مورد نظر برابر است با:

معادله نوشتاری واکنش آبکافت استر: (ضرایب استوکیومتری همه گونه‌های شرکت کننده در واکنش برابر ۱ است).

الکل + کربوکسیلیک اسید $\rightarrow$ آب + استر

$$? \text{ mol H}_2\text{O} = 5.0 \text{ s} \times \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} \times \frac{2 \text{ mol H}_2\text{O}}{1 \text{ min}} = \frac{1}{6} \text{ mol H}_2\text{O}$$

ابتدا مقدار مول آب مصرف شده را محاسبه می‌کنیم:

با توجه به ضرایب استوکیومتری گونه‌ها در واکنش آبکافت استر می‌توان نتیجه گرفت که $\frac{1}{6}$ مول الکل و $\frac{1}{6}$ مول اسید تولید شده است. فرمول مولکولی اسید را

$C_nH_{2n}O_y$ و فرمول مولکولی الکل را $C_mH_{2m+2}O$ در نظر می‌گیریم.

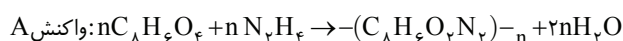
$$\text{اسید } g = \frac{14n+32}{6} \times \text{اسید mol} = \frac{14n+32}{6} \times \frac{1}{6} \text{ mol اسید} = \frac{1}{6} \text{ mol اسید} \times \frac{(14m+18)g \text{ الکل}}{1 \text{ mol الکل}} = \frac{14m+18}{6} g \text{ الکل}$$

$$\frac{14m+18}{6} - \frac{14n+32}{6} = 7 \Rightarrow 14m+18-14n-32=42 \Rightarrow 14(m-n)=56 \Rightarrow m-n=4$$

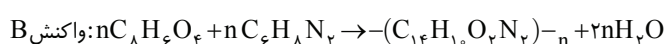
با توجه به اطلاعات مسئله داریم:

$$2m+2-(2n)=2(m-n)+2=2(4)+2=10$$

با توجه به فرمول عمومی الکل‌ها و اسیدها تفاوت تعداد اتم‌های هیدروژن این دو ماده برابر است با:



معادله موازنه شده واکنش‌های A و B:



جرم هیدرازین را x گرم و جرم پارافنیلین دی‌آمین را (35-x) گرم در نظر می‌گیریم:

$$\text{اسید } g = \frac{166x}{32} \times \frac{\text{اسید mol}}{\text{اسید g}} \times \frac{1 \text{ mol هیدرازین}}{32 \text{ g هیدرازین}} \times \frac{166 \text{ g اسید}}{1 \text{ mol اسید}} = \frac{166x}{32}$$

$$\text{اسید } g = \frac{166(35-x)}{108} \times \frac{\text{اسید mol}}{\text{اسید g}} \times \frac{1 \text{ mol پارافنیلین دی‌آمین}}{108 \text{ g پارافنیلین دی‌آمین}} \times \frac{166 \text{ g اسید}}{1 \text{ mol اسید}} = \frac{166(35-x)}{108}$$

$$\frac{166x}{32} + \frac{166(35-x)}{108} = 83 \Rightarrow \frac{x}{16} + \frac{35-x}{54} = 1 \Rightarrow x = 8g$$

طبق اطلاعات مسئله داریم:

پس ۸ گرم هیدرازین و ۲۷ گرم پارافنیلین دی‌آمین مصرف شده است. اکنون جرم پلی‌آمید تولید شده در واکنش‌های A و B را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{پلی‌آمید A } g = \frac{162n}{1 \text{ mol پلی‌آمید A}} \times \frac{1 \text{ mol پلی‌آمید A}}{162 \text{ g پلی‌آمید A}} \times \frac{1 \text{ mol هیدرازین}}{32 \text{ g هیدرازین}} \times \frac{162 \text{ g پلی‌آمید A}}{1 \text{ mol هیدرازین}} = 40/5g \text{ پلی‌آمید A}$$

$$\text{پلی‌آمید B } g = \frac{238n}{1 \text{ mol پلی‌آمید B}} \times \frac{1 \text{ mol پلی‌آمید B}}{238 \text{ g پلی‌آمید B}} \times \frac{1 \text{ mol پارافنیلین دی‌آمین}}{108 \text{ g پارافنیلین دی‌آمین}} \times \frac{238 \text{ g پلی‌آمید B}}{1 \text{ mol پارافنیلین دی‌آمین}} = 59/5g \text{ پلی‌آمید B}$$

$$\frac{\text{جرم پلی‌آمید A}}{\text{جرم پلی‌آمید B}} = \frac{40/5}{59/5} = 0/68$$

اکنون نسبت جرم پلی‌آمید A به پلی‌آمید B را به دست می‌آوریم:

۶ مول اسید با ۶ مول از الکل‌های A و B واکنش می‌دهد. الکل مصرفی A را x مول و الکل مصرفی B را (6-x) مول در نظر می‌گیریم. جرم الکل‌های مصرف شده را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{الکل } g = (6-x) \text{ mol B} \times \frac{90 \text{ g الکل}}{1 \text{ mol الکل}} = 90(6-x) \text{ g الکل B}$$

$$\text{الکل } g = x \text{ mol A} \times \frac{62 \text{ g الکل}}{1 \text{ mol الکل}} = 62x \text{ g الکل A}$$

جرم اتم‌های کربن موجود در این مقدار از الکل‌ها را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{الکل A: } g C = x \text{ mol A} \times \frac{24 \text{ g C}}{1 \text{ mol الکل A}} = 24x \text{ g C}$$

$$\text{الکل B: } g C = (6-x) \text{ mol B} \times \frac{48 \text{ g C}}{1 \text{ mol الکل B}} = 48(6-x) \text{ g C}$$

با توجه به این که ۴۲ درصد جرم الکل‌های مصرف شده را کربن تشکیل می‌دهد، مقدار x را به دست می‌آوریم:

$$\frac{\text{جرم کربن در الکل‌ها}}{\text{جرم الکل‌ها}} \times 100 = \frac{24x + 48(6-x)}{62x + 90(6-x)} \times 100 = 42 \Rightarrow x = 5$$

بنابراین ۵ مول از الکل A و ۱ مول از الکل B مصرف می‌شود و ۳ مول از الکل A و ۱ مول از الکل B باقی می‌ماند. در ادامه جرم الکل‌های باقی‌مانده را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{الکل B } g = 1 \text{ mol B} \times \frac{90 \text{ g الکل}}{1 \text{ mol الکل B}} = 90 \text{ g الکل B}$$

$$\text{الکل A } g = 3 \text{ mol A} \times \frac{62 \text{ g الکل}}{1 \text{ mol الکل A}} = 186 \text{ g الکل A}$$

اختلاف جرم الکل‌های باقی‌مانده برابر ۹۶g (۱۸۶-۹۰) است.

۱۰۴ مقدار مول اسید (RCOOH) مصرف شده برای خنثی شدن ۸۸ گرم NaOH را محاسبه می‌کنیم:

$$? \text{ mol اسید} = 88 \text{ g NaOH} \times \frac{1 \text{ mol NaOH}}{40 \text{ g NaOH}} \times \frac{1 \text{ mol اسید}}{1 \text{ mol NaOH}} = 2/2 \text{ mol اسید}$$

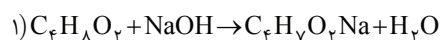
در اثر آبکافت x گرم از اتیل بوتانوات و x گرم از متیل متانوات ، اسیدهای بوتانوئیک اسید و متانوئیک اسید تولید می‌شوند. اگر فرض کنیم y مول بوتانوئیک اسید و $(2/2-y)$ مول متانوئیک اسید تولید شوند، داریم:

$$y \text{ mol } C_4H_8O_2 = x \text{ g } C_4H_8O_2 \times \frac{1 \text{ mol } C_4H_8O_2}{116 \text{ g } C_4H_8O_2} \times \frac{1 \text{ mol } C_4H_8O_2}{1 \text{ mol } C_4H_8O_2} = \frac{x}{116} \text{ mol } C_4H_8O_2$$

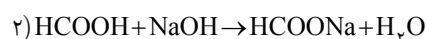
$$(2/2-y) \text{ mol } HCOOH = x \text{ g } C_2H_4O_2 \times \frac{1 \text{ mol } C_2H_4O_2}{60 \text{ g } C_2H_4O_2} \times \frac{1 \text{ mol } HCOOH}{1 \text{ mol } C_2H_4O_2} = \frac{x}{60} \text{ mol } HCOOH$$

$$\begin{cases} y = \frac{x}{116} \\ 2/2 - y = \frac{x}{60} \end{cases} \Rightarrow 2/2 - \frac{x}{116} = \frac{x}{60} \Rightarrow \frac{x}{60} + \frac{x}{116} = 2/2 \Rightarrow x = 87 \text{ g}$$

پس داریم:



معادله موازنه شده واکنش خنثی شدن اسیدها با سدیم هیدروکسید به صورت مقابل است:



$$\text{نمک (۱)} = 82/5 \text{ g (۱) نمک} = \frac{110 \text{ g (۱) نمک}}{1 \text{ mol (۱) نمک}} \times \frac{1 \text{ mol (۱) نمک}}{1 \text{ mol } C_4H_8O_2} \times \frac{87 \text{ g (۱) نمک}}{116} = 82/5 \text{ g (۱) نمک}$$

$$\text{نمک (۲)} = 98/6 \text{ g (۲) نمک} = \frac{68 \text{ g (۲) نمک}}{1 \text{ mol (۲) نمک}} \times \frac{1 \text{ mol (۲) نمک}}{1 \text{ mol } HCOOH} \times \frac{87 \text{ g (۲) نمک}}{60} = 98/6 \text{ g (۲) نمک}$$

$$\frac{\text{جرم نمک (۱)}}{\text{جرم نمک (۲)}} = \frac{82/5}{98/6} = 0/84$$

نسبت جرم نمک با جرم کمتر (نمک ۱) به جرم نمک با جرم بیشتر (نمک ۲) برابر است با:

پاسخ تشریحی

آزمون های جامع فصل هفتم

فصل هفتم: آزمون جامع ۱

۱ ۲ فرمول اسید چرب تک عاملی با زنجیر هیدروکربنی خطی و سیر شده به صورت $C_nH_{2n+1}COOH$ است و جرم مولی آن برابر $14n+46$ گرم بر مول

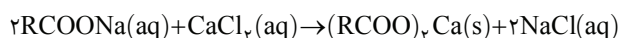


با توجه به اطلاعات مسئله و استوکیومتری واکنش، n را به دست می آوریم:

$$84L CO_2 \times \frac{1 \text{ mol } CO_2}{22.4 L CO_2} \times \frac{1 \text{ mol اسید}}{(n+1) \text{ mol } CO_2} \times \frac{(14n+46)g \text{ اسید}}{1 \text{ mol اسید}} = 60g \text{ اسید} \Rightarrow 16 = \frac{14n+46}{n+1} \Rightarrow n=15$$

پس فرمول اسید چرب به صورت $C_{15}H_{31}COOH$ بوده و فرمول صابون مایع حاصل از آن می تواند به صورت $C_{15}H_{31}COOK$ یا $C_{15}H_{31}COONH_4$ باشد.

۲ ۴ معادله موازنه شده واکنش صابون جامد با کلسیم کلرید به صورت زیر است:



جرم مولی صابون را M گرم بر مول در نظر می گیریم و آن را محاسبه می کنیم:

$$\frac{0.25L CaCl_2 \times \frac{0.8 \text{ mol } CaCl_2}{1 L CaCl_2} \times \frac{2 \text{ mol صابون}}{1 \text{ mol } CaCl_2} \times \frac{M g \text{ صابون}}{1 \text{ mol صابون}} = 11.2g \text{ صابون} \Rightarrow M = 278g.mol^{-1}$$

روش اول (کسر تبدیل):

$$\frac{\text{غلظت محلول } CaCl_2 \times \text{لیتر محلول}}{\text{ضریب}} = \frac{\text{جرم صابون}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{0.25 \times 0.8}{1} = \frac{11.2}{2 \times M} \Rightarrow M = 278g.mol^{-1}$$

روش دوم (تناسب):

اگر جرم مولی یک صابون جامد با فرمول شیمیایی $C_nH_{2n+1}COONa$ برابر $278 g.mol^{-1}$ باشد، می توانیم بنویسیم:

$$12n+2n+1+12+32+23=278 \Rightarrow 14n+68=278 \Rightarrow 14n=210 \Rightarrow n=15$$

پس فرمول صابون به صورت $C_{15}H_{31}COONa$ یا $C_{15}H_{31}O_2Na$ می باشد و نسبت شمار اتم های کربن به اکسیژن در آن برابر $8 \left(\frac{16}{8}\right)$ است.

اکنون شمار یون های تولید شده در این واکنش را محاسبه می کنیم:

$$? \text{ mol ion} = 0.25L CaCl_2 \times \frac{0.8 \text{ mol } CaCl_2}{1 L CaCl_2} \times \frac{2 \text{ mol } NaCl}{1 \text{ mol } CaCl_2} \times \frac{2 \text{ mol ion}}{1 \text{ mol } NaCl} = 0.8 \text{ mol ion}$$

۳ ۲ قسمت اول: فرمول کلی پاک کننده غیرصابونی به صورت $RC_6H_4SO_3Na$ است که اگر R سیر شده و خطی باشد، فرمول شیمیایی پاک کننده به صورت

$C_nH_{2n+1}C_6H_4SO_3Na$ است. اگر R خطی و سیر نشده باشد به ازای هر پیوند دوگانه کربن - کربن، دو اتم هیدروژن از فرمول شیمیایی آن کم می شود، پس

می توانیم بیان کنیم: $C_nH_{2n-2}C_6H_4SO_3Na$: فرمول پاک کننده غیرصابونی با ۲ پیوند دوگانه در زنجیر هیدروکربنی خطی

$$\xrightarrow{n=15} C_{15}H_{28}C_6H_4SO_3Na = (15 \times 12) + (28 \times 1) + (6 \times 12) + (4 \times 1) + (1 \times 32) + (3 \times 16) + (1 \times 23) = 386g.mol^{-1}$$

با توجه به اینکه رقم سمت راست اعداد ارائه شده در گزینه ها یکسان نیست، برای محاسبه جرم مولی پاک کننده کافی است رقم های سمت راست حاصل پرانترها را با یکدیگر جمع کنید.

قسمت دوم: فرمول پاک کننده صابونی با زنجیر هیدروکربنی سیر شده به صورت $C_{17}H_{35}COONa$ است، پس داریم:

$$\begin{cases} C_{17}H_{35}COONa \text{ های اتم ها} = 56 \\ C_{15}H_{27}C_6H_4SO_3Na \text{ های اتم ها} = 57 \end{cases} \Rightarrow \text{اختلاف تعداد اتم ها} = 57 - 56 = 1$$

$$[H^+] = M\alpha \Rightarrow 1/25 \times 10^{-3} = M \times 2/5 \times 10^{-2} \Rightarrow M = 0.5 \text{ mol.L}^{-1}$$

۴ ۳ ابتدا غلظت اولیه اسید را محاسبه می کنیم:

$$? g HF = 0.3L \text{ محلول} \times \frac{0.5 \text{ mol HF}}{1 L \text{ محلول}} \times \frac{20g HF}{1 \text{ mol HF}} = 3g HF$$

سپس جرم گاز HF لازم را به دست می آوریم:

$$[H^+] = M\alpha = 1/8 \times 2 \times 10^{-3} = 3/6 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$$

۵ ۳ ابتدا غلظت یون هیدرونیوم این محلول را محاسبه می کنیم:

در محلول، یون های H^+ و $HCOO^-$ وجود دارند و می دانیم که $[H^+] = [HCOO^-]$ است، پس مجموع غلظت این دو یون برابر $7/2 \times 10^{-3}$ مول بر لیتر است.

اکنون حجم محلولی از متانویک اسید که در آن $7/2 \times 10^{-4}$ مول یون وجود دارد را محاسبه می کنیم:

$$? mL \text{ محلول} = 7/2 \times 10^{-4} \text{ mol ion} \times \frac{1 L \text{ محلول}}{7/2 \times 10^{-3} \text{ mol ion}} \times \frac{1000 mL \text{ محلول}}{1 L \text{ محلول}} = 100 mL \text{ محلول}$$

$$K = \frac{[NO]^2 [O_2]}{[NO_2]^2}$$

۶ | عبارت ثابت تعادل این واکنش به صورت مقابل است:

$$? \text{ mol } O_2 = 4 \text{ g } O_2 \times \frac{1 \text{ mol } O_2}{32 \text{ g } O_2} = 0.125 \text{ mol } O_2$$

مقدار مول تعادلی گاز اکسیژن (O_2) برابر است با:

عبارت ثابت تعادل را به صورت زیر می نویسیم و ثابت تعادل را محاسبه می کنیم: (غلظت NO_2 ، ۵ برابر غلظت NO است، یعنی $\frac{n_{NO}}{n_{NO_2}} = \frac{1}{5}$)

$$K = \frac{[NO]^2 [O_2]}{[NO_2]^2} = \frac{(n_{NO})^2 \times n_{O_2}}{(n_{NO_2})^2} \times V^{-(2-2)} = \left(\frac{n_{NO}}{n_{NO_2}} \right)^2 \times n_{O_2} \times \frac{1}{V} = \frac{1}{25} \times 0.125 \times \frac{1}{1/25} = 4 \times 10^{-3}$$

۷ | نیتریک اسید: با n برابر کردن حجم محلول اسید قوی، pH به اندازه $\log n$ افزایش می یابد:

$$pH_{\text{جدید}} = pH_{\text{اولیه}} + \log n \Rightarrow 2/75 = 2/15 + \log n \Rightarrow \log n = 0/6 \Rightarrow n = 10^{0/6} = 10^{1/10} \Rightarrow \log 4 = 4$$

پس در اثر اضافه شدن ۴۵ میلی لیتر آب به x میلی لیتر محلول اسید، حجم آن ۴ برابر شده است، پس x برابر است با: $\frac{45+x}{x} = 4 \Rightarrow 45+x=4x \Rightarrow x=15 \text{ mL}$

سدیم هیدروکسید: با n برابر کردن حجم محلول باز قوی، pH به اندازه $\log n$ کاهش می یابد:

$$pH_{\text{جدید}} = pH_{\text{اولیه}} - \log n \Rightarrow 10/85 = 11/7 - \log n \Rightarrow \log n = 0/85 \Rightarrow n = 10^{0/85} = 10^{1/10} \Rightarrow \log 7 = 7$$

پس در اثر اضافه شدن y میلی لیتر آب به 20 میلی لیتر محلول باز، حجم آن ۷ برابر شده است، پس y برابر است با: $\frac{y+20}{20} = 7 \Rightarrow y+20=140 \Rightarrow y=120 \text{ mL}$

$$\frac{x}{y} = \frac{15}{120} = \frac{1}{8}$$

بنابراین نسبت خواسته شده برابر است با:

۸ | ابتدا غلظت Fe^{2+} را با توجه به $[OH^-] = 2[Fe^{2+}]$ و ثابت تعادل محاسبه می کنیم:

$$K = [Fe^{2+}][OH^-]^2 \Rightarrow 5 \times 10^{-16} = [Fe^{2+}] \times 4[Fe^{2+}]^2 = 4[Fe^{2+}]^3 \Rightarrow [Fe^{2+}] = 5 \times 10^{-6} \text{ mol.L}^{-1}$$

با توجه به فرمول آهن (II) هیدروکسید می دانیم که $[Fe^{2+}] = [Fe(OH)_2]$ ، پس انحلال پذیری این ترکیب برابر است با:

$$? \text{ g } Fe(OH)_2 = 100 \text{ g محلول} \times \frac{1 \text{ mL محلول}}{1 \text{ g محلول}} \times \frac{1 \text{ L محلول}}{1000 \text{ mL محلول}} \times \frac{5 \times 10^{-6} \text{ mol } Fe(OH)_2}{1 \text{ L محلول}} \times \frac{90 \text{ g } Fe(OH)_2}{1 \text{ mol } Fe(OH)_2} = 4/5 \times 10^{-5} \text{ g } Fe(OH)_2$$

۹ | ابتدا جدول تغییر مول را رسم می کنیم:

	$2CO(g) + 2NO(g) \rightleftharpoons N_2(g) + 2CO_2(g)$			
مول اولیه	۵	۴	۰	۰
تغییر مول	-۲x	-۲x	+x	+۲x
مول تعادلی	۵-۲x	۴-۲x	x	۲x

اگر ۲۵٪ از گاز NO باقی مانده باشد، داریم:

$$NO = \frac{4-2x}{4} \times 100 = 25 \Rightarrow 2x=3 \Rightarrow x=1/5$$

مجموع شمار مول های تعادلی داخل ظرف برابر است با:

$$5-2x+4-2x+x+2x=9-x=9-1/5=7/5 \text{ mol}$$

$$K = \frac{[N_2][CO_2]^2}{[CO]^2[NO]^2} = \frac{n_{N_2} \times (n_{CO_2})^2}{(n_{CO})^2 \times (n_{NO})^2} \times V^{-(2-2)} = \frac{(1/5) \times (3)^2}{(2)^2 \times (1)^2} \times 4 = 13/5$$

ثابت تعادل برابر است با:

۱۰ | همان طور که می دانید، ثابت یونش اسیدها فقط وابسته به دماست، از این رو در دمای معین، ثابت یونش اسید یکسان است.

$$K_{a1} = K_{a2} \Rightarrow M_1 \alpha_1^2 = M_2 \alpha_2^2 \Rightarrow \frac{\alpha_1}{\alpha_2} = \sqrt{\frac{M_2}{M_1}} = \sqrt{\frac{0/06}{0/24}} = \frac{1}{2}$$

استیک اسید یک اسید ضعیف است ($K_a < 10^{-3}$). پس داریم:

$$\alpha = 40 \Rightarrow \alpha = 0/4$$

$$K_b = \frac{[OH^-] \cdot \alpha}{1-\alpha} \Rightarrow \frac{[OH^-]}{K_b} = \frac{1-\alpha}{\alpha} = \frac{1-0/4}{0/4} = \frac{3}{2}$$

با توجه به اینکه $\alpha > 0/5$ است، داریم:

۱۲ | اسید و باز، هر دو ضعیف هستند و $K < 10^{-3}$ است. اگر غلظت اسید را $2M$ و غلظت باز را M در نظر بگیریم، داریم:

$$[H^+]_a = \sqrt{K_a \cdot (2M)} \xrightarrow{[H^+][OH^-] = 10^{-14}} [OH^-]_a = \frac{10^{-14}}{\sqrt{K_a \cdot (2M)}}$$

اسید HA :

$$[OH^-]_b = \sqrt{K_b \cdot (M)} \xrightarrow{[H^+][OH^-] = 10^{-14}} [H^+]_b = \frac{10^{-14}}{\sqrt{K_b \cdot (M)}}$$

باز BOH :

نسبت خواسته شده برابر است با:

$$\frac{[H^+]_b}{[OH^-]_a} = \frac{10^{-14}}{\sqrt{K_b \cdot (M)}} = \frac{\sqrt{K_a \cdot (2M)}}{\sqrt{K_b \cdot (M)}} = \sqrt{\frac{2 \times 9 \times 10^{-6}}{5 \times 10^{-5}}} = \frac{6}{10}$$

$$pH = 1/9 \Rightarrow [H^+] = 10^{-pH} = 10^{-1/9} = 10^{+0/6} \times 10^{+0/5} \times 10^{-3} = 10^{\log 4} \times 10^{\log 3} \times 10^{-3} = 12 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$$

[۱۳ ۴] نقطه اول:

$$? \text{ mL HBr} = 2/5 \text{ L محلول} \times \frac{12 \times 10^{-3} \text{ mol HBr}}{1 \text{ L محلول}} \times \frac{22400 \text{ mL HBr}}{1 \text{ mol HBr}} = 672 \text{ mL HBr}$$

$$pH = 2/2 \Rightarrow [H^+] = 10^{-pH} = 10^{-2/2} = 10^{+0/3} \times 10^{+0/5} \times 10^{-3} = 10^{\log 2} \times 10^{\log 3} \times 10^{-3} = 6 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$$

نقطه دوم:

$$? \text{ mL HBr} = 2/5 \text{ L محلول} \times \frac{6 \times 10^{-3} \text{ mol HBr}}{1 \text{ L محلول}} \times \frac{22400 \text{ mL HBr}}{1 \text{ mol HBr}} = 336 \text{ mL HBr}$$

$$pH = 2/4 \Rightarrow [H^+] = 10^{-pH} = 10^{-2/4} = 10^{+0/6} \times 10^{-3} = 10^{\log 4} \times 10^{-3} = 4 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$$

نقطه سوم:

$$? \text{ mL HBr} = 2/5 \text{ L محلول} \times \frac{4 \times 10^{-3} \text{ mol HBr}}{1 \text{ L محلول}} \times \frac{22400 \text{ mL HBr}}{1 \text{ mol HBr}} = 224 \text{ mL HBr}$$

$$y - x = 336 - 112 = 224 \text{ mL}$$

پس x برابر با (۳۳۶-۲۲۴) ۱۱۲ و y برابر با (۶۷۲-۳۳۶) ۳۳۶ است و اختلاف x و y برابر است با:



[۱۴ ۳] قسمت اول: معادله واکنش تعادلی:

$$K = \frac{[\text{SO}_2]^2 [\text{O}_2]}{[\text{SO}_3]^2} = \frac{(n_{\text{SO}_2})^2 \times n_{\text{O}_2}}{(n_{\text{SO}_3})^2} \times V^{-(3-2)}$$

معادله ثابت تعادل واکنش به صورت مقابل است:

با توجه به شیب منحنی‌های داده شده می‌توان نتیجه گرفت که منحنی نزولی مربوط به گاز SO_2 و منحنی صعودی مربوط به گاز O_2 است و اگر منحنی SO_2 رسم می‌شد، شیب آن دو برابر شیب منحنی گاز O_2 می‌بود و مقدار مول تعادلی آن ۲ برابر O_2 می‌شد. با توجه به توضیحات ارائه شده می‌توانیم به رابطه زیر برسیم:

$$0/45 = \frac{(1/2)^2 \times (0/6)}{(0/8)^2} \times \frac{1}{V} \Rightarrow V = 3 \text{ L}$$

قسمت دوم: با توجه به اینکه ۰/۶ مول O_2 تولید شده، پس طی واکنش ۱/۲ مول SO_2 مصرف شده است و مقدار مول اولیه SO_2 برابر ۲ است. بنابراین:

$$? \text{ g SO}_2 (\text{اولیه}) = 2 \text{ mol SO}_2 \times \frac{64 \text{ g SO}_2}{1 \text{ mol SO}_2} = 128 \text{ g SO}_2$$

$$pH = 1/5 \times 7 = 10/5 \quad pH \text{ آب در دمای اتاق برابر ۷ است، پس } pH \text{ محلول بازی باید به } 10/5 \text{ برسد. ابتدا غلظت } OH^- \text{ را محاسبه می‌کنیم:}$$

$$pH = 10/5 \xrightarrow{pH + pOH = 14} pOH = 3/5 \Rightarrow [OH^-] = 10^{-pOH} = 10^{-3/5} = 10^{+0/5} \times 10^{-4} = 10^{\log 3} \times 10^{-4} = 3 \times 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$K_b = \frac{[OH^-]^2}{M} \Rightarrow 9 \times 10^{-6} = \frac{(3 \times 10^{-4})^2}{M} \Rightarrow M = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

با توجه به اینکه BOH باز ضعیف است و $K_b < 10^{-3}$ داریم:

$$? \text{ g BOH} = 0/2 \text{ L محلول} \times \frac{10^{-2} \text{ mol BOH}}{1 \text{ L محلول}} \times \frac{200 \text{ g BOH}}{1 \text{ mol BOH}} = 0/4 \text{ g BOH}$$

اکنون جرم BOH حل شده در ۲۰۰ میلی‌لیتر آب را محاسبه می‌کنیم:

[۱۶ ۲] غلظت هر یک از محلول‌های اسیدی و بازی را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{KOH: } pH = 12/3 \xrightarrow{pH + pOH = 14} pOH = 1/3 \Rightarrow [OH^-] = 10^{-pOH} = 10^{-1/3} = 10^{+0/3} \times 10^{-2} = 10^{\log 2} \times 10^{-2} = 2 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$\xrightarrow{[OH^-] = M} M_b = 2 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$\text{بنزواتیک اسید: } pH = 3/3 \Rightarrow [H^+] = 10^{-pH} = 10^{-3/3} = 10^{+0/3} \times 10^{-4} = 10^{\log 5} \times 10^{-4} = 5 \times 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1} \xrightarrow{[H^+] = M_a} 5 \times 10^{-4} = M_a \times 10^{-2}$$

$$\Rightarrow M_a = 5 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$M_a \cdot V_a \cdot n_a = M_b \cdot V_b \cdot n_b \Rightarrow 5 \times 10^{-2} \times V_a \times 1 = 2 \times 10^{-2} \times 250 \times 1 \Rightarrow V_a = 100 \text{ mL}$$

با استفاده از رابطه خنثی‌سازی داریم:

$$\text{Ba(OH)}_2 : M_b \cdot V_b \cdot n_b = 0/4 \times 0/2 \times 2 = 16 \times 10^{-3}$$

[۱۷ ۴] ابتدا برای هر محلول حاصل $M \cdot V \cdot n$ را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{HNO}_3 : pH = 1/4 \Rightarrow [H^+] = 10^{-pH} = 10^{-1/4} = 10^{+0/6} \times 10^{-2} = 10^{\log 4} \times 10^{-2} = 4 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1} \xrightarrow{[H^+] = M} M_a = 4 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

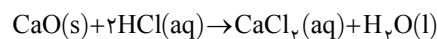
$$\Rightarrow M_a \cdot V_a \cdot n_a = 4 \times 10^{-2} \times 0/3 \times 1 = 12 \times 10^{-3}$$

با توجه به اینکه $M_a \cdot V_a \cdot n_a < M_b \cdot V_b \cdot n_b$ است، پس محلول نهایی بازی است و داریم:

$$[\text{OH}^-]_{\text{نهایی}} = \frac{(M_b \cdot V_b \cdot n_b) - (M_a \cdot V_a \cdot n_a)}{V_b + V_a} = \frac{0.016 - 0.012}{0.02 + 0.03} = 8 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$$

اکنون pH محلول نهایی را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{pOH} = -\log[\text{OH}^-] = -\log(8 \times 10^{-3}) = 3 - \log 8 = 2.9 \xrightarrow{\text{pH} + \text{pOH} = 14} \text{pH} = 1.1$$



معادله موازنه شده واکنش به صورت مقابل است:

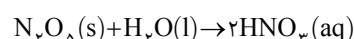
ابتدا غلظت اسید را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{pH} = 0 \Rightarrow [\text{H}^+] = 10^{-\text{pH}} = 10^0 = 1 \text{ mol.L}^{-1} \xrightarrow{[\text{H}^+] = M} M = 1 \text{ mol.L}^{-1}$$

سپس حجم اسید مصرفی را به دست می‌آوریم:

$$? \text{ L HCl} = 200 \text{ g CaO} \times \frac{100 \text{ g CaO}}{56 \text{ g CaO}} \times \frac{1 \text{ mol CaO}}{56 \text{ g CaO}} \times \frac{2 \text{ mol HCl}}{1 \text{ mol CaO}} \times \frac{1 \text{ L HCl}}{1 \text{ mol HCl}} = 5 \text{ L HCl}$$

در اثر حل شدن N_2O_5 در آب، مطابق معادله موازنه شده واکنش مقابل، نیتریک اسید (HNO_3) تولید می‌شود:



ابتدا غلظت کلسیم هیدروکسید را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{pH} = 12.7 \xrightarrow{\text{pH} + \text{pOH} = 14} \text{pOH} = 1.3 \Rightarrow [\text{OH}^-] = 10^{-\text{pOH}} = 10^{-1.3} = 10^{-1} \times 10^{-0.3} = 10^{-1} \times 0.5 = 5 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$\xrightarrow{[\text{OH}^-] = M} 5 \times 10^{-2} = M_b \times 2 \Rightarrow M_b = 2.5 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

سپس با استفاده از رابطه خنثی‌سازی، غلظت اسید را محاسبه می‌کنیم:

$$M_a \cdot V_a \cdot n_a = M_b \cdot V_b \cdot n_b \Rightarrow M_a \times 0.02 \times 1 = 2.5 \times 10^{-2} \times 0.08 \times 2 \Rightarrow M_a = 2 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

اکنون جرم N_2O_5 حل شده در آب را به یکی از دو روش زیر محاسبه می‌کنیم:

$$? \text{ g N}_2\text{O}_5 = 2 \text{ L HNO}_3 \times \frac{2 \times 10^{-2} \text{ mol HNO}_3}{1 \text{ L HNO}_3} \times \frac{1 \text{ mol N}_2\text{O}_5}{2 \text{ mol HNO}_3} \times \frac{108 \text{ g N}_2\text{O}_5}{1 \text{ mol N}_2\text{O}_5} = 2.16 \text{ g N}_2\text{O}_5$$

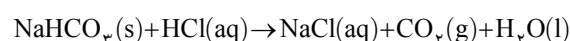
روش اول (کسر تبدیل):

$$\frac{\text{N}_2\text{O}_5 \text{ گرم}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{غلظت مولی} \times \text{لیتر محلول اسید}}{\text{ضریب}} \Rightarrow \frac{x}{1 \times 108} = \frac{2 \times 0.02}{2} \Rightarrow x = 2.16 \text{ g N}_2\text{O}_5$$

روش دوم (تناسب):

$$? \text{ mol HCl} = 3 \text{ L HCl} \times \frac{0.3 \text{ mol HCl}}{1 \text{ L HCl}} = 0.9 \text{ mol HCl}$$

ابتدا مقدار مول اولیه اسید معده را محاسبه می‌کنیم:



جوش شیرین (NaHCO_3) با اسید معده به صورت مقابل واکنش می‌دهد:

سپس مقدار مول HCl مصرفی را به دست می‌آوریم:

$$? \text{ mol HCl} = 15 \text{ g دارو} \times \frac{16/8 \text{ g NaHCO}_3}{100 \text{ g دارو}} \times \frac{1 \text{ mol NaHCO}_3}{84 \text{ g NaHCO}_3} \times \frac{1 \text{ mol HCl}}{1 \text{ mol NaHCO}_3} = 0.3 \text{ mol HCl}$$

روش اول (کسر تبدیل):

$$\frac{\text{جرم سدیم هیدروژن کربنات}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{P}{100} \times \frac{15 \times 16/8}{100} \Rightarrow \frac{x}{1 \times 84} = \frac{x}{1} \Rightarrow x = 0.3 \text{ mol HCl}$$

روش دوم (تناسب):

$$[\text{H}^+] = \frac{n}{V} = \frac{0.9 - 0.3 (\text{mol})}{3 (\text{L})} = 0.2 \text{ mol.L}^{-1}$$

اکنون غلظت نهایی شیره معده و pH آن را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{pH} = -\log[\text{H}^+] = -\log(2 \times 10^{-2}) = 2 - \log 2 = 2 - 0.3 = 1.7$$

فصل هفتم: آزمون جامع ۲

ابتدا بررسی می‌کنیم که از ۲۰۰ گرم اسید HA، چند مولکول از آن در ۴۰۰ گرم آب حل می‌شود.

$$? \text{ molecule HA (حل شده)} = 400 \text{ g H}_2\text{O} \times \frac{3/6 \text{ g HA}}{100 \text{ g H}_2\text{O}} \times \frac{1 \text{ mol HA}}{48 \text{ g HA}} \times \frac{6/0.2 \times 10^{23} \text{ molecule HA}}{1 \text{ mol HA}} = 1.8/0.6 \times 10^{23} \text{ molecule HA}$$

از آنجا که هر مولکول HA که یونیده می‌شود ۲ یون A^- و H^+ را تولید می‌کند، پس تعداد یون‌های H^+ برابر است با:

$$\text{H}^+ \text{ تعداد یون‌های} = \frac{\text{تعداد کل یونها}}{2} = \frac{5/4 \times 1.8 \times 10^{23}}{2} = 2/7 \times 0.9 \times 10^{23} \text{ ion H}^+$$

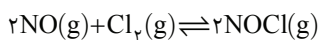
$$\% \alpha = \frac{\text{تعداد یون‌های HA}}{\text{تعداد مولکول‌های حل شده HA}} \times 100 = \frac{2/7 \times 0.9 \times 10^{23}}{1.8/0.6 \times 10^{23}} \times 100 = 11/5$$

درصد یونش برابر است با:

۲ ۴ ابتدا مقدار مول اولیه Cl_2 و مقدار مول تعادلی NOCl را محاسبه می کنیم: مول اولیه Cl_2 : $\text{mol Cl}_2 = 142 \text{ g Cl}_2 \times \frac{1 \text{ mol Cl}_2}{71 \text{ g Cl}_2} = 2 \text{ mol Cl}_2$?

مول تعادلی NOCl : $\text{mol NOCl} = 163/75 \text{ g NOCl} \times \frac{1 \text{ mol NOCl}}{65/5 \text{ g NOCl}} = 2/5 \text{ mol NOCl}$

سپس جدول تغییر مول را رسم می کنیم:



اکنون با استفاده از مقدار مول تعادلی NOCl ، x را محاسبه می کنیم:

مول اولیه	۳	۲	۰
تغییر مول	$-2x$	$-x$	$+2x$
مول تعادلی	$3-2x$	$2-x$	$2x$

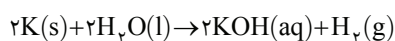
$$2x = 2/5 \Rightarrow x = 1/5$$

سپس ثابت تعادل واکنش را به دست می آوریم:

$$K = \frac{[\text{NOCl}]^2}{[\text{NO}]^2 [\text{Cl}_2]} = \frac{n_{\text{NOCl}}^2}{n_{\text{NO}}^2 \times n_{\text{Cl}_2}} \times V^{-(2-3)} = \frac{(2/5)^2}{(0/5)^2 \times (0/75)} \times 1/5 = 5.0$$

$$\bar{R}(\text{Cl}_2) = \frac{-\Delta n(\text{Cl}_2)}{V \Delta t} = \frac{1/2 \text{ mol}}{1/5 \text{ L} \times \frac{1}{60} \text{ min}} = 0.625 \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$$

اکنون سرعت متوسط مصرف Cl_2 را محاسبه می کنیم:



۳ ۱ معادله موازنه شده واکنش پتاسیم با آب:

$$\bar{R}(\text{H}_2) = \frac{\Delta m(\text{H}_2)}{\Delta t} \Rightarrow 0.3 \text{ g} \cdot \text{min}^{-1} = \frac{x}{\frac{1}{60} \text{ min}} \Rightarrow x = 0.2 \text{ g H}_2$$

ابتدا جرم گاز H_2 تولید شده را محاسبه می کنیم:

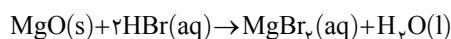
سپس مقدار مول OH^- حاصل از تولید KOH را محاسبه می کنیم:

$$? \text{ mol OH}^- = 0.2 \text{ g H}_2 \times \frac{1 \text{ mol H}_2}{2 \text{ g H}_2} \times \frac{2 \text{ mol KOH}}{1 \text{ mol H}_2} \times \frac{1 \text{ mol OH}^-}{1 \text{ mol KOH}} = 0.2 \text{ mol OH}^-$$

$$[\text{OH}^-] = \frac{n}{V} = \frac{0.2 \text{ mol}}{0.5 \text{ L}} = 0.4 \text{ mol.L}^{-1}$$

اکنون غلظت OH^- و pH محلول را محاسبه می کنیم:

$$\text{pOH} = -\log[\text{OH}^-] = -\log(4 \times 10^{-1}) = 2 - \log 4 = 1/4 \xrightarrow{\text{pH} + \text{pOH} = 14} \text{pH} = 14 - 1/4 = 13/4$$



۴ ۳ معادله موازنه شده واکنش MgO و HBr به صورت مقابل است:

ابتدا غلظت محلول HBr را محاسبه می کنیم و سپس مقدار مول MgO مصرف شده را به دست می آوریم:

$$\text{pH} = 0/7 \Rightarrow [\text{H}^+] = 10^{-\text{pH}} = 10^{-0/7} = 10^{0/7} \times 10^{-1} = 10^{\log 2} \times 10^{-1} = 2 \times 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1} \xrightarrow{[\text{H}^+] = M} M_{\text{HBr}} = 2 \times 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$? \text{ mol MgO} = 0.4 \text{ L HBr} \times \frac{2 \times 10^{-1} \text{ mol HBr}}{1 \text{ L HBr}} \times \frac{1 \text{ mol MgO}}{2 \text{ mol HBr}} = 0.4 \text{ mol MgO}$$

با توجه به معادله موازنه شده واکنش تعادلی $\text{MgCO}_3\text{(s)} \rightleftharpoons \text{MgO(s)} + \text{CO}_2\text{(g)}$ ، می توان نتیجه گرفت که در تعادل، مقدار مول های MgO و CO_2 برابر

$$K = [\text{CO}_2] = \frac{n}{V} = \frac{0.4 \text{ mol}}{2 \text{ L}} = 0.2 \text{ mol.L}^{-1}$$

هستند و ثابت تعادل واکنش به صورت $K = [\text{CO}_2]$ است.

۵ ۳ ابتدا غلظت OH^- را در حالت اول محاسبه می کنیم:

$$\text{pH} = 10/7 \xrightarrow{\text{pH} + \text{pOH} = 14} \text{pOH} = 3/7 \Rightarrow [\text{OH}^-] = 10^{-\text{pOH}} = 10^{-3/7} = 10^{0/7} \times 10^{-4} = 10^{\log 5} \times 10^{-4} = 5 \times 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$$

غلظت یون های روی برابر است با:

$$[\text{Zn}^{2+}][\text{OH}^-]^2 = 5 \times 10^{-16} \Rightarrow [\text{Zn}^{2+}][5 \times 10^{-4}]^2 = 5 \times 10^{-16} \Rightarrow [\text{Zn}^{2+}] = 2 \times 10^{-9} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[\text{Zn}^{2+}]_{\text{جدید}} = 2 \times 10^{-9} \times 4 \times 10^4 = 8 \times 10^{-5} \text{ mol.L}^{-1}$$

اگر غلظت یون های روی را 4×10^4 برابر کنیم:

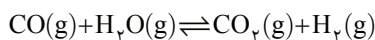
سپس غلظت یون هیدروکسید را در حالت جدید محاسبه می کنیم:

$$[\text{Zn}^{2+}][\text{OH}^-]^2 = 5 \times 10^{-16} \Rightarrow (8 \times 10^{-5})[\text{OH}^-]^2 = 5 \times 10^{-16} \Rightarrow [\text{OH}^-]_{\text{جدید}} = 2/5 \times 10^{-6}$$

اکنون pH محلول نهایی را محاسبه می کنیم:

$$\text{pOH} = -\log[\text{OH}^-] = -\log(2/5 \times 10^{-6}) = -\log(2 \times 10^{-7}) = 7 - 2 \log 5 = 7 - 2(0/7) = 5/6$$

$$\xrightarrow{\text{pH} + \text{pOH} = 14} \text{pH} = 14 - 5/6 = 8/6$$



مول اولیه	۴	۴	۰	۰
تغییر مول	-x	-x	+x	+x
مول تعادلی	۴-x	۴-x	x	x

قسمت اول: ابتدا جدول تغییر مول را رسم می کنیم:

$$K = \frac{[\text{CO}_2][\text{H}_2]}{[\text{CO}][\text{H}_2\text{O}]} = \frac{n_{\text{CO}_2} \times n_{\text{H}_2}}{n_{\text{CO}} \times n_{\text{H}_2\text{O}}} \times V^{-(2-2)} \Rightarrow 9 = \frac{x^2}{(4-x)^2}$$

$$\xrightarrow[\text{جذر می گیریم}]{\text{از طرفین تساوی}} 3 = \frac{x}{4-x} \Rightarrow x = 12 - 3x \Rightarrow 4x = 12 \Rightarrow x = 3$$

$$R(\text{CO}_2) = \frac{\Delta n(\text{CO}_2)}{V \Delta t} \Rightarrow \frac{3 \text{ mol}}{2 \text{ L} \times \Delta t} \Rightarrow \Delta t = 12 \text{ s} = 2 \text{ min}$$

با استفاده از رابطه سرعت متوسط برای کربن دی اکسید داریم:

قسمت دوم: بازده درصدی واکنش را می توان با توجه به واکنش دهنده ها، برای نمونه CO، به سادگی به دست آورد:

$$\text{بازده درصدی} = \frac{\text{مول مصرفی CO}}{\text{مول اولیه CO}} \times 100 = \frac{3}{4} \times 100 = 75\%$$

$$M = \frac{\text{چگالی} \times \text{درصد جرمی}}{\text{جرم مولی}} = \frac{1.0 \times 15 \times 1/2}{60} = 3 \text{ mol.L}^{-1}$$

قسمت اول: ابتدا غلظت اولیه استیک اسید را با استفاده از فرمول مقابل محاسبه می کنیم:

سپس غلظت H^+ این محلول را به دست می آوریم:

$$\text{pH} = 2/2 \Rightarrow [\text{H}^+] = 10^{-\text{pH}} = 10^{-2/2} = 10^{-1} = 0.1 \text{ mol.L}^{-1}, \quad \alpha = \frac{[\text{H}^+]}{M} = \frac{0.1}{3} = 3.3\%$$

$$\alpha < 0.5 \Rightarrow K_a = \frac{[\text{H}^+]^2}{M} = \frac{(0.1)^2}{3} = 1/30$$

اکنون ثابت یونش اسید را محاسبه می کنیم:

قسمت اول: ابتدا با استفاده از انحلال پذیری، درصد جرمی این باز را محاسبه می کنیم. انحلال پذیری باز برابر ۱۰ گرم است، یعنی ۱۰ گرم باز در ۱۰۰ گرم آب حل شده و ۱۱۰ گرم محلول سیر شده تولید می کند.

$$\text{درصد جرمی} = \frac{\text{جرم حل شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 100 = \frac{10}{100+10} \times 100 = 9.1\%$$

$$M = \frac{\text{چگالی} \times \text{درصد جرمی}}{\text{جرم مولی}} = \frac{1.0 \times 9.1 \times 1/1}{80} = 1/25 \text{ mol.L}^{-1}$$

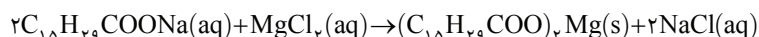
سپس با استفاده از فرمول مقابل، غلظت مولی این باز را محاسبه می کنیم:

اکنون غلظت OH^- را با استفاده از M و α محاسبه کرده و pH محلول را به دست می آوریم:

$$[\text{OH}^-] = M \alpha \Rightarrow [\text{OH}^-] = 1/25 \times 0.4 \times 10^{-2} = 5 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$\text{pOH} = -\log[\text{OH}^-] = -\log(5 \times 10^{-3}) = 3 - \log 5 = 3 - 0.7 = 2.3 \xrightarrow{\text{pH} + \text{pOH} = 14} \text{pH} = 14 - 2.3 = 11.7$$

قسمت اول: معادله موازنه شده واکنش های انجام شده به صورت مقابل است:



ابتدا مقدار مول مصرف شده سدیم هیدروکسید را محاسبه می کنیم:

$$? \text{ mol NaOH} = 212 \text{ g C}_{15}\text{H}_{29}\text{COO} \times \frac{1 \text{ mol C}_{15}\text{H}_{29}\text{COO}}{253 \text{ g C}_{15}\text{H}_{29}\text{COO}} \times \frac{2 \text{ mol C}_{15}\text{H}_{29}\text{COONa}}{1 \text{ mol C}_{15}\text{H}_{29}\text{COO}} \times \frac{1 \text{ mol NaOH}}{1 \text{ mol C}_{15}\text{H}_{29}\text{COONa}}$$

$$= 0.8 \text{ mol NaOH}$$

$$[\text{OH}^-] = M = \frac{n}{V} = \frac{0.8 \text{ mol}}{4 \text{ L}} = 0.2 \text{ mol.L}^{-1}$$

سپس غلظت محلول سدیم هیدروکسید و pH آن را به دست می آوریم:

$$\text{pOH} = -\log[\text{OH}^-] = -\log(0.2) = 1 - \log 2 = 0.7 \xrightarrow{\text{pH} + \text{pOH} = 14} \text{pH} = 14 - 0.7 = 13.3$$

$$\text{pH} = 9/3 \xrightarrow{\text{pH} + \text{pOH} = 14} \text{pOH} = 14 - 9/3 = 3/4$$

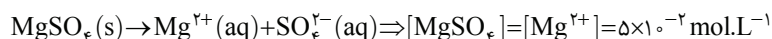
قسمت اول: ابتدا غلظت OH^- را محاسبه می کنیم:

$$[\text{OH}^-] = 10^{-\text{pOH}} = 10^{-4/4} = 10^{-1} = 0.1 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[\text{Mg}^{2+}][\text{OH}^-]^2 = 2 \times 10^{-11} \Rightarrow [\text{Mg}^{2+}](0.1)^2 = 2 \times 10^{-11} \Rightarrow [\text{Mg}^{2+}] = 2 \times 10^{-9} \text{ mol.L}^{-1}$$

سپس با استفاده از رابطه غلظت یون ها داریم:

در ادامه با توجه به معادله انحلال منیزیم سولفات خواهیم داشت:



اکنون می توانیم جرمی از منیزیم سولفات که در یک لیتر از محلول مورد نظر حل می شود را به دست آوریم:

$$? \text{ g MgSO}_4 = 2 \times 10^{-9} \text{ mol MgSO}_4 \times \frac{120 \text{ g MgSO}_4}{1 \text{ mol MgSO}_4} = 2.4 \times 10^{-7} \text{ g MgSO}_4$$

فصل هفتم: آزمون جامع ۳

۱۳ درجه یونش اسید در هر دو محلول بیش از ۵٪ است و در مخرج کسر رابطه K_a نمی‌توانیم از α صرف‌نظر کنیم. ثابت یونش اسیدها فقط به دما بستگی دارد. پس K_a برای یک اسید در دمای معین، ثابت است. از این رو ابتدا با مساوی قرار دادن K_a محلول‌های اسید، رابطه بین غلظت‌ها را پیدا می‌کنیم:

$$K_a = \frac{M_1 \alpha_1^2}{1 - \alpha_1} = \frac{M_2 \alpha_2^2}{1 - \alpha_2} \Rightarrow \frac{M_1 (\circ/1)^2}{1 - \circ/1} = \frac{M_2 (\circ/2)^2}{1 - \circ/2} \Rightarrow M_1 = \frac{9}{2} M_2$$

$$M_{\text{نهایی}} = \frac{M_1 V_1 + M_2 V_2}{V_1 + V_2} = \frac{\frac{9}{2} M_2 \times 2 + M_2 \times 3}{2 + 3} = \frac{12 M_2}{5}$$

سپس غلظت محلول حاصل را برحسب غلظت محلول دوم (M_2) محاسبه می‌کنیم:

برای یافتن درجه یونش محلول حاصل، K_a آن و محلول دوم را برابر یکدیگر قرار می‌دهیم:

$$K_a = \frac{M_1 \alpha_1^2}{1 - \alpha_1} = \frac{M_{\text{نهایی}} \alpha_{\text{نهایی}}^2}{1 - \alpha_{\text{نهایی}}} \Rightarrow \frac{M_2 (\circ/2)^2}{1 - \circ/2} = \frac{(\frac{12 M_2}{5}) \alpha_{\text{نهایی}}^2}{1 - \alpha_{\text{نهایی}}} \Rightarrow \frac{\circ/4}{\circ/8} = \frac{\frac{12}{5} \alpha_{\text{نهایی}}^2}{1 - \alpha_{\text{نهایی}}}$$

$$\Rightarrow \circ/5 - \circ/5 \alpha_{\text{نهایی}} = \frac{12}{5} \alpha_{\text{نهایی}}^2 \Rightarrow 2/4 \alpha_{\text{نهایی}}^2 + \circ/5 \alpha_{\text{نهایی}} - \circ/5 = 0 \Rightarrow \alpha_{\text{نهایی}} \approx \circ/134$$

۱۴ ابتدا غلظت H^+ در محلول نهایی محاسبه می‌کنیم:

$$pH_{\text{نهایی}} = \circ/7 \Rightarrow [H^+]_{\text{نهایی}} = 10^{-pH} = 10^{-\circ/7} = 10^{-\circ/3} \times 10^{-1} = 10^{\log 2} \times 10^{-1} = \circ/2 \text{ mol.L}^{-1}$$

تعداد مول OH^- حاصل از اضافه کردن $Ba(OH)_2$ به محلول را محاسبه می‌کنیم:

$$? \text{ mol } OH^- = 10/26 \text{ g } Ba(OH)_2 \times \frac{1 \text{ mol } Ba(OH)_2}{171 \text{ g } Ba(OH)_2} \times \frac{2 \text{ mol } OH^-}{1 \text{ mol } Ba(OH)_2} = \circ/12 \text{ mol } OH^-$$

$$[H^+]_{\text{نهایی}} = \frac{H^+ \text{ تعداد مول } - OH^- \text{ تعداد مول}}{\text{حجم محلول}} \Rightarrow \circ/2 = \frac{x - \circ/12}{\circ/35 + \circ/5} \Rightarrow x = \circ/2 \text{ mol } H^+$$

سپس تعداد مول H^+ اولیه را محاسبه می‌کنیم:

$$M = \frac{n}{V} = \frac{\circ/2 \text{ mol}}{\circ/5 \text{ L}} = 4 \text{ mol.L}^{-1}$$

در ادامه غلظت نیتریک اسید در محلول اولیه را محاسبه می‌کنیم:

$$M = \frac{10 \times \text{جگالی} \times \text{درصد جرمی}}{\text{جرم مولی}} \Rightarrow 4 = \frac{10 \times 2 \times d}{63} \Rightarrow d = 1/26 \text{ g.mL}^{-1}$$

اکنون با استفاده از فرمول زیر، جگالی محلول اولیه را به‌دست می‌آوریم:



ابتدا مقدار مول اولیه H^+ موجود در شیره معده را محاسبه می‌کنیم:

$$pH = 1/7 \Rightarrow [H^+] = 10^{-pH} = 10^{-1/7} = 10^{-\circ/3} \times 10^{-2} = 10^{\log 2} \times 10^{-2} = 2 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$? \text{ mol } H^+ = 2 \text{ L} \times 2 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1} = 4 \times 10^{-2} \text{ mol } H^+$$

شیره معده ۱ L

سپس مقدار مول نهایی H^+ موجود در شیره معده بعد از مصرف دارو را محاسبه می‌کنیم: (با مصرف داروی ضد اسید، حجم محتویات معده به $(2 + \circ/5) \text{ L}$ می‌رسد.)

$$pH = 3 \Rightarrow [H^+] = 10^{-pH} = 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}, \quad ? \text{ mol } H^+ = 2/5 \text{ L} \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1} = 2/5 \times 10^{-3} \text{ mol } H^+$$

شیره معده ۱ L

اکنون با استفاده از مقدار مول‌های اولیه و نهایی H^+ ، مقدار HCl مصرف شده را محاسبه می‌کنیم و جرم Mg^{2+} را به‌دست می‌آوریم:

$$HCl = 4 \times 10^{-2} - 2/5 \times 10^{-3} = \circ/375 \text{ mol } HCl$$

HCl مصرف شده

$$? \text{ g } Mg^{2+} = \circ/375 \text{ mol } HCl \times \frac{1 \text{ mol } Mg(OH)_2}{2 \text{ mol } HCl} \times \frac{1 \text{ mol } Mg^{2+}}{1 \text{ mol } Mg(OH)_2} \times \frac{24 \text{ g } Mg^{2+}}{1 \text{ mol } Mg^{2+}} = \circ/45 \text{ g } Mg^{2+}$$

$$\text{محلول } 500 \text{ mL} \times \frac{1 \text{ g محلول}}{1 \text{ mL محلول}} = 500 \text{ g محلول}$$

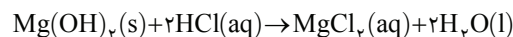
$$ppm = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 10^6 = \frac{\circ/45}{500} \times 10^6 = 900 \text{ ppm}$$

غلظت ppm یون Mg^{2+} برابر است با:

۳۴ ابتدا شمار مول H^+ موجود در شیره معده را محاسبه می‌کنیم:

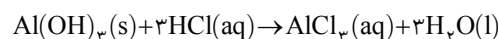
$$pH=2 \Rightarrow [H^+] = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}, \quad M = \frac{n}{V} \Rightarrow n = MV = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1} \times 2L = 2 \times 10^{-2} \text{ mol } H^+$$

براساس واکنش هر یک از ضد اسیدها با اسید معده، مقدار یون هیدرونیومی (H^+) که یک قرص می‌تواند خنثی کند را محاسبه می‌کنیم:



معادله موازنه شده واکنش منیزیم هیدروکسید با اسید معده:

$$? \text{ mol } H^+ = \frac{2/25 \text{ g } Mg(OH)_2}{100 \text{ g دارو}} \times \frac{1 \text{ mol } Mg(OH)_2}{58 \text{ g } Mg(OH)_2} \times \frac{2 \text{ mol } HCl}{1 \text{ mol } Mg(OH)_2} \times \frac{1 \text{ mol } H^+}{1 \text{ mol } HCl} = 1/25 \times 10^{-3} \text{ mol } H^+$$



معادله موازنه شده واکنش آلومینیم هیدروکسید با اسید معده:

$$? \text{ mol } H^+ = \frac{19/5 \text{ g } Al(OH)_3}{100 \text{ g دارو}} \times \frac{1 \text{ mol } Al(OH)_3}{78 \text{ g } Al(OH)_3} \times \frac{3 \text{ mol } HCl}{1 \text{ mol } Al(OH)_3} \times \frac{1 \text{ mol } H^+}{1 \text{ mol } HCl} = 3/75 \times 10^{-3} \text{ mol } H^+$$

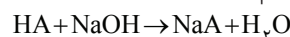
پس هر قرص به جرم ۵/۰ گرم می‌تواند $5 \times 10^{-3} (1/25 \times 10^{-3} + 3/75 \times 10^{-3})$ مول H^+ را خنثی کند. اکنون تعداد قرص‌های لازم را محاسبه می‌کنیم:

$$? \text{ قرص} = 2 \times 10^{-2} \text{ mol } H^+ \times \frac{1 \text{ قرص}}{5 \times 10^{-3} \text{ mol } H^+} = 4 \text{ قرص}$$

۴۵ ابتدا غلظت محلول سدیم هیدروکسید را محاسبه می‌کنیم:

$$pH=12 \xrightarrow{pH+pOH=14} pOH=2 \Rightarrow [OH^-] = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1} \xrightarrow{[OH^-]=M} M = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

دقت کنید که هنگام اضافه کردن کافئیک اسید ($C_6H_8O_4$) به محلول سدیم هیدروکسید، ابتدا مقداری از آن صرف خنثی شدن این محلول می‌شود و سپس اسید باقی‌مانده شروع به حل شدن در محلول می‌کند. پس دو مقدار را باید محاسبه کنیم. یکی مقداری که باعث خنثی شدن محلول بازی می‌شود و دیگری، مقداری که حل می‌شود. ابتدا مقدار اسید لازم برای خنثی کردن سدیم هیدروکسید را محاسبه می‌کنیم. اگر فرمول اسید را HA فرض کنیم، خواهیم داشت:



معادله موازنه شده واکنش خنثی شدن:

$$? \text{ g } HA = 2L \text{ NaOH محلول} \times \frac{10^{-2} \text{ mol NaOH}}{1L \text{ NaOH محلول}} \times \frac{1 \text{ mol } HA}{1 \text{ mol NaOH}} \times \frac{180 \text{ g } HA}{1 \text{ mol } HA} = 3/6 \text{ g } HA$$

اکنون مقدار اسیدی که در ۲ لیتر محلول (به تقریب ۲۰۰۰ گرم آب) حل می‌شود را محاسبه می‌کنیم: (انحلال پذیری کافئیک اسید در دمای اتاق برابر ۰/۰۲ گرم در ۱۰۰ گرم آب است).

$$? \text{ g } HA = 2000 \text{ g آب} \times \frac{0/02 \text{ g } HA}{100 \text{ g آب}} = 0/4 \text{ g } HA$$

پس در مجموع ۴g (۳/۶+۰/۴) کافئیک اسید در این محلول حل می‌شود.

۶۲ فرمول پاک‌کننده غیرصابونی را $C_nH_{2n+1}C_6H_4SO_3M$ و فرمول پاک‌کننده صابونی را $C_mH_{2m+1}COOM$ در نظر می‌گیریم:

$$\left. \begin{aligned} 14n+157+M &= \text{جرم مولی پاک‌کننده غیرصابونی} \\ 14m+45+M &= \text{جرم مولی پاک‌کننده صابونی} \end{aligned} \right\} \Rightarrow 14n+157+M - (14m+45+M) = 154 \Rightarrow 14n-14m=42 \quad (I)$$

$$\frac{n+6}{3} = \frac{m+1}{2} \Rightarrow 2n+12=3m+3 \Rightarrow 3m-2n=9 \quad (II)$$

نسبت تعداد اتم‌های کربن به اکسیژن در هر دو ترکیب برابر است، پس خواهیم داشت:

$$\xrightarrow{(I), (II)} \begin{cases} 14n-14m=42 \\ 3m-2n=9 \end{cases} \Rightarrow n=18, m=15$$

اکنون با توجه به معادله‌های (I) و (II)، مقدار n و m را محاسبه می‌کنیم:

پس تعداد اتم‌های کربن بخش ناقطبی پاک‌کننده صابونی برابر ۱۵ است.

$$? \text{ mol } CaCO_3 = 25 \text{ g } CaCO_3 \times \frac{1 \text{ mol } CaCO_3}{100 \text{ g } CaCO_3} = 0/25 \text{ mol } CaCO_3$$

۱۷ ابتدا مقدار مول اولیه کلسیم کربنات را محاسبه می‌کنیم:

جدول تغییر مول واکنش تعادلی را رسم می‌کنیم:

	$CaCO_3(s) \rightleftharpoons CaO(s) + CO_2(g)$		
مول اولیه	۰/۲۵	۰	۰
تغییر مول	-x	+x	+x
مول تعادلی	۰/۲۵-x	x	x

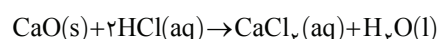
کاهش جرم مواد جامد مربوط به تولید گاز CO_2 است، پس مقدار مول CO_2 برابر است با:

$$? \text{ mol } CO_2 = 25 \text{ g مواد جامد} \times \frac{1/8 \text{ g } CO_2}{100 \text{ g مواد جامد}} \times \frac{1 \text{ mol } CO_2}{44 \text{ g } CO_2} = 0/05 \text{ mol } CO_2$$

$$K = [CO_2] = \frac{n}{V} = \frac{0/05 \text{ mol}}{5L} = 0/01$$

ثابت تعادل واکنش برابر است با:

مواد جامد موجود در ظرف واکنش طبق معادله موازنه شده واکنش‌های مقابل، $HCl(aq)$ را خنثی می‌کنند:



$$\text{مجموع شمار مول‌های HCl خنثی شده} = 2x + (0.5 - 2x) = 0.5 \text{ mol}$$
$$\text{pH} = -\log_{10} [\text{H}^+] \Rightarrow [\text{H}^+] = 10^{-\text{pH}} = 10^{-\frac{\text{pH}}{\log_{10}}} = 10^{-\frac{\text{pH}}{\gamma} \times 10^{-1}} = 10^{-\log_{10} \gamma \times 10^{-1}} = \gamma \text{ mol.L}^{-1} \xrightarrow{[\text{H}^+] = M} M = \gamma \text{ mol.L}^{-1}$$

۸ ۲ قسمت اول: ابتدا مقدار مول اولیه گازهای HA و HB را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{گاز ۱ mol} = \frac{\text{گاز ۱ mol}}{۲۲/۴\text{L}} \times \text{گاز ۲۲/۴L} = \text{گاز ۱ mol}$$

با توجه به pH محلول، غلظت یون H^+ را محاسبه می‌کنیم:

$[H^+]_{HA} + [H^+]_{HB} = 0.2X + 0.4 - 0.4X = 0.35 \Rightarrow 0.2X = 0.05 \Rightarrow X = 0.25$ اکنون X را به دست می آوریم:

$$\text{HA درصد مولی} = \frac{\text{مول HA}}{\text{مول کل}} \times 100 = \frac{0.25}{1} \times 100 = 25\%$$

مخلوط اولیه برابر است با:

قسمت دوم: با توجه به اینکه غلظت مولی HA و HB به ترتیب 0.75% و 0.25% مول بر لیتر و درصد یونش آن‌ها به ترتیب برابر 40% و 20% است، خواهیم داشت:

۹ ابتدا غلظت H^+ محلول نهایی را محاسبه می‌کنیم:

$$pH = 1/5 \Rightarrow [H^+] = 10^{-pH} = 10^{-1/5} = 10^{-0.2} = 10^{\log 3} \times 10^{-2} = 3 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$\text{pH} = 12 \xrightarrow{\text{pH} + \text{pOH} = 14} \text{pOH} = 2 \Rightarrow [\text{OH}^-] = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$M = \frac{n}{V} \Rightarrow n = MV = 1.0^{-3} \times 0.1 = 1.0^{-4} \text{ mol OH}^{-}$$

در ادامه تعداد مول H^+ موجود در محلولی از HNO_3 که ۴۰ میلی لیتر حجم دارد را محاسبه می کنیم:

$$[H^+]_{\text{نهایی}} = \frac{\text{تعداد مول } H^+ - \text{تعداد مول } OH^-}{\text{حجم کل}} \Rightarrow 3 \times 10^{-2} = \frac{x - 10^{-4}}{0.5} \Rightarrow x = 1.6 \times 10^{-4} \text{ mol } H^+$$

در ۴۰ میلی لیتر از محلول نیتریک اسید رقیق شده 10^{-4} مول H^+ وجود دارد، پس در ۲۰۰ میلی لیتر از محلول این اسید $10^{-4} \times 5 \times 10^{-4}$ مول H^+ داریم و این

$$[H^+]_{\text{اولیه}} = [HNO_3]_{\text{اولیه}} = M = \frac{\text{تعداد مول}}{\text{حجم کل}} = \frac{5 \times 10^{-4}}{0.02} = 0.025 \text{ mol.L}^{-1}$$

۱۰ ابتدا غلظت مولی لاکتیک اسید ($C_3H_6O_3$) را محاسبه می‌کنیم:

$$M = \frac{\text{چگالی} \times \text{درصد جرمی}}{\text{جرم مولی}} = \frac{1.0 \times 61}{90} = 0.677 \text{ mol.L}^{-1}$$

pH محلول اولیه را محاسبه می‌کنیم. اسید ضعیف است و $K_a < 10^{-3}$ پس:

$$[\text{H}^+] = \sqrt{K_a \cdot M} = \sqrt{\lambda \times 10^{-\Delta} \times \circ / \lambda} = \lambda \times 10^{-\text{r}} \text{ mol.L}^{-1}, \quad \text{pH}_{\text{A}_{\text{A}}(\text{A})} = -\log[\text{H}^+] = -\log(\lambda \times 10^{-\text{r}}) = \text{r} - \log \lambda = \text{r} /$$

غلظت سدیم هیدروکسید اضافه شده برابر است با:

$$pH = 13/6 \xrightarrow{pH + pOH = 14} pOH = 0/4 \Rightarrow [OH^-] = 10^{-pOH} = 10^{-0/4} = 10^{0/6} \times 10^{-1} = 10^{\log 4} \times 10^{-1} = 0/4 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$\xrightarrow{[OH^-] = M} M = 0/4 \text{ mol.L}^{-1}$$

حاصل $M.V.n$ را برای لاکتیک اسید و سدیم هیدروکسید محاسبه می‌کنیم:

$$M_a.V_a.n_a = 0/8 \times 0/3 \times 1 = 0/24, \quad M_b.V_b.n_b = 0/4 \times 0/3 \times 1 = 0/12$$

با توجه به اینکه $M_b.V_b.n_b < M_a.V_a.n_a$ است، پس غلظت مولی لاکتیک اسید در محلول نهایی برابر است با:

$$M_{\text{اسید}} = \frac{0/24 - 0/12}{0/3 + 0/3} = 0/2 \text{ mol.L}^{-1}$$

پس داریم:

$$[H^+]_{\text{نهایی}} = \sqrt{K_a.M_{\text{نهایی}}} = \sqrt{8 \times 10^{-5} \times 0/2} = 4 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$$

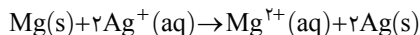
$$pH_{\text{نهایی}} = -\log[H^+]_{\text{نهایی}} = -\log(4 \times 10^{-3}) = 3 - \log 4 = 3 - 2 \log 2 = 3 - 2(0/3) = 2/4$$

در نتیجه pH به اندازه $0/3$ (از $2/4 - 2/1$) تغییر می‌کند.

پاسخ تشریحی | آزمون‌های جامع فصل هشتم

فصل هشتم: آزمون جامع ۱

۱۱ Mg در سری الکتروشیمیایی پایین‌تر از Ag قرار دارد، پس در سلول گالوانی مورد نظر، اتم‌های Mg اکسایش و یون‌های Ag^+ کاهش می‌یابند.



جرم تیغه آندی (Mg) را $(x+10)$ گرم و جرم تیغه کاتدی (Ag) را x گرم در نظر می‌گیریم. سپس تغییر جرم هر کدام را محاسبه می‌کنیم:

$$? g Mg = \frac{0}{2} \text{mol } e^- \times \frac{1 \text{mol } Mg}{2 \text{mol } e^-} \times \frac{24 g Mg}{1 \text{mol } Mg} = 2/4 g Mg \text{ (کاهش جرم)}$$

روش اول (کسر تبدیل):

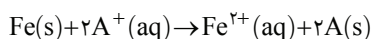
$$? g Ag = \frac{0}{2} \text{mol } e^- \times \frac{2 \text{mol } Ag}{2 \text{mol } e^-} \times \frac{108 g Ag}{1 \text{mol } Ag} = 21/6 g Ag \text{ (افزایش جرم)}$$

$$\frac{(Mg)}{\text{تغییر جرم آند}} = \frac{(Ag)}{\text{تغییر جرم کاتد}} = \frac{\text{مول } e^-}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{x}{1 \times 24} = \frac{y}{2 \times 108} = \frac{0/2}{2} \Rightarrow x = 2/4 g, y = 21/6 g$$

روش دوم (تناسب):

پس جرم تیغه آندی (Mg) به $(x+10-2/4)$ گرم و جرم تیغه کاتدی (Ag) به $x+21/6$ گرم خواهد رسید. پس اختلاف جرم دو تیغه برابر ۱۴ گرم می‌شود:

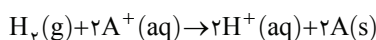
۱۲ در سلول گالوانی (آهن - A)، تیغه آهنی الکتروآند است و طی واکنش جرم آن کاهش می‌یابد.



معادله موازنه شده واکنش کلی این سلول به صورت مقابل است:

$$? g Fe = \frac{0}{4} \text{mol } e^- \times \frac{1 \text{mol } Fe}{2 \text{mol } e^-} \times \frac{56 g Fe}{1 \text{mol } Fe} = 1/2 g Fe$$

بررسی سایر گزینه‌ها: گزینه (۱): با توجه به عدد منفی ولت‌سنج، نیم‌سلول دارای الکتروآند A کاتد و نیم‌سلول SHE، نیم‌سلول آندی است.



معادله موازنه شده واکنش کلی این سلول به صورت مقابل است:

مجموع ضرایب استوکیومتری مواد در معادله واکنش برابر ۷ است. گزینه (۲): با توجه به عدد ولت‌سنج سلول سمت چپ داریم:

$$E^\circ(\text{سلول}) = E^\circ(\text{کاتد}) - E^\circ(\text{آند}) = E^\circ(A^+/A) - E^\circ(H^+/H_2) \Rightarrow 0/8 = E^\circ(A^+/A) - 0 \Rightarrow E^\circ(A^+/A) = 0/8 V$$

نیروی الکتروموتوری (emf) سلول (آهن - A) برابر است با:

$$E^\circ(\text{سلول}) = E^\circ(\text{کاتد}) - E^\circ(\text{آند}) = E^\circ(A^+/A) - E^\circ(Fe^{2+}/Fe) \Rightarrow 0/8 = 0/8 - (-0/44) = +1/24 V$$

با توجه به اتصال قطب‌های هم‌نام ولت‌سنج و سلول گالوانی، ولت‌سنج عدد $+1/24 V$ را باید نشان دهد. گزینه (۳): مقدار مول مصرفی کاتیون A^+ را محاسبه

$$? \text{mol } A^+ = \frac{2}{8} L H_2 \times \frac{1 \text{mol } H_2}{22/4 L H_2} \times \frac{2 \text{mol } A^+}{1 \text{mol } H_2} = 0/25 \text{mol } A^+ \text{ مصرفی}$$

می‌کنیم: روش اول (کسر تبدیل):

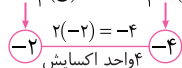
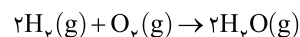
$$\frac{A^+ \text{مول}}{\text{حجم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{H_2 \text{لیتر}}{2} \Rightarrow \frac{x}{1 \times 22/4} = \frac{2/8}{2} \Rightarrow x = 0/25 \text{mol } A^+$$

روش دوم (تناسب):

$$M = \frac{n}{V} \Rightarrow 1 = \frac{n}{0/5} \Rightarrow n = 0/5 \text{mol}$$

با توجه به غلظت اولیه A^+ ، مول اولیه A^+ را محاسبه می‌کنیم:

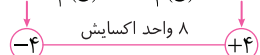
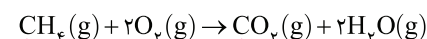
پس با مصرف ۰/۲۵ مول A^+ ، مقدار مول A^+ نصف می‌شود، در نتیجه غلظت مولی آن نیز نصف می‌شود.



۱۳ معادله موازنه شده واکنش انجام شده در سلول سوختی هیدروژن-اکسیژن:

در این سلول با مبادله ۴ مول الکترون، ۲ مول فرآورده گازی تولید می‌شود:

$$? g H_2O = \frac{6/0}{2 \times 10^{23}} e^- \times \frac{1 \text{mol } e^-}{6/0 \times 10^{23}} \times \frac{2 \text{mol } H_2O}{4 \text{mol } e^-} \times \frac{18 g H_2O}{1 \text{mol } H_2O} = 90 g H_2O$$



معادله موازنه شده واکنش انجام شده در سلول سوختی متان-اکسیژن:

در این سلول با مبادله ۸ مول الکترون، ۲ مول بخار آب و یک مول کربن دی‌اکسید تولید می‌شود:

$$? g H_2O = \frac{6/0}{2 \times 10^{23}} e^- \times \frac{1 \text{mol } e^-}{6/0 \times 10^{23}} \times \frac{2 \text{mol } H_2O}{8 \text{mol } e^-} \times \frac{18 g H_2O}{1 \text{mol } H_2O} = 45 g H_2O$$

روش اول (کسر تبدیل):

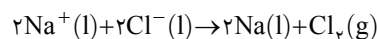
$$? g \text{ CO}_2 = \frac{6/0.2 \times 10^{24} e^-}{6/0.2 \times 10^{23} e^-} \times \frac{1 \text{ mol } e^-}{1 \text{ mol } e^-} \times \frac{1 \text{ mol CO}_2}{1 \text{ mol CO}_2} \times \frac{44 \text{ g CO}_2}{1 \text{ mol CO}_2} = 55 \text{ g CO}_2$$

$$\frac{\text{H}_2\text{O گرم}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{e^- \text{ تعداد}}{N_A \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{x}{2 \times 18} = \frac{6/0.2 \times 10^{24}}{6/0.2 \times 10^{23}} \Rightarrow x = 90 \text{ g H}_2\text{O}$$

روش دوم (تناسب):

$$\frac{\text{H}_2\text{O گرم}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{CO}_2 \text{ گرم}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{e^- \text{ تعداد}}{N_A \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{m}{2 \times 18} = \frac{n}{1 \times 44} = \frac{6/0.2 \times 10^{24}}{6/0.2 \times 10^{23}} \Rightarrow m = 45 \text{ g H}_2\text{O}, n = 55 \text{ g CO}_2$$

پس در سلول سوختی «هیدروژن-اکسیژن» مقدار ۹۰ گرم فراورده و در سلول سوختی «متان-اکسیژن» مقدار ۱۰۰g (۴۵+۵۵) فراورده تولید می‌شود که اختلاف این دو مقدار برابر ۱۰g (۱۰۰-۹۰) است.



۳ ۴ ابتدا طبق واکنش کلی برقکافت سدیم کلرید مذاب، جرم یون سدیم کاهش یافته را محاسبه می‌کنیم:

$$? g \text{ Na}^+ = \frac{31/5 \text{ L Cl}_2}{20 \text{ L Cl}_2} \times \frac{2 \text{ mol Na}^+}{1 \text{ mol Cl}_2} \times \frac{23 \text{ g Na}^+}{1 \text{ mol Na}^+} = 72/45 \text{ g Na}^+$$

روش اول (کسر تبدیل):

$$? g \text{ Na}^+ = 100 \text{ L محلول} \times \frac{10^3 \text{ mL}}{1 \text{ L}} \times \frac{1/0.35 \text{ g محلول}}{1 \text{ mL محلول}} = 103500 \text{ g محلول}$$

سپس جرم محلول را محاسبه می‌کنیم:

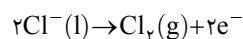
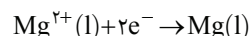
$$\text{ppm} = \frac{\text{جرم حل شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 10^6 \Rightarrow \text{ppm} = \frac{72/45}{103500} \times 10^6 = 700$$

اکنون غلظت ppm یون سدیم در محلول اولیه را به دست می‌آوریم:

$$\frac{\text{ppm}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{لیتر CO}_2}{\text{حجم مولی} \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{100 \times 10^3 \times 1/0.35 \times \text{ppm}}{10^6 \times 2 \times 23} = \frac{31/5}{1 \times 20} \Rightarrow \text{ppm} = 700$$

روش دوم (تناسب):

۱ ۵ با توجه به پتانسیل‌های استاندارد کاهش داده شده داریم:

در رقابت آندی، یون Cl^- به دلیل داشتن پتانسیل کاهشی کمتر نسبت به F^- ، اکسایش می‌یابد:در رقابت کاتدی، یون Mg^{2+} به دلیل داشتن پتانسیل کاهشی بیشتر نسبت به Li^+ ، کاهش می‌یابد:

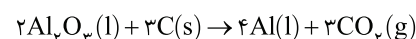
با توجه به ضریب الکترون که در هر دو نیم واکنش یکسان است، خواهیم داشت:

$$? g \text{ Mg} = 896 \text{ mL Cl}_2 \times \frac{1 \text{ mol Cl}_2}{22400 \text{ mL Cl}_2} \times \frac{1 \text{ mol Mg}}{1 \text{ mol Cl}_2} \times \frac{24 \text{ g Mg}}{1 \text{ mol Mg}} = 0/96 \text{ g Mg}$$

روش اول (کسر تبدیل):

$$\frac{\text{Mg گرم}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{میلی لیتر Cl}_2 (\text{STP})}{\text{ضریب} \times 22400} \Rightarrow \frac{x}{1 \times 24} = \frac{896}{1 \times 22400} \Rightarrow x = 0/96 \text{ g}$$

روش دوم (تناسب):



۱ ۶ معادله واکنش انجام شده در فرایند هال به صورت مقابل است:

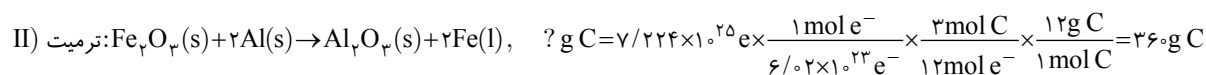
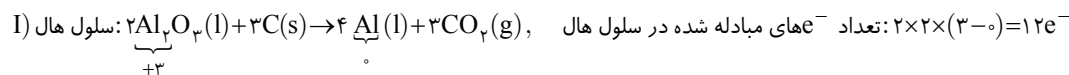


$$\text{Al اتم} = 12 = (3-0) \times 2 \times 2$$

پس به ازای تولید هر ۴ مول Al، تعداد ۱۲ مول الکترون مبادله می‌شود، بنابراین خواهیم داشت:

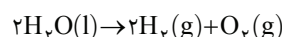
$$? C = 1/7 \text{ g Al} \times \frac{1 \text{ mol Al}}{27 \text{ g Al}} \times \frac{12 \text{ mol } e^-}{4 \text{ mol Al}} \times \frac{6/0.2 \times 10^{23} e^-}{1 \text{ mol } e^-} \times \frac{1 \text{ C}}{6/24 \times 10^{18} e^-} = 1/25 \times 10^5 \text{ C}$$

۱ ۷ معادله موازنه شده واکنش‌ها:



$$? g \text{ Fe} = \frac{7/224 \times 10^{25} e^-}{6/0.2 \times 10^{23} e^-} \times \frac{1 \text{ mol } e^-}{12 \text{ mol } e^-} \times \frac{4 \text{ mol Al(I)}}{100 \text{ mol Al(I)}} \times \frac{2 \text{ mol Al(II)}}{2 \text{ mol Al(II)}} \times \frac{56 \text{ g Fe}}{1 \text{ mol Fe}} \times \frac{75}{100} = 336 \text{ g Fe}$$

بازده درصدی



۲ ۸ معادله موازنه شده واکنش برقکافت آب به صورت مقابل است:

قسمت اول: با توجه به واکنش بالا، به ازای برقکافت دو مول آب (۲×۱۸=۳۶)، در شرایط STP دو مول گاز هیدروژن (۲×۲۲/۴=۱۱) و یک مول گاز اکسیژن (۲۲/۴ L) تولید می‌شود. با توجه به توضیحات داده شده، مقدار آب مصرفی را محاسبه می‌کنیم:

$$? g \text{ H}_2\text{O} = 560 \times 10^{-3} \text{ L} \times \frac{2 \text{ mol H}_2\text{O}}{22/4 \text{ L}} \times \frac{18 \text{ g H}_2\text{O}}{1 \text{ mol H}_2\text{O}} = 0/9 \text{ g H}_2\text{O}$$

روش اول (کسر تبدیل):

قسمت دوم: در فرایند برقکافت آب، به ازای تجزیه ۲ مول H_2O ، ۴ مول الکترون مبادله می‌شود. بنابراین خواهیم داشت:

$$? e^- = \frac{1 \text{ mol } H_2O}{18 \text{ g } H_2O} \times \frac{4 \text{ mol } e^-}{2 \text{ mol } H_2O} \times \frac{6/0.2 \times 10^{23} e^-}{1 \text{ mol } e^-} = 6/0.2 \times 10^{23} e^-$$

روش اول (کسر تبدیل):

$$\frac{H_2O \text{ گرم}}{H_2O \text{ اختلاف حجم گازهای فراورده}} = \frac{e^- \text{ تعداد}}{N_A \times \text{ضرب}} \Rightarrow \frac{x}{2 \times 18} = \frac{56 \times 10^{-3}}{2 \times 22/4 - 1 \times 22/4} = \frac{y}{4 \times 6/0.2 \times 10^{23}}$$

$$\Rightarrow x = 0.9 \text{ g } H_2O, y = 6/0.2 \times 10^{23} e^-$$

روش دوم (تناسب):

[۹۳] در واکنش برقکافت سدیم کلرید مذاب، به ازای تولید هر مول Na ، یک مول الکترون مبادله می‌شود: $Na^+(l) + e^- \rightarrow Na(l)$ ؛ نیم‌واکنش کاهش

$$? \text{ mol } e^- = 92 \text{ g } Na \times \frac{1 \text{ mol } Na}{23 \text{ g } Na} \times \frac{1 \text{ mol } e^-}{1 \text{ mol } Na} = 4 \text{ mol } e^-$$

در واکنش خوردگی آهن به ازای مصرف هر مول آهن (56 g Fe)، ۳ مول الکترون مبادله می‌شود: $Fe(s) \rightarrow Fe^{3+}(aq) + 3e^-$ ؛ نیم‌واکنش اکسایش در فرایند خوردگی آهن

$$? \text{ g } Fe = 4 \text{ mol } e^- \times \frac{1 \text{ mol } Fe}{3 \text{ mol } e^-} \times \frac{56 \text{ g } Fe}{1 \text{ mol } Fe} = 74/3 \text{ g } Fe$$

پس جرم قطعه آهن که دچار خوردگی شده برابر است با:

[۱۰۱] معادله موازنه شده واکنش انجام شده در سلول «روی - SHE» به صورت مقابل است:

در این واکنش به ازای تولید هر مول H_2 ، دو مول الکترون مبادله می‌شود:

$$Zn(s) + 2H^+(aq) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + H_2(g)$$

$$2H^+(aq) + 2e^- \rightarrow H_2(g)$$

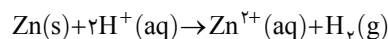
$$? \text{ mol } e^- = 42 \text{ L } H_2 \times \frac{1 \text{ mol } H_2}{22/4 \text{ L } H_2} \times \frac{2 \text{ mol } e^-}{1 \text{ mol } H_2} = 3/75 \text{ mol } e^-$$

در فرایند آبکاری با طلا، به ازای مصرف هر سه مول الکترون، یک مول طلا روی جسم مسی قرار می‌گیرد، پس خواهیم داشت:

$$Au^{3+}(aq) + 3e^- \rightarrow Au(s) \quad ? \text{ g } Au = 3/75 \text{ mol } e^- \times \frac{1 \text{ mol } Au}{3 \text{ mol } e^-} \times \frac{197 \text{ g } Au}{1 \text{ mol } Au} = 197 \text{ g } Au$$

فصل هشتم: آزمون جامع ۲

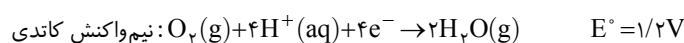
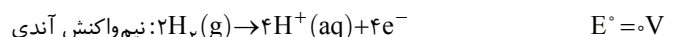
[۱۲] با توجه به E° کوچک‌تر Zn نسبت به H_2 ، معادله واکنش انجام شده در سلول گالوانی (روی - SHE) به صورت زیر است:



در این واکنش به ازای مبادله ۲ مول الکترون، یک مول گاز هیدروژن تولید می‌شود. ابتدا مقدار مول گاز هیدروژن تولیدی را محاسبه می‌کنیم:

$$? \text{ mol } H_2 = 3/0.1 \times 10^{23} e^- \times \frac{1 \text{ mol } e^-}{6/0.2 \times 10^{23} e^-} \times \frac{1 \text{ mol } H_2}{2 \text{ mol } e^-} = 2/5 \text{ mol } H_2$$

سپس ولتاژ سلول سوختی «هیدروژن - اکسیژن» را در بهترین حالت محاسبه می‌کنیم:



با توجه به ولتاژ سلول سوختی اشاره شده در سؤال، بازده سلول سوختی برابر است با:

$$\frac{\text{ولتاژ عملی}}{\text{ولتاژ نظری}} \times 100 = \frac{0/72}{1/2} \times 100 = 60\%$$

اکنون جرم فراورده گازی را به یکی از دو روش زیر محاسبه می‌کنیم:

$$? \text{ g } H_2O = 2/5 \text{ mol } H_2 \times \frac{2 \text{ mol } H_2O}{2 \text{ mol } H_2} \times \frac{18 \text{ g } H_2O}{1 \text{ mol } H_2O} \times \frac{60}{100} = 27 \text{ g } H_2O$$

روش اول (کسر تبدیل):

$$\frac{H_2 \text{ مول} \times \frac{R}{100}}{\text{ضرب}} = \frac{\text{گرم آب}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضرب}} \Rightarrow \frac{2/5 \times \frac{60}{100}}{2} = \frac{x}{2 \times 18} \Rightarrow x = 27 \text{ g}$$

روش دوم (تناسب):

[۲۴] قسمت اول: با توجه به عدد منفی ولت‌سنج، آهن الکتروند آند بوده و نیم‌سلول مربوط به SHE، نیم‌سلول کاتدی است:



غلظت اولیه H^+ در سلول گالوانی برابر 1 mol.L^{-1} است، پس داریم:

با توجه به افزایش $0/3$ واحدی pH محلول، داریم:

$$pH_2 = 0 + 0/3 = 0/3$$

غلظت H^+ در محلول را در این زمان محاسبه می‌کنیم:

$$[H^+] = 10^{-pH} = 10^{-0.3} = 10^{0.7} \times 10^{-1} = 10^{0.7-1} = 5 \times 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$$

پس به عبارتی غلظت مولی یون H^+ از 1 mol.L^{-1} به 5 mol.L^{-1} رسیده است. در ادامه به کمک این تغییر غلظت کاهش جرم تیغه آهنی را محاسبه می‌کنیم:

$$? g \text{ Fe} = \frac{0.4 \text{ L محلول} \times \frac{5 \text{ mol } H^+}{1 \text{ L محلول}} \times \frac{1 \text{ mol Fe}}{2 \text{ mol } H^+} \times \frac{56 \text{ g Fe}}{1 \text{ mol Fe}} = 5.6 \text{ g Fe}$$

روش اول (کسر تبدیل):

$$\frac{\text{Fe گرم}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{H^+ \text{ غلظت مولار} \times \text{لیتر محلول}}{\text{ضریب}} \Rightarrow \frac{x}{1 \times 56} = \frac{0.4 \times 5}{2} \Rightarrow x = 5.6 \text{ g}$$

روش دوم (تناسب):

قسمت دوم: با توجه به ضرایب استوکیومتری H^+ و Fe^{2+} در معادله موازنه شده واکنش و اینکه غلظت H^+ در محلول نیم سلول کاتدی 0.5 mol بر لیتر کاهش می‌یابد، می‌توان نتیجه گرفت که غلظت Fe^{2+} در محلول نیم سلول آندی به اندازه 0.25 mol بر لیتر افزایش می‌یابد ولی با توجه به وجود دیواره متخلخل و عبور کاتیون‌های Fe^{2+} از آن، غلظت Fe^{2+} در محلول نیم سلول آندی کمتر از 0.25 mol بر لیتر افزایش می‌یابد.



با مبادله 2 mol الکترون، یک مول مس مصرف شده ($1 \times 64 = 64 \text{ g}$) و دو مول نقره تولید می‌شود ($2 \times 108 = 216 \text{ g}$). پس به ازای مبادله 2 mol الکترون، جرم تیغه به اندازه 152 g ($216 - 64$) افزایش می‌یابد.

$$? \text{ mol } e^- = 5.0 \times \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} \times \frac{48 \times 10^{-3} \text{ mol } e^-}{1 \text{ min}} = 0.4 \text{ mol } e^-$$

تعداد مول الکترون‌های مبادله شده در 5.0 ثانیه را محاسبه می‌کنیم:

$$? \text{ g} = 0.4 \text{ mol } e^- \times \frac{152 \text{ g جرم تغییر}}{2 \text{ mol } e^-} = 30.4 \text{ g}$$

افزایش جرم تیغه برابر است با:

پس جرم تیغه به $152 + 30.4$ می‌رسد.

[۴ ۱] یک آمپر مقدار باری است که در یک ثانیه از سطح مقطع یک جسم رسانا عبور می‌کند.

$$q = It = 2.0 \times (2 \times 60 \times 60 \text{ s}) = 14400 \text{ C}$$

ابتدا با توجه به فرمول $q = It$ کل بار عبور کرده را بر حسب کولن به دست می‌آوریم:

$$1 \text{ mol } e^- = 6 \times 10^{23} \times \frac{1}{6 \times 10^{23}} = 96000 \text{ C}$$

سپس محاسبه می‌کنیم هر مول الکترون معادل چند کولن است:

در برقکافت آب، به ازای عبور 4 mol الکترون، 2 mol H_2 (2×2) و یک مول O_2 (1×32) تولید می‌شود، پس به ازای مبادله این مقدار الکترون، مقدار 36 g ($4 + 32$) فراورده تولید می‌شود.

$$\text{فراورده} = 13 \text{ g} = \frac{36 \text{ g}}{4 \text{ mol } e^-} \times \frac{1 \text{ mol } e^-}{96000 \text{ C}} \times 14400 \text{ C}$$

اکنون جرم فراورده‌های گازی تولید شده را محاسبه می‌کنیم:



$$? \text{ mol Na} = \frac{0.56 \text{ L } Cl_2}{22.4 \text{ L } Cl_2} \times \frac{2 \text{ mol Na}}{1 \text{ mol } Cl_2} = 0.5 \text{ mol Na}$$



طبق ضرایب استوکیومتری مواد در واکنش بالا، از واکنش 0.5 mol سدیم، 0.5 mol سدیم هیدروکسید تولید می‌شود. سپس غلظت این ترکیب را محاسبه می‌کنیم:

$$M = \frac{n}{V} = \frac{0.5 \text{ mol}}{2 \text{ L}} = 0.25 \text{ mol.L}^{-1} \Rightarrow M = [OH^-] = 2 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$pOH = -\log[OH^-] = -\log(2 \times 10^{-2}) = 2 - \log 2 = 1.7 \xrightarrow{pH + pOH = 14} pH = 12.3$$

اکنون pH محلول را به دست می‌آوریم:



$$? \text{ mol } Ag^+ = 4.8 \text{ g Ag} \times \frac{1 \text{ mol Ag}}{108 \text{ g Ag}} \times \frac{1 \text{ mol } Ag^+}{1 \text{ mol Ag}} = 0.45 \text{ mol } Ag^+$$

قسمت اول:

$$\bar{R}(Ag^+) = \frac{\Delta n(Ag^+)}{V \Delta t} \Rightarrow 2 \times 10^{-2} \frac{\text{mol}}{\text{L.s}} = \frac{0.45 \text{ mol}}{V(L) \times 2/5 \times 60 \text{ s}} \Rightarrow V = 1/5 \text{ L}$$

$$? \text{ mol } e^- = 0.45 \text{ mol } Ag^+ \times \frac{1 \text{ mol } e^-}{1 \text{ mol } Ag^+} \times \frac{10^3 \text{ mmol } e^-}{1 \text{ mol } e^-} = 450 \text{ mmol } e^-$$

قسمت دوم:



عدد اکسایش n کربن در آلکان برابر $2n - 2$ است که در nC در کربن دی اکسید (CO_2) به ۴n می‌رسد، پس داریم:

$$\frac{4n - (-2n - 2)}{n} = \frac{6n + 2}{n} = 6/4 \Rightarrow 6n + 2 = 6/4n \Rightarrow n = 5$$

در C_5H_{12} فقط ایزومر ۲ و ۲-دی متیل پروپان دارای دو شاخه فرعی متیل است. واکنش C_5H_{12} با Br_2 :

$$\text{C}_5\text{H}_{12} + \text{Br}_2 \rightarrow \text{C}_5\text{H}_{11}\text{Br}$$

روش اول (کسر تبدیل):

$$\frac{\text{C}_5\text{H}_{12} \text{ گرم}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{Br}_2 \text{ گرم}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{4/2}{1 \times 70} = \frac{x}{1 \times 160} \Rightarrow x = 9/6 \text{ g Br}_2$$

روش دوم (تناسب):

۸ ۲ عبارت‌های دوم و چهارم درست هستند. بررسی عبارت‌ها:

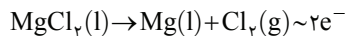
عبارت اول: واکنش هال به صورت $2\text{Al} + 3\text{CO} \rightarrow 2\text{Al}_2\text{O}_3 + 3\text{C}$ است که مجموع ضرایب واکنش دهنده‌ها و فراورده‌ها با همدیگر برابر نیست.

عبارت دوم: معادله موازنه شده خوردگی آهن، به صورت مقابل است:



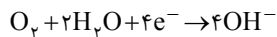
$$? \text{ g Fe(OH)}_3 = 3/36 \text{ L O}_2 \times \frac{1 \text{ mol O}_2}{22/4 \text{ L O}_2} \times \frac{4 \text{ mol Fe(OH)}_3}{3 \text{ mol O}_2} \times \frac{107 \text{ g Fe(OH)}_3}{1 \text{ mol Fe(OH)}_3} = 21/4 \text{ g Fe(OH)}_3$$

عبارت سوم: معادله کلی برقکافت MgCl_2 به صورت مقابل است:



$$? \text{ e}^- = 2 \text{ mol Cl}_2 \times \frac{2 \text{ mol e}^-}{1 \text{ mol Cl}_2} \times \frac{6/0.2 \times 10^{23} \text{ e}^-}{1 \text{ mol e}^-} = 24/0.8 \times 10^{23} \text{ e}^-$$

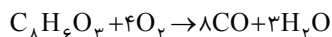
عبارت چهارم: نیم واکنش کاندی خوردگی حلبی به صورت مقابل است:



$$? \text{ g OH}^- = 0/2 \text{ mol O}_2 \times \frac{4 \text{ mol OH}^-}{1 \text{ mol O}_2} \times \frac{17 \text{ g OH}^-}{1 \text{ mol OH}^-} = 13/6 \text{ g OH}^-$$

۹ ۴ عدد اکسایش F در هر ترکیب آن برابر ۱- است. باید در ساختار داده شده کربن‌های با عدد اکسایش (۱-) را مشخص کنیم. کربن‌های گروه CH دارای

عدد اکسایش (۱-) هستند که ۴ کربن در این ترکیب این ویژگی را دارند. فرمول شیمیایی ترکیبات آلی داده شده به صورت $\text{C}_8\text{H}_6\text{O}_3$ است. واکنش سوختن ناقص



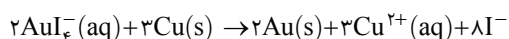
این ترکیب را می‌نویسیم:

$$? \text{ L CO} = 3/0 \text{ g C}_8\text{H}_6\text{O}_3 \times \frac{1 \text{ mol C}_8\text{H}_6\text{O}_3}{150 \text{ g C}_8\text{H}_6\text{O}_3} \times \frac{8 \text{ mol CO}}{1 \text{ mol C}_8\text{H}_6\text{O}_3} \times \frac{28 \text{ g CO}}{1 \text{ mol CO}} \times \frac{1 \text{ L CO}}{1/12 \text{ g CO}} = 4/0 \text{ L CO}$$

روش اول (کسر تبدیل):

$$\frac{\text{C}_8\text{H}_6\text{O}_3 \text{ گرم}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{لیتر CO} \times \text{چگالی}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{3/0}{1 \times 150} = \frac{x \times 1/12}{8 \times 28} \Rightarrow x = 4/0 \text{ L CO}$$

روش دوم (تناسب):



۱۰ ۱ معادله موازنه شده واکنش:

عبارت‌های اول، دوم و چهارم درست هستند. بررسی عبارت‌ها:

عبارت اول: اکسند AuI_3^- است و تغییر جرم مربوط به مصرف Cu و تولید Au است:

$$? \text{ g AuI}_3^- = 0/1 \text{ mol AuI}_3^- \times \frac{(2 \times 197 - 3 \times 64) \text{ جرم}}{2 \text{ mol AuI}_3^-} = 10/1 \text{ g}$$

عبارت دوم: مجموع ضرایب Cu و Au برابر ۵ است که مجموع ضرایب واکنش دهنده‌ها هم ۵ است.

عبارت سوم: هر مول Cu پس از تبدیل شدن به Cu^{2+} از آرایش $[\text{Ar}]3d^9 4s^1$ به آرایش $[\text{Ar}]3d^9$ می‌رسد و یک مول e^- با $l=2$ از دست می‌دهد. پس داریم:

$$?(l=2 \text{ با } \text{e}^-) = 1 \text{ mol Au} \times \frac{2 \text{ mol Cu}^{2+}}{2 \text{ mol Au}} \times \frac{1 \text{ mol } (l=2 \text{ با } \text{e}^-)}{1 \text{ mol Cu}^{2+}} \times \frac{6/0.2 \times 10^{23} \text{ e}^-}{1 \text{ mol e}^-} = 9/0.3 \times 10^{23} \text{ e}^-$$

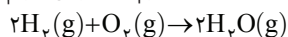
عبارت چهارم: کاتالیزگر واکنش تجزیه هیدروژن پراکسید (KI) است و داریم: (گونه کاهنده Cu است).

$$? \text{ g KI} = 3/84 \text{ g Cu} \times \frac{1 \text{ mol Cu}}{64 \text{ g Cu}} \times \frac{2 \text{ mol I}^-}{3 \text{ mol Cu}} \times \frac{1 \text{ mol KI}}{1 \text{ mol I}^-} \times \frac{166 \text{ g KI}}{1 \text{ mol KI}} = 26/56 \text{ g KI}$$

فصل هشتم: آزمون جامع ۳

۱ ۱ در سلول سوختی «هیدروژن - اکسیژن» گاز ورودی به آند، هیدروژن و گاز خروجی از آن، هیدروژن مصرف نشده است. همچنین گاز ورودی به کاتد، اکسیژن

و گاز خروجی از آن، اکسیژن مصرف نشده و بخار آب تولید شده است. ابتدا جرم گاز اکسیژن مصرف شده را x گرم و جرم بخار آب تولید شده را y گرم در نظر می‌گیریم



و نسبت x به y را محاسبه می‌کنیم:

$$y \text{ g H}_2\text{O} = x \text{ g O}_2 \times \frac{1 \text{ mol O}_2}{32 \text{ g O}_2} \times \frac{2 \text{ mol H}_2\text{O}}{1 \text{ mol O}_2} \times \frac{18 \text{ g H}_2\text{O}}{1 \text{ mol H}_2\text{O}} \Rightarrow y = \frac{9}{8} x \quad (\text{I})$$

از طرفی می‌دانیم که جرم گاز اکسیژن مصرف نشده برابر $(200 - x)$ گرم است، پس داریم:

$$(200 - x) + y = 216 \Rightarrow y - x = 16 \quad (\text{II})$$

در ادامه به کمک روابط (I) و (II)، x و y را محاسبه می‌کنیم:

$$\xrightarrow{(I), (II)} \begin{cases} y = \frac{9}{8} x \\ y - x = 16 \end{cases} \Rightarrow x = 128 \text{ g}, y = 144 \text{ g}$$

پس جرم گاز هیدروژن مصرف شده را محاسبه می‌کنیم:

$$? \text{ g H}_2 = 128 \text{ g O}_2 \times \frac{1 \text{ mol O}_2}{32 \text{ g O}_2} \times \frac{2 \text{ mol H}_2}{1 \text{ mol O}_2} \times \frac{2 \text{ g H}_2}{1 \text{ mol H}_2} = 16 \text{ g H}_2$$

پس 144 g ($200 - 16$) از گاز هیدروژن که مصرف نشده است از آند خارج می‌شود.



در ازای تبادل هر دو مول الکترون، یک مول آهن (56 g) مصرف و یک مول مس (64 g) تولید می‌شود و اختلاف جرم این دو تیغه $56 + 64 = 120 \text{ g}$ تغییر می‌کند. در این سؤال مقدار ۳ گرم اختلاف جرم این دو تیغه کاهش یافته است، پس تغییر جرم تیغه آهنی برابر است با:

$$? \text{ g Fe} = 3 \text{ g جرم تغییر} \times \frac{1 \text{ mol Fe}}{120 \text{ g جرم تغییر}} \times \frac{56 \text{ g Fe}}{1 \text{ mol Fe}} = 1.4 \text{ g Fe}$$

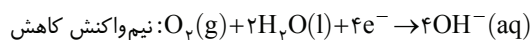
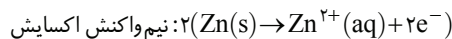
در ادامه مقدار الکترون مبادله شده در سلول گالوانی و سرعت متوسط مبادله الکترون را برحسب $\text{mol} \cdot \text{min}^{-1}$ به دست می‌آوریم:

$$? \text{ mole}^- = 3 \text{ g جرم تغییر} \times \frac{2 \text{ mole}^-}{120 \text{ g جرم تغییر}} = 0.05 \text{ mole}^-$$

پس سرعت تبادل الکترون برابر است با:

$$\bar{R}(\text{e}^-) = \frac{\Delta n(\text{e}^-)}{\Delta t} = \frac{0.05 \text{ mole}^-}{\left(\frac{1}{60}\right) \text{ min}} = 3 \text{ mol} \cdot \text{min}^{-1}$$

۲ ۳ در اثر خوردگی، فلز روی به دلیل E° کمتر، اکسایش یافته و اکسیژن دچار کاهش می‌شود:



با توجه به ضرایب استوکیومتری داریم:

$$\bar{R}(\text{Zn}) = \frac{1}{2} \bar{R}(\text{OH}^-) = \frac{1}{2} \times 0.05 \text{ mol} \cdot \text{min}^{-1} = 0.025 \text{ mol} \cdot \text{min}^{-1}$$

در ادامه، مقدار Zn خورده شده در ۵ دقیقه را محاسبه می‌کنیم:

$$? \text{ g Zn} = 5 \text{ min} \times \frac{0.025 \text{ mol Zn}}{1 \text{ min}} \times \frac{65 \text{ g Zn}}{1 \text{ mol Zn}} = 0.8125 \text{ g Zn}$$

پس مقدار Zn باقی مانده روی جسم را به دست می‌آوریم:



مقدار مول H^+ موجود در محلول اولیه را محاسبه می‌کنیم:

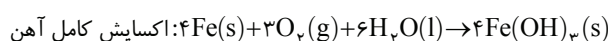
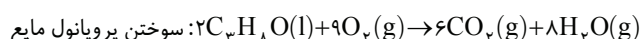
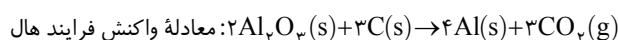
$$? \text{ mol H}^+ = 1/3 \text{ g Zn} \times \frac{1 \text{ mol Zn}}{65 \text{ g Zn}} \times \frac{2 \text{ mol HNO}_3}{1 \text{ mol Zn}} \times \frac{1 \text{ mol H}^+}{1 \text{ mol HNO}_3} \times \frac{100}{180} = 0.05 \text{ mol H}^+$$

غلظت یون H^+ در محلول برابر است با:

$$[\text{H}^+] = \frac{n}{V} = \frac{0.05 \text{ mol}}{1 \text{ L}} = 0.05 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

اکنون pH محلول را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+] = -\log (5 \times 10^{-3}) = 3 - \log 5 = 3 - 0.7 = 2.3$$



روش اول (کسر تبدیل):

$$? \text{ L C}_3\text{H}_8\text{O} = 5/4 \times 10^{-3} \text{ g Al} \times \frac{1 \text{ mol Al}}{27 \text{ g Al}} \times \frac{3 \text{ mol CO}_2}{4 \text{ mol Al}} \times \frac{2 \text{ mol C}_3\text{H}_8\text{O}}{6 \text{ mol CO}_2} \times \frac{60 \text{ g C}_3\text{H}_8\text{O}}{1 \text{ mol C}_3\text{H}_8\text{O}} \times \frac{1 \text{ mL C}_3\text{H}_8\text{O}}{0.8 \text{ g C}_3\text{H}_8\text{O}} \times \frac{1 \text{ L}}{10^3 \text{ mL}} = 3/75 \text{ L C}_3\text{H}_8\text{O}$$

$$? g O_2 = \frac{5}{4} \times 10^3 g Al \times \frac{1 \text{ mol Al}}{27 g Al} \times \frac{2 \text{ mol Al}_2O_3}{4 \text{ mol Al}} \times \frac{2 \text{ mol Fe}}{1 \text{ mol Al}_2O_3} \times \frac{3 \text{ mol O}_2}{4 \text{ mol Fe}} \times \frac{32 g O_2}{1 \text{ mol O}_2} = 4800 g O_2$$

روش دوم (تناسب): با یکسان کردن ضرایب کربن دی اکسید در دو واکنش هال و سوختن پروپان مایع به عنوان ماده مشترک داریم:

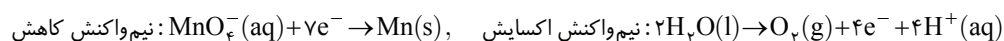
$$8Al \sim 2C_3H_8O \quad \frac{\text{جرم Al}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{چگالی} \times \text{لیتر پروپانول}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{5/4 \times 10^3}{8 \times 27} = \frac{x \times 10^3 \times 0.8}{2 \times 60} \Rightarrow x = 3/75 L C_3H_8O$$

با یکسان کردن ضرایب Al_2O_3 و Fe در واکنش‌ها به عنوان مواد مشترک داریم:

$$4Al \sim 3O_2 \quad \frac{\text{جرم Al}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{جرم } O_2}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{5/4 \times 10^3}{4 \times 27} = \frac{x}{3 \times 32} \Rightarrow x = 4800 g O_2$$

۵۳ ابتدا واکنش‌های اکسایش و کاهش انجام شده را بررسی می‌کنیم:

عدد اکسایش Mn در MnO_4^- برابر ۷+ است، پس با گرفتن ۷ الکترون به Mn تبدیل شده است و طبق اطلاعات مسئله، واکنش آندی، اکسایش مولکول‌های آب است:



*** توجه:** معادله اصلی نیم واکنش کاهش به صورت $MnO_4^-(aq) + 8H^+(aq) + 5e^- \rightarrow Mn(s) + 4H_2O(l)$ است ولی برای حل مسئله، فقط دانستن این که

عدد اکسایش اتم منگنز، ۷ واحد تغییر می‌کند و به ازای اکسایش یک مول MnO_4^- ، ۷ مول الکترون مبادله می‌شود، کافی است و نیازی به نوشتن معادله اصلی نیم

واکنش نیست. تعداد قطعه‌های آبکاری شده برابر است با: $\frac{قطعه}{50} = \frac{1 \text{ mol Mn}}{55 g Mn} \times \frac{55 g Mn}{1 \text{ mol Mn}} \times \frac{1 \text{ mole}^-}{7 \text{ mole}^-} \times \frac{1 \text{ mol Mn}}{1 \text{ mole}^-} \times \frac{4 \text{ mole}^-}{22/4 LO_2} \times \frac{1 \text{ mol O}_2}{22/4 LO_2} = 50 \text{ قطعه}$

فصل نهم: آزمون جامع ۱

۱ ۱ با حذف یک ماده از یک مخلوط، درصد جرمی سایر مواد باقی مانده افزایش می‌یابد. توجه کنید افزایش درصد جرمی ماده‌ای بیشتر است که در نمونه اولیه درصد جرمی بالاتری دارد. از این رو با خشک شدن نمونه خاک رس، درصد جرمی SiO_2 بیشتر از سایر مواد افزایش می‌یابد. اگر جرم نمونه اولیه از خاک رس را ۱۰۰ گرم در نظر بگیریم، در اثر خشک شدن این نمونه خاک رس، ۱۳/۳۲ گرم از جرم آن کاسته می‌شود و درصد جرمی SiO_2 در نمونه خشک برابر است با:

$$\text{درصد جرمی جدید SiO}_2 \text{ در نمونه خشک} = \frac{\text{جرم SiO}_2}{\text{جرم نمونه خشک}} \times 100 = \frac{46/20}{100 - 13/32} \times 100 = 53/3\%$$

۲ ۳ درصد جرمی X در XSO_4 برابر ۴۰ درصد است. پس: $\text{درصد جرمی } X = \frac{\text{جرم } X}{\text{جرم کل ترکیب}} \times 100 \Rightarrow 40 = \frac{X}{X + 96} \times 100 \Rightarrow X = 64 \text{ g.mol}^{-1}$

در ترکیب XSO_4 از یون X^{2+} استفاده شده است، پس فرمول کلرید X به صورت XCl_2 است:

$$\text{درصد جرمی } X = \frac{\text{جرم } X}{\text{جرم کل ترکیب}} \times 100 = \frac{64}{64 + (2 \times 35/5)} \times 100 = \frac{64}{135} \times 100 = 47/4\%$$

۳ ۲ با توجه به نسبت جرمی ۲ به ۳ برای این دو کود شیمیایی، ۲۰۰ گرم کود دارای آمونیوم نیترات و ۳۰۰ گرم کود دارای اوره و آمونیاک را در نظر می‌گیریم و جرم نیتروژن و اکسیژن موجود در هر کدام را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{آمونیم نیترات: } \text{g N} = 200 \text{ g کود} \times \frac{4 \text{ g NH}_4\text{NO}_3}{100 \text{ g کود}} \times \frac{1 \text{ mol NH}_4\text{NO}_3}{80 \text{ g NH}_4\text{NO}_3} \times \frac{2 \text{ mol N}}{1 \text{ mol NH}_4\text{NO}_3} \times \frac{14 \text{ g N}}{1 \text{ mol N}} = 28 \text{ g N}$$

$$\text{g O} = 200 \text{ g کود} \times \frac{4 \text{ g NH}_4\text{NO}_3}{100 \text{ g کود}} \times \frac{1 \text{ mol NH}_4\text{NO}_3}{80 \text{ g NH}_4\text{NO}_3} \times \frac{3 \text{ mol O}}{1 \text{ mol NH}_4\text{NO}_3} \times \frac{16 \text{ g O}}{1 \text{ mol O}} = 48 \text{ g O}$$

$$\text{اوره: } \text{g N} = 300 \text{ g کود} \times \frac{15 \text{ g CO(NH}_2)_2}{100 \text{ g کود}} \times \frac{1 \text{ mol CO(NH}_2)_2}{60 \text{ g CO(NH}_2)_2} \times \frac{2 \text{ mol N}}{1 \text{ mol CO(NH}_2)_2} \times \frac{14 \text{ g N}}{1 \text{ mol N}} = 21 \text{ g N}$$

$$\text{g O} = 300 \text{ g کود} \times \frac{15 \text{ g CO(NH}_2)_2}{100 \text{ g کود}} \times \frac{1 \text{ mol CO(NH}_2)_2}{60 \text{ g CO(NH}_2)_2} \times \frac{1 \text{ mol O}}{1 \text{ mol CO(NH}_2)_2} \times \frac{16 \text{ g O}}{1 \text{ mol O}} = 12 \text{ g O}$$

$$\text{آمونیاک: } \text{g N} = 300 \text{ g کود} \times \frac{34 \text{ g NH}_3}{100 \text{ g کود}} \times \frac{1 \text{ mol NH}_3}{17 \text{ g NH}_3} \times \frac{1 \text{ mol N}}{1 \text{ mol NH}_3} \times \frac{14 \text{ g N}}{1 \text{ mol N}} = 84 \text{ g N}$$

پس در کل 133 g ($28 + 21 + 84$) اتم نیتروژن و 60 g ($48 + 12$) اتم اکسیژن در این ۵۰۰ گرم کود وجود دارد.

$$\text{درصد جرمی N} = \frac{133}{500} \times 100 = 26/6\% \quad , \quad \text{درصد جرمی O} = \frac{60}{500} \times 100 = 12\%$$

اختلاف درصد جرمی این دو عنصر در این نمونه کود ترکیبی برابر $14/6 - (26/6 - 12) = 26/6$ است.

۴ ۱ حداکثر گرمای جذب شده توسط سدیم کلرید مذاب را محاسبه می‌کنیم:

$$\Delta\theta = 1380 - 850 = 530^\circ\text{C}, \quad Q = 10000 \times 0/85 \times 530 = 450500 \text{ J} = 450.5 \text{ kJ}$$

برای تبدیل آب 50°C به بخار 100°C باید دو مرحله طی شود. Q_1 برای تبدیل آب 50°C به آب 100°C و Q_2 برای تبدیل آب 100°C به بخار 100°C است.

گرمای لازم برای تبدیل یک کیلوگرم آب 50°C به بخار 100°C را محاسبه می‌کنیم:

$$\left. \begin{aligned} Q_1 &= mc\Delta\theta = 1000 \times 4/2 \times (100 - 50) = 21000 \text{ J} = 21 \text{ kJ} \\ Q_2 &= 1000 \text{ g H}_2\text{O} \times \frac{1 \text{ mol H}_2\text{O}}{18 \text{ g H}_2\text{O}} \times \frac{41/4 \text{ kJ}}{1 \text{ mol H}_2\text{O}} = 2300 \text{ kJ} \end{aligned} \right\} \Rightarrow Q_{\text{کل}} = Q_1 + Q_2 = 210 + 2300 = 2510 \text{ kJ}$$

برای تبدیل هر کیلوگرم آب 50°C به بخار 100°C ، مقدار 2510 kJ گرما لازم است. اکنون جرم آب را به دست می‌آوریم:

$$\text{? kg H}_2\text{O} = 450.5 \text{ kJ} \times \frac{1 \text{ kg H}_2\text{O}}{2510 \text{ kJ}} = 1/79 \text{ kg H}_2\text{O}$$

۵ ۴ حجم گرافیت و سیلیسیم کربید را به ترتیب $1/8V$ و V سانتی متر مکعب در نظر می‌گیریم و پس از محاسبه جرم هر کدام، V را به دست می‌آوریم:

$$\left. \begin{aligned} \frac{\text{جرم گرافیت}}{\text{حجم گرافیت}} &= \frac{2/25}{1/8V} = \frac{x}{1/8V} \Rightarrow x = 1/8V \text{ g C} \\ \frac{\text{جرم SiC}}{\text{حجم SiC}} &= \frac{3/2}{V} = \frac{y}{V} \Rightarrow y = 3/2V \text{ g SiC} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \text{مجموع جرم مخلوط} = 1/8V + 3/2V = 250 \Rightarrow V = 50 \text{ cm}^3$$

جرم کربن در هر ماده برابر است با: گرافیت:

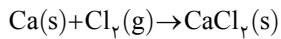
$$? \text{ g C} = 1/8 \times (50) \text{ g C} = 90 \text{ g C}$$

$$? \text{ g C} = 3/2 \times (50) \text{ g SiC} \times \frac{1 \text{ mol SiC}}{40 \text{ g SiC}} \times \frac{1 \text{ mol C}}{1 \text{ mol SiC}} \times \frac{12 \text{ g C}}{1 \text{ mol C}} = 48 \text{ g C}$$

:SiC

$$\text{پس درصد جرمی عنصر کربن در مخلوط برابر است با:} \quad \text{درصد جرمی} = \frac{\text{جرم کربن}}{\text{جرم کل}} \times 100 = \frac{90 + 48}{250} \times 100 = 55.2\%$$

۱۶ ابتدا آنتالپی واکنش تولید یک مول کلسیم کلرید از کلسیم و گاز کلر را محاسبه می‌کنیم:



واکنش هدف، معادله واکنش تولید کلسیم کلرید از کلسیم و گاز کلر است:

$$1) \text{ Ca(s)} \rightarrow \text{Ca(g)} \quad \Delta H'_1 = 192 \text{ kJ} \quad \text{واکنش (۱) بدون تغییر:}$$

$$2) \text{ Ca(g)} \rightarrow \text{Ca}^{2+}(\text{g}) + 2\text{e}^- \quad \Delta H'_2 = 1736 \text{ kJ} \quad \text{واکنش (۲) قرینه:}$$

$$3) \text{ Cl}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{Cl}(\text{g}) \quad \Delta H'_3 = 243 \text{ kJ} \quad \text{واکنش (۳) قرینه:}$$

$$4) 2\text{Cl}(\text{g}) + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{Cl}^-(\text{g}) \quad \Delta H'_4 = -696 \text{ kJ} \quad \text{واکنش (۴) دو برابر:}$$

$$5) \text{ Ca}^{2+}(\text{g}) + 2\text{Cl}^-(\text{g}) \rightarrow \text{CaCl}_2(\text{s}) \quad \Delta H'_5 = -2270 \text{ kJ} \quad \text{معادله فروپاشی شبکه کلسیم کلرید را قرینه می‌نویسیم:}$$

$$\text{واکنش هدف: } \text{Ca(s)} + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CaCl}_2(\text{s}), \Delta H = \Delta H'_1 + \Delta H'_2 + \Delta H'_3 + \Delta H'_4 + \Delta H'_5 = -795 \text{ kJ}$$

سپس مقدار گرمای آزاد شده به ازای تولید ۲/۲۲ گرم کلسیم کلرید را به یکی از دو روش زیر محاسبه می‌کنیم:

$$? \text{ kJ} = 2/22 \text{ g CaCl}_2 \times \frac{1 \text{ mol CaCl}_2}{111 \text{ g CaCl}_2} \times \frac{-795 \text{ kJ}}{1 \text{ mol CaCl}_2} = -15/4 \text{ kJ}$$

روش اول (کسر تبدیل):

$$\frac{\text{گرم CaCl}_2}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{|Q|}{\Delta H} \Rightarrow \frac{2/22}{1 \times 111} = \frac{|Q|}{795} \Rightarrow |Q| = 15/4 \text{ kJ}$$

روش دوم (تناسب):

۱۷ ابتدا شماره گروه عنصر X را مشخص می‌کنیم: (مجموع الکترون‌های پیوندی) - (مجموع الکترون‌های ظرفیتی اتم‌ها) = بار یون چنداتی

$$\Rightarrow -2 = (X + 4(6)) - (16 \times 2) \Rightarrow X = 6 \Rightarrow \text{X متعلق به گروه ۱۶ است.}$$

پس X عنصر گوگرد است و آنیون چند اتمی حاصل SO_4^{2-} (یون سولفات) است. ترکیب یونی بین منیزیم و یون سولفات به صورت MgSO_4 است و درصد جرمی

$$\text{Mg برابر است با:} \quad \text{درصد جرمی Mg} = \frac{\text{جرم Mg}}{\text{جرم کل}} \times 100 = \frac{24}{24 + 32 + 64} \times 100 = 20\%$$

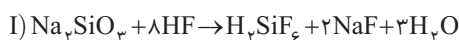
شمار اتم‌های اکسیژن در ۴۸ گرم منیزیم سولفات و ۳۰ گرم سیلیس را محاسبه می‌کنیم: (کافی است شمار مول‌های اکسیژن را محاسبه کنیم.)

$$? \text{ mol O} = 48 \text{ g MgSO}_4 \times \frac{1 \text{ mol MgSO}_4}{120 \text{ g MgSO}_4} \times \frac{4 \text{ mol O}}{1 \text{ mol MgSO}_4} = 1/6 \text{ mol O}, \quad ? \text{ mol O} = 30 \text{ g SiO}_2 \times \frac{1 \text{ mol SiO}_2}{60 \text{ g SiO}_2} \times \frac{2 \text{ mol O}}{1 \text{ mol SiO}_2} = 1 \text{ mol O}$$

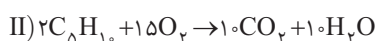
پس نسبت اتم‌های اکسیژن (مول‌های اکسیژن) در این دو ماده برابر است با:

$$\frac{\text{اتم‌های اکسیژن در ۴۸ گرم منیزیم سولفات}}{\text{اتم‌های اکسیژن در ۳۰ گرم سیلیس}} = \frac{1/6 \text{ mol}}{1 \text{ mol}} = \frac{1}{6}$$

$$\text{بازده درصدی} = \frac{\text{جرم گوگرد}}{\text{جرم کل}} \times 100 \Rightarrow \frac{32}{32 + 16x} \times 100 = 40 \Rightarrow x = 3 \quad \text{ابتدا از روی درصد جرمی گوگرد در } \text{SO}_x \text{ باید x را محاسبه کنیم:}$$



معادله موازنه شده واکنش:



سوختن سومین عضو سیکلوالکان:

$$? \text{ g NaF} = 48/8 \text{ g Na}_2\text{SiO}_3 \times \frac{1 \text{ mol Na}_2\text{SiO}_3}{122 \text{ g Na}_2\text{SiO}_3} \times \frac{2 \text{ mol NaF}}{1 \text{ mol Na}_2\text{SiO}_3} \times \frac{42 \text{ g NaF}}{1 \text{ mol NaF}} \times \frac{75}{100} = 25/2 \text{ g NaF}$$

بازده درصدی

$$? \text{ g C}_5\text{H}_8 = 48/8 \text{ g Na}_2\text{SiO}_3 \times \frac{1 \text{ mol Na}_2\text{SiO}_3}{122 \text{ g Na}_2\text{SiO}_3} \times \frac{2 \text{ mol H}_2\text{O(I)}}{1 \text{ mol Na}_2\text{SiO}_3} \times \frac{1 \text{ mol H}_2\text{O(II)}}{1 \text{ mol H}_2\text{O(I)}} \times \frac{2 \text{ mol C}_5\text{H}_8}{10 \text{ mol H}_2\text{O(II)}} \times \frac{70 \text{ g C}_5\text{H}_8}{1 \text{ mol C}_5\text{H}_8} \times \frac{75}{100} = 12/6 \text{ g C}_5\text{H}_8$$

بازده درصدی



۱۹ معادله فروپاشی پتاسیم برمید و کلسیم برمید:



مول پتاسیم برمید را x و مول کلسیم برمید را y در نظر می‌گیریم که به ترتیب x و $2y$ مول یون برمید تولید می‌کنند. پس داریم:

$$\begin{cases} 119x + 200y = 43/8 \\ 80x + 160y = 32 \end{cases} \Rightarrow x = 0.2, y = 0.1$$

$$\text{درصد مولی پتاسیم برمید در مخلوط اولیه برابر است با: } \frac{\text{مول KBr}}{\text{مول کل}} \times 100 = \frac{x}{x+y} \times 100 = \frac{0.2}{0.2+0.1} \times 100 = 66.7\%$$

$$\text{گرمای لازم برای فروپاشی را محاسبه می‌کنیم: } 195 \text{ kJ} = \frac{195 \text{ kJ}}{1 \text{ mol CaBr}_2} \times \frac{1}{2} \text{ mol CaBr}_2 = 97.5 \text{ kJ}, \quad 138 \text{ kJ} = \frac{690 \text{ kJ}}{1 \text{ mol KBr}} \times \frac{1}{2} \text{ mol KBr}$$

پس در مجموع $138 + 195 = 333 \text{ kJ}$ گرما لازم است.

۱۰ ۴ ۱۰۰ سانتی‌متر مکعب از این آلیاژ را در نظر می‌گیریم. ابتدا حجم آهن را V و حجم تیتانیوم را $(100 - V)$ فرض می‌کنیم و جرم هر کدام را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{Fe چگالی} = \frac{\text{جرم Fe}}{\text{حجم Fe}} \Rightarrow \frac{7}{8} = \frac{\text{جرم Fe}}{V} \Rightarrow \text{جرم Fe} = 7/8 V \text{ g Fe}, \quad \text{Ti چگالی} = \frac{\text{جرم Ti}}{\text{حجم Ti}} \Rightarrow \frac{4}{5} = \frac{\text{جرم Ti}}{100 - V} \Rightarrow \text{جرم Ti} = 4/5 (100 - V) \text{ g Ti}$$

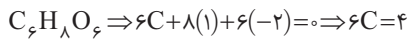
$$\text{سپس با توجه به چگالی آلیاژ، جرم این } 100 \text{ cm}^3 \text{ آلیاژ را محاسبه می‌کنیم: } \text{جرم آلیاژ} = \frac{\text{جرم آهن}}{\text{حجم آهن}} \Rightarrow \frac{56}{6} = \frac{\text{جرم آهن}}{100} \Rightarrow \text{جرم آهن} = 560 \text{ g}$$

اکنون V را محاسبه کرده و درصد جرمی آهن در این آلیاژ را به دست می‌آوریم:

$$\text{درصد جرمی Fe} = \frac{7/8 \times 100}{560} \times 100 = \frac{260}{560} \times 100 = 46.4\%, \quad \text{Fe چگالی} = \frac{7}{8} = \frac{\text{جرم Fe}}{V} \Rightarrow \text{جرم Fe} = 7/8 V, \quad \text{Ti چگالی} = \frac{4}{5} = \frac{\text{جرم Ti}}{100 - V} \Rightarrow \text{جرم Ti} = 4/5 (100 - V)$$

فصل نهم: آزمون جامع ۲

۱ ۲ مجموع عدد اکسایش‌های کربن در ویتامین ث با فرمول $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$ برابر است با:



عدد اکسایش گوگرد در SO_3^{2-} و SO_4^{2-} را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{SO}_3^{2-} \Rightarrow \text{S} + 3(-2) = -2 \Rightarrow \text{S} = 4, \quad \text{SO}_4^{2-} \Rightarrow \text{S} + 4(-2) = -2 \Rightarrow \text{S} = 6$$

$$\text{درصد جرمی اکسیژن در این ترکیب آلی برابر است با: } \text{درصد جرمی O} = \frac{\text{جرم O}}{\text{جرم کل}} \times 100 = \frac{6 \times 16}{(6 \times 12) + (8 \times 1) + (6 \times 16)} \times 100 = 55\%$$

$$\text{ابتدا مقدار مول اولیه گوگرد تری‌اکسید را محاسبه می‌کنیم: } 1 \text{ mol SO}_3 = 40 \text{ g SO}_3 \times \frac{1 \text{ mol SO}_3}{80 \text{ g SO}_3} = 0.0125 \text{ mol SO}_3$$



سپس از جدول تغییر مول استفاده می‌کنیم:

مول اولیه	0.05	0	0
تغییر مول	-2x	+2x	+x
مول تعادلی	0.05-2x	2x	x

طبق قانون پایستگی جرم، جرم مخلوط تعادلی برابر 40° گرم است. پس برای محاسبه درصد جرمی گاز اکسیژن داریم:

$$\text{درصد جرمی گاز اکسیژن} = \frac{\text{جرم گاز اکسیژن}}{\text{جرم مخلوط تعادلی}} \times 100 = \frac{32x}{40} \times 100 = 8 \Rightarrow x = 0.1$$

$$K = \frac{[\text{SO}_2]^2 [\text{O}_2]}{[\text{SO}_3]^2} = \frac{(n_{\text{SO}_2})^2 \times n_{\text{O}_2}}{(n_{\text{SO}_3})^2} \times V^{-1} = \frac{(0.2)^2 \times (0.1)}{(0.3)^2} \times \frac{9}{2} = 0.225 \text{ mol.L}^{-1}$$

اکنون ثابت تعادل را محاسبه می‌کنیم:

۳ ۲ با توجه به آرایش الکترونی آلومینیم و تیتانیوم که به ترتیب به صورت $[\text{Ne}]3s^2 3p^1$ و $[\text{Ar}]3d^2 4s^2$ است، هر کدام به ترتیب دارای ۳ و ۴ الکترون ظرفیتی هستند.

$$\text{ابتدا مقدار مول الکترون موجود در دریای الکترونی قطعه آلیاژ را محاسبه می‌کنیم: } 1 \text{ mol e}^- = 216/72 \times 10^{23} \text{ e}^- \times \frac{1 \text{ mol e}^-}{6.02 \times 10^{23} \text{ e}^-} = 36 \text{ mol e}^-$$

اگر مقدار مول Al را x و مقدار مول Ti را y در نظر بگیریم:

$$\frac{\text{جرم Al}}{\text{جرم Ti}} = \frac{27x}{48y} = 1/5 \Rightarrow 9x = 24y \quad (\text{II})$$

جرم Al ، $1/5$ برابر جرم Ti است، پس خواهیم داشت:

$$\xrightarrow{(I), (II)} \begin{cases} 3x + 4y = 36 \\ 9x = 24y \end{cases} \Rightarrow x = 8 \text{ mol Al}, y = 3 \text{ mol Ti}$$

سپس به کمک معادله‌های (I) و (II)، x و y را به دست می‌آوریم:

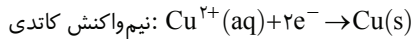
$$\text{در ادامه حجم هر فلز را محاسبه می‌کنیم: } \text{Ti چگالی} = \frac{\text{جرم Ti}}{\text{حجم Ti}} \Rightarrow \frac{4}{5} = \frac{48 \times 3}{V_{\text{Ti}}} \Rightarrow V_{\text{Ti}} = 32 \text{ cm}^3, \quad \text{Al چگالی} = \frac{\text{جرم Al}}{\text{حجم Al}} \Rightarrow \frac{27}{2} = \frac{27 \times 8}{V_{\text{Al}}} \Rightarrow V_{\text{Al}} = 80 \text{ cm}^3$$

بنابراین حجم کل این نمونه آلیاژ برابر $112 \text{ cm}^3 (80 + 32)$ است.

۴۰ ۴ در آلیاژ مس و نقره جرم مس را x گرم و جرم نقره را $(100-x)$ گرم در نظر می‌گیریم و داریم:

$$\frac{\text{مول مس}}{\text{مول نقره}} = \frac{\frac{x}{64}}{\frac{100-x}{108}} = 3 \Rightarrow \frac{108x}{6400-64x} = 3 \Rightarrow 108x = 19200 - 192x \Rightarrow 300x = 19200 \Rightarrow x = 64$$

پس جرم مس و نقره به ترتیب برابر ۶۴ و ۳۶ گرم است.



آبکاری مس در سطح کاتد (قطعه آهنی) با معادله نیم‌واکنش مقابل انجام می‌شود:

در ادامه به کمک تعداد الکترون‌های مبادله شده، مقدار مس خارج شده از آلیاژ را محاسبه می‌کنیم:

$$? \text{ g Cu} = 75/25 \times 10^{-2} \text{ e}^{-} \times \frac{1 \text{ mol e}^{-}}{96485 \text{ C}} \times \frac{1 \text{ mol Cu}}{2 \text{ mol e}^{-}} \times \frac{64 \text{ g Cu}}{1 \text{ mol Cu}} = 40 \text{ g Cu}$$

پس ۴۰ گرم از جرم مس در آلیاژ مس - نقره کاسته شده و به قاشق آهنی اضافه شده است. اکنون درصد جرمی مس در آلیاژ را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{درصد جرمی مس در آلیاژ} = \frac{64-40}{100-40} \times 100 = 40\%$$

$$Q = mc\Delta\theta = 12/65 \times 10^{-3} \times 4/2 \times 10^3 = 53130 \text{ J} = 531/3 \text{ kJ}$$

۵۳ ابتدا گرمای داده شده به آب را محاسبه می‌کنیم:

سپس جرم متان را x گرم و جرم اتان را $(100-x)$ گرم در نظر می‌گیریم و گرمای حاصل از سوختن متان و اتان را محاسبه می‌کنیم:

$$? \text{ kJ} = x \text{ g CH}_4 \times \frac{1 \text{ mol CH}_4}{16 \text{ g CH}_4} \times \frac{890 \text{ kJ}}{1 \text{ mol CH}_4} = \frac{441}{8} x \text{ kJ}$$

سوختن متان:

$$? \text{ kJ} = (100-x) \text{ g C}_2\text{H}_6 \times \frac{1 \text{ mol C}_2\text{H}_6}{30 \text{ g C}_2\text{H}_6} \times \frac{1554 \text{ kJ}}{1 \text{ mol C}_2\text{H}_6} = \frac{259}{5} (100-x) \text{ kJ}$$

سوختن اتان:

اکنون با توجه به مقدار گرمای داده شده به آب، x را به دست می‌آوریم:

$$\frac{441}{8} x + \frac{259}{5} (100-x) = 531/3 \Rightarrow 2205x + 20920 - 2092x = 21252 \Rightarrow 133x = 532 \Rightarrow x = 4$$

$$\text{درصد جرمی متان در مخلوط اولیه} = \frac{\text{جرم متان}}{\text{جرم مخلوط}} \times 100 = \frac{4}{100} \times 100 = 4\%$$

اکنون درصد جرمی متان در مخلوط اولیه را محاسبه می‌کنیم:

فصل نهم: آزمون جامع ۳

۱۳۱ جرم کربن را با توجه به حجم گاز کربن دی‌اکسید محاسبه می‌کنیم: (توجه کنید که به ازای سوختن هر مول اتم کربن موجود در کافتین، یک مول گاز کربن

$$? \text{ g C} = 8/96 \text{ L CO}_2 \times \frac{1 \text{ mol CO}_2}{22/4 \text{ L CO}_2} \times \frac{1 \text{ mol C}}{1 \text{ mol CO}_2} \times \frac{12 \text{ g C}}{1 \text{ mol C}} = 4/8 \text{ g C}$$

دی‌اکسید تولید می‌شود.)

با توجه به این که درصد جرمی اکسیژن $\frac{1}{3}$ درصد جرمی کربن است، پس جرم اکسیژن در این ترکیب برابر با $\frac{1}{6}$ ($\frac{4/8}{3}$) است. در $3/88$ گرم از این ماده، $1/12$

$$? \text{ g N} = 9/7 \text{ g کافتین} \times \frac{1/12 \text{ g N}}{3/88 \text{ g کافتین}} = 2/8 \text{ g N}$$

گرم نیتروژن داریم. باید محاسبه کنیم که در $9/7$ گرم از آن چند گرم نیتروژن وجود دارد:

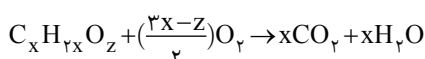
پس در $9/7$ گرم از کافتین، $4/8$ گرم کربن، $1/6$ گرم اکسیژن و $2/8$ گرم نیتروژن وجود دارد و مابقی این ترکیب را هیدروژن تشکیل می‌دهد:

$$\text{درصد جرمی هیدروژن} = \frac{9/7 - (4/8 + 1/6 + 2/8)}{9/7} \times 100 = \frac{0/5}{9/7} \times 100 = 5/15\%$$

۲۲ فرمول ترکیب آلی اکسیژن‌دار را $\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z$ در نظر می‌گیریم:

$$\frac{\text{درصد جرمی کربن}}{\text{جرم هیدروژن}} = \frac{\text{جرم کربن}}{y} = \frac{12x}{y} = 6 \Rightarrow y = 2x \Rightarrow \text{C}_x\text{H}_{2x}\text{O}_z \equiv \text{C}_x\text{H}_{2x}\text{O}_z$$

جرم کربن دی‌اکسید تولیدی را m گرم و جرم بخار آب تولیدی را $(9/3-m)$ گرم در نظر می‌گیریم و مقدار m را محاسبه می‌کنیم:



$$(9/3-m) \text{ g H}_2\text{O} \times \frac{1 \text{ mol H}_2\text{O}}{18 \text{ g H}_2\text{O}} \times \frac{x \text{ mol CO}_2}{x \text{ mol H}_2\text{O}} \times \frac{44 \text{ g CO}_2}{1 \text{ mol CO}_2} = m \text{ g CO}_2 \Rightarrow 18m = 44(9/3-m)$$

$$\Rightarrow 18m = 409/2 - 44m \Rightarrow 62m = 409/2 \Rightarrow m = \frac{409/2}{62} = 6/6 \text{ g}$$

پس ۶/۶ گرم کربن دی اکسید و ۲/۷ گرم آب تولید شده است. سپس جرم کربن و هیدروژن را با استفاده از مقادیر کربن دی اکسید و آب تولید شده محاسبه می کنیم:

$$? g C = \frac{6}{6} g CO_2 \times \frac{1 \text{ mol } CO_2}{44 g CO_2} \times \frac{1 \text{ mol } C}{1 \text{ mol } CO_2} \times \frac{12 g C}{1 \text{ mol } C} = 1/8 g C, \quad ? g H = \frac{2}{7} g H_2O \times \frac{1 \text{ mol } H_2O}{18 g H_2O} \times \frac{2 \text{ mol } H}{1 \text{ mol } H_2O} \times \frac{1 g H}{1 \text{ mol } H} = 0/3 g H$$

$$\text{اکنون درصد جرمی اکسیژن در این ترکیب را محاسبه می کنیم:} \quad \text{درصد جرمی اکسیژن} = \frac{\text{جرم اتم های اکسیژن}}{\text{جرم کل ترکیب}} \times 100 = \frac{2/9 - (1/8 + 0/3)}{2/9} \times 100 = \frac{0/8}{2/9} \times 100 = 27/59$$

اکنون درصد جرمی اکسیژن در ترکیبات داده شده را محاسبه می کنیم:

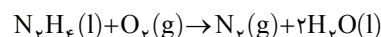
$$\text{مالئوز (C}_{11}\text{H}_{22}\text{O}_{11}\text{) در O درصد جرمی} = \frac{11 \times 16}{(12 \times 12) + (22 \times 1) + (11 \times 16)} \times 100 = \frac{176}{342} \times 100 = 51/46$$

$$\text{انیل استات (C}_8\text{H}_8\text{O}_2\text{) در O درصد جرمی} = \frac{2 \times 16}{(8 \times 12) + (8 \times 1) + (2 \times 16)} \times 100 = \frac{32}{188} \times 100 = 36/36$$

$$\text{بنزوئیک اسید (C}_7\text{H}_6\text{O}_2\text{) در O درصد جرمی} = \frac{2 \times 16}{(7 \times 12) + (6 \times 1) + (2 \times 16)} \times 100 = \frac{32}{122} \times 100 = 26/23$$

$$\text{اوره (CO(NH}_2\text{))}_2\text{ در O درصد جرمی} = \frac{1 \times 16}{(1 \times 12) + (1 \times 16) + 2(14 + 2 \times 1)} \times 100 = \frac{16}{60} \times 100 = 26/66$$

بنابراین درصد جرمی اکسیژن در ترکیب داده شده از ترکیبات بنزوئیک اسید و اوره بیشتر است.



$$\Delta H = ?$$

۲ واکنش هدف، سوختن هیدرازین است:

ابتدا ΔH سوختن هیدرازین را به کمک قانون هس محاسبه می کنیم:

$$1) \frac{1}{2} NH_3(g) + \frac{3}{4} N_2O(g) \rightarrow N_2(g) + \frac{3}{4} H_2O(l) \quad \Delta H' = -252/5 kJ \quad \text{واکنش (۱) ضرب در } \frac{1}{2} \text{ می شود:}$$

$$2) \frac{3}{4} N_2H_4(l) + \frac{3}{4} H_2O(l) \rightarrow \frac{3}{4} N_2O(g) + \frac{9}{4} H_2(g) \quad \Delta H' = 237/75 kJ \quad \text{واکنش (۲) ضرب در } \frac{3}{4} \text{ و سپس قرینه می شود:}$$

$$3) \frac{1}{4} N_2H_4(l) + \frac{1}{4} H_2O(l) \rightarrow \frac{1}{2} NH_3(g) + \frac{1}{8} O_2(g) \quad \Delta H' = 35/75 kJ \quad \text{واکنش (۳) ضرب در } \frac{1}{4} \text{ و سپس قرینه می شود:}$$

$$4) \frac{9}{4} H_2(g) + \frac{9}{8} O_2(g) \rightarrow \frac{9}{4} H_2O(l) \quad \Delta H' = -643/5 kJ \quad \text{واکنش (۴) ضرب در } \frac{9}{4} \text{ می شود:}$$

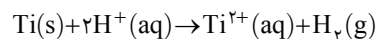
$$\text{واکنش هدف: } N_2H_4(l) + O_2(g) \rightarrow N_2(g) + 2H_2O(l) \quad \Delta H = \Delta H'_1 + \Delta H'_2 + \Delta H'_3 + \Delta H'_4 = -622/5 kJ$$

$$? kJ = 64 g N_2H_4 \times \frac{1 \text{ mol } N_2H_4}{32 g N_2H_4} \times \frac{-622/5 kJ}{1 \text{ mol } N_2H_4} = 1245 kJ \quad \text{سپس مقدار گرمای حاصل از سوختن ۶۴ گرم هیدرازین را به دست می آوریم:}$$

اکنون مقدار مول یون های حاصل از واکنش فروپاشی شبکه بلور سدیم اکسید را محاسبه می کنیم:

$$Na_2O(s) \rightarrow 2Na^+(g) + O^{2-}(g), \quad \Delta H = 2490 kJ \quad ? \text{ mol ion} = 1245 kJ \times \frac{1 \text{ mol ion}}{2490 kJ} = 1/2 \text{ mol ion}$$

۴ با توجه به عدد منفی ولت سنج، آلیاژ نقش آند و هیدروژن نقش کاتد را دارد.



$$[H^+] = 10^{-pH} = 10^{-0/7} = 10^{-0/3} \times 10^{-1} = 10^{\log 2} \times 10^{-1} = 2 \times 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1} \quad \text{pH محلول کاتدی از صفر به ۰/۷ رسیده است. غلظت } H^+ \text{ را محاسبه می کنیم:}$$

غلظت اولیه H^+ هم با توجه به اطلاعات سلول گالوانی برابر 1 mol.L^{-1} است، پس تغییر غلظت H^+ برابر است با:

$$SHE \text{ در محلول الکترولیت } H^+ \text{ تغییر غلظت} = 1 - 0/2 = 0/8 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$? g Ti = \Delta L H^+ \text{ محلول} \times \frac{0/8 \text{ mol } H^+}{1 \text{ mol } H^+} \times \frac{1 \text{ mol } Ti}{2 \text{ mol } H^+} \times \frac{48 g Ti}{1 \text{ mol } Ti} = 96 g Ti \quad \text{جرم تیتانیوم مصرفی را محاسبه می کنیم:}$$

جرم آلیاژ به $480 - 96 = 384 g$ می رسد و درصد جرمی تیتانیوم در آن ۵۰٪ است، بنابراین:

$$Ti \text{ درصد جرمی جدید} = \frac{Ti \text{ جرم کل}}{Ti \text{ جرم کل}} \times 100 \Rightarrow 50 = \frac{x}{384} \times 100 \Rightarrow x = 192 g Ti$$

$$Ti \text{ پس جرم } Ti \text{ در آلیاژ اولیه برابر } 288 g (192 + 96) \text{ بوده و درصد جرمی } Ti \text{ در آلیاژ اولیه برابر است با:} \quad \frac{Ti \text{ جرم کل}}{Ti \text{ جرم کل}} \times 100 = \frac{288}{480} \times 100 = 60\%$$

۳۵ | کربن موجود در ترکیب آلی به کربن دی‌اکسید تبدیل می‌شود و هیدروژن آن نیز به بخار آب تبدیل می‌شود. پس جرم کربن و هیدروژن را محاسبه می‌کنیم:

$$? g C = \frac{3}{36} LCO_2 \times \frac{1 \text{ mol } CO_2}{22/4 L CO_2} \times \frac{1 \text{ mol } C}{1 \text{ mol } CO_2} \times \frac{12 g C}{1 \text{ mol } C} = 1/8 g C, \quad ? g H = \frac{2}{7 g H_2O} \times \frac{1 \text{ mol } H_2O}{18 g H_2O} \times \frac{2 \text{ mol } H}{1 \text{ mol } H_2O} \times \frac{1 g H}{1 \text{ mol } H} = 0/3 g H$$

پس جرم اکسیژن در ماده آلی برابر است با: $3/3 - (1/8 + 0/3) = 1/2 g O$

اگر مول عناصر تشکیل دهنده این ترکیب را محاسبه کنیم، می‌توانیم فرمول کلی آن را مشخص کنیم:

$$? \text{ mol } C = 1/8 g C \times \frac{1 \text{ mol } C}{12 g C} = 0/083 \text{ mol } C, \quad ? \text{ mol } H = 0/3 g H \times \frac{1 \text{ mol } H}{1 g H} = 0/3 \text{ mol } H, \quad ? \text{ mol } O = 1/2 g O \times \frac{1 \text{ mol } O}{16 g O} = 0/031 \text{ mol } O$$

$\Rightarrow$ فرمول کلی $C_{7X}H_{16X}O_X$

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

عبارت اول: اختلاف درصد جرمی کربن و هیدروژن در این ترکیب برابر است با:

$$H \text{ و } C \text{ اختلاف جرمی} = \frac{H \text{ و } C \text{ اختلاف جرمی}}{\text{جرم کل}} \times 100 = \frac{1/8 - 0/3}{3/3} \times 100 = 1/5 \times 100 = 20\%$$

عبارت دوم: اگر در فرمول کلی $C_{7X}H_{16X}O_X$ ، X را برابر ۲ قرار دهیم، $C_{14}H_{32}O_2$ به دست می‌آید که می‌تواند استر ۴ کربنی خطی و سیرشده باشد که از پروپانول و متانئیک اسید تشکیل شده است (پروپیل متانوات).

عبارت سوم: درصد جرمی اکسیژن در این ترکیب و بنزوئیک اسید $C_7H_6O_2$ را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{جرم } O \text{ در ترکیب مورد نظر} = \frac{\text{جرم } O}{\text{جرم کل}} \times 100 = \frac{1/2}{3/3} \times 100 = 33/3\%$$

$$\text{جرم } O \text{ در بنزوئیک اسید} = \frac{\text{جرم } O}{\text{جرم کل}} \times 100 = \frac{2 \times 16}{(7 \times 12) + (6 \times 1) + (2 \times 16)} \times 100 = 26/2\%$$

عبارت چهارم: اگر در فرمول کلی $C_{7X}H_{16X}O_X$ ، X را برابر ۱ قرار دهیم، $C_7H_{16}O$ به دست می‌آید. اما توجه کنید که کتون‌ها از C_3H_6O شروع می‌شوند و کتون با ۲ کربن نداریم. $C_7H_{16}O$ می‌تواند آلدهید (اتانال) باشد.

آزمون‌های جامع فصل دهم

پاسخ تشریحی

فصل دهم: آزمون جامع ۱

۱ ۴ ابتدا ΔH واکنش را با توجه به نمودار انرژی - پیشرفت داده شده محاسبه می‌کنیم:

$$\Delta H = E_a(\text{رفت}) - E_a(\text{برگشت}) = ۱۳۴ - ۳۶۰ = -۲۲۶ \text{ kJ}$$

سپس حجم گاز تولید شده را به دست می‌آوریم: **روش اول (کسر تبدیل):**

$$\text{گاز } ۸/۹۶ \text{ L} = \frac{\text{گاز } ۲۲/۴ \text{ L}}{۲۲۶ \text{ kJ}} \times \frac{\text{گاز } ۴۵/۲ \text{ kJ}}{۲۲۶ \text{ kJ}} = ? \text{ L}$$

$$\frac{\text{گاز}}{\text{لیتر گاز}} = \frac{Q}{\Delta H} \Rightarrow \frac{x \text{ L گاز}}{۲ \times ۲۲/۴} = \frac{۴۵/۲}{۲۲۶} \Rightarrow x = ۸/۹۶ \text{ L گاز}$$

روش دوم (تناسب):

۲ ۱ $E_a(\text{رفت})$ و $E_a(\text{رفت})$ انرژی فعال‌سازی رفت به ترتیب در غیاب و در حضور کاتالیزگر و $E_a(\text{برگشت})$ و $E_a(\text{برگشت})$ انرژی فعال‌سازی

برگشت به ترتیب در غیاب و در حضور کاتالیزگر هستند.

$$(E_{a_1}(\text{رفت}) + E_{a_1}(\text{برگشت})) - (E_{a_2}(\text{رفت}) + E_{a_2}(\text{برگشت})) = ۴۰ \Rightarrow E_{a_1}(\text{رفت}) + E_{a_1}(\text{برگشت}) - E_{a_2}(\text{رفت}) - E_{a_2}(\text{برگشت}) = ۴۰ \quad (I)$$

می‌دانیم که کاتالیزگر انرژی فعال‌سازی رفت و برگشت را به یک اندازه کاهش می‌دهد. پس داریم:

$$E_{a_1}(\text{رفت}) - E_{a_2}(\text{رفت}) = E_{a_1}(\text{برگشت}) - E_{a_2}(\text{برگشت}) \quad (II)$$

$$\xrightarrow{(I), (II)} E_{a_1}(\text{رفت}) - E_{a_2}(\text{رفت}) = E_{a_1}(\text{برگشت}) - E_{a_2}(\text{برگشت}) = ۲۰ \text{ kJ} \quad (III) \quad \text{پس می‌توان نوشت:}$$

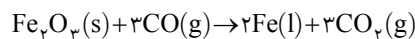
انرژی فعال‌سازی رفت و برگشت هر دو ۲۰ کیلوژول کاهش یافته است که این مقدار برای انرژی فعال‌سازی رفت معادل ۱۰٪ است. پس:

$$۲۰ = \frac{۱۰}{۱۰۰} (E_{a_1}(\text{رفت})) \Rightarrow E_{a_1}(\text{رفت}) = ۲۰۰ \text{ kJ} \Rightarrow E_{a_2}(\text{رفت}) = ۲۰۰ - ۲۰ = ۱۸۰ \text{ kJ}$$

$$? \text{ mol CO} = \frac{۶/۱۶ \text{ g CO}}{۲۸ \text{ g CO}} \times \frac{۱ \text{ mol CO}}{۲۲ \text{ mol CO}}$$

۳ ۳ مول خروجی CO در نبود مبدل را محاسبه می‌کنیم:

پس حضور مبدل باعث می‌شود $۰/۲ - ۰/۲۲ = ۰/۲$ مول گاز کربن مونوکسید کمتری به ازای طی یک کیلومتر وارد هوا کرده شود: $۰/۲۲ \times ۱۰۰ \approx ۲۲\%$ درصد کاهش CO



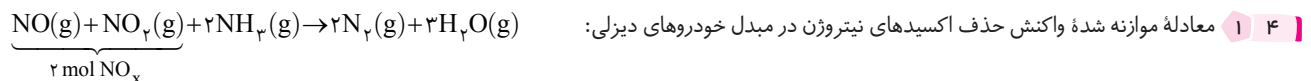
فرایند استخراج آهن به کمک کربن مونوکسید:

$$? \text{ g Fe} = ۷ \text{ روز} \times \frac{۶ \text{ km}}{۱ \text{ روز}} \times \frac{۰/۲ \text{ mol CO}}{۱ \text{ km}} \times \frac{۲ \text{ mol Fe}}{۳ \text{ mol CO}} \times \frac{۵۶ \text{ g Fe}}{۱ \text{ mol Fe}} = ۳۱۳/۶ \text{ g Fe}$$

روش اول (کسر تبدیل):

$$\frac{\text{CO مول}}{\text{گرم Fe}} = \frac{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}}{۳} \Rightarrow \frac{۷ \times ۶ \times ۰/۲}{۳} = \frac{x}{۲ \times ۵۶} \Rightarrow x = ۳۱۳/۶ \text{ g Fe}$$

روش دوم (تناسب):

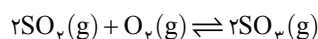


$$? \text{ g NH}_3 = ۳۰۰ \text{ km} \times \frac{۲/۲۴ \text{ L NO}_x}{۱ \text{ km}} \times \frac{۱ \text{ mol NO}_x}{۲۲/۴ \text{ L NO}_x} \times \frac{۲ \text{ mol NH}_3}{۲ \text{ mol NO}_x} \times \frac{۱۷ \text{ g NH}_3}{۱ \text{ mol NH}_3} = ۵۱۰ \text{ g NH}_3$$

روش اول (کسر تبدیل):

$$K = \frac{[\text{SO}_2]^2}{[\text{SO}_2]^2 [\text{O}_2]} = \frac{(n_{\text{SO}_2})^2}{(n_{\text{SO}_2})^2 \times n_{\text{O}_2}} \times V \Rightarrow ۱۰ = \frac{(۰/۴)^2}{(۰/۸)^2 (۰/۱)} \times V \Rightarrow V = ۴ \text{ L}$$

۳ ۵ ابتدا در تعادل اولیه حجم ظرف را محاسبه می‌کنیم:



مول در نخستین لحظه تغییر	۰/۸	۰/۱+a	۰/۴
تغییرات مول	-۲x	-x	+۲x
مول تعادلی	۰/۸-۲x	۰/۱+a-x	۰/۴+۲x

با افزودن مقداری گاز اکسیژن، تعادل در جهت رفت جابه‌جا می‌شود، اما ثابت تعادل تغییر نمی‌کند. جدول تغییرات مول را رسم می‌کنیم و مقدار x را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{SO}_2 \text{ در تعادل جدید} = ۰/۴ + ۲x = ۰/۸ \Rightarrow ۲x = ۰/۴ \Rightarrow x = ۰/۲$$

با توجه به ضرایب واکنش، نمودار مربوط به SO_2 و SO_3 است.

اکنون با توجه به مقدار مول‌های تعادلی در تعادل جدید، مقدار مول و سپس جرم گاز

$$K = \frac{[\text{SO}_2]^2}{[\text{SO}_2]^2 [\text{O}_2]} = \frac{(n_{\text{SO}_2})^2}{(n_{\text{SO}_2})^2 \times n_{\text{O}_2}} \times V \Rightarrow ۱۰ = \frac{(۰/۸)^2}{(۰/۴)^2 (a-۰/۱)} \times ۴ \Rightarrow a-۰/۱ = ۱/۶ \Rightarrow a = ۱/۷ \text{ mol}$$

جرم گاز اکسیژن اضافه شده برابر است با:

$$? \text{ g O}_2 = ۱/۷ \text{ mol O}_2 \times \frac{۳۲ \text{ g O}_2}{۱ \text{ mol O}_2} = ۵۴/۴ \text{ g O}_2$$

قسمت اول: چون اطلاعاتی در مورد تعادل اول خواسته نشده، مستقیماً به سراغ تعادل دوم با ثابت تعادل $\frac{81}{16}$ می‌رویم؛ چون با تغییر دما ثابت تعادل افزایش

یافته و تعادل به سمت فراورده‌ها جابه‌جا شده است.

	$3\text{Fe(s)} + 4\text{H}_2\text{O(g)} \rightleftharpoons \text{Fe}_3\text{O}_4\text{(s)} + 4\text{H}_2\text{(g)}$		
مول اولیه	۱	۱	۰
تغییرات مول	-۳x	-۴x	+x
مول تعادلی جدید	۱-۳x	۱-۴x	x

$$K = \frac{[\text{H}_2]^4}{[\text{H}_2\text{O}]^4} = \frac{(n_{\text{H}_2})^4}{(n_{\text{H}_2\text{O}})^4} \times V^0 \Rightarrow \frac{(4x)^4}{(1-4x)^4} = \frac{81}{16} \xrightarrow{\text{ریشه ۴}} \frac{4x}{1-4x} = \frac{3}{2}$$

$$\Rightarrow 8x = 3 - 12x \Rightarrow 20x = 3 \Rightarrow x = 0.15$$

غلظت تعادلی بخار آب برابر است با:

$$[\text{H}_2\text{O}] = \frac{n}{V} = \frac{1-4(0.15)}{2} = 0.2 \text{ mol.L}^{-1}$$

قسمت دوم: در مخلوط نهایی ۵۵٪ Fe و ۱۵٪ Fe_3O_4 وجود دارد که دارای ۴۵٪ مول آهن است. پس درصد جرمی آهن در جامد باقی‌مانده برابر است با:

$$\% \text{Fe} = \frac{\text{جرم Fe}}{\text{مجموع جرم مواد جامد}} \times 100 = \frac{(0.55 + 0.45) \times 56}{(0.55 \times 56) + (0.15 \times 232)} \times 100 \approx 85.4\%$$

۱۷ ابتدا جدول تغییرات مول را بررسی می‌کنیم:

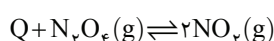
	$\text{N}_2\text{O}_4\text{(g)} \rightleftharpoons 2\text{NO}_2\text{(g)}$	
مول اولیه	۳	۰
تغییرات مول	-x	+2x
مول نهایی	۳-x	2x

$$(3-x) + 2x = 3/6 \Rightarrow x = 0.6$$

در تعادل مجموع مول‌های گازی برابر است با:

سپس ثابت تعادل را محاسبه می‌کنیم:

$$K = \frac{[\text{NO}_2]^2}{[\text{N}_2\text{O}_4]} = \frac{n_{\text{NO}_2}^2}{n_{\text{N}_2\text{O}_4}} \times V^{-1} = \frac{1/2 \times 1/2}{2/4} \times 4^{-1} = 0.15$$



این واکنش گرماگیر است و با افزایش دمای مخلوط به سمت تولید بیشتر فراورده‌ها پیش می‌رود، در تعادل جدید داریم:

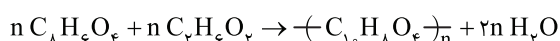
مول تعادل اولیه	۲/۴	۱/۲
مول تعادل جدید	۲/۴-y	۱/۲+2y

$$K = \frac{(1/2+2y)^2}{(2/4-y)} \times \frac{1}{4} = 0.15 \Rightarrow \frac{(1/2+2y)^2}{(2/4-y)} = 1$$

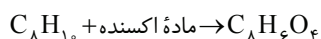
$$1/44 + 4/8y + 4y^2 = 2/4 - y \Rightarrow 4y^2 + 5/8y - 9/16 = 0 \Rightarrow y = \frac{-5/8 \pm \sqrt{49}}{8} \Rightarrow \begin{cases} y = 0.15 \text{ (ق ق)} \\ y = -1/6 \text{ (غ ق ق)} \end{cases}$$

پس در تعادل جدید مقدار مول NO_2 برابر $1/2 + 2y = 1/2 + 2(0.15) = 1/5 \text{ mol}$ است و داریم:

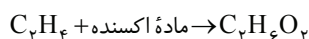
$$\text{مولکول NO}_2 = 1/5 \text{ mol NO}_2 \times \frac{6/0.2 \times 10^{23} \text{ مولکول NO}_2}{1 \text{ mol NO}_2} = 9/0.3 \times 10^{23} \text{ مولکول NO}_2$$



۸ معادله موازنه شده واکنش تهیه PET از مونومرهای سازنده‌اش:



تهیه ترفتالیک اسید از پارازیلین:



تهیه اتیلن گلیکول از اتن:

$$\text{ناخالص C}_4\text{H}_6\text{O}_2 = 200 \text{ g PET} \times \frac{72 \text{ g خالص}}{100 \text{ g ناخالص}} \times \frac{1 \text{ mol PET}}{192 \text{ g PET}} \times \frac{n \text{ mol دی‌الکل}}{1 \text{ mol PET}} \times \frac{1 \text{ mol C}_4\text{H}_6\text{O}_2}{1 \text{ mol دی‌الکل}} \times \frac{28 \text{ g C}_4\text{H}_6\text{O}_2}{1 \text{ mol C}_4\text{H}_6\text{O}_2} \times \frac{100 \text{ g C}_4\text{H}_6\text{O}_2}{84 \text{ g C}_4\text{H}_6\text{O}_2 \text{ خالص}} = 25 \text{ g C}_4\text{H}_6\text{O}_2 \text{ ناخالص}$$

$$\text{ناخالص C}_8\text{H}_6\text{O}_4 = 200 \text{ g PET} \times \frac{72 \text{ g خالص}}{100 \text{ g ناخالص}} \times \frac{1 \text{ mol PET}}{192 \text{ g PET}} \times \frac{n \text{ mol دی‌اسید}}{1 \text{ mol PET}} \times \frac{1 \text{ mol C}_8\text{H}_6\text{O}_4}{1 \text{ mol دی‌اسید}} \times \frac{106 \text{ g C}_8\text{H}_6\text{O}_4}{1 \text{ mol C}_8\text{H}_6\text{O}_4} \times \frac{100 \text{ g C}_8\text{H}_6\text{O}_4}{75 \text{ g C}_8\text{H}_6\text{O}_4 \text{ خالص}} = 106 \text{ g C}_8\text{H}_6\text{O}_4 \text{ ناخالص}$$

پس در مجموع 131 g (۶+۲۵) از اتن و پارازیلین ناخالص نیاز است.

۹ ساختار داده شده پلی‌استر PET بوده که پس از آبکافت آن به واکنش مقابل می‌رسیم:

عبارت‌های (الف) و (پ) درست هستند. بررسی عبارت‌ها: عبارت (الف): دی‌الکل سازنده این ترکیب اتیلن گلیکول $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$ (۶۲ g.mol^{-1}) بوده و تفاوت جرم

مولی آن با بنزن C_6H_6 (۷۸ g.mol^{-1}) برابر $78 - 62 = 16 \text{ g.mol}^{-1}$ است که با جرم مولی متان (CH_4) برابر است.

عبارت (ب): برای تولید PET داریم: **روش اول (کسر تبدیل):** $\text{C}_6\text{H}_6\text{O} = 38/4 \text{ g PET} \times \frac{1 \text{ mol PET}}{192 \text{ g PET}} \times \frac{2n \text{ mol H}_2\text{O}}{1 \text{ mol PET}} \times \frac{18 \text{ g H}_2\text{O}}{1 \text{ mol H}_2\text{O}} = 7/2 \text{ g H}_2\text{O}$

۲۳ اگر شیر بین دو ظرف باز شود، مقدار N_2O_4 و حجم ظرف افزایش می‌یابد که هر دو باعث جابه‌جایی تعادل به سمت رفت می‌شود.

$$K = \frac{[NO_2]^2}{[N_2O_4]} = \frac{(n_{NO_2})^2}{n_{N_2O_4}} \times V^{-1} = \frac{3^2}{2} \times \frac{1}{3} = \frac{3}{2}$$

مقدار K در اثر تغییر حجم تغییر نمی‌کند. K برابر است با:

جدول تغییرات مول را رسم می‌کنیم:

	$N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$	
مول در نخستین لحظه تغییر	۲+۱	۳
تغییرات مول	-x	+۲x
مول تعادلی	۳-x	۳+۲x

$$K = \frac{[NO_2]^2}{[N_2O_4]} = \frac{(n_{NO_2})^2}{n_{N_2O_4}} \times V^{-1} \Rightarrow \frac{3}{2} = \frac{(3+2x)^2}{3-x} \times \frac{1}{6} \Rightarrow 9+4x^2+12x=27-9x$$

$$\Rightarrow 4x^2+21x-18=0$$

پاسخ معادله درجه ۲ به صورت $x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$ است و در این معادله داریم: $a=4$ ، $b=21$ و $c=-18$. پس

$$x = \frac{-21 \pm \sqrt{21^2 + 4(4)(18)}}{8} = \frac{-21 \pm \sqrt{729}}{8} = \frac{-21 \pm 27}{8} \Rightarrow \begin{cases} x = -6 & (\text{غ ق}) \\ x = \frac{3}{4} & (\text{ق ق}) \end{cases}$$

$$[NO_2] = \frac{n}{V} = \frac{3 + 2(\frac{3}{4})}{6} = 0.75 \text{ mol.L}^{-1}$$

غلظت NO_2 در سامانه تعادلی جدید برابر است با:

واکنش $N_2O_4 \rightleftharpoons 2NO_2$ گرماگیر است، پس با کاهش دما در جهت برگشت جابه‌جا می‌شود.

۲۴ عبارت‌های (الف) و (پ) درست هستند. تعادل در ظرف A به دلیل حضور کاتالیزگر زودتر برقرار می‌شود. بررسی عبارت‌ها: عبارت (الف): در واکنش تعادلی

نماد گرما در طرفی است که تعداد مول گازی کمتر است. پس تعادل در جهت رفت گرماگیر است. در لحظه $t=1 \text{ min}$ میزان پیشرفت واکنش در ظرف A به دلیل

وجود کاتالیزگر بیشتر بوده و در این سامانه گرمای بیشتری جذب می‌شود، بنابراین می‌توان گفت دمای ظرف A پایین‌تر است. عبارت (ب): چون سرعت واکنش در

ظرف A به دلیل حضور کاتالیزگر بیشتر است، در لحظه $t=90 \text{ s}$ که هنوز در ظرف B به تعادل نرسیده‌ایم، غلظت گاز کلر در ظرف A بیشتر است. عبارت (پ): طبق

جدول تغییرات مول داریم:

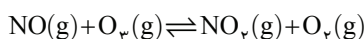
	$PCl_5 \rightleftharpoons PCl_3 + Cl_2$		
مول اولیه	۲	۰	۰
تغییر مول	-x	+x	+x
مول تعادلی	۲-x	x	x

$$K = \frac{[PCl_3][Cl_2]}{[PCl_5]} \Rightarrow 0.1 = \frac{x^2}{2-x} \Rightarrow 0.1x = x^2 \Rightarrow 10x^2 + x - 2 = 0$$

$$\Rightarrow x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} = \frac{-1 \pm \sqrt{1 - 4(10)(-2)}}{20} \Rightarrow \begin{cases} x = 0.4 & (\text{ق ق}) \\ x = -0.5 & (\text{غ ق}) \end{cases}$$

$$\overline{R}(PCl_5) = \frac{-\Delta[PCl_5]}{\Delta t} = \frac{0.4 \text{ mol.L}^{-1}}{2 \times 60 \text{ s}} = \frac{1}{300} \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

عبارت (ت): در لحظه $t=3 \text{ min}$ در هر دو ظرف تعادل برقرار است و مجموع مول‌های گازی در هر دو ظرف یکسان است.



مول اولیه	۱/۶a	a	۰	۰
تغییرات مول	-x	-x	+x	+x
مول نهایی	۱/۶a-x	a-x	x	x

۲۵ اگر a مول O_3 را وارد ظرف کنیم برای این که جرم برابر از NO با آوزون را وارد

ظرف کنیم باید ۱/۶a مول NO را وارد کنیم. جدول تغییرات مول در تعادل را بررسی می‌کنیم:

غلظت تعادل اکسیژن برابر ۰/۴ مول بر لیتر است، پس داریم:

$$[O_2] = \frac{x}{2} \Rightarrow 0.4 = \frac{x}{2} \Rightarrow x = 0.8 \text{ mol}$$

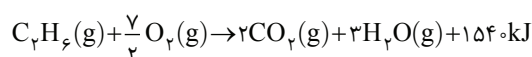
از رابطه ثابت تعادل داریم:

$$K = \frac{[NO_2][O_2]}{[NO][O_3]} = \frac{n_{NO_2} \times n_{O_2}}{n_{NO} \times n_{O_3}} \times V^0 \Rightarrow 4 = \frac{0.8 \times 0.8}{(1/6a - 0.8)(a - 0.8)} \Rightarrow (1/6a - 0.8)(a - 0.8) = 0.16$$

$$\Rightarrow 1/6a^2 - 2/3a + 0.48 = 0 \Rightarrow a = \frac{2/3 \pm \sqrt{1/9 - 4 \times 0.48}}{3/2} = \begin{cases} a = 0.3 & (\text{غ ق}) \\ a = 1 & (\text{ق ق}) \end{cases}$$

$$? \text{ g NO} = 1/6 \text{ mol NO} \times \frac{30 \text{ g NO}}{1 \text{ mol NO}} = 4.8 \text{ g NO}$$

پس مول اولیه NO برابر $1/6a = 1/6 \text{ mol}$ است:



معادله مربوط به آنتالپی سوختن اتان:

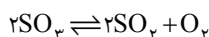
$$? \text{ kJ} = \frac{154 \text{ kJ}}{1 \text{ mol O}_2} \times \frac{1}{2} \text{ mol O}_2 = 77 \text{ kJ}$$

روش اول (کسر تبدیل):

$$\frac{\text{مول O}_2}{\text{ضریب}} = \frac{Q}{\Delta H} \Rightarrow \frac{1}{2} = \frac{Q}{154} \Rightarrow Q = 77 \text{ kJ}$$

روش دوم (تناسب):

جدول تغییرات مول را بررسی می‌کنیم:



$$36x + 64(2x) = 160x = 48 \Rightarrow x = 0.3 \text{ mol}$$

مجموع جرم O_2 و SO_2 را محاسبه می‌کنیم:

مول اولیه	a	°	°
تغییرات مول	-2x	+2x	+x
مول نهایی	a-2x	2x	x

$$K = \frac{[\text{SO}_2]^2 [\text{O}_2]}{[\text{SO}_3]^2} = \frac{n_{\text{SO}_2}^2 \times n_{\text{O}_2}}{n_{\text{SO}_3}^2} \times V^{-1} = \frac{(2x)^2 \times x}{(a-2x)^2} \times 3^{-1} = 0.9$$

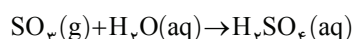
$$\Rightarrow (a-2x)^2 = \frac{4x^3}{9} \Rightarrow a-2x = \frac{2x^{3/2}}{3} \Rightarrow a = 0.8$$

$$? \text{ g SO}_3 = \frac{160 \text{ g SO}_3}{1 \text{ mol SO}_3} \times \frac{0.8 \text{ mol SO}_3}{1} = 128 \text{ g SO}_3$$

پس جرم اولیه گوگرد تری‌اکسید برابر است با:

طبق قانون پایستگی جرم، جرم نهایی ظرف نیز ۶۴ گرم است. درصد جرمی اکسید گوگرد SO_3 در این تعادل را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{SO}_3 \text{ درصد جرمی} = \frac{0.6 \times 64}{64} \times 100 = 60\%$$

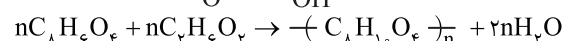
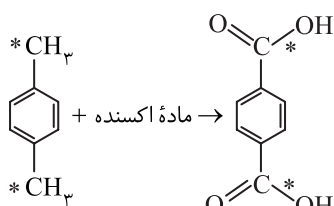


معادله انحلال SO_3 در آب:

در تعادل ۰/۲ مول داریم که پس از انحلال در ۱۰ لیتر آب تولید ۰/۴ مول H^+ می‌کند که داریم:

$$[\text{H}^+] = \frac{0.4}{10} = 0.04 \text{ mol.L}^{-1} \Rightarrow \text{pH} = -\log[\text{H}^+] = -\log(4 \times 10^{-2}) = 2 - \log 4 = 1.4$$

معادله واکنش تبدیل پارازایلین به ترفتالیک اسید:



معادله موازنه شده واکنش تهیه PET از ترفتالیک اسید و اتیلن گلیکول:

در واکنش تبدیل پارازایلین به ترفتالیک اسید، عدد اکسایش ۲ اتم کربن که با ستاره مشخص شده از (-۳) به (+۳) تغییر می‌کند، پس در اثر تبدیل یک مول پارازایلین به یک مول ترفتالیک اسید، ۱۲ مول الکترون مبادله می‌شود.

$$? \text{ g PET} = \frac{3}{612 \times 10^{24} e^-} \times \frac{1 \text{ mol } e^-}{6.02 \times 10^{23} e^-} \times \frac{1 \text{ mol } C_8H_4O_4}{12 \text{ mol } e^-} \times \frac{1 \text{ mol } C_8H_6O_4}{1 \text{ mol } C_8H_4O_4} \times \frac{1 \text{ mol PET}}{n \text{ mol } C_8H_6O_4} \times \frac{192 \text{ ng PET}}{1 \text{ mol PET}} \times \frac{10^9}{1} = 76.8 \text{ g PET}$$

بازده درصدی

ابتدا مقدار مول باز تولیدی (KOH) را محاسبه می‌کنیم:

$$? \text{ mol KOH} = 100 \text{ g } C_7H_4F_3 \times \frac{100 \text{ g } C_7H_4F_3 \text{ خالص}}{100 \text{ g } C_7H_4F_3 \text{ ناخالص}} \times \frac{1 \text{ mol } C_7H_4F_3}{28 \text{ g } C_7H_4F_3} \times \frac{2 \text{ mol KOH}}{3 \text{ mol } C_7H_4F_3} \times \frac{56}{100} = 1.6 \text{ mol KOH}$$

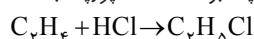
بازده درصدی

سپس غلظت محلول نیتریک اسید را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{pH} = -\log[\text{H}^+] \Rightarrow [\text{H}^+] = 10^{-\text{pH}} = 10^{-0.4} = 10^{-0.6} \times 10^{-1} = 10^{-1} \log 2 \times 10^{-1} = 4 \times 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1} \xrightarrow{[\text{H}^+] = M} M = 4 \times 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$$

با توجه به تک ظرفیتی بودن اسید و باز، پس برای خنثی کردن ۱/۶ مول KOH به ۱/۶ مول HNO_3 نیاز داریم، پس: $M = \frac{n}{V} \Rightarrow \frac{1}{6} = \frac{1/6 \text{ mol}}{x \text{ L}} \Rightarrow x = 1 \text{ L}$

دی‌الکل سازنده پلی‌اتیلن ترفتالات، اتیلن گلیکول بوده که از هیدروکربن اتن ساخته می‌شود. پس مخلوط اولیه شامل اتن و پروپان بوده است که پروپان با HCl واکنش نمی‌دهد، پس داریم:



$$? \text{ g } C_3H_8 = \frac{4}{48 \text{ L HCl}} \times \frac{1 \text{ mol HCl}}{22.4 \text{ L HCl}} \times \frac{1 \text{ mol } C_3H_8}{1 \text{ mol HCl}} \times \frac{44 \text{ g } C_3H_8}{1 \text{ mol } C_3H_8} = 5.6 \text{ g } C_3H_8$$

روش اول (کسر تبدیل):

$$? \text{ g } C_3H_7\text{Cl} = \frac{4}{48 \text{ L HCl}} \times \frac{1 \text{ mol HCl}}{22.4 \text{ L HCl}} \times \frac{1 \text{ mol } C_3H_7\text{Cl}}{1 \text{ mol HCl}} \times \frac{78.5 \text{ g } C_3H_7\text{Cl}}{1 \text{ mol } C_3H_7\text{Cl}} = 12.9 \text{ g } C_3H_7\text{Cl}$$

روش دوم (تناسب):

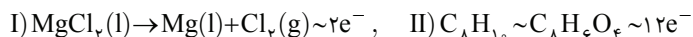
$$\frac{\text{گرم } C_7H_8}{\text{لیتر HCl}} = \frac{\text{گرم } C_7H_8Cl}{\text{جرم مولی } C_7H_8Cl} \Rightarrow \frac{x}{1 \times 28} = \frac{4/48}{1 \times 22/4} = \frac{y}{1 \times 64/5} \Rightarrow x = 5/6 \text{ g } C_7H_8, y = 12/9 \text{ g } C_7H_8Cl$$

پس در مخلوط اولیه $10 - 5/6 = 4/6 \text{ g } C_7H_8$ دارد. باید جرم کربن در هر ترکیب را محاسبه کنیم:

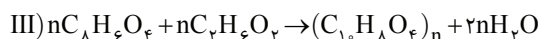
$$? \text{ g C} = 5/6 \text{ g } C_7H_8 \times \frac{1 \text{ mol } C_7H_8}{98 \text{ g } C_7H_8} \times \frac{7 \text{ mol C}}{1 \text{ mol } C_7H_8} = 4/8 \text{ g C}, ? \text{ g C} = 4/6 \text{ g } C_7H_8 \times \frac{1 \text{ mol } C_7H_8}{94 \text{ g } C_7H_8} \times \frac{7 \text{ mol C}}{1 \text{ mol } C_7H_8} = 3/6 \text{ g C}$$

$$\text{درصد جرمی کربن} = \frac{\text{جرم کربن}}{\text{جرم کل}} \times 100 = \frac{4/8 + 3/6}{10} \times 100 = 84\%$$

پس درصد جرمی کربن در مخلوط اولیه برابر است با:



[۱۰ ۴] واکنش‌های انجام شده:

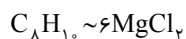


روش اول (کسر تبدیل):

$$? \text{ g } MgCl_2 = 10/6 \text{ g } C_8H_{10} \times \frac{1 \text{ mol } C_8H_{10}}{106 \text{ g } C_8H_{10}} \times \frac{12 \text{ mole}^- \text{ (II)}}{1 \text{ mol } C_8H_{10}} \times \frac{1 \text{ mole}^- \text{ (I)}}{2 \text{ mole}^- \text{ (I)}} \times \frac{1 \text{ mol } MgCl_2}{95 \text{ g } MgCl_2} \times \frac{95 \text{ g } MgCl_2}{1 \text{ mol } MgCl_2} = 57 \text{ g } MgCl_2$$

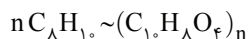
$$? \text{ g } (C_{15}H_{14}O_4)_n = 10/6 \text{ g } C_8H_{10} \times \frac{1 \text{ mol } C_8H_{10}}{106 \text{ g } C_8H_{10}} \times \frac{1 \text{ mol } C_8H_6O_4}{1 \text{ mol } C_8H_{10}} \times \frac{1 \text{ mol } (C_{15}H_{14}O_4)_n}{n \text{ mol } C_8H_6O_4} \times \frac{192n \text{ g } (C_{15}H_{14}O_4)_n}{1 \text{ mol } (C_{15}H_{14}O_4)_n} \times \frac{5}{100} = 9/6 \text{ g } (C_{15}H_{14}O_4)_n$$

بازده درصدی



روش دوم (تناسب): واکنش (I) را در ۶ ضرب می‌کنیم:

$$\frac{\text{گرم } C_8H_{10}}{\text{جرم مولی } C_8H_{10} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{گرم } MgCl_2}{\text{جرم مولی } MgCl_2 \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{10/6}{1 \times 106} = \frac{x}{6 \times 95} \Rightarrow x = 57 \text{ g } MgCl_2$$



واکنش (II) را در n ضرب می‌کنیم:

$$\frac{C_8H_{10} \text{ گرم} \times \frac{R}{100}}{\text{جرم مولی } C_8H_{10} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{گرم PET}}{\text{جرم مولی PET} \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{10/6 \times 5}{1 \times 106} = \frac{y}{n \times 192} \Rightarrow y = 9/6 \text{ g } (C_{15}H_{14}O_4)_n$$

فصل دهم: آزمون جامع ۳

$$\frac{E_a(\text{رفت})}{E_a(\text{برگشت})} = \frac{3}{100} \Delta H = \frac{3}{100} (E_a(\text{رفت}) - E_a(\text{برگشت})) \quad \text{(I)}$$

[۱ ۲] طبق اطلاعات مسئله داریم:

$$E_a(\text{رفت}) + E_a(\text{برگشت}) = 200 \text{ kJ} \Rightarrow E_a(\text{رفت}) = 200 - E_a(\text{برگشت}) \quad \text{(II)}$$

با جای گذاری معادله (II) در معادله (I) داریم:

$$\frac{200 - E_a(\text{برگشت})}{E_a(\text{برگشت})} = \frac{3}{100} (200 - 2E_a(\text{برگشت})) \Rightarrow 20000 - 100E_a(\text{برگشت}) = 600E_a(\text{برگشت}) - 6(E_a(\text{برگشت}))^2$$

$$6x^2 - 700x + 20000 = 0$$

(برگشت) E_a را x فرض می‌کنیم و آن را به دست می‌آوریم:

$$\text{پاسخ معادله درجه ۲ به صورت } x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} \text{ است و در این معادله داریم: } a=6, b=-700, c=20000$$

$$x = \frac{700 \pm \sqrt{700^2 - 4(6)(20000)}}{12} = \frac{700 \pm \sqrt{10000}}{12} = \frac{700 \pm 100}{12} \Rightarrow \begin{cases} x_1 = \frac{200}{3} \\ x_2 = 50 \end{cases}$$

دو مقدار برای (برگشت) E_a به دست می‌آید که باید بررسی کنیم و ببینیم کدام جواب شرط مسئله را دارد.

$$x_1 = \frac{200}{3} \Rightarrow E_a(\text{رفت}) = 200 - \frac{200}{3} = \frac{400}{3} \quad \left(\frac{400}{3} = 2\left(\frac{200}{3}\right)\right) \quad x_2 = 50 \Rightarrow E_a(\text{رفت}) = 200 - 50 = 150 \quad (150 > 2(50))$$

$$\frac{E_a(\text{رفت})}{\Delta H} = \frac{150}{150 - 50} = \frac{3}{2}$$

پس x_2 قابل قبول است و برای نسبت داده شده می‌نویسیم:

[۲ ۳] معادله موازنه شده واکنش سوختن کامل و ناقص اوکتان به صورت زیر است:



حال باید مقدار اوکتان واکنش نداده و گاز کربن دی‌اکسید تولید شده را محاسبه کنیم تا مقدار کل گازهای کربن‌دار خارج شده از آگروز را بتوان محاسبه کرد:

$$? \text{ kg } CO_2 = 38 \text{ L بنزین} \times \frac{0.7 \text{ kg بنزین}}{1 \text{ L بنزین}} \times \frac{10^3 \text{ mol بنزین}}{114 \text{ kg بنزین}} \times \frac{16 \text{ mol } CO_2}{2 \text{ mol بنزین}} \times \frac{44 \text{ kg } CO_2}{10^3 \text{ mol } CO_2} \times \frac{6}{100} = 49.28 \text{ kg } CO_2$$

با توجه به جرم کربن مونوکسید تولید شده، جرم بنزینی را که در سوختن ناقص شرکت کرده است می‌توان محاسبه کرد و سپس جرم بنزین واکنش نداده را به دست آورد:

$$\text{بنزین } ۷/۹۸ \text{ kg} = \frac{\text{بنزین } ۱۱۴ \text{ kg}}{۱۰^۳ \text{ mol CO}} \times \frac{۲ \text{ mol CO}}{۱۶ \text{ mol CO}} \times \frac{۱۰^۳ \text{ mol CO}}{۲۸ \text{ kg CO}} \times ۱۵/۶۸ \text{ kg CO} = \text{بنزین } ۱۵/۶۸ \text{ kg} ?$$

$$\text{بنزین } ۲/۶۶ \text{ kg} = ۷/۹۸ - (۲۶/۶ \times \frac{۶}{۱۰۰} + ۲۶/۶ \times \frac{۶}{۱۰۰}) = ۲۶/۶ \text{ kg} - \text{بنزین } ۳۸ \text{ L} \times \frac{۷/۹۸ \text{ kg}}{۱ \text{ L}} = ۲۶/۶ \text{ kg}$$

$$\text{جرم CO تولید شده} + \text{جرم CO}_۲ \text{ تولید شده} + \text{جرم بنزین نسوخته} = \text{جرم کل گازهای کربن دار خارج شده از اگزوز}$$

طبق اطلاعات جدول موجود در صورت مسئله، داریم:

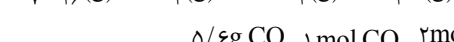
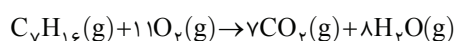
از ای ط ی یک کیلومتر مسافت	CO	کاهش مقدار: $۶/۱۹ - ۵/۵۹ = ۵/۶ \text{ g CO}$
	$\text{C}_۷\text{H}_{۱۶}$	کاهش مقدار: $۱/۶۷ - ۱/۱۷ = ۱/۵ \text{ g C}_۷\text{H}_{۱۶}$
	NO	کاهش مقدار: $۱/۰۴ - ۱/۱۴ = ۰/۹ \text{ g NO}$

پس مبدل کاتالیستی در مجموع به ازای ط ی هر کیلومتر، از ورود مقدار ۸ g ($۵/۶ + ۱/۵ + ۰/۹$) آلایند به هوا کره جلوگیری می‌کند.

$$\text{آلایند } ۱ \text{ km} \times \frac{۱ \text{ ماه}}{۳۰ \text{ روز}} \times \frac{۴۸۰ \text{ g}}{۱ \text{ ماه}} \times \frac{۱ \text{ km}}{۸ \text{ g آلایند}} = ۲ \text{ km}$$

اکنون مسافتی که خودرو در یک روز ط ی می‌کند را محاسبه می‌کنیم:

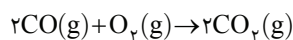
در مقابل، معادله‌های واکنش‌های آلایند‌های حاوی اتم کربن که به تولید گاز کربن دی‌اکسید منجر می‌شود، ارائه شده است:



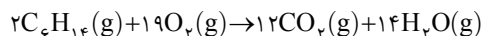
$$\text{حذف CO: } ۲ \text{ km} \times \frac{۵/۶ \text{ g CO}}{۱ \text{ km}} \times \frac{۱ \text{ mol CO}}{۲۸ \text{ g CO}} \times \frac{۲ \text{ mol CO}_۲}{۱ \text{ mol CO}} \times \frac{۳۰ \text{ L CO}_۲}{۱ \text{ mol CO}_۲} = ۱۲۰ \text{ L CO}_۲$$

$$\text{حذف C}_۷\text{H}_{۱۶}: ۲ \text{ km} \times \frac{۱/۵ \text{ g C}_۷\text{H}_{۱۶}}{۱ \text{ km}} \times \frac{۱ \text{ mol C}_۷\text{H}_{۱۶}}{۱۰۰ \text{ g C}_۷\text{H}_{۱۶}} \times \frac{۷ \text{ mol CO}_۲}{۱ \text{ mol C}_۷\text{H}_{۱۶}} \times \frac{۳۰ \text{ L CO}_۲}{۱ \text{ mol CO}_۲} = ۶۳ \text{ L CO}_۲$$

پس در مجموع ۱۸۳ L ($۱۲۰ + ۶۳$) گاز کربن دی‌اکسید تولید می‌شود.



برای حذف گازهای CO و $\text{C}_۷\text{H}_{۱۶}$ واکنش‌های موازنه شده مقابل انجام می‌شود:



از مقدار بخار آب تولید شده، جرم $\text{C}_۷\text{H}_{۱۶}$ مصرفی و کربن دی‌اکسید تولیدی در واکنش دوم را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{C}_۷\text{H}_{۱۶} = ۱۲۶ \text{ g H}_۲\text{O} \times \frac{۱ \text{ mol H}_۲\text{O}}{۱۸ \text{ g H}_۲\text{O}} \times \frac{۲ \text{ mol C}_۷\text{H}_{۱۶}}{۱۴ \text{ mol H}_۲\text{O}} \times \frac{۸۶ \text{ g C}_۷\text{H}_{۱۶}}{۱ \text{ mol C}_۷\text{H}_{۱۶}} = ۸۶ \text{ g C}_۷\text{H}_{۱۶}$$

$$\text{CO}_۲ = ۱۲۶ \text{ g H}_۲\text{O} \times \frac{۱ \text{ mol H}_۲\text{O}}{۱۸ \text{ g H}_۲\text{O}} \times \frac{۱۲ \text{ mol CO}_۲}{۱۴ \text{ mol H}_۲\text{O}} \times \frac{۴۴ \text{ g CO}_۲}{۱ \text{ mol CO}_۲} = ۲۶۴ \text{ g CO}_۲$$

پس مقدار کربن دی‌اکسید تولیدی در واکنش اول برابر ۴۴۰ g ($۷۰۴ - ۲۶۴$) است. حال مقدار CO مصرفی در واکنش اول را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{CO} = ۴۴۰ \text{ g CO}_۲ \times \frac{۱ \text{ mol CO}_۲}{۴۴ \text{ g CO}_۲} \times \frac{۲ \text{ mol CO}}{۲ \text{ mol CO}_۲} \times \frac{۲۸ \text{ g CO}}{۱ \text{ mol CO}} = ۲۸۰ \text{ g CO}$$

$$\text{CO (حذف شده)} = ۱ \text{ km} \times \frac{۲۸۰ \text{ g CO}}{۵۰ \text{ km}} = ۵/۶ \text{ g CO}$$

اکنون مقدار CO حذف شده به ازای ط ی یک کیلومتر مسافت را به دست می‌آوریم:

$$۶/۲ - a = ۵/۶ \Rightarrow a = ۰/۶$$

پس طبق جدول صورت تست داریم:

$$\text{C}_۷\text{H}_{۱۶} \text{ (حذف شده)} = ۱ \text{ km} \times \frac{۸۶ \text{ g C}_۷\text{H}_{۱۶}}{۵۰ \text{ km}} = ۱/۷۲ \text{ g C}_۷\text{H}_{۱۶}$$

مقدار $\text{C}_۷\text{H}_{۱۶}$ حذف شده به ازای ط ی یک کیلومتر مسافت را به دست می‌آوریم:

$$b - ۰/۸ = ۱/۷۲ \Rightarrow b = ۱/۸$$

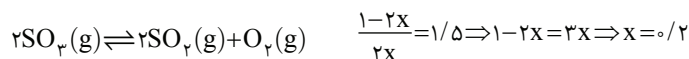
پس طبق جدول صورت تست داریم:

$$a + b = ۰/۶ + ۱/۸ = ۲/۴$$

در نتیجه مقدار $a + b$ برابر است با:

در مورد تعادل اول سؤالی مطرح نشده، بنابراین آن را نادیده گرفته و مستقیماً به سراغ تعادل دوم می‌رویم:

اگر در هنگام تعادل درصد مولی $\text{SO}_۳$ ، $۱/۵$ برابر درصد مولی $\text{SO}_۲$ باشد، یعنی مول‌های $\text{SO}_۲$ ، $۱/۵$ برابر مول‌های $\text{SO}_۳$ است.



مول اولیه	۱	۰	a
تغییر مول	-2x	+2x	+x
مول نهایی	1-2x	2x	a+x

$$K = \frac{[\text{SO}_۳]^2 [\text{O}_۲]}{[\text{SO}_۲]^2} \Rightarrow 0/5 = \frac{(n_{\text{SO}_۳})^2 \times n_{\text{O}_۲}}{(n_{\text{SO}_۲})^2} \times \frac{1}{V} \Rightarrow 0/5 = \frac{(0/4)^2 (a+0/2)}{(0/6)^2} \times \frac{1}{0/4}$$

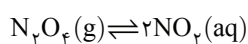
$$\Rightarrow a+0/2=0/45 \Rightarrow a=0/25 \text{ mol}$$

$$? \text{ g O}_2 = 0.25 \text{ mol O}_2 \times \frac{32 \text{ g O}_2}{1 \text{ mol O}_2} = 8 \text{ g O}_2$$

جرم گاز اکسیژن اضافه شده برابر است با:

$$\text{N}_2\text{O}_4 \text{ ابتدا مقدار مول اولیه} = 55.2 \text{ g N}_2\text{O}_4 \times \frac{1 \text{ mol N}_2\text{O}_4}{92 \text{ g N}_2\text{O}_4} = 0.6 \text{ mol N}_2\text{O}_4$$

۴ ۶ ابتدا مقدار مول اولیه N_2O_4 را محاسبه می‌کنیم:



سپس به کمک جدول تغییر مول مواد شرکت‌کننده و ثابت تعادل، مقدار مول‌های تعادلی را به دست می‌آوریم:

مول اولیه	۰	۶
تغییرات مول	+۲x	-x
مول تعادلی	۲x	۶-x

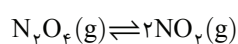
$$K = \frac{[\text{NO}_2]^2}{[\text{N}_2\text{O}_4]} = \frac{(n_{\text{NO}_2})^2}{n_{\text{N}_2\text{O}_4}} \times \frac{1}{V} = 2 = \frac{(2x)^2}{6-x} \times \frac{1}{2} \Rightarrow \frac{4x^2}{6-x} = 4 \Rightarrow 4x^2 + 4x - 24 = 0 \Rightarrow x^2 + x - 6 = 0$$

$$\text{پاسخ معادله درجه ۲ به صورت } x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} \text{ است، در این معادله داریم: } a=1, b=1, c=-6.$$

$$x = \frac{-1 \pm \sqrt{1^2 + 4(1)(6)}}{2} = \frac{-1 \pm \sqrt{25}}{2} = \frac{-1 \pm 5}{2} \Rightarrow \begin{cases} x=+2 & (\text{ق ق}) \\ x=-3 & (\text{غ ق ق}) \end{cases}$$

پس

$$\text{N}_2\text{O}_4 \text{ مقدار مول تعادلی} = 6 - x = 6 - 2 = 4 \text{ mol}, \quad \text{NO}_2 \text{ مقدار مول تعادلی} = 2x = 2 \times 2 = 4 \text{ mol}$$



با افزایش حجم ظرف، تعادل به سمت مول‌های گازی بیشتر (رفت جابه‌جا می‌شود، اما ثابت

تعادل تغییری نمی‌کند.

مول در نخستین لحظه تغییر	۴	۴
تغییرات مول	-y	+۲y
مول تعادلی	۴-y	۴+۲y

$$K = \frac{[\text{NO}_2]^2}{[\text{N}_2\text{O}_4]} = \frac{(n_{\text{NO}_2})^2}{n_{\text{N}_2\text{O}_4}} \times V^{-1} = 2 = \frac{(4+2y)^2}{4-y} \times \frac{1}{6} \Rightarrow 16 + 4y^2 + 16y = 48 - 12y$$

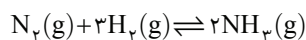
$$\Rightarrow 4y^2 + 28y - 32 = 0 \Rightarrow y^2 + 7y - 8 = 0$$

$$y = \frac{-7 \pm \sqrt{7^2 + 4(1)(8)}}{2} = \frac{-7 \pm \sqrt{81}}{2} \Rightarrow \begin{cases} y=1 & (\text{ق ق}) \\ y=-8 & (\text{غ ق ق}) \end{cases}$$

در این معادله داریم: $a=1, b=7, c=-8$ پس

$$\text{بنابراین در تعادل جدید ۶ مول NO}_2 \text{ و ۳ مول N}_2\text{O}_4 \text{ داریم:}$$

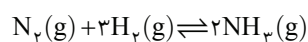
درصد جرمی NO_2 در تعادل جدید $= \frac{6 \times 46}{(6 \times 46) + (3 \times 92)} \times 100 = 50\%$



۳ ۷ معادله موازنه شده واکنش تولید NH_3 در فرایند هابر:

ابتدا مول اولیه گازهای N_2 و H_2 را محاسبه می‌کنیم:

$$? \text{ mol N}_2 = 28.0 \text{ g N}_2 \times \frac{1 \text{ mol N}_2}{28 \text{ g N}_2} = 1.0 \text{ mol N}_2, \quad ? \text{ mol H}_2 = 5.2 \text{ g H}_2 \times \frac{1 \text{ mol H}_2}{2 \text{ g H}_2} = 2.6 \text{ mol H}_2$$



سپس جدول تغییرات مول را رسم می‌کنیم و ثابت تعادل واکنش را در دماهای 300°C و 200°C

محاسبه می‌کنیم:

مول اولیه	۰	۲۶	۱۰
تغییرات مول	+۲x	-۳x	-x
مول تعادلی	۲x	۲۶-۳x	۱۰-x

محاسبه ثابت تعادل واکنش در دمای 200°C (K_1):

$$\text{محاسبه ثابت تعادل واکنش در دمای } 300^\circ\text{C} \text{ (} K_2 \text{):}$$

$$K_1 = \frac{[\text{NH}_3]^2}{[\text{N}_2][\text{H}_2]^3} = \frac{(n_{\text{NH}_3})^2}{n_{\text{N}_2} \times (n_{\text{H}_2})^3} \times V^2 = \frac{16^2}{2 \times 2^3} = 64$$

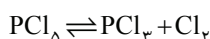
$$\text{محاسبه ثابت تعادل واکنش در دمای } 300^\circ\text{C} \text{ (} K_2 \text{):}$$

$$K_2 = \frac{[\text{NH}_3]^2}{[\text{N}_2][\text{H}_2]^3} = \frac{(n_{\text{NH}_3})^2}{n_{\text{N}_2} \times (n_{\text{H}_2})^3} \times V^2 = \frac{12^2}{4 \times 8^3} = \frac{9}{32}$$

اکنون حاصل ضرب K_1 در K_2 را به دست می‌آوریم:

$$K_1 \times K_2 = 64 \times \frac{9}{32} = 18$$

۳۸ جدول تغییرات مول را بررسی می‌کنیم:



مول اولیه	۲/۱	۰	۰
تغییرات مول	-x	+x	+x
مول تعادلی	۲/۱-x	x	x

$$K = \frac{[\text{Cl}_2][\text{PCl}_3]}{[\text{PCl}_5]} = \frac{n_{\text{Cl}_2} \times n_{\text{PCl}_3}}{n_{\text{PCl}_5}} \times V^{-1}$$

از رابطه ثابت تعادل داریم:

$$\frac{x^2}{2/1-x} \times \frac{1}{5} = 0.1 \Rightarrow x^2 = 0.1 \times 5 - 0.5x \Rightarrow x^2 + 0.5x - 0.5 = 0 \Rightarrow x = \frac{-0.5 \pm \sqrt{0.425}}{2} \Rightarrow \begin{cases} x = -0.35 \\ x = 0.3 \end{cases}$$

$$0.3 \times 137.5 - 0.3 \times 71 = 19.5 \text{ g}$$

اختلاف جرم PCl_3 و Cl_2 برابر است با:



برقکافت سدیم کلرید مذاب:

$$? \text{ g NaCl} = 0.2 \text{ mol Cl}_2 \times \frac{2 \text{ mol NaCl}}{1 \text{ mol Cl}_2} \times \frac{58.5 \text{ g NaCl}}{1 \text{ mol NaCl}} = 23.5 \text{ g NaCl}$$

روش اول (کسر تبدیل):

$$\frac{\text{NaCl گرم}}{\text{ضریب جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{Cl}_2 \text{ مول}}{2 \times 58.5} \Rightarrow \frac{x}{2 \times 58.5} = \frac{0.2}{1} \Rightarrow x = 23.5 \text{ g NaCl}$$

روش دوم (تناسب):

$$K_1 = [\text{CO}_2] = \frac{n_{\text{CO}_2}}{5} = 0.2 \Rightarrow n_{\text{CO}_2} = 0.1 \text{ mol}$$

۲۹ با توجه به تعادل اولیه، مول CO_2 اولیه را محاسبه می‌کنیم:

$$K_2 = [\text{CO}_2] = \frac{n'_{\text{CO}_2}}{10} = 0.6 \Rightarrow n'_{\text{CO}_2} = 0.6 \text{ mol}$$

حجم ۲ برابر K ، ۳ برابر می‌شود، پس داریم:

پس در این تغییرات $0.6 - 0.1 = 0.5 \text{ mol}$ گاز کربن دی‌اکسید تولید شده است که کاهش جرم مواد جامد داخل ظرف نیز برابر همین مقدار است:

$$? \text{ g CO}_2 = 0.5 \text{ mol CO}_2 \times \frac{44 \text{ g CO}_2}{1 \text{ mol CO}_2} = 22 \text{ g CO}_2$$

$$S = 4 \times 0.11 = 0.44 \text{ g}$$

طبق قانون هنری انحلال‌پذیری CO_2 در فشار 4 atm در 100 g آب برابر است با:

$$? \text{ L محلول} = 0.6 \text{ mol CO}_2 \times \frac{44 \text{ g CO}_2}{1 \text{ mol CO}_2} \times \frac{100 \text{ g محلول}}{0.44 \text{ g CO}_2} \times \frac{1 \text{ kg محلول}}{10^3 \text{ g محلول}} \times \frac{1 \text{ L محلول}}{1 \text{ kg محلول}} = 6 \text{ L محلول}$$

داریم:



۱۱۰ معادله موازنه شده واکنش:

در این واکنش، عدد اکسایش ۲ اتم کربن از (-3) به $(+3)$ تغییر می‌کند، پس به ازای مصرف هر مول پارازیلن، ۴ مول پتانسیم هیدروکسید تولید و ۱۲ مول الکترون

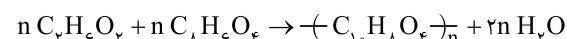
$$? \text{ mol KOH} = 0.12 \text{ mol e}^- \times \frac{4 \text{ mol KOH}}{12 \text{ mol e}^-} = 0.4 \text{ mol KOH}$$

مبادله می‌شود.

برای خنثی کردن 0.4 mol KOH به 0.4 mol اسید تک‌ظرفیتی مانند استیک اسید نیاز است. غلظت محلول استیک اسید را محاسبه می‌کنیم ($K_a < 10^{-3}$):

$$\text{pH} = -\log[\text{H}^+] \Rightarrow [\text{H}^+] = 10^{-\text{pH}} = 10^{-2.7} = 10^{-3} \times 10^{-0.7} = 10^{-3} \times 0.2 = 2 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$K_a = \frac{[\text{H}^+]^2}{M} \Rightarrow 2 \times 10^{-5} = \frac{(2 \times 10^{-3})^2}{M} \Rightarrow M = 0.2 \text{ mol.L}^{-1}, \quad M = \frac{n}{V} \Rightarrow 0.2 = \frac{0.4 \text{ mol}}{V} \Rightarrow V = 0.2 \text{ L} = 200 \text{ mL}$$



اتیلن گلیکول با ترفتالیک اسید تولیدی به صورت مقابل واکنش می‌دهد:

$$? \text{ g C}_7\text{H}_6\text{O}_2 = 0.12 \text{ mol e}^- \times \frac{1 \text{ mol C}_8\text{H}_6\text{O}_4}{12 \text{ mol e}^-} \times \frac{n \text{ mol C}_7\text{H}_6\text{O}_2}{n \text{ mol C}_8\text{H}_6\text{O}_4} \times \frac{122 \text{ g C}_7\text{H}_6\text{O}_2}{1 \text{ mol C}_7\text{H}_6\text{O}_2} = 0.62 \text{ g C}_7\text{H}_6\text{O}_2$$

پاسخ تشریحی آزمون های جامع فصل یازدهم

فصل یازدهم: آزمون جامع ۱

۱ ۳ عدد اتمی هالوزن دوره سوم جدول دوره ای برابر ۱۷ است، پس عدد جرمی ایزوتوپ ${}^A X$ و ${}^{A+2} X$ به ترتیب برابر ۳۵ و ۳۷ می باشد.

$${}^A X^-: Z=17, \quad e=17+1=18, \quad n=e=18 \Rightarrow A=Z+n=17+18=35$$

حال تعداد ایزوتوپ های سبک تر که در شکل باید با رنگ سفید نمایش داده شود را محاسبه می کنیم:

$$\text{جرم اتمی میانگین} = \frac{M_1 F_1 + M_2 F_2}{F_1 + F_2} \Rightarrow 35.4 = \frac{35 F_1 + 37 F_2}{F_1 + F_2} \Rightarrow 35.4(F_1 + F_2) = 35 F_1 + 37 F_2 \Rightarrow 0.4 F_1 = 2 F_2 \Rightarrow F_1 = 2 F_2$$

روش اول:

$$\text{جرم اتمی میانگین} = M_1 + \frac{F_2}{F_1} (M_2 - M_1) \Rightarrow 35.4 = 35 + \frac{F_2}{F_1} (37 - 35) \Rightarrow 0.4 = \frac{2 F_2}{F_1} \Rightarrow F_2 = 0.2 F_1 \Rightarrow F_2 = 2, F_1 = 4$$

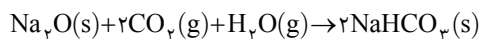
روش دوم (تستی):

شمار دایره هایی که باید در شکل به رنگ سفید باشند برابر ۲۰ عدد است.

۲ ۱ فرمول شیمیایی مالتوز و نفتالین به ترتیب به صورت $C_{12}H_{22}O_{11}$ و $C_{10}H_8$ است.

$$? \text{ atom (مالتوز)} = \frac{1 \text{ مالتوز}}{342 \text{ g مالتوز}} \times \frac{N_A \text{ molecule}}{1 \text{ مالتوز}} \times \frac{45 \text{ atom}}{1 \text{ molecule}} = \frac{45}{342} N_A \text{ atom}$$

$$? \text{ g نفتالین} = \frac{1 \text{ نفتالین}}{128 \text{ g نفتالین}} \times \frac{N_A \text{ molecule}}{1 \text{ نفتالین}} \times \frac{128 \text{ g نفتالین}}{N_A \text{ molecule}} = 128 \text{ g نفتالین}$$



۳ ۴ معادله موازنه شده واکنش:

همان طور که مشاهده می کنید، افزایش جرم مواد جامد به دلیل واکنش بخار آب و کربن دی اکسید با Na_2O است، بنابراین می توان نتیجه گرفت که طی واکنش، افزایش جرم مواد جامد معادل مجموع جرم CO_2 و H_2O جذب شده است.

$$\left. \begin{aligned} ? \text{ g } CO_2 &= \frac{1}{6} \text{ mol } CO_2 \times \frac{44 \text{ g } CO_2}{1 \text{ mol } CO_2} = 7.33 \text{ g } CO_2 \\ ? \text{ g } H_2O &= \frac{1}{6} \text{ mol } CO_2 \times \frac{18 \text{ g } H_2O}{1 \text{ mol } CO_2} = 3 \text{ g } H_2O \end{aligned} \right\} \Rightarrow \text{افزایش جرم مواد جامد} = 7.33 + 3 = 10.33 \text{ g}$$

روش اول (کسر تبدیل):

$$\text{مول } CO_2 = \frac{\text{افزایش جرم مواد جامد}}{(\text{جرم مولی کربن دی اکسید} \times \text{ضریب}) + (\text{جرم مولی آب} \times \text{ضریب})} \Rightarrow \frac{1}{6} = \frac{x}{(1 \times 18) + (2 \times 44)} \Rightarrow x = 10.33 \text{ g}$$

روش دوم (تناسب):

۴ ۳

$$\left. \begin{aligned} \theta_1 &= 287 - 273 = 14^\circ C \\ \theta_2 &= -55^\circ C \end{aligned} \right\} \Rightarrow \Delta \theta = -6 \Delta h \Rightarrow (-55 - (14)) = -6 \Delta h \Rightarrow \Delta h = 11.5 \text{ km}$$

محاسبه ارتفاع لایه تروپوسفر:

$$\left. \begin{aligned} \theta_1 &= -55^\circ C \\ \theta_2 &= 280 - 273 = 7^\circ C \end{aligned} \right\} \Rightarrow \Delta \theta = 5 \Delta h \Rightarrow (7 - (-55)) = 5 \Delta h \Rightarrow \Delta h = 12.4 \text{ km}$$

محاسبه ارتفاع استراتوسفر:

بنابراین انتهای لایه استراتوسفر در فاصله حدوداً ۲۴ کیلومتری از سطح زمین قرار دارد. $11.5 + 12.4 = 23.9 \text{ km} \approx 24 \text{ km}$

۵ ۲ توجه داشته باشید که افزایش ۳۰٪ دما بر حسب درجه سلسیوس به معنی چهار برابر شدن دما ($\theta_2 = 4\theta_1$) است. با توجه به این نکته، ابتدا دمای اولیه

$$\theta_2 = 4\theta_1 \Rightarrow \left\{ \begin{aligned} T_1 &= \theta_1 + 273 \\ T_2 &= 4\theta_1 + 273 \end{aligned} \right. \quad \frac{P_1 V_1}{n_1 T_1} = \frac{P_2 V_2}{n_2 T_2} \Rightarrow \frac{P_1 = P_2}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{3}{\theta_1 + 273} = \frac{5}{4\theta_1 + 273} \Rightarrow \theta_1 = 78^\circ C$$

گاز را محاسبه می کنیم:

$$T_2 = 4\theta_1 + 273 = 4(78) + 273 = 585 \text{ K}$$

سپس دمای ثانویه گاز را بر حسب کلون به دست می آوریم:

۶ ۴ ابتدا حجم هر محلول و مقدار مول یون کلرید موجود در هر محلول را محاسبه می کنیم: محلول ظرف A: $A = 1 \text{ L}$

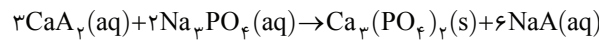
$$\text{مقدار مول } Cl^- \text{ (در ظرف A)} = \frac{10^3 \text{ mL محلول}}{1 \text{ L محلول}} \times \frac{1/2 \text{ g محلول}}{1 \text{ mL محلول}} \times \frac{2/92.5 \text{ g NaCl}}{100 \text{ g محلول}} \times \frac{1 \text{ mol NaCl}}{58.5 \text{ g NaCl}} \times \frac{1 \text{ mol } Cl^-}{1 \text{ mol NaCl}} = 0.06 \text{ mol } Cl^-$$

$$\text{محلول ظرف B: } B = 5 \text{ L} \Rightarrow \frac{1 \text{ mL محلول}}{10^3 \text{ mL محلول}} \times \frac{1 \text{ L محلول}}{1 \text{ g محلول}} \times \frac{55 \text{ g محلول}}{1 \text{ g محلول}} = 0.055 \text{ mol } Cl^-$$

$$\text{مقدار مول } Cl^- \text{ (در ظرف B)} = \frac{1 \text{ mol } MgCl_2}{95 \text{ g } MgCl_2} \times \frac{2 \text{ mol } Cl^-}{1 \text{ mol } MgCl_2} = 0.02 \text{ mol } Cl^-$$

سپس غلظت مولی یون کلرید موجود در محلول حاصل از اختلاط محلول‌های A و B را به دست می‌آوریم:

$$\text{غلظت مولی } \text{Cl}^- = \frac{\text{مجموع مول } \text{Cl}^-}{\text{حجم محلول نهایی}} = \frac{(0.06 + 1/2) \text{ mol}}{(0.1 + 0.5) \text{ L}} = 2/1 \text{ mol.L}^{-1}$$



۷ ۲ معادله موازنه شده واکنش:

روش اول (کسر تبدیل): جرم مولی آنیون A را M گرم بر مول در نظر می‌گیریم و مقدار آن را محاسبه می‌کنیم:

$$\begin{aligned} \frac{4/92 \text{ g CaA}_2}{100 \text{ g CaA}_2} \times \frac{180 \text{ g CaA}_2}{100 \text{ g CaA}_2} \times \frac{1 \text{ mol CaA}_2}{(40+2M) \text{ g CaA}_2} \times \frac{2 \text{ mol Na}_3\text{PO}_4}{3 \text{ mol CaA}_2} \times \frac{100 \text{ mL Na}_3\text{PO}_4}{0.5 \text{ mol Na}_3\text{PO}_4} \\ = 32 \text{ mL Na}_3\text{PO}_4 \Rightarrow 40+2M=164 \Rightarrow M=62 \text{ g.mol}^{-1} \end{aligned}$$

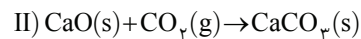
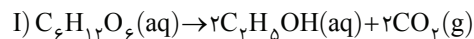
جرم مولی آنیون A برابر ۶۲ گرم بر مول است، پس آنیون A همان یون نیترات با فرمول NO_3^- است.

$$? \text{ g Ca}_3(\text{PO}_4)_2 = 32 \times 10^{-3} \text{ L Na}_3\text{PO}_4 \times \frac{0.5 \text{ mol Na}_3\text{PO}_4}{1 \text{ L Na}_3\text{PO}_4} \times \frac{1 \text{ mol Ca}_3(\text{PO}_4)_2}{2 \text{ mol Na}_3\text{PO}_4} \times \frac{310 \text{ g Ca}_3(\text{PO}_4)_2}{1 \text{ mol Ca}_3(\text{PO}_4)_2} = 2/48 \text{ g Ca}_3(\text{PO}_4)_2$$

$$\frac{\text{جرم CaA}_2 \times \frac{P}{100}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{غلظت} \times \text{لیتر محلول Na}_3\text{PO}_4}{\text{ضریب}} = \frac{\text{جرم Ca}_3(\text{PO}_4)_2}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{4/92 \times \frac{180}{100}}{3 \times (40+2M)} = \frac{32 \times 10^{-3} \times 0.5}{2} = \frac{x}{1 \times 310}$$

روش دوم (تناسب):

$$\Rightarrow M=62 \text{ g.mol}^{-1} \text{ (یون نیترات)}, x=2/48 \text{ g Ca}_3(\text{PO}_4)_2$$



۸ ۲ معادله موازنه شده واکنش‌ها:

روش اول (کسر تبدیل): قسمت اول:

$$? \text{ g CaO (خالص)} = 63 \text{ g C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \times \frac{1 \text{ mol C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6}{180 \text{ g C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6} \times \frac{2 \text{ mol CO}_2}{1 \text{ mol C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6} \times \frac{60}{100} \times \frac{1 \text{ mol CaO}}{1 \text{ mol CO}_2} \times \frac{56 \text{ g CaO (خالص)}}{1 \text{ mol CaO}} \times \frac{100 \text{ g CaO (خالص)}}{42 \text{ g CaO (خالص)}}$$

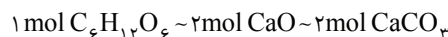
بازده واکنش (I)

$$= 56 \text{ g CaO (خالص)}$$

$$? \text{ g CaCO}_3 = 56 \text{ g CaO (خالص)} \times \frac{42 \text{ g CaO}}{100 \text{ g CaO (خالص)}} \times \frac{1 \text{ mol CaO}}{56 \text{ g CaO}} \times \frac{1 \text{ mol CaCO}_3}{1 \text{ mol CaO}} \times \frac{100 \text{ g}}{1 \text{ mol CaCO}_3} \times \frac{40}{100} = 16/8 \text{ g CaCO}_3$$

بازده واکنش (II)

روش دوم (تناسب): قسمت اول: برای حل این مسئله به روش تناسب ابتدا با دو برابر کردن ضرایب استوکیومتری واکنش (II)، ضریب ماده مشترک یعنی CO_2 را



یکسان می‌کنیم:

$$\frac{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}}{R_I} = \frac{\text{جرم کلسیم اکسید ناخالص تولیدی} \times \frac{P}{100}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{63 \times \frac{60}{100} \times x \times \frac{42}{100}}{1 \times 180} = \frac{x \times \frac{42}{100}}{2 \times 56}$$

$$\frac{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}}{P} \times \frac{R_{II}}{100} = \frac{\text{جرم کلسیم کربنات} \times \frac{56}{100} \times \frac{40}{100}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{56 \times \frac{42}{100} \times \frac{40}{100}}{2 \times 56} = \frac{y}{2 \times 100} \Rightarrow y = 16/8 \text{ g CaCO}_3$$

قسمت دوم:

۹ ۳ ابتدا مقدار مول H و C را محاسبه کرده و سپس نسبت مقدار مول H به C را محاسبه می‌کنیم. (نسبت مقدار مول H به C معادل نسبت تعداد اتم‌های H به C در هیدروکربن است.)

$$\left. \begin{aligned} \text{H مقدار مول} &= 22/5 \text{ g H}_2\text{O} \times \frac{1 \text{ mol H}_2\text{O}}{18 \text{ g H}_2\text{O}} \times \frac{2 \text{ mol H}}{1 \text{ mol H}_2\text{O}} = 2/5 \text{ mol H} \\ \text{C مقدار مول} &= 44/8 \text{ L CO}_2 \times \frac{1 \text{ mol CO}_2}{22/4 \text{ L CO}_2} \times \frac{1 \text{ mol C}}{1 \text{ mol CO}_2} = 2 \text{ mol C} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{\text{H}}{\text{C}} = \frac{2/5}{2} = 1/25$$

در میان گزینه‌ها، نسبت تعداد اتم‌های H به C فقط در ترکیب C_8H_{10} برابر ۱/۲۵ است.

۱۰ ۱ ابتدا گرمای حاصل از سوختن ۱۵ گرم پروپانول ($\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$) را محاسبه می‌کنیم:

$$? \text{ J} = 15 \text{ g C}_3\text{H}_7\text{OH} \times \frac{1 \text{ mol C}_3\text{H}_7\text{OH}}{60 \text{ g C}_3\text{H}_7\text{OH}} \times \frac{728 \text{ kJ}}{1 \text{ mol C}_3\text{H}_7\text{OH}} \times \frac{10^3 \text{ J}}{1 \text{ kJ}} = 182 \times 10^3 \text{ J}$$

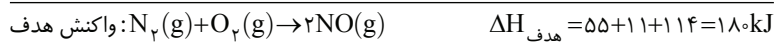
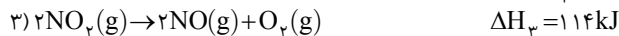
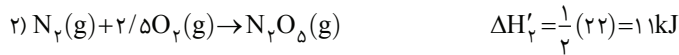
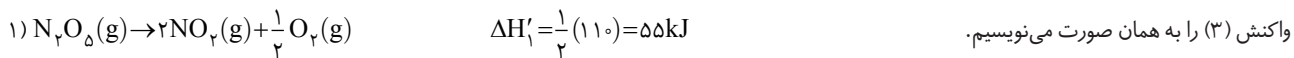
$$\Delta\theta = 80 - 30 = 50^\circ \text{C}$$

سپس به کمک رابطه زیر، جرم آب موجود در گرماسنج را محاسبه می‌کنیم:

$$Q_{\text{کل}} = Q_{\text{آب}} + Q_{\text{گرماسنج}} = [C_{\text{گرماسنج}} \times \Delta\theta] + [m_{\text{آب}} \times c_{\text{آب}} \times \Delta\theta] = [C_{\text{گرماسنج}} + m_{\text{آب}} \times c_{\text{آب}}] \Delta\theta$$

$$\Rightarrow 182 \times 10^3 = [2/8 \times 10^3 + m_{\text{آ}} \times 4/2] \times 50 \Rightarrow m_{\text{آ}} = 200 \text{ g}$$

۱۱۱ ابتدا به کمک واکنش های کمکی، آنتالپی واکنش $\text{N}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{NO}(\text{g})$ را محاسبه می کنیم. به این منظور، واکنش (۱) و (۲) را در $\frac{1}{2}$ ضرب و



سپس گرمای حاصل از تولید $6/3$ گرم NO از N_2 و O_2 را به دست می آوریم: **روش اول (کسر تبدیل):** $? \text{ kJ} = 6/3 \text{ g NO} \times \frac{1 \text{ mol NO}}{30 \text{ g NO}} \times \frac{180 \text{ kJ}}{2 \text{ mol NO}} = 18/9 \text{ kJ}$

روش دوم (تناسب):

$$\frac{\text{جرم NO}}{\Delta H} = \frac{Q}{\Delta H} \Rightarrow \frac{6/3}{2 \times 30} = \frac{Q}{180} \Rightarrow Q = 18/9 \text{ kJ}$$

۱۱۲ در 100 ثانیه دوم، دو ذره B که هر کدام معادل $0/15$ مول است، تولید می شود. پس تغییر مقدار مول ماده B در بازه زمانی $t=100 \text{ s}$ تا $t=200 \text{ s}$ برابر

$$\Delta[B] = \frac{\Delta n(B)}{V} = \frac{0/3 \text{ mol}}{4 \text{ L}} = 7/5 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1} \quad \text{را در این بازه زمانی محاسبه می کنیم:}$$

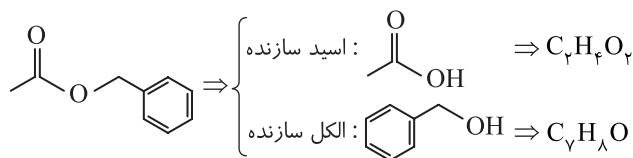
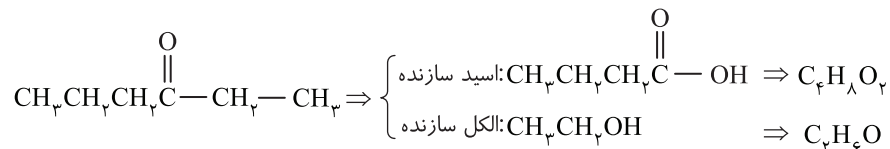
$$\bar{R}(B) = \frac{[\Delta B]}{\Delta t} = \frac{7/5 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}}{100 \text{ s} \times \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}}} = 45 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$$

سپس سرعت متوسط تولید ماده B را در 100 ثانیه دوم به دست می آوریم:

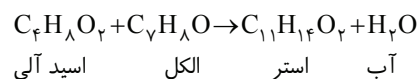
برای به دست آوردن a و b ، شکل داده شده را در یک بازه زمانی معین، مثلاً $t=0$ تا $t=100 \text{ s}$ در نظر می گیریم. با توجه به اینکه در این بازه زمانی به ازای مصرف 2 ذره A ، 4 ذره B تولید شده است و اینکه ضریب استوکیومتری مواد در معادله موازنه شده واکنش باید کوچک ترین عدد طبیعی باشد، پس می توان نتیجه گرفت که a و b به ترتیب برابر 1 و 2 بوده و مجموع آن ها مساوی 3 است.

۱۱۳ استر ایجادکننده طعم و بوی خوش آناناس اتیل بوتانوات با فرمول شیمیایی $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{C}(=\text{O})\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ بوده و اسید سازنده آن

بوتانوئیک اسید $(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{C}(=\text{O})\text{OH})$ است. هم چنین فرمول مولکولی الکل سازنده استر داده شده در صورت سوال به صورت $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{OH}$ می باشد.



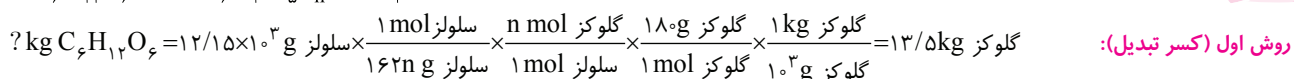
فرمول شیمیایی اسید سازنده اتیل بوتانوات و الکل سازنده استری که ساختار آن در صورت سوال داده شده به ترتیب $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$ و $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ است، بنابراین خواهیم داشت:



فرمول شیمیایی استر حاصل $\text{C}_{11}\text{H}_{14}\text{O}_2$ بوده و درصد جرمی کربن در آن برابر است با:

$$\%C = \frac{\text{جرم های اتمی کربن}}{\text{جرم کل}} \times 100 = \frac{(11 \times 12)}{(11 \times 12) + (14 \times 1) + (2 \times 16)} \times 100 \approx 74/2$$

۱۱۴ معادله موازنه شده واکنش تشکیل سلولز از گلوکز به صورت مقابل است:



$$? \text{ kg H}_2\text{O} = 12/15 \times 10^3 \text{ g سلولز} \times \frac{1 \text{ mol سلولز}}{162 \text{ g سلولز}} \times \frac{n \text{ mol H}_2\text{O}}{1 \text{ mol سلولز}} \times \frac{18 \text{ g H}_2\text{O}}{1 \text{ mol H}_2\text{O}} \times \frac{1 \text{ kg H}_2\text{O}}{10^3 \text{ g H}_2\text{O}} = 13/5 \text{ kg H}_2\text{O}$$

روش دوم (تناسب): $y = 1/35 \text{ kg H}_2\text{O}$, $x = 13/5 \text{ kg}$ گلوکز $\Rightarrow \frac{x}{n \times 180} = \frac{13/5}{1 \times 162n} = \frac{y}{n \times 18} \Rightarrow x = 13/5 \text{ kg}$ گلوکز

۱۵ ابتدا غلظت محلول کلسیم هیدروکسید (Ca(OH)_2) را محاسبه می‌کنیم:

$$\frac{[\text{H}^+]}{[\text{OH}^-]} = 4 \times 10^{-12} \Rightarrow [\text{H}^+] = 4 \times 10^{-12} [\text{OH}^-]$$

$$[\text{H}^+][\text{OH}^-] = 10^{-14} \Rightarrow 4 \times 10^{-12} [\text{OH}^-][\text{OH}^-] = 10^{-14} \Rightarrow [\text{OH}^-]^2 = \frac{10^{-14}}{4 \times 10^{-12}} = 2/5 \times 10^{-3} \Rightarrow [\text{OH}^-] = 5 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[\text{OH}^-] = \text{Mn}\alpha \xrightarrow{n=2, \alpha=1} 5 \times 10^{-2} = \text{M} \times 2 \times 1 \Rightarrow \text{M} = 2/5 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1} \text{ Ca(OH)}_2 \text{ (غلظت اولیه محلول)}$$

با توجه به اینکه غلظت محلول اسید ضعیف تک پروتون دار $\frac{1}{5}$ غلظت محلول کلسیم هیدروکسید است، می‌توانیم به کمک ثابت یونش اسید (K_a) ، pH محلول را به دست آوریم:

$$\text{M}_a = \frac{1}{5} \text{M}_{\text{Ca(OH)}_2} = \frac{1}{5} \times 2/5 \times 10^{-2} = 5 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}, \quad K_a = \frac{\text{M}\alpha^2}{1-\alpha} \xrightarrow{K_a < 10^{-3}} K_a = \text{M}\alpha^2 \Rightarrow 5 \times 10^{-5} = 5 \times 10^{-3} \alpha^2 \Rightarrow \alpha = 0/1$$

$$[\text{H}^+] = \text{M}\alpha = 5 \times 10^{-3} \times 0/1 = 5 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}, \quad \text{pH} = -\log[\text{H}^+] = -\log(5 \times 10^{-3}) = 4 - \log 5 = 4 - 0/7 = 3/3$$



۱۶ معادله موازنه شده واکنش:

ابتدا مقدار مول باز KOH تولید شده در این واکنش را محاسبه می‌کنیم:

$$? \text{ mol KOH} = 42/4 \text{ g C}_8\text{H}_{10} \times \frac{1 \text{ mol C}_8\text{H}_{10}}{106 \text{ g C}_8\text{H}_{10}} \times \frac{4 \text{ mol KOH}}{1 \text{ mol C}_8\text{H}_{10}} \times \frac{60}{100} = 0/96 \text{ mol KOH}$$

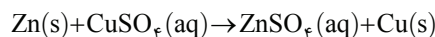
بازده درصدی

با توجه به تک عاملی بودن جوهر نمک (HCl)، می‌توان نتیجه گرفت که برای خنثی کردن ۰/۹۶ مول KOH به محلولی از جوهر نمک نیاز است که حاوی ۰/۹۶

$$\text{pH} = 1/4 \Rightarrow [\text{H}^+] = 10^{-\text{pH}} = 10^{-1/4} = 10^{-2+0/6} = 10^{-2} \times (10^{0/3})^2 = 4 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

مول HCl باشد، بنابراین خواهیم داشت:

$$[\text{H}^+] = \text{Mn}\alpha \xrightarrow{n=1, \alpha=1} \text{M}_{\text{HCl}} = 4 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}, \quad ? \text{ L HCl} \text{ محلول} = 0/96 \text{ mol HCl} \times \frac{1 \text{ L HCl محلول}}{4 \times 10^{-2} \text{ mol HCl}} = 24 \text{ L HCl محلول}$$



۱۷ معادله موازنه شده واکنش:

برای حل سؤال، درصدی از اتم‌های مس تولید شده که بر روی تیغه قرار می‌گیرند را $x\%$ در نظر گرفته و آن را محاسبه می‌کنیم: **روش اول (کسر تبدیل):**

$$? \text{ g Zn (مصرفی)} = 3/0 \times 10^{-21} \text{ e}^- \times \frac{1 \text{ mol e}^-}{6/02 \times 10^{23} \text{ e}^-} \times \frac{1 \text{ mol Zn}}{2 \text{ mol e}^-} \times \frac{65 \text{ g Zn}}{1 \text{ mol Zn}} \times \frac{10^3 \text{ mg Zn}}{1 \text{ g Zn}} = 162/5 \text{ mg Zn}$$

$$? \text{ g Cu (تولیدی)} = 3/0 \times 10^{-21} \text{ e}^- \times \frac{1 \text{ mol e}^-}{6/02 \times 10^{23} \text{ e}^-} \times \frac{1 \text{ mol Cu}}{2 \text{ mol e}^-} \times \frac{64 \text{ g Cu}}{1 \text{ mol Cu}} \times \frac{10^3 \text{ mg Cu}}{1 \text{ g Cu}} = 160 \text{ mg Cu}$$

$$\text{تغییر جرم تیغه} = \left(\frac{x}{100} \times \text{جرم Cu تولیدی} \right) - (\text{جرم Zn مصرفی}) \Rightarrow -34/5 = \left(\frac{x}{100} \times 160 \right) - (162/5) \Rightarrow x = 8/0$$

$$1 \text{ mol Zn} \sim 1 \text{ mol Cu} \sim 2 \text{ mol e}^-$$

روش دوم (تناسب):

$$\frac{\text{جرم Zn مصرفی}}{\text{تعداد e}^- \text{ مبادله شده}} = \frac{\text{جرم Cu تولیدی}}{\text{جرم مولی ضرب}} \Rightarrow \frac{3/0 \times 10^{-21}}{2 \times 6/02 \times 10^{23}} = \frac{x \times 10^{-3}}{1 \times 65} = \frac{y \times 10^{-3}}{1 \times 64} \Rightarrow x = 162/5 \text{ mg Zn}, y = 160 \text{ mg Cu}$$

$$\text{تغییر جرم تیغه} = \left(\frac{x}{100} \times \text{جرم Cu تولیدی} \right) - (\text{جرم Zn مصرفی}) \Rightarrow -69 = \left(\frac{x}{100} \times 160 \right) - (162/5) \Rightarrow x = 8/0$$

۱۸ معادله موازنه شده واکنش‌ها:



با توجه به معادله موازنه شده واکنش‌ها می‌توان دریافت که شمار الکترون‌های مبادله شده به ازای مصرف ۲ مول گاز H_2 در سلول سوختی «هیدروژن - اکسیژن» معادل

شمار الکترون‌های مبادله شده به ازای مصرف یک مول N_2H_4 در سلول سوختی «هیدرازین - اکسیژن» است، بنابراین:

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

روش اول (کسر تبدیل):

$$\frac{\text{جرم H}_2}{\text{جرم مولی ضرب}} = \frac{\text{جرم N}_2\text{H}_4}{\text{جرم مولی ضرب}} \Rightarrow \frac{2/5}{2 \times 2} = \frac{x}{1 \times 32} \Rightarrow x = 20 \text{ g N}_2\text{H}_4$$

روش دوم (تناسب):

۱۹ ۴ فرمول شیمیایی هیدروژن سولفید و اوره به ترتیب H_2S و $CO(NH_2)_2$ است و با توجه به اینکه فقط در اوره اتم اکسیژن وجود دارد، جرم مخلوط را ۱۰۰ گرم در نظر می گیریم؛ بنابراین در این مخلوط ۸ گرم اتم اکسیژن وجود دارد. از این رو جرم H_2S و $CO(NH_2)_2$ را به دست می آوریم:

$$? g CO(NH_2)_2 = 8g O \times \frac{1 \text{ mol } O}{16g O} \times \frac{1 \text{ mol } CO(NH_2)_2}{1 \text{ mol } O} \times \frac{60g CO(NH_2)_2}{1 \text{ mol } CO(NH_2)_2} = 30g CO(NH_2)_2$$

بنابراین در ۱۰۰ گرم از این مخلوط، ۳۰ گرم اوره ($CO(NH_2)_2$) و ۷۰ گرم هیدروژن سولفید (H_2S) وجود دارد. اکنون جرمی از گوگرد که در مخلوط وجود دارد را محاسبه کرده و سپس درصد آن را به دست می آوریم:

$$? g S = 70g H_2S \times \frac{1 \text{ mol } H_2S}{34g H_2S} \times \frac{1 \text{ mol } S}{1 \text{ mol } H_2S} \times \frac{32g S}{1 \text{ mol } S} = 65/88g S, \text{ درصد جرمی گوگرد در مخلوط} = \frac{\text{جرم گوگرد}}{\text{جرم کل}} \times 100 = \frac{65/88}{100} \times 100 = 65/88\%$$

۲۰ ۱ انرژی فعال سازی در حضور و عدم حضور کاتالیزگر را به ترتیب به صورت E_a و E'_a نمایش می دهیم:

$$\begin{cases} (1) E_a(\text{رفت}) + E'_a(\text{رفت}) = 360 \text{ kJ} \\ (2) E_a(\text{برگشت}) + E'_a(\text{برگشت}) = 120 \text{ kJ} \end{cases}$$

با کم کردن معادله (۲) از معادله (۱) خواهیم داشت:

$$[E_a(\text{رفت}) + E'_a(\text{رفت})] - [E_a(\text{برگشت}) + E'_a(\text{برگشت})] = 360 - 120 = 240 \text{ kJ} \Rightarrow 2\Delta H_{\text{واکنش}} = 240 \text{ kJ} \Rightarrow \Delta H_{\text{واکنش}} = 120 \text{ kJ}$$

$\underbrace{E_a(\text{رفت}) - E_a(\text{برگشت})}_{\Delta H_{\text{واکنش}}} + \underbrace{E'_a(\text{رفت}) - E'_a(\text{برگشت})}_{\Delta H_{\text{واکنش}}} = 240 \text{ kJ}$

فصل یازدهم: آزمون جامع ۲

۱ ۴ فرمول شیمیایی آلومینیم اکسید و سدیم سیلیکات به ترتیب به صورت Al_2O_3 و Na_4SiO_4 است.

$$? \text{ ion } O^{2-} = 1/53g Al_2O_3 \times \frac{1 \text{ mol } Al_2O_3}{102g Al_2O_3} \times \frac{3 \text{ mol } O^{2-}}{1 \text{ mol } Al_2O_3} \times \frac{N_A \text{ ion } O^{2-}}{1 \text{ mol } O^{2-}} = 4/5 \times 10^{-2} N_A \text{ ion } O^{2-}$$

$$? g Na_4SiO_4 = 4/5 \times 10^{-2} N_A \text{ ion} \times \frac{1 \text{ mol ion}}{N_A \text{ ion}} \times \frac{1 \text{ mol } Na_4SiO_4}{4 \text{ mol ion}} \times \frac{184g Na_4SiO_4}{1 \text{ mol } Na_4SiO_4} = 1/656g Na_4SiO_4$$

۲ ۴ برای حل مسئله ابتدا جرم اتمی میانگین منیزیم موجود در مخلوط را $\bar{M}$ در نظر گرفته و محاسبه می کنیم:

$$Mg(s) + 2HCl(aq) \rightarrow MgCl_2(aq) + H_2(g), \quad 123g Mg \times \frac{1 \text{ mol } Mg}{\bar{M} g Mg} \times \frac{1 \text{ mol } H_2}{1 \text{ mol } Mg} \times \frac{2g H_2}{1 \text{ mol } H_2} \times \frac{1 L H_2}{0/08g H_2} = 125L H_2 \Rightarrow \bar{M} = 24/6$$

سپس به کمک رابطه محاسبه جرم اتمی میانگین، درصد فراوانی هر ایزوتوپ را محاسبه می کنیم:

$$\text{جرم اتمی میانگین منیزیم} = \frac{M_1 F_1 + M_2 F_2}{F_1 + F_2} = \frac{F_1 + F_2 = 100}{F_2 = 100 - F_1} \rightarrow 24/6 = \frac{24 F_1 + 26(100 - F_1)}{100} \Rightarrow F_1 = 70\%, F_2 = 30\%$$

روش اول:

$$\text{جرم اتمی میانگین منیزیم} = M_1 + \frac{F_2}{100} (M_2 - M_1) \Rightarrow 24/6 = 24 + \frac{F_2}{100} (26 - 24) \Rightarrow F_2 = 30\%, F_1 = 100 - 30 = 70\%$$

روش دوم (تستی):

بنابراین تفاوت درصد فراوانی دو ایزوتوپ در مخلوط اولیه برابر $70 - 30 = 40\%$ است.

۳ ۱ قسمت اول: فرمول شیمیایی مالتوز و کربن دی اکسید به صورت $C_{12}H_{22}O_{11}$ و CO_2 است. با توجه به اینکه کربن دی اکسید فاقد اتم هیدروژن است،

ابتدا از شمار اتم های هیدروژن، مقدار مالتوز موجود در مخلوط را محاسبه می کنیم:

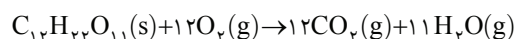
$$? g C_{12}H_{22}O_{11} = 66/22 \times 10^{-2} H \times \frac{1 \text{ mol } H}{6/02 \times 10^{-23} H} \times \frac{1 \text{ mol } C_{12}H_{22}O_{11}}{22 \text{ mol } H} \times \frac{342g C_{12}H_{22}O_{11}}{1 \text{ mol } C_{12}H_{22}O_{11}} = 17/1 g C_{12}H_{22}O_{11}$$

پس جرم کربن دی اکسید موجود در مخلوط برابر $9/9g$ است. اکنون مقدار مول هر کدام را به دست آورده و نسبت مولی آن ها را محاسبه می کنیم:

$$? \text{ mol } CO_2 = 9/9g CO_2 \times \frac{1 \text{ mol } CO_2}{44g CO_2} = 0/225 \text{ mol } CO_2$$

$$? \text{ mol } C_{12}H_{22}O_{11} = 17/1 g C_{12}H_{22}O_{11} \times \frac{1 \text{ mol } C_{12}H_{22}O_{11}}{342g C_{12}H_{22}O_{11}} = 0/05 \text{ mol } C_{12}H_{22}O_{11}$$

نسبت مولی کربن دی اکسید به مالتوز برابر $4/5$ است.



قسمت دوم: معادله واکنش سوختن کامل مالتوز به صورت مقابل است:

مقدار مول CO_2 حاصل از سوختن $0/05$ مول مالتوز برابر است با:

$$? \text{ mol } CO_2 = 0/05 \text{ mol } C_{12}H_{22}O_{11} \times \frac{12 \text{ mol } CO_2}{1 \text{ mol } C_{12}H_{22}O_{11}} = 0/6 \text{ mol } CO_2$$

روش اول (کسر تبدیل):

$$\frac{\text{مول CO}_2 \text{ تولیدی}}{\text{مول C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} \text{ مصرفی}} = \frac{\text{ضریب}}{\text{ضریب}} \Rightarrow \frac{x}{12} = \frac{5}{1} \Rightarrow x = 60 \text{ mol CO}_2$$

روش دوم (تناسب):

۳ ۴ برای حل این مسئله، تعداد ذره‌های ماده در هر گزینه را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{گزینه (۱): } ? \text{ atom} = 1/6 \text{ L NH}_3 \times \frac{1 \text{ mol NH}_3}{22.4 \text{ L NH}_3} \times \frac{4 \text{ mol atom}}{1 \text{ mol NH}_3} \times \frac{N_A \text{ atom}}{1 \text{ mol atom}} = 0.3 N_A \text{ atom}$$

$$\text{گزینه (۲): } ? \text{ molecule} = 15/2 \text{ g N}_2\text{O}_3 \times \frac{1 \text{ mol N}_2\text{O}_3}{76 \text{ g N}_2\text{O}_3} \times \frac{N_A \text{ molecule}}{1 \text{ mol N}_2\text{O}_3} = 0.2 N_A \text{ molecule}$$

$$\text{گزینه (۳): } ? \text{ ion} = 0.1 \text{ L محلول} \times \frac{0.5 \text{ mol CaCl}_2}{1 \text{ L محلول}} \times \frac{2 \text{ mol ion}}{1 \text{ mol CaCl}_2} \times \frac{N_A \text{ ion}}{1 \text{ mol ion}} = 0.1 N_A \text{ ion}$$

$$\text{گزینه (۴): } ? \text{ molecule} = 20 \text{ g محلول} \times \frac{46 \text{ g C}_2\text{H}_5\text{OH}}{100 \text{ g محلول}} \times \frac{1 \text{ mol C}_2\text{H}_5\text{OH}}{46 \text{ g C}_2\text{H}_5\text{OH}} \times \frac{N_A \text{ molecule}}{1 \text{ mol C}_2\text{H}_5\text{OH}} = 0.2 N_A \text{ molecule}$$

تعداد ذره‌های ماده در گزینه (۳) از سایر گزینه‌ها کمتر است.



۲ ۵ معادله موازنه شده واکنش:

روش اول (کسر تبدیل):

$$\text{محلول Na}_3\text{PO}_4 = 400 \text{ g CaCl}_2 \times \frac{16/65 \text{ g CaCl}_2}{100 \text{ g CaCl}_2} \times \frac{1 \text{ mol CaCl}_2}{111 \text{ g CaCl}_2} \times \frac{2 \text{ mol Na}_3\text{PO}_4}{3 \text{ mol CaCl}_2} \times \frac{164 \text{ g Na}_3\text{PO}_4}{1 \text{ mol Na}_3\text{PO}_4} \times \frac{1 \text{ L Na}_3\text{PO}_4}{4 \text{ g Na}_3\text{PO}_4} = 1/6 \text{ L Na}_3\text{PO}_4$$

$$? \text{ g Ca}_3(\text{PO}_4)_2 = 400 \text{ g CaCl}_2 \times \frac{16/65 \text{ g CaCl}_2}{100 \text{ g CaCl}_2} \times \frac{1 \text{ mol CaCl}_2}{111 \text{ g CaCl}_2} \times \frac{1 \text{ mol Ca}_3(\text{PO}_4)_2}{3 \text{ mol CaCl}_2} \times \frac{310 \text{ g Ca}_3(\text{PO}_4)_2}{1 \text{ mol Ca}_3(\text{PO}_4)_2} = 62 \text{ g Ca}_3(\text{PO}_4)_2$$

$$\frac{\text{CaCl}_2 \times \frac{P}{100}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{غلظت (g/L)} \times \text{لیتر محلول Na}_3\text{PO}_4}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{جرم Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \text{ تولیدی}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{400 \times 16/65}{3 \times 111} = \frac{x \times 41}{2 \times 164} = \frac{y}{1 \times 310}$$

$$\Rightarrow x = 1/6 \text{ L Na}_3\text{PO}_4 \text{ محلول}, y = 62 \text{ g Ca}_3(\text{PO}_4)_2$$

۱ ۶ چگالی محلول رقیق را 1 g.mL^{-1} در نظر گرفته و جرم محلول غلیظ را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{روش اول: ابتدا جرم Na}^+ \text{ در محلول را محاسبه می‌کنیم: } \text{ppm} = \frac{\text{میلی گرم حل شونده}}{\text{لیتر محلول}} \Rightarrow 69 = \frac{x \text{ mg Na}^+}{50} \Rightarrow x = 3450 \text{ mg Na}^+ = 3.45 \text{ g Na}^+$$

سپس به کمک جرم Na^+ ، جرم Na_2SO_4 موجود در محلول غلیظ را به دست می‌آوریم:

$$? \text{ g Na}_2\text{SO}_4 = 3.45 \text{ g Na}^+ \times \frac{1 \text{ mol Na}^+}{23 \text{ g Na}^+} \times \frac{1 \text{ mol Na}_2\text{SO}_4}{2 \text{ mol Na}^+} \times \frac{142 \text{ g Na}_2\text{SO}_4}{1 \text{ mol Na}_2\text{SO}_4} = 10.65 \text{ g Na}_2\text{SO}_4$$

اکنون جرم محلول غلیظ را به دست آورده و به کمک چگالی، حجم آن را محاسبه می‌کنیم:

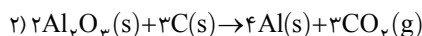
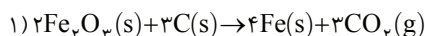
$$\text{محلول} = \frac{\text{جرم حل شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 100 \Rightarrow 35/5 = \frac{10.65}{y} \times 100 \Rightarrow y = 30 \text{ g محلول}$$

$$\text{محلول} = \frac{\text{جرم محلول}}{\text{چگالی محلول}} = \frac{30 \text{ g}}{1/25 \text{ g.mL}^{-1}} = 24 \text{ mL محلول}$$

روش دوم: مراحل بالا را می‌توان به کمک کسرهای تبدیل در یک مرحله خلاصه نمود:

$$? \text{ g محلول غلیظ} = 50 \text{ L محلول رقیق} \times \frac{10^3 \text{ g محلول رقیق}}{1 \text{ L محلول رقیق}} \times \frac{69 \text{ g Na}^+}{10^6 \text{ g محلول رقیق}} \times \frac{1 \text{ mol Na}^+}{23 \text{ g Na}^+} \times \frac{1 \text{ mol Na}_2\text{SO}_4}{2 \text{ mol Na}^+} \times \frac{142 \text{ g Na}_2\text{SO}_4}{1 \text{ mol Na}_2\text{SO}_4} \times \frac{100 \text{ g محلول غلیظ}}{35/5 \text{ g Na}_2\text{SO}_4} \times \frac{1 \text{ mL محلول غلیظ}}{1/25 \text{ g محلول غلیظ}} = 24 \text{ mL محلول غلیظ}$$

۳ ۷ معادله موازنه شده واکنش‌ها به صورت زیر است:



جرم آهن و آلومینیم تولید شده در هر واکنش را x گرم در نظر گرفته و حجم گاز CO_2 حاصل از هر واکنش را برحسب x محاسبه می‌کنیم: (به دلیل یکسان بودن دما و فشار، حجم مولی گازها را یکسان و برابر V_n در نظر بگیرد.)

$$? L CO_2 (1) = x g Fe \times \frac{1 \text{ mol Fe}}{56 g Fe} \times \frac{3 \text{ mol CO}_2}{4 \text{ mol Fe}} \times \frac{V_n L CO_2}{1 \text{ mol CO}_2} = \frac{3xV_n}{224} L CO_2$$

$$? L CO_2 (2) = x g Al \times \frac{1 \text{ mol Al}}{27 g Al} \times \frac{3 \text{ mol CO}_2}{4 \text{ mol Al}} \times \frac{V_n L CO_2}{1 \text{ mol CO}_2} = \frac{xV_n}{36} L CO_2$$

نسبت حجم گاز CO_2 حاصل از واکنش تولید آلومینیم (واکنش ۲) به حجم گاز CO_2 حاصل از واکنش تولید آهن (واکنش ۱) برابر است با:

$$\frac{\text{حجم گاز } CO_2 \text{ در واکنش (۲)}}{\text{حجم گاز } CO_2 \text{ در واکنش (۱)}} = \frac{\frac{xV_n}{36}}{\frac{3xV_n}{224}} = \frac{2}{9} = 2/9$$

$$\text{روش دوم (تناسب):} \quad \frac{\text{حجم گاز } CO_2 \text{ تولیدی}}{\text{جرم مولی } \times \text{ضریب}} = \frac{x}{4 \times 56} = \frac{V_1 L CO_2}{3 \times V_n} \Rightarrow V_1 = \frac{3xV_n}{224} L CO_2$$

$$\text{روش دوم (تناسب):} \quad \frac{\text{حجم گاز } CO_2 \text{ تولیدی}}{\text{جرم مولی } \times \text{ضریب}} = \frac{x}{4 \times 27} = \frac{V_2 L CO_2}{3 \times V_n} \Rightarrow V_2 = \frac{xV_n}{36} L CO_2$$

نسبت حجم گاز CO_2 حاصل از واکنش تولید آلومینیم (واکنش ۲) به حجم گاز CO_2 حاصل از واکنش تولید آهن (واکنش ۱) برابر است با:

$$\frac{\text{حجم گاز } CO_2 \text{ در واکنش (۲)}}{\text{حجم گاز } CO_2 \text{ در واکنش (۱)}} = \frac{\frac{xV_n}{36}}{\frac{3xV_n}{224}} = \frac{2}{9} = 2/9$$



۱۸ معادله موازنه شده واکنش:

روش اول (کسر تبدیل): قسمت اول: در این واکنش به ازای تجزیه کامل ۲ مول جوش شیرین ($NaHCO_3$)، یک مول CO_2 و یک مول آب تولید می‌شود که مجموع جرم آن‌ها برابر ۶۲g (۴۴+۱۸) است؛ بنابراین خواهیم داشت:

$$\text{گاز} = \frac{62g}{84g NaHCO_3} \times \frac{1 \text{ mol NaHCO}_3}{2 \text{ mol NaHCO}_3} = 1/55g$$

$$\frac{\text{مقدار عملی}}{\text{مقدار نظری}} \times 100 = \frac{1/24}{1/55} \times 100 = 80\%$$

قسمت دوم: برای محاسبه حجم گاز CO_2 تولیدی به صورت زیر عمل می‌کنیم:

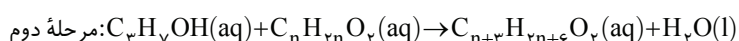
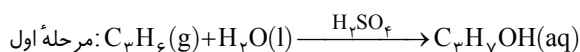
$$? L CO_2 = 4/2g NaHCO_3 \times \frac{1 \text{ mol NaHCO}_3}{84g NaHCO_3} \times \frac{1 \text{ mol CO}_2}{2 \text{ mol NaHCO}_3} \times \frac{22400 \text{ mL CO}_2}{1 \text{ mol CO}_2} \times \frac{100}{100} = 448 \text{ mL CO}_2$$

روش دوم (تناسب): قسمت اول و دوم:

$$\frac{\text{جرم مولی } \times \text{ضریب}}{\text{جرم مولی } \times \text{ضریب}} = \frac{\text{مجموع جرم گازهای تولیدی}}{\text{مجموع جرم مولی } \times \text{ضریب هر گاز}} = \frac{\text{حجم } CO_2 \text{ تولیدی (mL)}}{22400 \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{4/2 \times \frac{R}{100}}{2 \times 84} = \frac{(4/2 - 2/96)g}{(1 \times 18) + (1 \times 44)} \times \frac{x}{1 \times 22400}$$

$$\Rightarrow R = 80\%, \quad x = 448 \text{ mL } CO_2$$

۹۴ معادله واکنش‌های انجام شده به صورت زیر است: (فرمول کربوکسیلیک اسید مصرفی را $C_nH_{2n}O_2$ در نظر می‌گیریم).

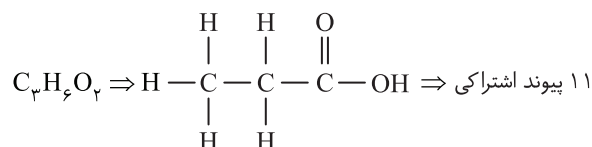


$$? g H_2O = 10/5g C_3H_6 \times \frac{1 \text{ mol } C_3H_6}{42g C_3H_6} \times \frac{1 \text{ mol } C_3H_7OH}{1 \text{ mol } C_3H_6} \times \frac{1 \text{ mol } H_2O}{1 \text{ mol } C_3H_7OH} \times \frac{18g H_2O}{1 \text{ mol } H_2O} = 4/5g H_2O$$

قسمت دوم:

$$10/5g C_3H_6 \times \frac{1 \text{ mol } C_3H_6}{42g C_3H_6} \times \frac{1 \text{ mol } C_3H_7OH}{1 \text{ mol } C_3H_6} \times \frac{1 \text{ mol استر}}{1 \text{ mol } C_3H_7OH} \times \frac{(14n+74)g استر}{1 \text{ mol استر}} = 29g استر \Rightarrow n=3$$

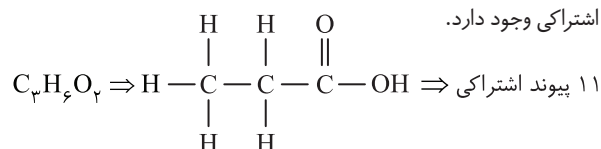
پس فرمول مولکولی کربوکسیلیک اسید $C_3H_6O_2$ است و در هر مولکول آن ۱۱ پیوند اشتراکی وجود دارد.



روش دوم (تناسب): با توجه به واکنش‌های مرحله (۱) و (۲) می‌توان دریافت که به ازای مصرف یک مول پروپن، یک مول پروپانول تولید و از واکنش یک مول پروپانول با کربوکسیلیک اسید، یک مول آب و یک مول استر تولید می‌شود.

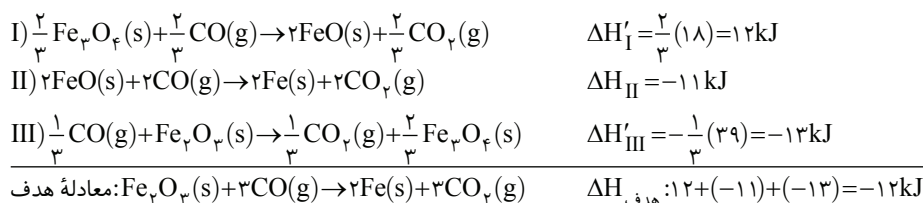
$$\frac{\text{جرم آب تولیدی}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{جرم استر تولیدی}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{10/5}{1 \times 42} = \frac{x}{1 \times 18} = \frac{29}{1 \times (14n + 74)} \Rightarrow x = 4/5 g H_2O, n = 3$$

پس فرمول مولکولی کربوکسیلیک اسید $C_3H_6O_2$ است و در هر مولکول آن ۱۱ پیوند اشتراکی وجود دارد.



۱۰۲ ابتدا آنتالپی واکنش $Fe_2O_3(s) + 3CO(g) \rightarrow 2Fe(s) + 3CO_2(g)$ را به کمک سه معادله کمکی داده شده محاسبه می‌کنیم. به این منظور معادله (I)

را در $\frac{2}{3}$ ضرب می‌کنیم، معادله (II) را در ۲ ضرب می‌کنیم و معادله (III) را وارونه و در $\frac{1}{3}$ ضرب می‌کنیم.



سپس گرمای حاصل از مصرف ۵۰۰ گرم Fe_2O_3 را به دست می‌آوریم:

$$Q = 500 g Fe_2O_3 \times \frac{64 g Fe_2O_3}{100 g Fe_2O_3} \times \frac{1 mol Fe_2O_3}{160 g Fe_2O_3} \times \frac{12 kJ}{1 mol Fe_2O_3} \times \frac{10^3 J}{1 kJ} = 2400 J$$

حال به کمک رابطه $Q = mc\Delta\theta$ ، جرمی از اتانول را که می‌توان با این مقدار گرما دمای آن را از $20^\circ C$ به $40^\circ C$ افزایش داد، محاسبه می‌کنیم:

$$Q = mc\Delta\theta \Rightarrow m = \frac{Q}{c\Delta\theta} = \frac{2400}{2/4 \times (40 - 20)} = 500 g$$

۱۱۱ ابتدا انرژی لازم برای ۴۵ دقیقه پیاده‌روی را محاسبه می‌کنیم:

$$45 \text{ min} \times \frac{1 \text{ h}}{60 \text{ min}} \times \frac{190 \text{ kcal}}{1 \text{ h}} \times \frac{4/2 kJ}{1 \text{ kcal}} = 598/5 kJ$$

از آنجا که این مقدار انرژی از مصرف ۲۱ گرم بادام به دست آمده، ارزش سوختی بادام را به دست می‌آوریم:

$$\frac{598/5 kJ}{21 g} = 28/5 kJ.g^{-1}$$

۱۲۲ **قسمت اول:** ابتدا مقدار مول A را در دقیقه ۲ محاسبه می‌کنیم:

$$\bar{R}(A)(t=0 \text{ min} \text{ تا } t=2 \text{ min}) = -\frac{\Delta n(A)}{\Delta t} \Rightarrow 7/5 \times 10^{-3} = -\frac{\Delta n(A)}{(2 \times 60) s} \Rightarrow \Delta n(A)(t=0 \text{ min} \text{ تا } t=2 \text{ min}) = -0/9 \text{ mol}$$

$$\Rightarrow n(A)_{t=2} - n(A)_{t=0} = -0/9 \Rightarrow n(A)_{t=2} - 2/5 = -0/9 \Rightarrow n(A)_{t=2} = 1/6 \text{ mol}$$

سپس سرعت متوسط مصرف A در بازه زمانی $t=2 \text{ min}$ تا $t=5 \text{ min}$ را بر حسب $\text{mol.L}^{-1}.\text{min}^{-1}$ به دست می‌آوریم:

$$\bar{R}(A)(t=2 \text{ min} \text{ تا } t=5 \text{ min}) = -\frac{\Delta n(A)}{V_{\text{ظرف}} \times \Delta t} = -\frac{(1-1/6)}{2 \times 3} = 0/1 \text{ mol.L}^{-1}.\text{min}^{-1}$$

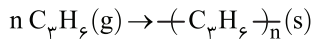
حال سرعت متوسط تولید ماده B را در بازه زمانی $t=2 \text{ min}$ تا $t=5 \text{ min}$ محاسبه می‌کنیم:

$$\frac{\bar{R}(B)}{\bar{R}(A)} = \frac{1}{2} \Rightarrow \bar{R}(B) = \frac{1}{2} \times \bar{R}(A) = \frac{1}{2} \times 0/1 = 0/05 \text{ mol.L}^{-1}.\text{min}^{-1}$$

قسمت دوم: با توجه به معادله موازنه شده واکنش که به صورت $2A \rightarrow B + 2C$ است، به ازای مصرف ۲ مول ماده A، ۳ مول فراورده تولید می‌شود. اکنون می‌توان دریافت که به ازای مصرف ۱/۵ مول ماده A و باقی ماندن ۱ مول از آن در ظرف واکنش، ۲/۲۵ مول فراورده تولید می‌شود.

$$\text{فراورده} = \frac{3 \text{ mol}}{2 \text{ mol A}} \times 1/5 \text{ mol A} = 3/10 \text{ mol}$$

پس مجموع مول مواد موجود در ظرف واکنش در دقیقه ۵ برابر $3/25 \text{ mol}$ (۱+۲/۲۵) است.



۱۳ ۳ معادله موازنه شده واکنش پلیمری شدن:

$$? \text{ g C}_3\text{H}_6 = 60 \text{ L C}_3\text{H}_6 \times \frac{1 \text{ mol C}_3\text{H}_6}{24 \text{ L C}_3\text{H}_6} \times \frac{42 \text{ g C}_3\text{H}_6}{1 \text{ mol C}_3\text{H}_6} = 100/8 \text{ g C}_3\text{H}_6$$

ابتدا جرم مونومرهای مصرفی را محاسبه می کنیم:

همان طور که می دانید در واکنش های پلیمری شدن از نوع افزایشی، مجموع جرم واکنش دهنده ها (مونومرها) با جرم پلیمر برابر است. بنابراین مقدار نظری پلی پروپن برابر ۱۰۰/۸ گرم است. حال مقدار عملی آن را محاسبه می کنیم:

$$? \text{ g C}_3\text{H}_6 = \text{پلی پروپن} \times \frac{1 \text{ molecule پلی پروپن}}{1 \text{ mol پلی پروپن}} \times \frac{42 \text{ g پلی پروپن}}{6 \times 10^{23} \text{ molecule پلی پروپن}} = 70/56 \text{ g}$$

$$\text{بازده} = \frac{\text{مقدار عملی}}{\text{مقدار نظری}} \times 100 = \frac{70/56}{100/8} \times 100 = 56\%$$

اکنون بازده درصدی واکنش تولید پلی پروپن را به دست می آوریم:

۱۴ ۴ ابتدا غلظت اولیه محلول دو اسید را محاسبه می کنیم:

$$M_{\text{HA}} = \frac{4 \text{ g HA} \times \frac{1 \text{ mol HA}}{100 \text{ g HA}}}{1 \text{ L}} = 0.04 \text{ mol.L}^{-1} \quad M_{\text{HB}} = \frac{3/2 \text{ g HB} \times \frac{1 \text{ mol HB}}{100 \text{ g HB}}}{1 \text{ L}} = 0.015 \text{ mol.L}^{-1}$$

سپس به کمک نسبت غلظت تعادلی HB به غلظت تعادلی HA که برابر $\frac{1}{3}$ است، رابطه α_{HB} و α_{HA} را به دست می آوریم:

$$\frac{[\text{HB}]}{[\text{HA}]} = \frac{M_{\text{HB}}(1-\alpha_{\text{HB}})}{M_{\text{HA}}(1-\alpha_{\text{HA}})} = \frac{0.015(1-\alpha_{\text{HB}})}{0.04(1-\alpha_{\text{HA}})} = \frac{1}{3} \Rightarrow 3\alpha_{\text{HA}} - 6\alpha_{\text{HB}} = 1 \quad (\text{I})$$

حال با توجه به اینکه pH هر دو محلول یکسان است، می توان نتیجه گرفت که غلظت H^+ در هر دو محلول با هم برابر است. پس خواهیم داشت:

$$[\text{H}^+]_{\text{HA}} = [\text{H}^+]_{\text{HB}} \xrightarrow{[\text{H}^+] = M\alpha} M_{\text{HA}}\alpha_{\text{HA}} = M_{\text{HB}}\alpha_{\text{HB}} \Rightarrow 0.04\alpha_{\text{HA}} = 0.015\alpha_{\text{HB}} \Rightarrow \alpha_{\text{HA}} = \frac{3}{8}\alpha_{\text{HB}} \quad (\text{II})$$

سپس از رابطه (I) و (II)، درجه یونش اسید HA را محاسبه می کنیم:

$$\begin{cases} 3\alpha_{\text{HA}} - 6\alpha_{\text{HB}} = 1 \\ \alpha_{\text{HA}} = \frac{3}{8}\alpha_{\text{HB}} \end{cases} \Rightarrow 3(\frac{3}{8}\alpha_{\text{HB}}) - 6\alpha_{\text{HB}} = 1 \Rightarrow \frac{9}{8}\alpha_{\text{HB}} - 6\alpha_{\text{HB}} = 1 \Rightarrow \alpha_{\text{HB}} = \frac{1}{15}, \alpha_{\text{HA}} = \frac{1}{40}$$

حال غلظت H^+ و OH^- را در محلول HA محاسبه می کنیم:

$$[\text{H}^+]_{\text{HA}} = M_{\text{HA}}\alpha_{\text{HA}} = 0.04 \times \frac{1}{40} = 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1} \quad [\text{OH}^-]_{\text{HA}} = \frac{1 \times 10^{-14}}{[\text{H}^+]_{\text{HA}}} = \frac{1 \times 10^{-14}}{10^{-3}} = 10^{-11} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$\frac{[\text{H}^+]_{\text{HA}}}{[\text{OH}^-]_{\text{HA}}} = \frac{10^{-3}}{10^{-11}} = 10^8 \quad \text{اکنون نسبت غلظت } \text{H}^+ \text{ به } \text{OH}^- \text{ را در محلول HA به دست می آوریم:}$$

۱۵ ۳ ابتدا به کمک رابطه ثابت تعادل، غلظت تعادلی CO_2 را محاسبه می کنیم: $\text{CaCO}_3(\text{s}) \rightleftharpoons \text{CaO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g}), K = [\text{CO}_2] = 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$

$$? \text{ mol CaO} = 5 \text{ L ظرف} \times \frac{10^{-3} \text{ mol CO}_2}{1 \text{ L ظرف}} \times \frac{1 \text{ mol CaO}}{1 \text{ mol CO}_2} = 5 \times 10^{-3} \text{ mol CaO}$$

حال با توجه به معادله $\text{CaO}(\text{s}) + 2\text{HNO}_3(\text{aq}) \rightarrow \text{Ca}(\text{NO}_3)_2(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$ ، مقدار مولی از HNO_3 که توسط CaO خنثی می شود را محاسبه می کنیم:

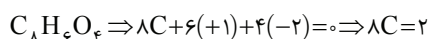
$$? \text{ mol HNO}_3 = 5 \times 10^{-3} \text{ mol CaO} \times \frac{2 \text{ mol HNO}_3}{1 \text{ mol CaO}} = 10^{-2} \text{ mol HNO}_3$$

اکنون با توجه به pH محلول HNO_3 ، حجمی از محلول اسید که حاوی 10^{-2} مول HNO_3 است را به دست می آوریم:

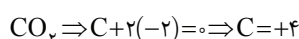
$$\text{pH} = 1/3 \Rightarrow [\text{H}^+] = 10^{-1/3} = 10^{-2+2/3} = 10^{-2} \times 10^{2/3} = 5 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[\text{H}^+] = \frac{n(\text{HNO}_3)}{V_{\text{محلول}}} \Rightarrow 5 \times 10^{-2} = \frac{10^{-2}}{V_{\text{محلول}}} \Rightarrow V_{\text{محلول}} = 0.2 \text{ L} = 200 \text{ mL}$$

۱۶ ۳ معادله موازنه شده واکنش سوختن کامل یک مول ترفنالیک اسید به صورت مقابل است:



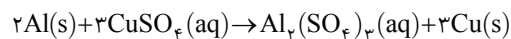
ابتدا مجموع عدد اکسایش اتم های کربن را در ترفنالیک اسید محاسبه می کنیم:



سپس عدد اکسایش اتم کربن در کربن دی اکسید را به دست آورده و در عدد ۸ ضرب می کنیم:

$$\text{مجموع عدد اکسایش اتم کربن در ۸ مولکول کربن دی اکسید} = 8 \times 4 = 32$$

پس تغییر مجموع عدد اکسایش اتم های کربن برابر $30 - (32 - 2)$ است.



۱۷ ۳ معادله موازنه شده واکنش به صورت مقابل است:

در این واکنش به ازای تولید ۳ مول مس (۱۹۲ گرم) و قرار گرفتن ۷۵٪ آن بر روی تیغه، ۲ مول آلومینیم (۵۴ گرم) مصرف می شود. برای حل این مسئله، تغییر غلظت محلول مس (II) سولفات را x مول بر لیتر در نظر می گیریم و جرم Al مصرفی و Cu تولیدی را محاسبه می کنیم:

$$? \text{ g Al} = 2 \text{ L محلول} \times \frac{x \text{ mol CuSO}_4}{1 \text{ L محلول}} \times \frac{2 \text{ mol Al}}{3 \text{ mol CuSO}_4} \times \frac{27 \text{ g Al}}{1 \text{ mol Al}} = 36x \text{ g Al}$$

$$? \text{ g Cu} = 2 \text{ L محلول} \times \frac{x \text{ mol CuSO}_4}{1 \text{ L محلول}} \times \frac{3 \text{ mol Cu}}{3 \text{ mol CuSO}_4} \times \frac{64 \text{ g Cu}}{1 \text{ mol Cu}} = 128x \text{ g Cu}$$

اکنون با توجه به جرم اولیه و ثانویه تیغه، مقدار x را محاسبه می کنیم:

$$100 \text{ g} - 36x + 128x = 100 \text{ g} \Rightarrow 92x = 0 \Rightarrow x = 0.1 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$\Delta[\text{CuSO}_4] = \frac{\text{تغییرات غلظت}}{\text{غلظت اولیه}} \times 100 = \frac{0.1}{0.5} \times 100 = 20\%$$

سپس درصد کاهش غلظت محلول CuSO_4 را به دست می آوریم:

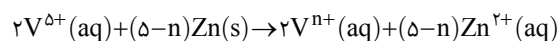
قسمت دوم: در واکنش آلومینیم و محلول مس (II) سولفات، به ازای مصرف ۳ مول مس (II) سولفات، ۶ مول الکترون میان گونه ها مبادله می شود، پس ابتدا مقدار

$$? \text{ mol e} = 2 \text{ L محلول} \times \frac{0.1 \text{ mol CuSO}_4}{1 \text{ L محلول}} \times \frac{6 \text{ mol e}}{3 \text{ mol CuSO}_4} = 0.4 \text{ mol e}$$

مول الکترون مبادله شده در مدت ۵ دقیقه را محاسبه می کنیم:

$$\bar{R}(e) = \frac{\text{مقدار مول الکترون مبادله شده}}{\Delta t} = \frac{0.4 \text{ mol}}{(5 \times 60) \text{ s}} = 1.33 \times 10^{-3} \text{ mol.s}^{-1}$$

سپس سرعت متوسط مبادله الکترون را بر حسب مول بر ثانیه به دست می آوریم:



۱۸ ۱ ابتدا معادله را از نظر تعداد اتم و بار الکتریکی موازنه می کنیم:

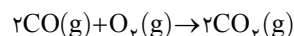
$$300 \times 10^{-3} \text{ L محلول} \times \frac{0.4 \text{ mol V}^{5+}}{1 \text{ L محلول}} \times \frac{(\delta - n) \text{ mol Zn}}{2 \text{ mol V}^{5+}} \times \frac{65 \text{ g Zn}}{1 \text{ mol Zn}} = 11.7 \text{ g Zn} \Rightarrow n = 2$$

سپس مقدار n را محاسبه می کنیم: **روش اول (کسر تبدیل):**

$$\frac{\text{غلظت مولی} \times \text{لیتر محلول نمک وانادیم}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{جرم روی}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{0.4 \times 10^{-3} \times 11.7}{(\delta - n) \times 65} = \frac{11.7}{2} \Rightarrow n = 2$$

روش دوم (تناسب):

پس در انتهای واکنش، عدد اکسایش اتم های وانادیم برابر ۲ بوده و رنگ محلول آن بنفش است.



۱۹ ۳ ابتدا آنتالپی واکنش تبدیل CO(g) به $\text{CO}_2\text{(g)}$ را محاسبه می کنیم:

ΔH [مجموع آنتالپی پیوند مواد فراورده] - [مجموع آنتالپی پیوند مواد واکنش دهنده] = واکنش

$$= [2\Delta H(\text{C} \equiv \text{O}) + \Delta H(\text{O} = \text{O})] - [4\Delta H(\text{C} = \text{O})] = [2 \times 1075 + 496] - [4 \times 283] = -56 \text{ kJ}$$

سپس گرمای تولید شده از تبدیل CO حاصل از پیمایش خودرو به CO_2 را به دست می آوریم:

$$? \text{ kJ} = 20 \text{ km مسافت} \times \frac{(5/99 - 0/69) \text{ g CO}}{1 \text{ km مسافت}} \times \frac{1 \text{ mol CO}}{28 \text{ g CO}} \times \frac{56 \text{ kJ}}{2 \text{ mol CO}} = 104 \text{ kJ}$$

روش اول (کسر تبدیل):

$$\frac{\text{جرم CO مصرفی}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{Q}{\Delta H} \Rightarrow \frac{20 \times (5/99 - 0/69)}{2 \times 28} = \frac{Q}{56} \Rightarrow Q = 104 \text{ kJ}$$

روش دوم (تناسب):

قسمت دوم: ابتدا انرژی فعال سازی برگشت را محاسبه می کنیم:

$$\Delta H_{\text{واکنش}} = E_a(\text{رفت}) - E_a(\text{برگشت}) \Rightarrow -56 = 33 - E_a(\text{برگشت}) \Rightarrow E_a(\text{برگشت}) = 89 \text{ kJ}$$

$$E_a(\text{رفت}) + E_a(\text{برگشت}) = 33 + 89 = 122 \text{ kJ}$$

سپس مجموع انرژی فعال سازی رفت و برگشت را به دست می آوریم:



۲۰ ۴ معادله واکنش موجود در سامانه تعادلی و رابطه ثابت تعادل آن به صورت مقابل است:

ابتدا غلظت تعادلی هر گونه را محاسبه کرده و در رابطه ثابت تعادل قرار می دهیم و مقدار عددی K را به دست می آوریم:

$$[\text{N}_2] = \frac{n}{V} = \frac{0.12 \text{ mol}}{3 \text{ L}} = 0.04 \text{ mol.L}^{-1}, \quad [\text{H}_2] = \frac{n}{V} = \frac{0.6 \text{ mol}}{3 \text{ L}} = 0.2 \text{ mol.L}^{-1}, \quad [\text{NH}_3] = \frac{n}{V} = \frac{0.6 \text{ mol}}{3 \text{ L}} = 0.2 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$\Rightarrow K = \frac{(0.2)^2}{(0.04)(0.2)^3} = 0.8 \text{ mol}^{-2}$$

طبق اصل لوشاتلیه، با افزایش فشار در سامانه های تعادلی که حداقل دارای یک ماده گازی هستند، تعادل در جهت کاهش فشار و تعداد مول گازی کمتر جابه جا می شود.

پس در معادله $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g})$ ، با افزایش فشار، تعادل در جهت رفت و تولید آمونیاک جابه جا می شود.

فصل یازدهم: آزمون جامع ۳

۱۳ عدد اتمی عنصری که در گروه ۱۱ و دوره ۴ جدول دوره ای قرار دارد برابر ۲۹ بوده و با توجه به توضیحات مسئله تعداد نوترون های موجود در ایزوتوپ سبک تر (A_X) برابر ۳۴ (۲۹+۵) است. بنابراین عدد جرمی ایزوتوپ سبک تر (یعنی A) برابر است با:

$$A = n + Z = 34 + 29 = 63$$

اکنون عدد جرمی دو ایزوتوپ دیگر را محاسبه کرده و به کمک رابطه فراوانی آنها، جرم اتمی میانگین X را به دست می آوریم:

$$\begin{cases} \text{جرم اتمی ایزوتوپ سبک تر} = 63 \text{ amu} \\ \text{جرم اتمی ایزوتوپ متوسط} = 63 + 1 = 64 \text{ amu} \\ \text{جرم اتمی ایزوتوپ سنگین تر} = 63 + 3 = 66 \text{ amu} \end{cases} \quad \begin{cases} F_1 = 3F_3 \\ F_2 = 2F_1 = 6F_3 \\ F_3 = F_3 \end{cases}$$

$$\text{جرم اتمی میانگین X} = \frac{M_1 F_1 + M_2 F_2 + M_3 F_3}{F_1 + F_2 + F_3} = \frac{(63 \times 3F_3) + (64 \times 6F_3) + (66 \times F_3)}{3F_3 + 6F_3 + F_3} = 63.9 \text{ amu}$$

روش اول:

روش دوم (تستی): در فرمول زیر، P_3 و P_3 کسر فراوانی ایزوتوپ های با جرم اتمی متوسط و سنگین هستند، بنابراین:

$$\text{جرم اتمی میانگین X} = M_1 + P_3(M_2 - M_1) + P_3(M_3 - M_1) = 63 + \frac{F_3}{10F_3}(64 - 63) + \frac{F_3}{10F_3}(66 - 63) = 63.9 \text{ amu}$$

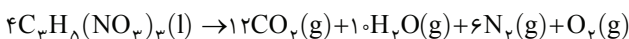
۱۲ قسمت اول: ابتدا مقدار n را محاسبه می کنیم:

$$? \text{ molecule SF}_n = \frac{2}{7} \text{ g SF}_n \times \frac{1 \text{ mol SF}_n}{(32 + 19n) \text{ g SF}_n} \times \frac{6.02 \times 10^{23} \text{ molecule SF}_n}{1 \text{ mol SF}_n} = 1.5 \times 10^{21} \text{ molecule SF}_n \Rightarrow n = 4$$

بنابراین فرمول مولکولی ماده مورد نظر SF_4 بوده و نام آن گوگرد تترافلوئورید است.

$$? \text{ atom F} = 2.16 \times 10^{-3} \text{ g SF}_4 \times \frac{1 \text{ mol SF}_4}{108 \text{ g SF}_4} \times \frac{6.02 \times 10^{23} \text{ molecule SF}_4}{1 \text{ mol SF}_4} \times \frac{4 \text{ atom F}}{1 \text{ molecule SF}_4} = 4.816 \times 10^{21} \text{ atom F}$$

قسمت دوم:



۱۳ معادله موازنه شده واکنش به صورت مقابل است:

در میان گازهای تولید شده در واکنش بالا، فقط گشتاور دوقطبی H_2O مخالف صفر ($\mu \neq 0$) است، بنابراین با توجه به قانون پایستگی جرم در واکنش های شیمیایی، با محاسبه جرم $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ تولید شده و کم کردن آن از جرم اولیه واکنش دهنده، می توان جرم فراورده های گازی که گشتاور دوقطبی صفر ($\mu = 0$) دارند را محاسبه نمود:

$$(\text{C}_3\text{H}_8(\text{NO}_3)_3) \text{ جرم واکنش دهنده اولیه} = 56/75 \text{ mL C}_3\text{H}_8(\text{NO}_3)_3 \times \frac{1/6 \text{ g C}_3\text{H}_8(\text{NO}_3)_3}{1 \text{ mL C}_3\text{H}_8(\text{NO}_3)_3} = 90/8 \text{ g C}_3\text{H}_8(\text{NO}_3)_3$$

$$? \text{ g H}_2\text{O} = 90/8 \text{ g C}_3\text{H}_8(\text{NO}_3)_3 \times \frac{1 \text{ mol C}_3\text{H}_8(\text{NO}_3)_3}{227 \text{ g C}_3\text{H}_8(\text{NO}_3)_3} \times \frac{10 \text{ mol H}_2\text{O}}{4 \text{ mol C}_3\text{H}_8(\text{NO}_3)_3} \times \frac{18 \text{ g H}_2\text{O}}{1 \text{ mol H}_2\text{O}} = 18 \text{ g H}_2\text{O}$$

روش اول (کسر تبدیل):

$$\text{جرم فراورده های با گشتاور دو قطبی صفر} = 90/8 - 18 = 72/8 \text{ g}$$

$$\frac{\text{جرم آب تولیدی}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{90/8}{4 \times 227} = \frac{x}{10 \times 18} \Rightarrow x = 18 \text{ g H}_2\text{O}$$

روش دوم (تناسب):

$$\text{جرم فراورده های با گشتاور دو قطبی صفر} = 90/8 - 18 = 72/8 \text{ g}$$

۱۴ معادله موازنه شده واکنش ها به صورت زیر است:



مجموع ضرایب استوکیومتری مواد در معادله (I) برابر ۱۲ و مجموع ضرایب استوکیومتری فراورده ها در واکنش (II) برابر ۴ است، بنابراین نسبت این دو عدد برابر

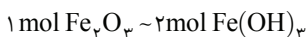
۳ ($\frac{12}{4}$) می باشد. اکنون جرم $\text{Fe}(\text{OH})_3$ تولید شده را به یکی از روش های زیر محاسبه می کنیم: روش اول (کسر تبدیل):

$$? \text{ g Fe}(\text{OH})_3 = 16 \text{ g Fe}_2\text{O}_3 \times \frac{1 \text{ mol Fe}_2\text{O}_3}{160 \text{ g Fe}_2\text{O}_3} \times \frac{2 \text{ mol FeCl}_3}{1 \text{ mol Fe}_2\text{O}_3} \times \frac{1 \text{ mol Fe}(\text{OH})_3}{1 \text{ mol FeCl}_3} \times \frac{106 \text{ g Fe}(\text{OH})_3}{1 \text{ mol Fe}(\text{OH})_3} = 12.75 \text{ g Fe}(\text{OH})_3$$

بازده واکنش

$$= 12.75 \text{ g Fe}(\text{OH})_3$$

روش دوم (تناسب): به منظور محاسبه جرم $\text{Fe}(\text{OH})_3$ در یک مرحله، معادله (II) را در عدد ۲ ضرب می کنیم تا ضریب ماده مشترک (یعنی FeCl_3) در دو



معادله یکسان شود، بنابراین خواهیم داشت:

$$\frac{\text{جرم Fe}_2\text{O}_3 \times \frac{P}{100} \times \frac{R}{100}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{جرم Fe}(\text{OH})_3}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{16 \times \frac{80}{100} \times \frac{75}{100}}{1 \times 160} = \frac{x \text{ g Fe}(\text{OH})_3}{2 \times 106} \Rightarrow x = 12.75 \text{ g Fe}(\text{OH})_3$$

۵ ۳ ابتدا جرم کلر موجود در ۲۰۰۰ کیلوگرم محلول ضد عفونی کننده که می تواند ۷ مرتبه آب استخر را ضد عفونی کند، محاسبه می کنیم:

$$\text{کلر } ۱۴۰۰\text{g} = \frac{۱۰^{-۴}\text{g آب}}{۱۰۰\text{g آب}} \times \frac{۱\text{g آب}}{۱\text{mL آب}} \times \frac{۱۰^۶\text{mL آب}}{۱\text{m}^۳\text{ آب}} \times \frac{۲۰۰\text{m}^۳\text{ آب}}{۱\text{استخر}} \times \text{استخر } ۷ = \text{جرم کلر موجود در محلول ضد عفونی کننده}$$

سپس غلظت ppm محلول ضد عفونی کننده را به دست می آوریم:

$$\text{غلظت ppm} = \frac{\text{جرم حل شونده}}{\text{جرم محلول}} \times ۱۰^۶ = \frac{۱۴۰۰\text{g}}{۲۰۰۰ \times ۱۰^۳\text{g}} \times ۱۰^۶ = ۷۰۰\text{ppm}$$

۶ ۲ منظور از هیدروکربن خطی و سیرشده، آلکان است که فرمول عمومی آن به صورت C_nH_{2n+2} بوده و در اثر سوختن کامل آن در شرایط STP، گاز کربن



سپس تعداد اتم های کربن (n) را به یکی از روش های زیر محاسبه می کنیم: **روش اول (کسر تبدیل):**

$$? \text{ mL } CO_2 = 1/16 \text{ g } C_nH_{2n+2} \times \frac{1 \text{ mol } C_nH_{2n+2}}{(14n+2) \text{ g } C_nH_{2n+2}} \times \frac{n \text{ mol } CO_2}{1 \text{ mol } C_nH_{2n+2}} \times \frac{22.4 \times 10^3 \text{ mL } CO_2}{1 \text{ mol } CO_2} \times \frac{50}{100} = ۸۹۶ \text{ mL } CO_2 \Rightarrow n=4$$

بازده واکنش

روش دوم (تناسب):

$$\frac{\text{جرم هیدروکربن} \times \frac{R}{100}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{حجم } CO_2 \text{ بر حسب میلی لیتر}}{22.4 \times 10^3 \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{1/16 \times 50}{100} = \frac{۸۹۶}{n \times 22.4 \times 10^3} \Rightarrow n=4$$

بنابراین آلکان مورد نظر دارای ۴ اتم کربن است و در میان گزینه ها فقط «متیل پروپان» با فرمول C_4H_{10} در مولکول خود دارای چهار اتم کربن می باشد.

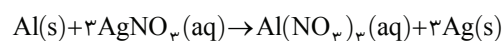
۷ ۴ با توجه به اینکه در صورت مسئله گفته نشده که محلول اولیه در دمای $90^\circ C$ سیرشده است، بنابراین جرم حل شونده و آب موجود در آن را به کمک درصد جرمی محلول محاسبه می کنیم:

$$\text{آب } 300\text{g} = 500\text{g} - \text{جرم محلول} = \text{جرم آب} \quad , \quad \text{حل شونده } 200\text{g} = \frac{\text{جرم حل شونده}}{\text{محلول}} \times 500\text{g}$$

اکنون، جرم آب اضافه شده در دمای $30^\circ C$ را x گرم در نظر گرفته و به کمک انحلال پذیری نمک در دمای $30^\circ C$ ، مقدار x را به دست می آوریم:

$$\frac{100\text{g آب}}{50\text{g حل شونده}} = (300+x)\text{g آب} \Rightarrow 400 = 300+x \Rightarrow x=100\text{g}$$

۸ ۱ معادله موازنه شده واکنش به صورت مقابل است:



با توجه به اینکه پس از ۱۰ دقیقه غلظت محلول نقره نیترات نصف می شود، می توان نتیجه گرفت که غلظت آن ۱/۱۰ مول بر لیتر کاهش می یابد. بنابراین خواهیم داشت:

$$? \text{ g Al (مصرفی)} = 400 \times 10^{-3} \text{ L محلول} \times \frac{1 \text{ mol } AgNO_3}{1 \text{ L محلول}} \times \frac{1 \text{ mol Al}}{3 \text{ mol } AgNO_3} \times \frac{27 \text{ g Al}}{1 \text{ mol Al}} = 36 \text{ g Al}$$

$$? \text{ g Ag (تولیدی)} = 400 \times 10^{-3} \text{ L محلول} \times \frac{1 \text{ mol } AgNO_3}{1 \text{ L محلول}} \times \frac{3 \text{ mol Ag}}{3 \text{ mol } AgNO_3} \times \frac{108 \text{ g Ag}}{1 \text{ mol Ag}} = 129.6 \text{ g Ag}$$

پس تا دقیقه ۱۰، ۳۶ گرم اتم آلومینیم از تیغه جدا شده و $3/24 \times (4/32 \times \frac{75}{100})$ نقره بر روی تیغه قرار می گیرد. جرم آلومینیم باقی مانده در تیغه و جرم نهایی تیغه

برابر است با:

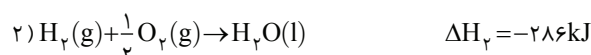
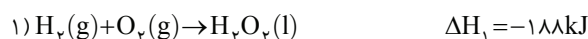
$$9/12 - 0/36 = 8/76 \text{ g Al}$$

$$9/12 - 0/36 + 3/24 = 12 \text{ g}$$

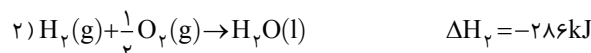
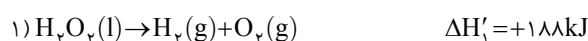
اکنون درصد فلز آلومینیم در تیغه باقی مانده در ۱۰ دقیقه پس از شروع واکنش را محاسبه می کنیم:

$$\%Al = \frac{\text{جرم آلومینیم}}{\text{جرم تیغه}} \times 100 = \frac{8/76}{12} \times 100 = 7.3\%$$

۹ ۴ ابتدا به کمک معادله دو واکنش زیر، آنتالپی واکنش تجزیه آب اکسیژنه (H_2O_2) را محاسبه می کنیم:



به این منظور معادله (۱) را وارونه و معادله (۲) را بدون تغییر می نویسیم:



قسمت اول: محاسبه گرمای حاصل از تجزیه ۳۴۰ گرم آب اکسیژنه در صورتی که بازده واکنش ۸۰٪ است:

$$? \text{ kJ} = 34.0 \text{ g H}_2\text{O}_2 \times \frac{1 \text{ mol H}_2\text{O}_2}{34 \text{ g H}_2\text{O}_2} \times \frac{98 \text{ kJ}}{1 \text{ mol H}_2\text{O}_2} \times \frac{1}{100} = 98 \text{ kJ}$$

بازده واکشش

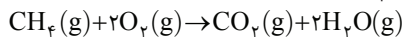
روش اول (کسر تبدیل):

$$\frac{\text{جرم آب اکسیژنه مصرفی} \times \frac{R}{100}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{Q}{|\Delta H|} \Rightarrow \frac{34.0 \times \frac{1}{100}}{1 \times 34} = \frac{Q}{98} \Rightarrow Q = 98 \text{ kJ}$$

روش دوم (تناسب):

قسمت دوم: آنتالپی تصعید یک گرم کربن دی اکسید جامد برابر $1/2 \text{ kJ}$ است، بنابراین: $1/2 \text{ kJ} \times \frac{1 \text{ mol CO}_2}{44 \text{ g CO}_2} = 1/2 \text{ kJ}$

[۱۰ ۳] ابتدا به کمک میانگین آنتالپی پیوندهای داده شده، آنتالپی واکنش سوختن یک مول متان را محاسبه می کنیم:



$$\Delta H_{\text{واکنش}} = [\text{مجموع آنتالپی پیوند مواد فراورده}] - [\text{مجموع آنتالپی پیوند مواد واکنش دهنده}]$$

$$\Delta H_{\text{واکنش}} = [4\Delta H(\text{C}-\text{H}) + 2\Delta H(\text{O}=\text{O})] - [2\Delta H(\text{C}=\text{O}) + 4\Delta H(\text{O}-\text{H})]$$

سپس گرمای لازم برای افزایش دمای ۲ کیلوگرم آب را از دمای 60°C به دمای 100°C محاسبه می کنیم:

$$Q = mc\Delta\theta = 2 \times 10^3 \times 4/2 \times (100 - 60) = 33600 \text{ J} = 33.6 \text{ kJ}$$

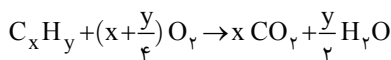
اکنون گرمی از متان که باید بسوزد را به یکی از دو روش زیر به دست می آوریم:

$$? \text{ g CH}_4 = 33.6 \text{ kJ} \times \frac{100}{98} \times \frac{1 \text{ mol CH}_4}{16 \text{ g CH}_4} \times \frac{16 \text{ g CH}_4}{1 \text{ mol CH}_4} = 8 \text{ g CH}_4$$

روش اول (کسر تبدیل):

$$\frac{\text{جرم متان} \times \frac{R}{100}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{Q}{\Delta H} \Rightarrow \frac{x \times \frac{16}{100}}{1 \times 16} = \frac{33.6}{98} \Rightarrow x = 8 \text{ g CH}_4$$

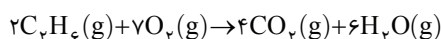
روش دوم (تناسب):



[۱۱ ۳] معادله موازنه شده واکنش سوختن کامل هیدروکربن ها به صورت مقابل است:

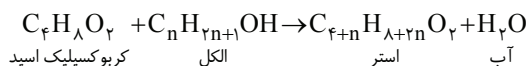
ابتدا از جرم کربن دی اکسید و آب تولید شده، فرمول هیدروکربن مورد نظر سؤال را به دست می آوریم:

$$? \text{ mol C} = 52/88 \text{ g CO}_2 \times \frac{1 \text{ mol CO}_2}{44 \text{ g CO}_2} \times \frac{1 \text{ mol C}}{1 \text{ mol CO}_2} = 1/2 \text{ mol C}, \quad ? \text{ mol H} = 32/4 \text{ g H}_2\text{O} \times \frac{1 \text{ mol H}_2\text{O}}{18 \text{ g H}_2\text{O}} \times \frac{2 \text{ mol H}}{1 \text{ mol H}_2\text{O}} = 3/6 \text{ mol H}$$

با توجه به اینکه نسبت مول C به H در هیدروکربن مورد نظر برابر $3/(1/2)$ است و در هیدروکربن ها تعداد اتم های هیدروژن زوج است، می توان نتیجه گرفت کههیدروکربن مورد نظر اتان (C_2H_6) می باشد. حال معادله موازنه شده سوختن کامل اتان را نوشته و سرعت متوسط مصرف گاز O_2 را محاسبه می کنیم:

$$\Delta t = 20 \text{ s} = \frac{1}{3} \text{ min}$$

$$\left. \begin{aligned} (\Delta n(\text{O}_2)) \text{ مصرفی} = 18 \text{ g C}_2\text{H}_6 \times \frac{1 \text{ mol C}_2\text{H}_6}{30 \text{ g C}_2\text{H}_6} \times \frac{7 \text{ mol O}_2}{2 \text{ mol C}_2\text{H}_6} = 2/1 \text{ mol O}_2 \end{aligned} \right\} \Rightarrow \bar{R}(\text{O}_2) = \frac{|\Delta n(\text{O}_2)|}{\Delta t} = \frac{2/1 \text{ mol}}{1/3 \text{ min}} = 6/3 \text{ mol} \cdot \text{min}^{-1}$$

[۱۲ ۳] فرمول مولکولی الکل را $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{OH}$ در نظر گرفته و معادله موازنه شده واکنش را می نویسیم:از جرم کربوکسیلیک اسید مصرفی و استر تولیدی، n را محاسبه می کنیم: **روش اول (کسر تبدیل):**

$$17/6 \text{ g C}_n\text{H}_{2n+1}\text{O}_2 \times \frac{100}{100 \text{ g C}_n\text{H}_{2n+1}\text{O}_2} \times \frac{1 \text{ mol C}_n\text{H}_{2n+1}\text{O}_2}{188 \text{ g C}_n\text{H}_{2n+1}\text{O}_2} \times \frac{1 \text{ mol الکل}}{1 \text{ mol C}_n\text{H}_{2n+1}\text{O}_2} \times \frac{(14n+88) \text{ g استر}}{1 \text{ mol استر}} = 16/32 \text{ g استر} \Rightarrow n=1$$

$$\frac{\text{جرم کربوکسیلیک اسید ناخالص} \times \frac{P}{100}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{جرم استر تولیدی} \times \frac{100}{100}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{17/6 \times \frac{100}{100}}{1 \times 188} = \frac{16/32}{1 \times (14n+88)} \Rightarrow n=1$$

روش دوم (تناسب):

پس الکل مورد نظر CH_3OH است و جرم مولی آن برابر $32 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ می باشد. فرمول ساده ترین دی اسید آلی به صورت مقابل بوده و جرم مولی آن برابر $90 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ بوده و تفاوت جرم مولی آن با CH_3OH برابر $58 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ (۹۰-۳۲) است.

[۱۳ ۱] pH آب خالص در دمای اتاق برابر ۷ است، پس pH محلول اسیدی حاصل در دمای اتاق برابر $1/4$ (۷-۵/۶) می باشد. برای حل مسئله ابتدا غلظت H^+

$$[\text{H}^+] = 10^{-\text{pH}} = 10^{-1/4} = 10^{-2+0/6} = 10^{-2} \times (10^{0/3})^2 = 10^{-2} \times 2^2 = 0.4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

را در محلول اسیدی محاسبه می کنیم:

سپس به کمک رابطه زیر، درجه یونش و سپس غلظت اولیه اسید را به دست می آوریم:

$$K_a = \frac{M\alpha^2}{1-\alpha} \xrightarrow{[H^+] = M\alpha} K_a = \frac{[H^+]^2}{1-\alpha} \Rightarrow \frac{0.005}{1-\alpha} = \frac{0.04\alpha}{1-\alpha} \Rightarrow 0.04\alpha = 0.005 - 0.005\alpha \Rightarrow 0.045\alpha = 0.005 \Rightarrow \alpha = \frac{1}{9}$$

$$[H^+] = M\alpha \Rightarrow M = \frac{[H^+]}{\alpha} = \frac{0.04}{\frac{1}{9}} = 0.36 \text{ mol.L}^{-1}$$

حال به کمک غلظت اولیه و حجم محلول، جرم دی فلوتورو اتانوئیک اسید (CHF_2COOH) حل شده در آب را محاسبه می کنیم:

$$\text{اسید} = 8.64 \text{ g} = \frac{\text{اسید}}{\text{اسید}} \times \frac{0.36 \text{ mol}}{1 \text{ L}} \times \text{محلول} = 250 \times 10^{-3} \text{ L} \times \text{اسید} = ? \text{ g}$$

روش اول (کسر تبدیل):

$$\frac{\text{غلظت مولی} \times \text{لیتر محلول}}{\text{ضریب}} = \frac{\text{جرم اسید}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{0.36 \times 250}{1} = \frac{x}{1 \times 96} \Rightarrow x = 8.64 \text{ g} \text{ اسید}$$

روش دوم (تناسب):

۱۴۴ ابتدا مقدار مول H_2SO_4 حاصل از سوختن یک کیلوگرم از سوخت را محاسبه می کنیم:

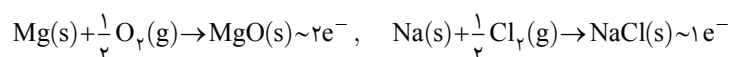
$$? \text{ mol H}_2\text{SO}_4 = 1 \text{ kg سوخت} \times \frac{10^3 \text{ g}}{1 \text{ kg سوخت}} \times \frac{6400 \text{ g S}}{32 \text{ g S}} \times \frac{1 \text{ mol S}}{1 \text{ mol S}} \times \frac{1 \text{ mol SO}_2}{1 \text{ mol SO}_2} \times \frac{1 \text{ mol SO}_3}{1 \text{ mol SO}_3} \times \frac{1 \text{ mol H}_2\text{SO}_4}{1 \text{ mol SO}_3} = 0.2 \text{ mol H}_2\text{SO}_4$$

سپس با توجه به pH محلول، غلظت H^+ حاصل از یونش مرحله اول H_2SO_4 را به دست می آوریم:

حال با توجه به اینکه یونش مرحله اول H_2SO_4 کامل است ($\alpha_1 = 1$)، می توان حجم محلول اسید را محاسبه کرد: (حجم محلول را V لیتر در نظر بگیرید.)

$$M = \frac{0.2 \text{ mol}}{V \text{ L}} = \frac{0.2}{V} \text{ mol.L}^{-1} \quad [H^+] = M\alpha \xrightarrow{n=1, \alpha=1} 10^{-1} = \frac{0.2}{V} \times 1 \Rightarrow V = 2 \text{ L}$$

۱۵۲ معادله موازنه شده واکنش ها به صورت مقابل است:



حال جرم MgO را به یکی از دو روش زیر محاسبه می کنیم:

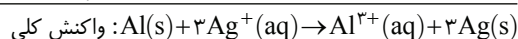
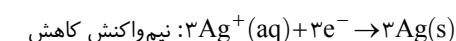
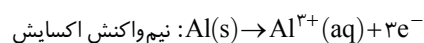
$$? \text{ g MgO} = 11/7 \text{ g NaCl} \times \frac{1 \text{ mol NaCl}}{58/5 \text{ g NaCl}} \times \frac{1 \text{ mole}}{1 \text{ mol NaCl}} \times \frac{1 \text{ mol MgO}}{2 \text{ mole}} \times \frac{40 \text{ g MgO}}{1 \text{ mol MgO}} = 4 \text{ g MgO}$$

روش اول (کسر تبدیل):

روش دوم (تناسب): با توجه به معادله های موازنه شده، می توان دریافت که به ازای مبادله ۲ مول الکترون میان گونه ها در هر واکنش، یک مول MgO و دو مول NaCl تولید می شود؛ پس خواهیم داشت:

$$\frac{\text{جرم MgO}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{جرم NaCl}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{x \text{ g MgO}}{1 \times 40} = \frac{11/7}{2 \times 58/5} \Rightarrow x = 4 \text{ g MgO}$$

۱۶۲ معادله نیم واکنش ها در سلول گالوانی «آلومینیم - نقره» به صورت زیر است:



با توجه به اطلاعات مسئله، جرم اولیه آند (Al) و کاند (Ag) به ترتیب برابر $11/7 \text{ g}$ و $5/4 \text{ g}$ است و طی واکنش از جرم آند کاسته شده و به جرم کاند اضافه می شود و از غلظت کاتیون های Ag^+ موجود در الکترولیت نیم سلول کاتدی کاسته می شود، بنابراین جرم نقره تولید شده (افزایش جرم کاند) را $x \text{ g}$ گرم در نظر می گیریم و با توجه به آن جرم آلومینیم مصرفی (کاهش جرم آند) را محاسبه می کنیم.

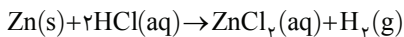
$$x \text{ g Al} = x \text{ g Ag} \times \frac{1 \text{ mol Ag}}{108 \text{ g Ag}} \times \frac{1 \text{ mol Al}}{3 \text{ mol Ag}} \times \frac{27 \text{ g Al}}{1 \text{ mol Al}} = \frac{x}{12} \text{ g Al}$$

$$\begin{cases} \text{جرم ثانویه تیغه نقره (کاند)} = (5/4 + x) \text{ g} \\ \text{تفاوت جرم تیغه ها (ثانویه)} = (5/4 + x) - (11/7 - \frac{x}{12}) = 5/4 \Rightarrow x = 10/8 \\ \text{جرم ثانویه تیغه آلومینیم (آند)} = (11/7 - \frac{x}{12}) \text{ g} \end{cases}$$

افزایش $10/8$ گرمی جرم کاند (نقره) به دلیل خروج یون های Ag^+ از الکترولیت نیم سلول کاتدی است، بنابراین می توان تغییرات ppm کاتیون Ag^+ را در محلول

$$\text{الکترولیت آن محاسبه نمود:} \quad \text{محلول} = 6000 \text{ g} = \frac{\text{محلول}}{1 \text{ mL}} \times \frac{1/2 \text{ g}}{1 \text{ mL}} \times \frac{\text{محلول}}{1 \text{ L}} \times \frac{10^3 \text{ mL}}{1 \text{ L}} = 5 \text{ L} \text{ محلول}$$

$$\text{ppm یون Ag}^+ = \frac{\text{کاهش جرم Ag}^+}{\text{جرم محلول}} \times 10^6 = \frac{10/8 \text{ g}}{6000 \text{ g}} \times 10^6 = 1800 \text{ ppm}$$



۱۷ ۴ معادله موازنه شده واکنش:

ابتدا غلظت H^+ را در محلول هیدروکلریک اسید در آغاز و انتهای واکنش محاسبه می کنیم و به کمک تغییرات آن به خواسته مسئله می رسم:

$$\text{pH} = 1 \Rightarrow \text{M}_1 = [\text{H}^+] = 10^{-1} = 10^{-2+0.9} = 10^{-2} \times (10^{0.9})^3 = 2^3 \times 10^{-2} = 8 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$\text{pH} = 1.7 \Rightarrow \text{M}_2 = [\text{H}^+] = 10^{-1.7} = 10^{-2+0.3} = 10^{-2} \times 10^{0.3} = 2 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

طی واکنش غلظت هیدروکلریک اسید (HCl) به اندازه $6 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1} - 2 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1} = 4 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ کاهش یافته است. با توجه به معادله واکنش به ازای مصرف ۲ مول HCl ، ۲ مول الکترون مبادله شده و یک مول گاز هیدروژن تولید می شود. **قسمت اول:**

$$? e^- = 200 \times 10^{-3} \text{ L محلول} \times \frac{6 \times 10^{-2} \text{ mol HCl}}{1 \text{ L محلول}} \times \frac{2 \text{ mol } e^-}{2 \text{ mol HCl}} \times \frac{9.6 \times 10^{23} e^-}{1 \text{ mol } e^-} = 7.2 \times 10^{21} e^-$$

روش اول (کسر تبدیل):

$$\frac{\text{غلظت مولی} \times \text{لیتر محلول}}{\text{ضریب}} = \frac{\text{شمار الکترون های مبادله شده}}{\text{ضریب} \times N_A} \Rightarrow \frac{0.2 \times 6 \times 10^{-2}}{2} = \frac{x}{2 \times 6.02 \times 10^{23}} \Rightarrow x = 7.2 \times 10^{21} e^-$$

روش دوم (تناسب):

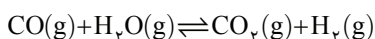
$$? \text{ mol H}_2 = 200 \times 10^{-3} \text{ L محلول} \times \frac{6 \times 10^{-2} \text{ mol HCl}}{1 \text{ L محلول}} \times \frac{1 \text{ mol H}_2}{2 \text{ mol HCl}} = 6 \times 10^{-3} \text{ mol H}_2$$

سپس سرعت متوسط تولید H_2 را بر حسب $\text{mol.L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ محاسبه می کنیم. حجمی که گاز H_2 تولیدی اشغال می کند، 0.3 لیتر است.

$$\bar{R}(\text{H}_2) = \frac{\Delta n(\text{H}_2)}{V_{\text{ظرف}} \times \Delta t} = \frac{6 \times 10^{-3} \text{ mol}}{0.3 \text{ L} \times 0.5 \text{ min}} = 0.04 \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$$

$$\text{H}_2 \text{ گاز} = \text{حجم ظرف} - \text{حجم محلول} = 0.5 \text{ L} - 0.2 \text{ L} = 0.3 \text{ L}$$

۱۸ ۱ ابتدا به کمک جدول تغییر غلظت و رابطه ثابت تعادل، غلظت های تعادلی گونه های شرکت کننده را محاسبه می کنیم:



غلظت اولیه	۲	۲	۰	۰
تغییر غلظت	-x	-x	+x	+x
غلظت تعادلی	۲-x	۲-x	x	x

$$[\text{CO}] = [\text{H}_2\text{O}] = \frac{n}{V} = \frac{2 \text{ mol}}{1 \text{ L}} = 2 \text{ mol.L}^{-1}$$

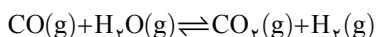
$$K_1 = \frac{[\text{CO}_2][\text{H}_2]}{[\text{CO}][\text{H}_2\text{O}]} \Rightarrow 9 = \frac{(x)(x)}{(2-x)(2-x)} \xrightarrow{\text{جذر}} 3 = \frac{x}{2-x} \Rightarrow x = 1/5$$

حال با توجه به قانون لوشاتلیه با خروج فراورده از ظرف واکنش، تعادل در جهت رفت

(راست) جابه جا می شود ولی تغییر حجم ظرف تعادل سبب جابه جایی تعادل نمی شود؛ زیرا تعداد مول گاز در دو طرف معادله یکسان است. همچنین حواسمان باشد که

با $\frac{1}{4}$ برابر شدن حجم سامانه تعادلی، غلظت گونه ها ۴ برابر می شود. برای ادامه حل تست، یک جدول تغییر غلظت جدید برای لحظه خروج $\frac{1}{4}$ فراورده ها تا رسیدن

به تعادل جدید تشکیل می دهیم:



غلظت اولیه	۲	۲	۴	۴
تغییر غلظت	-y	-y	+y	+y
غلظت تعادلی	۲-y	۲-y	۴+y	۴+y

$$[\text{CO}]_{\text{اولیه}} = [\text{H}_2\text{O}]_{\text{اولیه}} = \frac{2-1/5}{0.25} = 2 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[\text{CO}_2]_{\text{اولیه}} = [\text{H}_2]_{\text{اولیه}} = \frac{1/5 - 1/5}{0.25} = 4 \text{ mol.L}^{-1}$$

سپس با توجه به ثابت بودن ثابت تعادل در دمای ثابت، غلظت CO_2 را در تعادل جدید

$$K_2 = \frac{[\text{CO}_2][\text{H}_2]}{[\text{CO}][\text{H}_2\text{O}]} \Rightarrow 9 = \frac{(4+y)(4+y)}{(2-y)(2-y)} \xrightarrow{\text{جذر}} 3 = \frac{4+y}{2-y} \Rightarrow 4+y = 6-3y \Rightarrow 4y = 2 \Rightarrow y = 0.5$$

محاسبه می کنیم:

$$\text{غلظت CO}_2 \text{ در تعادل جدید} = 4+y = 4+0.5 = 4.5 \text{ mol.L}^{-1}$$

۱۹ ۲ ابتدا انرژی فعال سازی واکنش را در جهت رفت و برگشت و در حضور و عدم حضور کاتالیزگر محاسبه می کنیم. (انرژی فعال سازی در عدم حضور کاتالیزگر را

با E_a و در حضور کاتالیزگر را با E'_a نمایش می دهیم.) به دست آوردن رابطه میان E_a (رفت) و E_a (برگشت):

$$\begin{cases} \frac{\Delta H}{100} E_a(\text{رفت}) = E'_a(\text{رفت}) \\ \frac{\Delta H}{100} E_a(\text{برگشت}) = E'_a(\text{برگشت}) \end{cases} \xrightarrow{\Delta H = E_a(\text{رفت}) - E_a(\text{برگشت})} E_a(\text{رفت}) - E_a(\text{برگشت}) = 0.8 E_a(\text{رفت}) - 0.6 E_a(\text{برگشت}) \Rightarrow E_a(\text{رفت}) = 2 E_a(\text{برگشت})$$

$$\Delta H = E_a(\text{رفت}) - E_a(\text{برگشت}) \Rightarrow 200 = 2 E_a(\text{برگشت}) - E_a(\text{برگشت}) \Rightarrow E_a(\text{برگشت}) = 200 \text{ kJ}$$

محاسبه E_a (رفت) و E_a (برگشت):

$$\Rightarrow E_a(\text{رفت}) = 400 \text{ kJ}$$

$$E'_a(\text{رفت}) = \frac{\Delta H}{100} \times E_a(\text{رفت}) = \frac{\Delta H}{100} \times 400 = 320 \text{ kJ}, \quad E'_a(\text{برگشت}) = \frac{\Delta H}{100} \times E_a(\text{برگشت}) = \frac{\Delta H}{100} \times 200 = 120 \text{ kJ}$$

اکنون به بررسی عبارت هر یک از گزینه ها می پردازیم:

$$\left\{ \begin{array}{l} E'_a(\text{رفت}) = 320 \text{ kJ} \\ E'_a(\text{برگشت}) = 120 \text{ kJ} \\ E_a(\text{رفت}) = 400 \text{ kJ} \\ E_a(\text{برگشت}) = 200 \text{ kJ} \end{array} \right\} \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} \text{مجموع} = 320 + 120 = 440 \text{ kJ} \\ \text{مجموع} = 400 + 200 = 600 \text{ kJ} \end{array} \right\} \Rightarrow \text{اختلاف} = 600 - 440 = 160 \text{ kJ}$$

گزینه (۱):

$$\left\{ \begin{array}{l} E'_a(\text{برگشت}) = 120 \text{ kJ} \\ E_a(\text{رفت}) = 400 \text{ kJ} \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{E'_a(\text{برگشت})}{E_a(\text{رفت})} \times 100 = \frac{120}{400} \times 100 = 30\%$$

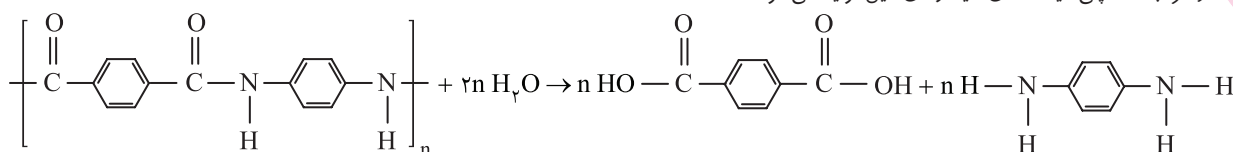
گزینه (۲):

$$E_a(\text{رفت}) - E'_a(\text{رفت}) = 400 - 320 = 80 \text{ kJ}$$

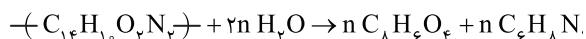
گزینه (۳):

گزینه (۴): انرژی فعالسازی واکنش برگشت در غیاب کاتالیزگر برابر 200 kJ است و ΔH واکنش نیز در حضور و غیاب کاتالیزگر ثابت بوده و برابر 200 kJ می باشد.

۳۲۰ در اثر آبکافت پلی آمیدها، دی اسید و دی آمین تولید می شود:



معادله شیمیایی بالا را می توان به صورت مقابل نوشت:



همان طور که مشاهده می کنید، در این واکنش به ازای آبکافت یک مول پلی آمید داده شده، n مول $\text{C}_8\text{H}_6\text{O}_4$ که $166n$ گرم جرم دارد و n مول $\text{C}_6\text{H}_8\text{N}_2$ که $108n$ گرم جرم دارد تولید می شود که تفاوت جرم فراورده های حاصل برابر $58n$ ($166n - 108n$) است، پس خواهیم داشت:

$$\text{اختلاف جرم} = 1044 \text{ g} = \frac{60}{100} \times \frac{58n \text{ g}}{1 \text{ mol پلی آمید}} \times \frac{1 \text{ mol پلی آمید}}{238n \text{ g}} \times \frac{1}{100} \times 1000 \text{ g}$$

بازده واکنش

فصل یازدهم: آزمون جامع ۴

۱ ابتدا جرم اتمی میانگین لیتیم و کالر را محاسبه می کنیم:

محاسبه جرم اتمی میانگین لیتیم: یک نمونه طبیعی عنصر لیتیم شامل ${}^6\text{Li}$ و ${}^7\text{Li}$ است که جرم اتمی آنها تقریباً برابر 6 amu و 7 amu است.

$$\text{جرم اتمی میانگین لیتیم} = \frac{M_1 F_1 + M_2 F_2}{F_1 + F_2} = \frac{(6 \times 1) + (7 \times 4)}{1 + 4} = 6.8 \text{ amu}$$

محاسبه جرم اتمی میانگین کالر: یک نمونه طبیعی عنصر کالر شامل ${}^{35}\text{Cl}$ و ${}^{37}\text{Cl}$ است که جرم اتمی آنها تقریباً برابر 35 amu و 37 amu است.

$$\text{جرم اتمی میانگین کالر} = \frac{M_1 F_1 + M_2 F_2}{F_1 + F_2} = \frac{(35 \times 3) + (37 \times 1)}{3 + 1} = 35.5 \text{ amu}$$

سپس جرم نمونه های لیتیم و کالر را محاسبه کرده و اختلاف آنها را به دست می آوریم:

$$? \text{ g Li} = \frac{1}{50.5} \times 10^{22} \text{ atom Li} \times \frac{1 \text{ mol Li}}{6.02 \times 10^{23} \text{ atom Li}} \times \frac{6.8 \text{ g Li}}{1 \text{ mol Li}} = 0.17 \text{ g Li}$$

$$? \text{ g Cl}_2 = \frac{1}{50.5} \times 10^{22} \text{ atom Cl} \times \frac{1 \text{ mol Cl}}{6.02 \times 10^{23} \text{ atom Cl}} \times \frac{1 \text{ mol Cl}_2}{2 \text{ mol Cl}} \times \frac{71 \text{ g Cl}_2}{1 \text{ mol Cl}_2} = 3.55 \text{ g Cl}_2$$

$$\text{اختلاف جرم نمونه های لیتیم و کالر} = 3.55 - 0.17 = 3.38 \text{ g}$$

۲ منظور از هیدروکربن خطی سیر شده، آلکان است که فرمول عمومی آن به صورت $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ می باشد. ابتدا به کمک اطلاعات مسئله شمار اتم های کربن

$$\text{وجود در یک مولکول آلکان را محاسبه می کنیم: } n = 2 \Rightarrow \frac{4}{816} \times 10^{22} \text{ atom} = \frac{(3n+2) \text{ atom}}{1 \text{ molecule}} \times \frac{6.02 \times 10^{23} \text{ molecule}}{1 \text{ mol آلکان}} \times \frac{1 \text{ mol آلکان}}{(14n+2) \text{ g آلکان}} \times \frac{1}{3} \text{ g}$$

$$\text{آلکان مورد نظر اتان (C}_2\text{H}_6) \text{ است. محاسبه چگالی اتان در شرایط STP: } \frac{\text{جرم مولی}}{\text{حجم مولی}} = \frac{30 \text{ g.mol}^{-1}}{22.4 \text{ L.mol}^{-1}} \approx 1.34 \text{ g.L}^{-1}$$

محاسبه حجم هوای لازم برای سوختن کامل $3/10$ گرم اتان: (حدود $1/5$ حجم هوا را گاز اکسیژن تشکیل می دهد.) $2\text{C}_2\text{H}_6(\text{g}) + 7\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 4\text{CO}_2(\text{g}) + 6\text{H}_2\text{O}(\text{l})$

$$? \text{ L هوا} = \frac{1 \text{ mol C}_2\text{H}_6}{30 \text{ g C}_2\text{H}_6} \times \frac{7 \text{ mol O}_2}{2 \text{ mol C}_2\text{H}_6} \times \frac{22.4 \text{ L O}_2}{1 \text{ mol O}_2} \times \frac{5 \text{ L هوا}}{1 \text{ L O}_2} = 3.92 \text{ L هوا}$$

روش اول (کسر تبدیل):

روش دوم (تناسب):

$$\frac{\text{جرم اتان}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\frac{1}{5} \times \text{حجم هوا}}{\frac{1}{5} \times \text{حجم مولی} \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{x}{2 \times 30} = \frac{x \times \frac{1}{5}}{7 \times 22/4} \Rightarrow x = 3/92 \text{ L هوا}$$

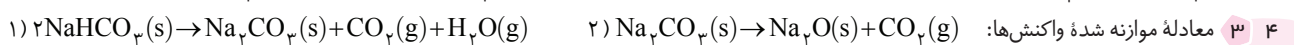
۳ ۱ برای حل سؤال، جرم کلسیم کربنات (CaCO_3) را x گرم و جرم پروپان (C_3H_8) را $5x$ گرم در نظر می گیریم و سپس تعداد اتم های کربن موجود در هر ماده را محاسبه کرده و با توجه به اختلاف تعداد اتم های کربن در این دو ترکیب جرم پروپان و کلسیم کربنات را به دست می آوریم:

$$? \text{ atom (در پروپان)} = 5x \text{ g C}_3\text{H}_8 \times \frac{1 \text{ mol C}_3\text{H}_8}{44 \text{ g C}_3\text{H}_8} \times \frac{N_A \text{ molecule}}{1 \text{ mol C}_3\text{H}_8} \times \frac{3 \text{ atom C}}{1 \text{ molecule}} = \frac{15x}{44} N_A \text{ atom C}$$

$$? \text{ atom (در کلسیم کربنات)} = x \text{ g CaCO}_3 \times \frac{1 \text{ mol CaCO}_3}{100 \text{ g CaCO}_3} \times \frac{N_A \text{ CaCO}_3}{1 \text{ mol CaCO}_3} \times \frac{1 \text{ atom C}}{1 \text{ CaCO}_3} = \frac{x}{100} N_A \text{ atom C}$$

$$\text{اختلاف تعداد اتم های کربن} = \frac{15x}{44} N_A - \frac{x}{100} N_A = 0/91 N_A \Rightarrow \frac{91x}{275} N_A = 0/91 N_A \Rightarrow x = 2/75$$

بنابراین جرم پروپان و کلسیم کربنات به ترتیب برابر $13/75 \text{ g}$ و $2/75 \text{ g}$ است، پس جرم نمونه مخلوط برابر $16/5$ گرم است.



در این فرایند گازهای CO_2 و H_2O تولید می شود که فقط مولکول های گاز CO_2 ناقطبی هستند. برای حل این مسئله جرم سدیم هیدروژن کربنات را m گرم و بازده واکنش ۲ را R_2 در نظر می گیریم و جرم CO_2 حاصل از دو واکنش را محاسبه می کنیم:

$$? \text{ g CO}_2(1) = m \text{ g NaHCO}_3 \times \frac{1 \text{ mol NaHCO}_3}{84 \text{ g NaHCO}_3} \times \frac{1 \text{ mol CO}_2}{2 \text{ mol NaHCO}_3} \times \frac{44}{100} = \frac{m}{336} \text{ g CO}_2$$

بازده واکنش (۱)

کربن دی اکسید حاصل از واکنش دوم:

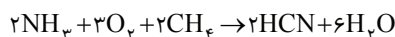
$$? \text{ g CO}_2(2) = m \text{ g NaHCO}_3 \times \frac{1 \text{ mol NaHCO}_3}{84 \text{ g NaHCO}_3} \times \frac{1 \text{ mol Na}_2\text{CO}_3}{2 \text{ mol NaHCO}_3} \times \frac{1 \text{ mol CO}_2}{1 \text{ mol Na}_2\text{CO}_3} \times \frac{44}{100} \times \frac{R_2}{100} = \frac{10^{-2} m R_2}{336} \text{ g CO}_2$$

بازده واکنش (۲) بازده واکنش (۱)

اکنون مجموع جرم CO_2 حاصل از دو واکنش را برابر $0/2$ گرم قرار داده و رابطه میان m و R_2 را به دست می آوریم:

$$\text{مجموع جرم CO}_2 \text{ حاصل} = \frac{m}{336} + \frac{10^{-2} m R_2}{336} = 0/2 \Rightarrow \frac{m}{336} (1 - 10^{-2} R_2) = 0/2 \Rightarrow m (1 - 10^{-2} R_2) = 67/2$$

با توجه به اعداد ارائه شده در گزینه ها، اگر $m = 168$ باشد، R_2 برابر 60% است.



برای حل مسئله از جدول تغییر مول استفاده می کنیم:

	$2\text{NH}_3 + 3\text{O}_2 + 2\text{CH}_4 \rightarrow 2\text{HCN} + 6\text{H}_2\text{O}$				
مول اولیه	۸	۸	۸	۰	۰
تغییر مول	$-2x$	$-3x$	$-2x$	$+2x$	$+6x$
مول ثانویه	$8-2x$	$8-3x$	$8-2x$	$2x$	$6x$

سپس با توجه به افزایش تعداد مول موجود در طرف واکنش، مول ثانویه هر ماده را به دست آورده و به خواسته های مسئله می رسیم: $3 \times 8 = 24 \text{ mol}$ تعداد مول اولیه

$$\text{تعداد مول ثانویه} = (8-2x) + (8-3x) + (8-2x) + 2x + 6x = (24+x) \text{ mol}$$

$$\% \text{ افزایش تعداد مول} = \frac{n_2 - n_1}{n_1} \times 100 \Rightarrow 6/25 = \frac{(24+x) - 24}{24} \times 100 \Rightarrow x = 1/5$$

$$\Delta t = 2 \text{ min} = 120 \text{ s}, \quad \bar{R}(\text{HCN}) = \frac{\Delta n(\text{HCN})}{\Delta t} = \frac{2x}{\Delta t} = \frac{(2 \times 1/5) \text{ mol}}{120 \text{ s}} = 2/5 \times 10^{-2} \text{ mol.s}^{-1}$$

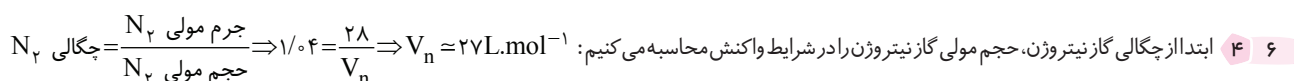
محاسبه سرعت متوسط واکنش:

$$\bar{R}(\text{واکنش}) = \frac{\bar{R}(\text{HCN})}{\text{ضریب}} = \frac{2/5 \times 10^{-2}}{2} = 1/25 \times 10^{-2} \text{ mol.s}^{-1}$$

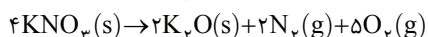
محاسبه درصد پیشرفت: تعداد مول اولیه هر یک از واکنش دهنده ها برابر ۸ است، ولی ضریب استوکیومتری O_2 از دو واکنش دهنده دیگر بیش تر است، پس O_2 زودتر از دو ماده دیگر تمام می شود. پس درصد پیشرفت واکنش را براساس مقدار این ماده باید محاسبه کرد: $3x = 3 \times 1/5 = 4/5 \text{ mol}$ میزان مصرف O_2 در دو دقیقه

$$\text{مقدار O}_2 \text{ مصرفی} = \frac{4/5}{8} \times 100 = 6/25 \times 100 = 24\%$$

درصد پیشرفت واکنش



با توجه به اینکه در شرایط یکسان، حجم مولی گازها با هم برابر است، پس در شرایط واکنش، حجم مولی همه گازها برابر 27 L.mol^{-1} می باشد. حال با توجه به اطلاعات مسئله، به خواسته مسئله می رسیم: معادله موازنه شده واکنش:



با توجه به معادله واکنش، در صورتی که بازده واکنش ۱۰۰٪ باشد، به ازای مصرف ۴ مول KNO_3 ، ۲ مول گاز N_2 که ۵۶ گرم جرم دارد و ۵ مول O_2 که ۱۶۰ گرم جرم دارد تولید می‌شود که اختلاف جرم گازهای تولید شده برابر $104\text{g} (56-160)$ است، بنابراین خواهیم داشت:

روش اول (کسر تبدیل): گاز تولیدی $118/1\text{L} \approx \frac{\text{گاز } 27\text{L}}{1\text{mol گاز}} \times \frac{\text{گاز } 1\text{mol}}{104\text{g (اختلاف جرم گازها)}} \times (\text{اختلاف جرم گازها}) = 65\text{g گازها} = \text{L گاز}$

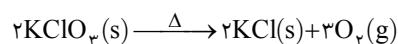
$$? \text{ g KNO}_3 = 65\text{g (اختلاف جرم گازها)} \times \frac{4\text{mol KNO}_3}{104\text{g (اختلاف جرم گازها)}} \times \frac{101\text{g KNO}_3}{1\text{mol KNO}_3} \times \frac{100}{65} = 421\text{g KNO}_3$$

بازده واکنش

روش دوم (تناسب): $\frac{\text{جرم KNO}_3 \text{ مصرفی}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{مجموع حجم گازهای تولیدی}}{\text{جرم مولی} \times \text{مجموع ضرایب مواد گازی}} = \frac{\text{اختلاف جرم گازهای تولیدی}}{104 \times \text{مجموع ضرایب مواد گازی}} \Rightarrow \frac{y \times \frac{65}{100}}{4 \times 101} = \frac{x}{7 \times 27} = \frac{65}{104}$

$\Rightarrow x = 118/1\text{L}$ گاز تولیدی، $y = 421\text{g KNO}_3$

۱۷ ابتدا جرم پتاسیم کلرات (KClO_3) حاصل از کاهش دمای محلول که در اثر حرارت تجزیه شده را محاسبه می‌کنیم:



$$? \text{ g KClO}_3 = 40\text{L O}_2 \times \frac{1/44\text{g O}_2}{1\text{L O}_2} \times \frac{1\text{mol O}_2}{32\text{g O}_2} \times \frac{2\text{mol KClO}_3}{3\text{mol O}_2} \times \frac{122/5\text{g KClO}_3}{1\text{mol KClO}_3} \times \frac{100}{65} = 245\text{g KClO}_3$$

بازده واکنش

سپس جرمی از KClO_3 که در دمای اولیه در 1274 گرم محلول وجود دارد را به دست می‌آوریم:

$$\text{محلول } 1029\text{g} = 1274 - 245 = 1029\text{g (جرم محلول سیرشده ثانویه در دمای } 20^\circ\text{C)}$$

انحلال پذیری KClO_3 در دمای 20°C برابر 5 گرم است؛ بنابراین مقدار KClO_3 موجود در محلول در دمای 20°C برابر است با:

$$1029\text{g} - 49 = 980\text{g} = \text{جرم آب موجود در محلول ثانویه} \quad 49\text{g KClO}_3 = \frac{5\text{g KClO}_3}{105\text{g محلول}} \times 1029\text{g محلول} = 51\text{g KClO}_3 \text{ موجود در محلول ثانویه}$$

بنابراین در محلول سیرشده اولیه، $294\text{g} (245+49)$ پتاسیم کلرات در 980 گرم آب حل شده است. اکنون انحلال پذیری KClO_3 را در این شرایط محاسبه می‌کنیم:

$$? \text{ g KClO}_3 = 100\text{g حلال} \times \frac{294\text{g KClO}_3}{980\text{g حلال}} = 30\text{g KClO}_3$$

حال با مشاهده نمودار، انحلال پذیری KClO_3 در دمای 70°C ، برابر 30 گرم است و طی این فرایند دمای محلول $50^\circ\text{C} (70-20)$ کاهش یافته است.

۸ ۲ طبق قانون هنری، در دمای ثابت، انحلال پذیری یک گاز با فشار گاز رابطه مستقیم و خطی با عرض از مبدأ صفر دارد.

$$\text{قانون هنری} \Rightarrow S = kP \Rightarrow \frac{S_1}{P_1} = \frac{S_2}{P_2} \Rightarrow \frac{S_2}{S_1} = \frac{P_2}{P_1} \Rightarrow S_2 = \frac{P_2}{P_1} \times S_1 = \frac{0/88\text{g CO}_2}{100\text{g H}_2\text{O}} \times \frac{0/22}{1} = \frac{0/22}{100\text{g H}_2\text{O}}$$

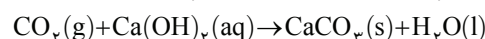
انحلال پذیری گاز CO_2 در نوشابه در فشارهای 4atm و 1atm به ترتیب برابر $0/22$ و $0/88$ گرم در 100 گرم نوشابه است. برای حل مسئله ابتدا مقدار CO_2 موجود در $1/5$ لیتر نوشابه را در هر کدام از شرایط محاسبه می‌کنیم:

$$1\text{atm} \text{ در فشار نوشابه در } 1/5 \text{ لیتر نوشابه در } 100\text{g نوشابه} \times \frac{0/22\text{g CO}_2}{1\text{mL نوشابه}} \times \frac{100\text{mL نوشابه}}{1\text{L نوشابه}} = 22\text{g CO}_2$$

$$4\text{atm} \text{ در فشار نوشابه در } 1/5 \text{ لیتر نوشابه در } 100\text{g نوشابه} \times \frac{0/88\text{g CO}_2}{1\text{mL نوشابه}} \times \frac{100\text{mL نوشابه}}{1\text{L نوشابه}} = 88\text{g CO}_2$$

سپس جرم CO_2 خارج شده از نوشابه را به دست می‌آوریم:

اکنون با توجه به معادله موازنه شده زیر، جرم کلسیم کربنات تولید شده از واکنش گاز CO_2 و محلول کلسیم هیدروکسید را محاسبه می‌کنیم:

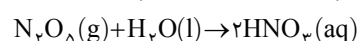


$$? \text{ g CaCO}_3 = 9/9\text{g CO}_2 \times \frac{1\text{mol CO}_2}{44\text{g CO}_2} \times \frac{1\text{mol CaCO}_3}{1\text{mol CO}_2} \times \frac{100\text{g CaCO}_3}{1\text{mol CaCO}_3} = 22\text{g CaCO}_3$$

روش اول (کسر تبدیل):

$$\frac{\text{جرم CO}_2 \text{ مصرفی}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{جرم CaCO}_3 \text{ تولیدی}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{9/9}{1 \times 44} = \frac{x}{1 \times 100} \Rightarrow x = 22\text{g CaCO}_3$$

روش دوم (تناسب):



۹ ۳ معادله انحلال دی‌نیتروژن پنتا اکسید در آب:

ابتدا به کمک pH محلول حاصل، غلظت اسید قوی نیتریک اسید را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{pH} = 1/3 \Rightarrow \text{M} = [\text{H}^+] = 10^{-\text{pH}} = 10^{-1/3} = 10^{-2+0/7} = 10^{-2} \times 10^{0/7} = 5 \times 10^{-2} \text{mol.L}^{-1}$$

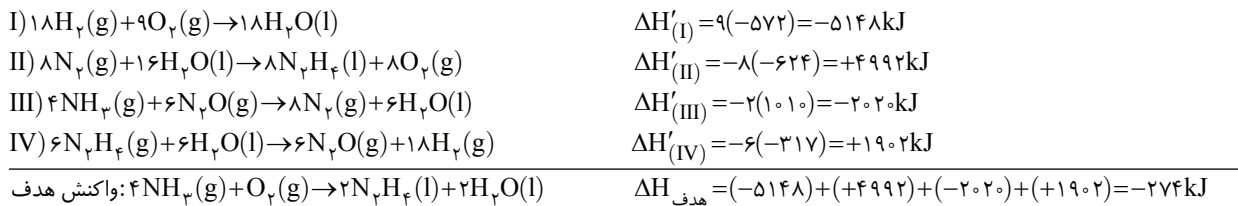
سپس با یکی از روش‌های زیر، جرم N_2O_5 حل شده در ۳۰۰ میلی‌لیتر (۰/۳L) آب را به دست می‌آوریم: **روش اول (کسر تبدیل):**

$$? g N_2O_5 = 0.3 L \text{ محلول} \times \frac{5 \times 10^{-2} \text{ mol HNO}_3}{1 L \text{ محلول}} \times \frac{1 \text{ mol } N_2O_5}{2 \text{ mol HNO}_3} \times \frac{108 g N_2O_5}{1 \text{ mol } N_2O_5} \times \frac{100 g N_2O_5 \text{ خالص}}{60 g N_2O_5 \text{ خالص}} = 1.35 g N_2O_5$$

روش دوم (تناسب):

$$\frac{\text{جرم } N_2O_5 \text{ ناخالص}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{P}{100} \times \text{HNO}_3 \times \text{لیتر محلول} \Rightarrow \frac{x \times \frac{60}{100}}{1 \times 108} = \frac{0.3 \times 5 \times 10^{-2}}{2} \Rightarrow x = 1.35 g N_2O_5$$

۱۰۴ ابتدا به کمک معادله‌های داده شده، آنتالپی واکنش $4NH_3(g) + O_2(g) \rightarrow 2N_2H_4(l) + 2H_2O(l)$ را محاسبه می‌کنیم. به این منظور معادله (I) را در عدد ۹ ضرب می‌کنیم، معادله (II) را قرینه و در عدد ۸ ضرب می‌کنیم، معادله (III) را قرینه و در عدد ۲ ضرب می‌کنیم و معادله (IV) را قرینه و در عدد ۶ ضرب می‌کنیم:



سپس گرمای حاصل از مصرف ۶/۸ گرم آمونیاک را به دست می‌آوریم: **روش اول (کسر تبدیل):**

$$? kJ = 6.8 g NH_3 \times \frac{1 \text{ mol } NH_3}{17 g NH_3} \times \frac{274 kJ}{4 \text{ mol } NH_3} = 27.4 kJ$$

روش دوم (تناسب):

$$\frac{\text{جرم آمونیاک مصرفی}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{Q}{|\Delta H|} \Rightarrow \frac{6.8}{17 \times 4} = \frac{Q}{274} \Rightarrow Q = 27.4 kJ$$

۱۱۳ ابتدا گرمای حاصل از مصرف ۴۰ گرم هیدرازین با خلوص ۶۰٪ را در واکنش مقابل محاسبه می‌کنیم:

محاسبه ΔH واکنش: [مجموع آنتالپی پیوند مواد فراورده] - [مجموع آنتالپی پیوند مواد واکنش دهنده] = $\Delta H_{\text{واکنش}}$

$$\Delta H_{\text{واکنش}} = [\Delta H(N-N) + 4\Delta H(N-H) + \Delta H(H-H)] - [6\Delta H(N-H)]$$

$$\Delta H_{\text{واکنش}} = [164 + (4 \times 390) + 436] - [6 \times 390] = 164 + 436 - 2340 = -180 kJ$$

محاسبه گرمای حاصل:

$$? kJ = 40 g N_2H_4 \times \frac{60 g N_2H_4 \text{ خالص}}{100 g N_2H_4 \text{ خالص}} \times \frac{1 \text{ mol } N_2H_4}{32 g N_2H_4} \times \frac{180 kJ}{1 \text{ mol } N_2H_4} = 135 kJ$$

سپس محاسبه می‌کنیم که از سوختن چند لیتر اتن، ۱۳۵ kJ گرما آزاد می‌شود:

تفاوت آنتالپی سوختن پروپن و بوتن = تفاوت آنتالپی سوختن اتن و پروپن

$$\Rightarrow (-2058) - \Delta H_{\text{سوختن}}(C_3H_6) = (-2690) - (-2058) \Rightarrow \Delta H_{\text{سوختن}}(C_3H_6) = -1426 kJ$$

محاسبه حجم اتن:

$$? L C_3H_6 = 135 kJ \times \frac{1 \text{ mol } C_3H_6}{1426 kJ} \times \frac{28 g C_3H_6}{1 \text{ mol } C_3H_6} \times \frac{1 L C_3H_6}{1.25 g C_3H_6} \approx 2.1 L C_3H_6$$

۱۱۲ معادله موازنه شده واکنش:

با توجه به معادله واکنش، کاهش جرم واکنش به دلیل تولید گاز CO_2 و خروج آن از ظرف واکنش است، بنابراین جرم اولیه کلسیم کربنات را m گرم در نظر می‌گیریم و آن را محاسبه می‌کنیم:

$$HCl \text{ محلول} = 400 mL \times \frac{1.25 g \text{ محلول}}{1 mL \text{ محلول}} = 500 g, \text{ جرم } CO_2 \text{ تولید شده} = \frac{22}{100} \times (\text{جرم واکنش دهنده}) = \frac{22}{100} (500 + m) g$$

$$m g CaCO_3 \times \frac{1 \text{ mol } CaCO_3}{100 g CaCO_3} \times \frac{1 \text{ mol } CO_2}{1 \text{ mol } CaCO_3} \times \frac{44 g CO_2}{1 \text{ mol } CO_2} = \frac{22}{100} (500 + m) \Rightarrow m = 500 g$$

اکنون که مقدار m را محاسبه کردیم، جرم CO_2 تولید شده در مدت ۵۰ دقیقه از واکنش را محاسبه کرده و به کمک آن سرعت متوسط واکنش را به دست می‌آوریم:

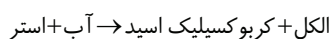
$$CO_2 \text{ تولید شده} = \frac{22}{100} (500 + 500) = 220 g$$

$$\Delta n(CO_2) = \frac{220 g}{44 g \cdot mol^{-1}} = 5 \text{ mol } CO_2, \Delta t = 50 \text{ min} \Rightarrow \bar{R}(CO_2) = \frac{\Delta n}{\Delta t} = \frac{5 \text{ mol}}{50 \text{ min}} = 0.1 \text{ mol} \cdot \text{min}^{-1}$$

محاسبه سرعت متوسط واکنش:

$$\bar{R}(\text{واکنش}) = \frac{\bar{R}(CO_2)}{\text{ضریب}} = \frac{0.1 \text{ mol} \cdot \text{min}^{-1}}{1} = 0.1 \text{ mol} \cdot \text{min}^{-1}$$

۱۱۳ معادله آبکافت استرها به صورت مقابل است:



با توجه به قانون پایستگی جرم، تفاوت جرم فراورده‌ها و استر مربوط به آب است، بنابراین از جرم آب می‌توان تعداد اتم‌های کربن موجود در مولکول استر اولیه را به دست آورد:

$$\frac{5}{4} \text{g H}_2\text{O} \times \frac{1 \text{ mol H}_2\text{O}}{18 \text{ g H}_2\text{O}} \times \frac{1 \text{ mol استر}}{1 \text{ mol H}_2\text{O}} \times \frac{M \text{ g استر}}{1 \text{ mol استر}} = 47/4 \text{ g استر} \Rightarrow M = 158 \text{ g.mol}^{-1}$$

روش اول (کسر تبدیل):

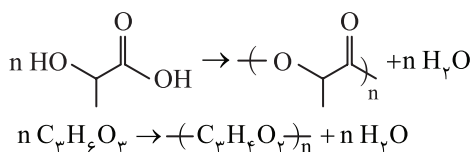
$$\frac{\text{جرم آب مصرفی}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{جرم استر مصرفی}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{5/4}{1 \times 18} = \frac{47/4}{1 \times M} \Rightarrow M = 158 \text{ g.mol}^{-1}$$

روش دوم (تناسب):

فرمول کلی استرها به صورت $\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}_2$ است، بنابراین تعداد اتم‌های کربن موجود در مولکول استر (n) برابر است با:

$$12n + 2n + 2(16) = 158 \Rightarrow n = 9$$

در هر مولکول این استر ۹ اتم کربن وجود دارد، پس فرمول استر مورد نظر $\text{C}_9\text{H}_{18}\text{O}_2$ است و ساختار گزینه (۱) را می‌توان به آن نسبت داد.



۱۴ ۱ معادله موازنه شده واکنش پلیمری شدن به صورت مقابل است:

به معادله موازنه شده آن که در آن فرمول مولکولی مواد نوشته شده توجه کنید:

*** توجه** مونومر سازنده این پلیمر تراکمی خود دارای گروه‌های عاملی الکلی و کربوکسیلی است.

اکنون مقدار مول و جرم مونومر مصرفی و جرم آب تولیدی را محاسبه می‌کنیم: **روش اول (کسر تبدیل):**

$$\text{مونومر} = \frac{\text{جرم مونومر}}{\text{جرم مولی}} = \frac{14/4 \text{ g پلیمر} \times \frac{n \text{ mol مونومر}}{1 \text{ mol پلیمر}}}{(72n) \text{ g پلیمر}} = 0/2 \text{ mol مونومر}$$

قسمت اول:

$$\left. \begin{aligned} \text{مونومر} &= \frac{90 \text{ g مونومر}}{1 \text{ mol مونومر}} \times 0/2 \text{ mol مونومر} = 18 \text{ g مونومر} \\ \text{H}_2\text{O} &= \frac{n \text{ mol H}_2\text{O}}{n \text{ mol مونومر}} \times \frac{18 \text{ g H}_2\text{O}}{1 \text{ mol H}_2\text{O}} = 3/6 \text{ g H}_2\text{O} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{\text{جرم مونومر}}{\text{جرم آب}} = \frac{18}{3/6} = 5$$

قسمت دوم:

روش دوم (تناسب):

$$\frac{\text{جرم پلیمر}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{مقدار مول مونومر}}{\text{ضریب}} = \frac{\text{جرم مونومر}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{جرم آب}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{14/4 \text{ g}}{1 \times 72n} = \frac{x \text{ mol مونومر}}{n} = \frac{y \text{ g مونومر}}{n \times 90} = \frac{z \text{ g H}_2\text{O}}{n \times 18}$$

$\Rightarrow x = 0/2 \text{ mol مونومر}, y = 18 \text{ g مونومر}, z = 3/6 \text{ g H}_2\text{O}$

نسبت جرم مونومر مصرفی و آب تولیدی برابر $5 \left(\frac{18}{3/6} \right)$ است.

۱۵ ۲ ابتدا از pH محلول ثانویه، غلظت H^+ را در محلول ثانویه محاسبه می‌کنیم:

$$\text{pH} = 3/3 \Rightarrow [\text{H}^+] = 10^{-\text{pH}} = 10^{-3/3} = 10^{-1} = 10^{-4} \times 10^{10/7} = 5 \times 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$$

سپس به کمک غلظت H^+ و ثابت یونش اسید، غلظت محلول ثانویه را به دست می‌آوریم:

$$K_a = \frac{M_\alpha \alpha_\alpha}{1 - \alpha_\alpha} \xrightarrow{K_a < 10^{-2}} K_a = M_\alpha \alpha_\alpha \xrightarrow{[\text{H}^+] = M_\alpha \alpha_\alpha} K_a = [\text{H}^+] \alpha_\alpha \Rightarrow 2 \times 10^{-5} = (5 \times 10^{-4}) \alpha_\alpha \Rightarrow \alpha_\alpha = 4 \times 10^{-2}$$

$$[\text{H}^+] = M_\alpha \alpha_\alpha \Rightarrow 5 \times 10^{-4} = M_\alpha \times (4 \times 10^{-2}) \Rightarrow M_\alpha = 1/25 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

اکنون به کمک رابطه رقیق‌سازی، حجم محلول اولیه (V_1) را محاسبه می‌کنیم:

$$M_{\text{غلظت}} \times V_{\text{غلظت}} = M_{\text{رقیق}} \times V_{\text{رقیق}} \Rightarrow 0/5 \times V_1 = (1/25 \times 10^{-2}) \times (V_1 + 300) \Rightarrow 4V_1 = V_1 + 300 \Rightarrow V_1 = 100 \text{ mL}$$

۱۶ ۲ با توجه به منفی بودن عدد نمایش داده شده در نمایشگر ولت‌سنج می‌توان نتیجه گرفت که نیم‌سلول آهن نقش آند داشته و از جرم تیغه آهنی کاسته می‌شود و

نیم‌سلول SHE نقش کاتد را دارد و به تدریج از غلظت H^+ موجود در محلول آن کاسته می‌شود. با توجه به صورت مسئله، pH اولیه محلول برابر صفر $\text{pH} = \log 1 = 0$

اولیه است و با گذشت زمان pH به ۷ می‌رسد، ابتدا به کمک این اطلاعات و حجم محلول نیم‌سلول کاتدی، مقدار مول مصرفی H^+ را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{H}^+ = 1 \text{ mol.L}^{-1} \quad \text{غلظت اولیه} \quad \text{H}^+ = 10^{-10/7} = 10^{-14/3} = 10^{-1} \times 10^{10/3} = 0/2 \text{ mol.L}^{-1} \quad \text{غلظت ثانویه}$$

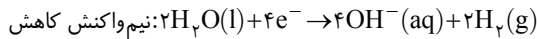
$$\text{H}^+ \text{ مصرفی} = \frac{(1 - 0/2) \text{ mol H}^+}{1 \text{ L محلول کاتدی}} = 0/3 \text{ mol H}^+$$

اکنون با توجه به معادله کلی واکنش انجام شده می‌توانیم کاهش جرم تیغه آهنی را به دست آوریم:

$$\text{Fe(s)} + 2\text{H}^+(\text{aq}) \rightarrow \text{Fe}^{2+}(\text{aq}) + \text{H}_2(\text{g})$$

$$? \text{ g Fe} = 0/3 \text{ mol H}^+ \times \frac{1 \text{ mol Fe}}{2 \text{ mol H}^+} \times \frac{56 \text{ g Fe}}{1 \text{ mol Fe}} = 8/4 \text{ g Fe (کاهش جرم تیغه آهنی)}$$

۱۱۷ قسمت اول: در فرایند برقکافت آب، الکترودی که به قطب منفی باتری متصل است، کاتد بوده و روی سطح آن مطابق معادله زیر، نیم واکنش کاهش آب رخ می دهد:

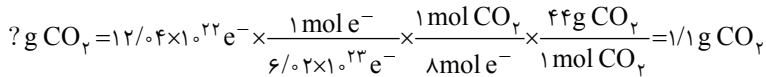


$$? \text{ mol } OH^- = 12/0.4 \times 10^{22} e^- \times \frac{1 \text{ mol } e^-}{6.02 \times 10^{23} e^-} \times \frac{4 \text{ mol } OH^-}{4 \text{ mol } e^-} = 0.2 \text{ mol } OH^-$$

غلظت OH^- در محلول کاتد $= \frac{0.2 \text{ mol}}{4 L} = 0.05 \text{ mol.L}^{-1}$

$$pOH \text{ کاتد} = -\log[OH^-] \text{ کاتد} = -\log(0.05) = 2 - \log 5 = 2 - 0.7 = 1.3, \quad pH = 14 - pOH = 14 - 1.3 = 12.7$$

قسمت دوم: معادله واکنش انجام شده در سلول سوختی «متان - اکسیژن» به صورت روبه رو است:



روش اول (کسر تبدیل):

$$\frac{\text{شمار الکترون}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{جرم کربن دی اکسید}}{\text{شمار الکترون}} \Rightarrow \frac{12/0.4 \times 10^{22}}{8 \times 6.02 \times 10^{23}} = \frac{x}{1 \times 44} \Rightarrow x = 1.1 \text{ g } CO_2$$

روش دوم (تناسب):

$$emf = E^\circ - E^\circ = 1/2 - 0 = 1/2 V$$

۱۱۸ ابتدا بازده سلول سوختی «هیدروژن - اکسیژن» را به کمک ولتاژ سلول محاسبه می کنیم:

$$\text{ولتاژ عملی} = \frac{0.72 V}{1.2 V} \times 100 = 60\%$$

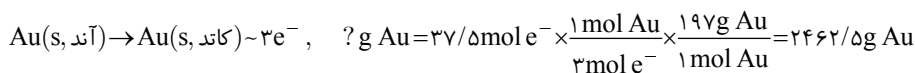
ولتاژ نظری بازده سلول سوختی

سپس با توجه به معادله واکنش انجام شده در سلول سوختی «هیدروژن - اکسیژن» مقدار مول الکترون های تولید شده در این سلول سوختی را محاسبه می کنیم:

$$2H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2H_2O(g) \sim 4e^-, \quad ? \text{ mol } e^- = 350 L O_2 \times \frac{1 \text{ mol } O_2}{22.4 L O_2} \times \frac{4 \text{ mol } e^-}{1 \text{ mol } O_2} \times \frac{100}{100} = 37/5 \text{ mol } e^-$$

بازده سلول

این مقدار الکترون در آبکاری تعدادی کره فلزی با فلز طلا مصرف می شود. در ادامه مقدار طلایی که با این مقدار الکترون می توان روی کره های فلزی را آبکاری کرد،



محاسبه می کنیم:

در ادامه محاسبه می کنیم که روی هر کره چند گرم طلا قرار می گیرد و سپس تعداد کره هایی که می توان این گونه آبکاری کرد را به دست می آوریم:

$$\frac{4}{3} \pi r^3 = \frac{4}{3} \times 3 \times (5)^3 = 500 \text{ cm}^3, \quad \text{جرم طلای قرار گرفته روی هر گوی} = \left(\frac{5}{100} \times 500 \right) \text{ cm}^3 Au \times \frac{19/7 \text{ g } Au}{1 \text{ cm}^3 Au} = 49/25 \text{ g } Au$$

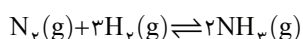
$$\text{تعداد گوی هایی که می توان آبکاری کرد} = \frac{2462/5}{49/25} = 50$$

۱۱۹ با توجه به اینکه در ابتدای واکنش هیچ فراورده ای در ظرف تعادل وارد نشده و پس از رسیدن به تعادل یک مول NH_3 از ظرف واکنش خارج شده، می توان

برای راحتی در حل تست با توجه به معادله واکنش $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$ این گونه تصور کرد که در ابتدا 0.5 مول N_2 با 1.5 مول H_2 از ظرف

$$[N_2]_{\text{اولیه}} = \frac{4-0.5}{5} = 0.7 \text{ mol.L}^{-1}, \quad [H_2]_{\text{اولیه}} = \frac{4-1.5}{5} = 0.5 \text{ mol.L}^{-1}$$

واکنش خارج شده اند.



به جدول تغییر غلظت مواد توجه کنید. با توجه به اطلاعات مسئله، غلظت تعادلی NH_3 برابر

$$[NH_3]_{\text{تعادلی}} = 2x = 0.2 \Rightarrow x = 0.1$$

0.2 مول است، پس:

پس غلظت تعادلی گونه های موجود در تعادل را محاسبه می کنیم:

$$[NH_3]_{\text{تعادلی}} = 0.2 \text{ mol.L}^{-1}, \quad [H_2]_{\text{تعادلی}} = 0.5 - 3x = 0.5 - 3 \times 0.1 = 0.2 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[N_2]_{\text{تعادلی}} = 0.7 - x = 0.7 - 0.1 = 0.6 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$K = \frac{[NH_3]^2}{[N_2][H_2]^3} = \frac{(0.2)^2}{(0.6)(0.2)^3} = \frac{2^2 \times 10^{-2}}{6 \times 2^3 \times 10^{-4}} = \frac{100}{12} = \frac{25}{3}$$

اکنون ثابت تعادل واکنش $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$ را به دست می آوریم:

۱۲۰ با توجه به جدول داده شده در صورت تست، به ازای طی هر کیلومتر، مبدل کاتالیستی از ورود $5/43$ گرم کربن مونوکسید، $1/57$ گرم C_xH_y و $1/01$ گرم

نیتروژن مونوکسید جلوگیری می کند که در مجموع از ورود $8/01$ گرم از سه آلایند به هوا کره جلوگیری می شود. **قسمت اول:** محاسبه جرم آلایند هایی که مبدل

$$? \text{ ton آلایند حذف می کند} = 192/2 \text{ ton آلایند} = \frac{40 \text{ km مسافت} \times 8/01 \text{ g آلایند}}{1 \text{ km مسافت} \times 10^6 \text{ g خودرو}} \times 600 \times 10^3 \text{ خودرو}$$

قسمت دوم: در میان سه آلایند، NO و CO دارای مولکول های قطبی هستند و نقطه جوش CO کمتر از NO است؛ زیرا جرم مولی کمتری دارد.

$$\left. \begin{aligned} ? \text{ mol } CO &= \frac{1 \text{ mol } CO}{28 \text{ g } CO} \times 0.56 \text{ g } CO = 0.02 \text{ mol } CO \\ ? \text{ mol } NO &= \frac{1 \text{ mol } NO}{30 \text{ g } NO} \times 0.3 \text{ g } NO = 0.01 \text{ mol } NO \end{aligned} \right\} \Rightarrow \text{درصد مولی } CO \text{ در گاز های قطبی} = \frac{0.02}{0.02+0.01} \times 100 = 66.67\%$$