

پاسخ تشریحی آزمون جامع (۱)

۱- گزینه ۲ ابتدا جرمی از ماده که طی واکنش هسته‌ای به انرژی تبدیل می‌شود را محاسبه می‌کنیم:

$$\Delta m = [\text{مجموع جرم فرآورده‌ها}] - [\text{مجموع جرم واکنش دهنده‌ها}] = [0/8 - 0/7996] = 4 \times 10^{-4} \text{ g} = 4 \times 10^{-7} \text{ kg}$$

$$E = \Delta mc^2 = 4 \times 10^{-7} \times (3 \times 10^8)^2 = 36 \times 10^9 \text{ J}$$

سپس انرژی حاصل از واکنش هسته‌ای را محاسبه می‌کنیم:

$$? \text{ kg Fe} = 36 \times 10^9 \text{ J} \times \frac{1 \text{ g Fe}}{250 \text{ J}} \times \frac{1 \text{ kg Fe}}{10^3 \text{ g Fe}} = 144000 \text{ kg Fe}$$

اکنون مقدار آهن ذوب شده با این مقدار انرژی تولید شده را به دست می‌آوریم:

۲- گزینه ۱ جرمی از ماده که طی واکنش هسته‌ای $8p + 8n \rightarrow {}^16_8\text{O}$ ، به انرژی تبدیل شده است را محاسبه می‌کنیم:

$$\Delta m = [\text{مجموع جرم فرآورده‌ها}] - [\text{مجموع جرم واکنش دهنده‌ها}] = 8[(1/67 \times 10^{-24}) + (1/68 \times 10^{-24})] - [26/6 \times 10^{-24}] = 2 \times 10^{-25} \text{ g} = 2 \times 10^{-28} \text{ kg}$$

$$E = \Delta mc^2 = 2 \times 10^{-28} \times (3 \times 10^8)^2 = 18 \times 10^{-12} \text{ J} = 18 \times 10^{-15} \text{ kJ}$$

سپس انرژی حاصل از واکنش هسته‌ای را به دست می‌آوریم:

۳- گزینه ۲ انرژی حاصل از واکنش هسته‌ای تولید ۵ گرم هسته هلیوم از هسته‌های هیدروژن را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{جرمی از ماده که طی واکنش هسته‌ای به انرژی تبدیل می‌شود} = 5 \text{ g He} \times \frac{2/4 \text{ mg}}{1 \text{ g He}} \times \frac{1 \text{ kg}}{10^6 \text{ mg}} = 1/2 \times 10^{-5} \text{ kg}$$

$$E = mc^2 = 1/2 \times 10^{-5} \times (3 \times 10^8)^2 = 1/0.8 \times 10^{12} \text{ J} = 1/0.8 \times 10^9 \text{ kJ}$$

انرژی مورد نیاز برای مصرف یک روز کارخانه ذوب آهن را به دست می‌آوریم:

$$? E (\text{یک روز}) = 10 \times \frac{0/9 \text{ ton Fe}}{1 \text{ خط تولید}} \times \frac{10^3 \text{ kg Fe}}{1 \text{ ton Fe}} \times \frac{250 \text{ kJ}}{1 \text{ kg Fe}} = 225 \times 10^4 \text{ kJ}$$

اکنون تعداد روزهایی را که انرژی هسته‌ای حاصل می‌تواند انرژی مورد نیاز کارخانه ذوب آهن را تأمین کند، محاسبه می‌کنیم:

$$? \text{ روزها} = 1/0.8 \times 10^9 \text{ kJ} \times \frac{1 \text{ روز}}{225 \times 10^4 \text{ kJ}} = 480 \text{ روز}$$

۴- گزینه ۴ یون مورد نظر را به صورت ${}^A_Z\text{A}^-$ در نظر می‌گیریم:

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

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

پس تعداد نوترون‌ها برابر است با:

۵- گزینه ۳ اگر شمار الکترون‌های دو یون ${}^{37}_{17}\text{Y}^{2+}$ و ${}^{37}_{17}\text{X}^-$ با هم برابر باشد و هم چنین 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.

۶- گزینه ۱ عدد جرمی برابر مجموع تعداد پروتون‌ها و نوترون‌های گونه است:

$$\begin{cases} N + P = 220 \\ N = 1/75 P \end{cases} \Rightarrow 1/75 P + P = 2/75 P = 220 \Rightarrow P = 80$$

تعداد الکترون‌ها در اتم X برابر ۸۰ است؛ زیرا X گونه خنثی است.

۷- گزینه ۳ F_1 را درصد فراوانی ایزوتوپ سبک‌تر و F_2 را درصد فراوانی ایزوتوپ سنگین‌تر در نظر می‌گیریم:

$$\begin{cases} F_1 = F_2 - 5 \\ F_1 + F_2 = 100 \end{cases} \Rightarrow F_1 + F_1 - 5 = 100 \Rightarrow F_1 + F_1 - 5 + F_1 - 30 = 100 \Rightarrow 3F_1 = 135 \Rightarrow F_1 = 45$$

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

۸- گزینه ۱ ابتدا تعداد نیم عمرها را محاسبه می کنیم:

روش اول:

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

روش دوم:

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

$$m_0 - \frac{m_0}{8} = \frac{7m_0}{8} \Rightarrow \frac{\text{جرم باقی مانده}}{\text{جرم متلاشی شده}} = \frac{\frac{7m_0}{8}}{\frac{m_0}{8}} = 7$$

۹- گزینه ۲ نیم عمر A را محاسبه می کنیم:

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

نیم عمر B را محاسبه می کنیم:

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

$$n'_A = \frac{\Delta t}{T_A} = \frac{54 \text{ min}}{18 \text{ min}} = 3$$

جرم متلاشی شده A در مدت زمان ۵۴ دقیقه برابر است با:

$$A \text{ جرم متلاشی شده} = m_{0A} - m_A = 72 - 72 \left(\frac{1}{2}\right)^3 = 63 \text{ g}$$

$$n'_B = \frac{\Delta t}{T_B} = \frac{96 \text{ min}}{24 \text{ min}} = 4$$

جرم باقی مانده B در مدت زمان ۹۶ دقیقه برابر است با:

$$B \text{ جرم متلاشی شده} = m_B = 48 \left(\frac{1}{2}\right)^4 = 3 \text{ g}$$

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

پس داریم:

۱۰- گزینه ۳ جرم اولیه رادیوایزوتوپهای A و B را به ترتیب m_{0A} و m_{0B} در نظر می گیریم:

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

روش اول:

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

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

اکنون نسبت مقدار اولیه رادیوایزوتوپ B به مقدار اولیه رادیوایزوتوپ A را به دست می آوریم:

$$\text{جرم باقی مانده} = m_B - \frac{3m_{0(A)}}{4} = \frac{m_{0(B)}}{8} - \frac{3m_{0(A)}}{4} \Rightarrow \frac{m_{0(B)}}{m_{0(A)}} = 6$$

روش دوم:

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

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

$$\text{جرم باقی مانده} = m_B - \frac{3m_{0(A)}}{4} = \frac{m_{0(B)}}{8} - \frac{3m_{0(A)}}{4} \Rightarrow \frac{m_{0(B)}}{m_{0(A)}} = 6$$

۱۱- گزینه ۳ در اتم ${}^{2/5}Z X$ عدد پروتون Z ، عدد نوترون $1/5Z$ و عدد الکترون وجود دارد. اگر جرم الکترون را m_e در نظر بگیریم، می‌توانیم بیان کنیم:

$$Z \times m_e = Z m_e$$

$${}^{2/5}Z X \text{ جرم اتمی} = \text{جرم نوترون} + \text{جرم پروتون} = Z(2000 m_e) + 1/5Z(2000 m_e) = 5000 Z m_e$$

می‌توان صرف نظر کرد

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

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

۱۲- گزینه ۲ جرم یک اتم کربن - ۱۲ برابر ۱۲ واحد کربنی یعنی ۱۲ amu است. پس جرم یک اتم کلسیم برابر است با:

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

۱۳- گزینه ۴ در این سؤال از جرم الکترون‌ها صرف نظر می‌کنیم و جرم پروتون و نوترون را برابر ۱ amu فرض می‌کنیم.

$$\left. \begin{array}{l} \text{۲۵ اتم } {}^{24}_{12}\text{Mg} \leftarrow ۱۲ \text{ پروتون و } ۱۲ \text{ نوترون} \\ \text{۲ اتم } {}^{25}_{12}\text{Mg} \leftarrow ۱۲ \text{ پروتون و } ۱۳ \text{ نوترون} \\ \text{۳ اتم } {}^{26}_{12}\text{Mg} \leftarrow ۱۲ \text{ پروتون و } ۱۴ \text{ نوترون} \end{array} \right\} \Rightarrow \text{درصد جرمی پروتون‌ها} = \frac{\text{جرم پروتون‌ها}}{\text{جرم کل}} \times 100 \Rightarrow \frac{30 \times 12}{(25 \times 24) + (2 \times 25) + (3 \times 26)} \times 100 \approx 7.49$$

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

۱۴- گزینه ۴

۱۵- گزینه ۱ درصد فراوانی سه ایزوتوپ ${}^{3a+4}X$ ، ${}^{3a-3}X$ و ${}^{3a-1}X$ را F_1 ، F_2 و F_3 در نظر می‌گیریم:

$$\begin{cases} {}^{3a+4}X & F_1 \\ {}^{3a-3}X & F_2 \\ {}^{3a-1}X & F_3 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 3a-1-(3a+4) = -5 \Rightarrow a = 8 \\ F_1 - F_2 = 45 \Rightarrow F_2 = F_1 - 45 \\ F_3 = 100 - F_1 - F_2 = 100 - F_1 - (F_1 - 45) = 145 - 2F_1 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 28X & F_1 \\ 29X & 145 - 2F_1 \\ 31X & F_1 - 45 \end{cases}$$

$$\bar{M} = \frac{M_1 F_1 + M_2 F_2 + M_3 F_3}{F_1 + F_2 + F_3} \Rightarrow \frac{28F_1 + 29(145 - 2F_1) + 31(F_1 - 45)}{100} \Rightarrow F_1 = 7.65$$

روش اول:

$$\bar{M} = M_1 + \frac{F_2}{100}(M_2 - M_1) + \frac{F_3}{100}(M_3 - M_1) \Rightarrow 28 + \frac{(145 - 2F_1)}{100}(1) + \frac{(F_1 - 45)}{100}(3) \Rightarrow F_1 = 7.65$$

روش دوم:

۱۶- گزینه ۲ باید جرم اتمی میانگین کربن و اکسیژن موجود در نمونه را محاسبه کنیم:

$$\bar{M} = \frac{M_1 F_1 + M_2 F_2}{F_1 + F_2}$$

$$\bar{C} = \frac{(12 \times 3) + (13 \times 1)}{4} = 12.25 \text{ amu}$$

$$\bar{O} = \frac{(16 \times 80) + (17 \times 20)}{100} = 16.2 \text{ amu}$$

$$\text{CO}_2: 12/25 + 2(16/2) = 44/25 \text{ amu}$$

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

۱۷- گزینه ۲ روش اول:

$$? \text{ mol C} = 24/0.8 \times 10^{22} \text{ atom C} \times \frac{1 \text{ mol C}}{6/0.2 \times 10^{23} \text{ atom C}} = 0.4 \text{ mol C}$$

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

$$\frac{\text{تعداد مول‌های کربن}}{\text{تعداد مول‌های گلوکز}} = \frac{0.4}{0.5} = 0.8$$

پس نسبت شمار مول‌های کربن به گلوکز برابر است با:

$$\frac{\text{تعداد ذره}}{\text{تعداد مول}} = \frac{x \text{ mol C}}{1} = \frac{24/0.8 \times 10^{22}}{6/0.2 \times 10^{23}} \Rightarrow x = 0.4 \text{ mol C}$$

روش دوم:

$$\frac{\text{جرم ماده}}{\text{تعداد مول}} = \frac{y \text{ mol C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6}{1} = \frac{90}{180} \Rightarrow y = 0.5 \text{ mol C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$$

$$\frac{\text{تعداد مول‌های کربن}}{\text{تعداد مول‌های گلوکز}} = \frac{0.4}{0.5} = 0.8$$

پس نسبت شمار مول‌های کربن به گلوکز برابر است با:

۱۸- گزینه ۳ تعداد نوترون‌های یک مولکول آمونیاک برابر ۷ است، زیرا اتم نیتروژن دارای ۷ نوترون است و اتم‌های هیدروژن نوترون ندارند. تعداد نوترون‌ها در NH_3 برابر است با:

$$\text{نوترون} = 42 \times 10^{21} = \frac{1 \text{ mol NH}_3}{17 \text{ g NH}_3} \times \frac{6.02 \times 10^{23} \text{ molecule NH}_3}{1 \text{ mol NH}_3} \times \frac{7 \text{ نوترون}}{1 \text{ molecule NH}_3}$$

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

$$? \text{ mol Cr} = 42 \times 10^{21} \text{ نوترون} \times \frac{1 \text{ atom Cr}}{28 \text{ نوترون}} \times \frac{1 \text{ mol Cr}}{6.02 \times 10^{23} \text{ atom Cr}} = 2.5 \times 10^{-3} \text{ mol Cr}$$

۱۹- گزینه ۱ فراوانی ایزوتوپ‌های Mg به صورت مقابل است:

$$\begin{cases} {}^{25}\text{Mg} & F_1 = 71.0 \\ {}^{26}\text{Mg} & F_2 = 7.11 \\ {}^{24}\text{Mg} & F_3 = 100 - (F_1 + F_2) = 21.89 \end{cases}$$

$$M = \frac{M_1 F_1 + M_2 F_2 + M_3 F_3}{F_1 + F_2 + F_3} = \frac{(24 \times 21.89) + (25 \times 71.0) + (26 \times 7.11)}{100} = 24.32 \text{ amu}$$

جرم اتمی میانگین Mg را محاسبه می‌کنیم:

$$? \text{ mol Mg} = 1.216 \text{ g Mg} \times \frac{1 \text{ mol Mg}}{24.32 \text{ g Mg}} = 0.05 \text{ mol Mg}$$

مقدار مول این نمونه 1.216 گرمی Mg برابر است با:

اختلاف درصد جرمی ${}^{24}\text{Mg}$ و ${}^{26}\text{Mg}$ برابر 6.8% است، پس اختلاف تعداد اتم‌های این دو ایزوتوپ برابر است با:

$$? \text{ atom اختلاف} = 0.05 \text{ mol Mg} \times \frac{6.02 \times 10^{23} \text{ atom Mg}}{1 \text{ mol Mg}} \times \frac{6.8 \text{ atom اختلاف}}{100 \text{ atom Mg}} = 2.05 \times 10^{22} \text{ atom اختلاف}$$

۲۰- گزینه ۱ ابتدا جرم متان را x و جرم پروپان را $(140 - x)$ گرم در نظر می‌گیریم و جرم متان را محاسبه می‌کنیم:

$$? \text{ atom H (در متان)} = x \text{ g CH}_4 \times \frac{1 \text{ mol CH}_4}{16 \text{ g CH}_4} \times \frac{6.02 \times 10^{23} \text{ molecule CH}_4}{1 \text{ mol CH}_4} \times \frac{4 \text{ atom H}}{1 \text{ molecule CH}_4} = \frac{x}{4} \times 6.02 \times 10^{23} \text{ (atom H)}$$

$$? \text{ atom H (در پروپان)} = (140 - x) \text{ g C}_3\text{H}_8 \times \frac{1 \text{ mol C}_3\text{H}_8}{44 \text{ g C}_3\text{H}_8} \times \frac{6.02 \times 10^{23} \text{ molecule C}_3\text{H}_8}{1 \text{ mol C}_3\text{H}_8} \times \frac{8 \text{ atom H}}{1 \text{ molecule C}_3\text{H}_8} = \frac{2(140 - x)}{11} \times 6.02 \times 10^{23} \text{ (atom H)}$$

$$\left(\frac{x}{4} \times 6.02 \times 10^{23}\right) + \left(\frac{2(140 - x)}{11} \times 6.02 \times 10^{23}\right) = 156.52 \times 10^{23} \Rightarrow \frac{x}{4} + \frac{2(140 - x)}{11} = 26 \Rightarrow x = 8 \Rightarrow \begin{cases} 8 \text{ g CH}_4 \\ 132 \text{ g C}_3\text{H}_8 \end{cases}$$

$$\text{CH}_4 \text{ درصد جرمی} = \frac{8}{140} \times 100 = 5.7\%$$

سپس درصد جرمی متان را به دست می‌آوریم:

پاسخ تشریحی آزمون جامع (۲)

۱- گزینه ۲ در گونه ${}^A_Z X^{2+}$ داریم:

$${}^A_Z X^{2+} \begin{cases} N = A - Z \\ P = Z \\ e = Z - 2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} N - e = A - Z - (Z - 2) = 27 \\ N + P + e = A - Z + Z + Z - 2 = 191 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} A - 2Z = 25 \\ A + Z = 193 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} A = 137 \\ Z = 56 \end{cases}$$

از میان گونه‌های داده شده، ${}^{137}_{56}\text{E}$ و ${}^{140}_{56}\text{F}$ ایزوتوپ‌های ${}^{137}_{56}\text{X}$ هستند. توجه کنید که ${}^{137}_{56}\text{B}$ خود X است و نباید آن را به حساب آورد.

۲- گزینه ۴ ابتدا جرمی از ماده که به انرژی تبدیل شده را محاسبه می‌کنیم:

$$? \text{ kg ماده} = 2 \text{ mol He} \times \frac{4 \text{ g He}}{1 \text{ mol He}} \times \frac{2 \text{ mg ماده}}{2 \text{ g He}} \times \frac{1 \text{ kg ماده}}{10^6 \text{ mg ماده}} = 8 \times 10^{-5} \text{ kg ماده}$$

$$E = mc^2 \Rightarrow E = 8 \times 10^{-5} \times (3 \times 10^8)^2 = 7.2 \times 10^{12} \text{ J} = 7.2 \times 10^9 \text{ kJ}$$

انرژی تولید شده در این واکنش هسته‌ای برابر است با:

۳- گزینه ۴ باید مقدار تغییر جرم در این واکنش را به دست آوریم:

$$E = 6/3 \times 10^8 \text{ kJ} \times \frac{10^3 \text{ J}}{1 \text{ kJ}} = 6/3 \times 10^{11} \text{ J} \quad E = mc^2 \Rightarrow m = \frac{E}{c^2} = \frac{6/3 \times 10^{11}}{(3 \times 10^8)^2} = 7 \times 10^{-6} \text{ kg} = 7 \times 10^{-3} \text{ g}$$

اگر دو مول ${}^7\text{Li}$ تولید شده باشد، پس دو مول نوترون تولید شده و دو مول ${}^3\text{H}$ و دو مول ${}^4\text{He}$ مصرف شده است. اگر جرم یک مول ${}^7\text{Li}$ را X در نظر بگیریم؛ خواهیم داشت:

$$\Delta m = [\text{مجموع جرم واکنش دهنده‌ها}] - [\text{مجموع جرم فراورده‌ها}] = [2(3/0.160) + 2(5/0.122)] - [2(1/0.87) + 2X] = 7 \times 10^{-3} \text{ g} \Rightarrow X = 7/0.16 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

۴- گزینه ۳ چون دو ذره ایزوتوپ هستند پس عدد اتمی هر دو با هم برابر است.

$$\begin{cases} \Delta n + 1 = 3m + 4 \\ 8m + 1 - (\Delta n + 1) = \Delta n + 1 + 1 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \Delta n - 3m = 3 \\ 8m - 1 \cdot n = 2 \end{cases} \Rightarrow m = 4, n = 3$$

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

پس حاصل عبارت داده شده برابر است با:

$$n = \frac{\Delta t}{T} = \frac{4 \cdot \text{min}}{1 \cdot \text{min}} = 4$$

۵- گزینه ۳ ابتدا تعداد نیم عمرها را محاسبه می‌کنیم:

شمار مول‌های باقی مانده پس از ۴۰ دقیقه برابر است با:

$$m = m_0 \left(\frac{1}{2}\right)^n \Rightarrow m = 1 \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^4 = \frac{1}{16} \text{ mol}$$

روش اول:

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

تعداد اتم‌های باقی مانده برابر است با:

$$1 \text{ mol} \xrightarrow{\text{نیم عمر ۱}} \frac{\Delta}{2} \text{ mol} \xrightarrow{\text{نیم عمر ۲}} \frac{\Delta}{4} \text{ mol} \xrightarrow{\text{نیم عمر ۳}} \frac{\Delta}{8} \text{ mol} \xrightarrow{\text{نیم عمر ۴}} \frac{\Delta}{16} \text{ mol}$$

روش دوم:

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

۶- گزینه ۱ درصد فراوانی ایزوتوپ سبک‌تر را F_1 و درصد فراوانی ایزوتوپ سنگین‌تر را F_2 در نظر می‌گیریم:

$$\begin{cases} F_2 = F_1 + 6 \\ F_1 + F_2 = 100 \end{cases} \Rightarrow F_1 = 20, F_2 = 80$$

در ایزوتوپ سبک‌تر تعداد نوترون‌ها $(A-Z)$ برابر ۷۳ است. پس داریم:

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

تعداد نوترون‌ها

پس جرم ایزوتوپ سبک‌تر 126 amu $(53 + 73)$ است. جرم ایزوتوپ سنگین‌تر را محاسبه می‌کنیم:

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

روش اول:

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

روش دوم:

پس تعداد نوترون‌های ایزوتوپ سنگین‌تر برابر ۷۴ $(127 - 53)$ است.

۷- گزینه ۲ ابتدا جرم مولی گلوکز مورد نظر را محاسبه می‌کنیم:

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

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

$$? \text{ g } C_6H_{12}O_6 = 36/12 \times 10^{22} \text{ atom H} \times \frac{1 \text{ molecule } C_6H_{12}O_6}{12 \text{ atom H}} \times \frac{1 \text{ mol } C_6H_{12}O_6}{6.02 \times 10^{23} \text{ molecule } C_6H_{12}O_6} \times \frac{204 \text{ g } C_6H_{12}O_6}{1 \text{ mol } C_6H_{12}O_6} = 10/2 \text{ g } C_6H_{12}O_6$$

۸- گزینه ۱ ابتدا باید تعداد ذرات زیراتمی این گونه را محاسبه کنیم:

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

روش اول:

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

روش دوم:

$$? n = 31/2 \text{ g ion} \times \frac{1 \text{ mol ion}}{7 \text{ g ion}} \times \frac{6.02 \times 10^{23} \text{ ion}}{1 \text{ mol ion}} \times \frac{4fn}{1 \text{ ion}} = 1/0.6 \times 10^{25} n$$

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

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

$$\begin{cases} F_2 = F_3 \\ F_1 = 4(F_2 + F_3) \Rightarrow F_1 = 8\%, F_2 = 10\%, F_3 = 10\% \\ F_1 + F_2 + F_3 = 100\% \end{cases}$$

پس جرم اتمی میانگین Mg برابر است با:

$$\bar{M} = \frac{M_1 F_1 + M_2 F_2 + M_3 F_3}{F_1 + F_2 + F_3} = \frac{(24 \times 8\%) + (25 \times 10\%) + (26 \times 10\%)}{100} = 24.3 \text{ amu}$$

روش اول:

$$\bar{M} = M_1 + \frac{F_2}{100} (M_2 - M_1) + \frac{F_3}{100} (M_3 - M_1) \Rightarrow \bar{M} = 24 + \frac{10}{100} (1) + \frac{10}{100} (2) = 24.3 \text{ amu}$$

روش دوم:

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

$$? \text{ g } ^{24}\text{Mg} = 81 \text{ g Mg} \times \frac{1 \text{ mol Mg}}{24.3 \text{ g Mg}} \times \frac{8\% \text{ mol } ^{24}\text{Mg}}{100 \text{ mol Mg}} \times \frac{24 \text{ g } ^{24}\text{Mg}}{1 \text{ mol } ^{24}\text{Mg}} = 6.4 \text{ g } ^{24}\text{Mg}$$

۱۰- گزینه ۲ ابتدا جرم اتمی میانگین Si را محاسبه می‌کنیم:

$$\bar{M} = \frac{M_1 F_1 + M_2 F_2 + M_3 F_3}{F_1 + F_2 + F_3} = \frac{(28 \times 92) + (29 \times 5) + (30 \times 3)}{100} = 28.11 \text{ amu}$$

$$? \text{ kJ} = 186 / 3 \times 10^3 \text{ g Pb} \times \frac{1 \text{ mol Pb}}{207 \text{ g Pb}} \times \frac{187 / 4 \text{ kJ}}{1 \text{ mol Pb}} = 168660 \text{ kJ} = 168660000 \text{ J}$$

سپس انرژی لازم برای تبخیر سرب مایع را به دست می‌آوریم:

$$E = mc^2 \Rightarrow 168660000 \text{ J} = m \times (3 \times 10^8 \text{ m/s})^2 \Rightarrow m = 1 / 1874 \times 10^{-9} \text{ kg} = 1 / 1874 \times 10^{-6} \text{ g}$$

مقدار جرمی از ماده که به انرژی تبدیل شده برابر است با:

اکنون تعداد اتم‌های این مقدار سیلیسیم که به انرژی تبدیل شده است را محاسبه می‌کنیم:

$$? \text{ atom Si} = 1 / 1874 \times 10^{-6} \text{ g Si} \times \frac{1 \text{ mol Si}}{28.11 \text{ g Si}} \times \frac{6 \times 10^{23} \text{ atom Si}}{1 \text{ mol Si}} = 4 \times 10^{16} \text{ atom Si}$$

پاسخ تشریحی آزمون جامع (۳)

۱- گزینه ۳ گزینه‌ها را بررسی می‌کنیم:



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

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

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

عدد جرمی این گونه برابر ۷۴ (۴۰+۳۴) است، پس $^{74}_{34}\text{A}$ و $^{74}_{34}\text{Se}$ ایزوتوپ یکدیگر هستند.

گزینه (۲): در اتم ^{79}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 $^{79}_{34}\text{G}$ و $^{78}_{34}\text{Se}$ ایزوتوپ یکدیگر هستند.

گزینه (۳): گونه B^{2-} با ۳۶ الکترون دارای ۳۴ پروتون است. داریم:

$$(ذرات زیراتمی بدون بار) - (ذرات زیراتمی باردار) = p + e - (n) = 34 + 36 - n = 26 \Rightarrow n = 44$$

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

گزینه (۴): فراوان‌ترین نافلز و فراوان‌ترین فلز تشکیل‌دهنده کره زمین به ترتیب ^8O و ^{56}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 $^{80}_{34}\text{X}$ و $^{78}_{34}\text{Se}$ ایزوتوپ یکدیگر هستند.

۲- گزینه ۴ از اطلاعات (I) داریم:

$$n_A = \frac{\Delta t}{T_A} = \frac{120 \text{ min}}{40 \text{ min}} = 3 \quad n_B = \frac{\Delta t}{T_B} = \frac{200 \text{ min}}{50 \text{ min}} = 4$$

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

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

از اطلاعات (II) داریم:

$$n'_A = \frac{\Delta t}{T_A} = \frac{200 \text{ min}}{40 \text{ min}} = 5$$

$$n'_B = \frac{\Delta t}{T_B} = \frac{200 \text{ min}}{50 \text{ min}} = 4$$

$$A \text{ جرم باقی مانده } = 0.75 + B \text{ جرم باقی مانده} \Rightarrow m_{\cdot A} \left(\frac{1}{5}\right)^5 = 0.75 + m_{\cdot B} \left(\frac{1}{4}\right)^4 \Rightarrow m_{\cdot A} \left(\frac{1}{5}\right)^5 = \frac{3}{4} + m_{\cdot B} \left(\frac{1}{4}\right)^4 \Rightarrow \frac{m_{\cdot A}}{5^5} - \frac{m_{\cdot B}}{4^4} = \frac{3}{4}$$

$$\Rightarrow 2m_{\cdot A} - m_{\cdot B} = 48 \quad (**)$$

$$\begin{cases} m_{\cdot A} = \frac{3}{4} m_{\cdot B} \\ 2m_{\cdot A} - m_{\cdot B} = 48 \end{cases} \Rightarrow m_{\cdot A} = 72 \text{ g}, m_{\cdot B} = 96 \text{ g}$$

از (*) و (***) داریم:

۳- گزینه ۲

$$15/0.5 \times 10^{22} \text{ atom} = 10/35 \text{ g XeF}_n \times \frac{1 \text{ mol XeF}_n}{(131+19n) \text{ g XeF}_n} \times \frac{6/0.2 \times 10^{23} \text{ molecule XeF}_n}{1 \text{ mol XeF}_n} \times \frac{(1+n) \text{ atom (Xe, F)}}{1 \text{ molecule XeF}_n}$$

$$\Rightarrow \frac{10/35 \times 6/0.2 \times 10^{23} (n+1)}{131+19n} = 15/0.5 \times 10^{22} \Rightarrow n = 4$$

۴- گزینه ۴ برای ایزوتوپ A داریم:

$$A \begin{cases} {}^{14}A & F_1 = 78.5 \\ {}^{15}A & F_2 = 10 \\ X A & F_3 = 10 \end{cases} \Rightarrow \bar{M}_A = 14/25 \text{ amu}$$

$$\bar{M}_A = \frac{M_1 F_1 + M_2 F_2 + M_3 F_3}{F_1 + F_2 + F_3} \Rightarrow 14/25 = \frac{(14 \times 78.5) + (15 \times 10) + (X \times 10)}{100} \Rightarrow X = 16 \text{ amu}$$

برای ایزوتوپ B داریم:

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

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

سنگین ترین و سبک ترین مولکول AB₃:

$$\left. \begin{array}{l} \text{سبک ترین: } 14 + 3(79) = 251 \text{ amu} \\ \text{سنگین ترین: } 16 + 3(82) = 252 \text{ amu} \end{array} \right\} \Rightarrow \text{اختلاف جرم سبک ترین و سنگین ترین} = 252 - 251 = 1 \text{ amu}$$

۵- گزینه ۲ جرم آهن را X گرم و جرم نقره را (38-X) گرم در نظر می گیریم. ابتدا تعداد مول کل اتم های موجود در مخلوط را به دست می آوریم:

$$? \text{ mol (Fe, Ag)} = 24/0.8 \times 10^{22} \text{ atom (Fe, Ag)} \times \frac{1 \text{ mol (Fe, Ag)}}{6/0.2 \times 10^{23} \text{ atom (Fe, Ag)}} = 0.4 \text{ mol}$$

$$? \text{ mol Fe} = x \text{ g Fe} \times \frac{1 \text{ mol Fe}}{56 \text{ g Fe}} = \frac{x}{56} \text{ mol Fe} \quad \text{تعداد مول های آهن و نقره را به دست آورده و مجموع آنها را برابر 0.4 مول قرار می دهیم:}$$

$$? \text{ mol Ag} = (38-x) \text{ g Ag} \times \frac{1 \text{ mol Ag}}{108 \text{ g Ag}} = \frac{38-x}{108} \text{ mol Ag} \Rightarrow \frac{x}{56} + \frac{38-x}{108} = \frac{4}{10} \Rightarrow x = 5/6 \Rightarrow \text{مقدار مول Fe} = \frac{5/6}{56} = 0.1 \text{ mol Fe}$$

$$\text{Fe درصد مولی} = \frac{\text{تعداد مول Fe}}{\text{تعداد مول کل}} \times 100 = \frac{0.1}{0.4} \times 100 = 25\%$$

پس درصد مولی آهن برابر است با:

۶- گزینه ۲

$${}^{87}\text{X}^{2-} \Rightarrow \begin{cases} n+p=87 \\ n-e=1 \\ p=2 \end{cases} \xrightarrow{e=p+2} \begin{cases} n+p=87 \\ n-\frac{3}{2}p=2 \end{cases} \Rightarrow p=34, n=53$$

مجموع تعداد ذرات باردار اتم X برابر مجموع تعداد پروتون ها و الکترون های آن است که با توجه به خنثی بودن X، این تعداد برابر ۶۸ است.

۷- گزینه ۳ جرم تبدیل شده به انرژی را محاسبه می‌کنیم:

$$E = 1/575 \times 10^6 \text{ MJ} \times \frac{10^6 \text{ J}}{1 \text{ MJ}} = 1/575 \times 10^{11} \text{ J}, \quad E = mc^2 \Rightarrow m = \frac{E}{c^2} = \frac{1/575 \times 10^{11}}{(3 \times 10^8)^2} = 1/75 \times 10^{-6} \text{ kg} = 1/75 \times 10^{-3} \text{ g}$$

سپس جرم فرانسیم فروپاشی شده را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{فرانسیم فروپاشی شده } 100 \text{ g} \times \frac{1/75 \times 10^{-3} \text{ g}}{1 \text{ g}} = 1/75 \times 10^{-3} \text{ g} = \text{فرانسیم فروپاشی شده } 1.33 \times 10^{-3} \text{ g}$$

با توجه به اینکه در مدت یک ساعت، ۱۷/۵ گرم فرانسیم فروپاشیده شده، می‌توانیم محاسبه کنیم که در چه مدت، نیمی از فرانسیم اولیه، یعنی ۵۰۰ گرم، فروپاشیده می‌شود: به عبارت دیگر نیم عمر این رادیوایزوتوپ چقدر است:

$$n = \frac{\ln \left(\frac{m_0}{m} \right)}{\lambda} = \frac{\ln \left(\frac{500}{1.33 \times 10^{-3}} \right)}{\ln 2 / T_{1/2}} \Rightarrow T_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda} = \frac{\ln 2}{\ln \left(\frac{500}{1.33 \times 10^{-3}} \right)} \times n$$

اگر نسبت جرم فرانسیم متلاشی شده به جرم فرانسیم باقی مانده برابر ۱۲۷ باشد:

$$m = m_0 \left(\frac{1}{2} \right)^n \Rightarrow \frac{m}{m_0} = \left(\frac{1}{2} \right)^n \Rightarrow \frac{1}{127} = \left(\frac{1}{2} \right)^n \Rightarrow 127 = 2^n \Rightarrow n = 7$$

اکنون مدت زمانی که نسبت جرم فرانسیم متلاشی شده به جرم فرانسیم باقی مانده برابر ۱۲۷ می‌شود را محاسبه می‌کنیم و یک ساعت اولیه را از آن کم می‌کنیم.

$$n = \frac{\Delta t}{T} \Rightarrow 7 = \frac{\Delta t}{T} \Rightarrow \Delta t = 7 \times T = 7 \times 200 \text{ h} = 1400 \text{ h}$$

مدت زمان لازم برای ۷ نیم عمر پس از یک ساعت $1400 - 1 = 1399 \text{ h}$

۸- گزینه ۱ جرم اتمی میانگین نمونه طبیعی Ne را محاسبه می‌کنیم:

$$\bar{M} = \frac{M_1 F_1 + M_2 F_2 + M_3 F_3}{F_1 + F_2 + F_3} = \frac{(20 \times 90) + (21 \times 1) + (22 \times 9)}{90 + 1 + 9} = 20.19 \text{ amu}$$

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

$$\frac{6/73 + x}{20/19 + 24/24 + 22/73} = \frac{6/73 + x}{20/19 + 24/24 + 22/73} \Rightarrow \frac{6/73 + x}{20/19 + 24/24 + 22/73} = \frac{1 + x}{3 + 24 + 22/73} \Rightarrow \frac{6/73 + x}{20/19 + 24/24 + 22/73} = \frac{1 + x}{24 + 22/73}$$

$$\Rightarrow 22/73 x + 181/84 = 161/52 + 24x \Rightarrow 1/27 x = 20/32 \Rightarrow x = 16$$

۹- گزینه ۴ جرم متان را x گرم و جرم آمونیاک را $(10-x)$ گرم در نظر می‌گیریم:

$$? \text{ g H} = x \text{ g CH}_4 \times \frac{1 \text{ mol CH}_4}{16 \text{ g CH}_4} \times \frac{4 \text{ mol H}}{1 \text{ mol CH}_4} \times \frac{1 \text{ g H}}{1 \text{ mol H}} = \frac{x}{4} \text{ g H}$$

جرم هیدروژن در متان:

$$? \text{ g H} = (10-x) \text{ g NH}_3 \times \frac{1 \text{ mol NH}_3}{17 \text{ g NH}_3} \times \frac{3 \text{ mol H}}{1 \text{ mol NH}_3} \times \frac{1 \text{ g H}}{1 \text{ mol H}} = \frac{3}{17} (10-x) \text{ g H}$$

جرم هیدروژن در آمونیاک:

$$\frac{x}{4} + \frac{3}{17} (10-x) = 2 \Rightarrow x = 3/2 \text{ g}$$

با توجه به اینکه مجموع جرم اتم‌های هیدروژن موجود در این مخلوط برابر ۲ گرم است، خواهیم داشت:

پس $6/8 (10 - 3/2)$ گرم آمونیاک داریم:

$$? \text{ atom N} = 6/8 \text{ g NH}_3 \times \frac{1 \text{ mol NH}_3}{17 \text{ g NH}_3} \times \frac{1 \text{ mol N}}{1 \text{ mol NH}_3} \times \frac{6/8 \times 10^{23} \text{ atom N}}{1 \text{ mol N}} = 2/40.8 \times 10^{23} \text{ atom N}$$

۱۰- گزینه ۴ برای دو گونه ${}_{Z_1}^{A_1} X^+$ و ${}_{Z_2}^{127} Y^{2-}$ تعداد الکترون‌ها برابر است: پس:

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

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

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 جامع (۱)

۱- گزینه ۱ در لایه تروپوسفر با افزایش ارتفاع به اندازه یک کیلومتر، دما به اندازه 6°C کاهش می‌یابد.

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

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

$$T_p = T_p - \frac{1}{2}T_p = 275 - \frac{1}{2}(275) = 220\text{K}$$

$$\Rightarrow \Delta T = -\epsilon h \Rightarrow T_p - T_p = -\epsilon h \Rightarrow 220 - 275 = -\epsilon h \Rightarrow h = 9/167\text{km}$$

دما در این ارتفاع در مقیاس کلوین برابر است با:

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

۲- گزینه ۴ ابتدا ارتفاع نقطه‌ای از لایه تروپوسفر با دمای $272/6\text{K}$ را محاسبه می‌کنیم:

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

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

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

سپس ارتفاع نقطه‌ای از لایه تروپوسفر با دمای 22°C را محاسبه می‌کنیم:

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

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

با توجه به جدول داده شده در صورت تست، فشار گاز اکسیژن در ارتفاع‌های $2/4$ 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:

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

۳- گزینه ۳ حجم مکعبی با طول اضلاع a برابر a^3 و حجم مکعبی با طول اضلاع $2a$ برابر $8a^3$ است.

$$\frac{P_1 V_1}{n_1 T_1} = \frac{P_2 V_2}{n_2 T_2} \xrightarrow{\text{با } P, n \text{ ثابت}} \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{a^3}{-173 + 273} = \frac{8a^3}{T_2} \Rightarrow T_2 = 800\text{K}$$

$$\Delta\theta = \Delta T = T_2 - T_1 = 800 - (-173 + 273) = 700\text{K} \text{ یا } 700^{\circ}\text{C}$$

۴- گزینه ۲ تعداد مول گازها را در هریک از بادکنک‌ها محاسبه می‌کنیم:

$$\text{A بادکنک: } \frac{P_1 V_1}{n_1 T_1} = \frac{P_2 V_2}{n_2 T_2} \Rightarrow \frac{1 \times 22/4}{1 \times 273} = \frac{2 \times 44/8}{n_2 \times (273 + 273)} \Rightarrow n_2 = 2 \text{ mol } \text{O}_2$$

$$\text{B بادکنک: } \frac{P_1 V_1}{n_1 T_1} = \frac{P_2 V_2}{n_2 T_2} \Rightarrow \frac{1 \times 22/4}{1 \times 273} = \frac{0.5 \times 33/6}{n_2 \times 409/5} \Rightarrow n_2 = 0.5 \text{ mol } \text{SO}_2$$

$$? \text{ atom O} = 2 \text{ mol } \text{O}_2 \times \frac{N_A \text{ molecule } \text{O}_2}{1 \text{ mol } \text{O}_2} \times \frac{2 \text{ atom O}}{1 \text{ molecule } \text{O}_2} = 4 N_A \text{ atom O}$$

تعداد اتم‌های اکسیژن در بادکنک A برابر است با:

$$? \text{ molecule } \text{SO}_2 = 0.5 \text{ mol } \text{SO}_2 \times \frac{N_A \text{ molecule } \text{SO}_2}{1 \text{ mol } \text{SO}_2} = 0.5 N_A \text{ molecule } \text{SO}_2$$

تعداد مولکول‌های SO_2 در بادکنک B برابر است با:

نسبت تعداد اتم‌های موجود در بادکنک A به تعداد مولکول‌های موجود در بادکنک B برابر است با:

$$\frac{\text{تعداد اتم‌های موجود در بادکنک A}}{\text{تعداد مولکول‌های موجود در بادکنک B}} = \frac{4 N_A}{0.5 N_A} = 8$$

طبق رابطه موجود میان چگالی دو گاز داریم:

$$\frac{P_p M_p}{d_p T_p} = \frac{P_p M_p}{d_p T_p} \Rightarrow \frac{d_{\text{O}_2}}{d_{\text{SO}_2}} = \frac{P_{\text{O}_2} M_{\text{O}_2} T_{\text{SO}_2}}{P_{\text{SO}_2} M_{\text{SO}_2} T_{\text{O}_2}} = \frac{2 \times 32 \times 409/5}{0.5 \times 64 \times (273 + 273)} = 1/5$$

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

۵- گزینه ۳ ابتدا با استفاده از حجم مخلوط گازی در شرایط STP، مقدار مول‌های مخلوط گازی را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{گاز mol} = \frac{112 \text{ L گاز}}{22.4 \text{ L}} \times \frac{1 \text{ mol گاز}}{1} = 5 \text{ mol گاز}$$

سپس مقدار مول‌های گاز متان را x و مقدار مول‌های گاز نئون را $(5-x)$ در نظر می‌گیریم و با توجه به اینکه جرم مخلوط گازی برابر ۹۲ گرم است، x را به دست می‌آوریم:

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

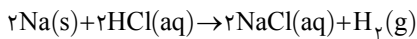
$$? \text{ g Ne} = (5-x) \text{ mol Ne} \times \frac{20 \text{ g Ne}}{1 \text{ mol Ne}} = 20(5-x) \text{ g Ne}$$

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

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

اکنون درصد مولی نئون در مخلوط گازی را محاسبه می‌کنیم:

۶- گزینه ۱ معادله‌های موازنه شده واکنش‌ها:



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

$$? \text{ g MnO}_2 = 11/2 \text{ L Cl}_2 \times \frac{1 \text{ mol Cl}_2}{22.4 \text{ L Cl}_2} \times \frac{1 \text{ mol MnO}_2}{1 \text{ mol Cl}_2} \times \frac{87 \text{ g MnO}_2}{1 \text{ mol MnO}_2} = 43/5 \text{ g MnO}_2$$

روش اول (کسر تبدیل):

$$\text{Na موجود در مخلوط اولیه} = 78 - 43/5 = 34/5 \text{ g Na}$$

پس جرم سدیم در مخلوط اولیه برابر است با:

$$? \text{ g H}_2 = 34/5 \text{ g Na} \times \frac{1 \text{ mol Na}}{23 \text{ g Na}} \times \frac{1 \text{ mol H}_2}{2 \text{ mol Na}} \times \frac{2 \text{ g H}_2}{1 \text{ mol H}_2} = 1/5 \text{ g H}_2$$

اکنون جرم گاز هیدروژن آزاد شده را به دست می‌آوریم:

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

$$\frac{\text{جرم MnO}_2}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{حجم Cl}_2}{\text{حجم مولی} \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{x \text{ g MnO}_2}{1 \times 87} = \frac{11/2}{1 \times 22/4} \Rightarrow x = 43/5 \text{ g MnO}_2$$

$$\text{Na موجود در مخلوط اولیه} = 78 - 43/5 = 34/5 \text{ g Na}$$

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

$$\frac{\text{جرم Na}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{جرم H}_2}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{34/5}{2 \times 23} = \frac{x \text{ g H}_2}{1 \times 2} \Rightarrow x = 1/5 \text{ g H}_2$$

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



۷- گزینه ۳ معادله موازنه شده واکنش:

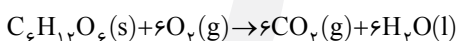
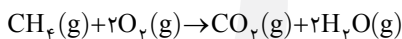
کاهش جرم مواد جامد درون ظرف واکنش ناشی از خروج گاز SO_3 است. پس کافی است جرم گاز تولیدی را محاسبه کنیم:

$$? \text{ g SO}_3 = 17/1 \text{ g Al}_2(\text{SO}_4)_3 \times \frac{1 \text{ mol Al}_2(\text{SO}_4)_3}{342 \text{ g Al}_2(\text{SO}_4)_3} \times \frac{3 \text{ mol SO}_3}{1 \text{ mol Al}_2(\text{SO}_4)_3} \times \frac{80 \text{ g SO}_3}{1 \text{ mol SO}_3} = 12 \text{ g SO}_3$$

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

$$\text{درصد کاهش جرم} = \frac{\text{جرم گاز خروجی}}{\text{جرم اولیه}} \times 100 = \frac{12}{17/1} \times 100 = 70/2\%$$

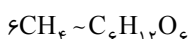
۸- گزینه ۴ معادله موازنه شده واکنش‌ها:



روش اول (کسر تبدیل):

$$? \text{ L CH}_4 = 54 \text{ g C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \times \frac{1 \text{ mol C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6}{180 \text{ g C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6} \times \frac{6 \text{ mol CO}_2}{1 \text{ mol C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6} \times \frac{1 \text{ mol CH}_4}{1 \text{ mol CO}_2} \times \frac{16 \text{ g CH}_4}{1 \text{ mol CH}_4} \times \frac{1 \text{ L CH}_4}{16 \text{ g CH}_4} = 48 \text{ L CH}_4$$

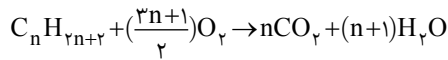
روش دوم (تناسب): باید ضرایب ماده مشترک، یعنی CO_2 را در دو واکنش یکسان کرده و میان مواد داده شده و خواسته شده تناسب را برقرار کنیم. به این منظور



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

$$\frac{\text{حجم} \times \text{چگالی} \text{ CH}_4}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{جرم C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{0/6 \times x \text{ L CH}_4}{6 \times 16} = \frac{54}{1 \times 180} \Rightarrow x = 48 \text{ L CH}_4$$

۹- گزینه ۲ 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:

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

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:

$$? \text{ molecule } O_2 = 18g C_5H_{12} \times \frac{1 \text{ mol } C_5H_{12}}{72g C_5H_{12}} \times \frac{8 \text{ mol } O_2}{1 \text{ mol } C_5H_{12}} \times \frac{6/2 \times 10^{23} \text{ molecule } O_2}{1 \text{ mol } O_2} = 1/204 \times 10^{24} \text{ molecule } O_2$$

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

$$\frac{\text{لیتر } CO_2 \text{ (STP)}}{\text{جرم مولی } \times \text{ضریب}} = \frac{\text{جرم } H_2O}{\text{جرم مولی } \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{44/8}{n \times 22/4} = \frac{43/2}{(n+1) \times 18} \Rightarrow n=5$$

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

$$\frac{\text{جرم } C_5H_{12}}{\text{جرم مولی } \times \text{ضریب}} = \frac{\text{تعداد مولکول‌های } O_2}{N_A \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{18}{1 \times 72} = \frac{x}{8 \times 6/2 \times 10^{23}} \Rightarrow x = 1/204 \times 10^{24} \text{ molecule } O_2$$

۱۰- گزینه 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:

$$x \text{ g } Ca = (x-12) \text{ g } H_2O \times \frac{1 \text{ mol } H_2O}{18g H_2O} \times \frac{1 \text{ mol } Ca}{2 \text{ mol } H_2O} \times \frac{40g Ca}{1 \text{ mol } Ca} \Rightarrow x = 120 \text{ g } Ca$$

مقدار مول گاز هیدروژن تولیدی برابر است با:

$$? \text{ mol } H_2 = 120 \text{ g } Ca \times \frac{1 \text{ mol } Ca}{40g Ca} \times \frac{1 \text{ mol } H_2}{1 \text{ mol } Ca} = 3 \text{ mol } H_2$$

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

$$? \text{ g } N_2 = 3 \text{ mol } H_2 \times \frac{1 \text{ mol } N_2}{3 \text{ mol } H_2} \times \frac{28g N_2}{1 \text{ mol } N_2} = 28g N_2$$

پاسخ تشریحی آزمون جامع (۲)

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

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

$$\frac{P_1 V_1}{n_1 T_1} = \frac{P_2 V_2}{n_2 T_2} \Rightarrow \frac{1 \times 22/4}{1 \times 273} = \frac{0/28 \times V_2}{1 \times 227} \Rightarrow V_2 = 66/5 L \cdot mol^{-1}$$

پس چگالی گاز اوزون را در این ارتفاع به دست می‌آوریم:

$$\text{چگالی گاز اوزون} = \frac{\text{جرم مولی } O_3}{\text{حجم مولی } O_3} = \frac{48 (g \cdot mol^{-1})}{66/5 (L \cdot mol^{-1})} \approx 0/72 g \cdot L^{-1}$$

۲- گزینه ۱ ابتدا مقدار مول گاز تولید شده را محاسبه می‌کنیم:

$$? \text{ mol } O_2 = 24/5g KClO_3 \times \frac{1 \text{ mol } KClO_3}{122/5g KClO_3} \times \frac{3 \text{ mol } O_2}{2 \text{ mol } KClO_3} = 0/3 \text{ mol } O_2$$

روش اول (کسر تبدیل):

$$\frac{\text{جرم } KClO_3}{\text{جرم مولی } \times \text{ضریب}} = \frac{\text{مول } O_2}{\text{جرم مولی } \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{24/5}{2 \times 122/5} = \frac{x \text{ mol } O_2}{3} \Rightarrow x = 0/3 \text{ mol } O_2$$

روش دوم (تناسب):

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

پس با استفاده از قانون گازها، حجم گاز را در شرایط داده شده محاسبه می‌کنیم:

۳- گزینه ۲ در اثر تجزیه گرمایی دو مول سدیم هیدروژن کربنات، در حالت اول دو مول گاز (بخار آب و کربن دی‌اکسید) و در شرایط STP فقط یک مول گاز (کربن دی‌اکسید) تولید می‌شود؛ 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- گزینه ۴ ابتدا مقدار مول گاز کربن دی‌اکسید تولید شده در واکنش تجزیه کلسیم کربنات را به دست می‌آوریم:
روش اول (کسر تبدیل):

$$? \text{ mol CO}_2 = 50 \text{ g CaCO}_3 \times \frac{1 \text{ mol CaCO}_3}{100 \text{ g CaCO}_3} \times \frac{1 \text{ mol CO}_2}{1 \text{ mol CaCO}_3} = 0.5 \text{ mol CO}_2$$

روش دوم (تناسب):

$$\frac{\text{جرم CaCO}_3}{\text{جرم مولی CaCO}_3} = \frac{\text{مول CO}_2}{\text{جرم مولی CO}_2} \Rightarrow \frac{50}{100} = \frac{x \text{ mol CO}_2}{44} \Rightarrow x = 0.5 \text{ mol CO}_2$$

سیس حجم این گاز را با استفاده از قانون گازها در شرایط داده شده محاسبه می‌کنیم:

$$\frac{P_1 V_1}{n_1 T_1} = \frac{P_2 V_2}{n_2 T_2} \Rightarrow \frac{1 \times 22/4}{1 \times 273} = \frac{3/5 \times V_2}{0.5 \times (273 + 273)} \Rightarrow V_2 = 6/4 \text{ L}$$

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

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

اکنون چگالی گاز اکسیژن را محاسبه می‌کنیم:

روش اول (کسر تبدیل):

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

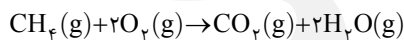
روش دوم (تناسب):

$$\frac{\text{جرم NaNO}_3}{\text{جرم مولی NaNO}_3} = \frac{\text{چگالی (g.L}^{-1}) \times \text{حجم O}_2}{\text{جرم مولی O}_2} \Rightarrow \frac{34}{85} = \frac{4 \times d}{32} \Rightarrow d = 1/6 \text{ g.L}^{-1}$$

۵- گزینه ۲ ابتدا مقدار اولیه گاز متان موجود در سیلندر را به دست می‌آوریم:

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

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 می‌آوریم:



معادله موازنه شده واکنش:

روش اول (کسر تبدیل):

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

روش دوم (تناسب):

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

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

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

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

$$x \text{ L O}_3 = 14/4 \times 10^{23} \text{ atom O} \times \frac{1 \text{ molecule O}_3}{3 \text{ atom O}} \times \frac{1 \text{ mol O}_3}{6 \times 10^{23} \text{ molecule O}_3} \times \frac{5}{3} \text{ L O}_3 = \frac{40}{3} \text{ L O}_3 = 13/33 \text{ L O}_3$$

۷- گزینه ۱: جگالی گاز N_2 و C_4H_8 در شرایط برابر STP را محاسبه می کنیم:

$$d_{N_2} = \frac{N_2 \text{ جرم مولی}}{N_2 \text{ حجم مولی}} = \frac{28 \text{ g}}{22.4 \text{ L}} = 1.25 \text{ g.L}^{-1}, \quad d_{C_4H_8} = \frac{C_4H_8 \text{ جرم مولی}}{C_4H_8 \text{ حجم مولی}} = \frac{56 \text{ g}}{22.4 \text{ L}} = 2.5 \text{ g.L}^{-1}$$

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_4H_8 است.

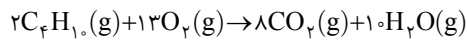
$$? \text{ g } N_2 = x \text{ L } N_2 \times \frac{1.25 \text{ g } N_2}{1 \text{ L } N_2} = 1.25x \text{ g } N_2, \quad ? \text{ g } C_4H_8 = (1-x) \text{ L } C_4H_8 \times \frac{2.5 \text{ g } C_4H_8}{1 \text{ L } C_4H_8} = 2.5 - 2.5x \text{ g } C_4H_8$$

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

$$\text{پس داریم:} \quad \text{جرم کل} = N_2 \text{ جرم} + C_4H_8 \text{ جرم} \Rightarrow 1.75 = 1.25x + 2.5 - 2.5x \Rightarrow x = 0.6 \text{ L}$$

در نتیجه ۰/۶ لیتر گاز N_2 و ۰/۴ لیتر گاز C_4H_8 در مخلوط وجود داشته است. درصد جرمی N_2 برابر است با: $\frac{0.6 \times 1.25}{1.75} \times 100 = 42.86\%$

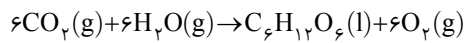
۸- گزینه ۱: واکنش سوختن کامل بوتان:



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:



$$? \text{ mol } CO_2 = 300 \text{ g } C_6H_{12}O_6 \times \frac{1 \text{ mol } C_6H_{12}O_6}{180 \text{ g } C_6H_{12}O_6} \times \frac{6 \text{ mol } CO_2}{1 \text{ mol } C_6H_{12}O_6} = 10 \text{ mol } CO_2$$

$$\frac{P_1 V_1}{n_1 T_1} = \frac{P_2 V_2}{n_2 T_2} \Rightarrow \frac{1 \times 22.4}{1 \times 273} = \frac{P_2 \times 56}{10 \times (136/5 + 273)} \Rightarrow P_2 = 6 \text{ atm}$$

طبق قوانین گازها داریم:

پاسخ تشریحی آزمون جامع (۳)

۱- گزینه ۱: ابتدا دما و فشار را در ارتفاع ۵ کیلومتری از سطح زمین محاسبه می کنیم:

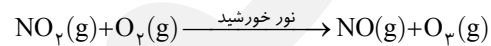
$$\Delta\theta = -\epsilon h \Rightarrow \theta_p - 17 = -6 \times 5 \Rightarrow \theta_p = -13^\circ C = 260 \text{ K}$$

$$1 \text{ atm} \xrightarrow{1 \text{ km}} 0.9 \text{ atm} \xrightarrow{1 \text{ km}} 0.81 \text{ atm} \xrightarrow{1 \text{ km}} 0.729 \text{ atm} \xrightarrow{1 \text{ km}} 0.6561 \text{ atm} \xrightarrow{1 \text{ km}} 0.59049 \text{ atm} (\approx 0.6 \text{ atm})$$

$$\frac{P_1 V_1}{n_1 T_1} = \frac{P_2 V_2}{n_2 T_2} \xrightarrow{n \text{ ثابت}} \frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{1 \times 22.4}{273} = \frac{0.6 \times V_2}{260} \Rightarrow V_2 = 35/55 \text{ L.mol}^{-1}$$

سپس حجم مولی گازها را در این شرایط به دست می آوریم:

اکنون حجم گاز NO_2 مصرفی در واکنش تولید اوزون تروپوسفری را به دست می آوریم:



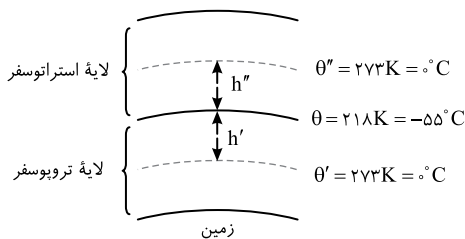
$$? \text{ L } NO_2 = 6/4 \text{ g } O_3 \times \frac{1 \text{ mol } O_3}{48 \text{ g } O_3} \times \frac{1 \text{ mol } NO_2}{1 \text{ mol } O_3} \times \frac{35/55 \text{ L } NO_2}{1 \text{ mol } NO_2} = 4/74 \text{ L } NO_2$$

روش اول (کسر تبدیل):

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

روش دوم (تناسب):

۲- گزینه ۱: با توجه به توضیحات مسئله، می توانیم 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 $\Delta\theta = 1/6 h''$ استفاده می کنیم.

لایه تروپوسفر: برای محاسبه ارتفاعی از لایه تروپوسفر که دما در آن برابر $0^\circ C$ است، باید از دمای ابتدای لایه استراتوسفر (یعنی $218K$) استفاده کنیم:

$$\Delta\theta = -\epsilon h' \Rightarrow -55 - 0 = -6 h' \Rightarrow h' = 9.17 \text{ km}$$

لایه استراتوسفر: $\Delta\theta = 1/6 h'' \Rightarrow 0 - (-55) = 1/6 h'' \Rightarrow h'' = 33/375 \text{ km}$

پس تفاوت ارتفاع دو نقطه از هواکره در دو لایه تروپوسفر و استراتوسفر که دما در آن نقاط $0^\circ C$ است، برابر است با: $\Delta h = 9.17 + 33/375 = 43/545 \text{ km} = 43/5 \text{ km}$

۳- گزینه ۲ ابتدا جرم گاز نیتروژن را x گرم و جرم گاز هیدروژن را $(60-x)$ گرم در نظر می‌گیریم و مقدار مول هر یک از گازها را در مخلوط اولیه به دست می‌آوریم:

$$? \text{ mol } N_2 = x \text{ g } N_2 \times \frac{1 \text{ mol } N_2}{28 \text{ g } N_2} = \frac{x}{28} \text{ mol } N_2, \quad ? \text{ mol } H_2 = (60-x) \text{ g } H_2 \times \frac{1 \text{ mol } H_2}{2 \text{ g } H_2} = \frac{(60-x)}{2} \text{ mol } H_2$$

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

سپس مقدار مول هیدروژن اضافه شده را محاسبه می‌کنیم:

در ادامه، مقدار مول مخلوط اولیه و ثانویه را محاسبه کرده و با قرار دادن در رابطه قانون گازها، x را محاسبه می‌کنیم:

$$n_1 = \left(\frac{x}{28} + \frac{60-x}{2} \right) \text{ mol}, \quad n_2 = \left(\frac{x}{28} + \frac{60-x}{2} + 1 \right) \text{ mol}$$

$$\frac{P_1 V_1}{n_1 T_1} = \frac{P_2 V_2}{n_2 T_2} \xrightarrow{\text{ثابت } P, T} \frac{V_1}{n_1} = \frac{V_2}{n_2} \Rightarrow \frac{V_1}{\frac{x}{28} + \frac{60-x}{2}} = \frac{1/25 V_1}{\frac{x}{28} + \frac{60-x}{2} + 1} \Rightarrow x = 56 \text{ g}$$

توجه! با استفاده از قوانین کسرهای می‌توانیم رابطه بالا را به صورت زیر بنویسیم:

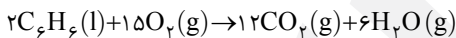
$$\frac{V_1}{n_1} = \frac{V_2}{n_2} \Rightarrow \frac{V_2}{V_1} = \frac{n_2}{n_1} \xrightarrow{\text{تفاضل مخرج از صورت}} \frac{V_2 - V_1}{V_1} = \frac{n_2 - n_1}{n_1} \Rightarrow \frac{1/25 V_1 - V_1}{V_1} = \frac{n_2 - n_1}{n_1} \Rightarrow \frac{1}{25} = \frac{1}{\frac{x}{28} + \frac{60-x}{2}} \Rightarrow x = 56 \text{ g}$$

اکنون مقدار مول اولیه هر کدام از گازها را محاسبه کرده و درصد مولی گاز N_2 را در مخلوط اولیه به دست می‌آوریم:

$$? \text{ mol } N_2 (\text{در مخلوط اولیه}) = \frac{x}{28} = \frac{56}{28} = 2 \text{ mol } N_2, \quad ? \text{ mol } H_2 (\text{در مخلوط اولیه}) = \frac{60-x}{2} = \frac{60-56}{2} = 2 \text{ mol } H_2$$

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

۴- گزینه ۴ معادله واکنش سوختن کامل بنزن:



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

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

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

$$? \text{ g } KClO_3 = x \text{ mol } O_2 \times \frac{2 \text{ mol } KClO_3}{3 \text{ mol } O_2} \times \frac{122/5 \text{ g } KClO_3}{1 \text{ mol } KClO_3} = \frac{244}{3} x \text{ g } KClO_3$$

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

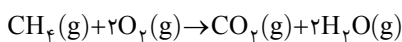
از مجموع جرم این دو ماده داریم:

$$\frac{244}{3} x + 170(3-x) = 271/5 \Rightarrow 244x + 510(3-x) = 814/5 \Rightarrow 244x + 1530 - 510x = 814/5 \Rightarrow 265x = 715/5 \Rightarrow x = 2/7$$

پس در واکنش (II) مقدار $3(2/7) = 6/7$ مول اکسیژن تولید شده است. اکنون جرم $NaNO_3$ تولید شده برابر است با:

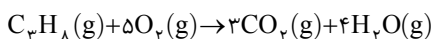
$$? \text{ g } NaNO_3 = 6/7 \text{ mol } O_2 \times \frac{2 \text{ mol } NaNO_3}{1 \text{ mol } O_2} \times \frac{85 \text{ g } NaNO_3}{1 \text{ mol } NaNO_3} = 41/4 \text{ g } NaNO_3$$

۵- گزینه ۴ 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:

$$? \text{ g } CO_2 = x \text{ g } C_3H_8 \times \frac{1 \text{ mol } C_3H_8}{44 \text{ g } C_3H_8} \times \frac{3 \text{ mol } CO_2}{1 \text{ mol } C_3H_8} \times \frac{44 \text{ g } CO_2}{1 \text{ mol } CO_2} = 3x \text{ g } CO_2$$

با توجه به اینکه مجموع جرم کربن دی‌اکسید تولید شده برابر ۱۵۴ گرم است، مقدار X را محاسبه می‌کنیم:

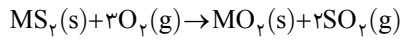
$$\frac{11(x+10)}{4} + 3x = 154 \Rightarrow x = 22 \text{ g}$$

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

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

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

اکنون درصد مولی گاز متان در مخلوط اولیه را محاسبه می‌کنیم:

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


۶- گزینه ۴ معادله موازنه شده واکنش:

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

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

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

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

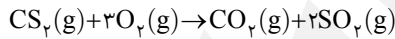
روش دوم (تناسب): ابتدا جرم مولی M را x در نظر گرفته و آن را محاسبه می‌کنیم:

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

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

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

۷- گزینه ۳ معادله موازنه شده واکنش سوختن کامل CS_y به صورت زیر است:



اگر مقدار مول O_y اضافی را x در نظر بگیریم، خواهیم داشت:

$$\text{واکنش دهنده} \times \frac{3 \text{ mol فراورده}}{4 \text{ mol واکنش دهنده}} + x = 3/1$$

$$\Rightarrow x = 0/4 \text{ mol O}_y$$

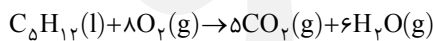
اکنون با استفاده از مقدار مول اولیه واکنش دهنده‌ها و مقدار مول گاز اکسیژن اضافی، جرم CS_y موجود در مخلوط اولیه را محاسبه می‌کنیم:

$$? \text{ mol CS}_y = (4 - 0/4) \text{ mol واکنش دهنده} \times \frac{1 \text{ mol CS}_y}{4 \text{ mol واکنش دهنده}} \times \frac{76 \text{ g CS}_y}{1 \text{ mol CS}_y} = 68/4 \text{ g CS}_y$$

۸- گزینه ۳ تعداد مول گازهای وارد شده به محفظه واکنش برابر است با:

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

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



پنتان با گاز اکسیژن مطابق واکنش مقابل می‌سوزد، اما با گاز نیتروژن وارد واکنش نمی‌شود:

مقدار مول O₂ مصرفی برابر است با:

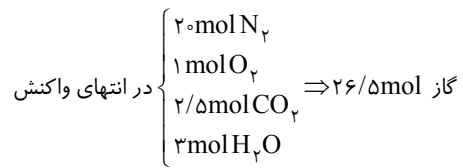
$$? \text{ mol O}_2 = 36 \text{ g C}_5\text{H}_{12} \times \frac{1 \text{ mol C}_5\text{H}_{12}}{72 \text{ g C}_5\text{H}_{12}} \times \frac{8 \text{ mol O}_2}{1 \text{ mol C}_5\text{H}_{12}} = 4 \text{ mol O}_2$$

پس ۴ مول اکسیژن برای سوختن کامل پنتان مصرف می‌شود و یک مول اکسیژن اضافی در ظرف باقی می‌ماند. تعداد مول‌های بخار آب و کربن دی‌اکسید تولیدی را به دست می‌آوریم:

$$? \text{ mol CO}_2 = 4 \text{ mol O}_2 \times \frac{5 \text{ mol CO}_2}{8 \text{ mol O}_2} = 2.5 \text{ mol CO}_2$$

$$? \text{ mol H}_2\text{O} = 4 \text{ mol O}_2 \times \frac{6 \text{ mol H}_2\text{O}}{8 \text{ mol O}_2} = 3 \text{ mol H}_2\text{O}$$

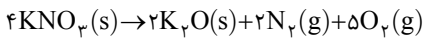
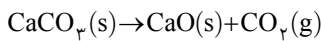
بنابراین، گازهای درون ظرف در انتهای واکنش عبارتند از:



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

$$H_2O \text{ درصد مولی} = \frac{\text{مقدار مول } H_2O}{\text{مقدار مول کل}} \times 100 = \frac{3}{26/5} \times 100 \approx 57.7\%$$

۹- گزینه ۱ معادله موازنه شده واکنشها:



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

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

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

$$? \text{ g } CaCO_3 = 10 \text{ L گاز} \times \frac{1 \text{ mol گاز}}{40 \text{ L گاز}} \times \frac{1 \text{ mol } CO_2}{1 \text{ mol گاز}} \times \frac{1 \text{ mol } CaCO_3}{1 \text{ mol } CO_2} \times \frac{100 \text{ g } CaCO_3}{1 \text{ mol } CaCO_3} = 3/125 \text{ g } CaCO_3$$

$$? \text{ g } KNO_3 = 10 \text{ L گاز} \times \frac{1 \text{ mol گاز}}{40 \text{ L گاز}} \times \frac{5 \text{ mol } (N_2, O_2)}{1 \text{ mol گاز}} \times \frac{4 \text{ mol } KNO_3}{5 \text{ mol } (N_2, O_2)} \times \frac{101 \text{ g } KNO_3}{1 \text{ mol } KNO_3} = 12/625 \text{ g } KNO_3$$

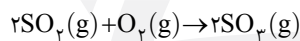
$$\text{تفاوت جرم واکنش دهنده‌ها} = 12/625 - 3/125 = 9/5 \text{ g}$$

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

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

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

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

$$(1-3x) + (0+2x) = 0/9 \Rightarrow x = 0/1$$

$$\text{مقدار مول } SO_3 \text{ تولید شده} = 2 \times x = 2 \times 0/1 = 0/2 \text{ mol } SO_3$$

$$? \text{ g } SO_3 = 0/2 \text{ mol } SO_3 \times \frac{80 \text{ g } SO_3}{1 \text{ mol } SO_3} = 16 \text{ g } SO_3$$

پاسخ تشریحی آزمون جامع (۱)

۱- گزینه ۴ روش اول: ابتدا جرم محلول را محاسبه می‌کنیم:

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

سپس جرمی از یون‌های Br^- که در این محلول وجود دارد را به دست می‌آوریم:

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

از جرم یون‌های Br^- ، جرم کلسیم برمید (CaBr_2) مورد نیاز را محاسبه می‌کنیم:

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

روش دوم: مراحل بالا را می‌توان به صورت خلاصه نوشت:

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

۲- گزینه ۲ ابتدا جرم یون هیدروکسید حاصل از حل شدن سدیم هیدروکسید و پتاسیم هیدروکسید را به دست می‌آوریم:

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

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

سپس به کمک رابطه ppm، جرم محلول را به دست می‌آوریم:

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

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

اکنون به کمک چگالی محلول، حجم آن را محاسبه می‌کنیم:

۳- گزینه 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 یون‌های پتاسیم

را محاسبه می‌کنیم:

$$? \text{ g K}_2\text{SO}_4 = 9/0.3 \times 10^{22} \text{ ion} \times \frac{1 \text{ mol ion}}{6.02 \times 10^{23} \text{ ion}} \times \frac{2 \text{ mol K}^+}{3 \text{ mol ion}} \times \frac{39 \text{ g K}^+}{1 \text{ mol K}^+} = 3.9 \text{ g K}^+$$

سپس غلظت ppm این محلول نسبت به یون‌های K^+ را به دست می‌آوریم:

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

۴- گزینه ۲ ابتدا درصد جرمی محلول سدیم کلرید را محاسبه می‌کنیم. جرم محلول سدیم کلرید برابر است با:

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

درصد جرمی محلول سدیم کلرید برابر است با:

$$\text{درصد جرمی} = \frac{\text{جرم حل شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 100 = \frac{12 \text{ g}}{60 \text{ g}} \times 100 = 20\%$$

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

$$? \text{ mol NaOH} = 250 \text{ g} \times \frac{2 \text{ g NaOH}}{100 \text{ g}} \times \frac{1 \text{ mol NaOH}}{40 \text{ g NaOH}} \times \frac{1 \text{ mol OH}^-}{1 \text{ mol NaOH}} = 1.25 \text{ mol OH}^-$$

۵- گزینه ۲ ابتدا جرم لیتیم سولفات موجود در محلول اولیه را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{جرم حل شونده} = \frac{\text{جرم محلول}}{\text{درصد جرمی}} \times 100 \Rightarrow 12 = \frac{x(g)}{450} \times 100 \Rightarrow x = 54g$$

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

سپس جرم لیتیم سولفات اضافه شده به محلول را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{اکنون درصد جرمی لیتیم سولفات در محلول جدید را به دست می‌آوریم:} \quad \text{درصد جرمی} = \frac{\text{جرم حل شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 100 = \frac{54+22}{450+22} \times 100 = 16.1\%$$

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

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

$$\text{سپس جرم کلسیم کلرید موجود در این محلول را به دست می‌آوریم:} \quad \text{درصد جرمی} = \frac{\text{جرم حل شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 100 \Rightarrow 20 = \frac{x(g)}{150(g)} \times 100 \Rightarrow x = 30g$$

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

$$\text{درصد جرمی} = \frac{\text{جرم حل شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 100 \Rightarrow 50 = \frac{z(g)}{y(g)} \times 100 \Rightarrow z = 0.5y g$$

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،

$$\text{خواهیم داشت:} \quad \text{درصد جرمی} = \frac{\text{جرم حل شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 100 \Rightarrow 25 = \frac{30+0.5y}{150+y} \times 100 \Rightarrow y = 30g$$

۷- گزینه 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- گزینه ۳ ابتدا غلظت محلول را در مرحله رقیق سازی اولیه محاسبه می‌کنیم:

$$M_1 V_1 + M_2 V_2 = M_3 V_3 \Rightarrow 0.2 \times 150 = M_3 \times 250 \Rightarrow M_3 = 0.12 \text{ mol.L}^{-1}$$

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:

$$M_1 V_1 + M_2 V_2 = M_3 V_3 \Rightarrow 0.12 \times 50 + 0.2 \times 70 = M_3 \times 200 \Rightarrow M_3 = 0.1 \text{ mol.L}^{-1}$$

۹- گزینه ۱ ابتدا حجم محلول اولیه را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{محلول} = 0.5 \text{ L} = \frac{1 \text{ mL محلول}}{1.26 \text{ g محلول}} \times \frac{1 \text{ L محلول}}{1000 \text{ mL محلول}} \times 630 \text{ g محلول} = 0.5 \text{ L}$$

$$M_1 V_1 + M_2 V_2 = M_3 V_3 \Rightarrow (0.5 \times M_1) + (1 \times 2) = 1.6 \times (2 + 0.5) \Rightarrow M_1 = 4 \text{ mol.L}^{-1}$$

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

$$\text{اکنون به کمک رابطه مقابل، درصد جرمی محلول نهایی را به دست می‌آوریم:} \quad M = \frac{10 \times a \times d}{\text{جرم مولی}} \Rightarrow 4 = \frac{10 \times a \times 1.26}{63} \Rightarrow a = 20\%$$

۱۰- گزینه ۲ در دمای 20°C در ۱۰۰ گرم آب مقدار ۳۰ گرم پتاسیم نترات حل شده و 130° گرم محلول سیر شده آن تولید می‌شود. مقدار نمک و آب موجود در 520° گرم محلول در این دما را به دست می‌آوریم:

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

$$\text{جرم آب} = 520 \text{ g} - 120 \text{ g} = 400 \text{ g H}_2\text{O}$$

با اضافه کردن ۲۱۰ گرم نمک و ۱۰۰ گرم آب به محلول، مقدار پتاسیم نترات و آب در ظرف به ترتیب برابر 330° گرم و 500° گرم می‌شود. اکنون محاسبه می‌کنیم که

$$\text{در دمای } 40^\circ \text{C} \text{ برای حل شدن } 330^\circ \text{ گرم نمک به چند گرم آب نیاز داریم:} \quad \text{آب} = 550 \text{ g} \times \frac{100 \text{ g آب}}{60 \text{ g KNO}_3} = 330 \text{ g آب}$$

پس حداقل 50° گرم آب باید به این ظرف اضافه کنیم تا کل پتاسیم نترات در آب حل شود.

۱۱- گزینه ۳ انحلال پذیری پتاسیم کلرید در دماهای 75°C و 30°C به ترتیب برابر 50 و 35 گرم در 100 گرم آب است؛ بنابراین با کاهش دمای 15° گرم محلول سیرشده پتاسیم کلرید از دمای 75°C تا 30°C ، 15 گرم رسوب تشکیل می‌شود.

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

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

می‌خواهیم جرم محلول حاصل از سرد کردن مقداری محلول سدیم نیترات از دمای 35°C تا 10°C برابر 360 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 سیرشده این نمک با سرد شدن از دمای 35°C تا 10°C ، 200 گرم رسوب تولید می‌کند.

$$\text{رسوب } 200\text{g NaNO}_3 = x \text{ g NaNO}_3 \Rightarrow x = 40\text{g NaNO}_3 = \frac{200\text{g NaNO}_3}{200\text{g محلول}} \times (360+x)\text{g محلول} = \text{رسوب } 200\text{g NaNO}_3?$$

پس جرم محلول سیرشده در دمای 35°C برابر 400 گرم است.

۱۲- گزینه ۳ برابر بودن درصد جرمی محلول سیرشده این دو نمک به معنای برابری مقدار انحلال پذیری آن‌ها است. برای حل مسئله ابتدا معادله انحلال پذیری دو نمک A و B را به دست می‌آوریم:

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

$$\frac{S-S_1}{S_p-S_1} = \frac{\theta-\theta_1}{\theta_p-\theta_1} \Rightarrow \frac{S-44}{S_p-S_1} = \frac{\theta-40}{53-44} \Rightarrow S = \frac{6}{10}\theta + 20 \quad \text{نمک B}$$

سپس با برابر قرار دادن معادله‌های انحلال پذیری این دو نمک، دمایی که انحلال پذیری آن‌ها با هم برابر است را محاسبه می‌کنیم:

$$S_A = S_B \Rightarrow -\frac{\theta}{4} + 37 = \frac{6}{10}\theta + 20 \Rightarrow \frac{1}{85}\theta = 17 \Rightarrow \theta = 20^{\circ}\text{C}$$

اکنون پس از محاسبه انحلال پذیری یکی از نمک‌ها در دمای 20°C ، درصد جرمی محلول را به دست می‌آوریم:

$$S_A = -\frac{20}{4} + 37 = 32\text{g} \quad \text{در دمای } 20^{\circ}\text{C}$$

$$\text{درصد جرمی} = \frac{\text{جرم حل شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 100 = \frac{32}{132} \times 100 = 24.2\%$$

۱۳- گزینه ۳ انحلال پذیری گازها با فشار آن‌ها رابطه خطی و مستقیم دارد، پس انحلال پذیری گاز کلر در دماهای 20°C و 50°C در فشار 1 atm ، $\frac{1}{4}$ برابر

انحلال پذیری آن در فشار 4 atm بوده و به ترتیب برابر 0.73 و 0.375 گرم در 100 گرم آب است.

جرم گاز کلر حل شده در 2 لیتر آب در دمای 50°C و فشار 1 atm برابر است با:

$$? \text{ g Cl}_2 = 2\text{L آب} \times \frac{10^3 \text{ mL آب}}{1 \text{ L آب}} \times \frac{1 \text{ g آب}}{1 \text{ mL آب}} \times \frac{0.375 \text{ g Cl}_2}{100 \text{ g آب}} = 7.5 \text{ g Cl}_2$$

جرم گاز کلر حل شده در 2 لیتر آب در دمای 20°C و فشار 1 atm برابر است با:

$$? \text{ g Cl}_2 = 2\text{L آب} \times \frac{10^3 \text{ mL آب}}{1 \text{ L آب}} \times \frac{1 \text{ g آب}}{1 \text{ mL آب}} \times \frac{0.73 \text{ g Cl}_2}{100 \text{ g آب}} = 14.6 \text{ g Cl}_2$$

پس مقدار $7/1\text{g}$ ($14/6 - 7/5$) گاز کلر اضافی را می‌توان در 2 لیتر محلول در دمای 20°C حل نمود تا به محلول سیرشده آن تبدیل شود. اکنون حجم این مقدار گاز

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

را در شرایط آزمایش محاسبه می‌کنیم:

۱۴- گزینه ۴ غلظت محلول غلیظ اولیه را M_1 و غلظت محلول رقیق نهایی را M_2 در نظر می‌گیریم:

روش اول (کسر تبدیل): مقدار مول سدیم هیدروکسید مصرف شده در واکنش را محاسبه می‌کنیم:

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

این مقدار سدیم هیدروکسید در 100 میلی‌لیتر از محلول با غلظت M_2 وجود دارد، پس غلظت M_2 برابر است با:

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

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

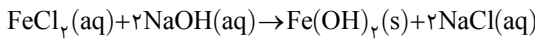
از رابطه رقیق سازی برای M_1 و M_2 داریم:

$$\text{روش دوم (تناسب):} \quad \frac{\text{غلظت مولی} \times \text{لیتر محلول NaOH}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{درصد جرمی} \times \text{جرم محلول H}_2\text{SO}_4}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{4 \times 49}{100 \times 1 \times 98} \times M_2 = \frac{20}{100} \times M_1 \Rightarrow M_2 = 0.4 \text{ mol.L}^{-1}$$

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

از رابطه رقیق سازی برای M_1 و M_2 داریم:

۱۵- گزینه ۱) معادله موازنه شده واکنش:



روش اول (کسر تبدیل):

$$? \text{ g Fe}(\text{OH})_2 = 20\% \text{ FeCl}_2 \times \frac{280 \text{ g Fe}^{2+}}{100 \text{ g FeCl}_2} \times \frac{1 \text{ mol Fe}^{2+}}{56 \text{ g Fe}^{2+}} \times \frac{1 \text{ mol FeCl}_2}{1 \text{ mol Fe}^{2+}} \times \frac{1 \text{ mol Fe}(\text{OH})_2}{1 \text{ mol FeCl}_2} \times \frac{90 \text{ g Fe}(\text{OH})_2}{1 \text{ mol Fe}(\text{OH})_2} = 0.9 \text{ g Fe}(\text{OH})_2$$

$$\text{روش دوم (تناسب):} \quad \frac{\text{غلظت ppm} \times \text{جرم محلول Fe}^{2+}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{جرم Fe}(\text{OH})_2}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{200 \times 280}{100 \times 1 \times 56} = \frac{x \text{ g Fe}(\text{OH})_2}{1 \times 90} \Rightarrow x = 0.9 \text{ g Fe}(\text{OH})_2$$

۱۶- گزینه ۴) x گرم آب و x گرم نمک سدیم نیترات در دمای 35°C با یکدیگر مخلوط شده و محلول سیر شده‌ای را پدید آورده‌اند. در اثر سرد کردن محلول تا دمای 0°C مقدار 84 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 72 گرم در 100 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 300 گرم آب و 216 g ($300-84$) سدیم نیترات است، در نتیجه جرم محلول برابر 516 گرم است.

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

$$? \text{ g MgCO}_3 = 5 \text{ L محلول} \times \frac{2/1 \text{ mol MgCO}_3}{1 \text{ L محلول}} \times \frac{84 \text{ g MgCO}_3}{1 \text{ mol MgCO}_3} = 882 \text{ g MgCO}_3$$

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

$$\text{محلول } 5000 \text{ g} = 5 \text{ L محلول} \times \frac{1000 \text{ mL محلول}}{1 \text{ L محلول}} \times \frac{d \text{ g محلول}}{1 \text{ mL محلول}}$$

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

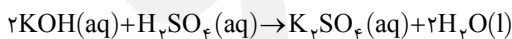
$$\text{محلول } 125 \text{ g} = 5 \text{ L محلول} \times \frac{25 \text{ g حل شونده}}{125 \text{ g محلول}} = 472/5 + 882 \Rightarrow d = 1/26 \text{ g.mL}^{-1}$$

۱۸- گزینه ۱) پاسخ قسمت 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:

$$? \text{ g محلول KOH} = 0.75 \text{ mol KOH} \times \frac{1 \text{ L محلول KOH}}{2/5 \text{ mol KOH}} \times \frac{1000 \text{ mL محلول}}{1 \text{ L محلول}} \times \frac{1 \text{ g KOH}}{1 \text{ mL محلول KOH}} = 330 \text{ g محلول KOH}$$



پاسخ قسمت دوم: معادله موازنه شده واکنش:

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

۱۹- گزینه ۱) ابتدا حجم محلول غلیظ را به دست می‌آوریم:

$$? \text{ mL محلول} = 83 \text{ g محلول} \times \frac{1 \text{ mL محلول}}{1/66 \text{ g محلول}} = 50 \text{ mL محلول}$$

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

سپس غلظت محلول غلیظ را از فرمول روبه‌رو محاسبه می‌کنیم:

$$M_{\text{غلیظ}} \times V_{\text{غلیظ}} = M_{\text{رقیق}} \times V_{\text{رقیق}} \Rightarrow 2/5 \times 50 = 1 \times V_{\text{رقیق}} \Rightarrow V_{\text{رقیق}} = 1250 \text{ mL}$$

در نتیجه باید 1200 mL ($1250-50$) آب که معادل 1200 g است به محلول اولیه اضافه شود.

۲۰- گزینة ۱ ابتدا با توجه به غلظت مولار و جرم حل شونده FeCl_x ، x را محاسبه می کنیم:

$$? \text{ g FeCl}_x = \frac{\text{محلول}}{\Delta L} \times \frac{1/\Delta \text{ mol ion}}{1 \text{ L محلول}} \times \frac{1 \text{ mol FeCl}_x}{(1+x) \text{ mol ion}} \times \frac{(\Delta \epsilon + 35/\Delta x) \text{ g FeCl}_x}{1 \text{ mol FeCl}_x} = 38/1 \text{ g FeCl}_x \Rightarrow \frac{0/9(\Delta \epsilon + 35/\Delta x)}{1+x} = 38/1 \Rightarrow x=2$$

سپس جرم محلول را به دست می آوریم:

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

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

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

اکنون درصد جرمی یون آهن در محلول را به دست می آوریم:

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

پاسخ تشریحی آزمون جامع (۲)

۱- گزینة ۲ معادله واکنش یون کلسیم (Ca^{2+}) با محلول سدیم فسفات:

$$3\text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{Na}_3\text{PO}_4(\text{aq}) \rightarrow \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2(\text{s}) + 6\text{Na}^+(\text{aq})$$

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

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

$$\text{Ba}^{2+}(\text{aq}) + \text{Na}_2\text{SO}_4(\text{aq}) \rightarrow \text{BaSO}_4(\text{s}) + 2\text{Na}^+(\text{aq})$$

$$? \text{ mol Na}_2\text{SO}_4 = \Delta m^3 \times \frac{10^6 \text{ mL آب}}{1 \text{ m}^3 \text{ آب}} \times \frac{1 \text{ g آب}}{1 \text{ mL آب}} \times \frac{11 \text{ g Ba}^{2+}}{10^6 \text{ g آب}} \times \frac{1 \text{ mol Ba}^{2+}}{137 \text{ g Ba}^{2+}} \times \frac{1 \text{ mol Na}_2\text{SO}_4}{1 \text{ mol Ba}^{2+}} = 15 \text{ mol Na}_2\text{SO}_4$$

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

۲- گزینة ۲ ابتدا محاسبه می کنیم که با استفاده از این مقدار محلول کلردار، چند متر مکعب آب استخر را می توان ضد عفونی کرد:

$$? \text{ m}^3 \text{ آب} = 2 \times 10^3 \text{ kg محلول} \times \frac{10^3 \text{ g محلول}}{1 \text{ kg محلول}} \times \frac{50 \text{ g کلر}}{10^6 \text{ g محلول}} \times \frac{100 \text{ g آب}}{10^6 \text{ g آب}} \times \frac{1 \text{ mL آب}}{1 \text{ g آب}} \times \frac{1 \text{ m}^3 \text{ آب}}{10^6 \text{ mL آب}} = 1000 \text{ m}^3 \text{ آب}$$

با توجه به اینکه حجم استخر 10^3 m^3 است، با استفاده از این مقدار محلول، می توان ۱۰ مرتبه استخر را ضد عفونی نمود.

۳- گزینة ۴ تغییرات جرم تیغه به این صورت است که مقداری آهن خورده می شود و مقداری مس روی تیغه می نشیند. اگر غلظت محلول مس (II) سولفات

را M فرض کنیم؛ خواهیم داشت:

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

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

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

$$114M = 250 \Rightarrow M = 2/8 \Rightarrow M = 1/4 \text{ mol.L}^{-1}$$

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

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

۴- گزینة ۱ ابتدا جرم مس (II) کلرید (CuCl_2) موجود در ۱۲ کیلوگرم آب دریاچه را محاسبه می کنیم:

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

سپس جرم مولی این ترکیب را به دست می آوریم:

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

پس جرم مولی عنصر Cu برابر است با:

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 می گیریم:

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

۵- گزینه ۱: منیزیم کلرید دارای فرمول شیمیایی $MgCl_2$ است و در حالت محلول هر مول از این ترکیب، ۳ مول یون آبیوشده تولید می کند، پس اگر غلظت کل یون های آبیوشده در این محلول ۹/۶ مولار باشد، غلظت منیزیم کلرید برابر $\frac{3}{2} \times \frac{9}{6}$ مول بر لیتر است.

حال اگر انحلال پذیری این نمک در این شرایط برابر ۲۵ گرم در ۱۰۰ گرم آب باشد، پس درصد جرمی این محلول برابر است با:

$$\text{درصد جرمی} = \frac{\text{جرم حل شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 100 = \frac{25}{100+25} \times 100 = 20\%$$

$$M = \frac{10 \times a \times d}{\text{جرم مولی}} \Rightarrow \frac{3}{2} = \frac{10 \times 20 \times d}{95} \Rightarrow d = 1.52 \text{ g mL}^{-1}$$

اکنون به کمک فرمول مقابل می توانیم چگالی این محلول را به دست آوریم:

۶- گزینه ۳: معادله موازنه شده واکنش:



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

$$? \text{ g HCl} = 200 \text{ mL MnO}_2 \times \frac{1 \text{ L MnO}_2 \text{ محلول}}{10^3 \text{ mL MnO}_2 \text{ محلول}} \times \frac{3 \times 10^{-3} \text{ mol MnO}_2}{1 \text{ L MnO}_2 \text{ محلول}} \times \frac{4 \text{ mol HCl}}{1 \text{ mol MnO}_2} \times \frac{36.5 \text{ g HCl}}{1 \text{ mol HCl}} = 8.76 \times 10^{-4} \text{ g HCl}$$

سپس غلظت ppm محلول هیدروکلریک اسید را به دست می آوریم:

$$\text{غلظت ppm} = \frac{\text{جرم حل شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 10^6 = \frac{8.76 \times 10^{-4}}{365} \times 10^6 = 240 \text{ ppm}$$

روش دوم (تناسب):

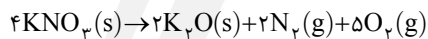
$$\frac{MnO_2 \text{ محلول} \times \text{غلظت مولی}}{\text{ضریب}} = \frac{HCl \text{ محلول} \times \text{غلظت ppm}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{میلی لیتر گاز } Cl_2 \text{ (STP)}}{22400 \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{365 \times \text{غلظت ppm}}{10^6 \times 4 \times 36.5 / 5} = \frac{V \text{ mL}}{1 \times 22400}$$

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

۷- گزینه ۲: انحلال پذیری پتاسیم نیترات در دماهای $20^\circ C$ و $40^\circ C$ به ترتیب برابر ۳۰ و ۶۰ گرم در ۱۰۰ گرم آب است؛ بنابراین اگر ۱۶۰ گرم محلول سیرشده را از دمای $40^\circ C$ تا $20^\circ C$ سرد کنیم، مقدار ۳۰ گرم پتاسیم نیترات رسوب می کند. به این ترتیب جرم KNO_3 حاصل را محاسبه می کنیم:

$$? \text{ g KNO}_3 = 160 \text{ g محلول} \times \frac{30 \text{ g رسوب}}{160 \text{ g محلول}} = 1.5 \text{ g KNO}_3$$

سپس جرم O_2 حاصل از تجزیه گرمایی ۱/۵ گرم KNO_3 را به دست می آوریم:



معادله موازنه شده واکنش:

$$? \text{ g O}_2 = 1.5 \text{ g KNO}_3 \times \frac{1 \text{ mol KNO}_3}{101 \text{ g KNO}_3} \times \frac{5 \text{ mol O}_2}{4 \text{ mol KNO}_3} \times \frac{32 \text{ g O}_2}{1 \text{ mol O}_2} = 0.6 \text{ g O}_2$$

روش اول (کسر تبدیل):

$$\frac{\text{جرم KNO}_3}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{جرم O}_2}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{1.5}{4 \times 101} = \frac{x}{5 \times 32} \Rightarrow x = 0.6 \text{ g}$$

روش دوم (تناسب):

با توجه به نمودار نشان داده شده، در دمای $35^\circ C$ و فشار ۱ atm مقدار 2.5×10^{-3} گرم گاز اکسیژن در ۱۰۰ گرم آب حل می شود، پس در دمای $35^\circ C$ و فشار ۲ atm، مقدار 5×10^{-3} گرم گاز اکسیژن در ۱۰۰ گرم آب حل می شود. اکنون حجمی از آب با دمای $35^\circ C$ و فشار ۲ atm که این مقدار گاز O_2 در آن حل می شود

$$? \text{ L آب} = 0.6 \text{ g آب} \times \frac{100 \text{ g آب}}{5 \times 10^{-3} \text{ g O}_2} \times \frac{1 \text{ mL آب}}{1 \text{ g آب}} \times \frac{1 \text{ L آب}}{10^3 \text{ mL آب}} = 12 \text{ L آب}$$

را محاسبه می کنیم:

۸- گزینه ۳: از آنجا که محلول H_2S رقیق است، جرم محلول را می توان برابر جرم آب در نظر گرفت.

$$? \text{ g H}_2\text{S} = 5.46 \text{ g Na}_2\text{S} \times \frac{1 \text{ mol Na}_2\text{S}}{78 \text{ g Na}_2\text{S}} \times \frac{1 \text{ mol H}_2\text{S}}{1 \text{ mol Na}_2\text{S}} \times \frac{34 \text{ g H}_2\text{S}}{1 \text{ mol H}_2\text{S}} \times \frac{100 \text{ g محلول}}{34 \text{ g H}_2\text{S}} = 70 \text{ g H}_2\text{S}$$

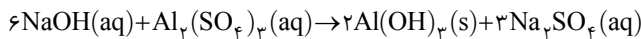
۹- گزینه ۳: ابتدا جرمی از NO که در ۱۰۰ گرم محلول ۰/۲ مولار آن وجود دارد را محاسبه می کنیم:

$$? \text{ g NO} = 100 \text{ g آب} \times \frac{1 \text{ mL آب}}{1 \text{ g آب}} \times \frac{1 \text{ L آب}}{10^3 \text{ mL آب}} \times \frac{2 \times 10^{-2} \text{ mol NO}}{1 \text{ L آب}} \times \frac{30 \text{ g NO}}{1 \text{ mol NO}} = 0.6 \text{ g NO}$$

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

$$\text{برای حل شدن } 0.6 \text{ g از این گاز در } 100 \text{ g آب باید فشار } 3 \text{ برابر، یعنی } 9 \text{ atm شود:}$$

$$\text{درصد افزایش فشار} = \frac{P_2 - P_1}{P_1} \times 100 = \frac{9 - 3}{3} \times 100 = 200\%$$



۱۰- گزینه ۳ معادله موازنه شده واکنش:

با توجه به انحلال پذیری NaOH می توان نتیجه گرفت که در هر ۲۲۰ گرم محلول از این ترکیب، ۱۲۰ گرم NaOH حل شده است:

$$? \text{ L Al}_2(\text{SO}_4)_3 = 560 \text{ mL NaOH} \times \frac{1/375 \text{ g NaOH}}{1 \text{ mL NaOH}} \times \frac{120 \text{ g NaOH}}{220 \text{ g NaOH}} \times \frac{1 \text{ mol NaOH}}{40 \text{ g NaOH}} \times \frac{1 \text{ mol Al}_2(\text{SO}_4)_3}{6 \text{ mol NaOH}}$$

$$\frac{1 \text{ L Al}_2(\text{SO}_4)_3}{0.5 \text{ mol Al}_2(\text{SO}_4)_3} = \frac{3}{5} \text{ L Al}_2(\text{SO}_4)_3$$

پاسخ تشریحی آزمون جامع (۳)

۱- گزینه ۲ جرم منیزیم سولفات را x گرم و جرم منیزیم کلرید را (5-x) گرم در نظر می گیریم و جرم منیزیم را در این مخلوط محاسبه می کنیم:

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

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

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

از مقدار غلظت ppm داریم:

$$? \text{ mol MgSO}_4 = 120 \text{ g MgSO}_4 \times \frac{1 \text{ mol MgSO}_4}{120 \text{ g MgSO}_4} = 1 \text{ mol MgSO}_4$$

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

$$? \text{ mol MgCl}_2 = 3/8 \text{ g MgCl}_2 \times \frac{1 \text{ mol MgCl}_2}{95 \text{ g MgCl}_2} = 0.4 \text{ mol MgCl}_2$$

$$\frac{\text{مقدار مول MgCl}_2}{\text{مقدار مول MgSO}_4} = \frac{0.4}{1} = 0.4 = 2/5$$

پس نسبت خواسته شده برابر است با:

۲- گزینه ۳ ابتدا مقدار مول آمونیوم نیترات را n_۱ و مقدار مول کلسیم نیترات را n_۲ در نظر می گیریم و جرم هر یک از یون‌های موجود در محلول را محاسبه می کنیم:

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

$$? \text{ g NH}_4^+ = 1/5 a \text{ mol NH}_4\text{NO}_3 \times \frac{1 \text{ mol NH}_4^+}{1 \text{ mol NH}_4\text{NO}_3} \times \frac{18 \text{ g NH}_4^+}{1 \text{ mol NH}_4^+} = 27a \text{ g NH}_4^+$$

$$? \text{ g NO}_3^- = 1/5 a \text{ mol NH}_4\text{NO}_3 \times \frac{1 \text{ mol NO}_3^-}{1 \text{ mol NH}_4\text{NO}_3} \times \frac{62 \text{ g NO}_3^-}{1 \text{ mol NO}_3^-} = 93a \text{ g NO}_3^-$$

$$\text{محلول کلسیم نیترات: } \frac{\text{غلظت مولار}}{\text{جرم مولی}} = \frac{10 \times a \times d}{164} = \frac{10 \times 30 \times 1/23}{164} = 2/25 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$\text{غلظت مولی} = \frac{\text{مول حل شونده}}{\text{لیتر محلول}} \Rightarrow 2/25 = \frac{n_2}{b} \Rightarrow n_2 = 2/25 b \text{ mol}$$

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

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

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

$$\begin{cases} \text{آنیون‌ها: } 93a + 279b = 93 \\ \text{کاتیون‌ها: } 27a + 90b = 28/8 \end{cases} \Rightarrow a = 0.4, b = 0.2$$

پس نسبت $\frac{a}{b}$ برابر ۲ (0.4/0.2) است.

۳- گزینه ۴ درصد جرمی این محلول برابر است با:

$$\text{درصد جرمی} = \frac{\text{جرم حل شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 100 \Rightarrow \frac{11/2}{28} \times 100 = 19.3\%$$

از فرمول روبه‌رو جرم مولی این حل‌شونده را محاسبه می‌کنیم:

$$\frac{10 \times a \times d}{\text{جرم مولی}} \Rightarrow 0.25 = \frac{10 \times 4 \times 1/4}{\text{جرم مولی}} \Rightarrow \text{جرم مولی} = 224 \text{ g.mol}^{-1}$$

$$\text{جرم مولی } M\text{Br}_x = M + x(80) = 224$$

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 به‌دست می‌آید. اکنون جرم آنیون (Br^-) موجود در محلول را محاسبه و درصد جرمی آنیون موجود در محلول را به‌دست می‌آوریم:

$$? \text{ g Br}^- = 11/2 \text{ g CuBr}_2 \times \frac{1 \text{ mol CuBr}_2}{224 \text{ g CuBr}_2} \times \frac{2 \text{ mol Br}^-}{1 \text{ mol CuBr}_2} \times \frac{80 \text{ g Br}^-}{1 \text{ mol Br}^-} = 8 \text{ g Br}^-$$

$$\text{درصد جرمی آنیون در محلول} = \frac{8}{28} \times 100 = 28.6\%$$

۴- گزینه ۲ جرم اولیه تیغه آهنی را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{جرم تیغه آهنی} = \frac{7.8 \text{ g Fe}}{7.8 \text{ g Fe}} \times \frac{7.8 \text{ cm}^3 \text{ Fe}}{1 \text{ cm}^3 \text{ Fe}} = 7.8 \text{ g Fe}$$

حجم محلول نقره نیترات را V لیتر در نظر می‌گیریم:

$$\text{جرم آهن مصرف شده} = V \text{ L AgNO}_3 \times \frac{0.45 \text{ mol AgNO}_3}{1 \text{ L AgNO}_3} \times \frac{1 \text{ mol Fe}}{2 \text{ mol AgNO}_3} \times \frac{56 \text{ g Fe}}{1 \text{ mol Fe}} = 12.6 V \text{ g Fe}$$

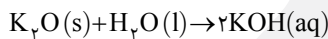
$$\text{جرم نقره تولید شده} = V \text{ L AgNO}_3 \times \frac{0.45 \text{ mol AgNO}_3}{1 \text{ L AgNO}_3} \times \frac{2 \text{ mol Ag}}{2 \text{ mol AgNO}_3} \times \frac{108 \text{ g Ag}}{1 \text{ mol Ag}} = 48.6 V \text{ g Ag}$$

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

$$8/652 = 4/368 - 12/6V + \frac{70}{100} (48/6V) \Rightarrow V = 0.2 \text{ L} = 200 \text{ mL}$$

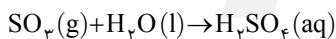
۵- گزینه ۱ بشر شماره (۱):



$$? \text{ mol KOH} = 28/2 \text{ g K}_2\text{O} \times \frac{1 \text{ mol K}_2\text{O}}{94 \text{ g K}_2\text{O}} \times \frac{2 \text{ mol KOH}}{1 \text{ mol K}_2\text{O}} = 0.6 \text{ mol KOH}$$

$$\text{غلظت محلول تولید شده} = \frac{\text{مول حل شونده}}{\text{لیتر محلول}} = \frac{0.6 \text{ (mol)}}{0.25 \text{ (L)}} = 2.4 \text{ mol.L}^{-1}$$

غلظت محلول تولید شده:

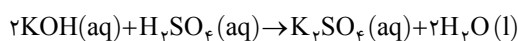


بشر شماره (۲):

$$? \text{ mol H}_2\text{SO}_4 = 8 \text{ L SO}_3 \times \frac{2/5 \text{ g SO}_3}{1 \text{ L SO}_3} \times \frac{1 \text{ mol SO}_3}{80 \text{ g SO}_3} \times \frac{1 \text{ mol H}_2\text{SO}_4}{1 \text{ mol SO}_3} = 0.2 \text{ mol H}_2\text{SO}_4$$

$$\text{غلظت محلول تولید شده} = \frac{\text{مول حل شونده}}{\text{لیتر محلول}} = \frac{0.25 \text{ (mol)}}{0.2 \text{ (L)}} = 1.25 \text{ mol.L}^{-1}$$

غلظت محلول تولید شده:



معادله موازنه شده واکنش نهایی:

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

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

غلظت مولی نمک تولید شده را محاسبه می‌کنیم:

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

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

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

روش دوم (تناسب):

$$\Rightarrow \frac{0.1 \times 2/4}{2} = \frac{V \times 1/25}{1} = \frac{M_{\text{K}_2\text{SO}_4} \times \text{حجم کل}}{1} \Rightarrow V = 0.096 \text{ L} = 96 \text{ mL} \Rightarrow \text{حجم کل محلول} = 0.196 \text{ L}$$

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

۶- گزینه ۲ درصد جرمی سدیم نیترات در محلول سیرشده در دمای ۳۵°C را از فرمول زیر محاسبه می‌کنیم:

$$\text{غلظت مولی} = \frac{10 \times a \times d}{\text{جرم مولی}} \Rightarrow \gamma = \frac{10 \times a \times 1/19}{85} \Rightarrow a = 5\%$$

انحلال پذیری این نمک در این دما برابر است با: 100 g NaNO_3 در 50 g آب 50 g NaNO_3 در دمای ۳۵°C

انحلال پذیری این نمک در دمای ۲۰°C را S در نظر می‌گیریم و ۱۸۰۰ گرم محلول سیرشده آن را از دمای ۳۵°C تا ۲۰°C سرد می‌کنیم. اگر ۲۰۰ گرم محلول سیرشده را از دمای ۳۵°C تا ۲۰°C سرد کنیم، مقدار (۱۰۰-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 ۲۰ 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 ۳۵°C و ۲۰°C به ترتیب ۱۰۰g و ۸۸g 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 ۰/۸ و ۷۲ است که حاصل ضرب آنها برابر ۵۷/۶ (۷۲×۰/۸) می‌باشد.

۷- گزینه ۳ جرم آهن (II) کلرید را x گرم و جرم آهن (III) کلرید را (۸۳/۳-x) گرم در نظر می‌گیریم و مجموع مول‌های موجود در این محلول را محاسبه می‌کنیم:

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

$$? \text{ mol ion} = (83/3-x) \text{ g FeCl}_3 \times \frac{1 \text{ mol FeCl}_3}{162/5 \text{ g FeCl}_3} \times \frac{4 \text{ mol ion}}{1 \text{ mol FeCl}_3} = \frac{4(83/3-x)}{162/5} \text{ mol ion} \quad \text{آهن (III) کلرید:}$$

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

$$\text{غلظت مولی} = \frac{\text{مول حل شونده}}{\text{لیتر محلول}} \Rightarrow 0.2 = \frac{\text{مول حل شونده}}{10 \text{ L}} \Rightarrow 2 \text{ mol} = \frac{3x}{127} + \frac{4(83/3-x)}{162/5} \Rightarrow x = 50.8 \text{ g}$$

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

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

۸- گزینه ۲ غلظت مولی محلول منیزیم کلرید برابر است با:

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

با توجه به فرمول MgCl_2 ، غلظت یون منیزیم نیز $\frac{24}{95}$ مول بر لیتر است.

غلظت محلول منیزیم سولفات اولیه ۰/۰۵ مولار است، پس با توجه به فرمول MgSO_4 ، غلظت یون Mg^{2+} نیز برابر ۰/۰۵ مول بر لیتر است.

$$M_p = 0.05 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$\text{غلظت مولار} = \frac{\text{ppm} \times d}{1000 \times \text{جرم مولی}} \Rightarrow M_p = \frac{466 \times 1 / 0.3}{1000 \times 24} = 0.02 \text{ mol.L}^{-1}$$

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

پس با توجه به رابطه قانون پایستگی مول داریم:

$$n_1 + n_p = n_p \Rightarrow M_1 V_1 + M_p V_p = M_p V_p \Rightarrow \frac{24}{95} \times 76 \times 10^{-3} + 0.05 V_p = 0.02 \times 3 \Rightarrow V_p = 0.116 \text{ L} = 116 \text{ mL}$$

۹- گزینه ۱ انحلال پذیری پتاسیم دی کرومات در دماهای 7°C و 5°C به ترتیب ۵ و 3°C گرم در 100 گرم آب است و انحلال پذیری پتاسیم کلرات در

دماهای 7°C و 5°C به ترتیب ۳ و 15 گرم در 100 گرم آب است، پس در دمای 7°C و 5°C به ترتیب ۸ 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:

$$\frac{100}{145} \times 100 = 69\% \text{ درصد جرمی آب}$$

۱۰- گزینه ۳ غلظت مولار محلول در شاخه سمت راست برابر است با:

$$\text{غلظت مولار} = \frac{10 \times a \times d}{\text{جرم مولی}} = \frac{10 \times 32 \times \frac{4}{3}}{160} = \frac{8}{3} \text{ mol.L}^{-1}$$

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

$$? \text{ mol CuSO}_4 = 10.80 \text{ g CuSO}_4 \text{ محلول} \times \frac{8 \text{ g CuSO}_4}{180 \text{ g CuSO}_4 \text{ محلول}} \times \frac{1 \text{ mol CuSO}_4}{160 \text{ g CuSO}_4} = 3 \text{ mol CuSO}_4$$

$$? \text{ L CuSO}_4 = 10.80 \text{ g CuSO}_4 \text{ محلول} \times \frac{1 \text{ mL CuSO}_4 \text{ محلول}}{178 \text{ g CuSO}_4 \text{ محلول}} \times \frac{1 \text{ L CuSO}_4 \text{ محلول}}{1000 \text{ mL CuSO}_4 \text{ محلول}} = 0.6 \text{ L CuSO}_4 \text{ محلول}$$

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

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:

$$\left\{ \begin{array}{l} V_R = 450 \text{ mL} \\ M_R = \frac{8}{3} \text{ mol.L}^{-1} \\ n_R = 1/2 \text{ mol} \end{array} \right. \text{ لوله راست} \quad \left\{ \begin{array}{l} V_L = 600 \text{ mL} \\ M_L = 5 \text{ mol.L}^{-1} \\ n_L = 3 \text{ mol} \end{array} \right. \text{ لوله چپ}$$

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

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،

$$\Delta V = \pi r^2 \Delta h \Rightarrow 450 = 3 \times 2^2 \times \Delta h \Rightarrow \Delta h = 37.5 \text{ cm}$$

اختلاف ارتفاع در دو شاخه برابر است با:

فصل چهارم

پاسخ تشریحی آزمون‌های جامع

پاسخ تشریحی آزمون جامع (۱)

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

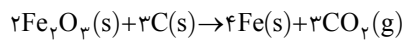
$$? \text{ kg Cu} = 20 \text{ ton گیاه} \times \frac{10^3 \text{ kg گیاه}}{1 \text{ ton گیاه}} \times \frac{14 \text{ g Cu}}{1 \text{ kg گیاه}} \times \frac{1 \text{ kg Cu}}{10^3 \text{ g Cu}} = 280 \text{ kg Cu}$$

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

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

$$\text{درصد جرمی مس در خاکستر} = \frac{70 \text{ g Cu}}{800 \text{ g خاکستر}} \times 100 = 8.75\%$$

درصد جرمی فلز مس در خاکستر حاصل از ۵ کیلوگرم گیاه را محاسبه می‌کنیم:



۲- گزینۀ ۳ معادله موازنه شده واکنش:

$$? \text{ g Fe} = 1/6 \times 10^3 \text{ g Fe}_2\text{O}_3(\text{خالص}) \times \frac{70 \text{ g Fe}_2\text{O}_3(\text{خالص})}{100 \text{ g Fe}_2\text{O}_3(\text{خالص})} \times \frac{1 \text{ mol Fe}_2\text{O}_3}{160 \text{ g Fe}_2\text{O}_3} \times \frac{4 \text{ mol Fe}}{2 \text{ mol Fe}_2\text{O}_3} \times \frac{56 \text{ g Fe}}{1 \text{ mol Fe}} = 840 \text{ g Fe}$$

روش اول (کسر تبدیل):

$$\frac{\text{جرم مولی} \times \frac{P}{100}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{1/6 \times 10^3 \times \frac{70}{100}}{2 \times 160} = \frac{x \text{ g Fe}}{4 \times 56} \Rightarrow x = 840 \text{ g Fe}$$

روش دوم (تناسب):

۳- گزینۀ ۴ 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:

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

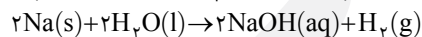
$$\text{درصد خلوص کلسیم کربنات برابر است با:} \quad \frac{\text{جرم CaCO}_3 \text{ خالص}}{\text{جرم CaCO}_3 \text{ ناخالص}} \times 100 = \frac{8}{10} \times 100 = 80\%$$

درصد خلوص کلسیم کربنات برابر است با:

$$\frac{\text{جرم Na} \times \frac{P}{100}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{10 \times \frac{P}{100}}{22400 \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{10 \times \frac{P}{100}}{1 \times 100} = \frac{1792}{1 \times 22400} \Rightarrow P = 80\%$$

روش دوم (تناسب):

۴- گزینۀ ۳ 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:

$$? \text{ g H}_2 = 5 \text{ g Na}(\text{خالص}) \times \frac{92 \text{ g Na}(\text{خالص})}{100 \text{ g Na}(\text{خالص})} \times \frac{1 \text{ mol Na}}{23 \text{ g Na}} \times \frac{1 \text{ mol H}_2}{2 \text{ mol Na}} \times \frac{2 \text{ g H}_2}{1 \text{ mol H}_2} = 0.2 \text{ g H}_2$$

روش اول (کسر تبدیل):

پس جرم مخلوط باقی مانده برابر $99/8 \text{ g}$ (۱۰۰-۰/۲) است.

$$\frac{\text{جرم Na} \times \frac{P}{100}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{5 \times \frac{92}{100}}{2 \times 23} = \frac{x \text{ g H}_2}{1 \times 2} \Rightarrow x = 0.2 \text{ g H}_2$$

روش دوم (تناسب):

پس جرم مخلوط باقی مانده برابر $99/8 \text{ g}$ (۱۰۰-۰/۲) است.

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

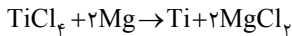
$$? \text{ g Cu}_2\text{S}(\text{خالص}) = 4/16 \text{ g S} \times \frac{1 \text{ mol S}}{32 \text{ g S}} \times \frac{1 \text{ mol Cu}_2\text{S}}{1 \text{ mol S}} \times \frac{160 \text{ g Cu}_2\text{S}}{1 \text{ mol Cu}_2\text{S}} = 20/8 \text{ g Cu}_2\text{S}(\text{خالص})$$

ابتدا جرم مس (I) سولفید را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{Cu}_2\text{S} \text{ درصد خلوص} = \frac{\text{جرم Cu}_2\text{S} \text{ خالص}}{\text{جرم Cu}_2\text{S} \text{ ناخالص}} \times 100 = \frac{20/8 \text{ (g)}}{65 \text{ (g)}} \times 100 = 32\%$$

سپس درصد خلوص مس (I) سولفید را به دست می‌آوریم:

پس این ترکیب دارای ۶۸ درصد ناخالصی است.



۶- گزینه ۳ معادله موازنه شده واکنش:

روش اول (کسر تبدیل):

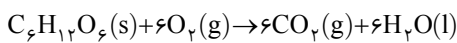
$$? \text{ kg Mg} = 200 \times 10^3 \text{ g TiCl}_4 (\text{ناخالص}) \times \frac{76 \text{ g TiCl}_4 (\text{خالص})}{100 \text{ g TiCl}_4 (\text{ناخالص})} \times \frac{1 \text{ mol TiCl}_4}{190 \text{ g TiCl}_4} \times \frac{2 \text{ mol Mg}}{1 \text{ mol TiCl}_4} \times \frac{24 \text{ g Mg}}{1 \text{ mol Mg}} \times \frac{1 \text{ kg Mg}}{10^3 \text{ g Mg}} = 38/4 \text{ kg Mg}$$

$$? \text{ kg Ti} (\text{ناخالص}) = 200 \times 10^3 \text{ g TiCl}_4 (\text{ناخالص}) \times \frac{76 \text{ g TiCl}_4 (\text{خالص})}{100 \text{ g TiCl}_4 (\text{ناخالص})} \times \frac{1 \text{ mol TiCl}_4}{190 \text{ g TiCl}_4} \times \frac{1 \text{ mol Ti}}{1 \text{ mol TiCl}_4} \times \frac{48 \text{ g Ti}}{96 \text{ g Ti}} \times \frac{10^3 \text{ g Ti}}{1 \text{ kg Ti}} = 40000 \text{ g Ti} (\text{ناخالص}) = 40 \text{ kg Ti} (\text{ناخالص})$$

روش دوم (تناسب):

$$\frac{\text{P}_1}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{P}_2}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{200 \times 10^3 \times \frac{76}{100}}{1 \times 190} = \frac{x \times 10^3 \text{ g Mg}}{2 \times 24} = \frac{y \times 10^3 \text{ g Ti}}{1 \times 48}$$

$$\Rightarrow x = 38/4 \text{ kg Mg}, y = 40 \text{ kg Ti} (\text{ناخالص})$$



۷- گزینه ۲ معادله موازنه شده واکنش:

روش اول (کسر تبدیل):

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

$$\text{بازده درصدی} = \frac{\text{مقدار عملی CO}_2}{\text{مقدار نظری CO}_2} \times 100 = \frac{6/72 \text{ (L)}}{11/2 \text{ (L)}} \times 100 = 6\%$$

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

$$\frac{\text{R}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{15 \times \frac{\text{R}}{100}}{\text{لیتر CO}_2 (\text{STP}) \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{15 \times \frac{\text{R}}{100}}{1 \times 180} = \frac{6/72}{6 \times 22/4} = \frac{x \text{ g H}_2\text{O}}{6 \times 18} \Rightarrow \text{R} = 6\%, x = 5/4 \text{ g H}_2\text{O}$$

روش دوم (تناسب):



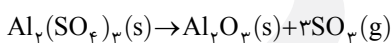
۸- گزینه ۱ معادله موازنه شده واکنش:

روش اول (کسر تبدیل):

$$? \text{ g MnO}_2 = 3 \text{ L Cl}_2 \times \frac{1/42 \text{ g Cl}_2}{1 \text{ L Cl}_2} \times \frac{1 \text{ mol Cl}_2}{71 \text{ g Cl}_2} \times \frac{1 \text{ mol MnO}_2}{1 \text{ mol Cl}_2} \times \frac{87 \text{ g MnO}_2}{1 \text{ mol MnO}_2} \times \frac{100}{58} = 90 \text{ g MnO}_2$$

$$\frac{\text{MnO}_2 \text{ گرم} \times \frac{\text{R}}{100}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{x \text{ g MnO}_2 \times \frac{58}{100}}{\text{جگالی} \times \text{لیتر Cl}_2 \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{x \text{ g MnO}_2 \times \frac{58}{100}}{1 \times 87} = \frac{30 \times 1/42}{1 \times 71} \Rightarrow x = 90 \text{ g MnO}_2$$

روش دوم (تناسب):



۹- گزینه ۴ معادله موازنه شده واکنش:

روش اول (کسر تبدیل):

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

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

روش دوم (تناسب):

۱۰- گزینه ۳ درصد تجزیه آمونیوم دی کرومات را R در نظر بگیریم، مقدار فراورده جامد تولیدی و واکنش دهنده باقی مانده را محاسبه می کنیم:

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

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

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

می ماند؛ بنابراین خواهیم داشت:

۱۱- گزینه ۴ ابتدا باید فرمول هیدروکربن سیرشده خطی (آلکان) مورد نظر را تعیین کنیم: (فرمول کلی آلکانها به صورت C_nH_{2n+2} است.)

$$100 = \frac{2n+2}{14n+2} \times 100 \Rightarrow n=7$$

پس هیدروکربن مورد نظر C_7H_{16} بوده و معادله واکنش سوختن کامل آن به صورت مقابل است:
پس برای سوختن کامل هر مول از این هیدروکربن به ۱۱ مول گاز اکسیژن نیاز است.

۱۲- گزینه ۲ فرمول کلی آلکینها به صورت C_nH_{2n-2} است، پس خواهیم داشت:

$$\frac{2n-2}{n} = 1/6 \Rightarrow n=5$$

پس فرمول هیدروکربن مورد نظر C_5H_8 است. معادله واکنش سیر شدن با برم:

$$C_5H_8 + 2Br_2 \rightarrow C_5H_8Br_4$$

روش اول (کسر تبدیل):

$$? g Br_2 = 17 g C_5H_8 \times \frac{1 \text{ mol } C_5H_8}{68 g C_5H_8} \times \frac{2 \text{ mol } Br_2}{1 \text{ mol } C_5H_8} \times \frac{160 g Br_2}{1 \text{ mol } Br_2} = 80 g Br_2$$

روش دوم (تناسب):

$$\frac{C_5H_8 \text{ گرم}}{Br_2 \text{ گرم}} = \frac{17}{x} = \frac{68}{160} \Rightarrow x = 80 g Br_2$$

۱۳- گزینه ۲ معادله موازنه شده واکنش هیدروژن دار پروپین:

$$C_3H_4(g) + 2H_2(g) \rightarrow C_3H_8(g)$$

$$? g C_3H_4 = 12/32 L C_3H_4 \times \frac{1 \text{ mol } C_3H_4}{40 g C_3H_4} \times \frac{2 \text{ mol } H_2}{1 \text{ mol } C_3H_4} \times \frac{2 g H_2}{1 \text{ mol } H_2} \times 100 = 27/5 g C_3H_4$$

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:

$$C_3H_4(g) + 4O_2(g) \rightarrow 3CO_2(g) + 2H_2O(l)$$

$$(y-27/5) g C_3H_4 \times \frac{1 \text{ mol } C_3H_4}{40 g C_3H_4} \times \frac{4 \text{ mol } O_2}{1 \text{ mol } C_3H_4} \times \frac{32 g O_2}{1 \text{ mol } O_2} = y g O_2 \Rightarrow y = 40 g$$

در نتیجه حجم گاز CO_2 تولیدی در شرایط STP برابر است با: $21 L CO_2$

$$? L CO_2 = (40-27/5) g C_3H_4 \times \frac{1 \text{ mol } C_3H_4}{40 g C_3H_4} \times \frac{3 \text{ mol } CO_2}{1 \text{ mol } C_3H_4} \times \frac{22/4 L CO_2}{1 \text{ mol } CO_2} = 21 L CO_2$$

۱۴- گزینه ۱ معادله موازنه شده واکنش سوختن ناقص یک آلکین:

$$C_nH_{2n-2} + \left(\frac{2n-1}{2}\right) O_2 \rightarrow nCO + (n-1)H_2O$$

$$100/8 L CO \times \frac{1 \text{ mol } CO}{22/4 L CO} \times \frac{(n-1) \text{ mol } H_2O}{n \text{ mol } CO} \times \frac{18 g H_2O}{1 \text{ mol } H_2O} = 54 g H_2O \Rightarrow n=3$$

ابتدا با محاسبه مقدار n ، فرمول مولکولی آلکین را تعیین می‌کنیم:

پس فرمول مولکولی آلکین مورد نظر C_3H_4 است.

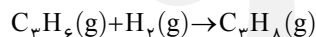
از آنجا که جرم آب حاصل از سوختن کامل و ناقص هیدروکربن‌ها ثابت است، به کمک جرم آب به دست آمده در واکنش سوختن ناقص C_3H_4 ، حجم گاز اکسیژن لازم برای سوختن کامل این هیدروکربن را محاسبه می‌کنیم:

معادله موازنه شده واکنش سوختن کامل این هیدروکربن:

$$C_3H_4 + 4O_2 \rightarrow 3CO_2 + 2H_2O$$

$$? LO_2 = 54 g H_2O \times \frac{1 \text{ mol } H_2O}{18 g H_2O} \times \frac{4 \text{ mol } O_2}{2 \text{ mol } H_2O} \times \frac{22/4 LO_2}{1 \text{ mol } O_2} = 134/4 LO_2$$

۱۵- گزینه ۲ معادله موازنه شده واکنشها:



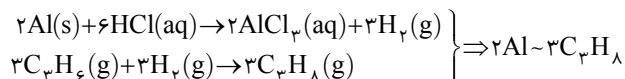
$$C_3H_6(g) + H_2(g) \rightarrow C_3H_8(g)$$

$$? g Al(\text{خالص}) = 99 g C_3H_6 \times \frac{1 \text{ mol } C_3H_6}{42 g C_3H_6} \times \frac{1 \text{ mol } H_2}{1 \text{ mol } C_3H_6} \times \frac{2 \text{ mol } Al}{3 \text{ mol } H_2} \times \frac{27 g Al}{1 \text{ mol } Al} = 40/5 g Al(\text{خالص})$$

روش اول (کسر تبدیل):

$$Al \text{ درصد خلوص} = \frac{\text{جرم } Al \text{ خالص}}{\text{جرم } Al \text{ ناخالص}} \times 100 = \frac{40/5 (g)}{50 (g)} \times 100 = 80\%$$

روش دوم (تناسب): ضرایب گاز هیدروژن را در دو واکنش یکسان می‌کنیم:



$$\frac{\text{جرم } Al \text{ خالص} \times \frac{P}{100}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{50 \times \frac{P}{100}}{2 \times 27} = \frac{99}{3 \times 44} \Rightarrow P = 80\%$$

پاسخ تشریحی آزمون جامع (۲)

۱- گزینه ۱ (روش اول (کسر تبدیل):

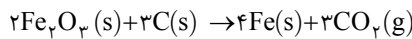
$$? \text{ kg Cu} = 200 \times 10^3 \text{ g Cu}_3\text{S} \times \frac{80 \text{ g Cu}_3\text{S (خالص)}}{100 \text{ g Cu}_3\text{S (ناخالص)}} \times \frac{1 \text{ mol Cu}_3\text{S}}{160 \text{ g Cu}_3\text{S}} \times \frac{2 \text{ mol Cu}}{1 \text{ mol Cu}_3\text{S}} \times \frac{64 \text{ g Cu}}{1 \text{ mol Cu}} \times \frac{1 \text{ kg Cu}}{10^3 \text{ g Cu}} \times \frac{75}{100} = 96 \text{ kg Cu}$$

بازده درصدی

$$\frac{\text{جرم مولی} \times \text{ضرب}}{100} = \frac{\text{جرم مولی} \times \text{ضرب}}{100} \Rightarrow \frac{200 \times 10^3 \times \frac{80}{100} \times \frac{75}{100}}{1 \times 160} = \frac{x \text{ g Cu}}{2 \times 64} \Rightarrow x = 96 \times 10^3 \text{ g} = 96 \text{ kg Cu}$$

روش دوم (تناسب):

۲- گزینه ۴ (معادله موازنه شده واکنش:



روش اول (کسر تبدیل): ابتدا مقدار نظری گاز کربن دی اکسید تولید شده را محاسبه می کنیم:

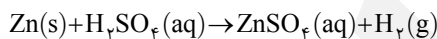
$$? \text{ L CO}_2(\text{نظری}) = 15 \text{ kg معدن} \times \frac{480 \text{ g Fe}_2\text{O}_3}{1 \text{ kg معدن}} \times \frac{1 \text{ mol Fe}_2\text{O}_3}{160 \text{ g Fe}_2\text{O}_3} \times \frac{3 \text{ mol CO}_2}{2 \text{ mol Fe}_2\text{O}_3} \times \frac{22.4 \text{ L CO}_2}{1 \text{ mol CO}_2} = 1512 \text{ L CO}_2(\text{نظری})$$

$$\text{سیس با استفاده از مقدار عملی، بازده درصدی واکنش را به دست می آوریم:} \quad \frac{\text{مقدار عملی}}{\text{مقدار نظری}} \times 100 = \frac{1134 \text{ (L)}}{1512 \text{ (L)}} \times 100 = 75\%$$

$$\frac{\text{Fe}_2\text{O}_3 \text{ گرم} \times \frac{R}{100}}{100} = \frac{\text{لیتر CO}_2(\text{STP})}{22.4 \times \text{ضرب}} \Rightarrow \frac{15 \times 480 \times \frac{R}{100}}{2 \times 160} = \frac{1134}{3 \times 22.4} \Rightarrow R = 75\%$$

روش دوم (تناسب):

۳- گزینه ۲ (معادله موازنه شده واکنش:



روش اول (کسر تبدیل):

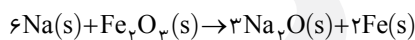
$$? \text{ g Zn (خالص)} = 120 \text{ mL H}_2 \times \frac{1 \text{ L H}_2}{1000 \text{ mL H}_2} \times \frac{2 \text{ g H}_2}{1 \text{ L H}_2} \times \frac{1 \text{ mol H}_2}{2 \text{ g H}_2} \times \frac{1 \text{ mol Zn}}{1 \text{ mol H}_2} \times \frac{65 \text{ g Zn}}{1 \text{ mol Zn}} \times \frac{100 \text{ g Zn (خالص)}}{78 \text{ g Zn (خالص)}} \times \frac{100}{50} = 5 \text{ g Zn (خالص)}$$

بازده درصدی

$$\frac{\text{Zn گرم} \times \frac{P}{100} \times \frac{R}{100}}{100} = \frac{\text{چگالی} \times \text{لیتر H}_2}{22.4 \times \text{ضرب}} \Rightarrow \frac{x \text{ g Zn (خالص)} \times \frac{78}{100} \times \frac{50}{100}}{1 \times 65} = \frac{120 \times 2}{1 \times 22.4} \Rightarrow x = 5 \text{ g Zn (خالص)}$$

روش دوم (تناسب):

۴- گزینه ۳ (معادله موازنه شده واکنشها:



روش اول (کسر تبدیل): ابتدا جرم NaN_3 خالص را محاسبه می کنیم:

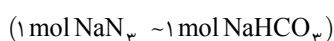
$$? \text{ g NaN}_3(\text{خالص}) = 20/16 \text{ g NaHCO}_3 \times \frac{1 \text{ mol NaHCO}_3}{84 \text{ g NaHCO}_3} \times \frac{1 \text{ mol Na}_2\text{O}}{2 \text{ mol NaHCO}_3} \times \frac{6 \text{ mol Na}}{3 \text{ mol Na}_2\text{O}} \times \frac{2 \text{ mol NaN}_3}{2 \text{ mol Na}} \times \frac{65 \text{ g NaN}_3}{1 \text{ mol NaN}_3}$$

$$\times \frac{100}{80} \times \frac{100}{75} \times \frac{100}{100} = 26 \text{ g NaN}_3(\text{خالص})$$

(۱) بازده واکنش (۲) بازده واکنش (۳) بازده واکنش

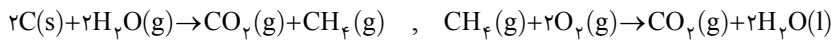
$$\text{سیس درصد خلوص ماده اولیه، یعنی NaN}_3 \text{ را به دست می آوریم:} \quad \frac{\text{جرم NaN}_3 \text{ خالص}}{\text{جرم NaN}_3 \text{ ناخالص}} \times 100 = \frac{26}{40} \times 100 = 65\%$$

روش دوم (تناسب): با توجه به واکنشهای داده شده، به ازای مصرف هر مول NaN_3 ، یک مول NaHCO_3 تولید می شود:



$$\frac{\text{جرم مولی} \times \text{ضرب}}{100} = \frac{\text{جرم مولی} \times \text{ضرب}}{100} \Rightarrow \frac{40 \times \frac{P}{100} \times \frac{80}{100} \times \frac{75}{100} \times \frac{100}{100}}{1 \times 65} = \frac{20/16}{1 \times 84} \Rightarrow P = 65\%$$

۵- گزینه ۲ معادله موازنه شده واکنشها:



روش اول (کسر تبدیل): توجه کنید که درصد حجمی اکسیژن در هوا حدود ۲۰ درصد است.

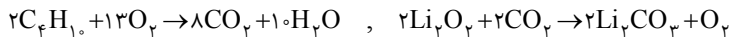
$$? L \text{ هوا} = 500 \text{ g C (ناخالص)} \times \frac{12 \text{ g C (خالص)}}{100 \text{ g C (ناخالص)}} \times \frac{1 \text{ mol C}}{12 \text{ g C}} \times \frac{1 \text{ mol CH}_4}{1 \text{ mol C}} \times \frac{80}{100} \times \frac{2 \text{ mol O}_2}{1 \text{ mol CH}_4} \times \frac{22/4 \text{ L O}_2}{1 \text{ mol O}_2} \times \frac{100 \text{ L هوا}}{20 \text{ L O}_2} = 2688 \text{ L هوا}$$

بازده درصدی

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_۲ در واکنش دوم مصرف می شود. (۱ mol C ~ ۱ mol O_۲)

$$\frac{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}}{100} \times \frac{P}{100} \times \frac{R}{100} = \frac{\text{کسر حجمی اکسیژن} \times \text{لیتر هوا (STP)}}{22/4 \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{500 \times 12 \times 80}{100 \times 100} \times \frac{1}{22/4} \times \frac{1}{100} = \frac{2688 \times 1}{22/4} \Rightarrow x = 2688 \text{ L هوا}$$

۶- گزینه ۳ معادله موازنه شده واکنشها:

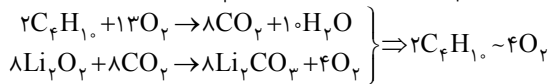


$$? g O_2 = 67/2 \text{ L C}_2\text{H}_{10} \times \frac{1 \text{ mol C}_2\text{H}_{10}}{22/4 \text{ L C}_2\text{H}_{10}} \times \frac{8 \text{ mol CO}_2}{2 \text{ mol C}_2\text{H}_{10}} \times \frac{75}{100} \times \frac{1 \text{ mol O}_2}{2 \text{ mol CO}_2} \times \frac{32 \text{ g O}_2}{1 \text{ mol O}_2} = 144 \text{ g O}_2$$

بازده واکنش

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:



$$\frac{(STP) C_2H_{10} \times \text{لیتر} \times \frac{R}{100}}{22/4 \times \text{ضریب}} = \frac{\text{جرم اکسیژن}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{67/2 \times 75}{2 \times 22/4} \times \frac{1}{4 \times 32} = \frac{x \text{ g O}_2}{4 \times 32} \Rightarrow x = 144 \text{ g}$$

۷- گزینه ۲ معادله موازنه شده واکنشها:



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 این واکنش را به دست آوریم:

$$? \text{ mol C}_3\text{H}_8 = 52/8 \text{ g CO}_2 \times \frac{1 \text{ mol CO}_2}{44 \text{ g CO}_2} \times \frac{1 \text{ mol C}_3\text{H}_8}{3 \text{ mol CO}_2} \times \frac{100}{80} = 0/5 \text{ mol C}_3\text{H}_8$$

بازده درصدی

$$? \text{ g H}_2\text{O} = 52/8 \text{ g CO}_2 \times \frac{1 \text{ mol CO}_2}{44 \text{ g CO}_2} \times \frac{4 \text{ mol H}_2\text{O}}{3 \text{ mol CO}_2} \times \frac{18 \text{ g H}_2\text{O}}{1 \text{ mol H}_2\text{O}} = 28/8 \text{ g H}_2\text{O}$$

پس مقدار بخار آب تولید شده در واکنش سوختن هیدروژن برابر ۲۷g (۵۵/۸ - ۲۸/۸) است.

$$? \text{ mol H}_2 = 27 \text{ g H}_2\text{O} \times \frac{1 \text{ mol H}_2\text{O}}{18 \text{ g H}_2\text{O}} \times \frac{2 \text{ mol H}_2}{2 \text{ mol H}_2\text{O}} \times \frac{100}{60} = 2/5 \text{ mol H}_2$$

بازده درصدی

مقدار مول گاز هیدروژن برابر است با:

$$\text{اکنون درصد مولی پروپان در مخلوط اولیه را محاسبه می کنیم:} \quad \text{درصد مولی پروپان} = \frac{0/5}{2/5 + 0/5} \times 100 = 16/67$$

روش دوم (تناسب):

$$\frac{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}}{100} \times \frac{R_2}{100} = \frac{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}}{100} \times \frac{\text{جرم کربن دی اکسید}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{جرم بخار آب حاصل از واکنش سوختن پروپان}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}}$$

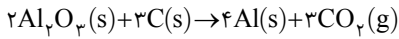
$$\Rightarrow \frac{x \times 0/8}{1} = \frac{52/8}{3 \times 44} = \frac{y \text{ (g)}}{4 \times 18} \Rightarrow x = 0/5 \text{ mol C}_3\text{H}_8, y = 28/8 \text{ g H}_2\text{O} \text{ (حاصل از واکنش سوختن پروپان)}$$

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:

$$\frac{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}}{100} \times \frac{R_1}{100} = \frac{\text{جرم بخار آب}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{z \text{ mol H}_2 \times 60}{2} = \frac{27}{2 \times 18} \Rightarrow z = 2/5 \text{ mol H}_2$$

$$\text{درصد مولی پروپان} = \frac{0/5}{2/5 + 0/5} \times 100 = 16/67$$

درصد مولی پروپان در مخلوط اولیه برابر است با:



۸- گزینۀ ۳ معادله موازنه شده واکنش:

روش اول (کسر تبدیل):

$$? \text{ g C (ناخالص)} = 10 \times 10^3 \text{ g Al}_2\text{O}_3 \times \frac{3 \text{ mol C}}{2 \text{ mol Al}_2\text{O}_3} \times \frac{12 \text{ g C}}{1 \text{ mol C}} \times \frac{100 \text{ g C (خالص)}}{60 \text{ g C (ناخالص)}} = 1500 \text{ g C (خالص)}$$

$$? \text{ g Al (ناخالص)} = 10 \times 10^3 \text{ g Al}_2\text{O}_3 \times \frac{4 \text{ mol Al}}{2 \text{ mol Al}_2\text{O}_3} \times \frac{27 \text{ g Al}}{1 \text{ mol Al}} \times \frac{100 \text{ g Al (خالص)}}{90 \text{ g Al (ناخالص)}} \times \frac{75}{100}$$

بازده درصدی

$$= 2250 \text{ g Al (ناخالص)} = 2/25 \text{ kg Al (ناخالص)}$$

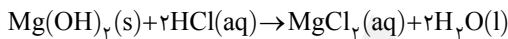
روش دوم (تناسب):

$$\frac{P_1}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{P_2}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{10 \times 10^3 \times \frac{51}{100}}{2 \times 10^2} = \frac{x \text{ g C (ناخالص)} \times \frac{60}{100}}{3 \times 12} \Rightarrow x = 1500 \text{ g C (ناخالص)}$$

$$\frac{P_1}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{P_3}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{10 \times 10^3 \times \frac{51}{100}}{2 \times 10^2} = \frac{y \text{ kg Al} \times 10^3 \times \frac{90}{100}}{4 \times 27} \Rightarrow y = 2/25 \text{ kg Al (ناخالص)}$$

۹- گزینۀ ۳ ابتدا غلظت مولار هیدروکلریک اسید را با استفاده از فرمول زیر به دست می آوریم:

$$\text{غلظت مولی} = \frac{10 \times a \times d}{\text{جرم مولی}} = \frac{10 \times 36 / 5 \times 1 / 5}{36 / 5} = 15 \text{ mol.L}^{-1}$$



معادله موازنه شده واکنش:

روش اول (کسر تبدیل):

$$? \text{ mL HCl محلول} = 46/4 \text{ g Mg(OH)}_2 \times \frac{2 \text{ mol HCl}}{1 \text{ mol Mg(OH)}_2} \times \frac{1 \text{ L HCl محلول}}{15 \text{ mol HCl}} \times \frac{1000 \text{ mL}}{1 \text{ L}}$$

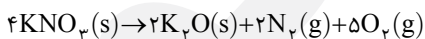
$$\times \frac{10^3 \text{ mL HCl محلول}}{1 \text{ L HCl محلول}} = 80 \text{ mL HCl محلول}$$

روش دوم (تناسب):

$$\frac{P}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{غلظت مولی اسید} \times \text{لیتر محلول هیدروکلریک اسید}}{\text{ضریب}} \Rightarrow \frac{46/4 \times \frac{75}{100}}{1 \times 58} = \frac{x \text{ L محلول} \times 15}{2}$$

$$\Rightarrow x = 0.8 \text{ L HCl محلول} = 80 \text{ mL HCl محلول}$$

۱۰- گزینۀ ۲ معادله موازنه شده واکنش:



به کمک قانون گازها، حجم مولی گازها را در دمای 546°C و فشار 2 atm محاسبه می کنیم:

$$\frac{P_1 V_1}{n_1 T_1} = \frac{P_2 V_2}{n_2 T_2} \Rightarrow \frac{1 \times 22/4}{1 \times 273} = \frac{2 \times V_2}{n_2 \times 819} \Rightarrow \frac{V_2}{n_2} = 33/6 \text{ L.mol}^{-1}$$

روش اول (کسر تبدیل):

$$? \text{ L گاز (نظری)} = 40/4 \text{ g KNO}_3 \times \frac{5 \text{ mol گاز}}{4 \text{ mol KNO}_3} \times \frac{33/6 \text{ L گاز}}{1 \text{ mol گاز}} = 17/6 \text{ L گاز}$$

$$\text{بازده درصدی} = \frac{\text{مقدار عملی گاز}}{\text{مقدار نظری گاز}} \times 100 = \frac{8/82}{17/64} \times 100 = 50\%$$

روش دوم (تناسب):

$$\frac{P}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{لیتر گاز (غیر STP)}}{\text{حجم مولی} \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{40/4 \times \frac{75}{100} \times \frac{R}{100}}{4 \times 101} = \frac{8/82}{7 \times 33/6} \Rightarrow R = 50\%$$

پاسخ تشریحی آزمون جامع (۳)

۱- گزینه ۳ جرم اولیه آمونیوم دی کرومات ناخالص را ۱۰۰ گرم و درصد تجزیه آمونیوم دی کرومات را R در نظر می‌گیریم. توجه کنید که کاهش جرم مواد داخل ظرف، مربوط به خروج گازهای تولیدی است، پس باید جرم گازهای تولیدی را محاسبه کنیم:

$$? g N_2 = 100 g (NH_4)_2 Cr_2 O_7 (\text{ناخالص}) \times \frac{63 g (NH_4)_2 Cr_2 O_7 (\text{خالص})}{100 g (NH_4)_2 Cr_2 O_7 (\text{ناخالص})} \times \frac{1 \text{ mol } (NH_4)_2 Cr_2 O_7}{252 g (NH_4)_2 Cr_2 O_7} \times \frac{1 \text{ mol } N_2}{1 \text{ mol } (NH_4)_2 Cr_2 O_7} \times \frac{28 g N_2}{1 \text{ mol } N_2} \times R$$

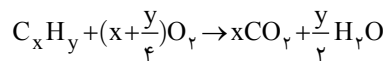
$$= (0.07R) g N_2$$

$$? g H_2 O = 100 g (NH_4)_2 Cr_2 O_7 (\text{ناخالص}) \times \frac{63 g (NH_4)_2 Cr_2 O_7 (\text{خالص})}{100 g (NH_4)_2 Cr_2 O_7 (\text{ناخالص})} \times \frac{1 \text{ mol } (NH_4)_2 Cr_2 O_7}{252 g (NH_4)_2 Cr_2 O_7} \times \frac{4 \text{ mol } H_2 O}{1 \text{ mol } (NH_4)_2 Cr_2 O_7} \times \frac{18 g H_2 O}{1 \text{ mol } H_2 O} \times R$$

$$= (0.18R) g H_2 O$$

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، می‌توان نتیجه گرفت که جرم گازهای N_2 و H_2O تولید شده برابر ۲۰ گرم است.

۲- گزینه ۴ واکنش سوختن کامل یک هیدروکربن:

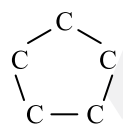


$$100 L CO_2 \times \frac{1/1 g CO_2}{1 L CO_2} \times \frac{1 \text{ mol } CO_2}{44 g CO_2} \times \frac{(x + \frac{y}{4}) \text{ mol } O_2}{x \text{ mol } CO_2} \times \frac{32 g O_2}{1 \text{ mol } O_2} = 120 g O_2 \Rightarrow 1/5 x = x + \frac{y}{4} \Rightarrow x = \frac{y}{2}$$

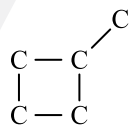
با توجه به اینکه y دو برابر x است، و هیدروکربن مورد نظر سیرشده است، می‌توان نتیجه گرفت که هیدروکربن مورد نظر یک سیکلوانکان است. با در نظر گرفتن این که مجموع ضرایب مولی فراورده‌های واکنش سوختن کامل یک مول از این هیدروکربن برابر ۱۰ است. داریم:

$$x + \frac{y}{2} = 10 \xrightarrow{x = \frac{y}{2}} x = 5, y = 10$$

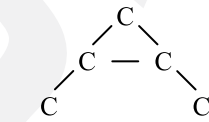
پس فرمول سیکلوانکان مورد نظر $C_5 H_{10}$ است.



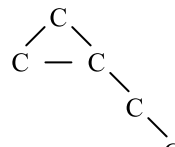
سیکلوپنتان



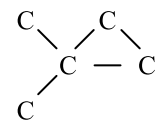
متیل سیکلو بوتان



۱، ۲ - دی متیل سیکلو پروپان

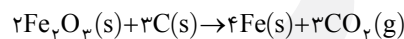


اتیل سیکلو پروپان



۱، ۱ - دی متیل سیکلو پروپان

۳- گزینه ۳ 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:

$$? g Fe = 100 g Fe_2O_3 (\text{ناخالص}) \times \frac{80 g Fe_2O_3 (\text{خالص})}{100 g Fe_2O_3 (\text{ناخالص})} \times \frac{1 \text{ mol } Fe_2O_3}{160 g Fe_2O_3} \times \frac{4 \text{ mol } Fe}{2 \text{ mol } Fe_2O_3} \times \frac{56 g Fe}{1 \text{ mol } Fe} = 56 g Fe$$

$$\frac{\text{جرم آهن} \times \frac{P}{100}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{جرم آهن}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{100 \times 0.8}{2 \times 160} = \frac{x(g)}{4 \times 56} \Rightarrow x = 56 g$$

روش دوم (تناسب):

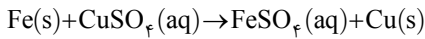
جرم ماده جامد باقی مانده در ظرف واکنش برابر با مجموع جرم سدیم اکسید ناخالص، جرم ناخالصی‌های موجود در آهن (III) اکسید اولیه و جرم آهن تولیدی است. جرم آهن تولید شده + جرم ناخالصی موجود در نمونه Fe_2O_3 + جرم نمونه ناخالص Na_2O = جرم جامد باقی مانده در ظرف

$$= 50 g Na_2O (\text{ناخالص}) + 100 g Fe_2O_3 (\text{ناخالص}) \times \frac{20 g \text{ ناخالصی}}{100 g Fe_2O_3 (\text{ناخالص})} + 56 g Fe = 126 g$$

اکنون نسبت جرم فلز خالص تولید شده به کل جرم جامد باقی مانده در ظرف واکنش را محاسبه می‌کنیم:

$$\frac{\text{جرم فلز خالص تولید شده}}{\text{جرم ماده جامد باقی مانده}} = \frac{56 g}{126 g} \approx 0.44$$

۴- گزینه ۴ معادله موازنه شده واکنش:



جرم آهن مصرف شده و مس تولید شده را محاسبه می‌کنیم: $3/36 \text{ g Fe} = \frac{0.2 \text{ L CuSO}_4 \times \frac{3 \text{ mol CuSO}_4}{1 \text{ L CuSO}_4 \text{ محلول}} \times \frac{1 \text{ mol Fe}}{1 \text{ mol CuSO}_4} \times \frac{56 \text{ g Fe}}{1 \text{ mol Fe}}$

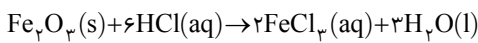
$3/84 \text{ g Cu} = \frac{0.2 \text{ L CuSO}_4 \times \frac{3 \text{ mol CuSO}_4}{1 \text{ L CuSO}_4 \text{ محلول}} \times \frac{1 \text{ mol Cu}}{1 \text{ mol CuSO}_4} \times \frac{64 \text{ g Cu}}{1 \text{ mol Cu}}$

حال جرم نهایی تیغه را محاسبه می‌کنیم: $10 - 3/36 + 3/84 = 10/48 \text{ g}$ جرم مس تولید شده + جرم آهن مصرف شده - جرم اولیه تیغه = جرم نهایی تیغه

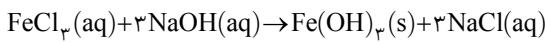
اکنون به کمک درصد جرمی آهن در تیغه نهایی، جرم اولیه آهن را محاسبه کرده و درصد جرمی آن را در تیغه اولیه که ۱۰g جرم داشت، به دست می‌آوریم: (جرم اولیه آهن را x در نظر می‌گیریم):

$$\text{Fe درصد جرمی} = \frac{x - 3/36}{10/48} \times 100 = 50 \Rightarrow x = 8/6 \text{ g Fe}$$

درصد خلوص آهن در تیغه اولیه برابر است با: $\text{Fe درصد خلوص} = \frac{\text{جرم Fe خالص}}{\text{جرم Fe ناخالص}} \times 100 = \frac{8/6}{10} \times 100 = 86\%$



۵- گزینه ۴ معادله موازنه شده واکنش:



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

$$? \text{ g Fe}_2\text{O}_3 \text{ خالص} = 214 \text{ g Fe}(\text{OH})_3 \times \frac{1 \text{ mol Fe}(\text{OH})_3}{107 \text{ g Fe}(\text{OH})_3} \times \frac{1 \text{ mol FeCl}_3}{1 \text{ mol Fe}(\text{OH})_3} \times \frac{1 \text{ mol Fe}_2\text{O}_3}{2 \text{ mol FeCl}_3} \times \frac{160 \text{ g Fe}_2\text{O}_3}{1 \text{ mol Fe}_2\text{O}_3} \times \frac{100}{60} \times \frac{100}{64}$$

بازده واکنش اول بازده واکنش دوم

$$= 416/67 \text{ g Fe}_2\text{O}_3 \text{ خالص}$$

سپس درصد خلوص Fe_2O_3 را در نمونه اولیه محاسبه می‌کنیم: $\text{Fe}_2\text{O}_3 \text{ درصد خلوص} = \frac{\text{جرم Fe}_2\text{O}_3 \text{ خالص}}{\text{جرم Fe}_2\text{O}_3 \text{ ناخالص}} \times 100 = \frac{416/67}{500} \times 100 = 83/3\%$

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:

$$\frac{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}}{100} \times \frac{P}{100} \times \frac{R_1}{100} \times \frac{R_2}{100} = \frac{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}}{1 \times 160} \times \frac{500 \times \frac{P}{100} \times \frac{64}{100} \times \frac{60}{100}}{2 \times 107} = \frac{214}{2 \times 107} \Rightarrow P = 83/3\%$$

۶- گزینه ۲ معادله موازنه شده واکنش:



بازده واکنش را R درصد در نظر می‌گیریم. جرم جامد باقی مانده در ظرف برابر اختلاف جرم گاز CO_2 خروجی و جرم جامد اولیه است. جرم گاز خروجی را محاسبه می‌کنیم:

$$? \text{ g CO}_2 = 40 \text{ g CaCO}_3 \text{ ناخالص} \times \frac{80 \text{ g CaCO}_3 \text{ خالص}}{100 \text{ g CaCO}_3 \text{ ناخالص}} \times \frac{1 \text{ mol CaCO}_3}{100 \text{ g CaCO}_3} \times \frac{1 \text{ mol CO}_2}{1 \text{ mol CaCO}_3} \times \frac{44 \text{ g CO}_2}{1 \text{ mol CO}_2} \times \frac{R}{100} = 0/1408R \text{ g CO}_2$$

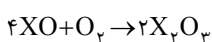
پس جرم جامد باقی مانده برابر است با:

$$40 - 0/1408R$$

جرم کلسیم کربنات خالص اولیه برابر $32 \text{ g} \left(40 \times \frac{40}{100}\right)$ است که R درصد آن وارد واکنش شده و $(100 - R)$ درصد آن در ظرف باقی مانده است، پس داریم:

$$40 - 0/1408R = [40 - 0/1408R] - \left[32 \left(\frac{100 - R}{100}\right)\right] = 21/44 \Rightarrow R = 75\%$$

۷- گزینه ۴ معادله موازنه شده واکنش:



جرم مولی عنصر X را M گرم بر مول در نظر می‌گیریم.

روش اول (کسر تبدیل):

$$44/4 \text{ g XO} \text{ ناخالص} \times \frac{60 \text{ g XO} \text{ خالص}}{100 \text{ g XO} \text{ ناخالص}} \times \frac{1 \text{ mol XO}}{(M+16) \text{ g XO}} \times \frac{2 \text{ mol X}_2\text{O}_3}{4 \text{ mol XO}} \times \frac{(2M+48) \text{ g X}_2\text{O}_3}{1 \text{ mol X}_2\text{O}_3} \times \frac{50}{100} = 14/76 \text{ g X}_2\text{O}_3 \Rightarrow M = 58 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

بازده درصدی

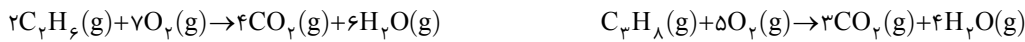
پس عنصر مورد نظر نیکل ($^{58}_{28}\text{Ni}$) است.

$$\frac{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}}{100} = \frac{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}}{100} \Rightarrow \frac{44/4 \times 60 \times 50}{100} = \frac{14/76}{2(M+48)} \Rightarrow M = 58 \text{ g.mol}^{-1}$$

روش دوم (تناسب):

پس عنصر مورد نظر نیکل ($^{58}_{28}\text{Ni}$) است.

۸- گزینه ۳ واکنش‌های موازنه شده:

جرم اتان را x گرم و جرم پروپان را y گرم در نظر می‌گیریم و جرم بخار آب و کربن دی‌اکسید حاصل از سوختن هر یک از گازها را محاسبه می‌کنیم:

$$? \text{ g CO}_2 = x \text{ g C}_7\text{H}_6 \times \frac{1 \text{ mol C}_7\text{H}_6}{98 \text{ g C}_7\text{H}_6} \times \frac{4 \text{ mol CO}_2}{2 \text{ mol C}_7\text{H}_6} \times \frac{44 \text{ g CO}_2}{1 \text{ mol CO}_2} = \frac{44x}{15} \text{ g CO}_2$$
 سوختن اتان:

$$? \text{ g H}_2\text{O} = x \text{ g C}_7\text{H}_6 \times \frac{1 \text{ mol C}_7\text{H}_6}{98 \text{ g C}_7\text{H}_6} \times \frac{6 \text{ mol H}_2\text{O}}{2 \text{ mol C}_7\text{H}_6} \times \frac{18 \text{ g H}_2\text{O}}{1 \text{ mol H}_2\text{O}} = 1/8x \text{ g H}_2\text{O}$$

$$? \text{ g CO}_2 = y \text{ g C}_7\text{H}_8 \times \frac{1 \text{ mol C}_7\text{H}_8}{94 \text{ g C}_7\text{H}_8} \times \frac{3 \text{ mol CO}_2}{1 \text{ mol C}_7\text{H}_8} \times \frac{44 \text{ g CO}_2}{1 \text{ mol CO}_2} = 3y \text{ g CO}_2$$
 سوختن پروپان:

$$? \text{ g H}_2\text{O} = y \text{ g C}_7\text{H}_8 \times \frac{1 \text{ mol C}_7\text{H}_8}{94 \text{ g C}_7\text{H}_8} \times \frac{4 \text{ mol H}_2\text{O}}{1 \text{ mol C}_7\text{H}_8} \times \frac{18 \text{ g H}_2\text{O}}{1 \text{ mol H}_2\text{O}} = \frac{18}{11}y \text{ g H}_2\text{O}$$

سیس با تشکیل دستگاه دو معادله - دو مجهول، x و y را به دست می‌آوریم:

$$\begin{cases} \text{مجموع جرم CO}_2 = \frac{44x}{15} + 3y = 149/6 \\ \text{مجموع جرم H}_2\text{O} = 1/8x + \frac{18}{11}y = 82/8 \end{cases} \Rightarrow x = 6 \text{ g}, y = 44 \text{ g}$$

$$\text{درصد جرمی پروپان} = \frac{44}{44+6} \times 100 = 88\%$$

اکنون درصد جرمی گاز سنگین‌تر، یعنی پروپان را محاسبه می‌کنیم:

۹- گزینه 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 وجوددارد، 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

$$4x(\text{MgCO}_3) + 3x(\text{CaCO}_3) = 1272 \Rightarrow 636x = 1272 \Rightarrow x = 2$$

مقدار مول CaCO_3 را $3x$ در نظر می‌گیریم:بازده واکنش (I) را R_1 و بازده واکنش (II) را R_2 در نظر می‌گیریم و جرم گاز CO_2 تولیدی را محاسبه می‌کنیم:

$$? \text{ g CO}_2 = 8 \text{ mol MgCO}_3 \times \frac{1 \text{ mol CO}_2}{1 \text{ mol MgCO}_3} \times \frac{44 \text{ g CO}_2}{1 \text{ mol CO}_2} \times \frac{R_1}{100} = \frac{8 \times 44 \times R_1}{100} \text{ g CO}_2$$

$$? \text{ g CO}_2 = 6 \text{ mol CaCO}_3 \times \frac{1 \text{ mol CO}_2}{1 \text{ mol CaCO}_3} \times \frac{44 \text{ g CO}_2}{1 \text{ mol CO}_2} \times \frac{R_2}{100} = \frac{6 \times 44 \times R_2}{100} \text{ g CO}_2$$

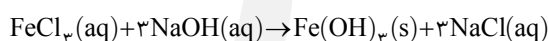
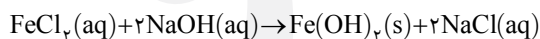
$$\frac{8 \times 44 \times R_1}{100} = \frac{3}{4} \times \frac{6 \times 44 \times R_2}{100} \Rightarrow 16R_1 = 9R_2 \Rightarrow R_2 = \frac{16}{9}R_1$$

طبق اطلاعات مسأله داریم:

$$R_1 + R_2 = 100 \Rightarrow R_1 + \frac{16}{9}R_1 = 100 \Rightarrow \frac{25}{9}R_1 = 100 \Rightarrow R_1 = 36\%, R_2 = 64\%$$

مجموع بازده درصدی دو واکنش برابر ۱۰۰ است، پس:

۱۰- گزینه ۱ 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 مقدارمول آهن (II) کلرید را x و مقدار مول آهن (III) کلرید را $2x$ در نظر بگیریم، خواهیم داشت:

$$x \text{ mol FeCl}_2 \times \frac{127 \text{ g FeCl}_2}{1 \text{ mol FeCl}_2} + 2x \text{ mol FeCl}_3 \times \frac{162/5 \text{ g FeCl}_3}{1 \text{ mol FeCl}_3} = 904 \Rightarrow x = 2$$

$$? \text{ mol NaCl} = 2 \text{ mol FeCl}_2 \times \frac{2 \text{ mol NaCl}}{1 \text{ mol FeCl}_2} + 4 \text{ mol FeCl}_3 \times \frac{3 \text{ mol NaCl}}{1 \text{ mol FeCl}_3} = 16 \text{ mol NaCl}$$

پس در مجموع ۱۶ مول سدیم کلرید تولید می‌شود.

پاسخ تشریحی آزمون جامع (۱)

۱- گزینه ۳ اگر دمای تعادل را θ_p در نظر بگیریم داریم:

$$Q_{\text{آب}} + Q_{\text{Cu}} = 0 \Rightarrow (mc\Delta\theta)_{\text{آب}} + (mc\Delta\theta)_{\text{Cu}} = 0 \Rightarrow 10 \times 4 / 2 \times (\theta_p - 78) + 150 \times 0 / 4 \times (\theta_p - 182) = 0 \Rightarrow \theta_p = 91^\circ \text{C}$$

$$\begin{cases} T_1 = 182^\circ \text{C} + 273 = 455 \text{K} \\ T_2 = 91^\circ \text{C} + 273 = 364 \text{K} \end{cases} \Rightarrow \frac{T_2}{T_1} = \frac{364}{455} = 0/8$$

برای قطعه مسی داریم:

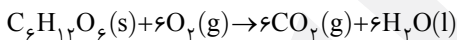
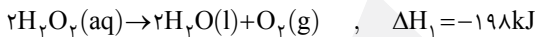
۲- گزینه ۱ متان با فرمول مولکولی CH_4 ، نخستین بار از سطح مرداب‌ها جمع‌آوری شد، از این رو به گاز مرداب معروف است. برای حل تست، ابتدا جرم نمونه متان را به دست می‌آوریم:

$$? \text{ g CH}_4 = 15 / 0.5 \times 10^{24} \text{ atom} \times \frac{1 \text{ molecule CH}_4}{\Delta \text{atom}} \times \frac{1 \text{ mol CH}_4}{6 / 0.2 \times 10^{23} \text{ molecule CH}_4} \times \frac{16 \text{ g CH}_4}{1 \text{ mol CH}_4} = 8 \text{ g CH}_4$$

در شرایط STP دمای این گاز 0°C است. طبق رابطه $Q = mc\Delta\theta$ دمای نهایی نمونه را به دست می‌آوریم:

$$Q = mc\Delta\theta \Rightarrow 4 / 4 \times 10^3 = 80 \times 2 / 2 \times (\theta_p - 0) \Rightarrow \theta_p = 25^\circ \text{C}$$

۳- گزینه ۲ 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):

روش دوم (تناسب):

$$\frac{\text{جرم گلوکز}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{مول اکسیژن}}{\text{ضریب}} \Rightarrow \frac{3 / 6}{1 \times 180} = \frac{x \text{ mol O}_2}{6} \Rightarrow x = 0 / 12 \text{ mol O}_2$$

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:

۴- گزینه ۱ 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 مقدار گرما را به دست می‌آوریم:

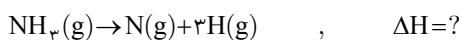
$$? \text{ mol NaNO}_3 = 68x \text{ kJ} \times \frac{2 \text{ mol NaNO}_3}{238 \text{ kJ}} = \frac{4x}{7} \text{ mol NaNO}_3$$

مقدار گرما را به دست می‌آوریم:

$$\frac{\text{جرم اتان تولید شده}}{\text{جرم سدیم نیترات مصرفی}} = \frac{x \times 30}{\frac{4}{7} \times x \times 85} = 0 / 62$$

پس نسبت جرم اتان تولید شده ($x \text{ mol}$) به جرم سدیم نیترات مصرفی ($\frac{4x}{7} \text{ mol}$) برابر است با:

۵- گزینه ۴ محاسبه آنتالپی پیوند (N—H):



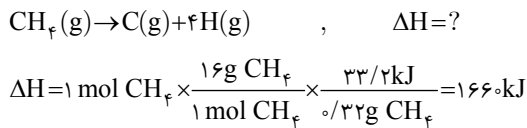
ابتدا آنتالپی واکنش تبدیل آمونیاک به اتم‌های گازی سازنده‌اش را محاسبه می‌کنیم:

$$\Delta H_{\text{واکنش}} = 1 \text{ mol NH}_3 \times \frac{17 \text{ g NH}_3}{1 \text{ mol NH}_3} \times \frac{469 / 2 \text{ kJ}}{6 / 8 \text{ g NH}_3} = 1173 \text{ kJ}$$

$$\Delta H(\text{N—H}) = \frac{1173 \text{ kJ}}{3 \text{ mol}} = 391 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

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 به دست می‌آوریم:

$$\Delta H(\text{C—H}) = \frac{166 \text{ kJ}}{4 \text{ mol}} = 41.5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

طی واکنش چهار مول پیوند C—H شکسته می‌شود، پس آنتالپی پیوند C—H برابر است با:

$$\Delta H(\text{C—H}) - \Delta H(\text{N—H}) = 41.5 - 39.1 = 2.4 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

اکنون تفاوت آنتالپی پیوندهای C—H و N—H را محاسبه می‌کنیم:

۶- گزینه ۴ آنتالپی پیوند B—B را x کیلوژول بر مول فرض می‌کنیم و داریم:

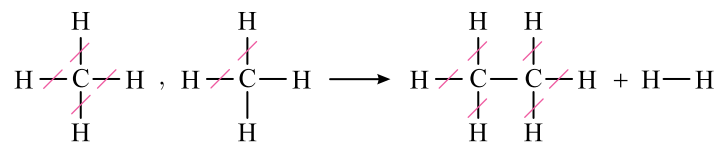
$$\Delta H(\text{A—A}) = \Delta H(\text{B—B}) - 50 = (x - 50) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}, \quad \Delta H(\text{A—B}) = \Delta H(\text{B—B}) + 20 = (x + 20) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$\Delta H = [\Delta H(\text{A—A}) + \Delta H(\text{B—B})] - [2\Delta H(\text{A—B})] = [x - 50 + x] - [2(x + 20)] = -90 \text{ kJ}$$

برای واکنش مورد نظر داریم:

پس واکنش گرماده است و نمودار گزینه ۴ درست است.

۷- گزینه ۲ ابتدا باید آنتالپی واکنش مورد نظر را به دست آوریم. فرمول ساختاری مواد شرکت‌کننده در واکنش را رسم می‌کنیم:



$$\Delta H = [2\Delta H(\text{C—H})] - [\Delta H(\text{C—C}) + \Delta H(\text{H—H})] = [2(41.5)] - [34.8 + 43.6] = +46 \text{ kJ}$$

سپس گرمای لازم برای تولید ۱/۶۸ لیتر اتان در شرایط STP را محاسبه می‌کنیم:

$$? \text{ kJ} = 1/68 \text{ L C}_2\text{H}_6 \times \frac{1 \text{ mol C}_2\text{H}_6}{22.4 \text{ L C}_2\text{H}_6} \times \frac{46 \text{ kJ}}{1 \text{ mol C}_2\text{H}_6} \times \frac{100}{75} = 4/6 \text{ kJ}$$

روش اول (کسر تبدیل):

$$\frac{Q \times \frac{R}{100}}{\Delta H} = \frac{Q \times \frac{75}{100}}{1 \times 22.4/4} \Rightarrow \frac{1/68}{46} = \frac{Q}{46} \Rightarrow Q = 4/6 \text{ kJ}$$

روش دوم (تناسب):

$$? \text{ g} = 300 \text{ min} \times \frac{1 \text{ h}}{60 \text{ min}} \times \frac{20 \text{ kcal}}{1 \text{ h}} \times \frac{4/21 \text{ kJ}}{1 \text{ kcal}} \times \frac{1 \text{ g}}{21 \text{ kJ}} = 20 \text{ g}$$

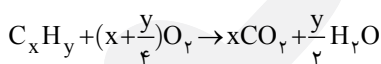
۸- گزینه ۳ جرم بیسکوئیت لازم:

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:

$$? \text{ kcal} = 20 \text{ g} \times \frac{21 \text{ kJ}}{1 \text{ g}} \times \frac{1 \text{ kcal}}{4/21 \text{ kJ}} = 100 \text{ kcal}$$

$$Q = mc\Delta\theta \Rightarrow 100 \times 10^3 \text{ cal} = m \times 1 \times (72/5 - 22/5) \Rightarrow m = 25 \times 10^3 \text{ g} = 25 \text{ kg}$$

۹- گزینه ۱ معادله کلی سوختن هیدروکربن‌ها به صورت زیر است:



$$16/5 \times 10^{21} \text{ molecule O}_2 \times \frac{1 \text{ mol O}_2}{6 \times 10^{23} \text{ molecule O}_2} \times \frac{1 \text{ mol C}_x\text{H}_y}{(x + \frac{y}{4}) \text{ mol O}_2} \times \frac{(12x + y) \text{ g C}_x\text{H}_y}{1 \text{ mol C}_x\text{H}_y} = 0/27 \text{ g C}_x\text{H}_y$$

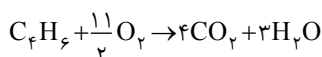
$$\Rightarrow \frac{108}{11} = \frac{12x + y}{x + \frac{y}{4}} \Rightarrow 122x + 11y = 108x + 27y \Rightarrow 3x = 2y \quad \text{(I)}$$

از طرفی مجموع ضرایب استوکیومتری مواد در معادله موازنه شده واکنش سوختن یک مول هیدروکربن برابر ۱۳/۵ است: (II) $1 + x + \frac{y}{4} + x + \frac{y}{2} = 13/5 \Rightarrow 2x + \frac{3y}{4} = 12/5$

$$\begin{cases} 3x = 2y \\ 2x + \frac{3y}{4} = 12/5 \end{cases} \Rightarrow x = 4, y = 6$$

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:

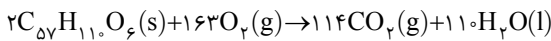


$$\Delta H = 1 \text{ mol } C_4H_6 \times \frac{54 \text{ g } C_4H_6}{1 \text{ mol } C_4H_6} \times \frac{-12/71 \text{ kJ}}{27 \text{ g } C_4H_6} = -2542 \text{ kJ}$$

روش اول (کسر تبدیل):

$$\frac{C_4H_6 \text{ گرم}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{Q}{\Delta H} \Rightarrow \frac{1}{1 \times 54} = \frac{-12/71}{\Delta H} \Rightarrow \Delta H = -2542 \text{ kJ}$$

روش دوم (تناسب):



۱۰- گزینه ۳ 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 (۱۹۸۰-۵۰۱۶) است. به این ترتیب می‌توان جرم چربی مصرفی را به دست آورد:

$$? \text{ g } C_{57}H_{110}O_6 = \frac{3036 \text{ g } C_{57}H_{110}O_6}{3036 \text{ g } C_{57}H_{110}O_6} \times \frac{2 \text{ mol } C_{57}H_{110}O_6}{1 \text{ mol } C_{57}H_{110}O_6} \times \frac{890 \text{ g } C_{57}H_{110}O_6}{1 \text{ mol } C_{57}H_{110}O_6} = 35/6 \text{ g } C_{57}H_{110}O_6$$

گرمای آزاد شده در اثر اکسایش این مقدار چربی ذخیره شده در کوهان شتر برابر است با:

$$? \text{ kJ} = 35/6 \text{ g } C_{57}H_{110}O_6 \times \frac{1 \text{ mol } C_{57}H_{110}O_6}{890 \text{ g } C_{57}H_{110}O_6} \times \frac{-37750 \text{ kJ}}{1 \text{ mol } C_{57}H_{110}O_6} = -1510 \text{ kJ}$$

۱۱- گزینه ۲ ابتدا جرم آب و اتانول را محاسبه می‌کنیم:

$$? \text{ g } H_2O = 6 \text{ mol } H_2O \times \frac{18 \text{ g } H_2O}{1 \text{ mol } H_2O} = 108 \text{ g } H_2O \quad , \quad ? \text{ g } C_2H_5OH = 115 \text{ mL } C_2H_5OH \times \frac{0.8 \text{ g } C_2H_5OH}{1 \text{ mL } C_2H_5OH} = 92 \text{ g } C_2H_5OH$$

$$\Delta \theta = 55 - 30 = 25^\circ C$$

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:

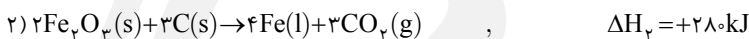
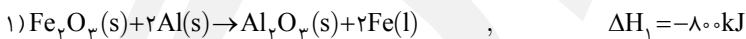
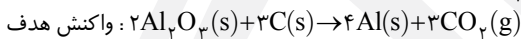
$$\Delta H = 1 \text{ mol } C_2H_5OH \times \frac{46 \text{ g } C_2H_5OH}{1 \text{ mol } C_2H_5OH} \times \frac{-16/86 \text{ kJ}}{92 \text{ g } C_2H_5OH} = -8/43 \text{ kJ}$$

روش اول (کسر تبدیل):

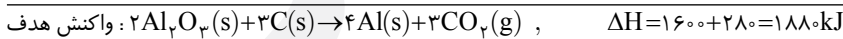
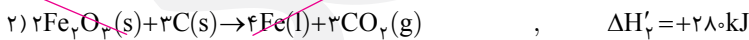
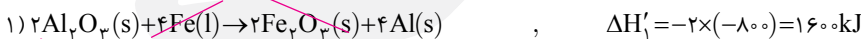
$$\frac{\text{گرم اتانول}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{Q}{\Delta H} \Rightarrow \frac{92}{1 \times 46} = \frac{-16/86}{\Delta H} \Rightarrow \Delta H = -8/43 \text{ kJ}$$

روش دوم (تناسب):

۱۲- گزینه ۱ 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:

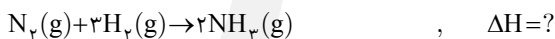
$$? \text{ kJ} = 54 \text{ g } Al \times \frac{1 \text{ mol } Al}{27 \text{ g } Al} \times \frac{1880 \text{ kJ}}{4 \text{ mol } Al} = 940 \text{ kJ}$$

روش اول (کسر تبدیل):

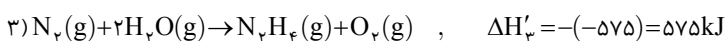
$$\frac{\text{Al گرم}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{Q}{\Delta H} \Rightarrow \frac{54}{4 \times 27} = \frac{Q}{1880} \Rightarrow Q = 940 \text{ kJ}$$

روش دوم (تناسب):

۱۳- گزینه ۲ واکنش هدف:



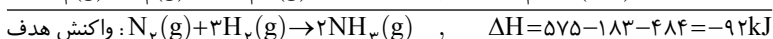
الف) در معادله واکنش هدف $N_2(g)$ در سمت چپ با ضریب ۱ قرار دارد، پس واکنش (۳) را معکوس می‌کنیم:

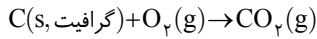


ب) در معادله واکنش هدف $NH_3(g)$ در سمت راست با ضریب ۲ قرار دارد، پس واکنش (۲) را معکوس می‌کنیم:



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:

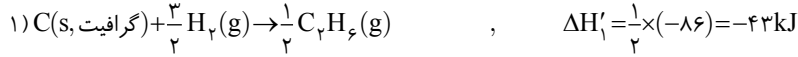




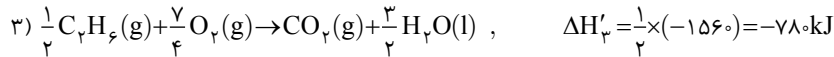
۱۴- گزینه ۴: معادله موازنه شده واکنش هدف:

ابتدا آنتالپی واکنش هدف را محاسبه می‌کنیم:

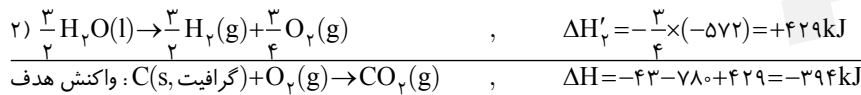
الف) در واکنش هدف، $C(s)$ در سمت چپ با ضریب ۱ قرار دارد، پس واکنش (۱) را در $\frac{1}{4}$ ضرب می‌کنیم:



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:



سپس گرمای آزاد شده در اثر سوختن کامل ۶۰ سانتی‌متر مکعب گرافیت را به یکی از دو روش زیر محاسبه می‌کنیم:

$$? \text{ kJ} = 60 \text{ cm}^3 C \times \frac{2/25 \text{ g C}}{1 \text{ cm}^3 C} \times \frac{1 \text{ mol C}}{12 \text{ g C}} \times \frac{-394 \text{ kJ}}{1 \text{ mol C}} = -4432/5 \text{ kJ}$$

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- گزینه ۲: 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

$$R(\text{واکنش}) = 7/5 \times 10^{-3} \text{ mol.s}^{-1} \times \frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}} \times \frac{1}{3 \text{ L}} = 0/15 \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$$

mol.L⁻¹ · min⁻¹ برابر است با:

با توجه به نمودار، سرعت متوسط تولید فراورده نمایش داده شده در بازه زمانی ۳ تا ۵ دقیقه برابر است با:

$$\bar{R}(x) = \frac{\Delta[x]}{\Delta t} = \frac{4/8 - 4/2}{2} = 0/3 \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$$

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:

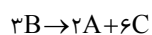
زیرا ضریب آن ۲ می‌باشد. غلظت اولیه A برابر $M_{A_1} = \frac{51 \text{ mol}}{3 \text{ L}} = 17 \text{ mol.L}^{-1}$ است، غلظت نهایی A (یعنی M_{A_2}) را محاسبه می‌کنیم. در بازه زمانی ۰ تا ۵ دقیقه مطابق ضرایب استوکیومتری داریم:

$$\frac{\bar{R}(B)}{2} = \frac{\bar{R}(A)}{6} \Rightarrow 3\bar{R}(B) = \bar{R}(A) \Rightarrow 3 \times \frac{\Delta[B]}{\Delta t} = -\frac{\Delta[A]}{\Delta t} \Rightarrow 3\Delta[B] = -\Delta[A] \Rightarrow 3[4/8 - 0] = -[M_{A_2} - 17] \Rightarrow M_{A_2} = 2/6 \text{ mol.L}^{-1}$$

۱۶- گزینه ۲: 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

$$\frac{1}{6} \times \left(\frac{3\Delta n(A)}{\Delta t} = \frac{-2\Delta n(B)}{\Delta t} = \frac{\Delta n(C)}{\Delta t} \right) \Rightarrow \frac{\Delta n(A)}{2\Delta t} = \frac{-\Delta n(B)}{3\Delta t} = \frac{\Delta n(C)}{6\Delta t}$$

پی‌بیریم و معادله واکنش را تعیین کنیم:



پس معادله واکنش به صورت مقابل است:



در ادامه به کمک جدول تغییر مول، مقدار مول ثانویه گونه‌های شرکت کننده در واکنش را به دست می‌آوریم:

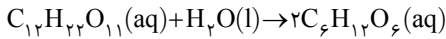
طبق اطلاعات مسأله داریم:

مول اولیه	۱۲	۰	۰
تغییر مول	-۳x	+۲x	+۶x
مول ثانویه	۱۲-۳x	۲x	۶x

$$\frac{\text{مجموع مول واکنش دهنده}}{\text{مجموع مول فراورده‌ها}} = \frac{12-3x}{2x+6x} = 0/875 \Rightarrow 12-3x=7x \Rightarrow 12=10x \Rightarrow x=1/2$$

اکنون سرعت واکنش را از طریق سرعت تولید A محاسبه می‌کنیم:

$$\bar{R}(\text{واکنش}) = \frac{\bar{R}_A}{2} = \frac{\Delta n(A)}{2 \times V \times \Delta t} = \frac{2/4 \text{ mol}}{2 \times 2 \text{ L} \times \left(\frac{30}{60}\right) \text{ min}} = 1/2 \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$$



۱۷- گزینۀ ۳ 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:

$$\bar{R}_1(\text{واکنش}) = \bar{R}(B) \Rightarrow \frac{-\Delta[B]}{\Delta t} = \frac{-(0.15-0.2) \text{ mol.L}^{-1}}{1 \text{ min}} = 0.05 \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$$

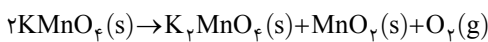
$$\bar{R}(A) = 2\bar{R}(B) \Rightarrow \frac{\Delta[A]}{\Delta t} = -\frac{2\Delta[B]}{\Delta t} \Rightarrow \Delta[A] = -2\Delta[B] \Rightarrow (0.24-0.18) = -2(0.08-y) \Rightarrow y = 0.11 \text{ mol.L}^{-1}$$

دقیقه سوم:

$$\bar{R}_3(\text{واکنش}) = \bar{R}(B) = \frac{-\Delta[B]}{\Delta t} = \frac{-(0.08-0.11) \text{ mol.L}^{-1}}{1 \text{ min}} = 0.03 \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$$

$$x + y = 0.1 + 0.11 = 0.21 \text{ mol.L}^{-1}, \quad \frac{\bar{R}_3(\text{واکنش})}{\bar{R}_1(\text{واکنش})} = \frac{0.03}{0.05} = 0.6$$

بنابراین خواهیم داشت:



۱۸- گزینۀ ۴ معادله موازنه شده واکنش:

حجم گاز اکسیژن تولید شده را محاسبه می کنیم:

$$? L O_2 = 63/2 \text{ g } KMnO_4 (\text{خالص}) \times \frac{1 \text{ mol } KMnO_4}{158 \text{ g } KMnO_4 (\text{خالص})} \times \frac{1 \text{ mol } O_2}{2 \text{ mol } KMnO_4} \times \frac{22.4 \text{ L } O_2}{1 \text{ mol } O_2} = 3/36 L O_2$$

$$\bar{R}(O_2) = \frac{\Delta V(O_2)}{\Delta t} = \frac{(3/36-0) L}{(2 \times 60) s} = 2.8 \times 10^{-3} L \cdot s^{-1}$$

سرعت متوسط تولید گاز اکسیژن در مدت زمان ۲ دقیقه برابر است با:



۱۹- گزینۀ ۴ معادله موازنه شده واکنش:

غلظت اولیه SO_3 را محاسبه می کنیم:

$$\begin{cases} ? \text{ mol } SO_3 = 40 \text{ g } SO_2 \times \frac{1 \text{ mol } SO_3}{80 \text{ g } SO_2} = \Delta \text{ mol } SO_3 \Rightarrow M = \frac{\Delta \text{ mol}}{0.5 L} = 1 \text{ mol.L}^{-1} \\ V = 500 \text{ mL} = 0.5 L \end{cases}$$

با توجه به ضرایب استوکیومتری SO_3 ، SO_2 و O_2 که به ترتیب برابر ۲، ۲ و ۱ است، می توان نتیجه گرفت که سرعت متوسط مصرف SO_3 برابر سرعت متوسط تولید SO_2 و دو برابر سرعت متوسط تولید O_2 است. ($\bar{R}(SO_3) = \bar{R}(SO_2) = 2\bar{R}(O_2)$)

$$\bar{R}(O_2) + \bar{R}(SO_2) = 3 \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1} \Rightarrow \frac{\bar{R}(SO_2)}{2} + \bar{R}(SO_3) = 3 \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1} \Rightarrow \bar{R}(SO_3) = 2 \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$$

$$\bar{R}(SO_3) = \frac{-\Delta[SO_3]}{\Delta t} \Rightarrow 2 \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1} = -\frac{\Delta[SO_3]}{3 \text{ min}} \Rightarrow \Delta[SO_3] = -6 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$\text{درصد مصرف } SO_3 = \frac{\text{غلظت مصرفی } SO_3}{\text{غلظت اولیه } SO_3} \times 100 = \frac{6}{10} \times 100 = 60\%$$

از آنجا که پس از سه دقیقه، غلظت گاز SO_3 به ۴ مولار می رسد و این گاز با سرعت $2 \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ مصرف می رسد، در

$$\bar{R}(SO_3) = \frac{-\Delta[SO_3]}{\Delta t} \Rightarrow 2 \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1} = \frac{-(0-4) \text{ mol.L}^{-1}}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = 2 \text{ min}$$

ادامه زمان مصرف این مقدار را به دست می آوریم:

۲۰- گزینۀ ۳ برای حل ساده تر مسئله، از جدول تغییر مول استفاده می کنیم:

۱	$2NO_2 \rightarrow 2NO + O_2$			۲	$SO_2Cl_2 \rightarrow SO_2 + Cl_2$		
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

$$\text{سرعت متوسط هر دو واکنش را محاسبه می کنیم:}$$

$$\bar{R}_1 = \bar{R}(O_2) = \frac{(x-0) \text{ mol}}{\Delta L \times 2 \text{ min}} = \frac{x}{\Delta L \times 2} \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}, \quad \bar{R}_2 = \bar{R}(SO_2) = \frac{(y-0) \text{ mol}}{\Delta L \times 2 \text{ min}} = \frac{y}{\Delta L \times 2} \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$$

$$\bar{R}_1 + \bar{R}_2 = \frac{x}{\Delta L \times 2} + \frac{y}{\Delta L \times 2} = \frac{x+y}{\Delta L \times 2} = \frac{3/5}{\Delta L \times 2} \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$$

پاسخ تشریحی آزمون جامع (۲)

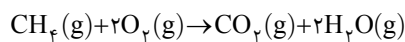
۱- گزینه ۱ گرمای حاصل از واکنش و جرم هر یک از فراورده‌ها برابر است با:

$$? \text{ kJ} = 168 \text{ g Fe} \times \frac{1 \text{ mol Fe}}{56 \text{ g Fe}} \times \frac{-174 \text{ kJ}}{3 \text{ mol Fe}} = -174 \text{ kJ} \quad , \quad ? \text{ g H}_2 = 168 \text{ g Fe} \times \frac{1 \text{ mol Fe}}{56 \text{ g Fe}} \times \frac{4 \text{ mol H}_2}{3 \text{ mol Fe}} \times \frac{2 \text{ g H}_2}{1 \text{ mol H}_2} = 8 \text{ g H}_2$$

$$? \text{ g Fe}_3\text{O}_4 = 168 \text{ g Fe} \times \frac{1 \text{ mol Fe}}{56 \text{ g Fe}} \times \frac{1 \text{ mol Fe}_3\text{O}_4}{3 \text{ mol Fe}} \times \frac{232 \text{ g Fe}_3\text{O}_4}{1 \text{ mol Fe}_3\text{O}_4} = 232 \text{ g Fe}_3\text{O}_4$$

$$Q_{\text{کل}} = Q_{\text{H}_2} + Q_{\text{Fe}_3\text{O}_4} = (mc\Delta\theta)_{\text{H}_2} + (mc\Delta\theta)_{\text{Fe}_3\text{O}_4} \quad \text{با استفاده از فرمول } Q = mc\Delta\theta \text{ خواهیم داشت:}$$

$$\Rightarrow 174 \times 10^3 \text{ J} \times \frac{1}{1000} = (8 \times 14 / 5 \times 150) + (232 \times c \times 150) \Rightarrow c = 0.35 \text{ J} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{C}^{-1}$$

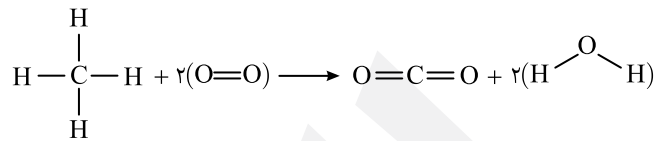


۲- گزینه ۳ معادله موازنه شده واکنش سوختن متان:

$$? \text{ mol گاز} = 224 \text{ L گاز} \times \frac{1 \text{ mol گاز}}{22.4 \text{ L گاز}} = 10 \text{ mol گاز}$$

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 ۵٪ 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 می‌مانند. در ادامه ΔH واکنش سوختن کامل متان را محاسبه می‌کنیم:



$$\Delta H = [4\Delta H(\text{C}-\text{H}) + 2\Delta H(\text{O}=\text{O})] - [2\Delta H(\text{C}=\text{O}) + 4\Delta H(\text{O}-\text{H})] = [4 \times 415 + 2 \times 495] - [2 \times 799 + 4 \times 463] = -800 \text{ kJ}$$

گرمای حاصل از واکنش و مقدار فراورده‌های تولیدی برابر است با:

$$? \text{ kJ} = 10 \text{ mol CH}_4 \times \frac{-800 \text{ kJ}}{1 \text{ mol CH}_4} = -8000 \text{ kJ} \quad , \quad ? \text{ g H}_2\text{O} = 10 \text{ mol CH}_4 \times \frac{2 \text{ mol H}_2\text{O}}{1 \text{ mol CH}_4} \times \frac{18 \text{ g H}_2\text{O}}{1 \text{ mol H}_2\text{O}} = 180 \text{ g H}_2\text{O}$$

$$? \text{ g CO}_2 = 10 \text{ mol CH}_4 \times \frac{1 \text{ mol CO}_2}{1 \text{ mol CH}_4} \times \frac{44 \text{ g CO}_2}{1 \text{ mol CO}_2} = 440 \text{ g CO}_2 \quad , \quad ? \text{ g N}_2 = 10 \text{ mol N}_2 \times \frac{28 \text{ g N}_2}{1 \text{ mol N}_2} = 280 \text{ g N}_2$$

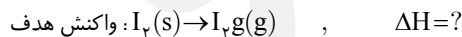
در انتها، به کمک رابطه $Q = mc\Delta\theta$ ، دمای نهایی مخلوط واکنش را به دست می‌آوریم:

$$Q_{\text{کل}} = Q_{\text{H}_2\text{O}} + Q_{\text{CO}_2} + Q_{\text{N}_2} = (mc\Delta\theta)_{\text{H}_2\text{O}} + (mc\Delta\theta)_{\text{CO}_2} + (mc\Delta\theta)_{\text{N}_2} \Rightarrow 8000 \times 10^3 = (180 \times 2 \times \Delta\theta) + (440 \times 1 \times \Delta\theta) + (280 \times 1 \times \Delta\theta)$$

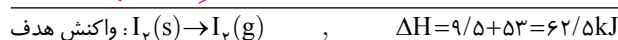
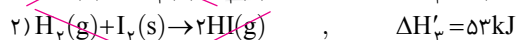
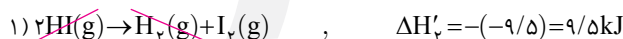
$$\Rightarrow \Delta\theta = 1172^\circ\text{C}$$

دمای اولیه در شرایط STP برابر 0°C است، پس دمای نهایی 1172°C می‌باشد.

۳- گزینه ۲ ابتدا آنتالپی واکنش تصعید I_2 را با استفاده از واکنش‌های (۲) و (۳) به دست می‌آوریم:



واکنش (۲) را معکوس کرده و واکنش (۳) را بدون تغییر می‌نویسیم:



$$? \text{ g CO}_2 = 142/24 \text{ g I}_2 \times \frac{1 \text{ mol I}_2}{254 \text{ g I}_2} \times \frac{62/5 \text{ kJ}}{1 \text{ mol I}_2} = 35 \text{ kJ}$$

سپس گرمای لازم برای تصعید $142/24$ گرم 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- گزینه ۱ تعیین ظرفیت گرمایی گرماسنج و محتویات آن:

$$? \text{ kJ} = 1/6 \text{ L } C_7H_8 \times \frac{1/25 \text{ g } C_7H_8}{1 \text{ L } C_7H_8} \times \frac{50 \text{ kJ}}{1 \text{ g } C_7H_8} = 100 \text{ kJ}$$

ابتدا گرمای حاصل از سوختن اتن را محاسبه می‌کنیم:

سیس به کمک رابطه $Q = mc\Delta\theta = C\Delta\theta$ ، ظرفیت گرمایی گرماسنج و محتویات آن را به دست می‌آوریم:

$$Q = C\Delta\theta \Rightarrow 100 = C \times 10 \Rightarrow C = 10 \text{ kJ} \cdot \text{C}^{-1}$$

$$Q = (C\Delta\theta) = 10 \text{ kJ} \cdot \text{C}^{-1} \times 25 \text{ C} = 250 \text{ kJ}$$

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:

$$? \text{ g } C_7H_8 = 250 \text{ kJ} \times \frac{1 \text{ mol } C_7H_8}{2750 \text{ kJ}} \times \frac{56 \text{ g } C_7H_8}{1 \text{ mol } C_7H_8} \approx 5/1 \text{ g } C_7H_8$$

روش اول (کسر تبدیل):

$$\frac{\text{جرم } C_7H_8}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{Q}{\Delta H} \Rightarrow \frac{x \text{ g}}{1 \times 56} = \frac{-250}{-2750} \Rightarrow x = 5/1 \text{ g } C_7H_8$$

روش دوم (تناسب):

۵- گزینه ۱ آنتالپی پیوند N—H را x کیلوژول بر مول و آنتالپی پیوند C=O را $2x$ کیلوژول بر مول در نظر می‌گیریم و آنتالپی واکنش‌های (۱) و (۲) را محاسبه می‌کنیم:

$$\Delta H_1 = -[2\Delta H(C=O)] = -4x \text{ kJ}, \quad \Delta H_2 = -[3\Delta H(N-H)] = -3x \text{ kJ}$$

اگر در هر دو واکنش Q کیلوژول گرما تولید شده باشد، جرم کربن دی‌اکسید و آمونیاک تولیدی را محاسبه می‌کنیم:

$$? \text{ g } CO_2 = Q \text{ kJ} \times \frac{1 \text{ mol } CO_2}{4x \text{ kJ}} \times \frac{44 \text{ g } CO_2}{1 \text{ mol } CO_2} = \frac{11Q}{x} \text{ g } CO_2, \quad ? \text{ g } NH_3 = Q \text{ kJ} \times \frac{1 \text{ mol } NH_3}{3x \text{ kJ}} \times \frac{17 \text{ g } NH_3}{1 \text{ mol } NH_3} = \frac{17Q}{3x} \text{ g } NH_3$$

$$\frac{\text{جرم } CO_2}{\text{جرم } NH_3} = \frac{11Q}{17Q} = \frac{33}{17}$$

اکنون نسبت جرم CO_2 به NH_3 تولید شده را به دست می‌آوریم:

۶- گزینه 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:

$$Q = mc\Delta\theta = 5 \times 10^3 \times 4/2 \times (100 - 25) = 1575 \times 10^3 \text{ J} = 1575 \text{ kJ}$$

محاسبه می‌کنیم:

اگر گرمای تولید شده در اثر سوختن ماده مورد نظر در دقیقه اول را Q در نظر بگیریم، خواهیم داشت:

$$\text{گرمای تولید شده در سه دقیقه اول} = Q + \frac{Q}{2} + \frac{Q}{4} = 140 \text{ kJ} \Rightarrow Q = 80 \text{ kJ}$$

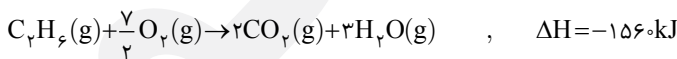
$$1575 - 1400 = 1175 \text{ kJ}$$

سیس محاسبه می‌کنیم که برای رساندن دمای این نمونه آب به 100 C به چند دقیقه دیگر حرارت دادن نمونه نیاز است:

$$\left. \begin{array}{l} \text{گرمای آزاد شده در هر دقیقه پس از دقیقه سوم} \\ \left\{ \begin{array}{ll} \text{در دقیقه چهارم} \Rightarrow \frac{Q}{8} = \frac{80}{8} = 10 \text{ kJ} & \text{در دقیقه پنجم} \Rightarrow \frac{Q}{16} = \frac{80}{16} = 5 \text{ kJ} \\ \text{در دقیقه ششم} \Rightarrow \frac{Q}{24} = \frac{80}{24} \approx 3.3 \text{ kJ} & \text{در دقیقه هفتم} \Rightarrow \frac{Q}{32} = \frac{80}{32} = 2.5 \text{ kJ} \end{array} \right. \end{array} \right.$$

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- گزینه 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:



$$1 \text{ mol } C_2H_6 \times \frac{-1560 \text{ kJ}}{1 \text{ mol } C_2H_6} \times \frac{1 \text{ s}}{-31/2 \text{ kJ}} \times \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} = \frac{5}{6} \text{ min}$$

$$\bar{R}(C_2H_6) = \frac{\Delta n(C_2H_6)}{\Delta t} = \frac{1 \text{ (mol)}}{\frac{5}{6} \text{ (min)}} = 1/25 \text{ mol} \cdot \text{min}^{-1}$$

اکنون سرعت متوسط سوختن اتان را بر حسب $\text{mol} \cdot \text{min}^{-1}$ به دست می‌آوریم:

۸- گزینه 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:

$$? \text{ g } NH_3 = 23 \text{ kJ} \times \frac{2 \text{ mol } NH_3}{92 \text{ kJ}} \times \frac{17 \text{ g } NH_3}{1 \text{ mol } NH_3} = 8/5 \text{ g } NH_3$$

محاسبه می‌کنیم:

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 $4 \text{ kJ} (23 - 4/4)$ گرما تولید شده است، پس:

$$|\Delta n(N_2)| = 4 \text{ kJ} \times \frac{1 \text{ mol } N_2}{92 \text{ kJ}} = 0/45 \text{ mol } N_2, \quad \bar{R}(N_2) = \frac{|\Delta n(N_2)|}{\Delta t} = \frac{0/45 \text{ (mol)}}{15 \text{ (min)}} = 1/100 \text{ mol} \cdot \text{min}^{-1}$$

۹- گزینه ۲ با توجه به جدول و تغییرات مول مواد مشخص است که D و B واکنش دهنده و A و C فرآورده‌اند 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 فرآورده مذاب (Fe) تولید شده است. مقدار گرمای تولید شده در این مدت برابر است با:

$$? \text{ kJ} = 13 \text{ mol Fe} \times \frac{56 \text{ g Fe}}{1 \text{ mol Fe}} \times \frac{750 \text{ kJ}}{100 \text{ g Fe}} = 5460 \text{ kJ}$$

$$\bar{R}_{\text{گرما}} = \frac{5460 \text{ kJ}}{15 \text{ min}} = 364 \text{ kJ} \cdot \text{min}^{-1}$$

آهنگ تولید گرما در این مدت برابر است با:

$$\Delta n(C) = 2\Delta n(A) \Rightarrow 10 - X = 2(5 - 3) \Rightarrow X = 6$$

بازه زمانی ۵ تا ۱۰ دقیقه:

$$\Delta n(B) = \frac{1}{2}\Delta n(D) \Rightarrow Y - 10 = \frac{1}{2}(3 - 7) \Rightarrow Y = 8$$

بازه زمانی ۵ تا ۱۰ دقیقه:

$$\Delta n(D) = 2\Delta n(B) \Rightarrow Z - 3 = 2(6/5 - 8) \Rightarrow Z = 0$$

بازه زمانی ۱۰ تا ۱۵ دقیقه:

$$X + Y + Z = 6 + 8 + 0 = 14 \text{ mol}$$

پس مجموع X, Y, Z برابر است با:

۱۰- گزینه ۱ ابتدا مقدار انرژی حاصل از تبدیل ۱۰۰٪ ماده به انرژی را به کمک رابطه اینشتین محاسبه می‌کنیم:

$$E = mc^2 = 0.001 \times 10^{-3} \times (3 \times 10^8)^2 = 9 \times 10^6 \text{ J}$$

سپس جرم اولیه آلیاژ را X کیلوگرم در نظر می‌گیریم و به کمک رابطه $Q = mc\Delta\theta$, X را به دست می‌آوریم:

$$Q_{\text{کل}} = Q_{\text{نقره}} + Q_{\text{طلا}} = (mc\Delta\theta)_{\text{نقره}} + (mc\Delta\theta)_{\text{طلا}}$$

$$9 \times 10^6 = [(10^{-3} \times X \text{ g آلیاژ}) \times \frac{66/67 \text{ g Ag}}{100 \text{ g آلیاژ}}] \times 0.236 \times 250 + [(10^{-3} \times X \text{ g آلیاژ}) \times \frac{33/33 \text{ g Au}}{100 \text{ g آلیاژ}}] \times 0.128 \times 250 \Rightarrow X = 1/8 \times 10^6 \text{ kg}$$

پاسخ تشریحی آزمون جامع (۳)

۱- گزینه ۴ جرم محلول برابر است با:

$$? \text{ g محلول} = 60 \text{ mL محلول} \times \frac{0.92 \text{ g محلول}}{1 \text{ mL محلول}} = 552 \text{ g محلول}$$

اگر مقدار مول اتیلن گلیکول را ۶٪ و مقدار مول آب را X در نظر بگیریم، جرم هر کدام برابر است با:

$$? \text{ g } C_2H_4(OH)_2 = 0.06 \times \text{mol } C_2H_4(OH)_2 \times \frac{62 \text{ g } C_2H_4(OH)_2}{1 \text{ mol } C_2H_4(OH)_2} = 37/25 \text{ g } C_2H_4(OH)_2$$

$$? \text{ g } H_2O = X \text{ mol } H_2O \times \frac{18 \text{ g } H_2O}{1 \text{ mol } H_2O} = 18X \text{ g } H_2O, \quad 37/25 + 18X = 552 \Rightarrow X = 10$$

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)

$$Q_{\text{کل}} = Q_{\text{آب}} + Q_{\text{الکل}} = (nc\Delta\theta)_{\text{آب}} + (nc\Delta\theta)_{\text{الکل}} = (10 \times 75/6 \times 20) + (6 \times 144 \times 20) = 32400 \text{ J} = 32/4 \text{ kJ}$$

۲- گزینه ۳ اگر فرض کنیم X گرم آمونیوم نترات را در آب حل کرده باشیم، داریم:

$$? \text{ kJ} = X \text{ g } NH_4NO_3 \times \frac{1 \text{ mol } NH_4NO_3}{80 \text{ g } NH_4NO_3} \times \frac{26 \text{ kJ}}{1 \text{ mol } NH_4NO_3} = \frac{13}{40} X \text{ kJ}$$

$$|\Delta\theta| = 30/2 - 25 = 5/2^\circ \text{C}$$

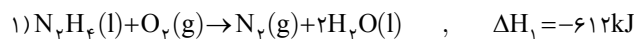
جرم محلول $(480 + X)$ گرم است. از رابطه $Q = mc\Delta\theta$ استفاده می‌کنیم:

$$Q_{\text{کل}} = Q_{\text{محلول}} + Q_{\text{گرماسنج}} = (mc|\Delta\theta|)_{\text{محلول}} + (C|\Delta\theta|)_{\text{گرماسنج}} \Rightarrow \frac{13}{40} X \times 10^3 \text{ J} = ((480 + X) \times 4 \times 5/2) + (420 \times 5/2)$$

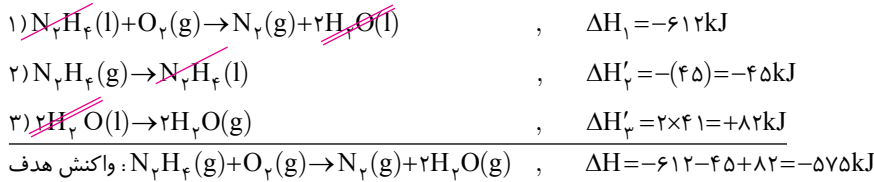
$$325X = 9984 + 20/8X + 2184 \Rightarrow 304/2X = 12168 \Rightarrow X = 40 \text{ g}$$

۳- گزینه 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

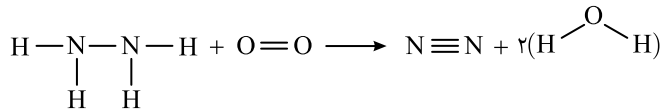
به دست آوریم:



برای رسیدن به واکنش هدف، واکنش (۱) را بدون تغییر نوشته، واکنش (۲) را معکوس و واکنش (۳) را در عدد ۲ ضرب می‌کنیم:



اکنون به کمک آنتالپی پیوندها، آنتالپی پیوند (N—N) را محاسبه می‌کنیم:



$$\Delta H_{\text{واکنش}} = [\Delta H(\text{N}-\text{N}) + 4\Delta H(\text{N}-\text{H}) + \Delta H(\text{O}=\text{O})] - [\Delta H(\text{N} \equiv \text{N}) + 4\Delta H(\text{O}-\text{H})]$$

$$-575 = [\Delta H(\text{N}-\text{N}) + 4(391) + 495] - [\Delta H(\text{N} \equiv \text{N}) + 4(463)] \Rightarrow \Delta H(\text{N}-\text{N}) = 163 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

۴- گزینه ۳ ابتدا مقدار گاز هیدروژن تولید شده در واکنش فلز سدیم با آب را محاسبه می‌کنیم:



$$? \text{ mol H}_2 = 250 \text{ g Na} \times \frac{1 \text{ mol Na}}{23 \text{ g Na}} \times \frac{1 \text{ mol H}_2}{2 \text{ mol Na}} = \Delta \text{ mol H}_2$$

حال فرض می‌کنیم X مول از گاز هیدروژن در واکنش (I) و (5-X) مول از گاز هیدروژن در واکنش (II) مصرف شده است. گرمای تولید شده در هر واکنش را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{واکنش (I): } ? \text{ kJ} = x \text{ mol H}_2 \times \frac{-92 \text{ kJ}}{2 \text{ mol H}_2} \times \frac{100}{100} = -46x \text{ kJ} \quad \text{واکنش (II): } ? \text{ kJ} = (5-x) \text{ mol H}_2 \times \frac{-183 \text{ kJ}}{1 \text{ mol H}_2} \times \frac{50}{100} = -91.5(5-x) \text{ kJ}$$

پس با توجه به مطالب ارائه شده در مسئله، خواهیم داشت:

$$-46x - 91.5(5-x) = -23x - 91.5(5-x) = -252 \Rightarrow 23x + 457.5 - 91.5x = 252 \Rightarrow 20.5/5 = 68/5x \Rightarrow x = 3$$

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)

۵- گزینه ۴ 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:

$$? \text{ kJ} = x \text{ g CH}_3\text{OH} \times \frac{1 \text{ mol CH}_3\text{OH}}{32 \text{ g CH}_3\text{OH}} \times \frac{-725 \text{ kJ}}{1 \text{ mol CH}_3\text{OH}} = \frac{-725x}{32} \text{ kJ} \quad \text{متانول:}$$

$$? \text{ kJ} = (22-x) \text{ g C}_2\text{H}_5\text{OH} \times \frac{1 \text{ mol C}_2\text{H}_5\text{OH}}{46 \text{ g C}_2\text{H}_5\text{OH}} \times \frac{-1370 \text{ kJ}}{1 \text{ mol C}_2\text{H}_5\text{OH}} = \frac{-685(22-x)}{23} \text{ kJ} \quad \text{اتانول:}$$

$$\frac{-725x}{32} + \frac{-685(22-x)}{23} = -564 \Rightarrow x = 12/8 \text{ g} \quad \text{با توجه به این که مجموع گرمای حاصل از واکنش‌ها برابر 564 kJ است، پس خواهیم داشت:}$$

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:

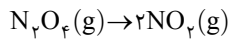
$$? \text{ g H}_2\text{O} = 12/8 \text{ g CH}_3\text{OH} \times \frac{1 \text{ mol CH}_3\text{OH}}{32 \text{ g CH}_3\text{OH}} \times \frac{2 \text{ mol H}_2\text{O}}{1 \text{ mol CH}_3\text{OH}} \times \frac{18 \text{ g H}_2\text{O}}{1 \text{ mol H}_2\text{O}} = 14/4 \text{ g H}_2\text{O}$$

$$? \text{ g CO}_2 = 9/2 \text{ g C}_2\text{H}_5\text{OH} \times \frac{1 \text{ mol C}_2\text{H}_5\text{OH}}{46 \text{ g C}_2\text{H}_5\text{OH}} \times \frac{2 \text{ mol CO}_2}{1 \text{ mol C}_2\text{H}_5\text{OH}} \times \frac{44 \text{ g CO}_2}{1 \text{ mol CO}_2} = 17/6 \text{ g CO}_2$$

$$\frac{\text{جرم آب تولید شده در واکنش سوختن متانول}}{\text{جرم کربن دی‌اکسید تولید شده در واکنش سوختن اتانول}} = \frac{14/4}{17/6} = 0/82$$

پس نسبت خواسته شده برابر است با:

۶- گزینه ۲ مقدار اولیه N_2O_4 را M مول در نظر می‌گیریم و داریم:



مول اولیه	M	۰
تغییر مول	$-x$	$+2x$
مول ثانویه	$M-x$	$2x$

$$\frac{2x}{2x+(M-x)} \times 100 = 81/25 \Rightarrow \frac{2x}{M+x} = \frac{81/25}{100} \Rightarrow 200x = 81/25M + 81/25x$$

$$\Rightarrow 118/25x = 81/25M \Rightarrow M = \frac{19}{13}x(I)$$

فرض دوم:

$$2x - (M-x) = 20 \Rightarrow 3x - M = 20 \xrightarrow{(I)} 3x - \frac{19}{13}x = 20 \Rightarrow \frac{39}{13}x - \frac{19}{13}x = 20 \Rightarrow x = 13 \text{ mol}, M = 19 \text{ mol}$$

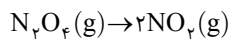
$$? g N_2O_4 = 19 \text{ mol } N_2O_4 \times \frac{92 g N_2O_4}{1 \text{ mol } N_2O_4} = 1748 g N_2O_4$$

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:

$$13 = y + \frac{y}{3} + \frac{y}{9} \Rightarrow y = 9 \text{ mol}$$

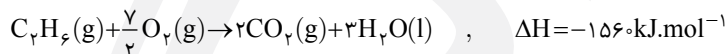


مول اولیه	۱۹	۰
تغییر مول	$-y$	$+2y$
مول ثانویه	$19-y$	$2y$

با استفاده مجدد از جدول تغییرات مقدار مول برای پایان دقیقه دوم داریم:

$$19 - y + 2y = 19 + y = 28 \text{ mol}$$

۷- گزینه ۱ معادله‌های موازنه شده واکنش‌های سوختن متان و اتان:



در واکنش سوختن متان تغییر مول مشاهده نمی‌شود، اما در واکنش سوختن اتان به ازای هر مول اتان، مجموع مول‌های واکنش به اندازه ۵/۵ مول افزایش می‌یابد. با

$$? g C_2H_6 = 3 \text{ mol مواد درون ظرف داریم: } \frac{1 \text{ mol } C_2H_6}{\text{تغییر مول } \Delta \text{mol}} \times \frac{30 g C_2H_6}{1 \text{ mol } C_2H_6} = 180 g C_2H_6$$

پس جرم متان در مخلوط اولیه برابر ۲۴g (۱۸۰-۲۰۴) است. گرمای سوختن هر کدام از گازهای متان و اتان را محاسبه می‌کنیم:

$$? \text{ kJ} = 24 g CH_4 \times \frac{1 \text{ mol } CH_4}{16 g CH_4} \times \frac{-888 \text{ kJ}}{1 \text{ mol } CH_4} = -1332 \text{ kJ} \quad \text{متان:}$$

$$? \text{ kJ} = 180 g C_2H_6 \times \frac{1 \text{ mol } C_2H_6}{30 g C_2H_6} \times \frac{-1560 \text{ kJ}}{1 \text{ mol } C_2H_6} = -9360 \text{ kJ} \quad \text{اتان:}$$

$$\bar{R}(\text{گرما}) = \frac{(1332 + 9360) \text{ kJ}}{(2 \times 60) \text{ s}} \approx 89/1 \text{ kJ} \cdot \text{s}^{-1} \quad \text{پس آهنگ تولید گرما در این فرایند برابر است با:}$$

۸- گزینه ۳ اگر در ۲۰ ثانیه اول x گرم گاز هیدروژن تولید شود، داریم:

$$32/48 g = x + 0/4x + 0/16x + 0/64x = 1/624x \Rightarrow x = 20 g$$

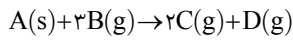
$$\Delta n(H_2) = 0/64 \times 20 g \times \frac{1 \text{ mol } H_2}{2 g H_2} = 0/64 \text{ mol } H_2 \quad \text{تغییرات مول این گاز در ۲۰ ثانیه چهارم برابر است با:}$$

سرعت واکنش در ۲۰ ثانیه چهارم را به کمک سرعت متوسط تولید هیدروژن محاسبه می‌کنیم:

$$\bar{R}(\text{واکنش}) = \frac{1}{2} \bar{R}(H_2) = \frac{1}{2} \times \frac{\Delta n(H_2)}{\Delta t} = \frac{1}{2} \times \frac{0/64 \text{ mol}}{20 \text{ s}} = 1/6 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{s}^{-1}$$

۹- گزینه ۴ با توجه به تغییرات مول X و Y در بازه زمانی یکسان، می توان فهمید که ماده X و B ماده Y و ماده C است:

$$\text{در بازه زمانی } 0 \text{ تا } 60 \text{ ثانیه} \begin{cases} \Delta n(X) = 1/4 - 8 = -6/4 \text{ mol (واکنش دهنده)} \\ \Delta n(Y) = 4/4 - 0 = 4/4 \text{ mol (فراورده)} \end{cases} \Rightarrow \frac{|\Delta n(X)|}{|\Delta n(Y)|} = \frac{6/4}{4/4} = \frac{3}{2}$$



مول اولیه	۸	۰	۰
تغییر مول	-۳a	+۲a	+a
مول ثانویه	۸-۳a	۲a	a

برای تعیین مقدار مول B و C در ثانیه چهارم، از جدول تغییر مقدار مول مواد استفاده می کنیم:

$$a + 2a = (8 - 3a) + 2/8 \Rightarrow a = 1/8$$

طبق اطلاعات مسئله داریم:

$$w = 2a = 3/6, \quad y = 8 - 3a = 8 - 3 \times 1/8 = 2/6$$

بنابراین:

در بازه زمانی ۲۰ تا ۴۰ ثانیه داریم:

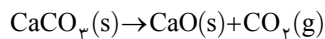
$$\bar{R}(\text{واکنش}) = \frac{1}{3} \bar{R}_B = \frac{1}{3} \times \frac{-\Delta n_B}{\Delta t} = \frac{1}{3} \times \frac{-(2/6 - x) \text{ mol}}{(20/60) \text{ min}} = 2/1 \text{ mol} \cdot \text{min}^{-1} \Rightarrow x = 4/7 \text{ mol}$$

در همین بازه زمانی با توجه به ضرایب استوکیومتری گونه ها در معادله موازنه شده واکنش داریم:

$$\frac{\bar{R}(B)}{3} = \frac{\bar{R}(C)}{2} \Rightarrow -\frac{\Delta n(B)}{3 \Delta t} = \frac{\Delta n(C)}{2 \Delta t} \Rightarrow -2 \Delta n(B) = 3 \Delta n(C) \Rightarrow -2(2/6 - 4/7) = 3(2/6 - z) \Rightarrow z = 2/2 \text{ mol}$$

$$\frac{x+z}{w-y} = \frac{4/7 + 2/2}{3/6 - 2/6} = 6/9$$

حاصل عبارت خواسته شده برابر است با:



مول اولیه	a	۰	۰
تغییر مول	-x	+x	+x
مول ثانویه	a-x	x	x

۱۰- گزینه ۳ مول اولیه کلسیم کربنات را a در نظر می گیریم و از جدول تغییرات مول

استفاده می کنیم:

ابتدا جرم گاز تولید شده در ۳۰ ثانیه اول از شروع واکنش را محاسبه می کنیم:

$$\bar{R}(CO_2) = \frac{\Delta m(CO_2)}{\Delta t} \Rightarrow 22 \times 10^{-2} \text{ g} \cdot \text{s}^{-1} = \frac{\Delta m(CO_2)}{30 \text{ s}} \Rightarrow \Delta m = 6/6 \text{ g } CO_2$$

سپس x (مقدار مول گاز تولید شده) را محاسبه می کنیم:

$$x = 6/6 \text{ g } CO_2 \times \frac{1 \text{ mol } CO_2}{44 \text{ g } CO_2} = 0/15 \text{ mol } CO_2$$

طبق اطلاعات مسئله خواهیم داشت:

$$\frac{\text{جرم CaO تولید شده}}{\text{جرم } CaCO_3 \text{ باقی مانده}} \times 100 = 60 \Rightarrow \frac{56x}{100(a-x)} \times 100 = 60 \Rightarrow 56x = 60a - 60x \Rightarrow 116x = 60a \Rightarrow a = \frac{29}{15} x \xrightarrow{x=0/15} a = \frac{29}{15} \times 0/15 = 0/29$$

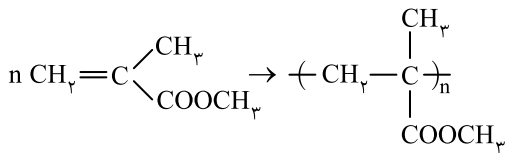
$$? \text{ g } CaCO_3 = 0/29 \text{ mol } CaCO_3 \times \frac{100 \text{ g } CaCO_3}{1 \text{ mol } CaCO_3} = 29 \text{ g } CaCO_3$$

اکنون می توانیم جرم کلسیم کربنات اولیه را به دست آوریم:

پاسخ تشریحی آزمون جامع (۱)

۱- گزینه ۲

پلیمر تولید شده از نوع افزایشی است، پس مجموع جرم مونومرهای سازنده با جرم پلیمر یکسان است. فرمول مولکولی متیل متاکریلات $C_5H_8O_2$ است و جرم مولی آن برابر 100 گرم بر مول می‌باشد.



برای حل تست، ابتدا تعداد واحدهای تکرار شونده (n) را در هر مولکول پلیمر به دست می‌آوریم:

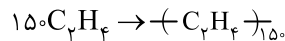
$$\frac{6 \times 10^{23} \text{ molecule مونومر}}{1 \text{ mol مونومر}} \times \frac{1 \text{ molecule پلیمر}}{n \text{ molecule مونومر}} = 15 \times 10^{18} \text{ molecule پلیمر} \Rightarrow n = 2000$$

پس جرم مولی این پلیمر برابر است با:

$$100n = 100 \times 2000 = 200000 \text{ g.mol}^{-1} = 200 \text{ kg.mol}^{-1}$$

۲- گزینه ۳

معادله موازنه شده واکنش تولید پلی اتن با 150 واحد تکرار شونده: ($n=150$)



قسمت اول:

روش اول (کسر تبدیل):

$$? \text{ mol پلیمر} = 4000 \text{ L C}_2\text{H}_4 \times \frac{1/19 \text{ g C}_2\text{H}_4}{1 \text{ L C}_2\text{H}_4} \times \frac{1 \text{ mol C}_2\text{H}_4}{28 \text{ g C}_2\text{H}_4} \times \frac{1 \text{ mol } \left(\text{C}_2\text{H}_4 \right)_{150}}{150 \text{ mol C}_2\text{H}_4} \times \frac{75}{100} = 0.85 \text{ mol } \left(\text{C}_2\text{H}_4 \right)_{150}$$

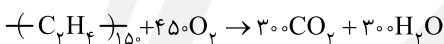
بازده درصدی

روش دوم (تناسب):

$$\frac{\text{R} \times \text{چگالی} \times \text{لیتر اتن}}{100} = \frac{\text{مول پلیمر}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{4000 \times 1.9 \times 75}{150 \times 28} = \frac{x \text{ mol پلیمر}}{1} \Rightarrow x = 0.85 \text{ mol پلیمر}$$

قسمت دوم:

معادله موازنه شده واکنش سوختن پلی اتن:



$$? \text{ L CO}_2 = 0.85 \text{ mol } \left(\text{C}_2\text{H}_4 \right)_{150} \times \frac{300 \text{ mol CO}_2}{1 \text{ mol } \left(\text{C}_2\text{H}_4 \right)_{150}} \times \frac{22.4 \text{ L CO}_2}{1 \text{ mol CO}_2} = 5712 \text{ L CO}_2$$

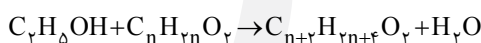
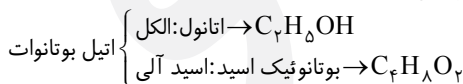
روش اول (کسر تبدیل):

$$\frac{\text{مول پلیمر}}{\text{ضریب}} = \frac{\text{لیتر CO}_2 \text{ (STP)}}{22.4 \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{x}{300 \times 22.4} = \frac{0.85}{1} \Rightarrow x = 5712 \text{ L CO}_2$$

روش دوم (تناسب):

۳- گزینه ۴

الکل سازنده اتیل بوتانوات که استر ایجاد کننده طعم و بوی خوش آناناس است، اتانول می‌باشد.



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 می‌آوریم:

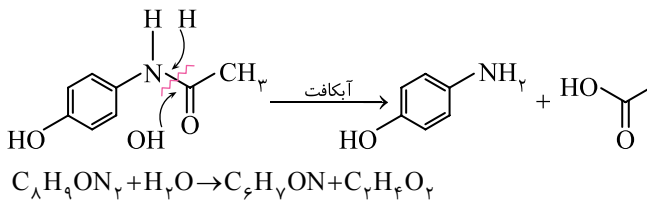
$$12(n+2) + (2n+4) + 32 = (14n+60) \text{ g.mol}^{-1}$$

$$2/3 \text{ g C}_2\text{H}_5\text{OH} \times \frac{1 \text{ mol C}_2\text{H}_5\text{OH}}{46 \text{ g C}_2\text{H}_5\text{OH}} \times \frac{1 \text{ mol استر}}{1 \text{ mol C}_2\text{H}_5\text{OH}} \times \frac{14n+60 \text{ g استر}}{1 \text{ mol استر}} = 5/1 \text{ g استر} \Rightarrow n=3$$

پس فرمول مولکولی اسید به صورت $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2$ است، نسبت درصد جرمی اکسیژن به هیدروژن در $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2$ برابر است با:

$$\frac{\text{درصد جرمی اکسیژن}}{\text{درصد جرمی هیدروژن}} = \frac{\text{جرم اتم‌های اکسیژن}}{6 \times 1} = \frac{2 \times 16}{5 \times 1} = 5/3$$

۴- گزینه ۱ واکنش آبکافت ترکیب مورد نظر:



جرم مولی اسید و آمین حاصل به ترتیب برابر ۶۰ و ۱۰۹ گرم بر مول است. پس اختلاف جرم مولی این دو ترکیب برابر $49 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ (۶۰-۱۰۹) می باشد.

۵- گزینه ۴ معادله موازنه شده واکنش تولید پلی استر:
روش اول (کسر تبدیل):

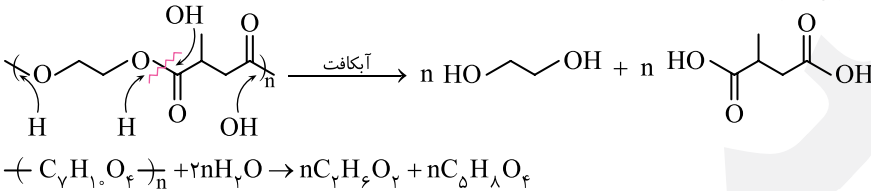
$$? \text{ پلی استر } g = \frac{۸۰}{۱۰۰} \times \frac{۲۲۰n \text{ g پلی استر}}{۱ \text{ mol پلی استر}} \times \frac{۱ \text{ mol دی اسید}}{۱۸۰ \text{ g دی اسید}} \times \frac{۱ \text{ mol دی اسید}}{۱۰۰ \text{ g دی اسید خالص}} \times ۳۰۰ \text{ g پلی استر} = ۲۲۰ \text{ g پلی استر}$$

بازده درصدی

$$\frac{۳۰۰ \times \frac{۷۵}{۱۰۰} \times \frac{۸۰}{۱۰۰}}{۱۰۰ \times ۱۸۰} = \frac{x \text{ گرم پلی استر}}{۱ \times ۲۲۰n} \Rightarrow x = ۲۲۰ \text{ g پلی استر}$$

روش دوم (تناسب):

۶- گزینه ۱ معادله موازنه شده واکنش آبکافت پلی استر داده شده:

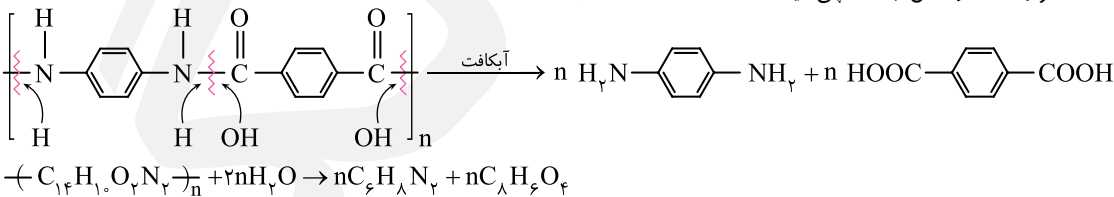


روش اول (کسر تبدیل): پلیمر ناخالص ۱۵۰g = $\frac{۱۰۰}{۷۹} \times \frac{۱۵۸n \text{ g پلیمر}}{۱ \text{ mol پلیمر}} \times \frac{۱ \text{ mol الکل}}{۶۲ \text{ g الکل}} \times \frac{۱/۲ \text{ الکل}}{۱ \text{ mL الکل}} = ۳۸/۷۵ \text{ mL الکل}$ پلیمر ناخالص ۳۸/۷۵g
بازده درصدی

$$\frac{x \times \frac{۷۹}{۱۰۰}}{۱ \times ۱۵۸n} = \frac{۳۸/۷۵ \times ۱/۲}{n \times ۶۲} \Rightarrow x = ۱۵۰ \text{ g}$$

روش دوم (تناسب):

۷- گزینه ۲ معادله موازنه شده واکنش آبکافت پلی آمید داده شده:



روش اول (کسر تبدیل):

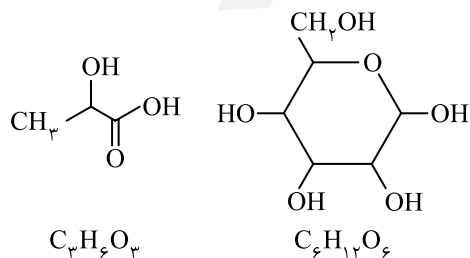
$$? \text{ دی آمین ناخالص } g = \frac{۱۰۰}{۸۱} \times \frac{۱۰۸ \text{ g دی آمین}}{۱ \text{ mol دی آمین}} \times \frac{n \text{ mol دی آمین}}{۱۶۶ \text{ g دی اسید}} \times \frac{۱ \text{ mol دی اسید}}{۱۲۴/۵ \text{ g دی آمین ناخالص}} = ۱۰۰ \text{ g دی آمین ناخالص}$$

$$\frac{x \times \frac{۸۱}{۱۰۰}}{n \times ۱۶۶} = \frac{۱۲۴/۵}{n \times ۱۰۸} \Rightarrow x = ۱۰۰ \text{ g}$$

روش دوم (تناسب):

۸- گزینه ۳ عبارات های (الف)، (ب) و (ت) درست هستند. ساختار و فرمول شیمیایی مونومر سازنده پلی لاکتیک اسید و نشاسته به صورت زیر است:

بررسی عبارات:



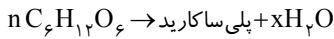
عبارت (ب): فرمول نشاسته $(C_6H_{10}O_5)_n$ و فرمول پلی لاکتیک اسید $(C_3H_4O_2)_n$ است.

$$\text{درصد جرمی اکسیژن در نشاسته} = \frac{۵ \times ۱۶}{(۶ \times ۱۲) + (۱۰ \times ۱) + (۵ \times ۱۶)} \times ۱۰۰ = ۴۹/۴\%$$

$$\text{درصد جرمی اکسیژن در پلی لاکتیک اسید} = \frac{۲ \times ۱۶}{(۳ \times ۱۲) + (۴ \times ۱) + (۲ \times ۱۶)} \times ۱۰۰ = ۴۴/۴\%$$

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.



۹- گزینه ۴ معادله واکنش تولید پلی ساکارید:

برای کامل کردن معادله، ابتدا باید ضرایب گلوکز و آب را محاسبه کنیم: $n=200 \Rightarrow$ گلوکز $180g \times 1 mol = 36000g$ پلی ساکارید $3 mol \times 1 mol = 36000g$

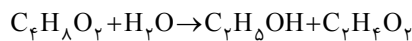
$$36000g \times \frac{x mol H_2O}{1 mol H_2O} \times \frac{18g H_2O}{1 mol H_2O} = 81g H_2O \Rightarrow x=150$$

$$\text{جرم مولی پلی ساکارید} = (n \times \text{جرم مولی مونومرهای مصرفی}) - (\text{جرم مولی آب}) = (200 \times 180) - (150 \times 18) = 33300g \cdot mol^{-1} = 33.3kg \cdot mol^{-1}$$

۱۰- گزینه ۲ در اثر آبکافت هر دو استر اتانول تولید می شود. مقدار مول اتانول تولید شده را محاسبه می کنیم:

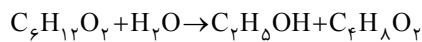
$$? mol C_7H_5OH = 27/6g C_7H_5OH \times \frac{1 mol C_7H_5OH}{46g C_7H_5OH} = 0.6 mol C_7H_5OH$$

جرم اتیل اتانوات را x گرم و جرم اتیل بوتانوات را $(64-x)$ گرم در نظر می گیریم:



معادله موازنه شده واکنش آبکافت اتیل اتانوات به صورت زیر است:

$$? mol C_7H_5OH = x g C_6H_8O_7 \times \frac{1 mol C_6H_8O_7}{188g C_6H_8O_7} \times \frac{1 mol C_7H_5OH}{1 mol C_6H_8O_7} = \frac{x}{188} mol C_7H_5OH$$



معادله موازنه شده واکنش آبکافت اتیل بوتانوات به صورت روبه رو است:

$$? mol C_7H_5OH = (64-x) g C_6H_{12}O_7 \times \frac{1 mol C_6H_{12}O_7}{116g C_6H_{12}O_7} \times \frac{1 mol C_7H_5OH}{1 mol C_6H_{12}O_7} = \frac{64-x}{116} mol C_7H_5OH$$

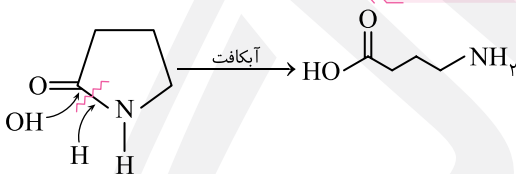
$$\frac{x}{188} + \frac{64-x}{116} = 0.6 \Rightarrow x = 17/6g$$

طبق اطلاعات مسأله داریم:

$$\text{جرم اولیه اتیل بوتانوات} = 64 - 17/6 = 46/4g$$

پس جرم اولیه اتیل بوتانوات برابر است با:

پاسخ تشریحی آزمون جامع (۲)



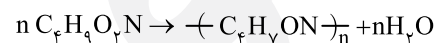
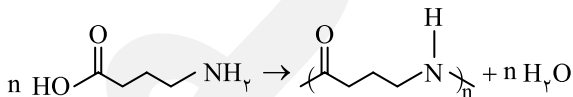
۱- گزینه ۲ ابتدا معادله واکنش آبکافت آمید داده شده را می نویسیم:



سپس جرم فراورده حاصل از این واکنش را به دست می آوریم:

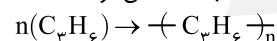
$$\text{فراورده } 164/8g = 164/8g \times \frac{1 mol \text{ آمید}}{103g \text{ آمید خالص}} \times \frac{1 mol \text{ آمید}}{85g \text{ آمید خالص}} \times \frac{103g \text{ فراورده}}{1 mol \text{ آمید}} = 164/8g$$

معادله واکنش پلیمری شدن فراورده تولیدی:



$$? g \text{ پلی آمید } 102g = 164/8g \text{ مونومر} \times \frac{1 mol \text{ مونومر}}{103g \text{ مونومر}} \times \frac{85n \text{ پلی آمید}}{n mol \text{ مونومر}} \times \frac{100}{75} = 102g \text{ پلی آمید}$$

۲- گزینه ۳ پلیمر مورد استفاده در ساخت سرنگهای پلاستیکی، پلی پروپین است. این پلیمر از مونومرهای پروپین در شرایط مناسب ساخته می شود.



معادله موازنه شده واکنش تولید پلی پروپین به صورت مقابل است:

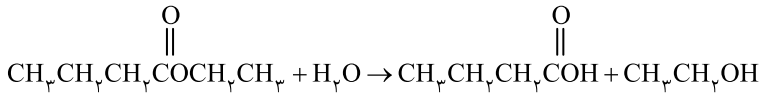
ابتدا حجم گاز پروپین لازم را در شرایط STP محاسبه می کنیم:

$$? L C_3H_6 (STP) = 700g \left(C_3H_6 \right)_n \times \frac{1 mol \left(C_3H_6 \right)_n}{42ng \left(C_3H_6 \right)_n} \times \frac{n mol C_3H_6}{1 mol \left(C_3H_6 \right)_n} \times \frac{22.4L C_3H_6}{1 mol C_3H_6} \times \frac{100}{3} = 1400 L C_3H_6$$

اکنون به کمک قانون گازها، حجم گاز پروپین مورد نیاز در شرایط واکنش را به دست می آوریم:

$$\frac{P_1 V_1}{n_1 T_1} = \frac{P_2 V_2}{n_2 T_2} \xrightarrow{\text{ثابت } n} \frac{1 \times 1400}{273} = \frac{2 \times V_2}{(312+273)} \Rightarrow V_2 = 500L$$

۳- گزینه ۱ معادله موازنه شده واکنش کلی تجزیه (آبکافت) استر:



سرعت متوسط واکنش برابر سرعت متوسط تجزیه استر است، پس در ۴۵ ثانیه اول واکنش داریم:

$$\bar{R}(\text{استر}) = -\frac{\Delta[\text{استر}]}{\Delta t} = -\frac{(0.21 - 0.06) \text{ mol.L}^{-1}}{\left(\frac{45}{60}\right) \text{ min}} = 0.52 \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$$

سرعت متوسط تولید اسید برابر سرعت متوسط تجزیه استر است، پس در ۳۰ ثانیه اول داریم:

$$\bar{R}(\text{اسید}) = \bar{R}(\text{استر}) = -\frac{\Delta[\text{استر}]}{\Delta t} = -\frac{(0.32 - 0.06) \text{ mol.L}^{-1}}{30 \text{ s}} = 0.28 \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

سرعت متوسط تولید الکل برابر سرعت متوسط تجزیه استر است، پس در ۳۰ ثانیه سوم داریم:

$$\bar{R}(\text{الکل}) = \bar{R}(\text{استر}) = -\frac{\Delta[\text{استر}]}{\Delta t} = -\frac{(0.0 - 0.12) \text{ mol.L}^{-1}}{30 \text{ s}} = 0.12 \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$\frac{\bar{R}(\text{اسید})}{\bar{R}(\text{الکل})} = \frac{0.28}{0.12} = \frac{7}{3} \approx 2.33$$

پس نسبت این دو سرعت برابر است با:

۴- گزینه ۴ معادله نوشتاری واکنش آبکافت آمیدهایی که در ساختار آن‌ها یک گروه آمیدی وجود دارد، به صورت زیر است. در این واکنش‌ها، ضرایب

استوکیومتری همه گونه‌ها برابر ۱ است:

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:

$$R(\text{واکنش}) = \bar{R}(\text{H}_2\text{O}) = 0.42 \text{ mol.min}^{-1}$$

$$? \text{ g H}_2\text{O} = 0.5 \text{ s} \times \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} \times \frac{0.42 \text{ mol H}_2\text{O}}{1 \text{ min}} \times \frac{18 \text{ g H}_2\text{O}}{1 \text{ mol H}_2\text{O}} = 0.3 \text{ g H}_2\text{O}$$



۵- گزینه ۴ معادله موازنه شده واکنش تولید پلی استر:

جرم مولی واحد تکرار شونده پلی استر را محاسبه می کنیم و سپس جرم مولی کربوکسیلیک اسید را به دست می آوریم:

$$18/6 \text{ g دی الکل} \times \frac{1 \text{ mol دی الکل}}{62 \text{ g دی الکل}} \times \frac{1 \text{ mol پلی استر}}{n \text{ mol دی الکل}} \times \frac{M \text{ g پلی استر}}{1 \text{ mol پلی استر}} = 39 \text{ g پلی استر} \Rightarrow M = 130 \text{ g.mol}^{-1}$$

طبق قانون پایستگی جرم داریم:

$$n \times 104 \text{ g.mol}^{-1} = \text{جرم مولی دی اسید} \Rightarrow 130n + 36n - 62n = \text{جرم مولی دی الکل} - n \times (\text{جرم مولی آب}) + \text{جرم مولی پلی استر} = \text{جرم مولی دی اسید} \times n$$

جرم دی اسید مصرف شده را محاسبه می کنیم:

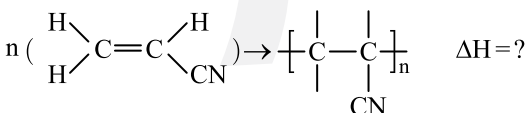
$$? \text{ g دی اسید} = 31/2 \text{ g دی الکل} \times \frac{1 \text{ mol دی الکل}}{62 \text{ g دی الکل}} \times \frac{n \text{ mol دی اسید}}{n \text{ mol دی الکل}} \times \frac{104 \text{ g دی اسید}}{1 \text{ mol دی اسید}} = 31/2 \text{ g دی اسید}$$

$$\bar{R}(\text{دی اسید}) = \frac{31/2 \text{ g}}{20 \text{ s}} = 1.56 \text{ g.s}^{-1}$$

سرعت متوسط مصرف این دی اسید در ۲۰ ثانیه بر حسب گرم بر ثانیه برابر است با:

۶- گزینه ۳ ابتدا تعداد واحدهای تکرار شونده این پلیمر را به دست می آوریم:

$$53n = 132500 \Rightarrow n = 2500$$



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:

$$\Delta H_{\text{واکنش}} = n \times 614 - 2n(348) = -82n \text{ kJ}$$

گرمای مبادله شده در اثر تولید مقدار داده شده از پلیمر را محاسبه می کنیم:

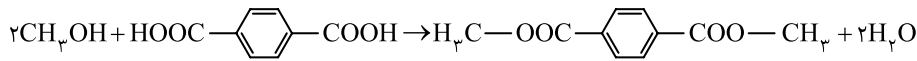
$$? \text{ kJ} = 265 \text{ g پلیمر} \times \frac{1 \text{ mol پلیمر}}{132500 \text{ g پلیمر}} \times \frac{82 \times 2500 \text{ kJ}}{1 \text{ mol پلیمر}} = 410 \text{ kJ}$$

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):

۷- گزینه ۱ معادله موازنه شده واکنش تولید دی استر به صورت زیر است:



روش اول (کسر تبدیل):

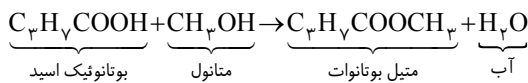
$$\text{دی استر } 291 \text{ g} = \frac{\text{دی استر } 194 \text{ g}}{1 \text{ mol دی استر}} \times \frac{1 \text{ mol دی اسید}}{1 \text{ mol دی اسید}} \times \frac{83 \text{ g دی اسید خالص}}{100 \text{ g دی اسید ناخالص}} \times \text{دی اسید ناخالص } 300 \text{ g} = \text{دی استر } ? \text{ g}$$

$$\text{دی استر } 291 \text{ g} = \frac{18 \text{ g H}_2\text{O}}{1 \text{ mol H}_2\text{O}} \times \frac{2 \text{ mol H}_2\text{O}}{1 \text{ mol دی اسید}} \times \frac{166 \text{ g دی اسید}}{100 \text{ g دی اسید ناخالص}} \times \text{دی اسید ناخالص } 300 \text{ g} = \text{دی استر } ? \text{ g}$$

روش دوم (تناسب):

$$\frac{\text{گرم دی اسید ناخالص}}{100} = \frac{\text{گرم دی استر}}{100} = \frac{\text{گرم آب}}{100} \Rightarrow \frac{300 \times 83}{100} = \frac{x \text{ g دی استر}}{100} = \frac{y \text{ g H}_2\text{O}}{200} \Rightarrow x = 291 \text{ g دی استر}, y = 54 \text{ g H}_2\text{O}$$

۸- گزینه ۴ استر موجود در سیب، متیل بوتانوات است که از واکنش متانول و بوتانوئیک اسید، طبق معادله زیر تولید می شود:



$$\text{نمونه ناخالص } 625 \text{ mL} = \frac{\text{نمونه ناخالص } 1 \text{ mL}}{100 \text{ g}} \times \frac{1 \text{ mol استر}}{100 \text{ g}} \times \frac{1 \text{ mol اسید}}{1 \text{ mol استر}} \times \frac{88 \text{ g اسید}}{22 \text{ g}} \times \frac{100 \text{ g نمونه ناخالص}}{100 \text{ g}} \times \text{استر } 153 \text{ g} = \text{نمونه ناخالص } ? \text{ mL}$$

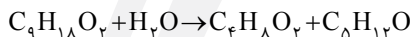
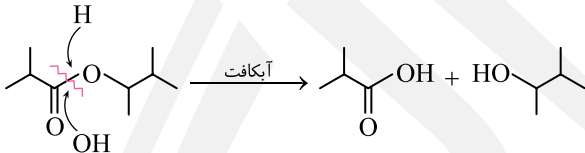
۹- گزینه ۲ عبارات الف) و ب) درست هستند. بررسی عبارت ها:

عبارت الف): درصد جرمی کربن در وینیل کلرید ($\text{C}_2\text{H}_3\text{Cl}$) و تترافلورو اتن (C_2F_4) برابر است با:

$$\text{درصد جرمی C در } \text{C}_2\text{H}_3\text{Cl} = \frac{\text{جرم اتم های کربن}}{\text{جرم کل ترکیب}} \times 100 = \frac{2 \times 12}{(2 \times 12) + (3 \times 1) + (1 \times 35.5)} \times 100 = 38.4\%$$

$$\text{درصد جرمی C در } \text{C}_2\text{F}_4 = \frac{\text{جرم اتم های کربن}}{\text{جرم کل ترکیب}} \times 100 = \frac{2 \times 12}{(2 \times 12) + (4 \times 19)} \times 100 = 24\%$$

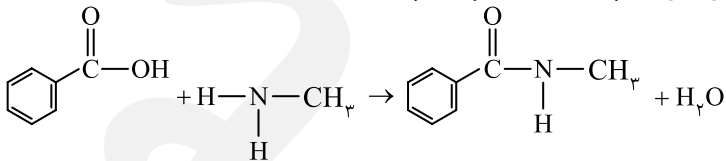
عبارت ب): واکنش آبکافت استر داده شده به صورت زیر است:



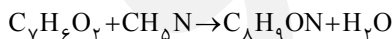
معادله موازنه شده واکنش:

جرم مولی $\text{C}_9\text{H}_{18}\text{O}_2$ و $\text{C}_5\text{H}_{12}\text{O}$ 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:

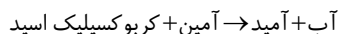


درصد جرمی اکسیژن در آمید حاصل برابر است با:

$$\text{درصد جرمی اکسیژن در آمید حاصل} = \frac{1 \times 16}{(8 \times 12) + (9 \times 1) + (1 \times 16) + (1 \times 14)} \times 100 = 11.85\%$$

عبارت ت): مولکول هایی که در ساختار خود همزمان دارای گروه عاملی اسیدی و آلکی هستند می توانند پلی استر ایجاد کنند. برای نمونه پلی لاکتیک اسید از یک نوع مونومر که لاکتیک اسید نام دارد، تولید می شود.

۱۰- گزینه ۲ 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.

$$\text{آمین } 60 \text{ g} = \frac{\text{آمین } 43 \text{ g}}{1 \text{ mol آمین}} \times \frac{1 \text{ mol آمین}}{1 \text{ mol اسید}} \times \frac{1 \text{ mol اسید}}{1 \text{ mol اسید}} \times \frac{60 \text{ g اسید خالص}}{100 \text{ g اسید ناخالص}} \times \text{اسید ناخالص } 60 \text{ g} = \text{آمین } ? \text{ g}$$

روش اول (کسر تبدیل):

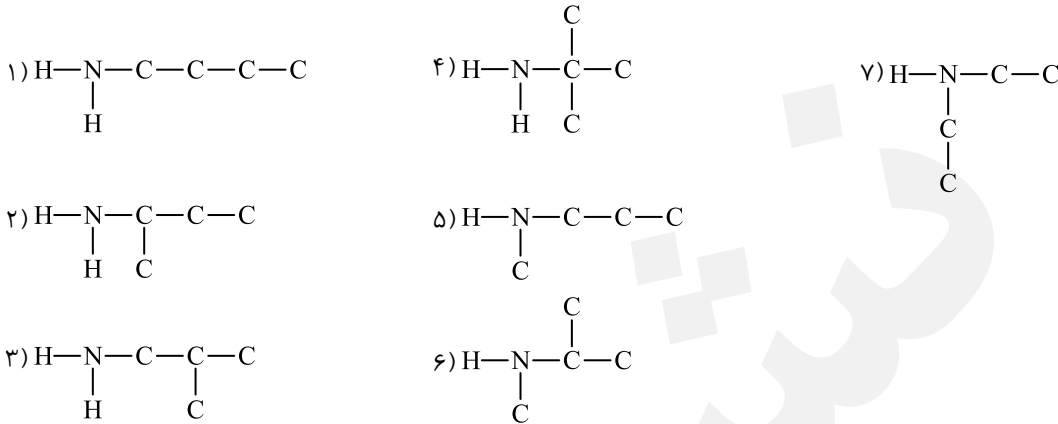
$$\frac{P}{100} \times \text{گرم آمین} = \frac{60 \times 60}{100} \Rightarrow \frac{43/8}{1 \times 60} \Rightarrow M = 73 \text{ g.mol}^{-1}$$

روش دوم (تناسب):

$$12n + 2n + 3 + 14 = 73 \Rightarrow 14n = 56 \Rightarrow n = 4$$

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.



پاسخ تشریحی آزمون جامع (۳)

۱- گزینه ۴ 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 $(3 - 2.4) = 0.6 \text{ mol}$ گاز اتن مطابق معادله موازنه شده واکنش مقابل به پلی‌اتن تبدیل شده است:

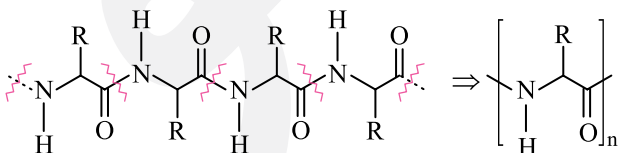
$$\text{پلی اتن } 16/8 \text{ g} = \frac{28 \text{ n g پلی اتن}}{1 \text{ mol اتن}} \times \frac{1 \text{ mol پلی اتن}}{n \text{ mol اتن}} = 0.6 \text{ mol پلی اتن} \Rightarrow \text{پلی اتن } 9.6 \text{ g}?$$

روش اول (کسر تبدیل):

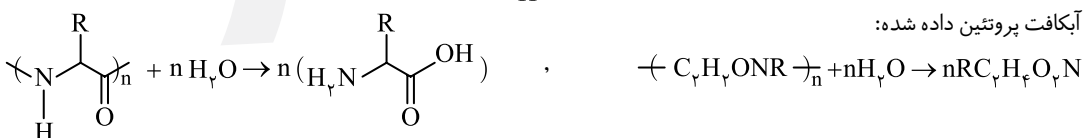
$$\frac{\text{پلی اتن}}{\text{مول اتن}} = \frac{\text{گرم پلی اتن}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{9.6}{n} = \frac{x}{1 \times 28n} \Rightarrow x = 16/8 \text{ g پلی اتن}$$

روش دوم (تناسب):

۲- گزینه ۲ ابتدا فرمول واحد تکرار شونده پلیمر را تعیین می‌کنیم:



معادله موازنه شده واکنش آبکافت پروتئین داده شده:



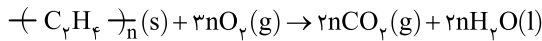
روش اول (کسر تبدیل):

$$245 \text{ g پروتئین} \times \frac{1 \text{ mol پروتئین}}{(56+R) \text{ g پروتئین}} \times \frac{n \text{ mol آمینو اسید}}{1 \text{ mol پروتئین}} \times \frac{(74+R) \text{ g آمینو اسید}}{1 \text{ mol آمینو اسید}} = 275 \text{ g آمینو اسید} \Rightarrow 275 = \frac{245(74+R)}{56+R} \Rightarrow 55(56+R) = 49(74+R) \Rightarrow R = 91 \text{ g.mol}^{-1}$$

$$\frac{\text{گرم پروتئین}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{گرم آمینو اسید}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{245}{1 \times (56+R)n} = \frac{275}{n \times (74+R)} \Rightarrow R = 91 \text{ g.mol}^{-1}$$

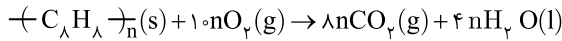
روش دوم (تناسب):

۳- گزینه ۲ جرم پلی اتن را x گرم و جرم پلی استیرن را $(16-x)$ گرم در نظر می گیریم.
حجم CO_2 حاصل از سوختن پلی اتن در شرایط STP:



$$? \text{ mol } CO_2 = x \text{ g پلیمر} \times \frac{1 \text{ mol پلیمر}}{28n \text{ g پلیمر}} \times \frac{2n \text{ mol } CO_2}{1 \text{ mol پلیمر}} \times \frac{22.4 \text{ L } CO_2}{1 \text{ mol } CO_2} = \frac{22.4x}{14} \text{ L } CO_2$$

حجم CO_2 حاصل از سوختن پلی استیرن در شرایط STP:



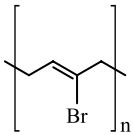
$$? \text{ mol } CO_2 = (16-x) \text{ g پلیمر} \times \frac{1 \text{ mol پلیمر}}{104n \text{ g پلیمر}} \times \frac{8n \text{ mol } CO_2}{1 \text{ mol پلیمر}} \times \frac{22.4 \text{ L } CO_2}{1 \text{ mol } CO_2} = \frac{22.4(16-x)}{13} \text{ L } CO_2$$

طبق اطلاعات مسأله داریم:

$$\frac{22.4x}{14} + \frac{22.4(16-x)}{13} = 26.88 \Rightarrow \frac{x}{14} + \frac{16-x}{13} = 1.2 \Rightarrow x = 5.6 \text{ g}$$

پس درصد جرمی پلی اتن در مخلوط اولیه برابر است با:

$$\text{درصد جرمی پلی اتن} = \frac{\text{جرم پلی اتن}}{\text{جرم مخلوط}} \times 100 = \frac{5.6}{16} \times 100 = 35\%$$



۴- گزینه ۲ واحد تکرار شونده پلیمر داده شده به صورت مقابل است:

ساختار مونومرهای سازنده این پلیمر به صورت است، پس فرمول این مونومر C_2H_3Br است. درصد جرمی Br در این مونومر برابر است با:

$$\text{درصد جرمی Br} = \frac{1 \times 80}{(2 \times 12) + (3 \times 1) + (1 \times 80)} \times 100 = \frac{80}{133} \times 100 = 60.1\%$$

۵- گزینه ۴ فرمول مولکولی پلی استیرن به صورت $\left(C_8H_8 \right)_n$ است. جرم مولی مونومر این پلیمر 104 گرم بر مول است، پس n برابر است با:

$$n = \frac{\text{جرم مولی پلیمر}}{\text{جرم مولی واحد تکرار شونده}} = \frac{3/64 \times 10^5}{104} = 3500$$

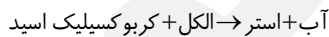
حجم نمونه مکعبی برابر است با:

$$? \text{ cm}^3 = (0.5 \text{ cm})^3 = 0.125 \text{ cm}^3$$

تعداد اتم‌های این نمونه برابر است با:

$$? \text{ atom} = 0.125 \text{ cm}^3 \times \frac{1/0.4 \text{ g پلیمر}}{1 \text{ cm}^3 \text{ پلیمر}} \times \frac{1 \text{ mol پلیمر}}{3/64 \times 10^5 \text{ g پلیمر}} \times \frac{6/0.2 \times 10^{23} \text{ molecule پلیمر}}{1 \text{ mol پلیمر}} \times \frac{3500 \times 16 \text{ atom}}{1 \text{ molecule پلیمر}} = 1/2 \times 0.4 \times 10^{22} \text{ atom}$$

۶- گزینه ۳ معادله نوشتاری واکنش تولید استر: (ضرایب استوکیومتری همه گونه‌های شرکت کننده در واکنش برابر ۱ است).



جرم مولی کربو کسلیک اسید (M_1) را محاسبه می کنیم:

$$24 \text{ g } H_2O \times \frac{1 \text{ mol } H_2O}{18 \text{ g } H_2O} \times \frac{1 \text{ mol اسید}}{1 \text{ mol } H_2O} \times \frac{M_1 \text{ g اسید}}{1 \text{ mol اسید}} \times \frac{100 \text{ g اسید ناخالص}}{68 \text{ g اسید خالص}} = 200 \text{ g اسید ناخالص} \Rightarrow M_1 = 102 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

جرم مولی الکل (M_2) برابر است با:

$$\frac{\text{جرم مولی اسید}}{\text{جرم مولی الکل}} = 1/7 \Rightarrow \frac{102}{M_2} = 1/7 \Rightarrow M_2 = 60 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

پس جرم مولی استر طبق قانون پایستگی جرم برابر است با:

$$\text{جرم مولی استر} = (\text{جرم مولی الکل} + \text{جرم مولی اسید}) - (\text{جرم مولی آب}) = (60 + 102) - 18 = 144 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

فرمول عمومی استرها به صورت $C_nH_{2n}O_2$ است، پس داریم:

$$12n + 2n + 32 = 144 \Rightarrow 14n = 112 \Rightarrow n = 8$$

$$\text{درصد جرمی کربن در استر} = \frac{8 \times 12}{144} \times 100 = 66.7\%$$

پس درصد جرمی کربن در استر مورد نظر برابر است با:

۷- گزینه ۳ معادله نوشتاری واکنش آبکافت استر: (ضرایب استوکیومتری همه گونه‌های شرکت کننده در واکنش برابر ۱ است.)

الکل + کربوکسیلیک اسید → آب + استر

$$? \text{ mol H}_2\text{O} = 50 \times \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} \times \frac{2 \text{ mol H}_2\text{O}}{1 \text{ min}} = \frac{1}{6} \text{ mol H}_2\text{O}$$

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

$C_nH_{2n}O_2$ و فرمول مولکولی الکل را $C_mH_{2m+2}O$ در نظر می‌گیریم.

$$? \text{ g الکل} = \frac{1}{6} \text{ mol الکل} \times \frac{(14m+18) \text{ g الکل}}{1 \text{ mol الکل}} = \frac{14m+18}{6} \text{ g الکل}$$

$$? \text{ g اسید} = \frac{1}{6} \text{ mol اسید} \times \frac{(14n+32) \text{ g اسید}}{1 \text{ mol اسید}} = \frac{14n+32}{6} \text{ g اسید}$$

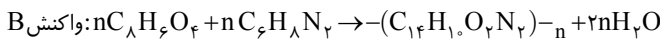
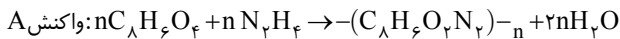
با توجه به اطلاعات مسأله داریم:

$$\frac{14m+18}{6} - \frac{14n+32}{6} = 7 \Rightarrow 14m+18-14n-32=42 \Rightarrow 14(m-n)=56 \Rightarrow m-n=4$$

$$2m+2-(2n)=2(m-n)+2=2(4)+2=10$$

با توجه به فرمول عمومی الکل‌ها و اسیدها تفاوت تعداد اتم‌های هیدروژن این دو ماده برابر است با:

۸- گزینه ۱ معادله موازنه شده واکنش‌های A و B:



جرم هیدرازین را x گرم و جرم پارافنیلین دی‌آمین را (35-x) گرم در نظر می‌گیریم:

$$? \text{ g اسید} = \frac{166x}{32} \text{ g اسید} = \frac{166 \text{ g اسید}}{1 \text{ mol اسید}} \times \frac{n \text{ mol اسید}}{n \text{ mol هیدرازین}} \times \frac{1 \text{ mol هیدرازین}}{32 \text{ g هیدرازین}} \times x \text{ g هیدرازین}$$

$$? \text{ g اسید} = \frac{166(35-x)}{108} \text{ g اسید} = \frac{166 \text{ g اسید}}{1 \text{ mol اسید}} \times \frac{n \text{ mol اسید}}{n \text{ mol پارافنیلین دی‌آمین}} \times \frac{1 \text{ mol پارافنیلین دی‌آمین}}{108 \text{ g پارافنیلین دی‌آمین}} \times (35-x) \text{ g پارافنیلین دی‌آمین}$$

طبق اطلاعات مسأله داریم:

$$\frac{166x}{32} + \frac{166(35-x)}{108} = 83 \Rightarrow \frac{x}{16} + \frac{35-x}{54} = 1 \Rightarrow x = 8 \text{ g}$$

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:

$$? \text{ g پلی‌آمید A} = 8 \text{ g هیدرازین} \times \frac{1 \text{ mol هیدرازین}}{32 \text{ g هیدرازین}} \times \frac{1 \text{ mol پلی‌آمید A}}{1 \text{ mol هیدرازین}} \times 162 \text{ g پلی‌آمید A} = 40/5 \text{ g پلی‌آمید A}$$

$$? \text{ g پلی‌آمید B} = 27 \text{ g پارافنیلین دی‌آمین} \times \frac{1 \text{ mol پارافنیلین دی‌آمین}}{108 \text{ g پارافنیلین دی‌آمین}} \times \frac{1 \text{ mol پلی‌آمید B}}{1 \text{ mol پارافنیلین دی‌آمین}} \times 238 \text{ g پلی‌آمید B} = 59/5 \text{ g پلی‌آمید B}$$

$$\frac{\text{جرم پلی‌آمید A}}{\text{جرم پلی‌آمید B}} = \frac{40/5}{59/5} = 0/68$$

اکنون نسبت جرم پلی‌آمید A به پلی‌آمید B را به دست می‌آوریم:

۹- گزینه ۲ 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

$$? \text{ g الکل A} = x \text{ mol الکل A} \times \frac{62 \text{ g الکل A}}{1 \text{ mol الکل A}} = 62x \text{ g الکل A}$$

الکل‌های مصرف شده را محاسبه می‌کنیم:

$$? \text{ g الکل B} = (6-x) \text{ mol الکل B} \times \frac{90 \text{ g الکل B}}{1 \text{ mol الکل B}} = 90(6-x) \text{ g الکل B}$$

جرم اتم‌های کربن موجود در این مقدار از الکل‌ها را محاسبه می‌کنیم:

$$? \text{ g C} = x \text{ mol الکل A} \times \frac{24 \text{ g C}}{1 \text{ mol الکل A}} = 24x \text{ g C}$$

الکل A:

$$? \text{ g C} = (6-x) \text{ mol الکل B} \times \frac{48 \text{ g C}}{1 \text{ mol الکل B}} = 48(6-x) \text{ g C}$$

الکل B:

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:

$$\text{الکل A} = 3 \text{ mol A} \times \frac{62 \text{ g A الکل}}{1 \text{ mol A الکل}} = 186 \text{ g A الکل}$$

$$\text{الکل B} = 1 \text{ mol B} \times \frac{90 \text{ g B الکل}}{1 \text{ mol B الکل}} = 90 \text{ g B الکل}$$

اختلاف جرم الکل‌های باقی‌مانده برابر $96 \text{ g} (186 - 90)$ است.

۱۰- گزینۀ ۴ مقدار مول اسید (RCOOH) مصرف شده برای خنثی شدن ۸۸ گرم NaOH را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{اسید} = 88 \text{ g NaOH} \times \frac{1 \text{ mol NaOH}}{40 \text{ g NaOH}} \times \frac{1 \text{ mol اسید}}{1 \text{ mol NaOH}} = 2.2 \text{ mol اسید}$$

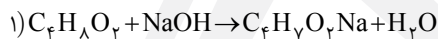
در اثر آبکافت X گرم از اتیل بوتانوات و X گرم از متیل متانوات، اسیدهای بوتانوئیک اسید و متانوئیک اسید تولید می‌شوند. اگر فرض کنیم Y مول بوتانوئیک اسید و $(2.2 - Y)$ مول متانوئیک اسید تولید شوند، داریم:

$$y \text{ mol C}_6\text{H}_8\text{O}_2 = x \text{ g C}_6\text{H}_{12}\text{O}_2 \times \frac{1 \text{ mol C}_6\text{H}_{12}\text{O}_2}{116 \text{ g C}_6\text{H}_{12}\text{O}_2} \times \frac{1 \text{ mol C}_6\text{H}_8\text{O}_2}{1 \text{ mol C}_6\text{H}_{12}\text{O}_2} = \frac{x}{116} \text{ mol C}_6\text{H}_8\text{O}_2$$

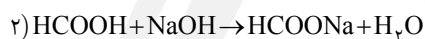
$$(2.2 - y) \text{ mol HCOOH} = x \text{ g C}_4\text{H}_8\text{O}_2 \times \frac{1 \text{ mol C}_4\text{H}_8\text{O}_2}{60 \text{ g C}_4\text{H}_8\text{O}_2} \times \frac{1 \text{ mol HCOOH}}{1 \text{ mol C}_4\text{H}_8\text{O}_2} = \frac{x}{60} \text{ mol HCOOH}$$

$$\begin{cases} y = \frac{x}{116} \\ 2.2 - y = \frac{x}{60} \end{cases} \Rightarrow 2.2 - \frac{x}{116} = \frac{x}{60} \Rightarrow \frac{x}{60} + \frac{x}{116} = 2.2 \Rightarrow x = 87 \text{ g}$$

پس داریم:



معادله موازنه شده واکنش خنثی شدن اسیدها با سدیم هیدروکسید به صورت مقابل است:



$$\text{نمک (۱)} = 87 \text{ g} \times \frac{1 \text{ mol (۱) نمک}}{116 \text{ mol C}_6\text{H}_8\text{O}_2} \times \frac{110 \text{ g (۱) نمک}}{1 \text{ mol (۱) نمک}} = 82.5 \text{ g (۱) نمک}$$

$$\text{نمک (۲)} = 87 \text{ g} \times \frac{1 \text{ mol (۲) نمک}}{60 \text{ mol HCOOH}} \times \frac{68 \text{ g (۲) نمک}}{1 \text{ mol (۲) نمک}} = 98.6 \text{ g (۲) نمک}$$

نسبت جرم نمک با جرم کمتر (نمک ۱) به جرم نمک با جرم بیشتر (نمک ۲) برابر است با:

$$\frac{\text{جرم نمک (۱)}}{\text{جرم نمک (۲)}} = \frac{82.5}{98.6} \approx 0.84$$

فصل هفتم

پاسخ تشریحی آزمون‌های جامع

پاسخ تشریحی آزمون جامع (۱)

۱- گزینه ۲ فرمول اسید چرب تک عاملی با زنجیر هیدروکربنی خطی و سیرشده به صورت $C_nH_{2n+1}COOH$ است و جرم مولی آن برابر $14n+46$ گرم بر مول می‌باشد.

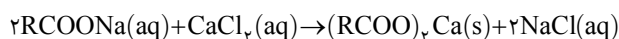


با توجه به اطلاعات مسئله و استوکیومتری واکنش، n را به دست می‌آوریم:

$$84L CO_2 \times \frac{1 \text{ mol } CO_2}{22.4 L CO_2} \times \frac{1 \text{ mol اسید}}{(n+1) \text{ mol } CO_2} \times \frac{(14n+46) \text{ g اسید}}{1 \text{ mol اسید}} = 60 \text{ g اسید} \Rightarrow 16 = \frac{14n+46}{n+1} \Rightarrow n=15$$

پس فرمول اسید چرب به صورت $C_{15}H_{31}COOH$ بوده و فرمول صابون مایع حاصل از آن می‌تواند به صورت $C_{15}H_{31}COOK$ یا $C_{15}H_{31}COONH_4$ باشد.

۲- گزینه ۴ معادله موازنه شده واکنش صابون جامد با کلسیم کلرید به صورت زیر است:



جرم مولی صابون را M گرم بر مول در نظر می‌گیریم و آن را محاسبه می‌کنیم:

$$0.25L CaCl_2 \times \frac{0.8 \text{ mol } CaCl_2}{1L CaCl_2} \times \frac{2 \text{ mol صابون}}{1 \text{ mol } CaCl_2} \times \frac{M \text{ g صابون}}{1 \text{ mol صابون}} = 111/2 \text{ g صابون} \Rightarrow M = 278 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

اگر جرم مولی یک صابون جامد با فرمول شیمیایی $C_nH_{2n+1}COONa$ برابر $278 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ باشد، می‌توانیم 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 $C_{15}H_{31}O_2Na$ می‌باشد و نسبت شمار اتم‌های کربن به اکسیژن در آن برابر $8 \left(\frac{16}{2}\right)$ است.

اکنون شمار یون‌های تولید شده در این واکنش را محاسبه می‌کنیم:

$$? \text{ mol ion} = 0.25L CaCl_2 \times \frac{0.8 \text{ mol } CaCl_2}{1L CaCl_2} \times \frac{2 \text{ mol } NaCl}{1 \text{ mol } CaCl_2} \times \frac{2 \text{ mol ion}}{1 \text{ mol } NaCl} = 0.8 \text{ mol ion}$$

۳- گزینه ۲ فرمول کلی پاک‌کننده غیرصابونی به صورت $RC_6H_4SO_3Na$ است که اگر R سیرشده و خطی باشد، فرمول شیمیایی پاک‌کننده به صورت

$C_nH_{2n+1}C_6H_4SO_3Na$ است. اگر R خطی و سیرنشده باشد به ازای هر پیوند دوگانه کربن - کربن، دو اتم هیدروژن از فرمول شیمیایی آن کم می‌شود، پس می‌توانیم بیان کنیم:

فرمول پاک‌کننده غیرصابونی با ۲ پیوند دوگانه در زنجیر هیدروکربنی خطی

$$\xrightarrow{n=15} C_{15}H_{27}C_6H_4SO_3Na = (15 \times 12) + (27 \times 1) + (6 \times 12) + (4 \times 1) + (1 \times 32) + (3 \times 16) + (1 \times 23) = 386 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

با توجه به اینکه رقم سمت راست اعداد ارائه شده در گزینه‌ها یکسان نیست، برای محاسبه جرم مولی پاک‌کننده کافی است رقم‌های سمت راست حاصل پرازنرها را با یکدیگر جمع کنید.

۴- گزینه ۳ ابتدا غلظت اولیه اسید را محاسبه می‌کنیم:

$$[H^+] = M\alpha \Rightarrow 1/25 \times 10^{-3} = M \times 2/5 \times 10^{-2} \Rightarrow M = 0.05 \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

$$? \text{ g HF} = 0.3L \text{ محلول} \times \frac{0.05 \text{ mol HF}}{1L \text{ محلول}} \times \frac{20 \text{ g HF}}{1 \text{ mol HF}} = 0.3 \text{ g HF}$$

سپس جرم گاز HF لازم را به دست می‌آوریم:

۵- گزینه ۳ ابتدا غلظت یون هیدرونیوم این محلول را محاسبه می‌کنیم:

$$[H^+] = M\alpha = 1/8 \times 2 \times 10^{-3} = 3/4 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

در محلول، یون‌های H^+ و $HCOO^-$ وجود دارند و می‌دانیم که $[H^+] = [HCOO^-]$ است، پس مجموع غلظت این دو یون برابر $7/2 \times 10^{-3}$ مول بر لیتر است. اکنون حجم محلولی از متانواتیک اسید که در آن $7/2 \times 10^{-4}$ مول یون وجود دارد را محاسبه می‌کنیم:

$$? \text{ mL محلول} = 7/2 \times 10^{-4} \text{ mol ion} \times \frac{1L \text{ محلول}}{7/2 \times 10^{-3} \text{ mol ion}} \times \frac{1000 \text{ mL محلول}}{1L \text{ محلول}} = 100 \text{ mL محلول}$$

$$K = \frac{[\text{NO}]^2 [\text{O}_2]}{[\text{NO}_2]^2}$$

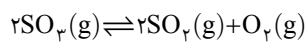
۶- گزینه ۱ عبارت ثابت تعادل این واکنش به صورت مقابل است:

$$? \text{ mol O}_2 = 4 \text{ g O}_2 \times \frac{1 \text{ mol O}_2}{32 \text{ g O}_2} = 0.125 \text{ mol O}_2$$

مقدار مول تعادلی گاز اکسیژن (O₂) برابر است با:

عبارت ثابت تعادل را به صورت زیر می نویسیم و ثابت تعادل را محاسبه می کنیم: (غلظت NO₂، ۵ برابر غلظت NO است، یعنی $\frac{n_{\text{NO}}}{n_{\text{NO}_2}} = \frac{1}{5}$)

$$K = \frac{[\text{NO}]^2 [\text{O}_2]}{[\text{NO}_2]^2} = \frac{(n_{\text{NO}})^2 \times n_{\text{O}_2}}{(n_{\text{NO}_2})^2} \times V^{-(2-1)} = \left(\frac{n_{\text{NO}}}{n_{\text{NO}_2}}\right)^2 \times n_{\text{O}_2} \times \frac{1}{V} = \frac{1}{25} \times 0.125 \times \frac{1}{1/25} = 4 \times 10^{-3}$$



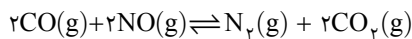
۷- گزینه ۳ معادله واکنش تعادلی:

$$K = \frac{[\text{SO}_2]^2 [\text{O}_2]}{[\text{SO}_3]^2} = \frac{(n_{\text{SO}_2})^2 \times n_{\text{O}_2}}{(n_{\text{SO}_3})^2} \times V^{-(2-2)}$$

معادله ثابت تعادل واکنش به صورت مقابل است:

با توجه به شیب منحنی‌های داده شده می‌توان نتیجه گرفت که منحنی نزولی مربوط به گاز SO₃ و منحنی صعودی مربوط به گاز O₂ است و اگر منحنی SO₂ نیز رسم می‌شد، شیب آن دو برابر شیب منحنی گاز O₂ می‌بود و مقدار مول تعادلی آن ۲ برابر O₂ می‌شد. با توجه به توضیحات ارائه شده می‌توانیم به رابطه زیر برسیم:

$$0.45 = \frac{(1/2)^2 \times (0.6)}{(0.8)^2} \times \frac{1}{V} \Rightarrow V = 3 \text{ L}$$



۸- گزینه ۴ ابتدا جدول تغییر مول را رسم می کنیم:

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:

$$\% \text{NO} = \frac{4-2x}{4} \times 100 = 25 \Rightarrow 2x = 3 \Rightarrow x = 1.5$$

مجموع شمار مول‌های تعادلی داخل ظرف برابر است با:

$$5-2x + 4-2x + x + 2x = 9-x = 9-1.5 = 7.5 \text{ mol}$$

$$K = \frac{[\text{N}_2][\text{CO}_2]^2}{[\text{CO}]^2[\text{NO}]^2} = \frac{n_{\text{N}_2} \times (n_{\text{CO}_2})^2}{(n_{\text{CO}})^2 \times (n_{\text{NO}})^2} \times V^{-(2-4)} = \frac{(1/5) \times (3)^2}{(2)^2 \times (1)^2} \times 4 = 13/5$$

ثابت تعادل برابر است با:

۹- گزینه ۱ ابتدا غلظت Fe²⁺ را با توجه به [OH⁻] = 2[Fe²⁺] و ثابت تعادل محاسبه می کنیم:

$$K = [\text{Fe}^{2+}][\text{OH}^-]^2 \Rightarrow 5 \times 10^{-16} = [\text{Fe}^{2+}] \times 4[\text{Fe}^{2+}]^2 = 4[\text{Fe}^{2+}]^3 \Rightarrow [\text{Fe}^{2+}] = 5 \times 10^{-6} \text{ mol.L}^{-1}$$

با توجه به فرمول آهن (II) هیدروکسید می‌دانیم که [Fe²⁺] = [Fe(OH)₂]. پس انحلال‌پذیری این ترکیب برابر است با:

$$? \text{ g Fe(OH)}_2 = 100 \text{ g محلول} \times \frac{1 \text{ mL محلول}}{1 \text{ g محلول}} \times \frac{1 \text{ L محلول}}{1000 \text{ mL محلول}} \times \frac{5 \times 10^{-6} \text{ mol Fe(OH)}_2}{1 \text{ L محلول}} \times \frac{90 \text{ g Fe(OH)}_2}{1 \text{ mol Fe(OH)}_2} = 4.5 \times 10^{-5} \text{ g Fe(OH)}_2$$

۱۰- گزینه ۳ همان‌طور که می‌دانید، 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:

$$\% \alpha = 40 \Rightarrow \alpha = 0.4$$

۱۱- گزینه ۱

$$K_b = \frac{[\text{OH}^-] \cdot \alpha}{1-\alpha} \Rightarrow \frac{[\text{OH}^-]}{K_b} = \frac{1-\alpha}{\alpha} = \frac{1-0.4}{0.4} = \frac{3}{2}$$

با توجه به اینکه α > 0.5 است، داریم:

۱۲- گزینه ۲ اسید و باز، هر دو ضعیف هستند و K < 10⁻³ است. اگر غلظت اسید را ۲M و غلظت باز را M در نظر بگیریم، داریم:

$$[\text{H}^+]_a = \sqrt{K_a \cdot (2M)} \xrightarrow{[\text{H}^+][\text{OH}^-] = 10^{-14}} [\text{OH}^-]_a = \frac{10^{-14}}{\sqrt{K_a \cdot (2M)}} \quad \text{اسید HA}$$

$$[\text{OH}^-]_b = \sqrt{K_b \cdot (M)} \xrightarrow{[\text{H}^+][\text{OH}^-] = 10^{-14}} [\text{H}^+]_b = \frac{10^{-14}}{\sqrt{K_b \cdot (M)}} \quad \text{باز BOH}$$

$$\frac{[\text{H}^+]_b}{[\text{OH}^-]_a} = \frac{\sqrt{K_b \cdot (M)}}{\sqrt{K_a \cdot (2M)}} = \sqrt{\frac{K_b}{2K_a}} = \sqrt{\frac{2 \times 9 \times 10^{-6}}{5 \times 10^{-5}}} = \frac{6}{5} = 1.2$$

نسبت خواسته شده برابر است با:

$$pH=1/9 \Rightarrow [H^+] = 10^{-pH} = 10^{-1/9} = 10^{+0/6} \times 10^{+0/5} \times 10^{-3} = 10^{\log 4} \times 10^{\log 3} \times 10^{-3} = 12 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1} \quad \text{نقطه اول: ۱۳- گزینه ۴}$$

$$? \text{ mL HBr} = 2/5 \text{ L محلول} \times \frac{12 \times 10^{-3} \text{ mol HBr}}{1 \text{ L محلول}} \times \frac{22400 \text{ mL HBr}}{1 \text{ mol HBr}} = 672 \text{ mL HBr}$$

$$pH=2/2 \Rightarrow [H^+] = 10^{-pH} = 10^{-2/2} = 10^{0/3} \times 10^{0/5} \times 10^{-3} = 10^{\log 2} \times 10^{\log 3} \times 10^{-3} = 6 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1} \quad \text{نقطه دوم:}$$

$$? \text{ mL HBr} = 2/5 \text{ L محلول} \times \frac{6 \times 10^{-3} \text{ mol HBr}}{1 \text{ L محلول}} \times \frac{22400 \text{ mL HBr}}{1 \text{ mol HBr}} = 336 \text{ mL HBr}$$

$$pH=2/4 \Rightarrow [H^+] = 10^{-pH} = 10^{-2/4} = 10^{+0/6} \times 10^{-3} = 10^{\log 4} \times 10^{-3} = 4 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1} \quad \text{نقطه سوم:}$$

$$? \text{ mL HBr} = 2/5 \text{ L محلول} \times \frac{4 \times 10^{-3} \text{ mol HBr}}{1 \text{ L محلول}} \times \frac{22400 \text{ mL HBr}}{1 \text{ mol HBr}} = 224 \text{ mL HBr}$$

$$y-x = 336 - 112 = 224 \text{ mL} \quad \text{پس } x \text{ برابر با } 112 (336 - 224) \text{ و } y \text{ برابر با } 336 (672 - 336) \text{ است و اختلاف } x \text{ و } y \text{ برابر است با:}$$

$$\text{نیتریک اسید: با } n \text{ برابر کردن حجم محلول اسید قوی، } pH \text{ به اندازه } \log n \text{ افزایش می‌یابد: ۱۴- گزینه ۲}$$

$$pH_{\text{جدید}} = pH_{\text{اولیه}} + \log n \Rightarrow 2/75 = 2/15 + \log n \Rightarrow \log n = 0/6 \Rightarrow n = 10^{0/6} = 10^{\log 4} = 4$$

$$\frac{45+x}{x} = 4 \Rightarrow 45+x = 4x \Rightarrow x = 15 \text{ mL} \quad \text{پس در اثر اضافه شدن } 45 \text{ میلی لیتر آب به } x \text{ میلی لیتر محلول اسید، حجم آن } 4 \text{ برابر شده است، پس } x \text{ برابر است با:}$$

سدیم هیدروکسید: با n برابر کردن حجم محلول باز قوی، pH به اندازه $\log n$ کاهش می‌یابد:

$$pH_{\text{جدید}} = pH_{\text{اولیه}} - \log n \Rightarrow 10/85 = 11/7 - \log n \Rightarrow \log n = 0/85 \Rightarrow n = 10^{0/85} = 10^{\log 7} = 7$$

$$\frac{y+20}{20} = 7 \Rightarrow y+20 = 140 \Rightarrow y = 120 \text{ mL} \quad \text{پس در اثر اضافه شدن } y \text{ میلی لیتر آب به } 20 \text{ میلی لیتر محلول باز، حجم آن } 7 \text{ برابر شده است، پس } y \text{ برابر است با:}$$

$$\frac{x}{y} = \frac{15}{120} = \frac{1}{8} = 0/125 \quad \text{بنابراین نسبت خواسته شده برابر است با:}$$

$$pH \text{ آب در دمای اتاق برابر ۷ است، پس } pH \text{ محلول بازی باید به } 10/5 \text{ برسد. ابتدا غلظت } OH^- \text{ را محاسبه می‌کنیم: ۱۵- گزینه ۲}$$

$$pH = 1/5 \times 7 = 10/5$$

$$pH = 10/5 \xrightarrow{pH+pOH=14} pOH = 3/5 \Rightarrow [OH^-] = 10^{-pOH} = 10^{-3/5} = 10^{0/5} \times 10^{-4} = 10^{\log 3} \times 10^{-4} = 3 \times 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$K_b = \frac{[OH^-]^2}{M} \Rightarrow 9 \times 10^{-6} = \frac{(3 \times 10^{-4})^2}{M} \Rightarrow M = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1} \quad \text{با توجه به اینکه } BOH \text{ باز ضعیف است و } K_b < 10^{-3} \text{ داریم:}$$

$$? \text{ g BOH} = 0/2 \text{ L محلول} \times \frac{10^{-2} \text{ mol BOH}}{1 \text{ L محلول}} \times \frac{200 \text{ g BOH}}{1 \text{ mol BOH}} = 0/4 \text{ g BOH} \quad \text{اکنون جرم BOH حل شده در } 200 \text{ میلی لیتر آب را محاسبه می‌کنیم:}$$

$$\text{غلظت هر یک از محلول‌های اسیدی و بازی را محاسبه می‌کنیم: ۱۶- گزینه ۲}$$

$$KOH: pH = 12/3 \xrightarrow{pH+pOH=14} pOH = 1/7 \Rightarrow [OH^-] = 10^{-pOH} = 10^{-1/7} = 10^{0/3} \times 10^{-2} = 10^{\log 2} \times 10^{-2} = 2 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$\frac{[OH^-]}{M} \rightarrow M_b = 2 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$\text{اسید: } pH = 3/3 \Rightarrow [H^+] = 10^{-pH} = 10^{-3/3} = 10^{0/7} \times 10^{-4} = 10^{\log 5} \times 10^{-4} = 5 \times 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1} \xrightarrow{[H^+] = M_a} 5 \times 10^{-4} = M_a \times 10^{-2}$$

$$\Rightarrow M_a = 5 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$M_a \cdot V_a \cdot n_a = M_b \cdot V_b \cdot n_b \Rightarrow 5 \times 10^{-2} \times V_a \times 1 = 2 \times 10^{-2} \times 250 \times 1 \Rightarrow V_a = 100 \text{ mL} \quad \text{با استفاده از رابطه خنثی‌سازی داریم:}$$

$$Ba(OH)_2: M_b \cdot V_b \cdot n_b = 0/4 \times 0/2 \times 2 = 16 \times 10^{-3} \quad \text{ابتدا برای هر محلول حاصل } M \cdot V \cdot n \text{ را محاسبه می‌کنیم: ۱۷- گزینه ۴}$$

$$HNO_3: pH = 1/4 \Rightarrow [H^+] = 10^{-pH} = 10^{-1/4} = 10^{0/6} \times 10^{-2} = 10^{\log 4} \times 10^{-2} = 4 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1} \xrightarrow{[H^+] = M} 4 \times 10^{-2} = M_a \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

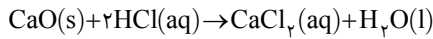
$$\Rightarrow M_a \cdot V_a \cdot n_a = 4 \times 10^{-2} \times 0/3 \times 1 = 12 \times 10^{-3}$$

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:

$$[OH^-]_{\text{نهایی}} = \frac{(M_b \cdot V_b \cdot n_b) - (M_a \cdot V_a \cdot n_a)}{V_b + V_a} = \frac{0/16 - 0/12}{0/2 + 0/3} = 8 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$pOH = -\log[OH^-] = -\log(8 \times 10^{-3}) = 3 - \log 8 = 2/1 \xrightarrow{pH+pOH=14} pH = 11/9 \quad \text{اکنون } pH \text{ محلول نهایی را محاسبه می‌کنیم:}$$

۱۸- گزینه ۲ معادله موازنه شده واکنش به صورت زیر است:



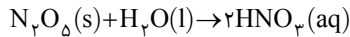
ابتدا غلظت اسید را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{pH} = 0 \Rightarrow [\text{H}^+] = 10^{-\text{pH}} = 10^0 = 1 \text{ mol.L}^{-1} \xrightarrow{[\text{H}^+] = M} M = 1 \text{ mol.L}^{-1}$$

سپس حجم اسید مصرفی را به دست می‌آوریم:

$$? \text{ L HCl} = 200 \text{ g CaO} \times \frac{1 \text{ mol CaO}}{56 \text{ g CaO}} \times \frac{2 \text{ mol HCl}}{1 \text{ mol CaO}} \times \frac{1 \text{ L HCl}}{1 \text{ mol HCl}} = 5 \text{ L HCl}$$

۱۹- گزینه ۲ 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:

$$\text{pH} = 12/7 \xrightarrow{\text{pH} + \text{pOH} = 14} \text{pOH} = 1/3 \Rightarrow [\text{OH}^-] = 10^{-\text{pOH}} = 10^{-1/3} = 10^{-0.33} = 10^{0.67} \times 10^{-1} = 10^{0.67} \times 10^{-2} = 5 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$\xrightarrow{[\text{OH}^-] = M_n} 5 \times 10^{-2} = M_b \times 2 \Rightarrow M_b = 25 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$$

سپس با استفاده از رابطه خنثی‌سازی، غلظت اسید را محاسبه می‌کنیم:

$$M_a \cdot V_a \cdot n_a = M_b \cdot V_b \cdot n_b \Rightarrow M_a \times 0.2 \times 1 = 25 \times 10^{-3} \times 0.8 \times 2 \Rightarrow M_a = 2 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

اکنون جرم N_2O_5 حل شده در آب را به یکی از دو روش زیر محاسبه می‌کنیم:

روش اول (کسر تبدیل):

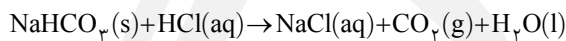
$$? \text{ g N}_2\text{O}_5 = 2 \text{ L HNO}_3 \times \frac{2 \times 10^{-2} \text{ mol HNO}_3}{1 \text{ L HNO}_3} \times \frac{1 \text{ mol N}_2\text{O}_5}{2 \text{ mol HNO}_3} \times \frac{108 \text{ g N}_2\text{O}_5}{1 \text{ mol N}_2\text{O}_5} = 2/16 \text{ g N}_2\text{O}_5$$

روش دوم (تناسب):

$$\frac{\text{جرم N}_2\text{O}_5}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{غلظت مولی} \times \text{لیتر محلول اسید}}{1 \times 10^3} \Rightarrow \frac{x}{1 \times 10^3} = \frac{2 \times 10^{-2}}{2} \Rightarrow x = 2/16 \text{ g N}_2\text{O}_5$$

$$? \text{ mol HCl} = 3 \text{ L HCl} \times \frac{0.3 \text{ mol HCl}}{1 \text{ L HCl}} = 0.9 \text{ mol HCl}$$

۲۰- گزینه ۲ 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:

$$? \text{ mol HCl} = 15 \text{ g دارو} \times \frac{16/8 \text{ g NaHCO}_3}{100 \text{ g دارو}} \times \frac{1 \text{ mol NaHCO}_3}{84 \text{ g NaHCO}_3} \times \frac{1 \text{ mol HCl}}{1 \text{ mol NaHCO}_3} = 0.3 \text{ mol HCl}$$

$$[\text{H}^+] = \frac{n}{V} = \frac{0.9 - 0.3 \text{ (mol)}}{3 \text{ (L)}} = 0.2 \text{ mol.L}^{-1}$$

اکنون غلظت نهایی شیره معده و pH آن را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{pH} = -\log[\text{H}^+] = -\log(2 \times 10^{-2}) = 2 - \log 2 = 2 - 0.3 = 1.7$$

پاسخ تشریحی آزمون جامع (۲)

۱- گزینه ۲ ابتدا بررسی می‌کنیم که از ۲۰۰ گرم اسید HA، چند مولکول از آن در ۴۰۰ گرم آب حل می‌شود.

$$? \text{ molecule HA} = 400 \text{ g H}_2\text{O} \times \frac{3/6 \text{ g HA}}{100 \text{ g H}_2\text{O}} \times \frac{1 \text{ mol HA}}{48 \text{ g HA}} \times \frac{6.02 \times 10^{23} \text{ molecule HA}}{1 \text{ mol HA}} = 18/06 \times 10^{23} \text{ molecule HA}$$

از آنجا که هر مولکول HA که یونیده می‌شود ۲ یون A^- و H^+ را تولید می‌کند، پس تعداد یون‌های H^+ برابر است با:

$$\text{تعداد یون H}^+ = \frac{\text{تعداد کل یون ها}}{2} = \frac{5/4 \times 18 \times 10^{23}}{2} = 2/709 \times 10^{23} \text{ ion H}^+$$

$$\% \alpha = \frac{\text{تعداد یون های H}^+}{\text{تعداد مولکول های حل شده HA}} \times 100 = \frac{2/709 \times 10^{23}}{18/06 \times 10^{23}} \times 100 = 11/5$$

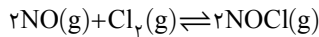
درصد یونش برابر است با:

۲- گزینه ۴ ابتدا مقدار مول اولیه Cl_2 و مقدار مول تعادلی $NOCl$ را محاسبه می‌کنیم:

$$? \text{ mol } Cl_2 = 142 \text{ g } Cl_2 \times \frac{1 \text{ mol } Cl_2}{71 \text{ g } Cl_2} = 2 \text{ mol } Cl_2 \quad \text{مول اولیه } Cl_2:$$

$$? \text{ mol } NOCl = 163/75 \text{ g } NOCl \times \frac{1 \text{ mol } NOCl}{65/5 \text{ g } NOCl} = 2/5 \text{ mol } NOCl \quad \text{مول تعادلی } NOCl:$$

سپس جدول تغییر مول را رسم می‌کنیم:



مول اولیه	۳	۲	۰
تغییر مول	-۲x	-x	+۲x
مول تعادلی	۳-۲x	۲-x	۲x

اکنون با استفاده از مقدار مول تعادلی $NOCl$ ، x را محاسبه می‌کنیم:

$$2x = 2/5 \Rightarrow x = 1/5$$

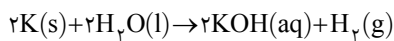
سپس ثابت تعادل واکنش را به دست می‌آوریم:

$$K = \frac{[NOCl]^2}{[NO]^2 [Cl_2]} = \frac{n_{NOCl}^2}{n_{NO}^2 \times n_{Cl_2}} \times V^{-(2-2)} = \frac{(2/5)^2}{(1/5)^2 \times (1/5)} \times 1/5 = 50$$

اکنون سرعت متوسط مصرف Cl_2 را محاسبه می‌کنیم:

$$\bar{R}(Cl_2) = \frac{-\Delta n(Cl_2)}{V \Delta t} = \frac{1/25 \text{ mol}}{1/5 \text{ L} \times \frac{1}{60} \text{ min}} = 0.625 \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$$

۳- گزینه ۱ معادله موازنه شده واکنش پتاسیم با آب:



$$\bar{R}(H_2) = \frac{\Delta n(H_2)}{\Delta t} \Rightarrow 0.3 \text{ g} \cdot \text{min}^{-1} = \frac{x}{\frac{4}{60} \text{ min}} \Rightarrow x = 0.2 \text{ g } H_2$$

ابتدا جرم گاز H_2 تولید شده را محاسبه می‌کنیم:

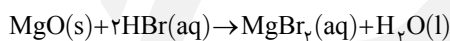
سپس مقدار مول OH^- حاصل از تولید KOH را محاسبه می‌کنیم:

$$? \text{ mol } OH^- = 0.2 \text{ g } H_2 \times \frac{1 \text{ mol } H_2}{2 \text{ g } H_2} \times \frac{2 \text{ mol } KOH}{1 \text{ mol } H_2} \times \frac{1 \text{ mol } OH^-}{1 \text{ mol } KOH} = 0.2 \text{ mol } OH^-$$

$$[OH^-] = \frac{n}{V} = \frac{0.2 \text{ mol}}{0.5 \text{ L}} = 0.4 \text{ mol.L}^{-1}$$

اکنون غلظت OH^- و pH محلول را محاسبه می‌کنیم:

$$pOH = -\log[OH^-] = -\log(4 \times 10^{-2}) = 2 - \log 4 = 1/4 \quad \text{pH} + \text{pOH} = 14 \rightarrow \text{pH} = 14 - 1/4 = 13.75$$



۴- گزینه ۳ معادله موازنه شده واکنش MgO و HBr به صورت مقابل است:

ابتدا غلظت محلول HBr را محاسبه می‌کنیم و سپس مقدار مول MgO مصرف شده را به دست می‌آوریم:

$$\text{pH} = 0.7 \Rightarrow [H^+] = 10^{-0.7} = 10^{-1/10} = 10^{-3/10} \times 10^{-1} = 10^{-2/10} \times 10^{-1} = 2 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1} \xrightarrow{[H^+] = M} M_{HBr} = 2 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$? \text{ mol } MgO = 0.4 \text{ L } HBr \times \frac{2 \times 10^{-2} \text{ mol } HBr}{1 \text{ L } HBr} \times \frac{1 \text{ mol } MgO}{2 \text{ mol } HBr} = 0.4 \text{ mol } MgO$$

با توجه به معادله موازنه شده واکنش تعادلی $MgCO_3(s) \rightleftharpoons MgO(s) + CO_2(g)$ ، می‌توان نتیجه گرفت که در تعادل، مقدار مول‌های MgO و CO_2 برابر

$$K = [CO_2] = \frac{n}{V} = \frac{0.4 \text{ mol}}{2 \text{ L}} = 0.2 \text{ mol.L}^{-1}$$

هستند و ثابت تعادل واکنش به صورت $K = [CO_2]$ است.

۵- گزینه ۳ ابتدا غلظت OH^- را در حالت اول محاسبه می‌کنیم:

$$\text{pH} = 10.7 \xrightarrow{\text{pH} + \text{pOH} = 14} \text{pOH} = 3/3 \Rightarrow [OH^-] = 10^{-\text{pOH}} = 10^{-3/3} = 10^{-1} \times 10^{-2} = 10^{-3} \times 10^{-2} = 5 \times 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[Zn^{2+}][OH^-]^2 = 5 \times 10^{-16} \Rightarrow [Zn^{2+}][5 \times 10^{-4}]^2 = 5 \times 10^{-16} \Rightarrow [Zn^{2+}] = 2 \times 10^{-9} \text{ mol.L}^{-1}$$

غلظت یون‌های روی برابر است با:

$$[Zn^{2+}]_{\text{جدید}} = 2 \times 10^{-9} \times 4 \times 10^4 = 8 \times 10^{-5} \text{ mol.L}^{-1}$$

اگر غلظت یون‌های روی را 4×10^4 برابر کنیم:

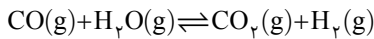
سپس غلظت یون هیدروکسید را در حالت جدید محاسبه می‌کنیم:

$$[Zn^{2+}][OH^-]^2 = 5 \times 10^{-16} \Rightarrow (8 \times 10^{-5})[OH^-]^2 = 5 \times 10^{-16} \Rightarrow [OH^-]_{\text{جدید}} = 2/5 \times 10^{-6}$$

$$\text{pOH} = -\log[OH^-] = -\log(2/5 \times 10^{-6}) = -\log(2/5) - \log(10^{-6}) = 6 - \log 2 + \log 5 = 6 - 0.3 + 0.7 = 6.4$$

اکنون pH محلول نهایی را محاسبه می‌کنیم:

$$\xrightarrow{\text{pH} + \text{pOH} = 14} \text{pH} = 14 - 6.4 = 7.6$$



مول اولیه	۴	۴	۰	۰
تغییر مول	-x	-x	+x	+x
مول تعادلی	۴-x	۴-x	x	x

$$R(\text{CO}_2) = \frac{\Delta n(\text{CO}_2)}{V \Delta t} \Rightarrow 125 \times 10^{-4} = \frac{3 \text{ mol}}{2 \text{ L} \times \Delta t} \Rightarrow \Delta t = 120 \text{ s} = 2 \text{ min}$$

$$M = \frac{10 \times \text{چگالی} \times \text{درصد جرمی}}{\text{جرم مولی}} = \frac{10 \times 15 \times 1/2}{60} = 3 \text{ mol.L}^{-1}$$

۶- گزینة ۲ ابتدا غلظت اولیه استیک اسید را با استفاده از فرمول مقابل محاسبه می‌کنیم:

$$K = \frac{[\text{CO}_2][\text{H}_2]}{[\text{CO}][\text{H}_2\text{O}]} = \frac{n_{\text{CO}_2} \times n_{\text{H}_2}}{n_{\text{CO}} \times n_{\text{H}_2\text{O}}} \times V^{-(2-2)} \Rightarrow 9 = \frac{x^2}{(4-x)^2}$$

$$\text{از طرفین تساوی جذر می‌گیریم} \Rightarrow 3 = \frac{x}{4-x} \Rightarrow x = 12 - 3x \Rightarrow 4x = 12 \Rightarrow x = 3$$

با استفاده از رابطه سرعت متوسط برای کربن دی‌اکسید داریم:

۷- گزینة ۱ ابتدا غلظت اولیه استیک اسید را با استفاده از فرمول مقابل محاسبه می‌کنیم:

سپس غلظت H^+ این محلول را به دست می‌آوریم:

$$\text{pH} = 2/2 \Rightarrow [\text{H}^+] = 10^{-\text{pH}} = 10^{-2/2} = 10^{-1} \times 10^{0/5} \times 10^{-3} = 10^{-1} \log 2 \times 10^{-3} = 6 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$\alpha = \frac{[\text{H}^+]}{M} = \frac{6 \times 10^{-3}}{3} = 0.002$$

$$\alpha < 0.05 \Rightarrow K_a = \frac{[\text{H}^+]^2}{M} = \frac{(6 \times 10^{-3})^2}{3} = 1/2 \times 10^{-5}$$

اکنون ثابت یونش اسید را محاسبه می‌کنیم:

۸- گزینة ۴ ابتدا با استفاده از انحلال‌پذیری، درصد جرمی این باز را محاسبه می‌کنیم. انحلال‌پذیری باز برابر ۱۰ گرم است، یعنی ۱۰ گرم باز در ۱۰۰ گرم آب حل شده و ۱۱۰ گرم محلول سیر شده تولید می‌کند.

$$\text{درصد جرمی} = \frac{\text{جرم حل شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 100 = \frac{10}{100+10} \times 100 = 9.09\%$$

$$M = \frac{10 \times \text{چگالی} \times \text{درصد جرمی}}{\text{جرم مولی}} = \frac{10 \times 100 \times 1/11}{80} = 1/25 \text{ mol.L}^{-1}$$

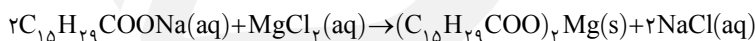
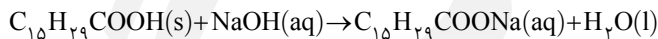
سپس با استفاده از فرمول مقابل، غلظت مولی این باز را محاسبه می‌کنیم:

اکنون غلظت H^+ را با استفاده از M و α محاسبه کرده و pH محلول را به دست می‌آوریم:

$$[\text{H}^+] = M\alpha \Rightarrow [\text{H}^+] = 1/25 \times 0.0909 \times 10^{-2} = 5 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$\text{pH} = -\log[\text{H}^+] = -\log(5 \times 10^{-3}) = 3 - \log 5 = 3 - 0.7 = 2.3$$

۹- گزینة ۲ معادله موازنه شده واکنش‌های انجام شده به صورت مقابل است:



ابتدا مقدار مول مصرف شده سدیم هیدروکسید را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{? mol NaOH} = 212 \text{ g } (\text{C}_{15}\text{H}_{29}\text{COO})_2\text{Mg} \times \frac{1 \text{ mol } (\text{C}_{15}\text{H}_{29}\text{COO})_2\text{Mg}}{530 \text{ g } (\text{C}_{15}\text{H}_{29}\text{COO})_2\text{Mg}} \times \frac{2 \text{ mol } \text{C}_{15}\text{H}_{29}\text{COONa}}{1 \text{ mol } (\text{C}_{15}\text{H}_{29}\text{COO})_2\text{Mg}} \times \frac{1 \text{ mol NaOH}}{1 \text{ mol } \text{C}_{15}\text{H}_{29}\text{COONa}}$$

$$= 0.8 \text{ mol NaOH}$$

$$[\text{OH}^-] = M = \frac{n}{V} = \frac{0.8 \text{ mol}}{4 \text{ L}} = 0.2 \text{ mol.L}^{-1}$$

سپس غلظت محلول سدیم هیدروکسید و pH آن را به دست می‌آوریم:

$$\text{pOH} = -\log[\text{OH}^-] = -\log(0.2) = 1 - \log 2 = 0.7 \xrightarrow{\text{pH} + \text{pOH} = 14} \text{pH} = 14 - 0.7 = 13.3$$

$$\text{pH} = 9/3 \xrightarrow{\text{pH} + \text{pOH} = 14} \text{pOH} = 14 - 9/3 = 4/3$$

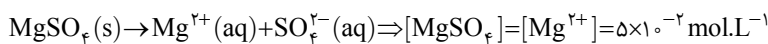
۱۰- گزینة ۲ ابتدا غلظت OH^- را محاسبه می‌کنیم:

$$[\text{OH}^-] = 10^{-\text{pOH}} = 10^{-4/3} = 10^{-1.33} \times 10^{-5} = 10^{-1} \log 2 \times 10^{-5} = 2 \times 10^{-5} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[\text{Mg}^{2+}][\text{OH}^-]^2 = 2 \times 10^{-11} \Rightarrow [\text{Mg}^{2+}][2 \times 10^{-5}]^2 = 2 \times 10^{-11} \Rightarrow [\text{Mg}^{2+}] = 5 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

سپس با استفاده از رابطه غلظت یونها داریم:

در ادامه با توجه به معادله انحلال منیزیم سولفات خواهیم داشت:



اکنون می‌توانیم جرمی از منیزیم سولفات که در یک لیتر از محلول مورد نظر حل می‌شود را به دست آوریم:

$$\text{? g MgSO}_4 = 5 \times 10^{-2} \frac{\text{mol MgSO}_4}{1 \text{ L محلول}} \times \frac{120 \text{ g MgSO}_4}{1 \text{ mol MgSO}_4} = 6 \frac{\text{g MgSO}_4}{1 \text{ L محلول}}$$

پاسخ تشریحی آزمون جامع (۳)

۱- گزینه ۳

درجه یونش اسید در هر دو محلول بیش از ۰.۵ است و در مخرج کسر رابطه K_a نمی‌توانیم از α صرف نظر 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:

$$K_a = \frac{M_1 \alpha_1^2}{1 - \alpha_1} = \frac{M_2 \alpha_2^2}{1 - \alpha_2} \Rightarrow \frac{M_1 (\cdot/1)^2}{1 - \cdot/1} = \frac{M_2 (\cdot/2)^2}{1 - \cdot/2} \Rightarrow M_1 = \frac{9}{2} M_2$$

$$M_{\text{نهایی}} = \frac{M_1 V_1 + M_2 V_2}{V_1 + V_2} = \frac{\frac{9}{2} M_2 \times 2 + M_2 \times 3}{2 + 3} = \frac{12 M_2}{5}$$

سپس غلظت محلول حاصل را بر حسب غلظت محلول دوم (M_2) محاسبه می‌کنیم:

برای یافتن درجه یونش محلول حاصل، K_a آن و محلول دوم را برابر یکدیگر قرار می‌دهیم:

$$K_a = \frac{M_2 \alpha^2}{1 - \alpha} = \frac{M_{\text{نهایی}} \alpha^2}{1 - \alpha} \Rightarrow \frac{M_2 (\cdot/2)^2}{1 - \cdot/2} = \frac{(\frac{12 M_2}{5}) \alpha^2}{1 - \alpha} \Rightarrow \frac{\cdot/4}{\cdot/8} = \frac{\frac{12}{5} \alpha^2}{1 - \alpha}$$

$$\Rightarrow \cdot/5 - \cdot/5 \alpha = \frac{12}{5} \alpha^2 \Rightarrow 2/4 \alpha^2 + \cdot/5 \alpha = \cdot/5 \Rightarrow \alpha = \cdot/134$$

۲- گزینه ۱

ابتدا غلظت H^+ را در محلول نهایی محاسبه می‌کنیم:

$$pH_{\text{نهایی}} = \cdot/7 \Rightarrow [H^+]_{\text{نهایی}} = 10^{-pH} = 10^{-\cdot/7} = 10^{\cdot/3} \times 10^{-1} = 10^{\cdot \log 2} \times 10^{-1} = \cdot/2 \text{ mol.L}^{-1}$$

تعداد مول OH^- حاصل از اضافه کردن $Ba(OH)_2$ به محلول را محاسبه می‌کنیم:

$$? \text{ mol } OH^- = \cdot/26 \text{ g } Ba(OH)_2 \times \frac{1 \text{ mol } Ba(OH)_2}{171 \text{ g } Ba(OH)_2} \times \frac{2 \text{ mol } OH^-}{1 \text{ mol } Ba(OH)_2} = \cdot/12 \text{ mol } OH^-$$

$$[H^+]_{\text{نهایی}} = \frac{H^+ \text{ تعداد} - OH^- \text{ تعداد}}{\text{حجم محلول}} \Rightarrow \cdot/2 = \frac{x - \cdot/12}{\cdot/35 + \cdot/5} \Rightarrow x = \cdot/2 \text{ mol } H^+$$

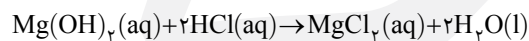
سپس تعداد مول H^+ اولیه را محاسبه می‌کنیم:

$$M = \frac{n}{V} = \frac{\cdot/2 \text{ mol}}{\cdot/5 \text{ L}} = 4 \text{ mol.L}^{-1}$$

در ادامه غلظت نیتریک اسید در محلول اولیه را محاسبه می‌کنیم:

$$M = \frac{10 \times \text{جگالی} \times \text{درصد جرمی}}{\text{جرم مولی}} \Rightarrow 4 = \frac{10 \times 20 \times d}{63} \Rightarrow d = 1/26 \text{ g.mL}^{-1}$$

اکنون با استفاده از فرمول زیر، جگالی محلول اولیه را به دست می‌آوریم:



۳- گزینه ۲

معادله موازنه شده واکنش به صورت مقابل است:

ابتدا مقدار مول اولیه H^+ موجود در شیره معده را محاسبه می‌کنیم: $pH = 1/7 \Rightarrow [H^+] = 10^{-pH} = 10^{-1/7} = 10^{\cdot/3} \times 10^{-2} = 10^{\cdot \log 2} \times 10^{-2} = 2 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$

$$? \text{ mol } H^+ = 2 \text{ L معده} \times \frac{2 \times 10^{-2} \text{ mol } H^+}{1 \text{ L شیره معده}} = 4 \times 10^{-2} \text{ mol } H^+$$

سپس مقدار مول نهایی H^+ موجود در شیره معده بعد از مصرف دارو را محاسبه می‌کنیم: (با مصرف دارو ضد اسید، حجم محتویات معده به $2 + \cdot/5$ می‌رسد.)

$$pH = 3 \Rightarrow [H^+] = 10^{-pH} = 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$? \text{ mol } H^+ = 2/5 \text{ L معده} \times \frac{10^{-3} \text{ mol } H^+}{1 \text{ L شیره معده}} = 2/5 \times 10^{-3} \text{ mol } H^+$$

اکنون با استفاده از مقدار مول‌های اولیه و نهایی H^+ ، مقدار HCl مصرف شده را محاسبه می‌کنیم و جرم Mg^{2+} را به دست می‌آوریم:

$$\text{مصرف شده } HCl = 4 \times 10^{-2} - 2/5 \times 10^{-3} = \cdot/375 \text{ mol } HCl$$

$$? \text{ g } Mg^{2+} = \cdot/375 \text{ mol } HCl \times \frac{1 \text{ mol } Mg(OH)_2}{2 \text{ mol } HCl} \times \frac{1 \text{ mol } Mg^{2+}}{1 \text{ mol } Mg(OH)_2} \times \frac{24 \text{ g } Mg^{2+}}{1 \text{ mol } Mg^{2+}} = \cdot/45 \text{ g } Mg^{2+}$$

$$\text{محلول } g = 500 \text{ mL محلول} \times \frac{1 \text{ g محلول}}{1 \text{ mL محلول}} = 500 \text{ g}$$

$$ppm = \frac{\text{جرم حل شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 10^6 = \frac{\cdot/45}{500} \times 10^6 = 900 \text{ ppm}$$

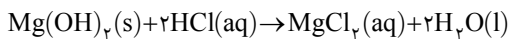
غلظت ppm یون Mg^{2+} برابر است با:

$$pH=2 \Rightarrow [H^+] = 10^{-2} mol.L^{-1}$$

۴- گزینه ۳ ابتدا شمار مول H^+ موجود در شیرۀ معده را محاسبه می‌کنیم:

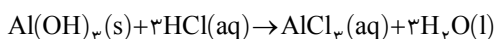
$$M = \frac{n}{V} \Rightarrow n = MV = 10^{-2} mol.L^{-1} \times 2L = 2 \times 10^{-2} mol H^+$$

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:

$$? mol H^+ = \frac{2/25g Mg(OH)_2}{100g دارو} \times \frac{1 mol Mg(OH)_2}{58g Mg(OH)_2} \times \frac{2 mol HCl}{1 mol Mg(OH)_2} \times \frac{1 mol H^+}{1 mol HCl} = 1/25 \times 10^{-3} mol H^+$$



معادله موازنه شده واکنش آلومینیم هیدروکسید با اسید معده:

$$? mol H^+ = \frac{19/5g Al(OH)_3}{100g دارو} \times \frac{1 mol Al(OH)_3}{78g Al(OH)_3} \times \frac{3 mol HCl}{1 mol Al(OH)_3} \times \frac{1 mol H^+}{1 mol HCl} = 3/75 \times 10^{-3} mol H^+$$

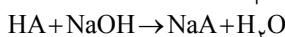
پس هر قرص به جرم ۵٪ گرم می‌تواند $5 \times 10^{-3} (1/25 \times 10^{-3} + 3/75 \times 10^{-3})$ مول H^+ را خنثی کند. اکنون تعداد قرص‌های لازم را محاسبه می‌کنیم:

$$? قرص = 2 \times 10^{-2} mol H^+ \times \frac{1 قرص}{5 \times 10^{-3} mol H^+} = 4 قرص$$

۵- گزینه ۴ ابتدا غلظت محلول سدیم هیدروکسید را محاسبه می‌کنیم:

$$pH=12 \xrightarrow{pH+pOH=14} pOH=2 \Rightarrow [OH^-] = 10^{-2} mol.L^{-1} \xrightarrow{[OH^-]=M} M = 10^{-2} mol.L^{-1}$$

دقت کنید که هنگام اضافه کردن کافتیک 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:

$$? g HA = 2L NaOH \text{ محلول} \times \frac{10^{-2} mol NaOH}{1 L NaOH \text{ محلول}} \times \frac{1 mol HA}{1 mol NaOH} \times \frac{180 g HA}{1 mol HA} = 3/6 g HA$$

اکنون مقدار اسیدی که در ۲ لیتر محلول (به تقریب ۲۰۰۰ گرم آب) حل می‌شود را محاسبه می‌کنیم: (انحلال‌پذیری کافتیک اسید در دمای اتاق برابر ۰/۲٪ گرم در ۱۰۰ گرم آب است).

$$? g HA = 2000g \text{ آب} \times \frac{0/2g HA}{100g \text{ آب}} = 0/4 g HA$$

پس در مجموع ۴g (۳/۶+۰/۴) کافتیک اسید در این محلول حل می‌شود.

۶- گزینه ۲ 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:

$$\left. \begin{aligned} 14n + 157 + M &= \text{جرم مولی پاک‌کننده غیرصابونی} \\ 14m + 45 + M &= \text{جرم مولی پاک‌کننده صابونی} \end{aligned} \right\} \Rightarrow 14n + 157 + M - (14m + 45 + M) = 154 \Rightarrow 14n - 14m = 42 \quad (I)$$

$$\frac{n+6}{3} = \frac{m+1}{2} \Rightarrow 2n+12=3m+3 \Rightarrow 3m-2n=9 \quad (II) \quad \text{نسبت تعداد اتم‌های کربن به اکسیژن در هر دو ترکیب برابر است، پس خواهیم داشت:}$$

$$\xrightarrow{(I),(II)} \begin{cases} 14n - 14m = 42 \\ 3m - 2n = 9 \end{cases} \Rightarrow n=18, m=15$$

اکنون با توجه به معادله‌های (I) و (II)، مقدار n و m را محاسبه می‌کنیم:
پس تعداد اتم‌های کربن بخش ناقصی پاک‌کننده صابونی برابر ۱۵ است.

$$? mol CaCO_3 = 25g CaCO_3 \times \frac{1 mol CaCO_3}{100g CaCO_3} = 0/25 mol CaCO_3 \quad \text{ابتدا مقدار مول اولیه کلسیم کربنات را محاسبه می‌کنیم:}$$



جدول تغییر مول واکنش تعادلی را رسم می‌کنیم:

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:

$$? mol CO_2 = 25g \text{ مواد جامد} \times \frac{1/8g CO_2}{100g \text{ مواد جامد}} \times \frac{1 mol CO_2}{44g CO_2} = 0/5 mol CO_2$$

$$K = [CO_2] = \frac{n}{V} = \frac{0/5 mol}{\Delta L} = 0/1 \quad \text{ثابت تعادل واکنش برابر است با:}$$

مواد جامد موجود در ظرف واکنش طبق معادله موازنه شده واکنش‌های مقابل، $HCl(aq)$ را خنثی می‌کنند:



همان‌طور که مشخص است هر مول از کلسیم اکسید و هر مول از کلسیم کربنات می‌توانند ۲ مول HCl را خنثی کنند. پس x مول کلسیم اکسید $2x$ مول HCl و $(0/25-x)$ مول کلسیم کربنات $(0/5-2x)$ مول HCl را خنثی می‌کند. پس مجموع شمار مول‌های HCl خنثی شده برابر است با:

$$2x + (0/5 - 2x) = 0/5 mol$$

مول HCl خنثی شده

با توجه به pH محلول HCl، غلظت آن برابر است با:

$$pH = -\log[H^+] \Rightarrow [H^+] = 10^{-pH} = 10^{-0.7} = 10^{-0.7} \times 10^{-1} = 10^{-1.7} \approx 2 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1} \xrightarrow{[H^+] = M} M = 2 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$M = \frac{n}{V} \Rightarrow 2 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1} = \frac{0.5 \text{ (mol)}}{V \text{ (L)}} \Rightarrow V = 2.5 \text{ L}$$

پس حجم HCl برابر است با:

۸- گزینه ۲ ابتدا مقدار مول اولیه گازهای HA و HB را محاسبه می‌کنیم:

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

$$M = \frac{n}{V} = \frac{1 \text{ mol}}{1 \text{ L}} = 1 \text{ mol.L}^{-1}$$

مجموع غلظت مولی گازهای حل شده در یک لیتر محلول برابر است با:

پس غلظت مولی HA را x مول بر لیتر و غلظت مولی HB را (1-x) مول بر لیتر در نظر می‌گیریم و غلظت یون هیدرونیوم حاصل از هر کدام را محاسبه می‌کنیم:

$$\alpha = 0.2 \Rightarrow [H^+]_{HA} = M_{HA} \alpha_{HA} = 0.2x \quad \text{اسید HA}$$

$$\alpha = 0.4 \Rightarrow [H^+]_{HB} = M_{HB} \alpha_{HB} = 0.4(1-x) = 0.4 - 0.4x \quad \text{اسید HB}$$

با توجه به pH محلول، غلظت یون H^+ را محاسبه می‌کنیم:

$$pH = 0.45 \Rightarrow [H^+] = 10^{-pH} = 10^{-0.45} = 10^{-0.45} \times 10^{-2} = 10^{-2.45} \approx 3.5 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[H^+]_{HA} + [H^+]_{HB} = 0.2x + 0.4 - 0.4x = 0.4 - 0.2x = 0.35 \Rightarrow 0.2x = 0.05 \Rightarrow x = 0.25$$

اکنون x را به دست می‌آوریم:

مجموع غلظت اولیه اسیدها برابر 1 مول بر لیتر است، پس غلظت HA برابر 0.25 mol.L^{-1} و غلظت HB برابر 0.75 mol.L^{-1} است. با توجه به اینکه حجم محلول یک لیتر بوده و مجموع مقدار مول اولیه گازها برابر 1 است، پس مخلوط اولیه شامل 0.25 مول HA و 0.75 مول HB بوده است. درصد مولی HA در مخلوط اولیه برابر است با:

$$\text{درصد مولی HA} = \frac{\text{مول HA}}{\text{مول کل}} \times 100 = \frac{0.25}{1} \times 100 = 25\%$$

۹- گزینه ۴ ابتدا غلظت H^+ محلول نهایی را محاسبه می‌کنیم:

$$pH = 1.5 \Rightarrow [H^+] = 10^{-pH} = 10^{-1.5} = 10^{-1.5} \times 10^{-2} = 10^{-3.5} \approx 3 \times 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$$

سپس مقدار مول OH^- موجود در محلول KOH را به دست می‌آوریم:

$$pH = 12 \xrightarrow{pH + pOH = 14} pOH = 2 \Rightarrow [OH^-] = 10^{-pOH} = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$M = \frac{n}{V} \Rightarrow n = MV = 10^{-2} \times 0.1 = 10^{-3} \text{ mol } OH^-$$

در ادامه تعداد مول H^+ موجود در محلولی از HNO_3 که 40 میلی‌لیتر حجم دارد را محاسبه می‌کنیم:

$$[H^+]_{\text{نهایی}} = \frac{\text{تعداد مول } OH^- - \text{تعداد مول } H^+}{\text{حجم کل}} \Rightarrow 3 \times 10^{-2} = \frac{x - 10^{-4}}{0.5} \Rightarrow x = 1.6 \times 10^{-4} \text{ mol } H^+$$

در 40 میلی‌لیتر از محلول نیتریک اسید رقیق شده 1.6×10^{-4} مول H^+ وجود دارد، پس در 200 میلی‌لیتر از محلول این اسید 8×10^{-4} مول H^+ داریم و این

$$[H^+]_{\text{اولیه}} = [HNO_3]_{\text{اولیه}} = M = \frac{\text{تعداد مول } H^+}{\text{حجم کل}} = \frac{8 \times 10^{-4}}{0.2} = 4 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$$

تعداد با تعداد مول H^+ در محلول اسید اولیه برابر است، پس:

۱۰- گزینه ۳ ابتدا غلظت مولی لاکتیک اسید ($C_3H_5O_3$) را محاسبه می‌کنیم:

$$M = \frac{10 \times \text{جگالی} \times \text{درصد جرمی}}{\text{جرم مولی}} = \frac{10 \times 6 \times 1/2}{90} = 0.33 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[H^+] = \sqrt{K_a \cdot M} = \sqrt{8 \times 10^{-5} \times 0.33} = 5 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$$

پس: $K_a < 10^{-3}$ اسید ضعیف است و $K_a < 10^{-3}$ پس:

$$pH_{\text{اولیه}} = -\log[H^+] = -\log(5 \times 10^{-3}) = 3 - \log 5 = 2.7$$

غلظت سدیم هیدروکسید اضافه شده برابر است با:

$$pH = 13/6 \xrightarrow{pH + pOH = 14} pOH = 0.5 \Rightarrow [OH^-] = 10^{-pOH} = 10^{-0.5} = 10^{-0.5} \times 10^{-1} = 10^{-1.5} \approx 0.03 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$\frac{[OH^-] = M}{[OH^-] = M} \rightarrow M = 0.03 \text{ mol.L}^{-1}$$

حاصل $M_a \cdot V_a \cdot n_a$ را برای لاکتیک اسید و سدیم هیدروکسید محاسبه می‌کنیم:

$$M_a \cdot V_a \cdot n_a = 0.33 \times 0.3 \times 1 = 0.297$$

$$M_b \cdot V_b \cdot n_b = 0.03 \times 0.3 \times 1 = 0.009$$

با توجه به اینکه $M_b \cdot V_b \cdot n_b < M_a \cdot V_a \cdot n_a$ است، پس غلظت مولی لاکتیک اسید در محلول نهایی برابر است با:

$$M_{\text{اسید}} = \frac{0.297 - 0.009}{0.3 + 0.3} = 0.48 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[H^+]_{\text{نهایی}} = \sqrt{K_a \cdot M_{\text{نهایی}}} = \sqrt{8 \times 10^{-5} \times 0.48} = 2 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$$

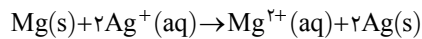
پس داریم:

$$pH_{\text{نهایی}} = -\log[H^+]_{\text{نهایی}} = -\log(2 \times 10^{-3}) = 3 - \log 2 = 3 - 0.3 = 2.7$$

در نتیجه pH به اندازه $(2.7 - 2.1) = 0.6$ تغییر می‌کند.

پاسخ تشریحی آزمون جامع (۱)

۱- گزینه ۱ 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:

$$? g Mg = \frac{1}{2} \text{mol } e^- \times \frac{1 \text{ mol Mg}}{2 \text{ mol } e^-} \times \frac{24 g Mg}{1 \text{ mol Mg}} = 2/4 g Mg \text{ (کاهش جرم)}$$

روش اول (کسر تبدیل):

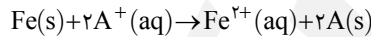
$$? g Ag = \frac{1}{2} \text{mol } e^- \times \frac{2 \text{ mol Ag}}{2 \text{ mol } e^-} \times \frac{108 g Ag}{1 \text{ mol Ag}} = 21/6 g Ag \text{ (افزایش جرم)}$$

$$\frac{(Mg)}{\text{تغییر جرم آند}} = \frac{(Ag)}{\text{تغییر جرم کاتد}} = \frac{\text{مول } e^-}{\text{ضرب}} \Rightarrow \frac{x}{1 \times 24} = \frac{y}{2 \times 108} = \frac{10/2}{2} \Rightarrow x = 2/4 g, y = 21/6 g$$

روش دوم (تناسب):

پس جرم تیغه آندی (Mg) به $(x+7/6)$ و جرم تیغه کاتدی (Ag) به $(x+21/6)$ گرم خواهد رسید. پس اختلاف جرم دو تیغه برابر ۱۴ گرم می‌شود:

۲- گزینه ۴ در سلول گالوانی (آهن - A)، تیغه آهنی الکتروود آند است و طی واکنش جرم آن کاهش می‌یابد.

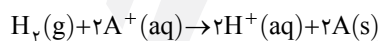


معادله موازنه شده واکنش کلی این سلول به صورت مقابل است:

$$? g Fe = \frac{1}{4} \text{mol } e^- \times \frac{1 \text{ mol Fe}}{2 \text{ mol } e^-} \times \frac{56 g Fe}{1 \text{ mol Fe}} = 1/2 g Fe$$

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه (۱): با توجه به عدد منفی ولت‌سنج، نیم‌سلول دارای الکتروود 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:

$$E^\circ(\text{سلول}) = E^\circ(\text{کاتد}) - E^\circ(\text{آند}) = E^\circ(A^+/A) - E^\circ(Fe^{2+}/Fe) \Rightarrow 0/8 - (-0/44) = +1/24 V$$

با توجه به اتصال قطب‌های هم‌نام ولت‌سنج و سلول گالوانی، ولت‌سنج عدد $+1/24 V$ را باید نشان دهد.

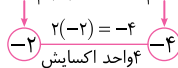
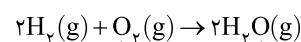
گزینه (۳): مقدار مول مصرفی کاتیون A^+ را محاسبه می‌کنیم:

$$? \text{ mol } A^+ = \frac{2}{8} L H_2 \times \frac{1 \text{ mol } H_2}{22/4 L H_2} \times \frac{2 \text{ mol } A^+}{1 \text{ mol } H_2} = 0/25 \text{ mol } A^+ \text{ مصرفی}$$

$$M = \frac{n}{V} \Rightarrow 1 = \frac{n}{0/5} \Rightarrow n = 0/5 \text{ mol}$$

با توجه به غلظت اولیه A^+ ، مول اولیه A^+ را محاسبه می‌کنیم:

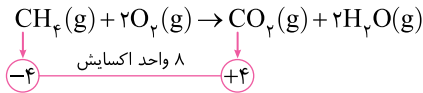
پس با مصرف $0/25$ مول A^+ ، مقدار مول A^+ نصف می‌شود. در نتیجه غلظت مولی آن نیز نصف می‌شود.



۳- گزینه ۴ معادله موازنه شده واکنش انجام شده در سلول سوختی هیدروژن-اکسیژن:

در این سلول با مبادله ۴ مول الکترون، ۲ مول فراورده گازی تولید می‌شود:

$$? g H_2O = \frac{6}{0.2 \times 10^{24}} e^- \times \frac{1 \text{ mol } e^-}{4 \text{ mol } e^-} \times \frac{2 \text{ mol } H_2O}{1 \text{ mol } H_2O} \times \frac{18 g H_2O}{1 \text{ mol } H_2O} = 90 g H_2O$$



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:

$$? \text{ g H}_2\text{O} = \frac{6}{10} \times 10^{23} \text{ e}^- \times \frac{1 \text{ mol e}^-}{6 \times 10^{23} \text{ e}^-} \times \frac{2 \text{ mol H}_2\text{O}}{8 \text{ mol e}^-} \times \frac{18 \text{ g H}_2\text{O}}{1 \text{ mol H}_2\text{O}} = 45 \text{ g H}_2\text{O}$$

$$? \text{ g CO}_2 = \frac{6}{10} \times 10^{23} \text{ e}^- \times \frac{1 \text{ mol e}^-}{6 \times 10^{23} \text{ e}^-} \times \frac{1 \text{ mol CO}_2}{8 \text{ mol e}^-} \times \frac{44 \text{ g CO}_2}{1 \text{ mol CO}_2} = 55 \text{ g CO}_2$$

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 (۹۰-۱۰۰) است.

۴- گزینه ۳ ابتدا طبق واکنش کلی برقکافت سدیم کلرید مذاب، جرم یون سدیم کاهش یافته را محاسبه می‌کنیم:

$$? \text{ g Na}^+ = 3 \text{ L Cl}_2 \times \frac{1 \text{ mol Cl}_2}{20 \text{ L Cl}_2} \times \frac{2 \text{ mol Na}^+}{1 \text{ mol Cl}_2} \times \frac{23 \text{ g Na}^+}{1 \text{ mol Na}^+} = 72/45 \text{ g Na}^+$$

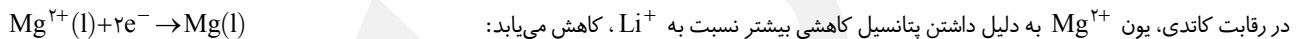
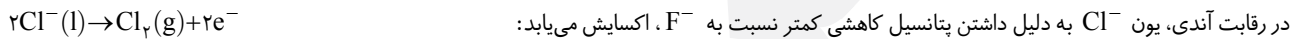
$$? \text{ g محلول} = 100 \text{ L محلول} \times \frac{10^3 \text{ mL}}{1 \text{ L}} \times \frac{1/35 \text{ g محلول}}{1 \text{ mL محلول}} = 103500 \text{ g محلول}$$

سپس جرم محلول را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{ppm} = \frac{\text{جرم حل شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 10^6 \Rightarrow \text{ppm} = \frac{72/45}{103500} \times 10^6 = 700$$

انکون غلظت ppm یون سدیم در محلول اولیه را به دست می‌آوریم:

۵- گزینه ۱ با توجه به پتانسیل‌های استاندارد کاهش داده شده داریم:



با توجه به ضریب الکترون که در هر دو نیم‌واکنش یکسان است، خواهیم داشت:

$$? \text{ g Mg} = 896 \text{ mL Cl}_2 \times \frac{1 \text{ mol Cl}_2}{22400 \text{ mL Cl}_2} \times \frac{1 \text{ mol Mg}}{1 \text{ mol Cl}_2} \times \frac{24 \text{ g Mg}}{1 \text{ mol Mg}} = 96 \text{ g Mg}$$

روش اول (کسر تبدیل):

$$\frac{\text{Mg گرم}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{(\text{STP}) \text{ میلی لیتر Cl}_2}{22400 \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{x}{1 \times 24} = \frac{896}{1 \times 22400} \Rightarrow x = 96 \text{ g}$$

روش دوم (تناسب):

۶- گزینه ۱ معادله واکنش انجام شده در فرایند هال به صورت مقابل است:



$$\text{Al} \text{ به ازای } 4 \text{ مول Al} = (3-0) \times 2 \times 2 = 12$$

پس به ازای تولید هر ۴ مول Al، تعداد ۱۲ مول الکترون مبادله می‌شود، بنابراین خواهیم داشت:

$$? \text{ C} = 11/7 \text{ g Al} \times \frac{1 \text{ mol Al}}{27 \text{ g Al}} \times \frac{12 \text{ mol e}^-}{4 \text{ mol Al}} \times \frac{6 \times 10^{23} \text{ e}^-}{1 \text{ mol e}^-} \times \frac{1 \text{ C}}{6 \times 10^{23} \text{ e}^-} \approx 1/25 \times 10^5 \text{ C}$$

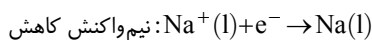
۷- گزینه ۲ معادله موازنه شده واکنش برقکافت آب به صورت مقابل است:



با توجه به واکنش بالا، به ازای برقکافت دو مول آب (۳۶=۲×۱۸)، در شرایط STP دو مول گاز هیدروژن (۴۴/۸=۲×۲۲/۴) و یک مول گاز اکسیژن (۲۲/۴ L) تولید می‌شود. با توجه به توضیحات داده شده، مقدار آب مصرفی را محاسبه می‌کنیم:

$$? \text{ g H}_2\text{O} = 560 \times 10^{-3} \text{ L اختلاف حجم} \times \frac{2 \text{ mol H}_2\text{O}}{22/4 \text{ L اختلاف حجم}} \times \frac{18 \text{ g H}_2\text{O}}{1 \text{ mol H}_2\text{O}} = 9 \text{ g H}_2\text{O}$$

۸- گزینه ۳ در واکنش برقکافت سدیم کلرید مذاب، به ازای تولید هر مول Na، یک مول الکترون مبادله می‌شود:



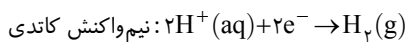
$$? \text{ mol e}^- = 92 \text{ g Na} \times \frac{1 \text{ mol Na}}{23 \text{ g Na}} \times \frac{1 \text{ mol e}^-}{1 \text{ mol Na}} = 4 \text{ mol e}^-$$

در واکنش خوردگی آهن به ازای مصرف هر مول آهن (۵۶g Fe)، ۳ مول الکترون مبادله می‌شود: $\text{Fe}(\text{s}) \rightarrow \text{Fe}^{3+}(\text{aq}) + 3\text{e}^-$ ؛ نیم‌واکنش اکسایش در فرایند خوردگی آهن

$$? \text{ g Fe} = 4 \text{ mol e}^- \times \frac{1 \text{ mol Fe}}{3 \text{ mol e}^-} \times \frac{56 \text{ g Fe}}{1 \text{ mol Fe}} = 74/7 \text{ g Fe}$$

پس جرم قطعه آهن که دچار خوردگی شده برابر است با:

۹- گزینه ۱ 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:

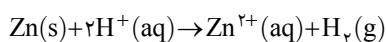
$$? \text{ mol e}^- = 4 \text{ L H}_2 \times \frac{1 \text{ mol H}_2}{22.4 \text{ L H}_2} \times \frac{2 \text{ mol e}^-}{1 \text{ mol H}_2} = 3/7 \text{ mol e}^-$$

در فرایند آبرکاری با طلا، به ازای مصرف هر سه مول الکترون، یک مول طلا روی جسم مسی قرار می‌گیرد، پس خواهیم داشت:

$$\text{Au}^{3+}(\text{aq}) + 3\text{e}^- \rightarrow \text{Au(s)} \quad ? \text{ g Au} = 3/7 \text{ mol e}^- \times \frac{197 \text{ g Au}}{3 \text{ mol e}^-} = 197 \text{ g Au}$$

پاسخ تشریحی آزمون جامع (۲)

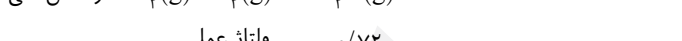
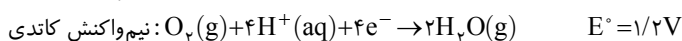
۱- گزینه ۲ با توجه به E° کوچک‌تر Zn نسبت به H_2 ، معادله واکنش انجام شده در سلول گالوانی (روی - SHE) به صورت زیر است:



در این واکنش به ازای مبادله ۲ مول الکترون، یک مول گاز هیدروژن تولید می‌شود. ابتدا مقدار مول گاز هیدروژن تولیدی را محاسبه می‌کنیم:

$$? \text{ mol H}_2 = 3/0 \times 1 \times 10^{24} \text{ e}^- \times \frac{1 \text{ mol H}_2}{6.02 \times 10^{23} \text{ e}^-} \times \frac{1 \text{ mol H}_2}{2 \text{ mol e}^-} = 2/5 \text{ mol H}_2$$

سپس ولتاژ سلول سوختی «هیدروژن-اکسیژن» را در بهترین حالت محاسبه می‌کنیم: $\text{E}^\circ = 0 \text{ V}$



$$\text{ولتاژ عملی} = \frac{100}{100} \times \frac{0.72}{1/2} = 144\%$$

با توجه به ولتاژ سلول سوختی اشاره شده در سؤال، بازده سلول سوختی برابر است با:

اکنون جرم فراورده گازی را به یکی از دو روش زیر محاسبه می‌کنیم:

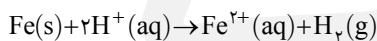
$$? \text{ g H}_2\text{O} = 2/5 \text{ mol H}_2 \times \frac{2 \text{ mol H}_2\text{O}}{2 \text{ mol H}_2} \times \frac{18 \text{ g H}_2\text{O}}{1 \text{ mol H}_2\text{O}} \times \frac{60}{100} = 27 \text{ g H}_2\text{O}$$

روش اول (کسر تبدیل):

$$\frac{\text{H}_2 \text{ مول} \times \frac{R}{100}}{\text{ضریب}} = \frac{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}}{2} \Rightarrow x = 27 \text{ g}$$

روش دوم (تناسب):

۲- گزینه ۴ با توجه به عدد منفی ولت‌سنج، آهن الکتروآند بوده و نیم‌سلول مربوط به SHE، نیم‌سلول کاتدی است:



معادله موازنه شده واکنش کلی:

$$\text{pH}_1 = -\log[\text{H}^+] = -\log(1) = 0$$

غلظت اولیه H^+ در سلول گالوانی برابر 1 mol.L^{-1} است، پس داریم:

$$\text{pH}_2 = 0 + 0/3 = 0/3$$

با توجه به افزایش ۰/۳ واحدی pH محلول، داریم:

$$[\text{H}^+] = 10^{-\text{pH}} = 10^{-0/3} = 10^{0/3} \times 10^{-1} = 10^{0.33} \times 10^{-1} = 5 \times 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$$

غلظت H^+ در محلول را در این زمان محاسبه می‌کنیم:

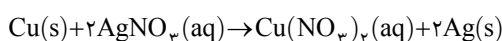
پس به عبارتی غلظت مولی یون H^+ از 1 mol.L^{-1} به 5 mol.L^{-1} رسیده است. در ادامه به کمک این تغییر غلظت کاهش جرم تیغه آهنی را محاسبه می‌کنیم:

$$? \text{ g Fe} = 0/4 \text{ L محلول} \times \frac{0/5 \text{ mol H}^+}{1 \text{ L محلول}} \times \frac{1 \text{ mol Fe}}{2 \text{ mol H}^+} \times \frac{56 \text{ g Fe}}{1 \text{ mol Fe}} = 5/6 \text{ g Fe}$$

روش اول (کسر تبدیل):

$$\frac{\text{Fe گرم}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{غلظت مولار} \times \text{لیتر محلول}}{\text{ضریب}} \Rightarrow x = 5/6 \text{ g}$$

روش دوم (تناسب):



۳- گزینه ۳ معادله موازنه شده واکنش:

با مبادله ۲ مول 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 ۲ مول الکترون، جرم تیغه به اندازه 152 g ($216 - 64$) افزایش می‌یابد.

$$? \text{ mol e}^- = 5 \text{ s} \times \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} \times \frac{4 \times 10^{-3} \text{ mol e}^-}{1 \text{ min}} = 0/4 \text{ mol e}^-$$

تعداد مول الکترون‌های مبادله شده در ۵ ثانیه را محاسبه می‌کنیم:

$$? \text{ g} = \text{تغییر جرم} \times \frac{152 \text{ g}}{2 \text{ mol e}^-} = 3/04 \text{ g}$$

افزایش جرم تیغه برابر است با:

پس جرم تیغه به $(12 + 3/04) 15/04 \text{ g}$ می‌رسد.

۴- گزینه ۱ یک آمپر مقدار باری است که در یک ثانیه از سطح مقطع یک جسم رسانا عبور می کند.

$$q = It = 2 \times (2 \times 60 \times 60) = 144000 \text{ C}$$

ابتدا با توجه به فرمول $q = It$ کل بار عبور کرده را بر حسب کولن به دست می آوریم:

$$1 \text{ mol } e^- = 6 \times 10^{23} \times 1.6 \times 10^{-19} = 96000 \text{ C}$$

سپس محاسبه می کنیم هر مول الکترون معادل چند کولن است:

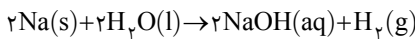
در برقکافت آب، به ازای عبور ۴ مول الکترون، ۲ مول H_2 (۴g) و یک مول O_2 (۳۲g) تولید می شود. پس به ازای مبادله این مقدار الکترون، مقدار $(4+32)36g$ فراورده تولید می شود.

$$\text{فراورده } \frac{36g}{96000 \text{ C}} \times \frac{1 \text{ mol } e^-}{4 \text{ mol } e^-} \times 144000 \text{ C} = 13.5g \text{ فراورده}$$

اکنون جرم فراورده های گازی تولید شده را محاسبه می کنیم:

۵- گزینه ۳ ابتدا مقدار مول سدیم تولید شده در اثر تولید ۰/۵۶ لیتر گاز کلر در برقکافت سدیم کلرید مذاب را محاسبه می کنیم:

$$? \text{ mol Na} = \frac{0.56 \text{ L } Cl_2}{22.4 \text{ L } Cl_2} \times \frac{2 \text{ mol Na}}{1 \text{ mol } Cl_2} = 0.5 \text{ mol Na}$$



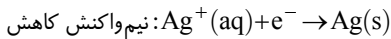
در اثر واکنش سدیم با آب، سدیم هیدروکسید تولید می شود:

طبق ضرایب استوکیومتری مواد در واکنش بالا، از واکنش ۰/۵ مول سدیم، ۰/۵ مول سدیم هیدروکسید تولید می شود. سپس غلظت این ترکیب را محاسبه می کنیم:

$$M = \frac{n}{V} = \frac{0.5 \text{ mol}}{2/5 \text{ L}} = 2 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1} \Rightarrow M = [OH^-] = 2 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$pOH = -\log[OH^-] = -\log(2 \times 10^{-2}) = 2 - \log 2 = 1.7 \xrightarrow{pH+pOH=14} pH = 12.3$$

اکنون pH محلول را به دست می آوریم:



۶- گزینه ۲ در فرایند آبکاری با فلز نقره داریم:

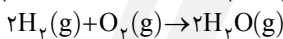
$$? \text{ mol } Ag^+ = \frac{48/6g \text{ Ag}}{108g \text{ Ag}} \times \frac{1 \text{ mol } Ag^+}{1 \text{ mol } Ag} = 0.45 \text{ mol } Ag^+$$

$$R_{Ag^+} = \frac{\Delta n(Ag^+)}{V \Delta t} \Rightarrow 2 \times 10^{-3} \frac{\text{mol}}{\text{L.s}} = \frac{0.45 \text{ mol}}{V(L) \times 2/5 \times 60 \text{ s}} \Rightarrow V = 1/5 \text{ L}$$

پاسخ تشریحی آزمون جامع (۳)

۱- گزینه 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 می گیریم و نسبت x به y را محاسبه می کنیم:



$$y \text{ g } H_2O = x \text{ g } O_2 \times \frac{1 \text{ mol } O_2}{32 \text{ g } O_2} \times \frac{2 \text{ mol } H_2O}{1 \text{ mol } O_2} \times \frac{18 \text{ g } H_2O}{1 \text{ mol } H_2O} \Rightarrow y = \frac{9}{8} x \quad (I)$$

از طرفی می دانیم که جرم گاز اکسیژن مصرف نشده برابر $(200-x)$ گرم است، پس داریم:

$$(200-x) + y = 216 \Rightarrow y - x = 16 \quad (II)$$

$$\xrightarrow{(I),(II)} \begin{cases} y = \frac{9}{8}x \\ y - x = 16 \end{cases} \Rightarrow x = 128 \text{ g}, y = 144 \text{ g}$$

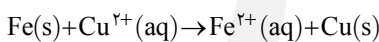
در ادامه به کمک روابط (I) و (II)، x و y را محاسبه می کنیم:

$$? \text{ g } H_2 = 128 \text{ g } O_2 \times \frac{1 \text{ mol } O_2}{32 \text{ g } O_2} \times \frac{2 \text{ mol } H_2}{1 \text{ mol } O_2} \times \frac{2 \text{ g } H_2}{1 \text{ mol } H_2} = 16 \text{ g } H_2$$

سپس جرم گاز هیدروژن مصرف شده را محاسبه می کنیم:

پس $(200-16)184g$ از گاز هیدروژن که مصرف نشده است از آند خارج می شود.

۲- گزینه ۱ با توجه به عدد مثبت ولت سنج، الکتروکد آهن نقش آند و الکتروکد مس نقش کاتد را دارد:



در ازای تبادل هر دو مول الکترون، یک مول آهن (۵۶g) مصرف و یک مول مس (۶۴g) تولید می شود و اختلاف جرم این دو تیغه $56+64=120g$ تغییر می کند. در این سؤال

مقدار ۳ گرم اختلاف جرم این دو تیغه کاهش یافته است، پس تغییر جرم تیغه آهنی برابر است با: $1/4 \text{ g Fe}$ $\times \frac{1 \text{ mol Fe}}{56 \text{ g Fe}} = \frac{56 \text{ g Fe}}{120 \text{ g جرم تغییر}}$ \times تغییر جرم 3 g Fe

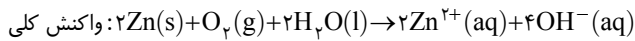
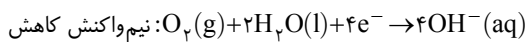
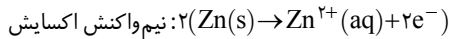
در ادامه مقدار الکترون مبادله شده در سلول گالوانی و سرعت متوسط مبادله الکترون را بر حسب mol.min^{-1} به دست می آوریم:

$$? \text{ mole } e^- = 3 \text{ g جرم تغییر} \times \frac{2 \text{ mole } e^-}{120 \text{ g جرم تغییر}} = 0.05 \text{ mole } e^-$$

$$\bar{R}_e = \frac{\Delta n(e^-)}{\Delta t} = \frac{0.05 \text{ mole } e^-}{(1/6) \text{ min}} = 0.3 \text{ mol.min}^{-1}$$

پس سرعت تبادل الکترون برابر است با:

۳- گزینۀ ۲ در اثر خوردگی، فلز روی به دلیل E° کمتر، اکسایش یافته و اکسیژن دچار کاهش می‌شود:



$$\bar{R}(\text{Zn}) = \frac{1}{2} \bar{R}(\text{OH}^-) = \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times 2 \text{mol} \cdot \text{min}^{-1} = \frac{1}{2} \text{mol} \cdot \text{min}^{-1}$$

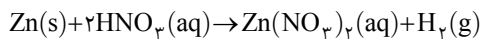
با توجه به ضرایب استوکیومتری داریم:

$$? \text{ g Zn} = \Delta \text{min} \times \frac{1}{2} \text{mol Zn} \times \frac{65 \text{ g Zn}}{1 \text{ mol Zn}} = 3/2 \Delta \text{g Zn}$$

در ادامه، مقدار Zn خورده شده در ۵ دقیقه را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{مقدار Zn باقیمانده} = 4/55 - 3/25 = 1/3 \text{ g Zn}$$

سپس مقدار Zn باقی مانده روی جسم را به دست می‌آوریم:



واکنش فلز روی با محلول نیتریک اسید:

$$? \text{ mol H}^+ = 1/3 \text{ g Zn} \times \frac{1 \text{ mol Zn}}{65 \text{ g Zn}} \times \frac{2 \text{ mol HNO}_3}{1 \text{ mol Zn}} \times \frac{1 \text{ mol H}^+}{1 \text{ mol HNO}_3} \times \frac{100}{80} = 0.5 \text{ mol H}^+$$

مقدار مول H^+ موجود در محلول اولیه را محاسبه می‌کنیم:

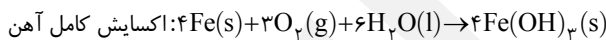
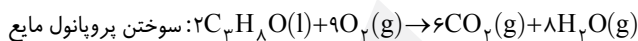
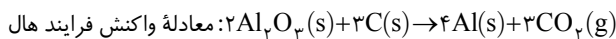
$$[\text{H}^+] = \frac{n}{V} = \frac{0.5 \text{ mol}}{10 \text{ L}} = 5 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

غلظت یون H^+ در محلول برابر است با:

$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+] = -\log (5 \times 10^{-3}) = 3 - \log 5 = 3 - 0.7 = 2.3$$

اکنون pH محلول را محاسبه می‌کنیم:

۴- گزینۀ ۴ معادله موازنه شده واکنش‌های انجام شده به صورت روبه‌رو است: $2\text{Al(s)} + \text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s}) \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3(\text{s}) + 2\text{Fe(l)}$ معادله واکنش ترمیت



روش اول (کسر تبدیل):

$$? \text{ L C}_3\text{H}_8\text{O} = \frac{5/4 \times 10^3 \text{ g Al}}{27 \text{ g Al}} \times \frac{3 \text{ mol CO}_2}{4 \text{ mol Al}} \times \frac{2 \text{ mol C}_3\text{H}_8\text{O}}{6 \text{ mol CO}_2} \times \frac{60 \text{ g C}_3\text{H}_8\text{O}}{1 \text{ mol C}_3\text{H}_8\text{O}} \times \frac{1 \text{ mL C}_3\text{H}_8\text{O}}{0.8 \text{ g C}_3\text{H}_8\text{O}} \times \frac{1 \text{ L}}{10^3 \text{ mL}} = 3/75 \text{ L C}_3\text{H}_8\text{O}$$

$$? \text{ g O}_2 = \frac{5/4 \times 10^3 \text{ g Al}}{27 \text{ g Al}} \times \frac{3 \text{ mol Al}_2\text{O}_3}{4 \text{ mol Al}} \times \frac{2 \text{ mol Fe}}{1 \text{ mol Al}_2\text{O}_3} \times \frac{3 \text{ mol O}_2}{4 \text{ mol Fe}} \times \frac{32 \text{ g O}_2}{1 \text{ mol O}_2} = 480 \text{ g O}_2$$

روش دوم (تناسب): با یکسان کردن ضرایب کربن دی‌اکسید در دو واکنش هال و سوختن پروپان مایع به عنوان ماده مشترک داریم:

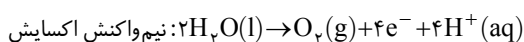
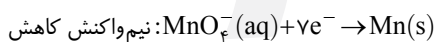
$$\frac{\text{Al گرم}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{جگالی} \times \text{لیتر پروپانول}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{5/4 \times 10^3}{8 \times 27} = \frac{x \times 10^3 \times 0.8}{2 \times 60} \Rightarrow x = 3/75 \text{ L C}_3\text{H}_8\text{O}$$

با یکسان کردن ضرایب Al_2O_3 و Fe در واکنش‌ها به عنوان مواد مشترک داریم:

$$\frac{\text{Al گرم}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{O}_2 \text{ گرم}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{5/4 \times 10^3}{4 \times 27} = \frac{x}{3 \times 32} \Rightarrow x = 480 \text{ g O}_2$$

۵- گزینۀ ۳ 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 $\text{MnO}_4^-(\text{aq}) + 8\text{H}^+(\text{aq}) + \text{ve}^- \rightarrow \text{Mn(s)} + 4\text{H}_2\text{O(l)}$ 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 آبرکاری شده برابر است با:

$$? \text{ قطعه} = 19/6 \text{ L O}_2 \times \frac{1 \text{ mol O}_2}{22/4 \text{ L O}_2} \times \frac{4 \text{ mole}^-}{1 \text{ mol O}_2} \times \frac{1 \text{ mol Mn}}{7 \text{ mole}^-} \times \frac{55 \text{ g Mn}}{1 \text{ mol Mn}} \times \frac{1 \text{ قطعه}}{55 \text{ g Mn}} = 50$$

پاسخ تشریحی آزمون جامع (۱)

۱- گزینه 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- گزینه 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:

$$\text{درصد جرمی X} = \frac{\text{جرم X}}{\text{جرم کل ترکیب}} \times 100 = \frac{64}{64 + (2 \times 35/5)} \times 100 = 47/4\%$$

۳- گزینه 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:

$$\text{آمونیوم نیترات: } ? \text{ g N} = 200 \text{ g کود} \times \frac{40 \text{ g NH}_4\text{NO}_3}{100 \text{ g کود}} \times \frac{1 \text{ mol NH}_4\text{NO}_3}{80 \text{ g NH}_4\text{NO}_3} \times \frac{2 \text{ mol N}}{1 \text{ mol NH}_4\text{NO}_3} \times \frac{14 \text{ g N}}{1 \text{ mol N}} = 28 \text{ g N}$$

$$? \text{ g O} = 200 \text{ g کود} \times \frac{40 \text{ g NH}_4\text{NO}_3}{100 \text{ g کود}} \times \frac{1 \text{ mol NH}_4\text{NO}_3}{80 \text{ g NH}_4\text{NO}_3} \times \frac{3 \text{ mol O}}{1 \text{ mol NH}_4\text{NO}_3} \times \frac{16 \text{ g O}}{1 \text{ mol O}} = 48 \text{ g O}$$

$$\text{اوره: } ? \text{ g N} = 300 \text{ g کود} \times \frac{15 \text{ g CO(NH}_2)_2}{100 \text{ g کود}} \times \frac{1 \text{ mol CO(NH}_2)_2}{60 \text{ g CO(NH}_2)_2} \times \frac{2 \text{ mol N}}{1 \text{ mol CO(NH}_2)_2} \times \frac{14 \text{ g N}}{1 \text{ mol N}} = 21 \text{ g N}$$

$$? \text{ g O} = 300 \text{ g کود} \times \frac{15 \text{ g CO(NH}_2)_2}{100 \text{ g کود}} \times \frac{1 \text{ mol CO(NH}_2)_2}{60 \text{ g CO(NH}_2)_2} \times \frac{1 \text{ mol O}}{1 \text{ mol CO(NH}_2)_2} \times \frac{16 \text{ g O}}{1 \text{ mol O}} = 12 \text{ g O}$$

$$\text{آمونیاک: } ? \text{ g N} = 300 \text{ g کود} \times \frac{34 \text{ g NH}_3}{100 \text{ g کود}} \times \frac{1 \text{ mol NH}_3}{17 \text{ g NH}_3} \times \frac{1 \text{ mol N}}{1 \text{ mol NH}_3} \times \frac{14 \text{ g N}}{1 \text{ mol N}} = 84 \text{ g N}$$

پس در کل 133 g ($28 + 21 + 84$) اتم نیتروژن و 60 g ($48 + 12$) اتم اکسیژن در این ۵۰۰ گرم کود وجود دارد.

$$\text{درصد جرمی O} = \frac{60}{500} \times 100 = 12\%, \quad \text{درصد جرمی N} = \frac{133}{500} \times 100 = 26/6\%$$

اختلاف درصد جرمی این دو عنصر در این نمونه کود ترکیبی برابر $14/6 - 12 = 26/6$ است.

۴- گزینه ۱ حداکثر گرمای جذب شده توسط سدیم کلرید مذاب را محاسبه می‌کنیم:

$$\Delta\theta = 1380 - 850 = 530^\circ\text{C}$$

$$Q = 10000 \times 0/85 \times 530 = 450500 \text{ J} = 450.5 \text{ kJ}$$

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:

$$\left. \begin{aligned} q_1 &= mc\Delta\theta = 10000 \times 4/2 \times (100 - 50) = 210000 \text{ J} = 210 \text{ kJ} \\ q_2 &= 10000 \text{ g H}_2\text{O} \times \frac{1 \text{ mol H}_2\text{O}}{18 \text{ g H}_2\text{O}} \times \frac{41/4 \text{ kJ}}{1 \text{ mol H}_2\text{O}} = 230 \text{ kJ} \end{aligned} \right\} \Rightarrow q_{\text{کل}} = q_1 + q_2 = 210 + 230 = 251 \text{ kJ}$$

برای تبدیل هر کیلوگرم آب 50°C به بخار 100°C ، مقدار 251 kJ گرما لازم است. اکنون جرم آب را به دست می‌آوریم:

$$? \text{ kg H}_2\text{O} = 450.5 \text{ kJ} \times \frac{1 \text{ kg H}_2\text{O}}{251 \text{ kJ}} = 1/79 \text{ kg H}_2\text{O}$$

۵- گزینه ۴ حجم گرافیت و سیلیسیم کربید را به ترتیب $1/8V$ و $3/2V$ سانتی متر مکعب در نظر می گیریم و پس از محاسبه جرم هر کدام، V را به دست می آوریم:

$$\left. \begin{aligned} \text{جرم گرافیت} &= \frac{\text{چگالی گرافیت}}{\text{حجم گرافیت}} \Rightarrow 2/25 = \frac{x}{1/8V} \Rightarrow x = 1/8V \text{ g C} \\ \text{SiC چگالی} &= \frac{\text{جرم SiC}}{\text{حجم SiC}} \Rightarrow 3/2 = \frac{y}{V} \Rightarrow y = 3/2V \text{ g SiC} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \text{مجموع جرم مخلوط} = 1/8V + 3/2V = 250 \Rightarrow V = 50 \text{ cm}^3$$

جرم کربن در هر ماده برابر است با:
گرافیت:

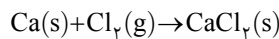
$$? \text{ g C} = 1/8 \times (50) \text{ g C} = 9.0 \text{ g C}$$

$$? \text{ g C} = 3/2 \times (50) \text{ g SiC} \times \frac{1 \text{ mol SiC}}{40 \text{ g SiC}} \times \frac{1 \text{ mol C}}{1 \text{ mol SiC}} \times \frac{12 \text{ g C}}{1 \text{ mol C}} = 48 \text{ g C} \quad \text{SiC}$$

پس درصد جرمی عنصر کربن در مخلوط برابر است با:

$$\text{درصد جرمی} = \frac{\text{جرم کربن}}{\text{جرم کل}} \times 100 = \frac{9.0 + 48}{250} \times 100 = 21.6\%$$

۶- گزینه ۱ ابتدا آنتالپی واکنش تولید یک مول کلسیم کلرید از کلسیم و گاز کلر را محاسبه می کنیم:



واکنش هدف، معادله واکنش تولید کلسیم کلرید از کلسیم و گاز کلر است:

واکنش (۱) بدون تغییر: $\Delta H'_1 = 192 \text{ kJ}$ $\text{Ca(s)} \rightarrow \text{Ca(g)}$

واکنش (۲) قرینه: $\Delta H'_2 = 1736 \text{ kJ}$ $\text{Ca(g)} \rightarrow \text{Ca}^{2+}(\text{g}) + 2\text{e}^-$

واکنش (۳) قرینه: $\Delta H'_3 = 243 \text{ kJ}$ $\text{Cl}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{Cl}(\text{g})$

واکنش (۴) دو برابر: $\Delta H'_4 = -696 \text{ kJ}$ $2\text{Cl}(\text{g}) + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{Cl}^-(\text{g})$

معادله فروپاشی شبکه کلسیم کلرید را قرینه می نویسیم: $\Delta H'_5 = -2270 \text{ kJ}$ $\text{Ca}^{2+}(\text{g}) + 2\text{Cl}^-(\text{g}) \rightarrow \text{CaCl}_2(\text{s})$

$$\text{Ca(s)} + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CaCl}_2(\text{s}), \Delta H = \Delta H'_1 + \Delta H'_2 + \Delta H'_3 + \Delta H'_4 + \Delta H'_5 = -795 \text{ kJ}$$

سپس مقدار گرمای آزاد شده به ازای تولید $2/22$ گرم کلسیم کلرید را به یکی از دو روش زیر محاسبه می کنیم:

روش اول (کسر تبدیل): $? \text{ kJ} = 2/22 \text{ g CaCl}_2 \times \frac{1 \text{ mol CaCl}_2}{111 \text{ g CaCl}_2} \times \frac{795 \text{ kJ}}{1 \text{ mol CaCl}_2} = 15/9 \text{ kJ}$

روش دوم (تناسب): $\frac{\text{گرم CaCl}_2}{\Delta H} = \frac{|Q|}{1 \times 111} = \frac{|Q|}{795} \Rightarrow |Q| = 15/9 \text{ kJ}$

۷- گزینه ۴ 100 سانتی متر مکعب از این آلیاژ را در نظر می گیریم. ابتدا حجم آهن را V و حجم تیتانیوم را $(100 - V)$ فرض می کنیم و جرم هر کدام را محاسبه می کنیم:

$$\text{Fe چگالی} = \frac{\text{جرم Fe}}{\text{حجم Fe}} \Rightarrow 7/8 = \frac{\text{جرم Fe}}{V} \Rightarrow \text{جرم Fe} = 7/8V \text{ g Fe}$$

$$\text{Ti چگالی} = \frac{\text{جرم Ti}}{\text{حجم Ti}} \Rightarrow 4/5 = \frac{\text{جرم Ti}}{100 - V} \Rightarrow \text{جرم Ti} = 4/5(100 - V) \text{ g Ti}$$

سپس با توجه به چگالی آلیاژ، جرم این 100 cm^3 آلیاژ را محاسبه می کنیم:

$$\text{جرم آلیاژ} = \frac{\text{جرم آلیاژ}}{\text{حجم آلیاژ}} \Rightarrow 5/6 = \frac{\text{جرم آلیاژ}}{100} \Rightarrow \text{جرم آلیاژ} = 560 \text{ g}$$

انکون V را محاسبه کرده و درصد جرمی آهن در این آلیاژ را به دست می آوریم:

$$560 = 7/8V + 4/5(100 - V) = 560 \Rightarrow 3/3V = 110 \Rightarrow V = \frac{100}{3} \text{ cm}^3$$

$$\text{Fe درصد جرمی} = \frac{7/8 \times \frac{100}{3}}{560} \times 100 = \frac{260}{560} \times 100 = 46.4\%$$

پاسخ تشریحی آزمون جامع (۲)

۱- گزینه ۲ ابتدا مقدار مول اولیه گوگرد تری اکسید را محاسبه می کنیم:

$$? \text{ mol SO}_3 = 40 \text{ g SO}_3 \times \frac{1 \text{ mol SO}_3}{80 \text{ g SO}_3} = 0.5 \text{ mol SO}_3$$

سپس از جدول تغییر مول استفاده می کنیم:



مول اولیه	0.5	0	0
تغییر مول	-2x	+2x	+x
مول تعادلی	0.5-2x	2x	x

طبق قانون پایستگی جرم، جرم مخلوط تعادلی برابر ۴۰ گرم است. پس برای محاسبه درصد جرمی گاز اکسیژن داریم:

$$\text{جرم گاز اکسیژن} = \frac{\text{جرم مخلوط تعادلی}}{\text{جرم گاز اکسیژن}} \times 100 = \frac{32x}{40} \times 100 = 8 \Rightarrow x = 0.1$$

$$K = \frac{[\text{SO}_2]^2 [\text{O}_2]}{[\text{SO}_3]^2} = \frac{(n_{\text{SO}_2})^2 \times n_{\text{O}_2}}{(n_{\text{SO}_3})^2} \times V^{-1} = \frac{(0.2)^2 \times (0.1)}{(0.3)^2} \times \frac{9}{2} = 0.2 \text{ mol.L}^{-1}$$

اکنون ثابت تعادل را محاسبه می کنیم:

۲- گزینه ۲ با توجه به آرایش الکترونی آلومینیم و تیتانیم 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.

ابتدا مقدار مول الکترون موجود در دریای الکترونی قطعه آلیاژ را محاسبه می کنیم:

$$? \text{ mol e}^- = 216/72 \times 10^{23} \text{ e}^- \times \frac{1 \text{ mol e}^-}{6.02 \times 10^{23} \text{ e}^-} = 36 \text{ mol e}^-$$

اگر مقدار مول Al را x و مقدار مول Ti را y در نظر بگیریم:

$$\frac{\text{جرم Al}}{\text{جرم Ti}} = \frac{27x}{48y} = 1/5 \Rightarrow 9x = 24y \text{ (II)}$$

$$\text{مجموع مول الکترون های موجود در آلیاژ} = 3x + 4y = 36 \text{ (I)}$$

$$\text{(I), (II)} \rightarrow \begin{cases} 3x + 4y = 36 \\ 9x = 24y \end{cases} \Rightarrow x = 8 \text{ mol Al, } y = 3 \text{ mol Ti}$$

در ادامه حجم هر فلز را محاسبه می کنیم:

$$\text{چگالی Al} = \frac{\text{جرم Al}}{\text{حجم Al}} \Rightarrow 2.7 = \frac{27 \times 8}{V_{\text{Al}}} \Rightarrow V_{\text{Al}} = 80 \text{ cm}^3$$

$$\text{چگالی Ti} = \frac{\text{جرم Ti}}{\text{حجم Ti}} \Rightarrow 4.5 = \frac{48 \times 3}{V_{\text{Ti}}} \Rightarrow V_{\text{Ti}} = 32 \text{ cm}^3$$

بنابراین حجم کل این نمونه آلیاژ برابر $112 \text{ cm}^3 (80 + 32)$ است.

۳- گزینه ۴ در آلیاژ مس و نقره جرم مس را x گرم و جرم نقره را $(100-x)$ گرم در نظر می گیریم و داریم:

$$\frac{\text{مول مس}}{\text{مول نقره}} = \frac{x}{100-x} = \frac{64}{108} \Rightarrow 3 = \frac{108x}{6400-64x} \Rightarrow 300x = 19200 - 192x \Rightarrow 300x = 19200 \Rightarrow x = 64$$

پس جرم مس و نقره به ترتیب برابر ۶۴ و ۳۶ گرم است.

آبکاری مس در سطح کاتد (قطعه آهنی) با معادله نیم واکنش مقابل انجام می شود:

در ادامه به کمک تعداد الکترون های مبادله شده، مقدار مس خارج شده از آلیاژ را محاسبه می کنیم:

$$? \text{ g Cu} = 75/25 \times 10^{22} \text{ e}^- \times \frac{1 \text{ mol e}^-}{6.02 \times 10^{23} \text{ e}^-} \times \frac{1 \text{ mol Cu}}{2 \text{ mol e}^-} \times \frac{64 \text{ g Cu}}{1 \text{ mol Cu}} = 40 \text{ g Cu}$$

پس ۴۰ گرم از جرم مس در آلیاژ مس - نقره کاسته شده و به فاشق آهنی اضافه شده است. اکنون درصد جرمی مس در آلیاژ را محاسبه می کنیم:

$$\text{درصد جرمی مس در آلیاژ} = \frac{64-40}{100-40} \times 100 = 40\%$$

۴- گزینه ۳ ابتدا گرمای داده شده به آب را محاسبه می کنیم:

سپس جرم متان را x گرم و جرم اتان را $(100-x)$ گرم در نظر می گیریم و گرمای حاصل از سوختن متان و اتان را محاسبه می کنیم:

$$? \text{ kJ} = x \text{ g CH}_4 \times \frac{1 \text{ mol CH}_4}{16 \text{ g CH}_4} \times \frac{882 \text{ kJ}}{1 \text{ mol CH}_4} = \frac{441}{8} x \text{ kJ}$$

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 می آوریم:

$$\frac{441}{8} x + \frac{259}{5} (100-x) = 531/3 \Rightarrow 2205x + 20720 - 2072x = 21252 \Rightarrow 133x = 532 \Rightarrow x = 4$$

اکنون درصد جرمی متان در مخلوط اولیه را محاسبه می کنیم:

$$\text{درصد جرمی متان در مخلوط اولیه} = \frac{\text{جرم متان}}{\text{جرم مخلوط}} \times 100 = \frac{4}{100} \times 100 = 4\%$$

پاسخ تشریحی آزمون جامع (۳)

۱- گزینه ۳ 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

$$? g C = 8/96 L CO_2 \times \frac{1 \text{ mol } CO_2}{22/4 L CO_2} \times \frac{1 \text{ mol } C}{1 \text{ mol } CO_2} \times \frac{12 g C}{1 \text{ mol } C} = 4/8 g C$$

گاز کربن 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 $1/6 g$ ($\frac{4/8}{3}$) است. در $3/88 g$ از این ماده، $1/12$

$$? g N = 9/7 g \text{ کافتین} \times \frac{1/12 g N}{3/88 g \text{ کافتین}} = 2/8 g N$$

گرم نیتروژن داریم، باید محاسبه کنیم که در $9/7 g$ از آن چند گرم نیتروژن وجود دارد:

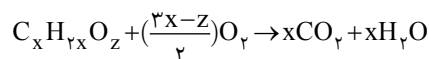
پس در $9/7 g$ از کافتین، $4/8 g$ کربن، $1/6 g$ اکسیژن و $2/8 g$ نیتروژن وجود دارد و مابقی این ترکیب را هیدروژن تشکیل می‌دهد:

$$\text{درصد جرمی هیدروژن} = \frac{9/7 - (4/8 + 1/6 + 2/8)}{9/7} \times 100 = \frac{0/5}{9/7} \times 100 = 5/15$$

۲- گزینه ۲ فرمول ترکیب آلی اکسیژن دار را $C_x H_y O_z$ در نظر می‌گیریم:

$$\frac{\text{درصد جرمی کربن}}{\text{جرم کربن}} = \frac{12x}{y} = 6 \Rightarrow y = 2x \Rightarrow C_x H_{2x} O_z \equiv C_x H_{2x} O_z$$

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:



$$(9/3 - m) g H_2O \times \frac{1 \text{ mol } H_2O}{18 g H_2O} \times \frac{x \text{ mol } CO_2}{x \text{ mol } H_2O} \times \frac{44 g CO_2}{1 \text{ mol } CO_2} = m g CO_2 \Rightarrow 18m = 44(9/3 - m)$$

$$\Rightarrow 18m = 40.9/2 - 44m \Rightarrow 62m = 40.9/2 \Rightarrow m = \frac{40.9/2}{62} = 6/6 g$$

پس $6/6 g$ کربن دی‌اکسید و $2/7 g$ آب تولید شده است. سپس جرم کربن و هیدروژن را با استفاده از مقادیر کربن دی‌اکسید و آب تولید شده محاسبه می‌کنیم:

$$? g C = 6/6 g CO_2 \times \frac{1 \text{ mol } CO_2}{44 g CO_2} \times \frac{1 \text{ mol } C}{1 \text{ mol } CO_2} \times \frac{12 g C}{1 \text{ mol } C} = 1/8 g C, \quad ? g H = 2/7 g H_2O \times \frac{1 \text{ mol } H_2O}{18 g H_2O} \times \frac{2 \text{ mol } H}{1 \text{ mol } H_2O} \times \frac{1 g H}{1 \text{ mol } H} = 0/3 g H$$

انکون درصد جرمی اکسیژن در این ترکیب را محاسبه می‌کنیم: $\frac{2/9 - (1/8 + 0/3)}{2/9} \times 100 = \frac{0/8}{2/9} \times 100 = 27/59$

انکون درصد جرمی اکسیژن در ترکیبات داده شده را محاسبه می‌کنیم:

$$C_{11}H_{22}O_{11} \text{ در } O \text{ درصد جرمی} = \frac{11 \times 16}{(12 \times 12) + (22 \times 1) + (11 \times 16)} \times 100 = \frac{176}{342} \times 100 = 51/46$$

مانتوز ($C_{11}H_{22}O_{11}$):

$$C_4H_8O_4 \text{ در } O \text{ درصد جرمی} = \frac{2 \times 16}{(4 \times 12) + (8 \times 1) + (2 \times 16)} \times 100 = \frac{32}{88} \times 100 = 36/36$$

انیل استات ($C_4H_8O_4$):

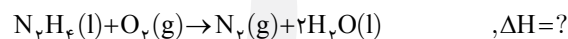
$$C_7H_6O_7 \text{ در } O \text{ درصد جرمی} = \frac{2 \times 16}{(7 \times 12) + (6 \times 1) + (2 \times 16)} \times 100 = \frac{32}{122} \times 100 = 26/23$$

بنزوئیک اسید ($C_7H_6O_7$):

$$CO(NH_2)_2 \text{ در } O \text{ درصد جرمی} = \frac{1 \times 16}{(1 \times 12) + (1 \times 16) + 2(14 + 2 \times 1)} \times 100 = \frac{16}{60} \times 100 = 26/66$$

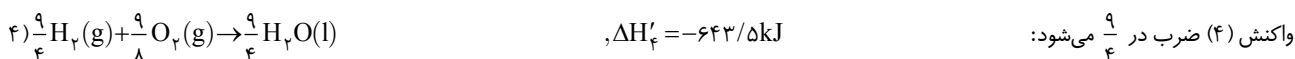
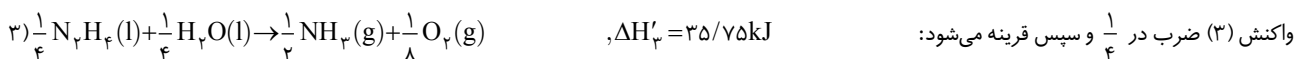
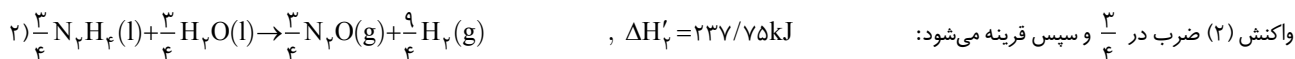
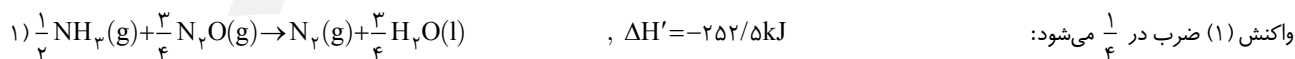
اوره ($CO(NH_2)_2$):

بنابراین درصد جرمی اکسیژن در ترکیب داده شده از ترکیبات بنزوئیک اسید و اوره بیشتر است.



۳- گزینه ۲ واکنش هدف، سوختن هیدرازین است:

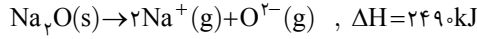
ابتدا ΔH سوختن هیدرازین را به کمک قانون هس محاسبه می‌کنیم:



سیس مقدار گرمای حاصل از سوختن ۶۴ گرم هیدرازین را به دست می‌آوریم:

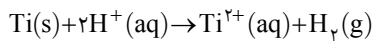
$$? \text{ kJ} = 64 \text{ g N}_2\text{H}_4 \times \frac{1 \text{ mol N}_2\text{H}_4}{32 \text{ g N}_2\text{H}_4} \times \frac{622 \text{ kJ}}{1 \text{ mol N}_2\text{H}_4} = 1244 \text{ kJ}$$

اکنون مقدار مول یون‌های حاصل از واکنش فروپاشی شبکه بلور سدیم اکسید را محاسبه می‌کنیم:



$$? \text{ mol ion} = 1244 \text{ kJ} \times \frac{1 \text{ mol ion}}{2490 \text{ kJ}} = 1/2 \text{ mol ion}$$

۴- گزینه ۴ با توجه به عدد منفی ولت‌سنج، آلیاژ نقش آند و هیدروژن نقش کاتد را دارد.



pH محلول کاتدی از صفر به ۰/۷ رسیده است. غلظت H^+ را محاسبه می‌کنیم:

$$[\text{H}^+] = 10^{-\text{pH}} = 10^{-0.7} = 10^{-0.3} \times 10^{-1} = 10^{\log 2} \times 10^{-1} = 2 \times 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$$

غلظت اولیه H^+ هم با توجه به اطلاعات سلول گالوانی برابر 1 mol.L^{-1} است، پس تغییر غلظت H^+ برابر است با:

$$\text{SHE در محلول الکترولیت } \text{H}^+ \text{ تغییر غلظت} = 1 - 0.2 = 0.8 \text{ mol.L}^{-1}$$

جرم تیتانیم مصرفی را محاسبه می‌کنیم:

$$? \text{ g Ti} = 0.8 \text{ L H}^+ \text{ محلول} \times \frac{0.8 \text{ mol H}^+}{1 \text{ L H}^+ \text{ محلول}} \times \frac{1 \text{ mol Ti}}{2 \text{ mol H}^+} \times \frac{48 \text{ g Ti}}{1 \text{ mol Ti}} = 96 \text{ g Ti}$$

جرم آلیاژ به $480 - 96 = 384 \text{ g}$ می‌رسد و درصد جرمی تیتانیم در آن ۵۰٪ است، بنابراین:

$$\text{Ti درصد جرمی جدید} = \frac{\text{جرم Ti}}{\text{جرم کل}} \times 100 \Rightarrow 50 = \frac{x}{384} \times 100 \Rightarrow x = 192 \text{ g Ti}$$

پس جرم Ti در آلیاژ اولیه برابر $(192 + 96) = 288 \text{ g}$ بوده و درصد جرمی Ti در آلیاژ اولیه برابر است با:

$$\text{Ti درصد جرمی اولیه} = \frac{\text{جرم Ti}}{\text{جرم کل}} \times 100 = \frac{288}{480} \times 100 = 60\%$$

پاسخ تشریحی آزمون جامع (۱)

۱- گزینه ۴ ابتدا ΔH واکنش را با توجه به نمودار انرژی - پیشرفت داده شده محاسبه می‌کنیم:

$$\Delta H = E_a(\text{رفت}) - E_a(\text{برگشت}) = 134 - 360 = -226 \text{ kJ}$$

سپس حجم گاز تولید شده را به دست می‌آوریم:

$$\text{گاز } L = 45/2 \text{ kJ} \times \frac{22/4 \text{ L گاز}}{226 \text{ kJ}} \times \frac{1 \text{ mol گاز}}{22.4 \text{ L}} = 8/96 \text{ L گاز}$$

روش اول (کسر تبدیل):

$$\frac{\text{لیتر گاز}}{\text{حجم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{Q}{\Delta H} \Rightarrow \frac{x \text{ L گاز}}{2 \times 22/4} = \frac{45/2}{226} \Rightarrow x = 8/96 \text{ L گاز}$$

روش دوم (تناسب):

۲- گزینه ۱ (رفت) E_{a1} و (رفت) E_{a2} انرژی فعال‌سازی رفت به ترتیب در غیاب و در حضور کاتالیزگر و E_{a1} (برگشت) E_{a2} انرژی فعال‌سازی برگشت به ترتیب در غیاب و در حضور کاتالیزگر هستند.

$$(E_{a1}(\text{رفت}) + E_{a1}(\text{برگشت})) - (E_{a2}(\text{رفت}) + E_{a2}(\text{برگشت})) = 40 \Rightarrow E_{a1}(\text{رفت}) + E_{a1}(\text{برگشت}) - E_{a2}(\text{رفت}) - E_{a2}(\text{برگشت}) = 40 \quad (I)$$

می‌دانیم که کاتالیزگر انرژی فعال‌سازی رفت و برگشت را به یک اندازه کاهش می‌دهد، پس داریم:

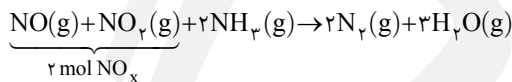
$$E_{a1}(\text{رفت}) - E_{a2}(\text{رفت}) = E_{a1}(\text{برگشت}) - E_{a2}(\text{برگشت}) \quad (II)$$

$$\xrightarrow{(I); (II)} E_{a1}(\text{رفت}) - E_{a2}(\text{رفت}) = E_{a1}(\text{برگشت}) - E_{a2}(\text{برگشت}) = 20 \text{ kJ} \quad (III) \quad \text{پس می‌توان نوشت:}$$

انرژی فعال‌سازی رفت و برگشت هر دو ۲۰ کیلوژول کاهش یافته است که این مقدار برای انرژی فعال‌سازی رفت معادل ۱۰٪ است. پس:

$$20 = \frac{10}{100} (E_{a1}(\text{رفت})) \Rightarrow E_{a1}(\text{رفت}) = 200 \text{ kJ} \Rightarrow E_{a2}(\text{رفت}) = 200 - 20 = 180 \text{ kJ}$$

۳- گزینه ۱ معادله موازنه شده واکنش حذف اکسیدهای نیتروژن در مبدل خودروهای دیزلی:



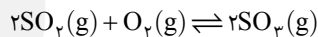
$$? \text{ g NH}_3 = 300 \text{ km} \times \frac{2/24 \text{ L NO}_x}{1 \text{ km}} \times \frac{1 \text{ mol NO}_x}{22/4 \text{ L NO}_x} \times \frac{2 \text{ mol NH}_3}{2 \text{ mol NO}_x} \times \frac{17 \text{ g NH}_3}{1 \text{ mol NH}_3} = 510 \text{ g NH}_3$$

روش اول (کسر تبدیل):

۴- گزینه ۳ ابتدا در تعادل اولیه حجم ظرف را محاسبه می‌کنیم:

$$K = \frac{[\text{SO}_2]^2}{[\text{SO}_2]^2 [\text{O}_2]} = \frac{(n_{\text{SO}_2})^2}{(n_{\text{SO}_2})^2 \times n_{\text{O}_2}} \times V \Rightarrow 10 = \frac{(0/4)^2}{(0/8)^2 (0/1)} \times V \Rightarrow V = 4 \text{ L}$$

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:



$$\text{مقدار مول SO}_2 \text{ در تعادل جدید} = 0/4 + 2x = 0/8 \Rightarrow 2x = 0/4 \Rightarrow x = 0/2$$

مول در نخستین لحظه تغییر	۰/۸	۰/۱+a	۰/۴
تغییرات مول	-2x	-x	+2x
مول تعادلی	۰/۸-2x	۰/۱+a-x	۰/۴+2x

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 اکسیژن اضافه شده به سامانه را به دست می‌آوریم:

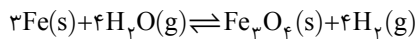
$$K = \frac{[\text{SO}_3]^2}{[\text{SO}_2]^2 [\text{O}_2]} = \frac{(n_{\text{SO}_3})^2}{(n_{\text{SO}_2})^2 \times n_{\text{O}_2}} \times V \Rightarrow 10 = \frac{(0/8)^2}{(0/4)^2 (a-0/1)} \times 4$$

$$\Rightarrow a - 0/1 = 1/6 \Rightarrow a = 1/6 \text{ mol}$$

$$? \text{ g O}_2 = 1/6 \text{ mol O}_2 \times \frac{32 \text{ g O}_2}{1 \text{ mol O}_2} = 54/4 \text{ g O}_2$$

جرم گاز اکسیژن اضافه شده برابر است با:

۵- گزینه ۱ 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.



مول اولیه	۱	۱	۰	۰
تغییرات مول	-۳x	-۴x	+x	+۴x
مول تعادلی جدید	۱-۳x	۱-۴x	x	۴x

$$K = \frac{[\text{H}_2]^4}{[\text{H}_2\text{O}]^4} = \frac{(n_{\text{H}_2})^4}{(n_{\text{H}_2\text{O}})^4} \times V^0 \Rightarrow \frac{(4x)^4}{(1-4x)^4} = \frac{81}{16}$$

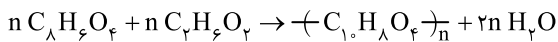
ریشه ۴ $\rightarrow \frac{4x}{1-4x} = \frac{3}{2}$

$$\Rightarrow 8x = 3 - 12x \Rightarrow 20x = 3 \Rightarrow x = 0.15$$

غلظت تعادلی بخار آب برابر است با:

$$[\text{H}_2\text{O}] = \frac{n}{V} = \frac{1 - 4(0.15)}{2} = 0.2 \text{ mol.L}^{-1}$$

۶- گزینه ۴ معادله موازنه شده واکنش تهیه PET از مونومرهای سازنده‌اش:



تهیه ترفتالیک اسید از پارازایلن: $\text{C}_8\text{H}_{10} + \text{ماده اکسندۀ} \rightarrow \text{C}_8\text{H}_6\text{O}_4$
 تهیه اتیلن گلیکول از اتن: $\text{C}_2\text{H}_4 + \text{ماده اکسندۀ} \rightarrow \text{C}_2\text{H}_6\text{O}_2$

$$? \text{ g C}_2\text{H}_4 = 200 \text{ g PET} \times \frac{\text{خالص } 72 \text{ g}}{100 \text{ g}} \times \frac{1 \text{ mol PET}}{192 \text{ ng PET}} \times \frac{n \text{ mol الکل}}{1 \text{ mol PET}} \times \frac{1 \text{ mol C}_2\text{H}_4}{1 \text{ mol الکل}} \times \frac{28 \text{ g C}_2\text{H}_4}{1 \text{ mol C}_2\text{H}_4} \times \frac{100 \text{ g C}_2\text{H}_4 \text{ خالص}}{84 \text{ g C}_2\text{H}_4}$$

$$= 25 \text{ g C}_2\text{H}_4 \text{ خالص}$$

$$? \text{ g C}_8\text{H}_{10} = 200 \text{ g PET} \times \frac{\text{خالص } 72 \text{ g}}{100 \text{ g}} \times \frac{1 \text{ mol PET}}{192 \text{ ng PET}} \times \frac{n \text{ mol دی اسید}}{1 \text{ mol PET}} \times \frac{1 \text{ mol C}_8\text{H}_{10}}{1 \text{ mol دی اسید}} \times \frac{106 \text{ g C}_8\text{H}_{10}}{1 \text{ mol C}_8\text{H}_{10}} \times \frac{100 \text{ g C}_8\text{H}_{10} \text{ خالص}}{75 \text{ g C}_8\text{H}_{10}}$$

$$= 106 \text{ g C}_8\text{H}_{10} \text{ خالص}$$

پس در مجموع ۱۳۱g (۲۵+۱۰۶) از اتن و پارازایلن خالص نیاز است.

۷- گزینه ۲ معادله موازنه شده واکنش اول: $\text{CH}_4(g) + \text{H}_2\text{O}(g) \rightarrow \text{CO}(g) + 3\text{H}_2(g)$
 معادله موازنه شده واکنش دوم: $\text{CO}(g) + 2\text{H}_2(g) \rightarrow \text{CH}_3\text{OH}(g)$

توجه: در حل مسئله، هنگام نوشتن کسرهای مربوط به مول مواد، از روابط مولی میان CH_4 ، CO و CH_3OH استفاده کنید و از روابط مولی میان CH_4 ، CO و CH_3OH استفاده نکنید؛ زیرا مقدار H_2 تولید شده در واکنش اول بیشتر از میزان H_2 لازم در واکنش دوم است و استفاده از آن در انجام محاسبات، سبب ایجاد خطا می‌شود.

روش اول (کسر تبدیل):

$$? \text{ g CH}_3\text{OH} = 100 \text{ L CH}_4 \times \frac{1 \text{ mol CH}_4}{22.4 \text{ L CH}_4} \times \frac{1 \text{ mol CO}}{1 \text{ mol CH}_4} \times \frac{70\%}{100} \times \frac{1 \text{ mol CH}_3\text{OH}}{1 \text{ mol CO}} \times \frac{32 \text{ g CH}_3\text{OH}}{1 \text{ mol CH}_3\text{OH}} \times \frac{50\%}{100} = 50 \text{ g CH}_3\text{OH}$$

بازده واکنش دوم / بازده واکنش اول

روش دوم (تناسب): با یکسان کردن ضربات ماده‌های مشترک داریم:

$$\text{CH}_4 \sim \text{CO} \sim \text{CH}_3\text{OH}$$

$$\frac{R_1 \times R_2}{100 \times 100} \times \text{لیتر متان} = \frac{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}}{1 \times 22.4 / 4} \Rightarrow \frac{100 \times 70 \times 50}{100 \times 100} = \frac{x \text{ g CH}_3\text{OH}}{1 \times 32} \Rightarrow x = 50 \text{ g CH}_3\text{OH}$$

پاسخ تشریحی آزمون جامع (۲)

۱- گزینه ۳ (رفت) E_{a_1} و (رفت) E_{a_2} انرژی فعال‌سازی رفت به ترتیب در غیاب و در حضور کاتالیزگر است و (برگشت) E_{a_1} و (برگشت) E_{a_2} انرژی

فعال‌سازی برگشت به ترتیب در غیاب و در حضور کاتالیزگر است.

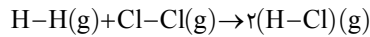
برای ΔH واکنش داریم:

$$E_{a_1}(\text{رفت}) - E_{a_1}(\text{برگشت}) = \Delta H$$

$$E_{a_2}(\text{رفت}) - E_{a_2}(\text{برگشت}) = \Delta H$$

$$(E_{a_1}(\text{رفت}) + E_{a_2}(\text{رفت})) - (E_{a_1}(\text{برگشت}) + E_{a_2}(\text{برگشت})) = 2\Delta H$$

$$1116 - 1484 = 2\Delta H \Rightarrow \Delta H = -184 \text{ kJ}$$



معادله واکنش:

محاسبه آنتالپی واکنش به کمک آنتالپی‌های پیوند به صورت زیر است:

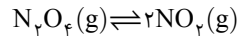
$$\Delta H = [\Delta H(H-H) + \Delta H(Cl-Cl)] - [2\Delta H(H-Cl)]$$

$$\Rightarrow -184 = [436 + \Delta H(Cl-Cl)] - [2(431)] \Rightarrow \Delta H(Cl-Cl) = 242 \text{ kJ}$$

۲- گزینه ۲ 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:

مول در نخستین لحظه تغییر	۲+۱	۳
تغییرات مول	-x	+2x
مول تعادلی	۳-x	۳+2x

$$K = \frac{[NO_2]^2}{[N_2O_4]} = \frac{(n_{NO_2})^2}{n_{N_2O_4}} \times V^{-1} \Rightarrow \frac{3}{2} = \frac{(3+2x)^2}{3-x} \times \frac{1}{6} \Rightarrow 9+4x^2+12x = 27-9x$$

$$\Rightarrow 4x^2 + 21x - 18 = 0$$

پاسخ معادله درجه ۲ به صورت $x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$ است و در این معادله داریم: $a=4$ و $b=21$ و $c=-18$

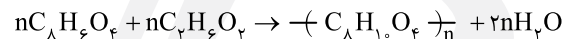
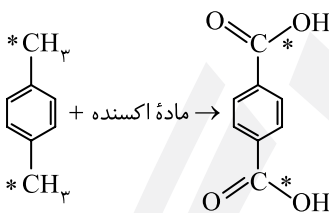
$$x = \frac{-21 \pm \sqrt{21^2 + 4(4)(18)}}{8} = \frac{-21 \pm \sqrt{729}}{8} = \frac{-21 \pm 27}{8} \Rightarrow \begin{cases} x = -6 & (\text{غ ق ق}) \\ x = \frac{3}{4} & (\text{ق ق}) \end{cases}$$

$$[NO_2] = \frac{n}{V} = \frac{3 + 2(0.75)}{6} = 0.75 \text{ mol.L}^{-1}$$

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.

۳- گزینه ۲ معادله واکنش تبدیل پارازیلین به ترفتالیک اسید:



معادله موازنه شده واکنش تهیه PET از ترفتالیک اسید و اتیلن گلیکول:

در واکنش تبدیل پارازیلین 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 پارازیلین به یک مول ترفتالیک اسید، ۱۲ مول الکترون مبادله می‌شود.

$$? \text{ g PET} = \frac{3}{6} \times 12 \times 10^{23} e^- \times \frac{1 \text{ mol } e^-}{6.02 \times 10^{23} e^-} \times \frac{1 \text{ mol } C_8H_4O_4}{12 \text{ mol } e^-} \times \frac{1 \text{ mol } C_8H_6O_4}{1 \text{ mol } C_8H_4O_4} \times \frac{1 \text{ mol PET}}{n \text{ mol } C_8H_6O_4} \times \frac{192 \text{ ng PET}}{1 \text{ mol PET}} \times \frac{10^9}{10^3} = 76/18 \text{ g PET}$$

بازده درصدی

۴- گزینه ۲ ابتدا مقدار مول باز تولیدی (KOH) را محاسبه می‌کنیم:

$$? \text{ mol KOH} = 100 \text{ g } C_7H_4 \times \frac{10 \text{ g } C_7H_4}{100 \text{ g } C_7H_4} \times \frac{1 \text{ mol } C_7H_4}{28 \text{ g } C_7H_4} \times \frac{2 \text{ mol KOH}}{3 \text{ mol } C_7H_4} \times \frac{56}{100} = 1/6 \text{ mol KOH}$$

بازده درصدی

سپس غلظت محلول نیتریک اسید را محاسبه می‌کنیم:

$$pH = -\log[H^+] \Rightarrow [H^+] = 10^{-pH} = 10^{-0.4} = 10^{0.6} \times 10^{-1} = 10^{0.2} \log 2 \times 10^{-1} = 4 \times 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1} \xrightarrow{[H^+] = M} M = 4 \times 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$$

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:

$$M = \frac{n}{V} \Rightarrow 0.4 = \frac{1/6 \text{ mol}}{x \text{ L}} \Rightarrow x = 4 \text{ L}$$

۵- گزینه ۲ عبارتهای (الف) و (ب) درست هستند. تعادل در ظرف A به دلیل حضور کاتالیزگر زودتر برقرار می‌شود.

بررسی عبارت‌ها:

(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.

(ب) چون سرعت واکنش در ظرف A به دلیل حضور کاتالیزگر بیشتر است، در لحظه $t=90s$ که هنوز در ظرف B به تعادل نرسیده‌ایم، غلظت گاز کلر در ظرف A بیشتر است.
(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

$$K = \frac{[PCl_3][Cl_2]}{[PCl_5]} \Rightarrow \frac{x^2}{2-x} = \frac{1}{2} \Rightarrow x^2 = \frac{2-x}{2} \Rightarrow 2x^2 + x - 2 = 0$$

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} = \frac{-1 \pm \sqrt{1 - 4(1)(-2)}}{2} \Rightarrow \begin{cases} x = 0/4 & \text{(ق ق)} \\ x = -0/5 & \text{(غ ق ق)} \end{cases}$$

$$R(PCl_5) = \frac{-\Delta[PCl_5]}{\Delta t} = \frac{0/4 \text{ mol.L}^{-1}}{2 \times 60s} = \frac{1}{300} \text{ mol.L}^{-1}.s^{-1}$$

(ت) در لحظه $t=3 \text{ min}$ در هر دو ظرف تعادل برقرار است و مجموع مول‌های گازی در هر دو ظرف یکسان است.

پاسخ تشریحی 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- گزینه 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:

پاسخ معادله درجه ۲ به صورت $x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$ است و در این معادله داریم: $a=6$ و $b=-700$ ، $c=20000$

$$x = \frac{700 \pm \sqrt{700^2 - 4(6)(20000)}}{12} = \frac{700 \pm \sqrt{10000}}{12} = \frac{700 \pm 100}{12} \Rightarrow \begin{cases} x_1 = \frac{200}{3} \\ x_2 = 50 \end{cases}$$

دو مقدار برای (برگشت) E_a به دست می‌آید که باید بررسی کنیم و ببینیم کدام جواب شرط مسئله را دارد.

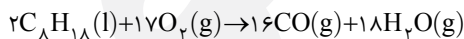
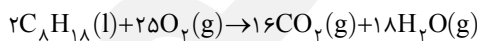
$$x_1 = \frac{200}{3} \Rightarrow E_a(\text{رفت}) = 200 - \frac{200}{3} = \frac{400}{3} \quad \left(\frac{400}{3} = 2\left(\frac{200}{3}\right)\right)$$

$$x_2 = 50 \Rightarrow E_a(\text{رفت}) = 200 - 50 = 150 \quad (150 > 2(50))$$

$$\frac{E_a(\text{رفت})}{\Delta H} = \frac{150}{150 - 50} = \frac{3}{2}$$

پس x_2 قابل قبول است و برای نسبت داده شده می‌نویسیم:

۲- گزینه 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:

$$? \text{ kg } CO_2 = 38L \text{ بنزین} \times \frac{0/7 \text{ kg}}{1L \text{ بنزین}} \times \frac{10^3 \text{ mol}}{114 \text{ kg}} \times \frac{16 \text{ mol } CO_2}{2 \text{ mol}} \times \frac{44 \text{ kg } CO_2}{10^3 \text{ mol}} \times \frac{60}{100} = 49/28 \text{ kg } CO_2$$

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:

$$? \text{ kg } \text{بنزین} = 15/68 \text{ kg } CO \times \frac{10^3 \text{ mol } CO}{28 \text{ kg } CO} \times \frac{2 \text{ mol } \text{بنزین}}{16 \text{ mol } CO} \times \frac{114 \text{ kg}}{10^3 \text{ mol}} = 7/98 \text{ kg}$$

$$\text{بنزین کل} = 38L \text{ بنزین} \times \frac{0/7 \text{ kg}}{1L \text{ بنزین}} = 26/6 \text{ kg}$$

$$\text{جرم بنزین نسوخته} = 26/6 - (26/6 \times \frac{60}{100} + 7/98) = 2/66 \text{ kg}$$

$$\text{جرم } CO \text{ تولید شده} + \text{جرم } CO_2 \text{ تولید شده} = 2/66 + 49/28 + 15/68 = 67/62 \text{ kg}$$

۳- گزینه ۳ طبق اطلاعات جدول موجود در صورت مسئله، داریم:

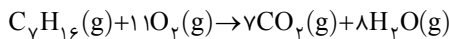
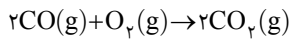
به ازای طی یک کیلومتر مسافت	کاهش مقدار CO: $6/19 - 0/59 = 5/6g$ CO
	کاهش مقدار C_7H_{16} : $1/67 - 0/17 = 1/5g$ C_7H_{16}
	کاهش مقدار NO: $1/04 - 0/14 = 0/9g$ NO

پس مبدل کاتالیستی در مجموع به ازای طی هر کیلومتر، از ورود مقدار $8g$ ($5/6 + 1/5 + 0/9$) آلاینده به هوا کره جلوگیری می‌کند.

اکنون مسافتی که خودرو در یک روز طی می‌کند را محاسبه می‌کنیم:

$$? km = 1 \text{ روز} \times \frac{1 \text{ ماه}}{30 \text{ روز}} \times \frac{4800g \text{ آلاینده}}{1 \text{ ماه}} \times \frac{1 km}{8g \text{ آلاینده}} = 20 km$$

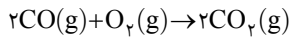
در مقابل، معادله‌های واکنش‌های آلاینده‌های حاوی اتم کربن که به تولید گاز کربن دی‌اکسید منجر می‌شود، ارائه شده است:



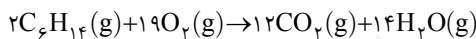
$$? L CO_2 = 20 km \times \frac{5/6g CO}{1 km} \times \frac{1 mol CO}{28g CO} \times \frac{2 mol CO_2}{2 mol CO} \times \frac{22.4 L CO_2}{1 mol CO_2} = 12 L CO_2$$
 حذف CO:

$$? L CO_2 = 20 km \times \frac{1/5g C_7H_{16}}{1 km} \times \frac{1 mol C_7H_{16}}{100g C_7H_{16}} \times \frac{7 mol CO_2}{1 mol C_7H_{16}} \times \frac{22.4 L CO_2}{1 mol CO_2} = 63 L CO_2$$
 حذف C_7H_{16} :

پس در مجموع $183L$ ($12 + 63$) گاز کربن دی‌اکسید تولید می‌شود.



۴- گزینه ۳ برای حذف گازهای CO و C_7H_{16} واکنش‌های موازنه شده مقابل انجام می‌شود:



از مقدار بخار آب تولید شده، جرم C_7H_{16} مصرفی و کربن دی‌اکسید تولیدی در واکنش دوم را محاسبه می‌کنیم:

$$? g C_7H_{16} = 126g H_2O \times \frac{1 mol H_2O}{18g H_2O} \times \frac{2 mol C_7H_{16}}{14 mol H_2O} \times \frac{98g C_7H_{16}}{1 mol C_7H_{16}} = 86g C_7H_{16}$$

$$? g CO_2 = 126g H_2O \times \frac{1 mol H_2O}{18g H_2O} \times \frac{12 mol CO_2}{14 mol H_2O} \times \frac{44g CO_2}{1 mol CO_2} = 264g CO_2$$

پس مقدار کربن دی‌اکسید تولیدی در واکنش اول برابر $440g$ ($264 - 704$) است. حال مقدار CO مصرفی در واکنش اول را محاسبه می‌کنیم:

$$? g CO = 440g CO_2 \times \frac{1 mol CO_2}{44g CO_2} \times \frac{2 mol CO}{2 mol CO_2} \times \frac{28g CO}{1 mol CO} = 280g CO$$

$$? g CO (\text{حذف شده}) = 1 km \times \frac{280g CO}{50km} = 5/6g CO$$
 اکنون مقدار CO حذف شده به ازای طی یک کیلومتر مسافت را به دست می‌آوریم:

$$6/2 - a = 5/6 \Rightarrow a = 0/6$$

پس طبق جدول صورت تست داریم:

مقدار C_7H_{16} حذف شده به ازای طی یک کیلومتر مسافت را به دست می‌آوریم:

$$? g C_7H_{16} (\text{حذف شده}) = 1 km \times \frac{86g C_7H_{16}}{50km} = 1/72g C_7H_{16}$$

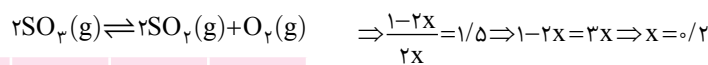
$$b - 0/8 = 1/72 \Rightarrow b = 1/8$$

پس طبق جدول صورت تست داریم:

$$a + b = 0/6 + 1/8 = 2/4$$

در نتیجه مقدار $a + b$ برابر است با:

۵- گزینه ۲ در مورد تعادل اول سوالی مطرح نشده، بنابراین آن را نادیده گرفته و مستقیماً به سراغ تعادل دوم می‌رویم. اگر در هنگام تعادل درصد مولی SO_3 ، $1/5$ برابر درصد مولی SO_2 باشد، یعنی مول‌های SO_3 ، $1/5$ برابر مول‌های SO_2 است.



مول اولیه	۱	۰	a
تغییر مول	-2x	+2x	+x
مول نهایی	1-2x	2x	a+x

$$K = \frac{[SO_2]^2 [O_2]}{[SO_3]^2} \Rightarrow 0/5 = \frac{(n_{SO_2})^2 \times n_{O_2}}{(n_{SO_3})^2} \times \frac{1}{V} \Rightarrow 0/5 = \frac{(0/4)^2 (a+0/2)}{(0/6)^2} \times \frac{1}{0/4}$$

$$\Rightarrow a + 0/2 = 0/45 \Rightarrow a = 0/25 mol$$

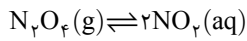
$$? g O_2 = 0/25 mol O_2 \times \frac{32g O_2}{1 mol O_2} = 8g O_2$$

جرم گاز اکسیژن اضافه شده برابر است با:

۴- گزینه ۴ ابتدا مقدار مول اولیه N_2O_4 را محاسبه می‌کنیم:

$$N_2O_4 \text{ مول اولیه} = 552 \text{ g } N_2O_4 \times \frac{1 \text{ mol } N_2O_4}{92 \text{ g } N_2O_4} = 6 \text{ mol } N_2O_4$$

سیس به کمک جدول تغییر مول مواد شرکت‌کننده و ثابت تعادل، مقدار مول‌های تعادلی را به دست می‌آوریم:



مول اولیه	۶	۰
تغییرات مول	-x	+2x
مول تعادلی	6-x	2x

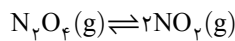
$$K = \frac{[NO_2]^2}{[N_2O_4]} = \frac{(n_{NO_2})^2}{n_{N_2O_4}} \times \frac{1}{V} \Rightarrow 2 = \frac{(2x)^2}{6-x} \times \frac{1}{2} \Rightarrow \frac{4x^2}{6-x} = 4 \Rightarrow 4x^2 + 4x - 24 = 0 \Rightarrow x^2 + x - 6 = 0$$

پاسخ معادله درجه ۲ به صورت $x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$ است، در این معادله داریم: $a=1$ و $b=1$ و $c=-6$

$$x = \frac{-1 \pm \sqrt{1^2 + 4(1)(6)}}{2} = \frac{-1 \pm \sqrt{25}}{2} = \frac{-1 \pm 5}{2} \Rightarrow \begin{cases} x = +2 & \text{(ق ق)} \\ x = -3 & \text{(غ ق ق)} \end{cases}$$

$$N_2O_4 \text{ تعادلی مول} = 6 - x = 6 - 2 = 4 \text{ mol}$$

$$NO_2 \text{ تعادلی مول} = 2x = 2 \times 2 = 4 \text{ mol}$$



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	+2y
مول تعادلی	4-y	4+2y

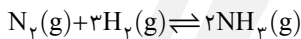
$$K = \frac{[NO_2]^2}{[N_2O_4]} = \frac{(n_{NO_2})^2}{n_{N_2O_4}} \times V^{-1} \Rightarrow 2 = \frac{(4+2y)^2}{4-y} \times \frac{1}{6} \Rightarrow 16 + 4y^2 + 16y = 48 - 12y \Rightarrow 4y^2 + 28y - 32 = 0 \Rightarrow y^2 + 7y - 8 = 0$$

در این معادله داریم: $a=1$ و $b=7$ و $c=-8$

$$y = \frac{-7 \pm \sqrt{7^2 + 4(1)(-8)}}{2} = \frac{-7 \pm \sqrt{17}}{2} \Rightarrow \begin{cases} y = 1 & \text{(ق ق)} \\ y = -8 & \text{(غ ق ق)} \end{cases}$$

$$\%50 = \frac{6 \times 46}{(6 \times 46) + (3 \times 92)} \times 100 \Rightarrow \text{درصد جرمی } NO_2 \text{ در تعادل جدید}$$

بنابراین در تعادل جدید ۶ مول NO_2 و ۳ مول N_2O_4 داریم:

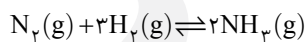


۷- گزینه ۳ معادله موازنه شده واکنش تولید NH_3 در فرایند هابر:

$$? \text{ mol } N_2 = 28 \text{ g } N_2 \times \frac{1 \text{ mol } N_2}{28 \text{ g } N_2} = 1 \text{ mol } N_2$$

ابتدا مول اولیه گازهای N_2 و H_2 را محاسبه می‌کنیم:

$$? \text{ mol } H_2 = 52 \text{ g } H_2 \times \frac{1 \text{ mol } H_2}{2 \text{ g } H_2} = 26 \text{ mol } H_2$$



سیس جدول تغییرات مول را رسم می‌کنیم و ثابت تعادل واکنش را در دماهای $200^\circ C$ و $300^\circ C$ محاسبه می‌کنیم:

مول اولیه	۱۰	۲۶	۰
تغییرات مول	-x	-3x	+2x
مول تعادلی	10-x	26-3x	2x

محاسبه ثابت تعادل واکنش در دمای $200^\circ C$: (K_1)

$$\text{درصد مولی آمونیاک} = \frac{2x}{(2x) + (10-x) + (26-3x)} \times 100 = 80 \Rightarrow x = 8$$

$$K_1 = \frac{[NH_3]^2}{[N_2][H_2]^3} = \frac{(n_{NH_3})^2}{n_{N_2} \times (n_{H_2})^3} \times V^2 = \frac{16^2}{2 \times 2^3} \times 2^2 = 64$$

محاسبه ثابت تعادل واکنش در دمای $300^\circ C$: (K_2)

$$\text{درصد مولی آمونیاک} = \frac{2x}{(2x) + (10-x) + (26-3x)} \times 100 = 50 \Rightarrow x = 6$$

$$K_2 = \frac{[NH_3]^2}{[N_2][H_2]^3} = \frac{(n_{NH_3})^2}{n_{N_2} \times (n_{H_2})^3} \times V^2 = \frac{12^2}{4 \times 8^3} \times 2^2 = \frac{9}{32}$$

$$K_1 \times K_2 = 64 \times \frac{9}{32} = 18$$

اکنون حاصل ضرب K_1 در K_2 را به دست می‌آوریم:



۸- گزینه ۱ معادله موازنه شده واکنش:

در این واکنش، عدد اکسایش ۲ اتم کربن از (-۳) به (+۳) تغییر می‌کند، پس به ازای مصرف هر مول پارازایلن، ۴ مول پتاسیم هیدروکسید تولید و ۱۲ مول الکترون

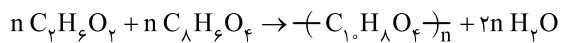
$$? \text{ mol KOH} = \frac{12 \text{ mol } e^-}{12 \text{ mol } e^-} \times \frac{4 \text{ mol KOH}}{1} = 4 \text{ mol KOH} \quad \text{مبادله می‌شود.}$$

برای خنثی کردن ۴٪ مول KOH به ۴٪ مول اسید تک‌ظرفیتی مانند استیک اسید نیاز است. غلظت محلول استیک اسید را محاسبه می‌کنیم ($K_a < 10^{-3}$):

$$pH = -\log[H^+] \Rightarrow [H^+] = 10^{-pH} = 10^{-2/7} = 10^{-3/7} \times 10^{-3} = 10^{\log 2} \times 10^{-3} = 2 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$K_a = \frac{[H^+]^2}{M} \Rightarrow 2 \times 10^{-5} = \frac{(2 \times 10^{-3})^2}{M} \Rightarrow M = 0.2 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$M = \frac{n}{V} \Rightarrow 0.2 = \frac{0.4 \text{ mol}}{V} \Rightarrow V = 0.2 \text{ L} = 200 \text{ mL}$$



اتیلن گلیکول با ترفتالیک اسید تولیدی به صورت مقابل واکنش می‌دهد:

$$? \text{ g } C_7H_6O_2 = \frac{12 \text{ mol } e^-}{12 \text{ mol } e^-} \times \frac{1 \text{ mol } C_8H_6O_4}{n \text{ mol } C_8H_6O_4} \times \frac{62 \text{ g } C_7H_6O_2}{1 \text{ mol } C_7H_6O_2} = 0.62 \text{ g } C_7H_6O_2$$