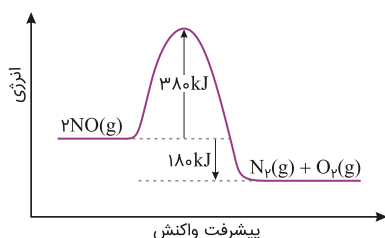


گزینه ۴

۱



بررسی عبارت‌های نادرست:  
(الف)

$$? \text{ mol N}_2 = 0.25 \text{ mol NO} \times \frac{1 \text{ mol N}_2}{2 \text{ mol NO}} = 0.125 \text{ mol N}_2$$

$$? \text{ kJ} = 0.25 \text{ mol NO} \times \frac{180 \text{ kJ}}{2 \text{ mol NO}} = 22.5 \text{ kJ}$$

(ت) کاتالیزگر سطح انرژی واکنش‌دهنده‌ها و فرآورده‌ها و تفاوت آن‌ها ( $\Delta H$ ) را تغییر نمی‌دهد.

گزینه ۴

۲

$$\begin{cases} \text{آب } 2.5 \text{ L} = 2.5 \text{ kg} \\ \text{اتیلن گلیکول } 2 \text{ L} = 2 \times 1/1 = 2/2 \text{ kg} \end{cases}$$

مقدار گرمای جذب شده توسط آب و اتیلن گلیکول را به ترتیب  $q_1$  و  $q_2$  نمایش داده و در نهایت گرمای کلی جذب‌شده توسط محلول را محاسبه می‌کنیم:

$$q_{\text{کلی}} = q_{\text{آب}} + q_{\text{اتیلن گلیکول}} \Rightarrow q_{\text{کلی}} = \underbrace{mc\Delta T}_{\text{آب}} + \underbrace{mc\Delta T}_{\text{اتیلن گلیکول}}$$

$$q_{\text{کلی}} = (2.5 \times 4/2 \times 10) + (2/2 \times 2/4 \times 10) = 157/8 \text{ kJ}$$

گزینه ۳

۳

درواقع خورشید تنها منبع حیات‌بخش انرژی است که انرژی گرمایی و نورانی آن به دلیل تبدیل ماده به انرژی است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه ۱: بدون شرح!

گزینه ۲: مصرف کلسیم نه پتاسیم!

گزینه ۴: به دلیل تفاوت در عادات‌های غذایی، سرانه مصرف مواد غذایی در کشورهای مختلف یکسان نیست.

مطابق داده‌های جدول، با گذشت زمان غلظت A کاهش و غلظت E و D افزایش یافته است؛ بنابراین A، واکنش‌دهنده و E و D فرآورده‌های حاصل از واکنش هستند. از آنجاکه اندازه تغییر غلظت مواد شرکت‌کننده در واکنش با ضرایب استوکیومتری متناسب است، می‌توانیم با محاسبه تغییر غلظت ماده A، E و D در یک بازه زمانی معین (مثلاً ثانیه ۰ تا ۱۰۰)، ضرایب استوکیومتری هریک از این مواد را به دست آوریم:

$$\Delta[A] = 0.0169 - 0.02 = -\frac{0.0031}{\Delta[B]} = \frac{0.0063}{\Delta[D]} = 0.0016$$

$$A \rightarrow E + D$$

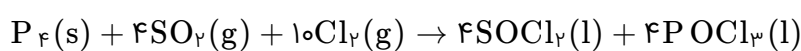
اندازه تغییر غلظت در فاصله زمانی ۰ تا ۱۰۰ :  $\frac{0.0031}{0.0063} \quad \frac{0.0063}{0.0016}$

همان‌طور که ملاحظه می‌کنید، تغییر غلظت E، تقریباً ۲ برابر A و تغییر غلظت D تقریباً  $\frac{1}{4}$  برابر A است؛ بنابراین:

$$A \rightarrow 2E + \frac{1}{4}D \Rightarrow 4A \rightarrow 8E + D$$

$$\Rightarrow \frac{\text{مجموع ضرایب استوکیومتری فرآورده‌ها}}{\text{ضرایب استوکیومتری واکنش‌دهنده}} = \frac{5}{2} = 2.5$$

برای تعیین  $\Delta H$  واکنش موردنظر با استفاده از قانون هس، واکنش اول را معکوس و چهار برابر، واکنش دوم را بدون تغییر، واکنش سوم را دو برابر و واکنش چهارم را معکوس و دو برابر کرده، باهم جمع می‌کنیم.

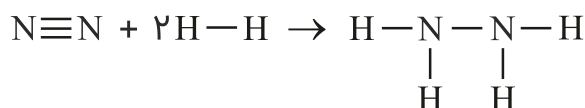


$$\Delta H = [(-4\Delta H_1) + (\Delta H_2) + (2\Delta H_3) + (-2\Delta H_4)]$$

$$\Delta H = (-44) + (-1224) + (-1300) + 404 = -2164 \text{ kJ}$$

$$\text{گرمای آزادشده} = 0.1 \text{ mol } POCl_3 \times \frac{2164 \text{ kJ}}{4 \text{ mol } POCl_3} = 54.1 \text{ kJ}$$

ابتدا با استفاده از آنتالپی پیوندهای داده‌شده،  $\Delta H$  واکنش را حساب می‌کنیم:



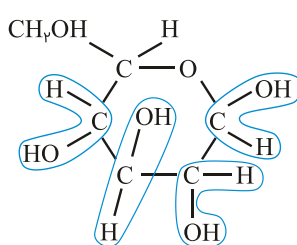
$$\Delta H = [\text{مجموع آنتالپی پیوندها در مواد فرآورده}] - [\text{مجموع آنتالپی پیوندها در مواد واکنش‌دهنده}]$$

$$\Rightarrow \Delta H = [941 + 2(435)] - [159 + 4(389)] \Rightarrow \Delta H = 1811 - 1715 = 96 \text{ kJ}$$

$$? \text{ kJ} = 3.01 \times 10^{25} (\text{مولکول } H_2) \times \frac{1 \text{ mol } H_2}{6.02 \times 10^{23} (\text{مولکول } H_2)} \times \frac{96 \text{ kJ}}{2 \text{ mol } H_2} = 2400 \text{ kJ}$$

اگرچه این ترکیب به واسطه داشتن گروه‌های هیدروکسیل، ضمن حل شدن در آب با مولکول‌های آب پیوند هیدروژنی برقرار می‌کند، اما انحلال‌پذیری آن مانند اتانول نیست. ترکیباتی مانند اتانول و استون به هر نسبتی در آب حل می‌شوند؛ درحالی‌که ترکیب داده شده (گلوکز)، مانند بسیاری از مواد محلول در آب، انحلال‌پذیری محدودی دارد. بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه ۱: در ساختار این ترکیب، چهار گروه  $\text{CHOH}$  مشاهده می‌شود که روی شکل نشان داده شده است:



گزینه ۲: در ساختار این ترکیب، پنج گروه عاملی الکلی ( $-\text{OH}$ ) و یک گروه اتری ( $-\text{O}-$ ) وجود دارد.

گزینه ۴: فرمول مولکولی این ترکیب،  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$  و فرمول هگزن  $\text{C}_6\text{H}_{12}$  است که نسبت شمار اتم‌های هیدروژن به کربن در هر دو برابر با ۲ است.

پاسخ بخش اول مسئله:

اگر مقدار اولیه واکنش‌دهنده را یک مول در نظر بگیریم، در لحظه‌ای که ۵۰ درصد ماده اولیه مصرف شده باشد، مقدار واکنش‌دهنده از یک مول به ۰/۵ مول می‌رسد. باتوجه به اینکه در هر نیم ساعت ۱۰ درصد از واکنش‌دهنده مصرف می‌شود، خواهیم داشت:

$$1 \text{ mol AB}_2 \xrightarrow{30 \text{ min}} 0.9 \text{ mol} \xrightarrow{30 \text{ min}} 0.8 \text{ mol} \xrightarrow{30 \text{ min}} 0.7 \text{ mol} \\ \xrightarrow{30 \text{ min}} 0.6 \text{ mol} \xrightarrow{30 \text{ min}} 0.5 \text{ mol}$$

$$\text{زمان لازم برای مصرف ۵۰ درصد واکنش‌دهنده} = 5 \times 30 = 150 \text{ min}$$

در حضور کاتالیزگر، در هر ۵ دقیقه ۱۰ درصد از واکنش‌دهنده مصرف می‌شود؛ بنابراین:

$$1 \text{ mol AB}_2 \xrightarrow{5 \text{ min}} 0.9 \text{ mol} \xrightarrow{5 \text{ min}} 0.8 \text{ mol} \xrightarrow{5 \text{ min}} 0.7 \text{ mol} \\ \xrightarrow{5 \text{ min}} 0.6 \text{ mol} \xrightarrow{5 \text{ min}} 0.5 \text{ mol}$$

$$\text{زمان لازم برای مصرف ۵۰ درصد واکنش‌دهنده در حضور کاتالیزگر} = 5 \times 5 = 25 \text{ min}$$

$$\text{تفاوت زمان واکنش در حضور و غیاب کاتالیزگر} = 150 - 25 = 125 \text{ min}$$

پاسخ بخش دوم مسئله:

$$\frac{\bar{R}_{\text{در حضور کاتالیزگر}}}{\bar{R}_{\text{در غیاب کاتالیزگر}}} = \frac{\frac{0.1 \text{ mol}}{5 \text{ min}}}{\frac{0.1 \text{ mol}}{30 \text{ min}}} = \frac{30}{5} = 6$$

(I) : فرمول ترکیب  $C_{11}H_{15}O_4$

(II) : فرمول ترکیب  $C_{11}H_{14}O_4$

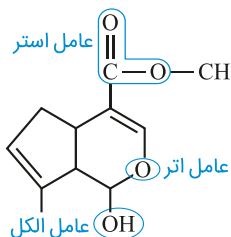
$$\Rightarrow \frac{g\ H}{g\ C} = \frac{\text{جرم مولی} \times \text{mol H}}{\text{جرم مولی} \times \text{mol C}} = \frac{14 \times 1}{11 \times 12} = 0.106$$

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه ۱: در ترکیب (II) عامل کتونی نداریم. در این ترکیب گروه‌های عاملی الکل، اتر و استر دیده می‌شود.

گزینه ۲: در ترکیب (I)، دو پیوند دوگانه و در ترکیب (II) سه پیوند دوگانه وجود دارد.

گزینه ۴: فرمول مولکولی این دو ترکیب با هم یکسان نیست (در تعداد هیدروژن تفاوت دارند)؛ بنابراین با هم ایزومر نیستند. ترکیب (I) و (II) هرکدام دارای ۴ اتم اکسیژن است. هر اتم اکسیژن دارای ۲ جفت الکترون ناپیوندی است؛ بنابراین در هریک از ترکیب‌های (I) و (II) مجموعاً ۸ جفت الکترون ناپیوندی وجود دارد.



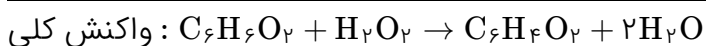
پاسخ بخش اول مسئله:

با استفاده از قانون هس،  $\Delta H$  واکنش داده‌شده را حساب می‌کنیم:

$$\frac{1}{2} \times \text{معادله اول} : H_2 + \frac{1}{2} O_2 \rightarrow H_2O, \quad \Delta H^\circ_1 = \frac{1}{2}(-572) = -286\text{ kJ}$$

$$\frac{1}{2} \times \text{وارونه معادله دوم} : H_2O_2 \rightarrow H_2O + \frac{1}{2} O_2, \quad \Delta H^\circ_2 = \frac{1}{2}(-190) = -95\text{ kJ}$$

$$\text{معادله سوم بدون تغییر} : C_6H_6O_2 \rightarrow C_6H_4O_2 + H_2, \quad \Delta H^\circ_3 = +116\text{ kJ}$$



$$\Delta H = \Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3 \Rightarrow \Delta H = -286 - 95 + 116 = -265\text{ kJ}$$

پاسخ بخش دوم مسئله:

$$\begin{aligned} ?\text{ g CO}_2 &= 100\text{ mL H}_2\text{O}_2(\text{aq}) \times \frac{1\text{ L}}{10^3\text{ mL}} \times \frac{2/5\text{ mol H}_2\text{O}_2}{1\text{ L H}_2\text{O}_2(\text{aq})} \times \frac{265\text{ kJ}}{1\text{ mol H}_2\text{O}_2} \times \frac{1\text{ mol CO}_2(\text{s})}{50\text{ kJ}} \\ &\times \frac{44\text{ g CO}_2(\text{s})}{1\text{ mol CO}_2(\text{s})} = 58/3\text{ g} \end{aligned}$$

$$t = ۳۰ \left\{ \text{جرم } \text{CO}_2 = ۶۵/۹۸ - ۶۴/۶۶ = ۱/۳۲ \text{ g} \Rightarrow n(\text{CO}_2) = ۱/۳۲ \text{ g} \times \frac{۱ \text{ mol}}{۴۴ \text{ g}} = ۳ \times ۱۰^{-۲} \text{ mol} \right.$$

$$t = ۴۰ \left\{ \text{جرم } \text{CO}_2 = ۶۵/۹۸ - ۶۴/۵۵ = ۱/۴۳ \text{ g} \Rightarrow n(\text{CO}_2) = ۱/۴۳ \text{ g} \times \frac{۱ \text{ mol}}{۴۴ \text{ g}} = ۳/۲۵ \times ۱۰^{-۲} \text{ mol} \right.$$

$$t = ۵۰ \left\{ \text{جرم } \text{CO}_2 = ۶۵/۹۸ - ۶۴/۵ = ۱/۴۸ \text{ g} \Rightarrow n(\text{CO}_2) = ۱/۴۸ \text{ g} \times \frac{۱ \text{ mol}}{۴۴ \text{ g}} = ۳/۳۶ \times ۱۰^{-۲} \text{ mol} \right.$$

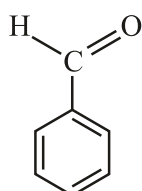
$$t = ۳۰ \text{ تا } t = ۲۰ \left\{ \Delta n(\text{CO}_2) = ۳ \times ۱۰^{-۲} - ۲/۵ \times ۱۰^{-۲} = ۵ \times ۱۰^{-۳} \Rightarrow a = ۵ \times ۱۰^{-۳} \right.$$

$$t = ۵۰ \text{ تا } t = ۴۰ \left\{ \Delta n(\text{CO}_2) = ۳/۳۶ \times ۱۰^{-۲} - ۳/۲۵ \times ۱۰^{-۲} = ۱/۱ \times ۱۰^{-۳} \Rightarrow c = ۱/۱ \times ۱۰^{-۳} \right.$$

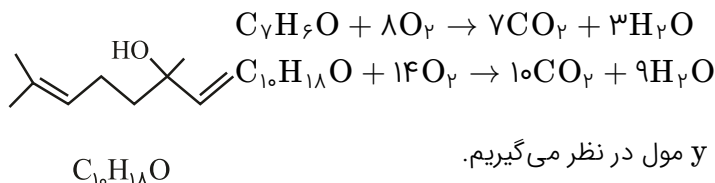
$$\frac{c}{a} = \frac{۱/۱ \times ۱۰^{-۳}}{۵ \times ۱۰^{-۳}} = ۰/۲۲$$

$$t = ۴۰ \text{ تا } t = ۳۰ \left\{ \bar{R}(\text{CO}_2) = \frac{\Delta n(\text{CO}_2)}{\Delta t} = \frac{۳/۲۵ \times ۱۰^{-۲} - ۳ \times ۱۰^{-۲}}{۴۰ - ۳۰} = \frac{۲/۵ \times ۱۰^{-۳} \text{ mol}}{۱۰ \text{ s}} = ۲/۵ \times ۱۰^{-۴} \text{ mol.s}^{-۱} \right.$$

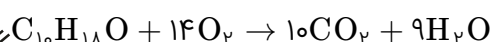
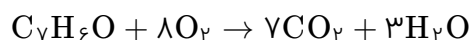
معادله سوختن هر دو ترکیب را می‌نویسیم:



بنزآلدهید ( $\text{C}_7\text{H}_6\text{O}$ )



$\text{C}_{10}\text{H}_{18}\text{O}$



مقدار بنزآلدهید را  $x$  مول و ترکیب دیگر را  $y$  مول در نظر می‌گیریم.

$$\text{CO}_2 = x \text{ mol } \text{C}_7\text{H}_6\text{O} \times \frac{۷ \text{ mol } \text{CO}_2}{۱ \text{ mol } \text{C}_7\text{H}_6\text{O}} = ۷x \text{ mol } \text{CO}_2$$

$$\text{CO}_2 = y \text{ mol } \text{C}_{10}\text{H}_{18}\text{O} \times \frac{۱۰ \text{ mol } \text{CO}_2}{۱ \text{ mol } \text{C}_{10}\text{H}_{18}\text{O}} = ۱۰y \text{ mol } \text{CO}_2$$

$$\text{H}_2\text{O} = x \text{ mol } \text{C}_7\text{H}_6\text{O} \times \frac{۳ \text{ mol } \text{H}_2\text{O}}{۱ \text{ mol } \text{C}_7\text{H}_6\text{O}} = ۳x \text{ mol } \text{H}_2\text{O}$$

$$\text{H}_2\text{O} = y \text{ mol } \text{C}_{10}\text{H}_{18}\text{O} \times \frac{۹ \text{ mol } \text{H}_2\text{O}}{۱ \text{ mol } \text{C}_{10}\text{H}_{18}\text{O}} = ۹y \text{ mol } \text{H}_2\text{O}$$

$$\begin{cases} ۷x + ۱۰y = ۹/۴ \\ ۳x + ۹y = ۷/۸ \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} -۳(۷x + ۱۰y = ۹/۴) \\ ۷(۳x + ۹y = ۷/۸) \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} -۲۱x - ۳۰y = -۲۸/۲ \\ ۲۱x + ۶۳y = ۵۴/۶ \end{cases}$$

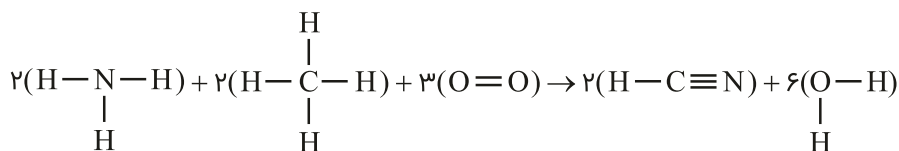
$$\Rightarrow ۳۳y = ۲۶/۴ \Rightarrow y = ۰/۸ \text{ mol}$$

تعداد مول ترکیب دوم  $۰/۸$  است.

$$۷x + ۱۰y = ۹/۴ \Rightarrow ۷x + ۱۰(۰/۸) = ۹/۴ \Rightarrow ۷x = ۱/۴ \Rightarrow x = ۰/۲ \text{ mol}$$

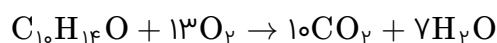
تعداد مول بنزآلدهید  $۰/۲$  است.

$$\text{درصد مولی بنزآلدهید} = \frac{۰/۲}{۰/۲ + ۰/۸} \times ۱۰۰ = ۲۰\%$$



$$\begin{aligned}\Delta H &= \left[ \text{مجموع آنتالپی پیوند} \right] - \left[ \text{مجموع آنتالپی پیوند} \right] \\ &= \left[ \text{مواد واکنش دهنده} \right] - \left[ \text{مواد فرآورده} \right] \\ \Delta H &= [6\Delta H(\text{N}-\text{H}) + 8\Delta H(\text{C}-\text{H}) + 3\Delta H(\text{O}=\text{O})] \\ &\quad - [2\Delta H(\text{C}\equiv\text{N}) + 12\Delta H(\text{O}-\text{H})] \\ \Delta H &= [6(390) + 8(414) + 3(495)] - [2(814) + 12(463)] \\ &= 7137 - 8144 = -1007 \text{ kJ}\end{aligned}$$

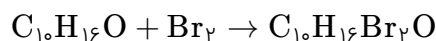
فرمول مولکولی ترکیب I،  $\text{C}_{10}\text{H}_{14}\text{O}$  و فرمول مولکولی ترکیب II،  $\text{C}_{10}\text{H}_{16}\text{O}$  است. معادله واکنش سوختن ترکیب I:



$$? \text{ L O}_2 = 7/5 \text{ g C}_{10}\text{H}_{14}\text{O} \times \frac{1 \text{ mol C}_{10}\text{H}_{14}\text{O}}{150 \text{ g C}_{10}\text{H}_{14}\text{O}} \times \frac{13 \text{ mol O}_2}{1 \text{ mol C}_{10}\text{H}_{14}\text{O}} \times \frac{22.4 \text{ L O}_2}{1 \text{ mol O}_2} = 14/56 \text{ L O}_2$$

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه ۱: تفاوت فرمول مولکولی دو ترکیب در دو اتم هیدروژن است، بنابراین تفاوت جرم مولی آن‌ها ۲ گرم است. گزینه ۲: هر مولکول از ترکیب (II) با یک مولکول برم واکنش می‌دهد، چون یک پیوند دوگانه میان اتم‌های کربن دارد.



$$? \text{ g Br}_2 = 3/8 \text{ g C}_{10}\text{H}_{16}\text{O} \times \frac{1 \text{ mol C}_{10}\text{H}_{16}\text{O}}{152 \text{ g C}_{10}\text{H}_{16}\text{O}} \times \frac{1 \text{ mol Br}_2}{1 \text{ mol C}_{10}\text{H}_{16}\text{O}} \times \frac{160 \text{ g Br}_2}{1 \text{ mol Br}_2} = 3 \text{ g Br}_2$$

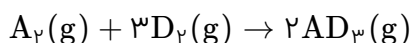
گزینه ۳: دو ترکیب همپار نیستند، زیرا فرمول مولکولی یکسان ندارند.

$$\text{دو ثانیه چهارم} \begin{cases} \bar{R}(\text{H}_2\text{O}_2) = -\frac{0.0249 - 0.03}{8 - 6} = 2/55 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}.\text{s}^{-1} \\ R(\text{واکنش}) = \frac{\bar{R}(\text{H}_2\text{O}_2)}{2} = \frac{2/55 \times 10^{-3}}{2} = 1/275 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}.\text{s}^{-1} \end{cases}$$

$$\text{ده ثانیه آخر} \begin{cases} \bar{R}(\text{H}_2\text{O}_2) = -\frac{0.0084 - 0.0209}{20 - 10} = 1/25 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}.\text{s}^{-1} \\ R(\text{واکنش}) = \frac{\bar{R}(\text{H}_2\text{O}_2)}{2} = \frac{1/25 \times 10^{-3}}{2} = 6/25 \times 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}.\text{s}^{-1} \end{cases}$$

$$\frac{R(\text{واکنش}) \text{ دو ثانیه چهارم}}{R(\text{واکنش}) \text{ ده ثانیه آخر}} = \frac{1/275 \times 10^{-3}}{6/25 \times 10^{-4}} = 2/54$$

ابتدا معادله واکنش را موازنه می‌کنیم:



باتوجه به ضرایب استوکیومتری، کاهش غلظت  $D_2$  باید سه برابر کاهش غلظت  $A_2$  باشد. اگر  $\frac{4}{5}$  مول  $D_2$  مصرف شود،  $\frac{1}{5}$  مول  $A_2$  نیز مصرف شده و  $\frac{2}{5}$  مول  $AD_3$  باقی می‌ماند.

گرمای آزادشده توسط فلزها با گرمای جذب‌شده توسط آب برابر است.

$$\begin{aligned} -[Q(\text{آهن}) + Q(\text{آلومینیوم})] &= [Q(\text{آب})] \\ -[m_1 c_1 (\theta_2 - 50) + m_2 c_2 (\theta_2 - 50)] &= [m_3 c_3 (\theta_2 - 20)] \\ -(\theta_2 - 50)[(2000 \times 0.45) + (500 \times 0.9)] &= [2000 \times 4/2](\theta_2 - 20) \\ \Rightarrow \frac{50 - \theta_2}{\theta_2 - 20} &= \frac{8400}{900 + 450} = \frac{8400}{1350} \simeq 6/22 \end{aligned}$$

کاهش دمای هر فلز برابر با  $50 - \theta_2$  و افزایش دمای آب برابر با  $\theta_2 - 20$  است.

$$\begin{aligned} 100 \text{ g تخم‌مرغ} :? \text{ kcal} &= 100 \text{ g} \times \frac{140 \text{ kcal}}{100 \text{ g}} = 140 \text{ kcal} \\ 146 \text{ g نان} :? \text{ kcal} &= 146 \text{ g} \times \frac{250 \text{ kcal}}{100 \text{ g}} = 365 \text{ kcal} \\ 50 \text{ g سیب‌زمینی} :? \text{ kcal} &= 50 \text{ g} \times \frac{70 \text{ kcal}}{100 \text{ g}} = 35 \text{ kcal} \\ \Rightarrow \text{مجموع انرژی آزادشده} &= (140 + 365 + 35) \text{ kcal} \times \frac{1000 \text{ cal}}{1 \text{ kcal}} \times \frac{4/2 \text{ J}}{1 \text{ cal}} = 2268000 \text{ J} \\ \text{روزها} &= 2268000 \text{ J} \times \frac{1 \text{ تپش}}{1 \text{ J}} \times \frac{1 \text{ دقیقه}}{75 \text{ تپش}} \times \frac{1 \text{ ساعت}}{60 \text{ دقیقه}} \times \frac{1 \text{ روز}}{24 \text{ ساعت}} = 21 \end{aligned}$$

بررسی عبارت‌ها:

(الف) درست. هر اتم نیتروژن یک جفت‌الکترون ناپیوندی و اکسیژن نیز دو جفت‌الکترون ناپیوندی و در مجموع ۵ جفت‌الکترون ناپیوندی دارد.

(ب) نادرست. دو گروه عاملی آمینی و یک گروه عاملی آمیدی دارد.

(پ) نادرست. فرمول مولکولی آن  $C_{19}H_{23}N_3O$  است.

(ت) درست.

$$\frac{\text{شمار اتم کربن}}{\text{شمار اتم نیتروژن}} = \frac{19}{3} = 6/33$$

در معادله موازنه شده واکنش، ضریب متان برابر با ۱ است؛ بنابراین سرعت مصرف این ماده با سرعت متوسط واکنش برابر خواهد بود.

$$\frac{\bar{R}_{100-150}}{\bar{R}_{400-800}} = \frac{\frac{\Delta[\text{CH}_4]}{\Delta t}}{\frac{\Delta[\text{CH}_4]}{\Delta t}} = \frac{\frac{0/0741 - 0/082}{50}}{\frac{0/017 - 0/043}{400}} = \frac{\frac{-0/0079}{50}}{\frac{-0/026}{400}}$$

$$\Rightarrow \frac{\bar{R}_{100-150}}{\bar{R}_{400-800}} = 2/43$$

پاسخ بخش اول مسئله:

$$Q = mc\Delta\theta \Rightarrow Q(\text{J}) = 2500 \text{ g} \times 0/39 \text{ J.g}^{-1}.\text{C}^{-1} \times (225 - 25)^\circ\text{C}$$

$$= 195000 \text{ J} = 195 \text{ kJ}$$

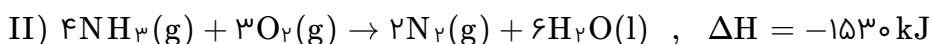
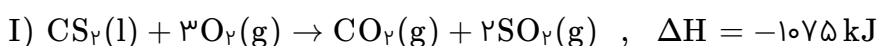
پاسخ بخش دوم مسئله:

$$\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}, \quad \Delta H = -890 \text{ kJ}$$

$$? \text{ g CH}_4 = 195 \text{ kJ} \times \frac{1 \text{ mol CH}_4}{890 \text{ kJ}} \times \frac{16 \text{ g CH}_4}{1 \text{ mol CH}_4} = 3/5 \text{ g CH}_4$$

عوامل مؤثر بر سرعت واکنش‌ها شامل: ماهیت واکنش‌دهنده، سطح تماس، دما، غلظت و کاتالیزگر.

معادله واکنش‌ها را موازنه می‌کنیم:



$$1 \text{ g NH}_3 \times \frac{1 \text{ mol NH}_3}{17 \text{ g NH}_3} \times \frac{1530 \text{ kJ}}{4 \text{ mol NH}_3} = x \text{ g CS}_2 \times \frac{1 \text{ mol CS}_2}{76 \text{ g CS}_2} \times \frac{1075 \text{ kJ}}{1 \text{ mol CS}_2} \Rightarrow x = 1/59 \text{ g CS}_2$$

$$? \text{ mol N}_2 \text{ گاز} = 1 \text{ mol NH}_3 \times \frac{2 \text{ mol N}_2}{4 \text{ mol NH}_3} = 0/5 \text{ mol N}_2$$

$$\begin{aligned} \text{اتانول تولیدشده در یک ثانیه} &= 1400 \text{ g C}_2\text{H}_5\text{F} \times \frac{1 \text{ mol C}_2\text{H}_5\text{F}}{78 \text{ g C}_2\text{H}_5\text{F}} \times \frac{1 \text{ mol C}_2\text{H}_5\text{OH}}{1 \text{ mol C}_2\text{H}_5\text{F}} \times \frac{46 \text{ g C}_2\text{H}_5\text{OH}}{1 \text{ mol C}_2\text{H}_5\text{OH}} \\ &\times \frac{1 \text{ ton C}_2\text{H}_5\text{OH}}{10^6 \text{ g C}_2\text{H}_5\text{OH}} \times \frac{10}{100} = 1/84 \times 10^{-3} \text{ ton C}_2\text{H}_5\text{OH} \end{aligned}$$

$$\text{اتانول تولیدشده در یک ساعت} = 1 \text{ h} \times \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} \times \frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}} \times \frac{1/84 \times 10^{-3} \text{ ton}}{1 \text{ s}} = 6/624 \text{ ton C}_2\text{H}_5\text{OH}$$



پاسخ بخش اول مسئله:

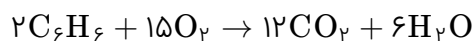
ارزش سوختی، به ازای سوختن یک گرم از ماده محاسبه می‌شود؛ بنابراین:

$$? \text{ kJ} = 1 \text{ g C}_6\text{H}_6 \times \frac{1 \text{ mol C}_6\text{H}_6}{78 \text{ g C}_6\text{H}_6} \times \frac{64 \text{ kJ}}{0.02 \text{ mol C}_6\text{H}_6} \simeq 41 \text{ kJ}$$

$$? \text{ kJ} = 1 \text{ g C}_7\text{H}_5\text{OH} \times \frac{1 \text{ mol C}_7\text{H}_5\text{OH}}{96 \text{ g C}_7\text{H}_5\text{OH}} \times \frac{138 \text{ kJ}}{0.1 \text{ mol C}_7\text{H}_5\text{OH}} = 30 \text{ kJ}$$

$$\frac{\text{ارزش سوختی بنزن}}{\text{ارزش سوختی اتانول}} = \frac{41}{30} \simeq 1/37$$

پاسخ بخش دوم مسئله:



$$? \text{ mol CO}_2 = 0.02 \text{ mol C}_6\text{H}_6 \times \frac{12 \text{ mol CO}_2}{2 \text{ mol C}_6\text{H}_6} = 0.12 \text{ mol CO}_2$$

موارد (الف) و (ب) درست‌اند.

بررسی عبارت‌ها:

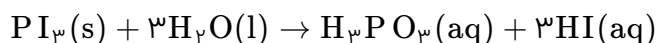
الف) درست. ظرفیت گرمایی یک نمونه ماده به جرم آن وابسته است، درحالی‌که ظرفیت گرمایی ویژه، مستقل از جرم ماده است و همواره به ازای یک گرم از ماده محاسبه می‌شود.

ب) درست.

پ) نادرست. این واکنش به دلیل تأمین شرایط بهینه برای انجام آن، بسیار دشوار و پرهزینه است.

ت) نادرست. تغییر آنتالپی هر واکنش در فشار ثابت (نه در حجم ثابت!)، برابر با مقدار گرمایی است که سامانه واکنش با محیط مبادله می‌کند.

$$\bar{R}_{\text{واکنش}} = \bar{R}_{\text{Br}_2} = \frac{\bar{R}_{\text{NO}}}{2} = \frac{1/6 \times 10^{-4}}{2} = 8 \times 10^{-5} \text{ mol.s}^{-1}$$



$$\begin{cases} n_1(\text{PI}_3) = 20/6 \text{ g} \times \frac{1 \text{ mol PI}_3}{412 \text{ g}} = 0.05 \text{ mol} \\ n_2(\text{PI}_3) = 6/12 \text{ g} \times \frac{1 \text{ mol}}{412 \text{ g}} = 0.01 \text{ mol} \end{cases}$$

$$\Delta n = n_2 - n_1 = 0.01 - 0.05 = -0.04$$

$$\Rightarrow \bar{R}_{\text{PI}_3} = -\frac{\Delta n}{\Delta t} = -\frac{-0.04 \text{ (mol)}}{120 \text{ (s)}} = 3/3 \times 10^{-4} \text{ mol.s}^{-1}$$

اکنون باتوجه به مقدار مصرفی  $\text{PI}_3$ ، مقدار مول  $\text{HI}$  و در نهایت غلظت آن را به دست می‌آوریم:  
روش اول: کسر تبدیل

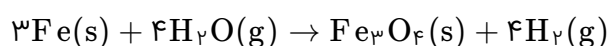
$$? \text{mol HI} = 0.04 \text{ mol PI}_3 \times \frac{3 \text{ mol HI}}{1 \text{ mol PI}_3} = 0.12 \text{ mol HI}$$

$$\Rightarrow M(\text{HI}) = \frac{n}{V} = \frac{0.12 \text{ mol}}{1 \text{ L}} = 0.12 \text{ mol.L}^{-1}$$

روش دوم: تناسب

$$\frac{\text{mol PI}_3}{\text{ضریب}} = \frac{\overbrace{M(\text{mol.L}^{-1}) \times V(\text{L})}^{\text{HI}}}{\text{ضریب}} \Rightarrow \frac{0.04}{1} = \frac{M \times 1}{3} \Rightarrow M = 0.12 \text{ mol.L}^{-1}$$

معادله موازنه شده به صورت زیر است:



بررسی گزینه‌ها:

$$\text{گزینه ۱: } \frac{\bar{R}_{\text{Fe}}}{3} = \frac{\bar{R}_{\text{H}_2}}{4} \Rightarrow \bar{R}_{\text{Fe}} = 2 \times 10^{-2} \times \frac{3}{4} = 0.015 \text{ mol.s}^{-1}$$

در هر ثانیه ۰/۰۱۵ مول  $\text{Fe}$  مصرف می‌شود نه ۰/۱۵ مول.

$$\text{گزینه ۲: } \frac{\bar{R}_{\text{Fe}_3\text{O}_4}}{1} = \frac{\bar{R}_{\text{H}_2}}{4} \Rightarrow \bar{R}_{\text{Fe}_3\text{O}_4} = \frac{2 \times 10^{-2}}{4} = 5 \times 10^{-3} \text{ mol.s}^{-1}$$

$$? \text{mol Fe}_3\text{O}_4 = 1 \text{ min} \times \frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}} \times \frac{5 \times 10^{-3} \text{ mol}}{1 \text{ s}} = 0.3 \text{ mol Fe}_3\text{O}_4$$

$$\text{گزینه ۳: } \frac{\bar{R}_{\text{H}_2\text{O}}}{4} = \frac{\bar{R}_{\text{H}_2}}{4} \Rightarrow \bar{R}_{\text{H}_2\text{O}} = 2 \times 10^{-2} \text{ mol.s}^{-1}$$

گزینه ۴: سرعت واکنش با سرعت متوسط تولید  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  که ضریب استوکیومتری ۱ دارد برابر است.

باتوجه به ساختار داده شده این ترکیب دارای فرمول مولکولی  $C_{18}H_{21}O_3N$  است.

بررسی سایر گزینه ها:

گزینه ۱: در گروه عاملی اتری اکسیژن بین دو اتم کربن قرار می گیرد و در این ساختار نیز دو گروه عاملی اتری وجود دارد. توجه فرمایید که اکسیژنی که در  $H_3CO$  وجود دارد نیز گروه عاملی اتری را به وجود می آورد.

گزینه ۳: همان طور که در ساختار مشخص است این ترکیب دارای سه اتم اکسیژن (هر یک دارای دو جفت الکترون ناپیوندی) و یک اتم نیتروژن (دارای یک جفت الکترون ناپیوندی) می باشد و در مجموع این ترکیب ۷ جفت الکترون ناپیوندی در لایه ظرفیت دارد.

گزینه ۴: مولکول دارای ۴ پیوند دوگانه است و با جذب ۴ مولکول  $H_2$  به ترکیب سیر شده تبدیل می شود.

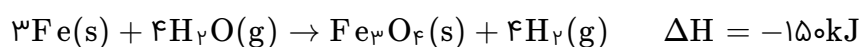
ابتدا سرعت متوسط واکنش در فاصله زمانی  $t_2$  و  $t_3$  را به دست می آوریم.

$$\begin{cases} \Delta[A] = \frac{\Delta n_A}{V} = \frac{9 - 12 \times 0.05 \text{ mol}}{4 \text{ L}} = \frac{-0.15 \text{ mol}}{4 \text{ L}} \\ \Delta t = 20 \text{ min} \end{cases}$$

$$\overline{R}_{\text{واکنش}} = \overline{R}_A = \frac{-\Delta[A]}{\Delta t} = \frac{-\left(\frac{-0.15}{4}\right)}{20 \text{ min}} = 1/800 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}.\text{min}^{-1}$$

تا اینجا گزینه های ۱ و ۴ حذف می شوند. با تغییر تعداد گوی ها، می توان نسبت سرعت متوسط واکنش در بازه زمانی  $t_2$  تا  $t_3$  به سرعت متوسط در بازه زمانی  $t_3$  تا  $t_4$  را به دست آورد.

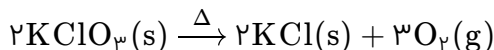
$$\frac{\overline{R}_{\text{واکنش}(t_2-t_3)}}{\overline{R}_{\text{واکنش}(t_3-t_4)}} = \frac{\overline{R}_{A(t_2-t_3)}}{\overline{R}_{A(t_3-t_4)}} = \frac{9-12}{12-9} = 1/5$$



$$\text{گرمای مورد نیاز برای بالا بردن دمای آب} = mc\Delta T = 300 \times 4/2 \times 40 \Rightarrow Q = 50400 \text{ J} = 50.4 \text{ kJ}$$

$$? L H_2 = 50.4 \text{ kJ} \times \frac{4 \text{ mol } H_2}{150 \text{ kJ}} \times \frac{25 \text{ L } H_2}{1 \text{ mol } H_2} = 33.6 \text{ L } H_2$$

معادله واکنش به صورت زیر است:



$$? \text{ mol KClO}_3 = 15 \text{ L O}_2 \times \frac{0.8 \text{ g O}_2}{1 \text{ L O}_2} \times \frac{1 \text{ mol O}_2}{32 \text{ g O}_2} \times \frac{2 \text{ mol KClO}_3}{3 \text{ mol O}_2} = 0.75 \text{ mol}$$

مصرفی

با توجه به نمودار، مقدار اولیه  $\text{KClO}_3$  برابر ۱ مول است. با مصرف ۰.۷۵ مول از آن، مقدار  $\text{KClO}_3$  به ۰.۲۵ میلی لیتر می رسد. طبق نمودار، پس از ۱۰ ثانیه این اتفاق رخ می دهد.

گرمای آزاد شده در نتیجه واکنش برابر است با:

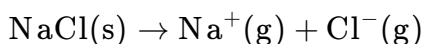
$$10 \text{ mol SO}_3 \times \frac{228 \text{ kJ}}{1 \text{ mol SO}_3} \times \frac{1000 \text{ J}}{1 \text{ kJ}} = 228 \times 10^4 \text{ J}$$

این مقدار انرژی صرف بالا رفتن دمای ۱۰/۱۸ کیلوگرم یا ۱۰۱۸۰ گرم آب می شود.

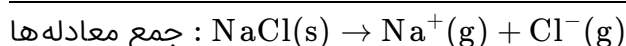
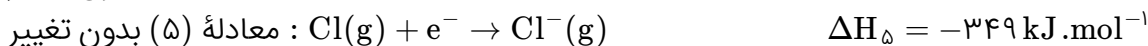
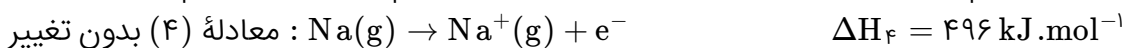
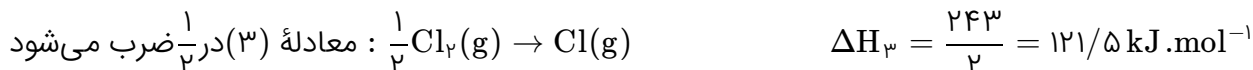
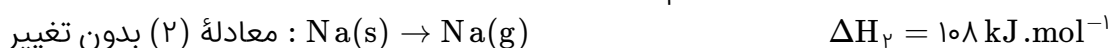
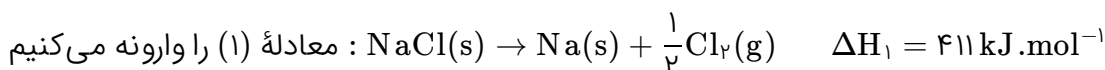
$$Q = mc\Delta\theta \Rightarrow \Delta\theta = \frac{Q}{mc} = \frac{228 \times 10^4}{10180 \times 4/2} \Rightarrow \Delta\theta = 53/32^\circ\text{C}$$

$$\text{افزایش دما در هر دقیقه} = \frac{53/32}{5} = 10/66$$

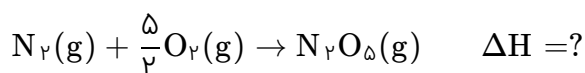
معادله مربوط به فروپاشی شبکه بلور  $\text{NaCl}$  به صورت زیر است:



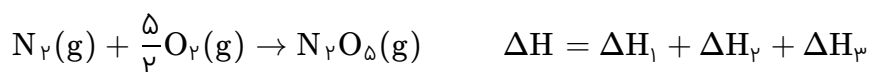
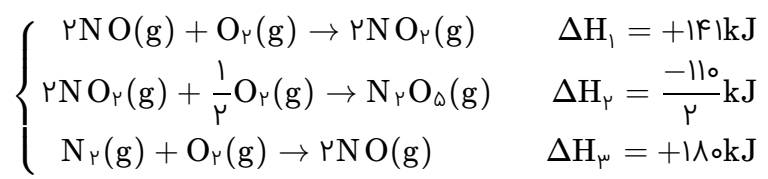
برای محاسبه  $\Delta H$  فروپاشی شبکه بلور  $\text{NaCl}$  از طریق معادله های شیمیایی داده شده، به صورت زیر عمل می کنیم:



$$\Rightarrow \Delta H_{\text{واکنش}} = 411 + 108 + 121/5 + 496 - 349 = +787/5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

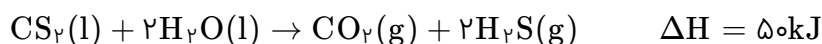
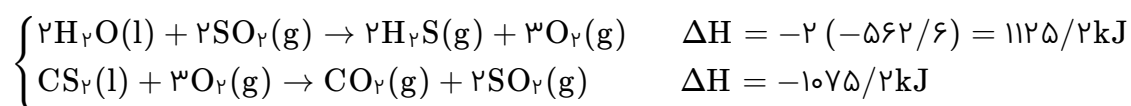


با کمک قانون هس و جمع جبری  $\Delta H$  معادلات ارائه شده می‌توان  $\Delta H$  معادله موردنظر را یافت:



$$\Delta H = 141 + \left(\frac{-110}{2}\right) + 180 = +266\text{kJ}$$

با کمک قانون هس،  $\Delta H$  واکنش خواسته شده را از روی  $\Delta H$  معادله‌های داده شده محاسبه می‌کنیم. برای این منظور معادله اول را وارونه کرده و طرفین آن را در ۲ ضرب می‌کنیم سپس معادله دوم را به همان صورت که هست می‌نویسیم و بعد هر دو معادله را با هم جمع می‌کنیم:



مطابق واکنش برای تشکیل دو مول  $\text{H}_2\text{S}$  به میزان ۵۰ کیلوژول گرما مصرف می‌شود. بنابراین برای تشکیل هر مول  $\text{H}_2\text{S}$  به میزان  $\frac{50}{2} = 25$  کیلوژول گرما صرف می‌شود.

معادله واکنش را موازنه می‌کنیم. ابتدا می‌توانیم ضریب Bi و  $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$  را برابر عدد ۱ قرار دهیم.



$a = 3c$  : باتوجه به عنصر هیدروژن

$a = 3 + b \Rightarrow 3c = 3 + b$  : باتوجه به عنصر نیتروژن  
 $3a = 9 + b + c \Rightarrow 6c = 9 + b + c$  : باتوجه به عنصر اکسیژن

$$\Rightarrow \begin{matrix} -3c = -3 - b \\ 5c = 9 + b \end{matrix} \Rightarrow 3c = 6 \Rightarrow c = 2, a = 6, b = 1$$

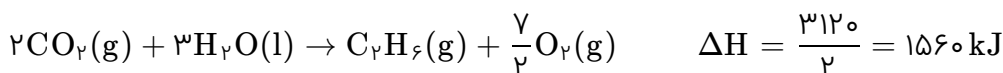


$$\text{تعداد مول های NO تولید شده} = (203 - 200) \text{ g NO} \times \frac{1 \text{ mol NO}}{30 \text{ g NO}} = 0.1 \text{ mol}$$

$$\Delta[\text{Bi}^{3+}] = \frac{0.1 \text{ mol}}{0.2 \text{ L}} = 0.5 \text{ mol.L}^{-1}$$

در گزینه (۱) غلظت  $\text{Bi}^{3+}(\text{aq})$  پس از ۵ دقیقه به اندازه  $0.5 \text{ mol.L}^{-1}$  افزایش یافته است.

واکنش های اول و سوم را معکوس و به ۲ تقسیم کرده و با دو برابر واکنش دوم جمع می‌کنیم.



می‌توان گفت در این واکنش یک مول پیوند  $\text{C} = \text{C}$  شکسته شده و دو مول پیوند  $\text{C} - \text{C}$  تشکیل شده است.

$$\Delta H = \left[ \text{مجموع آنتالپی پیوندهای شکسته شده} \right] - \left[ \text{مجموع آنتالپی پیوندهای تشکیل شده} \right]$$

$$\Delta H = [\Delta H(\text{C} = \text{C})] - [2\Delta H(\text{C} - \text{C})] = (612) - (2 \times 348) = -84 \text{ kJ}$$

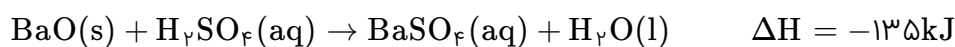
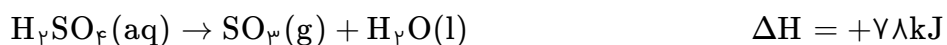
عبارت های دوم و سوم درست هستند.

بررسی سایر عبارت ها:

عبارت اول: در واکنش های گرماده انرژی از سامانه به محیط داده می‌شود.

عبارت چهارم: در فرآیند گرماده سطح انرژی فرآورده ها پایین تر از واکنش دهنده ها است.

برای به دست آوردن  $\Delta H$  واکنش طبق قانون هس، هر دو واکنش را وارونه کرده و باهم جمع می‌کنیم.



$$\text{BaO} \text{ مول } 1 \text{ } \circ / \circ = \text{ گرمای آزادشده از واکنش } 1 \text{ mol BaO} \times \frac{135 \times 10^3 \text{ J}}{1 \text{ mol BaO}} = 13500 \text{ J}$$

این مقدار گرما به آب داده می‌شود و باعث افزایش دمای آن می‌شود.

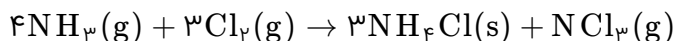
$$Q = mc\Delta\theta \Rightarrow 13500 \text{ J} = 200 \text{ g} \times 4/2 \frac{\text{J}}{\text{g} \cdot \circ\text{C}} (\theta_2 - 25) \circ\text{C} \Rightarrow \theta_2 = 41 \circ\text{C}$$

عبارت‌های اول و سوم درست هستند.

بررسی عبارت‌ها:

- واکنش  $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) + Q \rightarrow 2\text{NO}_2(\text{g})$  گرماگیر است و در دمای بالاتر مقدار  $\text{NO}_2(\text{g})$  قهوه‌ای‌رنگ بیشتر می‌شود؛ اما در دمای پایین نیز مقدار  $\text{NO}_2(\text{g})$  قهوه‌ای‌رنگ در هوا کمتر می‌شود و بیشتر به صورت  $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$  بی‌رنگ است. (درست)
- میانگین تندی و انرژی جنبشی ذرات در حالت گاز بیشتر از جامد است. (نادرست)
- فتوسنتز یک فرآیند گرماگیر است و  $\Delta H > 0$  دارد. (درست)
- تغییر نوع آلوتروپ در واکنش‌هایی که عنصرهای خالص تولید یا مصرف می‌شوند، بر  $\Delta H$  واکنش تأثیر دارد. به عنوان مثال گرمای سوختن الماس بیشتر از گرمای سوختن همان مقدار گرافیت است. (نادرست)

معادله موازنه شده واکنش به صورت زیر است:



بررسی گزینه‌ها:

گزینه ۱: نمودار مربوط به  $\text{NCl}_3$  است. باتوجه به ضرایب استوکیومتری در معادله موازنه شده، اگر تقریباً ۱۴٪ مول  $\text{NH}_3$  مصرف شود، حدود ۳۵٪ مول  $\text{NCl}_3$  تولید خواهد شد.

$$\frac{\Delta n(\text{NCl}_3)}{1} = \frac{\Delta n(\text{NH}_3)}{4} \Rightarrow \Delta n(\text{NCl}_3) = \frac{0/14}{4} = 0/035$$

گزینه ۲: نمودار "مول- زمان" برای واکنش دهنده‌ها نزولی است. نمودار نشان داده شده در سؤال صعودی یا افزایشی است و می‌تواند مربوط به یکی از فراورده‌ها باشد.

گزینه ۳: سرعت متوسط تولید  $\text{NCl}_3$  را از زمان ۱۰ تا ۲۰ ثانیه حساب می‌کنیم و سپس سرعت مصرف  $\text{Cl}_2$  را به دست می‌آوریم:

$$\bar{R}_{\text{NCl}_3} = \frac{0/025 - 0/015}{20 - 10} = 0/001 \text{ mol.s}^{-1}$$

$$\frac{\bar{R}_{\text{Cl}_2}}{3} = \frac{\bar{R}_{\text{NCl}_3}}{1} \Rightarrow \bar{R}_{\text{Cl}_2} = 3 \times 0/001 = 0/003 \text{ mol.s}^{-1}$$

گزینه ۴: ابتدا سرعت تولید  $\text{NCl}_3$  و سپس سرعت تولید  $\text{NH}_4\text{Cl}$  را از آغاز تا ثانیه سیام حساب می‌کنیم.

$$\bar{R}_{\text{NCl}_3} = \frac{0/03 - 0}{30 - 0} = 0/001 \text{ mol.s}^{-1}$$

$$\frac{\bar{R}_{\text{NH}_4\text{Cl}}}{3} = \frac{\bar{R}_{\text{NCl}_3}}{1} \Rightarrow \bar{R}_{\text{NH}_4\text{Cl}} = 3 \times 0/001 = 3 \times 10^{-3} \text{ mol.s}^{-1}$$

باتوجه به نمودار، واکنش گرماده و  $\Delta H < 0$  است.



$$\text{مقدار NO مصرف شده} = 100 \text{ km} \times \frac{(1/04 - 0/04) \text{ g}}{1 \text{ km}} = 100 \text{ g NO}$$

$$\Rightarrow Q = 100 \text{ g NO} \times \frac{1 \text{ mol NO}}{30 \text{ g NO}} \times \frac{-180 \text{ kJ}}{2 \text{ mol NO}} = -300 \text{ kJ}$$

۳۰۰ کیلوژول گرما در مبدل کاتالیستی تولید می‌شود.



$$\Delta H_{\text{واکنش}} = \left[ \text{مجموع آنتالپی پیوندها در مواد واکنش‌دهنده} \right] - \left[ \text{مجموع آنتالپی پیوندها در مواد فراورده} \right]$$

$$\Delta H_{\text{واکنش}} = [2\Delta H_{(N=O)}] - [\Delta H_{(N\equiv N)} + \Delta H_{(O=O)}]$$

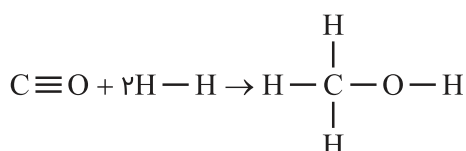
$$\Rightarrow \Delta H_{\text{واکنش}} = [2(607)] - [944 + 496] = -226$$

مطابق نمودار،  $E_a$  در واکنش رفت برابر ۳۸۱ کیلوژول است؛ بنابراین:

$$\Delta H + E_a = -226 + 381 = +155$$

با در نظر گرفتن فرمول ساختاری مولکول‌های مواد واکنش‌دهنده و فراورده و باتوجه به فرمول زیر،  $\Delta H$  واکنش را حساب می‌کنیم:

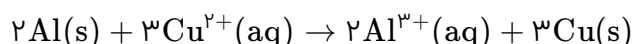
$$\Delta H_{\text{واکنش}} = \left[ \text{مجموع آنتالپی پیوندها در مواد واکنش‌دهنده} \right] - \left[ \text{مجموع آنتالپی پیوندها در مواد فراورده} \right]$$



$$\Delta H_{\text{واکنش}} = [\Delta H_{(C\equiv O)} + 2\Delta H_{(H-H)}] - [3\Delta H_{(C-H)} + \Delta H_{(C-O)} + \Delta H_{(O-H)}]$$

$$= [1075 + 2(436)] - [3(414) + 351 + 464] = -110 \text{ kJ}$$

معادله موازنه شده به صورت زیر است:

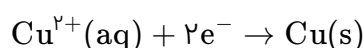


$$\text{شمار مول‌های } Cu^{2+}(aq) \text{ در محلول} = 200 \text{ mL} \times \frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ mL}} \times \frac{0.05 \text{ mol}}{1 \text{ L}} = 0.01 \text{ mol } Cu^{2+}(aq)$$

$$\overline{R}_{Cu^{2+}} = -\frac{\Delta n_{Cu^{2+}}}{\Delta t} = -\frac{0 - 0.01}{(8 \times 60) + 20} = \frac{0.01}{500} = 2 \times 10^{-5} \text{ mol.s}^{-1}$$

$$\overline{R}_{Cu^{2+}} = \overline{R}_{Cu} \Rightarrow \overline{R}_{Cu} = 2 \times 10^{-5} \text{ mol.s}^{-1}$$

با استفاده از نیم‌واکنش کاهش و شمار مول‌های  $Cu^{2+}$  مصرف‌شده، شمار الکترون‌های مبادله‌شده را به دست می‌آوریم.



$$? \text{ mol } e^{-} = 0.01 \text{ mol } Cu^{2+} \times \frac{2 \text{ mol } e^{-}}{1 \text{ mol } Cu^{2+}} = 0.02 \text{ mol } e^{-}$$

$$Q = mc\Delta\theta \Rightarrow c = \frac{Q}{m.\Delta\theta}$$

$$c_{\text{آب}} = \frac{41800}{200(75 - 25)} = 4/18 \text{ J.g}^{-1}.\text{C}^{-1}$$

$$c_{\text{روغن زیتون}} = \frac{985}{50(30 - 20)} = 1/97 \text{ J.g}^{-1}.\text{C}^{-1}$$

به یک کیلوگرم از هرکدام از این دو ماده که در دمای  $20^{\circ}\text{C}$  قرار دارند،  $50$  کیلوژول گرما می‌دهیم. دمای جدید هرکدام را محاسبه می‌کنیم:

$$Q = mc\Delta\theta \Rightarrow \Delta\theta = \frac{Q}{m.c}$$

$$\text{آب: } \theta_r - 20 = \frac{50 \times 10^3}{1000 \times 4/18} \Rightarrow \theta_r = 32^{\circ}\text{C}$$

$$\text{روغن زیتون: } \theta_r - 20 = \frac{50 \times 10^3}{1000 \times 1/97} \Rightarrow \theta_r = 45/4^{\circ}\text{C}$$

$$\text{تفاوت دما} = 45/4 - 32 = 13/4^{\circ}\text{C}$$

آب، مانع از تماس مستقیم فسفر با اکسیژن هوا می‌شود و بدین ترتیب از سوختن فسفر سفید جلوگیری می‌کند در این شرایط آب به‌عنوان یک بازدارنده عمل کرده است.

(دقت کنید! آب فقط از تماس مستقیم فسفر سفید با اکسیژن هوا جلوگیری می‌کند و نقشی در کاهش یا افزایش انرژی فعال‌سازی ندارد)

باتوجه به گرماده بودن واکنش، سطح انرژی فراورده از واکنش‌دهنده‌ها پایین‌تر است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه ۲: باتوجه به معادله ترموشیمی داده‌شده، با تولید هر مول آمونیاک  $91/5$  کیلوژول انرژی آزاد می‌شود.

$$? \text{ kJ} = 1 \text{ mol NH}_3 \times \frac{183 \text{ kJ}}{2 \text{ mol NH}_3} = 91/5 \text{ kJ}$$

گزینه ۳: واکنش گرماده است؛ بنابراین با انجام آن در یک ظرف دما افزایش می‌یابد. (نه کاهش!)

گزینه ۴: واکنش گرماده است؛ بنابراین جهت شارش گرما از سامانه به محیط است.

$$\Delta H_{\text{واکنش}} = \left[ \text{مجموع آنتالپی پیوندها} \right] - \left[ \text{در مواد واکنش دهنده} \right]$$

$$\Rightarrow \Delta H_{\text{واکنش}} = [5\Delta H(C-C) + 14\Delta H(C-H)] - [6\Delta H(C-C) + 12\Delta H(C-H) + \Delta H(H-H)]$$

$$\Rightarrow \Delta H_{\text{واکنش}} = [2\Delta H(C-H)] - [\Delta H(C-C) + \Delta H(H-H)]$$

$$\Rightarrow \Delta H_{\text{واکنش}} = [2 \times 412] - [348 + 436] = +40 \text{ kJ}$$

مجموع آنتالپی پیوندها در هگزان بیشتر از مجموع آنتالپی پیوندها در سیکلو هگزان است بنابراین پایدارتر می باشد (هرچه مجموع آنتالپی پیوندها در یک ترکیب بیشتر باشد، سطح انرژی آن ماده کمتر و پایداری بیشتر است)

$$\text{مجموع آنتالپی پیوندها در هگزان} = [(5 \times 348) + (14 \times 412)] = 7508$$

$$\text{مجموع آنتالپی پیوندها در سیکلو هگزان} = [(6 \times 348) + (12 \times 412)] = 7032$$

سرعت متوسط مصرف آهن در اثر خوردگی به صورت زیر محاسبه می شود:

$$\frac{219000 \text{ ton} \times \frac{5}{100}}{365 \text{ day}} = 30 \text{ ton.day}^{-1}$$

$$Q = mc\Delta\theta = 300 \text{ g} \times \frac{4 \text{ J}}{\text{g} \cdot ^\circ\text{C}} \times (37 - 45) ^\circ\text{C} = -9600 \text{ J}$$

این مقدار شیر ۹۶۰۰ ژول یا ۹/۶ کیلوژول انرژی از دست می دهد تا با بدن هم دما شود؛ بنابراین ۹/۶ کیلوژول گرما به طور مستقیم در اثر تغییر دمای شیر به بدن داده می شود.

عبارت های اول و چهارم درست هستند.

بررسی سایر عبارت ها:

عبارت دوم: تأمین شرایط بهینه برای انجام واکنش تهیه متان از هیدروژن و گرافیت بسیار دشوار و پرهزینه است.

عبارت سوم: اگر واکنش شیمیایی با  $\Delta H$  وابسته به آن بیان شود، به آن واکنش گرماشیمیایی یا ترموشیمیایی می گویند.

دو نمودار صعودی و یک نمودار نزولی داریم. بدیهی است که مطابق معادله واکنش، دو فرآورده و یک واکنش دهنده داریم پس نمودار (۳) متعلق به واکنش دهنده است ( $\text{NO}_2$ )، که در طول زمان و با پیشرفت واکنش غلظت آن کم می‌شود. (رد گزینه ۱)

تغییر غلظت گونه‌ها با ضرایب استوکیومتری آن‌ها در معادله واکنش متناسب است. ضریب  $\text{NO}$  دو برابر  $\text{O}_2$  است؛ بنابراین تغییر غلظت در نمودار مربوط به  $\text{NO}$  بایستی دو برابر نمودار مربوط به  $\text{O}_2$  باشد، پس نمودار (۱) مربوط به  $\text{NO}$  و نمودار (۲) مربوط به  $\text{O}_2$  است. واضح است که شیب نمودار  $\text{NO}$  در مقایسه با  $\text{O}_2$  تندتر است و شیب نمودار  $\text{NO}_2$  در مقایسه با  $\text{O}_2$  بیشتر است.

نکته: به طور کلی در یک واکنش شیمیایی، موارد زیر با ضرایب استوکیومتری مواد موجود در معادله واکنش متناسب‌اند:

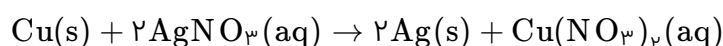
- شیب نمودار غلظت- زمان (به جز مواد جامد و مایع) یا مول- زمان مواد
- تغییر غلظت یا تغییر مول مواد
- سرعت تولید یا مصرف مواد

باتوجه به اینکه استوکیومتری B یک است، سرعت متوسط تولید B با سرعت واکنش یکسان است.

$$\bar{R}_{\text{واکنش } (0-10)} = \bar{R}_{B(0-10)} = \frac{0/27 - 0}{10} = 0/27 \text{ mol.min}^{-1}$$

$$\bar{R}_{\text{واکنش } (50-60)} = \frac{\bar{R}_{B(50-60)}}{10} = \frac{0/8 - 0/74}{10} = 0/006 \text{ mol.min}^{-1}$$

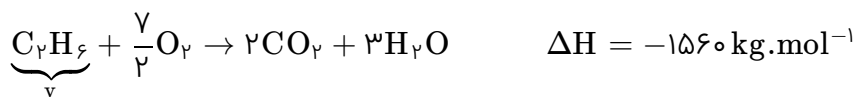
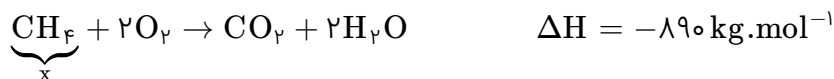
$$\frac{\bar{R}_{\text{واکنش } (0-10)}}{\bar{R}_{\text{واکنش } (50-60)}} = \frac{\bar{R}_{B(0-10)}}{\bar{R}_{B(50-60)}} = \frac{0/27}{0/006} = \frac{9}{2} = 4/5$$



$$\frac{x \text{ mol}}{1 \text{ mol}} = \frac{0/25 \text{ L} \times 0/24 \text{ مولار}}{2 \times 1} \Rightarrow x = 0/03 \text{ mol Cu} \quad \text{در ۱۰ دقیقه مصرف می‌شود}$$

$$\bar{R}_{\text{Cu}} = \frac{\Delta n_{\text{Cu}}}{\Delta t} = \frac{\frac{3}{100}}{\frac{600 \text{ s}}{1}} = 5 \times 10^{-5} \text{ mol.s}^{-1}$$

چون یون نیترات ( $\text{NO}_3^-$ ) در هر دو سمت واکنش دیده می‌شود و یون ناظر است، پس غلظت یون نیترات ثابت می‌ماند.

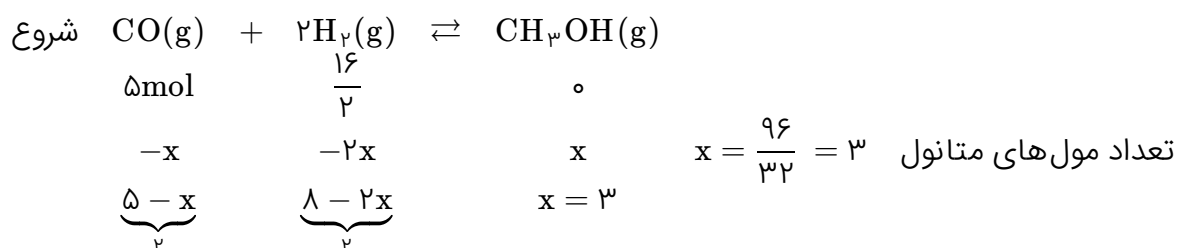


$$\begin{cases} x + y = 0/6 \\ 890x + 1560y = 802 \end{cases}$$

$$\begin{cases} -890x - 890y = -834 \\ 890x + 1560y = 802 \end{cases} \Rightarrow 670y = 268 \Rightarrow y = 0/4$$

$$x + y = 0/6 \Rightarrow x + 0/4 = 0/6 \Rightarrow x = 0/2 \text{ mol}$$

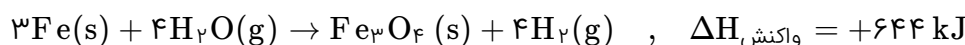
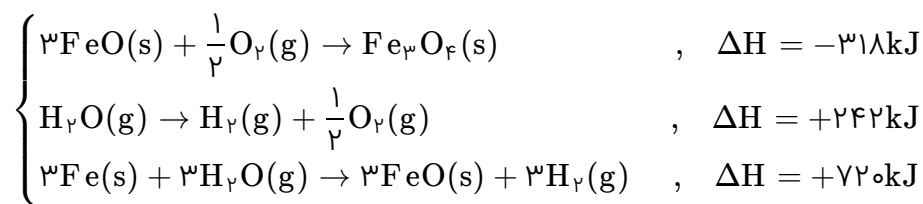
$$\frac{y}{x} = \frac{0/4}{0/2} = 2$$



$$\bar{R}_{H_y} = \frac{\frac{6}{\Delta}}{30 \times 60} = 6/67 \times 10^{-6} \text{ mol.L}^{-1}.\text{S}^{-1}$$

$$K = \frac{\frac{3}{\Delta}}{\left(\frac{2}{\Delta}\right) \cdot \left(\frac{2}{\Delta}\right)} = 9/37 \Delta \text{ L}^2.\text{mol}^{-2}$$

برای به دست آوردن واکنش نهایی، واکنش اول را بر ۲ تقسیم می‌کنیم؛ معادله واکنش دوم را معکوس کرده و بر ۲ تقسیم می‌نماییم؛ معادله واکنش سوم را معکوس کرده و در ۳ ضرب می‌کنیم؛ سپس هر سه معادله را با هم جمع می‌کنیم.



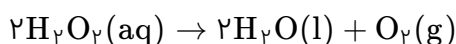
واکنش  $\Delta H$  به شکل زیر حساب شد:

$$\Delta H_{\text{واکنش}} = -318 + 242 + 720 = +644 \text{ kJ}$$

$$t_1 \begin{cases} 22 \times 0.02 = 0.44 \text{ mol A} \\ 0 \text{ mol B} \end{cases}, \quad t_2 \begin{cases} 14 \times 0.02 = 0.28 \text{ mol A} \\ 8 \times 0.02 = 0.16 \text{ mol B} \end{cases}, \quad t_3 \begin{cases} 9 \times 0.02 = 0.18 \text{ mol A} \\ 13 \times 0.02 = 0.26 \text{ mol B} \end{cases}$$

$$\begin{cases} \bar{R}_{t_1-t_2} = \frac{0.16 \text{ mol}}{10 \text{ min}} = 0.016 \text{ mol} \cdot \text{min}^{-1} \\ \bar{R}_{t_1-t_3} = \frac{0.26 \text{ mol}}{20 \text{ min}} = 0.013 \text{ mol} \cdot \text{min}^{-1} \end{cases} \xrightarrow{\frac{\bar{R}_{t_1-t_2}}{\bar{R}_{t_1-t_3}}} \frac{0.016}{0.013} \simeq 1.23$$

معادله واکنش تجزیه هیدروژن پراکسید به صورت زیر است:



ابتدا حجم بادکنک (کره‌ای به شعاع ۲۰ cm) را به دست می‌آوریم:

$$\text{حجم کره} = \frac{4}{3}\pi r^3 = \frac{4}{3} \times 3 \times (20)^3 = 32000 \text{ cm}^3 = 32 \text{ L}$$

باتوجه به اطلاعات سؤال، حجم مولی اکسیژن در شرایط واکنش ۳۲ لیتر است بنابراین:

$$32 \text{ L} \times \frac{1 \text{ mol O}_2}{32 \text{ L O}_2} = 1 \text{ mol O}_2$$

اکنون زمان لازم برای تولید ۱ مول گاز اکسیژن (جهت پر کردن بادکنک) را حساب می‌کنیم:

$$\bar{R}_{\text{O}_2} = \bar{R}_{\text{واکنش}} = 0.02 \text{ mol} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$\bar{R}_{\text{O}_2} = \frac{\Delta n \text{O}_2}{\Delta t} \Rightarrow 0.02 = \frac{1 \text{ mol}}{\Delta t(\text{s})} \Rightarrow \Delta t(\text{s}) = 50 \text{ s}$$

ابتدا معادله موازنه شده واکنش را می‌نویسیم:



ترکیب یونی به دست آمده در این واکنش،  $\text{Cu(NO}_3)_2$  است.

سپس حجم گاز  $\text{HNO}_2$  تولید شده را برحسب میلی‌لیتر، به ازای تولید ۹۴ گرم  $\text{Cu(NO}_3)_2$  به دست می‌آوریم:  
روش اول: کسر تبدیل

$$\begin{aligned} \text{? mL HNO}_2 &= 94 \text{ g Cu(NO}_3)_2 \times \frac{1 \text{ mol Cu(NO}_3)_2}{188 \text{ g Cu(NO}_3)_2} \times \frac{2 \text{ mol HNO}_2}{1 \text{ mol Cu(NO}_3)_2} \times \\ &\times \frac{24000 \text{ mL HNO}_2}{1 \text{ mol HNO}_2} = 24000 \text{ mL HNO}_2 \end{aligned}$$

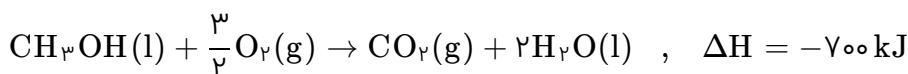
روش دوم: تناسب

$$\frac{\text{g Cu(NO}_3)_2}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{mL HNO}_2}{\text{ضریب} \times 24000} \Rightarrow \frac{94 \text{ g}}{1 \times 188} = \frac{x \text{ mL HNO}_2}{2 \times 24000} \Rightarrow x = 24000 \text{ mL HNO}_2$$

اکنون سرعت تولید گاز  $\text{HNO}_2$  را برحسب میلی‌لیتر بر ثانیه محاسبه می‌کنیم:

$$\bar{R}_{\text{HNO}_2} = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{24000 \text{ mL}}{(10 \times 60) \text{ s}} = 40 \text{ mL.s}^{-1}$$

معادله واکنش سوختن متانول به صورت زیر است:



همانطور که ملاحظه می‌کنید به ازای سوختن یک مول متانول (معادل ۳۲ g)، ۷۰۰ کیلوژول گرما آزاد می‌شود.  
گرمای لازم برای جوش آمدن ۱۲۵ g آب با دمای  $10^\circ\text{C}$  و فشار ۱ atm به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$q = mc_{\text{پ}} \Delta T = 125 \times 4/2 \times (100 - 10) = 47250 \text{ J} = 47/25 \text{ kJ}$$

$$\begin{array}{ccc} \text{g} & \text{CH}_3\text{OH} & \text{kJ} \\ 32 & 700 & \\ x & 47/25 & \end{array} \Rightarrow x = 2/16 \text{ g CH}_3\text{OH}$$

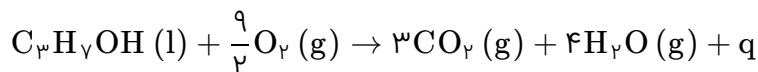
مقدار گرمای ناشی از سوختن ۱ گرم پروپانول:

$$q = mc\Delta T = 100 \times 4/2 \times (100 - 20)$$

$$q = 33600 \text{ J} = 33/6 \text{ kJ}$$

معادله واکنش سوختن پروپانول به صورت زیر است:

$$\text{C}_3\text{H}_8\text{O} : 60 \text{ g.mol}^{-1}$$



$$? \text{ kJ} = 1 \text{ mol پروپانول} \times \frac{60 \text{ g پروپانول}}{1 \text{ mol پروپانول}} \times \frac{-33/6 \text{ kJ}}{1 \text{ g پروپانول}} = -2016 \text{ kJ}$$

$$\bar{R} = -\frac{\Delta[\text{NO}_2]}{\Delta t} = -\frac{(0/3 - 0/5)}{40 - 0} \Rightarrow \bar{R} = \frac{0/2}{40} = 5 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}.\text{s}^{-1} \quad (\text{رد گزینه‌های ۱ و ۳})$$

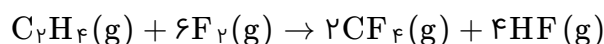
پس از ثانیه ۳۰ فرض شده که واکنش با سرعت ثابت پیش می‌رود. تنها داده‌ای که بعد از این زمان داریم ثانیه ۴۰ است که سرعت در این فاصله زمانی را می‌توانیم برای انجام کامل واکنش استفاده کنیم.

$$\bar{R}_{(30-40)} = -\frac{(0/3 - 0/32)}{40 - 30} = 0/002 \text{ mol.L}^{-1}.\text{s}^{-1}$$

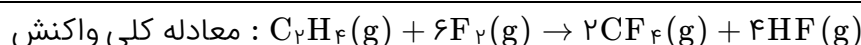
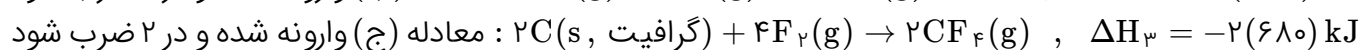
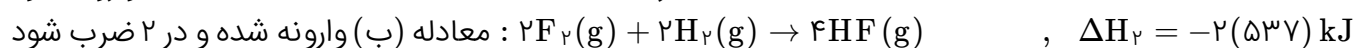
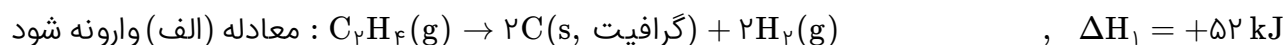
$$\bar{R} = -\frac{\Delta[\text{NO}_2]}{\Delta t} \Rightarrow 0/002 = \frac{0/3}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \frac{0/3}{\frac{2}{1000}} = 150 \text{ s}$$

۱۵۰ ثانیه، بعد از زمان ۴۰ ثانیه طول می‌کشد، تا واکنش کامل شود. زمان کل انجام این واکنش ۱۵۰+۴۰ یا ۱۹۰ ثانیه است. (رد گزینه ۲)

معادله موازنه‌شده واکنش، به صورت زیر است:



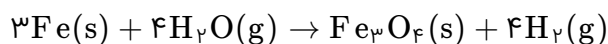
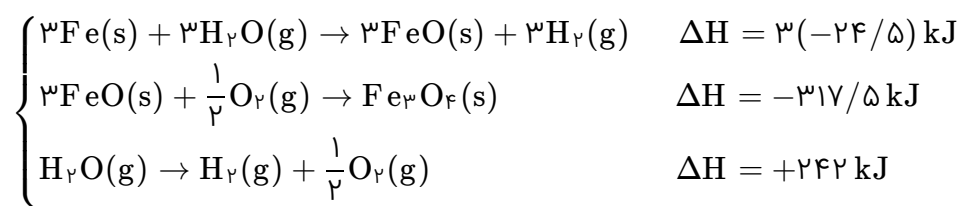
اکنون باتوجه به معادله‌های داده شده در صورت سؤال و استفاده از قانون هس،  $\Delta H$  واکنش فوق را به دست می‌آوریم:



$$\Delta H_{\text{واکنش}} = \Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3 \Rightarrow \Delta H_{\text{واکنش}} = 52 - 1074 - 1360 = -2382 \text{ kJ}$$

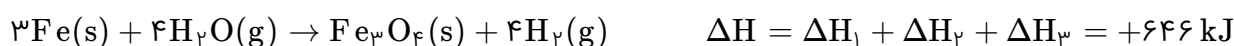
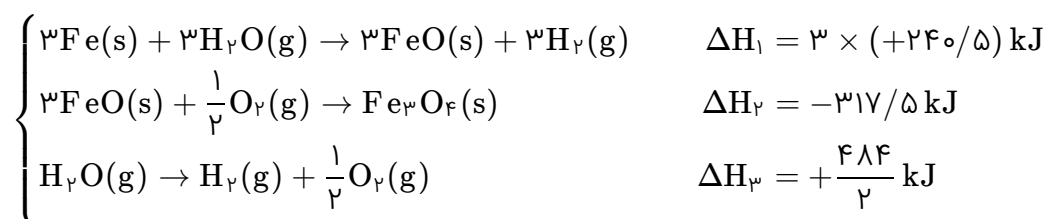


برای به دست آوردن معادله نهایی، واکنش اول را معکوس کرده و در ۳ ضرب می‌کنیم؛ واکنش سوم را نیز معکوس کرده و واکنش دوم را تغییر نمی‌دهیم و سپس هر سه معادله را با هم جمع می‌کنیم.

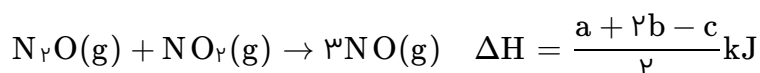
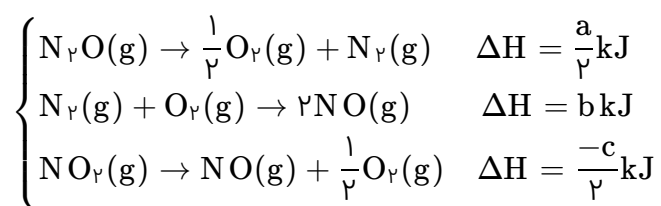


$$\Delta H_{\text{کل}} = \Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3 = (-73/5) - 317/5 + 242 = -149 \text{ kJ}$$

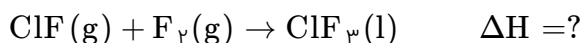
برای به دست آوردن معادله نهایی، واکنش اول را معکوس و در ۳ ضرب می‌نماییم. واکنش سوم را معکوس و در  $\frac{1}{2}$  ضرب می‌کنیم. سپس هر دو معادله را با معادله واکنش دوم جمع می‌نماییم.



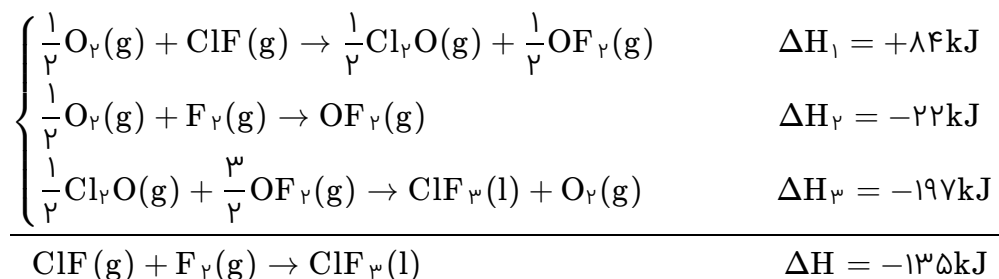
طبق قانون هس  $\Delta H$  هر واکنش چند مرحله‌ای برابر مجموع  $\Delta H$  های همه مراحل آن است. برای به دست آوردن  $\Delta H$  واکنش خواسته شده کافی است طرفین معادله اول را تقسیم بر ۲، معادله دوم را به همان صورت نوشته و معادله سوم را وارونه و تقسیم بر ۲ کرده، سپس همگی را با هم جمع می‌کنیم:



معادله واکنش مورد نظر عبارتست از:



باید معادله واکنش مورد نظر را از جمع جبری معادلات داده شده به دست آوریم. برای این منظور، واکنش‌های a و b را بر ۲ تقسیم می‌کنیم و واکنش c را معکوس کرده سپس بر ۲ تقسیم می‌کنیم. سپس هر سه معادله را با هم جمع جبری می‌کنیم.



از مقایسه ضرایب مواد در واکنش‌های داده شده با واکنش با  $\Delta H$  مجهول، می‌توان ضرایب لازم برای واکنش‌ها را مشخص کرد. با اعمال ضرایب و جمع کردن آن‌ها به واکنش نهایی می‌رسیم. البته بهتر است در صورت امکان دنبال گونه‌ای باشیم که تنها در واکنش نهایی و واکنش مورد بررسی وجود داشته باشد.

$\text{TiCl}_4$  در واکنش اول در سمت راست و در واکنش نهایی در سمت چپ است، پس ضریب واکنش اول -۱ است.

$\text{H}_2\text{O}$  در واکنش دوم و واکنش نهایی با ضریب ۲ در سمت چپ است، پس ضریب واکنش دوم ۱ است.

$\text{TiO}_2$  در واکنش سوم در سمت چپ و در واکنش نهایی در سمت راست است، پس ضریب واکنش سوم -۱ است.

$\text{HCl}$  در واکنش چهارم با ضریب ۲ در سمت چپ و در واکنش نهایی با ضریب ۴ در سمت راست است. پس ضریب واکنش چهارم -۲ است.

می‌توان ضرایب را در واکنش‌ها ضرب و با هم جمع کنیم تا به واکنش نهایی برسیم ولی جهت مشخص کردن مقدار  $\Delta H$  کافی است. ضرایب را برای  $\Delta H$  ها اعمال و سپس با هم جمع می‌کنیم.

$$\Delta H = -a + b - c - 2d$$

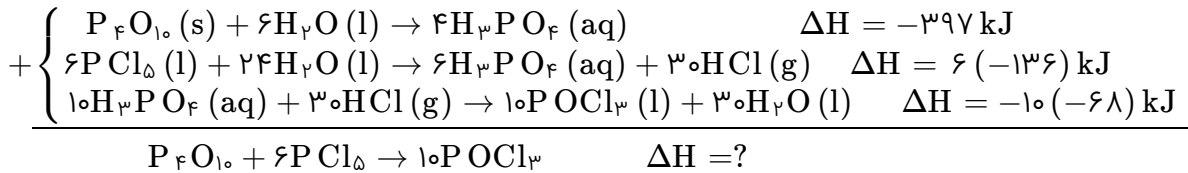
البته تعیین دو مورد از موارد بالا مانند سومی و چهارمی نیز برای تعیین جواب نهایی کافی است.

لازم است سه معادله ابتدایی را در ضرایبی ضرب و با هم جمع کنیم تا واکنش نهایی به دست آید.

$P_4O_{10}$  در واکنش اولی و نهایی ضریب ۱ دارد و در هر دو در سمت چپ است، پس ضریب واکنش اولی ۱ است.  $PCl_5$  در واکنش دومی ضریب ۱ دارد و در سمت چپ قرار گرفته است ولی در واکنش نهایی ضریب ۶ دارد پس ضریب واکنش دومی ۶ است.

$POCl_3$  در واکنش سومی در سمت چپ است و ضریب ۱ دارد در صورتی که در واکنش نهایی این ماده در سمت راست است و ضریب ۱۰ دارد. پس ضریب واکنش سومی ۱۰- است.

کافی است  $\Delta H$  واکنش ها را در این ضرایب ضرب و با هم جمع کنیم.

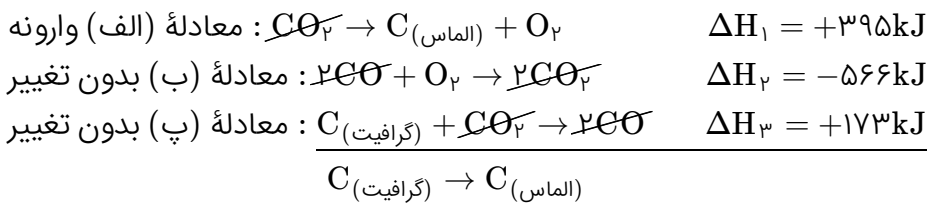


(رد گزینه های ۲ و ۴)  $\Delta H = -397 + (6)(-136) + (-10)(-68) = -397 - 816 + 680 = -533 \text{ kJ}$  واکنش نهایی

به ازای ۵۳۳ کیلوژول گرمای آزاد شده ۱۰ مول  $POCl_3$  تولید می شود. به ازای ۲۶۶/۵ کیلوژول باید محاسبه کنیم:

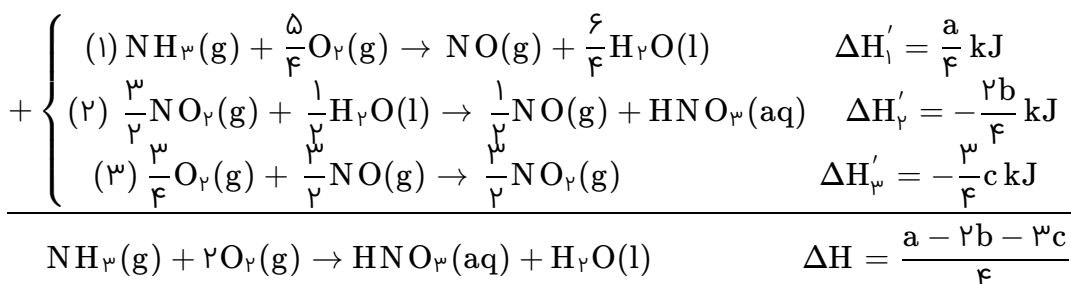
$$\begin{array}{l}
 533 \text{ kJ} \quad 10 \text{ mol } POCl_3 \\
 266/5 \text{ kJ} \quad x = 5 \text{ mol}
 \end{array}$$

می خواهیم  $\Delta H$  واکنش  $C_{(گرافیت)} \rightarrow C_{(الماس)}$  را به دست آوریم:



$$\Delta H = \Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3 \Rightarrow \Delta H = 395 - 566 + 173 = +2 \text{ kJ}$$

براساس قانون هس،  $\Delta H$  معادله واکنش تهیه نیتریک اسید را می توان از جمع جبری معادلات ارائه شده بدست آورد. برای این منظور معادله (۱) را بر ۴ تقسیم کرده، معادله ۲ را معکوس کرده بر ۲ تقسیم می کنیم معادله (۳) را معکوس کرده و در  $\frac{3}{4}$  ضرب می کنیم. سپس هر سه معادله را با هم جمع می کنیم:



$$q = mc\Delta T = (100 + 150) \times 4/2 \times (27 - 25) = 2/1 \text{ kJ}$$

$$? \text{ mol A} = 150 \text{ mL A} \times \frac{0/4 \text{ mol A}}{1000 \text{ mL A}} = 0/06 \text{ mol} \quad \text{واکنش دهنده اضافی}$$

$$? \text{ mol } x_p = 100 \text{ mL } x_p \times \frac{0/5 \text{ mol } x_p}{1000 \text{ mL } x_p} = 0/05 \text{ mol} \quad \text{واکنش دهنده محدودکننده}$$

$$\frac{0/05 \text{ mol } x_p}{1 \text{ mol } x_p} \sim \frac{-2/1 \text{ kJ}}{?} \Rightarrow \Delta H = -42 \text{ kJ}$$

$$900 \text{ g H}_2\text{O} \times \frac{1 \text{ mol H}_2\text{O}}{18 \text{ g H}_2\text{O}} = 50 \text{ mol H}_2\text{O}$$

$$460 \text{ g C}_2\text{H}_5\text{OH} \times \frac{1 \text{ mol C}_2\text{H}_5\text{OH}}{46 \text{ g C}_2\text{H}_5\text{OH}} = 10 \text{ mol C}_2\text{H}_5\text{OH}$$

ابتدا مقدار گرمایی را که ۹۰۰ گرم آب باید دریافت کند تا دمای آن به اندازه ۲ °C بالاتر برود، حساب می‌کنیم:

$$q_{\text{H}_2\text{O}} = nC_{\text{H}_2\text{O}}\Delta T \Rightarrow q_{\text{H}_2\text{O}} = 50 \times 75 \times 2 = 7500 \text{ J}$$

اکنون حساب می‌کنیم اگر به جای آب، ۴۶۰ گرم اتانول (معادل ۱۰ مول) با دمای اولیه ۲۰ °C، این مقدار گرما را دریافت کند، دمای آن چند درجه سلسیوس تغییر می‌کند:

$$q = nC_{\text{اتانول}}\Delta T \Rightarrow 7500 = 10 \times 110 \times \Delta T \Rightarrow \Delta T = 6/8 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\Delta T = T_p - T_1 \Rightarrow 6/8 = T_p - 20 \Rightarrow T_p = 26/8$$

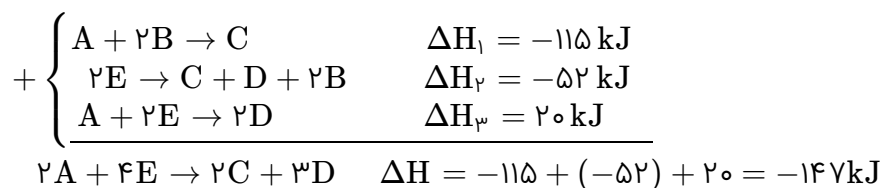
بنابراین دمای پایانی گرماسنج به ۲۶/۸ °C می‌رسد.

ابتدا مقدار عددی (c) ظرفیت گرمایی ویژه را به دست می‌آوریم.

$$c = \frac{q}{m \cdot \Delta T} = \frac{117/5 \text{ J}}{10 \text{ g} \times 50 \text{ } ^\circ\text{C}} = 23/5 \times 10^{-2} \text{ J.g}^{-1} \cdot \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

بنابراین جنس فلز مورد نظر، نقره است.

سه معادله اول را باید طوری بنویسیم که از جمع آن‌ها معادله نهایی به دست آید. اگر معادله "ب" و "پ" را معکوس کنیم یا به عبارتی در "۱" ضرب کنیم و با معادله "الف" جمع کنیم معادله نهایی به دست می‌آید.



$147 \text{ kJ}$  یا  $147000 \text{ J}$  به ازای تولید ۳ مول  $D$  به دست می‌آید، پس به ازای هر مول  $D$ ،  $49000 \text{ J}$  گرما آزاد می‌شود که باید محاسبه کنیم این مقدار گرما چند گرم آب را از دمای  $30^\circ \text{C}$  به  $100^\circ \text{C}$  می‌رساند.

$$Q = mc\Delta T \Rightarrow 49000 = m \times 4/2 \times (100 - 30)$$

$$m = \frac{49000}{4/2 \times 70} \Rightarrow m = 166/7 \text{ g}$$

ابتدا باید مقدار انرژی لازم برای گرم کردن آب را محاسبه نمود و سپس با توجه به گرمای حاصل از انحلال کلسیم کلرید در آب، جرم لازم از  $\text{CaCl}_2$  برای گرم کردن آب را بدست بیاوریم.

$$\Delta H = q = mc\Delta T$$

$$q = 250 \text{ g} \times 4/2 \text{ J.g}^{-1} \cdot ^\circ \text{C}^{-1} \times (45 - 25)^\circ \text{C} = 21000 \text{ J} \approx 21 \text{ kJ}$$

با توجه به گرمای انحلال کلسیم کلرید، ضمن حل شدن ۱ مول از آن (معادل ۱۱۱ گرم)، ۳۵ کیلوژول گرما به آب داده می‌شود. حال باید حساب کنیم با حل شدن چند گرم  $\text{CaCl}_2$  در آب، ۲۱ کیلوژول گرما به آب داده می‌شود.

$$21 \text{ kJ گرما} \times \frac{1 \text{ mol CaCl}_2}{35 \text{ kJ گرما}} \times \frac{111 \text{ g CaCl}_2}{1 \text{ mol CaCl}_2} = 66/6 \text{ g CaCl}_2$$

اطلاعات صورت سؤال شرایط STP را بیان می‌کند، در دمای  $0^\circ \text{C}$  و فشار  $1 \text{ atm}$  هر مول گاز، حجمی برابر  $22/4$  لیتر را اشغال می‌کند.

$$? \text{ mL C} = 0/4 \text{ mol A} \times \frac{3 \text{ mol C}}{2 \text{ mol A}} \times \frac{22400 \text{ mL}}{1 \text{ mol C}} = 13440 \text{ mL}$$

$$\Delta t = 10 \text{ min} = 600 \text{ s}$$

$$\bar{R}_C = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{13440}{600} = 22/4 \text{ mL.s}^{-1}$$

معادله واکنش مورد نظر به صورت زیر است:



$$\text{حجم آمونیاک مصرف شده} = 3 \times 22/4 \text{ L} = 3 \times 22400 \text{ mL}$$

$$\text{مدت زمان انجام واکنش} = 25 \text{ min} = 25 \times 60 = 1500 \text{ s}$$

$$R_{\text{NH}_3} = \frac{3 \times 22400 \text{ mL}}{1500 \text{ s}} = 44/8 \text{ mL.s}^{-1}$$

به ازای مصرف هر ۲ مول  $\text{NH}_3$ ، ۱ مول  $\text{N}_2$  تولید می‌شود، پس سرعت تولید  $\text{N}_2$  نیز نصف سرعت مصرف  $\text{NH}_3$  و برابر با  $22/4 \text{ mL.s}^{-1}$  است.

$$q = mc\Delta T$$

$$q = 150 \times 1 \times (21 - 25) = -600 \text{ cal} = -0/6 \text{ kcal}$$

پس به ازای انحلال هر ۵ گرم  $\text{KNO}_3$ ،  $0/6 \text{ kcal}$  گرما لازم است. می‌توان محاسبه کرد که برای انحلال ۱ مول از این ماده چند  $\text{kcal}$  گرما لازم است.

$$? \text{ kcal} = 1 \text{ mol KNO}_3 \times \frac{101 \text{ g KNO}_3}{1 \text{ mol KNO}_3} \times \frac{0/6 \text{ kcal}}{5 \text{ g KNO}_3} = 12/12 \text{ kcal}$$

$$4/2 \text{ L (H}_2, \text{O}_2) \times \frac{1 \text{ mol (H}_2, \text{O}_2)}{22/4 \text{ L (H}_2, \text{O}_2)} \times \frac{242 \text{ kJ}}{1/5 \text{ mol (H}_2, \text{O}_2)} = 30/25 \text{ kJ}$$

$30/25$  کیلوژول گرما آزاد می‌کند.

توجه فرمایید علامت منفی در  $\Delta H$  نشان‌دهنده گرما دهی و آزاد شدن انرژی است.

$$\begin{cases} m = 1 \text{ kg} = 1000 \text{ g}, C = 4/2 \text{ J.g.mol}^{-1}, \Delta T = 10^\circ \text{C} \\ q = mc\Delta T \Rightarrow q = 1000 \times 4/2 \times 10 = 42000 \text{ J} = 42 \text{ kJ} \end{cases}$$

بنابراین برای آنکه دمای  $1 \text{ kg}$  آب به میزان  $10^\circ \text{C}$  افزایش یابد، به  $42 \text{ kJ}$  انرژی گرمایی نیاز داریم. اکنون با استفاده از رابطه بین  $\Delta H$  و استوکیومتری واکنش، حساب می‌کنیم چند گرم  $\text{SO}_3$  باید در  $1 \text{ kg}$  آب حل شود تا این مقدار گرما ( $42 \text{ kJ}$ ) آزاد کند. روش اول (کسر تبدیل):

$$? \text{ g SO}_3 = 42 \text{ kJ} \times \frac{1 \text{ mol SO}_3}{132 \text{ kJ}} \times \frac{80 \text{ g SO}_3}{1 \text{ mol SO}_3} = 25/5 \text{ g SO}_3$$

روش دوم (تناسب):

$$\frac{q}{|\Delta H|} = \frac{\text{g SO}_3}{\text{ضریب} \times \text{جرم مولی}} \Rightarrow \frac{42 \text{ kJ}}{|-132|} = \frac{x \text{ g SO}_3}{80 \times 1} \Rightarrow x = 25/5 \text{ g SO}_3$$

ماده‌ای که ظرفیت گرمایی ویژه بالایی دارد، با جذب گرمای مشخص، دمای آن به مقدار کمتری بالا خواهد رفت. هلیوم بالاترین ظرفیت گرمایی ویژه و کمترین تغییر دما را خواهد داشت.

سوختن ۱ مول متان ۸۹۰ kJ و سوختن ۵/۰ مول از آن ۴۴۵ kJ یا ۴۴۵۰۰۰ J گرما آزاد می‌کند:

$$q = mc\Delta T$$

$$445000 = 1000 \times 5/2 \times \Delta T$$

$$\Delta T = 85/6^\circ \text{C}$$

$$[A]_t = -Kt + [A]_0$$

در لحظه‌ای که واکنش کامل شود،  $[A]_t = 0$  خواهد بود، بنابراین:

$$0 = -10^{-3}t + 3 \Rightarrow 10^{-3}t = 3 \Rightarrow t = 3000\text{s} = 50\text{min}$$

مول اولیه  $n_1 = 4/5 \text{ mol NO}_2$

مول ثانویه  $n_2 = 138 \text{ g NO}_2 \times \frac{1 \text{ mol NO}_2}{46 \text{ g NO}_2} = 3 \text{ mol NO}_2$

$$\overline{R}_{\text{NO}_2} = -\frac{\Delta n}{\Delta t} = -\frac{(n_2 - n_1)}{\Delta t} = -\frac{(3 - 4/5)}{10\text{s}} = 0/15 \text{ mol.s}^{-1}$$

$$\frac{\overline{R}_{\text{NO}_2}}{\text{ضریب NO}_2} = \frac{\overline{R}_{\text{O}_2}}{\text{ضریب O}_2} \Rightarrow \frac{0/15}{2} = \frac{\overline{R}_{\text{O}_2}}{1} \Rightarrow \overline{R}_{\text{O}_2} = 0/075 \text{ mol.s}^{-1}$$

$$\overline{R}_{\text{NO}_2} = \frac{-\Delta n}{\Delta t} \Rightarrow 0/15 = -\frac{-4/5}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = 30\text{s}$$

$$\overline{R}_{\text{واکنش}} = \frac{\overline{R}_A}{2} = \frac{\overline{R}_B}{1} = \frac{\overline{R}_C}{2} = \frac{\overline{R}_D}{3}$$

$$\overline{R}_{\text{واکنش}} = \frac{\overline{R}_C}{2} = \frac{1}{2} = 0/5 \text{ mol.s}^{-1}$$

$$\overline{R}_{\text{واکنش}} = \frac{\overline{R}_D}{3} \Rightarrow \overline{R}_D = 3\overline{R}_{\text{واکنش}} = 3 \times 0/5 = 1/5 \text{ mol.s}^{-1}$$

تا همین جا می‌توان گزینه ۴ را به عنوان گزینه صحیح انتخاب کرد. برای تأیید آن، سرعت مصرف A و B را هم به دست می‌آوریم.

$$\overline{R}_A = 2\overline{R}_{\text{واکنش}} = 2 \times 0/5 = 1 \text{ mol.s}^{-1}$$

$$\overline{R}_B = \overline{R}_{\text{واکنش}} = 0/5 \text{ mol.s}^{-1}$$

مطابق واکنش به ازای مصرف ۳ مول مخلوط گازی، معادل ۴۸۴ کیلوژول گرما آزاد شده است. به عبارتی برای هر مول گاز (در شرایط استاندارد هر مول گاز ۲۲/۴ لیتر حجم دارد) مقدار ۱۶۱/۳۳ کیلوژول گرما آزاد می‌شود.

$$484 \div 3 = 161/33$$

بنابراین برای مخلوطی به حجم ۷/۵ لیتر از این دو گاز مقدار گرمای آزاد شده به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$\frac{L}{22/4} \quad \frac{kJ}{161/33} \Rightarrow x = 54 kJ$$

روش کسر تبدیل:

$$? kJ = 7/5 L (H_2, O_2) \times \frac{1 \text{ mol}}{22/4 L} \times \frac{484 kJ}{3 \text{ mol } (H_2, O_2)} = 54 kJ$$

$$? \text{ mol Cl}_2 = 3/6 \text{ mol O}_2 \times \frac{2 \text{ mol Cl}_2}{1 \text{ mol O}_2} = 1 \text{ mol Cl}_2$$

$$\Delta[Cl_2] = \frac{1 \text{ mol}}{1 L} = 1 \text{ mol.L}^{-1}, \quad \Delta t = (2 \times 60) + 24 = 144 \text{ s}$$

$$\bar{R}_{Cl_2} = \frac{\Delta[Cl_2]}{\Delta t} = \frac{1/144}{144} = 0/01 \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$\begin{cases} q : J \\ m : g \\ c : J \cdot g^{-1} \cdot ^\circ C^{-1} \\ \Delta T : ^\circ C \text{ یا } K \end{cases}$$

$$q = m c \Delta T \Rightarrow 3510 (J) = m_{Fe} \times 0/45 \times 20 \Rightarrow m_{Fe} = 390 g$$

$$(چگالی) d_{Fe} = \frac{m(g)}{V (cm^3)} \Rightarrow 7/8 = \frac{390}{V (cm^3)} \Rightarrow V = 50 cm^3$$



ابتدا  $\Delta H$  انحلال این ماده را برحسب ۵ گرم  $\text{KNO}_3$  محاسبه می‌کنیم.

$$\text{آب} : q_1 = m_1 c_1 \Delta T_1 = 100 \times 4/2 \times (31 - 35) = -1680 \text{ J}$$

$$\text{پتاسیم نیترات} : q_2 = m_2 c_2 \Delta T_2 = 5 \times 0/21 \times (31 - 35) = -4/2 \text{ J}$$

$$q_{\text{کل}} = q_1 + q_2 = -1680 + (-4/2) = -1684 \text{ J} = -1/684 \text{ kJ}$$

چون انحلال این ماده باعث کاهش دما شده پس علامت انحلال  $\Delta H$  آن مثبت است.

$$\text{KNO}_3 \text{ گرم } 5 \text{ برای } \Delta H_{\text{انحلال}} = +1/684 \text{ kJ}$$

حال باید  $\Delta H_{\text{انحلال}}^\circ$  را برای ۱ مول  $\text{KNO}_3$  به دست آوریم. هر مول  $\text{KNO}_3$ ، ۱۰۱ گرم از آن است.

<u>گرم</u>	<u><math>\Delta H</math> (kJ حسب )</u>	
۵	+ ۱/۶۸۴	
		$\Rightarrow x \simeq +34 \text{ kJ}$
۱۰۱	x	

در هر ساعت ۵۰٪ ماده اولیه تجزیه می‌شود. برای تجزیه ۹۳/۷۵٪، باید حساب کرد که چند بار تجزیه صورت گرفته:  
 $M_1$  جرم اولیه

$$M_1 \xrightarrow{t_1} 50\% M_1 \xrightarrow{t_2} 25\% M_1 \xrightarrow{t_3} 12/5\% M_1 \xrightarrow{t_4} 6/25\% M_1$$

$$AB_2 \text{ های مولکول تجزیه درصد} = 50 + 25 + 12/5 + 6/25 = 93/75$$

$$t_{\text{کل}} = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 \Rightarrow t_{\text{کل}} = 4 \text{ ساعت}$$