



گزینه ۳

۱

$$4/2 L(H_2, O_2) \times \frac{1 \text{ mol}(H_2, O_2)}{22/4 L(H_2, O_2)} \times \frac{242 \text{ kJ}}{1/5 \text{ mol}(H_2, O_2)} = 30/25 \text{ kJ}$$

۳۰/۲۵ کیلوژول گرما آزاد می‌کند.

توجه فرمایید علامت منفی در ΔH نشان‌دهنده گرما دهی و واکنش و آزاد شدن انرژی است.

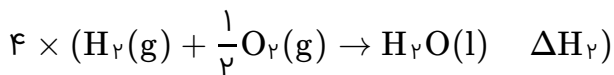
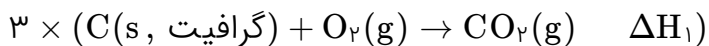
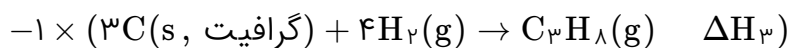
گزینه ۲

۲

$$\bar{R}_{\text{واکنش}} = \bar{R}_{Br_2} = \frac{\bar{R}_{NO}}{2} = \frac{1/6 \times 10^{-6}}{2} = 8 \times 10^{-5} \text{ mol.s}^{-1}$$

گزینه ۳

۳



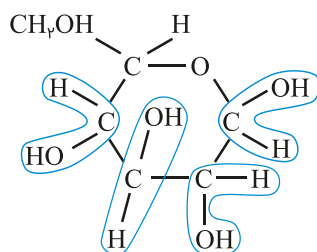
$$\Delta H = -\Delta H_3 + 3\Delta H_1 + 4\Delta H_2 = -(-270) + 3 \times (-394) + 4 \times (-286) = -2056 \text{ kJ}$$

$$11 \text{ g } C_3H_8 \times \frac{1 \text{ mol } C_3H_8}{44 \text{ g } C_3H_8} \times \frac{2056 \text{ kJ}}{1 \text{ mol } C_3H_8} = 1000 \times 0/90 \times \Delta\theta \Rightarrow \Delta\theta = 571 \text{ K}$$

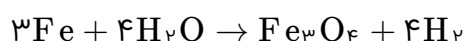
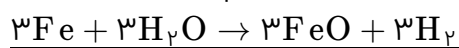
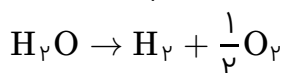
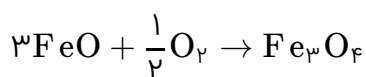
اگرچه این ترکیب به واسطه داشتن گروه‌های هیدروکسیل، ضمن حل شدن در آب با مولکول‌های آب پیوند هیدروژنی برقرار می‌کند، اما انحلال‌پذیری آن مانند اتانول نیست. ترکیباتی مانند اتانول و استون به هر نسبتی در آب حل می‌شوند؛ درحالی‌که ترکیب داده‌شده (گلوکز)، مانند بسیاری از مواد محلول در آب، انحلال‌پذیری محدودی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

گزینه ۱: در ساختار این ترکیب، چهار گروه 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.



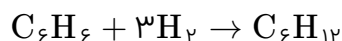
گزینه ۴: فرمول مولکولی این ترکیب، $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ و فرمول هگزن C_6H_{12} است که نسبت شمار اتم‌های هیدروژن به کربن در هر دو برابر با ۲ است.



$$\Delta H = \frac{1}{2}\Delta H_1 - \frac{1}{2}\Delta H_2 - 3\Delta H_3 = -\frac{635}{2} + \frac{484}{2} + 3(240/5) = -317/5 + 242 + 721/5 = 646$$

بررسی عبارت‌ها:

الف) نادرست. ظرفیت گرمایی به شرطی بزرگ‌تر از ظرفیت گرمایی ویژه خواهد بود که جرم ماده بیشتر از یک گرم باشد.
ب) درست. در آلکان‌ها هرچه تعداد کربن بیشتر باشد، در دمای بالاتری به فاز گازی رفته (نقطه جوش بالاتر) و برعکس در دماهای بالاتر نیز می‌توانند به فاز مایع تبدیل شوند. به عبارتی ماده‌ای که سریع‌تر تبخیر می‌شود (می‌جوشد)، دیرتر نیز از فاز گاز به مایع تبدیل می‌گردد.
پ) درست.



ت) نادرست. C_6H_8 الزاماً یک آلکن نیست و می‌تواند یک سیکلو آلکان (سیکلو بوتان) باشد.
ث) نادرست. برعکس! دلیل فراوانی آلکان‌ها در نفت خام، واکنش‌پذیری پایین آن‌ها است.

الف) نادرست است. نام آیوپاک ترکیب (I)، ۲-هپتانون است.

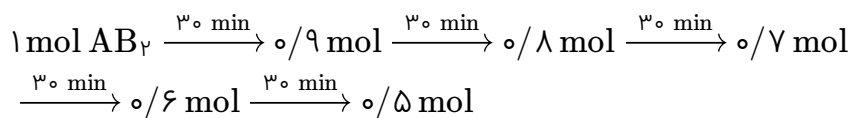
ب) نادرست است. گروه عاملی موجود در ترکیب (II)، اتر است.

پ) درست است. فرمول مولکولی دو ترکیب (I) و (II) به ترتیب $C_7H_{14}O$ و $C_{10}H_{12}O$ است؛ بنابراین تفاوت شمار اتم‌های هیدروژن در دو ترکیب برابر با ۲ است.

ت) درست است.

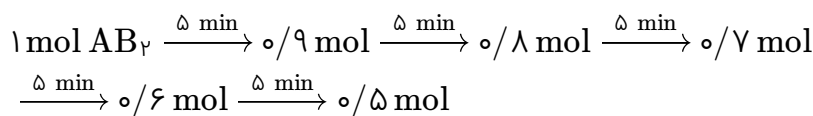
پاسخ بخش اول مسئله:

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:



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

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



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

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

پاسخ بخش دوم مسئله:

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

بررسی عبارت‌ها:

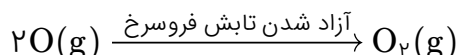
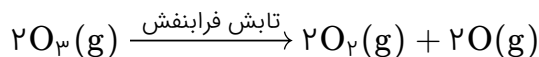
- درست. به خاطر جرم بیشتر، دمای جوش اوزون نسبت به اکسیژن بالاتر بوده و در دمای بالاتری نیز به مایع تبدیل می‌شود.

- نادرست؛ اوزون واکنش‌پذیری بالاتری نسبت به اکسیژن دارد. از این رو به‌عنوان ضدعفونی‌کننده استفاده می‌شود.

- درست. اوزون تروپوسفری طبق واکنش $\text{NO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \xrightarrow{\text{نور خورشید}} \text{NO}(\text{g}) + \text{O}_3(\text{g})$ به وجود می‌آید. NO_2 جزء

آلاینده‌ها محسوب شده و با افزایش مصرف سوخت‌های فسیلی تولید آن افزایش یافته و تولید اوزون نیز افزایش می‌یابد.

- درست. واکنش فوق مجموع دو واکنش زیر است:

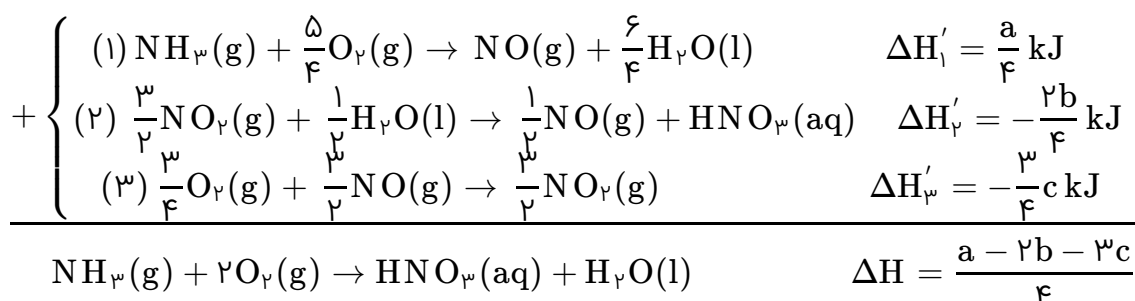


$$18 \text{ cal} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot ^\circ\text{C}^{-1} \times \frac{1 \text{ mol H}_2\text{O}}{18 \text{ g H}_2\text{O}} \times \frac{4/184 \text{ J}}{1 \text{ cal}} = 4/184 \text{ J} \cdot \text{g}^{-1} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$$

براساس قانون هس، ΔH معادله واکنش تهیه نیتریک اسید را می‌توان 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 می‌کنیم معادله (۳) را معکوس کرده و در $\frac{3}{4}$ ضرب

می‌کنیم. سپس هر سه معادله را با هم جمع می‌کنیم:



گزینه اول: کاهش دما باید باعث کاهش سرعت فرآیند شود و در بازه زمانی طولانی‌تری همان مقدار H_2 تولید شود.

گزینه دوم: Al جامد است و اضافه کردن آن هیچ تأثیری بر سرعت فرآیند نخواهد داشت، زیرا غلظت برای جامدها عددی ثابت است.

گزینه چهارم: CH_3COOH اسیدی ضعیف است و اضافه کردن آن به جای HCl ، باعث کاهش محسوس سرعت واکنش خواهد شد.

پاسخ بخش اول مسئله:

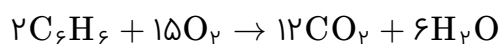
ارزش سوختی، به ازای سوختن یک گرم از ماده محاسبه می‌شود؛ بنابراین:

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

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

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

پاسخ بخش دوم مسئله:



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



$$\begin{cases} n_1(\text{PI}_3) = 20/6 \text{ g} \times \frac{1 \text{ mol PI}_3}{412 \text{ g}} = 0.05 \text{ mol} \\ n_2(\text{PI}_3) = 4/12 \text{ g} \times \frac{1 \text{ mol}}{412 \text{ g}} = 0.01 \text{ mol} \end{cases}$$

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

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

اکنون باتوجه به مقدار مصرفی PI_3 ، مقدار مول HI و در نهایت غلظت آن را به دست می‌آوریم:

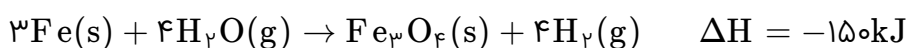
روش اول: کسر تبدیل

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

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

روش دوم: تناسب

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



$$\text{گرمای مورد نیاز برای بالا بردن دمای آب} = mc\Delta T = 300 \times 4/2 \times 40 \Rightarrow Q = 50400\text{J} = 50/4\text{kJ}$$

$$? L H_2 = 50/4\text{kJ} \times \frac{4\text{ mol H}_2}{150\text{kJ}} \times \frac{25\text{ L H}_2}{1\text{ mol H}_2} = 33/6\text{ L H}_2$$

$$m = 2\text{ mol} \times \frac{18\text{ g}}{1\text{ mol}} = 36\text{ g}$$

$$Q = mc\Delta\theta = 36 \times 4/184 \times 2 = 72 \times 4/184\text{kJ}$$

$$Q = 72 \times 4/184\text{J} \times \frac{1\text{ cal}}{4/184\text{J}} = 72\text{ cal}$$

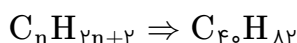
بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه ۱: گرماسنج لیوانی برای اندازه‌گیری گرمای واکنش در فشار ثابت به کار می‌رود که هم‌ارز با آنتالپی واکنش است.

گزینه ۲: سوختگی حاصل از ریختن ۱۰۰ گرم آب 100°C روی پوست، بیشتر از ۱۰۰ گرم روغن زیتون با دمای 100°C است، زیرا ظرفیت گرمایی ویژه آب بیشتر از روغن زیتون است.

گزینه ۴: گرما را می‌توان هم‌ارز انرژی گرمایی دانست که به علت تفاوت در دما جاری می‌شود.

گزینه ۱: نادرست است، زیرا باتوجه به فرمول مولکولی آن، سیزده پیوند دوگانه کربن-کربن در ساختار آن وجود دارد.



هر پیوند دوگانه کربن-کربن سبب کاهش دو اتم هیدروژن در مقایسه با آلکان هم‌کربن می‌شود؛ پس:

$$82 - 56 = 26 \Rightarrow C = C \text{ شمار پیوندهای} = \frac{26}{2} = 13$$

گزینه ۲: نادرست است. لیکوپن گونه‌ای پرانرژی و ناپایدار نیست؛ زیرا این ویژگی‌ها مربوط به رادیکال‌ها است که لیکوپن رادیکال نیست.

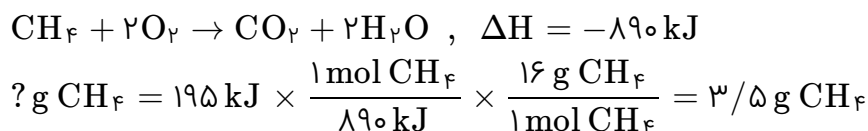
گزینه ۳: درست است.

گزینه ۴: نادرست است. لیکوپن با به دام انداختن رادیکال‌ها از انجام واکنش‌های ناخواسته رادیکال‌ها جلوگیری می‌کند.

پاسخ بخش اول مسئله:

$$Q = mc\Delta\theta \Rightarrow Q(J) = 2500 \text{ g} \times 0.39 \text{ J.g}^{-1}.\text{C}^{-1} \times (225 - 25)^\circ\text{C} \\ = 195000 \text{ J} = 195 \text{ kJ}$$

پاسخ بخش دوم مسئله:



باتوجه به ساختار داده شده این ترکیب دارای فرمول مولکولی $\text{C}_{18}\text{H}_{21}\text{O}_3\text{N}$ است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه ۱: در گروه عاملی اتری اکسیژن بین دو اتم کربن قرار می‌گیرد 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 می‌آورد.

گزینه ۳: همان‌طور 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) می‌باشد 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 می‌شود.

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

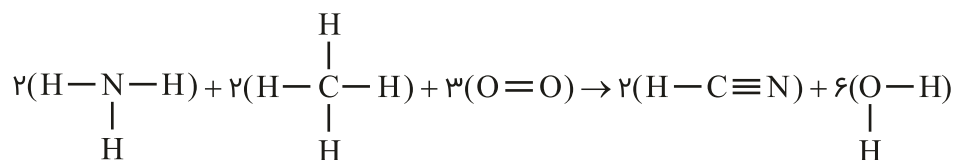
بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه ۲: باتوجه به معادله ترموشیمی داده شده، با تولید هر مول آمونیاک ۹۱/۵ 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.



$$\Delta H = \left[\text{مجموع آنتالپی پیوند} \right] - \left[\text{مجموع آنتالپی پیوند} \right]$$

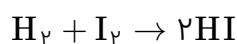
$$\Delta H = \left[\text{مواد واکنش دهنده} \right] - \left[\text{مواد فرآورده} \right]$$

$$\Delta H = [6\Delta H(\text{N}-\text{H}) + 8\Delta H(\text{C}-\text{H}) + 3\Delta H(\text{O}=\text{O})]$$

$$- [2\Delta H(\text{C}\equiv\text{N}) + 12\Delta H(\text{O}-\text{H})]$$

$$\Delta H = [6(390) + 8(414) + 3(495)] - [2(944) + 12(463)]$$

$$= 7137 - 8144 = -1007 \text{ kJ}$$



$$\left. \begin{array}{l} \text{تعداد مول } \text{I}_2 \text{ در دقیقه بیستم: } 6(0/1) = 0/6 \\ \text{تعداد مول } \text{I}_2 \text{ در دقیقه چهارم: } 5(0/1) = 0/5 \end{array} \right\} \Rightarrow \Delta n_{\text{I}_2} = -0/1$$

$$\Rightarrow \Delta [\text{I}_2] = \frac{-0/1}{2} = -0/05 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$\overline{R}_{\text{متوسط}} = \frac{\overline{R}_{\text{I}_2}}{1} = -\frac{\Delta [\text{I}_2]}{\Delta t} = -\frac{-0/05 \text{ mol.L}^{-1}}{\frac{1}{3}(\text{h})} = 0/15 \text{ mol.L}^{-1}.\text{h}^{-1}$$

مطابق شکل در دقیقه چهارم، ۰/۵ مول I_2 در ظرف واکنش باقی مانده است که برای کامل شدن واکنش می‌بایست این مقدار I_2 به‌طور کامل مصرف شود؛ بنابراین:

$$\Delta [\text{I}_2] = \frac{0 - 0/5}{2} = -0/25$$

$$\overline{R}_{\text{I}_2} = -\frac{\Delta [\text{I}_2]}{\Delta t} \Rightarrow 0/15 = -\frac{-0/25}{\Delta t(\text{h})} \Rightarrow \Delta t = \frac{5}{3} \text{ h}$$

$$\Rightarrow \Delta t(\text{min}) = \frac{5}{3}(\text{h}) \times 60 = 100 \text{ min}$$

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

بنابراین برای آنکه دمای ۱ kg آب به میزان 10°C افزایش یابد، به ۴۲ kJ انرژی گرمایی نیاز داریم. اکنون با استفاده از رابطه بین ΔH و استوکیومتری واکنش، حساب می‌کنیم چند گرم SO_3 باید در ۱ kg آب حل شود تا این مقدار گرما (۴۲ 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):

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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.

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

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

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)