

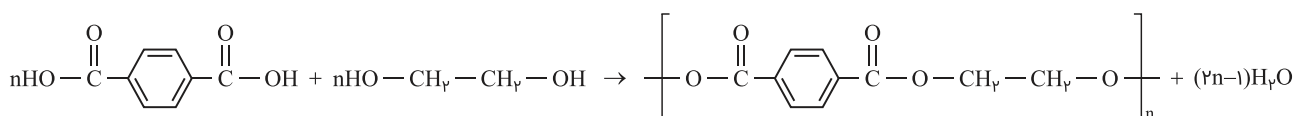


گزینه ۲

۱

نکته مهم: وزن پلی اتیلن ترفتالات متناسب با افزایش مول مونومرها افزایش نمی یابد. به عنوان مثال جرم استر حاصل از یک مول از مونومرهای اولیه با جرم حاصل از دو مول از مونومرها به یک نسبت افزایش نخواهد یافت!

از این رو مستقیماً نمی توان از جرم آب حاصل شده جرم پلیمر را به دست آورد. برای این کار باید جرم مونومرها را محاسبه کرده و سپس جرم آب حاصل شده را کاسته و جرم پلیمر را به دست آورد. (در این سؤال بازده ۸۰٪ نیز باید لحاظ شود. بدین مفهوم که ۸۰ درصد از جرم اولیه مونومرها تبدیل به پلیمر و آب شده است)



ابتدا باید مقدار مول تولید شده آب را که در تناسب با مقدار مول مونومرها است را به دست آورد:

$$72 \text{ g} \times \frac{100}{80} \times \frac{1 \text{ mol}}{18 \text{ g}} = 5 \text{ mol}$$

در سنتز این پلیمر به ازای n مول از هریک از مونومرها $2n - 1$ مول آب تولید خواهد شد. در نتیجه:

$$2n - 1 = 5 \Rightarrow n = 3$$

$$\text{جرم ترفتالیک اسید و اتیلن گلیکول} = 3(62 + 166) = 684 \text{ g} \times \frac{80}{100} = 547.2 \text{ g}$$

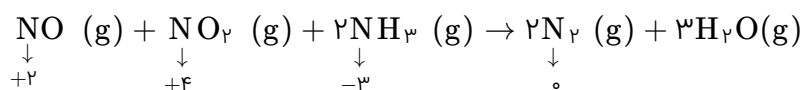
$$\text{جرم پلیمر} = 547.2 - 72 = 475.2 \text{ g}$$

گزینه ۲

۲

بررسی گزینه ها:

گزینه ۱: در واکنش انجام شده تنها یک عنصر نیتروژن در سه ماده NO ، NH_3 و NO_2 تغییر عدد اکسایش می دهد.



گزینه ۲: طبق نمودار کتاب، واکنش تجزیه NO به گازهای N_2 و O_2 که توسط مبدل کاتالیستی انجام می شود گرماده است و واکنش تشکیل NO از گازهای N_2 و O_2 که در دمای بالای داخل موتور انجام می شود گرماگیر خواهد بود. هر دو واکنش تشکیل و تجزیه NO انرژی فعال سازی زیادی داشته و در دمای پایین انجام نمی شوند.

گزینه ۳: آنتالپی واکنش در حضور یا غیاب کاتالیزگر یکسان است و کاتالیزگر باعث تغییر ΔH واکنش نمی شود.

گزینه ۴: افزایش فشار باعث جابه جایی تعادل در جهت رفت می شود؛ اما غلظت همه گازها (واکنش دهنده ها و فرآورده) در تعادل جدید نسبت به تعادل اولیه بیشتر خواهد بود.

الف) نادرست است.

تعداد پیوندهای اشتراکی $C_2H_4 \Rightarrow \frac{2 \times 4 + 4}{2} = \frac{12}{2} = 6$

تعداد پیوندهای اشتراکی C_6H_6 بنزن $\Rightarrow \frac{6 \times 6 + 6}{2} = 15$

اختلاف تعداد پیوندهای اشتراکی $15 - 6 = 9$

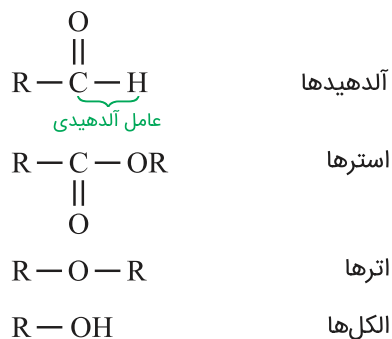
تعداد اتمهای هیدروژن $C_2H_4(OH)_2$ اتیلن گلیکول $\Rightarrow 6$

ب) درست است.

ج) همه ترکیبهای آلی دارای گروههای عاملی نیستند مانند آلکانها. (نادرست)

د) سنتز مواد جدید از مواد خام به دانشهایی مانند ساختار و رفتار گروههای عاملی، شرایط انجام واکنش و عوامل مؤثر بر واکنش نیاز دارد. (درست)

هـ)



ثابت تعادل برابر است با:

$$K = \frac{[D]^2}{[C]} = \frac{\left(\frac{0.2}{10}\right)^2}{\left(\frac{0.5}{10}\right)} = 0.008 \text{ mol.L}^{-1}$$

چون تغییر فشار مقدار ثابت تعادل را تغییر نمی‌دهد، لذا $K = 0.008$ است.

نسبت NO به NO_۲ در مخلوط ۲ به ۱ است. باتوجه به وزن ۷۹/۵ کیلوگرمی، باید نسبت مولی به نسبت جرمی تبدیل شده و میزان هر گاز را به دست آورد:

$$\text{NO} = \frac{۲}{۳} \text{ mol} \Rightarrow \frac{۲(۱۶ + ۱۴)}{۲(۱۶ + ۱۴) + (۱۴ + ۳۲)} \times ۷۹۵۰۰ = \frac{۶۰}{۱۰۶} \times ۷۹۵۰۰ = ۴۵۰۰۰ \text{ g}$$

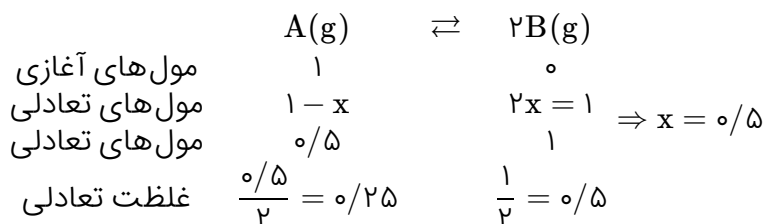
$$\text{NO}_۲ = \frac{۱}{۳} \text{ mol} \Rightarrow \frac{۱۴ + ۳۲}{۲(۱۶ + ۱۴) + (۱۴ + ۳۲)} \times ۷۹۵۰۰ = \frac{۴۶}{۱۰۶} \times ۷۹۵۰۰ = ۳۴۵۰۰ \text{ g}$$

بازده درصدی ۸۰ درصد به این مفهوم است که ۲۰ درصد از NO و NO_۲ بدون تجزیه از اگزوز خارج می‌شود؛ بنابراین مقادیر خارج شده به ترتیب برابرند با:

$$\text{NO} = ۴۵ \text{ kg} \times ۰/۲ = ۹ \text{ kg}$$

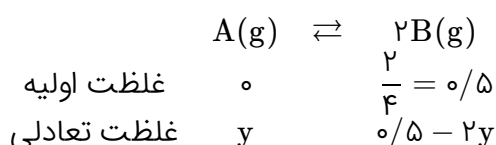
$$\text{NO}_۲ = ۳۴/۵ \text{ kg} \times ۰/۲ = ۶/۹ \text{ kg}$$

ابتدا ثابت تعادل را در دمای 25°C حساب می‌کنیم:



$$K = \frac{[\text{B}]^2}{[\text{A}]} = \frac{(0.5)^2}{0.25} = 1$$

چون واکنش گرماگیر است، در دمای بالاتر یعنی 50°C باید ثابت تعادل بزرگ‌تر شود.



بررسی گزینه‌ها:

گزینه ۱: حاصل عبارت ثابت تعادل کمتر از ۱ و نادرست است.

$$\frac{[\text{B}]^2}{[\text{A}]} = \frac{(0.3)^2}{0.1} = 0.9$$

گزینه ۲: کاهش غلظت B باید دو برابر افزایش غلظت A باشد و این غلظت‌ها که کاهش غلظت B برابر با افزایش غلظت A است، نمی‌تواند درست باشد.

گزینه ۳: حاصل عبارت ثابت تعادل بزرگ‌تر از ۱ است و غلظت‌های داده‌شده می‌تواند درست باشد.

$$\frac{[\text{B}]^2}{[\text{A}]} = \frac{(0.36)^2}{0.07} > 1$$

گزینه ۴: حاصل عبارت ثابت تعادل کوچک‌تر از ۱ شده و نادرست است.

$$\frac{[\text{B}]^2}{[\text{A}]} = \frac{(0.2)^2}{0.15} < 1$$

با توجه به ضرایب بخار آب و کربن دی‌اکسید، مقدار کربن دی‌اکسید نصف بخار آب یعنی ۰/۱ مولار خواهد بود.

$$k = \frac{[\text{CO}_2][\text{H}_2\text{O}]^2}{[\text{CH}_4][\text{O}_2]^2} \Rightarrow 0.05 = \frac{(0.1)(0.04)}{a \times 0.16} \Rightarrow a = 0.5$$

راهنمایی: واکنش گرماده است؛ بنابراین ثابت تعادل با تغییر دما تغییر خواهد کرد. افزایش دما ثابت تعادل را کاهش و کاهش دما مقدار آن را افزایش خواهد داد. در آزمایش دوم دمای واکنش افزایش یافته و باتوجه به گرماده بودن واکنش ثابت تعادل باید کوچک‌تر شود. بنابراین مقادیر ثابت تعادل در گزینه "۱" یا "۴" می‌تواند صحیح باشد. برعکس در واکنش سوم ثابت تعادل افزایش یافته؛ بنابراین دما باید نسبت به دمای آزمایش اول مقداری کمتر باشد. از این رو دمای ۱۵ درجه را انتخاب می‌کنیم. بنابراین گزینه صحیح "۴" خواهد بود. نکته: در جدول، داده‌هایی برای محاسبه d داده نشده؛ ولی باتوجه به اینکه پاسخ سوال با یافتن مقادیر a و b و c مشخص شده، لذا نیازی به محاسبه d وجود ندارد.

الف) O_2 در ظرف واکنش وجود ندارد؛ پس تنها واکنش از راست به چپ و درجهت برگشت انجام می‌گیرد و سرعت واکنش رفت صفر و سرعت واکنش برگشت حداکثر است.

با گذشت زمان سرعت برگشت که همان سرعت تولید SO_2 است، کاهش می‌یابد (نادرست)، ولی سرعت رفت که همان مصرف مواد واکنش‌دهنده است به تدریج افزایش می‌یابد.

ب) در ابتدا سرعت رفت صفر و سرعت برگشت حداکثر است و تنها واکنش برگشت انجام می‌گیرد. (درست)

ج) با گذشت زمان، سرعت برگشت که همان سرعت تولید SO_2 است به تدریج کاهش می‌یابد. (نادرست)

د) در ابتدا سرعت برگشت حداکثر است. (نادرست)

همچنین چون در ابتدا ۱ مول SO_3 و ۱ مول SO_2 وجود دارد و واکنش به سمت برگشت جابه‌جا می‌شود و از مول‌های SO_3 کم شده و به مول‌های SO_2 اضافه می‌شود تا تعادل برقرار گردد، به همین علت در حالت تعادل غلظت SO_3 کمتر از SO_2 است.

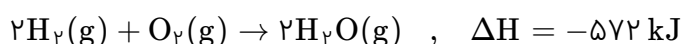
هـ) باتوجه به اینکه واکنش درجهت برگشت جابه‌جا می‌شود یعنی واکنش از سمت مول‌های کمتر به سمت مول‌های بیشتر پیشرفت می‌کند، پس تعداد مولکول‌ها به تدریج زیاد می‌شود. (درست)

گزینه ۳ "درست است".

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه ۱: A و B به ترتیب مربوط به ایجاد جرقه در مخلوط و استفاده از پودر روی است.

گزینه ۲: باتوجه به معادله واکنش به ازای تولید هر مول بخار آب 286kJ انرژی آزاد می‌شود.

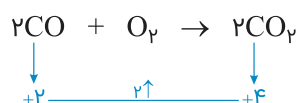


گزینه ۴: آنتالپی واکنش در حضور و یا غیاب کاتالیزگر و یا ایجاد جرقه، ثابت است و تغییری نمی‌کند.

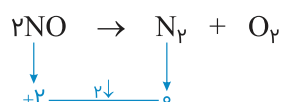
از محلول یا بخار برم برای شناسایی آلکن‌ها از هیدروکربن‌های سیرشده استفاده می‌شود. باتوجه به اینکه با افزایش دما در ظرف ۲ محیط بی‌رنگ است، نشان از واکنش بخار قرمز رنگ سدیم با ترکیب C_3H_6 دارد؛ پس این ترکیب همان پروپین بوده و یک ترکیب سیرنشده به شمار می‌رود و می‌توان گفت واکنش $C_3H_6(g) \rightleftharpoons C_3H_6(g)$ گرماگیر است؛ چراکه با افزایش دما از ۴۷۰ به ۵۵۰ مقدار واکنش‌دهنده و به طبع آن مصرف برم (کاهش رنگ قرمز برم) افزایش یافته است. در واکنش‌های گرماگیر با افزایش دما ثابت تعادل افزایش می‌یابد. بنابراین فرآورده یک ترکیب سیرنشده و واکنش‌دهنده نیز یک آلکان حلقوی سه کربنه (سیکلو پروپان) و ترکیبی سیرشده است.

کاهش فشار باعث کاهش ناگهانی غلظت همه اجزای حاضر در تعادل شده و پس از مدتی و مطابق اصل لوشاتلیه واکنش در جهت جبران تغییر اعمال شده به سمت برگشت جابه‌جا می‌شود. در نتیجه مقدار SO_2 مجدداً رو به افزایش می‌رود اما مشخصاً به مقدار اولیه نخواهد رسید.

الف) نادرست. در واکنش تبدیل CO به CO_۲ اتم کربن اکسایش می‌یابد ولی در واکنش تبدیل NO به N_۲ اتم N کاهش می‌یابد.
 ب) درست. هر دو فرآورده N_۲ و O_۲ در واکنش حذف NO و فرآورده CO_۲ در واکنش حذف CO ناقطبی‌اند.
 پ) درست. در واکنش حذف CO به ازای هر مولکول CO، دو الکترون مبادله می‌شود؛ پس در واکنش موازنه‌شده آن ۴ الکترون مبادله شده است.



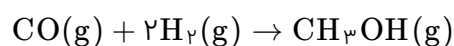
در واکنش حذف NO نیز چنین است و به ازای کاهش هر مولکول NO، ۲ الکترون و به ازای ۲ مولکول آن، ۴ الکترون مبادله می‌شود.



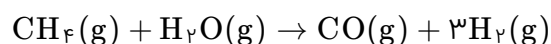
ت) درست.

بررسی عبارت‌های نادرست:

ب) PET در شرایط مناسب با متانول واکنش می‌دهد و به مواد مفیدی تبدیل می‌شود اما به مونومرهای اولیه تبدیل نمی‌شود.
 پ)

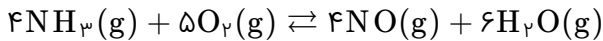


این واکنش در دمای ۳۵۰°C و فشار ۳۰ تا ۵۰ اتمسفر و در حضور کاتالیزگر انجام می‌شود. باتوجه به اصل لوشاتلیه، افزایش فشار واکنش را بیشتر در جهت رفت پیش می‌برد.
 ت)

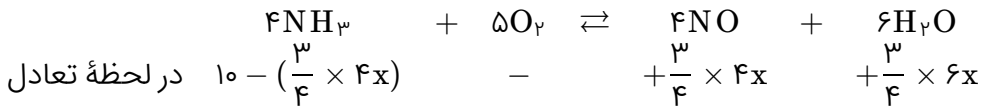


این واکنش در دمای ۴۵۰ تا ۵۵۰ درجه سلسیوس و در حضور کاتالیزگر و در فشار معمولی انجام می‌شود. تعداد مول‌های گازی فرآورده بیشتر است و افزایش فشار مقدار تولید فرآورده را افزایش نمی‌دهد.

واکنش موازنه شده به صورت زیر است:



باتوجه به ضرایب مواد تا لحظه تعادل از مقدار آمونیاک باید $4x$ مصرف و از NO و H_2O به ترتیب $4x$ و $6x$ تولید شود، ولی باتوجه به اینکه بازده واکنش ۷۵٪ است، مقادیر مصرف و تولید شده باید ۷۵٪ یا به عبارتی $\frac{3}{4}$ این مقادیر باشد؛ بنابراین داریم:



مجموع فرآورده‌ها در لحظه تعادل برابر با ۱۵ مولار است. (باتوجه به حجم یک لیتری ظرف واکنش، مولاریته با مقدار مول مواد برابر است)

$$3x + 4/5x = 15 \Rightarrow x = 2$$

سرعت واکنش را می‌توان از روی سرعت تولید NO تا لحظه تعادل به دست آورد:

$$R_{\text{واکنش}} = \frac{R_{\text{NO}}}{4} = \frac{1}{4} \times \frac{\Delta n_{\text{NO}}}{V_{\text{os}}} = \frac{1}{4} \times \frac{6}{\frac{1}{3} \text{ min}} = 4/5 \text{ mol.min}^{-1}$$

واکنش خودبه‌خودی مواد با اکسیژن (سوختن یا اکسایش) گرماده است؛ بنابراین با افزایش دما ثابت تعادل کاهش خواهد یافت.

عبارت "پ" نادرست است.

ازجمله پیامدهای رشد و پیشرفت جامعه، می‌توان دسترسی آسان و ارزان‌تر به فناوری نو را نام برد.

$$\left. \begin{array}{l} \text{در ابتدا} \quad n_{\text{H}_2} = 10 \text{ g} \times \frac{1 \text{ mol}}{2 \text{ g H}_2} = 5 \text{ mol} \\ \text{در تعادل} \quad n_{\text{H}_2} = 6 \text{ g} \times \frac{1 \text{ mol}}{2 \text{ g H}_2} = 3 \text{ mol} \end{array} \right\} \text{H}_2 \text{ مصرف شده} = 5 - 3 = 2 \text{ mol}$$

مطابق واکنش، تعداد مول مصرف شده H_2 با تعداد مول های مصرف شده Br_2 برابر است؛ پس ۲ مول Br_2 مصرف شده است.

$$\text{جرم Br}_2 \text{ مصرف شده} = 2 \text{ mol} \times \frac{160 \text{ g}}{1 \text{ mol Br}_2} = 320 \text{ g Br}_2$$

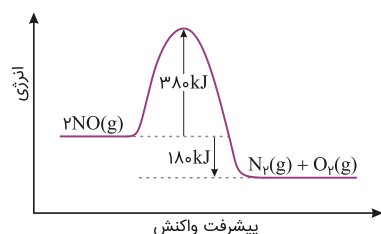
$$\text{جرم اولیه Br}_2 = a = 320 + 40 \text{ g} = 360 \text{ g Br}_2$$

برای محاسبه K ، تعداد مول های Br_2 و HBr را نیز در تعادل به دست می آوریم:

$$\text{تعداد مول های Br}_2 \text{ در تعادل} = 40 \times \frac{1 \text{ mol}}{160 \text{ g}} = 0.25 \text{ mol}$$

و طبق معادله اگر ۲ مول H_2 مصرف شده، ۴ مول HBr نیز تولید می شود؛ پس در تعادل ۴ مول HBr داریم:

$$\left. \begin{array}{l} [\text{H}_2] = \frac{3 \text{ mol}}{5 \text{ L}} \\ [\text{Br}_2] = \frac{0.25 \text{ mol}}{5 \text{ L}} \\ [\text{HBr}] = \frac{4 \text{ mol}}{5 \text{ L}} \end{array} \right\} \Rightarrow K = \frac{[\text{HBr}]^2}{[\text{H}_2][\text{Br}_2]} = \frac{\left(\frac{4}{5}\right)^2}{\left(\frac{3}{5}\right)\left(\frac{0.25}{5}\right)} = 21/3$$



بررسی عبارت های نادرست:

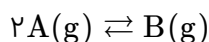
(الف)

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

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

(ت) کاتالیزگر سطح انرژی واکنش دهنده ها و فرآورده ها و تفاوت آن ها (ΔH) را تغییر نمی دهد.

چون تغییر غلظت A دو برابر تغییر غلظت B است، ضریب استوکیومتری A باید دو برابر B باشد. معادله موازنه شده به صورت زیر است:



$$K = \frac{[B]}{[A]^2}$$

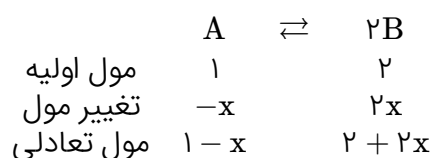
$$25^\circ\text{C} \text{ دمای: } K = \frac{[B]}{[A]^2} = \frac{0.2}{(0.5)^2} = 0.8$$

$$100^\circ\text{C} \text{ دمای: } K = \frac{[B]}{[A]^2} = \frac{0.1}{(0.7)^2} = \frac{0.1}{0.49} \simeq 0.2$$

$$K \text{ کاهش} = 0.8 - 0.2 = 0.6 \text{ کاهش}$$

$$\text{کاهش درصد تغییر} = \frac{0.6}{0.8} \times 100 = 75\%$$

در ابتدا ۱ مول A و ۲ مول B داریم. چون تا برقراری تعادل بر فشار مخلوط تعادلی افزوده شده است، پس تعادل به سمت راست (مول گازی بیشتر) جابه‌جا شده است؛ یعنی A مصرف و B تولید می‌شود.



$$\text{تعداد مول افزایش یافته} = 3 \text{ mol} \times \frac{20}{100} = 0.6 \text{ mol}$$

دقت نمایید تعداد مول اولیه (۳ = ۲ + ۱) مول است. طبق فرض در طول برقراری تعادل ۲۰٪ به فشار درون ظرف اضافه می‌شود؛ یعنی به تعداد مول‌های گازی داخل ظرف به اندازه ۲۰ درصد مقدار اولیه اضافه می‌شود. به عبارت دیگر در لحظه تعادل $3 + 0.6 = 3.6$ مول گاز در ظرف وجود دارد؛ بنابراین x را محاسبه می‌کنیم:

$$1-x+2+2x=3.6 \Rightarrow x=0.6$$

حجم ظرف را V لیتر فرض می‌کنیم و غلظت مولی را برحسب آن محاسبه می‌نماییم:

$$\text{mol A} = 1-x = 1-0.6 = 0.4 \Rightarrow [A] = \frac{0.4}{V} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$\text{mol B} = 2+2x = 2+2(0.6) = 3.2 \Rightarrow [B] = \frac{3.2}{V} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$K = \frac{[B]^2}{[A]} \Rightarrow 2 = \frac{\left(\frac{3.2}{V}\right)^2}{\left(\frac{0.4}{V}\right)} \Rightarrow V = 12.8 \text{ L}$$

کاتالیزگر انرژی فعالسازی واکنش رفت و برگشت را به یک میزان (نه به یک درصد) کاهش می‌دهد.
اگر انرژی فعالسازی رفت را X فرض کنیم، کاهش انرژی فعالسازی رفت برابر است با $X - ۳۵$. با توجه به کاهش ۳۰ درصدی می‌توان مقدار X را به دست آورد.

$$\begin{cases} ۱۰۰ \rightarrow ۳۰ \\ X \rightarrow X - ۳۵ \end{cases} \Rightarrow X = ۵۰ \text{ kJ}$$

به عبارتی مقدار کاهش انرژی فعالسازی برای واکنش رفت و برگشت برابر خواهد بود با:

$$۵۰ - ۳۵ = ۱۵ \text{ kJ}$$

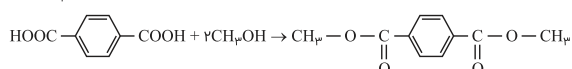
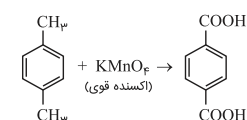
با توجه به کاهش ۱۸/۷۵ درصدی انرژی فعالسازی برگشت (Y) می‌توان آن را محاسبه و در نهایت آنتالپی را به دست آورد:

$$\begin{cases} ۱۰۰ \rightarrow ۱۸/۷۵ \\ Y \rightarrow ۱۵ \end{cases} \Rightarrow Y = ۸۰ \text{ kJ}$$

$$\Delta H = X - Y \Rightarrow ۵۰ - ۸۰ = -۳۰ \text{ kJ}$$

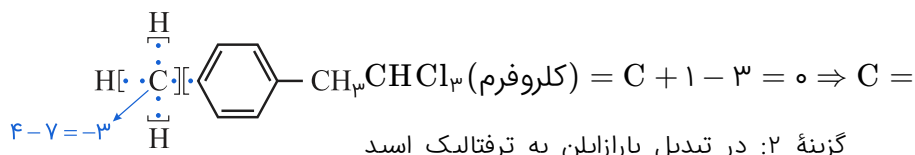
با توجه به واکنش‌های تجزیه AB و MN ، می‌توان دریافت که واکنش (۱) گرماگیر، تجزیه MN آسان‌تر و مقدار انرژی فعالسازی آن کمتر است و سرعت واکنش رفت (۲) از سرعت واکنش برگشت (۱) بیشتر می‌باشد.

از واکنش ترکیب (۲) یعنی پارازیلن با محلول KMnO_4 غلیظ، ترفتالیک اسید تهیه می‌شود. ترفتالیک اسید و ترکیب شماره (۱) یعنی متانول به نسبت مولی ۱ به ۲ با هم واکنش داده و یک دی‌استر تولید می‌کنند.



بررسی سایر گزینه‌ها:

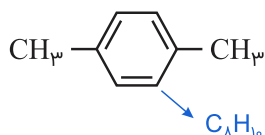
گزینه ۱: عدد اکسایش کربن ستاره‌دار از ترکیب (۲) برابر با -۳ و عدد اکسایش کربن در کلروفرم برابر با +۲ است.



گزینه ۲: در تبدیل پارازیلن به ترفتالیک اسید

به جای دو گروه متیل، دو گروه کربوکسیل قرار می‌گیرد و عدد اکسایش کربن از -۳ (در گروه متیل) به +۳ (در گروه کربوکسیل) تغییر می‌کند.

گزینه ۳: متانول (CH_3OH) را از واکنش گاز کربن مونوکسید با گاز هیدروژن و پارازیلن را از تقطیر نفت خام به دست می‌آورند.



$$\text{تعداد پیوندهای اشتراکی} = \frac{8 \times 4 + 10}{2} = 21 \Rightarrow 21 - 10 = 11$$

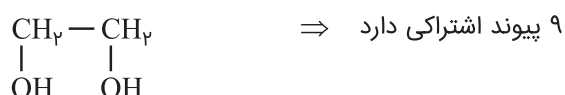
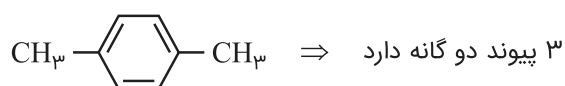
بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه ۱: پارازیلین یک ترکیب آروماتیک است.

$$\text{درصد C} = \frac{8 \times 12}{108} = 88.9\%$$

گزینه ۳: پتاسیم پرمنگنات اکسنده‌ای است که محلول غلیظ آن در شرایط مناسب، پارازیلین را با بازده نسبتاً خوب به ترفتالیک اسید تبدیل می‌کند.

گزینه ۴:



$$9 - 3 = 6$$

تعداد اتم‌های هیدروژن ۵ $\Rightarrow$ اتان $\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl}$

برای افزایش کارایی مبدل کاتالیستی، گاهی سرامیک را به شکل مش (دانه) های ریز درمی‌آورند و کاتالیزورها را روی آن می‌نشانند. بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه ۱: هنگام روشن و گرم شدن خودرو گازهای C_xH_y ، NO و CO بیشتری در گازهای خروجی از اگزوز خودروها وجود دارد؛ زیرا مبدل کاتالیستی در دمای معمولی و پایین کارایی لازم را برای حذف آلاینده‌ها ندارد.

گزینه ۳: جرم CO موجود در خروجی اگزوز از ۵/۹۹ به ۰/۶۱ گرم می‌رسد درحالی‌که جرم NO از ۱/۶۷ به ۰/۰۷ گرم می‌رسد.

گزینه ۴: فلزهای رودیم (Rh)، پلاتین (Pt) و پالادیم (Pd) که در مبدل کاتالیستی استفاده می‌شوند جزء عنصرهای واسطه‌اند.

اگر مقدار اولیه نیتروژن را m و مقدار هیدروژن را n فرض کنیم، در لحظه تعادل از هرکدام به ترتیب $m - x$ و $n - 3x$ در محیط خواهد بود. مقدار آمونیاک نیز در لحظه تعادل برابر با $2x$ است. باتوجه به درصد مولی 75% مخلوط هیدروژن و نیتروژن نسبت به کل مواد موجود در لحظه تعادل داریم:

$$\frac{(m-x) + (n-3x)}{(m-x) + (n-3x) + 2x} \times 100 = 75 \Rightarrow \frac{m+n-4x}{m+n-2x} = \frac{3}{4} \xrightarrow{m+n=4/5} 4/5 = 10x \Rightarrow x = 0/45$$

مقادیر تعادلی مواد عبارت‌اند از:

آمونیاک برابر است با $2x$ به عبارتی $0/9$ مولار.

مقدار تعادلی نیتروژن روی نمودار نشان داده شده و برابر با $0/45$ مولار است.

ابتدا باید مقدار اولیه هیدروژن را محاسبه کرد.

مقدار تعادلی نیتروژن برابر با $0/45$ و مقدار تعادلی آن نیز $0/45$ است؛ یعنی مقدار اولیه آن $0/9$ بوده است؛ بنابراین مقدار اولیه هیدروژن برابر است با $3/6$ مولار.

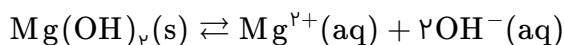
غلظت تعادلی هیدروژن: $2/25$ مولار

ثابت تعادل برابر است با:

$$k = \frac{[NH_3]^2}{[N_2] \times [H_2]^3} = \frac{(0/9)^2}{(0/45)(2/25)^3} = 0/16 \text{ L}^2 \cdot \text{mol}^{-2}$$

کاتالیزگر با کاهش انرژی فعال‌سازی، سرعت واکنش را افزایش می‌دهد؛ به‌گونه‌ای که سطح انرژی واکنش‌دهنده‌ها و فرآورده‌ها تغییری نمی‌کند. ازاین‌رو نموداری که در آن سطح انرژی واکنش‌دهنده‌ها و فرآورده‌ها ثابت و همزمان با آن انرژی فعال‌سازی کمتر شده باشد، در گزینه دو نمایش داده شده است.

باتوجه به بسیار کوچک بودن مقدار عددی ثابت تعادل داده‌شده درمی‌یابیم که انحلال منیزیم هیدروکسید در آب بسیار کم است و ماده‌ای نامحلول به شمار می‌آید.



ولی همین مقدار ناچیز تولیدشده از یون هیدروکسید سبب تغییر pH آب و بازی شدن محلول می‌شود که اگر غلظت یون منیزیم تولیدشده را برابر با x مولار در نظر بگیریم آنگاه غلظت یون OH^{-} تولیدشده برابر با $2x$ مولار خواهد بود. درنتیجه:

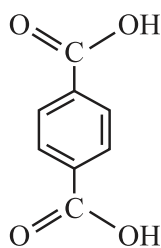
$$1/08 \times 10^{-10} = [Mg^{2+}][OH^{-}]^2 = x \times (2x)^2 = 4x^3$$

$$\Rightarrow 1/08 \times 10^{-12} = 4x^3 \Rightarrow x^3 = 27 \times 10^{-12} \Rightarrow x = 3 \times 10^{-4}$$

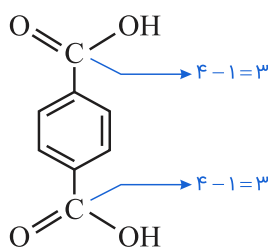
$$[OH^{-}] = 2x = 2 \times 3 \times 10^{-4} \Rightarrow pOH = -\log 6 \times 10^{-4} = 4 - 0/8 = 3/2$$

$$pH = 14 - 3/2 = 10/8$$

الف) پارازایلین و ترفتالیک اسید هر دو از ترکیبات آروماتیک هستند. (درست)
 ب) در مولکول ترفتالیک اسید، پنج پیوند دوگانه وجود دارد.



در هگزان C_6H_{14} ، شش اتم کربن وجود دارد. (نادرست)
 ج) درست است.



د) درست است.

$C_8H_6O_4$ $\Rightarrow$ ۶ اتم هیدروژن دارد

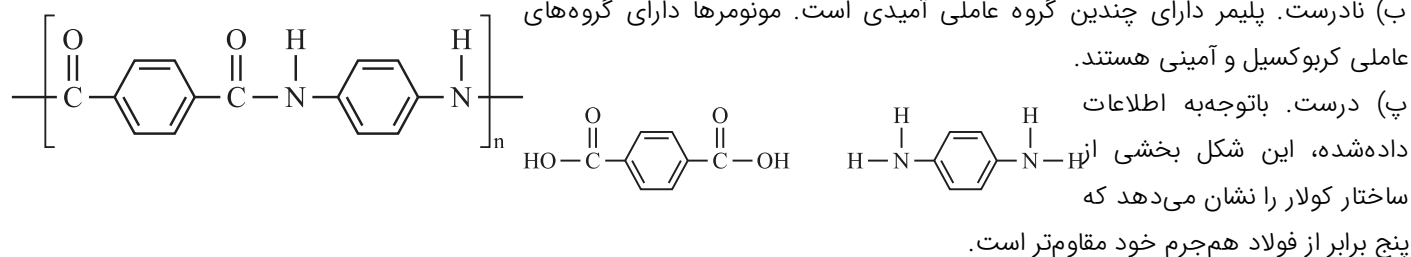
$H_2C=CH_2$ $\Rightarrow$ ۶ پیوند اشتراکی دارد

ه) پتاسیم پرمنگنات اکسندهای است که محلول غلیظ آن در شرایط مناسب، پارازایلین را با بازده نسبتاً خوب به ترفتالیک اسید تبدیل می‌کند. (درست)

بررسی عبارت‌ها:

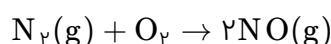
الف) نادرست. فرمول واحد تکرارشونده $C_{14}H_{10}N_2O_2$ است.

ب) نادرست. پلیمر دارای چندین گروه عاملی آمیدی است. مونومرها دارای گروه‌های عاملی کربوکسیل و آمینی هستند.



ت) درست. یکی از مونومرها که اسید دو عاملی است، ترفتالیک اسید است که آن را از اکسایش پارازایلین توسط محلول غلیظ پتاسیم پرمنگنات تهیه می‌کنند.



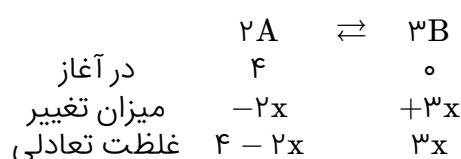


در ساعت ۵ صبح مقدار گاز NO در هوا طبق نمودار داده شده، ۰/۰۴ ppm است.

$$\frac{0.04}{1000000} = \frac{x}{12000 \times 1/2} \times 10^6 \Rightarrow x = 5/76 \times 10^{-3} \text{ g NO}$$

گرم هوا

$$? \text{ g O}_2 = 5/76 \times 10^{-3} \text{ g NO} \times \frac{1 \text{ mol NO}}{30 \text{ g NO}} \times \frac{1 \text{ mol O}_2}{2 \text{ mol NO}} \times \frac{32 \text{ g O}_2}{1 \text{ mol O}_2} = 3/1 \times 10^{-3} \text{ g O}_2$$



$$3x - (4 - 2x) = 1 \Rightarrow 3x - 4 + 2x = 1 \Rightarrow x = 1$$

$$[\text{A}]_{\text{تعادلی}} = 4 - 2 = 2 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[\text{B}]_{\text{تعادلی}} = 3(1) = 3 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$K = \frac{[\text{B}]^3}{[\text{A}]^2} = \frac{(3)^3}{(2)^2} = \frac{27}{4} = 6.75 \text{ mol.L}^{-1}$$

عبارت‌های "پ" و "ت" درست‌اند.

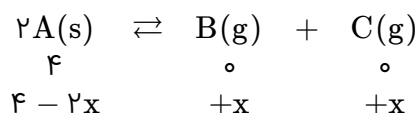
بررسی عبارت‌ها:

(الف) نادرست. کمینه انرژی مورد نیاز برای انجام واکنش همان انرژی فعال سازی واکنش است که با افزایش دما تغییر نمی‌کند.

(ب) نادرست. تفاوت سطح انرژی واکنش دهنده‌ها و فرآورده‌ها یا همان ΔH واکنش، تأثیری در سرعت واکنش ندارد و تفاوت سرعت واکنش در دمای T_1 و T_2 ، مربوط به اختلاف در دما است.

(پ) درست. در دماهای بالاتر، سرعت واکنش بیشتر است. از آنجا که $T_1 > T_2$ است، انتظار داریم سرعت تبدیل واکنش دهنده‌ها به فرآورده‌ها در دمای T_1 ، بیشتر از دمای T_2 باشد.

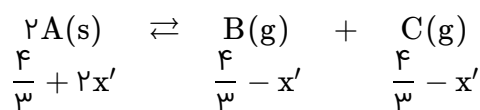
(ت) درست. اگر انرژی ذرات واکنش دهنده‌ها کمتر از E_a (حداقل انرژی لازم برای شروع واکنش) باشد، واکنش دهنده‌ها در عمل به فرآورده‌ها تبدیل نمی‌شوند؛ بنابراین اگر در دمای T_1 و T_2 ، انرژی فعال سازی واکنش تأمین نشود، درصد تبدیل واکنش دهنده‌ها به فرآورده‌ها در هر دو دما برابر با صفر خواهد بود.



$$4 - 2x = x \Rightarrow 3x = 4 \Rightarrow x = \frac{4}{3} \Rightarrow \begin{cases} \text{mol } A = 4 - 2\left(\frac{4}{3}\right) = \frac{4}{3} \\ \text{mol } B = \text{mol } C = \frac{4}{3} \end{cases}$$

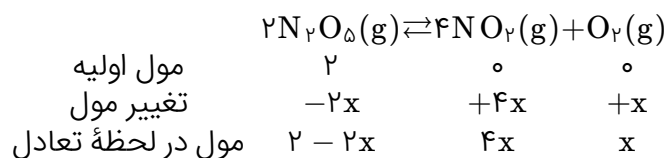
$$K = [B][C] = \frac{\left(\frac{4}{3}\right)}{4} \frac{\left(\frac{4}{3}\right)}{4} = \frac{1}{9}$$

با کاهش حجم سامانه ثابت تعادل تغییری نمی‌کند ولی بر اساس اصل لوشاتلیه تعادل از سمت مول گازی بیشتر به سمت مول گازی کمتر جابه‌جا می‌شود؛ پس این تعادل در جهت برگشت جابه‌جا می‌شود.



$$K = \frac{1}{9} = \frac{\left(\frac{4}{3} - x'\right)^2}{2 \times 2} \Rightarrow \frac{1}{3} = \frac{\frac{4}{3} - x'}{2} \Rightarrow \frac{4}{3} - x' = \frac{2}{3} \Rightarrow x' = \frac{2}{3}$$

$$\Rightarrow \text{mol } A = \frac{4}{3} + 2x' = \frac{4}{3} + 2\left(\frac{2}{3}\right) = \frac{8}{3}$$



$$\text{تعداد مول های } O_2 \text{ در تعادل} = x = 0.5 \Rightarrow [O_2] = \frac{x}{V(L)} = \frac{0.5}{2} = \frac{1}{4}$$

$$[NO_2] = \frac{4x}{V(L)} = \frac{2}{2} = 1, \quad [N_2O_5] = \frac{2 - 2x}{V(L)} = \frac{1}{2}$$

$$K = \frac{[NO_2]^4 [O_2]}{[N_2O_5]^2} \Rightarrow K = \frac{(1)^4 \left(\frac{1}{4}\right)}{\left(\frac{1}{2}\right)^2} = 1$$

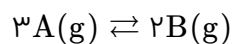
پس از گذشت ۶۰ ثانیه از واکنش و برقراری تعادل، ۰/۵ مول گاز اکسیژن تولید شده است، بنابراین:

$$\Delta n_{O_2} = 0.5 \text{ mol} \Rightarrow \Delta [O_2] = \frac{0.5}{2} = 0.25 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$\bar{R}_{\text{واکنش}} = \bar{R}_{O_2} = \frac{\Delta [O_2]}{\Delta t} = \frac{0.25 \text{ mol.L}^{-1}}{1 \text{ min}} = 0.25 \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$$

همه موارد درست هستند.

اگر واکنش‌دهنده را A و فرآورده را B در نظر بگیریم، باتوجه به تغییرات غلظت از ابتدا تا هنگام برقراری تعادل، معادله واکنش به صورت زیر است:



چون ۳ مولکول A به ۲ مولکول B تبدیل می‌شود، پس جرم مولی B از A بیشتر است. (عبارت "ت" درست است)
افزایش حجم یا کاهش فشار، تعادل را به سمتی که تعداد مول گاز بیشتر است یعنی در جهت برگشت جابه‌جا می‌کند.
با افزایش حجم یا کاهش فشار و برقراری تعادل جدید، غلظت همه گونه‌های گازی (واکنش‌دهنده و فرآورده) کمتر از تعادل اولیه می‌شود.