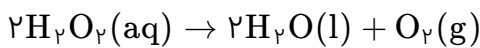




گزینه ۲

۱

- (الف) میدل‌های کاتالیزستی، قطعه‌ای سرامیکی به شکل توری هستند که روی آن‌ها فلزهای رودیم (Rh)، پالادیم (Pd) و پلاتین (Pt) نشانده شده است. (نادرست)
- (ب) استفاده از کاتالیزگرها در صنایع موجب کاهش آلودگی محیط‌زیست می‌گردد. (نادرست)
- (ج) کاتالیزگرها باید در مقابل حرارت محیط آزمایش و یا تأثیر مواد واکنش‌دهنده یا فرآورده پایداری شیمیایی مناسبی داشته باشند. (درست)
- (د) آب‌اکسیژنه به‌طور خودبه‌خودی حتی در دمای اتاق هم تجزیه شده و گاز اکسیژن آزاد می‌کند.



- عواملی مانند افزایش دما و وجود کاتالیزگر می‌توانند سرعت این واکنش را افزایش دهند. (درست)
- (هـ) هرچه سطح تماس کاتالیزگر با مواد واکنش‌دهنده افزایش یابد، سرعت واکنش بیشتر می‌شود، زیرا همزمان تعداد مولکول‌های بیشتری از مواد واکنش‌دهنده با کاتالیزگر تماس پیدا می‌کنند. (درست)

گزینه ۳

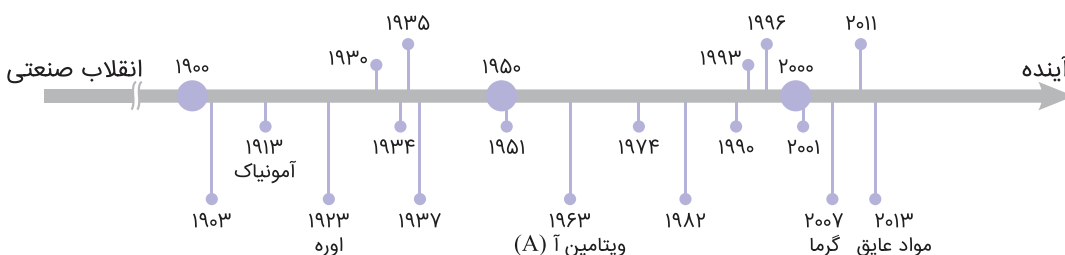
۲

بررسی موارد:

- (الف) درست. افزایش دما و اعمال فشار مستلزم صرف انرژی و هزینه است؛ بنابراین شرایط بهینه شرایطی است که واکنش در حد امکان در فشار و دمای پایین انجام شود.
- (ب) نادرست. در سوختن هیدروژن، اعمال گرما (ایجاد جرقه) آنتالپی را تغییر نمی‌دهد (افزایش محسوس گرما به منظور افزایش سرعت واکنش می‌تواند آنتالپی واکنش‌ها را تغییر دهد)
- (پ) درست. کاتالیزگر با کاهش انرژی فعالسازی زمان انجام واکنش را نیز کوتاه نموده، به همین دلیل سرعت افزایش می‌یابد.
- (ت) درست. گرما انرژی فعالسازی را کاهش نمی‌دهد بلکه تأمین می‌کند. وقتی کاتالیزگر انرژی فعالسازی را کاهش دهد، بنابراین مقدار گرمای کمتری نیاز است تا برای انجام واکنش تأمین شود. از این رو واکنش در دمای پایین‌تر انجام خواهد شد.

گزینه ۴

۳



موارد اول و چهارم نادرست‌اند.

بررسی موارد:

- نادرست. از آنجاکه کاتالیزگر به صورت اختصاصی عمل می‌کند، برای تبدیل آلاینده‌های متفاوت به فرآورده‌های بی‌خطر، وجود چند کاتالیزگر لازم است.
- درست. وجود کربن مونوکسید نشان‌دهنده سوختن ناقص است. از موتور خودرو بعد از سوختن سوخت، مونوکسید خارج می‌شود؛ ولی در مبدل‌ها، هیدروکربن‌ها به طور کامل می‌سوزند و محصول آن آب و کربن دی‌اکسید است.
- درست. همه این واکنش‌ها گرماده هستند؛ یعنی انرژی فعالسازی رفت کوچک‌تر از برگشت یا به عبارتی سرعت برگشت بیشتر از سرعت رفت است.
- نادرست. بعد از استفاده طولانی‌مدت و کاهش کارایی کاتالیزگر باید آن را تعویض نمود.

ابتدا باید با استفاده از میزان گرمای آزادشده و باتوجه به آنتالپی واکنش ۲ میزان اکسیژن مصرف‌شده (که معادل با میزان اکسیژن تولید در واکنش ۱ است) را محاسبه کنیم.

$$۲۰۰/۵ \text{ kJ} = x \text{ mol O}_2 \times \frac{۸۰۲ \text{ kJ}}{۲ \text{ mol O}_2} \Rightarrow x = ۰/۵ \text{ mol}$$

به ازای تولید ۰/۵ مول اکسیژن در واکنش اول و باتوجه به گرمای آزادشده به ازای آن می‌توان آنتالپی را محاسبه کرد.

$$|\Delta H_1| = ۱ \text{ mol O}_2 \times \frac{۴۵/۲۵}{۰/۵ \text{ mol O}_2} = ۹۰/۵ \text{ kJ}$$

$$E_a = ۲۸۱ - ۹۰/۵ = ۱۹۰/۵ \text{ kJ}$$

کاتالیزگر سرعت واکنش را افزایش و انرژی فعالسازی را کاهش می‌دهد و تأثیری بر مقدار آنتالپی‌های پیوند و سطح انرژی مواد ندارد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

- گزینه ۱: استفاده از کاتالیزگر هم انرژی فعالسازی رفت و هم انرژی فعالسازی برگشت را به یک میزان کاهش می‌دهد.
- گزینه ۲: استفاده از کاتالیزگر موجب افزایش سرعت می‌شود، بدون آنکه نیاز باشد دمای واکنش را افزایش زیادی بدهیم.
- گزینه ۳: مسیر انجام واکنش‌ها را کاتالیزگر تغییر می‌دهد و از مسیری با قله کوچک‌تر عبور می‌دهد.

در نمودار انرژی-پیشرفت واکنش داده شده، انرژی فعالسازی واکنش هم‌ارز $3a$ ($E = 3a$) و ΔH واکنش، هم‌ارز a است ($\Delta H = a$).

توجه داشته باشید که واکنش داده شده گرماگیر بوده و $a > 0$ است. بررسی گزینه‌ها:

گزینه ۱: در این واکنش، انرژی فعالسازی زیاد است، پس انتظار داریم سرعت واکنش کم باشد. ضمناً رابطه داده شده به صورت $\Delta H - E_a = -2a$ برقرار است.

$$\Delta H - E_a = a - 3a = -2a$$

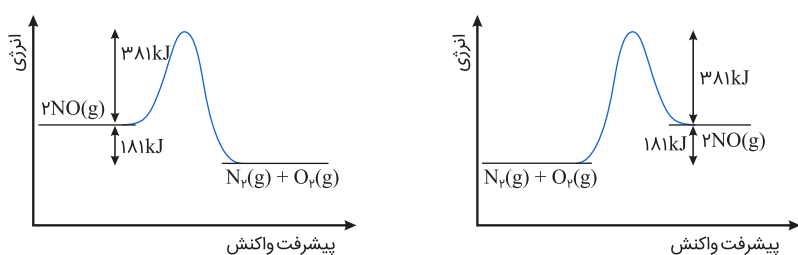
گزینه ۲: مطابق واکنش داده شده، به ازای مصرف یک مول ماده گازی شکل A ، a کیلوژول انرژی گرمایی نیاز است.

$$0/1 \text{ mol } A \times \frac{a \text{ kJ}}{1 \text{ mol } A} = 0/1 a \text{ kJ}$$

گزینه ۳: افزایش دمای واکنش، سرعت واکنش را افزایش می‌دهد؛ اما به هیچ وجه مقدار انرژی فعالسازی (E_a) را تغییر نمی‌دهد. به عبارت دیگر با افزایش دمای ظرف واکنش می‌توانیم انرژی فعالسازی لازم برای انجام واکنش را تأمین کنیم.

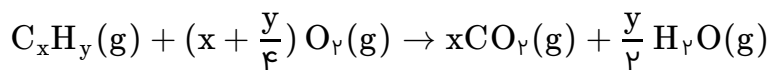
گزینه ۴: مطابق تعریف، انرژی فعالسازی حداقل انرژی لازم برای انجام یک واکنش است؛ بنابراین حداقل انرژی لازم برای انجام این واکنش برابر با $3a \text{ kJ}$ است.

باتوجه به واکنش برگشت پذیر: $2\text{NO}(g) \rightarrow \text{N}_2(g) + \text{O}_2(g) + 181 \text{ kJ}$ که در دمای بالای داخل موتور انجام می‌شود و واکنش عکس آن یعنی: $2\text{NO}(g) \rightarrow \text{N}_2(g) + \text{O}_2(g) + 181 \text{ kJ}$ که توسط مبدل کاتالیستی، در دمای پایین‌تر انجام می‌شود و در دمای معمولی و بدون کاتالیزگر سرعت بسیار کمی دارد، می‌توان دو نمودار زیر را برای آن‌ها در نظر گرفت که نمودار مربوط به تجزیه NO در کتاب درسی رسم شده است.



در گزینه "۴" نیز واکنش سوختن کربن مونوکسید باید گرماده باشد که نمودار به صورت گرماگیر رسم شده و نادرست است.

از سوختن کامل هیدروکربن‌های C_xH_y گازهای CO_2 و H_2O تولید می‌شود.



بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه ۱: درست است.



گزینه ۳: NO_2 گازی قهوه‌ای‌رنگ است. با تبدیل NO به NO_2 رنگ هوا تیره و قهوه‌ای‌رنگ می‌شود.

گزینه ۴: از سوختن هیدروکربن‌ها به صورت کامل، گاز CO_2 و به صورت ناقص، CO تولید می‌شود. در هر دو واکنش، واکنش‌دهنده‌ها یکسان هستند.

بررسی موارد:

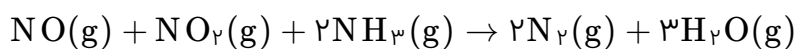
الف) نادرست. اغلب گازها بی‌رنگ هستند. شناسایی آن‌ها از روی رنگ ممکن نیست ولی می‌توان به روش‌های طیف‌سنجی شناسایی کرد.

ب) درست. مطابق متن کتاب.

نکته: هیدروکربن‌ها و یا دیگر مواد دارای گروه عاملی را نیز می‌توان به این روش شناسایی کرد.

پ) درست. مطابق متن کتاب.

ت) نادرست. برهم‌کنش امواج با مواد عامل شناسایی است نه واکنش. برهم‌کنش فیزیکی و واکنش فرآیندی شیمیایی است. اولاً اینکه خود امواج الکترومغناطیسی نمی‌توانند در واکنش شرکت کنند بلکه می‌توانند باعث انجام واکنش شیمیایی شوند. ثانیاً جذب امواج فروسرخ و نشر امواج الکترومغناطیسی با طول‌موج‌های متفاوت (بلندتر) اساس طیف‌سنج فروسرخ است که فرآیندی کاملاً فیزیکی است.



$$\begin{aligned} ? \text{ g } NO, NO_2 &= 42/5 \text{ g } NH_3 \times \frac{10}{100} \times \frac{1 \text{ mol } NH_3}{17 \text{ g } NH_3} \times \frac{1 \text{ mol } NO + 1 \text{ mol } NO_2}{2 \text{ mol } NH_3} \\ &\times \frac{(30 + 46) \text{ g}}{1 \text{ mol } NO + 1 \text{ mol } NO_2} = 76 \text{ g} \end{aligned}$$

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.

واکنش گازی $\text{NO}_2(g) + \text{O}_2(g) \rightarrow \text{NO}(g) + \text{O}_3(g)$ ، واکنش برگشت (ب) بوده و گرماگیر است.

واکنش گازی $2\text{NO}(g) + \text{Cl}_2(g) \rightarrow 2\text{NOCl}(g)$ ، واکنش برگشت (الف) بوده و گرماده است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

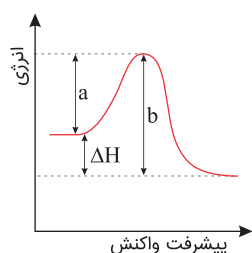
گزینه ۱: چون E_a هر سه واکنش با یکدیگر متفاوت است، در نتیجه تأثیر دما بر آن‌ها متفاوت است.

گزینه ۳: E_a واکنش برگشت در واکنش (پ) بزرگ‌تر از E_a رفت واکنش (ب) است.

گزینه ۴: ΔH واکنش (ب) از ΔH دو واکنش دیگر کوچک‌تر است اما مانند واکنش (پ) گرماده ولی برخلاف واکنش (الف) بوده که گرماگیر است.

$$? \text{ ton CO} = 100 \times 10^6 \text{ خودرو} \times \frac{50 \text{ km}}{\text{خودرو ۱}} \times \frac{5/99 \text{ g CO}}{1 \text{ km}} \times \frac{1 \text{ ton CO}}{10^6 \text{ g CO}} \times 365 = 109/32 \times 10^5 \text{ ton CO}$$

$$? \text{ mol NO} = 100 \times 10^6 \text{ خودرو} \times \frac{50 \text{ km}}{\text{خودرو ۱}} \times \frac{1/04 \text{ g NO}}{1 \text{ km}} \times \frac{1 \text{ mol NO}}{30 \text{ g NO}} \times 365 = 63/26 \times 10^9 \text{ mol NO}$$



$$a = 2b + 2$$

$$\Delta H = a - b \Rightarrow 2b + 2 - b = b + 2 \Rightarrow \Delta H = -a$$

$$\begin{cases} a = 2b + 2 \\ -a = b + 2 \end{cases} \Rightarrow 3b = -4 \Rightarrow b = \frac{-4}{3}, a = \frac{-2}{3}, \Delta H = \frac{2}{3}$$

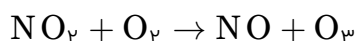
نکته: باتوجه به اینکه کاتالیزگر مقدار a و b را به یک میزان کاهش می‌دهد، لذا در مقدار آنتالپی تغییری ایجاد نکرده و در محاسبه نیز می‌توان وارد نکرد. به عبارتی کاهش ۲۵٪ انرژی فعالسازی توسط کاتالیزگر به عنوان نکته انحرافی مطرح شده است.

موارد "الف" و "پ" نادرست هستند.

بررسی موارد:

الف) گاز NO_2 قهوه‌ای‌رنگ است و به خاطر وجود NO_2 هوای آلوده به رنگ قهوه‌ای دیده می‌شود.

ب) با کاهش مقدار گاز NO_2 ، مقدار گاز اوزون افزایش می‌یابد؛ چون طبق واکنش زیر اوزون تروپوسفری تولید می‌شود.



پ) در ساعت ۱۰ صبح، غلظت گاز اوزون برابر با 12 ppm است؛ بنابراین درصد جرمی آن برابر است با:

$$\text{ppm} = \text{درصد جرمی} \times 10^4 \Rightarrow \text{درصد جرمی} = \text{ppm} \times 10^{-4} = 12 \times 10^{-4}$$

ت) در ساعت ۷ صبح، غلظت NO برابر با 10 ppm است، بنابراین:

$$? \text{ mol NO} = 10 \text{ kg هوا} \times \frac{10^3 \text{ g هوا}}{1 \text{ kg هوا}} \times \frac{10 \text{ g NO}}{10^6 \text{ g هوا}} \times \frac{1 \text{ mol NO}}{30 \text{ g NO}} \simeq 3/3 \times 10^{-5} \text{ mol NO}$$



$$? \text{ kJ} = 8 \text{ g } O_2 \times \frac{1 \text{ mol } O_2}{32 \text{ g } O_2} \times \frac{-392 \text{ kJ}}{2 \text{ mol } O_2} = -49 \text{ kJ}$$

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه ۱: E_a واکنش (۲) از E_a واکنش (۱) کوچک‌تر است؛ بنابراین سرعت واکنش (۲) از واکنش (۱) بیشتر است.

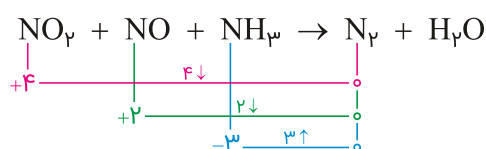
گزینه ۲: تفاوت ΔH دو واکنش:

$$72 - (-392) = 464 > E_{a(\text{رفت})} = 78$$

گزینه ۳: پایداری با سطح انرژی نسبت عکس دارد، پس پایداری مواد واکنش‌دهنده در واکنش (۱) بیشتر از پایداری مواد فرآورده است. بنابراین سرعت واکنش (۲) از سرعت واکنش (۱) بیشتر است.

عبارت‌های دوم، سوم و چهارم نادرست‌اند.

ابتدا تغییر عدد اکسایش عناصر را در معادله واکنش داده‌شده، مشخص می‌کنیم:



بررسی عبارت‌ها:

عبارت اول: درست. عدد اکسایش نیتروژن در آمونیاک در جریان واکنش، افزایش یافته است؛ بنابراین آمونیاک نقش کاهنده دارد. عدد اکسایش نیتروژن در اکسیدهای نیتروژن (NO_2 , NO) در جریان واکنش، کاهش یافته است؛ بنابراین اکسیدهای نیتروژن نقش اکسنده دارند.

عبارت دوم: نادرست. تغییر عدد اکسایش ماده کاهنده (NH_3) برابر با ۳ است، بنابراین ماده اکسنده ۳ الکترون از دست می‌دهد. تغییر عدد اکسایش اکسنده‌ها (NO_2 , NO) مجموعاً برابر با ۶ است؛ بنابراین اکسنده‌ها در مجموع ۶ الکترون می‌گیرند.

عبارت سوم: نادرست. مجموع ضرایب مواد پس از موازنه برابر با ۹ است.



عبارت چهارم: نادرست. این واکنش برای حذف اکسیدهای نیتروژن و تبدیل آن به N_2 در مبدل کاتالیستی خودروهای دیزلی انجام می‌شود.

بررسی‌ها نشان می‌دهد که با استفاده از مبدل کاتالیستی خودروهای بنزینی نمی‌توان گازهای NO و NO_۲ خروجی از خودروهای دیزلی را به گاز نیتروژن تبدیل کرد.

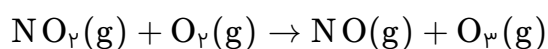
بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه ۱: مبدل (I) مبدل یک قسمتی و بدون مخزن آمونیاک است که در خودروهای بنزینی استفاده می‌شود. (درست)
گزینه ۳: در مبدل (II) مخزن آمونیاک وجود دارد و با ورود آمونیاک به درون مبدل با گازهای NO و NO_۲ واکنش داده و موجب کاهش عدد اکسایش اتم نیتروژن در گازهای NO و NO_۲ می‌گردد.
گزینه ۴: محصول سوختن هیدروکربن‌های نسوخته که از موتور خودروهای بنزینی و دیزلی خارج می‌شود، در مبدل‌های (I) و (II) یکسان است و تبدیل به CO_۲ می‌شوند.

گاز اوزون (O_۳) جزء آلاینده‌های خروجی از آگروز خودرو نیست.

بررسی گزینه‌ها:

گزینه ۱: اوزون تروپوسفری در نتیجه واکنش زیر تولید می‌شود و در اثر آن غلظت NO_۲ که باعث قهوه‌ای‌رنگ شدن هوای شهر است کاهش می‌یابد.



گزینه ۳: مجموع جفت‌الکترون ناپیوندی در هر مولکول برابر با ۶ است.



گزینه ۴: مطابق نمودار کتاب درسی ماکزیمم غلظت NO_۲ حدود ۱۵ppm/۱۰، O_۳ حدود ۱۲ppm/۱۰ و NO حدود ۱ppm/۱۰ است.