

پاسخنامه تشریحی

۱. گزینه ۱ فقط مورد ب صحیح است.

بررسی موارد:

(آ) دلیل پیدایش گاز NO ، دمای بالای موتور خودرو است که باعث ترکیب گاز N_2 و O_2 می شود نه کمبود اکسیژن.

(ب) NO_2 اکسید قهوه‌ای رنگ است که عدد اکسایش نیتروژن در آن برابر ۴+ است.

(پ) مقایسه مقدار آلاینده‌های خروجی از آگروز خودرو به صورت $NO < C_xH_y < CO$ است.

(ت) در هوای آلوده یک شهر بزرگ نخست گاز NO سپس گاز NO_2 و در انتها گاز O_3 به بیشترین مقدار خود می‌رسد.

۲. گزینه ۱ نکته مهم این است که چون نسبت خواسته شده است، پس نیازی به استفاده از اطلاعات مربوط به تعداد خودرو، مسافت طی شده و تعداد روزهای یک ماه نیست و اگر جرم آلاینده تولیدی که مولکول‌های آن گشتاور دوقطبی حدود صفر دارند (یعنی هیدروکربن‌ها)، را به مجموع جرم آلاینده‌های با مولکول‌های قطبی (NO و CO) به‌ازای طی یک کیلومتر تقسیم کنیم، خواسته سؤال به‌دست می‌آید.

$$\text{نسبت خواسته شده} = \frac{1,67}{5,99 + 1,04} = \frac{1,67}{7,03} \approx 0,24$$

۳. گزینه ۱ هر ۴ مورد درست است.

۴. گزینه ۳ تنها مورد (آ) نادرست است.

مورد (آ) اغلب آلاینده‌های موجود در هوای آلوده بی‌رنگ هستند.

مورد (ب) با توجه به وجود کارخانه‌ها و ماشین‌آلات مختلف و همچنین جمعیت متفاوت در شهرها، نوع و مقدار آلاینده‌ها در شهرهای مختلف، متفاوت است.

۵. گزینه ۲ آلاینده‌های B, A و C به‌ترتیب گازهای NO ، NO_2 و O_3 می‌باشند. اوزون از آلاینده‌های خروجی از آگروز خودروها نیست.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه ۱: NO یک مولکول دواتمی ناجور هسته بوده و همانند O_3 قطبی است.

گزینه ۳: معادله واکنش به‌صورت زیر است:



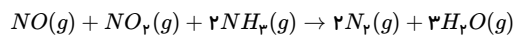
گزینه ۴: گاز اوزون از واکنش گاز NO_2 و O_3 در حضور نور خورشید تولید می‌شود.

۶. گزینه ۲ آلاینده‌های A, B و C به‌ترتیب گازهای NO ، NO_2 و O_3 می‌باشد. اوزون از آلاینده‌های خروجی از آگروز خودروها نیست.

بررسی گزینه‌ها:

گزینه ۱: NO یک مولکول دواتمی ناجور هسته بوده و همانند O_3 قطبی است.

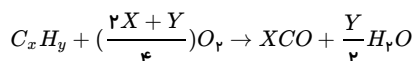
گزینه ۳: معادله واکنش به‌صورت زیر است:



گزینه ۴: گاز اوزون از واکنش گاز NO_2 و O_3 در حضور نور خورشید تولید می‌شود.

۷. گزینه ۱ بررسی عبارت‌های نادرست:

عبارت «ب»: واکنش موازنه شده سوختن ناقص C_xH_y به‌صورت مقابل است:



به‌ازای سوختن یک مول C_xH_y به $\frac{2X+Y}{4}$ مول O_2 نیاز است.

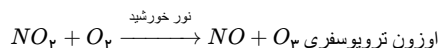
عبارت «پ»: گاز CO بی‌بو است.

عبارت «ت»: طبق نمودار غلظت آلاینده‌ها در شهرهای بزرگ مطابق کتاب درسی بیش‌ترین مقدار آلاینده NO_2 از بیش‌ترین مقدار O_3 و NO بیش‌تر است.

۸. گزینه ۲ بررسی موارد:

مورد «آ»: درست. زیرا ترتیب مقدار آلاینده‌های خروجی از آگروز خودروها به‌صورت $CO > C_xH_y > NO$ است.

مورد «ب»: نادرست. زیرا گاز O_3 آلاینده است ولی جزو گازهای خروجی از آگروز خودروها نیست. این گاز در لایه تروپوسفر از طریق واکنش زیر تولید می‌شود:



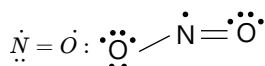
مورد «پ»: نادرست. زیرا رنگ قهوه‌ای هوای آلوده به دلیل وجود گاز NO_2 در هواست، گاز NO بی‌رنگ است.

مورد «ت»: نادرست. زیرا هر دو گاز NO و NO_2 به دلیل داشتن الکترون تک در ساختار لوویس خود به شدت فعال بوده و واکنش‌پذیری بالایی دارند.

مورد «ث»: درست. زیرا با مصرف NO_2 ، میزان گاز O_3 در لایه تروپوسفر افزایش می‌یابد.

۹. گزینه ۲ بررسی مورد نادرست:

مورد «ت»: نادرست. زیرا اولاً همه آلاینده‌ها ترکیب‌های اکسیژن‌دار نیستند، مانند هیدروکربن‌های نسوخته (C_xH_y) و ثانیاً NO و NO_2 نیتروژن دارای یک الکترون جفت نشده است و در هیدروکربن‌های نسوخته اتم هیدروژن هشت‌تایی نمی‌شود.



۱۰. گزینه ۱ آلاینده رادیکالی نیتروژن مونوکسید است که در ساختار خود روی اتم نیتروژن تک‌الکترون ناپیوندی دارد و به آرایش هشت‌تایی پایدار نرسیده است. ساختار لوویس NO

به صورت زیر است:

$$\dot{N} = \ddot{O} :$$

$$?kgNO = 50_{\text{خودرو}} \times \frac{30km}{1_{\text{خودرو}}} \times \frac{1.04gNO}{1km} \times \frac{1kg}{1000g} \times 30_{\text{روز}} = 46.8kgNO$$

۱۱. گزینه ۲ رنگ قهوه‌ای هوای آلوده به علت وجود گاز NO_2 است.

۱۲. گزینه ۲ بررسی موارد:

مورد «آ»: درست. در هوای آلوده شهرهای صنعتی و بزرگ، به مقدار قابل توجهی گاز نیتروژن دی‌اکسید (NO_2) وجود دارد که از واکنش گازهای نیتروژن و اکسیژن درون موتور خودرو در دمای بالا به وجود می‌آید. از آنجا که گاز NO_2 به رنگ قهوه‌ای است، هوای آلوده کلان‌شهرها اغلب به رنگ قهوه‌ای روشن دیده می‌شود.

مورد «ب»: نادرست. همان‌گونه که اشاره شد برخی از آلاینده‌ها همانند NO_2 به رنگ قهوه‌ای دیده می‌شوند، اما هوای آلوده حاوی آلاینده‌هایی است که اغلب بی‌رنگ هستند و نمی‌توان به آسانی وجود آن‌ها را تشخیص داد.

مورد «پ»: درست. هوای خشک و پاک مخلوطی از گازهای گوناگون است که به‌طور یکنواخت در هواکره پخش شده‌اند.

مورد «ت»: نادرست. از طیف‌سنجی فرسرخ می‌توان برای شناسایی آلاینده‌هایی مانند کربن مونوکسید و اکسیدهای نیتروژن در هواکره استفاده کرد.

۱۳. گزینه ۱ بررسی موارد:

مورد «آ»: درست. گاز NO_2 دو آلاینده NO و O_3 را به‌وجود می‌آورد و میزان آلودگی آن بیش‌تر است، در حالی که O_3 باعث تولید آلاینده دیگری نمی‌شود.

مورد «ب»: نادرست. انتقال انرژی از حالت پراکنجسته به حالت پایه، فرآیند نشر است، در حالی که طیف‌سنجی فرسرخ براساس جذب پرتو فرسرخ شناسایی را انجام می‌دهد.

مورد «پ»: نادرست. وقتی محلول رنگی را رقیق‌تر کنیم، رنگ آن که مشخص‌کننده طول موج آن است، ثابت است. ولی شدت رنگ آن کم‌تر می‌شود.

مورد «ت»: نادرست. برخی ایزومرها تفاوتی در گروه عاملی ندارند و به کمک تابش فرسرخ قابل شناسایی از یکدیگر نیستند. مثل ایزومرهای آلکان.

۱۴. گزینه ۴ همه موارد درست است.

۱۵. گزینه ۳

ابتدا جرم CO_2 تولیدی را بدون توجه به بازده محاسبه می‌کنیم.

$$?TonCO_2 = 1 \times 10^6 (\text{خودرو}) \times \frac{56km}{1 (\text{خودرو})} \times \frac{6gCO}{1km} \times \frac{1molCO}{28gCO} \times \frac{1molCO_2}{2molCO} \times \frac{44g}{1molCO_2} \times \frac{1Ton}{10^6g} = 52.8Ton$$

چون بازده واکنش ۹۰ درصد است.

$$52.8Ton \times \frac{90}{100} = 47.52Ton$$

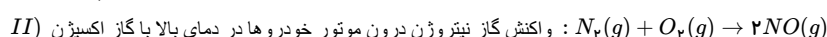
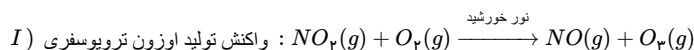
۱۶. گزینه ۳ عنصر اول گروه ۱۴ جدول تناوبی، نیتروژن است که تمامی اکسیدهای N جزو آلاینده‌های هواکره محسوب نمی‌شوند؛ برای مثال گاز N_2O برخلاف گازهای NO و NO_2 جزو آلاینده‌های هواکره نیست.

بررسی گزینه‌های درست:

(۱) واکنش میان گازهای NO_2 و O_3 ، منجر به تولید NO و O_3 می‌شود. هر دو آلاینده قطبی هستند.

(۲) گاز O_3 جزو آلاینده‌های خروجی از اگزوز خودرو نیست.

(۴)



ضریب استوکیومتری گاز NO در واکنش (I)، $\frac{1}{2}$ برابر ضریب استوکیومتری این گاز در واکنش (II) است.

۱۷. گزینه ۱ بررسی موارد:

مورد (آ) درست.

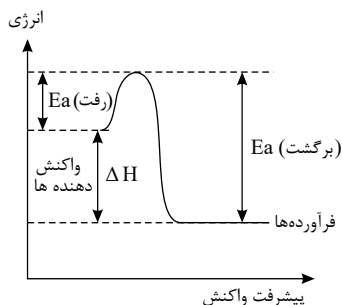
مورد (ب) نادرست. C_xH_y جزو گازهای آلاینده است؛ ولی دارای مولکول‌هایی ناقطبی است.

مورد (پ) درست. با کاهش مقدار NO_2 مطابق واکنش زیر، اوزون تولید می‌شود و به همین دلیل به واسطه از بین رفتن گاز NO_2 که قهوه‌ای‌رنگ است، هوای آلوده، روشن می‌شود.



۱۸. گزینه ۳

مطابق نمودار انرژی - پیشرفت واکنش، یک واکنش:



بررسی موارد:

مورد آ) تفاوت سطح انرژی واکنش دهنده‌ها با فرآورده‌ها را آنتالپی می‌نامند.

مورد ب) تفاوت سطح انرژی قله نمودار با واکنش دهنده‌ها را انرژی فعال‌سازی رفت گویند که آن را با رفت E_a نمایش می‌دهند.

مورد پ) تفاوت سطح انرژی قله نمودار با فرآورده‌ها را انرژی فعال‌سازی برگشت می‌گویند که آن را با (برگشت) E_a نمایش می‌دهند.

۱۹. گزینه ۲

$$\text{میزان کاهش انرژی فعال‌سازی در مسیر رفت} = \frac{30}{100} \times 381 = 114,3 \text{ kJ}$$

پس انرژی فعال‌سازی در مسیر برگشت هم $114,3 \text{ kJ}$ کاهش می‌یابد.

$$\text{درصد کاهش انرژی فعال‌سازی در مسیر برگشت} = \frac{114,3}{381 + 114,3} \times 100 \approx 20\%$$

۲۰. گزینه ۲ به ازای تولید ۲ مول ماده C گرمای مصرف‌شده برابر است با:

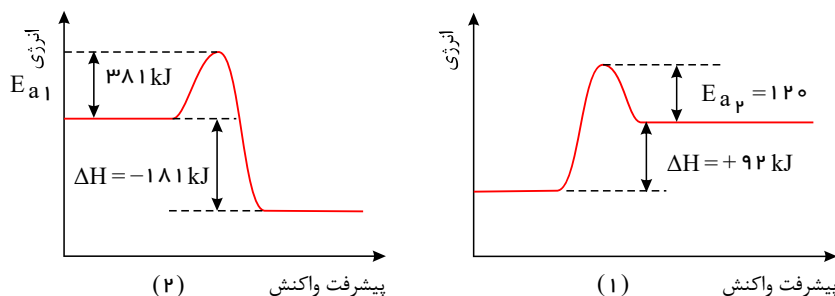
$$\Delta H = 78 - 6 = 72 \text{ kJ}$$

حال به ازای یک مول داریم:

$$? \text{ kJ} = 1 \text{ mol C} \times \frac{72 \text{ kJ}}{2 \text{ mol C}} = 36 \text{ kJ}$$

۲۱. گزینه ۴ نکته: فقط با پیدا کردن ΔH واکنش (۱) به راحتی گزینه جواب سوال پیدا می‌شود!

پارامترهای مورد بررسی روی نمودارها نمایش داده شده است:



۲۲. گزینه ۴ بررسی گزینه‌ها:

گزینه ۱: درست. زیرا انرژی فعال‌سازی واکنش (۱) در جهت رفت بیشتر است.

گزینه ۲: درست. با توجه به نمودار (۱) انرژی فعال‌سازی واکنش در جهت برگشت برابر با: $562 \text{ kJ} = 381 + 181$ است.

گزینه ۳: درست. واکنش (۲) در جهت رفت گرماده است. بنابراین، پایداری فرآورده‌ها نسبت به واکنش دهنده‌ها در واکنش (۲) بیشتر است.

گزینه ۴: نادرست.

$$\text{ارزش سوختی} = \frac{\text{آنتالپی سوختن}}{\text{جرم مولی}} = \frac{566}{28} \approx 20,2 \text{ kJ} \cdot \text{g}^{-1}$$

۲۳. گزینه ۴ بررسی گزینه‌های نادرست:

گزینه ۱: محیط‌های سرد و خشک برای نگهداری مواد غذایی مناسب‌تر هستند.

گزینه ۲: روغن در ظرف مات و کدر، ماندگاری بیشتری دارد.

گزینه ۳: جرقه باعث تأمین انرژی فعال‌سازی واکنش گازهای اکسیژن و هیدروژن می‌شود (کاتالیزگر باعث کاهش انرژی فعال‌سازی می‌شود).

۲۴. گزینه ۱ بررسی موارد:

مورد آ: درست. افزایش دما با تأمین انرژی فعال‌سازی باعث انجام واکنش می‌شود. واکنشی که انرژی فعال‌سازی زیادی داشته باشد، سرعت واکنش آن کندتر است. با تأمین این انرژی فعال‌سازی تغییر افزایش سرعت بیش‌تر خواهد بود.

مورد ب: نادرست. نور و دما انرژی فعال‌سازی را تأمین می‌کنند تا واکنش انجام شود، برخلاف کاتالیزور که انرژی فعال‌سازی را کاهش می‌دهد. اگر کاتالیزور انرژی فعال‌سازی (۲) را ۸ کیلوژول واحد کم کند، سرعت واکنش ۱ و ۲ برابر خواهد بود. (هر ضلع مربع (در شکل) معادل ۵ کیلوژول در نظر گرفته شده است).

$$E_{a2} = 15 - 8 = 7 \text{ kJ}$$

$$E_{a1} = 5 \times 7 = 35 \text{ kJ}$$

مورد پ: نادرست. با تغییر مول ماده، انرژی فعال‌سازی تغییر نمی‌کند.

مورد ت: نادرست. گرما انرژی فعال‌سازی را تأمین می‌کند که مسیر واکنش را تغییر نمی‌دهد، در حالی که کاتالیزور انرژی فعال‌سازی را کاهش می‌دهد و مسیر واکنش را تغییر می‌دهد. با کاهش انرژی فعال‌سازی رفت و برگشت به یک میزان، آنتالپی واکنش ثابت است.

۲۵. گزینه ۴ هرچه سطح انرژی ماده‌ای کم‌تر باشد، پایداری آن بیش‌تر خواهد بود. از آنجا که سطح انرژی فرآورده‌ها در واکنش نمودار ۲ بالاتر از دو نمودار دیگر است، در نتیجه ناپایدارتر هستند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه ۱: درست. هرچه انرژی فعال‌سازی یک واکنش کم‌تر باشد، سرعت انجام آن بیش‌تر خواهد بود.

گزینه ۲: درست. هرگاه سطح انرژی مواد اولیه، بالاتر از سطح انرژی فرآورده‌ها قرار گیرد، واکنش گرماده خواهد بود. (همانند نمودار ۱ و ۳) همچنین، هرگاه سطح انرژی مواد اولیه، پایین‌تر از سطح انرژی فرآورده‌ها قرار گیرد، واکنش گرماگیر خواهد بود. (همانند نمودار ۲).

گزینه ۳: درست. فسفر سفید برخلاف گاز هیدروژن در هوا و در دمای اتاق می‌سوزد. بنابراین می‌توان گفت که انرژی فعال‌سازی واکنش فسفر سفید با اکسیژن کمتر از انرژی فعال‌سازی واکنش گاز هیدروژن با اکسیژن است. بدین ترتیب می‌توان نمودار ۳ که انرژی فعال‌سازی کم‌تری دارد را به واکنش سوختن فسفر سفید و نمودار ۱ که انرژی فعال‌سازی بیش‌تری دارد را به واکنش سوختن هیدروژن نسبت داد.

۲۶. گزینه ۳ بررسی گزینه‌ها:

گزینه ۱: نادرست. انرژی فعال‌سازی این واکنش ۸۰ کیلوژول است.

گزینه ۲: نادرست. آنتالپی واکنش ۴۰ – کیلوژول است.

گزینه ۳: درست. انرژی فعال‌سازی همان انرژی مبادله شده در واکنش نیست، بلکه انرژی لازم برای شروع واکنش است.

گزینه ۴: نادرست. با افزایش دما، سرعت واکنش افزایش می‌یابد، اما سبب کاهش انرژی فعال‌سازی نخواهد شد.

۲۷. گزینه ۳ واکنش‌دهنده‌ها برای آغاز واکنش، باید حداقلی از انرژی را داشته باشند تا با عبور از سد انرژی به فرآورده‌ها تبدیل شوند. این انرژی کمتر از انرژی پیوندها در واکنش‌دهنده‌هاست. برای همه واکنش‌ها در فاز گازی انرژی فعال‌سازی کمتر از آنتالپی آن پیوندی است که در تبدیل واکنش‌دهنده‌ها به فرآورده‌ها شکسته می‌شود.

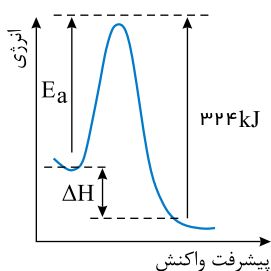
غلظت فرآورده‌ها از عوامل موثر بر سرعت واکنش محسوب نمی‌شود.

با افزایش دما، انرژی واکنش‌دهنده‌ها و در نتیجه شمار ذره‌هایی که در واحد زمان می‌توانند به فرآورده‌ها تبدیل شوند، افزایش می‌یابد.

۲۸. گزینه ۴

$$\text{نسبت} \frac{E_a}{\Delta H} \text{ عددی منفی است. با توجه به آن که کمیت } E_a \text{ (انرژی فعال‌سازی)}$$

همواره مثبت است، پس باید مقدار آنتالپی واکنش کمیتی منفی بوده و واکنش گرماده باشد.



علامت منفی فقط بیانگر گرماده بودن واکنش است و در محاسبه مربوط به نسبت داده شده به صورت قدر مطلق در نظر گرفته می‌شود.

$$\frac{E_a}{\Delta H} = 0.62 \Rightarrow E_a = 0.62 \Delta H$$

$$324 = E_a + \Delta H \Rightarrow 324 = 0.62 \Delta H + \Delta H \Rightarrow 324 = 1.62 \Delta H$$

$$\Delta H = \frac{324}{1.62} = 200 \text{ kJ} \Rightarrow E_a = 0.62 \times 200 = 124 \text{ kJ}$$

۲۹. گزینه ۱

ابتدا فرمول محاسبه ΔH واکنش به کمک آنتالپی پیوندها را می‌نویسیم:

$$\Delta H (\text{واکنش}) = \left[\begin{array}{c} \text{مجموع آنتالپی} \\ \text{پیوندها در مواد} \\ \text{واکنش‌دهنده} \end{array} \right] - \left[\begin{array}{c} \text{مجموع آنتالپی} \\ \text{پیوندها در مواد فرآورده} \end{array} \right]$$

$$\Delta H = 90 - 100 = -10 \text{ kJ}$$

$$-10 = [0 + 2\Delta H_{B-C}] - [2\Delta H_{A-C} + 2(0)] \Rightarrow -10 = 2n - 2\Delta H_{A-C} \Rightarrow \Delta H_{A-C} = n + 5$$

۳۰. گزینه ۴ موارد «آ»، «ب» و «ت» درست است و تنها مورد «پ» نادرست است.

انرژی فعال‌سازی با سرعت واکنش رابطه عکس دارد. واکنشی که انرژی فعال‌سازی کمتری دارد سرعت بیشتری دارد، اما این رابطه، تابع نمایی دارد، یعنی با نصف شدن انرژی فعال‌سازی سرعت واکنش دو برابر نمی‌شود. (خیلی بیشتر می‌شود).

۳۱. گزینه ۳ مورد «ب» نادرست: هر واکنش گرماده و گرماگیر به انرژی فعال‌سازی نیاز دارد.

۳۲. گزینه ۱ طبق رابطه داده شده داریم:

$$\frac{E_a}{\Delta H} = \frac{-2}{3} \Rightarrow \frac{80}{\Delta H} = -\frac{2}{3} \Rightarrow \Delta H = -120 \text{ kJ}$$

اما به ازای تولید یک مول فراورده می‌شود:

$$\frac{-120}{2} = -60 \frac{kJ}{mol^{-1}}$$

۳۳. گزینه ۳ با توجه به معادله $2NO \rightarrow N_2 + O_2 + 180 kJ$ مشخص می‌شود که ΔH واکنش برابر $-180 kJ$ است.

$$\begin{cases} E_a - E'_a = -180 kJ \\ E_a + E'_a = 940 kJ \end{cases}$$

$$2E_a = 940 kJ \rightarrow E_a = 470 kJ \rightarrow E'_a = 560 kJ$$

$$\bullet E_a \times E'_a = 470 \times 560 = 263200 \text{ درست}$$

$$\bullet \frac{E'_a}{E_a} = \frac{560}{470} \approx 1,2 \text{ درست}$$

$$\bullet E_a - 2\Delta H = 470 - (2 \times -180) = 470 + 360 = 830 \text{ نادرست}$$

$$\bullet E'_a - E_a = 560 - 470 = 90 \text{ درست}$$

۳۴. گزینه ۱ نادرست: محیط‌های سرد و خشک برای نگهداری مواد غذایی مناسب‌تر هستند.

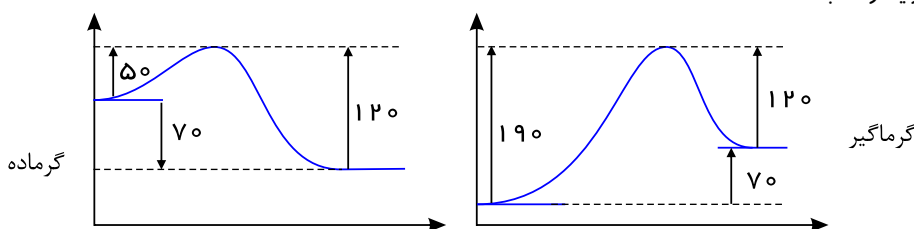
۲ نادرست: روغن در ظروف کدر، ماندگاری بیشتری دارد.

۳ درست: جرقه باعث تأمین انرژی فعال‌سازی واکنش H_2 و O_2 می‌شود، میزان انرژی فعال‌سازی تغییر نمی‌کند و تنها کاتالیزگر است که انرژی فعال‌سازی را کاهش می‌دهد.

۴ نادرست: هرچه آهنگ واکنش شیمیایی برای ماده‌ای بیشتر باشد، تأمین شرایط نگهداری از آن، دشوارتر است.

۳۵. گزینه ۴ با توجه به پایین‌تر بودن سطح انرژی فراورده‌ها نسبت به واکنش‌دهنده‌ها در واکنش (ب)، مجموع آنتالپی پیوند فراورده‌ها در این واکنش گرماده بیشتر از واکنش‌دهنده‌ها خواهد بود.

۳۶. گزینه ۳ با توجه به اطلاعات سؤال این واکنش می‌تواند گرماگیر یا گرماده باشد:



از آنجا که واکنش گرماده با شرایط مذکور، انرژی فعال‌سازی کمتری دارد، سرعت آن بیشتر از واکنش گرماگیر است و تنها عبارت نادرست عبارت سوم است.

۳۷. گزینه ۳

$$ابتدا آنتالپی واکنش $2NO(g) \rightarrow N_2(g) + O_2(g)$ که در آن ۲ مول گاز NO تجزیه می‌شود را به دست می‌آوریم: $2 mol \times \frac{30 g}{1 mol} \times \frac{9 kJ}{3 g} = 180 kJ \Rightarrow \Delta H = -180 kJ$$$

$$E_a = 562 - 180 = 382$$

سپس بر اساس نمودار داده شده E_a را از تفاوت دو عدد ۵۶۲ و ۱۸۰ کیلوژول محاسبه می‌کنیم:

۳۸. گزینه ۳ با توجه به گرماده بودن باید $\Delta H < 0$ باشد و از سوی دیگر سرعت کمتر باید E_a بیشتر باشد. پس واکنش مربوط به گزینه ۳ درست است.

۳۹. گزینه ۱ واکنش (I) گرماگیر و واکنش (II) گرماده است.

انرژی فعال‌سازی واکنش‌های (I) و (II) به ترتیب برابر با ۶۰ و ۳۰ کیلوژول است.

۴۰. گزینه ۳ نمودارهای گزینه ۳ و ۴ مربوط به واکنش‌های گرماده‌اند و نمودارهای گزینه ۱ و ۲ مربوط به واکنش‌های گرماگیر. حال هرچه انرژی فعال‌سازی کمتر باشد، سرعت واکنش بیشتر است.

۴۱. گزینه ۴ باتوجه به نمودار واکنش داریم:

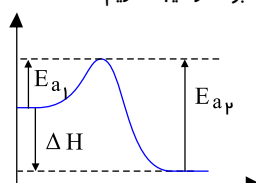
$$\Delta H_{\text{برگشت}} = E'_a - E_a \quad \text{و} \quad \Delta H_{\text{رفت}} = E_a - E'_a$$

از آنجا که $E'_a > E_a$ است $\leftarrow$ سرعت واکنش رفت بیشتر از واکنش برگشت است و گزینه ۴ نادرست است.

توجه: اگر این واکنش به تعادل رسیده باشد، سرعت واکنش رفت و برگشت برابر می‌شود؛ اما در شرایط یکسان دما، فشار و غلظت و ...، سرعت در جهت رفت بیشتر است، چون انرژی فعال‌سازی کمتری دارد.

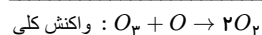
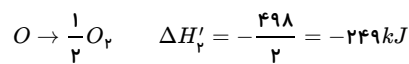
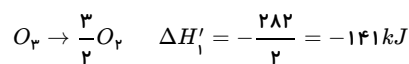
۴۲. گزینه ۳ وقتی واکنشی در جهت برگشت گرماگیر است، در جهت رفت گرماده خواهد بود؛ در نتیجه داریم:

$$E_{a1} < E_{a2} \quad \text{و} \quad \Delta H < 0$$



۴۳. گزینه ۲ برای اینکه به واکنش مورد نظر برسیم، باید واکنش اول و دوم را معکوس کرده و بر ۲ تقسیم کنیم:

شیمی دوازدهم فصل چهار



$$\Delta H_{\text{واکنش کلی}} = (-141) + (-249) = -390 kJ$$

$$\Delta H = E_{a \text{ رفت}} - E_{a \text{ برگشت}} = -390$$

$$\begin{cases} E_{a \text{ رفت}} - E_{a \text{ برگشت}} = -390 \\ E_{a \text{ رفت}} + E_{a \text{ برگشت}} = 460 \end{cases} \Rightarrow 2E_{a \text{ رفت}} = +70 \Rightarrow E_{a \text{ رفت}} = 35 kJ$$

۴۴. گزینه ۳ در واکنش‌های گرماگیر، مجموع آنتالپی‌های پیوند فراورده‌ها (در این جا $(H - Cl)$) کم‌تر از مجموع آنتالپی‌های پیوند واکنش‌دهنده‌ها است (در این جا $(H - H)$)

آنتالپی پیوند: $H - H > H - Cl$

واکنش برگشت سریع‌تر از واکنش رفت است، زیرا E'_a کوچک‌تر از E_a است و آن هم به این دلیل است که در واکنش برگشت، پیوند $(H - Cl)$ باید گسسته شود که البته آسان‌تر از گسستن پیوند $(H - H)$ است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه ۱: هیچ رابطه‌ای بین گرماگیر و گرماده بودن (ΔH) با سرعت واکنش وجود ندارد.

گزینه ۲: در شرایط یکسان سرعت واکنش: $H_2(g) + Cl(g) \rightarrow H(g) + HCl(g)$ بسیار بیش‌تر از سرعت واکنش: $H_2(g) + Br(g) \rightarrow H(g) + HBr(g)$ است که آن هم به این دلیل است که واکنش‌پذیری $Cl(g)$ بسیار بیش‌تر از $Br(g)$ است.

گزینه ۴: با توجه به نمودار، پایداری فراورده‌ها (یعنی $H(g) + HCl(g)$) کم‌تر از واکنش‌دهنده‌ها (یعنی $H_2(g) + Cl(g)$) است.

۴۵. گزینه ۱ ابتدا انرژی فعال‌سازی واکنش در غیاب کاتالیزگر را تعیین می‌کنیم:

$$E_{a_1} = 562 - 181 = 381 kJ$$

حال انرژی فعال‌سازی در حضور کاتالیزگر $\frac{1}{3}$ این مقدار است. بنابراین:

$$E_{a_2} = \frac{E_{a_1}}{3} = \frac{381}{3} = 127 kJ$$

۴۶. گزینه ۳ کاتالیزگر در هر واکنش شیمیایی با کاهش انرژی فعال‌سازی، سرعت واکنش را افزایش می‌دهد، اما آنتالپی واکنش ثابت می‌ماند.

۴۷. گزینه ۴

$$\text{در صد کاهش } CO = \frac{5.99 - 0.61}{5.99} \times 100 \approx 89.8\%$$

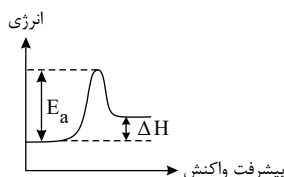
$$\text{در صد کاهش } NO = \frac{1.04 - 0.04}{1.04} \times 100 \approx 96.2\%$$

$$\text{در صد کاهش } C_xH_y = \frac{1.67 - 0.07}{1.67} \times 100 \approx 95.8\%$$

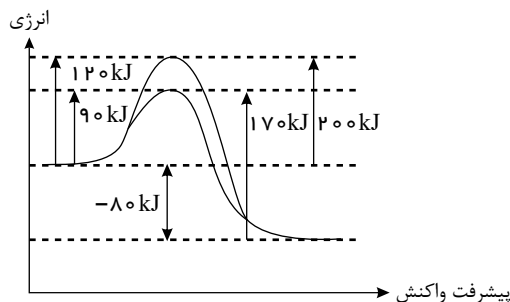
۴۸. گزینه ۴ در حالت کلی، کاتالیزگر مسیر واکنش را تغییر می‌دهد و با کاهش انرژی فعال‌سازی، زمان انجام واکنش را کاهش داده و در نتیجه سرعت آن را افزایش می‌دهد، اما تأثیری بر سطح انرژی واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌ها و در نتیجه پایداری آن‌ها و همچنین ΔH واکنش و مقدار نهایی فراورده‌ها ندارد. در نتیجه موارد «ب» و «پ» درست می‌باشند.

۴۹. گزینه ۳

با توجه به نمودار گرماگیر، مشاهده می‌شود که سطح انرژی فراورده‌ها در مقایسه با واکنش‌دهنده‌ها، بالاتر و در نتیجه انرژی پیوندی آن‌ها، در مجموع کمتر است.



۵۰. گزینه ۱



بررسی گزینه‌ها:

گزینه اول: با استفاده از کاتالیزگر انرژی فعال‌سازی واکنش برگشت از 200 kJ به 170 kJ می‌رسد، پس داریم:

$$\text{کاهش} = \frac{30}{200} \times 100 = 15\% \quad \text{درصد تغییر}$$

گزینه دوم: به ازای تولید ۲ مول C ، 80 کیلوژول گرما آزاد می‌شود و این مقدار در حضور کاتالیزگر نیز تغییر نمی‌کند.

گزینه سوم: در واکنش‌های گرماده، قله نمودار به واکنش‌دهنده‌ها نزدیک‌تر است.

گزینه چهارم: گرما انرژی فعال‌سازی را کاهش نمی‌دهد، بلکه فقط انرژی فعال‌سازی را تأمین می‌کند.

۵۱. گزینه ۳ بررسی گزینه‌های نادرست:

گزینه ۱: E_a واکنش رفت برابر است با:

$$\Delta H = E_a - E'_a \Rightarrow -196 = E_a - 280 \Rightarrow E_a = 84$$

گزینه ۲: سطح انرژی فرآورده‌ها از واکنش‌دهنده‌ها کمتر است.

گزینه ۴: انرژی فعال‌سازی با سرعت واکنش رابطه وارون دارد.

۵۲. گزینه ۲ بررسی گزینه‌ها:

گزینه ۱: نادرست. واکنش مربوط به نمودار (۴) در جهت برگشت گرماگیر است.

گزینه ۲: درست. انرژی فعال‌سازی واکنش مربوط به نمودار (۲) در جهت رفت کمتر از انرژی فعال‌سازی واکنش مربوط به نمودار (۳) در جهت رفت است. بنابراین سرعت آن در شرایط یکسان بیشتر است.

گزینه ۳: نادرست. از آنجا که سطح انرژی واکنش‌دهنده‌ها و فرآورده‌ها در نمودار (۱) و (۲) با هم برابر بوده و تنها تفاوت آن‌ها در میزان انرژی فعال‌سازی است، نمودار (۲) می‌تواند مربوط به واکنش نمودار (۱) در حضور کاتالیزگر باشد.

گزینه ۴: نادرست. واکنش مربوط به نمودار ۳ در جهت رفت گرماگیر است. بنابراین پایداری واکنش‌دهنده‌ها بیشتر از فرآورده‌ها است.

۵۳. گزینه ۱ کاتالیزگر تاثیری در مقدار آنتالپی واکنش ندارد.

$$\Delta H = 560 \text{ kJ}$$

$$\Delta H = 175 E_a \Rightarrow E_a = 320 \text{ kJ}$$

$$\text{کاهش انرژی فعال‌سازی} = 0.3 \times 320 = 96 \text{ kJ}$$

$$320 - 96 = 224 \text{ kJ} \quad \text{انرژی فعال‌سازی در حضور کاتالیزگر}$$

۵۴. گزینه ۲ کاتالیزگر با کاهش انرژی فعال‌سازی (انرژی لازم برای شروع واکنش) می‌تواند زمان انجام واکنش را کاهش داده و سرعت را افزایش دهد (شیب منحنی در نمودار غلظت برحسب زمان) و بر آنتالپی و سطح انرژی مواد اولیه و فرآورده و مقدار ماده اولیه مصرفی یا فرآورده تولیدی اثر ندارد.

۵۵. گزینه ۲ نکته: کاتالیزگر انرژی فعال‌سازی رفت و برگشت را به یک اندازه کاهش می‌دهد و ΔH را تغییر نمی‌دهد.

$$\text{انرژی فعال‌سازی بدون کاتالیزگر} = \frac{2}{3} \times 450 = 300 \quad \text{انرژی فعال‌سازی برگشت با کاتالیزگر} = \frac{2}{3} \times 300 = 200$$

$$\text{میزان کاهش انرژی فعال‌سازی رفت} = 300 - 150 = 150 \quad \text{میزان کاهش انرژی فعال‌سازی برگشت} = 300 - 150 = 150$$

$$300 - 150 = 150 \quad \text{انرژی فعال‌سازی رفت با کاتالیزگر}$$

۵۶. گزینه ۳ نمودار فوق مربوط به واکنش‌های گرماده است بنابراین می‌تواند مربوط به واکنش $2CO_{(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2CO_{2(g)}$ باشد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه ۱: کاتالیزگر بر ΔH واکنش بی‌تأثیر است و همچنین تغییری در مقدار واکنش‌دهنده و فرآورده ایجاد نمی‌کند و بر آن‌ها نیز بی‌اثر است.

گزینه ۲: کاتالیزگر انرژی فعال‌سازی رفت و برگشت را به یک اندازه کاهش می‌دهد نه به یک نسبت.

گزینه ۴: کاتالیزگر سطح انرژی واکنش‌دهنده و فرآورده را تغییر نمی‌دهد بنابراین در پایداری آن بی‌تأثیر است.

۵۷. گزینه ۲ ابتدا به کمک نمودار انرژی فعال‌سازی واکنش را در غیاب کاتالیزگر تعیین می‌کنیم.

در حضور کاتالیزگر $E_{a \text{ رفت}}$ در حدود ۴۰٪ کاهش می‌یابد و ۶۰٪ باقی می‌ماند.

$$E_{a \text{ رفت در حضور کاتالیزگر}} = 562 \times \frac{60}{100} = 337.2 \text{ kJ}$$

۵۸. گزینه ۱ بررسی عبارت‌ها:

عبارت الف) نادرست - کاتالیزگر ماده‌ای است که در واکنش شرکت می‌کند، اما در پایان واکنش به‌صورت دست‌نخورده باقی می‌ماند. از کاتالیزگر استفاده می‌کنیم تا برخی از واکنش‌های شیمیایی که در دماهای بالا انجام می‌شده را در دماهای پایین‌تر انجام دهیم.

عبارت ب) نادرست - کاتالیزگرها باید پایداری شیمیایی و گرمایی بالایی داشته باشند، اما اغلب به‌صورت انتخابی عمل می‌کنند و نمی‌توانند سرعت همهٔ واکنش‌ها را افزایش دهند.

عبارت پ) نادرست - کاتالیزگر بر روی مقدار گرمای مبادله شده (ΔH)، مقدار و پایداری واکنش‌دهنده و فرآورده بی‌تاثیر است.

عبارت ت) درست - کاتالیزگر انرژی فعال‌سازی رفت و برگشت را به یک اندازه کاهش می‌دهد نه به یک نسبت.

۵۹. گزینه ۲ کاتالیزگر بر روی ΔH واکنش، مقدار فرآورده، پایداری و سطح انرژی واکنش‌دهنده و فرآورده بی‌تاثیر است، اما انرژی فعال‌سازی در جهت رفت و برگشت را به یک اندازه کاهش می‌دهد و سبب تغییر مسیر انجام واکنش می‌شود، همچنین با کاهش انرژی فعال‌سازی سرعت انجام واکنش افزایش می‌یابد و زمان انجام آن کاهش می‌یابد.

۶۰. گزینه ۱ مورد «پ» درست است.

بررسی موارد:

مورد الف) نادرست - واکنش هیدروژن و اکسیژن در حضور کاتالیزگر روی سریع و در حضور کاتالیزگر پلاتین انفجاری رخ می‌دهد؛ بنابراین سرعت انجام واکنش در حضور کاتالیزگر پلاتین بیشتر از روی است. همچنین انرژی فعال‌سازی آن نیز کمتر است. بنابراین نمودار B مربوط به تیغهٔ روی است و نمودار C مربوط به توری پلاتینی.

مورد ب) نادرست - ایجاد جرقه تغییری در E_a ایجاد نمی‌کند.

مورد پ) درست - استفاده از کاتالیزگر تأثیری بر ΔH واکنش ندارد و آن را تغییر نمی‌دهد؛ بنابراین ΔH واکنش در همهٔ شرایطی داده شده برابر است.

ت) نادرست - واکنش هیدروژن و اکسیژن در دمای اتاق و بدون حضور کاتالیزگر به دلیل داشتن انرژی فعال‌سازی زیاد و تأمین نشدن آن با سرعت ناچیزی انجام می‌شود.

۶۱. گزینه ۲ موارد ب و پ و ت درست هستند.

بررسی موارد:

مورد الف) نادرست - با توجه به اینکه سطح انرژی فرآورده‌ها پایین‌تر از واکنش‌دهنده‌ها است می‌توان نتیجه گرفت هر دو نمودار مربوط به واکنش گرماده است؛ در واکنش‌های گرماده علامت ΔH منفی است:

مجموع آنتالپی پیوند فرآورده‌ها < مجموع آنتالپی پیوند واکنش‌دهنده‌ها $\Rightarrow < 0$ مجموع آنتالپی پیوند واکنش‌دهنده‌ها $\Rightarrow \Delta H < 0$

مورد ب) درست - فسفر سفید برخلاف گاز هیدروژن در دمای اتاق می‌سوزد، یعنی انرژی فعال‌سازی آن کم می‌باشد و در دمای اتاق تأمین می‌شود. بنابراین می‌توان نمودار ۲ را به سوختن فسفر سفید (P_4) نسبت دهیم و نمودار ۱ را به علت اینکه انرژی فعال‌سازی زیادی دارد و تأمین آن دشوار است را می‌توان به سوختن هیدروژن در دمای اتاق نسبت داد.

مورد پ) درست - با توجه به اینکه انرژی فعال‌سازی نمودار ۲ نسبت به واکنش ۱ بسیار کمتر است، بنابراین تبدیل واکنش‌دهنده به فرآورده‌ها در این واکنش راحت‌تر است. زیرا انرژی فعال‌سازی آن راحت‌تر تأمین می‌شود.

مورد ت) درست - هرچه انرژی فعال‌سازی در واکنشی کمتر باشد سرعت انجام آن بیشتر است؛ بنابراین واکنش ۲ به علت اینکه انرژی فعال‌سازی کمتری در جهت رفت و برگشت نسبت به واکنش ۱ دارد، با سرعت بیشتری انجام می‌شود.

۶۲. گزینه ۴ با توجه به آنکه کاتالیزگر تأثیری بر ΔH واکنش ندارد، سطح انرژی واکنش‌دهنده‌ها و فرآورده‌ها ثابت می‌ماند و در حضور کاتالیزگر، سطح انرژی قله در نمودار انرژی - پیشرفت واکنش، کاهش می‌یابد.

۶۳. گزینه ۴

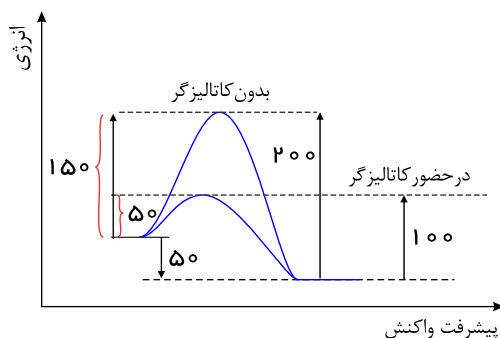
انرژی فعال‌سازی واکنش رفت بدون حضور کاتالیزگر = ۱۵۰

میزان کاهش انرژی فعال‌سازی واکنش برگشت ۱۰۰ کیلوژول است ۵۰ درصد از ۲۰۰ کیلوژول، و دقیقاً به همین میزان

از انرژی فعال‌سازی رفت کاسته می‌شود.

اما درصد کاهش انرژی فعال‌سازی رفت:

$$\text{درصد کاهش} = \frac{100}{150} \times 100 = 66,66$$



۶۴. گزینه ۴ باتوجه به نمودار داریم:

$$E'_a = 100 + 70 = 170 \text{ kJ} \quad (\text{انرژی فعال‌سازی برگشت})$$

$$\frac{60}{100} \times 100 = 60 \text{ kJ} \rightarrow \text{میزان کاهش انرژی فعال‌سازی رفت در حضور کاتالیزگر}$$

انرژی فعال‌سازی رفت در حضور کاتالیزگر: ۴۰ kJ

انرژی فعال‌سازی برگشت در حضور کاتالیزگر: ۱۱۰ kJ $170 - 60 = 110$

$$\frac{60}{170} \times 100 \approx 35\% \rightarrow \text{میزان کاهش انرژی فعال‌سازی واکنش برگشت}$$

۶۵. گزینه ۱ بررسی موارد نادرست:

ب) انرژی فعال‌سازی واکنش گاز H_2 با O_2 در حضور جرقه بیشتر از حضور پودر روی است. (کاتالیزگر E_a را کاهش می‌دهد).

پ) کاتالیزگر تأثیری بر ΔH یا همان گرمای واکنش ندارد.

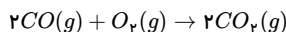
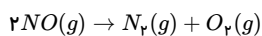
۶۶. گزینه ۴ بدون حضور کاتالیزگر واکنش به مقدار ناچیزی انجام می‌شود، به عبارت دیگر تقریباً انجام نمی‌شود.

این واکنش با جرقه به صورت انفجاری انجام می‌شود.

کاتالیزگر تأثیری بر میزان ΔH ندارد.

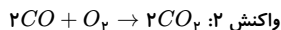
۶۷. گزینه ۲ کاتالیزگر تأثیری بر غلظت اولیه مواد ندارد و از سوی دیگر سرعت واکنش در حضور پودر پلاتین از سرعت واکنش در حضور پودر روی بیشتر است. (این دو فلز کاتالیزگر این واکنش به شمار می‌روند)

۶۸. گزینه ۴ واکنش‌های انجام‌شده هنگام استفاده از مبدل‌های کاتالیستی:



گاز NO به گازهای دو اتمی دیگر تبدیل می‌شود و گاز دو اتمی CO به گازی سه اتمی تبدیل می‌شود.

۶۹. گزینه ۲ درون مبدل کاتالیستی واکنش‌های زیر صورت می‌گیرد.



مقدار CO مصرف‌شده در مبدل کاتالیستی برابر است با:

$$?gCO = 100 \text{ خودرو} \times \frac{50 \text{ km}}{\text{هر خودرو}} \times \frac{(6.2 - 0.6)gCO}{1 \text{ km}} = 28000gCO$$

مقدار C_4H_{10} مصرف‌شده در مبدل کاتالیستی برابر است با:

$$?gC_4H_{10} = 100 \text{ خودرو} \times \frac{50 \text{ km}}{\text{هر خودرو}} \times \frac{(1.67 - 0.07)gC_4H_{10}}{1 \text{ km}} = 8000gC_4H_{10}$$

مقدار CO_2 تولیدشده از واکنش (۲)

$$?molCO_2 = 28000gCO \times \frac{1molCO}{28gCO} \times \frac{2molCO_2}{2molCO} = 1000molCO_2$$

مقدار CO_2 تولیدشده از واکنش (۱)

$$?molCO_2 = 8000gC_4H_{10} \times \frac{1molC_4H_{10}}{100gC_4H_{10}} \times \frac{4molCO_2}{1molC_4H_{10}} = 560molCO_2$$

در نتیجه خواهیم داشت:

$$CO_2 \text{ کل} = 1000 + 560 = 1560molCO_2$$

۷۰. گزینه ۲

مجموع جرم آلاینده‌ها به ازای ۱ کیلومتر در نبود مبدل:

$$5.99 + 1.67 + 1.04 = 8.7g$$

میزان جرم آلاینده‌ها در حضور مبدل:

$$\frac{20}{100} \times 8.7 = 1.74g$$

$$10^7 \text{ خودرو} \times \frac{2 \times 10^5 \text{ km}}{1 \text{ خودرو}} \times \frac{1.74}{1 \text{ km}} \times \frac{1 \text{ ton}}{10^6 \text{ g}} = 3.48 \times 10^5 \text{ ton}$$

دلیل قهوه‌ای رنگ بودن هوای آلوده شهرها گاز آلاینده NO_2 است.

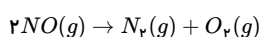
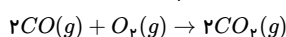
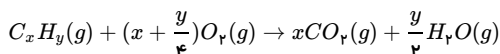
۷۱. گزینه ۳

$$\text{جرم } CO \text{ مصرف‌شده در هر کیلومتر} = 5.99 - 0.61 = 5.38g$$

$$\text{جرم } CO \text{ مصرف‌شده در } 50 \text{ کیلومتر} = 50 \times 5.38 = 269g$$

$$?kJ = 269gCO \times \frac{1molCO}{28gCO} \times \frac{566kJ}{2molCO} \approx 2719kJ$$

۷۲. گزینه ۴ واکنش حذف CO , C_xH_y و NO توسط مبدل کاتالیستی به صورت زیر است، در ضمن همه این واکنش‌ها گرماده هستند و $\Delta H < 0$ دارند.



بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه ۱: «سرامیک را به شکل مش (دانه)‌های ریز درمی‌آورند.

گزینه ۲: «توده‌های فلزی به قطر ۲ تا ۱۰ نانومتر هستند.

گزینه ۳: «مبدل‌های کاتالیستی در دمای پایین به خوبی عمل نمی‌کنند. همچنین عملکرد آن‌ها به نوع کاتالیزگرهای آن‌ها نیز بستگی دارد.

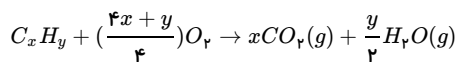
۷۳. گزینه ۴ تفاوت مقدار گاز NO تولیدشده در غیاب و حضور مبدل کاتالیستی به ازای طی 100 km را محاسبه می‌کنیم:

$$100g = 104 - 4 = \text{تفاوت } NO \text{ تولید شده}$$

حال می‌توان نوشت:

$$?kgNO = ۳۰ \text{ روز} \times \frac{۱۰۰km}{\text{روز}} \times \frac{۱۰۰g}{۱۰۰km} \times \frac{۱kg}{۱۰۰۰g} = ۳kgNO$$

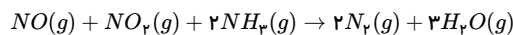
۷۴. گزینه ۴



در خودروهای دیزلی برای حذف آلاینده‌های NO و NO_2 از آمونیاک در مبدل کاتالیستی استفاده می‌شود.

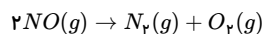
۷۵. گزینه ۱ بررسی عبارت‌ها:

عبارت الف) درست.

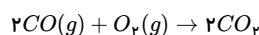


عبارت ب) نادرست: به هنگام روشن شدن خودرو به ویژه در زمستان درصد بیشتری از آلاینده‌ها وارد هوا می‌شود.

عبارت پ) نادرست: NO به N_2 و O_2 تبدیل می‌شود.



عبارت ت) نادرست: با انجام این واکنش است که CO در سطح مبدل کاتالیستی از بین می‌رود.



عبارت ث) درست.

۷۶. گزینه ۲ عبارت‌های دوم و چهارم درست هستند.

بررسی سایر عبارت‌ها:

عبارت اول: یک کاتالیزگر نمی‌تواند به همهٔ واکنش‌ها سرعت ببخشد.

عبارت سوم: عملکرد قطعهٔ A (کاتالیزگر) به دما بستگی دارد.

۷۷. گزینه ۳ بررسی عبارت‌های نادرست:

عبارت (آ): در سطح سرامیک‌های درون مبدل‌های کاتالیستی، توده‌های فلزی با قطر ۲ تا ۱۰ نانومتر وجود دارند.

عبارت (ب): مبدل کاتالیستی برای مدت طولانی کار می‌کند، اما پس از مدت معینی کارایی آن کاهش می‌یابد و دیگر قابل استفاده نیست.

۷۸. گزینه ۳ بررسی موارد:

تنها مورد «آ» درست. مبدل کاتالیستی قطعه‌ای است که در مسیر گازهای خروجی از خودروها قرار می‌دهند که می‌تواند باعث حذف یا کاهش آلاینده‌ها شود. بر روی سطح این قطعهٔ سرامیکی که به شکل توری به کار می‌رود، فلزهای رودیم (Rh)، پالادیم (Pd) و پلاتین (Pt) نشاندۀ شده است.

«ب» نادرست: در سطح سرامیک‌های درون مبدل کاتالیستی توده‌های فلزی با قطر ۲ تا ۱۰ نانومتر وجود دارند.

«پ» نادرست: گازهای آلایندهٔ CO و NO پس از عبور از روی سطح مبدل کاتالیستی به گازهای CO_2 و N_2 تبدیل می‌شوند.

«ت» نادرست: دمای موتور خودروها بیش‌تر از $1000^\circ C$ است. هرچه مبدل کاتالیستی به موتور خودرو نزدیک‌تر باشد، گازهای خروجی از موتور با دمای بالاتر از روی کاتالیزورها عبور می‌کنند و واکنش حذف آلاینده‌ها بهتر انجام می‌شود.

۷۹. گزینه ۳

$$\begin{aligned} \text{جرم کل آلاینده‌ها در غیاب مبدل} &= ۱,۰۴ + ۱,۶۷ + ۶ = ۸,۷۱ \frac{g}{km} \\ \text{جرم کل آلاینده‌ها در حضور مبدل} &= ۰,۰۴ + ۰,۰۷ + ۰,۶ = ۰,۷۱ \frac{g}{km} \\ \text{کاهش مقدار آلاینده‌ها توسط مبدل} &= ۸,۷۱ + ۰,۷۱ = ۸ \\ \text{درصد کاهش آلاینده‌ها} &= \frac{۸g}{۸,۷۱g} \times ۱۰۰ = 91,8\% \approx 92\% \end{aligned}$$

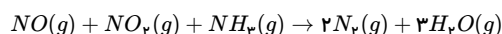
۸۰. گزینه ۱ چون کاتالیزگر E_a واکنش رفت و برگشت را به یک اندازه می‌کاهد، پس مقدار آنتالپی واکنش تغییر نمی‌کند.

مقدار NO با استفاده از مبدل کاتالیستی، درصد کاهش بیش‌تری دارد.

سوختن گاز هیدروژن در حضور جرقه و در حضور پلاتین انفجاری است.

کاتالیزگرها اغلب اختصاصی عمل می‌کنند، ولی گاهی ممکن است یک کاتالیزگر بیش از یک واکنش را تسریع کند، از این رو باید کاتالیزگر طوری انتخاب شود که سرعت واکنش‌های مزاحم و ناخواسته را افزایش ندهد.

۸۱. گزینه ۲ این مبدل مخصوص خودروهای دیزلی است و با ورود آمونیاک از منبع B و انجام واکنش

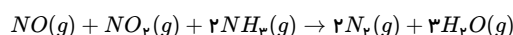


تا حدود زیادی از ورود گازهای NO و NO_2 به هواکره جلوگیری می‌شود.

بنابراین این گازها به‌طور کامل حذف نمی‌شوند. (آلاینده‌ها در حضور مبدل‌ها فقط کاهش می‌یابند). گازهای خروجی با کاهش درصد جرمی آلاینده‌ها همراه است و ممکن است مقداری آمونیاک واکنش داده نشده نیز همراه گازهای خروجی باشد. آمونیاک از قسمت B وارد مبدل می‌شود. بنابراین در قسمت A آمونیاک وجود ندارد.

۸۲. گزینه ۱ بررسی موارد:

مورد «آ» درست:

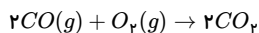


مورد «ب» نادرست: به هنگام روشن شدن خودرو به ویژه در زمستان، درصد بیش‌تری از آلاینده‌ها وارد هوا می‌شود.

مورد «پ» نادرست. طبق واکنش $2NO(g) \rightarrow N_2(g) + O_2(g)$ گاز NO به N_2 و O_2 تبدیل می‌شود.

NO به N_2 و O_2 تبدیل می‌شود. $2NO(g) \rightarrow N_2(g) + O_2(g)$

مورد «ت» نادرست. با انجام این واکنش است که CO در سطح مبدل کاتالیستی از بین می‌رود.



مورد «ث» درست.

۸۳. گزینه ۳ براساس شکل آنتالپی واکنش محاسبه می‌شود:

$$\Delta H = 571 - 10 - 381 = 180 \frac{kJ}{mol}$$

سپس از روی گرمای مصرف شده، مقدار NO را بدست آورده و مقدار مصرف آمونیاک را محاسبه می‌کنیم.

$$900 kJ \times \frac{2 mol NO}{180 kJ} \times \frac{2 mol NH_3}{1 mol NO} \times \frac{22.4 L NH_3}{1 mol NH_3} = 448 L NH_3$$

چنین مبدلهایی در ماشین‌های با موتور دیزلی برای حذف اکسیدهای نیتروژن طراحی شده است.

۸۴. گزینه ۳ مقدار NO تولید شده در حضور یا بدون حضور کاتالیزگر برابر 1.06 گرم بر کیلومتر است. و مبدل فقط مقدار بیش‌تر آن را به ماده‌ی شیمیایی غیرآلاینده تبدیل می‌کند. بنابراین ابتدا باید حساب کنیم در یک روز چند کیلوگرم NO تولید می‌شود.

$$5000 \times 20 km \times 1.06 g NO = 106000 g = 106 kg NO$$

اکنون باید حساب کنیم براساس واکنش $N_2 + O_2 \rightarrow 2NO$ چند کیلوگرم N_2 برای تولید این مقدار NO لازم است.

$$\left(\frac{2 mol NO}{1060} \right) = \left(\frac{X}{28} \right) \Rightarrow X = 494.6 kg N_2 \rightarrow 106 kg NO \times \frac{1 mol NO}{30 g NO} \times \frac{1 mol N_2}{2 mol NO} \times \frac{28 g N_2}{1 mol N_2} = 494.6 kg N_2$$

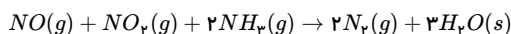
در حضور مبدل به ازای طی هر کیلومتر توسط خودرو از ورود مقدار $(5.7 - 6.2)$ گرم CO به هواکره جلوگیری می‌شود؛ بنابراین خواهیم داشت:

$$50000 \times 20 \times 5.7 = 5500000 g = 5500 kg$$

۸۵. گزینه ۲ بررسی موارد:

مورد «ا»، درست.

مورد «ب» درست. طبق واکنش زیر که در مبدل کاتالیستی خودروهای دیزلی انجام می‌شود.



مورد «پ» نادرست. از فلزهای پلاتین (Pt)، پالادیم (Pd) و رودیم (Rh) استفاده می‌شود.

مورد «ت» نادرست. واکنش N_2 و O_2 در دمای اتاق حتی با حضور کاتالیزگر هم انجام نمی‌شود.

۸۶. گزینه ۲

معادله موازنه شده به صوت روبه‌رو است:



$$? L NO_2 = 200 g NH_3 \times \frac{85 g NH_3}{100 g NH_3} \times \frac{1 mol NH_3}{17 g NH_3} \times \frac{1 mol NO_2}{2 mol NH_3} \times \frac{22.4 L NO_2}{1 mol NO_2} = 112 L NO_2$$

$$? g NO = 200 g NH_3 \times \frac{85 g NH_3}{100 g NH_3} \times \frac{1 mol NH_3}{17 g NH_3} \times \frac{1 mol NO}{2 mol NH_3} \times \frac{30 g NO}{1 mol NO} = 150 g NO$$

۸۷. گزینه ۲ چون هرچه اندازه ذرات کاتالیزگر کوچک‌تر باشد، میزان سطح تماس بین ذرات کاتالیزگر با ذرات واکنش‌دهنده بیش‌تر خواهد بود. پس تعداد ذرات واکنش‌دهنده‌ای که انرژی فعال‌سازی آن‌ها کاهش می‌یابد و به فرآورده تبدیل می‌شوند، در واحد زمان افزایش می‌یابد. در نتیجه واکنش سریع‌تر از وقتی که اندازه ذرات کاتالیزگر درشت باشد، انجام خواهد شد. بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه «۱»: نادرست؛ چون در این نوع مبدل‌ها، گاز آمونیاک برای واکنش با گازهای NO و NO_2 به کار می‌رود.

گزینه «۳»: نادرست؛ چون در این نوع مبدل‌ها، گاز آمونیاک در واکنش با برخی آلاینده‌ها، تولید گازهای نیتروژن و بخار آب می‌کند.

۸۸. گزینه ۲

بررسی موارد نادرست:

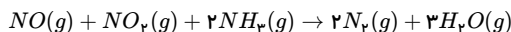
مورد «آ»: مبدل‌های کاتالیستی در خودروهای دیزلی دارای دو محفظه است.

مورد «پ»: گازهای آلاینده ورودی به مبدل کاتالیستی خودروهای بنزین‌سوز NO_2 ندارد.

۸۹. گزینه ۲ بررسی موارد نادرست:

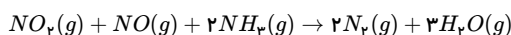
مورد «ب» این مبدل باعث کاهش یا حذف آلاینده‌ها می‌شود.

مورد «ت»:



$$600 mL N_2 \times \frac{100}{90} \times \frac{1 mol N_2}{22400 mL N_2} \times \frac{1 mol (NO + NO_2)}{2 mol N_2} \times \frac{76 g (NO + NO_2)}{1 mol (NO + NO_2)} = 1.13 g (NO + NO_2)$$

۹۰. گزینه ۳ در این مبدل، با ورود آمونیاک و انجام واکنش زیر، گازهای NO و NO_2 به N_2 تبدیل شده و تا حدود زیادی از ورود گازهای NO و NO_2 به هواکره جلوگیری می‌شود.



۹۱. گزینه ۲ عبارت‌های آ، پ و ث درست است.

بررسی عبارت‌های نادرست:

ب: واکنش مورد نظر در دماهای پایین انجام نمی‌شود.

ت: مبدل‌های کاتالیستی از جنس سرامیک هستند و فلزها در آن نقش کاتالیزگر دارند.

۹۲. گزینه ۲ مبدل‌های کاتالیستی تورهایی از جنس سرامیک هستند که روکش آن‌ها قطعات رودیم، پالادیوم یا پلاتین است.

گزینه ۱. ۹۳

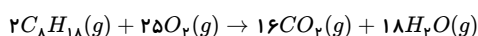
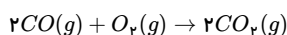
$$\text{جرم گاز خروجی} = 500L \times \frac{1.2g}{1L} = 600g$$

$$ppm = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 10^6$$

$$\Rightarrow 100 = \frac{x}{600} \times 10^6 \Rightarrow x = 0.06g \text{ جرم NO در گاز خروجی}$$

$$xkJ_{\text{محرک}} = 0.06g_{NO} \times \frac{1mol_{NO}}{30g_{NO}} \times \frac{181kJ}{2mol_{NO}} \times \frac{1000J}{1kg} = 181J$$

۹۴. گزینه ۴ واکنش‌های انجام‌شده عبارتند از:

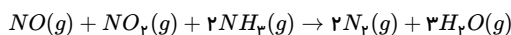


به این ترتیب خواهیم داشت:

$$6.72L \text{ مخلوط گازی} \times \frac{1mol \text{ مخلوط گازی}}{22.4L \text{ مخلوط گازی}} \times \frac{26mol_{O_2}}{4mol \text{ مخلوط گازی}} \times \frac{32g_{O_2}}{1mol_{O_2}} = 62.4g_{O_2}$$

۹۵. گزینه ۳ به کمک مبدل کاتالیستی خودروهای دیزلی تا حدود زیادی از ورود گازهای NO و NO_۲ به هواکره جلوگیری می‌شود.

بررسی گزینه چهارم: واکنش موازنه‌شده به صورت زیر است:



$$0.112LN_2 \times \frac{1mol_{N_2}}{22.4LN_2} \times \frac{2mol(NO, NO_2)}{2mol_{N_2}} = 0.005mol$$

۹۶. گزینه ۱ ابتدا مقدار نظری را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{مقدار نظری} = \frac{\text{مقدار عملی}}{\text{بازده درصدی}} \times 100 \Rightarrow 50 = \frac{21}{\text{مقدار نظری}} \times 100$$

$$\Rightarrow \text{مقدار نظری} = \frac{2100}{50} = 42g_{N_2}$$

با توجه به معادله فوق به ازای تولید ۲ مول N_۲، یک مول NO و یک مول NO_۲ که جرم آن‌ها در مجموع ۷۶ + ۳۰ گرم است، به مبدل وارد می‌شود و خواهیم داشت:

$$42g_{N_2} \times \frac{1mol_{N_2}}{28g_{N_2}} \times \frac{56g_{NO_x}}{2mol_{N_2}} = 57g_{NO_x}$$

۹۷. گزینه ۴

کاتالیزگرها تأثیری بر ΔH واکنش ندارند.

$$\text{درصد جرم کاهش یافته CO} = \frac{\text{جرم کاهش یافته CO}}{\text{جرم اولیه CO}} \times 100 = \frac{5.99 - 0.61}{5.99} \times 100 \approx 89.81\%$$

$$\text{درصد جرم کاهش یافته } C_xH_y = \frac{\text{جرم کاهش یافته } C_xH_y}{\text{جرم اولیه } C_xH_y} \times 100 = \frac{1.67 - 0.07}{1.67} \times 100 \approx 95.8\%$$

$$\text{درصد جرم کاهش یافته NO} = \frac{\text{جرم کاهش یافته NO}}{\text{جرم اولیه NO}} \times 100 = \frac{1.04 - 0.04}{1.04} \times 100 \approx 96.15\%$$

$$10000 \times \text{خودرو} \times \frac{50km}{1 \text{ خودرو}} \times \frac{(5.38 + 1.6 + 1)g}{1km} \times \frac{1ton}{10^6g} = 3.99ton$$

۹۸. گزینه ۴ بررسی موارد:

الف) نادرست. کاتالیزگرهای مبدل کاتالیستی عبارتند از: رودیم (Rh)، پالادیوم (Pd) و پلاتین (Pt)

ب) نادرست. کاتالیزگرها به صورت انتخابی عمل می‌کنند و هر کاتالیزگر به شمار معدودی واکنش سرعت می‌بخشد.

پ) نادرست. کاتالیزگرها در واکنش شرکت می‌کنند اما در واکنش مصرف نمی‌شوند.

ت) نادرست. کاتالیزگر سرعت انجام واکنش را افزایش می‌دهد اما زمان انجام واکنش را کاهش می‌دهد.

۹۹. گزینه ۴ بررسی گزینه‌های نادرست:

۱) در مبدل‌های کاتالیستی برای افزایش کارایی، سرامیک‌ها را به شکل دانه‌های ریز در می‌آورند.

۲) در مبدل‌های کاتالیستی از فلزات رودیم (Rh)، پالادیوم (Pd) و پلاتین (Pt) استفاده می‌شود.

۳) هر کاتالیزگر فقط می‌تواند به یک واکنش سرعت ببخشد.

۱۰۰. گزینه ۴ بررسی گزینه‌ها:

گزینه ۱) درست، سطح انرژی واکنش دهنده‌ها بالاتر است و ناپایدارتر.

گزینه ۲) درست

گزینه ۳) درست، این واکنش در حضور کاتالیزگر انجام می‌شود.

گزینه ۴) نادرست، در هر دو مبدل‌های کاتالیستی، بنزینی و دیزلی این واکنش انجام می‌شود.

۱۰۱. گزینه ۲ موارد (الف) و (پ) نادرست هستند.

بررسی موارد نادرست:

(الف) نماد فلز رودیم (Rh) است نه (Ru).

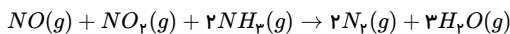
(پ) گاز آمونیاک در مبدل کاتالیستی خودروهای دیزلی به کار می‌رود.

۱۰۲. گزینه ۱ بررسی موارد:

مورد الف) درست. انرژی فعال سازی زیاد سبب شده است که واکنش داده شده در دماهای پایین انجام نمی‌شود یا بسیار کند است.

مورد ب) نادرست. فلزهای Pt, Pd, Rh بر روی سرامیک‌ها نشانداده شده است.

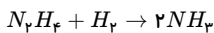
مورد پ) درست.



$$0,34g NH_3 \times \frac{1 mol NH_3}{17g NH_3} \times \frac{5 mol \text{ گاز}}{2 mol NH_3} \times \frac{30 L \text{ گاز}}{1 mol \text{ گاز}} = 1,5 L \text{ گاز}$$

مورد ت) نادرست. شرایط بهینه و فرآیند هابر شامل فشار $200 atm$ و دمای $450^\circ C$ ، کاتالیزگر Fe است.

۱۰۳. گزینه ۲



$$? mol NH_3 = 32g N_2H_4 \times \frac{1 mol N_2H_4}{32g N_2H_4} \times \frac{2 mol NH_3}{1 mol N_2H_4} = 2 mol NH_3$$



$$?g H_2O = 2 mol NH_3 \times \underbrace{\frac{18}{100}}_{\text{بازده درصدی}} \times \frac{3 mol H_2O}{2 mol NH_3} \times \frac{18g H_2O}{1 mol H_2O} = 43,2g H_2O$$

دقت کنید که H_2O شامل دو نوع عنصر و N_2 شامل یک عنصر (N) و دو اتم است.

۱۰۴. گزینه ۱ بررسی عبارت‌ها:

آ) درست است. درصد کاهش آلاینده‌ها در حضور مبدل کاتالیستی متفاوت است:

$$\begin{cases} CO \Rightarrow \text{کارایی} \% = \left(\frac{5,99 - 0,61}{5,99} \right) \times 100 = 89,8\% \\ C_xH_y \Rightarrow \text{کارایی} \% = \frac{(1,67 - 0,07)}{1,67} \times 100 = 95,8\% \\ NO \Rightarrow \text{کارایی} \% = \frac{(1,04 - 0,04)}{1,04} \times 100 = 96,1\% \end{cases}$$

ب) نادرست است. مبدل کاتالیستی گاز NO را به $N_2(g)$ و $O_2(g)$ تبدیل می‌کند.

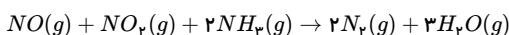
پ) درست است. ابتدا مقدار آلاینده‌ها را در غیاب و در حضور مبدل کاتالیستی محاسبه می‌نماییم:

$$\left. \begin{aligned} \text{مقدار آلاینده‌ها در غیاب مبدل} &= 100 \times (5,99 + 1,67 + 1,04) = 870g \\ \text{مقدار آلاینده‌ها در حضور مبدل} &= 100 \times (0,61 + 0,07 + 0,04) = 72g \end{aligned} \right\} \Rightarrow 870 - 72 = 798g$$

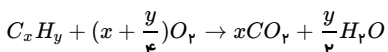
ت) نادرست است. با توجه به داده‌های جدول، می‌توان نوشت:

$$\frac{\text{سرعت متوسط خروج } CO(g) \text{ در غیاب مبدل}}{\text{سرعت متوسط خروج } CO(g) \text{ در حضور مبدل}} = \frac{\frac{\Delta n(CO)}{\Delta t}}{\frac{\Delta n(CO)}{\Delta t}} = \frac{\frac{5,99}{30}}{\frac{0,61}{30}} = \frac{5,99}{0,61} = 9,8$$

۱۰۵. گزینه ۴ معادله واکنش مربوط به گزینه ۴، به صورت زیر است و مجموع ضرایب مواد در آن برابر ۹ است.



گزینه ۱: معادله موازنه‌شده واکنش عبارت است از:



گزینه ۲: واکنش در حضور پودر روی، سریع و در حضور توری پلاتینی انفجاری است.

گزینه ۳: کاتالیزگر تأثیری بر ΔH واکنش ندارد.

۱۰۶. گزینه ۴ قسمت اول:

$$[C] = \frac{3}{1,5} = 2 \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

$$[A] = \frac{3}{1,5} = 2 \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

$$[B] = \frac{6}{1,5} = 4 \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

$$[D] = \frac{3}{1,5} = 2 \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

$$K = \frac{[C]^a [D]^b}{[A]^c [B]^d} \Rightarrow \frac{2^a \times 2^b}{2^c \times 4^d} = 1 \Rightarrow 2^a = 8 \Rightarrow a = 3$$

قسمت دوم:

$$\left[\frac{\text{mol}}{L}\right]^{6-4} = \left[\frac{\text{mol}}{L}\right]^2 = \text{mol}^2 \cdot L^{-2}$$

۱۰۷. گزینه ۳ راهنما ۱: مواد جامد یا مایع خالص دارای غلظت ثابت هستند در طول واکنش و غلظت آن‌ها در عبارت ثابت تعادل لحاظ نمی‌شود.

راهنما ۲: نمودار مربوط به غلظت - زمان مواد مایع و جامد خالص به صورت خط صاف افقی است.

• طبق راهنمایی‌های ۱ و ۲ موارد D و B در تعیین ثابت تعادل تأثیری ندارد و فرقی نمی‌کند که آن‌ها را جزو واکنش‌دهنده‌ها در نظر بگیریم یا فرآورده‌ها.

• A : واکنش‌دهنده است زیرا در محفظه شروع واکنش بیشترین غلظت را دارد و بعد به مرور غلظت آن کاهش می‌یابد تا لحظه تعادل که غلظت آن ثابت می‌ماند (۳ واحد تغییر غلظت داشته)

• C : فرآورده است زیرا در لحظه شروع واکنش غلظت آن صفر است و به مرور افزایش یافته تا تعادل و بعد آن که غلظت آن ثابت مانده (۶ واحد تغییر غلظت داشته)

$$\begin{cases} 3A \rightarrow 6C + B + D \\ 3A + B + D \rightarrow 6C \end{cases} \Rightarrow K = \frac{[C]^6}{[A]^3} = \frac{(\text{mol} \cdot L^{-1})^6}{(\text{mol} \cdot L^{-1})^3} = \frac{\text{mol}^3}{L^3}$$

۱۰۸. گزینه ۱ باتوجه به نمودار A و C واکنش‌دهنده و B فرآورده است. حالا برای پیدا کردن ضرایب کافی است در بازه زمانی مشخص برای غلظت همه مواد دلتا بگیریم و تقسیم بر

کوچک‌ترین کنیم.

$$\begin{array}{ccc} A & + & C \rightleftharpoons B \\ \downarrow & & \downarrow \\ \frac{0,3}{0,1} & & \frac{0,1}{0,1} \end{array} \quad \frac{0,3}{0,1} \quad \frac{0,1}{0,1}$$

$$3A + C \rightleftharpoons 3B \rightarrow K = \frac{[B]^3}{[A]^3 [C]}$$

۱۰۹. گزینه ۲

بررسی موارد:

الف) واحد ثابت تعادل از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$K = \frac{[NH_3]^2}{[N_2][H_2]^3} \Rightarrow K_{\text{واحد}} = \left(\frac{\text{mol}}{L}\right)^{2-4}$$

ب)

$$K = \frac{[CO_2]}{[O_2]} \xrightarrow{\text{واحد}} \text{ندارد}$$

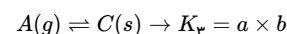
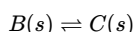
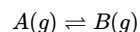
ج)

$$K = \frac{[SO_2]^2}{[SO_3]^2 [O_2]} \xrightarrow{\text{واحد}} \left(\frac{\text{mol}}{L}\right)^{2-4} \rightarrow \text{mol}^{-1} \cdot L$$

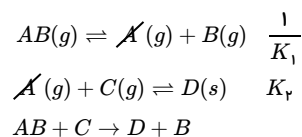
د)

$$K = [CO_2] \xrightarrow{\text{واحد}} \text{mol} \cdot L^{-1}$$

۱۱۰. گزینه ۲ واکنش سوم از جمع واکنش اول و دوم به دست آمده است.



۱۱۱. گزینه ۴ کافی است واکنش اول را معکوس، و با واکنش دوم جمع کنیم تا به واکنش سوم برسیم:



حال از رابطه زیر K_p را حساب می‌کنیم:

$$K_p = \frac{1}{K_1} \times K_r = \frac{1}{4 \times 10^2} \times 8 \times 10^6 = 2 \times 10^4$$

۱۱۲. گزینه ۳

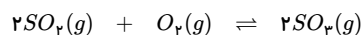
	$A(g) \rightleftharpoons C(g) + D(g)$			
مول آغازی	۸		۰	۰
تغییر مول	-x		+x	+x
مول تعادلی	۸-x		x	x
غلظت تعادلی	$\frac{6}{V}$		$\frac{2}{V}$	$\frac{2}{V}$

$\xrightarrow{\text{در حالت تعادل}} 8-x+x+x=10 \Rightarrow x=2$

$$K = \frac{[C][D]}{[A]} \Rightarrow \frac{\frac{2}{V} \times \frac{2}{V}}{\frac{6}{V}} = \frac{1}{6} \Rightarrow V = 4L \quad \text{نتیجه:}$$

۱۱۳. گزینه ۴

$$?molO_2 = 12.8gO_2 \times \frac{1molO_2}{32gO_2} = 0.4molO_2$$



$$(mol \cdot L^{-1}) \rightarrow \quad y \quad \quad 0.2 \quad \quad y$$

با توجه به غلظت‌های اولیه تعادلی O_2 مقدار 0.2 مول O_2 مصرف شده است. بنابراین مقدار 0.4 مول SO_2 تولید و مقدار 0.4 مول SO_3 مصرف شده است:

$$?gSO_2 = 0.8molSO_2 \times \frac{64molSO_2}{1molSO_2} = 51.2g = a \Rightarrow K = 51 \cdot mol^{-1} SO_2 \text{ غلظت اولیه} = 0.4 + 0.4 = 0.8mol \cdot L^{-1}$$

۱۱۴. گزینه ۱

$$K = \frac{[B]}{[A]^2} = \frac{7.6}{(0.17)^2} = \frac{76 \times 10^{-1}}{(17)^2 \times 10^{-4}} = \frac{76}{289} \times 10^3 \simeq 263L \cdot mol^{-1} aA \rightleftharpoons B \quad K = \frac{[B]}{[A]^a} \Rightarrow 840 = \frac{1.4}{(0.1)^a} \Rightarrow (0.1)^a = \frac{1.4}{840} = 10^{-2} \Rightarrow a = 2$$

$$115.2 = \frac{7.2}{[A]^2} \Rightarrow [A]^2 = \frac{7.2}{115.2} = \frac{72 \times 10^{-1}}{1152 \times 10^{-1}} = \frac{1}{16} \xrightarrow{\text{جذر}} [A] = \frac{1}{4} = 0.25mol \cdot L^{-1}$$

۱۱۵. گزینه ۳ ابتدا غلظت اولیه N_2 و H_2 را به دست می‌آوریم:

جدول تغییر غلظت گونه‌ها به صورت زیر رسم می‌شود:

طبق اصل لوشاتلیه با خارج کردن ۱ مول آمونیاک تعادل اولیه به هم ریخته و در جهت جابه‌جا می‌شود. بنابراین داریم:

گونه	$N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$		
غلظت در لحظه برهم خوردن تعادل اولیه	$0.7 - x$	$0.7 - 3x$	$2x - 0.1$
تغییر غلظت	$-y$	$-3y$	$+2y$
غلظت در تعادل نهایی	$0.7 - x - y$	$0.7 - 3x - 3y$	$2x - 0.1 + 2y$

در این حالت غلظت آمونیاک به 0.3 مول بر لیتر رسیده است. پس:

$$2x - 0.1 + 2y = 0.3 \Rightarrow x + y = 0.2$$

بنابراین خواهیم داشت:

$$[N_2]_{\text{نهایی}} = 0.7 - (x + y) = 0.5$$

$$[H_2]_{\text{نهایی}} = 0.7 - 3(x + y) = 0.1$$

$$[NH_3]_{\text{نهایی}} = 3(x + y) - 0.1 = 0.3$$

$$K = \frac{[NH_3]^2}{[N_2][H_2]^3} = \frac{(0.3)^2}{0.5 \times (0.1)^3} = 180L^2 \cdot mol^{-2}$$

۱۱۶. گزینه ۳ با توجه به ضرایب استوکیومتری می‌توان مقدار O_2 تولیدشده را محاسبه کرد:

$$0.2molNO_2 \times \frac{1molO_2}{4molNO_2} = 0.05molO_2$$

حال ثابت تعادل را محاسبه می‌کنیم:

$$K = \frac{[NO_2]^2 [O_2]}{[N_2O_5]^2} = \frac{\left(\frac{0.2}{2}\right)^2 \left(\frac{0.5}{2}\right)}{\left(\frac{0.4}{2}\right)^2} = 6.25 \times 10^{-5} \text{ mol}^3 \cdot L^{-2}$$

۱۱۷. گزینه ۳ تغییرات ایجاد شده در تعادل ۱ و جابه‌جاشدن آن تا رسیدن به تعادل ۲ را به صورت جدول زیر نشان می‌دهیم:

مواد	$[N_2]$	$[H_2]$	NH_3
غلظت در تعادل	۰٫۰۷	۰٫۵	۰٫۱۴
افزودن A مول N_2	$+A$	—	—
تغییرات غلظت‌ها	$-x$	$-3x$	$+2x$
غلظت‌ها در تعادل جدید	۰٫۱۱	B	۰٫۱۶

با توجه به تغییر غلظت NH_3 مقدار x به دست می‌آید:

$$[NH_3] = 0.14 + 2x = 0.16 \Rightarrow x = 0.01 \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

$$[H_2] = 0.5 - 3x = 0.5 - 3(0.01) = 0.47 \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

$$[N_2] = (0.07 + A) - x = 0.11 \Rightarrow (0.07 + A) - 0.01 = 0.11 \Rightarrow A = 0.05 \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

$$K = \frac{[NH_3]^2}{[N_2][H_2]^3} = \frac{(0.14)^2}{(0.07)(0.5)^3} = 2.24 \text{ mol}^{-2} \cdot L^2$$

۱۱۸. گزینه ۳

ابتدا مول SO_3 در حال تعادل را محاسبه می‌کنیم:

$$SO_3 \text{ مول تعادلی} = 112 \text{ g}(SO_3) \times \frac{1 \text{ mol}(SO_3)}{80 \text{ g}(SO_3)} = 1.4 \text{ mol}$$

	$2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g)$		
مول اولیه	۱۸ mol	۱۵ mol	۰
تغییر مول	$-2x$	$-x$	$+2x$
مول باقی‌مانده	$18-2x$	$15-x$	$+2x$

$$\text{مول تعادلی } [SO_3] = 2x = 1.4 \text{ mol} \rightarrow x = 0.7 \text{ mol}$$

$$K = \frac{[SO_3]^2}{[SO_2]^2 [O_2]} \rightarrow 3 = \frac{\left(\frac{1.4}{2L}\right)^2}{\left(\frac{18-2x}{2L}\right)\left(\frac{15-x}{2L}\right)^2} \rightarrow x = 1.96 \simeq 2L$$

۱۱۹. گزینه ۳ ابتدا مول تعادلی O_2 و N_2O_5 را محاسبه می‌کنیم.

$$O_2 \text{ تعداد مول} = \frac{12.8}{32} = 0.4 \text{ mol}$$

$$N_2O_5 \text{ تعداد مول} = \frac{86.4}{108} = 0.8 \text{ mol}$$

با توجه به ضرایب استوکیومتری، به ازای هر مول O_2 ، ۴ مول NO_2 تولید می‌شود.

بنابراین:

$$NO_2 \text{ تعداد مول} = 4 \times 0.4 = 1.6 \text{ mol}$$

از آنجا که حجم ظرف واکنش برابر ۴ لیتر است:

$$[O_2] = \frac{0.4}{4} = 0.1 \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

$$[N_2O_5] = \frac{0.8}{4} = 0.2 \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

$$[NO_2] = \frac{1/6}{4} = 0.04 \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

$$K = \frac{[NO_2]^4 \cdot [O_2]}{[N_2O_5]^2} = \frac{(0.04)^4 \times 0.1}{(0.02)^2} = 0.064$$

(II)

	$2SO_2 + O_2 \rightleftharpoons 2SO_3$		
تعداد مول اولیه	0.4	0.3	0
تعداد مول در تعادل	$0.4 - 0.3 = 0.1$	$0.3 - \frac{1}{2}(0.3) = 0.15$	0.3

اگر حجم ظرف واکنش را V لیتر در نظر بگیریم، خواهیم داشت:

$$[SO_2] = \frac{0.1}{V} \text{ mol} \cdot L^{-1}, [O_2] = \frac{0.15}{V} \text{ mol} \cdot L^{-1}, [SO_3] = \frac{0.3}{V} \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

$$K = \frac{(\frac{0.3}{V})^2}{(\frac{0.1}{V})^2 (\frac{0.15}{V})} = 120 \Rightarrow V = 2L$$

۱۲۰. گزینه ۱

از آنجا که واکنش در ظرفی ۲ لیتری رخ داده است، برای محاسبه غلظت خواهیم داشت:

$$[NH_3]_{\text{اولیه}} = \frac{2.4 \text{ mol}}{2L} \Rightarrow [NH_3] = 1.2 \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

$$[NH_3]_{\text{تعادلی}} = \frac{2 \text{ mol}}{2L} \Rightarrow [NH_3] = 1 \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

	$2NH_3(g) \rightleftharpoons 3H_2(g) + N_2(g)$			
غلظت اولیه	1.2		0	0
تغییر غلظت	-2x		+3x	+x
غلظت تعادلی	1.2-2x		+3x	+x

$$[NH_3]_{\text{تعادلی}} = 1.2 - 2x = 1 \Rightarrow x = 0.1$$

$$K = \frac{[N_2][H_2]^3}{[NH_3]^2} \Rightarrow K = \frac{[0.1][0.3]^3}{[1]^2} \Rightarrow K = 2.7 \times 10^{-3} \text{ mol}^2 \cdot L^{-2}$$

۱۲۱. گزینه ۳ ابتدا شمار مول‌های اولیه گاز $NOCl$ را محاسبه می‌کنیم:

$$NOCl_{\text{مول اولیه}} = 11.2LNOCl \times \frac{1 \text{ mol}NOCl}{22.4LNOCl} = 0.5 \text{ mol}NOCl$$

سپس با توجه به حجم ۲ لیتری ظرف، غلظت $NOCl$ اولیه را به دست می‌آوریم:

$$M_{NOCl} = \frac{0.5 \text{ mol}NOCl}{2LNOCl} \Rightarrow M_{NOCl} = 0.25 \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

بازده درصدی ۸۰٪ به این معناست که ۸۰٪ ماده اولیه به فرآورده تبدیل شده است. با توجه به این نکته، تغییر غلظت (مقدار مصرفی) و غلظت نهایی (تعادلی) $NOCl$ را به دست می‌آوریم:

$$NOCl_{\text{تغییر غلظت}} = 0.25 \text{ mol} \cdot L^{-1} \times \frac{80}{100} = 0.2 \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

$$[NOCl]_{\text{تعادلی}} = 0.25 \text{ mol} \cdot L^{-1} \times \frac{20}{100} = 0.05 \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

در نتیجه می‌توان نوشت:

	$2NOCl(g) \rightleftharpoons Cl_2(g) + 2NO(g)$			
غلظت اولیه	0.25		0	0
تغییر غلظت	-2x		+x	+2x
غلظت تعادلی	0.25-2x		+x	+2x

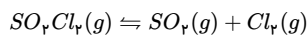
$$0.25 - 2x = 0.05 \text{ mol} \cdot L^{-1} \Rightarrow x = 0.1 \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

با استفاده از رابطه ثابت تعادل خواهیم داشت:

$$K = \frac{[Cl_2][NO]^2}{[NOCl]^2} \Rightarrow K = \frac{(0.1)(0.2)^2}{(0.05)^2} \Rightarrow K = 1.6 \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

۱۲۲. گزینه ۴

ابتدا مول تعادلی مواد را بدست می‌آوریم.



مول تعادلی $1.6 - x$ x x

$$\text{مجموع شمار مول گازها} = 1.6 - x + x + x = 1.6 + x \rightarrow 1.6 + x = 2.4 \rightarrow x = 0.8$$

$$K = \frac{[SO_2][Cl_2]}{[SO_2Cl_2]} = \frac{[\frac{0.8}{2}][\frac{0.8}{2}]}{[\frac{0.8}{2}]} = 0.4$$

۱۲۳. گزینه ۳

ابتدا جدول تغییرات را تشکیل می‌دهیم.

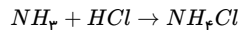
	$CaCO_3(s) \rightleftharpoons CaO(s) + CO_2(g) \quad K = 10^{-2}$			
غلظت اولیه	$\frac{3}{4}$		۰	۰
غلظت تعادل	$0.75 - x$		x	x

$$K = [CO_2] = x = 10^{-2} \frac{\text{mol}}{L} \Rightarrow \text{mol} CO_2 = 4L \times 10^{-2} \frac{\text{mol}}{L} = 0.4 \text{ mol}$$

$$\%CaCO_3 = \frac{0.4}{3} \times 100 = 13.3$$

۱۲۴. گزینه ۳

واکنش HCl و NH_3 به صورت روبه‌رو است:



$$pH = 1 \rightarrow [H^+] = 10^{-1}$$

$$(HCl) : [H^+] = C_M = 10^{-1} \frac{\text{mol}}{L} \times 0.1L = 0.01 \text{ mol} HCl$$

$$\text{mol} HCl = \text{mol} NH_3 = 0.005 \text{ mol}$$

	$N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$			
مول اولیه	0.02	0.02		۰
تغییر مول	-0.005	-0.015		+0.005
مول تعادلی	0.015	0.005		0.005

$$\rightarrow K = \frac{[NH_3]}{[N_2][H_2]^3} = \frac{(0.005)^2}{(0.015)(0.005)^3} \times (10)^2 = 1.33 \times 10^6$$

۱۲۵. گزینه ۲ نکته: در فرایندهای تعادلی علامت گرما در سمت مول‌های گازی کمتر است؛ بنابراین این فرایند گرماگیر است.

	$2AB_3$	$2AB_2$	B_2
غلظت اولیه	0.5	۰	۰
تغییر غلظت	-0.4	+0.4	+0.2
غلظت تعادلی	0.1	0.4	0.2

$$K = \frac{[AB_2]^2[B_2]}{[AB_3]^2} \rightarrow K = \frac{0.4^2 \times 0.2 \times 0.2}{0.1^2 \times 0.1} = 3.2 \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

۱۲۶. گزینه ۳

مول اولیه SO_3 را x فرض می‌کنیم. پس مقدار باقی‌مانده آن برابر $0.4 - x$ و مقدار مصرف شده آن برابر $0.6 - x$ می‌شود.



$$0.4 - x + 0.6 - x + 0.3 - x = 0.5 \Rightarrow x = 0.5 \Rightarrow \text{مول} SO_3 \text{ اولیه} = 0.5$$

شیمی دوازدهم فصل چهار

$$[SO_3] = 0.4 \times 5 = 2 \quad [SO_2] = 0.6 \times 5 = 3 \quad [O_2] = 0.3 \times 5 = 1.5$$

$$K = \frac{[SO_2]^2 [O_2]}{[SO_3]^2} = \frac{3^2 \times 1.5}{2^2} = 3.375$$

۱۲۷. گزینه ۱ ابتدا غلظت تعادلی NH_3 را محاسبه می‌کنیم:

$$K = \frac{[NH_3]^2}{[N_2][H_2]^3} \Rightarrow 8 \times 10^{-3} = \frac{[NH_3]^2}{(\frac{1}{4})(\frac{3}{4})^3} \Rightarrow [NH_3] = 4 \times 10^{-4} mol \cdot L^{-1}$$

$$2L \times 4 \times 10^{-4} \frac{mol}{L} \times \frac{17g}{1mol} \times \frac{1000mg}{1g} = 27.2mg$$

۱۲۸. گزینه ۴ با توجه به معادله واکنش تعادلی $CaCO_3(s) \rightleftharpoons CaO(s) + CO_2(g)$ مقدار کاهش جرم مواد جامد موجود در ظرف، مربوط به گاز CO_2 تولید شده است.

$$\frac{5.5}{100} \times 200g = 11g CO_2$$

$$k = [CO_2] = \frac{11g CO_2 \times \frac{1mol CO_2}{44g CO_2}}{2L} = \frac{0.25mol}{2L} = 0.125 \frac{mol}{L}$$

۱۲۹. گزینه ۲

$$150g CaCO_3 \times \frac{1mol CaCO_3}{100g CaCO_3} = 1.5mol CaCO_3$$

$CaCO_3(s) \rightleftharpoons CaO(s) + CO_2(g)$				
مول اولیه	۱/۵		۰	۰
تغییرات	-x		+x	+x
مول تعادلی	۱/۵-x		x	x

$$[CO_2] = \frac{\text{مول } CO_2}{\text{حجم ظرف}} \Rightarrow 0.1 = \frac{x}{5} \Rightarrow x = 0.5mol$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{جرم } CaO \text{ تولیدی: } 0.5 \times \frac{56g CaO}{1mol CaO} = 28g CaO \\ \text{جرم } CaCO_3 \text{ باقی‌مانده: } 1mol \times \frac{100g CaCO_3}{1mol CaCO_3} = 100g CaCO_3 \end{array} \right. \Rightarrow \frac{28g CaO}{100g CaCO_3} = 0.28$$

۱۳۰. گزینه ۳ حجم ظرف ۱ لیتر است، بنابراین مول و غلظت گازها برابر است.

$PCl_5(g) \rightleftharpoons PCl_3(g) + Cl_2(g)$				
مول اولیه	۰/۲		۰	۰
تغییرات	-x		+x	+x
مول تعادلی	۰/۲-x		x	x

مجموع غلظت (مول) تعادلی گازها برابر است با:

$$(0.2 - x) + (x) + (x) = 0.3 \rightarrow 0.2 + x = 0.3 \rightarrow x = 0.1mol$$

$$\left\{ \begin{array}{l} K = \frac{[PCl_3][Cl_2]}{[PCl_5]} = \frac{0.1 \times 0.1}{0.1} = 0.1 \frac{mol}{L} \\ \text{جرم } PCl_5 \text{ باقی‌مانده: } 0.1mol \times \frac{208.5g PCl_5}{1mol PCl_5} = 20.85g PCl_5 \end{array} \right. \Rightarrow \frac{0.1}{20.85} \approx 0.005$$

۱۳۱. گزینه ۲

جدول تغییرات مول واکنش را تشکیل می‌دهیم:

شیمی دوازدهم فصل چهار

$2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g)$				
مول اولیه	۱/۲	۰/۵+۰/۴		۰
تغییر مول	-۲x	-x		+۲x
مول تعادلی	۱/۲-۲x	۰/۹-x		+۲x

$$1.2 - 2x = 1 \Rightarrow x = 0.1 \text{ mol}$$

در حالت تعادل:

$$n_{O_2} = 0.9 - x = 0.9 - 0.1 = 0.8 \text{ mol}$$

$$n_{SO_2} = 1.2 - 2x = 1.2 - 2(0.1) = 1 \text{ mol}$$

$$n_{SO_3} = 2x = 2(0.1) = 0.2 \text{ mol}$$

$$K = \frac{[SO_3]^2}{[SO_2]^2[O_2]} = \frac{\left(\frac{0.2}{V}\right)^2}{\left(\frac{1}{V}\right)^2\left(\frac{1}{V}\right)} = 0.2 \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

۱۳۲. گزینه ۱ با توجه به نمودار در مدت زمان انجام واکنش ۹ مول ماده جامد A مصرف شده است:

$$14 - 5 = 9 \text{ mol A}$$

از این رو به ازای مصرف ۹ مول از ماده A، مقدار ۹ مول B و ۹ مول C تولید می‌شود:

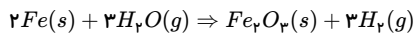
$$[B] = \frac{9}{4} \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

$$[C] = \frac{9}{4} \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

$$K = [B][C] \Rightarrow K = \frac{9}{4} \times \frac{9}{4} = \frac{81}{16} \simeq 5 \text{ mol}^2 \cdot L^{-2}$$

۱۳۳. گزینه ۴

طبق این واکنش مقدار H_2 را محاسبه می‌کنیم.



$$\frac{112 \text{ g Fe}}{2 \times 56} = \frac{x_{mol}}{3} \Rightarrow x = 3 \text{ mol } H_2$$

باتوجه به مقدار اولیه H_2 ، جدول تغییرات تعادل را تشکیل می‌دهیم.

$3H_2(g) + N_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$				
مول اولیه	۳۰	۱۶		۰
تغییر مول	-۳x	-x		+۲x
مول تعادلی	۳۰-۳x	۱۶-x		۲x

$$30 - 3x + 16 - x = 34 \rightarrow x = 3$$

$$[NH_3] = \frac{2x}{10} = \frac{2(3)}{10} = 0.6 \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

$$[H_2] = \frac{30 - 3x}{10} = \frac{30 - 3(3)}{10} = 2.1 \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

$$[N_2] = \frac{16 - x}{10} = \frac{16 - 3}{10} = 1.3 \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

$$K = \frac{[NH_3]^2}{[H_2]^3[N_2]} = \frac{(0.6)^2}{(2.1)^3 \times (1.3)} = \frac{3.6}{9.261 \times 1.3} \simeq 0.3 \text{ mol}^{-1} \cdot L^2$$

۱۳۴. گزینه ۲

	$2A \rightleftharpoons 3B$	
مول اولیه	۲	۰
مول تعادلی	$2 - 2x$	$+3x$

$$[B] = 6[A] \Rightarrow 3x = 6(2 - 2x) \Rightarrow 3x = 12 - 12x \Rightarrow x = 0.8 \text{ mol}$$

شیمی دوازدهم فصل چهار

$$K = \frac{[B]^3}{[A]^2} = \frac{(2,4)^3}{(0,4)^2} = \frac{13,824}{0,16} = 86,4$$

۱۳۵. گزینه ۱

	$A(s) \rightleftharpoons B(g) + C(g)$		
مول اولیه	۲	۰	۰
تغییر مول	-x	+x	+x
در حالت تعادل (مول)	۲-x	x	x

$$\Rightarrow x = \frac{50}{100} \times 2 = 1$$

$$[B] = \frac{1}{2}, [C] = \frac{1}{2}$$

$$K = [B][C] = \left[\frac{1}{2}\right]\left[\frac{1}{2}\right] = \frac{1}{4} = 0,25 \text{ mol}^2 \cdot L^{-2}$$

۱۳۶. گزینه ۲

A	+	B	$\rightleftharpoons$	AB
۱		۱		۰
-x		-x		+x
۱-x		۱-x		+x

$$\xrightarrow[\text{داده‌های سوال}]{\text{مطابق}} \frac{1-x+1-x+x}{x} = 4 \Rightarrow x = 0,4$$

$$[A] = \frac{1-x}{1,0} = \frac{1-0,4}{1,0} = \frac{0,6}{1,0} = 0,6 \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

$$[B] = \frac{1-x}{1,0} = \frac{1-0,4}{1,0} = \frac{0,6}{1,0} = 0,6 \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

$$[AB] = \frac{x}{1,0} = \frac{0,4}{1,0} = 0,4 \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

$$K = \frac{[AB]}{[A][B]} = \frac{(4 \times 10^{-2})}{(6 \times 10^{-2})(6 \times 10^{-2})} = 11,11$$

۱۳۷. گزینه ۱

	$2A \rightleftharpoons B + 3C$		
در آغاز	۴	۰	۰
در حالت تعادل	۴-۲x	+x	+۳x

$$\text{مقدار } A \text{ مصرف شده} = 2x = \frac{60}{100} \times 4 = 2,4 \text{ mol} \Rightarrow x = 1,2 \text{ mol}$$

$$[A]_{\text{تعادلی}} = \frac{4-2x}{2} = \frac{4-2(1,2)}{2} = 0,8 \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

$$[B]_{\text{تعادلی}} = \frac{x}{2} = \frac{1,2}{2} = 0,6 \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

$$[C]_{\text{تعادلی}} = \frac{3x}{2} = \frac{1,2 \times 3}{2} = 1,8 \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

$$K = \frac{[B][C]^3}{[A]^2} = \frac{6 \times 10^{-1} \times (1,8)^3}{(8 \times 10^{-1})^2} = 54675 \times 10^{-4}$$

۱۳۸. گزینه ۳ حجم ظرف دو لیتری است، پس غلظت تعادلی هر یک از مواد را محاسبه می‌کنیم:

$$[NO_2] = \frac{3,6}{2} = 1,8 \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

$$[O_2] = \frac{0,2}{2} = 0,1 \text{ mol} \cdot L^{-1} \Rightarrow K = \frac{[NO_2]^2}{[NO]^2 \cdot [O_2]} = \frac{1,8 \times 1,8}{0,2^2 \times 0,2 \times 0,1} = 810 \text{ mol}^{-1} \cdot L$$

$$[NO] = \frac{0,4}{2} = 0,2 \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

تعادل در سمت راست یا فرآورده‌ها قرار دارد، چون مقدار k بزرگ است.

برای تعیین پیشرفت واکنش، تغییر مول NO را به دست می‌آوریم:

شیمی دوازدهم فصل چهار

$$4 - 0.4 = 3.6 \text{ mol NO}$$

$$\%90 = \frac{3.6}{4} \times 100 = \frac{\text{تغییر مول یکی از واکنش‌دهنده‌ها تا رسیدن به تعادل}}{\text{مقدار مول اولیه واکنش‌دهنده}} \times 100 = \text{میزان پیشرفت واکنش}$$

۱۳۹. گزینه ۴ تعداد مول‌های اولیه Fe و H_2O را برابر n می‌گیریم:

$2Fe(s) + 3H_2O(g) \rightleftharpoons Fe_2O_3(s) + 3H_2(g)$					
مول اولیه	n	n		۰	۰
تغییر مول	-۲x	-۳x		+x	+۳x
مول تعادلی	n-۲x	n-۳x		+x	+۳x

$$[H_2O] = 0.8 \text{ mol} \cdot L^{-1} \Rightarrow n_{H_2O} = [H_2O] \times V = 0.8 \times 1 = 0.8 \text{ mol}$$

$$n - 3x = 0.8 \Rightarrow n = 0.8 + 3x$$

$$Fe + Fe_2O_3 \Rightarrow (n - 2x)56 + x(164) = 156.6 \Rightarrow [(0.8 + 3x) - 2x]56 + 164x = 156.6 \Rightarrow x = 0.5 \Rightarrow \text{گرم آهن}$$

$$= [n - 2(0.5)] \times 56 = 56n - 56 = 56(0.8 + 3(0.5)) = 128.8g$$

۱۴۰. گزینه ۴

$Cl_2 + PCl_3 \rightleftharpoons PCl_5$			
۰/۸	۰		۰/۸
+x	+x		-x
۰/۸+x	+x		۰/۸-x

$$[PCl_5] = \frac{0.8 - x}{4}, [PCl_3] = \frac{x}{4}, [Cl_2] = \frac{0.8 + x}{4}$$

گزینه ۴ درست است زیرا:

$$\frac{0.8 + x}{4} + \frac{0.8 - x}{4} = \frac{1.6}{4} = 0.4$$

۱۴۱. گزینه ۳

ابتدا مقدار مول تجزیه شده SO_3 را بدست می‌آوریم:

$$30 \text{ mol SO}_3 \times \frac{80}{100} = 24 \text{ mol}$$

$2SO_3(g) \rightleftharpoons 2SO_2(g) + O_2(g)$				
مول اولیه	۳۰		۰	۰
تعداد مول در هنگام تعادل	۳۰-۲x		۲x	x

$$\Rightarrow 2x = 24 \Rightarrow x = 12$$

$$K = \frac{[O_2][SO_2]^2}{[SO_3]^2} = \frac{(\frac{12}{10})(\frac{24}{10})^2}{(\frac{6}{10})^2} = \frac{12 \times 4^2}{10} = 19.2 \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

۱۴۲. گزینه ۲

ابتدا مول اولیه NH_3 را محاسبه می‌کنیم:

$$51g NH_3 \times \frac{1 \text{ mol NH}_3}{17g NH_3} = 3 \text{ mol}$$

$2NH_3 \rightleftharpoons N_2 + 3H_2$				
مول اولیه	۳ mol		۰	۰
مول تعادلی	۳-۲x		x	۳x

$$\Rightarrow x + 3x = 1/2 \Rightarrow x = 0.125 \text{ mol}$$

$$[N_2] = x = 0.125 \text{ mol} \cdot L$$

شیمی دوازدهم فصل چهار

$$[H_2] = 0,3 \times 3 = 0,9$$

$$[NH_3] = 3 - 0,6 = 2,4 \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

$$K = \frac{[N_2][H_2]^3}{[NH_3]^2} = \frac{(0,3)(0,9)^3}{(2,4)^2} = 37,96 \times 10^{-3}$$

۱۴۳. گزینه ۳

$$\text{mol}O_2 = \frac{960g}{48g \cdot \text{mol}^{-1}} = 20 \text{ mol}O_2$$

	$3O_2 \rightleftharpoons 2O_3$	
مول اولیه	۰	۲۰
تغییر مول	$+3x$	$-2x$
حالت تعادل	$+3x$	$20-2x$

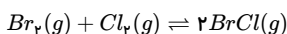
$$20 - 2x = 3x \Rightarrow 20 = 5x \Rightarrow x = 4 \text{ mol}$$

$$[O_2]_{\text{تعادلی}} = \frac{20 - 2(4)}{4} = 3 \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

$$[O_3]_{\text{تعادلی}} = \frac{3 \times 4}{4} = 1 \text{ mol}$$

$$K = \frac{[O_3]^2}{[O_2]^3} = \frac{3^2}{1^3} = \frac{1}{3}$$

۱۴۴. گزینه ۱ غلظت تعادلی $BrCl$ را x فرض می‌کنیم.



$$[Cl_2] = \frac{0,4}{2} = 0,2 \text{ mol} \cdot L^{-1} \Rightarrow [Br_2] = 0,2 \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

$$K = \frac{[BrCl]^2}{[Br_2][Cl_2]} \Rightarrow 36 = \frac{x^2}{0,2 \times 0,2} \Rightarrow x^2 = 144 \times 10^{-4} \Rightarrow x = 0,12 \Rightarrow [BrCl] = 0,12 \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

۱۴۵. گزینه ۴

از شکل‌ها مشخص است که در شکل ۳ تعادل برقرار می‌شود.

$$\Delta[H_2] = (2 \times 0,2) - (5 \times 0,2) = -0,6 \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

$$\Delta[X] = (1 \times 0,2) - (4 \times 0,2) = -0,6 \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

$$\Delta[D] = (6 \times 0,2) - (0 \times 0,2) = +1,2 \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

$$\xrightarrow[\text{تغییر غلظت کوچکتر}]{\text{تقسیم بر}} \begin{cases} H_2 : \frac{0,6}{0,6} = 1 \\ X : \frac{0,6}{0,6} = 1 \xrightarrow{\text{پس}} H_2(g) + X(g) \rightleftharpoons 2D(g) \\ D : \frac{1,2}{0,6} = 2 \end{cases}$$

$$\text{محاسبه ظرفیت‌های تعادلی} \left\{ \begin{array}{l} [D] = \frac{6 \times 0,2}{2} = 0,6 \frac{\text{mol}}{L} \\ [X] = \frac{1 \times 0,2}{2} = 0,1 \frac{\text{mol}}{L} \\ [H_2] = \frac{2 \times 0,2}{2} = 0,2 \frac{\text{mol}}{L} \end{array} \right.$$

$$K = \frac{[D]^2}{[H_2][X]} = \frac{(0,6)^2}{(0,1)(0,2)} = 18$$

۱۴۶. گزینه ۲

$$[N_2] = \frac{0,5}{5} \frac{\text{mol}}{L} = 0,1 \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

$$[H_2] = \frac{1,5}{5} \frac{\text{mol}}{L} = 0,3 \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

شیمی دوازدهم فصل چهار

$$[NH_4] = \frac{0.3}{5} \frac{mol}{L} = 0.06 mol \cdot L^{-1}$$

$$K = \frac{[N_2][H_2]^3}{[NH_3]^2} = \frac{0.1 \times (0.3)^3}{(0.06)^2} \rightarrow K = 0.75$$

۱۴۷. گزینه ۲ ابتدا باید مقدار مول $NOCl$ اولیه را به دست آوریم:

$$262g NOCl \times \frac{1 mol NOCl}{65.5g NOCl} = 4 mol NOCl$$

با توجه به اطلاعات داده شده در صورت سوال می توان گفت:

	$2NOCl + O_2 \rightleftharpoons 2NO_2 + Cl_2$			
مول اولیه	۴	۲	۰	۰
تغییر مول	-۲x	-x	+۲x	+x
مول تعادلی	۴-۲x	۲-x	۲x	x

مقدار مول تعادلی Cl_2 موجود در ظرف، بیانگر مقدار x است، به این ترتیب خواهیم داشت:

$$K = \frac{[NO_2]^2 [Cl_2]}{[NOCl]^2 [O_2]} = \frac{\left(\frac{2x}{V}\right)^2 \left(\frac{x}{V}\right)}{\left(\frac{4-2x}{V}\right)^2 \left(\frac{2-x}{V}\right)} = \frac{\left(\frac{2}{V}\right)^2 \left(\frac{1}{V}\right)}{\left(\frac{2}{V}\right)^2 \left(\frac{1}{V}\right)} = 1$$

۱۴۸. گزینه ۳

$$B \text{ غلظت تعادلی} = \frac{0.32 mol}{2L} = 0.16 mol \cdot L^{-1}$$

	$2A(g) \rightleftharpoons B(g) + 2C(g)$			
غلظت اولیه	a		۰	۰
تغییر غلظت	-۲x		x	۲x
غلظت تعادلی	a-۲x		۰/۱۶	۲x ۰/۱۶

$$K = \frac{[B][C]^2}{[A]^2} \Rightarrow 2.56 = \frac{0.16 \times 0.32^2}{[A]^2} \Rightarrow [A]^2 = \frac{16 \times 32 \times 32}{256 \times 100 \times 100} = 64 \times 10^{-4} \Rightarrow [A] = 8 \times 10^{-2} = 0.08 mol \cdot L^{-1}$$

$$[A] = a - 2x = 0.08 \Rightarrow a - 0.32 = 0.08 \Rightarrow a = 0.4 mol \cdot L^{-1} \quad (\text{غلظت اولیه } A)$$

۱۴۹. گزینه ۳ واکنش دهنده B حالت مایع است $\leftarrow$ غلظت آن در ثابت تعادل وارد نمی شود.

حال واکنش را بدون در نظر گرفتن واکنش دهنده B می نویسیم:

	$2A(g) \rightleftharpoons 3C(g) + 4D(g)$			
مول تعادلی	۳		۶	۳

$$K = \frac{[C]^3 [D]^4}{[A]^2} \xrightarrow[\text{حجم ظرف را } V \text{ فرض می کنیم}]{\text{غلظت} = \frac{n}{V}} K = \frac{\left(\frac{6}{V}\right)^3 \left(\frac{3}{V}\right)^4}{\left(\frac{3}{V}\right)^2}$$

$$\Rightarrow \frac{6 \times 18}{V^5} = 1.94 \times 10^{-2}$$

$$\Rightarrow V^5 = 10^{-5} \Rightarrow V = 1.0L$$

۱۵۰. گزینه ۴

NH_4HS جامد است و در رابطه ثابت تعادل نوشته نمی شود و نیازی به مقدار تعادلی آن نیست.

$$K = [NH_4][H_2S]$$

$$H_2S \text{ مول تعادلی} = 0.17g H_2S \times \frac{1 mol H_2S}{34g H_2S} = 0.005 mol \rightarrow [H_2S] = \frac{0.005 mol}{0.5L} = 0.01 mol \cdot L^{-1}$$

$$\Rightarrow \text{در تعادل} [NH_4] = [H_2S] = 0.01 mol \cdot L^{-1}$$

$$K = 0.01 \times 0.01 = 10^{-4} mol^2 \cdot L^{-2}$$

۱۵۱. گزینه ۱ برای محاسبه ثابت تعادل این واکنش کافی است غلظت CO_2 تولید شده را به دست آوریم.

شیمی دوازدهم فصل چهار

$$\text{جرم } CaCO_3 \text{ تجزیه شده} = 100gCaCO_3 \times \frac{20}{100} = 20gCaCO_3$$

$$CO_2 \text{ مول تولیدی} = 20gCaCO_3 \times \frac{1molCaCO_3}{100gCaCO_3} \times \frac{1molCO_2}{1molCaCO_3} = 0.2molCO_2$$

$$[CO_2] = \frac{0.2mol}{4L} = 0.05mol \cdot L^{-1} \rightarrow K = [CO_2] = 0.05mol \cdot L^{-1}$$

۱۵۲. گزینه ۴

باتوجه به اطلاعات سؤال جدول تغییرات را تشکیل می‌دهیم.

	$2SO_3(g) \rightleftharpoons 2SO_2(g) + O_2(g)$			
مقدار اولیه (مول)	۳		۰	۰
تغییرات (مول)	$-2x$		$+2x$	$+x$
مقادیر تعادلی (مول)	$3-2x$		$2x$	x

$$3 - 2x = 2x \rightarrow x = \frac{3}{4} = 0.75$$

$$SO_3 \rightarrow 3 - 2(0.75) = 1.5mol \rightarrow [SO_3] = \frac{1.5}{0.25} = 6 \frac{mol}{L}$$

$$SO_2 \rightarrow 2x \rightarrow 2(0.75) = 1.5mol \rightarrow [SO_2] = \frac{1.5}{0.25} = 6 \frac{mol}{L}$$

$$O_2 \rightarrow x = 0.75 \rightarrow [O_2] = \frac{0.75}{0.25} = 3 \frac{mol}{L}$$

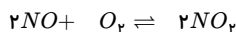
$$K = \frac{[SO_2]^2 [O_2]}{[SO_3]^2} = \frac{(6)^2 (3)}{(6)^2} = 3mol \cdot L^{-1}$$

۱۵۳. گزینه ۳ مقدار نظری با فرض کامل بودن واکنش به دست می‌آید.

$$2molNO \times \frac{2molNO_2}{2molNO} = 2molNO_2$$

$$\text{بازده درصدی} = \frac{\text{مقدار عملی}}{\text{مقدار نظری}} \times 100$$

$$50 = \frac{\text{مقدار عملی}}{2} \times 100 \rightarrow \text{مقدار عملی} = 1 \rightarrow \text{همان مقدار تعادلی است}$$



$$\text{مقادیر تعادلی} \quad 2 - 2x \quad 2 - x \quad 2x$$

$$K = \frac{[NO_2]^2}{[O_2][NO]^2} = \frac{4^2}{6 \times 4^2} = \frac{1}{6}$$

$$[NO] = \frac{2 - 2(0.5)}{0.25} = 4mol \cdot L^{-1}$$

$$[O_2] = \frac{2 - 0.5}{0.25} = 6mol \cdot L^{-1}$$

$$[NO_2] = \frac{2(0.5)}{0.25} = 4mol \cdot L^{-1}$$

۱۵۴. گزینه ۲



$$\text{مقادیر تعادلی} \quad 3 - x \quad 2x$$

$$\frac{(2x)^2}{3-x} = 2 \rightarrow x = \begin{cases} 1 & \rightarrow \text{قابل قبول} \\ -\frac{3}{2} & \rightarrow \text{مقادیر منفی قابل قبول نیست} \end{cases}$$

شیمی دوازدهم فصل چهار

همان مقدار عملی است $\rightarrow 2 \frac{mol}{L} NO_2 \rightarrow$ مقدار تعادلی

مقدار نظری را با فرض کامل بودن به دست می آوریم.

$$3 mol N_2O_5 \times \frac{2 mol NO_2}{1 mol N_2O_5} = 6 mol NO_2 \rightarrow \text{نظری}$$

$$\frac{\text{مقدار عملی}}{\text{مقدار نظری}} \times 100 \rightarrow \frac{2}{6} \times 100 = 33,3\%$$

۱۵۵. گزینه ۳ مقدار نظری را با فرض کامل بودن واکنش به دست می آوریم.

$$10,2 g NH_4HS \times \frac{1 mol NH_4HS}{51 g NH_4HS} \times \frac{1 mol NH_3}{1 mol NH_4HS} = 0,2 mol$$

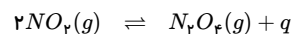
مقدار عملی همان مقدار تعادلی است.

$$K = [NH_3][H_2S] = 10^{-2} \Rightarrow [NH_3] = 10^{-2} mol \cdot L^{-1}$$

$$10^{-2} \frac{mol}{L} \times 10 L = 10^{-1} mol NH_3 \rightarrow \text{مقدار عملی}$$

$$\frac{\text{مقدار عملی}}{\text{مقدار نظری}} \times 100 = \frac{0,1}{0,2} \times 100 = 50\%$$

۱۵۶. گزینه ۲ در واکنش های گرماده ثابت تعادل با دما رابطه عکس دارد.

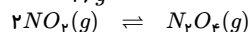


$$-20^\circ C \Rightarrow K_p = 5 \times 10^3 \quad mol^{-1} \cdot L$$

$$25^\circ C \Rightarrow K_p = 4 \quad mol^{-1} \cdot L$$

$$100^\circ C \Rightarrow K_1 = 2 \times 10^{-2} \quad mol^{-1} \cdot L$$

$$230 g NO_2 \times \frac{1 mol}{46 g} = 5 mol NO_2 \quad [NO_2]_{\text{اولیه}} = \frac{5}{2} mol \cdot L^{-1}$$



$$t = 0 \quad \begin{array}{cc} 2,5 & 0 \\ -2x & x \\ 2,5 - 2x & x \end{array}$$

$$K_p = 4 = \frac{x}{(2,5 - 2x)^2} \Rightarrow 4 = \frac{x}{6,25 - 10x + 4x^2} \Rightarrow 25 - 40x + 16x^2 = x \Rightarrow 16x^2 - 41x + 25 = 0 \Rightarrow \begin{cases} x = 1 \text{ ق } 1 \\ x = \frac{25}{16} \text{ ق } 2 \end{cases}$$

$$[N_2O_4] = 1 \frac{mol}{L} \Rightarrow 1 \frac{mol}{L} \times 2 L \times \frac{92 g}{1 mol} = 184 g N_2O_4$$

۱۵۷. گزینه ۳ ابتدا گرمای مورد نیاز برای افزایش دمای آب را محاسبه می کنیم:

$$Q = mc\Delta\theta = 1,25 \times 4200 \times (90 - 21) = 362250 J = 362,25 kJ$$

$$362,25 kJ \times \frac{1 mol}{241,5 kJ} = 1,5 mol H_2O \Rightarrow 1,5 mol H_2O \times \frac{1 mol H_2}{1 mol H_2O} = 1,5 mol H_2$$

A(g) + B(g) $\rightleftharpoons$ CO(g) + 3H ₂ (g)				
t=0	۲	۳	۰	۰
	-x	-x	x	۳x
	۲-x=1/5	۳-x=۲/5	x=۰/5	۳x=1/5

$\Rightarrow 3x=1/5 \rightarrow x=0/5$

$$K = \frac{[CO][H_2]^3}{[A][B]} = \frac{0,5 \times 1,5 \times 1,5 \times 1,5}{1,5 \times 2,5 \times 1,5 \times 1,5} = 0,2$$

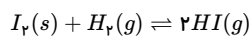
۱۵۸. گزینه ۲ در تعادل اولیه غلظت B را با x₁ و غلظت D را با y نشان می دهیم. ثابت تعادل را می نویسیم:

$$K = \frac{[D]^3}{[B]^2} = \frac{y^3}{x_1^2}$$

چون دما ثابت است با افزودن D، K تغییر نمی کند. برای حالت جدید غلظت D برابر y و غلظت B را برابر x_۲ در نظر می گیریم.

$$K = \frac{[D]^3_{\text{جدید}}}{[B]^2_{\text{جدید}}} = \frac{(2y)^3}{x_2^2} = \frac{y^3}{x_1^2} \Rightarrow \frac{x_2^2}{x_1^2} = \frac{8y^3}{y^3} \Rightarrow \frac{x_2}{x_1} = 2\sqrt{2}$$

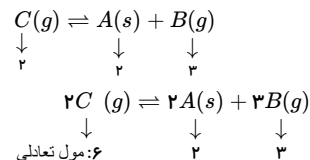
۱۵۹. گزینه ۳ غلظت تعادلی HI را x فرض می‌کنیم.



$$[H_2] = \frac{0.2}{2} = 0.1 \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

$$K = \frac{[HI]^2}{[H_2]} \Rightarrow 1210 = \frac{x^2}{0.1} \Rightarrow x^2 = 121 \Rightarrow x = 11 \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

۱۶۰. گزینه ۴ ابتدا معادله واکنش را به دست می‌آوریم، برای به دست آوردن ضرایب کافی است در یک بازه زمانی مشخص دلتا بگیریم.



$$K = \frac{[B]^3}{[C]^2} = \frac{(\frac{3}{0.25})^3}{(\frac{6}{0.25})^2} = 3$$

۱۶۱. گزینه ۴ از مقادیر تعادلی یک فرآورده می‌توان به مقادیر تعادلی سایر فرآورده‌ها رسید.

$$\begin{aligned} 0.5 \text{ mol } O_2 \times \frac{2 \text{ mol } SO_2}{1 \text{ mol } O_2} &= 1 \text{ mol } SO_2 \\ \rightarrow 2SO_2 &\rightleftharpoons 2SO_2 + O_2 \\ \frac{2}{0.25} &\quad \frac{1}{0.25} \quad \frac{0.5}{0.25} \\ K = \frac{[O_2][SO_2]^2}{[SO_2]^2} &= \frac{2 \times (4)^2}{(8)^2} = 0.5 \end{aligned}$$

۱۶۲. گزینه ۱

حجم یک لیتر است پس مول و غلظت مواد باهم برابر است.

	$H_2(g) + I_2(g) \rightleftharpoons 2HI(g)$		
غلظت اولیه	۱	۱	۰
غلظت تعادلی	۱-x	۱-x	۲x

$$K = \frac{[HI]^2}{[H_2][I_2]} \rightarrow 16 = \frac{(2x)^2}{(1-x)^2} \xrightarrow{\sqrt{\quad}} 4 = \frac{2x}{1-x} \rightarrow x = \frac{2}{3}$$

$$[HI] = 2x = 2\left(\frac{2}{3}\right) = \frac{4}{3}$$

$$[I_2] = 1 - x = 1 - \frac{2}{3} = \frac{1}{3}$$

$$[H_2] = 1 - x = 1 - \frac{2}{3} = \frac{1}{3}$$

۱۶۳. گزینه ۳

	$N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$		
شروع	۴		۰
تغییر	-x		+۲x
تعادل	۴-x		۲x

$$\frac{\left[\frac{2x}{2}\right]^2}{\left[\frac{4-x}{2}\right]} = 4 \frac{\text{mol}}{L} \Rightarrow \frac{x^2}{\left[\frac{4-x}{2}\right]} = 4$$

$$\Rightarrow x^2 = 8 - 2x \Rightarrow x = 2$$

$$?gNO_2 = 4 \text{ mol } NO_2 \times \frac{46 \text{ g } NO_2}{1 \text{ mol } NO_2} = 184 \text{ g } NO_2$$

۱۶۴. گزینه ۱ ابتدا مقدار گرمها را به مقدار مول تبدیل می‌کنیم:

$$H_2(g) \text{ مقدار اولیه} = 1,4gH_2 \times \frac{1molH_2}{2gH_2} = 0,7molH_2$$

$$Br_2(g) \text{ مقدار اولیه} = 8,0gBr_2 \times \frac{1molBr_2}{160gBr_2} = 0,05molBr_2$$

$$H_2(g) \text{ مقدار تعادلی} = 0,6gH_2 \times \frac{1molH_2}{2gH_2} = 0,3molH_2$$

اکنون می‌توان جدول زیر را تنظیم کرد:

	$H_2(g) + Br_2(g) \rightleftharpoons 2HBr(g)$		
مقدار مول اولیه (n_1)	۰,۷	۰,۵	۰
تغییر مقدار مول (Δn)	-x	-x	+2x
مقدار مول تعادلی (n_2)	۰,۷-x	۰,۵-x	2x

$$H_2(g) \text{ مقدار مول تعادلی} = 0,7 - x = 0,3 \Rightarrow x = 0,4mol$$

چون مجموع توان صورت و مخرج در رابطه K یکسان است، لازم نیست مقادیر مولها را بر حجم تقسیم کنیم، پس:

$$K = \frac{[HBr]^2}{[H_2][Br_2]} = \frac{(2x)^2}{(0,7-x)(0,5-x)} = \frac{(2 \times 0,4)^2}{(0,7-0,4)(0,5-0,4)} = \frac{(0,8)^2}{0,3 \times 0,1} \Rightarrow K = 21,33$$

۱۶۵. گزینه ۲ بررسی گزینه‌ها:

گزینه ۱: افزودن مقداری از ماده A ، سبب جابه‌جایی تعادل به سمت راست می‌شود.

گزینه ۲: K فقط به دما بستگی دارد و با تغییر غلظت مواد موجود در تعادل، تغییر نمی‌کند.

گزینه ۳: با خارج کردن مقداری از ماده C ، تعادل به سمت راست جابه‌جا می‌شود، در نتیجه و مقدار مول ماده A کاهش می‌یابد.

گزینه ۴: کاهش غلظت ماده B سبب جابه‌جایی تعادل به سمت راست می‌شود.

۱۶۶. گزینه ۳ این واکنش گرماده ($2SO_2 + O_2 \rightleftharpoons 2SO_3 + Q$) است و با کاهش دما، غلظت واکنش‌دهنده‌ها کاهش یافته و غلظت فراورده‌ها افزایش می‌یابد. پس از رسیدن به تعادل جدید نیز غلظت همه مواد ثابت خواهد ماند. توجه داشته باشید که میزان تغییر غلظت مواد متناسب با ضریب مولی آن‌ها در معادله واکنش است.

۱۶۷. گزینه ۳ با افزودن $SO_2(g)$ ، غلظت $SO_2(g)$ زیاد می‌شود و تعادل به سمت رفت جابه‌جا می‌شود تا $SO_2(g)$ اضافه‌شده را تا حد امکان (نه به‌طور کامل) مصرف کند، پس نمودار (۴) برای $SO_2(g)$ است. اما نمودار (۳) که غلظت را به اندازه شروع واکنش رسانده است، نادرست است. با پیشرفت واکنش به سمت رفت، غلظت $O_2(g)$ کاهش (نمودار گزینه ۲) و غلظت $SO_2(g)$ افزایش می‌یابد. (نمودار گزینه ۱)

۱۶۸. گزینه ۱ بررسی گزینه‌ها:

گزینه ۱: طبق اصل لوشاتلیه، افزایش غلظت نیتروژن باعث جابه‌جایی تعادل به سمت راست می‌شود و چون واکنش گازی است، با کاهش حجم نیز طبق اصل لوشاتلیه، تعادل در جهت تعداد مول‌های گازی کمتر یعنی رفت جابه‌جا می‌شود.

گزینه ۲: با جابه‌جاشدن تعادل در جهت رفت، مقدار آمونیاک افزایش و مقدار گاز هیدروژن کاهش می‌یابد.

گزینه ۳: ثابت تعادل فقط تابع دما است و چون دما ثابت است، ثابت تعادل ثابت می‌ماند.

گزینه ۴: غلظت گاز نیتروژن در تعادل نهایی از مقدار آن در تعادل اولیه بیشتر خواهد شد.

۱۶۹. گزینه ۳ افزایش حجم (کاهش فشار) تعادل را به سمت تعداد مول‌های گازی بیش‌تر جابه‌جا می‌کند.

بررسی گزینه‌ها:

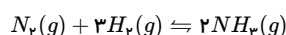
گزینه ۱: معادله واکنش به‌صورت $A + B \rightleftharpoons 2C$ است که تغییر فشار بر جابه‌جایی آن بی‌اثر است.

گزینه ۲: معادله واکنش به‌صورت $2A \rightleftharpoons B + 2C$ است که با کاهش فشار، تعادل در جهت رفت جابه‌جا می‌شود.

گزینه ۳: معادله واکنش به‌صورت $3A + 2B \rightleftharpoons 4C$ است که با کاهش فشار، تعادل در جهت برگشت جابه‌جا می‌شود.

گزینه ۴: معادله واکنش به‌صورت $2A \rightleftharpoons B + 2C$ است که با کاهش فشار، تعادل در جهت رفت جابه‌جا می‌شود.

۱۷۰. گزینه ۳ با افزودن نیتروژن به محفظه، طبق اصل لوشاتلیه تعادل در جهت مقابله با افزایش نیتروژن به سمت راست جابه‌جا خواهد شد. از آنجا که ضریب آمونیاک ۲ و مقدار $0,2$ مول افزایش داشته است، بنابراین نیتروژن با ضریب ۱ مقدار $0,1$ مول کاهش خواهد یافت و مقدار آن به $0,11$ مول کاهش خواهد یافت. مقدار هیدروژن نیز با ضریب ۳ به مقدار $0,3$ کاهش یافته و به $0,47$ مول خواهد رسید.



شیمی دوازدهم فصل چهار

مقدار اولیه	۰٫۰۷	۰٫۵۰	۰٫۱۴
اعمال تغییر	۰٫۰۵	-	-
میزان تغییرات	$-x$	$-3x$	$+2x$
مقدار تعادلی	X	Y	۰٫۱۶

$$2x = 0.02 \Rightarrow x = 0.01 \Rightarrow Y = 0.50 - 3x = 0.50 - 0.03 = 0.47$$

$$X = 0.12 - x = 0.12 - 0.01 = 0.11$$

۱۷۱. گزینه ۳ چون واکنش تجزیه است، گرماگیر است. در مرحله بعد ابتدا تعداد مول‌های NO_2 را حساب می‌کنیم:

$$molNO_2 = \frac{\text{جرم}}{\text{جرم مولی}} = \frac{184}{46} = 4$$

اکنون ثابت تعادل را با استفاده از الگوی زیر به دست می‌آوریم:

	$2NO_2 \rightleftharpoons N_2(g) + 2O_2(g)$			
مول‌های اولیه	۴		۰	۰
تغییر مول‌ها	$-2x$		x	$2x$
تعداد مول‌های تعادلی	$(4-2x)$		(x)	$(2x)$

با توجه به این‌که مجموع مول‌های گازی در لحظه تعادل برابر ۵٫۵ است خواهیم داشت:

$$(4-2x) + (x) + (2x) = 5.5 \Rightarrow x = 1.5 \Rightarrow [NO_2] = \frac{4-2(1.5)}{10} = 0.1, [N_2] = \frac{1.5}{10} = 0.15, [O_2] = \frac{2(1.5)}{10} = 0.3$$

بنابراین:

$$K = \frac{[N_2][O_2]^2}{[NO_2]^2} = \frac{0.15 \times 0.3 \times 0.3}{0.1 \times 0.1} = 1.35$$

با کاهش فشار تعادل از سمت مول‌های گازی کم‌تر به سمت مول‌های گازی بیش‌تر جابه‌جا می‌شود، در نتیجه چون از چپ به راست جابه‌جا می‌شود، مقدار NO_2 کاهش می‌یابد.

۱۷۲. گزینه ۴ بررسی موارد:

مورد «آ»: نادرست، با افزودن آب غلظت، مواد جامد ثابت و غلظت محلول‌ها کاهش می‌یابند، چون تعداد مول محلول سمت چپ بیشتر است، پس غلظت محلول‌های سمت چپ بیشتر کاهش یافته و تعادل پس از این تغییر در جهت برگشت جابه‌جا می‌شود.

مورد «ب»: نادرست، با افزودن مس (II) سولفات، مقدار یون مس افزایش یافته، واکنش در جهت رفت جابه‌جا شده و سرعت مصرف Al افزایش می‌یابد.

مورد «پ»: درست، با افزودن آلومینیوم نیترات، غلظت $Al^{3+}(aq)$ افزایش یافته و واکنش در جهت برگشت جابه‌جا شده و غلظت $Cu^{2+}(aq)$ افزایش یافته، در نتیجه سرعت مصرف آن نیز افزایش می‌یابد.

مورد «ت»: نادرست، با تغییر مقدار $Al(s)$ غلظت آن ثابت است و تعادل جابه‌جا نمی‌شود.

مورد «ث»: نادرست، چون دمای واکنش ثابت است، ثابت تعادل تغییر نمی‌کند و ثابت است.

۱۷۳. گزینه ۲ بررسی گزینه‌ها:

گزینه «۱»: درست، زیرا با افزودن اکسیژن تعادل در جهت مصرف اکسیژن اضافی، یعنی در جهت رفت جابه‌جا شده و مخلوط پررنگ‌تر می‌شود.

گزینه «۲»: نادرست، مقدار NO کاهش می‌یابد، زیرا تعادل در جهت رفت جابه‌جا می‌شود.

گزینه «۳»: درست، زیرا این فرایند گرما ده است و چون تعادل در جهت رفت جابه‌جا می‌شود، بنابراین دما افزایش می‌یابد.

گزینه «۴»: درست، با افزودن اکسیژن، سرعت واکنش رفت افزایش می‌یابد و به دنبال آن با افزایش فراورده، سرعت واکنش برگشت نیز افزایش می‌یابد.

۱۷۴. گزینه ۴ با توجه به شکل از ثانیه ۴۰ به بعد، تعداد ذرات A و B ثابت باقی مانده، واکنش به تعادل رسیده است. تعداد ذرات A در این حالت ۸ و تعداد ذرات B برابر ۶ است، چون ضرایب استوکیومتری دو طرف برابر است. می‌توان به جای غلظت‌ها در رابطه ثابت تعادل، مول‌ها را قرار داد.

$$K = \frac{[B]}{[A]} \Rightarrow K = \frac{6 \times 0.01}{8 \times 0.01} = 0.75$$

با افزایش فرآورده، تعادل به سمت مصرف آن، یعنی به سمت برگشت جابه‌جا شده و مقدار A بیش‌تر می‌شود. ولی تغییر غلظت بر مقدار ثابت تعادل تأثیری ندارد و ثابت تعادل را تغییر نمی‌دهد.

۱۷۵. گزینه ۴ هنگامی‌که گاز هیدروژن را خارج می‌کنیم، طبق اصل لوشاتلیه تعادل در جهت برگشت (در جهت تولید گاز هیدروژن) جابه‌جا می‌شود، در نتیجه مقدار آمونیاک کاهش و مقدار N_2 افزایش می‌یابد و مقداری H_2 نیز تولید می‌شود، ولی دقت شود به مقدار اولیه آن نمی‌رسد. (تغییرات مول یا غلظت گونه‌ها پس از اعمال تغییرات، متناسب با ضرایب استوکیومتری است، یعنی NH_3 به اندازه $2x$ کاهش می‌یابد، N_2 به اندازه x مول افزایش می‌یابد و از لحظه کاهش مقدار H_2 ، به اندازه $3x$ به مقدار آن افزوده می‌شود ولی به مقدار اول نمی‌رسد.

۱۷۶. گزینه ۳ زیرا با افزایش NO_2 طبق واکنش و اصل لوشاتلیه واکنش در جهت مصرف NO_2 می‌رود، یعنی به سمت واکنش‌دهنده‌ها اما بر مقدار ثابت تعادل بی‌اثر است.

۱۷۷. گزینه ۳ با افزودن مقداری گاز N_2 تعادل در جهت مصرف بخشی از N_2 اضافه شده پیش می‌رود، در نتیجه تعادل در جهت رفت پیش می‌رود، بنابراین:

$$0.07 < [N_2] < 0.12$$

$$[H_2] < 0.50$$

$$[NH_3] > 0.14$$

$$K = \frac{[CO_2][H_2]}{[CO][H_2O]} = \frac{\frac{9}{4} \times \frac{9}{4}}{\frac{2}{4} \times \frac{2}{4}} = 20,25$$

$CO(g) + H_2O(g) \rightleftharpoons CO_2(g) + H_2(g)$					
$t = t_1$	۲ mol	۲ mol		۹ mol	۹ mol
۳ مول واکنش دهنده اضافه می کنیم	۵ mol	۵ mol		۹	۹
	-x	-x		+x	+x
$t = t_2$	۵-x	۵-x		۹+x	۹+x

$$20,25 = \frac{(9+x)^2}{(5-x)^2} \Rightarrow 4,5 = \frac{9+x}{5-x} \Rightarrow x \simeq 2,45$$

چون ثابت تعادل فاقد یکاست، می توان از قرار دادن حجم صرف نظر کرد.

$$22,9 = 18 + 2x = 18 + 4,9 = 22,9$$

روش دوم:

البته می توان بدون استفاده از راه حل فوق هم گزینه ۴ را انتخاب کرد؛ زیرا تعداد مول فرآورده ها در تعادل اولیه برابر 18 mol بوده است که با افزودن تعداد مول واکنش دهنده به این تعادل، تعداد مول فرآورده ها باید از ۱۸ مول بیشتر شود که فقط گزینه ۴ دارای عددی بیشتر از ۱۸ است.

۱۷۹ . گزینه ۴ با خارج کردن مقداری $A(g)$ ، در نخستین لحظه تغییر وارد، غلظت $A(g)$ شدیداً کم و سامانه در جهت برگشت جابه جا می شود. این امر باعث می شود که بعد از تغییر وارد، غلظت $C(g)$ به مرور کم و غلظت $A(g)$ و $B(g)$ به مرور زیاد می شود.

۱۸۰ . گزینه ۱ به بررسی عبارت های مطرح شده می پردازیم:

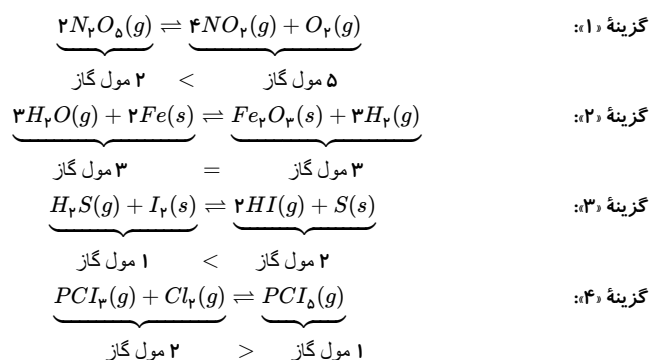
(آ) نادرست است. تعادل $2NO_2(g) \rightleftharpoons N_2O_4(g) + q$ ، گرماگیر است و با توجه به این که غلظت $NO_2(g)$ (و در نتیجه رنگ ظرف) در ظرف (ب) بیش تر است می توان دریافت که دمای ظرف (ب) بیش تر است زیرا با افزایش دما، تعادل فوق در جهت رفت جابه جا می شود. با افزایش دما مقدار K نیز افزایش می یابد.

(ب) درست است.

(پ) نادرست است. تغییر اعمال شده افزایش دما است که افزایش دما سبب جابه جایی تعادل در جهت رفت (یعنی در جهت مول های گازی بیش تر) می شود و بدین ترتیب فشار سامانه افزایش می یابد. در ضمن افزایش دما به دلیل افزایش انرژی جنبشی مولکول ها، سبب افزایش فشار هم می شود.

(ت) نادرست است. در نمودار مورد نظر غلظت $N_2O_4(g)$ به طور ناگهانی کاهش یافته است که این وضعیت به هنگام بیرون کردن مقداری از آن اتفاق می افتد (یا هنگامی که حجم سامانه به طور ناگهانی کاهش یابد که البته در این صورت غلظت $NO_2(g)$ هم باید به طور ناگهانی کاهش یابد که کاهش نیافته است!) در حالی که اثر اعمال شده افزایش دما است.

۱۸۱ . گزینه ۴



در واکنش تعادلی گزینه ۴، که تعداد مول گازی در سمت فرآورده کم تر است، در فشار بیش تر (بسته بودن درجه میان دوحباب) فرآورده بیش تری تولید شده و بازده واکنش زیاده تر است.

۱۸۲ . گزینه ۲ با افزایش فشار (کاهش حجم)، تعادل $2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g)$ به سمت راست جابه جا می شود، بنابراین شمار مول گازهای اکسیژن و گوگرد تری اکسید به ترتیب کاهش و افزایش می یابد. چون فشار افزایش یافته، بنابراین در تعادل جدید نسبت به تعادل اولیه، حجم سامانه کمتر می شود. به دلیل کاهش حجم سامانه، غلظت تمام مواد افزایش می یابد. در تعادل $N_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2NO(g)$ ، تعداد مول مواد گازی واکنش دهنده و فرآورده یکسان است. بنابراین تغییر فشار این تعادل را جابه جا نمی کند.

۱۸۳ . گزینه ۳ افزایش حجم (کاهش فشار)، تعادل گازی را در جهت تعداد مول گازی بیشتر پیش می برد، اما از آنجا که در این تعادل گازی، تعداد مول های گازی دو طرف برابر است تعادل جابه جا نمی شود و مقدار ثابت تعادل نیز تغییر نمی کند. (زیرا دما ثابت است).

۱۸۴ . گزینه ۳ بررسی گزینه ها:

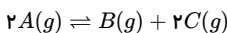
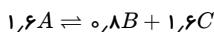
گزینه ۱: با توجه به این که افزایش دما سبب جابه جایی تعادل در جهت برگشت شده است بنابراین، تعادل گرماده می باشد.

گزینه ۲: زیرا با افزایش دما درصد مولی AB_3 کاهش و درصد مولی گاز A_2 (و همچنین B_2) افزایش می یابد.

گزینه ۳: چون این تعادل گرماده است با افزایش دما ثابت تعادل کاهش می‌یابد و K_p نشان‌دهنده ثابت تعادل در دمای بالاتر می‌باشد.

گزینه ۴: با افزایش فشار، تعادل در جهت رفت جابه‌جا شده و درصد مولی گازهای واکنش‌دهنده در مخلوط تعادلی کاهش می‌یابد.

۱۸۵. گزینه ۲ $۱٫۶$ مول A مصرف، $۰٫۸$ مول B و $۱٫۶$ مول C تولید شده است.



$$K = \frac{[B][C]^2}{[A]^2} \Rightarrow ۸ = \frac{\left[\frac{۰٫۸}{V}\right] \times \left[\frac{۱٫۶}{V}\right]^2}{\left[\frac{۰٫۴}{V}\right]^2} \Rightarrow ۸ = \frac{۰٫۸}{V} \times ۱۶ \Rightarrow V = ۱٫۶L$$

با کاهش حجم (افزایش فشار)، تعادل به سمت برگشت و مول‌های گازی کمتر جابه‌جا می‌شود.

۱۸۶. گزینه ۱ با کاهش حجم ظرف واکنش غلظت تمام گونه‌ها در تعادل جدید افزایش می‌یابد. بنابراین سرعت واکنش رفت در تعادل جدید بیشتر از سرعت واکنش رفت در تعادل اولیه است.

بررسی گزینه‌های نادرست:

گزینه ۲: غلظت PCl_3 در تعادل جدید بیشتر از تعادل اولیه است.

گزینه ۳: با کاهش حجم سامانه تعادل در جهت برگشت (مول گازی کمتر) جابه‌جا می‌شود.

گزینه ۴: تنها عاملی که می‌تواند ثابت تعادل را تغییر دهد، دما است.

۱۸۷. گزینه ۳ با توجه به این‌که تعداد مول گازی دو طرف برابر است، حجم ظرف تأثیری در محاسبات ندارد، اگر نیمی از NO را از ظرف خارج کنیم، تعادل جهت جبران NO کاهش یافته از

راست به چپ جابه‌جا می‌شود. در این صورت خواهیم داشت:

$$[O_2] = [N_2] = ۳molL^{-1}$$

$$K = \frac{[N_2][O_2]}{[NO]^2} = \frac{۳ \times ۳}{(۶)^2} = ۰٫۲۵$$

	$۲NO_2 \rightleftharpoons N_2 + ۲O_2(g)$			
غلظت‌ها در تعادل اولیه	۶		۳	۳
غلظت‌ها در لحظه تغییر	۳		۳	۳
غلظت‌ها در تعادل جدید	(۳+x)		(۳-x)	(۳-x)

چون مقدار K ثابت می‌ماند؛ خواهیم داشت:

$$۰٫۲۵ = \frac{(۳-x)^2}{(۳+x)^2} \Rightarrow ۰٫۵ = \frac{۳-x}{۳+x} \Rightarrow x = ۱$$

بنابراین: $[NO] = ۴$ و $[N_2] = [O_2] = ۲$. و سرانجام مجموع مول‌های گازی برابر است با: $۲ + ۲ + ۴ = ۸$

۱۸۸. گزینه ۱ بررسی گزینه‌ها:

گزینه ۱: درست: چون با کاهش حجم یک سامانه گازی در دمای ثابت، تعداد مول هر گاز در واحد حجم افزایش می‌یابد، یعنی غلظت مولی گاز افزایش می‌یابد.

گزینه ۲: نادرست: چون دما ثابت است، پس ثابت تعادل تغییری نمی‌کند.

گزینه ۳: نادرست: چون به سمت رفت حرکت کرده است.

در حقیقت با اعمال این تغییر، طبق شکل تعداد عناصر آزاد که در صورت سوال به‌عنوان واکنش‌دهنده معرفی شده‌اند، کاهش یافته، پس تعادل در جهت مصرف واکنش‌دهنده‌ها جلو رفته، یعنی به سمت رفت نه برگشت.

گزینه ۴: نادرست: چون طبق توضیحات در قسمت رد گزینه ۳، این تعادل با کاهش حجم در دمای ثابت به سمت رفت حرکت کرده تا وقتی که تعادل جدید برقرار شده. پس در این معادله واکنش تعداد مول‌های گازی طرف فراورده کمتر از طرف واکنش‌دهنده هست.

نکته: به‌طور کلی در سامانه‌های تعادلی که دارای حداقل یک گونه گازی باشند و تعداد مول گازی دو طرف معادله واکنش موازنه شده مربوط به آن سامانه یکسان نباشد، با کاهش حجم چنین سامانه‌هایی در دمای ثابت (در اثر افزایش فشار وارد بر سامانه) طبق اصل لوشاتلیه تعادل به سمت تعداد مول گازی کمتر حرکت می‌کند، تا جایی که اثر تغییر تحمیل شده جبران شده و دوباره تعادل برقرار شود.

۱۸۹. گزینه ۴ افزایش حجم یعنی کاهش فشار، طبق اصل لوشاتلیه واکنش در جهت مول گازی بیش‌تری پیش می‌رود. در واکنش‌های «آ» و «پ» در سمت فرآورده‌ها تعداد مول‌های گازی بیشتر و در نتیجه درصد مولی فرآورده‌ها افزایش می‌یابد.

۱۹۰. گزینه ۴ از آنجا که ثابت تعادل فقط به دما بستگی دارد، در دمای ثابت $K = [CO_2]$ ، پس غلظت CO_2 ثابت می‌باشد. با وارد کردن CO_2 واکنش برگشت سرعت گرفته همه CO_2 اضافی با CaO واکنش داده به $CaCO_3$ تبدیل می‌شود. غلظت CO_2 به مقدار اولیه خود می‌رسد و غلظت مواد جامد CaO و $CaCO_3$ نیز ثابت می‌باشند.

۱۹۱. گزینه ۴ بر اثر فشرده شدن در لحظه اول غلظت گازها بیشتر و رنگ سامانه پررنگ می‌شود، ولی تعادل به سمت تعداد مول‌های گازی کمتر یعنی N_2O_4 بی‌رنگ کشیده شده و رنگ سامانه کم‌رنگ می‌شود و K نیز در دمای ثابت تغییری نمی‌کند.

۱۹۲. گزینه ۱ فقط مورد «ت» درست است. گاز بی‌اثر نئون برهم‌کنشی با NO_2 و N_2O_4 ندارد و هنگامی که این گاز را وارد ظرف واکنش می‌کنیم، تنها باعث افزایش فشار درون ظرف می‌شود. از آنجا که در تعادل مقدار K فقط به دما بستگی دارد، تغییری در تعادل موجود در ظرف ایجاد نمی‌شود.

۱۹۳. گزینه ۴ با باز کردن شیر فشار کاهش می‌یابد و تعادل در جهت مول‌های گازی بیش‌تر، یعنی به سمت چپ جابه‌جا می‌شود با این کار اگرچه تعداد مول N_2 افزایش و N_2O_4 کاهش می‌یابد، اما چون حجم سامانه بزرگ‌تر شده است، غلظت هر دو گاز نسبت به تعادل اولیه کم‌تر می‌شود.

۱۹۴. گزینه ۲ با توجه به تغییرات مقادیر، تعادل به صورت $aA + bB \rightleftharpoons cC$ و ثابت تعادل آن به صورت $K = \frac{[C]^c}{[A]^a[B]^b}$ تعریف می‌شود، لذا برای محاسبه آن باید توان‌های a ، b و c مشخص شوند.

در ظرف ابتدا ۰٫۷ مول ماده A وجود داشته است، پس از افزودن ۰٫۵ دیگر از آن، در ظرف جدید باید $mol\ ۱٫۲$ مول از آن وجود داشته باشد در حالی که $mol\ ۱٫۱$ وجود دارد واضح است که، در این میان ۰٫۱ مول از آن مصرف شده است، در نتیجه این عمل، ۰٫۲ (۰٫۱ × ۲) مول به C افزوده و ۰٫۳ (۰٫۱ × ۳) مول B مصرف شده است.

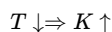
لذا تعادل به صورت $2C \rightleftharpoons A + 3B$ بوده است و عبارت ثابت تعادل به صورت $K = \frac{[C]^2}{[A][B]^3}$ خواهد شد که با جایگزینی مشاهده می‌شود ثابت تعادل برابر ۲٫۲۴ خواهد بود، چون تعداد مول گازی دو طرف واکنش برابر نیست لذا گزینه ۴، عبارت درستی است.

۱۹۵. گزینه ۱ با کاهش حجم محفظه مخلوط سه گاز N_2 ، H_2 و NH_3 ، غلظت همه اجزا از جمله آمونیاک بیش تر می‌شود. در این نمودار خط افقی رو به بالا افزایش ناگهانی حجم محفظه و کاهش ناگهانی غلظت آمونیاک را نشان می‌دهد. در گزینه ۳، و ۴، کاهش غلظت آمونیاک دیده می‌شود و با واقعیت کاهش حجم محفظه همخوانی ندارد. چون افزایش غلظت ناشی از کاهش حجم برای واکنش‌دهنده‌های N_2 و H_2 بیش تر از NH_3 وجود دارد (ضرایب بیش تری دارد)، با افزایش بیش تر غلظت واکنش‌دهنده‌ها نسبت به فرآورده‌ها باعث می‌شود تعادل در جهت غلظت کم تر (یعنی NH_3) پیش رود و افزایش در غلظت آمونیاک بیش تر دیده شود. بنابراین نمودار ۱، درست است. همان طور که در تصویر دیده می‌شود، افزایش غلظت آمونیاک ناشی از تغییر غلظت مول‌های واکنش‌دهنده‌ها کم تر از افزایش غلظت آمونیاک ناشی از کاهش حجم است.

۱۹۶. گزینه ۳ در تعادل‌های گازی، با کاهش حجم ظرف، تعادل در جهت تعداد مول گازی کم تر جابه‌جا می‌شود. از این رو اگر با اعمال این تغییر در جهت رفت جابه‌جا شود، پس قطعاً $a + b > c$ بوده و اگر در جهت برگشت جابه‌جا شود، قطعاً $a + b < c$ است.

۱۹۷. گزینه ۴ در لحظه شروع افزایش فشار، غلظت همه گونه‌های گازی در واکنش افزایش می‌یابد و در نتیجه سرعت هر دو واکنش رفت و برگشت افزایش می‌یابد ولی براساس اصل لوشاتلیه، افزایش فشار (کاهش حجم)، تعادل را به سمت مول‌های کم تر جابه‌جا می‌کند و میزان افزایش سرعت واکنش رفت نسبت به واکنش برگشت بیش تر است.

۱۹۸. گزینه ۳ ثابت تعادل واکنش گرماده با کاهش دما افزایش می‌یابد. یعنی:



از طرفی رابطه K به صورت زیر نوشته می‌شود.

$$K = \frac{[CH_3OH]}{[H_2]^2[CO]}$$

آنچه که در صورت سؤال آمده است عکس این کسر است. در نتیجه با کاهش دما، مقدار عددی $\frac{1}{K}$ کاهش می‌یابد.

۱۹۹. گزینه ۴ در واکنش‌های گرماده، با افزایش دما ثابت تعادل کاهش می‌یابد، بنابراین $\Delta H < 0$ است.

بررسی عبارات:

عبارت الف) از آنجا که $\Delta H < 0$ است، پس سطح انرژی واکنش‌دهنده‌ها بیشتر از فرآورده‌ها است.

عبارت ب) با افزایش دما ثابت تعادل کوچک می‌شود، پس مقدار فرآورده کمتر تولید می‌شود.

عبارت پ) واکنش تعادلی مورد نظر در جهت برگشت گرماگیر است.

$$\Delta H = \left[\text{مجموع آنتالپی پیوند} \right]_{\text{در مواد فرآورده}} - \left[\text{مجموع آنتالپی پیوند} \right]_{\text{در مواد واکنش‌دهنده}} < 0$$

۲۰۰. گزینه ۱ بررسی گزینه‌ها:

گزینه ۱: نادرست. با توجه به اینکه با افزایش دما، ثابت تعادل کم می‌شود، پس واکنش تعادلی در جهت رفت گرماده است. بنابراین E_a رفت کمتر از E_a برگشت است.

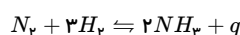
گزینه ۲: درست. واکنش در جهت رفت گرماده و در جهت برگشت گرماگیر است.

گزینه ۳: درست. با افزایش دما، مقدار ثابت تعادل کاهش و در نتیجه مقدار فرآورده‌ها کاهش می‌یابد. بنابراین، پیشرفت واکنش در جهت رفت کاهش می‌یابد.

گزینه ۴: درست. با افزایش دما سرعت واکنش‌ها (چه گرماده و گرماگیر) افزایش می‌یابد.

۲۰۱. گزینه ۲

واکنش هابر یک واکنش گرماده است که به صورت زیر است:



در فرایند هابر که یک واکنش گرماده است، با افزایش دما، تعادل در جهت برگشت (مصرف NH_3 و تولید N_2 و H_2) جابه‌جا می‌شود، در نتیجه درصد مولی آمونیاک کاهش می‌یابد. پس

نمودارهای گزینه‌های ۲ و ۳ برای درصد مولی آمونیاک درست هستند.

چون تعادل در جهت برگشت جابه‌جا می‌شود، غلظت NH_3 کاهش و غلظت N_2 و H_2 افزایش می‌یابد، در نتیجه گزینه ۲، و ۴، درست است.

پس در مجموع گزینه ۲، دارای هر دو نمودار درست است.

۲۰۲. گزینه ۴ واکنش گرماده است و با کاهش دما، مقدار عددی K افزایش می‌یابد. هم‌چنین کاهش دما موجب کاهش سرعت واکنش‌های رفت و برگشت می‌شود. و طبق قانون پایستگی جرم، جرم کل مواد موجود در مخلوط تعادلی تغییر نمی‌کند.

بررسی دیگر گزینه‌ها:

جابه‌جایی تعادل به سمت رفت، موجب افزایش شمار مولکول‌های N_2O_4 (بی‌رنگ) و کاهش شمار مولکول‌های NO_2 (قهوه‌ای رنگ) می‌شود. کاهش دما موجب کاهش سطح انرژی مواد واکنش‌دهنده و فرآورده می‌گردد.

هم‌چنین کاهش دما، تعداد مولکول‌هایی که انرژی فعال‌سازی مورد نیاز را دارند کم می‌کند. و چون تعادل به سمت راست (ضریب کوچک‌تر) جابه‌جا می‌شود تعداد کل مولکول‌های مخلوط کاهش یافته و در نتیجه فشار کل مخلوط هم کم می‌شود.

۲۰۳. گزینه ۴ (۱) افزایش دما موجب جابه‌جایی تعادل‌های گرماده و گرماگیر می‌شود. (درست)

(۲) واکنش‌های گرماگیر مثل $2A + q \rightleftharpoons B$ با افزایش دما در جهت رفت پیشرفت می‌کنند و فرآورده افزایش می‌یابد و K بزرگ می‌شود و غلظت واکنش‌دهنده‌ها کم می‌شود. (درست)

(۳) واکنش تهیه آمونیاک به روش هابر $2NH_3 + q \rightleftharpoons N_2(g) + 3H_2(g)$ در جهت رفت گرماده است. در نتیجه افزایش دما موجب برگشت تعادل و کاهش K می‌شود. اما افزایش دما هم سرعت رفت و هم سرعت برگشت را زیاد می‌کند (نادرست)

(۴) واکنش تعادلی $2NO_2 \rightleftharpoons N_2O_4 + q$ در جهت رفت گرماگیر است. پس افزایش دما تعادل را به سمت رفت جابه‌جا می‌نماید و غلظت NO_2 (قهوه‌ای رنگ) افزایش و غلظت N_2O_4 (بی‌رنگ) کاهش می‌یابد. (درست)

۲۰۴. گزینه ۱ از آنجا که با افزایش دما، مقدار واکنش‌دهنده، کاهش یافته و مقدار فراورده افزایش می‌یابد، تعادل در جهت رفت جابه‌جا شده و این واکنش گرماگیر است. در چنین واکنشی با افزایش دما، تعادل در جهت رفت جابه‌جا شده و ثابت تعادل افزایش می‌یابد.

۲۰۵. گزینه ۳ عبارت‌های (آ) و (پ) درست‌اند.

(آ) با افزایش دما، ثابت تعادل افزایش یافته؛ بنابراین واکنش گرماگیر ($\Delta H > 0$) است. در واکنش‌های گرماگیر، مجموع آنتالپی پیوندها در مواد واکنش‌دهنده از مواد فراورده بیشتر است.

(ب) با توجه به اطلاعات داده‌شده، نمی‌توان مقایسه کرد.

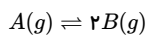
(پ) با افزایش دما تعادل به سمت فراورده‌ها جابه‌جا شده است و در دماهای بالاتر، پیشرفت بیشتری دارد؛ بنابراین پیشرفت واکنش در دمای $225^\circ C$ از دمای $435^\circ C$ کلین ($162^\circ C$) بیشتر است. (ت) تغییر حجم، تأثیری بر مقدار ثابت تعادل ندارد.

۲۰۶. گزینه ۳ این واکنش گرماده بوده و با افزایش دما در جهت برگشت (مصرف N_2O_5) پیش می‌رود.

با افزایش دما سرعت واکنش در هر دو جهت رفت و برگشت افزایش می‌یابد.

۲۰۷. گزینه ۳ با افزایش دما $[A]$ افزایش یافته و $[B]$ کاهش یافته است پس واکنش گرماده است.

حال با مقایسه غلظت‌ها، مثلاً بین دو دمای 30° و 40° واکنش را به‌دستی می‌آوریم. چون تغییرات $[B]$ دو برابر تغییرات $[A]$ است می‌توان گفت:



۲۰۸. گزینه ۲ نمودار داده‌شده مربوط به تعادل گازی $2B \rightleftharpoons A$ است.

بررسی گزینه‌های نادرست:

گزینه ۱: زیرا، با کاهش حجم، فشار افزایش می‌یابد و تعادل به سمت تولید مول گاز کمتر یعنی A پیش می‌رود. (تعادل به سمت راست جابه‌جا می‌شود).

گزینه ۳: زیرا مقدار عددی K فقط به دما بستگی دارد و تغییر حجم مقدار آن را تغییر نمی‌دهد.

گزینه ۴: زیرا با تغییر حجم، تعادل جابه‌جا می‌شود و از آن‌جا که K فقط با دما تغییر می‌کند، مقدار عددی K در دمای تعادل نشان داده شده در نمودار برابر $\frac{1}{2n}$ خواهد بود:

$$K = \frac{[A]}{[B]^2} = \frac{\frac{1}{2}n}{n^2} = \frac{1}{2n}$$

۲۰۹. گزینه ۲ تعادل $2NO_2(g) \rightleftharpoons N_2O_4(g)$ گرماگیر است. با افزایش دمای سامانه (انتقال سامانه از یخچال به اتاق) تعادل در جهت مصرف N_2O_4 و تولید NO_2 پیش‌روی می‌کند (نمودار آ) با کاهش حجم (افزایش فشار) سامانه، غلظت همه گونه‌ها در تعادل جدید بیشتر از تعادل اولیه است. (نمودار ب)

۲۱۰. گزینه ۲ نمودار داده‌شده مربوط به تعادل گازی $2B \rightleftharpoons A$ است.

هنگامی که حجم افزایش می‌یابد، غلظت A و B هر دو کاهش می‌یابد، اما تغییرات غلظت B کمتر است، زیرا تعادل به سمت تولید B پیش می‌رود. (تعادل به سمت چپ جابه‌جا می‌شود). بررسی گزینه‌های نادرست:

گزینه ۱: نادرست است. زیرا، با کاهش حجم، فشار افزایش می‌یابد و تعادل به سمت تولید مول گاز کمتر یعنی A پیش می‌رود. (تعادل به سمت راست جابه‌جا می‌شود).

گزینه ۳: نادرست است. زیرا مقدار عددی K فقط به دما بستگی دارد و تغییر حجم مقدار آن را تغییر نمی‌دهد.

گزینه ۴: نادرست است. زیرا با تغییر حجم تعادل جابه‌جا می‌شود و از آن‌جا که K فقط با دما تغییر می‌کند، مقدار عددی K در دمای تعادل نشان داده‌شده در نمودار برابر با $\frac{1}{2n}$ خواهد بود:

$$K = \frac{[A]}{[B]^2} = \frac{\frac{1}{2}n}{n^2} = \frac{1}{2n}$$

۲۱۱. گزینه ۱ بررسی عبارت‌ها:

عبارت الف) این واکنش گرماده بوده و با افزایش دما در جهت برگشت جابه‌جا می‌شود. بنابراین ثابت تعادل آن در دمای $50^\circ C$ کوچک‌تر از مقدار ثابت تعادل در دمای $35^\circ C$ خواهد بود.

عبارت ب) با کاهش غلظت AB ، تعادل در جهت رفت (یعنی تعداد مول گازی کمتر) جابه‌جا می‌شود.

عبارت پ) افزایش دما سرعت واکنش در هر دو جهت رفت و برگشت را افزایش می‌دهد. ولی سرعت واکنش برگشت را بیشتر از واکنش رفت افزایش می‌دهد.

عبارت ت) در این واکنش تأثیر افزایش دما (جابه‌جا کردن تعادل در جهت برگشت)، برعکس تأثیر افزایش فشار (جابه‌جا کردن تعادل در جهت رفت) است.

۲۱۲. گزینه ۳ موارد «الف» و «پ» درست هستند.

بررسی موارد:

مورد الف) به‌ازای تولید هر مول C ، ۲ مول B نیز تولید می‌شود. پس مقدار B در تعادل اولیه برابر با یک مول است. با توجه به این که حجم ظرف برابر با یک لیتر است می‌توان نوشت:

$$\Rightarrow K = \frac{[B]^2[C]}{[A]^2} = \frac{(1)^2(0.5)}{(1)^2} = 0.5 \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

تعادل اولیه

مورد ب) با افزودن C ، مقدار ثابت تعادل تغییری نمی‌کند، چون ثابت تعادل فقط تابع دما است.

موارد پ و ت) با افزودن ۳ مول C به سامانه، تعادل در جهت برگشت (مصرف C) پیش می‌رود و تا حدودی مقدار اضافه شده C (نه همه آن) مصرف می‌شود. بنابراین مقدار A و C نسبت به

تعداد اولیه افزایش و فقط مقدار B کاهش می‌یابد.

۲۱۳. گزینه ۱ موارد ب، پ و ت صحیح هستند.

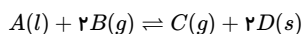
بررسی موارد نادرست:

مورد آ) تعداد مول‌های گازی در سمت راست بیشتر از سمت چپ است، پس تعادل به سمت برگشت جابه‌جا می‌شود.

مورد ث) افزودن گاز هیدروژن به تعادل باعث کاهش غلظت $N_2(g)$ و افزایش غلظت H_2 و NH_3 می‌شود.

۲۱۴. گزینه ۲ ابتدا با توجه به نمودار ضرایب مواد را تعیین می‌کنیم:

تغییر مول B برابر ۴ مول، تغییر مول A برابر ۲ مول، تغییر مول C برابر ۲ مول و تغییر مول D برابر ۴ مول است. پس معادله موازنه‌شده واکنش، به صورت مقابل است:



از آنجا که با افزایش دما، K کاهش یافته است، این واکنش گرما‌ده بوده و با افزایش دما در جهت برگشت جابه‌جا می‌شود. با افزایش حجم، واکنش به سمت مول‌های گازی بیشتر یعنی در جهت برگشت جابه‌جا می‌شود. D جامد بوده و غلظت ثابتی دارد.

۲۱۵. گزینه ۴ بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه ۱: چون در واکنش ماده گازی شکل وجود ندارد، تغییر فشار باعث جابه‌جایی تعادل نمی‌شود.

گزینه ۲: افزایش دما باعث جابه‌جایی تعادل به سمت برگشت می‌شود، پس واکنش در جهت تولید گاز قهوه‌ای‌رنگ جابه‌جا می‌شود.

گزینه ۳: کاهش حجم و در نتیجه افزایش فشار واکنش را به سمت تولید مول گازی کمتر و در جهت برگشت جابه‌جا می‌کند.

۲۱۶. گزینه ۳ با افزایش حجم ظرف واکنش، تعادل در جهت تعداد مول‌های گازی بیشتر، یعنی در جهت رفت جابه‌جا می‌شود، در نتیجه تعداد مول‌های $C(g)$ افزایش می‌یابد. مقدار K فقط تابع دما است و با تغییر حجم مقدار K تغییر نمی‌کند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه ۱: کاتالیزورها تأثیری در جابه‌جایی تعادل ندارند.

گزینه ۲: در این تعادل $K = |C|$ است. از آنجا که این تعادل گرماگیر است با افزایش دما، مقدار K و همچنین $|C|$ افزایش می‌یابد.

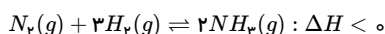
گزینه ۴: با افزایش فشار، غلظت مواد جامد A و B ثابت می‌ماند، اما چون در اثر این تغییر، تعادل در جهت برگشت جابه‌جا می‌شود، از تعداد مول‌های B و C کاسته شده و به تعداد مول‌های A افزوده می‌شود.

۲۱۷. گزینه ۳ با توجه به نمودار، واکنش $A(g) \rightleftharpoons 2B(g)$ می‌باشد و داریم:

$$K = \frac{[B]^2}{[A]} = \frac{(0.8)^2}{0.4} = 1.6 \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

وقتی حجم ظرف کاهش یابد تعداد مول A افزایش می‌یابد، زیرا تعادل به سمت مول گازی کمتر یعنی چپ جابه‌جا می‌شود و مقدار عددی ثابت تعادل تغییر نمی‌کند، زیرا فقط تغییر دما می‌تواند K را تغییر دهد.

۲۱۸. گزینه ۳ عبارت‌های «الف» و «ت» نادرست‌اند.



بررسی عبارت‌ها:

عبارت الف) نمودار A نشان‌دهنده رابطه معکوس افزایش دما با درصد مولی آمونیاک می‌باشد.

عبارت ب) فرایند هابر، فرایندی گرما‌ده است و با افزایش دما، ثابت تعادل آن کاهش می‌یابد.

عبارت پ) با توجه به نمودار B با افزایش فشار، درصد مولی آمونیاک در مخلوط تعادلی افزایش و درصد مولی گازهای نیتروژن و هیدروژن در مخلوط تعادلی کاهش می‌یابد.

عبارت ت) تغییر فشار تأثیری بر مقدار ثابت تعادل ندارد. تنها عامل تغییردهنده ثابت تعادل، دما می‌باشد.

۲۱۹. گزینه ۱ تعادل $2NO_2(g) \rightleftharpoons N_2O_4(g)$ گرماگیر است، بنابراین با افزایش دما تعادل در جهت رفت جابه‌جا شده و شمار مول گازی مواد در سامانه تعادلی افزایش می‌یابد.

بررسی گزینه‌های نادرست:

گزینه ۲: با کاهش حجم در دمای ثابت، غلظت تمام گونه‌ها افزایش می‌یابد.

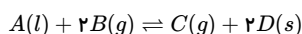
گزینه ۳: طبق اصل لوشاتلیه با افزودن مقداری NO_2 ، تعادل در جهت برگشت جابه‌جا می‌شود، اما تمام NO_2 اضافی مصرف نمی‌شود، بنابراین در تعادل جدید $[NO_2]$ افزایش می‌یابد.

گزینه ۴: شدت رنگ سامانه به غلظت ماده رنگی بستگی دارد. با افزایش حجم، غلظت تمام گونه‌ها کاهش می‌یابد، بنابراین شدت رنگ سامانه کاهش می‌یابد.

۲۲۰. گزینه ۲ ابتدا با توجه به نمودار، ضرایب استوکیومتری مواد را تعیین می‌کنیم:

تغییر مول B برابر ۴، تغییر مول A برابر ۲، تغییر مول C برابر ۲ و تغییر مول D برابر ۴ است.

پس معادله موازنه‌شده واکنش، به صورت زیر است:



از آنجا که با افزایش دما، K کاهش یافته است، این واکنش گرما‌ده بوده و با افزایش دما در جهت برگشت جابه‌جا می‌شود. با افزایش حجم، واکنش به سمت مول گازی بیشتر یعنی در جهت برگشت جابه‌جا می‌شود.

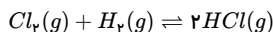
۲۲۱. گزینه ۱ از آنجا که با افزایش دما تعداد مول‌های گازی افزایش یافته است، بنابراین افزایش دما تعادل را در جهت رفت جابه‌جا می‌کند که نشان می‌دهد واکنش در جهت رفت گرماگیر می‌باشد. مقدار عددی ثابت تعادل تابع دما بوده و با تغییر دما تغییر می‌کند. با توجه به کمتر بودن تعداد مول‌های گازی در سمت چپ، افزایش فشار واکنش را در جهت برگشت جابه‌جا می‌کند.

۲۲۲. گزینه ۴ تغییر حجم بر تعادل گازی $N_2 + O_2 \rightleftharpoons 2NO$ بی‌تأثیر است. زیرا، تعداد مول گازی مواد در دو طرف معادله واکنش با هم برابر است. اما با کاهش حجم، غلظت تمامی گونه‌ها افزایش می‌یابد.

۲۲۳. گزینه ۱ طبق اصل لوشاتلیه، با افزودن مقدار N_2O_5 به سامانه تعادلی، تعادل در جهت رفت جابه‌جا می‌شود تا در حد امکان اثر آن تغییر برطرف شود. اما N_2O_5 اضافی به‌طور کامل مصرف نشده و غلظت آن در تعادل جدید نسبت به تعادل اولیه افزایش می‌یابد.

۲۲۴. گزینه ۴ بررسی گزینه‌ها:

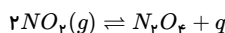
گزینه ۱: افزایش فشار تأثیری بر جابجایی این تعادل ندارد. زیرا مجموع ضرایب استوکیومتری در دو طرف برابر است:



ولی غلظت هر سه گونه گازی در تعادل جدید افزایش می‌یابد.

گزینه ۲: افزایش گاز Cl_2 موجب تولید بیشتر PCl_5 می‌گردد؛ یعنی تعادل را به سمت راست جابجا می‌کند.

گزینه ۳:

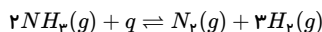


این تعادل از راست به چپ گرماگیر است و افزایش دما، تعادل را در جهت مصرف گرما، یعنی از راست به چپ جابه‌جا می‌کند و مول‌های NO_2 را افزایش می‌دهد.

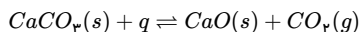
گزینه ۴: با افزایش حجم، غلظت گونه‌ها کاهش می‌یابد و تعادل در جهت تعداد مول بیشتر جابه‌جا می‌شود (به سمت برگشت) و غلظت NH_3 کاهش می‌یابد.

۲۲۵. گزینه ۳ بررسی موارد:

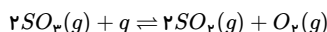
مورد آ) این واکنش گرماگیر است.



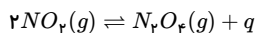
با افزایش دما تعادل به سمت راست (فرآورده‌ها) پیش می‌رود و K بزرگ می‌شود. با افزایش حجم ظرف (کاهش فشار) تعادل به سمت مول‌های گازی بیشتر جابه‌جا می‌شود (یعنی به سمت راست) (مورد ب)



با افزایش دما تعادل به سمت راست (فرآورده‌ها) جابه‌جا می‌شود و K بزرگ‌تر می‌شود. با افزایش حجم (کاهش فشار)، تعادل به سمت مول‌های گازی بیشتر (سمت راست) جابه‌جا می‌شود. (مورد پ)



با افزایش دما تعادل به سمت راست (فرآورده‌ها) جابه‌جا شده و K بزرگ‌تر می‌شود - با افزایش حجم تعادل به سمت راست جابه‌جا می‌شود. (مورد ت)



با افزایش دما تعادل به سمت چپ (واکنش‌دهنده‌ها) جابه‌جا می‌شود و K کوچک‌تر می‌شود و با افزایش حجم تعادل به سمت چپ جابه‌جا می‌شود. (در جهت برگشت)

۲۲۶. گزینه ۳ طبق اصل لوشاتلیه، با افزایش دما واکنش به سمت مصرف گرما پیش می‌رود. در واکنش‌های گرماگیر، افزایش دما واکنش را به سمت رفت و در واکنش‌های گرماده به سمت برگشت جابه‌جا می‌کند. افزایش حجم (کاهش فشار) واکنش را به سمت تعداد مول گازی بیشتر پیش می‌برد.

واکنش‌های گزینه ۱ و ۴، گرماگیر بوده و تعداد مول گاز در فرآورده‌ها بیش‌تر از واکنش‌دهنده‌هاست. بنابراین با افزایش دما و همچنین افزایش حجم به سمت رفت جابه‌جا می‌شوند. واکنش دوم با افزایش دما به سمت برگشت جابه‌جا می‌شود. ولی چون تعداد مول گاز در دو طرف واکنش برابر است. افزایش حجم تعادل را جابه‌جا نمی‌کند.

۲۲۷. گزینه ۳ بررسی گزینه‌ها:

گزینه ۱: خارج کردن مقداری گاز آمونیاک از سامانه: جابجایی تعادل در جهت رفت برای جبران کمبود آمونیاک

گزینه ۲: وارد کردن مقداری گاز هیدروژن در سامانه: جابجایی تعادل در جهت رفت برای مصرف هیدروژن اضافی

گزینه ۳: افزایش حجم سامانه تعادلی در دمای ثابت: با افزایش حجم، فشار سامانه تعادلی کاهش یافته و تعادل به سمت تعداد مول‌های گازی بیشتر جابه‌جا می‌شود تا کاهش فشار را جبران کند، یعنی جابجایی تعادل در جهت برگشت است.

گزینه ۴: افزایش فشار سامانه تعادلی در دمای ثابت: تعادل به سمت تعداد مول‌های گازی کم‌تر جابه‌جا می‌شود تا فشار را کاهش دهد، یعنی جابجایی تعادل در جهت رفت است. ۲۲۸. گزینه ۳ موارد «پ»، «ت» و «ث» درست‌اند.

مورد «آ» با افزایش دما سرعت حرکت ذرات افزایش می‌یابد، اما به دلیل گرماده بودن تعادل در جهت برگشت جابه‌جا می‌شود.

مورد «ب» افزایش حجم فقط بر تعادل‌های دارای گونه گازی تأثیر گذار است.

مورد «ت» با افزودن اسید، غلظت یون هیدرونیوم افزایش یافته تعادل در جهت برگشت جابه‌جا می‌شود.

مورد «ث» با افزودن باز، یون هیدروکسید ایجاد شده با یون هیدرونیوم تولید آب می‌کند. کاهش غلظت یون هیدرونیوم سبب جابجایی تعادل در جهت رفت خواهد شد.

۲۲۹. گزینه ۱ بررسی موارد:

مورد «آ» نادرست. افزایش دما، سرعت واکنش‌های رفت و برگشت را افزایش می‌دهد. ولی چون علامت Q در سمت چپ معادله قرار دارد، سرعت واکنش رفت را بیشتر از واکنش برگشت افزایش می‌دهد، تا جایی که در تعادل جدید سرعت واکنش‌های رفت و برگشت با یکدیگر برابر می‌شود. ولی همچنان بیش‌تر از سرعت واکنش‌ها در تعادل اولیه است.

مورد «ب» نادرست. از آن‌جا که حالت فیزیکی ماده Y جامد است، اضافه نمودن آن به تعادل، سبب جابجایی تعادل نمی‌شود.

مورد «پ» نادرست. با توجه به این‌که تعداد مول گازی در سمت راست بیش‌تر است، با افزایش حجم (کاهش فشار) تعادل به سمت تعداد مول‌های گازی بیشتر (سمت راست) جابه‌جا می‌شود و در نتیجه غلظت گونه $X(g)$ کاهش می‌یابد.

مورد «ت» درست. چون تعداد مول‌های گازی در سمت چپ معادله کم‌تر است، پس Q در سمت چپ معادله قرار دارد.

۲۳۰. گزینه ۴ واکنش «ب» گرماده بوده و در اثر کاهش دما، به سمت راست (در جهت رفت) جابه‌جا می‌شود. همچنین افزایش حجم یعنی کاهش فشار که تعادل به سمت تعداد مول‌های گازی بیش‌تر یعنی در جهت برگشت جابه‌جا می‌شود.

۲۳۱. گزینه ۴ با توجه به نمودار چون در لحظه اعمال تغییر غلظت A و B هر دو افزایش یافته، پس کاهش حجم (افزایش فشار) سبب تغییرات شده است (رد گزینه ۲) ولی از آن‌جا که غلظت B پس از کاهش حجم (افزایش فشار) کاهش یافته، پس واکنش در جهت برگشت جابه‌جا شده تا به مول‌های گازی کم‌تر برسد، یعنی $a < b$ است (رد گزینه‌های ۱ و ۳).

۲۳۲. گزینه ۳ کاهش غلظت فراورده و افزایش غلظت واکنش‌دهنده بیانگر این نکته است که واکنش تعادلی گرماده است. (گزینه ۱) در تعادل‌های گرماده با افزایش دما ثابت تعادل کاهش می‌یابد. (گزینه ۲) و با انتقال سامانه به ظرف بزرگ‌تر تعادل در جهت مول‌های گازی کم‌تر (برگشت) جابه‌جا می‌شود. (گزینه ۴) محاسبه ثابت تعادل در دمای 200°C :

$$K = \frac{[B]}{[A]^2} = \frac{0.84}{(0.01)^2} = 8.4 \times 10^3 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$$

۲۳۳. گزینه ۱ بررسی موارد:

مورد «آ» نادرست: اگر ماده‌ای در فاز جامد یا مایع باشد، غلظت آن همواره ثابت است و تغییر مقدار آن بر جهت تعادل اثری ندارد.

مورد «ب» درست: چون تعادل گرماگیر است، مقدار ثابت تعادل با دما به صورت مستقیم تغییر می‌کند.

مورد «پ» نادرست: با توجه به رابطه $K = \frac{[H_2O]^4}{[H_2]^4}$ ، چون توان غلظت در صورت و مخرج رابطه ثابت تعادل برابر است، پس ثابت تعادل یکا ندارد.

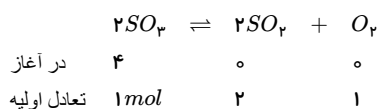
مورد «ت» درست: با توجه به آن که تعداد مول‌های گازی فراورده‌ها با واکنش‌دهنده‌ها برابر است، افزایش فشار بر واکنش اثری ندارد.

۲۳۴. گزینه ۴ اگر تغییرهای اعمال شده بر یک سامانه تعادلی هم‌جهت باشند، می‌توان براساس اصل لوشاتلیه در مورد جهت جابه‌جایی تعادل با اطمینان سخن گفت، به عنوان نمونه، تغییرهای اعمال شده در گزینه «۱» تعادل را به سمت چپ جابه‌جا می‌کنند.

۲۳۵. گزینه ۱

بررسی موارد:

مورد الف) نادرست. به ازای تولید هر مول O_2 ، ۲ مول SO_2 نیز تولید می‌شود.



$$[SO_3]_{\text{تعادل}} = \frac{1}{2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}, [SO_2] = \frac{2}{2} = 1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}, [O_2] = \frac{1}{2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$K = \frac{[SO_3]^2 [O_2]}{[SO_2]^2} = \frac{(1)^2 (\frac{1}{2})}{(\frac{1}{2})^2} = 2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

تعادل اولیه

مورد ب) نادرست. مقدار K تنها با تغییر دما، تغییر می‌کند و با تغییر غلظت، K ثابت می‌ماند.

مورد پ) درست. با افزودن مقداری O_2 به سامانه در حال تعادل، واکنش تعادلی در جهت مصرف مقدار O_2 اضافی به جهت چپ جابه‌جا می‌شود و کمی از مقدار اضافی O_2 کم می‌شود، ولی در مجموع، مقدار O_2 نسبت به قبل بیشتر خواهد بود و با جابه‌جا شدن تعادل به سمت چپ، غلظت SO_3 افزایش ولی غلظت SO_2 کاهش می‌یابد.

مورد ت) نادرست. با جابه‌جا شدن تعادل بخشی از O_2 اضافی مصرف می‌شود نه همه آن.

۲۳۶. گزینه ۴ زمانی که ثابت یکا ندارد یعنی تعداد مول گازی واکنش‌دهنده با فراورده یکسان است و تغییر حجم در این نوع از واکنش‌ها بر تعادل هیچ تأثیری نمی‌گذارد. بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه «۱»: در فرایندهای دمای بهینه داریم، پس الزاماً با افزایش دما درصد مولی واکنش‌دهنده‌ها افزایش نمی‌یابد.

گزینه «۲»: این فرایند گرماده است، پس با افزایش دما، تعادل در جهت برگشت جابه‌جا شده و رنگ قهوه‌ای بیشتر می‌شود.

گزینه «۳»: فقط با افزودن یا کاستن مواد به حالت (l) یا (s) به تعادل، تغییری به وجود نمی‌آید.

۲۳۷. گزینه ۲ در واکنش‌های گرماگیر افزایش دما، ثابت تعادل را افزایش می‌دهد و از سوی دیگر افزایش دما، سبب افزایش سرعت واکنش و کاهش زمان رسیدن به تعادل می‌شود.

۲۳۸. گزینه ۴ بررسی گزینه‌های نادرست:

(۱) براساس اصل لوشاتلیه هرگاه بر تعادلی، تغییری وارد شود، تعادل به سمتی جابه‌جا می‌شود که اثر تغییر را تا حد امکان به حداقل برساند.

(۲) اگر در یک تعادل، افزایش دما سبب کاهش تعادل شود، واکنش گرماده است.

(۳) افزودن مواد جامد یا مایع تأثیری بر جابه‌جایی تعادل ندارد.

۲۳۹. گزینه ۱ بررسی موارد:

مورد اول: افزودن سدیم کلرید منجر به تولید یون کلرید می‌شود که یون کلرید با یون نقره رسوب نقره کلرید می‌کند. در نتیجه تعادل در جهت برگشت (تولید یون نقره) به پیش می‌رود. (درست.)

مورد دوم: افزودن آب سبب کاهش غلظت یون‌ها می‌شود ولی به دلیل ضریب استوکیومتری بیشتر، کاهش غلظت Ag^+ بیشتر است و تعادل در جهت تولید Ag^+ جابه‌جا می‌شود (جهت برگشت). (نادرست.)

مورد سوم: تغییر حجم ظرف تأثیری بر جابه‌جایی این تعادل ندارد، چون مواد به حالت گازی ندارد. (نادرست.)

مورد چهارم: یکای ثابت تعادل $L^2 \cdot \text{mol}^{-2}$ است. (نادرست.)

۲۴۰. گزینه ۱ بررسی گزینه‌های نادرست:

(۲) انتقال به ظرف بزرگ‌تر غلظت همه گونه‌های گازی شکل تعادل $H_2(g) + I_2(g) \rightleftharpoons 2HI(g)$ را کاهش می‌دهد.

(۳) افزایش یا کاهش مواد جامد تأثیری بر جابه‌جایی تعادل‌ها ندارد.

(۴) افزایش دما همواره سبب افزایش سرعت واکنش می‌شود.

۲۴۱. گزینه ۴ همه عوامل سبب افزایش سرعت تعادلی هر دو واکنش رفت و برگشت می‌شود.

۲۴۲. گزینه ۳ در اثر انتقال به ظرفی با حجم کمتر، بلافاصله غلظت همهٔ مواد شرکت‌کننده افزایش می‌یابد. سپس طبق اصل لوشاتلیه به سمت تعداد مول کمتر (در جهت رفت) جابه‌جا می‌شود که نتیجهٔ آن کاهش $[N_2]$ و $[H_2]$ ، افزایش $[NH_3]$ است.

۲۴۳. گزینه ۴ هر عاملی که بتواند غلظت NO_2 را افزایش دهد سبب افزایش رنگ مخلوط تعادلی شود که همهٔ عوامل می‌توانند سبب افزایش $[NO_2]$ شوند. با توجه به اینکه این واکنش گرماگیر است، با افزایش دما (گرما)، این واکنش در جهت مصرف گرما (در جهت رفت) پیش می‌رود و NO_2 بیشتری تولید می‌شود. در مورد الف دقت کنید که کاهش حجم غلظت همهٔ گونه‌ها را افزایش می‌دهد بنابراین هر چند تعادل در جهت برگشت جابه‌جا می‌شود اما غلظت نیتروژن دی اکسید در تعادل جدید بیشتر از تعادل اولیه است.

۲۴۴. گزینه ۴ گزینهٔ ۱: درست. افزایش دما هر دو سرعت رفت و برگشت را افزایش می‌دهد ولی به دلیل جابه‌جایی تعادل به سمت برگشت می‌توان نتیجه گرفت تأثیر بیشتری بر سرعت برگشت داشته است.

گزینهٔ ۲: درست. افزایش دما تعادل را به سمت برگشت و افزایش غلظت O_2 جابه‌جا می‌کند و از سوی دیگر به دلیل گرماده بودن، K با دما رابطهٔ عکس دارد.

گزینهٔ ۳: درست. افزودن مقداری NO_2 مخلوط را پررنگ می‌کند و طبق اصل لوشاتلیه نمی‌تواند اثر تحمیل را به‌طور کامل جبران کند و در نتیجه غلظت NO_2 از تعادل اولیه بیشتر می‌شود.

گزینهٔ ۴: نادرست. کاهش حجم، غلظت همهٔ گونه‌ها (شامل مواد واکنش‌دهنده یا فراورده) را افزایش می‌دهد.

۲۴۵. گزینه ۲ بررسی گزینه‌های نادرست:

۱) کاهش دما سبب جابه‌جایی تعادل می‌شود که این عامل نشان می‌دهد که اثر دما بر هر دو سرعت به یک میزان نیست.

۳) با افزایش حجم، تعادل به سمت راست جابه‌جا می‌شود و جرم کلسیم کربنات کم می‌شود.

۴) افزودن کاتالیزگر تأثیری بر جابه‌جایی ندارد.

۲۴۶. گزینه ۲ بررسی گزینه‌ها:

تعادل $2NO_2(g) \rightleftharpoons N_2O_4(g) + \text{گرما}$ ، گرماگیر است. لذا با افزایش دما، تعادل به هم می‌خورد و تعادل در جهت رفت، یعنی در جهت مصرف گاز N_2O_4 و تولید گاز NO_2 پیش می‌رود (نمودار «آ»)، همچنین با افزایش فشار، غلظت هر دو گاز افزایش می‌یابد (به دلیل کاهش حجم) و به تدریج تعادل در جهت مول‌های کمتر یعنی تولید N_2O_4 پیش می‌رود. (نمودار «ب»)

۲۴۷. گزینه ۴ توجه به نمودار، تغییر اعمال شده موجب افزایش ناگهانی مقدار K شده است؛ «افزافه شدن AB_2 » سپس بعد از گذشت مدتی و رسیدن به تعادل جدید به مقدار اولیهٔ خود بازگشته است.

گزینهٔ ۱ و ۳: تغییر دما مقدار K را تغییر می‌دهد. ولی نمی‌تواند مقدار آن را به حالت تعادل اولیه بازگرداند و بطور کلی K را عوض می‌کند.

۲۴۸. گزینه ۲

با کاهش حجم ظرف به یک لیتر، غلظت‌ها سه برابر شده و تعادل در جهت برگشت پیش می‌رود، ولی K ثابت است.

$$K = \frac{[A][B_2]}{[AB_2]} = 1$$

$$\underbrace{AB_2(g)}_{3+x} \rightleftharpoons \underbrace{A(g)}_{3-x} + \underbrace{B_2(g)}_{3-x}$$

$$K = \frac{(3-x)(3-x)}{3+x} = 1 \Rightarrow 9 - 6x + x^2 = 3 + x$$

$$\Rightarrow x^2 - 7x + 6 = 0 \Rightarrow \begin{cases} x = 1 \\ x = 6 \end{cases}$$

غ ق ۶

$$[B_2] = \frac{3-1}{1} = 2$$

۲۴۹. گزینه ۱ با توجه به نمودار ابتدا میزان غلظت $[H_2]$ افزایش یافته است و سپس واکنش در جهت رفت جابه‌جا شده است.

۲۵۰. گزینه ۲ مقدار K در تعادل اولیه

$$K = \frac{[y][z]}{[x]^2} = \frac{(4) \times (4)}{(2)^2} = \frac{16}{4} = 4$$

	$2x$	$\rightleftharpoons$	y	$+$	z
(تعادل اولیه):	۲ + ۳		۴		۴
(تغییر):	-۲a		+a		+a
(در تعادل جدید):	۵ - ۲a		۴ + a		۴ + a

چون دما ثابت می‌ماند، پس مقدار K در تعادل اولیه و ثانویه تغییر نمی‌کند، رابطهٔ K در رابطهٔ تعادل جدید به‌صورت زیر است:

$$K = \frac{(4+a) \times (4+a)}{(5-2a)^2} \rightarrow \frac{(4+a)^2}{(5-2a)^2} = 4 \xrightarrow{\sqrt{\quad}} \frac{4+a}{5-2a} = 2 \quad 10 - 4a = 4 + a \Rightarrow a = \frac{6}{5}$$

$$[z] = 4 + a = 4 + \frac{6}{5} = \frac{26}{5} = \frac{5}{2} \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

$$[z] = \frac{n}{V} \rightarrow n = 5,2 \left(\frac{\text{mol}}{L} \right) \times 0,5(L) = 2,6$$

۲۵۱. گزینه ۱ جدول تغییرات را برای این تعادل رسم می‌کنیم. توجه داشته باشید که بر اثر خارج کردن مقداری CO_2 ، تعادل به سمت راست حرکت می‌کند. مقدار CO_2 خارج شده را y در

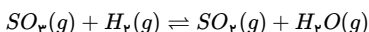
نظر می گیریم. بنابراین برای برقراری تعادل جدید، غلظت اولیه CO_2 برابر $y - 0.2$ می باشد.

$NiO(s) + CO(g) \rightleftharpoons Ni(s) + CO_2(g)$					
غلظت اولیه		0.2			0.2 - y
تغییرات		-x			+x
غلظت تعادلی		0.2 - x			0.2 - y + x

$$مجموع غلظت های تعادلی = (0.2 - x) + (0.2 - y + x) = 0.4 \rightarrow y = 0.1 \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

$$\frac{0.1}{0.2} \times 100 = 50\% \quad \text{درصد گاز } CO_2 \text{ خارج شده}$$

۲۵۲. گزینه ۳



با توجه به این که از شروع تا برقراری تعادل یک مول آب تولید شده است، پس تعداد مول SO_2 نیز در تعادل برابر یک مول می باشد و چون حجم ظرف یک لیتر است، پس تعداد مول ها همان غلظت مولار را نشان می دهند که از طریق آن ها مقدار ثابت تعادل را حساب می کنیم:

$$K = \frac{[SO_2][H_2O]}{[SO_2][H_2]} = \frac{1 \times 1}{1.5 \times 1.5} = \frac{1}{2.25} = \frac{4}{9}$$

اکنون با همین مقدار ثابت تعادل، x مول از ماده H_2 را به تعادل اضافه می کنیم که از این مقدار 0.6 مول مصرف می شود، چون مول های H_2O از ۱ مول به 1.6 مول رسیده است، پس غلظت SO_2 در تعادل جدید برابر 1.6 مول بر لیتر و غلظت SO_3 نیز برابر 0.9 مول بر لیتر خواهد بود.

$SO_3(g) + H_2(g) \rightleftharpoons SO_2(g) + H_2O(g)$					
تعادل اولیه	1.5 mol	1.5 mol		1 mol	1 mol
تعادل جدید	(1.5 - 0.6)	(1.5 + x - 0.6)		1.6	1.6

$$\frac{4}{9} = \frac{1.6 \times 1.6}{(0.9)(0.9 + x)} \Rightarrow x = 0.5 \text{ mol}$$

۲۵۳. گزینه ۲

$A(g) + 3B(g) \rightleftharpoons 2D(g)$					
تعادل اولیه	0.8	2.6		1.25	
تعادل جدید	0.8 - x	2.6 - 3x		1.25 + 2x	

$$\Rightarrow (0.8 - x) - (1.25 + 2x) = 1.65 \Rightarrow -3x = 1.65 + 1.25 - 0.8 \Rightarrow -3x = 2.1$$

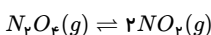
مقدار x عدد منفی شده است و این امکان ندارد. یعنی تعداد مول های D در تعادل جدید بیشتر از A بوده باشد:

$$(1.25 + 2x) - (0.8 - x) = 1.65 \Rightarrow 3x = 1.2 \Rightarrow x = 0.4$$

پس در تعادل جدید خواهیم داشت:

$$[B] = 2.6 - 3(0.4) = 1.4 \text{ mol} \cdot L^{-1} \Rightarrow \text{تعداد مول } B = 1.4 \times 5L = 7 \text{ mol}$$

۲۵۴. گزینه ۱ ابتدا ثابت تعادل اولیه را محاسبه می کنیم. با اضافه نمودن یک مول N_2O_4 ، در ظرف واکنش ۳ مول N_2O_4 و ۸ مول NO_2 وجود دارد و تعادل به هم خورده و به سمت راست جابه جا می شود و تعادل جدید ایجاد می شود.



$$K = \frac{[NO_2]^2}{[N_2O_4]} = \frac{(8)^2}{2} = 32$$

$N_2O_4 \rightleftharpoons 2NO_2$			
مول اولیه جدید	2+1		8
تغییر غلظت	-x		+2x
تعادل جدید	3-x		8+2x

شیمی دوازدهم فصل چهار

$$32 = \frac{(1 + 2x)^2}{(3 - x)} \Rightarrow x^2 + 16x - 8 = 0 \begin{cases} x = 0,48 \\ x = -16,5 \end{cases}$$

مقدار x با عدد منفی غیر قابل قبول است.

$$[N_2O_4] = 3 - x = 3 - 0,48 = 2,52 \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

$$\text{تعداد مول } N_2O_4 \text{ در تعادل جدید} = 1(L) \times 2,52(\text{mol} \cdot L^{-1}) = 2,52 \text{ mol}$$

$$\text{تغییر مول } N_2O_4 = \frac{2,52 - 3}{3} \times 100 = \frac{-0,48}{3} \times 100 = -16\%$$

۲۵۵. گزینه ۳

با کاهش حجم (افزایش فشار) واکنش در جهت مول‌های گازی کمتر یعنی به سمت برگشت پیش می‌رود.

	$COCl_2 \rightleftharpoons CO + Cl_2$				
غلظت تعادلی اولیه	۱		۱	۱	$\Rightarrow K=1$
غلظت تعادلی مولی	$5+x$		$5-x$	$5-x$	$\Rightarrow K=1 = \frac{(5-x)^2}{5+x}$

$$25 - 10x + x^2 = 5 + x \rightarrow x^2 - 11x + 20 = 0 \rightarrow x = \frac{11 \pm \sqrt{121 - 80}}{2} = 2,3 \Rightarrow [COCl_2] = 7,3 \frac{\text{mol}}{L}$$

۲۵۶. گزینه ۴ فقط عبارت سوم درست است.

بررسی موارد:

مورد اول: اگر در تعادلی، مول گازی در سمت چپ و راست معادله برابر باشد، تغییر فشار سامانه بر جابه‌جایی آن تعادل بی‌تأثیر خواهد بود.

مورد دوم: اگر واکنش‌دهنده جامد باشد، اضافه کردن آن تأثیری بر جابه‌جایی تعادل ندارد؛ چون غلظت مواد جامد ثابت است.

مورد سوم: در تعادل‌های گرماگیر، علامت گرما (Q) در سمت واکنش دهنده است. با کاهش دما تعادل برای جبران آن در جهت برگشت جابه‌جا می‌شود و ثابت تعادل کوچک‌تر می‌شود.

مورد چهارم: در فرایند هابر، درصد اولی آمونیاک در مخلوط گازی نهایی برابر ۲۸ درصد است (نه بازده درصدی واکنش).

۲۵۷. گزینه ۳ بررسی گزینه‌ها:

گزینه ۱: درست.

گزینه ۲: درست. باید نیتروژن را به شکل ترکیب‌های نیتروژن‌دار از جمله آمونیاک و اوره به خاک افزود.

گزینه ۳: نادرست. واکنش N_2 و H_2 در دمای اتاق و حتی در حضور کاتالیزگر یا جرقه پیش نمی‌رود.

گزینه ۴: درست.

۲۵۸. گزینه ۴ فرآیند واکنش در دو محفظه انجام می‌گیرد. در محفظه اول واکنش در شرایط $45^\circ C$ و 200 atm و در حضور کاتالیزگر آهن انجام می‌شود و سپس NH_3 تولید شده به همراه H_2 و N_2 واکنش نداده به محفظه دوم منتقل می‌شود تا در آنجا با کاهش دما تا حدود $-40^\circ C$ ، آمونیاک به شکل مایع خارج شود و N_2 و H_2 باقی‌مانده دوباره به واکنش بازگردانده شوند.

۲۵۹. گزینه ۲ بررسی عبارت‌ها:

عبارت الف) درست

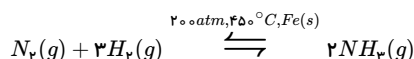
عبارت ب) درست.

عبارت پ) نادرست: اگرچه کاتالیزگرها سرعت واکنش‌ها را افزایش می‌دهند؛ ولی در واکنش‌های تعادلی، سبب به هم خوردن تعادل نمی‌شوند.

عبارت ت) درست. بستگی به میزان پیشرفت واکنش دارد.

عبارت ث) درست: از آنجا که شمار مول‌های گازی سمت راست معادله کمتر از سمت چپ آن است، لذا با افزایش فشار تعادل به سمت راست و در نتیجه تولید بیشتر NH_3 جابه‌جا می‌گردد پس درصد مولی آمونیاک در سامانه تعادلی افزایش می‌یابد.

۲۶۰. گزینه ۳ می‌دانیم که روش هابر مربوط به افزایش تولید آمونیاک طبق واکنش تعادلی با شرایط زیر است:



گزینه ۳: درست. چون نقطه جوش: هیدروژن > نیتروژن > آمونیاک است. و دمای مناسب در سردکننده، باید دمایی بین نقطه جوش آمونیاک و نیتروژن باشد، تا فقط آمونیاک مایع و سپس خارج شود.

بررسی گزینه‌های نادرست:

گزینه ۱: در این روش هدف اصلی از افزایش فشار، جابه‌جایی تعادل به سمت تولید فراورده کمتر که در معادله واکنش، شمار مول گازی کمتری نسبت به واکنش‌دهنده‌ها دارد، می‌باشد. (البته هدف استفاده از کاتالیزگر، که درست مطرح شده)

گزینه ۲: چون نمودار درصد آمونیاک تولیدی نسبت به دمای سامانه، روند کاهشی دارد، پس این واکنش تعادلی گرما ده است. در نتیجه طبق اصل لوشاتلیه با افزایش دما به سمت برگشت که گرماگیر است، حرکت می‌کند. یعنی مصرف فرآورده (آمونیاک) و نه تولید آن.

گزینه ۴: کلا جداسازی یک گاز از محلول چند گاز از طریق سرد و مایع کردن هنگامی به خوبی و کامل انجام‌پذیر است، که نقطه جوش گاز موردنظر از دیگر گازها در محلول تفاوت زیادی داشته باشد.

۲۶۱. گزینه ۲ بررسی موارد:

مورد «آ» نادرست. زیرا در دمای اتاق این واکنش انجام نمی‌شود.

مورد «ب» درست. زیرا در شرایط بهینه از فشار و دما بازده درصدی واکنش برابر ۲۸٪ است.

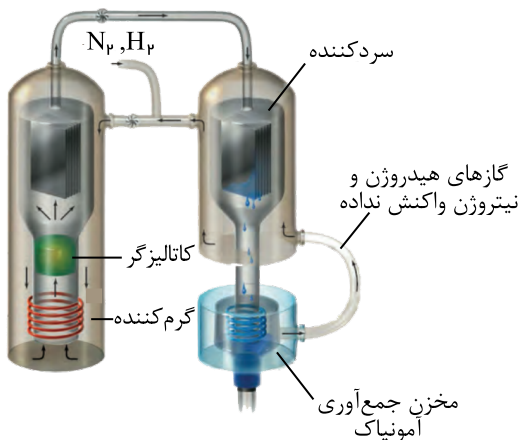
مورد «پ» درست. تنها عاملی که سبب افزایش درصد مولی آمونیاک می‌شود، افزایش فشار است.

مورد «ت» نادرست. یکای ثابت تعادل $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$ به صورت $mol^{-2} \cdot L^2$ است، زیرا تعداد مول‌های گازی فراورده منهای تعداد مول‌های گازی واکنش‌دهنده‌ها برابر $2 - 4 = -2$ است و یکای ثابت تعادل هم عبارت است از:

$$(mol \cdot L^{-1})^{-2} = mol^2 \cdot L^{-2}$$

۲۶۲. گزینه ۳

با توجه به شکل زیر سردکننده، A سردکننده، B ، N_2 و H_2 ، C کاتالیزگر و D گرم‌کننده است.



۲۶۳. گزینه ۳ بررسی موارد:

مورد «آ» درست: تعادل تولید آمونیاک گرمازا است، بنابراین در دمای پایین سامانه در سمت فراورده‌ها پیشرفت دارد و مقدار ثابت تعادل بزرگ‌تر است.

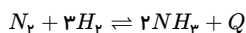
مورد «ب» نادرست. افزایش فشار بر روی تعادل‌هایی که تعداد مول‌های دو طرف از اجزای گازی برابر باشند، تاثیری ندارد و سبب جابه‌جایی نمی‌شود.

مورد «پ» درست.

مورد «ت» نادرست. در عبارت چهارم تغییر غلظت و دما سبب جابه‌جایی تعادل می‌شوند، اما کاهش حجم یا افزایش فشار در صورتی که تعداد مول دو طرف تعادل برابر نباشند، سبب جابه‌جایی خواهد شد.

مورد «ث» نادرست. اما کاتالیزگرها سرعت واکنش رفت و برگشت را افزایش می‌دهند، ولی سبب جابه‌جایی تعادل نمی‌شوند.

۲۶۴. گزینه ۲ موارد ب و ت صحیح است.



(آ) واکنش تولید آمونیاک گرمازا است و افزایش پیوسته دما، باعث کاهش تولید فراورده می‌شود.

(ب) در فرایند هابر از کاتالیزگر آهن استفاده می‌کنند تا در دماهای پایین‌تری، سریع‌تر آمونیاک تولید شود.
(پ)

$$15 mol H_2 \times \frac{2 mol NH_3}{3 mol H_2} \times \frac{28}{100} = 2.8 mol NH_3$$

(ت) برای جداسازی آمونیاک، دمای مخلوط را تا $-40^\circ C$ سرد می‌کنند تا آمونیاک به صورت مایع خارج شود و گازهای نیتروژن و هیدروژن را دوباره وارد فرایند کنند.

۲۶۵. گزینه ۳ عبارتهای اول و سوم درست‌اند.

بررسی عبارتهای نادرست:

مورد دوم: افزایش فشار در سامانه‌هایی که حتی ۱ مورد گازی در آن‌ها وجود دارد، اثرگذار است.

مورد چهارم: افزایش دما مؤثر نبود. بنابراین با استفاده از کاتالیزگر در دماهای پایین‌تر مقدار بیشتری آمونیاک تولید کرد.

۲۶۶. گزینه ۱ فرآیند گرمازا است، با افزایش دما تعادل به سمت برگشت جابه‌جا می‌شود، درصد مولی آمونیاک و ثابت تعادل K کاهش می‌یابد.

نقطه جوش نیتروژن $-196^\circ C$ و هیدروژن $-253^\circ C$ است؛ پس نیازی به گرم‌کن نیست!

افزایش دما سبب افزایش سرعت واکنش‌ها می‌شود، در این فرآیند هرچند با افزایش دما درصد مولی آمونیاک کاهش می‌یابد؛ اما به‌خاطر افزایش سرعت نادیده گرفته می‌شود.

۲۶۷. گزینه ۳ در سنتز با استفاده از مواد ساده‌تر، مواد پیچیده‌تر تولید می‌شود.

۲۶۸. گزینه ۲ بررسی گزینه‌های نادرست:

(۱) خیر! اگر نفت و بقیه منابع به یک اندازه تو کشورهای مختلف وجود داشت که دیگر انقدر جنگ وجود نداشت ...

(۲) درصد خلوص مواد روی قیمت تموم‌شده آن‌ها تأثیر زیادی دارد. هرچه یک ماده خالص‌تر باشد گران‌تر است. بنابراین جداسازی و خالص‌سازی مواد، یکی از فناوری‌های پیشرفته و درآمدزا و پرکاربرد است.

(۴) اتفاقاً به‌کارگیری فناوری تبدیل مواد خام به مواد فرآوری‌شده باعث بهره‌وری و رشد اقتصادی کشورها می‌شود.

۲۶۹. گزینه ۴ ب و د یکسان است: انرژی، آب، فناوری شیمیایی و نیروی انسانی

۲۷۰. گزینه ۲ بررسی گزینه‌ها:

گزینه «۱»: فرآورده حاصل از واکنش گازهای اتن و هیدروژن، اتان است اما سوخت فندک گاز بوتان است.

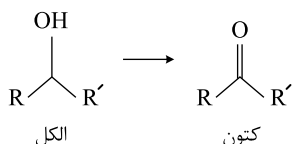
گزینه «۲»: گاز اتن در واکنش با محلول رقیق پتاسیم‌پرمنگنات، اتیلن گلیکول تولید می‌کند که به‌عنوان مونومر در تولید PET که نوعی پلی‌استر است به‌کار می‌رود.

گزینه «۳»: در واکنش اتن با آب، اتانول تولید می‌شود که گروه عاملی هیدروکسیل دارد، اما ترکیب آلی موجود در بادام دارای گروه عاملی آلدهید است.

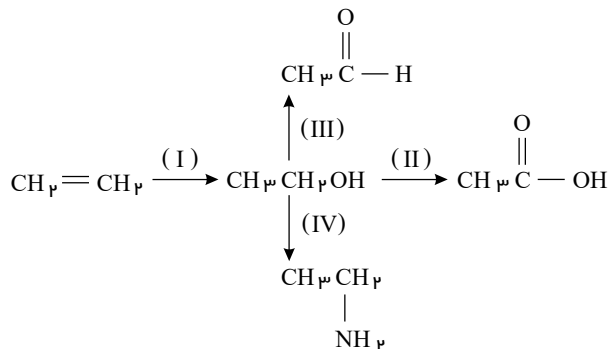
گزینه «۴»: در اثر واکنش گازهای اتن و کلر ۱ و ۲- دی‌کلرواتان تولید می‌شود.

۲۷۱. گزینه ۴ بررسی موارد:

به عنوان مثال:

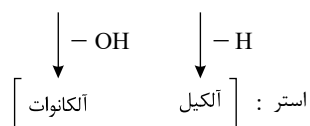


الف) اختلاف جرم به اندازه یک اتم هیدروژن یعنی ۱ است.



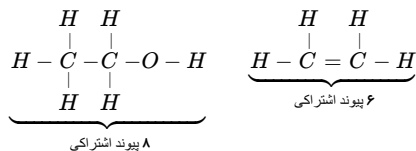
مورد ب) نادرست -

آب + استر $\longrightarrow$ الکل + کربوکسیلیک اسید



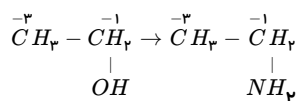
پروپانویک اسید + ۱ - بوتانول $\rightleftharpoons H_2O(l) +$ بوتیل پروپانوات
الکل کربوکسیلیک اسید

پ) نادرست



۲ = اختلاف پیوند اشتراکی

ت) درست - عدد اکسایش هر کربن بالای آن نوشته شده است.



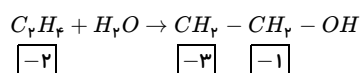
۲۷۲. گزینه ۱ بررسی موارد:

مورد «آ» نادرست. اتانول را می‌توان مستقیم از اتن تهیه کرد، اما اتانویک اسید را از الکل به‌طور مستقیم تهیه می‌کنند.

مورد «ب» نادرست. اتیل استات از یک الکل و اسید ۲ کربنه به‌دست می‌آید.

مورد «پ» نادرست. عدد اکسایش کربن هم اکسایش و هم کاهش می‌یابند.

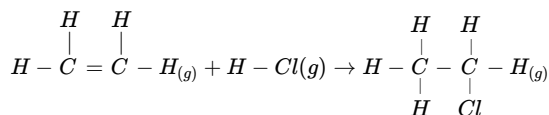
مورد «ت» نادرست.



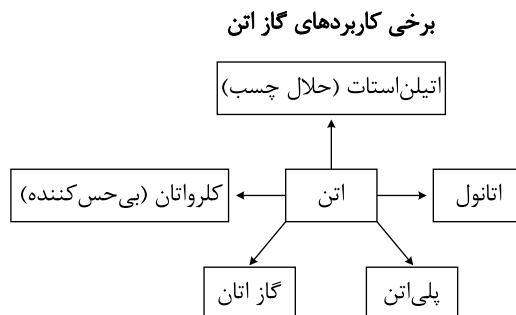
۲۷۳. گزینه ۳ بررسی موارد:

مورد «آ» نادرست. گاز اتن مهم‌ترین خوراک در پتروشیمی است.

مورد «ب» درست.

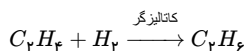


عبارت سوم: اتن! نه اتان!! ...



۲۸۲. گزینه ۴

بررسی گزینه‌ها:

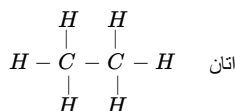


گزینه ۱) ناقطبی است. ترکیباتی که فقط کربن و هیدروژن دارند ناقطبی‌اند.

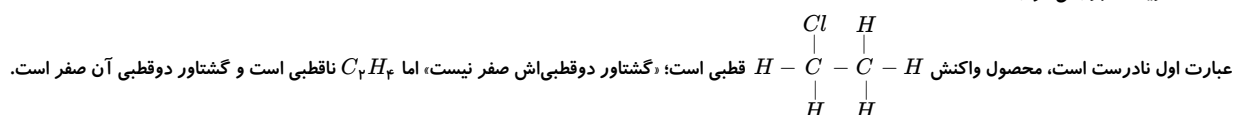
گزینه ۲) هیدروکربنی سیر شده است و واکنش‌پذیری آن کمتر از C_2H_4 است.

گزینه ۳) ساده‌ترین نسبت بین اتم‌های محصول واکنش را به صورت $CH_2\{3\}$ می‌توان نشان داد.

گزینه ۴) در ساختار آن ۱۴ الکترون پیوندی وجود دارد.

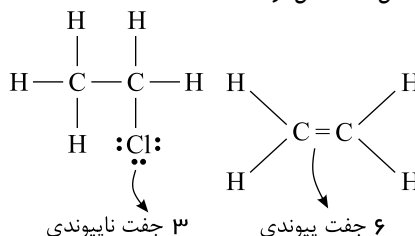


۲۸۳. گزینه ۱ بررسی موارد:

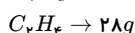
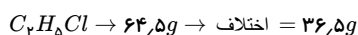


عبارت دوم نادرست است، محصول واکنش به عنوان افشانه بی‌حس‌کننده موضعی استفاده می‌شود.

عبارت سوم نادرست است $\leftarrow \frac{1}{2}$



عبارت چهارم درست است.



۲۸۴. گزینه ۲ عبارت‌های (الف) و (ب) درست‌اند.

بررسی عبارت‌های نادرست:

(پ) اتیل استات از اتن به دست می‌آید.

البته خود اتن از تقطیر نفت خام تهیه می‌شود. اما کتاب به این مورد اشاره نکرد که اتیل استات از تقطیر نفت خام گرفته می‌شود.

(ت) خیر. برخی از پلاستیک‌ها بر پایه مونومر اتن سنتز می‌شوند.

۲۸۵. گزینه ۳ اگر $x = H_2O$ باشد، محصول این واکنش که در حضور کاتالیزگر نیکل انجام می‌شود، (C_2H_4) و هیدروکربنی سیر شده است و به عنوان سوخت کاربرد دارد

اگر $x = H_2$ باشد: محصول واکنش اتانول C_2H_5OH است که به هر نسبتی در آب حل می‌شود و غیرالکترولیت است.

اما اگر $x = HCl$ باشد، محصول واکنش C_2H_5Cl است و در افشانه‌های بی‌حس‌کننده موضعی استفاده می‌شود.

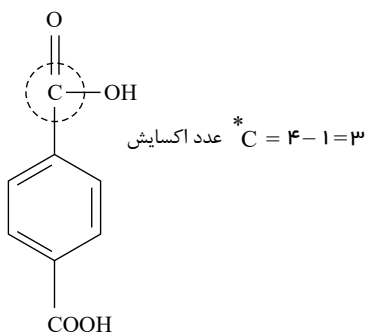
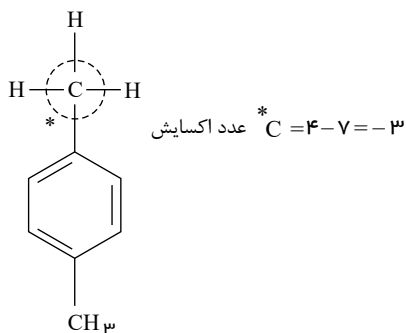
۲۸۶. گزینه ۴ ترکیبات زیر را می‌توان از واکنش مستقیم اتن به دست آورد:

(۱) اتان (۲) کلرواتان (۳) پلی اتن (۴) اتانول

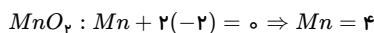
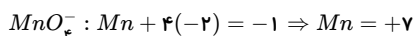
۲۸۷. گزینه ۲ PET در شرایط مناسب با متانول واکنش می‌دهد و به مواد مفیدی تبدیل می‌شود.

۲۸۸. گزینه ۳ با وجود غلظت بالای پتاسیم پرمنگنات و دمای بالا باز هم بازده واکنش همچنان مطلوب نیست.

شیمی دوازدهم فصل چهار



تغییر عدد اکسایش C در تبدیل پارازایلن به ترفتالیک اسید = ۶

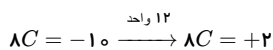
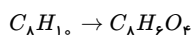


تغییر عدد اکسایش Mn در تبدیل MnO_4^- به MnO_2 = ۳

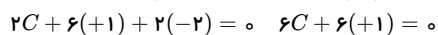
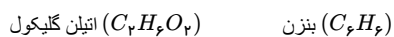
۲۸۹. گزینه ۳ پاسخ درست پرسش‌ها:

(الف)

ترفتالیک اسید → پارازایلن



پرسش ب)



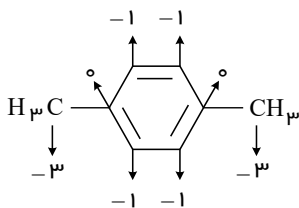
پرسش پ)

$$\frac{\text{جرم} \text{ (ترفتالیک اسید)} (C_8H_6O_4)}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{بازده درصدی} \times \text{جرم}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{31,8}{1 \times 106} = \frac{116,2 \times \frac{R}{100}}{1 \times 166} \Rightarrow R = 42,8\%$$

۲۹۰. گزینه ۴ تنها عبارت (پ) نادرست است.

بررسی عبارت‌ها:

عبارت الف) مجموع اعداد اکسایش اتم‌های کربن در هر مولکول پارازایلن برابر ۰- است.



عبارت ب) از تقطیر نفت خام می‌توان بنزن، اتن و پارازایلن را به‌دست آورد.

عبارت پ) گاز اتن در اثر واکنش با محلول آبی و رقیق پتاسیم پرمنگنات در شرایط مناسب به اتیلن گلیکول تبدیل می‌شود.

بنابراین:

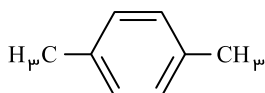
$$\text{درصد جرمی کربن در استیک اسید} = \frac{12n}{14n + 32} \times 100 = \frac{24}{(14 \times 2) + 32} \times 100 = \frac{24}{60} \times 100 = 40\%$$

$$\text{درصد جرمی کربن در اتیل استات} = \frac{12n}{14n + 32} \times 100 = \frac{12 \times 4}{(14 \times 4) + 32} \times 100 = \frac{48}{88} \times 100 = 54,5$$

$$\frac{\text{تعداد پیوندهای استیک اسید}}{\text{تعداد پیوندهای اتیل استات}} = \frac{3n + 2}{3n + 2} = \frac{3 \times 2 + 2}{3 \times 4 + 2} = \frac{8}{14} = \frac{4}{7}$$

گزینه ۴، نادرست. تعداد پیوندها در استرها و کربوسیلیک اسیدها برابر $3n + 2$ است. بنابراین:

۲۹۶. گزینه ۳ بررسی موارد با توجه به ساختار پارازایلن:



مورد «آ»: درست. فرمول مولکولی آن C_8H_{10} و تعداد پیوندهای آن ۲۱ است.

مورد «ب»: نادرست. این ماده هم از نفت خام به دست می آید و هم از قطران زغال سنگ.

مورد «پ»: درست. کربن های حلقه که دارای گروه متیل هستند، عدد اکسایش آن ها صفر است.

مورد «ت»: درست. بین گروه های متیل از هر طرف دو کربن وجود دارد.

۲۹۷. گزینه ۳ زیرا پارازایلن دارای فرمول C_8H_{10} است و ترفتالیک اسید تبدیل می شود. واکنش کلی به صورت زیر است:



عدد اکسایش کربن حلقه بنزنی تغییر نمی کند و فقط عدد اکسایش کربن گروه های متیل هر کدام ۶ درجه افزایش دارد و از منفی ۳ به مثبت ۳ افزایش دارد و به ازای تبدیل هر مولکول پارازایلن به ترفتالیک اسید در مجموع عدد اکسایش اتم های کربن ۱۲ درجه افزایش می یابد. همچنین از پتاسیم پرمنگنات به عنوان اکسنده استفاده می شود و عدد اکسایش منگنز از ۷ به ۴ کاهش می یابد.

۲۹۸. گزینه ۲ مجموع عدد اکسایش کربن ها در ترفتالیک اسید برابر ۲ است.

$$C_8H_6O_4 \Rightarrow 8C + 6 - 8 = 0 \Rightarrow 8C = +2$$

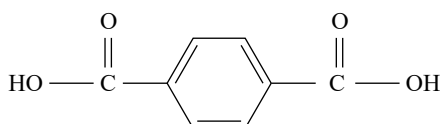
و مجموع عدد اکسایش کربن ها در پارازایلن برابر ۱۰- است.

$$C_8H_{10} \Rightarrow 8C + 10 = 0 \Rightarrow 8C = -10$$

قطبیت ترفتالیک اسید به دلیل داشتن گروه های عاملی کربوکسیل از پارازایلن بیشتر است.

تنوع عدد اکسایش ترفتالیک اسید با پارازایلن برابر است.

در هر دو ۳ نوع عدد اکسایش برای کربن ها وجود دارد.



۲۹۹. گزینه ۴ در پارازایلن هر کربن متیل در تبدیل به کربوکسیلیک از عدد اکسایش ۳- به ۳+ می رسد، یعنی ۶ درجه و چون دو گروه متیل در این واکنش اکسایش می یابند، پس در مجموع ۱۲ درجه تغییر درجه خواهیم داشت.

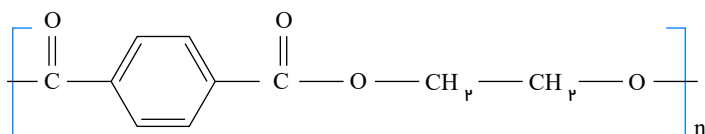
هر پتاسیم پرمنگنات در تبدیل به منگنز (IV) اکسید نیز ۳ درجه تغییر می کند (از ۷+ تا ۴+)

در نتیجه به ازای تبدیل هر مول پارازایلن به ترفتالیک اسید ۴ مول پتاسیم پرمنگنات نیاز است، یعنی ضریب پارازایلن (۱) و ضریب پتاسیم پرمنگنات نیز (۴) خواهد بود.

$$\frac{\text{پارازایلن } 10,6g}{106 \times 1} = \frac{xgKMnO_4}{4 \times 158} \Rightarrow x = 63,2gKMnO_4$$

۳۰۰. گزینه ۱ بررسی گزینه ها:

گزینه ۱، نادرست: در واحد تکرار شونده PET تعداد اتم های کربن دو برابر پیوندهای دوگانه است.



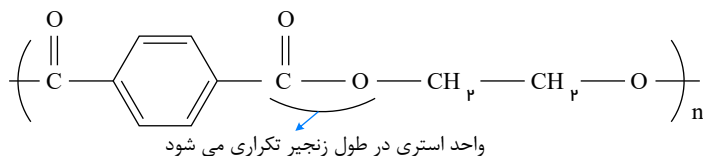
گزینه ۲، درست. این واکنش حتی در دمای بالا نیز دشوار است و به کمک اکسیژن هوا و کاتالیز گرهای مناسب می توان بازده را بهبود بخشید.

گزینه ۳، درست. عدد اکسایش کربن در اتن (۲-) و در اتیلن گلیکول (۱-) است.

گزینه ۴، درست.

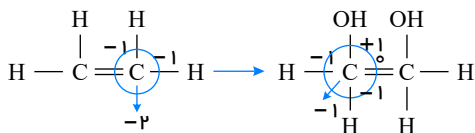
۳۰۱. گزینه ۳

مورد «آ» درست. با توجه به ساختار این پلیمر مشاهده می‌شود که عامل استری در آن وجود دارد.



مورد «ب» نادرست. این مواد را نمی‌توان مستقیماً از نفت خام تهیه کرد. در نفت خام پارازیلین و اتن وجود دارد. به کمک اکسنده می‌توان پارازیلین را به ترفتالیک اسید، پارازیلین می‌باشد.

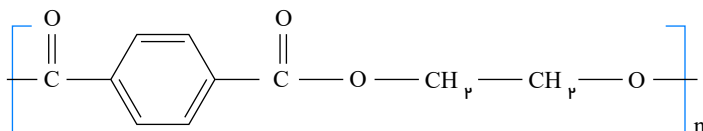
مورد «ت» درست. عدد اکسایش هر کربن از ۲- به ۱- افزایش یافته است، یعنی ۱ واحد تغییر کرده است.



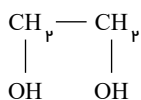
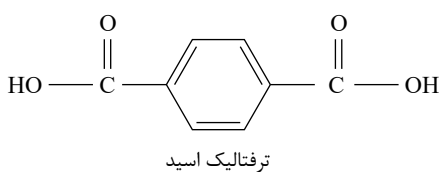
مورد «ث» نادرست. شیمی‌دان‌ها در پی یافتن شرایطی آسان‌تر برای انجام این واکنش با بازده بالا هستند و دریافته‌اند که استفاده از اکسیژن هوا و کاتالیزگرهای مناسب می‌تواند راهگشا باشد.

۳۰۲. گزینه ۴

پلیمر سازنده بطری آب، پلی‌اتیلن ترفتالات (PET) است که دارای ساختار زیر است.



این پلیمر یک پلی‌استر است که واحدهای سازنده آن، دی‌الکل اتیلن گلیکول (دی‌الکل) و ترفتالیک اسید (دی‌اسید) است.



اتیلن گلیکول

۳۰۳. گزینه ۳ بررسی موارد:

مورد «آ» نادرست. عدد اکسایش منگنز از ۷+ به ۴+ کاهش می‌یابد، بنابراین یون پرمنگنات به‌صورت اکسنده عمل می‌کند.

مورد «ب» نادرست. عدد اکسایش کربن‌هایی از حلقه متصل به گروه عاملی (COOH) صفر است، در حالی که عدد اکسایش سایر کربن‌های حلقه برابر ۱- است.

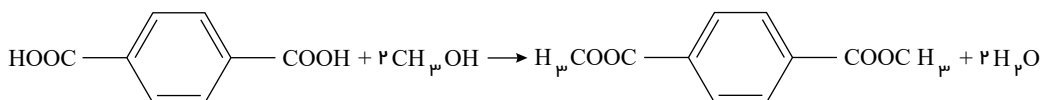
مورد «پ» درست. عدد اکسایش کربن از ۳- به ۳+ تغییر یافته و به میزان ۶ واحد افزایش می‌یابد.

مورد «ت» درست. پلیمر PET همانند پلیمرهای ساختاری دیگر، ماندگاری زیادی در طبیعت دارد.

۳۰۴. گزینه ۲

جرم مولی دی‌استر: ۱۹۴

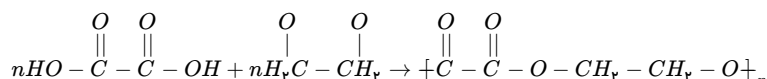
جرم مولی متانول: ۳۲



$$3,88 \times \frac{1 \text{ mol دی‌استر}}{194 \text{ g دی‌استر}} \times \frac{2 \text{ mol متانول}}{1 \text{ mol دی‌استر}} \times \frac{32 \text{ g}}{1 \text{ mol متانول}} = 1,28 \text{ g}$$

۳۰۵. گزینه ۲

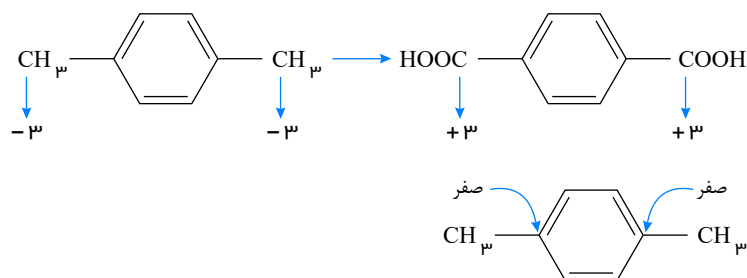
واکنش اگر الیک اسید و اتیلن گلیکول به‌صورت زیر است:



۳۰۶. گزینه ۳ بررسی موارد:

مورد «آ» نادرست. بنزن، اتیلن گلیکول و اتانول از فرآوری نفت خام، در شرکت‌های پتروشیمیایی تولید می‌شوند و به‌طور مستقیم از نفت خام به‌دست نمی‌آیند.

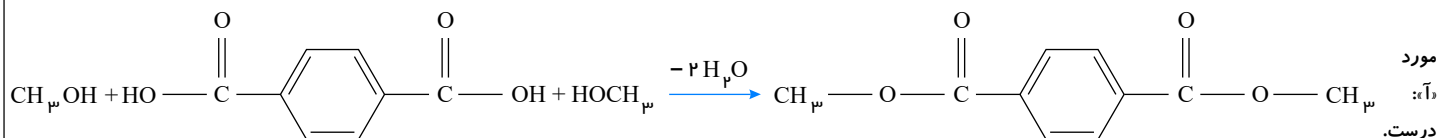
مورد «ب» درست.



مورد «پ» درست.

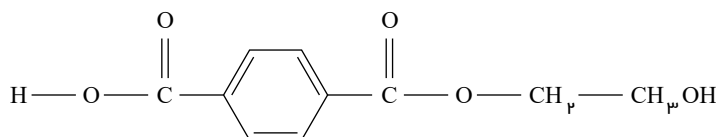
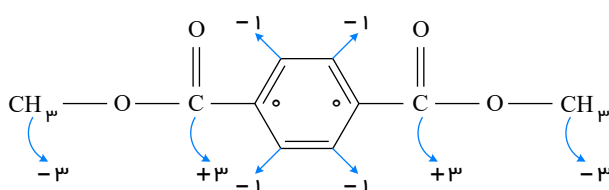
مورد «ت» درست. انحلال پذیری اتیلن گلیکول از ترفتالیک اسید در آب بیش تر است (زیرا بخش ناقطبی آن کوچک تر است).

۳۰۷. گزینه ۲ معادله واکنش چنین است:



مورد «ب» درست.

مورد «پ» نادرست. زیرا مونومر لازم برای تهیه PET و تولید بطری به صورت زیر است.



مورد «ت» نادرست. در فرآورده حاصل فقط دو گروه عاملی استری وجود دارد.

۳۰۸. گزینه ۳ بررسی گزینه ها:

گزینه ۱، نادرست. باید با یک اکسندۀ مانند MnO_4^- واکنش دهد تا فرآورده ایجاد شود.

گزینه ۲، نادرست. MnO_4^- اکسندۀ است و در واکنش تبدیل به MnO_2 می شود و پارازایلن هم تبدیل به ترفتالیک اسید می شود.

گزینه ۳، درست. اتن کاهنده هست و هنگام واکنش با MnO_4^- که اکسندۀ است تبدیل به اتیلن گلیکول می شود.

گزینه ۴، نادرست. اتیلن گلیکول تحت شرایط خاص تبدیل به PET یا پلی اتیلن ترفتالات می شود.

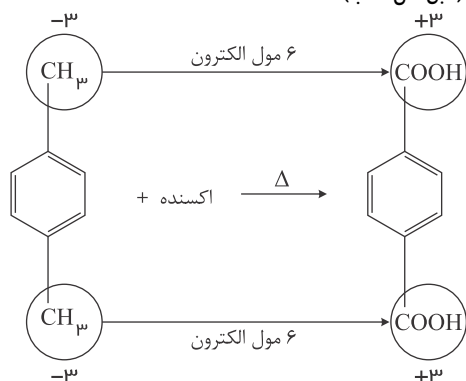
۳۰۹. گزینه ۳ اتیلن گلیکول و ترفتالیک اسید در نفت خام وجود ندارند و باید از طریق واکنش های شیمیایی در صنعت تولید شوند. (گزینه ۱)

پت پلی استری است که از واکنش پلیمر شدن اتیلن گلیکول با ترفتالیک اسید به دست می آید. (گزینه ۲)

پارازایلن را می توان در دمای بالا و در حضور کاتالیز گر پتاسیم پرمنگنات به ترفتالیک اسید تبدیل کرد. (گزینه ۴)

۳۱۰. گزینه ۳ اکسیژن نقش اکسندۀ را دارد و مولکول پارازایلن است که نقش کاهنده را در کنار اکسندۀ های گوناگونی که ما می توانیم برای تبدیل این ماده به ترفتالیک اسید به عنوان یک مونومر استفاده کنیم، به عهده دارد.

۳۱۱. گزینه ۳ طبق شکل زیر تنها عدد اکسایش کربن شاخه های متیل تغییر می کند که مجموعاً ۱۲ مول الکترون به ازای هر مول پارازایلن (C_8H_{10}) مبادله خواهد شد. بعلاوه در این فرآیند عدد اکسایش منگنز نیز از عدد ۷ به ۴+ تغییر می کند که تبادل ۳ مول الکترون را به ازای هر مول پتاسیم پرمنگنات نشان می دهد. (طبق متن کتاب).



لذا برای اکسایش هر مول پارازایلن به ۴ مول پتاسیم پرمنگنات نیاز است. (در محاسبات زیر pz همان پارازایلن است).

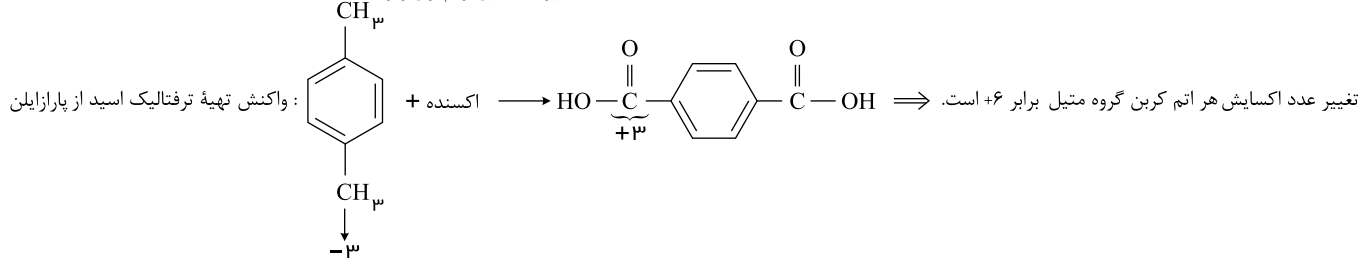
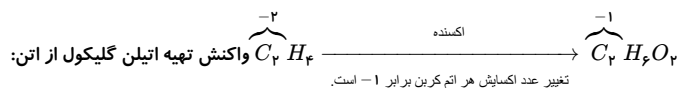
$$x g_{KMnO_4} = 53 g_{pz} \times \frac{1 \text{ mol } pz}{106 g_{pz}} \times \frac{4 \text{ mol } KMnO_4}{1 \text{ mol } pz} \times \frac{158 g_{KMnO_4}}{1 \text{ mol } KMnO_4} = 316 g_{KMnO_4}$$

$$x \text{ mol } e^- = 53 g_{pz} \times \frac{1 \text{ mol } pz}{106 g_{pz}} \times \frac{12 \text{ mol } e^-}{1 \text{ mol } pz} = 6 \text{ mol } e^-$$

۳۱۲. گزینه ۲ عبارت‌های «الف»، «ب» و «ت» درست هستند.

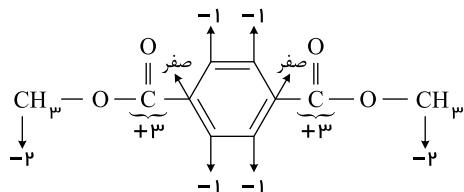
بررسی تمام عبارت‌ها:

الف) واکنش‌ها به صورت زیر است:



ب) در هر دو واکنش از پتاسیم پرمنگنات به عنوان اکسنده استفاده می‌شود.

پ) ترکیب حاصل به صورت روبه‌رو است:

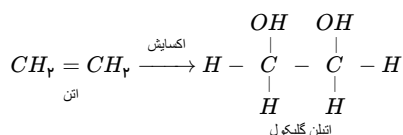


همان‌طور که می‌بینید علاوه بر عدد اکسایش‌های (۳-) و (۲+)، عدد اکسایش‌های صفر و (۱-) هم دیده می‌شود.

ت) عدد اکسایش منگنز در یون پرمنگنات و عدد اکسایش کربن در یون کربن را محاسبه می‌کنیم:

$$\begin{aligned} MnO_4^- : x + 4(-2) &= -1 \Rightarrow x = +7 \\ CO_3^{2-} : x + 3(-2) &= -2 \Rightarrow x = +4 \end{aligned} \Rightarrow \text{نسبت} = \frac{7}{4} = 1,75$$

۳۱۳. گزینه ۱

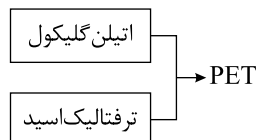


اتن دارای ۶ پیوند کووالانسی است و عدد اکسایش کربن در آن (۲-) است در حالی که در اتیلن گلیکول ۹ پیوند کووالانسی وجود دارد و عدد اکسایش کربن در آن (۱-) خواهد بود.

۳۱۴. گزینه ۲ مورد دوم و سوم نادرست‌اند.

بررسی همه عبارت‌ها:

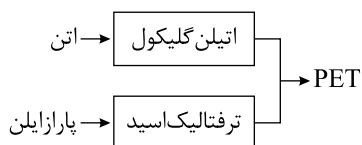
• مورد اول:



• مورد دوم: خیر. زیرا یون پرمنگنات غلیظ همه شرایط تبدیل پارازایلن به ترفتالیک اسید را محیا نمی‌کند. مگر آنکه دمای مخلوط واکنش بالا باشند. در آن صورت باز هم بازده واکنش مطلوب نخواهد بود.

• مورد سوم: این پلیمر همه مانند سایر پلیمرهای سنتزی ماندگاری بالایی دارد و در طبیعت خیلی خیلی کند تجزیه می‌شود.

• دقیقاً. اتن و پارازایلن که طبق نمودار زیر در تهیه PET به کار می‌روند، از تقطیر نفت خام به دست می‌آیند.

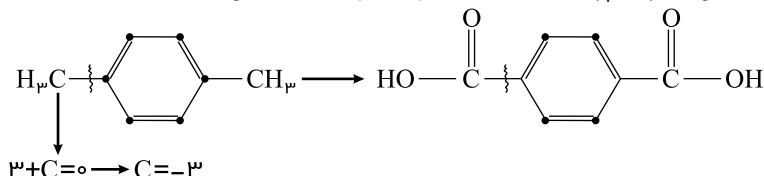


۳۱۵. گزینه ۳ بررسی عبارت‌های نادرست:

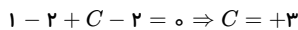
الف) اتن هم مانند بنزن و مشتقات آن از تقطیر نفت خام به دست می‌آید.

(ب) محلول آبی رقیق پتاسیم پرمنگنات برای تبدیل اتن به اتیلن گلیکول به کار می رود.

(ت)



وضعیت اتم‌های کربن حلقه بنزن که در هر دو ترکیب یکسان و بدون تغییر ماده. برویم سراغ کربن‌های هایلایت شده:



* تغییر عدد اکسایش برای دو کربن مشخص شده در ساختار پارازایلن: $2(6) = 12$

۳۱۶. گزینه ۲ بررسی سایر گزینه‌ها:

(۱) پارازایلن از تقطیر نفت خام به دست می آید و بعد با اکسایش آن در حضور محلول پرمنگنات ترفتالیک اسید تولید می شود.

(۲) پارازایلن نه! ترفتالیک اسید که با اکسایش پارازایلن تولید می شود.

مونومر سازنده PET است.

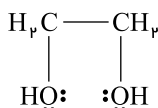
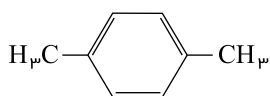
(۴) ترفتالیک اسید و اتیلن گلیکول $\leftarrow$ پلی اتیلن ترفتالات

البته اتیلن گلیکول همه از اتن به دست می آید.

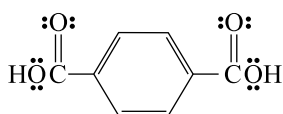
۳۱۷. گزینه ۲

بررسی همه گزینه‌ها:

(۱) جفت الکترون‌های ناپیوندی پارازایلن: ۰



جفت الکترون‌های ناپیوندی اتیلن گلیکول: ۴



نکته: در واقع تعداد جفت الکترون ناپیوندی اتیلن گلیکول (۴)، نصف تعداد الکترون ناپیوندی ترفتالیک اسید (۸) است $\rightarrow$

(۲) دقیقاً به خاطر گروه هیدروکسیل (هیدروژن متصل به اکسیژن) توانایی برقراری پیوند هیدروژانی را دارد $\rightleftharpoons$ در آب محلول است.

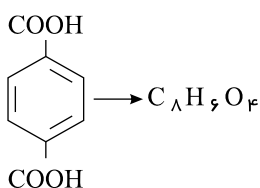
(۳) خیر. انحلال آن در آب یونی نیست $\rightleftharpoons$ محلول آن الکترولیت نمی باشد.

(۴) اتیلن گلیکول دارای (۲ کربن) و ۲ گروه عاملی هیدروکسیل و اتانول دارای یک گروه عاملی هیدروکسیل با همان تعداد اتم کربن است. پس می توان نتیجه گرفت انحلال اتیلن گلیکول به دلیل پیوند هیدروژنی بیشتر و قوی تر با آب نسبت به اتانول بیشتر است.

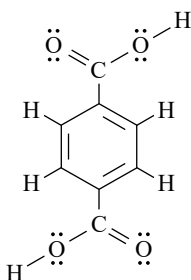
۳۱۸. گزینه ۴ بررسی عبارت‌ها:

عبارت اول درست است.

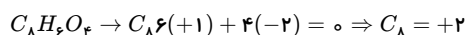
عبارت دوم درست است:



عبارت سوم درست است. در ساختار آن ۲۳ پیوند کووالانسی و ۱۶ الکترون ناپیوندی وجود دارد:



عبارت چهارم نادرست است:



عبارت پنجم درست است.

۳۱۹. گزینه ۳ این واکنش را موازنه می‌کنیم و به‌صورت زیر می‌نویسیم:



$$\text{درصد خلوص} = \frac{\text{خالص}}{\text{ناخالص}} \times 100 \rightarrow 53 = \frac{\text{خالص}}{200} \times 100 \rightarrow 106g C_8H_{10}$$

$$106g C_8H_{10} \times \frac{1 mol C_8H_{10}}{106g C_8H_{10}} \times \frac{4 mol KOH}{1 mol C_8H_{10}} = 4 mol KOH \xrightarrow[\text{حجم ظرف}]{\div 10} 0.4 \frac{mol}{L} KOH$$

$$pOH = -\log^{0.4} \rightarrow pH - (2 \log^2 + \log^{10^{-1}}) = 0.4$$

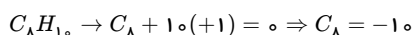
$$pH + pOH = 14 \rightarrow PH = 13.6$$

۳۲۰. گزینه ۲ بررسی موارد:

عبارت اول نادرست است. C_8H_{10} فرمول مولکولی آن است $\leftarrow C_{10}H_8$ نفتالن است.

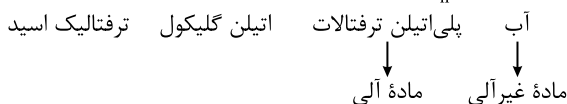
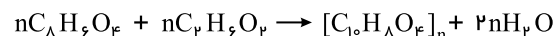
عبارت دوم نادرست است. می‌توان آن را به‌طور مستقیم از نفت به‌دست آورد.

عبارت سوم درست است.



عبارت چهارم درست است.

۳۲۱. گزینه ۲ واکنش تولید پلی‌اتیلن ترفتلات را می‌توان به‌صورت زیر در نظر گرفت:



$$C_{10}H_8O_4 \text{ جرم مولی} \rightarrow 10(12) + 8 + 4(16) = 192g \xrightarrow{\times 1000} 192000$$

$$2n H_2O \rightarrow 2000 \times 18 = 36000$$

$$\frac{36000}{192000 + 36000} \times 100 = 15.8\%$$

۳۲۲. گزینه ۱ بررسی موارد:

مورد اول نادرست است. بطری آب از پلی‌اتیلن ترفتلات «PET» به همراه برخی افزودنی‌ها ساخته می‌شود.

مورد دوم درست است. از واکنش اتیلن گلیکول « C_2H_4O » و ترفتالیک اسید در شرایط مناسب می‌توان پلی‌اتیلن ترفتلات را سنتز کرد.

مورد سوم نادرست است. پلی‌اتیلن ترفتلات پلیمری از خانواده پلی‌استرها است.

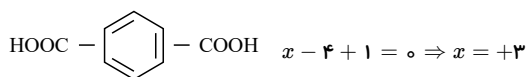
مورد چهارم نادرست است. اتیلن گلیکول و ترفتالیک اسید در نفت خام وجود ندارد و نمی‌توان آن‌ها را به‌طور مستقیم از نفت خام به‌دست آورد.

۳۲۳. گزینه ۴ بررسی موارد:

مورد الف) درست. CO_2 یکی از گازهای گلخانه‌ای است که در خودروها در حضور مبدل‌های کاتالیستی تولید می‌شود.

مورد ب) درست. آمونیاک یکی از فرآورده‌های پتروشیمی است.

مورد پ) درست. اندازه تغییر عدد اکسایش منگنز در واکنش تهیه ترفتالیک اسید ۳ است که با عدد اکسایش کربن در گروه کربوکسیل $COOH$ مربوط به ترفتالیک اسید برابر است.



مورد ت) درست. در واکنش تولید $P \cdot E \cdot T$ مولکول‌های آب نیز تولید می‌شود که برای تولید اتانول (ماده ضد عفونی‌کننده) از واکنش آب با اتن استفاده می‌کنند.

۳۲۴. گزینه ۲ بررسی گزینه‌ها:

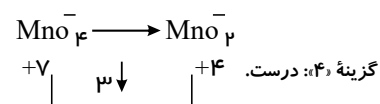
گزینه ۱: درست. فرمول مولکولی ترفتالیک اسید $C_8H_6O_4$ است و مجموع عدد اکسایش اتم‌های کربن برابر است با:

$$8x + 6 - 8 = 0 \Rightarrow 8x = +2$$

گزینه ۲: نادرست ($C_8H_6O_4 = 166$)

$$0.1 mol \times \frac{1 mol \text{ ترفتالیک اسید}}{1 mol \text{ پارازالین}} \times \frac{166g}{1 mol \text{ ترفتالیک اسید}} = 16.6g$$

گزینه ۳: درست.



۳۲۵. گزینه ۳ مثال داده شده پلیمر پلی اتیلن ترفتالات است.

کاربرد آن: تولید بطری آب

مونومرهای سازنده آن: ترفتالیک اسید

اتیلن گلیکول (۱ و ۲-اتان دی‌آل)

۳۲۶. گزینه ۲ مجموع اعداد اکسایش اتم‌های کربن در اتیلن گلیکول $C_2H_6O_2$

$$C_2 + 6(+1) + 2(-2) = 0 \rightarrow C_2 = -2$$

بررسی گزینه‌ها:

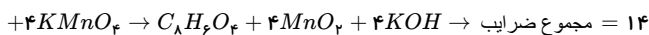
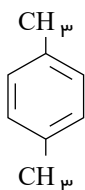
$$C_6H_6 \rightarrow C_6 + 6(+1) = 0 \rightarrow C_6 = -6 : 1 \text{ گزینه}$$

$$C_2H_2 \rightarrow C_2 + 2(+1) = 0 \Rightarrow C_2 = -2 : 2 \text{ گزینه}$$

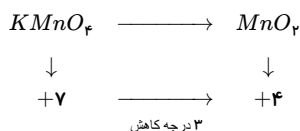
$$C_2H_4 \rightarrow C_2 + 4(+1) = 0 \Rightarrow C_2 = -4 : 3 \text{ گزینه}$$

$$C_{10}H_8 + 8(+1) = 0 \Rightarrow C_{10} = -8 \leftarrow C_{10}H_8 : 4 \text{ گزینه}$$

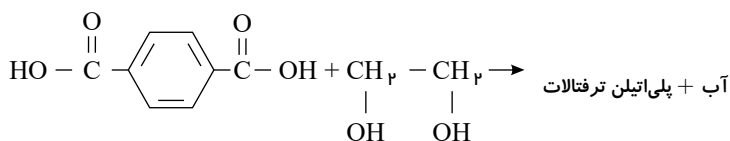
۳۲۷. گزینه ۱



بررسی گزینه ۴:



۳۲۸. گزینه ۲



۳۲۹. گزینه ۴ ساختار (۱) ترفتالیک اسید است و در نفت خام وجود ندارد.

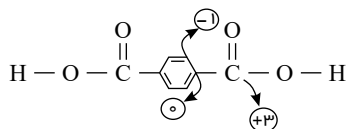
بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه ۱: فرمول مولکولی ساختار (۱) $C_8H_8O_4$ و فرمول مولکولی آسپرین $C_9H_8O_4$ می‌باشد و پیداست که در یک گروه CH_3 (۱۴ گرم بر مول) با هم تفاوت دارند.

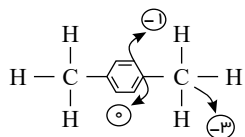
گزینه ۲: با توجه به فرمول مولکولی اتیل بوتانوات $(C_6H_{12}O_2)$ و فرمول مولکولی پارازیلن (C_8H_{10}) هر دو مولکول دارای ۱۸ اتم H و C می‌باشند.

گزینه ۳: درست

ساختار ۱:

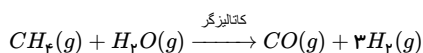


ساختار ۲:

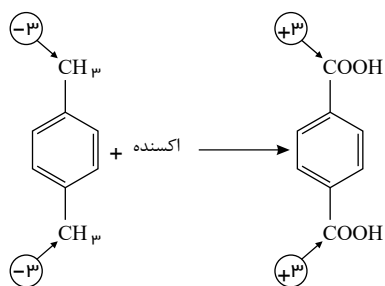


۳۳۰. گزینه ۲ بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه ۱) واکنش بخار آب و گاز متان در حضور کاتالیزگر به صورت زیر است:



گزینه ۳



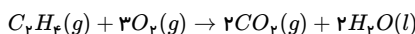
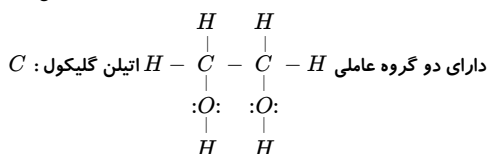
مجموع تغییر عدد اکسایش اتم های کربن برابر ۱۲ است.

گزینه ۴) اتیل اتانوات (اتیل استات) نوعی حلال چسب است.

۳۳۱. گزینه ۳

A: ترفتالیک اسید:

B: اتن:



اتن بر اثر یک اکسنده به اتیلن گلیکول تبدیل می شود.

$$?LCO_2 = 1molC_2H_4 \times \frac{2molCO_2}{1molC_2H_4} \times \frac{22.4L}{1mol} = 44.8LCO_2$$

۳۳۲. گزینه ۲ مورد اول و دوم نادرست هستند.

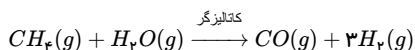
بررسی موارد:

مورد اول: مواد واکنش دهنده برای این واکنش در دسترس نیستند، از این رو نخست باید آن ها را تولید و سپس به متانول تبدیل کرد.

مورد دوم: عدد اکسایش هیدروژن از «صفر» به «۱+» افزایش می یابد بنابراین هیدروژن ضمن انجام این واکنش، اکسایش یافته و نقش کاهنده را دارد.

مورد سوم: عدد اکسایش اتم کربن از «۲+» به «۲-» می رسد، بنابراین چهار واحد تغییر می کند.

مورد چهارم: واکنش دهنده های این واکنش را می توان از واکنش زیر تهیه کرد:



۳۳۳. گزینه ۴ بررسی سایر گزینه ها:

گزینه ۱: فراوان ترین عضو گروه الکل ها، اتانول است نه متانول!

گزینه ۲: در مقیاس صنعتی از واکنش هیدروژن و کربن مونوکسید تولید می شود.

گزینه ۳: گاز متان با اکسیژن در حضور کاتالیزگر واکنش داده و به متانول تبدیل می شود نه مواد واکنش دهنده برای تولید آن.

۳۳۴. گزینه ۴ مونومرهای سازنده این پلیمر، اتیلن گلیکول (دی الکل) و ترفتالیک اسید (دی اسید) می باشند که ساختار آن ها به صورت زیر است:

نام ترکیب	فرمول ساختاری	فرمول مولکولی	جرم مولی ($g \cdot mol^{-1}$)
ترفتالیک اسید		$C_8H_6O_4$	۱۶۶
اتیلن گلیکول		$C_2H_6O_2$	۶۲

بررسی موارد:

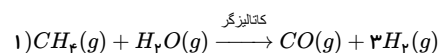
مورد اول: با توجه به ساختار مونومرهای سازنده آن این گزینه درست است.

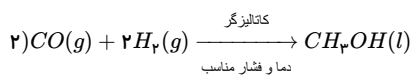
مورد دوم: این پلیمر در واحد تکرارشونده خود دارای گروه عاملی استری است.

مورد سوم: پتاسیم پرمنگنات اکسنده ای است که محلول غلیظ آن در شرایط مناسب پارازیلن را بازده نسبتاً خوب به ترفتالیک اسید تبدیل می کند.

مورد چهارم: تفاوت جرم مولی آن ها برابر $104g \cdot mol^{-1} (166 - 62)$ است.

۳۳۵. گزینه ۴





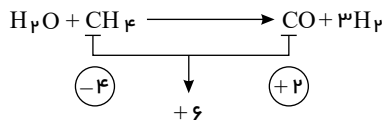
بررسی گزینه‌ها:

گزینه ۱: گاز A گاز CO بوده و میل ترکیبی هموگلوبین خون با این گاز بیش از ۲۰۰ برابر گاز اکسیژن است.

گزینه ۲: متانول مایعی بی‌رنگ و بسیار سمی است و در تبدیل PET به موادی مفید کاربرد دارد.

گزینه ۳: در واکنش (۲) عدد اکسایش H از صفر به (+۱) افزایش یافته و این گاز نقش کاهندگی دارد.

گزینه ۴: اندازه تغییر عدد اکسایش C در واکنش (۱) برابر ۶ است.



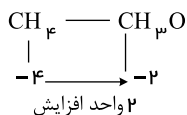
۳۳۶. گزینه ۲ به دلیل شرایط سخت، تولید اتان را از اتن صرفه اقتصادی ندارد.

۳۳۷. گزینه ۳ موارد «آ»، «پ» و «ت» درست‌اند.

از آنجا که اکسایش پارازایلن به ترفتالیک اسید دشوار انجام می‌گیرد، حتی با افزایش دما بازده واکنش افزایش نمی‌یابد. برای افزایش بازده بایستی از اکسیژن هوا و کاتالیز گرهای مناسب استفاده کرد.

۳۳۸. گزینه ۳

در مورد «ت» در تبدیل گاز متان به متانول عدد اکسایش کربن از -۴ به -۲ افزایش می‌یابد.



۳۳۹. گزینه ۴ بررسی موارد:

مورد «آ» درست. در این واکنش CO و H₂ تولید می‌شود.

مورد «ب» درست. فراورده واکنش متانول است که بی‌رنگ و سمی است.

مورد «پ» نادرست. در واکنش (۱) عدد اکسایش کربن از (+۲) به (-۲) می‌رسد، ولی در واکنش (۲) عدد اکسایش کربن از (-۴) به (+۲) می‌رسد.

مورد «ت» درست. علاوه بر روش بازیافت فیزیکی (ذوب و قالب‌گیری مجدد) بازیافت شیمیایی PET نیز وجود دارد که برای آن متانول جزو واکنش‌دهنده‌ها است.

۳۴۰. گزینه ۴ هر چهار مورد نادرست است.

بررسی موارد:

مورد «آ» نادرست. زیرا در دمای اتاق، با وجود یون پرمنگات نیز واکنش از بازده مطلوبی برخوردار نیست.

مورد «ب» نادرست. زیرا در صنعت متانول را از اثر دادن گاز CO بر H₂ در شرایط مناسب به‌دست می‌آورند.

مورد «پ» نادرست. زیرا PET زیست‌تخریب‌ناپذیر است، اما قابل بازیافت می‌باشد.

مورد «ت» نادرست. زیرا CH₄ یک هیدروکربن سیر شده واکنش‌پذیری بسیار کمی دارد.

۳۴۱. گزینه ۳

بررسی عبارت‌ها:

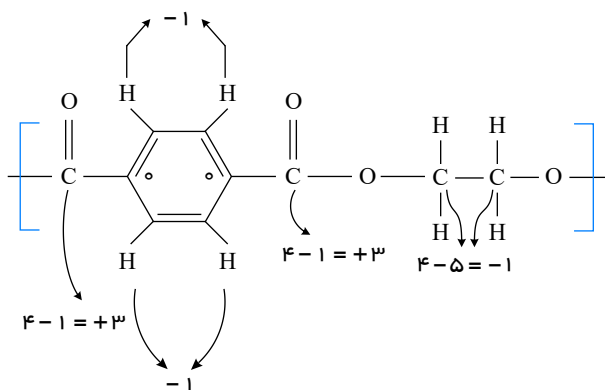
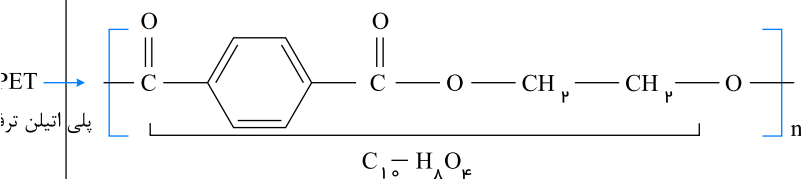
عبارت «آ» درست.

عبارت «ب» درست.

عبارت «پ» درست.

عبارت «ت» نادرست. مجموع اعداد اکسایش کربن‌ها ۰ است.

۰ = ۳ - ۱ - ۱ + ۰ + (-۱ - ۱ - ۱ - ۱) + ۰ = ۳ + ۰ = مجموع اعداد اکسایش کربن‌ها



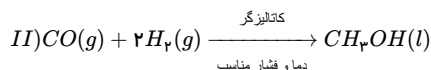
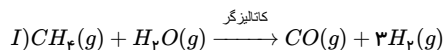
۳۴۲. گزینه ۳ موارد «آ و پ»

بررسی سایر موارد:

مورد «ب»: در تهیه متانول از کربن مونواکسید و گاز هیدروژن فشار لازم ۳۰ الی ۵۰ اتمسفر است.

مورد «ت»: در تهیهٔ PET از اتن استفاده می‌شود.

۳۴۳. گزینه ۲



در واکنش (I)، عدد اکسایش کربن از -4 در CH_4 به $+2$ در CO می‌رسد، یعنی 6 درجه تغییر می‌کند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

(۱) در واکنش II عدد اکسایش هیدروژن از صفر به $+1$ افزایش یافته و نقش کاهنده را دارد.

(۳) گاز A گاز کربن مونوکسید است و میل ترکیبی آن با هموگلوبین خون بیش از 200 برابر اکسیژن می‌باشد.

(۴) متانول مایعی بی‌رنگ و بسیار سمی است و از آن می‌توان برای تبدیل پلیمر بطری آب (PET) به مونومرهای سازنده‌اش استفاده کرد.

۳۴۴. گزینه ۲ بررسی گزینه‌های نادرست:

(۱) درسته که واکنش‌پذیری متان کمه، اما ارزان بودن گاز متان و از طرف دیگر ضرورت تولید متانول برای استفاده در صنایع مختلف باعث می‌شود که روی فناوری و دانش تبدیل متان به متانول کار و سرمایه‌گذاری بشود.

(۳) ساده‌ترین عضو الکل‌ها: متانول (الکل چوب / سمی / بی‌رنگ)

معروف‌ترین عضو الکل‌ها: اتانول / غیرسمی / بی‌رنگ

(۴) در تولید غیرمستقیم متانول شرایط دمایی و فشار در هر مرحله دشوار است اما در تولید مستقیم به شرایط دمایی و فشار خاصی نیاز نیست. پس روش مستقیم تولید متانول به صرفه‌تر است.

۳۴۵. گزینه ۲ بررسی سایر گزینه‌ها:

(۱) متان جزء اصلی گاز طبیعی است و در میادین نفتی وجود دارد. اتن از تقطیر نفت خام به‌دست می‌آید.

(۳) تجزیه پلی‌اتیلن ترفتالات به مواد ساده و مفیدتر به متانول نیاز دارد.

(۴) PET پلی‌استر است. درست، اما ماندگاری بالایی در طبیعت دارد و به همین راحتی تجزیه نمی‌شود.

۳۴۶. گزینه ۱ همه عبارت‌های داده شده نادرست است.

بررسی همه عبارت‌ها:

الف) اتیلن گلیکول در نفت خام وجود ندارد اما پارازایلن چرا!

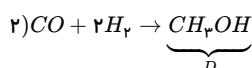
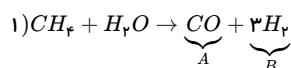
ب) برای تبدیل پارازایلن به ترفتالیک‌اسید اکسندۀ قوی پتاسیم‌پرمنگنات لازمه!

پ) طی تبدیل اتن به اتیلن گلیکول از اکسندۀ پتاسیم پرمنگنات رقیق استفاده می‌شود.

ت) ترفتالیک‌اسید $\xrightarrow{\Delta}$ اکسندۀ + پارازایلن

بازده واکنش نسبتاً خوب است.

۳۴۷. گزینه ۲



بررسی موارد:

مورد الف) درست. پایداری گاز A (کربن مونو اکسید) از کربن دی اکسید کمتر است.

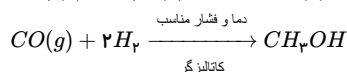
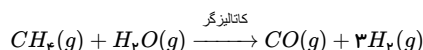
مورد ب) درست. در واکنش (۱) کربن از عدد اکسایش -4 در CH_4 به عدد اکسایش $+2$ در CO می‌رسد.

مورد پ) درست. ترکیب D متانول است که مایعی بی‌رنگ و سمی بوده و در تبدیل PET به مونومرهای سازنده‌اش کاربرد دارد.

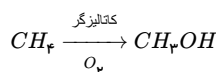
مورد ت) نادرست. CO در واکنش (۲) به متانول تبدیل می‌شود که عدد اکسایش آن از $+2$ به -2 می‌رسد و یک اکسندۀ به‌شمار می‌آید.

۳۴۸. گزینه ۳ بررسی سایر گزینه‌ها:

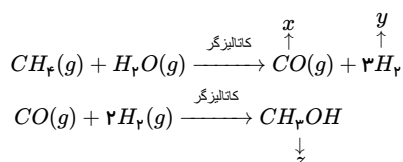
گزینه‌های (۱) و (۲) مراحل تولید غیرمستقیم رمتانول می‌باشد:



گزینه (۴) تولید مستقیم متانول:



۳۴۹. گزینه ۳



۳۵۰. گزینه ۳ موارد «الف»، «پ»، «ت» درست هستند.

بررسی گزینه نادرست:

مورد ب: عدد اکسایش اتم منگنز در یون پرمنگنات برابر ۷+ است که طی واکنش به منگنز (IV) اکسید تبدیل می شود؛ بنابراین تغییر عدد اکسایش آن برابر ۳ واحد است.