

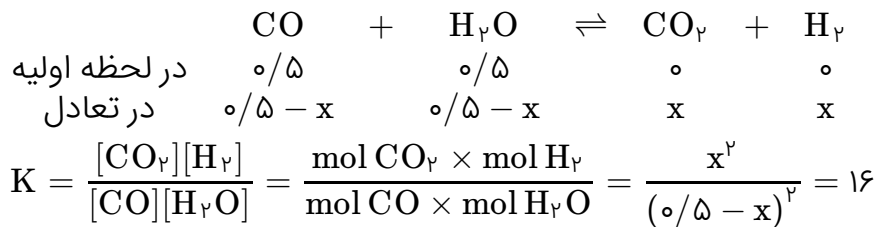


واسه دریافت سگفتانه بزین رولوگو 😊

منبع:

گزینه ۱

۱



با توجه به اینکه شمار مول‌های گازی در دو طرف معادله برابر است، می‌توانیم در عبارت ثابت تعادل، به جای غلظت مواد از مول آن‌ها استفاده کنیم.

$$\Rightarrow \begin{cases} \frac{x}{\text{°/۵} - x} = ۴ \Rightarrow x = \text{°/۴mol} \\ \frac{x}{\text{°/۵} - x} = -۴ \end{cases}$$

چون x نمی‌تواند منفی بدست آید پس این قابل قبول نیست

$$\text{غلظت مولی} = \frac{\text{°/۴mol}}{۲L} = \text{°/۲mol/L}$$

$$\text{کل مول فراورده} = x + x = ۲x = ۲ \times \text{°/۴} = \text{°/۸mol}$$

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۴۰۳

گزینه ۳

۲

الف: نادرست؛ الکل چوب همان متانول است که مایعی بی‌رنگ و سمی و ساده‌ترین عضو خانواده الکل‌ها است. الکل ضد عفونی‌کننده اتانول است که آن هم مایعی بی‌رنگ است.

ب: درست؛ ترفتالیک اسید یک اسید دو عاملی است که می‌تواند به عنوان مونومر سازنده پلی‌استر یا پلی‌آمید استفاده شود.

پ: نادرست؛ در واکنش تشکیل ترفتالیک اسید از پارازایلین یون پرمنگنات به عنوان اکسند استفاده می‌شود و تبدیل به منگنز IV اسید می‌شود.

ت: درست؛ منظور از زیست گاز، گاز متان ( $\text{CH}_4$ ) می‌باشد. از متان، متانول تهیه می‌شود که در بازیافت PET به کار می‌رود.

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۴۰۳

\* با اضافه شدن جامد بی‌اثر (براساس شکل)، حجم کاهش و فشار افزایش می‌یابد. افزایش فشار تعادل را به سمت مقدار مول گازی کمتر (واکنش رفت) پیش می‌برد.  
الف: نادرست؛ مقدار  $K$  تابع دماست.

ب: درست؛ ضرایب  $\text{NO}$  و  $\text{NO}_2$  یکسان است پس هر دو به یک اندازه تغییر مولی دارند.  
پ: درست؛ واکنش رفت پیش می‌رود و با کاهش حجم غلظت هرگونه افزایش می‌یابد.  
ت: نادرست؛ تعادل به سمت تعداد مول کمتر می‌رود پس تعداد مول‌های گازی کاهش می‌یابد.

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۴۰۳

بررسی عبارت‌ها:

الف: نادرست. واکنش، گرماگیر بوده و با افزایش دما، تعادل در جهت مصرف  $Q$  (واکنش رفت) جابه‌جا می‌شود و مخلوط، بی‌رنگ می‌شود.

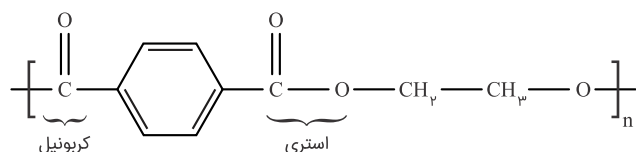
ب: نادرست. با کاهش حجم، غلظت زیاد می‌شود.  $\left(\frac{\text{مقدار مول}}{\text{حجم}} = \text{غلظت}\right)$

پ: درست. با افزایش مقدار  $\text{HI}$ ، تعادل در جهت برگشت جابه‌جا می‌شود و غلظت  $\text{H}_2$  و  $\text{I}_2$  به یک نسبت افزایش می‌یابد.  
ت: درست. اگر  $\frac{1}{10}$  مول  $\text{HI}$  از ظرف واکنش خارج شود، تعادل به راست جابه‌جا می‌شود که تا حد ممکن  $\text{HI}$  خارج شده را جبران کند. باتوجه به ضرایب استوکیومتری، تغییر مولی هریک از واکنش‌دهنده‌ها، در این جابجایی کمتر از  $\frac{1}{10}$  مول خواهد بود.

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۴۰۳

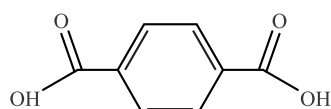


در واحد تکرارشونده PET (پلی اتیلن ترفتالات)، از یک سو، گروه عاملی کربونیل و از سوی دیگر، اکسیژنی قرار دارد که بخشی از گروه عامل استری است.



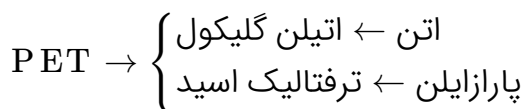
بررسی سایر گزینه‌ها:

(۲) ترفتالیک اسید، یک اسید کربوکسیلیک دو عاملی آروماتیک است که می‌تواند در ساخت پلی استر به کار رود.



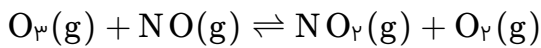
ترفتالیک اسید

(۳) مونومرهای سازنده PET، اتیلن گلیکول و ترفتالیک اسید هستند که به طور مستقیم نمی‌توان آن‌ها را از نفت خام به دست آورد. این موارد را می‌توان با استفاده از مواد خام اولیه که از نفت خام جداسازی می‌شوند، سنتز کرد.



(۴) استفاده از اکسیژن هوا و کاتالیزگرهای مناسب می‌تواند بازدهی واکنش سنتز ترفتالیک اسید از پارازایلن را افزایش دهد.

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۴۰۳



$$\text{شروع واکنش} \begin{cases} \text{O}_3 : 1 \\ \text{NO} : 1 \\ \text{NO}_2 : 0 \\ \text{O}_2 : 0 \end{cases}$$

$$\text{در تعادل} \begin{cases} \text{O}_3 : 1 - x \\ \text{NO} : 1 - x \\ \text{NO}_2 : x \\ \text{O}_2 : 0 \end{cases}$$

$$K = \frac{[\text{O}_2][\text{NO}_2]}{[\text{NO}][\text{O}_3]} = \frac{\frac{x}{2} \times \frac{x}{2}}{\frac{(1-x)}{2} \times \frac{(1-x)}{2}} = 9$$

$$\Rightarrow \frac{x}{1-x} = 3 \Rightarrow x = 0.75$$

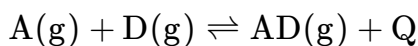
$$[\text{NO}_2] = [\text{O}_2] = \frac{0.75 \text{ mol}}{2 \text{ L}} = 0.375 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$$

$$n_{\text{NO}} = n_{\text{O}_3} = 1 - x = 1 - 0.75 = 0.25 \text{ mol}$$

$$\text{مجموع مول‌های گازی} = x + x + 1 - x + 1 - x = 2 \text{ mol}$$

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۴۰۳

واکنش گرماده است.



با افزایش دما، تعادل در جهت برگشت و کم شدن  $[\text{AD}]$  جابه‌جا می‌شود. بنابراین در دمای بالاتر  $[\text{AD}]$  کمتر است و  $T_1 > T_2$  می‌باشد. (رد گزینه‌های ۱ و ۲)  
در واکنش‌های گرماده، با افزایش دما،  $K$  کوچک‌تر می‌شود.

$$T_1 > T_2 \Rightarrow K_1 < K_2 \Rightarrow \frac{K_2}{K_1} > 1$$

در مورد گزینه ۴ نیز باید توجه داشت که مقدار  $K$  فقط به دما وابسته است و با تغییر مقدار واکنش‌دهنده‌ها تغییر نمی‌کند.

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۴۰۳

$$\text{NO}_2\text{Cl} \text{ مول مصرف شده} = 3/26 \text{ g} \times \frac{1 \text{ mol}}{81/5 \text{ g}} = 0/04 \text{ mol}$$

| $2\text{NO}_2\text{Cl} \rightleftharpoons \text{Cl}_2 + 2\text{NO}_2$ |      |      |            |
|-----------------------------------------------------------------------|------|------|------------|
| 0/06                                                                  | ۰    | ۰    | مول اولیه  |
| $0/06 - 2x$                                                           | $x$  | $2x$ | مول تعادلی |
| 0/02                                                                  | 0/02 | 0/04 | مول تعادلی |

$$\Rightarrow 2x = 0/04 \Rightarrow x = 0/02$$

$$K = \frac{[\text{Cl}_2][\text{NO}_2]^2}{[\text{NO}_2\text{Cl}]^2} = \frac{\left(\frac{0/02}{2}\right)\left(\frac{0/04}{2}\right)^2}{\left(\frac{0/02}{2}\right)^2} = \frac{(0/01)(0/02)^2}{(0/01)^2} = \frac{4 \times 10^{-4}}{1 \times 10^{-2}} = 0/04$$

$$\text{مجموع مول‌های گازی درون ظرف در حالت تعادل} = 0/02 + 0/02 + 0/04 = 0/08$$

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۴۰۳

مبدل کاتالیستی خودروهای بنزینی، آلاینده‌های CO، NO و  $\text{C}_x\text{H}_y$  خروجی از آگزوز خودروها را کاهش می‌دهند.

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۴۰۳

طبق اصل لوشاتلیه، واکنش تعادلی با کاهش غلظت یکی از مواد شرکت‌کننده در دمای ثابت، در جهتی پیش می‌رود که تا حد امکان مقداری از آن را تولید کند و به تعادل جدید برسد؛ اما در این جابه‌جایی،  $K$  ثابت می‌ماند؛ بنابراین با کاهش غلظت یکی از فرآورده‌ها (مواد سمت راست معادله) واکنش در جهت رفت پیش می‌رود تا به تعادل آغازی برسد.

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۳۹۸

الف) نادرست - باتوجه به اینکه شمار مول‌های گازی در دو طرف معادله برابر است، حجم ظرف و یا اینکه هر ذره معادل چند مول است، در محاسبه ثابت تعادل بی‌تأثیر است و می‌توان با استفاده از شمار ذره‌ها، ثابت تعادل را حساب کرد.

$$K = \frac{[AB]^2}{[A_2][B_2]}$$

$$= \frac{\left(\frac{\text{مقدار مول هر ذره} \times \text{شمار ذره‌های AB}}{V}\right)^2}{\left(\frac{\text{مقدار مول هر ذره} \times \text{شمار ذره‌های A}_2}{V}\right)\left(\frac{\text{مقدار مول هر ذره} \times \text{شمار ذره‌های B}_2}{V}\right)}$$

$$K = \frac{(\text{شمار ذره‌های AB})^2}{\text{شمار ذره‌های A}_2 \times \text{شمار ذره‌های B}_2} = \frac{8^2}{4 \times 4} = 4$$

ب) درست - طبق معادله واکنش، مقدار مول مصرفی  $A_2$  و  $B_2$  برابر است. در حالت تعادل نیز مقدار باقی‌مانده هر دو (۴ ذره) برابر است؛ بنابراین مقدار اولیه آن‌ها نیز برابر بوده است.

پ) درست - واکنش یا گرماگیر است یا گرماده، و با تغییر دما تعادل جابه‌جا خواهد شد. اگر تغییر دما تعادل را در جهت رفت جابه‌جا کند، رنگ محتویات داخل ظرف تیره‌تر و اگر تعادل را در جهت برگشت جابه‌جا کند، رنگ محتویات درون ظرف روشن‌تر می‌شود.

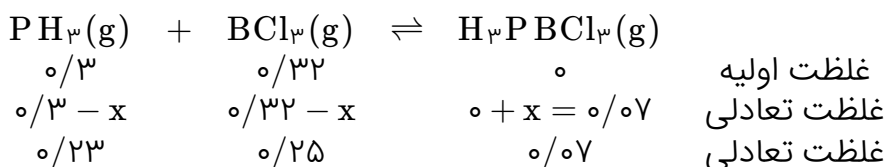
ت) نادرست - شمار مول‌های گازی در دو طرف معادله برابر است و تغییر فشار باعث جابه‌جایی تعادل نمی‌شود.

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۴۰۲

$$P H_3 \text{ غلظت اولیه} = \frac{40/8 \text{ g}}{4 \text{ L}} \times \frac{1 \text{ mol}}{34 \text{ g}} = 0/03 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$BCl_3 \text{ غلظت اولیه} = \frac{1/28 \text{ mol}}{4} = 0/32 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$H_3PBCl_3 \text{ غلظت تعادلی} = \frac{0/28 \text{ mol}}{4 \text{ L}} = 0/07 \text{ mol.L}^{-1}$$



$$K = \frac{[H_3PBCl_3]}{[PH_3][BCl_3]} = \frac{0/07}{(0/23)(0/25)} \simeq 1/22$$

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۴۰۲

واکنش  $N_2 + 2H_2 + Q \rightleftharpoons N_2H_4$  گرماگیر است و با افزایش دما تعادل به سمت راست جابه‌جا شده و ثابت تعادل بزرگ‌تر می‌شود.

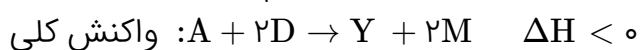
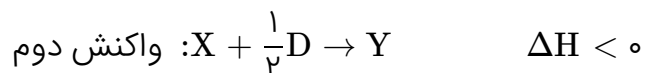
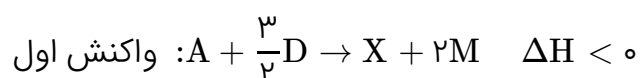
بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه ۱: ثابت تعادل با تغییر حجم ظرف یا تغییر غلظت مواد تغییر نمی‌کند.

گزینه ۲: واکنش  $2NO \rightleftharpoons N_2 + O_2 + Q$  گرماده است و با افزایش دما، تعادل به چپ جابه‌جا شده و غلظت  $N_2$  کاهش می‌یابد.

گزینه ۳: واکنش  $2CO + O_2 \rightleftharpoons 2CO_2 + Q$  گرماده است و ثابت تعادل با افزایش دما باید کوچک‌تر شود نه بزرگ‌تر.

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۴۰۲



اطلاعاتی در مورد انرژی‌های فعال‌سازی و سرعت واکنش‌ها داده نشده و نمی‌توان از این نظر واکنش‌ها را باهم مقایسه کرد (رد گزینه‌های ۱ و ۲)

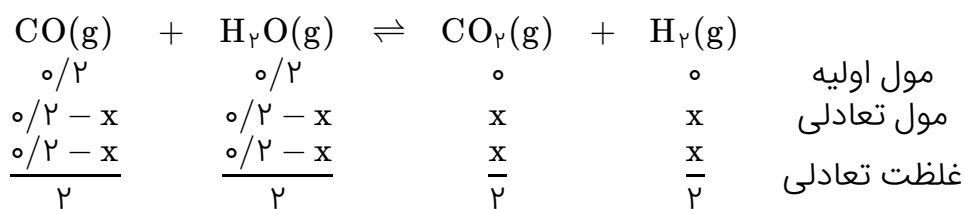
واکنش کلی گرماده است و عکس واکنش کلی یعنی  $Y + 2M \rightarrow A + 2D$  گرماگیر بوده و با انجام آن دمای سامانه کاهش می‌یابد. (رد گزینه ۳)؛ اما طبق نمودار، واکنش دوم یعنی  $X + \frac{1}{2}D \rightarrow Y$  گرماده است و آنتالپی آن می‌تواند  $-40 \text{ kJ}$  باشد.

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۴۰۲

پس از باز شدن شیر بین دو ظرف، حجم کل برابر با ۲ L خواهد بود.

CO شمار مول‌های اولیه =  $8 \times 0.025 = 0.2 \text{ mol}$

H<sub>2</sub>O شمار مول‌های اولیه =  $8 \times 0.025 = 0.2 \text{ mol}$



$$K = \frac{[\text{CO}_2][\text{H}_2]}{[\text{CO}][\text{H}_2\text{O}]} \Rightarrow 9 = \frac{\left(\frac{x}{2}\right)^2}{\left(\frac{0.2 - x}{2}\right)^2} \Rightarrow 9 = \frac{x^2}{(0.2 - x)^2} \Rightarrow 3 = \frac{x}{0.2 - x}$$

$$\Rightarrow 0.6 - 3x = x \Rightarrow 0.6 = 4x \Rightarrow x = 0.15 \text{ mol}$$

مقدار گاز H<sub>2</sub> در مخلوط تعادلی ۰/۱۵ مول است.

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۴۰۲

با افزایش دما ثابت تعادل کوچک‌تر شده، یعنی نمودار مربوط به یک واکنش گرماده است. طبق کتاب درسی واکنش  $\text{N}_2\text{H}_4 + \text{H}_2 \rightarrow 2\text{NH}_3$  گرماده بوده و  $\Delta H < 0$  دارد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه ۲: واکنش  $2\text{SO}_3 \rightleftharpoons 2\text{SO}_2 + \text{O}_2$  گرماگیر بوده و  $\Delta H > 0$  دارد.

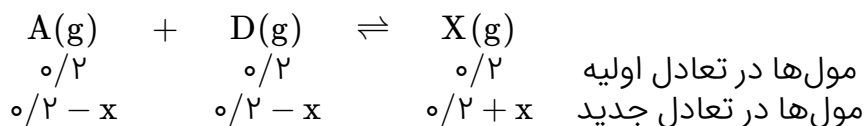
گزینه ۳: در واکنش گرماده، با افزایش دما تعادل در جهت برگشت جابه‌جا شده و غلظت فرآورده‌ها در مخلوط تعادلی کم می‌شود.

گزینه ۴: در واکنش گرماده، با کاهش دما تعادل در جهت رفت جابه‌جا شده و غلظت واکنش‌دهنده‌ها که در مخرج کسر عبارت ثابت تعادل قرار دارند را کاهش می‌دهد.

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۴۰۲



با کاهش حجم ظرف تعادل در جهت رفت جابه‌جا می‌شود.



روش اول:

شمار مول‌های X در تعادل جدید باید از ۰/۲ بیشتر باشد (رد گزینه ۴) و چون در تعادل جدید تمام ۰/۲ مول D یا A مصرف نمی‌شوند، تعداد مول X حتماً از ۰/۴ (۰/۲ + ۰/۲) کمتر (رد گزینه‌های ۱ و ۲) و پاسخ درست گزینه ۳ است.

روش دوم:

$$K = \frac{[X]}{[A][D]} = \frac{\frac{0/2}{4}}{\left(\frac{0/2}{4}\right)\left(\frac{0/2}{4}\right)} = \frac{4}{0/2} = 20$$

تعادل اولیه : K

$$K = \frac{[X]}{[A][D]} \Rightarrow 20 = \frac{\left(\frac{0/2+x}{1}\right)}{\left(\frac{0/2-x}{1}\right)^2} \Rightarrow 20 = \frac{0/2+x}{0/04 + x^2 - 0/4x}$$

تعادل جدید : K

$$\Rightarrow 0/8 + 20x^2 - 8x = 0/2 + x \Rightarrow 20x^2 - 9x + 0/6 = 0$$

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} = \frac{9 \pm \sqrt{81 - 48}}{40} = \frac{9 \pm \sqrt{33}}{40} = \frac{9 \pm 5/74}{40}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} x = 0/368 \text{ غیر قابل قبول} \\ x = 0/08 \text{ قابل قبول} \end{cases}$$

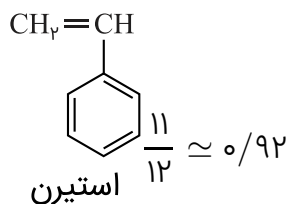
$$X \text{ مقدار} = 0/2 + x = 0/2 + 0/08 = 0/28 \text{ mol}$$

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۴۰۲

فرمول شیمیایی ترکیب داده شده،  $C_{20}H_{12}N_2O_2$  است.

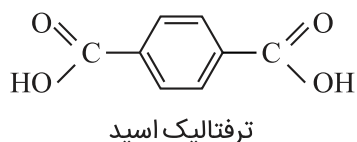
مورد اول: درست.

مورد دوم: نادرست، شمار پیوندهای دوگانه در این ترکیب برابر ۱۱ و در مولکول استیرن برابر ۴ است.



مورد سوم: نادرست، دارای ۱۱ پیوند یگانه کربن-کربن و ۱۲ پیوند کربن-هیدروژن است.

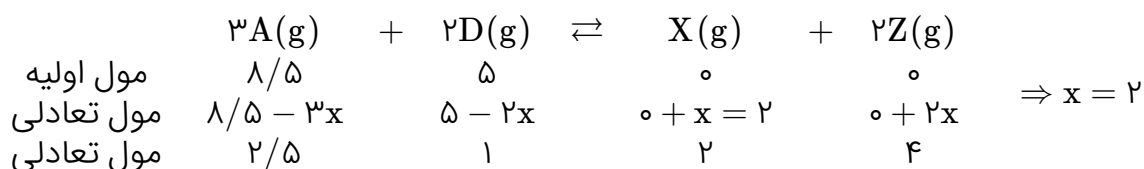
مورد چهارم: درست، شمار اتم‌های هیدروژن در این ترکیب برابر ۱۲ و در ترفتالیک اسید ( $C_8H_6O_4$ ) برابر ۶ است.



کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۴۰۲

مسیر (۲) مربوط به استفاده از کاتالیزگر است. واکنش گرماگیر بوده و گرمای جذب شده در هر دو مسیر یکسان است. در ضمن دمای بالاتر نمودار را تغییر نمی‌دهد و فقط با تأمین انرژی فعال‌سازی باعث افزایش سرعت واکنش می‌شود.

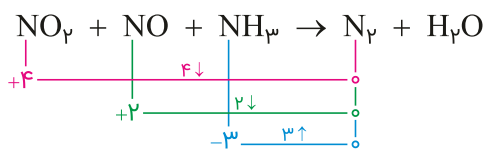
کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۴۰۲



$$K = \frac{[X][Z]^2}{[A]^3[D]^2} = \frac{\left(\frac{2}{5}\right)\left(\frac{4}{5}\right)^2}{\left(\frac{2}{5}\right)^3\left(\frac{1}{5}\right)^2} = \frac{2 \times (4)^2 \times (5)^2}{(2/5)^3} = 51/2$$

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۴۰۲

عبارت‌های دوم، سوم و چهارم نادرست‌اند.  
ابتدا تغییر عدد اکسایش عنصرها را در معادله واکنش داده‌شده، مشخص می‌کنیم:



بررسی عبارت‌ها:

عبارت اول: درست. عدد اکسایش نیتروژن در آمونیاک در جریان واکنش، افزایش یافته است؛ بنابراین آمونیاک نقش کاهنده دارد. عدد اکسایش نیتروژن در اکسیدهای نیتروژن ( $\text{NO}_2$ ,  $\text{NO}$ ) در جریان واکنش، کاهش یافته است؛ بنابراین اکسیدهای نیتروژن نقش اکسنده دارند.

عبارت دوم: نادرست. تغییر عدد اکسایش ماده کاهنده ( $\text{NH}_3$ ) برابر با ۳ است، بنابراین ماده کاهنده ۳ الکترون از دست می‌دهد. تغییر عدد اکسایش اکسنده‌ها ( $\text{NO}_2$ ,  $\text{NO}$ ) مجموعاً برابر با ۶ است؛ بنابراین اکسنده‌ها در مجموع ۶ الکترون می‌گیرند.

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



عبارت چهارم: نادرست. این واکنش برای حذف اکسیدهای نیتروژن و تبدیل آن به  $\text{N}_2$  در مبدل کاتالیستی خودروهای دیزلی انجام می‌شود.

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۳۹۹

مطابق داده‌های سوال:

اولاً: این واکنش گرماده است.

ثانیاً: آنتالپی پیوند میان اتم‌ها در مواد واکنش‌دهنده، عدد بزرگ و قابل‌توجهی است؛ به این معنا که شکستن پیوندهای موجود در مواد واکنش‌دهنده مستلزم صرف انرژی زیاد می‌باشد؛ بنابراین باید بپذیریم که انرژی فعالسازی لازم برای انجام این واکنش، زیاد است.

- با افزایش فشار، تعادل  $\text{CO(g)} + 2\text{H}_2\text{(g)} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH(g)}$  در جهت تولید مول گاز کمتر، یعنی در جهت رفت جابه‌جا می‌شود. ضمن اینکه با افزایش فشار سرعت واکنش نیز افزایش می‌یابد؛ بنابراین افزایش فشار، واکنش را با سرعت مناسب در جهت تولید متانول پیش می‌برد.

- با کاهش دما، واکنش در جهت گرماده یعنی در جهت رفت جابه‌جا می‌شود. به عبارت دیگر واکنش در جهت تولید متانول پیش می‌رود، اما همان طور که گفته شد انرژی فعالسازی این واکنش زیاد است و در دمای پایین تأمین نمی‌شود؛ بنابراین در عمل مجبور هستیم که دمای واکنش را افزایش دهیم.

نتیجه: دمای بالا و فشار بالا، مناسب‌ترین شرایط برای تولید متانول است.

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۴۰۰

عبارت‌های "ب" و "پ" درست هستند.

بررسی عبارت‌ها:

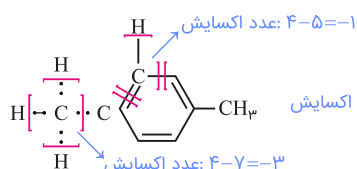
الف) نادرست.

فرمول مولکولی ترکیب (پاراایلین) :  $C_8H_{10}$

فرمول مولکولی نفتالن :  $C_{10}H_8$

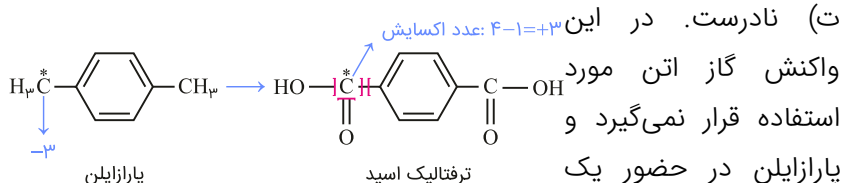
ب) درست.

$$\text{مجموع عدد اکسایش} = -3 - 1 = -4$$



پ) درست. عدد اکسایش کربن ستاره‌دار از -۳ به +۳ تغییر کرده است؛ مجموع اعداد اکسایش = -۳ - ۱ = -۴. بنابراین ۶ واحد افزایش یافته است.

ت) نادرست. در این مورد اکسایش عدد اکسایش = ۴ - ۱ = +۳



واکنش گاز اتن مورد استفاده قرار نمی‌گیرد و پاراایلین در حضور یک اکسند مناسب (پتاسیم

پرمنگنات) به ترفتالیک اسید تبدیل می‌شود.

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۴۰۱

$$K = \frac{[Z]^2}{[X_2][Y_2]} \Rightarrow 50 = \frac{\left(\frac{2/2}{2}\right)^2}{\left(\frac{0/4}{2}\right) \times \left(\frac{X_2}{2}\right)} \Rightarrow X_2 = 0/242 \text{ mol}$$

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۴۰۱

عبارت‌های سوم و چهارم نادرست هستند.

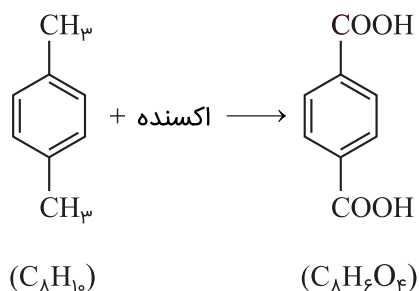
بررسی عبارت‌های نادرست:

عبارت سوم: نادرست. در مبدل کاتالیستی فلزهایی مانند: رودیم، پالادیم و پلاتین به کار می‌رود.

عبارت چهارم: نادرست. این مطلب در مورد خودروهای دیزلی صدق نمی‌کند. مبدل کاتالیستی تک مرحله‌ای که در خودروهای بنزینی استفاده می‌شود، نمی‌تواند گازهای NO و NO<sub>2</sub> خروجی از خودروهای دیزلی را به گاز نیتروژن تبدیل کند.

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۴۰۱

واکنش کلی تبدیل پارازایلن به ترفتالیک اسید به صورت زیر است:



بررسی عبارت‌ها:

عبارت اول: درست.

$$? \text{ g C}_8\text{H}_6\text{O}_4 = \frac{0}{1 \text{ mol C}_8\text{H}_{10}} \times \frac{1 \text{ mol C}_8\text{H}_6\text{O}_4}{1 \text{ mol C}_8\text{H}_{10}} \times \frac{166 \text{ g}}{1 \text{ mol C}_8\text{H}_6\text{O}_4} = 16/6 \text{ g (ترفتالیک اسید)}$$

عبارت دوم: نادرست. استفاده از اکسیژن هوا و کاتالیزگرهای مناسب می‌تواند در بالا بردن بازدهی این واکنش راهگشا باشد.

عبارت سوم: درست.

$\text{C}_8\text{H}_{10}$ : مجموع عدد اکسایش اتم‌های کربن در پارازایلن

$$\Rightarrow 8C + 10 = 0 \Rightarrow 8C = -10$$

$\text{C}_8\text{H}_6\text{O}_4$ : مجموع عدد اکسایش اتم‌های کربن در ترفتالیک اسید

$$\Rightarrow 8C + 6 - 8 = 0 \Rightarrow 8C = +2$$

مجموع عدد اکسایش اتم‌های کربن در تبدیل پارازایلن به ترفتالیک اسید از  $-10$  به  $+2$  تغییر کرده است؛ بنابراین  $12$  واحد، افزایش یافته است.

عبارت چهارم: نادرست. با افزایش دما و با وجود غلظت بالای پتاسیم پرمنگنات، اگرچه شرایط انجام واکنش تأمین می‌شود، اما بازده همچنان مطلوب نیست!

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۴۰۱

بخش اول مسئله:

با مقایسه شکل‌ها، به این نتیجه می‌رسیم که در بازه زمانی ۰ تا ۲۵ دقیقه، ۶ ذره از شمار ذرات هریک از واکنش‌دهنده‌ها، کاسته شده است؛ بنابراین:

$$\overline{R}_{\text{واکنش}} = \frac{\overline{R}_{A_2}}{1} = \frac{\frac{\Delta[A_2]}{\Delta t}}{1} = \frac{\frac{(6 \times 0/1) \text{ mol}}{2 \text{ L}}}{(25 \times 60) \text{ s}} = 2 \times 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}.\text{s}^{-1}$$

بخش دوم مسئله:

باتوجه به شکل سوم ( $t = 45 \text{ min}$ ) که طبق فرض سوال، سامانه را در حالت تعادل نشان می‌دهد؛ ابتدا غلظت‌های تعادلی هریک از مواد شرکت‌کننده در واکنش و درنهایت ثابت تعادل واکنش را حساب می‌کنیم:

$$[D_2] = [A_2] = \frac{0/2 \text{ mol}}{2 \text{ L}} = 0/1 \text{ mol.L}^{-1} \quad / \quad [AD] = \frac{1/6 \text{ mol}}{2 \text{ L}} = 0/3 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$K = \frac{[AD]^2}{[A_2] \times [D_2]} = \frac{(0/3)^2}{0/1 \times 0/1} = 9$$

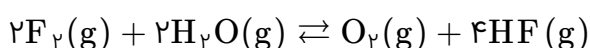
کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۴۰۱

بررسی عبارت‌ها:

عبارت اول: درست. با کاهش دما، طبق اصل لوشاتلیه تعادل در جهت تولید گرما (گرماده) یعنی در جهت رفت جابه‌جا می‌شود.  
عبارت دوم: درست. با افزایش دما، تعادل در جهت مصرف گرما (گرمگیر) یعنی در جهت برگشت جابه‌جا می‌شود. در این شرایط از غلظت فرآورده کاسته شده و به غلظت واکنش‌دهنده‌ها افزوده می‌شود؛ بنابراین ثابت تعادل واکنش کوچک‌تر می‌شود.  
عبارت سوم: نادرست. تغییر فشار هیچ تأثیری بر روی عدد ثابت تعادل ندارد. ثابت تعادل فقط وابسته به دما است.  
عبارت چهارم: درست. با کاهش فشار، طبق اصل لوشاتلیه تعادل در جهت تولید مول‌های گازی بیشتر (یعنی در جهت برگشت) جابه‌جا می‌شود.

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۴۰۱

معادله موازنه‌شده به شکل زیر است:



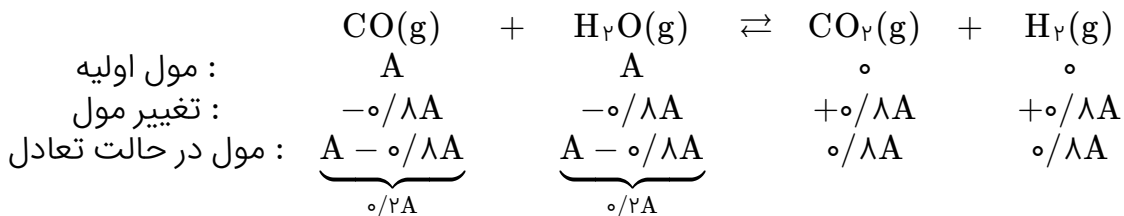
$$\text{غلظت‌های تعادلی} \begin{cases} [F_2] = \frac{2 \text{ mol}}{2 \text{ L}} = 1 \text{ mol.L}^{-1} & , \quad [H_2O] = \frac{1 \text{ mol}}{2 \text{ L}} = 0/5 \text{ mol.L}^{-1} \\ [O_2] = \frac{0/5}{2} = 0/25 \text{ mol.L}^{-1} & , \quad [HF] = \frac{0/2}{2} = 0/1 \text{ mol.L}^{-1} \end{cases}$$

$$K = \frac{[O_2][HF]^4}{[F_2]^2[H_2O]^2} \Rightarrow K = \frac{(0/25) \times (0/1)^4}{(1)^2 \times (0/5)^2} \Rightarrow K = 1 \times 10^{-5} \text{ mol.L}^{-1}$$

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۳۹۸

بخش اول مسئله:

اگر مقدار اولیه هریک از واکنش‌دهنده‌ها را برابر  $A$  مول در نظر بگیریم؛ باتوجه به بازده واکنش (۸۰٪)، به اندازه  $(A \times \frac{80}{100})$  یعنی  $(\frac{4}{5}A)$  مول از هریک از واکنش‌دهنده‌ها تا رسیدن به تعادل مصرف می‌شود. ابتدا الگوی کلی مربوط به حل مسائل ثابت تعادل را می‌نویسیم:



مطابق فرض سوال، غلظت تعادلی  $\text{CO}_2$  برابر  $\frac{4}{5}$  مول بر لیتر است. باتوجه به حجم ظرف واکنش (۴ لیتر)، شمار مول‌های  $\text{CO}_2$  در لحظه تعادل برابر است با:

$$\frac{4}{5} \frac{\text{mol}}{\text{L}} \times 4 \text{ L} = \frac{16}{5} \text{ mol}$$

از طرف دیگر مطابق الگوی کلی، تعداد مول‌های  $\text{CO}_2$  در لحظه تعادل برابر  $\frac{4}{5}A$  است؛ بنابراین:

$$\frac{4}{5}A = \frac{16}{5} \Rightarrow A = 4 \text{ mol} \quad (\text{تعداد مول‌های آغازی CO یا H}_2\text{O})$$

بخش دوم مسئله:

برای محاسبه ثابت تعادل، ابتدا شمار مول‌های هریک از مواد شرکت‌کننده در واکنش را طبق الگوی کلی به دست می‌آوریم:

$$\begin{array}{ll}
 \text{mol CO} = \frac{1}{5}A = \frac{1}{5} \times 4 = \frac{4}{5} & \text{mol H}_2\text{O} = \frac{1}{5}A = \frac{1}{5} \times 4 = \frac{4}{5} \\
 \text{mol CO}_2 = \frac{4}{5}A = \frac{4}{5} \times 4 = \frac{16}{5} & \text{mol H}_2 = \frac{4}{5}A = \frac{4}{5} \times 4 = \frac{16}{5}
 \end{array}$$

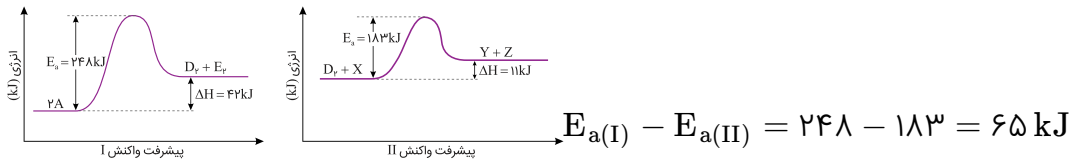
از آنجاکه مجموع ضرایب استوکیومتری مواد در سمت چپ و راست معادل باهم برابر است، نیاز به وارد کردن حجم ظرف واکنش در محاسبه ثابت تعادل وجود ندارد، به عبارت دیگر نیاز به محاسبه غلظت مواد شرکت‌کننده در واکنش نداریم.

$$K = \frac{[\text{CO}_2][\text{H}_2]}{[\text{CO}][\text{H}_2\text{O}]} = \frac{\frac{16}{5} \times \frac{16}{5}}{\frac{4}{5} \times \frac{4}{5}} = 16$$

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۴۰۰

بررسی عبارت‌ها:

عبارت اول: نادرست.



عبارت دوم: نادرست.

$$3 \text{ mol A} \times \frac{+42 \text{ kJ}}{2 \text{ mol A}} = +63 \text{ kJ}$$

توجه داشته باشید که این واکنش گرماگیر است و به ازای مصرف ۳ ماده A، ۶۳ kJ انرژی جذب می‌شود نه آزاد!

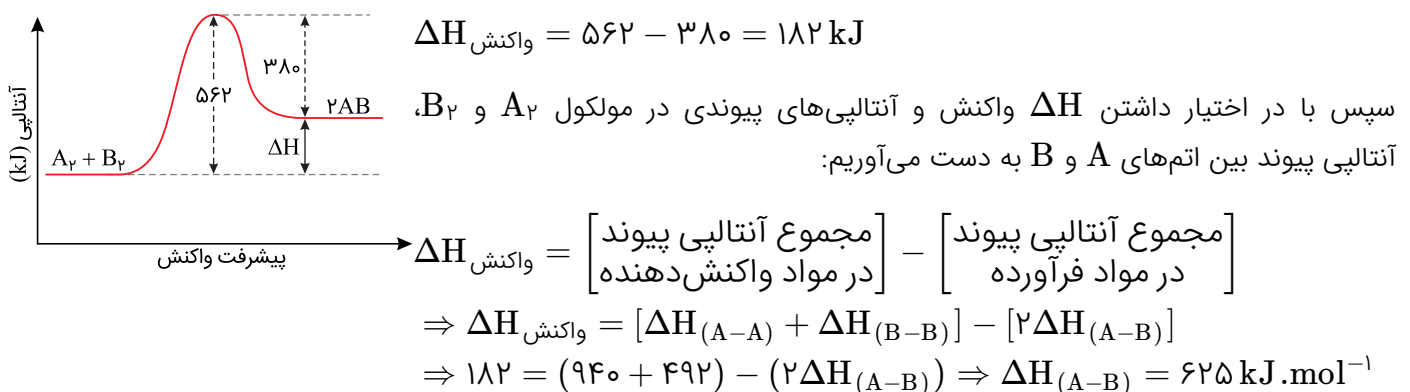
عبارت سوم: درست. گاز D<sub>۲</sub> در واکنش (I) تولید و در واکنش (II) مصرف می‌شود. باتوجه به اینکه انرژی فعالسازی واکنش (I) از واکنش (II) بیشتر است، در شرایط یکسان سرعت واکنش (I) از واکنش (II) کمتر خواهد بود؛ بنابراین انتظار داریم سرعت تشکیل گاز D<sub>۲</sub> (واکنش I) از سرعت مصرف آن (واکنش II) کمتر باشد.

عبارت چهارم: درست. باتوجه به اینکه هر دو واکنش گرماگیر هستند ( $\Delta H > 0$ )، مجموع آنتالپی پیوندها در واکنش‌دهنده‌ها بزرگ‌تر از مجموع آنتالپی پیوندها در فرآورده‌ها است.

$$\Delta H = \left[ \begin{array}{c} \text{مجموع آنتالپی پیوندها} \\ \text{در واکنش‌دهنده‌ها} \end{array} \right] - \left[ \begin{array}{c} \text{مجموع آنتالپی پیوندها} \\ \text{در فرآورده‌ها} \end{array} \right]$$

$$\xrightarrow{\Delta H > 0} \left[ \begin{array}{c} \text{مجموع آنتالپی پیوندها} \\ \text{در واکنش‌دهنده‌ها} \end{array} \right] > \left[ \begin{array}{c} \text{مجموع آنتالپی پیوندها} \\ \text{در فرآورده‌ها} \end{array} \right]$$

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۴۰۰

ابتدا باتوجه به نمودار و اطلاعات عددی داده‌شده،  $\Delta H$  واکنش را حساب می‌کنیم:

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۴۰۰



این واکنش گرماگیر است؛ زیرا با افزایش دما، تعادل در جهت رفت (یعنی در جهت گرماگیر) جابه‌جا شده و در نهایت درصد فرآورده‌ها در مخلوط واکنش، افزایش یافته است.

همچنین اضافه کردن یک گاز بی‌اثر، باعث افزایش حجم سیلندر و در نتیجه کاهش فشار می‌شود؛ بنابراین طبق اصل لوشاتلیه، تعادل در جهت تولید شمار مول‌های گازی بیشتر جابه‌جا می‌شود. طبق فرض سوال، با اضافه کردن گاز نجیب، تعادل در جهت رفت جابه‌جا شده است که نشان می‌دهد واکنش در جهت رفت با افزایش شمار مول‌های گازی همراه بوده است.

نتیجه: این واکنش گرماگیر است و شمار مول‌های گازی در سمت فرآورده‌ها بیشتر از واکنش‌دهنده‌ها است؛ بنابراین اگر حجم سامانه را کاهش دهیم (افزایش فشار)، تعادل در جهت تولید مول گاز کمتر، یعنی در جهت برگشت جابه‌جا می‌شود.

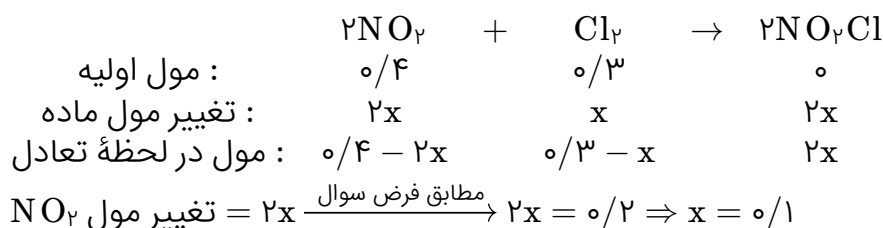
کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۴۰۰

ابتدا مقدار مول اولیه مواد واکنش‌دهنده را به دست می‌آوریم:

$$۱۸/۴ \text{ g NO}_2 \times \frac{۱ \text{ mol NO}_2}{۴۶ \text{ g NO}_2} = ۰/۴ \text{ mol NO}_2$$

$$۲۱/۳ \text{ g Cl}_2 \times \frac{۱ \text{ mol Cl}_2}{۷۱ \text{ g Cl}_2} = ۰/۳ \text{ mol Cl}_2$$

مطابق فرض سوال تا رسیدن به واکنش به تعادل، ۵۰٪ گاز  $\text{NO}_2$  مصرف شده است؛ یعنی از ۰/۴ مول  $\text{NO}_2$ ، ۰/۲ مول آن مصرف شده است.



بنابراین غلظت گونه‌های موجود در ظرف در لحظه تعادل برابر است با:

$$[\text{NO}_2] = \frac{۰/۴ - ۲x}{۴} = \frac{۰/۴ - ۰/۲}{۴} = \frac{۱}{۲۰} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[\text{Cl}_2] = \frac{۰/۳ - x}{۴} = \frac{۰/۳ - ۰/۱}{۴} = \frac{۱}{۲۰} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[\text{NO}_2\text{Cl}] = \frac{۲x}{۴} = \frac{۰/۲}{۴} = \frac{۱}{۲۰} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$\Rightarrow K = \frac{[\text{NO}_2\text{Cl}]^2}{[\text{NO}_2]^2 [\text{Cl}_2]} = \frac{\left(\frac{۱}{۲۰}\right)^2}{\left(\frac{۱}{۲۰}\right)^2 \times \frac{۱}{۲۰}} = ۲۰$$

همچنین نسبت مولی گاز  $\text{NO}_2$  به گاز  $\text{Cl}_2$  در مخلوط تعادلی برابر است با:

$$\frac{\text{mol NO}_2}{\text{mol Cl}_2} = \frac{۰/۴ - ۲x}{۰/۳ - x} = \frac{۰/۴ - ۰/۲}{۰/۳ - ۰/۱} = \frac{۰/۲}{۰/۲} = ۱$$

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۴۰۰

بررسی گزینه‌های نادرست:

گزینه ۲: واکنش گاز هیدروژن با اکسیژن، در مجاورت گرد روی، سریع است ولی انفجاری نیست.

گزینه ۳: این واکنش‌ها در دماهای پایین انجام نمی‌شوند یا بسیار کند هستند.

گزینه ۴: کاتالیزگر، تأثیری بر  $\Delta H$  واکنش یا گرماده و گرماگیر بودن واکنش ندارد.

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۳۹۹

عبارت‌های "پ" و "ت" درست‌اند.

بررسی عبارت‌ها:

الف) نادرست. کمینه انرژی موردنیاز برای انجام واکنش همان انرژی فعالسازی واکنش است که با افزایش دما تغییر نمی‌کند.

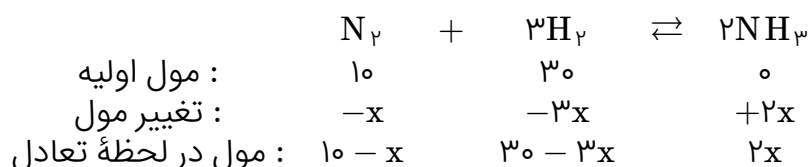
ب) نادرست. تفاوت سطح انرژی واکنش‌دهنده‌ها و فرآورده‌ها یا همان  $\Delta H$  واکنش، تأثیری در سرعت واکنش ندارد و تفاوت سرعت واکنش در دمای  $T_1$  و  $T_2$ ، مربوط به اختلاف در دما است.

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

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

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۳۹۹

در فرآیند هابر در شرایط بهینه، ۲۸ درصد مخلوط تعادلی را آمونیاک تشکیل می‌دهد بنابراین:



$$\text{مجموع مول مواد موجود در ظرف} : 10 - x + 30 - 3x + 2x = 40 - 2x$$

$$\text{درصد مولی آمونیاک} : \frac{2x}{40 - 2x} \times 100 \Rightarrow 28 = \frac{2x}{40 - 2x} \Rightarrow 128x = 560 \Rightarrow x = 4/375$$

$$\text{mol } NH_3 = 2x = 2(4/375) = 8/375 \text{ mol}$$

$$8/375 \text{ mol } NH_3 \times \frac{17 \text{ g } NH_3}{1 \text{ mol } NH_3} = 148/375 \text{ g } NH_3$$

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۳۹۸

بررسی سایر عبارت‌ها:

الف) بیشتر پلاستیک‌ها یا پلیمرهای ساختگی زیست‌تخریب‌ناپذیرند.

ت) چگالی کم از ویژگی‌های پلاستیک‌ها است.

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۳۹۸

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



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

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

۳۰۰ کیلوژول گرما در مبدل کاتالیستی تولید می‌شود.

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۳۹۸