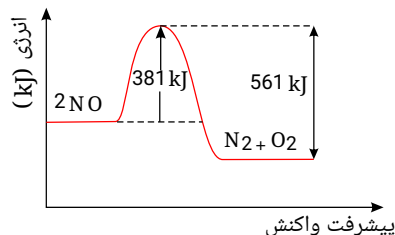


$g \cdot mol$  کاتالیستی تولید عملی شود (۱)

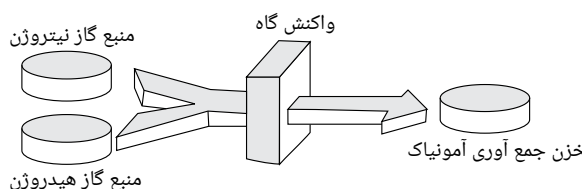


مقدار آلاینده بر حسب گرم	بدون مبدل کاتالیستی	با مبدل کاتالیستی
در هر کیلومتر پیمایش	۱/۰۴	۰/۰۴

५०

۵۱، برگشت

٢٥١

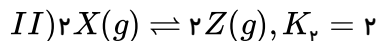
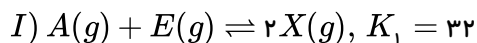


افزایش داد.

10



۵- با توجه به واکنش‌های زیر و ثابت تعادل آن‌ها، اگر غلظت اولیه‌ی هر یک از مول‌های  $E$  در ظرف  $1\text{ mol}$  باشد، غلظت  $Z$  پس از برقراری تعادل چند مول بر لیتر است؟



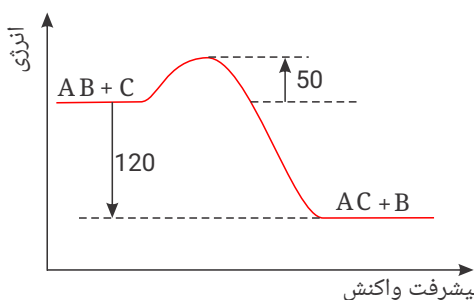
۱) ۳

۲) ۴

۳) ۱

۴) ۰

$Al \rightarrow AlCl_3$  واکشش، ..... کیلوژول  $B$  و انرژی فعال‌سازی واکنش  $AB_3$ ، ..... کیلوژول بر مول است.

۱)  $+120$ ۲)  $+120$ ۳)  $-120$ ۴)  $-120$ 

۷- یک مول گاز  $A$  تا  $5\text{ mol}$  در ظرف یک لیتری در بسته گرم می‌شود. اگر در  $2\text{ mol}$  تعادل  $D$  (گاز) و  $3\text{ mol}$  از  $B$  (گاز) مطابق واکنش  $2A(g) \rightleftharpoons 3B(g)$  تفکیک شده باشد، مقدار عددی ثابت تعادل این واکنش در دمای آزمایش کدام است؟

۱)  $10^{-2}$ ۲)  $10^{-4}$ ۳)  $10^{-3}$ ۴)  $10^{-2}$ 

۸- اگر در یک واکنش گاه به حجم  $5\text{ liter}$   $SO_2$  به همراه  $5\text{ mol}$   $O_2$  و  $5\text{ mol}$   $SO_3$  و  $2\text{ mol}$   $O_2$  پس از برقراری تعادل  $2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g)$  کیلوگرم فلز قلع به دست آید،  $\Delta H$  واکنش (کدام است؟) (سامانه واکنش بسته فرض شود).

۱)  $25$ ۲)  $35$ ۳)  $25$ ۴)  $25$ 

۹-  $CO$  در ظرف  $3\text{ liter}$  در بسته  $5\text{ mol}$  گرم شود، شمار تقریبی مولکول‌های موجود در ظرف، پس از برقراری تعادل، کدام است؟

۱)  $10^{22}$ ۲)  $10^{21}$ ۳)  $10^{23}$ ۴)  $10^{22}$ 

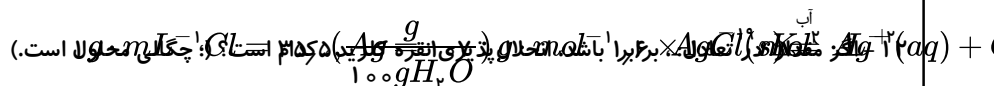
دما ( $^{\circ}C$ )	$K \cdot (mol^{-1} \cdot L)$
۲۵	$2 \times 10^{24}$
۲۲۷	$2.5 \times 10^{10}$
۴۳۶	$2.5 \times 10^4$

۱۰- با توجه به داده‌های زیر، واکنش  $Fe(s) + CO(g) \rightleftharpoons FeCO(s)$  مربوط است، کدام مطلب نادرست است؟

- ۱) واکنش منفی است. ۲) با افزایش دما، تعادل در جهت برگشت جابه‌جا می‌شود. ۳) واکنش گرماده است و افزایش دما سبب کاهش سرعت آن می‌شود. ۴) انرژی فعال‌سازی واکنش در جهت رفت کم‌تر از مقدار آن در جهت برگشت است.

۱۱-  $Fe(s) + CO(g) \rightleftharpoons FeCO(s)$  واکنش  $Fe(s) + CO(g) \rightleftharpoons FeCO(s)$  که در دمای معین در یک ظرف در بسته یک لیتری و با یک مول از هر واکنش‌دهنده آغاز شده است، اگر مقدار  $Fe$  در تعادل وجود داشته باشد، ثابت تعادل کدام (و مقدار) موجود در تعادل، چند گرم است؟ (گزینه‌ها را از راست به چپ بخوانید.)

۱)  $57$ ۲)  $57$ ۳)  $57$ ۴)  $57$



۵(۴)  $\times 10^{-9}$

۵(۷)  $\times 10^{-8}$

۲(۷)  $\times 10^{-8}$

۲(۷)  $\times 10^{-7}$

۱۳- مقدار مول بخار متانول را در یک ظرف دربسته ۱ لیتری تا رسیدن به تعادل گازی:

$CH_3OH$ ، گرما می‌دهیم. اگر تا لحظه برقراری تعادل ۸ درصد متانول تجزیه شده باشد، غلظت  $H_2$  در حالت تعادل برابر چند مول بر لیتر و ثابت تعادل (به ترتیب از راست به چپ)، کدام‌اند؟

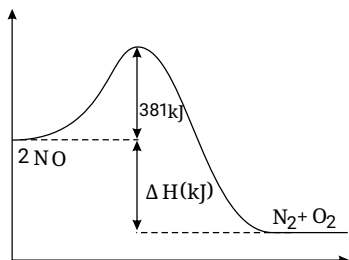
۶۳(۴)  $mol \cdot L^{-1}$

۹۳(۳)  $mol \cdot L^{-1}$

۶۳(۴)  $mol^2 \cdot L^{-2}$

۹۳(۳)  $mol^2 \cdot L$

۱۴- با توجه به شکل زیر، اگر انرژی پیوند  $O-H$  و  $N-O$  به ترتیب ۴۶۳ و ۳۰۶ کیلوژول بر مول باشد، جمع  $\Delta H$  و در واکنش (رفت) نشان داده شده، چند کیلوژول است؟



۴(۷)  $\times 10^3$

۳(۱)  $\times 10^3$

۴(۷)  $\times 10^3$

۷(۵)  $\times 10^3$

۱۵- اگر بازده درصدی واکنش تعادلی فرضی:  $A(g) + D(g) \rightleftharpoons 2E(g) + G(g)$ ، که با یک مول از هر یک از واکنش‌دهنده‌ها در یک ظرف یک لیتری دربسته آغاز شده است، در دمای آزمایش، برابر ۶۰ درصد باشد، ثابت تعادل این واکنش، برابر چند  $mol \cdot L^{-1}$  است؟

۵٫۴ (۴)

۳٫۶ (۳)

۲٫۲۵ (۲)

۱٫۳۵ (۱)

۱۶- ۱٫۶ مول گاز  $SO_2Cl_2$  را در یک ظرف دو لیتری سربسته تا رسیدن به تعادل:  $SO_2Cl_2(g) \rightleftharpoons SO_2(g) + Cl_2(g)$  گرما می‌دهیم. اگر در حالت تعادل، مجموع شمار مول‌های گازی در ظرف واکنش برابر ۲٫۴ باشد، ثابت تعادل در شرایط آزمایش چند  $mol \cdot L^{-1}$  است؟

۰٫۴ (۴)

۰٫۳۲ (۳)

۱٫۶ (۲)

۳٫۲ (۱)

۱۷- بر اساس واکنش:  $N_2(g) + 2O_2(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$ ، به ترتیب ۵ و ۱ مول از گازهای اکسیژن و نیتروژن در ظرف یک لیتری در بسته‌ای وارد و گرم شده‌اند. اگر این واکنش پس از تبدیل ۵۰٪ از گاز نیتروژن به فراورده، به تعادل برسد، مقدار  $K$  بر حسب  $L \cdot mol^{-1}$  کدام است؟

۴ (۴)

۱ (۳)

۰٫۲۵ (۲)

۰٫۱۲۵ (۱)

۱۸- یک مول  $H_2(g)$  و سه مول  $CuO(s)$  در یک ظرف یک لیتری دربسته در واکنش تعادلی:

$CuO(s) + H_2(g) \rightleftharpoons Cu(s) + H_2O(g)$ ،  $K = 4$ ، وارد شده‌اند. اگر پس از برقراری تعادل، یک مول گاز  $H_2$  اضافی در دمای ثابت وارد ظرف شود، پس از برقراری دوباره تعادل، غلظت  $H_2(g)$  برابر چند مول بر لیتر، خواهد شد؟

۱٫۶ (۴)

۱٫۴ (۳)

۰٫۶ (۲)

۰٫۴ (۱)

۱۹- کدام یک از گزینه‌های زیر، ترتیب زمانی درستی از فناوری‌های به‌دست آمده در گذر زمان را به‌درستی نشان می‌دهد؟

(۷) ویتامین آ → آمونیاک → اوره → مواد عایق گرما

(۱) مواد عایق گرما → ویتامین آ → آمونیاک → اوره

(۴) مواد عایق گرما → ویتامین آ → اوره → آمونیاک

(۳) ویتامین آ → مواد عایق → اوره → آمونیاک



۲۰- اطلاعات مربوط به کدام یک از واکنش‌های نشان داده شده در جدول نادرست است؟

واکنش	(۱) (۲) (۳) (۴)
$\Delta H(kJ)$	-۵۹-۳۸
$\Delta G(kJ)$	۷۳۳۹۴۲۹۳

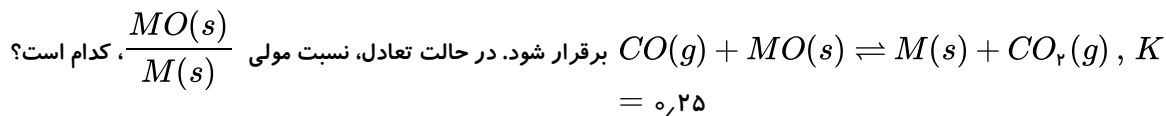
(۴) واکنش (۴)

(۳) واکنش (۳)

(۲) واکنش (۲)

(۱) واکنش (۱)

۲۱- دو مول از اکسید فلز  $M$  و یک مول از  $CO(g)$  در ظرف یک لیتری در بسته وارد و گرما داده شده‌اند تا تعادل:



(۴) ۴

(۳) ۹

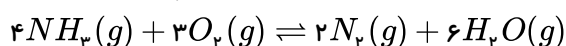
(۲) ۱۲

(۱) ۱۶

۲۲- در واکنش در حال تعادل  $NH_4OH \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$  افزودن کدام یون زیر موجب پیشرفت واکنش یونش آمونیم هیدروکسید می‌شود؟

(۴)  $Cl^-$ (۳)  $H^+$ (۲)  $NH_4^+$ (۱)  $OH^-$ 

۲۳- یک مول  $NH_3(g)$  و یک مول  $O_2(g)$  در یک ظرف یک لیتری در بسته، مطابق واکنش زیر، در دمای معین به تعادل رسیده‌اند. اگر در حال تعادل، ۰٫۲ مول  $N_2(g)$  در مخلوط وجود داشته باشد، غلظت مولار کدام گاز در مخلوط از همه بیش‌تر و ثابت تعادل به تقریب کدام است؟



(۴) اکسیژن - ۰٫۱۲۵

(۳) اکسیژن - ۰٫۰۴۲

(۲) آب - ۰٫۱۲۵

(۱) آب - ۰٫۰۴۲

۲۴- اگر واکنش تعادلی:  $A(g) \rightleftharpoons 2B(g), K = 2 mol \cdot L^{-1}$  با غلظت ۱ مولار ماده‌ی  $A$  آغاز شده باشد، حداکثر بازده درصدی این واکنش کدام است؟

(۴) ۶۲٫۵

(۳) ۶۰

(۲) ۵۲٫۵

(۱) ۵۰

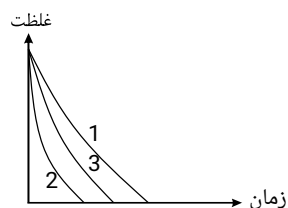
۲۵- ۱ مول گاز اوزون را در یک ظرف یک لیتری در بسته تا رسیدن به حالت تعادل:  $2O_3(g) \rightleftharpoons 3O_2(g)$ ، گرم می‌کنیم. اگر در لحظه‌ی تعادل،

غلظت مولار گاز اوزون برابر  $\frac{1}{6}$  غلظت مولار گاز اکسیژن باشد، ثابت تعادل این واکنش کدام است؟

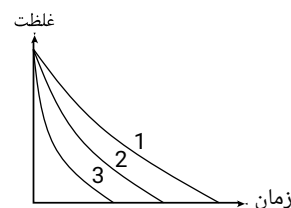
(۴)  $0.6 mol \cdot L^{-1}$ (۳)  $0.6 L \cdot mol^{-1}$ (۲)  $43.2 mol \cdot L^{-1}$ (۱)  $43.2 L \cdot mol^{-1}$



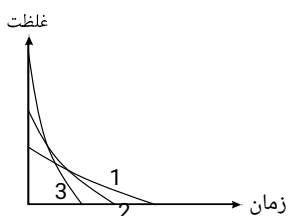
۲۶- واکنش دو مول گاز هیدروژن و یک مول گاز اکسیژن را در غیاب و حضور پودر روی و توری پلاتینی انجام داده‌ایم. کدام نمودار تغییرات غلظت گاز هیدروژن را در این سه آزمایش به درستی نشان می‌دهد؟ (آزمایش (۱) در غیاب کاتالیزگر، آزمایش (۲) در حضور توری پلاتینی و آزمایش (۳) در حضور پودر روی انجام می‌شود).



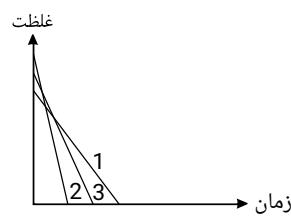
(۲)



(۱)



(۴)



(۳)

۲۷- اگر در واکنش فرضی:  $2AB(g) \rightarrow A_2(g) + B_2(g)$ ,  $\Delta H = -185 kJ$ ، با بهره‌گیری از کاتالیزگر و بدون بهره‌گیری از آن، با یکای کیلوژول، به ترتیب برابر ۱۳۰ و ۳۸۰ باشد، چند مورد از مطالب زیر، درباره آن درست‌اند؟

- در نبود کاتالیزگر،  $E_a$  واکنش برگشت برابر  $465 kJ$  است.
- در مجاورت کاتالیزگر،  $E_a$  واکنش برگشت برابر  $315 kJ$  است.
- تفاوت  $E_a$  واکنش در جهت برگشت در دو حالت، برابر  $250 kJ$  است.

(۴) ۳ مورد

(۳) ۲ مورد

(۲) ۱ مورد

(۱) صفر

۲۸- با افزایش دمای یک ظرف یک لیتری سر بسته که دارای ۰٫۱ مول  $CO(g)$  و ۰٫۱ مول  $CO_2(g)$  و ۰٫۲۱ مول  $NiO(s)$  و ۰٫۲۱ مول  $Ni(s)$  است، ثابت تعادل واکنش:  $NiO(s) + CO(g) \rightleftharpoons Ni(s) + CO_2(g)$ ، از ۱ به ۹۹ رسیده است. غلظت  $CO_2(g)$  در این حالت برابر چند  $mol \cdot L^{-1}$  است؟

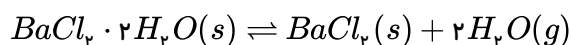
(۴) ۰٫۱۹۸

(۳) ۰٫۱۵۲

(۲) ۰٫۱۲۸

(۱) ۰٫۰۹۸

۲۹- اگر  $488 g$  گرم  $BaCl_2 \cdot 2H_2O$  را در ظرف سر بسته دولیتری طبق واکنش زیر گرما دهیم و  $36 g$  بخار آب در حالت تعادل وجود داشته باشد، ثابت تعادل این واکنش در شرایط آزمایش کدام است؟ ( $H = 1, O = 16 : g \cdot mol^{-1}$ )

(۴)  $2 \times 10^{-2}$ (۳)  $2 \times 10^{-4}$ (۲)  $1 \times 10^{-2}$ (۱)  $1 \times 10^{-4}$ 

۳۰- دو مول گاز دی نیتروژن پنتوکسید در ظرف دو لیتری به گاز اکسیژن و گاز نیتروژن دی‌اکسید در یک واکنش تعادلی تجزیه می‌شود. اگر پس از ۶۰ ثانیه، تعادل برقرار شود و نیم مول اکسیژن در ظرف وجود داشته باشد، مقدار عددی ثابت تعادل و سرعت متوسط واکنش تا رسیدن به تعادل، بر حسب  $mol \cdot L^{-1} \cdot min^{-1}$  (به ترتیب از راست به چپ) کدام‌اند؟

(۴) ۰٫۵۰۱

(۳) ۰٫۲۵۰، ۰٫۲۵

(۲) ۰٫۲۵۰، ۱

(۱) ۰٫۵۰، ۰٫۲۵

۳۱- در فرایند تعادل  $SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons SO_3(g)$ ، ۶ مول از هر یک از گازها در یک ظرف ده لیتری واکنش می‌دهند. پس از خارج شدن ۲ مول از فرآورده و برقراری دوباره تعادل  $SO_3(g)$  به مول بر لیتر رسیده است. مقدار ثابت تعادل این واکنش چند است؟

(۴) ۲

(۳) ۱

(۲) ۲

(۱) ۱



۳-۲) واکنش  $Al(g) + Cl_2(g) \rightleftharpoons AlCl_3(g)$  که در یک ظرف سر بسته ۲ لیتری قرار دارد. مقدار هر یک از مواد برآبره مول است. اگر در همان دمای آزمایش، این مخلوط تعادلی به یک ظرف سر بسته ۴ لیتری منتقل شود (تغییر  $K$  در تعادل جدید، به تقریب برابر (چندگانه) خواهد بود؟)

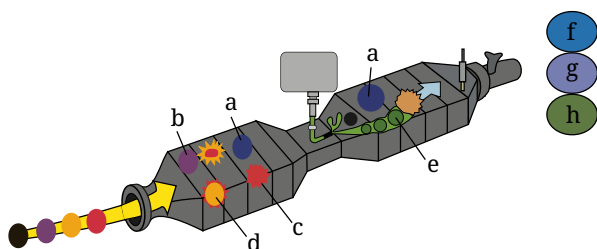
۱-۴۵

۲-۳۵

۳-۲۵

۴-۱۵

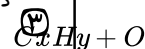
۳۳- با توجه به شکل زیر کدام گزینه صحیح نمی باشد؟



۱) مبدل کاتالیستی خودروهای دیزلی است و در این مبدل  $NH_3$  وارد می شود تا از  $NO$  کاسته شود.

۲) در این مبدل برخلاف مبدل کاتالیستی خودروهای بنزینی گاز اکسیژن از آگزوز خارج نمی شود.

در این مبدل مانند مبدل خودروهای بنزینی واکنش زیر انجام می شود.



۴) در این مبدل مانند مبدل خودروهای بنزینی  $NO$  کاسته می شود.

۳۴-  $NO_2$  را در سرنگی جمع کرده، دهانه‌ی سرنگ را با انگشت بسته، یک بار گاز را تحت فشار قرار دهیم، بار دیگر فشار آن را کم کنیم، گاز به ترتیب چه می شود؟

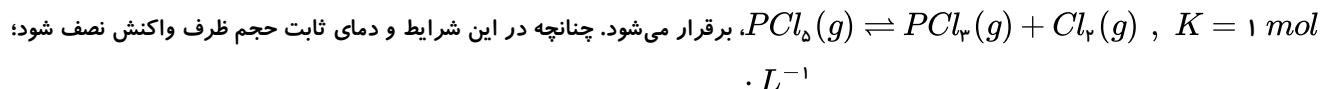
۱) پررنگ، کم رنگ، پررنگ تر- کم رنگ، کم رنگ تر

۲) پررنگ، کم رنگ، پررنگ

۳) کم رنگ، کم رنگ تر- پررنگ، پررنگ تر

۴) کم رنگ، پررنگ، کم رنگ

۳۵- اگر در یک ظرف ۲ لیتری با پیستون متحرک، در دمای معین مقدار  $PCl_5$  گرما داده شود، پس از تشکیل ۷ گرم گاز  $Cl_2$ ، تعادل:



واکنش در کدام جهت جابه‌جا شده و مقدار  $H$  چقدر بوده است؟

۱) برگشته، ۱

۲) برگشته، ۲

۳) رفته، ۱

۴) رفته، ۲



۱ - گزینه ۳

$$\text{جرم } NO \text{ مصرف شده در هر کیلومتر} = ۱,۰۴ \left( \frac{g}{km} \right) - ۰,۰۴ \left( \frac{g}{km} \right) = ۱ \frac{g}{km}$$

$$\text{جرم } NO \text{ مصرف شده در 100 کیلومتر} = ۱۰۰ (km) \times ۱ \frac{g}{km} = ۱۰۰ g$$

$\Delta H$  واکنش برابر با اختلاف سطح واکنش دهنده‌ها و فرآورده‌هاست.

$$\Delta H = ۳۸۱ (kJ) - ۵۶۱ (kJ) = -۱۸۰ kJ$$

با توجه به نمودار:

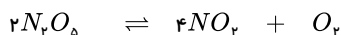
با توجه به معادله واکنش، به ازای مصرف ۲ مول  $NO$ ،  $۱۸۰ kJ$  گرما آزاد می‌شود. حال می‌توانیم گرمای آزاد شده در اثر مصرف ۱۰۰ گرم  $NO$  را محاسبه کنیم.

$$(NO \text{ جرم مولی} = ۱۴ + ۱۶ = ۳۰ g \cdot mol^{-1})$$

$$kJ = ۱۰۰ g NO \times \frac{۱ mol NO}{۳۰ g NO} \times \frac{۱۸۰ kJ}{۲ mol NO} = -۳۰۰ kJ$$

۲ - گزینه ۴

$$mol N_2 O_5 = ۲,۵ \times \frac{۲۰}{۱۰۰} = ۰,۵ mol$$



در ابتدا  $۲,۵ mol$   $۰$   $۰$

$$\begin{array}{lcl} \text{تغییر مول} & -۲x = -۰,۵ & ۴x = +۱ \quad x = +۰,۲۵ \\ \text{در تعادل} & ۲,۵ - ۲x = ۲ & ۴x = ۱ \quad x = ۰,۲۵ \end{array} \Rightarrow ۴x = +۱ \Rightarrow ۲x = ۰,۵ \Rightarrow x = \frac{۰,۵}{۲}$$

$$K = \frac{\left(\frac{1}{5}\right)^4 \times \left(\frac{0.25}{5}\right)}{\left(\frac{2}{5}\right)^2} = \frac{5 \times 10^{-2} \times 1}{4 \times 25} = 5 \times 10^{-4} mol^2 \cdot L^{-2}$$

چون مقدار عددی  $K$  کوچک است پس تعادل در سمت چپ است و اگر به مقدار مساوی از همه مواد به ظرف تعادلی اضافه شود تعادل در جهت برگشت (یعنی جهتی که تعادل در آن سمت است) جابه‌جا می‌شود.

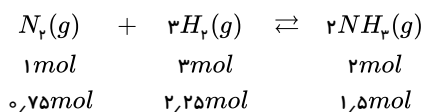
۳ - گزینه ۲ غلظت تعادلی  $A$  و  $x_2$  برابر است اگر غلظت آنها در دمای  $۳۰۰^\circ C$  و  $۱۰۰^\circ C$  به ترتیب  $a$  و  $a'$  بگیریم.

$$\frac{K_{۳۰۰}}{K_{۱۰۰}} = \frac{۱۰^{-1}}{۱۰^{-4}} = \frac{a^2}{a'^2} \xrightarrow{\sqrt{\quad}} \left(\frac{a}{a'}\right)^2 = ۱۰۰۰ \rightarrow \frac{a}{a'} = \sqrt{۱۰۰۰} \rightarrow \frac{a}{a'} = ۳۱,۶$$

۴ - گزینه ۲ • عبارت اول درست است. هابر و همکارش بوش برای تلاش در تهیه آمونیاک از واکنش گازهای نیتروژن و هیدروژن، جایزه نوبل دریافت کردند.

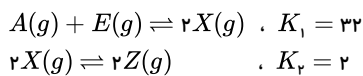
• عبارت دوم درست است. در واکنش هابر  $N_2$  و  $H_2$  به‌طور کامل مصرف نمی‌شود و در دمای معین حالت تعادل می‌رسد.

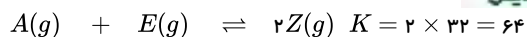
• عبارت سوم نادرست است. مطابق معادله موازنه‌شده واکنش هابر به‌ازای  $۱,۵$  مول آمونیاک،  $۲,۲۵$  مول  $H_2$  مصرف می‌شود.



• عبارت چهارم نادرست است. واکنش هابر در جهت رفت (تولید  $NH_3$ ) گرماده است و با افزایش دما بازده تولید  $NH_3$  کاهش می‌یابد.

۵ - گزینه ۲ می‌دانیم اگر دو واکنش تعادلی را با هم جمع کنیم ثابت‌های تعادل آن‌ها در هم ضرب می‌شود.





غلظت اولیه :  $1 \quad 1 \quad 0$

غلظت تعادلی :  $1-x \quad 1-x \quad 2x$

$$K = \frac{[Z]^2}{[A][E]} = \frac{(2x)^2}{(1-x)^2} = 64 \rightarrow \frac{2x}{1-x} = 8$$

$$8 - 8x = 2x \rightarrow x = 0.8 \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

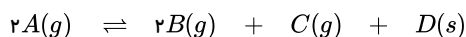
$$[Z] = 2x = 1.6 \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

۶ - گزینه ۴  $\Delta H$  واکنش  $AB + C \rightarrow AC + B$  برابر  $120 \text{ kJ}$  است، اما در سؤال واکنش برگشت «برعکس واکنش فوق» مورد سؤال قرار گرفته که باید  $\Delta H$  را در یک منفی ضرب کنیم.  $\leftarrow 120 +$

انرژی فعال سازی واکنش برابر  $50$  کیلوژول است.

۷ - گزینه ۲

$$2x = 1 \times \frac{20}{100} = 0.2 \text{ مول تجزیه شده} \rightarrow x = 0.1$$



غلظت اولیه :  $1 \quad 0 \quad 0 \quad 0$

غلظت تعادلی :  $1-2x \quad 2x \quad x \quad x$

توجه کنید  $D$  جامد است و در قانون تعادل نوشته نمی شود.

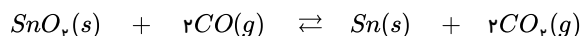
$$K = \frac{[B]^2[C]^1}{[A]^2} = \frac{(0.2)^2(0.1)}{(0.8)^2} = \frac{4 \times 10^{-3}}{64 \times 10^{-2}} = 6.25 \times 10^{-3}$$

۸ - گزینه ۱

$$? \text{ mol CO} = 5.6 \text{ kg CO} \times \frac{1000 \text{ g}}{1 \text{ kg}} \times \frac{1 \text{ mol CO}}{28 \text{ g CO}} = 200 \text{ mol CO}$$

$$? \text{ mol Sn} = 2.4 \text{ kg Sn} \times \frac{1000 \text{ g}}{1 \text{ kg}} \times \frac{1 \text{ mol Sn}}{120 \text{ g Sn}} = 20 \text{ mol Sn}$$

چون تعداد مول های گاز در دو طرف تعادل یکسان است، نیازی نیست غلظت در یک لیتر محاسبه شود.



مول اولیه :  $- \quad 200 \quad 0 \quad 0$

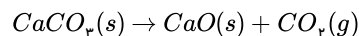
تغییر مول :  $- \quad -2x \quad +x \quad +2x$

مول تعادلی :  $- \quad 200-2x \quad +x \quad +2x$

$$S_n = 20 \text{ mol} \Rightarrow x = 20 \quad \begin{cases} [CO] = 200 - 40 = 160 \\ [CO_2] = 2 \times 20 = 40 \end{cases}$$

$$K = \frac{[CO_2]^2}{[CO]^2} = \frac{(40)^2}{(160)^2} = \left(\frac{1}{4}\right)^2 = 0.0625$$

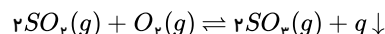
۹ - گزینه ۱



$$K = [CO_2] \Rightarrow 10^{-2} = [CO_2] = 0.01 \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

$$0.01 \text{ mol} \cdot L^{-1} \times 3L = 0.03 \text{ mol} \Rightarrow 0.03 \times 60.22 \times 10^{23} \simeq 1.8 \times 10^{22}$$

۱۰ - گزینه ۳ (۱) با توجه به جدول ارائه شده در صورت تست، با کاهش دما مقدار عددی  $K$  افزایش می یابد. پس تعادل گرماده ( $\Delta H < 0$ ) است، به طوری که با کاهش دما، تعادل به سمت راست و تولید فراوردهی بیشتر جابه جا می شود.



(۱) با افزایش دما، تعادل در جهت مصرف  $q$  یعنی در جهت برگشت جابه جا می شود.

(۲) واکنش، چه گرماگیر باشد و چه گرماده، همواره افزایش دما سبب افزایش سرعت آن می شود.

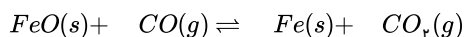
(۲) در واکنش گرماده، سطح انرژی پیچیده ی فعال به واکنش دهنده ها نزدیک تر است. از این رو انرژی فعال سازی رفت کم تر از انرژی فعال سازی برگشت است.





$$\Delta H = E_a(\text{رفت}) - E_a(\text{برگشت}) \xrightarrow{\Delta H < 0} E_a(\text{رفت}) < E_a(\text{برگشت})$$

۱۱ - گزینه ۴



مول اولیه:	۱	۱	۰	۰
تغییر مول:	$-x$	$-x$	$x$	$x$
مول تعادلی:	$1-x$	$1-x$	$x$	$x$

چون حجم ظرف یک لیتر است پس مول مواد را غلظت مولار در نظر می گیریم.

$$[CO] = 0.05 \rightarrow 1-x = 0.05 \Rightarrow x = 0.95$$

$$K = \frac{[CO_2]}{[CO]} = \frac{0.95}{0.05} = 19$$

$$mol Fe = 0.95 \rightarrow ? g Fe = 0.95 mol Fe \times \frac{56 g Fe}{1 mol Fe} = 53.2 g$$

۱۲ - گزینه ۴

$$K = [Ag^+] [Cl^-] = 1.6 \times 10^{-19}$$

اگر انحلال پذیری  $AgCl$  را  $x$  مولار فرض کنیم  $x$  مولار یون  $Ag^+$  و  $x$  مولار هم یون  $Cl^-$  خواهیم داشت.

$$x \times x = 1.6 \times 10^{-19} \xrightarrow{\sqrt{\quad}} x = 4 \times 10^{-10} \frac{mol}{L}$$

پس در یک لیتر محلول  $4 \times 10^{-10}$  مول  $AgCl$  حل شده است.

$$\frac{\text{انحلال پذیری}}{100} = \frac{4 \times 10^{-10} \times 143.5 g}{1000} \rightarrow \text{انحلال پذیری} = 574 \times 10^{-11} = 5.74 \times 10^{-9}$$

۱۳ - گزینه ۱

$$CH_3OH(g) \rightleftharpoons CO(g) + 2H_2(g) \quad \text{مقدار متانول تجزیه شده} = 6 mol \times \frac{80}{100} = 4.8 mol$$



۶ مول در ابتدا	۰	۰
$\downarrow -4.8$	$\downarrow +4.8$	$\downarrow +2(4.8)$
۱.۲ مول در تعادل	۴.۸	۹.۶ mol

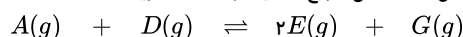
$$[H_2]_{\text{تعادلی}} = \frac{9.6 mol}{2L} = 4.8 \frac{mol}{L} \quad K = \frac{\left(\frac{4.8}{2}\right) \left(\frac{9.6}{2}\right)^2}{\left(\frac{1.2}{2}\right)} = \frac{2.4 \times 4.8 \times 4.8}{0.6} = 92.16 mol^2 \cdot L^{-2}$$

۱۴ - گزینه ۱

$$\Delta H = [2(60.7)] - [944 + 496] = -226$$

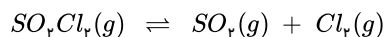
$$\Delta H + E_a = -226 + 381 = +155$$

۱۵ - گزینه ۴ توجه کنید این فرایند دارای بازده درصدی ۶۰ درصد است یعنی ۰.۶ مول از هر یک از واکنش دهنده ها طی شروع تا رسیدن به تعادل تجزیه شده اند.



غلظت اولیه :	۱	۱	۰	۰
تغییر غلظت :	$-x$	$-x$	$+2x$	$+x$
	$\underbrace{\quad}_{0.6}$	$\underbrace{\quad}_{0.6}$		
غلظت تعادلی :	$\underbrace{1-x}_{1-0.6}$	$\underbrace{1-x}_{1-0.6}$	$\underbrace{2x}_{1.2}$	$\underbrace{x}_{0.6}$

$$K = \frac{[E]^2 [G]}{[A][D]} = \frac{(1.2)^2 \times (0.6)}{(0.4) \times (0.4)} = 5.4 mol \cdot L^{-1}$$



غلظت اولیه :  $\frac{1,6 mol}{2L} = 0,8$       ۰      ۰

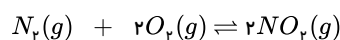
تغییر غلظت :  $-x$        $+x$        $+x$

غلظت تعادلی :  $0,8 - x$        $x$        $x$

$$0,8 - x + x + x = \frac{2,4}{2L} = 1,2$$

$$0,8 + x = 1,2 \Rightarrow x = 0,4$$

$$K = \frac{[SO_2][Cl_2]}{[SO_2Cl_2]} = \frac{\frac{4}{10} \times \frac{4}{10}}{\frac{4}{10}} = 0,4 mol \cdot L^{-1}$$



غلظت اولیه : ۱      ۵      ۰

تغییر غلظت :  $-x$        $-2x$        $+2x$

غلظت تعادلی :  $1 - x$        $5 - 2x$        $2x$

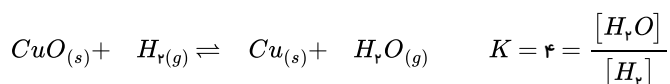
$50\%$  درصد  $N_2$  در واکنش شرکت کرده  $\Rightarrow x = 0,5$

$$[N_2] = 1 - 0,5 = 0,5$$

$$[O_2] = 5 - 2(0,5) = 4$$

$$[NO_2] = 2(0,5) = 1$$

$$K = \frac{[NO_2]^2}{[N_2][O_2]^2} = \frac{(1)^2}{0,5 \times (4)^2} = \frac{1}{8} = 0,125$$



در ابتدا  $3 mol$       ۱      ۰      ۰

در تعادل اولیه  $3 - x$        $1 - x$        $x$        $x \Rightarrow 4 = \frac{x}{1 - x} \Rightarrow x = 0,8$

در تعادل اولیه  $2,2$        $0,2$        $0,8$        $0,8$

$\downarrow +1$

افزودن  $H_2$   $2,2$        $1,2$        $0,8$        $0,8$

تعادل جدید  $2,2 - y$        $1,2 - y$        $0,8 + y$        $0,8 + y \quad K_{(2)} = K_{(1)} = 4 = \frac{0,8 + y}{1,2 - y}$

$$4,8 - 4y = 0,8 + y$$

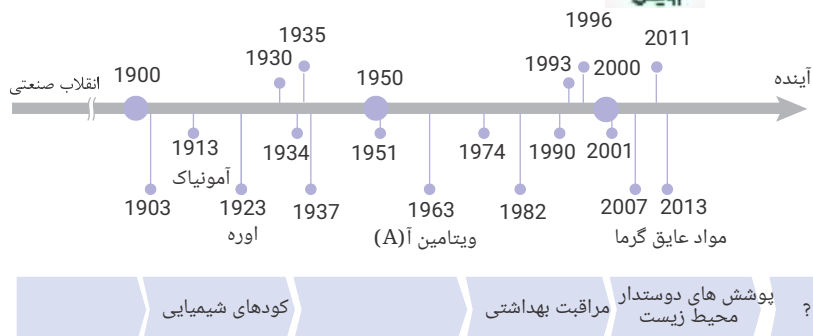
$$4 = 5y$$

$$\boxed{y = 0,8} \Rightarrow [H_2] = 0,4 M$$

جدید

۱۰ - گزینه ۴ با توجه به نمودار بعد از انقلاب صنعتی، تقدم زمانی فناوری های ذکر شده به صورت زیر است:

مواد عایق گرما  $\rightarrow$  ویتامین آ  $\rightarrow$  اوره  $\rightarrow$  آمونیاک



۲۰ - گزینه ۲ در واکنش ها همواره باید مقدار  $E_a - \Delta H$  مقداری مثبت باشد.

بررسی گزینه ها:

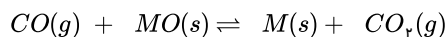
واکنش (۱):  $E_a - \Delta H = 73 - (-51) > 0$

واکنش (۲):  $E_a - \Delta H = 39 - 59 < 0$

واکنش (۳):  $E_a - \Delta H = 43 - (-78) > 0$

واکنش (۴):  $E_a - \Delta H = 93 - 37 > 0$

۲۱ - گزینه ۳

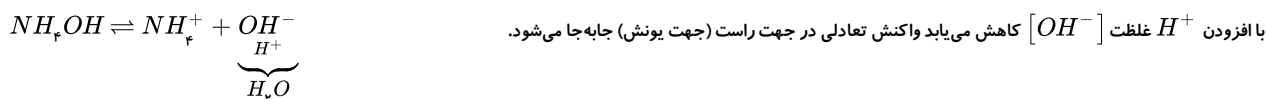


غلظت اولیه :	۱	۲	۰	۰
تغییر غلظت :	$-x$	$-x$	$+x$	$+x$
غلظت تعادلی :	$1-x$	$2-x$	$x$	$x$

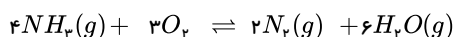
$$K = 0.25 \Rightarrow \frac{1}{4} = \frac{[CO_2]}{[CO]} \rightarrow \frac{1}{4} = \frac{x}{1-x} \rightarrow 4x = 1-x \rightarrow 5x = 1 \rightarrow x = \frac{1}{5} = 0.2$$

$$\frac{MO}{M} = \frac{2-x}{x} = \frac{2-0.2}{0.2} = \frac{1.8}{0.2} = 9$$

۲۲ - گزینه ۳



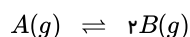
۲۳ - گزینه ۳



غلظت اولیه	۱	۱	۰	۰
اختلاف غلظت	$-4X$	$-3X$	$+2X$	$+6X$
غلظت تعادلی	$1-4X$	$1-3X$	$2X$	$6X$
	$0.6$	$0.7$	$2X = 0.2$	$0.6$
			$X = 0.1$	

$$K = \frac{(0.6)^6 \times (0.2)^2}{(0.6)^4 \times (0.7)^3} = 0.42$$

۲۴ - گزینه ۱



غلظت اولیه :	۱	۰
تغییر غلظت :	$-x$	$+2x$
غلظت تعادلی :	$1-x$	$2x$

$$K = \frac{[B]^2}{[A]} \Rightarrow 2 = \frac{4x^2}{(1-x)} \Rightarrow x = \frac{1}{2}$$

تقدیر  $x$  تغییر غلظت مقدار  $A$  است که برابر ۰٫۵ می باشد. یعنی از غلظت ۱ مولار ۰٫۵ مولار آن تجزیه شده بنابراین ۰٫۵ درصد از ماده  $A$  تجزیه شده است. پس بازده درصدی ۵۰ است.

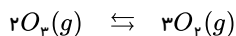


همچنین می‌توان از روش زیر مقدار بازده درصدی را به دست آورد:

$$\text{بازده} = \frac{\text{مقدار عملی}}{\text{مقدار نظری}} \times 100 \Rightarrow \frac{(2 \times \frac{1}{2})B}{2} \times 100 = 50\%$$

توجه: مقدار نظری  $B$  بر اساس ضریب استوکیومتری آن برابر ۲ مولار است.

گزینه ۲ - ۲۵



در ابتدا  $1 \frac{mol}{L}$

$$\text{در تعادل} \quad 1 - 2x \quad 3x \quad \xrightarrow{\text{فرض}} \frac{[O_2]}{[O_2]} = \frac{1 - 2x}{3x} = \frac{1}{6}$$

$$2 - 4x = x \Rightarrow x = 0.4 \frac{mol}{L}$$

$$K = \frac{(3 \times 0.4)^3}{(0.2)^2} = \frac{1.2 \times 1.2 \times 1.2}{0.2 \times 0.2} = 36 \times 1.2 = 43.2 \left(\frac{mol}{L}\right)^{3-2} = mol \cdot L^{-1}$$

۲۶ - گزینه ۲ کاتالیزگر تأثیری بر غلظت اولیه آب اکسیژنه 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)

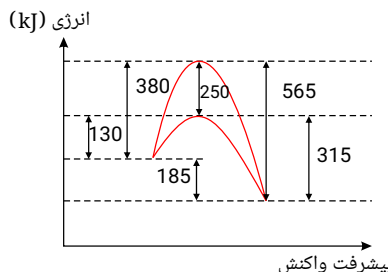
۲۷ - گزینه ۳ کاتالیزگر انرژی فعال‌سازی واکنش‌های رفت و برگشت را به یک مقدار کاهش می‌دهد، یعنی  $E_a$  رفت و  $E_a$  برگشت هر کدام موقع استفاده از کاتالیزگر  $250 kJ$  کاهش می‌یابند.  
بدون کاتالیزگر:

$$E_{a(\text{رفت})} = 380 kJ, E_{a(\text{برگشت})} = 380 + 185 = 565 kJ$$

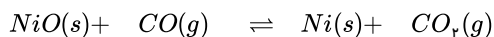
در حضور کاتالیزگر:

$$E_{a(\text{رفت})} = 130 kJ, E_{a(\text{برگشت})} = 565 - 250 = 315 kJ$$

بنابراین موارد ۲ و ۳ صحیح می‌باشند.



۲۸ - گزینه ۴



غلظت در تعادل

۰.۱

۰.۱

غلظت در تعادل جدید

۰.۱ - X

۰.۱ + X

$$K = \frac{[CO_2]}{[CO]} \Rightarrow 99 = \frac{0.1 + x}{0.1 - x} \Rightarrow x = 0.098$$

$$[CO_2] = \text{غلظت تعادلی جدید} = 0.1 + 0.098 = 0.198 mol \cdot L^{-1}$$

۲۹ - گزینه ۱

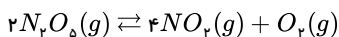
$$? mol H_2O = \frac{0.36}{18} = 0.02 mol H_2O$$

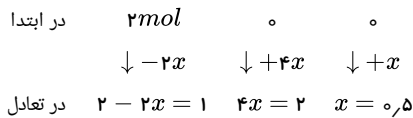
$$[H_2O] = \frac{0.02 mol}{2 L} = 0.01 mol \cdot L^{-1} H_2O$$

$$K = [H_2O]^2 \Rightarrow K = 1 \times 10^{-4} mol^2 / L^2$$

مواد جامد در رابطه‌ی قانون تعادل نوشته نمی‌شوند.

۳۰ - گزینه ۲

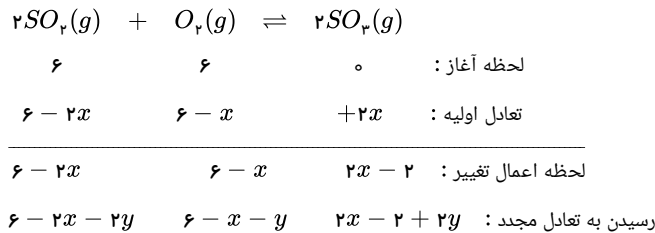




$$K = \frac{\left(\frac{2}{2}\right)^2 \left(\frac{0.5}{2}\right)^1}{\left(\frac{1}{2}\right)^2} = \frac{\frac{1}{4}}{\frac{1}{4}} = 1 \text{ mol}^r \cdot L^{-r}$$

$$\bar{R}_{\text{واکشی}} = \bar{R}_{O_2} = \frac{0.5 \text{ mol}}{2L \times 1 \text{ min}} = 0.25 \text{ mol} \cdot L^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$$

۳۱ - گزینه ۲



(با کم شدن غلظت  $SO_2$  تعادل به سمت راست جابه جا می شود)

باتوجه به اینکه غلظت  $SO_3$  در تعادل جدید  $2$  مول بر لیتر است با در نظر گرفتن حجم ده لیتری ظرف  $2$  مول  $SO_3$  در نهایت در ظرف وجود دارد:

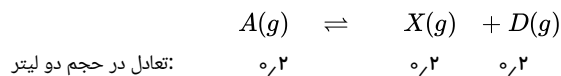
$$2x - 2 + 2y = 2 \rightarrow 2x + 2y = 4 \rightarrow x + y = 2$$

$$\text{mol}SO_2 = 6 - 2(x + y) = 6 - 2 \times 2 = 2 \text{ mol}$$

$$\text{mol}O_2 = 6 - (x + y) = 6 - 2 = 4 \text{ mol}$$

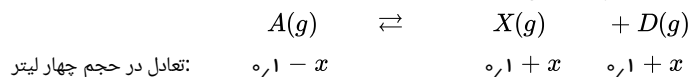
$$K = \frac{[SO_3]^2}{[SO_2]^2 [O_2]} = \frac{\left(\frac{2}{10}\right)^2}{\left(\frac{2}{10}\right)^2 \times \left(\frac{4}{10}\right)} = 2.5 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$$

۳۲ - گزینه ۲



$$k_1 = \frac{[X][D]}{[A]} = \frac{(0.2) \times (0.2)}{(0.2)} = 0.2$$

با افزایش حجم از  $2$  به  $4$  لیتر، فشار کاهش می یابد و به تعادل در جهت مول گاز بیش تر یعنی در جهت رفت پیشرفت می کند.



$$(K \text{ مقدار ثابت است}) \Rightarrow K_p = K_1 = \frac{(0.1 + x)^2}{0.1 - x} = 0.2$$

$$0.01 + x^2 + 0.2x = 0.02 - 0.2x \Rightarrow x^2 + 0.4x - 0.01 = 0$$

$$x = \frac{-0.4 \pm \sqrt{0.16 + 0.04}}{2} = \frac{-0.4 \pm 0.45}{2} = 0.025$$

$$[x] = 0.1 + 0.025 = 0.125 \Rightarrow \text{mol}x = 0.125 \times 4 = 0.5$$

۳۳ - گزینه ۴ بررسی گزینه ها:



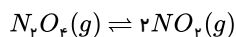
گزینه ۱) درست، شکل مربوط به مبدل کاتالستی خودرو دیزلی است.

گزینه ۲) درست، فقط در خودروهای بنزینی با مبدل واکنش  $NO(g) \rightarrow N_2(g) + O_2(s)$  انجام می‌شود و گاز  $O_2$  خارج می‌شود.

گزینه ۳) درست، واکنش  $CxHy + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$  در هر دو مبدل انجام می‌شود.

گزینه ۴) نادرست، فقط در مبدل خودروهای دیزلی  $NH_3$  وارد می‌شود. واکنش:  $NO(g) + NO_2(g) + 2NH_3(g) \rightarrow 2N(g) + 3H_2O$  انجام می‌شود. در مبدل خودروهای بنزینی میزان  $NO_2$  کاسته نمی‌شود.

۳۴ - گزینه ۱

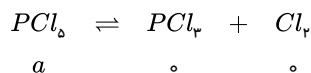


بی رنگ                      قهوه‌ای

سامانه‌ی گازی مورد نظر به صورت زیر است:

ابتدا که سامانه را تحت فشار قرار می‌دهیم، به دلیل کاهش حجم و افزایش تراکم مولکول‌های قهوه‌ای  $NO_2$ ، مخلوط گازی پررنگ دیده می‌شود اما لحظه‌ای بعد به دلیل افزایش فشار، سامانه به سمت تعداد مول گازی کمتر (سمت چپ) جابجا شده و مخلوط تا آن جا که امکان دارد کم رنگ می‌شود. بعد از آن دوباره فشار سامانه را کم می‌کنیم، به دلیل افزایش حجم و کاهش تراکم مولکول‌های قهوه‌ای، مخلوط گازی کم رنگ دیده می‌شود و لحظه‌ای بعد به دلیل کاهش فشار، سامانه به سمت تعداد مول گازی بیشتر (سمت راست) جابجا شده و مخلوط تا آن جا که امکان دارد پررنگ می‌شود.

۳۵ - گزینه ۴



$$a - x \qquad x \qquad x \qquad mol Cl_2 = x = \frac{V_1}{V_2} = 1 mol$$

$$K = \frac{[PCl_3][Cl_2]}{[PCl_5]} \Rightarrow 1 = \frac{\left(\frac{1}{2}\right) \times \left(\frac{1}{2}\right)}{\left(a - \frac{1}{2}\right)} \Rightarrow a - 0.5 = 0.25 \Rightarrow a = 0.75 mol \cdot L^{-1}$$

$$PCl_5 \text{ مول اولیه} = 0.75 mol \cdot L^{-1} \times 2L = 1.5 mol$$

با افزایش فشار تعادل به سمت مول گازی کمتر یعنی چپ جابه‌جا می‌شود.

توضیح: البته، با توجه به اینکه صورت سوال پیستون را متحرک عنوان کرده و در طی این واکنش تعداد مول گاز در حال افزایش است قاعدتاً حجم ظرف پس از برقراری تعادل دیگر ۲ لیتر نخواهد بود. اگر با این فرض سوال را حل کنیم جواب آن حدوداً ۱٫۲۸ مول می‌شود که در گزینه‌ها نیست. بنابراین به نظر می‌رسد این سوال خالی از مشکل نیست.

1 - 3	6 - 4	11 - 4	16 - 4	21 - 3	26 - 2	31 - 2
2 - 4	7 - 2	12 - 4	17 - 1	22 - 3	27 - 3	32 - 2
3 - 2	8 - 1	13 - 1	18 - 1	23 - 3	28 - 4	33 - 4
4 - 2	9 - 1	14 - 1	19 - 4	24 - 1	29 - 1	34 - 1
5 - 2	10 - 3	15 - 4	20 - 2	25 - 2	30 - 2	35 - 4