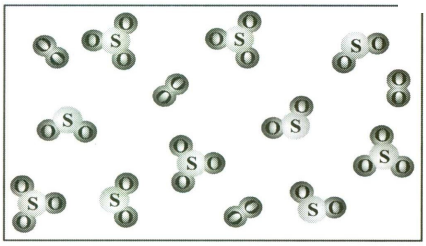
تعادل - خارج از کشور

۱- با توجه به داده‌های جدول روبه‌رو، که واکنش تعادلی نمادین: $A_{(g)} \rightleftharpoons 2B_{(g)}$ مربوط است، کدام مطلب درست است؟

دما (°C)	[A] تعادلی	[B] تعادلی
۲۰	۰/۰۱	۰/۸۴
۳۰	۰/۱۷	۰/۷۶
۴۰	۰/۲۵	۰/۷۲

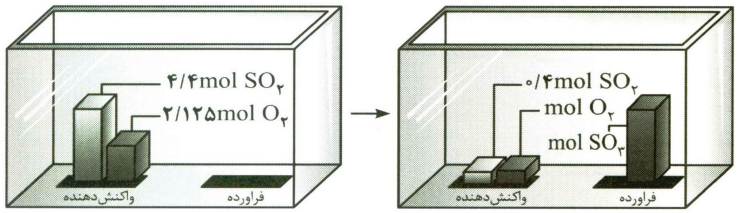
۱) این واکنش تعادلی، گرماگیر است.
۲) با افزایش دما، ثابت این تعادل کوچک‌تر می‌شود.
۳) ثابت این تعادل در دمای $20^\circ C$، برابر $2/17\ mol^{-1}.L$ است.
۴) در این واکنش آنتالپی عامل نامناسب و آنتروپی عامل مناسب است.

۲- با توجه به شکل زیر، که مخلوطی از گازهای SO_2 و O_2 و SO_3 را در ظرف سربسته‌ی یک لیتری در دمای $827^\circ C$ به حالت تعادل: $2SO_{2(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2S_3{}_{(g)}\ ,\ \Delta H < 0$، نشان می‌دهد، کدام مطلب درست است؟ (هر ذره را معادل ۰/۱ مول گاز در نظر بگیرید).



۱) ثابت این تعادل، برابر $2/25\ mol^{-1}.L$ است.
۲) با بالاتر رفتن دما، ثابت این تعادل، بزرگ‌تر می‌شود.
۳) با افزایش دما، شمار مولکول‌های گاز در ظرف واکنش افزایش می‌یابد.
۴) با کاهش دما، نسبت شمار مولکول‌های گاز SO_3 به شمار مولکول‌های گاز SO_2، کاهش می‌یابد.

۳- با توجه به این‌که واکنش گازی: $2SO_{3(g)} \rightleftharpoons 2SO_{2(g)} + O_{2(g)}$، مطابق شکل در یک ظرف سربسته‌ی یک لیتری در دمای معین به حالت تعادل درآمده است، مقدار ثابت تعادل بر حسب L/mol و غلظت تعادلی گاز اکسیژن (بر حسب مول بر لیتر) به ترتیب (از راست به چپ) کدام‌اند؟



پیش از برقراری تعادل — در هنگام تعادل

۱) ۰/۲۵ - ۸۰۰
۲) ۰/۱۲۵ - ۸۰۰
۳) ۰/۲۵ - ۸۱۰
۴) ۰/۱۲۵ - ۸۱۰

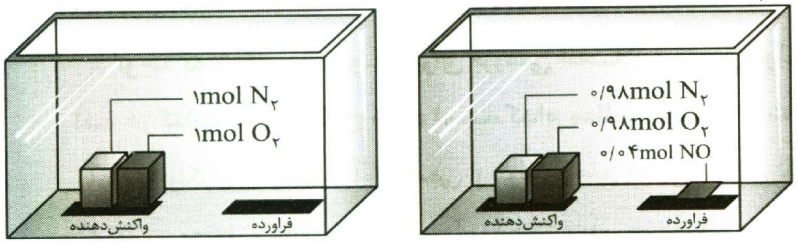
۴- کدام مطلب درست است؟

۱) فرآیند هابر، نمونه‌ای از کاربرد واکنش‌های تعادلی در صنعت است.
۲) در واکنش‌های تعادلی گرماده، افزایش دما سبب بزرگ‌تر شدن ثابت تعادلی می‌شود.
۳) استفاده از کاتالیزگر، سبب افزایش سرعت واکنش و کاهش مقدار ΔH واکنش می‌شود.
۴) واکنش: $H_2S_{(g)} + I_{2(g)} \rightleftharpoons 2HI_{(g)} + S(s)$، نمونه‌ای از واکنش‌های تعادلی همگن است.

۵- اگر در تعادل گازی: $2NH_3 \rightleftarrows N_{2(g)} + 3H_{2(g)}$ که در یک ظرف سربسته‌ی ۱۰ لیتری برقرار است، مقدار گاز نیتروژن برابر ۰/۲ مول و مقدار آمونیاک برابر ۰/۱۵ مول باشد، ثابت این تعادل در شرایط آزمایش کدام است؟

۱) $1/92 \times 10^{-1}\ mol^2.L^{-2}$
۲) $1/92 \times 10^{-2}\ mol.L^{-2}$
۳) $3/86 \times 10^{-3}\ mol^2.L^{-2}$
۴) $3/86 \times 10^{-3}\ mol.L^{-2}$

۶- با توجه به شکل روبه‌رو که به واکنش تعادلی گازی: $N_{2(g)} + O_{2(g)} \rightleftarrows 2NO_{(g)}$، در ظرف سربسته‌ی یک لیتری مربوط است، کدام مطلب درست است؟



۱) تعادل در سمت راست (سمت فرآورده) قرار دارد.
۲) ثابت تعادل این واکنش در شرایط آزمایش، برابر $1/67 \times 10^{-4}$ است.
۳) ثابت این تعادل، کوچک و زمان رسیدن حالت تعادل بسیار کوتاه است.
۴) تعادل، زمانی برقرار شده است که واکنش به میزان ۲ درصد پیشرفت کرده است.

۷- کدام مطلب درباره‌ی نقش کاتالیزگر در واکنش‌های برگشت‌پذیر، نادرست است؟
۱) زمان برقرار شدن حالت تعادل را کوتاه‌تر می‌کند.
۲) مقدار ثابت تعادل را بزرگ‌تر می‌کند و بر پایداری فراورده‌ها می‌افزاید.
۳) سرعت واکنش‌های رفت و برگشت را به یک اندازه افزایش می‌دهد.
۴) انرژی فعال‌سازی واکنش‌های رفت و برگشت را به یک اندازه کاهش می‌دهد.

۸- کدام واکنش تعادلی ناهمگن است و بر اثر انتقال به ظرف سربسته‌ی بزرگ‌تر یا کوچک‌تر در دمای ثابت، در جهت رفت یا برگشت جابه‌جا نمی‌شود؟

۱) $SO_{3(g)} + H_{2(g)} \rightleftarrows SO_{2(g)} + H_2O_{(g)}$
۲) $H_2S_{(g)} + I_{2(s)} \rightleftarrows 2HI_{(g)} + S_{(s)}$
۳) $NH_4HS_{(s)} \rightleftarrows NH_{3(g)} + H_2S_{(g)}$
۴) $FeO_{(s)} + CO_{(g)} \rightleftarrows Fe_{(s)} + CO_{2(g)}$

۹- با توجه به واکنش تعادلی: $4HCl_{(g)} + O_{2(g)} \rightleftarrows 2Cl_{2(g)} + 2H_2O_{(g)}$, $K = 1000\ mol^{-1}.L$، اگر غلظت H_2O و Cl_2 و O_2 در حالت تعادل به ترتیب برابر با ۰/۲ و ۰/۲ و ۰/۰۱۶ مول بر لیتر باشد، غلظت HCl برابر چند مول بر لیتر است؟

۱) ۰/۱
۲) ۰/۰۱
۳) ۰/۰۸
۴) ۰/۰۰۸

۱۰- واکنش تعادلی: زیر به ازای غلظت‌های داده شده (بر حسب $(mol.L^{-1})$ در کدام ردیف جدول روبه‌رو، در شرایط واکنش، به حالت تعادل وجود دارد؟

$$2SO_{2(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2SO_{3(g)} \; ; \; K = 3/2 \; mol^{-1}.L$$

$[SO_3]$	$[O_2]$	$[SO_2]$
۰/۴	۰/۵	۰/۳
۰/۳	۰/۲	۰/۵
۰/۴	۰/۲	۰/۵
۰/۳	۰/۵	۰/۳

۱) ردیف ۱ ۲) ردیف ۲
۳) ردیف ۳ ۴) ردیف ۴

۱۱- اگر تعادل گازی: $2HI_{(g)} \rightleftharpoons H_{2(g)} + I_{2(g)}$، در ظرفی با حجم ثابت روی دهد، جابه‌جایی تعادل به سمت چپ، راست و راست، به ترتیب، بر اثر ..... گاز ..... ، ..... گاز ..... و ..... گاز ..... انجام می‌گیرد.

۱) افزایش - H_2 - کاهش - I_2 - افزایش - HI ۲) افزایش - I_2 - کاهش - H_2 - کاهش - HI
۳) کاهش - HI - افزایش - HI - افزایش - H_2 ۴) کاهش - I_2 - افزایش - HI - کاهش - H_2

۱۲- از دیدگاه نظری (تئوری) در واکنش تعادلی گازی: $N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$، دمای ..... و فشار ..... دو شرط لازم برای پیشرفت این واکنش‌اند.

۱) پایین - پایین ۲) بالا - بالا ۳) پایین - بالا ۴) بالا - پایین

۱۳- اگر در تعادل گازی $CH_{4(g)} + H_2O_{(g)} \rightleftharpoons CO_{(g)} + 3H_{2(g)} \; ; \; K = 10 mol^2.L^{-2}$، در دمای معین در یک ظرف سربسته، مقدار ۰/۱ مول گاز CO، ۰/۰۳ مول گاز متان و ۰/۰۰۱ مول بخار آب وجود داشته باشد، حجم ظرف واکنش چند لیتر است؟

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۱۴- در واکنش گازی $A_{(g)} \rightleftharpoons B_{(g)} + C_{(g)}$، کدام عمل سرعت واکنش ترکیب را افزایش می‌دهد؟

۱) کاهش حجم ظرف ۲) کاهش فشار ۳) افزایش حجم ظرف ۴) کاهش دما

۱۵- در واکنش تعادلی $K = 0/8$ و $A_{(g)} + B_{(g)} \rightleftharpoons C_{(g)}$، در دمای ۳۰۰K است. چند مول گاز B به ۰/۱ مول گاز A در ظرف یک لیتری در همین دما اضافه کنیم تا ۶۰% ماده‌ی A مصرف شود؟

۱) ۱/۸۷۵ ۲) ۱/۹۳۵ ۳) ۰/۷۴۵ ۴) ۰/۰۶۲۵

۱۶- واکنش $2XO_{(s)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2XO_{2(g)} \; , \; \Delta H = 38 \; kJ$ را در حجم ثابت از دمای $20^\circ C$ به $60^\circ C$ می‌رسانیم. در این شرایط فشار ظرف .....

۱) زیاد می‌شود. ۲) کم می‌شود.
۳) تغییر نمی‌کند. ۴) با این داده‌ها قابل پیش‌بینی نیست.

۱۷- کدام‌یک از واکنش‌های زیر در هیچ‌شرایطی نمی‌تواند تعادلی باشد؟

۱) $۴NH_۳ + ۳O_۲ \longrightarrow ۲N_۲ + ۶H_۲O + q$

۲) $۲H_۲ + O_۲ \longrightarrow H_۲O + q$

۳) $CaCO_۳ + q \longrightarrow CaO + CO_۲$

۴) $CH_۳COOH + H_۲O \longrightarrow CH_۳COO^- + H_۳O^+$

۱۸- اگر در واکنش تعادلی گازی: $N_۲(g) + O_۲(g) \rightleftarrows ۲NO(g)\ ,\ \Delta H > ۰$ که در یک ظرف سربسته در دمای معین برقرار است. دما را کاهش دهیم، تعادل در جهتی که .....، جابه‌جا می‌شود و ثابت تعادل ..... .

۱) فراورده تجزیه می‌شود - کوچک‌تر می‌شود.

۲) واکنش دهنده‌ها با هم ترکیب می‌شوند - بزرگ‌تر می‌شود.

۳) فراورده تجزیه می‌شود - بدون تغییر باقی می‌ماند.

۴) واکنش دهنده‌ها با هم ترکیب می‌شوند - بدون تغییر باقی می‌ماند.

۱۹- مقدار ۶/۲۵۵ گرم $PCl_۵$ را در ظرف سربسته‌ای گرما می‌دهیم تا تعادل گازی: $PCl_۵(g) \rightleftarrows PCl_۳(g) + Cl_۲(g)\ ;\ K = ۸ \times ۱۰^{-۳}$ برقرار شود، اگر در حالت تعادل، ۲/۷۵ گرم $PCl_۳$ در ظرف موجود باشد. حجم ظرف واکنش، چند لیتر است؟ $\left(P = ۳۱g.mol^{-۱}\ ,\ Cl = ۳۵/۵g.mol^{-۱}\right)$

۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۴ ۴) ۵

۲۰- اگر در واکنش تعادلی گازی: $nA \rightleftarrows mB\ ;\ \Delta H > ۰$ n کوچک‌تر از m باشد، کدام عبارت همواره درباره‌ی آن درست است؟

۱) ثابت تعادل آن بزرگ‌تر از واحد است.

۲) سرعت رسیدن آن به حالت تعادل زیاد است.

۳) افزایش دما، سبب افزایش مقدار ثابت تعادل می‌شود.

۴) با انتقال به ظرف کوچک‌تر در دمای ثابت مقدار B افزایش می‌یابد.

۲۱- کدام مطلب درباره‌ی واکنش: $A_۲(g) + B_۲(g) \longrightarrow ۲AB(g)\ ,\ \Delta H = -۷۲kJ\ .\ mol^{-۱}$، نادرست است؟

۱) می‌تواند واکنشی برگشت‌پذیر باشد.

۲) ساختار پیچیده‌ی فعال در آن به‌صورت $\begin{matrix} A\cdots A \\ \vdots\quad\ \vdots \\ B\cdots B \end{matrix}$ است.

۳) سرعت واکنش رفت در مقایسه با واکنش برگشت، بیش‌تر است.

۴) سطح انرژی پیچیده‌ی فعال به سطح انرژی فراورده‌ی آن نزدیک‌تر است.

۲۲- با توجه به داده‌های جدول روبه‌رو، که به واکنش تعادلی نمادین: $A(g) \rightleftarrows 2B(g)$ مربوط است، کدام مطلب درست است؟

دما [°C]	تعادلی [A]	تعادلی [B]
۲۰۰	۰/۰۱	۰/۸۴
۳۰۰	۰/۱۷	۰/۷۶
۴۰۰	۰/۲۵	۰/۷۲

۱) این واکنش تعادلی و گرماده می‌باشد.

۲) با افزایش دما، ثابت این تعادل بزرگ‌تر می‌شود.

۳) ثابت این تعادل در دمای $400\,^{\circ}C$ برابر $7/05\ mol.L^{-1}$ است.

۴) ثابت این تعادل در دمای $200\,^{\circ}C$ برابر $2/17\ mol.L^{-1}$ است.

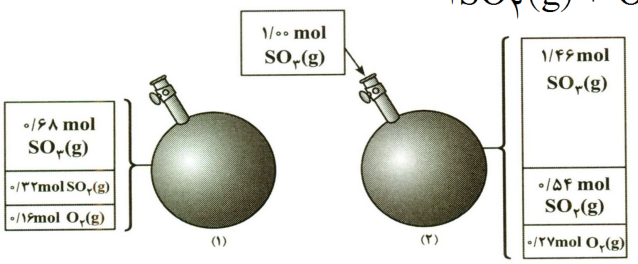
۲۳- اگر واکنش: $Br_2(g) + Cl_2(g) \rightleftarrows 2BrCl(g)\ ;\ K = 1/6 \times 10^{-3}$ در ظرفی سربسته با حجم ۲ لیتر در دمای معین انجام شود و مقدار ۴ مول از هر یک از گازهای کلر و برم در مخلوط تعادلی موجود باشد، مقدار $BrCl$ در حالت تعادل برابر چند مول است؟

۱) ۰/۰۸ ۲) ۰/۱۸ ۳) ۰/۱۶ ۴) ۰/۰۹

۲۴- با توجه به شکل روبه‌رو، که به تعادل گازی:

$$2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftarrows 2SO_3(g)\ ,\ K = 2/8 \times 10^{2}\ mol^{-1}.L$$

موبوط است، کدام مطلب نادرست است؟



۱) این شکل به بررسی تأثیر غلظت بر جابه‌جا شدن تعادل بالا مربوط است.

۲) بر اثر افزوده شدن مقداری $SO_3(g)$، خارج قسمت واکنش (Q) افزایش یافته و مقدار K بیش‌تر می‌شود.

۳) نسبت غلظت مولی واکنش‌دهنده‌ها در تعادل جدید در مقایسه با تعادل نخست، ثابت مانده است.

۴) بر اثر افزوده شدن مقداری $SO_3(g)$ و افزایش یافتن خارج قسمت، واکنش در جهت برگشت جابه‌جا می‌شود.

۲۵- ثابت تعادل واکنش $CO(g) + H_2O(g) \overset{425\,^{\circ}C}{\rightleftarrows} CO_2(g) + H_2(g)$ برابر ۹/۰۳ می‌باشد، چنان‌که در محفظه‌ای به حجم یک لیتر مقدار یک مول گاز CO و یک مول بخار آب واکنش دهند، غلظت تعادلی CO_2 چند مول بر لیتر خواهد بود؟

۱) ۰/۷۵ ۲) ۰/۲۵ ۳) ۰/۳ ۴) ۰/۵

جواب تعادل - خارج از کشور

۱- گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. بررسی هر چهار گزینه:

۱) با توجه به داده‌های جدول، با افزایش دما، از غلظت فرآورده‌ی B کاسته شده و به غلظت واکنش‌دهنده‌ی A افزوده شده است. پس این واکنش تعادلی، گرماده است.

$$A_{(g)} \rightleftharpoons ۲B_{(g)} + q \uparrow$$

۲) در واکنش‌های گرماده، با افزایش دما، از پیشرفت واکنش کاسته شده و ثابت تعادل کوچک‌تر می‌شود.

۳) غلظت‌های تعادلی ارایه شده در دمای $۲۰^{\circ}C$ را در رابطه‌ی ثابت تعادل قرار می‌دهیم.

$$K = \frac{[B]^{۲}}{[A]} = \frac{(۰/۸۴)^{۲}}{۰/۰۱} = ۷۰/۵۶ \ mol.L^{-۱}$$

۴) این واکنش گرماده است و همراه با افزایش بی‌نظمی است. از این رو آنتالپی و آنتروپی هر دو عامل مناسب هستند.

۲- گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است. بررسی هر چهار گزینه:

۱) هر ذره معادل ۰/۱ مول می‌باشد و حجم ظرف یک لیتر است. پس می‌توان غلظت هر ذره را $۰/۱ \ mol.L^{-۱}$ در نظر گرفت. تعداد ذره های هر گونه را شمارش می‌کنیم و در رابطه‌ی ثابت تعادل قرار می‌دهیم.

$$K = \frac{[SO_۳]^{۲}}{[SO_۲]^{۲}[O_۲]} = \frac{(۰/۵)^{۲}}{(۰/۵)^{۲}(۰/۴)} = ۲/۵ \ mol^{-۱}.L$$

۲)این واکنش گرماده است و با بالا رفتن دما، تعادل به سمت چپ جابه‌جا شده و ثابت تعادل، کوچک‌تر می‌شود.

۳) با افزایش دما، تعادل به سمت چپ جابه‌جا می‌شود و مولکول‌های $SO_۳$ به $SO_۲$ و $O_۲$ تجزیه می‌شوند. در نتیجه شمار مولکول‌های گاز در ظرف واکنش افزایش می‌یابد.

۴) با کاهش دما، تعادل به سمت راست جابه‌جا می‌شود، در نتیجه شمار مولکول‌های گاز $SO_۳$ نسبت به شمار مولکول‌های گاز $SO_۲$ افزایش می‌یابد.

۳- گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. حجم ظرف یک لیتر است و می‌توان تعداد مول‌های گزارش شده‌ی داخل ظرف‌ها را برابر با غلظت مولی‌آن‌ها در نظر گرفت. جدول تغییرات غلظت مولی را رسم می‌کنیم.

مواد	$2SO_2$	$O_2 \rightleftharpoons 2SO_3$	
غلظت اولیه	۴/۴	۲/۱۲۵	۰
تغییر غلظت	-۲x	-x	+۲x
غلظت تعادلی	۰/۴	۲/۱۲۵ - x	۲x

$[SO_2]$ تعادلی = غلظت اولیه + تغییر غلظت $\longrightarrow$ ۰/۴ = ۴/۴ - ۲x $\longrightarrow$ x = ۲

$[O_2]$ تعادلی = ۲/۱۲۵ - x = ۲/۱۲۵ - ۲ = ۰/۱۲۵ $mol.L^{-1}$

$[SO_3]$ تعادلی = ۲x = ۲(۲) = ۴ $mol.L^{-1}$

اکنون با قرار دادن غلظت‌های تعادلی در رابطه‌ی ثابت تعادل، مقدار عددی آن‌را به‌دست می‌آوریم.

$$K = \frac{[SO_3]^2}{[SO_2]^2[O_2]} = \frac{(4)^2}{(0/4)^2(0/125)} = 800\ L/mol$$

۴- گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است. بررسی گزینه‌های نادرست:

۲) در واکنش‌های تعادلی گرماده، افزایش دما باعث جابه‌جایی تعادل به چپ و کوچک‌تر شدن ثابت تعادل می‌شود.

۳) استفاده از کاتالزگر، مقدار ΔH را تغییر نمی‌دهد.

۴) واکنش ارایه شده نمونه‌ای از واکنش‌های تعادلی ناهمگن است.

۵- گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است.

$$[NH_3] = \frac{0/15\ mol}{10L} = 0/015\ mol.L$$

$$[N_2] = \frac{0/2\ mol}{10L} = 0/02\ mol.L^{-1} \qquad [H_2] = 3\,[N_2] = 3(0/02) = 0/06\ mol.L^{-1}$$

$$K = \frac{[N_2][H_2]^3}{[NH_3]^2} = \frac{(0/02)(0/06)^3}{(0/015)^2} = 1/92 \times 10^{-2}\ mol^2L^{-2}$$

۶- گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است. بررسی هر چهار گزینه:

۱) در هنگام تعادل، غلظت واکنش‌دهنده‌ها بیشتر است، بنابراین تعادل سمت چپ (سمت واکنش دهنده‌ها) قرار دارد.

۲) برای محاسبه‌ی مقدار عددی ثابت تعادل، غلظت‌های تعادلی را در رابطه‌ی ثابت تعادل قرار می‌دهیم.

$$K = \frac{[NO]^{۲}}{[N_۲][O_۲]} = \frac{(۰/۰۴)^{۲}}{(۰/۹۸)(۰/۹۸)} = ۱/۶۷ \times ۱۰^{-۳}$$

۳) کوچک‌بودن ثابت تعادل نشان می‌دهد که این واکنش در دمای آزمایش پیشرفت خوبی ندارد، ولی سرعت واکنش و زمان رسیدن واکنش به حالت تعادل را نشان نمی‌دهد.

۴) پس از برقراری تعادل، تنها ۰/۰۲ مول از واکنش دهنده‌ها مصرف شده است. به طوری‌که مقدار $N_۲$ و $O_۲$ از ۱ mol به ۰/۹۸ mol کاهش یافته است پس می‌توان گفت، تعادل زمانی برقرار شده است که واکنش به میزان ۲ درصد پیشرفت کرده است.

۷- گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. کاتالیزگرها هیچ تغییری در جابه‌جایی تعادل و مقدار ثابت تعادل ایجاد نمی‌کنند، بلکه انرژی فعال‌سازی واکنش‌های رفت و برگشت را به یک اندازه کاهش داده و به این وسیله سرعت واکنش‌های رفت و برگشت را به یک اندازه افزایش می‌دهند.

۸- گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است. در معادله‌ی واکنش گزینه‌ی ۴، واکنش‌دهنده‌ها و فرآورده‌ها در یک فاز قرار ندارند. پس یک واکنش تعادلی ناهمگن است. ضمن این‌که تعداد مول‌های گازی دو طرف معادله برابر است و با تغییر فشار، تعادل جابه‌جا نمی‌شود.

۹- گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است.

$$K = \frac{[Cl_۲]^{۲}[H_۲O]^{۲}}{[HCl]^{۴}[O_۲]} \longrightarrow ۱۰۰۰ = \frac{(۰/۲)^{۲}(۰/۲)^{۲}}{[HCl]^{۴} \times ۰/۰۱۶} \longrightarrow [HCl] = ۰/۱ \ mol.L^{-۱}$$

۱۰- گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است. خارج‌قسمت این واکنش به صورت زیر نوشته می‌شود:

$$Q = \frac{[SO_۳]^{۲}}{[SO_۲]^{۲}[O_۲]}$$

چنان‌چه غلظت‌های ردیف ۳ جدول را در رابطه‌ی خارج قسمت واکنش قرار می‌دهیم، خواهیم داشت:

$$Q = \frac{(۰/۴)^{۲}}{(۰/۵)^{۲}(۰/۲)} = ۳/۲ \xrightarrow{K = ۳/۲} Q = K \longrightarrow (\text{واکنش به حالت تعادل است})$$

۱۱- گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است. افزایش گاز $H_۲$ باعث جابه‌جایی تعادل در جهت مصرف آن یعنی به سمت چپ می‌شود. کاهش گاز $I_۲$ باعث جابه‌جایی تعادل در جهت تولید آن یعنی به سمت راست می‌گردد و افزایش گاز HI باعث جابه‌جایی تعادل در جهت مصرف آن یعنی به سمت راست می‌شود.

۱۲- گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است. این واکنش گرماده است و از دیدگاه تئوری، دمای پایین پیشرفت واکنش را افزایش می‌دهد.

$$N_{۲(g)} + ۳H_{۳(g)} \rightleftharpoons ۲NH_{۳(g)} + q \downarrow$$

ضمنا تعداد مول‌های گازی سمت راست معادله کم‌تر است و فشار بالا باعث جابه‌جایی تعادل به سمت مول گازی کم‌تر و افزایش پیشرفت واکنش می‌شود.

۱۳- گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است. در ازای هر مول CO مقدار ۳ مول $H_۲$ تولید می‌شود. بنابراین مول تعادلی $H_۲$ سه برابر مول تعادلی CO یعنی ۰/۳ مول می‌باشد. تعداد مول‌های تعادلی را بر حجم ظرف (V) تقسیم کرده و آن‌ها را در رابطه‌ی ثابت تعادل قرار می‌دهیم.

$$K = \frac{[CO][H_۲]^۳}{[CH_۴][H_۲O]} \longrightarrow ۱۰ = \frac{\left(\frac{۰/۱}{V}\right)\left(\frac{۰/۳}{V}\right)^۳}{\left(\frac{۰/۰۳}{V}\right)\left(\frac{۰/۰۰۱}{V}\right)} \longrightarrow V = ۳L$$

۱۴- گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است. با کاهش حجم ظرف، فشار سامانه افزایش یافته، تعداد برخوردها در واحد حجم ظرف زیاد شده و سرعت واکنش افزایش می‌یابد.

۱۵- گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. با توجه به اطلاعات داده شده در صورت تست، می‌توان جدول زیر را رسم نمود:

ماده	$A_{(g)}$	$B_{(g)} \rightleftharpoons C_{(g)}$	
غلظت اولیه	۰/۱	x	۰
تغییر غلظت	-۰/۰۶	-۰/۰۶	+۰/۰۶
غلظت تعادلی	۰/۰۴	x - ۰/۰۶	۰/۰۶

اکنون غلظت‌های تعادلی را در رابطه‌ی ثابت تعادل قرار می‌دهیم:

$$K = \frac{[C]}{[A][B]} \longrightarrow ۰/۸ = \frac{۰/۰۶}{(۰/۰۴)(x - ۰/۰۶)} \longrightarrow x = ۱/۹۳۵$$

۱۶- گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است. این واکنش گرماگیر است $(\Delta H > ۰)$ و با افزایش دما، طبق اصل لوشاتلیه، تعادل به سمت راست جابه‌جا می‌شود. با جابه‌جایی تعادل به راست، تعداد مول‌های گازی افزایش می‌یابد، در نتیجه فشار ظرف زیاد می‌شود.

۱۷- گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است. معادله‌ی واکنش گزینه‌ی (۱) گرماده است و همراه با افزایش بی‌نظمی است. در نتیجه در هیچ شرایطی نمی‌تواند تعادلی باشد.

۱۸- گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است. واکنش تعادلی ارایه شده گرماگیر است. بنابراین اگر دما را کاهش دهیم، تعادل در جهتی که نماد q وجود دارد. یعنی به سمت چپ جابه‌جا می‌شود و فراورده تجزیه می‌گردد. با جابه‌جایی تعادل به سمت چپ، پیشرفت واکنش کاهش یافته و ثابت تعادل کوچک‌تر می‌شود.

۱۹- گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است. ابتدا مول اولیه‌ی هر سه گاز را حساب می‌کنیم. بدیهی است مول اولیه‌ی فراورده‌ها $(PCl_۳ , Cl_۲)$ برابر صفر است.

$$\text{اولیه } n(PCl_۲) = \frac{m}{M} = \frac{۶/۲۵۵}{۲۰۸/۵} = ۰/۰۳ \text{ mol}$$

$$\text{اولیه } n(PCl_۳) = \text{اولیه } n(Cl_۲) = ۰ \text{ mol}$$

با توجه به اطلاعات موجود در صورت تست، می توان مول تعادلی $PCl_۳$ را نیز به دست آورد.

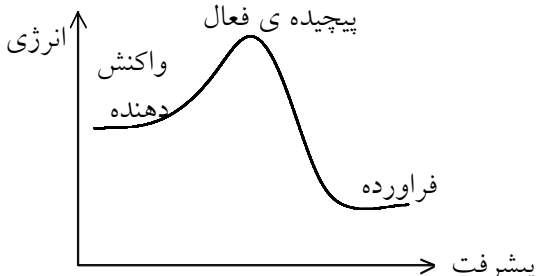
$$\text{تعادلی } n(PCl_۳) = \frac{m}{M} = \frac{۲/۷۵}{۱۳۷/۵} = ۰/۰۲ \text{ mol} \rightarrow n\ PCl_۳ = n\ Cl_۲ = ۰/۰۲ \text{ mol}$$

$$\text{باقی مانده } n\ PCl_۵ = ۰/۰۳ - ۰/۰۲ = ۰/۰۱$$

$$K = \frac{[PCl_۳][Cl_۲]}{[PCl_۵]} \longrightarrow \frac{\frac{۰/۰۲}{V} \times \frac{۰/۰۲}{V}}{\frac{۰/۰۱}{V}} = ۸ \times ۱۰^{-۵} \longrightarrow V = ۵۴L$$

۲۰- گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است. این تعادل گرماگیر است. افزایش دما، باعث جابه‌جایی تعادل به سمت راست می‌شود. با جابه‌جایی تعادل به راست، پیشرفت واکنش و به دنبال آن مقدار عددی ثابت تعادل (K) افزایش می‌یابد.

۲۱- گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است. این واکنش گرماده است $(\Delta H) < ۰$. در واکنش‌های گرماده، که نمودار انرژی آن‌ها به‌صورت مقابل است) سطح انرژی پیچیده‌ی فعال به سطح انرژی واکنش دهنده‌ها نزدیک‌تر است.



(نمودار انرژی واکنش گرماده)

۲۲- گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است. با توجه به اعداد ارایه شده در جدول، با افزایش دما، غلظت تعادلی A افزایش و غلظت تعادلی B کاهش می‌یابد. پس این تعادل گرماده است. به‌طوری که با افزایش دما، تعادل به سمت چپ جابه‌جا می‌گردد.

۲۳- گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است. ابتدا مول‌های تعادلی کلر و برم را به حجم ظرف تقسیم می‌نماییم تا غلظت تعادلی آن‌ها محاسبه شود:

$$[Br_۲] \text{ تعادلی} = [Cl_۲] \text{ تعادلی} = \frac{۴mol}{۲L} = ۲mol.L^{-۱}$$

غلظت‌های تعادلی کلر و برم را در رابطه‌ی ثابت تعادل قرار می‌دهیم تا غلظت تعادلی BrCl محاسبه شود.

$$K = \frac{[BrCl]^۲}{[Br_۲][Cl_۲]} \longrightarrow ۱/۶ \times ۱۰^{-۳} = \frac{[BrCl]^۲}{(۲)(۲)} \longrightarrow [BrCl] = ۰/۰۸ \text{ mol.L}^{-۱}$$

۲۴- گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. مقدار ثابت تعادل (K) فقط وابسته به دما است و با تغییر غلظت واکنش دهنده‌ها و فراورده‌ها تغییر نمی‌یابد.

۲۵- گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است. حجم ظرف یک لیتر است. بنابراین تعداد مول‌های گزارش شده برای گونه‌های مختلف با غلظت مولی آن‌ها بر حسب مول بر لیتر برابر است.

مواد	CO	$H_۲O$	$CO_۲$	$H_۲$
غلظت اولیه	۱	۱	۰	۰
تغییر غلظت	-x	-x	+x	+x
غلظت تعادلی	۱-x	۱-x	x	x

اکنون غلظت‌های تعادلی را در رابطه‌ی ثابت تعادل (K) قرار می‌دهیم.

$$K = \frac{[CO_۲][H_۲]}{[CO][H_۲O]} \rightarrow ۹/۰۳ = \frac{(x)(x)}{(۱-x)(۱-x)} \rightarrow ۹/۰۳ = \frac{x^۲}{(۱-x)^۲} \rightarrow ۳ = \frac{x}{۱-x} \rightarrow x = ۰/۷۵$$

$[CO_۲]$ تعادلی $= x = ۰/۷۵ \ mol.L^{-۱}$