هم کلاسی
Hamkelasi.ir

جزوه ی کنکوری
تعادلهای شیمیایی
بهمراه تستهای کنکوری و تالیفی

کاری از: علیرضا زارع

تعاریف کلیدی

واکنش برگشت‌ناپذیر (واکنش یکطرفه یا کامل)؛ واکنشی است که نمی‌تواند در جهت برگشت انجام شود. در این واکنشها حداقل یکی از مواد واکنش‌دهنده، تا مرز مصرف شدن کامل پیش می‌رود. مانند سوختن بنزین.

واکنش برگشت‌پذیر (دو طرفه)؛ واکنش است که در شرایط مناسب، در جهت برگشت هم انجام می‌شود. در واکنشهای برگشت پذیر، یکی از دو عامل آنتالپی و آنتروپی مساعد و دیگری نامساعد است. مانند: آب‌گیری از نمکهای آبپوشیده، انحلال اغلب گازها در آب، تغییر حالتهای فیزیکی و ...، به مثال زیر توجه کنید:

$$\underbrace{CoCl_2,6H_2O_{(aq)}}_{\text{صورتی رنگ}} \xleftrightarrow{H_2O/} \underbrace{CoCl_{2(s)}}_{\text{آبی رنگ}} + 6H_2O_{(g)}$$

با افزایش دما، واکنش فوق در جهت رفت و در غیاب گرما و افزودن آب، واکنش در جهت برگشت انجام می‌شود.

در واکنشهای برگشت‌پذیر، ΔH و ΔS هم علامت هستند. یعنی، یا هردو مثبت‌اند یا هردو منفی. مثال: در تبخیر آب که فرایندی گرماگیر است بی نظمی افزایش می‌یابد.

$$H_2O_{(l)} \Leftrightarrow H_2O_{(g)} \; ; \Delta H > 0, \Delta S > 0$$

واکنش تعادلی؛ واکنشی برگشت‌پذیر است که در آن سرعت واکنش رفت، برابر با سرعت واکنش برگشت است.

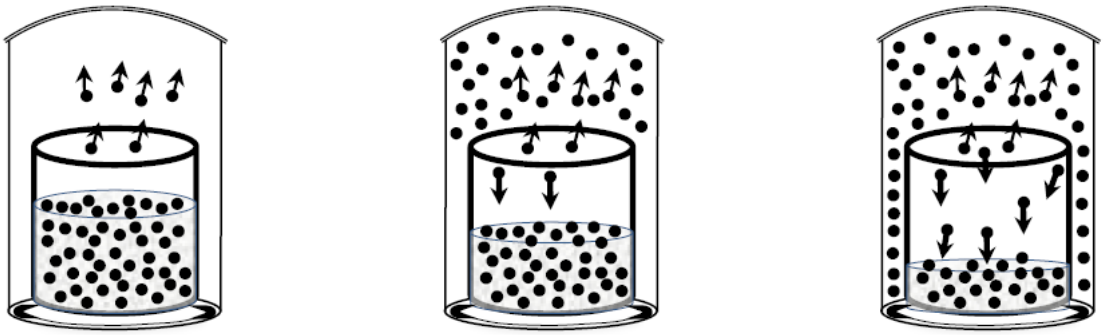
واکنشهای تعادلی، حالت ویژه‌ای از واکنشهای برگشت‌پذیر می‌باشند.

در فرآیندهای برگشت‌پذیر اعم از تعادلی یا غیر تعادلی؛ برای رسیدن به حداقل انرژی و حداکثر بی‌نظمی نوعی سازش برقرار می‌گردد.

انواع تعادل

تعادل فیزیکی؛ تعادلی است که در آن فقط تغییر حالت فیزیکی روی می دهد. مثل:

$$H_2O_{(l)} \Leftrightarrow H_2O(g)$$
$$O_2(g) \Leftrightarrow O_2(aq)$$
$$H_2O(l) \Leftrightarrow H_2O(g)$$
$$O_2(g) \Leftrightarrow O_2(aq)$$



شکل (ج) شکل (ب) شکل (آ)

درشکل(الف)تنها تبدیل فیزیکی فاز مایع به گاز(تبخیر)رخ می‌دهد. در شکل (ب)تبدیل بخشی از مولکولهای در فرم گازی به مایع(میعان)را داریم. در شکل (ج) با برابر شدن سرعت تبخیر و میعان تعادل فیزیکی برقرار می‌شود.

✓**تعادل شیمیایی**؛ تعادلی است که با انجام واکنش شیمیایی همراه است. مثل:

$$CaCO_3(s) \Leftrightarrow CaO(s) + CO_2(g) \quad , \quad 2SO_2(g) + O_2(g) \Leftrightarrow 2SO_3(g)$$

تعادل همگن؛ تعادلی است که تمام مواد شرکت کننده در واکنش، در یک فاز قرار دارند. مانند:

$$2SO_2(g) + O_2(g) \Leftrightarrow 2SO_3(g) \quad , \quad H_2(g) + I_2(g) \Leftrightarrow 2HI(g)$$

تعادل ناهمگن؛ تعادلی است که مواد شرکت کننده در تعادل، در دو یا چند فاز قرار دارند. مانند:

$$CaCO_3(s) \Leftrightarrow CaO(s) + CO_2(g) \quad , \quad H_2O(l) \Leftrightarrow H_2O(g)$$

نکته: برای همگن یا ناهمگن بودن یک تعادل، فاز کاتالیزگر در نظر گرفته نمی‌شود. به عنوان مثال: تعادل؛ $2SO_2(g) + O_2(g) \xleftrightarrow{Pt} 2SO_3(g)$، با این که Pt (پلاتین) جامد است اما یک تعادل شیمیایی همگن محسوب می‌شود.

تست نمونه

تعادل: $2KClO_3(s) \xleftrightarrow{MnO_2} 2KCl(s) + 3O_{2(g)}$ یک تعادل شیمیایی .....، ..... و یک واکنش کاتالیز شده‌ی ..... است.

۱) ۲ فازی، ناهمگن- ناهمگن ۲) ۳ فازی، ناهمگن- همگن

۳) ۲ فازی، همگن- همگن ۴) ۳ فازی، ناهمگن- ناهمگن

پاسخ: گزینه‌ی «۴» صحیح است. هر ماده‌ی جامد، یک فاز محسوب می‌شود.

تعادل پویا؛ یعنی در همه‌ی تعادلها، خواص ماکروسکوپی ثابت و خواص میکروسکوپی متغیر است.

خواص ماکروسکوپی؛ خواصی که قابل اندازه‌گیری و قابل مشاهده هستند (خواص ظاهری) مانند: فشار، غلظت، رنگ، فشار بخار، سطح مایع، دما و ...

خواص میکروسکوپی؛ خواصی که در سطح میکروسکوپی و در دنیای اتمها و مولکولها وجود دارند. این خواص با چشم غیر مسلح قابل مشاهده نیستند. مانند: پویایی تعادل، تبدیل مواد به یکدیگر، تشکیل یا شکستن پیوندها و ...

ویژگیها و شرایط برقراری تعادل

برای ایجاد تعادل شرایطی لازم است که عبارتند از:

۱. برابری سرعت واکنش های رفت و برگشت ($\overline{R}_{\text{رفت}} = \overline{R}_{\text{برگشت}}$) که شرط اساسی و ویژگی مهم تعادل است.

۲. پویایی و دینامیک بودن تعادل: ثابت بودن خواص ماکروسکوپی و فعال بودن خواص میکروسکوپی.

۳. ایزوله بودن سیستم تعادلی از نظر ماده و انرژی: یک سیستم تعادلی بایستی از نظر ورود و یا خروج ماده و انرژی ایزوله باشد تا سرعت واکنش های رفت و برگشت هم چنان برابر بمانند.

نکته: در لحظه ای برقراری تعادل و بعد از آن تا زمانی که تعادل به هم نخورد، غلظت مواد ثابت است البته این ثابت بودن غلظت مواد به معنای برابری غلظتها نیست. ممکن است غلظت فراورده‌ها نسبت به واکنش دهنده‌ها کمتر، مساوی و یا بیشتر باشد.

چگونگی برقراری تعادل و سرعت‌سنج‌های فرضی

واکنش تعادلی گازی $2SO_2 + O_2 \Leftrightarrow 2SO_3$ را در نظر بگیرید. چنان چه مقداری از SO_2 و O_2 را در ظرفی وارد کنیم تعادل طی مراحل زیر برقرار می‌شود:

۱. ابتدا و در لحظه‌ی شروع، واکنش دهنده‌ها یعنی SO_2 و O_2 باهم ترکیب شده و فقط واکنش رفت و با سرعت زیادی شروع می‌شود. در لحظه ی شروع چون فراورده‌ای هنوز وجود ندارد واکنش برگشت انجام نمی‌شود و سرعت واکنش برگشت صفر است.

$$2SO_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2SO_3(g) \quad \text{(یک طرفه)}$$

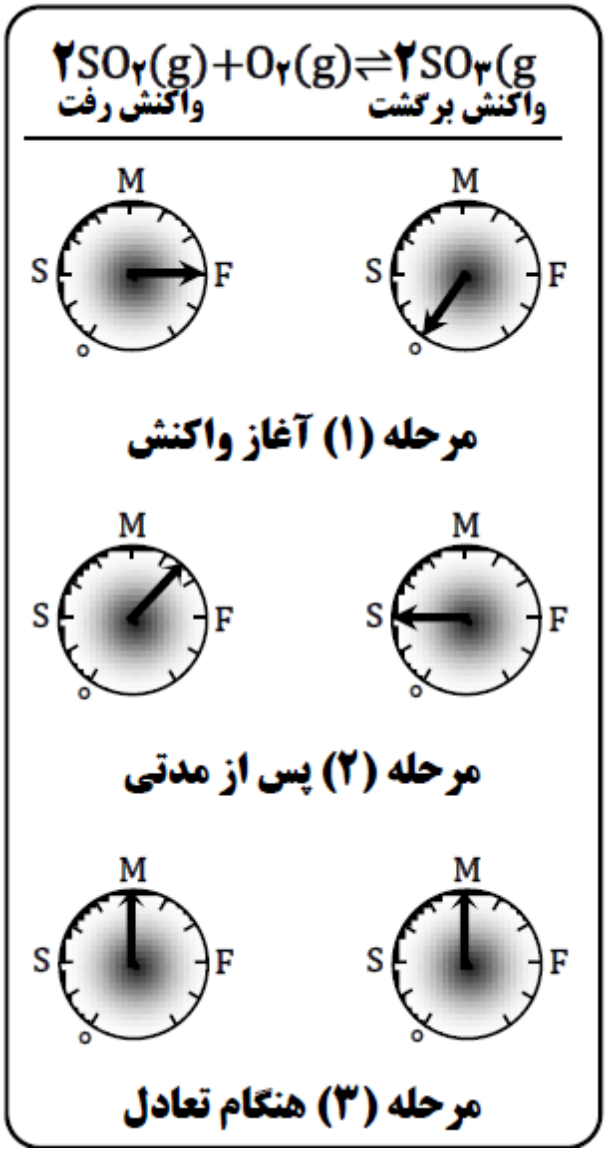
در این مرحله واکنش فقط در یک جهت (رفت) انجام می‌شود.

۲. پس از مدتی از آغاز واکنش و به محض تولید فراورده‌ها، واکنش برگشت با سرعت اندک شروع می‌شود و به مرور زمان بر سرعت واکنش برگشت افزوده و از سرعت واکنش رفت کاسته می‌شود. در این حالت واکنش برگشت پذیر است.

$$2SO_2(g) + O_2(g) \Leftrightarrow 2SO_3(g) \quad \text{(برگشت پذیر)}$$

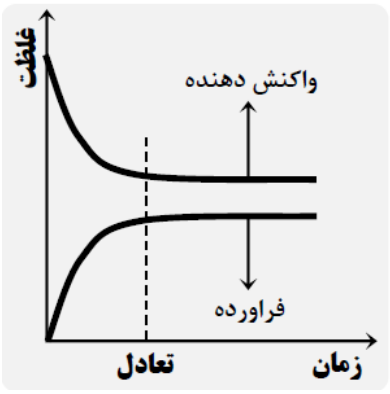
۳. در هنگام تعادل، سرعت واکنشهای رفت و برگشت برابر شده و سرعت‌سنج‌ها موازی و بر روی یک مقدار مساوی غیر صفر و غیر F قرار می‌گیرند. در این حالت واکنش تعادلی است و تعادل برقرار شده است.

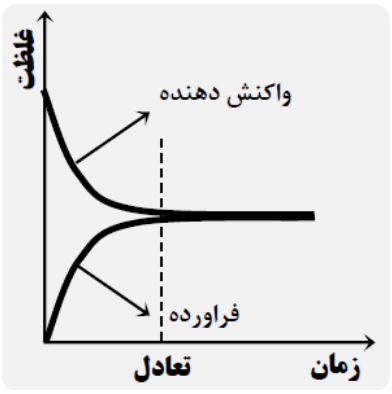
$2SO_2(g)+O_2(g) \Leftrightarrow 2SO_3(g)$ (تعادل)

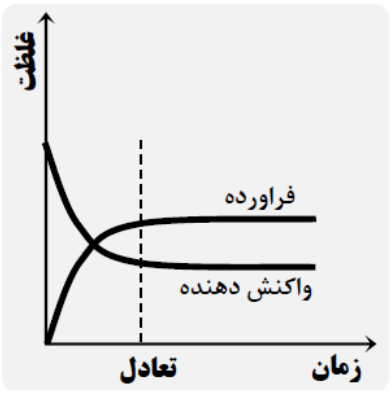


نکته:S به معنی Slow و M به معنی Medium و F به معنی Fast می‌باشند.

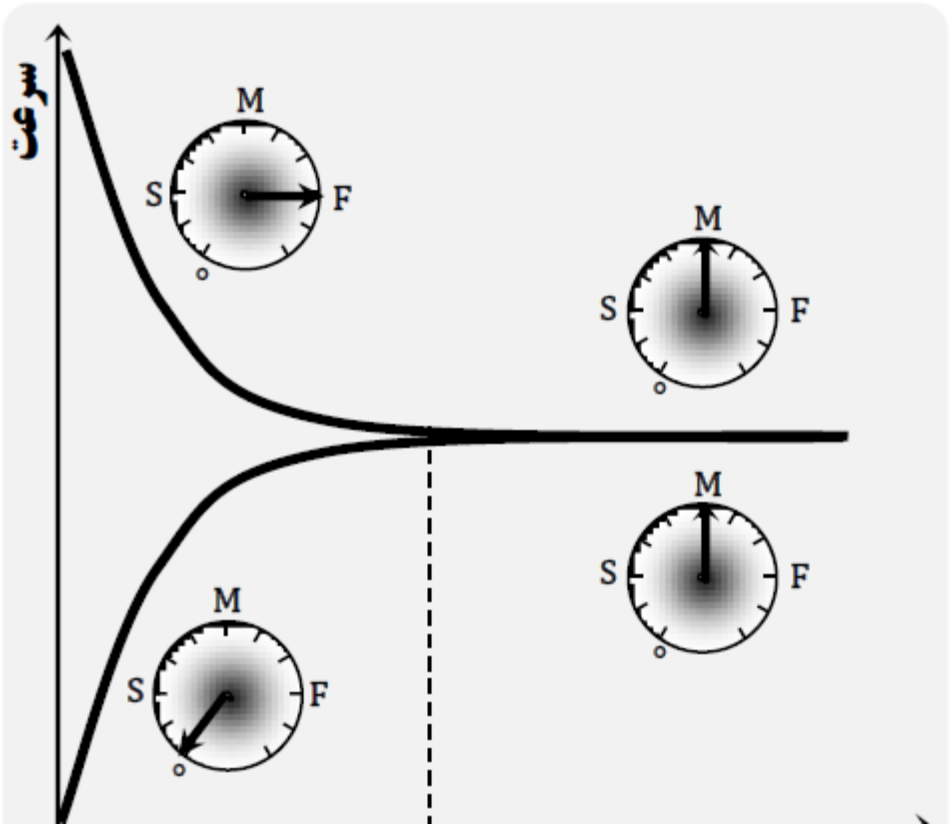
نمودارهای غلظت – زمان واکنشهای تعادلی







نمودار سرعت – زمان در یک واکنش تعادلی



ثابت تعادل (K)

عبارت ثابت تعادل (قانون تعادل)

برای واکنش فرضی $aA+bB \Leftrightarrow cC+dD$ عبارت ثابت تعادل (قانون تعادل) به صورت زیر است:

$$K=\frac{[C]^c[D]^d}{[A]^a[B]^b} \rightarrow \text{مقداری ثابت}, \quad \text{یکای } K=(mol.L^{-1})^{(c+d)-(a+b)}$$

در دمای ثابت هر تعادل، مقدار عددی K یک عدد ثابت است و با تغییر دما، تغییر می‌کند.

تنها عاملی که می‌تواند ثابت تعادل را تغییر دهد دما می‌باشد.

غلظت مواد جامد و مایع خالص را در عبارت ثابت تعادل قرار نمی‌دهیم، زیرا غلظت مواد جامد و مایع خالص همواره ثابت است. غلظت یک ماده ی جامد یا مایع خالص از تقسیم چگالی بر جرم مولی آنها بدست می‌آید و از آنجاییکه چگالی آنها در هر دمایی ثابت است، بنابراین غلظت آنها بدون توجه به مقدار آنها ثابت است.

$$M=\frac{\rho}{M_w} \rightarrow M=\frac{g.L^{-1}}{g.mol^{-1}}=mol..L^{-1}$$

در عبارت ثابت تعادل، مجاز هستیم به جای غلظت مواد جامد و مایع خالص، عدد یک قرار دهیم تا انجام محاسبات عددی آسانتر گردد. مثال:

$$CaCO_3(s) \Leftrightarrow CaO(s)+CO_2(g) \qquad K=\frac{1\times[CO_2]}{1} \rightarrow K=[CO_2]$$

K (ثابت تعادل) واحد خاصی ندارد و بستگی به نوع واکنش، حالت فیزیکی مواد و ضرایب استوکیومتری آنها، در واکنشهای مختلف، یکاهای متفاوتی دارد. در یک تعادل خاص، ممکن است K یکایی نداشته باشد.

به قانون تعادل و یکای آن در چند سامانه ی تعادلی زیر توجه کنید:

1) $H_2O(g) \Leftrightarrow H_2O(l) \rightarrow K=\frac{1}{[H_2O(g)]}, \quad \text{یکای } K=\frac{1}{mol.L^{-1}}=mol^{-1}.L$

2) $3H_2(g)+N_2(g) \Leftrightarrow 2NH_3(g0 \rightarrow K=\frac{[NH_3]^2}{[H_2]^3[N_2]}, \quad \text{یکای } K=mol^{-2}.L^2$

3) $2SO_3(g) \Leftrightarrow 2SO_2(g)+O_2(g) \rightarrow K=\frac{[SO_2]^2[O_2]}{[SO_3]^2}, \quad \text{یکای } K=mol.L^{-1}$

4) $H_2(g)+I_2(g) \Leftrightarrow 2HI(g) \rightarrow K=\frac{[HI]^2}{[H_2][I_2]}, \quad K \text{ یکا ندارد}$

5) $CoCl_2.6H_2O(aq) \Leftrightarrow CoCl_2(s)+6H_2O(g) \rightarrow K=\frac{[H_2O(g)]^6}{[CoCl_2.6H_2O]}, \quad \text{یکای } K=mol^5.L^{-5}$

محاسبه‌ی ثابت تعادل یک واکنش از روی ثابت تعادل واکنش دیگر

می‌توان با داشتن معادله و ثابت تعادل یک واکنش، ثابت تعادل واکنش دیگری که با آن واکنش مرتبط است، تعیین کرد. برای این کار از قواعد زیر استفاده می‌شود:

۱. مقدار ثابت تعادل واکنشهای رفت و برگشت، عکس یکدیگرند. مثال:

$$1)\ A \Leftrightarrow B\ ,\ K_1 = 2\times10^{-4}$$

$$2)\ B \Leftrightarrow A\ ,\ K_2 = ? \rightarrow K_2 = \frac{1}{K_1} = \frac{1}{2\times10^{-4}} = 5\times10^{3}$$

۲. هرگاه ضرایب استوکیومتری یک واکنش تعادلی در عدد ثابتی ضرب شود، ثابت تعادل آن هم، به توان آن عدد می‌رسد. مثال:

$$1)\ 2A \Leftrightarrow 2B\ ,\ K_1 = 100$$

$$2)\ 4A \Leftrightarrow 4B\ ,\ K_2 = ? \rightarrow K_2 = K_1^2 = 100^2 = 1\times10^{4}$$

$$3)\ A \Leftrightarrow B\ ,\ K_3 = ? \rightarrow K_2 = K_1^{\frac{1}{2}} = \sqrt{K_1} = \sqrt{100} = 10$$

۳. هر گاه معادله‌ای از حاصل جمع جبری چند معادله ی دیگر به دست آید، K تعادل معادله ی حاصل، برابر است با حاصل ضرب K تعادل‌های باهم جمع شده. مثال:

$$1)\ A \Leftrightarrow B\ ,\ K_1 = 10$$

$$\underline{2)\ B \Leftrightarrow C\ ,\ K_2 = 20}$$

$$3)\ A \Leftrightarrow C\ ,\ K_3 = ? \rightarrow K_3 = K_1 \times K_2 = 10\times20 = 200$$

تفسیر ثابت تعادل

مقدار عددی ثابت تعادل، نشان دهنده‌ی نسبت غلظت فراورده‌ها به واکنش دهنده‌ها می‌باشد. بنابراین مقدار عددی K، میزان پیشرفت یک واکنش تعادلی در جهت رفت را نشان می‌دهد.

مقدار عددی K با غلظت فراورده‌ها رابطه‌ی مستقیم دارد زیرا:

غلظت واکنش دهنده‌ها/ غلظت فرآورده ها $K\alpha$

جدول مقایسه‌ای تفسیر ثابت تعادل

مقدار عددی K	مقایسه‌ی غلظت فراورده ها و واکنش دهنده‌ها در هنگام تعادل	تفسیر ثابت تعادل
بسیار کوچک مثل: $K=1/5\times10^{-30}$	غلظت فرآورده ها بسیار کمتر از غلظت واکنش دهنده‌هاست.	واکنش تعادلی در جهت رفت، پیشرفت چندانی ندارد و عملاً انجام نمی‌شود. (از نظر ترمودینامیکی نامساعد است)
نسبتاً کوچک مثل: $K=1/6\times10^{-3}$	غلظت فراورده ها کمتر از غلظت واکنش دهنده هاست و مقدار کمی از واکنش دهنده‌ها به فراورده‌ها تبدیل شده است.	تعادل در سمت چپ یا در سمت واکنش دهنده‌ها قرار دارد.
مقدار متوسط مثل: $K=0/91$ تا $K=1/2$	غلظت فراورده‌ها تقریباً با غلظت واکنش دهنده‌ها برابر است.	تعادل در میانه قرار دارد.
نسبتاً بزرگ مثل: $K=2\times10^{4}$	غلظت فراورده‌ها بیشتر از غلظت واکنش دهنده‌هاست و مقدار قابل توجهی از واکنش دهنده‌ها به فراورده ها تبدیل شده است.	تعادل در سمت راست یا در سمت فراورده‌ها قرار دارد.
بسیار بزرگ مثل: $K=1/8\times10^{80}$	غلظت واکنش دهنده‌ها ناچیز و تقریباً به طور کامل مصرف شده‌اند. و می‌توان آنها را جزء واکنشهای کامل در نظر گرفت. می‌توان اصول استوکیومتری را در محاسبات آنها به کار گرفت.	تعادل تا مرز کامل شدن و یک طرفه شدن پیشروی می‌کند. (از نظر ترمودینامیکی مساعد است)

نکته: با داشتن مقدار عددی ثابت تعادل، نمی‌توان در مورد سرعت رسیدن به تعادل، قضاوت کرد زیرا ثابت تعادل، یک کمیت ترمودینامیکی است و سرعت، یک کمیت سینتیکی، به عنوان مثال: در دمای $25^{o}C$، ثابت تعادل؛ $2H_2(g)+O_2(g)\Leftrightarrow 2H_2O(g)$ بسیار بزرگ $(2/9\times10^{81})$ است که اصطلاحاً گفته می‌شود از نظر ترمودینامیکی **مساعد** است. اما همین واکنش در دمای 25^{o} دارای سرعت بسیار کمی است (از نظر سینتیکی نامساعد است) و سرعت کم آن (انرژی فعالسازی زیاد) عملاً مانع از انجام واکنش در این دما می‌شود.

برای آن که یک واکنش تعادلی در زمان کوتاهی بتواند فراورده‌ی قابل توجهی تولید کند بایستی:
۱. از لحاظ ترمودینامیکی مساعد باشد یعنی: K تعادل آن بسیار بزرگ باشد.
۲. از لحاظ سینیتیکی مساعد باشد یعنی: دارای سرعت زیادی باشد.

کسر خارج قسمت (Q)

خارج قسمت واکنش از نظر ظاهری و یکا شبیه عبارت ثابت تعادل است. به عنوان مثال: برای واکنش $aA+bB \Leftrightarrow cC+dD$ عبارت ثابت تعادل و عبارت خارج قسمت به صورت زیر است:

$$K=\frac{[C]^c[D]^d}{[A]^a[B]^b}\ ,\ Q=\frac{[C]^c[D]^d}{[A]^a[B]^b}\quad Q,K\ \text{یکای}=(mol.L^{-1})^{(c+d)-(a+b)}$$

تفاوت Q و K در این است که در عبارت ثابت تعادل (K) فقط مقادیر غلظت های تعادلی نوشته می شود اما در عبارت خارج قسمت (Q)، می توان غلظت های تعادلی و یا غیر تعادلی را قرار داد.

کاربرد Q در پیش بینی جهت پیشرفت واکنش های تعادلی است. برای پیش بینی جهت پیشرفت یک تعادل ابتدا غلظت های موجود را در عبارت Q قرار داده و با محاسبه ی Q و مقایسه ی آن با مقدار K واکنش در ان دما، براساس جدول زیر جهت جابه جایی و پیشرفت تعادل را به سمت چپ یا راست تعیین می کنیم:

جدول مقایسه ی Q و K در دمای ثابت

حالت های Q و K	[واکنش دهنده ها]/ [فراورده ها] نسبت به حالت تعادل	پیش بینی جهت پیشرفت تعادل برای رسیدن به تعادل
۱. $Q=0$	۰=[فراورده ها] ⟶ ۰=[واکنش دهنده ها]/ [فراورده ها] واکنش رفت هنوز شروع نشده است.	تعادل در جهت رفت (به سمت فراورده ها) جابه جا می شود تا تعادل برقرار شود و $Q=K$ شود.
۲. $Q<K$	حالت تعادل > [واکنش دهنده ها]/ [فراورده ها]	تعادل در جهت رفت جابه جا می شود تا $Q=K$ شده و تعادل برقرار گردد.
۳. $Q=K$	حالت تعادل = [واکنش دهنده ها]/ [فراورده ها] K حالت خاصی از Q است.	تعادل برقرار است. در دمای ثابت جابه جا نمی شود.
۴. $Q>K$	حالت تعادل < [واکنش دهنده ها]/ [فراورده ها]	تعادل در جهت برگشت پیشرفت می کند تا $Q=K$ شود و تعادل برقرار گردد.
۵. $Q=\infty$ بی نهایت	۰=[واکنش دهنده ها] ⟶ ۰=[واکنش دهنده ها]/ [فراورده ها] واکنش فاقد واکنش دهنده هاست.	تعادل در جهت برگشت جابه جا شده تا ضمن تولید واکنش دهنده ها $Q=K$ شود و تعادل برقرار شود.

مسایل تعادل

حالت اول: مسایلی که غلظتهای تعادلی مواد مشخص شده یا خواسته شده است.

در مسایلی که غلظتهای مواد، مربوط به لحظه‌ای تعادل می باشند، با جایگزینی این مقادیر در عبارت ثابت تعادل، مسایل حل می‌شوند.

نکته: در عبارت ثابت تعادل، بایستی غلظت مولی مواد قرار داده شود و قبل از جایگزینی اعداد در عبارت K، لازم است مقدارهای داده شده بر حسب گرم، مول و ... را به غلظت مولی بر حسب مول بر لیتر تبدیل کرد.

نکته: در عبارت ثابت تعادل، بایستی غلظت مولی مواد بر حسب یک لیتر بیان شود قرار داده شود و قبل از جایگزینی اعداد در عبارت K، لازم است مقدارهای داده شده بر حسب گرم، مول و ... را به غلظت مولی بر حجم ظرف تقسیم نمود.

تست نمونه

با توجه به تعادل گازی $2HI \Leftrightarrow H_2 + I_2$, $K = 0/01$، اگر حجم ظرف برابر ۵ لیتر و مقدار I_2 در حالت تعادل برابر ۰/۰۱ مول باشد، مقدار HI در این شرایط برابر چند مول است؟ (سراسری تجربی ۸۳)

۱) ۰/۱ ۲) ۰/۲ ۳) ۰/۰۱ ۴) ۰/۰۲

پاسخ:

$$K = \frac{[H_2][I_2]}{[HI]^2}, [H_2] = [I_2] = \frac{0/01mol}{5L} = 0/002mol.L^{-1}$$

$$0/01 = \frac{(0/002)(0/002)}{[HI]^2} \rightarrow [HI]^2 = \frac{4\times10^{-6}}{1\times10^{-2}} \rightarrow [HI] = 0/02mol.L^{-1}$$

$?molHI = 0/02\frac{mol}{L}\times 5L = 0/1molHI$ گزینه‌ی «۱» صحیح است.

حالت دوم: مسایلی که در آنها غلظت های تعادلی مشخص نیست.

در مسایلی که غلظتهای مواد در لحظه‌ی تعادل مشخص نیست، برای حل این گونه مسایل بهتر است با تنظیم جدول غلظتها و تکمیل آن، غلظت‌های تعادلی را تعیین و سپس در عبارت ثابت تعادل جایگزین نموده و مسأله را حل کرد.

هرگاه صحبت از غلظت های اولیه‌ی مواد به میان آید، به روش زیر عمل می‌شود :

مرحله‌ی اول : ابتدا یک جدول تشکیل داده، غلظت های اولیه‌ی مواد را می‌نویسند :

	aA	+ bB	⇌	cC	+ dD
غلظت اولیه	m	n		o	o

مرحله‌ی دوم : در ردیف دوم جدول، تغییر غلظت ها را می‌نویسند :

	aA	+ bB	⇌	cC	+ dD
غلظت اولیه	m	n		o	o
تغییر غلظت	-ax	-bx		+cx	+dx

برای حل این تیپ از مسایل از ترتیب زیر استفاده می کنیم:

گام اول: ابتدا جدولی به فرم زیر تشکیل می‌دهیم:

	aA	+ bB	⇌	cC	+ dD
غلظت اولیه	m	n		o	o

گام دوم: سپس تغییر غلظتهای مواد اولیه و محصول را در جدول دوم منعکس می کنیم:

	aA	+ bB	⇌	cC	+ dD
غلظت اولیه	m	n		o	o
تغییر غلظت	-ax	-bx		+cx	+dx

گام سوم: نتایج حاصل از ردیفهای جداول بالا را با هم جمع کرده تا به غلظتهای تعادلی برسیم و سپس با داشتن آنها ثابت تعادل را بدست می‌آوریم.

	aA	+ bB	⇌	cC	+ dD
غلظت اولیه	m	n		o	o
تغییر غلظت	-ax	-bx		+cx	+dx
غلظت تعادلی	m-ax	n-bx		cx	dx

نکته: چنان چه مقدار مواد بر حسب گرم داده شده باشد، می‌توان از رابطه‌ی زیر، گرم را به یکای مول بر لیتر (غلظت مولی) تبدیل کرد:

$$?\,mol.L^{-1}A=[A]=\text{مقدار گرم A} / \text{حجم ظرف} \times \text{جرم مولی A}$$

؟ تست نمونه

اگر در دمای معین، در ظرف سربسته‌ی یک لیتری، ۰/۵ مول NH_4HS راگرما دهیم تا تعادل شیمیایی؛ $NH_4HS(s) \Leftrightarrow NH_3(g)+H_2S(g)$ برقرار شود و در حالت تعادل، ۶ درصد این نمک تجزیه شده باشد، ثابت این تعادل در شرایط آزمایش کدام است؟ (سراسری ریاضی ۸۳)

۱) $2/5\times10^{-3}$ ۲) $4/7\times10^{-3}$ ۳) 6×10^{-4} ۴) 9×10^{-4}

پاسخ: بهتر است جدول غلظتها را به صورت زیر تنظیم و تکمیل کنیم.

تغییر غلظت، ۶ درصد ۰/۵ مول اولیه است: $x=\frac{6}{100}\times0/5=0/03mol$

غلظت ها	$NH_4HS \Leftrightarrow NH_3+H_2S$		
غلظتهای اولیه	$0/5mol$	۰	۰
تغییر غلظتها	$-x$	$+x$	$+x$
غلظتهای تعادلی (ویژه‌ی عبارت K)	$0/5-x$	$0+x$	$0+x$
	$0/5-0/03=0/47mol$	$x=\frac{0/02mol}{1L}$	$x=\frac{0/02mol}{1L}$

چون NH_4HS یک ماده‌ی جامد است و غلظت آن ثابت است، پس غلظت این ماده را در عبارت ثابت تعادل قرار نمی‌دهیم.

$$K=[NH_3][H_2S]=0/03\times0/03=9\times10^{-4}mol^2.L^{-2}$$

گزینه‌ی «۴» صحیح است.

مثال: اگر پس از برقراری تعادل $N_2(g)+3H_2(g) \Leftrightarrow 2NH_3(g)$ در دمای ۵۰۰ درجه سانتیگراد غلظت گاز نیتروژن و هیدروژن و آمونیاک به ترتیب برابر ۴۲/۶، ۰/۱۱، ۰/۰باشد،ثابت تعادل را برای این واکنش محاسبه کنید؟

مثال: اگر پس از برقراری تعادل $H_2(g)+I_2(g)\Leftrightarrow 2HI(g)$ مقدار ثابت تعادل ۵۰ وغلظت گاز هیدروژن $1/8\times10^{-3}$ و غلظت آمونیاک دو برابر آن باشد، غلظت تعادلی HI را برای این واکنش محاسبه کنید؟

مثال: اگر پس از برقراری تعادل $2A\Leftrightarrow 3B_3$ در یک ظرف ۲ لیتری غلظت A وB به ترتیب برابر ۰/۴ و ۱/۲باشد، ثابت تعادل را برای این واکنش محاسبه کنید؟

مفهوم جابه جایی تعادل و اصل لوشاتلیه

اگر عاملی، تعادل را در جهت رفت یا در جت برگشت پیش ببرد، به طوری که سرعت واکنش رفت یا برگشت تغییر کند، اصطلاحاً گفته می‌شود، تعادل به راست یا چپ **جابه جا** شده است.

در لحظه‌ی جابه جایی تعادل، سرعت یکی از واکنشهای رفت یا برگشت از دیگری بیشتر شده که پس از چند لحظه، تعادل جدید برقرار شده و مجدداً سرعت واکنشهای رفت و برگشت برابر می‌شود.

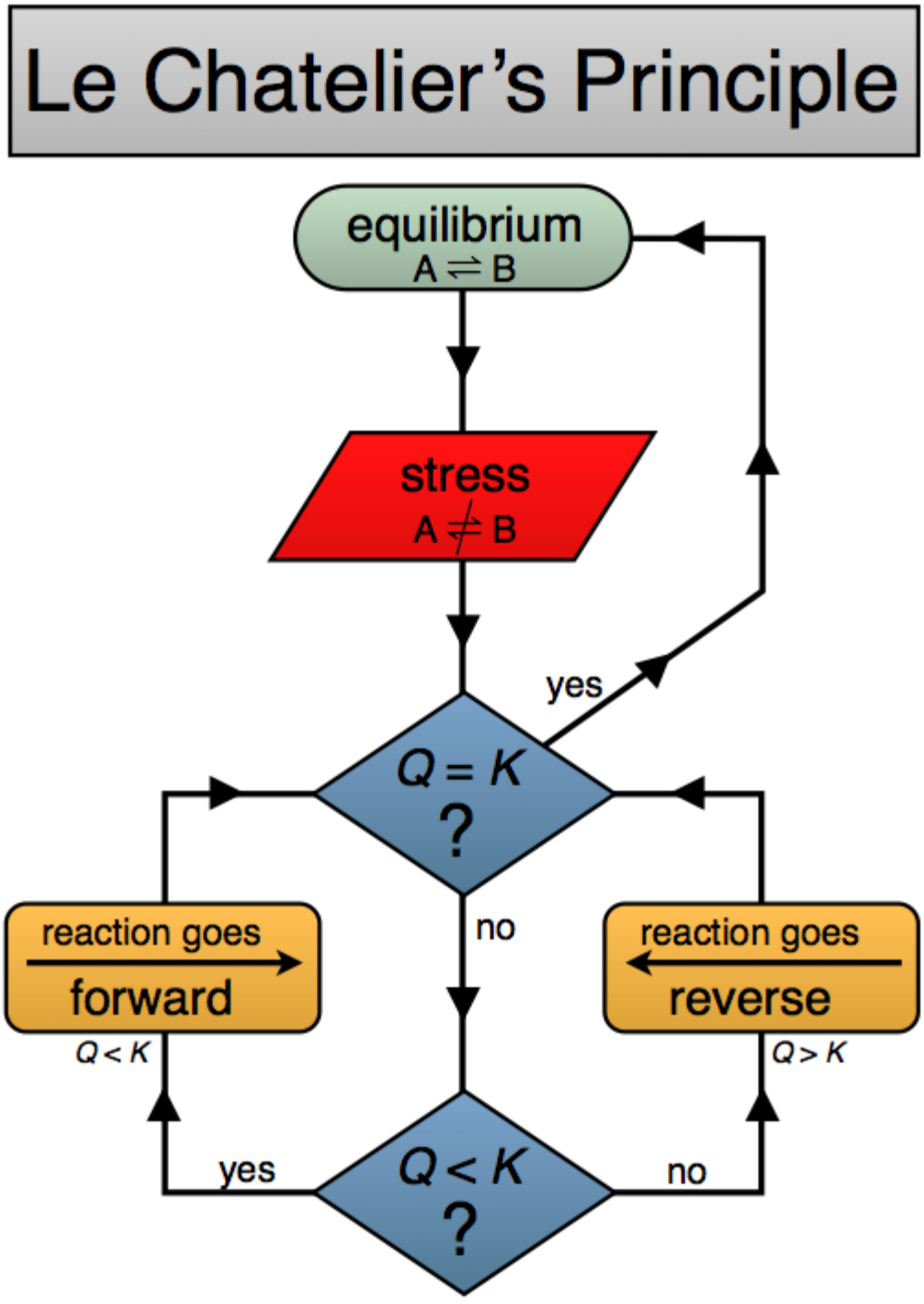
اصول لوشاتلیه: چنان چه عاملی موجب برهم زدن حالت تعادلی یک سامانه شود، سامانه در جهتی جابه جا می شود که با عامل مزاحم مقابله کرده، تا آن جا که امکان دارد اثر آن برطرف کند. بدین ترتیب در سامانه‌ی یاد شده یک تعادل جدید برقرار می شود.

مطابق اصل لوشاتلیه، چنان چه خطری بر یک تعادل اعمال شود، تعادل تا حد امکان سعی بررفع خطر می‌کند.

بر یک تعادل، دو نوع خطر می‌تواند اعمال شود که عکس العمل تعادلی برای رفع خطرها به صورت زیر است:

نوع خطر	خطر اعمال شده بر تعادل	رفع خطر از سوی تعادل (تا حد امکان)
خطر ۱	اضافه شدن یک عامل به تعادل	عامل اضافه شده مصرف می‌شود.
خطر ۲	کمبود یا کاهش یک عامل از تعادل	کمبود باید جبران شود.

اصل لوشاتلیه در یک جمله: اضافی؛ مصرف، کمبود؛ جبران.



رفتار واکنش برمبنای اصل لوشاتلیه

در جدول زیر عوامل مؤثر بر تعادل و عکس العمل تعادل در جهت مقابله نمودن با عامل مزاحم ارایه شده است:

عامل مزاحم	خطر اعمال شده بر تعادل	رفع خطر از سوی تعادل
تغییر غلظت یک ماده	افزایش غلظت یک ماده در تعادل	جابه جایی تعادل در جهت مصرف آن ماده
	کاهش غلظت یک ماده در تعادل	جابه جایی تعادل در جهت تولید و جبران آن ماده
تغییر فشار (تغییر حجم)	افزایش فشار (کاهش حجم) سیستم	جابه جایی تعادل در جهت تولید تعداد مول کمتر گازی
	کاهش فشار (افزایش حجم) سیستم	جابه جایی تعادل در جهت تولید تعداد مول بیشتر گازی
تغییر دما	افزایش دمای سیستم (گرم کردن سامانه)	جابه جایی تعادل در جهت گرماگیر بودن (در جهت مصرف گرمای اضافی
	کاهش دمای سیستم (سرد کردن سامانه)	جابه جایی تعادل در جهت گرماده بودن (در جهت جبران گرمای کاهش یافته)

اثر کاتالیزگر بر تعادل: استفاده از کاتالیزگر بر تعادلهایی مؤثر است که هنوز به تعادل نرسیده‌اند.

کاتالیزگر با افزایش سرعت واکنشهای رفت و برگشت، زمان رسیدن به تعادل را کوتاه‌تر می‌کند. افزودن کاتالیزگر، ثابت سرعت واکنشهای رفت و برگشت را به یک نسبت تغییر می‌دهد. از این رو نسبت آنها یعنی تغییر ثابت تعادل (K) تغییری نمی‌کند.

نکات طلایی

کاتالیزگر بر سیستمهای تعادلی که در حالت تعادل قرار دارند، بی تأثیر است.
کاتالیزگر، تغییر غلظت و تغییر فشار (حجم) هیچ تأثیری بر مقدار ثابت تعادل (K) ندارند.
ثابت تعادل (K) فقط با تغییر دما، تغییر می‌کند.

تأثیر دما بر مقدار K تعادل

واکنشهای تعادلی، یا گرماگیر هستند یا گرماده، که تأثیر دما بر مقدار K هر یک به صورت زیر است:

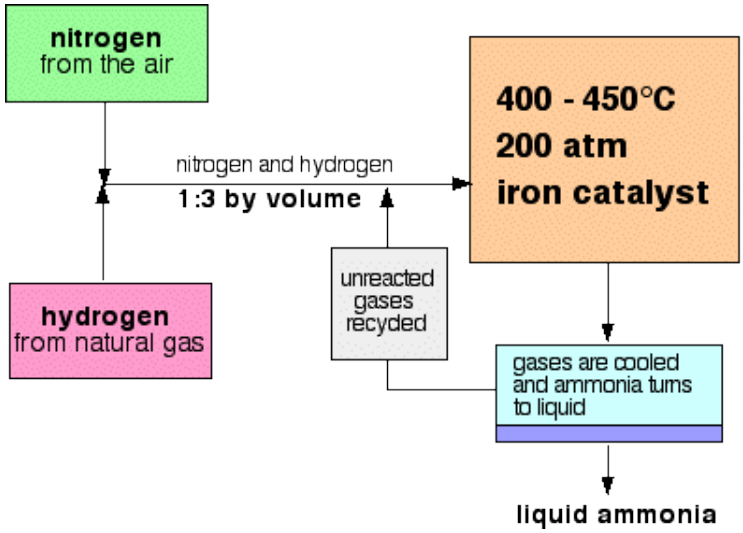
۱. **در واکنشهای گرماگیر:** افزایش دما باعث جابه‌جایی تعادل در جهت رفت (گرماگیر بودن) می‌شود که در نتیجه‌ی آن افزایش غلظت فراورده‌ها و کاهش غلظت واکنش دهنده‌هاست. و چون مقدار عددی K با غلظت فراورده‌ها رابطه‌ی مستقیم دارد، پس افزایش دما باعث افزایش مقدار K می‌شود.

۲. **در واکنشهای گرماده:** افزایش دما باعث جابه‌جایی تعادل در جهت مصرف دما، یعنی به سمت چپ تعادل شده و از غلظت فراورده‌ها و مقدار عددی K تعادل، کاسته می‌شود.

کابردهای قوانین تعادل در صنعت

با توجه به اهمیت قوانین تعادل در صنایع شیمیایی در این بخش به معرفی گوشه‌ای از کاربردهای این اصول می‌پردازیم.

فرایند هابر در تولید آمونیاک



شمای فرایند هابر

در فرایند هابر، هدف تولید آمونیاک بیشتر در زمان کوتاه‌تر است.

معادله‌ی هابر به صورت مقابل است:

$$3H_2(g)+N_2(g)\Leftrightarrow 2NH_3(g)$$

$$\Delta H=-92KJ.mol^{-1}$$

در فرایند هابر، برای تولید آمونیاک بیشتر در زمان کوتاه‌تر، از روشهای زیر استفاده می‌شود:

۱. **افزایش فشار؛** افزایش فشار، تعادل را در جهت تولید تعداد مول کمتر گازی، یعنی به سمت تولید $NH_3(g)$ بیشتر جابه جا می‌کند. بنابراین تا جایی که دستگاه‌ها معیوب نشوند، فشار را افزایش می دهند.

۲. **خروج آمونیاک** به صورت مایع شده از سیستم و بازگردانی H_2 و N_2 عمل نکرده به ظرف واکنش. از این طریق بر غلظت $N_2(g)$ و $H_2(g)$ افزوده و از غلظت NH_3 کاسته می‌شود تا تعادل در جهت تولید آمونیاک بیشتر جابه جا شود.

۳. **به کار بردن کاتالیزگر** مناسب از جمله آهن و اکسیدهای فلزی مانند MgO و Al_2O_3 استفاده از کاتالیزگر، زمان رسیدن به تعادل را کوتاه‌تر می‌کند.

۴. **افزایش نسبی دما.** هرچند که کاهش دما، در ظاهر، باعث جابه جایی تعادل در جهت تولید آمونیاک بیشتر می شود اما کاهش دما، سرعت رسیدن به تعادل را آن چنان کاهش می‌دهد که تولید آمونیاک را عملاً غیر ممکن می‌سازد. بنابراین، فرایند هابر در دماهای نسبتاً بالا انجام می‌گیرد و برای جبران تأثیر افزایش نسبی دما، تا جایی که امکان دارد واکنش را در فشارهای بالاتر انجام می‌دهند.

در جدول زیر اثر تغییرات دما بر فرایند هابر نشان داده شده است.

تغییرات دما	اثر مثبت تغییرات دما	اثر منفی تغییرات دما
افزایش دما	افزایش سرعت رسیدن به حالت تعادل	پیشرفت اندک تعادل در جهت تولید آمونیاک بیشتر
کاهش دما	پیشرفت تعادل در جهت تولید آمونیاک بیشتر	کاهش سرعت رسیدن به تعادل

هابر موفق شد آمونیاک را درمقیاس آزمایشگاهی تولید کند. این فرایند هابر در واقع روش صنعتی تولید آمونیاک است.

در فرایند هابر مواد اولیه به صورت زیر تأمین می‌شوند:

گاز N_2 از تقطیر جز به جز هوای مایع

گاز H_2:

- از جدا سازی گاز آب حاصل از عبور بخار آب از بالای زغال چوب

گاز آب

کک ، کربن ناخالص است که از زغال سنگ بوسیله گرم کردن آن در غیاب هوا برای بیرون راندن اجزای فرار بدست آمده است. کک و بخار آب در دمای ۱۰۰۰ درجه سانتی‌گراد واکنش داده و تولید یک مخلوط گازی قابل احتراق و اشتعال که به عنوان "گاز آب" شناخته و مشهور شده است، خواهند کرد.

$$H_2O + C \rightarrow H_2 + CO$$

چون CO و H_2 هر دو قابل سوختن هستند، این مخلوط را به‌عنوان یک سوخت و همچنین به عنوان منبع H_2 بکار می‌برند.

- از تقطیر نفت خام
- از تقطیر هوای مایع

در صنعت آمونیاک را در دمایی حدود 550^oC و فشار در گسترده ی ۱۵۰ تا ۳۵۰ اتمسفر در مجاورت کاتالیزگرهایی هم چون آهن و اکسیدهای فلزی نظیر MgO و Al_2O_3 تهیه می‌کنند.

آمونیاک در تهیه‌ی کودهای شیمیایی، مواد منفجره و... کاربرد دارد.

تست نمونه

کدام مطلب درباره واکنش تعادلی، $N_2(g)+3H_2(g)\Leftrightarrow 2NH_3(g), \Delta H=-92kJ$ نادرست است؟

(سراسری ریاضی ۹۱)

۱) هیدروژن لازم برای این واکنش را می‌توان از تجزیه آب به وسیله زغال داغ بدست آورد.

۲) تشکیل آمونیاک گرماده بوده و ΔH° تشکیل آن برابر $-92kJ.mol^{-1}$ است.

۳) آهن و اکسید فلزهایی مانند آلومینیوم و منیزیم، سرعت رسیدن به این تعادل را افزایش می‌دهند.

۴) افزایش دما، سبب جابجا شدن تعادل در جهت برگشت و نیز افزایش سرعت واکنشهای رفت و برگشت می‌شود.

پاسخ: به ازای تشکیل دو مول NH_3 ، ۹۲ کیلو ژول گرما آزاد می‌شود پس آنتالپی تشکیل NH_3، $-46kJ.mol^{-1}$ می‌باشد. بنابراین گزینه ۲ پاسخ سؤال است.

شماره تست	بخش دوم شیمی ۴: مسائل ثابت تعادل تعداد تست ها: ۳۸	کنکور
۱	اگر در واکنش تعادلی $H_۲(g)+I_۲(g)\rightleftarrows ۲HI(g)$ در دمای معین غلظت گازهای $I_۲(g)$ و $H_۲(g)$ یکسان و برابر ۰/۱ غلظت $HI_{(g)}$ باشد ثابت تعادل K در این دما کدام است؟ ۱) ۱×۱۰^{-۲} ۲) $۱\times۱۰^{+۲}$ ۳) ۲×۱۰^{-۲} ۴) $۲\times۱۰^{+۲}$	تألیفی
۲	با توجه به تعادل: $K=۰/۰۱$ $۲HI(g)\rightleftarrows H_۲(g)+I_۲(g)$ اگر حجم ظرف ۵ لیتری و مقدار $I_۲(g)$ در حالت تعادل ۰/۰۱ مول باشد، مقدار $HI(g)$ در این حالت چند مول است؟ ۱) ۰/۱ ۲) ۰/۲ ۳) ۰/۰۱ ۴) ۰/۰۲	تجربی ۸۳
۳	اگر تعادل گازی $K=۱۰^{-۲}$ $۲AB\rightleftarrows A_۲+B_۲$ در ظرف سربسته ی ۳ لیتری برقرار باشد و در این حالت مقدار $A_۲$ برابر $۰/۰۳mol$ باشد، مقدار AB چند مول می باشد؟ ۱) ۰/۱ ۲) ۰/۳ ۳) ۰/۰۱ ۴) ۰/۰۲	تجربی ۸۸
۴	سه مول $H_۲(g)$ و یک مول $CS_۲(g)$ در یک ظرف یک لیتری مطابق واکنش زیر، به تعادل می رسند. اگر در لحظه تعادل از واکنش دهنده اضافی ۰/۵ مول در ظرف باقی مانده باشد، ثابت تعادل این واکنش برابر چند $L.mol^{-۱}$ است؟ $۴H_۲(g)+CS_۲(g)\rightleftarrows ۲H_۲S(g)+CH_۴(g)$ ۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۴ ۴) ۱۰	تجربی ۹۳
۵	از واکنش $K=۲$, $C_۲H_۴(g)+H_۲O(g)\rightleftarrows C_۲H_۵OH(g)$ برای تهیه ی اتانول در صنعت استفاده می شود. اگر دو مول اتیلن و دو مول آب، در دمای معین در یک ظرف دو لیتری در بسته به تعادل برسند، بازده درصدی این فرایند کدام است؟ ۱) ۶۰ ۲) ۵۰ ۳) ۸۱ ۴) ۸۵	ریاضی ۹۲
۶	یک مول $NH_۳(g)$ و یک مول $O_۲(g)$ در یک ظرف یک لیتری دربسته، مطابق واکنش زیر، در دمای معین به تعادل رسیده اند، اگر در حالت تعادل ۰/۲ مول $N_۲(g)$ در مخلوط وجود داشته باشد، غلظت مولار کدام گاز در مخلوط از همه بیش تر و ثابت تعادل به تقریب کدام است؟ $۴NH_۳(g)+۳O_۲(g)\rightleftarrows ۲N_۲(g)+۶H_۲O(g)$ ۱) آب– ۰/۰۴۲ ۲) آب– ۰/۱۲۵ ۳) اکسیژن– ۰/۰۴۲ ۴) اکسیژن– ۰/۱۲۵	تجربی ۹۲

۷	اگر ۴/۸۸ گرم $BaCl_2.2H_2O(s)$ را در ظرف سر بسته ی دو لیتری طبق واکنش زیر گرما دهیم و $0/36g$ بخار آب در حالت تعادل وجود داشته باشد، ثابت تعادل این واکنش در شرایط آزمایش کدام است؟ $BaCl_2.2H_2O(s) \rightleftarrows BaCl_2(s)+2H_2O(g) \quad (H=1, O=16 : g.mol^{-1})$ ۱) 1×10^{-4} ۲) 1×10^{-2} ۳) 2×10^{-4} ۴) 2×10^{-2}	تجربی ۹۲
۸	با افزایش دمای یک ظرف یک لیتری سر بسته ی که دارای ۰/۱ مول $CO(g)$، ۰/۱ مول $CO_2(g)$، ۰/۲۱ مول $NiO(s)$ و ۰/۲۱ مول $Ni(s)$ است، ثابت تعادل واکنش: $NiO(s)+CO(g) \rightleftarrows NI(s)+CO_2(g)$ از ۱ به ۹۹ رسیده است. غلظت تعادلی $CO_2(g)$ در این حالت برابر چند $mol.L^{-1}$ است؟ ۱) ۰/۰۹۸ ۲) ۰/۱۲۸ ۳) ۰/۱۵۲ ۴) ۰/۱۹۸	ریاضی ۹۱
۹	یک مول از گاز A تا دمای 500^oK در ظرف یک لیتری در بسته گرم می شود. اگر در حالت تعادل ۲۰ درصد از این گاز مطابق واکنش: $2A(g) \rightleftarrows 2B(g)+C(g)+D(s)$ تفکیک شده باشد، مقدار عددی ثابت تعادل این واکنش در دمای آزمایش کدام است؟ ۱) $2/5\times10^{-2}$ ۲) 5×10^{-2} ۳) $6/25\times10^{-3}$ ۴) $6/25\times10^{-4}$	تجربی ۹۱
۱۰	اگر ۲ مول $CaCO_3$ در ظرف ۳ لیتری در بسته تا دمای 827^oC گرم شود، شمار تقریبی مولکول CO_2 موجود در ظرف، پس از برقراری تعادل، کدام است؟ $(K=10^{-2}mol.L^{-1})$ ۱) $1/8\times10^{22}$ ۲) $1/8\times10^{23}$ ۳) 6×10^{21} ۴) 6×10^{22}	تجربی ۹۱
۱۱	۲/۴۸ مول گاز N_2 را با ۱/۶۸ مول گاز O_2 در یک ظرف دو لیتری سربسته مخلوط و گرم می کنیم تا تعادل گازی $N_2(g)+O_2(g) \rightleftarrows 2NO(g)$ برقرار شود، اگر در حالت تعادل ۰/۰۸ مول گاز NO در مخلوط وجود داشته باشد، ثابت تعادل این واکنش کدام است؟ ۱) $1/6\times10^{-3}$ ۲) $1/6\times10^{-4}$ ۳) $1/8\times10^{-3}$ ۴) $1/8\times10^{-4}$	ریاضی ۹۰
۱۲	۴/۱ مول گاز SO_2 را با ۲/۲ مول گاز O_2 در ظرف ۲ لیتری سر بسته مخلوط و گرم می کنیم تا تعادل گازی: $2SO_2(g)+O_2(g) \rightleftarrows 2SO_3(g)$، برقرار شود، اگر در حالت تعادل، ۴ مول گاز SO_3 در ظرف وجود داشته باشد، مقدار ثابت تعادل چند $mol.L^{-1}$ است؟ ۱) 1×10^{10} ۲) $1/6\times10^{-4}$ ۳) 2×10^{10} ۴) $2/5\times10^{4}$	تجربی ۹۰

۱۳	اگر ۰/۵ مول گاز اوزون و ۰/۵ مول گاز NO در دو ظرف یک لیتری مطابق شکل، با یکدیگر مخلوط شوند و واکنش برگشت پذیر: $O_۳(g)+NO(g)\rightleftarrows O_۲(g)+NO_۲(g)\ ,\ K=۶۴$ انجام گیرد، پس از برقراری تعادل، چند مول اکسیژن در مخلوط گازی، وجود خواهد داشت؟ ۱) $\frac{۱}{۹}$ ۲) $\frac{۲}{۹}$ ۳) $\frac{۴}{۹}$ ۴) $\frac{۷}{۹}$	تجربی ۹۰
۱۴	با توجه به شکل روبه رو و داده های آن، اگرپس از برقرار شدن حالت تعادل گازی: $۲SO_۲(g)+O_۲(g)\rightleftarrows ۲SO_۳(g)$ در ظرف واکنش، ۰/۰۵ مول گاز اکسیژن باقی بماند، ثابت این تعادل بر حسب $mol^{-۱}.L$ کدام است؟ ۱) ۸۱۰ ۲) ۸۱۲ ۳) ۱۰۱۲ ۴) ۱۱۲۵	تجربی ۸۹
۱۵	اگر ۳ مول گاز $NOCl$ را در یک ظرف سربسته ی تا برقرار شدن تعادل گازی: $۲NOCl(g)\rightleftarrows ۲NO(g)+Cl_۲(g), K=۰/۶۷۵$ گرم کنیم و در این حالت ۴۰ درصد گاز $NOCl$ تجزیه نشده باقی بماند، حجم ظرف واکنش، چند لیتر است؟ ۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴	ریاضی ۸۹
۱۶	اگر واکنش $Br_۲(g)+Cl_۲(g)\rightleftarrows ۲BrCl(g), K=۱/۶\times ۱۰^{-۳}$، در ظرفی سر بسته با حجم ۴ لیتر در دمای معین انجام شود، مقدار ۲ مول از هر یک از گازهای کلر و برم در مخلوط تعادلی باشد، مقدار $BrCl$ در حالت تعادل، برابر چند مول است؟ ۱) ۰/۰۸ ۲) ۰/۱۶ ۳) ۰/۰۹ ۴) ۰/۱۸	ریاضی ۸۸
۱۷	مخلوطی از ۵ مول گاز HCl را با ۱/۱ مول گاز اکسیژن در ظرف سربسته دو لیتری تا رسیدن به حالت تعادل: $۴HCl(g)+O_۲(g)\rightleftarrows ۲Cl_۲(g)+۲H_۲O(g)$،گرم می کنیم. اگر در حالت تعادل ۸۰ درصد گاز HCl تجزیه شده باشد، ثابت این تعادل در شرایط آزمایش بر حسب $mol.L^{-۱}$ کدام است؟ ۱) ۳×۱۰^{-۲} ۲) ۴×۱۰^{-۲} ۳) $۳/۲\times ۱۰^{۲}$ ۴) $۴/۲\times ۱۰^{۲}$	تجربی ۸۸
۱۸	اگر مقدار ۱ مول گاز $N_۲O_۵(g)$ را در یک ظرف سربسته ۲ لیتری گرما دهیم تا تعادل گازی: $۲N_۲O_۵(g)\rightleftarrows ۴NO_۲(g)+O_۲(g)$، برقرار شود، و در حالت تعادل ۵۰ درصد این گاز تجزیه شده باشد، ثابت این تعادل در دمای آزمایش، برحسب $mol^{۳}.L^{-۳}$ کدام است؟ ۱) ۰/۲ ۲) ۰/۲۵ ۳) ۰/۱۲۵ ۴) ۲/۵	ریاضی ۸۷

۱۹	با توجه به داده های زیر، که مقدار گازهای SO_2 و O_2 را قبل و بعد از برقراری تعادل گازی: $2SO_2(g)+O_2(g)\rightleftarrows 2SO_3(g)$، در یک ظرف سربسته ی یک لیتری نشان می دهند، ثابت این تعادل در شرایط آزمایش، برحسب $mol^{-1}.L$ کدام است؟ ۱) ۶۰۰ ۲) ۶۱۰ ۳) ۸۰۰ ۴) ۸۱۰	تجربی ۸۷
۲۰	مخلوطی شامل یک مول گاز CO و یک مول بخار آب را در یک ظرف سربسته ۱۰ لیتری گرما میدهیم تا تعادل گازی: $CO(g)+H_2O(g)\rightleftarrows CO_2(g)+H_2(g)$ برقرار شود، اگر در حالت تعادل، مقدار ۰/۶ مول گاز CO_2 در مخلوط گازی وجود داشته باشد، ثابت این تعادل در دمای آزمایش، بر حسب کدام است؟ ۱) ۱/۶ ۲) ۲/۲۵ ۳) ۱/۱۵ ۴) ۲/۴	ریاضی ۸۶
۲۱	با توجه به تعادل گازی: $CH_4(g)+H_2O(g)\rightleftarrows CO(g)+3H_2(g), K=5mol^2.L^{-2}$، که در یک ظرف سربسته ی دو لیتری برقرار است، اگر مقدار اولیه گاز متان برابر۱/۱۲ مول و مقدار گاز CO در حالت تعادل برابر با ۰/۴ مول باشد، مقدار $H_2O(g)$ در ظرف واکنش، برابر چند مول است؟ ۱) ۰/۱۴۱ ۲) ۰/۰۲۴ ۳) ۰/۰۴۸ ۴) ۰/۳۲۶	تجربی ۸۶
۲۲	در ظرف سر بسته ای با حجم $400cm^3$، مقدار ۰/۰۴۰۴ مول گاز NO را گرما می دهیم تا تعادل گازی: $2NO(g)\rightleftarrows N_2(g)+O_2(g), K=2/5\times10^3$، برقرار شود. غلظت تعادلی گازهای N_2, O_2 و NO بر حسب مول بر لیتر در حالت تعادل، به ترتیب کدام اند؟ ۱) ۰/۰۲، ۰/۰۲، ۰/۹۸ ۲) ۰/۰۰۵، ۰/۰۰۵، ۰/۰۱ ۳) ۰/۰۵، ۰/۰۵، ۰/۱ ۴) ۰/۰۰۲، ۰/۰۰۲، ۰/۰۹۸	ریاضی ۸۵
۲۳	اگر مقداری گازی NO را در ظرف سربسته ی ۴ لیتری گرما دهیم تا تعادل گازی: $2NO(g)\rightleftarrows N_2(g)+O_2(g), K=2/5\times10^3\ mol.L^{-1}$ برقرار شود در حالت تعادل مقدار ۰/۰۰۴ مول گاز NO باقی مانده باشد، مقدار اولیه این گاز، چند گرم بوده است؟ $(N=14, O=16: g.mol^{-1})$ ۱) ۱۰/۱۵ ۲) ۴/۰۴ ۳) ۱۲/۱۲ ۴) ۳/۰۳	تجربی ۸۵

۲۴	مخلوط ۱ مول $H_۲(g)$ و ۱ مول $I_۲(g)$ را در ظرفی یک لیتری گرم می کنیم، مقدار تقریبی $HI(g)$ هنگام برقراری تعادل برابر چند گرم است؟ $K=۶۴$ $\left(H=۱, I=۱۲۷: g.mol^{-۱}\right)$ ۱) ۳۵۱ ۲) ۲۰۴/۸ ۳) ۱۷۵ ۴) ۱۰۲/۴	ریاضی خارج از کشور ۹۱
۲۵	براساس واکنش تعادلی، $H_۲O(g)+C(s)\rightleftarrows H_۲(g)+CO(g), K=۱۰$ در یک ظرف سربسته ی ۲ لیتری، مقدار ۰/۴ مول زغال را با مقداری بخار آب مخلوط کرده، تا رسیدن به حالت تعادل گرم می کنیم، اگر در حالت تعادل، ۰/۲ مول $CO(g)$ در ظرف واکنش وجود داشته باشد، مقدار اولیه بخار آب در مخلوط، به تقریب چند گرم بوده است؟ $\left(O=۱۶, H=۱: g.mol^{-۱}\right)$ ۱) ۳/۶۴ ۲) ۴/۹۶ ۳) ۴/۲۵ ۴) ۳/۲۵	ریاضی خارج از کشور ۹۱
۲۶	اگر ۳/۲ گرم گاز هیدروژن و ۱ مول گاز نیتروژن را در یک ظرف دو لیتری مخلوط کرده و گرما دهیم تا تعادل گازی: $N_۲(g)+۳H_۲(g)\rightleftarrows ۲NH_۳(g)$ برقرار شود و در حالت تعادل ۶/۸ گرم گاز آمونیاک در مخلوط تعادلی باشد، ثابت این تعادل برابر چند $mol^{-۲}.L^{۲}$ است؟ $\left(H=۱, O=۱۴: g.mol^{-۱}\right)$ ۱) ۰/۶۰ ۲) ۰/۶۵ ۳) ۰/۸۰ ۴) ۰/۸۵	تجربی خارج از کشور ۹۱
۲۷	مقداری بخار آب را با ۰/۶ مول گاز CO در ظرف سربسته ی ۳ لیتری مخلوط و گرم می کنیم تا تعادل گازی زیر برقرار شود، اگر در حالت تعادل، ۰/۳ مول گاز $CO_۲$ در ظرف وجود داشته باشد، مقدار بخار آب در مخلوط اولیه، برابر چند مول بوده است؟ $CO(g)+H_۲O(g)\rightleftarrows CO_۲(g)+H_۲(g)\ ,\ K=۱۰$ ۱) ۰/۱۱ ۲) ۰/۲۱ ۳) ۰/۳۳ ۴) ۰/۴۲	ریاضی خارج از کشور ۹۰
۲۸	اگر در واکنش تعادلی تجزیه ی آمونیاک: $۲NH_۳(g)\rightleftarrows N_۲(g)+۳H_۲(g), K=۱۲$، که در یک ظرف دو لیتری در بسته در دمای معین برقرار است مقدار ۱/۲ مول هیدروژن وجود داشته باشد، مقدار اولیه ی آمونیاک برابر چند مول بوده است؟ ۱) ۰/۹۲ ۲) ۰/۸۴ ۳) ۰/۶۸ ۴) ۰/۵۲	تجربی خارج از کشور ۹۰

۲۹	تعادل گازی: $CO(g)+۳H_۲(g)\rightleftarrows CH_۴(g)+H_۲O(g), K=۰/۸۱mol^{-۲}.L^{۲}$، در دمای معین در ظرفی سربسته برقرار است، اگر در حالت تعادل مقدار ۰/۱ مول گاز CO، ۰/۰۰۳ مول گاز $CH_۴$ و ۰/۱ مول گاز هیدروژن در ظرف وجود داشته باشد، حجم ظرف واکنش، چند لیتر است ؟ ۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴	ریاضی خارج از کشور ۸۹
۳۰	با توجه به واکنش گازی زیر، که مطابق شکل، در یک ظرف یک لیتری سربسته در دمای معین به حالت تعادل درآمده است، مقدار اکسیژن در مخلوط اولیه (در آغاز واکنش)، چند مول بوده است؟ $۲SO_۲(g)+O_۲(g)\rightleftarrows ۲SO_۳(g), K=۸۰۰$ ۱) ۰/۱۱۵ ۲) ۰/۱۲۵ ۳) ۱/۱۲۵ ۴) ۱/۱۱۵	تجربی خارج از کشور ۸۹
۳۱	اگر در تعادل گازی: $CH_۴(g)+H_۲O(g)\rightleftarrows CO(g)+۳H_۲(g), K=۱۰mol^{۲}.L^{-۲}$، که در دمای معین در یک ظرف سربسته برقرار است، ۰/۱ مول گاز CO، ۰/۰۳ مول گاز $CH_۴$ و ۰/۰۰۱ مول بخار آب وجود داشته باشد، حجم ظرف واکنش، چند لیتر است؟ ۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴ (تست تکراری ریاضی خارج از کشور ۸۷)	ریاضی خارج از کشور ۸۸
۳۲	در واکنش تعادلی $۲NOCl(g)+O_۲(g)\rightleftarrows ۲NO_۲(g)+Cl_۲(g), K=۲۵۰$، که در یک ظرف سربسته ی دو لیتری در دمای آزمایش برقرار است، اگر در در حالت تعادل مقدار ۰/۴ مول گاز $NO_۲$، ۰/۰۲ مول گاز $NOCl$ در ظرف موجود داشته باشد، مقدار گاز اکسیژن به حالت تعادل چند مول است؟ ۱) ۰/۲۳ ۲) ۰/۲۸ ۳) ۰/۳۲ ۴) ۰/۳۸	
۳۳	با توجه به این که واکنش گازی: $۲SO_۲(g)+O_۲(g)\rightleftarrows ۲SO_۳(g)$، مطابق شکل در یک ظرف سر بسته ی یک لیتری در دمای معین به حالت تعادل در آمده است، مقدار ثابت تعادل بر حسب $L.mol^{-۱}$ و غلظت تعادلی گاز اکسیژن (بر حسب مول بر لیتر) به ترتیب (از راست به چپ) کدام اند؟ ۱) ۸۰۰ − ۰/۲۵ ۲) ۸۰۰ − ۰/۱۲۵ ۳) ۸۱۰ − ۰/۲۵ ۴) ۸۱۰ − ۰/۱۲۵	تجربی خارج از کشور ۸۷

۳۴	با توجه به واکنش تعادلی، $4HCl(g)+O_2(g)\rightleftarrows 2Cl_2(g)+2H_2O(g), K=1000 mol^{-1}.L$ اگر غلظت Cl_2 و O_2 در حالت تعادل به ترتیب برابر با 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	ریاضی خارج از کشور ۸۶
۳۵	اگر واکنش $Br_2(g)+Cl_2(g)\rightleftarrows 2BrCl(g), K=1/6\times10^{-3}$، 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 $BrCl(g)$ در حالت تعادل برابر چند مول است؟ ۱) ۰/۰۸ ۲) ۰/۱۸ ۳) ۰/۱۶ ۴) ۰/۰۹	تجربی خارج از کشور ۸۶
۳۶	اگر در تعادل گازی: $2NH_3(g)\rightleftarrows N_2(g)+3H_2(g)$، که در یک ظرف سربسته ی 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) $1/92\times10^{-2} mol^2.L^{-2}$ ۲) $1/92\times10^{-2} mol.L^{-2}$ ۳) $3/86\times10^{-3} mol^2.L^{-2}$ ۴) $3/86\times10^{-3} mol.L^{-2}$	ریاضی خارج از کشور ۸۵
۳۷	با توجه به شکل روبه رو، که به واکنش تعادلی گازی: $N_2(g)+O_2(g)\rightleftarrows 2NO(g)$ در ظرف سربسته ی یک لیتری مربوط است، کدام مطلب درست است؟ ۱) تعادل در سمت راست (سمت فراورده) قرار دارد. ۲) ثابت تعادل این واکنش در شرایط آزمایش، برابر $1/67\times10^{-4}$ 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.	ریاضی خارج از کشور ۸۵
۳۸	مقدار ۶/۲۵۵ گرم PCl_5 را در ظرف سربسته ای گرما دهیم تا تعادل زیر برقرار شود. اگر در حالت تعادل، ۲/۷۵ گرم PCl_3 در ظرف موجود باشد، حجم ظرف واکنش چند لیتر است؟ $PCl_5(g)\rightleftarrows PCl_3(g)+Cl_2(g), K=8\times10^{-3}$ $(P=31, Cl=35/5: g.mol^{-1})$ ۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۴ ۴) ۵	تجربی خارج از کشور ۸۵

شماره تست	گزینه صحیح	پاسخ تشریحی بخش دوم شیمی ۴: مسائل ثابت تعادل
۱	(۲)	$H_۲(g)+I_۲(g)\overrightarrow{\leftarrow}۲HI(g)\rightarrow K=\frac{[HI(g)]^۲}{[H_۲(g)][I_۲(g)]}=\frac{[HI(g)]^۲}{۰/۱[HI(g)]\times ۰/۱[HI(g)]}=\frac{۱}{۰/۰۱}=۱۰۰$
۲	(۱)	چون تعداد ذرات گازی دو طرف تعادل برابرند، می توان در رابطه ی K به جای مولار از مول هم استفاده کرد و چون ضرایب $I_۲(g)$ و $H_۲(g)$ با هم برابرند، تعداد مول تولیدی این دو هم برابر یکدیگرند: $۲HI(g)\overrightarrow{\leftarrow}H_۲(g)+I_۲(g)\rightarrow K=\frac{[H_۲(g)][I_۲(g)]}{[HI(g)]^۲}\rightarrow ۰/۰۱=\frac{[۰/۰۱]^۲}{[HI(g)]^۲}$ $\xrightarrow{\text{جذر دوطرف}}۰/۱=\frac{[۰/۰۱]}{[HI(g)]}\rightarrow [HI(g)]=\frac{۰/۰۱}{۰/۱}=۰/۱mol$
۳	(۲)	چون تعداد ذرات گازی دو طرف تعادل برابرند، می توان در رابطه ی K به جای مولار از مول هم استفاده کرد و چون ضرایب $A_۲(g)$ و $B_۲(g)$ با هم برابرند، تعداد مول تولیدی این دو هم برابر یکدیگرند: $۲AB\overrightarrow{\leftarrow}A_۲+B_۲\rightarrow K=\frac{[A_۲][B_۲]}{[AB]^۲}\rightarrow ۱۰^{-۲}=\frac{[۰/۰۳]^۲}{[HI(g)]^۲}$ $\xrightarrow{\text{جذر دوطرف}}۱۰^{-۱}=\frac{[۰/۰۳]}{[AB]}\rightarrow [AB]=\frac{۰/۰۳}{۰/۱}=۰/۳mol$
۴	(۱)	با توجه به واکنش، به ازای یک مول $CS_۲(g)$، چهار مول $H_۲(g)$ مصرف می شود اما در این تست سه مول $H_۲(g)$ وجود دارد بنابراین $H_۲(g)$ واکنش دهنده ی محدود کننده (یا مول به ضریب کوچکتری دارد) و $CS_۲(g)$ واکنش دهنده ی اضافی می باشد و در آغاز واکنش ۱ مول $CS_۲(g)$ داریم، چون ۰/۵ مول از آن در ظرف باقی مانده است، باید ۰/۵ مول آن مصرف شود. پس با توجه به ضرایب و مقدار $CS_۲(g)$ مصرفی داریم: $۴H_۲(g)\quad +CS_۲(g)\overrightarrow{\leftarrow}۲H_۲S(g)\quad +CH_۴(g)$ $۴\times ۰/۵mol=۲mol\quad ۰/۵mol\quad ۲\times ۰/۵mol\quad ۰/۵mol$ $۳mol-۲mol=۱mol\qquad =۱mol$ $K=\frac{[H_۲S(g)]^۲[CH_۴(g)]}{[H_۲(g)]^۴[CS_۲(g)]}=\frac{[۱]^۲[۰/۵]}{[۱]^۴[۰/۵]}=۱$ چون حجم ظرف یک لیتر است، مقدار مول و غلظت مولار یکسان است.

۵	(۲)	$C_2H_4(g) + H_2O(g) \rightleftarrows C_2H_5OH(g)\ ,\ K=\frac{[C_2H_5OH(g)]}{[C_2H_4(g)][H_2O(g)]} \rightarrow 2=\frac{[\frac{xmol}{2}]}{[\frac{2-x}{2}][\frac{2-x}{2}]}$ $(2-x)mol \quad (2-x)mol$ $x=1$, بازده واکنش $=\frac{\text{مقدار مصرف شده}}{\text{مقدار کل}}\times 100=\frac{1}{2}\times 100=\%50$
۶	(۳)	چون حجم ظرف یک لیتر است، مقدار مول و غلظت مولار یکسان است. $4NH_3(g)+3O_2(g) \rightleftarrows 2N_2(g)+6H_2O(g) \rightarrow K=\frac{[N_2(g)]^2[H_2O(g)]^6}{[NH_3(g)]^4[O_2(g)]^3}$ $(1-4x)mol \quad (1-3x)mol \quad 2x=0/2 \quad 6x=0/6$ $1-0/4=0/6 \quad 1-0/3=0/7 \quad x=0/1$ $K=\frac{[0/2]^2[0/6]^6}{[0/6]^4[0/7]^3}=0/042$
۷	(۱)	ثابت تعادل فقط به غلظت گاز یا محلول در آب بستگی دارد $BaCl_2.2H_2O(s) \rightleftarrows BaCl_2(s)+2H_2O(g)$ غلظت مولار $=\frac{\text{مول حل شونده}}{\text{حجم محلول به لیتر}}$ $[H_2O(g)]=\frac{\frac{0/36}{18}mol}{2L}=\frac{0/02mol}{2L}=0/01mol.L^{-1} \rightarrow K=[H_2O(g)]^2=[0/01]^2=1\times 10^{-4}$
۸	(۴)	چون مقدار K افزایش یافته است، واکنش در جهت رفت جابه جا می شود (یا می توان خارج قسمت واکنش Q را محاسبه کرد) در ضمن در ثابت تعادل فقط به غلظت گاز یا محلول در آب بستگی دارد و به غلظت جامد بستگی ندارد و چون حجم ظرف یک لیتر است، مقدار مول و غلظت مولار یکسان است: $NiO(s)+CO(g) \rightleftarrows Ni(s)+CO_2(g) \rightarrow K=\frac{[CO_2(g)]}{[CO(g)]} \rightarrow 99=\frac{0/1+x}{0/1-x} \rightarrow$ $(0/1-x)mol \qquad (0/1+x)mol$ $9/9-99x=0/1+x \rightarrow 100x=9/8 \rightarrow x=0/098mol, [CO_2(g)]=0/1+0/098=0/198mol.L^{-1}$
۹	(۳)	اگر ۲۰ درصد ۱ مول تجزیه می شود، ۰/۲ مول از آن ماده تجزیه شده و ۰/۸ مول آن ماده باقی می ماند. و چون حجم ظرف یک لیتر است، مقدار مول و غلظت مولار یکسان است: $2A(g) \rightleftarrows 2B(g)+C(g)+D(s) \rightarrow K=\frac{[0/2]^2[0/1]}{[0/8]^2}=6/25\times 10^{-3}$ $(1-2x)=0/8mol \quad 2x=0/2mol \quad x=0/1mol$
۱۰	(۱)	$CaCO_3(s) \rightleftarrows CaO(s)+CO_2(g) \quad K=[CO_2(g)] \rightarrow 10^{-2}=\frac{?mol}{3L} \rightarrow$ $?molCO_2=3\times 10^{-2}mol=3\times 10^{-2}\times 6/02\times 10^{23}\approx 1/8\times 10^{22}$ مولکول CO_2

۱۱	(۱)	چون تعداد ذرات گازی دو طرف تعادل برابرند، میتوان در رابطه ی K به جای مولار از مول هم استفاده کرد: $N_۲(g) + O_۲(g) \rightleftarrows ۲NO(g) \rightarrow K = \frac{[NO(g)]^۲}{[N_۲(g)][O_۲(g)]} = \frac{[۰/۰۸]^۲}{[۲/۴۴][۱/۶۴]} = ۱/۶\times۱۰^{-۳}$ $(۲/۴۸-x)mol \quad (۱/۶۸-x)mol \quad ۲x = ۰/۰۸$ $۲/۴۸-۰/۰۴ \quad ۱/۶۸-۰/۰۴ \quad x = ۰/۰۴$ $=۲/۴۴ \quad =۱/۶۴$
۱۲	(۲)	$۲SO_۲(g) + O_۲(g) \rightleftarrows ۲SO_۳(g) \rightarrow K = \frac{[SO_۳(g)]^۲}{[SO_۲(g)]^۲[O_۲(g)]} = \frac{[\frac{۴}{۲}]^۲}{[\frac{۰/۱}{۲}]^۲[\frac{۰/۲}{۲}]} = ۱۶۰۰۰$ $(۴/۱-۲x)mol \quad (۲/۲-x)mol \quad ۲x = ۴$ $۴/۱-۴=۰/۱ \quad ۲/۲-۲=۰/۲ \quad x = ۲$
۱۳	(۳)	چون تعداد ذرات گازی دو طرف تعادل برابرند، می توان در رابطه ی ؟؟ به جای مولار از مول هم استفاده کرد: $O_۳(g) + NO(g) \rightleftarrows O_۲(g) + NO_۲(g)\ ,\ K = \frac{[O_۲(g)][NO_۲(g)]}{[O_۳(g)][NO(g)]} \rightarrow$ $(۰/۵-x)mol \quad (۰/۵-x)mol \quad xmol \quad xmol$ $۶۴ = \frac{[x]^۲}{[۰/۵-x]^۲} \xrightarrow{\text{جذر دوطرف}} ۸ = \frac{[x]}{[۰/۵-x]} \rightarrow x = \frac{۴}{۹}$
۱۴	(۴)	چون حجم ظرف یک لیتر است، مقدار مول و غلظت مولار یکسان است. $۲SO_۲(g) + O_۲(g) \rightleftarrows ۲SO_۳(g) \rightarrow K = \frac{[SO_۳(g)]^۲}{[SO_۲(g)]^۲[O_۲(g)]} = \frac{[۰/۳۰]^۲}{[۰/۰۴]^۲[۰/۰۵]} = ۱۱۲۵$ $(۰/۳۴-۲x)mol \quad (۰/۲-x)=۰/۰۵mol \quad ۲x$ $۰/۳۴-۰/۳۰ \quad x=۰/۱۵ \quad ۰/۳۰$ $=۰/۰۴$

۱۵	(۳)	از $NOCl$ به اندازه ی $\frac{۶۰}{۱۰۰}\times ۳=۱/۸$ کم می شود. با توجه به این که به اندازه ی $۲x$ از $NOCl$ کم می شود. مقدار x برابر با $\frac{۱/۸}{۲}=۰/۹$ مول می شود: $۲NOCl(g)\overrightarrow{\leftarrow} \quad ۲NO(g)+Cl_۲(g)\rightarrow K=\frac{[NO(g)]^۲[Cl_۲(g)]}{[NOCl(g)]^۲}\rightarrow ۰/۶۷۵=\frac{[\frac{۱/۸}{V}]^۲[\frac{۰/۹}{V}]}{[\frac{۱/۲}{V}]^۲}$ $(۳-۱/۸=۱/۲)mol \quad ۲xmol \quad xmol$ $x=۰/۹ \quad ۱/۸ \quad ۰/۹$ $۰/۶۷۵=\frac{[۳/۲۴][۰/۹]}{V[۱/۴۴]}\rightarrow V=\frac{۳/۲۴\times ۰/۹}{۰/۶۷۵\times ۱/۴۴}=۳L$
۱۶	(۱)	چون تعداد ذرات گازی دو طرف تعادل برابرند، می توان در رابطه ی K به جای مولار از مول هم استفاده کرد: $Br_۲(g)+Cl_۲(g)\overrightarrow{\leftarrow}۲BrCl(g), K=\frac{[BrCl(g)]^۲}{[Br_۲(g)][Cl_۲(g)]}\rightarrow ۱/۶\times ۱۰^{-۲}=\frac{[BrCl(g)]^۲}{[۲][۲]}$ $\xrightarrow{\text{جذر دوطرف}} ۴\times ۱۰^{-۲}=\frac{[BrCl(g)]}{[۲]}\rightarrow ?mol\ BrCl(g)=۸\times ۱۰^{-۲}\ mol$
۱۷	(۳)	از HCl به اندازه ی $\frac{۸۰}{۱۰۰}\times ۵=۴$ مول تجزیه شده و کم می شود. با توجه به اینکه به اندازه ی $۴x$ از $NOCl$ کم می شود، مقدار x برابر با $\frac{۴}{۴}=۱$ مول می شود: $۴HCl(g) \quad +O_۲(g)\overrightarrow{\leftarrow} \quad ۲Cl_۲(g)+۲H_۲O(g)\rightarrow K=\frac{[Cl_۲(g)]^۲[H_۲O(g)]^۲}{[HCl(g)]^۴[O_۲(g)]}$ $(۵-۴=۱)mol \quad (۱/۱-x)mol \quad ۲x=۲ \quad ۲x=۲$ $x=۱ \quad ۱/۱-۱=۰/۱$ $=\frac{[\frac{۲}{۲}]^۲[\frac{۲}{۲}]^۲}{[\frac{۱}{۲}]^۴[\frac{۰/۱}{۲}]}=۳۲۰$

۱۸	(۳)	از $N_۲O_۵$ به اندازه ی $\frac{۵۰}{۱۰۰}\times ۱ = ۰/۵$ مول تجزیه شده و کم می شود. با توجه به اینکه به اندازه ی $۲x$ از $N_۲O_۵$ کم می شود، مقدار x برابر با $\frac{۰/۵}{۲} = ۰/۲۵$ مول می شود: $۲N_۲O_۵(g) \overrightarrow{\leftarrow} ۴NO_۲(g) + O_۲(g) \rightarrow K = \frac{[NO_۲(g)]^۴[O_۲(g)]}{[N_۲O_۵(g)]^۲}$ $(۱-۰/۵ = ۰/۵)mol \quad ۴\times ۰/۲۵ = ۱ \quad x = ۰/۲۵$ $x = ۰/۲۵$ $= \frac{[\frac{۱}{۲}]^۴[\frac{۰/۲۵}{۲}]}{[\frac{۰/۵}{۲}]^۲} = ۰/۱۲۵$ $۲N_۲O_۵(g) \overrightarrow{\leftarrow} ۴NO_۲(g) + O_۲(g)$
۱۹	(۳)	چون حجم ظرف یک لیتر است، مقدار مول و غلظت مولار یکسان است. $۲SO_۲(g) + O_۲(g) \overrightarrow{\leftarrow} ۲SO_۳(g) \rightarrow K = \frac{[SO_۳(g)]^۲}{[SO_۲(g)]^۲[O_۲(g)]} = \frac{[۱/۶]^۲}{[۰/۴]^۲[۰/۰۲]} = ۸۰۰$ $(۲-۲x = ۰/۴)mol \quad (۰/۸۲-x) \quad ۲x$ $x = ۰/۸ \quad ۰/۸۲-۰/۸ \quad ۱/۶$ $= ۰/۰۲$
۲۰	(۲)	چون تعداد ذرات گازی دو طرف تعادل برابرند، می توان در رابطه ی K به جای مولار از مول هم استفاده کرد: $CO(g) + H_۲O(g) \overrightarrow{\leftarrow} CO_۲(g) + H_۲(g) \rightarrow \frac{[O_۲(g)][NO_۲(g)]}{[O_۳(g)][NO(g)]} = \frac{[۰/۶]^۲}{[۰/۴]^۲} = ۲/۲۵$ $(۱-x)mol \quad (۱-x)mol \quad (x)mol = ۰/۶ \quad xmol$ $۱-۰/۶ \quad ۱-۰/۶ \quad ۰/۶$ $= ۰/۴ \quad = ۰/۴$
۲۱	(۳)	$CH_۴(g) + H_۲O(g) \overrightarrow{\leftarrow} CO(g) + ۳H_۲(g), K = \frac{[CO(g)][H_۲(g)]^۳}{[CH_۴(g)][H_۲O(g)]} \rightarrow$ $(۱/۱۲-x)mol \quad (x)mol = ۰/۴ \quad ۳xmol$ $۱/۱۲-۰/۴ = ۰/۷۲ \quad ۱/۲$ $۵ = \frac{[\frac{۰/۴}{۲}][\frac{۱/۲}{۲}]^۳}{[\frac{۰/۷۲}{۲}][\frac{a}{۲}]} \rightarrow a = ۰/۰۴۸mol$

۲۲	(؟)	چون تعداد ذرات گازی دو طرف تعادل برابرند، می توان در رابطه ی K به جای مولار از مول هم استفاده کرد: در ضمن $cm^۳$ همان میلی لیتر است: $۲NO(g) \quad \overrightarrow{\leftarrow} N_۲(g)+O_۲(g) \rightarrow K=\frac{[N_۲(g)][O_۲(g)]}{[NO(g)]^۲}$ $(۰/۰۴۰۴-۲x)mol \quad xmol \quad xmol$ $\rightarrow ۲/۵\times ۱۰^{-۳}=۲۵\times ۱۰^{-۲}=\frac{[x]^۲}{[۰/۰۴۰۴-۲x]^۲}$ $\xrightarrow{\text{جذردوطرف}} ۵\times ۱۰^{-۱}=\frac{[x]}{[۰/۰۴۰۴-۲x]} \rightarrow ۲/۰۲-۱۰۰x=x \rightarrow x=۰/۰۲mol$ $[N_۲(g)]=[O_۲(g)]=\frac{۰/۰۲mol}{۰/۴L}=۰/۰۵mol.L^{-۱}, [NO(g)]=\frac{[۰/۰۴۰۴-۲(۰/۲)]mol}{۰/۴L}=۰/۰۰۱mol.L^{-۱}$
۲۳	(۳)	چون تعداد ذرات گازی دو طرف تعادل برابرند، می توان در رابطه ی K به جای مولار از مول هم استفاده کرد: $۲NO(g) \quad \overrightarrow{\leftarrow} N_۲(g)+O_۲(g) \rightarrow K=\frac{[N_۲(g)][O_۲(g)]}{[NO(g)]^۲}$ $(a-۲x=۰/۰۰۴)mol \quad xmol \quad xmol$ $\rightarrow ۲/۵\times ۱۰^{-۳}=۲۵\times ۱۰^{-۲}=\frac{[x]^۲}{[۰/۰۰۴]^۲}$ $\xrightarrow{\text{جذردوطرف}} ۵\times ۱۰^{-۱}=\frac{[x]}{[۰/۰۰۴]} \rightarrow x=۰/۲mol$ $a-۲x=۰/۰۰۴ \rightarrow a=۰/۰۰۴+۲x=۰/۰۰۴+۲(۰/۲)=۰/۴۰۴mol \times ^{\text{جرم مولی} NO}۳۰g.mol^{-۱}=۱۲/۱۲g$
۲۴	(۲)	$H_۲(g)+I_۲(g) \quad \overrightarrow{\leftarrow} ۲HI(g) \rightarrow K=\frac{[HI(g)]^۲}{[H_۲(g)][I_۲(g)]} \rightarrow ۶۴=\frac{[۲x]^۲}{[۱-x]^۲}$ $۱-xmol \quad ۱-xmol \quad ۲xmol$ $\xrightarrow{\text{جذردوطرف}} ۸=\frac{[۲x]}{[۱-x]} \rightarrow ۸-۸x=۲x \rightarrow x=۰/۸mol, \quad ۲x=۱/۶\times ۱۲۸=۲۰۴/۸g$

۲۵	(۱)	در رابطه ی ثابت تعادل K غلظت جامد تاثیری ندارد (هر چند وجود آن برای رسیدن به تعادل لازم است). پس: $H_۲O(g) + C(s) \rightleftarrows CO(g) + H_۲(g) \rightarrow K = \frac{[CO(g)][H_۲(g)]}{[H_۲O(g)]} \rightarrow ۱۰ = \frac{[\frac{۰/۲}{۲L}]^۲}{[\frac{a-۰/۲}{۲L}]}$ $(a-x)mol \quad xmol = ۰/۲ \quad xmol = ۰/۲$ $a-۰/۲$ $= \frac{[۰/۰۱]\times ۲}{[a-۰/۲]} \rightarrow ۱۰a-۲ = ۰/۰۲ \rightarrow a = ۰/۲۰۲mol \times ۱۸ = ۳/۶۴g$
۲۶	(۳)	$\frac{۳/۲}{۲} = ۱/۶molH_۲, \frac{۶/۸}{۱۷} = ۰/۴molH_۲$ $N_۲(g) + ۳H_۲(g) \rightleftarrows ۲NH_۳(g) \rightarrow K = \frac{[NH_۳(g)]^۲}{[N_۲(g)][H_۲(g)]^۳} = \frac{[\frac{۰/۴}{۲}]^۲}{[\frac{۰/۸}{۲}][\frac{۱}{۲}]^۳} = ۰/۸$ $(۱-x)mol \quad (۱/۶-۳x)mol \quad ۲x = ۰/۴$ $۱-۰/۲ = ۰/۸ \quad ۱/۶-۰/۶ = ۰/۱ \quad x = ۰/۲$
۲۷	(۳)	چون تعداد ذرات گازی دو طرف تعادل برابرند، می توان در رابطه ی K به جای مولار از مول هم استفاده کرد: $CO(g) + H_۲O(g) \rightleftarrows CO_۲(g) + H_۲(g) \rightarrow K = \frac{[O_۲(g)][NO_۲(g)]}{[O_۳(g)][NO(g)]} \rightarrow$ $(a-x)mol \quad (۰/۶-x)mol \quad xmol = ۰/۳ \quad xmol$ $a-۰/۳ \quad ۰/۶-۰/۳ = ۰/۳$ $۱۰ = \frac{[۰/۳]^۲}{[a-۰/۳][۰/۳]} \rightarrow a = ۰/۳۳$
۲۸	(۱)	$۲NH_۳(g) \rightleftarrows N_۲(g) + ۳H_۲(g) \quad , K = \frac{[N_۲(g)][H_۲(g)]^۳}{[NH_۳(g)]^۲} \rightarrow$ $(a-۲x)mol \quad x = \frac{۱/۲}{۳} = ۰/۴mol \quad ۳x = ۱/۲mol$ $a-۰/۸$ $۱۲ = \frac{[\frac{۰/۴}{۲}][\frac{۱/۲}{۲}]^۳}{[\frac{a-۰/۴}{۲}]} = \frac{[۰/۲][۰/۶]^۳\times ۴}{[a-۰/۸]^۲} \rightarrow [a-۰/۸]^۲ = \frac{[۰/۲][۰/۶]^۳\times ۴}{۱۲} = ۱/۴۴\times ۱۰^{-۲}$ $\rightarrow [a-۰/۸] = ۰/۱۲ \rightarrow a = ۰/۱۲+۰/۸ = ۰/۹۲mol$

۲۹	(۳)	$CO(g)+۳H_۲(g) \rightleftarrows CH_۴(g) + H_۲O(g) \rightarrow$ $۰/۱mol \quad ۰/۱mol \quad x=۰/۰۰۳mol \quad x=۰/۰۰۳mol$ $K=\frac{[CH_۴(g)][H_۲O(g)]}{[CO(g)][H_۲(g)]^۳} \rightarrow ۰/۸۱=\frac{[\frac{۰/۰۰۳}{V}][\frac{۰/۰۰۳}{V}]}{[\frac{۰/۱}{V}][\frac{۰/۱}{V}]} \rightarrow V=۳L$
۳۰	(۳)	چون حجم ظرف یک لیتر است، مقدار ملو و غلظت مولار یکسان است. $۲SO_۲(g) + O_۲(g) \rightleftarrows ۲SO_۳(g), K=\frac{[SO_۳(g)]^۲}{[SO_۲(g)]^۲[O_۲(g)]}$ $(۲/۲-۲x=۰/۲)mol \quad (a-x=۰/۰۰۴)mol \quad ۲xmol$ $(x=۱)mol \quad (a-۱)mol \quad ۲mol$ $\rightarrow ۸۰۰=\frac{[۲]^۲}{[۰/۲]^۲[a-۱]} \rightarrow ۸۰۰[۰/۲]^۲[a-۱]=[۲]^۲ \rightarrow a=۱/۱۲۵mol$
۳۱	(۳)	$CH_۴(g) + H_۲O(g) \rightleftarrows CO(g) + ۳H_۲(g) \rightarrow$ $۰/۰۳mol \quad ۰/۰۰۱mol \quad x=۰/۱mol \quad ۳x=۰/۳mol$ $K=\frac{[CO(g)][H_۲(g)]^۳}{[CH_۴(g)][H_۲O(g)]} \rightarrow ۱۰=\frac{[\frac{۰/۱}{V}][\frac{۰/۳}{V}]^۳}{[\frac{۰/۰۳}{V}][\frac{۰/۰۰۱}{V}]} \rightarrow V=۳L$
۳۲	(۳)	$۲NOCl(g)+O_۲(g) \rightleftarrows ۲NO_۲(g) + Cl_۲(g) \rightarrow K=\frac{[NO_۲(g)]^۲[Cl_۲(g)]}{[NOCl(g)]^۲[O_۲(g)]} \rightarrow$ $۰/۰۲mol \quad ?mol \quad ۲x=۰/۴mol \quad x=۰/۲mol$ $x=۰/۲mol$ $\rightarrow ۲۵۰=\frac{[۰/۴]^۲[۰/۲]}{[۰/۰۲]^۲[a]} \rightarrow [۰/۰۲]^۲[a][۲۵۰]=[۰/۴]^۲[۰/۲] \rightarrow a=۰/۳۲mol$
۳۳	(۲)	چون حجم ظرف یک لیتر است، مقدار مول و غلظت مولار یکسان است. $۲SO_۲(g) + O_۲(g) \rightleftarrows ۲SO_۳(g) \rightarrow K=\frac{[SO_۳(g)]^۲}{[SO_۲(g)]^۲[O_۲(g)]}$ $(۴/۴-۲x=۰/۴)mol \quad (۲/۱۲۵-x)mol \quad ۲xmol$ $(x=۲)mol \quad (۲/۱۲۵-۲=۰/۱۲۵)mol \quad ۴mol$ $\rightarrow \frac{[۴]^۲}{[۰/۴]^۲[۰/۱۲۵]}=۸۰۰$

۳۴	(۱)	$۴HCl(g)+O_۲(g)\overrightarrow{\leftarrow}۲Cl_۲(g)+۲H_۲O(g)\rightarrow K=\frac{[Cl_۲(g)]^۲[H_۲O(g)]^۲}{[HCl(g)]^۴[O_۲(g)]}$ $?x \quad ۰/۰۱۶ \quad ۲x=۰/۲ \quad ۲x=۰/۲$ $۱۰۰۰=\frac{[۰/۲]^۲[۰/۲]^۲}{[x]^۴[۰/۰۱۶]}\rightarrow ۱۰۰۰[x]^۴[۰/۰۱۶]=[۰/۲]^۲[۰/۲]^۲\rightarrow[x]^۴=۱۰^{-۴}\rightarrow[x]=۰/۱mol.L^{-۱}$
۳۵	(۳)	چون تعداد ذرات گازی دو طرف تعادل برابرند، در رابطه ی K می توان به جای غلظت، مول گذاشت. $Br_۲(g)+Cl_۲(g)\overrightarrow{\leftarrow}۲BrCl(g)\ ,\ K=۱/۶\times۱۰^{-۳}=۱۶\times۱۰^{-۴}$ $K=\frac{[BrCl]^۲}{[Br_۲][Cl_۲]}\rightarrow ۱۶\times۱۰^{-۴}=\frac{[BrCl]^۲}{۴\times۴}\rightarrow ۴\times۱۰^{-۲}=\frac{x}{۴}\rightarrow x=۰/۱۶mol\ BrCl$
۳۶	(۱)	$۲NH_۳(g)\overrightarrow{\leftarrow}N_۲(g)+۳H_۲(g)\rightarrow K=\frac{[N_۲][H_۲]^۳}{[NH_۳(g)]^۲}=\frac{[\frac{۰/۲}{۱۰}][\frac{۰/۶}{۱۰}]^۳}{[\frac{۰/۱۵}{۱۰}]^۲}=۱/۹۲\times۱۰^{-۲}\ mol^۲.L^{-۲}$
۳۷	(۴)	مقدار اولیه ی هر یک از دو واکنش دهنده، یک مول است و تا لحظه ی برقراری تعادل، ۰/۹۸ مول از هر یک از آن ها باقی مانده است. $۱-۰/۹۸=۰/۰۲mol$ = مصرف هریک از دو واکنش دهنده $\text{درصد پیشرفت واکنش}=\frac{\text{میزان مصرف شده}}{\text{میزان کل}}=\frac{۰/۰۲}{۱}\times۱۰۰٪=۲٪$ بررسی سایر گزینه ها: ۱) چون مقدار کمی از واکنش دهنده ها مصرف شده است، تعادل در سمت چپ (سمت واکنش دهنده) قرار دارد. ۲) ثابت تعادل این واکنش در شرایط آزمایش، برابر $۱/۶۷۱۰^{-۳}$ است. $N_۲(g)+O_۲(g)\overrightarrow{\leftarrow}\quad ۲NO(g)\quad \rightarrow K=\frac{[NO(g)]^۲}{[N_۲(g)][O_۲(g)]}=\frac{[۰/۰۴]^۲}{[۰/۹۸][۰/۹۸]}=۱/۶۷\times۱۰^{-۳}$ $x mol \quad x mol \quad (a-۲x=۰/۰۰۴)mol$ ۳) ثابت تعادل (ترمودینامیک)، ربطی به زمان و سرعت واکنش (سینتیک) ندارد.
۳۸	(۴)	$mol\ PCl_۵=\frac{۶/۲۵۵}{۲۰۸/۵}=۰/۰۳mol, mol\ PCl_۵=\frac{۲/۷۵}{۱۳۷/۵}=۰/۰۲mol$ $PCl_۵(g)\quad\overrightarrow{\leftarrow}\quad PCl_۳(g)\quad+\quad Cl_۲(g)\rightarrow$ $۰/۰۳-x mol \qquad x=۰/۰۲mol \qquad x=۰/۰۲mol$ $۰/۰۳-۰/۰۲=۰/۰۱mol$ $K=\frac{[PCl_۳(g)][Cl_۲(g)]}{[PCl_۵(g)]}\rightarrow ۸\times۱۰^{-۳}=\frac{[\frac{۰/۰۲}{V}][\frac{۰/۰۲}{V}]}{[\frac{۰/۰۱}{V}]}=\frac{۰/۰۰۰۴}{۰/۰۱V}\rightarrow V=۵L$

شماره تست	بخش دوم شیمی ۴: تفسیر ثابت تعادل تعداد تست ها: ۳	کنکور
۱	اگر مقدار ثابت یک تعادل بسیار بزرگ باشد، کدام مطلب درباره ی این واکنش تعادلی همواره درست است؟ ۱) در صورت انجام، تا مرز کامل شدن پیش می رود. ۲) با سرعت بسیار زیاد به حالت تعادل می رسد. ۳) در مجاورت یک کاتالیزگر مناسب انجام گرفته است. ۴) نسبت غلظت واکنش دهنده ها به فراورده ها در آن زیاد است.	ریاضی خارج از کشور ۹۰
۲	با توجه به واکنش: $2H_2(g)+O_2(g)\rightleftarrows 2H_2O(g);K=2/9\times10^{81}$، که در دمای 25^oC در یک ظرف سربسته برقرار است، کدام عبارت درباره آن درست است؟ ۱) تا حد کامل شدن پیشرفت دارد. ۲) با سرعت زیادی انجام می گیرد و با افزایش آنتروپی همراه است. ۳) غلظت تعادلی H_2 با غلظت تعادلی H_2O برابر است. ۴) یک واکنش تعادلی ناهمگن است.	ریاضی ۸۶
۳	مفهوم ثابت تعادلی کدام است؟ ۱) اگر ثابت تعادل بزرگ باشد، زمان انجام واکنش طولانی خواهد بود. ۲) هر چه ثابت تعادل بزرگتر باشد، محصول عمل بیشتر است. ۳) بزرگ بودن ثابت تعادل نشان از غلظت بیشتر واکنش دهنده هاست. ۴) هر اندازه سرعت واکنشی بیشتر باشد، مقدار عددی ثابت تعادل K بزرگتر خواهد بود.	تألیفی

شماره تست	گزینه صحیح	پاسخ تشریحی بخش دوم شیمی ۴: تفسیر ثابت تعادل
۱	(۱)	بررسی سایر گزینه ها : ۲) ممکن است واکنش با سرعت کمی پیشرفت کند. ثابت تعادل K از نظر ترمودینامیکی میزان پیشرفت واکنش را مشخص می کند و ربطی به سینتیک (سرعت واکنش) ندارد. ۳) در یک تعادل، ممکن است از کاتالیزگر استفاده شده باشد یا استفاده نشده باشد. ۴) اگر ثابت تعادل کوچک باشد، نسبت غلظت واکنش دهنده ها به فراورده ها در آن زیاد است.
۲	(۱)	این واکنش ثابت تعادل بسیار بزرگی دارد پس تا مرز کامل شدن پیشرفت می کند (تقریبا به صورت کامل انجام می گیرد). بررسی سایر گزینه ها: ۲) ثابت تعادل K از نظر ترمودینامیکی میزان پیشرفت واکنش را مشخص می کند و ربطی به سینتیک (سرعت واکنش) ندارد. در ضمن چون تعداد ذرات گازی کاهش می یابد، آنتروپی هم کاهش می یابد. ۳) این واکنش ثابت تعادل بسیار بزرگی دارد پس غلظت فرآورده بسیار بیشتر از واکنش دهنده است. ۴) یک واکنش تعادلی همگن است چون همه ی مواد موجود در تعادل در یک فاز قرار دارند.
۳	(۲)	۱) ثابت تعادل K، از نظر ترمودینامیکی میزان پیشرفت واکنش را مشخص می کند و ربطی به سینتیک (سرعت واکنش) یا زمان انجام واکنش ندارد. ۲) ثابت تعادل K به صورت نسبی، نسبت غلظت فراورده ها به واکنش دهنده ها را در حالت تعادل نشان می دهد. ۳) بزرگ بودن ثابت تعادل نشان از غلظت بیشتر فراورده هاست. ۴) ثابت تعادل K ربطی به سرعت واکنش ندارد.

شماره تست	بخش دوم شیمی ۴: خارج قسمت واکنش تعداد تست ها: ۱۱	کنکور
۱	در یک آزمایش، ۰/۵ مول $N_2(g)$، ۰/۵ مول $O_2(g)$ و ۰/۲۵ مول $NO(g)$ در یک ظرف $250mL$ وارد تا رسیدن به تعادل: $N_2(g)+O_2(g)\rightleftarrows 2NO(g)\ ,\ K=4\times10^{-4}$، گرم شده اند. غلظت گاز NO هنگام تعادل، به تقریب چند $mol.L^{-1}$ است؟ ۱) ۱/۱ ۲) ۱/۰۵ ۳) ۰/۰۵ ۴) ۰/۱	ریاضی ۹۳
۲	اگر براساس واکنش: $A(g)+3B(g)\rightleftarrows 2C(g)\ ,\ K=6/22L^2.mol^{-2}$، به ترتیب ۰/۱، ۰/۲ و ۰/۳ مول از مواد $A(g)$، $B(g)$ و $C(g)$ در ظرف یک لیتری وارد شوند، کدام نمودار درباره تغییر غلظت آنها درست است؟ ۱) ۲) ۳) ۴)	ریاضی ۹۳
۳	براساس واکنش در حالت تعادل: $PCl_5(g)\rightleftarrows PCl_3(g)+Cl_2(g)\ ,\ K=0/25mol.L^{-1}$، اگر در یک ظرف ۵ لیتری سربسته، مقدار ۴ مول از از هر یک از سه گاز را در دمای ثابت با هم مخلوط کنیم، کدام مورد پیش خواهد آمد؟ ۱) بر مقدار PCl_5 در ظرف افزوده و از مقدار Cl_2 و PCl_3 کاسته می شود. ۲) به دلیل برابر بودن K و Q و برقرار شدن حالت تعادل، تغییری در غلظت مواد روی نمی دهد. ۳) چون خارج قسمت واکنش از ثابت تعادل بزرگتر است، واکنش در جهت رفت پیشرفت می کند. ۴) چون خارج قسمت واکنش از ثابت تعادل کوچکتر است، واکنش در جهت برگشت پیشرفت می کند.	تجربی ۸۹
۴	اگر براساس واکنش تعادلی نمادین گازی: $A+B\rightleftarrows 2C, K=2/25$، مول از هریک از دو گاز A و B را با ۰/۱۵ مول گاز C در ظرفی یک لیتری، مخلوط کنیم تا با هم در شرایط آزمایش واکنش دهند، کدام وضعیت پیش می آید؟ ۱) واکنش های رفت و برگشت با سرعت برابر انجام خواهند گرفت. ۲) Q از K بزرگتر است و تعادل در جهت رفت جابه جا می شود. ۳) Q از K کوچکتر است و تعادل در جهت برگشت جابه جا می شود. ۴) مخلوط، در وضعیت تعادل قرار می گیرد و سرعت واکنش در هر دو طرف به صفر می رسد.	تجربی ۸۸

۵	کدام مطلب درباره خارج قسمت واکنش (Q)، در واکنش برگشت پذیر فرضی: $A+B\rightleftarrows 2C$ نادرست است؟ ۱) معیاری برای تعیین پیشرفت واکنش است. ۲) در حالت تعادل، مقدار آن با مقدار ثابت تعادل برابر می شود. ۳) رابطه آن با غلظت مولی مواد وارد در واکنش، به صورت $Q=\frac{[C]^2}{[A][B]}$ است. ۴) هنگامی که مقدار آن بزرگتر از مقدار K است، واکنش در جهت تولید فراورده ها پیش می رود.	تجربی ۸۷
۶	واکنش برگشت پذیر: $N_2(g)+3H_2(g)\rightleftarrows 2NH_3(g)$، در کدام شرایط زیر، در حالت تعادل قرار دارد؟ (غلظت ها برحسب $mol.L^{-1}$ است $K=0/24$) ۱) $[NH_3]=0/5,[N_2]=4,[H_2]=0/2$ ۲) $[NH_3]=0/2,[N_2]=4,[H_2]=0/3$ ۳) $[NH_3]=0/4,[N_2]=2,[H_2]=0/3$ ۴) $[NH_3]=0/3,[N_2]=3,[H_2]=0/5$	ریاضی ۸۶
۷	با توجه به واکنش تعادلی: $PCl_5(g)\rightleftarrows PCl_3(g)+Cl_2(g)\ ,\ K=1/7mol.L^{-1}$، در لحظه ای که غلظت های مولی PCl_5 و Cl_2 به ترتیب برابر با ۰/۰۳ و ۰/۲ مولار است،..... ۱) Q با K برابر است. ۲) Q از K بزرگتر است. ۳) تعادل در حال پیشرفت در جهت رفت است. ۴) واکنش به حالت تعادل رسیده است	تجربی ۸۵
۸	مخلوطی شامل یک مول از هر یک از گازهای شرکت کننده در واکنش زیر، در یک ظرف دو لیتری تهیه شده است، در این شرایط..... . است و با رسیدن به حالت تعادل، غلظت $Cl_2(g)$ می یابد. $2H_2O(g)+2Cl_2(g)\rightleftarrows 4HCl(g)+O_2(g), K=1mol.L^{-1}$ ۱) $Q<K$، کاهش ۲) $Q<K$، افزایش ۳) $Q>K$، کاهش ۴) $Q>K$، افزایش	تجربی خارج از کشور ۹۱
۹	در مورد سامانه برگشت پذیر زیر که شامل دو مول از هر یک از واکنش دهنده ها و یک مول فراورده در یک ظرف یک لیتری است، کدام مطلب درست است؟ $N_2(g)+2O_2(g)\rightleftarrows 2NO_2(g), K=0/1, \Delta H=+68kj$ ۱) در حالت تعادل است. ۲) در جهت برگشت جابه جا می شود. ۳) در جهت رفت جابه جا می شود. ۴) با افزایش دما در جهت برگشت جابه جا می شود.	ریاضی خارج از کشور ۹۰

۱۰	واکنش برگشت پذیر: $2SO_3(g) \rightleftarrows 2SO_2(g)+O_2(g)$ در یک ظرف دربسته در دمای معین در کدام شرایط به حالت تعادل در می آید؟ (غلظت ها برحسب مول برلیتر $K=0/36$ است.) ۱) $[SO_3(g)]=0/04, [SO_2(g)=0/25, [O_2(g)]=0/05$ ۲) $[SO_3(g)]=0/05, [O_2(g)=0/2, [SO_2(g)]=0/06$ ۳) $[SO_3(g)]=0/04, [O_2(g)=0/2, [SO_2(g)]=0/05$ ۴) $[SO_3(g)]=0/05, [O_2(g)=0/25, [SO_2(g)]=0/06$	ریاضی خارج از کشور ۸۸
۱۱	واکنش تعادلی: $2SO_3(g)+O_2(g) \rightleftarrows 2SO_2(g), K=3/2$، به ازای غلظت های داده شده (بر حسب $mol.L^{-1}$) در کدام ردیف جدول روبه رو، در شرایط واکنش، به حالت تعادل وجود دارد؟ ۱) ردیف ۱ ۲) ردیف ۲ ۳) ردیف ۳ ۴) ردیف ۴	ریاضی خارج از کشور ۸۶

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

شماره تست	گزینه صحیح	پاسخ تشریحی بخش دوم شیمی ۴: خارج قسمت واکنش
۱	(۳)	مقدار همه ی ذرات (واکنش دهنده ها و فرآورده)، در ظرف وجود دارد پس ابتدا باید مقدار خارج قسمت واکنش Q را حساب کنیم در ضمن چون تعداد ذرات گازی دو طرف تعادل برابرند، میتوان در مقدار K یا Q به جای غلظت، مول قرار داد: $N_۲(g)+O_۲(g)\rightarrow ۲NO(g)\Rightarrow Q=\frac{[NO(g)]^۲}{[N_۲(g)][O_۲(g)]}=\frac{[۰/۲۵]^۲}{[۰/۵][۰/۵]}=۰/۲۵$ $۰/۵mol \quad ۰/۵mol \quad ۰/۲۵mol$ $Q>K\Rightarrow$ واکنش‌درجهت برگشت $\Rightarrow \quad N_۲(g) \quad + \quad O_۲(g) \quad \rightarrow \quad ۲NO(g)$ $(۰/۵+x)mol \quad (۰/۵+x)mol \quad (۰/۲۵-۲x)mol$ $K=\frac{[NO(g)]^۲}{[N_۲(g)][O_۲(g)]}\rightarrow ۴\times ۱۰^{-۴}=\frac{[۰/۲۵-۲x]^۲}{[۰/۵+x][۰/۵+x]}=\frac{[۰/۲۵-۲x]^۲}{[۰/۵+x]^۲}$ $\xrightarrow{\text{جذر دوطرف}} ۲\times ۱۰^{-۲}=\frac{[۰/۲۵+x]}{[۰/۵+x]}\rightarrow x=۰/۱۱۸mol$ $[NO(g)]=\frac{[۰/۲۵-۲(۰/۱۱۸)]mol}{۰/۲۵۰L}=۰/۰۵۶\approx ۰/۵mol.L^{-۱}$
۲	(۲)	مقدار همه ی ذرات (واکنش دهنده ها و فرآورده)، در ظرف وجود دارد پس ابتدا باید مقدار خارج قسمت واکنش Q را حساب کنیم و با مقدار K مقایسه می کنیم در ضمن چون حجم ظرف یک لیتر است، می توان در رابطه ی Q به جای غلظت مولی از مول استفاده کرد: $A(g)+۳B(g)\rightarrow ۲C(g)\Rightarrow Q=\frac{[C]^۲}{[C][B(g)]^۳}=\frac{[۰/۳]^۲}{[۰/۱][۰/۲]^۳}=۱۱۲/۵$ $۰/۱mol \quad ۰/۲mol \quad ۰/۳mol$ واکنش در جهت برگشت $Q>K$ پس اولا: غلظت فراورده C کاهش و غلظت های واکنش دهنده های A و B افزایش می یابد. (رد گزینه های ۳و ۴) ثانیا: با توجه به ضرایب واکنش، شیب نمودار، B باید بیش از نمودار A باشد پس گزینه ۲ درست است. تغییرات مقدار $A(g)$، $B(g)$ و $C(g)$ به ترتیب ۰/۰۵، ۰/۱۵ و ۰/۱۰ مولار می باشد.

۳	(۱)	$PCl_5(g) \rightleftarrows PCl_3(g)+Cl_2(g) \rightarrow Q=\frac{[PCl_3(g)][Cl_2]}{[PCl_5]}=\frac{[\frac{۴}{۵}][\frac{۴}{۵}]}{[\frac{۴}{۵}]}=۰/۸\ Q>K$ $۴mol \quad ۴mol \quad ۴mol$ چون مقدار $Q>K$ است، واکنش در جهت برگشت جابه جا شده، از مقدار فراورده ها کاسته شده و به مقدار واکنش دهنده افزوده می شود.
۴	(۱)	$A(g)+B(g) \rightarrow ۲C(g) \Rightarrow Q=\frac{[C]^۲}{[C][B(g)]}=\frac{[۰/۱۵]^۲}{[۰/۱][۰/۱]}=۲/۲۵$ $۰/۱mol \quad ۰/۱mol \quad ۰/۱۵mol$ واکنش در حالت تعادل قرار دارد $Q=K$ چون واکنش در حالت تعادل قرار دارد، سرعت واکنش های رفت و برگشت برابر است. تذکردر مورد گزینه ۴ : سرعت واکنش در هر دو طرف به صفر می رسد، یعنی واکنش متوقف می شود که این عبارت نادرست است.
۵	(۴)	هنگامی که مقدار خارج قسمت واکنش بزرگتر از مقدار K است، واکنش در جهت برگشت یعنی مصرف فراورده ها پیش می رود.
۶	(۴)	$Q=\frac{[NH_3(g)]^۲}{[N_2(g)][H_2(g)]^۳}$ ، ۱) $Q=\frac{[۰/۵]^۲}{[۴][۰/۲]^۳}=۷/۸۱۲۵$ ۲) $Q=\frac{[۰/۲]^۲}{[۴][۰/۳]^۳}=۰/۳۷$ ۳) $Q=\frac{[۰/۴]^۲}{[۲][۰/۳]^۳}=۲/۹۶$ ۴) $Q=\frac{[۰/۳]^۲}{[۳][۰/۵]^۳}=۰/۲۴$
۷	(۳)	چون ضریب هر دو فراورده برابر است، مقدار این دو فراورده هم با یک دیگر برابر است پس: $PCl_5(g) \rightleftarrows PCl_3(g)+Cl_2(g) \rightarrow Q=\frac{[PCl_3(g)][Cl_2]}{[PCl_5]}=\frac{[۰/۲][۰/۲]}{[۰/۰۳]}=۱/۳۳, Q<K$ $۰/۰۳ \quad ۰/۲ \quad ۰/۲$ چون مقدار، سرعت واکنش بیش از برگشت شده و واکنش در جهت رفت جابه جا می شود.
۸	(۱)	مقدار خارج قسمت واکنش Q را محاسبه کرده و با مقدار K مقایسه می کنیم: $۲H_2O(g)+۲Cl_2(g) \rightarrow ۴HCl(g)+O_2(g) \Rightarrow Q=\frac{[HCl]^۴[O_2]}{[H_2O]^۲[Cl_2]^۲}=\frac{[\frac{۱}{۲}]^۴[\frac{۱}{۲}]}{[\frac{۱}{۲}]^۲[\frac{۱}{۲}]^۲}=۰/۵$ $۱mol \quad ۱mol \quad ۱mol \quad ۱mol$ واکنش در جهت رفت و کاهش غلظت Cl_2 $Q<K$

۹	(۲)	$N_۲(g)+۲O_۲(g)\rightarrow ۲NO_۲(g)\Rightarrow Q=\frac{[NO_۲]^۲}{[N_۲][O_۲]^۲}=\frac{[۱]^۲}{[۲][۲]^۲}=۰/۱۲۵$ $۲mol \quad ۲mol \quad ۱mol$ واکنش در جهت برگشت $Q<K$
۱۰	(۴)	در حالت تعادل، خارج قسمت واکنش، با ثابت تعادل برابر می شود. $Q=\frac{[SO_۲(g)]^۲[O_۲(g)]}{[SO_۳(g)]^۲}$ ، ۱) $Q=\frac{[۰/۰۵]^۲[۰/۲۵]}{[۰/۰۴]^۲}=۰/۳۹$ ۲) $Q=\frac{[۰/۰۶]^۲[۰/۲]}{[۰/۰۵]^۲}=۰/۲۹$ ۳) $Q=\frac{[۰/۰۵]^۲[۰/۲]}{[۰/۰۴]^۲}=۰/۳۱$ ۴) $Q=\frac{[۰/۰۶]^۲[۰/۲۵]}{[۰/۰۵]^۲}=۰/۳۶$
۱۱	(۳)	حالت تعادل، خارج قسمت واکنش، با ثابت تعادل برابر می شود $Q=\frac{[SO_۳(g)]^۲}{[SO_۲(g)]^۲[O_۲(g)]}$ ، ۱) $Q=\frac{[۰/۴]^۲}{[۰/۳]^۲[۰/۵]}=۳/۵$ ۲) $Q=\frac{[۰/۳]^۲}{[۰/۵]^۲[۰/۲]}=۱/۸$ ۳) $Q=\frac{[۰/۴]^۲}{[۰/۵]^۲[۰/۲]}=۳/۲$ ۴) $Q=\frac{[۰/۳]^۲}{[۰/۳]^۲[۰/۵]}=۲$

شماره تست	بخش دوم شیمی ۴: اثر غلظت بر تعادل تعداد تست ها: ۶	کنکور
۱	کدام مطلب درباره ی واکنش به حالت تعادل زیر، در ظرف سربسته نادرست است؟ $۲NaHCO_۳(s) \rightleftarrows Na_۲CO_۳(s) + H_۲O(g) + CO_۲(g)$ ۱) یک واکنش تعادلی ناهمگن سه فازی است؟ ۲) خارج کردن مقداری سدیم کربنات از سامانه، تعادل را به سمت چپ جابه جا می کند. ۳) با خارج کردن مقداری از بخار آب از سامانه، از جرم مواد جامد کاسته می شود. ۴) رابطه ی ثابت تعادل این واکنش به صورت $K = [CO_۲][H_۲O]$ است.	تجربی ۹۰
۲	با توجه به شکل زیر که مربوط به تعادل گازی $۲SO_۲(g) + O_۲(g) \rightleftarrows ۲SO_۳(g)$ در یک ظرف سربسته ی ۱۰ لیتری مربوط است کدام عبارت درست است؟ ۱) ثابت تعادل برابر با $۱/۶ \times ۱۰^{۲} mol^{-۱}.L$ است. ۲) مقدار $SO_۳(g)$ در تعادل جدید برابر با $۱/۲۶ mol.L^{-۱}$ است. ۳) با افزایش غلظت $SO_۳(g)$ واکنش در جهت برگشت جابه جا شده و ثابت تعادل کوچک تر می شود. ۴) با افزایش غلظت $SO_۳(g)$ و برقراری تعادل جدید، نسبت غلظت مولی واکنش دهنده ها، ثابت می ماند.	تجربی ۸۶
۳	در سامانه ی در حال تعادل $CaCO_۳(s) \rightleftarrows CaO(s) + CO_۲(g)$ افزودن مقداری $CaO(s)$ چه تأثیری در حالت تعادلی در دمای معین دارد؟ ۱) سرعت واکنش های رفت و برگشت افزایش می یابند. ۲) تعادل به سمت چپ جابه جا می شود. ۳) خارج قسمت واکنش (Q) از ثابت تعادل K بزرگتر می شود. ۴) فشار گاز $CO_۲(g)$ ثابت می ماند.	تألیفی

۴	با توجه به شکل زیر، که به تعادل گازی: $2SO_2(g)+O_2(g)\rightleftarrows 2SO_3(g)$ مربوط است، کدام مطلب درست است؟ ۱) به بررسی اصل لوشاتلیه درباره ی اثر فشار بر جابه جا شدن تعادل مربوط است. ۲) ۲) به بررسی اصل لوشاتلیه درباره ی اثر غلظت بر جابه جا شدن تعادل مربوط است. ۳) برای نشان دادن بزرگ تر شدن ثابت تعادل بر اثر افزایش غلظت های تعادلی طرح شده است. ۴) برای نشان دادن تاثیر افزایش غلظت بر سرعت واکنش، طرح شده است.	ریاضی خارج از کشور ۸۹
۵	اگر تعادل گازی: $2HI(g)\rightleftarrows H_2(g)+I_2(g)$، در ظرفی با حجم ثابت روی دهد، جابه جایی تعادل به سمت چپ، راست و راست، بر اثر..... گاز.....،..... گاز..... . و گاز..... انجام می گیرد. 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	ریاضی خارج از کشور ۸۷
۶	با توجه به شکل زیر که به تعادل گازی: $2SO_2(g)+O_2(g)\rightleftarrows 2SO_3(g), K=2/8\times10^{2}\,mol^{-1}.L$ مربوط است، کدام مطلب نادرست است؟ ۱) این شکل در بررسی تاثیر غلظت بر جابه جا شدن تعادل بالا مربوط است. ۲) بر اثر افزوده شدن مقداری $SO_3(g)$، خارج قسمت واکنش (Q) افزایش یافته و مقدار K بیش تر می شود. ۳) نسبت غلظت مولی واکنش دهنده ها 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 جابه جا می شود.	تجربی خارج از کشور ۸۶

شماره تست	گزینه صحیح	پاسخ تشریحی بخش دوم شیمی ۴: اثر غلظت بر تعادل
۱	(۲)	تغییر مقدار مواد جامد (s) یا مایع (l) تاثیری بر جابه جایی تعادل ندارند زیرا غلظت جامد و مایع همواره ثابت می باشد. بررسی سایر گزینه ها: ۱) یک واکنش تعادلی ناهمگن است که شامل دو ماده ی جامد (دو فاز) و دو گاز (یک فاز دیگر) و در مجموع سه فازی است. ۳) با خارج کردن بخار آب، تعادل به سمت رفته کاسته می شود، مقدار (ونه غلظت) $NaHCO_3$ کاسته شده و بر مقدار (و نه غلظت) $Na_2CO_3(s)$ افزوده می شود (هر دو جامد) اما تأثیر $NaHCO_3(s)$ بیشتر است (با توجه به ضرایب استوکیومتری و جرم مولی آن ها) ۴) در رابطه ی ثابت تعادل، فقط غلظت گاز یا محلول در آب نوشته می شود.
۲	(۴)	نسبت غلظت مولی SO_2 به O_2 در هر دو حالت ثابت و برابر با ۲ به ۱ است. بررسی سایر گزینه ها: ۱) مقدار ثابت تعادل در قبل و بعد از اضافه کردن $[SO_3]$، ثابت می ماند پس: $2SO_2(g)+O_2(g)\rightarrow 2SO_3(g)\Rightarrow K=\frac{[SO_3(g)]^2}{[SO_2(g)]^2[O_2(g)]}=\frac{[0/068]^2}{[0/032]^2[0/016]}=282/2$ $0/32mol \quad 0/16mol \quad 0/68mol$ ۲) $K=\frac{[SO_3(g)]^2}{[SO_2(g)]^2[O_2(g)]}\Rightarrow 282/2=\frac{[SO_3(g)]^2}{[0/054]^2[0/027]}\Rightarrow [SO_3(g)]=0/14$ ۳) با تغییر غلظت، ثابت تعادل تغییر نمی کند.
۳	(۴)	تغییر مقدار مواد جامد (s) یا مایع (l) تاثیری بر جابه جایی تعادل ندارند زیرا غلظت جامد و مایع همواره ثابت می باشد.
۴	(۲)	شکل نشان می دهد با اضافه کردن غلظت $SO_3(g)$، تعادل به سمت برگشت جابه جا می شود.
۵	(۱)	بر اثر افزایش واکنش دهنده $(HI(g))$ یا کاهش مقدار فراورده ها ($I_2(g)$ یا $H_2(g)$) تعادل به سمت رفت (راست) جابه جا می شود و برعکس بر اثر کاهش مقدار واکنش دهنده $(HI(g))$ یا افزایش فرآورده ها ($I_2(g)$ یا $H_2(g)$) تعادل به سمت برگشت (چپ) جابه جا می شود.

۶	(۱)	بر اثر افزودن مقداری $SO_۳(g)$، خارج قسمت واکنش (Q) افزایش می یابد. اما مقدار ثابت تعادل تغییری نمی کند، چون مقدار ثابت تعادل به دما بستگی دارد(فقط با تغییر دما، ثابت تعادل تغییر می کند) و با تغییر غلظت، تغییر نمی کند.

شماره تست	بخش دوم شیمی ۴: اثر فشار و کاتالیزگر بر تعادل تعداد تست ها: ۷	کنکور
۱	با توجه به شکل روبه رو و ثابت در نظر گرفتن دما، کدام مطلب نادرست است؟ $۲SO_۲(g)+O_۲(g)\rightleftarrows ۲SO_۳(g)$ ۱) کاهش حجم، سبب جابه جا شدن تعادل در جهت رفت شده است. ۲) مقدار ثابت تعادل در حالت ۱ برابر ۲۸۲/۲ است. ۳) با کاهش حجم ظرف، غلظت اکسیژن ۴/۳ برابر شده است. ۴) غلظت $SO_۳(g)$ بر اثر افزایش فشار ۱۲/۲ برابر شده است.	ریاضی ۹۰
۲	واکنش تعادلی $۴Fe(s)+۴H_۲O(g)\rightleftarrows Fe_۳O_۴(s)+۴H_۲(g)$ از نوع..... . است و تغییر..... . در جابه جا کردن آن موثر..... ۱) ناهمگن – فشار – است ۲) ناهمگن – فشار – نیست ۳) همگن – حجم – است ۴) همگن – حجم – نیست	ریاضی ۹۰
۳	افزایش فشار در کدام واکنش زیر محصول عمل را بیشتر می کند؟ ۱) $۲SO_۲(g)+O_۲(g)\rightleftarrows ۲SO_۳(g)$ ۲) $۲NH_۳(g)\rightleftarrows N_۲(g)+۳H_۲(g)$ ۳) $N_۲(g)+O_۲(g)\rightleftarrows ۲NO_۲(g)$ ۴) $Fe^{۳+}(aq)+SCN^-\rightleftarrows FeSCN^{۲+}(aq)$	تألیفی
۴	تعادل $N_۲(g)+۳H_۲(g)\rightleftarrows ۲NH_۳(g)$ را در نظر بگیرید. در دمای ثابت مخلوط تعادلی $NH_۳(g)$، $H_۲(g)$ و $N_۲(g)$ یک ظرف یک لیتری به یک ظرف دو لیتری منتقل می شود بر اثر این انتقال..... ۱) سرعت واکنش برگشت زیاد می شود. ۲) تعداد مول های $NH_۳(g)$ کاهش می یابد. ۳) مقدار ثابت تعادل K کم می شود ۴) غلظت $H_۲(g)$ زیاد می شود.	تألیفی

۵	کدام واکنش تعادلی، از نوع ناهمگن است و با انتقال مخلوط تعادلی به ظرف سربسته بزرگ تر در دمای ثابت، در جهت رفت جا به جا می شود؟ ۱) $PCl_5(g) \rightleftarrows PCl_3(g) + Cl_2(g)$ ۲) $CaCO_3(s) \rightleftarrows CaO(s) + CO_2(g)$ ۳) $CO(g) + H_2O(g) \rightleftarrows CO_2(g) + H_2(g)$ ۴) $2HI(g) + S(s) \rightleftarrows H_2S(g) + I_2(s)$	ریاضی خارج از کشور ۸۸
۶	کدام واکنش تعادلی، از نوع ناهمگن است و بر اثر انتقال به ظرف سربسته بزرگتر یا کوچک تردر دمای ثابت، در جهت رفت یا برگشت جابه جا نمی شود؟ 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) $FeO(s) + CO(g) \rightleftarrows Fe(s) + CO_2(g)$	ریاضی خارج از کشور ۸۶
۷	کدام مطلب درباره ی نقش کاتالیزگر در واکنش های برگشت پذیر، نادرست است؟ ۱) زمان برقرار شدن حالت تعادل را کوتاه تر می کند. ۲) مقدار ثابت تعادل را بزرگتر می کند و بر پایداری فراورده ها می افزاید. ۳) سرعت واکنش های رفت و برگشت را به یک اندازه افزایش می دهد. ۴) انرژی فعال سازی واکنش های رفت و برگشت را به یک اندازه کاهش می دهد.	ریاضی خارج از کشور ۸۵

شماره تست	گزینه صحیح	پاسخ تشریحی بخش دوم شیمی ۴: اثر فشار و کاتالیزگر بر تعادل
۱	(۳)	غلظت اکسیژن در حالت ۱: $\frac{0/16mol}{10L} = 0/016mol.L^{-1}$، غلظت اکسیژن در حالت ۲: $\frac{0/085mol}{1L} = 0/085mol.L^{-1}$ بنابراین غلظت اکسیژن در حالت ۲ نسبت به حالت ۱: $\left(\frac{\text{حالت ۲}}{\text{حالت ۱}} = \frac{0/085}{0/016} = 5/31 \text{ برابر}\right)$ شده است.

۲	(۲)	تعادل ناهمگن است زیرا دو ماده ی جامد (دو فاز) و دو گاز (یک فاز) و در کل سه فاز در تعادل وجود دارد. چون تعداد ذرات گازی دو طرف تعادل برابرند (هر دو طرف تعادل ۴ مول گازی وجود دارد)، فشار یا حجم بر جابه جایی تعادل تاثیر ندارد.
۳	(۲)	کاهش حجم یا افزایش فشار تعادل را به سمت مول های گازی کمتر جابه جا می کند و اگر مولهای گازی فرآورده ها کمتر باشد، باعث افزایش فرآورده (محصول)ها می شود. پس گزینه ی ۲ درست است. ۱) $\underbrace{2SO_2(g)+O_2(g)}_{\text{۳mol گازی}} \rightleftarrows \underbrace{2SO_3(g)}_{\text{۲mol گازی}}$ ۲) $\underbrace{2NH_3(g)}_{\text{۲mol گازی}} \rightleftarrows \underbrace{N_2(g)+3H_2(g)}_{\text{۴mol گازی}}$ ۳) $\underbrace{N_2(g)+O_2(g)}_{\text{۲mol گازی}} \rightleftarrows \underbrace{2NO_2(g)}_{\text{۲mol گازی}}$ ۴) $\underbrace{Fe^{3+}(aq)+SCN^-}_{\text{۰mol گازی}} \rightleftarrows \underbrace{FeSCN^{2+}(aq)}_{\text{۰mol گازی}}$
۴	(۲)	فقط دما بر ثابت تعادل تأثیرگذار است (رد گزینه ی ۳) با افزایش حجم ظرف، غلظت ذرات گازی دو طرف تعادل کاهش می یابد، سرعت واکنش های رفت و برگشت هر دو کاهش می یابد (رد گزینه های ۱و ۴) اما تعادل به سمت رفت (سمت مول های گازی کمتر) جابه جا شده و مول فرآورده یعنی NH_3 افزایش می یابد. (هر چند به علت افزایش حجم ظرف، غلظت آمونیاک هم کاهش می یابد).
۵	(۲)	گزینه های ۲ و ۴ تعادل ناهمگن هستند اما با افزایش حجم ظرف، تعادل ۲ به سمت رفت (تعداد مول گازی بیشتر) جابه جا می شود. $\underbrace{CaCO_3(s)}_{\text{۰mol گاز}} \rightleftarrows \underbrace{CaO(s)+CO_2(g)}_{\text{۱mol گاز}}$
۶	(۴)	گزینه های ۲ و ۴ تعادل ناهمگن می باشند و در گزینه ی ۴ چون تعداد ذرات گازی دو طرف تعادل برابرند، تغییر حجم (فشار) در جابه جایی تعادل بی اثر است. $\underbrace{FeO(s)+CO(g)}_{\text{۱mol گاز}} \rightleftarrows \underbrace{Fe(s)+CO_2(g)}_{\text{۱mol گاز}}$
۷	(۲)	کاتالیزگر بر مقدار ثابت تعادل، جابه جایی تعادل، سطح انرژی (پایداری) واکنش دهنده ها یا فراورده ها و بر مقدار آنتالپی واکنش (ΔH) تاثیر نمی گذارند.

شماره تست	بخش دوم شیمی ۴: اثر دما بر تعادل تعداد تست ها: ۱۹	کنکور
۱	کدام گزینه درست است؟ ۱) واکنش تعادلی تبدیل $CoCl_4^{2-}(aq)$ به $Co(H_2O)_6^{2+}(aq)$ گرماگیر است. ۲) با سرد کردن ظرف دارای $NO_2(g)$، رنگ قهوه ای آن روشن تر می شود. ۳) واکنش تجزیه گرمایی کلسیم کربنات در ظرف در بسته، از نوع تعادلی دو فازی است. ۴) با قراردادن کاغذ آغشته به $CoCl_2$ در محیط مرطوب، رنگ آبی پدیدار می شود.	تجربی ۹۲
۲	تعادل شیمیایی $AB(g) \rightleftarrows A(g) + B(g)$ در ظرف سربسته ۱۰ لیتری در دمای اتاق برقرار است، کدام گزینه درباره این تعادل درست است؟ ۱) با کاهش فشار، سرعت واکنش رفت نسبت به واکنش برگشت افزایش می یابد. ۲) با کاهش حجم ظرف به ۵ لیتر، ثابت تعادل نصف می شود. ۳) برای این تعادل، عبارت $\Delta H - T\Delta S$ عددی منفی است. ۴) اگر با افزایش دما، مقدار B افزایش یابد، واکنش رفت گرماده است.	ریاضی ۹۱
۳	با توجه به داده های جدول روبه رو، که به واکنش تعادل گازی: $2A(g) + B(g) \rightleftarrows 2C(g)$ مربوط است، کدام مطلب درست است؟ ۱) با کاهش دما، واکنش در جهت برگشت جابه جا می شود. ۲) واکنش گرماگیر و با افزایش آنتروپی همراه است. ۳) مقدار $[C]^2$ از مقدار $[A]^2[B]$ در این واکنش، بسیار بیشتر است. ۴) مجموع ΔHهای تشکیل واکنش دهنده ها در آن، نسبت به فراورده ها کوچک تر است.	ریاضی ۸۷

دما (^oC)	$K(mol^{-1}.L)$
۲۵	4×10^{24}
۲۲۷	$3/5\times10^{10}$
۴۲۷	3×10^{4}

۴	کدام مطلب نادرست است؟ ۱) ثابت تعادل های شیمیایی با تغییر دما، تغییر نمی کند. ۲) کاتالیزگر، سبب جابه جا شدن واکنش های تعادلی نمی شود. ۳) برخی از واکنش های تعادلی، گرماده و با کاهش آنتروپی همراه اند. ۴) واکنش هایی که با کاهش آنتالپی و افزایش آنتروپی همراه باشند، خودبه خودی اند.	ریاضی ۸۷
۵	با توجه به واکنش تعادلی: $N_2O_4(g) \rightleftarrows 2NO_2(g)$، که در دو ظرف I (درون آب گرم) و II (درون آب یخ) مطابق شکل روبه رو، برقرار است و با مشاهده تفاوت رنگ مخلوط گازی در دو ظرف، کدام مطلب نادرست است؟ ۱) واکنش در جهت رفت، گرماگیر است. ۲) شمار مولکول های NO_2 در ظرف II کمتر است. ۳) واکنش در جهت رفت، با افزایش سطح انرژی و افزایش آنتروپی همراه است. ۴) نسبت شمار مول های گاز N_2O_4 به گاز NO_2 در ظرف I بیش تر است.	تجربی ۸۷
۶	با توجه به واکنش تعادلی گاز: $3H_2(g) + N_2(g) \rightleftarrows 2NH_3(g), \Delta H = -92KJ$، می توان دریافت که این تعادل، بر اثر..... در جهت رفت، یا..... . در جهت برگشت و با انتقال به ظرف..... در دمای ثابت، در جهت رفت پیشرفت می کند. ۱) کاهش دما – حذف مقداری گاز نیتروژن – کوچکتر ۲) کاهش دما – افزایش مقداری گاز نیتروژن – بزرگترمی کند. ۳) افزایش دما – حذف مقداری گاز نیتروژن – بزرگتر ۴) افزایش دما – افزایش مقداری گاز نیتروژن – کوچکتر	ریاضی ۸۵
۷	با توجه به شکل زیر، که به واکنش تعادلی: $Co(H_2O)_6^{2+}(aq) + 4Cl^-(aq) \rightleftarrows CoCl_4^{2-}(aq) + 6H_2O(l)$ مربوط است، کدام مطلب درباره ی آن نادرست است؟ ۱) در جهت رفت، گرماگیر است. ۲) آنتروپی برای آن، عامل مناسبی است. ۳) با افزایش دما ثابت تعادل بزرگ می شود. ۴) با انتقال به ظرف بزرگتر، در جهت رفت جابه جا می شود.	

۸	اگر در واکنش تعادل گازی: $۲NO_۲(g) \rightleftarrows N_۲O_۴(g)$، که در یک ظرف سربسته در دمای معین برقرار است، دما را افزایش دهیم، تعادل در جهت..... جابه جا میشود و ثابت تعادل،..... ۱) برگشت – کوچکتر می شود. ۲) رفت – بزرگتر می شود. ۳) برگشت – بدون تغییر باقی می ماند. ۴) رفت – بدون تغییر باقی می ماند.	تجربی ۸۵
۹	کدام واکنش تعادلی، از نوع همگن است و بر اثر افزایش دما در جهت رفت و بر اثر افزایش فشار، در جهت برگشت جابه جا می شود؟ ۱) $۲NO_۲(g) \rightleftarrows N_۲O_۴(g), \Delta H < ۰$ ۲) $CaCO_۳(s) \rightleftarrows CaO(s) + CO_۲(g), \Delta H > ۰$ ۳) $H_۲(g) + Cl_۲(g) \rightleftarrows ۲HCl(g), \Delta H < ۰$ ۴) $۲NOCl(g) \rightleftarrows ۲NO(g) + Cl_۲(g), \Delta H > ۰$	تجربی خارج از کشور ۹۱
۱۰	با توجه به داده های جدول زیر که به واکنش تعادلی گازی: $۲SO_۲(g) + O_۲(g) \rightleftarrows ۲SO_۳(g)$، مربوط است، کدام مطلب نادرست است؟ ۱) ΔH واکنش منفی است. ۲) با افزایش دما، تعادل در جهت برگشت جابه جا می شوند. ۳) واکنش گرماده است و با افزایش دما سبب کاهش سرعت آن می شود. ۴) انرژی فعال سازی واکنش در جهت رفت کمتر از مقدار آن در جهت برگشت است.	
۱۱	کدام مطلب درباره واکنش تعادلی: $N_۲(g) + ۳H_۲(g) \rightleftarrows ۲NH_۳(g), \Delta H < ۰ , K = ۶۰۰ mol^{-۲}.L^۲$ درست است؟ ۱) با کاهش دما، مقدار ثابت این تعادل کوچکتر می شود. ۲) سطح انرژی پیچیده ی فعال، به سطح انرژی فراورده ها نزدیک تر است. ۳) ثابت تعادل واکنش گازی: $۲NH_۳ \rightleftarrows N_۲ + ۳H_۲$، برابر با $۲\times۱۰^{-۳}\ mol^۲.L^{-۲}$ است. (با اندکی تغییر) ۴) ΔH^o تشکیل فرآورده از مجموع ΔH^o های تشکیل واکنش دهنده ها کوچک تر است.	تجربی خارج از کشور ۸۹

دما (^oC)	$K(mol^{-۱}.L)$
۲۵	۲×۱۰^{۲۴}
۲۲۷	$۲/۵\times۱۰^{۱۰}$
۴۳۶	$۲/۵\times۱۰^{۴}$

۱۲	از دیدگاه نظری (تئوری)، در واکنش تعادلی: $N_۲(g)+۳H_۲(g)\rightleftarrows ۲NH_۳(g)$ دمای..... و فشار..... دو شرط لازم برای پیشرفت واکنش اند. ۱) پایین – پایین ۲) بالا – بالا ۳) بالا – پایین ۴) پایین – بالا	تجربی خارج از کشور ۸۸
۱۳	با توجه به شکل زیر، که مخلوطی از گازهای $O_۲$، $SO_۲$ و $SO_۳$ را در ظرف دربسته ی یک لیتری در دمای معین به حالت تعادل گازی $۲SO_۲(g)+O_۲(g)\rightleftarrows ۲SO_۳(g), \Delta H<۰$ نشان می دهد، کدام مطلب درست است؟ ۱) ثابت این تعادل برابر $۸/۲\times ۱۰^{۲}\ mol.L^{-۱}$ است. ۲) مقدار اولیه ی گاز اکسیژن برابر ۱ مول بوده است. ۳) با بالا رفتن دما، ثابت این تعادل بزرگتر می شود. ۴) با کاهش یافتن دما، نسبت شمار مول های $SO_۳$ به شمار مول های $SO_۲$ کاهش می یابد.	
۱۴	از دیدگاه نظری (تئوری)، در واکنش تعادلی $N_۲(g)+۳H_۲(g)\rightleftarrows ۲NH_۳(g)$، دمای..... و فشار..... دو شرط لازم برای پیشرفت این واکنش اند. ۱) پایین – پایین ۲) بالا – بالا ۳) پایین – بالا ۴) بالا – پایین	ریاضی خارج از کشور ۸۷
۱۵	با توجه به داده های جدول زیر، که به واکنش تعادلی نمادین: $A(g)\rightleftarrows ۲B(g)$ مربوط است، کدام مطلب درست است؟ ۱) این واکنش تعادلی، گرماگیر است. ۲) با افزایش دما، ثابت این تعادل کوچک تر می شود. ۳) ثابت این تعادل در دمای $۲۰^{o}C$، برابر $۲/۱۷mo^{-۱}.L$ است. ۴) در این واکنش آنتالپی عامل نامناسب و آنتروپی عامل مناسب است.	تجربی خارج از کشور ۸۷

دما (^{o}C)	$[A]$ تعادلی $mol.L^{-۱}$	$[B]$ تعادلی $mol.L^{-۱}$
۲۰	۰/۰۱	۰/۸۴
۳۰	۰/۱۷	۰/۷۶
۴۰	۰/۲۵	۰/۷۲

۱۶	باتوجه به شکل زیر،که مخلوطی از گازهای O_2، SO_2 و SO_3 را در ظرف سربسته ی یک لیتری در دمای 827^oC به حالت تعادل: $2SO_2(g)+O_2(g)\rightleftarrows 2SO_3(g), \Delta H<0$ نشان می دهد، کدام مطلب درست است؟ (هر ذره را معادل ۰/۱ مول گاز در نظر بگیرید.) ۱) ثابت این تعادل برابر $2/25 mol.L^{-1}$ است. ۲) با بالا رفتن دما، ثابت این تعادل بزرگ تر می شود. ۳) با افزایش دما، شمار مولکول های گاز در ظرف واکنش افزایش می یابد. ۴) با کاهش یافتن دما، نسبت شمار مولکول های SO_3 به شمار مولکول های گاز SO_2 کاهش می یابد.	تجربی خارج از کشور ۸۷
۱۷	با توجه به داده های جدول زیر، که به واکنش تعادلی نمادین: $A(g)\rightleftarrows 2B(g)$ کدام مطلب درست است؟ ۱) این واکنش تعادلی وگرماده می باشد. ۲) با افزایش دما، ثابت تعادل بزرگتر می شود. ۳) ثابت تعادل در دمای 400^oC، برابر $7/05 mol.L^{-1}$ است. ۴) ثابت تعادل در دمای 200^oC برابر $2/17 mol.L^{-1}$ است.	تجربی خارج از کشور ۸۶

دما (^oC)	$[A]$ تعادلی $mol.L^{-1}$	$[B]$ تعادلی $mol.L^{-1}$
۲۰۰	۰/۰۱	۰/۸۴
۳۰۰	۰/۱۷	۰/۷۶
۴۰۰	۰/۲۵	۰/۷۲

۱۸	اگر در واکنش تعادلی گاز: $N_2(g)+O_2(g)\rightleftarrows 2NO(g), \Delta H>0$ که در یک ظرف سربسته در دمای معین برقرار است، دما را کاهش دهیم، تعادل در جهتی که..... . جابه جا می شود و ثابت..... ۱) فراورده تجزیه می شود – کوچکتر می شود. ۲) واکنش دهنده ها با هم ترکیب می شوند – بزرگتر می شود. ۳) فراورده تجزیه می شود – بدون تغییر باقی می ماند. ۴) واکنش دهنده ها با هم ترکیب می شوند –بدون تغییر باقی می ماند.	تجربی خارج از کشور ۸۵

۱۹	اگر در واکنش تعادلی گازی: $nA(g)\rightleftarrows mB(g), \Delta H > ۰$، n کوچک تر از m باشد، کدام عبارت همواره درباره ی 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 می شود. ۴) با انتقال به ظرف کوچک تر در دمای ثابت، مقدار B افزایش می یابد.	تجربی خارج از کشور ۸۵

شماره تست	گزینه صحیح	پاسخ تشریحی بخش دوم شیمی ۴: اثر دما بر تعادل
۱	(۲)	تعادل $N_۲O_۴(g) + q \rightleftarrows ۲NO_۲(g)$ گرماگیر است و با سرد کردن محلول، تعادل به سمت برگشت (قهوه‌ای رنگ / بی رنگ) جابه جا شده و محلول کمرنگ تر می شود. بررسی سایر گزینه ها: ۱) واکنش تعادلی تبدیل $CoCl_۴^{۲-}(aq)$ به $Co(H_۲O)_۶^{۲+}(aq)$ گرماده است. یعنی: $CoCl_۴^{۲-}(aq) + ۶H_۲O(l) \rightleftarrows Co(H_۲O)_۶^{۲+}(aq) + ۴Cl^-(aq) \quad \Delta H < ۰$ (صورتی رنگ / آبی رنگ) ۳) واکنش تجزیه گرمایی کلسیم کربنات در ظرف در بسته، از نوع تعادلی سه فازی است. دو جامد (دو فاز) و یک گاز: $CaCO_۳(s) \rightleftarrows CaO(s) + CO_۲(g)$ ۴) با قراردادن کاغذ آغشته به $CoCl_۲$ در محیط مرطوب، رنگ صورتی پدیدار می شود: $CoCl_۲.۶H_۲O(s) \underset{\text{رطوبت}}{\overset{\text{گرما}}{\rightleftarrows}} CoCl_۲(s) + ۶H_۲O(g)$ (صورتی رنگ / آبی رنگ)

۲	(۱)	۱) با کاهش فشار (افزایش حجم) تعادل به سمت مول های گازی بیشتر یعنی سمت رفت جابه جا می شود بنابراین سرعت واکنش رفت نسبت به واکنش برگشت افزایش می یابد. «اگر واژه ی نسبت استفاده نمی شد، این جمله هم نادرست بود. چون با کاهش فشار (افزایش حجم) غلظت ها کاهش و سرعت رفت و برگشت (هر دو) کاهش می یابند. ۲) فقط دما ثابت تعادل را تغییر می دهد. ۳) چون واکنش در حال تعادل است، $\Delta G = \Delta H - T\Delta S = ۰$ است. ۴) با افزایش دما، تعادل به سمت قسمت گرماگیر جابه جا می شود و چون مقدار B افزایش می یابد، واکنش رفت گرماگیر است.
۳	(۳)	چون مقدار K خیلی بزرگ است، غلظت فرآورده بسیار بیشتر از غلظت واکنش دهنده هاست. در ضمن: چون با افزایش دما، K کاهش می یابد (رابطه ی عکس)، واکنش گرماده است و چون برگشت پذیر است، با کاهش آنتروپی همراه است $(\Delta H < ۰, \Delta S < ۰)$. با کاهش دما، تعادل به سمت قسمت گرماده یعنی رفت جابه جا می شود.
۴	(۱)	۱) ثابت تعادل های شیمیایی فقط و فقط با تغییر دما، تغییر می کند. ۲) کاتالیزگر، سبب جابه جا شدن واکنش های تعادلی نمی شود فقط سرعت رسیدن به تعادل را افزایش می دهد. ۳) برخی از واکنش های تعادلی، گرماده و با کاهش آنتروپی $(\Delta H < ۰, \Delta S < ۰)$ همراه اند و برخی دیگر گرماگیر و با افزایش آنتروپی $(\Delta H > ۰, \Delta S > ۰)$ هستند. ۴) واکنش هایی که با کاهش آنتالپی و افزایش آنتروپی همراه باشند، چون هر دو عامل آنتالپی و آنتروپی مساعد هستند، در همه ی دماها خود به خودی اند.
۵	(۴)	چون واکنش $N_۲O_۴(g) + q \underset{۲}{\overset{۱}{\rightleftharpoons}} ۲NO_۲(g)$ گرماگیر است، با افزایش دما تعادل به سمت قسمت گرماگیر یعنی (۱) یا رفت جابه جا شده، در ظرف (I)ف مول های $N_۲O_۴$ کاهش و مول های $NO_۲$ افزایش می یابد. قهوه‌ای رنگ بی رنگ
۶	(۱)	با کاهش دما تعادل به سمت قسمت گرماده یعنی رفت جابه جا می شود. با حذف واکنش دهنده، تعادل به سمت تولید آن یعنی برگشت جابه جا می شود. با کاهش حجم ظرف، تعادل به سمت مول های گازی کمتر یعنی رفت جابه جا می شود.

۷	(۴)	درون ظرف گاز وجود ندارد به همین دلیل حجم ظرف بر جابه جایی تعادل بی تاثیر است.
۸	(۱)	چون واکنش $۲NO_۲(g) \rightleftarrows N_۲O_۴(g)+q$ گرماده است، با افزایش دما تعادل به سمت قسمت گرماگیر یعنی برگشت جا به جا شده و مقدار K کاهش می یابد.
۹	(۴)	گزینه ی ۲ تعادل ناهمگن است (رد گزینه ی)، در واکنش گرماگیر با افزایش دما تعادل به سمت رفت جابه جا می شود (گزینه ی ۴ جواب است) در همین گزینه با افزایش فشار (کاهش حجم)، تعادل به سمت مول های گازی کمتر یعنی برگشت جابه جا می شود. $\underbrace{۲NOCl(g)}_{۲mol\ گاز}+q \rightleftarrows \underbrace{۲NO(g)+Cl_۲(g)}_{۳mol\ گاز}$
۱۰	(۳)	چون با افزایش دما، مقدار K کاهش می یابد، واکنش گرماده و ΔH واکنش منفی می شود: $۲SO_۲(g)+O_۲(g) \rightleftarrows ۲SO_۳(g)+q$. بنابراین با افزایش دما تعادل در جهت برگشت جابه جا می شود، در همه ی واکنش ها (گرماده یا گرماگیر)، افزایش دما سرعت واکنش را افزایش می دهد.
۱۱	(۴)	کدام مطلب درباره واکنش تعادلی: $N_۲(g)+۳H_۲(g) \rightleftarrows ۲NH_۳(g), \Delta H<۰\ ,\ K=۶۰۰mol^{-۲}.L^۲$ درست است؟ ۱) واکنش گرماده است $\left(N_۲(g)+۳H_۲(g) \rightleftarrows ۲NH_۳(g)+q\right)$، با کاهش دما، تعادل به سمت رفت جابه جا شده و مقدار ثابت این تعادل بزرگ تر می شود. ۲) چون واکنش گرماده است، سطح انرژی پیچیده ی فعال، به سطح انرژی واکنش دهنده ها نزدیک تر است. ۳) واکنش $۲NH_۳ \rightleftarrows N_۲+۳H_۲$، وارونه ی واکنش $N_۲(g)+۳H_۲(g) \rightleftarrows ۲NH_۳(g)$ است پس ثابت تعادل هم وارونه می شود یعنی: $K=\frac{۱}{۶۰۰}=۱/۶۷\times۱۰^{-۳}mol^۲.L^{-۲}$ ۴) واکنش گرماده و ΔH^o واکنش باید منفی شود پس این جمله درست است. تشکیل واکنش دهنده ها $\sum$ − تشکیل فراورده ها $\sum = \Delta H$
۱۲	(۴)	واکنش گرماده است پس با کاهش دما تعادل به سمت رفت جابه جا می شود هم چنین کاهش حجم یا افزایش فشار تعادل را به سمت مول های گازی کمتر یعنی رفت جابه جا می کند. $\underbrace{N_۲(g)+۳H_۲(g)}_{۴mol\ گازی} \rightleftarrows \underbrace{۲NH_۳(g)+q}_{۲mol\ گازی}$

۱۳	(۲)	۱) ثابت این تعادل برابر $K=\frac{[SO_3(g)]^2}{[SO_2(g)]^2[O_2(g)]}=\frac{[1/8]^2}{[0/2]^2[0/1]}=8/1\times10^2 mol^{-1}.L$ است. ۲) اگر در آغاز واکنش درون ظرف SO_3 وجود نداشته باشد، این $2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftarrows 2SO_3(g)$ $2x=1/8 \quad b-x=0/1 \quad a-2x=0/2$ گزینه درست است. $x=0/9 \quad b=0/1+0/9=1 \quad a=0/2+1/8=2$ ۳)چون تعادل گرماده است، با بالا رفتن دما، تعادل به سمت برگشت و کاهش ثابت این تعادل جابه جا می شود. ۴) چون تعادل گرماده است، با کاهش یافتن دما، تعادل به سمت رفت و افزایش SO_3 و کاهش SO_2 جابه جا می شود.
۱۴	(۳)	واکنش گرماده است پس با کاهش دما تعادل به سمت رفت جابه جا میشود هم چنین کاهش حجم یا افزایش فشار تعادل را به سمت مول های گازی کمتر یعنی رفت جابه جا می کند. $\underbrace{N_2(g)+3H_2(g)}_{4mol\ \text{گازی}} \rightleftarrows \underbrace{2NH_3(g)+q}_{2mol\ \text{گازی}}$
۱۵	(۲)	با افزایش دما، غلظت واکنش دهنده $[A]$ افزایش یافته و غلظت فراورده $[B]$ کاهش می یابد، پس اولا ثابت تعادل کوچک تر می شود (جواب گزینه ی ۲)، ثانیا، واکنش گرماده است $A(g)\rightleftarrows 2B(g)+q$ (رد گزینه ی ۱). ثابت این تعادل $K=\frac{[B]^2}{[A]}=\frac{[0/84]^2}{[0/01]}=70/56 mol.L^{-1}$ است. و چون واکنش گرماده و با افزایش آنتروپی (بی نظمی) همراه است (تعداد ذرات گازی افزایش یافته است)، آنتالپی عامل مساعد و آنتروپی عامل نامساعد برای پیشرفت واکنش می باشد.
۱۶	(۳)	ظرف یک لیتری است پس، مول با مولار برابر است. در این ظرف، ۵ ذره ی SO_3 $(0/5 molSO_3)$، ۴ ذره ی O_2 $(0/4 molSO_2)$ و ۵ ذره ی SO_3 $(0/5 molSO_3)$ وجود دارد پس ثابت تعادل ۲/۵ می شود (رد گزینه ی ۱): $K=\frac{[SO_3(g)]^2}{[SO_2(g)]^2[O_2(g)]}=\frac{[0/5]^2}{[0/5]^2[0/4]}=2/5 mol^{-1}.L$، واکنش گرماده است، با افزایش دما تعادل به سمت برگشت، کاهش مقدار K و افزایش شمار ذرات گازی پیش می رود. $\underbrace{2SO_2(g)+O_2(g)}_{3mol\ \text{گازی}} \rightleftarrows \underbrace{2SO_3(g)+q}_{2mol\ \text{گازی}}$

۱۷	(۱)	با افزایش دما، مقدار فراورده گاهش و فراورده افزایش می یابد و K کوچک می شود پس این واکنش تعادلی گرماده می باشد. $۲۰۰^{o}C \rightarrow K=\frac{[B]^{۲}}{[A]}=\frac{(۰/۸۴)^{۲}}{۰/۰۱}=۷۰/۵۶mol.L^{-۱}$ $۳۰۰^{o}C \rightarrow K=\frac{(۰/۷۶)^{۲}}{۰/۱۷}\approx ۳/۳۹mol.L^{-۱}$ $۴۰۰^{o}C \rightarrow K=\frac{(۰/۷۲)^{۲}}{۰/۲۵}\approx ۲/۰۷mol.L^{-۱}$
۱۸	(۱)	واکنش گرماگیر است $\left(N_{۲}(g)+O_{۲}(g)+q \overrightarrow{\leftarrow} ۲NO(g)\right)$، با کاهش دما تعادل به سمت برگشت و تجزیه ی فرآورده $\left(NO(g)\right)$ جا به جا می شود و مقدار ثابت تعادل K کاهش می یابد.
۱۹	(۳)	واکنش گرماگیر است، افزایش دما سبب افزایش ثابت تعادل می شود. بررسی سایر گزینه ها: گرماده یا گرماگیر بودن واکنش ربطی به ثابت تعادل ندارد. (رد گزینه ۱) گرماده یا گرماگیر بودن واکنش ربطی به سرعت واکنش ندارد. (رد گزینه ۲) با کاهش حجم تعادل به سمت مول گازی کمتر یعنی برگشت جابه جا می شود و مقدار فراورده ی B کاهش می یابد. (رد گزینه ۴)

شماره تست	بخش دوم شیمی ۴: فرایند هابر تعداد تست ها: ۷	کنکور
۱	اگر نمودار روبه رو، نشان دهنده ی تغییر غلظت آمونیاک در فرایند هابر باشد که در یک ظرف ۱۰ لیتری و با ۱۰ مول از هر یک از واکنش گرها آغاز شده است، کدام نمودار به تغییر غلظت هیدروژن مربوط است؟ ۱) A ۲) B ۳) C ۴) D	تجربی ۹۳

۲	کدام مطلب، توصیفی نادرست از فرآیند هابر است؟ ۱) از $V_۲O_۵$ به عنوان کاتالیزگر مناسب استفاده می شود. ۲) با وجود گرماده بودن واکنش، تا آنجا که ممکن است در فشار و دمای بالا انجام می گیرد. ۳) از ویژگی های اصلی آن خارج کردن فراورده واکنش بر اثر مایع کردن، از سامانه واکنش است. ۴) روش صنعتی برای ساختن آمونیاک از واکنش مستقیم گازهای نیتروژن و هیدروژن است.	ریاضی ۹۲
۳	کدام مطلب درباره واکنش تعادلی: $N_۲(g)+۳H_۲(g)\rightleftarrows ۲NH_۳(g)\ ,\ \Delta H=-۹۲kj$، نادرست است؟ ۱) هیدروژن لازم برای این واکنش را می توان از تجزیه بخار آب به وسیله زغال بدست آورد. ۲) تشکیل آمونیاک گرماده بوده و ΔH^o تشکیل آن، برابر $-۹۲kj.mol^{-۱}$ است. ۳) آهن و اکسید فلزهایی مانند آلومینیوم و منیزیم، سرعت رسیدن به تعادل را افزایش می دهند. ۴) افزایش دما، سبب جابه جا شدن تعادل در جهت برگشت و نیز افزایش سرعت واکنش های رفت و برگشت می شود.	ریاضی ۹۱
۴	با توجه به داده های جدول زیر که به تعادل گازی: $N_۲(g)+۳H_۲(g)\rightleftarrows ۲NH_۳(g)$ مربوط است، کدام مطلب درست است؟ <table><tr><td rowspan="2">دما (^oC)</td><td rowspan="2">K $(mol^{-۲}.L^{۲})$</td><td colspan="3">درصد مولی $NH_۳$ در مخلوط تعادلی</td></tr><tr><td>$۱atm$</td><td>$۱۰۰atm$</td><td>$۱۰۰۰atm$</td></tr><tr><td>۲۰۹</td><td>۶۵۰</td><td>۵۱</td><td>۸</td><td>۹۸</td></tr><tr><td>۴۶۷</td><td>۰/۵</td><td>۴</td><td>۲۵</td><td>۸۰</td></tr><tr><td>۷۵۸</td><td>۰/۰۱۴</td><td>۰/۵</td><td>۵</td><td>۱۳</td></tr></table>۱) مجموع انرژی پیوند فراورده ها از مجموع انرژی پیوند واکنش دهنده ها بیشتر است. ۲) سطح انرژی پیچیده فعال به سطح انرژی فراورده نزدیک تر ΔH واکنش مثبت است. ۳) در دمای ثابت، با افزایش فشار، ثابت تعادل و درصد مولی آمونیاک افزایش می یابد. ۴) در فشار ثابت، با افزایش دما، ثابت تعادل و درصد مولی آمونیاک به یک نسبت کاهش می یابد.	ریاضی ۸۹

۵	فرایند هابر، گرما ..... است و کاهش دما، سبب می شود که واکنش در جهت تولید آمونیاک ..... جابه جا شود، اما سبب ..... سرعت واکنشهای رفت و برگشت می شود، به همین دلیل، این واکنش را در دماهای ..... انجام می دهند. ۱) ده – بیشتر – کاهش – بالاتر ۲) ده – کمتر – افزایش – پایینتر ۳) گیر – بیشتر – کاهش – بالاتر ۴) گیر – کمتر – افزایش – پایینتر	تجربی ۸۶
۶	کدام عبارت درست است؟ ۱) کبالت (II) کلرید در یک فرایند برگشت پذیر با جذب ۶ مولکول آب به یک ترکیب آبی رنگ تبدیل می شود. ۲) واکنش گازهای $H_2(g)$ و $O_2(g)$ با یکدیگر، از نظر ترمودینامیکی نامساعد است اما به طور سینتیکی کنترل می شود. ۳) در تهیه ی صنعتی آمونیاک از گازهای هیدروژن و نیتروژن، از منیزیم اکسید و آلومینیوم اکسید به عنوان کاتالیزگر استفاده می شود. ۴) فرایند تجزیه ی گرمایی کلسیم کربنات در ظرف دربسته، نمونه ای از فرایندهای تعادلی ناهمگن دوفازی است.	تجربی خارج از کشور ۹۰
۷	کدام مطلب درست است؟ ۱) فرایند هابر، نمونه ای از کاربرد واکنش های تعادلی در صنعت است. ۲) در واکنش های تعادلی گرماده، افزایش دما سبب بزرگتر شدن ثابت تعادل می شود. ۳) استفاده از کاتالیزگر، سبب افزایش سرعت واکنش و کاهش مقدار ΔH واکنش می شود. ۴) واکنش $H_2S(g)+I_2(g)\rightleftarrows 2HI(g)+S(s)$، نمونه ای از واکنش های تعادلی همگن است.	تجربی خارج از کشور ۸۷

شماره تست	گزینه صحیح	بخش دوم شیمی ۴: فرایند هابر
۱	(۴)	با توجه به فرآیند هابر: $N_2(g)+3H_2(g)\rightarrow 2NH_3(g)$. اولا گاز هیدروژن واکنش دهنده است و با گذشت غلظت آن کاهش می یابد. (رد گزینه های ۱ و ۲) ثانیا: چون ضریب H_2، ۳ برابر ضریب N_2 است، شیب نمودار H_2 هم ۳ برابر N_2 است. یعنی شیب نمودار H_2 بیشتر است. بنابراین نمودار D یعنی گزینه ی ۴ درست است.
۲	(۱)	استفاده از کاتالیزگر مناسب فلز آهن (Fe) و اکسیدهای منیزیم و آلومینیوم (MgO, Al_2O_3)
۳	(۲)	طبق واکنش $N_2(g)+3H_2(g)\rightleftarrows 2NH_3(g)\ ,\ \Delta H=-92kj$، به ازای تشکیل ۲ مول گاز آمونیاک مقدار $92kj$ گرما آزاد می شود پس گرمای تشکیل آن برابر با $-46kj.mol^{-1}$ خواهد بود.
۴	(۱)	گزینه ۱ در کتاب درسی جدید حذف شده است. رد سایر گزینه ها: ۲) چون واکنش گرماده است، سطح انرژی پیچیده فعال به سطح انرژی واکنش دهنده نزدیک تر و ΔH واکنش منفی است. ۳) فقط دما بر مقدار ثابت تعادل یا درصد مولی آمونیاک تاثیرگذار است. ۴) چون واکنش گرماده است، با افزایش دما، تعادل به سمت قسمت گرماگیر یعنی برگشت جابه جا شده، ثابت تعادل و درصد مولی آمونیاک کاهش می یابند اما مقدار کاهش آنها به یک نسبت نیست.
۵	(۱)	فرایند هابر، گرماده است و کاهش دما، سبب می شود که واکنش در جهت تولید آمونیاک بیشترجابه جا شود، اما سبب کاهش سرعت واکنش های رفت و برگشت می شود، به همین دلیل، این واکنش را در دماهای بالاترانجام می دهند.

۶	(۳)	۱) کبالت (II) کلرید در یک فرایند برگشت پذیر با جذب ۶ مولکول آب به یک ترکیب صورتی رنگ تبدیل می شود. ۲) واکنش گازهای $H_2(g)$ و $O_2(g)$ با یکدیگر، از نظر ترمودینامیکی مساعد است یعنی ثابت تعادل بزرگی دارد اما به طور سینتیکی کنترل می شود. یعنی سرعت کم مانع از انجام گرفتن آن می شود. ۴) فرایند تجزیه ی گرمایی کلسیم کربنات در ظرف دربسته، نمونه ای از فرایندهای تعادلی ناهمگن سه فازی است. دو جامد (دو فاز) و یک گاز (مجموعاً سه فاز). $CaCO_3(s) \rightleftarrows CaO(s) + CO_2(g)$
۷	(۱)	۲) در واکنش های تعادلی گرماده $\left(A \rightleftarrows B + q\right)$، افزایش دما سبب کاهش ثابت تعادلی می شود. ۳) استفاده از کاتالیزگر، سبب افزایش سرعت واکنش می شود اما مقدار ΔH تغییر نمی کند. ۴) واکنش : $H_2S(g) + I_2(g) \rightleftarrows 2HI(g) + S(s)$، در سه فاز (دو جامد و گاز) و تعادلی ناهمگن است.

موفق و موید باشید