

# آکادمی کنکور دانشگاه تهرانی ها

آدرس:

تهران-میدان انقلاب- ابتدای خیابان آزادی  
خیابان نوپلایح - جنب ایستگاه اتوبوس های انقلاب -

پلاک ۶۲

شماره سلفن :

۰۲۱-۶۶۱۲۵۵۲۴

۰۲۱-۶۶۱۲۵۴۳۸

کلاس کنکور  
مشاوره  
جزوه و کتاب

اولین  
موسسه  
کنکوری  
کشور  
با کادر  
رتبه های  
تک رقمی  
و دو رقمی

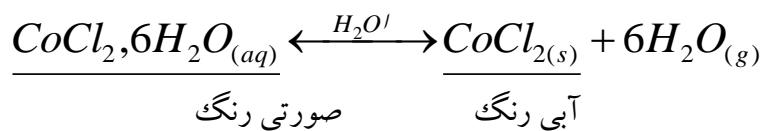
برای رتبه برتر شدن باید از رتبه برتر ها یاری خواست

جزوه‌ی کنکوری  
تعادلهای شیمیایی  
به‌مراه تست‌های کنکوری و تالیفی  
کاری از: علیرضا زارع



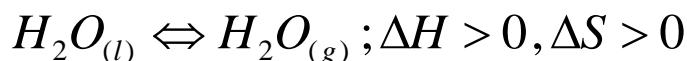
## تعاریف کلیدی

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



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

- ✓ در واکنشهای برگشت‌پذیر،  $\Delta H$  و  $\Delta S$  هم علامت هستند. یعنی، یا هردو مثبت‌اند یا هردو منفی. مثال: در تبخیر آب که فرایندی گرم‌گیر است بی‌نظمی افزایش می‌یابد.

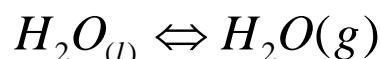


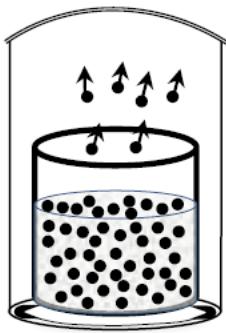
- ✓ واکنش تعادلی؛ واکنشی برگشت‌پذیر است که در آن سرعت واکنش رفت، برابر با سرعت واکنش برگشت است.

- ✓ 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.

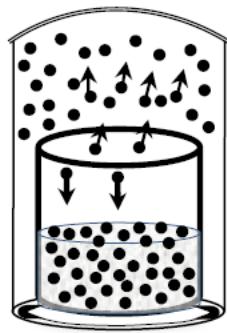
## أنواع تعادل

- ✓ تعادل فیزیکی؛ تعادلی است که در آن فقط تغییر حالت فیزیکی روی می‌دهد. مثل:

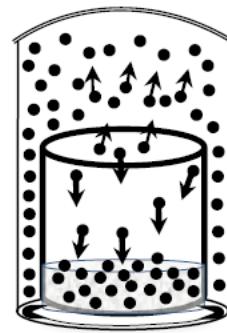




شکل (آ)



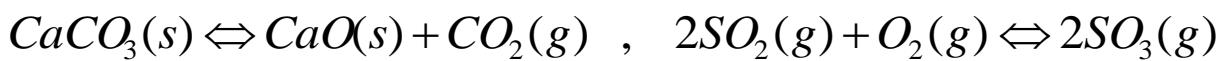
شکل (ب)



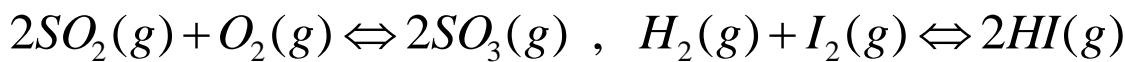
شکل (ج)

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

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



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



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



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

### ؟ تست نمونه

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

- |                            |                          |
|----------------------------|--------------------------|
| ۱) ۲ فازی، ناهمگن - ناهمگن | ۲) ۳ فازی، ناهمگن - همگن |
| ۴) ۳ فازی، ناهمگن - ناهمگن | ۳) ۲ فازی، همگن - همگن   |

پاسخ: گزینه‌ی (۴) صحیح است. هر ماده‌ی جامد، یک فاز محسوب می‌شود.

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

✓ خواص ماکروسکوپی؛ خواصی که قابل اندازه گیری 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:

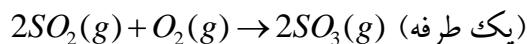
۱. برابری سرعت واکنش های رفت و برگشت ( $\bar{R}$ ) که شرط اساسی و ویژگی مهم تعادل است.
۲. پویایی و دینامیک بودن تعادل: ثابت بودن خواص ماکروسکوپی و فعال بودن خواص میکروسکوپی.
۳. ایزوله بودن سیستم تعادلی از نظر ماده و انرژی: یک سیستم تعادلی بایستی از نظر ورود و یا خروج ماده و انرژی ایزوله باشد تا سرعت 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 فراوردها نسبت به واکنش دهندهها کمتر، مساوی و یا بیشتر باشد.

## چگونگی برقراری تعادل و سرعت سنجهای فرضی

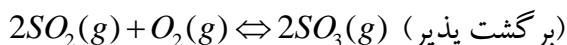
✓ واکنش تعادلی گازی  $2SO_2 + O_2 \rightleftharpoons 2SO_3$  را در نظر بگیرید. چنان چه مقداری از  $SO_2$  و  $O_2$  را در ظرفی وارد کنیم تعادل طی مراحل زیر برقرار می شود:

۱. ابتدا و در لحظه ای شروع، واکنش دهندها یعنی  $SO_2$  و  $O_2$  باهم ترکیب شده و فقط واکنش رفت و با سرعت زیادی شروع می شود. در لحظه ای شروع چون فراوردهای هنوز وجود ندارد واکنش برگشت انجام نمی شود و سرعت واکنش برگشت صفر است.

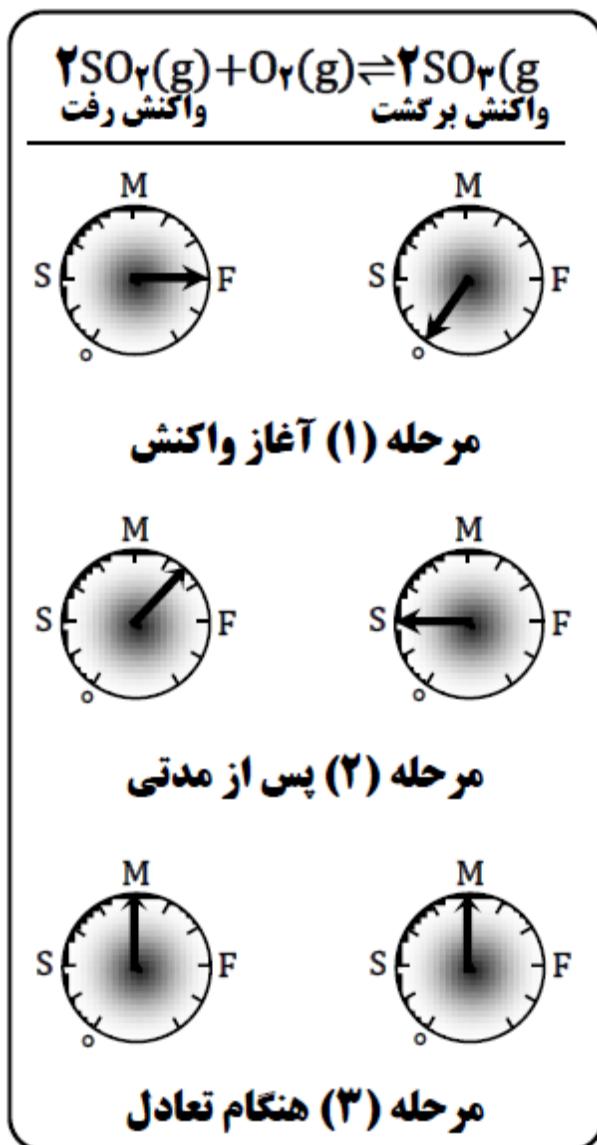
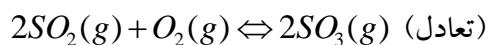


در این مرحله واکنش فقط در یک جهت (رفت) انجام می شود.

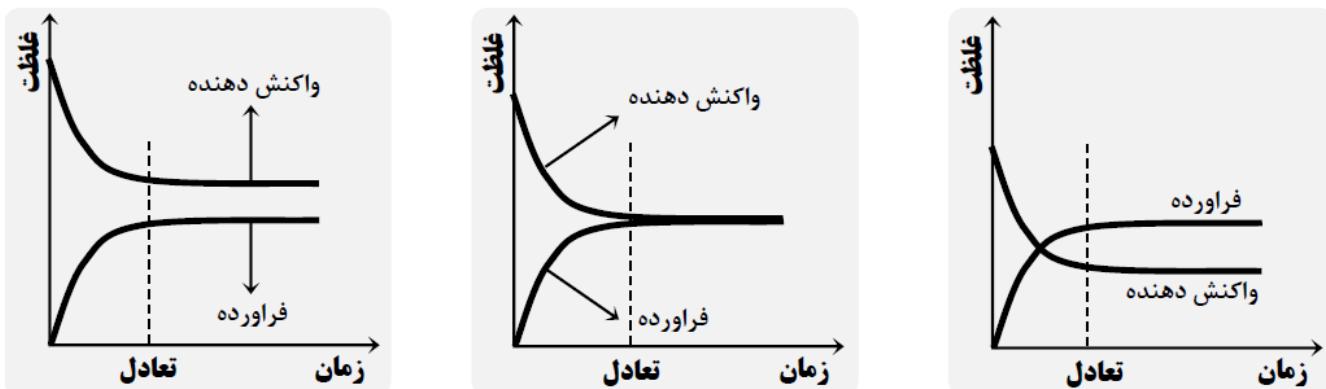
۲. پس از مدتی از آغاز واکنش و به محض تولید فراوردها، واکنش برگشت با سرعت اندک شروع می شود و به مرور زمان بر سرعت واکنش برگشت افزوده و از سرعت واکنش رفت کاسته می شود. در این حالت واکنش برگشت پذیر است.



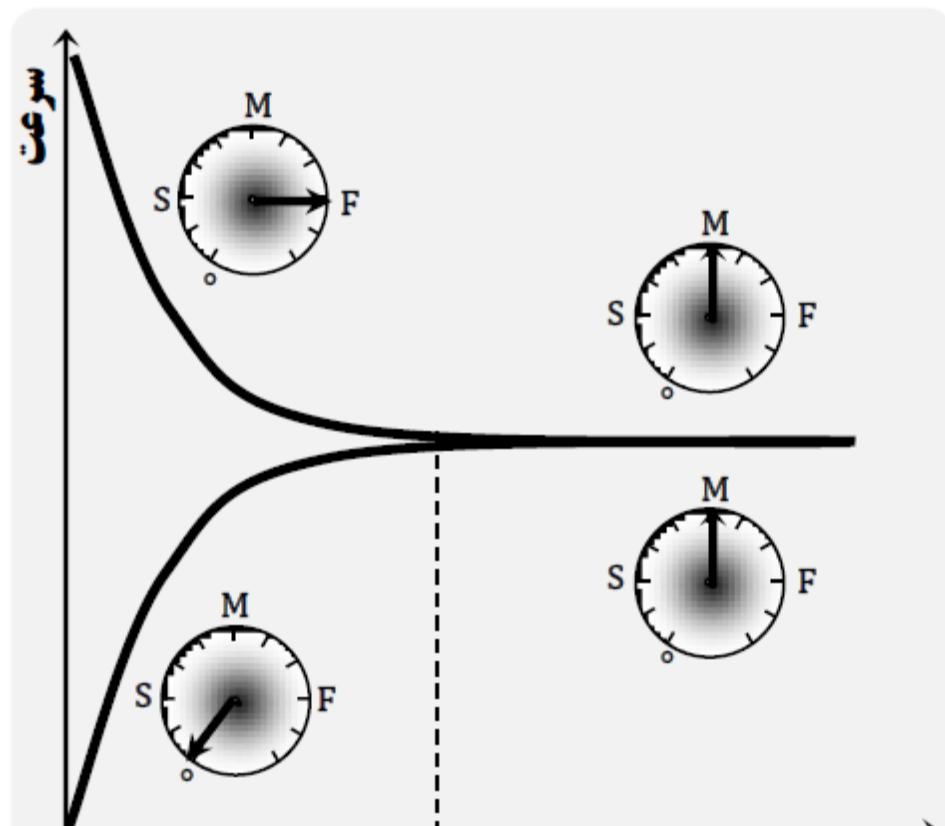
۳. در هنگام تعادل، سرعت واکنشهای رفت و برگشت برابر شده و سرعت سنجها موازی و بر روی یک مقدار مساوی غیر صفر و غیر F قرار می‌گیرند. در این حالت واکنش تعادلی است و تعادل برقرار شده است.



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



نمودار سرعت - زمان در یک واکنش تعادلی



ثابت تعادل ( $K$ )

### عبارت ثابت تعادل (قانون تعادل)

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

$$K = \frac{[C]^c [D]^d}{[A]^a [B]^b}, K \text{ یکای مقداری ثابت}$$

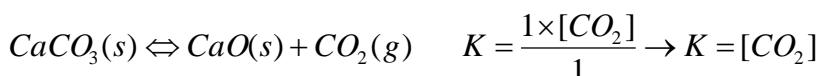
✓ در دمای ثابت هر تعادل، مقدار عددی  $K$  یک عدد ثابت است و با تغییر دما، تغییر می‌کند.

**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 ماده‌ی 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.

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

✓ 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:



✓  **$K$  (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 سامانه‌ی تعادلی زیر توجه کنید:

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

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

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

$$4) H_2(g) + I_2(g) \rightleftharpoons 2HI(g) \rightarrow K = \frac{[HI]^2}{[H_2][I_2]}, K \text{ یکای } mol \cdot L^{-1}$$

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

محاسبه‌ی ثابت تعادل یک واکنش از روی ثابت تعادل واکنش دیگر

✓ می توان 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 می شود:

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

$$1) A \rightleftharpoons B, K_1 = 2 \times 10^{-4}$$

$$2) B \rightleftharpoons A, K_2 = ? \rightarrow K_2 = \frac{1}{K_1} = \frac{1}{2 \times 10^{-4}} = 5 \times 10^3$$

۲. هر گاه ضرایب استوکیومتری یک واکنش تعادلی در عدد ثابتی ضرب شود، ثابت تعادل آن هم، به توان آن عدد می رسد. مثال:

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

$$2) 4A \rightleftharpoons 4B, K_2 = ? \rightarrow K_2 = K_1^2 = 100^2 = 1 \times 10^4$$

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

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

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

$$2) B \rightleftharpoons C, K_2 = 20$$

$$3) A \rightleftharpoons C, K_3 = ? \rightarrow K_3 = K_1 \times K_2 = 10 \times 20 = 200$$

## 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 فرآورده‌ها  $K\alpha$



تفسیر ثابت تعادل	مقایسه‌ی غلظت فراورده‌ها و واکنش دهنده‌ها در هنگام تعادل	مقدار عددی K
واکنش تعادلی در جهت رفت، پیشرفت چندانی ندارد و عملاً انجام نمی‌شود. (از نظر ترمودینامیکی نامساعد است)	غلظت فراورده‌ها بسیار کمتر از غلظت واکنش دهنده‌هاست.	بسیار کوچک مثل: $K = 1/5 \times 10^{-30}$
تعادل در سمت چپ یا در سمت واکنش دهنده‌ها قرار دارد.	غلظت فراورده‌ها کمتر از غلظت واکنش دهنده‌هاست و مقدار کمی از واکنش دهنده‌ها به فراورده‌ها تبدیل شده است.	نسبتاً کوچک مثل: $K = 1/6 \times 10^{-3}$
تعادل در میانه قرار دارد.	غلظت فراورده‌ها تقریباً با غلظت واکنش دهنده‌ها برابر است.	مقدار متوسط مثل: $K = 0/91$ $K = 1/2$
تعادل در سمت راست یا در سمت فراورده‌ها قرار دارد.	غلظت فراورده‌ها بیشتر از غلظت واکنش دهنده‌هاست و مقدار قابل توجهی از واکنش دهنده‌ها به فراورده‌ها تبدیل شده است.	نسبتاً بزرگ مثل: $K = 2 \times 10^4$
تعادل تا مرز کامل شدن و یک طرفه شدن پیشروی می‌کند. (از نظر ترمودینامیکی مساعد است)	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.	بسیار بزرگ مثل: $K = 1/8 \times 10^{80}$

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  $25^\circ C$ ، ثابت تعادل؛  $2H_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2H_2O(g)$  بسیار بزرگ ( $2/9 \times 10^{81}$ ) است که اصطلاحاً گفته می‌شود از نظر ترمودینامیکی **مساعد** است. اما همین واکنش در دمای  $25^\circ$  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 سینتیکی مساعد باشد یعنی: دارای سرعت زیادی باشد.

### کسر خارج قسمت (Q)

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

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

✓ تفاوت  $Q$  و  $K$  در این است که در عبارت ثابت تعادل ( $K$ ) فقط مقادیر غلظت‌های تعادلی نوشته می‌شود اما در عبارت خارج قسمت ( $Q$ ), می‌توان غلظت‌های تعادلی و یا غیر تعادلی را قرار داد.

✓ کاربرد  $Q$  در پیش‌بینی جهت پیشرفت واکنش‌های تعادلی است. برای پیش‌بینی جهت پیشرفت یک تعادل ابتدا غلظت‌های موجود را در عبارت  $Q$  قرار داده و با محاسبه‌ی  $Q$  و مقایسه‌ی آن با مقدار  $K$  واکنش در ان دما، براساس جدول زیر جهت جایی و پیشرفت تعادل را به سمت چپ یا راست تعیین می‌کنیم:

### جدول مقایسه‌ی $Q$ و $K$ در دمای ثابت

حالات $K$ و $Q$	[واکنش دهنده‌ها]/[فراورده‌ها] نسبت به حالت تعادل	پیش‌بینی جهت پیشرفت تعادل برای رسیدن به تعادل
$Q = 0$ .۱	$= [فراورده‌ها] \rightarrow = [واکنش دهنده‌ها]/[فراورده‌ها]$ واکنش رفت هنوز شروع نشده است.	تعادل در جهت رفت (به سمت فراورده‌ها) جابه‌جا می‌شود تا تعادل برقرار شود و $Q = K$ شود.
$Q < K$ .۲	$< [واکنش دهنده‌ها]/[فراورده‌ها]$	تعادل در جهت رفت جابه‌جا می‌شود تا $Q = K$ شده و تعادل برقرار گردد.
$Q = K$ .۳	$= [واکنش دهنده‌ها]/[فراورده‌ها]$ حالات خاصی از $Q$ است.	تعادل برقرار است. در دمای ثابت جابه‌جا نمی‌شود.
$Q > K$ .۴	$> [واکنش دهنده‌ها]/[فراورده‌ها]$	تعادل در جهت برگشت پیشرفت می‌کند تا $Q = K$ شود و تعادل برقرار گردد.
$Q = \infty$ .۵ بی‌نهایت	$\rightarrow = [واکنش دهنده‌ها]/[فراورده‌ها]$ واکنش فاقد واکنش دهنده‌است.	تعادل در جهت برگشت جابه‌جا شده تا ضمن تولید واکنش دهنده‌ها $Q = K$ شود و تعادل برقرار شود.

## مسایل تعادل

حالت اول: مسایلی که غلظتهاي تعادلي مواد مشخص شده يا خواسته شده است.

✓ در مسایلی که غلظتهاي مواد، مربوط به لحظه اي تعادل می باشند، با جايگزيني اين مقادير در عبارت ثابت تعادل، مسایل حل می شوند.

؟ نکته: در عبارت ثابت تعادل، بایستی غلظت مولی مواد قرار داده شود و قبل از جايگزيني اعداد در عبارت  $K$  لازم است مقدارهاي 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 يك لیتر بيان شود قرار داده شود و قبل از جايگزيني اعداد در عبارت  $K$ ، لازم است مقدارهاي داده شده بر حسب گرم، مول و ... را به غلظت مولی بر حجم ظرف تقسيم نمود.

### ؟ تست نمونه

با توجه به تعادل گازی  $2HI \rightleftharpoons H_2 + I_2$  ،  $K = 0/01$  در حالت تعادل برابر  $1/001$  مول باشد، مقدار  $HI$  در اين شرایط برابر چند مول است؟ (سراسري تجربی ۸۳)

(۱)  $1/01$  (۲)  $0/02$  (۳)  $0/01$  (۴)  $0/002$

پاسخ:

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

$$0/01 = \frac{(0/002)(0/002)}{[HI]^2} \rightarrow [HI]^2 = \frac{4 \times 10^{-6}}{1 \times 10^{-2}} \rightarrow [HI] = 0/02\text{mol.L}^{-1}$$

گزینه ۱) صحیح است.  $? molHI = 0/02 \frac{\text{mol}}{L} \times 5L = 0/1\text{molHI}$

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

✓ در مسایلی که غلظتهاي مواد در لحظه اي تعادل مشخص نیست، برای حل اين گونه مسایل بهتر است با تنظیم جدول غلظتها و تکمیل آن، غلظت های تعادلی را تعیین و سپس در عبارت ثابت تعادل جايگزین نموده و مسئله را حل کرد.



هرگاه صحبت از غلظت های اولیه ماد به میان آید، به روش زیر عمل می شود :

**محله‌ی اول:** ابتدا یک جدول تشکیل داده، غلظت های اولیه ماد را می‌نویسند :

	aA + bB	$\rightleftharpoons$	cC + dD	
غلظت اولیه	m	n	$\circ$	$\circ$

**محله‌ی دوم:** در ردیف دوم جدول، تغییر غلظت ها را می‌نویسند :

	aA + bB	$\rightleftharpoons$	cC + dD	
غلظت اولیه	m	n	$\circ$	$\circ$
تغییر غلظت	-ax	-bx	+cx	+dx

برای حل این تیپ از مسایل از ترتیب زیر استفاده می‌کنیم:

گام اول: ابتدا جدولی به فرم زیر تشکیل می‌دهیم:

	aA + bB	$\rightleftharpoons$	cC + dD	
غلظت اولیه	m	n	$\circ$	$\circ$

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

	aA + bB	$\rightleftharpoons$	cC + dD	
غلظت اولیه	m	n	$\circ$	$\circ$
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	$\rightleftharpoons$	cC + dD	
غلظت اولیه	m	n	$\circ$	$\circ$
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:

$$? mol \cdot L^{-1} A = [A] = \frac{\text{جرم مولی} \times \text{لیتر حجم ظرف}}{\text{مقدار گرم}} A$$

### ؟ تست نمونه

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

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

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

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

غلظت‌ها	$NH_4HS \rightleftharpoons NH_3 + H_2S$		
غلظتها اولیه	۰/۵ mol	.	.
تغییر غلظتها	$-x$	$+x$	$+x$
غلظتها تعادلی (ویژه‌ی عبارت K)	$0/5 - x$	$0 + x$	$0 + x$
	$0/5 - 0/03 = 0/47 mol$	$x = \frac{0/02 mol}{1 L}$	$x = \frac{0/02 mol}{1 L}$

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

$$K = [NH_3][H_2S] = 0/03 \times 0/03 = 9 \times 10^{-4} mol^2 \cdot L^{-2}$$

گزینه‌ی «۴» صحیح است.

مثال: اگر پس از برقراری تعادل  $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$  در دمای ۵۰۰ درجه سانتیگراد غلظت گاز نیتروژن و هیدروژن و آمونیاک به ترتیب برابر ۰/۰۶، ۰/۰۴، ۰/۱۱ باشد، ثابت تعادل را برای این واکنش محاسبه کنید؟

مثال: اگر پس از برقراری تعادل  $H_2(g) + I_2(g) \rightleftharpoons 2HI(g)$  مقدار ثابت تعادل ۵۰ و غلظت گاز هیدروژن  $10^{-3}$  و غلظت آمونیاک دو برابر آن باشد، غلظت تعادلی HI را برای این واکنش محاسبه کنید؟

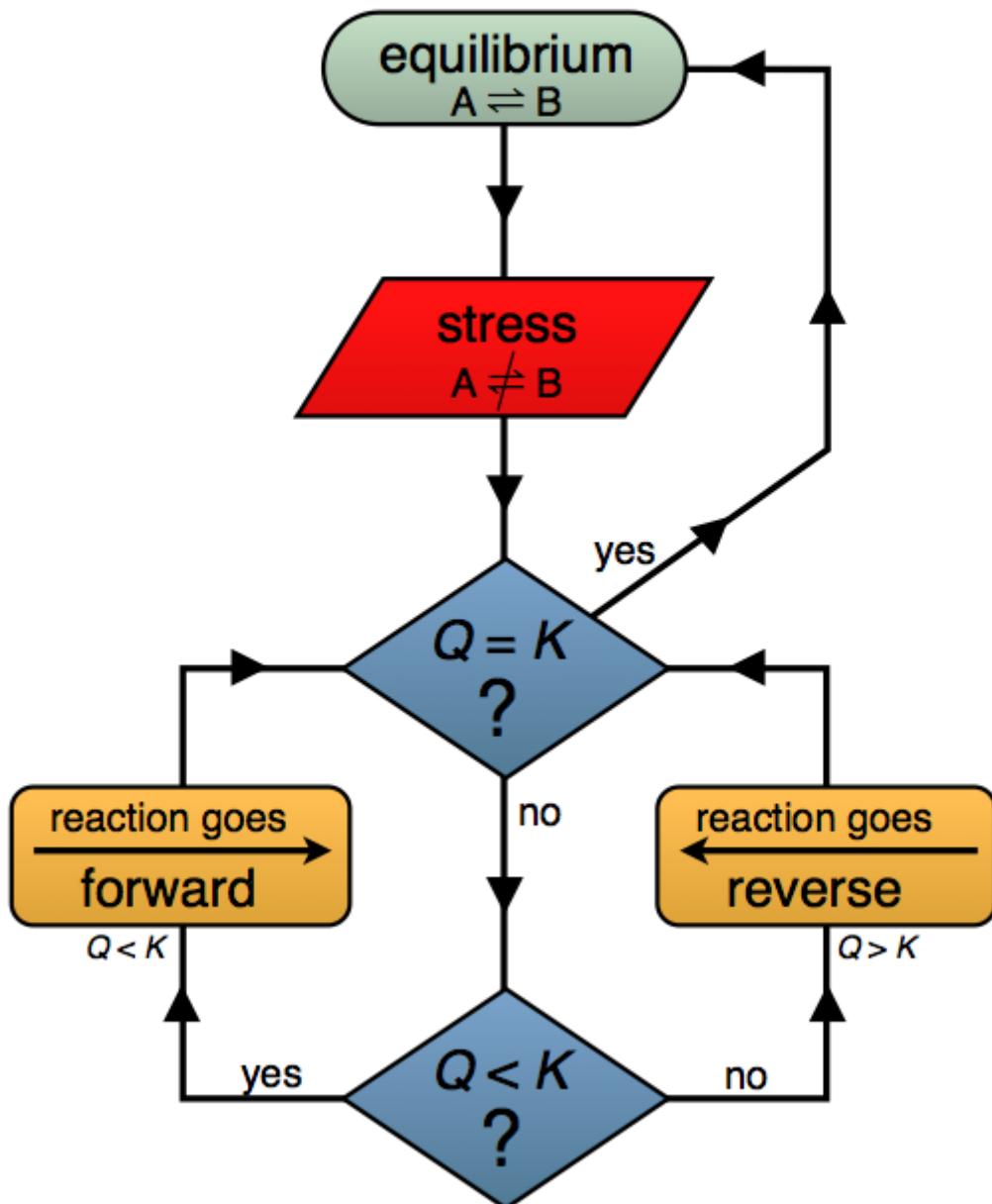
مثال: اگر پس از برقراری تعادل  $2A + 3B \rightleftharpoons 2$  در یک ظرف ۲ لیتری غلظت A و B به ترتیب برابر  $0/4$  و  $1/2$  باشد، ثابت تعادل را برای این واکنش محاسبه کنید؟

### 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:** چنان‌چه عاملی موجب برهم زدن حالت تعادلی یک سامانه شود، سامانه در جهتی جابه جا می‌شود که با عامل مزاحم مقابله کرده، تا آن‌جا که امکان دارد اثر آن برطرف کند. بدین ترتیب در سامانه‌ی یاد شده یک تعادل جدید برقرار می‌شود.
- ✓ مطابق اصل لوشاتلیه، چنان‌چه خطری بر یک تعادل اعمال شود، تعادل تا حد امکان سعی بر رفع خطر می‌کند.
- ✓ بر یک تعادل، دو نوع خطر می‌تواند اعمال شود که عکس العمل تعادلی برای رفع خطرها به صورت زیر است:

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

## Le Chatelier's Principle



رفتار واکنش بر مبنای اصل لوشاتلیه

[www.ShimiPedia.ir](http://www.ShimiPedia.ir)

✓ 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 خطرو 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 گرمایی بودن (در جهت مصرف گرمای اضافی)
	کاهش دمای سیستم (سرد کردن سامانه)	جابه جایی تعادل در جهت گرمای بودن (در جهت جبران گرمای کاهش یافته)

- ✓ **اثر کاتالیزگر بر تعادل:** استفاده از کاتالیزگر بر تعادلهای 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

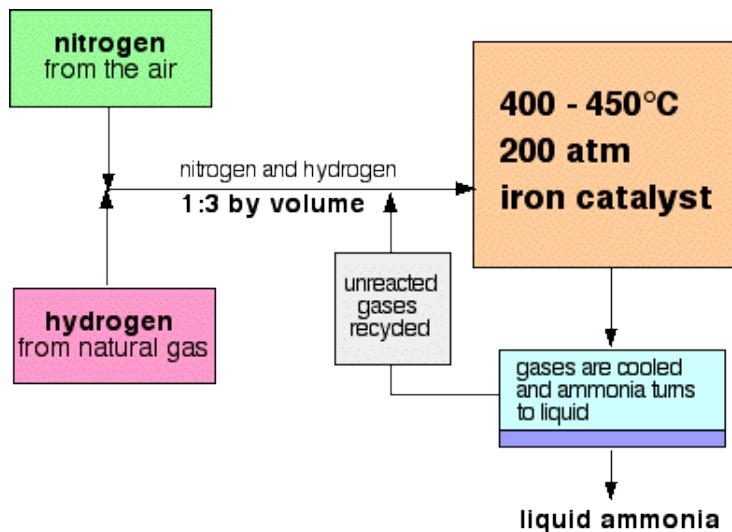
- ✓ واکنشهای تعادلی، یا گرمایی هستند یا گرماده، که تأثیر دما بر مقدار  $K$  هر یک به صورت زیر است:

۱. در واکنشهای گرمایی: افزایش دما باعث جابه‌جایی تعادل در جهت رفت (گرمایی بودن) می‌شود که در نتیجه‌ی آن افزایش غلظت فراورده‌ها و کاهش غلظت واکنش دهنده‌هاست. و چون مقدار عددی  $K$  با غلظت فراورده‌ها رابطه‌ی مسقیم 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.

## کاربردهای قوانین تعادل در صنعت

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

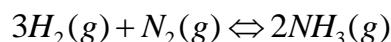
### فرایند هابر در تولید آمونیاک



#### شما فرایند هابر

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

✓ معادله هابر به صورت مقابل است:



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

✓ 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  $NH_3(g)$  می‌بیند. بنابراین تا جایی که دستگاه‌ها مغایر نشوند، فشار را افزایش می‌دهند.

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 جایه جا شود.

۳. **به کار بودن 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 جایی تعادل در جهت تولید آمونیاک بیشتر می شود اما کاهش دما، سرعت رسیدن به تعادل را آن چنان کاهش می دهد که تولید آمونیاک را عملأً غیر ممکن می سازد. بنابراین، فرایند هابر در دمایی نسبتاً بالا انجام می گیرد و برای جبران تأثیر افزایش نسبی دما، تا جایی که امکان دارد واکنش را در فشارهای بالاتر انجام می دهند.

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 در مقیاس آزمایشگاهی تولید کند. این فرایند هابر در واقع روش صنعتی تولید آمونیاک است.

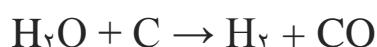
✓ در فرایند هابر مواد اولیه به صورت زیر تأمین می شوند:

✓ 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 سانتی گراد واکنش داده و تولید یک مخلوط گازی قابل احتراق و اشتعال که به عنوان "گاز آب" شناخته و مشهور شده است، خواهد کرد.



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

- از تقطیر نفت خام

- از تقطیر هوای مایع

✓ در صنعت آمونیاک را در دمایی حدود  $550^{\circ}C$  و فشار در گسترده‌ی ۱۵۰ تا ۳۵۰ اتمسفر در مجاورت کاتالیزگرهایی هم چون آهن و اکسیدهای فلزی نظیر  $MgO$  و  $Al_2O_3$  تهیه می کنند.

✓ آمونیاک در تهیه کودهای شیمیایی، مواد منفجره و... کاربرد دارد.

؟ تست نمونه

کدام مطلب درباره واکنش تعادلی،  $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$ ,  $\Delta H = -92\text{kJ}$  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  $\Delta H$  تشکیل آن برابر  $-92\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$  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 کیلوژول گرما آزاد می‌شود پس آنتالپی تشکیل  $NH_3$ ،  $-46\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$  می‌باشد. بنابراین گزینه ۲ پاسخ سؤال است.

ردیف	بفشن دوه شیمی ۱۴: مسائل ثابت تعادل تعداد تست ها: ۳۸	شماره تست
۱	اگر در واکنش تعادلی $H_2(g) + I_2(g) \rightleftharpoons 2HI(g)$ در دمای معین غلظت گازهای $I_2(g)$ و $HI(g)$ یکسان و برابر $0.1$ مول باشد ثابت تعادل $K$ در این دما کدام است؟  $K = \frac{[HI]^2}{[H_2][I_2]}$	$2 \times 10^{-2}$ $1 \times 10^{-2}$ $2 \times 10^{-3}$ $1 \times 10^{-3}$ $1 \times 10^{-4}$
۲	با توجه به تعادل: $K = 0.1$ اگر حجم ظرف $5$ لیتری و مقدار $I_2(g)$ در حالت تعادل $0.1$ مول باشد، مقدار $HI(g)$ در این حالت چند مول است?  $K = \frac{[HI]}{[H_2][I_2]}$	$0.1$ $0.2$ $0.3$ $0.4$
۳	اگر تعادل گازی $2AB \rightleftharpoons A_2 + B_2$ در ظرف سربسته $3$ لیتری برقرار باشد و در این حالت مقدار $A_2$ برابر $0.3\text{ mol}$ باشد، مقدار $AB$ چند مول می باشد?  $K = \frac{[A_2][B_2]}{[AB]^2}$	$0.1$ $0.2$ $0.3$ $0.4$
۴	سه مول $(H_2)$ و یک مول $(CS_2)$ در یک ظرف یک لیتری مطابق واکنش زیر، به تعادل می رستند. اگر در لحظه تعادل از واکنش دهنده اضافی $0.5$ مول در ظرف باقی مانده باشد، ثابت تعادل این واکنش برابر چند $L\text{.mol}^{-1}$ است؟  $4H_2(g) + CS_2(g) \rightleftharpoons 2H_2S(g) + CH_4(g)$	$10$ $40$ $4$ $3$ $20$ $10$
۵	از واکنش $2C_2H_6(g) + H_2O(g) \rightleftharpoons C_2H_5OH(g)$ ، $K = 2$ 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 برستند، بازده درصدی این فرایند کدام است?  $K = \frac{[C_2H_5OH]}{[C_2H_6]^2[H_2O]}$	$60$ $50$ $81$ $40$
۶	یک مول $(NH_3)$ و یک مول $(O_2)$ در یک ظرف یک لیتری دربسته، مطابق واکنش زیر، در دمای معین به تعادل رسیده اند، اگر در حالت تعادل $0.2$ مول $(N_2)$ در مخلوط وجود داشته باشد، غلظت مولار کدام گاز در مخلوط از همه بیش تر و ثابت تعادل به تقریب کدام است؟  $4NH_3(g) + 3O_2(g) \rightleftharpoons 2N_2(g) + 6H_2O(g)$	$0.125$ $0.125$ $0.125$ $0.125$ $0.125$ $0.125$



<b>۷</b> $\frac{BaCl_2 \cdot 2H_2O(s)}{2 \times 10^{-2} (4)}$	<p>اگر ۴/۸۸ گرم <math>BaCl_2 \cdot 2H_2O(s)</math> را در ظرف سربسته‌ی دو لیتری طبق واکنش زیر گرمادهیم و ۳۶ g/۰ بخار آب در حالت تعادل وجود داشته باشد، ثابت تعادل این واکنش در شرایط آزمایش کدام است؟</p> $BaCl_2 \cdot 2H_2O(s) \xrightarrow{\quad} BaCl_2(s) + 2H_2O(g) \quad (H = 1, O = 16: g.mol^{-1})$ <p style="text-align: center;"><math>2 \times 10^{-4} (3) \quad 1 \times 10^{-3} (2) \quad 1 \times 10^{-4} (1)</math></p>
<b>۸</b> $\frac{NiO(s)}{0/198 (4)}$	<p>با افزایش دمای یک ظرف یک لیتری سربسته‌ی که دارای ۰/۱ مول <math>CO(g)</math>، ۰/۱ مول <math>NiO(s)</math> و ۰/۲۱ مول <math>CO_2(g)</math> است، ثابت تعادل واکنش: <math>NiO(s) + CO(g) \rightleftharpoons NI(s) + CO_2(g)</math> از ۱ به ۹۹ رسیده است. غلظت تعادلی <math>CO_2(g)</math> در این حالت برابر چند <math>mol.L^{-1}</math> است؟</p> <p style="text-align: center;"><math>0/152 (3) \quad 0/128 (2) \quad 0/098 (1)</math></p>
<b>۹</b> $\frac{2A(g) \rightleftharpoons 2B(g) + C(g) + D(s)}{6/25 \times 10^{-4} (4)}$	<p>یک مول از گاز <math>A</math> تا دمای <math>50.0^\circ K</math> در ظرف یک لیتری در سربسته گرم می‌شود. اگر در حالت تعادل ۲۰ درصد از این گاز مطابق واکنش: <math>2A(g) \rightleftharpoons 2B(g) + C(g) + D(s)</math> تفکیک شده باشد، مقدار عددی ثابت تعادل این واکنش در دمای آزمایش کدام است؟</p> <p style="text-align: center;"><math>6/25 \times 10^{-3} (3) \quad 5 \times 10^{-3} (2) \quad 2/5 \times 10^{-3} (1)</math></p>
<b>۱۰</b> $\frac{CaCO_3}{6 \times 10^{-2} (4)}$	<p>اگر ۲ مول <math>CaCO_3</math> در ظرف ۳ لیتری در سربسته تا دمای <math>827^\circ C</math> گرم شود، شمار تقریبی مولکول <math>CO_2</math> موجود در ظرف، پس از برقراری تعادل، کدام است؟</p> $(K = 10^{-3} mol.L^{-1})$ <p style="text-align: center;"><math>6 \times 10^{-1} (3) \quad 1/8 \times 10^{-3} (2) \quad 1/8 \times 10^{-2} (1)</math></p>
<b>۱۱</b> $\frac{N_2}{1/8 \times 10^{-4} (4)}$	<p>۲/۴۸ مول گاز <math>N_2</math> را با ۱/۶۸ مول گاز <math>O_2</math> در یک ظرف دو لیتری سربسته مخلوط و گرم می‌کنیم تا تعادل گازی <math>N_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2NO(g)</math> برقرار شود، اگر در حالت تعادل ۰/۰۸ مول گاز <math>NO</math> در مخلوط وجود داشته باشد، ثابت تعادل این واکنش کدام است؟</p> <p style="text-align: center;"><math>1/8 \times 10^{-3} (3) \quad 1/6 \times 10^{-4} (2) \quad 1/6 \times 10^{-5} (1)</math></p>
<b>۱۲</b> $\frac{SO_2}{2/5 \times 10^{-4} (4)}$	<p>۴/۱ مول گاز <math>SO_2</math> را با ۲/۲ مول گاز <math>O_2</math> در ظرف ۲ لیتری سربسته مخلوط و گرم می‌کنیم تا تعادل گازی: <math>2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g)</math> برقرار شود، اگر در حالت تعادل، ۴ مول گاز <math>SO_3</math> در ظرف وجود داشته باشد، مقدار ثابت تعادل چند <math>mol.L^{-1}</math> است؟</p> <p style="text-align: center;"><math>2 \times 10^{-1} (3) \quad 1/6 \times 10^{-4} (2) \quad 1 \times 10^{-1} (1)</math></p>

<b>نوبت نهم</b>	<p>اگر <math>0.5</math> مول گاز اوزون و <math>0.5</math> مول گاز <math>NO</math> در دو ظرف یک لیتری مطابق شکل، با یکدیگر مخلوط شوند و واکنش برگشت پذیر:</p> $O_2(g) + NO(g) \rightleftharpoons O_2(g) + NO_2(g), K = 64$ <p>انجام گیرد، پس از برقاری تعادل، چند مول اکسیژن در مخلوط گازی، وجود خواهد داشت؟</p>	۱۳
<b>نوبت هشتم</b>	<p>با توجه به شکل روبرو و داده های آن، اگر پس از برقار شدن حالت تعادل گازی:</p> $2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g)$ <p><math>0.5</math> مول گاز اکسیژن باقی بماند، ثابت این تعادل بر حسب <math>mol^{-1}.L</math> کدام است؟</p>	۱۴
<b>نوبت نهم</b>	<p>اگر <math>3</math> مول گاز <math>NOCl</math> را در یک ظرف سربسته تا برقار شدن تعادل گازی:</p> $2NOCl(g) \rightleftharpoons 2NO(g) + Cl_2(g), K = 0.675$ <p>در این حالت <math>40</math> درصد گاز <math>NOCl</math> تجزیه نشده باقی بماند، حجم ظرف واکنش، چند لیتر است؟</p>	۱۵
<b>نوبت هشتم</b>	<p>اگر واکنش <math>Br_2(g) + Cl_2(g) \rightleftharpoons 2BrCl(g), K = 1/6 \times 10^{-3}</math> در ظرفی سربسته با حجم <math>4</math> لیتر در دمای معین انجام شود، مقدار <math>2</math> مول از هر یک از گازهای کلر و برم در مخلوط تعادلی باشد، مقدار <math>BrCl</math> در حالت تعادل، برابر چند مول است؟</p>	۱۶
<b>نوبت نهم</b>	<p>مخلوطی از <math>5</math> مول گاز <math>HCl</math> را با <math>1/1</math> مول گاز اکسیژن در ظرف سربسته دو لیتری تا رسیدن به حالت تعادل: <math>(HCl(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2Cl(g) + H_2O(g))</math> درصد گاز <math>HCl</math> تجزیه شده باشد، ثابت این تعادل در شرایط آزمایش بر حسب <math>mol.L^{-1}</math> کدام است؟</p>	۱۷
<b>نوبت نهم</b>	<p>اگر مقدار <math>1</math> مول گاز <math>(N_2O_5)_g</math> را در یک ظرف سربسته <math>2</math> لیتری گرمای دهیم تا تعادل گازی:</p> $4N_2O_5(g) \rightleftharpoons 4NO_2(g) + O_2(g)$ <p>در حالت تعادل <math>50</math> درصد این گاز تجزیه شده باشد، ثابت این تعادل در دمای آزمایش، بر حسب <math>mol^{-1}.L^{-1}</math> کدام است؟</p>	۱۸



<span style="font-size: 2em; color: green;">۱۹</span> <span style="font-size: 1.5em; color: green;">۲۰</span> <span style="font-size: 1.5em; color: green;">۲۱</span> <span style="font-size: 1.5em; color: green;">۲۲</span> <span style="font-size: 1.5em; color: green;">۲۳</span>	<p>با توجه به داده های زیر، که مقدار گازهای <math>SO_2</math> و <math>O_2</math> را قبل و بعد از برقراری تعادل گازی: <math>2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g)</math> در یک ظرف سربسته ی یک لیتری نشان می دهند، ثابت این تعادل در شرایط آزمایش، برحسب <math>mol^{-1}.L</math> کدام است؟</p> <p>(۱) ۶۰۰      (۲) ۶۱۰      (۳) ۸۰۰      (۴) ۸۱۰</p> <p>مخلوطی شامل یک مول گاز <math>CO</math> و یک مول بخار آب را در یک ظرف سربسته ۱۰ لیتری گرماییدهیم تا تعادل گازی: <math>CO(g) + H_2O(g) \rightleftharpoons CO_2(g) + H_2(g)</math> برقرار شود، اگر در حالت تعادل، مقدار ۰/۶ مول گاز <math>CO_2</math> در مخلوط گازی وجود داشته باشد، ثابت این تعادل در دمای آزمایش، برحسب کدام است؟</p> <p>(۱) ۱/۶      (۲) ۲/۲۵      (۳) ۱/۱۵      (۴) ۲/۴</p> <p>با توجه به تعادل گازی: <math>CH_4(g) + H_2O(g) \rightleftharpoons CO(g) + 3H_2(g)</math>, <math>K = ۵ mol^{-1}.L^{-۱}</math>, که در یک ظرف سربسته ی دو لیتری برقرار است، اگر مقدار اولیه گاز متان برابر ۱/۱۲ مول و مقدار گاز <math>CO</math> در حالت تعادل برابر با ۰/۴ مول باشد، مقدار <math>H_2O(g)</math> در ظرف واکنش، برابر چند مول است؟</p> <p>(۱) ۰/۱۴۱      (۲) ۰/۰۲۴      (۳) ۰/۰۴۸      (۴) ۰/۳۲۶</p> <p>در ظرف سربسته ای با حجم <math>۴۰۰ cm^3</math>، مقدار <math>۰/۰۴۰۴</math> مول گاز <math>NO</math> را گرمایی دهیم تا تعادل گازی: <math>2NO(g) \rightleftharpoons N_2(g) + O_2(g)</math>, <math>K = ۲/۵ \times ۱۰^{-۳}</math>، برقرار شود. غلظت تعادلی گازهای <math>N_2</math>, <math>O_2</math> و <math>NO</math> بر حسب مول بر لیتر در حالت تعادل، به ترتیب کدام اند؟</p> <p>(۱) ۰/۰۱, ۰/۰۰۵, ۰/۰۰۵      (۲) ۰/۹۸, ۰/۰۲, ۰/۰۲      (۳) ۰/۱, ۰/۰۰۵, ۰/۰۰۵      (۴) ۰/۰۹۸, ۰/۰۰۲, ۰/۰۰۲</p> <p>اگر مقداری گازی <math>NO</math> را در ظرف سربسته ی ۴ لیتری گرمایی دهیم تا تعادل گازی: <math>2NO(g) \rightleftharpoons N_2(g) + O_2(g)</math>, <math>K = ۲/۵ \times ۱۰^{-۳} mol.L^{-۱}</math> برقرار شود در حالت تعادل مقدار <math>۰/۰۰۴</math> مول گاز <math>NO</math> باقی مانده باشد، مقدار اولیه این گاز، چند گرم بوده است؟  <math display="block">(N = ۱۴, O = ۱۶: g.mol^{-1})</math></p> <p>(۱) ۱/۰/۱۵      (۲) ۴/۰/۰۴      (۳) ۱۲/۰/۱۲      (۴) ۳/۰/۰۳</p>	<span style="color: green;">۱۹</span> <span style="color: green;">۲۰</span> <span style="color: green;">۲۱</span> <span style="color: green;">۲۲</span> <span style="color: green;">۲۳</span>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<span style="font-size: 2em; color: red;">۲۴</span> <span style="font-size: 1.5em;">مخلوط ۱ مول <math>H_2(g)</math> و ۱ مول <math>I_2(g)</math> را در ظرفی یک لیتری گرم می کنیم، مقدار تقریبی <math>HI(g)</math> هنگام برقراری تعادل برابر چند گرم است؟ <math>(H = 1, I = 127: g.mol^{-1}) K = 64</math>  <span style="margin-left: 100px;"><math>102/4 (4) \quad 175 (3) \quad 204/8 (2) \quad 351 (1)</math></span> </span>
<span style="font-size: 2em; color: red;">۲۵</span> <span style="font-size: 1.5em;">براساس واکنش تعادلی، <math>H_2O(g) + C(s) \rightleftharpoons H_2(g) + CO(g), K = 10</math> در یک ظرف سربسته ۲ لیتری، مقدار <math>0.4</math> مول زغال را با مقداری بخار آب مخلوط کرده، تا رسیدن به حالت تعادل گرم می کنیم، اگر در حالت تعادل، <math>0.2</math> مول <math>CO(g)</math> در ظرف واکنش وجود داشته باشد، مقدار اولیه بخار آب در مخلوط، به تقریب چند گرم بوده است؟ <math>(O = 16, H = 1: g.mol^{-1})</math>  <span style="margin-left: 100px;"><math>3/25 (4) \quad 4/25 (3) \quad 4/96 (2) \quad 3/64 (1)</math></span> </span>
<span style="font-size: 2em; color: red;">۲۶</span> <span style="font-size: 1.5em;">اگر <math>3/2</math> گرم گاز هیدروژن و <math>1</math> مول گاز نیتروژن را در یک ظرف دو لیتری مخلوط کرده و گرمای دهیم تا تعادل گازی: <math>N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)</math> برقرار شود و در حالت تعادل <math>6/8</math> گرم گاز آمونیاک در مخلوط تعادلی باشد، ثابت این تعادل برابر چند <math>mol^{-1}</math> است؟ <math>(H = 1, O = 14: g.mol^{-1})</math>  <span style="margin-left: 100px;"><math>0/85 (4) \quad 0/80 (3) \quad 0/65 (2) \quad 0/60 (1)</math></span> </span>
<span style="font-size: 2em; color: red;">۲۷</span> <span style="font-size: 1.5em;">مقداری بخار آب را با <math>0.6</math> مول گاز <math>CO</math> در ظرف سربسته <math>3</math> لیتری مخلوط و گرم می کنیم تا تعادل گازی زیر برقرار شود، اگر در حالت تعادل، <math>0.3</math> مول گاز <math>CO_2</math> در ظرف وجود داشته باشد، مقدار بخار آب در مخلوط اولیه، برابر چند مول بوده است؟ <math>CO(g) + H_2O(g) \rightleftharpoons CO_2(g) + H_2(g), K = 10</math>  <span style="margin-left: 100px;"><math>0/42 (4) \quad 0/33 (3) \quad 0/21 (2) \quad 0/11 (1)</math></span> </span>
<span style="font-size: 2em; color: red;">۲۸</span> <span style="font-size: 1.5em;">اگر در واکنش تعادلی تجزیه <math>2NH_3(g)</math>، <math>K = 12</math> باشد، مقدار اولیه <math>0.92</math> مول هیدروژن وجود داشته باشد، مقدار اولیه <math>0.52</math> گرم گاز آمونیاک برابر چند مول بوده است؟ <math>2NH_3(g) \rightleftharpoons N_2(g) + 3H_2(g)</math>  <span style="margin-left: 100px;"><math>0/52 (4) \quad 0/68 (3) \quad 0/84 (2) \quad 0/92 (1)</math></span> </span>

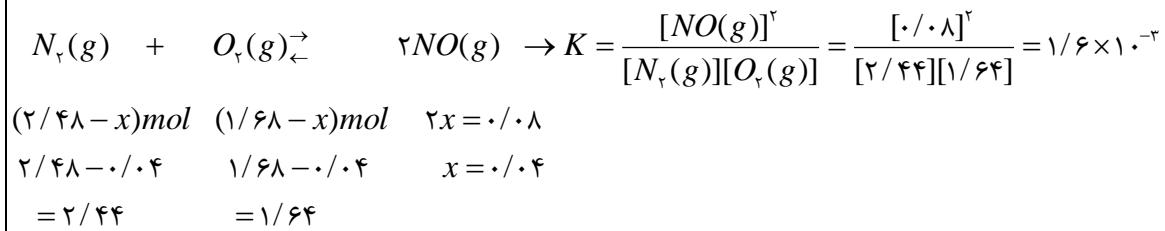
<span style="font-size: 2em;">۸۹</span>	<p>تعادل گازی: <math>CO(g) + ۲H_۲(g) \rightleftharpoons CH_۴(g) + H_۲O(g)</math>, <math>K = ۰/۸۱ mol^{-۱} L^۳</math>, در دمای معین در ظرفی سربسته برقرار است، اگر در حالت تعادل مقدار ۰/۱ مول گاز <math>CO</math>, ۰/۰۰۳ مول گاز <math>CH_۴</math> و ۰/۱ مول گاز هیدروژن در ظرف وجود داشته باشد، حجم ظرف واکنش، چند لیتر است؟</p> <p style="text-align: right;">۱) (۱) ۲) (۲) ۳) (۳) ۴) (۴)</p>	<p>۲۹</p>
<span style="font-size: 2em;">۹۰</span>	<p>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؟</p> <p style="text-align: right;"><math>۲SO_۲(g) + O_۲(g) \rightleftharpoons ۲SO_۳(g)</math>, <math>K = ۸۰۰</math></p> <p style="text-align: right;">۱) (۱) ۰/۱۱۵ ۰/۱۲۵ ۰/۱۲۵ ۰/۱۱۵</p>	<p>۳۰</p>
<span style="font-size: 2em;">۹۱</span>	<p>اگر در تعادل گازی: <math>CH_۴(g) + H_۲O(g) \rightleftharpoons CO(g) + ۳H_۲(g)</math>, <math>K = ۱۰ mol^{-۱} L^۳</math>, که در دمای معین در یک ظرف سربسته برقرار است، ۰/۱ مول گاز <math>CO</math>, ۰/۰۳ مول گاز <math>CH_۴</math> و ۰/۰۰۱ مول بخار آب وجود داشته باشد، حجم ظرف واکنش، چند لیتر است؟</p> <p style="text-align: right;">۱) (۱) ۰/۰۰۱ ۰/۱۱۵ ۰/۱۲۵ ۰/۱۲۵ ۰/۱۱۵</p> <p style="text-align: right;">(تست تکراری ریاضی خارج از کشور ۸۷)</p>	<p>۳۱</p>
<span style="font-size: 2em;">۹۲</span>	<p>در واکنش تعادلی <math>NOCl(g) + O_۲(g) \rightleftharpoons ۲NO_۲(g) + Cl_۲(g)</math>, <math>K = ۲۵۰</math>, که در یک ظرف سربسته‌ی دو لیتری در دمای آزمایش برقرار است، اگر در در حالت تعادل مقدار ۰/۴ مول گاز <math>NO_۲</math>, ۰/۰۲ مول گاز <math>NOCl</math> در ظرف موجود داشته باشد، مقدار گاز اکسیژن به حالت تعادل چند مول است؟</p> <p style="text-align: right;">۱) (۱) ۰/۲۳ ۰/۲۸ (۲) ۰/۳۲ (۳) ۰/۳۸ (۴)</p>	<p>۳۲</p>
<span style="font-size: 2em;">۹۳</span>	<p>با توجه به این که واکنش گازی: <math>۲SO_۲(g) + O_۲(g) \rightleftharpoons ۲SO_۳(g)</math>, مطابق شکل در یک ظرف سربسته‌ی یک لیتری در دمای معین به حالت تعادل درآمده است، مقدار ثابت تعادل بر حسب <math>L mol^{-۱}</math> و غلظت تعادلی گاز اکسیژن (بر حسب مول بر لیتر) به ترتیب (از راست به چپ) کدام‌اند؟</p> <p style="text-align: right;">۱) (۱) ۰/۲۵-۸۰۰ ۰/۱۲۵-۸۰۰ (۲) ۰/۲۵-۸۱۰ ۰/۱۲۵-۸۱۰ (۳) ۰/۱۲۵-۸۱۰ ۰/۱۲۵-۸۱۰ (۴)</p>	<p>۳۳</p>

۳۴	<p>با توجه به واکنش تعادلی، <math>4HCl(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2Cl_2(g) + 2H_2O(g)</math>, <math>K = 100 \cdot mol^{-1} \cdot L</math></p> <p>اگر غلظت <math>Cl_2</math> و <math>O_2</math> در حالت تعادل به ترتیب برابر با <math>0/016</math> و <math>0/016</math> مول بر لیتر باشد، غلظت <math>HCl</math> برابر چند مول بر لیتر است؟</p> <p>(۱) <math>0/01</math>    (۲) <math>0/012</math>    (۳) <math>0/018</math>    (۴) <math>0/008</math></p>	
۳۵	<p>اگر واکنش <math>Br_2(g) + Cl_2(g) \rightleftharpoons 2BrCl(g)</math>, <math>K = 1/6 \times 10^{-3}</math> در ظرف 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 <math>BrCl(g)</math> در حالت تعادل برابر چند مول است؟</p> <p>(۱) <math>0/08</math>    (۲) <math>0/18</math>    (۳) <math>0/16</math>    (۴) <math>0/09</math></p>	
۳۶	<p>اگر در تعادل گازی: <math>2NH_3(g) \rightleftharpoons N_2(g) + 3H_2(g)</math>, که در یک ظرف سربسته ی ۱۰ لیتری برقرار است، مقدار گاز نیتروژن برابر <math>0/02</math> مول و مقدار آمونیاک برابر <math>0/015</math> مول باشد، ثابت این تعادل در شرایط آزمایش کدام است؟</p> <p>(۱) <math>1/92 \times 10^{-3} mol \cdot L^{-1}</math>    (۲) <math>1/92 \times 10^{-3} mol \cdot L^{-1}</math>  (۳) <math>3/86 \times 10^{-3} mol \cdot L^{-1}</math>    (۴) <math>3/86 \times 10^{-3} mol \cdot L^{-1}</math></p>	
۳۷	<p>با توجه به شکل روبرو، که به واکنش تعادلی گازی: <math>N_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2NO(g)</math> در ظرف سربسته ی یک لیتری مربوط است، کدام مطلب درست است؟</p> <p>(۱) تعادل در سمت راست (سمت فراورده) قرار دارد.  (۲) ثابت تعادل این واکنش در شرایط آزمایش، برابر <math>1/67 \times 10^{-3}</math> 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.</p>	
۳۸	<p>مقدار <math>6/255</math> گرم <math>PCl_5</math> را در ظرف سربسته ای گرمایی دهیم تا تعادل زیر برقرار شود. اگر در حالت تعادل، <math>2/75</math> گرم <math>PCl_3</math> در ظرف موجود باشد، حجم ظرف واکنش چند لیتر است؟</p> <p><math>PCl_5(g) \rightleftharpoons PCl_3(g) + Cl_2(g)</math>, <math>K = 8 \times 10^{-3}</math>    (<math>P = 3</math>, <math>Cl = 35/5 : g \cdot mol^{-1}</math>)</p> <p>(۱) <math>2</math>    (۲) <math>3</math>    (۳) <math>4</math>    (۴) <math>5</math></p>	

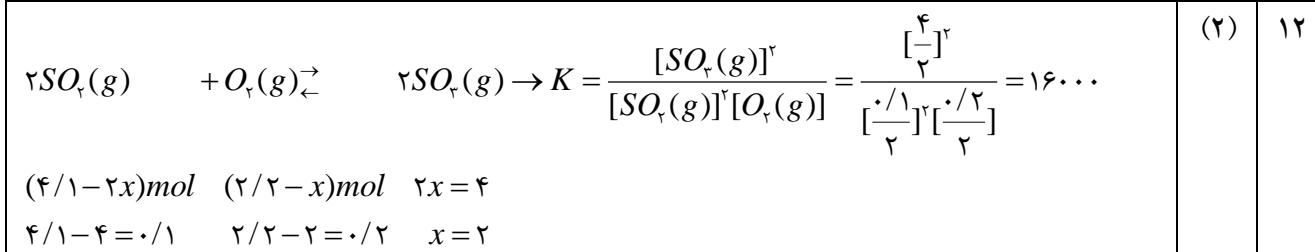
ردیف	شماره تست	توضیحات
۱	۱	<p>پاسخ تشریمی بخش دوم شیمی ۱۴: مسائل ثابت تعادل</p> $H_r(g) + I_r(g) \rightleftharpoons 2HI(g) \rightarrow K = \frac{[HI(g)]^2}{[H_r(g)][I_r(g)]} = \frac{[HI(g)]^2}{\cdot / 1 [HI(g)] \times \cdot / 1 [HI(g)]} = \frac{1}{\cdot / 1} = 100$
۲	۱	<p>چون تعداد ذرات گازی دو طرف تعادل برابرند، می‌توان در رابطه <math>K</math> به جای مولار از مول هم استفاده کرد و چون ضرایب <math>(g)</math> و <math>I_r(g)</math> با هم برابرند، تعداد مول تولیدی این دو هم برابر یکدیگرند:</p> $2HI(g) \rightleftharpoons H_r(g) + I_r(g) \rightarrow K = \frac{[H_r(g)][I_r(g)]}{[HI(g)]^2} \rightarrow \cdot / 1 = \frac{\cdot / 1}{[HI(g)]^2}$ $\xrightarrow[\text{جذر دو طرف}]{\cdot / 1} = \frac{[\cdot / 1]}{[HI(g)]} \rightarrow [HI(g)] = \frac{\cdot / 1}{\cdot / 1} = \cdot / 1 mol$
۳	۱	<p>چون تعداد ذرات گازی دو طرف تعادل برابرند، می‌توان در رابطه <math>K</math> به جای مولار از مول هم استفاده کرد و چون ضرایب <math>(g)</math> و <math>A_r(g)</math> با هم برابرند، تعداد مول تولیدی این دو هم برابر یکدیگرند:</p> $2AB \rightleftharpoons A_r + B_r \rightarrow K = \frac{[A_r][B_r]}{[AB]^2} \rightarrow 10^{-2} = \frac{[\cdot / 0.3]^2}{[HI(g)]^2}$ $\xrightarrow[\text{جذر دو طرف}]{10^{-2}} = \frac{[\cdot / 0.3]}{[AB]} \rightarrow [AB] = \frac{\cdot / 0.3}{\cdot / 1} = \cdot / 3 mol$
۴	۱	<p>با توجه به واکنش، به ازای یک مول <math>CS_r(g)</math>، چهار مول <math>H_r(g)</math> مصرف می‌شود اما در این تست سه مول <math>(g)</math> وجود دارد بنابراین <math>H_r(g)</math> واکنش دهنده‌ی محدود کننده (یا مول به ضریب کوچکتری دارد) و <math>CS_r(g)</math> واکنش دهنده‌ی اضافی می‌باشد و در آغاز واکنش ۱ مول <math>CS_r(g)</math> داریم، چون <math>\frac{1}{5}</math> مول از آن در ظرف باقی مانده است، باید <math>\frac{1}{5}</math> مول آن مصرف شود. پس با توجه به ضرایب و مقدار <math>CS_r(g)</math> مصرفی داریم:</p> $4H_r(g) + CS_r(g) \rightleftharpoons 2H_rS(g) + CH_r(g)$ $4 \times \cdot / 5 mol = 2 mol \quad \cdot / 5 mol \quad 2 \times \cdot / 5 mol \quad \cdot / 5 mol$ $\cdot / 5 mol - 2 mol = \cdot / 5 mol \quad \quad \quad = \cdot / 5 mol$ $K = \frac{[H_rS(g)]^2 [CH_r(g)]}{[H_r(g)]^2 [CS_r(g)]} = \frac{[\cdot / 5]^2 [\cdot / 5]}{[\cdot / 5]^2 [\cdot / 5]} = 1$ <p>چون حجم ظرف یک لیتر است، مقدار مول و غلظت مولار یکسان است.</p>

$C_2H_4(g) + H_2O(g) \rightleftharpoons C_2H_5OH(g), K = \frac{[C_2H_5OH(g)]}{[C_2H_4(g)][H_2O(g)]} \rightarrow 2 = \frac{\frac{xmol}{2}}{\left[\frac{2-x}{2}\right]\left[\frac{2-x}{2}\right]}$ $(2-x)mol \quad (2-x)mol$ $x = 1 = \frac{\text{مقدار مصرف شده}}{\text{مقدار کل}} \times 100 = \frac{1}{2} \times 100 = 50\%$	(۲)	۵
<p>چون حجم ظرف یک لیتر است، مقدار مول و غلظت مولار یکسان است.</p> $4NH_3(g) + 3O_2(g) \rightleftharpoons 2N_2(g) + 6H_2O(g) \rightarrow K = \frac{[N_2(g)]^2[H_2O(g)]^6}{[NH_3(g)]^4[O_2(g)]^3}$ $(1-4x)mol \quad (1-3x)mol \quad 2x = 0/2 \quad 6x = 0/6$ $1-0/4 = 0/6 \quad 1-0/3 = 0/7 \quad x = 0/1$ $K = \frac{[0/2]^2[0/6]^6}{[0/6]^4[0/7]^3} = 0/0.42$	(۳)	۶
<p>ثابت تعادل فقط به غلظت گاز یا محلول در آب بستگی دارد</p> $BaCl_2 \cdot 2H_2O(s) \rightleftharpoons BaCl_2(s) + 2H_2O(g) \rightarrow K = \frac{\text{مول حل شونده}}{\text{حجم محلول به لیتر}}$ $[H_2O(g)] = \frac{0/36 mol}{2L} = \frac{0/0.2 mol}{2L} = 0/0.1 mol \cdot L^{-1} \rightarrow K = [H_2O(g)]^2 = [0/0.1]^2 = 1 \times 10^{-4}$	(۱)	۷
<p>چون مقدار <math>K</math> افزایش یافته است، واکنش در جهت رفت جابه جا می شود (یا می توان خارج قسمت واکنش <math>Q</math> 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:</p> $NiO(s) + CO(g) \rightleftharpoons Ni(s) + CO_2(g) \rightarrow K = \frac{[CO_2(g)]}{[CO(g)]} \rightarrow 99 = \frac{0/1+x}{0/1-x} \rightarrow$ $(0/1-x)mol \quad (0/1+x)mol$ $9/9 - 99x = 0/1+x \rightarrow 100x = 9/8 \rightarrow x = 0/0.98 mol, [CO_2(g)] = 0/1+0/0.98 = 0/1.98 mol \cdot L^{-1}$	(۴)	۸
<p>اگر ۲۰ درصد ۱ مول تجزیه می شود، <math>0/2</math> مول از آن ماده تجزیه شده و <math>0/8</math> مول آن ماده باقی می ماند. و چون حجم ظرف یک لیتر است، مقدار مول و غلظت مولار یکسان است:</p> $2A(g) \rightleftharpoons 2B(g) + C(g) + D(s) \rightarrow K = \frac{[0/2]^2[0/1]}{[0/8]^3} = 6/25 \times 10^{-3}$ $(1-2x) = 0/1 mol \quad 2x = 0/2 mol \quad x = 0/1 mol$	(۳)	۹
$CaCO_3(s) \rightleftharpoons CaO(s) + CO_2(g) \quad K = [CO_2(g)] \rightarrow 1 = \frac{?mol}{2L} \rightarrow$ $?mol CO_2 = 3 \times 10^{-3} mol = 3 \times 10^{-3} \times 6/0.2 \times 10^{-3} \approx 1/8 \times 10^{-3} \quad \text{مولکول } CO_2$	(۱)	۱۰

چون تعداد ذرات گازی دو طرف تعادل برابرند، میتوان در رابطه  $K$  به جای مول از مول هم استفاده کرد:

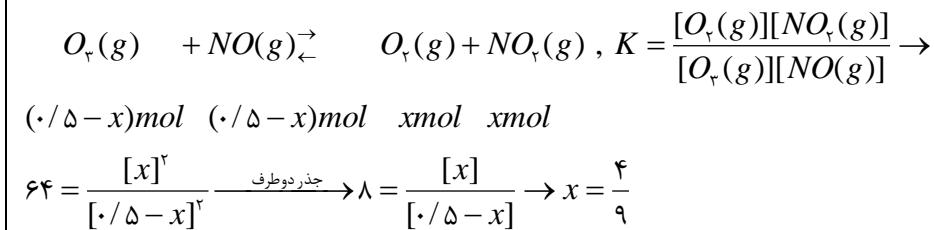


(۱) ۱۱



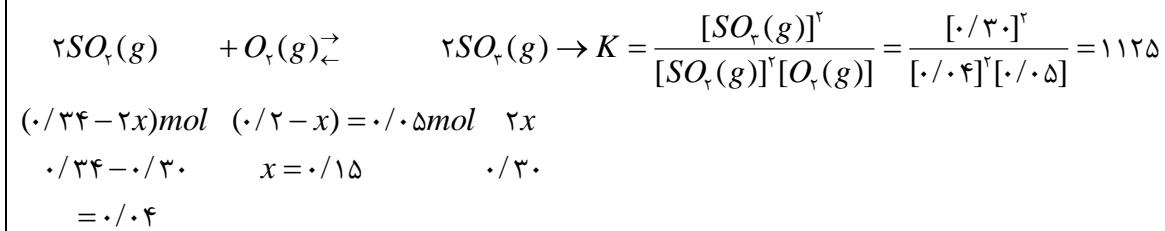
(۲) ۱۲

چون تعداد ذرات گازی دو طرف تعادل برابرند، می توان در رابطه  $K$  به جای مول از مول هم استفاده کرد:



(۳) ۱۳

چون حجم ظرف یک لیتر است، مقدار مول و غلظت مولار یکسان است.



(۴) ۱۴



<p>از <math>NOCl</math> به اندازه‌ی <math>\frac{6}{100} \times 3 = 1/8</math> کم می‌شود. با توجه به این که به اندازه‌ی <math>2x</math> از <math>NOCl</math> کم می‌شود. مقدار <math>x</math> برابر با <math>\frac{1/8}{2} = 0/9</math> مول می‌شود:</p> $2NOCl(g) \rightleftharpoons 2NO(g) + Cl_2(g) \rightarrow K = \frac{[NO(g)]^2 [Cl_2(g)]}{[NOCl(g)]^2} \rightarrow \frac{\left(\frac{1/8}{V}\right)^2 \left(\frac{0/9}{V}\right)}{\left(\frac{1/2}{V}\right)^2} = \frac{1/675}{1/44}$ $(3 - 1/8 = 1/2)mol \quad 2xmol \quad xmol$ $x = 0/9 \quad 1/8 \quad 0/9$ $\frac{1/675}{1/44} = \frac{[3/24][0/9]}{V[1/44]} \rightarrow V = \frac{3/24 \times 0/9}{1/675 \times 1/44} = 3L$	(۳)	۱۵
<p>چون تعداد ذرات گازی دو طرف تعادل برابرند، می‌توان در رابطه‌ی <math>K</math> به جای مولار از مول هم استفاده کرد:</p> $Br_2(g) + Cl_2(g) \rightleftharpoons BrCl(g), K = \frac{[BrCl(g)]}{[Br_2(g)][Cl_2(g)]} \rightarrow 1/6 \times 1 \cdot ^{-1} = \frac{[BrCl(g)]}{[2][2]}$ $\xrightarrow[\text{جذر دو طرف}]{4 \times 1 \cdot ^{-1}} = \frac{[BrCl(g)]}{[2]} \rightarrow ? mol BrCl(g) = 1 \times 1 \cdot ^{-1} mol$	(۱)	۱۶
<p>از <math>HCl</math> به اندازه‌ی <math>\frac{4}{100} \times 5 = 1/5</math> مول تجزیه شده و کم می‌شود. با توجه به اینکه به اندازه‌ی <math>4x</math> از <math>NOCl</math> کم می‌شود، مقدار <math>x</math> برابر با <math>\frac{1/5}{4} = 0/1</math> مول می‌شود:</p> $4HCl(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2Cl_2(g) + 2H_2O(g) \rightarrow K = \frac{[Cl_2(g)]^2 [H_2O(g)]^2}{[HCl(g)]^4 [O_2(g)]}$ $(5 - 4 = 1)mol \quad (1/1 - x)mol \quad 2x = 2 \quad 2x = 2$ $x = 1 \quad 1/1 - 1 = 0/1$ $= \frac{\left(\frac{2}{2}\right)^2 \left(\frac{2}{2}\right)^2}{\left(\frac{1}{2}\right)^4 \left(\frac{0/1}{2}\right)} = 320$	(۳)	۱۷

<p>از <math>N_2O_5</math> به اندازه‌ی <math>1/5</math> مول تجزیه شده و کم می‌شود. با توجه به اینکه به اندازه‌ی <math>2x</math> از <math>N_2O_5</math> کم می‌شود، مقدار <math>x</math> برابر با <math>1/25</math> مول می‌شود:</p> $2N_2O_5(g) \rightleftharpoons 4NO_2(g) + O_2(g) \rightarrow K = \frac{[NO_2(g)]^4 [O_2(g)]}{[N_2O_5(g)]^2}$ $(1 - 1/5) mol = 4 \times 1/25 = 1 \quad x = 1/25$ $x = 1/25$ $= \frac{\left[\frac{1}{2}\right]^2 \left[\frac{1/25}{2}\right]}{\left[\frac{1/5}{2}\right]^2} = 1/125$ $2N_2O_5(g) \rightleftharpoons 4NO_2(g) + O_2(g)$	(۳)	۱۸
<p>چون حجم ظرف یک لیتر است، مقدار مول و غلظت مولار یکسان است.</p> $2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g) \rightarrow K = \frac{[SO_3(g)]^2}{[SO_2(g)]^2 [O_2(g)]} = \frac{[1/6]^2}{[1/4]^2 [1/2]} = 100$ $(2 - 2x) mol \quad (1/82 - x) \quad 2x$ $x = 1/8 \quad 1/82 - 1/8 = 1/6$ $= 1/02$	(۳)	۱۹
<p>چون تعداد ذرات گازی دو طرف تعادل برابرند، می‌توان در رابطه‌ی <math>K</math> به جای مولار از مول هم استفاده کرد:</p> $CO(g) + H_2O(g) \rightleftharpoons CO_2(g) + H_2(g) \rightarrow K = \frac{[CO_2(g)][H_2(g)]}{[CO(g)][H_2O(g)]} = \frac{[1/6]^2}{[1/4]^2} = 2/25$ $(1-x)mol \quad (1-x)mol \quad (x)mol = 1/6 \quad xmol$ $1 - 1/6 \quad 1 - 1/6 \quad ./6$ $= 1/4 \quad = 1/4$	(۲)	۲۰
$CH_4(g) + H_2O(g) \rightleftharpoons CO(g) + 3H_2(g), K = \frac{[CO(g)][H_2(g)]^3}{[CH_4(g)][H_2O(g)]} \rightarrow$ $(1/12 - x)mol \quad (x)mol = 1/4 \quad 3xmol$ $1/12 - 1/4 = 1/72 \quad 1/2$ $\Delta = \frac{\left[\frac{1/4}{2}\right] \left[\frac{1/2}{2}\right]}{\left[\frac{1/72}{2}\right] \left[\frac{a}{2}\right]} \rightarrow a = 1/48 mol$	(۳)	۲۱

<p>چون تعداد ذرات گازی دو طرف تعادل برابرند، می توان در رابطه <math>K</math> به جای مولار از مول هم استفاده کرد: در ضمن <math>cm^3</math> همان میلی لیتر است:</p> $2NO(g) \rightleftharpoons N_2(g) + O_2(g) \rightarrow K = \frac{[N_2(g)][O_2(g)]}{[NO(g)]^2}$ $(a - 2x)mol \quad xmol \quad xmol$ $\rightarrow 2/5 \times 10^3 = 25 \times 10^3 = \frac{x^2}{[a - 2x]^2}$ $\sqrt{\frac{x^2}{[a - 2x]^2}} = \frac{x}{[a - 2x]} \rightarrow x = 0.2 mol$ $a - 2x = 0.4 \rightarrow a = 0.4 + 2x = 0.4 + 2(0.2) = 0.4 mol \times 30 g \cdot mol^{-1} = 12/12 g$	(۳)	۲۳
$H_2(g) + I_2(g) \rightleftharpoons 2HI(g) \rightarrow K = \frac{[HI(g)]^2}{[H_2(g)][I_2(g)]} \rightarrow 64 = \frac{(2x)^2}{(1-x)^2}$ $1 - x mol \quad 1 - x mol \quad 2x mol$ $\sqrt{\frac{(2x)^2}{(1-x)^2}} = \frac{2x}{1-x} \rightarrow 1 - x = 2x \rightarrow x = 0.1 mol, \quad 2x = 1/6 \times 12 = 2.4 / 1 mol$	(۴)	۲۴



<p>در رابطه‌ی ثابت تعادل <math>K</math> غلظت جامد تاثیری ندارد (هر چند وجود آن برای رسیدن به تعادل لازم است).</p> <p>پس:</p> $H_rO(g) + C(s) \rightleftharpoons CO(g) + H_r(g) \rightarrow K = \frac{[CO(g)][H_r(g)]}{[H_rO(g)]} \rightarrow 1 \cdot = \frac{\left[\frac{\cdot / 2}{2L}\right]^r}{\left[\frac{a - \cdot / 2}{2L}\right]}$ $(a - x)mol \quad xmol = \cdot / 2 \quad xmol = \cdot / 2$ $a - \cdot / 2$ $= \frac{\left[\cdot / 2\right] \times 2}{[a - \cdot / 2]} \rightarrow 1 \cdot a - 2 = \cdot / 2 \rightarrow a = \cdot / 2 \cdot 2 mol \times 18 = 3 / 64 g$	(1)	25
$\frac{3 / 2}{2} = 1 / 6 mol H_r, \frac{6 / 18}{12} = \cdot / 4 mol H_r$ $N_r(g) + 2H_r(g) \rightleftharpoons 2NH_r(g) \rightarrow K = \frac{[NH_r(g)]^r}{[N_r(g)][H_r(g)]^r} = \frac{\left[\frac{\cdot / 4}{2}\right]^r}{\left[\frac{\cdot / 18}{2}\right]\left[\frac{1}{2}\right]^r} = \cdot / 8$ $(1 - x)mol \quad (1 / 6 - 3x)mol \quad 2x = \cdot / 4$ $1 - \cdot / 2 = \cdot / 8 \quad 1 / 6 - \cdot / 6 = \cdot / 1 \quad x = \cdot / 2$	(2)	26
<p>چون تعداد ذرات گازی دو طرف تعادل برابرند، می‌توان در رابطه‌ی <math>K</math> به جای مولار از مول هم استفاده کرد:</p> $CO(g) + H_rO(g) \rightleftharpoons CO_r(g) + H_r(g) \rightarrow K = \frac{[O_r(g)][NO_r(g)]}{[O_r(g)][NO(g)]} \rightarrow$ $(a - x)mol \quad (\cdot / 6 - x)mol \quad xmol = \cdot / 3 \quad xmol$ $a - \cdot / 3 \quad \cdot / 6 - \cdot / 3 = \cdot / 3$ $1 \cdot = \frac{\left[\cdot / 3\right]^r}{[a - \cdot / 3][\cdot / 3]} \rightarrow a = \cdot / 33$	(3)	27
$2NH_r(g) \rightleftharpoons N_r(g) + 2H_r(g), K = \frac{[N_r(g)][H_r(g)]^r}{[NH_r(g)]^r} \rightarrow$ $(a - 2x)mol \quad x = \frac{1 / 2}{2} = \cdot / 4 mol \quad 2x = 1 / 2 mol$ $a - \cdot / 8$ $12 = \frac{\left[\frac{\cdot / 4}{2}\right]\left[\frac{1 / 2}{2}\right]^r}{\left[\frac{a - \cdot / 4}{2}\right]} = \frac{\left[\cdot / 2\right]\left[\cdot / 6\right]^r \times 4}{[a - \cdot / 8]^r} \rightarrow [a - \cdot / 8]^r = \frac{\left[\cdot / 2\right]\left[\cdot / 6\right]^r \times 4}{12} = 1 / 44 \times 10^{-r}$ $\rightarrow [a - \cdot / 8] = \cdot / 12 \rightarrow a = \cdot / 12 + \cdot / 8 = \cdot / 92 mol$	(1)	28



$CO(g) + \frac{1}{2}H_2(g) \rightleftharpoons CH_3(g) + \frac{1}{2}H_2O(g)$ $\therefore \frac{1}{2}mol \quad \frac{1}{2}mol \quad x = \frac{1}{2}mol \quad x = \frac{1}{2}mol$ $K = \frac{[CH_3(g)][\frac{1}{2}H_2O(g)]}{[CO(g)][H_2(g)]^{\frac{1}{2}}} \rightarrow K = \frac{\frac{1}{2}x \cdot \frac{1}{2}x}{\frac{1}{2}(1-x)^2} \rightarrow K = \frac{x^2}{(1-x)^2}$	(۳)	۲۹
<p>چون حجم ظرف یک لیتر است، مقدار ملو و غلظت مولار یکسان است.</p> $\frac{1}{2}SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons SO_3(g), K = \frac{[SO_3(g)]}{[SO_2(g)][O_2(g)]}$ $(2/2 - x)mol \quad (a - x)mol \quad x mol$ $(x = 1)mol \quad (a - 1)mol \quad 1mol$ $\rightarrow K = \frac{[1]^2}{[2-x][a-1]} \rightarrow K = \frac{1}{[2-x][a-1]} = \frac{1}{2} \rightarrow a = 1/125mol$	(۳)	۳۰
$CH_3(g) + H_2O(g) \rightleftharpoons CO(g) + \frac{3}{2}H_2(g) \rightarrow$ $\therefore \frac{1}{2}mol \quad \frac{1}{2}mol \quad x = \frac{1}{2}mol \quad \frac{3}{2}x = \frac{3}{2}mol$ $K = \frac{[CO(g)][\frac{3}{2}H_2(g)]}{[CH_3(g)][H_2O(g)]} \rightarrow K = \frac{\frac{3}{2}x \cdot \frac{3}{2}x}{\frac{1}{2}(1-x)^2} \rightarrow K = \frac{9x^2}{(1-x)^2}$	(۳)	۳۱
$\frac{1}{2}NOCl(g) + O_2(g) \rightleftharpoons \frac{1}{2}NO_2(g) + Cl_2(g) \rightarrow K = \frac{[\frac{1}{2}NO_2(g)][Cl_2(g)]}{[NOCl(g)][O_2(g)]}$ $\therefore \frac{1}{2}mol \quad ?mol \quad \frac{1}{2}x = \frac{1}{2}mol \quad x = \frac{1}{2}mol$ $x = \frac{1}{2}mol$ $\rightarrow K = \frac{[\frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2}][\frac{1}{2}]}{[\frac{1}{2}][\frac{1}{2}]} \rightarrow K = \frac{1}{2} = \frac{1}{2} \rightarrow a = 1/32mol$	(۳)	۳۲
<p>چون حجم ظرف یک لیتر است، مقدار ملو و غلظت مولار یکسان است.</p> $\frac{1}{2}SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons SO_3(g) \rightarrow K = \frac{[SO_3(g)]}{[SO_2(g)][O_2(g)]}$ $(4/4 - x)mol \quad (2/125 - x)mol \quad x mol$ $(x = 2)mol \quad (2/125 - 2 = 1/125)mol \quad 2mol$ $\rightarrow K = \frac{[2]^2}{[2-x][1/125]} = K$	(۲)	۳۳

$4HCl(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2Cl_2(g) + 2H_2O(g) \rightarrow K = \frac{[Cl_2(g)]^2 [H_2O(g)]^2}{[HCl(g)]^4 [O_2(g)]}$ $?x \quad \cdot / 0.16 \quad 2x = \cdot / 2 \quad 2x = \cdot / 2$ $1000 = \frac{[\cdot / 2]^2 [\cdot / 2]^2}{[x]^4 [\cdot / 0.16]} \rightarrow 1000 \cdot [x]^4 [\cdot / 0.16] = [\cdot / 2]^2 [\cdot / 2]^2 \rightarrow [x]^4 = 1 \cdot 10^{-4} \rightarrow [x] = \cdot / 1 mol \cdot L^{-1}$	(1) ۳۴
<p>چون تعداد ذرات گازی دو طرف تعادل برابرند، در رابطه <math>K</math> می‌توان به جای غلظت، مول گذاشت.</p> $Br_2(g) + Cl_2(g) \rightleftharpoons 2BrCl(g), \quad K = 1/6 \times 10^{-3} = 16 \times 10^{-4}$ $K = \frac{[BrCl]^2}{[Br_2][Cl_2]} \rightarrow 16 \times 10^{-4} = \frac{[BrCl]^2}{4 \times 4} \rightarrow 4 \times 10^{-4} = \frac{x}{4} \rightarrow x = \cdot / 16 mol BrCl$	(2) ۳۵
$2NH_3(g) \rightleftharpoons N_2(g) + 3H_2(g) \rightarrow K = \frac{[N_2][H_2]^3}{[NH_3(g)]^2} = \frac{\left[\frac{\cdot / 2}{10}\right]\left[\frac{\cdot / 6}{10}\right]^3}{\left[\frac{\cdot / 15}{10}\right]^2} = 1/92 \times 10^{-3} mol^2 \cdot L^{-2}$	(1) ۳۶
<p>مقدار اولیه <math>i</math> هر یک از دو واکنش دهنده، یک مول است و تا لحظه <math>i</math> برقراری تعادل، <math>\cdot / 98</math> مول از هر یک، از آن‌ها باقی مانده است. <math>\cdot / 0.98 = \cdot / 0.2 mol</math> مصرف هریک از دو واکنش دهنده.</p> <p>بررسی سایر گزینه‌ها: ۱) چون مقدار کمی از واکنش دهنده‌ها مصرف شده است، تعادل در سمت چپ (سمت واکنش دهنده) قرار دارد.</p> <p>۲) ثابت تعادل این واکنش در شرایط آزمایش، برابر <math>\cdot / 6710^{-3}</math> است.</p> $N_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2NO(g) \rightarrow K = \frac{[NO]^2}{[N_2(g)][O_2(g)]} = \frac{[\cdot / 0.4]^2}{[\cdot / 98][\cdot / 98]} = 1/67 \times 10^{-3}$ $xmol \quad xmol \quad (a - 2x = \cdot / 0.4)mol$ <p>۳) ثابت تعادل (ترمودینامیک)، ربطی به زمان و سرعت واکنش (سینتیک) ندارد.</p>	(4) ۳۷
$mol PCl_5 = \frac{6/255}{20.8/5} = \cdot / 0.3 mol, mol PCl_3 = \frac{2/75}{132/5} = \cdot / 0.2 mol$ $PCl_5(g) \rightleftharpoons PCl_3(g) + Cl_2(g) \rightarrow$ $\cdot / 0.3 - xmol \quad x = \cdot / 0.2 mol \quad x = \cdot / 0.2 mol$ $\cdot / 0.3 - \cdot / 0.2 = \cdot / 0.1 mol$ $K = \frac{[PCl_3(g)][Cl_2(g)]}{[PCl_5(g)]} \rightarrow 1 \times 10^{-3} = \frac{\left[\frac{\cdot / 0.2}{V}\right]\left[\frac{\cdot / 0.2}{V}\right]}{\left[\frac{\cdot / 0.1}{V}\right]} = \frac{\cdot / 0.04}{\cdot / 0.1} \rightarrow V = 5L$	(4) ۳۸

کنکور شیمی دانش آزاد کاپیو رخ	<b>بخش دوم شیمی ۱۴: تفسیر ثابت تعادل</b> <b>تعداد تست ها: ۳</b>	شماره تست
$\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}$ اگر مقدار ثابت یک تعادل بسیار بزرگ باشد، کدام مطلب دربارهٔ این واکنش تعادلی همواره درست است؟	۱ ۱) در صورت انجام، تا مرز کامل شدن پیش می‌رود. ۲) با سرعت بسیار زیاد به حالت تعادل می‌رسد. ۳) در مجاورت یک کاتالیزگر مناسب انجام گرفته است. ۴) نسبت غلظت واکنش دهنده‌ها به فراورده‌ها در آن زیاد است.	
$K = \frac{[\text{H}_2\text{O}]^2}{[\text{H}_2][\text{O}_2]}$ با توجه به واکنش: $\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}$ ; کدام عبارت دربارهٔ آن درست است؟	۲ ۱) تا حد کامل شدن پیشرفت دارد. ۲) با سرعت زیادی انجام می‌گیرد و با افزایش آنتروپی همراه است. ۳) غلظت تعادلی $\text{H}_2$ با غلظت تعادلی $\text{H}_2\text{O}$ برابر است. ۴) یک واکنش تعادلی ناهمگن است.	
$K = \frac{[\text{H}_2\text{O}]^2}{[\text{H}_2][\text{O}_2]}$ مفهوم ثابت تعادلی کدام است؟	۳ 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 دهنده‌هاست. ۴) هر اندازه سرعت واکنشی بیشتر باشد، مقدار عددی ثابت تعادل $K$ بزرگتر خواهد بود.	

شماره سلسی	گذشت	پاسخ تشرییمی بخش دو ه شیمی ۱۴: تفسیر ثابت تعادل
(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 سیتیک (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.	۱
(۱)	این واکنش ثابت تعادل بسیار بزرگی دارد پس تا مرز کامل شدن پیشرفت می کند (تقریباً به صورت کامل انجام می گیرد).	۲
(۱)	بررسی سایر گزینه ها: ۲) ثابت تعادل $K$ از نظر ترمودینامیکی میزان پیشرفت واکنش را مشخص می کند و ربطی به سیتیک (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 می مواد موجود در تعادل در یک فاز قرار دارند.	۳



ردیف	بخش دوی شیمی ۱۴: خارج قسمت واکنش تعداد تست ها: ۱۱	شماره تست
۱	<p>در یک آزمایش، <math>0/5</math> مول <math>N_2(g)</math> و <math>0/25</math> مول <math>O_2(g)</math> در یک ظرف <math>25.0\text{ mL}</math> وارد تا رسیدن به تعادل: <math>N_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2NO(g)</math>، <math>K = 4 \times 10^{-4}</math> گرم شده اند.</p> <p>غلظت گاز <math>NO</math> هنگام تعادل، به تقریب چند <math>\text{mol.L}^{-1}</math> است؟</p> <p style="text-align: center;"><math>0/1</math> (۴)      <math>0/05</math> (۳)      <math>1/05</math> (۲)      <math>1/1</math> (۱)</p>	
۲	<p>اگر براساس واکنش: <math>A(g) + 3B(g) \rightleftharpoons 2C(g)</math>، <math>K = 6/22L\text{ mol}^{-3}</math>، به ترتیب <math>0/1</math>، <math>0/2</math> و <math>0/3</math> مول از مواد <math>A(g)</math>، <math>B(g)</math> و <math>C(g)</math> در ظرف یک لیتری وارد شوند، کدام نمودار درباره تغییر غلظت آنها درست است؟</p> <p style="text-align: center;">(۴)      (۳)      (۲)      (۱)</p>	
۳	<p>براساس واکنش در حالت تعادل: <math>PCl_5(g) \rightleftharpoons PCl_3(g) + Cl_2(g)</math>، <math>K = 0/25\text{ mol.L}^{-1}</math>، اگر در یک ظرف ۵ لیتری سربسته، مقدار ۴ مول از هر یک از سه گاز را در دمای ثابت با هم مخلوط کنیم، کدام مورد پیش خواهد آمد؟</p> <p>(۱) بر مقدار <math>PCl_5</math> در ظرف افزوده و از مقدار <math>Cl_2</math> و <math>PCl_3</math> کاسته می شود.</p> <p>(۲) به دلیل برابر بودن <math>K</math> و <math>Q</math> و برقرار شدن حالت تعادل، تغییری در غلظت مواد روی نمی دهد.</p> <p>(۳) چون خارج قسمت واکنش از ثابت تعادل بزرگتر است، واکنش در جهت رفت پیشرفت می کند.</p> <p>(۴) چون خارج قسمت واکنش از ثابت تعادل کوچکتر است، واکنش در جهت برگشت پیشرفت می کند.</p>	
۴	<p>اگر براساس واکنش تعادلی نمادین گازی: <math>A + B \rightleftharpoons 2C</math>، <math>K = 2/25</math>، مول از هر یک از دو گاز <math>A</math> و <math>B</math> را با <math>0/15</math> مول گاز <math>C</math> در ظرفی یک لیتری، مخلوط کنیم تا با هم در شرایط آزمایش واکنش دهنند، کدام وضعیت پیش می آید؟</p> <p>(۱) واکنش های رفت و برگشت با سرعت برابر انجام خواهند گرفت.</p> <p>(۲) از <math>K</math> بزرگتر است و تعادل در جهت رفت جایه جا می شود.</p> <p>(۳) از <math>K</math> کوچکتر است و تعادل در جهت برگشت جایه جا می شود.</p> <p>(۴) مخلوط، در وضعیت تعادل قرار می گیرد و سرعت واکنش در هر دو طرف به صفر می رسد.</p>	

<span style="font-size: 2em;">۵</span> <span style="font-size: 1.5em;">نادرست است؟</span>	<p>کدام مطلب درباره خارج قسمت واکنش (<math>Q</math>)، در واکنش برگشت پذیر فرضی: <math>A + B \xrightarrow{\leftarrow} 2C</math></p> <p>(۱) معیاری برای تعیین پیشرفت واکنش است.</p> <p>(۲) در حالت تعادل، مقدار آن با مقدار ثابت تعادل برابر می شود.</p> <p>(۳) رابطه آن با غلظت مولی مواد وارد در واکنش، به صورت <math>Q = \frac{[C]^2}{[A][B]}</math> است.</p> <p>(۴) هنگامی که مقدار آن بزرگتر از مقدار <math>K</math> است، واکنش در جهت تولید فراورده ها پیش می رود.</p>
<span style="font-size: 2em;">۶</span> <span style="font-size: 1.5em;">قرار دارد؟ (غلظت ها بر حسب <math>K = ۰/۲۴ mol.L^{-1}</math> است)</span>	<p>واکنش برگشت پذیر: <math>N_2(g) + 3H_2(g) \xrightarrow{\leftarrow} 2NH_2(g)</math>، در کدام شرایط زیر، در حالت تعادل</p> <p>(۱) <math>[NH_2] = ۰/۲, [N_2] = ۴, [H_2] = ۰/۳</math>      (۲) <math>[NH_2] = ۰/۵, [N_2] = ۴, [H_2] = ۰/۲</math></p> <p>(۳) <math>[NH_2] = ۰/۳, [N_2] = ۳, [H_2] = ۰/۵</math>      (۴) <math>[NH_2] = ۰/۴, [N_2] = ۲, [H_2] = ۰/۳</math></p>
<span style="font-size: 2em;">۷</span> <span style="font-size: 1.5em;">(۱) <math>Q</math> با <math>K</math> برابر است.</span>	<p>با توجه به واکنش تعادلی: <math>PCl_5(g) \xrightarrow{\leftarrow} PCl_4(g) + Cl_2(g)</math>، <math>K = ۱/۷ mol.L^{-1}</math> در لحظه ای</p> <p>که غلظت های مولی <math>PCl_5</math> و <math>Cl_2</math> به ترتیب برابر با <math>۰/۰۳</math> و <math>۰/۲</math> مولار است،.....</p> <p>(۲) از <math>K</math> بزرگتر است.</p> <p>(۳) تعادل در حال پیشرفت در جهت رفت است. (۴) واکنش به حالت تعادل رسیده است</p>
<span style="font-size: 2em;">۸</span> <span style="font-size: 1.5em;"><math>Q &lt; K</math>، کاهش افزایش</span>	<p>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 <math>Cl_2(g)</math> می یابد.</p> <p><math>2H_2O(g) + 2Cl_2(g) \xrightarrow{\leftarrow} 4HCl(g) + O_2(g), K = ۱ mol.L^{-1}</math></p> <p>(۱) <math>Q &lt; K</math>، کاهش (۲) <math>Q &gt; K</math>، افزایش (۳) <math>Q &gt; K</math>، کاهش (۴) <math>Q &lt; K</math>، افزایش</p>
<span style="font-size: 2em;">۹</span> <span style="font-size: 1.5em;">(۱) در حالت تعادل است.</span>	<p>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؟</p> <p><math>N_2(g) + 2O_2(g) \xrightarrow{\leftarrow} 2NO_2(g), K = ۰/۱, \Delta H = +۶۸ kJ</math></p> <p>(۲) در جهت برگشت جایه جا می شود.</p> <p>(۳) در جهت رفت جایه جا می شود. (۴) با افزایش دما در جهت برگشت جایه جا می شود.</p>

۱۰ واکنش برگشت پذیر: $2SO_2(g) \rightleftharpoons SO_2(g) + O_2(g)$ در یک ظرف درسته در دمای معین در کدام شرایط به حالت تعادل در می آید؟ (غلظت ها برحسب مول بر لیتر $K = 0.36$ است).	$[SO_2(g)] = 0.05, [O_2(g)] = 0.25, [SO_2(g)] = 0.04$ (۱) $[SO_2(g)] = 0.06, [O_2(g)] = 0.2, [SO_2(g)] = 0.05$ (۲) $[SO_2(g)] = 0.05, [O_2(g)] = 0.2, [SO_2(g)] = 0.04$ (۳) $[SO_2(g)] = 0.06, [O_2(g)] = 0.25, [SO_2(g)] = 0.05$ (۴)															
۱۱ واکنش تعادلی: $2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g), K = 0.3/2$ ، 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؟	<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <th><math>[SO_2]</math></th> <th><math>[O_2]</math></th> <th><math>[SO_3]</math></th> </tr> <tr> <td>۰.۳</td> <td>۰.۵</td> <td>۰.۴</td> </tr> <tr> <td>۰.۵</td> <td>۰.۲</td> <td>۰.۳</td> </tr> <tr> <td>۰.۵</td> <td>۰.۲</td> <td>۰.۴</td> </tr> <tr> <td>۰.۳</td> <td>۰.۵</td> <td>۰.۳</td> </tr> </table> ۱) ردیف ۱      ۲) ردیف ۲      ۳) ردیف ۳      ۴) ردیف ۴	$[SO_2]$	$[O_2]$	$[SO_3]$	۰.۳	۰.۵	۰.۴	۰.۵	۰.۲	۰.۳	۰.۵	۰.۲	۰.۴	۰.۳	۰.۵	۰.۳
$[SO_2]$	$[O_2]$	$[SO_3]$														
۰.۳	۰.۵	۰.۴														
۰.۵	۰.۲	۰.۳														
۰.۵	۰.۲	۰.۴														
۰.۳	۰.۵	۰.۳														

شماره تنس	گزینه معتبر
۱	<p style="text-align: center;">پاسخ تشریمی بخش دوم شیمی ۱۴: فارچ قسمت واکنش</p> <p>مقدار همه ی ذرات (واکنش دهنده ها و فرآورده)، در ظرف وجود دارد پس ابتدا باید مقدار خارج قسمت واکنش <math>Q</math> را حساب کنیم در ضمن چون تعداد ذرات گازی دو طرف تعادل برابرند، میتوان در مقدار <math>K</math> یا <math>Q</math> به جای غلظت، مول قرار داد:</p> $N_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2NO(g) \Rightarrow Q = \frac{[NO(g)]^2}{[N_2(g)][O_2(g)]} = \frac{[0/25]^2}{[0/5][0/5]} = 0/25$ $0/5\text{mol} \quad 0/5\text{mol} \quad 0/25\text{mol}$ $Q > K \Rightarrow \text{برگشت واکنش درجهت} \Rightarrow N_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2NO(g)$ $(0/5+x)\text{mol} \quad (0/5+x)\text{mol} \quad (0/25 - 2x)\text{mol}$ $K = \frac{[NO(g)]^2}{[N_2(g)][O_2(g)]} \rightarrow 4 \times 10^{-4} = \frac{[0/25 - 2x]^2}{[0/5+x][0/5+x]} = \frac{[0/25 - 2x]^2}{[0/5+x]^2}$ $\frac{[0/25 + x]}{[0/5+x]} \rightarrow 2 \times 10^{-2} \rightarrow x = 0/118\text{mol}$ $[NO(g)] = \frac{[0/25 - 2(0/118)]\text{mol}}{0/25\text{L}} = 0/0.56 \approx 0/5\text{mol.L}^{-1}$
۲	<p>مقدار همه ی ذرات (واکنش دهنده ها و فرآورده)، در ظرف وجود دارد پس ابتدا باید مقدار خارج قسمت واکنش <math>Q</math> را حساب کنیم و با مقدار <math>K</math> مقایسه می کنیم در ضمن چون حجم ظرف یک لیتر است، می توان در رابطه ی <math>Q</math> به جای غلظت مولی از مول استفاده کرد:</p> $A(g) + 3B(g) \rightarrow 2C(g) \Rightarrow Q = \frac{[C]^2}{[C][B(g)]^3} = \frac{[0/3]^2}{[0/1][0/2]^3} = 112/5$ $0/1\text{mol} \quad 0/2\text{mol} \quad 0/3\text{mol}$ <p style="text-align: center;">واکنش در جهت برگشت <math>Q &gt; K</math></p> <p>پس اولاً: غلظت فراورده <math>C</math> کاهش و غلظت های واکنش دهنده های <math>A</math> و <math>B</math> افزایش می یابد. (رد گزینه های ۳ و ۴)</p> <p>ثانیاً: با توجه به ضرایب واکنش، شب نمودار، <math>B</math> باید بیش از نمودار <math>A</math> باشد پس گزینه ۲ درست است.</p> <p>تغییرات مقدار <math>A(g)</math>، <math>B(g)</math> و <math>C(g)</math> به ترتیب <math>0/05</math>، <math>0/15</math> و <math>0/10</math> مولار می باشد.</p>

$PCl_4(g) \rightleftharpoons PCl_3(g) + Cl(g) \rightarrow Q = \frac{[PCl_3(g)][Cl(g)]}{[PCl_4]} = \frac{\left[\frac{4}{5}\right] \left[\frac{4}{5}\right]}{\left[\frac{4}{5}\right]} = . / \wedge Q > K$ $4mol \quad 4mol \quad 4mol$	(1)	۳
<p>چون مقدار <math>Q &gt; K</math> است، واکنش در جهت برگشت جایه جا شده، از مقدار فراورده ها کاسته شده و به مقدار واکنش دهنده افوده می شود.</p>	(1)	۴
$A(g) + B(g) \rightarrow 2C(g) \Rightarrow Q = \frac{[C]^2}{[A][B]} = \frac{[0/15]^2}{[0/1][0/1]} = 2/25$ $. / 1mol \quad . / 1mol \quad . / 15mol$ <p style="text-align: center;"><math>Q = K</math></p> <p>چون واکنش در حالت تعادل قرار دارد <math>Q = K</math></p> <p>تذکر در مورد گزینه ۴: سرعت واکنش در هر دو طرف به صفر می رسد، یعنی واکنش متوقف می شود که این عبارت نادرست است.</p>	(1)	۴
<p>هنگامی که مقدار خارج قسمت واکنش بزرگتر از مقدار <math>K</math> است، واکنش در جهت برگشت یعنی مصرف فراورده ها پیش می رود.</p>	(4)	۵
$Q = \frac{[0/2]^2}{[4][0/3]} = . / 37 \quad (2) \quad Q = \frac{[0/5]^2}{[4][0/2]} = 7/8125 \quad (1) , \quad Q = \frac{[NH_3(g)]^2}{[N_2(g)][H_2(g)]}$ $Q = \frac{[0/3]^2}{[3][0/5]} = . / 24 \quad (4) \quad Q = \frac{[0/4]^2}{[2][0/3]} = 2/96 \quad (3)$	(4)	۶
<p>چون ضریب هر دو فراورده برابر است، مقدار این دو فراورده هم با یک دیگر برابر است پس:</p> $PCl_4(g) \rightleftharpoons PCl_3(g) + Cl(g) \rightarrow Q = \frac{[PCl_3(g)][Cl(g)]}{[PCl_4]} = \frac{[0/2][0/2]}{[0/3]} = 1/33, Q < K$ $. / 0.3 \quad . / 2 \quad . / 2$ <p>چون مقدار، سرعت واکنش بیش از برگشت شده و واکنش در جهت رفت جایه جا می شود.</p>	(3)	۷
<p>مقدار خارج قسمت واکنش <math>Q</math> را محاسبه کرده و با مقدار <math>K</math> مقایسه می کنیم:</p> $2H_2O(g) + 2Cl(g) \rightarrow 4HCl(g) + O_2(g) \Rightarrow Q = \frac{[HCl]^4 [O_2]}{[H_2O]^2 [Cl]^2} = \frac{\left[\frac{1}{2}\right]^4 \left[\frac{1}{2}\right]}{\left[\frac{1}{2}\right]^2 \left[\frac{1}{2}\right]^2} = . / 5$ $\backslash mol \quad \backslash mol \quad \backslash mol \quad \backslash mol$ <p style="text-align: center;"><math>Q &lt; K \quad Cl \downarrow</math></p> <p>واکنش در جهت رفت و کاهش غلظت <math>Cl</math> می شود.</p>	(1)	۸



$N_2(g) + O_2(g) \rightarrow NO_2(g) \Rightarrow Q = \frac{[NO_2]^r}{[N_2][O_2]^r} = \frac{[1]^r}{[2][2]^r} = 0.125$ $1mol \quad 1mol \quad 1mol$	(۲)	۹
واکنش در جهت برگشت $Q > K$		
در حالت تعادل، خارج قسمت واکنش، با ثابت تعادل برابر می شود. $Q = \frac{[0.125][0.125]}{[0.125]^2} = 0.125 \quad (۲) \quad Q = \frac{[0.125][0.125]}{[0.125]^2} = 0.125 \quad (۱) , \quad Q = \frac{[SO_2(g)][O_2(g)]}{[SO_2(g)]^2}$ $Q = \frac{[0.125][0.125]}{[0.125]^2} = 0.125 \quad (۴) \quad Q = \frac{[0.125][0.125]}{[0.125]^2} = 0.125 \quad (۳)$	(۴)	۱۰
حالت تعادل، خارج قسمت واکنش، با ثابت تعادل برابر می شود $Q = \frac{[0.18][0.18]}{[0.18][0.18]} = 1.0 \quad (۲) \quad Q = \frac{[0.18][0.18]}{[0.18][0.18]} = 1.0 \quad (۱) , \quad Q = \frac{[SO_2(g)]}{[SO_2(g)][O_2(g)]}$ $Q = \frac{[0.18][0.18]}{[0.18][0.18]} = 1.0 \quad (۴) \quad Q = \frac{[0.18][0.18]}{[0.18][0.18]} = 1.0 \quad (۳)$	(۳)	۱۱

کد	بخش دوم شیمی ۱۴: اثر غلظت بر تعادل تعداد تست ها: ۶	نامه تست
۱	<p>کدام مطلب درباره واکنش به حالت تعادل زیر، در ظرف سربسته نادرست است؟</p> $2NaHCO_3(s) \rightleftharpoons Na_2CO_3(s) + H_2O(g) + CO_2(g)$ <p>(۱) یک واکنش تعادلی ناهمگن سه فازی است؟          (۲) خارج کردن مقداری سدیم کربنات از سامانه، تعادل را به سمت چپ جابه جای کند.          (۳) با خارج کردن مقداری از بخار آب از سامانه، از جرم مواد جامد کاسته می شود.          (۴) رابطه <math>K = [CO_2][H_2O]</math> است.</p>	۱
۲	<p>با توجه به شکل زیر که مربوط به تعادل گازی <math>2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g)</math> در یک ظرف سربسته <math>10\text{ لیتری}</math> مربوط است کدام عبارت درست است؟</p> <p>(۱) ثابت تعادل برابر با <math>10^{1/6} \text{ mol}^{-1}\text{L}^1</math> است.          (۲) مقدار <math>SO_3(g)</math> در تعادل جدید برابر با <math>1/26 \text{ mol L}^{-1}</math> است.          (۳) با افزایش غلظت <math>SO_2(g)</math> واکنش در جهت برگشت جابه جا شده و ثابت تعادل کوچک تر می شود.          (۴) با افزایش غلظت <math>SO_2(g)</math> و برقراری تعادل جدید، نسبت غلظت مولی واکنش دهنده ها، ثابت می ماند.</p>	۲
۳	<p>در سامانه <math>i</math> در حال تعادل <math>CaCO_3(s) \rightleftharpoons CaO(s) + CO_2(g)</math> افروزنده مقداری <math>CaO(s)</math> چه تأثیری در حالت تعادلی در دمای معین دارد؟</p> <p>(۱) سرعت واکنش های رفت و برگشت افزایش می یابند.          (۲) تعادل به سمت چپ جابه جای شود.          (۳) خارج قسمت واکنش (<math>Q</math>) از ثابت تعادل <math>K</math> بزرگتر می شود.          (۴) فشار گاز <math>CO_2(g)</math> ثابت می ماند.</p>	۳

۸۹	<p>با توجه به شکل زیر، که به تعادل گازی: <math>2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g)</math> مربوط است، کدام مطلب درست است؟</p> <p>(۱) به بررسی اصل لوشاتلیه دربارهٔ اثر فشار بر جایهٔ جا شدن تعادل مربوط است.</p> <p>(۲) به بررسی اصل لوشاتلیه دربارهٔ اثر غلظت بر جایهٔ جا شدن تعادل مربوط است.</p> <p>(۳) برای نشان دادن بزرگتر شدن ثابت تعادل بر اثر افزایش غلظت‌های تعادلی طرح شده است.</p> <p>(۴) برای نشان دادن تاثیر افزایش غلظت بر سرعت واکنش، طرح شده است.</p>	۴
۸۸	<p>اگر تعادل گازی: <math>I_2(g) + HI(g) \rightleftharpoons H_2(g) + I_2(g)</math>, در ظرفی با حجم ثابت روی دهد، جایهٔ جایی تعادل به سمت چپ، راست و راست، بر اثر..... گاز..... گاز..... و گاز..... انجام می‌گیرد.</p> <p>(۱) افزایش - <math>H_2</math> - کاهش - <math>I_2</math> - افزایش - <math>HI</math></p> <p>(۲) افزایش - <math>I_2</math> - کاهش - <math>H_2</math> - کاهش - <math>HI</math></p> <p>(۳) کاهش - <math>H_2</math> - افزایش - <math>HI</math> - افزایش - <math>I_2</math></p> <p>(۴) کاهش - <math>I_2</math> - افزایش - <math>HI</math> - کاهش - <math>H_2</math></p>	۵
۸۶	<p>با توجه به شکل زیر که به تعادل گازی:</p> $2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g), K = 2/8 \times 10^3 \text{ mol}^{-1} \cdot L$ <p>مربوط است، کدام مطلب نادرست است؟</p> <p>(۱) این شکل در بررسی تاثیر غلظت بر جایهٔ جا شدن تعادل بالا مربوط است.</p> <p>(۲) بر اثر افزوده شدن مقداری <math>SO_3(g)</math>, خارج قسمت واکنش (<math>Q</math>) افزایش یافته و مقدار <math>K</math> بیشتر می‌شود.</p> <p>(۳) نسبت غلظت مولی واکنش دهنده‌ها در تعادل جدید در مقایسه با تعادل نخست، ثابت مانده است.</p> <p>(۴) بر اثر افزوده شدن مقداری <math>SO_3(g)</math>, افزایش یافتن خارج قسمت واکنش در جهت برگشت جایهٔ جا می‌شود.</p>	۶

شماره تسنی	گزینه معین	پاسخ تشرییمی بفشن دوھ شیمی ۱۴: اثر غلظت بر تعادل
۱	(۲)	<p>تغییر مقدار مواد جامد (s) یا مایع (l) تاثیری بر جایه جایی تعادل ندارند زیرا غلظت جامد و مایع همواره ثابت می باشد. بررسی سایر گزینه ها:</p> <p>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.</p> <p>۳) با خارج کردن بخار آب، تعادل به سمت رفته کاسته می شود، مقدار (ونه غلظت) <math>NaHCO_3</math> کاسته شده و بر مقدار (و نه غلظت) <math>Na_2CO_3(s)</math> افزوده می شود (هر دو جامد) اما تأثیر <math>NaHCO_3(s)</math> بیشتر است (با توجه به ضرایب استوکیومتری و جرم مولی آن ها)</p> <p>۴) در رابطه ی ثابت تعادل، فقط غلظت گاز یا محلول در آب نوشته می شود.</p>
۲	(۴)	<p>نسبت غلظت مولی <math>SO_2</math> به <math>O_2</math> در هر دو حالت ثابت و برابر با ۲ به ۱ است. بررسی سایر گزینه ها:</p> <p>۱) مقدار ثابت تعادل در قبل و بعد از اضافه کردن <math>[SO_2]</math>، ثابت می ماند پس:</p> $2SO_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2SO_3(g) \Rightarrow K = \frac{[SO_3(g)]^2}{[SO_2(g)]^2 [O_2(g)]} = \frac{[0.068]^2}{[0.032]^2 [0.016]} = 282/2$ $0.32mol \quad 0.16mol \quad 0.68mol$ $K = \frac{[SO_3(g)]^2}{[SO_2(g)]^2 [O_2(g)]} \Rightarrow 282/2 = \frac{[SO_3(g)]^2}{[0.054]^2 [0.027]} \Rightarrow [SO_3(g)] = 0.14 \quad (2)$ <p>۳) با تغییر غلظت، ثابت تعادل تغییر نمی کند.</p>
۳	(۴)	<p>تغییر مقدار مواد جامد (s) یا مایع (l) تاثیری بر جایه جایی تعادل ندارند زیرا غلظت جامد و مایع همواره ثابت می باشد.</p>
۴	(۲)	<p>شکل نشان می دهد با اضافه کردن غلظت <math>SO_2(g)</math>، تعادل به سمت برگشت جایه جا می شود.</p>
۵	(۱)	<p>بر اثر افزایش واکنش دهنده (<math>HI(g)</math>) یا کاهش مقدار فراورده ها (<math>I_2(g)</math> یا <math>H_2(g)</math>) تعادل به سمت رفت (راست) جایه جا می شود و بر عکس بر اثر کاهش مقدار واکنش دهنده (<math>HI(g)</math>) یا افزایش فرآورده ها (<math>H_2(g)</math> یا <math>I_2(g)</math>) تعادل به سمت برگشت (چپ) جایه جا می شود.</p>

۶	(۱)	<p>بر اثر افزودن مقداری <math>(g)</math>, خارج قسمت واکنش <math>(Q)</math> 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.</p>
---	-----	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

ردی	بخش دو <sup>م</sup> شیمی ۱۴: اثر فشار و کاتالیزگر بر تعادل تعداد تست ها: ۷	شماره تست
۱	<p>با توجه به شکل روبه رو و ثابت در نظر گرفتن دما، کدام مطلب <u>نادرست</u> است؟</p> $2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g)$ <p>۱) کاهش حجم، سبب جابه جا شدن تعادل در جهت رفت شده است.      ۲) مقدار ثابت تعادل در حالت ۱ برابر <math>\frac{282}{2}</math> است.      ۳) با کاهش حجم ظرف، غلظت اکسیژن <math>\frac{4}{3}</math> برابر شده است.      ۴) غلظت <math>(g)</math> بر اثر افزایش فشار <math>\frac{12}{2}</math> برابر شده است.</p>	۱
۲	<p>واکنش تعادلی <math>4Fe(s) + 4H_2O(g) \rightleftharpoons Fe_3O_4(s) + 4H_2(g)</math> از نوع..... است و تغییر..... در جابه جا کردن آن مؤثر.....</p> <p>۱) ناممکن - فشار - نیست      ۲) ناممکن - فشار - است      ۳) همگن - حجم - نیست      ۴) همگن - حجم - است</p>	۲
۳	<p>افزایش فشار در کدام واکنش زیر محصول عمل را بیشتر می کند؟</p> $2NH_3(g) \rightleftharpoons N_2(g) + 3H_2(g) \quad (۱)$ $2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g) \quad (۲)$ $Fe^{2+}(aq) + SCN^- \rightleftharpoons FeSCN^{3+}(aq) \quad (۳)$ $N_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2NO(g) \quad (۴)$	۳
۴	<p>تعادل <math>N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)</math> را در نظر بگیرید. در دمای ثابت مخلوط تعادلی <math>N_2(g)</math>، <math>H_2(g)</math> و <math>NH_3(g)</math> یک ظرف یک لیتری به یک ظرف دو لیتری منتقل می شود بر اثر این انتقال.....</p> <p>۱) سرعت واکنش برگشت زیاد می شود.      ۲) تعداد مول های <math>(g)</math> کاهش می یابد.      ۳) مقدار ثابت تعادل <math>K</math> کم می شود      ۴) غلظت <math>(g)</math> <math>H_2</math> زیاد می شود.</p>	۴

<span style="font-size: 2em; color: red;">۵</span> <span style="font-size: 1.5em;">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؟</span> $CaCO_3(s) \rightleftharpoons CaO(s) + CO_2(g) \quad (۱)$ $2HI(g) + S(s) \rightleftharpoons H_2S(g) + I_2(s) \quad (۲)$ $CO(g) + H_2O(g) \rightleftharpoons CO_2(g) + H_2(g) \quad (۳)$
<span style="font-size: 2em; color: red;">۶</span> <span style="font-size: 1.5em;">کدام واکنش تعادلی، از نوع ناهمگن است و بر اثر انتقال به ظرف سربسته بزرگتر یا کوچک تر در دمای ثابت، در جهت رفت یا برگشت جا به جا نمی شود؟</span> $H_2S(g) + I_2(s) \rightleftharpoons 2HI(g) + S(s) \quad (۱)$ $SO_2(g) + H_2(g) \rightleftharpoons SO_2(g) + H_2O(g) \quad (۲)$ $FeO(s) + CO(g) \rightleftharpoons Fe(s) + CO_2(g) \quad (۳)$ $NH_4HS(s) \rightleftharpoons NH_3(g) + H_2S(g) \quad (۴)$
<span style="font-size: 2em; color: red;">۷</span> <span style="font-size: 1.5em;">کدام مطلب درباره <u>نقش کاتالیزگر</u> در واکنش های برگشت پذیر، <u>نادرست</u> است؟</span> 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.

شماره تست	تاریخ صدور	پاسخ تشرییمی بخش دوه شیمی ۴: اثر فشار و کاتالیزگر بر تعادل
۱	(۳)	<p>غلظت اکسیژن در حالت ۱: <math>\frac{0.16\text{mol}}{1.0\text{L}} = 0.16\text{mol.L}^{-1}</math></p> <p>غلظت اکسیژن در حالت ۲: <math>\frac{0.85\text{mol}}{1\text{L}} = 0.85\text{mol.L}^{-1}</math></p> <p>بنابراین غلظت اکسیژن در حالت ۲ نسبت به حالت ۱: <math>\left( \frac{0.85}{0.16} = 5.31 \right)</math> برابر شده است.</p>

<p>تعادل ناهمگن است زیرا دو ماده‌ی 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 جایه جایی تعادل تاثیر ندارد.</p>	(۲)	۲
<p>کاهش حجم یا افزایش فشار تعادل را به سمت مول‌های گازی کمتر جایه جا می‌کند و اگر مولهای گازی فرآورده‌ها کمتر باشد، باعث افزایش فرآورده‌ها (محصول)‌ها می‌شود. پس گزینه‌ی ۲ درست است.</p>	(۲)	۳
$\underbrace{2NH_3(g)}_{\substack{\text{گازی} \\ 2mol}} \rightleftharpoons \underbrace{N_2(g) + 3H_2(g)}_{\substack{\text{گازی} \\ 3mol}} \quad (2)$ $Fe^{3+}(aq) + SCN^- \rightleftharpoons FeSCN^{4+}(aq) \quad (4)$	$\underbrace{2SO_3(g) + O_2(g)}_{\substack{\text{گازی} \\ 3mol}} \rightleftharpoons \underbrace{2SO_2(g)}_{\substack{\text{گازی} \\ 2mol}} \quad (1)$ $\underbrace{N_2(g) + O_2(g)}_{\substack{\text{گازی} \\ 2mol}} \rightleftharpoons \underbrace{2NO_2(g)}_{\substack{\text{گازی} \\ 2mol}} \quad (3)$	
<p>فقط دما بر ثابت تعادل تأثیرگذار است (رد گزینه‌ی ۳) با افزایش حجم ظرف، غلظت ذرات گازی دو طرف تعادل کاهش می‌یابد، سرعت واکنش‌های رفت و برگشت هر دو کاهش می‌یابد (رد گزینه‌های ۱ و ۴) اما تعادل به سمت رفت (سمت مول‌های گازی کمتر) جایه جا شده و مول فرآورده یعنی <math>NH_3</math> افزایش می‌یابد. (هر چند به علت افزایش حجم ظرف، غلظت آمونیاک هم کاهش می‌یابد).</p>	(۲)	۴
<p>گزینه‌های ۲ و ۴ تعادل ناهمگن هستند اما با افزایش حجم ظرف، تعادل ۲ به سمت رفت (تعداد مول گازی بیشتر) جایه جا می‌شود.</p>	(۲)	۵
<p>گزینه‌های ۲ و ۴ تعادل ناهمگن می‌باشند و در گزینه‌ی ۴ چون تعداد ذرات گازی دو طرف تعادل برابرند، تغییر حجم (فشار) در جایه جایی تعادل بی اثر است. (۴)</p>	(۴)	۶
<p>کاتالیزگر بر مقدار ثابت تعادل، جایه جایی تعادل، سطح انرژی (پایداری) واکنش دهنده‌ها یا فراورده‌ها و بر مقدار آنتالپی واکنش (<math>\Delta H</math>) تأثیر نمی‌گذارند.</p>	(۲)	۷

کنکور	بخش دوی شیمی ۱۴: اثر دما بر تعادل تعداد تست ها: ۱۹	کنکور شیمی								
۱۶	<p>کدام گزینه درست است؟</p> <p>۱) واکنش تعادلی تبدیل <math>(aq)</math> به <math>CoCl_4^{3-}(aq)</math> گرمگیر است.</p> <p>۲) با سرد کردن ظرف دارای <math>(g)</math>, رنگ قهوه ای آن روشن تر می شود.</p> <p>۳) واکنش تجزیه گرمایی کلسیم کربنات در ظرف درسته، از نوع تعادلی دوفازی است.</p> <p>۴) با قراردادن کاغذ آغشته به <math>CoCl_4</math> در محیط مرطوب، رنگ آبی پدیدار می شود.</p>	۱								
۱۷	<p>تعادل شیمیایی <math>AB(g) \rightleftharpoons A(g) + B(g)</math> در ظرف سربسته ۱۰ لیتری در دمای اتاق برقرار است، کدام گزینه درباره این تعادل درست است؟</p> <p>۱) با کاهش فشار، سرعت واکنش رفت نسبت به واکنش برگشت افزایش می یابد.</p> <p>۲) با کاهش حجم ظرف به ۵ لیتر، ثابت تعادل نصف می شود.</p> <p>۳) برای این تعادل، عبارت <math>\Delta H - T\Delta S</math> عددی منفی است.</p> <p>۴) اگر با افزایش دما، مقدار <math>B</math> افزایش یابد، واکنش رفت گرماده است.</p>	۲								
۱۸	<p>با توجه به داده های جدول رو به رو، که به واکنش تعادل گازی: <math>2A(g) + B(g) \rightleftharpoons 2C(g)</math> مربوط است، کدام مطلب درست است؟</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;"><math>K(mol^{-1}.L)</math></th> <th style="text-align: center;">(<math>^{\circ}C</math>) دما</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;"><math>4 \times 10^{-4}</math></td> <td style="text-align: center;">۲۵</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><math>3/5 \times 10^{-10}</math></td> <td style="text-align: center;">۲۲۷</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><math>3 \times 10^{-4}</math></td> <td style="text-align: center;">۴۲۷</td> </tr> </tbody> </table> <p>۱) با کاهش دما، واکنش در جهت برگشت جایه جا می شود.</p> <p>۲) واکنش گرمگیر و با افزایش آنتروپی همراه است.</p> <p>۳) مقدار <math>[C]</math> از مقدار <math>[B]</math> در این واکنش، بسیار بیشتر است.</p> <p>۴) مجموع <math>\Delta H</math> های تشکیل واکنش دهنده ها در آن، نسبت به فراورده ها کوچک تر است.</p>	$K(mol^{-1}.L)$	( $^{\circ}C$ ) دما	$4 \times 10^{-4}$	۲۵	$3/5 \times 10^{-10}$	۲۲۷	$3 \times 10^{-4}$	۴۲۷	۳
$K(mol^{-1}.L)$	( $^{\circ}C$ ) دما									
$4 \times 10^{-4}$	۲۵									
$3/5 \times 10^{-10}$	۲۲۷									
$3 \times 10^{-4}$	۴۲۷									



<span style="font-size: 2em;">۴</span> <span style="font-size: 1.5em;">دیگر</span>	<p>کدام مطلب نادرست است؟</p> <p>۱) ثابت تعادل های شیمیایی با تغییر دما، تغییر نمی کند.</p> <p>۲) کاتالیزگر، سبب جابه جا شدن واکنش های تعادلی نمی شود.</p> <p>۳) برخی از واکنش های تعادلی، گرماده و با کاهش آنتروپی همراه اند.</p> <p>۴) واکنش هایی که با کاهش آنتالپی و افزایش آنتروپی همراه باشند، خودبه خودی اند.</p>	<span style="font-size: 1.5em;">۴</span>
<span style="font-size: 2em;">۵</span> <span style="font-size: 1.5em;">دیگر</span>	<p>با توجه به واکنش تعادلی: <math>(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)</math>, که در دو ظرف I (درون آب گرم) و II (درون آب یخ) مطابق شکل روبرو، برقرار است و با مشاهده تفاوت رنگ مخلوط گازی در دو ظرف، کدام مطلب نادرست است؟</p> <p>۱) واکنش در جهت رفت، گرمگیر است.</p> <p>۲) شمار مولکول های <math>NO_2</math> در ظرف II کمتر است.</p> <p>۳) واکنش در جهت رفت، با افزایش سطح انرژی و افزایش آنتروپی همراه است.</p> <p>۴) نسبت شمار مول های گاز <math>NO_2</math> به گاز <math>N_2</math> در ظرف I بیشتر است.</p>	<span style="font-size: 1.5em;">۵</span>
<span style="font-size: 2em;">۶</span> <span style="font-size: 1.5em;">دیگر</span>	<p>با توجه به واکنش تعادلی گاز: <math>3H_2(g) + N_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)</math>, <math>\Delta H = -92KJ</math>، 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.</p> <p>۱) کاهش دما - حذف مقداری گاز نیتروژن - کوچکتر</p> <p>۲) کاهش دما - افزایش مقداری گاز نیتروژن - بزرگتر</p> <p>۳) افزایش دما - حذف مقداری گاز نیتروژن - بزرگتر</p> <p>۴) افزایش دما - افزایش مقداری گاز نیتروژن - کوچکتر</p>	<span style="font-size: 1.5em;">۶</span>
<span style="font-size: 2em;">۷</span> <span style="font-size: 1.5em;">دیگر</span>	<p>با توجه به شکل زیر، که به واکنش تعادلی:</p> <p><math>Co(H_2O)_6^{2+}(aq) + 4Cl^-(aq) \rightleftharpoons CoCl_4^{4-}(aq) + 6H_2O(l)</math> مربوط است، کدام مطلب درباره آن نادرست است؟</p> <p>۱) در جهت رفت، گرمگیر است.</p> <p>۲) آنتروپی برای آن، عامل مناسبی است.</p> <p>۳) با افزایش دما ثابت تعادل بزرگ می شود.</p> <p>۴) با انتقال به ظرف بزرگتر، در جهت رفت جابه جا می شود.</p>	<span style="font-size: 1.5em;">۷</span>

<span style="font-size: 2em;">۷</span>	<p>اگر در واکنش تعادل گازی: <math>2NO_{\cdot}(g) \rightleftharpoons N_{\cdot}O_{\cdot}(g)</math>، که در یک ظرف سربسته در دمای معین برقرار است، دما را افزایش دهیم، تعادل در جهت ..... جابه جا میشود و ثابت تعادل،.....</p> <p>۱) برگشت - کوچکتر می شود.      ۲) رفت - بزرگتر می شود.      ۳) برگشت - بدون تغییر باقی می ماند.      ۴) رفت - بدون تغییر باقی می ماند.</p>	<span style="font-size: 1.5em;">۸</span>								
<span style="font-size: 2em;">۸</span>	<p>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؟</p> <p>(۱) <math>2NO_{\cdot}(g) \rightleftharpoons N_{\cdot}O_{\cdot}(g), \Delta H &lt; 0</math></p> <p>(۲) <math>CaCO_{\cdot}(s) \rightleftharpoons CaO(s) + CO_{\cdot}(g), \Delta H &gt; 0</math></p> <p>(۳) <math>2H_{\cdot}(g) + Cl_{\cdot}(g) \rightleftharpoons 2HCl(g), \Delta H &lt; 0</math></p> <p>(۴) <math>2NOCl(g) \rightleftharpoons 2NO(g) + Cl_{\cdot}(g), \Delta H &gt; 0</math></p>	<span style="font-size: 1.5em;">۹</span>								
<span style="font-size: 2em;">۹</span>	<p>با توجه به داده های جدول زیر که به واکنش تعادلی گازی: <math>2SO_{\cdot}(g) + O_{\cdot}(g) \rightleftharpoons 2SO_{\cdot}(g)</math> مربوط است، کدام مطلب نادرست است؟</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th style="padding: 5px;">(°C) دما</th> <th style="padding: 5px;"><math>K(mol^{-1}.L)</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="padding: 5px;">۲۵</td> <td style="padding: 5px;"><math>2 \times 10^{-4}</math></td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">۲۲۷</td> <td style="padding: 5px;"><math>2/5 \times 10^{-10}</math></td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">۴۳۶</td> <td style="padding: 5px;"><math>2/5 \times 10^{-4}</math></td> </tr> </tbody> </table> <p>۱) <math>\Delta H</math> 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.</p>	(°C) دما	$K(mol^{-1}.L)$	۲۵	$2 \times 10^{-4}$	۲۲۷	$2/5 \times 10^{-10}$	۴۳۶	$2/5 \times 10^{-4}$	<span style="font-size: 1.5em;">۱۰</span>
(°C) دما	$K(mol^{-1}.L)$									
۲۵	$2 \times 10^{-4}$									
۲۲۷	$2/5 \times 10^{-10}$									
۴۳۶	$2/5 \times 10^{-4}$									
<span style="font-size: 2em;">۱۰</span>	<p>کدام</p> <p>مطلب</p> <p>واکنش</p> <p>درباره</p> <p>تعادلی:</p> <p><math>N_{\cdot}(g) + 3H_{\cdot}(g) \rightleftharpoons 2NH_{\cdot}(g), \Delta H &lt; 0, K = 600 mol^{-3}.L^3</math> درست است؟</p> <p>۱) با کاهش دما، مقدار ثابت این تعادل کوچکتر می شود.      ۲) سطح انرژی پیچیده ای فعال، به سطح انرژی فراورده ها نزدیک تر است.      ۳) ثابت تعادل واکنش گازی: <math>2NH_{\cdot} \rightleftharpoons N_{\cdot} + 3H_{\cdot}</math>، برابر با <math>2 \times 10^{-3} mol^3.L^{-3}</math> است. (با اندکی تغییر)      ۴) <math>\Delta H^\circ</math> تشکیل فرآورده از مجموع <math>\Delta H^\circ</math> های تشکیل واکنش دهنده ها کوچک تر است.</p>	<span style="font-size: 1.5em;">۱۱</span>								

<span style="font-size: 2em; color: green;">۱۲</span> <span style="font-size: 1.5em; color: green;">نیز نیز نیز نیز نیز نیز</span>	<p>از دیدگاه نظری (تئوری)، در واکنش تعادلی: <math>(g) N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)</math> دمای..... و فشار..... دو شرط لازم برای پیشرفت واکنش اند.</p> <p>۱) پایین - پایین      ۲) بالا - بالا      ۳) بالا - پایین      ۴) پایین - بالا</p>	<span style="font-size: 1.5em; color: green;">۱۲</span>												
<span style="font-size: 2em; color: green;">۱۳</span> <span style="font-size: 1.5em; color: green;">نیز نیز نیز نیز نیز نیز</span>	<p>با توجه به شکل زیر، که مخلوطی از گازهای <math>O_2</math>، <math>SO_2</math> و <math>SO_3</math> را در ظرف دربسته‌ی یک لیتری در دمای معین به حالت تعادل گازی <math>2SO_3(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_2(g)</math>، <math>\Delta H &lt; 0</math> نشان می‌دهد، کدام مطلب درست است؟</p> <p>۱) ثابت این تعادل برابر <math>10^4 \times 2 mol \cdot L^{-1}</math> است.</p> <p>۲) مقدار اولیه‌ی گاز اکسیژن برابر ۱ مول بوده است.</p> <p>۳) با بالا رفتن دما، ثابت این تعادل بزرگتر می‌شود.</p> <p>۴) با کاهش یافتن دما، نسبت شمار مول‌های <math>SO_3</math> به شمار مول‌های <math>SO_2</math> کاهش می‌یابد.</p>	<span style="font-size: 1.5em; color: green;">۱۳</span>												
<span style="font-size: 2em; color: green;">۱۴</span> <span style="font-size: 1.5em; color: green;">نیز نیز نیز نیز نیز نیز</span>	<p>از دیدگاه نظری (تئوری)، در واکنش تعادلی <math>(g) N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)</math>، دمای..... و فشار..... دو شرط لازم برای پیشرفت این واکنش اند.</p> <p>۱) پایین - پایین      ۲) بالا - بالا      ۳) بالا - پایین      ۴) پایین - بالا</p>	<span style="font-size: 1.5em; color: green;">۱۴</span>												
<span style="font-size: 2em; color: green;">۱۵</span> <span style="font-size: 1.5em; color: green;">نیز نیز نیز نیز نیز نیز</span>	<p>با توجه به داده‌های جدول زیر، که به واکنش تعادلی نمادین: <math>(g) A(g) \rightleftharpoons 2B(g)</math> مربوط است، کدام مطلب درست است؟</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto; width: fit-content; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;"><math>mol \cdot L^{-1}</math> [B] تعادلی</th> <th style="text-align: center;"><math>mol \cdot L^{-1}</math> [A] تعادلی</th> <th style="text-align: center;">دما (°C)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">۰/۸۴</td> <td style="text-align: center;">۰/۰۱</td> <td style="text-align: center;">۲۰</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">۰/۷۶</td> <td style="text-align: center;">۰/۱۷</td> <td style="text-align: center;">۳۰</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">۰/۷۲</td> <td style="text-align: center;">۰/۲۵</td> <td style="text-align: center;">۴۰</td> </tr> </tbody> </table> <p>۱) این واکنش تعادلی، گرم‌گیر است.      ۲) با افزایش دما، ثابت این تعادل کوچک‌تر می‌شود.      ۳) ثابت این تعادل در دمای <math>20^\circ C</math>، برابر <math>17moL^{-1}</math> است.      ۴) در این واکنش آنتالپی عامل نامناسب و آنتروپی عامل مناسب است.</p>	$mol \cdot L^{-1}$ [B] تعادلی	$mol \cdot L^{-1}$ [A] تعادلی	دما (°C)	۰/۸۴	۰/۰۱	۲۰	۰/۷۶	۰/۱۷	۳۰	۰/۷۲	۰/۲۵	۴۰	<span style="font-size: 1.5em; color: green;">۱۵</span>
$mol \cdot L^{-1}$ [B] تعادلی	$mol \cdot L^{-1}$ [A] تعادلی	دما (°C)												
۰/۸۴	۰/۰۱	۲۰												
۰/۷۶	۰/۱۷	۳۰												
۰/۷۲	۰/۲۵	۴۰												



<span style="font-size: 2em; color: red;">۱۶</span> <span style="font-size: 1.5em; color: red;">نوبت از واکنش‌های مولکولی</span>	<p>با توجه به شکل زیر، که مخلوطی از گازهای <math>O_2</math> و <math>SO_2</math> را در ظرف سربسته‌ی یک لیتری در دمای <math>827^\circ C</math> به حالت تعادل: <math>&lt; 2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g), \Delta H &gt; 0</math> نشان می‌دهد، کدام مطلب درست است؟ (هر ذره را معادل <math>1/0</math> مول گاز در نظر بگیرید).</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>۱) ثابت این تعادل برابر <math>2/25 mol \cdot L^{-1}</math> است.</li> <li>۲) با بالا رفتن دما، ثابت این تعادل بزرگ‌تر می‌شود.</li> <li>۳) با افزایش دما، شمار مولکول‌های گاز در ظرف واکنش افزایش می‌یابد.</li> <li>۴) با کاهش یافتن دما، نسبت شمار مولکول‌های <math>SO_2</math> به شمار مولکول‌های گاز <math>SO_3</math> کاهش می‌یابد.</li> </ol>	<span style="font-size: 1.5em; color: red;">۱۷</span> <span style="font-size: 1.5em; color: red;">نوبت از واکنش‌های مولکولی</span>												
<span style="font-size: 1.5em; color: red;">۱۸</span> <span style="font-size: 1.5em; color: red;">نوبت از واکنش‌های مولکولی</span>	<p>با توجه به داده‌های جدول زیر، که به واکنش تعادلی نمادین: <math>A(g) \rightleftharpoons 2B(g)</math> کدام مطلب درست است؟</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th style="padding: 2px;"><math>mol \cdot L^{-1}</math> تعادلی <math>[B]</math></th> <th style="padding: 2px;"><math>mol \cdot L^{-1}</math> تعادلی <math>[A]</math></th> <th style="padding: 2px;">دما (<math>^\circ C</math>)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="padding: 2px;">۰/۸۴</td> <td style="padding: 2px;">۰/۰۱</td> <td style="padding: 2px;">۲۰۰</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">۰/۷۶</td> <td style="padding: 2px;">۰/۱۷</td> <td style="padding: 2px;">۳۰۰</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">۰/۷۲</td> <td style="padding: 2px;">۰/۲۵</td> <td style="padding: 2px;">۴۰۰</td> </tr> </tbody> </table> <ol style="list-style-type: none"> <li>۱) این واکنش تعادلی و گرماده می‌باشد.</li> <li>۲) با افزایش دما، ثابت تعادل بزرگ‌تر می‌شود.</li> <li>۳) ثابت تعادل در دمای <math>400^\circ C</math>، برابر <math>7/0 \cdot 5 mol \cdot L^{-1}</math> است.</li> <li>۴) ثابت تعادل در دمای <math>200^\circ C</math> برابر <math>2/17 mol \cdot L^{-1}</math> است.</li> </ol>	$mol \cdot L^{-1}$ تعادلی $[B]$	$mol \cdot L^{-1}$ تعادلی $[A]$	دما ( $^\circ C$ )	۰/۸۴	۰/۰۱	۲۰۰	۰/۷۶	۰/۱۷	۳۰۰	۰/۷۲	۰/۲۵	۴۰۰	<span style="font-size: 1.5em; color: red;">۱۸</span> <span style="font-size: 1.5em; color: red;">نوبت از واکنش‌های مولکولی</span>
$mol \cdot L^{-1}$ تعادلی $[B]$	$mol \cdot L^{-1}$ تعادلی $[A]$	دما ( $^\circ C$ )												
۰/۸۴	۰/۰۱	۲۰۰												
۰/۷۶	۰/۱۷	۳۰۰												
۰/۷۲	۰/۲۵	۴۰۰												
<span style="font-size: 1.5em; color: red;">۱۹</span> <span style="font-size: 1.5em; color: red;">نوبت از واکنش‌های مولکولی</span>	<p>اگر در واکنش تعادلی گاز: <math>N_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2NO(g), \Delta H &gt; 0</math> که در یک ظرف سربسته در دمای معین برقرار است، دما را کاهش دهیم، تعادل در جهتی که..... جایه جا می‌شود و ثابت.....</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>۱) فراورده تجزیه می‌شود – کوچکتر می‌شود.</li> <li>۲) واکنش دهنده‌ها با هم ترکیب می‌شوند – بزرگ‌تر می‌شود.</li> <li>۳) فراورده تجزیه می‌شود – بدون تغییر باقی می‌ماند.</li> <li>۴) واکنش دهنده‌ها با هم ترکیب می‌شوند – بدون تغییر باقی می‌ماند.</li> </ol>	<span style="font-size: 1.5em; color: red;">۲۰</span> <span style="font-size: 1.5em; color: red;">نوبت از واکنش‌های مولکولی</span>												

 شناسی کارکرد اسلامی ایران	۱۹
<p>اگر در واکنش تعادلی گازی: <math>nA(g) \rightleftharpoons mB(g), \Delta H &gt; 0</math> باشد، کدام عبارت همواره دربارهٔ آن درست است؟</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>(۱) ثابت تعادل آن بزرگتر از واحد است.</li> <li>(۲) سرعت رسیدن آن به حالت تعادل، زیاد است.</li> <li>(۳) افزایش دما، سبب افزایش مقدار ثابت تعادل می‌شود.</li> <li>(۴) با انتقال به ظرف کوچک‌تر در دمای ثابت، مقدار <math>B</math> افزایش می‌یابد.</li> </ol>	

شماره تسنی	گذینه علمه	پاسخ تشرییحی بفتش دو ۵ شیمی ۱۴: اثر دما بر تعادل
۱	(۲)	<p>تعادل قهوه‌ای رنگ بی رنگ <math>N_2O_4(g) + q \rightleftharpoons 2NO_2(g)</math> گرمایی‌تر است و با سرد کردن محلول، تعادل به سمت برگشت جابه‌جا شده و محلول کمرنگ‌تر می‌شود. بررسی سایر گزینه‌ها:</p> <p>(۱) واکنش تعادلی تبدیل <math>CoCl_4^{2-}(aq) \rightarrow Co(H_2O)_5^{2+}(aq)</math> به <math>Co(H_2O)_5^{2+}(aq)</math> گرماده است. یعنی:</p> $CoCl_4^{2-}(aq) + 6H_2O(l) \rightleftharpoons Co(H_2O)_5^{2+}(aq) + Cl^-(aq) \quad \Delta H < 0$ <p>آبی رنگ صورتی رنگ</p> <p>(۳) واکنش تجزیه گرمایی کلسیم کربنات در ظرف درسته، از نوع تعادلی سه فازی است. دو جامد (دو فاز) و یک گاز:</p> $CaCO_3(s) \rightleftharpoons CaO(s) + CO_2(g)$ <p>(۴) با قراردادن کاغذ آغشته به <math>CoCl_4^{2-}</math> در محیط مرطوب، رنگ صورتی پدیدار می‌شود:</p> $CoCl_4^{2-} \cdot 6H_2O(s) \xrightarrow[\text{مرطوب}]{\text{گرمایی}} CoCl_4^{2-}(aq) + 6H_2O(g)$ <p>صورتی رنگ آبی رنگ</p>



<p>(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.</p> <p>(۲) فقط دما ثابت تعادل را تغییر می دهد.</p> <p>(۳) چون واکنش در حال تعادل است، <math>\Delta G = \Delta H - T\Delta S = 0</math> است.</p> <p>(۴) با افزایش دما، تعادل به سمت قسمت گرمگیر جابه جا می شود و چون مقدار <math>B</math> افزایش می یابد، واکنش رفت گرمگیر است.</p>	(۱)	۲
<p>چون مقدار <math>K</math> خیلی بزرگ است، غلظت فرآورده بسیار بیشتر از غلظت واکنش دهنده هاست. در ضمن:</p> <p>چون با افزایش دما، <math>K</math> کاهش می یابد (رابطه ی عکس)، واکنش گرماده است و چون برگشت پذیر است، با کاهش آنتروپی همراه است (<math>\Delta S &lt; 0</math>, <math>\Delta H &gt; 0</math>). با کاهش دما، تعادل به سمت قسمت گرماده یعنی رفت جابه جا می شود.</p>	(۳)	۳
<p>(۱) ثابت تعادل های شیمیایی فقط و فقط با تغییر دما، تغییر می کند.</p> <p>(۲) کاتالیزگر، سبب جابه جا شدن واکنش های تعادلی نمی شود فقط سرعت رسیدن به تعادل را افزایش می دهد.</p> <p>(۳) برخی از واکنش های تعادلی، گرماده و با کاهش آنتروپی (<math>\Delta H &lt; 0</math>, <math>\Delta S &lt; 0</math>) همراه اند و برخی دیگر گرمگیر و با افزایش آنتروپی (<math>\Delta H &gt; 0</math>, <math>\Delta S &gt; 0</math>) هستند.</p> <p>(۴) واکنش هایی که با کاهش آنتالپی و افزایش آنتروپی همراه باشند، چون هر دو عامل آنتالپی و آنتروپی مساعد هستند، در همه ی دمای خود به خودی اند.</p>	(۱)	۴
<p>چون واکنش <math>N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)</math> گرمگیر است، با افزایش دما تعادل به سمت قسمت <math>NO_2</math> قهقهه ای رنگ بی رنگ گرمگیر یعنی (۱) یا رفت جابه جا شده، در ظرف (I) ف مول های <math>N_2O_4</math> کاهش و مول های <math>NO_2</math> افزایش می یابد.</p>	(۴)	۵
<p>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.</p>	(۱)	۶

درون ظرف گاز وجود ندارد به همین دلیل حجم ظرف بر جایه جایی تعادل بی تاثیر است.	(۴)	۷
چون واکنش $2NO(g) \rightleftharpoons N_2O(g) + q$ گرماده است، با افزایش دما تعادل به سمت قسمت گرمگیر یعنی برگشت جا به جا شده و مقدار $K$ کاهش می یابد.	(۱)	۸
گزینه ۲ تعادل ناهمگن است (رد گزینه ۱)، در واکنش گرمگیر با افزایش دما تعادل به سمت رفت جایه جا می شود (گزینه ۴ جواب است) در همین گزینه با افزایش فشار (کاهش حجم)، تعادل به سمت مول های گازی کمتر یعنی برگشت جایه جا می شود. $2NOCl(g) + q \rightleftharpoons 2NO(g) + Cl_2(g)$ <span style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <span style="text-align: center;"><math>\underbrace{2mol}_{\text{گاز}}</math></span> <span style="text-align: center;"><math>\underbrace{2mol}_{\text{گاز}}</math></span> </span>	(۴)	۹
چون با افزایش دما، مقدار $K$ کاهش می یابد، واکنش گرماده و $\Delta H$ واکنش منفی می شود: $2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g) + q$ بنابراین با افزایش دما تعادل در جهت برگشت جایه جا می شود، در همه واکنش ها (گرماده یا گرمگیر)، افزایش دما سرعت واکنش را افزایش می دهد.	(۳)	۱۰
کدام مطلب درباره واکنش تعادلی: $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$ , $\Delta H < 0$ , $K = 600 \text{ mol}^{-2} \cdot L^2$ درست است؟	(۴)	۱۱
۱) واکنش گرماده است $(N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g) + q)$ ، با کاهش دما، تعادل به سمت رفت جایه جا شده و مقدار ثابت این تعادل بزرگ تر می شود. ۲) چون واکنش گرماده است، سطح انرژی پیچیده ای فعال، به سطح انرژی واکنش دهنده ها نزدیک تر است.		
۳) واکنش $2NH_3(g) \rightleftharpoons N_2 + 3H_2$ وارونه ای واکنش است پس ثابت تعادل هم وارونه می شود یعنی: $K = \frac{1}{600} = 1/600 \times 10^{-3} \text{ mol}^2 \cdot L^{-2}$		
۴) واکنش گرماده و $\Delta H^\circ$ واکنش باید منفی شود پس این جمله درست است.		
$\Delta H = \sum_{\text{تشکیل واکنش دهنده ها}} - \sum_{\text{- تشکیل فراورده ها}}$		
واکنش گرماده است پس با کاهش دما تعادل به سمت رفت جایه جا می شود هم چنین کاهش حجم یا افزایش فشار تعادل را به سمت مول های گازی کمتر یعنی رفت جایه جا می کند.	(۴)	۱۲
$N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g) + q$ <span style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <span style="text-align: center;"><math>\underbrace{4mol}_{\text{گازی}}</math></span> <span style="text-align: center;"><math>\underbrace{2mol}_{\text{گازی}}</math></span> </span>		

<p>(۱) ثابت این تعادل برابر <math>L \cdot mol^{-1}</math> است.</p> $K = \frac{[SO_2(g)]^2}{[SO_2(g)][O_2(g)]} = \frac{[1/8]^2}{[0/2][0/1]} = 1/16 \cdot mol^{-1} \cdot L$ <p>(۲) اگر در آغاز واکنش درون ظرف <math>SO_2</math> وجود نداشته باشد، این</p> $2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g)$ $a - 2x = 0/2 \quad b - x = 0/1 \quad 2x = 1/8$ $a = 0/2 + 1/8 = 2 \quad b = 0/1 + 0/9 = 1 \quad x = 0/9$ <p>(۳) چون تعادل گرماده است، با بالا رفتن دما، تعادل به سمت برگشت و کاهش ثابت این تعادل جابه جا می شود.</p> <p>(۴) چون تعادل گرماده است، با کاهش یافتن دما، تعادل به سمت رفت و افزایش <math>SO_3</math> و کاهش <math>SO_2</math> جابه جا می شود.</p>	(۲)	۱۳
<p>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.</p> $\underbrace{N_2(g) + 3H_2(g)}_{4mol} \rightleftharpoons \underbrace{2NH_3(g)}_{2mol} + q$	(۳)	۱۴
<p>با افزایش دما، غلظت واکنش دهنده <math>[A]</math> افزایش یافته و غلظت فراورده <math>[B]</math> کاهش می یابد، پس اولاً ثابت تعادل کوچک تر می شود (جواب گزینه ۲)، ثانیاً واکنش گرماده است.</p> $K = \frac{[B]^2}{[A]} = \frac{[0/84]^2}{[0/01]} = 70/56 mol \cdot L^{-1}$ <p>(رد گزینه ۱). ثابت این تعادل <math>A(g) \rightleftharpoons 2B(g) + q</math> است.</p> <p>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.</p>	(۲)	۱۵
<p>ظرف یک لیتری است پس، مول با مولار برابر است. در این ظرف، ۵ ذره <math>O_2</math> و ۵ ذره <math>SO_3</math> دارد پس ثابت تعادل <math>2/5</math> می شود</p> $K = \frac{[SO_3(g)]^2}{[SO_3(g)][O_2(g)]} = \frac{[0/5]^2}{[0/5][0/4]} = 2/5 mol^{-1} \cdot L$ <p>(رد گزینه ۱): واکنش گرماده است، با افزایش دما تعادل به سمت برگشت، کاهش مقدار <math>K</math> و افزایش شمار ذرات گازی پیش می رود.</p> $\underbrace{2SO_3(g) + O_2(g)}_{3mol} \rightleftharpoons \underbrace{2SO_2(g) + q}_{2mol}$	(۳)	۱۶

<p>با افزایش دما، مقدار فراورده گاهش و فراورده افزایش می یابد و <math>K</math> کوچک می شود پس این واکنش تعادلی گرماده می باشد.</p> $200^\circ C \rightarrow K = \frac{[B]}{[A]} = \frac{(0/84)}{0/01} = 70/56 mol.L^{-1}$ $300^\circ C \rightarrow K = \frac{(0/76)}{0/17} \approx 3/39 mol.L^{-1}$ $400^\circ C \rightarrow K = \frac{(0/72)}{0/25} \approx 2/0.7 mol.L^{-1}$	(1)	۱۷
<p>واکنش گرماگیر است (<math>N_2(g) + O_2(g) + q \rightleftharpoons 2NO(g)</math>)، با کاهش دما تعادل به سمت برگشت و تجزیه فرآورده (<math>NO(g)</math>) جا به جا می شود و مقدار ثابت تعادل <math>K</math> کاهش می یابد.</p>	(1)	۱۸
<p>واکنش گرماگیر است، افزایش دما سبب افزایش ثابت تعادل می شود. بررسی سایر گزینه ها:          گرماده یا گرمگیر بودن واکنش ربطی به ثابت تعادل ندارد. (رد گزینه ۱)          گرماده یا گرمگیر بودن واکنش ربطی به سرعت واکنش ندارد. (رد گزینه ۲)          با کاهش حجم تعادل به سمت مول گازی کمتر یعنی برگشت جایه جا می شود و مقدار فراورده <math>B</math> کاهش می یابد. (رد گزینه ۴)</p>	(۳)	۱۹

شماره تسنی	بخش دوهشیمی ۱۴: فرایند هابر تعداد تست ها: ۷	شماره تسنی
۱	<p>اگر نمودار رویه رو، نشان دهنده 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؟</p> <p>A (۱)          B (۲)          C (۳)          D (۴)</p>	

۱	<p>کدام مطلب، توصیفی نادرست از فرآیند هابر است؟</p> <p>۱) از <math>N_2O</math> به عنوان کاتالیزگر مناسب استفاده می شود.</p> <p>۲) با وجود گرماده بودن واکنش، تا آنجا که ممکن است در فشار و دمای بالا انجام می گیرد.</p> <p>۳) از ویژگی های اصلی آن خارج کردن فراورده واکنش بر اثر مایع کردن، از سامانه واکنش است.</p> <p>۴) روش صنعتی برای ساختن آمونیاک از واکنش مستقیم گازهای نیتروژن و هیدروژن است.</p>	۲																							
۲	<p>کدام مطلب درباره واکنش تعادلی: <math>N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)</math>, <math>\Delta H = -92\text{ kJ}</math>, نادرست است؟</p> <p>۱) هیدروژن لازم برای این واکنش را می توان از تجزیه بخار آب به وسیله زغال بدست آورد.</p> <p>۲) تشکیل آمونیاک گرماده بوده و <math>\Delta H^\circ</math> تشکیل آن، برابر <math>-92\text{ kJ mol}^{-1}</math> است.</p> <p>۳) آهن و اکسید فلزهایی مانند آلومینیوم و منیزیم، سرعت رسیدن به تعادل را افزایش می دهند.</p> <p>۴) افزایش دما، سبب جابه جا شدن تعادل در جهت برگشت و نیز افزایش سرعت واکنش های رفت و برگشت می شود.</p>	۳																							
۳	<p>با توجه به داده های جدول زیر که به تعادل گازی: <math>(N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g))</math> مربوط است، کدام مطلب درست است؟</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th colspan="3">درصد مولی <math>NH_3</math> در مخلوط تعادلی</th> <th rowspan="2"><math>(mol^{-1}.L^{-1})</math> <math>K</math></th> <th rowspan="2">دما (<math>^{\circ}\text{C}</math>)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><math>100\text{ atm}</math></td> <td><math>10\text{ atm}</math></td> <td><math>1\text{ atm}</math></td> </tr> <tr> <td>۹۸</td> <td>۸</td> <td>۵۱</td> <td>۶۵۰</td> <td>۲۰۹</td> </tr> <tr> <td>۸۰</td> <td>۲۵</td> <td>۴</td> <td>۰/۵</td> <td>۴۶۷</td> </tr> <tr> <td>۱۳</td> <td>۵</td> <td>۰/۵</td> <td>۰/۰۱۴</td> <td>۷۵۸</td> </tr> </tbody> </table> <p>۱) مجموع انرژی پیوند فراورده ها از مجموع انرژی پیوند واکنش دهنده ها بیشتر است.</p> <p>۲) سطح انرژی پیچیده فعال به سطح انرژی فراورده نزدیک تر <math>\Delta H</math> واکنش مثبت است.</p> <p>۳) در دمای ثابت، با افزایش فشار، ثابت تعادل و درصد مولی آمونیاک افزایش می یابد.</p> <p>۴) در فشار ثابت، با افزایش دما، ثابت تعادل و درصد مولی آمونیاک به یک نسبت کاهش می یابد.</p>	درصد مولی $NH_3$ در مخلوط تعادلی			$(mol^{-1}.L^{-1})$ $K$	دما ( $^{\circ}\text{C}$ )	$100\text{ atm}$	$10\text{ atm}$	$1\text{ atm}$	۹۸	۸	۵۱	۶۵۰	۲۰۹	۸۰	۲۵	۴	۰/۵	۴۶۷	۱۳	۵	۰/۵	۰/۰۱۴	۷۵۸	۴
درصد مولی $NH_3$ در مخلوط تعادلی			$(mol^{-1}.L^{-1})$ $K$	دما ( $^{\circ}\text{C}$ )																					
$100\text{ atm}$	$10\text{ atm}$	$1\text{ atm}$																							
۹۸	۸	۵۱	۶۵۰	۲۰۹																					
۸۰	۲۵	۴	۰/۵	۴۶۷																					
۱۳	۵	۰/۵	۰/۰۱۴	۷۵۸																					

۵	<p>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 دهنند.</p> <p>۱) ده - بیشتر - کاهش - بالاتر      ۲) ده - کمتر - افزایش - پایینتر          ۳) گیر - بیشتر - کاهش - بالاتر      ۴) گیر - کمتر - افزایش - پایینتر</p>	۵
۶	<p>کدام عبارت درست است؟</p> <p>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 (g) و (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 درسته، نمونه ای از فرایندهای تعادلی ناهمگن دوفازی است.</p>	۶
۷	<p>کدام مطلب درست است؟</p> <p>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 <math>\Delta H</math> واکنش می شود.          ۴) واکنش (s) <math>H_2S(g) + I_2(g) \rightleftharpoons 2HI(g) + S(s)</math>، نمونه ای از واکنش های تعادلی همگن است.</p>	۷

شماره سلسی	گزینه های	بخش دوم شیمی ۱۴: فرایند هابر
۱	(۴)	<p>با توجه به فرآیند هابر: <math>N_2(g) + 3H_2(g) \rightarrow 2NH_3(g)</math></p> <p>اولاً گاز هیدروژن واکنش دهنده است و با گذشت غلظت آن کاهش می یابد. (رد گزینه های ۱ و ۲)</p> <p>ثانیاً: چون ضریب <math>H_2</math>، ۳ برابر ضریب <math>N_2</math> است، شیب نمودار <math>H_2</math> هم ۳ برابر <math>N_2</math> است. یعنی شیب نمودار <math>H_2</math> بیشتر است. بنابراین نمودار <math>D</math> یعنی گزینه ۴ درست است.</p>
۲	(۱)	استفاده از کاتالیزگر مناسب فلز آهن ( $Fe$ ) و اکسیدهای منیزیم و آلمینیوم ( $Al_2O_3, MgO$ )
۳	(۲)	<p>طبق واکنش <math>N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)</math>، <math>\Delta H = -92\text{ kJ}</math>، به ازای تشکیل ۲ مول گاز آمونیاک مقدار <math>92\text{ kJ}</math> گرمای آزاد می شود پس گرمای تشکیل آن برابر با <math>-46\text{ kJ mol}^{-1}</math> خواهد بود.</p>
۴	(۱)	<p>گزینه ۱ در کتاب درسی جدید حذف شده است. رد سایر گزینه ها:</p> <p>۲) چون واکنش گرماده است، سطح انرژی پیچیده فعال به سطح انرژی واکنش دهنده نزدیک تر و واکنش منفی است.</p> <p>۳) فقط دما بر مقدار ثابت تعادل یا درصد مولی آمونیاک تاثیرگذار است.</p> <p>۴) چون واکنش گرماده است، با افزایش دما، تعادل به سمت قسمت گرماییر یعنی برگشت جایه شده، ثابت تعادل و درصد مولی آمونیاک کاهش می یابند اما مقدار کاهش آنها به یک نسبت نیست.</p>
۵	(۱)	فرایند هابر، گرماده است و کاهش دما، سبب می شود که واکنش در جهت تولید آمونیاک بیشتر جایه جا شود، اما سبب کاهش سرعت واکنش های رفت و برگشت می شود، به همین دلیل، این واکنش را در دماهای بالاتر انجام می دهند.



۱) کبات (II) کلرید در یک فرایند برگشت پذیر با جذب ۶ مولکول آب به یک ترکیب صورتی رنگ تبدیل می شود. ۲) واکنش گازهای $O_2(g)$ و $H_2(g)$ 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 درسته، نمونه ای از فرایندهای تعادلی ناهمگن سه فازی است. دو جامد (دو فاز) و یک گاز (مجموعاً سه فاز).	(۳)	۶
$CaCO_3(s) \rightleftharpoons CaO(s) + CO_2(g)$ ۲) در واکنش های تعادلی گرماده $(A \rightleftharpoons B + q)$ ، افزایش دما سبب کاهش ثابت تعادلی می شود. ۳) استفاده از کاتالیزگر، سبب افزایش سرعت واکنش می شود اما مقدار $\Delta H$ تغییر نمی کند. ۴) واکنش : $H_2S(g) + I_2(g) \rightleftharpoons 2HI(g) + S(s)$ در سه فاز (دو جامد و گاز) و تعادلی ناهمگن است.	(۱)	۷

**موفق و موید باشید**