# بررسی فصل(۲) شیمی پیش دانشگاهی – ((تعادل، دامها و راه حل ها))

با سلام در این چند صفحه سعی کردم نکات و دامهایی که در تست های مربوط به بحث تعادل استفاده می شود و اشتباهات متداولی که داوطلبان دارند را مشخص کرده و نحوه برخورد با آنها را توضیح دهم. (بصورت آموش دامها و راه حل ها). برای این قسمت ۳۴ تست از کنکور سراسری داخل و خارج کشور و تالیفی و چند سوال دیگر هم بصورت مثال استفاده کردم که درک نکات ذکر شده در هر کدام از آنها در مجموع سبب می شود تا مشکلات مربوط به این بخش برطرف شود.

## قسمت(۱): تعادل ، شرایط تعادل و انواع تعادل:

*بسته‌ی آموزشی:*

### ۱– در مورد یک واکنش تعادلی و شرایط تعادل:

برای اینکه یک فرایند برگشت پذیر به تعادل برسد، باید چهار شرط زیر را داشته باشد:

۱ – ظرف واکنش دربسته بسته باشد.

۲ – خواص ماکروسکوپی (خواص قابل مشاهده و اندازه گیری) سیستم مانند رنگ ، دما ، فشارو غلظت ثابت بماند.

۳ – سرعت واکنش رفت با سرعت واکنش برگشت برابر باشد.

۴ – غلظت مواد شرکت کننده در تعادل (مواد اولیه و محصولات) ثابت بماند. باز هم تأکید می کنم غلظت ثابت بماند نه برابر.

**تذکر(۱):** در حالت تعادل غلظت مواد شرکت کننده در واکنش با یکدیگر برابر نیست، بلکه در دمای ثابت، غلظت مواد شرکت کننده در واکنش ثابت است. چون سرعتهای دو واکنش رفت وبرگشت با یکدیگر برابر است، هر ماده‌ای با هر سرعتی که مصرف می‌شود با همان سرعت نیز تولید می‌شود و برعکس.

**تذکر(۲):** در لحظه‌ی تعادل واکنشهای رفت و برگشت متوقف نمی شوند، بلکه همچنان با سرعتی برابر در حال انجام هستند. به همین خاطر تعادل مورد نظر را تعادل دینامیک یا پویا می‌گویند، یعنی در سطح مولکولی همواره تبدیل مواد به یکدیگر در حال انجام شدن است. اصطلاحاً می‌گویند واکنش از لحاظ خواص ماکروسکوپی(ظاهری) متوقف شده،و لی از لحاظ خواص میکروسکوپی(مولکولی) فعال است.

**سوال(۱):** کدام تساوی زیر شرط اساسی برقراری حالت تعادل را در واکنش‌های برگشت‌پذیر نشان می‌دهد؟ *(کنکور سراسری)*

۱) انرژی پیوندی مواد طرف دوم = انرژی پیوندی مواد طرف اول

۲) سرعت واکنش برگشت = سرعت واکنش رفت

۳) حاصل ضرب غلظت‌های مواد طرف دوم = حاصل‌ضرب غلظت‌های مواد طرف اول

۴) میزان بی‌نظمی در مواد طرف دوم = میزان بی‌نظمی درمواد طرف اول

**دامها:** ۱ – ارتباط انرژی پیوند با تعادل؟ ۲ – ارتباط غلظت واکنش دهنده ها و فراورده ها با تعادل؟ ۳ – ارتباط بی نظمی با تعادل؟

**راه حل ها:** ۱ – در مورد یک سیستم تعادلی، از گزینه های فوق، تساوی موجود در گزینه های ۱ و ۴ ارتباطی با تعادل ندارند ۲ – در حالت تعادل غلظت مواد ثابت است و سرعت واکنش رفت و برگشت برابر هستند.

پاسخ : گزینه(۲)

**سوال(۲):** هنگام برقراری تعادل، در مقیاس ..... تغییری مشاهده نمی‌شود، اما از دید ..... پویایی وجود دارد. *(کنکور سراسری)*

۱) مولکولی ـ ظاهری ۲) مولکولی ـ میکروسکوپی ۳) ظاهری ـ ماکروسکوپی ۴) ظاهری ـ مولکولی

**راه حل ها:** تذکر(۲) راه حل مربوط به این سوال است.(خواص ماکروسکوپی یعنی خواص قابل رویت و خواص میکروسکوپی یعنی در حد مولکولی).

پاسخ : گزینه(۴)

**سوال(۳):** در واکنش تبدیل A و B به D و C با گذشت زمان غلظت واکنش دهنده‌ها..... و غلظت فرآورده‌ها ..... می‌یابد. همین امر سبب ..... سرعت واکنش رفت و ..... سرعت واکنش برگشت می‌شود سرانجام زمانی فرا می‌رسد که سرعت واکنش رفت ..... سرعت واکنش برگشت می‌شود. *(تالیفی)*

۱) کاهش ـ کاهش ـ افزایش ـ کمتر ۲) افزایش ـ کاهش ـ کاهش ـ افزایش ـ بیشتر

۳) کاهش ـ افزایش ـ کاهش ـ افزایش ـ مساوی ۴) کاهش ـ افزایش ـ افزایش ـ افزایش ـ مساوی

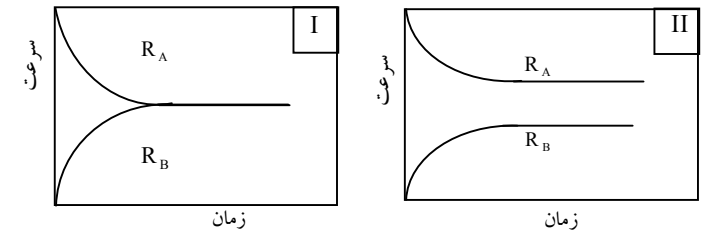
**دامها:** ۱ – تغییر غلظت مواد از شروع تا برقراری تعادل ۲ – شرایط سرعت واکنش های رفت و برگشت از شروع تا برقراری تعادل.

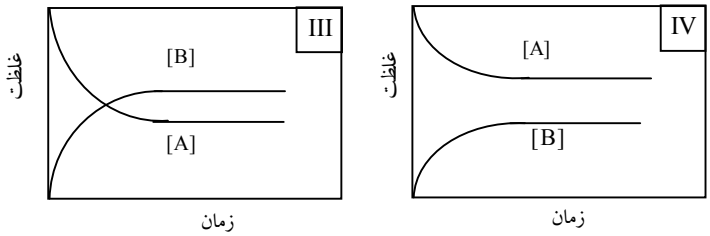
**راه حل ها:** ۱- در شروع واکنش دهنده ها زیاد و فراورده ها صفر است،پس واکنش رفت سریع و برگشت صفر است.

۲- با گذشت زمان غلظت واکنش دهنده ها کاهش و فراورده ها افزایش می یابد بنابراین به تدریج سرعت واکنش رفت کاهش و سرعت واکنش برگشت افزایش می یابد. ۳- در زمان تعادل غلظت ها ثابت و سرعت واکنش رفت و برگشت برابر می شود.

**پاسخ : گزینه(۳)**

**سوال(۴):** کدام نمودار یا نمودارها مربوط به واکنش تبدیل A به B و برقراری حالت تعادل است؟ *(تالیفی)*




۱) فقط I و IV ۲) فقط I و II و IV ۳) فقط II و IV ۴) فقط I و III و IV

**راه حل ها:** ۱- به جز نمودار(II) ، بقیه نمودارها در هنگام تعادل اتفاق می افتد.

**پاسخ : گزینه(۴)**

## ثابت تعادل یکا دارد یا ندارد؟

ثابت تعادل در برخی از واکنشها دارای یکا است و در برخی از واکنشها یکا ندارد. زیرا در برخی از واکنشها واحدها در صورت و مخرج رابطه، توان یکسانی دارند و حذف می‌شوند و اما در برخی از واکنشها حذف نمی‌شوند. البته نوشتن واحد برای ثابت تعادل ضروری نیست، زیرا تأثیری در نتیجه‌گیری ندارد. برای به دست آوردن یکای ثابت تعادل می توانید از رابطه زیر استفاده کنید

$$\text{یکای ثابت تعادل} = (\text{mol.L}^{-1})^{\Delta n}$$

($\Delta n = n_2 - n_1$ $n_2$ تعداد مولهای گازی محصولات و $n_1$ تعدا د مولهای گازی واکنش دهنده ها)

به‌عنوان مثال: $N_2O_4 \Leftrightarrow 2NO_2$ $\quad K = \frac{[NO_2]^2}{[N_2O_4]} = \frac{(\text{mol.L}^{-1})^2}{(\text{mol.L}^{-1})} = ?\,\text{mol.L}^{-1}$

اما در مثال مقابل ثابت تعادل بدون یکا است. $CO + H_2O \Leftrightarrow CO_2 + H_2$ $\quad K = \frac{[CO_2][H_2]}{[H_2O][CO]} = \frac{(\text{mol.L}^{-1})(\text{mol.L}^{-1})}{(\text{mol.L}^{-1})(\text{mol.L}^{-1})} = ?$

**سوال(۵):** کدامیک از تعادل‌های زیر فیزیکی نیست؟ *(تالیفی)*

۱) $H_2O_{(l)} \Leftrightarrow H_2O_{(g)}$ ۲) $H_2O_{(l)} \Leftrightarrow H_2O_{(s)}$

۳) $C_{12}H_{22}O_{11(s)} \Leftrightarrow C_{12}H_{22}O_{11(aq)}$ ۴) $2SO_{2(s)} + O_{2(g)} \Leftrightarrow 2SO_{3(g)}$

**راه حل ها: انواع تعادل از لحاظ نوع واکنش یعنی فیزیکی یا شیمیایی بودن:**

**الف) تعادل فیزیکی:** به تعادلی که در یک فرآیند فیزیکی برگشت پذیر اتفاق می افتد تعادل فیزیکی گفته می‌شود. به‌عنوان مثال تعادل بین تبخیر و میعان آب، نمونه ای از تعادل فیزیکی است. $H_2O_{(l)} \Leftrightarrow H_2O_{(g)}$

**ب) تعادل شیمیایی:** تعادل برقرار شده در یک تغییر یا فرایند شیمیایی را تعادل شیمیایی گویند. یکی از واکنشهای شیمیایی برگشت‌پذیر را که واکنش گاز گوگرد دی‌اکسید با گاز اکسیژن و تشکیل گاز گوگرد تری‌اکسید است در نظر بگیرید. $2SO_{2(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2SO_{3(g)}$

**پاسخ : گزینه(۴)**

**سوال(۶):** کدام یک از تعادل‌های زیر همگن است؟ *(تالیفی)*

۱) $CH_3COOH_{(aq)} \Leftrightarrow CH_3COO^-_{(aq)}+H^+_{(aq)}$ ۲) $2HgO_{(s)} \Leftrightarrow 2Hg_{(l)}+O_{2(g)}$

۳) $Mg(OH)_{2(s)} \Leftrightarrow Mg^{2+}_{(aq)}+2OH^-_{(aq)}$ ۴) $CaCO_{3(s)} \Leftrightarrow CaO_{(s)}+CO_{2(g)}$

**دامها:** ۱- بلد بودن تعریف فاز و تشخیص فازهای موجود-۲- بلد بودن تعریف تعادل همگن و ناهمگن ؟

## راه حل ها: انواع تعادل از لحاظ تعداد فازهای مواد شرکت کننده در تعادل:

در مورد تعادل‌های همگن و ناهمگن:

**۱-** در تعادل همگن همیشه تمامی مواد موجود در تعادل یا در فاز گازی و یا در فاز محلول هستند و این‌گونه تعادلها شامل حالت جامد نمی‌شوند. یعنی در تعادلهایی که همه مواد شرکت کننده در تعادل گاز و یا محلول باشند،یک تعادل همگن به‌حساب می‌آیند.

**۲-** در یک تعادل ناهمگن حداقل یک فاز جامد وجود دارد. اگر در تعادل مورد نظر یک فاز جامد وجود داشته باشد، حتما یک تعادل ناهمگن است.مانند تعادل موجود در بین شکر حل شده و شکر جامد در محلول سیر شده آن، یا تعادل بین آب ویخ و .....

**۳-** در یک تعادل همگن به‌دلیل مخلوط شدن یکنواخت اجزای آن فقط یک فاز وجود دارد. اما برای تعیین تعداد فاز در تعادلهای ناهمگن هر کدام از مواد خالص جامد موجود در تعادل را یک فاز در نظر بگیرید.

به طور مثال در تعادل ناهمگن $CaCO_{3(S)} \Leftrightarrow CaO_{(S)} + CO_{2(g)}$ دو فاز جامد شامل $CaCO_{3(S)}$ و $CaO_{(S)}$ و یک فاز گاز شامل $CO_{2(g)}$ است، بنابراین این تعادل ناهمگن یک تعادل سه فازی است.اگر در یک تعادل ناهمگن چند گاز وجود داشته باشد،گازهای موجود را یک فاز در نظر می گیریم،چون یک مخلوط همگن گازی است.

**پاسخ : گزینه(۱)**

**سوال(۷):** ثابت تعادل واکنش $2NH_3 \leftrightarrow N_2+3H_2$ در دمای $633\ ^\circ C$ برابر با $6/56\times10^{-2}$ است، ثابت تعادل واکنش $\frac{1}{2}N_2+\frac{3}{2}H_2 \leftrightarrow NH_3$ در دمای بیان شده چقدر است؟ *(کنکور سراسری)*

۱) $3/28\times10^{-2}$ ۲) $3/28\times10^{-1}$ ۳) $2/56\times10^{-1}$ ۴) $1/5\times10^{-1}$

**راه حل ها:** ۱- هرگاه واکنش در حال تعادل را معکوس کنیم،رابطه‌ی زیر بین ثابت تعادل دو واکنش وجود دارد.

$$K = \frac{1}{K'} \quad \text{یا} \quad K' = \frac{1}{K}$$

۲- اگرواکنشی رادرعدد$n$ ضرب کنیم ثابت تعادل واکنش جدید برابراست با ثابت تعادل واکنش اولیه به توان $n$ و اگر واکنشی برعدد $n$ تقسیم یا به عدد $\frac{1}{n}$ ضرب شود،دراین صورت ثابت تعادل واکنش جدید برابر است با ثابت تعادل واکنش اولیه به توان $\frac{1}{n}$.

**پاسخ : گزینه(۳)**

**سوال(۸):** اگر تعادل $CaCO_{3(S)} \leftrightarrow CaO_{(S)}+CO_{2(g)}$ در دمای $800\ ^\circ C$ برقرار شده باشد،کدام گزینه صحیح است؟ *(تالیفی)*

۱) عبارت ثابت تعادل $\frac{1}{[CO_2]}$ است.

۲) حضور $CaCO_3$ و $CaO$ برای برقراری تعادل ضروری نیست.

۳) غلظت $CaCO_3$ و $CaO$ صرف‌نظر از مقدار آن‌ها همچنان ثابت است.

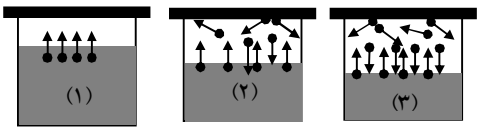
۴) فشار تعادلی گاز $CO_2$ در مقادیر متفاوت از $CaCO_3$ و $CaO$ در تعادل مورد نظرهمیشه متفاوت است.

**دامها:** ۱- رابطه ثابت تعادل-۲- وجود مواد جامد برای برقراری تعادل لازم است یا نه؟-۳- غلظت مواد جامد-۴- فشار تعادلی گاز؟

**راه حل ها:** ۱- مواد جامد و مایع خالص در رابطه ثابت تعادل قرار نمی گیرند،چون غلظت مواد جامد و مایع خالص مقداری ثابت است.-۲- حضور مواد جامد برای برقراری تعادل ضروری است.۳- در شرایط یکسان از دما،فشار تعادلی گاز کربن دی اکسید ربطی به مقدار $CaCO_3$ و $CaO$ ندارد.

**پاسخ : گزینه(۳)**

**سوال(۹):** با توجه به شکل مقابل، کدام مطلب درست است؟(*تالیفی*)




۱) فشار بخار در شکل (۳) همچنان تغییر می‌کند.

۲) در شکل(۲)سرعت تبخیر صفر بوده و سرعت میعان بیشتر است.

۳) پس از برقراری تعادل فشار بخار ثابت است.

۴) در شکل(۳)فشار بخارثابت است و تبخیر و میعان نیز متوقف شده‌اند.

**راه حل ها:** ۱ - در تعادل آب مایع ـ بخار آب:

۱- وجود درپوش برای برقراری تعادل الزامی است.

۲- در ظرف (۱) فقط عمل تبخیر صورت می گیردوسرعت میعان و فشار بخار برابر صفر است.

۳- در ظرف (۲) تعداد مولکولهای بخار شده در واحد زمان و در واحد سطح بیشتر از تعداد مولکولهای مایع شده در واحد زمان و واحد سطح است.یعنی سرعت تبخیر بیشتر از سرعت میعان است.

۴- ازظرف (۱) تا ظرف (۳) به‌دلیل افزایش تعداد مولکولهای بخار آب فشار بخار در حال افزایش است.

۵- در ظرف (۳) سرعت تبخیر و میعان یکسان است و حالت تعادل وجود دارد.

۶- در ظرف(۳) به‌دلیل ثابت بودن تعداد مولکولهای آب در فاز گازی ، فشار بخار ثابت است.

**پاسخ : گزینه(۳)**

## قسمت(۲): محاسبه مقدار ثابت تعادل و غلظتهای تعادلی:

### محاسبه‌ی مقدار ثابت تعادل

***توجه کنید*** *که غلظتهای تعادلی تمام گونه های شرکت‌کننده در تعادل در دسترس نیست. در این موارد چنانچه دست کم غلظت یک گونه معلوم باشد،می‌توان با بهره‌گیری ازاستوکیومتری واکنش، غلظتهای تعادلی دیگر گونه‌ها را حساب کرد.در این گونه مسائل چنین عمل می‌کنیم :*

۱) غلظتهای اولیه و تعادلی گونه‌هایی را که مقادیر آنها معلوم است در جدولی مشخص می‌کنیم.

۲)پس از تعیین شدن غلظتهای اولیه و تعادلی گونه‌های با مقادیر معلوم،تغییر غلظت آنها را هنگام رسیدن به تعادل و در حال تعادل مشخص می‌کنیم.

۳)باتوجه به رابطه‌ی استوکیومتری واکنش، تغییر غلظت سایرگونه‌های شرکت کننده در تعادل را با استفاده از تغییر غلظت مواد بامقادیر معلوم حساب می‌کنیم.

۴) پس از مشخص کردن غلظتهای اولیه و تغییر غلظتها، غلظتهای تعادلی را تعیین می‌کنیم و با قرار دادن در معادله‌ی ثابت تعادل واکنش مورد نظر، مقدار ثابت تعادل را حساب می‌کنیم.

**تغییر غلظت + غلظت اولیه = غلظت تعادلی یک ماده**

*تغییر غلظت برای یک ماده مصرفی مقداری منفی و برای یک ماده تولیدی مقداری مثبت است*

$$aA + bB \Leftrightarrow cC + dD$$

| | aA | bB | cC | dD |
|---|---|---|---|---|
| غلظت اولیه | m | n | ۰ | ۰ |
| تغییر غلظت | -ax | -bx | +cx | +dx |
| غلظت تعادلی | m – ax | n – bx | cx | dx |

***سه نکته ی بسیار مهم:***

۱- از آنجائی که غلظت مواد شرکت کننده در تعادل بر حسب مول بر لیتر گزارش می‌شود، باید دقت کنیم که اگر حجم ظرفی که واکنش در حال تعادل است یک لیتر نباشد یعنی کمتر یا بیشتر از یک لیتر عنوان شود باید بر همان حجم تقسیم شود تا بر حسب مول بر لیتر بیان شود.

۲- اگر در سؤالی مقدار مواد شرکت کننده در تعادل بر حسب جرم داده شود، در این صورت ابتدا جرم را به مول تبدیل می کنیم.در این حالت هم اگر حجم ظرف یک لیتر باشد،همان تعداد مولها برحسب مولار بیان می شود،در غیر این صورت به غلظت مولی تبدیل می کنیم.

۳- احتمال دارد در سوالی مقدار یک گاز بر حسب حجم داده شود در این صورت با توجه به شرایط واکنش حجم را به مول و مول را به مولار تبدیل می کنیم .

**مثال ( ۱):** در دمای ۵۵ °C ،یک مول $N_2O_{4(g)}$ را در یک ظرف دربسته به حجم ده لیتر قرار می‌دهیم تا تعادل گازی $N_2O_4 \Leftrightarrow 2NO_2$ درآن برقرار شود. اگر تعداد کل مولهای موجود در ظرف در موقع تعادل ۱/۷۵ مول باشد. ثابت تعادل واکنش را حساب کنید.

جواب: جدول زیر را تشکیل می دهیم .

| | $N_2O_4$ | $2NO_2$ |
|---|---|---|
| غلظت اولیه | ۱ | ۰ |
| تغییر غلظت | -x | +۲x |
| غلظت تعادلی | ۱-x | ۲x |

**جواب:** از آنجائیکه به ازای تجزیه‌ی یک مول $N_2O_4$ ، دو مول $NO_2$ حاصل می‌شود پس به ازای تجزیه‌ی x مول $N_2O_4$ ، ۲x مول $NO_2$ حاصل می‌شود. بنابراین تعداد کل مولها در حال تعادل برابر است با ۱/۷۵ مول:

تعداد کل مولها در تعادل $= (1-x) + 2x = 1 + x$

$1+x = 1/75\ mol \Rightarrow x = 0/75\ mol$

چون تعادل در ظرف ۱۰ لیتری برقرار شده پس غلظت هر یک مواد را باید در ظرف ۱ لیتری تعیین کنیم.

$$mol_{N_2O_4} = 1 - x = 1mol - 0/75mol = 0/25mol \Rightarrow [N_2O_4] = \frac{0/25mol}{10L} = 0/025mol.L^{-1}$$

$$mol_{NO_2} = 2x = 2 \times 0/75mol = 1/5mol \Rightarrow [NO_2] = \frac{1/5mol}{10L} = 0/15mol.L^{-1}$$

$$K = \frac{[NO_2]^2}{[N_2O_4]} = \frac{(0/15mol.L^{-1})^2}{(0/025mol.L^{-1})} = 0/9mol.L^{-1}$$

**مثال (۲):** مخلوطی از گازهای $CO$ و $Cl_2$ را به نسبت مولی برابر و معین درظرف سربسته تا برقراری تعادل گازی زیر

$CO + Cl_2 \Leftrightarrow COCl_2 \qquad K=10$

گرم می‌کنیم. در این حالت غلظت $COCl_2$ برابر ۰/۴ مول در لیتر است. غلظت $Cl_2$ بر حسب مول در لیتر چند است؟

**جواب:** چون در شروع واکنش تعداد مولهای $CO$ و $Cl_2$ برابر بوده است و در معادله نیز ضرایب یکسانی دارند، پس به نسبت مولی برابر مصرف می شوند و مقدار مساوی از آنها باقی می ماند. برای رسیدن به غلظت تعادلی $Cl_2$ ، غلظت مولی آن را x فرض می‌کنیم و چون ضریب $CO$ و $Cl_2$ در معادله‌ی واکنش برابر است، بنابراین غلظت مولی $CO$ هم x فرض می‌شود.

$$CO + Cl_2 \Leftrightarrow COCl_2$$

$[CO] = [Cl_2] = x \quad ، \quad [COCl_2] = 0/4mol.L^{-1}$

$$K = \frac{[COCl_2]}{[CO][Cl_2]} \Rightarrow 10 = \frac{0/4}{x \times x} \Rightarrow x^2 = 0/04 \Rightarrow x = 0/2mol.L^{-1}$$

بنابراین غلظتهای تعادلی $CO$ و $Cl_2$ برابر است با: $[CO] = [Cl_2] = 0/2mol.L^{-1}$

**مثال(۳):** ۰/۳ مول $CO$ را با ۰/۳ مول $Cl_2$ در ظرفی به حجم V لیتر به دمای معین می رسانیم،تا تعادل گازی $CO + Cl_2 \Leftrightarrow COCl_2$ ، $K = 10$ برقرار شود. در صورتیکه تعداد مولهای $COCl_2$ در حالت تعادل برابر با ۰/۲ مول باشد، حجم ظرف چند لیتراست؟

**جواب:** جدول زیر را تشکیل می دهیم.

| | $CO$ | $Cl_2$ | $COCl_2$ |
|---|---|---|---|
| غلظت اولیه | ۰/۳ | ۰/۳ | ۰ |
| تغییرغلظت | -x | -x | +x |
| غلظت تعادلی | ۰/۳-x | ۰/۳ -x | ۰/۲ |

با توجه به ضرایب استوکیومتری معادله ی واکنش، برای تولید ۰/۲ مول $COCl_2$، باید از هرکدام از مواد $CO$ و $Cl_2$، ۰/۲ مول مصرف شود، در این صورت از هرکدام ۰/۱ مول در تعادل باقی‌می ماند. بنابراین:

| | $COCl_2$ | $Cl_2$ | CO |
|---|---|---|---|
| غلظت اولیه | ۰ | ۰/۳ | ۰/۳ |
| تغییرغلظت | +x | -x | -x |
| غلظت تعادلی | ۰/۲ | ۰/۱ | ۰/۱ |

$$K=\frac{[COCl_2]}{[CO][Cl_2]}\Rightarrow 10=\frac{(\frac{0.2}{V})}{(\frac{0.1}{V})^2}\Rightarrow V=\frac{0.1}{0.2}\Rightarrow V=0.5L$$

**سوال(۱۰):** ۴/۱ مول گاز $SO_2$ را با ۲/۲ مول گاز $O_2$ در ظرف دو لیتری سربسته مخلوط و گرم می‌کنیم تا تعادل گازی: $2SO_2(g)+O_2(g)\Leftrightarrow 2SO_3(g)$، برقرار شود. اگر در حالت تعادل، ۴ مول گاز $SO_3$ در ظرف وجود داشته باشد، مقدار ثابت این تعادل چند $mol^{-1}.L$ است؟(تجربی –سراسری۹۰)

۱) $1\times10^{10}$ ۲) $1/6\times10^4$ ۳) $2\times10^{10}$ ۴) $2/5\times10^4$

**دامها:** ۱- تغییر مولها برای رسیدن به تعادل؟-۲- مولهای تعادلی SO۳ ، SO۲ و O۲ کدام است؟

**راه حل ها:** ۱- تغییر مولها از شروع تا برقراری تعادل(ردیف ۲). ۲- مولهای تعادلی SO۳ برابر ۴ بوده ،یعنی ۴ مول SO۳ تولید شده است،پس ۴ مول از SO۲ و ۲ مول از O۲ مصرف شده است.بنابراین مولهای تعادلی مواد (ردیف۳) و غلظتهای تعادلی(ردیف۴) را تعیین و در رابطه ثابت تعادل قرار می دهیم.۳- حجم ظرف ۲ لیتر است.

| | ۲SO۲ | $O_2$ | ۲SO۳ |
|---|---|---|---|
| مول اولیه | ۴/۱ | ۲/۲ | ۰ |
| تغییرمول | -۲x | -x | +۲x |
| مول تعادلی | ۴/۱-۲x | ۲/۲-x | ۴ |
| مول تعادلی | ۴/۱-۴=۰/۱ | ۲/۲-۲=۰/۲ | ۴ |
| غلظت تعادلی | $\frac{0.1}{2}=0.05$ | $\frac{0.2}{2}=0.1$ | $\frac{4}{2}=2$ |

$$K=\frac{2^2}{(0.05)^2(0.1)}=16000=1/6\times10^4$$

**پاسخ: گزینه(۲)**

**سوال(۱۱):** مخلوطی از ۵ مول گاز HCl را با ۱/۱ مول گاز اکسیژن در ظرف سربسته دو لیتری تا رسیدن به حالت تعادل: $4HCl(g)+O_2(g)\Leftrightarrow 2Cl_2(g)+2H_2O(g)$ گرم می‌کنیم. اگر در حالت تعادل، ۸۰ درصد گاز HCl تجزیه شده باشد، ثابت این تعادل در شرایط آزمایش برحسب $mol^{-1}.L$ کدام است؟(تجربی –سراسری۸۸)

۱) $3\times10^{-2}$ ۲) $4\times10^{-2}$ ۳) $3/2\times10^2$ ۴) $4/2\times10^2$

**دامها:** ۱- حجم ظرف مهم است.-۲- در صد تجزیه HCl مهم است، چون با تغییر مولهای HCl برابر است.

**راه حل ها:** ۱- از ۵ مول گاز HCl برای برقراری تعادل ۸۰ درصد آن تجزیه شده است.یعنی ۴ مول آن تجزیه شده است.پس: $4x=4\Rightarrow x=1$

| | ۴HCl | $O_2$ | ۲Cl۲ | ۲H۲O |
|---|---|---|---|---|
| مول اولیه | ۵ | ۱/۱ | ۰ | ۰ |
| تغییرمول | -۴x | -x | +۲x | +۲x |
| مول تعادلی | ۵-۴x | ۱/۱-x | +۲x | +۲x |
| مول تعادلی | ۵-۴=۱ | ۱/۱-۱=۰/۱ | ۲ | ۲ |
| غلظت تعادلی | $\frac{1}{2}=0.5$ | $\frac{0.1}{2}=0.05$ | $\frac{2}{2}=1$ | $\frac{2}{2}=1$ |

$$K=\frac{۱^۲\times ۱^۲}{(۰/۵)^۴(۰/۰۵)}=۳۲۰$$

پاسخ : گزینه(۳)

**سوال(۱۲):** مقدار ۶/۲۵۵ گرم $PCl_5$ را در ظرف سربسته ای گرما می دهیم تا تعادل زیر برقرار شود.اگر در حالت تعادل ۲/۷۵ گرم $PCl_3$ در ظرف موجود باشد،حجم ظرف واکنش چند لیتر است؟ $(P=۳۱g.mol^{-۱}\ ,\ Cl=۳۵/۵g.mol^{-۱})$ (تجربی- خارج کشور۸۵)

$$PCl_۵(g)\Leftrightarrow Cl_۲(g)+PCl_۳(g)\quad K=۸\times ۱۰^{-۳}$$

۵(۴ ۴(۳ ۳(۲ ۲(۱

**دامها:** ۱- تبدیل گرم به مول ۲- تعیین تغییر مولها و مولهای تعادلی مواد.

**راه حل ها:** ۱- محاسبه تعداد مولهای هر یک از مواد: $molPCl_۵=\frac{۶/۲۵۵g}{۲۰۸/۵g/mol}=۰/۰۳mol$ و $molPCl_۳=\frac{۲/۷۵g}{۱۳۷/۵g/mol}=۰/۰۲mol$ ۲- تشکیل جدول زیر و درک این جمله که $PCl_3$ و $Cl_2$ ضرایب یکسانی دارندو به مقدار مساوی تولید می شوند.(**molCl۲=۰/۰۲mol** ) .

| | $PCl_۵$ | $PCl_۳$ | $Cl_۲$ |
|---|---|---|---|
| مول اولیه | ۰/۰۳ | ۰ | ۰ |
| تغییرمول | -x | +x | +x |
| مول تعادلی | ۰/۰۳-x | ۰/۰۲ | +x |
| مول تعادلی | ۰/۰۳-۰/۰۲=۰/۰۱ | ۰/۰۲ | ۰/۰۲ |
| غلظت تعادلی | $\frac{۰/۰۱}{V}$ | $\frac{۰/۰۲}{V}$ | $\frac{۰/۰۲}{V}$ |

$$۸\times ۱۰^{-۳}=\frac{(\frac{۰/۰۲}{V})^۲}{\frac{۰/۰۱}{V}}\Rightarrow V=۵L$$

پاسخ : گزینه(۴)

**سوال(۱۳):** اگر در واکنش تعادلی تجزیه آمونیاک: $۲NH_۳(g)\Leftrightarrow N_۲(g)+۳H_۲(g)\quad K=۱۲$ که در یک ظرف دو لیتری در بسته در دمای معین برقرار است.مقدار ۱/۲ مول هیدروژن وجود داشته باشد،مقدار اولیه آمونیاک برابر چند مول بوده است؟(تجربی- خارج کشور۹۰)

۱) ۰/۹۲ ۲) ۰/۸٤ ۳) ۰/٦۸ ٤) ۰/۵۲

**دامها:** ۱- رابطه استوکیومتری مواد ۲- حجم ظرف دو لیتر است. ۳- رابطه مول و مولار و حجم ظرف.

**راه حل ها:** ۱- چون هیدروژن ۱/۲ مول تولید شده است،پس مولهای نیتروژن برابر $\frac{۱}{۳}$ آن بوده و برابر ۰/۴ مول است.۲- برای تولید این مقدار از هیدروژن و نیتروژن با توجه به معادله و ضرایب آنها، ۰/۸ مول آمونیاک مصرف شده است.۳- غلظت و مول باقیمانده آمونیاک در تعادل عبارت است از:

$$K=\frac{[N_۲][H_۲]^۳}{[NH_۳]^۲}\Rightarrow ۱۲=\frac{(\frac{۰/۴}{۲})(\frac{۱/۲}{۲})^۳}{(\frac{x}{۲})^۲}\Rightarrow x=۰/۱۲mol$$

بنابراین تعداد مولهای اولیه آمونیاک برابر است با: $molNH_۳=۰/۱۲+۰/۸=۰/۹۲mol$

پاسخ : گزینه(۱)

## قسمت(۳): خارج قسمت واکنش و پیش بینی جهت پیشرفت واکنش:

**نکات مهم در مورد K و Q و رابطه‌ی بین آنها:**

**۱)** $Q$ ( خارج قسمت واکنش )، معیاری از پیشرفت واکنش است. وقتی مخلوط واکنش، تنها دارای واکنش دهنده‌هاست. صورت عبارت خارج قسمت واکنش برابر صفر می‌شود از این رو $Q = ۰$ .

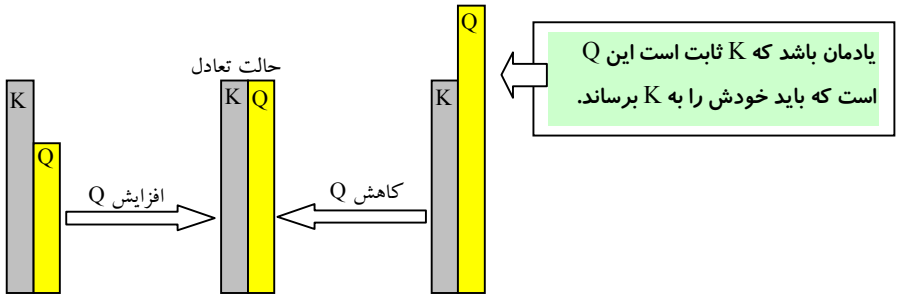
**۲)** با پیشرفت واکنش مطابق عبارت خارج قسمت واکنش ، غلظت فرآورده‌ها (صورت خارج قسمت واکنش) افزایش و غلظت واکنش دهنده‌ها (مخرج خارج قسمت واکنش ) کاهش می‌یابد،در نتیجه مقدار $Q$ زیاد خواهد شد.

**۳)** اگر همه‌ی واکنش دهنده ها به فرآورده‌ها تبدیل شوند (واکنش کامل است) و مقدار $Q$ بی‌نهایت خواهد بود.

**۴)** اگر $Q<K$ باشد در این صورت و اکنش از چپ به راست می رود (واکنش رفت انجام می گیرد) تا به تعادل برسد. به این ترتیب $Q$ تا جایی افزایش می‌یابد که با $K$ برابر باشد.( به عبارت ساده **Q** از **K** عقب مانده و باید به سمت جلو حرکت کند تا با **K** برابر باشد .)

**۵)** اگر $Q>K$ باشد. در این صورت واکنش از راست به چپ می رود (واکنش برگشت انجام می گیرد) تا به تعادل برسد به این ترتیب $Q$ تا جایی کاهش می‌یابد که با $K$ برابر شود. ( به عبارت ساده **Q** از **K** جلو زده و باید به سمت عقب برگردد تا با **K** برابر باشد .)

**۶)** اگر $Q = K$ باشد سیستم در حال تعادل است.




**مقایسه مقدار K و Q و تعیین جهت پیشرفت واکنش**

**سوال(۱۴):** اگر براساس واکنش تعادلی نمادین گازی: $A + B \Leftrightarrow ۲C$ ، $K = ۲/۲۵$ ، مقدار ۰/۱ مول از هر یک از دو گاز **A** و **B** را با ۰/۱۵ مول گاز **C** در ظرفی یک لیتری، مخلوط کنیم تا با هم در شرایط آزمایش واکنش دهند، کدام وضعیت پیش می‌آید؟(تجربی –سراسری۸۸)

۱) واکنش‌های رفت و برگشت با سرعت برابر انجام خواهند گرفت.

۲) **Q** از **K** بزرگ‌تر است و تعادل در جهت رفت جابه‌جا می‌شود.

۳) **Q** از **K** کوچک‌تر است و تعادل در جهت، برگشت جابه‌جا می‌شود.

۴) مخلوط، در وضعیت تعادل قرار می‌گیرد و سرعت واکنش در هر دو ظرف به صفر می‌رسد.

**دامها:** ۱- محاسبه مقدار**Q** – ۲- مقایسه **K** و **Q** -۳- پیش بینی جهت پیشرفت واکنش تا رسیدن به تعادل.

**راه حل ها:** ۱- $Q = \frac{[C]^۲}{[A][B]} = \frac{(۰/۱۵)^۲}{(۰/۱)^۲} = ۲/۲۵$ ، چون **Q=K** است،پس واکنش در تعادل است و واکنشهای رفت و برگشت با سرعت برابر انجام می شوند.اما این سرعت ها صفر نیستند.

**پاسخ : گزینه(۱)**

**سوال(۱۵):** واکنش تعادلی، $۲SO_۲(g) + O_۲(g) \rightleftharpoons ۲SO_۳(g)$ ; $K = ۳/۲ L.mol^{-۱}$ ، به ازای غلظت های داده شده (برحسب $mol.L^{-۱}$) در کدام ردیف جدول روبه رو ،در شرایط واکنش،به حالت تعادل وجود دارد؟(ریاضی- خارج کشور۸۶)

| $[SO_۲]$ | $[O_۲]$ | $[SO_۳]$ |
|---|---|---|
| ۰/۳ | ۰/۵ | ۰/۴ |
| ۰/۵ | ۰/۲ | ۰/۳ |
| ۰/۵ | ۰/۲ | ۰/۴ |
| ۰/۳ | ۰/۵ | ۰/۳ |

۱) ردیف ۱

۲) ردیف ۲

۳) ردیف ۳

۴) ردیف ۴

**دامها:** ۱-محاسبه مقدارQ ۲- دانستن وضعیت K و Q در لحظه تعادل؟

**راه حل ها:** ۱- محاسبه مقدار Q برای هر یک از ردیف ها-۲- در شرایط تعادل باید Q=K باشد.پس در هر کدام Q=K باشد، واکنش در تعادل است.

**پاسخ : گزینه(۳)**

**سوال(۱۶):** درمورد سامانه ی برگشت پذیر زیر که شامل دو مول از هریک از واکنش دهنده ها و یک مول فراورده در یک ظرف یک لیتری است،کدام مطلب درست است؟(ریاضی- خارج کشور۹۰) $N_2(g)+2O_2(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)\ ,K=0/1L.mol^{-1}\ ,\Delta H=+68kJ$

۱)در حال تعادل است. ۲)در جهت برگشت جابجا می شود.

۳) در جهت رفت جابجا می شود. ۴) با افزایش دما در جهت برگشت جابجا می شود.

**دامها:** ۱-محاسبه مقدارQ ۲- دانستن وضعیت K و Q در لحظه تعادل؟

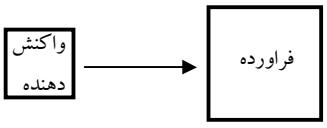
**راه حل ها:** ۱- محاسبه مقدار Q برای واکنش-۲- چون مقدارQ از K بزرگ تر است پس واکنش در تعادل نیست و برای رسیدن به تعادل باید در جهت برگشت جابجا شود.۳- واکنش گرماگیر است و با افزایش دما در جهت رفت جابجا می شود.

**پاسخ : گزینه(۲)**

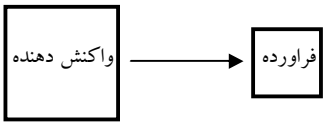
## قسمت(۴): موقعیت تعادل وتفسیر ثابت تعادل و بررسی تعادل از جنبه سینتیک و ترمودینامیک:

### موقعیت یک تعادل

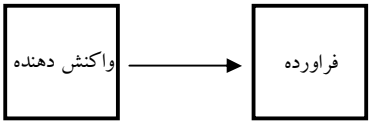
۱- اگر مقدار ثابت تعادل $K\rangle 1$ باشد،مقدار فراورده ها بیشتر از واکنش دهنده ها است.




۲- اگر مقدار ثابت تعادل $K\langle 1$ باشد،مقدار واکنش دهنده ها بیشتر از فراورده ها است.




۳- اگر مقدار ثابت تعادل $K \approx 1$ باشد،مقدار فراورده ها با واکنش دهنده ها برابر است.




### یک تعادل را می توان از دو جنبه بررسی کرد.

### ۱- بررسی تعادل از جنبه سینتیک

الف) اگر انرژی فعال‌سازی واکنش زیاد باشد، سرعت واکنش پایین بوده و زمان برقراری تعادل بیشتر خواهد بود.بنابراین چنین واکنشی از نظر سینتیکی کنترل می شودو از نظر سنتیکی نامساعد است.

زمان برقراری تعادل زیاد ⇒ سرعت واکنش پایین ⇒ انرژی فعالسازی زیاد

ب) اگر انرژی فعال‌سازی واکنش کم باشد،سرعت واکنش زیاد بوده و زمان برقراری تعادل کمتر خواهد بود.بنابراین چنین واکنشی از نظر سینتیکی کنترل نمی شودو از نظر سینتیکی مساعد است.

زمان برقراری تعادل کم ⇒ سرعت واکنش زیاد ⇒ انرژی فعالسازی کم

### ۲- تفسیر ثابت تعادل

بررسی تعادل از نظر ترمودینامیکی در واقع بررسی موقعیت تعادل است که فقط از روی ثابت تعادل K ، که خود یک ویژگی ترمودینامیکی است ، صورت می گیرد. منظور از تفسیر ثابت تعادل استخراج اطلاعات حاصل از مقدار ثابت تعادل K واکنش مورد نظراست. برای درک بهتر این مطلب و تفسیر ثابت تعادل یک واکنش واکنشهای تعادلی را در چهار دسته تقسیم می کنیم.

**برای بررسی موقعیت تعادل می توانید از جدول زیر استفاده کنید.**

| مقدار K | موقعیت تعادل | سهم واکنش دهنده ها یا فراورده ها |
|---|---|---|
| $K\rangle 10^{2}$ | در سمت راست(سمت فراورده ها) | سهم فراورده ها بیشتر است. |
| $K\langle 10^{-2}$ | در سمت چپ(سمت واکنش دهنده ها) | سهم واکنش دهنده ها بیشتر است. |
| $10^{-2}\langle K\langle 10^{2}$ | در میانه | واکنش دهنده ها و فراورده ها تقریباً سهم یکسانی دارند. |
| $K\rangle 10^{10}$ | در سمت فراورده ها | تقریباً واکنش دهنده ها بطور کامل مصرف می شوند. |
| $K\langle 10^{-10}$ | در سمت واکنش دهنده ها | تقریباً واکنشی انجام نمی شود. |

**سوال(۱۷):** اگر مقدار ثابت تعادل بسیار بزرگ باشد،کدام عبارت درباره این واکنش تعادلی همواره درست است؟(ریاضی- خارج کشور۹۰)

۱)در صورت انجام تا مرز کامل شدن پیش می رود. ۲)با سرعت بسیار زیاد به حالت تعادل می رسد.

۳)در مجاورت یک کاتالیزگر مناسب انجام گرفته است. ۴)نسبت غلظت واکنش دهنده ها به فراورده ها در آن زیاد است.

**راه حل ها:** ۱- بزرگی K نشان از تبدیل زیاد واکنش دهنده ها به فراورده هاست،و نشان می دهد تعادل در سمت فراورده ها قرار دارد و سهم واکنش دهنده ها در تعادل بسیار کم است.۲- مقدار K ربطی به زمان برقراری تعادل ندارد.۳- کاتالیزگر تاثیری در مقدار ثابت تعادل ندارد.

**پاسخ : گزینه(۱)**

**سوال(۱۸):** ثابت تعادل چهار واکنش تعادلی داده شده است. در کدام مورد می‌توان از روش‌های استوکیومتری محاسبات کمی را انجام داد؟ (تالیفی)

۱) ۱۰۲ ۲) ۷۹۴ ۳) $1/6\times10^{22}$ ۴) $3\times10^{-2}$

**راه حل ها:** ۱- برای واکنش کامل یا در مرز کامل شدن که مقدار K بسیار بزرگی دارد می توان از روش‌های استوکیومتری محاسبات کمی را انجام داد.

**پاسخ : گزینه(۳)**

**سوال(۱۹):** گزینه‌های زیر درستند به جز گزینه ..... (تالیفی)

۱) در تعادل $A\leftrightarrow B$ با $K=10^{-2}$ مواد واکنش دهنده غالب هستند.

۲) بزرگ بودن ثابت تعادل نشان دهنده‌ی سریع برقرار شدن تعادل است.

۳) اگر در تعادل $2A+B\leftrightarrow 2C$ با $K=900$ ، ۲ مول A و ۱ مول B وارد ظرف شود، مقدار C بیشتر خواهد شد.

۴) با استفاده از ثابت تعادل می‌توان میزان پیشرفت واکنش را تعیین کرد.

**راه حل ها:** ۱- K کوچک نشان از حضور زیاد مواد واکنش دهنده است.-۲- زمان رسیدن به تعادل ربطی به مقدار K ندارد.-۳- با افزودن مواد واکنش دهنده تعادل در جهت رفت جابجا شده و مقدار فراورده ها بیشتر می شود.۴- هرچه K بیشتر باشد، پیشرفت واکنش بیشتر است و بالعکس.

**پاسخ : گزینه(۲)**

## قسمت(۵): عوامل موثر بر تعادل (اصل لوشاتلیه):

**شعار لوشاتلیه:** *(اضافی باید مصرف شود - کمبود باید جبران شود).*

### ۱- اثر تغییر غلظت بر تعادل:

۱- اگر غلظت یکی از مواد موجود در تعادل افزایش یابد، تعادل چنان تغییر می کند که غلظت اضافه شده کاهش یابد، یعنی اضافه باید مصرف شود. به‌طوریکه:

الف) اگر غلظت یکی از مواد واکنش دهنده اضافه شود، تعادل برای مصرف آن در جهت رفت (به سمت راست) جابجا می شود.

ب) اگر غلظت یکی از فراورده ها اضافه شود، تعادل برای مصرف آن در جهت برگشت (به سمت چپ) جابجا می شود.

**۲-** اگر غلظت یکی از مواد موجود در تعادل کاهش یابد، تعادل چنان تغییر می کند که غلظت کاهش یافته را جبران کند، یعنی کمبود باید جبران شود.به‌طوریکه:

الف) اگر غلظت یکی از مواد واکنش دهنده کاهش یابد، تعادل برای تولیدآن در جهت برگشت (به سمت چپ) جابجا می شود.

ب) اگر غلظت یکی‌از فراورده ها کاهش یابد، تعادل برای تولید آن در جهت رفت (به سمت راست) جابجا می شود.

**سؤال:** اثرهریک ازتغییرات غلظت مواد زیررا برای واکنش تعادلی $Fe^{3+}_{(aq)} + SCN^{-}_{(aq)} \Leftrightarrow FeSCN^{2+}_{(aq)}$ توضیح دهید؟
(بی رنگ) (زرد کم رنگ) (قرمزتیره)

**الف) افزودن پتاسیم تیوسیانات** KSCN (این ماده به صورت $K^+$ و $SCN^-$ درآب حل می شود)

**ب)** $FeCl_3$ (این ماده به صورت $Fe^{3+}$ و $3Cl^-$ درآب حل می شود)

**ج) افزودن** $AgNO_3$ (AgSCN تشکیل شده تقریبا یک رسوب است).

**جواب: الف) با افزودن** KSCN **و به هم زدن محلول این ماده به راحتی در محلول حل می‌شود و یونهای** $K^+$ **و** $SCN^-$ **وارد محلول می‌شود یعنی غلظت** $SCN^-$ **افزایش می‌یابد. در نتیجه تعادل برای کاهش اثر این تغییر تحمیل شده به سمت راست جابجا شده و** $SCN^-$ **اضافی را مصرف می کند و** $FeSCN^{2+}$ **تولید می‌شود و رنگ محلول تیره‌تر می‌شود.**

**ب) با افزودن** $FeCl_3$ **که به‌صورت یونهای** $Fe^{3+}$ **و** $Cl^-$ **در محلول اضافه می‌شود. غلظت** $Fe^{3+}$ **بیشتر می‌شود و تعادل به سمت راست جابجا می‌شودتا** $Fe^{3+}$ **اضافی را مصرف کرده و** $FeSCN^{2+}$ **تولیدکندو دوباره محلول تیره رنگ می‌شود.**

**ج) با افزودن** $AgNO_3$ **که به صورت یونهای** $Ag^+$ **و** $NO_3^-$ **به محلول اضافه می‌شود. یونهای** $Ag^+$ **با یونهای** $SCN^-$ **واکنش داده و آنها را به‌صورت رسوب نقره تیوسیانات از محلول خارج می‌کنند.یعنی یون** $SCN^-$ **از محلول خارج می شود.**

$$Ag^{+}_{(aq)} + SCN^{-}_{(aq)} \longrightarrow AgSCN_{(S)}$$

**در این حالت تغییر تحمیل شده کاهش یونهای** $SCN^-$ **می‌باشد که تعادل برای جبران آن به سمت چپ جابجا شده و در جهت تجزیه‌ی یونهای رنگی** $FeSCN^{2+}$ **تجزیه می شوند و یونهای بی‌رنگ** $SCN^-$ **و زرد رنگ** $Fe^{3+}$ **را تولید می کنندر نتیجه رنگ محلول روشن‌تر می‌شود.**

**سوال(۲۰):** کدام مطلب درباره‌ی واکنش به حالت تعادل زیر، در ظرف سربسته نادرست است؟(تجربی –سراسری۹۰)

$$2NaHCO_3(s) \rightleftharpoons Na_2CO_3(s) + CO_2(g) + H_2O(g)$$

۱) یک واکنش تعادلی ناهمگن سه فازی است.

۲) خارج کردن مقداری سدیم کربنات از سامانه، تعادل را به سمت چپ جابه‌جا می‌کند.

۳) با خارج کردن مقداری بخار آب از سامانه، از جرم مواد جامد کاسته می‌شود.

۴) رابطه‌ی ثابت تعادل این واکنش به‌صورت $K = [CO_2][H_2O]$ است.

**دامها:** ۱-تشخیص همگن یا ناهمگن بودن تعادل؟-۲- تغییر مقدار یک ماده جامد که عضوی از تعادل است،چه تاثیری بر تعادل دارد؟

**راه حل ها:** ۱- تعادل مورد نظر یک تعادل سه فازی است.(جامدها هر کدام یک فاز و دو گاز با هم یک فاز تشکیل می دهند.)-۲- افزودن ماده ی جامد به یک سیستم تعادلی و یا خارج کردن آن ، سبب جابجایی تعادل نمی شود.۳- با خارج شدن بخار آب تعادل برای جبران آن در جهت رفت جابجا می شود، ماده جامد سدیم کربنات تولید شده و جامد سدیم هیدروژن کربنات مصرف می شود و از آنجایی که تغییر تعداد مولهای سدیم هیدروژن کربنات ۲ برابر سدیم کربنات است،و از طرفی مقداری از مواد جامد به گاز تبدیل می شود،پس در مجموع جامد مصرف شده بیشتر از جامد تولید شده است.*(البته غلظت مواد جامد همچنان ثابت است.)*

**پاسخ : گزینه(۲)**

**سوال(۲۱):** اگر تعادل گازی: $2HI(g) \rightleftharpoons H_2(g) + I_2(g)$ ، در ظرفی با حجم ثابت روی دهد.جابجایی تعادل به سمت چپ،راست و ... به ترتیب،بر اثر ..... گاز..... ، ..... گاز ..... و ..... گاز ..... انجام می گیرد. *(ریاضی- خارج کشور۸۷)*

۱) افزایش- $H_2$ – کاهش- $I_2$ – افزایش- HI

۲) افزایش- $I_2$ – کاهش- $H_2$ – کاهش- HI

۳) کاهش- HI – افزایش- HI – افزایش- $H_2$

۴) کاهش- $I_2$ – افزایش- HI– کاهش- $H_2$

**دامها:** ۱- تاثیر افزایش و کاهش یک ماده بر تعادل چیست؟-۲- ماده ای که مقدار آن کاهش یا افزایش می یابد، یک فراورده است یا یک واکنش دهنده؟-۳- تغییر ایجاد شده تعادل را در چه جهتی جابجا می کند.

**راه حل ها:** ۱- افزایش یک واکنش دهنده به تعادل و کاهش یک فراورده از تعادل، آن را در جهت رفت(راست) جابجا می کند.۲- کاهش یک واکنش دهنده و افزایش یک فراورده به تعادل، تعادل را در جهت برگشت(چپ) جابجا می کند.

**پاسخ : گزینه(۱)**

**سوال(۲۲):** با وارد کردن مقداری اکسیژن در سیستم گازی به حالت تعادل $N_2O_4 \Leftrightarrow 2NO_2 \Leftrightarrow 2NO+O_2$ غلظت‌های NO و $N_2O_4$ به ترتیب چه می‌شوند؟(*کنکور سراسری*)

۱) زیاد ـ کم ۲) زیاد ـ زیاد ۳) کم ـ زیاد ۴) کم ـ کم

**راه حل ها:** ۱- افزودن گاز اکسیژن به تعادل، سبب جابجایی تعادل اول در جهت رفت می شود.(مقداری از NO به همراه مقداری از اکسیژن اضافه شده،مصرف می شود.در نتیجه مقداری $NO_2$ تولید می شود و به تعادل دوم مقداری $NO_2$ اضافه می شود و تعادل دوم نیز در جهت رفت جابجا می شودو در این حالت مقداری از $NO_2$ تولید شده از جابجایی تعادل اول، مصرف شده و به $N_2O_4$ تبدیل می شود و مقداری هم به مقدار تعادلی اولیه آن افزوده می شود.در نهایت اینکه نسبت به تعادل قبلی،غلظت NO کاهش و غلظت $O_2$ و $NO_2$ و $N_2O_4$ افزایش می یابد.

**پاسخ : گزینه(۳)**

## ۱– اثر تغییر فشار بر تعادل:

تغییر فشار بر سیستم هایی مؤثر است که در آنها :

**الف)** همه یا حداقل یکی از مواد موجود در تعادل گازی باشد.

**ب)** تعداد مولهای گازی در دو سمت تعادل برابر نباشد.

### بررسی اثر تغییر فشار بر تعادل:

اصل لوشاتلیه را برای انجام پیش‌بینی‌های کیفی درمورداثرتغییرات فشار برسیستم‌های درحال تعادل نیزمی‌توان به‌کار برد. به‌طوریکه:

**الف)** با افزایش فشار بر یک سیستم تعادلی،به‌دلیل کاهش حجم، سیستم برای برقراری تعادل جدیددرجهت تولید تعداد مولهای کمترپیشرفت می کند.

**ب)** باکاهش فشار (افزایش حجم)،سیستم برای برقراری تعادل جدید درجهت تولید تعداد مولهای بیشتر جابجا می‌شود.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| افزایش سرعت رفت و برگشت | ⟶ | افزایش غلظت مواد | ⟶ | افزایش فشار(کاهش حجم) |
| کاهش سرعت رفت و برگشت | ⟶ | کاهش غلظت مواد | ⟶ | کاهش فشار(افزایش حجم) |

**سوال(۲۳):** کدام واکنش تعادلی ناهمگن است و براثر انتقال به ظرف سربسته بزرگ تر یا کوچک تر در دمای ثابت،در جهت رفت یا برگشت جابجا نمی شود؟ (*ریاضی- خارج کشور۸۶*)

۱) $SO_3(g)+H_2(g) \rightleftharpoons SO_2(g)+H_2O(g)$

۲) $H_2S(g)+I_2(s) \rightleftharpoons S(s)+2HI(g)$

۳) $NH_4HS(s) \rightleftharpoons NH_3(g)+H_2S(g)$

۴) $FeO(s)+CO(g) \rightleftharpoons Fe(s)+CO_2(g)$

**دامها:** ۱- تشخیص تعادل همگن و ناهمگن-۲- تشخیص تعادلی که تغییر حجم و فشار بر آن موثر نیست.

**راه حل ها:** ۱- تعادل گزینه(۱)، همگن و بقیه ناهمگن هستند.۲- در تعادل گزینه(۲) که ناهمگن است، تعداد مولهای گازی در دو سمت برابر است، پس تغییر حجم و فشار سبب جابجایی نمی شود. (بر واکنشهایی که در آنها تعداد مولهای گازی در دو سمت یک سیستم تعادلی برابر است ($\Delta n_{(g)} = 0$) تغییر فشار اثری بر موقعیت تعادل ندارد.)

۳-تغییرات فشار بیشترین اثر را بر تعادلهای شامل مواد گازی دارد. به طوری که در تعادلهای ناهمگن اثر فشار را می‌توان با شمارش تعداد مولهای گاز در دو طرف واکنش پیش‌بینی کرد. به‌عنوان مثال تغییر فشار بر موقعیت تعادل زیر اثری ندارد زیرا در هر دو طرف تعادل، چهار مول گاز وجود دارد.

$$3Fe_{(S)}+4H_2O_{(g)} \Leftrightarrow Fe_3O_{4(S)}+4H_{2(g)}$$

**پاسخ : گزینه(۴)**

**سوال(۲۴):** کدام واکنش تعادلی از نوع ناهمگن است و با انتقال مخلوط تعادلی به ظرف سربسته بزرگ تر در دمای ثابت،در جهت رفت جابجا می شود؟ *(ریاضی- خارج کشور۸۸)*

۱) $PCl_5(g) \rightleftharpoons PCl_3(g) + Cl_2(g)$

۲) $CaCO_3(s) \rightleftharpoons CaO(s) + CO_2(g)$

۳) $CO(g) + H_2O(g) \rightleftharpoons CO_2(g) + H_2(g)$

۴) $2HI(g) + S(s) \rightleftharpoons H_2S(g) + I_2(s)$

**دامها:** ۱- تشخیص تعادل همگن و ناهمگن-۲- تشخیص تعادلی که تغییر حجم و فشار بر آن موثر بوده و سبب جابجایی در جهت رفت می شود.

**راه حل ها:** ۱- تعادل ۲ و ۴ ناهمگن است.-۲- ظرف بزرگ(افزایش حجم) سبب جابجایی در جهت تولید مولهای گازی بیشتر می شود.(تعادل(۲)).

**پاسخ : گزینه(۲)**

## ۱- اثر تغییر دما بر تعادل:

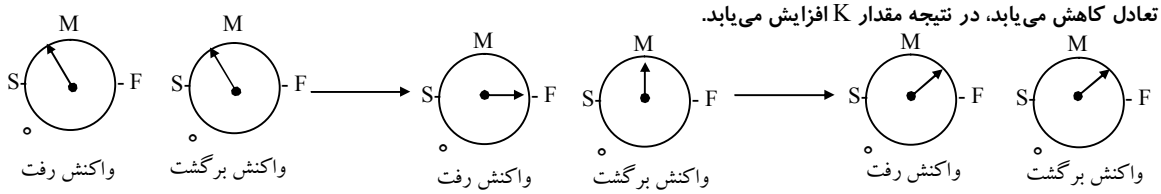
**برای پیش‌بینی اثرتغییردما بریک سیستم در حال تعادل باید نوع واکنش از لحاظ گرماگیری وگرمازایی مشخص باشد. به‌طور کلی می‌توانیدبا استفاده از دو قاعده‌ی زیر برای سیستم‌های تعادلی اثر تغییر دما را بررسی کنید.**

**قاعده ی ۱)تعادلهای گرماگیر:** $A + B \Leftrightarrow C + D \quad \Delta H > 0$

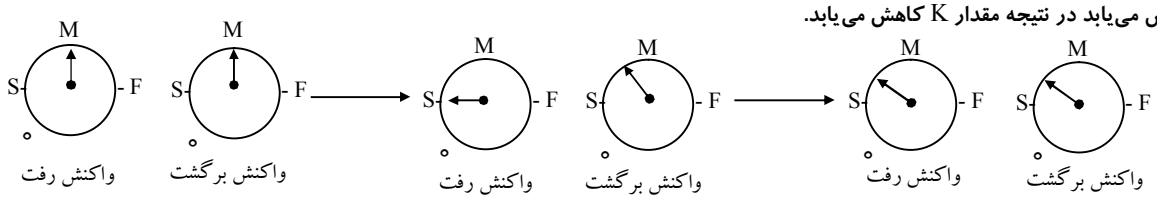
فراورده ها $\Leftrightarrow q +$ مواد واکنش دهنده $\quad \Delta H > 0$

**این واکنش تعادلی فرضی در جهت رفت گرماگیر و در جهت برگشت گرمازاست. بنابراین:**

**الف)** با افزایش دما، هم سرعت واکنش رفت و هم سرعت واکنش برگشت هر دو زیاد می شود اما سرعت واکنش رفت بیشتر افزایش می یابد. یعنی تعادل در جهت گرماگیری پیشرفت کرده و تعادل به سمت راست جابجا می‌شود. در این حالت صورت عبارت ثابت تعادل بیشتر شده و مخرج عبارت ثابت تعادل کاهش می‌یابد، در نتیجه مقدار K افزایش می‌یابد.




**ب)** با کاهش دما، هم سرعت واکنش رفت و هم سرعت واکنش برگشت هر دو کم می شود اما سرعت واکنش رفت بیشتر کاهش می یابد. یعنی تعادل به سمت چپ جابجا می‌شود. یعنی محصولات به مواد اولیه تبدیل می‌شوندو صورت عبارت ثابت تعادل کاهش و مخرج عبارت ثابت تعادل افزایش می‌یابد در نتیجه مقدار K کاهش می‌یابد.

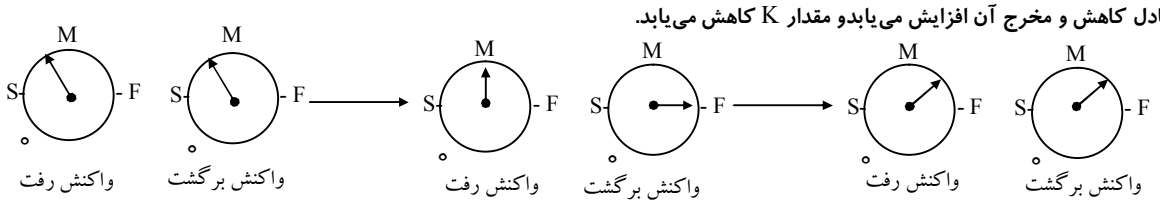



**قاعده ی ۲) تعادلهای گرماده :** $A + B \Leftrightarrow C + D \quad \Delta H < 0$

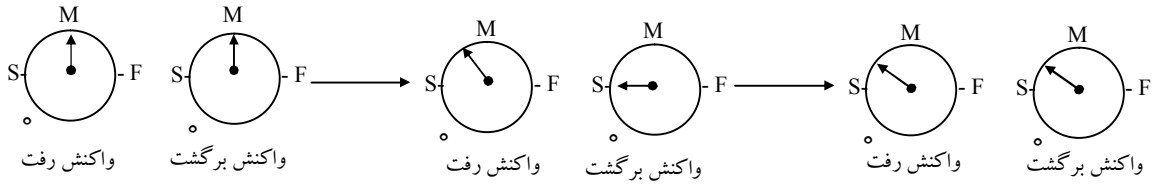
$q +$ فراورده ها $\Leftrightarrow$ مواد واکنش دهنده $\quad \Delta H < 0$

**این واکنش تعادلی فرضی در جهت رفت گرماده و در جهت برگشت گرماگیراست. در این حالت:**

**الف)** با افزایش دما، هم سرعت واکنش رفت و هم سرعت واکنش برگشت هر دو زیاد می شود اما سرعت واکنش برگشت بیشتر افزایش می یابد. یعنی تعادل در جهت گرماگیری یعنی در جهت برگشت پیشرفت می کند، درنتیجه سبب جابجایی تعادل به سمت چپ شده و صورت عبارت ثابت تعادل کاهش و مخرج آن افزایش می‌یابدو مقدار K کاهش می‌یابد.



ب) با کاهش دما، هم سرعت واکنش رفت و هم سرعت واکنش برگشت هر دو کم می شود اما سرعت واکنش برگشت بیشتر کاهش می یابد. یعنی سیستم تعادلی به سمت راست جابجا شده و صورت عبارت ثابت تعادل افزایش و مخرج عبارت ثابت تعادل کاهش می یابد در نتیجه، مقدار ثابت تعادل K افزایش می‌یابد.




تعادل اولیه — لحظه کاهش دما — تعادل جدید

***عامل دو گانه در تعادل:***

**دما تنها عاملی است که علاوه بر جابجایی تعادل، مقدار عددی ثابت تعادل را نیز تغییر می دهد.**

**اثر دما بر تعادل:**

| نوع تعادل | تغییر دما | جهت جابجایی | تغییر مقدار K |
|---|---|---|---|
| گرماگیر | افزایش | در جهت رفت | افزایش |
| گرماگیر | کاهش | در جهت برگشت | کاهش |
| گرماده | افزایش | در جهت برگشت | کاهش |
| گرماده | کاهش | در جهت رفت | افزایش |

همان طوری که در جدول فوق ملاحظه می کنید در تعادل های گرماگیر تغییر دما با مقدار **K** رابطه ی مستقیم و در تعادل های گرماده تغییر دما با مقدار **K** رابطه ی عکس دارد. درضمن با افزایش دما تعادل در جهتی جابجا می شود که **q** در آن سمت قرار ندارد اما با کاهش دما تعادل در جهتی جابجا می شود که **q** در آن سمت قرار دارد.

**سوال(۲۵):** اگر در واکنش تعادلی گازی $\Delta H>0$ : $nA \Leftrightarrow mB$ **n** کوچک تر از **m** باشد،کدام عبارت همواره درباره آن درست است؟

(تجربی- خارج کشور۸۵)

۱) ثابت تعادل آن بزرگ تر از واحد است.
۲) سرعت رسیدن آن به حالت تعادل ،زیاد است.
۳) افزایش دما سبب افزایش مقدار ثابت تعادل می شود.
۴) با انتقال به ظرف کوچک تر در دمای ثابت،مقدار**B** افزایش می یابد.

**دامها:** ۱- **به کلمه همواره توجه داشته باشید.**

**راه حل ها:** ۱- غلظتهای تعادلی در دسترس نیست و مقدار ثابت تعادل هم قابل پیش بینی نیست.۲- زمان رسیدن به تعادل مشخص نیست، حتی اگر **K** هم معلوم باشد. ۳- تعادل گرماگیر است و با افزایش دما در جهت رفت جابجا می شود. در نتیجه ثابت تعادل بیشتر می شود.۴- تعداد مولهای گازی درسمت فراورده ها بیشتر است،پس انتقال آن به ظرف کوچک تر سبب جابجایی در جهت برگشت شده و مقدار **B** کاهش می یابد.

**پاسخ : گزینه(۳)**

**سوال(۲۶):** باتوجه به داده های جدول زیر که به واکنش تعادلی گازی: $2SO_2(g)+O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g)$ مربوط است،کدام مطلب نادرست است؟ (تجربی- خارج کشور۹۰)

| دما ($^\circ C$) | $K(mol^{-1}.L)$ |
|---|---|
| ۲۵ | $۲\times۱۰^{۲۴}$ |
| ۲۲۷ | $۲/۵\times۱۰^{۱۰}$ |
| ۴۳۶ | $۲/۵\times۱۰^{۴}$ |

۱) $\Delta H$ واکنش منفی است.
۲)با افزایش دما،تعادل در جهت برگشت جابجا می شود.
۳)واکنش گرماده است و افزایش دما سبب کاهش سرعت آن می شود.
۴)انرژی فعالسازی واکنش در جهت رفت کم تر از مقدار آن در جهت برگشت است.

**دامها:** ۱- رابطه تغییر دما با مقدار **K** یا ثابت تعادل؟-۲- تاثیر دما بر جابجایی تعادل؟-۳- مقدار انرژی فعالسازی واکنشهای رفت و برگشت در یک واکنش تعادلی؟

**راه حل ها:** ۱- با افزایش دما مقدار ثابت تعادل کاهش یافته است، یعنی تعادل در جهت رفت گرماده است و Q در سمت فراورده ها قرار دارد و واکنش گرماده است.۲- در تعادل گرماده با افزایش دما، تعادل در جهت برگشت جابجا می شود.۳- چه در تعادلهای گرماده و چه در تعادلهای گرماگیر، افزایش دما سبب افزایش سرعت و کاهش دما سبب کاهش سرعت واکنشهای رفت و برگشت می شود.۴- در یک واکنش گرماده مقدار انرژی فعالسازی واکنش رفت از برگشت کمتر است.

**پاسخ : گزینه(۳)**

**سوال(۲۷):** مفهوم کدام گزینه در مورد سیستم تعادلی زیر نادرست است؟(تالیفی)

$$SO_2Cl_2(g) \rightleftharpoons SO_2(g) + Cl_2(g) \qquad \Delta H > 0$$

۱)با افزودن $SO_2$ ، دمای سیستم افزایش می یابد. ۲)با خارج کردن $SO_2Cl_2$ ،دمای سیستم کاهش می یابد.

۳)با افزایش فشار، تعادل در جهت چپ جابجا می شود. ۴)با کاهش دما، مقدار ثابت تعادل کاهش می یابد.

**دامها:** ۱- تاثیر افزایش یک ماده به تعادل یا خارج شدن یک ماده از تعادل بر جابجایی آن تعادل؟-۲- تاثیر تغیر فشار بر تعادل؟-۳- تاثیر کاهش دما بر یک تعادل گرماگیر؟-۴- تاثیر دما بر مقدار ثابت تعادل؟

**راه حل ها:** ۱- تعادل گرماگیر است،پس جابجایی در جهت رفت سبب کاهش دمای سیستم و جابجایی در جهت برگشت سبب افزایش دمای سیستم می شود.از این رو با افزودن $SO_2$ و خارج کردن $SO_2Cl_2$ سبب جابجایی تعادل در جهت برگشت شده و دمای سیستم بدلیل تولید گرما افزایش می یابد.۲- با افزایش فشار تعادل در سمت چپ جابجا می شود.(بدلیل تولید مولهای گازی کمتر).۳- با کاهش دما،تعادل در جهت برگشت جابجا شده و مقدار ثابت تعادل کاهش می یابد.

**پاسخ : گزینه(۲)**

**سوال(۲۸):** در واکنش تعادلی $2A(g) \rightleftharpoons B(g) \;;\; \Delta H < 0$ اگر دما را بالا ببریم، ثابت تعادل و زمان رسیدن به تعادل به ترتیب دستخوش کدام تغییر می‌شوند؟ (کنکور سراسری)

۱) افزایش ـ کاهش ۲) افزایش ـ افزایش ۳) کاهش ـ کاهش ۴) کاهش ـ افزایش

**راه حل ها:** ۱- تعادل گرماده است،پس افزایش دما سبب جابجایی در جهت برگشت شده و مقدار K کاهش می یابد.۲- با افزایش دما سرعت واکنشهای رفت و برگشت هردو افزایش می یابد و زمان رسیدن به تعادل کمتر می شود.

**پاسخ : گزینه(۳)**

## ۱- اثر کاتالیزگر بر تعادل:

***نکات مهم در مورد نقش کاتالیزگر در تعادل:***

۱-کاتالیزگر قبل از برقراری تعادل،با افزایش سرعت واکنشهای رفت و برگشت سبب می شود تا تعادل زودتر برقرار شود اما پس از برقراری تعادل، اثری بر موقعیت یک تعادل شیمیایی ندارد، زیرا به‌طور یکسان برسرعت واکنش رفت و برگشت اثر می‌گذارد.

۲- یک کاتالیزگر تأثیری برغلظتهای تعادلی ومقدارK ،ثابت تعادل ندارد، اما می‌تواند سیستم را زودتربه تعادل برساند.

۳- میزان پیشرفت کلی واکنش از آغاز تا برقراری تعادل در حضور کاتالیزگر ویا در غیاب آن هیچ فرقی نمی‌کند.

۴- کاتالیزگر برثابت سرعت واکنش های رفت $k_1$ و برگشت $k_2$ به یک میزان اثر می گذارد و از آنجایی که ثابت تعادل برابر نسبت ثابت سرعت رفت بر ثابت سرعت برگشت است، در نتیجه کاتالیزگر بر مقدار ثابت تعادل بی تاثیر است.

$$K = \frac{k_1}{k_2}$$

**سوال(۲۹):** کدام مطلب درباره نقش کاتالیزگر در واکنش های برگشت پذیر،نادرست است؟(ریاضی- خارج کشور۸۵)

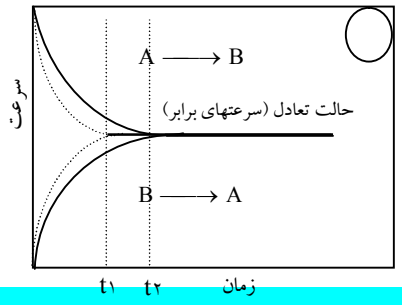
۱) زمان برقرار شدن حالت تعادل را کوتاه تر می کند.

۲)مقدار ثابت تعادل را بزرگ تر 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 فعالسازی واکنش های رفت و برگشت را به یک اندازه کاهش می دهد.

**راه حل ها:** ۱- همانطوری که در فصل ۱ عنوان شد کاتالیزگرها از طریق کاهش انرژی فعال‌سازی، سبب افزایش سرعت واکنشها می‌شوند. کاتالیزگرها در یک واکنش برگشت پذیر انرژی فعال‌سازی واکنشهای رفت و برگشت را به یک میزان کاهش می‌دهند. در نتیجه سرعت واکنشهای رفت و برگشت را افزایش می‌دهند. بنابراین سرعت واکنشهای رفت و برگشت سریعتر از زمان مورد نظر برابر می‌شود و تعادل زودتر برقرار می‌شود.نمودار زیر اثر کاتالیزگر بر یک تعادل را نشان می دهد.




زمان برقراری تعادل در حضور کاتالیزگر = $t_1$

زمان برقراری تعادل بدون حضور کاتالیزگر = $t_2$

**پاسخ : گزینه(۲)**

**سوال(۳۰):** در سیستم به حالت تعادل $N_2O_4 + q \leftrightarrow 2NO_2$ کدام تغییر زیر شدت رنگ خرمایی واکنش را کاهش می‌دهد؟

۱) افزایش دما ۲) افزایش فشار ۳) بکاربردن کاتالیزگر ۴) به هم زدن مخلوط در حال تعادل

کنکور سراسری

**دامها:** ۱- دانستن رنگ این دو گاز موجود در تعادل؟۲- تاثیر عوامل ذکر شده بر تعادل؟

**راه حل ها:** ۱- $NO_2$ به رنگ خرمایی و $N_2O_4$ بی رنگ است.۲- تعادل گرماگیر بوده و با افزایش دما در جهت رفت جابجا می شود و مقدار $NO_2$ بیشتر و شدت رنگ خرمایی افزایش می یابد.۳- افزایش فشار سبب جابجایی در جهت برگشت شده واز شدت رنگ خرمایی کاسته می شود.۴- کاتالیزگر و بهم زدن تعادل تاثیری ندارد.

**پاسخ : گزینه(۲)**

**سوال(۳۱):** کدام تغییر سبب جابجایی تعادل گازی $N_2O_4 + 57kj \leftrightarrow 2NO_2$ به سمت راست می‌شود؟ *(تالیفی)*

I. افزایش فشار II. افزایش حجم ظرف III. افزایش دما IV. کاتالیزگر

۱) فقط I و II و IV ۲) فقط I و II و III ۳) فقط II و III ۴) فقط I و III

**راه حل ها:** ۱- افزایش فشار و کاهش حجم در جهت تولید مولهای کمتر جابجا می شود و بالعکس.-۲- افزایش دما در جهت گرماگیری(مصرف گرما) جابجا می شود.۳- کاتالیزگری تاثیری بر جابجایی تعادل ندارد.

**پاسخ : گزینه(۳)**

**سوال(۳۲):** کاتالیزگر در یک واکنش برگشت‌پذیر با ..... انرژی فعال‌سازی واکنش های رفت و برگشت سبب می‌شود تا سرعت واکنش‌های رفت و برگشت ..... برابر شده و زمان رسیدن به تعادل..... یابد. *(تالیفی)*

۱) افزایش ـ زودتر ـ افزایش ۲) کاهش ـ زودتر ـ کاهش

۳) کاهش ـ دیرتر ـ کاهش ۴) افزایش ـ دیرتر ـ افزایش

**راه حل ها:** ۱- کاتالیزگر انرژی فعالسازی واکنش رفت و برگشت را کاهش می دهد در نتیجه سرعت واکنشهای رفت و برگشت را افزایش می دهد. و در زمان کمتری سرعت ها برابر شده و تعادل برقرار می شود.

**پاسخ : گزینه ( ۲ )**

## قسمت(۶):فرآیند هابر، نمونه ای از کاربرد عملی تعادل (کاربرد اصل لوشاتلیه در صنعت):

**سوال(۳۳):** فرایند هابر، گرما ... است و کاهش دما، سبب می‌شود که واکنش در جهت تولید آمونیاک ... جابه‌جا شود، اما سبب ... سرعت واکنش‌های رفت و برگشت می‌شود. به همین دلیل، این واکنش را در دماهای ... انجام می‌دهند. *(تجربی ـ سراسری ۸۶)*

۱) ده- بیش‌تر- کاهش- بالاتر ۲) ده- کم‌تر- افزایش- پایین‌تر

۳) گیر- بیش‌تر- کاهش- بالاتر ۴) گیر- کم‌تر- افزایش- پایین‌تر

**راه حل ها:** شرایط فرآیند هابر: $\Delta H = -۹۲kj$ $N_{۲(g)} + ۳H_{۲(g)} \Leftrightarrow ۲NH_{۳(g)}$

۱- غلظتهای زیادی از هیدروژن و نیتروژن باید در نظر گرفت.

۲- باید گاز آمونیاک را به محض تشکیل از محیط واکنش خارج ساخت تا غلظت این گاز هرگز زیاد نشود. زیرا در صورت زیاد شدن غلظت آمونیاک، تعادل در جهت برگشت جابه جا شده و آمونیاک تولید شده دو باره تجزیه می شود.

۳- دمای انتخاب شده بایدبه اندازه‌ای زیاد باشد که واکنش ، سرعت معقولی داشته باشد وبه اندازه‌ای کم باشدتا واکنش معکوس انجام نشود.

۴- باید از کاتالیزگری استفاده شودکه انرژی فعال‌سازی واکنش راکاهش دهد. معمولاً از آهن با مقادیر کمی پتاسیم اکسید ($K_۲O$) و آلومینیوم اکسید ($Al_۲O_۳$) به عنوان کاتالیزگر استفاده می‌شود.

۵ - در طول فرایند فشار زیادی باید اعمال شود.

**پاسخ : گزینه(۱)**

**سوال(۳۴):** از دیدگاه نظری(تئوری)،در واکنش تعادلی $N_۲(g) + ۳H_۲(g) \rightleftharpoons ۲NH_۳(g)$ ، در دمای..... و فشار.....، دو شرط لازم برای پیشرفت واکنش اند. *(تجربی- خارج کشور۸۸)*

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

**دامها:** ۱- آیا این سوال مربوط به فرایند هابر است یا نه؟۲- تاثیر دما و فشار بر این تعادل؟

**راه حل ها:** ۱- دقت کنید که اگر در معادله مربوط به تهیه آمونیاک اگر بحث فرایند هابر مطر ح باشد باید مثل سوال قبلی برخورد شود، امـا اگـر بحث این فرایند نباشد، (دیدگاه تئوری مطرح باشد)، با این تعادل هم مثل سایر تعادل ها برخورد می کنیم.یعنی برای جابجایی در جهت رفت باید دما کاهش و فشار افزایش یابد.

**پاسخ : گزینه(۴)**

**موفق باشید– حسن عیسی زاده**