❁تعادل‌های شیمیایی❁

اگر در یک واکنش این امکان وجود داشته باشد که فرآورده‌ها از طریقی دوباره به واکنش‌دهنده‌ها تبدیل شوند، واکنش را برگشت پذیر می‌نامند.

در واکنش‌های برگشت پذیر لحضه‌ای وجود دارد که سرعت دو طرف معادله با هم برابر می‌شود. این زمان را زمان تعادل می‌نامند. از این زمان به بعد سرعت‌ها با هم برابر و غلظت واکنش‌دهنده‌ها و فرآورده‌ها ثابت خواهد بود.

منحنی‌های سرعت و غلظت در یک واکنش برگشت پذیر از نوع ساده $A \leftrightarrows B$ به شکل زیر رسم می‌شود:

و اگر تصور کنیم برای واکنش‌های ساده می‌توان از ضرایب استوکیومتری به جای درجه‌ی واکنش استفاده کرد داریم:

$$A \leftrightarrows B$$

$$R_1 = k_1[A]$$

$$R_2 = k_2[B]$$

$$R_1 = R_2 \Rightarrow k_1[A] = k_2[B] \Rightarrow$$

$$\frac{[B]}{[A]} = \frac{k_1}{k_2} \Rightarrow K = \frac{[B]}{[A]}$$

K را ثابت تعادل می‌نامند که برای یک واکنش معین در دمای ثابت مقداری همواره ثابت است. تنها عاملی که می‌تواند ثابت تعادل را تغییر دهد دما است. افزایش دما ثابت تعادل واکنش گرما خواه را افزایش می‌دهد و باعث کاهش ثابت تعادل واکنش گرماده می‌شود.

در حالت کلی داریم:

$$aA+bB \leftrightarrows cC+dD$$

$$\left.\begin{array}{l} R_1=K_1[A]^a[B]^b \\ R_2=K_2[C]^c[D]^d \end{array}\right\} \quad K = \frac{[C]^c[D]^d}{[A]^a[B]^b}$$

در واقع ثابت تعادل نسبت حاصل‌ضرب غلظت فرآورده‌های یک واکنش به حاصل‌ضرب غلظت واکنش دهنده‌ها موجود در حالت تعادل است.

شرایط یک سامانه در حال تعادل

۱)سامانه باید کاملا بسته (ایزوله) باشد. [بین سامانه و محیط تبادل جرم و انرژی وجود نداشته باشد]

۲)خواص ماکروسکوپ (درشت ذره ای) سامانه ثابت باشد [هر چیز قابل اندازه گیری مانند جرم, حجم, رنگ, جرم‌حجمی و . . . ثابت باشد]

۳)واکنش در سطح ریز ذره ای (میکروسکوپیک)ادامه داشته باشد.[واکنش‌دهنده‌ها به فرآورده‌ها و فرآورده‌ها به واکنش‌دهنده‌ها تبدیل شوند]

این اصل را اصل دینامیک (پویا) بودن حالت تعادل می‌نامند.

۴)سرعت دو طرف معادله با هم برابر باشد.[در واحد زمان تعداد مول واکنش‌دهنده‌ها و فرآورده که به هم تبدیل می‌شوند با هم برابر باشد]

بررسی عوامل مؤثر بر حالت تعادل:

برای بررسی عوامل مؤثر بر حالت تعادل باید اصل لوشاتلیه را در نظر بگیریم.

www.ShimiPedia.ir

اصل لوشاتلیه: اگر بر یک سامانه در حال تعادل تغییری تحمیل شود، تعادل در جهتی پیش می‌رود که تغییر تحمیل شده را تا جایی که ممکن است جبران نماید.

لازم به تذکر است که هر گاه بر یک سامانه در حال تعادل تغییری تحمیل شود ابتدا سامانه از حالت تعادل خارج می‌شود پس از مدتی دوباره سامانه به یک تعادل جدید می‌رسد که در این تعادل غلظت‌های در حال تعادل با حالت قبل متفاوت است ولی به فرض ثابت بودن دما ثابت تعادل همچنان ثابت است. جهتی که سامانه برای جلو رفتن انتخاب می‌کند به صورتی است که ثابت تعادل ثابت باقی ماند.

۱)اثر غلظت: اگر غلظت یکی از مواد موجود در حالت تعادل را تغییر دهیم واکنش در جهتی پیش‌می‌رود که تغییر تحمیل شده را جبران کند.

به عنوان مثال افزایش مقدار H_2 در تعادل $N_2(g)+3H_2(g) \leftrightarrows 2NH_3(g)$ باعث پیشرفت واکنش در جهت مستقیم می‌شود. بدین ترتیب در تعادل جدید مقدار NH_3 افزایش و مقدار N_2 کاهش می‌یابد .

مقدار H_2 در تعادل جدید از مقدار اولیه بیشتر ولی از مجموع اولیه و افزوده شده کمتر است.

مثال(۱):هر گاه به سامانه در حال تعادل $A+B \leftrightarrows C$ مقداری A اضافه کنیم, کدام مورد درست نیست؟

۱)واکنش مستقیم پیش می رود
۲)مقدار B در محیط کاهش می یابد
۳)مقدار A کاهش می یابد
۴)مقدار C افزایش می یابد

گزینه( ) درست است

بدیهی است که اگر غلظت یکی از مواد موجود در حالت تعادل را کاهش دهیم واکنش‌درجهت تولیدآن‌پیش می‌رود.

مثال(۲):هر گاه بدانیم $Fe(SCN)^{2+}$ قرمز و سایر مواد موجود در تعادل $Fe(SCN)^{2+} \leftrightarrows Fe^{3+} + SCN^-$ بی رنگ هستند، اگر کمی از SCN^- را از محیط خارج کنیم، باعث کدام تغییر نمی‌شود؟

۱)افزایش رنگ قرمز محیط
۲)افزایش مقدار SCN^-
۳)پیشرفت واکنش معکوس
۴)هر سه

گزینه( ) درست است

تذکر[۲]: یون Fe^{3+} یون فریک نامیده می‌شود. وجود این یون در محلول آبی باعث ایجاد رنگ زرد در محلول می‌شود.

۲)اثر دما: افزایش دما علاوه بر اثری که بر ثابت تعادل دارد باعث می‌شود که واکنش گرماگیر پیش‌رود تا دوباره تعادل جدید برقرار شود. به عنوان مثال افزایش دمای سامانه در حال تعادل $2NO_2 \leftrightarrows N_2O_4+q$ باعث افزایش رنگ خرمایی محیط می‌شود.

تذکر: N_2O_4 بی رنگ و NO_2 خرمایی رنگ است.

www.ShimiPedia.ir

مثال(۳) :هرگاه در سامانه در حال تعادل $Fe(SCN)^{2+} \leftrightarrows Fe^{3+} + SCN^-$ دما را افزایش دهیم کدام گزینه روی نمی‌دهد؟

۱)افزایش رنگ قرمز محیط　　۲)افزایش مقدار Fe^{3+}

۳)افزایش مقدار SCN^-　　۴) افزایش ثابت تعادل

گزینه(　　) درست است.

تذکر: واکنش‌های تشکیل پیوند گرمازا و واکنش شکستن پیوند گرماگیر است.

۳)اثر فشار: شرط لازم و کافی برای اینکه فشار بر یک سامانه در حال تعادل مؤثر باشد این است که تعداد مول گازی در دو طرف معادله با هم برابر نباشد.

مثال(۴): کدام سامانه در حال تعادل زیر تحت تاثیر فشار قرار نمی‌گیرد؟

۱) $N_2(g)+3H_2(g) \leftrightarrows 2NH_3(g)$　　۲) $CaCO_3(s) \leftrightarrows CaO(s)+CO_2(g)$

۳) $N_2(g)+O_2(g) \leftrightarrows 2NO(g)$　　۴) $CO(g)+Cl_2(g) \leftrightarrows COCl_2(g)$

گزینه(　　) درست است.

اگر فشار بر یک سامانه در حال تعادل مؤثر باشد، با افزایش فشار واکنش در جهتی پیش می‌رود که تعداد مول گازی کمتری وجود داشته باشد. به عنوان مثال افزایش فشار، تعادل موجود در گزینه‌ی(۱) مثال فوق را در جهت مستقیم پیش می‌برد.

معمولا افزایش فشار و کاهش حجم به یک مفهوم است.

۴) کاتالیزگر: بنا به تعریف کاتالیزورها بر غلظت‌های در حال تعادل اثری ندارند تنها وجود آنها در محیط باعث‌افزایش سرعت واکنش و کاهش زمان لازم جهت رسیدن به حالت تعادل می‌شود.

تمرین: تعادل $A(l)+B(l) \leftrightarrows C(l)+D(l)$　$\Delta H=0$ را در نظر بگیرید و اثر هریک از عوامل زیر را برسرعت و حالت تعادل در آن مورد بررسی قرار دهید.

	اثر بر سرعت	اثر بر حالت تعادل	اثر بر ثابت تعادل
افزایش دما			
افزایش فشار			
اضافه کردن کاتالیزگر			
افزایش غلظت A			

در شیمی آلی واکنشی مشابه واکنش فوق وجود دارد که استری شدن نامیده می‌شود.

نکته‌ی مهم: حضور کاتالیزگر باعث می‌شود که انرژی فعال‌سازی واکنش‌های مستقیم و معکوس به ***یک اندازه*** کاهش یابد ولی ثابت سرعت واکنش‌های مستقیم و معکوس را به **یک نسبت** افزایش می‌دهد.

www.ShimiPedia.ir

تعادل‌های همگن و ناهمگن :

تعادلی که در آن همه‌ی مواد شرکت کننده در تعادل در یک فاز باشند را تعادل همگن و اگر مواد شرکت کننده در تعادل در دو یا چند فاز باشند را ناهمگن می‌نامند.

مثال (۵) : با افزایش فشار کدام تعادل ناهمگن زیر در جهت تولید فرآورده‌های بیشتر، پیش می‌رود؟

۱) $N_2(g) + 3H_2(g) \leftrightarrows 2NH_3(g)$ **۲)** $CH_4O(g) \leftrightarrows CO(g) + 2H_2(g)$

۳) $CaCO_3(s) \leftrightarrows CaO(s) + CO_2(g)$ **۴)** $SO_2(g) + CaO(s) \leftrightarrows CaSO_3(s)$

گزینه‌ی ( ) درست است.

جنبه های کمی ثابت تعادل:

۱)هر چه مقدار عددی ثابت تعادل بزرگتر باشد، واکنش بهتر انجام می‌شود و غلظت فرآورده‌ها نسبت به واکنش دهنده‌ها بیشتر است. به عبارت دیگر بازده واکنش بیشتر است و واکنش کمّی‌تر است. در واکنشی که دارای ثابت تعادل بزرگ است وقتی به حالت تعادل می‌رسیم بیشتر واکنش‌دهنده‌ها به فرآورده تبدیل شده است ودر این حالت می‌گوییم که تعادل در سمت راست یا در طرف فراورده‌ها قرار دارد. و به همین صورت، تعادلی که ثابت تعادل کوچک است، در هنگام تعادل در سمت چپ یا در طرف واکنش‌دهنده‌ها قرار دارد.

۲)ثابت تعادل مبین میزان پیشرفت واکنش است, نه سرعت پیشرفت آن.

مثال (۶) : برای تعادلی که ثابت بزرگی دارد، کدام مورد نادرست است؟

۱) در حال تعادل، تعادل در سمت راست قرار دارد. ۲) میزان فرآورده‌ها در حالت تعادل زیاد است.

۳) واکنش با سرعت زیادی انجام می‌شود. ۴) با تغییر غلظت واکنش‌دهنده‌ها ثابت تعادل تغییر نمی‌کند.

گزینه‌ی ( ) درست است.

۳)در تعادل‌های ناهمگن ا گر ماده‌ای جامد یا مایع خالص باشد غلظت آن در رابطه‌ی ثابت تعادل منظور نمی‌شود.

$CaCO_{3(s)} \leftrightarrows CaO_{(s)} + CO_{2(g)}$ $K = [CO_2]$

مثال (۷) : رابطه ثابت تعادل را برای تعادل $2Fe_2O_{3(s)} + 3CO_{(g)} \leftrightarrows 2Fe_{(s)} + 3CO_{2(g)}$ **تعیین کنید.**

مثال (۸) : رابطه‌ی ثابت تعادل را برای چهار مایع محلوط شدنی زیر بنویسید.

$A(l) + B(l) \leftrightarrows C(l) + D(l)$

تذکر: ا گر غلظت یکی از مواد موجود در حالت تعادل خیلی بیشتر از سایر مواد باشد نیز آن را در رابطه‌ی ثابت تعادل منظور نمی‌کنیم.

بهترین مثال برای این مورد زمانی است که حلال نیز در واکنش نفش داشته باشد.

www.ShimiPedia.ir

مثال (۹) : **مقداری استیک اسید را در آب حل می‌کنیم تا تعادل**

$$CH_3COOH+H_2O \leftrightarrows CH_3COO^-+H_3O^+$$

برقرار شود.رابطه ثابت تعادل را تعیین کنید.

مثال(۱۰) : **رابطه‌ی ثابت تعادل را برای هر یک از واکنش‌های همگن زیر بنویسید.**

$A(l) + B(l) \leftrightarrows C(l) + H_2O(l)$ $A(aq) + B(aq) \leftrightarrows C(aq) + H_2O(l)$

۴)مقادیر غلظت که در رابطه ثابت تعادل قرار داده می‌شود، مقادیر مربوط به غلظت‌های در حال تعادل است نه غلظت‌های اولیه.

مثال (۱۱) : **اگر در تعادل** $H_2+I_2 \leftrightarrows 2HI$ **غلظت‌های در حال تعادل برابر مقادیر زیر باشد، ثابت تعادل را محاسبه کنید.** $[HI]=0/2$ $[I_2]=0/1$ $[H_2]=0/1$

مثال(۱۲) : **اگر تعادل** $H_2+I_2 \leftrightarrows 2HI$ **را در شرایط خاص با ۰/۳ مول از هر ماده‌ی اولیه آغاز کرده باشیم، تعادل هنگامی برقرار می‌شود که ۰/۲ مول** HI **تولید شده باشد.ثابت تعادل را محاسبه کنید.**

مثال(۱۳) : **اگر تعادل** $H_2 + I_2 \leftrightarrows 2HI$ **را با ۰/۳ مول از هر ماده اولیه آغاز کرده باشیم و ثابت تعادل مساوی چهار باشد، غلظت هر یک از مواد را در حالت تعادل محاسبه کنید.**

مثال(۱۴) : **اگر تعادل** $A(l)+B(l) \leftrightarrows C(l)+D(l)$ **را با یک مول** A **و سه مول** B **شروع کنیم تعادل هنگامی برقرار می‌شود که ۰/۶ مول** C **تولید شده است.ثابت تعادل کدام است؟**

www.ShimiPedia.ir

۱) ۲/۲۵ ۲) ۰/۳۷۵ ۳) ۵ ۴) ۳/۴۵

گزینه( ) درست است.

مثال(۱۵) : اگر تعادل $A(l)+B(l) \leftrightarrows C(l)+D(l)$ را با دو مول A و سه مول B شروع کنیم و ثابت تعادل مساوی یک باشد، غلظت B در حالت تعادل کدام است؟

۱) ۱/۸ ۲) ۱/۲ ۳) ۰/۸ ۴) ۲/۴

گزینه( ) صحیح است.

۵) اگر یک تعادل را معکوس کنیم ثابت تعادل آن نیز معکوس می‌شود.

مثال (۱۶) : اگر ثابت تعادل واکنش $2NH_3 \leftrightarrows N_2 + 3H_2$ مساوی K و ثابت تعادل واکنش $N_2 + 3H_2 \leftrightarrows 2NH_3$ مساوی K_1 باشد، چه رابطه‌ای بین K و K_1 وجود دارد؟

۱) $K=K_1$ ۲) $K=-K_1$ ۳) $K=K_1^{-1}$ ۴) $K=2K_1$

گزینه( )درست است.

۶) اگر یک تعادل را در عددی ضرب کنیم ثابت تعادل به توان آن عدد می‌رسد.

مثال (۱۷) : اگر ثابت تعادل واکنش $2NH_3 \leftrightarrows N_2 + 3H_2$ مساوی K و ثابت تعادل واکنش $4NH_3 \leftrightarrows 2N_2 + 6H_2$ مساوی K_1 باشد چه رابطه‌ای بین K و K_1 وجود دارد؟

۱) $K=K_1$ ۲) $K=2K_1$ ۳) $K=K_1^2$ ۴) $K^2=K_1$

گزینه( )درست است.

۷)اگر یک واکنش را بتوان از جمع چند واکنش بدست آورد، ثابت تعادل این واکنش حاصل ضرب ثابت تعادل واکنش‌های اولیه خواهد بود.

مثال(۱۸) : با توجه به ثابت تعادل واکنش‌های (۲) و (۱) ثابت تعادل واکنش (۳) را تعیین کنید.

(۱) $SO_2+\frac{1}{2}O_2 \leftrightarrows SO_3$ $K_1=a$

(۲) $H_2SO_4 \leftrightarrows SO_3+ H_2O$ $K_2=b$

(۳) $SO_2+1/2O_2+H_2O \leftrightarrows H_2SO_4$ $K=?$

خارج قسمت تعادل:

www.ShimiPedia.ir

اگر برای یک سامانه (سیستم) که در حال تعادل نیست غلظت واکنش دهنده‌ها و فرآورده‌ها را در رابطه‌ی ثابت تعادل قرار دهیم عددی که حاصل می‌شود را خارج قسمت تعادل می‌نامند و با Q نمایش می‌دهند.

اگر Q بزرگتر از ثابت تعادل باشد سامانه باید در جهت تشکیل واکنشگرها (به طرف چپ) پیش رود. و اگر Q از ثابت تعادل کوچکتر باشد تعادل در جهت مستقیم پیش خواهد رفت.

مثال (۱۹) : در دمایی خاص ثابت تعادل برای سامانه‌ی $2SO_2(g) + O_2(g) \leftrightarrows 2SO_3(g)$ مساوی ۴ است.

الف) اگر در این شرایط ۲ مول SO_3 و دو مول SO_2 و یک مول O_2 در ظرف وجود داشته باشد تعادل به کدام طرف پیش خواهد رفت؟

ب) ۲ مول SO_3 و ۲ مول SO_2 با چند مول O_2 در حالت تعادل قرار می‌گیرند؟

مثال (۲۰) : واکنش $2NO(g) \leftrightarrows N_2(g) + O_2(g)$ را در نظر بگیرید، اگر در حالت تعادل ۰/۲ مول NO و ۰/۳ مول N_2 در یک ظرف دو لیتری قرار داشته باشند، ثابت تعادل کدام است؟

۱) ۱ ۲) ۱/۲۵ ۳) ۲/۵ ۴) ۳/۶

گزینه‌ی ( ) درست است.

مثال (۲۱) : مقداری SO_3 را در یک ظرف دو لیتری دو لیتری قرار می‌دهیم تا تعادل $2SO_3(g) \leftrightarrows SO_2(g) + O_2(g)$ برقرار شود. اگر در حالت تعادل ۰/۴ مول گوگردتری اکسید و ۰/۸ مول گوگرد دی‌اکسید در ظرف وجود داشته باشد، ثابت تعادل کدام مقدار زیر است؟

۱) ۱/۶ ۲) ۳/۲ ۳) ۰/۸ ۴) ۰/۴

گزینه‌ی ( ) درست است.

مثال (۲۲) : ۰/۸ مول گاز گوگرد تری اکسید را در ظرفی یک لیتری قرار می‌دهیم تا تعادل زیر برقرار شود. اگر در حالت تعادل ۰/۶ مول گوگرد تری اکسید در ظرف وجود داشته باشد، ثابت تعادل در این شرایط کدام است؟

۱) ۰/۰۱ ۲) ۰/۰۲ ۳) ۰/۰۳ ۴) ۰/۰۴

گزینه‌ی ( ) درست است.

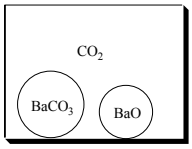
مثال (۲۳) : اگر به سامانه‌ی در حال تعادل $2NO(g) + O_2(g) \leftrightarrows 2NO_2(g)$ مقداری گاز NO اضافه کنیم کدام پدیده رخ می‌دهد؟

www.ShimiPedia.ir

۱) تمامی NO مصرف می‌شود.
۲) بخشی از NO مصرف می‌شود.
۳) تمامی NO_2 مصرف می‌شود.
۴) بخشی از NO_2 مصرف می‌شود.
گزینه‌ی ( ) درست است.

مثال (۲۴) : اگر به سامانه‌ی در حال تعادل $CaCO_3(s) \leftrightarrows CaO(s) + CO_2(g)$ مقداری CO_2 اضافه کنیم چه رخ می‌دهد؟
۱) تمامی $CaCO_3$ مصرف می‌شود.
۲) بخشی از $CaCO_3$ مصرف می‌شود.
۳) تمامی CO_2 مصرف می‌شود.
۴) بخشی از CO_2 مصرف می‌شود.
گزینه‌ی ( ) درست است.

مثال (۲۵) : اگر به سامانه‌ی در حال تعادل $CaCO_3(s) \leftrightarrows CaO(s) + CO_2(g)$ مقداری CaO اضافه کنیم، چه رخ می‌دهد؟
۱) واکنش در جهت رفت پیش می‌رود.
۲) تمامی CaO مصرف می‌شود.
۳) ثابت تعادل کاهش می‌یابد.
۴) تعادل در جهت خاصی پیش نمی‌رود.
گزینه‌ی ( ) درست است.



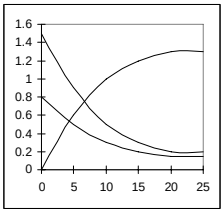
مثال (۲۶) : شکل مقابل سامانه‌ی در حال تعادل $BaCO_3(s) \leftrightarrows BaO(s) + CO_2(g)$ را نمایش می‌دهد. با توجه به شکل می‌توان نتیجه گرفت که این سامانه ... فازی بوده و اگر تمامی CaO موجود در سامانه را خارج کنیم، سامانه ...
۱) دو - تغییری نمی‌کند
۲) دو – اندکی در جهت مستقیم پیش می‌رود.
۳) سه – تغییری نمی‌کند.
۴) سه – اندکی در جهت مستقیم پیش می‌رود.
گزینه‌ی ( ) درست است.

مثال (۲۷) : به سامانه‌ی در حال تعادل $BaCO_3(s) \leftrightarrows BaO(s) + CO_2(g)$ مقداری CO_2 اضافه می‌کنیم و صبر می‌کنیم تا سامانه دوباره به تعادل برسد. کدام گزینه درست است؟
۱) غلظت CO_2 افزایش می‌یابد.
۲) ثابت تعادل کاهش می‌یابد.
۳) مقدار CaO کاهش می‌یابد.
۴) غلظت CaO کاهش می‌یابد.
گزینه‌ی ( ) درست است.

مثال (۲۸) : واکنش $CaCO_3(s) \leftrightarrows CaO(s) + CO_2(g)$ در یک ظرف کاملا ایزوله در حال تعادل است. اگر به این سامانه مقداری CO_2 اضافه کنیم و صبر کنیم تا تعادل جدیدی برقرار شود، در سامانه‌ی جدید کدام گزینه نادرست است؟
۱) غلظت CO_2 افزایش می‌یابد.
۲) ثابت تعادل افزایش می‌یابد.
۳) واکنش در جهت برگشت پیش می‌رود.
۴) مقدار $CaCO_3$ افزایش می‌یابد.
گزینه‌ی ( ) درست است.

www.ShimiPedia.ir

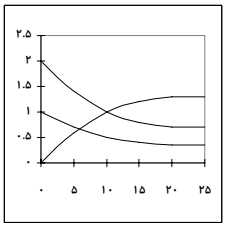
مثال (۲۹) : **نمودار مقابل تغییرات غلظت در کدام واکنش را نمایش می‌دهد؟**



۱) $A(g) + B(g) \leftrightarrows C(g)$
۲) $2A(g) + B(g) \leftrightarrows C(g)$
۳) $2A(g) + B(g) \leftrightarrows 2C(g)$
۴) $2A(g) \leftrightarrows B(g) + 2C(g)$

گزینه‌ی ( ) درست است.

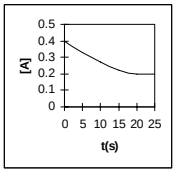
مثال (۳۰) : **با توجه به نمودار مقابل، ثابت تعادل واکنش و مقدار Q را در زمان ۱۰S کدام است؟**



۱) ۲ – ۹/۸۵
۲) ۲ – ۲۴/۱۱
۳) ۰/۵ – ۰/۱
۴) ۰/۵ – ۰/۰۴

گزینه‌ی ( ) درست است.

مثال (۳۱) : **هرگاه نمودار مقابل تغییرات غلظت ماده‌ی A در فرایند $A(g) + 2B(g) \leftrightarrows 2C(g)$ را نمایش دهد و در حالت تعادل $[B]=0/4\ molL^{-1}$ باشد، ثابت تعادل کدام مقدار زیر است؟**



۱) ۰/۵
۲) ۴
۳) ۰/۴
۴) ۵

گزینه‌ی ( ) درست است.

روش هابر

در صنعت برای تهیه‌ی آمونیاک (NH_3) از اثر مستقیم نیتروژن بر هیدروژن استفاده می‌شود. این روش را روش هابر می‌نامند. فرایند انجام شده در روش هابر $N_2(g) + 3H_2(g) \leftrightarrows 2NH_3(g) + q$ است که گرماده بوده و q در آن انرژی مبادله شده در فرایند است.

اثر عوامل موثر بر حالت تعادل بر فرایند هابر :

۱) اثر فشار : **تعداد مول گازی در دو طرف واکنش برابر نیست به همین دلیل فشار بر این تعادل موثر است، و تعداد مول گازی در طرف دوم بیشتر است، به همین دلیل افزایش فشار باعث افزایش فرآورده (آمونیاک) می‌شود. در صنعت تا جایی که ممکن باشد، فشار را زیاد می‌کنند تا فرآورده‌ی بیشتری تولید شود.**

از سوی دیگر افزایش فشار باعث افزایش سرعت واکنش نیز می‌شود.

www.ShimiPedia.ir

۲) اثر دما : فرایند هابر یک فرایند گرماده است به همین دلیل افزایش دما سه اثر بر این فرایند دارد:

آ) افزایش دما سرعت همه‌ی واکنش‌ها (گرماده یا گرماگیر) را افزایش می‌دهد و باعث افزایش سرعت واکنش هابر نیز می‌شود .

ب) افزایش دما ثابت تعادل واکنش گرماده را کاهش می‌دهد وباعث کاهش ثابت تعادل فرایند هابر می‌شود.

پ) افزایش دما باعث پیش‌رفت واکنش‌های گرماده می‌شود و به همین دلیل فرایند هابر را در جهت برگشت پیش برده و باعث کاهش مقدار آمونیاک تولیدی می‌شود.

با توجه به موارد (ب) و (پ) افزایش دما برای فرایند هابر عامل مناسبی نیست. و در این فرایند تاجایی که ممکن است باید دما را کاهش داد. عامل محدود کننده در این مورد این است که اگر دما را خیلی پایین بیاوریم سرعت واکنش به‌شدت کاهش می‌یابد و دیگر انجام واکنش از نظر اقتصادی ممکن نیست.

۳) اثر غلظت : افزایش غلظت یکی از واکنش‌دهنده‌ها واکنش را در جهت مستقیم پیش می‌برد. و کاهش فرآورده‌ها نیز باعث پیش‌رفت واکنش مستقیم می‌شود. در صنعت آمونیاک تولید شده در روش هابر را به کمک سرما مایع می‌کنند (این ماده به مراتب راحت تر از نیتروژن و هیدروژن مایع می‌شود.) و مایع حاصل را از محیط واکنش خارج می‌کنند. خارج کردن این ماده باعث می‌شود، تعادل در جهت رفت پیش‌رفته و آمونیاک بیشتری تولید شود.

۴) اثر کاتالیزگر: کاتالیزگر باعث می‌شود که سرعت تولید فرآورده بیشتر شود ولی تعادل را در جهت خاصی پیش نمی‌برد.

نکات مهم:

- هابر و بوش جایزه‌ی نوبل شیمی را به خاطر تلاش برای ساخت آمونیاک از نیتروژن و هیدروژن دریافت کردند.
- نیتروژن مورد نیاز برای این روش از تقطیر هوای مایع به دست می‌آید.
- گاز هیدروژن مورد استفاده از طریق عبور بخار آب از روی ذغال داغ به دست می‌آید. می‌توان این ماده را از پالایش نفت خام نیز به دست آورد.
- آمونیاک را در صنعت در شرایط زیر تهیه می‌کنند.

دما($^\circ C$)	فشار(atm)	کاتالیزگر
۵۵۰	۱۵۰ - ۳۵۰	آهن و اکسیدهای فلزی مانند MgO و Al_2O_3

مثال (۳۲) : جدول زیر داده‌های تجربی در مورد یک واکنش را نمایش می‌دهد. کدام مورد درباره‌ی این واکنش نادرست است؟

دما $^\circ C$	K	درصد مولی فرآورده در مخلوط تعادلی		
		۱۰ atm	۱۰۰ atm	۲۰۰ atm
۱۵۶	۱۰۰	۵۰	۳۵	۲۰
۳۵۰	۲۰۰	۶۰	۴۵	۳۲
۵۶۰	۳۰۰	۸۰	۵۵	۲۱

۱) این واکنش گرماگیر است.

۲) با افزایش بی‌نظمی همراه است.

۳) تعداد مول گازی فرآورده‌ها کمتر است.

۴) حداقل یک گاز در این فرایند وجود دارد.

گزینه‌ی ( ) درست است.

www.ShimiPedia.ir