



سایت جامع آموزش شیمی

مهندس محمدرضا آقاجانی

www.m-aghajani.com

۱۲ بخش

شیمی کنکور ۹۵

مؤلف و مدرس:

مهندس
محمد رضا آقا جانی

۹

فصل نهم: سینتیک شیمیایی

سایت جامع آموزش شیمی

www.m-aghajani.com



فصل نهم

سینتیک شیمیایی

۶	❖ مفاهیم و مسائل سرعت
۱۴	❖ تست های موضوعی
۲۳	❖ عوامل موثر بر سرعت
۲۵	❖ تست های موضوعی
۲۶	❖ قانون سرعت
۲۸	❖ تست های موضوعی
۳۴	❖ نظریه های سینتیک شیمیایی
۳۹	❖ تست های موضوعی
۴۶	❖ شیمی و زندگی (آلودگی هوا)
۵۴	❖ تست های موضوعی
۵۹	❖ پاسخنامه کلیدی تست های موضوعی فصل نهم
۶۱	❖ تست های تکمیلی فصل نهم

مفاهیم و مسائل سرعت

هر واکنش شیمیایی توصیفی برای یک تغییر شیمیایی است.

در هر واکنش شیمیایی، چه تند و چه کند، از یک یا چند واکنش دهنده، فراورده هایی با خواص متفاوت تولید می شود. برخی واکنش های شیمیایی با تغییر رنگ، تولید رسوب، آزاد شدن گاز، دادوستد گرما و ایجاد نور و صدا همراه هستند.

زمان لازم برای وقوع کامل واکنش های شیمیایی گستره ای کمتر از چندصدم ثانیه تا چند سده را در بر می گیرد :

- انفجار، یک واکنش شیمیایی بسیار سریع است که در آن از مقدار کمی از یک ماده ی منفجرشونده به حالت جامد یا مایع، حجم بسیار زیادی از گازهای داغ تولید می شود.
 - در انفجار مواد شیمیایی، انبساط بسیار سریع گازهای آزاد شده، شوک موجی بسیار قوی با فشار بیش از ۷۰۰،۰۰۰ اتمسفر در سرتاسر محیط پیرامون منتشر کرده که با سرعتی بیش از 9000 ms^{-1} باعث تخریب فیزیکی بناها می شود.
 - افزودن محلول سدیم کلرید به محلول نقره نیترات، باعث تشکیل سریع رسوب سفیدرنگ نقره کلرید می شود.
- $$\text{AgNO}_3(\text{aq}) + \text{NaCl}(\text{aq}) \rightarrow \text{AgCl}(\text{s}) + \text{NaNO}_3(\text{aq})$$
- اشیای آهنی در هوای مرطوب به کندی زنگ می زنند. زنگار تولید شده در این واکنش ترد و شکننده است و فرو می ریزد.
 - بسیاری از کتاب های دست نویس و چاپی قدیمی، با گذشت زمان زرد و پوسیده می شوند. این پدیده نشان می دهد که واکنش تجزیه ی سلولز کاغذ بسیار کند رخ می دهد.

روزانه میلیاردها واکنش شیمیایی در اطراف و درون بدن ما به وقوع می پیوندد. برفی مانند واکنش سوختن بنزین در سیلندر یک فودرو بسیار سریع، برفی مانند زنگ زدن وسایل آهنی آهسته و برفی مانند پوسیده شدن و سرانجام فرود شدن ورقه های یک کتاب بسیار آهسته هستند.

برخی شیمی دان ها در پی یافتن راه هایی برای کاهش سرعت یا متوقف کردن واکنش های ناخواسته و برخی دیگر به دنبال سرعت بخشیدن به واکنش هایی هستند که بتوانند فراورده هایی گوناگون با صرفه ی اقتصادی تولید کنند. واکنش پر بازده ؛ واکنشی که در مدتی کوتاه، مقدار چشم گیری فراورده تولید کند. فراورده ای قائل که تولید آن صرفه ی اقتصادی داشته باشد.

سینتیک شیمیایی :

سینتیک شیمیایی، شاخه ای از شیمی است که موارد زیر را بررسی می کند :

شرایط و چگونگی انجام واکنش های شیمیایی

سافتار و ویژگی های گونه یا گونه هایی که در هر مرحله از واکنش تولید یا مصرف می شوند.

عوامل موثر بر سرعت واکنش (کنترل سرعت واکنش های شیمیایی و روش های افزایش یا کاهش آن یا حتی متوقف کردن آن ها) شرایط بهینه برای انجام شدن واکنش

ترمودینامیک شیمیایی :

بررسی تغییر آنتالپی (ΔH)

بررسی تغییر آنتروپی (ΔS)

پیش بینی امکان وقوع یک واکنش (یادآوری از شیمی ۳ : $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$)



کنکور ۹۶

خودبه خودی بودن یک واکنش از دید ترمودینامیک، به این معنا نیست که واکنش یاد شده بایستی با سرعت انجام شود. واکنش های بسیاری وجود دارد که ترمودینامیک امکان وقوع آن را پیش بینی می کند اما از دید سینتیک شیمیایی راه مناسبی برای وقوع آن ها وجود ندارد.

سینتیک شیمیایی و ترمودینامیک شیمیایی را می توان مکمل یکدیگر دانست. زیرا ترمودینامیک با تعیین ΔG واکنش، امکان وقوع واکنش را بررسی می کند در حالی که سینتیک به بررسی چگونگی و سرعت انجام واکنش می پردازد.

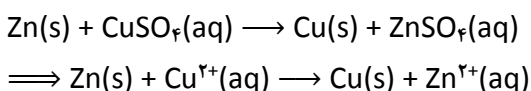
سرعت واکنش به ما می گوید که واکنش یاد شده تا چه اندازه سریع روی می دهد. سرعت واکنش، کمیتی تجربی است و با اندازه گیری سرعت مصرف واکنش دهنده (ها) یا سرعت تولید فراورده (ها) معین می شود. از این رو، بسته به ویژگی های قابل اندازه گیری واکنش دهنده (ها) یا فراورده (ها) از جمله جرم، حجم، فشار، غلظت یا رنگ و با توجه به دما می توان سرعت یک واکنش شیمیایی را تعیین کرد.

سرعت متوسط مصرف یا تولید یک مادهی شرکت کننده در واکنش

سرعت مصرف یا تولید یک ماده ی شرکت کننده در واکنش در گستره ی زمانی قابل اندازه گیری را سرعت متوسط آن ماده می گویند و با \bar{R} نمایش می دهند. R، حرف اول واژه ی Rate به معنای نرخ، آهنگ یا سرعت است.

در یک واکنش شیمیایی، با گذشت زمان، واکنش دهنده ها مصرف و فراورده ها تولید می شوند. در سینتیک شیمیایی، آهنگ مصرف واکنش دهنده ها یا تولید فراورده ها در بازه ای از زمان اهمیت ویژه ای دارد.

مثال : واکنش تیغه ی روی با محلول آبی رنگ مس (II) سولفات :



در این واکنش با گذشت زمان به تدریج از شدت رنگ آبی محلول کاسته شده و در پایان واکنش، محلول بی رنگ می شود. این ویژگی بیانگر آن است که مقدار یون های $\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$ کاهش یافته و جرم Cu(s) تولید شده، افزایش می یابد. این واکنش تا جایی پیش می رود که مقدار یون های $\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$ تقریباً به صفر می رسد. سوال : در این واکنش، جرم Zn(s) چه تغییری می کند؟

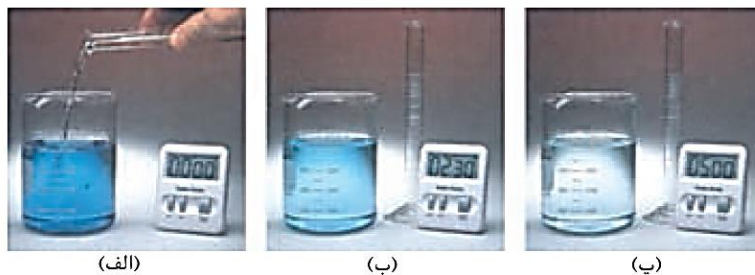


کنکور ۹۶

تجربه نشان می دهد که اندازه گیری و محاسبه ی سرعت متوسط مصرف یا تولید مواد شرکت کننده در یک واکنش به ویژگی های قابل اندازه گیری مانند جرم، حجم، فشار و ... بستگی دارد.

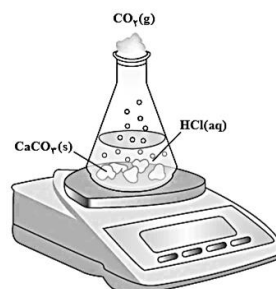
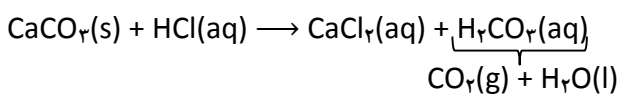
فکر کنید ۴
 ۱. دانش آموزی یک محلول محتوی ۰/۰۲ مول مس (II) سولفات در اختیار دارد. او تیغه ای از فلز روی را درون محلول قرار می دهد و پس از ۲۰ دقیقه محلول بی رنگ می شود. آهنگ مصرف یون های $Cu^{2+}(aq)$ را برحسب مول بر دقیقه $(mol.min^{-1})$ به دست آورید.

۲. اگر تعداد مول های مصرف شده از یک واکنش دهنده در واحد زمان بیانگر سرعت مصرف آن باشد، با بررسی شکل های زیر، سرعت متوسط مصرف ماده ی رنگی را برحسب مول بر دقیقه $(mol.min^{-1})$ حساب کنید.



واکنش محلول سفیدکننده با ۰/۰۵ مول از نوعی رنگ غذا

هم چون دانشمندان ۴
 واکنش کلسیم کربنات با محلول هیدروکلریک اسید در دما و فشار اتاق :



جدول زیر، جرم مخلوط واکنش را برحسب زمان برای این آزمایش نشان می دهد.

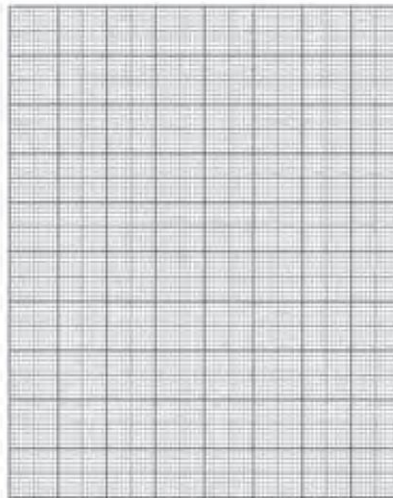
زمان (ثانیه)	۰	۱۰	۲۰	۳۰	۴۰	۵۰	۶۰
جرم مخلوط واکنش (گرم)	۶۵/۹۸	۶۵/۳۲	۶۴/۸۸	۶۴/۶۶	۶۴/۵۵	۶۴/۵۰	۶۴/۵۰
جرم کربن دی اکسید (گرم)	۰	۰/۶۶	۱/۱۰	.....	.....	.....	.....



- آ) چرا با گذشت زمان از جرم مخلوط واکنش کاسته می‌شود؟
ب) جدول بالا را کامل کنید.
پ) با گذشت زمان جرم گاز آزاد شده چه تغییری می‌کند؟
ت) در چه زمانی واکنش به پایان می‌رسد؟
ث) جدول زیر را کامل کنید. ($1 \text{ mol CO}_2 = 44 \text{ g}$)

$\bar{R}(\text{CO}_2) = \frac{\Delta n(\text{CO}_2)}{\Delta t}$, (mol.s ⁻¹)	$\Delta n(\text{CO}_2)$, (mol)	$n(\text{CO}_2)$, (mol)	زمان (s)
		۰	۰
		$1/50 \times 10^{-2}$	۱۰
		$2/50 \times 10^{-2}$	۲۰
		$3/00 \times 10^{-2}$	۳۰
		۴۰
		۵۰

ج) نمودار مول – زمان را برای گاز CO_2 بر روی کاغذ میلی متری زیر رسم کنید.

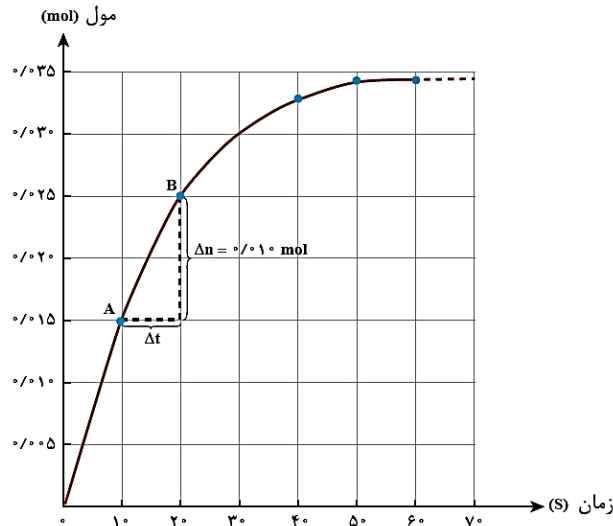


چ) سرعت متوسط تولید CO_2 با گذشت زمان چه تغییری می‌کند؟

ح) آزمایش نشان می‌دهد که نمودار مول – زمان برای هر سه فراورده در واکنش کلسیم کربنات با محلول هیدروکلریک اسید از هر لحاظ یکسان است. چرا؟

سرعت متوسط و شیب نمودار مول - زمان

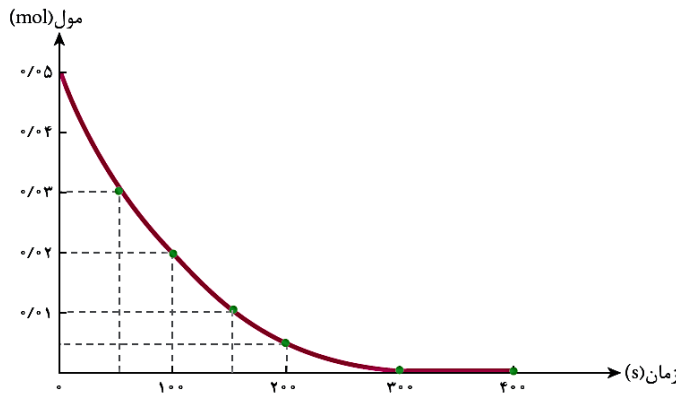
بررسی نمودار مول - زمان کلسیم کلرید تولید شده در واکنش کلسیم کربنات با محلول هیدروکلریک اسید :



فکر کنید ۷
 ۱. در واکنش $\text{CaCO}_3(\text{s})$ با $\text{HCl}(\text{aq})$ ، چه رابطه ای بین سرعت متوسط مصرف این دو ماده وجود دارد؟

۲. یکی از آلاینده های خروجی از اگزوز خودروها گاز نیتروژن مونوکسید (NO) است. این گاز درون موتور خودرو در دماهای بالا مطابق واکنش زیر تولید می شود:
 $\text{N}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow 2\text{NO}(\text{g})$
 اگر در شرایط معینی $\bar{R}(\text{N}_2) = 0.15 \text{ mol} \cdot \text{s}^{-1}$ باشد، $\bar{R}(\text{O}_2)$ و $\bar{R}(\text{NO})$ را به دست آورید.

۳. با توجه به نمودار زیر که تغییر مول های نوعی رنگ غذا در واکنش با یک محلول سفیدکننده را نشان می دهد، به پرسش های مطرح شده پاسخ دهید:





آ) مول های واکنش دهنده (رنگ غذا) با گذشت زمان چه تغییری می کند؟ چرا؟

ب) شیب نمودار مول - زمان چه علامتی دارد؟ چرا؟

پ) توضیح دهید چرا علامت منفی در رابطه ی زیر نوشته می شود؟

$$\bar{R}(\text{واکنش دهنده}) = - \frac{\Delta n(\text{واکنش دهنده})}{\Delta t}$$

ت) سرعت متوسط مصرف رنگ غذا را بر حسب مول بر دقیقه به دست آورید.

سرعت واکنش

شیب نمودار مول - زمان برای هر یک از شرکت کننده ها در واکنش متناسب با ضریب استوکیومتری آن است.

اگر ضرایب استوکیومتری شرکت دهنده ها یکسان نباشد، سرعت متوسط آن ها متفاوت خواهد بود.

فکر کنید ۹

۱. سرعت متوسط تولید گاز اکسیژن در واکنش $2N_2O_5(g) \rightarrow 4NO_2(g) + O_2(g)$ در گستره ی زمانی معینی برابر با $5 \times 10^{-4} \text{ mol.l}^{-1} \text{ s}^{-1}$ است.

آ) سرعت متوسط مصرف $N_2O_5(g)$ و $NO_2(g)$ را در این گستره ی زمانی به دست آورید.

ب) سرعت متوسط تولید یا مصرف هر شرکت کننده را به ضریب استوکیومتری آن تقسیم کنید. چه نتیجه ای می گیرید؟

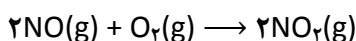
پ) حاصل تقسیم در قسمت (ب)، سرعت واکنش نام دارد. برای این واکنش با استفاده از سرعت متوسط تولید یا مصرف مواد شرکت کننده، رابطه ی سرعت واکنش را بنویسید.

ت) ارتباط معادله ی شیمیایی موازنه شده ی واکنش با رابطه ی زیر را توضیح دهید.

$$R(\text{واکنش}) = - \frac{\Delta n(N_2O_5)}{2\Delta t} = + \frac{\Delta n(NO_2)}{4\Delta t} = + \frac{\Delta n(O_2)}{\Delta t}$$

ث) سرعت متوسط کدام ماده با سرعت واکنش برابر است؟

۲. گاز نیتروژن مونوکسید (آلاینده ای که از آگزوز خودروها وارد هواکره می شود) در هواکره مطابق واکنش زیر به گاز نیتروژن دی اکسید قهوه ای رنگ تبدیل می شود.

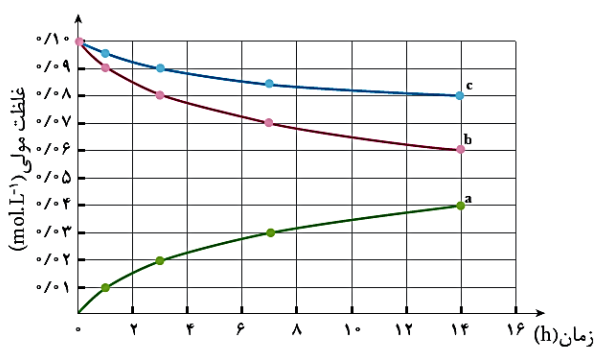




کنکور ۹۶

باتوجه به جدول و نمودار داده شده، به پرسش‌های زیر پاسخ دهید:

زمان (ساعت)	۰	۱	۳	۷	۱۴
غلظت مولی					
[NO ₂]	۰	۰/۰۱	۰/۰۲	۰/۰۳	۰/۰۴
[NO]	۰/۱۰	۰/۰۹	۰/۰۸	۰/۰۷	۰/۰۶
[O ₂]	۰/۱۰	۰/۰۹۵	۰/۰۹	۰/۰۸۵	۰/۰۸



(آ) در سه ساعت نخست، $\bar{R}(O_2)$ و $\bar{R}(NO_2)$ را بر حسب $mol.L^{-1}.h^{-1}$ حساب کنید.

(ب) سرعت واکنش را در هفت ساعت نخست و هفت ساعت دوم حساب کنید. کدام یک بیشتر است؟ چرا؟

(پ) هریک از منحنی‌های a ، b و c مربوط به کدام شرکت کننده است؟

////////////////////////////////////
 برای شرکت کننده‌ها در فاز گاز و محلول، می‌توان سرعت متوسط مصرف یا تولید را افزون بر یکای مول بر زمان با یکای مول بر لیتر بر زمان نیز گزارش کرد.



کنکور ۹۶



آموزش سینتیک به روش



تست های موضوعی :

۱. ریاضی ۸۵ : با بررسی داده های جدول زیر که تغییرات غلظت N_2O_5 را در واکنش $2N_2O_5 \rightarrow 4NO_2 + O_2$ ، نشان می دهد، کدام نتیجه گیری درست است؟

زمان (s)	۰	۱۰۰	۲۰۰	۳۰۰	۴۰۰
$[N_2O_5] (mol L^{-1})$	۰/۰۲۰	۰/۰۱۷	۰/۰۱۴	۰/۰۱۲	۰/۰۱۰

(۱) مقدار NO_2 تشکیل شده در گستره ی زمانی این پنج آزمایش، برابر با $5 \times 10^{-3} mol L^{-1}$ است.

(۲) با گذشت زمان، سرعت متوسط تشکیل NO_2 افزایش می یابد.

(۳) سرعت متوسط تشکیل O_2 در گستره ی زمانی این پنج آزمایش، برابر با $1/25 \times 10^{-5} mol L^{-1} s^{-1}$ است.

(۴) سرعت متوسط تشکیل O_2 در گستره ی زمانی دو آزمایش اول، در مقایسه با فاصله ی زمانی سه آزمایش بعدی کمتر است.

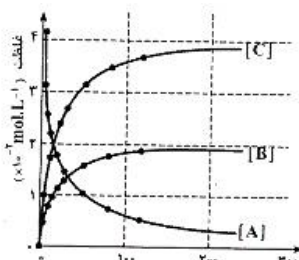
پایخ

۲. ریاضی ۸۶ : اگر در واکنش تجزیه ی گرمایی پتاسیم کلرات (در مجاورت کاتالیزگر منگنز دی اکسید)، پس از گذشت ۴ دقیقه، $1/8$ مول از آن باقی مانده و $1/8$ مول گاز اکسیژن تشکیل شده باشد، مقدار اولیه ی پتاسیم کلرات چند مول و سرعت متوسط تشکیل پتاسیم کلرید چند مول بر دقیقه است؟ (عددها را از راست به چپ بخوانید)

- (۱) $1/2 - 1/3$ (۲) $2/2 - 1/3$ (۳) $1/2 - 1/4$ (۴) $2/2 - 1/4$

پایخ

۳. ریاضی ۸۶ (خارج) : نمودارهای شکل روبه رو را به تغییر غلظت مواد ضمن پیشرفت کدام واکنش می توان نسبت داد؟ و بر اساس آن، A می تواند گاز باشد و سرعت واکنش از نظر سرعت آن از نظر است.



(۱) $SO_2 - 2SO_2(g) \rightarrow 2SO_2(g) + O_2(g)$ - مصرف A دو برابر - تولید B

(۲) $SO_2 - 2SO_2(g) \rightarrow 2SO_2(g) + O_2(g)$ - مصرف A دو برابر - تولید B

(۳) $SO_2 - 2SO_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2SO_2(g)$ - مصرف A برابر با - تولید C

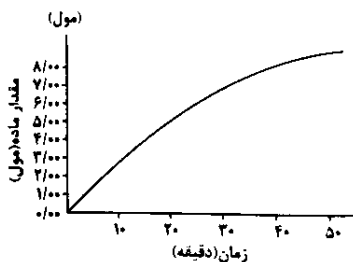
(۴) $SO_2 - 2SO_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2SO_2(g)$ - تولید B نصف - مصرف A



۴. ریاضی ۸۶ (خارج) : اگر در واکنش تجزیه‌ی گرمایی پتاسیم نیترات، پس از گذشت ۵ دقیقه، ۰/۲۸ مول از آن باقی مانده و ۰/۰۶ مول گاز N_2 آزاد شده باشد، مقدار اولیه‌ی پتاسیم نیترات برابر چند مول و سرعت متوسط تشکیل گاز اکسیژن چند مول بر ثانیه است؟ (عددها را از راست به چپ بخوانید.)

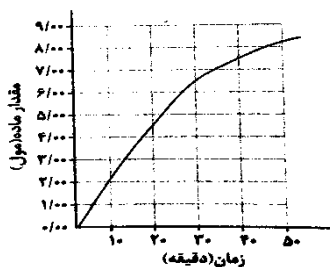
- (۱) ۰/۰۰۵ - ۰/۴ (۲) ۰/۰۰۰۵ - ۰/۴ (۳) ۰/۰۰۴ - ۰/۵ (۴) ۰/۰۰۰۴ - ۰/۵

۵. تجربی ۸۶ : با توجه به نمودار روبه رو، که تغییرات مقدار B را در واکنش فرضی $A \rightarrow B$ ، نسبت به زمان در شرایط آزمایش نشان می دهد، سرعت متوسط مصرف ماده‌ی A در فاصله‌ی زمانی بین ۲۰ تا ۴۰ دقیقه، بر حسب مول بر دقیقه، به کدام عدد نزدیکتر است؟



- (۱) ۰/۱۵
(۲) ۰/۲۰
(۳) ۰/۲۵
(۴) ۰/۳۰

۶. تجربی ۸۶ (خارج) : با توجه به نمودار زیر که تغییرات ماده‌ی B را در واکنش فرضی $A \rightarrow B$ نسبت به زمان در شرایط آزمایش نشان می دهد، نسبت سرعت متوسط تشکیل ماده‌ی B در فاصله‌ی زمانی ۲۰ دقیقه تا ۳۰ دقیقه، به سرعت متوسط تشکیل آن در فاصله‌ی زمانی ۳۰ دقیقه تا ۴۰ دقیقه، کدام عدد است؟



- (۱) ۱/۵
(۲) ۲
(۳) ۲/۵
(۴) ۳

۷. ریاضی ۸۷ : اگر ۸/۳۴ گرم PCl_5 را در ظرفی گرما دهیم و پس از گذشت ۲۰ ثانیه، ۲۵ درصد آن تجزیه شده باشد، سرعت تشکیل گاز کلر در این واکنش بر حسب مول بر دقیقه کدام است؟ ($P=۳۱$, $Cl=۳۵/۵$: $g \cdot mol^{-1}$)

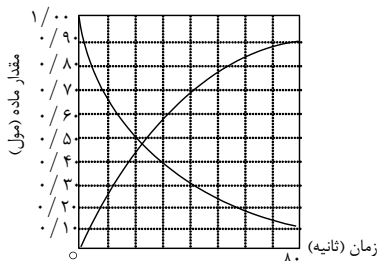
- (۱) ۰/۰۲ (۲) ۰/۰۳ (۳) ۰/۰۴ (۴) ۰/۰۵

پایان



کنکور ۹۶

۸. ریاضی ۸۷ (خارج) : نمودارهای شکل روبه‌رو را به تغییرات غلظت مواد نسبت به پیشرفت واکنش، در کدام واکنش می‌توان نسبت داد؟ سرعت متوسط واکنش بر حسب مصرف واکنش‌دهنده در فاصله‌ی زمانی داده‌شده، چند مول بر دقیقه است؟



- (۱) $A \rightarrow B$, ۰/۵۶۷
- (۲) $A \rightarrow B$, ۰/۶۷۵
- (۳) $A \rightarrow B + C$, ۰/۵۶۷
- (۴) $A \rightarrow 2B + C$, ۰/۶۷۵

۹. تجربی ۸۷ : اگر یون هیپوبرومیت در محلول $2/5 \text{ mol.L}^{-1}$ خود، مطابق واکنش : $3\text{BrO}^-(\text{aq}) \rightarrow \text{BrO}_3^-(\text{aq}) + 2\text{Br}^-(\text{aq})$ تجزیه شود و ۹۰ ثانیه پس از آغاز واکنش، غلظت این یون در محلول به $1/96$ مول بر لیتر کاهش یابد، سرعت متوسط تشکیل یون برومات برابر چند $\text{mol.L}^{-1}\text{min}^{-1}$ است؟

- (۱) ۰/۱۶
- (۲) ۰/۳۴
- (۳) ۰/۱۲
- (۴) ۰/۳۲

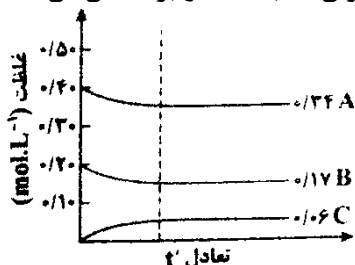
پایستخ

۱۰. ریاضی ۸۸ : اگر در واکنش سوختن کامل اتانول، پس از ۵۰ ثانیه، مقدار $5/6$ لیتر گاز کربن دی‌اکسید در شرایط STP تشکیل شود، سرعت متوسط مصرف اکسیژن در این واکنش، چند مول بر دقیقه است؟

- (۱) ۰/۲۵
- (۲) ۰/۳۲
- (۳) ۰/۴۲
- (۴) ۰/۴۵

پایستخ

۱۱. ریاضی ۸۸ : نمودارهای شکل روبه‌رو را به تغییر غلظت مواد ضمن کدام واکنش می‌توان نسبت داد و بر اساس آن، A می‌تواند باشد و سرعت واکنش از نظر سرعت آن از نظر است.



- (۱) $\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{SO}_3(\text{g})$ - مصرف B، برابر - مصرف A
- (۲) $\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{SO}_3(\text{g})$ - تولید C، دو برابر - مصرف A
- (۳) $\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{SO}_3(\text{g})$ - مصرف A، برابر - تولید C
- (۴) $\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{SO}_3(\text{g})$ - مصرف B، دو برابر - تولید C



کنکور ۹۶

۱۲. ریاضی ۸۸ (خارج) : اگر در واکنش : $۳Cu(s) + ۸HNO_3(aq) \rightarrow ۳Cu(NO_3)_2(aq) + ۲NO(g) + ۴H_2O(l)$ ، پس از ۱۰ ثانیه، مقدار $۵/۰۴$ گرم نیتریک اسید مصرف شود، سرعت متوسط تشکیل مس (II) نیترات، چند مول بر دقیقه است؟
($H=۱, N=۱۴, O=۱۶ : g.mol^{-1}$)

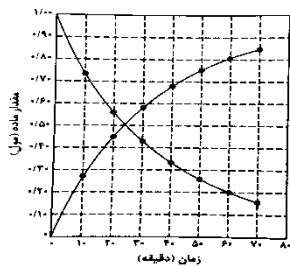
- (۱) $۰/۱۸$ (۲) $۰/۴۸$ (۳) $۱/۱۸$ (۴) $۱/۴۸$

پایخ

۱۳. تجربی ۸۸ : اگر در تجزیه ی گرمایی گاز N_2O_5 و تبدیل آن به گازهای O_2 و NO_2 ، پس از گذشت ۲ دقیقه، $۰/۰۸$ مول از آن باقی بماند و $۰/۰۶$ مول گاز اکسیژن آزاد شود، مقدار اولیه ی N_2O_5 ، چند مول و سرعت متوسط تشکیل گاز NO_2 ، چند مول بر ثانیه است؟ (عددها را از راست به چپ بخوانید)

- (۱) $۰/۰۰۲ - ۰/۱۲$ (۲) $۰/۰۰۴ - ۰/۱۲$ (۳) $۰/۰۰۲ - ۰/۲$ (۴) $۰/۰۰۴ - ۰/۲$

۱۴. تجربی ۸۸ (خارج) : نمودار شکل‌های زیر را به تغییرات مول مواد نسبت به پیشرفت واکنش، در کدام واکنش می‌توان نسبت داد؟ سرعت متوسط واکنش بر حسب مصرف واکنش‌دهنده در فاصله‌ی زمانی داده شده، چند مول بر دقیقه است؟



- (۱) $A \rightarrow B$ ، $۰/۰۱۲$
(۲) $A \rightarrow B$ ، $۰/۱۲$
(۳) $A \rightarrow B + C$ ، $۰/۰۱۵$
(۴) $A \rightarrow 2B + C$ ، $۰/۱۵$

۱۵. ریاضی ۸۹ : اگر در واکنش : $۲KClO_3(s) \xrightarrow{\Delta} ۲KCl(s) + ۳O_2(g)$ که در یک ظرف ۱۰ لیتری سر بسته انجام می‌گیرد، سرعت متوسط تولید گاز اکسیژن برابر $۰/۰۰۱۵ \text{ mol.L}^{-1}\text{s}^{-1}$ باشد، چند دقیقه طول می‌کشد تا $۳۶۷/۵$ گرم پتاسیم کلرات به طور کامل تجزیه شود؟ ($O=۱۶, Cl=۳۵/۵, K=۳۹ : g.mol^{-1}$)

- (۱) ۱۰ (۲) ۵ (۳) ۴ (۴) ۸

پایخ



کنکور ۹۶

۱۶. ریاضی ۸۹ (خارج) : با توجه به واکنش گازی : $SO_2Cl_2(g) \rightarrow SO_2(g) + Cl_2(g)$ ، که در یک ظرف سر بسته ی ۲ لیتری در دمای ثابت با سرعت متوسط $2 \times 10^{-6} \text{ mol.L}^{-1}.s^{-1}$ بر حسب مصرف SO_2Cl_2 انجام می گیرد، پس از ۱۰ دقیقه، چند مول گاز SO_2 آزاد می شود؟

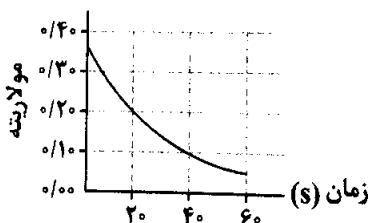
- (۱) $2/4 \times 10^{-4}$ (۲) $2/4 \times 10^{-2}$ (۳) $2/6 \times 10^{-2}$ (۴) $2/6 \times 10^{-4}$

پایخ

۱۷. تجربی ۸۹ : با توجه به واکنش : $2HNO_3(aq) + 3P_4(s) + xH_2O(l) \rightarrow 12H_3PO_4(aq) + 20NO(g)$ ، پس از موازنه، ضریب مولی آب برابر و سرعت متوسط تولید H_3PO_4 ، برابر سرعت متوسط مصرف H_2O است.

- (۱) $1/2 - 8$ (۲) $1/5 - 8$ (۳) $2 - 12$ (۴) $1 - 12$

۱۸. تجربی ۸۹ (خارج) : نمودار تغییرات غلظت نسبت به زمان در یک واکنش به صورت زیر است. سرعت متوسط این واکنش بر حسب مول بر دقیقه، در زمان مشخص شده، بر حسب $\text{mol.L}^{-1}.min^{-1}$ به کدام عدد نزدیکتر است؟



- (۱) ۰/۲۲
(۲) ۰/۲۹
(۳) ۰/۳۵
(۴) ۰/۳۷

۱۹. ریاضی ۹۰ : اگر در واکنش تجزیه ی $4/5$ مول گاز NO_2 مطابق واکنش زیر، بر اثر گرما، پس از ۱۰ ثانیه ۱۳۸ گرم از آن باقی مانده باشد، سرعت متوسط تشکیل گاز اکسیژن برابر چند مول بر ثانیه است و با فرض اینکه واکنش با همین سرعت متوسط پیش برود، چند ثانیه طول می کشد تا $4/5$ مول از این گاز تجزیه شود؟ ($N=14, O=16 : g.mol^{-1}$)



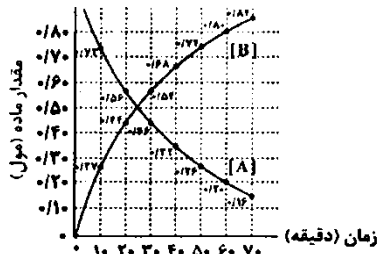
- (۱) ۳۰، ۰/۱۵ (۲) ۳۰، ۰/۰۷۵ (۳) ۴۵، ۰/۰۷۵ (۴) ۴۵، ۰/۱۵

پایخ



کنکور ۹۶

۲۰. ریاضی ۹۰ (خارج): با توجه به نمودار روبه رو، سرعت متوسط واکنش: $A \rightarrow B$ در ۱۰ دقیقه ی اول، چند برابر سرعت متوسط آن در در فاصله ی زمانی ۵۰ تا ۶۰ دقیقه است؟



- ۱ (۱)
- ۳ (۲)
- ۴/۵ (۳)
- ۱۰ (۴)

۲۱. ریاضی ۹۰ (خارج): اگر در واکنش: $4HCl(g) + O_2(g) \rightarrow 2Cl_2(g) + 2H_2O(g)$ که در دمای معین در یک ظرف سر بسته ۵ لیتری انجام می شود، پس از گذشت ۲ دقیقه و ۲۴ ثانیه، مقدار $3/6$ مول گاز O_2 مصرف شود، سرعت متوسط تولید گاز کلر، برحسب $mol.L^{-1}.s^{-1}$ کدام است؟

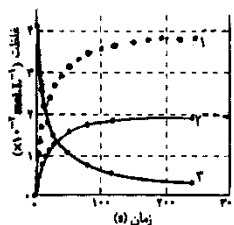
- ۰/۲ (۴)
- ۰/۰۲ (۳)
- ۰/۱ (۲)
- ۰/۰۱ (۱)

پایخ

۲۲. ریاضی ۹۱: سرعت تشکیل C در واکنش: $2A + B \rightarrow 2C + 3D$ برابر $1 mol.s^{-1}$ است. سرعت کلی واکنش و سرعت تشکیل D، سرعت مصرف A و B به ترتیب، برابر چند $mol.s^{-1}$ است؟

- ۰/۵، ۱، ۱/۵، ۰/۵ (۴)
- ۰/۵، ۱/۵، ۱، ۰/۵ (۳)
- ۲، ۱، ۱/۵، ۲ (۲)
- ۲، ۱، ۰/۵، ۲ (۱)

۲۳. تجربی ۹۱: با توجه به شکل روبه رو، که تغییر غلظت واکنش دهنده و فراورده ها را در واکنش $2NO_2(g) \rightarrow 2NO(g) + O_2(g)$ نشان می دهد، کدام مطلب درست است؟



- ۱ (۱) نمودار تغییر غلظت $NO_2(g)$ است.
- ۲ (۲) نمودار تغییر غلظت $O_2(g)$ است.
- ۳ (۳) شیب نمودار تغییر غلظت $O_2(g)$ در مقایسه با $NO(g)$ تندتر است.
- ۴ (۴) نمودار تغییر غلظت $NO_2(g)$ است و شیب آن با شیب نمودار تغییر غلظت $O_2(g)$ یکسان است.



کنکور ۹۶

۲۴. تجربی ۹۱ (خارج) : واکنش تجزیه ی $2A(aq) \rightarrow B(s) + 3C(g)$ ، در دمای $0^\circ C$ و فشار 1 atm مورد بررسی قرار گرفته است. اگر در مدت 10 دقیقه، 0.4 مول از ماده ی A تجزیه شود، سرعت متوسط تولید گاز C بر حسب میلی لیتر بر ثانیه در شرایط STP کدام است؟

۲۲۴ (۴)

۱۴۹ (۳)

۲۲/۴ (۲)

۱۴/۹ (۱)

پایخ

۲۵. ریاضی ۹۲ : در صورتی که سرعت تشکیل $NO(g)$ در واکنش : $2NOBr(g) \rightarrow 2NO(g) + Br_2(g)$ برابر $1/6 \times 10^{-4} \text{ mol.s}^{-1}$ باشد، سرعت واکنش و سرعت تولید $Br_2(g)$ بر حسب mol.s^{-1} به ترتیب از راست به چپ کدام اند؟

8×10^{-5} ، 8×10^{-5} (۲)

$1/6 \times 10^{-4}$ ، 8×10^{-5} (۱)

8×10^{-5} ، $1/6 \times 10^{-4}$ (۴)

$1/6 \times 10^{-4}$ ، $1/6 \times 10^{-4}$ (۳)

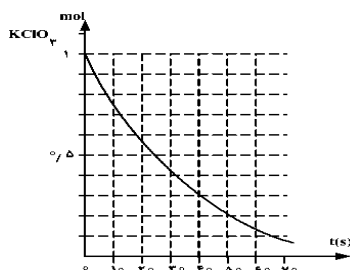
۲۶. تجربی ۹۲ : باتوجه به نمودار روبه رو، به تقریب چند ثانیه زمان لازم است تا 15 لیتر گاز O_2 از تجزیه ی پتاسیم کلرات در گرما، در مجاورت MnO_2 ، به دست آید؟ چگالی گاز O_2 در شرایط آزمایش، برابر 1.4 g.L^{-1} و 16 g.mol^{-1} است

۴۵ (۱)

۲۰ (۲)

۲۵ (۳)

۱۰ (۴)



پایخ

۲۷. تجربی ۹۲ (خارج) : در واکنش : $2NH_3(g) \rightarrow N_2(g) + 3H_2(g)$ ، اگر در شرایط معین، در مدت 25 دقیقه، 3 مول آمونیاک تجزیه شود، سرعت تشکیل گاز نیتروژن برابر چند میلی لیتر بر ثانیه در شرایط STP است؟

۴۴/۸ (۴)

۳۳/۶ (۳)

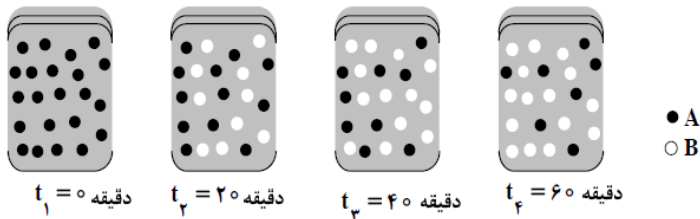
۲۲/۴ (۲)

۱۱/۲ (۱)



کنکور ۹۶

۲۸. ریاضی ۹۳: با توجه به شکل زیر، که به واکنش فرضی $A \rightarrow B$ در یک ظرف ۴ لیتری مربوط است، سرعت متوسط واکنش در فاصله ی زمانی t_2 تا t_3 چند $\text{mol.L}^{-1}.\text{min}^{-1}$ و چند برابر سرعت متوسط آن در فاصله ی زمانی t_3 تا t_4 است؟



(هر گوی هم ارز 0.05 مول از هر ماده است.)

(۱) $1/5, 7/5 \times 10^{-3}$

(۲) $1/5, 1/875 \times 10^{-3}$

(۳) $3, 1/875 \times 10^{-3}$

(۴) $3, 7/5 \times 10^{-3}$

پایخ

۲۹. ریاضی ۹۳: واکنش $AB_2(g) \rightarrow A(g) + 2B(g)$ به صورتی پیش می رود که در هر ساعت غلظت ماده ی اولیه نصف می شود. اگر غلظت ماده ی اولیه برابر 1 mol.L^{-1} باشد، برای تجزیه ی $93/75\%$ مولکول های AB_2 ، چند ساعت زمان لازم است؟

(۴) ۱۰

(۳) ۸

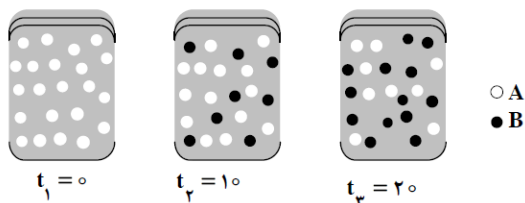
(۲) ۵

(۱) ۴

پایخ

۳۰. ریاضی ۹۳ (خارج): با توجه به شکل زیر، که به واکنش فرضی $A \rightarrow B$ در یک ظرف ۲ لیتری مربوط است، سرعت متوسط واکنش در فاصله ی زمانی t_1 و t_2 ، چند برابر سرعت متوسط واکنش در فاصله ی زمانی t_1 و t_3 است؟

(هر گوی هم ارز 0.02 مول از هر ماده است.)



(۱) $1/62$

(۲) $1/4$

(۳) $1/23$

(۴) $1/8$

پایخ



کنکور ۹۶

۳۱. تجربی ۹۳ (خارج) : داده های زیر برای واکنش : $2NO_2(g) \rightarrow 2NO(g) + O_2(g)$ به دست آمده است. سرعت متوسط مصرف NO_2 در فاصله ی زمانی بررسی شده، برابر چند $mol.L^{-1}.s^{-1}$ است و اگر واکنش پس از ۳۰ ثانیه ی نخست با سرعت متوسط ثابتی انجام می گرفت، زمان کل انجام این واکنش چند ثانیه می شد؟

زمان (s)	۰	۱۰	۲۰	۳۰	۴۰
$[NO_2]$	۰/۵	۰/۴۲	۰/۳۶	۰/۳۲	۰/۳

(۱) $160, 8 \times 10^{-2}$

(۲) $160, 5 \times 10^{-3}$

(۳) $190, 8 \times 10^{-2}$

(۴) $190, 5 \times 10^{-3}$

پایخ

۳۲. ریاضی ۹۴ : اگر در تجزیه ی گرمایی یک نمونه ی سدیم هیدروژن کربنات خالص، پس از گذشت ۱۰ دقیقه، $4/2$ گرم از آن باقی مانده و $0/2$ مول آب تشکیل شده باشد، سرعت تجزیه ی سدیم هیدروژن کربنات، برابر چند مول بر دقیقه است و با همین سرعت متوسط، چند ثانیه ی دیگر واکنش کامل می شود؟ ($H=1, C=12, O=16, Na=23 : g.mol^{-1}$)

(۱) $75, 4 \times 10^{-2}$ (۲) $75, 2 \times 10^{-2}$ (۳) $60, 4 \times 10^{-2}$ (۴) $60, 2 \times 10^{-2}$

پایخ



کنکور ۹۶

عوامل گوناگونی بر سرعت واکنش های شیمیایی اثر می گذارند: ماهیت واکنش دهنده ها، حالت فیزیکی، غلظت واکنش دهنده ها، دما و کاتالیزگر.

ماهیت واکنش دهنده ها

ماهیت (نوع یا جنس) واکنش دهنده ها اگرچه به عنوان یک متغیر برای بهبود سرعت یک واکنش مطرح نیست اما مهمترین عامل در تعیین سرعت یک واکنش محسوب می شود.

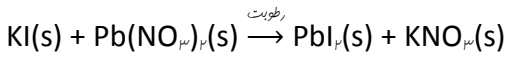
مثال ①: زدن پرچه در مفلوطی از $H_2(g)$ و $O_2(g)$ سبب می شود که واکنشی بسیار سریع که با انفجاری شدید همراه است، رخ دهد. در حالی که با ایجاد همین پرچه در مفلوطی از $H_2(g)$ و $N_2(g)$ پدیده ای روی نمی دهد.

مثال ②: پتاسیم با آب به سرعت واکنش می دهد. در حالی که واکنش آهن با آب بسیار آهسته تر از واکنش پتاسیم با آب است.

حالت فیزیکی

اگر واکنش دهنده ها در یک فاز قرار داشته باشند، مثلاً همگی گاز (g) یا مملول در آب (aq) باشند، واکنش با سرعت بیشتری روی می دهد. در حالی که مهاورت دو فاز مختلف مثلاً جامد با گاز یا دو مایع مفلوط نشدنی چنین شرایطی ایجاد نمی کند. زیرا واکنش فقط در مرز میان دو فاز انجام می شود. با فرد کردن ماده ی جامد می توان سطح تماس را افزایش داد و سرعت واکنش افزایش پیدا می کند.

مثال ①: هنگامی که مقادیر معینی از پتاسیم یدید $KI(s)$ و سرب (II) نیترات $Pb(NO_3)_2(s)$ را در یک هاون پینی بریزیم و برای مدتی این دو جامد سفیدرنگ را ضمن ساییدن مفلوط کنیم، مقداری از رطوبت موجود در هوا جذب بلورها شده و با جذب مقادیر جزئی مولکول های H_2O ، ذره های موجود در KI و $Pb(NO_3)_2$ دارای تفرک های جزئی شده و واکنش بین آن ها صورت می گیرد و جامد زردرنگ PbI_2 به آرامی تشکیل می شود:



مثال ②: احتمال وقوع انفجار در انبار آرد نسبت به انبار گندم بیشتر است. زیرا در انبار آرد، ذرات ریزتری وجود دارند و سطح تماس آن ها با اکسیژن هوا بیشتر و در نتیجه احتمال وقوع انفجار در آن بیشتر است.

غلظت

در اغلب واکنش ها (به جز واکنش های مرتبه ی صفر) با افزایش غلظت واکنش دهنده ها، سرعت واکنش بیشتر می شود. مثال: لیاف آهن در هوای معمولی (که حدود یک پنجم آن را اکسیژن تشکیل می دهد) روی شعله، داغ و سرخ می شود اما نمی سوزد. در حالی که در یک ارلن پر از اکسیژن فالص به شدت می سوزد.

فشار

عامل فشار بر سرعت واکنش هایی موثر است که حداقل یکی از مواد واکنش دهنده، گازی شکل باشد. افزایش فشار (کاهش حجم) موجب افزایش تعداد برخوردهای موثر و در نتیجه افزایش سرعت واکنش می شود.

دما

دما یکی از مهم ترین عوامل موثر بر سرعت واکنش های شیمیایی است. با افزایش دما سرعت واکنش های گرماده و گرماگیر با افزایش دما سرعت بیشتری پیدا می کنند. مثال ①: منیزیم در آب سرد به کندی واکنش می دهد، در حالی که در آب داغ با سرعت بیشتری واکنش می دهد.



مثال ②: با تکه داری مواد غذایی در یفخال سرعت فرایندهی شیمیایی منجر به فساد کند می شود، در حالی که گرمای شعله ی اباق گاز سرعت فرایندهی شیمیایی منجر به پفتن غذا را افزایش می دهد.

کاتالیزگر

بعراً!



تست های موضوعی :

۳۳. ریاضی ۸۷ : سرعت واکنش : $Fe(s) + 2H^+(aq) \rightarrow Fe^{2+}(aq) + H_2(g)$ ، بر اثر کدام تغییر کاهش می یابد؟

(۱) استفاده از براده ی آهن به جای گرد آهن

(۲) گرم کردن محلول اسید در آغاز واکنش

(۳) استفاده از براده ی آهن به جای قطعه های آهن

(۴) به کار بردن هیدروکلریک اسید به جای سولفوریک اسید با مولاریته ی یکسان

قانون سرعت

افزایش غلظت واکنش دهنده ها اغلب منجر به افزایش سرعت واکنش می شود، اما نمی توان به طور تئوری مشخص کرد که با چه نسبتی سرعت واکنش افزایش می یابد؛ زیرا سرعت واکنش، کمیتی تجربی است. برای مثال، اگر در واکنش تجزیه ی گرمایی دی نیتروژن پنتوکسید، $2\text{N}_2\text{O}_5 \rightarrow 4\text{NO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$ ، غلظت این ماده سه برابر شود، سرعت واکنش چه تغییری می کند؟ به این پرسش براساس معادله ی واکنش نمی توان پاسخی قطعی داد! برای پاسخ دادن به این پرسش، باید داده های تجربی در اختیار باشد تا بتوان رابطه ای میان سرعت واکنش و غلظت واکنش دهنده یافت. به چنین رابطه ای، قانون سرعت می گویند.

رابطه ی قانون سرعت :



* در این رابطه m و n به ترتیب مرتبه ی واکنش را نسبت به واکنش دهنده های A و B مشخص می کنند.
* این مقادیر که می توانند عددهایی درست یا اعشاری باشند، به طور تجربی به دست می آیند.
* ثابت سرعت k ، کمیتی تجربی و وابسته به دما است.

یکای k (ثابت سرعت) :

* مرتبه ی واکنش : مجموع توان غلظت ها در معادله ی قانون سرعت.

خود را بیازماید ۱۳
شیمی دان ها سرعت واکنش میان هموگلوبین (Hb) و کربن مونوکسید را در دمای 20°C بررسی کرده اند. جدول زیر، نتایج این پژوهش ها را نشان می دهد.

سرعت آغازی واکنش ($\text{mol.L}^{-1}.\text{s}^{-1}$)	غلظت آغازی واکنش دهنده ها		شماره ی آزمایش
	[Hb]	[CO]	
$6/10 \times 10^{-7}$	$2/2 \times 10^{-6}$	$1/0 \times 10^{-6}$	۱
$1/22 \times 10^{-6}$	$4/4 \times 10^{-6}$	$1/0 \times 10^{-6}$	۲
$3/66 \times 10^{-6}$	$4/4 \times 10^{-6}$	$3/0 \times 10^{-6}$	۳

آ) رابطه ی قانون سرعت را بنویسید.

ب) سرعت واکنش با [Hb] چه رابطه ای دارد؟



کنکور ۹۶

مولکول CO واکنش پذیری بالایی دارد. به طوری که تمایل آن برای واکنش با هموگلوبین به مراتب بیشتر از O_2 است. این ویژگی سبب می شود که مولکول های CO موجود در هوای دم، جایگزین مولکول O_2 در هموگلوبین شده و مانع از رسیدن اکسیژن به بافت ها خواهد شد.

در قانون سرعت، سرعت آغازی (R) هم ارز با سرعت لحظه ای واکنش است.



تست های موضوعی :

۳۴. تجربی ۸۵ : با توجه به داده های جدول زیر، که به واکنش : $2NO(g) + 2H_2(g) \rightarrow N_2(g) + 2H_2O(g)$ مربوط است، کدام مطلب درباره ی آن نادرست است؟

سرعت واکنش پس از گذشت مدت کوتاهی از آغاز واکنش (mol.L ⁻¹ .s ⁻¹)	غلظت واکنش دهند ها در آغاز واکنش (mol.L ⁻¹)		شماره آزمایش
	[NO(g)]	[H ₂ (g)]	
$1/23 \times 10^{-3}$	۰/۱	۰/۱	۱
$2/46 \times 10^{-3}$	۰/۱	۰/۲	۲
$4/92 \times 10^{-3}$	۰/۲	۰/۱	۳

- (۱) این واکنش در دو مرحله انجام می گیرد.
- (۲) سرعت این واکنش، با حاصلضرب $[H_2][NO]^2$ متناسب است.
- (۳) تغییر غلظت گاز H₂ در مقایسه با گاز NO، تاثیر کمتری در سرعت این واکنش دارد.
- (۴) تغییر غلظت مولی هر یک از واکنش دهنده ها، اثر یکسانی در افزایش سرعت واکنش دارد.

۳۵. تجربی ۸۵ (خارج) : با توجه به داده های جدول زیر، که به واکنش $2NO(g) + 2H_2(g) \rightarrow N_2(g) + 2H_2O(g)$ مربوط است، کدام مطلب درست است؟

سرعت واکنش پس از گذشت مدت کوتاهی از آغاز واکنش (mol.L ⁻¹ .s ⁻¹)	غلظت واکنش دهنده ها در آغاز واکنش (mol.L ⁻¹)		شماره آزمایش
	[NO(g)]	[H ₂ (g)]	
$1/23 \times 10^{-3}$	۰/۱	۰/۱	۱
$2/46 \times 10^{-3}$	۰/۱	۰/۲	۲
$4/92 \times 10^{-3}$	۰/۲	۰/۱	۳

- (۱) تغییر غلظت مولی هر دو گاز، به یک اندازه در سرعت واکنش مؤثرند.
- (۲) سرعت این واکنش با توان دوم غلظت مولی هر دو واکنش دهنده متناسب است.
- (۳) تغییر غلظت مولی گاز NO در مقایسه با گاز H₂ تأثیر بیش تری بر سرعت واکنش دارد.
- (۴) سرعت این واکنش، با حاصل ضرب غلظت مولی هر یک از واکنش دهنده ها، به یک میزان متناسب است.



۳۶. ریاضی ۸۶ : با توجه به داده های جدول روبه رو، که به تغییرات غلظت مواد در واکنش : $2NO_2(g) \xrightarrow{\text{گرما}} 2NO(g) + O_2(g)$ مربوط است، کدام مطلب درست است؟

غلظت ($\times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$)	۰	۵	۱۰	۱۵	۲۰	۳۰	۵۰	۸۰	۱۲۰	۲۴۰
$[NO_2(g)]$	۴/۱	۳/۱	۲/۵	۲/۱	۱/۸	۱/۴	۱/۰	۰/۷	۰/۵	۰/۳
$[NO(g)]$	۰/۰	۱/۰	۱/۶	۲/۰	۲/۳	۲/۷	۳/۱	۳/۴	۳/۶	۳/۸
$[O_2(g)]$	۰/۰	۰/۵	۰/۸	۱/۰	۱/۱	۱/۳	۱/۶	۱/۷	۱/۸	۱/۹

- (۱) رابطه ی سرعت واکنش به صورت « $[NO]^2[O_2] \propto$ سرعت واکنش» است.
- (۲) سرعت متوسط تولید گاز اکسیژن، دو برابر سرعت مصرف گاز NO_2 است.
- (۳) شیب نمودار تغییر غلظت اکسیژن تندتر از شیب نمودار تغییر غلظت NO است.
- (۴) سرعت متوسط تولید اکسیژن در ۱۰ ثانیه ی دوم واکنش، برابر $3 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}.s^{-1}$ است.



۳۷. تجربی ۸۹ : براساس داده های جدول زیر، که ضمن بررسی واکنش : $CH_3-CO-CH_2+I_2 \xrightarrow{H^+} CH_3-CO-CH_2I+HI$ به دست آمده است، رابطه ی سرعت این واکنش، به کدام صورت درست است؟

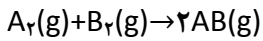
سرعت نسبی	$[H^+]$	$[I_2]$	$[CH_3C(O)CH_2]$
۱	۰/۰۱۰	۰/۰۱۰	۰/۰۱۰
۲	۰/۰۱۰	۰/۰۱۰	۰/۰۲۰
۴	۰/۰۱۰	۰/۰۲۰	۰/۰۲۰
۴	۰/۰۲۰	۰/۰۱۰	۰/۰۲۰

- (۱) $R=K[CH_3C(O)CH_2][I_2][H^+]$
- (۲) $R=K[CH_3C(O)CH_2][I_2][H^+]^2$
- (۳) $R=K[CH_3C(O)CH_2]^2[I_2]$
- (۴) $R=K[CH_3C(O)CH_2][H^+]$



کنکور ۹۶

۳۸. تجربی ۸۹ (خارج): با توجه به داده های جدول زیر که درباره ی واکنش نمادین زیر به دست آمده است، مقدار x در این جدول به کدام عدد نزدیکتر است؟ (غلظت واکنش دهنده ها برحسب مول بر لیتر است)



شماره آزمایش	سرعت پس از چند لحظه ($\text{mol.L}^{-1}.\text{s}^{-1}$)	$[B_2]$	$[A_2]$
۱	5×10^{-3}	۰/۲	۰/۲
۲	4×10^{-2}	۰/۴	۰/۲
۳	$4/5 \times 10^{-2}$	۰/۲	۰/۶
۴	x	۰/۴	۰/۶

- (۱) $2/3 \times 10^{-2}$
- (۲) $3/2 \times 10^{-2}$
- (۳) $3/7 \times 10^{-1}$
- (۴) $9/2 \times 10^{-2}$

۳۹. تجربی ۹۰ (خارج): با توجه به داده های جدول زیر که در بررسی واکنش $2NO(g) + 2H_2(g) \rightarrow N_2(g) + 2H_2O(g)$ به دست آمده است، مقدار x برابر چند مول بر لیتر است؟ (غلظت ها برحسب mol.L^{-1} و سرعت واکنش برحسب $\text{mol.L}^{-1}.\text{s}^{-1}$ گزارش شده است)

شماره آزمایش	$[H_2(g)]$	$[NO(g)]$	سرعت واکنش
۱	۰/۱	۰/۱	$1/23 \times 10^{-3}$
۲	۰/۲	۰/۱	$2/46 \times 10^{-3}$
۳	۰/۱	۰/۲	$4/92 \times 10^{-3}$
۴	۰/۳	x	$1/48 \times 10^{-2}$

- (۱) ۰/۱
- (۲) ۰/۲
- (۳) ۰/۳
- (۴) ۰/۴

۴۰. ریاضی ۹۱ (خارج): واکنش $A + 2B \rightarrow P + Q$ ، از قانون سرعت $R = k[A][B]$ پیروی می کند ($k = 3 \times 10^{-2} \text{mol.L}^{-1}.\text{s}^{-1}$). در آغاز واکنش ۰/۲ مول از ماده ی A و ۰/۶ مول از ماده ی B در ۳ لیتر حلال مخلوط می شوند. سرعت آغازی واکنش و مقدار آغازی $\frac{\Delta[B]}{\Delta t}$ برحسب $\text{mol.L}^{-1}.\text{s}^{-1}$ به ترتیب کدام اند؟ (گزینه ها را از راست به چپ بخوانید)

- (۱) $2 \times 10^{-1} - 4 \times 10^{-1}$
- (۲) $2 \times 10^{-5} - 4 \times 10^{-5}$
- (۳) $8 \times 10^{-1} - 4 \times 10^{-1}$
- (۴) $8 \times 10^{-5} - 4 \times 10^{-5}$



کنکور ۹۶

۴۱. تجربی ۹۱: با توجه به داده های جدول زیر که در بررسی واکنش فرضی $A+B \rightarrow C$ ، به دست آمده است، مقدار تقریبی

[A] (mol/L)	[B] (mol/L)	سرعت تشکیل C (mol/L.s)
۰/۳	۰/۱۵	7×10^{-4}
۰/۶	۰/۳۰	$2/8 \times 10^{-3}$
۰/۳	۰/۳۰	$1/4 \times 10^{-3}$

ثابت سرعت این واکنش کدام است؟

(۱) 0.16 L/mol.s

(۲) 0.16 mol/L.s

(۳) 0.52 L/mol.s

(۴) 0.52 mol/L.s

۴۲. تجربی ۹۱ (خارج): با توجه به داده های جدول زیر که به واکنش گازی: $2NO(g) + 2H_2(g) \rightarrow N_2(g) + 2H_2O(g)$

مربوط است، رابطه ی مربوط به قانون سرعت آن، به کدام صورت است؟

سرعت واکنش پس از گذشت مدت کوتاهی از آغاز واکنش (mol.L ⁻¹)	غلظت واکنش دهنده ها در آغاز واکنش (mol.L ⁻¹)		شماره آزمایش
	[NO(g)]	[H ₂ (g)]	
$1/23 \times 10^{-3}$	۰/۱	۰/۱	۱
$2/46 \times 10^{-3}$	۰/۱	۰/۲	۲
$4/92 \times 10^{-3}$	۰/۲	۰/۱	۳

(۱) $R=k[NO]^2 \cdot [H_2]^2$

(۲) $R=k[NO] \cdot [H_2]$

(۳) $R=k[NO] \cdot [H_2]^2$

(۴) $R=k[NO]^2 \cdot [H_2]$

۴۳. تجربی ۹۲: با توجه به داده های جدول زیر، که به واکنش گازی: $2A(g) + 2B(g) \rightarrow C(g) + 2D(g)$ مربوط است، مقدار x

کدام است؟

سرعت واکنش (mol.L ⁻¹ .s ⁻¹)	غلظت واکنش دهنده ها در آغاز واکنش (mol.L ⁻¹)		شماره آزمایش
	A	B	
$2/12 \times 10^{-2}$	۰/۱	۰/۱	۱
$4/24 \times 10^{-2}$	۰/۲	۰/۱	۲
$12/72 \times 10^{-2}$	۰/۲	۰/۳	۳
$4/24 \times 10^{-1}$	x	۰/۴	۴

(۱) ۰/۲

(۲) ۰/۳

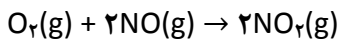
(۳) ۰/۵

(۴) ۰/۶



کنکور ۹۶

۴۴. ریاضی ۹۲ (خارج): با توجه به داده های جدول زیر، اگر $[O_2]$ و $[NO]$ نسبت به آزمایش ۱ به ترتیب ۵ و ۱۰ برابر شود، سرعت اولیه ی واکنش چند برابر آزمایش شماره ی یک می شود؟



R (mol.L ⁻¹ .s ⁻¹)	[NO]	[O ₂]	شماره ی آزمایش	
			۱	۲۰۰ (۱)
			۲	۲۵۰ (۲)
$3/2 \times 10^{-3}$	$1/3 \times 10^{-2}$	$1/1 \times 10^{-2}$	۱	۴۰۰ (۳)
$6/4 \times 10^{-3}$	$1/3 \times 10^{-2}$	$2/2 \times 10^{-2}$	۲	۵۰۰ (۴)
$12/8 \times 10^{-3}$	$2/6 \times 10^{-2}$	$1/1 \times 10^{-2}$	۳	

۴۵. تجربی ۹۳: رابطه ی قانون سرعت برای واکنش فرضی $A \rightarrow B$ ، به صورت $k[A]^2 = \text{سرعت}$ ، است. پس از تبدیل ۹۰ درصد ماده ی A به فراوده، سرعت واکنش چند برابر سرعت آغازی آن خواهد بود؟

- (۱) ۰/۰۱
- (۲) ۰/۱
- (۳) ۰/۰۹
- (۴) ۰/۹

۴۶. ریاضی ۹۳ (خارج): اگر واکنش فرضی: $2A + 2B \rightarrow C + 2D$ ، نسبت به A از مرتبه ی دوم و نسبت به B نیز از مرتبه ی دوم باشد و در شرایطی که غلظت A برابر ۰/۲ مول بر لیتر و غلظت B برابر ۰/۴ مول بر لیتر است، سرعت واکنش برابر $4 \times 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ باشد، ثابت سرعت این واکنش چند $\text{L}^3 \cdot \text{mol}^{-3} \cdot \text{s}^{-1}$ است و با دو برابر کردن غلظت A و سه برابر کردن غلظت B، سرعت واکنش چند برابر می شود؟

- (۱) ۰/۰۶۲۵، ۶
- (۲) ۰/۰۱۲۵، ۳۶
- (۳) ۰/۰۶۲۵، ۳۶
- (۴) ۰/۰۱۲۵، ۶

۴۷. تجربی ۹۳ (خارج): با توجه به اینکه آبکافت اتیل استات در محیط قلیایی از رابطه ی $[OH^-] [\text{استر}] = R$ پیروی می کند، سرعت آبکافت محلول یکسان اتیل استات از نظر دما و غلظت، در $PH=14$ چند برابر سرعت آن در $PH=12$ است؟

- (۱) ۲
- (۲) ۴
- (۳) ۱۰
- (۴) ۱۰۰



کنکور ۹۶

۴۹. ریاضی ۹۴: در یک لیتر محلول دارای دو اسید قوی HBr و HBrO_3 که غلظت هریک برابر 0.01 مول بر لیتر است، واکنش: $\text{HBrO}_3(\text{aq}) + 5\text{HBr}(\text{aq}) \rightarrow 3\text{Br}_2(\text{l}) + 3\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ با قانون سرعت $R = k[\text{BrO}_3^-][\text{Br}^-][\text{H}^+]^2$ انجام می شود. با حل شدن 0.09 مول $\text{HBr}(\text{g})$ اضافی در این محلول (بدون تغییر حجم آن)، در آغاز واکنش، سرعت شروع واکنش نسبت به حالت اول چند برابر می شود؟

(۱) $201/5$ (۲) $211/5$ (۳) $302/5$ (۴) $312/5$

۵۰. تجربی ۹۴: واکنش: $A(\text{aq}) + X(\text{aq}) \rightarrow 2D(\text{aq}) + Z(\text{g})$ ، از رابطه ی قانون سرعت $R = k[A][X]$ پیروی می کند. پس از آغاز واکنش با غلظت یک مولار هریک از واکنش دهنده ها، سرعت اولیه ی این واکنش چند برابر سرعت آن در لحظه ای است که غلظت A با غلظت D برابر شده باشد؟

(۱) $1/25$ (۲) $2/25$ (۳) $3/25$ (۴) $4/25$

نظریه‌های سینتیک شیمیایی

دو نظریه ی مهم و اساسی که واکنش های شیمیایی را در سطح مولکولی بررسی می کند : نظریه برخورد و نظریه ی حالت گذار.

گرچه اساس هر دو نظریه، برخورد بین ذره های واکنش دهنده است ولی میان آن ها تفاوت هایی اساسی وجود دارد.

نظریه برخورد

این نظریه، تنها برای توصیف واکنش های بنیادی در فاز گاز به کار می رود.

- واکنش بنیادی، واکنشی است که در آن فراورده ها از برخورد مستقیم ذره های واکنش دهنده تولید می شوند.
- در این واکنش ها، ضریب استوکیومتری هر واکنش دهنده، مرتبه ی آن را در قانون سرعت نشان می دهد.

مطابق نظریه ی برخورد، یک واکنش بنیادی هنگامی رخ می دهد که بین ذره های واکنش دهنده برخوردی موثر صورت گیرد.

- برخورد هنگامی مؤثر است و به تولید فراورده می انجامد که سه ویژگی زیر را داشته باشد :

- ① تعداد برخوردها
- ② جهت گیری مناسب ذره ها هنگام برخورد
- ③ انرژی کافی ذره ها هنگام برخورد

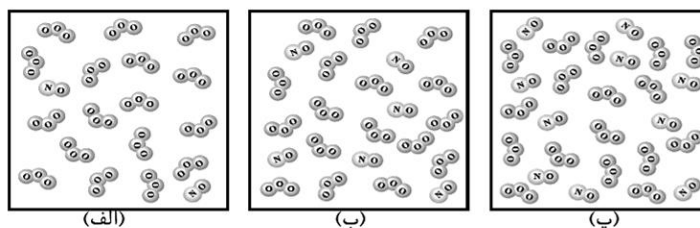
تعداد برخوردها :

طبق نظریه ی برخورد بین ذره های واکنش دهنده (که به صورت گوی های سخت در نظر گرفته می شوند) باید برخورد صورت گیرد.

طبق نظریه ی برخورد، سرعت واکنش به تعداد برخوردهای بین ذره های واکنش دهنده (در واحد حجم و در واحد زمان) بستگی دارد.

افزایش تعداد برخوردها میان ذره ها احتمال وقوع برخوردهای موثر را افزایش می دهد.

افزایش غلظت واکنش دهنده ها باعث افزایش تعداد برخورد بین ذره های واکنش دهنده و در نتیجه افزایش سرعت واکنش می شود.



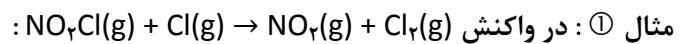
اثر غلظت بر سرعت واکنش های شیمیایی. بررسی افزایش تعداد برخوردها در واکنش $O_2(g)$ با $NO(g)$



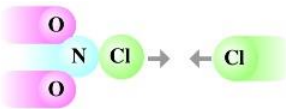
▪ جهت گیری مناسب ذره ها هنگام برخورد :

برای اینکه برخورد بین ذره های واکنش دهنده به واکنش و تولید فراورده بینجامد، باید این ذره ها در جهت مناسبی به یکدیگر نزدیک شده، برخورد کنند.

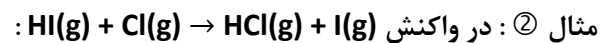
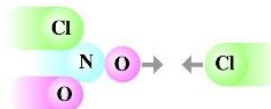
برفورد بین ذره های واکنش دهنده باید از سر اتم هایی صورت گیرد که قرار است پیوند تشکیل دهند.



جهت گیری مناسب :



جهت گیری نامناسب :



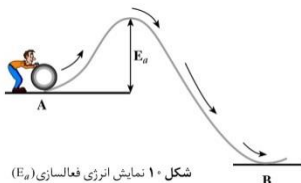
جهت گیری مناسب :

جهت گیری نامناسب :

▪ انرژی کافی ذره ها هنگام برخورد :

از میان همه ی برخوردها فقط تعداد بسیار کمی منجر به انجام واکنش می شود. این تعداد افزون بر داشتن جهت گیری مناسب باید دارای انرژی کافی نیز باشند. (اگرچه تعداد زیادی برخورد به وقوع می پیوندد اما تنها شمار اندکی که دارای انرژی کافی و جهت گیری مناسب هستند به تولید فراورده می انجامند).

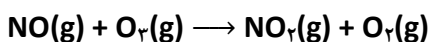
در واکنش های شیمیایی برای تبدیل واکنش دهنده ها به فراورده ها مقداری انرژی لازم است. به حداقل انرژی لازم برای شروع یک واکنش شیمیایی، انرژی فعالسازی (E_a) گفته می شود.



شکل ۱۰ نمایش انرژی فعالسازی (E_a)

در واکنش های شیمیایی تعداد اندکی از برخوردها که جهت گیری مناسبی نیز دارند، دارای حداقل انرژی لازم برای انجام واکنش هستند.

واکنش نیتروژن مونوکسید با اوزون :

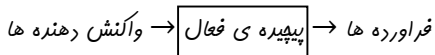




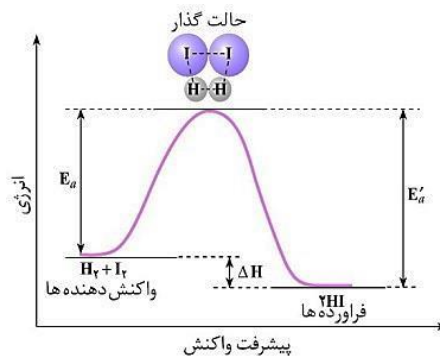
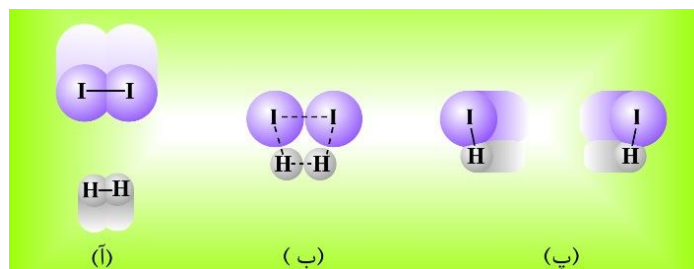
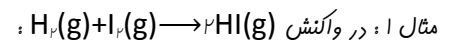
نظریه‌ی حالت گذار (نظریه‌ی پیچیده‌ی فعال)

در نظریه‌ی حالت گذار برخی از نارسایی‌های نظریه‌ی برخورد برطرف شده است. (از جمله اینکه: این مدل افزون بر واکنش در فاز گازی برای فاز محلول نیز قابل استفاده است)

طبق نظریه‌ی حالت گذار، ضمن انجام یک واکنش شیمیایی، مواد واکنش دهنده ابتدا به ماده‌ای به نام پیچیده‌ی فعال (حالت گذار) تبدیل می‌شوند و سپس پیچیده‌ی فعال تبدیل به فراورده‌ها می‌گردد:



حالت گذار (پیچیده‌ی فعال): ماده‌ای است که در آن به طور همزمان، پیوندهای اولیه در حال شکستن و پیوندهای جدید در حال تشکیل شدن هستند.



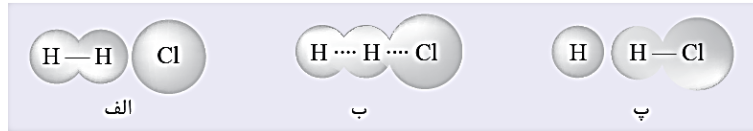
پیوندهای موجود در پیچیده‌ی فعال سست و ناپایدار هستند. به همین دلیل پیچیده‌ی فعال نسبت به مواد واکنش دهنده و نیز فراورده‌ها، ناپایدارتر است.

پیچیده‌ی فعال گونه‌ی بسیار ناپایداری است. از این رو نمی‌توان آن را حین واکنش‌ها جداسازی و شناسایی کرد.

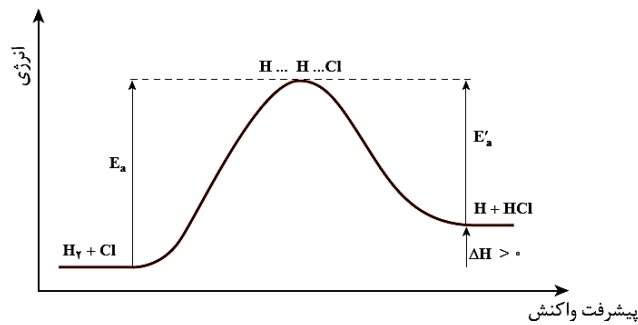
فراورده‌های این واکنش نیز ممکن است بتوانند با هم واکنش داده، واکنش دهنده‌ها را دوباره تولید کنند. چنین واکنش‌هایی برگشت پذیر نامیده می‌شوند.

طبق نظریه‌ی حالت گذار، انرژی فعالسازی (E_a), انرژی لازم برای تشکیل یک مول پیچیده‌ی فعال است.

مثال ۲: در واکنش $\text{H}_2(\text{g}) + \text{Cl}(\text{g}) \rightarrow \text{HCl}(\text{g}) + \text{H}(\text{g})$



تشکیل پیچیده فعال در واکنش $\text{H}_2(\text{g})$ با $\text{Cl}(\text{g})$. خط چین ها پیوندهای شیمیایی در حال گسستن یا در حال تشکیل را نشان می دهند.



نمودار انرژی - پیشرفت واکنش H_2 با Cl در فاز گازی

E_a : انرژی فعالسازی واکنش رفت (انرژی لازم برای تبدیل واکنش دهنده ها به پیچیده ی فعال)
 E_a' : انرژی فعالسازی واکنش برگشت (انرژی لازم برای تبدیل فراورده ها به پیچیده ی فعال)

نتایج پژوهش های احمد زویل (برنده ی جایزه ی نوبل شیمی) و همکارانش روی حالت گذار نشان می دهد که حالت گذار، طول عمر بسیار کوتاهی در حدود فمتوثانیه (10^{-15} ثانیه) دارد.

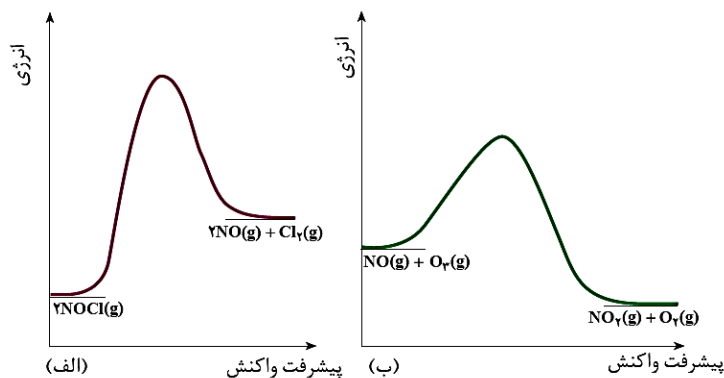




کنکور ۹۶

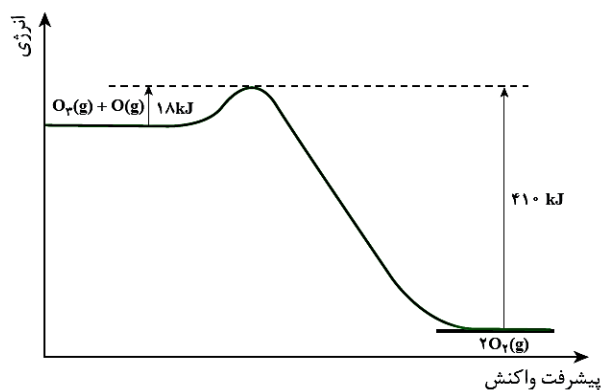
مخلوط هیدروژن - اکسیژن به شدت انفجاری و خطرناک است. اما می توان این مخلوط را در دمای اتاق برای مدتی طولانی (شاید هزاران سال!) نگه داشت، بدون اینکه واکنشی میان این دو گاز رخ دهد.

خود را بیازمایید ۱۸
سوال ۱:



آ) انرژی فعال سازی و ΔH هر واکنش را روی شکل مشخص کنید.
ب) سرعت کدام واکنش در شرایط یکسان کمتر است؟

سوال ۲.

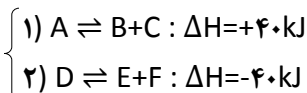


آ) آنتالپی واکنش را محاسبه کنید.
ب) در شرایط یکسان سرعت واکنش رفت را با برگشت مقایسه کنید.



تست های موضوعی :

۵۱. ریاضی ۸۵ : اگر در واکنش های نمادین برگشت پذیر روبه رو،



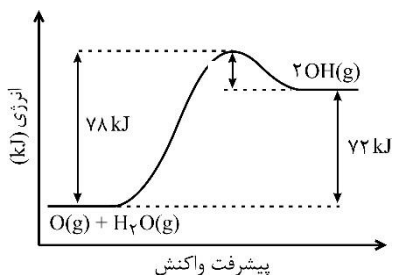
مقدار انرژی فعالسازی (در جهت رفت) در هر یک از آن ها برابر ۸۰kJ باشد، کدام مطلب درباره ی آن ها درست است؟
 (۱) فراورده های واکنش ۱ در مقایسه با واکنش ۲ پایدارترند.

(۲) انرژی فعالسازی در جهت برگشت در واکنش ۲، دو برابر واکنش ۱ است.

(۳) پیچیده ی فعال، در مقایسه با فراورده ها، در واکنش ۲، پایداری بیشتری دارد.

(۴) تفاوت انرژی فعالسازی دو واکنش در جهت برگشت، برابر ۸۰ کیلوژول است.

۵۲. ریاضی ۸۵ (خارج) : با توجه به شکل روبه رو، که نمودار انرژی بر حسب پیشرفت واکنش را برای واکنش :



$O(g) + H_2O(g) \rightarrow 2OH(g)$ ، نشان می دهد، کدام عبارت درست است؟

(۱) تبدیل پیچیده ی فعال به واکنش دهنده ها، آسان تر از تبدیل آن به فراورده ها است.

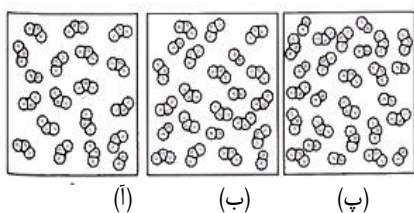
(۲) واکنشی گرماده است و سرعت آن در جهت برگشت زیاد است.

(۳) مقدار ΔH آن، ۱۲ برابر مقدار انرژی فعالسازی در جهت برگشت است.

(۴) واکنشی گرماگیر است و فراورده ی آن از واکنش دهنده ها پایدارتر است.

۵۳. ریاضی ۸۵ (خارج) : شکل زیر، برای نشان دادن بر سرعت واکنش $NO(g) + O_3(g) \rightarrow$ در کتاب درسی طرح

شده است و با بررسی دقیق آن می توان دریافت که در ظرف بیش تر است.



(۱) اثر غلظت - سرعت واکنش - آ

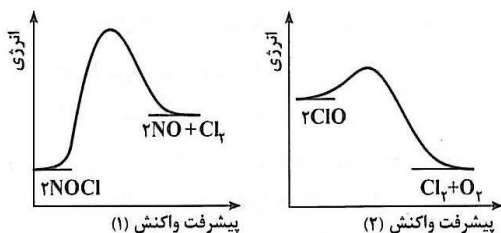
(۲) اثر غلظت - احتمال برخورد بین مولکول های NO و O_3 - پ

(۳) اثر افزایش بی نظمی - سرعت واکنش - ب

(۴) اثر افزایش بی نظمی - احتمال برخورد بین مولکول های NO و O_3 - پ

۵۴. تجربی ۸۵ (خارج) : با توجه به شکل روبه رو، که به نمودارهای «انرژی - پیشرفت واکنش» در واکنش های تجزیه ی

NOCl و ClO مربوط است، می توان دریافت که واکنش گرما تجزیه ی تر و مقدار انرژی فعالسازی آن است.



(۱) گیر - NOCl دشوار - کم تر

(۲) ده - ClO آسان - کم تر

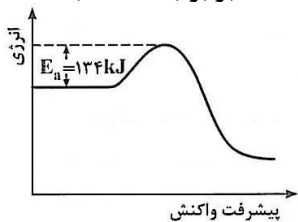
(۳) گیر - NOCl آسان - بیش تر

(۴) ده - ClO دشوار - کم تر



کنکور ۹۶

۵۵. تجربی ۸۵ (خارج): با توجه به شکل روبرو، اگر تفاوت سطح انرژی پیچیده‌ی فعال و فرآورده‌ها، برابر با 360 kJ باشد، می‌توان دریافت که ΔH این واکنش برابر با کیلوژول و

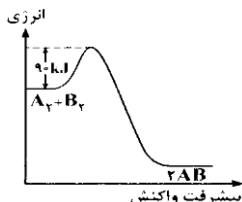


- (۱) -226 ، واکنش با کاهش آنتروپی همراه است.
- (۲) $+226$ ، واکنش با افزایش سطح انرژی همراه است.
- (۳) $+226$ ، مجموع انرژی‌های پیوندی واکنش دهنده‌ها از مجموع انرژی‌های پیوندی فرآورده‌ها بیش‌تر است.
- (۴) -226 ، مجموع ΔH های تشکیل فرآورده‌ها از مجموع ΔH های تشکیل واکنش دهنده‌ها کوچک‌تر است.

۵۶. ریاضی ۸۶: در هر واکنش سطح انرژی سطح انرژی است و ΔH از صفر است.

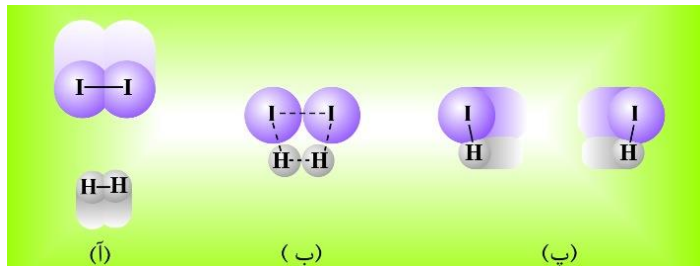
- (۱) گرماگیر - واکنش دهنده‌ها، به - کمپلکس فعال - نزدیکتر - بزرگتر
- (۲) گرماگیر - واکنش دهنده‌ها، از - فرآورده‌ها - پایین‌تر - بزرگتر
- (۳) گرماده - فرآورده‌ها، به - پیچیده‌ی فعال - نزدیکتر - کوچکتر
- (۴) گرماده - فرآورده‌ها، از - پیچیده‌ی فعال - بالاتر - کوچکتر

۵۷. ریاضی ۸۶: با توجه به شکل روبرو، اگر تفاوت سطح انرژی پیچیده‌ی فعال با سطح انرژی فرآورده‌ها برابر 316 kJ باشد، می‌توان دریافت که ΔH این واکنش برابر کیلوژول و



- (۱) $+226$ ، واکنش با کاهش آنتروپی همراه است.
- (۲) $+226$ ، واکنش با افزایش سطح انرژی همراه است.
- (۳) -226 ، مجموع انرژی پیوندی واکنش دهنده‌ها از مجموع انرژی پیوندی فرآورده‌ها، بیشتر است.
- (۴) -226 ، مجموع ΔH های تشکیل فرآورده‌ها از مجموع ΔH های تشکیل واکنش دهنده‌ها، کوچکتر است.

۵۸. تجربی ۸۶: با توجه به شکل روبرو، که به واکنش: $\text{I}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{HI}(\text{g})$ مربوط است، نامیده می‌شود و حین واکنش توان آن را جدا کرد.



- (۱) آ، حالت گذار، نمی
- (۲) ب، حالت گذار، نمی
- (۳) ب، پیچیده‌ی فعال، می
- (۴) پ، پیچیده‌ی فعال، می



۵۹. تجربی ۸۶ (خارج) : کدام مطلب درباره ی واکنش : $A_2(g) + B_2(g) \rightarrow 2AB(g)$, $\Delta H = -72 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ نادرست است؟

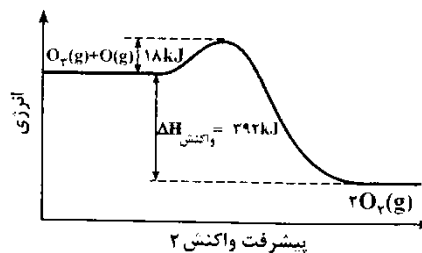
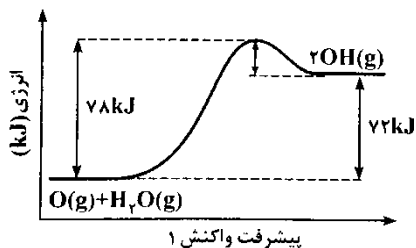
(۱) می تواند واکنشی برگشت پذیر باشد.

(۲) ساختار پیچیده ی فعال در آن به صورت $\begin{matrix} A \cdots A \\ \vdots \\ B \cdots B \end{matrix}$ است.

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

(۴) سطح انرژی پیچیده ی فعال به سطح انرژی فراورده ی آن نزدیکتر است.

۶۰. تجربی ۸۶ (خارج) : با توجه به نمودارهای شکل زیر، کدام بیان نادرست است؟



(۱) سرعت واکنش ۱، از سرعت واکنش ۲، کمتر است.

(۲) تفاوت ΔH دو واکنش، برابر با 320 kJ است.

(۳) در واکنش ۱، انرژی فعالسازی در جهت رفت، 13 برابر آن در جهت برگشت است.

(۴) واکنش ۲ گرماده و انرژی فعالسازی آن در جهت برگشت برابر 410 kJ است.

۶۱. ریاضی ۸۷ (خارج) : کدام مطلب درباره ی واکنش : $A_2(g) + B_2(g) \rightarrow 2AB(g)$, $\Delta H = -30 \text{ kJ}$ نادرست است؟

(۱) ساختار پیچیده ی فعال در آن، به صورت $\begin{matrix} A \cdots A \\ \vdots \\ B \cdots B \end{matrix}$ است.

(۲) با کاهش دما، بر مقدار فراورده افزوده می شود.

(۳) سطح انرژی پیچیده ی فعال به سطح انرژی واکنش دهنده ها نزدیک تر است.

(۴) مجموع انرژی های پیوندی واکنش دهنده ها در مقایسه با فراورده، بیش تر است.

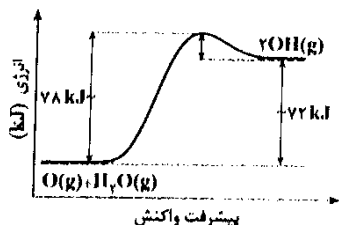
۶۲. ریاضی ۸۷ (خارج) : با توجه به شکل روبه رو، کدام مطلب درست است؟

(۱) ΔH واکنش، برابر -72 کیلوژول است.

(۲) واکنش گرماگیر و با افزایش آنتروپی همراه می باشد.

(۳) $OH(g)$ ، از مخلوط $H_2O(g) + O(g)$ ، پایدارتر است.

(۴) واکنش، تنها در دماهای بالا می تواند انجام شود.



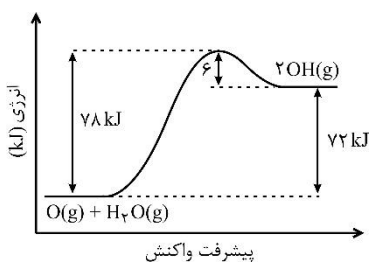


کنکور ۹۶

۶۳. تجربی ۸۷ (خارج) : مولکول های A_2 و B_2 ، در کدام راستای مشخص شده، اگر با انرژی کافی به یکدیگر برخورد کنند، واکنش $A_2 + B_2 \rightarrow 2AB$ صورت می گیرد؟

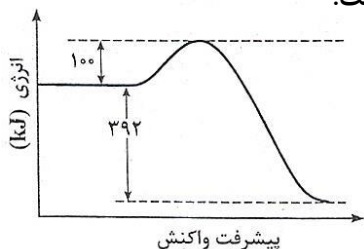


۶۴. ریاضی ۸۸ : با توجه به شکل روبه رو و داده های آن، کدام مطلب درست است؟



- (۱) واکنش، گرماگیر و با کاهش آنتروپی همراه است.
- (۲) واکنش، تنها در دماهای بالا می تواند خودبه خودی باشد.
- (۳) ΔH واکنش برابر 72 kJ - و سرعت آن در جهت برگشت بیشتر است.
- (۴) ΔH تشکیل فراورده ها از مجموع ΔH های تشکیل واکنش دهنده ها، کوچکتر است.

۶۵. ریاضی ۸۸ (خارج) : با توجه به نمودار زیر و داده های آن، می توان دریافت که این واکنش در جهت گرما و سرعت آن در این جهت است و ΔH آن در این جهت، برابر با کیلوژول است.



- (۱) برگشت - ده - بیش تر - 492
- (۲) برگشت - گیر - کم تر - 392
- (۳) رفت - گیر - کم تر - 392
- (۴) رفت - ده - بیش تر - 492

۶۶. تجربی ۸۸ : کدام مطلب، در نظریه ی برخورد، مورد توجه قرار نگرفته است؟

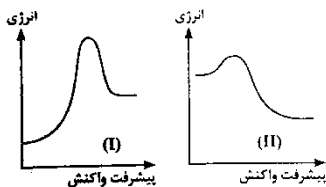
- (۱) تشکیل پیچیده ی فعال ضمن برخورد ذره ها
- (۲) کافی بودن انرژی ذره های برخورد کننده
- (۳) جهت گیری مناسب ذره ها هنگام برخورد به یکدیگر
- (۴) نقش شمار برخورد ذره ها به یکدیگر در واحد زمان

۶۷. تجربی ۸۸ (خارج) : کدام مطلب درباره ی واکنش نمادین $A_2(g) + B_2(g) \rightarrow 2AB(g)$ ، $\Delta H = -30 \text{ kJ}$ ، نادرست است؟

- (۱) ساختار پیچیده ی فعال در آن، به صورت $\begin{matrix} A \cdots A \\ | \quad | \\ B \cdots B \end{matrix}$ است.
- (۲) انرژی فعال سازی واکنش، در جهت برگشت بیش تر است.
- (۳) مجموع انرژی پیوند واکنش دهنده ها، در مقایسه با فراورده ها بیش تر است.
- (۴) سطح انرژی پیچیده ی فعال، به سطح انرژی واکنش دهنده ها نزدیک تر است.

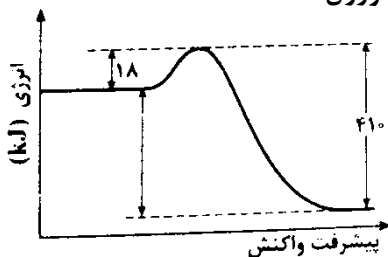


۶۸. ریاضی ۸۹: با توجه به نمودارهای «انرژی - پیشرفت واکنش» روبه رو، کدام مطلب نادرست است؟



- (۱) پیچیده‌ی فعال در واکنش (II) پایدارتر است.
- (۲) ΔH° واکنش (II) از ΔH° واکنش (I) بزرگتر است.
- (۳) سرعت واکنش (II) در جهت برگشت در مقایسه با واکنش (I) در جهت برگشت بیشتر است.
- (۴) واکنش (I)، گرماگیر و مجموع انرژی‌های پیوندی فراورده‌ها در آن، نسبت به واکنش دهنده‌ها کمتر است.

۶۹. ریاضی ۸۹ (خارج): با توجه به نمودار روبه رو و داده‌های آن، می‌توان دریافت که این واکنش در جهت گرما و سرعت آن در این جهت است و ΔH آن در جهت برگشت برابر کیلوژول است.

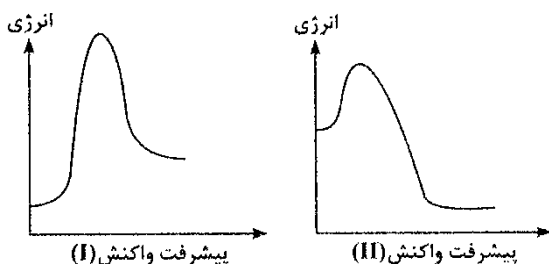


- (۱) رفت - ده - بیشتر - ۳۹۲+
- (۲) رفت - ده - کمتر - ۳۹۲-
- (۳) برگشت - گیر - کمتر - ۴۱۰-
- (۴) برگشت - گیر - بیشتر - ۴۱۰+

۷۰. ریاضی ۹۰: در واکنش‌های شیمیایی، هرچه مقدار انرژی فعالسازي باشد، ساختار پیچیده‌ی فعال و سرعت واکنش است.

- (۱) کمتر - ناپایدارتر - بیشتر
- (۲) کمتر - پایدارتر - کمتر
- (۳) بیشتر - ناپایدارتر - کمتر
- (۴) بیشتر - پایدارتر - بیشتر

۷۱. تجربی ۹۰: با توجه به نمودارهای «انرژی - پیشرفت واکنش» روبه رو، کدام مطلب نادرست است؟



- (۱) پیچیده‌ی فعال در واکنش (I) پایدارتر است.
- (۲) واکنش (I)، گرماده و ΔH آن کوچکتر است.
- (۳) واکنش (I) گرماگیر است و سرعت آن در جهت رفت کمتر است.
- (۴) در واکنش (I)، مجموع ΔH° ‌های تشکیل فراورده‌ها در مقایسه با واکنش دهنده‌ها، کوچکتر است.

۷۲. تجربی ۹۱: در واکنش فرضی: $A + 2BC \rightarrow 2B + AC_2$ ، برای تشکیل پیچیده‌ی فعال، مقدار ۹۰ kJ گرما لازم است. اگر از

تجزیه‌ی پیچیده‌ی فعال، ۱۰۰ kJ گرما آزاد شود، انرژی پیوند A-C، برابر چند کیلوژول بر مول است؟

($60 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$: انرژی پیوند B-C)

۷۰ (۴)

۶۵ (۳)

۵۵ (۲)

۳۰ (۱)

۷۳. ریاضی ۹۲: کدام مطلب درباره ی حالت گذار، درست نیست؟

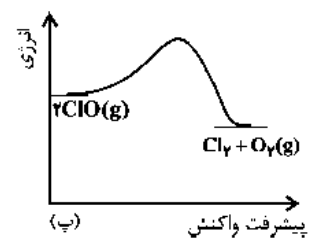
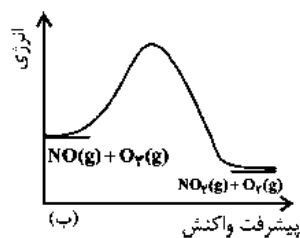
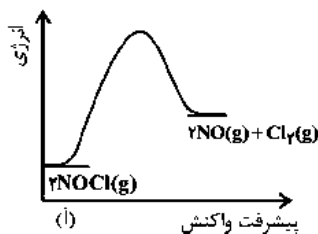
- (۱) هرچه ناپایداری آن کمتر باشد، سرعت پیشرفت واکنش بیشتر است.
- (۲) گونه ای بسیار ناپایدار است که در طول مسیر واکنش تشکیل می شود.
- (۳) سطح انرژی آن به اندازه ی ΔH واکنش، بالاتر از سطح انرژی واکنش دهنده هاست.
- (۴) در آن پیوندهای اولیه در حال گسستن و پیوندهای جدید در حال تشکیل اند.

۷۴. ریاضی ۹۲ (خارج): کدام مطلب درست است؟

- (۱) اساس نظریه ی برخورد و نظریه ی حالت گذار، برخورد ذره های واکنش دهنده با یکدیگر است.
- (۲) انرژی فعال سازی، تفاوت میان سطح انرژی واکنش دهنده ها و فراوده هاست.
- (۳) ΔH واکنش، تفاوت میان سطح انرژی پیچیده ی فعال و سطح انرژی واکنش دهنده هاست.
- (۴) براساس نظریه ی برخورد، واکنش دهنده ها پیش از تبدیل به فراورده ها، به پیچیده ی فعال مبدل می شوند.

۷۵. تجربی ۹۲ (خارج): کدام گزینه با توجه به نمودارهای تغییر انرژی نسبت به پیشرفت واکنش های زیر، که در مقیاس

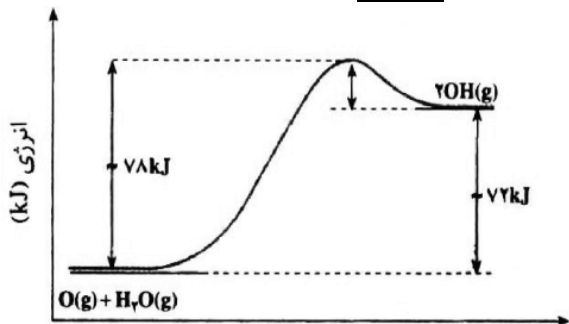
یکسان رسم شده اند، درست است؟



- (۱) ΔH واکنش های (ب) و (پ) برابر و از ΔH واکنش (آ) بزرگتر است.
- (۲) واکنش (ب) از نوع جانشینی دوگانه است و کوچکترین ΔH را دارد.
- (۳) هر سه واکنش یک مرحله ای بوده و افزایش دما تاثیر یکسانی بر آن ها دارد.
- (۴) واکنش $2NO(g) + Cl_2(g) \rightarrow 2NOCl(g)$ در صورت انجام، گرماده است.

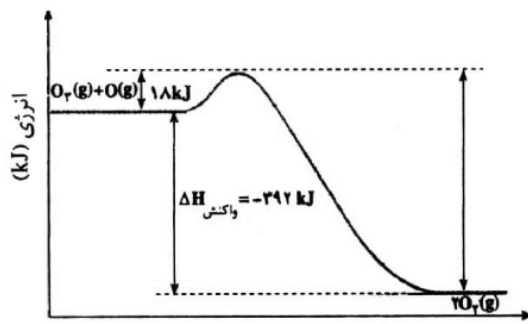


۷۶. تجربی ۹۳: با توجه به نمودارهای «انرژی - پیشرفت» زیر، کدام گزینه نادرست است؟



پیشرفت واکنش

(ب)



پیشرفت واکنش

(آ)

- ۱) واکنش: $2\text{OH}(\text{g}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{g}) + \text{O}(\text{g})$ ، با آزاد شدن ۷۸ کیلوژول گرما همراه است.
- ۲) دو واکنش از نگاه آنتالپی با هم تفاوت دارند اما از نگاه مقدار کار، وضعیت مشابه دارند.
- ۳) انرژی فعال سازی واکنش آ در جهت رفت، سه برابر انرژی فعال سازی واکنش ب، در جهت برگشت است.
- ۴) سرعت واکنش آ، بیشتر است و تشکیل هر مول گاز اکسیژن با آزاد شدن ۱۹۶ کیلوژول گرما همراه است.

۷۷. تجربی ۹۴: چند مورد از مطالب زیر همواره درست اند؟

- گونه ی واسطه، سطح انرژی بالاتری نسبت به واکنش دهنده ها و فرآورده ها دارد. (حذف!)
- در واکنش های گرماگیر، انرژی فعال سازی واکنش برگشت از واکنش رفت، کمتر است.
- افزایش دما در واکنش های تعادلی، سبب افزایش سرعت آن ها و بزرگ تر شدن ثابت تعادل می شود.
- شیمیدان ها در جستجوی راهی برای افزایش سرعت همه ی واکنش های شیمیایی، استفاده از کاتالیزورها را یافتند.

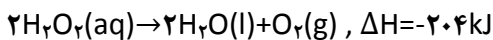
۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

۷۸. تجربی ۹۴: ۲۰۰ گرم محلول ۱۷ درصد جرمی هیدروژن پراکسید، در دو ظرف A و B به صورت همزمان و در شرایط یکسان ریخته شده است. اگر به ظرف A مقداری KI(s) اضافه شود، کدام عبارت درست است؟ ($H=1, O=16 : \text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$)



- ۱) دمای ظرف A با سرعت بیشتری افزایش می یابد.
- ۲) انرژی فعال سازی واکنش، در ظرف های A و B یکسان است.
- ۳) در پایان واکنش در دما و فشار یکسان، مقدار w در ظرف A از ظرف B بیشتر است.
- ۴) در پایان، مقدار گاز آزاد شده در هر دو ظرف یکسان و در شرایط STP برابر ۱۲/۴L است.

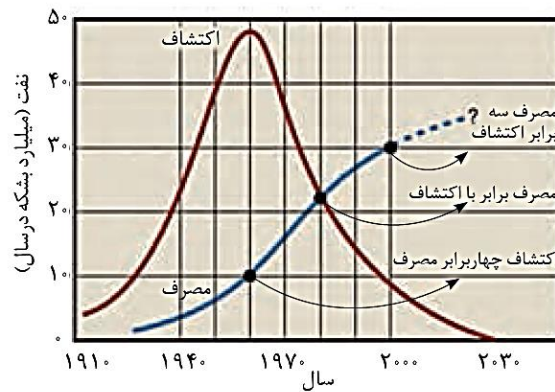
شیمه و زندگی

آلودگی هوا

دستیابی به دانش فنی تولید فولاد + اختراع ماشین بخار ← در پایان سده ی هجدهم میلادی ← منجر به تحول صنعتی بسیار بزرگی در جهان شد.

رشد روزافزون صنایع، گسترش صنعت حمل و نقل و ادامه ی تحولات صنعتی ← در گرو یافتن منابع انرژی ارزان قیمت بود. ← انسان ها بی وقفه در پی شناسایی، کشف، استخراج و مصرف سوخت های فسیلی شدند.

در دهه ی ۱۹۷۰ میلادی (۱۳۵۰ شمسی)، روزانه نزدیک به ۴۵ میلیون بشکه نفت در جهان مصرف می شد. ■ هر بشکه نفت خام برابر با ۱۵۹ لیتر است.



و اما مشکل ← آلودگی هوا!

آلودگی هوا یکی از چالش های اساسی انسان امروزی است. در اوایل قرن نوزدهم، لندن به یکی از آلوده ترین شهرهای دنیا تبدیل شده بود. اوج این آلودگی در دسامبر ۱۹۵۲ رخ داد که سبب مرگ ده هزار نفر از مردم این شهر شد. این واقعه به "دود بزرگ" شهرت یافت.

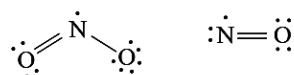
فکر کنید ۲۱

(آ) از آگزوز خودروها چه گازهایی وارد هوا کرده می شوند؟

(ب) پژوهش ها نشان می دهند که آلاینده های CO , SO_2 , NO , C_xH_y در خروجی آگزوز خودروها وجود دارند. وجود یا پیدایش این گازها را توجیه کنید.

فکر کنید ۲۲

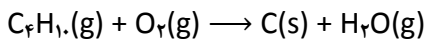
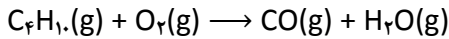
گازهای NO و NO_2 به دلیل داشتن الکترون تک (جفت نشده) در ساختار خود، بسیار واکنش پذیرند. از این رو هنگامی که وارد بدن جانداران و انسان می شوند به بافت های مختلف بدن آسیب می رسانند.





کنکور ۹۶

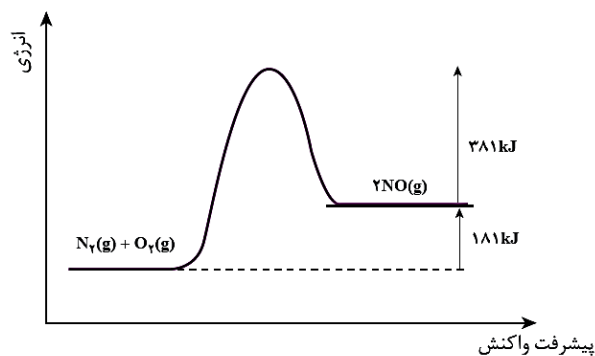
- زغال سنگ، نفت خام، گازوییل و بنزین با کیفیت پایین، مقادیر متفاوتی گوگرد دارند. از این رو، در اثر سوزاندن این مواد در نیروگاه ها و خودروها، گوگرد موجود در آن ها نیز می سوزد و گاز گوگرد دی اکسید SO_2 تولید می شود.
- از سوی دیگر، سوختن ناقص هیدروکربن های موجود در این سوخت ها، منجر به تولید $CO(g)$ و $C(s)$ (دوده) می شود.
مثال: نوعی از سوختن ناقص بوتان:



- واکنش ناخواسته ی گاز نیتروژن با اکسیژن هوا در موتور خودرو به دلیل دمای بالا انجام می شود و گاز نیتروژن مونوکسید تولید می کند.
دمای موتور خودرو بالای $1000^\circ C$ است.

فکر کنید ۲۲

نمودار انرژی - پیشرفت واکنش تولید گاز نیتروژن مونوکسید در دمای اتاق:



آ) در شرایط یکسان، سرعت واکنش رفت بیشتر است یا برگشت؟

ب) در دمای اتاق، تشکیل گاز NO خودبه خودی است یا غیر خودبه خودی؟ (ΔS این واکنش برابر با $25 \text{ J} \cdot K^{-1}$ است.)

پ) با این وجود چرا در گازهای خروجی از اگزوز خودروها، گاز NO مشاهده می شود؟

ت) چرا هیچ یک از واکنش های رفت و برگشت در دمای $25^\circ C$ و فشار 1 atm تقریباً انجام نمی شوند؟

////////////////////////////////////



به دنبال هوا پاک

به منظور کاهش آلودگی، باید آلاینده های خروجی از اگزوز خودروها، کارخانه ها و نیروگاه ها را حذف کرد تا مانع از ورود آن ها به هوا کره شویم.

گاز گوگرد دی اکسید از سوختن گوگرد موجود در سوخت های فسیلی ایجاد می شود.

برای حذف گوگرد دی اکسید می توان به ۲ روش گوگرد زدایی کرد :

۱. گوگرد موجود در سوخت خودروها را جداسازی و سوخت با کیفیت بالاتر تولید کرد.

شیمی دان ها می توانند با بهره گیری از روش های جداسازی و اصول حاکم بر واکنش های شیمیایی، راه هایی برای تولید سوخت های با کیفیت بالاتر ارائه کنند.

۲. گاز گوگرد دی اکسید خارج شده از نیروگاه ها را به دام انداخت تا از ورود آن ها به هوا کره جلوگیری کرد. برای این منظور می توان گازهای خروجی را از روی کلسیم اکسید عبور داد.

گاز گوگرد دی اکسید و اکسیدهای نیتروژن با آب و اکسیژن موجود در هوا واکنش می دهند و در نهایت به سولفوریک اسید و نیتریک اسید تبدیل می شوند. این اسیدها هنگام بارش، باران های اسیدی تولید می کنند و به شدت محیط زیست را تخریب می کنند.

برای حذف گازهای کربن مونوکسید، نیتروژن مونوکسید و هیدروکربن های نسوخته ی موجود در گازهای خروجی از اگزوزها چه باید کرد؟؟

گفتنی است که :

مدت زمان خروج این گازها از موتور خودرو و ورود آن ها به هوا کره بسیار کوتاه است.

همچنین در این مدت، دمای آن ها به سرعت کاهش می یابد.

گاهی یک واکنش، فقط در دمای خیلی بالا و فشار زیاد رخ می دهد و انجام واکنش در این شرایط بسیار پرهزینه است. بنابراین، انجام واکنش در دمای پایین تر و فشار کمتر مطلوب تر است.

استفاده از کاتالیزگر در صنایع گوناگون، سبب کاهش آلودگی محیط زیست می شود.

کاتالیزگر

کاتالیزگر، یکی از عوامل موثر بر سرعت واکنش هاست.

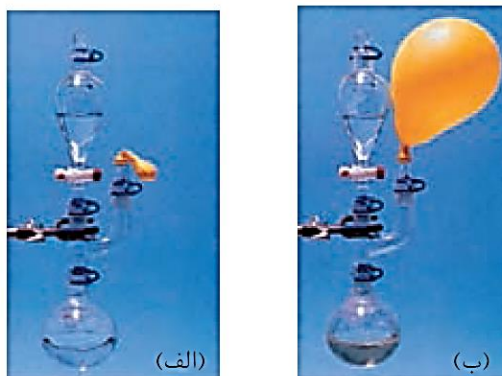
کاتالیزگر ماده ای است که سرعت واکنش های شیمیایی را افزایش می دهد، در حالی که خودش در پایان واکنش دست نخورده باقی می ماند.

(در واقع کاتالیزگر در واکنش شرکت می کند اما در پایان واکنش مصرف نشده و باقی می ماند. از این رو، می توان آن را بارها و بارها به کار برد.)



کنکور ۹۶

برای مثال، هیدروژن پراکسید (آب اکسیژنه) در حضور یون $I^-(aq)$ (به عنوان کاتالیزگر) و در دمای اتاق به سرعت تجزیه می شود.



واکنش تجزیه هیدروژن پراکسید در حضور محلول آبی دارای یون $I^-(aq)$ به عنوان کاتالیزگر. (الف) پیش از افزایش محلول $KI(aq)$ (ب) پس از افزایش محلول $KI(aq)$

سرعت تجزیه ی محلول آب اکسیژنه را می توان با جمع آوری گاز اکسیژن آزاد شده در مدت زمان معین بررسی کرد:

$$R = +\frac{\Delta V}{\Delta t} \text{ (L. s}^{-1}\text{)}$$

در غیاب کاتالیزگر، در مدت چند دقیقه، مقدار کمی اکسیژن آزاد می شود.

در حضور کاتالیزگر، در همین مدت زمان، مقدار زیادی گاز اکسیژن تولید می شود.

به طور کلی در بسیاری از واکنش های شیمیایی صنعتی لازم است که سرعت واکنش به طریقی افزایش داده شود تا تولید فراورده های حاصل از آن از نظر اقتصادی مقرون به صرفه باشد.

اگرچه می توان با افزایش دما سرعت واکنش را به مقدار قابل توجهی افزایش داد ولی:

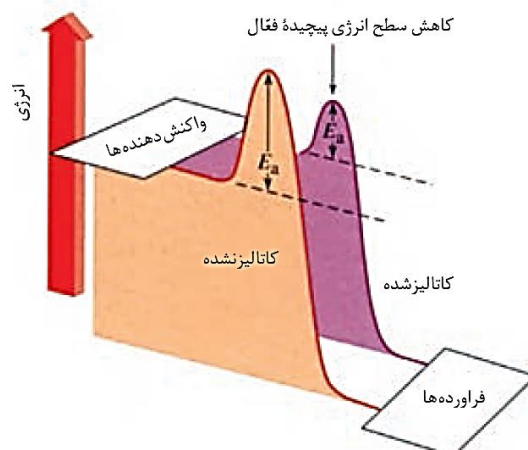
① افزایش دما با مصرف انرژی همراه است و چنین اقدامی صرفه ی اقتصادی نخواهد داشت.

② بسیاری از مواد نسبت به گرما حساس هستند و به سارگی در اثر گرما تجزیه می شوند.

از این رو؛

اغلب مناسب تر است که برای افزایش سرعت واکنش های شیمیایی از کاتالیزگرها استفاده شود.

نمودار انرژی - پیشرفت واکنش تجزیه ی هیدروژن پراکسید در حضور و در غیاب کاتالیزگر:



نمودار انرژی - پیشرفت واکنش در حضور کاتالیزگر



کنکور ۹۶

کاتالیزگر از طریق کاهش انرژی فعال سازی، سرعت واکنش را افزایش می دهد. از این رو با استفاده از کاتالیزگر می توان واکنش ها را دماهای پایین تری انجام داد.

کاتالیزگر، انرژی فعال سازی رفت و برگشت را به یک اندازه کاهش می دهد و سرعت واکنش های رفت و برگشت را به یک نسبت افزایش می دهد.

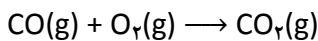
کاتالیزگر، مقدار نهایی فراورده را تغییر نمی دهد و فقط زمان رسیدن به همان مقدار فراورده را کاهش می دهد.
(در واقع کاتالیزگر شیب نمودار غلظت - زمان را افزایش می دهد)

برخی از فلزهای واسطه و ترکیب های آن ها می توانند واکنش های گوناگون را سرعت ببخشند. به همین دلیل، این فلزها در بدن انسان، گیاهان و جانوران به مقدار بسیار کم یافت می شوند.
این مواد در واکنش های آنزیمی شرکت می کنند. برای مثال، در مغز، کبد و کلیه ی انسان برخی از این فلزها (مس - کبالت - منگنز) وجود دارند.

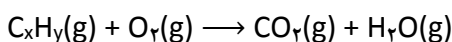
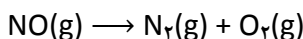
مخلوط هیدروژن و اکسیژن را می توان در دمای اتاق برای مدتی طولانی نگه داشت، بدون آنکه واکنشی میان دو گاز رخ دهد؛ اما در حضور پلاتین، در همین دما، واکنش به سرعت انجام شده و آب تشکیل می شود.

چگونه می توان آلاینده های هوا را از گازهای خروجی آگزوز حذف کرد؟

شیمی دان ها پیشنهاد کردند که با انجام واکنش های زیر پیش از خروج گازها از آگزوز خودرو می توان آلایندگی آن ها را تا حد زیادی کاهش داد.



▪ گاز کربن مونوکسید در دمای 750°C با گاز اکسیژن واکنش می دهد.



اما واقعیت این است که این واکنش ها فقط در دماهای بالا با سرعت مناسب انجام می شوند.
بنابراین، برای انجام آن ها در دماهای پایین و زمان بسیار کوتاه به یک کاتالیزگر مناسب نیاز است.

برای یافتن این کاتالیزگر مناسب باید به موارد زیر توجه داشت :

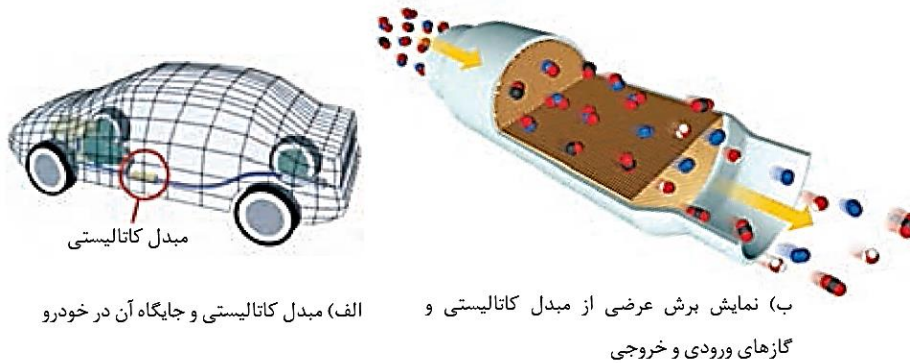
- هر سه واکنش باید همزمان انجام شوند.
- یک کاتالیزگر نمی تواند همه ی واکنش ها را سرعت ببخشد.
- هر کاتالیزگر، واکنش ویژه ای را سرعت می بخشد.
- در حضور کاتالیزگر واکنش های ناخواسته ی دیگری انجام نشود.
- کاتالیزگر باید دارای پایداری شیمیایی و گرمایی بالا باشد.

شیمی دان ها با بهره گیری از سینتیک شیمیایی و انجام آزمایش های فراوان درباره ی سرعت واکنش ها و عوامل موثر بر آن ها دریافتند که فلزهای پلاتین (Pt)، پالادیوم (Pd) و رودیم (Rh) کاتالیزگرهای مناسبی برای این واکنش ها هستند.



کنکور ۹۶

حال اگر این کاتالیزورها را با استفاده از قطعه ای مناسب در مسیر خروج گازها (اگزوز) قرار دهیم، واکنش های مورد نظر با وجود پایین بودن دما، با سرعت های مناسب و بالا انجام می شوند. و به این ترتیب می توان این آلاینده ها را حذف کرد یا مقدار آن ها به میزان قابل توجهی کاهش داد.



الف) مبدل کاتالیستی و جایگاه آن در خودرو

ب) نمایش برش عرضی از مبدل کاتالیستی و گازهای ورودی و خروجی

مبدل کاتالیستی در خودرو

اغلب کاتالیزورهای جامد با گذشت زمان با برخی مواد شیمیایی گوگرددار و فسفردار کارایی خود را از دست می دهند. در این حالت می گویند کاتالیزگر مسموم شده است. از این رو، مبدل های کاتالیستی بایستی به صورت دوره ای تعویض شوند.

مبدل های کاتالیستی در واقع توری هایی از جنس سرامیک هستند که سطح آن ها با فلزهای پلاتین، پالادیوم و رودیم پوشانده شده است.

در سطح سرامیک ها در مبدل کاتالیستی، توده های فلزی با قطر ۲ تا ۱۰ نانومتر وجود دارند.

گسترش مبدل های کاتالیستی و افزایش کارایی آن ها نیازمند مطالعات گسترده و دقیق واکنش های شیمیایی است که در موتور خودرو اتفاق می افتند. البته شناسایی کاتالیزورهای کارآمدتر و مقرون به صرفه تر از نظر اقتصادی نیز روی این مسئله تاثیرگذار است.

نصب مبدل های کاتالیستی در سراسر جهان روی خودروها از سال ها پیش اجباری شده است. این مبدل ها در طول چندین سال مانع از ورود میلیاردها تن آلاینده به هوا کرده اند. به طوری که استفاده از این وسیله، در کنار تولید خودروهای با کیفیت بالاتر و مصرف سوخت های با کیفیت بالاتر سبب شده است از آلودگی هوای اغلب شهرهای صنعتی کاسته شود.



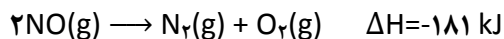
فکر کنید ۲۶

۱. چرا مبدل کاتالیستی را به شکل توری می سازند؟

۲. در گازهای خروجی از آگزوز خودروها در هنگام روشن و گرم شدن خودرو (به ویژه در روزهای سرد زمستان) با وجود مبدل کاتالیستی، گازهای CO، NO و C_xH_y مشاهده می شوند. چرا؟ چه راهکاری برای برطرف کردن این مشکل وجود دارد؟

۳. در برخی از مبدل های کاتالیستی، سرامیک را به شکل مش های (دانه های) ریز در می آورند و کاتالیزورها را روی سطح آن می نشانند. تجربه نشان می دهد که این مبدل ها کارایی بالاتری دارند. چرا؟

۴. در تجزیه ی نیتروژن مونوکسید، انرژی فعال سازی واکنش رفت در غیاب و در حضور کاتالیزگر مناسب به ترتیب برابر ۳۸۱kJ و ۱۳۸kJ است.

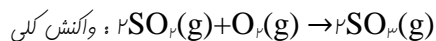
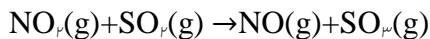
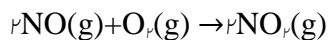


آ) نمودار انرژی - پیشرفت واکنش را در غیاب و در حضور کاتالیزگر رسم کنید.

ب) انرژی فعال سازی واکنش برگشت را در غیاب و حضور کاتالیزگر حساب کنید.

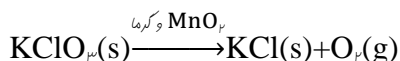


در واکنش های چند مرحله ای، ذره ای که در مرحله ی اول مصرف و در مرحله ی بعدی تولید می شود، نقش کاتالیزگر را دارد.
مثال :



کاتالیزگر : $\text{NO}(\text{g})$

واکنش تیزتری ی پتاسیم کلرات بر اثر گرما :



انواع واکنش های کاتالیز شده :

با توجه به نوع فاز کاتالیزگر و مواد واکنش دهنده، واکنش های کاتالیز شده به دو گروه همگن و ناهمگن تقسیم می شوند.

واکنش کاتالیز شده ی همگن :

اگر در واکنشی کاتالیزگر و واکنش دهنده ها همگی در یک فاز باشند، به آن، واکنش کاتالیز شده ی همگن گفته می شود.

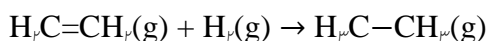
واکنش کاتالیز شده ی ناهمگن :

اگر در واکنشی کاتالیزگر و واکنش دهنده ها همگی در یک فاز نباشند، به آن، واکنش کاتالیز شده ی ناهمگن گفته می شود.

واکنش هیدروژن دار شدن :

واکنش افزایش مولکول H_2 به پیوند دوگانه در ترکیب های آلی سیر نشده (مانند آلکن ها) و تبدیل آن ها به یک ترکیب سیر شده (مانند آلکان ها) (برای این منظور از فلزهایی مانند نیکل (Ni)، پلاتین (Pt) و پالادیوم (Pd) استفاده می شود)

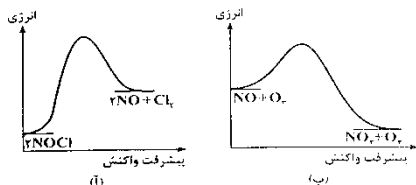
ساده ترین مثال واکنش های هیدروژن دار کردن، تبدیل اتن به اتان است :





تست های موضوعی :

۷۹. تجربی ۸۵ : با توجه به نمودارهای «انرژی - مسیر» واکنش روبه رو، کدام مطلب درست است؟

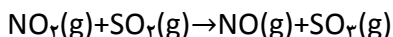
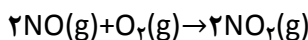


- (۱) پیچیده ی فعال در واکنش آ، آسان تر تشکیل می شود.
- (۲) واکنش ب، گرماده است و با سرعت بیشتری انجام می گیرد.
- (۳) واکنش ب، گرماگیر است و سرعت آن در جهت برگشت کمتر می باشد.
- (۴) با استفاده از کاتالیزگر، ΔH واکنش آ، کاهش بیشتری پیدا می کند.

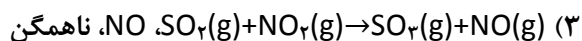
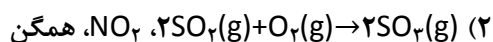
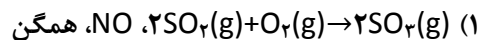
۸۰. ریاضی ۸۵ (خارج) : کدام مطلب نادرست است؟ (حذف!)

- (۱) جذب مواد بر روی جذب کننده های جامد تنها از نوع جذب فیزیکی می باشد.
- (۲) در جذب شیمیایی، ماده ی جذب شونده با سطح ماده ی جذب کننده، پیوند شیمیایی برقرار می کند.
- (۳) در جذب فیزیکی، بین ذرات ماده ی جذب شونده و سطح ماده ی جذب کننده، تنها نیروی وان دروالسی برقرار می شود.
- (۴) در واکنش هیدروژن دار شدن اتن، مولکول های هیدروژن روی سطح کاتالیزگر به طور شیمیایی جذب می شود.

۸۱. تجربی ۸۵ : با توجه به ساز و کار دو مرحله ای : (حذف!)



واکنش کلی به صورت است، در آن نقش کاتالیزگر را دارد و واکنشی از نوع کاتالیز شده ی است.



۸۲. تجربی ۸۶ : اگر نمودار «انرژی - پیشرفت» یک واکنش به صورتی باشد که در شکل زیر نشان داده شده است، کدام

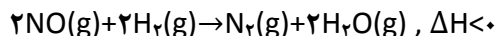
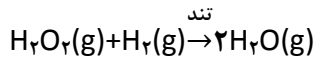
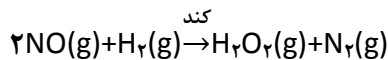
مطلب درباره ی آن درست است؟



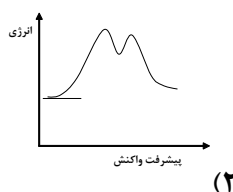
- (۱) پیچیده ی فعال در مرحله ی دوم، آسان تر تشکیل می شود.
- (۲) واکنش گرماده است و مرحله ی دوم آن نقش مهم تری در تعیین سرعت واکنش دارد.
- (۳) واکنش گرماگیر است و ضمن پیشرفت آن، دو حالت گذار به وجود می آید.
- (۴) واکنش در دو مرحله انجام می گیرد و مرحله ی اول آن نقش مهم تری در تعیین سرعت واکنش دارد.



۸۳. ریاضی ۸۶ (خارج) : با توجه به واکنش دو مرحله‌ای روبه‌رو:



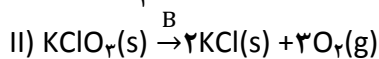
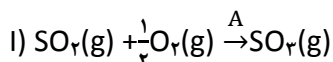
نمودار «انرژی - پیشرفت» واکنش کلی، به کدام صورت است؟



۸۴. ریاضی ۸۷ : کدام مطلب درباره ی هیدروژن دار شدن آهن، نا درست است؟ (حذف!)

- (۱) نمونه ای از واکنش کاتالیز شده ی ناهمگن است.
- (۲) یکی از واکنش های مهم در صنعت پلاستیک سازی است.
- (۳) ساده ترین نمونه از واکنش های هیدروژن دار کردن ترکیب های آلی سیر نشده است.
- (۴) در مجاورت کاتالیزگرهایی مانند نیکل، پالادیوم و پلاتین، با سرعت زیاد انجام می گیرد.

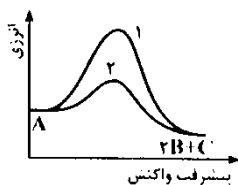
۸۵. تجربی ۸۷ : در واکنش های : (حذف!)



کاتالیزگرهای A و B به ترتیب و هستند و واکنش از نوع است.

- (۱) NO و MnO_2 - I - همگن
- (۲) NO_2 و MnO_2 - I - ناهمگن
- (۳) NO و MnO - II - همگن
- (۴) NO_2 و MnO - II - ناهمگن

۸۶. تجربی ۸۷ : با توجه به شکل روبه رو، کدام مطلب نا درست است؟

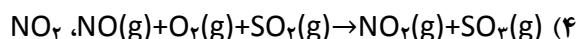
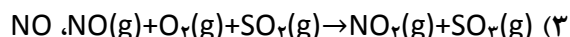
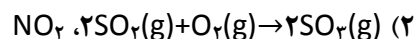
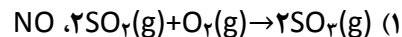
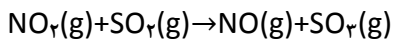
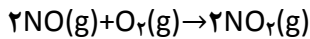


- (۱) سرعت واکنش، در مسیر (۱)، کمتر است.
- (۲) واکنش گرماده و با افزایش آنتروپی همراه است.
- (۳) مسیر (۲)، به استفاده از یک کاتالیزگر مربوط است.
- (۴) کاتالیزگر، با کوتاه کردن مسیر واکنش، ΔH آن را کاهش داده است.

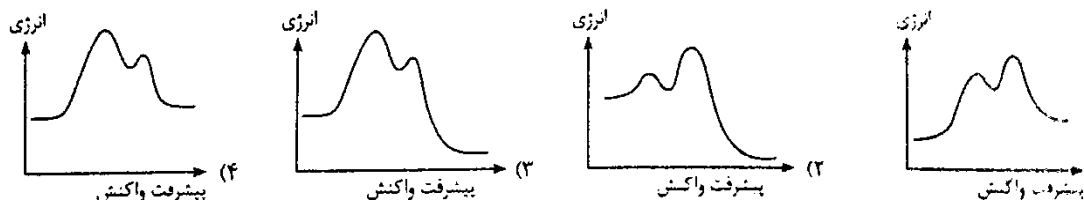


کنکور ۹۶

۸۷. تجربی ۸۷ (خارج) : با توجه به سازو کار دو مرحله ای زیر، واکنش کلی به کدام صورت است و کدام ماده در این واکنش، نقش کاتالیزگر را دارد؟ (حذف!)



۸۸. تجربی ۸۹ : نمودار تغییرات انرژی بر حسب پیشرفت واکنش دو مرحله ای گرماده، که مرحله ی دوم آن نقش مهم تری در تعیین سرعت واکنش دارد، به کدام صورت درست است؟



۸۹. تجربی ۹۰ : واکنش هیدروژن دار کردن، یک واکنش کاتالیز شده ی است که با استفاده از فلزهایی مانند و انجام می شود. جذب هیدروژن در آن ها از نوع است و هرچه ذرات کاتالیزگر درشت تر باشند، سرعت واکنش می شود. (حذف!)

(۲) ناهمگن، Pt، Ni، شیمیایی، کمتر

(۱) ناهمگن، Pd، Pt، فیزیکی، بیشتر

(۴) همگن، Ni، Pd، فیزیکی، بیشتر

(۳) همگن، Pd، Pt، شیمیایی، کمتر

۹۰. تجربی ۹۰ (خارج) : با توجه به نمودار «انرژی - پیشرفت واکنش» روبه رو، کدام مطلب درست است؟



(۱) ΔH واکنش برابر $E_{a2} - E_{a1}$ است.

(۲) پیچیده ی فعال در مرحله ی دوم پایداری بیشتری دارد.

(۳) سرعت واکنش در مرحله ی اول بیشتر است و این مرحله نقش مهم تری در تعیین سرعت واکنش دارد.

(۴) واکنش دو مرحله ای است و مرحله ی دوم آن، نقش بیشتری در تعیین سرعت واکنش دارد.

۹۱. ریاضی ۹۱ : کدام مطلب درباره ی سرعت واکنش شیمیایی $aA + bB \rightarrow cC + dD$ که با قانون سرعت زیر انجام می شود، نادرست است؟

$$\text{سرعت واکنش} = k[A]^m[B]^n$$

(۱) k یک کمیت تجربی و ملاکی برای تشخیص میزان سرعت واکنش است.

(۲) m و n به طور تجربی تعیین می شوند و همواره عددهایی درست اند.

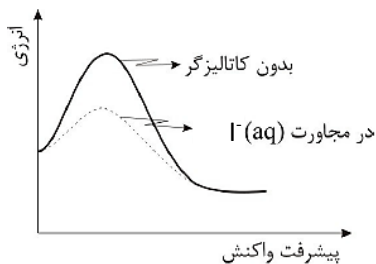
(۳) افزودن کاتالیزگر به واکنش ممکن است سبب تغییر سرعت واکنش شود اما ΔH آن ثابت می ماند.

(۴) اگر n و m برابر صفر باشند، با افزایش غلظت واکنش دهنده ها، سرعت آن تغییر نمی کند.



کنکور ۹۶

۹۲. ریاضی ۹۱ (خارج) : کدام مطلب درباره ی واکنش : $2H_2O_2(aq) \rightarrow 2H_2O(l) + O_2(g)$ ، با توجه به نمودار پیشرفت واکنش - انرژی آن نادرست است؟

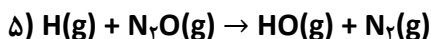
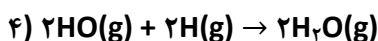
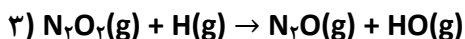
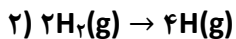
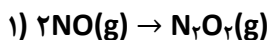


- ۱) واکنش گرماده و با افزایش آنتروپی همراه است.
- ۲) با افزودن یون $I^-(aq)$ ، مقدار ΔH واکنش، تغییر نمی کند.
- ۳) یون $I^-(aq)$ ، با کاهش دادن E_a ، سرعت واکنش را افزایش می دهد.
- ۴) علامت w در این واکنش مثبت و $\Delta E \neq \Delta H$ است.

۹۳. تجربی ۹۲ : کدام گزینه درست نیست؟ (حذف!)

- ۱) در واکنش های دومرحله ای، مرحله ای که آهسته تر است، نقش بیشتری در تعیین سرعت واکنش دارد.
- ۲) یکی از هدف های سینتیک شیمیایی، آشنایی با چگونگی انجام واکنش در سطح ذره ای است.
- ۳) بررسی جزء به جزء مرحله های انجام شدن واکنش، سازوکار واکنش نامیده می شود.
- ۴) در واکنش های دومرحله ای، دو گونه ی واسطه تشکیل می شود.

۹۴. ریاضی ۹۳ : با توجه به سازوکار داده شده، معادله ی کلی واکنش مربوط کدام است؟



۹۵. ریاضی ۹۳ : کدام گزینه نادرست است؟ (حذف!)

- ۱) بلورها توانایی زیادی برای جذب سطحی مواد گازی شکل موجود در هوا را دارد.
- ۲) در واکنش تجزیه ی پتاسیم کلرات در اثر گرما، منگنز دی اکسید نقش کاتالیزگر ناهمگن را دارد.
- ۳) در واکنش هیدروژن دار شدن کاتالیزی آلکن ها، اندازه ی ذرات کاتالیزگر، نقشی در سرعت واکنش ندارد.
- ۴) در واکنش تجزیه ی N_2O در سطح کاتالیزگر طلا که از مرتبه ی صفر است، با دو برابر کردن غلظت N_2O ، سرعت واکنش ثابت می ماند.



کنکور ۹۶

۹۶. تجربی ۹۳: با توجه به این که در واکنش: $2\text{NO}(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow \text{N}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}), \Delta H < 0$ ، یک گونه ی واسطه تشکیل می شود. کدام گزینه درباره ی آن نا درست است؟ (حذف!)
- ۱) یک واکنش دومرحله ای است.
 - ۲) سرعت کلی واکنش، تابع سرعت مرحله ی کندتر آن است.
 - ۳) با انجام آن در ظرف دربسته به صورت هم دما، فشار درون ظرف کاهش می یابد.
 - ۴) یک واکنش کاتالیزشده ی همگن است و پایداری گونه ی واسطه از پایداری فرآورده ها بیشتر است.



۹۷. تجربی ۹۳ (خارج): کدام گزینه نا درست است؟
- ۱) نقش کاتالیزگر در نظریه ی برخورد، افزایش انرژی مولکول ها هنگام برخورد با یکدیگر است.
 - ۲) در واکنش تجزیه ی هیدروژن پراکسید، $\text{I}^- (\text{aq})$ نقش کاتالیزگر همگن را دارد.
 - ۳) کاهش اندازه ی ذرات نیکل در واکنش هیدروژن دار شدن، سبب افزایش سرعت واکنش می شود. (حذف!)
 - ۴) در نظریه ی حالت گذار، کاتالیزگر پیچیده ی فعال را پایدارتر کرده و سطح انرژی آن را کاهش می دهد.



پاسخنامه کلیدی تست های موضوعی - فصل نهم

سوال	گزینه	سوال	گزینه	سوال	گزینه	سوال	گزینه
۱	۳	۲۶	۴	۵۱	۴	۷۶	۱
۲	۱	۲۷	۲	۵۲	۲	۷۷	۱
۳	۱	۲۸	۲	۵۳	۲	۷۸	۱
۴	۲	۲۹	۱	۵۴	۲	۷۹	۲
۵	۴	۳۰	۳	۵۵	۴	۸۰	۱
۶	۲	۳۱	۴	۵۶	۲	۸۱	۱
۷	۲	۳۲	۱	۵۷	۴	۸۲	۲
۸	۲	۳۳	۱	۵۸	۲	۸۳	۴
۹	۴	۳۴	۴	۵۹	۴	۸۴	۲
۱۰	۴	۳۵	۳	۶۰	۲	۸۵	۱
۱۱	۳	۳۶	-	۶۱	۴	۸۶	۴
۱۲	۱	۳۷	۱	۶۲	۴	۸۷	۱
۱۳	۳	۳۸	۳	۶۳	۲	۸۸	۲
۱۴	۱	۳۹	۲	۶۴	۲	۸۹	۲
۱۵	۲	۴۰	۴	۶۵	۲	۹۰	۴
۱۶	۲	۴۱	۱	۶۶	۱	۹۱	۲
۱۷	۲	۴۲	۴	۶۷	۴	۹۲	۴
۱۸	۲	۴۳	۳	۶۸	۳	۹۳	۴
۱۹	۲	۴۴	۴	۶۹	۱	۹۴	۴
۲۰	۳	۴۵	۱	۷۰	۳	۹۵	۴
۲۱	۱	۴۶	۳	۷۱	۱	۹۶	۴
۲۲	۴	۴۷	۴	۷۲	۲	۹۷	۱
۲۳	۲	۴۸	-	۷۳	۳		
۲۴	۲	۴۹	۳	۷۴	۱		
۲۵	۲	۵۰	۲	۷۵	۴		



کنکور ۹۶

مؤلف و مدرس: مهندس ماسد رضا آقاجانی

فصل ۹. سینتیک شیمیایی (شیمی ۴)



دوپینگ کن!

تست های تکمیلی فصل سینتیک



کنکور ۹۶

۱. در واکنش $N_2O_4(g) \rightarrow 2NO_2(g)$ در بازه های زمانی یکسان، با گذشت زمان $\Delta[NO_2]$ ، $-\frac{\Delta[N_2O_4]}{\Delta t}$ و $[N_2O_4]$ می یابد.

- (۱) کاهش - کاهش - افزایش
 (۲) افزایش - کاهش - کاهش
 (۳) کاهش - کاهش - کاهش
 (۴) افزایش - افزایش - افزایش

۲. سرعت متوسط تشکیل کدام ماده در واکنش: $FeS_2 + O_2 \rightarrow Fe_2O_3 + SO_2$ بیشتر است؟

- (۱) Fe_2O_3 (۲) SO_2 (۳) O_2 (۴) FeS_2

۳. با توجه به جدول زیر که مربوط به واکنش $A(g) \rightarrow 2B(g)$ می باشد، از ۶ عبارت ذکر شده چند مورد نادرست است؟

سرعت متوسط تولید B	تغییر غلظت B	سرعت متوسط مصرف A	تغییر غلظت A	گستره ی زمانی ۲۰ دقیقه
γ_1	b_1	x_1	a_1	از آغاز تا دقیقه ی ۲۰
γ_2	b_2	x_2	a_2	از دقیقه ی ۲۰ تا دقیقه ی ۴۰

- (آ) $x_1 < 0$
 (ب) $b_1 > b_2$
 (پ) $x_1 > x_2$
 (ت) $\gamma_2 = 2x_2$
 (ث) $a_2 < 0$
 (ج) $x_1 = \gamma_1$
 (۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

۴. کدام عبارت مطابق با واکنش: $A(s) + 2B(g) \rightarrow 3C(g)$ نمی باشد؟

- (۱) $\frac{\Delta[A]}{\Delta t} = \frac{\Delta[B]}{2\Delta t}$ (۲) $-\frac{\Delta n_A}{\Delta t} = \frac{\Delta n_C}{3\Delta t}$ (۳) $-\frac{\Delta[B]}{2\Delta t} = \frac{\Delta[C]}{3\Delta t}$ (۴) $-\frac{\Delta n_B}{2\Delta t} = \frac{\Delta n_C}{3\Delta t}$

۵. رابطه ی $-\frac{\Delta n_A}{\Delta t} = \frac{2\Delta n_B}{\Delta t} = \frac{\Delta n_C}{3\Delta t}$ مربوط به یک واکنش است. کدام گزینه می تواند معادله ی واکنش مربوط به این رابطه باشد؟

- (۱) $A \rightarrow 2B + 3C$ (۲) $6C + B \rightarrow 2A$ (۳) $2A \rightarrow B + 3C$ (۴) $3C + 2B \rightarrow A$

۶. در یک واکنش گازی، رابطه های زیر برقرار است:

- (آ) $R_B = \frac{\Delta n_B}{\Delta t}$ (ب) $R_C = \frac{\Delta n_C}{\Delta t}$ (پ) $R_D = -\frac{\Delta n_D}{\Delta t}$ (ت) $\frac{1}{4}R_D = R_B = \frac{1}{3}R_C$

معادله ی موازنه شده ی این واکنش کدام است؟

- (۱) $2D(g) \rightarrow B(g) + 3C(g)$ (۲) $B(g) + 3C(g) \rightarrow 2D(g)$
 (۳) $\frac{1}{3}D(g) \rightarrow B(g) + \frac{1}{3}C(g)$ (۴) $\frac{1}{3}C(g) + B(g) \rightarrow \frac{1}{3}D(g)$

۷. در یک واکنش شیمیایی، رابطه ی $2R_A = 3R_B = R_C$ میان سرعت های تولید یا مصرف مواد برقرار است. معادله ی موازنه شده ی این واکنش به کدام صورت زیر می تواند باشد؟

- (۱) $2A + 3B \rightarrow C$ (۲) $6C + 3A \rightarrow 2B$ (۳) $A + 3C \rightarrow 2B$ (۴) $2A \rightarrow 3B + C$



کنکور ۹۶

۸. در واکنش $nA(g) \rightarrow 2B(g)$ ، اگر $-\frac{\Delta[A]}{\Delta t}$ در فاصله ی زمانی ۱۰ تا ۲۰ ثانیه برابر $0.04 \text{ mol.L}^{-1}.s^{-1}$ باشد، مقدار عددی عبارت $\frac{\Delta[B]}{\Delta t}$ در این فاصله ی زمانی برابر است با:

(۱) $0.02 \text{ mol.L}^{-1}.s^{-1}$ (۲) $0.08 \text{ mol.L}^{-1}.s^{-1}$ (۳) $0.04 \text{ mol.L}^{-1}.s^{-1}$ (۴) $0.06 \text{ mol.L}^{-1}.s^{-1}$

۹. در واکنش گازی: $N_2(g) + 3H_2(g) \rightarrow 2NH_3(g)$ در یک بازه ی زمانی معین، $-\frac{\Delta[N_2]}{\Delta t} = 0.03 \text{ mol.L}^{-1}.s^{-1}$ است. درباره ی این واکنش در همان بازه ی زمانی، کدام گزینه نادرست است؟

(۱) $-\frac{\Delta[H_2]}{\Delta t} = 0.09 \text{ mol.L}^{-1}.s^{-1}$ (۲) $R_{\text{واکنش}} = -\frac{\Delta[H_2]}{3\Delta t} = +\frac{\Delta[NH_3]}{2\Delta t} = 0.03 \text{ mol.L}^{-1}.s^{-1}$ (۳) $\frac{-\Delta[H_2]/\Delta t}{H_2} = 0.03 \text{ mol.L}^{-1}.s^{-1}$ (۴) $+\frac{\Delta[NH_3]}{\Delta t} = 0.03 \text{ mol.L}^{-1}.s^{-1}$

ضریب استوکیومتری H_2

۱۰. در واکنش: $Al_2O_3(s) + 12HF(aq) + 6NaOH(aq) \rightarrow 2Na_3AlF_6(s) + 9H_2O(l)$ اگر سرعت واکنش برابر $0.08 \text{ mol.L}^{-1}.s^{-1}$ باشد، سرعت متوسط تولید یا مصرف کدام ماده برابر $28/8 \text{ mol.min}^{-1}$ است؟

(۱) H_2O (۲) HF (۳) Al_2O_3 (۴) $NaOH$

۱۱. با توجه به جدول زیر که غلظت مواد A، B و C را به صورت تابعی از زمان در یک دمای معین نشان می دهد، کدام رابطه ی سرعت درست است؟

غلظت مواد زمان	[A]	[B]	[C]
۰	۰/۰۲	۰	۰/۰۳۵
۵۰	۰/۰۱۷	۰/۰۰۹	۰/۰۲۹
۱۰۰	۰/۰۱۵	۰/۰۱۵	۰/۰۲۵

(۱) $\frac{2\Delta[B]}{\Delta t} = -\frac{\Delta[A]}{\Delta t} = -\frac{2\Delta[C]}{\Delta t}$

(۲) $-\frac{\Delta[A]}{\Delta t} = -\frac{1}{3}\frac{\Delta[C]}{\Delta t} = \frac{1}{2}\frac{\Delta[B]}{\Delta t}$

(۳) $-\frac{1}{2}\frac{\Delta[C]}{\Delta t} = -\frac{\Delta[A]}{\Delta t} = \frac{1}{3}\frac{\Delta[B]}{\Delta t}$

(۴) $-\frac{\Delta[A]}{\Delta t} = \frac{1}{3}\frac{\Delta[C]}{\Delta t} = \frac{1}{2}\frac{\Delta[B]}{\Delta t}$

۱۲. جدول زیر غلظت مولی مواد در زمان های مختلف پس از شروع واکنش، در یک واکنش فرضی را نشان می دهد، X و Y به ترتیب کدام اند؟

زمان (s)	۰	۱۰	۲۰	۳۰
غلظت (mol.L^{-1})				
A	۰/۹	۰/۶	X	۰/۳
B	۰	۰/۶	۱	Y

- (۱) $1/4, 0.45$
- (۲) $1/4, 0.4$
- (۳) $1/2, 0.4$
- (۴) $1/2, 0.45$



کنکور ۹۶

۱۳. با توجه به جدول زیر، X و Y به ترتیب کدام اند؟

زمان (s)	۰	۵	۱۰
مولار			
[A]	۱/۷	۱/۳	۱
[B]	۰	۰/۲	X
[C]	۰	۰/۸	Y

(۱) ۰/۱۵، ۰/۶

(۲) ۰/۲۵، ۰/۶

(۳) ۰/۳۵، ۱/۴

(۴) ۰/۴، ۱/۴

۱۴. در واکنشی A به B تبدیل می شود. اگر واکنش با ۲ مول A آغاز شود، پس از ۵ دقیقه مقدار B و A هر کدام برابر ۱/۲ مول خواهد بود. سرعت متوسط واکنش بر حسب مول بر دقیقه کدام است؟

(۴) ۰/۱۲

(۳) ۰/۲۴

(۲) ۰/۰۸

(۱) ۰/۱۶

۱۵. در واکنشی A و B واکنش دهنده و C فراورده می باشد و واکنش با A و B شروع می شود. در دقیقه ی پنجم، غلظت A و B و C هر سه ۲ مول بر لیتر است و در دقیقه ی دهم غلظت A و B و C به ترتیب ۱، ۰/۵ و ۴/۵ مول بر لیتر خواهد بود. سرعت متوسط این واکنش در فاصله ی ۵ تا ۱۰ دقیقه و غلظت اولیه ی A به ترتیب کدام اند؟

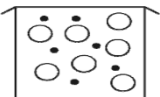
(۴) ۴/۸ - ۰/۲

(۳) ۲ - ۰/۱

(۲) ۳ - ۰/۲

(۱) ۲/۸ - ۰/۱

۱۶. با توجه به تصویر روبه رو، در صورتی که سرعت متوسط تولید B برابر ۰/۰۶ مول بر ثانیه باشد و واکنش با یک مول A شروع شود، نسبت ضریب استوکیومتری A به B کدام است و این شکل ثانیه ی چندم واکنش را نشان می دهد؟ (هر گوی را هم ارز ۰/۱ مول در نظر بگیرید)



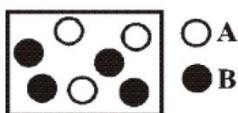
(۱) ۲، ۱۰

(۲) ۱/۲، ۱۰

(۳) ۱/۲، ۱۰۰

(۴) ۲، ۱۰۰

۱۷. شکل زیر مربوط به لحظه ی معینی از واکنش $A(g) \rightarrow B(g)$ است. اگر این واکنش با ۰/۱ مول A شروع شده باشد و سرعت متوسط تولید B، تا این لحظه $2 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}.\text{min}^{-1}$ باشد، این شکل پس از گذشت چند دقیقه از شروع واکنش اتفاق افتاده است و سرعت واکنش کلی چند mol.s^{-1} است؟ (هر گلوله هم ارز ۰/۰۲ مول است و حجم ظرف ۴ لیتر است و واکنش موازنه نشده است)



(۱) ۲۰ دقیقه، $2/67 \times 10^{-4}$

(۲) ۱۰ دقیقه، $1/33 \times 10^{-4}$

(۳) ۲۰ دقیقه، $3/33 \times 10^{-4}$

(۴) ۱۰ دقیقه، $6/66 \times 10^{-5}$



کنکور ۹۶

۱۸. سرعت متوسط واکنش تجزیه ی N_2O_5 برابر 0.02 مول بر لیتر بر دقیقه می باشد و این واکنش در یک ظرف ۲ لیتری در حال انجام است. پس از ۱۰ دقیقه چه تغییری در مول های گازی موجود در ظرف ایجاد می شود؟

- (۱) ۵ مول به گازهای درون ظرف افزوده می شود.
 (۲) ۲ مول از گازهای درون ظرف کاسته می شود.
 (۳) 0.8 مول از گازهای درون ظرف کاسته می شود.
 (۴) $1/2$ مول به گازهای درون ظرف افزوده می شود.

۱۹. اگر سرعت تجزیه ی پتاسیم نیترات در دمای بالاتر از $500^\circ C$ ، 4×10^{-2} مول بر ثانیه باشد، در مدت ۱۰ ثانیه حجم گاز تولید شده در شرایط STP چند لیتر است؟

- (۱) 0.448 (۲) 4.48 (۳) 15.68 (۴) 156.8

۲۰. اگر واکنش تجزیه ی پتاسیم نیترات در دمای بالاتر از $500^\circ C$ در یک ظرف ۴ لیتری انجام شود و سرعت تولید N_2 برابر x مول بر ثانیه باشد، سرعت تولید گاز اکسیژن برابر چند $mol.L^{-1}.min^{-1}$ است؟

- (۱) $\frac{5}{8}x$ (۲) $60x$ (۳) $37/5x$ (۴) $20x$

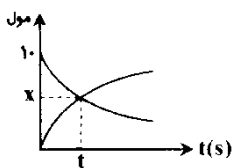
۲۱. اگر سرعت واکنش تجزیه ی $N_2O_5(g)$ در یک ظرف 0.5 لیتری برابر $2 M.min^{-1}$ باشد، چند ثانیه لازم است تا $21/6$ گرم $N_2O_5(g)$ تجزیه شود؟ ($N=14, O=16 : g.mol^{-1}$)

- (۱) ۳ (۲) ۴ (۳) ۶ (۴) ۱۲

۲۲. به منظور تولید گاز کلر در آزمایشگاه مقداری MnO_2 را در ظرفی به حجم ۲ لیتر ریخته و به آن هیدروکلریک اسید اضافه کرده ایم. اگر سرعت متوسط تولید این گاز $0.1 mol.L^{-1}.s^{-1}$ باشد، پس از گذشت ۳ دقیقه، چند مول آب تولید می شود؟

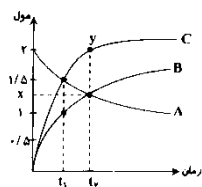
- (۱) 0.06 (۲) $7/2$ (۳) $3/6$ (۴) 0.12

۲۳. نمودار مقابل مربوط به واکنش $2A \rightarrow 3B$ می باشد. اگر سرعت متوسط واکنش در فاصله ی زمانی ۰ تا t برابر 0.2 مول بر ثانیه باشد، مقدار x و t به ترتیب کدام اند؟



- (۱) ۱۰ - ۶
 (۲) ۱۰ - ۴
 (۳) ۲۰ - ۶
 (۴) ۲۰ - ۴

۲۴. با توجه به نمودار مقابل، x و عرض نقطه ی y به ترتیب کدام اند؟

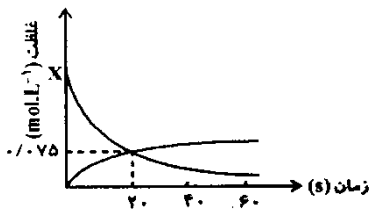


- (۱) 2 و $1/33$
 (۲) $2/5$ و $1/66$
 (۳) $2/5$ و $1/33$
 (۴) 2 و $1/66$



کنکور ۹۶

۲۵. نمودار زیر غلظت دو ماده را در واکنش گازی: $2A \rightarrow 2B + C$ بر حسب زمان نشان می دهد. کدام گزینه به ترتیب مقدار X در نمودار و هم چنین سرعت واکنش را از آغاز تا ثانیه ی بیستم به درستی نشان می دهد؟



- (۱) 0.245 و $3/75 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$
 (۲) 0.225 و $0.45 \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$
 (۳) 0.245 و $8/5 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$
 (۴) 0.225 و $0.225 \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$

۲۶. 24.5 گرم KClO_3 را در یک ظرف 5 لیتری تجزیه می کنیم. پس از 10 دقیقه 50% آن تجزیه می شود. سرعت متوسط تولید O_2 بر حسب $\text{mol.L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ کدام است؟ ($\text{O}=16, \text{Cl}=35.5, \text{K}=39 : \text{g.mol}^{-1}$)

- (۱) $1/5 \times 10^{-3}$ (۲) 3×10^{-3} (۳) 0.15 (۴) 0.3

۲۷. سرعت متوسط واکنش $A(s) \rightarrow B(g) + 2C(g)$ برابر $0.1 \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ است. اگر واکنش در یک ظرف 3 لیتری در حال انجام باشد، پس از چند ثانیه، 4 مول $C(g)$ حاصل می گردد؟

- (۱) 4000 (۲) 6000 (۳) 1660 (۴) 1330

۲۸. یک ظرف 2 لیتری را با $10/8$ گرم N_2O_5 پر کرده ایم تا واکنش: $2\text{N}_2\text{O}_5(g) \rightarrow 4\text{NO}_2(g) + \text{O}_2(g)$ انجام شود. اگر سرعت واکنش برابر $0.2 \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ باشد، پس از 30 ثانیه چند درصد از N_2O_5 تجزیه شده است؟ ($\text{N}=14, \text{O}=16 : \text{g.mol}^{-1}$)

- (۱) 10% (۲) 20% (۳) 40% (۴) 80%

۲۹. اگر واکنش تجزیه ی پتاسیم نیترات در دمای بالاتر از 500°C در ظرف 2 لیتری انجام گیرد و سرعت متوسط تولید مجموع گازها $0.14 \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ باشد، سرعت متوسط تجزیه ی پتاسیم نیترات بر حسب mol.s^{-1} کدام است؟

- (۱) $1/6 \times 10^{-1}$ (۲) $3/2 \times 10^{-1}$ (۳) $6/4 \times 10^{-1}$ (۴) 0.8×10^{-1}

۳۰. اگر سرعت واکنش حل شدن آلومینیوم در محلول 0.5 مولار سولفوریک اسید برابر $0.02 \text{ mol.min}^{-1}$ باشد، چند دقیقه طول می کشد تا غلظت اسید به 0.2 مولار برسد؟ (حجم محلول اسید را 200 mL فرض کنید)

- (۱) 4 (۲) 10 (۳) 12 (۴) 20



کنکور ۹۶

۳۱. فرض کنید سرعت متوسط تجزیه ی ماده ی X در واکنش $X \rightarrow 2Y + Z$ برابر 0.04 مولار بر ثانیه باشد، اگر در ابتدا 5 مول X را در ظرفی بریزیم و پس از گذشت 50 ثانیه غلظت آن به 0.5 مول بر لیتر برسد، حجم ظرف واکنش چند لیتر بوده است؟

(۱) 0.5 (۲) 2 (۳) 1 (۴) 1.5

۳۲. مقداری $N_2O_5(g)$ را در یک ظرف به حجم $2L$ حرارت می دهیم تا طبق واکنش: $2N_2O_5(g) \rightarrow 4NO_2(g) + O_2(g)$ تجزیه شود، با توجه به جدول زیر، سرعت متوسط تولید NO_2 در 30 ثانیه ی اول واکنش، بر حسب $mol.s^{-1}$ کدام است؟

$\Delta t(s)$	$\Delta[NO_2] (mol.L^{-1})$
۱۰ ثانیه ی اول	$1/2$
۱۰ ثانیه ی دوم	1
۱۰ ثانیه ی سوم	0.8

- (۱) 0.05
 (۲) 0.1
 (۳) 0.15
 (۴) 0.2

۳۳. چنانچه فرض شود سرعت متوسط تولید گاز هیدروژن در واکنش پتاسیم با آب و واکنش سدیم با سولفوریک اسید برابر باشد، پس از گذشت زمانی معین، تقریباً جرم پتاسیم مصرف شده چند برابر جرم سدیم مصرف شده است؟ ($Na=23, K=39 : g.mol^{-1}$)

- (۱) 0.51 (۲) 1.7 (۳) 1.95 (۴) 2

۳۴. سرعت متوسط تولید O_2 در معادله ی واکنش تجزیه ی N_2O_5 با سرعت متوسط تولید NO در معادله ی واکنش تجزیه ی NO_2 برابر است. نسبت جرم NO_2 تولید شده در واکنش تجزیه ی N_2O_5 به جرم NO_2 تجزیه شده در واکنش تجزیه ی NO_2 کدام است؟

- (۱) 1 (۲) 2 (۳) 3 (۴) 4

۳۵. مقداری N_2O_5 را به مدت 12 ثانیه گرما می دهیم و جرم آن به $21/384g$ می رسد. اگر سرعت متوسط مصرف گاز N_2O_5 ، $0.001 mol.min^{-1}$ باشد، مقدار اولیه ی N_2O_5 چند مول بوده است؟

- (۱) 0.05 (۲) 0.1 (۳) 0.15 (۴) 0.2

۳۶. در واکنش گازی: $2N_2O_5 \rightarrow 4NO_2 + O_2$ اگر پس از 10 ثانیه مقدار 270 گرم گاز دی نیتروژن پنتوکسید در ظرف باقی بماند و مقدار 368 گرم NO_2 در ظرف تولید شود، مقدار اولیه ی N_2O_5 چند مول بوده است؟ ($N=14, O=16 : g.mol^{-1}$)

- (۱) $6/5$ (۲) $1/5$ (۳) $4/5$ (۴) $2/5$

۳۷. سرعت متوسط تجزیه ی کلسیم کربنات در شرایطی معین برابر $0.25 mol.min^{-1}$ است. اگر 4 مول کلسیم کربنات را در این شرایط در ظرفی سرباز گرما دهیم، پس از نیم ساعت چند گرم کلسیم کربنات در ظرف وجود خواهد داشت؟ ($C=12, O=16, Ca=40 : g.mol^{-1}$)

- (۱) 284 (۲) 276 (۳) 375 (۴) 325



کنکور ۹۶

۳۸. در واکنش تجزیه ی کلسیم کربنات، سرعت متوسط تجزیه ی این ماده در یک گستره ی زمانی برابر $0.2 \text{ mol} \cdot \text{min}^{-1}$ است. اگر ۵۰ گرم کلسیم کربنات را در این شرایط گرما دهیم، پس از ۲۰ دقیقه چند گرم ماده ی جامد در ظرف باقی می ماند؟ ($C=12, O=16, Ca=40 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$)

- (۱) ۱۰ (۲) ۳۲/۴ (۳) ۲۷/۴۹ (۴) ۵۹/۶۳

۳۹. سرعت متوسط واکنش : $2\text{N}_2\text{O}_5(\text{g}) \rightarrow 4\text{NO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$ در فاصله ی زمانی آغاز تا دقیقه ی پنجم برابر $0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ است. اگر حجم ظرف ۲ لیتر باشد و پس از ۵ دقیقه، ۴ مول N_2O_5 در ظرف باقی مانده باشد، مقدار اولیه ی N_2O_5 چند گرم است؟ ($N=14, O=16 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$)

- (۱) ۱۰۸ (۲) ۲۱۶ (۳) ۴۳۲ (۴) ۸۶۴

۴۰. ۵ مول A را در یک دمای معین در یک ظرف سربسته ی ۱۰ لیتری وارد کرده تا پس از مدتی در داخل ظرف به صورت $3\text{A}(\text{g}) \rightarrow 2\text{B}(\text{g}) + \text{C}(\text{g})$ تجزیه شود. اگر سرعت واکنش 0.01 مولار بر ثانیه باشد، پس از گذشت ۱۰۰ ثانیه در مجموع چند مول گاز در ظرف وجود دارد؟

- (۱) ۲ (۲) ۴ (۳) ۵ (۴) ۶

۴۱. 0.4 مول گاز $\text{N}_2\text{O}_5(\text{g})$ در ظرفی شروع به تجزیه شدن می کند. پس از گذشت ۵ دقیقه، تعداد مول گازهای موجود در ظرف واکنش به 0.7 می رسد. سرعت واکنش بر حسب $\text{mol} \cdot \text{min}^{-1}$ کدام است؟

- (۱) 0.1 (۲) 0.2 (۳) 0.4 (۴) 0.8

۴۲. دو مول A و ۵ مول B در ظرفی یک لیتری قرار داده شده اند تا مطابق معادله ی $\text{A}(\text{g}) + 2\text{B}(\text{g}) \rightarrow 3\text{C}(\text{g})$ واکنش دهند. چنانچه سرعت متوسط مصرف A در ۱۰ دقیقه ی اول، $5 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ باشد، پس از گذشت ده دقیقه از شروع واکنش، جمعاً چند مول گاز در ظرف واکنش وجود دارد؟

- (۱) ۷ (۲) $6/3$ (۳) $8/4$ (۴) ۹

۴۳. ۱۴ گرم هیدروژن و ۹۶ گرم اکسیژن را به وسیله ی یک جرقه با هم واکنش می دهیم. اگر پس از مدت ۳۰ ثانیه واکنش به پایان برسد، سرعت متوسط تشکیل آب چند مول بر دقیقه است؟ ($H=1, O=16 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$)

- (۱) ۶ (۲) ۳ (۳) ۱۲ (۴) ۷

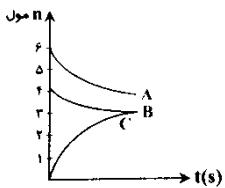
۴۴. $44/8$ لیتر گاز اکسیژن را با ۴ گرم گاز هیدروژن در شرایط STP واکنش می دهیم. اگر سرعت متوسط واکنش 0.1 مول بر ثانیه باشد، پس از چند ثانیه، واکنش متوقف می شود؟ ($H=1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$)

- (۱) ۵ (۲) ۲۰ (۳) ۱۰ (۴) ۳۰



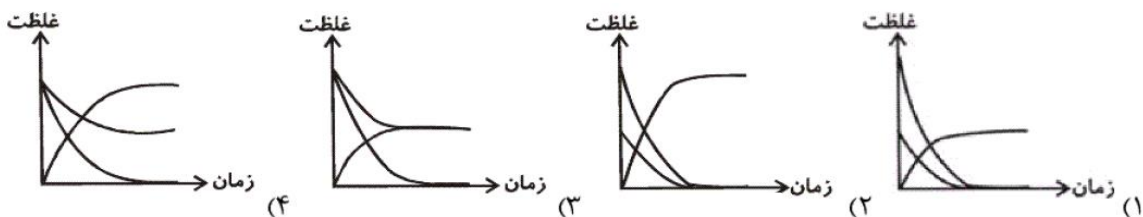
کنکور ۹۶

۴۵. با توجه به نمودار مقابل، واکنش دهنده ی محدودکننده کدام است و سرعت متوسط واکنش بر حسب کدام ماده بیشتر است؟

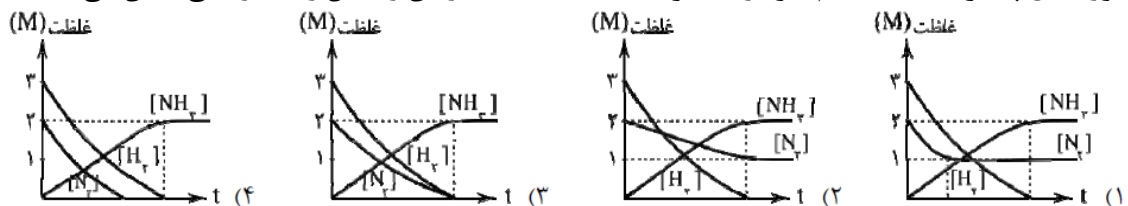


- (۱) C - A
- (۲) C - B
- (۳) B - A
- (۴) A - B

۴۶. ۲۵/۶ گرم SO_2 و ۱۲/۸ گرم O_2 را در یک ظرف یک لیتری در مجاورت کاتالیزگر قرار می دهیم تا واکنش :
 $2SO_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2SO_3(g)$ انجام شود. کدام گزینه نمودار تغییرات «غلظت-زمان» را برای این واکنش به درستی نشان می دهد؟ ($O=16, S=32 \text{ g.mol}^{-1}$)



۴۷. ۲ مول گاز N_2 و ۳ مول گاز H_2 را در ظرفی به حجم یک لیتر وارد می کنیم تا واکنش $N_2(g) + 3H_2(g) \rightarrow 2NH_3(g)$ به طور کامل پیشرفت کند. کدام نمودار، تغییرات غلظت نسبت به زمان واکنش را به درستی نشان می دهد؟



۴۸. کدام عبارت نادرست است؟

- (۱) ترمودینامیک امکان وقوع واکنش را بررسی می کند در حالی که سینتیک درباره ی چگونگی تبدیل مواد به یکدیگر گفت و گو می کند.
- (۲) در هنگام زنگ زدن آهن پوششی بر چهره ی آن می نشیند که با گذشت زمان ضخیم تر شده و از آهن نمکی بیش باقی نمی ماند.
- (۳) مهم ترین عامل موثر بر سرعت واکنش های شیمیایی، ماهیت مواد اولیه است.
- (۴) سرعت یک واکنش کمیتهی تجربی است که می توان آن را از روی جرم، حجم، غلظت و آنتروپی به دست آورد.

۴۹. کدام یک از عبارات های زیر درست است؟

- (۱) تعداد زیادی از واکنش های شیمیایی در طول واکنش با سرعت ثابتی پیشرفت می کنند.
- (۲) واکنش هایی وجود دارند که سرعت آن ها پس از مدتی به صفر نمی رسد.
- (۳) با افزایش دما می توانیم سرعت واکنش های گرماگیر را زیاد و سرعت واکنش های گرماده را کم کنیم.
- (۴) هنگامی که سرعت واکنش به بیشترین مقدار خود برسد، می گوئیم واکنش کامل شده است.



کنکور ۹۶

۵۰. در هر گزینه یکی از عوامل موثر بر سرعت آورده شده است. در کدام گزینه مثال ذکر شده برای آن عامل نادرست است؟

- (۱) ماهیت واکنش دهنده ها : زدن جرقه در مخلوطی از $H_2(g)$ و $O_2(g)$ باعث واکنش انفجاری می شود ولی همین جرقه در $H_2(g)$ و $N_2(g)$ هیچ واکنشی را سبب نمی شود.
 (۲) دما : واکنش پتاسیم با آب به همراه آتش گرفتن مخلوط است ولی آهن بدون آتش گرفتن با آب واکنش می دهد.
 (۳) غلظت : لیاف آهن در هوا داغ و سرخ می شود ولی نمی سوزد، اما همان لیاف در ارلن پر از اکسیژن خالص به شدت می سوزد.
 (۴) حالت فیزیکی : احتمال انفجار در انبار آرد بیشتر از انبار گندم است.

۵۱. در واکنش بنیادی گازی : $2A+B \rightarrow C$ اگر حجم ظرف واکنش از یک لیتر به ۲ لیتر افزایش پیدا کند، سرعت واکنش چند برابر می شود؟ (تغییرات غلظت بر سرعت واکنش موثر است)

$R_2 = \frac{1}{4} R_1$ (۴) $R_2 = 4 R_1$ (۳) $R_2 = \frac{1}{8} R_1$ (۲) $R_2 = 8 R_1$ (۱)

۵۲. واکنش بنیادی $A(g) + 2B(g) \rightarrow C(g)$ در یک دمای معین در داخل ظرفی به حجم ۱۰ لیتر در حال انجام است. اگر محتویات ظرف را به ظرفی ۲/۵ لیتری در همان دما منتقل کنیم، سرعت واکنش چند برابر می شود؟

۲۴ (۴) ۴۸ (۳) ۶۴ (۲) ۱۶ (۱)

۵۳. با تغییر غلظت واکنش دهنده های واکنش بنیادی : $2A(g) + B(g) \rightarrow 2C(g)$ در کدام یک از موارد زیر، سرعت آغازی واکنش افزایش بیشتری می یابد؟

- (۱) پنج برابر شدن [B] و نصف شدن [A]
 (۲) نصف شدن [B] و دو برابر شدن [A]
 (۳) ۱/۲ برابر شدن غلظت هر یک از دو واکنش دهنده ی A و B
 (۴) چهار برابر شدن [B] و ۰/۶ برابر شدن [A]

۵۴. واکنش تجزیه ی $NO_2(g)$ به $NO(g)$ و $O_2(g)$ از مرتبه ی ۲ است. زمانی که ۲۰٪ از واکنش دهنده مصرف شده باشد، سرعت این واکنش چند برابر سرعت آغازی واکنش خواهد بود؟

$\frac{1}{5}$ (۴) $\frac{1}{5}$ (۳) $\frac{1}{25}$ (۲) $\frac{16}{25}$ (۱)

۵۵. در واکنش $aA + bB \rightarrow \dots$ چنانچه غلظت A دو برابر شود، سرعت واکنش دو برابر می شود ولی اگر غلظت B دو برابر شود، سرعت واکنش چهار برابر می گردد. بر این اساس واحد ثابت سرعت در این واکنش است.

$L^2 \cdot mol^{-2} \cdot s$ (۱) $L^2 \cdot mol^{-2} \cdot s^{-1}$ (۲) $mol^2 \cdot L^{-2} \cdot s$ (۳) $mol^2 \cdot L^{-2} \cdot s^{-1}$ (۴)



۵۶. با توجه به جدول زیر، معادله ی سرعت واکنش گازی کدام است؟

شماره آزمایش	[A] در آغاز واکنش (mol.L ⁻¹)	[B] در آغاز واکنش (mol.L ⁻¹)	سرعت واکنش در آغاز آن (mol.L ⁻¹ .s ⁻¹)
۱	۰/۲	۰/۲	۲/۳ × ۱۰ ^{-۲}
۲	۰/۱	۰/۴	۴/۶ × ۱۰ ^{-۲}
۳	۰/۸	۰/۱	۲/۳ × ۱۰ ^{-۲}

$$R=k[A][B] \quad (۱)$$

$$R=k[A][B]^2 \quad (۲)$$

$$R=k[A]^2[B] \quad (۳)$$

$$R=k[A][B]^2 \quad (۴)$$

۵۷. با توجه به جدول مقابل، کدام مطلب نادرست است؟ (A و B واکنش دهنده هستند)

شماره آزمایش	[A]	[B]	سرعت واکنش (mol.L ⁻¹ .s ⁻¹)
۱	۰/۰۲	۰/۰۲	۲ × ۱۰ ^{-۴}
۲	۰/۰۴	۰/۰۴	۸ × ۱۰ ^{-۴}
۳	۰/۰۶	۰/۰۴	۱۸ × ۱۰ ^{-۴}

(۱) معادله ی سرعت واکنش برابر $R=k[A]^2$ است.

(۲) افزایش غلظت B تاثیری بر سرعت واکنش ندارد.

(۳) مقدار ثابت سرعت واکنش برابر $۰/۵ \text{ mol.L}^{-1}.\text{s}^{-1}$ است.

(۴) اگر مقدار A را چهار برابر و مقدار B را دو برابر کنیم، سرعت واکنش ۱۶ برابر می شود.

۵۸. با توجه به داده های به دست آمده برای واکنش فرضی: $۲A + B \rightarrow$ فرآورده در جدول زیر، قانون سرعت برای این واکنش کدام است؟

شماره ی آزمایش	[A] (mol.L ⁻¹)	[B] (mol.L ⁻¹)	سرعت آغازی واکنش (mol.L ⁻¹ .s ⁻¹)
۱	۱ × ۱۰ ^{-۴}	۱ × ۱۰ ^{-۴}	۷/۵ × ۱۰ ^{-۷}
۲	۲ × ۱۰ ^{-۴}	۲ × ۱۰ ^{-۴}	۳ × ۱۰ ^{-۶}
۳	۴ × ۱۰ ^{-۴}	۲ × ۱۰ ^{-۴}	۰/۶ × ۱۰ ^{-۵}

$$R=k[A][B]^2 \quad (۱)$$

$$R=k[A][B] \quad (۲)$$

$$R=k[A]^2 \quad (۳)$$

$$R=k[B]^2 \quad (۴)$$

۵۹. در واکنش بین A و B برای تشکیل ماده ی C جدول زیر طی چند آزمایش به دست آمده است. سرعت تشکیل ماده ی C در آزمایش چهارم کدام است؟ (برحسب mol.L⁻¹.s⁻¹)

آزمایش	[A] (mol.L ⁻¹)	[B] (mol.L ⁻¹)	سرعت واکنش R _c (mol.L ⁻¹ .s ⁻¹)
۱	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۳ × ۱۰ ^{-۴}
۲	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۱۲ × ۱۰ ^{-۳}
۳	۰/۰۶	۰/۰۹	۰/۲۷ × ۱۰ ^{-۳}
۴	۰/۰۹	۰/۰۶	?

$$1/8 \times 10^{-4} \quad (۱)$$

$$1/2 \times 10^{-4} \quad (۲)$$

$$2/7 \times 10^{-4} \quad (۳)$$

$$2/4 \times 10^{-4} \quad (۴)$$



کنکور ۹۶

۶۰. با توجه به داده های جدول زیر که در بررسی واکنش گازی : $A+B+C \rightarrow D+E$ به دست آمده است، مقدار ثابت سرعت این

شماره ی آزمایش	[A] (mol.L ⁻¹)	[B] (mol.L ⁻¹)	[C] (mol.L ⁻¹)	سرعت واکنش پس از گذشت مدت کوتاهی از آغاز واکنش (mol.L ⁻¹ .s ⁻¹)
۱	۰/۳	۰/۰۵	۰/۰۵	۶×10^{-۵}
۲	۰/۳	۰/۱	۰/۰۵	۶×10^{-۵}
۳	۰/۳	۰/۱	۰/۱	$۱/۲ \times 10^{-۴}$
۴	۰/۶	۰/۰۵	۰/۲	$۴/۸ \times 10^{-۴}$

واکنش کدام است؟

(۱) $۴ \times 10^{-۳} \text{ mol.L}^{-1}.\text{s}^{-1}$

(۲) $۴ \times 10^{-۳} \text{ L.mol}^{-1}.\text{s}^{-1}$

(۳) $۸ \times 10^{-۲} \text{ mol.L}^{-1}.\text{s}^{-1}$

(۴) $۸ \times 10^{-۲} \text{ L.mol}^{-1}.\text{s}^{-1}$

۶۱. با توجه به جدول روبه رو که متعلق به واکنش گازی $۲A+B \rightarrow C+۳D$ می باشد، مقدار x برابر چند mol.L⁻¹ است؟ (غلظت

ها برحسب mol.L⁻¹ و سرعت واکنش برحسب mol.L⁻¹.s⁻¹ گزارش شده است)

(۱) ۰/۲

(۲) ۰/۴

(۳) ۰/۱

(۴) ۰/۸

شماره آزمایش	[A]	[B]	سرعت پس از مدت کوتاهی از آغاز واکنش
۱	۰/۲	۰/۲	$۴/۲ \times 10^{-۳}$
۲	۰/۲	۰/۱	$۱/۰۵ \times 10^{-۳}$
۳	۰/۴	۰/۱	$۸/۴ \times 10^{-۳}$
۴	۰/۱	x	$۲/۱ \times 10^{-۳}$

۶۲. در جدول زیر، داده های مربوط به واکنش : $A+۲B+C \rightarrow ۲D+E$ گردآوری شده است. با توجه به این داده ها، مقدار R_۵

کدام است؟

سرعت واکنش پس از گذشت مدت کوتاهی از آغاز واکنش (mol.L ⁻¹ .s ⁻¹)	غلظت واکنش دهنده ها در آغاز واکنش (mol.L ⁻¹)			شماره ی آزمایش
	C	B	A	
R _۱	۱	۱/۴	۱/۴	۱
$R_۲ = \frac{1}{۲}R_۱$	۱	۱/۴	۰/۷	۲
$R_۳ = \frac{1}{۴}R_۲$	۱	۰/۷	۰/۷	۳
$R_۴ = ۸R_۳$	۰/۵	۱/۴	۱/۴	۴
R _۵ =?	۰/۵	۰/۷	۰/۷	۵

(۱) $\frac{1}{۴}R_۴$

(۲) $\frac{1}{۲}R_۴$

(۳) R_۴

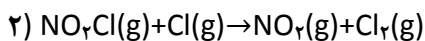
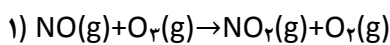
(۴) $\frac{1}{۸}R_۴$



۶۳. کدام مطلب نادرست است؟

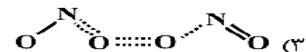
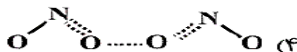
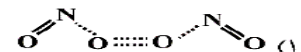
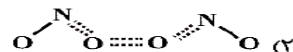
- ۱) در واکنش های گرماگیر، تشکیل پیچیده ی فعال از فرآورده ها، آسان تر از تشکیل ان از مواد واکنش دهنده است.
- ۲) در واکنش های گرماگیر، مجموع آنتالپی پیوندهای واکنش دهنده ها در مقایسه با فرآورده ها کمتر است.
- ۳) در واکنش $N_2(g) + 3H_2(g) \rightarrow 2NH_3(g)$ ، اگر سرعت متوسط مصرف H_2 برابر $0.2 \text{ mol.l}^{-1} \text{ s}^{-1}$ باشد، سرعت متوسط تشکیل NH_3 برابر $0.8 \text{ mol.l}^{-1} \text{ min}^{-1}$ است.
- ۴) طبق نظریه ی برخورد، سرعت واکنش به تعداد برخوردهای بین ذره های واکنش دهنده (در واحد حجم و در واحد زمان) بستگی دارد.

۶۴. با توجه به دو واکنش زیر، کدام عبارت درست است؟

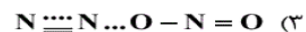


- ۱) در واکنش (۱) برخورد N از NO با O از O_2 جهت گیری مناسب را مشخص می کند.
- ۲) در واکنش (۱) برخورد O از NO با O از O_2 جهت گیری مناسب را مشخص می کند.
- ۳) در واکنش (۲) برخورد O از NO_2Cl با Cl اتمی جهت گیری مناسب را مشخص می کند.
- ۴) در واکنش (۲) برخورد N از NO_2Cl با Cl اتمی جهت گیری مناسب را مشخص می کند.

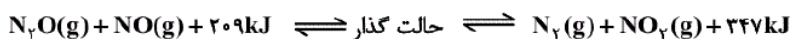
۶۵. ساختار پیچیده ی فعال در واکنش $2NO + O_2 \rightarrow 2NO_2$ کدام است؟



۶۶. ساختار پیچیده ی فعال در واکنش مقابل کدام است؟ $N_2O + NO \rightarrow N_2 + NO_2$



۶۷. در واکنش یک مرحله ای زیر ساختار حالت گذار کدام است و ΔH واکنش چقدر می باشد؟



۶۸. در واکنش گرماده ای ۸۰ کیلوژول گرما آزاد شده است. انرژی فعالسازي در مسیر برگشت کدام مقدار نمی تواند باشد؟

۷۵ (۴)

۸۵ (۳)

۱۰۰ (۲)

۱۲۰ (۱)



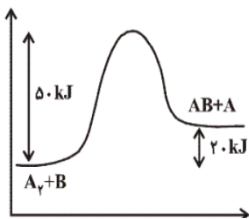
کنکور ۹۶

۶۹. در واکنش های زیر، انرژی فعالسازی رفت در هر دو واکنش برابر ۸۰kJ است. کدام مطلب درباره ی آن ها صحیح است؟

- ۱) $A \rightarrow B+C \quad \Delta H = +60 \text{ kJ}$
 ۲) $A^* \rightarrow B^* + C^* \quad \Delta H = -60 \text{ kJ}$

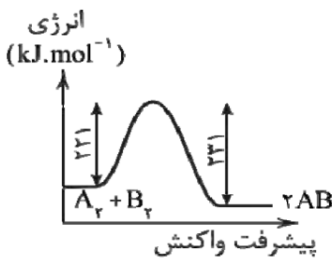
- (۱) پیچیده ی فعال واکنش ۱ پایدارتر از فرآورده های آن است.
 (۲) انرژی فعالسازی برگشت واکنش ۲، دو برابر انرژی فعالسازی برگشت واکنش ۱ است.
 (۳) تفاوت انرژی فعالسازی برگشت دو واکنش معادل ۱۲۰kJ است.
 (۴) فرآورده های واکنش اول از واکنش دهنده های آن پایدارتر است.

۷۰. با توجه به نمودار، کدام عبارت نادرست است؟



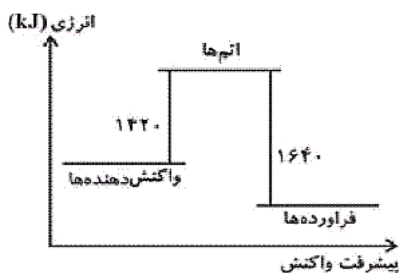
- (۱) شکستن پیوند A-A سخت تر از A-B است.
 (۲) واکنش دهنده ها پایدارتر از فرآورده ها هستند.
 (۳) آنتالپی واکنش ۲۰kJ است.
 (۴) انرژی پیوند A-A برابر ۵۰kJ است.

۷۱. اگر انرژی تفکیک پیوند A-A برابر 382 kJ.mol^{-1} و B-B برابر 192 kJ.mol^{-1} باشد، انرژی تفکیک پیوند A-B چند kJ.mol^{-1} است؟



- (۱) ۵۷۴
 (۲) ۲۸۲
 (۳) ۵۸۴
 (۴) ۲۹۲

۷۲. با توجه به نمودار مقابل، کدام دو مقدار می تواند به ترتیب E_a رفت و برگشت E_a (بر حسب kJ) باشد؟



- (۱) ۲۳۸ و ۴۵۸
 (۲) ۴۵۴ و ۲۳۴
 (۳) ۲۰۲۰ و ۱۸۰۰
 (۴) ۲۴۰ و ۴۴۰

۷۳. در یک واکنش برگشت پذیر، اگر انرژی فعالسازی واکنش رفت برابر ۱۶۴ کیلوکالری بر مول و انرژی فعالسازی واکنش برگشت برابر ۲۳۲ کیلوکالری بر مول باشد، ΔH واکنش برگشت کدام است؟

- (۱) +۶۸ (۲) -۶۸ (۳) +۳۹۶ (۴) -۳۹۶



کنکور ۹۶

۷۴. اگر در واکنش $A \rightarrow B$ ، محتوای انرژی پیچیده ی فعال به اندازه ی ۱۶۰ کیلوژول از محتوای انرژی ماده ی اولیه بیشتر و گرمای آزاد شده از واکنش ۱۰۰ کیلوژول باشد، انرژی فعالسازی واکنش برگشت، چند کیلوژول است؟

۶۰ (۴)

۱۲۰ (۳)

۱۳۰ (۲)

۲۶۰ (۱)

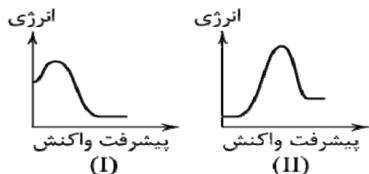
۷۵. با توجه به نمودارهای «انرژی-پیشرفت واکنش» روبه رو، کدام عبارت درست است؟

(۱) در واکنش (I) مجموع انرژی تشکیل فراورده ها بیشتر از مجموع انرژی تشکیل واکنش دهنده ها است.

(۲) پایداری پیچیده ی فعال در واکنش (II) بیشتر از واکنش (I) است.

(۳) در واکنش (II) مجموع انرژی پیوند فراورده ها از مواد اولیه بیشتر است.

(۴) سرعت واکنش (II) در جهت برگشت کمتر از سرعت واکنش (I) در جهت رفت است.



۷۶. با توجه به جدول زیر، کدام عبارت نادرست است؟

$2NO(g) + 2H_2(g) \rightarrow N_2(g) + 2H_2O(g)$			
سرعت واکنش پس از گذشت مدت کوتاهی از آغاز واکنش ($mol.L^{-1}.s^{-1}$)	غلظت واکنش دهنده ها در آغاز واکنش ($mol.L^{-1}$)		شماره آزمایش
	[NO(g)]	[H ₂ (g)]	
$1/23 \times 10^{-3}$	۰/۱	۰/۱	۱
$2/46 \times 10^{-3}$	۰/۱	۰/۲	۲
$4/92 \times 10^{-3}$	۰/۲	۰/۱	۳

(۱) مرتبه ی این واکنش برابر با مجموع ضرایب استوکیومتری فراورده ها است.

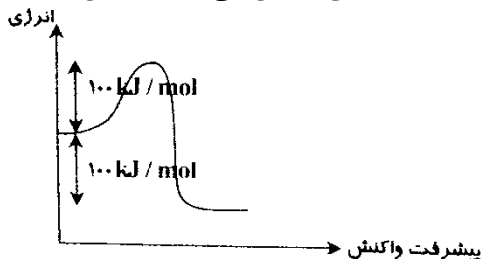
(۲) اگر در این واکنش حجم ظرف را نصف کنیم، سرعت این واکنش ۸ برابر می شود.

(۳) ثابت سرعت در این واکنش برابر $1/23 mol.L^{-1}$ است.

(۴) این واکنش جزو واکنش های چندمرحله ای است.

۷۷. چنانچه در واکنشی با نمودار مقابل از کاتالیزگر استفاده شود، ۵۰٪ از انرژی فعالسازی آن کاهش می یابد. در این صورت

انرژی فعالسازی در مسیر برگشت چه تغییری می کند؟



(۱) ۱۰۰ kJ از مقدار آن کاسته می شود.

(۲) ۵۰٪ از مقدار آن کاسته می شود.

(۳) تغییری در مقدار آن رخ نمی دهد.

(۴) ۲۵٪ از مقدار آن کاسته می شود.



پاسخنامه کلیدی تست های >وپینگ - فصل نهم

گزینه	سوال	گزینه	سوال	گزینه	سوال	گزینه	سوال
۳	۷۶	۲	۵۱	۲	۲۶	۳	۱
۴	۷۷	۲	۵۲	۱	۲۷	۲	۲
		۲	۵۳	۳	۲۸	۲	۳
		۱	۵۴	۱	۲۹	۱	۴
		۲	۵۵	۲	۳۰	۲	۵
		۴	۵۶	۲	۳۱	۱	۶
		۳	۵۷	۴	۳۲	۲	۷
		۲	۵۸	۲	۳۳	۲	۸
		۲	۵۹	۴	۳۴	۴	۹
		۲	۶۰	۴	۳۵	۴	۱۰
		۲	۶۱	۱	۳۶	۳	۱۱
		۴	۶۲	۴	۳۷	۳	۱۲
		۲	۶۳	۲	۳۸	۳	۱۳
		۱	۶۴	۴	۳۹	۲	۱۴
		۱	۶۵	۴	۴۰	۱	۱۵
		۴	۶۶	۲	۴۱	۲	۱۶
		۳	۶۷	۱	۴۲	۴	۱۷
		۴	۶۸	۳	۴۳	۴	۱۸
		۳	۶۹	۳	۴۴	۴	۱۹
		۴	۷۰	۱	۴۵	۳	۲۰
		۴	۷۱	۴	۴۶	۳	۲۱
		۲	۷۲	۲	۴۷	۲	۲۲
		۱	۷۳	۴	۴۸	۱	۲۳
		۱	۷۴	۲	۴۹	۱	۲۴
		۴	۷۵	۲	۵۰	۴	۲۵

۱۲ بخش

شیمی کنکور ۹۵

مؤلف و مدرس:

مهندس
محمد رضا آقاجانی

۱۰

فصل دهم: تعادل شیمیایی

سایت جامع آموزش شیمی

www.m-aghajani.com



فصل دهم

تعادل شیمیایی

۹۶	❖ واکنش های برگشت نا پذیر و برگشت پذیر
۹۸	❖ تعادل های فیزیکی و شیمیایی
۱۰۴	❖ انواع تعادل
۱۰۵	❖ تست های موضوعی
۱۰۶	❖ ثابت تعادل K
۱۱۰	❖ تفسیر ثابت تعادل K
۱۱۴	❖ پیش بینی جهت پیشرفت واکنش
۱۱۷	❖ تست های موضوعی
۱۳۷	❖ عوامل موثر بر تعادل
۱۴۶	❖ شیمی و زندگی (آمونیاک)
۱۵۱	❖ تست های موضوعی
۱۶۱	❖ پاسخنامه کلیدی تست های موضوعی فصل دهم
۱۶۳	❖ تست های تکمیلی



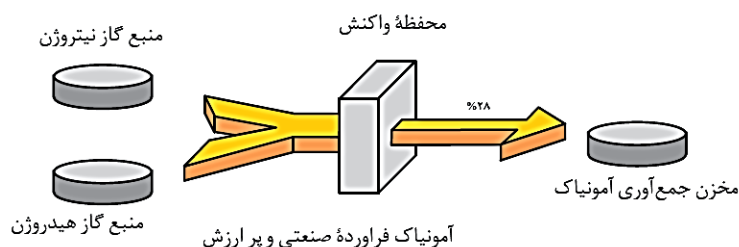
واکنش‌های برگشت‌ناپذیر و برگشت‌پذیر

واکنش‌های برگشت‌ناپذیر؛ تا جایی پیش می‌روند که تقریباً همه‌ی واکنش‌دهنده (ها) به فراورده (ها) تبدیل می‌شوند. گویی به طور کامل انجام می‌شوند یا تا مرز کامل شدن پیش می‌روند.

برای مثال: سوختن گاز شهری (متان)

اما در طبیعت، آزمایشگاه و در صنعت، اغلب واکنش‌ها به طور کامل پیش نمی‌روند؛ بلکه تا حدی پیش می‌روند و پس از آن مقدار فراورده (ها) دیگر افزایش نمی‌یابد. از این رو، تولید و تهیه‌ی مقدار زیادی از فراورده‌ها در چنین واکنش‌هایی بسیار دشوار است.

برای مثال، واکنش بین گازهای هیدروژن و نیتروژن در شرایط مناسب فقط تا تولید ۲۸ درصد مولی آمونیاک در مخلوط پیش می‌رود. در واقع، آمونیاک به مقدار کمی تولید می‌شود و واکنش‌دهنده‌ها به مقدار زیادی درون ظرف واکنش باقی می‌مانند.



آمونیاک ماده‌ی پرارزشی در صنعت است که در تهیه‌ی کودهای شیمیایی، مواد منفجره و مواد شیمیایی صنعتی - تجاری بسیاری به کار می‌رود.

به نظر شما برای تولید مقدار بیشتری آمونیاک چه باید کرد؟؟

آشنایی با مفاهیمی مانند برگشت‌پذیری، تعادل شیمیایی، واکنش تعادلی و همچنین درک اثر عوامل گوناگون مانند دما، فشار، ... بر تعادل‌های شیمیایی می‌تواند راهکار مناسبی ارائه دهد.

واکنش‌های سوختن فقط در یک جهت پیش می‌روند و برگشت‌ناپذیرند. در حالی که برخی واکنش‌ها افزون بر پیشرفت در جهت رفت می‌توانند در جهت برگشت نیز پیش بروند. در این واکنش‌ها، فراورده‌ها نیز می‌توانند به واکنش‌دهنده‌ها تبدیل شوند.

مثال ۱: تبدیل مس (II) سولفات پنج‌آبه به مس (II) سولفات خشک

مثال ۲: تبدیل گاز بی‌رنگ N_2O_4 به گاز قهوه‌ای رنگ NO_2

خود را بیازمایید ۳۱

برای تبدیل مس (II) سولفات خشک به مس (II) سولفات پنج‌آبه چه پیشنهادی دارید؟

اگر ظرف حاوی گاز قهوه‌ای رنگ NO_2 را در یخچال قرار دهیم، چه رخ می‌دهد؟

////////////////////////////////////



فکر کنید ۳۱

۱. با توجه به شکل های زیر پاسخ دهید:



(۲)



(۱)

آ) در کدام سامانه تنها فرایند تبخیر انجام می شود؟

ب) در کدام سامانه امکان انجام همزمان فرایندهای تبخیر و میعان وجود دارد؟

۲. آزمایش نشان می دهد که پس از مدتی حجم آب و فشار بخار درون سامانه ی (۲) ثابت می ماند.

آ) با توجه به اینکه فرایندهای تبخیر و میعان در این سامانه پیوسته انجام می شوند، ثابت ماندن حجم آب و فشاربخار را از دیدگاه مولکولی توجیه کنید.

ب) شیمی دان ها به چنین سامانه ای، سامانه ی تعادلی می گویند. ویژگی های یک سامانه ی تعادلی را بیان کنید.

پدیده های فیزیکی مانند تغییر حالت ماده (ذوب و انجماد - تبخیر و میعان - فرازش و چگالش) برگشت پذیرند.



در یک نگاه :

واکنش برگشت ناپذیر

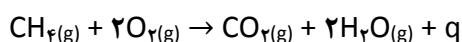
به واکنش هایی که نمی توانند در جهت برگشت پیش روند، واکنش های برگشت ناپذیر می گویند.

واکنش برگشت ناپذیر را با نماد \rightarrow نمایش می دهند.

به واکنش های برگشت ناپذیر، واکنش های کامل نیز می گویند. زیرا تا مصرف شدن کامل حداقل یکی از واکنش دهنده ها پیش می روند. \leftarrow چنانچه مقدار یکی از واکنش دهنده ها به پایان برسد، واکنش پایان پذیرفته و بقیه ی واکنش دهنده ها، نقش واکنش دهنده ی اضافی را پیدا خواهند کرد.

در واکنش های برگشت ناپذیر، هر دو عامل آنتالپی و آنتروپی مساعد هستند. به طوری که $\Delta H < 0$ و $\Delta S > 0$ است.

مثال : گاز شهری که به طور عمده از گاز متان (CH_4) تشکیل شده است، در بخاری ها و اجاق ها با گاز اکسیژن ترکیب می شود و ضمن تولید گاز کربن دی اکسید و بخار آب، گرما آزاد می کند :



این واکنش، برگشت ناپذیر است و نمی توان آن را در جهت برگشت یعنی تبدیل کربن دی اکسید و آب به هیدروکربنی چون متان انجام داد.

در این واکنش، تعداد مول های گازی دو طرف معادله برابر است و $\Delta S \approx 0$ است.



کنکور ۹۶

- در شرایطی که یکی از دو عامل آنتالپی یا آنترپی برابر صفر است، عامل دیگر، تعیین کننده ی جهت پیشرفت واکنش می باشد.
- چون $\Delta H < 0$ و مساعد است، پس واکنش در جهت رفت به طور یک طرفه پیش می رود.

واکنش برگشت پذیر

در این واکنش ها در شرایط مناسب (از لحاظ دما یا فشار) فراورده ها نیز می توانند با یکدیگر واکنش داده و مجدداً واکنش دهنده ها را پدید آورند.

واکنش های برگشت پذیر را با نماد \rightleftharpoons نمایش می دهند.

در واکنش های برگشت پذیر، ΔH و ΔS هم علامت هستند. یعنی هر دو منفی یا هر دو مثبت هستند.

در واکنش های برگشت پذیر :

لزوماً واکنش های رفت و برگشت همزمان انجام نمی شوند.

لزوماً سرعت واکنش های رفت و برگشت برابر نیست.

نمک های آب پوشیده : در این نمک ها، تعداد معینی مولکول آب در ساختار بلور جای گرفته است.

واکنش آبی از نمک های آب پوشیده، یک واکنش برگشت پذیر است.

→ بر اثر گرم کردن نمک های آب پوشیده، مولکول های آب آن ها از دست می رود.

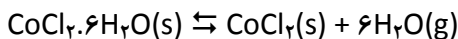
← اگر نمک بی آب در هوای مرطوب قرار گیرد، مجدداً آب پوشیده می شود.

بخار آب + نمک بی آب \rightleftharpoons نمک آب پوشیده

مثال : یکی از نمک های آب پوشیده، کبالت (II) کلرید ۶ آبه است. $(\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O})$

→ این ترکیب صورتی رنگ بر اثر گرم شدن و از دست دادن مولکول های آب، آبی رنگ می شود.

← اگر این نمک آبی رنگ در هوای مرطوب قرار گیرد، دوباره آب پوشیده شده و صورتی رنگ می شود.



تعادل های شیمیایی

اگر در یک واکنش برگشت پذیر، در شرایط مناسب، سرعت واکنش های رفت و برگشت برابر شود، به آن واکنش تعادلی می گویند.

واکنش تعادلی است $A + B \rightleftharpoons C + D$ if : $R_1 = R_2 \Rightarrow$

واکنش تعادلی را با نماد \rightleftharpoons نمایش می دهند. $A + B \rightleftharpoons C + D$



در تعادل شیمیایی $A+B \rightleftharpoons C+D$ ، به واکنش $A+B \rightarrow C+D$ واکنش رفت و به واکنش $C+D \rightarrow A+B$ واکنش برگشت می گویند.

واکنش های رفت و برگشت، همزمان در حال انجام هستند.

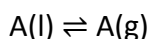
آشنایی با واکنش های برگشت پذیر، مبنای درک واکنش های تعادلی است.

واکنش های تعادلی نوعی خاص از واکنش های برگشت پذیر هستند. ولی یک واکنش برگشت پذیر، لزوماً تعادلی نیست.

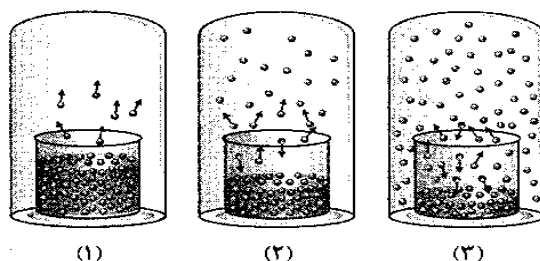
تعادل های فیزیکی

تغییر فیزیکی، تغییری است که در آن تنها حالت فیزیکی ماده تغییر می کند و ساختار ذره های تشکیل دهنده ی آن دچار تغییر نمی شود.

تبخیر یک مایع در محفظه ی بسته، پس از مدتی به وضعیت ویژه ای می رسد. وضعیتی که در آن سرعت تبخیر با سرعت میعان برابر می شود. در این حالت می گوئیم که میان مایع و بخار آن تعادل برقرار شده است. تعادل میان یک مایع با بخار آن نمونه ای از تعادل فیزیکی است.

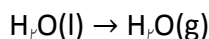


مثال: برقراری تعادل $H_2O(l) \rightleftharpoons H_2O(g)$ درون یک سامانه ی بسته در دمای ثابت:

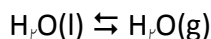


نکات:

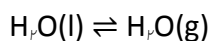
- در ظرف (۱) تنها تبخیر سطحی انجام می شود:



- با افزایش تراکم بخار در ظرف، به تدریج بر میزان احتمال برافروزدن مولکول های بخار با سطح مایع و انجام واکنش برگشت (میعان) افزوده می شود (ظرف ۲). اما سرعت میعان آهسته تر از سرعت تبخیر است.



- با گذشت زمان، سرعت تبخیر سطحی ثابت می ماند. (تعداد فلش های روبه بالا در هر سه شکل برابر ۶ است)
- با گذشت زمان، به تدریج بر غلظت بخار بالای سطح مایع افزوده شده و بر سرعت میعان افزوده می شود. (تعداد فلش های روبه پایین، در حال افزایش است)
- سرانجام سرعت تبخیر با سرعت میعان برابر می شود. در این حالت میان بخار و مایع آن تعادل برقرار شده است.



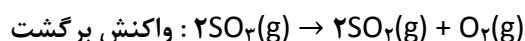
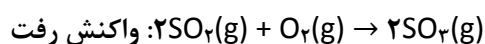
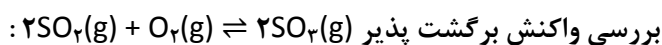
تعداد فلش های فیزیکی است.



- پس از تعادل، فشار بخار مایع مقدار ثابتی می شود (ظرف ۳). زیرا از این پس، به تعداد مولکول های بخار بالای سطح مایع افزوده نخواهد شد. \leftarrow ثابت ماندن فشار بخار به معنای توقف تبخیر و میعان نیست، بلکه سرعت تبخیر با سرعت میعان برابر می شود.
- پس از تعادل، غلظت مولکول های بخار بالای سطح مایع مقدار ثابتی می شود.
- پس از تعادل، ارتفاع مایع موجود در ظرف ثابت شده و پایین تر نخواهد آمد. \leftarrow ثابت ماندن فشار بخار، غلظت بخار و ارتفاع مایع، در حالت تعادل، نشان می دهد که: پس از تعادل تغییری در فواصل ظاهری دیده نمی شود. ثابت ماندن فواصل ظاهری به معنای توقف تبخیر و میعان نیست، بلکه واکنش های رفت و برگشت در حال انجام هستند و در سطح مولکولی همواره تبدیل مواد به یکدیگر صورت می گیرد. از این رو، تعادل، پویا (دینامیک) است.
- برای برابر شدن سرعت تبخیر و میعان و برقراری حالت تعادل، وجود درپوش شیشه ای الزامی است. در واقع اگر درپوش وجود نداشته باشد، مولکول های بخار از اطراف سطح مایع دور شده و احتمال میعان به حداقل می رسد و تعادل برقرار نمی شود. \leftarrow تعادل در سامانه ی منزوی یا سامانه ی بسته در دمای ثابت برقرار می شود.
- در طول فرایند، غلظت آب مایع ثابت است. زیرا غلظت مایعات قالمص و جامدات از تقسیم کالری بر جرم مولی آن ها به دست می آید. ولی غلظت بخار آب به تدریج افزایش می یابد. پس از برقراری تعادل، غلظت بخار نیز به مقدار ثابتی می رسد و دیگر تغییر نمی کند. توجیه: غلظت یک ماده ی جامد یا مایع قالمص، از تقسیم کالری ماده بر جرم مولی آن به دست می آید. کالری ماده ی قالمص یا مایع قالمص در هر دمای معینی ثابت است. از این رو، غلظت چنین ماده ای بدون توجه به مقدار آن ثابت خواهد بود.
- نتیجه گیری: شرط برقراری تعادل، برابر شدن سرعت واکنش های رفت و برگشت و ثابت شدن غلظت های واکنش دهنده ها و فراورده هاست.

واکنش گاز گوگردی اکسید با گاز اکسیژن و تشکیل گاز گوگردتری اکسید

این واکنش، مرحله ی مهمی در فرایند مجاورت برای تولید صنعتی ماده ی پرارزش سولفوریک اسید (H_2SO_4) است. واکنش یادشده در مجاور کاتالیزگر پلاتین (Pt) یا وانادیوم پنتوکسید (V_2O_5) انجام می شود. سولفوریک اسید نخستین بار توسط جابرین حیان از تقطیر زاج سبز ($FeSO_4 \cdot 7H_2O$) تهیه شد.

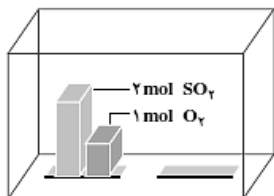


توجه: برای یافتن درک روشن تری از چگونگی فرا رسیدن تعادل از یک دستگاه فرضی به نام «سرعت سنج» استفاده می شود. این سرعت سنج، می تواند سرعت واکنش های رفت و برگشت را به صورت «صفر، آهسته S، متوسط M یا سریع F» نشان دهد.

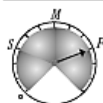


کنکور ۹۶

- در شروع واکنش، غلظت $SO_2(g)$ و $O_2(g)$ زیاد است، پس: واکنش رفت با سرعت انجام خواهد شد. و چون غلظت SO_3 صفر است، بنابراین: سرعت واکنش برگشت صفر خواهد بود. (برای اینکه واکنش برگشت انجام شود، باید دو مولکول گوگرد تری اکسید (SO_3) با هم برخورد کنند)

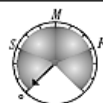


واکنش رفت



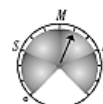
در آغاز واکنش

واکنش برگشت

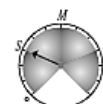


در آغاز واکنش

- با گذشت زمان، غلظت واکنش دهنده ها به تدریج کاهش و غلظت فراورده (SO_3) به تدریج افزایش می یابد. کاهش تدریجی غلظت واکنش دهنده ها منجر به کاهش تدریجی سرعت واکنش رفت و افزایش تدریجی غلظت فراورده، منجر به افزایش تدریجی سرعت واکنش برگشت می شود.

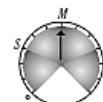


پس از مدتی

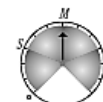


پس از مدتی

- سرانجام، زمانی فرا می رسد که سرعت واکنش رفت با سرعت واکنش برگشت برابر می شود. در این حالت می گویند که در سامانه ی $SO_2 - O_2 - SO_3$ تعادل برقرار شده است.



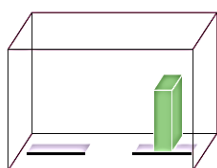
در هنگام تعادل



در هنگام تعادل

برای اینکه نشان دهیم میان واکنش های رفت و برگشت، تعادل برقرار شده است، از نماد \rightleftharpoons استفاده می کنیم. در تعادل، غلظت واکنش دهنده ها و فراورده ها ثابت می شود. از این رو، چنین به نظر می رسد که واکنش «متوقف» شده است؛ اما چنین نیست و همچنان واکنش های رفت و برگشت با سرعتی برابر در حال انجام شدن هستند. از این رو می گویند «تعادل پویا است»؛ یعنی در سطح میکروسکوپی، همواره تبدیل مواد به یکدیگر در حال انجام شدن است.

خود را بیازمایید ۳۳
۱. مطابق شکل روبه رو، در یک دمای مشخص، ظرف واکنش که در ابتدا فقط دارای گاز SO_2 بود، پس از مدتی مطابق واکنش $2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g)$ در آن، تعادلی شامل گازهای SO_2 و O_2 ، SO_3 برقرار می شود. چگونگی برقراری تعادل را در این سامانه با رسم شکل سرعت سنج ها توضیح دهید.

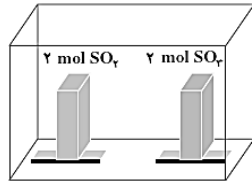
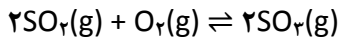


این ظرف تنها با گاز SO_2 پر شده است.



کنکور ۹۶

۲. مطابق شکل زیر، ظرف واکنش دارای دو مول گاز SO_2 و دو مول گاز SO_3 است. کدام مجموعه از سرعت سنج ها به درستی وضعیت واکنش زیر را در زمان شروع و زمان برقراری تعادل نشان می دهد؟

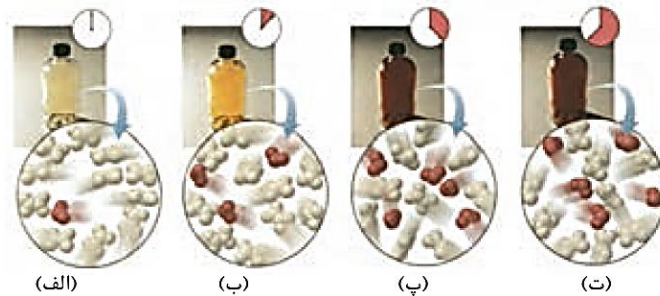


در آغاز واکنش در هنگام تعادل

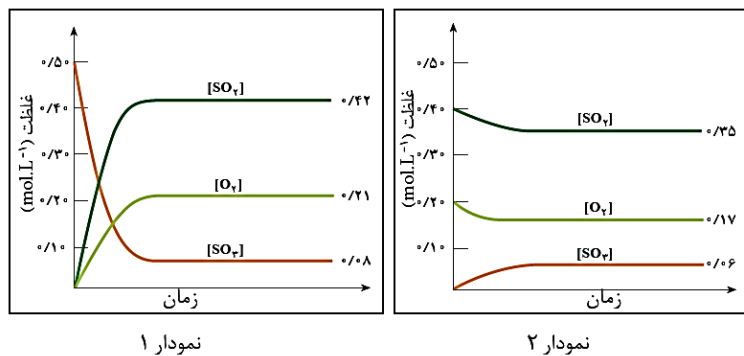
واکنش رفت	واکنش برگشت	واکنش رفت	واکنش برگشت
(الف)	(ب)	(پ)	(د)
(ب)	(پ)	(د)	(الف)
(پ)	(الف)	(ب)	(د)

سرعت واکنش رفت سرعت واکنش برگشت سرعت واکنش رفت سرعت واکنش برگشت

۳. شکل های زیر پیشرفت واکنش تبدیل گاز N_2O_4 به گاز NO_2 نشان می دهد. آیا این سامانه به تعادل رسیده است؟



فکر کنید ۳۴
۱. دو نمودار زیر، تغییر غلظت هریک از گونه های شرکت کننده تا برقراری تعادل $2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g)$ در دمای $1227^\circ C$ را نشان می دهد.





- (آ) در کدام نمودار، غلظت آغازی SO_2 و O_2 صفر است؟
 (ب) در کدام نمودار، غلظت آغازی SO_3 صفر است؟
 (پ) آیا گونه ای وجود دارد که به طور کامل مصرف شده باشد؟
 (ت) روی دو نمودار، زمان شروع برقراری تعادل را نشان دهید.
 (ث) جدول زیر را کامل کنید: (توجه: در ستون انتهایی، غلظت های تعادلی را قرار دهید).

نمودار	گونه های شرکت کننده	غلظت آغازی	غلظت تعادلی	$\frac{[SO_3]^2}{[SO_2]^2 [O_2]}$
۱	SO_2 O_2 SO_3			
۲	SO_2 O_2 SO_3			

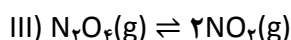
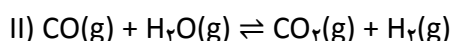
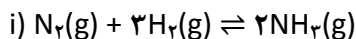
(ج) رابطه ی معناداری میان غلظت های تعادلی واکنش دهنده ها و فراورده در سامانه ی $SO_2 - O_2 - SO_3$ پیشنهاد کنید؟

(چ) آیا می توان نتیجه گرفت که برای واکنش تعادلی $aA + bB \rightleftharpoons cC + dD$ در یک دمای معین، نسبت حاصلضرب غلظت تعادلی فراورده ها هریک به توان ضریب استوکیومتری، به حاصلضرب غلظت تعادلی واکنش دهنده ها هریک به توان ضریب استوکیومتری، همواره مقداری ثابتی است؟
 به عبارت دیگر:

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

(ح) اگر این رابطه، عبارت ثابت تعادل واکنش و مقدار عددی حاصل از جایگزین کردن غلظت های تعادلی در این عبارت ثابت تعادل باشد، آیا ثابت تعادل دارای یکا خواهد بود؟ آیا همواره یکای آن برای همه ی واکنش ها یکسان است؟

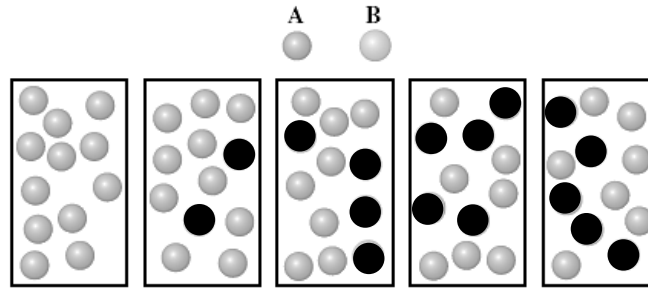
۲. برای هریک از واکنش های تعادلی زیر عبارت ثابت تعادل را بنویسید و یکای آن را تعیین کنید.





کنکور ۹۶

مثال: شکل های زیر، واکنش فرضی $A(g) \rightarrow B(g)$ را در زمان های مختلف نشان می دهند. آیا با توجه به ترتیب شکل ها از چپ به راست، میان گونه های A و B تعادل برقرار شده است؟

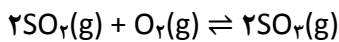


انواع تعادل

① تعادل همگن:

همه ی مواد شرکت کننده در تعادل، در یک فاز هستند.

مثال:



② تعادل ناهمگن:

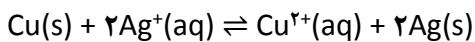
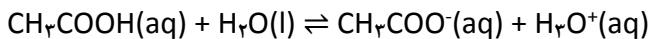
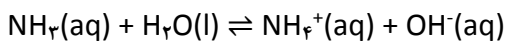
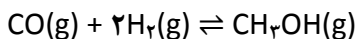
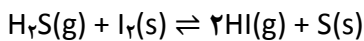
مواد شرکت کننده در تعادل در فازهای متفاوتی قرار دارند.

مثال:



خود را بیازمایید ۳۷

همگن یا ناهمگن بودن تعادل های زیر را مشخص کنید:

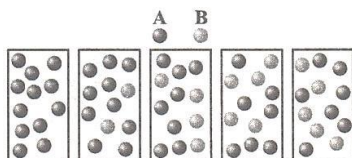


.....



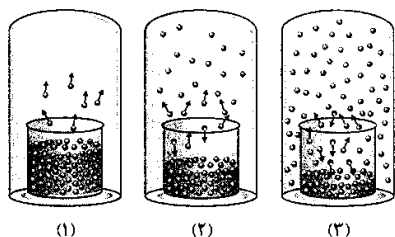
تست های موضوعی :

۱. ریاضی ۸۸ : شکل روبه رو، درباره ی بررسی واکنش نمادین برگشت پذیر : $A(g) \rightleftharpoons B(g)$ در کتاب درسی ارائه شده است و با بررسی آن می توان دریافت که



- ۱) وضعیت تعادل - واکنش به حالت تعادل رسیده است.
- ۲) وضعیت تعادل - واکنش در حال پیشرفت در جهت تولید مقدار بیشتری از B است.
- ۳) سرعت - سرعت واکنش به دلیل افزایش غلظت ماده ی B، رو به افزایش است.
- ۴) سرعت - برخورد ذرات به یکدیگر، به دلیل افزایش تعداد آن ها رو به افزایش است.

۲. تجربی ۸۹ : باتوجه به شکل های روبه رو، کدام مطلب، نادرست است؟



- ۱) در ظرف ۳، سرعت تبخیر از سرعت میعان کمتر است.
- ۲) نقطه ی جوش مایع درون ظرف ۱ در مقایسه با مایع دو ظرف دیگر بالاتر است.
- ۳) فشار بخار مایع درون ظرف ۲، در مقایسه با مایع درون ظرف ۳، کمتر است.
- ۴) برای برابر شدن سرعت تبخیر و میعان، وجود سرپوش، ضرورت دارد.

۳. ریاضی ۹۱ (خارج) : نمک بدون آب کبالت (II) کلرید بر اثر جذب مولکول آب، از رنگ به رنگ در می آید و به تقریب، درصد افزایش وزن پیدا می کند. ($Co=59, Cl=35.5, H=1, O=16 : g.mol^{-1}$)

- | | |
|----------------------|----------------------|
| ۱) ۵، آبی، صورتی، ۸۳ | ۲) ۶، آبی، صورتی، ۸۳ |
| ۳) ۵، صورتی، آبی، ۶۹ | ۴) ۶، صورتی، آبی، ۶۹ |

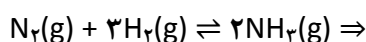
ثابت تعادل (K) (K_{eq})

آموزش حل مسائل ثابت تعادل به روش

برای یک واکنش تعادلی، در یک دمای معین، حاصلضرب غلظت فراورده ها هریک به توان ضریب استوکیومتری، به حاصلضرب غلظت واکنش دهنده ها هریک به توان ضریب استوکیومتری همواره مقدار ثابتی است. این مقدار ثابت را ثابت تعادل می نامند.

برای واکنش کلی: $aA_{(g)} + bB_{(g)} \rightleftharpoons cC_{(g)} + dD_{(g)}$ عبارت ثابت تعادل به صورت زیر نوشته می شود:

مثال:

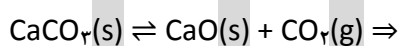


ثابت تعادل فقط به دما بستگی دارد.

در رابطه ی ثابت تعادل، حتماً باید غلظت های تعادلی گونه ها بر حسب mol.L^{-1} قرار داده شود.

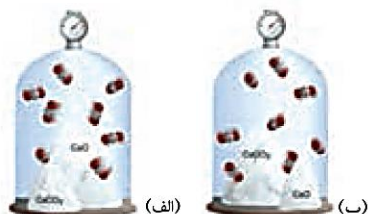
در هنگام نوشتن عبارت ثابت تعادل از نوشتن غلظت مواد جامد (s) یا مایع خالص (l) صرف نظر می کنیم و تنها غلظت گازها (g) و محلول ها (aq) را منظور می کنیم.

مثال:



توجه: اگرچه مقدار ثابت تعادل به مقدار $CaO(s)$ و $CaCO_3(s)$ موجود بستگی ندارد، اما حضور آن ها برای برقراری تعادل الزامی است.

اگرچه مقدار $CaO(s)$ و $CaCO_3(s)$ در حالت (آ) و (ب) متفاوت است؛ اما تا زمانی که در دو حالت یکسان باشد، فشار تعادلی $CO_2(g)$ در آن ها برابر خواهد بود.



غلظت یک ماده ی جامد یا مایع خالص، از تقسیم چگالی ماده بر جرم مولی آن به دست می آید.

چگالی ماده ی جامد یا مایع خالص در هر دمای معینی ثابت است. از این رو، غلظت چنین ماده ای بدون توجه به مقدار آن ثابت خواهد بود.



کنکور ۹۶

در تعادل هایی که تعداد مول گازی یا محلول دو طرف معادله برابر است، می توانیم در رابطه ی K به جای غلظت، مقدار مواد را بر حسب مول قرار دهیم.

یکای ثابت تعادل :

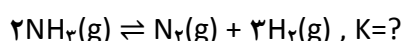
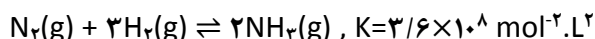
که در آن :

تعداد مول های گازی یا محلول واکنش دهنده ها - تعداد مول های گازی یا محلول فرآورده ها = Δn

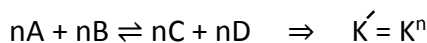
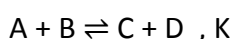
در سامانه های تعادلی، ثابت تعادل واکنش برگشت، عکس ثابت تعادل واکنش رفت است :

$$K_{\text{برگشت}} = \frac{1}{K_{\text{رفت}}}$$

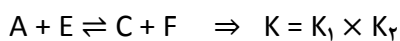
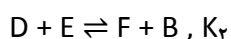
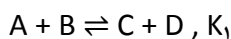
مثال :



اگر ضرایب استوکیومتری یک واکنش تعادلی، n برابر شود، ثابت تعادل واکنش به توان n می رسد :



اگر یک واکنش تعادلی معین از حاصل جمع دو واکنش تعادلی دیگر به دست آید، ثابت تعادل آن برابر حاصلضرب ثابت تعادل آن دو واکنش می باشد.



محاسبه ی ثابت تعادل

با قرار دادن غلظت های تعادلی در عبارت ثابت تعادل، می توان K را به دست آورد.

مثال ۱: اگر پس از برقراری تعادل $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g})$ در دمای 500°C ، غلظت $\text{N}_2(\text{g})$ ، $\text{H}_2(\text{g})$ و $\text{NH}_3(\text{g})$ به ترتیب برابر $0/60$ ، $0/42$ و $0/11$ مول بر لیتر باشد، ثابت تعادل را حساب کنید.

مثال ۲: در دمای 100°C ، تعادل $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}_2(\text{g})$ درون سامانه ی بسته ای به حجم ۲ لیتر برقرار است. اگر مقدار N_2O_4 و NO_2 در این سامانه ی تعادلی برابر $2/5$ و ۱ مول باشد، ثابت تعادل را حساب کنید.



اما اغلب غلظت های تعادلی همه ی گونه های شرکت کننده در تعادل در دسترس نیست. در این موارد، چنانچه غلظت برخی گونه ها معلوم باشد، می توان با بهره گیری از استوکیومتری واکنش، غلظت های تعادلی دیگر گونه ها را محاسبه کرد.

نمونه ی حل شده ۳۸
 در سامانه ی بسته ای به حجم ۱L و با دمای 250°C ، 0.30 مول $\text{PCl}_5(\text{g})$ وارد می شود. پس از برقراری تعادل:

$$\text{PCl}_5(\text{g}) \rightleftharpoons \text{PCl}_3(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g})$$

0.25 مول $\text{PCl}_3(\text{g})$ در محفظه وجود دارد. ثابت تعادل را در این دما حساب کنید.

یادآوری:

$$M = \frac{n(\text{mol})}{V(\text{L})} \text{ (غلظت)}$$

خود را بیازمایید ۳۹
 در سامانه ی بسته ای به حجم ۲L در یک دمای معین، 0.20 مول $\text{SO}_2(\text{g})$ و 0.18 مول $\text{O}_2(\text{g})$ با هم واکنش می دهند. پس از برقراری تعادل، 0.16 مول $\text{SO}_2(\text{g})$ در محفظه وجود دارد. در این دما، ثابت تعادل را حساب کنید.

مثال: مخلوطی دارای $1/37$ گرم $\text{H}_2(\text{g})$ و $70/31$ گرم $\text{Br}_2(\text{g})$ در محفظه ای به حجم ۲L و با دمای 427°C با هم واکنش می دهند. پس از برقراری تعادل، 0.57 گرم $\text{H}_2(\text{g})$ در محفظه وجود دارد. در این دما ثابت تعادل را حساب کنید.
 ($\text{H}=1$, $\text{Br}=80$: $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$)



کنکور ۹۶

نمونه ی حل شده ۴۰
واکنش $\text{CO(g)} + \text{H}_2\text{O(g)} \rightleftharpoons \text{CO}_2\text{(g)} + \text{H}_2\text{(g)}$, $K=9$ را در نظر بگیرید. چنانچه در محفظه ای به حجم ۱L در دمای 425°C ، مقدار ۱ مول گاز کربن مونواکسید با ۱ مول بخار آب واکنش دهد، غلظت های تعادلی همه ی گونه های شرکت کننده در تعادل را حساب کنید.

خود را بیازمایید ۴۱
۱. واکنش $2\text{NO(g)} \rightleftharpoons \text{N}_2\text{(g)} + \text{O}_2\text{(g)}$, $K=25$ را در نظر بگیرید. اگر در سامانه ی بسته ای به حجم ۱L در دمای معینی، مقدار ۳ مول NO(g) وارد شود، غلظت تعادلی همه ی گونه های شرکت کننده در تعادل را حساب کنید.

۲. در دمای 150°C ، ثابت تعادل واکنش $\text{I}_2\text{(g)} + \text{Br}_2\text{(g)} \rightleftharpoons 2\text{IBr(g)}$ برابر ۳۲۴ است. اگر $103/5$ گرم IBr در محفظه ای به حجم ۳L وارد شود، چند مول از هر یک از گونه های شرکت کننده در تعادل وجود خواهد داشت؟ (با کمی تغییر!)

($I=127$, $\text{Br}=80$: g.mol^{-1})



تفسیر ثابت تعادل

مقدار عددی ثابت تعادل چه اطلاعاتی در اختیار ما می گذارد؟

K نشان می دهد که : واکنش چقدر پیشرفت کرده است.

⚠ بدیهی است هرچه مقدار K بزرگتر باشد، صورت کسر و در واقع غلظت مولی فراورده ها بزرگتر است و می توان گفت پیشرفت واکنش بیشتر است.

و برعکس، هرچه مقدار عددی K کوچکتر باشد، صورت کسر و در واقع غلظت مولی فراورده ها کوچکتر است و می توان گفت پیشرفت واکنش کمتر است.

⚠ K کمیتی ترمودینامیکی است و فقط برای پیش بینی میزان پیشرفت واکنش مناسب است و نه سرعت آن. ممکن است مقدار K برای یک واکنش تعادلی معین بسیار بزرگ باشد ولی سرعت واکنش کم باشد. در این صورت پیشرفت واکنش خوب است، ولی رسیدن به آن مقدار پیشرفت، زمان زیادی می خواهد.

⚠ برای اینکه واکنشی پربازده باشد، باید :

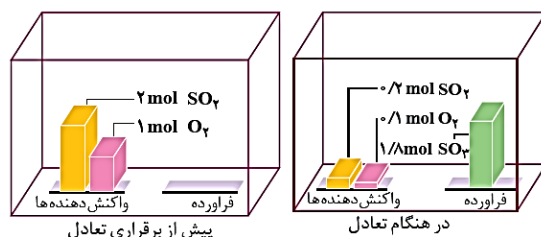
- ① ثابت تعادل (K) بزرگ باشد و یا پیشرفت واکنش زیاد باشد و یا شرایط ترمودینامیکی مساعد باشد.
- ② سرعت واکنش (R) زیاد باشد و یا انرژی فعال سازی کم باشد و یا شرایط سینتیکی مساعد باشد.

باتوجه به مقدار عددی K، ۵ حالت مختلف را برای واکنش های تعادلی می توان در نظر گرفت :

① K بزرگ ($10^1 < K < 10^4$) :

- واکنش رفت پیشرفت فزونی دارد.
- مقدار قابل توجهی از واکنش دهنده ها به فراورده ها تبدیل می شوند.
- تعادل در سمت راست (سمت فراورده ها) قرار دارد.

مثال :

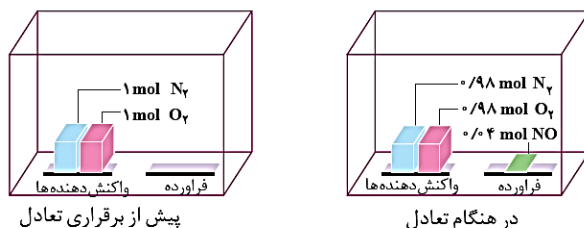
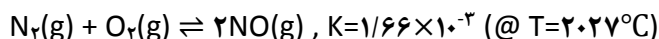
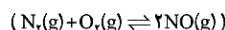


شکل ۵- برقراری تعادل در سامانه $\text{SO}_2-\text{O}_2-\text{SO}_3$
($2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_3(\text{g})$)

② K کوچک ($10^{-1} < K < 1$):

- واکنش رفت پیشرفت فزونی ندارد. در عوض پیشرفت واکنش برگشت فزونی است.
- مقدار کمی از واکنش دهنده ها به فراورده ها تبدیل می شوند.
- تعادل در سمت چپ (سمت واکنش دهنده ها) قرار دارد.

مثال:

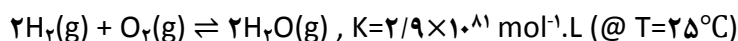
شکل ۶- برقراری تعادل در سامانه $\text{N}_2-\text{O}_2-\text{NO}$ ③ K بسیار بزرگ ($10^1 < K$):

- واکنش تا کامل شدن یا مرز کامل شدن پیش می رود.
- یک یا چند واکنش دهنده به طور کامل مصرف می شود و پس از برقراری تعادل، مقدار بسیار ناچیزی از آن ها باقی می ماند.

پس از تعادل تمام میم طرف با فراورده اشغال شده و مقدار واکنش دهنده ی باقیمانده به قدری ناچیز است که قابل چشم پوشی است. (البته به شرط آنکه واکنش دهنده ی اضافی نداشته باشیم)

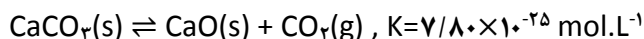
- چون واکنش دهنده ها به طور کامل به فراورده ها تبدیل می شوند، می توان واکنش را یک طرفه در نظر گرفت و با بهره گیری از اصول استوکیومتری، محاسبه های کمی را برای واکنش یاد شده انجام داد. (محاسبه های کمی در بخش استوکیومتری شیمی ۳ با فرض کامل بودن واکنش ها بیان شده است)

مثال: واکنش گاز هیدروژن و گاز اکسیژن و تشکیل بخار آب در دمای 25°C :

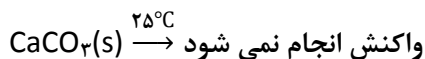
④ K بسیار کوچک ($10^{-1} > K$):

- واکنش رفت تقریباً انجام نمی شود. در عوض واکنش برگشت تا مرز کامل شدن پیش می رود.
- مقدار محصول بسیار ناچیز و قابل چشم پوشی است و تقریباً تمام میم طرف با واکنش دهنده ها اشغال شده است.

مثال: تجزیه ی سنگ آهک در دمای 25°C :



در دمای 25°C ، واکنش رفت انجام نمی شود. (سنگ آهک در دمای معمولی تجزیه نمی شود)



- مجسمه ی مرمرین حضرت داوود (ع) از زمان ساخت تا به امروز تغییر محسوسی نداشته است. این خود دلیلی آشکار بر سرعت بسیار ناچیز تجزیه ی $\text{CaCO}_3(\text{s})$ در دمای 25°C است. (سنگ های مرمر $\text{CaCO}_3(\text{s})$ تقریباً خالص هستند)
- قسمت عمده ی سنگ آهک را $\text{CaCO}_3(\text{s})$ تشکیل می دهد.

⑤ $K=1$:

- پیشرفت واکنش‌های رفت و برگشت تقریباً برابر است.
- تعادل در میانه قرار دارد.

ثابت تعادل فقط به دما بستگی دارد. (K با تغییر فشار، غلظت یا به کار بردن کاتالیزگر تغییر نخواهد کرد)

هنگامی می‌توان از عبارت ثابت تعادل استفاده کرد که واکنش برگشت پذیر، به تعادل رسیده باشد. اما اینکه تعادل چه موقع برقرار می‌شود بستگی به سرعت واکنش‌ها دارد.

برای نمونه: مقدار K برای واکنش $H_2(g)$ با $O_2(g)$ در دمای $25^\circ C$ ، بسیار بزرگ است. واکنش تا کامل شدن پیش می‌رود. اما چون انرژی فعال سازی واکنش زیاد است، سرعت واکنش آنقدر آهسته خواهد بود که هرگز در دمای $25^\circ C$ به تعادل نمی‌رسد.

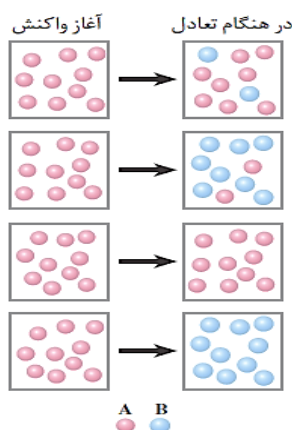
(البته اگر مخلوط واکنش گرم شود یا به کمک جرقه آتش بگیرد یا کاتالیزگری به کار برده شود، واکنش به شکل انفجاری انجام می‌شود)

شیمی دان‌ها می‌گویند که واکنش $H_2(g)$ با $O_2(g)$ در دمای $25^\circ C$ از نظر ترمودینامیکی مساعد است (یعنی اینکه مقدار عددی ثابت تعادل آن بزرگ است) اما به طور سینتیکی کنترل می‌شود (یعنی اینکه سرعت بسیار کم مانع از انجام شدن آن می‌شود)

در صنعت، از گرما دادن به کلسیم کربنات جامد در کوره‌ای با دمای حدود $827^\circ C$ ، کلسیم اکسید جامد را به دست می‌آورند.



مثال: در شکل زیر، تصویر چهار احتمال متفاوت برای واکنش فرضی $A \rightarrow B$ نشان داده شده است. برای توصیف این چهار حالت عبارت‌هایی در زیر آمده است. حرف عبارت مناسب را در کنار شکل مربوط به آن قرار دهید. (با علت)



(آ) تعادل در سمت چپ قرار دارد.

(ب) تعادل در سمت راست قرار دارد.

(پ) واکنش انجام نشده است.

(ت) واکنش تا کامل شدن پیش رفته است.

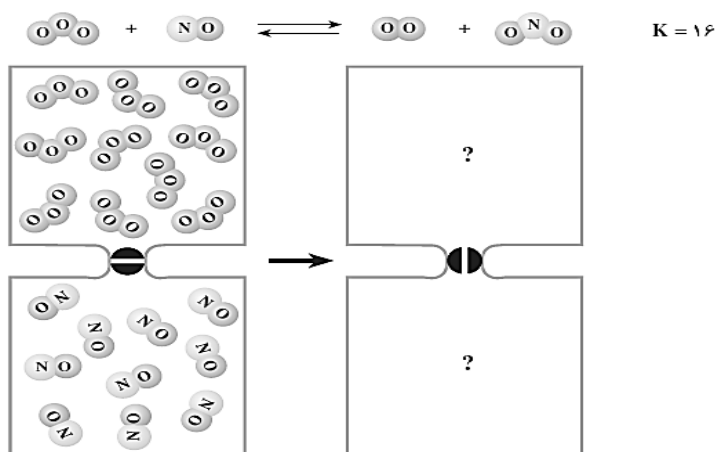


کنکور ۹۶

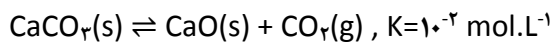
فکر کنید ۴۳
 ۱. در هر یک از دو محفظه ی زیر، گازی محبوس شده است که در صورت مخلوط شدن در دمای معین، مطابق شکل زیر با هم واکنش می دهند.

تصویر مخلوط را پس از برقراری تعادل رسم کنید.

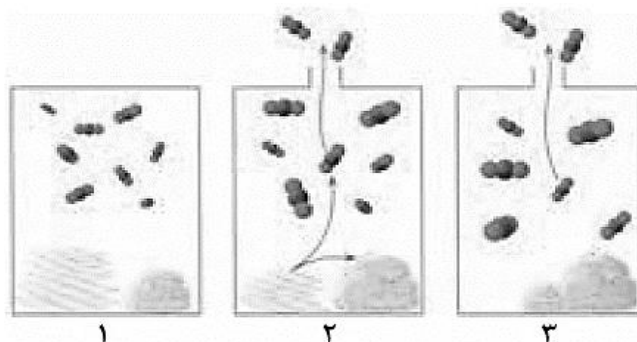
توجه : حجم هر محفظه را یک لیتر و هر ذره را هم 0.1 mol در نظر بگیرید.



۲. در صنعت، از گرما دادن به کلسیم کربنات جامد در کوره ای با دمای حدود 827°C ، کلسیم اکسید جامد را به دست می آورند.



با دقت به شکل های زیر نگاه کنید و سپس به پرسش های مطرح شده پاسخ دهید.



(آ) در کدام شکل، این تعادل برقرار شده است؟

(ب) در کدام شکل، تعادل در حال جابه جا شدن به سمت تولید کلسیم اکسید است؟

(پ) در کدام شکل، واکنش کامل شده است؟

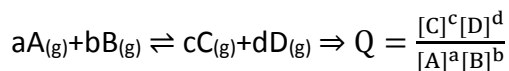
(ت) با توجه به این شکل ها، چه روشی برای کامل کردن واکنش های تعادلی پیشنهاد می کنید؟



پیش‌بینی جهت پیشرفت واکنش

خارج قسمت واکنش (Q):

⚠ عبارت خارج قسمت واکنش (Q) از نظر ظاهری مانند عبارت ثابت تعادل (K) است.



⚠ یکای خارج قسمت واکنش (Q) و ثابت تعادل (K) برای یک واکنش معین، یکسان است.

⚠ تفاوت Q و K در این است که در صورت و مخرج خارج قسمت واکنش، لازم نیست که غلظت‌های تعادلی قرار داده شود، بلکه می‌توان غلظت‌های قبل از تعادل یا هر لحظه از واکنش را نیز قرار داد. در واقع در صورتی که غلظت‌های تعادلی در خارج قسمت واکنش قرار بگیرد، مقدار Q و K برابر می‌شود (Q=K). به بیان دیگر K حالت ویژه‌ای از Q است.

خارج قسمت واکنش معیاری است که به کمک آن می‌توان جهت پیشرفت واکنش را پیش‌بینی نمود.

⚠ واکنش‌های شیمیایی تمایل دارند به حالت تعادل دست یابند به طوری که Q=K شود.

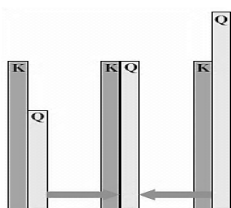
باتوجه به مقدار عددی Q، ۵ حالت مختلف را می‌توان در نظر گرفت:

$$Q < K \quad ①$$

- حاصلضرب غلظت فراورده‌ها نسبت به حاصلضرب غلظت واکنش دهنده‌ها کمتر از حالت تعادلی است.
- تعادل در صورتی برقرار می‌شود که واکنش رفت در مقایسه با واکنش برگشت به میزان بیشتری روی دهد تا سرانجام Q=K شود.
- سرعت واکنش رفت بیشتر از سرعت واکنش برگشت است و واکنش در جهت رفت و تولید فراورده‌ها پیشرفت می‌کند.

$$K < Q \quad ②$$

- حاصلضرب غلظت فراورده‌ها نسبت به حاصلضرب غلظت واکنش دهنده‌ها بیشتر از حالت تعادلی است.
- تعادل در صورتی برقرار می‌شود که واکنش برگشت در مقایسه با واکنش رفت به میزان بیشتری روی دهد تا سرانجام Q=K شود.
- سرعت واکنش برگشت بیشتر از سرعت واکنش رفت است و واکنش در جهت برگشت و مصرف فراورده‌ها پیشرفت می‌کند.





$$Q = K \quad \textcircled{3}$$

- مخلوط واکنش در تعادل است.
- سرعت واکنش رفت با سرعت واکنش برگشت برابر است.
- غلظت واکنش دهنده ها و فراورده ها ثابت و بدون تغییر است.
- خواص ظاهری و ماکروسکوپی سامانه تغییر نمی کند ولی در مقیاس مولکولی و میکروسکوپی، پویایی و فعالیت برقرار است.
- تعادل جابه جا نمی شود.

$$Q = \infty \quad \textcircled{4}$$

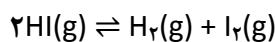
- صورت خارج قسمت واکنش یعنی غلظت فراورده ها برابر صفر است. یعنی مخلوط واکنش فقط دارای واکنش دهنده ها است.
- واکنش در آغاز راه است و هنوز واکنش دهنده ها به فراورده ها تبدیل نشده اند.
- چون فراورده ای در ظرف وجود ندارد، سرعت واکنش برگشت برابر صفر است.
- تعادل در صورتی برقرار می شود که واکنش در جهت رفت جابه جا شود تا سرانجام $Q=K$ شود.

$$Q = \infty \quad \textcircled{5}$$

- مخارج خارج قسمت واکنش یعنی غلظت واکنش دهنده ها برابر صفر است. یعنی ظرف واکنش فقط دارای فراورده ها است.
- واکنش کامل شده است و همه ی واکنش دهنده ها به فراورده ها تبدیل شده اند.
- چون واکنش دهنده ای در ظرف وجود ندارد، سرعت واکنش رفت برابر صفر است.
- تعادل در صورتی برقرار می شود که واکنش در جهت برگشت جابه جا شود تا سرانجام $Q=K$ شود.

نمونه ی حل شده ۴۵

در دمای 427°C ، ثابت تعادل واکنش زیر برابر ۵۴ است :

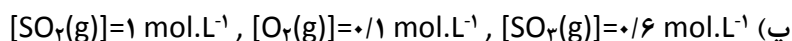
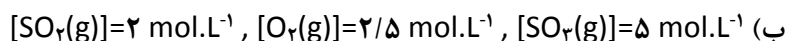
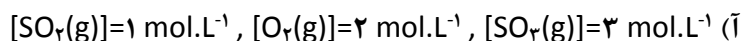


چنانچه غلظت $\text{HI}(\text{g})$ ، $\text{H}_2(\text{g})$ و $\text{I}_2(\text{g})$ به ترتیب برابر 0.50 ، 3.00 و 3.50 مولار باشد، آیا این مخلوط گازی در تعادل خواهد بود؟ اگر پاسخ منفی است، جهت پیشرفت واکنش تا رسیدن به تعادل را مشخص کنید.



کنکور ۹۶

خود را بیازمایید ۴۶
 ۱. در دمای 1000°C ثابت تعادل واکنش $2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_3(\text{g})$ برابر $3/6 \text{ mol}^{-1} \cdot \text{L}$ است. در کدام حالت داده شده، مخلوط در تعادل نیست؟ در این مورد، جهت پیشرفت واکنش تا رسیدن به تعادل را مشخص کنید.



۲. جدول زیر غلظت آغازی و تعادلی شرکت کننده ها را در تعادل $2\text{NO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$ در دمای 100°C نشان می دهد.

غلظت آغازی		Q	جهت پیشرفت	K	غلظت تعادلی		آزمایش
$[\text{NO}_2]$	$[\text{N}_2\text{O}_4]$				$[\text{NO}_2]$	$[\text{N}_2\text{O}_4]$	
0/00	0/10	.....		0/2	0/10	0/05	۱
0/10	0/00	.....		.....	0/063	0/019	۲
0/09	0/03	0/27		.....	0/083	0/034	۳
0/02	0/08	0/005		.....	0/093	0/043	۴

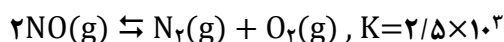
(آ) جدول را کامل کنید.

(ب) اگر غلظت آغازی گازهای NO_2 و N_2O_4 در این سامانه یکسان و برابر با $0/2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ باشد، آیا مخلوط واکنش در تعادل است؟



تست های موضوعی :

۴. ریاضی ۸۵ : در ظرف سر بسته ای با حجم 400 cm^3 ، مقدار 0.0404 مول گاز NO را گرما می دهیم تا تعادل گازی زیر برقرار شود. غلظت تعادلی گازهای O_2 ، N_2 و NO بر حسب مول بر لیتر در حالت تعادل، به ترتیب کدام اند؟

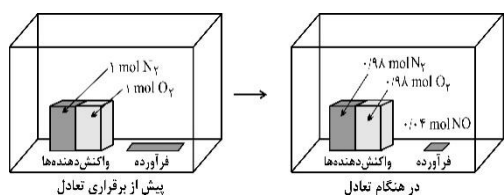


- (۱) $0.98, 0.02, 0.02$ (۲) $0.01, 0.005, 0.005$ (۳) $0.001, 0.005, 0.005$ (۴) $0.098, 0.002, 0.002$

۵. ریاضی ۸۵ (خارج) : اگر در تعادل گازی: $2\text{NH}_3(g) \rightleftharpoons \text{N}_2(g) + 3\text{H}_2(g)$ ، که در یک ظرف سر بسته ی ۱۰ لیتری برقرار است، مقدار گاز نیتروژن برابر 0.2 مول و مقدار آمونیاک برابر 0.15 مول باشد، ثابت این تعادل در شرایط آزمایش کدام است؟

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

۶. ریاضی ۸۵ (خارج) : با توجه به شکل روبه رو، که به واکنش تعادلی گازی: $\text{N}_2(g) + \text{O}_2(g) \rightleftharpoons 2\text{NO}(g)$ ، در ظرف سر بسته ی یک لیتری مربوط است، کدام مطلب درست است؟

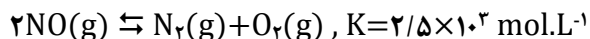


- (۱) تعادل در سمت راست (سمت فرآورده) قرار دارد.
 (۲) ثابت تعادل این واکنش در شرایط آزمایش، برابر $1/67 \times 10^{-4}$ است.
 (۳) ثابت این تعادل، کوچک و زمان رسیدن حالت تعادل بسیار کوتاه است.
 (۴) تعادل، زمانی برقرار شده است که واکنش به میزان ۲ درصد پیشرفت کرده است.



کنکور ۹۶

۷. تجربی ۸۵: اگر مقداری گاز NO را در ظرف سر بسته ی ۴ لیتری گرما دهیم تا تعادل گازی:



برقرار شود و در حالت تعادل مقدار ۰/۰۴ مول گاز NO باقی مانده باشد، مقدار اولیه ی این گاز، چند گرم بوده است؟

(N=۱۴, O=۱۶)

۳/۰۳ (۴)

۱۲/۱۲ (۳)

۴/۰۴ (۲)

۱۰/۱۵ (۱)

۸. تجربی ۸۵: با توجه به واکنش تعادلی: $\text{PCl}_5(g) \rightleftharpoons \text{PCl}_3(g) + \text{Cl}_2(g), K = 1/7 \text{ mol.L}^{-1}$ ، در لحظه ای که غلظت های

مولی PCl_5 و Cl_2 به ترتیب برابر با ۰/۰۳ و ۰/۲ مولار است،

(۲) Q از K بزرگتر است.

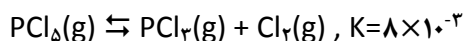
(۱) Q با K برابر است.

(۴) واکنش به حالت تعادل رسیده است.

(۳) تعادل در حال پیشرفت در جهت رفت است.

۹. تجربی ۸۵ (خارج): مقدار ۶/۲۵۵ گرم PCl_5 را در ظرف سر بسته 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؟ ($P=31, Cl=35/5: \text{g.mol}^{-1}$)



۵ (۴)

۴ (۳)

۳ (۲)

۲ (۱)



کنکور ۹۶

۱۰. ریاضی ۸۶: واکنش برگشت پذیر: $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$. در کدام شرایط زیر، در حالت تعادل قرار دارد؟ (غلظت ها بر حسب mol L^{-1} است) (در دمای آزمایش، $K=0/24$ است)

- (۱) $[NH_3]=0/5$, $[N_2]=4$, $[H_2]=0/2$
 (۲) $[NH_3]=0/2$, $[N_2]=4$, $[H_2]=0/3$
 (۳) $[NH_3]=0/4$, $[N_2]=2$, $[H_2]=0/3$
 (۴) $[NH_3]=0/3$, $[N_2]=3$, $[H_2]=0/5$

۱۱. ریاضی ۸۶: مخلوطی شامل یک مول گاز CO و یک مول بخار آب را در یک ظرف سر بسته ی ۱۰ لیتری گرما می دهیم تا تعادل گازی: $CO(g) + H_2O(g) \rightleftharpoons CO_2(g) + H_2(g)$ برقرار شود. اگر در حالت تعادل، مقدار $0/6$ مول گاز CO_2 در مخلوط گازی وجود داشته باشد، ثابت این تعادل در شرایط آزمایش کدام است؟

- (۱) $1/6$ (۲) $2/25$ (۳) $1/15$ (۴) $2/4$

۱۲. ریاضی ۸۶: با توجه به واکنش: $2H_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2H_2O(g)$, $K=2/9 \times 10^{81}$ که در دمای $25^\circ C$ در یک ظرف سر بسته برقرار است، کدام عبارت درباره ی آن درست است؟
 (۱) تا حد کامل شدن پیشرفت دارد.
 (۲) یک واکنش تعادلی ناهمگن است.
 (۳) غلظت تعادلی H_2 با غلظت تعادلی H_2O برابر است.
 (۴) با سرعت زیادی انجام می گیرد و با افزایش آنتروپی همراه است.



کنکور ۹۶

۱۳. ریاضی ۸۶ (خارج): با توجه به واکنش تعادلی $4\text{HCl}(g) + \text{O}_2(g) \rightleftharpoons 2\text{Cl}_2(g) + 2\text{H}_2\text{O}(g)$, $K=1000 \text{ mol}^{-1}\cdot\text{L}$ ، اگر غلظت Cl_2 و O_2 در حالت تعادل به ترتیب برابر با $0/2$ و $0/016$ مول بر لیتر باشد، غلظت HCl برابر چند مول بر لیتر است؟

(۱) $0/1$ (۲) $0/01$ (۳) $0/08$ (۴) $0/008$

۱۴. ریاضی ۸۶ (خارج): واکنش تعادلی: $2\text{SO}_2(g) + \text{O}_2(g) \rightleftharpoons 2\text{SO}_3(g)$, $K=3/2 \text{ mol}^{-1}\cdot\text{L}$ ، به ازای غلظت‌های داده شده (بر حسب $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$) در کدام ردیف جدول روبه‌رو، در شرایط واکنش، به حالت تعادل وجود دارد؟

$[\text{SO}_2]$	$[\text{O}_2]$	$[\text{SO}_3]$
$0/3$	$0/5$	$0/4$
$0/5$	$0/2$	$0/3$
$0/5$	$0/2$	$0/4$
$0/3$	$0/5$	$0/3$

(۱) ردیف ۱

(۲) ردیف ۲

(۳) ردیف ۳

(۴) ردیف ۴

۱۵. تجربی ۸۶: با توجه به تعادل گازی: $\text{CH}_4(g) + \text{H}_2\text{O}(g) \rightleftharpoons \text{CO}(g) + 3\text{H}_2(g)$, $K=5 \text{ mol}^2\cdot\text{L}^{-2}$ ، که در یک ظرف سر بسته ی دو لیتری برقرار است، اگر مقدار اولیه ی گاز متان برابر با $1/12$ مول و مقدار گاز CO در حالت تعادل برابر $0/4$ مول باشد، مقدار H_2O ، در ظرف واکنش، برابر چند مول است؟

(۱) $0/141$ (۲) $0/024$ (۳) $0/048$ (۴) $0/326$



کنکور ۹۶

۱۶. تجربی ۸۶ (خارج): اگر واکنش: $Br_2(g) + Cl_2(g) \rightleftharpoons 2BrCl(g)$, $K = 1/6 \times 10^{-3}$ در ظرفی سر بسته با حجم ۲ لیتر در دمای معین انجام شود و مقدار ۴ مول از هر یک از گازهای کلر و برم در مخلوط تعادلی موجود باشد، مقدار $BrCl(g)$ در حالت تعادل برابر چند مول است؟

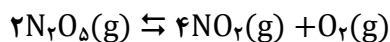
۰/۰۹ (۴)

۰/۱۶ (۳)

۰/۱۸ (۲)

۰/۰۸ (۱)

۱۷. ریاضی ۸۷: اگر مقدار ۱ مول گاز N_2O_5 را در یک ظرف سر بسته ی ۲ لیتری گرما دهیم تا تعادل گازی:



برقرار شود، و در حالت تعادل، ۵۰ درصد این گاز تجزیه شده باشد، ثابت این تعادل در دمای آزمایش، بر حسب mol^3L^{-3} کدام است؟

۲/۵ (۴)

۰/۱۲۵ (۳)

۰/۲۵ (۲)

۰/۲ (۱)

۱۸. ریاضی ۸۷ (خارج): اگر در تعادل گازی: $CH_4(g) + H_2O(g) \rightleftharpoons CO(g) + 3H_2(g)$, $K = 10 \text{ mol}^2.L^{-2}$ در دمای معین در یک ظرف سر بسته، مقدار ۰/۱ مول گاز CO ، ۰/۳ مول گاز متان و ۰/۰۱ مول بخار آب وجود داشته باشد، حجم ظرف واکنش، چند لیتر است؟

۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)



۱۹. تجربی ۸۷ : کدام مطلب درباره ی خارج قسمت واکنش (Q)، در واکنش برگشت پذیر فرضی : $A+B \rightleftharpoons 2C$ ، نادرست است؟

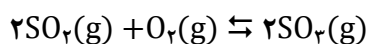
(۱) معیاری برای تعیین پیشرفت واکنش است.

(۲) در حالت تعادل، مقدار آن با مقدار ثابت تعادل برابر می شود.

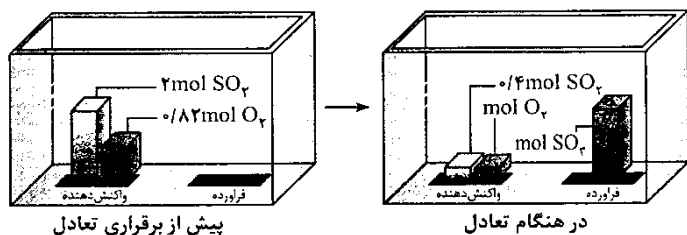
(۳) رابطه ی آن با غلظت مولی مواد وارد در واکنش، به صورت $Q = \frac{[C]^2}{[A][B]}$ است.

(۴) هنگامی که مقدار آن بزرگتر از K است، واکنش در جهت تولید فراورده ها پیش می رود.

۲۰. تجربی ۸۷ : با توجه به داده های زیر، که مقدار گازهای SO_2 و O_2 را قبل و بعد از برقراری تعادل گازی :



در یک ظرف سربسته ی یک لیتری نشان می دهند، ثابت این تعادل در شرایط آزمایش، برحسب $L \cdot mol^{-1}$ کدام است؟



(۱) ۶۰۰

(۲) ۶۱۰

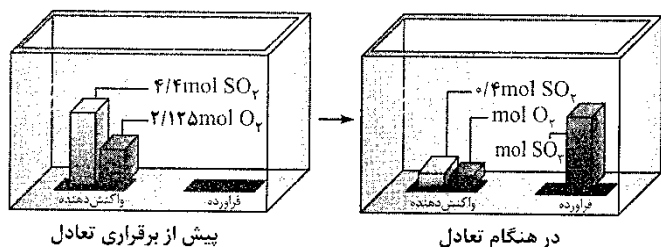
(۳) ۸۰۰

(۴) ۸۱۰

۲۱. تجربی ۸۷ (خارج) : با توجه به اینکه واکنش گازی : $2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g)$ ، مطابق شکل زیر در یک ظرف

سربسته ی یک لیتری در دمای معین به حالت تعادل در آمده است، مقدار ثابت تعادل برحسب $L \cdot mol^{-1}$ و غلظت تعادلی گاز

اکسیژن (برحسب مول بر لیتر) به ترتیب (از راست به چپ) کدام اند؟



(۱) ۸۰۰ - ۰/۲۵

(۲) ۸۰۰ - ۰/۱۲۵

(۳) ۸۱۰ - ۰/۲۵

(۴) ۸۱۰ - ۰/۱۲۵



کنکور ۹۶

۲۲. ریاضی ۸۸: اگر واکنش: $Br_2(g) + Cl_2(g) \rightleftharpoons 2BrCl(g)$, $K = 1/6 \times 10^{-3}$ ، در ظرفی سر بسته با حجم ۴ لیتر در دمای معین انجام شود، مقدار ۲ مول از هر یک از گازهای کلر و برم در مخلوط تعادلی موجود باشد، مقدار $BrCl$ در حالت تعادل برابر چند مول است؟

۰/۱۸ (۴)

۰/۰۹ (۳)

۰/۱۶ (۲)

۰/۰۸ (۱)

۲۳. ریاضی ۸۸ (خارج): واکنش برگشت پذیر: $2SO_2(g) \rightleftharpoons O_2(g) + 2SO_3(g)$ در یک ظرف سر بسته در دمای معین در کدام شرایط به حالت تعادل در می آید؟ (غلظت‌ها بر حسب مول بر لیتر و $K = 0/36$ است)

$SO_2(g) = 0/06, O_2(g) = 0/2, SO_3(g) = 0/05$ (۲)

$SO_2(g) = 0/05, O_2(g) = 0/25, SO_3 = 0/04$ (۱)

$SO_2(g) = 0/06, O_2(g) = 0/25, SO_3(g) = 0/05$ (۴)

$SO_2(g) = 0/06, O_2(g) = 0/2, SO_3(g) = 0/04$ (۳)

۲۴. ریاضی ۸۸ (خارج): اگر در تعادل گازی: $CH_4(g) + H_2O(g) \rightleftharpoons CO(g) + 3H_2(g)$, $K = 10 \text{ mol}^2 \cdot L^{-2}$ ، که در دمای معین در یک ظرف سر بسته برقرار است، ۰/۱ مول گاز CO ، ۰/۰۳ مول گاز CH_4 و ۰/۰۱ مول بخار آب وجود داشته باشد، حجم ظرف واکنش، چند لیتر است؟

۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)



کنکور ۹۶

۲۵. تجربی ۸۸ : مخلوطی از ۵ مول گاز HCl را با ۱/۱ مول گاز اکسیژن در ظرف سر بسته ی دو لیتری تا رسیدن به حالت تعادل: $4\text{HCl}(g) + \text{O}_2(g) \rightleftharpoons 2\text{Cl}_2(g) + 2\text{H}_2\text{O}(g)$ ، گرم می کنیم. اگر در حالت تعادل، ۸۰ درصد گاز HCl تجزیه شده باشد، ثابت این تعادل در شرایط آزمایش بر حسب mol^{-1}L کدام است؟

(۴) $4/2 \times 10^{-2}$

(۳) $3/2 \times 10^{-2}$

(۲) 4×10^{-2}

(۱) 3×10^{-2}

۲۶. تجربی ۸۸ : اگر بر اساس واکنش تعادلی نمادین گازی: $A+B \rightleftharpoons 2C$, $K=2/25$ ، 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 می آید؟

(۱) واکنش های رفت و برگشت با سرعت برابر انجام خواهند گرفت.

(۲) از Q که بزرگتر است و تعادل در جهت رفت جابه جا می شود.

(۳) از Q که کوچکتر است و تعادل در جهت برگشت جابه جا می شود.

(۴) مخلوط، در وضعیت تعادل قرار می گیرد و سرعت واکنش در هر دو طرف به صفر می رسد.

۲۷. تجربی ۸۸ (خارج) : در واکنش تعادلی $2\text{NOCl}(g) + \text{O}_2(g) \rightleftharpoons 2\text{NO}_2(g) + \text{Cl}_2(g)$, $K=250$ ، که در یک ظرف سر بسته ی دو لیتری در دمای آزمایش برقرار است. اگر در حالت تعادل مقدار ۰/۴ مول NO_2 و ۰/۰۲ مول NOCl در ظرف وجود داشته باشد، مقدار گاز اکسیژن در مخلوط به حالت تعادل چند مول است؟

(۴) $0/38$

(۳) $0/32$

(۲) $0/28$

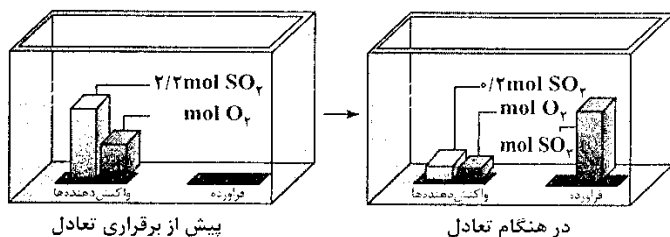
(۱) $0/23$



کنکور ۹۶

۳۱. تجربی ۸۹: براساس واکنش در حالت تعادل: $\text{PCl}_5(\text{g}) \rightleftharpoons \text{PCl}_3(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g})$, $K=0.25 \text{ mol.L}^{-1}$, اگر در یک ظرف ۵ لیتری سربسته، مقدار ۴ مول از هر یک از این سه گاز را در دمای ثابت با هم مخلوط کنیم، کدام مورد، پیش خواهد آمد؟ (۱) بر مقدار PCl_5 در ظرف افزوده شده و از مقدار Cl_2 و PCl_3 کاسته می شود. (۲) به دلیل برابر بودن K و Q و برقرار شدن حالت تعادل، تغییری در غلظت مواد روی نمی دهد. (۳) چون خارج قسمت واکنش از ثابت تعادل بزرگتر است، واکنش در جهت رفت پیشرفت می کند. (۴) چون خارج قسمت واکنش از ثابت تعادل کوچکتر است، واکنش در جهت برگشت پیشرفت می کند.

۳۲. تجربی ۸۹ (خارج): با توجه به واکنش گازی زیر، که مطابق شکل، در یک ظرف یک لیتری سربسته در دمای معین به حالت تعادل درآمده است، مقدار گاز اکسیژن در مخلوط اولیه (در آغاز واکنش)، چند مول بوده است؟



۰/۱۱۵ (۱)

۰/۱۲۵ (۲)

۱/۱۲۵ (۳)

۱/۱۱۵ (۴)

۳۳. ریاضی ۹۰: $2/48$ مول گاز N_2 را با $1/68$ مول گاز O_2 را در یک ظرف دو لیتری سربسته مخلوط و گرم می کنیم تا تعادل گازی: $\text{N}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}(\text{g})$ برقرار شود، اگر در حالت تعادل 0.08 مول گاز NO در مخلوط وجود داشته باشد، ثابت تعادل این واکنش کدام است؟

 $1/8 \times 10^{-4}$ (۴) $1/8 \times 10^{-3}$ (۳) $1/6 \times 10^{-4}$ (۲) $1/6 \times 10^{-3}$ (۱)



کنکور ۹۶

۳۴. ریاضی ۹۰ (خارج) : مقداری بخار آب را با $0/6$ مول گاز CO در ظرف سر بسته ی ۳ لیتری مخلوط و گرم می کنیم تا تعادل گازی زیر برقرار شود. اگر در حالت تعادل، $0/3$ مول گاز CO_2 در ظرف وجود داشته باشد، مقدار بخار آب در مخلوط اولیه برابر چند مول بوده است؟



$0/42$ (۴)

$0/33$ (۳)

$0/21$ (۲)

$0/11$ (۱)

۳۵. ریاضی ۹۰ (خارج) : اگر مقدار ثابت یک تعادل بسیار بزرگ باشد، کدام عبارت درباره ی این واکنش تعادلی همواره درست است؟

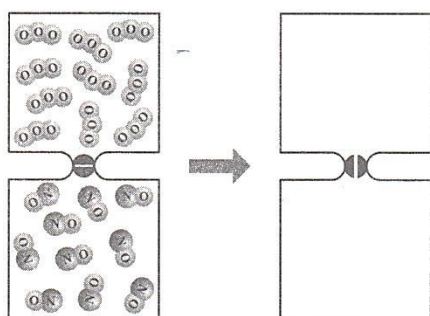
(۱) در صورت انجام تا مرز کامل شدن پیش می رود.

(۲) با سرعت بسیار زیاد به حالت تعادل می رسد.

(۳) در مجاورت یک کاتالیزگر مناسب انجام گرفته است.

(۴) نسبت غلظت واکنش دهنده ها به فراورده ها در آن زیاد است.

۳۶. تجربی ۹۰ : اگر $0/5$ مول گاز اوزون و $0/5$ مول گاز NO در دو ظرف یک لیتری مطابق شکل، با یکدیگر مخلوط شوند و واکنش برگشت پذیر : $O_2(g) + NO(g) \rightleftharpoons O_2(g) + NO_2(g), K=64$ ، انجام گیرد، پس از برقراری تعادل، چند مول اکسیژن در مخلوط گازی، وجود خواهد داشت؟



$\frac{1}{9}$ (۱)

$\frac{2}{9}$ (۲)

$\frac{4}{9}$ (۳)

$\frac{7}{9}$ (۴)



کنکور ۹۶

۳۷. تجربی ۹۰: ۴/۱: ۲/۲ مول گاز SO_2 را با ۲/۲ مول گاز O_2 در ظرف دو لیتری سر بسته مخلوط و گرم می کنیم تا تعادل گازی:
 $2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g)$ 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؟

- (۱) 1×10^{10} (۲) $1/6 \times 10^4$ (۳) 2×10^{10} (۴) $2/5 \times 10^4$

۳۸. تجربی ۹۰ (خارج): اگر در واکنش تعادلی تجزیه ی آمونیاک: $K=12$, $2NH_3(g) \rightleftharpoons N_2(g) + 3H_2(g)$ ، که در یک
 ظرف دو لیتری در بسته در دمای معین برقرار است، مقدار ۱/۲ مول هیدروژن وجود داشته باشد، مقدار اولیه ی آمونیاک
 برابر چند مول بوده است؟

- (۱) $0/92$ (۲) $0/84$ (۳) $0/68$ (۴) $0/52$

۳۹. ریاضی ۹۱: با افزایش دمای یک ظرف یک لیتری سر بسته که دارای ۰/۱ مول $CO(g)$ ، ۰/۱ مول $CO_2(g)$ ، ۰/۲۱ مول
 $NiO(s)$ و ۰/۲۱ مول $Ni(s)$ است، ثابت تعادل واکنش: $NiO(s) + CO(g) \rightleftharpoons Ni(s) + CO_2(g)$ ، از ۱ به ۹۹ رسیده است.
 غلظت $CO_2(g)$ در این حالت برابر چند $mol.L^{-1}$ است؟

- (۱) $0/098$ (۲) $0/128$ (۳) $0/152$ (۴) $0/198$



کنکور ۹۶

۴۰. ریاضی ۹۱ (خارج) : مخلوط ۱ مول $H_2(g)$ و ۱ مول $I_2(g)$ را در ظرفی یک لیتری گرم می کنیم. مقدار تقریبی $HI(g)$ هنگام برقراری تعادل، برابر چند گرم است؟ $K=64$ ($H=1, I=127 : g.mol^{-1}$)

- ۳۵۱ (۱) ۲۰۴/۸ (۲) ۱۷۵ (۳) ۱۰۲/۴ (۴)

۴۱. ریاضی ۹۱ (خارج) : براساس واکنش تعادلی : $H_2O(g) + C(s) \rightleftharpoons H_2(g) + CO(g), K=10$ ، در یک ظرف سر بسته ی ۲ لیتری، مقدار ۰/۴ مول زغال را با مقداری بخار آب مخلوط کرده، تا رسیدن به حالت تعادل گرم می کنیم. اگر در حالت تعادل، ۰/۲ مول $CO(g)$ در ظرف واکنش وجود داشته باشد، مقدار اولیه ی بخار آب در مخلوط، به تقریب برابر چند گرم بوده است؟ ($O=16, H=1 : g.mol^{-1}$)

- ۳/۶۴ (۱) ۴/۹۶ (۲) ۴/۲۵ (۳) ۳/۲۵ (۴)

۴۲. تجربی ۹۱ : یک مول از گاز A تا دمای ۵۰۰K در ظرف یک لیتری در بسته گرم می شود. اگر در حالت تعادل، ۲۰ درصد از این گاز مطابق واکنش : $2A(g) \rightleftharpoons 2B(g) + C(g) + D(s)$ ، تفکیک شده باشد، مقدار عددی ثابت تعادل این واکنش در دمای آزمایش کدام است؟

- ۲/۵ × ۱۰^{-۲} (۱) ۵ × ۱۰^{-۲} (۲) ۶/۲۵ × ۱۰^{-۳} (۳) ۶/۲۵ × ۱۰^{-۴} (۴)



کنکور ۹۶

۴۳. تجربی ۹۱: اگر ۲ مول CaCO_3 در ظرف ۳ لیتری در بسته تا دمای 827°C گرم شود، شمار تقریبی مولکول های CO_2 موجود در ظرف، پس از برقراری تعادل، کدام است؟ ($K=10^{-2}\text{mol.L}^{-1}$)

(۱) $1/8 \times 10^{22}$ (۲) $1/8 \times 10^{23}$ (۳) 6×10^{21} (۴) 6×10^{22}

۴۴. تجربی ۹۱ (خارج): اگر $3/2$ گرم گاز هیدروژن و ۱ مول گاز نیتروژن را در یک ظرف دو لیتری مخلوط کرده و گرما دهیم تا تعادل گازی: $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g})$ برقرار شود و در حالت تعادل $6/8$ گرم گاز آمونیاک در مخلوط تعادلی وجود داشته باشد، ثابت این تعادل برابر چند $\text{mol}^{-2}.\text{L}^2$ است؟ ($H=1, N=14 : \text{g.mol}^{-1}$)

(۱) $0/60$ (۲) $0/65$ (۳) $0/80$ (۴) $0/85$

۴۵. تجربی ۹۱ (خارج): مخلوطی شامل یک مول از هریک 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 $\text{Cl}_2(\text{g})$ می یابد.



(۱) $Q < K$ ، کاهش (۲) $Q < K$ ، افزایش (۳) $Q > K$ ، کاهش (۴) $Q > K$ ، افزایش



کنکور ۹۶

۴۶. ریاضی ۹۲: از واکنش: $C_2H_4(g) + H_2O(g) \rightleftharpoons C_2H_5OH(g)$, $K=2$ ، 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 برسند، بازده ی درصدی این فرایند کدام است؟

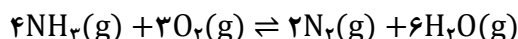
۸۵ (۴)

۸۱ (۳)

۵۰ (۲)

۶۰ (۱)

۴۷. تجربی ۹۲: یک مول $NH_3(g)$ و یک مول $O_2(g)$ در یک ظرف یک لیتری در بسته، مطابق واکنش زیر، در دمای معین به تعادل رسیده اند. اگر در حالت تعادل، 0.2 مول $N_2(g)$ در مخلوط وجود داشته باشد، غلظت مولار کدام گاز در مخلوط از همه بیشتر و ثابت تعادل به تقریب کدام است؟



(۱) آب - ۰/۰۴۲

(۲) آب - ۰/۱۲۵

(۳) اکسیژن - ۰/۰۴۲

(۴) اکسیژن - ۰/۱۵۲

۴۸. تجربی ۹۲: اگر $4/88$ گرم $BaCl_2 \cdot 2H_2O$ را در ظرف سربسته ی دو لیتری طبق واکنش زیر گرما دهیم و $0.36g$ بخار آب در حالت تعادل وجود داشته باشد، ثابت تعادل این واکنش در شرایط آزمایش کدام است؟ ($H=1, O=16$: $g \cdot mol^{-1}$)

(۲) 1×10^{-2} (۱) 1×10^{-4} (۴) 2×10^{-2} (۳) 2×10^{-4}



کنکور ۹۶

۴۹. ریاضی ۹۲ (خارج): با توجه به واکنش تعادلی: $\text{CO}(g) + \text{H}_2\text{O}(g) \rightleftharpoons \text{CO}_2(g) + \text{H}_2(g)$, $K=4$, اگر در یک ظرف دو لیتری دربسته، مقدار ۳۶ گرم بخار آب و ۲ مول گاز CO با هم واکنش دهند، چند مول بخار آب در حالت تعادل در ظرف باقی می ماند؟ ($\text{H}=1$, $\text{O}=16$: g.mol^{-1})

$$\frac{3}{4} \text{ (۴)}$$

$$\frac{2}{3} \text{ (۳)}$$

$$\frac{1}{4} \text{ (۲)}$$

$$\frac{1}{3} \text{ (۱)}$$

۵۰. تجربی ۹۲ (خارج): مقداری از گازهای CO و NO_۲ را در یک ظرف سربسته ی ۳ لیتری گرم می کنیم تا تعادل گازی: $\text{CO}(g) + \text{NO}_2(g) \rightleftharpoons \text{CO}_2(g) + \text{NO}(g)$ برقرار شود. اگر در شرایط آزمایش، مقدار ۰/۴۵ مول گاز CO_۲، ۰/۹ مول گاز CO و ۰/۱۵ مول گاز NO_۲ در مخلوط گازی به حال تعادل وجود داشته باشد، ثابت این تعادل کدام است؟

$$۲۵ \text{ (۴)}$$

$$۱/۵ \text{ (۳)}$$

$$۱۵ \text{ (۲)}$$

$$۲/۵ \text{ (۱)}$$

۵۱. ریاضی ۹۳: در یک آزمایش، ۰/۵ مول N_۲(g)، ۰/۵ مول O_۲(g) و ۰/۲۵ مول NO(g) در یک ظرف به حجم ۲۵۰mL وارد و تا رسیدن به تعادل: $\text{N}_2(g) + \text{O}_2(g) \rightleftharpoons 2\text{NO}(g)$, $K=4 \times 10^{-4}$ گرم شده اند. غلظت گاز NO هنگام تعادل به تقریب چند mol.L⁻¹ است؟

$$۰/۱ \text{ (۴)}$$

$$۰/۰۵ \text{ (۳)}$$

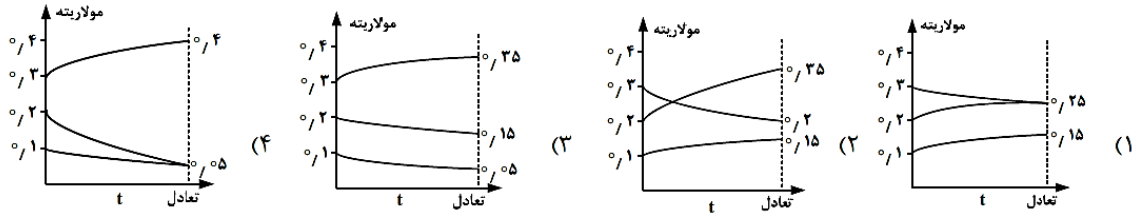
$$۱/۰۵ \text{ (۲)}$$

$$۱/۱ \text{ (۱)}$$

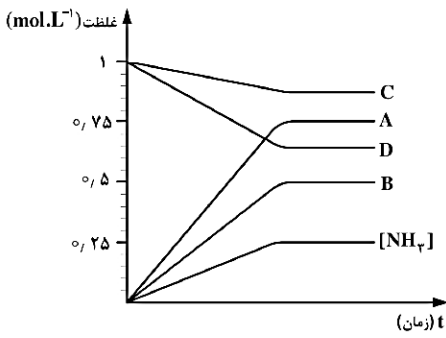


کنکور ۹۶

۵۲. ریاضی ۹۳: اگر بر اساس واکنش: $A(g) + 3B(g) \rightleftharpoons 2C(g)$, $K=6/22 \text{ L}^2.\text{mol}^{-2}$, به ترتیب ۰/۱، ۰/۲ و ۰/۳ مول از مواد $A(g)$ ، $B(g)$ و $C(g)$ در ظرف یک لیتری وارد شوند، کدام نمودار درباره ی تغییر غلظت آن ها درست است؟

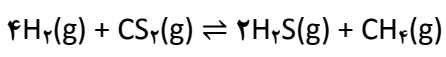


۵۳. تجربی ۹۳: اگر نمودار زیر، نشان دهنده ی تغییر غلظت آمونیاک در فرایند هابر باشد که در یک ظرف ۱۰ لیتری و با ۱۰ مول از هریک از واکنشگرها آغاز شده است، کدام نمودار به تغییر غلظت هیدروژن مربوط است؟



- A (۱)
- B (۲)
- C (۳)
- D (۴)

۵۴. تجربی ۹۳: سه مول $H_2(g)$ و یک مول $CS_2(g)$ در یک ظرف یک لیتری مطابق واکنش زیر، به تعادل می رسند. اگر در لحظه ی تعادل از واکنش دهنده ی اضافی، ۰/۵ مول در ظرف باقی مانده باشد، ثابت تعادل این واکنش برابر چند $\text{L}.\text{mol}^{-1}$ است؟

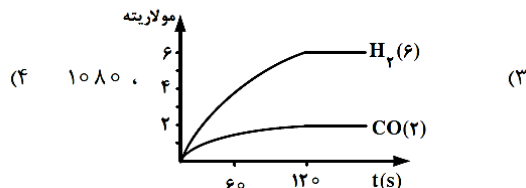
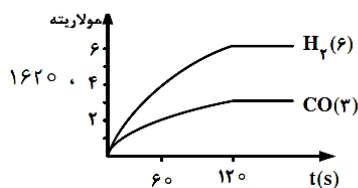
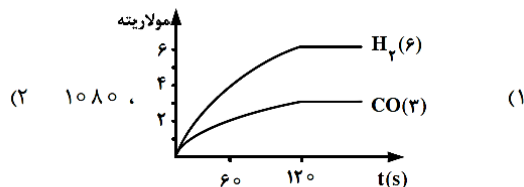
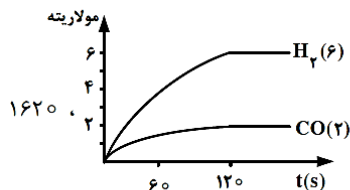


- ۱۰ (۴)
- ۴ (۳)
- ۲ (۲)
- ۱ (۱)



کنکور ۹۶

۵۵. ریاضی ۹۳ (خارج): ۴ مول متان و ۲/۲ مول بخار آب را در یک ظرف یک لیتری وارد کرده، گرم می‌کنیم تا در یک واکنش تعادلی به گازهای هیدروژن و کربن مونوکسید مبدل شوند. اگر در لحظه ی تعادل، مقدار گاز متان برابر ۲ مول باشد، کدام نمودار برای تغییر غلظت فراورده های این واکنش درست و ثابت تعادل، به تقریب کدام است؟



۵۶. ریاضی ۹۳ (خارج): در یک ظرف سربسته ی یک لیتری، مخلوطی از ۰/۲ مول گاز نیتروژن، ۰/۲ گرم گاز هیدروژن و ۱۷ گرم گاز آمونیاک وجود دارد. اگر شرایط انجام واکنش برای این مخلوط فراهم شود، کدام حالت پیش می آید؟ (ثابت تعادل واکنش را $3 \times 10^{-5} \text{ mol}^2 \cdot \text{L}^{-2}$ در نظر بگیرید.) ($H=1, N=14 : \text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$)

(۱) واکنش تا رسیدن به حالت تعادل، در جهت تجزیه ی آمونیاک پیش می رود.
 (۲) واکنشی انجام نمی گیرد، زیرا خارج قسمت واکنش برابر ثابت تعادل است.
 (۳) واکنش تا رسیدن به حالت تعادل، در جهت تشکیل آمونیاک پیش می رود.
 (۴) واکنشی انجام نمی گیرد، زیرا واکنش دهنده ها به نسبت مولی برابر با هم مخلوط شده اند.

۵۷. تجربی ۹۳ (خارج): اگر ۸ مول $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$ را در یک ظرف دو لیتری وارد کرده، تا رسیدن به حالت تعادل گرم کنیم، مقدار $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$ باقیمانده در ظرف برابر چند مول است؟ ($K=0/8 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$)

۰/۸ (۴)

۱/۶ (۳)

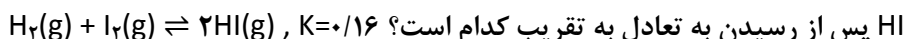
۳/۲ (۲)

۶/۴ (۱)



کنکور ۹۶

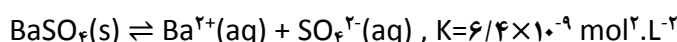
۵۸. تجربی ۹۳ (خارج) : ۳ مول گاز I_2 با ۳ مول گاز H_2 در یک ظرف یک لیتری مخلوط شده اند. شمار مولکول های گاز



HI پس از رسیدن به تعادل به تقریب کدام است؟ $3/011 \times 10^{22}$ (۱) $6/022 \times 10^{22}$ (۲) $3/011 \times 10^{22}$ (۳) $6/022 \times 10^{22}$ (۴)

۵۹. تجربی ۹۳ (خارج) : مقداری باریوم سولفات ($m=233 \text{ g.mol}^{-1}$)، مطابق واکنش تعادلی زیر در ۱۰۰۰ گرم آب در دمای

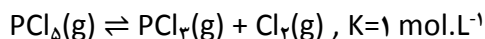
معین حل می شود. غلظت این ماده در آب، در این دما به تقریب برابر چند ppm است؟ (چگالی محلول برابر 1 g.mL^{-1} است.)



80 (۴) 64 (۳) $18/64$ (۲) $9/32$ (۱)

۶۰. ریاضی ۹۴ : اگر در یک ظرف ۲ لیتری با پیستون متحرک، در دمای معین مقداری PCl_5 گرما داده شود، پس از تشکیل

۷۱ گرم گاز کلر، تعادل :



برقرار می شود. چنانچه در آن شرایط و دمای ثابت حجم ظرف واکنش نصف شود، واکنش در کدام جهت جابه جا شده و

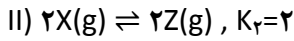
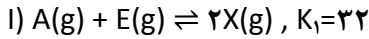
مقدار PCl_5 اولیه، چند مول بوده است؟ ($Cl=35/5 \text{ g.mol}^{-1}$)

رفت - $2/5$ (۱) رفت - $1/5$ (۲) برگشت - $2/5$ (۳) برگشت - $1/5$ (۴)



کنکور ۹۴

۶۱. ریاضی ۹۴: با توجه به واکنش های زیر و ثابت تعادل آن ها، اگر غلظت اولیه ی هریک از مواد A و E در ظرف در بسته، برابر 1 mol.L^{-1} باشد، غلظت Z پس از برقراری تعادل، چند مول بر لیتر است؟



۳/۲ (۴)

۲/۴ (۳)

۱/۶ (۲)

۰/۸ (۱)

۶۲. ریاضی ۹۴: اگر بازده ی درصدی واکنش تعادلی فرضی $A(g) + D(g) \rightleftharpoons 2E(g) + G(g)$ که با یک مول از هریک از واکنش دهنده ها در یک ظرف یک لیتری در بسته آغاز شده است، در دمای آزمایش برابر ۶۰ درصد باشد، ثابت تعادل این واکنش، برابر چند mol.L^{-1} است؟

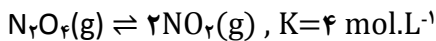
۵/۴ (۴)

۳/۶ (۳)

۲/۲۵ (۲)

۱/۳۵ (۱)

۶۳. تجربی ۹۴: در یک فرایند، مقدار ۱۰ مول $N_2O_4(g)$ در یک ظرف ۵ لیتری وارد شده است. پس از گرم شدن و برقراری تعادل:



نسبت غلظت مولار NO_2 به غلظت مولار N_2O_4 و مجموع مول های گاز درون ظرف، کدام است؟

۱۵ - ۲ (۴)

۱۰ - ۲ (۳)

۱۵ - ۴ (۲)

۱۰ - ۴ (۱)

۶۴. تجربی ۹۴: اگر در واکنش تعادلی: $2A_2(g) \rightleftharpoons D_2(g)$ مقدار K برابر 1 L.mol^{-1} باشد، بیشینه ی بازده ی درصدی این واکنش هنگامی که غلظت اولیه ی A_2 برابر 1 mol.L^{-1} باشد، کدام است؟

۸۵ (۴)

۷۵ (۳)

۵۰ (۲)

۲۵ (۱)



عوامل موثر بر تعادل

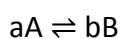
با برقراری تعادل، سرعت واکنش های رفت و برگشت با هم برابر و غلظت مواد شرکت کننده در تعادل ثابت می شود. که این برابری سرعت ها و ثابت شدن غلظت ها، تا زمانی که عاملی، مزاحم تعادل نشود، پابرجا می ماند. عواملی مانند تغییر غلظت، تغییر فشار و تغییر دما می توانند موجب برهم زدن تعادل شوند.

اصل لوشاتلیه : چنانچه عاملی موجب برهم زدن حالت تعادلی یک سامانه شود، سامانه در جهتی جابه جا می شود که با عامل مزاحم مقابله کرده، تا آن جا که امکان دارد اثر آن را برطرف کند. به این ترتیب در سامانه ی یادشده یک تعادل جدید برقرار می شود.

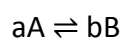
تغییر غلظت

ساده ترین راه تغییر غلظت آن است که شمار مول های یکی از شرکت کننده ها را در دما و حجم ثابت تغییر داد. بدیهی است که افزودن مقداری از یکی از شرکت کننده ها در دما و حجم ثابت به سامانه، باعث افزایش غلظت آن خواهد شد.

اگر غلظت یکی از مواد شرکت کننده در تعادل افزایش یابد، تعادل در جهت مصرف آن ماده جابه جا می شود.
مثال :

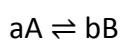


: با افزایش A

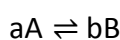


: با افزایش B

اگر غلظت یکی از مواد شرکت کننده در تعادل کاهش یابد، تعادل در جهت تولید آن ماده جابه جا می شود.
مثال :



: با کاهش A



: با کاهش B

به طور کلی، افزودن یک ماده، تعادل را در جهت مصرف آن و خارج کردن یک ماده، تعادل را در جهت تولید آن جابه جا می کند.

با افزایش غلظت یکی از اجزای واکنش، سرعت واکنش های رفت و برگشت در تعادل جدید برابر، اما بیشتر از تعادل اولیه است.

با کاهش غلظت یکی از اجزای واکنش، سرعت واکنش های رفت و برگشت در تعادل جدید برابر، اما کمتر از تعادل اولیه است.

تغییر غلظت یک گونه در واکنش تعادلی باعث تغییر غلظت مواد دیگر شرکت کننده، به نسبت ضریب استوکیومتری آن ها می شود.



کنکور ۹۶

مثال ۱: اگر به تعادل: $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$ مقداری گاز آمونیاک افزوده شود، تعادل به سمت جابه جا می شود. طی این جابه جایی، اگر غلظت $H_2(g)$ سه واحد افزایش یابد، غلظت $NH_3(g)$ دو واحد کاهش می یابد.

مثال ۲: اگر از تعادل: $2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g)$ مقداری $SO_2(g)$ خارج شود، تعادل به سمت جابه جا می شود. طی این جابه جایی، اگر غلظت $O_2(g)$ یک واحد افزایش یابد، غلظت $SO_3(g)$ دو واحد کاهش می یابد.

اثر تغییر غلظت گونه بر تعادل را می توان با خارج قسمت واکنش (Q) نیز توجیه نمود:

اگرچه افزایش یا کاهش غلظت، تعادل را جابه جا می کند اما طی این جابه جایی مقدار عددی ثابت تعادل (K) تغییر نمی کند.

⚠ فقط دما بر ثابت تعادل K موثر است.

غلظت مواد جامد (s) و مایع خالص (l) ثابت است و تغییر نمی کند و فقط مقدار آن ها ممکن است در واکنش تغییر کند. بنابراین: تغییر مقدار یک ماده ی جامد یا مایع خالص هیچ گونه تاثیری در جابه جایی تعادل نخواهد داشت.

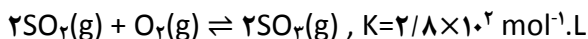
نمونه ی حل شده ۴۸
 تعادل $2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g)$ در سامانه ی بسته ای با حجم ثابت و در دمای $727^\circ C$ برقرار شده است. اثر هر یک از تغییرهای زیر را بر تعادل یاد شده مشخص کنید:
 (آ) افزودن مقداری گاز اکسیژن
 (ب) خارج کردن مقداری گاز گوگرد دی اکسید

خود را بیازمایید ۴۸
 اثر هر یک از تغییرهای زیر را بر تعادل $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$ مشخص کنید. (این واکنش در سامانه ی بسته ای با حجم ثابت و دمای ثابت رخ می دهد)
 (آ) افزودن $N_2(g)$
 (ب) خارج کردن $NH_3(g)$
 (پ) خارج کردن $H_2(g)$

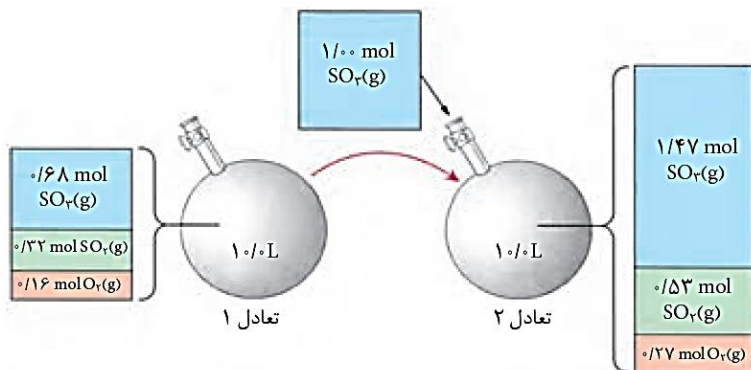


فکر کنید ۴۷

در ظرفی به حجم ثابت ۱۰L و در دمای ۷۲۷°C تعادل زیر برقرار است.



به شکل زیر نگاه کنید و پس از بررسی دقیق شکل به پرسش های مطرح شده پاسخ دهید :



آ) جدول زیر را کامل کنید.

$[SO_2(g)]$	$[O_2(g)]$	$[SO_2(g)]$	
			غلظت های تعادلی در حالت (۱)
			غلظت های تعادلی در حالت (۲)

ب) غلظت کدام گونه (ها) افزایش یافته است؟

پ) افزایش غلظت کدام یک از گونه ها از آنچه انتظار می رود، کمتر است؟ از این موضوع چه نتیجه ای می گیرید؟

ت) بر اثر افزوده شدن $SO_2(g)$ ، تعادل به چه سمتی جابه جا شده است؟ آیا این جابه جایی بر ثابت تعادل اثر می گذارد؟

ث) سرعت واکنش های رفت و برگشت ضمن افزودن $SO_2(g)$ چه تغییری خواهد کرد؟ پس از برقراری تعادل جدید، سرعت واکنش های رفت و برگشت چگونه خواهد شد؟

ج) بر اثر افزوده شدن $SO_2(g)$ ، خارج قسمت واکنش (Q) چه تغییری خواهد کرد؟ با توجه به این تغییر، جهت جابه جایی تعادل را مشخص کنید.



تغییر فشار

یکی از روش‌هایی که می‌توان به کمک آن، فشار یک سامانه ی گازی در حال تعادل را در دمای ثابت تغییر داد، تغییر حجم سامانه است.

در دمای ثابت، حجم با فشار نسبت عکس دارد.

در سامانه‌های تعادلی که تعداد مول‌های دو طرف معادله برابر است، تغییر حجم و تغییر فشار، باعث جابه‌جایی تعادل نمی‌شود.

در واکنش‌های گازی با کاهش حجم، فشار سامانه افزایش می‌یابد. تعادل برای جبران عامل تحمیلی به سمت تعداد مول‌های گازی کمتر جابه‌جا می‌شود و تا آن‌جا که امکان دارد فشار سامانه را کاهش می‌دهد.

در واکنش‌های گازی با افزایش حجم، فشار سامانه کاهش می‌یابد. تعادل برای جبران عامل تحمیلی به سمت تعداد مول‌های گازی بیشتر جابه‌جا می‌شود و تا آن‌جا که امکان دارد فشار سامانه را افزایش می‌دهد.

هرچه تعداد مول‌های گازی در یک طرف واکنش بیشتر باشد، اثر تغییر فشار بر سرعت آن بیشتر است.
مثال: تغییر فشار بر سرعت واکنش رفت در تعادل: $2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g)$ تاثیر بیشتری دارد.

در واکنش‌های گازی، با افزایش فشار و کاهش حجم، غلظت گونه‌های گازی افزایش یافته و سرعت واکنش در هر دو جهت رفت و برگشت افزایش می‌یابد، ولی سرعت واکنش در جهت مول‌های گازی کمتر، افزایش بیشتری یافته و تعادل به سمت مول‌های گازی کمتر جابه‌جا می‌شود. با برقراری تعادل جدید، سرعت‌های رفت و برگشت برابر، اما بیشتر از تعادل اولیه است.

در واکنش‌های گازی، با کاهش فشار و افزایش حجم، غلظت گونه‌های گازی کاهش یافته و سرعت واکنش در هر دو جهت رفت و برگشت کاهش می‌یابد، ولی سرعت واکنش در جهت مول‌های گازی بیشتر، کمتر کاهش می‌یابد و تعادل به سمت مول‌های گازی بیشتر جابه‌جا می‌شود. با برقراری تعادل جدید، سرعت‌های رفت و برگشت برابر، اما کمتر از تعادل اولیه است.

در سامانه‌های تعادلی که تعداد مول‌های گازی دو طرف معادله برابر است، افزایش فشار، سرعت واکنش‌های رفت و برگشت را به یک نسبت افزایش می‌دهد و کاهش فشار، سرعت واکنش‌های رفت و برگشت را به یک نسبت کاهش می‌دهد، در نتیجه تعادل جابه‌جا نمی‌شود.

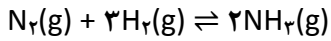
با افزایش فشار، صرف نظر از اینکه تعادل به کدام سمت جابه‌جا می‌شود، غلظت تمام گونه‌های گازی افزایش می‌یابد. زیرا با افزایش فشار، حجم سامانه کاهش یافته و بر تراکم تمام گونه‌های گازی افزوده می‌شود.

با کاهش فشار، صرف نظر از اینکه تعادل به کدام سمت جابه‌جا می‌شود، غلظت تمام گونه‌های گازی کاهش می‌یابد. زیرا با کاهش فشار، حجم سامانه افزایش یافته و از تراکم تمام گونه‌های گازی کاسته می‌شود.

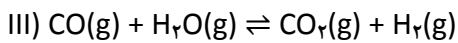
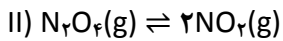
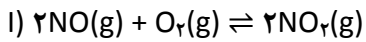


کنکور ۹۶

نمونه ی حل شده ۵۰
در دمای ثابت، حجم سامانه ی بسته و محتوی مخلوط تعادلی $N_2(g)$ ، $H_2(g)$ و $NH_3(g)$ از ۱ لیتر به ۲ لیتر می رسانیم. در این شرایط، تعادل زیر به چه سمتی جابه جا می شود؟



خود را بیازمایید ۵۰
در کدام یک از واکنش های تعادلی زیر، کاهش حجم در دمای ثابت، موجب جابه جایی تعادل به سمت فراورده (ها) می شود؟

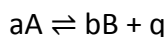
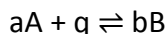




تغییر دما

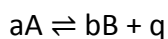
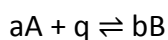
هرگاه دما افزایش یابد، تعادل در جهتی جابه جا می شود که گرما را جذب کند.

⚠ افزایش دما، تعادل را در جهت مصرف Q یعنی در جهتی که Q وجود ندارد، جابه جا می کند تا دوباره دمای سامانه کاهش یابد.



هرگاه دما کاهش یابد، تعادل در جهتی جابه جا می شود که گرما آزاد شود.

⚠ کاهش دما، تعادل را در جهت تولید Q یعنی در جهتی که Q وجود دارد، جابه جا می کند تا دوباره دمای سامانه افزایش یابد.



مثال :



(قهوه ای) (بی رنگ)

⚠ رنگ مخلوط درون محفظه ی واکنش در آب گرم، پررنگ تر از رنگ مخلوط درون محفظه ی واکنش در مخلوط آب و یخ است.

با افزایش دما، سرعت هردو واکنش رفت و برگشت افزایش می یابد. اما سرعت واکنش در جهت مصرف Q بیشتر افزایش می یابد و این باعث جابه جایی تعادل در جهت مصرف Q می شود. با برقراری تعادل جدید، سرعت های رفت و برگشت برابر، اما بیشتر از تعادل اولیه است.

با کاهش دما، سرعت هردو واکنش رفت و برگشت کاهش می یابد. اما سرعت واکنش در جهت تولید Q کمتر کاهش می یابد و این باعث جابه جایی تعادل در جهت تولید Q می شود. با برقراری تعادل جدید، سرعت های رفت و برگشت برابر، اما کمتر از تعادل اولیه است.

تغییر دما در واکنش های تعادلی، باعث تغییر غلظت مولی مواد شرکت کننده، به نسبت ضرایب استوکیومتری آن ها می شود.

مثال : اگر در تعادل : $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g) + q$ دما را افزایش دهیم، تعادل به سمت جابه جا می شود. طی این جابه جایی، اگر غلظت مولی $NH_3(g)$ دو واحد کاهش یابد، غلظت $N_2(g)$ یک واحد و غلظت $H_2(g)$ سه واحد افزایش خواهد یافت.

از میان عوامل موثر بر تعادل (دما، غلظت و فشار) فقط دما می تواند بر مقدار ثابت تعادل (K) موثر باشد. چنانچه تعادلی با تغییر دما جابه جا شود، حتما مقدار ثابت تعادل آن نیز تغییر می کند. بدین ترتیب که اگر با تغییر دما، تعادل در جهت رفت جابه جا شود، ثابت تعادل افزایش می یابد و اگر با تغییر دما، تعادل در جهت برگشت جابه جا شود، ثابت تعادل کاهش می یابد.



چکیده:

در تعادل های گرماگیر:

$$A + q \rightleftharpoons B; K = \frac{[B]}{[A]}$$

افزایش دما، تعادل را به سمت راست جابه جا می کند. با جابه جایی تعادل به راست، مقدار بیشتری از واکنش دهنده ها به فراورده ها تبدیل می شوند. در نتیجه پیشرفت واکنش و مقدار عددی ثابت تعادل (K) افزایش می یابد.
کاهش دما، تعادل را به سمت چپ جابه جا می کند. در نتیجه پیشرفت واکنش و مقدار عددی ثابت تعادل (K) کاهش می یابد.

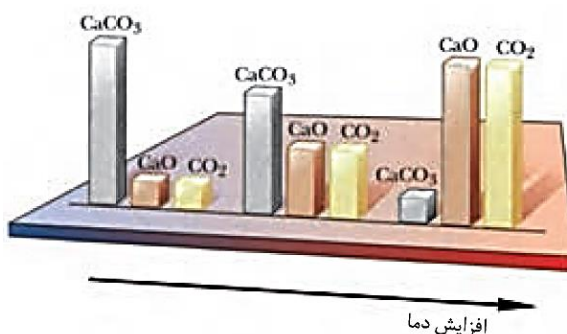
در تعادل های گرماده:

$$A \rightleftharpoons B + q; K = \frac{[B]}{[A]}$$

افزایش دما، تعادل را به سمت چپ جابه جا می کند. با جابه جایی تعادل به چپ، مقدار کمتری از واکنش دهنده ها به فراورده ها تبدیل می شوند. در نتیجه پیشرفت واکنش و مقدار عددی ثابت تعادل (K) کاهش می یابد.
کاهش دما، تعادل را به سمت راست جابه جا می کند. در نتیجه پیشرفت واکنش و مقدار عددی ثابت تعادل (K) افزایش می یابد.

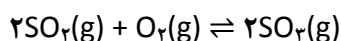
فکر کنید ۵۱

۱. نمودار زیر، اثر دما را بر تعادل $\text{CaCO}_3(\text{s}) \rightleftharpoons \text{CaO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$ در یک سامانه ی بسته نشان می دهد.



- آ) با افزایش دما واکنش در چه جهتی پیش می رود؟ چرا؟
ب) علامت ΔH واکنش را تعیین کنید.
پ) با افزایش دما، ثابت تعادل چه تغییری می کند؟

۲. تعادل زیر را در نظر بگیرید.



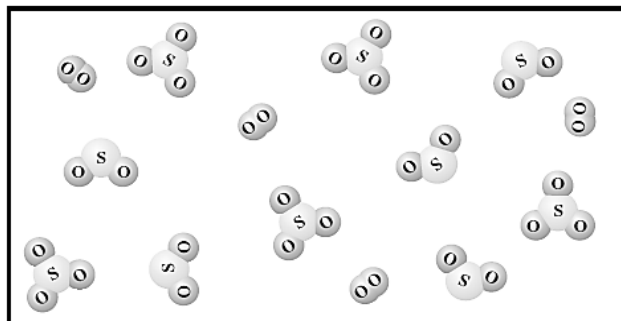
دما (°C)	K (mol ⁻¹ .L)
۲۵	4×10^{24}
۲۲۷	$2/5 \times 10^{10}$
۴۳۶	$2/5 \times 10^4$

آ) با افزایش دما مقدار K چه تغییری کرده است؟ آیا می توان نتیجه گرفت که واکنش یاد شده یک واکنش گرماده است؟



کنکور ۹۶

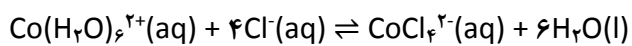
ب) دانش آموزی شکل زیر را برای نمایش مخلوط تعادلی این سه گاز در دمای ۴۳۶°C رسم کرده است. آیا او تعداد مولکول های SO₂ را درست کشیده است؟ (فرض کنید حجم ظرف ۱L و هر مولکول نشان دهنده ی ۴ × ۱۰^{-۲۳} mol از هر ماده است)



پ) اگر دمای واکنش تا ۱۰۲۷°C افزایش یابد، مخلوط تعادلی در چه جهتی جابه جا خواهد شد؟

////////////////////////////////////

مثال: در شکل زیر، اثر تغییر دما بر تعادل زیر نشان داده شده است:

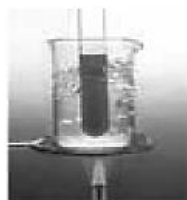


(صورتی رنگ)

(آبی رنگ)



صورتی رنگ



آبی رنگ

این واکنش گرماده است یا گرماگیر؟

////////////////////////////////////

مثال: تعادل $2A(g) \rightleftharpoons B(g)$ را در نظر بگیرید.

با توجه به داده های جدول زیر، گرماده یا گرماگیر بودن این واکنش را معلوم کنید.

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



شیمی زندگی

نیتروژن یکی از عنصرهای سازنده و اصلی پروتئین ها، نوکلئیک اسیدها، ویتامین ها و هورمون هاست. از این رو، در بدن همه ی گیاهان و جانوران وجود دارد.

هرچند گیاهان با میلیون ها تن $N_2(g)$ احاطه شده اند، اما خود نمی توانند نیتروژن را مستقیم از هوا جذب کنند. گیاهان نیتروژن را به صورت نیترات از خاک جذب می کنند. البته انواعی از باکتری های موجود در خاک می توانند آمونیاک و کودهای آمونیوم دار را به نیترات تبدیل کنند.

این عنصر به شکل مولکول های دواتمی و ناقطبی، ۷۸ درصد حجم هوا را تشکیل می دهد. نیتروژن خالص با دمای جوش $-196^\circ C$ ، در مقیاس صنعتی از تقطیر جزء به جزء هوای مایع به دست می آید. آمونیاک پرکاربردترین ترکیب نیتروژن دار است که نسبت به دیگر ترکیب های آن در مقیاس مولی بسیار بزرگی در صنعت تولید می شود.



درصد مولی آمونیاک مصرفی در صنایع گوناگون

آمارها نشان می دهد که فراورده های شیمیایی مانند سولفوریک اسید، نیتروژن، آمونیاک، آهک و اتیلن بالاترین تولید سالیانه را در جهان دارند.

هیدرازین ها موادی پراثرژی هستند، به طوری که در موشک های سفینه ی آپولو که نخستین بار در سطح کره ی ماه فرود آمدند، مخلوط N_2O_4 و متیل هیدرازین به عنوان سوخت استفاده می شد.

فکر کنید ۵۴

هریک از موارد زیر کاربرد نیتروژن را بر اساس کدام ویژگی آن نشان می دهد؟

(آ) نقش حلال در هواکره

(ب) محیط بی اثر در مواد غذایی بسته بندی شده

(پ) منجمد کردن نمونه های بیولوژیکی مانند خون

(ت) نقش کلیدی در اقتصاد کشورهای صنعتی



آمونیاک

ویلیام رامسی (کاشف گازهای نجیب) در اواخر قرن نوزدهم، پیش بینی کرده بود که جهان تا اواسط قرن بیستم از نیتروژن قابل استفاده ی گیاهان تهی خواهد شد!

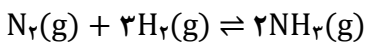
بدیهی است که تحقق این پیش بینی می توانست کاهش تدریجی فراورده های کشاورزی و گرسنگی مردم جهان را به دنبال داشته باشد.

اما چرا چنین پدیده ای تاکنون رخ نداده است؟

پاسخ: موفقیت فریتس هابر در تهیه ی آمونیاک. (موفقیتی که کسب جایزه ی نوبل را به دنبال داشت و نشان داد پیش بینی رامسی نادرست بود.)

فریتس هابر شیمی دان مشهور آلمانی و همکارش کارل بوش برای تلاش در تهیه ی آمونیاک از واکنش گازهای نیتروژن و هیدروژن، جایزه ی نوبل دریافت کردند.

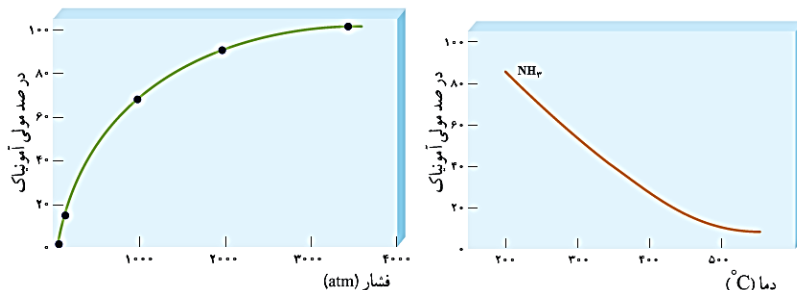
فریتس هابر، در مخزنی پرفشار با دمایی معین، گازهای نیتروژن و هیدروژن را در شرایط مناسب مخلوط کرد. در این شرایط این دو گاز با یکدیگر واکنش داده و آمونیاک تولید می کنند. اما در این واکنش N_2 و H_2 به طور کامل مصرف نمی شوند؛ زیرا سرانجام تعادل زیر برقرار می شود.



فرایند هابر نمونه ی تاریخی جالبی از تاثیر پیچیده ی شیمی بر زندگی ماست. هرچند تولید آمونیاک باعث طولانی تر شدن جنگ جهانی اول گردید، اما به دنبال آن شرایط تولید کودهای شیمیایی و افزایش بازدهی غلات فراهم شد.

ساخت تجهیزات لازم برای تولید آمونیاک به روش هابر مدیون مهندسی کارل بوش است. او کسی بود که مهندسی تجهیزات تولید آمونیاک را گسترش داد. از این رو، گاهی از فرایند هابر به عنوان فرایند هابر - بوش نام برده می شود.

فکر کنید ۵۵
۱. با توجه به نمودارهای زیر که برای واکنش تعادلی $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$, $K = -92/6k$ رسم شده، به پرسش های زیر پاسخ دهید:



(آ) با افزایش فشار در دمای ثابت، درصد مولی آمونیاک در مخلوط چه تغییری می کند؟

(ب) با افزایش دما در فشار ثابت، درصد مولی آمونیاک در مخلوط چه تغییری می کند؟

(پ) پیشنهادهای خود را براساس اصل لوشاتلیه برای افزایش درصد مولی آمونیاک بنویسید.



۲. جدول زیر، اثر دما بر ثابت تعادل $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$ را نشان می دهد.

دما (°C)	K (mol ⁻² .L ²)
۲۵	6×10^5
۲۰۰	۰/۶۵
۳۰۰	۰/۰۱۱
۴۰۰	$6/2 \times 10^{-4}$
۵۰۰	$7/4 \times 10^{-5}$

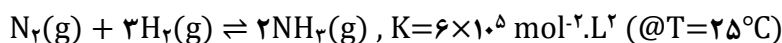
(آ) میزان پیشرفت واکنش در کدام دما بیشتر است؟

(ب) با اینکه با افزایش دما سرعت واکنش های رفت و برگشت و در نتیجه سرعت برقراری تعادل افزایش می یابد، چرا دماهای بالاتر برای این واکنش تعادلی مطلوب نیست؟

////////////////////////////////////

فرایندها، شرایط بهینه برای تولید آمونیاک

واکنش تهیه ی آمونیاک از گازهای نیتروژن و هیدروژن در دمای اتاق، ثابت تعادل بزرگی دارد. از این رو، انتظار می رود که پیشرفت چشم گیری داشته باشد.



از آنجا که انرژی فعال سازی این واکنش زیاد است، سرعت واکنش در 25°C به اندازه ای کم است که هرگز این واکنش به تعادل نمی رسد.

در واقع واکنش در این شرایط از لحاظ ترمودینامیکی مساعد، اما به طور سینتیکی کنترل می شود.

این ها چالش های پیش روی هابر بود. اگر شما جای فریتس هابر بودید چه می کردید؟

فکر کنید ۵۶ //////////////////////////////////////

۱. هابر برای افزایش بازده ی تولید آمونیاک در مخلوط واکنش، راهکارهای زیر را پیش روی خود داشت:

(آ) افزایش فشار تا 200 اتمسفر در دمای اتاق

(ب) افزایش دما تا 1000°C در فشار 10 اتمسفر

(پ) افزودن کاتالیزگر مناسب به مخلوط واکنش

به نظر شما کدام راهکار مناسب تر است؟

۲. یکی از روش های کامل کردن واکنش های تعادلی، خارج کردن فراورده (ها) از سامانه است. کدام دما را برای دستیابی به

این هدف مناسب می دانید؟ (40°C - یا 200°C -)

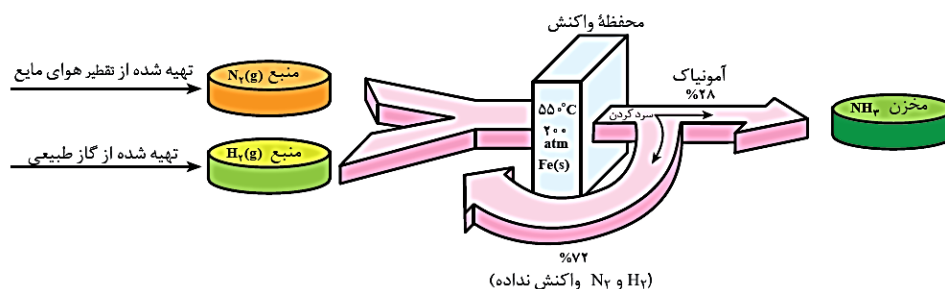
توجه : دمای جوش آمونیاک، نیتروژن و هیدروژن به ترتیب $33/5^\circ\text{C}$ ، $195/8^\circ\text{C}$ و $252/7^\circ\text{C}$ - است.

////////////////////////////////////



آزمایش نشان می دهد که در دمای 550°C در حضور کاتالیزگر آهن، تعادل به سرعت برقرار می شود. افزایش فشار تا 200 اتمسفر تا حدی از اثر نامطلوب و ترمودینامیکی دما می کاهد. در این شرایط تنها 28 درصد مخلوط تعادلی را آمونیاک تشکیل می دهد.

۳. شکل زیر را تفسیر کنید.



اثر کاتالیزگر

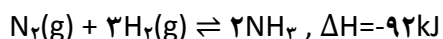
کاتالیزگرها از طریق کاهش انرژی فعال سازی موجب افزایش سرعت واکنش ها می شوند. کاتالیزگرها، انرژی فعال سازی واکنش رفت و واکنش برگشت را به یک اندازه کاهش می دهند. و زمان فرا رسیدن تعادل کوتاه می شود، بدون آنکه بر ثابت تعادل تاثیری بگذارند.

کاتالیزگر، ثابت سرعت واکنش رفت و واکنش برگشت را به یک نسبت تغییر می دهد. از این رو، نسبت آن ها (یعنی ثابت تعادل) تغییری نمی کند.

بیشتر بدانید! :

آمونیاک ماده ی پرارزشی است که در تهیه ی کودهای شیمیایی، مواد منفجره و مواد شیمیایی صنعتی - تجاری بسیاری به کار می رود.

فریتس هابر توانست آمونیاک را از نیتروژن و هیدروژن در مقیاس آزمایشگاهی تولید کند. به همین علت، به افتخار این دانشمند، نام «فرایند هابر» بر این واکنش گذاشته شده است.



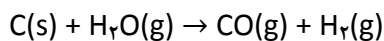
فریتس هابر به همراه کارل بوش جایزه ی نوبل شیمی را به خاطر تلاش برای ساختن آمونیاک از واکنش $\text{H}_2(\text{g})$ و $\text{N}_2(\text{g})$ دریافت کرد.

آلمانی ها با تولید صنعتی آمونیاک موفق شدند به مواد منفجره دست پیدا کنند.



کنکور ۹۶

برای تولید آمونیاک به روش هابر، نیتروژن مورد نیاز از تقطیر هوای مایع و گاز هیدروژن از طریق عبور بخار آب از روی زغال داغ به دست می آید.



در ضمن، هیدروژن را می توان از پالایش نفت خام نیز به دست آورد.

چون در فرایند هابر، تعداد مول گاز در دو طرف واکنش با هم برابر نیست، انتظار می رود که فشار بتواند تعادل را جابه جا کند.

افزایش فشار می تواند موجب تولید بیشتر آمونیاک شود.

از این رو، فرایند هابر تا آن جا که ممکن باشد، در فشارهای بالا انجام می شود.

از سوی دیگر، چون فرایند هابر گرماده است، کاهش دما، واکنش را در جهت تولید آمونیاک بیشتر جابه جا خواهد کرد.

اما کاهش دما، موجب کاهش سرعت واکنش رفت و برگشت می شود.

بنابراین اگرچه تولید آمونیاک در دماهای پایین مطلوب به نظر می رسد، با این حال تعادل آنقدر آهسته برقرار می شود که تهیه ی آمونیاک در عمل امکان پذیر نخواهد بود. به همین علت، این فرایند را در دماهای بالا انجام می دهند.

افزودن کاتالیزگر موجب می شود که تعادل سریع تر برقرار شود. در واقع، کاتالیزگر کمک می کند تا در دماهای به نسبت کمتری، آمونیاک سریع تر تشکیل شود و در نتیجه $\text{NH}_3\text{(g)}$ به مقدار بیشتر و ارزان تر تولید شود.

در صنعت، آمونیاک را در دمایی حدود 550°C و فشاری در گستره ی ۱۵۰ تا ۳۵۰ اتمسفر در مجاورت کاتالیزگر آهن Fe و اکسیدهای فلزی مانند MgO و Al_2O_3 تهیه می کنند.

یکی از ویژگی های اصلی فرایند هابر، خارج کردن $\text{NH}_3\text{(g)}$ از محیط واکنش از طریق مایع کردن گاز آمونیاک است. با این کار، تعادل به سمت کامل شدن پیش می رود. در ضمن $\text{N}_2\text{(g)}$ و $\text{H}_2\text{(g)}$ واکنش نکرده بازگردانی می شوند.

اثر دما و فشار بر مقدار آمونیاک تولید شده :

درصد مولی NH_3 در مخلوط تعادلی			$(\text{mol}^2 \cdot \text{L}^2) \text{ K}$	دما ($^\circ\text{C}$)
۱۰۰۰ atm	۱۰۰ atm	۱۰ atm		
۹۸	۸۲	۵۱	۶۵۰	۲۰۹
۸۰	۲۵	۴	۰/۵	۴۶۷
۱۳	۵	۰/۵	۰/۰۱۴	۷۵۸

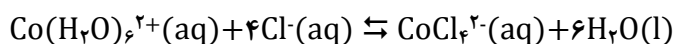


تست های موضوعی :

۶۵. ریاضی ۸۵ : با توجه به واکنش تعادلی گازی : $3H_2(g) + N_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$, $\Delta H = -92 \text{ kJ}$ ، می توان دریافت که این تعادل، بر اثر در جهت رفت، با در جهت برگشت و با انتقال به ظرف در دمای ثابت، در جهت رفت پیشرفت می کند.

- (۱) کاهش دما، حذف مقداری گاز نیتروژن، کوچکتر
 (۲) کاهش دما، افزایش مقداری گاز آمونیاک، بزرگتر
 (۳) افزایش دما، حذف مقداری گاز آمونیاک، بزرگتر
 (۴) افزایش دما، افزایش مقداری گاز نیتروژن، کوچکتر

۶۶. ریاضی ۸۵ : با توجه به شکل روبه رو، که به واکنش تعادلی :

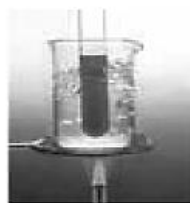


(صورتی رنگ) (آبی رنگ)

مربوط است، کدام مطلب درباره ی آن نادرست است؟



صورتی رنگ



آبی رنگ

- (۱) در جهت رفت، گرماگیر است.
 (۲) آنتروپی برای آن، عامل مناسبی است.
 (۳) با افزایش دما، ثابت این تعادل بزرگتر می شود.
 (۴) با انتقال به ظرف بزرگتر، در جهت رفت جابه جا می شود.

۶۷. ریاضی ۸۵ (خارج) : کدام مطلب درباره ی نقش کاتالیزگر در واکنش های برگشت پذیر، نادرست است؟

- (۱) زمان برقرار شدن حالت تعادل را کوتاه تر می کند.
 (۲) مقدار ثابت تعادل را بزرگ تر می کند و بر پایداری فرآورده 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.

۶۸. تجربی ۸۵ : اگر در واکنش تعادلی گازی : $2NO_2(g) \rightleftharpoons N_2O_4(g)$, $\Delta H < 0$ ، که در یک ظرف سربسته در دمای معین برقرار است، دما را افزایش دهیم، تعادل در جهت جابه جا می شود و ثابت تعادل،

- (۱) برگشت - کوچکتر می شود.
 (۲) رفت - بزرگتر می شود.
 (۳) برگشت - بدون تغییر باقی می ماند.
 (۴) رفت - بدون تغییر باقی می ماند.



۶۹. تجربی ۸۵ (خارج): اگر در واکنش تعادلی گازی: $N_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2NO(g)$, $\Delta H > 0$ که در یک ظرف سر بسته در دمای معین برقرار است، دما را کاهش دهیم، تعادل در جهتی که جابه‌جا می‌شود و ثابت (۱) فرآورده تجزیه می‌شود - کوچک‌تر می‌شود.
- (۲) واکنش دهنده‌ها با هم ترکیب می‌شوند - بزرگ‌تر می‌شود.
- (۳) فرآورده تجزیه می‌شود - بدون تغییر باقی می‌ماند.
- (۴) واکنش دهنده‌ها با هم ترکیب می‌شوند - بدون تغییر باقی می‌ماند.

۷۰. تجربی ۸۵ (خارج): اگر در واکنش تعادلی گازی: $nA \rightleftharpoons mB$, $\Delta H > 0$ ، n کوچک‌تر از m باشد، کدام عبارت همواره درباره‌ی آن درست است؟
- (۱) ثابت تعادل آن بزرگ‌تر از واحد است.
- (۲) سرعت رسیدن آن به حالت تعادل، زیاد است.
- (۳) افزایش دما، سبب افزایش مقدار ثابت تعادل می‌شود.
- (۴) با انتقال به ظرف کوچک‌تر در دمای ثابت، مقدار B افزایش می‌یابد.

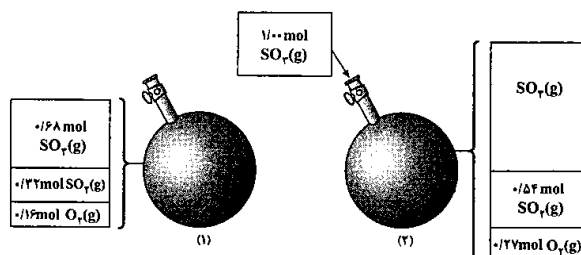
۷۱. ریاضی ۸۶ (خارج): کدام واکنش تعادلی ناهمگن است و بر اثر انتقال به ظرف سر بسته‌ی بزرگ‌تر یا کوچک‌تر در دمای ثابت، در جهت رفت یا برگشت جابه‌جا نمی‌شود؟
- (۱) $SO_2(g) + H_2(g) \rightleftharpoons SO_2(g) + H_2O(g)$
- (۲) $H_2S(g) + I_2(s) \rightleftharpoons 2HI(g) + S(s)$
- (۳) $NH_4HS(s) \rightleftharpoons NH_3(g) + H_2S(g)$
- (۴) $FeO(s) + CO(g) \rightleftharpoons Fe(s) + CO_2(g)$

۷۲. تجربی ۸۶: 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.
- (۱) ده، بیشتر، کاهش، بالاتر
- (۲) ده، کمتر، افزایش، پایین‌تر
- (۳) گیر، بیشتر، کاهش، بالاتر
- (۴) گیر، کمتر، افزایش، پایین‌تر



کنکور ۹۶

۷۳. تجربی ۸۶: با توجه به شکل روبه رو که به واکنش تعادلی گازی: $2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g)$ در یک ظرف سرپسته ی ۱۰ لیتری مربوط است، کدام عبارت درست است؟



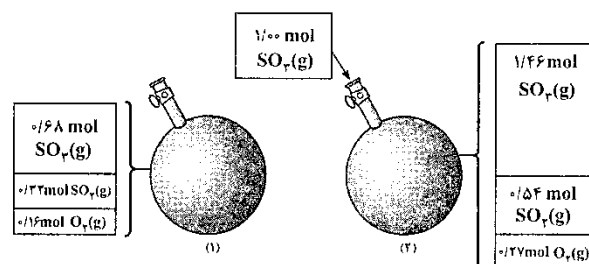
- (۱) ثابت تعادل برابر با $1/6 \times 10^2 \text{ mol}^{-1} \cdot \text{L}$ است.
- (۲) مقدار $SO_3(g)$ در تعادل جدید، برابر $1/26 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ است.
- (۳) با افزایش یافتن غلظت $SO_2(g)$ ، واکنش در جهت برگشت جابه جا و ثابت تعادل کوچکتر می شود.
- (۴) با افزایش غلظت $SO_3(g)$ و برقراری تعادل جدید، نسبت غلظت مولی واکنش دهنده ها، ثابت باقی می ماند.

۷۴. تجربی ۸۶ (خارج): با توجه به داده های جدول زیر که به واکنش تعادلی نمادین: $A(g) \rightleftharpoons 2B(g)$ مربوط است، کدام مطلب درست است؟

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

- (۱) این واکنش تعادلی و گرماده می باشد.
- (۲) با افزایش دما، ثابت تعادل بزرگتر می شود.
- (۳) ثابت تعادل در دمای 400°C برابر $7/05 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ است.
- (۴) ثابت تعادل در دمای 400°C برابر $2/17 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ است.

۷۵. تجربی ۸۶ (خارج): با توجه به شکل زیر که به تعادل گازی: $2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g)$, $K = 2/8 \times 10^2 \text{ mol}^{-1} \cdot \text{L}$ مربوط است، کدام مطلب نادرست است؟



- (۱) این شکل در بررسی تاثیر غلظت بر جابه جا شدن تعادل بالا مربوط است.
- (۲) بر اثر افزوده شدن مقداری $SO_2(g)$ ، خارج قسمت واکنش (Q) افزایش یافته و مقدار K بیشتر می شود.
- (۳) نسبت غلظت مولی واکنش دهنده ها در تعادل جدید در مقایسه با تعادل نخست، ثابت مانده است.
- (۴) بر اثر افزوده شدن مقداری $SO_3(g)$ و افزایش یافتن خارج قسمت واکنش، واکنش در جهت برگشت جابه جا می شود.



کنکور ۹۶

۷۶. ریاضی ۸۷ : با توجه به داده های جدول روبه رو، که به واکنش تعادلی گازی : $2A(g) + B(g) \rightleftharpoons 2C(g)$ در سه دمای مختلف مربوط است، کدام مطلب درست است؟

دما (°C)	K (mol ⁻¹ L)
۲۵	4×10^{24}
۲۲۷	$3/5 \times 10^{10}$
۴۲۷	3×10^4

- (۱) با کاهش دما، واکنش در جهت برگشت جابه جا می شود.
- (۲) واکنشی گرماگیر و با افزایش آنتالپی همراه است.
- (۳) مقدار $[C]^2$ از مقدار $[A]^2[B]$ در این واکنش، بسیار بیشتر است.
- (۴) مجموع ΔH های تشکیل واکنش دهنده ها در آن، نسبت به فراورده ها کوچکتر است.

۷۷. ریاضی ۸۷ : کدام مطلب نادرست است؟

- (۱) ثابت تعادل های شیمیایی با تغییر دما، تغییر نمی کند.
- (۲) کاتالیزگر، سبب جابه جا شدن واکنش های تعادلی نمی شود.
- (۳) برخی از واکنش های تعادلی، گرماده و با کاهش آنتروپی همراه اند.
- (۴) واکنش هایی که با کاهش آنتالپی و افزایش آنتروپی همراه باشند، خودبه خودی اند.

۷۸. ریاضی ۸۷ (خارج) : اگر تعادل گازی: $2HI(g) \rightleftharpoons H_2(g) + I_2(g)$ ، در ظرفی با حجم ثابت روی دهد، جابه جایی تعادل

به سمت چپ، راست و راست، به ترتیب، بر اثر گاز ، گاز و گاز انجام می گیرد.

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

۷۹. ریاضی ۸۷ (خارج) : از دیدگاه نظری (تئوری)، در واکنش تعادلی گازی: $N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$ ، دمای و فشار

..... دو شرط لازم برای پیشرفت این واکنش اند.

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

۸۰. تجربی ۸۷ : با توجه به واکنش تعادلی : $N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$ ، که در دو ظرف I (درون آب گرم) و II (درون آب یخ)

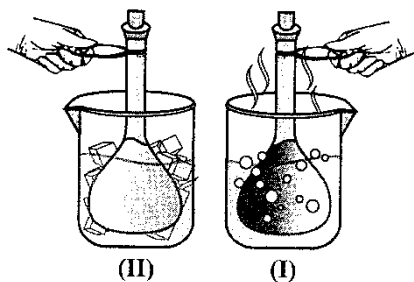
مطابق شکل روبه رو، برقرار است و با مشاهده ی تفاوت شدت رنگ مخلوط گازی در دو ظرف، کدام مطلب نادرست است؟

(۱) واکنش در جهت رفت، گرماگیر است.

(۲) شمار مولکول های NO_2 در ظرف II کمتر است.

(۳) واکنش در جهت رفت، با افزایش سطح انرژی و افزایش آنتروپی همراه است.

(۴) نسبت شمار مول های گاز N_2O_4 به گاز NO_2 ، در ظرف I بیشتر است.





کنکور ۹۶

۸۱. تجربی ۸۷ (خارج) : با توجه به داده های جدول زیر، که به واکنش تعادلی نمادین : $A(g) \rightleftharpoons 2B(g)$ مربوط است، کدام مطلب درست است؟

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

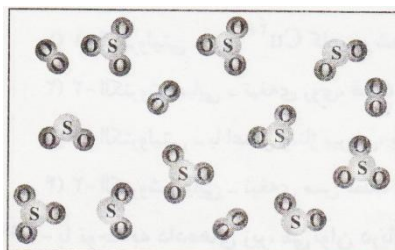
(۱) این واکنش تعادلی، گرماگیر است.

(۲) با افزایش دما، ثابت این تعادل کوچکتر می شود.

(۳) ثابت این تعادل در دمای ۲۰°C، برابر $2/17 \text{ mol}^{-1} \cdot \text{L}$ است.

(۴) در این واکنش، آنتالپی عامل نامناسب و آنتروپی عامل مناسب است.

۸۲. تجربی ۸۷ (خارج) : با توجه به شکل زیر که مخلوطی از گازهای SO_2 ، O_2 و SO_3 را در ظرف سربسته ی یک لیتری در دمای ۸۲۷°C به حالت تعادل، $2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g)$ ، $\Delta H < 0$ نشان می دهد، کدام مطلب درست است؟ (هر ذره را معادل ۰/۱ مول گاز در نظر بگیرید)



(۱) ثابت این تعادل، برابر $2/25 \text{ mol}^{-1} \cdot \text{L}$ است.

(۲) با بالا رفتن دما، ثابت این تعادل، بزرگتر می شود.

(۳) با افزایش دما، شمار مولکول های گاز در ظرف واکنش افزایش می یابد.

(۴) با کاهش دما، نسبت شمار مولکول های گاز SO_3 به شمار مولکول های گاز SO_2 ، کاهش می یابد.

۸۳. تجربی ۸۷ (خارج) : کدام مطلب درست است؟

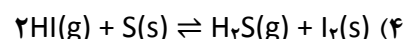
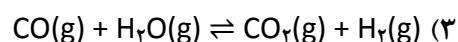
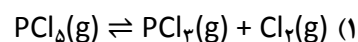
(۱) فرایند هابر، نمونه ای از کاربرد واکنش های تعادلی در صنعت است.

(۲) در واکنش های تعادلی گرماده، افزایش دما سبب بزرگتر شدن ثابت تعادل می شود.

(۳) استفاده از کاتالیزگر، سبب افزایش سرعت واکنش و کاهش مقدار ΔH واکنش می شود.

(۴) واکنش : $H_2S(g) + I_2(s) \rightleftharpoons 2HI(g) + S(s)$ ، نمونه ای از واکنش های تعادلی همگن است.

۸۴. ریاضی ۸۸ (خارج) : کدام واکنش تعادلی از نوع ناهمگن است و با انتقال مخلوط تعادلی به ظرف سربسته بزرگ تر در دمای ثابت، در جهت رفت جابه جا می شود؟

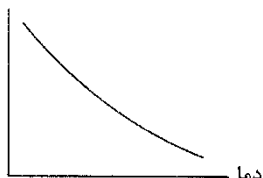




کنکور ۹۶

۸۵. تجربی ۸۸ : اگر روند نمودار تغییر مقدار ثابت تعادل نسبت به دما در یک واکنش به صورت شکل زیر باشد، کدام مطلب نادرست است؟

K تعادل



(۱) واکنش گرماده است.

(۲) در مقدار ثابت تعادل $K = a \times 10^b$ ، b عددی بزرگ است.(۳) مجموع ΔH های تشکیل فراورده ها نسبت به واکنش دهنده ها کوچکتر است.

(۴) مجموع انرژی های پیوندی واکنش دهنده ها نسبت به فراورده ها کمتر است.

۸۶. تجربی ۸۸ (خارج) : از دیدگاه نظری (تئوری)، در واکنش تعادلی $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$ ، دمای ... و فشار ...، دو شرط لازم برای پیشرفت واکنش اند.

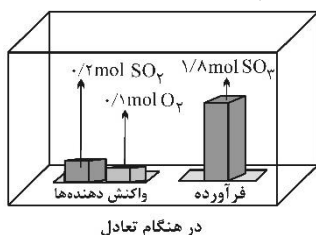
(۴) پایین - بالا

(۳) بالا - پایین

(۲) بالا - بالا

(۱) پایین - پایین

۸۷. تجربی ۸۸ (خارج) : با توجه به شکل زیر، که مخلوطی از گازهای SO_2 ، O_2 و SO_3 را در ظرف سر بسته ی یک لیتری در دمای معین به حالت تعادل گازی $2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g)$ ، $\Delta H < 0$ نشان می دهد. کدام مطلب، درست است؟

(۱) ثابت این تعادل برابر $8/2 \times 10^2 \text{ mol.L}^{-1}$ است.

(۲) مقدار اولیه ی گاز اکسیژن برابر ۱ مول بوده است.

(۳) با بالا رفتن دما، ثابت این تعادل بزرگ تر می شود.

(۴) با کاهش یافتن دما، نسبت شمار مول های SO_3 به شمار مول های SO_2 کاهش می یابد.

۸۸. ریاضی ۸۹ : با توجه به داده های جدول زیر، که به تعادل گازی $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$ مربوط است، کدام مطلب درست است؟

درصد مولی NH_3 در مخلوط تعادلی			$(\text{mol}^{-2} \cdot \text{L}^2) K$	دما ($^{\circ}\text{C}$)
۱۰۰۰ atm	۱۰۰ atm	۱۰ atm		
۹۸	۸۲	۵۱	۶۵۰	۲۰۹
۸۰	۲۵	۴	۰/۵	۴۶۷
۱۳	۵	۰/۵	۰/۰۱۴	۷۵۸

(۱) مجموع انرژی پیوندی فراورده ها از مجموع انرژی های پیوندی واکنش دهنده ها بیشتر است.

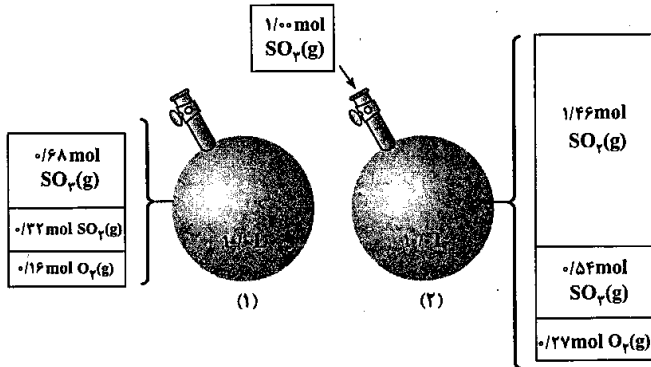
(۲) سطح انرژی پیچیده ی فعال، به سطح انرژی فراورده نزدیکتر و ΔH واکنش مثبت است.

(۳) در دمای ثابت، با افزایش فشار، ثابت تعادل و درصد مولی آمونیاک افزایش می یابد.

(۴) در فشار ثابت، با افزایش دما، ثابت تعادل و درصد مولی آمونیاک به یک نسبت کاهش می یابد.



۸۹. ریاضی ۸۹ (خارج) : با توجه به شکل زیر که به تعادل گازی : $2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g)$ مربوط است، کدام مطلب درباره ی آن درست است؟



- (۱) به بررسی اصل لوشاتلیه درباره ی اثر فشار بر جابه جا شدن تعادل مربوط است.
- (۲) به بررسی اصل لوشاتلیه درباره ی اثر غلظت بر جابه جا شدن تعادل مربوط است.
- (۳) برای نشان دادن بزرگ تر شدن ثابت تعادل بر اثر افزایش غلظت های تعادلی طرح شده است.
- (۴) برای نشان دادن تاثیر افزایش غلظت بر سرعت واکنش طرح شده است.

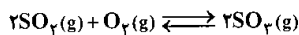
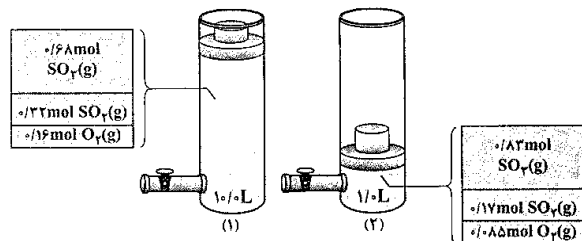
۹۰. تجربی ۸۹ (خارج) : کدام مطلب درباره ی واکنش تعادلی : $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$, $\Delta H < 0$, $K = 6.00 \text{ mol}^{-2}$ درست است؟

- (۱) با کاهش دما، مقدار ثابت این تعادل کوچکتر می شود.
- (۲) سطح انرژی کمپلکس فعال، به سطح انرژی فراورده ها نزدیکتر است.
- (۳) ثابت تعادل واکنش گازی : $2NH_3(g) \rightleftharpoons N_2(g) + 3H_2(g)$ برابر با $2 \times 10^{-3} \text{ mol}^2 \text{ L}^{-2}$ است.
- (۴) ΔH° تشکیل فراورده ها از مجموع ΔH° های تشکیل واکنش دهنده ها کوچکتر است.

۹۱. ریاضی ۹۰ : واکنش تعادلی : $3Fe(s) + 4H_2O(g) \rightleftharpoons Fe_3O_4(s) + 4H_2(g)$ از نوع است و تغییر در جابه جا کردن آن موثر

- (۱) ناهمگن - فشار - نیست
- (۲) ناهمگن - فشار - است
- (۳) همگن - حجم - نیست
- (۴) همگن - حجم - است

۹۲. ریاضی ۹۰ : با توجه به شکل روبه رو و ثابت در نظر گرفتن دما، کدام مطلب نادرست است؟

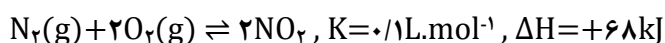


- (۱) مقدار ثابت تعادل در حالت ۱ برابر $2.82/2$ است.
- (۲) کاهش حجم، سبب جابه جا شدن تعادل در جهت رفت شده است.
- (۳) با کاهش حجم ظرف، غلظت اکسیژن $4/3$ برابر شده است.
- (۴) غلظت $SO_2(g)$ بر اثر افزایش فشار، $12/2$ برابر شده است.



کنکور ۹۶

۹۳. ریاضی ۹۰ (خارج) : در مورد سامانه ی 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؟



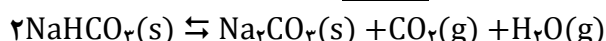
(۱) در حالت تعادل است.

(۲) در جهت برگشت جابه جا می شود.

(۳) در جهت رفت جابه جا می شود.

(۴) با افزایش دما در جهت برگشت جابه جا می شود.

۹۴. تجربی ۹۰ : کدام مطلب درباره ی واکنش به حالت تعادل زیر، در ظرف سر بسته نادرست است؟



(۱) یک واکنش تعادلی ناهمگن سه فازی است.

(۲) خارج کردن مقداری سدیم کربنات از سامانه، تعادل را به سمت چپ جابه جا می کند.

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

(۴) رابطه ی ثابت تعادل این واکنش به صورت $K = [CO_2][H_2O]$ است.

۹۵. تجربی ۹۰ (خارج) : کدام عبارت درست است؟

(۱) کبالت (II) کلرید در یک فرایند برگشت پذیر با جذب ۶ مولکول آب به یک ترکیب آبی رنگ تبدیل می شود.

(۲) واکنش گازهای $H_2(g)$ و $O_2(g)$ با یکدیگر، از نظر ترمودینامیکی نامساعد است اما به طور سینتیکی کنترل می شود.

(۳) در تهیه ی صنعتی آمونیاک از گازهای هیدروژن و نیتروژن، از آهن به عنوان کاتالیزگر استفاده می شود.

(۴) فرایند تجزیه ی گرمایی کلسیم کربنات در ظرف دربسته، نمونه ای از فرایندهای تعادلی ناهمگن دوفازی است.

۹۶. تجربی ۹۰ (خارج) : با توجه 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؟

دما (°C)	K (mol ⁻¹ .L)
۲۵	2×10^{24}
۲۲۷	$2/5 \times 10^{10}$
۴۳۶	$2/5 \times 10^4$

(۱) ΔH واکنش منفی است.

(۲) با افزایش دما، تعادل در جهت برگشت جابه جا می شود.

(۳) واکنش گرماده است و افزایش دما سبب کاهش سرعت آن می شود.

(۴) انرژی فعال سازی واکنش در جهت رفت کمتر از مقدار آن در جهت برگشت است.



۹۷. ریاضی ۹۱: کدام مطلب درباره ی واکنش تعادلی: $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$, $\Delta H = -92 \text{ kJ}$ ، نادرست است؟
- ۱) هیدروژن لازم برای این واکنش را می توان از تجزیه ی بخار آب به وسیله ی زغال داغ به دست آورد.
 - ۲) تشکیل آمونیاک گرماده بوده و ΔH° تشکیل آن، برابر $-92 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ است.
 - ۳) آهن، سرعت رسیدن به این تعادل را افزایش می دهند.
 - ۴) افزایش دما، سبب جابه جا شدن تعادل در جهت برگشت و نیز افزایش سرعت واکنش های رفت و برگشت می شود.

۹۸. ریاضی ۹۱: تعادل شیمیایی: $AB(g) \rightleftharpoons A(g) + B(g)$ ، در ظرف سربسته ی ۱۰ لیتری در دمای اتاق برقرار است. کدام گزینه درباره ی این تعادل درست است؟

- ۱) با کاهش فشار، سرعت واکنش رفت نسبت به واکنش برگشت افزایش می یابد.
- ۲) با کاهش حجم ظرف به ۵ لیتر، ثابت تعادل نصف می شود.
- ۳) برای این تعادل، عبارت $\Delta H - T\Delta S$ عددی منفی است.
- ۴) اگر با افزایش دما، مقدار B افزایش یابد، واکنش رفت گرماده است.

۹۹. تجربی ۹۱ (خارج): کدام واکنش تعادلی، از نوع همگن است و بر اثر افزایش دما در جهت رفت و بر اثر افزایش فشار، در جهت برگشت جابه جا می شود؟

- ۱) $2NO_2(g) \rightleftharpoons N_2O_4(g)$, $\Delta H < 0$
- ۲) $CaCO_3(s) \rightleftharpoons CaO(s) + CO_2(g)$, $\Delta H > 0$
- ۳) $H_2(g) + Cl_2(g) \rightleftharpoons 2HCl(g)$, $\Delta H < 0$
- ۴) $2NOCl(g) \rightleftharpoons 2NO(g) + Cl_2(g)$, $\Delta H > 0$

۱۰۰. ریاضی ۹۲: کدام مطلب، توصیفی نادرست از فرایندها بر است؟

- ۱) از V_2O_5 به عنوان کاتالیزگر مناسب استفاده می شود.
- ۲) با وجود گرماده بودن واکنش، تا آنجا که ممکن است در فشار و دمای بالا انجام می گیرد.
- ۳) از ویژگی های اصلی آن خارج کردن فراورده ی واکنش بر اثر مایع کردن، از سامانه ی واکنش است.
- ۴) روش صنعتی برای ساختن آمونیاک از واکنش مستقیم گازهای نیتروژن و هیدروژن است.

۱۰۱. تجربی ۹۲: کدام گزینه درست است؟

- ۱) واکنش تعادلی تبدیل $CoCl_4^{2-}(aq)$ به $Co(H_2O)_6^{2+}(aq)$ ، گرماگیر است.
- ۲) با سرد کردن ظرف دارای $NO_2(g)$ ، رنگ قهوه ای آن روشن تر می شود.
- ۳) واکنش تجزیه ی گرمایی کلسیم کربنات در ظرف سربسته، از نوع تعادلی دوفازی است.
- ۴) با قرار دادن کاغذ آغشته به $CoCl_2$ در محیط مرطوب، رنگ آبی پدیدار می شود.



کنکور ۹۶

۱۰۲. ریاضی ۹۲ (خارج) : مخلوطی از ۲ مول از هریک از گازهای شرکت کننده در واکنش تعادلی :

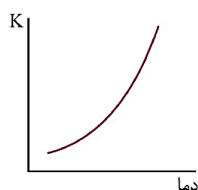


در یک ظرف سر بسته ی یک لیتری وجود دارد. مقدار Q در این مخلوط در مقایسه با K، است و با گرم کردن مخلوط تا رسیدن به حالت تعادل، مقدار گاز O₂، می یابد.

(۱) کوچکتر - افزایش (۲) بزرگتر - کاهش (۳) کوچکتر - کاهش (۴) بزرگتر - افزایش

۱۰۳. تجربی ۹۲ (خارج) : اگر روند تغییر ثابت تعادل (K) نسبت به دما، در واکنش تعادلی $2\text{AB}_2(g) \rightleftharpoons \text{A}_2(g) + 2\text{B}_2(g)$ به

صورت نمودار زیر باشد، کدام گزینه درباره ی این واکنش درست است؟



(۱) با افزایش آنتروپی و کاهش آنتالپی همراه است.

(۲) انرژی فعال سازی آن در جهت برگشت، بیشتر است.

(۳) با افزایش دما، مقدار A_۲ کاهش می یابد.

(۴) در جهت برگشت گرماده بوده، با کاهش آنتروپی همراه است.

۱۰۴. تجربی ۹۴ : در فرایند هابر، با افزایش دما، مقدار K و سرعت واکنش، به ترتیب از راست به چپ، دستخوش کدام تغییر

می شوند و با خارج کردن مقداری از آمونیاک، مقدار Q نسبت به مقدار K، چه می شود؟

(۱) کاهش - افزایش - بیشتر

(۲) افزایش - افزایش - کمتر

(۳) کاهش - افزایش - کمتر

(۴) افزایش - کاهش - بیشتر



پاسخنامه کلیدی تست های موضوعی - فصل دهم

سوال	گزینه	سوال	گزینه	سوال	گزینه	سوال	گزینه	سوال	گزینه
۱	۲	۷۶	۳	۵۱	۱	۲۶	۲	۱۰۱	۲
۲	۱	۷۷	۲	۵۲	۳	۲۷	۱	۱۰۲	۱
۳	۲	۷۸	۴	۵۳	۳	۲۸	۲	۱۰۳	۴
۴	۳	۷۹	۱	۵۴	۳	۲۹	۳	۱۰۴	۳
۵	۱	۸۰	۳	۵۵	۴	۳۰	۱		
۶	۴	۸۱	۱	۵۶	۱	۳۱	۴		
۷	۳	۸۲	۱	۵۷	۳	۳۲	۳		
۸	۳	۸۳	۲	۵۸	۱	۳۳	۳		
۹	۴	۸۴	۲	۵۹	۳	۳۴	۴		
۱۰	۴	۸۵	۴	۶۰	۱	۳۵	۴		
۱۱	۲	۸۶	۲	۶۱	۳	۳۶	۲		
۱۲	۱	۸۷	۴	۶۲	۲	۳۷	۱		
۱۳	۱	۸۸	۴	۶۳	۱	۳۸	۱		
۱۴	۳	۸۹	۲	۶۴	۴	۳۹	۳		
۱۵	۳	۹۰	۱	۶۵	۲	۴۰	۳		
۱۶	۳	۹۱	۴	۶۶	۱	۴۱	۳		
۱۷	۳	۹۲	۲	۶۷	۳	۴۲	۳		
۱۸	۳	۹۳	۱	۶۸	۱	۴۳	۳		
۱۹	۴	۹۴	۱	۶۹	۳	۴۴	۴		
۲۰	۳	۹۵	۳	۷۰	۱	۴۵	۳		
۲۱	۲	۹۶	۴	۷۱	۲	۴۶	۲		
۲۲	۱	۹۷	۱	۷۲	۳	۴۷	۱		
۲۳	۴	۹۸	۴	۷۳	۱	۴۸	۴		
۲۴	۳	۹۹	۱	۷۴	۲	۴۹	۳		
۲۵	۳	۱۰۰	۲	۷۵	۳	۵۰	۳		



کنکور ۹۶

مؤلف و مدرس: مهندس مامرزاد آقاجانی

فصل ۱۰. تعادل شیمیایی (شیمی ۴)



کنکور ۹۶



دوپینگ کن!

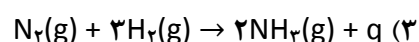
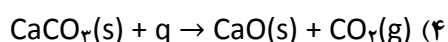
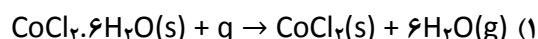
آزمون های تکمیلی فصل تعادل



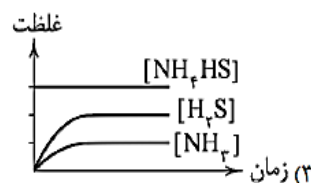
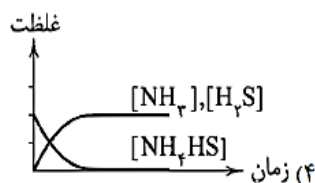
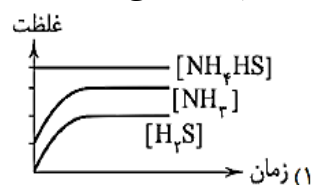
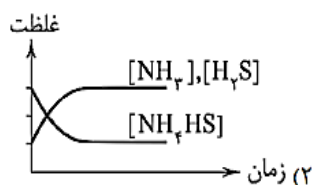
۱. کدام عبارت نادرست است؟

- (۱) واکنش گاز شهری با اکسیژن، گرماده و برگشت ناپذیر است.
- (۲) کبالت (II) کلرید ۶ آبه ترکیبی صورتی رنگ است که بر اثر از دست دادن مولکول های آب، آبی رنگ می شود.
- (۳) غلظت یک ماده ی جامد یا مایع خالص، از تقسیم چگالی ماده بر جرم مولی آن به دست می آید.
- (۴) در واکنش $\text{CaCO}_3(\text{s}) \rightleftharpoons \text{CaO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$ حضور مواد جامد برای برقراری تعادل الزامی نیست.

۲. کدام واکنش برگشت ناپذیر است؟



۳. کدام نمودار می تواند متعلق به واکنش $\text{NH}_4\text{HS}(\text{s}) \rightleftharpoons \text{NH}_3(\text{g}) + \text{H}_2\text{S}(\text{g})$ باشد؟



۴. یک مول SO_2 و یک مول SO_3 را در یک سامانه ی یک لیتری قرار می دهیم تا تعادل گازی $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{SO}_3$ برقرار شود. کدام توصیف درباره ی آن درست است؟

- (۱) واکنش داده شده آرام آرام در جهت تولید SO_3 پیشرفت می کند تا به تعادل برسد.
- (۲) در آغاز سرعت واکنش رفت صفر است و آرام آرام در جهت برگشت پیشرفت می کند تا به تعادل برسد.
- (۳) سرعت تعادلی واکنش برگشت بیش از سرعت اولیه ی واکنش برگشت است.
- (۴) سرعت تعادلی واکنش رفت با سرعت اولیه ی واکنش رفت برابر است.

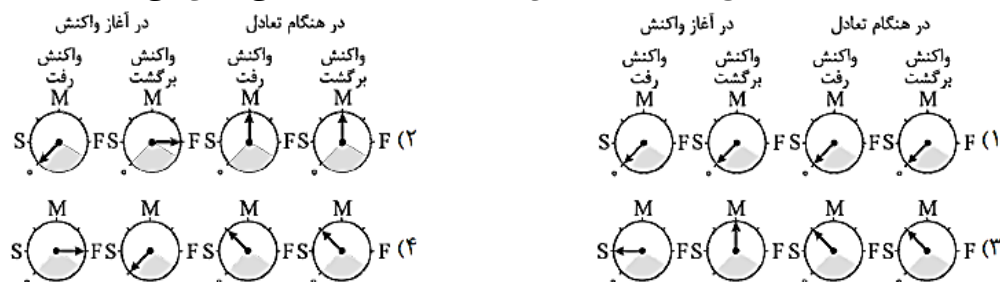
۵. ۱ مول SO_2 و ۱ مول SO_3 را در یک سامانه با دمای ثابت قرار می دهیم تا تعادل گازی $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{SO}_3$ برقرار شود. کدام توصیف درباره ی این فرایند نادرست است؟

- (۱) در آغاز سرعت واکنش رفت مساوی صفر است.
- (۲) با گذشت زمان غلظت SO_3 کاهش می یابد.
- (۳) با گذشت زمان سرعت واکنش برگشت افزایش می یابد تا به تعادل برسد.
- (۴) تعداد مول های گازی در لحظه ی تعادل بیشتر از لحظه ی آغاز است.



کنکور ۹۶

۶. در ظرفی سر بسته ۲ مول SO_2 و ۲ مول SO_3 را وارد می کنیم تا تعادل گازی $2SO_2 + O_2 \rightleftharpoons 2SO_3$ برقرار شود. کدام گزینه وضعیت سرعت سنج ها را برای واکنش رفت و برگشت به درستی نشان می دهد؟



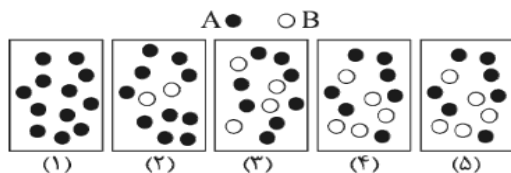
۷. در ظرفی در بسته مقدار ۲ مول آمونیاک می ریزیم تا تعادل گازی $N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$ برقرار شود. کدام عبارت درباره ی این واکنش درست است؟

- (۱) سرعت تولید NH_3 به مرور زمان افزایش می یابد.
- (۲) در لحظه ی تعادل غلظت NH_3 دو برابر غلظت N_2 است.
- (۳) سرعت تولید H_2 به مرور زمان افزایش می یابد.
- (۴) غلظت NH_3 به مرور زمان افزایش می یابد.

۸. کدام عبارت درباره ی واکنش گازی $2SO_2 + O_2 \rightleftharpoons 2SO_3$ نادرست است؟
 (۱) یکی از مراحل مهم در فرایند مجاورت برای تولید صنعتی ماده ی پرارزش H_2SO_4 است.
 (۲) در مجاورت کاتالیزگرهای پلاتین و وانادیوم پنتوکسید انجام می شود و یک واکنش کاتالیز شده ی ناهمگن را تشکیل می دهد.
 (۳) یک تعادل شیمیایی همگن و یک فازی است.
 (۴) اگر در مجاورت کاتالیزگر NO انجام شود، یک تعادل شیمیایی همگن و یک واکنش کاتالیز شده ی همگن را تشکیل می دهد.

۹. با توجه به شکل مقابل، کدام عبارت درست است؟

- (۱) در لحظه ی تعادل غلظت های A و B با هم برابر هستند.
- (۲) واکنش در ظرف (۴) متوقف شده، چون در ظرف (۴) و (۵) غلظت ها ثابت هستند.
- (۳) با گذشت زمان سرعت مصرف ماده ی A افزایش می یابد.
- (۴) در شکل (۴) رابطه ی $\Delta H = T\Delta S$ برقرار است.

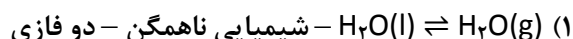


۱۰. کدام عبارت نادرست است؟

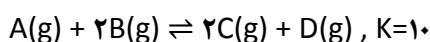
- (۱) تعادل $2O_2(g) \rightleftharpoons 3O_3(g)$ یک تعادل شیمیایی یک فازی است.
- (۲) در لحظه ی تعادل غلظت واکنش دهنده ها و فراورده ها ثابت و سرعت رفت و برگشت برابر می شوند.
- (۳) تعادل $NH_4OH(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons NH_4^+(aq) + OH^-(aq)$ یک تعادل ناهمگن است.
- (۴) واکنش $2HI(aq) + S(s) \rightleftharpoons H_2S(aq) + I_2(s)$ یک تعادل سه فازی است.



۱۱. تعادل موجود در گزینه یک تعادل و است.



۱۲. مقداری ماده ی A را با ۰/۴ مول گاز B در ظرف دربسته ی ۴ لیتری مخلوط می کنیم تا تعادل گازی :



برقرار شود، اگر در حالت تعادل، مقدار ۰/۲ مول گاز C در ظرف وجود داشته باشد، مقدار A در ابتدا چند مول بوده است؟

- (۱) ۱/۱ (۲) ۰/۱۱ (۳) ۰/۴۴ (۴) ۴/۴

۱۳. اگر در دمای معین، در ظرف سربسته ی دو لیتری، ۲ مول $CaCO_3$ را گرما دهیم تا تعادل شیمیایی :



برقرار شود و در لحظه ی تعادل ۳۰ درصد $CaCO_3$ تجزیه شده باشد، ثابت تعادل این واکنش کدام است؟

- (۱) ۰/۳ (۲) ۰/۰۳ (۳) ۰/۰۶ (۴) ۰/۶

۱۴. در صورتی که مقدار ۰/۸ مول گاز A را در ظرفی گرم کنیم تا تعادل گازی $2A(g) \rightleftharpoons B(g) + 2C(g)$ برقرار شود و در

لحظه ی تعادل ۰/۴ مول گاز C تولید شده و ثابت تعادل این واکنش برابر $2 \text{ mol} \cdot L^{-1}$ باشد، حجم ظرف واکنش چند لیتر

است؟

- (۱) ۸ (۲) ۰/۸ (۳) ۱ (۴) ۰/۱

۱۵. با توجه به واکنش گازی $N_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2NO(g), K=1/66 \times 10^{-3}$ که در ظرف یک لیتری سربسته مطابق شکل زیر

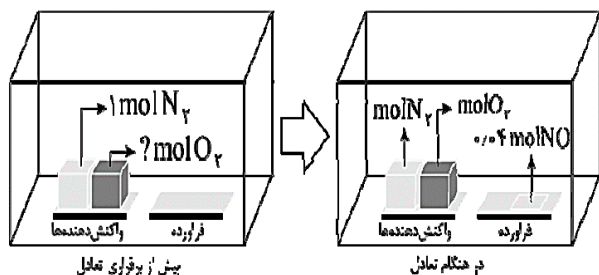
به تعادل رسیده است، مقدار اولیه ی O_2 چند مول بوده است؟

- (۱) ۰/۱

- (۲) ۱

- (۳) ۰/۹۸

- (۴) ۹/۸



۱۶. در محفظه ای به حجم ۲ لیتر مقدار ۸ مول گاز A و ۴ مول گاز B وارد شده است، تا تعادل گازی $2A + B \rightleftharpoons 2C + 2D$

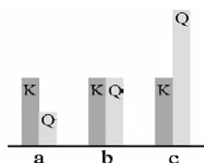
برقرار شود. اگر مجموع تعداد مول های باقیمانده در لحظه ی تعادل برابر ۱۶ باشد، ثابت تعادل این واکنش کدام و یکی آن

چيست؟

- (۱) $27 \text{ mol}^2 \cdot L^{-2}$ (۲) $\frac{27}{4} \text{ mol}^2 \cdot L^{-2}$ (۳) $27 \text{ mol}^2 \cdot L^{-2}$ (۴) $\frac{27}{4} \text{ mol}^2 \cdot L^{-2}$

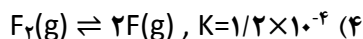


۱۷. با توجه به شکل مقابل کدام گزینه درست است؟

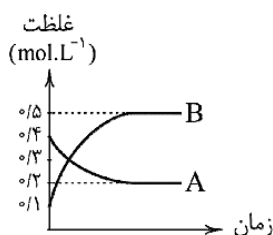


- (۱) اگر در تعادل شکل (b) دما را افزایش دهیم، شکل (c) به وجود می آید.
 (۲) در شکل (a) غلظت مواد اولیه بیشتر از غلظت تعادلی آن ها است و برای رسیدن به شکل (b) واکنش باید در جهت مصرف مواد اولیه حرکت کند.
 (۳) برای رسیدن از شکل (c) به شکل (b) واکنش باید در جهتی پیش رود که فرآورده تولید شود.
 (۴) در شکل (c) غلظت فرآورده ها کمتر از غلظت تعادلی آن ها است.

۱۸. در کدام یک از واکنش های زیر می توان مقدار فرآورده ی تولید شده را با توجه به مقدار مواد اولیه محاسبه کرد و برای این محاسبه نیازی به مقدار K نیست؟



۱۹. با توجه به نمودار روبه رو، مقدار عددی ثابت تعادل برای واکنش $a\text{A} \rightleftharpoons b\text{B}$ کدام گزینه است؟



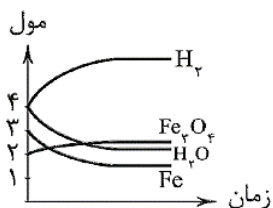
(۱) ۰/۸

(۲) ۱/۲۵

(۳) ۲/۵

(۴) ۰/۴

۲۰. نمودار روبه رو، مربوط به واکنش: $۳\text{Fe}(\text{s}) + ۴\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{Fe}_3\text{O}_4(\text{s}) + ۴\text{H}_2(\text{g})$ است. اگر ثابت تعادل واکنش برابر ۱۶ باشد و این واکنش در ظرف ۲ لیتری انجام شود، مقدار تعادلی H_2O چند مول است؟



(۱) $\frac{4}{3}$

(۲) $\frac{2}{2}$

(۳) $\frac{4}{12}$

(۴) $\frac{8}{3}$

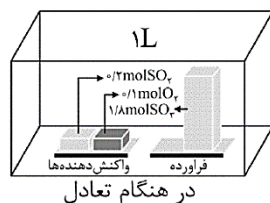
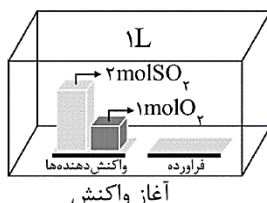
۲۱. با توجه به شکل زیر، که مربوط به واکنش گازی $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{SO}_3$ می باشد، کدام عبارت درست است؟

(۱) در لحظه ی تعادل، سرعت تولید SO_3 از سرعت مصرف آن بیشتر است.

(۲) تعادل در میانه قرار دارد.

(۳) واکنش به میزان ۹۰ درصد پیشرفت داشته است.

(۴) ثابت تعادل این واکنش برابر ۸۱۰ mol.L^{-1} است.



کنکور ۹۶

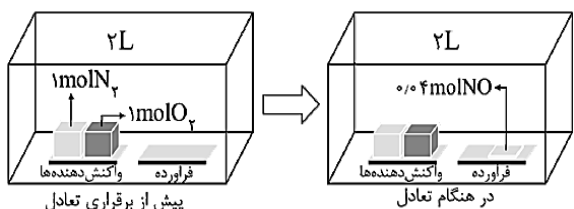
۲۲. اگر ثابت تعادل واکنش $\text{CaCO}_3(\text{s}) \rightleftharpoons \text{CaO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$ در دمایی معین برابر 0.02 مول بر لیتر باشد و 10 گرم CaCO_3 را در ظرفی به حجم 1 لیتر به دمای مناسب برسانیم، چند درصد $\text{CaCO}_3(\text{s})$ تجزیه می شود؟
($\text{C}=12, \text{O}=16, \text{Ca}=40 : \text{g.mol}^{-1}$)

- ۲۰ (۱) ۴۰ (۲) ۶۰ (۳) ۸۰ (۴)

۲۳. چنانچه در ظرفی به حجم 3 لیتر و در دمای 425°C مقدار 3 مول گاز CO و 3 مول بخار آب با هم واکنش دهند تا تعادل گازی $\text{CO} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CO}_2 + \text{H}_2, K=4$ برقرار شود، مجموع فراورده ها در ظرف پس از تعادل چند مول خواهد بود؟

- ۲ (۱) ۴ (۲) ۶ (۳) ۸ (۴)

۲۴. با توجه به شکل زیر که مربوط به واکنش گازی $\text{N}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{NO}$ است، ثابت تعادل واکنش در کدام گزینه آمده است؟



- (۱) $2/3 \times 10^{-3}$
(۲) $1/7 \times 10^{-3}$
(۳) $2/5 \times 10^{-1}$
(۴) $1/66 \times 10^{-3}$

۲۵. با توجه به تعادل های گازی روبه رو :

- I) $2\text{NO}_2 \rightleftharpoons \text{O}_2 + 2\text{NO}, K=10^{-1}$
II) $\text{NO}_2 + \text{SO}_2 \rightleftharpoons \text{NO} + \text{SO}_3, K=10^{-2}$

ثابت تعادل واکنش گازی $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{SO}_3$ کدام است؟

- ۱۰^{-۲} (۴) ۱۰^{-۳} (۳) ۱۰^{-۳} (۲) ۱۰^{-۲} (۱)

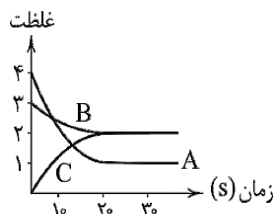
۲۶. با توجه به نمودار روبه رو، کدام عبارت نادرست است؟

(۱) می تواند متعلق به واکنش $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3$ باشد.

(۲) واکنش در ثانیه ی ۲۰ تعادل رسیده است.

(۳) ثابت تعادل این واکنش برابر ۲ مول بر لیتر است.

(۴) شیب منحنی متعلق به B کمتر از شیب متعلق به C است.



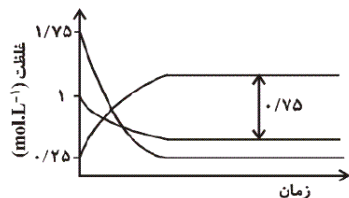
۲۷. در ظرفی 4 مول گاز گوگرد دی اکسید و 2 مول گاز O_2 را با هم مخلوط می کنیم، در صورتی که ثابت تعادل واکنش $2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_3(\text{g})$ برابر $810 \text{ mol}^{-1} \cdot \text{L}$ باشد و در لحظه ی تعادل 0.4 مول گاز SO_2 در ظرف موجود باشد، حجم ظرف واکنش چند لیتر است؟

- ۲ (۱) $\frac{1}{2}$ (۲) ۸ (۳) $\frac{1}{8}$ (۴)



کنکور ۹۶

۲۸. نمودار زیر تغییر غلظت گونه های شرکت کننده در تعادل $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$ را در فشار و دمای معین نسبت به زمان نشان می دهد. ثابت تعادل در این شرایط تقریباً برابر چند $mol^{-2}.L^2$ است؟



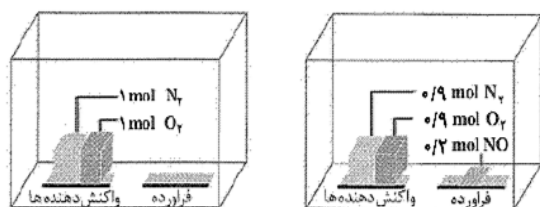
۱۰۰ (۱)

۲۰۰ (۲)

۲۱۲ (۳)

۱۰۶ (۴)

۲۹. تعادل: $N_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2NO(g)$ در یک ظرف سر بسته در دمای معینی طبق شکل زیر برقرار شده است. این واکنش به میزان درصد پیشرفت کرده و ثابت تعادل تقریباً برابر است. (حجم ظرف یک لیتر است)

۴/۹ × ۱۰^{-۲}, ۲۰ (۱)۱/۲ × ۱۰^{-۲}, ۲۰ (۲)۴/۹ × ۱۰^{-۲}, ۱۰ (۳)۱/۲ × ۱۰^{-۲}, ۱۰ (۴)

۳۰. مقدار ۱۲۵/۱ گرم گاز فسفر (V) کلرید را در یک سامانه ی بسته ی دو لیتری گرم می کنیم تا تعادل:



برقرار شود. اگر در حالت تعادل، ۷۷ گرم گاز فسفر (III) کلرید در سامانه وجود داشته باشد، ثابت تعادل در دمای آزمایش، چند $mol.L^{-1}$ است؟ ($P=31, Cl=35.5 : g.mol^{-1}$)

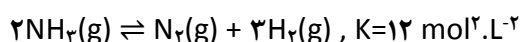
۳/۳۸ (۴)

۱/۹۶ (۳)

۳/۹۲ (۲)

۱/۶۹ (۱)

۳۱. ۵ مول NH_3 را وارد ظرفی به حجم ۷ لیتر می کنیم. اگر پس از برقراری تعادل گازی:



تعداد مول های NH_3 و H_2 در حالت تعادل با هم برابر باشد، حجم ظرف چند لیتر است؟

۱/۵ (۴)

۲/۵ (۳)

۰/۵ (۲)

۲ (۱)

۳۲. مقداری ماده ی A را در ظرف سر بسته ی ۴ لیتری وارد کرده و گرم می کنیم تا تعادل گازی: $2A(g) \rightleftharpoons C(g) + D(g)$ برقرار شود. اگر در زمان برقراری تعادل $[A]=1 mol.L^{-1}$ و در همین دما $K=0.4$ باشد، مقدار C در حالت تعادل و مقدار اولیه A به ترتیب کدام است؟

۴/۴ mol و ۰/۲ mol (۲)

۱/۲ mol و ۰/۲ mol (۱)

۴/۸ mol و ۰/۲ mol (۴)

۵/۶ mol و ۰/۸ mol (۳)



کنکور ۹۶

۳۳. تعادل گرماده: $2NO_2(g) \rightleftharpoons N_2O_4(g)$ را در یک ظرف ۵/۰ لیتری در دمای ثابت در نظر بگیرید. اگر سرعت تبدیل NO_2 به N_2O_4 در لحظه ی تعادل برابر با $0.006 \text{ mol.L}^{-1}.\text{min}^{-1}$ باشد، سرعت تبدیل N_2O_4 به NO_2 در لحظه ی تعادل برحسب mol.min^{-1} کدام گزینه است؟

- (۱) 6×10^{-3} (۲) $1/5 \times 10^{-3}$ (۳) 3×10^{-3} (۴) 0.75×10^{-3}

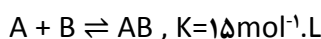
۳۴. ۲ مول SO_3 را در یک ظرف دو لیتری قرار می دهیم تا در دمای آزمایش تجزیه شده و تعادل گازی:



را ایجاد کند. هرگاه برای برقراری تعادل ۶۰٪ از SO_3 تجزیه شود، ثابت تعادل برحسب mol.L^{-1} کدام است؟

- (۱) $1/35$ (۲) $2/7$ (۳) $5/4$ (۴) 0.675

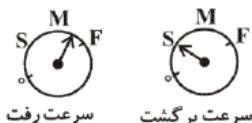
۳۵. ۴ مول ماده ی A را با ۴ مول ماده ی B در ظرفی به حجم V لیتر وارد می کنیم تا تعادل گازی:



برقرار شود. در صورتی که مجموع تعداد مول های A و B در حالت تعادل برابر ۲ باشد، حجم ظرف برحسب لیتر کدام است؟

- (۱) ۵ (۲) ۴ (۳) ۳ (۴) ۵

۳۶. سرعت سنج ها سرعت واکنش رفت و برگشت را در یک واکنش تعادلی، برای یک لحظه ی خاص پس از شروع واکنش نشان می دهند، با توجه به شکل های زیر کدام مطلب صحیح است؟



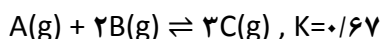
(۱) مقدار $Q < K$ است.

(۲) غلظت واکنش دهنده ها در آغاز صفر است.

(۳) تعادل در سمت راست قرار دارد.

(۴) تعادل در سمت چپ قرار دارد.

۳۷. در دمای معین، ۰/۲ مول A، ۰/۳ مول B و ۰/۲ مول C را وارد ظرفی یک لیتری می کنیم تا تعادل گازی:

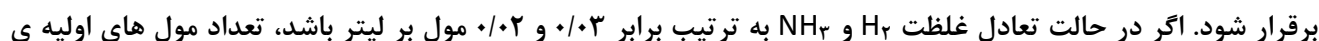


برقرار شود. در این دما مقدار Q از مقدار K بوده و این واکنش برای رسیدن به تعادل در جهت جابه جا می شود.

(۱) بزرگتر - رفت (۲) کوچکتر - رفت

(۳) بزرگتر - برگشت (۴) کوچکتر - برگشت

۳۸. مقداری آمونیاک را در یک ظرف سر بسته ی ۱۰ لیتری گرم می کنیم تا تعادل گازی:



برقرار شود. اگر در حالت تعادل غلظت H_2 و NH_3 به ترتیب برابر ۰/۰۳ و ۰/۰۲ مول بر لیتر باشد، تعداد مول های اولیه ی NH_3 چقدر بوده است؟

- (۱) ۰/۵ (۲) ۰/۴ (۳) ۰/۰۵ (۴) ۰/۰۴



کنکور ۹۶

۳۹. ۲/۰۴ گرم NH_4HS جامد را در یک ظرف ۲ لیتری مطابق واکنش : $\text{NH}_4\text{HS}(s) \rightleftharpoons \text{NH}_3(g) + \text{H}_2\text{S}(g)$ تجزیه می کنیم. پس از آنکه ۲۰٪ این ماده تجزیه شد، واکنش به تعادل می رسد. ثابت تعادل واکنش کدام است؟ ($\text{NH}_4\text{HS} = 51 \text{ g.mol}^{-1}$)

(۱) 8×10^{-3} (۲) $1/6 \times 10^{-5}$ (۳) $6/4 \times 10^{-5}$ (۴) 2×10^{-3}

۴۰. ۲ مول گاز N_2O_4 را وارد ظرف سر بسته ی ۱۰ لیتری می کنیم تا تعادل گازی : $\text{N}_2\text{O}_4(g) \rightleftharpoons 2\text{NO}_2(g)$ برقرار شود. اگر در هنگام تعادل ۲/۵ مول گاز در ظرف موجود باشد، ثابت تعادل واکنش تقریباً کدام است؟

(۱) ۰/۳۳ (۲) ۰/۶۶ (۳) ۰/۰۳۳ (۴) ۰/۰۶۶

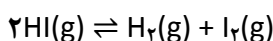
۴۱. در یک ظرف سر بسته ی ۲ لیتری در دمای معین، تعادل : $2\text{NO}(g) \rightleftharpoons \text{N}_2(g) + \text{O}_2(g)$ برقرار است و مقدار هریک از مواد برابر ۱ مول است. اگر در همین دما، ۳ مول گاز NO به ظرف اضافه کنیم، تعداد مول های NO در تعادل جدید کدام است؟

(۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

۴۲. در دمای معین، ثابت تعادل واکنش : $\text{I}_2(g) + \text{Br}_2(g) \rightleftharpoons 2\text{IBr}(g)$ برابر ۶۴ است. اگر ۴۱۴ گرم گاز IBr وارد ظرفی به حجم ۱۰ لیتر شود، بعد از برقراری تعادل در همان دما، غلظت IBr چند mol.L^{-1} خواهد بود؟ ($\text{Br} = 80$, $\text{I} = 127$: g.mol^{-1})

(۱) $\frac{16}{100}$ (۲) $\frac{16}{10}$ (۳) $\frac{2}{17}$ (۴) $\frac{2}{170}$

۴۳. در دمای 427°C ، ثابت تعادل واکنش مقابل ۵۴ است :



چنانچه غلظت $\text{HI}(g)$ ، $\text{H}_2(g)$ و $\text{I}_2(g)$ به ترتیب برابر ۰/۵، ۳ و ۳/۵ مولار باشند، خارج قسمت واکنش برابر چه عددی است و برای برقراری تعادل، واکنش در کدام جهت باید پیشرفت کند؟

(۱) ۴۰، رفت (۲) ۴۰، برگشت (۳) ۴۲، رفت (۴) ۴۲، برگشت

۴۴. ثابت تعادل واکنش : $\text{H}_2(g) + \text{I}_2(g) \rightleftharpoons 2\text{HI}(g)$ در دمایی معین برابر با ۱۶۰۰ است. اگر مقدار مول های برابری از H_2 و I_2 را در همان دما وارد ظرفی سر بسته کنیم تا تعادل برقرار شود، در لحظه ی تعادل تعداد مول های HI چند برابر تعداد مول های H_2 است؟

(۱) ۴۰ (۲) ۸۰ (۳) ۱۶۰ (۴) ۱۶۰۰

۴۵. هرچه مقدار عددی ثابت تعادل K باشد، نسبت به بیشتر است. به عبارت دیگر پیشرفت واکنش بوده و از نظر ترمودینامیکی است.

- (۱) بزرگتر - فراورده ها - واکنش دهنده ها - کم - نامساعد
- (۲) بزرگتر - فراورده ها - واکنش دهنده ها - زیاد - مساعد
- (۳) کوچکتر - واکنش دهنده ها - فراورده ها - کم - مساعد
- (۴) کوچکتر - واکنش دهنده ها - فراورده ها - زیاد - نامساعد



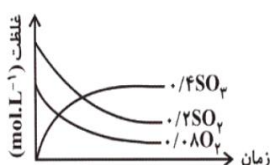
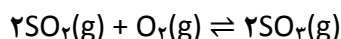
۴۶. کدام مطلب درباره ی خارج قسمت واکنش (Q)، در واکنش برگشت پذیر فرضی: $A + B \rightleftharpoons 2C$ نادرست است؟
 (۱) معیاری برای تعیین پیشرفت واکنش است.

(۲) در حالت تعادل مقدار آن با مقدار ثابت تعادل برابر می شود.

(۳) رابطه ی آن با غلظت مولی مواد وارد در واکنش، به صورت $Q = \frac{[C]^2}{[A][B]}$ است.

(۴) هنگامی که مقدار آن بزرگتر از K است، واکنش در جهت تولید فراورده ها پیش می رود.

۴۷. با توجه به غلظت های ذکر شده روی نمودار، یکای ثابت تعادل و مقدار عددی K برای واکنش گازی زیر کدام است؟



(۱) $50 - \text{mol}^{-1} \cdot \text{L}$

(۲) $50 - \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$

(۳) $0.02 - \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$

(۴) $0.02 - \text{mol}^{-1} \cdot \text{L}$

۴۸. نمونه ای از فسفر پنتاکلرید (PCl_5) به جرم $2g/50$ را در ظرف یک لیتری به اندازه ی کافی گرما می دهیم تا بخار شود. در عمل بخشی از PCl_5 طبق معادله ی: $PCl_5(g) \rightleftharpoons PCl_3(g) + Cl_2(g)$ تجزیه می شود و سامانه ی تعادلی برقرار می گردد. هرگاه در حالت تعادل مجموع غلظت تعادلی گازها برابر 0.18 مول بر لیتر و ثابت تعادل در دمای آزمایش برابر $10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ باشد، مقدار a کدام است؟ ($P=31, Cl=35.5 : \text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$)

۶ (۴)

۵ (۳)

۴ (۲)

۳ (۱)

۴۹. واکنش: $2N_2O_5(g) \rightleftharpoons 4NO_2(g) + O_2(g)$ با سرعت $2 \times 10^{-2} \text{ M} \cdot \text{s}^{-1}$ در دمای معین در حال انجام است. چنانچه واکنش پس از 10 ثانیه کامل شود و گاز NO_2 وارد ظرف یک لیتری شده و تعادل گازی $2NO_2(g) \rightleftharpoons N_2O_4(g)$ برقرار شود، در صورتی که در دمای واکنش 20% NO_2 باقی بماند، ثابت تعادل واکنش در این دما چقدر است؟ (در ظرف واکنش اول NO_2 نداریم و حجم ظرف اول نیز $1L$ بوده است)

۱۲/۵ (۴)

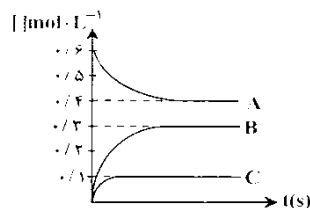
۱/۲۵ (۳)

۲/۵ (۲)

۲۵ (۱)

۵۰. تعادل گازی $H_2O + CO \rightleftharpoons H_2 + CO_2$ با $1/5$ مول CO_2 ، $1/5$ مول H_2 ، $1/5$ مول CO و $1/5$ مول H_2O برقرار است. اگر به هریک از مواد موجود در ظرف یک مول اضافه شود، واکنش در کدام جهت جابه جا می شود و مقدار تعادلی جدید H_2 کدام است؟
 (۱) رفت - ۳ (۲) رفت - ۳/۵ (۳) برگشت - ۲ (۴) برگشت - ۱/۵

۵۱. نمودار مقابل مربوط به یک واکنش تعادلی است. مقدار عددی ثابت تعادل آن کدام است؟



(۱) $13/33$

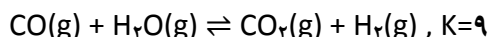
(۲) 0.075

(۳) 0.017

(۴) $59/3$



۵۲. واکنش زیر را در نظر بگیرید :



چنانچه در محفظه ای به حجم ۲ لیتر در دمای 425°C ، ۱ مول گاز کربن مونواکسید با ۱ مول بخار آب واکنش دهد، غلظت تعادلی $\text{CO}_2\text{(g)}$ کدام مقدار خواهد بود؟

$$\frac{2}{4} \quad (1) \qquad \frac{2}{8} \quad (2) \qquad \frac{1}{4} \quad (3) \qquad \frac{1}{8} \quad (4)$$

۵۳. یک واکنش تعادلی در ظرفی به حجم ۵ لیتر انجام یافته است و دانش آموزی بدون توجه به حجم ظرف، ثابت تعادل را برابر $0.2 \text{ mol}^2 \cdot \text{L}^{-2}$ به دست آورده است. مقدار صحیح ثابت تعادل کدام است؟

$$1 \quad (1) \qquad 5 \quad (2) \qquad 0.04 \quad (3) \qquad 0.008 \quad (4)$$

۵۴. کدام عبارت نادرست است؟

(۱) اگر پس از برقراری تعادل گازی $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{SO}_3$ ، مقدار گاز SO_2 از مقدار دو گاز دیگر بیشتر باشد، می گوییم تعادل در سمت راست قرار دارد.

(۲) در تعادل: $\text{N}_2\text{(g)} + \text{O}_2\text{(g)} \rightleftharpoons 2\text{NO(g)}$, $K=1/66 \times 10^{-3}$ ، می گوییم تعادل در سمت چپ قرار دارد.

(۳) ثابت تعادل $2\text{H}_2\text{(g)} + \text{O}_2\text{(g)} \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O(g)}$ در دمای 25°C بسیار بزرگ است و می گوییم تعادل به سرعت برقرار می شود.

(۴) ثابت تعادل تجزیه ی سنگ آهک در دمای 25°C بسیار کوچک است و می گوییم واکنش رفت انجام نمی شود.

۵۵. در صنعت از گرما دادن به کلسیم کربنات جامد در کوره ای با دمای حدود 827°C ، کلسیم اکسید جامد را به دست می آورند. کدام مطلب در ارتباط با این فرایند نادرست است؟

(۱) چنانچه کوره در بسته باشد، یک فرایند تعادلی ایجاد می شود و کلسیم کربنات به طور کامل تجزیه نمی شود.

(۲) در کوره ی در باز، واکنش تجزیه ی کلسیم کربنات تا تجزیه ی کامل آن پیشرفت می کند.

(۳) در کوره ی در باز، واکنش به سمت تولید بیشتر $\text{CO}_2\text{(g)}$ جابه جا می گردد.

(۴) در کوره ی در بسته، مقدار Q از K بیشتر خواهد بود تا تعادل برقرار گردد.

۵۶. 2NO_2 مول و $1 \text{N}_2\text{O}_4$ مول را در یک ظرف یک لیتری قرار می دهیم تا تعادل گازی: $2\text{NO}_2\text{(g)} \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4\text{(g)}$ با $K_{eq}=0.5$ برقرار شود. کدام توصیف درباره ی آن نادرست است؟

(۱) واکنش در جهت رفت پیشرفت می کند تا به تعادل برسد.

(۲) سرعت تعادلی از سرعت اولیه ی واکنش برگشت بیشتر است.

(۳) غلظت تعادلی N_2O_4 نسبت به NO_2 بیشتر است.

(۴) در آغاز فرایند $Q < K_{eq}$ می باشد و در لحظه ی تعادل مقدار Q به K_{eq} می رسد.

۵۷. ۱ مول گاز A را در یک ظرف یک لیتری قرار می دهیم تا تعادل گازی: $A \rightleftharpoons B + 2C$ برقرار شود. چنانچه در لحظه ی تعادل ۲۵٪ مخلوط گازی، گاز B باشد، مقدار ثابت تعادل کدام است؟

$$0.5 \quad (1) \qquad 1 \quad (2) \qquad 2 \quad (3) \qquad 4 \quad (4)$$



کنکور ۹۶

۵۸. در واکنش $2A(g) \rightleftharpoons B(g) + C(g)$ ، ۵۰٪ مول های A تا رسیدن به تعادل تجزیه می شوند. اگر واکنش در ظرف ۵ لیتری به تعادل برسد، مقدار K_{eq} کدام است؟

- (۱) ۰/۲۵ (۲) ۰/۵ (۳) ۱ (۴) ۴

۵۹. ۱ مول $HI(g)$ را در یک ظرف یک لیتری قرار می دهیم تا تعادل گازی $2HI \rightleftharpoons H_2 + I_2$, $K=9$ برقرار شود. اگر پس از برقراری تعادل، ۱ مول به هریک از مواد موجود در تعادل افزوده شود، واکنش در کدام جهت جابه جا می شود و غلظت HI در تعادل جدید کدام مقدار خواهد بود؟

- (۱) در جهت رفت $-\frac{4}{v}$ (۲) در جهت رفت $-\frac{5}{v}$
 (۳) در جهت برگشت $-\frac{9}{7}$ (۴) در جهت برگشت $-\frac{11}{7}$

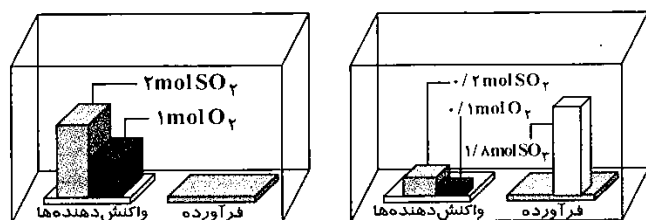
۶۰. ۱ مول A و ۱ مول C را در یک ظرف یک لیتری وارد می کنیم تا دو تعادل $A \rightleftharpoons B$, $K=2$ و $B \rightleftharpoons C$, $K=\frac{1}{3}$ به طور همزمان برقرار شوند. غلظت تعادلی B کدام است؟

- (۱) ۰/۲۵ (۲) ۰/۵ (۳) ۰/۷۵ (۴) ۱

۶۱. ۲۰ گرم کلسیم کربنات را در یک ظرف ۲ لیتری قرار می دهیم تا تعادل $CaCO_3(s) \rightleftharpoons CaO(s) + CO_2(g)$ برقرار شود. چنانچه تا لحظه ی برقراری تعادل ۲۲٪ از جرم مواد جامد کاسته شود، ثابت تعادل واکنش کدام مقدار خواهد بود؟
 ($C=12$, $O=16$, $Ca=40$: $g \cdot mol^{-1}$)

- (۱) ۰/۰۵ (۲) ۰/۱ (۳) ۰/۰۲ (۴) ۰/۰۴

۶۲. با توجه به شکل مقابل، کدام توصیف درباره ی فرایند تعادلی $2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g)$ درست است؟



پیش از برقراری تعادل

در هنگام تعادل

- (۱) واکنش تا مرز کامل شدن پیشرفت می کند.
 (۲) تعادل در سمت راست قرار دارد.
 (۳) تعادل در سمت چپ قرار دارد.
 (۴) مقدار عددی ثابت تعادل، بسیار کوچک است.

۶۳. در ارتباط با واکنش $2H_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2H_2O(g)$, $K=3 \times 10^{81}$ ($T=25^\circ C$)، موارد زیر درست است، به جز

- (۱) واکنش از نظر ترمودینامیکی مساعد است.
 (۲) واکنش تا مرز کامل شدن پیشرفت می کند.
 (۳) واکنش به سرعت به تعادل می رسد.
 (۴) واکنش از نظر سینتیکی قابل کنترل است.

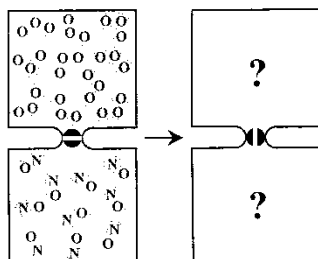
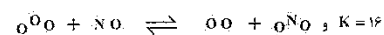
۶۴. ۲۵۴ گرم $I_2(g)$ را با ۲ مول گاز هیدروژن در واکنش تعادلی $H_2(g) + I_2(g) \rightleftharpoons 2HI(g)$ شرکت می دهیم. اگر در لحظه ی تعادل ۱۲۸ گرم $HI(g)$ داشته باشیم، مقدار K_{eq} کدام است؟ ($H=1$, $I=127$: $g \cdot mol^{-1}$)

- (۱) $\frac{2}{4}$ (۲) $\frac{4}{3}$ (۳) $\frac{2}{3}$ (۴) $\frac{2}{4}$



کنکور ۹۶

۶۵. در هریک از دو محفظه ی زیر گازی محبوس شده است که در صورت مخلوط شدن در دمای معین مطابق شکل زیر با هم واکنش می دهند. غلظت تعادلی O_3 چند $mol.L^{-1}$ است؟ (حجم هر محفظه را یک لیتر و هر ذره را هم ارز 0.1 مول در نظر بگیرید)

(۱) 0.1 (۲) 0.2 (۳) 0.4 (۴) 0.8

۶۶. واکنش $2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g), K_{eq}=0.2$ با 0.1 مول SO_2 ، 0.1 مول SO_3 و 2 مول O_2 در تعادل و

(۱) است - سرعت واکنش رفت و برگشت برابر است.

(۲) نیست - در جهت رفت پیشرفت می کند تا به تعادل برسد.

(۳) است - نیاز به جابه جایی ندارد.

(۴) نیست - در جهت برگشت پیشرفت می کند تا به تعادل برسد.

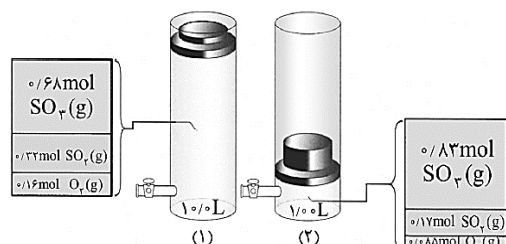
۶۷. 1 مول از هریک از گازهای $N_2(g)$ ، $H_2(g)$ و $NH_3(g)$ را در یک ظرف 5 لیتری قرار می دهیم تا تعادل گازی: $2NH_3(g) \rightleftharpoons N_2(g) + 3H_2(g), K_{eq}=10$ برقرار شود. در این شرایط و تا رسیدن به تعادل، غلظت $NH_3(g)$ می یابد.

(۱) $Q < K$ - کاهش(۲) $Q > K$ - افزایش(۳) $Q < K$ - کاهش(۴) $Q > K$ - افزایش

۶۸. در مخلوطی حاوی 2 گرم $H_2(g)$ و 80 گرم $Br_2(g)$ در محفظه ای به حجم 2 لیتر و با دمای $427^\circ C$ ، مواد با هم واکنش می دهند. پس از برقراری تعادل $1/6$ گرم $H_2(g)$ در محفظه وجود دارد. ثابت تعادل واکنش گازی $H_2 + Br_2 \rightleftharpoons 2HBr$ کدام است؟ ($H=1, Br=80: g.mol^{-1}$)

(۴) $\frac{4}{3}$ (۳) $\frac{1}{6}$ (۲) $\frac{1}{3}$ (۱) $\frac{2}{3}$

۶۹. با توجه به شکل مقابل که تعادل گازی: $2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g)$ را در دمای $727^\circ C$ نشان می دهد، کدام عبارت درست است؟



(۱) اصل لوشاتلیه را درباره ی اثر فشار بر جابه جا شدن تعادل بررسی می کند.

(۲) برای نمایش تغییر یافتن ثابت تعادل هنگام کاهش یا افزایش حجم است.

(۳) برای بررسی اثر حجم روی سرعت واکنش های تعادلی است.

(۴) اصل لوشاتلیه را درباره ی اثر دما بر جابه جا شدن تعادل بررسی می کند.



۷۰. کدام مطلب در مورد واکنش تعادلی گازی $2NO_2 \rightleftharpoons N_2O_4$ درست است؟

- (۱) با انتقال این تعادل به ظرف کوچکتر، تعادل به سمت NO_2 جابه جا می شود.
- (۲) با افزایش دما، تعادل به سمت چپ جابه جا می شود.
- (۳) با کاهش فشار، ثابت تعادل افزایش می یابد.
- (۴) با کاهش دما، رنگ مخلوط تیره تر می شود.

۷۱. کدام عبارت نادرست است؟

- (۱) نیتروژن مورد نیاز در فرایند هابر را از تقطیر هوای مایع و هیدروژن مورد نیاز را از واکنش تولید گاز آب به دست می آورند.
- (۲) واکنش تجزیه ی NH_4HS یک تعادل شیمیایی ناهمگن دوفازی است.
- (۳) غلظت یک ماده ی جامد یا مایع خالص از تقسیم جرم مولی ماده بر چگالی آن به دست می آید.
- (۴) در واکنش $CaCO_3(s) \rightleftharpoons CaO(s) + CO_2(g)$ در دمای ثابت، همواره مقدار فشار تعادلی $CO_2(g)$ یکسان خواهد بود.

۷۲. با توجه به جدول روبه رو که به تعادل گازی: $nA(g) \rightleftharpoons mB(g)$ (n و m ضرایب استوکیومتری هستند) مربوط است، کدام مطلب نادرست است؟

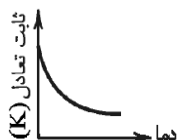
دما (°C)	تعادلی [B]	تعادلی [A]
۲۰۰	۰/۸۴	۰/۰۱
۳۰۰	۰/۷۶	۰/۱۷
۴۰۰	۰/۷۲	۰/۲۵

- (۱) این تعادل با انتقال به ظرف کوچکتر به سمت راست جابه جا می شود.
- (۲) در این تعادل $n > m$ است.
- (۳) با افزایش دما ثابت تعادل بزرگ می شود.
- (۴) ΔH این واکنش منفی است.

۷۳. کدام گزینه در تولید صنعتی آمونیاک انجام نمی شود؟

- (۱) هیدروژن مورد نیاز از طریق عبور بخار آب از روی زغال چوب داغ به دست می آید.
- (۲) نیتروژن مورد نیاز را از تقطیر هوای مایع به دست می آورند.
- (۳) واکنش را در مجاورت آهن و اکسیدهای فلزی مانند Al_2O_3 و MnO انجام می دهند.
- (۴) هیدروژن را از واکنش تهیه ی گاز آب به دست می آورند.

۷۴. با توجه به نمودار مقابل که متعلق به واکنش گازی $A \rightleftharpoons B$ می باشد، کدام عبارت درست است؟



- (۱) اگر دما را در این واکنش افزایش دهیم، واکنش در جهت تولید B خواهد رفت.
- (۲) اگر در واکنش فوق فشار را در دمای $25^\circ C$ افزایش دهیم، واکنش تعادلی به سمت تولید B خواهد رفت.
- (۳) با کاهش دما ثابت تعادل کاهش می یابد، زیرا واکنش به سمت راست حرکت می کند.
- (۴) اگر در واکنش فوق غلظت B را افزایش دهیم، واکنش به سمت برگشت حرکت می کند ولی ثابت تعادل تغییر نمی کند.

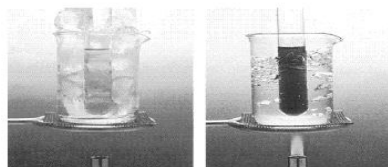


کنکور ۹۶

۷۵. در واکنش گازی: $N_2 + O_2 \rightleftharpoons 2NO$ مقداری گاز اکسیژن را از واکنش خارج می‌کنیم، کدام ستون وضعیت سرعت سنج‌ها را در «تعادل اولیه»، «پس از اعمال تغییر» و «تعادل جدید» به درستی نشان می‌دهد؟

ستون	(۱)	(۲)	(۳)	(۴)
تعادل اولیه				
پس از اعمال تغییر				
تعادل جدید				
	۲ (۲)	۲ (۳)	۴ (۴)	۱ (۱)

۷۶. با توجه به شکل روبه‌رو، که متعلق به واکنش تعادلی: $Co(H_2O)_6^{2+}(aq) + 4Cl^-(aq) \rightleftharpoons CoCl_4^{2-}(aq) + 6H_2O(l)$ است، کدام عبارت نادرست است؟ (حذف!)



(۲)

(۱)

- (۱) با افزایش دما واکنش به سمت راست جابه‌جا شده و به رنگ آبی در می‌آید.
- (۲) ماده ی $Co(H_2O)_6^{2+}$ یک محلول صورتی رنگ است.
- (۳) در شکل (۲) محلول آبی رنگ است.
- (۴) با کاهش دما ثابت تعادل کاهش می‌یابد.

۷۷. تعادل: $SnO_2(s) + 2CO(g) \rightleftharpoons Sn(s) + 2CO_2(g)$ را از یک ظرف ۴ لیتری به یک ظرف ۱ لیتری انتقال می‌دهیم، تغییر ایجاد شده در واکنش به تغییر ایجاد شده توسط کدام گزینه شباهت دارد؟

- (۱) افزایش مقدار CO
- (۲) کاهش دما
- (۳) به کار بردن کاتالیزگر
- (۴) افزایش غلظت CO_2

۷۸. در تعادل گازی $A \rightleftharpoons 2B$ حجم ظرف را نصف می‌کنیم، بنابراین.....

- (۱) ثابت تعادل ۲ برابر می‌شود.
- (۲) خارج قسمت واکنش (Q) بیشتر از ثابت تعادل (K) می‌شود.
- (۳) ماده ی A شروع به مصرف شدن می‌کند.
- (۴) واکنش در جهت رفت جابه‌جا می‌شود.

۷۹. کدام عامل زیر موجب افزایش تولید آمونیاک در مقیاس صنعتی نمی‌شود؟

- (۱) خارج کردن NH_3 به طریق مایع کردن
- (۲) افزایش غلظت واکنش دهنده‌ها
- (۳) افزایش فشار
- (۴) کاهش دما



۸۵. کدام مطلب نادرست است؟

- (۱) واکنش $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$ را در مقیاس صنعتی در فشار بالا و دمای نسبتاً بالا انجام می دهند.
- (۲) افزایش دما موجب کوچکتر شدن K در واکنش تعادلی می شود.
- (۳) مخلوط تعادلی $CoCl_2^-(aq) + 6H_2O(l) \rightleftharpoons Co(H_2O)_6^{2+}(aq) + 4Cl^-(aq) + q$ بر اثر کاهش دما صورتی رنگ می شود.
- (۴) در فرایند هابر در صنعت از کاتالیزگرهایی مانند منیزیم، آلومینیوم یا Fe_2O_3 استفاده می شود.

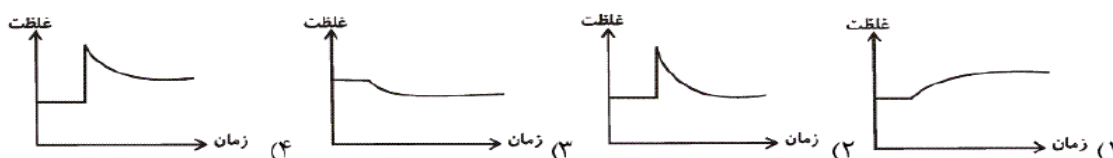
۸۶. با توجه به تعادل گازی: $2NO(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$, $\Delta H < 0$ ، کدام مطلب نادرست است؟

- (۱) با افزایش دما، سرعت واکنش رفت و برگشت افزایش می یابد.
- (۲) با به کار بردن کاتالیزگر، غلظت فراورده تغییری نمی کند.
- (۳) با کاهش دما، تعادل در جهت رفت جابه جا می شود.
- (۴) با افزودن مقداری $O_2(g)$ در دمای ثابت، تعادل در جهت رفت جابه جا می شود و مقدار K افزایش می یابد.

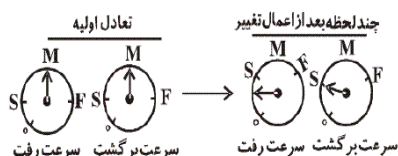
۸۷. کدام مطلب درست است؟

- (۱) قسمت عمده ی سنگ آهک را کلسیم سولفات تشکیل می دهد.
- (۲) افزودن کاتالیزگر، ثابت سرعت واکنش رفت و واکنش برگشت را به یک نسبت فقط کاهش می دهد.
- (۳) برای تولید آمونیاک به روش هابر، نیتروژن مورد نیاز از تجزیه ی سدیم آزید به دست می آید.
- (۴) تعادل $H_2S(g) + I_2(s) \rightleftharpoons 2HI(g) + S(s)$ ، نمونه ای از یک تعادل ناهمگن سه فازی است.

۸۸. در صورتی که در تعادل: $PCl_5(g) \rightleftharpoons PCl_3(g) + Cl_2(g)$ ، مقداری $PCl_3(g)$ را وارد کنیم، کدام یک از نمودارهای زیر، نمی تواند بیانگر تغییرات غلظت هیچ یک از مواد موجود در واکنش باشد؟



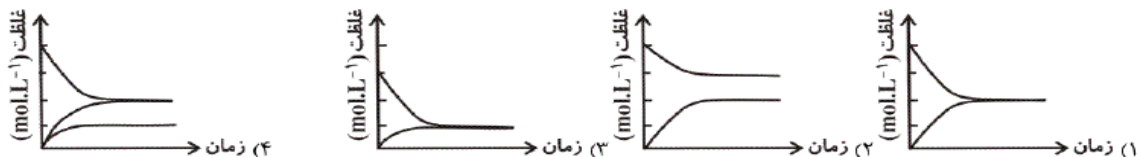
۸۹. در واکنش گازی: $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g) + q$ ، بر اثر کدام تغییر زیر، وضعیت سرعت سنج ها به شکل زیر در می آید؟



- (۱) افزایش دما
- (۲) افزایش فشار
- (۳) کاهش فشار
- (۴) کاهش دما



۹۰. با افزایش حجم، کدام تعادل گازی زیر در جهت برگشت جابه جا می شود؟



۹۱. در سامانه ی تعادلی : $Fe^{3+}(aq) + SCN^{-}(aq) \rightleftharpoons FeSCN^{2+}(aq) + q$ سبب پیشرفت تعادل در جهت رفت می شود.

- (۱) افزایش دما
(۲) افزودن آب به سامانه
(۳) افزودن مقداری سدیم هیدروکسید
(۴) افزودن مقداری نمک آهن (III) کلرید

۹۲. در کدام تعادل ناهمگن زیر، افزایش فشار، تعادل را به سمت برگشت پیش می برد و واحد ثابت تعادل $mol^2.L^{-2}$ است؟

- (۱) $2SO_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g) + O_2(g)$
(۲) $CaCO_3(s) \rightleftharpoons CaO(s) + CO_2(g)$
(۳) $NH_4HS(s) \rightleftharpoons NH_3(g) + H_2S(g)$
(۴) $H_2S(g) + I_2(s) \rightleftharpoons 2HI(g) + S(s)$

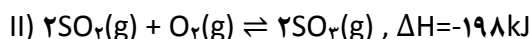
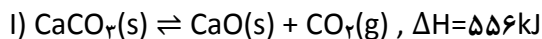
۹۳. در تعادل گازی : $2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g)$ ، اگر در دمای ثابت، حجم ظرف را کم کنیم، پس از جابه جایی تعادل و برقراری تعادل جدید، غلظت SO_2 و غلظت SO_3 و مقدار O_2 می یابد و مقدار ثابت تعادل

- (۱) افزایش - کاهش - افزایش - کاهش می یابد
(۲) کاهش - افزایش - کاهش - افزایش می یابد
(۳) کاهش - افزایش - کاهش - ثابت می ماند
(۴) افزایش - افزایش - کاهش - ثابت می ماند

۹۴. کدام مطلب در مورد سیستم تعادلی $SO_2Cl_2(g) \rightleftharpoons SO_2(g) + Cl_2(g)$ با $\Delta H > 0$ نادرست است؟

- (۱) با افزودن SO_2 به سامانه، تعادل در جهت گرماده جابه جا می شود.
(۲) با کاهش دما، مقدار ثابت تعادل (K) کاهش می یابد.
(۳) با خارج کردن SO_2Cl_2 از تعادل، دمای سیستم کاهش می یابد.
(۴) با افزایش فشار، تعادل در جهت برگشت جابه جا می شود.

۹۵. با توجه به واکنش های تعادلی زیر و مقادیر ΔH آن ها :



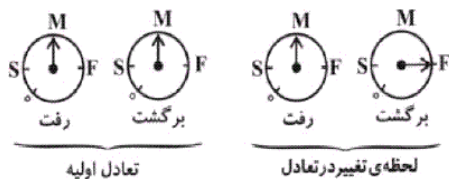
می توان دریافت که در تعادل با دما، تعادل به سمت جابه جا می شود و مقدار ثابت تعادل K می یابد.

- (۱) I - افزایش - راست - کاهش
(۲) II - افزایش - چپ - کاهش
(۳) II - کاهش - راست - کاهش
(۴) I - کاهش - چپ - افزایش



کنکور ۹۶

۹۶. با توجه به سرعت سنج های زیر، چه تغییری بر تعادل گازی $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g) + q$ تحمیل شده است؟



(۱) افزودن NH_3 به تعادل (۲) افزایش فشار (۳) کاهش دما (۴) افزودن آهن به تعادل

۹۷. با توجه به واکنش های تعادلی داده شده می توان دریافت که کاهش حجم ظرف واکنش، تعادل را در جهت رفت و تعادل را در جهت برگشت جابه جا نموده و تغییر حجم ظرف واکنش بر تعادل اثر ندارد.

- I) $2NH_3(g) \rightleftharpoons N_2(g) + 3H_2(g)$
 II) $C(s) + 2N_2O(g) \rightleftharpoons 2N_2(g) + CO_2(g)$
 III) $2NO_2(g) + 7H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g) + 4H_2O(g)$
 IV) $3Fe(s) + 4H_2O(g) \rightleftharpoons Fe_3O_4(s) + 4H_2(g)$

(۱) III - II - IV (۲) IV - III - II (۳) IV - I - III (۴) II - I - III

۹۸. کدام سامانه ی تعادلی از نوع ناهمگن است و بر اثر افزایش دما، در جهت برگشت و بر اثر افزایش فشار، در جهت رفت جابه جا می شود؟

- (۱) $H_2O(l) \rightleftharpoons H_2O(g), \Delta H > 0$
 (۲) $2SO_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g) + O_2(g), \Delta H > 0$
 (۳) $2NO(g) + 2H_2(g) \rightleftharpoons N_2(g) + 2H_2O(g), \Delta H < 0$
 (۴) $CaO(s) + CO_2(g) \rightleftharpoons CaCO_3(s), \Delta H < 0$





پاسخنامه کلیدی تست های دوپینگ - فصل دهم

سوال	گزینه	سوال	گزینه	سوال	گزینه	سوال	گزینه
۱	۴	۵۱	۴	۲۶	۴	۷۶	۴
۲	۲	۵۲	۲	۲۷	۱	۷۷	۴
۳	۱	۵۳	۲	۲۸	۲	۷۸	۲
۴	۲	۵۴	۴	۲۹	۴	۷۹	۴
۵	۴	۵۵	۲	۳۰	۲	۸۰	۴
۶	۲	۵۶	۲	۳۱	۲	۸۱	۴
۷	۱	۵۷	۴	۳۲	۱	۸۲	۲
۸		۵۸	۲	۳۳		۸۳	۴
۹	۴	۵۹	۴	۳۴	۴	۸۴	۴
۱۰	۴	۶۰	۲	۳۵	۴	۸۵	۲
۱۱	۴	۶۱	۱	۳۶	۴	۸۶	۴
۱۲	۲	۶۲	۲	۳۷	۲	۸۷	۴
۱۳	۱	۶۳	۲	۳۸	۱	۸۸	۲
۱۴	۴	۶۴	۲	۳۹	۴	۸۹	۴
۱۵	۲	۶۵	۴	۴۰	۲	۹۰	۴
۱۶	۱	۶۶	۲	۴۱	۱	۹۱	۴
۱۷	۲	۶۷	۱	۴۲	۲	۹۲	۴
۱۸	۲	۶۸	۴	۴۳	۲	۹۳	۴
۱۹	۲	۶۹	۱	۴۴	۲	۹۴	۴
۲۰	۴	۷۰	۲	۴۵	۴	۹۵	۲
۲۱	۴	۷۱	۴	۴۶	۴	۹۶	۱
۲۲	۱	۷۲	۱	۴۷	۱	۹۷	۴
۲۳	۲	۷۳	۴	۴۸	۲	۹۸	۴
۲۴	۴	۷۴	۴	۴۹	۴		
۲۵	۲	۷۵	۱	۵۰	۲		