تدوین : احمد خالقی

بخش چهار « شیمی , راهی به سوی آینده ای روشن تر »

به نام دادار مهرداد

بهترین باش ...

اگر نمی توانی بلوطی بر فراز تپه ای باشی ؛

بوته ای در دامنه ای باش ؛

ولی بهترین بوته ای باش که کنار راه می روید .

اگر نمی توانی بوته ای باشی ؛

علف کوچکی باش ؛

و چشم انداز کنار شاه راهی را شادمانه تر کن ...

اگر نمی توانی نهنگ باشی ؛

فقط یک ماهی کوچک باش ؛

ولی بازیگوش ترین ماهی دریاچه !

همه ما را که ناخدا نمیکنند ؛ ملوان هم می توان بود .

در این دنیا برای همه ما کاری هست ؛ کارهای بزرگ ؛ کارهای کمی کوچکتر ؛

و آنچه که وظیفه ی ماست ؛ چندان دور از دسترس نیست .

اگر نمی توانی شاه راه باشی ؛ کوره راه باش ؛

اگر نمی توانی خورشید باشی ؛ ستاره باش ؛

با بردن و باختن اندازه ات نمی گیرند ؛

هر آنچه که هستی ؛ بهترینش باش ... بهترین ...

نوشتن ؛ شان متعالی انسان است و آدم هایی که دغدغه دارند می نویسند ؛ بدون آن که از باختن بترسند ؛ می نویسند برای آن چه که می دانند ؛ می توانند متفاوت بگویند ؛ می نویسند ؛ برای آن که ؛ متفاوت فکر می کنند ؛ می نویسند تا رشد کنند ؛ و در این راه هستند آنانی که به متفاوت اندیشیدن ؛ ارزش می دهند ؛ بها می دهند و حمایت می کنند ؛ آنانی که باید ستایش شوند ؛ ستایش شوند تا دلگرم بمانند ؛ برای همه ی محبت هایشان .

پس سپاس سپاس از خداوند ؛ برای خالق بودنش ؛ سپاس از پدرو مادر ی که تکیه گاه نیلوفران تازه رسته است ؛

سپاس از همسر و فرزندان برای صبوری اشان ؛ برای اعتمادشان ؛ برای دلگرمی دادن هایشان و برای همه ی خوبی هایشان ؛

سپاس از همه ی آنانی که از لطف و محبت و کمک ؛ دریغ نورزیدند ؛ برای بها دادن به رشد و تعالی آنانی که می خواهند رشد کنند ؛ امید آنکه سرفرازشان کنم ؛

و سپاس از همه ی آنانی که با انتقادهایشان ؛ زمینه ساز رشدو تعالی خواهند شد ؛

و اینکه برای انسان جز آنچه تلاش کرده (بهره ای) نیست « سوره نجم , آیه ۳۶»

دانش شیمی و فنآوری های آن , نقش پر رنگی در عبور از چالش های زندگی ما انسان ها و زسیدن به زندگی مدرن امروزی داشته است . برخی از فنآوری های مهم شیمی در این راستا عبارتند از :

تصفیه آب (مانع از گسترش بیماری وبا در جهان)

تولید پلاستیک (تحول در صنعت پوشاک و صنعت بسته بندی غذا و دارو و ...)

شناسایی و تولید مواد بی حس کننده و آنتی بیوتیک (هموار کردن راه برای انجام جراحی های مختلف)

شناسایی و تولید کودهای شیمیایی مناسب (تامین غذای جهان)

تولید بنزین (سرعت بخشیدن به حمل و نقل)

ساخت مبدل کاتالیستی (کاهش آلودگی ناشی از مصرف بنزین)

گسترش فناوری صفحه های نمایشگر در وسایل الکترونیک

ترتیب زمانی شناسایی و تولید چند فرآورده حاصل از فناوری های شیمیایی پس از انقلاب صنعتی :

$$\begin{pmatrix}\text{مواد عایق گرما}\\ \leftarrow\leftarrow\leftarrow\leftarrow\rightarrow\rightarrow\rightarrow\\ \text{پوششهای دوستدار محیط زیست}\end{pmatrix}\rightarrow\begin{pmatrix}\text{ویتامین آ }(A)\\ \leftarrow\leftarrow\leftarrow\leftarrow\rightarrow\rightarrow\rightarrow\\ \text{مراقبتهای بهداشتی}\end{pmatrix}\rightarrow\begin{pmatrix}\text{اوره}\rightarrow\text{آمونیاک}\\ \leftarrow\leftarrow\leftarrow\leftarrow\rightarrow\rightarrow\rightarrow\\ \text{کودهای شیمیایی}\end{pmatrix}$$

هوای پاک :

هوای پاک و خشک , مخلوطی از گازهای مختلف است که به طور یکنواخت در هواکره پخش شده اند :

نام و فرمول گاز	درصد حجمی در هوای پاک و خشک
نیتروژن	۷۸,۰۷۹
اکسیژن	۲۰,۹۵۲
آرگون	۰,۹۲۸
کربن دی اکسید	۰,۰۳۸۵
نئون	۰,۰۰۱۸
هلیم	۰,۰۰۰۵
کریپتون	۰,۰۰۰۱
زنون و دیگر گازها	ناچیز

هوای آلوده دارای مواد زیر است : $CO\text{-}CO_2\text{-}NO\text{-}NO_2\text{-}SO_2\text{-}O_3\text{-}C_XH_Y$ – ذره های معلق و مواد آلی فرار

گاز اوزون در لایه ی استراتوسفر , نقش محافظتی در برابر تابش فذابنفش خورشید داشته در لایه ی تروپوسفر , آلاینده سمی و خطرناک است .

هوای آلوده باعث زشت شدن چهره شهر , فرسودگی ساختمان ها و پوسیدگی خودروها و تشدید بیماری های تنفسی (برونشیت – آسم – سرطان ریه) و مرگ می شود .

در خروجی اگزوز خودروها , گازهای $SO_2 - CO - C_XH_Y\text{-}NO$ مشاهده می شود .

گاز SO_2 : در نتیجه سوزاندن زغال سنگ و نفت خام و گازوئیل و بنزین با کیفیت پایین , در خودروها و نیروگاه ها , تولید می شود . $S+O_2\rightarrow SO_2$

گاز کربن مونوکسید : در نتیجه سوختن ناقص هیدروکربن ها در صنایع و خودروها تولید می شود .

تدوین : احمد خالقی

هیدروکربن ها : در نتیجه سوختن ناقص , مقداری از هیدروکربن ها وارد هواکره می شود .

گاز NO : در نتیجه ی دمای بالای موتور (بالاتر از ۱۰۰۰ درجه) – به دلیل انرژی فعال سازی بالای این واکنش – در واکنش ناخواسته گازهای N_2 و O_2 هواکره , تولید می شود :$N_2+O_2 \rightarrow 2NO$

مقدار آلاینده های تولید شده بر حسب گرم: $CO > C_XH_Y > NO$

فرمول شیمیایی آلاینده	CO	C_XH_Y	NO
مقدار آلاینده بر حسب گرم به ازای طی یک کیلومتر	۵,۹۹	۱,۶۷	۱,۰۴

گاز NO_2 :در نتیجه واکنش پذیری مناسب NO با O_2 در هوا , NO_2 قهوه ای رنگ بدست می آید : $2NO+O_2 \rightarrow 2NO_2$

گاز اوزون : در هوای آلوده و در حضور نور خورشید , اوزون تروپوسفری تولید می شود : $NO_2+O_2 \rightarrow NO+O_3$

مقدار آلاینده ها در نیمه شب :$NO_2 > NO > O_3$

در اوایل صبح بدلیل واکنش تشکیل NO در اگزوز خودروها , تا ۷ صبح , غلظت این گاز زیاد می شود .

سپس واکنش با O_2هوا داده NO_2 زیاد شده NO کم می شود تا ۹ صبح

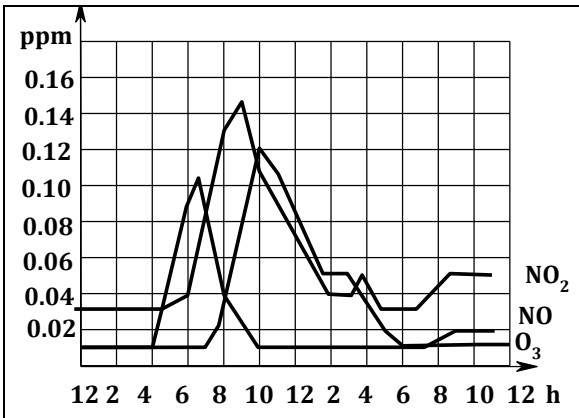
با بالا آمدن خورشید , واکنش اوزون تروپوسفری انجام شده NO_2 کم شده O_3 زیاد می شود تا ۱۰ صبح

از ۱۰ به بعد NO ثابت مانده NO_2 و O_3 کم می شوند .

در یک شبانه روز $NO_2 > O_3 > NO$ می باشد

روند O_3 مشابه NO_2 با تاخیر چند ساعته می باشد .

این آلاینده ها در واکنش های دیگری نیز شرکت می کنند .



نکته : غلظت ppm را برای گازها , یک نسبت مولکولی یا مولی یا حجمی در نظر می گیرند نه نسبت جرمی :

$$ppm = \frac{\text{جرم حل شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 10^6 = \frac{\text{حجم گاز موردنظر}}{\text{حجم کل هوا}} \times 10^6$$

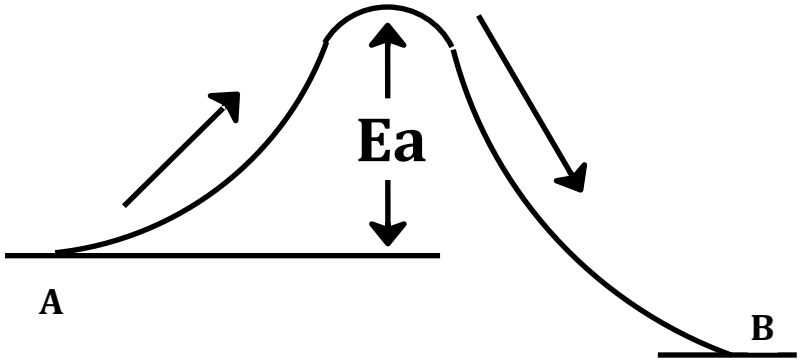
$$= \frac{\text{شمار مولکولهای گاز موردنظر}}{\text{شمار کل مولکولهای موجود در یک نمونه از هوا}} \times 10^6$$

انرژی فعال سازی :

برای این که یک واکنش شیمیایی شروع شود واکنش دهنده ها باید مقدار معینی انرژی داشته باشند یعنی ذره های واکنش دهنده به هنگام برخورد باید انرژی کافی داشته باشند تا در اثر برخورد بین آنها , واکنش مورد نظر انجام شود .

به حداقل انرژی لازم برای شروع هر واکنش شیمیایی , **انرژی فعال سازی واکنش** می گویند .

هنگامی که نوک کبرین روی سطح زیر قوطی کبریت کشیده می شود گرما تولید شده انرژی فعالسازی واکنش , تامین می شود .

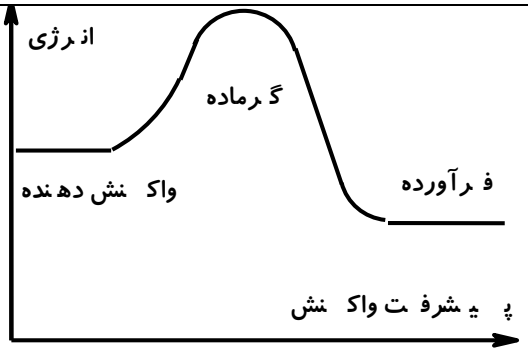


واکنش سوختن گاز متان (گاز شهری) با وجود گرماده بودن , برای آغاز شدن به جرقه یا شعله نیاز دارد تا انرژی فعال سازی آن تامین شود .

در دو واکنش گرماده و گرماگیر , تفاوت سطح انرژی واکنش دهنده ها و فرآورده ها , مقدار ΔH واکنش و تفاوت سطح انرژی واکنش دهنده ها با قله نمودار , انرژی فعال سازی رفت واکنش را نشان می دهد .که با سرعت واکنش رابطه وارونه دارد

هر چه انرژی فعالسازی زیاد شود سرعت کم می شود (به یک نسبت نیست)

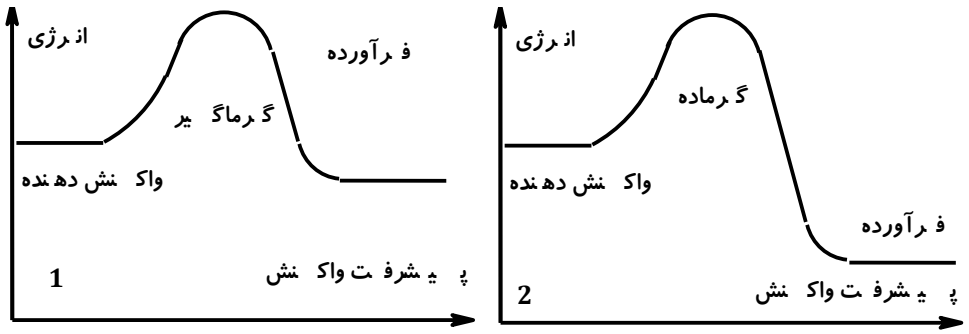
بین سرعت و ΔH رابطه ای وجود ندارد .



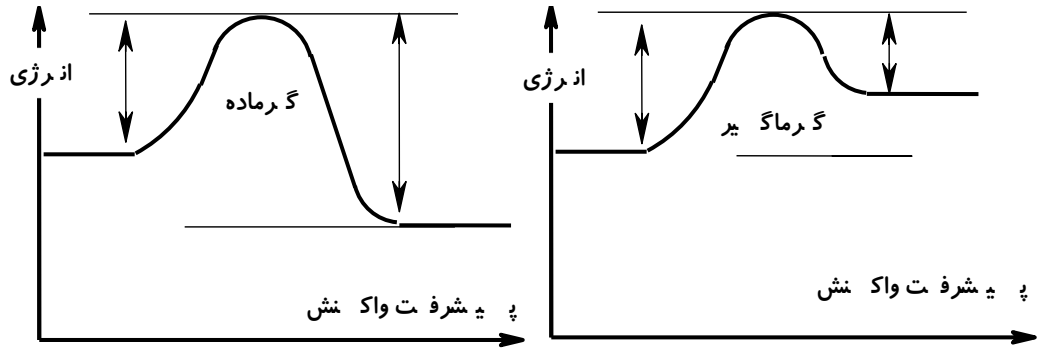
علامت آنتالپی :	علامت آنتالپی :
مجموع انرژی پیوندی واکنش دهنده ها فرآورده ها	مجموع انرژی پیوندی واکنش دهنده ها فرآورده ها
مقایسه سرعت رفت :	

انرژی پیوند همانند انرژی فعال سازی , همیشه مثبت است اما انرژی پیوندی , بیشتر از انرژی فعال سازی است زیرا ... ...

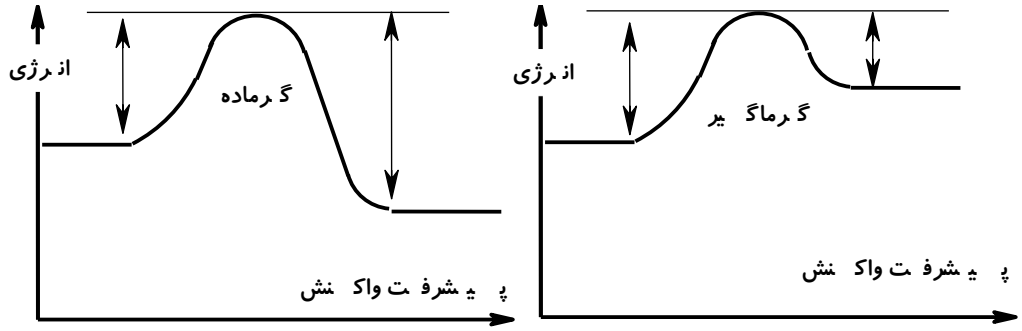
سوال : فسفر سفید بر خلاف هیدروژن در دمای اتاق می سوزد . کدام نمودار مربوط به سوختن هیدروژن و کدام مربوط به سوختن فسفر سفید است ؟



اگر فرض کنیم واکنشی برگشت پذیر باشد می توان انرژی فعال سازی برگشت برای آن تعریف کرد :

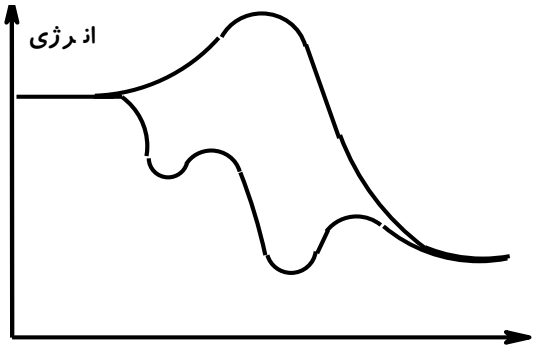


سطح انرژی فرآورده ها یا واکنش دهنده ها را از مبدا محور انرژی می سنجیم :

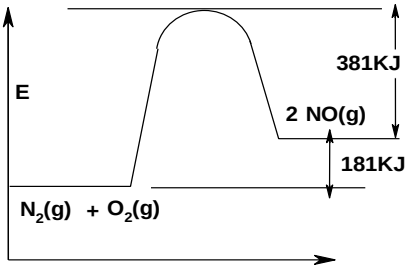


هر چه انرژی ماده ای بالاتر باشد نسبت به ذرات دیگر , ناپایدارتر است .

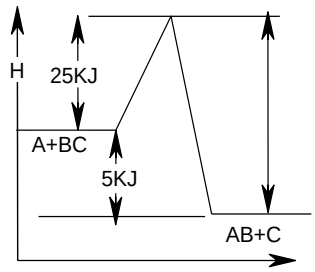
ممکن است واکنشی در چند مرحله انجام شود هر مرحله که انرژی فعالسازی رفت کمتری داشته باشد سریعتر می باشد .



۱. سوال : چرا واکنش گاز N_2 و O_2 در دمای بالای اگزوز , انجام می شوند ؟



۲. مثال : کدام گزینه با توجه به نمودار ؛ نادرست است ؟



۱) انرژی فعالسازی واکنش AB+C→A+BC مساوی 30kj/mol است .

۲) انرژی پیوند A-B به اندازه ی 5kj/ml از انرژی پیوند B-C بیش تر است

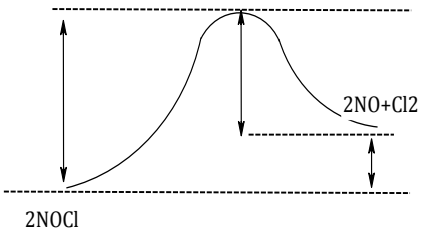
۳) انرژی پیوند B-C مساوی 25kj/mol است .

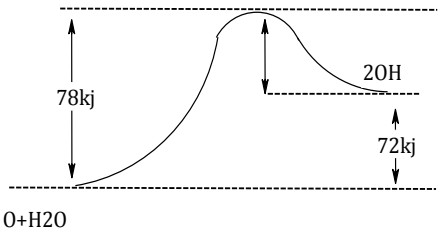
۴) تشکیل پیچیده ی فعال از مواد اولیه یا از مواد حاصل ؛ گرماگیر است .

۳. مثال : در واکنش گرماده ای ۸۰ کیلوژول گرما آزاد شده است . انرژی فعال سازی در مسیر برگشت کدام مقدار نمی تواند باشد ؟ (120 – 100 – 85 – 75)

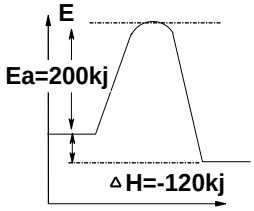
۴. مثال : به نمودارهای زیر توجه کنید .پایداری واکنش دهنده ها را با فرآورده ها , مقایسه کنید .

۱)واکنش : $O(g)+H_2O(g)\rightarrow 2OH(g)$ ۲)واکنش : $2NOCl(g)\rightarrow 2NO(g)+Cl_2(g)$





۵. در نمودار انرژی – مسیر واکنش زیر ؛ اگر انرژی فعال سازی رفت را 20% کاهش دهیم انرژی فعال سازی برگشت چند می شود ؟



۶. مثال : در یک واکنش فرضی ، مجموع انرژی واکنش دهنده ها و مجموع انرژی فرآورده ها به ترتیب برابر ... و ... کیلو ژول است . اگر بدانیم انرژی فعال سازی این واکنش در جهت رفت برابر ... کیلو ژول بر مول است ، انرژی فعال سازی آن در جهت برگشت بر حسب کیلو ژول بر مول ... می باشد و مجموع انرژی پیوندی واکنش دهنده ها ... و مجموع انرژی پیوندی فرآوردها ... می باشد .

۱) 52 , 227 , 262 , 87 , 210 , 35

۲) 83 , 258 , 52 , 227 , 1850 , 1675

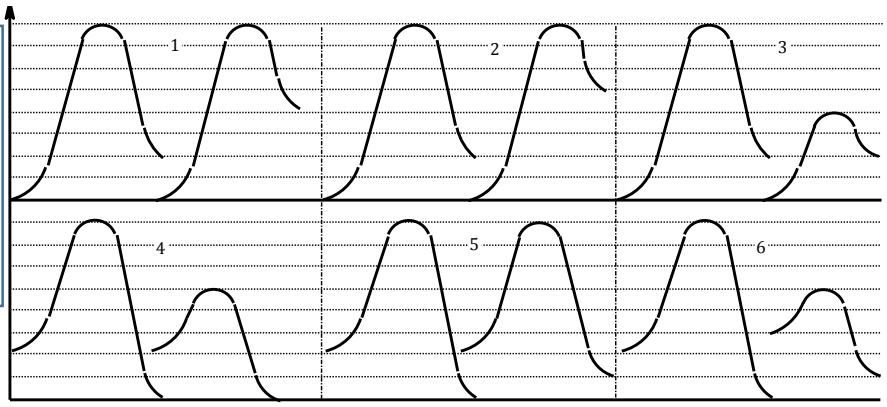
۳) 227 , 52 , 83 , 258 , 1675 , 1850

۴) 258 , 83 , 76 , 241 , 1850 , 1675

۷. در واکنش $2SO_2+O_2 \rightarrow 2SO_3$ برای تشکیل ۱۶ گرم SO_3 مقدار ۲۰ کیلوژول گرما آزاد می شود اگر Ea برابر ۵۰ کیلوژول بر مول باشد $E'a$ چند کیلوژول می شود ؟

۸. مثال : به جملات زیر دقت کنید . (درستی جملات را تایید کنید) (هر کدام مربوط به کدام نمودار است)

سطح انرژی قله انرژی پایین تر ؛
پایداری مواد در قله انرژی بیشتر
انرژی فعال سازی رفت کمتر ؛



۱-در دو واکنش گرماگیر ، با انرژی فعال سازی برابر ، که آنتالپی واکنش دوم ۲ برابر اولی است ، تنها انرژی فعال سازی برگشت دوم کمتر از اول است

۲-در دو واکنش گرماگیر ، با انرژی فعالسازی رفت برابر ، که انرژی فعال سازی برگشت اول ۲ برابر دومی است ، تنها آنتالپی دومی از اولی بیش تر است .

۳-در دو واکنش گرماگیر با آنتالپی برابر ، که انرژی فعال سازی رفت دومی نصف اولی است ، انرژی فعال سازی برگشت دومی تنها کم تر است .

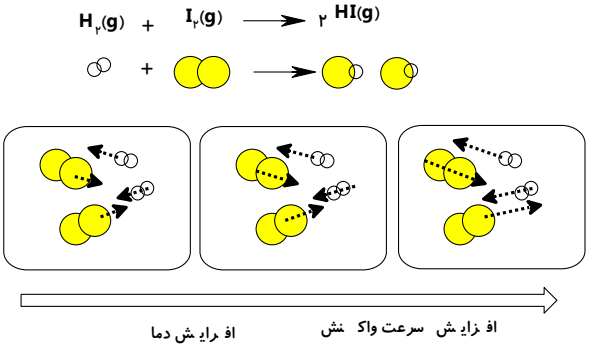
۴-در دو واکنش گرماده ، با آنتالپی برابر ، که انرژی فعال سازی رفت دومی نصف اولی است ، انرژی فعال سازی برگشت دومی تنها کم تر است .

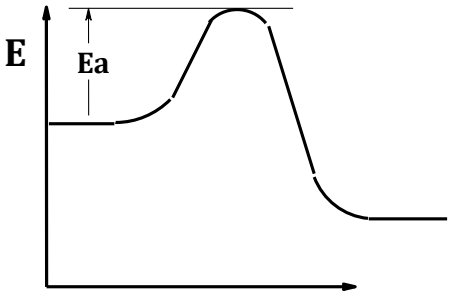
۵-در دو واکنش گرماده ، با انرژی فعال سازی رفت برابر ، که آنتالپی واکنش اول ۲ برابر دومی است ، انرژی فعال سازی برگشت دومی تنها کم تر از اولی است .

۶-در دو واکنش گرماده با آنتالپی برابر ، که انرژی فعال سازی برگشت اولی ۲ برابر دومی است ، انرژی فعال سازی رفت دومی تنها کم تر است .

اثر کاتالیزگر بر سرعت واکنش :

یکی از عوامل موثر بر سرعت واکنش ها , دما بوده است با افزایش دما , انرژی جنبش های واکنش دهنده ها بیشتر شده , شمار ذره هایی که در واحد زمان می توانند از قله انرژی عبور کرده به فرآورده تبدیل شوند , افزایش یافته و در نتیجه سرعت واکنش افزایش می یابد .

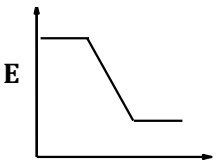




مثلا : $Mg_{(s)}+2H_2O_{(L)} \rightarrow Mg(OH)_{2(aq)}+H_{2(g)}$

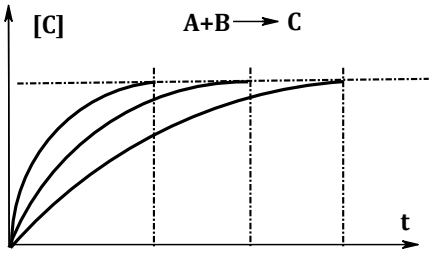
الف)آب سرد (به کندی واکنش میدهد .) ب)آب جوش (با سرعت بیش تری واکنش می دهد)

تغییر دما بر سرعت واکنش هایی که Ea آنها صفر است (بسیار سریع انجام می شوند) تاثیر چندانی ندارد . $A + B \xrightarrow{Ea=0} AB$

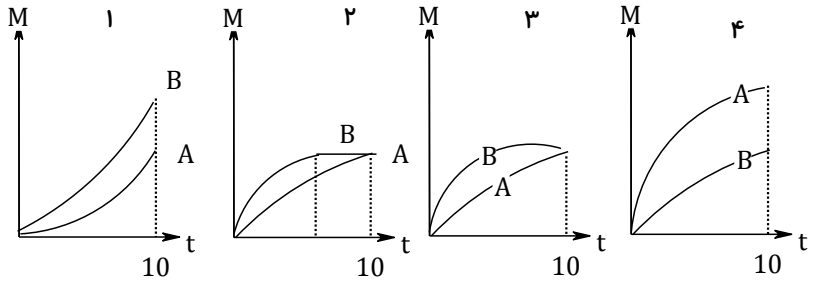


۱. مثال : در بعضی از واکنش ها به ازای هر ۱۰ درجه افزایش دما ؛ سرعت واکنش دو برابر می شود .(زمان نصف می شود) پس واکنشی که در دمای ۶۰ درجه انجام می شود تقریبا به نسبت ..... مرتبه سریع تر از همان واکنش در دمای ۲۰ درجه است . (بدیهی است که زمان انجام واکنش در ۶۰ درجه به نسبت ..... مرتبه کمتر از دمای ۲۰ درجه می باشد) .

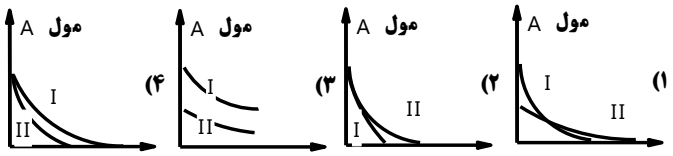
۲. با افزایش دما ؛ شیب نمودار سرعت ؛ افزایش می یابد بودن آنکه مقدار محصول زیاد شود ! ! !



۳. مثال : اگر واکنشی را یک بار در دمای $25^0C(A)$ و بار دیگر در دمای $65^0C(B)$ انجام دهیم ؛ نمودار غلظت – زمان یکی از فرآورده ها ی آن در دو حالت چگونه خواهد بود ؟ ۲



۴. مثال : با توجه به این که A یک واکنش گر در یک واکنش فرضی یک طرفه می باشد . در کدام نمودار می توان اختلاف دو مسیر اول و دوم را مربوط به تغییر دما دانست ؟ (دما در مسیر I کم تر از مسیر II می باشد .)



برخی واکنش ها در صنعت , فقط در دما و فشار بالا انجام می شوند اما تامین این شرایط , صرفه اقتصادی ندارد . با استفاده از کاتالیزگر می توانیم بسیاری از واکنش ها را در دما و فشار به نسبت پایین تر , با سرعت انجام دهیم .

کاتالیزگر ماده ای است که سرعت واکنش شیمیایی را افزایش داده ولی در پایان واکنش , دست نخورده باقی می ماند پس می توان بارها و بارها به کار برده شوند .

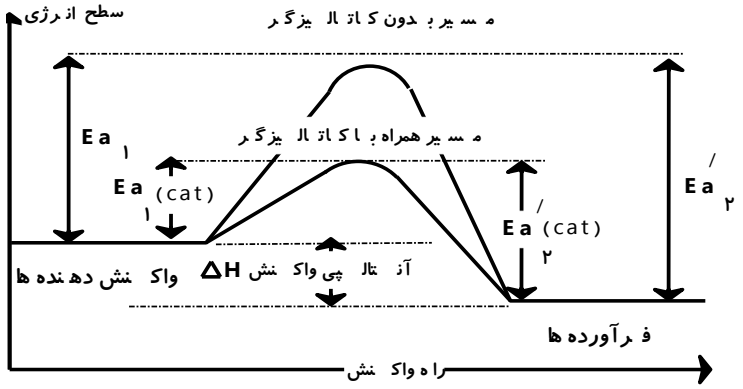
شیمی دانها برای انتخاب کاتالیزگر مناسب , موارد زیر را در نظر گرفتند :

۱)هر سه واکنش باید هم زمان انجام شود . ۲)یک کاتالیزگر نمی تواند همه ی واکنش ها را سرعت ببخشد .

۳)هر کاتالیزگر , واکنش ویژه ای را سرعت می بخشد . ۴)در حضور کاتالیزگر واکنش ناخواسته ی دیگری انجام نشود .

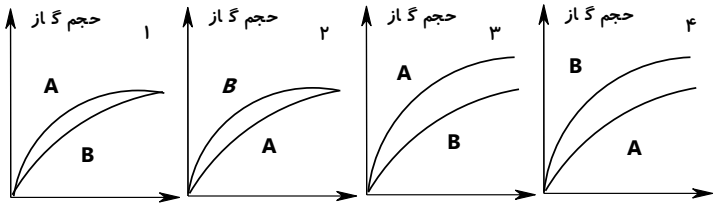
۵)کاتالیزگر باید پایداری شیمیایی و گرمایی بالا داشته باشد .

کاتالیزگرها با تغییر مسیر واکنش و کاهش دادن انرژی فعال سازی , باعث شده واکنش دهنده ها سریع تر به فرآورده ها تبدیل شوند .

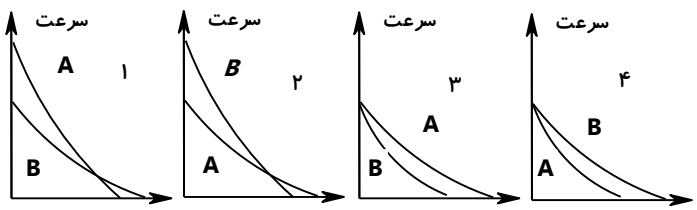


کاتالیزگرها هیچ تاثیری روی مقدار نهایی فرآورده ها نداشته تنها شیب نمودار را افزایش می دهند .

۱. در دو واکنش A و B سرعت تجزیه ی هیدروژن پراکسید مورد مطالعه قرار گرفت . آزمایش Bدر حضور کاتالیزگر و آزمایش A در غیاب کاتالیزگر انجام شد . نمودار حجم گاز اکسیژن حاصل در این دو واکنش کدام است ؟



۲. مثال : کدام نمودار تغییرات سرعت آب اکسیژنه را نشان میدهد .



۳. مثال : در واکنشی Ea=100kj و $\Delta H = -50kj$ است در صورت استفاده از کاتالیزگر،انرژی فعال سازی به 85kj کاهش می یابد ودر نتیجه انرژی فعال سازی در مسیر برگشت ... درصد کاهش یافته و ΔH واکنش ...

۱)ده – کاهش می یابد .۲)پانزده – افزایش می یابد . ۳)ده – بدون تغییر می ماند ۴)پانزده – بدون تغییر می ماند

۴. در واکنش A+B→C با توجه به جدول زیر مطلوبست :

	Ea	$E'a$	ΔH
در حضور کاتالیزگر	۱۲۰		-۸۰
بدون حضور کاتالیزگر		۲۵۰	

$|\Delta H| + E'a = \cdots$ $\frac{E'a}{Ea} = \cdots$

و تفاوت سطح انرژی قله انرژی در دو حالت :

با استفاده از کاتالیزگرها می توان واکنش ها را دماهای پایین تری با سرعت مناسبی انجام داد تا سوخت های فسیلی کمتری مصرف شده آلاینده های کمتری تولید شود .

۱. کاتالیزگرها چهار مورد را افزایش می دهند :

سرعت واکنش رفت سرعت واکنش برگشت غلظت ذرات در قله انرژی پایداری ذرات قله انرژی

۲. کاتالیزگرها چهار مورد را کاهش می دهند :

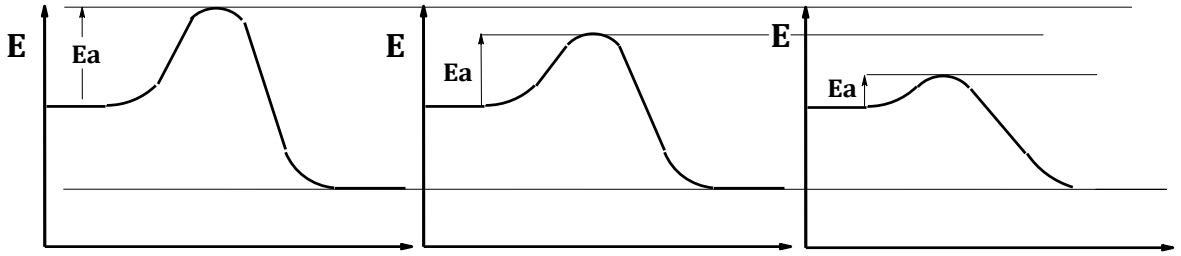
انرژی فعال سازی رفت انرژی فعال سازی برگشت سطح انرژی قله ی انرژی زمان انجام واکنش

۳. کاتالیزگرها چهار مورد را بدون تغییر باقی می گذارند :

سطح انرژی مواد واکنش دهنده و فرآورده ها نوع محصول مقدار نهایی فرآورده گرمای واکنش تبدیل یک واکنش خود به خودی به غیر خود بخودی

مخلوط گازهای اکسیژن و هیدروژن به شدت انفجاری و خطرناک است اما می توان این مخلوط را در دمای اتاق برای مدتی طولانی – شاید هزاران سال – نگه داشت به دلیل تامین نشدن انرژی فعال سازی این واکنش (ایجاد جرقه) راه دیگر انجام پذیر شدن این واکنش , استفاده از کاتالیزگرهای روی (توری روی یا پودر روی) و پلاتین می باشد .

شرایط آزمایش	دما (^0C)	سرعت واکنش	آنتالپی واکنش (kj)
بدون حضور کاتالیزگر	۲۵	ناچیز	– ۵۷۲
ایجاد جرقه در مخلوط	۲۵	انفجاری	– ۵۷۲
در حضور پودر روی	۲۵	سریع	– ۵۷۲
در حضور توری پلاتینی	۲۵	انفجاری	– ۵۷۲



مبدل های کاتالیستی :

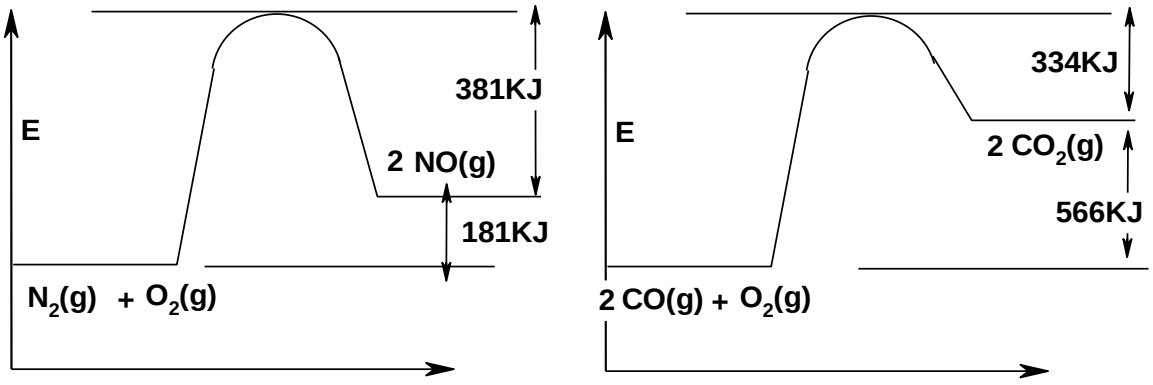
مدت زمان خروج گازهای آلاینده ($CO - CxHy - NO$) از موتور خودرو بسیار کم بوده , دمای این گازها به سرعت کاهش می یابد . برای حذف این گازها پیش از خروج از اگزوز , به کمک مبدل کاتالیستی , آنها را به گازهای کم خطر تر تبدیل می کنند :

$1)2CO(g)+O_2(g)\rightarrow 2CO_2(g)$ (ترکیب) $\qquad 3)2NO(g)\rightarrow N_2(g)+O_2(g)$ (تجزیه)

$2)C_xH_y(g)+(x+\frac{y}{2})O_2(g)\rightarrow xCO_2(g)+\frac{y}{2}H_2O(g)$ (سوختن)

آیا این واکنش ها , اکسایش کاهش می باشند ؟

آیا این واکنش ها در دماهای پایین انجام می شوند ؟



فلزهای پلاتین (Pt) و پالادیم (Pd) و رودیوم (Rh) را در مسیر اگزوز قرار داده تا واکنش های یاد شده با سرعت های مناسب و بالا انجام شود .

در مبدل کاتالیستی از یک طرف آلاینده های CO , C_xH_y و NO وارد شده و پس از عبور از مبدل های کاتالیستی و انجام واکنش ها از طرف دیگر , CO_2 , H_2O , N_2 و O_2 خارج می شوند .

مبدل های کاتالیستی , توری های از جنس سرامیک هستند که سطح آن ها با فلزهای پلاتین , پالادیم و رودیم پوشانده شده است .این مبدل ها را به شکل توری می سازند تا سطح تماس آلاینده ها با کاتالیزگرها زیاده شده و سرعت واکنش ها افزایش یابد .

امروزه در برخی از مبدل های کاتالیستی , سرامیک را به شکل مش (دانه) های ریز در می آورند و کاتالیزگر را روی سطح آن می نشانند . این مبدل ها کارایی بالاتری دارند زیرا سطح تماس مش ها از توری بیش تر است .

با وجود مبدل کاتالیستی , در هنگام روشن و گرم شدن خودرو (به ویژه در روزهای سرد زمستان) باز هم آلاینده های C_XH_Y , CO , NO در گازهای خروجی از اگزوز خودروها پیدا می شوند زیرا مبدل های کاتالیستی در دماهای پایین , کارآیی خود را از دست می دهند و برای کارکرد مناسب می بایست دمای آن ها به مقدار مشخصی رسیده باشد . در خودروهای امروزی با باز کردن سوئیچ (قبل از روشن کردن خودرو) , گرمکن های الکتریکی , کاتالیزگرها را به دمای مورد نظر می رسانند .

فرمول شیمیایی آلاینده		CO	C_XH_Y	NO
مقدار آلاینده بر حسب گرم به ازای طی یک کیلومتر	در غیاب مبدل	۵,۹۹	۱,۶۷	۱,۰۴
	در حضور مبدل	۰,۶۱	۰,۰۷	۰,۰۴

مبدل کاتالیستی , بر کاهش کدام آلاینده تاثیر بیشتری دارد ؟

مبدل های کاتالیستی برای خوردوهای دیزلی :

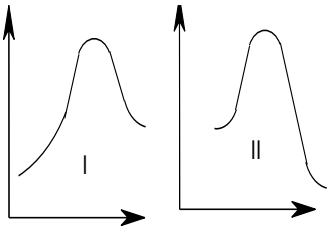
مبدل های ماشین های بنزین سوز , نمی توانند گازهای NO و NO_2 خروجی از خودروهای دیزلی را به گاز نیتروژن تبدیل کنند .

موتور دیزلی , نوعی موتور درون سوز است که در آن بر خلاف موتور خودروهای بنزینی , انفجار بر اثر تراکم سوخت و هوا بدون نیاز به جرقه زنی , اتفاق می افتد .

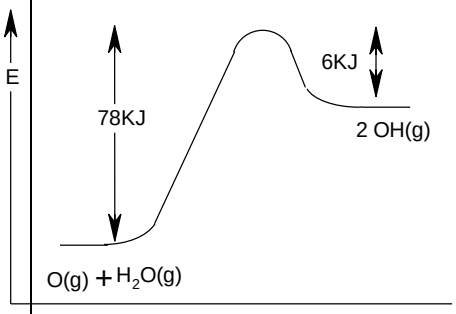
در مبدل های مخصوص ماشین های دیزلی , با تزریق آمونیاک ,واکنش زیر روی می دهد :

$$NO(g) + NO_2(g) + 2NH_3(g) \rightarrow 2N_2(g) + 3H_2O(g)$$

با انجام این واکنش تا حدود زیادی از ورود این گازها به هوا جلوگیری می شود .

انرژی فعال سازی	
۱. کدام مطلب نادرست است ؟ (ت ۸٤) ۱-انرژی فعال سازی برابر حداقل انرژی لازم برای آغاز شدن واکنش است . ۲-انرژی فعال سازی برابر تفاوت سطح انرژی واکنش دهنده ها با فرآورده ها است . ۳)انرژی فعال سازی , برابر تفاوت سطح انرژی واکنش دهنده ها با ذرات موجود در قله انرژی است . ٤)انرژی فعال سازی , انرژی لازم برای سست کردن تعدادی از پیوندهای واکنش دهنده ها است .	۲
۲. در واکنش های شیمیایی ؛ هر چه مقدار انرژی فعال سازی ... باشد ، ساختار ذرات قله انرژی ... و سرعت واکنش ... است . (ر ۹۰) ۱)کمتر – ناپایدارتر–بیشتر۲)کمتر–پایدارتر–کمتر۳)بیشتر–ناپایدارتر–کمتر٤)بیشتر–پایدارتر–بیشتر	۳
۳. انرژی فعال سازی انرژی لازم برای کدام مورد زیر است ؟ (آ ۸۹)۱)افزایش سطح انرژی فرآورده ها ۲)تشکیل قله ی انرژی ۳)شکست کامل پیوند مولکول های واکنش دهنده ٤)افزایش انرژی پیوند فرآورده ها	۲
٤. هر چه انرژی فعال سازی واکنشی ..... باشد سرعت آن واکنش ..... و اگر Ea واکنش رفت از Ea واکنش برگشت ..... باشد آن واکنش ؛ گرما..... است . (ر ۸٤)۱) بیشتر – کمتر – بزرگتر – ده ۲) کمتر – بیشتر – کوچکتر – ده۳) کمتر – کمتر – کوچکتر – گیر ۳) بیشتر – بیشتر – کوچکتر – گیر	۲
۵. کدام مطلب درست است ؟ (ت ۹۰)۱-یک فلاسک پر از آب جوش ؛ نمونه ای از یک سامانه منزوی است ۲-در واکنش سوختن از متان ، بی نظمی عامل مساعد و آنتالپی عامل نامساعد است . ۳-در واکنش های گرماده ، مجموع ΔH^0 های تشکیل فرآورده ها در مقایسه با مجموع ΔH^0 های تشکیل واکنش دهنده ها ، بزرگ تر است . ٤- ΔH^0 واکنش یک مرحله ای با کم کردن Ea در جهت برگشت از Ea در جهت رفت به دست می آید .	۴
٦. در واکنش : $A+B \rightarrow C+D$ انرژی فعال سازی واکنش رفت 15KJ و $\Delta H = -185KJ$ است . انرژی فعال سازی واکنش برگشت چند کیلو ژول است ؟ (آ ۸۹) ۱) 200 ۲) 170 ۳) 180 ٤) 285	۱
۷. با توجه به نمودارهای ((انرژی – پیشرفت واکنش)) روبه رو ، کدام مطلب نادرست است ؟ (ت ۹۰) ۱)ذرات قله انرژی در واکنش I پایدارتر است . ۲)واکنش II ، گرماده و ΔH^0 آن کوچکتر است . ۳)واکنش I گرماگیر است و سرعت آن در جهت رفت کم تر است . ٤)در واکنش II ، مجموع ΔH^0 های تشکیل فرآورده ها در مقایسه با واکنش دهنده ها ، کوچک تر است .  	۱
۸. در هر واکنش ... ؛ سطح انرژی ... سطح انرژی ... ؛ ... است و ΔH ؛ ... از صفر است . (ر ۸٦) ۱-گرماگیر – واکنش دهنده ها ، به – قله انرژی – نزدیکتر – بزرگتر۲-گرماگیر – واکنش دهنده ها ، از – فرآورده ها – پایین تر – بزرگتر۳-گرماده – فراورده ها ، به – قله انرژی – نزدیکتر – کوچکتر ٤-گرماده – فراورده ها ، از – قله انرژی – بالاتر – کوچکتر	۲

۹. با توجه به شکل ؛ کدام مطلب درست است ؟(ر ۸۸) — ۱



۱)واکنش ؛ تنها در دماهای بالا می تواند خوبه خودی باشد .

۲)واکنش ؛ گرماگیر و با کاهش بی نظمی همراه است .

۳)مقدار ΔH واکنش برابر $-72kj$ و سرعت آن در جهت برگشت بیشتر است .

٤)مقدار ΔH تشکیل فراورده ها از مجموع ΔH های تشکیل واکنش دهنده ها کوچکتر است .

۱۰. اگر در واکنش های برگشت پذیر روبه رو : — ۴

$$1)A \underset{\leftarrow}{\overset{\rightarrow}{}} B + C \Rightarrow \Delta H = +40KJ \qquad 2)D \underset{\leftarrow}{\overset{\rightarrow}{}} E + F \Rightarrow \Delta H = -40KJ$$

مقدار انرژی فعال سازی (در جهت رفت) در هر یک از آنها برابر 80 KJ باشد کدام مطلب درباره آنها درست است ؟ (ر ۸۵)

۱) فراورده های واکنش ۱ در جهت مقایسه با واکنش ۲ پایدارترند .

۲) انرژی فعال سازی در جهت برگشت در واکنش ۲ دو برابر واکنش ۱ است .

۳) قله انرژی در مقایسه با فرآورده ها در واکنش ۲ ؛ پایداری بیشتری دارد .

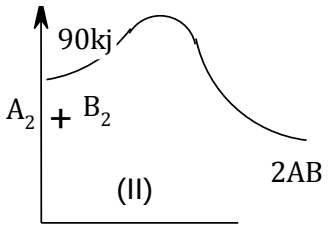
٤) تفاوت انرژی فعال سازی دو واکنش در جهت برگشت برابر ۸۰ کیلوژول است .

۱۱. با توجه به شکل ؛ اگر تفاوت سطح انرژی قله با سطح انرژی فرآورده ها برابر 316KJ باشد می توان دریافت که ΔH این واکنش برابر با ..... کیلوژول و ..... . (ر ۸٦) — ۴

۱)$+226$ – واکنش با کاهش بی نظمی همراه است . ۲) $+226$ – واکنش با افزایش بی نظمی همراه است .

۳)-226 – مجموع انرژی پیوندی واکنش دهند ها از مجموع انرژی پیوندی فرآورد ها بیشتر است .

٤)-226 – مجموع ΔH های تشکیل فرآورده ها از مجموع ΔH های تشکیل واکنش دهنده هاکوچکتراست .

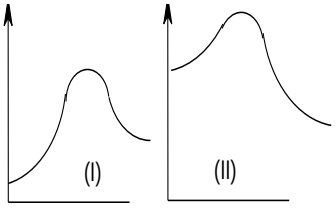


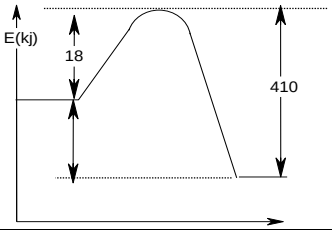
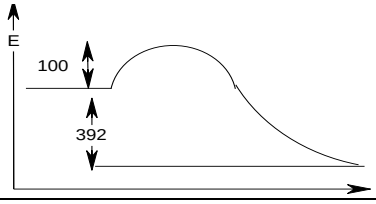
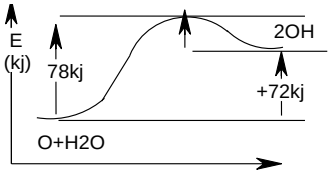
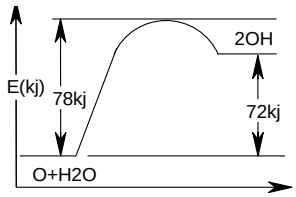
۱۲. با توجه به نمودارهای ((انرژی – پیشرفت واکنش)) روبه رو ، کدام مطلب ، نادرست است ؟ (ر ۸۹) — ۱

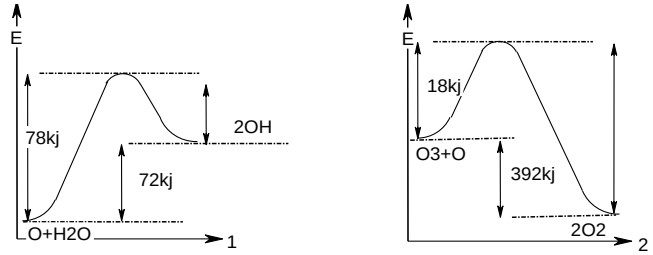
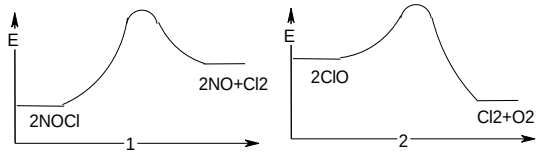
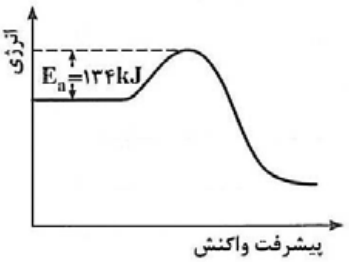
۱)قله انرژی در واکنش (II) پایدارتر است . ۲) مقدار ΔH واکنش (II) از ΔH واکنش (I) بزرگتر است.

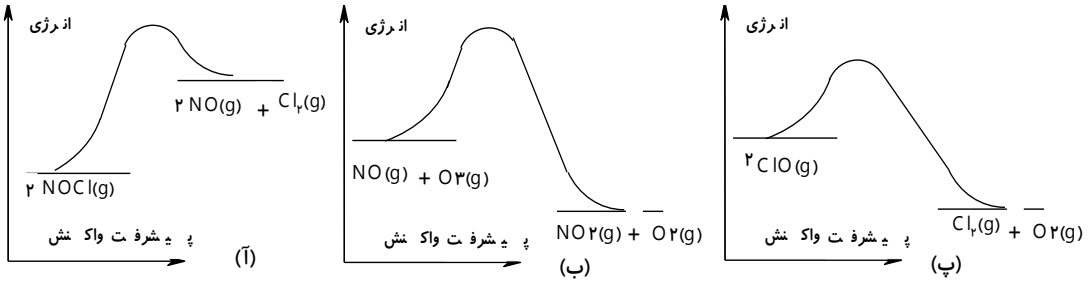
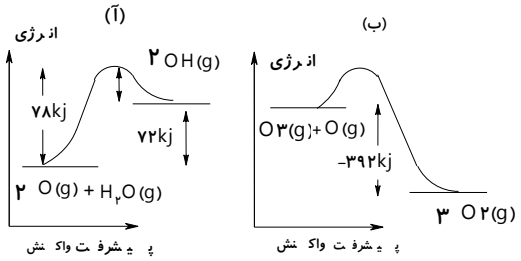
۳) سرعت واکنش (II) در جهت برگشت در مقایسه با واکنش (I) در جهت برگشت بیشتر است .

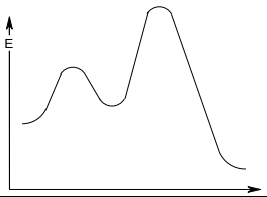
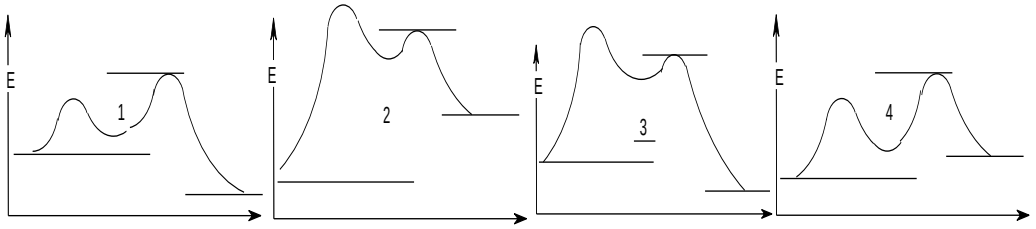
٤) واکنش (I) گرماگیر و مجموع انرژی پیوندی فرآورده ها در آن نسبت به واکنش دهنده ها کمتر است .

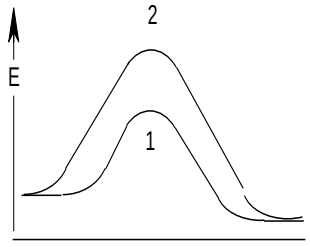
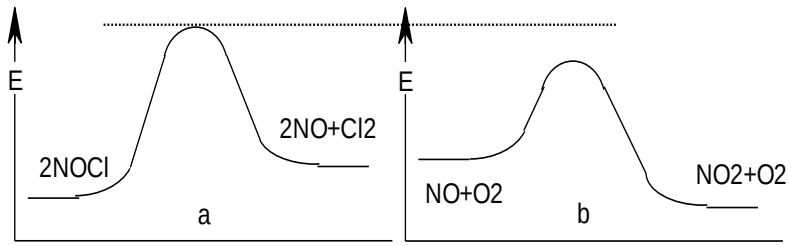
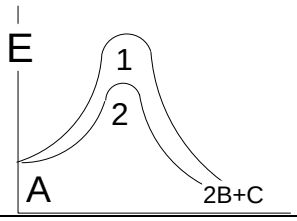
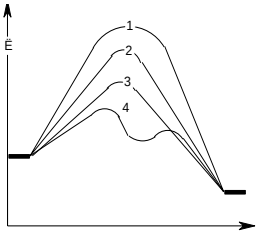


۱	۱۳. در یک واکنش شیمیایی گرماگیر Ea واکنش برگشت 5.5 کیلو ژول و $\Delta H=+68$ کیلو ژول می باشد Ea واکنش رفت چند کیلو ژول است ؟ (آ ۸۷ خ) ۱) 73.5 ۲) 75 ۳) 56.5 ٤) 62.5
۱	۱٤. با توجه به نمودار روبه رو و داده های آن ؛ می توان دریافت که این واکنش در جهت ... گرما ... و سرعت آن در این جهت ... است و ΔH آن در جهت برگشت برابر ... کیلوژول است . (آ ۸۹) ۱)رفت – ده – بیشتر – 392+ ۲)رفت – ده – کم تر – 392- ۳)برگشت – گیر – کم تر – 410- ٤)برگشت – گیر – بیشتر – 410+ 
۳	۱۵. با توجه به نمودار روبه رو 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 ... کیلو ژول است . (خ ۸۸) ۱)برگشت – ده – بیشتر – 492- ۲)رفت – گیر – کم تر – 392+ ۳)برگشت – گیر – کم تر – 392+ ٤)رفت – ده – بیشتر – 492- 
۳	۱٦. 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 ؟ (خ ۸۵) ۱)تبدیل ذرات قله انرژی به واکنش دهنده ها ، آسان تر از تبدیل آن به فرآورده ها است . ۲)واکنشی گرماده است و سرعت آن ، در جهت برگشت زیاد است . ۳)مقدار ΔH آن ، ۱۲ برابر مقدار انرژی فعال سازی در جهت برگشت است . ٤)واکنشی گرماگیر است و فرآورده ی آن از واکنش دهنده ها پایدارتر است . 
۴	۱۷. با توجه به شکل روبه رو ، کدام مطلب درست است ؟ (خ ۸۷)۱) ΔH واکنش ، برابر 72- کیلوژول است . ۲)واکنش گرماگیر و با کاهش بی نظمی همراه می باشد .۳)$OH_{(g)}$ ، از مخلوط $H_2O_{(g)}+O_{(g)}$ ، پایدار تر است . ٤)واکنش ، تنها در دماهای بالاتر می تواند خودبه خودی باشد . 

۱۸. درواکنش فرضی : $A+2BC \rightarrow 2B+AC_2$ ، برای تشکیل قله انرژی ، مقدار 90kj گرما لازم است ، اگر از تجزیه ی ذرات قله انرژی 100kj گرما آزاد شود ، انرژی پیوند A-C ، برابر چند کیلو ژول بر مول است ؟ (انرژی پیوند B-C 60kj/mol) (ت ۹۱) ۱) ۳۰ ۲) ۵۵ ۳) ۶۵ ۴) ۷۰	۳
۱۹. با توجه به نمودارهای شکل زیر ، کدام بیان نادرست است ؟ (خ ۸۶)  ۱)سرعت واکنش ۱ از سرعت واکنش ۲ ، کمتر است .۲)تفاوت ΔH دو واکنش ، برابر با 320kj است . ۳)در واکنش ۱ ، انرژی فعال سازی در جهت رفت ، ۱۳ برابر آن در جهت برگشت است . ۴)واکنش ۲ گرماده و انرژی فعال سازی آن در جهت برگشت برابر ۴۱۰ کیلوژول است .	۲
۲۰. 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 ... تر و مقدار انرژی فعال سازی آن ... است . (خ ۸۵) ۱) ۱-گیر-NOClدشوار-کمتر ۲) ۲-ده-ClOآسان-کمتر ۳) ۱-گیر-NOClآسان-بیشتر ۴) ۲-ده-ClOدشوار-کمتر  	۲
۲۱. با توجه به شکل روبه رو ، اگر تفاوت سطح انرژی ذرات قله انرژی و فرآورده ها ، برابر با 360kj باشد ، می توان دریافت که ΔH این واکنش برابر با ... کیلوژول و ... ۱) 226- ، واکنش با کاهش بی نظمی همراه است . ۲) 226+ ، واکنش با افزایش سطح انرژی همراه است . ۳) 226+ ، مجموع انرژی های پیوندی واکنش دهنده ها از مجموع انرژی های پیوندی فرآورده ها بیش تر است . ۴) 226- ، مجموع ΔH های تشکیل فرآورده ها از مجموع ΔH های تشکیل واکنش دهنده ها کوچک تر است .  	۴

۴	۲۲. کدام گزینه با توجه به نمودارهای تغییر انرژی نسبت به پیشرفت واکنش های زیر , که در مقیاس یکسان رسم شده اند , درست است ؟ خ ت ۹۲  ۱)مقدار ΔH واکنش های (پ) و (ب) برابر و از ΔH واکنش (آ) بزرگ تر است . ۲)واکنش (ب) , از نوع جابه جایی دو گانه است و کوچک ترین ΔH را دارد . ۳)هر سه واکنش یک مرحله ای بوده و افزایش دما تاثیر یکسانی بر آنها دارد . ٤)واکنش $2NO(g)+Cl_2(g)\rightarrow 2NOCl(g)$ در صورت انجام , گرماده است .
۲	۲۳. با توجه به نمودارهای « انرژی – پیشرفت واکنش » زیر , کدام گزینه درست است ؟ (ت ۹۳) ۱)واکنش : $2OH(g)\rightarrow H_2O(g)+O(g)$, 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 . ٤)سرعت واکنش آ بیشتر است و تشکیل هر مول گاز اکسیژن با آزاد شدن ۱۹٦ کیلو ژول گرما همراه است . 
	واکنش های چند مرحله ای
۱	۲٤. با توجه به ساز وکار دو مرحله ای گازی : $NO_2 + SO_2 \rightarrow NO + SO_3$ $\quad\quad$ $2NO + O_2 \rightarrow 2NO_2$ واکنش کلی به صورت ..... است . ..... در آن نقش کاتالیزگر را دارد و واکنشی از نوع کاتالیزشده ی ..... است. (ت ۸۵) ۱) $2SO_2 + O_2 \rightarrow 2SO_3$ ؛ NO ؛ همگن ۲) $2SO_2 + O_2 \rightarrow 2SO_3$ ؛ NO_2 ؛ همگن ۳) $SO_2 + NO_2 \rightarrow 2SO_3 + NO$ ؛ NO ؛ نا همگن ۴) $SO_2 + NO_2 \rightarrow 2SO_3 + NO$ ؛ NO_2 , ناهمگن
۳	۲۵. در واکنش های چند مرحله ای کدام مرحله نقش مهمی در تعیین سرعت متوسط واکنش کلی دارد؟(آ ۸۹) ۱)مرحله ای که انرژی فعال سازی آن کم تر است . ۲)مرحله ای که با جذب انرژی کم تر همراه است . ۳) مرحله ای که کند انجام می شود . ٤) میانگین سرعت متوسط واکنش ها را منظور می کنند .

۲۶. اگر نمودار ((انرژی – پیشرفت)) یک واکنش به صورتی باشد که در شکل نشان داده شده است کدام مطلب درباره ی آن درست است ؟(ت ۸۶) ۱)ذرات قله انرژی در مرحله ی دوم آن آسانتر تشکیل می شود . ۲)واکنش گرماده است و مرحله ی دوم آن انرژی فعال سازی رفت بیشتر از مرحله اول است . ۳)واکنش گرماگیر است و ضمن پیشرفت آن ؛ دو حالت قله به وجود می آید . ٤)واکنش در دو مرحله انجام می گیرد و مرحله ی اول آن انرژی فعال سازی رفت بیشتر از مرحله دوم است . 	۲
۲۷. با توجه به واکنش دومرحله ای روبه رو : $2NO_{(g)}+H_{2(g)} \xrightarrow{\text{کند}} H_2O_{2(g)}+N_{2(g)}$ $H_2O_{2(g)}+H_{2(g)} \xrightarrow{\text{تند}} 2H_2O_{(g)}$ $(2NO_{(g)} + 2H_{2(g)} \rightarrow N_{2(g)} + 2H_2O_{2(g)} \ , \Delta H<0)$ نمودار ((انرژی – پیشرفت)) واکنش کلی ، به کدام صورت است ؟ (خ ۸۶) 	۳
۲۸. با توجه به ساز و کار داده شده , معادله ی کلی واکنش مربوط , کدام است ؟ $1)2NO(g)\rightarrow N_2O_2(g)$ $2)2H_2(g)\rightarrow 4H(g)$ $3)N_2O_2(g)+H(g)\rightarrow N_2O(g)+HO(g)$ $4)2HO(g)+2H(g)\rightarrow 2H_2O(g)$ $5)H(g)+N_2O(g)\rightarrow HO(g)+N_2(g)$ ۱) $2OH(g) + 2H(g) \xrightarrow{N2O2(g)} 2H_2O(g)$ ۲) $N_2O_2(g) + 2H(g) \rightarrow N_2O(g) + H_2O(g)$ ۳) $2NO(g) + H_2(g) \rightarrow N_2O(g) + H_2O(g)$ ٤) $2NO(g) + 2H_2(g) \rightarrow N_2(g) + 2H_2O(g)$	۴
کاتالیزگر	
۲۹. دریک یک واکنش تک مرحله ای انرژی فعال سازی واکنش رفت و برگشت به ترتیب 26 و 43 کیلو ژول بر مول است . اگر این واکنش در حضور کاتالیزگری انجام شود که انرژی فعال سازی رفت را به اندازه ی 15kj/mol کاهش دهد ؛ انرژی فعال سازی برگشت در حضور کاتالیزگر بر حسب kj/mol کدام است ؟ (خ۸۹) ۱) 43 ۲) 33 ۳) 28 ٤) 25	۳

۴	۳۰. با توجه به نمودار ((انرژی – پیشرفت واکنش)) روبه رو ؛ کدام عبارت در ارتباط با آن نادرست است ؟ (ت ۸٤) ۱)به واکنشی گرماده مربوط است . ۲)سرعت واکنش در مسیر ۱ بیشتر است . ۳)مقدار ΔH^0 در هر دو مسیر یکسان است . ٤)مسیر ۲ به استفاده از یک کاتالیزگر مناسب ؛ مربوط است . 
۲	۳۱. با توجه به نمودارهای ،، انرژی – مسیر ،، واکنش ؛ کدام مطلب درست است ؟(ت ۸۵) ۱) قله انرژی در واکنش (آ) آسانتر 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 . ٤) با استفاده از کاتالیزگر ؛ ΔH واکنش (آ) کاهش بیشتری پیدا می کند . 
۴	۳۲. با توجه به شکل روبرو ، کدام مطلب نادرست است ؟ (ت ۸۷) ۱) سرعت واکنش ، در مسیر (I) کمتر است . ۲) واکنش گرماده و با افزایش بی نظمی همراه است . ۳) مسیر (II) ، به استفاده از یک کاتالیزگر،مربوط است.٤) کاتالیزگر ، با کوتاه تر کردن مسیر واکنش، ΔH^0 آن را کاهش داده است 
۳	۳۳. با توجه به نمودار ،، انرژی – پیشرفت واکنش ،، که به تجزیه پراکسید مربوط است ؛ کدام مسیر به استفاده نکردن از کاتالیزگر و کدام مسیر به واکنش کاتالیزشده ناهمگن مربوط است ؟ (ر ۸٤)۱) ۲ ، ۱ ۲) ۳ ، ۲ ۳) ۱ ، ٤ ٤) ٤ ، ۱ 

۳٤. مقدار ۲۰۰ گرم محلول ۱۷٪ جرمی هیدروژن پراکسید , در دو ظرف A و B به صورت همزمان و در شرایط یکسان ریخته شده است . اگر به ظرف A مقداری $FeSO_4(s)$ اضافه شود , کدام عبارت درست است ؟ ۱

$$2H_2O_2(aq) \rightarrow 2H_2O(l) + O_2(g) \ , \ \Delta H = -204kj$$

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 .

٤)در پایان , مقدار گاز آزاد شده در هر دو ظرف یکسان و در شرایط STP برابر $12,4L$ است .

۳۵. کدام موارد از مطالب زیر درست اند ؟ خ ۹۵

آ)هر کاتالیزگر می تواند یک واکنش معین را سرعت ببخشد .

ب)کاتالیزگرها باید در برابر شرایط انجام واکنش های شیمیایی پایدار بمانند .

پ)مبدل کاتالیستی خودروها توری هایی از جنس فلزهای پلاتین و پالادیم و رودیم هستند .

ت)گاز N_2O خروجی اگزوز خودروها در مجاورت مبدل کاتالیستی به سرعت به گاز NO_2 مبدل می شود .

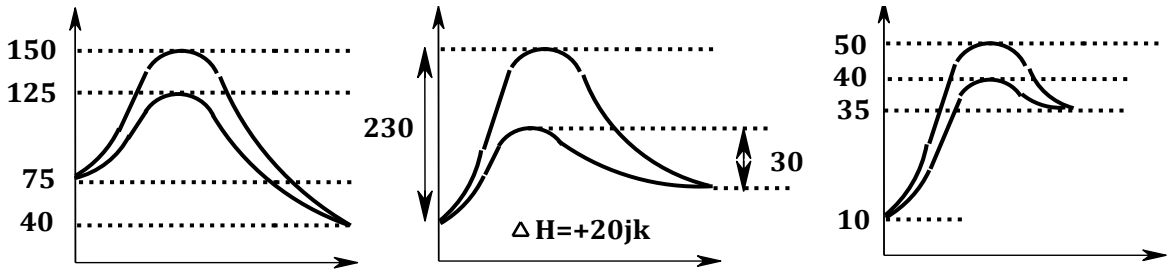
۱)آ-ب ۲)آ-ب-پ ۳)پ-ت ۴)ب-پ-ت

۳۶. در صورتی که در شهری ۱۰۰۰۰۰۰ خودرو وجود داشته باشد و هر خودرو سالیانه به طور میانگین ۱۰۰۰۰ کیلومتر مسافت طی کند استفاده از مبدل کاتالیستی به تقریب سبب کاهش چند درصدی جرم کل آلاینده ها شده و مقدار آلاینده ها پس از کاربرد مبدل کاتالیستی در یک سال چند تن خواهد بود ؟ (ر ۹۶)

آلاینده		CO	C_xH_7	NO
مقدار الاینده با یکای گرم بر کیلومتر	در نبود مبدل	۶	۱,۶۷	۱,۰۴
	با کاربرد مبدل	۰,۶	۰,۰۷	۰,۰۴

۱)۸۵ – ۷۱۰۰ ۲)۸۵ – ۷۵۰۰ ۳)۹۲ – ۷۱۰۰ ۴)۹۲ – ۷۵۰۰

در واکنش های زیر , انرژی فعال سازی رفت هر واکنش را مشخص کنید .



آمونیاک و بهره وری در کشاورزی :

یکی از چالش های زندگی امروزی , تامین غذا است (بدلیل محدودیت منابع و افزایش جمعیت)

بهترین راه حل , افزایش بهره وری در فرآورده های کشاورزی است .

گیاهان برای رشد علاوه بر CO_2 و H_2O به عنصرهایی مانند : $K - N - P - S$ - ... نیز نیاز دارند .

بیشتر حجم هوا را گاز نیتروزن تشکیل می دهد اما گیاهان نمی توانند این عنصر را به طور مستقیم از هوا جذب کنند از این رو نیتروژن را به شکل ترکیب های نیتروژن دار مثل آمونیاک و اوره به خاک اضافه کرد .

در برخی کشورها برای افزایش بازده فرآورده کشاورزی , آمونیاک مایع را به عنوان کود شیمیایی , بطور مستقیم به خاک تزریق می کنند .

آمونیاک را می توان از واکنش میان گازهای نیتروژن و هیدروژن طبق فرایند هابر به دست آورد . از آنجا که نیتروژن واکنش پذیری بسیار ناچیزی دارد در دمای اتاق واکنش میان گازهای نیتروژن و هیدروژن حتی در حضورکاتالیزگر با جرقه انجام نمی شود :

$N_2(g)+3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$ (در فشار ۲۰۰ اتمسفر و دمای ۴۵۰ درجه و کاتالیزگر آهن)

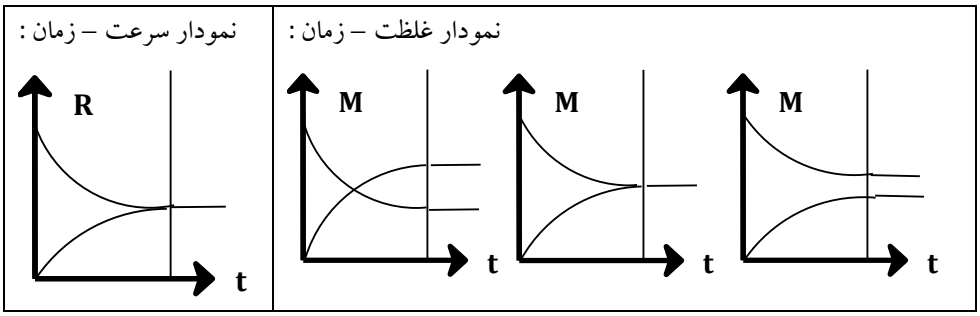
واکنش تولید آمونیاک به روش هابر , برگشت پذیر است و در شرایط مناسب به تعادل برسد .

تعادل :

در واکنش تعادلی A+B⇌C+D به واکنش $A + B \rightarrow C + D$ واکنش مستقیم (رفت = مصرف واکنش دهنده ها) و به واکنش $C + D \rightarrow A + B$ معکوس (وارونه یا برگشت= مصرف فرآورده ها) می گویند .

$$A + B \underset{\leftarrow R2}{\xrightarrow{R1}} C + D \Rightarrow R1 = R2 \Rightarrow \text{تعادل است}$$ واکنش.

در هنگام تعادل این شرط که غلظت همه ی مواد شرکت کننده باید یکسان باشد در میان نیست بلکه فقط سرعت واکنش های رفت و برگشت یکسان است



پویایی تعادل : در حالت تعادل هر دو واکنش رفت و برگشت هم زمان و با سرعت یکسان انجام می گیرنددر نتیجه در مقیاس ظاهری و ماکروسکوپی (قابل مشاهده با چشم) از قبیل رنگ و غلظت واکنش دهنده ها و فرآورده ها و حجم مواد و فشار ، تغییری مشاهده نمی شود . از این رو چنین به نظر می رسد که واکنش متوقف شده است . اما چنین نیست و هم چنان واکنش های رفت و برگشت در حال انجام شدن هستند .و در سطح مولکولی ومیکروسکوپی همواره تبدیل مواد به یکدیگر صورت می گیرد از این رو تعادل پویا (دینامیک) است .

تعادل پویا است : مواد در حالت تعادل , به هم تبدیل می شوند

اما خواص قابل مشاهده مثل رنگ و حجم و جرم و فشار آنها ثابت میماند .

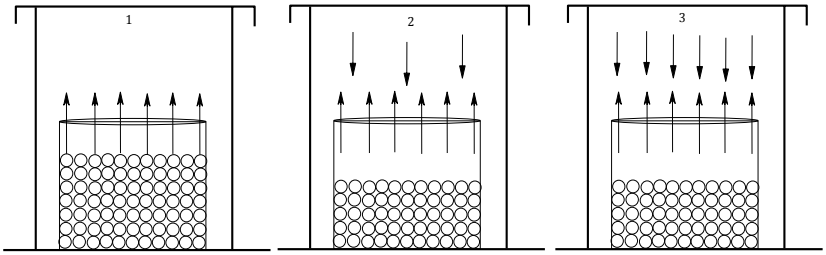
واکنش تعادلی فیزیکی ، انحلال نمک در آب

مراحل تدریجی حل شدن یک جامد در مایع تارسیدن به یک تعادل فیزیکی :

ابتدا مقداری ماده ی جامد در مایع قرار دارد (شروع حل شدن) سپس برخی ذرات ماده ی جامد از بلور جدا شده وارد محلول می شـــوند و البته پدیده ی عکس نیز روی می دهد . یعنی برخی از ذرات حل شـــده دوباره به حالت جامد برمی گردند و متبلور می شونداما سرعت حل شدن بیش از سرعت متبلور شدن است تا بالاخره با افزوده شدن تعداد ذره های حل شده و سیر شدن محلول سرعت جدا شدن ذرات از بلور جامد و ورود آنها در محلول با سرعت برگشت ذرات از محلول به سمت ماده ی جامد و ته نشین شدن آنها برابر می شود .

در یک سامانه ی باز , تنها عمل تبخیر وجود دارد .

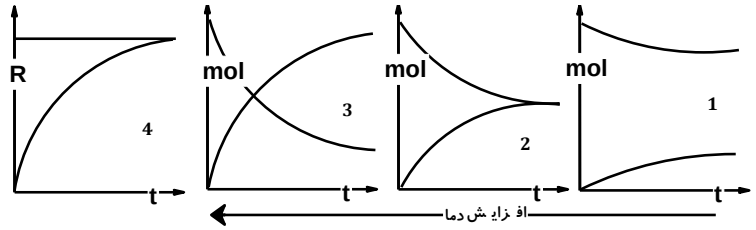
۱. مثال : تعادل فیزیکی: $H_2O(l) \rightleftharpoons H_2O(g)$



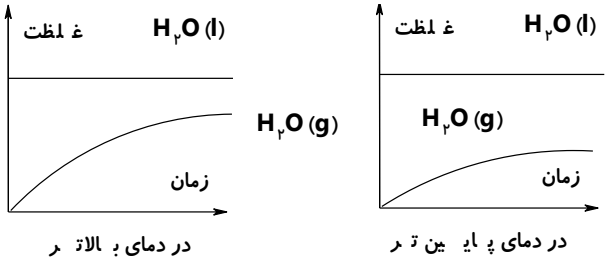
در ظرف یک تنها تبخیر انجام می شود . این شکل مربوط به ابتدای عمل تبخیر است . اما با افزایش تراکم بخار در ظرف به تدریج بر میزان احتمال برخورد مولکولهای بخار با سطح مایع و انجام واکنش برگشت (میعان) نیز افزوده می شود در (ظرف دوم) . اما سرعت میعان آهسته تر از سرعت تبخیر است . سرانجام وضعیت ویژه ای می رسد به طوری که فشار بخار مایع مقدار ثابتی می شود (ظرف سوم) . ثابت ماندن فشار بخار مایع به معنای توقف تبخیر و میعان نیست بلکه سرعت تبخیر با سرعت میعان برابر می شود . دراین حالت می گوییم که میان بخار و مایع آن تعادل برقرار شده است .

۲. سرعت میعان برابر سرعت تبخیر است یعنی : تعداد مولکولهایی که از مایع در زمان معین خارج می شوند با تعداد مولکولهایی که در همان زمان به سطح مایع باز می گردند یکسان باشد .

سرعت تبخیر ثابت است .
سرعت میعان افزایش یافته ,
با سرعت تبخیر برابر می شود .



نکته : در طول فرآیند تبخیر , غلظت آب ثابت می ماند ولی غلظت بخار آب , افزایش یافته به مقدار ثابت کمتر از آب !!! می رسد .



آیا این نمودار ها برای همه واکنش هایی با این ویژگی قابل تعمیم است ؟ $mA(s)+yD(l) \rightleftharpoons nB(g)+xC(aq)$

قانون تعادل های شیمیایی یا ثابت تعادل K , Keq یا K و K'

برای هر واکنش تعادلی , کمیتی به نام ثابت تعادل (K) تعریف می شود . ثابت تعادل , معیاری از میزان پیشرفت واکنش است .

تولید فرآورده بیشتر در شرایط معین , به میزان پیشرفت واکنش در آن شرایط بستگی دارد .

هر چه ثابت تعادل واکنشی بیشتر باشد میزان پیشرفت واکنش بیشتر بوده و درصد بیشتری از واکنش دهنده ها به فرآورده ها تبدیل می شوند .

هر گاه یک واکنش برگشت پذیر در یک دمای معین به تعادل برسد نسبت حاصل ضرب غلظت فرآورده ها به توان ضرایب شان ، به حاصل ضرب غلظت واکنش دهند ها به توان ضرایب شان ، همواره مقدار ثابتی خواهد بود . طبق این قانون برای واکنش کلی $aA + bB \rightleftharpoons cC + dD$ عبارت ثابت تعادل به صورت $K = \frac{[C]^c[D]^d}{[A]^a[B]^b}$ نوشته می شود . که K ثابت تعادل در دمای ثابت است .

مثال : جدول زیر سیستم تعادلی $2NO_2(g) \rightleftharpoons N_2O_4(g)$ را در دمای اتاق نشان میدهد . از اعداد شده به چه نتیجه ای می رسید

غلظت های اولیه		غلظت های تعادلی		نسبت غلظت ها در تعادل	
$[NO_2]$	$[N_2O_4]$	$[NO_2]$	$[N_2O_4]$	$\frac{[NO_2]}{[N_2O_4]}$	$\frac{[NO_2]^2}{[N_2O_4]}$
0.000	0.670	0.0547	0.643	0.0851	4.65×10^{-3}
0.0500	0.446	0.0457	0.448	0.102	4.65×10^{-3}
0.0300	0.500	0.0475	0.491	0.0967	4.65×10^{-3}
0.0400	0.600	0.0523	0.594	0.0880	4.65×10^{-3}
0.200	0.000	0.0204	0.0898	0.0227	4.65×10^{-3}

در هنگام نوشتن قانون ثابت تعادل از نوشتن مواد جامد و مایع خالص – بدلیل ثابت ماندن غلظت آنها – صرف نظر می کنیم در رابطه ی ثابت تعادل , فقط غلظت مواد گازی و محلول نوشته می شود .

۱)) $Al(s)+3Cu^{2+}(aq) \rightleftharpoons 2Al^{3+}(aq)+3Cu(s)$	۲)) $3Fe(s)+4H_2O(g) \rightleftharpoons Fe_3O_4(s)+4H_2(g)$
۳)) $SiO_2(S)+3C(S) \rightleftharpoons SiC(S)+2CO(g)$	۴)) $SnO_2(S)+2CO(g) \rightleftharpoons Sn(S)+2CO_2(g)$
$HCOOH(aq)+H_2O(l) \rightleftharpoons HCOO^{1-}$ ۵)) $(aq)+H_3O^{1+}(aq)$	۶)) $H_2S(g)+2H_2O(l) \rightleftharpoons 2H_3O^{+}(aq)+S^{2-}(aq)$
۷)) $NaCl(s) \rightleftharpoons NaCl(aq)$	۸)) $BaCl_2(s) \rightleftharpoons Ba^{2+}(aq)+2Cl^{-}(aq)$

نکته : غلظت یک ماده ی جامد S یا مایع L خالص از تقسیم چگالی بر جرم مولی به دست می آید . چگالی ماده ی جامد و مایع خالص در هر دمای معینی ثابت است . از این رو غلظت چنین ماده ای بدون توجه به مقدار آن ثابت خواهد بود . بنابراین موقع نوشتن عبارت ثابت تعادل از نوشتن غلظت مواد جامد و مایع خالص صرف نظر می کنیم و تنها گازها g و محلولهای آبی aq و محلولهای غیر آبی sol را محسوب می نماییم .

حضور همه ی مواد حتی جامدات خالص و مایعات خالص برای برقراری تعادل الزامی است.(K به غلظت اولیه مواد بستگی ندارد) در رابطه ی ثابت تعادلی , غلظت های تعادلی مواد را قرار می دهیم .

تدوین : احمد خالقی

مقدار ثابت تعادل می تواند بسیار کوچک ($a \times 10^{-XY}$) , کوچک ($a \times 10^{-X}$) , بزرگ ($a \times 10^{+X}$) و خیلی بزرگ ($a \times 10^{+XY}$) می باشد .

یکای ثابت تعادل

یکای ثابت تعادل برای همه ی واکنشها یکسان نیست .

یکای ثابت تعادل برای همه ی واکنشها یکسان نیست . از آن جایی که عبارت ثابت تعادل نسبت حاصل ضرب غلظت فرآورده ها به حاصل ضرب غلظت واکنش دهنده ها را نشان می دهد پس از نوشتن معادله ی موازنه شده ی واکنش موردنظر با توجه به به این که یکای غلظت مولی $\frac{mol}{L}$ می باشد و با توجه به ضرایب استوکیومتری مواد موجود در واکنش می توان یکای ثابت تعادل را به دست آورد .

طبق این قانون برای واکنش کلی $aA+bB \rightarrow cC+dD$ عبارت ثابت تعادل به صورت $K=\frac{[C]^c[D]^d}{[A]^a[B]^b}$ نوشته می شود . پس یکای ثابت تعادل برابر است با: $K=\left(\frac{mol}{L}\right)^{c+d-a-b}$

ثابت تعادل می تواند بدون واحد یا دارای واحدهای متنوعی باشد .

مثال : واحد ثابت تعادل واکنش زیر را بدست آورید .

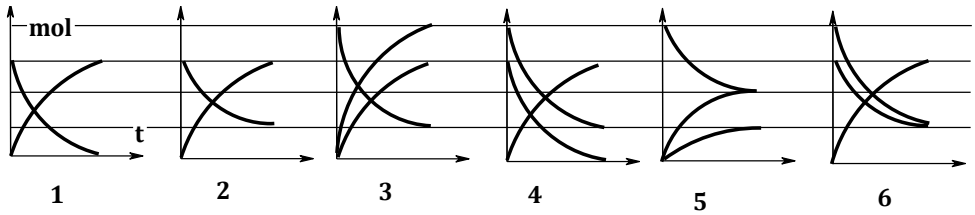
$2SO_{2(g)}+O_{2(g)} \rightleftharpoons 2SO_{3(g)}$ $\quad k=\frac{\left(mol^2/L^2\right)}{\left(mol^2/L^2\right)\left(mol/L\right)}=L/mol$

در واکنش های تعادلی , مقدار هیچ ماده ای تمام نمی شود .

پس از رسیدن به حالت تعادل , مقدار همه ی مواد ثابت می مانند .

در هنگام نوشتن معادله موازنه شده ی تعادلی , همانند نمودارهای سینتیک , تغییر مقدار – مول , حجم , غلظت – هر ماده متناسب با ضریب استوکیومتری آن در نظر گرفته می شود .

مثال :کدام نمودار (ها) مربوط به یک واکنش تعادلی است معادله موازنه شده ای برای هر کدام بنویسید .



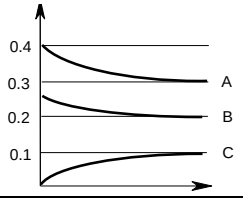
3 نمودارهای شکل داده شده ؛ به تغییر غلظت مواد ضمن کدام واکنش می توان نسبت داد و بر اساس آن ؛ A می تواند ..... باشد و سرعت واکنش از نظر ..... سرعت آن از نظر ..... است . (ر ۸۸)

۱) $SO_3 - SO_{3(g)} \rightleftharpoons SO_{2(g)}+O_{2(g)}$ ؛ تولید C – دو برابر – مصرف A

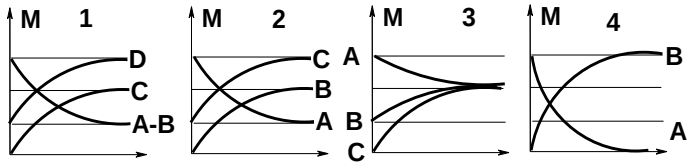
۲) $SO_2 - SO_{2(g)}+O_{2(g)} \rightleftharpoons SO_{3(g)}$ ؛ تولید B – برابر – مصرف A

۳) $SO_2 - SO_{2(g)}+O_{2(g)} \rightleftharpoons SO_{3(g)})$ ؛ مصرف A – برابر – تولید C

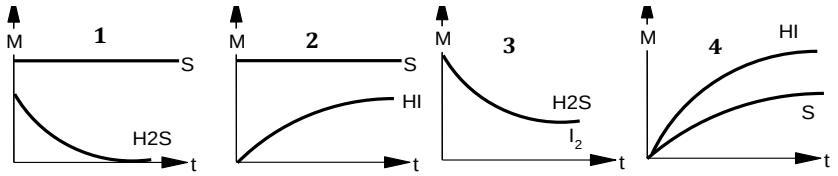
٤) $SO_3 - SO_{3(g)} \rightleftharpoons SO_{2(g)}+O_{2(g)}$ ؛ مصرف B – دو برابر – تولید C



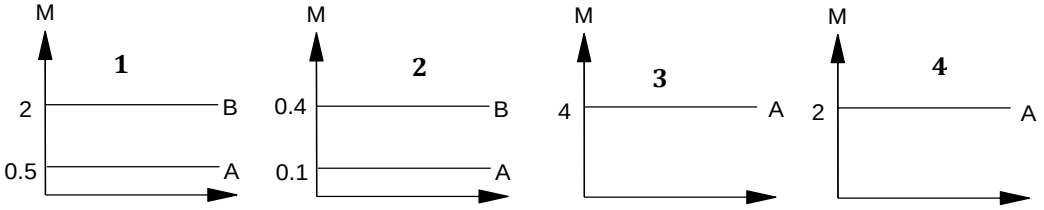
۳. کدام نمودار مربوط به تعادلی است که ثابت تعادل آن فاقد یکا است ؟۱



۴. کدام نمودار می تواند تغییرات غلظت مواد شرکت کننده در واکنش $H_2S(g)+I_2(s) \rightleftharpoons 2HI(g) + S(s)$ را با گذشت زمان به درستی نشان دهد ؟۲



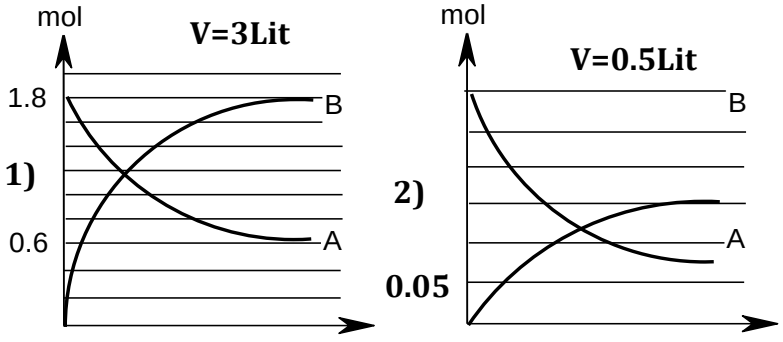
۵. در واکنش تعادلی $2A_{(g)} \rightleftharpoons B_{(S)}$ کدام شکل نشان دهنده ی $K=4mol^{-2} . L^2$ می باشد؟(شکل ها لحظه تعادل اند)۱



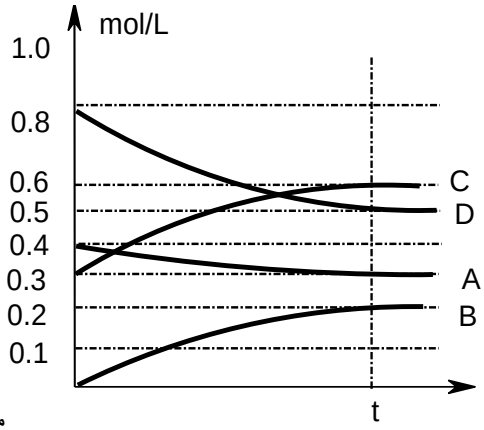
در رابطه ی ثابت تعادل , تنها غلظت مولی مواد گازی و محلول آبی در حال تعادل نوشته می شود .

۱- مثال : هر گاه در ظرف ۴ لیتری در دمای ۴۵۰ درجه , یک مول گاز آمونیاک به همراه ۲ مول گاز نیتروژن و ۴ مول گاز هیدروژن در تعادل باشند ثابت تعادل این واکنش در این دما , چند M^{-2} می باشد ؟۰,۱۲۵

۲- مثال : اگر نمودارهای زیر ، بیانگر واکنشی تعادلی باشد ، ثابت تعادل آن را محاسبه کنید .۵,۴ و



۳- نمودار داده شده برای چه واکنش موازنه شده ای می باشد ؟ واحد ثابت تعادل آن را بنویسید .



مقدار عددی ثابت تعادل را بدست آورید .

در حل مسائل تعادل از الگوی زیر استفاده می کنیم :

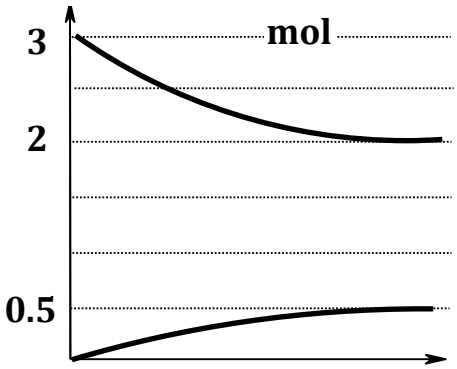
واکنش موازنه شده	$aA(g)+bB(g)\rightleftharpoons cC(g)+dD(g)$			
ماده	aA	bB	cC	dD
غلظت اولیه	m	n	0	0
تغییر غلظت	-ax	-bx	+cx	+dx
غلظت تعادلی(پایان واکنش)	m-ax	n-bx	+cx	+dx

۴- مقدار ثابت تعادل فقط به دما بستگی داشته به مقدار اولیه مواد , حجم , فشار و ... بستگی ندارد .

۵- اگر سرعت واکنش مناسب باشد این واکنش از لحاظ سینتیکی مساعد است و اگر به کندی انجام شود از لحاظ سینتیکی نامساعد بود از لحاظ سینتیکی کنترل می شود .

۶- اگر ثابت تعادل بزرگ باشد مقدار قابل توجهی از واکنش دهنده ها به فرآورده ها تبدیل شده , پیشرفت واکنش , مناسب می باشد .

۷- مثال : مقدار ثابت تعادل واکنش زیر در ظرف ۲ لیتری چند است ؟ $2NaHCO_3(s) \rightleftharpoons Na_2CO_3(s)+H_2O(l)+CO_2(g)$



۸-

۹- در لحظه ی تعادلی در ظرف دو لیتری مقدار ۲٫۸ گرم آمونیاک و ۳٫۲ گرم گاز اکسیژن و ۰٫۲۷ گرم بخار آب و ۰٫۳ گرم گاز کربن دی اکسید وجود دارد مقدار ثابت این تعادل چند mol/L است ؟

۱۰- مقدار معینی $NOCl$ و O_2 را در ظرفی سربسته قرار می دهیم تا تعادل $2NOCl(g)+O_2(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)+Cl_2(g)$ برقرار شود اگر در حالت تعادل , غلظت O_2 , یک پنجم غلظت $NOCl$ و ۰,۱ غلظت NO_2 باشد ثابت تعادل کدام است ؟

۱۱- اگر مقدار عددی ثابت تعادل واکنش $3O_2(g) \rightleftharpoons 2O_3(g)$ در شرایط معین برابر ۴۳,۲ و غلظت اکسیژن در حالت تعادل برابر ۱,۲ مولار باشد غلظت تعادلی اوزون , چند مول بر لیتر است ؟ ۰,۲

۱۲- دردمای ثابت , مقدار ۱۰ مول گاز SO_3 وارد یک ظرف ۵ لیتری شده تا تعادل $2SO_3(g) \rightleftharpoons 2SO_2(g) + O_2(g)$ برقرار شود .اگر در لحظه تعادل ۲ مول SO_2 در ظرف موجود باشد مقدار K را محاسبه کنید .یک هشتادم

۱۳- در یک دمای معین برای تعادل $CO_{(g)}+H_2O_{(g)} \rightleftharpoons CO_{2(g)}+H_{2(g)}$ در ظرف ۵ لیتری K=100 است دراین دما ابتدا تعداد مول مساوی از واکنش دهنده ها در ظرفی وارد گردیده است. بعد از برقراری تعادل $[CO_2]=4$ است غلظت CO را در حالت تعادل محاسبه کنید .

۱۴- مقدار۱۰,۲ گرم آمونیوم هیدروژن سولفید را در ظرف سربسته ۲ لیتری در دمای ثابت قرار داده تا پس از مدتی به تعادل برسند اگر جرم آمونیم هیدروژن سولفید جامد باقی مانده در زمان تعادل ۷,۶۵ گرم باشد ثابت تعادل را محاسبه کنید .

۱۵- در یک آزمایش مقدار ۰,۴ مول گاز آمونیاک با ۰,۷ مول گاز اکسیژن وارد ظرف ۱۰ لیتری شده تا واکنش تعادلی زیر رخ دهد اگر در لحظه ی تعادل , تعداد مول های موجود در ظرف برابر ۱,۰۷۵ مول باشد مقدار ثابت تعادل را بدست آورید .

$$\ldots NH_3(g) + \ldots O_2(g) \rightleftharpoons \ldots NO_2(g) + \ldots H_2O(g)$$

نکته : محاسبه حجم ظرف :

در واکنش گازی موازنه شده : $aA \rightleftharpoons bB$ مقدار ثابت تعادل برابر است با :

$$\mathbf{K = \frac{[B]^b}{[A]^a} = \frac{(\,mol\ B\,)^b}{(\,mol\ A\,)^a} = \frac{mol\ B}{mol\ A} \times V^{a-b}}$$

تدوین : احمد خالقی

۱۶- مقدار ۴٫۸ مول ماده ی A وارد ظرف آزمایش شده تا تعادل $2A(g) \rightleftharpoons B(g)+3C(g)$ با $K=3$ ایجاد شود اگر در لحظه ی تعادل ۶٫۴ مول فرآورده در ظرف موجود باشد حجم ظرف چند لیتر بوده است ؟

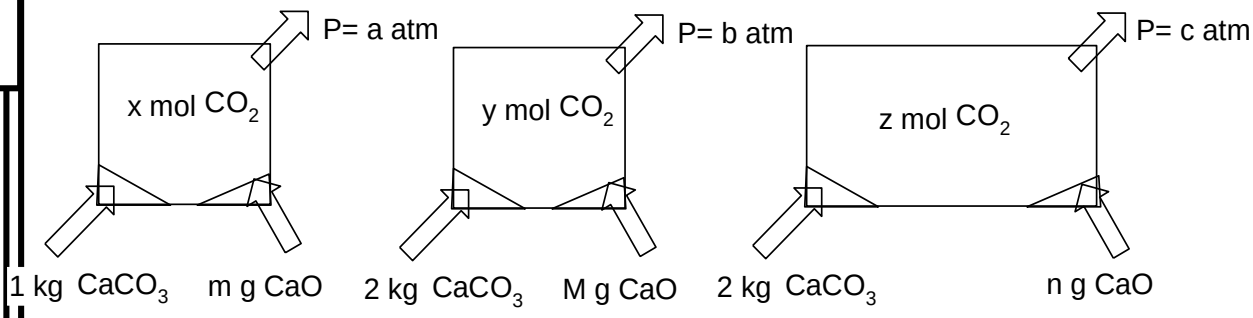
۱۷- مقدار ۸ گرم SO_3 وارد ظرف ۱۰ لیتری شده تا ۴۰ درصد ان در لحظه تعادل باقی یماند . K را محاسبه کنید .۰٫۰۰۶۷۵

۱۸- مقدار m گرم فریک اکسید بر اثر گرما به میزان ۸۰ درصد تجزیه شده به تعادل می رسد . مجموع جرم مواد جامد در لحظه تعادل , چقدر است ؟

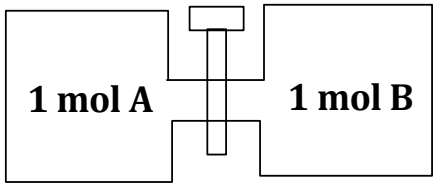
۱۹- مقدار ۱۲ مول A وارد ظرف شده تا تعادل گازی $A \rightleftharpoons 2B$ $K=1.6mol/L$ برقرار شود اگر در حالت تعادل غلظت واکنش دهنده ها و فرآورده ها برابر باشند حجم ظرف چند لیتر است ؟5

۲۰- سوال : مقداری سنگ آهک را در یک ظرف ۲ لیتری وارد کرده تا پس از ۵۰ ٪ پیشرفت , تعادل ایجاد شود . جرم ماده جامد موجود در ظرف , چند گرم می شود ؟ جرم سنگ آهک اولیه , چقدر بوده است ؟۴ اگر حجم ظرف به ۴ لیتر افزایش یابد , میزان پیشرفت واکنش , چند درصد می شود ؟۱۰۰ $K = 10^{-2}M$

۲۱- مقادیر فشار و جرم و مول مجهول را با یکدیگر مقایسه کنید .



۲۲- در شکل مقابل حجم هر محفظه یک لیتر و شامل یک مول از هر واکنش دهنده است اگر شیر را باز کنیم واکنش $A+B \rightleftharpoons C$, $K=2$ انجام می شود پس از انجام واکنش چند مول گاز C در ظرف وجود خواهد داشت ؟۰٫۳۷۵



۲۳- برای ایجاد تعادل : $Ca^{2+}(aq)+SO_4^{2-}(aq) \rightleftharpoons CaSO_4(s)$, $K=10^{10}$ مقداری کلسیم سولفات را در ۱ لیتر آب حل کرده ایم . جرم کلسیم سولفات حل شده در لحظه ی تعادل , چقدر است ؟ ۰,۰۰۱۳۶

$CaSO_4=136g$

۲۴- مقدار a مول A و b مول B در تعادل $A_{(g)} \rightleftharpoons B_{(g)}$ شرکت داشته , در لحظه ی تعادل ؛ تعداد مولهای A نصف مولهای B می شود . در این لحظه مقدار A را دو برابر می کنیم ؛ غلظت B چقدر می شود ؟

($\frac{8}{3}a$)

۲۵- مقدار 0.4 مول منیزیم اکسید در یک ظرف نیم لیتری تجزیه شده تا تعادل $2MgO_{(S)} \rightleftharpoons 2Mg_{(S)}+O_{2(g)}$ که $K=0.1mol/L$ است . جرم جامد باقی مانده در ظرف چند گرم است ؟ ۱۴,۴

۲۶- مول های برابر از $H_2S_{(g)}$ و $I_2(s)$ را با هم مخلوط می کنیم . در هنگام تعادل در ظرف یک لیتری , نسبت غلظت مولی $HI(g)$ به $H_2S_{(g)}$ برابر ۴ و برابر با ثابت تعادل است . جرم گوگرد در لحظه ی تعادل را بدست آورید . ۱۶

۲۷- در هنگام تشکیل تعادل گازی همگن : $K=16$ $2HI_{(g)} \rightleftharpoons H_{2(g)}+I_{2(g)}$ چند درصد HI تجزیه شده است ؟ 88.8%

۲۸- مقدار 4 مول HCl و 1.6 مول گاز اکسیژن را وارد ظرفی کرده تا تعادل زیر برقرار شود :

$4HCl_{(g)}+O_{2(g)} \rightleftharpoons 2Cl_{2(g)}+2H_2O_{(g)}$ در زمان برقراری تعادل 20% هیدروژن کلرید تجزیه نشده است . ثابت تعادل آن رابدست آورید . ۲۰

۲۹- اگر مقداری گاز NO را در ظرف سربسته ی ۳ لیتری حرارت دهیم تا تعادل گازی $2NO \rightleftharpoons N_2+O_2$ $K=2.5\times10^3$ برقرار شود و در حالت تعادل 0.002 مول از گاز NO باقی بماند مقدار اولیه ی NO چند گرم بوده است ؟

($\underline{6.06} - 3.06 - 0.202 - 0.102$)

۳۰- چند مول ماده ی C را وارد ظرفی ۳ لیتری کنیم تا پس از برقراری تعادل گازی در واکنش $A+B \rightleftharpoons 2C$ $K=1$ غلظت هر یک از مواد موجود در تعادل برابر ۱ گردد ؟ (۹)

۳۱- مقدار ۹۰ گرم گاز NO را در یک ظرف ۱۰ لیتری وارد میکنیم تا تعادل گازی $2NO \rightleftharpoons N_{2(g)} + O_{2(g)}$ برقرار شود . پس از برقراری تعادل ، مجموع جرم N_2 و O_2 برابر ۸۴ گرم خواهد بود . ثابت تعادل این واکنش کدام است ؟

(۳۶-۴۹-۷۲-۹۸)

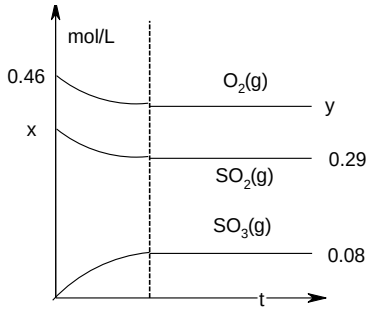
۳۲- یک واکنش تعادلی در ظرفی به حجم ۵ لیتر انجام شده است و دانش آموزی بدون توجه به حجم ظرف ؛ثابت تعادل را برابر $0.2\ mol^{-2} . L^2$ به دست آورده است . مقدار صحیح ثابت تعادل کدام است ؟ ($1 - \underline{5} - 0.04 - 0.008$)

۳۳- مقدار ۰,۴ مول HI گازی و ۰,۲ مول گوگرد وارد ظرف ۴ لیتری شده تا تعادلی با $K=10$ تشکیل شود . درصد پیشرفت , تعادل را محاسبه کنید . ۵۰

۳۴- مقدار ۵,۱ گرم آمونیاک وارد ظرف ۱۶ لیتری شده تا با ۲۵ درصد پیشرفت , واکنش تجزیه , به تعادل برسد . K چند است ؟ ۰,۲۷

۳۵- مقدار ۶,۸ گرم آمونیاک وارد ظرف ۳ لیتری شده تا تعادل تجزیه آن ایجاد شود $K = 7.5 \times 10^{-5}$ درصد پیشرفت واکنش , چقدر بوده است ؟ ۵۰

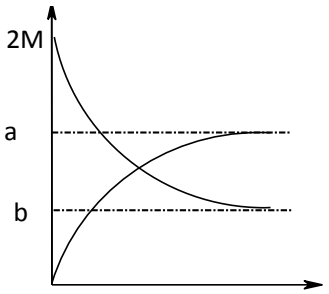
۳۶- در نمودار زیر ، x و y به ترتیب از راست به چپ ، کدام عددها هستند ؟ ۱) ۰,۳۴ – ۰,۳۸ ۲) ۰,۳۷ – ۰,۳۸ ۳) ۰,۳۴ – ۰,۴۲ ۴) ۰,۳۷ – ۰,۴۲



۳۷- تعادل های گازی $A \rightleftharpoons B$ و $B \rightleftharpoons C$ به طور همزمان در یک ظرف یک لیتری با مقدار تعادلی ۲ مول A برقرار شده است . اگر ثابت تعادل هر دو واکنش $\frac{1}{2}$ باشد ؛ مقدار تعادلی B کدام یک خواهد بود ؟ ۱ – $\frac{1}{3}$ ۲ – $\frac{1}{1}$ ۳ – $\frac{4}{7}$ ۴ – $\frac{5}{8}$

!!!

۳۸- هر گاه نمودار مقابل تغییرات مواد اولیه و محصولات واکنش تعادلی $A_{(g)} + B_{(g)} \underset{\leftarrow}{\overset{\rightarrow}{}} C_{(g)} + D_{(g)}$ را برحسب زمان انجام واکنش ، نمایش دهد و ثابت تعادل در این شرایط مساوی ۱۰۰ باشد b تقریبا کدام است ؟ الف – ۰,۲ ب – ۰,۴ ج – ۱,۸ د – ۱,۲



۳۹- مقداری کلسیم فسفات ($M=316\ g.mol^{-1}$) , 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 $1g.ml^{-1}$ است)

۳۱۶

$Ca_3(PO_4)_{2(S)} \rightarrow 3Ca^{2+}{}_{aq)} + PO_4^{3-}{}_{(aq)}$, $\boldsymbol{K = 36 \times 10^{-15}\ mol^5.L^{-5}}$

۴۰- اگر در واکنش تعادلی $4A(aq) \rightleftharpoons 2D(g)+3B(L)$, مقدار K برابر $mol^{-1}.L$ یک شصت و چهارم باشد بیشینه بازده درصدی این واکنش هنگامی که غلظت اولیه A برابر $mol.L^{-1}$ ۴ باشد , کدام است ؟ $\sqrt{5} \approx 2.4$

۱) ۲۰ ۲) ۳۰ ۳) ۴۰ ۴) ۵۰

۴۱- با افزایش دمای یک ظرف ۱۰ لیتری سربسته در حالت تعادل , که دارای 0.1 مول $CO_{(g)}$ و 0.1 مول $CO_{2(g)}$ و 0.2 مول $Fe_2O_{3(S)}$ و 0.2 مول $Fe_{(S)}$ است . ثابت تعادل واکنش : $Fe_2O_{3(S)} + 3CO_{(g)} \rightleftharpoons 2Fe_{(S)} + 3CO_{2(g)}$ ، از ۱ به ۶۴ رسیده است ، غلظت $CO_{2(g)}$ در این حالت برابر چند مول بر لیتر است ؟ ۰,۰۱۶ ۰,۱۶ ۱,۶ ۰,۰۰۸

۴۲- دو مول سولفید فلز M و یک مول از $O_2(g)$ در ظرف یک لیتری وارد و گرما داده اند تا تعادل :

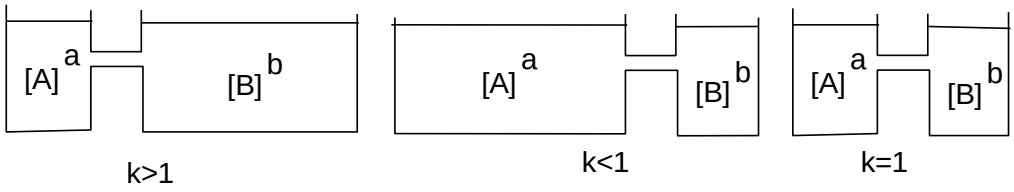
$Cu_2S(s)+2O_2(s) \rightleftharpoons 2CuO(s)+SO_2(g)$, $K=1$ برقرار شود در حالت تعادل , نسبت مولی Cu_2S به CuO کدام است ؟

بازده در واکنش های تعادلی

K 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 بسیار زیادی می خواهد .

بنابراین برای این که بازده ی واکنشی زیاد باشد و یا به عبارتی واکنش در زمان معقول به محصول قابل ملاحظه ای د ست یابد دو شرط زیر لازم است :۱-ثابت تعادل **K** بزرگ باشد و یا به عبارتی پیشرفت واکنش زیاد باشد ۲-سرعت واکنش هم زیاد باشد .

اگر مقدار عددی ثابت تعادل **K** بزرگ باشد واکنش از نظر ترمودینامیکی شرایط مساعدی دارد اما اگر در دمای خاصی به تعادل نرسد سرعت آن کم بوده واکنش به طور سینتیکی کنترل می شود .



$$\text{بازده ی درصدی یا درصد پیشرفت واکنش} = \frac{\text{مقدار مصرف شده ی یک واکنش دهنده}}{\text{مقدار اولیه ی همان واکنش دهنده}} \times 100$$

$$aA \rightleftharpoons \ldots \rightarrow A\text{-}ax \rightarrow R = \frac{ax}{A} \times 100$$

مثال : برای ایجاد تعادل $2A(g) \rightleftharpoons B(g)$ مقدار ۴ مول **A** در ظرف یک لیتری وارد شده تا در لحظه ی تعادل , مقدار آن به ۰,۰۴ مولار برسد . بازده درصدی واکنش (درصد پیشرفت واکنش) چقدر می باشد ؟

مثال : در واکنش تعادلی همگن $2A+B \rightleftharpoons 2C$ در ظرف یک لیتری , یک بار با ۴ مول **A** و ۲ مول **B** اولیه و یکبار با ۶ مول **A** و ۲ مول **B** و یک بار با ۶ مول **A** و ۴ مول **B** و غلظت تعادلی ۱,۶ مولار برای **B** , بازده درصدی را محاسبه کنید .

مثال : مقدار ۰,۶ گرم سنگ آهک را در یک ظرف ۲ لیتری تجزیه کرده تا جرم توده جامد در لحظه ی تعادل ۰,۴۶۸ گرم شود . بازده درصدی واکنش چقدر است ؟۵۰

نکته : روابط K (ثابت تعادل)

در ثابت تعادل , اگر تعادلی عکس شود مقدار ثابت تعادل نیز عکس می شود .

اگر تعادلی در عددی ضرب شود ثابت تعادل به توان همان عدد می رسد .

اگر تعادلی از جمع چند تعادل بدست آید ثابت تعادل از ضرب ثابت های تعادل بدست می آید .

ثابت تعادل واکنش برگشت K' عکس ثابت تعادل واکنش رفت K است : $K' = \frac{1}{K}$

$N_2(g)+3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$ $K_1=36 mol^{-2}L^2$ $\quad 2NH_3(g) \rightleftharpoons N_2(g)+3H_2(g)$ $K_2=\frac{1}{K_1}=\frac{1}{36} mol^{2}.L^{-2}$

اگر یک واکنش تعادلی معین از حاصل جمع دو واکنش تعادلی دیگر به دست آید ثابت تعادل آن K'' برابر حاصل ضرب ثابت تعادل آن دو واکنش است . $K'' = K' \times K$

$N_2(g)+2H_2(g) \rightleftharpoons N_2H_4(g)$ $K_1=10 mol^{-2}L^2$ $\quad N_2H_4(g)+H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$ $K_2=3.6$

$N_2(g)+3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$ $K_3=K_1 \times K_2=36 mol^{-2}L^2$

اگر طرفین یک واکنش تعادلی معین را در ضریب ثابت α ضرب نماییم پس ثابت تعادل آن به توان α می رسد.

$2N_2(g)+6H_2(g) \rightleftharpoons 4NH_3(g)$ $\quad N_2(g)+3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$ $K_1=36 mol^{-2}L^2$

$K_3=K_1^{\,2}=1296 mol^{-4}L^4$

اگر طرفین یک واکنش تعادلی معین را بر ضریب ثابت α تقسیم نماییم ثابت تعادل آن به ریشه ی α و یا به توان $\frac{1}{\alpha}$ می رسد

$\frac{1}{2}N_2(g)+\frac{3}{2}H_2(g) \rightleftharpoons NH_3(g)$ $\quad N_2(g)+3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$ $K_1=36 mol^{-2}L^2$

$K_2=K_1^{\frac{1}{2}}=6 mol^{-1}L^1$

با توجه به تعادلهای زیر ؛ ثابت تعادل واکنش $A \rightleftharpoons D$ را بدست آورید .

$A \rightleftharpoons B$ $K=0.3$ $\quad B \rightleftharpoons C$ $K=0.5$ $\quad C \rightleftharpoons D$ $K=10$

مطابق واکنش های تعادلی مقابل ؛ مقدار K3 چه قدر است؟ $\frac{2}{9}$

$A+B \rightleftharpoons 2C$ $K_1=2$ $\quad 2D \rightleftharpoons 3C$ $K_2=6$ $\quad 3A+3B \rightleftharpoons 4D$ $K_3=?$

بر اساس واکنش های تعادلی زیر ؛ ثابت تعادل واکنش $2D+3F \rightleftharpoons G$ کدام است ؟ (5×10^{-6})

1) $A+B \rightleftharpoons C$ $\quad K=5\times 10^{-2}$

2) $2E+B \rightleftharpoons C+2D$ $\quad K=400$

3) $E+\frac{3}{2}F \rightleftharpoons \frac{1}{2}A+\frac{1}{2}G$ $\quad K=0.2$

مقدار k را محاسبه کنید .

$H_2O(g) + CO(g) \rightleftharpoons H_2(g) + CO_2(g)$ $\quad K= 1.6$

$FeO(s) + CO(g) \rightleftharpoons Fe(s) + CO_2(g)$ $\quad K = 1.5$

$2FeO(s) + 2H_2(g) \rightleftharpoons 2Fe(s) + 2H_2O(g)$ $\quad K = \ldots$

با توجه به واکنش های زیر و ثابت تعادل آن ها , اگر غلظت اولیه هر یک از مواد A و E در ظرف در بسته , برابر ۱mol/L باشد , غلظت Z پس از برقراری تعادل , چند مول بر لیتر است ؟ (ر ۹۴) ۱) ۱,۶ ۲) ۲,۴ ۳) ۳,۲ ۴)

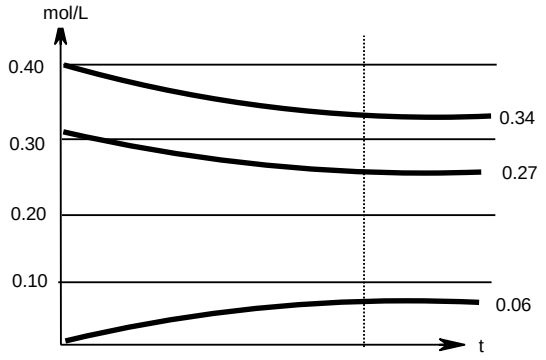
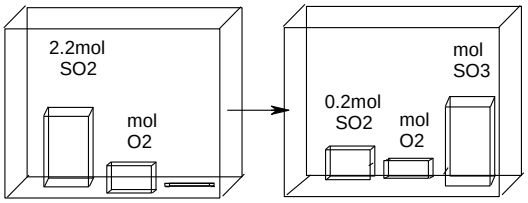
I) $A(g)+E(g) \rightleftharpoons 2X(g)$, $K_1=32$ $\quad$ II) $2X(g) \rightleftharpoons 2Z(g)$, $K_2=2$

با توجه به واکنش های تعادلی فرضی روبه رو , در شرایطی که هر یک از آن ها در یک ظرف یک لیتری در بسته و با یک مول ماده اولیه آغاز شده باشد و بازده درصدی واکنش (۱) برابر ۵۰٪ و بازده درصدی واکنش (۱۱) برابر ۸۰٪ باشد , نسبت مقدار K_2 به K_2 , کدام است ؟ (ر خ ۹۴)

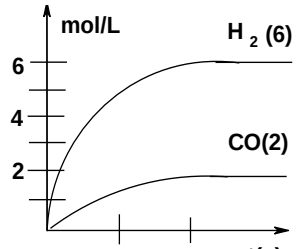
I) $A(g) \rightleftharpoons 2X(g)$, K_1 $\quad$ 2) $D(g) \rightleftharpoons Z(g)$, K_2

۱) ۰,۵ ۲) ۱ ۳) ۱,۵ ۴) ۲

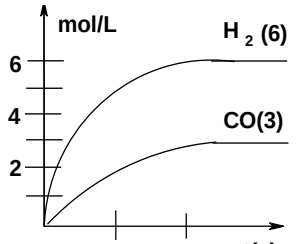
ثابت تعادل

۱. با توجه به شکل روبرو و داده های آن می توان دریافت که این شکل به واکنش تعادلی گازی .... مربوط است و ثابت تعادل برابر با mol /L ..... است . (ت ۸۴) ۱) $2SO_{2(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2SO_{3(g)}$, 0.115 ۲) $2SO_{2(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2SO_{3(g)}$, 0.25 ۳) $2SO_{2(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2SO_{3(g)}$, 4 ۴) $2SO_{2(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2SO_{3(g)}$, 5 	1
۲. در ظرف سربسته ای با حجم $400cm^3$ ؛ مقدار 0.0404 مول گاز NO را گرما می دهیم تا تعادل گازی زیر برقرار شود غلظت تعادلی گازهای $NO - N_2 - O_2$ بر حسب مول بر لیتر در حالت تعادل به ترتیب کدام اند ؟ (ر ۸۵) $2NO \underset{\leftarrow}{\overset{\rightarrow}{}} N_2 + O_2 \Rightarrow K = 2.5\times10^3$ ۱) 0.98 – 0.02 – 0.02 ۲) 0.01 – 0.005 – 0.005 ۳) 0.001 – 0.05 – 0.05 ۴) 0.098 – 0.002 – 0.002	3
۳. با توجه به واکنش گازی : $2SO_{2(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2SO_{3(g)}$, $K=800\ mol^{-1}.L$ ، که مطابق شکل ، در یک ظرف یک لیتری سربسته در مای معین به حالت تعادل در آمده است ، مقدار گاز اکسیژن در مخلوط اولیه (در آغاز واکنش)، چند مول بوده است ؟ (خ ۸۴)  ۱) ۰,۱۱۵ ۲) ۰,۱۲۵ ۳) ۱,۱۲۵ ۴) ۱,۱۱۵	3
۴. در یک ظرف سربسته یک لیتری , مخلوطی از ۰,۰۲ مول گاز نیتروژن , ۰,۰۲ گرم گاز هیدروژن و ۱۷ گرم گاز آمونیاک وجود دارد و اگر شرایط انجام واکنش برای این مخلوط فراهم شود , کدام حالت پیش می آید ؟ (ثابت تعادل واکنش را $3 \times 10^{-5} mol^2.L^{-2}$ در نظر بگیرید ($N=14 , H=1g/mol$) ۱)واکنش تا رسیدن به حالت تعادل , در جهت تجزیه 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 .	1

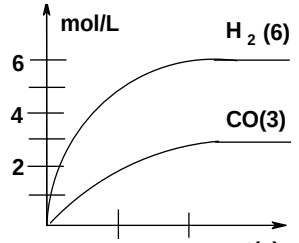
۵. مقدار ۴ مول متان و ۲,۲ مول بخار آب را در یک ظرف یک لیتری وارد کرده , گرم می کنیم تا در یک واکنش تعادلی به گازهای هیدروژن و کربن مونوکسید مبدل شوند . اگر در لحظه ی تعادل , مقدار گاز متان برابر ۲ مول باشد , کدام نمودار برای تغییر غلظت فرآورده های این واکنش درست و ثابت تعادل , به تقریب , کدام است ؟ ۳ — 3



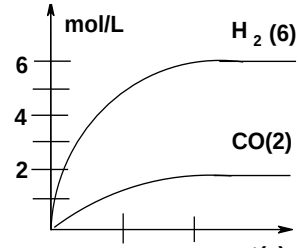
۱۶۲۰ – ۲)



۱۰۸۰ – ۱)



۱۶۲۰ – ۴)



۱۰۸۰ – ۳)

۶. اگر مقداری گاز NO را در ظرف سربسته ی ۴ لیتری گرما دهیم تا تعادل گازی : 3

$2NO \overrightarrow{\leftarrow} N_2 + O_2 \Rightarrow K = 2.5\times10^{3} mol/L$ برقرار شود و در حالت تعادل مقدار 0.004 مول گاز NO باقی مانده باشد ؛ مقدار اولیه این گاز ؛ چند گرم بوده است ؟(ت ۸۵)

۱)۱۰,۱۵ ۲)۴,۰۴ ۳)۱۲,۱۲ ۴)۳,۰۳

۷. مقداری باریم سولفات ($M=233g.mol^{-1}$) , 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 $1g.ml^{-1}$) است) (خ ۹۳ ت) ۲ — 2

$BaSO_{4(S)} \rightarrow Ba^{2+}{}_{*aq)} + SO_4^{2-}{}_{(aq)}$, $K = 6.4 \times 10^{-9}\ mol^2.L^{-2}$

۱)۹,۳۲ ۲)۱۸,۶۴ ۳)۶۴ ۴)۸۰

۸. بر اساس تعادل شیمیایی گازی : $2NO \overrightarrow{\leftarrow} N_2 + O_2 \Rightarrow K = 2.5\times10^{3}$ ؛ اگر غلظت تعادلی گاز N_2 برابر $0.1mol/L$ باشد غلظت تعادلی گاز NO چند mol/L است ؟ (ر ۸۴) ۱ — 3

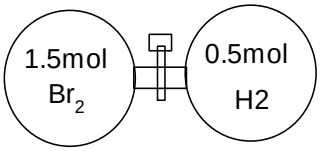
۱)۰,۰۰۱ ۲)۰,۰۱ ۳)۰,۰۰۲ ۴)۰,۰۲

۹. با توجه به تعادل گازی $CH_4 + H_2O \rightleftharpoons CO + 3H_2$, K=5 که در یک ظرف سربسته ی دو لیتری برقرار است اگر مقدار اولیه گاز متان برابر 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 ؟ (ت ۸۶) ۱ — 3

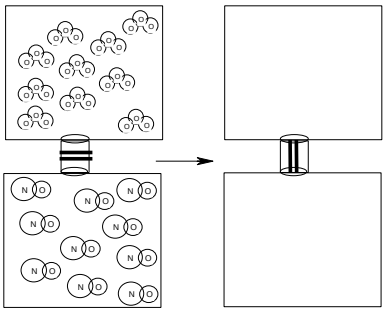
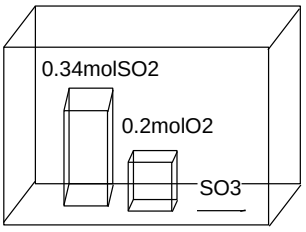
۱)0.141 ۲)0.024 ۳)0.048 ۴)0.226

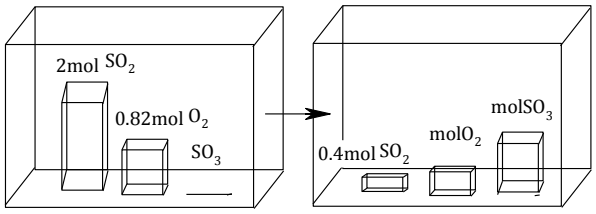
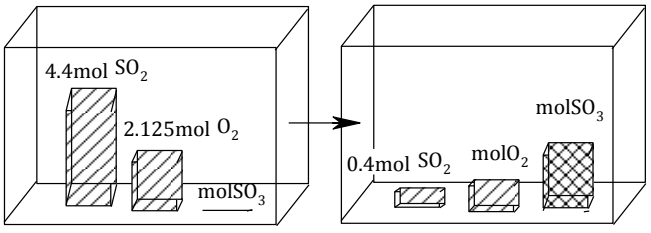
۱۰. با توجه به شکل زیر ، 1.5 مول گاز Br_2 و 0.5 مول گاز H_2 هر یک در محفظه ای به حجم ۱ لیتر با فشار و دمای یکسان محبوس است . هر گاه شیر رابط این دو محفظه را در دمای ثابت باز کنیم بعد از برقراری تعادل گازی : $H_2 + Br_2 \rightleftharpoons 2HBr$ ؛ 0.5 مول HBr در محفظه تشکیل می شود ؛ ثابت تعادل واکنش کدام است ؟ (خ۸۹) ۱ — 4

۱)1 ۲)0.33 ۳)0.081 ۴)0.8

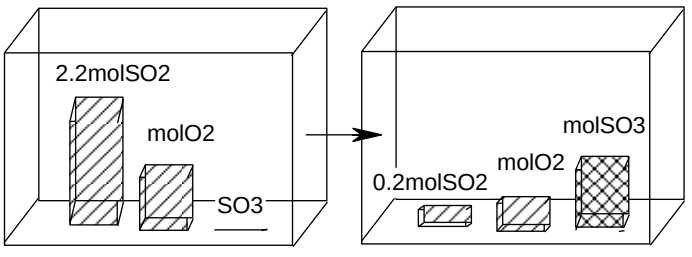


۱۱. مخلوطی از ۵ مول گاز HCl را با 1.1 مول گاز اکسیژن در ظرف سر بسته دو لیتری تا رسیدن به حالت تعادل : $4HCl_{(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2Cl_{2(g)} + 2H_2O_{(g)}$ ؛ گرم می کنیم . اگر در حالت تعادل ؛ ۸۰ درصد گاز HCl تجزیه شده باشد ثابت این تعادل در شرایط آزمایش بر حسب L/mol کدام است ؟ (ت ۸۸) ۱) 3×10^{-2} ۲) 4×10^{-2} ۳) 3.2×10^{2} ۴) 4.2×10^{2}	3
۱۲. مقدار 4.1 مول گاز SO_2 را با 2.2 مول گاز O_2 در ظرف دو لیتری سربسته مخلوط و گرم می کنیم تا تعادل گازی : $2SO_{2(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2SO_{3(g)}$ ؛ بر قرار شود ، اگر در حالت تعادل ؛ ۴ مول گاز SO_3 در ظرف وجود داشته باشد مقدار ثابت این تعادل چند L/mol است ؟ (ت ۹۰) ۱) 1×10^{10} ۲) 1.6×10^{4} ۳) 2×10^{10} ۴) 2.5×10^{4}	2
۱۳. اگر واکنش $Br_{2(g)} + Cl_{2(g)} \underset{\leftarrow}{\overset{\rightarrow}{}} 2BrCl_{(g)} \Rightarrow K = 1.6\times 10^{-3}$ در ظرفی سربسته با حجم ۴ لیتر در دمای معین انجام شود مقدار ۲ مول از هر یک از گازهای کلر و بروم در مخلوط تعادلی موجود باشد مقدار BrCl در حالت تعادل ؛ برابر چند مول است ؟(ر ۸۸) ۱) 0.16 ۲) 0.08 ۳) 0.09 ۴) 0.18	2
۱۴. مخلوطی شامل یک مول گاز CO و یک مول بخار آب را در یک ظرف سربسته ی 10 لیتری گرما می دهیم تا تعادل گازی $CO + H_2O \underset{\leftarrow}{\overset{\rightarrow}{}} CO_2 + H_2$ برقرار شود اگر در حالت تعادل ؛ مقدار 0.6 مول گاز CO_2 در مخلوط گازی وجودداشته باشد ثابت تعادل در شرایط آزمایش کدام است ؟ (ر ۸۶) ۱) 1.6 ۲) 2.25 ۳) 1.15 ۴) 2.4	2
۱۵. بر اساس واکنش گازی : $2N_2O_{5(g)} \rightarrow 2NO_{2(g)} + O_{2(g)}$ ؛ اگر 0.2 مول گاز اکسید نیتروژن (V) به مدت ۲۰ ثانیه در یک ظرف سربسته گرما داده شده و معلوم شود که 0.02 مول از آن باقی مانده است ؛ سرعت متوسط تشکیل گازاکسیژن در این فاصله زمانی ؛ چند مول بر دقیقه است ؟ (ر ۸۴) ۱) 0.18 ۲) 0.27 ۳) 0.36 ۴) 0.45	2
۱۶. مقدار 2.48 مول گاز N_2 را با 1.68 مول گاز O_2 در یک ظرف دو لیتری سربسته مخلوط و گرم می کنیم تا تعادل گازی : $N_{2(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2NO_{(g)}$ برقرار شود اگر در حالت تعادل 0.08 مول گاز NO در مخلوط وجود داشته باشد ثابت تعادل این واکنش کدام است ؟ (ر ۹۰) ۱) 1.6×10^{-3} ۲) 1.6×10^{-4} ۳) 1.8×10^{-3} ۴) 1.8×10^{-4}	1
۱۷. اگر ۳ مول گاز NOCl را در ظرف سربسته تا برقرار شدن تعادل گازی : $2NOCl_{(g)} \rightleftharpoons 2NO_{(g)} + Cl_{2(g)}$, K=0.675 گرم کنیم و در این حالت ۴۰ درصد گاز NOCl تجزیه نشده باقی بماند حجم ظرف واکنش ، چند لیتر است ؟ (ر ۸۹) ۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴	3

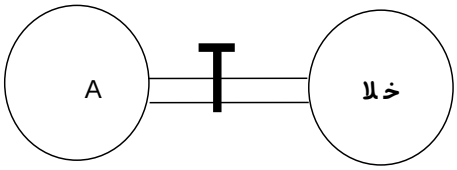
۱۸. اگر 0.5 مول گاز اوزون و 0.5 مول گاز NO در دو ظرف یک لیتری مطابق شکل ، با یکدیگر مخلوط شوند و واکنش برگشت پذیر : $O_{3(g)} + NO_{(g)} \rightleftharpoons O_{2(g)} + NO_{2(g)}$, $K=64$ ، انجام گیرد . پس از برقراری تعادل ، چند مول اکسیژن در مخلوط گازی ، وجود دارد ؟ (ت ۹۰)  ۱) $\frac{1}{9}$ ۲) $\frac{2}{9}$ ۳) $\frac{4}{9}$ ۴) $\frac{7}{9}$	3
۱۹. با توجه به شکل زیر و داده های آن ، اگر پس از برقرار شدن حالت تعادل گازی : $2SO_{2(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2SO_{3(g)}$ ، در ظرف واکنش ، 0.05 مول گاز اکسیژن باقی بماند ، ثابت این تعادل بر حسب L/mol ، کدام است ؟ (ت ۸۹)۱) 810 ۲) 812 ۳) 1012 ۴) 1125  پیش از برقرای تعادل	۴
۲۰. اگر در واکنش تعادلی $2A_{2(g)} \rightleftharpoons D_{2(g)}$, مقدار K برابر $mol.L^{-1}$ ۱ باشد بیشینه بازده درصدی این واکنش هنگامی که غلظت اولیه A برابر $mol.L^{-1}$ ۱ باشد , کدام است ؟ (ت ۹۴)۱) ۲۵ ۲) ۵۰ ۳) ۷۵ ۴) ۸۵	۲
۲۱. اگر مقدار ۱ مول گاز N_2O_5 را در یک ظرف سربسته ۲ لیتری گرما دهیم تا تعادل گازی : $2N_2O_{5(g)} \rightleftharpoons 4NO_{2(g)} + O_{2(g)}$ برقرار شود و در حالت تعادل ۵۰ درصد این از تجزیه شده باشد ثابت این تعادل در دمای آزمایش ، بر حسب $mol^3.L^{-3}$ کدام است ؟ (ر ۸۷) ۱) 0.2 ۲) 0.25 ۳) 0.125 ۴) 2.5	3
۲۲. تعادل گازی : $CO_{(g)}+3H_{2(g)} \rightleftharpoons CH_{4(g)}+H_2O_{(g)}$; $K=0.81mol^{-2}.L^2$ در دمای معین در ظرفی سربسته برقرار است . اگر در حالت تعادل مقدار 0.1 مول گاز CO ؛ 0.003 مول گاز CH_4 و 0.1 مول گاز هیدروژن در ظرف وجود داشته باشد ؛ حجم ظرف واکنش ، چند لیتر است ؟ (آ ۸۹) ۱) 1 ۲) 2 ۳) 3 ۴) 4	3
۲۳. اگر در تعادل گازی : $CH_{4(g)} + H_2O_{(g)} \rightleftharpoons CO_{(g)} + 3H_{2(g)}$; $K=10mol^2.L^{-2}$ ، که در دمای معین در یک ظرف سر بسته برقرار است ، 0.1 مول گاز CO و 0.03 مول گاز CH_4 و 0.001 مول بخار آب وجود داشته باشد حجم ظرف واکنش چند لیتر است ؟ (خ ۸۸) ۱) 1 ۲) 2 ۳) 3 ۴) 4	3

۲۴. با توجه به داده های زیر ، که مقدار گازهای SO_2 و O_2 را قبل و بعد از برقرای تعادل گازی $2SO_{2(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2SO_{3(g)}$ در یک ظرف سربسته یک لیتری نشان می دهند ثابت این تعادل در شرایط آزمایش ، بر حسب $mol^{-1}.L$ کدام است ؟ (ت ۸۷) ۱) 600 ۲) 610 ۳) 800 ۴) 810  در هنگام تعادل پیش از برقراری تعادل	3
۲۵. واکنش برگشت پذیر : $2SO_{3(g)} \rightleftharpoons 2SO_{2(g)} + O_{2(g)}$ در یک ظرف سر بسته در دمای معین در کدام شرایط به حالت تعادل در می آید ؟ (غلظت ها بر حسب مول بر لیتر و $K=0.36$ است .) (خ ۸۸) ۱) $SO_2=0.05 , O_2=0.25 , SO_3=0.04$ ۲) $SO_2=0.06 , O_2=0.20 , SO_3=0.5$ ۳) $SO_2=0.05 , O_2=0.20 , SO_3=0.4$ ۴) $SO_2=0.06 , O_2=0.25 , SO_3=0.05$	4
۲۶. اگر در تعادل گازی : $CH_4+H_2O \rightleftharpoons CO+3H_2$, $K=10mol^2.L^{-2}$ در دمای معین در یک ظرف سربسته ؛ مقدار 0.1 مول گاز CO ؛ 0.03 مول گاز متان و 0.001 مول بخار آب وجود داشته باشد حجم ظرف واکنش ؛ چند لیتر است ؟ (خ ۸۷) ۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴	3
۲۷. اگر در تعادل گازی : $2NH_{3(g)} \rightleftharpoons N_{2(g)} + 3H_{2(g)}$ ، که در یک سربسته ی ۱۰ لیتری برقرار است ، مقدار گاز نیتروژن برابر 0.2 مول ومقدار آمونیاک برابر 0.15 مول باشد، ثابت تعادل در شرایط آزمایش کدام است؟(خ۸۵) ۱) $1.92\times10^{-2}mol^2.L^{-2}$ ۲) $1.92\times10^{-2}mol.L^{-2}$ ۳) $3.86\times10^{-3}mol^2.L^{-2}$ ۴) $3.86\times10^{-3}mol.L^{-2}$	1
۲۸. با توجه به واکنش تعادلی : $4HCl_{(g)}+O_{2(g)} \rightleftharpoons 2Cl_{2(g)}+2H_2O_{(g)}$; $K=1000mol^{-1}.L$ ، 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 ؟ (خ ۸۶) ۱) 0.1 ۲) 0.01 ۳) 0.08 ۴) 0.008	1
۲۹. با توجه به این که واکنش گازی ، $2SO_{2(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2SO_{3(g)}$ ، مطابق شکل در یک ظرف سربسته ی یک لیتری در دمای معین به حالت تعادل در آمده است ، مقدار ثابت تعادل بر حسب L/mol و غلظت تعادلی گاز اکسیژن (بر حسب مول بر لیتر) به ترتیب (از راست به چپ) کدام اند ؟ (خ ۸۷) ۱) 0.25 - 800 ۲) 0.125 - 80 ۳) 0.25 -80 ۴) 0.125 - 800  در هنگام تعادل پیش از برقراری تعادل	4

۳۰. مقداری بخار آب را با 0.6 مول CO در ظرف سر بسته ی 3 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 ؟ (خ ۹۰) $CO_{(g)} + H_2O_{(g)} \rightleftharpoons CO_{2(g)} + H_{2(g)}$, $K=10$ ۱) 0.11 ۲) 0.21 ۳) 0.33 ۴) 0.42	3
۳۱. با افزایش دمای یک ظرف یک لیتری سربسته که دارای 0.1 مول $CO_{(g)}$ و 0.1 مول $CO_{2(g)}$ و 0.21 مول $NiO_{(S)}$ و 0.21 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 مول بر لیتر است ؟ (ر ۹۱) ۱) 0.098 ۲) 0.128 ۳) 0.152 ۴) 0.198	4
۳۲. 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 اضافی ۰,۵ مول در ظرف باقی مانده باشد ثابت تعادل این واکنش برابر چند L/mol است ؟ (ت ۹۳) $4H_2(g)+CS_2(g) \rightleftharpoons 2H_2S(g) + CH_4(g)$ ۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۴ ۴) ۱۰	3
۳۳. اگر 3.2 گرم گاز هیدروژن و ۱ مول گاز نیروژن را در یک ظرف دو لیتری مخوط کرده و گرما دهیم تا تعادل گازی : $N_{2(g)}+3H_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)}$ برقرار شود و در حالت تعادل 6.8 گرم گاز آمونیاک در مخلوط تعادلی وجود داشته باشد ، ثابت این تعادل برابر چند $mol^{-2}.L^2$ است ؟ (خ ۹۱) ۱) 0.60 ۲) 0.65 ۳) 0.80 ۴) 0.85	3
۳۴. یک مول از گاز A تا دمای 500k 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 ؟ (ت ۹۱) ۱) 2.5×10^{-2} ۲) 5×10^{-2} ۳) 6.25×10^{-3} ۴) 6.25×10^{-4}	3
۳۵. اگر ۲ مول $CaCO_3$ در ظرف ۳ لیتری در بسته تا دمای 827°C گرم شود ، شمار تقریب مولکول های CO_2 موجود در ظرف ، پس از برقراری تعادل ، کدام است ؟ ($K = 10^{-2}\ mol/L$) (ت ۹۱) ۱) 1.8×10^{22} ۲) 1.8×10^{23} ۳) 6×10^{21} ۴) 6×10^{22}	۱
۳۶. 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 : $PCl_5(g) \rightleftharpoons PCl_3(g)+Cl_2(g)$, $K=1mol/L$, برقرار می شود , چنانچه در این شرایط و دمای ثابت حجم ظرف واکنش نصف شود , واکنش در کدام جهت جابجا شده و مقدار PCl_5 اولیه , چند مول بوده است ؟ (ر ۹۴) ($Cl=35.5g/mol$)۴ ۱) ۰,۸ ۲) ۱,۶ ۳) ۲,۴ ۴) ۳,۲	۴
۳۷. با توجه به واکنش های زیر و ثابت تعادل آن ها , اگر غلظت اولیه هر یک از مواد A و E در ظرف در بسته , برابر $1mol/L$ باشد , غلظت Z پس از برقراری تعادل , چند مول بر لیتر است ؟ (ر ۹۴)۲ I) $A(g)+E(g) \rightleftharpoons 2X(g)$, $K_1=32$ II) $2X(g) \rightleftharpoons 2Z(g)$, $K_2=2$ ۱) ۰,۸ ۲) ۱,۶ ۳) ۲,۴ ۴) ۳,۲	۲

۳۸. اگر بازده درصدی واکنش تعادلی فرضی : $A(g)+D(g) \rightleftharpoons 2E(g)+G(g)$, که با یک مول از هر یک از واکنش دهند ها در یک ظرف یک لیتری در بسته آغاز شده باشد , در دمای آزمایش , برابر ۶۰ درصد باشد , ثابت تعادل این واکنش , برابر چند mol/L است ؟ (ر ۹۴) ۴ ۱)۱,۳۵ ۲)۲,۲۵ ۳)۳,۶ ۴)۵,۴	۴
۳۹. مقدار 6.255 گرم PCl_5 را در ظرف سربسته ای گرما می دهیم تا تعادل زیر برقرار شود . اگر در حالت تعادل ، 2.75 گرم PCl_3 در ظرف موجود باشد ، حجم ظرف واکنش ، چند لیتر است ؟ (خ ۸۵) $PCl_{5(g)} \rightleftharpoons PCl_{3(g)}+Cl_{2(g)} \quad K=8\times10^{-3}$ ۱)۲ ۲)۳ ۳)۴ ۴)۵	۴
۴۰. اگر در واکنش $Br_{2(g)}+Cl_{2(g)} \rightleftharpoons 2BrCl_{(g)} \; ; K=1.6\times10^{-3}$ ، در ظرفی سر بسته با حجم ۲ لیتر در دمای معین انجام شود و مقدار ۴ مول از هر یک از گازهای کلر و بروم در مخلوط تعادلی موجود باشد ، مقدار $BrCl$ در حالت تعادل برابر چند مول است ؟ (خ ۸۶) ۱) 0.08 ۲) 0.18 ۳) 0.16 ۴) 0.09	۳
۴۱. در واکنش تعادلی : $2NOCl_{(g)}+O_{2(g)} \rightleftharpoons 2NO_{2(g)}+Cl_{2(g)} \; , K=250$ که در یک ظرف سربسته ی دو لیتری در دمای آزمایش برقرار است ، اگر در حالت تعادل مقدار 0.4 مول NO_2 و 0.02 مول $NOCl$ در ظرف وجود داشته باشد ، مقدار گاز اکسیژن در مخلوط به حالت تعادل چند مول است ؟ (خ ۸۸) ۱) 0.23 ۲) 0.28 ۳) 0.32 ۴) 0.38	۳
۴۲. اگر در واکنش تعادلی تجزیه ی آمونیاک : $2NH_{3(g)}N_{2(g)}+3H_{2(g)} \; , K=12$ ، که در یک ظرف دو لیتری در بسته در دمای معین برقرار است مقدار 1.2 مول هیدروژن وجود داشته باشد ، مقدار اولیه ی آمونیاک برابر چند مول بوده است ؟ (خ ۹۰) ۱) 0.92 ۲) 0.84 ۳) 0.68 ۴) 0.52	۱
۴۳. اگر ۸ مول $N_2O_{4(g)}$ را در یک ظرف دو لیتری وارده کرده , تا رسیدن به حالت تعادل ($K=0.8mol/L$)گرم کنیم , مقدار $N_2O_{4(g)}$ باقیمانده در ظرف برابر چند مول است ؟ (خ ۹۳ ت)۱)۶,۴ ۲)۳,۲ ۳)۱,۶ ۴)۰,۸	۱
۴۴. با توجه به واکنش گازی زیر ، که مطابق شکل ، در یک ظرف یک لیتری سربسته در دمای معین به حالت تعادل در آمده است ، مقدار گاز اکسیژن در مخلوط اولیه (در آغاز واکنش) چند مول بوده است ؟ (خ ۸۹) $2SO_{2(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2SO_{3(g)} \; , K=800mol/L$ ۱)۰,۱۱۰ ۲)۰,۱۲۰ ۳)۱,۱۲۵ ۴)۱,۱۱۰  پیش از برقراری تعادل در هنگام تعادل	۳

۴۵. از واکنش : $C_2H_4(g) + H_2O(g) \leftrightarrows C_2H_5OH(g)$, $K=2$ برای تهیه ی اتانول در صنعت استفاده می شود . اگر دو مول اتیلن و دو مول آب دردمای معین در یک ظرف دو لیتری در بسته به تعادل برسند بازده ی درصدی این فرآیند کدام است ؟ (ر ۹۲) ۱) 60 ۲) 50 ۳) 81 ۴) 85	۲
۴۶. 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 ؟ $4NH_3(g)+3O_2(g) \rightleftharpoons 2N_2(g)+6H_2O(g)$ (ت ۹۲) ۱)آب – 0.042 ۲)آب – 0.125 ۳)اکسیژن – 0.042 ۴)اکسیژن – 0.125	۳
۴۷. اگر 4.88 گرم $BaCl_2.2H_2O$ را در ظرف سر بسته 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 ؟ (ت ۹۲) $BaCl_2.2H_2O(S) \rightleftharpoons BaCl_2(S)+2H_2O(g)$ ۱) $\mathbf{1 \times 10^{-4}}$ ۲) $\mathbf{2 \times 10^{-4}}$ ۳) $\mathbf{1 \times 10^{-2}}$ ۴) $\mathbf{2 \times 10^{-2}}$	۱
۴۸. مخلوط ۱ مول $H_{2(g)}$ و ۱ مول $I_{2(g)}$ را در یک ظرف یک لیتری گر می کنیم ، مقدار تقریبی $HI_{(g)}$ هنگام برقراری تعادل ، برابر چند گرم است ؟ $K=64$ - $I=127g/mol$ (خ ۹۱) ۱) ۳۵۱ ۲) ۲۰۴/۸ ۳) ۱۷۵ ۴) ۱۰۲/۴	۲
۴۹. بر اساس واکنش تعادلی : $H_2O_{(g)}+C_{(S)} \rightleftharpoons H_{2(g)}+CO_{(g)}$, $K=10$ ،ر یک ظرف سر بسته ۲ لیتری ،مقدار 0.4 مول زغال را با مقداری بخار آب مخلوط کرده ، تا رسیدن به حالت تعادل گرم می کنیم . اگر در حالت تعادل ،0.2 مول $CO_{(g)}$ در ظرف واکنش وجود داشته باشد ، مقدار اولیه بخار آب در مخلوط ، به تقریب برابر چند گرم بوده است ؟ (خ ۹۱) ۱) ۳/۶۴ ۲) ۴/۹۶ ۳) ۴/۲۵ ۴) ۳/۲۵	۱
۵۰. مقداری از گازهای CO و NO_2 را در یک ظرف سربسته ی سه لیتری گرم می کنیم تا تعادل گازی $CO(g)+NO_2(g) \rightleftharpoons CO_2(g)+NO(g)$ برقرار شود اگر در شرایط آزمایش مقدار ۰,۴۵ مول گاز CO_2 و ۰,۹ مول گاز CO و ۰,۱۵ مول گاز NO_2 در مخلوط گازی به حال تعادل وجود داشته باشد ثابت این تعادل کدام است ؟ خ ت ۹۲ ۱) ۲,۵ ۲) ۱۵ ۳) ۱,۵ ۴) ۲۵	۳
۵۱. در یک ازمایش , ۰,۵ مول $N_2(g)$ و ۰,۵ مول $O_2(g)$ و ۰,۲۵ مول $NO(g)$ در یک ظرف به حجم ۲۵۰ میلی لیتر وارد و تا رسیدن به تعادل $N_2(g)+O_2(g) \rightleftharpoons 2NO(g)$, $k=\mathbf{4 \times 10^{-4}}$, گرم شده اند , غلظت گاز NO هنگام تعادل به تقریب چند mol/L است ؟ (ر ۹۳) ۱) ۱,۱ ۲) ۱,۰۵ ۳) ۰,۰۵ ۴) ۰,۱	۴
۵۲. مقدار ۳ مول گاز I_2 با ۳ مول گازهیدروژن در یک ظرف یک لیتری مخلوط شده اند , شمار مولکول های گاز HI پس از رسیدن به تعادل به تقریب کدام است ؟ $H_{2(g)}+I_{2(g)} \rightleftharpoons 2HI_{(aq)}$, $K=0.16$ ۲ ۱) 3.011×10^{23} ۲) 6.022×10^{23} ۳) 3.011×10^{22} ۴) 6.022×10^{22}	۲

۵۳. با توجه به واکنش های تعادلی فرضی روبه رو , در شرایطی که هر یک از آن ها در یک ظرف یک لیتری در بسته و با یک مول ماده اولیه آغاز شده باشد و بازده درصدی واکنش (I) برابر ۵۰٪ و بازده درصدی واکنش (II) برابر ۸۰٪ باشد , نسبت مقدار K_2 به K_2 , کدام است ؟ (ر خ ۹۴) $I)A(g) \rightleftharpoons 2X(g)\ ,\ K_1$ $\qquad$ $2(D(g) \rightleftharpoons Z(g)\ ,\ K_2$ ۱) ۰,۵ $\quad$ ۲) ۱ $\quad$ ۳) ۱,۵ $\quad$ ۴) ۲	
۵۴. در یک فرآیند , مقدار ۱۰ مول $N_2O_4(g)$ در یک ظرف ۵ لیتری وارد شده است . پس از گرم شدن و برقراری تعادل : $N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)\ ,\ K=4mol/L$, نسبت غلظت مولار NO_2 به غلظت مولار N_2O_4 و مجموع مول های گاز درون ظرف , کدام است ؟ (ت ۹۴) ۱) ۴ , ۱۰ $\quad$ ۲) ۴ , ۱۵ $\quad$ ۳) ۲ , ۱۰ $\quad$ ۴) ۲ , ۱۵	۴
۵۵. بر اساس واکنش $N_2(g)+2O_2(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$, به ترتیب ۵ و ۱ مول از گازهای اکسیژن و نیتروژن در ظرف یک لیتری در بسته ای وارد و گرم شده اند اگر این واکنش پس از تبدیل ۵۰٪ از گاز نیتروژن به فرآورده , به تعادل برسد مقدار K بر حسب $L.mol^{-1}$ کدام است ؟ (ت ۹۵) ۱) ۰,۱۲۵ $\quad$ ۲) ۰,۲۵ $\quad$ ۳) ۱ $\quad$ ۴) ۴	۱
۵۶. دو مول گاز دی نیتروژن پنتوکسید در ظرف دو لیتری به گاز اکسیژن و گاز نیتروژن دی اکسید در یک واکنش تعادلی تجزیه می شود اگر پس از ۶۰ ثانیه , تعادل برقرار شود و نیم مول اکسیژن در ظرف وجود داشته باشد مقدار عددی ثابت تعادل و سرعت متوسط واکنش تا رسیدن به تعادل بر حسب $mol.L^{-1}.min^{-1}$ (از راست به چپ) کدام اند ؟ (ر ۹۵) ۱) ۰,۲۵ , ۰,۵ $\quad$ ۲) ۱ , ۰,۲۵ $\quad$ ۳) ۰,۲۵ , ۰,۲۵ $\quad$ ۴) ۱ , ۰,۵	۲
۵۷. اگر ۲ مول از گاز SO_3 در یک ظرف سربسته یک لیتری وارد و گرم شود پس از برقراری تعادل زیر , چند مول گازا کسیژن در ظرف وجود خواهد داشت ؟ (ر ۹۵) $2SO_3(g) \rightleftharpoons 2SO_2(g)+O_2(g)\ ,\ K=0.5mol/L$ ۱) ۱ $\quad$ ۲) ۰,۷۵ $\quad$ ۳) ۰,۵ $\quad$ ۴) ۰,۲۵	۳
۵۸. واکنش در حالت تعادل کدام دو ماده با یکدیگر در ظرف A پس از باز شدن شیر میان دو ظرف ۰ در دما و فشار اتاق) در جهت رفت , پیشرفت می کند ؟ (ت ۹۵) ۱) گاز هیدروژن سولفید و ید جامد $\quad$ ۲) اتانول مایع و استیک اسید مایع $\quad$ ۳) گازهای گوگرد دی اکسید و اکسیژن $\quad$ ۴) گازهای نیتروژن مونوکسید و اکسیژن 	۱
۵۹. مقدار ۶ مول بخار متانول را در یک ظرف در بسته ۲ لیتری تا رسیدن به تعادل گازی : $CH_3OH(g) \rightleftharpoons CO(g)+2H_2(g)$ گرما می دهیم اگر در لحظه برقراری تعادل , ۸۰ درصد متانول تجزیه شده باشد غلظت H_2 در حالت تعادل برابر چند مول بر لیتر و ثابت تعادل (از راست به چپ) کدام اند ؟ (ت ۹۵) ۱) ۴,۸ , ۶۲,۱۵ $mol.L^{-1}$ – ۲,۴ $\quad$ ۲) ۹۲,۱۶ $mol^2.L^{-2}$ – ۴,۸ $\quad$ ۳) ۶۲,۱۵ $mol^2.L^{-2}$ – ۲,۴ $\quad$ ۴) ۹۲,۱۶ $mol.L^{-1}$ – ۲,۴	۱
۶۰. اگر واکنش تعادلی : $A(g) \rightleftharpoons 2B(g)\ ,\ K=2mol/L$ با غلظت ۱ مولار ماده A آغاز شده باشد حداکثر باره درصدی این واکنش , کدام است ؟ (ر ۹۵) ۱) ۵۰ $\quad$ ۲) ۵۲,۵ $\quad$ ۳) ۶۰ $\quad$ ۴) ۶۲,۵	۱
۶۱. مقدار ۱,۶ مول گاز SO_2Cl_2 را در یک ظرف دو لیتری سربسته تا رسیدن به تعادل : $SO_2Cl_2(g) \rightleftharpoons SO_2(g)+Cl_2(g)$ گرما می دهیم اگر در حالت تعادل , مجموع شمار مول های گازی در ظرف برابر ۲,۴ باشد ثابت تعادل در شرایط آزمایش چند $mol.L^{-1}$ کدام است ؟ (ر ۹۵) ۱) ۳,۲ $\quad$ ۲) ۱,۶ $\quad$ ۳) ۰,۳۲ $\quad$ ۴) ۰,۴	۴

۶۲. دو مول اکسید فلز M و یک مول از $CO(g)$ در ظرف یک لیتری وارد و گرما داده اند تا تعادل : $CO(g)+MO(s)\rightleftharpoons M(s)+CO_2(g)\ ,\ K=0.25$ برقرار شود در حالت تعادل , نسبت مولی MO به M کدام است ؟ (ت ۹۵)۱)۱۶ ۲)۱۲ ۳)۹ ۴)۴	۳
۶۳.مقدار ۱۵ مول گاز هیدروژن و ۵ مول گاز نیتروژن در یک ظرف دو لیتری در دمای مناسب و در مجاورت کاتالیزگر وارد شده اند اگر در لحظه تعادل ع غلظت آمونیاک به ۱ مولار برسد مقدار K (L^2/mol^2) به تقریب کدام است و برای تولید آمونیاک بیشتر , بهتر است کدام واکنش دهنده را به عنوان واکنش دهنده اضافی وارد سامانه کرد / ۹۵ ۱)۰,۰۰۲۳ – هیدروژن ۲)۰,۰۰۲۳ – نیتروژن ۳)۰,۰۰۱۸۵ – هیدروژن ۴)۰,۰۰۱۸۵ – نیتروژن	
۶۴.با توجه به واکنش تعادلی $CO_2(g)+2H_2S(g)\ CS_2(g)+2H_2O(g)\ .\ K=0.0036$ اگر ۲ مول از هر یک از گازهای CO_2 و H_2S و ۴ مول از هر یک از گازهای CS_2 و H_2O در یک ظرف در بسته ۰,۵ لیتری در دمای آزمایش وارد شوند واکنش در کدام جهت پیش می رود و اگر غلظت $H_2O(g)$ به ۱,۷۶ مولار برسد غلظت CO_2 و H_2S و CS_2 به چند مولار خواهد رسید ؟ ۹۵ ۱)رفت – ۵,۷۶ – ۷,۵۲ – ۹,۷۶ ۲)برگشت – ۷,۱۲ – ۱۰,۲۴ – ۴,۸۸ ۳)رفت – ۷,۱۲ – ۵,۵۶ – ۹,۷۶ ۴)برگشت – ۵,۵۶ – ۱۰,۲۴ – ۱۰,۲۴	
۶۵.اگر یک مول گاز هیدروژن با دو مول گاز کربن دی اکسید در یک ظرف یک لیتری در بسته مخلوط شده به گونه تعادلی با هم واکنش دهند و K برابر ۱,۸ باشد نسب جرم $H_2O(g)$ به جرم $H_2(g)$ در مخلوط به حالت تعادل کدام است ؟ ۹۶ ۱)۳,۶ ۲)۵,۲ ۳)۹ ۴)۲۷	۴
۶۶. با توجه به نمودار زیر که به تجزیه تعادلی $A(s)$ به فرآورده های گازی مربوط است مقدار K در شرایط آزمایش کدام است ؟ حجم ظرف ده لیتر است . ۹۶ $1)1mol^2.L^{-2},\ 2)3.375mol\ .L^{-3})9\times10^{-3}\ mol^3.L^{-3},\ 4)2.7\times10^{-3}mol^4.L^{-4}$ مربوط است.	۴
۶۷.در یک ازمایش تولید امونیاک در بهترین شرایط ۲۵ درصد از گاز نیتروژن وارد شده در محفظه واکنش به فرآورده تبدیل شده است . اگر گازهای هیدروژن و نیتروژن به نسبت مولی ۳,۷۵ به ۱ در محفظه واکنش یک لیتری وارد شده باشند مقدار K با یکای $L^2.mol^{-2}$ به تقریب کدام است ؟ ۹۶ ۱) 0.11 ۲) 1.23×10^{-2} ۳) 9.26×10^{-3} ۴) 3.7×10^{-2}	۲
۶۸.در واکنش به حال تعادل $A(g)\rightleftharpoons X(g)+D(g)$ که در یک ظرف سربسته دو لیتری قرار دارد مقدار هر یک از مواد برابر ۰,۴ مول است اگر در همان دمای آزمایش این مخلوط تعادلی به یک ظرف سربسته ۴ لیتری متقل شود مقدار X در تعادل جدید به تقریب برابر چند مول خواهد بود ؟ ۹۶ ریشه دوم ۰,۲ ببر ۰,۴۵ ۱)۰,۱ ۲)۰,۵ ۳)۰,۶۵ ۴)۰,۸۵	۲

۶۹. با توجه به واکنش تعادلی : $FeO(s)+CO(g) \rightleftharpoons Fe(s)+CO_2(g)$ که در دمای معین در یک ظرف در بسته یک لیتری و با یک مول از هر واکنش دهنده آغاز شده است . اگر مقدار ۰,۰۵ مول گاز CO در تعادل وجود داشته باشد ثابت تعادل کدام و مقدار $Fe(s)$ موجود در تعادل , چند گرم است ؟ ر ۹۷ ۱)۰,۹۵ – ۵,۳۲ ۲)۰,۹۵ – ۵۳,۲ ۳)۱۹ – ۵,۳۲ ۴)۱۹ – ۵۳,۲	۴
۷۰. مقدار ۵ مول $CO(g)$ با ۱۶ گرم از $H_2(g)$ در یک ظرف پنج لیتری در بسته , مطابق معادله $CO(g)+2H_2(g) \rightleftharpoons CH_3OH(g)$ وارد شده اند , اگر پس از نیم ساعت و با تولید ۹۶ g متانول , واکنش به تعادل برسد سرعت متوسط مصرف $H_2(g)$ چند $mol.L^{-1}.s^{-1}$ و مقدار k با یکای $L^2.mol^{-2}$ کدام است ؟ ر ۹۷ ۱)6.67×10^{-4} – ۹,۳۷۵ ۲)2.78×10^{-4} – ۳,۷۵ ۳)2.78×10^{-4} – ۹,۳۷۵ ۴)6.67×10^{-4} – ۳,۷۵	۱
۷۱. اگر مقدار K در تعادل $AgCl(s) \rightleftharpoons Ag^+(aq)+Cl^-(aq)$ برابر $1.6 \times 10^{-19} mol^2.L^{-2}$ باشد انحلال پذیری نقره کلرید ($\frac{g}{100gH2O}$) کدام است ؟ (چگالی محلول 1g/ml) ت ۹۷ ۱) 2.28×10^{-7} ۲)2.28×10^{-8} ۳)5.7×10^{-8} ۴)5.7×10^{-9}	۴
۷۲. انحلال پذیری کلسیم سولفات در دمای معین برابر ۰,۲۷۲ گرم در ۱۰۰ g آب است ثابت تعادل : $CaSO_4(s) \rightleftharpoons Ca^{2+}(aq)+SO_4^{2-}(aq)$ برابر چند $mol^2.L^{-2}$ است ؟ ت خ ۹۷ (چگالی محلول ۱گرم بر میلی لیتر) ۱)4×10^{-4} ۲)4×10^{-6} ۳)2×10^{-4} ۴)2×10^{-6}	۱
۷۳. در یک ظرف ۵ لیتری در بسته , سه مول $SO_2(g)$ و دو مول $NO_2(g)$ وارد واکنش تعادلی زیر شده اند $SO_2(g)+NO_2(g) \rightleftharpoons SO_3(g)+NO(g)$ اگر در لحظه تعادل , ۱۰ ٪ از گاز NO_2 باقی مانده باشد مقدار K کدام است و درصد جرمی کدام گاز در مخلوط تعادلی , بیشتر است ؟ ت خ ۹۷ ۱)۹–SO_3 ۲)۹–NO ۳)۱۳,۵– NO ۴)۱۳,۵– SO_3	۳
۷۴. یک مول $H_2(g)$ و سه مول $CuO(s)$ در یک ظرف یک لیتری در بسته در واکنش تعادلی زیر وارد شده اند $CuO(s)+H_2(g)\ Cu(s)+H_2O(g)$. K=4 اگر پس از برقرای تعادل , یک مول گاز H_2 اضافی در دمای ثابت وارد ظرف شود پس از برقراری دوباره تعادل , غلظت $H_2(g)$ برابر چند مول بر لیتر , خواهد شد ؟ ت خ ۹۷ ۱)۰,۴ ۲)۰,۶ ۳)۱,۴ ۴)۱,۶	۱
۷۵.اگر در یک واکنش گاه به حجم ۱۵۰ لیتر , ۵ کیلوگرم SnO_2 به همراه ۵,۶ کیلوگرم گاز CO وارد شده و پس از واکنش و برقراری تعادل : $SnO_2(s)+2CO(g) \rightleftharpoons Sn(s)+2CO_2(g)$, ۲,۴ کیلوگرم فلز قلع به دست آید ثابت تعادل , کدام است ؟ ر خ ۹۷ (Sn=120g/mol) ۱)۰,۰۶۲۵ ۲)۰,۰۲۵ ۳)۰,۶۲۵ ۴)۰,۲۵	۱

اصل لوشاتلیه :

« چنان چه عاملی موجب برهم زدن حالت تعادل یک سامانه تعادلی شود تعادل در جهتی جابجا می شود که با عامل مزاحم (تغییر ایجاد شده) مقابله کند و تا آن جا که امکان دارد اثر آن را جبران (تعدیل) کند »

عوامل زیر می توانند موجب برهم زدن تعادل شوند : **دما غلظت فشار**

این سه عامل می توانند تعادل سامانه را برای مدتی بر هم زنند ولی سامانه دوباره به سمت تعادل سیر می کند .

عوامل موثر بر تعادل	جابجایی تعادل	تغییر K
دما	☑	☑
فشار	☑	☒
غلظت	☑	☒
کاتالیزگر	☒	☒

بر طبق اصل لوشاتلیه , اضافی باید مصرف شود , کمبود باید جبران (تعدیل) شود .

اثر تغییر غلظت بر تعادل :

$$\text{فرآورده} \underset{\text{تولید واکنش دهنده /مصرف فرآورده}}{\overset{\text{مصرف واکنش دهنده/تولید فرآورده}}{\rightleftharpoons}} \text{واکنش دهنده}$$

اضافی باید مصرف شود و کمبود باید جبران شود .

۶. **اگر غلظت واکنش دهنده افزایش یابد ، واکنش در جهت مصرف آن (راست) – در جهتی که آن ماده وجود ندارد – پیشرفت می کند و تنها مقداری از آن را مصرف می کند .**

۷. مثال : اگر غلظت N_2 در تعادل $N_{2(g)}+3H_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)}$ افزایش یابد واکنش به سمت $\overset{\text{راست}}{\underset{\text{چپ}}{\longrightarrow}}$ پیشرفت کرده تا غلظت N_2 را $\overset{\text{کاهش داده}}{\underset{\text{افزایش داده}}{\longrightarrow}}$, غلظت H_2 را $\overset{\text{کاهش داده}}{\underset{\text{افزایش داده}}{\longrightarrow}}$, غلظت NH_3 $\overset{\text{کاهش یابد}}{\underset{\text{افزایش یابد}}{\longrightarrow}}$.

۸. مثال : اگر غلظت NO_2 در تعادل تجزیه ی N_2O_4 را کاهش دهیم واکنش به سمت , $\overset{\text{راست}}{\underset{\text{چپ}}{\longrightarrow}}$, جابجا شده زیرا Q نسبت به K $\overset{\text{زیاد}}{\underset{\text{کم}}{\longrightarrow}}$, شده است .

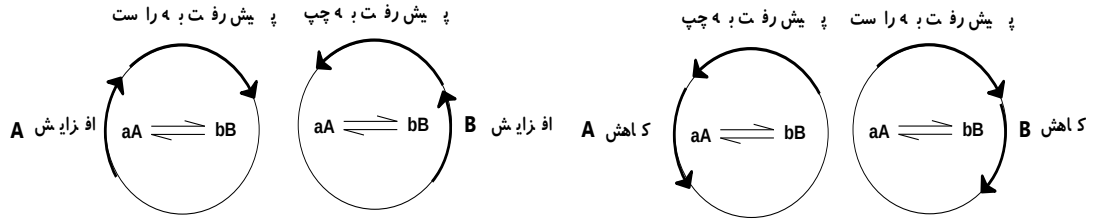
۹. مثال : اگر غلظت N_2O_4 را در ظرف تجزیه آن , افزایش دهیم , واکنش ابتدا $\overset{\text{کم رنگ}}{\underset{\text{پر رنگ}}{\longrightarrow}}$ شده سپس به سمت $\overset{\text{کم رنگ}}{\underset{\text{پر رنگ}}{\longrightarrow}}$ شدن پیشرفت می کند .

واکنش تعادلی A⇌B را در نظر بگیرید .

افزایش غلظت AیاB : تعادل در جهت مصرف AیاB جابه جا می شود (در جهتی که AیاB وجود ندارند) .

کاهش غلظت AیاB : تعادل در جهت تولید AیاB جابه جا می شود . (در جهتی که AیاB وجود دارد) .

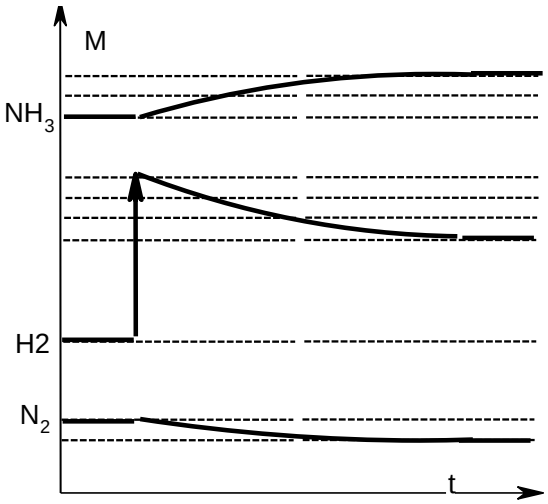
تدوین : احمد خالقی



۱۰. **نکته :یک روش کامل کردن واکنش های تعادلی و افزایش پیشرفت واکنش در جهت رفت , کاهش غلظت یکی از فرآورده ها می باشد . تا تعادل برای جبران عامل تحمیلی به طور دایم در جهت رفت و مصرف شدن کامل واکنش دهنده ها جابه جا می شود و تعادل تا مرز کامل شدن پیش می رود .**

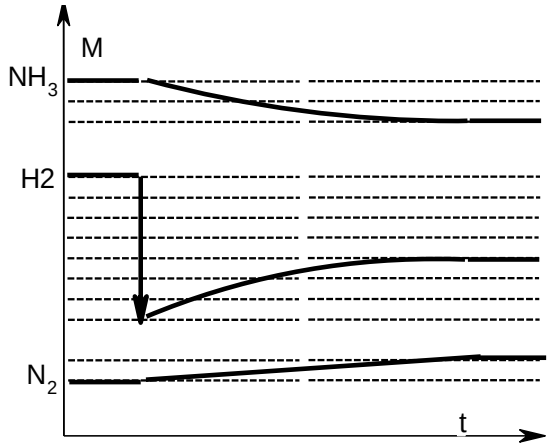
اگر در واکنش $N_{2(g)}+3H_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)}$

مقدار هیدروژن اضافه شود :



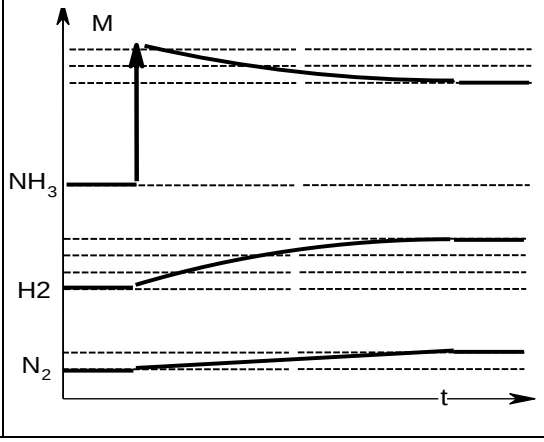
اگر در واکنش $N_{2(g)}+3H_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)}$

مقدار هیدروژن کاهش یابد :



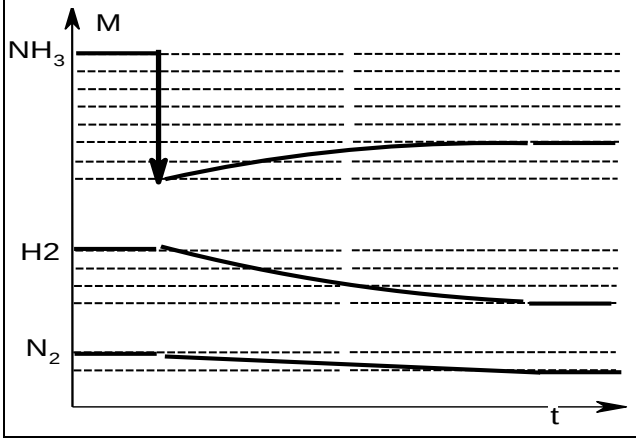
اگر در واکنش $N_{2(g)}+3H_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)}$

مقدار آمونیاک اضافه شود :



اگر در واکنش $N_{2(g)}+3H_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)}$

مقدار آمونیاک کاهش یابد :



وقتی در یک تعادل از شما می پرسند غلظت یک ماده چه تغییری کرده است در واقع از شما می خواهند غلظت ماده موردنظر در تعادل جدید را با غلظت اولیه مقایسه کنید نه لحظه اعمال تغییر .

۱۱. تعادل گازی $PCl_5 \rightleftharpoons PCl_3+Cl_2$ در یک ظرف معین در دمای معین برقرار اســت اگر به ظرف تعادل مقداری گاز کلر ا ضافه کنیم تا تعادل جدید برقرار شود در تعادل جدید مقادیر PCl_3–PCl_5– Cl_2 و K نسبت به تعادل اولیه به ترتیب ... و ... و ... و ... و نسبت به لحظه ی اعمال تغییر به ترتیب ... و ... و ... و ... است .

۱۲. تعادل گازی$PCl_5 \rightleftharpoons PCl_3+Cl_2$در یک ظرف معین در دمای معین برقرار اســت . اگر از ظرف تعادل مقداری گاز PCl_5 را خارج کنیم تا تعادل جدید برقرار شــود در تعادل جدید مقادیر PCl_3 – PCl_5 – Cl_2 و K نســبت به تعادل اولیه به ترتیب ... و ... و ... و ... و نسبت به لحظه ی اعمال تغییر به ترتیب ... و ... و ... و ... است .

۱۳. تعادل گازی $N_2O_4 \rightleftharpoons 2NO_2$ در یک ظرف معین در دمای معین برقرار است . اگر مقداری NO_2 به تعادل اضافه کنیم تا تعادل جدید برقرار شود در تعادل جدید رنگ محفظه ی تعادلی نسبت به تعادل اولیه ... و نسبت به لحظه ی اعمال تغییر ... است .

۱۴. تعادل گازی $N_2O_4 \rightleftharpoons 2NO_2$ در یک ظرف معین در دمای معین برقرار اســت . اگر مقداری N_2O_4 به تعادل اضــافه کنیم تا تعادل جدید برقرار شود در تعادل جدید رنگ محفظه ی تعادلی نسبت به تعادل اولیه ... و نسبت به لحظه ی اعمال تغییر ... است .

۱۵. تعادل $A_{(S)} \rightleftharpoons B_{(S)} + C_{(g)}$ در یک سامانه ی یک لیتری برقرار است . چنان چه 1 مول C به سامانه افزوده شود کدام تغییر حاصل می گردد ؟

۱) ۰,۵ مول از مقدار C کاسته می شود۲) ۰,۵ مول از مقدار B کاسته می شود.

۳) ۰,۵ مول به مقدار A افزوده می شود ٤) ۱ مول به مقدار A افزوده می شود.

۱۶. اگر ثابت تعادل گازی $H_2+I_2 \rightleftharpoons 2HI$ در دمای 425 درجه برابر 49 باشد اگر در این دما 2 مول از هر یک از مواد این تعادل را در ظرف 1L وارد کنیم پس از برقراری تعادل غلظتهای تعادلی هر یک از گونه ها چقدر است ؟

14/3 2/3

۱۷. در استری شدن یک مول کربوکسیلیک اسید با یک مول متیل الکل ؛ در مجاورت سولفوریک اسید ؛ بعد از برقراری حالت تعادل ؛ معادل نیم مول استر و نیم مول آب تشکیل شده است . اگر غلظت متیل الکل را سه برابر کنیم بعد از برقراری تعادلی ؛ چند مول استر تشکیل می شود ؟ $1)\frac{6}{7}...2)\frac{3}{4}...3)\frac{7}{6}...4)\frac{4}{3}$

۱۸. در ظرفی 0.5 لیتری از مواد گازی C, A , B به ترتیب 3 , 2 , 3 مول وارد نموده تا تعادل $A \rightleftharpoons B+C$ برقرار گردد . اگر در لحظه ی شروع واکنش $Q>K$ و در هنگام تعادل نسبت غلظت A به B برابر ٤ باشد ثابت تعادل کدام است

(۱)

۱۹. در یک تعادل کلی $AB \rightleftharpoons A+B$ اگر ۲ مول A را با ۳ مول B مخلوط کنیم در حالت تعادل X مول AB حاصل می شود . اگر به همین تعادل ۱ مول دیگر از A اضافه کنیم X مول دیگر از AB در تعادل جدید تولید می شود . مقدار X را محاسبه کنید .۱٫۸

۲۰. تعادل گازی $A+B \rightleftharpoons 2C$ با ۱ مول A و ۱ مول B و ۲ مول C در یک ظرف یک لیتری برقرار است . چنان چه به هر یک از مواد موجود در تعادل ۱ مول افزوده شود ، مقدار C در تعادل جدید چند مول خواهد بود ؟

(1.75 – 3.25 – 3.5 – 2.5)

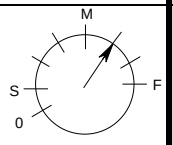
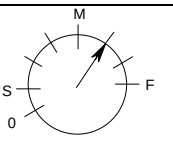
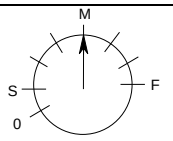
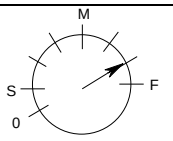
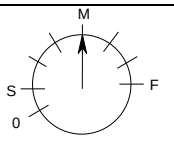
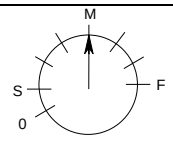
۲۱. مقدار یک مول $HI_{(g)}$ را در یک ظرف یک لیتری قرار میدهیم تا تعادل گازی $2HI_{(g)} \rightleftharpoons H_{2(g)} + I_{2(g)}$, K=9 برقرار شود . اگر پس از برقراری تعادل ؛یک مول به هریک از مواد موجود در تعادل افزوده شود ؛ واکنش در کدام جهت (رفت / برگشت) جابه جا شده و غلظت HI در تعادل جدید چند خواهد بود ؟

($\frac{4}{7}((4 - \frac{9}{7}(3 - \frac{11}{7}(2 - \frac{5}{7}(1$)

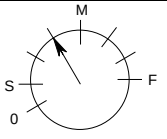
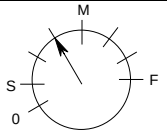
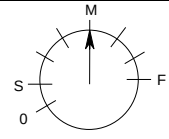
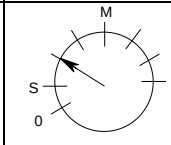
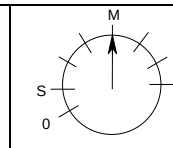
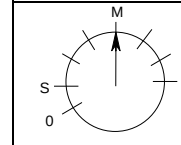
۲۲. در تعادل $2BrCl_{(g)} \rightleftharpoons Br_{2(g)} + Cl_{2(g)}$ دردمای 400K مقدار K برابر 7.0 است . اگر 0.045 مول از هر کدام از سه ماده را در همین دما در یک ظرف یک لیتری قرار دهیم ؛ غلظت هر یک از مواد به هنگام برقراری تعادل چقدر است ؟

۲۳. مقدار ٤ مول HI وارد محفظه ی ۲ لیتری شده تا به میزان ۵۰ درصد تجزیه شود در لحظه ی تعادل ۲ مول به هر یک از مواد اضافه می کنیم تا دوباره تعادل ایجاد شود . درتعادل , غلظت HI چند مولار می باشد ؟

با افزایش غلظت واکنش دهنده ها ، ابتدا سرعت رفت (مصرف آنها) افزایش یافته ، مقدار بیشتری فرآورده تولید شده ، سرعت مصرف فرآورده ها نیز افزایش یافته ، در تعادل جدید ، در سرعت های بالاتری نسبت به تعادل اولیه ، با یکدیگر برابر می شوند .

تعادل جدید		لحظه ی اعمال تغییر		تعادل اولیه	
					
سرعت برگشت	سرعت رفت	سرعت برگشت	سرعت رفت	سرعت برگشت	سرعت رفت

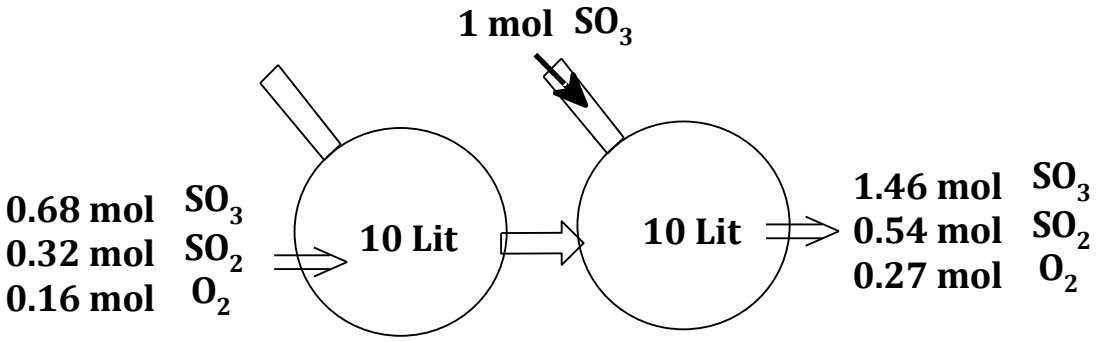
با افزایش کاهش واکنش دهنده ها ، ابتدا سرعت رفت (مصرف آنها) کاهش یافته ، مقدار کمتری فرآورده تولید شده ، سرعت مصرف فرآورده ها نیز کاهش یافته ، در تعادل جدید ، در سرعت های کمتری نسبت به تعادل اولیه ، با یکدیگر برابر می شوند .

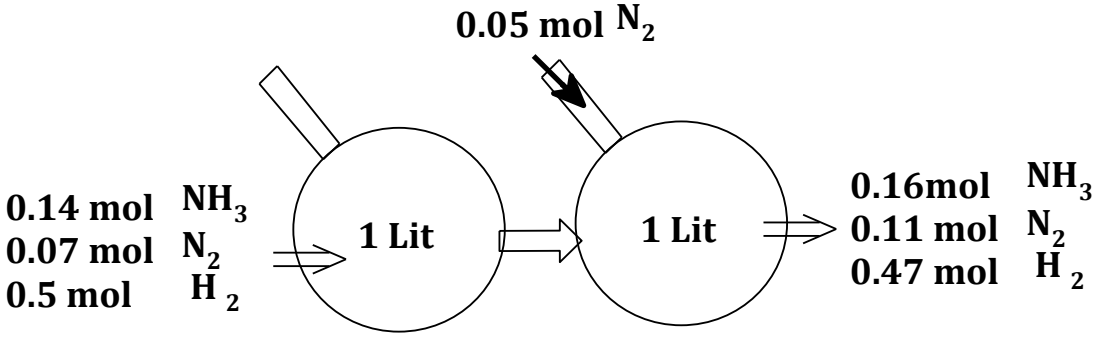
تعادل جدید		لحظه ی اعمال تغییر		تعادل اولیه	
					
سرعت برگشت	سرعت رفت	سرعت برگشت	سرعت رفت	سرعت برگشت	سرعت رفت

نکته : افزایش یا کاهش مقدار جسم جامد یا مایع خالص تاثیری بر غلظت مواد و تاثیری بر جابه جایی تعادل ندارد و سرعت رفت و برگشت را تغییر نمی دهد . مثلا در تعادل $CaCO_3(s) \rightleftharpoons CaO(s)+CO_2(g)$ **افزایش سنگ آهک هیچ تاثیری در جابه جایی تعادل و غلظت** CO_2 **و سرعت رفت و برگشت ندارد .** هر چند حضور مواد جامد یا مایع برای برقراری تعادل الزامی است .

اگر در تعادلی , ثابت تعادل (k) فقط تابع غلظت یک ماده باشد (k=[A]) چنان چه در دمای ثابت , تغییری در غلظت A ایجاد شود , تغییر تحمیل شده به طور کامل از بین می رود و غلظت A به غلظت اولیه ی خود باز می گردد برای مثال $CaCO_3(s) \rightleftharpoons CaO(s)+CO_2(g)$ *اگر غلظت CO2 را افزایش دهیم سرعت برگشت افزایش یافته و تمام* CO_2 *اضافی مصرف می شود و در تعادل جدید سرعت با سرعت در تعادل اولیه برابر است .*

نکته : تغییر غلظت یک ماده , هیچ تاثیری بر ثابت تعادل ندارد .





نکته : با اضافه کردن اسید یا باز به تعادل دارای یون های H^+ یا OH^- , آب تولید می شود و غلظت این یون ها در تعادل کم می شود .

۱) اگر به یک محلول اسید ضعیف ؛ چند قطره اسید قوی افزوده شود ، واکنش تعادلی اسید ضعیف در جهت برگشت ، برای مصرف H^+ پیشرفت می کند . $HF \underset{\Leftarrow}{\overset{\rightarrow}{}} H^+ + F^-$

۲) اگر به یک محلول اسید ضعیف ؛ چند قطره باز قوی افزوده شود ، واکنش تعادلی اسید ضعیف در جهت رفت ، پیشرفت کرده تا با تولید H^+ ؛ مقداری از H^+ را مصرف کند . $HF \underset{\leftarrow}{\overset{\Rightarrow}{}} H^+ + F^-$

۳) اگر به یک محلول باز ضعیف ؛ چند قطره باز قوی افزوده شود ، واکنش تعادلی باز ضعیف در جهت برگشت ، برای مصرف OH^- پیشرفت می کند . $NH_3 + H_2O \underset{\Leftarrow}{\overset{\rightarrow}{}} NH_4^+ + OH^-$

۴) اگر به یک محلول باز ضعیف ؛ چند قطره اسید قوی افزوده شود ، واکنش تعادلی باز ضعیف در جهت رفت ، پیشرفت کرده تا با تولید OH^- ؛ مقداری از H^+ را مصرف کند . $NH_3 + H_2O \underset{\leftarrow}{\overset{\Rightarrow}{}} NH_4^+ + OH^-$

نکته : با اضافه کردن ترکیبی که آنیون یا کاتیون ان با کاتیون یا آنیون موجود در تعادل رسوب می دهد غلظت این یون ها هم در تعادل کم می شود و تعادل به منظور جبران این یون ها , سریعا در جهت تولید آنها جابجا می شود .

اگر به تعادل $Fe(s)+2Ag^+(aq) \rightleftharpoons Fe^{2+}(aq)+2Ag(s)$, یک بار کمی نمک طعام و یک بار کمی سدیم هیدروکسید اضافه کنیم تعادل به کدام سمت جابجا می شود ؟ چرا ؟

اثر تغییر فشار بر تعادل :

۲۴. تغییر فشار فقط بر واکنش هایی موثر است که حداقل یکی از اجزای آن ها در فاز گاز باشد و تعداد مول های گازی دو طرف معادله برابر نباشند . تغییرات فشار با حجم رابطه ی عکس دارد $V \uparrow \Rightarrow P \downarrow \Leftrightarrow V \downarrow \Rightarrow P \uparrow$

اگر فشار افزایش یابد تعادل به سمت تعداد مول گازی کم تر جابه جا می شود .

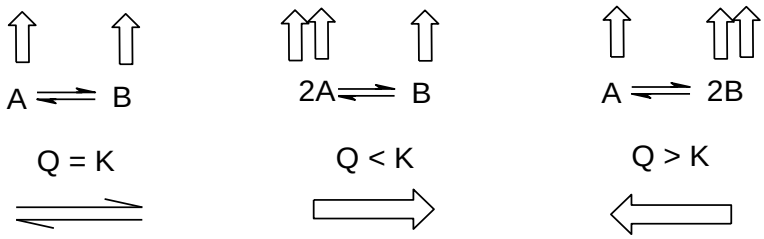
اگر فشار کاهش یابد تعادل به سمت تعدادمول گازی بیش تر جابه جا می شود .

برای تعیین اثر تغییر فشار بر تعادل در شمارش تعداد مولهای طرفین واکنش فقط مولهای گازی را شمارش می کنیم.

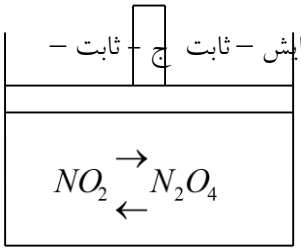
تغییر فشار بر ثابت تعادل K بی تاثیر است . زیرا :

۲۵. **افزایش فشار بر یک سامانه باعث افزایش غلظت تمام گونه های گازی موجود در تعادل می شود**

۲۶. واکنش ها را هنگام افزایش فشار , می توان به ۳ دسته تقسیم کرد :



۲۷. **سوال :** در شکل روبرو با تعادل گازی $2NO_{2(g)} \underset{\leftarrow}{\overset{\rightarrow}{}} N_2O_{4(g)}$ اگر پیستون را در دمای ثابت به سمت بالابکشیم شدت رنگ قهوه ای ابتدا ... اما در نهایت ... می یابد .الف – کاهش – افزایش ب – افزایش – ثابت ج – ثابت – افزایش د – کاهش – کاهش



۲۸. مثال : اگر فشار بر تعادل : $N_{2(g)}+3H_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)}$ زیاد شود ...

۲۹. مثال : اگر مخلوط تعادل گازی همگن $H_2+I_2 \rightleftharpoons 2HI$ به ظرف بزرگ تری منتقل شود ...

۳۰. مثال : اگر مخلوط تعادلی $CaCO_3 \rightleftharpoons CaO + CO_2$ به ظرف کوچکتری منتقل شود ...

۳۱. اگر فشار بر تعادل $2HI(g) + S(s) \rightleftharpoons H_2S(g) + I_2(s)$ کمتر شود واکنش ...

۳۲. **افزایش فشار غلظت همه ی گونه های گازی شکل را افزایش می دهد** . بنابراین هم سرعت رفت هم سرعت برگشت افزایش می یابد (به شرط آن که در هر دو طرف معادله گاز وجود داشته باشد) ولی سرعت واکنشی را که تعداد مول گازی بیشتری مصرف می کند بیشتر افزایش می دهد . مثلا فرض کنیم $2A+B \underset{\leftarrow}{\overset{\rightarrow}{}} C$ یک واکنش بنیادی است . حال اگر فشار را دو برابر کنیم غلظت همه گونه ها دو برابر می شود . در نتیجه سرعت رفت هشت برابر شده در حالی که سرعت برگشت دو برابر می شود . یعنی تعادل در جهت رفت جابه جا می شود و در تعادل جدید سرعت رفت و برگشت با هم برابر است و از تعادل اولیه بیشتراست .

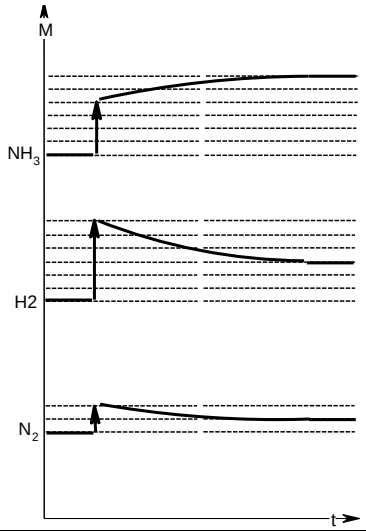
۳۳. **کاهش فشار غلظت همه گونه های گازی شکل را کاهش می دهد .** بنابراین هم سرعت رفت و هم سرعتبرگشت کاهش می یابد (به شرط آن که در هر دو طرف معادله گاز وجود داشته باشد) ولی سرعت واکنشی که تعداد مول

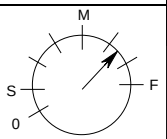
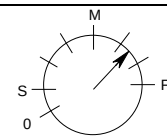
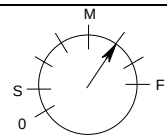
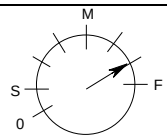
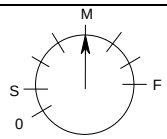
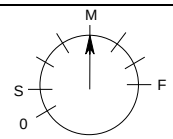
گازی بیشتری مصرف می کند بیشتر کاهش می دهد . **مثلا** در تعادل $2A+B \underset{\leftarrow}{\overset{\rightarrow}{}} C$ اگر فشار را نصف کنیم غلظت همه ی گونه ها نصف می شود در نتیجه سرعت رفت یک هشتم برابر و سرعت برگشت یک دوم برابر می شود یعنی تعادل در جهت برگشت جابه جا می شود و در تعادل جدید سرعت رفت و برگشت با هم برابر است و اثر تعادل اولیه کمتر است .

۳۴. **تغییر فشار تاثیری بر غلظت فاز جامد یا مایع خالص ندارد و سرعت آن ها را تغییر نمی دهد .**

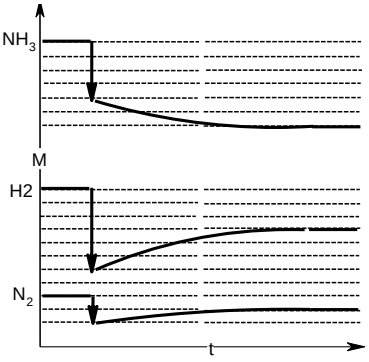
در لحظه ی افزایش فشار،غلظت تمام گونه های گازی، به یک نسبت افزایش مییابند .

۳۵. با افزایش غلظت واکنش دهنده ها و فرآورده ها ، موادی با ضریب استوکیومتری بیشتر ، افزایش غلظت بیشتری خواهند داشت (واکنش دهنده) ، پس سرعت رفت و برگشت زیاد شده ، اما میزان افزایش سرعت رفت بیشتر می باشد ، یعنی با پیشرفت به سمت راست ، مقدار بیشتری فرآورده تولید شده ، سرعت مصرف فرآورده ها نیز افزایش یافته ، در تعادل جدید ، در سرعت های بالاتری نسبت به تعادل اولیه ، با یکدیگر برابر می شوند .

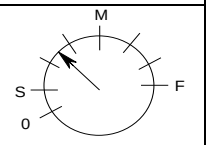
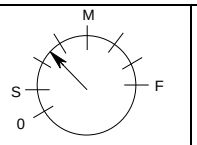
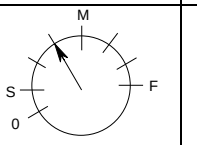
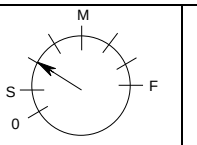
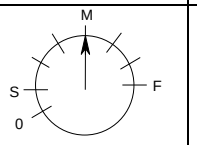
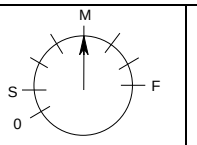


تعادل جدید		لحظه ی اعمال تغییر		تعادل اولیه	
					
سرعت برگشت	سرعت رفت	سرعت رفت	سرعت برگشت	سرعت برگشت	سرعت رفت

در لحظه ی کاهش فشار ، غلظت تمام گونه های گازی ، به یک نسبت کاهش می یابند .



۳۶. با کاهش غلظت واکنش دهنده ها و فرآورده ها ، موادی با ضریب استوکیومتری بیشتر ، کاهش غلظت بیشتری خواهند داشت (واکنش دهنده) ، پس سرعت رفت و برگشت کم شده ، اما میزان کاهش سرعت رفت بیشتر می باشد ، یعنی با پیشرفت به سمت چپ ، مقدار کمتری فرآورده تولید شده ، سرعت مصرف فرآورده ها نیز کاهش یافته ، در تعادل جدید ، در سرعت های پایین تری نسبت به تعادل اولیه ، با یکدیگر برابر می شوند .

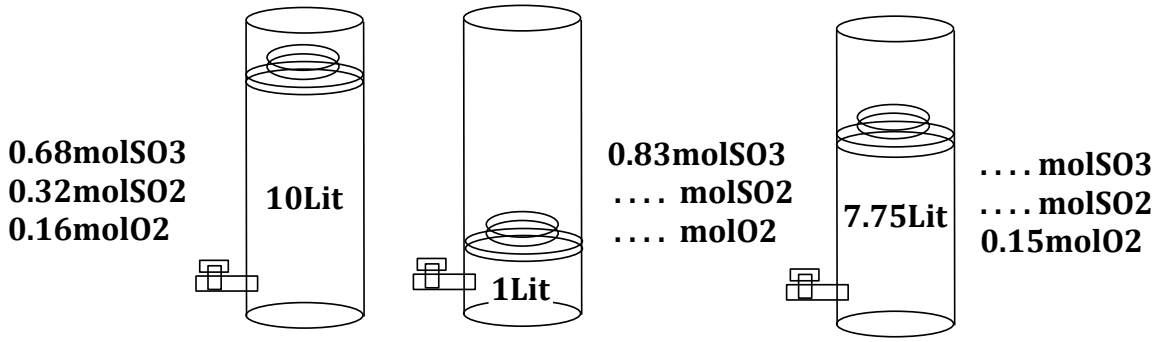
تعادل جدید		لحظه ی اعمال تغییر		تعادل اولیه	
					
سرعت برگشت	سرعت رفت	سرعت برگشت	سرعت رفت	سرعت برگشت	سرعت رفت

۳۷. **مثال :** افزایش فشار بر تعادل های

$HCOOH(aq)+Br_2(aq) \rightleftharpoons CO_2(g)+2HBr(aq)$,$H_2(g)+I_2(g) \rightleftharpoons 2HI(g)$,$H_2(g)+I_2(S) \rightleftharpoons 2HI(g)$
$H_2(g)+Br_2(L,aq) \rightleftharpoons 2HBr(aq)$,

و تغییرات رنگ مخلوط را بررسی کنید . (ید بنفش رنگ و بروم قرمز قهوه ای است).

مثال :



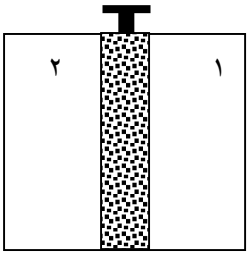
در تعادل : $2SO_{2(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2SO_{3(g)}$ در یک ظرف ۱۰ لیتری ، اگر حجم یک لیتر شود (فشار ۱ برابر شود) تعادل به صورت زیر تغییر می کند :K در هر دو قسمت حدودا برابر است .

		SO_3	O_2	SO_2	مواد
	برحسب مول	0.68	0.16	0.32	تعادل اولیه
$K=282L.mol^{-1}$	بر حسب مول بر لیتر		0.016		غلظت اولیه
	بر حسب مول		0.16		لحظه ی اعمال تغییر
			-1X		عکس العمل واکنش
	برحسب مول		0.085		تعادل جدید
K=280.4	بر حسب مول بر لیتر		0.085		تعادل جدید

تدوین : احمد خالقی

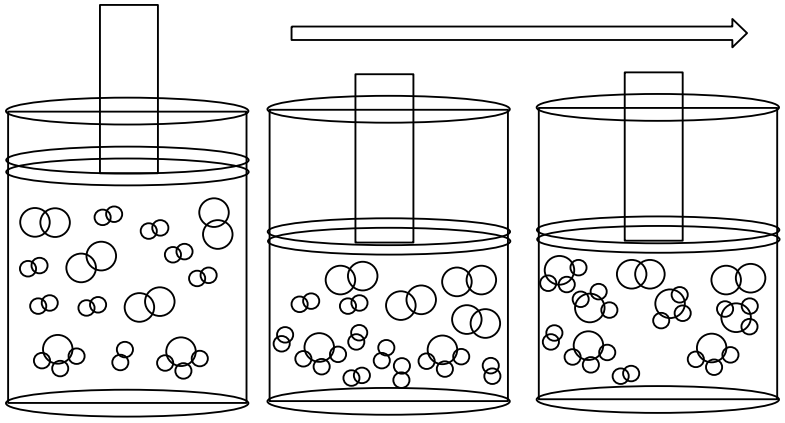
		SO_3	O_2	SO_2	مواد
	برحسب مول	0.68	0.16	0.32	تعادل اولیه
$K=280L.mol^{-1}$	بر حسب مول بر لیتر	0.068	0.016	0.032	غلظت اولیه
	بر حسب مول	…	…	…	لحظه ی اعمال تغییر
حجم جدید ۷,۷۵ لیتر		…	…	…	عکس العمل واکنش
	برحسب مول	…	0.15	0.3	تعادل جدید
K= …	بر حسب مول بر لیتر	…	…	…	تعادل جدید

۳۸. در شکل حجم دو محفظه ۱و۲ برابر است و پیستون جدا کننده ی دو محفظه به کمک پیچی ثابت شده است ۵ مول گاز N_2O_4 را واردمحفظه ی ۲ و ۳ مول از آن را وارد محفظه ی ۱ می کنیم پس از آن



که تعادل $N_2O_{4(g)} \underset{\leftarrow}{\overset{\rightarrow}{}} 2NO_{2(g)}$ در هر دو محفظه برقرار شد پیچ را باز میکنیم تا پیستون بتواند حرکت کند در این صورت تعادل در هر یک از محفظه ی ۱ و ۲ در کدام جهت جابه جا می شود ؟

الف – چپ – چپ ب – راست – راست ج – چپ – راست د – راست – چپ

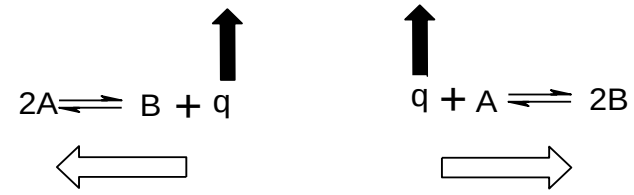


افزایش فشار بر سرعت واکنش های رفت و برگشت زیر چه تاثیری دارد ؟

$2Al(s)+Fe_2O_3(s) \rightleftharpoons 2Fe(l)+Al_2O_3(s)$ $NO(g)+O_3(g) \rightleftharpoons NO_2(g)+O_2(g)$ $N_2+2O_2(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$

۳۹. اثر تغییر دما بر تعادل

واکنش ها را هنگام افزایش دما ، می توان به ۲ دسته تقسیم کرد :



اگر گرما افزایش یابد تعادل در جهتی که گرما وجود ندارد جابه جا می شود.

در واکنش گرماگیر در جهت رفت و در واکنش گرماده در جهت برگشت

اگر گرما کاهش یابد تعادل در جهتی که گرما وجود دارد جابه جا می شود

درواکنش گرماگیر در جهت برگشت در واکنش گرماده در جهت رفت

هر گاه گرما افزایش یابد تعادل در جهتی جابه جا می شـــود که گرما را جذب کند و با کاهش دما ، تعادل در جهتی جابه جا می شود که گرما تولید کند

اگر دما زیاد شود واکنش در جهت مصرف گرما پیشرفت میکند .

۴۰. **نکته :** افزایش دما سرعت رفت و برگشت را افزایش داده اما در واکنشهای گرماده و گرماگیر یکی از سرعت های رفت و برگشت بیشتر افزایش می یابند .

۴۱. تاثیر دما بر ثابت تعادل

از میان عوامل موثر بر تعادل (دما و فشار و غلظت) تنها دما می تواند بر ثبات تعادل K موثر باشد

۴۲. در تعادل های گرماگیر :

افزایش دما تعادل را به راســـت جابه جا می کند تا غلظت فراورده ها افزایش و غلظت واکنش دهند ها کاهش یابند پس مقدار عددی K افزایش می یابد .

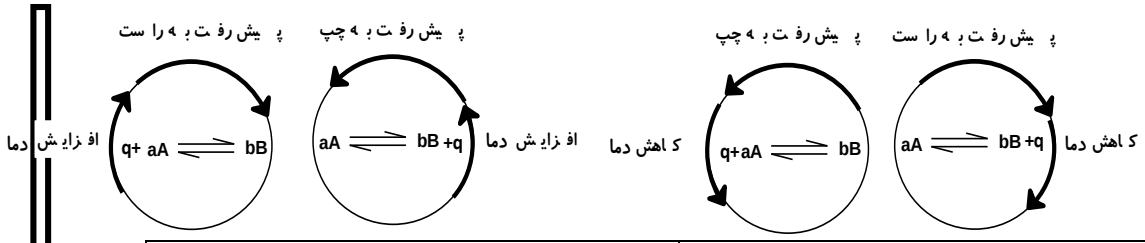
کاهش دما تعادل را به ســـمت چپ جابه جا می کند تا غلظت فرآورده ها کاهش و غلظت واکنش دهنده ها افزایش یابند پس مقدار عددی K کاهش می یابد .

۴۳. در تعادل های گرماده :

کاهش دما تعادل را به راســـت جابه جا می کند تا غلظت فراورده ها افزایش و غلظت واکنش دهند ها کاهش یابند پس مقدار عددی K افزایش می یابد .

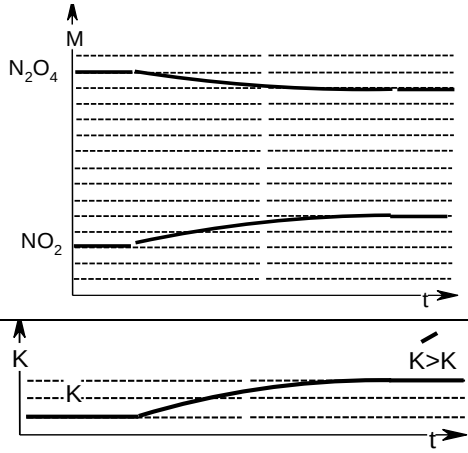
افزایش دما تعادل را به ســـمت چپ جابه جا می کند تا غلظت فرآورده ها کاهش و غلظت واکنش دهنده ها افزایش یابند پس مقدار عددی K کاهش می یابد .

۴۴. درستی شکل های زیر را بررسی کنید .



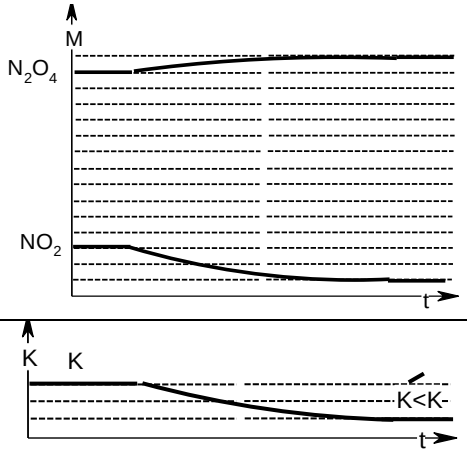
۴۵. اگر در واکنش $N_2O_{4(g)} \rightleftharpoons 2NO_{2(g)}$

مقدار دما افزایش یابد :



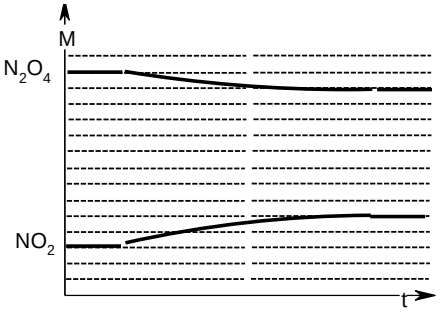
۴۶. اگر در واکنش $N_2O_{4(g)} \rightleftharpoons 2NO_{2(g)}$

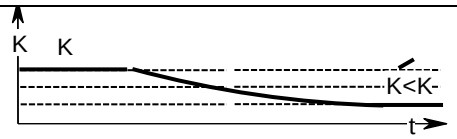
مقدار دما کاهش یابد :



۴۷. اگر در واکنش $2NO_{2\,(g)} \rightleftharpoons N_2O_{4\,(g)}$

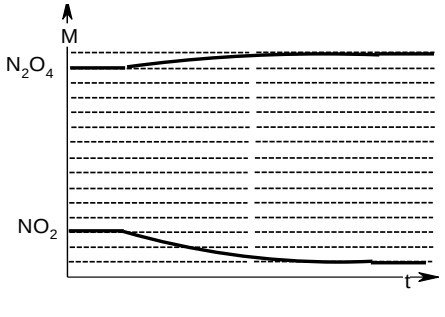
مقدار دما افزایش یابد :

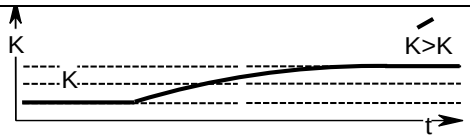




۴۸. اگر در واکنش $2NO_{2\,(g)} \rightleftharpoons N_2O_{4\,(g)}$

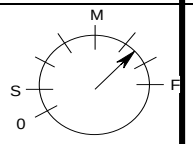
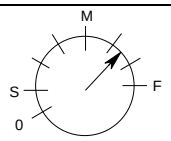
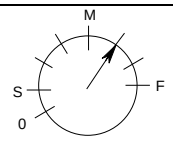
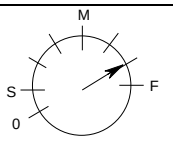
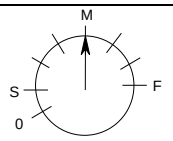
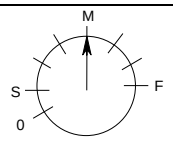
مقدار دما کاهش یابد :



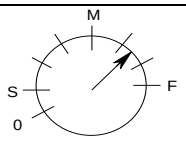
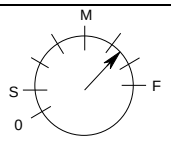
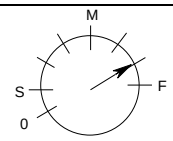
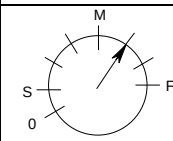
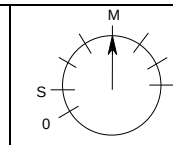
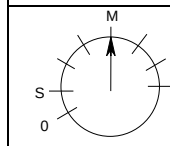


۴۹. اگر دما زیاد شود در ابتدا سرعت موادی که گرما در آن سمت قرار گرفته,بیشتر زیاد می شود .

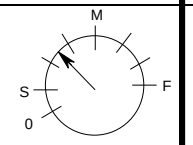
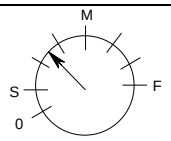
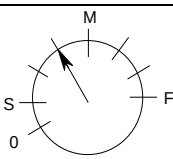
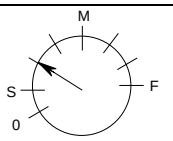
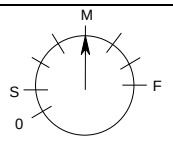
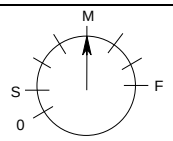
۵۰. در واکنش گرماگیر، اگر دما افزایش یابد:سرعت رفت و برگشت زیاد شده ، رفت بیشتر از برگشت افزایش میابد .

تعادل جدید		لحظه ی اعمال تغییر		تعادل اولیه	
					
سرعت برگشت	سرعت رفت	سرعت رفت	سرعت برگشت	سرعت برگشت	سرعت رفت

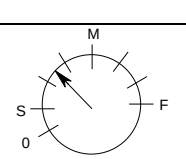
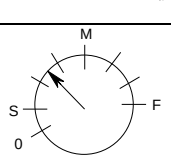
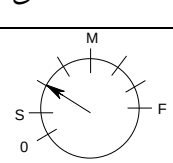
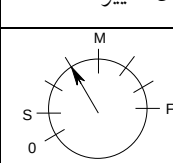
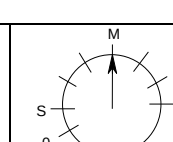
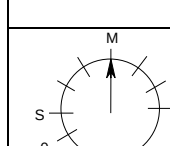
۵۱. در واکنش گرماده، اگر دما افزایش یابد:سرعت رفت و برگشت زیاد شده، برگشت بیش تراز رفت افزایش میابد .

تعادل جدید		لحظه ی اعمال تغییر		تعادل اولیه	
					
سرعت برگشت	سرعت رفت	سرعت رفت	سرعت برگشت	سرعت برگشت	سرعت رفت

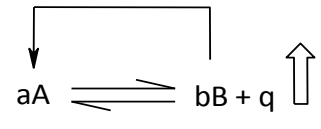
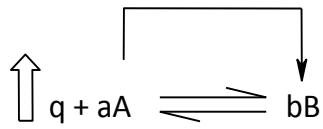
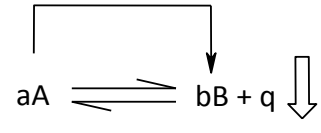
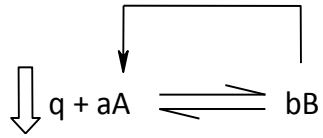
۵۲. در واکنش گرماگیر ، اگر دما کاهش یابد : سرعت رفت و برگشت کم شده،برگشت کم تر از رفت کاهش میابد .

تعادل جدید		لحظه ی اعمال تغییر		تعادل اولیه	
					
سرعت برگشت	سرعت رفت	سرعت رفت	سرعت برگشت	سرعت برگشت	سرعت رفت

۵۳. در واکنش گرماده ، اگر دما کاهش یابد : سرعت رفت و برگشت کم شده ، رفت کم تر از برگشت کاهش می یابد .

تعادل جدید		لحظه ی اعمال تغییر		تعادل اولیه	
					
سرعت برگشت	سرعت رفت	سرعت رفت	سرعت برگشت	سرعت برگشت	سرعت رفت

۵۴. تاثیر تغییر دما بر ثابت تعادل , ۴ گونه است :

جابه جایی تعادل به چپ و کاهش K 	جابه جایی تعادل به راست و افزایش K 
جابه جایی تعادل به راست و افزایش K 	جابه جایی تعادل به چپ و کاهش K 

۵۵. سوال : اگر تعادل $aA \rightleftharpoons bB$, به ظرف آب گرم منتقل شود , k زیاد می شود , پس علامت ΔH ... می باشد .

تدوین : احمد خالقی
شیمی - ۳ - سال دوازدهم

۵۶. اگر تعادل $N_2+3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$ $K=0.64$ در دمای ۲۰۰ درجه با ۲,۲۵ مول N_2 و ۱ مول H_2 در ظرف یک لیتری برقرار باشـــد با افزایش دادن دما تا ٤۰۰ درجه , مولهای آمونیاک , ۱ مول تغییر می کند . در این تعادل تعادل جدید , K چند است ؟

۵۷. در واکنش های ... گرما را هم چون ... و در واکنش های ... گرما را هم چون ... در نظر می گیریم .
الف – گرماگیر – واکنش دهنده ها – گرماده – واکنش دهنده ب – گرماگیر – واکنش دهنده – گرماده – فرآورده
ج – گرماده – فرآورده – گرماده – فرآورده د – گرماگیر – فرآورده – گرماده – واکنش دهنده

۵۸. با توجه به واکنش $N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$ (خرمایی $\rightarrow$ بی رنگ) با $\Delta H^o > 0$ رنگ محفظه ی واکنش در مخلوط آب گرم ... از رنگ محفظه ی واکنش در مخلوط آب و یخ است جهت جابه جایی تعادل در آب گرم ... است .
الف – کم رنگ تر – پیشرفت در سمت راست ب – کم رنگ تر – پیشرفت در سمت چپ ج – پر رنگ تر – پیشرفت در سمت راست د – پر رنگ تر – پیشرفت در سمت چپ

۵۹. سرد کردن یک واکنش گرماگیر تعادل را به سمت .. جابه جا می کند و مقدار k را ... می دهد .
الف – راست – کاهش ب – راست – افزایش ج – چپ – کاهش د – چپ – افزایش

۶۰. در واکنش : فرآورده ها $\rightleftharpoons$ گرما + واکنش دهنده ها ، افزایش دما موجب جابه جایی تعادل به سمت ... و مقدار k ... یابد الف – راست – کاهش ب – راست – افزایش ج – چپ – کاهش د – چپ – افزایش

۶۱. در تعادل : $N_2 + O_2 \rightleftharpoons 2NO$ مقدار ثابت تعادل به صورت زیر تغییر کرده است :

دما	ثابت تعادل
2000K	4.08×10^{-4}
2500K	3.60×10^{-3}

این واکنش گرماده است یا گرماگیر ؟

۶۲. در تعادل : $Ni_{(S)} + CO_2 \rightleftharpoons NiO_{(S)} + CO+Q$ که K در دمای 936K برابر 4.54×10^3 و در دمای 1125K برابر 1.58×10^3 است عوامل زیر چه تاثیری بر تعادل دارند ؟

۱) افزودن $NiO_{(S)}$:	۲) افزایش دما
۳) کاهش فشار	٤) افزایش مقدار CO_2 :

۶۳. تعادل گازی $2NO_{(g)}+O_{2(g)} \rightleftharpoons 2NO_{2(g)}$ در یک ظرف یک لیتری برقرار است . در مای ثابت یک مول NO را به ظرف می افزاییم کدام تغییر زیر حاصل می شود ؟
۱) فشار تعادلی کاهش می یابد(ماکروسکوپی) ۲) ثابت تعادل زیاد می شود
۳) 0.5 مول از O_2 موجود مصرف می شود ٤) سرعت های تعادلی افزایش می یابد

۶۴. تعادل گازی $PCl_3+Cl_2 \rightleftharpoons PCl_5$ در یک ظرف معین در دمای معین برقرار اســـت . اگر دمای تعادل را بالا ببریم تا تعادل جدید برقرار شود در تعادل جدید مقادیر $PCl_3 - PCl_5 - Cl_2$ و K نسبت به تعادل اولیه به ترتیب ... و ... و ... و ... و نسبت به لحظه ی اعمال تغییر به ترتیب ... و ... و ... و ... است .

۶۵. تعادل گازی $PCl_5 \rightleftharpoons PCl_3+Cl_2$ در یک ظرف معین در دمای معین برقرار اســـت . اگر دمای تعادل را بالا ببریم تا تعادل جدید برقرار شود در تعادل جدید مقادیر $Cl_2 - PCl_5 - PCl_3$ و K نسبت به تعادل اولیه به ترتیب ... و ... و ... و ... و نسبت به لحظه ی اعمال تغییر به ترتیب ... و ... و ... و ... است .

۶۶. تعادل گازی $2NO_2 \rightleftharpoons N_2O_4$ در یک ظرف معین در دمای معین برقرار ا ست . اگر دمای تعادل را بالا ببریم تا تعادل جدید برقرار شود در تعادل جدید رنگ محفظه ی تعادلی نسبت به تعادل اولیه ... و نسبت به لحظه ی اعمال تغییر ... است .

۶۷. مخلوط تعادلی NO_2 و N_2O_4 با افزایش دما ... (پر رنگ تر / کم رنگ تر) می شود و تعدادمولکولهای داخل ظرف آن ... (کاهش / افزایش) می یابد .

۶۸.

اصل لوشاتلیه

۷۶. بر اساس اصل لوشاتلیه ؛ اگر در یک سامانه ؛ عاملی موجب بر هم زدن حالت تعادلی شود ؛ تعادل در جهتی جابه جا می شود که ..... تا آن جا که امکان دارد ..... و در ان سامانه یک ..... . (ر ۸۴) ۲

۱) با عامل مزاحم مقابله کند – اثر آن را کاهش دهد – واکنش کامل انجام گیرد .

۲) با عامل مزاحم مقابله کند – اثر آن را برطرف کند – تعادل جدید برقرار شود.

۳) اثر آن عامل را برطرف کند – مقدار ثابت تعادل را افزایش دهد – واکنش کامل انجام گیرد .

۴) اثر آن عامل را برطرف کند – از جابه جاشدن تعادل جلوگیری کند – تعادل پایدار بر جای بماند.

۷۷. کدام عامل زیر ثابت تعادل را در یک واکنش در حال تعادل تغییر می دهد ؟(آ ۸۷) ۳

۱)تغییر غلظت ۲)تغییر فشار ۳)تغییر دما ۴)کاتالیزگر

۷۸. کدام مطلب درباره واکنش به حالت تعادل زیر ؛ در ظرف سر بسته نادرست است ؟ (ت ۹۰) ۲

$$2NaHCO_{3(S)} \rightleftharpoons Na_2CO_{3(S)} + CO_{2(g)} + H_2O_{(g)}$$

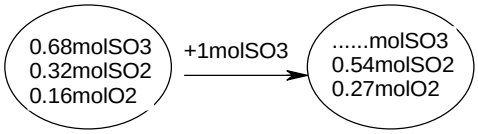
۱) یک واکنش تعادلی ناهمگن سه فازی است .

۲) خارج کردن مقداری سدیم کربنات از سامانه ؛ تعادل را به سمت چپ جابجا می کند .

۳) با خارج کردن مقداری از بخار آب از سامانه ؛ از جرم مواد جامد کاسته می شود .

٤) رابطه ی ثابت تعادل این واکنش به صورت : $K=[CO_2].[H_2O]$ است .

۷۹. با توجه به شکل روبرو که به واکنش تعادلی گازی : $2SO_2 + O_2 \rightleftharpoons 2SO_3$ در یک ظرف سربسته ۱۰ لیتری مربوط است کدام عبارت درست است ؟(ت ۸۶) ۴



۱. ثابت تعادل برابر با $1.6\times10^{2}mol^{1-}.L$ است .

۲. مقدار SO_3 در تعادل جدید برابر $1.36mol/L$ است .

۳. با افزایش یافتن غلظت SO_3 ؛ واکنش در جهت برگشت جا به جا و ثابت تعادل کوچکتر می شود .

٤. با افزایش غلظت SO_3 و برقراری تعادل جدید ؛ نسبت غلظت مولی واکنش دهنده ها ؛ ثابت باقی میماند

۸۰. اگر سیستم به حالت تعادل گازی $PCl_5 \underset{\leftarrow}{\overset{\rightarrow}{}} PCl_3 + Cl_2 \Rightarrow K = 1.69mol/L$ ؛ که در یک ظرف سربسته به یک لیتری برقرار است در دمای ثابت به یک ظرف نیم لیتری منتقل شود کدام تغییر در آن روی خواهد داد؟(ر ۸۴) ۳

۱)تعادل در جهت رفت ؛ جابه جا می شود . ۲)ثابت تعادل کوچکتر خواهد شد .

۳)مقدار PCl_5 افزایش خواهد یافت . ۴)تعادل جدیدی با ثابت K بزرگتر به وجود خواهد امد .

۸۱. با توجه به واکنش تعادلی گازی : $N_2 + 3H_2 \underset{\leftarrow}{\overset{\rightarrow}{}} 2NH_3 \Rightarrow \Delta H = -92KJ$ ؛ افزایش دما سبب کدام تغییر در آن می شود(ر۸۴)۱)جابه جاشدن تعادل در جهت تولید آمونیاک بیشتر ۲)افزایش سرعت واکنش در جهت رفت و کاهش آن در جهت برگشت۳)کاهش سرعت واکنش رفت وبرگشت۴)جابه جاشدن تعادل در جهت برگشت ۴

۸۲. در یک ظرف استوانه ای با پیستون روان با حجم ۳ لیتر , ۳ مول از هر یک از گازهای شرکت کننده در واکنش , $COCl_2(g) \rightleftharpoons CO(g) + Cl_2(g)$, در حالت تعادل اند . اگر حجم ظرف در دمای ثابت , به یک لیتر کاهش یابد , غلظت تعادلی $COCl_2$, چند مول بر لیتر می شود ؟ (خ ر ۹۴) ۱)۴ ۲)۳ ۳)۲,۵ ۴)۱,۵

۸۳. کدام گزینه درست است ؟ (ت ۹۲) ۱

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 در بسته ، از نوع تعادلی دو فازی است .

۴) با قرار دادن کاغذ آغشته به $CoCl_2$ در محیط مرطوب ، رنگ آبی پدیدار می شود .

۸۴. 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 ؟ (ر۸۷) ۳

دما (^0C)	$K(mol^{-1}.L)$
25	4×10^{24}
227	3.5×10^{10}
437	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 $[A]^2.[B]$ دراین واکنش ، بسیار بیشتر است .

۴)مجموع ΔH های تشکیل دهنده ها در آن ، نسبت به فرآورده ها کوچک تر است .

۸۵. اگر درون یک سرنگ پلاستیکی در بسته ؛ مخلوطی از گازهای NO_2 و N_2O_4 دردمای معین به حالت تعادل وجود داشته باشند و در دمای ثابت با بیرون کشیدن پیستون سرنگ ؛ حجم کل مخلوط گازی را به دو برابر برسانیم در آن صورت مخلوط گازی ؛ نخست ... و سپس ... می شود . (ت ۸۴) ۲

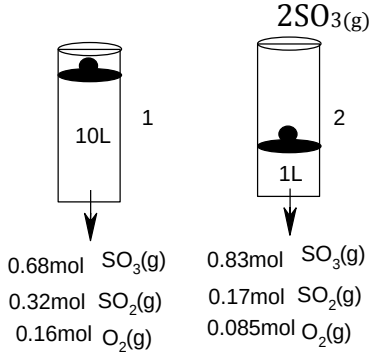
۱) کم رنگ – کم رنگ تر ۲) کم رنگ – پر رنگ تر

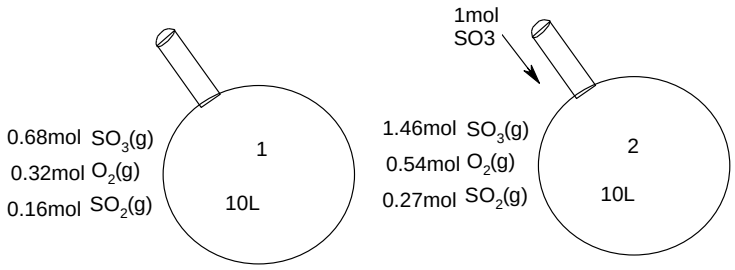
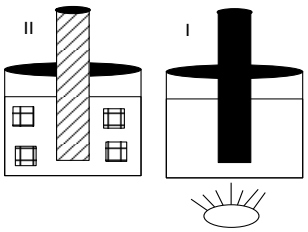
۳) پر رنگ تر – کم رنگ تر ۴) پر رنگ – پر رنگ تر

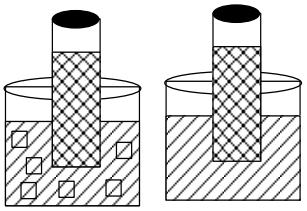
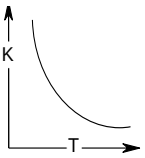
۸۶. واکنش تعادلی $3Fe_{(S)} + 4H_2O_{(g)} \rightleftharpoons Fe_3O_{4(S)} + 4H_{2(g)}$ از نوع ... است و تغییر ... در جابه جا کردن آن موثر ... . (ر ۹۰) ۱

۱) ناهمگن – فشار – نیست ۲) ناهمگن – فشار – است

۳) همگن – حجم – نیست ۴) همگن – حجم – است

۸۷. 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 . (خ ۸۷) ۱ افزایش – H_2 – کاهش – I_2 – افزایش – HI ۳ افزایش – I_2 – کاهش – H_2 – کاهش – HI ۲ کاهش – HI – افزایش – HI – افزایش – H_2 ۴ کاهش – I_2 – افزایش – HI – کاهش – H_2	۱
۸۸. کدام مطلب نادرست است ؟ (ر ۸۷) 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 همراهند . ۴)واکنش هایی که با کاهش آنتالپی و افزایش آنتروپی همراه باشند خودبه خودی اند .	۱
89. با توجه به واکنش تعادلی : $K=16$ $O_{3(g)} + NO_{(g)} \rightleftharpoons O_{2(g)} + NO_{2(g)}$ که در یک ظرف سربسته برقرار است کدام مطلب درست است ؟ (ت ۸۴) ۱)با انتقال به ظرف بزرگتر در دمای ثابت ؛ در جهت رفت جابه جا می شود . ۲)با توجه به مقدار K ؛ تا حد کامل شدن پیش می رود . ۳)چون ثابت تعادل بزرگ است با سرعت زیاد به حالت تعادل می رسد . ۴)حاصل ضرب غلظت مول فرآورده ها در مقایسه با واکنش دهنده ها بزرگ تر است .	۴
90. کدام مطلب درباره ی نقش کاتالیزگر در واکنش های برگشت پذیر ، نادرست است ؟ (خ ۸۵) ۱)زمان برقرار شدن حالت تعادل را کوتاه 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 .	۲
۹۱. 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 ؟ (خ ۹۱) ۱) $\Delta H < 0$ و $2NO_{2(g)} \overrightarrow{\leftarrow} N_2O_{4(g)}$ ۲) $\Delta H > 0$ و $CaCO_{3(S)} \overrightarrow{\leftarrow} CaO_{(S)} + CO_{2(g)}$ ۳) $\Delta H < 0$, $H_{2(g)} + Cl_{2(g)} \overrightarrow{\leftarrow} 2HCl_{(g)}$ ۴) $\Delta H > 0$, $2NOCl_{(g)} \overrightarrow{\leftarrow} 2NO_{(g)} + Cl_{2(g)}$	۴
۹۲. با توجه به شکل روبرو و ثابت در نظر گرفتن دما ؛ کدام مطلب نادرست است؟(ر ۹۰) $2SO_{2(g)}+O_{2(g)} \rightleftharpoons 2SO_{3(g)}$  ۱)مقدار ثابت تعادل در حالت ۱ برابر 282.2 است . ۲)کاهش حجم ؛ سبب جابه جاشدن تعادل در جهت رفت شده است .۳)با کاهش حجم ظرف ؛ غلظت اکسیژن 4.3 برابر شده است . ۴)غلظت $SO_{3(g)}$ بر اثر افزایش فشار ؛ 12.2 برابر شده است .	۳

۹۳. با توجه به شکل روبه رو ، که به تعادل گازی : $2SO_{2(g)}+O_{2(g)} \rightleftharpoons 2SO_{3(g)}$ ؛ مربوط است کدام مطلب درباره ی آن درست است ؟ (آ ۸۹) 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 . 	۲
۹۴. کدام واکنش تعادلی از نوع ناهمگن است و با انتقال مخلوط تعادلی به ظرف سر بسته بزرگ تر در دمای ثابت ؛ در جهت رفت جابه جا می شود ؟ (خ ۸۸)۱) $PCl_{5(g)} \rightleftharpoons PCl_{3(g)} + Cl_{2(g)}$ ۲) $CaCO_{3(S)} \rightleftharpoons CaO_{(S)} + CO_{2(g)}$ ۳) $CO_{(g)} + H_2O_{(g)} \rightleftharpoons CO_{2(g)} + H_{2(g)}$ ۴) $2HI_{(g)} + S_{(S)} \rightleftharpoons H_2S_{(g)} + I_{2(S)}$	۲
۹۵. در واکنش در حال تعادل گازی $H_2+Cl_2 \rightleftharpoons 2HCl$ افزایش فشار : (آ ۸۸) ۱)بی اثر است۲)مقدار Cl_2 را بیشتر می کند ۳)مقدار HCl را افزایش می دهد ۴)مقدار H_2 را کاهش می دهد	۱
۹۶. اگر در واکنش تعادلی گازی : , $2NO_2 \rightleftharpoons N_2O_4 \quad \Delta H < 0$ که در یک ظرف سربسته در دمای معین برقرار است دما را افزایش دهیم تعادل در جهت ..... جابه جا می شود و ثابت تعادل ؛.....(ت ۸۵) ۱)برگشت – کوچکترمی شود . ۲) رفت – بزرگتر می شود . ۳) برگشت – بدون تغییر باقی می ماند . ۴) رفت – بدون تغییر باقی می ماند .	۱
۹۷. کدام واکنش تعادلی ناهمگن است و بر اثر انتقال به ظرف سربسته ی بزرگ تر یا کوچک تر در دمای ثابت ، در جهت رفت یا برگشت جابه جا نمی شود ؟ (خ ۸۶)۱) $SO_{3(g)}+H_{2(g)} \rightleftharpoons SO_{2(g)}+H_2O_{(g)}$ ۲) $H_2S_{(g)}+I_{2(S)} \rightleftharpoons 2HI_{(g)}+S_{(S)}$ ۳) $FeO_{(S)}+CO_{(g)} \rightleftharpoons Fe_{(S)}+CO_{2(g)}$ ۴) $NH_4HS_{(S)} \rightleftharpoons NH_{3(g)} + H_2S_{(g)}$	۴
۹۸. با توجه به واکنش تعادلی : $N_2O_{4(g)} \rightleftharpoons 2NO_{2(g)}$ ، در دو ظرف (I) (درون آب گرم) و (II) (درون آب یخ) مطابق شکل روبه رو ، برقرار است ، و با مشاهده متفاوت شدن رنگ مخلوط گازی در دو ظرف ، کدام مطلب نادرست است ؟ (ت ۸۷) ۱)واکنش در جهت رفت ، گرماگیر است ۲)شمار مولکول های NO_2 در ظرف (II) کمتر است . ۳)واکنش در جهت رفت ، با افزایش سطح انرژی و افزایش آنتروپی همراه است . ۴)نسبت شمار مول های گاز N_2O_4 به گاز NO_2 ، در ظرف (I) بیش تر است . 	۴

۹۹. تعادل : $2SO_{2(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2SO_{3(g)}$ در ظرفی به حجم ثابت و دمای معین برقرار است . کدام تغییر زیر واکنش را از چپ به راست پیش می برد ؟ (آ۸۹) ۱)خارج کردن اکسیژن از محیط عمل ۲)کاهش غلظت SO_3 ۳)خارج کردن مقداری SO_3 از محیط عمل ۴)افزایش حجم ظرف	۳
۱۰۰. با توجه به شکل که به واکنش تعادلی : (ر ۸۵) $\underset{\text{صورتي}}{Co(H_2O)_6^{2+}(aq)} + 4Cl^{1-}(aq) \underset{\leftarrow}{\overset{\rightarrow}{}} \underset{\text{آبي}}{CoCl_4^{2-}(aq)} + 6H_2O(l)$ مربوط است کدام مطلب درباره آن نادرست است ؟ 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 .  گرما دادن سرد شدن (صورتی) (آبی رنگ)	۴
۱۰۱. اگر روند نمودار تغییر مقدار ثابت تعادل نسبت به دما در یک واکنش به صورت شکل زیر باشد ؛ کدام مطلب نادرست است؟(ت۸۸)  ۱-واکنش گرماده است .۲-در مقدار ثابت تعادل : $K=a \times 10^b$ ؛ b عددی بزرگ است . ۳-مجموع ΔH های تشکیل فرآورده ها نسبت به واکنش دهنده ها کوچک تراست . ۴-مجموع انرژی های پیوندی واکنش دهنده ها نسبت به فرآورده ها کم تر است .	۲
۱۰۲. تعادل شیمیایی : $AB_{(g)} \underset{\leftarrow}{\overset{\rightarrow}{}} A_{(g)} + B_{(g)}$ ، در ظرف سر بسته ۱۰ لیتری در دمای اتاق برقرار است ، کدام گزینه درباره این تعادل درست است ؟ (ر ۹۱) ۱)با کاهش فشار ، سرعت 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 ، $\Delta H - T\Delta S$ عبارت عددی مفی است . ۴)اگر با افزایش دما ، مقدار B افزایش یابد ، واکنش رفت گرماده است .	۱
۱۰۳. 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 ... جابه جا می شود و ثابت ... . (خ ۸۵) ۱)فرآورده تجزیه می شود – کوچک تر می شود . ۲) واکنش دهنده ها با هم ترکیب می شوند . – بزرگ تر می شود. ۳) فرآورده تجزیه می شود– بدون تغییر باقی می ماند۴) واکنش دهنده ها با هم ترکیب می شوند– بدون تغییر باقی می ماند .	۱

۱۰۴. اگر در واکنش تعادلی گازی : $Na \rightleftharpoons Mb \ , \ \Delta H > 0$ مقدار n کوچک تر از m باشد ، کدام عبارت همواره درباره ی آن درست است ؟ (خ ۸۵) ۱)ثابت تعادل آن بزرگ تر از واحد است . ۳)افزایش دما ، سبب افزایش مقدار ثابت تعادل می شود . ۲)سرعت رسیدن آن به حالت تعادل ، زیاد است .۴) با انتقال به ظرف کوچک تر در دمای ثابت ، مقدار B افزایش می یابد . — ۳

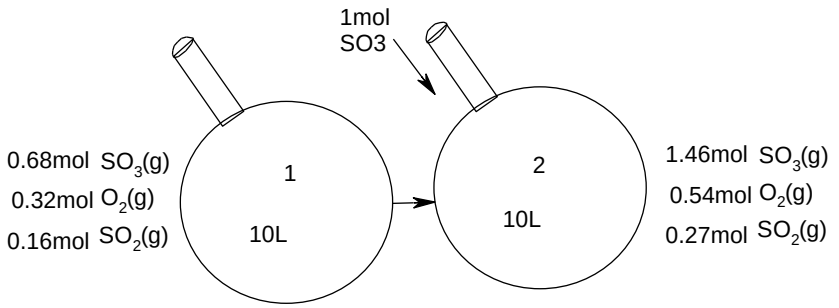
۱۰۵. با توجه به داده های جدول زیر که به واکنش نمادین ؛ $A_{(g)} \rightleftharpoons B_{(g)}$ مربوط است کدام مطلب درست است ؟ (خ ۸۶) — ۱

۱) این واکنش تعادلی و گرماده می باشد . **۲)** با افزایش دما ، ثابت تعادل بزرگ تر می شود .

۳) ثابت تعادل در دمای 400^0C برابر $7.05mol/L$ است . **٤)** ثابت تعادل در دمای 200^0C برابر $2.17mol/L$ است .

دما (^0C)	تعادلی [A]	تعادلی [B]
200	0.01	0.84
300	0.17	0.76
400	0.35	0.72

۱۰۶. با توجه به شکل زیر که به تعادل گازی : $2SO_{2(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2SO_{3(g)} \quad K = 2.8\times10^2 \, mol/L$ مربوط است ، کدام مطلب نادرست است ؟ (خ ۸۶) — ۲



۱-این شکل ، در بررسی تاثیر غلظت بر جابه جاشدن تعادل بالا مربوط است .

۲-بر اثر افزوده شدن مقداری $SO_{3(g)}$ ، خارج قسمت واکنش – Q – افزایش یافته و مقدار K بیش تر می شود .

۳-نسبت غلظت مولی واکنش دهنده ها در تعادل جدید در مقایسه با تعادل نخست ، ثابت مانده است .

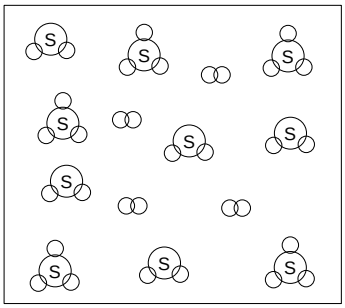
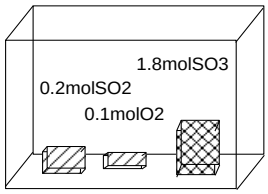
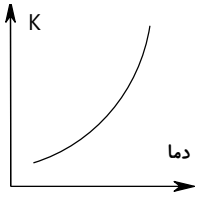
۴-بر اثر افزوده شدن مقدار $SO_{3(g)}$ و افزایش یافتن خارج قسمت واکنش ، واکنش در جهت برگشت جابه جا می شود

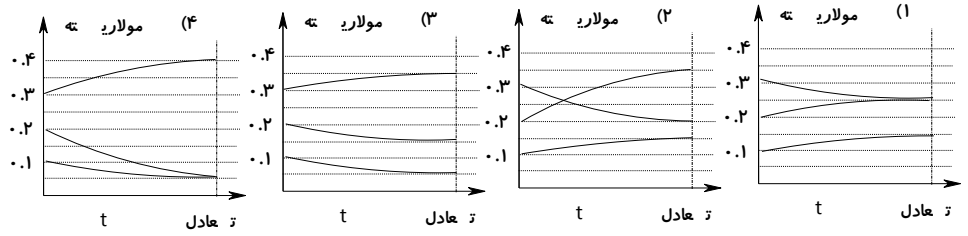
۱۰۷. با توجه به داده های جدول زیر ، که به واکنش نمادین : $A_{(g)} \rightleftharpoons 2B_{(g)}$ مربوط است ، کدام مطلب درست است؟(خ ۸۷) — ۲

۱)این واکنش تعادلی ، گرماگیر است . ۲)با افزایش دما ، ثابت این تعادل کوچک تر می شود .

۳)ثابت این تعادل در دمای 20^0C برابر $2.17L/mol$ است . ۴)در این واکنش آنتالپی عامل نامناسب و آنتروپی عامل مناسب است .

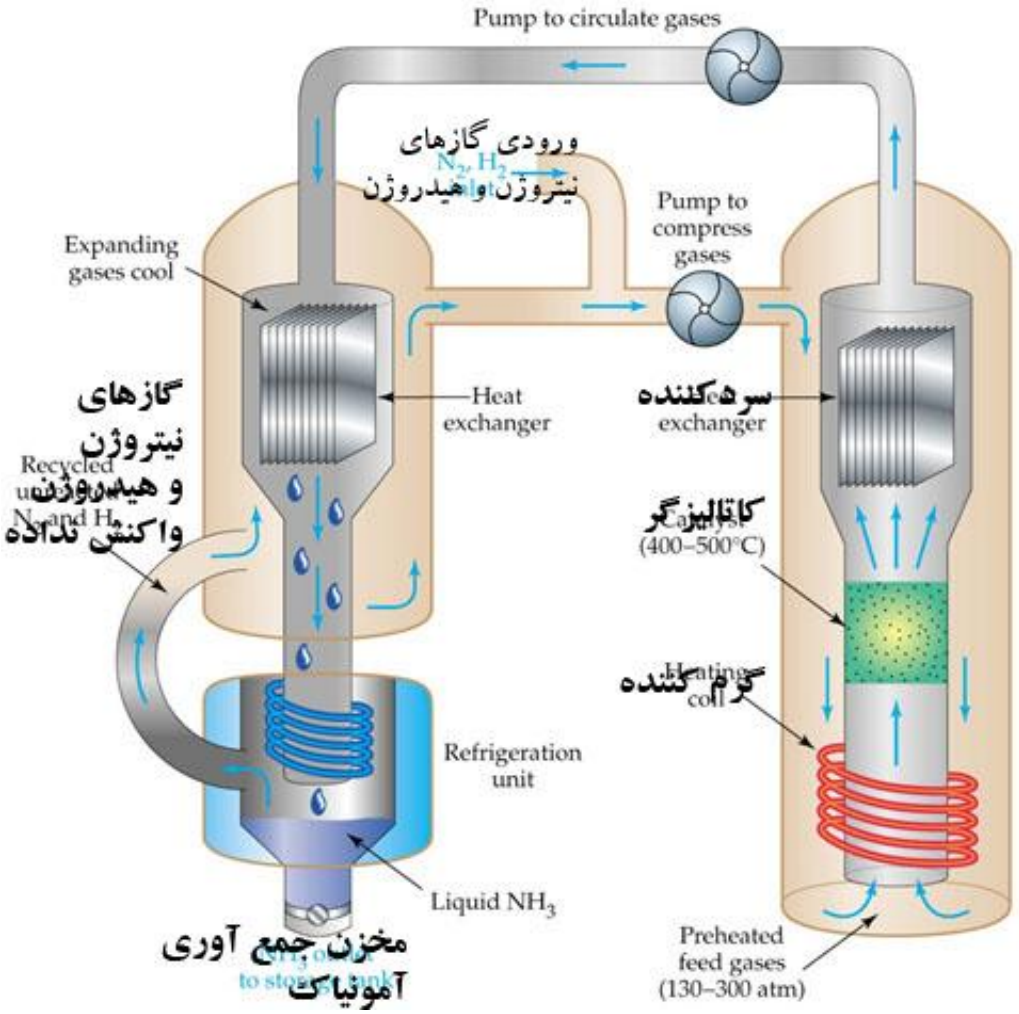
دما (^0C)	[A]تعادلی mol/L	[B]تعادلی mol/L
۲۰	0.01	0.84
۳۰	0.17	0.76
۴۰	0.25	0.72

۱۰۸. با توجه به شکل زیر ، که مخلوطی از گازهای SO_3 , SO_2 , O_2 را در ظرف سربسته ی یک لیتری در دمای 827^0C به حالت تعادل ، $2SO_{2(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2SO_{3(g)} \quad \Delta H < 0$ نشان می دهد ، کدام مطلب درست است ؟ (هر ذره را معادل 0.1 مول گاز در نظر بگیرید) . (خ ۸۷)  ۱)ثابت این تعادل برابر $2.25mol^{-1}.L$ است . ۲)با بالا رفتن دما ، ثابت این تعادل ، بزرگ تر می شود . ۳)با افزایش دما ، شمار مولکول های گاز در ظرف واکنش افزایش می یابد . ۴)با کاهش دما ، نسبت شمار مولکول های گازی SO_3 به شمار مولکول های گاز SO_2 ، کاهش می یابد .	۳
۱۰۹. با توجه به شکل زیر که مخلوطی از گازهای SO_3 , SO_2 , O_2 را در ظرف سربسته ی یک لیتری در دمای معین به حالت تعادل گازی $2SO_{2(g)}+O_{2(g)} \rightleftharpoons 2SO_{3(g)} \quad \Delta H < 0$ نشان می دهد،کدام مطلب درست است ؟ (خ ۸۸)  در حالت تعادل-۱)ثابت این تعادل برابر $8.2\times10^2mol/L$ است . ۲)مقدار اولیه ی گاز اکسیژن برابر یک 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 مو لهای SO_2 کاهش می یابد .	۲
۱۱۰. با توجه به داده های جدول زیر که به واکنش تعادلی : $2SO_{2(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2SO_{3(g)}$ مربوط است کدام مطلب نادرست است ؟ (خ ۹۰) ۱) ΔH واکنش منفی است . ۲)با افزایش دما ، تعادل در جهت برگشت جابه جا می شوند .۳)واکنش گرماده است و افزایش دما سبب کاهش سرعت آن می شود .۴)انرژی فعال سازی واکنش در جهت رفت کم تر از مقدار آن در جهت برگشت است	۳
۱۱۱. در مورد سامانه ی برگشت پذیر زیر که شامل دو مول از هر یک از واکنش دهنده ها و یک مول فرآورده در یک ظرف یک لیتری است ، کدام مطلب درست است ؟ (خ ۹۰) $N_{2(g)}+2O_{2(g)} \rightleftharpoons 2NO_{2(g)}$, $K=0.1L/mol$, $\Delta H + 68kj$ ۱)در حالت تعادل است .۲)در جهت برگشت جابه جا می شود .۳)در جهت رفت جابجا می شود .۴)با افزایش دما در جهت برگشت جابه جا می شود .	
۱۱۲. اگر روند تغییر ثابت تعادل (k) نسبت به دما , در واکنش تعادلی $2AB_{3(g)} \rightleftharpoons A_{2(g)}+3B_{2(g)}$ به صورت نمودار روبه رو باشد کدام گزینه درباره ی این واکنش , درست است ؟ خ ت ۹۲  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_2 کاهش می یابد . ۴)در جهت برگشت , گرماده بوده , با کاهش آنتروپی همراه است .	۴

۱۱۳. اگر بر اساس واکنش : $A(g)+3B(g) \rightleftharpoons 2C(g)$, $k=6.22\ L^2.mol^{-2}$, ترتیب ۰,۱ , ۰,۲ و ۰,۳ مول از مواد $A(g)$, $B(g)$ و $C(g)$ در ظرف یک لیتری وارد شوند , کدام نمودار درباره تغییر غلظت آن ها درست است ؟ (ر ۹۳) 2  	۲
۱۱۴. چند مورد از مطالب زیر , همواره درست اند ؟ (ت ۹۴) ۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴ -گونه واسطه , سطح انرژی بالاتری نسبت به واکنش دهنده ها و فرآورده ها دارد . -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 واکنش های شیمیایی , استفاده از کاتالیزگرها را یافتند .	۲
۱۱۵. اگر به واکنش $4HCl(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2Cl(g) + 2H_2O(g)$, $K= 900\ L/mol$ که در دمای معینی در یک ظرف یک لیتری سربسته به تعادل رسیده است در همان دما مقدار ۰,۰۲ مول از هریک از واکنش دهنده ها و فرآورده ها را در همان ظرف یک لیتری اضافه کنیم چند مورد از مطالب زیر درباره ان درست خواهد بود ؟ ۹۶ ۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴ واکنش در جهت رفت پیشرفت می کند. تعادلی جدید با ثابت K کوچک تری برقرار می شود . تغییر مقدار O_2 برابر تغییر مقدار HCl است . بر مقدار کل فرآورده ها درست به اندازه ۰,۰۸ مول افزوده می شود	۱
۱۱۶. چند مورد از مطالب زیر , درست اند ؟ (ت ۹۵) ۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴ -افزایش دما سبب پر رنگ شدن مخلوط به حالت تعادل گازهای NO_2 و N_2O_4 می شود . - کاهش دما , سبب کوچکتر شدن ثابت تعادل گازی : $2SO_2(g)+O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g)\ \Delta H<0$, می شود . -کاهش حجم ظرف , سبب جابجا شدن تعادل : $CaCO_3(s) \rightleftharpoons CaO(s)+CO_2(g)$, در جهت رفت می شود . -تعادل : $Co(H_2O)_6^{2+}(aq)+4Cl^-(aq) \rightleftharpoons CoCl_4^{2-}(aq)+6H_2O(l)$, نمونه ای از تعادل دو فازی است .	۱
۱۱۷. چند مورد از مطالب بیان شده درباره واکنش های زیر درست اند ؟ ۹۵ خ ۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴ $a) CaCO_3(s) + H_2O(l) \rightleftharpoons Ca(OH)_2(aq)\ ,\Delta H = -82\ kj$ $b) CaCO_3(s) \rightleftharpoons CaO(s) + CO_2(g)\ ,\Delta H = +178\ kj$ $c) P_4(s)+10Cl_2(g) \rightleftharpoons 4PCl_5(g)\ ,\ \Delta H = -1528 kj$ با افزایش دما , واکنش b در جهت رفت جابه جا می شود . در واکنش c , علامت w در جهت رفت با علامت ΔH یکسان است . سامانه واکنش a در صورت وجود هر سه ترکیب , از نوع تعادل ناهمگن دو فازی است .	
۱۱۸. مقدار ۲ مول از $AX_2(s)$ در یک ظرف ۵ لیتری در بسته , گرما داده می شود اگر مقدار K برای واکنش : $AX_2(s) \rightleftharpoons A(g)+X_2(g)$ در دمای $100\ ^0C$ و $300\ ^0C$ به ترتیب برابر 10^{-4} و 10^{-1} ($mol^2.L^{-2}$) باشد غلظت تعادلی $X_2(g)$ در $300\ ^0C$ به تقریب چند برابر آن در $100\ ^0C$ است ؟ ت ۹۷ ۱) ۲۵,۴ ۲) ۳۱,۶ ۳) ۱۰۰ ۴) ۱۰۰۰	۲

۱۱۹. در واکنش تعادلی $2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g)\ \Delta H < 0$ کدام موارد سبب جابجا شدن تعادل در جهت رفت می شود ؟ ت ۹۷ آ)افزایش فشار ب)افزایش دما پ)بکار بردن کاتالیزگر ت)افزایش حجم واکنش گاه ث)وارد کردن اکسیژن اضافی به واکنش گاه ۱)آ-ب ۲))آ-ث ۳)ب-پ-ت ۴)ب-پ-ث	

بررسی عوامل موثر بر تعادل در فرآیند هابر



۳۷. آمونیاک یکی از ترکیب های نیتروژن دار است که به عنوان کود شیمیایی به طور مستقیم به خاک تزریق می شود .

۳۸. امروزه می توان آمونیاک را از واکنش گازهای نیتروژن و هیدروژن در صنعت تهیه کرد . **(فرآیند هابر)**

۳۹. فریتس هابر گازهای N_2 و H_2 را در شرایط مناسب مخلوط کرد تا به صورت زیر با هم واکنش دهند و آمونیاک تولید کنند .

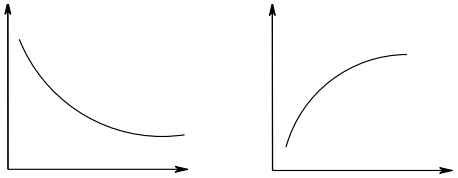
۴۰. این واکنش تعادلی است و N_2 و H_2 به طور کامل مصرف نمی شوند و با NH_3 تولید شده به تعادل می رسند .

$$N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$$

۴۱. این واکنش گرماده است : $\Delta H = -92kj$

$$\left(N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \underset{\leftarrow}{\overset{\rightarrow}{}} 2NH_{3(g)} + 92kj \right) \Leftrightarrow \begin{cases} T = 450^{O}C \\ P = 500atm \end{cases}$$

۴۲. با افزایش فشار , تعادل به سمت تولید تعداد مول های گازی کمتر (تولید آمونیاک) پیش می رود . (افزایش درصد مول آمونیاک)



۴۳. **اثر دما :** ظاهرا در یک واکنش گرماده کاهش دما به نفع جابه جایی واکنش به سمت راست و افزایش بازده ی تولید آمونیاک می باشد اما کاهش دما سرعت واکنش رفت و برگشت راهم زمان کاهش می دهد و زمان رسیدن به تعادل را خیلی طولانی می کند برای رفع این مشکل در روش هابر دما را تا ۴۵۰ درجه ی سلسیوس افزایش می دهند تا سرعت واکنش زیاد شود و به منظور کاهش اثر ناخوشایند افزایش دما، فشار را تا ۵۰۰ اتمسفر بالا میبرند تا سامانه به سمت راست جابه جا شود .

۴۴. هابر برای افزایش سرعت واکنش ضمن افزایش دما (اثر نامطلوب ترمو شیمیایی افزایش دما) از کاتالیزگر نیز ا ستفاده نمودتا تعادل سریع تر برقرار شود در واقع کاتالیزگر کمک میکند تا در دماهای پایین تر آمونیاک سریع تر تشکیل شود و در نتیجه بهره ی درصدی و عمر مفید دستگاهها افزایش یابد

۴۵. طبق اصل لوشاتلیه , اگر در واکنش های تعادلی , فرآورده های موجود در یک سامانه را دائما خارج کنیم تعادل در جهت جبران آن , همواره در جهت رفت جابجا شده , در نتیجه تا حدی به سمت کامل شدن پیش می رود .

۴۶. یکی از روش های افزایش بازده ی درصدی تولید آمونیاک **خارج کردن آمونیاک** از محیط واکنش از طریق مایع کردن گاز آمونیاک ا ست . با این کار تعادل به سمت کامل شدن پیش می رود در ضمن گاز نیتروژن و هیدروژن باقی مانده (واکنش نداده) بازگردانی می شوند .

۴۷. در صنعت ، آمونیاک را در دمایی حدود 550^0C و فشاری در گستره ی 150 تا 350 اتمسفر در مجاورت آهن تهیه می کنند .

۴۸. گاز نیتروژن به دلیل توانایی تشکیل پیوند هیدروژنی بین مولکولهایش , دمای جوش بالاتری نسبت به نیتروژن و هیدروژن دارد (۳۳- و ۱۹۶- و ۲۵۳-)

۴۹. به همین دلیل , کافیست پس از انجام فرآیند هابر , دما را کمی پایین تر از نقطه ی جوش NH_3 مثلا منفی ۴۰ درجه آورد تا فقط آمونیاک مایع شده از ظرف خارج شود , اما اگر دما را مثلا تا حدود ۲۰۰ درجه پایین بیاوریم گازهای دیگر نیز خارج می شوند .

۵۰. فرآیند هابر یک واکنش دو مرحله ای است :

$$1)N_2(g)+2H_2(g) \rightleftharpoons N_2H_4(g)\ ,\ \Delta H_1 > 0$$
$$2)N_2H_4(g)+H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)\ \ ,\ \Delta H_2 < 0$$
$$\text{جمع کلی : } N_2(g)+3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)\ \ \Delta H_{\text{کلی}} < 0$$

۵۱. واکنش تهیه ی آمونیاک از گازهای نیتروژن و هیدروژن در دمای اتاق دارای ثابت تعادل بزرگی است $K = 6 \times 10^5\ M^2$ پس انتظار می رود که این تعادل پیشرفت چشمگیری داشته باشد و مقدار زیادی آمونیاک تولید شود .

۵۲. انرژی فعال سازی این واکنش زیاد است در نتیجه سرعت واکنش در این دما به اندازه ای کم است که هرگز به تعادل نمی رسد .

پس این واکنش از لحاظ ترموشیمی مساعد بوده (دارای ثابت تعادل بالا می باشد)
اما به طور سینتیکی کنترل می شود (از لحاظ سینتیکی نامساعد است) .

تدوین : احمد خالقی

۶۹. مثال : واکنش : $N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \underset{\leftarrow}{\overset{\rightarrow}{}} 2NH_{3(g)}$ را در نظر بگیرید .

اگر به تعادل سنتز آمونیاک ؛ تغییرات زیر را اعمال کنیم غلظت و سرعت به صورتهای زیر تغییر می کنند . آنها را تفسیر کنید .

۱) کمی گاز نیتروژن به تعادل اضافه کنیم : ۱. تغییر همه ی غلظت ها ۲. افزایش ابتدایی گاز نیتروژن ۳. افزایش آمونیاک ۴. کاهش گاز هیدروژن ۵. ثابت ماندن ثابت تعادل ۶. جابجایی به راست ۷. افزایش ابتدایی سرعت رفت ۸. کاهش سرعت رفت و افزایش سرعت برگشت ۹. برابر شدن سرعت رفت و برگشت	۲) خارج کردن مقداری آمونیاک از ظرف : أ) تغییر همه ی غلظتها ب) کاهش همه ی غلظتها که کاهش آمونیاک بیشتر است ت) ثابت ماندن ثابت تعادل ث) جابجایی موقعیت تعادل به سمت راست ج) کاهش هر دو سرعت ح) کاهش ناگهانی سرعت برگشت خ) کاهش سرعت رفت د) افزایش سرعت برگششت ذ) برابر شدن سرعتها
۳) افزایش فشار بر سامانه : أ) افزایش در تمامی غلظتها ب) کاهش غلظت واکنش دهنده ها و افزایش غلظت فرآورده ت) ثابت ماندن ثابت تعادل ث) جابجایی تعادل به سمت راست ج) افزایش هر دو سرعت ح) ابتدا افزایش سرعت رفت که ناشی از برخورد واکنش دهنده ها است خ) در لحظه ی افزایش فشار ، سرعت برگشت که ناشی از تجزیه ی آمونیاک است تغییر نمی کند د) بعد از افزایش سرعت رفت ؛ سرعت بگشت نیز زیاد می شود ذ) در تعادل جدید ؛ سرعت رفت برابر برگشت می شود	۴) افزودن یک گاز نجیب در فشار ثابت : أ) برای ثابت ماندن فشار کل باید حجم افزایش یابد ب) غلظتها کاهش می یابند اما اثر کاهش در مورد اکنش دهنده ها بیشتر است ت) ثابت ماندن ثابت تعادل ث) جابجایی تعادل به سمت چپ ج) کاهش هر دو سرعت ح) کاهش سرعت رفت بخاطر کم شدن واکنش دهنده ها خ) کاهش سرعت برگشت (تجزیه ی آمونیاک) د) برابر شدن دو سرعت در تعادل جدید

فرآیند هابر

۱۲۰. در صنعت برای افزایش دادن سرعت واکنش و تولید فرآورده بیشتر ؛ به این دلیل ؛ کاربرد کاتالیزگر را بر بالا بردن دما ؛ ترجیح می دهند که افزایش دادن دما ؛ با ... همراه است و بسیاری از مواد بر اثر گرمای زیاد ... می شوند(ت۸۴ ۱)مصرف انرژی–تجزیه۲)مصرف انرژی–با هم ترکیب۳)صرف وقت زیاد–تجزیه۴)صرف وقت زیاد–با هم ترکیب ۱

۱۲۱. در فرایند هابر برای تهیه ی گاز آمونیاک از کدام واکنش زیر استفاده می شود ؟ (آ ۸۸ خ) ۳

۱) $Mg_3N_2+6H_2O\rightarrow 3Mg(OH)_2+2NH_3$

۲) $(NH_4)_2SO_4+2KOH\rightarrow Na_2SO_4+2NH_3+2H_2O$

۳) $N_2+3H_2\rightleftharpoons 2NH_3$

۴) $NH_4Cl+KOH\rightarrow KCl+NH_3+H_2O$

۱۲۲. کدام مطلب درباره ی واکنش تعادلی: $N_{2(g)}+3H_{2(g)}\rightleftharpoons 2NH_{3(g)}\ ,\ \Delta H<0\ ,\ K=600\ mol^{-2}.L^2$ ،درست است؟(خ۸۹)۱)با کاهش دما ، مقدار ثابت این تعادل کوچک تر می شود . ۲)سطح انرژی پیچیده ی فعال ، به سطح انرژی فرآورده ها نزدیک تر است . ۳)ثابت تعادل واکنش گازی : $2NH_{3(g)}\rightleftharpoons N_{2(g)}+3H_{2(g)}$ ، برابر $2\times 10^{-3}\ mol^2\ .\ L^{-2}$ است .۴) ΔH تشکیل فرآورده ها از مجموع ΔH های تشکیل واکنش دهنده ها کوچک تر است . ۴

۱۲۳. از دیدگاه نظری (تئوری) ؛ در واکنش تعادلی گازی : $N_{2(g)}+3H_{2(g)}\rightleftharpoons 2NH_{3(g)}$ ؛ دمای ... و فشار ... دو شرط لازم برای پیشرفت این واکنش اند . (خ ۸۷)۱)پایین - پایین۲)بالا - بالا۳)پایین - بالا۴)بالا - پایین ۳

124. با توجه به واکنش تعادلی گازی : $N_{2(g)}+3H_{2(g)}\rightleftharpoons 2NH_{3(g)}\ ,\ \Delta H=-92kj$ ؛ میتوان 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.(ر ۸۵) ۲

۱)کاهش دما - افزایش مقداری گاز نیتروژن- بزرگتر ۲)کاهش دما- حذف مقداری گاز نیتروژن - کوچکتر

۳)افزایش دما - حذف مقداری گاز آمونیاک – کوچکتر ۴)افزایش دما- افزایش مقداری گاز آمونیاک- بزرگتر

۱۲۵. فرایند هابر ؛گرما... است و کاهش دما ؛ سبب می شود که واکنش در جهت تولید آمونیاک ... جابه جا شود ؛ اما سبب ... سرعت واکنش های رفت و برگشت می شود به همین دلیل ؛ این واکنش را در دماهای ...انجام می دهند . (ت ۸۶)۱) ده–بیشتر–کاهش–بالاتر۲) ده– کمتر – افزایش – پایین تر ۳) گیر – بیشتر – کاهش – بالاتر۴) گیر – کمتر– افزایش – پایین تر ۱

۱۲۶. با توجه به داده های جدول زیر که به تعادل گازی : $N_{2(g)}+3H_{2(g)}\rightleftharpoons 2NH_{3(g)}$ مربوط است، دام مطلب درست است؟(ر۸۹) ۱

۱)مجموع انرژی پیوندی فرآورده ها از مجموع انرژی های پیوندی واکنش دهنده ها بیشتر است .

۲)سطح انرژی پیچیده فعال ، به سطح انرژی فرآورده 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 .

دما (^0C)	$(mol^{-2}\ .\ L^2)$ K	درصد مولی NH_3 در مخلوط تعادلی		
		10atm	100atm	1000atm
209	650	51	83	98
467	0.5	4	25	80
758	0.014	0.5	5	13

۱۲۷. کدام مطلب درباره ی واکنش تعادلی $N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)}$ ، نادرست است ؟ (ر ۹۱) ۱)هیدروژن لازم برای این واکنش را می توان از تجزیه ی بخار آب به وسیله ی زغال داغ بدست آورد ۲)تشکیل آمونیاک گرماده بوده و ΔH تشکیل آن برابر 92kj/mol- است . ۳)آهن و اکسید فلزهایی مانند آلومینیوم و منیزیم ، سرعت رسیدن به این تعادل را افزایش می دهند . ۴)افزایش دما ، سبب جابه جا شدن تعادل در جهت برگشت و نیز افزایش سرعت واکنشهای رفت و برگشت میشود	۲
۱۲۸. کدام مطلب درست است ؟ (خ ۸۷) ۱)فرآیند هابر ، نمونه ای از کاربرد واکنش تعادلی در صنعت است . ۲)در واکنش های تعادلی گرماده ، افزایش دما سبب بزرگ تر شدن ثابت تعادل می شود . ۳)استفاده از کاتالیزگر ، سبب افزایش سرعت واکنش و کاهش 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 .	۱
۱۲۹.کدام عبارت درست است ؟ (خ ۹۰) **۱**)کبالت (II) کلرید در یک فرآیند برگشت پذیر با جذب ۶ مولکول آب به یک ترکیب آبی رنگ تبدیل می شود .**غ** ۲)وکنش گازهای $H_{2(g)}$ و $O_{2(g)}$ با یکدیگر ، از نظر ترمودینامیکی نامساعد است اما به طور سینتیکی کنترل می شود . ۳)در تهیه ی صنعتی آمونیاک از گازهای هیدروژن و نیتروژن ، از منیزیم اکسید و آلومینیوم اکسید به عنوان کاتالیزگر استفاده می شود . ۴)فرآیند تجزیه ی گرمایی کلسیم کربنات در ظرف در بسته ، نمونه ای از فرایندهای تعادلی ناهمگن دو فازی است.	۳
130. کدام مطلب توصیفی نادرست از فرآیند هابر است ؟ (ر ۹۲) 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 فرآورده واکنش بر اثر مایع کردن از سامانه است .۴-روش صنعتی برای ساختن آمونیاک از واکنش مستقیم گازهای نیتروژن و هیدروژن است .	۱
131. کدام موارد از مطالب زیر , درباره فرآیند هابر درست اند ؟ (خ ت ۹۴)۱)آ,ت,ب ۲)پ,ت ۳)ب,ت ۴)آ,ب,پ آ)گازهیدروژن لازم را از واکنش : $H_2O(g)+CO(g) \rightarrow CO_2(g)+H_2(g)$ می توان به دست آورد . ب)با افزایش دما , مقدار ثابت تعادل واکنش , کاهش و با افزایش فشار , مقدار فرآورده , افزایش می یابد . پ)یک واکنش تعادلی گرماده از نوع کاتالیزشده همگن است . ت)یکی از کاربردهای مهم آن در صنعت , تولید مواد منفجره است .	
۱۳۲. در فرآیند 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 K چه می شود ؟ (ت ۹۴) ۱)کاهش , افزایش , بیشتر ۲)افزایش , افزایش , کمتر ۳)کاهش , افزایش , کمتر ۴)افزایش , کاهش , بیشتر	۳
۱۳۳. با توجه به شکل داده شده , چند مورد از مطالب زیر درست است ؟ ر خ ۹۷ ۱)۱ ۲)۲ ۳)۳ ۴)۴ تلاش های موفق برای انجام این واکنش , به اهدای جایزه نوبل شیمی , ختم شد . این واکنش به گونه کامل پیشرفت ندارد و در دمای معین به حالت تعادل می رسد . اگر ۱,۵ مول آمونیاک تولید شود ۴,۵ مول هیدروژن و ۳ مول نیتروژن مصرف می شود . با افزایش پیوسته فشار و دما در واکنش گاه , می توان بازده درصدی واکنش را افزایش داد .	۲

ارزش فناوری های شیمیایی

۷۰. نفت خام , گاز طبیعی , زغال سنگ , معادن مس , آهن , طلا , مرمر و فیروزه از جمله منابع شیمیایی هستند که به طور یکسان در جهان توزیع نشده اند . و به همین دلیل تجارت جهانی به وجود آمده است به طوری که برخی کشورها صادرکننده این منابع و برخی دیگر وارد کننده آن ها هستند .

۷۱. بسیاری از کشورها منابع طبیعی خود را بدون فرآوری و بهمان صورتی که از طبیعت به دست می آورند می فروشند (خام فروشی) اما برخی دیگر از کشورها , به کمک فنآوری های شیمیایی , مواد خام و اولیه را به مواد ارزشمند دیگری تبدیل کرده و مواد جدید با قیمت بالاتری ارائه می کنند .

۷۲. خام فروشی نفت خام برای منابع معدنی مانند سنگ معدن آهن , مس , روی و حتی منابع کشاورزی مانند پنبه هم بکار می رود .

۷۳. قیمت یک تن مس خالص در بازارهای جهانی , هزاران برابر قیمت یک تن سنگ معدن است (هر چه درصد خلوص یک ماده بیشتر باشد قیمت آن هم بیشتر خواهد بود) مثلا قیمت فلز مس با حلوص ۹۹,۹٪ نسبت به فلز مس با خلوص ۹۶٪ خیلی بیشتر است به همین دلیل فناوری های جداسازی و خالص سازی مواد , یکی از فناوری های پیشرفته , گران , پرکاربرد , کارآفرین و درآمدزا به شمار می رود .

۷۴. قیمت هر بشکه نفت خام (۱۵۹ لیتر) ریال است . قیمت هر لیتر بنزین ریال است . قیمت یک کیلوگرم پلی اتن و قیمت هر لیتر اتانول و قیمت یک تن متانول و قیمت یک لیتر اتیلن گلیکول برابر با است .

۷۵. با محاسبه ی قیمت ها و مقایسه ی آنها می توان دریافت که بکارگیری فناوری و تبدیل مواد خام به مواد فرآوری شده , باعث رشد و بهره وری اقتصادی یک کشور می شود .

فناوری یعنی چه؟

فنآوری به معنی بکار بردن دانش برای حل یک مسئله در صنعت یا زندگی روزانه و رسیدن به یک هدف خاص است .

فنآوری , همواره با ساخت یا استفاده از یک وسیله , همراه است . (با استفاده از دانش مواد , الکتریسیته و مغناطیس , وسایلی مانند لپ تاپ درست میکنند)

با استفاده از علم شیمی , مواد جدیدی را می سازند یا روشی را برای ساخت آسان تر و با صرفه تر اقتصادی آنها اختراع می کنند . آنها هم چنین به دنبال یافتن روش طراحی و ساخت دستگاه هایی برای شناسایی دقیق ساختار مواد هستند .

فنآوری شیمیایی :	ساخت مواد جدیدی , ابداع روش اسان تر و با صرفه تر برای ساخت مواد
	یافتن روش ها یا طراحی و ساخت دستگاه هایی برای شناسایی دقیق ساختار مواد

روند کلی افزایش بهره وری با استفاده از فنآوری شیمیایی به صورت زیر است :

فرآورده هدف	انرژی , آب , فنآوری شیمیایی و نیروی انسانی	مواد اولیه مهم و پرکاربرد در صنایع دیگر	انرژی , آب , فنآوری شیمیایی و نیروی انسانی	مواد خام
	➔➔➔➔➔➔➔➔➔➔➔➔		➔➔➔➔➔➔➔➔➔➔➔➔	

منظور از مواد خام و اولیه , موادی مانند نمک , سنگ معدن , نفت خام , هوا و ... است که فرآوری نشده اند و با استفاده از آن ها می توان مواد شیمیایی جدیدی را تولید کرد .

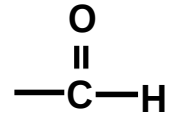
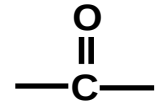
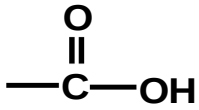
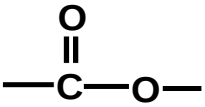
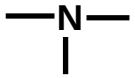
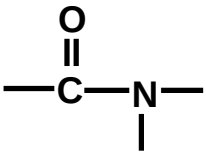
مقدمه ای بر سنتز مولکول های آلی

یکی از فناوری های شیمیایی ع ساختن یا سنتز مواد جدید از جمله رنگدانه ها ع خوشبو کننده ها , داروهای ضدسرطان , الیاف , سوخت های دوستدار محیط زیست , مواد هوشمند و ... است .

سنتز , کانون بسیاری از پژوهش های شیمیایی است که منجر به طرحی و تولید تولید مواد جدید می شود .

سنتز ؛ فرایند شیمیایی است که در آن با استفاده از مواد ساده تر , مواد شیمیایی دیگر را تولید می کنند .

اغلب مواد آلی شامل گروههای عاملی مختلفی هستند که خواص و رفتار آنها را تعیین می کنند :

نام خانواده	فرمول ساختاری	نام گروه عاملی	ساده ترین عضو خانواده	معروف ترین	نام کلی
الکل	—OH	هیدروکسیل			آلکانول
اتر	—O—	اتر			آلکیل اتر
آلدهید		آلدهید			آلکانال
کتون		کربونیل			آلکانون
کربوکسیلیک اسید		کربوکسیل			آلکانوئیک اسید
استر		استری			آلکیل آلکانوآت
آمین		آمینی			آلکیل آمین
آمید		آمیدی			آلکانامید

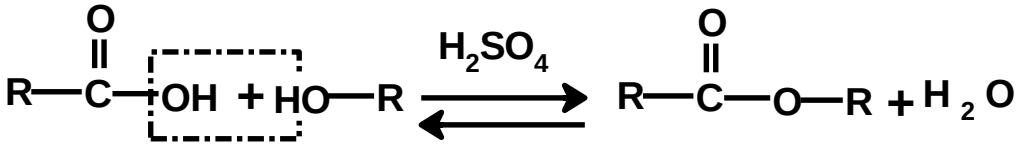
اغلب ترکیبات آلی دارای گروه های عاملی هستند (آلکان ها , گروه عاملی ندارند)

سنتز یا تولید یک ماده آلی جدید , با تغییر ساختار یا ایجاد یک یا چند گروه عاملی همراه است .

شیمی دانها با دانش مربوط به ساختار و رفتار گروه های عاملی , واکنش پذیری مواد شیمیایی , شرایط انجام واکنش های شیمیایی و عوامل موثر بر واکنش , از مواد اولیه و خام در دسترس , مواد جدید برای کابردهای معین را سنتز می کنند .

شیمی دان ها با استفاده از مواد شیمیایی مختلف , گروه های عاملی موجود در یک ماده را تغییر داده و به گروه عاملی دیگر تبدیل می کنند .

به طور مثال برای سنتز ماده ای با گروه عاملی استری , کافی است یک کربوکسسیلیک (اسید آلی) را با یک الکل در شرایط مناسب (در حضور کاتالیزگر H_2SO_4) واکنش دهیم :

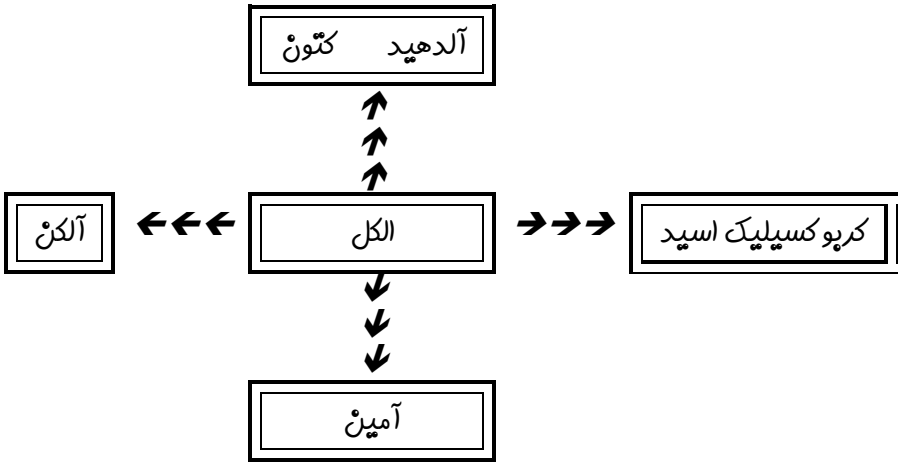


بازده واکنش , هزینه مواد و انرژی مصرف شده برای تولید یک ماده , بستگی به نوع واکنش و فنآوری به کار برده شده دارد . هر چه ماده جدیدی که قرار است سنتز شود گروههای عاملی بیشتر داشته باشد سنتز آن دشوارتر بوده و به فنآوری پیشرفته تری نیاز دارد .

نمودار زیر الگوی کلی تبدیل برخی مواد شیمیایی به یکدیگر را نشان می دهد :

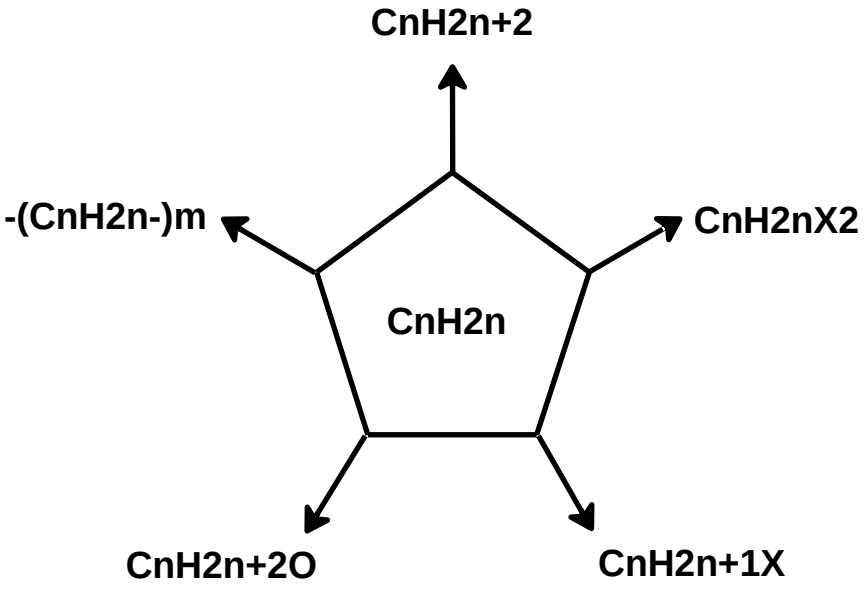
الکل ها را می توان از آلکن ها تهیه کرد .

الکل ها برای تولید کتون , الدهید , آمین و کربوکسیلیک اسید استفاده می شوند .



واکنش های آلکن ها :

آلکن ها با فرمول عمومی C_nH_{2n} به دلیل داشتن پیوند دوگانه کربن – کربن , سیر نشده اند در نتیجه واکنش پذیری زیادی دارند .



اتن , نخستین عضو خانواده آلکن ها است . **گاز اتن , سنگ بنای صنایع پتروشیمی است** و می توان از آن , مواد آلی مختلف پرمصرف و ارزشمندی تهیه کرد :

۱- با افزایش گاز هیدروژن به اتن در حضور کاتالیزگر نیکل جامد , پیوند یگانه بین دو اتم هیدروژن و هم چنین یکی از پیوندها در پیوند دوگانه کربن – کربن شکسته شده و دو اتم هیدروژن با پیوند یگانه به اتم های کربن وصل می شوند یعنی اتن به اتان تبدیل می شود از گاز اتان به عنوان سوخت استفاده می شود . واکنش تشکیل اتان و سوختن اتان را بنویسید .

۲- با افزایش گاز هیدروژن کلرید به اتان , هالوآلکان ۱-کلرواتان (افشانه بی حس کننده موضعی) به دست می آید : (به آلکانی که یک یا چند اتم هیدروژن آن با یک یا چند اتم هالوژن جایگزین شده باشد هالوآلکان می گویند)

۳- با افزایش آب به اتن در حضور کاتالیزگر سولفوریک اسید , اتانول که ماده ی ضد عفونی کننده است تولید می شود :

۴- از پلیمری شدن اتن در دما و فشار بالا , پلی اتن تولید می شود . پلی اتن ماده اصلی و سازنده برخی پلاستیک ها است .

سنتز استرها از الکل ها و کربوکسیلیک اسیدها :

از واکنش کربوکسیلیک اسیدها با الکل ها در شرایط مناسب (کاتالیزگر سولفوریک اسید) , استر و آب به دست می آید :

مثال یک : مراحل سنتز اتیل استات (اتیل اتانوات = حلال چسب) را از گاز اتن و استیک اسید بنویسید .

مثال دو : واکنش پروپن با آب را نوشته , محصول (های) حاصل را با پروپانوئیک اسید , واکنش داده , محصول (های) حاصل را بنویسید .

تبدیل الکل به به آلدهید :

اکسایش الکل نوع اول (عامل هیدروکسیل به کربنی متصل شده که از ۴ پیوند متصل به کربن , حداکثر یک پیوند به کربن متصل شده است)

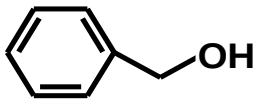
متانول

اتانول

۱-پروپانول

۱-بوتانول

۲-متیل-۱-بوتانول



تبدیل الکل به کتون :

اکسایش الکل نوع دوم (عامل هیدروکسیل به کربنی متصل شده که از ۴ پیوند متصل به کربن , حداکثر دو پیوند به کربن متصل شده است)

۲-پروپانول

۲-بونانول

الکل نوع سوم , اکسید نمی شود .

تبدیل الکل به کربوکسیلیک اسید :

الکل نوع اول می تواند , مستقیما در حضور یک اکسنده قوی به اسید کربوکسیلیک مربوطه تبدیل شود .

متانول می تواند در حضور یک اکسنده قوی , به کربن دی اکسید , اکسید شود :

تبدیل آلدهید به کربوکسیلیک اسید :

متانال

اتانال

بوتانال

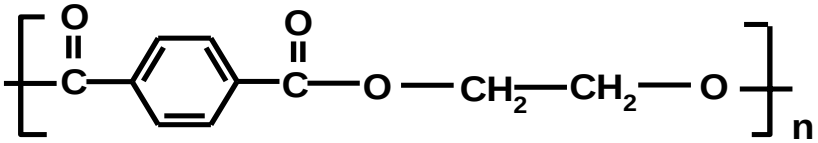
بنزآلدهید

تبدیل الکل به آمین :

ابتدا الکل به آلدهید یا کتون , تبدیل شده سپس آلدهید یا کتون بدست آمده را در حضور آمونیاک , هیدروژن و کاتالیزگر نیکل , کاهش یافته و به آمین تبدیل می شود .

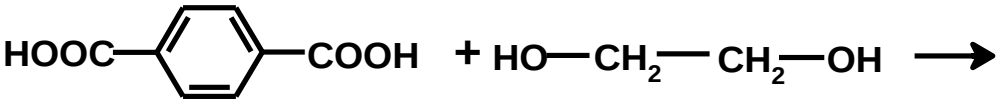
تهیه پلیمر سازنده بطری آب:

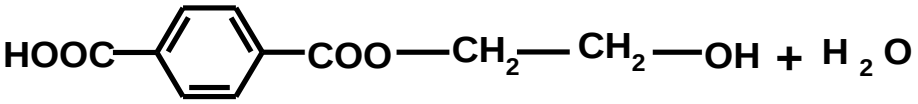
بطری آب از پلی استری به نام پلی اتیلن ترفتالات (PET) ساخته می شود .



پلی استرها را می توان از واکنش کربوکسیلیک اسیدهای دو عاملی (دی اسید) و الکل های دو عاملی ۰ دی الکل) تهیه کرد .

دی اسید سازنده پلی اتیلن ترفتالات , ترفتالیک اسید و اتیلن گلیکول است :

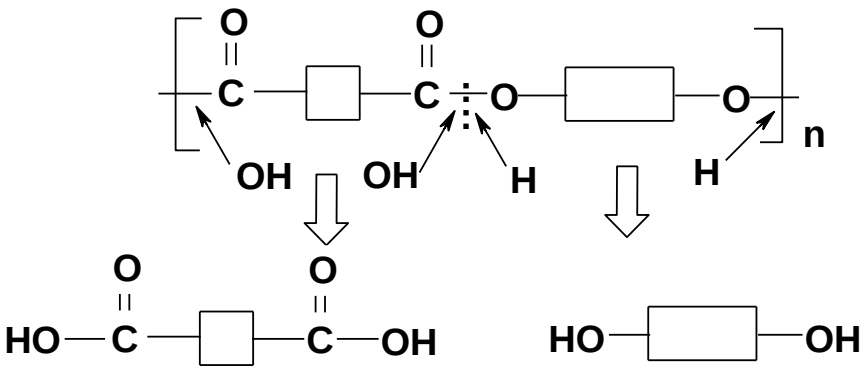




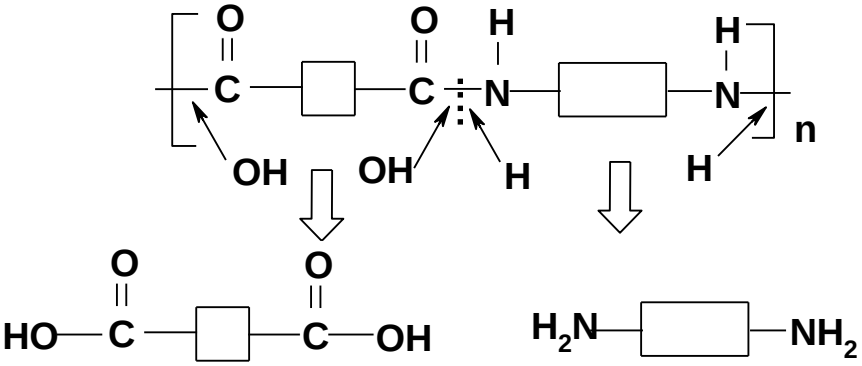
استر بدست آمده , هم چنان یک گروه عاملی هیدروکسیل و یک گروه عاملی کربوکسیل دارد پس واکنش استری شدن می تواند ادامه پیدا کند این واکنش ادامه پیدا می کند تا در نهایت پلیمری با زنجیر بلند که شامل تعداد بسیار زیادی گروه عاملی استری است تشکیل شود که به آن , پلی اتیلن ترفتالات می گویند .

$$nC_8H_6O_4+nC_2H_6O_2 \rightarrow (-C_{10}H_8O_4-)n+2nH_2O$$

برای تعیین دی اسید و دی الکل سازنده یک پلی استر به صورت زیر عمل می کنیم :

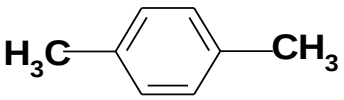


برای تعیین دی اسید و دی آمین سازنده یک پلی آمید به صورت زیر عمل می کنیم :



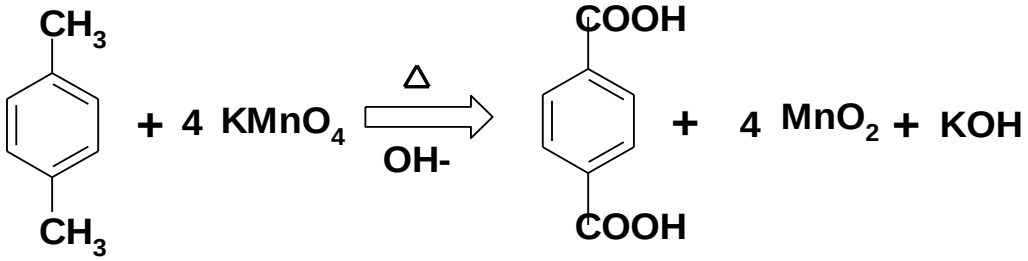
روش تهیه ی ترفتالیک اسید از مواد موجود در تقطیر نفت خام :

ترفتالیک اسید و اتیلن گلیکول در نفت خام وجود ندارند اما بنزن , اتن و پارازایلن را میتوان از تقطیر نفت خام به دست آورد .



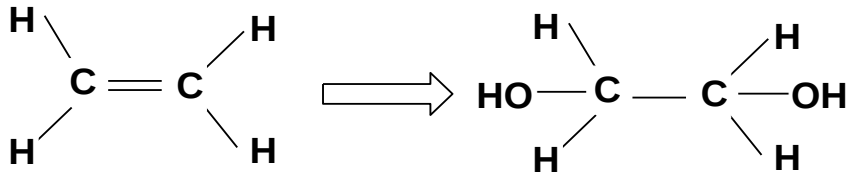
۱ و ۳ –دی متیل بنزن

چتاسیم پرمنگنات یک اکسنده قوی اکسنده قوی است و محلول غلیظ آن می تواند در شرایط مناسب پارازایلن را با زده نسبتا خوبی به ترفتالیک اسید تبدیل کند .



با استفاده از اکسیژن هوا و کاتالیزگرهای مناسب هم می توان پارازایلن را به ترفتالیک اسید , اکسید کرد .

اتیلم گلیکول را می توان از اکسایش اتن توسط محلول آبی و رقیق پتاسیم پرمنگنات بدست آورد .



بازیافت پلی اتیلن ترفتالات :

پلاستیک ها به دلیل ویژگی های خوبی که دارند کاربردهای بسیار زیادی در زندگی ما پیدا کرده اند :

ویژگی های پلاستیک ها : چگالی کم – نفوذپذیر نسبت به هوا و آب – ارزان – مقاوم در برابر خوردگی

امروزه سالانه حدود ۴۰۰ میلیون تن پلاستیک در سرتاسر جهان تولید می شود و این روند رو به افزایش است ولی اغلب پلاستیک ها زیست تخریب ناپذیرند و استفاده بی رویه و بسیار زیاد از این مواد در صنایع مختلف باعث شده است که در همه جای کره زمین یافت شوند بنابراین باید به فکر بازیافت آن ها و نجات محیط زیست باشیم .

پلی اتیلن ترفتالات جزء پلی استرهای ساختگی است .

پلی استرها در حضور آب می توانند به مونومرهای سازنده خود تبدیل شوند بنابراین پلی اتیلن ترفتالات جزء پلیمرهای زیست تخریب پذیر به حساب می آید ولی از آن جا که واکنش تجزیه آن , بسیار کند است ماندگاری زیادی در طبیعت دارد .

مواد پلاستیکی از جنس پلی اتیلن ترفتالات را می توان بازیافت کرد برای این منظور باید آن ها را جداگانه جمع آوری کرد و با انجام تغییرات فیزیکی و شیمیایی , به مواد قابل استفاده تبدیل کرد .

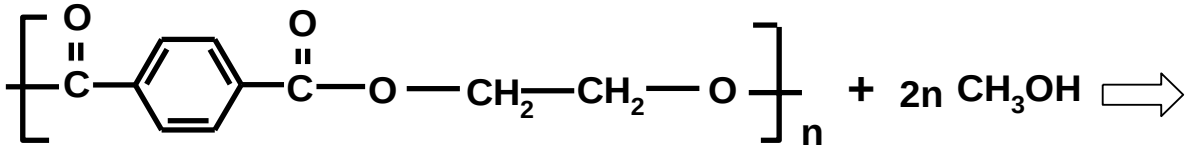
دو راه برای بازیافت وسایل پلاستیکی از جنس پلی اتیلن نرفتالات وجود دارد ؟

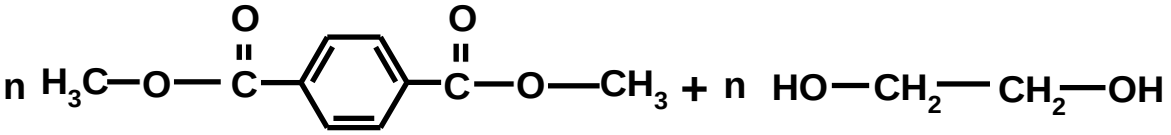
۱- این مواد را پس از شست و شو و تمیزکردن , ذوب کرده و دوباره از آنها برای تولید وسایل و ابزار دیگر استفاده کنیم و یا این که آنها را خرد کرده و به تکه های کوچکی به نام « پرک » تبدیل کنیم و در تولید مواد پلاستیکی دیگر استفاده کنیم .

۲- پسماندها را به مونومرهای سازنده یا مواد اولیه مفید و ارزشمند تبدیل کنیم . البته برگرداندن پسماندها به مونومرهای سازنده کار دشواری است . توجه داشته باشید که سطح فناوری هر کشور یا گروه صنعتی تعیین می کند که کدام یک از این دو راه را انتخاب کنند .

روش های تهیه متانول :

پلی اتیلن ترفتالات (PET) در شرایط مناسب می تواند با متانول واکنش دهد و به مواد مفیدی تبدیل شود :





متانول – CH_3OH – مایعی بی رنگ , بسیار سمی و ساده ترین عضو خانواده الکل است که می توان آن را از چوب تهیه کرد از آن جا که متانول کابردهای زیادی در صنایع گوناگون دارد باید آن را در مقیاس صنعتی تولید کرد .

۱- تولید غیر مستقیم متانول از متان : گاز متان سازنده اصلی گاز طبیعی است که در میدان های نفتی به فراوانی یافت می شود از واکنش گاز متان با بخار آب در حضور کاتالیزگر , گازهای کربن مونوکسید و هیدروژن تولید می شود :

$$CH_4(g) + H_2O(g) \xrightarrow[cat]{450\text{-}550\ ^0C,\ \triangle} CO(g) + 3\ H_2(g)$$

در صنعت گازهای کربن مونوکسید و هیدروژن را در شرایط مناسب و باز هم در حضور کاتالیزگر واکنش می دهند تا متانول تولید شود :

$$CO(g) + 2\ H_2(g) \xrightarrow[(30\text{-}50)atm]{350\ ^0C\ \ cat} CH_3OH$$

۲- تولید مستقیم ماتنول از متان : متان یک هیدروکربن سیرشده است و واکنش پذیری بسیار کمی دارد بنابراین تبدیل آن به متانول فرآیندی دشوار است و به دانش و فنآوری پیشرفته ای نیاز دارد . با این حال متان را می توان در حضور کاتالیزگر و اکسنده ای مانند O_2 به طور مستقیم به متانول تبدیل کرد . (در این فرآیند , رد پای کربن دی اکسید افزایش می یابد زیرا برای تامین دمای ابلا , اغلب از سوزاندن سوخت های فسیلی استفاده می کنیم .

اضافه کردن یک گاز نجیب به تعادل گازی :

۱) در حجم ثابت : باعث افزایش فشار شده اما بدلیل تغییر نکردن غلظت هیچ ماده ای , تعادل جابجا نمی شود .

۲) در فشار ثابت : باعث افزایش جم شده غلظت همه مواد گازی کاهش یافته , تعادل در جهت تعداد مول گاززی بیشتر حرکت می کند .