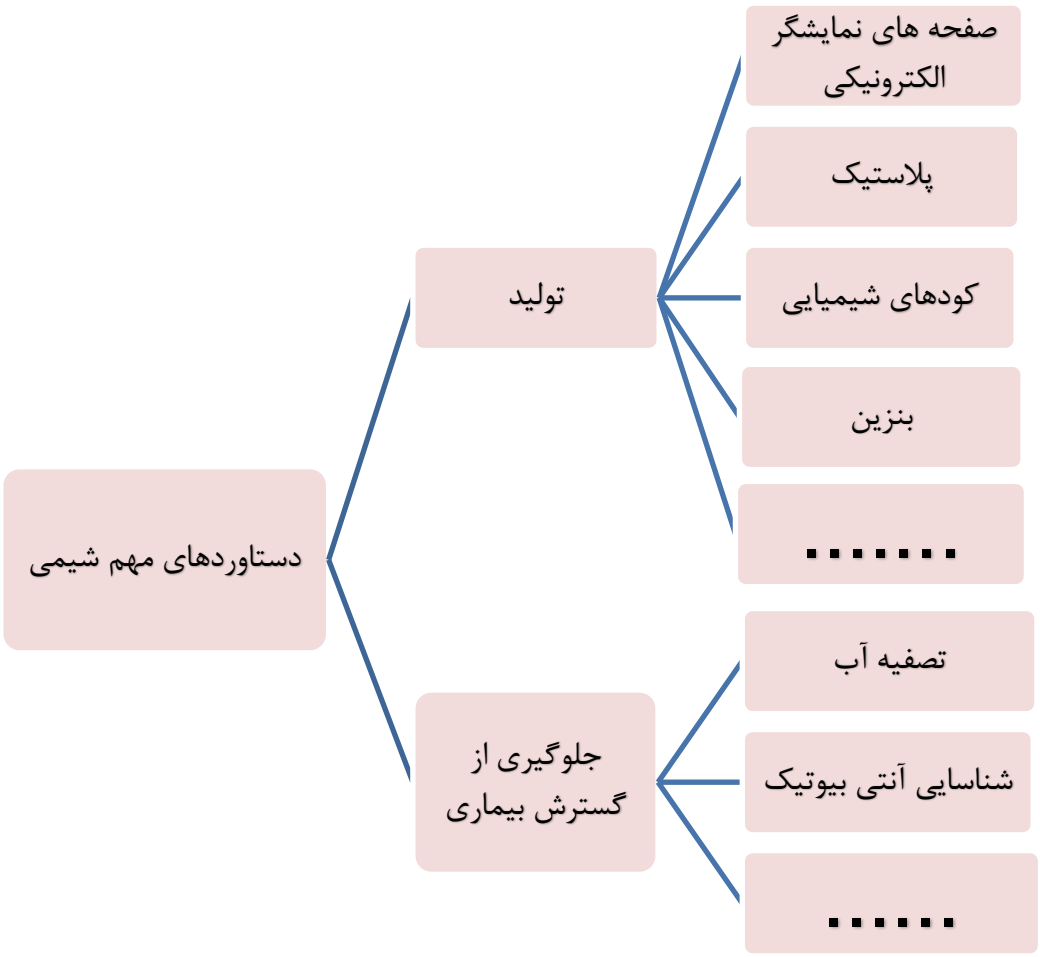
بخش چهارم

شیمی راهی به سوی آینده روشن‌تر

«و اینکه برای انسان جز آنچه تلاش کرده (بهره‌ای) نیست »

مقدمه



هوای آلوده

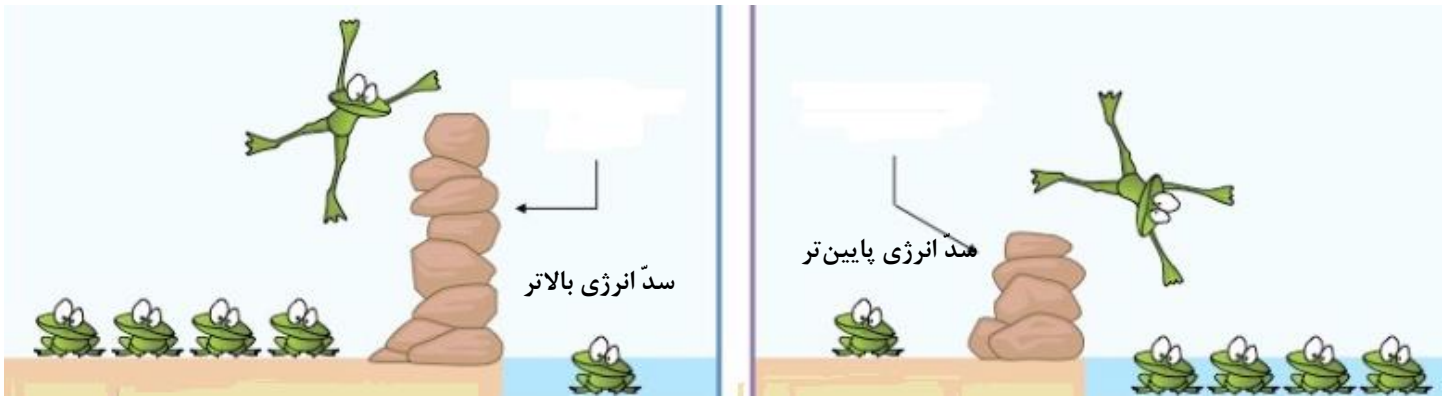
- هوای آلوده حاوی گازهای $O_3 - NO_2 - NO - CO - SO_2$ و ذره های معلق و مواد آلی فرّار است. گاز گوگرد دی اکسید از سوختن گوگرد موجود در سوخت‌های فسیلی ایجاد می‌شود. سوختن ناقص هیدروکربن تولید **CO (g)** و **C** (دوده) و گاهی هیدروکربن‌های شکسته شده از مولکول‌های بنزین با فرمول C_xH_y می شود. گاز نیتروژن هم در دمای بالای موتور خودرو به گازهای **NO** و NO_2 تبدیل می‌شود. و مولکول‌های O_3 از واکنش زیر تولید می‌شود $NO_2(g) + O_2(g) \rightarrow NO(g) + O_3(g)$
- بیشترین درصد جرمی آلاینده خارج شده از اگزوز خودرو، کربن مونو اکسید است.
- به دلیل وجود این آلاینده‌ها، هوای آلوده بوی بدی دارد.
- چهرهٔ شهر را زشت می‌کند و به رنگ قهوه‌ای دیده می‌شود.
- فرسودگی ساختمان‌ها و پوسیدگی خودروها را سرعت می بخشد. گاز گوگرد دی اکسید و اکسیدهای نیتروژن با آب و اکسیژن موجود در هوا واکنش می‌دهند و در نهایت به سولفوریک اسید و نیتریک اسید تبدیل می‌شوند. این اسیدها هنگام بارش، باران‌های اسیدی تولید می کنند و به شدّت محیط زیست را تخریب می‌کنند.
- سبب ایجاد و تشدید بیماری های تنفسی ازجمله برونشیت، آسم، سرطان ریه و حتی مرگ می شود.

انرژی فعال‌سازی

هر واکنش برای انجام شدن به حداقلی از انرژی نیاز دارد. در واقع برای اینکه یک واکنش شیمیایی آغاز شود باید واکنش دهنده‌ها مقدار معینی انرژی داشته باشند، که به این حداقل انرژی، انرژی فعال‌سازی گویند. برای درک بهتر به تصویر زیر توجه کنید:

برای پرش قورباغه دست کم باید انرژی لازم برای رساندن خودش به بالای مانع داشته باشد تا خودش را به آب برکه برساند.

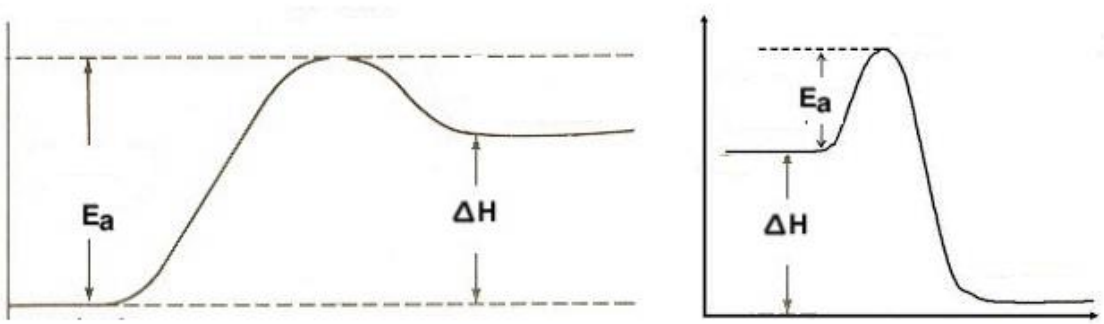
بدیهی است هر چه ارتفاع مانع کمتر باشد، انتقال قورباغه آسان‌تر و سریع‌تر انجام می‌شود.



در واکنش‌های شیمیایی نیز شرایط مشابهی وجود دارد. به طوری که برای آغاز هر واکنش شیمیایی نیز مقدار معینی از انرژی لازم است.

نمودار انرژی فعال‌سازی

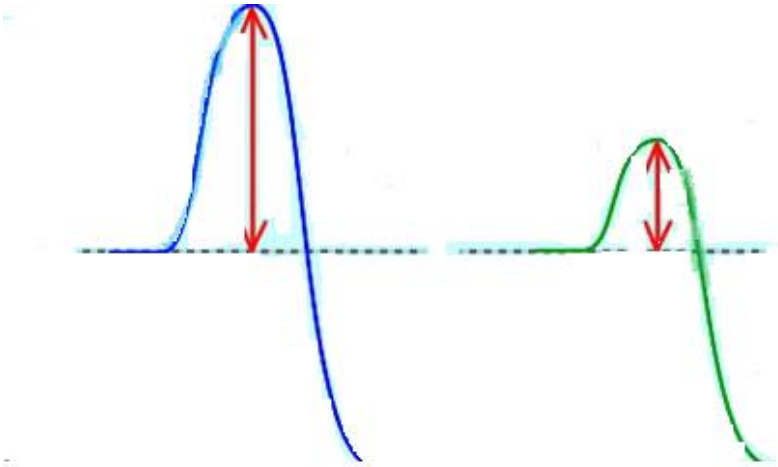
نمودارهای زیر نشان می‌دهند که واکنش دهنده‌ها در یک واکنش چه گرماگیر و چه گرماده برای آغاز واکنش باید حداقلی از انرژی را داشته باشند تا با عبور از سد انرژی به فراورده‌ها تبدیل شوند.



انرژی فعال‌سازی در واکنش‌های شیمیایی

سرعت انجام واکنش‌های شیمیایی با یکدیگر متفاوت است. برای نمونه واکنش زنگ زدن آهن کند، در حالی که واکنش سوختن متان، تند است.

- واکنش‌های سریع واکنش‌هایی هستند که انرژی فعال‌سازی کمی نیاز دارند، یعنی حداقل انرژی لازم را زودتر به‌دست می‌آورند و واکنش در مدت زمان کوتاه‌تری به فراورده تبدیل می‌شود.
- هرچه انرژی فعال‌سازی بیشتر باشد قلّه سدّ انرژی در سطح انرژی بالاتر و مدت زمان طولانی‌تری صرف تأمین انرژی می‌شود، بنابراین سرعت واکنش کندتر است.



الف ب

در شکل روبه‌رو سرعت واکنش «ب» کندتر است.

پس واکنش در شرایط دشوارتر و دمای بالاتری انجام می‌شود.

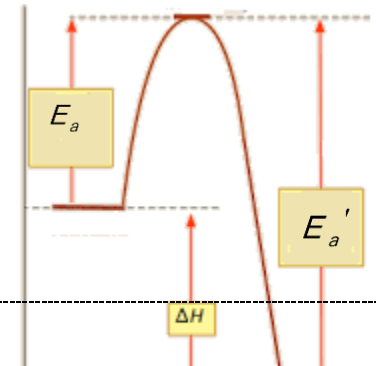
- با افزایش دما، انرژی واکنش دهنده‌ها بیشتر می‌شود. به طوری که شمار ذره‌هایی که در واحد زمان می‌توانند به فراورده‌ها تبدیل شوند، افزایش یافته و در نتیجه سرعت واکنش افزایش واکنش نمی‌دهد اما درون موتور خودرو اندکی از آنها به نیتروژن مونوکسید تبدیل می‌شود.

نکته: اثر افزایش دما بر سرعت واکنش‌هایی بیشتر است که گرماگیرتر هستند یا انرژی فعال‌سازی بیشتری لازم دارند.

مثلاً با افزایش دما سرعت واکنش‌های «الف» و « ب» هر دو زیاد می‌شود اما نسبت افزایش سرعت واکنش «ب» بیشتر است.

انرژی فعال‌سازی در واکنش‌های برگشت‌پذیر

در برخی از واکنش‌ها فراورده‌ها نیز ممکن است بتوانند با هم واکنش‌داده و واکنش‌دهنده‌ها را دوباره تولید



کنند؛ انرژی فعال‌سازی در این جهت را انرژی فعال‌سازی برگشت و با E_a' نمایش می‌دهند.

در این نمودار سرعت واکنش رفت بیشتر از برگشت است.

محاسبه‌ی گرمای واکنش

یادآوری

- تعیین ΔH واکنش های شیمیایی به دو روش امکان پذیر است:

۱- گرماسنجی، روش مستقیم اندازه‌گیری ΔH یک واکنش که با استفاده از دو نوع گرماسنج امکان‌پذیر است:

I. گرماسنج لیوانی

II. گرماسنج بمبی

۲- روش‌های غیرمستقیم برای تعیین ΔH که خود به چهار روش قابل محاسبه است:

I. جمع‌پذیری گرمای واکنش‌ها، قانون هس: «اگر معادلهٔ واکنشی را بتوان از جمع معادلهٔ دو یا چند واکنش دیگر به دست آورد ΔH آن نیز از جمع جبری ΔH همان واکنش ها به دست می آید.»

II. با استفاده از آنتالپی پیوند واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌ها

محاسبهٔ ΔH بر اساس میانگین آنتالپی پیوند

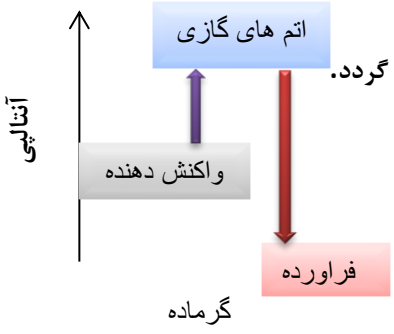
گام اول: پیوند میان اتم های مواد واکنش دهنده شکسته می شود و انرژی جذب می شود. پس این مرحله همیشه گرماگیر است.

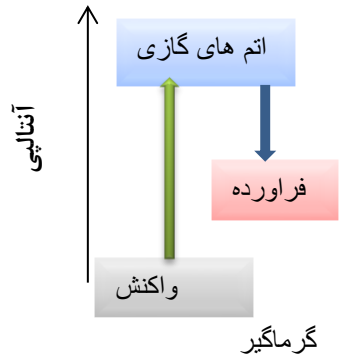
گام دوم: میان اتم های پرانرژی و جدا از هم جاذبه و پیوندهای جدید برقرار می شود.

که همیشه با آزاد شدن انرژی همراه است یعنی این مرحله گرماده است.

گام سوم: برای محاسبهٔ ΔH کافی است اختلاف دو انرژی محاسبه گردد.

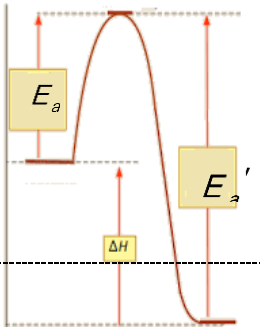
$$\Delta H = \sum \Delta H_1 - \sum \Delta H_2$$





III. با استفاده از انرژی فعال سازی رفت و برگشت

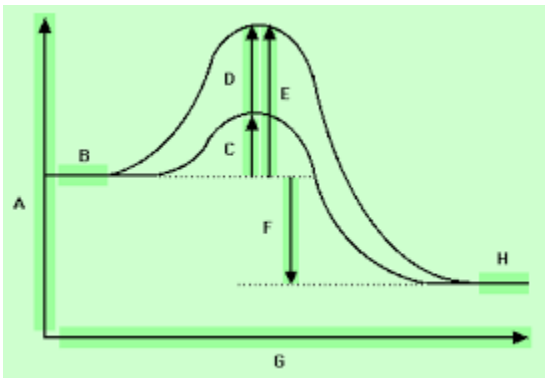
$$\Delta H = E_a - E_a'$$



تذکر: در یک واکنش اغلب انرژی فعال‌سازی کمتر از مجموع آنتالپی پیوندهای مواد واکنش دهنده است.

زیرا در محاسبهٔ انرژی فعال‌سازی پیوندها به طور کامل شکسته نمی‌شوند.

در نمودار:



A: انرژی G: پیشرفت واکنش B: سطح انرژی واکنش دهنده‌ها

C: انرژی فعال‌سازی رفت E: مجموع انرژی پیوندهای اولیه

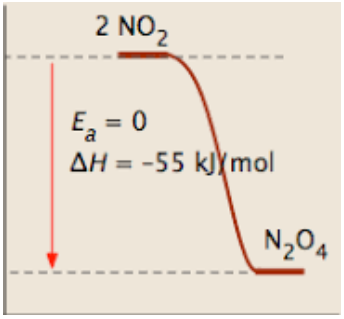
D: تفاوت انرژی فعال‌سازی و مجموع انرژی پیوندهای اولیه

F: آنتالپی واکنش H: سطح انرژی فراورده‌ها

تذکر: واکنش‌هایی نیز وجود دارند که انرژی فعال‌سازی آنها بسیار کم و حتی صفر است.

مثلاً واکنش برخورد یک الکترون با پوزیترون که به دو فوتون تبدیل می‌شود از این نوع است.

در شیمی نیز اکثر واکنش‌های رادیکالی دارای انرژی فعالسازی صفر هستند و به راحتی و با سرعت پیش می‌روند.



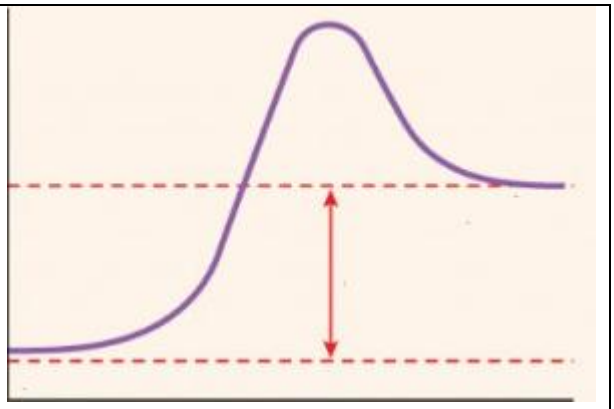
نوع سومی از واکنشها دارای انرژی فعال‌سازی منفی هستند! اگر بخواهیم ساده آن را توضیح دهیم،

در این واکنشها دادن انرژی باعث کاهش سرعت یا عدم انجام واکنش می‌شود و در واقع شما باید به نوعی

مقداری انرژی بگیرید تا واکنش به پیش برود.

نمودار انرژی واکنش‌های گرماگیر و گرماده

واکنش گرماگیر	واکنش گرماده



واکنش‌هایی که حین انجام واکنش با گرفتن گرما همراه هستند.

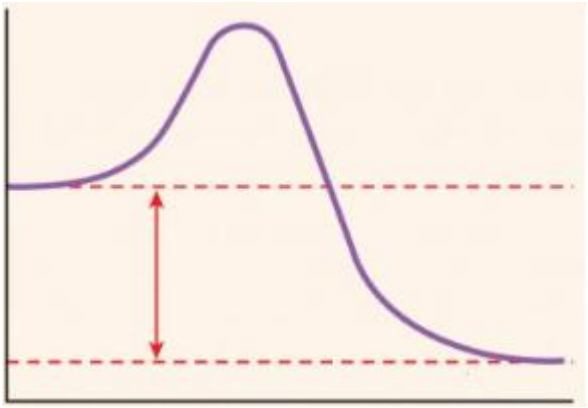
سطح انرژی واکنش‌دهنده‌ها < سطح انرژی فراورده‌ها

انرژی فعال‌سازی واکنش رفت > انرژی فعال‌سازی واکنش برگشت

مجموع انرژی‌های پیوندی واکنش‌دهنده‌ها < مجموع انرژی پیوندی فراورده‌ها

سرعت واکنش رفت < سرعت واکنش برگشت

$\Delta H > 0$ $\quad \Delta H = E_a - E'_a$



واکنش‌هایی که حین انجام واکنش با آزاد کردن گرما همراه هستند.

سطح انرژی واکنش‌دهنده‌ها > سطح انرژی فراورده‌ها

انرژی فعال‌سازی واکنش رفت < انرژی فعال‌سازی واکنش برگشت

مجموع انرژی‌های پیوندی واکنش‌دهنده‌ها < مجموع انرژی پیوندی فراورده‌ها

سرعت واکنش رفت < سرعت واکنش برگشت

$\Delta H < 0$ $\quad \Delta H = E_a - E'_a$

کاتالیزگر

- **در بسیاری از واکنش های صنعتی لازم است که سرعت واکنش طوری افزایش یابد که تولید فراورده‌ها از نظر اقتصادی مقرون به صرفه باشد. بنابراین واکنش‌ها را در صنعت در دما و فشار بالا انجام می‌دهند ولی تولید فراورده‌ها در آنها صرفه اقتصادی ندارد توجه کنید که بحث کارآیی اقتصادی یک فرایند، یک بحث صنعتی است نه آزمایشگاهی از این رو شیمی‌دان‌ها در پی یافتن شرایط بهینه (دما و فشار پایین‌تر) برای انجام چنین واکنش‌هایی هستند.**
- **راهی که باعث کاهش انرژی فعال سازی می‌شود استفاده از کاتالیزگر است.**
- **کاتالیزگر ماده‌ای است که سرعت واکنش شیمیایی را افزایش می‌دهد،**
- **کاتالیزگرها در واکنش شرکت می‌کنند؛ اما در پایان واکنش مصرف نشده باقی می‌مانند.**
- **کاتالیزگرها را بارها و بارها می‌توان به کار برد.**
- **کاتالیزگرها در صنایع گوناگون، سبب کاهش آلودگی محیط زیست می‌شود زیرا برای تأمین انرژی لازم برای انجام یک واکنش سوخت زیادی مصرف می‌شود.**
- **به جای افزایش دما جهت افزایش سرعت واکنش از کاتالیزگر استفاده می‌شود زیرا کاتالیزگر نسبت به دما دو برتری دارد:**
  1) **انرژی کمتری مصرف می شود و هزینه‌ها کاهش می‌یابد.**
  2) **خطر تجزیه گرمایی موادی که نسبت به گرما حساسند، حذف می‌شود.**

اثر کاتالیزگر بر انرژی فعال‌سازی واکنش

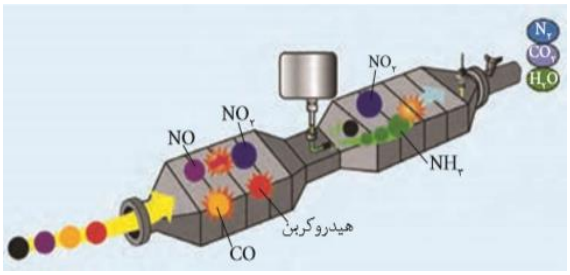
- کاتالیزگرها قهرمانان ناشناخته‌ی واکنش‌های شیمیایی حیاتی در جوامع انسانی هستند.
- کاتالیزگر ماده‌ای است که سرعت واکنش‌های شیمیایی را افزایش می‌دهد. با کمک کاتالیزگرها مولکول‌هایی که برای برهم‌کنش به سال‌ها زمان نیاز داشتند در چند ثانیه برهم‌کنش می‌کنند.
- کارخانه‌ها با تکیه بر کاتالیزگرها است که می‌توانند از پلاستیک تا دارو را بسازند.
- کاتالیزگرها همچنین در فرآوری نفت‌خام و زغال‌سنگ به سوخت‌های مایع کمک می‌کنند.
- آن‌ها در فناوری‌های انرژی‌پاک نقش کلیدی دارند.
- کاتالیزگرهای طبیعی بدن انسان (آنزیم‌ها) نقش مهمی از گوارش گرفته تا بیشتر از آن را ایفا می‌کنند.
- در خلال واکنشی شیمیایی، مولکول‌ها پیوندهای میان اتم‌های‌شان را می‌شکنند. اتم‌ها همچنان پیوندهای تازه‌ای با دیگر اتم‌ها می‌سازند. این درست همانند یارگیری در رقص‌های محلی است. گاهی این یارگیری‌ها دوام چندانی ندارد. یک مولکول شاید خواصی داشته باشد که اتم‌هایش را از مولکول‌های دیگر دریغ کند. اما در شراکتی پایدار، مولکول‌ها چنان‌اند که اتم‌های‌شان برای زمان‌های طولانی در کنار هم می‌مانند. شاید چندتایی شریک خود را عوض کنند، ولی این روندی همیشگی نیست.
- کاتالیزگرها با کاهش انرژی فعالسازی سبب می‌شوند که این گسستن‌ها و پیوستن‌ها پی‌درپی رخ دهد. انرژی فعال‌سازی مقدار انرژی است که نیاز است تا واکنشی شیمیایی رخ دهد.
- کاتالیزگرها تنها مسیر واکنش را به سوی تولید فراورده تغییر می‌دهند و بزرگراهی میان‌بر به جای راهی پردست‌انداز می‌سازند. آن‌ها در واکنش مصرف نمی‌شوند و تنها مولکول‌های دیگر را تشویق به واکنش می‌کنند و پس از انجام این کار کنار می‌روند.
- کاتالیزگر واکنش را از مسیری پیش می‌برد تا برای انجام واکنش انرژی فعال‌سازی کمتری لازم باشد و واکنش دهنده‌ها راحت‌تر و سریع‌تر به فراورده‌ها تبدیل شوند.
- هر کاتالیزگر واکنش خاصی را سرعت می‌بخشد.

مبدل کاتالیستی

- در مسیر گازهای خروجی از خودروها قطعه‌ای قرار می‌دهند که می‌تواند باعث حذف یا کاهش آلاینده شود مبدل کاتالیستی نامی است که به آن نسبت می‌دهند. بر روی سطح این قطعه سرامیکی که به شکل توری به کار می‌رود،
- فلزهای پلاتین(**Pt**)، رودیم (**Rh**) و پالادیم (**Pd**) نشانده شده است.
- برای تبدیل گازهای **NO** و **NO_2**از گاز آمونیاک استفاده می‌کنند

تا باعث فرایند کاهشی آنها شوند و مطابق یک

واکنش اکسایش – کاهش به گاز پایدار نیتروژن تبدیل شود.

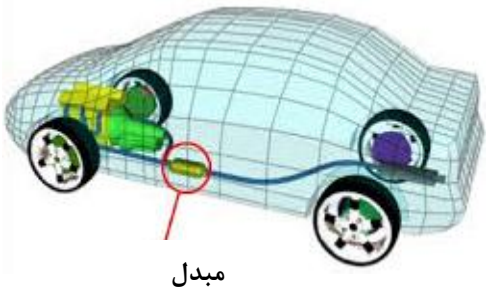


$$NO\ (g)+NO_2(g)+2NH_3(g)\rightarrow 2N_2(g)+3H_2O\ (g)$$

- برای افزایش کارایی مبدل کاتالیستی، گاهی سرامیک را به شکل مِش (دانه)های ریز درمی‌آورند و کاتالیزگرها را روی سطح آن می نشانند تا با افزایش سطح برخورد، تعداد مولکول‌های بیشتری در واکنش شرکت کنند.
- مبدل کاتالیزور، نقش بزرگی در کاهش آلاینده‌ها دارد. با این حال، هنوز هم مستلزم تغییر و تحولاتی است.
- یکی از بزرگترین معایب مبدل کاتالیزور عملکرد آنها در دمای نسبتاً بالاست.
- هنگامی که موتور خودرو سرد است، مبدل کاتالیزور تقریباً هیچ کاری برای کاهش آلاینده‌ها صورت نمی‌دهد.

- **راه‌حلی ساده این است که مبدل کاتالیزور را هر چه بیشتر نزدیکتر به موتور نصب کنیم. یعنی گازهای گرم موتور به مبدل برخورد کرده و هر چه سریع‌تر آن را گرم کند،**

اما این کار می‌تواند به علت برخورد گازهای بسیار داغ اگزوز به مبدل، از عمر آن بکاهد.

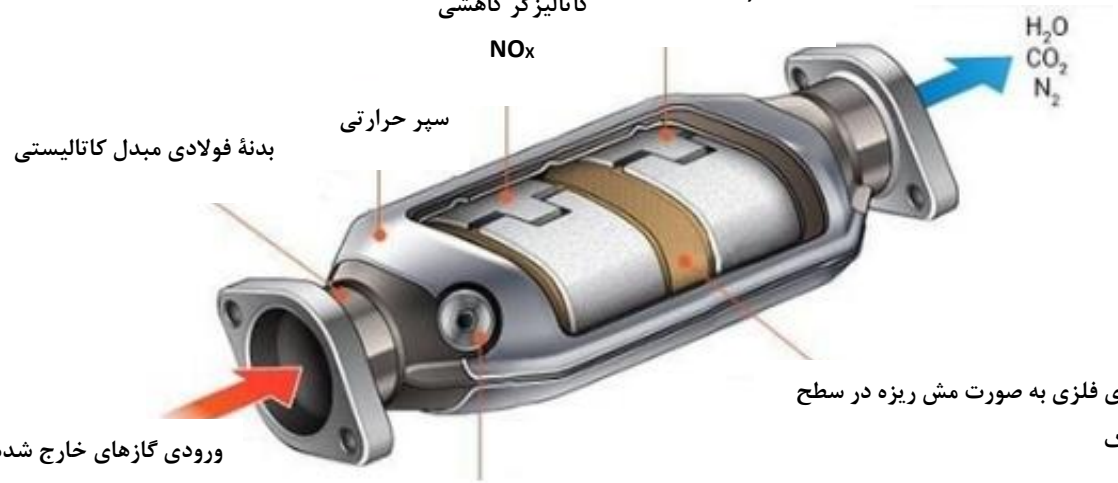


مبدل

بیشتر سازندگان خودرو، مبدل را زیر خودرو و درست زیر صندلی جلو قرار می‌دهند تا به حد کافی از موتور دور باشد و از گازهای خروجی صدمه‌ای نبیند. پس گرم کردن مبدل کاتالیزور نیز راه خوبی برای کاهش انتشار آلاینده‌هاست.

- **ساده‌ترین روش برای این کار، استفاده از گرمکن‌های الکتریکی است.**

متأسفانه سامانه الکتریکی ۱۲ ولتی خودرو فاقد توان کافی برای گرم کردن سریع مبدل در حد لازم است. معمولاً بیشتر مردم چندین دقیقه قبل از استارت زدن، منتظر گرم شدن مبدل نمی‌مانند.

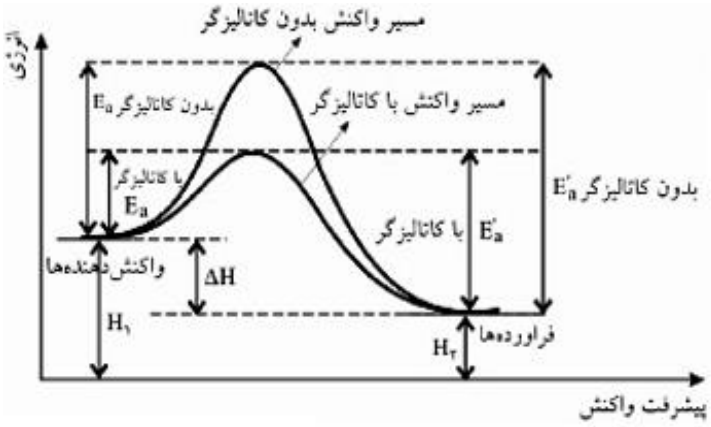


تغییرات ایجاد شده با به کار بردن کاتالیزگر

- **کاتالیزگر به یک اندازه انرژی فعال‌سازی را کاهش می‌دهند نه به یک نسبت.**

$$\frac{\text{تغییرات انرژی فعال‌سازی}}{\text{انرژی فعال‌سازی برگشت}} \neq \frac{\text{تغییرات انرژی فعال‌سازی}}{\text{انرژی فعال‌سازی رفت}}$$

- **کاتالیزگر به یک اندازه و به یک نسبت سرعت واکنش را افزایش می‌دهد**



- **به طور کلی آنچه که با به‌کار بردن کاتالیزگر در یک واکنش**

تغییرداده می‌شود در جدول خلاصه شده است:

کاتالیزگر باعث تغییرات زیر می‌شود	کاتالیزگر باعث تغییرات زیر نمی‌شود
۱. کاتالیزگر باعث تغییر ساز و کار و مسیر انجام واکنش می‌شود.	۱) کاتالیزگر نوع واکنش نهایی را تغییر نمی‌دهد.
۲. سطح سدّ انرژی را کاهش می‌دهد.	۲) سطح انرژی واکنش دهنده‌ها و فراورده‌ها تغییر نمی‌کند.
۳. زمان انجام واکنش را کوتاه می‌کند.	۳) نوع و پایداری فراورده تغییر نمی‌کند.
۴. سرعت واکنش را افزایش می‌دهد.	۴) خصوصیات ترمودینامیکی را تغییر نمی‌دهد.
۵. انرژی فعال‌سازی رفت و برگشت را به یک اندازه کاهش می‌دهد.	۵) آنتالپی واکنش(ΔH)تغییر نمی‌کند.

۱) در بین عبارت‌های زیر چند عبارت درست است؟

- نیتروژن در مقیاس صنعتی از تقطیر هوای مایع به دست می‌آید.
- بیش‌ترین مصرف آمونیاک در کودهای شیمیایی و تزریق مستقیم به خاک کشاورزی است.
- از نیتروژن به دلیل واکنش‌پذیری کم در بسته‌بندی مواد غذایی استفاده می‌شود.
- دمای جوش خیلی پایین نیتروژن باعث می‌شود تا در منجمد کردن نمونه‌های بیولوژیکی مانند خون استفاده شود.

۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۴ ۴) ۵

۲) چه تعداد از موارد زیر از جمله پیامدهای رشد و پیشرفت جامعه است که با کمک دانش شیمی راهی به سوی آینده‌ای روشن‌تر رقم می‌زند؟

- بهره‌گیری از مبدل‌های کاتالیستی
- کودهای شیمیایی سبز
- تبدیل مواد شیمیایی خام به مواد ارزشمند
- گسترش فناوری صفحه‌های نمایشگر در وسایل الکترونیکی

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۳) این جمله که «استفاده از دانش و فناوری دو روی یک سکه هستند» اشاره به کدامیک از فناوری‌های علم شیمی دارد؟

۱. کاهش آلودگی هوا با مبدل‌های کاتالیستی
۲. فناوری تولید بنزین
۳. فناوری شناسایی و تولید مواد بی‌حس‌کننده و آنتی بیوتیک‌ها
۴. فناوری تولید سلاح‌های شیمیایی

۴) کدام یک از آلاینده‌های زیر از اگزوز خودروهای بنزینی خارج نمی‌شوند؟

۱) C_xH_y ۲) NO_2 ۳) NO ۴) H_2O

۵) چه تعداد از عبارت‌های زیر صحیح می باشند؟

- کاهش آلودگی هوا تنها با بهینه کردن و اصلاح سوخت‌های فسیلی موجود ممکن است.
- فناوری تولید بنزین به حمل و نقل سرعت بخشید و مبدل‌های کاتالیستی آلودگی ناشی از مصرف آن را کاهش داد.
- فناوری شناسایی و تولید کودهای شیمیایی مناسب نقش چشمگیری در تأمین غذای جمعیت جهان دارد.
- گسترش فناوری صفحه‌های نمایشگر در وسایل الکترونیک، مدیون دانش الکترونیک است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۶) کدام یک از عبارت های زیر نادرست است؟

الف) هوای خشک و پاک مخلوطی از گازهای گوناگون است که به صورت ناهمگون در هواکره پخش شده است.

ب) رنگ قهوه‌ای هوای آلوده به دلیل وجود گاز NO_2 در آن است.

ج) پژوهش ها نشان می‌دهند که آلاینده‌های SO_2 , CO , NO , $CxHy$ و O_3 از اگزوز خودروها خارج می‌شوند.

د) گاز NO در ساختار الکترون نقطه‌ای خود دارای تک الکترون است و به شدت فعال است.

۱) الف و ج ۲) ب و ج ۳) الف و ب ۴) ج و د

۷) چه تعداد از عبارت‌های زیر در مورد اوزون صحیح می‌باشد؟

- اوزون در تروپوسفر آلاینده است و در استراتوسفر حیات بخش است.
- دگر شکلی از اکسیژن است که نقطهٔ جوش پایین‌تری نسبت به اکسیژن دو اتمی دارد.
- با کاهش میزان NO_2، مقدار آن در هوای آلوده به بیشترین مقدار خود می‌رسد.
- رنگ قهوه‌ای هوای آلوده می‌تواند زنگ خطری برای وجود گاز اوزون در تروپوسفر باشد.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۸) هوای آلوده حاوی چه موادی است؟

آ) مخلوطی از گازهای گوناگون که به طور یکنواخت در هواکره پخش شده‌اند.

ب) ذره‌های معلق پ) مواد آلی غیرفرار ت) اوزون

۱) آ–پ –ت ۲) آ–ب–پ ۳) آ–ب–ت ۴)ب–پ–ت

۹) چند مورد از مطالب زیر در مورد اکسیدهای نیتروژن درست اند؟

- هر دو جزء آلاینده‌های هوا هستند.
- گاز نیتروژن مونواکسید قهوه‌ای رنگ است.
- گاز نیتروژن مونواکسید و اکنش‌پذیری بالایی دارد و می‌تواند با اکسیژن واکنش دهد.
- نسبت تعداد الکترون‌های ناپیوندی به پیوندی در NO بیشتر از این نسبت در NO_2است.

۱(۱ ۲(۲ ۳(۳ ۴(۴

۱۰) با توجه به معادله تولید اوزون تروپوسفری چند مورد از موارد زیر نادرست است؟

- در یک روز آفتابی با کاهش غلظت NO_2، غلظت اوزون افزایش می‌یابد.
- رنگ قهوه‌ای هوا به دلیل وجود اوزون تروپوسفری در هوای آلوده است.
- نسبت تعداد الکترون‌های ناپیوندی به پیوندی دراوزون برابر ۲ است.
- اوزون تروپوسفری یکی از آلاینده‌های هوا است.

۱(۱ ۲(۲ ۳(۳ ۴(۴

۱۱) چه تعداد از مطالب زیر در مورد گازهای(SO_2 ,C_xH_y , CO, NO) درست است؟

- جزء گازهای خروجی از اگزوز خودروها هستند.
- در همه آنها، یکی ازمواد اولیه در واکنش شیمیایی تشکیل آنها، گاز اکسیژن موجود در اگزوز است.
- درآنها گازی قهوه‌ای رنگ وجود دارد.
- یکی از آنها از سوختن ناقص هیدروکربن ها تولید می‌شود.

۱(۱ ۲(۲ ۳(۳ ۴(۴

۱۲) چند مورد از مطالب زیر درست اند؟

- سرعت فرسودگی ساختمان‌ها و پوسیدگی خودروها در هوای آلوده بیشتر از هوای خشک و پاک است.

- امروزه با رشد دانش و فناوری و گسترش صنایع گوناگون، دسترسی به هوای پاک بیشتر شده است.
- C_xH_y، هیدروکربن محسوب می شود و بدون هر گونه سوختن و از طریق تبخیر از منبع سوخت خارج و وارد هوا کره می شود.
- در هوای پاک، مقدار ثابتی آب به صورت رطوبت وجود دارد.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۱۳) چند مورد از موارد گفته شده سبب آلودگی هوا می شوند؟

*میزان زیاد CO_2 * NO_2 * H_2O * SO_2 * NO * O_3 * ذرات معلق * مواد آلی فرار

۱) ۹ ۲) ۷ ۳) ۸ ۴) ۶

۱۴) به دلیل وجود آلاینده ها، هوای آلوده .....

۱. بوی بدی دارد و چهرهٔ شهر را زشت می‌کند.
۲. فرسودگی ساختمان ها و پوسیدگی خودروها را سرعت می بخشد.
۳. سبب ایجاد و تشدید بیماری های تنفسی از جمله برونشیت، آسم، سرطان ریه و حتی مرگ می شود.
۴. همهٔ موارد

۱۵) میزان آلاینده‌ها در نیمهٔ ..... شبانه روز ..... است.

۱) اول - کمتر ۲) اول - بیشتر ۳) دوم - بیشتر ۴) اول و دوم - یکسان

۱۶) چه تعداد از مطالب زیر نادرست اند ؟

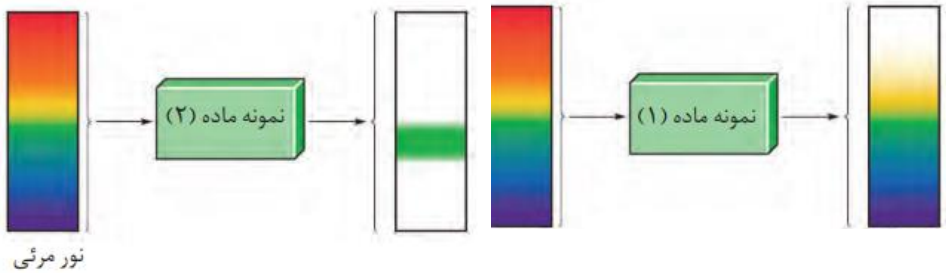
- فن‌آوری تولید پلاستیک، صنعت پوشاک و بسته بندی را دگرگون ساخت.
- فن‌آوری تولید بنزین ، آلودگی ناشی از مصرف بنزین را کاهش می دهد.
- یکی از دست آوردهای شیمی گسترش فن‌آوری صفحه های نمایشگر در وسایل الکترونیکی می باشد.
- با افزایش گاز NO_2 در هوای آلوده ، مقدار گاز اوزون افزایش می‌یابد.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۱۷) کدام مورد از مطالب زیر نادرست است؟

۱. شیمی‌دان‌ها با استفاده از برهم‌کنش‌هایی میان ماده و پرتوهای الکترومغناطیسی، روش‌های طیف‌سنجی را برای شناسایی ساختار مواد پایه‌گذاری کرده‌اند.
۲. برای شناسایی گروه‌های عاملی فقط از طیف‌سنجی فروسرخ استفاده می‌شود.
۳. هر گروه عاملی تنها گستره معین و منحصربه‌فردی از پرتوهای فروسرخرا جذب می‌کنند .
۴. از طیفسنجی فروسرخ می‌توان برای شناسایی برخی مولکول‌ها در فضای بین ستاره‌ای استفاده کرد.

۱۸) با توجه به شکل زیر کدام مورد درست است؟



۱. از طیفسنجی فروسرخ برای شناسایی مواد موجود در نمونه استفاده شده است.
۲. قطعا تعداد آلاینده‌های موجود در نمونه ۲ بیشتر است.
۳. ساختار این دو نمونه ماده یکسان است.
۴. نمونه ماده ۲ طول موج‌های بیشتری از پرتوهای مرئی را عبور داده است.

۱۹) واکنش های ..... برای آغاز نیاز به انرژی دارند. که این انرژی را ..... می نامند.
۱. گرماده - انرژی واکنش
۲. گرماگیر - انرژی فعال سازی
۳. گرماده و گرماگیر - انرژی فعال سازی
۴. گرماده و گرماگیر - انرژی واکنش

۲۰) با توجه به واکنش سوختن هیدروژن کدام یک از عبارت‌های زیر صحیح است؟
الف) این واکنش در دمای اتاق، بدون حضور کاتالیزگر تقریبا انجام نمی‌شود.
ب) استفاه از توری پلاتینی بهترین کاتالیزگر برای این واکنش است.
ج) استفاده از توری پلاتینی، به جای پودر روی، سبب آزاد شدن گرمای بیشتری می‌شود.
د) جرقه نیز در این واکنش نقش کاتالیزگر را دارد و باعث انجام واکنش می‌شود.
۱) الف و ج ۲) ب و د ۳) ج و د ۴) الف و ب

۲۱) چه تعداد از عبارت‌های زیر صحیح نمی‌باشد؟
الف) با گرم کردن مبدل‌های کاتالیستی در زمستان میزان کاهش آلاینده‌ها را می‌توان افزایش داد.
ب) مبدل‌های کاتالیستی در خودروهای بنزینی و دیزلی یکسان نیست.
پ) در مبدل‌های کاتالیستی موتورهای دیزلی از آمونیاک نیز استفاده می‌شود.
ج) واکنش $NO(g)+NO_2(g)+2NH_3(g)\rightarrow 2N_2(g)+3H_2O(g)$ فقط در موتورهای بنزینی انجام می‌شود.
۱(۱ ۲(۲ ۳(۳ ۴(۴

۲۲) کاتالیزگرها با کاهش ..... سرعت واکنش را افزایش می‌دهند و هرچه این کاهش ..... باشد، کاتالیزگر مناسب‌تر است.
۱. سطح انرژی واکنش دهنده ها - کمتر
۲. انرژی فعال سازی -بیشتر
۳. انرژی فعال سازی - کمتر
۴. سطح انرژی واکنش دهنده ها - بیشتر

۲۳) علت اصلی استفاده از کاتالیزگر این است که:
۱. تولید محصولات بیشتر در پایان واکنش
۲. انجام یک واکنش انجام ناپذیر
۳. افزایش میزان گرمای آزاد شده
۴. کاهش انرژی فعال سازی و افزایش سرعت

۲۴) کدام گزینه دربارهٔ کاتالیزگر صحیح نمی باشد؟
۱. به صورت یکی از واکنش دهنده ها در واکنش مصرف می شود.

۲. سطح انرژی واکنش دهنده‌ها و فراورده‌ها را تغییر نمی‌دهد.
۳. با کاهش انرژی فعال سازی سرعت را افزایش می‌دهد.
۴. زمان اتمام واکنش را کاهش می‌دهد

۲۵) استفاده از کاتالیزگر چه تعداد از موارد زیر را تغییر نمی‌دهد؟

- ΔH
- سرعت
- زمان انجام واکنش
- سطح انرژی واکنش دهنده ها و فرآورده ها
- انجام پذیر بودن یا نبودن واکنش
- مسیر انجام واکنش
- پایداری واکنش دهنده ها و فرآورده ها

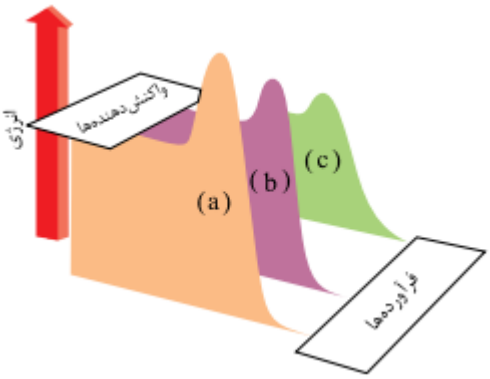
۱) ۵ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۲۶) چند مورد از مطالب زیر به درستی ارائه شده است؟

آ) در واکنش های گرماده سطح انرژی فرآورده‌ها نسبت به واکنش‌دهنده‌ها کمتر است.
ب) در واکنش های گرماگیر فرآورده‌ها از فعالیت شیمیایی بیشتری نسبت به واکنش دهنده‌ها برخوردار است.
پ) در واکنش‌های گرماگیر Ea همواره از بزرگ‌تر ΔH است.
ت) واکنش‌های گرماده همواره نسبت به واکنش‌های گرماگیر از سرعت بیشتری برخوردارند.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۲۷) واکنش میان گازهای هیدروژن و اکسیژن را در شرایط مختلف انجام داده‌ایم، کدام یک از آزمایش‌ها و شرایط مشخص شده به نمودارهای زیر به درستی مربوط می باشد؟



- آزمایش (۱) بدون حضور کاتالیزگر
- آزمایش (۲) در حضور پودر روی
- آزمایش (۳) ایجاد جرقه در مخلوط
- آزمایش (۴) در حضور توری پلاتینی

۱. آزمایش (۱) نمودار **c**
۲. آزمایش (۲) نمودار **a**
۳. آزمایش (۳) نمودار **b**
۴. آزمایش (۴) نمودار **c**

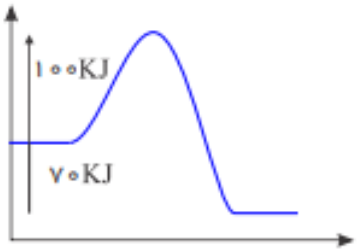
۲۸) کدام یک از گزینه های زیر در مورد مقایسهٔ مبدل‌های کاتالیستی در خودروهای بنزینی و دیزلی به درستی بیان شده است؟

۱. تنوع گازهای ورودی به مبدل‌ها در خودروهای بنزینی بیشتر از خودروهای دیزلی است.
۲. تنوع گازهای خروجی از مبدل‌ها در هر نوع خودرو باهم برابر است.
۳. در هر دو نوع مبدل گاز **NO** در نهایت به گاز نیتروژن تبدیل می‌شود.
۴. کاتالیزگرهای استفاده ً شده در هر دو نوع مبدل کاملا یکسان هستند.

۲۹) ΔH واکنش برگشت $A(g) \rightarrow B(g)$ برابر **KJ** ۵۰ + است. اگر انرژی فعال سازی واکنش برگشت **KJ** ۲۰۰ باشد و پس از استفاده از کاتالیز به میزان ۵۰ درصد کاهش یابد، انرژی فعال سازی واکنش رفت را در حضور کاتالیزگر بیابید و انرژی فعال سازی رفت چند درصد کاهش یافته است؟

۱) ۵۰٪ – ۱۵۰ ۲) ۶۶٪/۶۶ – ۱۵۰ ۳) ۵۰٪ – ۵۰ ۴) ۶۶٪/۶۶ – ۵۰

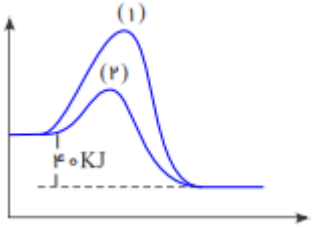
۳۰) با استفاده از کاتالیزگر انرژی فعالسازی به میزان ۶۰ درصد کاهش می‌یابد، کدام گزینه صحیح می باشد؟



۱. ΔH واکنش نیز ۶۰ درصد کاهش می‌یابد.
۲. انرژی فعال سازی واکنش برگشت در حضور کاتالیزگر **KJ** ۱۲۰ خواهد بود.
۳. انرژی فعال سازی واکنش برگشت نیز ۶۰ درصد کاهش می‌یابد.
۴. انرژی فعال سازی واکنش در حضور کاتالیزگر برابر **KJ** ۴۰ خواهد بود.

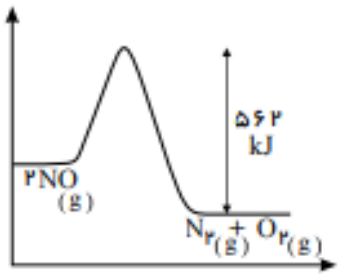
۳۱) با توجه به نمودار و جدول زیر، مقدار **x** و **y** و **z** را بیابید؟ **x+y = ۲۸۰**

مسیر	Eaرفت	Eaبرگشت
۱	x	۱۸۰
۲	z	y



۱. **x = ۱۴۰ ، y = ۱۴۰ ، z = ۱۰۰**
۲. **x = ۲۲۰ ، y = ۶۰ ، z = ۲۰**
۳. **x = ۱۲۰ ، y = ۱۶۰ ، z = ۱۲۰**
۴. **x = ۱۴۰ ، y = ۱۶۰ ، z = ۱۲۰**

۳۲) اگر در اثر تجزیهٔ ۳ گرم گاز **NO**، ۹ کیلوژول گرما آزاد شود، با توجه به نمودار انرژی فعال سازی واکنش کدام است؟



۱. ۹۰
۲. ۱۸۰
۳. ۳۸۲
۴. ۴۷۲

۳۳) اگر در واکنش $2ClO(g) \rightarrow Cl_2(g) + O_2(g)$ مجموع آنتالپی پیوند فرآورده‌ها به میزان ۱۵ کیلوژول از مجموع آنتالپی پیوند واکنش دهنده ها بیشتر است و تفاوت سطح انرژی قله نمودار انرژی - پیشرفت واکنش با فرآورده‌ها برابر ۲۹ کیلوژول بر مول باشد، کدام مطلب درست است؟

۱. انرژی فعال سازی واکنش برابر ۲۹ کیلوژول بر مول است.
۲. آنتالپی واکنش برابر ۱۵ کیلوژول است.
۳. واکنش دهنده‌ها نسبت به فرآورده‌ها از پایداری کمتری برخوردارند.
۴. برای تشکیل یک مول **ClO** به ۱۵ کیلوژول انرژی نیاز است.

۳۴) چند مورد از مطالب زیر در مورد کاتالیزگر درست است؟

الف) در صنایع گوناگون می‌توانند سبب کاهش آلودگی محیط زیست شوند.

ب)با استفاده از آن‌ها می‌توان واکنش‌ها را در دمای پایین‌تر انجام داد.

پ) با استفاده از آن‌ها می‌توان مقدار نهایی فراورده ها را افزایش داد.

ت) با استفاده از آن‌ها می‌توان پایداری فراورده ها را افزایش داد.

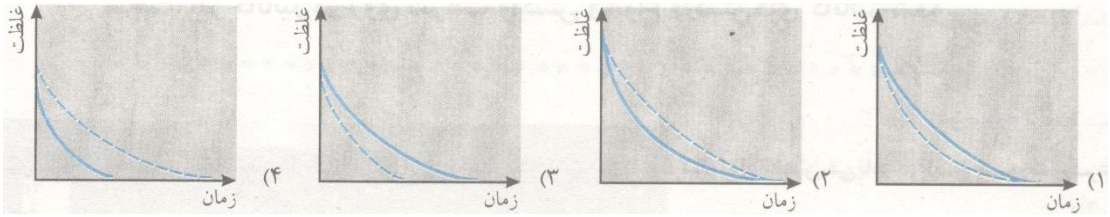
۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۳۵) آنتالپی واکنشی برابر $560KJ$ است. اگردرغیاب کاتالیزگر، آنتالپی واکنش ۱/۷۵ برابر انرژی فعال سازی واکنش باشد و درصورت استفاده ازکاتالیزگر انرژی فعال سازی ۲۰٪ کاهش یابد، انرژی فعال سازی و آنتالپی واکنش در حضور کاتالیزگر به ترتیب برابر است با:

۱) ۲۶۰ – ۵۶۰ ۲) ۲۶۰ - ۴۴۸ ۳) ۲۵۶ – ۵۶۰ ۴) ۲۵۶ – ۴۴۸

۳۶) واکنش تجزیه محلول هیدروژن پراکسید را یک بار بدون کاتالیزگر و بار دیگر در حضور کاتالیزگر Fe^{2+} انجام می دهیم. اگر بدانیم غلظت اولیه ی H_2O_2 و نیز دما در هر دو آزمایش یکسان است کدام نمودار در مورد این واکنش درست است؟

(------ منحنی آزمایش کاتالیز شده) (——— منحنی آزمایش بدون کاتالیز گر)



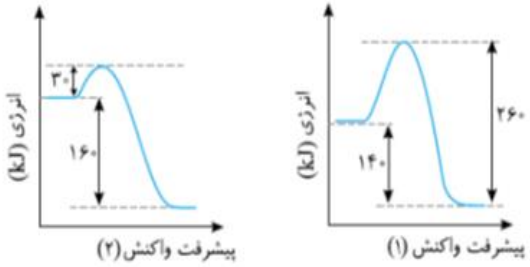
۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۳۷) چند مورد از مطالب زیر درست است؟

- در دمای اتاق مقدار اندکی نیتروژن مونوکسید از واکنش اکسیژن و نیتروژن تولید می‌شود.
- واکنش سوختن متان به انرژی فعالسازی نیاز دارد.
- فسفر سفید با اکسیژن همانند گاز هیدروژن در دمای اتاق واکنش نمی‌دهد.
- استفاده از کاتالیزگر سبب آلودگی محیط زیست می شود.
- هر چه آنتالپی واکنش بیشتر باشد، سرعت واکنش بیشتر است.
- هر چه تفاوت سطح انرژی واکنش دهنده و فرآورده بیشتر باشد آنتالپی واکنش بیشتر است.

۱) ۵ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۳۸) با توجه به نمودارهای زیر، چند مورد از مطالب زیر درست است؟



الف- در شرایط یکسان، سرعت واکنش (۱)، از سرعت واکنش (۲) بیش‌تر است.

ب) انرژی فعالسازی واکنش ۱ به اندازه ۹۰ کیلو ژول از انرژی فعالسازی واکنش ۲ کم‌تر است.

پ)فراورده های واکنش ۱ از فراورده های واکنش ۲ پایدارتر هستند.

ت)علامت ΔH واکنش ۱ و ۲ منفی است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۳۹) چه تعداد از مطالب زیر درست اند؟

* هر کاتالیزگر می‌تواند یک واکنش معین را سرعت ببخشد.
* کاتالیزگرها باید در برابر شرایط انجام واکنش های شیمیایی پایدار بمانند.

* مبدل کاتالیستی خودروها، توری‌هایی از جنس فلزهای پلاتین، پالادیم و رودیم هستند.
* گاز N_2O خروجی از اگزوز خودروها در مجاورت مبدل کاتالیستی به سرعت به گاز NO_2مبدل می شود.

۱) ۴ ۲) ۳ ۳) ۲ ۴) ۱

۴۰) هیدروکربن های نسوخته در اگزوز خودروها پس از عبور از مبدل کاتالیستی به چه گاز(هایی)تبدیل می شود؟

۱) CO_2 ۲) H_2O ،CO_2 ۳) O_2 ،CO_2 ۴) O_2،N_2

۴۱) در صورتی که در شهرتهران ۵۰۰.۰۰۰ خودرو فعالیت داشته باشد و هر خودرو سالیانه به طور میانگین ۲۰.۰۰۰ کیلومتر مسافت طی کند. استفاده از مبدل کاتالیستی به تقریب سبب کاهش چند درصدی جرم کل آلاینده ها شده و مقدار آلاینده هاپس از کاربرد مبدل کاتالیستی در یک سال، چند تن خواهد بود؟

فرمول شیمیایی آلاینده		CO	C_xH_y	NO
مقدار آلاینده بر حسب گرم به ازای طی یک کیلومتر	در غیاب مبدل	۶	۱/۶۷	۱/۰۴
	در حضور مبدل	۰/۶	۰/۰۷	۰/۰۴

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

۴۲) کدام مورد از شرایط کاتالیزگر مناسب در مبدل کاتالیستی نمی باشد؟

۱) هر کاتالیزگر اغلب اختصاصی و انتخابی عمل می‌کند.
۲) هرکاتالیزگر باید سرعت همه‌ی واکنش‌های را سرعت ببخشد.
۳) در حضور کاتالیزگر نباید واکنش های ناخواسته دیگری انجام شود.
۴) کاتالیزگر در شرایط انجام واکنش باید پایداری شیمیایی و گرمایی مناسبی داشته باشد.

۴۳) در مبدل کاتالیستی خودروهای دیزلی با ورود گاز آمونیاک و انجام واکنش شیمیایی گازهای NO و NO_2، به گاز N_2 تبدیل می شوند،در معادله شیمیایی موازنه شده آن نسبت گاز H_2O به گاز آمونیاک کدام است؟

۱) ۳ ۲) ۲/۵ ۳) ۲ ۴) ۱/۵

۴۴) با توجه به جدول زیر که مقدار برخی از آلاینده ها را در گازهای خروجی از اگزوز خودروها در غیاب و ودر حضور مبدل های کاتالیستی نشان می دهد در حضور مبدل کاتالیستی آلاینده C_xH_y با چه درصدی کاهش می یابد؟

فرمول شیمیایی آلاینده		CO	C_xH_y	NO
مقدار آلاینده برحسب گرم به ازای طی یک کیلومتر	در غیاب مبدل	۵/۹۹	۱/۶۷	۱/۰۴
	در حضور مبدل	۰/۶۱	۰/۰۷	۰/۰۴

۱) ۹۵/۸۱ ۲) ۹۶ ۳) ۹۷ ۴) ۹۳

۴۵) درواکنش $NO(g) + NO_2(g) + 2NH_2(g) \rightarrow 2N_2(g) + 3H_2O(g)$ کدام گونه (گونه‌ها) نقش اکسنده را دارند؟

۱) آمونیاک ۲) نیتروژن دی اکسید ۳) نیتروژن منو اکسید ۴) گزینه ۲و۳

۴۶) چه تعداد از عبارت‌های زیر صحیح هستند؟

الف)استفاده از مبدل‌های کاتالیستی مقدار آلاینده‌های خروجی از اگزوز خودروها به صفر می رسد.
ب) همه واکنش‌های انجام شده در مبدل‌های کاتالیستی گرماده بوده و ازنوع اکسایش و کاهش هستند.
پ) با استفاده از کاتالیزگر می‌توان واکنش را در دماهای پایین‌تری انجام داد.
ت) فلز Ruیکی از فلزات به کار رفته در مبدل‌های کاتالیستی است.

۱) ۲ ۲) ۱ ۳) ۴ ۴) ۳

۴۷) اگر هیدروکربن نسوخته در موتور خودرو نوعی آلکان باشد برای سوختن کامل آن به چند مول اکسیژن نیاز خواهد بود؟ (n تعداد اتم‌های کربن آلکان است.)

۱) $۳n+۱$ ۲) $۳n$ ۳) $\frac{۳n+۱}{۲}$ ۴) $۳n-۱$

۴۸) مجموع ضرایب استوکیومتری مواد در معادله شیمیایی حذف CO چند برابرمجموع ضرایب استوکیومتری مواد در حذف NO هنگام استفاده از مبدل‌های کاتالیستی است؟

۱) ۰/۸ ۲) ۱/۲۵ ۳) ۲ ۴) ۱

۴۹) واکنش های زیر در جریان کاهش آلاینده‌های خروجی از اگزوز ماشین های بنزینی انجام می شود، با توجه به معادلات آن ها کدام گزینه صحیح نمی باشد؟

$$۲CO(g)+O_۲(g)\rightarrow ۲CO_۲(g)$$
$$۲NO(g)\rightarrow N_۲(g)+O_۲(g)$$
$$C_xH_y(g)+\frac{۴x+y}{۴}O_۲(g)\rightarrow xCO_۲(g)+\frac{y}{۲}H_۲O(g)$$

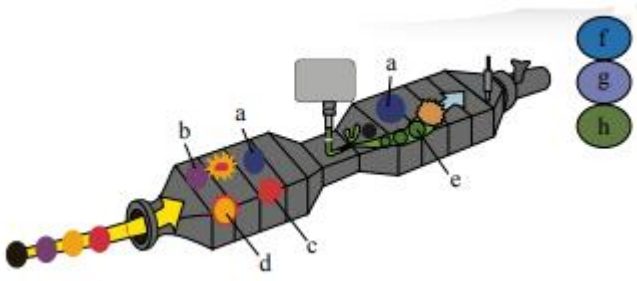
۱) این واکنش‌ها در غیاب کاتالیزگر در دمای اتاق انجام نمی‌شوند یا بسیار کندند.

۲) بهترین مبدل کاتالیستی، مبدلی است که در آن هر سه واکنش با سرعت بالا انجام شود.

۳) جنس مبدل کاتالیستی می‌تواند پلاتین ( )، پالادیم ( ) و یا رودیم ( ) باشد.

۴) یک کاتالیزگر نمی‌تواند به تنهایی سرعت همهٔ واکنش‌ها را افزایش دهد.

۵۰) با توجه به شکل زیر کدام گزینه صحیح نمی باشد؟



۱) مبدل کاتالیستی خودرو های دیزلی است و در این مبدل NH_3 وارد می شود تا از میزان NO_2 و NO کاسته شود.

۲) در این مبدل برخلاف مبدل کاتالیستی خودرو های بنزینی گاز اکسیژن از اگزوز خارج نمی شود.

۳) در این مبدل مانند مبدل خودرو های بنزینی واکنش زیر انجام می شود.

$$C_xH_y(g)+O_۲(g)\rightarrow CO_۲(g)+H_۲O(g)$$

۴) در این مبدل مانند مبدل خودرو های بنزینی میزان NO_2 کاسته می شود.

محاسبات کمّی در تعادل

- هنگامی می‌توان از عبارت ثابت تعادل استفاده کرد که واکنشِ برگشت پذیر به تعادل رسیده باشد؛ اما این‌که چه موقع، تعادل برقرار می شود، بستگی به سرعت واکنش دارد.
- در تعادل تغییرات غلظت واکنش دهنده‌ها با فراورده‌ها رابطه دارد. یعنی آنچه که از واکنش دهنده‌ها کاسته می‌شود با توجه به ضرایب استوکیومتری آن‌ها به فراورده‌ها تبدیل می‌شود.

- نسبت حاصل ضرب غلظت تعادلی فراورده‌ها هریک به توان ضریب استوکیومتری به حاصل ضرب غلظت تعادلی واکنش دهنده‌ها هر یک به توان ضریب استوکیومتری، همواره مقدار ثابتی است.
- در واکنش تعادلی $aA(g)+bB(g) \rightleftharpoons cC(g)+dD(g)$ مقدار ثابت برابر است: $K_c=\frac{[D]^d[C]^c}{[A]^a[B]^b}$
- مقدار ثابت تعادل با جایگزین کردن غلظت‌های تعادلی واکنش‌دهنده و فراورده‌هایی گازی و یا محلول به‌دست می‌آید.

تعادل های همگن و ناهمگن

- در **تعادل همگن** همهٔ مواد شرکت کننده در تعادل، در یک فاز هستند. تعادل‌های گازی و محلول، یک فازی هستند. از این رو، این واکنش‌ها تعادلی، همگن به شمار می روند. $2SO_2(g)+O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g)$
- اسیدها و بازها که درآب به یون‌های مثبت و منفی یونیده می‌شوند، و به تعادل می‌رسند. تک فازی هستند چون همگی در آب محلولند. ولی آب در رابطهٔ ثابت یونش به دلیل ثابت بودن غلظت نوشته نمی‌شود.

$$AH(aq)+H_2O(l) \rightleftharpoons A^-(aq)+H_3O^+(aq) \qquad K_a=\frac{[A^-][H_3O^+]}{[HA]}$$

$$NH_3(aq)+H_2O(l) \rightleftharpoons NH_4^+(aq)+OH^-(aq) \qquad K_b=\frac{[NH_4^+][OH^-]}{[NH_3]}$$

- در **تعادل ناهمگن**، مواد شرکت کننده در تعادل در فازهای متفاوتی قرار دارند. برای نمونه، هرگاه کلسیم کربنات جامد در سامانهٔ بسته‌ای گرم شود، تعادل زیر میان این ترکیب و فراورده‌های حاصل از تجزیهٔ آن برقرار می‌شود.

این تعادل، نمونه ای از یک تعادل ناهمگن سه فازی است.

$$CaCO_3(s) \rightleftharpoons CaO(s)+CO_2(g) \quad K=\frac{[CaO][CO_2]}{[CaCO_3]} \Rightarrow K\times\frac{[CaCO_3]}{[CaO]}=[CO_2] \quad \Rightarrow \quad K=[CO_2]$$

و در رابطهٔ ثابت تعادل، مواد جامد به دلیل ثابت بودن غلظت نوشته نمی شوند.گویی این مقادیر ثابت، در مقدار ثابت تعادل گنجانده شده است.

الف) روش حل مسائل در مبحث تعادل با مطرح شدن غلظت‌های تعادلی

با جایگزین کردن غلظت‌های تعادلی در عبارت ثابت تعادل می‌توان به سه دسته از مسائل پاسخ داد.

۱) **محاسبهٔ ثابت تعادل:**

مقدار ثابت تعادل با جایگزین کردن غلظت‌های تعادلی واکنش‌دهنده و فراورده‌ها، به‌دست می‌آید. اگر داده‌ها بر حسب گرم یا مول باشد، باید داده ها را با استفاده از حجم سامانه و یا جرم مولی به غلظت تبدیل کرد.

مثال ۱: هرگاه در ظرف ۴ لیتری در دمای ۴۵۰ درجه سانتیگراد، ۱ مول NH_3 به همراه ۲ مول N_2 و ۴ مول H_2 در تعادل باشند. ثابت تعادل در این دما چند است؟

$$N_2(g)+3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$$

پاسخ: برای به‌دست آوردن ثابت تعادل، ابتدا غلظت‌ها محاسبه می‌شود:

$$\left[H_2\right]=\frac{4}{4}=1\,mol.L^{-1} \qquad \left[N_2\right]=\frac{2}{4}=0/5 \quad , \quad \left[NH_3\right]=\frac{1}{4}=0/25$$

$$K=\frac{\left[NH_3\right]^2}{\left[N_2\right]\left[H_2\right]^3}=\frac{0/25^2}{0/5\times1^3}=0/5\,mol^{-2}L^2$$

تذکر: گاهی، غلظت‌های تعادلی همهٔ گونه‌های شرکت کننده در تعادل داده نمی‌شود. در این موارد اگر غلظت تعادلی برخی گونه‌ها معلوم باشد، می توان با بهره‌گیری از نسبت ضرایب استوکیومتری واکنش، غلظت‌های تعادلی دیگر گونه‌ها را محاسبه کرد.

مثال ۲: مقداری NH_4Cl را در ظرف سربسته ۲ لیتری در دمای ثابت قرار می‌دهیم تا تعادل زیر برقرار شود. اگر جرم آمونیاک در زمان تعادل 5/1 گرم باشد ثابت تعادل را محاسبه کنید.

(N=14 Cl=35.5 H=1)

پاسخ:

$$NH_4Cl(s)\rightleftharpoons NH_3(g)+HCl(g) \qquad K=\left[NH_3\right]\left[HCl\right]=0/15\times0/15=2/25\times10^{-2}$$

$$\left[NH_3\right]=\left[HCl\right] \qquad \left[NH_3\right]=\frac{5/1}{17}=0/15\,mol.L^{-1}$$

مثال ۳: هرگاه مقداری گاز $SO_3(g)$ را در ظرف ۲ لیتری وارد شود و پس از برقراری تعادل، ۲ مول $SO_3(g)$ و ۴ مول $O_2(g)$ در ظرف واکنش موجود است، ثابت تعادل را به دست آورید.

پاسخ: از روی مقدار گاز اکسیژن می‌توان مقدار گاز $SO_2(g)$ را به دست آورد که با توجه به ضریب استوکیومتری آن دو برابر اکسیژن یعنی ۸ مول است. $2SO_2(g)+O_2(g)\rightleftharpoons 2SO_3(g)$

$$\left[SO_2\right]=\frac{8}{2}=4\,mol.L^{-1} \qquad \left[O_2\right]=\frac{4}{2}=2 \quad , \quad \left[SO_3\right]=\frac{2}{2}=1$$

$$K=\frac{\left[SO_3\right]^2}{\left[O_2\right]\left[SO_2\right]^2}=\frac{1^2}{2\times4^2}=0/031\,mol^{-2}L^2$$

۲) **محاسبه‌ی غلظت یکی از واکنشگرها با استفاده از ثابت تعادل:**

می‌توان با بهره گیری از ثابت تعادل، غلظت(های) تعادلی گونه(های) مجهول را حساب کرد.

مثال ۱: در محلول هیدروفلوئوریک اسید که غلظت HF برابر با ۰/۰۱ مول بر لیتر و ثابت یونش اسیدی برابر $5/9\times10^{-4}$ است، غلظت یون هیدرونیم چند مول بر لیتر خواهد بود؟

$$HF(aq)+H_2O(l)\rightleftharpoons F^-(aq)+H_3O^+(aq) \qquad K_a=\frac{[H_3O^+][F^-]}{[HF]}$$

$$[H_3O^+]=[F^-]$$

پاسخ:

$$5/9\times10^{-4}=\frac{[H_3O^+][H_3O^+]}{[HF]}\Rightarrow[H_3O^+]^2=5/9\times10^{-4}\times0/01\Rightarrow[H_3O^+]=2/4\times10^{-3}$$

مثال ۲: در یک آزمایش ۰/۵ مول N_2 و ۰/۵ مول O_2 در یک ظرف به حجم ۲۵۰ میلی لیتر در تعادل است.

$K=4\times10^{-4}$ $\quad N_2(g)+O_2(g)\rightleftharpoons 2NO(g)$ غلظت تعادلی گاز **NO** به تقریب چند $molL^{-1}$ است؟

پاسخ: $N_2(g)+O_2(g)\rightleftharpoons 2NO(g) \qquad K=4\times10^{-4}=\frac{[NO]^2}{[N_2][O_2]}\Rightarrow[NO]^2=4\times10^{-4}\times2\times2=1/6\times10^{-3}\Rightarrow[NO]=0/04molL^{-1}$

$$=\frac{0/5}{0/250}=2 \qquad [O_2]=\frac{0/5}{0/250}=2 \qquad [NO]=?$$

۳) **محاسبه‌ی حجم ظرف واکنش:**

با استفاده از ثابت تعادل و مقدار گونه‌های شرکت کننده در تعادل، می‌توان حجم محلول را به دست آورد.

تذکر: می‌توان رابطهٔ ثابت تعادل را برای واکنش عمومی $aA(g)+bB(g)\rightleftharpoons cC(g)+dD(g)$ به صورت زیر نوشت:

$$K=\frac{[D]^d[C]^c}{[A]^a[B]^b}=\frac{(molD)^d(molC)^c}{(molA)^a(molB)^b}\times V^m$$

$$m=(a+b)-(d+c)$$

مثال: مقدار ۶ مول ماده‌ی **A** و ۱ مول ماده‌ی **B** با **2** مول ماده‌ی **C** در ظرفی به حجم **V** لیتر در تعادل $A(s)+2B(g)\rightleftharpoons C(g)$ است. اگر ثابت تعادل واکنش فوق برابر $mol^{-1}L$ ۰/۵ باشد حجم ظرف چند لیتر بوده است؟

$$A(s)+2B(g)\rightleftharpoons C(g) \qquad K=\frac{[C]}{[B]^2}=\frac{\frac{2}{V}}{\left[\frac{1}{V}\right]^2}=0/5\Rightarrow V=0/25L=250ml$$

or

پاسخ:

$$K=\frac{mol\,C}{(mol\,B)^2}\times V^{2-1}\Rightarrow0/5=\frac{2}{1^2}\times V\Rightarrow V=\frac{0/5}{2}=0/25L$$

نکات مربوط به ثابت تعادل

- **ثابت تعادل هر واکنش در دمای ثابت، مقداری ثابت است.**
- **ثابت تعادل به مقدار اولیه واکنش‌دهنده‌ها یا فراورده‌ها بستگی ندارد.**
- **مقدار عددی ثابت تعادل معیاری برای میزان پیشرفت واکنش است.**

- **مقدار عددی ثابت تعادل در همه واکنش‌ها نشان دهنده این است که در تعادل، غلظت کدام شرکت کننده‌ها بیشتر است.**
- **هر چه ثابت تعادل بزرگتر باشد، تمایل تبدیل واکنش‌دهنده‌ها به فراورده‌ها بیشتر است یا درصد پیشرفت واکنش بیشتر و غلظت فراورده‌ها زیادتر می‌شود.**
- **با آن‌که هنگام نوشتن عبارت ثابت تعادل از نوشتن غلظت مواد جامد و مایع خالص صرف نظر می‌کنیم، اما حضور مواد جامد و مایع در تعادل الزامی است.** $CaCO_3(s) \rightleftharpoons CaO(s) + CO_2(g) \quad \Rightarrow \quad K = [CO_2]$
- **ثابت تعادل دارای یکا است. و در واکنش** $aA(g) + bB(g) \rightleftharpoons cC(g) + dD(g)$ **برابر است با:**

$$\text{یکا ثابت تعادل} = \left[\frac{mol}{L}\right]^n$$
$$n = (c+d) - (a+b)$$

- **چنانچه یک واکنش تعادلی را به طور معکوس بنویسیم، رابطهٔ ثابت تعادل نیز برعکس می‌شود یعنی به توان منفی یک می رسد.**

$$cC(g) + dD(g) \rightleftharpoons aA(g) + bB(g) \qquad K` = \frac{[A]^a[B]^b}{[D]^d[C]^c}$$

- **چنانچه یک واکنش تعادلی را در ضریبی، ضرب کنیم، رابطهٔ ثابت تعادل نیز به توان آن ضریب می رسد.**

$$2cC(g) + 2dD(g) \rightleftharpoons 2aA(g) + 2bB(g) \qquad K` = \left[\frac{[A]^a[B]^b}{[D]^d[C]^c}\right]^2$$

ب) روش حل مسائل در مبحث تعادل با مطرح شدن غلظت‌های اولیه(فراتر از درس)

اغلب، غلظت های تعادلی همهٔ گونه های شرکت کننده در تعادل در دسترس نیست. در این موارد اگر غلظت برخی گونه ها معلوم باشد، می توان با بهره گیری از استوکیومتری واکنش، غلظت های تعادلی دیگر گونه ها را محاسبه کرد. در واکنش عمومی زیر که در جهت رفت جابه‌جا می‌شود.

$$aA(g) + bB(g) \rightleftharpoons cC(g) + dD(g)$$

برای به دست آوردن غاظت های تعادلی از یک جدول با اطلاعات داده شده استفاده می‌گردد.

معادله واکنش	$aA(g)$	+ $bB(g)$	$\rightleftharpoons$ $cC(g)$	+ $dD(g)$
مول اولیه	m	n	0	0
تغییر مول Δn	-aX	-bX	+cX	+dX
مول تعادلی	m-aX	n-bX	cX	dX
غلظت تعادلی	$\frac{m-aX}{V}$	$\frac{n-bX}{V}$	$\frac{cX}{V}$	$\frac{dX}{V}$

تغییر مول Δn، برای واکنش دهنده همان مقدار شرکت کننده در واکنش و برای فراورده، مقدار تولید شده در تعادل است.

تذکر ۱: اگر در مسئله‌ای بازده واکنش یا درصد تفکیک، برای یکی از واکنشگرها داده شود، برای به‌دست‌آوردن تغییرات مول Δn از فرمول زیر استفاده می‌کنیم:

$$\text{بازده} = \frac{\Delta n}{n} \times 100$$

تذکر ۲: اگر در مسئله‌ای بازده واکنش یا درصد تفکیک، برای باقیمانده یکی از واکنشگرها داده شود، برای به‌دست‌آوردن تغییرات مول Δn از فرمول زیر استفاده می‌کنیم:

$$\text{بازده} = 100 - \frac{\Delta n}{n} \times 100$$

تذکر ۳: با آن‌که هنگام نوشتن عبارت ثابت تعادل از نوشتن غلظت مواد جامد و مایع خالص صرف نظر می‌کنیم، اما حضور مواد جامد و مایع در جدول تعادل الزامی است.

مثال ۱: از واکنش ۰/۲۵ مول گاز **A** با نیم مول گاز **B** درظرف یک لیتری مطابق واکنش: $A(g) + 3B(g) \rightleftharpoons C(g)$ دردمای معین ۰/۱۵ مول گاز **C** تشکیل می شود.ثابت تعادل دراین دما چقدراست؟

معادله واکنش	$A(g)$ +	$3B(g)$ ⇌	$C(g)$
مول اولیه	۰/۲۵	۰/۵	0
تغییر مول Δn	-X	-3X	+X
مول تعادلی	$۰/۲۵ - x = ۰/۱$	$۰/۵ - ۳x = ۰/۰۵$	0/15
غلظت تعادلی	۰/۱	۰/۰۵	۰/۱۵

$$K = \frac{[C]}{[A][B]^3} = \frac{۰/۱۵}{۰/۱ \times ۰/۰۵^3} = ۱/۲ \times ۱۰^۴$$

مثال ۲:-۱/۳۲ مول گاز N_2O_4 را در یک ظرف۱۰ لیتری تا دمای معینی گرما می دهیم اگردر لحظه برقراری تعادل: $N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$ تعداد مول های N_2O_4و NO_2 برابر باشد، مقدار K کدام است؟

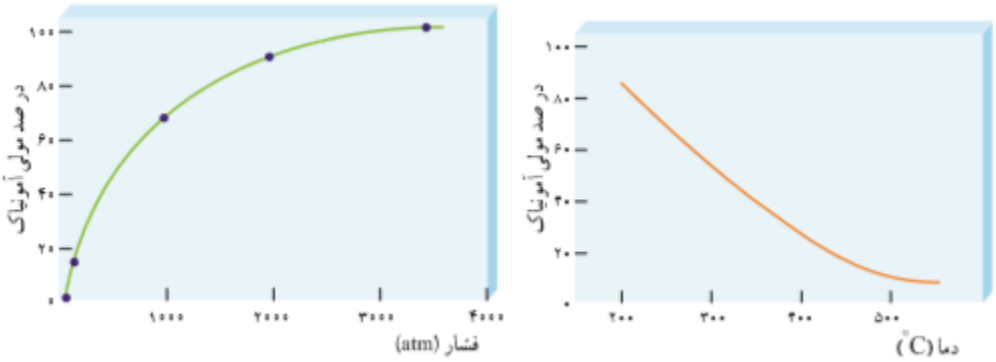
$$\text{mol } NO_2 = \text{mol } N_2O_4 \Rightarrow ۱/۳۲ - x = ۲x \quad \Rightarrow x = ۰/۴۴\text{mol} \qquad K = \frac{[NO_2]^2}{[N_2O_4]} = \frac{۰/۰۸۸^2}{۰/۰۸۸} = ۰/۰۸۸$$

معادله واکنش	$N_2O_4(g)$ ⇌	$2NO_2(g)$
مول اولیه	1/32	0
تغییر مول Δn	-x	+2x
مول تعادلی	$۱/۳۲ - x = ۰/۸۸$	$۲x = ۰/۸۸$
غلظت تعادلی	0/088	0/088

آمونیاک و بهره‌وری در کشاورزی

- بهترین راه حل برای تأمین غذا افزایش بهره‌وری در تولید فراورده‌های کشاورزی است.
- نیتروژن را به شکل ترکیب‌های نیتروژن‌دار از جمله آمونیاک و اوره به خاک می‌افزایند.
- آمونیاک را به صورت مایع به طور مستقیم به عنوان کود شیمیایی به خاک زراعی تزریق می‌کنند.
- آمونیاک را از واکنش مستقیم گاز نیتروژن و هیدروژن نمی‌توان در دمای اتاق حتی در حضور کاتالیزگر یا جرقه به‌دست آورد.
- واکنش $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$ برگشت پذیر است و می‌تواند در شرایط مناسب به تعادل برسد. تعادلی که در دمای معین، مخلوطی از گازهای واکنش دهنده و فراورده با غلظت ثابت است.

- تولید آمونیاک بیشتر در شرایط معین، به میزان پیشرفت واکنش در آن شرایط بستگی دارد. به دیگر سخن هر چه میزان پیشرفت واکنش بیشتر باشد، درصد بیشتری از واکنش دهنده‌ها به آمونیاک تبدیل می شوند.
- فریتس هابر موفق شد شرایط بهینه واکنش را بیابد. (فشار برابر ۲۰۰ اتمسفر، دما برابر $450\ ^\circ C$ در حضور کاتالیزگر آهن).



- مطابق نمودارها میزان تولید آمونیاک با افزایش دما کمتر و با افزایش فشار بیشتر می‌شود.

۵۱) با توجه به واکنش تعادلی زیر که در یک ظرف سربسته برقرار است، کدام مطلب درست است؟

$$O_3(g) + NO(g) \rightleftharpoons O_2(g) + NO_2(g) \quad K = 16$$

۱) با انتقال به ظرف بزرگ‌تر در دمای ثابت، در جهت رفت جابه‌جا می‌شود.

۲) با توجه به مقدار K، تا حد کامل شدن پیش می‌رود.

۳) چون ثابت تعادل آن بزرگ است، با سرعت زیاد به حالت تعادل می‌رسد.

۴) حاصل‌ضرب غلظت مولی فراورده‌ها در مقایسه با واکنش‌دهنده‌ها بزرگ‌تر است.

۵۲) در تعادل گازی $2SO_2 + O_2 \rightleftharpoons 2SO_3$, $K = 4 \times 10^{2}$ اگر تعداد مول‌های SO_2 , O_2 و SO_3 در لحظه‌ی تعادل به ترتیب برابر ۰/۲ ، ۰/۰۲ و ۰/۴ باشد، حجم ظرفی که تعادل در آن برقرار شده است برحسب لیتر کدام است؟

۱) ۳ ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۴

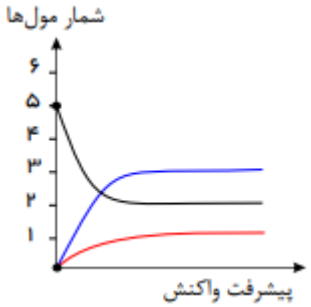
۵۳) اگر در واکنش گازی $2NO + O_2 \rightleftharpoons 2NO_2$, $K = 1/8 \times 10^{12}$ غلظت O_2 و NO در حالت تعادل به ترتیب برابر ۰/۰۵ و ۰/۰۱ مول در لیتر باشد، غلظت تعادلی NO_2 چند مول بر لیتر است؟

۱) ۹×۱۰^{-۳} ۲) ۵×۱۰^{-۲} ۳) ۳×۱۰^{۲} ۴) ۱×۱۰^{۲}

۵۴) در ظرف سربسته‌ی یک لیتری مقداری $COCl_2$ را تا رسیدن به تعادل گازی $COCl_2 \rightleftharpoons Cl_2 + CO$, $K = 0/2$ گرم می‌کنیم. اگر در حالت تعادل مقدار $COCl_2$ برابر ۰/۴۵ مول باشد، مقدار CO چند مول است؟

۱) ۰/۱۵ ۲) ۰/۲۷ ۳) ۰/۳ ۴) ۰/۹

۵۵) با توجه به نمودار زیر که به تجزیه‌ی تعادلی $A(s)$ به فرآورده‌های گازی مربوط است، مقدار K در شرایط آزمایش کدام است؟ (حجم ظرف ۱۰ لیتر است.)



۱) $۱\ mol^{2} \cdot L^{-2}$

۲) $۳/۳۷۵ mol \cdot L^{-}$

۳) $۹ \times ۱۰^{-۳}\ mol^{3} \cdot L^{-3}$

۴) $۲/۷ \times ۱۰^{-۳}\ mol^{4} \cdot L^{-4}$

۵۶) با توجه به جدول زیر رابطهٔ ثابت تعادل این واکنش کدام است؟

غلظت	زمان (s)	$۰(s)$	$۱۰(s)$	$۲۰(s)$	$۳۰(s)$
$[A]$		۱٫۸	۱	۰٫۸	۰٫۸
$[B]$		۰	۰٫۸	۱	1
$[C]$		۲٫۶	۲٫۲	۲٫۱	۲٫۱
$[D]$		۰	۰٫۴	۰٫۵	۰٫۵

۱) $K=\frac{[A]^{۲}[C]}{[B]^{۲}[D]}$ ۲) $K=\frac{[B]^{۲}[D]}{[A][C]}$ ۳) $K=\frac{[B][D]}{[A][C]}$ ۴) $K=\frac{[B]^{۲}[D]}{[A]^{۲}[C]}$

۵۷) اگر ۳ مول گاز **NOCl** را در یک ظرف سربسته تا برقرار شدن تعادل گازی $2NOCl \rightleftharpoons 2NO + Cl_2$, **K = 0/675** گرم کنیم و در این حالت ۴۰ درصد گاز **NOCl** تجزیه نشده باقی بماند حجم ظرف واکنش، چند لیتر است؟

۱) ۳ ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۴

۵۸) در ظرف سربسته‌ای با حجم ۴۰۰ میلی‌لیتر، مقدار ۰/۰۴۰۴ مول گاز **NO** را گرما می‌دهیم تا تعادل گازی $۲NO(g) \rightleftharpoons N_۲(g)+O_۲(g)$ $K=۲/۵\times۱۰^{-۳}$ برقرار شود، غلظت تعادلی گاز **NO** بر حسب مول بر لیتر در حالت تعادل کدام است؟

۱) ۰/۰۲ ۲) ۰/۰۵ ۳) ۰/۰۰۵ ۴) ۰/۰۰۲

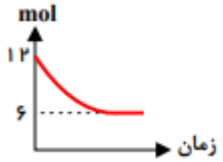
۵۹) تعادل $۲A(g) \rightleftharpoons ۳B(g)$ از قراردادن ۱ مول **A** در ظرفی به حجم یک لیتر در دمای ثابت حاصل شده است. در صورتی‌که تعداد مول های **B** در موقع تعادل ۶ برابر تعداد مول‌های **A** باقیمانده در تعادل باشد. آنگاه ثابت تعادل **K** واکنش کدام است؟

۱) ۴۳۲ ۲) ۶ ۳) ۳۶ ۴) ۴۳/۲

۶۰) ترکیب جامد **AB** را در یک ظرف دربسته ۱۰ لیتری در یک دمای ثابت قرار می‌دهیم تا تعادل در آن برقرار شود: $AB(s) \rightleftharpoons A(g)+B(g)$ اگر برای این تعادل داشته باشیم **K** = ۰/۰۱ آنگاه تعداد مول‌های گاز در ظرف در موقع تعادل کدام است؟

۱) ۰/۲ ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۰/۰۱

۶۱) نمودار تغییرات مول‌های آمونیوم هیدروژن سولفید در واکنش داده شده در یک ظرف ۲ لیتری به صورت زیر است، مقدار ثابت تعادل کدام است؟ $NH_۴HS(s) \rightleftharpoons NH_۳(g)+H_۲S(g)$



۱) ۱/۵ ۲) ۹ ۳) ۶ ۴) ۳

۶۲) ۱۰۰ گرم کلسیم کربنات با درصد خلوص ۸۰ درصد را در ظرفی به حجم ۵۰۰ میلی‌لیتر حرارت می‌دهیم تا طبق معادلهٔ زیر به تعادل برسد، اگر در هنگام تعادل بازده درصدی واکنش ۷۵ درصد باشد، ثابت تعادل این واکنش را محاسبه کنید؟ $CaCO_۳(s) \rightleftharpoons CaO(s)+CO_۲(g)$

۱) ۱/۶ ۲) ۱/۲ ۳) ۰/۸ ۴) ۰/۶

۶۳) اگر پس از برقراری تعادل $N_2(g)+3H_2(g)\rightleftharpoons 2NH_3(g)$ در دمای ۵۰۰ درجه سانتیگراد، غلظت (N_2 (g)، H_2 (g) و NH_3 به ترتیب برابر ۰/۴۵ ، ۰/۲ و ۰/۰۳ مول بر لیتر باشد، مقدار عددی ثابت تعادل آن کدام است؟

۱) ۰/۲۵ ۲) ۰/۳۳ ۳) ۳ ۴) ۴

۶۴) ۱۰/۲ گرم از NH_4HS را در یک ظرف ۱۰ لیتری مطابق واکنش زیر قرار می‌دهیم، بازدهٔ درصدی این واکنش را بیابید؟

$NH_4HS(s)\rightleftharpoons NH_3(g)+H_2S(g)$ $K=10^{-4}$ $H=1$, $N=14$, $S=32$ $gmol^{-1}$

۱) ۶۵ ۲) ۷۰ ۳) ۵۰ ۴) ۷۵

۶۵) اگرمقدار ۱ مول گاز N_2O_5 را دریک ظرف سربسته ۲ لیتری در شرایط استاندارد گرما دهیم تا تعادل گازی زیر برقرارشود، درحالت تعادل، فشار نهایی ۱/۷۵ برابر فشار اولیه می‌گردد، ثابت تعادل واکنش زیر کدام است؟ (دمای سامانه ثابت است.)

$2N_2O_5(g)\rightleftharpoons 4NO_2(g)+O_2(g)$

۱) ۲/۵ ۲) ۰/۲ ۳) ۰/۱۲۵ ۴) ۰/۲۵

۶۶) در دمای ۱۵ درجهٔ سانتی گراد، مقدار ثابت تعادل واکنش $2A(g)+B(g)\rightleftharpoons 2C(g)$ برابر ۰/۰۱ لیتر بر مول است. اگر ۲ مول A با مقدار اضافیB وارد ظرفی دربسته به حجم یک لیتر در دمای ثابت شود، بازده درصدی ۲۰درصد می شود. مول اولیه B کدام است؟

۱) ۵/۴۵ ۲) ۶/۴۵ ۳) ۵/۳۵ ۴) ۶/۲۵

۶۷) تعداد مول‌های مساوی از A و B را وارد ظرف یک لیتری کردیم تا واکنش انجام شده و تعادل گازی $A(g)+B(g)\rightleftharpoons C(g)+D(g)$ برقرار شود، اگر در هنگام تعادل تعداد مول‌هایA,B و C به ترتیب برابر ۱/۵، ۱/۵ و ۱ مول باشد، چند مول مادهٔB باید به تعادل اضافه کنیم تا تعداد مول‌های C در تعادل جدید برابر ۱/۶ مول باشد؟

۱) ۶/۴ ۲) ۵/۵ ۳) ۷/۵ ۴) ۲/۹۴

۶۸) سامانهٔ تعادلی $N_2(g)+3H_2(g)\rightleftharpoons 2NH_3(g)$ در دمای ثابت در ظرفی یک لیتری بر قرار شده است در هنگام تعادل یک مول از هریک از مواد موجود در واکنش در ظرف موجود است.
اگر ۰/۵ مول آمونیاک به ظرف اضافه کنیم؛ پس از مدتی مقدار گاز نیتروژن در تعادل جدید ۱/۱ مول است، مقادیر تعادلی بقیه‌ی گونه‌های شرکت کننده در تعادل به ترتیب کدام است؟

۱) ۱/۳ – ۱/۲ ۲) ۱/۷ – ۱/۳ ۳) ۱/۳ – ۱/۳ ۴) ۱/۷ – ۱/۲

۶۹) با توجه به شکل زیر که در دمای ثابت است، کدام گزینه صحیح می‌باشد؟

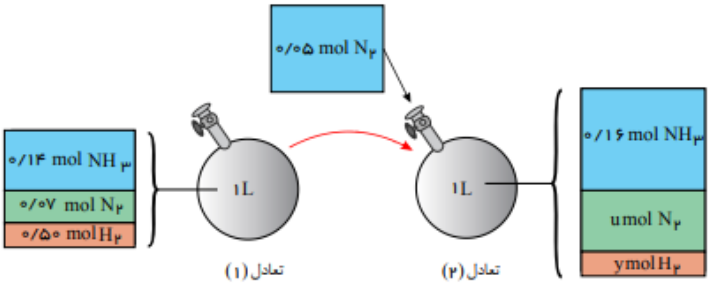
$$N_2(g)+3H_2(g)\rightleftharpoons 2NH_3(g) \qquad \Delta H<0$$

۱) با افزودن ۰/۰۵ مول N_2 تعادل به سمت رفت جابه‌جا می‌شود و غلظت N_2 در تعادل جدید کمتر از ۰/۰۷ خواهد بود.

۲) مقدار y در تعادل جدید برابر ۰/۴۸ خواهد بود.

۳) باتوجه به افزایش میزان NH_3 در تعادل جدید، مقدار عددی ثابت تعادل اندکی بزرگ‌تر از تعادل اول خواهد بود.

۴) مقدار x در تعادل جدید ۰/۱۱ مول خواهد بود.



۷۰) با توجه به واکنش‌های زیر ثابت تعادل واکنش (۳)را به دست آورید؟

۱) $NO(g)+NO_2(g)\rightleftharpoons N_2O_3(g)$ $\quad K_1=25$

۲) $N_2O_4(g)\rightleftharpoons 2NO_2(g)$ $\quad K_2=2\times10^{4}$

۳) $2N_2O_3(g)\rightleftharpoons 2NO(g)+N_2O_4(g)$ $\quad K_3=?$

۱) 2×10^{-7} ۲) 8×10^{-8} ۳) 2×10^{3} ۴) 5×10^{9}

عوامل موثر بر تعادل

با برقراری تعادل، سرعت واکنش های رفت و برگشت باهم برابر و غلظت مواد شرکت کننده در تعادل ثابت می شود. این برابری سرعت‌ها و ثابت شدن غلظت‌ها، تا زمانی که عاملی مزاحم تعادل نشود، پابرجا می ماند. عواملی چون تغییر غلظت، تغییر فشار و تغییر دما می‌توانند موجب برهم زدن تعادل شوند.

اصل لوشاتلیه

اگر عاملی موجب برهم زدن یک سامانهٔ تعادلی شود، سامانه در جهتی جابه جا می شود که با عامل مزاحم مقابله کرده و تا آنجا که امکان دارد اثر آن را تعدیل کند. بدین ترتیب، در سامانهٔ یاد شده یک تعادل جدید برقرار می شود.

اثر تغییر غلظت

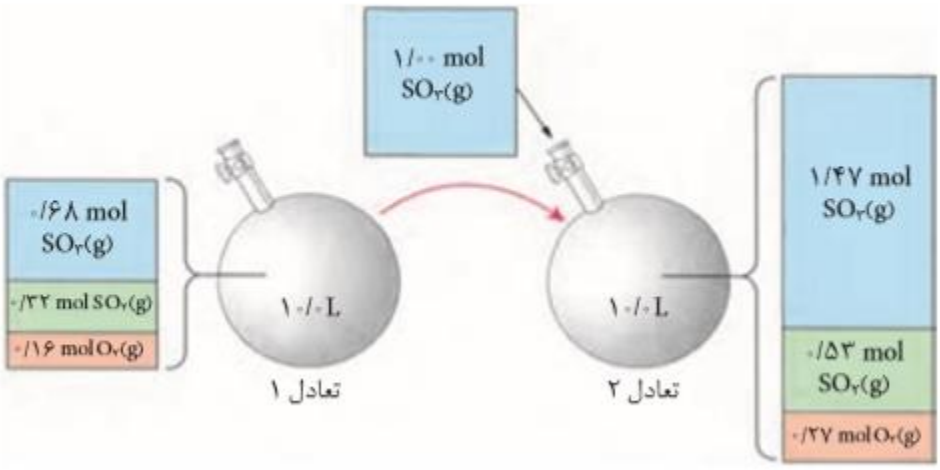
یکی از راه‌های برهم زدن تعادل‌های شیمیایی تغییر غلظت شرکت کننده هاست. ساده‌ترین راه تغییر غلظت آن است که شمار مول‌های یکی از شرکت کننده‌ها را در دما و حجم ثابت تغییر داد. بدیهی است که افزودن مقداری از یکی از شرکت کننده‌ها در دما و حجم ثابت به سامانه، باعث افزایش غلظت آن خواهد شد.

اضافه کردن آب به سامانه محلول نیز باعث تغییر غلظت گونه‌های شرکت کننده می‌شود.

طبق اصل لوشاتلیه، با زیاد کردن غلظت هر ماده تعادل در جهت مصرف آن ماده جابه‌جا می شود و با کم کردن غلظت هر ماده تعادل در جهت تولید آن ماده پیش می رود.

مثال: هرگاه در تعادل $2SO_2(g)+O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g)$ **مقدار ۱ مول $SO_{3(g)}$ به سامانه افزوده شود انتظار می‌رودکه در سامانه ۱/۶۸ مول $SO_{3(g)}$ در تعادل مشاهده شود ولی با کمتر بودن مقدار آن مشخص است که سامانه در جهت برگشت جابه‌جا شده است و سرعت واکنش برگشت از سرعت واکنش رفت بیشتر می‌گردد؛ در تعادل جدید غلظت $SO_{3(g)}$ نسبت به تعادل اولیه زیاد می شود و غلظت $O_{2(g)}$ و $SO_{2(g)}$ نیز نسبت به تعادل اولیه افزایش می‌یابد.**

$$2SO_2(g)+O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g) \qquad K = 2/8\times10^{2}\ mol^{-1}L$$



نکته۱: **مقدار افزوده شده در یک سامانه تعادلی به طور کامل مصرف نمی‌شود و مقداری از آن در تعادل باقی می‌ماند.**

نکته۲: **با افزایش غلظت یکی از واکنشگرها، سرعت رفت و برگشت در تعادل جدید افزایش می‌یابد.**

نکته۳: **هنگامی که بر یک تعادل تغییری وارد می‌شود، حتی پس از برقراری تعادل مقداری از آثار تغییر وارده باقی می‌ماند بجز در تعادل‌هایی که مقدار K فقط تابع غلظت یک ماده است. مثل تعادل** $CaCO_3(s) \rightleftharpoons CaO(s)+CO_2(g) \quad \Rightarrow \quad K=[CO_2]$

آثار تغییرات غلظت به طور کامل از بین می‌رود.

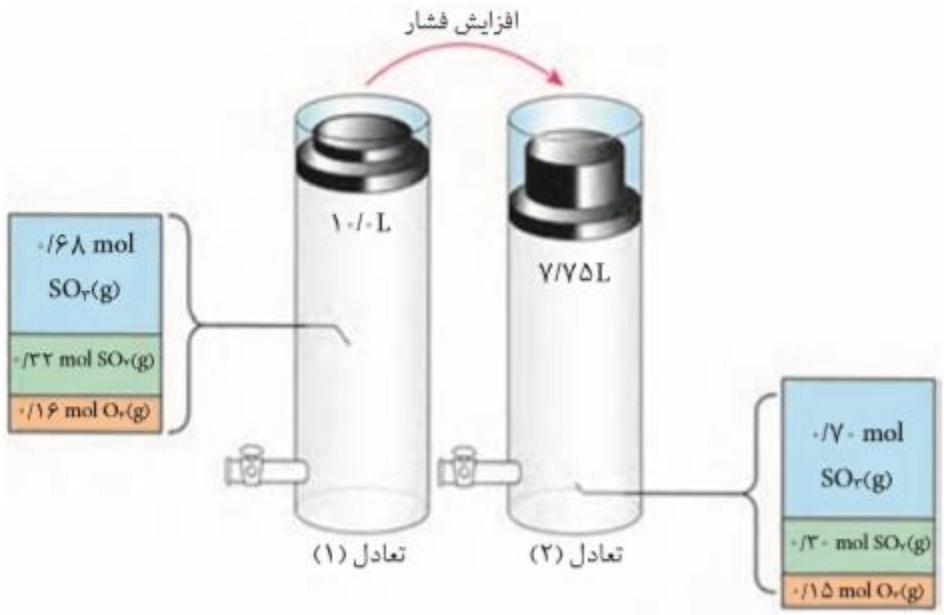
نکته۴: **تغییر غلظت بر مقدار عددی K در تعادل جدید نسبت به تعادل اولیه تأثیری ندارد..**

نکته۵: **تغییر مقدار ماده جامد یا مایع خالص تأثیری روی جابه‌جایی تعادل ندارد زیرا با تغییر مقدار ماده جامد یا مایع خالص، غلظت آنها همچنان ثابت باقی می ماند و با ثابت ماندن غلظت نیز تغییری در تعادل ایجاد نمی شود.**

اثر تغییر فشار

برای تغییر غلظت مواد شرکت کننده می‌توان از روش دیگری نیز بهره برد. روشی که در آن حجم سامانه در دمای ثابت تغییر می‌کند. برای نمونه، با تغییر حجم یک سیلندر می‌توان فشار آن را تغییر داد. آشکار است که با کاهش حجم، فشار زیاد و با افزایش حجم، فشار کم می‌شود.

مطابق شکل زیر، در تعادل $2SO_2(g)+O_2(g)\rightleftharpoons 2SO_3(g)$ براثر افزایش فشار، حجم سامانه کاهش یافته تا اینکه تعادل تازه‌ای برقرار شود.



با کاهش حجم سامانهٔ محتوی مخلوط گازها، فشار افزایش می یابد. در نتیجه، تعادل برای جبران افزایش فشار به سمت تعداد مول گاز کمتر جابه‌جا می‌شود. به بیان دیگر، تعادل به سمت راست جابه‌جا می‌شود. زیرا هرچه شمار مول‌های گاز موجود در یک سامانه کمتر باشد، شمار برخورد مولکول ها به دیواره ها کمتر و در نتیجه فشار گاز کمتر خواهد شد.

نکته۱: **تغییر فشار بر سامانه‌ای مؤثر است که در آن مولکول‌های گازی وجود داشته باشد.**

نکته۲: **تغییر فشار زمانی تعادل را جابه‌جا می‌کند که تعداد مول‌های گازی دو طرف تعادل متفاوت باشد.**

نکته۳: **با افزایش فشار در تعادل‌هایی که مقدار K فقط تابع غلظت یک ماده است. مثل تعادل**

$$CaCO_3(s)\rightleftharpoons CaO(s)+CO_2(g) \quad \Rightarrow \quad K=[CO_2]$$

آثار تغییرات فشار به طور کامل از بین می‌رود.

نکته۴: **تغییر فشار بر مقدار عددی K در تعادل جدید نسبت به تعادل اولیه تأثیری ندارد..**

نکته۵: **تغییر فشار در یک سامانه گازی باعث تغییر غلظت کلیه گونه‌های شرکت کننده در سامانه می‌شود یعنی با افزایش فشار صرفه نظر از جهت جابه‌جای، غلظت تمام گونه‌ها افزایش می‌یابد. ولی مقدار مول گازها به جهت جابه‌جای بستگی دارد.**

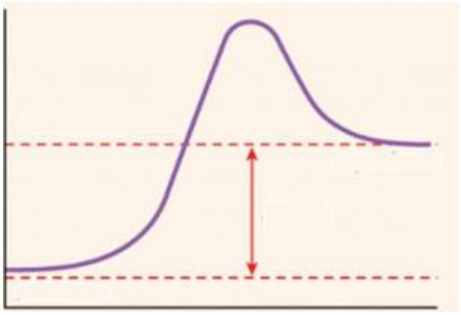
نکته۶: **با افزایش فشار سرعت واکنش تعادلی چه در جهت رفت و چه برگشت افزایش می‌یابد.**

نکته۷: **با افزایش فشار سرعت واکنش در جهتی بیشتر تحت تأثیر قرار می‌گیرد که تعداد مول گازی بیشتر است و جهت تعادل به سمت مول کمتر مشاهده می‌شود.**

نکته۸: **اگر تعداد مول گازی دو طرف برابر باشد افزایش فشار سرعت دو طرف تعادل را افزایش می‌دهد ولی با یک نسبت و یک اندازه بنابراین تعادل جابه‌جا نمی‌شود.**

دما، عاملی برای جابه‌جایی تعادل و تغییر K

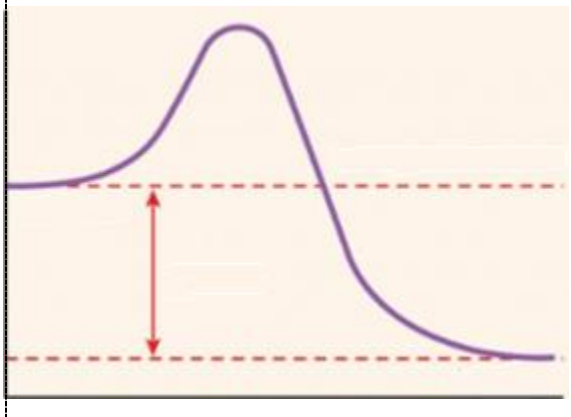
اثر تغییر دما بر تعادل‌های گوناگون، یکسان نیست و به گرماده یا گرماگیر بودن آنها بستگی دارد.



واکنش‌های گرماگیر

با افزایش دما تعادل مطابق اصل لوشاتلیه برای جبران در جهت مصرف گرما پیش می‌رود $A(g)+q \rightleftharpoons B(g)$ **یعنی در جهت رفت جابه‌جا و گرمای اضافی را مصرف می‌کند**

مطابق نمودار تأثیر افزایش دما بر سرعت در جهتی بیشتر است که گرماگیرتر است پس اثر افزایش دما در جهت رفت بیشتر است. و واکنش در جهت رفت با سرعت بیشتری انجام می‌شود و ودر کل جهت تعادل به سمت راست مشاهده می‌شود تا سامانه در تعادل جدید قرار گیرد.



واکنش‌های گرماده

با افزایش دما تعادل مطابق اصل لوشاتلیه برای جبران در جهت مصرف گرما پیش می‌رود $A(g)+C(g) \rightleftharpoons B(g)+q$ **یعنی در جهت برگشت جابه‌جا و گرمای اضافی را مصرف می‌کند.**

مطابق نمودار تأثیر افزایش دما بر سرعت در جهتی بیشتر است که گرماگیرتر است پس اثر افزایش دما در جهت برگشت بیشتر است. و واکنش در جهت برگشت با سرعت بیشتری انجام می‌شود و ودر کل جهت تعادل به سمت برگشت مشاهده می‌شود تا سامانه در تعادل جدید قرار گیرد.

اثر تغییردما بر ثابت تعادل

تنها عاملی که می‌تواند، بر روی تغییر ثابت تعادل تأثیر داشته باشد، دما است.

در واکنش‌های گرماگیر با افزایش دما جابه‌جایی در جهت رفت و نسبت غلظت فراورده به واکنش‌دهنده‌ها افزایش می‌یابد و ثابت تعادل بزرگتر می‌شود. و در واکنش‌های گرماده بلعکس است.

تنها و تنها عامل مؤثر بر K (ثابت تعادل)، دما (T) می‌باشد؛ به‌طوری‌که:

$$A+ \uparrow \overrightarrow{q \rightleftharpoons} B \qquad \uparrow K=\frac{[B]\uparrow}{[A]}$$

$$A+C \overleftarrow{\rightleftharpoons} B+q\uparrow \qquad \downarrow K=\frac{[B]\downarrow}{[A][C]}$$

اثر کاتالیزگر بر تعادل

کاتالیزگر با کاهش انرژی فعال‌سازی به اندازه یکسان هم درجهت رفت و هم برگشت، سرعت واکنش را در دو طرف به یک اندازه و یک نسبت افزایش می‌یابد. بنابراین با به‌کار بردن کاتالیزگر سرعت رسیدن به تعادل افزایش می‌یابد ولی در جابه‌جایی تعادل نقشی ندارد.

بررسی عوامل مؤثر در تعادل به صورت خلاصه در جدول زیر ارائه شده است:

عامل تغییر	تغییر وارده بر تعادل	تعدیل انجام شده توسط تعادل
غلظت	افزایش غلظت	جابه‌جایی تعادل در جهت مصرف و کاهش آن
	کاهش غلظت	جابه‌جایی تعادل در جهت تولید و جبران آن ماده
فشار	افزایش فشار(کاهش حجم) سامانه	جابه‌جایی تعادل در جهت تولید تعداد مول کمتر گازی
	کاهش فشار(افزایش حجم) سامانه	جابه‌جایی تعادل در جهت تولید تعداد مول بیشتر گازی
دما	افزایش دمای سامانه	جابه‌جایی تعادل در جهت مصرف گرمای اضافی
	کاهش دمای سامانه	جابه‌جایی تعادل در جهت تولید گرمای کاهش یافته

کاتالیزگر باعث تغییرات زیر می‌شود	کاتالیزگر باعث تغییرات زیر نمی‌شود
۱. کاتالیزگر باعث تغییر ساز و کار و مسیر انجام واکنش می‌شود.	أ) کاتالیزگر نوع واکنش نهایی را تغییر نمی‌دهد.
۲. سطح سدّ انرژی را کاهش می‌دهد.	ب) سطح انرژی واکنش دهنده‌ها و فراورده‌ها تغییر نمی‌کند.
۳. زمان انجام واکنش را کوتاه می‌کند.	ج) نوع و پایداری فراورده تغییر نمی‌کند.
۴. سرعت واکنش را افزایش می‌دهد.	د) خصوصیات ترمودینامیکی را تغییر نمی‌دهد.
۵. انرژی فعال‌سازی رفت و برگشت را به یک اندازه کاهش می‌دهد.	ه) انرژی فعال‌سازی را به یک نسبت تغییر نمی‌دهد.
۶. سرعت رسیدن به تعادل را افزایش می‌دهد.	و) آنتالپی واکنش(ΔH)تغییر نمی‌کند.
۷. سرعت رفت و برگشت تعادل را به یک اندازه تغییر می‌دهد.	ز) بر مقدار فراورده نهایی تأثیری ندارد.
۸. سرعت رفت و برگشت تعادل را به یک نسبت تغییر می‌دهد.	ح) در جابه‌جایی تعادل تأثیری ندارد.
۹. زمان رسیدن به تعادل را کم می‌کند.	ط) بر مقدار ثابت تعادل تأثیری ندارد.

فرایند هابر در تولید آمونیاک

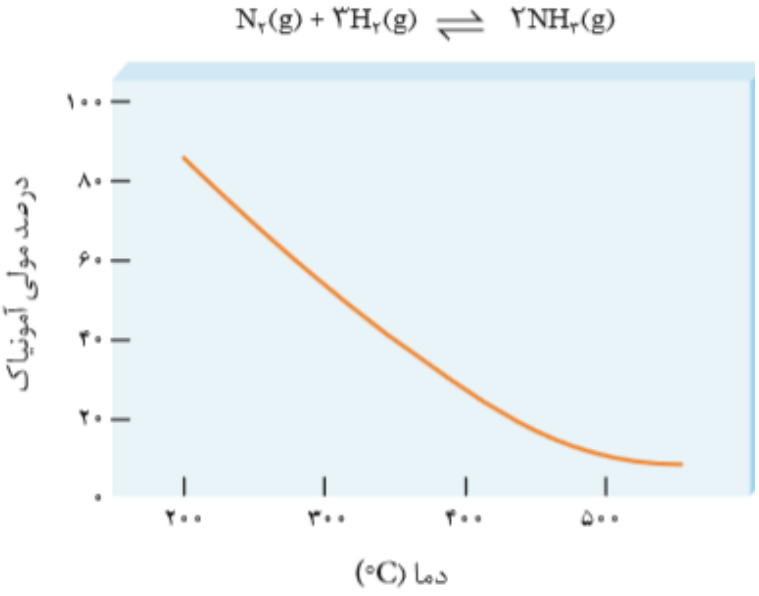
فریتس هابر انتظار داشت که با تغییر عوامل مؤثر بر تعادل بتواند مقدار آمونیاک را در مخلوط تعادلی افزایش دهد.

دما

با افزایش دما و تأمین انرژی فعال سازی، سرعت واکنش افزایش خواهد یافت. از این رو واکنش را در دماهای بالاتر بررسی کرد. دماهایی که در آنها واکنش با سرعت چشمگیری انجام می شد، اما با پیشرفت کمی به تعادل می رسید به طوری که سامانه محتوی مخلوطی از هر سه گاز بود. جالب اینکه او هر چه دما را بالاتر می برد درصد مولی آمونیاک در مخلوط کاهش می‌یافت. زیرا تولید آمونیاک یک فرایند گرماده است.

.

پس قاعدتاً با کاهش دما طبق اصل لوشاتلیه می‌توان تعادل را به سمت تولید آمونیاک بیشتر جابه‌جا کرد. اما این روش از دیدگاه



صنعتی و اقتصادی به ضرر تولید آمونیاک است زیرا کاهش دما، سرعت واکنش‌های رفت و برگشت را نیز کاهش داده و سرعت برقراری تعادل بسیار پایین می‌آید.

در صنعت هدف این است که در مدت زمان کمتری آمونیاک مورد نظر به‌دست بیاید. بنابراین روش هابر در مقیاس صنعتی در دماهای بالا حدود ۴۵۰°C انجام می‌شود. و برای جبران تأثیر افزایش نسبی دما، ار کاتالیزگر و فشار بالا استفاده می‌کنند.

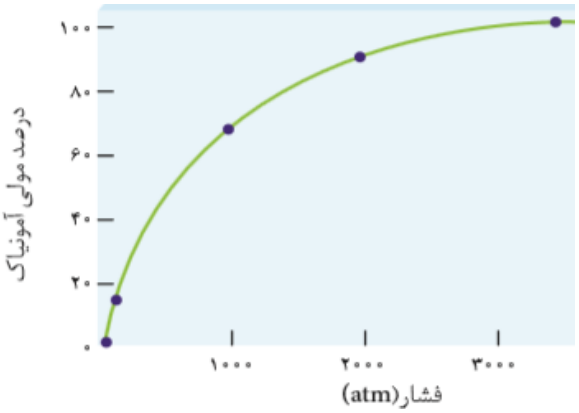
کاتالیزگر:

در صنعت برای اینکه سرعت برقراری تعادل و در نتیجه سرعت تولید آمونیاک را باز هم بیشتر کنند واکنش مورد نظر را در مجاورت کاتالیزگر آهن (Fe) انجام می‌دهند. در واقع کاتالیزگر کمک می‌کند تا در دماهای به نسبت پایین‌تر، آمونیاک سریع‌تر تشکیل شود و در نتیجه $NH_{3(g)}$ به مقدار بیشتر و ارزان‌تر تولید شود.

اگر از کاتالیزگر استفاده نکنیم مجبوریم دما را تا حدود 1000°C افزایش دهیم، دمای بالا باعث جابه‌جایی تعادل در مسیر برگشت و تجزیه مقداری از NH_3 تولید شده می شود، هم چنین دمای بالا استهلاک دستگاه ها را زیاد کرده و عمر مفید آنها را کاهش می‌دهد. اما با استفاده از کاتالیزگر می توانیم در دمای پایین‌تر حدود 450°C به سرعت مطلوب برسیم

فشار:

اگر واکنش تعادلی تولید آمونیاک را در نظر داشته باشید متوجه خواهید شد برای افزایش تولید آمونیاک می توان فشار را زیاد کرد. زیرا با افزایش فشار، تعادل به سمتی جابه‌جا می شود که مجموع ضرایب استوکیومتری مواد گازی آن کمتر است. بنابراین در فشارهای بالا واکنش در جهت



تولید $NH_{3(g)}$ پیش می رود. به همین دلیل تا آنجا که ممکن باشد فرایند هابر در فشارهای بالا انجام می شود. در صنعت روش هابر را در فشاری بین ۱۵۰ تا ۳۵۰ اتمسفر انجام می دهند.

به این ترتیب هابر توانست شرایط بهینه برای تولید آمونیاک را بیابد. شرایطی که در آن، تنها ۸۲ درصد مولی مخلوط را آمونیاک تشکیل می‌دهد

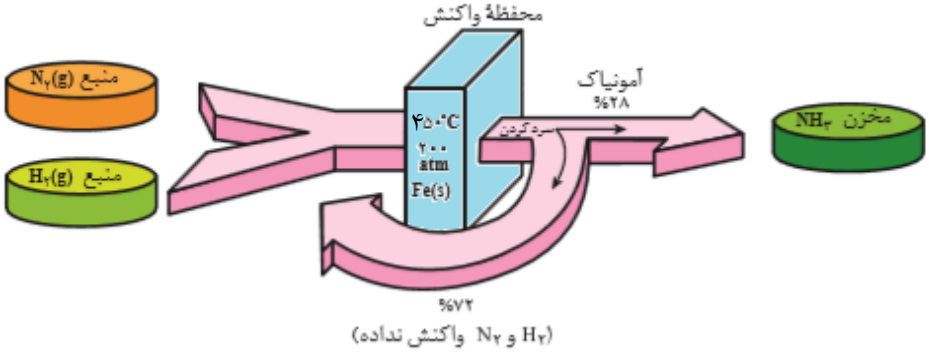
جداسازی آمونیاک:

یکی از جنبه‌های اصلی فرایند هابر، خارج کردن $NH_{3(g)}$ از محیط واکنش از طریق مایع کردن گاز آمونیاک است. با این کار تعادل به سمت کامل شدن پیش می رود.

در ضمن $N_{2(g)}$ و $H_{2(g)}$ واکنش نکرده، بازگردانی می شوند.

نقطهٔ جوش آمونیاک، نیتروژن و هیدروژن به ترتیب ۳۳°C-، ۱۹۶- و ۲۵۳- است. پس مخلوط را تا دمای نزدیک به ۴۰ °C - سرد می‌کنند. تا آمونیاک به شکل مایع از سامانه تعادلی خارج گردد.

فرایند هابر نمونهٔ تاریخی جالبی از تأثیر پیچیدهٔ شیمی بر زندگی ماست. هرچند تولید آمونیاک باعث طولانی‌ترشدن جنگ جهانی اول گردید؛ اما به دنبال آن شرایط تولید کودهای شیمیایی و افزایش بازدهی فراورده‌های کشاورزی فراهم شد.



۷۱) با توجه به داده‌های جدول زیر، در تعادل گازی , $N_2(g)+ 3H_2(g) \rightleftarrows 2NH_3(g)$، کدام مطلب درست است؟

دما (C°)	$(mol^{-2}L^2)K$	درصد مولی NH_3 در مخلوط تعادلی		
		10 a m	100 atm	1000 atm
۲۰۹	۶۵۰	۵۱	۸۲	۹۸
۴۶۸	۰/۵	۴	۲۵	۸۰
۷۵۸	۰/۰۱۴	۰/۵	۵	۱۳

۱) در فشار ثابت، دما، ثابت تعادل و درصد مولی آمونیاک به یک نسبت کاهش می‌یابد.

۲) سطح انرژی واکنش دهندها، به سطح انرژی فراورده نزدیکتر و ΔH واکنش مثبت است.

۳) در دمای ثابت، با افزایش فشار ثابت تعادل و درصد مولی آمونیاک افزایش می‌یابد.

۴) مجموع انرژی پیوندی فراورده‌ها از مجموع انرژی‌های پیوندی واکنش‌دهنده‌ها بیشتر است.

۷۲) کدام موارد زیر در مورد واکنش تعادلی تجزیه‌ی کلسیم کربنات که در یک ظرف سربسته انجام می گیرد، صحیح هستند؟

الف- یکای ثابت تعادل آن، $mol^2.L^{-2}$است.

ب- فشار تعادلی $CO_2(g)$ فقط به دما بستگی دارد.

پ- حضور و مقدار $CaO(s)$ به ترتیب در برقراری تعادل و مقدار ثابت تعادل مؤثر است.

ت- با افزودن مقداری کلسیم کربنات به ظرف واکنش، مقدار $CO_2(g)$ تغییر نخواهد کرد.

۱) ب، پ و ت ۲) ب و ت ۳) الف و پ ۴) الف، ب و پ

۷۳) چه تعداد از مطالب زیر در مورد فرآیند هابر نادرست می‌باشد؟

الف) واکنش تولید آمونیاک از گازهای N_2, H_2 در دما و فشار اتاق، با سرعت کمی انجام می‌شود.

ب) کاتالیزگر مناسب این واکنش اکسید فلز آهن است.

پ) هابر با یافتن شرایط بهینه توانست همه‌ی واکنش دهنده‌ها را به فرآورده تبدیل کند.

ت) بزرگترین چالش هابر، یافتن کاتالیزگر مناسب این واکنش بود.

ه-شرایط بهینه در دما ۴۵۰درجه سانتیگراد، فشار ۲۰۰ اتمسفر و در حضور کاتالیزگر آهن بود.

۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۴ ۴) ۵

۷۴) در تعادل زیر اگر غلظت هر کدام از مواد واکنش‌دهنده دو برابر شود ثابت تعادل چه تغییری می‌کند؟

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

۱) دو برابر ۲) چهار برابر ۳) تغییر نمی‌کند ۴) نصف می‌شود

۷۵) کدامیک از تغییرات زیر باعث افزایش pH در سامانه واکنش زیر می‌شود؟

$$CO_2(g) + H_2O(l) \rightleftharpoons HCO_3^-(aq) + H^+(aq) \quad \Delta H < 0$$

۱) انتقال مواد واکنش از ظرف یک لیتری به ظرف دو لیتری ۲) افزودن مقداری CO_2 به ظرف واکنش

۳) خارج کردن مقداری آب از سامانه ۴) کاهش دمای سامانه

۷۶) در تعادل گازی: $A + B \rightleftharpoons C + D + q$ اگر دما را بالا ببریم،

۱) ثابت تعادل زیاد می‌شود و زمان رسیدن به تعادل کم می‌شود.

۲) ثابت تعادل و زمان رسیدن به تعادل هر دو زیاد می‌شود.

۳) ثابت تعادل کم می‌شود و زمان رسیدن به تعادل زیاد می‌شود.

۴) ثابت تعادل و زمان رسیدن به تعادل هر دو کم می‌شود.

۷۷) کدام گزینه درست است؟

۱) افزایش فشار باعث افزایش ثابت تعادل می‌شود.

۲) همواره تغییر فشار باعث جابه‌جایی تعادل می‌شود.

۳) بازده فرایند هابر ۷۲ درصد است.

۴) استفاده از کاتالیزگر در فرایند هابر، باعث انجام واکنش در دمای پایین‌تر می‌شود.

۷۸) اگر آنتالپی واکنش..... از صفر باشد، افزایش دما، باعث جابه‌جایی تعادل به سمت..... شده و ثابت تعادل..... می‌گردد.

۱) بزرگتر – رفت – زیاد ۲) کوچکتر – رفت – زیاد

۳) کوچکتر – برگشت – کم ۴) بزرگتر – برگشت – کم

۷۹) در سیستم زیر، اگر در اثر کاهش حجم، فشار در ظرف واکنش افزایش یابد، غلظت‌های CO و CO_2 چه تغییری می‌کنند؟

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

۱) $[CO]$ و $[CO_2]$ کاهش می‌یابند. ۲) $[CO]$ و $[CO_2]$ ثابت می‌مانند.

۳) $[CO]$ کاهش و $[CO_2]$ افزایش می‌یابد. ۴) $[CO]$ افزایش و $[CO_2]$ کاهش می‌یابد.

۸۰) اگر در واکنش تعادلی $nA \rightleftharpoons mB \ , \ \triangle H>0$ و n کوچک‌تر از m باشد، کدام عبارت همواره درست است؟

۱) ثابت تعادل آن بزرگ‌تر از واحد است.

۲) سرعت رسیدن به حالت تعادل زیاد است.

۳) افزایش دما سبب افزایش مقدار ثابت تعادل می‌شود.

۴) با انتقال به ظرف کوچک‌تر در دمای ثابت، مقدار B افزایش می‌یابد.

۸۱) کدام‌یک از گزینه‌های زیر نادرست است؟

۱) هیچ سامانه تعادلی گازی وجود ندارد که تغییر فشار بر آن هیچ تأثیری نداشته باشد.

۲) تغییر فشار یک سامانه تعادلی گازی فقط با تغییر حجم آن اعمال می‌شود.

۳) افزایش فشار یک سامانه گازی، باعث جابه‌جا شدن تعادل به سمت تعداد مول های گازی کمتر می‌شود.

۴) کاهش فشار یک سامانه گازی، باعث جابه‌جا شدن تعادل به سمت تعداد مول‌های گازی بیشتر می‌شود.

۸۲) در کدام واکنش با افزایش دما ثابت تعادل افزایش می‌یابد و با افزایش فشار در صد مولی A زیاد می‌شود؟

۱) $A(g) + q \rightleftharpoons B(g) + C(g)$ ۲) $A(g) + B(g) + q \rightleftharpoons 2C(g)$

۳) $A(g) + B(g) \rightleftharpoons C(g) + q$ ۴) $A(g) + B(g) \rightleftharpoons 2C(g) + q$

۸۳) کدام گزینه نادرست است؟

۱) با تغییر حجم یک سامانه تعادلی در دمای ثابت، غلظت مواد گازی شرکت‌کننده در تعادل تغییر می‌کند.

۲) یافته‌های تجربی نشان می‌دهد که کاهش حجم سامانه تعادلی تولید آمونیاک از مخلوط گازی H_2 و N_2 سبب می‌شود تعادل در جهت رفت جابه‌جا شود.

۳) با افزایش حجم یک سامانه تعادلی و بر هم خوردن تعادل، پس از مدتی تعادل جدیدی برقرار می‌شود اما ثابت تعادل تغییر نمی‌کند.

۴) افزایش فشار بر واکنش تعادلی که در آن فراورده‌ها نسبت به واکنش‌دهنده‌ها حجم بیشتری را اشغال می‌کنند، سبب جابه‌جایی تعادل در جهت رفت می‌شود.

۸۴) چند مورد از مطالب زیر نادرست است؟

- در واکنش تعادلی $N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$ کاهش حجم ظرف باعث افزایش رنگ مخلوط تعادلی می‌شود.
- در واکنش تعادلی $2NH_3(g) \rightleftharpoons N_2(g) + 3H_2(g)$ با افزایش دما ثابت تعادل افزایش می‌یابد.
- در تعادل گازی $2SO_3 \rightleftharpoons 2SO_2 + O_2$ افزایش فشار باعث افزایش غلظت SO_3 می شود.
- افزایش دما در تعادل $2C\ (g) + q \rightleftharpoons 2A(g) + B(g)$ باعث افزایش غلظت فراورده می‌شود.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۸۵) در تعادل $aA(g) \rightleftharpoons bB(g)$, $b>a$, $\Delta H>0$ کدام عبارت درست است؟

۱) با افزایش فشار، تعادل در جهت برگشت جابه‌جا شده و مقدار **K** کاهش می‌یابد.

۲) با کاهش دما، تعادل در جهت برگشت جابه‌جا شده و تعداد مول **A** زیاد می‌شود.

۳) با افزایش حجم، تعادل در جهت رفت جابه‌جا شده و غلظت **B** و مقدار **K** افزایش می‌یابد.

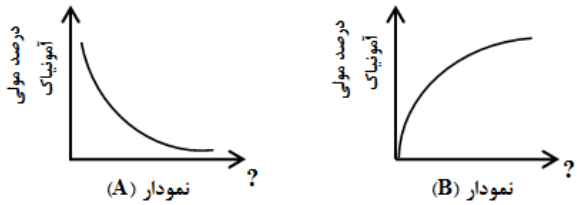
۴) با افزایش دما، مقدار ثابت تعادل زیاد شده و تعداد کل مول‌ها کم می‌شود.

۸۶) چه تعداد از تغییرات زیر سبب افزایش غلظت CO_2 در تعادل $NiO(s) + CO(g) \rightleftharpoons Ni(s) + CO_2(g)$ می شود؟

- افزایش حجم ظرف
- افزایش مقدار **NiO**
- کاهش غلظت CO_2
- افزایش مقدار **CO**

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

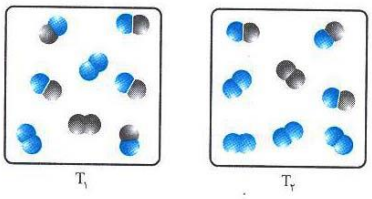
۸۷) در واکنش هابر (تولید آمونیاک) از دو نمودار زیر، نمودار(**A**) اثر..... و نمودار (**B**) اثر..... را بر روی درصد مولی آمونیاک نشان می‌دهند. از نظر تئوری دو شرط لازم برای پیشرفت واکنش، دمای..... و فشار..... است.



۱) دما- فشار – زیاد - کم ۲) دما- فشار – کم – زیاد

۳) فشار- دما – کم - زیاد ۴) فشار- دما – زیاد - کم

۸۸) شکل‌های زیر تعادل $X_2 + Y_2 \rightleftharpoons 2XY$ را در دو دمای T_1 و T_2 نشان می‌دهند اگر این واکنش گرماده باشد، کدام مقایسه در مورد دو دمای T_1 و T_2 درست است؟



۱) $T_1 > T_2$ ۲) $T_1 < T_2$ ۳) $T_1 = T_2$ ۴) $T_1 \geq T_2$

۸۹) افزایش فشار کدام سامانه تعادلی زیر را در جهت برگشت جابه‌جا می‌کند؟

۱) $H_2(g) + Cl_2(g) \rightleftharpoons 2HCl(g)$

۲) $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$

۳) $2SO_3(g) \rightleftharpoons 2SO_2(g) + O_2(g)$

۴) $C(s) + O_2(g) \rightleftharpoons CO_2(g)$

۹۰) در واکنش تعادلی $N_2(g)+3H_2(g)\Leftrightarrow 2NH_3(g)$ اگر در دمای ۳۰۰ درجه ثابت تعادل 3.2×10^5 و در دمای ۶۰۰ درجه ثابت تعادل 2.2×10^4 باشد، کدام مطلب درست است؟

۱. این واکنش برخلاف واکنش $2SO_2+O_2\longrightarrow 2SO_3$ گرماده است.

۲. افزایش فشار در دمای ۳۰۰ درجه موجب افزایش مقدار **K** می‌شود.

۳. با افزایش فشار در دمای ۶۰۰ درجه درصد مولی آمونیاک کاهش می‌یابد.

۴. مجموع آنتالپی واکنش‌دهنده‌ها از فراوردها بیشتر است.

۹۱) اگر در واکنش تعادلی $\mathbf{aA \rightleftharpoons bB}$ با افزایش فشار و کاهش دما واکنش در جهت برگشت پیش برود، در این صورت:

۱) $a<b$ و واکنش گرماده است. ۲) $a>b$ و واکنش گرماده است.

۳) $a<b$ و واکنش گرماگیر است. ۴) $a>b$ و واکنش گرماگیر است.

۹۲) با توجه به جدول زیر که برای تعادل $\mathbf{A + 2B \rightleftharpoons C}$ به دست آمده است. میزان پیشرفت واکنش در چه دمایی بیشتر است و با افزایش دما تعادل در کدام جهت جابه‌جا خواهد شد؟

دما (°C)	35	235	435
K	$2/5\times10^{-25}$	4×10^{-11}	4×10^{-5}

۱) ۳۵°C، در جهت رفت ۲) ۴۳۵°C، در جهت برگشت

۳) ۳۵°C، در جهت برگشت ۴) ۴۳۵°C، در جهت رفت)

۹۳) چند مورد از عبارت‌های زیر درست است؟

- یکی از روش‌های تغییر غلظت در سامانه تعادلی، تغییر حجم سامانه در دمای ثابت است.
- کاهش حجم سامانه یا افزایش فشار اثر یکسانی بر سامانه گازی دارد.
- کاهش حجم سامانه گازی تعادل را در جهت مول‌های گازی کمتر جابه‌جا می‌کند.
- با تغییر حجم، تعادل به گونه‌ای جابه‌جا می‌شود که مجدداً به تعادل اولیه برگردد.
- همه تعادل‌های گازی تحت تاثیر تغییر حجم قرار می‌گیرند.
- تغییر حجم و فشار، ثابت تعادل را تغییر نمی‌دهد.

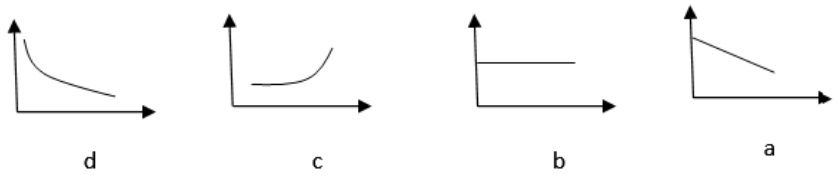
۱) ۲ ۲) ۴ ۳) ۵ ۴) ۳

۹۴) تعادل گازی $\boldsymbol{N_2(g)+3H_2(g)\rightleftharpoons 2NH_3(g)}$ در دمای معین در ظرفی یک لیتری برقرار است. اگر در همان دما، حجم ظرف را دو برابر کنیم، این تعادل در کدام جهت جابه‌جا و مقدار ثابت تعادل چه می‌شود؟

۱) برگشت – بزرگ‌تر می‌شود. ۲) برگشت - ثابت می‌ماند.

۳) رفت - ثابت می‌ماند. ۴) رفت – کوچک‌تر می‌شود.

۹۵) کدام نمودارها مربوط به تغییر ثابت تعادل و تغییر مقدار فراورده با افزایش فشار در فرایند هابر است؟



۱) a,b ۲) b,c ۳) c,b ۴) d,c

۹۶) چه تعداد از عبارت‌های زیر درست است؟

- واکنش تهیه آمونیاک در دمای اتاق، ثابت سرعت بزرگی دارد و به صورت سینیکی کنترل می‌شود.
- در ۵۵۰ کلوین و در حضور کاتالیزگر آهن تعادل تولید آمونیاک به سرعت برقرار می‌شود.

- تعادل تجزیه آمونیاک به گازهای سازنده آن با افزایش دما و کاهش فشار به ترتیب به سمت راست و سمت چپ جابه‌جا می‌شود.
- در واکنش هابر در STP اگر در مدت ۲۵ دقیقه، ۳ مول آمونیاک تشکیل شود، سرعت متوسط مصرف گاز نیتروژن ۲۲/۴ میلی‌لیتر بر ثانیه است.
- در تولید آمونیاک به روش هابر، اگر طی انجام واکنش حجم مخزنی که واکنش در حال انجام شدن است را نصف کنیم، تعادل به سمت تولید نیتروژن پیش می‌رود.

۱) ۴ ۲) ۳ ۳) ۱ ۴) ۲

۹۷) در فرایند هابر کدام موارد، نادرست هستند؟

الف) به منظور کامل کردن فرایند پس از انجام واکنش، دما را تا $-200^{\circ}C$ کاهش می‌دهند.

ب) افزایش دما، سبب جابه‌جا شدن تعادل در جهت برگشت و افزایش سرعت رفت و برگشت می‌شود.

پ) در گستره دمای ۲۰۰ تا ۵۰۰ درجه سلسیوس درصد مولی آمونیاک کاهش می‌یابد.

ت) افزایش درصد مولی آمونیاک در گستره فشار ۱۰۰۰ تا ۲۰۰۰ اتمسفر بیشتر از فشار ۰ تا ۱۰۰۰ اتمسفر است.

۱) الف و ب ۲) ب و پ ۳) الف و ت ۴) ب و ت

۹۸) اگر سامانهٔ تعادلی $2SO_3(g) \rightleftharpoons 2SO_2(g)+O_2(g)$ ، $\Delta H>0$ را از یک ظرف ۱۰ لیتری به ظرفی ۲ لیتری منتقل کنیم، چه تعداد از عبارت های زیر صحیح است؟

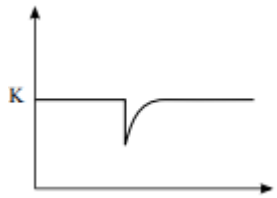
۱) غلظت SO_3 افزایش و غلظت O_2 و SO_2 کاهش می‌یابد.

۲) تعادل به سمت رفت جابه‌جا می‌شود و ثابت تعادل افزایش می‌یابد.

۳) غلظت همهٔ مواد موجود در واکنش افزایش می‌یابد.

۴) مقدار مول SO_3 افزایش می‌یابد و مقادیر مول O_2 و SO_2 کاهش می‌یابد.

۹۹) نمودار زیر کدام تغییر را در تعادل $\Delta H>0$ $2SO_3(g) \rightleftharpoons 2SO_2(g)+O_2(g)$ نشان می‌دهد؟



۱) افزایش دما

۲) اضافه کردن SO_3

۳) کاهش دما

۴) اضافه کردن SO_2

۱۰۰) چه تعداد از عبارت‌های زیر نادرست‌اند؟

- تغییر فشار در هر واکنش تعادلی ناهمگن، سبب جابه جا شدن تعادل می شود.
- کاتالیزگر، غلظت اجزای شرکت کننده در یک واکنش تعادلی را به یک نسبت افزایش می دهد.
- کاتالیزگر، Ea را در واکنش‌های تعادلی در دو جهت رفت و برگشت به یک اندازه تغییر می‌دهد.
- تغییر دما، سرعت واکنش های رفت و برگشت را در هر واکنش تعادلی به یک نسبت تغییر می‌دهد.

۱) ۴ ۲) ۳ ۳) ۱ ۴) ۲

ارزش فناوری های شیمیایی

- نفت خام، گاز طبیعی، زغال سنگ و معادن مس، آهن، طلا، مرمر و فیروزه از جمله منابع شیمیایی ارزشمندی هستند که به طور یکسان در جهان توزیع نشده‌اند. به همین دلیل برخی کشورها صادر کننده این منابع و برخی دیگر وارد کننده آنها هستند.
- برخی کشورهای دنیا با کسب درآمد از فروش منابع خود زمینه آسایش، رشد و توسعه را فراهم می‌کنند.

- **بسیاری از کشورها منابع طبیعی خود را کم و بیش بدون فراوری و به همان صورتی که از طبیعت به‌دست می‌آید، به فروش می رسانند. فرایندی که به خام فروشی منابع معروف است.**
- **روش دیگر این است که به کمک فناوری های شیمیایی مواد خام و اولیه را به فراورده های دیگر تبدیل کرد تا بتوان به قیمت بالاتری به فروش رساند.**
- **خام فروشی برای منابع معدنی مانند نفت، سنگ معدن آهن، مس، روی و حتی منابع کشاورزی مانند پنبه است.**
- **هر چه درصد خلوص ماده شیمیایی بیشتر باشد، قیمت آن نیز بیشتر خواهد بود.**
- **فناوری های جداسازی و خالص سازی مواد یکی از فناوری های پیشرفته، گران، پرکاربرد و در عین حال کارآفرین و درآمدزا به شمار می رود.**
- **به کارگیری فناوری و تبدیل مواد خام به مواد فراوری شده، سبب رشد و بهره وری اقتصاد یک کشور می شود.**
- **فناوری ارتباطات، کشاورزی، غذایی، نظامی، دارویی، الکترونیکی و آموزشی از جمله فناوری هایی هستند که بشر امروزی از آنها برای حل مسائل خود بهره می برد.**

گروه عاملی، کلید سنتز مولکول‌های آلی

- **اغلب مواد آلی شامل گروه‌های عاملی گوناگون هستند.**
- **گروه‌های عاملی رفتار مواد آلی را تعیین می‌کنند.**
- **تولید یک ماده آلی جدید می‌تواند با تغییر ساختار یا ایجاد یک یا چند گروه عاملی همراه باشد.**
- **شیمی‌دان‌ها به کمک اطلاعات زیر ماده‌ای نو برای کاربردی معین سنتز می‌کنند:**

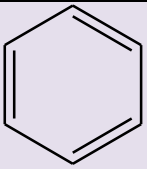
۱) **دانش مربوط به ساختار و رفتار گروه‌های عاملی**

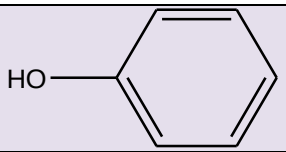
۲) **دانستن شرایط و عوامل مؤثر بر انجام واکنش‌های شیمیایی از مواد خام یا اولیه در دسترس**

۳) **تغییر گروه‌های عاملی موجود در یک ماده آلی**

یادآوری

- **در جدول زیر خلاصه گروه‌های عاملی آورده شده است:**

نام خانواده دارای گروه عاملی	فرمول گروه عاملی	نام گروه عاملی	فرمول مولکولی داری بخش هیدروکربنی سیر شده
هالوآلکانی	X- (F , Cl , Br , I)	هالید	$C_nH_{2n+1}X$
آلکنی	$-\overset{|}{C}=\overset{|}{C}-$	اِن	C_nH_{2n}
آلکینی	$-C\equiv C-$	این	C_nH_{2n-2}
آروماتیک		بنزنی	C_6H_6

فنولی		فنول	C_6H_6O	
الکل	-OH	هیدروکسیل	$C_nH_{2n+1}OH$	R-OH
اتر	-O-	اتری	$C_nH_{2n+2}O$	R-O-R′
آلدهید	$-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H$ یا -CHO	آلدهیدی	$C_nH_{2n}O$	R-CHO
کتون	$-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-$ یا - CO –	کتونی	$C_nH_{2n}O$	R-CO-R′
اسید(کربوکسیلیک اسید)	$-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH$ یا -COOH	کربوکسیل	$C_nH_{2n}O_2$	R-COOH
استر	$-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O-$ یا -COO–	کربوکسیلات	$C_nH_{2n}O_2$	R-COO-R′
آمین	-NH-	آمینی	$CnH_{2n+3}N$	R-NH-R′
آمید	$-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-NH_2$	آمیدی	$CnH_{2n+1}N$	R-CO-NH- R′

- اولین عامل‌های شناخته شده در کتاب شیمی ۲پیوند دوگانه با نام عامل آلکنی و پیوند سه گانه با نام عامل آلکینی و ترکیبات آروماتیک با نام عامل بنزنی شناخته شد.قرار گرفتن اتمهای هالوژن به جای هیدروژن آلکان ها نیز به آن خواص و رفتار ویژه‌ای می بخشد.
- شیمی دان ها به موادی که فرمول مولکولی یکسان اما ساختار (فرمول ساختاری)متفاوتی دارند، ایزومر(همپار) می‌گویند.
- ترکیباتی که در یک خانواده قرار دارند هومولوگ (هم رده) می‌گویند.
- با توجه به جدول مشخص است که الکل ها با اترها، آلدهیدها با کتون‌ها و اسیدها با استرها ایزومرند.
- به گروه $\left(-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-\right)$ کربونیل گفته می‌شود. مهم‌ترین تفاوت گروه عاملی آلدهیدی و کتونی، اتم هیدروژن متصل به گروه کربونیل در گروه عاملی آلدهیدی است.
- ساده ترین آلدهید یک کربن (فرمالدهید $H-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H$) و ساده ترین کتون سه کربن(استون $CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-CH_3$) دارد.
- استون یک ترکیب آلی اکسیژن دار است که به عنوان حلال در صنعت و آزمایشگاه به کار می رود. (نام دیگر استون، پروپانون می باشد).
- الکل ها به دلیل برقراری پیوند هیدروژنی نسبت به اترهای هم کربن نقطهٔ جوش بالاتری دارند.
- آلکن‌های کوچک تحت شرایطی می‌توانند پلیمر شوند و انواع پلاستیک‌ها را تولید کنند. به‌طوری که اتن یکی از مهم‌ترین خوراک‌ها در صنایع پتروشیمی است.
- از ترکیب الکل با اسید در حضور کاتالیزگر اسیدی طی یک واکنش برگشت‌پذیر، استر تولید می‌شود(برگشت این واکنش آبکافت استر نام دارد.)
- آبکافت استر در محیط بازی برگشت ناپذیر است و الکل با نمک آلکانوات تشکیل می‌شود.
- از اسید و الکل‌های دو عاملی پلی استر حاصل می‌گردد.
- از واکنش آمین با یک اسید، آمید و اگر دوعاملی باشند پلی آمید تولید می‌گردد.

فرمول مولکولی و تعداد پیوند کووالانسی

- **برای به دست آوردن فرمول مولکولی و تعداد پیوند کووالانسی به روش زیر عمل می کنیم:**

۱. **تعداد کربن‌ها شمارش می‌شود.**

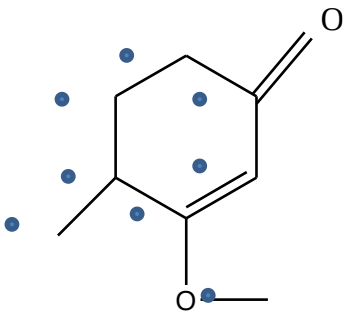
۲. **با توجه به فرمول عمومی آلکان ها که به ازای n تا کربن 2n+2 هیدروژن وجود دارد، تعداد هیدروژن را از روی فرمول می‌نویسیم.**

۳. **به ازای وجود هر حلقه یا پیوند پای دوتا هیدروژن کسر می شود.**

مثال:برای نوشتن فرمول مولکولی ترکیب زیر، نقاط شمارش می شود $C_{۱۰}$ **پس مطابق فرمول** $C_{۸}H_{۲×۸+۲}$ **یعنی** $C_{۸}H_{۱۸}$ **خواهد شد. حال به تعداد پیوند پای که برابر دو تا و یک حلقه ۶ تا هیدروژن کسر می شود** $C_{۸}H_{۱۸-۶}=C_{۸}H_{۱۲}$.

تذکر۱: حضوراکسیژن در ترکیب در تعداد هیدروژن تأثیری ندارد ولی اگر نیتروژن داشته باشیم به ازای هر اتم نیتروژن یک هیدروژن افزوده می شود.

تذکر۲: به ازای وجود هر حلقه بنزن در ساختار، ۸ اتم هیدروژن از فرمول اصلی کسر می شود.



تعداد پیوند کووالانسی $= \frac{۱}{۲}$ { (۴ × تعداد کربن) +تعداد هیدروژن +(۲ ×تعداد اکسیژن) }

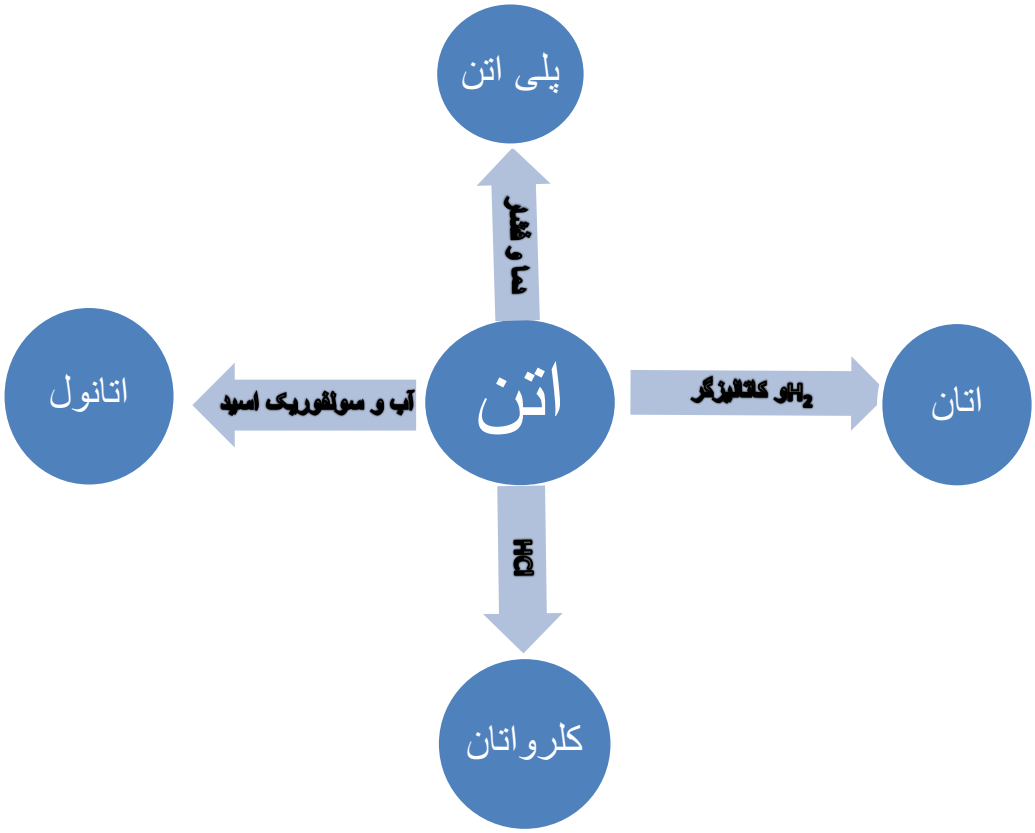
تعداد جفت الکترون غیر پیوندی در یک ترکیب آلی = ۲ × **تعداد اکسیژن**

سنتز چیست؟

سنتز یک فرایند شیمیایی هدفمند است که در آن با استفاده از مواد ساده‌تر، مواد شیمیایی دیگر را تولید می‌کنند.

می‌توان از گاز اتن مواد آلی گوناگون پر مصرف و ارزشمند تهیه کرد. این گاز یکی از مهم‌ترین خوراک‌ها در صنایع پتروشیمی است. به همین ترتیب با استفاده از مواد مناسب و واکنش های شیمیایی می‌توان مواد آلی گوناگون را به یکدیگر تبدیل کرد.

تبدیل اتن به مولکول‌های دیگر



کاربرد مواد حاصل از اتن

ماده	کاربرد
اتان	سوخت
کلرواتان	افشانه بی حس کننده موضعی
پلی اتن	سازنده اصلی برخی پلاستیک ها
اتانول	ضد عفونی کننده
	با اتانوئیک اسید،تولید اتیل استات به عنوان حلال چسب

تبدیل عامل‌ها به‌یکدیگر

- بدیهی است هر چه نوع و تعداد گروه های عاملی در مولکول هدف بیشتر باشد ساخت آن دشوارتر بوده و به دانش پیشرفته تر و فناوری کارآمدتری نیاز دارد.

- بازده واکنش، هزینه مواد و انرژی مصرف شده برای تولید ماده هدف به نوع واکنش و فناوری به‌کاررفته بستگی دارد.

اهداف شیمی‌دان‌ها

گام اول

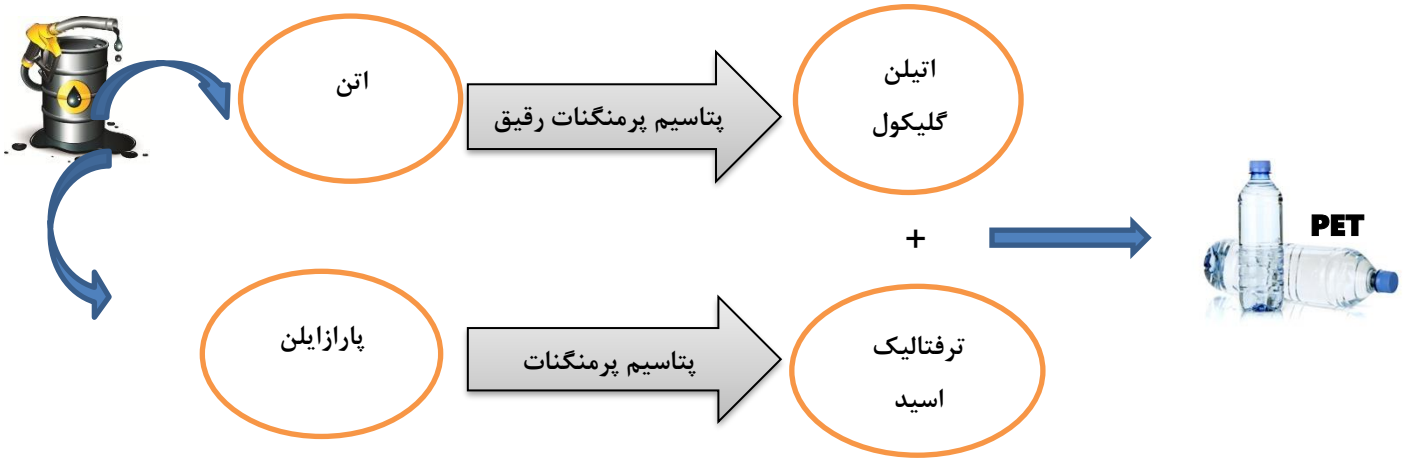
۱. تهیه مواد مناسب
۲. ارزان بودن مواد و روش تهیه آنها
۳. دوستدار محیط زیست
۴. واکنش های شیمیایی آسان
۵. فراورده واکنش پربازده
۶. کاهش هزینه تمام شده برای تولید یا سنتز

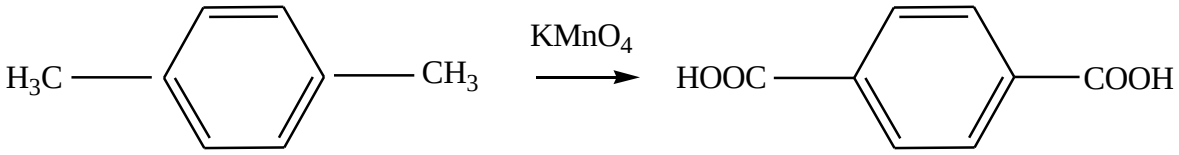
گام دوم

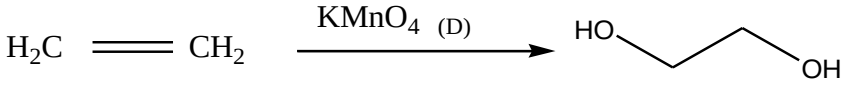
۱. طراحی فناوری
۲. اجرا
۳. تولید در مقیاس صنعتی

ساخت PET

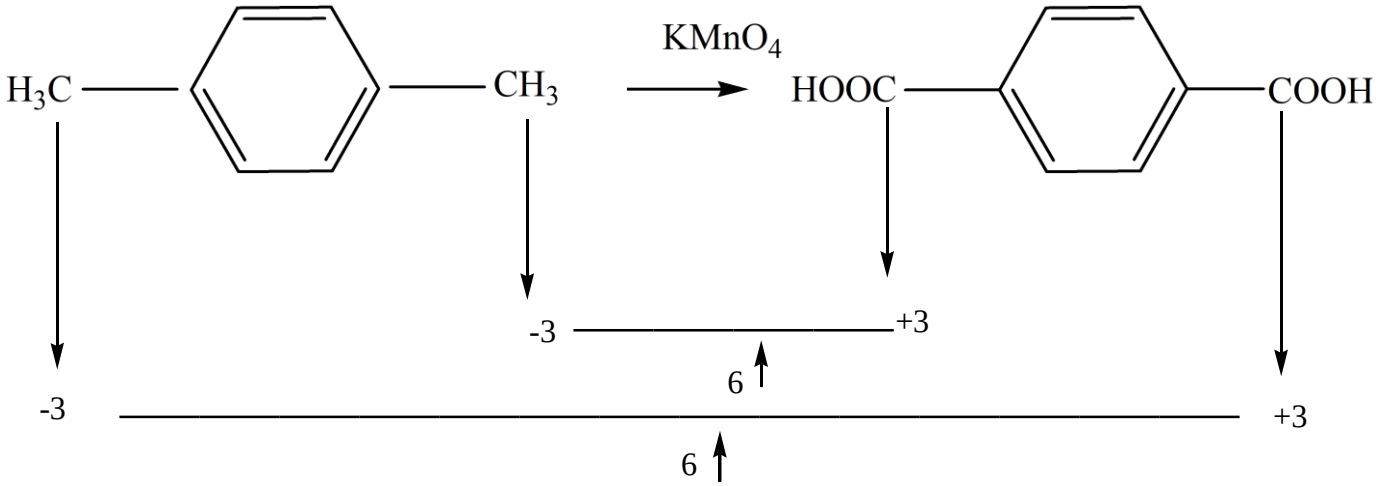
- پلاستیک ها را می‌توان یکی از نتایج خلاقیت و نوآوری بشر دانست. این مواد به دلیل ویژگی‌هایی زیر کاربردهای وسیعی دارند:
  ۱. چگالی کم
  ۲. نفوذناپذیری نسبت به هوا و آب
  ۳. ارزان بودن
  ۴. مقاومت در برابر خوردگی
- برای ساخت بطری پلاستیک یا **PET** نیاز به تهیه مواد اولیه اتیلن گلیکول و ترفتالیک اسید است.
- اتیلن گلیکول و ترفتالیک اسید در نفت خام وجود ندارند.
- مطابق با طراحی زیر، مواد اولیه ساخت **PET** فراهم می‌شود.



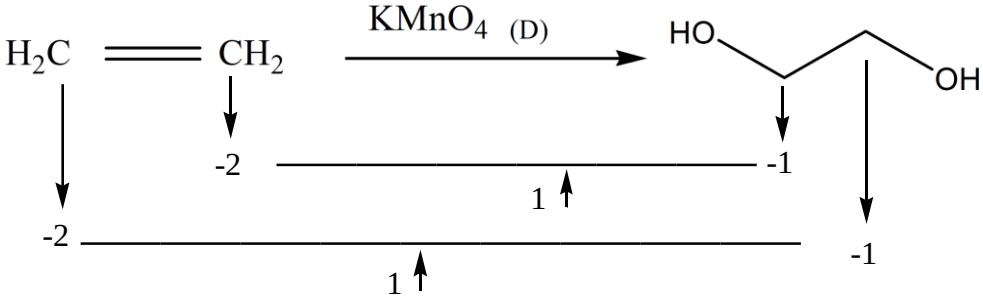




- **در این واکنش‌ها پارازایلن و اتن نقش کاهنده و پتاسیم پرمنگنات نقش اکسنده دارند.**



پس در مجموع به ازای هر مولکول پارازایلن ۱۲ درجه عدد اکسایش افزایش می‌یابد.



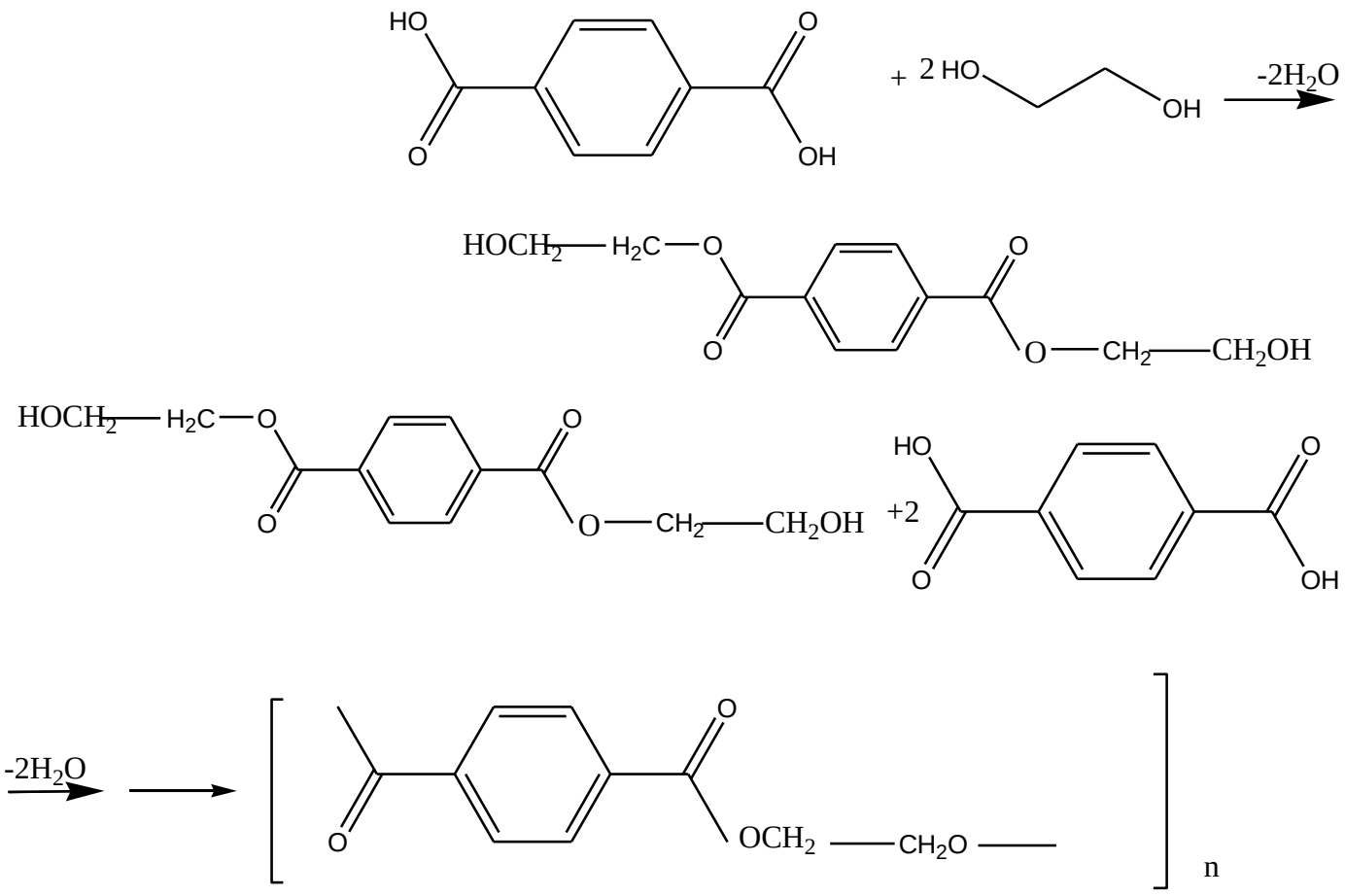
در این واکنش به ازای هر مول اتن ۲ درجه عدد اکسایش، بیشتر می‌شود.

- **واکنش پارازایلن با پتاسیم پرمنگنات در دمای بالا به این صورت است:**

$$۴KMnO_۴ + C_۸H_{۱۰} \rightarrow ۴KOH + ۴MnO_۲ + C_۸H_۶O_۴$$

- **روش دیگری که می‌تواند پارازایلن را به ترفتالیک اسید تبدیل کند واکنش آن با اکسیژن هوا و کاتالیزگر مناسب است.**

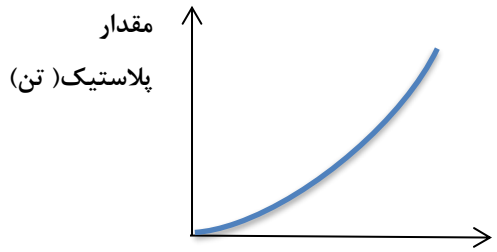
اکنون می‌توان با انجام واکنش اتیلن گلیکول با ترفتالیک اسید (مونومرهای سازنده پلیمر) پلی اتیلن ترفتالات را سنتز کرد:



- **این پلیمر همانند پلیمرهای سنتزی ماندگاری زیادی دارد و در طبیعت به کندی تجزیه می‌شود. به همین دلیل پسماند آنها تهدیدی جدی برای زندگی روی کره زمین به شمار می‌آید.**

PET بازیافت

- **پلاستیک‌ها را می‌توان یکی از نتایج خلاقیت و نوآوری بشر دانست که امروزه سالانه حدود ۴۰۰ میلیون تن از این مواد در جهان تولید می شود و این روند رو به افزایش است:**
- **استفاده بی رویه و بیش از حد این مواد در صنایع گوناگون به همراه زیست تخریب ناپذیری آنها سبب شده که درجای جای کره زمین یافت شوند. از این رو بازیافت آنها اجتناب ناپذیر، بسیار ضروری و ارزشمند است.**
- **یکی از مواد پلاستیکی قابل بازیافت، پلی اتیلن ترفتالات است.**



برای این منظور، باید آنها را جداگانه جمع آوری و سپس با انجام فرایندهای فیزیکی و شیمیایی به مواد قابل استفاده تبدیل کرد.

راه‌های بازیافت

۱) **پس از شست وشوی مواد پلاستیکی می‌توان آنها را خرد کرده و به تکه‌های کوچک به نام پَرک تبدیل و یا ذوب کرده و دوباره از آنها برای تولید وسایل و ابزار دیگر استفاده می‌کنند.**

۲) **پسماندها را به مونومرهای سازنده یا مواد اولیه مفید و ارزشمند تبدیل می‌کنند.**

- عامل تعبین کننده روش بازیافت، سطح فناوری هر کشور یا گروه صنعتی است.
- شیمی‌دان‌ها با بررسی‌های فراوان پی بردند که PET در شرایط مناسب با متانول واکنش می‌دهد و به مواد مفیدی تبدیل می‌شود.

متانول (CH_3OH)

- متانول مایعی بی رنگ و بسیار سمی است.
- ساده ترین عضو خانواده الکل‌ها است.
- متانول را از چوب تهیه می‌کنند.

روش‌های تولید متانول

۱. در صنعت گاز کربن مونوکسید را با گاز هیدروژن در شرایط مناسب و در حضور کاتالیزگر واکنش می‌دهند:

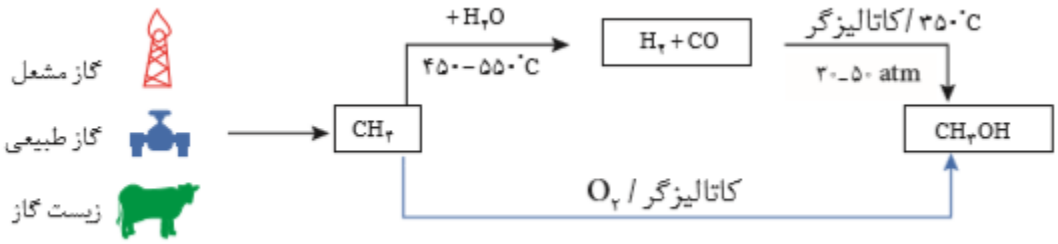
$$CO(g) + 2H_2(g) \xrightarrow[\text{دما و فشار}]{\text{کاتالیزگر}} CH_3OH(l)$$

برای تهیه گاز هیدروژن و کربن مونواکسید، گاز متان را با بخار آب در حضور کاتالیزگر واکنش می‌دهند:

$$CH_4(g) + H_2O(g) \xrightarrow{\text{کاتالیزگر}} CO(g) + 3H_2(g)$$

گاز متان به عنوان زیست گاز و سازنده اصلی گاز طبیعی است که در میدان‌های نفتی به فراوانی با قیمت ارزان یافت می‌شود.

۲. گاز متان را در حضور کاتالیزگر با اکسیژن واکنش می‌دهند.



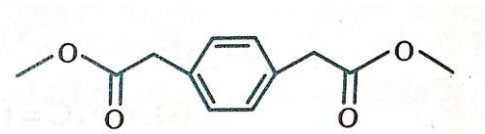
- تولید مستقیم متانول از متان در حضور گاز اکسیژن و کاتالیزگر کمک می‌کند تا در فشار کم، دماهای به نسبت پایین‌تر و در مدت زمان کمتری به فراورده مورد نیاز دست یافت، هم چنین دمای بالا استهلاک دستگاه‌ها را زیاد کرده و عمر مفید آنها را کاهش می‌دهد.

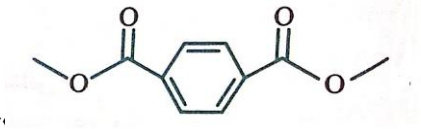
۱۰۱) در واکنش تبدیل اتن به اتانول چه تعداد از موارد زیر افزایش می‌یابد؟

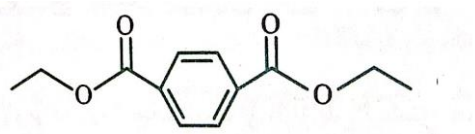
* شمار پیوندهای اشتراکی
*انحلال پذیری در آب
* مجموع عددهای اکسایش اتم‌های کربن
*درصد جرمی کربنش

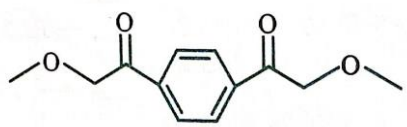
۱) ۴ ۲) ۳ ۳) ۲ ۴) ۱

۱۰۲) فرمول نقطه – خط دی استر حاصل از واکنش یک مول ترفتالیک اسید و ۲ مول متانول چگونه است؟

۱)


۲)


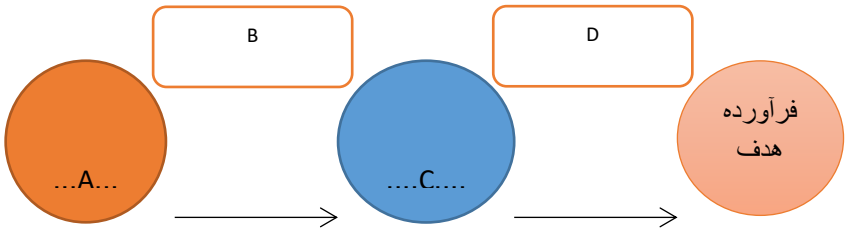
۳)


۴)


۱۰۳) کدام خانواده ترکیب های آلی برای سنتز سایر مواد آلی،مناسب‌تر است؟

۱)الکل‌ها ۲)آلکان‌ها ۳)آلدئیدها ۴)کتون‌ها

۱۰۴) شکل زیر روندکلی افزایش بهره وری با استفاده از فناوری‌های شیمیایی را نشان می‌دهد،کدامیک از عبارت‌های مطرح شده در مورد شکل زیر درست است؟



آ) A می‌تواند موادی مانند سنگ معدن،نفت خام و هوا که هنوز فرآوری نشده‌اند، باشد.

ب) B و D شامل انرژی، آب، فناوری و مواد شیمیایی و حتی نیروی انسانی باشد.

پ)در قسمت C می‌توان فلز مس، آهن، گاز نیتروژن و پلی‌اتن را قرار داد.

ت)استفاده از B و D برای تبدیل مواد A به C یا فرآورده هدف می‌تواند سبب رشد و بهره‌وری اقتصادی یک کشور شود.

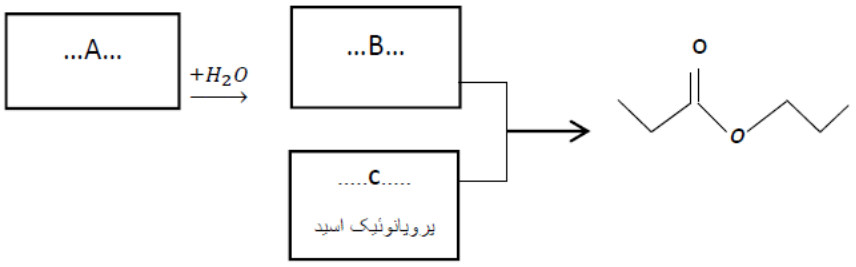
۱) آ و ب ۲) هیچکدام ۳) آ و ب وت ۴)همه موارد

۱۰۵) چه تعداد از موارد زیر را می‌توان بطور مستقیم از اتن تهیه کرد؟

*اتان
* کلرو اتان
*اتانول
*اتیل اتانوآت
*اتانوئیک اسید
*پلی اتن

۱) ۵ ۲) ۴ ۳) ۳ ۴) ۲

۱۰۶) الگوی زیر تولید یک استر را نشان می دهد.باتوجه به آن نام ماده A و تفاوت شمار اتم های هیدروژن دو ماده B و C به ترتیب کدامند؟



۱) پروپن،۱
۲) پروپن،۲
۳) ۱-بوتن،۱
۴) ۱-بوتن،۲

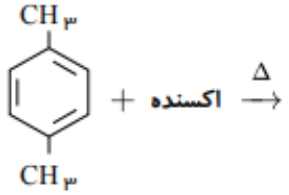
۱۰۷) چند مورد از مطالب زیر در مورد گروه‌های عاملی درست است؟
الف – گروه‌هایی هستند که که خواص و رفتار مواد آلی را تعیین می‌کنند.
ب – اغلب مواد آلی شامل گروه‌های عاملی گوناگون هستند.
ج – شیمی‌دان‌ها با استفاده از مواد شیمیایی گوناگون، گروه‌های عاملی موجود دریک ماده آلی را تغییر داده و به گروه عاملی دیگر تبدیل می کنند.
د- گروه عاملی، کلید سنتز مولکول‌های آلی است.
۱- ۱ ۲- ۲ ۳- ۳ ۴ – ۴

۱۰۸) چه تعداداز موارد زیر را نمی‌توان بطور مستقیم از اتن تهیه کرد؟
اتان – کلرو اتان – اتانول – اتیل اتانوآت – اتانوئیک اسید – پلی اتن
۱ – ۱ ۲- ۲ ۳- ۳ ۴- ۴

۱۰۹) چه تعداد از موارد زیر در مورد ترکیب آلی بکار رفته در ساخت بطری آب نادرست است؟
۱) نام آن پلی اتیلن ترفتالات است.
۲) مونومرهای تهیه آن دی اسید و دی آمین است.
۳) پلیمری است که به خانواده پلی استرها تعلق دارد.
۴) برای ساخت بطری، آن را به همراه برخی افزودنی ها در قالب های ویژه‌ای می‌ریزند.

۱۱۰) همه گزینه های زیر درست هستند بجز.....
۱) گاز اتن یکی از مهمترین خوراک ها در صنایع پتروشیمی است.
۲) از واکنش اتانول و استیک اسید اتیل استات تولید می‌شود که حلال چسب است.
۳) کلرو اتان از واکنش اتن با گاز هیدروژن کلرید به‌دست می‌آید.
۴) از واکنش اتانول با آب اتانوئیک اسید تولید می شود.

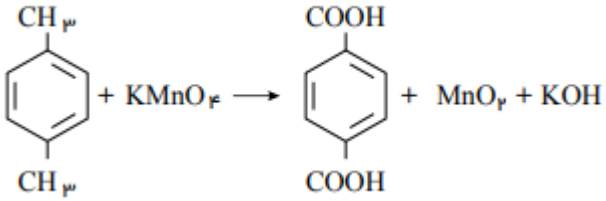
۱۱۱) کدام گزینه در رابطه با واکنش زیر صحیح می باشد؟



۱) پژوهشگران با اکسیژن هوا و کاتالیزگر مناسب نیز می توانند محصول این واکنش را تولید کنند.
۲) محصول این واکنش ترکیبی آلی با دو گروه عاملی کربوکسیل است و پارازایلن نام دارد.
۳) این واکنش در دمای اتاق خود به خود انجام می شود و بازدهٔ خوبی دارد.
۴) در این واکنش می توان از پتاسیم پرمنگنات رقیق به عنوان اکسنده استفاده کرد.

۱۱۲) کدام‌یک از عبارت‌های زیر درست است؟
۱)هر چه نوع و تعداد گروه‌های عاملی در مولکول هدف بیشتر باشد، ساخت آن راحت‌-تر است.
۲) بازده واکنش، هزینه مواد و انرژی مصرف شده برای تولید ماده هدف، تنها به نوع واکنش بستگی دارد.
۳)می‌توان از گاز اتان، مواد آلی گوناگون پر مصرف و ارزشمند تهیه کرد.
۴) گاز اتن یکی از مهم‌ترین خوراک‌ها در صنایع پتروشیمی است.

۱۱۳) باتوجه به واکنش موازنه نشدهٔ زیر صحیح نیست؟



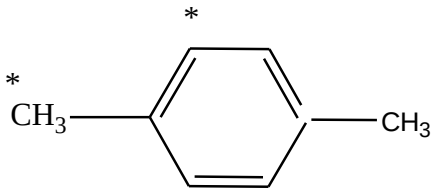
۱) مجموع ضرایب مواد موجود در واکنش برابر ۱۰ است.
۲) این واکنش در دمای بالا انجام می‌شود و انرژی فعال سازی بالایی دارد.
۳) از ترفتالیک اسید حاصل از این واکنش، می‌توان برای تهیهٔ پلی اتیلن ترفتالات استفاده کرد.
۴) تغییر عدد اکسایش منگنز در این واکنش ۳ درجه است.

۱۱۴) برای سنتز یک استر می‌توان از واکنش یک..... با یک..... در شرایط مناسب بهره برد.
۱) باز آلی – آلدهید ۲) اسید آلی – کتون ۳)باز آلی - کتون ۴) اسید آلی – الکل

۱۱۵) قیمت یک لیتر یا یک کیلوگرم از کدام ماده زیر کمتر است؟
۱) اتیلن گلیکول ۲) نفت خام ۳)اتانول ۴) متانول

۱۱۶) فروش کدام یک از موارد زیر خام فروشی به شمار می‌رود؟
۱) آمونیاک ۲) سولفوریک اسید ۳)پنبه ۴) بنزین

۱۱۷) عدد اکسایش کربن‌های ستاره‌دار در ترکیب مقابل کدام است؟
۱) ۱+ و ۳+ ۲) ۱- و ۳+ ۳) ۱- و ۳- ۴) ۱+ و ۳-



۱۱۸) در هر یک از واکنش‌های زیر کدام گونه‌ها کاهش یافته و کدام اکسایش یافته است؟

$$CO(g) + ۲H_۲(g) \rightarrow CH_۳OH$$

$$CH_۴(g) + H_۲O(g) \rightarrow CO(g) + ۳H_۲(g)$$

۱) CO و $CH_۴$ کاهش- $H_۲$ و $H_۲O$ اکسایش

۲) $H_۲$ و $H_۲O$ کاهش- CO و $CH_۴$ اکسایش

۳) CO و $H_۲O$ کاهش- $H_۲$ و $CH_۴$ اکسایش

۴) $H_۲$ و $CH_۴$ کاهش- CO و $H_۲O$ اکسایش

۱۱۹) مجموع اعداد اکسایش اتم‌های کربن در پارازایلن با کدامیک از مولکول‌های زیر یکسان است؟

۱)استون ۲) بنزن ۳) بوتان ۴) اتان

۱۲۰) کدامیک از ترکیبات زیر را نمی‌توان بطور مستقیم از نفت خام به‌دست آورد؟

۱) اتن ۲) بنزن ۳) پارازایلن ۴) اتیلن گلیکول

۱۲۱) از واکنش یک مول ترفتالیک اسید با ۲ مول اتیلن گلیکول یک استر به فرمول..... به همراه..... مول آب به دست می‌آید.

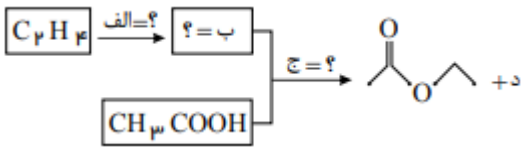
۱) $C_{۱۲}H_{۱۴}O_۶$ – ۲ ۲) $C_{۱۲}H_{۱۲}O_۶$ – ۲ ۳) $C_{۱۲}H_{۱۲}O_۶$ – ۱ ۴) $C_{۱۲}H_{۱۴}O_۶$ – ۱

۱۲۲) کدام عبارت در مورد ترکیب به کار رفته در ساخت بطری آب نادرست است؟

۱) نام آن پلی اتیلن ترفتالات است.
۲) پلیمری است که به خانواده پلی آمید تعلق دارد.
۳) مونومرهای آن دی اسید و دی الکل هستند.
۴) برای ساخت بطری آن را به همراه افزودنی در قالب ویژه‌ای می ریزند.

۱۲۳) کدام گزینه برای پرکردن جاهای خالی مناسب است؟

۱) الف: $H_۲O$ ب) $C_۲H_۵OH$ ج) $H_۲SO_۴$ د) $H_۲O$
۲) الف: $H_۲SO_۴$ ب) $C_۲H_۵OH$ ج) $H_۲O$ د) $H_۲O$
۳) الف: $H_۲O$ ب) $C_۳H_۷OH$ ج) $H_۲O$ د) $CH_۳OH$
۴) الف: $H_۲SO_۴$ ب) $C_۳H_۷OH$ ج) $CH_۳OH$ د) $H_۲SO_۴$



۱۲۴) چه تعداد از واکنش‌های زیر در صورت شرایط مناسب انجام‌پذیر است؟

الف) $CH_3-\underset{\underset{OH}{|}}{C}H-CH_3 \rightarrow CH_3-\underset{\underset{O}{||}}{C}-CH_3$

ب) $CH_3-CH_2-\underset{\underset{OH}{|}}{C}H_2 \rightarrow CH_3-CH_2-\underset{\underset{O}{||}}{C}-H$

پ) $CH_3-OH \rightarrow CH_3-\underset{\underset{O}{||}}{C}-OH$

ت) $C_2H_4 \rightarrow C_2H_5-OH$

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۱۲۵) چه تعداد از عبارت های زیر صحیح است؟

- **بطری آب از پلی اتیلن ترفتلات خالص ساخته می‌شود.**
- **از واکنش $C_2H_6O_2$ و ترفتالیک اسید در شرایط مناسب می‌توان پلی اتیلن ترفتلات را سنتز کرد.**
- **پلی اتیلن ترفتلات پلیمری از خانوادهٔ پلی آمیدها است.**
- **اتیلن گلیکول و ترفتالیک اسید در نفت خام وجود دارد.**

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۱۲۶) کدام گزینه در مورد الکل سازندهٔ پلی اتیلن ترفتالات صحیح نمی باشد؟

۱) **الکلی با دو گروه عاملی است و به خوبی در آب حل می شود.**
۲) **فرمول مولکولی آن $C_2H_6O_2$ است و الکترولیت قوی است.**
۳) **۳۸/۷٪ جرم آن را کربن تشکیل می‌دهد.**
۴) **به عنوان ضدیخ در خودروها نیز استفاده می شود.**

۱۲۷) چه تعداد از عبارت‌های زیر در مورد پارازایلن صحیح است؟

- **فرمول مولکولی آن $C_{10}H_8$ است.**
- **آن را نمی‌توان به طور مستقیم از نفت خام به دست آورد.**
- **مجموع اعداد اکسایش اتم های کربن در آن برابر ۱۰- است.**
- **از واکنش آن با اکسیژن در حضور کاتالیزگری مناسب می‌توان ترفتالیک اسید تهیه کرد.**

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۱۲۸) چه تعداد از عبارت های زیر در رابطه با ترفتالیک اسید صحیح می باشد؟

- **از مونومرهای سازندهٔ پلی اتیلن ترفتالات است.**
- **فرمول آن $C_8H_6O_4$ است.**
- **در ساختار آن ۳۲ پیوند کووالانسی و ۱۶ الکترون ناپیوندی وجود دارد.**

- مجموع اعداد اکسایش اتم‌های کربن در آن ۲- است.
- به طور مستقیم از نفت خام به دست نمی‌آید و از اکسایش پارازایلن تهیه می‌شود.

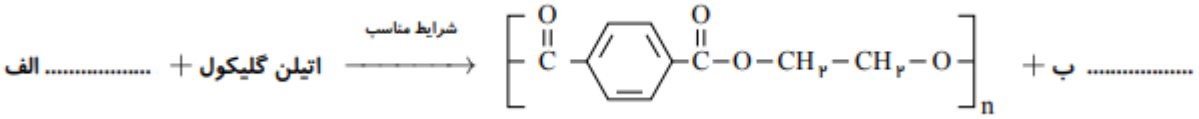
۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

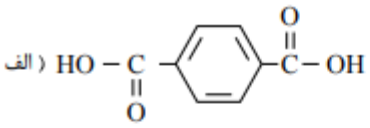
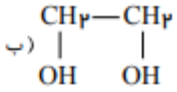
۱۲۹) چه تعداد از عبارت‌های زیر در رابطه با واکنش .... ← اکسنده + $H_2C=CH_2$ صحیح می‌باشد؟

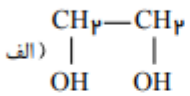
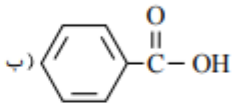
- اکسندهٔ این واکنش محلول غلیظ پتاسیم پرمنگنات است.
- محصول این واکنش اتیلن گلیکول است که الکترولیتی ضعیف است.
- محصول این واکنش الکلی با دو گروه عاملی هیدروکسیل است و فرمول $C_2H_6O_2$ آن است.
- عدد اکسایش هر اتم کربن در این واکنش ۱ درجه اکسایش می‌یابد.

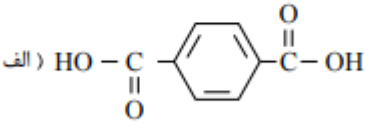
۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

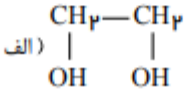
۱۳۰) کدام گزینه ترکیبات مورد نظر برای واکنش زیر را نشان می‌دهد؟



۱) الف)  ب) 

۲) الف)  ب) 

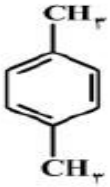
۳) الف)  ب) آب

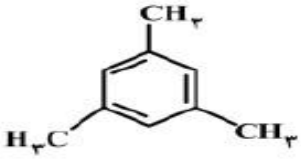
۴) الف)  ب) آب

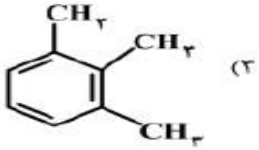
سوالات آزمون کنکور سراسری شیمی بخش چهارم شیمی دوازدهم ۱۴۰۰-۱۳۹۸

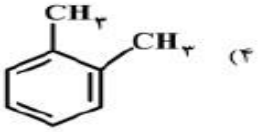
ردیف	متن سوال

۱) از اکسایش کدام ترکیب می‌توان ترفتالیک اسید تهیه کرد؟

۱) 

۲) 

۳) 

۴) 

۲) در ظرف ۲ لیتری در بسته‌ای، ۱ مول گاز آمونیاک، ۲ مول گاز هیدروژن و ۲ مول گاز نیتروژن، در دمای معین، به حالت تعادل قرار دارند. ثابت این تعادل برابر $L^2.mol^{-2}$ ..... است و با اندکی پایین آوردن دمای سامانهٔ واکنش، ثابت تعادل ..... و واکنش در جهت ..... جا به جا می‌شود.

$(N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g), \Delta H < 0)$

۱) ۰/۲۵ ، بزرگتر می‌شود، رفت ۲) ۰/۱۶ ، ثابت می‌ماند، رفت

۳) ۰/۲۵ ، کوچکتر می‌شود، برگشت ۴) ۰/۱۶ ، ثابت می‌ماند، برگشت

۳) کدام موارد از مطالب زیر، درست اند؟

آ) به گونه معمول، بیشتر پلاستیک ها، زیست‌تخریب‌پذیرند.

ب) پلاستیک پلی اتیلن ترفتالات را می‌توان پس از مصرف، بازیافت کرد.

پ) دسترسی به پلاستیک‌ها، نمونه‌ای از نتایج خلاقیت بشر به شمار می‌آید.

ت) چگالی بالا و نفوذناپذیری پلاستیک ها در برابر آب و هوا، از ویژگی‌های آن‌ها است.

۱) ب، پ ۲) ب، ت ۳) آ، ب، پ ۴) ب، پ، ت

۴) هرگاه در یک واکنش به حالت تعادل در دمای ثابت، غلظت یکی از ..... ها ..... یابد، واکنش در جهت ..... تا انجا پیش می‌رود که به ثابت تعادل ..... برسد.

۱) فراوده، کاهش، رفت، آغازی ۲) فراورده، کاهش، برگشت، جدید

۳) واکنش دهنده، کاهش، رفت، جدید ۴) واکنش دهنده، افزاییش، برگشت، آغازی

۵) در واکنش : $4HCl(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2H_2O + 2Cl_2(g), K = 10L.mol^{-1}$، به ترتیب از راست به چپ با افزایش کدام عامل و یا دو برابر کردن غلظت مولار کدام ماده، تأثیر بیشتری بر جابه جایی تعادل به سمت راست دارد؟

۱) حجم ، O_2 ۲) حجم ، HCl ۳) فشار ، O_2 ۴) فشار ، HCl

۶) در یک ظرف پنج لیتری دربسته، مقداری از گازهای هیدروژن و کربن دی سولفید وارد شده است. اگر در یک لحظهٔ تعادل ۰/۱ مول از هر واکنش دهنده، ۰/۵ مول گاز متان و ۱ مول گاز هیدروژن سولفید در مخلوط تعادلی وجود داشته باشد، مقدار K بر حسب $L^2.mol^{-2}$، کدام است؟ (معادله موازنه شود.)

$CS_2(g) + H_2(g) \rightleftharpoons CH_4(g) + H_2S(g)$

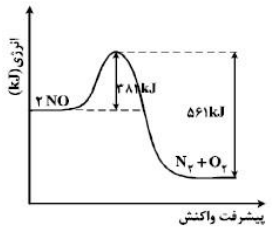
۱) $۶/۲۵\times۱۰^{۵}$ ۲) $۶/۲۵\times۱۰^{۶}$ ۳) $۱/۲۵\times۱۰^{۵}$ ۴) $۱/۲۵\times۱۰^{۶}$

۷) چند مورد از مطالب زیر، درست است؟

- با سرد شدن هوا، شدت رنگ گاز آلایندهٔ NO_2 در شهرها، کاهش می‌یابد.
- در تبدیل $CO_2(s) \rightarrow CO_2(g)$ ، میانگین تندی و انرژی جنبشی ذرات، ثابت است.
- علامت ΔH در واکنش شیمیایی انجام شده در فتوسنتز (در گیاهان سبز)، مثبت است.
- تغییر نوع آلوتروپ در واکنش هایی که عنصرهای خالص تولید یا مصرف می‌شوند، تأثیری بر ΔH واکنش ندارد.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۸) با توجه به نمودار و داده‌های جدول زیر، در اثر پیمایش ۱۰۰km مسافت به وسیلهٔ یک خودروی دارای مبدل کاتالیستی، چند کیلوژول گرما در مبدل کاتالیستی تولید می‌شود؟ ($g.mol^{-1}$: N =۱۴ و O =۱۶)



مقدار آلاینده بر حسب گرم	بدون مبدل کاتالیستی	با مبدل کاتالیستی
در هر کیلومتر پیمایش	۱/۰۴	۰/۰۴

۱) ۲۰۰
۲) ۲۶۰
۳) ۳۰۰
۴) ۳۶۰

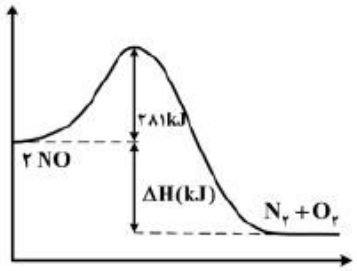
۹) در یک آزمایش، ۲/۱ مول $F_2(g)$ و ۱/۱ مول $H_2O(g)$ در یک ظرف دو لیتری با هم واکنش می‌دهند. اگر در لحظهٔ تعادل، ۲ مول گاز فلوئور، یک مول آب، ۰/۲ مول HF و ۰/۰۵ مول گاز اکسیژن در ظرف واکنش وجود داشته باشد، مقدار K (بر حسب $mol.L^{-1}$)، کدام است؟
(معادله موازنه شود.) $F_2(g) + H_2O(g) \rightleftarrows O_2(g) + HF(g)$
۱) 10^{-5} ۲) 10^{-4} ۳) 2×10^{-3} ۴) 5×10^{-3}

۱۰) ۱۰ مول گاز نیتروژن و ۳۰ مول گاز هیدروژن در شرایط بهینه واکنش هابر، با یکدیگر واکنش نشان داده شده اند. حداکثر چند گرم آمونیاک، در ظرف واکنش تشکیل خواهد شد؟ ($g.mol^{-1}$: H =۱ و N =۱۴)

$$N_2(g) + 3H_2(g) \xrightleftharpoons{\text{دما و فشار بهینه–کاتالیزگر}} 2NH_3(g)$$

۱) ۹۵/۲ ۲) ۱۲۹/۲ ۳) ۱۷۰ ۴) ۳۴۰

۱۱) با توجه به شکل زیر، اگر انرژی پیوند های N = O و $N \equiv N$ و O = O به ترتیب برابر ۶۰۷، ۹۴۴ و ۴۹۶ کیلوژول بر مول باشد، جمع جبری ΔH و E_a در واکنش (رفت) نشان داده شده، چند کیلوژول است؟



۱) +۱۵۵
۲) +۱۸۷
۳) +۴۲۱
۴) +۶۰۷

۱۲) با توجه به ساختار لاکتیک اسید، پلیمر به دست آمده از آن، گروه عاملی مشابه کدام پلیمر، خواهد داشت؟
۱) کولار ۲) سلولز ۳) پلی اتن ۴) پلی اتیلن ترفتالات

$CH_3-\underset{\underset{OH}{|}}{CH}-COOH$ لاکتیک اسید

۱۳) انرژی فعال‌سازی واکنش: $2NO(g) \rightarrow N_2(g) + O_2(g)$ ، برابر ۳۸۰ کیلوژول است. اگر تفاوت سطح انرژی واکنش دهنده‌ها و فرآورده‌های آن برابر ۱۸۰ کیلوژول و واکنش گرماده باشد، کدام موارد از مطالب زیر، درست است؟

آ) به ازای مصرف ۰/۲۵ مول گاز NO، ۰/۱۲۵ مول گاز N_2 تشکیل و ۴۵ کیلوژول گرما آزاد می‌شود.

ب) آنتالپی واکنش برابر ۱۸۰- کیلوژول است و سطح انرژی فرآورده‌ها از واکنش دهنده‌ها پایین‌تر است.

پ) با کاربرد کاتالیزگر، شمار ذره‌هایی که در واحد زمان به فرآورده تبدیل می‌شوند، افزایش یافته و سرعت واکنش بیشتر می‌شود.

ت) اگر با کاربرد کاتالیزگر، انرژی فعال‌سازی واکنش به ۱۹۰ کیلوژول برسد، تفاوت سطح انرژی واکنش دهنده‌ها و فرآورده‌ها، ۵۰ درصد کاهش می‌یابد.

۱) آ ، پ ۲) ب، ت ۳) آ، پ، ت ۴) ب، پ

۱۴) باتوجه به داده‌های جدول زیر، اگر روزانه ۸۰۰/۰۰۰ خودرو در شهری رفت و آمد کنند و هر خودرو، به گونهٔ میانگین. ۵۰ کیلومتر مسافت را بپیماید، بانصب مبدل کاتالیستی در اگزوز موتور خودرو، روزانه از ورود چند تن از این سه مادهٔ آلاینده به هوا جلوگیری می‌شود و در این شرایط، چند درصد جرمی گازهای خروجی از اگزوز را گاز CO تشکیل خواهد داد؟

فرمول شیمیایی آلاینده		CO	C_xH_y	NO
مقدار آلاینده $g.km^{-1}$	در نبود مدل	۶/۰	۱/۶۶	۱/۰۳
	در مجاورت مبدل	۰/۶	۰/۰۶	۰/۰۴

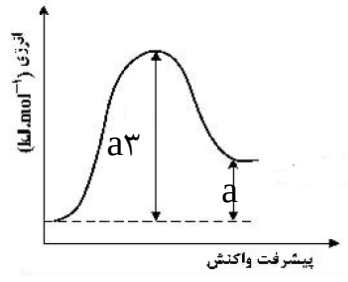
۱) ۷۴/۱۴ ، ۲۸۸/۴ ۲) ۸۵/۷۱ , ۲۸۸/۴ ۳) ۷۴/۱۴ , ۳۱۹/۶ ۴) ۸۵/۷۱ , ۳۱۹/۶

۱۵) بهره‌گیری از کاتالیز در فرایند تبدیل گازوییل به هیدروکربن‌های سبک‌تر در پالایشگاه، سبب کاهش دمای انجام واکنش از ۷۰۰°C به ۵۰۰°C می‌شود. اگر ظرفیت گرمایی ویژهٔ گازوییل برابر $۸/۰J.g^{-1}.°C^{-1}$ باشد و برای تأمین گرمای لازم از سوختن گاز متان استفاده شود، با کاربرد کاتالیزگر در این فرایند، برای تبدیل یک کیلوگرم گازوییل به فراورده‌های موردنظر، به‌تقریب، در مصرف چند لیتر گاز متان (در شرایط STP) صرفه‌جویی و از انتشار چند گرم گاز CO_2 جلوگیری می‌شود؟ (ΔH سوختن گاز متان، $-۸۸۰KJ.mol^{-1}$ در نظر گرفته شود، $C = ۱۲ , O = ۱۶ :g.mol^{-1}$)

۱) ۸ ، ۰۷/۴ ۲) ۸/۸ ، ۰۷/۴

۳) ۶ ، ۰۴/۵ ۴) ۸/۶ ، ۰۴/۵

۱۶) با توجه به نمودار تغییر انرژی نسبت به پیشرفت واکنش: $A(g) + X(g) \rightarrow D(g)$، که نشان داده شده است، کدام مطلب درست است؟



۱) سرعت واکنش کم و $\Delta H-E_a=2a$ است.

۲) به ازای مصرف ۱/۰ مول گاز A، a KJ ۱/۰ انرژی نیاز است.

۳) با افزایش دمای واکنش، سرعت آن افزایش می‌یابد، زیرا $E_a > 3$ a می‌شود.

۴) بیشترین مقدار انرژی لازم برای انجام واکنش، برابر ۳a KJ و کمترین مقدار آن، برابر a KJ است.

۱۷) با توجه به واکنش: $NO_2(g) + NO(g) + NH_3(g) \rightarrow N_2(g) + H_2O(g)$، چند مورد از مطالب زیر نادرست است؟

- آمونیاک کاهنده و اکسیدهای نیتروژن اکسنده‌اند.
- اکسنده‌ها، چهار الکترون گرفته و کاهنده، سه الکترون می‌دهد.
- پس از موازنهٔ معادلهٔ واکنش، مجموع ضرایب مواد برابر ۱۰ می‌شود.
- این واکنش برای حذف آمونیاک و تبدیل آن به N_2 در مبدل کاتالیستی خودروهای دیزلی انجام می‌شود.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۱۸) یک واکنش فرضی گازی در دو دمای T_1 و T_2 $(T_1 > T_2)$، انجام می‌شود. کدام موارد از مطالب زیر درست است؟

آ) کمیته انرژی موردنیاز برای انجام واکنش در دمای T_1 کمتر از مقدار آن در دمای T_2 است.

ب) تفاوت سرعت واکنش در دمای T_1 و T_2، به تفاوت سطح انرژی واکنش‌دهنده‌ها و فرآورده‌های وابسته است.

پ) اگر واکنش گرماده باشد، سرعت تبدیل واکنش‌دهنده‌ها به فرآورده‌ها در دمای T_1، بیشتر از دمای T_2 است.

ت) اگر انرژی ذرات واکنش‌دهنده‌ها در دماهای T_1 و T_2، کمتر از E_a باشد، درصد تبدیل واکنش‌دهنده‌ها به فرآورده‌ها در این دو دما برابر است.

۱) آ، پ ۲) آ، ب ۳) ب، ت ۴) پ، ت

۱۹) فسفر سفید برخلاف هیدروژن در هوا و در دمای اتاق به طور خود به خودی آتش می‌گیرد. بنابراین، در آزمایشگاه آن را زیر آب نگهداری می‌کنند. نقش آب در این فرایند، کدام است؟

۱) کاتالیزگر ۲) بازدارنده ۳) کاهش دهندهٔ E_a ۴) افزایش دهندهٔ E_a

۲۰) مول‌های برابر از $CO(g)$ و $H_2O(g)$ را در یک ظرف دربستهٔ ۴ لیتری تا برقرار شدن تعادل:

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

گرم می‌کنیم. اگر بازده واکنش برابر ٪۸۰ باشد، ثابت تعادل کدام است و اگر غلظت تعادلی $CO_2(g)$، برابر ۰/۴ مول بر لیتر باشد، مقدار آغازی گاز CO در مخلوط، برابر چند مول بوده است؟ (دما در دو شرایط گفته شده ثابت است.)

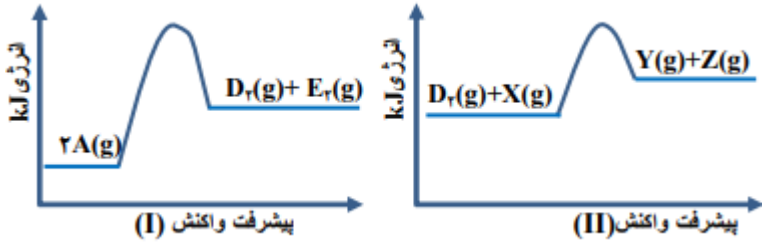
۱) ۰/۵ ، ۴ ۲) ۲/۰ ، ۴ ۳) ۰/۵ ، ۱۶ ۴) ۲/۰ ، ۱۶

۲۱) برای واکنش تعادلی: $CO(g) + 2H_2(g) \rightleftharpoons CH_3OH(g)$، در یک ظرف دربسته، مناسب‌ترین شرایط انجام واکنش از نظر دما و فشار، برای تولید متانول کدام است؟ (آنتالپی پیوند میان اتم‌ها در CO و H_2، به ترتیب برابر ۱۰۷۲ و ۴۳۵ کیلوژول بر مول و واکنش، گرماده است.)

۱) دمای بالا، فشار بالا ۲) دمای پایین، فشار بالا

۳) دمای پایین، فشار پایین ۴) دمای بالا، فشار پایین

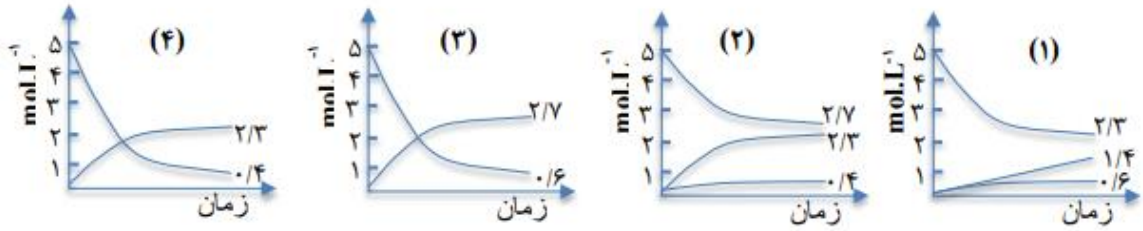
۲۲) اگر واکنش‌های I و II در شرایط یکسان انجام شود، با توجه به نمودارهای «انرژی – پیشرفت واکنش»های زیر، چند مطلب، درست است؟ (انرژی فعالسازی واکنش‌های I و II، به ترتیب برابر ۲۴۸ و ۱۸۳ کیلوژول و تفاوت سطح انرژی فراورده‌ها با واکنش‌دهنده(ها) در واکنش‌های I و II، به ترتیب برابر ۴۲ و ۱۱ کیلوژول است.)



- تفاوت انرژی مورد نیاز برای انجام دو واکنش، برابر ۳۱ کیلوژول است.
- به ازای مصرف ۳ مول واکنش‌دهنده در واکنش I، 63 kJ انرژی آزاد می‌شود.
- سرعت تشکیل گاز D_2 (واکنش I) از سرعت مصرف آن (واکنش II) کمتر است.
- در هر دو واکنش، مجموع آنتالپی پیوندها در واکنش‌دهنده(ها)، بزرگتر از مجموع آنتالپی پیوندها در فراورده‌هاست.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۲۳) اگر واکنش تعادلی: $2NO(g) \rightleftharpoons N_2(g) + O_2(g), K = 49$، در یک ظرف دو لیتری، با ۱۰ مول NO(g) در شرایط مناسب آغاز شود، کدام نمودار نشان‌دهندهٔ روند تقریبی تغییر غلظت مواد تا برقرار شدن حالت تعادل است؟



۲۴) کدام مطلب، دربارهٔ تعادل‌های شیمیایی درست است؟

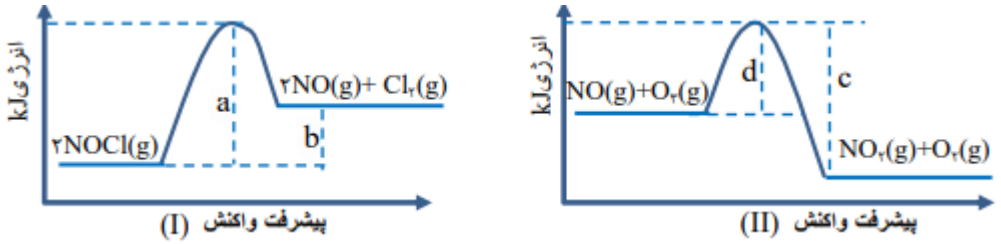
۱) اگر با افزایش دما، ثابت تعادل واکنش بزرگ‌تر شود، آن واکنش گرماگیر است.

۲) دردمای ثابت، تغییر شرایط (غلظت، فشار، حجم) بر میزان پیشرفت واکنش تعادلی بی‌تأثیر است.

۳) افزایش غلظت واکنش‌دهنده‌ها و کاهش غلظت فراورده‌ها در دمای ثابت، ثابت تعادل را افزایش می‌دهد.

۴) بر پایهٔ اصل لوشاتلیه، وارد کردن گاز بی‌اثر به مخلوط واکنش، تعادل را جابه‌جا کرده و ثابت تعادل را تغییر می‌دهد.

۲۵) با توجه به نمودارهای «انرژی – پیشرفت واکنش»های زیر، چند مورد از مطالب زیر، درست است؟ (مقیاس محور عمودی نمودارها یکسان است.)



* تشکیل فراورده در واکنش **II**، آسان‌تر از واکنش **I**، است.

* اگر در واکنش **I**، از کاتالیزگر استفاده شود، مقدار (**a-b**) بزرگ‌تر می‌شود.

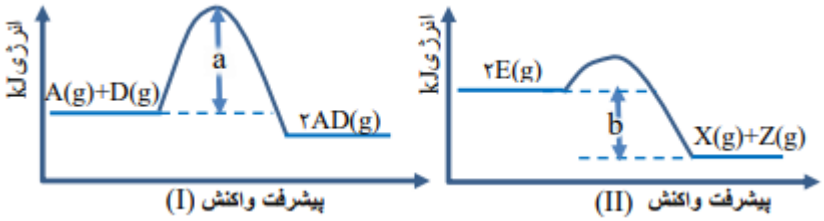
* آنتالپی واکنش **II**، برابر (**c-d**) و برای تشکیل یک مول $NO_2(g)$ کافی است.

* در شرایط مناسب انجام دو واکنش، $O_2(g)$ سریع‌تر از $Cl_2(g)$، تشکیل می‌شود.

* انرژی لازم برای تشکیل ۱ مول گاز کلر، برای تشکیل ۱ مول گاز اکسیژن نیز کافی است.

۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۴ ۴) ۵

۲۶) با توجه به نمودارهای زیر، کدام مطلب نادرست است؟ (در محورهای عمودی نمودارها، مقیاس یکسان است.)



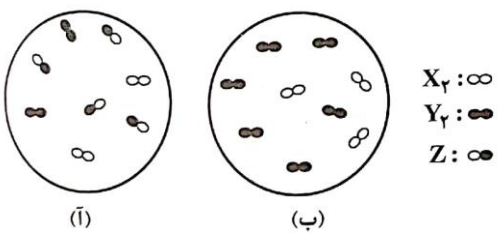
۱) در صورت تأمین **a kJ** انرژی، هر دو واکنش **I** و **II** انجام پذیرند.

۲) گرمایی که به ازای مصرف ۱ مول **E(g)**، آزاد می‌شود، برابر $\frac{b}{2}kJ$ است.

۳) در واکنش **II**، در مقایسه با واکنش **I**، فراورده(ها) نسبت به واکنش‌دهنده(ها)، پایدارترند.

۴) گرمای آزاد شده به ازای تشکیل ۲ مول **AD(g)**، از گرمای آزاد شده به ازای تشکیل یک مول **X(g)**، بیشتر است.

۲۷) شکل (آ) مخلوط در حال تعادل را برای واکنش: $X_2(g) + Y_2(g) \rightleftharpoons 2Z(g)$، نشان می‌دهد. هنگامی‌که واکنش در شکل (ب) به تعادل برسد، به ترتیب از راست به چپ، چند مول از گازهای X_2، Y_2 و **Z** در ظرف واکنش وجود خواهد داشت؟ (هر ذره، نشان دهندهٔ ۰/۱ مول و حجم ظرف‌های واکنش، برابر ۲/۲۵ لیتر و دما ثابت است.)



۱) ۰/۱ ، ۰/۴ ، ۰/۴
۲) ۰/۱ ، ۰/۴ ، ۰/۱
۳) ۰/۲ ، ۰/۳ ، ۰/۳
۴) ۰/۲ ، ۰/۳ ، ۰/۲

۲۸) کدام مطلب درست است؟

۱) ترفتالیک اسید، اسیدی دو عاملی است که در تهیهٔ پلیمر PET مصرف دارد.

۲) در شرایط مشابه، انحلال‌پذیری ترفتالیک اسید درآب، کمتر از پارازایلن است.

۳) بنزن، اتیلن گلیکول و گازوئیل، از فرایند تقطیر نفت خام به‌دست می‌آیند.

۴) زنجیرهٔ مولکولی پلی‌پروپن، مانند پلی‌اتنِ بدون شاخه است.

۲۹) اگر در یک واکنش گازی تعادلی در یک ظرف دربسته، با افزایش دمای سامانه یا اضافه کردن یک گاز بی‌اثر، درصد فراورده‌ها در مخلوط واکنش افزایش یابد، کدام مطلب درست است؟

۱) واکنش گرماده و شمار مول‌های فراورده(ها)، کمتر از شمار مول‌های واکنش‌دهنده(ها) است.

۲) واکنش گرماگیر است و کاهش حجم سامانه تعادل را در جهت رفت جابه‌جا می‌کند.

۳) واکنش گرماگیر است و تغییر حجم سامانه بر جابه‌جایی تعادل، بی‌تأثیر است.

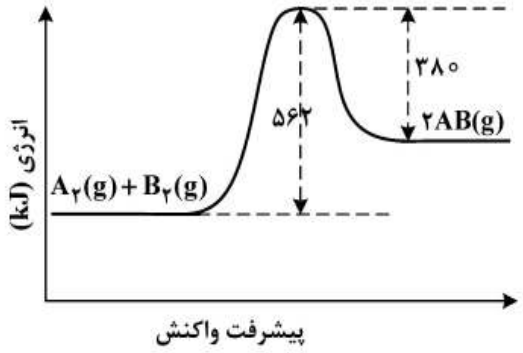
۴) واکنش گرماده است و کاهش فشار، دمای سامانه را افزایش می‌دهد.

۳۰) ۱۸/۴ گرم گاز NO_2را با ۲۱/۳ گرم گاز کلر در یک ظرف ۴ لیتری دربسته گرم می‌کنیم تا واکنش تعادلی: $2NO_2(g) + Cl_2(g) \rightleftharpoons 2NO_2Cl(g)$، انجام شود، اگر در حالت تعادل، ۵۰ درصد گاز NO_2مصرف شده باشد، ثابت تعادل و نسبت مولی گاز NO_2به گاز Cl_2 در مخلوط تعادلی، کدام است؟

(گزینه‌ها را از راست به چپ بخوانید، $N=14, O=16, Cl=35/5:g.mol^{-1}$)

۱) ۱ ، ۲۰ ۲) ۲ ، ۲۰ ۳) ۱ ، ۲۰۰ ۴) ۲ ، ۲۰۰

۳۱) با توجه به نمودار «انرژی – پیشرفت واکنش» زیر، آنتالپی پیوند بین اتم‌های A و B، برابر چند کیلوژول بر مول است؟ (آنتالپی پیوند بین اتم‌ها در مولکول‌های A_2 و B_2، به ترتیب برابر ۹۴۰ و ۴۹۲ کیلوژول بر مول است.)



۱) ۶۲۵

۲) ۵۶۲

۳) ۱۲۵۰

۴) ۱۱۲۴