

اگرچه نیت خوبی است زیستن ...  
اما خوشا که دست به تصمیم بهتری بزنیم!

 [www.konkursara.com](http://www.konkursara.com)

 ۰۲۱۵۵۷۵۶۵۰۰

دانلود بهترین جزوات در

**کنکورسرا**

کنکورسرا

مرجع تخصصی قبولی آزمون فرهنگیان و آزمون استخدامی آموزش و پرورش

## فصل چهارم : شیمی راهی به سوی آینده ای روشن تر

برای رشد و پیشرفت هر جامعه شرایط زیر لازم است :

۱- داشتن انگیزه

۲- تکیه گاه لازم برای پیشرفت که شامل دانش، توانایی، مهارت و زیرساخت های لازم

۳- تلاش و پشتکار که شرط کافی برای پیشرفت است .

آنچنان که تداوم و خستگی ناپذیری در این راه پیامدهایی فراتر از انتظار توأم با کسب افتخار به دنبال خواهد داشت.

**پیامدهای رشد و پیشرفت جامعه :**

از پیامدهای رشد و پیشرفت جامعه می توان دسترسی آسان و ارزان تر به فناوری نو را نام برد.

**فناوری نو که در آنها دانش شیمی نقش دارد :**

۱- بهره گیری از مبدل کاتالستی در خودرو

۲- کود شیمیایی سبز

۳- تبدیل مواد شیمیایی خام به مواد ارزشمند

یکی از ویژگی های ذاتی انسان، کنجکاوی و پرسشگری اوست. از این رو، پیوسته در پی

شناخت محیط پیرامون خود است.

**انسان چگونه توانسته بر چالش ها و مشکلات غلبه کند و برای هر پرسش در ذهن خود پاسخی بیابد :**

با بهره گیری از هوش، خرد و الهام از طبیعت توانسته برای هر پرسش در ذهن خود پاسخی بیابد.

**چگونگی تولید دانش و انباشت دانش و فناوری :**

انسان برای حل مسئله در هر زمان و مکان، راهکاری عملی یافته است. هرچند که برخی پاسخ های ارائه شده و راهکارهای

استفاده شده، ساده و برخی دیگر پیچیده اند، اما هر یک از آنها در جای خود نوآورانه و کارآمد بوده اند.

مجموعه چنین تلاش هایی در گذر زمان منجر به تولید و انباشت دانش و فناوری شده است.

**برخی از دستاوردهای مهم شیمی :**

۱- فناوری تصفیه آب : مانع گسترش بیماری هایی از جمله وبا در جهان شده است.



۲- فناوری تولید پلاستیک، صنعت پوشاک و صنعت بسته بندی (غذا، دارو و ...) را دگرگون ساخت.



۳- فناوری تولید بنزین به حمل و نقل سرعت بخشید و مبدل های کاتالیستی آلودگی ناشی از مصرف آن را کاهش داد.



۴- فناوری شناسایی و تولید مواد بی حس کننده و آنتی بیوتیک، راه را برای جراحی های گوناگون هموار کرد.



۵- گسترش فناوری صفحه های نمایشگر در وسایل الکترونیک، مدیون دانش شیمی است.



۶- فناوریهای شناسایی و تولید کودهای شیمیایی مناسب، نقش چشمگیری در تأمین غذای جمعیت جهان دارد.



**چند نمونه فرآورده حاصل از فناوری های شیمیایی در گذر زمان :**

شواهد تاریخی در گذر زمان نشان می دهد که انسان در آینده به تدریج با مسائل پیچیده ترو چالش های تازه و حیاتی روبه رو می شود که برای برطرف کردن و حل هر یک از آنها به دانش و فناوری های پیشرفته تری نیاز خواهد داشت.

### **دانش و فناوری دو روی یک سکه :**

بسیاری بر این باورند که علوم تجربی و از جمله دانش شیمی و فناوری های آن می توانند آینده روشنی را برای جهان رقم بزنند. باید توجه داشت با اینکه استفاده بهینه و درست از دانش و فناوری، آسایش و رفاه را در زندگی تأمین می کند، اما استفاده نادرست از آن، آثار مخرب تر و زیانبارتری به دنبال خواهد داشت. در واقع نوع استفاده از دانش و فناوری دو روی یک سکه هستند. برای نمونه تولید سلاح های شیمیایی استفاده نادرست از دانش و فناوری را نشان می دهد.

## به دنبال هوای پاک

با رشد دانش و فناوری، گسترش صنایع گوناگون و با رفتارهای نادرست، دسترسی به هوای پاک محدودتر شده است. لایه قهوه ای روشن که سطح شهرهای بزرگ جهان و کشورمان را به ویژه در زمستان می پوشاند، نمونه ای از هوای آلوده است. هوایی که نه تنها شادی آفرین نیست بلکه نفس کشیدن را دشوار کرده و مشکلات تنفسی ایجاد می کند.

**یکی از چالش های مهم در جهان امروز داشتن هوای پاک است.**

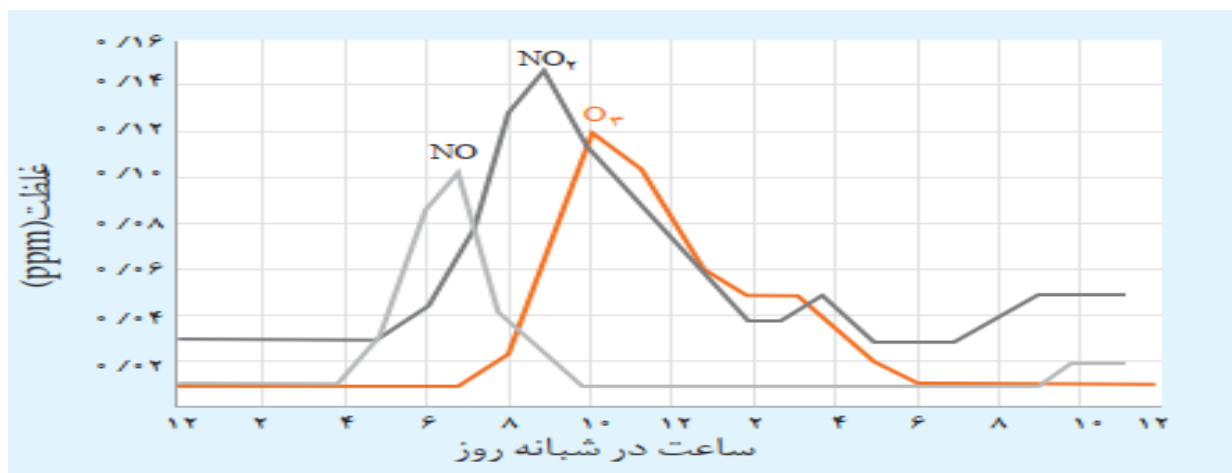
هوای خشک و پاک مخلوطی از گازهای گوناگون است که به طور یکنواخت در هوا کره پخش شده اند.

## گازها و ذرات موجود در هوای آلوده

هوای آلوده افزون بر گازهای (نیتروژن و اکسیژن و....) حاوی گازهای گوناگونی مانند  $CO$ ،  $NO$ ،  $NO_2$ ،  $O_3$ ،  $SO_2$  ذره های معلق و مواد آلی فرار است.

## به دلیل وجود آلاینده ها در هوا :

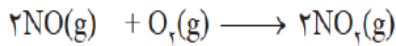
- ۱- هوای آلوده بوی بدی دارد.
  - ۲- چهره شهر را زشت می کند.
  - ۳- فرسودگی ساختمان ها و پوسیدگی خودروها را سرعت می بخشد.
  - ۴- سبب ایجاد و تشدید بیماری های تنفسی از جمله برونشیت، آسم، سرطان ریه و حتی مرگ می شود.
- بررسی نمودار تغییرات غلظت برخی از این آلاینده ها در نمونه ای از هوای یک شهر بزرگ :



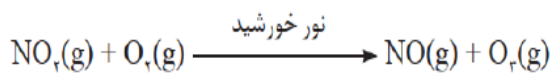
- ۱- مقدار آلاینده ها در شبها کمتر از ساعات مختلف روز است چون در شبها وسایل نقلیه کمتری در سطح شهرها حرکت می کنند.
- ۲- مقدار آلاینده ها از ساعات اولیه روز (۶ صبح) رو به افزایش می رود چون تردد خودروها در این ساعات بشدت افزایش می یابد.

۳- مقدار آلاینده ها بین ساعات اولیه روز (۶ صبح) تا ۲ بعد از ظهر به بیشترین مقدار خود می رسد چون تردد خودروها در این ساعات بیشتر است.

۴- با طلوع خورشید و در طول روز با افزایش دما بتدریج مقدار گاز NO کاهش اما مقدار گاز NO<sub>2</sub> افزایش می یابد. از دهم می دانید گاز نیتروژن مونوکسید در حضور نور خورشید با اکسیژن هوا واکنش داده و به گاز نیتروژن دی اکسید تبدیل می شود.



۵- در ساعات ابتدایی روز با کاهش مقدار گاز NO<sub>2</sub>، مقدار گاز O<sub>3</sub> رو به افزایش است. چون گاز NO<sub>2</sub> در حضور نور خورشید با گاز اکسیژن واکنش داده و مقداری گاز اوزون تولید می شود که همان اوزون تروپوسفری است.



۶- از آنجا که گاز نیتروژن دی اکسید NO<sub>2</sub> به رنگ قهوه ای است، هوای آلوده کلانشهرها اغلب به رنگ قهوه ای روشن دیده می شود.

هوای آلوده حاوی چه موادی است؟

(آ) مخلوطی از گازهای گوناگون که به طور یکنواخت در هواکره پخش شده اند

(ب) ذره های معلق (پ) مواد آلی غیر فرار (ت) اوزون

(۱) آ-پ-ت (۲) آ-ب-پ (۳) آ-ب-ت (۴) ب-پ-ت

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

- در یک روز آفتابی با کاهش غلظت NO<sub>2</sub>، غلظت اوزون افزایش می یابد.
- رنگ قهوه ای هوا به دلیل وجود اوزون تروپوسفری در هوای آلوده است.
- نسبت تعداد الکترون های ناپیوندی به پیوندی در اوزون برابر ۲ است.
- اوزون تروپوسفری یکی از آلاینده های هوا است.

۱(۱) ۲(۲) ۳(۳) ۴(۴)

چه تعداد از مطالب زیر در مورد گازهای (SO<sub>2</sub>, C<sub>x</sub>H<sub>y</sub>, CO, NO) درست است؟

- جزء گازهای خروجی از اگزوز خودروها هستند.
- در همه آنها، یکی از مواد اولیه در واکنش شیمیایی تشکیل آنها، گاز اکسیژن موجود در اگزوز است.
- در آنها گازی قهوه ای رنگ وجود دارد.
- یکی از آنها از سوختن ناقص هیدروکربن ها تولید می شود.

۱(۱) ۲(۲) ۳(۳) ۴(۴)

## آشنایی با سرعت و انرژی فعالسازی در واکنش های شیمیایی :

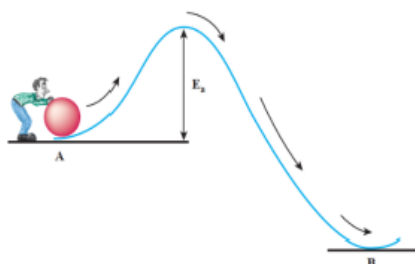
۱- واکنش تند : سوختن متان

سرعت واکنش های شیمیایی

۲- واکنش کند : زنگ زدن آهن - اکسایش منیزیم

## آشنایی با انرژی فعال سازی با یک مثال ساده :

هر واکنش برای انجام شدن به حداقلی از انرژی نیاز دارد. در واقع برای اینکه یک واکنش شیمیایی آغاز شود باید واکنش دهنده ها مقدار معینی انرژی داشته باشند. برای B به نقطه A درک بهتر این موضوع، فرض کنید شخصی می خواهد گلوله ای را از نقطه منتقل کند.



عبور از سد انرژی برای جابه جایی گلوله

برای این منظور، او دست کم باید انرژی لازم برای رساندن گلوله به بالای قله را تأمین کند؛ زیرا از آن به بعد گلوله بر اثر نیروی گرانش روی سطح شیب دار به پایین سرازیر می شود. بدیهی است هر چه ارتفاع قله کمتر باشد، انتقال گلوله آسان تر و سریع تر انجام می شود چون به انرژی کم تری نیاز است.

## انرژی فعال سازی واکنش :

۱- برای آغاز هر واکنش شیمیایی مقدار معینی از انرژی لازم است . به حداقل انرژی لازم برای شروع یک واکنش شیمیایی انرژی فعال سازی واکنش می گویند.

۲- انرژی فعالسازی واکنش را با نمایش می دهند و با یکای کیلو ژول گزارش می کنند.

۳- یکی از روش های تأمین این انرژی، گرما دادن به واکنش دهنده ها است.

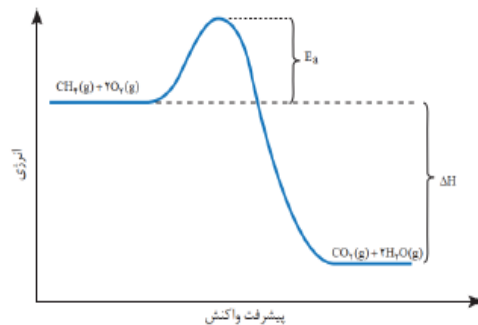
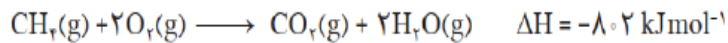
**نکته :** واکنش های شیمیایی صرف نظر از اینکه گرماده یا گرماگیر باشند، برای آغاز شدن به انرژی فعال سازی نیاز دارند.

## برای نمونه :

هنگامی که نوک کبریت روی سطح زبر قوطی کبریت کشیده شود، گرما تولید می شود. این گرما انرژی فعال سازی واکنش شیمیایی انجام شده را تأمین می کند.

دمای موتور خودروها بیشتر از  $1000^{\circ}\text{C}$  است.

## واکنش سوختن متان :



۱- هر چند این واکنش گرماده است اما برای آغاز شدن به جرقه یا شعله نیاز دارد. در واقع جرقه یا شعله فندک و کبریت، انرژی فعال سازی واکنش را تأمین می کند.

۲- واکنش دهنده ها برای آغاز واکنش باید حداقلی از انرژی را داشته باشند تا با عبور از سد انرژی به فراورده ها تبدیل شوند.

۳- فراورده هایی که در این واکنش پایدارتر از واکنش دهنده ها هستند.

۴- اگر انرژی فعال سازی این واکنش تأمین نشود، واکنش دهنده ها دست نخورده باقی می مانند.

**نکته :** هرچه انرژی فعال سازی واکنشی بیشتر باشد، سرعت آن کمتر است. در نتیجه واکنش در شرایط دشوارتر و دمای بالاتری انجام می شود.

### چرا با بزرگ بودن انرژی فعال سازی واکنش باید در شرایط دشوارتر و دمای بالاتری انجام شود ؟

زیرا بزرگ بودن  $E_a$  نشان می دهد که واکنش دهنده ها برای عبور از این سد به انرژی بیشتری نیاز دارند. از این رو با افزایش دما، انرژی واکنش دهنده ها بیشتر می شود. به طوری که شمار ذره هایی که در واحد زمان می توانند به فراورده ها تبدیل شوند، افزایش یافته و در نتیجه سرعت واکنش افزایش می یابد.

### چرا برخی واکنش ها در صنعت صرفه اقتصادی ندارند؟

چون این واکنش ها در صنعت فقط در دما و فشار بالا انجام می شوند و تولید فراورده ها در آنها به علت مصرف انرژی زیاد جهت افزایش دما و فشار صرفه اقتصادی ندارد.

به نظر شما چگونه می توان واکنش هایی که انرژی فعال سازی زیادی دارند را در دما و فشار پایین با سرعت مناسب انجام داد؟

یافتن راهی برای کاهش انرژی فعال سازی است که با استفاده از کاتالیزگر امکان پذیر است.

## کاتالیز گر :

- ۱- ماده ای است که سرعت واکنش های شیمیایی را افزایش می دهد.
- ۲- هر کاتالیز گر به شمار معدودی واکنش سرعت میدهد. یعنی هر کاتالیز گر نمی تواند به همه واکنشها سرعت ببخشد.
- ۳- کاتالیز گر اغلب اختصاصی و انتخابی عمل می کند.
- ۴- در حضور کاتالیز گر نباید واکنش های ناخواسته دیگری انجام شود.
- ۵- کاتالیز گر در شرایط انجام واکنش باید پایداری شیمیایی و گرمایی مناسبی داشته باشد. یعنی در اثر گرما پایدار بماند و تجزیه نشود.

۶- استفاده از کاتالیز گر در صنایع گوناگون سبب کاهش آلودگی محیط زیست می شود.

۷- کاتالیز گر در هر واکنش شیمیایی با کاهش انرژی فعال سازی، سرعت واکنش را افزایش می دهد

۸- کاتالیز گر مقدار آنتالپی واکنش (گرمای واکنش) را تغییر نمی دهد.

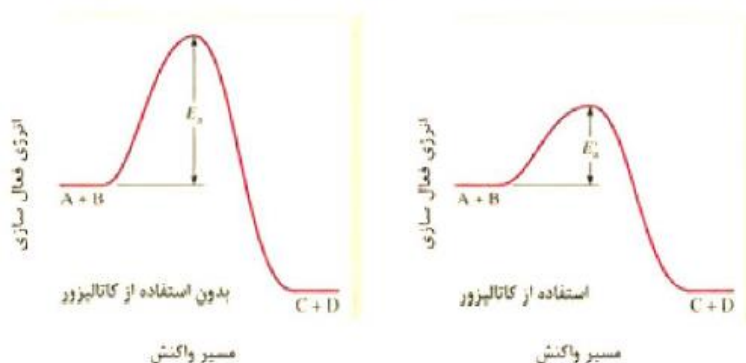
۹- کاتالیز گرها در واکنش شرکت می کنند؛ اما در پایان واکنش مصرف نشده باقی می مانند. از این رو، می توان آنها را بارها و بارها به کار برد.

کاتالیز گر را می توان به تونلی در یک جاده کوهستانی تشبیه کرد. تونل با کوتاه کردن مسیر حرکت سبب می شود که مسافران زود تر به مقصد برسند، کاتالیز گر نیز با تغییر مسیر واکنش، انرژی فعال سازی را کاهش داده و سبب می شود واکنش دهنده ها سریع تر به فراورده ها تبدیل شوند به دیگر سخن کاتالیز گر سرعت تبدیل واکنش دهنده ها را به فراورده ها افزایش می دهد.

## کاتالیز گر چگونه موجب افزایش سرعت واکنش می شود ؟

نمودار زیر اثر کاتالیز گر را بر یک واکنش فرضی نشان میدهد.

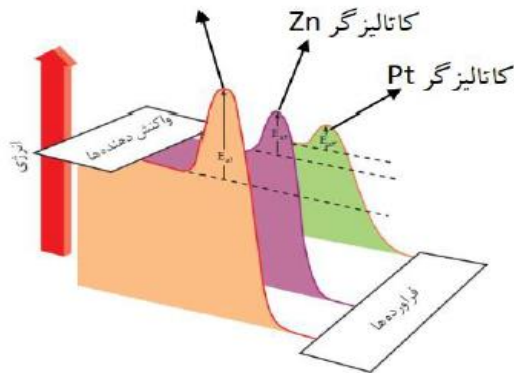
همانگونه که می بینید کاتالیز گر با کاهش انرژی فعال سازی واکنش سرعت را افزایش می دهد.





## نمودار زیر اثر دو کاتالیزگر مختلف را بر واکنش گازهای هیدروژن و اکسیژن نشان میدهد :

برای اینکه مخلوط گازهای هیدروژن و اکسیژن در دمای اتاق ( $25^{\circ}\text{C}$ ) با هم واکنش دهند می توان از دو کاتالیزگر مختلف مانند فلز روی (پودر روی) و فلز پلاتین (توری پلاتینی) استفاده کرد.



همانگونه که مشاهده میکنید :

- ۱- کاتالیزگر ها انرژی فعالسازی واکنش را کاهش می دهند و موجب افزایش سرعت واکنش می شوند.
- ۲- کاتالیزگرها سطح انرژی (محتوای انرژی) واکنش دهنده ها و فراورده ها را تغییر نمی دهند.
- ۳- کاتالیزگرها مقدار آنتالپی واکنش را تغییر نمی دهند.

## واکنش میان گازهای هیدروژن و اکسیژن در شرایط مختلف :

شرایط آزمایش	دما ( $^{\circ}\text{C}$ )	سرعت واکنش	آنتالپی واکنش (kJ)
بدون حضور کاتالیزگر	۲۵	ناچیز	-۵۷۲
ایجاد جرقه در مخلوط	۲۵	انفجاری	-۵۷۲
در حضور پودر روی	۲۵	سریع	-۵۷۲
در حضور توری پلاتینی	۲۵	انفجاری	-۵۷۲

- ۱- این واکنش در دمای اتاق ( $25^{\circ}\text{C}$ ) بدون حضور کاتالیزگر انجام نمی شود چون انرژی فعالسازی آن زیاد است .
- ۲- مخلوط گازهای هیدروژن و اکسیژن در دمای اتاق ( $25^{\circ}\text{C}$ ) با ایجاد جرقه به صورت انفجاری با یکدیگر واکنش می دهند جرقه انرژی فعالسازی لازم برای انجام واکنش را فراهم می کند.
- ۳- مخلوط گازهای هیدروژن و اکسیژن در دمای اتاق ( $25^{\circ}\text{C}$ ) در حضور کاتالیزگر پودر روی سریع با یکدیگر واکنش می دهند.
- ۴- مخلوط گازهای هیدروژن و اکسیژن در دمای اتاق ( $25^{\circ}\text{C}$ ) در حضور توری پلاتینی به عنوان کاتالیزگر به صورت انفجاری با یکدیگر واکنش می دهند.

**نکته :** در واکنش گازهای هیدروژن و اکسیژن پلاتین نسبت به روی انرژی فعالسازی واکنش را به مقدار بیش تری کاهش می دهد پس میتوان نتیجه گرفت واکنش گازهای هیدروژن و اکسیژن در حضور کاتالیزگر پلاتین سریعتر از کاتالیزگر روی است.

همانگونه که مشاهده میکنید :

- ۱- کاتالیزگرها انرژی فعالسازی واکنش را کاهش می دهند و موجب افزایش سرعت واکنش می شوند.
- ۲- کاتالیزگرها سطح انرژی (محتوای انرژی) واکنش دهنده ها و فرآورده ها را تغییر نمی دهند.
- ۳- کاتالیزگرها مقدار آنتالپی واکنش را تغییر نمی دهند.

### واکنش میان گازهای هیدروژن و اکسیژن در شرایط مختلف :

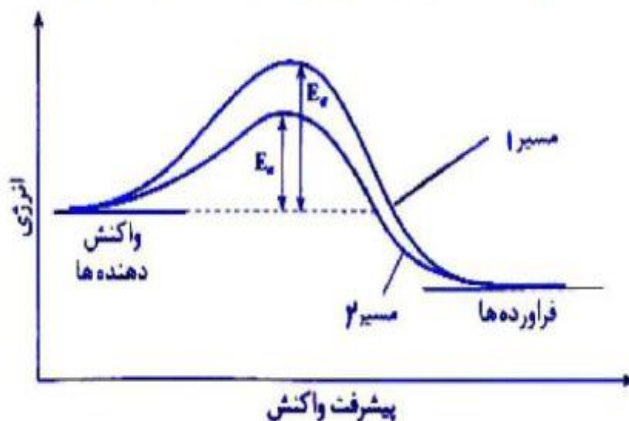
شرایط آزمایش	دما (°C)	سرعت واکنش	آنتالپی واکنش (kJ)
بدون حضور کاتالیزگر	۲۵	ناچیز	-۵۷۲
ایجاد جرقه در مخلوط	۲۵	انفجاری	-۵۷۲
در حضور پودر روی	۲۵	سریع	-۵۷۲
در حضور توری پلاتینی	۲۵	انفجاری	-۵۷۲

- ۱- این واکنش در دمای اتاق (۲۵ °C) بدون حضور کاتالیزگر انجام نمی شود چون انرژی فعالسازی آن زیاد است .
- ۲- مخلوط گازهای هیدروژن و اکسیژن در دمای اتاق (۲۵ °C) با ایجاد جرقه به صورت انفجاری با یکدیگر واکنش می دهند جرقه انرژی فعالسازی لازم برای انجام واکنش را فراهم می کند.
- ۳- مخلوط گازهای هیدروژن و اکسیژن در دمای اتاق (۲۵ °C) در حضور کاتالیزگر پودر روی سریع با یکدیگر واکنش می دهند.
- ۴- مخلوط گازهای هیدروژن و اکسیژن در دمای اتاق (۲۵ °C) در حضور توری پلاتینی به عنوان کاتالیزگر به صورت انفجاری با یکدیگر واکنش می دهند.

**نکته :** در واکنش گازهای هیدروژن و اکسیژن پلاتین نسبت به روی انرژی فعالسازی واکنش را به مقدار بیش تری کاهش می دهد پس میتوان نتیجه گرفت واکنش گازهای هیدروژن و اکسیژن در حضور کاتالیزگر پلاتین سریعتر از کاتالیزگر روی است.

شکل زیر نمودار تغییر انرژی واکنش :  $2H_2O_2(aq) \rightarrow 2H_2O(l) + O_2(g)$  را در حضور و در غیاب کاتالیزگر نشان می دهد .

(دی ۸۶ - تعبر فارغ کشور)



- آ) کدام مسیر (۱ یا ۲) تغییر انرژی واکنش را در حضور کاتالیزگر نشان می دهد؟ دلیل پاسخ خود را بنویسید .
- ب) در کدام مسیر تبدیل واکنش دهنده ها به فرآورده ها دشوارتر است؟
- پ) تغییر آنتالپی واکنش در مسیرهای ۱ و ۲ را با هم مقایسه کنید .

تست : چند مورد از موارد زیر درست است ؟

- آ) فسفر سفید برخلاف گاز هیدروژن در هوا و در دمای اتاق می سوزد.  
ب) واکنش سوختن گاز هیدروژن با ایجاد جرقه به صورت انفجاری انجام می شود.  
پ) اگر مجموع انرژیهای پیوندی فراورده ها بیشتر از واکنش دهنده ها باشد واکنش گرماده است.  
ت) در صنعت واکنشهایی که در دما و فشار بالا انجام می شوند راهی اقتصادی برای انجام آنها وجود ندارد.  
ث) کاتالیزگر همانند تونل با کوتاه کردن مسیر واکنش، انرژی فعال سازی را کاهش داده و سبب افزایش سرعت می شود

۱(۱)      ۲(۲)      ۳(۳)      ۴(۴)

تست : در واکنشهایی که سطح انرژی واکنش دهنده ها یکسان است هرچه.....

- ۱) سطح انرژی فراورده ها پایین تر باشد سرعت انجام واکنش بیشتر است.  
۲) تفاوت سطح انرژی فراورده ها با واکنش دهنده ها بیشتر باشد گرمای آزاد شده بیشتر است.  
۳) انرژی فعالسازی بیشتر باشد واکنش گرماگیر تر است.  
۴) انرژی فعالسازی کمتر و سطح انرژی فراورده پایین تر باشد واکنش آسان تر انجام می شود.

چند مورد از مطالب زیر در مورد کاتالیزگر درست است؟

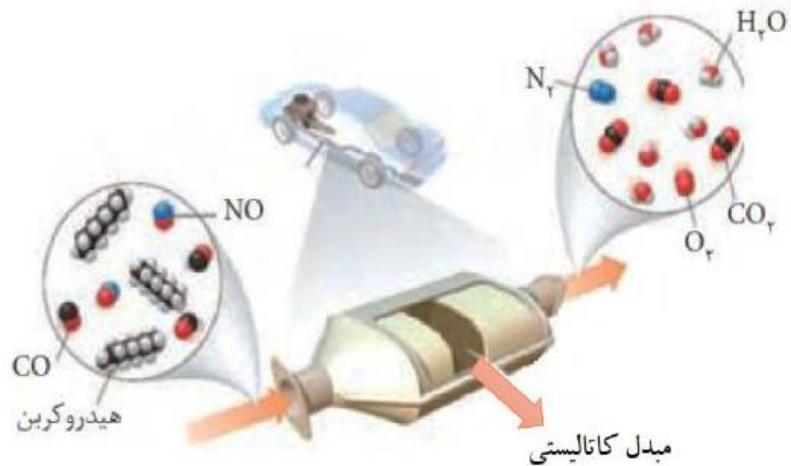
- الف) در صنایع گوناگون می توانند سبب کاهش آلودگی محیط زیست شوند.  
ب) با استفاده از آن ها می توان واکنش ها را در دمای پایین تر انجام داد.  
پ) با استفاده از آن ها می توان مقدار نهایی فراورده ها را افزایش داد.  
ت) با استفاده از آن ها می توان پایداری فراورده ها را افزایش داد.

۱(۱)      ۲(۲)      ۳(۳)      ۴(۴)

آنتالپی واکنشی برابر  $560 \text{ kJ}$  است. اگر در غیاب کاتالیزگر، آنتالپی واکنش  $1/75$  برابر انرژی فعال سازی واکنش باشد و در صورت استفاده از کاتالیزگر انرژی فعال سازی  $20\%$  کاهش یابد، انرژی فعال سازی و آنتالپی واکنش در حضور کاتالیزگر به ترتیب برابر است با :

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

کاتالیزورها در خدمت صنعت خودروسازی برای کاهش آلودگی هوا:



آلاینده های زیر در خروجی اگزوز خودروها وجود دارد:



۱- این آلاینده ها در کسری از ثانیه از موتور خودرو خارج و وارد هواکره می شوند. یعنی زمان خروج این گازها از موتور خودرو و ورود به هواکره بسیار کوتاه است.

۲- دمای این آلاینده ها در این زمان بسیار کوتاه به سرعت کاهش می یابد.

۳- شیمی دان ها و مهندسان شیمی با تکیه بر دانش شیمی خود، توانستند راهکارهایی را برای کاهش یا حذف آلاینده های خروجی از اگزوز خودروها پیشنهاد دادند. یکی از این روشها استفاده از مبدل کاتالیزی در خودروهاست.

منشاء پیدایش این آلاینده ها این گونه می باشد:

نیتروژن مونوکسید NO: نیتروژن و اکسیژن موجود در هوا در دمای اتاق با یکدیگر واکنش نمی دهند اما در دمای بالای احتراق در موتور خودرو (که بیشتر از  $1000^\circ\text{C}$  است) با هم واکنش داده و به اکسید نیتروژن تبدیل می شوند.

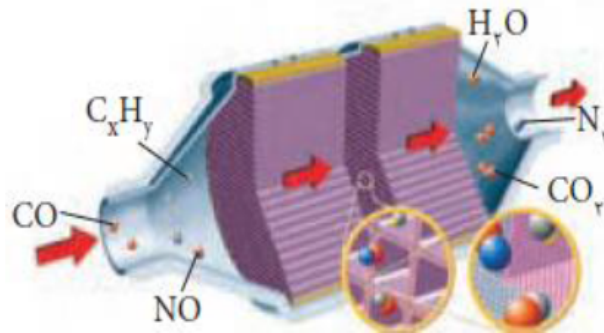
کربن مونوکسید CO:

از سوختن ناقص سوخت در موتور خودروها گازسمی کربن مونوکسید تولید می شود.

هیدروکربن های نسوخته  $\text{C}_x\text{H}_y$ :

هیدروکربنهای فرارتر موجود در سوخت به صورت خام و نسوخته از اگزوز خارج می شوند.

## مبدل کاتالیستی خودروهای بنزینی :

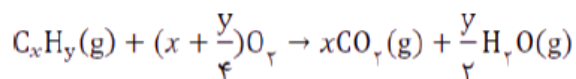


- ۱- مبدل کاتالیستی قطعه ای است که در مسیر گازهای خروجی از خودروها درون آگزوز در نزدیکی موتور خودرو قرار دارد.
- ۲- مبدل کاتالیستی می تواند باعث حذف یا کاهش آلاینده ها شود.
- ۳- حذف یا کاهش آلاینده ها طی یک سری واکنش های شیمیایی با تبدیل گازهای سمی حاصل از احتراق خودرو به گازهای بی ضرر، از آلودگی هوا جلوگیری می کند.
- ۴- درون مبدل یکسری واکنش های اکسایش و کاهش انجام می شود. طی این واکنش ها، مونو اکسید کربن، اکسید نیتروژن، و کربوهیدرات های حاصل از احتراق ناقص سوخت، به دی اکسید کربن، نیتروژن، و آب تبدیل می شوند.
- ۵- درون مبدل کاتالیستی صفحاتی سرامیکی قرار دارد که به شکل توری به کار می رود، فلزهای رودیم (Rh)، پالادیم (Pd) و پلاتین (Pt) نشانده شده است.
- ۶- در سطح سرامیک ها درون مبدل کاتالیستی، توده های فلزی با قطر ۲ تا ۱۰ نانومتر وجود دارند.
- ۷- برای افزایش کارایی مبدل کاتالیستی، گاهی سرامیک را به شکل مش (دانه های ریز) درمی آورند و کاتالیزورها را روی سطح آن می نشانند چون سطح تماس را افزایش داده و سرعت واکنش را افزایش دهند.
- ۸- مبدل کاتالیستی برای مدت طولانی کار می کند اما پس از مدت معینی کارایی آن کاهش می یابد و دیگر قابل استفاده نیست.

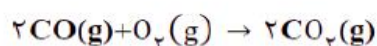
**نکته :** هنگام روشن کردن موتور خودرو در یک روز سرد زمستانی به علت سرد بودن گازها خروجی آگزوز، انرژی فعالسازی لازم برای انجام واکنش حتی در حضور کاتالیزور مبدل کاتالیستی وجود ندارد. به همین دلیل مبدل نمی توان گازهای آلاینده را حذف کند.

### واکنش های انجام شده در مبدل کاتالیستی جهت حذف آلاینده ها :

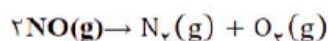
۱- هیدروکربن های نسوخته با عبور از سطح کاتالیزگرهای مبدل کاتالیستی با اکسیژن هوا می سوزد و به کربن دی اکسید و بخار آب تبدیل می شود.



۲- گاز کربن مونوکسید با عبور از سطح کاتالیزگرهای مبدل کاتالیستی با اکسیژن هوا می سوزد و به کربن دی اکسید تبدیل می شود.

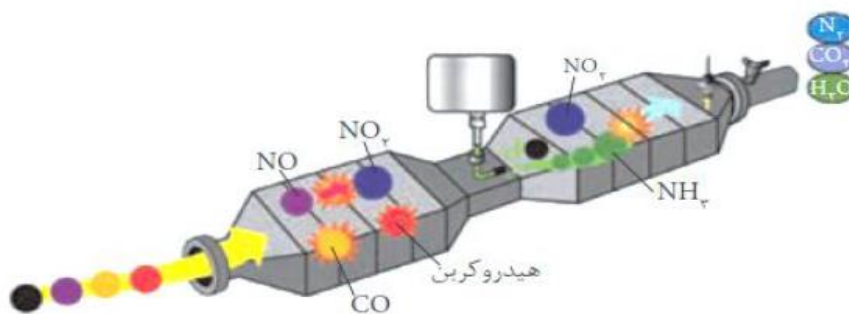


۳- گاز نیتروژن مونوکسید با عبور از سطح کاتالیزگرهای مبدل کاتالیستی تجزیه شده و به گازهای بی خطر اکسیژن و نیتروژن تبدیل می شود.



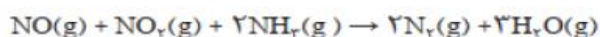
### مبدل کاتالیستی در خودروهای دیزلی :

پی بردید که با استفاده از مبدل کاتالیستی می توان از ورود آلاینده های تولید شده در خودروهای بنزینی به هوا کره جلوگیری کرد. اما بررسی ها نشان می دهد که با استفاده از این نوع مبدل ها نمی توان گازهای NO و NO<sub>2</sub> خروجی از خودروهای دیزلی را به گاز نیتروژن تبدیل کرد. بنابراین برای حل این مسئله، پژوهشگران و مهندسان برای خودروهای دیزلی مبدل کاتالیستی نو طراحی کرده اند. در این مبدل های کاتالیستی علاوه بر کاتالیزگرها از گاز آمونیاک هم استفاده می شود.



با ورود آمونیاک و انجام واکنش زیر، گازهای NO و NO<sub>2</sub> به گاز N<sub>2</sub> تبدیل شده و تا حدود زیادی از ورود گازهای NO و NO<sub>2</sub> به هوا کره جلوگیری می شود.

گونه اکسنده و کاهنده این واکنش را مشخص کنید .



چه تعداد از مطالب زیر درست اند؟

\* هر کاتالیزگر می تواند یک واکنش معین را سرعت ببخشد .

\* کاتالیزرها باید در برابر شرایط انجام واکنش های شیمیایی پایدار بمانند .

\* مبدل کاتالیستی خودروها ، توری هایی از جنس فلزهای پلاتین ، پالادیم و رودیم هستند .

\* گاز  $N_2O$  خروجی از اگزوز خودروها در مجاورت مبدل کاتالیستی به سرعت به گاز  $NO_2$  مبدل می شود .

۴ (۱) ۳ (۲) ۲ (۳) ۱ (۴)

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

$CO_2$  (۱)  $H_2O, CO_2$  (۲)  $O_2, CO_2$  (۳)  $O_2, N_2$  (۴)

در صورتی که در شهر تهران 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		۶	۱/۶۷	۱/۰۴
در غیاب مبدل		۰/۶	۰/۰۷	۰/۰۴
در حضور مبدل				

۸۵ - ۷۱۰۰ (۱) ۸۵ - ۷۵۰۰ (۲) ۹۲ - ۷۱۰۰ (۳) ۹۲ - ۷۵۰۰ (۴)

مجموع ضرایب استوکیومتری مواد در معادله شیمیایی حذف **CO** چند برابر مجموع ضرایب استوکیومتری مواد

در حذف **NO** هنگام استفاده از مبدل های کاتالیستی است؟

۰/۸ (۱) ۱/۲۵ (۲) ۲ (۳) ۱ (۴)

چه تعداد از عبارتهای زیر صحیح هستند؟

(الف) استفاده از مبدل های کاتالیستی مقدار آلاینده های خروجی از اگزوز خودروها به صفر می رسد.

(ب) همه واکنش های انجام شده در مبدل های کاتالیستی گرماده بوده و از نوع اکسایش و کاهش هستند.

(پ) با استفاده از کاتالیزگر می توان واکنش را در دماهای پایین تری انجام داد.

(ت) فلز **Ru** یکی از فلزات به کار رفته در مبدل های کاتالیستی است.

۲ (۱) ۱ (۲) ۴ (۳) ۳ (۴)

## تبادل شیمیایی

### واکنشهای برگشت پذیر :

۱- واکنش هایی که در آنها همه واکنش دهنده ها به فراورده ها تبدیل نمی شوند، بلکه در شرایط معین مقدار آنها در سامانه ثابت خواهد ماند.

۲- این واکنش ها به طور کامل پیش نمی روند؛ بلکه تا حدی پیش می روند و پس از آن مقدار فراورده (ها) دیگر افزایش نمی یابد .

۴- حضور هم زمان واکنش دهنده ها و فراورده ها در مخلوط واکنش را می توان نشانه ای از برگشت پذیر بودن واکنش ها دانست.

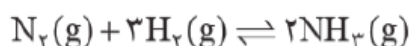
### واکنش تعادلی :

۱- نوعی واکنش برگشت پذیر است که در آن واکنش رفت و برگشت همزمان و با سرعت یکسان انجام می شود.

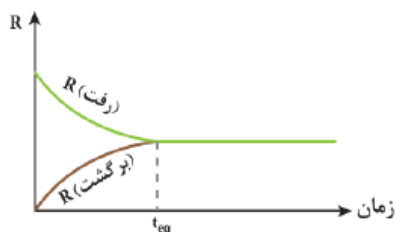
۲- واکنشهای تعادلی تا حدی پیش می روند و پس از آن مقدار فراورده ها دیگر تغییر نخواهد کرد. چون سرعت واکنش رفت و برگشت برابر می شود.

۳- در دمای معین در یک واکنش تعادلی که ، مخلوطی از گازهای واکنش دهنده و فراورده با غلظت ثابت است. (ممکن است غلظت واکنش دهنده ها و غلظت فراورده ها با یکدیگر برابر یا متفاوت باشد).

### چگونگی برقراری تعادل در واکنش برگشت پذیر بین گازهای هیدروژن و نیتروژن :



تصور کنید مخلوطی از گازهای  $N_2(g)$  و  $H_2(g)$  درون سامانه بسته ای در دمای معین وارد شده اند. از واکنش میان آنها  $NH_3(g)$  تولید می شود و با پیشرفت واکنش رفت به تدریج از مقدار  $N_2(g)$  و  $H_2(g)$  کاسته و در پی آن از سرعت واکنش رفت کاسته می شود. واکنش برگشت در آغاز انجام نمی شود زیرا هنوز  $NH_3(g)$  تولید نشده و در سامانه موجود نیست. اما به تدریج با تولید  $NH_3(g)$  ، واکنش برگشت بتدریج انجام می شود. بدیهی است که سرعت واکنش برگشت در آغاز کم بوده و به تدریج افزایش می یابد. با گذشت زمان، سرعت واکنش رفت کاهش و سرعت واکنش برگشت افزایش می یابد تا جایی که این دو سرعت با یکدیگر برابر می شوند. در این لحظه تعادل شیمیایی برقرار شده که تعادلی پویاست زیرا در این سامانه واکنش رفت و واکنش برگشت با سرعتی برابر رخ می دهند. با این توصیف، مول و نیز غلظت همه مواد شرکت کننده در این سامانه تعادلی ثابت می ماند.



نمودار سرعت- زمان برای واکنش تعادلی

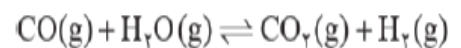
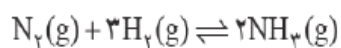


## عبارت ثابت تعادل :

برای واکنش فرضی تعادلی  $aA + bB \rightleftharpoons cC + dD$  در یک دمای معین، نسبت حاصل ضرب غلظت تعادلی فراورده ها هریک به توان ضریب استوکیومتری، به حاصل ضرب غلظت تعادلی واکنش دهنده ها هر یک به توان ضریب استوکیومتری، همواره مقدار ثابتی است که به آن ثابت تعادل می گویند.

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

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



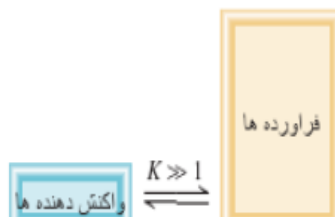
## ثابت تعادل نشان دهنده میزان پیشرفت واکنش :

هر چه میزان پیشرفت واکنش بیشتر باشد، درصد بیشتری از واکنش دهنده ها، به فراورده ها تبدیل می شوند و ثابت تعادل عدد بزرگتری است.

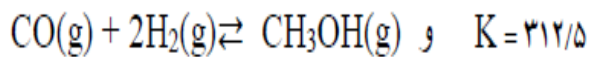
۱- اگر مقدار عددی ثابت تعادل خیلی کوچکتر از ۱ باشد میزان پیشرفت واکنش بسیار کم است و درصد کمی از واکنش دهنده ها به فراورده ها تبدیل می شوند .



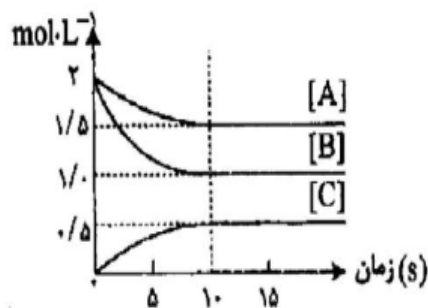
۲- اگر مقدار عددی ثابت تعادل خیلی کوچکتر از ۱ باشد میزان پیشرفت واکنش زیاد است و درصد زیادی از واکنش دهنده ها به فراورده ها تبدیل می شوند .



۳- در دمای معین و در ظرفی به حجم ۵ لیتر مقدار ۰/۶۴ g متانول و ۰/۲۸ g کربن مونوکسید با مقداری هیدروژن در حال تعادل می باشند جرم گاز هیدروژن موجود در ظرف چند گرم است؟  $C=12$  و  $H=1$  و  $O=16$



۷- نمودار زیر تغییر غلظت هر یک از گونه های شرکت کننده در واکنش را حین برقراری تعادل:  $aA(g) + bB(g) \rightleftharpoons cC(g)$



در دمای معینی نشان می دهد .

آ) هر یک از ضرایب استوکیومتری  $c$ ،  $b$ ،  $a$  را تعیین کنید .

ب) ثابت تعادل واکنش را به دست آورید.

آزاد تجربی ۷۳: اگر در تعادل گازی:  $2HI \rightleftharpoons H_2 + I_2$  در دمای معین غلظت مولی در حال تعادل  $H_2$  و  $I_2$  یکسان و

$0/12$  غلظت مولی  $HI$  باشد، ثابت تعادل در دمای آزمایش کدام است؟

$1) 1/44 \times 10^{-2}$      
  $2) 2/88 \times 10^{-2}$      
  $3) 3/6 \times 10^{-2}$      
  $4) 4/2 \times 10^{-2}$

## تأمین غذا یکی دیگر از چالش های زندگی :

می دانید که غذا به عنوان محور رشد و سلامتی، یکی از ضرورت های زندگی برای ادامه آن به شمار می رود.

دو عاملی که تأمین غذا را به یکی دیگر از چالش های زندگی تبدیل کرده است :

۱- محدودیت منابع ۲- روند رو به افزایش جمعیت

بهترین راه حل برای تأمین غذا :

افزایش بهره وری در تولید فراورده های کشاورزی با شناسایی، تولید و افزودن کودهای شیمیایی مناسب به خاک راهگشا خواهد بود.

## آمونیاک و بهره وری در کشاورزی :

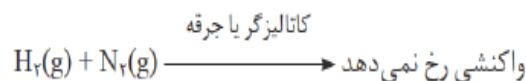
۱- گیاهان با جوی سرشار از گاز نیتروژن احاطه شده اند اما نمی توانند این عنصر ضروری برای رشد خود را به طور مستقیم از هوا جذب کنند.

۲- نیتروژن را باید به شکل ترکیب های نیتروژن دار از جمله آمونیاک و اوره به خاک افزود تا توسط گیاهان قابل جذب باشد.

۳- در برخی کشورها برای افزایش بازده فراورده های کشاورزی، آمونیاک مایع را به عنوان کود شیمیایی به طور مستقیم به خاک تزریق می کنند.

۴- گیاهان برای رشد افزون بر کربن دی اکسید و آب به عنصرهایی مانند S و N و P و K... نیاز دارند.

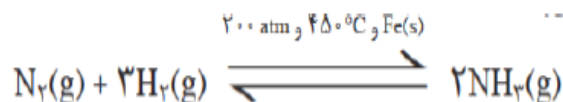
## واکنش میان گازهای نیتروژن و هیدروژن و تولید آمونیاک :



۱- در دمای اتاق، واکنش میان گازهای نیتروژن و هیدروژن حتی در حضور کاتالیزگر یا جرقه پیش نمی رود چرا؟ چون انرژی

فعالسازی واکنش بسیار زیاد است جرقه انرژی لازم را برای آغاز واکنش فراهم نمی کند.

۲- از سوی دیگر این واکنش، برگشت پذیر است و می تواند در شرایط مناسب به تعادل برسد.

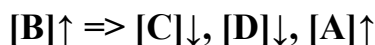
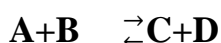


اصل لوشاتلیه : اگر در یک واکنش تعادلی تغییری تحمیل شود تعادل در جهتی پیش می رود که آن تغییر تحمیل شده را از بین ببرد یا به کمترین مقدار ممکن برسد.

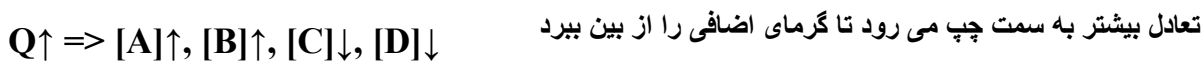
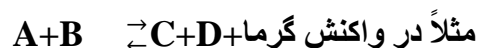
نکته : برطبق اصل لوشاتلیه اضافی باید مصرف و کمبود باید جبران شود.

1- اثر غلظت : تغییر غلظت باعث جابجایی تعادل می شود اما بر ثابت تعادل اثری ندارد.

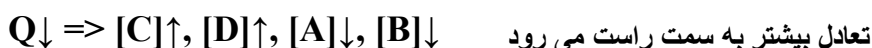
در واکنش تعادلی  $A+B \rightleftharpoons C+D$  خواهیم داشت



2- اثر دما : دما در واکنش های گرماده مانند یک فرآورده و در واکنش های گرماگیر مانند یک واکنش دهنده عمل می کند.



نکته مهم : به طور کلی افزایش گرما (دما) هم سرعت رفت و هم سرعت برگشت را زیاد می کند اما در سمتی که گرما وجود دارد بیشتر افزایش می دهد.



نکته : کاهش دما هم سرعت رفت و هم سرعت برگشت را کاهش می دهد اما در سمتی که گرما وجود دارد بیشتر کاهش می دهد.

نکته : در یک سامانه تعادلی اگر دما افزایش یابد تعادل در جهتی جابجا می شود که گرما را مصرف کند و اگر دما کاهش یابد تعادل در جهتی جابجا می شود که گرما را آزاد کند.

### 3- اثر فشار :

به طور کلی فشار تنها در تعادلات گازی اثر دارد که تعداد مول گازی دو طرف برابر نباشد در صورت برابر بودن افزایش فشار سرعت واکنش های رفت و برگشت را به یک میزان افزایش می دهد.

نکته مهم : افزایش فشار (کاهش حجم) تعادل به سمتی پیش می برد که مول گازی کمتری وجود دارد تا اثر فشار زیادی را تعدیل دهد و کاهش فشار باعث جابجایی تعادل به سمت مول گازی بیشتر سوق می دهد.

نکته : افزایش فشار هم سرعت رفت و هم سرعت واکنش برگشت را کاهش می دهد اما در سمتی که گاز بیشتری وجود دارد بیشتر تاثیر می گذارد.

تست : اگر در تعادل گازی  $2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_3$  اگر حجم ظرف را نصف کنیم کدام اتفاق روی می دهد؟

الف) غلظت همه گونه ها افزایش می یابد

ب) ثابت تعادل نصف می شود

ج) مول  $\text{SO}_2$  و  $\text{O}_2$  کاهش و مول  $\text{SO}_3$  افزایش می یابد

د) الف و ج

نکته : به طور کلی افزایش فشار غلظت همه گونه ها را افزایش می دهد اما مول مواد بر اساس اصل لوشاتیله تغییر می کند.

### 4- اثر کاتالیزگر :

کاتالیزگر هیچ اثری نه بر جهت تعادل و نه بر مقدار ثابت تعادل ندارد فقط سرعت واکنش رفت و برگشت را به یک میزان افزایش می دهد.

## اصل لوشاتلیه :

اگر تغییری سبب به هم خوردن یک سامانه تعادلی شود، تعادل در جهتی جابه جا می شود که تا حد امکان اثر آن تغییر را جبران کند.



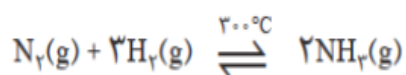
## تغییر غلظت سامانه در تعادل های گازی آمونیاک :

واکنش تعادلی با افزایش غلظت یکی از مواد شرکت کننده در دمای ثابت، در جهتی پیش می رود که تا حد امکان مقداری از آن را مصرف کند و به تعادل جدید برسد اما در این جابه جایی،  $K$  ثابت می ماند.

واکنش تعادلی با کاهش غلظت یکی از مواد شرکت کننده در دمای ثابت، در جهتی پیش می رود که تا حد امکان مقداری از آن را تولید کند و به تعادل جدید برسد اما در این جابه جایی،  $K$  ثابت می ماند.

## خود را بیازمایید :

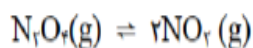
واکنش تعادلی زیر در سامانه ای با حجم و دمای ثابت برقرار است. با هر یک از تغییرهای زیر تعادل در چه جهتی جابه جا می شود؟ چرا؟



آ) خارج کردن مقداری گاز آمونیاک از سامانه

ب) وارد کردن مقداری گاز هیدروژن در سامانه

۷- در واکنش تعادلی زیر با بیان دلیل مشخص کنید با خارج کردن گاز  $\text{N}_2\text{O}_4$  رنگ سامانه تعادلی (قهوه ای پررنگ تر یا کم



رنگ تر) می شود؟

(قهوه ای) (بی رنگ)

### تغییر حجم سامانه در تعادل های گازی :

۱- کاهش حجم یک سامانه محتوی تعادل گازی یا افزایش فشار بر این سامانه در دمای ثابت سبب می شود که تعادل در جهت شمار مول های گازی کمتر جابه جا شود زیرا هرچه شمار مول های گاز موجود در یک سامانه کمتر باشد، شمار برخورد مولکول ها به دیواره ها کمتر و در نتیجه فشار گاز کمتر خواهد شد.

۲- افزایش حجم یک سامانه محتوی تعادل گازی یا کاهش فشار بر این سامانه در دمای ثابت سبب می شود که تعادل در جهت شمار مول های گازی بیشتر جابه جا شود زیرا هرچه شمار مول های گاز موجود در یک سامانه بیشتر باشد، شمار برخورد مولکول ها به دیواره ها بیشتر و در نتیجه فشار گاز بیشتر خواهد شد.

۳- با افزایش فشار بر یک واکنش تعادلی با شمار مول های گازی برابر در دو سوی معادله واکنش، تأثیری بر جابه جایی تعادل نخواهد داشت.

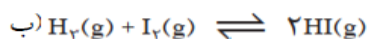
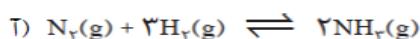
### اثر تغییر حجم (تغییر فشار) سامانه تعادلی گازی بر سرعت واکنش های رفت و برگشت :

افزایش سرعت رفت و برگشت	→	افزایش غلظت مواد	→	افزایش فشار (کاهش حجم)
کاهش سرعت رفت و برگشت	→	کاهش غلظت مواد	→	کاهش فشار (افزایش حجم)

۱- با افزایش فشار (کاهش حجم) صرف نظر از جهت جابجایی تعادل، غلظت همه گونه های تعادلی افزایش می یابد. به همین دلیل سرعت رفت و برگشت افزایش می یابد.

۲- با کاهش فشار (افزایش حجم) صرف نظر از جهت جابجایی تعادل، غلظت همه گونه های تعادلی کاهش می یابد. به همین دلیل سرعت رفت و برگشت کاهش می یابد.

۲- با در نظر گرفتن تعادل های گازی زیر به پرسشها پاسخ دهید :



آ) افزایش فشار موجب جابجایی کدام تعادل نمی شود؟ چرا؟

ب) با افزایش حجم سامانه تعادلی (T) ثابت تعادل واکنش چه تغییری می کند؟ چرا؟

پ) با کاهش فشار واکنش تعادلی (پ) شمار مولهای هر یک از گونه ها چه تغییری می کند؟

ت) با کاهش حجم سامانه تعادلی (ب) سرعت واکنش رفت و برگشت به ترتیب چه تغییری می کند؟

## دما، عاملی برای جابه جایی تعادل و تغییر K

تغییر دما عاملی است که افزون بر جابه جا کردن تعادل، توانایی تغییر K را نیز دارد، دماست. در واقع هنگامی که دمای یک سامانه محتوی تعادل گازی تغییر می کند، پس از رسیدن به تعادل جدید افزون بر تغییر غلظت مواد شرکت کننده، K نیز تغییر خواهد کرد.

اثر تغییر دما بر تعادل های گوناگون، یکسان نیست و به گرماده یا گرماگیر بودن آنها بستگی دارد. هنگامی که دمای یک سامانه تعادلی افزایش می یابد، واکنش در جهت مصرف گرما پیش می رود. هنگامی که دمای یک سامانه تعادلی کاهش می یابد، واکنش در جهت تولید گرما پیش می رود.

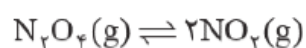
### اثر تغییر دما بر واکنش تعادلی گرماده :

۱- با افزایش دما، هم سرعت واکنش رفت و هم سرعت واکنش برگشت هر دو زیاد می شود اما سرعت واکنش ..... بیشتر افزایش می یابد. یعنی تعادل در جهت ..... پیشرفت می کند، در نتیجه سبب جابجایی تعادل به سمت ..... شده و مقدار K ..... می یابد

۲- با کاهش دما، هم سرعت واکنش رفت و هم سرعت واکنش برگشت هر دو کاهش می یابد اما سرعت واکنش ..... بیشتر کاهش می یابد. یعنی سیستم تعادلی در جهت ..... جابجا شده و ثابت تعادل ..... می یابد در نتیجه، مقدار ثابت تعادل K ..... می یابد

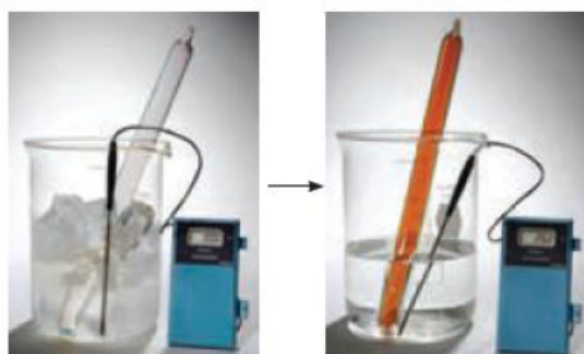
**نکته :** در یک واکنش گرماگیر دما با ثابت تعادل رابطه ..... دارد اما در واکنش گرماده دما با ثابت تعادل رابطه ..... دارد.

### اثر تغییر دما بر تعادل $\text{NO}_2(\text{g})$ , $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$ :



بی رنگ                      قهوه ای

تعادل میان گازهای  $\text{N}_2\text{O}_4$  ,  $\text{NO}_2$  در دو دمای مختلف :



\* اگر مخلوط تعادلی در آب جوش قرار گیرد تعادل در جهت ..... جابجا شده و غلظت ..... افزایش یافته و مخلوط تعادلی ..... رنگتر می شود . و چون با تغییر دما تعادل در جهت ..... جابجا شده پس ثابت تعادل ..... می یابد.



\*\*\* اگر مخلوط تعادلی در آب یخ قرار گیرد تعادل در جهت..... جابجا شده و غلظت..... کاهش یافته و مخلوط تعادلی..... رنگتر می شود. و چون با تغییر دما تعادل در جهت..... جابجا شده پس ثابت تعادل..... می یابد

تست: جدول مقابل ثابت تعادل واکنش را در دمای های مختلف نشان می دهد واکنش گرماده است یا گرماگیر؟ چرا؟  
 $2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g)$

دما (°C)	K (mol <sup>-1</sup> .L)
۲۵	$4/0 \times 10^{24}$
۲۲۷	$2/5 \times 10^{10}$
۴۳۶	$2/5 \times 10^4$

تست: با سرد کردن یک واکنش گرما گیر تعادل را به سمت..... یعنی در جهت..... غلظت فرآورده ها جا به جا می شود و مقدار K..... می یابد. با گرم کردن یک واکنش گرما ده تعادل در جهت..... یعنی در جهت تولید..... فرآورده ها جا به جا می شود و مقدار K..... می یابد.

### یافتن شرایط بهینه برای تولید آمونیاک توسط هابر :

شیمیدان مشهور آلمانی فریتس هابرو همکارش کارل بوش برای تلاش در تهیه آمونیاک از واکنش گازهای نیتروژن و هیدروژن، جایزه نوبل دریافت کردند.

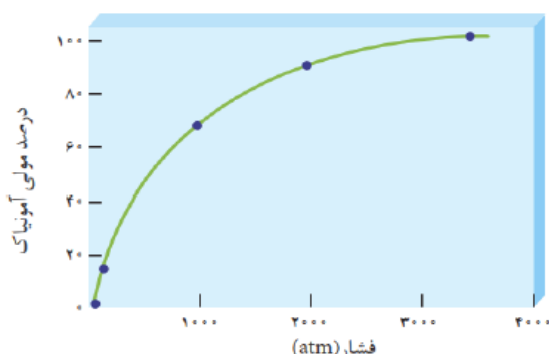


با تغییر غلظت، فشار و دما می توان سامانه های تعادلی را در جهت دلخواه جابه جا کرد. فریتس هابر نیز انتظار داشت که با تغییر این عوامل بتواند مقدار آمونیاک را در مخلوط تعادلی افزایش دهد. او می دانست که با افزایش دما و تأمین انرژی فعال سازی، سرعت واکنش افزایش خواهد یافت. از این رو واکنش را در دماهای بالاتر 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 می یافت چرا؟

هابر دریافت که افزایش دما نمی تواند برای تولید آمونیاک بیشتر ثمربخش باشد. او با استفاده از کاتالیزگر توانست واکنش را در دماهای پایین تر با سرعت مناسب انجام دهد، هر چند که هنوز هم درصد مولی آمونیاک در مخلوط مطلوب نبود. او برای رفع این مشکل، از افزایش فشار بر سامانه بهره برد.

به این ترتیب هابر توانست شرایط بهینه برای تولید آمونیاک را بیابد. شرایطی که در آن، **تنها ۲۸ درصد مولی** مخلوط را آمونیاک تشکیل می دهد. در پایان برای جداسازی آمونیاک از مخلوط واکنش، از تفاوت آشکار در نقطه جوش آمونیاک با دو گاز دیگر استفاده کرد.

**در دمای ثابت، با افزایش فشار درصد مولی آمونیاک در سامانه افزایش می یابد.**



**شرایط بهینه برای تولید آمونیاک :**

انجام واکنش در حضور ورقه آهنی و دمای ۴۵۰ درجه سلسیوس و فشار ۲۰۰ اتمسفر  
تذکر مهم : حتی در شرایط بهینه نیز تنها ۲۸ درصد مولی مخلوط را آمونیاک تشکیل می دهد.

**جداسازی آمونیاک از مخلوط واکنش هابر:**

می دانیم که در واکنش هابر ما مخلوطی از گازهای نیتروژن و هیدروژن و آمونیاک را در ظرف داریم. یکی از مشکلات هابر جداسازی گاز آمونیاک از مخلوط واکنش بود.

هابر توانست با استفاده از تفاوت آشکار در نقطه جوش آمونیاک با دو گاز دیگر گاز آمونیاک را از دو گاز دیگر جداسازی کند.

نام ماده	نقطه جوش (°C)
هیدروژن	-۲۵۳
نیتروژن	-۱۹۶
آمونیاک	-۳۴

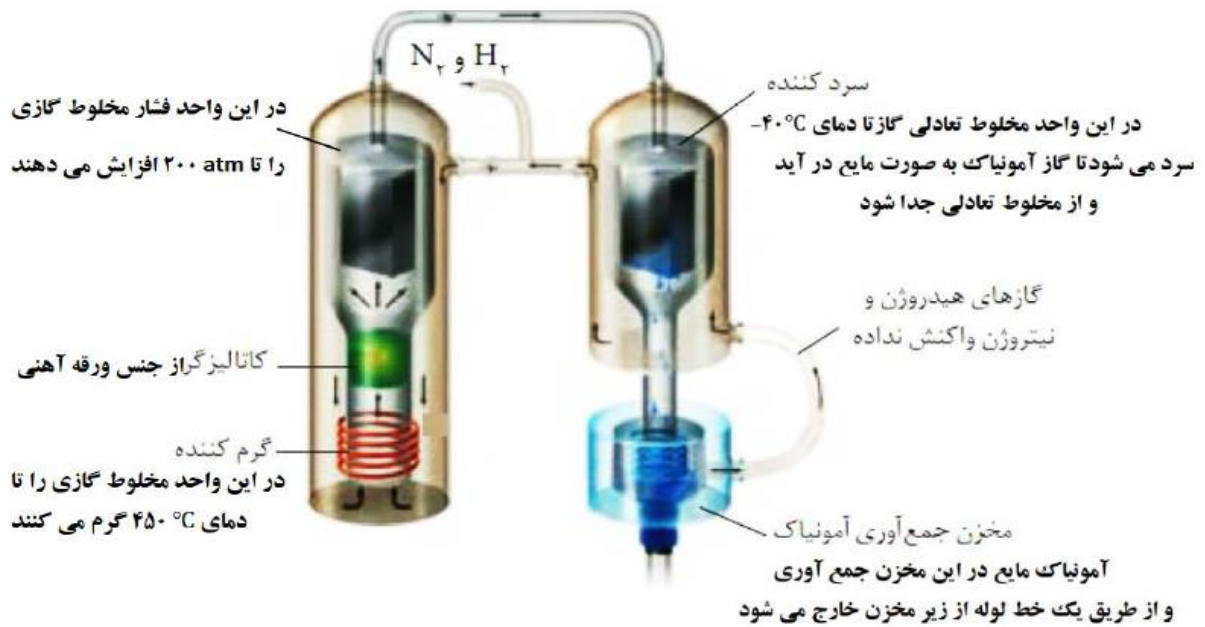
مولکول آمونیاک قطبی است و به علت داشتن پیوند های قطبی N-H توانایی تشکیل پیوند هیدروژنی را دارد.

اما مولکول نیتروژن و هیدروژن ناقطبی اند و نیروی بین مولکولی ضعیف و اندروالسی دارند و دمای جوش کمی دارند. اگر مخلوط گازی تحت فشار را سرد کنیم آمونیاک به علت داشتن نیروی بین مولکولی قوی تر آسانتر مایع شده و از مخلوط واکنش جداسازی می شود و از ته ظرف به صورت مایع خارج می شود.

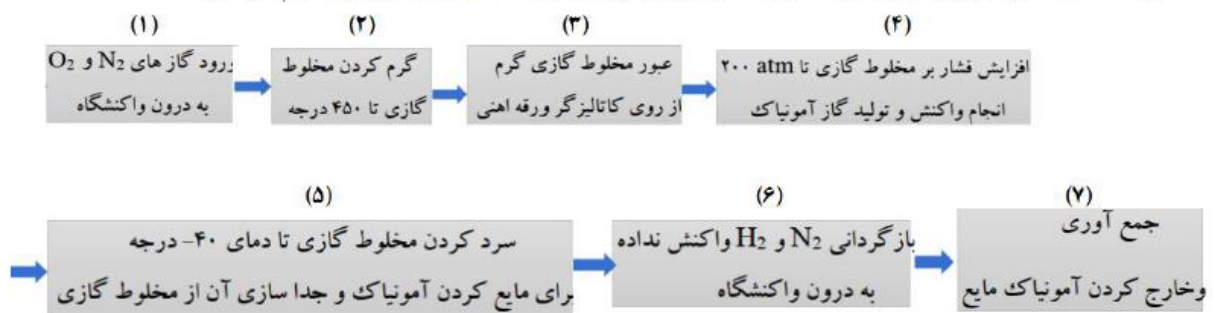
### فرایند هابر نمونه تاریخی جالبی از تأثیر پیچیده شیمی بر زندگی ماست.

هرچند تولید آمونیاک باعث طولانی تر شدن جنگ جهانی اول گردید؛ اما به دنبال آن شرایط تولید کودهای شیمیایی و افزایش بازدهی فراورده های کشاورزی فراهم شد.

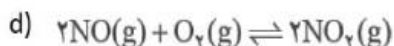
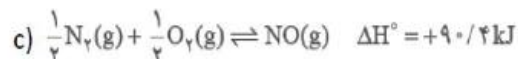
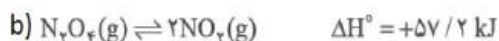
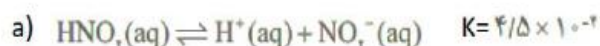
### شمایی از فناوری تولید آمونیاک به روش هابر :



همانگونه که در شکل می بینید برای تولید آمونیاک به روش هابر در فرایند صنعتی مراحل زیر انجام می شود :



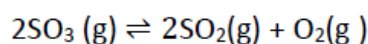
تست : چند مورد از مطالب بیان شده در باره واکنش های زیر درست اند؟



- با افزایش دما واکنش c در جهت رفت جابه جا می شود.
- در دمای ثابت انتقال واکنش d به ظرف کوچک تر سبب جابه جا شدن آن در جهت رفت می شود.
- اگر ظرف حاوی مخلوط تعادلی b را در آب جوش قرار دهیم مخلوط تعادلی کم رنگ تر می شود.
- اگر با افزایش دما ثابت تعادل واکنش a به  $8/5 \times 10^{-4}$  برسد PH محلول نیز کمی افزایش می یابد.

۱(۴)                      ۲(۳)                      ۳(۲)                      ۴(۱)

تست : تعادل زیر در سامانه ای بسته به حجم ۱ لیتر و در دمای معین برقرار شده است. تأثیر چند مورد از تغییرات اعمال شده،



درست عنوان نشده است؟

- بالا بردن دمای ظرف واکنش : افزایش ثابت تعادل
- افزودن مقداری گاز گوگرد تری اکسید : پیشرفت واکنش برگشت و کاهش ثابت تعادل
- انتقال واکنش به ظرفی ۱۰ لیتری: افزایش غلظت تمام گونه های شرکت کننده در واکنش
- افزایش فشار : افزایش غلظت اکسیژن و گوگرد دی اکسید
- کاهش دمای ظرف واکنش : کاهش فشار وارد آمده بر دیواره های ظرف و کاهش سرعت واکنش های رفت و برگشت

۱(۱)                      ۲(۲)                      ۳(۳)                      ۴(۴)

چه تعداد از مطالب زیر در مورد فرآیند هابر نادرست می باشد؟.

الف) واکنش تولید آمونیاک از گازهای  $\text{N}_2$ ,  $\text{H}_2$  در دما و فشار اتاق. با سرعت کمی انجام می شود.

ب) کاتالیزگر مناسب این واکنش اکسید فلز آهن است.

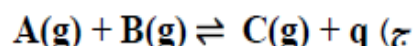
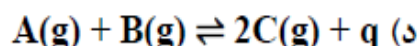
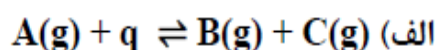
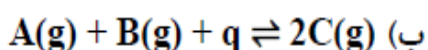
پ) هابر با یافتن شرایط بهینه توانست همهی واکنش دهنده ها را به فرآورده تبدیل کند.

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

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

۲(۱)                      ۳(۲)                      ۴(۳)                      ۵(۴)

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



کدام گزینه نادرست است؟

الف) با تغییر حجم یک سامانه تعادلی در دمای ثابت، غلظت مواد گازی شرکت‌کننده در تعادل تغییر می‌کند.  
 ب) یافته‌های تجربی نشان می‌دهد که کاهش حجم سامانه تعادلی تولید آمونیاک از مخلوط گازی  $N_2$  و  $H_2$  سبب می‌شود تعادل در جهت رفت جابه‌جا شود.

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

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

چند مورد از مطالب زیر نادرست است؟

۱) در واکنش تعادلی  $N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$  کاهش حجم ظرف باعث افزایش رنگ مخلوط تعادلی می‌شود.

۲) در واکنش تعادلی  $2NH_3(g) \rightleftharpoons N_2(g) + 3H_2(g)$  با افزایش دما ثابت تعادل افزایش می‌یابد.

۳) در تعادل گازی  $2SO_3 \rightleftharpoons 2SO_2 + O_2$  افزایش فشار باعث افزایش غلظت  $SO_3$  می‌شود.

۴) افزایش دما در تعادل  $2C(g) + q \rightleftharpoons 2A(g) + B(g)$  باعث افزایش غلظت فراورده می‌شود.

الف) ۱      ب) ۲      ج) ۳      د) ۴

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

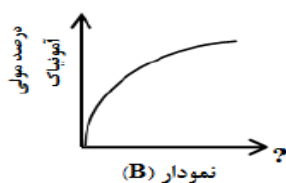
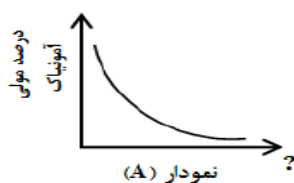
الف) با افزایش فشار، تعادل در جهت برگشت جابه‌جا شده و مقدار K کاهش می‌یابد.

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

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

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

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.



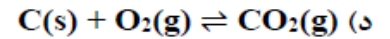
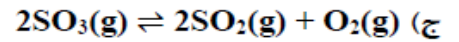
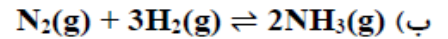
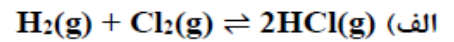
ب) دما - فشار - کم - زیاد

د) فشار - دما - زیاد - کم

الف) دما - فشار - زیاد - کم

ج) فشار - دما - کم - زیاد

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



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

الف)  $a < b$  و واکنش گرماده است.      ب)  $a > b$  و واکنش گرماده است.

ج)  $a < b$  و واکنش گرماگیر است.      د)  $a > b$  و واکنش گرماگیر است.

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

الف) برگشت - بزرگ‌تر می‌شود.      ب) برگشت - ثابت می‌ماند.

ج) رفت - ثابت می‌ماند.      د) رفت - کوچک‌تر می‌شود.

در فرآیند هابر برای تولید آمونیاک، کدام عمل زیر برای افزایش بازده فرآورده مناسب نیست؟

الف) کاهش دما      ب) افزایش دما همراه با کاتالیزگر

ج) افزایش غلظت مواد اولیه      د) افزایش فشار

۲۶۴- اگر در واکنش تعادلی گازی:  $2NO_2(g) \rightleftharpoons N_2O_4(g) \quad \Delta H < 0$  ، که در یک ظرف سر بسته در دمای معین برقرار است، دما را

افزایش دهیم، تعادل در جهت ..... جابه‌جا می‌شود و ثابت تعادل، .....  
 ۱) برگشت - کوچک‌تر می‌شود.      ۲) رفت - بزرگ‌تر می‌شود.

۳) برگشت - بدون تغییر باقی می‌ماند.      ۴) رفت - بدون تغییر باقی می‌ماند.

۸۵ ت

۲۲۸- با توجه به واکنش تعادلی گازی:  $2H_2(g) + N_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g), \Delta H = -92 \text{ kJ}$  ، می‌توان دریافت که این تعادل، بر اثر .....  
 در جهت رفت، یا ..... در جهت برگشت و با انتقال به طرف ..... در دمای ثابت، در جهت رفت پیشرفت می‌کند.

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

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

۸۵ ر

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

الف) ثابت تعادل آن بزرگ‌تر از واحد است.

ب) سرعت رسیدن به حالت تعادل زیاد است.

ج) افزایش دما سبب افزایش مقدار ثابت تعادل می‌شود.

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

## ارزش فناوری های شیمیایی

چرا برخی کشورها صادر کننده و برخی دیگر وارد کننده منابع شیمیایی هستند ؟  
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 نشده اند. به همین دلیل برخی کشورها صادر کننده این منابع و برخی دیگر وارد کننده آنها هستند.

### مواد خام و اولیه :

موادی مانند نمک، سنگ معدن، نفت خام و هوا هستند که فراوری نشده اند و با استفاده از آنها می توان مواد شیمیایی جدید تولید کرد.

کشورها برای ایجاد زمینه آسایش و رشد و توسعه از دو روش استفاده می کنند :

### ۱- خام فروشی منابع :

بسیاری از کشورها منابع طبیعی خود را کم و بیش بدون فراوری و به همان صورتی که از طبیعت به دست می آید، به فروش می رسانند. فرایندی که به خام فروشی منابع معروف است. این کشورها با کسب درآمد از فروش منابع خود زمینه آسایش، رشد و توسعه را فراهم می کنند. برای نمونه فروش نفت خام ساده ترین راه بهره برداری از این منبع طبیعی است.

### ۲- تبدیل مواد خام به فرآورده های دیگر و فروش آنها :

در این روش به کمک فناوری های شیمیایی می توان مواد خام و اولیه را به فرآورده های دیگر تبدیل کرد تا بتوان به قیمت بالاتری به فروش رساند.

برای نمونه فروش نفت خام ساده ترین راه بهره برداری از این منبع طبیعی است و راه دیگر آن، پالایش نفت خام و تبدیل آن به فرآورده های پتروشیمیایی مانند آمونیاک، سولفوریک اسید، متانول، بنزین و ... است.

**نکته :** خام فروشی مختص نفت خام نیست بلکه برای منابع معدنی مانند سنگ معدن آهن، مس، روی و حتی منابع کشاورزی مانند پنبه نیز صادق است. برای نمونه قیمت یک تن مس خالص در بازارهای جهانی به هزاران برابر قیمت یک تن سنگ معدن مس می رسد. این تفاوت چشمگیر نشان می دهد که دانش و فناوری استخراج و خالص سازی تا چه اندازه ارزشمند است.

### چرا دانش و فناوری استخراج و خالص سازی بسیار ارزشمند است ؟

چون با استفاده از دانش و فناوری استخراج و خالص سازی می توان از سنگ معدن فلزات مختلف را استخراج کرد و به قیمت بسیار بالاتری به فروش رساند.

### نقش درصد خلوص مواد شیمیایی در قیمت تمام شده :

درصد خلوص مواد شیمیایی بر روی قیمت تمام شده آنها نقش تعیین کننده ای دارد. هر چه درصد خلوص ماده شیمیایی بیشتر باشد، قیمت آن نیز بیشتر خواهد بود. برای نمونه قیمت فلز مس با خلوص ۹۹/۹۹ درصد نسبت به فلز مس با خلوص ۹۶ درصد به طور چشمگیری بیشتر است. به همین دلیل فناوری های جداسازی و خالص سازی مواد یکی از فناوری های پیشرفته، گران، پر کاربرد و در عینی حال کارآفرین و درآمدزا به شمار می رود.

## به کارگیری فناوری و تبدیل مواد خام به مواد فراوری شده چگونه موجب رشد و بهره‌وری اقتصاد یک کشور می‌شود؟

برای تبدیل مواد خام به مواد فراوری شده نیاز به گسترش فناوری است.

- ۱- رشد و گسترش فناوری سبب ایجاد اشتغال و تولید ثروت از محل فروش فراورده‌های تولید شده می‌شود.
- ۲- تبدیل مواد خام به مواد فراوری شده، مواد اولیه لازم برای صنایع داخلی نیز فراهم می‌شود از خروج ارز از کشور جلوگیری میکند.
- ۳- تبدیل مواد خام به مواد فراوری شده، از واردات این مواد اولیه جلوگیری می‌شود علاوه بر خودکفایی کشور، از صرف هزینه‌های اضافی مانند هزینه‌های حمل و نقل و واردات کالا و مواد اولیه به کشور هم جلوگیری می‌شود.

### فناوری:

فناوری را می‌توان به کار بردن دانش برای حل یک مسئله در صنعت یا زندگی روزانه برای رسیدن به هدفی خاص دانست.

### فناوری‌هایی که بشر امروزی از آنها برای حل مسائل خود بهره می‌برد:

فناوری ارتباطات، کشاورزی، غذایی، نظامی، دارویی، الکترونیکی و آموزشی از جمله فناوری‌هایی هستند که بشر امروزی از آنها برای حل مسائل خود بهره می‌برد.

### فناوری همواره با ساخت یا استفاده از یک وسیله همراه است.

برای نمونه برای حل مشکل برقراری ارتباط، دانشمندان و مهندسان با استفاده از دانش مواد و دانش الکتریسته و مغناطیس، وسایلی مانند تلفن و رایانه همراه و بی‌سیم طراحی و تولید می‌کنند.

### فناوری شیمیایی با استفاده از دانش شیمی به دنبال اهداف زیر است:

- ۱- ساخت مواد جدید
- ۲- روشی برای ساخت آسان تر و با صرفه تر مواد شیمیایی
- ۳- یافتن روش، طراحی و ساخت دستگاه‌هایی برای شناسایی دقیق ساختار مواد

### روند کلی افزایش بهره‌وری با استفاده از فناوری‌های شیمیایی



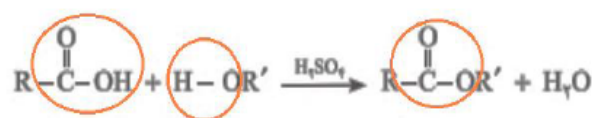
مواد خام اولیه قبل از آنکه به فراورده نهایی (هدف) تبدیل شود ابتدا باید با صرف انرژی و آب و با استفاده از فناوری شیمیایی و نیروی انسانی به مواد اولیه صنایع تبدیل شود. ماده اولیه تولید شده نیز در صنایع با صرف انرژی و آب و استفاده از فناوری شیمیایی و نیروی انسانی به به فراورده نهایی (هدف) تبدیل شود.



## گروه عاملی، کلید سنتز مولکول های آلی

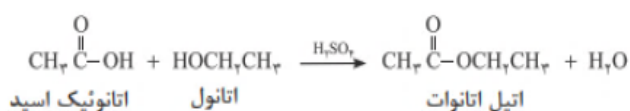
- ۱- اغلب مواد آلی شامل گروه های عاملی گوناگون هستند.
- ۲- گروه های عاملی گروههایی هستند که خواص و رفتار مواد آلی را تعیین می کنند.
- ۳- تولید یک ماده آلی جدید میتواند با تغییر ساختار یا ایجاد یک یا چند گروه عاملی همراه باشد.
- ۳- شیمیدان ها به کمک دانش مربوط به ساختار و رفتار گروه های عاملی و دانستن شرایط و عوامل مؤثر بر انجام واکنش های شیمیایی از مواد خام یا اولیه در دسترس، ماده ای نو برای کاربردی معین سنتز می کنند.
- ۳- شیمیدان ها با استفاده از مواد شیمیایی گوناگون، گروه های عاملی موجود در یک ماده آلی را تغییر داده و به گروه عاملی دیگر تبدیل می کنند.

برای نمونه: سنتز می توان از واکنش یک اسید آلی با یک الکل یک استر



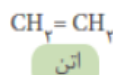
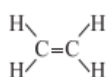
کربوکسیل                      هیدروکسیل                      استر

سنتز استر اتیل استات (اتیل اتانوات) از اتانول و استیک اسید (اتانویک اسید):



سنتز: یک فرایند شیمیایی هدفمند است که در آن با استفاده از مواد ساده تر، مواد شیمیایی دیگر را تولید می کنند.

یاد آوری نکاتی چند از گاز اتن:



۱- اتن نخستین عضو خانواده آلکن هاست.

۲- این ماده در بیشتر گیاهان وجود دارد. موز و گوجه فرنگی رسیده گاز اتن آزاد می کنند.

اتن آزاد شده از یک موز یا گوجه فرنگی رسیده به نوبه خود موجب رسیدن سریع تر میوه های نارس می شود. به همین

دلیل در کشاورزی، از گاز اتن به عنوان «عمل آورنده» استفاده می شود

۳- در گذشته گاز اتن را با نام گاز اتیلن می خواندند

۴- اتن به علت داشتن پیوند دو گانه  $\text{C}=\text{C}$  سیر نشده است و نسبت به آلکانها واکنش پذیرتر است.

به همین دلیل با گاز هیدروژن و هالوژن ها و هالید های هیدروژن مانند HCl واکنش می دهد.

گاز اتن یکی از مهم ترین خوراکیها در صنایع پتروشیمی :

این گاز یکی از مهم ترین خوراکیها در صنایع پتروشیمی است.

**خود را بیازمایید :**

نمودار زیر چند نمونه فرآورده های سنتز شده از اتن را نشان می دهد . معادله واکنش سنتز انجام شده و نام یا فرمول ماده شیمیایی حاصل را بنویسید.



۱- سنتز گاز اتان از اتن :

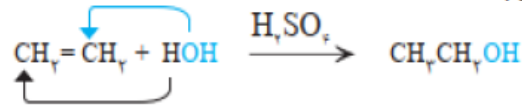
گاز اتن در حضور کاتالیزگر مناسب می تواند با یک مول گاز هیدروژن واکنش دهد و به اتان که یک سوخت هیدروکربنی سیر شده است تبدیل شود.

۲- سنتز گاز کلرواتان از اتن :

گاز اتن با گاز هیدروژن کلرید واکنش داده و به کلرواتان تبدیل می شود که در افزایش بی حس کننده موضعی کاربرد دارد. معادله زیر واکنش شیمیایی انجام شده را توصیف می کند :

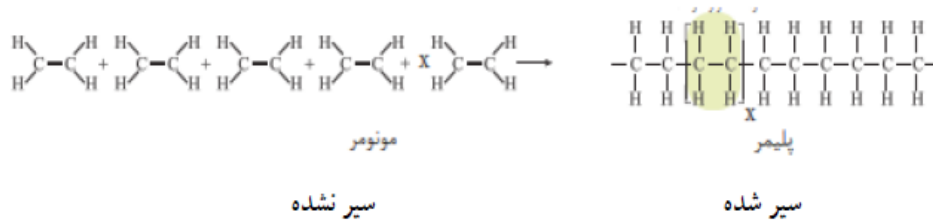
### ۳- سنتز گاز اتانول از اتن :

با وارد کردن گاز اتن در مخلوط آب و اسید(سولفوریک اسید) در شرایط مناسب، اتانول را در مقیاس صنعتی تولید می کنند  
معادله زیر واکنش شیمیایی انجام شده را توصیف می کند :



### ۴- سنتز پلی اتن از اتن :

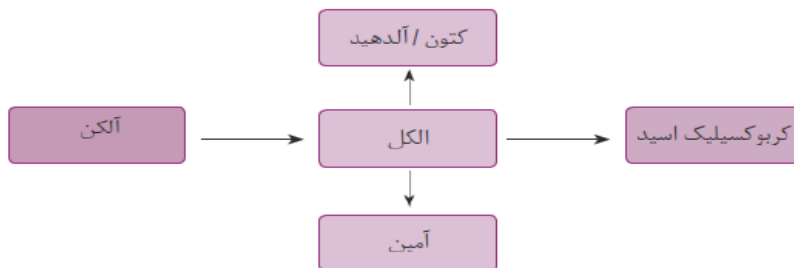
هرگاه گاز اتن را در فشار بالا گرما دهیم، از بهم پیوستن هزاران مولکول کوچک اتن مولکول درشت تری که جرم مولی آن اغلب ده ها هزار گرم بر مول است بوجود می آید که پلی اتن نام دارد. همانگونه که می دانید اتن که یک هیدروکربن سیر نشده است طی واکنش پلیمری شدن به یک ماده پلیمری تبدیل می شود که سیر شده است.  
معادله زیر واکنش شیمیایی انجام شده را توصیف می کند :



گرما و فشار



تبدیل برخی مواد آلی به یکدیگر :



در تبدیل برخی مواد آلی به یکدیگر گروههای عاملی مولکولها تغییر می کند. تغییر گروه عاملی منجر به تغییر خواص ماده می شود.

همانطور که در نمودار نشان داده شده است :

۱- الکل ها را از آلکن ها سنتز و تولید میکنند.

۲- الکل ها دسته ای از ترکیبات هستند که شیمیدانان از آنها برای ساخت و سنتز سه دسته مهم ترکیبات آلی استفاده میکنند :

۱- آلدئید ها و کتون ها ۲- کربوکسیلیک اسیدها ۳- آمین ها

ساخت و سنتز چه مولکولهایی دشوارتر است و به دانش پیشرفته تر و فناوری کارآمدتری نیاز دارد ؟

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.

هزینه تمام شده تولید یا سنتز یک ماده به چه عواملی بستگی دارد؟

بازده و واکنش، هزینه مواد و انرژی مصرف شده برای تولید ماده هدف به نوع واکنش و فناوری به کاررفته بستگی دارد. چرا شیمیدان ها در پی یافتن مواد مناسب، ارزان و دوستدار محیط زیست، همچنین واکنش های شیمیایی آسان و پربازده هستند تا هزینه تولید را کاهش دهند.

نکته :

یک واکنش شیمیایی هنگامی از دیدگاه اتمی به صرفه تر است که شمار بیشتری از اتمهای واکنش دهنده به فرآورده های سودمند تبدیل شود.

۱- جاهای خالی هر یک از عبارتهای زیر را پر کنید :

آ) برای سنتز یک استر می توان از واکنش یک اسید آلی با یک الکل در شرایط مناسب بهره برد.

ب) در واقع سنتز را میتوان کانون بسیاری از پژوهش های شیمیایی دانست که منجر به طراحی و تولید مواد جدید می شود.

پ) یک فرایند شیمیایی هدفمند که در آن با استفاده از مواد ساده تر، مواد شیمیایی دیگر را تولید می کنند را سنتز می گویند.

ت) تبدیل گاز اتن به پلی اتن در دمای بالا و فشار بالا انجام می شود.

ث) برای سنتز اتیل استات باید اتانول و استیک اسید را با هم وارد واکنش کنیم.

ج) در سنتز کلرواتان باید گاز اتیلن را با گاز هیدروژن کلرید وارد واکنش کنیم.

ه) یکی از فرآورده های نفتی که برای سنتز الکلها مورد استفاده قرار میگیرد اتن است.

ظ) هر چه نوع و تعداد گروه های عاملی در ملکول هدف بیشتر باشد ، ساخت آن دشوارتر است.

۲- درستی یا نادرستی هر یک از عبارتهای زیر را مشخص کنید :

(آ) همه مواد آلی شامل گروه های عاملی گوناگون هستند ( )

(ب) با استفاده از مواد شیمیایی گوناگون، گروه های عاملی موجود در یک ماده آلی را تغییر میدهند به گروه عاملی دیگر تبدیل می کنند ( )

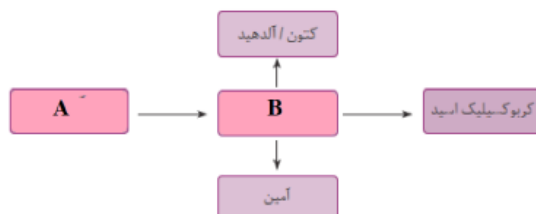
(پ) اتیلن گلیکول همانند متانول دارای گروه عاملی هیدروکسیل دارد ( )

(ت) شیمیدانان دنبال واکنش های شیمیایی آسان و پربازده هستند تا هزینه تمام شده تولید یا سنتز را کاهش دهند ( )

۳- نام گروههای عاملی هر یک از ترکیبات آلی زیر را بنویسید :

(آ) ترفتالیک اسید                      (ب) اتیلن گلیکول                      (پ) سرکه                      (ت) اتیل استات

۴- شکل زیر تبدیل برخی مواد آلی به یکدیگر نشان می دهد ترکیب A و B به چه دسته از ترکیبات آلی تعلق دارند؟



۵- در مورد کلرواتان به پرسش های زیر پاسخ دهید :

(آ) فرمول شیمیایی آن را بنویسید.

(ب) یک کاربرد برای آن بنویسید.

(پ) روشی برای سنتز آن پیشنهاد کنید.

۶- در مورد اتیل استات به پرسش های زیر پاسخ دهید :

(آ) فرمول شیمیایی آن را بنویسید.

(ب) یک کاربرد برای آن بنویسید.

(پ) روشی برای سنتز آن پیشنهاد کنید.

۷- دشوار بودن سنتز یک ترکیب شیمیایی به چه عواملی بستگی دارد؟

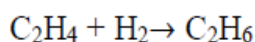
.....+.....→ استیک اسید + اتانول

۸- با در نظر گرفتن معادله نوشتاری زیر به پرسشها پاسخ دهید :

آ) معادله واکنش نمادی را به طور کامل بنویسید.

ب) گروه عاملی ترکیب آلی تولید شده چیست؟

پ) آیا واکنش از نوع اکسایش و کاهش است؟ چرا؟

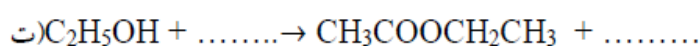
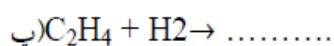
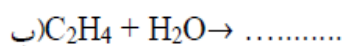
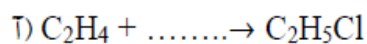


۹- با توجه به معادله واکنش روبه رو به پرسش های زیر پاسخ دهید :

آ) شرایط انجام واکنش را بنویسید

ب) با مشخص کردن تغییرات عدد اکسایش گونه های اکسنده و کاهنده را مشخص کنید.

۱۰- معادله واکنش های زیر را کامل کنید :



کدام خانواده ترکیب های آلی برای سنتز سایر مواد آلی، مناسب تر است؟

۱) الکل ها                      ۲) آلکان ها                      ۳) آلدئیدها                      ۴) کتون ها

چه تعداد از موارد زیر را می توان بطور مستقیم از اتن تهیه کرد؟

\* اتان                                      \* کلرو اتان                                      \* اتانول

\* اتیل اتانوات                                      \* اتانوئیک اسید                                      \* پلی اتن

۵(۱)                                      ۴(۲)                                      ۳(۳)                                      ۲(۴)

چند مورد از مطالب زیر در مورد گروه های عاملی درست است؟

الف - گروه هایی هستند که که خواص و رفتار مواد آلی را تعیین می کنند.

ب - اغلب مواد آلی شامل گروه های عاملی گوناگون هستند

ج - شیمی دان ها با استفاده از مواد شیمیایی گوناگون ، گروه های عاملی موجود در یک ماده آلی را تغییر داده و به گروه عاملی دیگر تبدیل می کنند

د- گروه عاملی ، کلید سنتز مولکول های آلی است

۱-۱      ۲-۲      ۳-۳      ۴-۴

همه گزینه های زیر درست هستند بجز .....

الف- گاز اتن یکی از مهمترین خوراک ها در صنایع پتروشیمی است

ب - از واکنش اتانول و استیک اسید اتیل استات تولید می شود که حلال چسب است

ج - کلرو اتان از واکنش اتن با گاز هیدروژن کلرید بدست می آید

د - از واکنش اتانول با آب اتانویک اسید تولید می شود

۱- الف      ۲- ب      ۳- ج      ۴- د

کدام یک از عبارتهای زیر درست است؟

آ) هر چه نوع و تعداد گروه های عاملی در مولکول هدف بیشتر باشد، ساخت آن راحت تر است.

ب) بازده واکنش، هزینه مواد و انرژی مصرف شده برای تولید ماده هدف، تنها به نوع واکنش بستگی دارد.

پ) می توان از گاز اتان، مواد آلی گوناگون پر مصرف و ارزشمند تهیه کرد.

ت) گاز اتن یکی از مهم ترین خوراک ها در صنایع پتروشیمی است.

کدام یک از فراورده های زیر به طور مستقیم از اتن تهیه نمی شود؟

آ) اتیل استات      ب) اتان      پ) کلرواتان      ت) پلی اتن

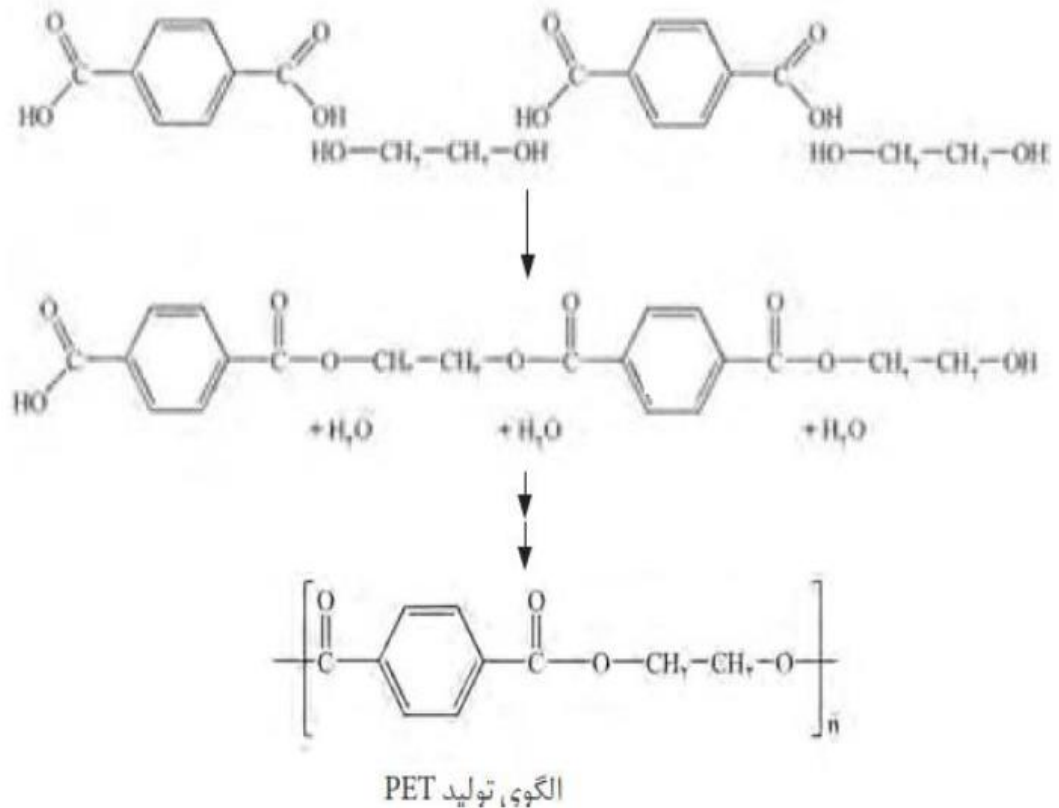
الگوی زیر تولید یک استر را نشان می دهد. با توجه به آن نام ماده A و تفاوت شمار اتم های هیدروژن دو ماده B و C به ترتیب کدامند؟



- ۱) پروپین ۱۰
- ۲) پروپین ۲۰
- ۳) بوتن ۱۰
- ۴) بوتن ۲۰

## سنتز پلیمر پلی اتیلن ترفتالات (PET)

برای سنتز این پلیمر از واکنش مونومرهای سازنده این پلیمر یعنی اتیلن گلیکول (الکل دو عاملی) با ترفتالیک اسید (اسید دو عاملی) در شرایط مناسب می توان پلی اتیلن ترفتالات را سنتز کرد.



### مهمترین مشکل شیمیدانان در تهیه پلیمر پلی اتیلن ترفتالات (PET) چیست؟

مسئله اصلی شیمیدانان این است که مونومرهای این پلیمر که اتیلن گلیکول و ترفتالیک اسید در نفت خام وجود ندارند. به دیگر سخن، به طور مستقیم نمی توان آنها را از نفت خام به دست آورد. پس چه باید کرد؟ در اینجا، با بهره گیری از دانش شیمی می توان این مواد را با استفاده از مواد خام و اولیه که از نفت خام جداسازی می شوند، سنتز کرد.

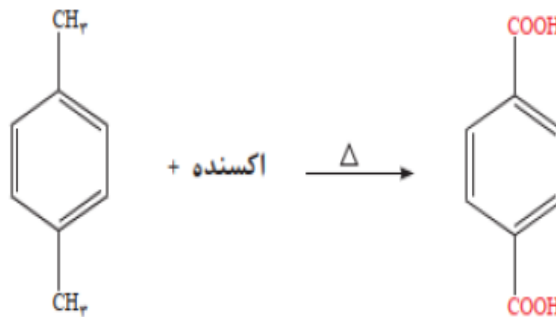
### شیمیدانان به دنبال راهی برای سنتز مونومرهای پلی اتیلن ترفتالات (PET) :

شیمیدانان، مواد اولیه و در دسترس را بررسی و بر اساس آموخته های خود، مواد مناسب برای سنتز ترفتالیک اسید و اتیلن گلیکول را انتخاب کردند. سپس مواد اولیه انتخاب شده را در شرایط مناسب واکنش داده و به ماده مورد نظر تبدیل نمود.



### استفاده از اکسنده ها برای سنتز ترفتالیک اسید :

پارا زایلین یک ماده ای است که از نفت خام بدست می آید. برای تبدیل پارا زایلین به ترفتالیک اسید باید از یک ماده اکسنده استفاده کرد تا گروههای متیل را در پارا زایلین به گروههای کربوکسیل تبدیل کند.

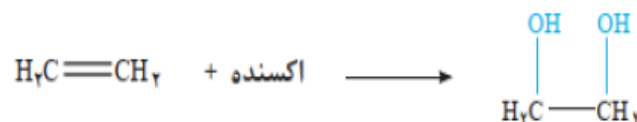


بررسی ها نشان داد که یون پرمنگنات (MnO<sub>4</sub><sup>-</sup>) گونه ای اکسنده است و سبب اکسایش گونه های دیگر می شود. اکسایش پارا زایلین به ترفتالیک اسید دشوار است به همین دلیل حتی با وجود غلظت بالای پرمنگنات ، باز هم شرایط تبدیل پارا زایلین به ترفتالیک اسید تأمین نمی شود. مگر آنکه دمای مخلوط واکنش افزایش یابد. با افزایش دما اگرچه شرایط انجام واکنش تأمین شده است اما بازده همچنان مطلوب نیست.

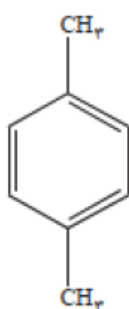
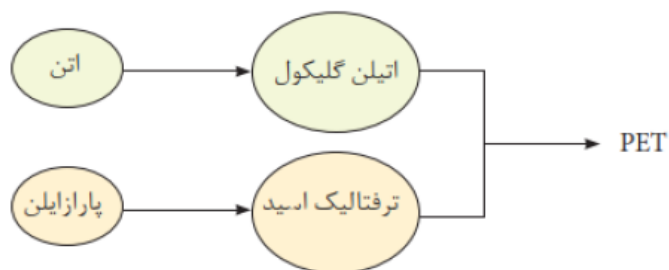
از این رو شیمیدان ها در پی یافتن شرایطی آسان تر برای انجام این واکنش با بازده بالا هستند. آنها با پژوهش های فراوان دریافته اند که استفاده از اکسیژن هوا و کاتالیزگرهای مناسب می تواند راهگشا باشد. البته پژوهش ها برای یافتن واکنشی پربازده و با صرفه اقتصادی همچنان ادامه دارد.

### استفاده از اکسنده ها برای سنتز اتیلن گلیکول :

دومین واکنش دهنده پلاستیک PET ، اتیلن گلیکول است که اینک باید روشی برای سنتز آن پیدا کرد. برای سنتز اتیلن گلیکول، باید گاز اتن را با یک ماده شیمیایی مناسب و مؤثر واکنش داد. بررسی ها نشان می دهد که گاز اتن در اثر واکنش با محلول آبی و رقیق پتاسیم پرمنگنات در شرایط مناسب به اتیلن گلیکول تبدیل می شود.

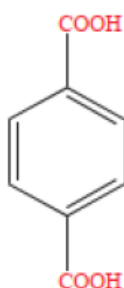


## فرایند کلی سنتز PET



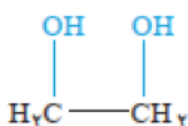
### پارا زایلن در یک نگاه :

- ۱- یک ترکیب آروماتیک است چون حلقه بنزنی دارد.
- ۲- فرمول مولکولی آن  $C_8H_{10}$  است.
- ۳- از تقطیر نفت خام به دست می آید.
- ۴- در ساختار آن دو گروه متیل وجود دارد.
- ۵- در حضور یک ماده اکسنده مانند محلول یون پرمنگنات اکسایش یافته و به ترفتالیک اسید تبدیل می شود.



### پارا ترفتالیک اسید در یک نگاه :

- ۱- یک ترکیب آروماتیک است چون حلقه بنزنی دارد.
- ۲- فرمول مولکولی آن  $C_8H_6O_4$  است.
- ۳- از تقطیر نفت خام به دست می آید.
- ۴- در ساختار آن دو گروه کربوکسیل وجود دارد.
- ۵- از اکسایش پارا زایلن تولید می شود.
- ۶- یکی از مونومرهای سازنده پلی اتیلن ترفتالات است.
- ۷- به علت داشتن گروه عاملی کربوکسیل خاصیت اسیدی دارد. و محلول آن در آب  $pH < 7$  دارد.



### اتیلن گلیکول در یک نگاه :

- ۱- یک الکل دو عاملی (دی الکل) است.
- ۲- فرمول مولکولی آن  $C_2H_6O$  است.
- ۳- از اکسایش اتن در حضور مواد اکسنده تولید می شود.
- ۴- در ساختار آن دو گروه هیدروکسیل وجود دارد.
- ۵- یکی از مونومرهای سازنده پلی اتن ترفتالات است.

## دو روش صنعتی تولید اتیلن گلیکول :

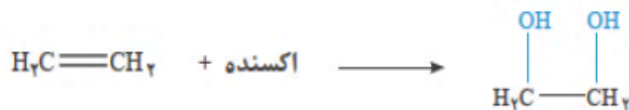
۱- واکنش گاز اتن با آب در حضور سولفوریک اسید :

آیا واکنش زیر از نوع اکسایش و کاهش است؟ گونه اکسده و کاهنده را مشخص کنید.



۲- اکسایش گاز اتن با محلول رقیق پتاسیم پرمنگنات :

تغییر عدد اکسایش هر یک از اتم های کربن را در واکنش زیر مشخص کنید.



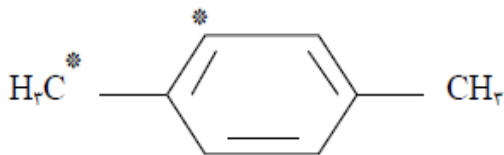
عدد اکسایش کربن های ستاره دار در ترکیب مقابل کدام است؟

(۴) +۱ و -۳

(۳) -۱ و -۳

(۲) -۱ و +۳

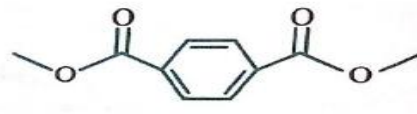
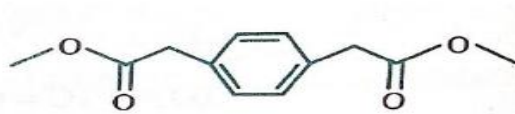
(۱) +۱ و +۳



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

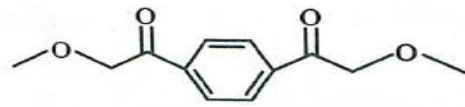
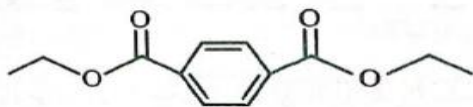
(۲)

(۱)

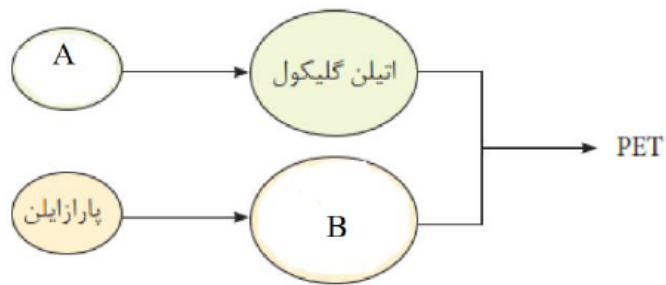


(۴)

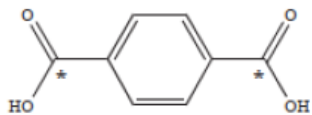
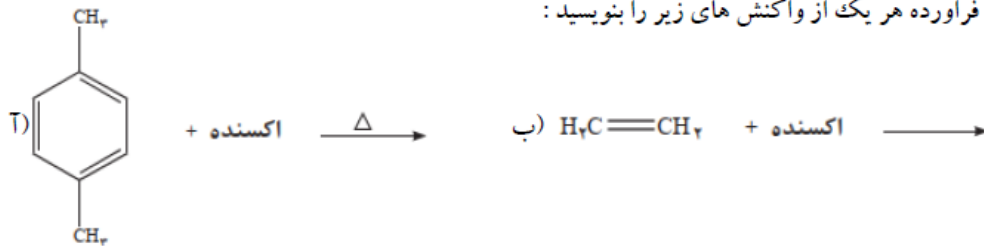
(۳)



۴- شکل زیر مراحل کلی سنتز PET را نشان می دهد. نام و فرمول ساختاری دو ترکیب A و B را بنویسید.



۵- فرمول ساختاری فرآورده هر یک از واکنش های زیر را بنویسید :

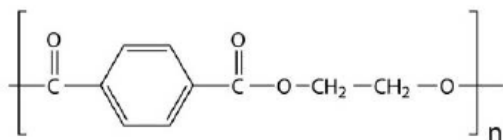


۶- با توجه به ترکیب مقابل به پرسش های زیر پاسخ دهید :

(آ) عدد اکسایش اتم \* دار چند است؟

(ب) فرمول یا نام ماده ای نفتی را بنویسید که بتوان این ترکیب را با آن سنتز کرد. معادله سنتز را بنویسید.

(پ) توضیح دهید آیا می توان از این ترکیب در تهیه پلی استرها استفاده کرد؟



۷- با توجه به ترکیب مقابل به پرسشهای زیر پاسخ دهید :

(آ) این ترکیب از دسته کدام پلی مرها است؟

(ب) علت زیست تخریب پذیر بودن این پلیمر چیست؟

۸- معادله واکنش استری حاصل متانول و ترفتالیک اسید را بنویسید.

## بازیافت PET

پلاستیک ها به دلیل ویژگی های زیرکاربردهای وسیعی در زندگی پیدا کرده اند :

چگالی کم، نفوذناپذیری نسبت به هوا و آب، ارزان بودن و مقاومت در برابر خوردگی

**بازیافت پلاستیک ها اجتناب ناپذیر :**

پلاستیک ها را می توان یکی از نتایج خلاقیت و نوآوری بشر دانست.

به طوری که امروزه سالانه حدود ۴۰۰ میلیون تن از این مواد در جهان تولید می شود و این روند روبه افزایش است.

استفاده بی رویه و بیش از حد این مواد در صنایع گوناگون به همراه زیست تخریب ناپذیری آنها سبب شده که در جای جای

کره زمین یافت شوند. از این رو بازیافت آنها اجتناب ناپذیر است.

## روشهای بازیافت PET

یکی از مواد پلاستیکی قابل بازیافت، پلی اتیلن ترفتالات است بازیافت PET به دو روش شیمیایی و فیزیکی صورت می گیرد:

باید توجه داشت که سطح فناوری هر کشور یا گروه صنعتی است که تعیین می کند کدام راه را باید انتخاب کرد.

**۱- بازیافت فیزیکی :** در این روش پس از شست و شوی مواد پلاستیکی می توان آنها را خرد کرده و به تکه های کوچک

به نام پرک تبدیل و در تولید مواد پلاستیکی دیگر استفاده کرد.

## ۲- بازیافت شیمیایی :

- در شیمی ۲ آموختید که پلی استرها قابل تبدیل به مونومرهای سازنده هستند.
- بررسی های فراوان پی بردند که PET نیز در شرایط مناسب قابل تبدیل به مونومرهای سازنده است.
- برگرداندن پسماندها به مونومرهای سازنده کاری بس دشوار است.
- از آنجایی که حجم انبوهی از پسماندهای این پلیمر (PET) تولید می شود، بازیافت شیمیایی آن بسیار ضروری و

ارزشمند است

در این روش پسماندهای پلاستیکی را به مونومرهای سازنده یا مواد اولیه مفید و ارزشمند تبدیل می کنند. شیمیدان ها با بررسی

های فراوان پی بردند که PET نیز در شرایط مناسب با متانول واکنش می دهد و به مواد مفیدی تبدیل می شود. موادی که می

توان دهد که سالانه به مقدار زیادی متانول آنها را برای تولید پلیمرها به کار برد.

## متانول یک الکل صنعتی : $\text{CH}_3\text{OH}$

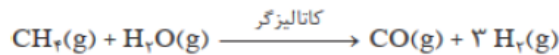
- ۱- متانول مایعی بی رنگ، بسیار سمی است.
- ۲- ساده ترین عضو خانواده الکل ها است .
- ۳- می توان آن را از چوب تهیه کرد.
- ۴- این الکل کاربردهای زیادی در صنایع گوناگون دارد .

### روشهای صنعتی تولید متانول :

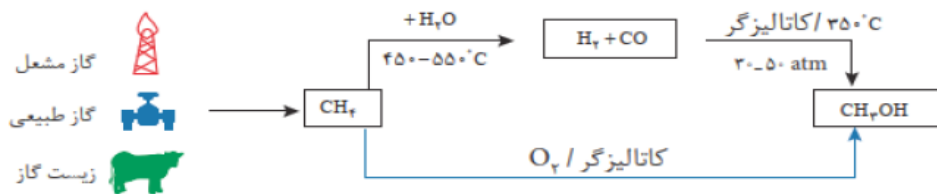
در صنعت گاز کربن مونوکسید را با گاز هیدروژن در شرایط مناسب و در حضور کاتالیزگر واکنش می دهند. معادله شیمیایی



مواد واکنش دهنده برای این واکنش در دسترس نیستند از این رو نخست باید آنها را تولید و سپس به متانول تبدیل کرد. برای تهیه گازهای کربن مونوکسید و هیدروژن می توان از واکنش گاز متان با بخار آب در حضور کاتالیزگر بهره برد.



### روشهای تولید متانول از گاز طبیعی (متان) :



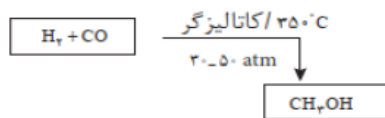
#### ۱- روش اول : در این روش طی دو مرحله متان به متانول تبدیل می شود.

در مرحله اول گاز متان با آب در دمای بالا ( $450-550^\circ\text{C}$ ) وارد واکنش می شود. فرآورده های حاصل گازهای هیدروژن و



در مرحله دوم گاز های هیدروژن و کربن مونوکسید در حضور کاتالیزگر و دمای  $350^\circ\text{C}$  و فشار  $20-50\text{ atm}$  با یکدیگر

واکنش داده و به متانول تبدیل می شوند.



## منابع گاز متان :

۱- گاز همراه نفت خام

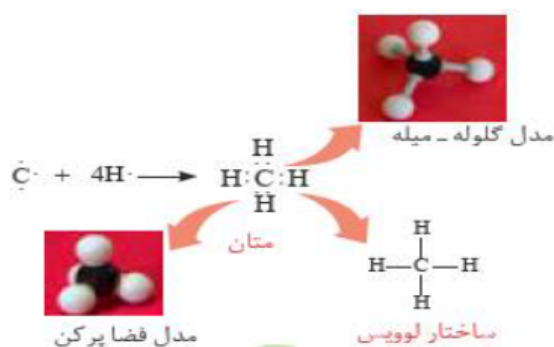
۲- گاز طبیعی

۳- زیست گاز : در اثر تجزیه و تخمیر مواد سلولزی

در سیستم گوارش برخی از حیوانات مانند گاو و همچنین در طبیعت تولید می شود.



## گاز متان در یک نگاه :



۱- گاز متان سازنده اصلی گاز طبیعی است.

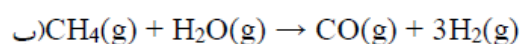
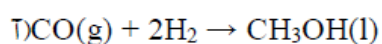
۲- در میدان های نفتی به فراوانی یافت می شود. در این میدان ها برای افزایش ایمنی، بخشی قابل توجهی از آن را می سوزانند

۳- گاز متان واکنش پذیری بسیار کمی دارد چون از دسته آلکانها ست و سیر شده است و در ساختار آن هر اتم کربن با ۴ اتم دیگر پیوند کووالانسی دارد.

۴- تبدیل متان به متانول فرایندی دشوار است که انجام این واکنش به دانش و فناوری پیشرفته نیازمند است. به دلیل اهمیت متانول در صنایع گوناگون از یک سو و ارزان بودن گاز متان از سوی دیگر، پژوهش های شیمیایی زیادی در حال انجام است تا بتوان روشی برای تبدیل گاز متان به متانول پیدا کرد.

## خود را بیازمایید

۱- در هر یک از واکنش های زیر مشخص کنید کدام گونه اکسایش و کدام کاهش یافته است؟



مجموع اعداد اکسایش اتم های کربن در پارازیلین با کدامیک از ملکولهای زیر یکسان است؟

۴) اتان

۳) بوتان

۲) بنزن

۱) استون

۱- با انتخاب یکی از گزینه های درست درون پرانتز عبارتهای زیر را کامل کنید :

آ) پلی اتیلن ترفتالات یکی از مواد پلاستیکی (قابل بازیافت / غیر قابل بازیافت) است که از دسته پلیمرهای (پلی آمید / پلی استر) است.

ب) برای تبدیل PET به مونومرهای سازنده اش در شرایط مناسب آن را با (متانول / اتانول) وارد واکنش می کنند.

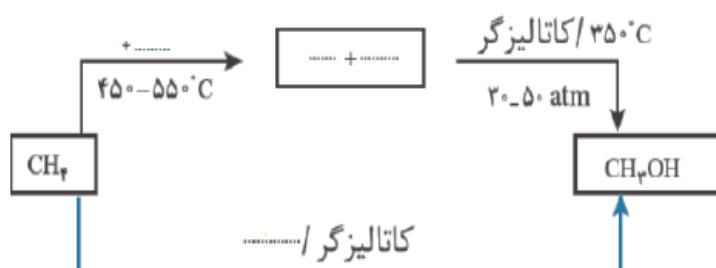
پ) متان تمایل (کمی / زیادی) به انجام واکنش دارد به همین دلیل تبدیل آن به متانول بسیار (آسان / دشوار) است.

۲- عبارت زیر را با نوشتن واژه مناسب تکمیل کنید.

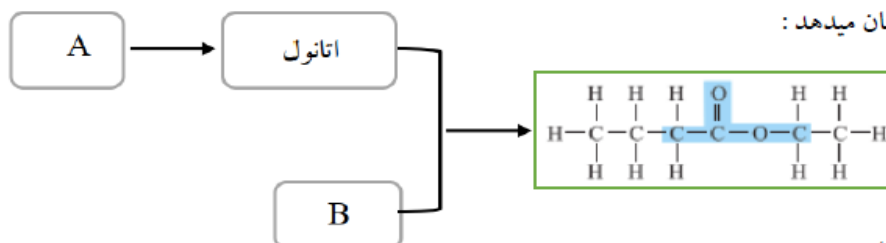
پلی اتیلن ترفتالات یک پلی مر از دسته پلی ..... است که زیست تخریب ..... است و مستقیما از نفت قابل سنتز ..... است.

۳- شکل زیر دو روش برای سنتز متانول از گاز متان را نشان می دهد. جاهای خالی جدول را با نوشتن فرمول یا نام شیمیایی ماده

تکمیل کنید.



۴- شکل زیر الگوی سنتز استری را نشان میدهد :



آ) فرمول شیمیایی ترکیبات A و B را بنویسید.

ب) مراحل سنتز اتانول از ماده A را بنویسید.