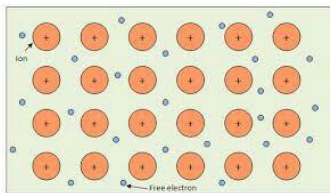


۱- برای توجیه برخی رفتارهای فلزها مدلی داریم به نام مدل دریای الکترونی که آرایش منظمی از کاتیون‌ها در سه بعد است که در فضایی میان آنها سست‌ترین الکترون‌های موجود در اتم، دریایی را ساخته‌اند و در آن آزادانه جابجا می‌شوند.



۲- الکترون‌های ظرفیتی دریای الکترونی را می‌سازند زیرا این الکترون‌ها سست‌ترین الکترون‌های فلزها هستند که آزادانه بین کاتیون‌ها جابجا می‌شوند.

۳- حرکت آزادانه الکترون‌ها بین کاتیون‌ها باعث ایجاد جاذبه‌های قوی موسوم به پیوند فلزی می‌گردد.

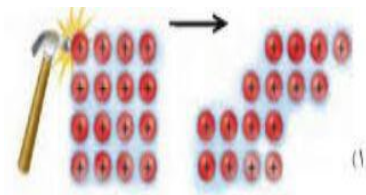
۴- الکترون‌های موجود در شبکه بلوری فلزها میان کاتیون‌ها در شبکه بلوری فلز آزادانه حرکت می‌کنند پس نمی‌توان آنها را متعلق به یک اتم دانست.

۵.  $\times$  بار کاتیون فلز  $\times$  تعداد اتم‌های فلز = محاسبه تعداد الکترون‌های موجود در دریای الکترونی

$$\frac{\text{جرم شبکه فلزی}}{\text{جرم مولی فلز}} \times 6/022 \times 10^{23} \times \text{بار الکتریکی کاتیون فلز}$$

۶- دریای الکترونی عاملی است که چیدمان کاتیون‌ها را در شبکه بلوری حفظ می‌کنند.

۷- شکل زیر خاصیت چکش‌خواری فلزها (شکل‌پذیری) را نشان می‌دهد که در اثر ضربه به فلز، کاتیون‌ها تغییر جا می‌دهند اما به دلیل جاذبه بین کاتیون‌ها و دریای الکترونی شبکه بلوری فلز حفظ می‌شود.



## صنایع نادر

## مدرس شیمی

## جزوه شیمی دوازدهم

۸- شکل زیر نشان دهنده رسانای الکتریکی فلزهاست که اگر در دو طرف یک قطعه فلز اختلاف پتانسیل ایجاد کنیم مطابق شکل الکترونها از یک سمت به فلز وارد و از سمت دیگر خارج می شوند.



۹- انواع جامدات و خواص آنها:

| نوع جامد                              | فلزی                                | یونی                                       | مولکولی                                       | کووالانسی                            |
|---------------------------------------|-------------------------------------|--|---|--------------------------------------|
| نوع ساختار                            | کاتیون ها و دریای الکترونی          | کاتیون ها و آنیون ها                       | مولکولهای مجزا                                | اتم ها                               |
| چکش خواری                             | چکش خوار                            | شکننده                                     | چکش خوار اما برخی شکننده و برخی شکننده نیستند | شکننده                               |
| سختی                                  | برخی نرم، اغلب سفت                  | سخت  | معمولا نرم                                    | بسیار سخت                            |
| رسانای الکتریکی در حالت جامد          | رسانا                               | نارسانا                                    | نارسانا                                       | هم رسانا (گرافیت) هم نارسانا (الماس) |
| رسانای الکتریکی در حالت مذاب یا محلول | رسانا                               | رسانا                                      | نارسانا به جز اسیدها و بازها                  | نارسانا                              |
| دمای ذوب نسبی                         | از پایین (جیوه) تا بالا (تنگستن)    | بالا                                       | از کم تا متوسط                                | بسیار بالا                           |
| example                               | همه فلزات و آلیاژ آنها (...cu,ca,k) | Nacl, Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> و Mgo | یخ ، پلی اتن I <sub>2</sub> ، اسیدها و بازها  | الماس، گرافیت، گرافن....             |

۱۰- نور مرئی بخشی از پرتوهای الکترومغناطیسی که طول موج آنها در محدوده ۴۰۰nm تا ۷۰۰ nm است.

## صنجان نادری

## مدرس شیمی

## جزوه شیمی دوازدهم

- ۱۱- مواد سفید همه طول موج های مرئی تابیده شده را بازتاب می کند (همه ی  $400\text{nm}$  تا  $700\text{nm}$ )
- ۱۲- مواد سیاه همه طول موج های مرئی را جذب می کند (عکس مواد سفید)
- ۱۳- مواد رنگی بخشی از نور تابیده شده را جذب و بقیه طول موج ها را بازتاب می کند.
- ۱۴- سازنده اصلی یک ماده رنگی که به آن رنگ می بخشد را رنگ دانه می گویند.
- ۱۵- در کتاب درسی سه رنگ دانه معدنی، آمده است: ۱. تیتانیم (IV) اکسید ( $\text{TiO}_2$ ) که سفید رنگ است و درصد جذب پایینی دارد و همه طول موج ها را عبور داده یا بازتاب می کند. ۲- آهن (III) اکسید ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) که قرمز رنگ است یعنی طول موج های نزدیک به  $700\text{nm}$  را جذب نکرده به همین دلیل است که به رنگ قرمز دیده می شود. ۳- دوده (C) که سیاه رنگ است و همه طول موج های نور مرئی را جذب کرده به همین دلیل به رنگ سیاه دیده می شود.
- ۱۶- رنگ دانه های معدنی را می توان از گیاهان، جانوران و برخی کانی ها تهیه کرد.
- ۱۷- رنگ هایی که برای پوشش سطح استفاده می شوند، نوعی کلویید هستند.
- ۱۸- وانادیم ( $23\text{V}$ ) جزو فلزهای دسته d است که در گروه ۵ و دوره ۴ قرار دارد. میتوان عددهای اکسایش مختلفی مثل (II)، (III)، (IV) و (V) داشته باشد.
- ۱۹- چون در هر مرحله الکترون های لایه ظرفیت یون و انادیم متفاوت است پس در هر مرحله رنگ محلول متفاوت از دیگری است.
- ۲۰-

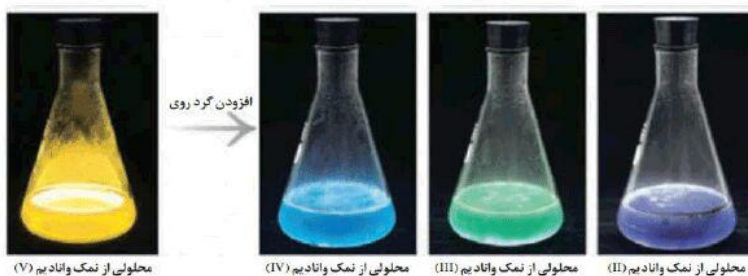
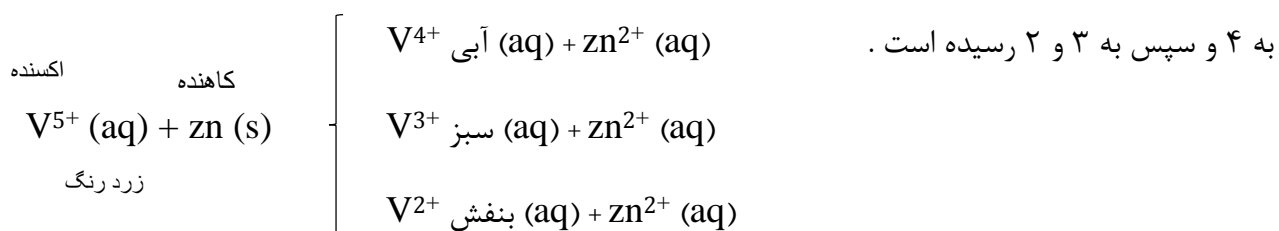
| رنگ  | آرایش الکترونی کاتیون          | عدد اکسایش و انادیم (بار کاتیون)  |
|------|--------------------------------|-----------------------------------|
| زرد  | $[\text{Ar}]_{18}$             | وانادیم (V) ( $\text{V}^{5+}$ )   |
| آبی  | $[\text{Ar}]_{18} 3\text{D}^1$ | وانادیم (IV) ( $\text{V}^{4+}$ )  |
| سبز  | $[\text{Ar}]_{18} 3\text{D}^2$ | وانادیم (III) ( $\text{V}^{3+}$ ) |
| بنفش | $[\text{Ar}]_{18} 3\text{D}^3$ | وانادیم (II) ( $\text{V}^{2+}$ )  |

## صنعت نادر

## مدرس شیمی

## جزوه شیمی دوازدهم

۲۱- طبق صفحه ۸۴ کتاب درسی پس از افزودن فلز روی به محلولی از نمک و انادیم (V) عدد اکسایش آن از ۵



۲۲- در برقکافت و انادیم (II) کلرید مذاب ، فلز وانادیم در کاتد تولید می شود.

۲۳- تیتانیوم (22Ti) در دوره ۴ و گروه ۴ جدول تناوبی قرار دارد و اعداد اکسایش آن ۲+ و ۴+ میتواند باشد.

۲۴- مقایسه تیتانیوم (Ti) و فولاد زنگ نزن:

\* نقطه ذوب Ti بالاتر است در ساخت موتور جت که همه اجزای سازنده آن دمای بالایی دارند، کاربرد دارد.

\* چگالی فولاد بیشتر از Ti است.

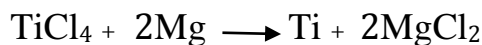
\* واکنش پذیری تیتانیوم با ذره های موجود در آب دریا ناچیز اما در فولاد متوسط است، در ساخت اقیانوس پیما از تیتانیوم استفاده می شود.

\* Ti در برابر خوردگی بسیار مقاومتر است پوشش بیرونی بناهای ماندگار از تیتانیوم است.

\* هر دو مقاومت بالایی در برابر سایش دارند.

۲۵- یادآوری از سال یازدهم<sup>(۱)</sup>: تیتانیوم فلزی محکم، مقاوم در برابر خوردگی و کم چگال است که در ساخت بدنه خودرو از آن استفاده می شود.

۲۶- یادآوری از سال یازدهم<sup>(۲)</sup>: تیتانیوم را می توان از واکنش تیتانیوم (IV) کلرید با منیزیم تهیه کرد:



۲۷- کاربرد برخی آلیاژهای تیتانیوم: ۱- سازه فلزی در ارتودنسی ۲- استنت برای رگ ها ۳- قاب عینک

## جزوه شیمی دوازدهم

## مدرس شیمی

## صنعت نادر



۲۸- نیتینول که به آلیاژ هوشمند معروفه که آلیاژی از تیتانیوم و نیکل بوده که در ساخت فرآورده های صنعتی و پزشکی به کار می روند.

۲۹- برخی دستاوردهای شیمی در جهان:

\* افزایش بهره‌وری منابع شیمیایی: تبدیل مواد خام به مواد ارزشمند.

\* کاهش گسترش بیماری‌هایی مانند وبا: فناوری تصفیه آب

\* تامین غذای جمعیت جهان: شناسایی تولید کود شیمیایی سبز و مناسب

\* کاهش آلودگی هوا: ساخت و تولید مبدل کاتالیستی خودرو

\* فناوری تولید پوشش‌های دوستدار محیط زیست: ساخت مواد عایق گرما

\* رشد صنعت پوشاک و بسته بندی: تولید پلاستیک

\* رشد تولید در مراقبتهای بهداشتی: تولید مواد بیولوژیکی

\* رشد صنعت دیجیتال: تولید صفحه‌های نمایشگر وسایل الکترونیکی

\* افزایش سرعت حمل و نقل: فناوری تولید بنزین

\* هموار شدن جراحی‌های پزشکی: شناسایی و تولید مواد بی حس کننده.

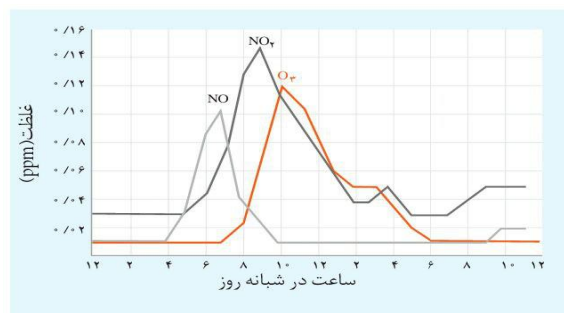
۳۰- اوره  $(\text{Co}(\text{NH}_2)_2)$  و آمونیاک  $(\text{NH}_3)$  در تهیه کودهای شیمیایی مورد استفاده قرار می گیرد.

## صنعتان نادری

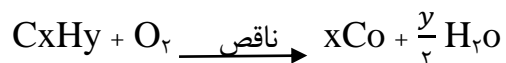
## مدرس شیمی

## جزوه شیمی دوازدهم

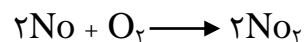
- ۳۱- تولید آمونیاک، اوره ، ویتامین آ و مواد عایق گرما پس از انقلاب صنعتی رخ داد.
- ۳۲- در زمینه کودهای شیمیایی، آمونیاک ۱۰ سال زودتر از اوره توسط انسان تولید شد.
- ۳۳- از جمله مهمترین چالش های علم شیمی در قرن بیستم، ساخت کود شیمیایی بوده است.
- ۳۴- نیتروژن ( $N_2$ ) و اکسیژن ( $O_2$ ) به ترتیب بیشترین درصد حجمی گاز در هوای پاک و خشک را دارند.
- ۳۵- هوای خشک و پاک مخلوطی همگن از محلول گازی شامل گازهای نیتروژن، اکسیژن، کربن دی اکسید، گازهای نجیب و ... است که بطور یکنواخت در هوا کره پخش شده اند.
- ۳۶- هوای آلوده علاوه بر گازهای هوای خشک و پاک شامل گازهای گوناگونی مثل  $SO_2$  ،  $O_3$  ،  $NO_2$  ،  $CO$  ،  $NO$ ، ذره ها معلق و مواد آلی فرار است که باعث به وجود آمدن بوی بد، زشت شدن چهره زمین و فرسودگی ساختمان ها و پوسیدگی خودروها می شود.
- ۳۷- علت قهوه ای دیده شدن هوای آلوده وجود گاز  $NO_2$  است.
- ۳۸- با توجه به نمودار صفحه ۹۲ کتاب درسی که غلظت برخی آلاینده ها را نشان می دهد، از ساعات اولیه صبح تا ۲ بعد از ظهر مقدار آلاینده ها به بیشترین حد خود می رسد.



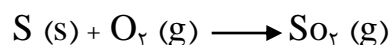
- ۳۹- در سال دهم خواندیم که در خروجی اگزوز خودروها آلاینده های  $CO$  ،  $SO_2$  ،  $NO$  و  $CxHy$  وجود دارد که در سال دوازدهم  $NO_2$  ،  $O_3$  هم به آن اضافه می شود.
- ۴۰- یادآوری از شیمی دهم: با توجه به واکنش زیر:
- $$NO(g) + O_3(g) \xrightarrow{\text{نور خورشید}} NO_2(g) + O_2(g)$$
- گیرد با کاهش مقدار گاز  $NO_2$  مقدار گاز  $O_3$  (که به اوزون تروپوسفری معروف است) افزایش می یابد.
- ۴۱- گاز  $CO$  طبق واکنش زیر تولید و وارد هواکره می شود:



۴۲- گاز  $NO_2$  طبق واکنش زیر تولید و وارد هواکره می شود:



۴۳- گاز  $SO_2$  که منشا تولید آن زغال سنگ، بنزین، گازوئیل و نفت خام با کیفیت پایین مقادیر مختلفی از گوگرد دارد که می سوزد و گاز  $SO_2$  تولید می کنند.



۴۴- گاز  $CxHy$  بصورت هیدروکربن های نسوخته از آگروز خودروها خارج می شود.

۴۵- گاز نیتروژن مونواکسید ( $NO$ ) آلاینده ای است که هم بصورت مستقیم از طریق آگروز خودروها و هم از طریق واکنش نیتروژن دی اکسید با اکسیژن وارد هوا می شود.

۴۶- گازهای  $NO$  و  $NO_2$  به دلیل داشتن الکترون تک (جفت نشده) در ساختار خود، بسیار واکنش پذیرند.

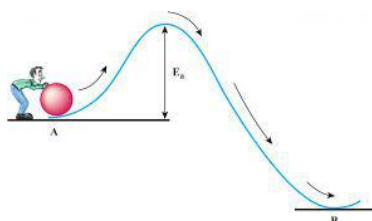
۴۷- طبق جدول صفحه ۹۲ کتاب درسی ترتیب مقدار آلاینده ها به ازای یک کیلومتر بر حسب گرم به این صورت است :  $Co > Cx Hy > No$

۴۸- طبق جدول صفحه ۹۲ کتاب درسی و به ازای روزانه صدمیلیون خوردو که بطور میانگین ۵۰ کیلومتر مسافت را می پیمایند ، ۴۳۵۰۰ تن آلاینده وارد هواکره میشود.

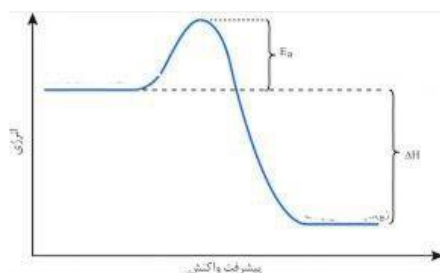
۴۹- در نمودار صفحه ۹۲ کتاب درسی غلظت آلاینده ها بر حسب ppm آمده است و با توجه به مفهوم ppm در شیمی دهم فرمولی برای محاسبه ppm برای گازها می نویسیم.

$$ppm \text{ برای گازها} = \frac{\text{شمار مولوکولهای گاز مورد نظر}}{\text{شماره کل ملوکول های موجود در یک نمونه از هوا}} \times 10^6$$

۵۰- برای آغاز هر واکنش شیمیایی به حداقل انرژی احتیاج داریم که به آن انرژی فعال سازی ( $E_a$ ) می گویند که با یکای کیلوژول یا کیلو ژول برمول آن را گزارش می کنند.



۵۱- طبق نمودار، نکات زیر را بخاطر بسپارید:



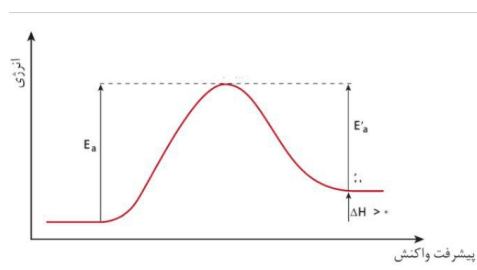
\* به تفاوت سطح انرژی و واکنش دهنده ها و فراورده ها، آنتالپی ( $\Delta H$ ) می گویند.

\* به تفاوت سطح انرژی واکنش دهند ها و نوک قله، انرژی فعال سازی می گویند.

\* سطح انرژی واکنش دهنده ها، فراورده ها و نوک قله نشان دهنده پایداری آنهاست به صورتی که هر چه سطح انرژی کمتر (پایین تر) باشد، پایداری بیشتر و ناپایداری کمتر خواهد بود.

۵۲- هر چه انرژی فعال سازی واکنشی بیشتر باشد، سرعت آن کمتر خواهد بود و بلعکس.

۵۳- ویژگی های واکنش گرماگیر ( $\Delta H > 0$ ):



\* سرعت برگشت بیشتر از رفت خواهد بود.

\* مجموع  $\Delta H$  های تشکیل فراورده ها بیشتر از مجموع  $\Delta H$  های تشکیل واکنش دهنده ها است.

\* انرژی پیوند واکنش دهنده ها بیشتر از انرژی پیوند فراورده ها خواهد بود.

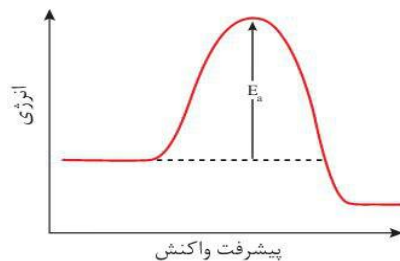
\* آنتالپی فراورده ها ( $H$  فراورده ها) بیشتر از آنتالپی واکنش دهنده ها ( $H$  واکنش دهنده ها) خواهد بود.

\* واکنش دهنده از فراورده پایدارتر و سطح انرژی آن پایین تر است.

\* واکنش های گرما گیر در دمای بالا خودبخودی خواهند بود.

۵۴- ویژگی های واکنش گرماده ( $\Delta H < 0$ ):





\* سرعت رفت بیشتر از سرعت برگشت است.

\* مجموع  $\Delta H$  های تشکیل واکنش دهنده ها بیشتر از فرآورده ها خواهد بود.

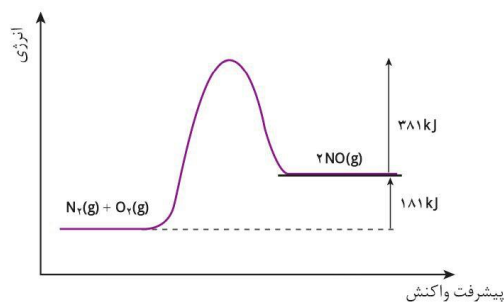
\* انرژی پیوند فرآورده ها بیشتر از انرژی پیوند واکنش دهنده ها است.

\* آنتالپی واکنش دهنده ها بیشتر از آنتالپی فرآورده ها خواهد بود.

\* فرآورده ها از واکنش دهنده ها پایدارترند و سطح انرژی کمتری دارند.

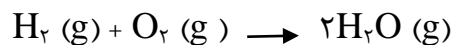
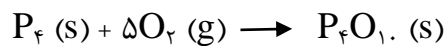
۵۵- انرژی فعال سازی و  $k$  در رابطه سرعت با هم رابطه عکس دارند و تغییرات دما تاثیری بر انرژی فعال سازی ندارد و همچنین با افزایش دما چه در واکنش های گرما ده ، چه گرماگیر سرعت واکنش افزایش می یابد.

۵۶-  $\Delta H$  ربطی به سرعت ندارد یعنی از روی  $\Delta H$  نمی توانیم کم یا زیاد بودن سرعت را تشخیص دهیم.



\* این واکنش در دمای اتاق (۲۵ درجه سانتی گراد) انجام نمی شود. اما در دمای موتور خودرو که بیشتر از ۱۰۰۰ درجه سانتی گراد و فشار بیشتر از ۱ اتمسفر است، انجام می شود.

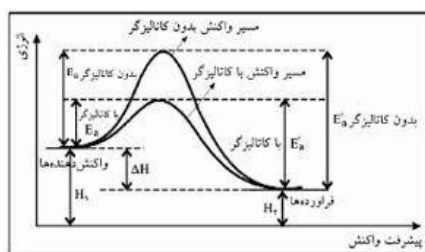
۵۸- فسفر سفید ( $P_4$ ) در دمای اتاق و در هوا با حضور  $O_2$  می سوزد. اما گاز هیدروژن در دمای اتاق و در هوا با حضور اکسیژن نمی سوزد. و هر دوی این واکنش ها گرما ده هستند.



۵۹- کاتالیزگرها در واکنش شرکت می کنند و سرعت واکنش شیمیایی را افزایش میدهد، در حالی که خودش در پایان واکنش باقی می ماند.

۶۰- طبق صفحه ۹۵ کتاب درسی، برخی واکنش ها در صنعت فقط در دما و فشار بالا انجام می شوند و تولید فراورده ها در آن ها صرفه اقتصادی ندارد به همین دلیل شیمی دان ها همواره در تلاش هستند تا با استفاده از کاتالیزگر، انرژی فعال سازی یک واکنش را کاهش داده تا در دما و فشار پایین و سرعت بالا انجام واکنش امکان پذیر شود.

۶۱- اثرات کاتالیزگر به یک واکنش:



\* انرژی فعال سازی را کاهش می دهد.

\* سرعت واکنش و ثابت سرعت ( $k$ ) را افزایش و زمان واکنش را کاهش می دهد.

\* مسیر واکنش را تغییر می دهد.

\* بر  $\Delta H$  واکنش بی اثر است.

\* سطح انرژی قله نمودار را کاهش می دهد و باعث پایداری آن می شود.

\* سطح انرژی واکنش دهنده ها و فراورده ها را تغییر نمی دهد.

\* مقدار نهایی فراورده را تغییر نمی دهد.

\* سبب کاهش آلودگی محیط زیست می شوند.

## صنعتان نادری

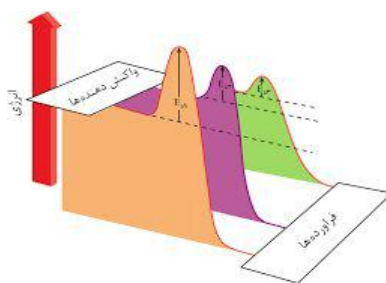
## مدرس شیمی

## جزوه شیمی دوازدهم

۶۲- دقت شود در واکنش با حضور کاتالیزگر و بدون حضور کاتالیزگر در تعداد مول های گاز ، محلول و جامد تغییری ایجاد نمی شود.

۶۳- طبق جدول صفحه ۹۶ کتاب درسی ، در حضور پودر روی که به عنوان کاتالیزگر عمل می کند واکنش میان گازهای هیدروژن و اکسیژن را سریع انجام می دهد. اما در حضور توری پلاتینی و ایجاد جرقه در مخلوط واکنش به صورت انفجاری انجام می شود.

۶۴- یک واکنش می تواند تحت تاثیر چند نوع کاتالیزگر قرار گیرد که هر کدام سرعت واکنش را به مقدار معینی تغییر می دهد.



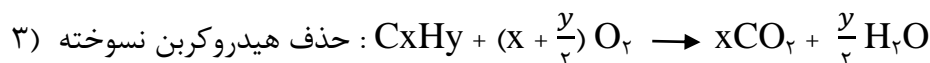
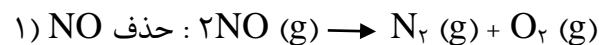
۶۵- واکنش میان گاز اکسیژن و هیدروژن در هر حالتی آنتالپی آن ثابت و برابر ۵۷۲- کیلوژول می باشد.

۶۶- در آگزوز خودروها در مسیر خروج گاز برای حذف آلاینده های  $CxHy$  ،  $NO$  ،  $CO$  از قطعه ای بنام مبدل کاتالیستی استفاده می شود.

۶۷- بر روی سطح مبدل کاتالیستی که سرامیکی و به شکل توری می باشد فلزهای رودیم (Rh) ، پالادیم (Pd) و پلاتین (Pt) نشانده شده است.

۶۸- گازهای خروجی از آگزوز تنها ۰/۴ ثانیه در تماس با کاتالیزگرهای مبدل کاتالیستی هستند.

۶۹- آلاینده ها طبق معادله های شیمیایی زیر در مبدل کاتالیستی به ترکیب های بی خطر تبدیل و وارد هوا کره می شوند:



\* هر سه معادله، گرماده هستند.

## صنعتان نادری

## مدرس شیمی

## جزوه شیمی دوازدهم

\* هر سه معادله فقط در دمای بالا و سرعت مناسب انجام می شوند بنابراین برای انجام سریع واکنش ها و در دمای پایین نیاز به مبدل کاتالیستی است

\* همه واکنش ها از نوع اکسایش - کاهش هستند.

۷۰- مقدار کاهش آلاینده بر حسب گرم در حضور مبدل کاتالیستی :

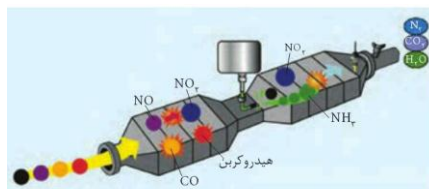


درصد کاهش آلاینده در حضور مبدل کاتالیستی :

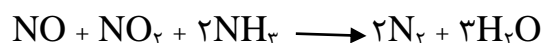


۷۱- اگر مبدل های کاتالیستی موجود در خوردوهای بنزینی را در خوردوهای دیزلی کار بگذاریم قادر به حذف گازهای NO و NO<sub>۲</sub> را ندارد اما CO و C<sub>x</sub>H<sub>y</sub> را می توان حذف کند.

۷۲- در قسمت چپ (ورودی مبدل کاتالیستی) ۴ آلاینده وجود دارد و در قسمت سمت راست ( خروجی مبدل کاتالیستی) هم ۴ گاز وجود دارد.



۷۳- در این مبدل، با ورود آمونیاک و انجام واکنش زیر، گازهای NO و NO<sub>۲</sub> به گاز N<sub>۲</sub> تبدیل می شوند.



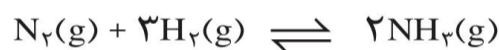
۱. بهترین راه حل برای تامین غذا، افزایش بهره وری در تولید فرآورده های کشاورزی است که در این راستا شناسایی، تولید و افزودن کودهای شیمیایی مناسب به خاک راهگشا خواهد بود.

۲. گیاهان برای رشد علاوه بر کربن دی اکسید و آب به عنصرهایی مانند S, N, K و... نیاز دارند.

۳. حالا سوالی که اینجا پیش میاد اینه که چرا نیتروژن را باید به شکل ترکیبات گوناگون به خاک افزود؟؟ در پاسخ میگویم که چون گیاهان با جوی سرشار از گاز نیتروژن احاطه شده اند اما نمی توانند این عنصر ضروری برای رشد خود را بطور مستقیم از هوا جذب کنند. به همین دلیل نیتروژن را به شکل ترکیب های نیتروژن دار از جمله آمونیاک و اوره به خاک افزود.

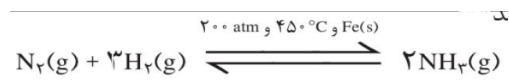


۴. یادآوری از شیمی دهم: آمونیاک را می توان از واکنش گازهای نیتروژن و هیدروژن طبق فرآیند هابر به دست آورد.



۵. واکنش میان گازهای نیتروژن و هیدروژن در دمای اتاق و حتی در حضور کاتالیزگر یا جرقه پیش نمی رود.

۶. هابر برای انجام پذیر بودن این واکنش آن را در شرایط مختلف انجام داد، مثل دمای ۴۵۰ درجه سانتی گراد، فشار ۲۰۰ اتمسفر و حضور کاتالیزگر آهن (Fe).



۷. واکنش تولید آمونیاک به روش هابر، برگشت پذیر است و می تواند در شرایط مناسب به تعادل برسد که در ادامه این جزوه به این شرایط خواهیم پرداخت.

۸. در واکنش تولید آمونیاک، عدد اکسایش نیتروژن از صفر به ۳- رسیده و نقش اکسنده را دارد اما هیدروژن عدد اکسایشش از صفر به ۱+ رسیده و نقش کاهنده را دارد.

۹. به مهمترین قسمت این فصل می‌رسیم یعنی ثابت تعادل

تعریف: ثابت تعادل معیاری برای میزان پیشرفت واکنش است به طوریکه هرچقدر ثابت تعادل واکنشی بیشتر باشد میزان پیشرفت واکنش بیشتر بوده و درصد بیشتری از واکنش دهنده‌ها به فرآورده‌ها تبدیل می‌شوند.

۱۰. ثابت تعادل واکنش (K): برابر است با حاصل ضرب غلظت تعادلی فرآورده‌ها هر یک به توان ضریب استوکیومتری آن‌ها، تقسیم بر حاصل ضرب غلظت تعادلی واکنش دهنده‌ها هر یک به توان ضریب استوکیومتری آن‌ها

مثلا در واکنش فرضی  $aA + bB = cC + dD$  ثابت تعادل برابر است با:

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

۱۱. نکته بسیار مهمی که در اینجا وجود دارد این است که غلظت مواد جامد و مایع خالص ثابت است و از نوشتن مقدار غلظت آن‌ها در رابطه ثابت تعادل صرف نظر می‌کنیم.

۱۲. مقدار K می‌تواند بسیار کوچک یا بسیار بزرگ باشد.

۱۳. \* اگر یک واکنش تعادلی را در جهت عکس بنویسیم: ثابت تعادل (K) هم عکس می‌شود

\* اگر واکنشی را در عددی ضرب کنیم: ثابت تعادل (K) به توان آن عدد می‌رسد

\* اگر چند واکنش تعادلی باهم جمع شوند: ثابت تعادل (K) آن واکنش‌ها در هم ضرب خواهند شد

۱۴. دقت شود وجود مواد جامد و مایع خالص برای برقراری ثابت تعادل موثر و الزامی است

۱۵. مقدار ثابت تعادل (K) برای یک واکنش در دمای ثابت، مقدار ثابتی است و فقط به دما بستگی دارد یعنی مقدار ثابت تعادل، به مقدار اولیه واکنش دهنده‌ها یا فرآورده‌ها، حجم ظرف، فشار و... بستگی ندارد.

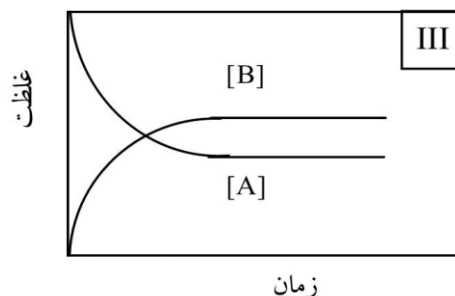
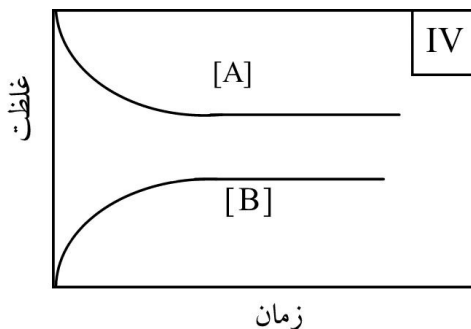
۱۶. اگر واکنش با سرعت مناسب انجام شود، می‌گویند این واکنش از لحاظ سینتیکی مساعد است و اگر به کندی انجام شود یعنی انرژی فعال سازی زیادی داشته باشد، می‌گویند از لحاظ سینتیکی نامساعد است.

۱۷. توجه شود بزرگ بودن K (ثابت تعادل) ربطی به زیاد بودن سرعت ندارد پس نمی‌توان از روی K به بررسی سرعت پرداخت.

۱۸. تبخیر یک مایع در سامانه بسته پس از مدتی به وضعیت ویژه ای می رسد که در آن سرعت تبخیر با سرعت میعان برابر می شود.

۱۹. در لحظه تعادل قطعا سرعت رفت با سرعت برگشت برابر است یعنی لزوما غلظت ها و انرژی فعال سازی ها برابر نیست پس تعادل (چه فیزیکی چه شیمیایی) زمانی رخ می دهد که سرعت رفت با برگشت برابر باشد.

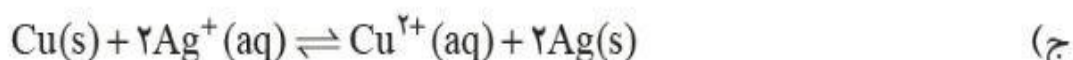
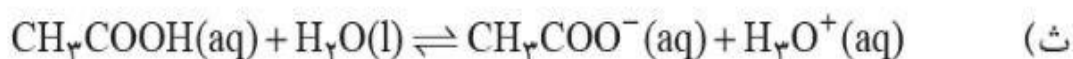
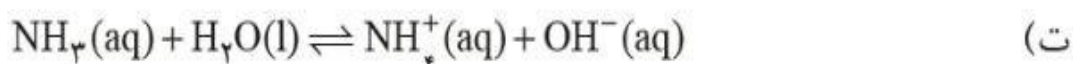
۲۰. توجه شود در لحظه تعادل غلظت مواد شرکت کننده در واکنش ثابت می شود (نه برابر).



۲۱. هر واکنش برگشت پذیری تعادلی نیست ولی هر واکنش تعادلی برگشت پذیر است.

۲۲. تعادل همگن تعادلی است که همه ی مواد شرکت کننده در تعادل، در یک فاز هستند.

۲۳. تعادل ناهمگن تعادلی است که مواد شرکت کننده در تعادل در فازهای متفاوتی قرار دارند.



| واکنش<br>تعادلی | همگن یا<br>ناهمگن | شماره فازها | نوع فازها   | عبارت ثابت تعادل   | یکای ثابت<br>تعادل                 |
|-----------------|-------------------|-------------|---|--|------------------------------------|
| الف             | ناهمگن            | ۲           | گازهای $\text{NH}_3$ و $\text{H}_2\text{S}$ در یک فاز و جامد در فاز دیگری است.  | $K = [\text{NH}_3][\text{H}_2\text{S}]$  | $\text{mol}^2 \cdot \text{L}^{-2}$ |
| ب               | ناهمگن            | ۳           | گازهای $\text{HI}$ و $\text{H}_2\text{S}$ در یک فاز و هریک از مواد جامد $\text{S}$ و $\text{I}_2$ در فاز جداگانه‌ای هستند.        | $K = \frac{[\text{HI}]^2}{[\text{H}_2\text{S}]}$                                       | $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$   |
| پ               | همگن              | ۱           | همه شرکت کننده‌ها در فاز گازی هستند.  | $K = \frac{[\text{CH}_3\text{OH}]}{[\text{CO}][\text{H}_2]^2}$                         | $\text{mol}^{-2} \cdot \text{L}^2$ |
| ت               | همگن              | ۱           | همه شرکت کننده‌ها در فاز محلول آبی هستند.   | $K = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3]}$                               | $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$   |
| ث               | همگن              | ۱           | همه شرکت کننده‌ها در فاز محلول آبی هستند.   | $K = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]}$ | $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$   |
| ج               | ناهمگن            | ۳           | یون‌های $\text{Ag}^+(aq)$ و $\text{Cu}^{2+}(aq)$ در یک فاز و هریک از مواد جامد $\text{Cu}$ و $\text{Ag}$ در فاز جداگانه‌ای هستند. | $K = \frac{[\text{Cu}^{2+}]}{[\text{Ag}^+]^2}$   | $\text{mol}^{-1} \cdot \text{L}$   |



$$\text{تغییر مقدار مول یکی از واکنش دهنده ها تا رسیدن به تعادل} = \frac{\text{میزان پیشرفت واکنش بر حسب درصد}}{\text{مقدار اولیه آن، واکنش دهنده}} \times 100$$

$$\text{بازده درصدی} = \frac{\text{مقدار مصرف یکی از واکنش دهنده ها}}{\text{مقدار اولیه آن}} \times 100$$

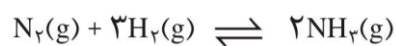
دقت کنید هنگام محاسبه بازده درصدی در مسائل تعادل باید بریم سراغ واکنش دهنده محدودکننده (نه اضافی).

۲۶. اصل لوشاتلیه: اگر عاملی موجب برهم زدن یک سامانه تعادلی شود، سامانه در جهتی جابجا می شود که با عامل مزاحم مقابله کرده و تا آنجا که امکان دارد اثر آن را تعدیل و جبران کند.

۲۷. اثر تغییر غلظت: یکی از راه های برهم زدن تعادل های شیمیایی تغییر غلظت مواد شرکت کننده در واکنش است.

۲۸. افزایش غلظت یک ماده باعث جابجایی تعادل در جهت مصرف آن و کاهش غلظت یک ماده باعث جابجایی تعادل در جهت تولید آن ها خواهد شد.

۲۹. تغییر ماده جامد یا مایع خالص، باعث جابجایی تعادل نمی شود چون با تغییر مقدار ماده جامد یا مایع خالص غلظت آن ها همچنان ثابت باقی می ماند و ثابت ماندن غلظت نیز تغییری در تعادل ایجاد نمی شود.



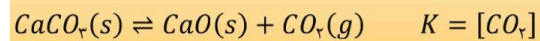
۳۰. با توجه به واکنش روبرو:

با خارج کردن مقداری آمونیاک از سامانه واکنش در جهت تولید آمونیاک پیش می رود تا در حد امکان با اثر کاهش غلظت آمونیاک مقابله کند و با وارد کردن مقداری گاز هیدروژن در سامانه واکنش در جهت مصرف گاز هیدروژن (به سمت رفت) پیش می رود تا در حد امکان با اثر افزایش غلظت هیدروژن مقابله کند.

۳۱. جا دارد باز هم به این نکته دقت کنید که تغییرات غلظت بر مقدار عددی ثابت تعادل اثری ندارد چون ثابت تعادل تنها تابع دما است.

۳۲. طبق اصل لوشاتلیه جابجایی تعادل برای مقابله با عامل برهم زننده تعادل تا حد امکان جبران می شود اما در تعادل های خاص (تعادل هایی که K فقط به غلظت یک ماده بستگی دارد مانند تعادل زیر) دقیقاً عامل برهم

زننده تعادل جبران می شود و چون همیشه غلظت آن ماده برابر غلظت اولیه است پس فشار تعادلی هم برابر فشار اولیه خواهد بود.

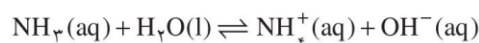


۳۳. تعادلی که در نکته ۳۲ آورده شد، چون دما فقط K و غلظت  $CO_2$  را تغییر می دهد پس فشار تعادلی  $CO_2$  فقط با تغییر دما تغییر می کند و به حجم ظرف بستگی ندارد پس اگر در دمای یکسان با مقادیر متفاوتی  $CaCO_3$  واکنش شروع شود در بازده درصدی واکنش تغییری ایجاد نمی شود.

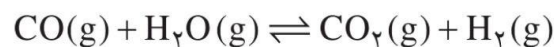
۳۴. اثر تغییر فشار (حجم) روی جابجایی تعادل: در دمای ثابت، افزایش فشار (کاهش حجم)، تعادل را به سمت مول های گازی کمتر و کاهش فشار (افزایش حجم) تعادل را به سمت مول های گازی بیشتر به پیش می رود.

۳۵. تعادل هایی که تغییر فشار بر جابجایی آن بی اثر است:

(۱) تعادل هایی که اصلاً ماده گازی شکل ندارند.



(۲) تعادل هایی که تعداد مولوکل های گازی در دو طرف آن ها یکسان است.



۳۶. با افزایش فشار غلظت تمام مواد گازی افزایش می یابد (غلظت با مقدار اشتباه نشود)

۳۷. با افزایش فشار سرعت واکنش رفت و برگشت افزایش می یابد (با هم رابطه مستقیم دارند مثل دما)

۳۸. دقت کنید، درست است که اگر مقداری مول های گازی دو طرف واکنشی برابر بود تغییر فشار (حجم) در جابجا کردن آن موثر نیست اما در این حالت هم سرعت های رفت و برگشت با توجه به افزایش یا کاهش فشار (حجم) به یک نسبت تغییر می کنند.

۳۹. افزودن یک گاز بی اثر (گازهای نجیب) اگر چه باعث افزایش فشار سامانه در یک تعادل گازی می شود اما چون تاثیری بر غلظت (فشار) واکنش دهنده ها و فراورده ها ندارد، سبب جابجایی تعادل نمی شود.

۴۰. غلظت برابر است با تعداد مول تقسیم بر حجم پس اگر حجم را کم کنیم چون مخرج کاهش می یابد کل کسر (یعنی غلظت) افزایش می یابد و اگر حجم را افزایش دهیم مخرج زیاد می شود و در نتیجه کل کسر (یعنی غلظت) کاهش می یابد.

۴۱. در واکنش  $2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g)$  با افزایش غلظت  $SO_3$  تعادل در جهت برگشت جابجا می شود و با توجه به ضرایب استوکیومتری میزان تولید  $SO_2$  دو برابر  $SO_3$  خواهد بود بنابراین تعادل جدید نسبت غلظت مولی واکنش دهنده ها ثابت می ماند (برابر است).

**اثر دما بر تعادل:**

| نوع تعادل | تغییر دما | جهت جابجایی  | تغییر مقدار K |
|-----------|-----------|--------------|---------------|
| گرماگیر   | افزایش    | در جهت رفت   | افزایش        |
| گرماگیر   | کاهش      | در جهت برگشت | کاهش          |
| گرماده    | افزایش    | در جهت برگشت | کاهش          |
| گرماده    | کاهش      | در جهت رفت   | افزایش        |

۴۲.

همان طور که در جدول می بینید در تعادل های گرماگیر تغییر دما با مقدار k رابطه ی مستقیم و در تعادل های گرماده تغییر دما با مقدار k رابطه ی عکس دارد.

۴۳. اگر در واکنشی گرماده یا گرماگیری مشخص نبود علامت گرما را در طرفی قرار می دهیم که مجموع ضرایب گازی در آن واکنش کمتر است.

۴۴. یادآوری از شیمی یازدهم: با توجه به واکنش  $2NO_2(g) \rightleftharpoons N_2O_4(g)$  نکات زیر را بخاطر بسپارید:

\*طبق نکته ۴۳ این واکنش گرماگیر است (علامت گرما در سمت واکنش دهنده ها قرار دارد)

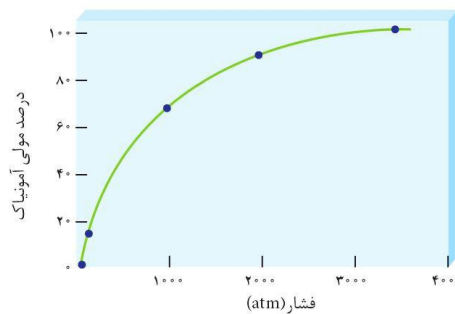
\*گاز  $NO_2$  بی رنگ و  $NO$  گازی قهوه ای (خرمایی) رنگ است.

\*با قراردادن ظرف این واکنش در آب گرم (افزایش دما)، تعادل در جهت رفت جابجا می شود پس ثابت تعادل افزایش می یابد در ضمن مخلوط پررنگ تر می شود.

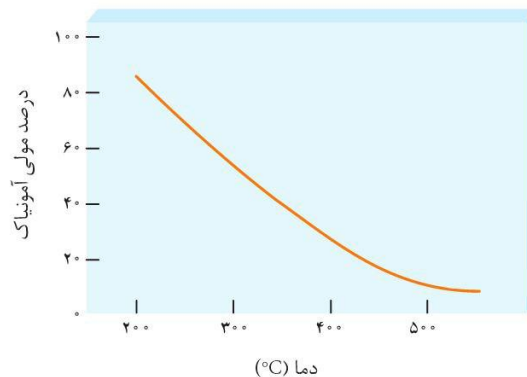
\*با قراردادن ظرف این واکنش در آب یخ (کاهش دما)، تعادل در جهت برگشت جابجا می شود پس ثابت تعادل کاهش می یابد و همچنین مخلوط کم رنگ تر می شود.

۴۵. کاتالیزگر سبب جابجا شدن واکنش های تعادلی نمی شود فقط زمان رسیدن به غلظت های تعادلی را کوتاهتر می کند.

۴۶. یادآوری از شیمی یازدهم: واکنش تولید آمونیاک، واکنشی گرما ده است. 
$$N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$$
 هابر میخواست تولید آمونیاک را در سریع ترین زمان ممکن افزایش دهد که با افزایش فشار تعادل به سمت تولید آمونیاک پیش می رود بنابراین هابر فشار را بالا برد پس نمودار درصد مولی آمونیاک بر حسب فشار به صورت صعودی خواهد بود.

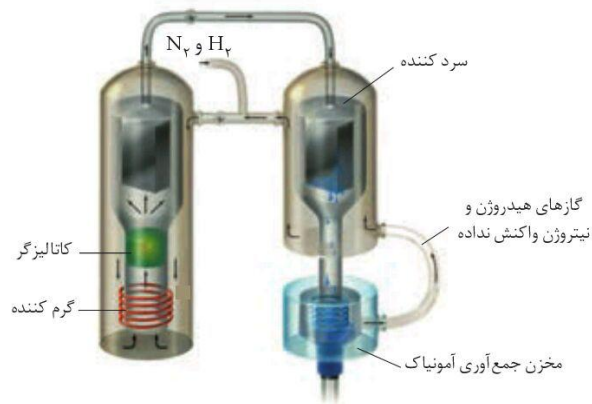


۴۷. به علت گرما ده بودن واکنش هابر، با افزایش دما، تعادل در جهت برگشت جابجا می شود و درصد مولی آمونیاک کاهش می یابد پس نمودار درصد مولی آمونیاک بر حسب تغییر دما به صورت نزولی خواهد بود.



۴۸. طبق نکته ۴۷ با افزایش دما، سرعت واکنش زیاد می شود و نمی توان آمونیاک زیادی تولید کرد به همین دلیل هابر از کاتالیزگر آهن استفاده کرد تا سرعت رسیدن به تعادل افزایش پیدا کند و آمونیاک بیشتری تولید شود.

۴۹. شکل زیر که شمایی از فناوری تولید آمونیاک به روش هابر را نشان می دهد که گازهای نیتروژن و هیدروژن از بالای دستگاه وارد می شوند و در مخزن سمت چپ در حضور کاتالیزگر و دمای بالا به کمک گرم کننده با هم واکنش می دهند. سپس آمونیاک به کمک سرد کننده مایع شده و در مخزن سمت راست جمع آوری می شود و گازهای واکنش نداده دوباره به مخزن سمت چپ بازگردانی می شوند تا با هم واکنش دهند.



۵۰. گاز آمونیاک به دلیل تشکیل پیوند هیدروژنی میان مولکول هایش، دمای جوش بالاتری نسبت به نیتروژن و هیدروژن دارد پس خیلی زودتر به مایع تبدیل می شود.

۵۱. نفت خام، گاز طبیعی، زغال سنگ و معادن مس، آهن، طلا، مرمر و فیروزه از جمله منابع شیمیایی ارزشمندی هستند که بطور یکسان در جهان توزیع نشده اند.

۵۲. 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.

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

۵۴. درصد خلوص کمیتی است که بر روی قیمت تمام شده مواد شیمیایی نقش تعیین کننده ای دارد.

۵۵. هرچه درصد خلوص ماده شیمیایی بیشتر باشد، قیمت آن نیز بیشتر خواهد بود به همین دلیل فناوری های جداسازی و خالص سازی مواد یکی از فناوری های پیشرفته، گران، پرکاربرد و درعین حال کارآفرین و درآمد زا به شمار می رود.

۵۶. با توجه به شکل صفحه ۱۱۰ کتاب درسی، قیمت ۱۵۹ لیتر از مواد به ترتیب بزرگی عبارتند از: اتیلن گلیکول، اتانول، نفت خام، بنزین، پلی اتن و متانول.

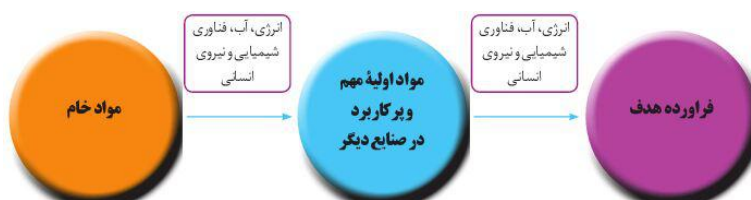
۵۷. به کار گیری فناوری و تبدیل مواد خام به مواد فراوری شده، سبب رشد و بهره وری اقتصاد یک کشور می شود.

۵۸. فناوری ارتباطات، کشاورزی، غذایی، نظامی، دارویی، الکترونیکی و آموزشی از جمله فناوری هایی هستند که بشر امروزی از آن ها برای خود بهره می برد.

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

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

۶۱. روند کلی افزایش بهره وری با استفاده از فناوری های شیمیایی به صورت شکل در زیر آمده است:



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

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

۶۴. اغلب مواد آلی شامل گروه های عاملی گوناگون هستند. گروه هایی که خواص و رفتار مواد آلی را تعیین می کنند.

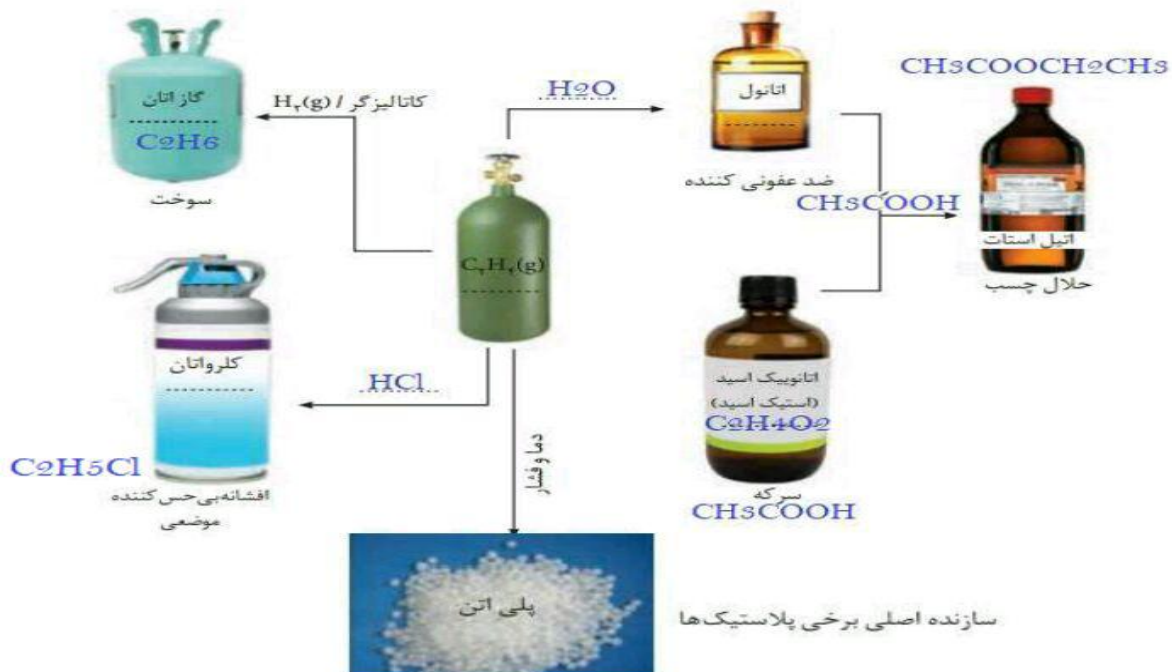
۶۵. تولید یک ماده آلی جدید می تواند با تغییر ساختار یا ایجاد یک یا چند گروه عاملی همراه باشد.

۶۶. شیمی دان ها به کمک دانش مربوط به ساختار و رفتار گروه های عاملی و دانستن شرایط و عوامل موثر بر انجام واکنش های شیمیایی از مواد خام یا اولیه در دسترس، ماده ای نو برای کاربردی معین سنتز می کنند.

۶۷. یادآوری از شیمی یازدهم: برای سنتز یک استر می توان از واکنش یک اسید آلی با یک الکل در شرایط مناسب استفاده کرد.



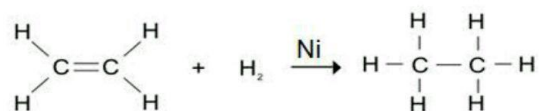
۶۸. طبق نمودار صفحه ۱۱۲ کتاب درسی نکات بسیار مهم زیر را بخاطر بسپارید:



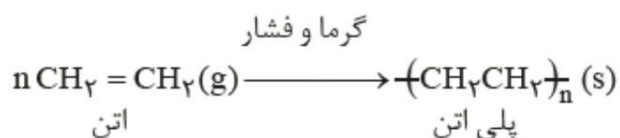
۱) از گاز اتن می توان مواد آلی گوناگون پرمصرف و ارزشمند تهیه کرد. این گاز یکی از مهم ترین خوراک ها در صنایع پتروشیمی است.

۲) اتیل استات به عنوان حلال چسب، اتانول به عنوان ضد عفونی کننده و کلرواتان به عنوان افشانه بی حس کننده موضعی استفاده می شود و همچنین پلی اتن سازنده اصلی برخی پلاستیک هاست.

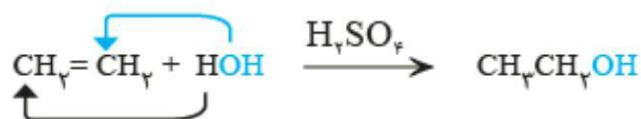
۳) هیدروژن دار شدن با کاتالیزگر:



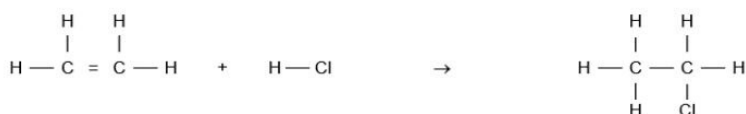
۴) پلی مر شدن (بسپارش):



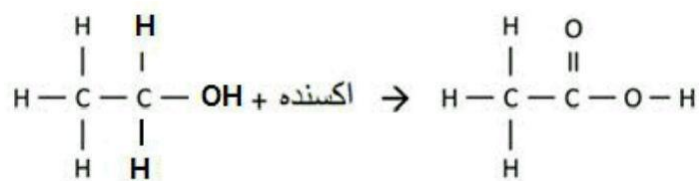
(۵) تهیه صنعتی اتانول:



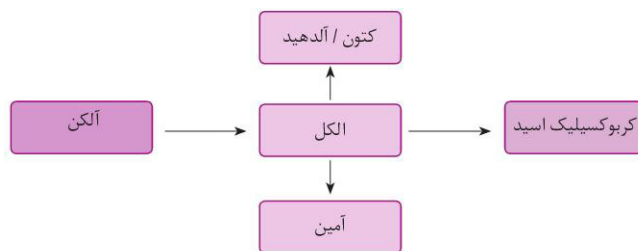
(۶) واکنش اتن با HCl و تولید کلرواتان:



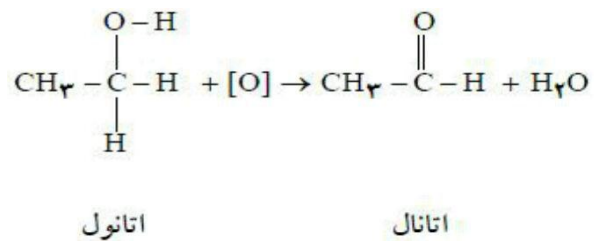
(۷) تولید اتانویک اسید (استیک اسید، سرکه) از اتانول:



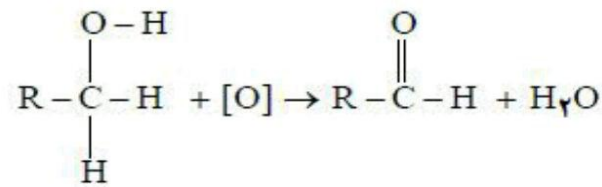
۶۹. تبدیل برخی مواد آلی به یکدیگر:



۷۰. اکسایش الکل نوع اول: از اکسایش الکل های نوع اول آلدهیدها به وجود می آیند.

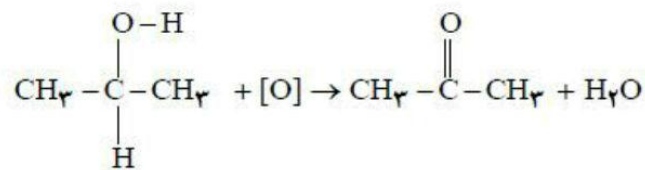






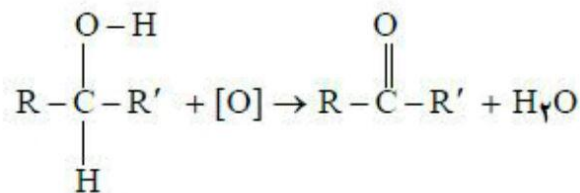
الدهید                      الکل نوع اول

۷۱. اکسایش الکل نوع دوم: از اکسایش الکل های نوع دوم، کتون ها به وجود می آیند.



۲- پروپانول

پروپانون



کتون                      الکل نوع دوم

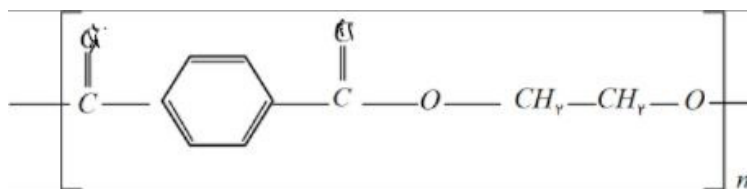
۷۲. اگر کربن حامل OH تنها به یک کربن متصل باشد آن را الکل نوع اول و اگر به دو کربن دیگر متصل باشد الکل نوع دوم و اگر به سه کربن وصل باشد الکل نوع سوم گفته می شود.

۷۳. هرچه 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.

۷۴. بازده واکنش، هزینه مواد و انرژی مصرف شده برای تولید ماده هدف به نوع واکنش و فناوری به کار رفته بستگی دارد.

۷۵. بطری آب از پلیمری به نام پلی اتیلن ترفتالات (PET) ساخته می شود. برای ساخت این بطری، نخست پلیمر آن را تهیه می کنند. سپس این پلیمر را به همراه برخی افزودنی ها در قالب های ویژه ای می ریزند تا به شکل بطری مورد نظر درآید.

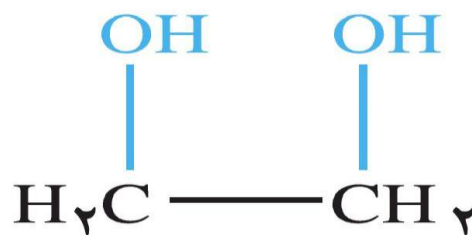
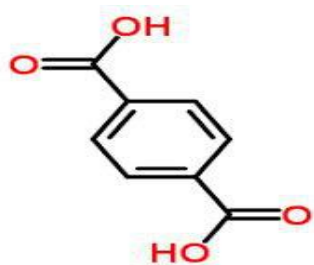
۷۶. فرمول ساختاری پلیمر سازنده بطری آب به شکل زیر است:



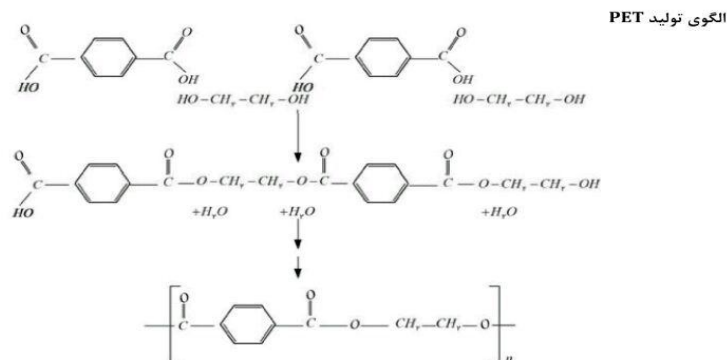
\*این پلیمر جزو پلی استرهاست چون با توجه به ساختار آن مشخص است که مونومرهای سازنده آن یک اسید و یک الکل دو عاملی می باشد.

\*اسید سازنده پلی اتیلن ترفتالات، ترفتالیک اسید (C<sub>6</sub>H<sub>4</sub>(COOH)<sub>2</sub> با جرم مولی ۱۶۶) و الکل سازنده آن اتیلن گلیکول (C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>O<sub>2</sub> با جرم مولی ۶۲) است

\*ترفتالیک اسید و اتیلن گلیکول در نفت خام وجود ندارند و بطور مستقیم نمی توان آن ها را از نفت خام به دست آورد.



۷۷. شکل زیر الگوی تولید PET (واکنش مونومرهای پلی مر سازنده بطری یعنی اتیلن گلیکول با ترفتالیک اسید) را نشان می دهد:



۷۸. بنزن، اتن و پارازایلن را می توان از تقطیر نفت خام به دست آورد:

## صنعت نادر

## مدرس شیمی

## جزوه شیمی دوازدهم



پاراژایلن



اتن



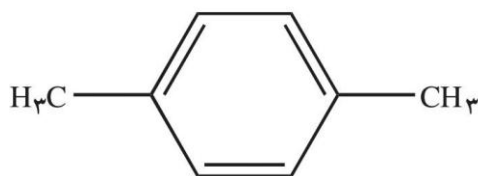
بنزن

۷۹. \*پاراژایلن یک هیدروکربن آروماتیک است چون در ساختارش یک حلقه بنزنی دارد.

\*فرمول شیمیایی آن به صورت  $C_{10}H_{10}$  (جرم مولی ۱۰۶) است که در واقع دو گروه متیل به حلقه بنزنی متصل شده است.

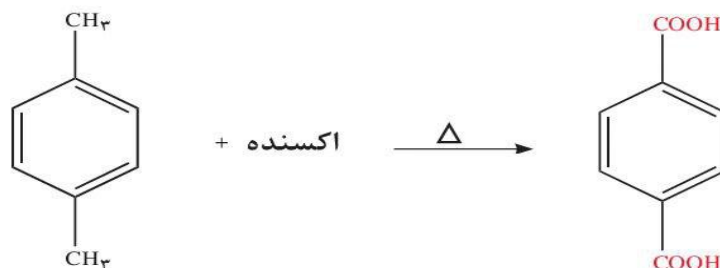
\*در ساختار آن ۲۱ پیوند اشتراکی وجود دارد.

\*مجموع عدد اکسایش اتم های کربن برابر ۱۰- است که چهار اتم کربن عدد اکسایش ۱-، دو کربن عدد اکسایش صفر و دو کربن دیگر هم ۳- هستند.



پاراژایلن

۸۰. در شرایط مناسب می توانیم پاراژایلن را به ترفتالیک اسید تبدیل کنیم که در این فرآیند عدد اکسایش اتم های کربن حلقه بنزنی تغییری نمی کند، اما عدد اکسایش کربن در دو گروه متیل از ۳- به ۳+ می رسد یعنی کربن اکسایش می یابد پس برای تبدیل پاراژایلن به ترفتالیک اسید به اکسنده نیاز داریم:

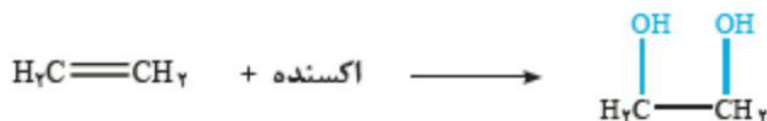


۸۱. از اکسایش پاراژایلن در حضور پتاسیم پرمنگنات ( $KMnO_4$ ) و یا مولکول اکسیژن در حضور کاتالیزگر و شرایط مناسب، می توان ترفتالیک اسید تهیه کرد.

۸۲. \*در واکنش پارازایلن که به ترفتالیک اسید تبدیل می شود، یون پرمنگنات به  $2MnO$  تبدیل می شود که که منگنز سه واحد کاهش می یابد (از +۷ به +۴)

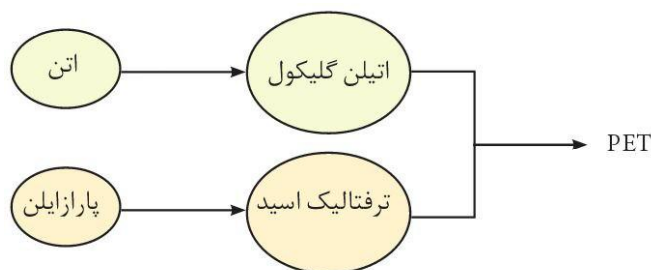
\*انرژی فعال سازی این واکنش زیاد است چون واکنش برای انجام به دمای بالا نیاز دارد و در دمای بالا هم بازده آن نسبتا خوب است پس می توان انرژی فعال سازی بالا برای این واکنش در نظر گرفت.

۸۳. برای سنتز اتیلن گلیکول، باید گاز اتن را در اثر واکنش با آبی و رقیق پتاسیم پرمنگنات در شرایط مناسب به اتیلن گلیکول تبدیل کرد:



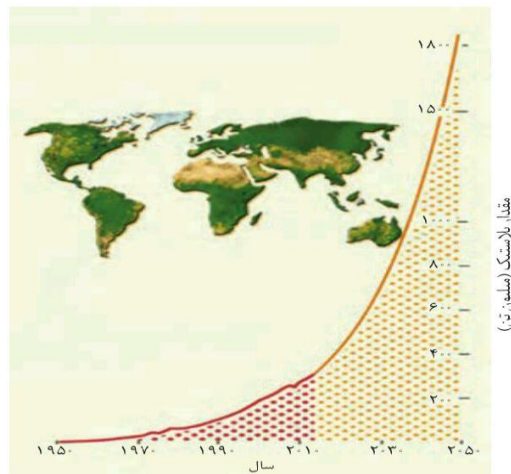
۸۴. در واکنش تبدیل اتن به اتیلن گلیکول، عدد اکسایش هر اتم کربن از ۲- به ۱- می رسد (اکسایش می یابد)

۸۵. فرایند کلی سنتز PET به صورت زیر است:



۸۶. پلیمر PET همانند پلیمرهای سنتزی ماندگاری زیادی دارد و در طبیعت به کندی تجزیه می شود. به همین دلیل پسماند آن ها تهدیدی جدی برای زندگی روی کره زمین به شمار می آید.

۸۷. پلاستیک ها به دلیل ویژگی هایی مانند چگالی کم، نفوذناپذیری نسبت به هوا و آب، ارزان بودن و مقاومت در برابر خوردگی، کاربردهای وسیعی در زندگی پیدا کرده اند؛ به طوری که امروزه سالانه حدود ۴۰۰ میلیون تن از این مواد در جهان تولید می شود و این روند افزایش است.



۸۸. استفاده بی رویه و بیش از حد پلاستیک 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. یکی از مواد پلاستیکی قابل بازیافت پلی اتیلن ترفتالات است.

۸۹. یکی از راه های بازیافت پلاستیک ها مثل PET این است که آنها را پس از شستشو و تمیز کردن، ذوب کرده و دوباره از آنها برای تولید وسایل و ابزار دیگر استفاده می کنند.

۹۰. یک راه دیگر این است که 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.

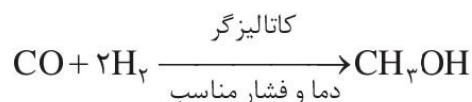
۹۱. راه دیگری نیز وجود دارد که در آن این پسماندها را به مونومرهای سازنده یا مواد اولیه و ارزشمند تبدیل می کنند که کاری بس دشوار است.

۹۲. می دانیم که PET در شرایط مناسب با متانول واکنش می دهد و به مواد مفیدی تبدیل می شود. موادی که می توان آنها را برای تولید پلیمرها به کار برد.

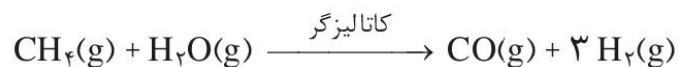
۹۳. متانول مایعی بی رنگ، بسیار سمی و ساده ترین عضو خانواده الکل ها است که می توان آن را از چوب تهیه کرد. از آنجا که این الکل کاربردهای زیادی در صنایع گوناگون دارد باید آن را در مقیاس صنعتی تولید کرد.

۹۴. در صنعت گاز کربن مونوکسید را با گاز هیدروژن در شرایط مناسب و در حضور کاتالیزگر واکنش می دهد.

\*\*\*مطالعه آزاد: کاتالیزگرهای این واکنش روی، آلومینیم و مس است.



۹۵. 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 بهره برد:

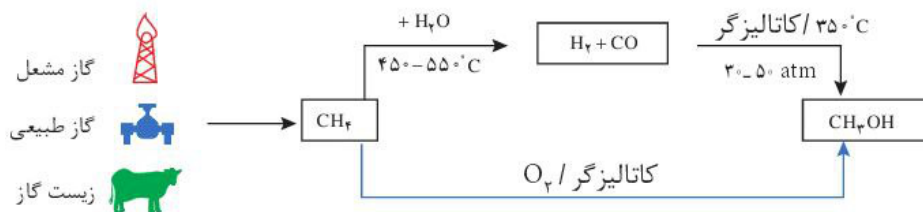


۹۶. گاز متان سازنده اصلی گاز طبیعی است که در میدان های نفتی به فراوانی یافت می شود.

۹۷. گاز متان چون یک هیدروکربن سیرشده است واکنش پذیری بسیار کمی دارد و تبدیل متان به متانول فرآیندی دشوار است که انجام آن به دانش و فناوری پیشرفته نیازمند است.

۹۸. 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.

۹۹. روش های تولید متانول:



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