



خانه شیمی ایران

همایش جمع بندی

شیمی نیمسال دوم دوازدهم

مؤلف

مهندس محمدرضا آقاجانی



www.khaneshimi.ir

فهرست مطالب

فصل ۳ شیمی دوازدهم

- ۴ مواد کووالانسی
- ۴ سیلیس
- ۵ سیلیسیم و ژرمانیم
- ۵ سیلیسیم کربید
- ۵ الماس و گرافیت
- ۶ گرافن
- ۷ مواد مولکولی
- ۷ یخ
- ۸ جامدهای یونی
- ۹ سدیم کلرید
- ۱۱ جامدهای فلزی
- ۱۳ تیتانیم
- ۱۴ نقشه های پتانسیل الکتروستاتیکی
- ۱۶ تولید انرژی الکتریکی از پرتوهای خورشیدی
- ۱۷ مقایسه شعاع اتمی
- ۱۸ مقایسه شعاع یونی
- ۱۹ مقایسه چگالی بار
- ۲۰ مقایسه آنتالپی فروپاشی
- ۲۱ تئوری ها

فصل ۴ شیمی دوازدهم

- ۲۴ انرژی فعالسازی
- ۲۵ کاتالیزگر
- ۲۶ مبدل های کاتالیستی
- ۲۸ تعادل
- ۲۹ ثابت تعادل
- ۳۰ اصل لوشاتلیه
- ۳۵ فرایند هابر
- ۳۶ تبدیل مواد خام به ارزشمند
- ۴۲ شیمی سبز
- ۴۳ تئوری ها
- ۴۷ واکنش ها و نمودارها



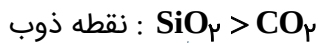
**شیمی؛
جلوه ای از هنر، زیبایی و ماندگاری
فصل ۳**

شیمی دوازدهم

مواد کووالانسی:

مطالب زیر را مطالعه کنید

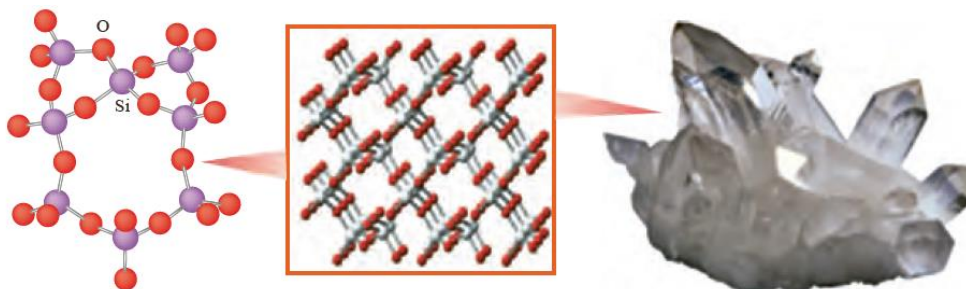
- ☞ ماده کووالانسی مجموعه ای از اتم های بسیاری است که با هم پیوندهای اشتراکی دارند.
 - ☞ این مواد در دما و فشار اتاق به حالت جامد هستند و آنها را با نام جامد کووالانسی نیز می خوانند.
 - ☞ این مواد دمای ذوب بالایی دارند و دیرگداز هستند. (چون میان همه اتم ها پیوندهای اشتراکی وجود دارد)
-  مثال:



نیروی بین مولکولی پیوند اشتراکی (بین اتمی)

- ☞ عنصرهای اصلی سازنده جامدهای کووالانسی در طبیعت، کربن و سیلیسیم هستند. (از این دو عنصر تاکنون یون تک اتمی در هیچ ترکیبی شناخته نشده است، زیرا اتم های C و Si با تشکیل پیوندهای اشتراکی به آرایش الکترونی هشت تایی می رسند).
- ☞ در جامدهای کووالانسی، مولکول های مجزا وجود ندارد. $\Leftarrow$ نمی توان واژه هایی مانند ماده مولکولی، فرمول مولکولی و نیروهای بین مولکولی را برای توصیف این مواد به کار برد.

سیلیس



- ☞ شامل شمار بسیار زیادی از اتم های سیلیسیم و اکسیژن با پیوندهای اشتراکی $\text{Si}-\text{O}-\text{Si}$ بوده و دارای ساختاری به هم پیوسته و غول آساست. (ساختاری که دلیلی بر سختی* بالا و دیر گداز بودن چنین موادی است). (*سختی: مقاومت در برابر خراشیده شدن)
- ☞ در هر واحد از ساختار سیلیس، هر اتم Si به چهار اتم اکسیژن و هر اتم O به دو اتم سیلیسیم و هر واحد با پل $\text{Si}-\text{O}-\text{Si}$ به دیگر واحدها متصل است.
- ☞ پختن نان سنگک بر روی دانه های درشت سنگ را می توان نشانه ای از مقاومت گرمایی سیلیس دانست.
- ☞ سیلیس خالص به دلیل داشتن خواص نوری ویژه در ساخت منشورها و عدسی ها به کار می رود.
- ☞ SiO_2 افزون بر خاک های رس، یکی از سازنده های اصلی بسیاری از سنگ ها، صخره ها و نیز شن و ماسه است. وجود این ماده باعث استحکام و ماندگاری سازه های سنگی و نقشکندهای روی آنها شده است.
- ☞ سیلیسیم پس از اکسیژن فراوان ترین عنصر در پوسته جامد زمین است. (ترکیب های گوناگون این دو عنصر بیش از ۹۰٪ پوسته جامد زمین را تشکیل می دهند). از این رو سیلیس (SiO_2)، فراوان ترین اکسید در این لایه از سیاره ما به شمار می رود.
- ☞ کوارتز از جمله نمونه های خالص و ماسه از جمله نمونه های ناخالص سیلیس است.



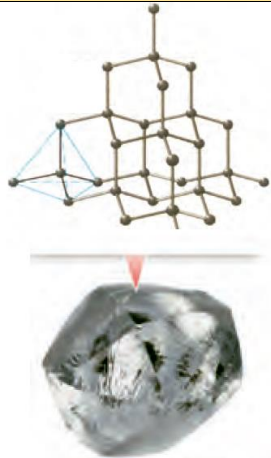
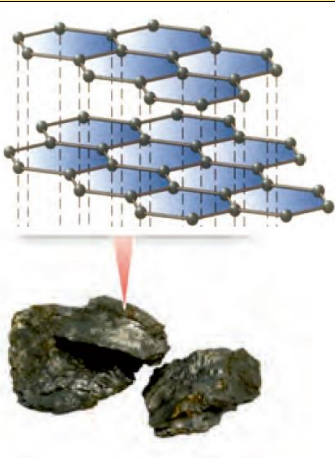
○ سیلیسیم و ژرمانیم

- ✎ Si ۱۴ شبه فلزی از خانواده کربن است.
- ✎ تصور اشتباه: ساختار سیلیسیم مانند کربن است و سیلیس ساختاری همانند CO_2 دارد!
- ✎ سیلیسیم ساختاری مشابه الماس دارد.
- ✎ سیلیسیم در طبیعت به حالت خالص یافت نشده و به طور عمده به شکل سیلیس یافت می شود.
- ✎ میانگین آنتالپی پیوند و پایداری: $Si-O > Si-Si$
- ✎ سیلیسم > سیلیس : پایداری $\Rightarrow$

○ سیلیسم کربید

- ✎ یک سایند ارزان است که در تهیه سنباده به کار می رود.
- ✎ سیلیسیم کربید ساختاری مشابه الماس دارد.
- ✎ مقایسه سختی سیلیسیم کربید با الماس و سیلیسیم:
- ✎ $C-C > Si-C > Si-Si$: آنتالپی پیوند
- ✎ سیلیسم > سیلیسیم کربید > الماس : نقطه ذوب و سختی

○ الماس و گرافیت

الماس	گرافیت
	

- ✎ گرافیت و الماس از جمله دگرشکل های طبیعی کربن هستند.
- ✎ الماس، یک جامد کووالانسی سه بعدی و گرافیت، یک جامد کووالانسی دو بعدی است.
- ✎ در الماس، هر اتم کربن به ۴ پیوند یگانه به ۴ اتم دیگر وصل است.
- ✎ در گرافیت، هر اتم کربن با ۴ پیوند به سه اتم کربن دیگر متصل است.
- ✎ گرافیت ساختار لایه لایه دارد و بین لایه ها نیروی ضعیف واندروالسی وجود دارد و هر لایه می تواند روی لایه دیگر بلغزد. $\leftarrow$ گرافیت برخلاف الماس، ماده بسیار نرمی است.
- ✎ گرافیت موجود در مغز مداد بر روی کاغذ اثر به جا می گذارد.

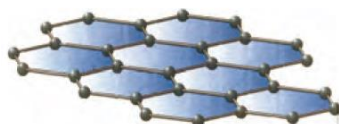


- ❏ گرافیت، همانند فلزها رسانای خوب جریان برق است.
- ❏ الماس رسانای جریان برق نیست. اما رسانایی گرمایی بالا دارد.
- ❏ ظاهر الماس، شفاف اما گرافیت، کدر و تیره است.
- ❏ از الماس در ساخت جواهرات، مته ها و ابزار برش شیشه استفاده می شود.
- ❏ چگالی: الماس $\frac{3}{51} \frac{g}{cm^3} < \frac{2}{27} \frac{g}{cm^3}$ گرافیت
- ❏ مقایسه نقطه ذوب الماس با سیلیسیم:

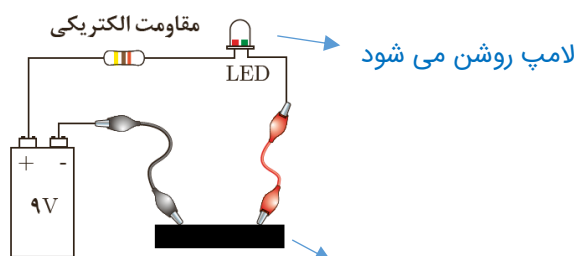
$C-C > Si-Si$: میانگین آنتالپی پیوند

سیلیسم $>$ الماس : نقطه ذوب و سختی

گرافن



- ❏ گرافن، تک لایه ای از گرافیت است که در آن، اتم های کربن با پیوندهای اشتراکی حلقه های شش گوشه تشکیل داده اند.
- ❏ چنین ساختاری با الگویی مانند کندوی زنبور عسل، استحکام ویژه ای دارد به طوری که مقاومت کششی آن حدود ۱۰۰ برابر فولاد است.
- ❏ از آنجا که ضخامت گرافن به اندازه یک اتم کربن است، می توان آن را یک گونه شیمیایی دو بعدی دانست و انتظار می رود شفاف و انعطاف پذیر باشد.
- ❏ یک روش ساده برای تهیه گرافن استفاده از گرافیت و نوار چسب نازک برای جدا کردن لایه هایی از آن است:
- در این روش، نخست مقداری گرد گرافیت را بین دو تکه نوار چسب فشار می دهند. سپس یکی از نوار چسب ها را جدا می کنند. به این ترتیب لایه هایی از گرافیت روی سطح چسبنده نوارچسب قرار می گیرد. در ادامه، این نوارچسب را به سطح چسبنده نوارچسب سوم چسبانده، فشار می دهند و از هم جدا می کنند تا لایه نازک تری از گرافیت روی نوار چسب سوم باقی بماند. با ادامه این کار لایه ای به ضخامت نانومتر در برخی قسمت های نوار چسب باقی می ماند که همان گرافن است.
- ❏ آزمایش رسانایی الکتریکی گرافیت و گرافن:



- ❏ هرچه دو نقطه اتصال را از هم دور کنیم، مقاومت الکتریکی گرافیت بیشتر شده و شدت روشنایی لامپ کم تر می شود.



مواد مولکولی:

مطالب زیر را مطالعه کنید

- ❧ مواد مولکولی در ساختار خود مولکول های مجزا دارند. مانند کربن دی اکسید و آب
- ❧ اغلب ترکیب های آلی (مثل هیدروکربن ها، الکل ها و اسیدهای آلی) جزو مواد مولکولی هستند.
- ❧ تنوع و شمار مواد مولکولی بیشتر از مواد کووالانسی است.
- ❧ ترکیب هایی که در دما و فشار اتاق به حالت مایع هستند، جزو مواد مولکولی به شمار می روند.
- ❧ مولکول ها، واحدهای سازنده مواد مولکولی هستند، واحدهای مجزایی که شامل دو یا چند اتم با پیوندهای اشتراکی بوده و نقشی کلیدی در تعیین خواص و رفتار این دسته از مواد دارند.
- ❧ رفتار فیزیکی مواد مولکولی به نوع و قدرت نیروهای بین مولکولی آنها بستگی دارد.
- ❧ برای نمونه آنتالپی تبخیر و نقطه جوش یک ترکیب مولکولی به حالت مایع به نیروهای بین مولکولی آن وابسته است،
- ❧ در حالی که رفتار شیمیایی آن به طور عمده به پیوندهای اشتراکی (جفت الکترون های پیوندی) و جفت الکترون های ناپیوندی موجود در مولکول وابسته است.

❧ یخ

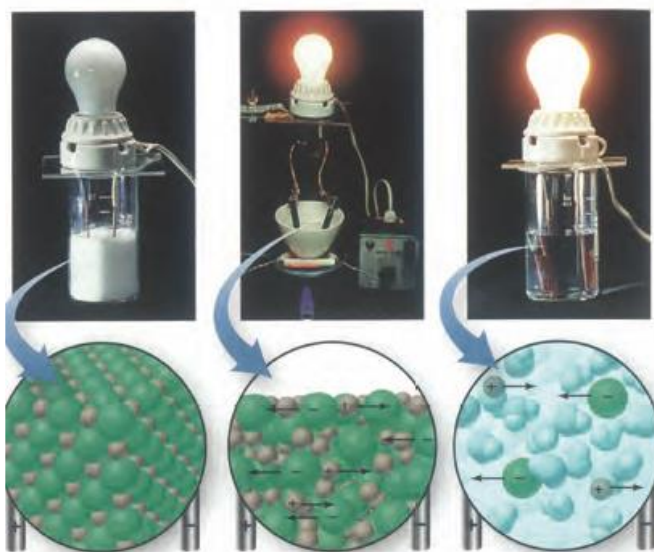
- ❧ سیلیس به عنوان نماینده ای از جامد های کووالانسی، در حالت خالص و تراش خورده، شفاف، زیبا و سخت است. یخ نیز ظاهری شبیه به آن دارد به طوری که سازه های یخی شفاف است.
- ❧ مولکول های H_2O در ساختار یخ در یک آرایش منظم و سه بُعدی با تشکیل حلقه های شش گوشه، شبکه ای همانند کندوی زنبور عسل با استحکام ویژه پدید می آورند.
- ❧ در ساختار یخ هر اتم اکسیژن به دو اتم هیدروژن با پیوند اشتراکی و به دو اتم هیدروژن از مولکول های دیگر با پیوندهای هیدروژنی متصل است.
- ❧ در ساختار یخ، پیرامون هر مولکول H_2O ، ۴ پیوند هیدروژنی وجود دارد.
- ❧ دانه برف یک سازه یخی طبیعی است که مبنای تشکیل آن حلقه های شش گوشه است.



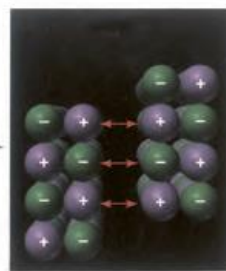
جامدهای یونی:

مطالب زیر را مطالعه کنید

- ✎ هر ترکیب یونی دوتایی را می توان فراورده واکنش یک فلز با یک نافلز دانست، واکنشی که در آن اتم ها با یکدیگر الکترون داد و ستد می کنند. (اتم فلز با از دست دادن الکترون و اتم نافلز با به دست آوردن الکترون، به ترتیب به کاتیون و آنیون تبدیل می شوند.) مانند: سدیم کلرید
- ✎ پس از داد و ستد الکترون و تشکیل یون ها، میان یون های ناهمنام، نیروی جاذبه و میان یون های همنام، نیروی دافعه پدید می آید.
- ✎ اگر هر یک از یون ها همانند کره ای باردار باشد، انتظار می رود نیروهای جاذبه و دافعه از همه جهت ها به آن وارد شود، به دیگر سخن این نیروها به شمار معینی از یون ها محدود نشده بلکه میان همه آنها و در فاصله های گوناگون وارد می شود.
- ✎ فرمول شیمیایی هر ترکیب یونی، ساده ترین نسبت کاتیون ها و آنیون های سازنده آن را نشان می دهد.
- ✎ وجود جامدهای یونی در طبیعت (مانند سدیم کلرید) نشان می دهد که نیروهای جاذبه میان یون های ناهمنام بر نیروهای دافعه میان یون های همنام غالب است، آن چنان که شمار بسیار زیادی از یون ها به سوی یکدیگر کشیده می شوند. چنین روندی، دلیل پدید آمدن آرایش منظمی از یون ها در سه بعد و تشکیل شبکه بلوری جامد یونی است.
- ✎ واژه شبکه بلوری برای توصیف آرایش سه بعدی و منظم اتم ها (مانند فلزها)، مولکول ها (مانند یخ خشک) و یون ها (مانند ترکیب های یونی) در حالت جامد به کار می رود.
- ✎ برای توصیف ترکیب های یونی در منابع علمی معتبر هیچ گاه واژه هایی مانند مولکول و فرمول مولکولی به کار نمی رود. (چون در ترکیب های یونی، واحدهای مجزا و مشخصی به نام مولکول وجود ندارد.)
- ✎ ترکیب های یونی از لحاظ الکتریکی خنثی هستند. (مجموع بارهای مثبت با مجموع بارهای منفی برابر است.)
- ✎ ترکیب های یونی در حالت جامد، رسانای جریان برق نیستند اما در حالت محلول و مذاب رسانایی الکتریکی دارند.

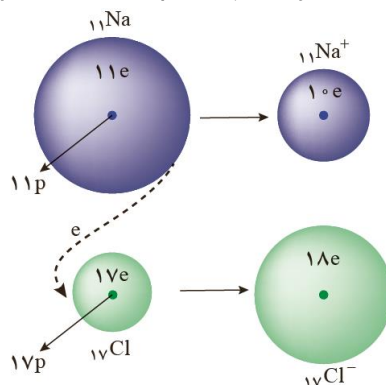


اغلب ترکیب های یونی سخت و شکننده اند.



سدیم کلرید

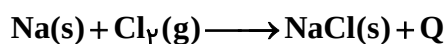
داد و ستد الکترون میان اتم های سدیم و کلر هنگام تشکیل سدیم کلرید:



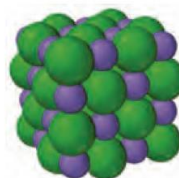
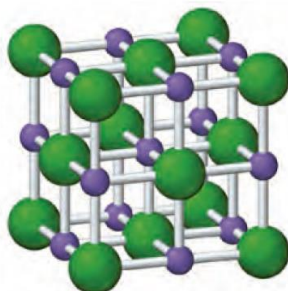
مقایسه شعاع:



از واکنش فلز سدیم با گاز کلر، جامد یونی سفید رنگی بر جای می ماند که همان نمک خوراکی است. نور و گرمای زیاد آزاد شده در این واکنش نشان می دهد که بسیار گرماده است.



آرایش یون ها در شبکه بلوری سدیم کلرید به روش مدل فضا پرکن و مدل گلوله و میله:



آرایش یون ها در سرتاسر شبکه بلوری سدیم کلرید (به عنوان نماینده جامدهای یونی) از یک الگوی تکراری پیروی می کند، به طوری که هر کاتیون با شمار معینی آنیون و هر آنیون با شمار معینی کاتیون احاطه شده است.

توجه: به شمار نزدیکترین یون های ناهمنام موجود پیرامون هر یون در شبکه بلور، عدد کوئوردیناسیون می گویند.



❧ عدد کوئوردیناسیون هر يك از يون های Na^+ و Cl^- در بلور سدیم کلرید با هم مساوی و برابر با ۶ است.

🔔 توجه:

$$\frac{\text{عدد کوئوردیناسیون کاتیون}}{\text{عدد کوئوردیناسیون آنیون}} = \frac{\text{شمار آنیون}}{\text{شمار کاتیون}} = \frac{\text{بار کاتیون}}{\text{بار آنیون}}$$

❧ سیلیسیم، فسفر و گوگرد از جمله عنصرهای اکسیژن دوست هستند به طوری که در طبیعت به شکل نمک های اکسیژن دار یافت می شوند.

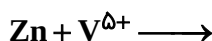
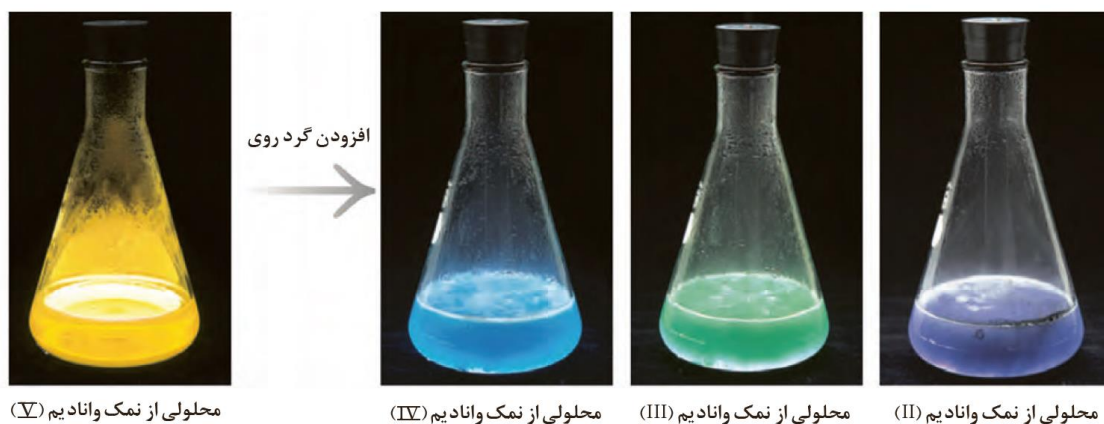
یون سیلیکات	یون فسفات	یون سولفات	یون
SiO_4^{4-}	PO_4^{3-}	SO_4^{2-}	
$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{O} - \text{Si} - \text{O} \\ \\ \text{O} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{O} - \text{P} - \text{O} \\ \\ \text{O} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{O} - \text{S} - \text{O} \\ \\ \text{O} \end{array}$	ساختار
Na_4SiO_4	Na_3PO_4	Na_2SO_4	فرمول نمک سدیم



مطالب زیر را مطالعه کنید

جامدهای فلزی:

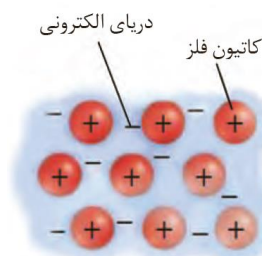
- فلزها بخش عمده عنصرهای جدول دوره ای را تشکیل می دهند. (عنصرهایی که در هر چهار دسته d ، p ، f و s جای داشته اما رفتارهای فیزیکی و شیمیایی متنوعی دارند).
- داشتن جلا، رسانایی الکتریکی، رسانایی گرمایی و شکل پذیری از جمله رفتارهای فیزیکی فلزها بوده در حالی که واکنش پذیری و تنوع اعداد اکسایش از جمله رفتارهای شیمیایی آنهاست.
- به دلیل تفاوت در عدد اکسایش فلزهای دسته d در ترکیب های مختلف، رنگ ترکیب های گوناگون شامل این فلزها با هم متفاوت است.
- محلول ترکیب های برخی فلزهای واسطه به رنگ های گوناگون دیده می شوند. مثال: وانادیم
- مثال: پیشرفت واکنش فلز روی Zn با محلول نمکی از وانادیم (V):



رنگ های ۲ - ۳ - ۴ - ۵ : بسا ز ! (بنفش - سبز - آبی - زرد)

مدل دریای الکترونی:

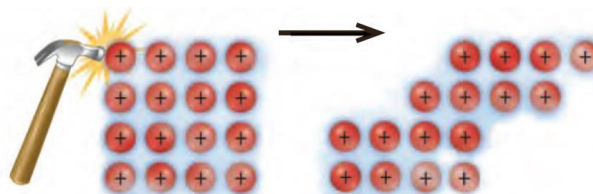
- بر اساس این مدل، ساختار فلزها آرایش منظمی از کاتیون ها در سه بعد است که در فضای میان آنها سست ترین الکترون های موجود در اتم (الکترون های ظرفیت)، دریایی را ساخته اند و در آن آزادانه جابه جا می شوند.
- دریای الکترونی عاملی است که چیدمان کاتیون ها را در شبکه بلوری فلز حفظ می کند.



- مدل دریای الکترونی در شبکه بلوری فلزها برای توجیه برخی رفتارهای فیزیکی آنها ارائه شده است.
- هر الکترون موجود در دریای الکترونی را نمی توان تنها متعلق به یک اتم دانست. (به دلیل اینکه الکترون های ظرفیت همه اتم های فلزات در دریای الکترونی آزادانه جابه جا می شوند).

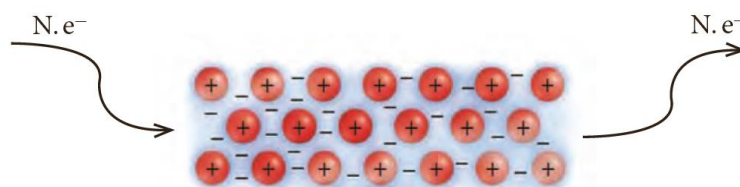


چکش خواری و شکل پذیری در فلزها با توجه به الگوی دریای الکترونی:



فلزها بر اثر ضربه چکش خرد نمی شوند. (برخلاف جامدهای یونی)
 با زدن ضربه به جامدهای فلزی، لایه هایی از کاتیون ها روی یکدیگر می لغزند، اما الکترون های دریای الکترونی هم جابه جا می شوند و دوباره در فضای بین کاتیون ها قرار می گیرند و چیدمان کاتیون ها را در شبکه بلوری فلز حفظ می کنند.

رسانایی الکتریکی در فلزها با توجه به الگوی دریای الکترونی:



فلزها در حالت جامد و مذاب — رسانای جریان برق اند.
 در جامدهای فلزی، بین کاتیون ها و دریای الکترونی، تعادل بار الکتریکی وجود دارد.
 وقتی جریان الکتریکی شامل N الکترون، از یک طرف جسم فلزی وارد می شود، تعادل بار الکتریکی شبکه به هم می خورد. پس برای حفظ تعادل، باید همان تعداد الکترون از طرف دیگر دریای الکترونی خارج شود.
 با عبور جریان برق از فلزها، تغییری در ساختار و خواص آن ها ایجاد نمی شود. اما عبور جریان برق از ترکیب های یونی در حالت مذاب، منجر به انجام واکنش شیمیایی و تجزیه آن ها می شود.



تیتانیم:

فلزها افزون بر رفتارهای مشابه، تفاوت های آشکاری در برخی رفتارها نشان می دهند، در واقع هر فلز افزون بر رفتارهای مشترک، رفتارهای ویژه خود را نیز دارد.

مثال: فلزهای دسته **d** همانند فلزهای دسته **s** و **p**، دارای ویژگی هایی مانند جلا، رسانایی الکتریکی، رسانایی گرمایی و نیز شکل پذیری هستند، اما در ویژگی هایی مانند سختی، نقطه ذوب و تنوع اعداد اکسایش با آنها تفاوت دارند.

واسطه (به جز جیوه) < گروه ۲ < گروه ۱: سختی و نقطه ذوب (در یک تناوب)

در میان عنصرهای دسته **d** از دوره چهارم جدول دوره ای، تیتانیم (**Ti**) با ویژگی های باور نکردنی، فلزی فراتر از انتظار است. (ماندگاری و استحکام مناسب از جمله این ویژگی هاست.)
مقایسه برخی ویژگی های تیتانیم با فولاد زنگ نزن:

ویژگی	تیتانیم	فولاد
نقطه ذوب ($^{\circ}\text{C}$)	۱۶۶۷ (بیش تر)	۱۵۳۵
چگالی (g.mL^{-1})	۴/۵۱ (کم تر)	۷/۹۰
واکنش با ذره های موجود در آب دریا	ناچیز	متوسط
مقاومت در برابر خوردگی	عالی	ضعیف
مقاومت در برابر سایش	عالی	عالی

هنگامی که موتور جت کار می کند، همه اجزای سازنده (ثابت و متحرک) دمای بالایی دارند. (تیتانیوم برای ساخت این موتور به کار رفته است) ← نقطه ذوب بالا - چگالی کم - مقاومت در برابر خوردگی و سایش

امروزه در ساخت پروانه کشتی اقیانوس پیما به جای فولاد از تیتانیم استفاده می کنند. ← واکنش ناچیز با ذره های موجود در آب دریا

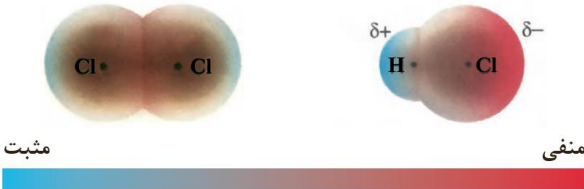
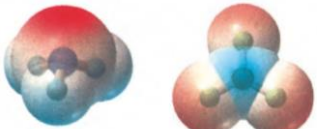
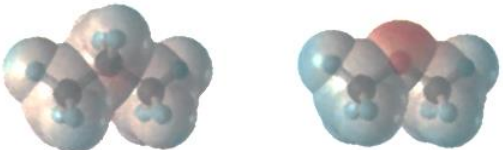
ساخت بناهای هنرمندانه، زیبا و ماندگار همانند موزه گوگنهایم با پوشش بیرونی تیتانیم باعث افزایش ماندگاری آن ها شده است. ← مقاومت در برابر خوردگی و سایش

تیتانیم افزون بر ویژگی های یاد شده به شکل آلیاژهای گوناگون نیز کاربرد گسترده ای در صنعت دارد. برای نمونه نیتینول آلیاژی از تیتانیم و نیکل بوده که به آلیاژ هوشمند معروف است. این آلیاژ در ساخت فراورده های صنعتی و پزشکی به کار می رود.

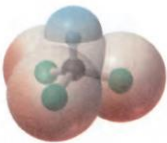
- سازه های فلزی در ارتودنسی
- استنت برای رگ ها
- قاب عینک



نقشه های پتانسیل الکتروستاتیکی (برای نمایش احتمال حضور الکترون ها):

Cl_2	HCl
 $HCl \leftarrow$ احتمال حضور جفت الکترون پیوندی پیرامون هسته اتم کلر بیشتر بوده زیرا خاصیت نافلزی آن بیشتر است، از این رو احتمال حضور الکترون های پیوندی روی هسته ها، یکسان و متقارن نیست. $Cl_2 \leftarrow$ احتمال حضور جفت الکترون پیوندی در فضای بین دو هسته بیشتر است، گویی بیشتر وقت خود را آنجا می گذرانند، از این رو احتمال حضور آنها روی هسته ها، یکسان و متقارن است. رنگ سرخ تراکم بیشتر و رنگ آبی تراکم کمتر بار الکتریکی را نشان می دهد. به اتمی که تراکم بار الکتریکی روی آن بیشتر است، باز جزئی منفی (δ^-) و به دیگری بار جزئی مثبت (δ^+) نسبت می دهند.	
CO_2	H_2O
 به دلیل توزیع متقارن بار الکتریکی پیرامون اتم مرکزی، مولکول CO_2 در میدان الکتریکی جهت گیری نمی کند و گشتاور دو قطبی آن صفر است. یکی از عواملی که می تواند تقارن و توزیع یکنواخت بارهای الکتریکی را در مولکول های چنداتمی به هم بزند، وجود جفت الکترون های ناپیوندی روی اتم مرکزی است.	
کربونیل سولفید SCO	اتین C_2H_2
	
آمونیاک NH_3	SO_3
	
پروپان	دی متیل اتر
 بین این دو ماده گازی شکل با جرم مولی نزدیک به هم، دی متیل اتر آسان تر به مایع تبدیل میشود	

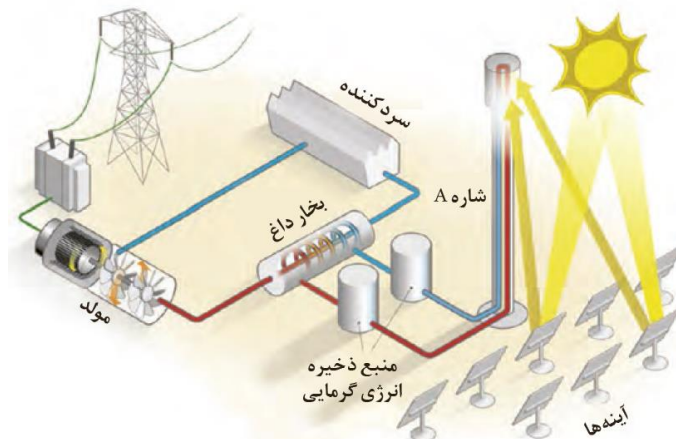


کلروفرم	کربن تترا کلرید
	
	



مطالب زیر را مطالعه کنید

تولید انرژی الکتریکی از پرتوهای خورشیدی:



- ① متمرکز شدن پرتوهای خورشیدی بر روی گیرنده برج (توسط آینه ها)
 - ② دمای سدیم کلرید مذاب (شاره یونی) افزایش می یابد.
 - ③ این شاره بسیار داغ به منبع ذخیره انرژی گرمایی سرازیر می شود تا حتی در روزهای ابری و شب هنگام، انرژی لازم برای تبدیل آب به بخار داغ را فراهم کند.
 - ④ بخار داغ، توربین را برای تولید انرژی الکتریکی به حرکت در می آورد.
 - ⑤ بخار داغ پس از به حرکت در آوردن مولد، به سرد کننده منتقل می شود تا دوباره در چرخه تولید بخار قرار گیرد.
 - ⑥ سدیم کلرید مذاب سرد شده نیز به مخزن دیگری می رود و از آنجا دوباره از برج گیرنده عبور می کند تا باز هم داغ شود.
- توجه: شاره ای که به عنوان منبع ذخیره انرژی گرمایی استفاده می شود ← سدیم کلرید مذاب
- انرژی گرمایی خورشید را برای مدت طولانی تر نگه می دارد.
 - در روزهای ابری و شب هنگام، انرژی لازم برای تبدیل آب به بخار داغ را فراهم کند.
- توجه: مطابق یک قاعده کلی هر چه تفاوت بین نقطه ذوب و جوش یک ماده خالص بیشتر باشد، آن ماده در گستره دمایی بیشتری به حالت مایع بوده و نیروهای جاذبه میان ذره های سازنده مایع قوی تر است.

ماده	نقطه ذوب (°C)	نقطه جوش (°C)
N ₂	-۲۱۰	-۱۹۶
HF	-۸۳	۱۹
NaCl	۸۰۱	۱۴۱۳

NaCl > HF > N₂ → ناقطبی > قطبی >> یونی : گستره دمایی مایع بودن

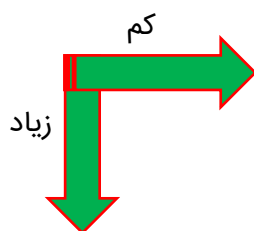
داده های تجربی نشان می دهند که گستره دمایی سدیم کلرید مذاب در این فناوری در حدود ۸۵۰-۱۳۵۰ °C است. (گستره دمایی که برای مواد مولکولی نمی توان انتظار داشت!)

توجه: اگر گستره مایع بودن شاره کم باشد؛

○ گرمایی که از پرتوهای خورشید به شاره می رسد، سریعاً صرف تبخیر آن می شود.



شعاع اتمی: 



↘ سمت چپ تر و پایین تر ← شعاع بیش تر
↘ سمت راست تر و بالاتر ← شعاع کم تر

مثال: 

۱	۲
Li ۱۵۲	Be
Na ۱۸۶	Mg ۱۶۰

۱۶	۱۷
O ۷۳	F ۷۱
S ۱۰۲	Cl ۹۹

فلزها

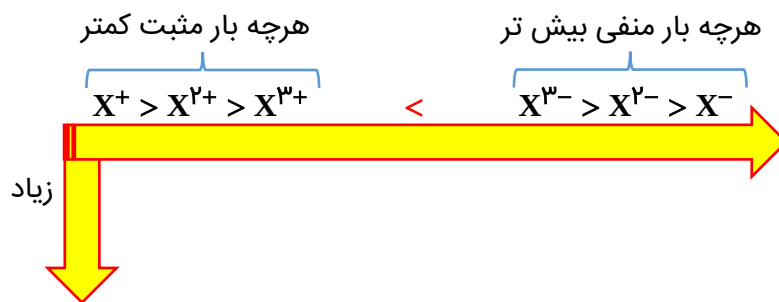
نافلزها

>



🧪 مقایسه شعاع یونی:

- کاتیون آن > فلز
- آنیون آن < نافلز
- در یک گروه از بالا به پایین: افزایش
- در یون های یک تناوب: آنیون < کاتیون
- در یون های هم الکترون: آنیون < کاتیون



📌 مثال:

۱	۲
Li^+ ۳	Be^{2+} ۴
Na^+ ۱۱	Mg^{2+} ۱۲

۱۶	۱۷
O^{2-} ۸	F^- ۹
S^{2-} ۱۶	Cl^- ۱۷

کاتیون ها

آنیون ها

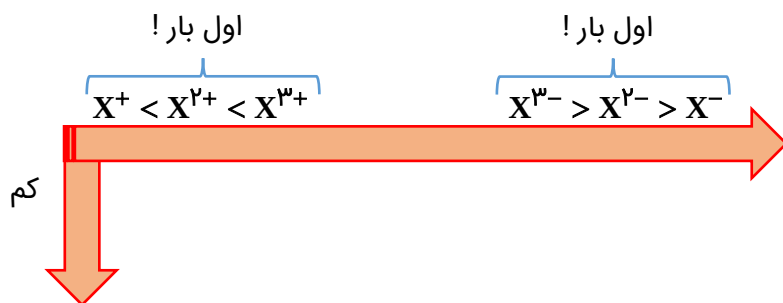
<

۱	۲
Na^+ ۱۱	Mg^{2+} ۱۲
K^+ ۱۹	Ca^{2+} ۲۰



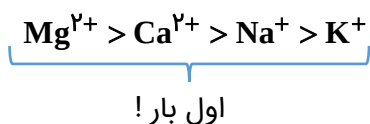
مقایسه چگالی بار:

$$\frac{\text{بار یون}}{\text{شعاع یون}} \propto \text{چگالی بار}$$

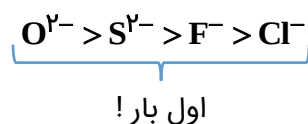


مثال: 

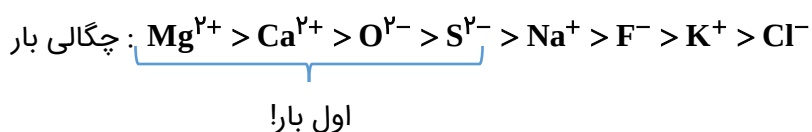
۱	۲
Na^+	Mg^{2+}
K^+	Ca^{2+}



۱۶	۱۷
O^{2-}	F^-
S^{2-}	Cl^-



توجه: 



- چگالی بار کمیتی است که می تواند برای مقایسه میزان برهم کنش میان یون ها به کار رود.
- هرچه چگالی بار بیش تر باشد ← در واحد حجم یون، بار الکتریکی بیشتری وجود دارد. ← نیروی جاذبه میان آن یون با یون های ناهمنام اطراف، بیشتر است.



آنتالپی فروپاشی (ΔH):

گرمای لازم برای فروپاشی یک مول جامد یونی و تبدیل آن به یون های گازی سازنده

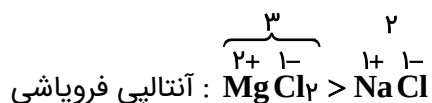
علامت: $\Delta H_{\text{فروپاشی}} > 0$



مقایسه آنتالپی فروپاشی ترکیب های یونی:

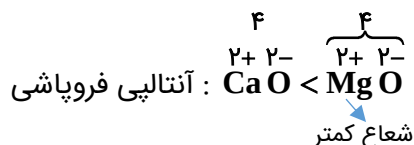
اول! مجموع قدرمطلق بار کاتیون و بار آنیون بیش تر $\longleftarrow$ آنتالپی فروپاشی شبکه بیش تر

مثال:

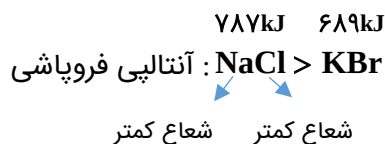


تبصره: اگر مجموع قدرمطلق بار کاتیون و بار آنیون یکسان بود $\longleftarrow$ هرچه شعاع یون ها کمتر باشد، آنتالپی فروپاشی بیشتر است.

مثال:



مثال:



مثال:

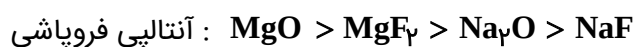
Li^+	F^-
Na^+	Cl^-
K^+	Br^-



کف! ناف! لیف!

مثال:

		O^{2-}	F^-
Na^+	Mg^{2+}		



۳۷۹۸kJ ۲۹۶۵kJ ۲۴۸۸kJ ۹۲۶kJ

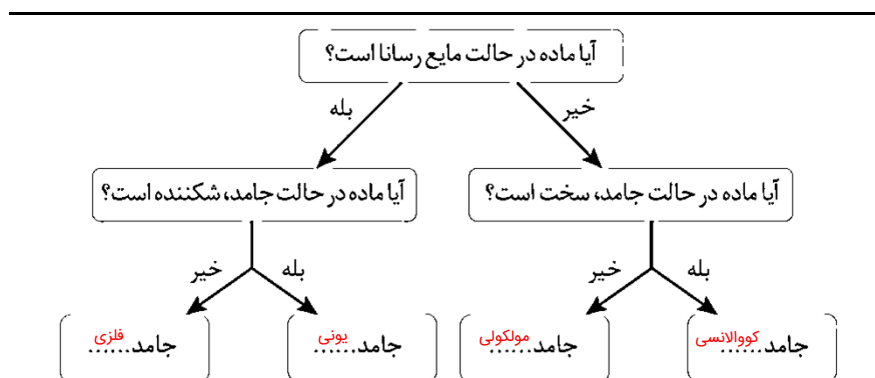
توجه: به طور کلی هرچه آنتالپی فروپاشی شبکه بلور بیشتر باشد، نقطه ذوب و جوش ترکیب های یونی بیشتر خواهد بود.

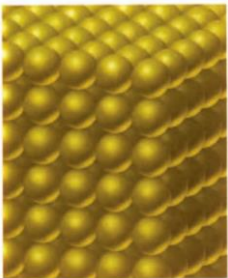
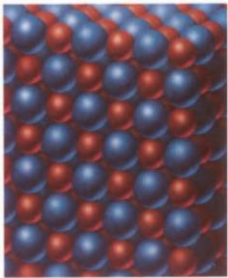
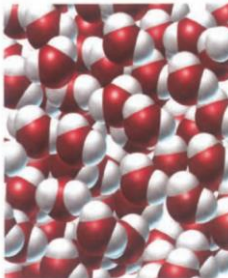


مطالب زیر را مطالعه کنید

در یک نگاه انواع مواد:

جامد کووالانسی	شبکه غول آسا شامل شمار بسیار زیادی اتم با پیوندهای کووالانسی
ماده مولکولی	شامل مولکول های مجزا و جدا از هم
جامد یونی	شامل کاتیون ها و آنیون ها با پیوندهای یونی
جامد فلزی	شامل اتم های فلزی (کاتیون های فلزی در دریایی از الکترون)



		
جامد فلزی	جامد یونی	ماده مولکولی

درصد جرمی مواد سازنده نوعی خاک رس که از یک معدن طلا استخراج شده است:

نام	نوع ماده	درصد جرمی	ماده
سیلیس (سیلیسیم دی اکسید)	جامد کووالانسی	۴۶/۲ درصد	SiO_2
	ترکیب یونی	۳۷/۷۴ درصد	Al_2O_3
	ماده مولکولی	۱۳/۳۲ درصد	H_2O
	ترکیب یونی	۱/۲۴	Na_2O
	ترکیب یونی	۰/۹۶	Fe_2O_3
	ترکیب یونی	۰/۴۴	MgO
	جامد فلزی	۰/۱	Au و دیگر مواد





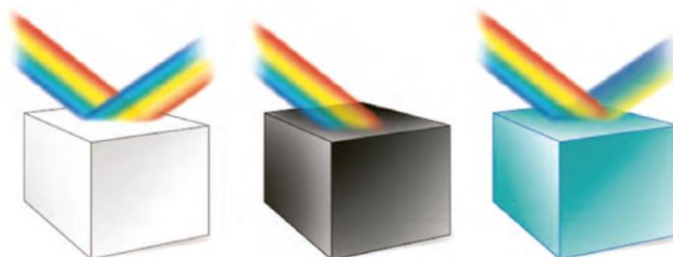
- ک دلیل سرخ فام بودن خاک رس، وجود Fe_2O_3 است.
- ک هنگام پختن سفالینه های تهیه شده از خاک رس، از جرم آب موجود در سفال به مقدار بیشتری کاسته می شود. (به دلیل ایجاد دمای بالا برای محکم شدن سفال و در نتیجه تبخیر شدن آب موجود در آن ها)
- ک درصد جرمی یک ماده در یک نمونه:

$$\%100 \times \frac{\text{جرم ماده مورد نظر}}{\text{جرم کل نمونه}} = \text{درصد جرمی یک ماده در یک نمونه}$$

- ک درصد جرمی یک عنصر در یک ترکیب:

$$\%100 \times \frac{\text{جرم مولی آن} \times \text{تعداد عنصر}}{\text{جرم مولی کل ترکیب}} = \text{درصد جرمی یک عنصر در یک ترکیب}$$

- ک به طور کلی احساس و درک رنگ به دلیل نورهایی است که از محیط پیرامون به چشم ما می رسد. در واقع این نورها همان پرتوهای الکترومغناطیسی بوده که طول موج آنها در گستره 400nm تا 700nm است و چشم ما آنها را می بیند. از این رو اگر در محیطی نور مرئی نباشد، انسان نمی تواند پیرامون خود را ببیند.
- ک مواد رنگی بخشی از نور سفید تابیده شده را جذب و باقی مانده آن را عبور می دهند یا بازتاب می کنند.



اگر یک نمونه ماده همه طول موج های مرئی را بازتاب کند، به رنگ سفید و اگر همه آنها را جذب کند، به رنگ سیاه دیده می شود، همچنین چشم ما مواد رنگی را با طول موج های عبوری یا بازتاب شده از آنها می بیند.

- ک سازنده اصلی يك ماده رنگی که به آن رنگ می بخشد، رنگ دانه نام دارد. برای نمونه تیتانیم (IV) اکسید TiO_2 ، Fe_2O_3 و دوده (C) از جمله رنگ دانه های معدنی هستند که به ترتیب رنگ های سفید، قرمز و سیاه ایجاد می کنند. در گذشته انسان، این مواد رنگی را از منابع طبیعی همچون گیاهان، جانوران و برخی کانی ها تهیه می کرد.

- ک رنگ هایی که برای پوشش سطح استفاده می شوند، نوعی **کلوئید** هستند که لایه نازکی روی سطح ایجاد می کنند تا افزون بر زیبایی، مانع خوردگی در برابر اکسیژن، رطوبت و مواد شیمیایی گردد.
- ک رنگ های ساختگی در صنایع غذایی، نساجی، ساختمانی و ... به کار می روند.



**شیمی؛
راهی به سوی آینده ای روشن تر
فصل ۴**

شیمی دوازدهم

انرژی فعال سازی (E_a):

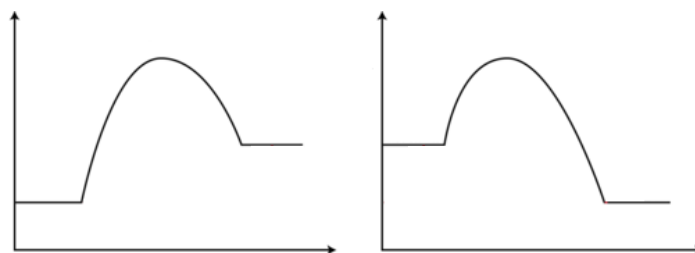
- حداقل انرژی لازم برای شروع یک واکنش شیمیایی
- واکنشهای شیمیایی صرف نظر از اینکه گرماده یا گرماگیر باشند، برای آغاز شدن به انرژی نیاز دارند.
- واکنش دهنده ها برای آغاز واکنش باید حداقلی از انرژی را داشته باشند تا با عبور از سد انرژی به فراورده ها تبدیل شوند.
- یکی از روش های تأمین انرژی فعال سازی، گرما دادن به واکنش دهنده ها است.
- هرچه انرژی فعال سازی واکنشی بیشتر باشد، سرعت آن کمتر است.
- در نتیجه واکنش در شرایط دشوارتر و دمای بالاتری انجام می 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.

توجه: افزایش دما، انرژی فعال سازی را تغییر نمی دهد.

رابطه E_a و سرعت ← رابطه عکس

توجه: بین E_a و سرعت، رابطه عددی وجود ندارد.

نمودارهای انرژی - پیشرفت واکنش:



- E_a ← انرژی فعال سازی واکنش رفت ← حداقل انرژی لازم برای انجام واکنش در جهت رفت
- E_a' ← انرژی فعال سازی واکنش برگشت ← حداقل انرژی لازم برای انجام واکنش در جهت برگشت
- ΔH ← آنتالپی واکنش

$$\Delta H_{\text{(واکنش رفت)}} = E_a_{\text{(واکنش رفت)}} - E_a_{\text{(واکنش برگشت)}}$$

$$\Delta H_{\text{(واکنش رفت)}} = \sum \Delta H_{\text{پیوند (واکنش دهنده ها)}} - \sum \Delta H_{\text{پیوند (فراورده ها)}}$$

توجه:

$$\Delta H_{\text{(واکنش برگشت)}} = - \Delta H_{\text{(واکنش رفت)}}$$



کاتالیزگر:

- کاتالیزگر با کاهش انرژی فعال سازی، سرعت واکنش را افزایش می دهد.
- توجه:** فقط کاتالیزگر می تواند انرژی فعال سازی یک واکنش را تغییر دهد.
- توجه:** کاتالیزگر، انرژی فعال سازی واکنش های رفت و برگشت را به یک اندازه کاهش می دهد. (نه به یک نسبت)
- کاتالیزگر، ماده ای است که سرعت واکنش شیمیایی را افزایش می دهد، درحالی که خودش در پایان واکنش باقی می ماند.
- استفاده از کاتالیزگرها در صنایع گوناگون، سبب کاهش آلودگی محیط زیست می شود. (به دلیل کاهش مصرف انرژی)
- مثال: واکنش میان گازهای هیدروژن و اکسیژن در شرایط گوناگون:

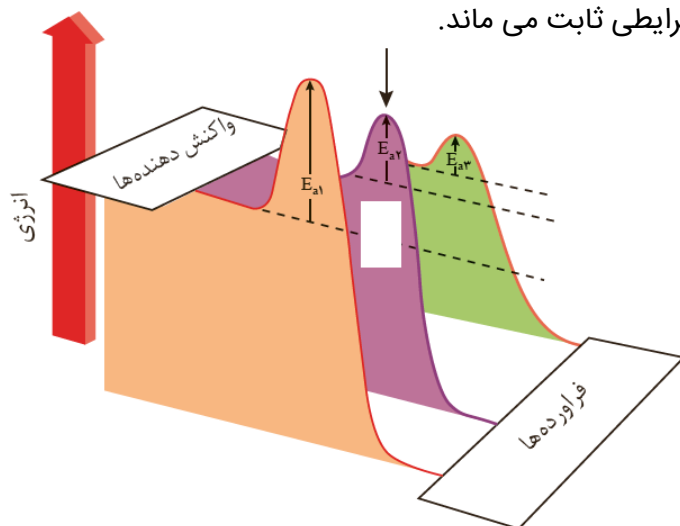


شرایط آزمایش	دما (°C)	سرعت واکنش	آنتالپی واکنش (kJ)
بدون حضور کاتالیزگر	۲۵	ناچیز	-۵۷۲
ایجاد جرقه در مخلوط	۲۵	انفجاری	-۵۷۲
در حضور پودر روی	۲۵	سریع	-۵۷۲
در حضور توری پلاتینی	۲۵	انفجاری	-۵۷۲

این واکنش در دمای اتاق بدون حضور کاتالیزگر انجام نمی شود.

نقش پودر روی و توری پلاتینی در این واکنش: کاتالیزگر

کمیت ΔH برای این واکنش در هر شرایطی ثابت می ماند.



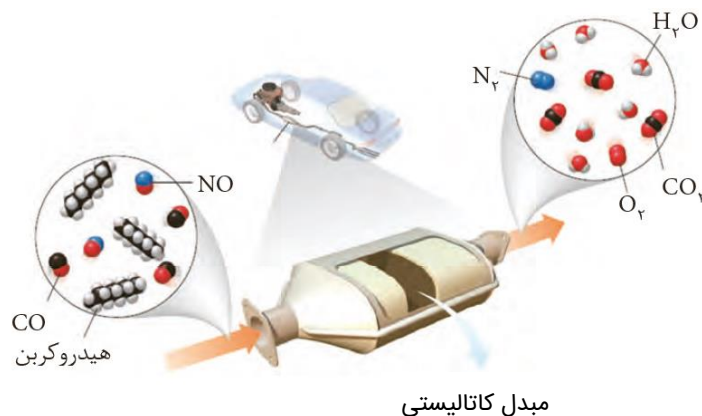
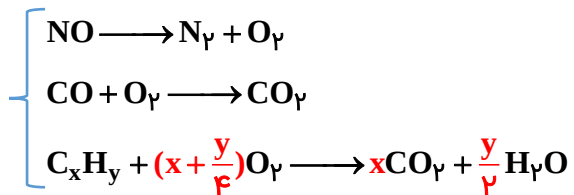
مبدل های کاتالیستی:

❧ برای حذف آلاینده های موجود در اگزوز خودروها ($\text{CO}, \text{NO}, \text{C}_x\text{H}_y$) قطعه ای (به نام مبدل کاتالیستی) را در مسیر خروج گازها قرار می دهند.

🔔 توجه ۱: این آلاینده ها در کسری از ثانیه از موتور خودرو خارج و وارد هواکره می شوند.

🔔 توجه ۲: همچنین دمای آنها در این زمان بسیار کوتاه به سرعت کاهش می یابد.

❧ واکنش های حذف آلاینده ها:



❧ مقدار آلاینده ها در حضور و غیاب مبدل کاتالیستی:

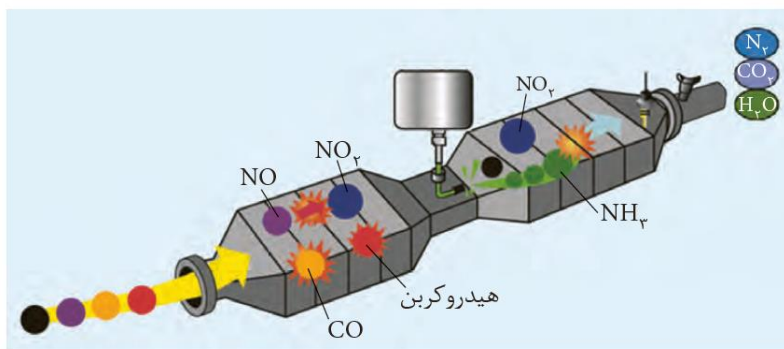
NO	C_xH_y	CO	فرمول شیمیایی آلاینده	
۱/۰۴	۱/۶۷	۵/۹۹	در غیاب مبدل	مقدار آلاینده برحسب گرم به ازای طی یک کیلومتر
۰/۰۴	۰/۰۷	۰/۶۱	در حضور مبدل	

میزان آلاینده ها در حضور یا عدم حضور مبدل : $\text{CO} > \text{C}_x\text{H}_y > \text{NO}$

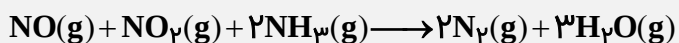
درصد کاهش آلاینده ها در حضور مبدل : $\text{CO} < \text{C}_x\text{H}_y < \text{NO}$



- ❖ کارایی قطعه مبدل کاتالیستی به نوع کاتالیزگرهای موجود در آن بستگی دارد. این قطعه محتوی سه نوع کاتالیزگر است.
- ❖ هر کاتالیزگر به شمار معدودی واکنش سرعت می بخشد. (کاتالیزگر اغلب اختصاصی و انتخابی عمل می کند).
- ❖ در حضور کاتالیزگر نباید واکنش های ناخواسته دیگری انجام شود.
- ❖ کاتالیزگر در شرایط انجام واکنش باید پایداری شیمیایی و گرمایی مناسبی داشته باشد.
- ❖ بر روی سطح این قطعه سرامیکی که به شکل توری* (* افزایش سطح تماس کاتالیزگرها با واکنش دهنده ها) به کار می رود، فلزهای رودیم (Rh)، پالادیم (Pd) و پلاتین (Pt) نشانده شده است.
- ❖ برای افزایش کارایی مبدل کاتالیستی، گاهی سرامیک را به شکل مش (دانه) های ریز در می آورند و کاتالیزگرها را روی سطح آن می نشانند. (* افزایش سطح تماس کاتالیزگرها با آلاینده ها)
- ❖ در سطح سرامیک های درون مبدل کاتالیستی، توده های فلزی با قطر ۲ تا ۱۰ نانومتر وجود دارند.
- ❖ با اینکه مبدل کاتالیستی برای مدت طولانی کار می کند اما پس از مدت معینی کارایی آن کاهش می یابد و دیگر قابل استفاده نیست.
- ❖ سوخت مناسب برای خودروهای مجهز به مبدل کاتالیستی، بنزین بدون سرب است.
- ❖ با وجود مبدل کاتالیستی، در گازهای خروجی از اگزوز خودروها به هنگام روشن و گرم شدن خودرو به ویژه در روزهای سرد زمستان گازهای C_xH_y ، NO و CO بیشتری مشاهده می شود. (هرچند مبدل کاتالیستی سبب کاهش انرژی فعال سازی واکنش می شود اما برای انجام واکنش مقداری انرژی لازم است. در زمستان ها و هنگام روشن شدن خودرو، سطح مبدل کاتالیستی سرد می باشد و واکنش روی سطح مبدل کاتالیستی به خوبی انجام نمی گیرد).
- ❖ با استفاده از مبدل کاتالیستی می توان از ورود آلاینده های تولید شده در خودروهای بنزینی به هواکره جلوگیری کرد. اما بررسی ها نشان می دهد که با استفاده از این نوع مبدل ها نمی توان گازهای NO و NO_2 خروجی از خودروهای دیزلی را به گاز نیتروژن تبدیل کرد.
- ❖ پژوهشگران و مهندسان برای خودروهای دیزلی به شکل زیر طراحی کرده اند:

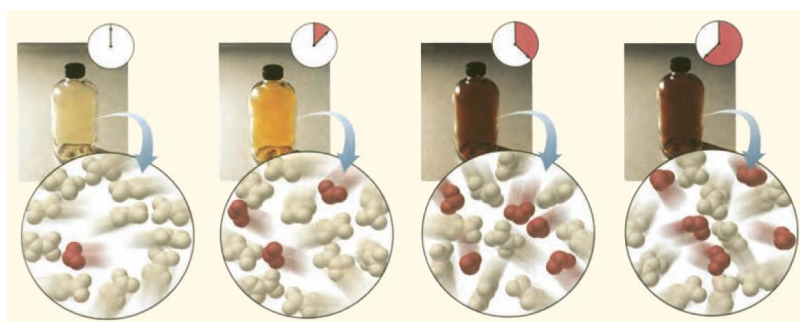


- ❖ در این مبدل با ورود آمونیاک و انجام واکنش زیر، گازهای NO و NO_2 به گاز N_2 تبدیل شده و تا حدود زیادی از ورود گازهای NO و NO_2 به هواکره جلوگیری می شود.



تعداد:

- ✎ در حالت تعادل، سرعت واکنش های رفت و برگشت برابر است.
- ✎ در حالت تعادل، غلظت واکنش دهنده ها و فراورده ها ثابت است.
- 🔔 **توجه:** در حالت تعادل، غلظت فراورده ها با غلظت واکنش دهنده ها لزوماً برابر نیست.
- 🔎 مثال: پیشرفت واکنش تبدیل گاز بی رنگ N_2O_4 به گاز قهوه ای رنگ NO_2 با گذشت زمان در دمای ثابت:



ثابت تعادل (K):

$$K = \frac{[\text{فراورده ها}]}{[\text{واکنش دهنده ها}]}$$

$$aA + bB \rightleftharpoons cC + dD \Rightarrow K = \frac{[C]^c [D]^d}{[A]^a [B]^b} \quad \text{یا} \quad K = \frac{(C)^c (D)^d}{(A)^a (B)^b} \times V^{-\Delta n}$$

توجه: در عبارت K، غلظت مواد جامد (s) و مایع (l) را نمی نویسیم.

$$\Delta n = \text{مجموع ضرایب واکنش دهنده ها} - \text{مجموع ضرایب فراورده ها}$$

توجه: در عبارت Δn ، ضرایب مواد جامد (s) و مایع (l) را لحاظ نمی کنیم.

توجه: اگر غلظت تعادلی یکی از فراورده ها را نداشته باشیم، می توانیم به کمک فراورده دیگر و به کمک ضرایب استوکیومتری، غلظت فراورده مورد نظر را به دست آوریم.

توجه:

اگر یک واکنش تعادلی را به صورت معکوس بنویسیم، مقدار ثابت تعادل نیز معکوس می شود.

اگر یک واکنش تعادلی را عددی ضرب کنیم، مقدار ثابت تعادل به توان آن عدد می رسد.

اگر یک واکنش تعادلی از جمع دو واکنش تعادلی به دست آید، مقدار ثابت تعادل واکنش کلی، برابر حاصلضرب مقدار ثابت تعادل های دو واکنش می شود.

یکای K:

$$K \text{ یکای } = \left(\frac{\text{mol}}{\text{L}} \right)^{\Delta n}$$

بازده درصدی (پیشرفت واکنش):

$$\text{بازده درصدی} = \frac{\text{مصرفی}}{\text{اولیه}}$$



اصل لوشاتلیه:

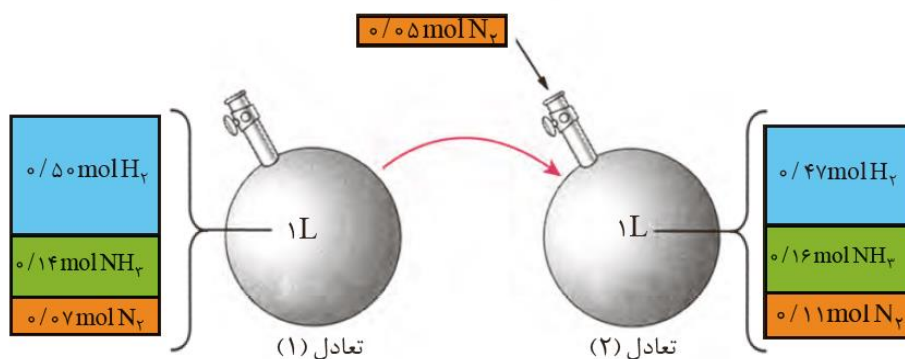
اگر تغییری سبب به هم خوردن یک سامانه تعادلی شود، تعادل در جهتی جابه‌جا می‌شود که تا حد امکان اثر آن تغییر را جبران کند.

اثر غلظت:

واکنش تعادلی با افزایش غلظت یکی از مواد شرکت کننده در دمای ثابت، در جهتی پیش می‌رود که تا حد امکان مقداری از آن را مصرف کند و به تعادل جدید برسد اما در این جابه‌جایی، K ثابت می‌ماند.

افزایش غلظت $\leftarrow$ در جهت مصرف ماده مورد نظر
کاهش غلظت $\leftarrow$ در جهت تولید ماده مورد نظر

مثال: افزودن مقداری نیتروژن به سامانه تعادلی $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$ در دمای $200^\circ C$ ، در محفظه‌ای به حجم یک لیتر:



توجه: K ، فقط با تغییر دما تغییر می‌کند. 

توجه: در تعادل $CaCO_3(s) \rightleftharpoons CaO(s) + CO_2(g)$ (و تعادل‌های مشابه) با افزایش فشار یا افزایش غلظت CO_2 در دمای ثابت، تعادل در جهت برگشت جابه‌جا می‌شود ولی غلظت CO_2 نسبت به تعادل اولیه تغییر نمی‌کند. 

چون در این تعادل، تنها عاملی که غلظت یا فشار گاز CO_2 را می‌تواند تغییر دهد، فقط دماست.

$$K = [CO_2]$$

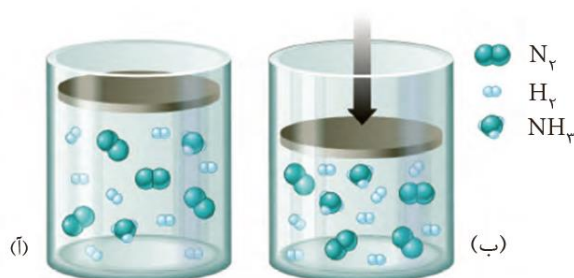


○ اثر فشار (حجم):

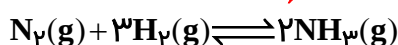
افزایش فشار (کاهش حجم) ← به سمت مول گازی کم تر
 کاهش فشار (افزایش حجم) ← به سمت مول گازی بیش تر

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.

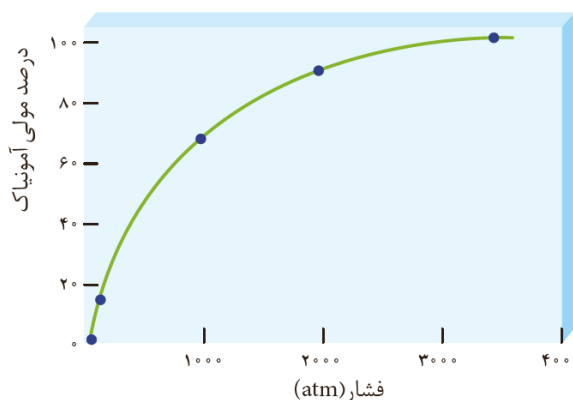
مثال:



افزایش فشار

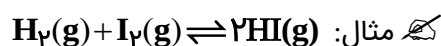


در تعادل جدید شمار مول های آمونیاک افزایش یافته و شمار مول های نیتروژن و هیدروژن کاهش می یابد اما ثابت تعادل تغییری نمی کند.



افزایش درصد مولی آمونیاک $\Rightarrow$ افزایش فشار $\Rightarrow$ افزایش فشار

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



توجه: 

افزایش فشار $\leftarrow$ افزایش غلظت همه مواد گازی نسبت به تعادل اولیه $\leftarrow$ افزایش سرعت واکنش های رفت و برگشت

کاهش فشار $\leftarrow$ کاهش غلظت همه مواد گازی نسبت به تعادل اولیه $\leftarrow$ کاهش سرعت واکنش های رفت و برگشت

توجه:  با تغییر فشار (حجم)، K تغییر نمی کند.

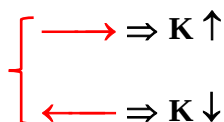


○ اثر دما:

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

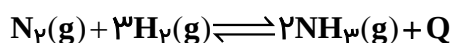
افزایش دما $\leftarrow$ در جهت مصرف Q (سمتی که Q نباشد)
کاهش دما $\leftarrow$ در جهت تولید Q (سمتی که Q باشد)

🔔 **توجه:** تنها عاملی که افزون بر جابه جا کردن تعادل، توانایی تغییر K را دارد، دماست.



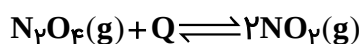
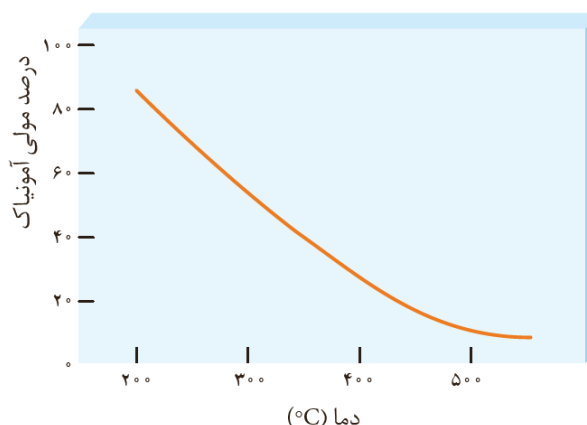
✎ رابطه K با دما:

در تعادل های گرماگیر $\leftarrow$ رابطه مستقیم
در تعادل های گرماده $\leftarrow$ رابطه عکس



🔖 مثال:

کاهش درصد مولی آمونیاک $\Rightarrow K \downarrow \Rightarrow$ **افزایش دما** $\Rightarrow$ افزایش دما



🔖 مثال:

رنگ مخلوط تعادلی تیره تر $\Rightarrow$ افزایش غلظت NO_2 قهوای رنگ $\Rightarrow$ **افزایش دما** $\Rightarrow$ افزایش دما

رنگ مخلوط تعادلی روشن تر $\Rightarrow$ کاهش غلظت NO_2 قهوای رنگ $\Rightarrow$ **کاهش دما** $\Rightarrow$ کاهش دما

🔔 **توجه:**

افزایش دما $\leftarrow$ افزایش سرعت واکنش های رفت و برگشت
کاهش دما $\leftarrow$ کاهش سرعت واکنش های رفت و برگشت

○ اثر کاتالیزگر:

✎ سرعت واکنش های رفت و برگشت را افزایش می دهد.

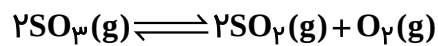
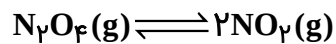
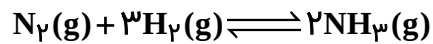
✎ باعث جابه جایی تعادل نمی شود.



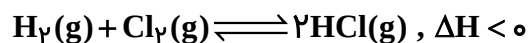
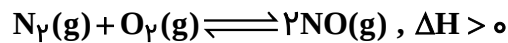
🧪 **Q کجاست؟**

○ در واکنش های برگشت پذیر و تعادلی، علامت Q در سمتی است که تعداد مول های گازی کم تر است.

✍ مثال:

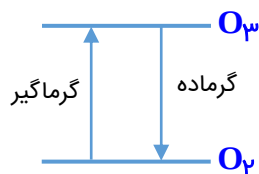
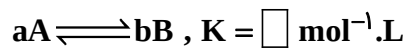


○ واکنش هایی که باید حفظ باشید:



○ از روی یکای K:

✍ مثال:



○ با مقایسه پایداری:



فرایند هابر:

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. (از این رو باید نیتروژن را به شکل ترکیب های نیتروژن دار از جمله آمونیاک و اوره به خاک افزود.)

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

گیاهان برای رشد افزون بر کربن دی اکسید و آب به عنصرهایی مانند S، P، N، K و ... نیاز دارند.
در دمای اتاق، واکنش میان گازهای نیتروژن و هیدروژن حتی در حضور کاتالیزگر یا جرقه پیش نمی رود. از سوی دیگر این واکنش، برگشت پذیر است و می تواند در شرایط مناسب به تعادل برسد. (تعادلی که در دمای معین، مخلوطی از گازهای واکنش دهنده و فراورده با غلظت ثابت است.)



تولید فراورده بیشتر در شرایط معین، به میزان پیشرفت واکنش در آن شرایط بستگی دارد. (هر چه میزان پیشرفت واکنش بیشتر باشد، درصد بیشتری از واکنش دهنده ها به فراورده ها تبدیل می شوند.)
از این رو شیمی دان ها به دنبال یافتن شرایطی هستند که در آن، واکنش دهنده ها تا حد ممکن به فراورده ها تبدیل شده باشند.

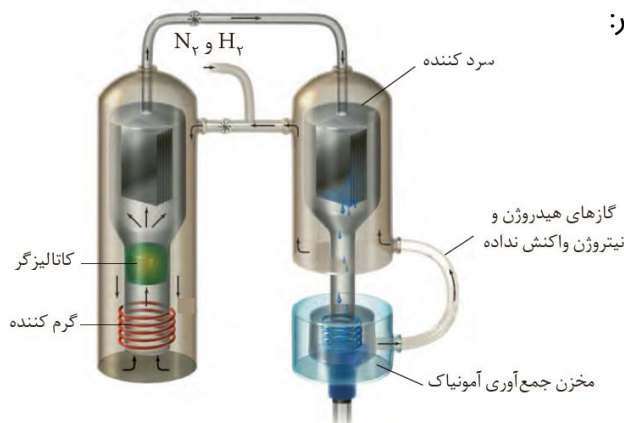
شرایط بهینه در واکنش تولید آمونیاک (توسط فریتس هابر):



شرایط بهینه برای تولید آمونیاک: تنها ۲۸ درصد مولی مخلوط را آمونیاک تشکیل می دهد.
برای جداسازی آمونیاک از مخلوط واکنش می توان از تفاوت آشکار در نقطه جوش آمونیاک با دو گاز دیگر استفاده کرد.

H_2	N_2	NH_3	
-۲۵۳	-۱۹۶	-۳۳	نقطه جوش

شمایی از فناوری تولید آمونیاک به روش هابر:

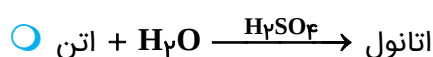
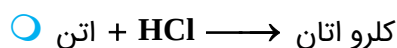
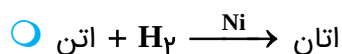


اگر نقطه جوش آمونیاک، نیتروژن و هیدروژن به ترتیب ۳۳-، ۱۹۶- و ۲۵۳- درجه سلسیوس باشد، دمای $-40^{\circ}C$ / $-200^{\circ}C$ برای سردکننده مناسب است.



تبدیل مواد شیمیایی خام به مواد ارزشمند

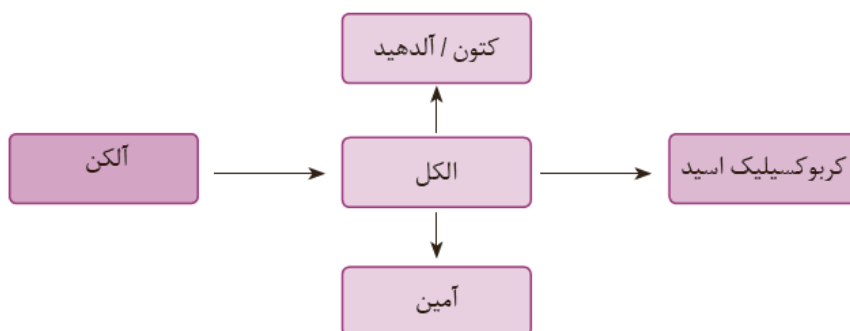
- ✎ مواد خام، موادی مانند نمک، سنگ معدن، نفت خام و هوا هستند که فراوری نشده اند و با استفاده از آنها می توان مواد شیمیایی جدید تولید کرد.
- ✎ فروش نفت خام ساده ترین راه بهره برداری از این منبع طبیعی است و راه دیگر آن، پالایش نفت خام و تبدیل آن به فراورده های پتروشیمیایی مانند آمونیاک، سولفوریک اسید، متانول، بنزین و ... است.
- ✎ سنتز یک فرایند شیمیایی هدفمند است که در آن با استفاده از مواد ساده تر، مواد شیمیایی دیگر را تولید می کنند.
- ✎ تولید یک ماده آلی جدید می تواند با تغییر ساختار یا ایجاد یک یا چند گروه عاملی همراه باشد.
- ✎ برای نمونه برای سنتز یک استر می توان از واکنش یک اسید آلی با یک الکل در شرایط مناسب بهره برد.
- ✎ هر چه نوع و تعداد گروه های عاملی در مولکول هدف بیشتر باشد، ساخت آن دشوارتر بوده و به دانش پیشرفته تر و فناوری کارآمدتری نیاز دارد.
- ✎ بازده واکنش، هزینه مواد و انرژی مصرف شده برای تولید ماده هدف به نوع واکنش و فناوری به کار رفته بستگی دارد.
- ✎ گاز اتن یکی از مهم ترین خوراک ها در صنایع پتروشیمی است.



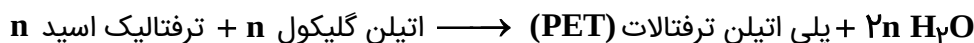
پلی اتن $\longrightarrow$ اتن

آب + اتیل اتانوات (اتیل استات) $\xrightarrow{H_2SO_4}$ اتانول + اتانوائیک اسید (استیک اسید)

۴ از الکل ها می توان آلدهید، کتون، کربوکسیلیک اسید و آمین تهیه کرد.



ساخت بطری آب

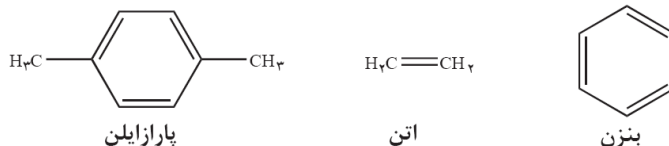


○ تشخیص سریع فرمول واحد تکرار شونده در پلی استر PET:

○ سنتز ترفتالیک اسید و اتیلن گلیکول:

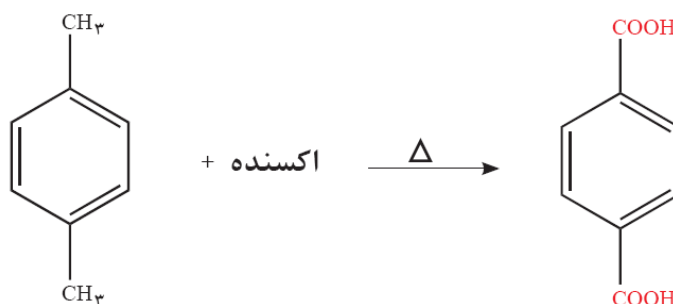
✎ اتیلن گلیکول و ترفتالیک اسید در نفت خام وجود ندارند. (به طور مستقیم نمی توان آنها را از نفت خام به دست آورد). با بهره گیری از دانش شیمی می توان این مواد را با استفاده از مواد خام و اولیه که از نفت خام جداسازی می شوند، سنتز کرد.

✎ بررسی ها نشان می دهند که از تقطیر نفت خام می توان مواد زیر را به دست آورد.



○ سنتز ترفتالیک اسید (اکسایش پارازایلن در حضور KMnO_4):

✎ پتاسیم پرمنگنات اکسنده ای است که محلول غلیظ آن در شرایط مناسب پارازایلن را با بازده نسبتاً خوب به ترفتالیک اسید تبدیل می کند.



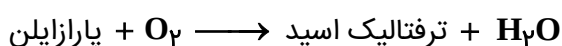
✎ در این واکنش یون پرمنگنات به منگنز (IV) اکسید تبدیل می شود.

✎ یون پرمنگنات گونه ای اکسنده است و سبب اکسایش گونه های دیگر می شود.



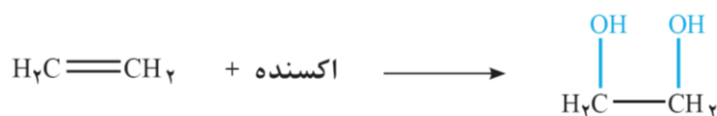
با وجود غلظت بالای آن، باز هم شرایط تبدیل پارازایلن به ترفتالیک اسید تأمین نمی شود. مگر آنکه دمای مخلوط واکنش افزایش یابد.

با افزایش دما گرچه شرایط انجام واکنش تأمین شده است اما بازده همچنان مطلوب نیست. همه اینها نشان می دهد که اکسایش پارازایلن به ترفتالیک اسید دشوار است. (انجام این واکنش در مقیاس صنعتی بسیار پیچیده تر و دشوارتر از آن چیزی است که روی کاغذ نوشته می شود). از این رو شیمی دان ها در پی یافتن شرایطی آسان تر برای انجام این واکنش با بازده بالا هستند. آنها با پژوهش های فراوان دریافتند 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).

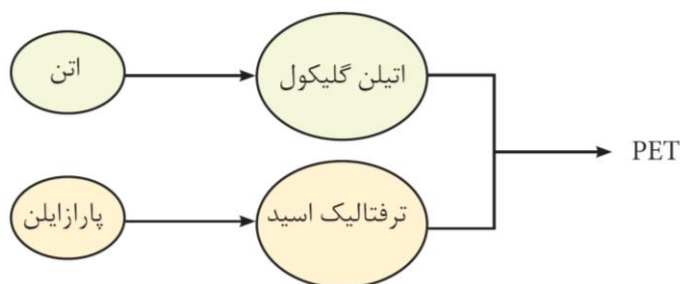


● سنتز اتیلن گلیکول (اکسایش اتن به اتیلن گلیکول):

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:



مثال: واکنش ترفتالیک اسید با متانول و تولید یک دی استر:



بازیافت PET

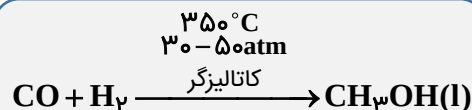
مطالب زیر را مطالعه کنید

- ✎ این پلیمر همانند پلیمرهای سنتزی ماندگاری زیادی دارد و در طبیعت به کندی تجزیه می شود.
- ✎ پلاستیک ها را می توان یکی از نتایج خلاقیت و نوآوری بشر دانست. این مواد به دلیل ویژگی هایی مانند چگالی کم، نفوذ ناپذیری نسبت به هوا و آب، ارزان بودن و مقاومت در برابر خوردگی، کاربردهای وسیعی در زندگی پیدا کرده اند. (امروزه سالانه حدود ۴۰۰ میلیون تن از این مواد در جهان تولید می شود و این روند رو به افزایش است).
- ✎ یکی از مواد پلاستیکی قابل بازیافت، پلی اتیلن ترفتالات است. (برای این منظور، باید آنها را جداگانه جمع آوری و سپس با انجام فرایندهای فیزیکی و شیمیایی به مواد قابل استفاده تبدیل کرد).
- ✎ یکی از راه های بازیافت این است که آنها را پس از شست و شو و تمیز کردن، ذوب کرده و دوباره از آنها برای تولید وسایل و ابزار دیگر استفاده می کنند.
- البته پس از شست و شوی مواد پلاستیکی می توان آنها را خرد کرده و به تکه های کوچک به نام پُرک تبدیل و در تولید مواد پلاستیکی دیگر استفاده کرد.
- راه دیگری نیز وجود دارد که در آن این پسماندها را به مونومرهای سازنده یا مواد اولیه مفید و ارزشمند تبدیل می کنند.
- برگرداندن پسماندها به مونومرهای سازنده کاری بس دشوار است.
- ✎ از آنجا که سالانه حجم انبوهی از پسماندهای پلیمر PET تولید می شود، بازیافت شیمیایی آن بسیار ضروری و ارزشمند است.
- ✎ پلی استرها قابل تبدیل به مونومرهای سازنده هستند.
- ✎ شیمی دان 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 آن ها را برای تولید پلیمرها به کار برد).

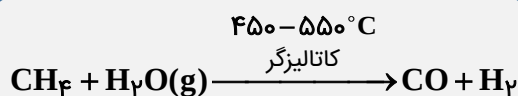


متانول

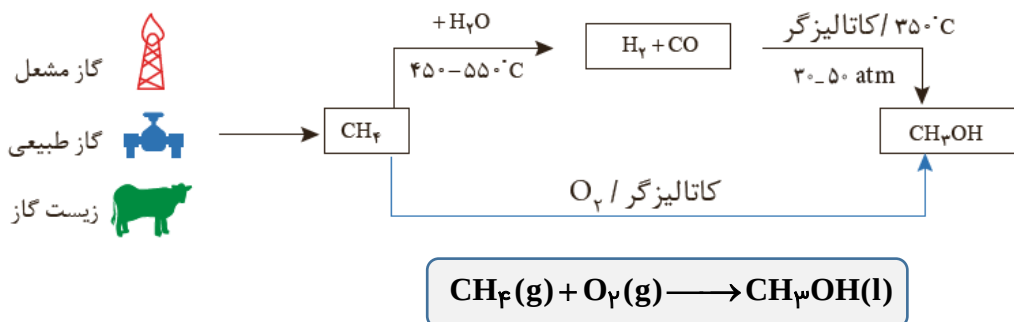
- سالانه به مقدار زیادی متانول در مقیاس صنعتی نیاز است.
- متانول مایعی بی رنگ، بسیار سمی و ساده ترین عضو خانواده الکل ها است که می توان آن را از چوب تهیه کرد.
- در صنعت گاز کربن مونوکسید را با گاز هیدروژن در شرایط مناسب و در حضور کاتالیزگر واکنش می دهند.



- 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.



- گاز متان سازنده اصلی گاز طبیعی است که در میدان های نفتی به فراوانی یافت می شود. در این میدان ها برای افزایش ایمنی، بخشی قابل توجهی از آن را می سوزانند.
- گاز متان واکنش پذیری بسیار کمی دارد و تبدیل آن به متانول فرایندی دشوار است که انجام آن 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.
- در یک نگاه روش های تولید متانول:



- گاز متان سازنده اصلی گاز طبیعی و گاز مشعل است که در میدان های نفتی به فراوانی یافت می شود.
- گاز متان نوعی زیست گاز است. (مقدار زیادی گاز متان از دستگاه جاندارانی مثل گوارش گاو خارج می شود).



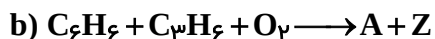
شیمی سبز

مطالب زیر را مطالعه کنید

❧ شیمی سبز به دنبال طراحی واکنش هایی با کمترین آسیب به محیط زیست و بیشترین بازده است.

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

✍ مثال: معادله های شیمیایی زیر تهیه ماده A را به دو روش نشان می دهد:



در این واکنش ها X و Y پسماند هستند، اما Z یک حلال صنعتی است.

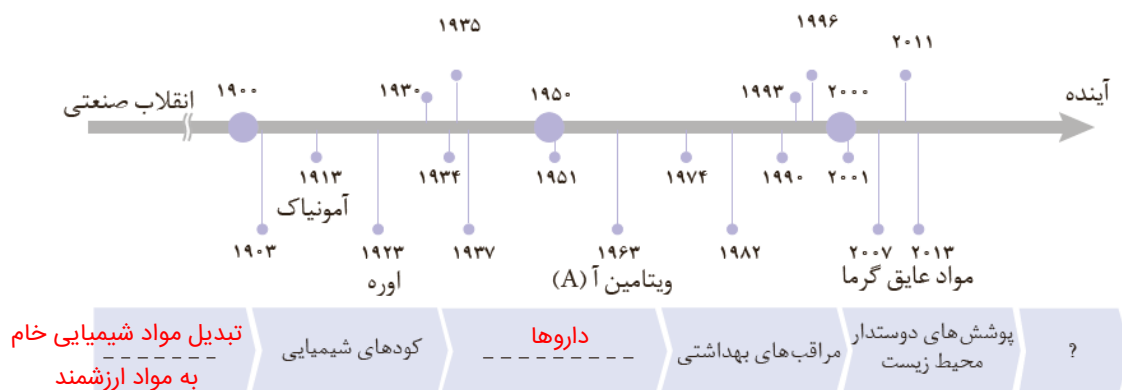
❧ در واکنش b، همه اتم های مواد واکنش دهنده، به مواد ارزشمند تبدیل شده اند. (چون علاوه بر تولید فاورده مورد نظر، یک حلال صنعتی نیز تولید شده است.) (همه فراورده ها ارزشمندند)

❧ براساس اصول شیمی سبز، واکنش b، از دیدگاه اتمی صرفه اقتصادی دارد. (چون همه فراورده ها ارزشمندند و پسماندی نیز تولید نشده است.)

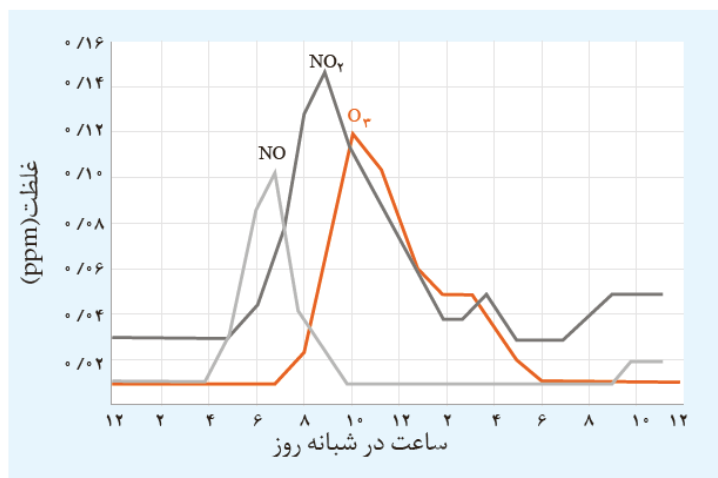


مطالب زیر را مطالعه کنید

چند نمونه فراورده حاصل از فناوری های شیمیایی در گذر زمان:



- هوای خشک و پاک مخلوطی از گازهای گوناگون است که به طور یکنواخت در هواکره پخش شده اند. در حالی که هوای آلوده افزون بر آنها حاوی گازهای گوناگونی مانند SO_2 ، O_3 ، NO_2 ، CO ، NO ، ذره های معلق و مواد آلی فرار است.
- هوای آلوده سبب ایجاد و تشدید بیماری های تنفسی ازجمله برونشیت، آسم، سرطان ریه و حتی مرگ می شود.
- غلظت برخی از آلاینده ها در نمونه ای از هوای یک شهر بزرگ:



اوج آلودگی:

$N_2 + O_2 \rightarrow NO$	ساعت ۷ صبح	NO
$NO + O_2 \rightarrow NO_2$	ساعت ۹ صبح	NO_2
$NO_2 + O_2 \rightarrow O_3 + NO$	ساعت ۱۰ صبح	O_3

- هوای آلوده به رنگ قهوه ای دیده می شود. (به دلیل وجود گاز قهوه ای رنگ NO_2 در هوا)
- بیش ترین مقدار غلظت آلاینده ها در هوا مربوط به گاز NO_2 است.

$$NO_2 > O_3 > NO$$

- با کاهش مقدار گاز NO_2 ، مقدار گاز O_3 ، رو به افزایش است.

آلاینده های CO ، SO_2 ، NO ، C_xH_y در خروجی اگزوز خودروها وجود دارند.
دلیل پیدایش:

سوختن ناقص هیدروکربن ها	CO
وجود گوگرد در نفت خام سوخت های بی کیفیت دارای مقادیری گوگرد هستند. واکنش $\text{S} + \text{O}_2 \rightarrow \text{SO}_2$ در موتور خودرو	SO_2
واکنش ناخواسته $\text{N}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{NO}$ در دمای بالای موتور خودرو	NO
واکنش ندادن بنزین با اکسیژن در موتور خودرو	C_xH_y

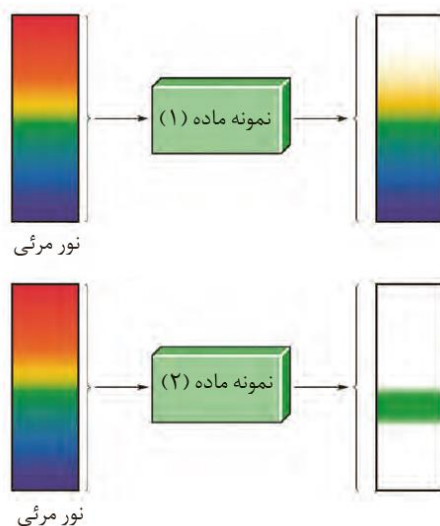
• فراوانی آلاینده ها:

مقدار آلاینده به ازای طی یک کیلومتر (گرم)	فرمول شیمیایی آلاینده
۵/۹۹	CO
۱/۶۷	C_xH_y
۱/۰۴	NO

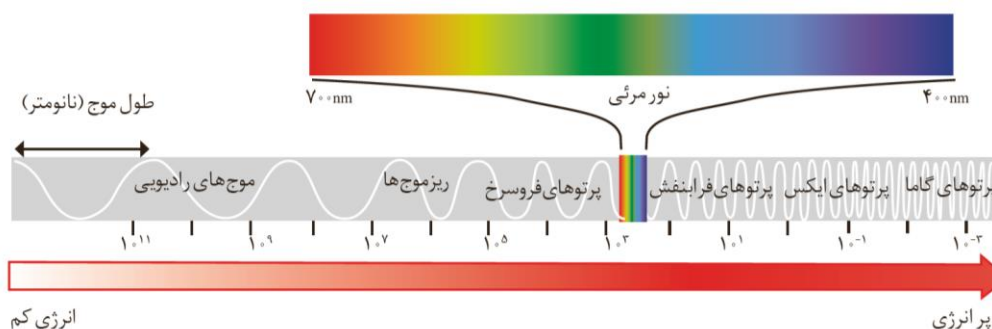


- ✎ هوای آلوده حاوی آلاینده هایی است که اغلب بی رنگ هستند و نمی توان به آسانی وجود آن ها را تشخیص داد.
- ✎ نوع آلاینده ها و مقدار هر یک از آن ها در شهرهای گوناگون متفاوت است.
- ✎ با بررسی رفتار آلاینده ها (بر هم کنش این مواد با پرتوهای الکترومغناطیسی) می توان نوع و مقدار آلاینده ها را در یک نمونه هوای آلوده تعیین کرد.
- ✎ هرگاه یک نمونه ماده در برابر پرتوهای الکترومغناطیسی قرار گیرد، ممکن است گستره معینی از آن ها را جذب و پرتوهای باقی مانده را بازتاب کند یا عبور دهد.
- اگر همه طول موج های مرئی را بازتاب کند ← به رنگ سفید
- و اگر همه را جذب کند ← به رنگ سیاه دیده می شود.
- چشم ما مواد رنگی را با طول موج های عبوری یا بازتاب شده از آن ها می بیند.

مثال: رفتار یک نمونه ماده در برابر پرتوهای مرئی:



- ✎ اگر جسمی به رنگ سبز دیده می شود، یعنی نور سبز را بازتاب کرده و یا عبور می دهد و تمام طول موج های مرئی به جز طول موج های سبز را جذب می کند.
- ✎ نمونه ماده (۲)، طول موج های بیش تری از پرتوهای مرئی را جذب کرده است و فقط رنگ سبز را عبور داده یا بازتاب کرده است.
- ✎ ساختار دو ماده فوق، متفاوت است. (زیرا برهمکنش نمونه ها با پرتوهای الکترومغناطیسی متفاوت است).
- ✎ با توجه به اینکه پرتوهای مرئی، بخش کوچکی از گستره پرتوهای الکترومغناطیسی را در برمی گیرد، انتظار می رود دیگر پرتوها مانند فروسرخ، فرابنفش و ... نیز با ماده برهم کنش داشته باشند.



- ۴ شیمی دان ها با استفاده از برهم کنش های میان ماده و پرتوهای الکترومغناطیسی، روش های گوناگون طیف سنجی را برای شناخت ساختار مواد پایه گذاری کرده اند.
- ۴ یکی از رایج ترین روش های طیف سنجی که برای شناسایی گروه های عاملی به کار می رود، طیف سنجی فروسرخ نام دارد.
- با توجه به اینکه شمار و نوع اتم های سازنده هر گروه عاملی متفاوت از دیگری است، هریک از آن ها تنها گستره معین و منحصر بفردی از پرتوهای فروسرخ را جذب می کنند. (همین تفاوت، اساس شناسایی گروه های عاملی از یکدیگر است.)
- ۴ از طیف سنجی فروسرخ همچنین می توان برای شناسایی آلاینده هایی مانند کربن مونوکسید و اکسیدهای نیتروژن در هواکره و نیز شناسایی برخی مولکول ها در فضای بین ستاره ای استفاده کرد.
- ۴ افزون بر طیف سنجی فروسرخ می توان از برهم کنش پرتوهای فرابنفش، نور مرئی، امواج رادیویی و ... نیز برای شناسایی مواد گوناگون بهره برد.
- ۴ ام. آر. آی (MRI) نمونه ای از کاربرد طیف سنجی در علم پزشکی است.



واکنش ها و نمودارها

$2\text{NOCl} \longrightarrow 2\text{NO} + \text{Cl}_2$	$\text{NO} + \text{O}_3 \longrightarrow \text{NO}_2 + \text{O}_2$
$3\text{O}_2 \longrightarrow 2\text{O}_3$	$\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}), \Delta H = -802 \text{ kJ mol}^{-1}$
$2\text{NO} \longrightarrow \text{N}_2 + \text{O}_2$	$2\text{CO} + \text{O}_2 \longrightarrow 2\text{CO}_2$
این واکنش ها در دماهای پایین انجام نمی شوند یا بسیار کند هستند. (به دلیل انرژی فعال سازی زیاد)	
$\text{P}_4 + \text{O}_2 \longrightarrow \text{P}_4\text{O}_{10}$	$2\text{H}_2 + \text{O}_2 \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O}$
فسفر سفید برخلاف گاز هیدروژن در هوا و در دمای اتاق می سوزد.	

