

شیمی جلوه‌های از هنر، زیبایی و ماندگاری

خلاصه نکات و مفاهیم اصلی

مواد سازنده آثار باستانی

شیمی دانشی است که به ما کمک می‌کند تا هوشمندانه از مواد در خلق آثار هنرمندانه، زیبا و ماندگار بهره ببریم. انسان از دیرباز مواد ضروری برای زندگی خود را از جای جای زمین تأمین کرده و برای رفع نیاز، آن‌ها را تغییر داده است. مواد اولیه که در ساخت آثار به جای مانده از گذشتگان استفاده شده است، افزون بر فراوانی و در دسترس بودن، باید واکنش‌پذیری کم، استحکام زیاد و پایداری مناسبی داشته باشند. شیمی‌دان‌ها ابتدا نوع، مقدار، ساختار و رفتار مواد سازنده آثار به‌جا مانده را بررسی کردند، سپس با بهره‌گیری از دانش شیمی توانستند به مواد جدیدتری دست یابند.

خاک رس مخلوطی از مواد گوناگون است. فرمول شیمیایی، نام، نوع جامد و درصد جرمی مواد سازنده خاک رس استخراج شده از یک معدن طلا به صورت زیر است:

فرمول شیمیایی	SiO _۲	Al _۲ O _۳	H _۲ O	Na _۲ O	Fe _۲ O _۳	MgO	Au و دیگر مواد
نام	سیلیس	آلومینیم اکسید	آب	سدیم اکسید	آهن (III) اکسید	منیزیم اکسید	طلا و دیگر مواد
نوع جامد	کوارانسی	یونی	مولکولی	یونی	یونی	یونی	فلزی
درصد جرمی	۴۶/۲۰	۳۷/۷۴	۱۳/۳۲	۱/۲۴	۰/۹۶	۰/۴۴	۰/۱

خاک رس

توجه مواد سازنده این نوع از خاک رس را مخلوطی از اکسیدها در بر می‌گیرد. در بین مواد سازنده خاک رس بیشترین درصد فراوانی مربوط به سیلیس (SiO_۲) و کمترین درصد فراوانی مربوط به طلا (Au) و دیگر مواد است: Au و مواد دیگر > MgO > Fe_۲O_۳ > Na_۲O > H_۲O > Al_۲O_۳ > SiO_۲: مقایسه درصد فراوانی مواد سازنده خاک رس سرخ‌فام بودن خاک رس به دلیل وجود آهن (III) اکسید (Fe_۲O_۳) می‌باشد. با حرارت دادن و پختن سفال‌های تهیه شده از این نوع رس (خاک رس معدن طلا)، جرم H_۲O کاهش می‌یابد ولی جرم سایر مواد تغییری نمی‌کند (درصد جرمی آن‌ها بیشتر هم می‌شود).

درصد جرمی

درصد جرمی هر ماده در نمونه، گرم آن را در صد گرم نمونه نشان می‌دهد:

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

$$\text{جرم حل‌شونده} = \frac{\text{جرم محلول}}{\text{درصد جرمی محلول‌ها}} \times 100$$

سیلیس، زیبا، سخت و ماندگار

سیلیسیم پس از اکسیژن فراوان‌ترین عنصر در پوسته جامد زمین است، به طوری که ترکیب‌های گوناگون این دو عنصر بیش از ۹۰٪ پوسته جامد زمین را تشکیل می‌دهند. سیلیس (SiO_۲) فراوان‌ترین اکسید در این لایه از سیاره ما به شمار می‌رود. کوارتز از جمله نمونه‌های خالص و ماسه از جمله نمونه‌های ناخالص سیلیس است. سیلیس افزون بر خاک‌های رس، یکی از سازنده‌های اصلی بسیاری از سنگ‌ها، صخره‌ها و نیز شن و ماسه است. شبکه بلوری سیلیس، ساختار منظمی از اتم‌های سیلیسیم و اکسیژن در سه بعد است. سیلیس، شامل شمار بسیار زیادی از اتم‌های Si و O با پیوندهای اشتراکی Si—O—Si بوده و دارای ساختاری به هم پیوسته و گول‌آساست. چند ویژگی سیلیس: ۱- در دما و فشار اتاق، جامد است. ۲- سختی بالایی دارد. ۳- دیرگداز است. ۴- مقاومت گرمایی بالایی دارد. ۵- وجود این ماده باعث استحکام و ماندگاری سازه‌های سنگی و نقش‌کندهای روی آن‌ها شده است. سیلیس به عنوان نماینده‌ای از جامدهای کوارانسی، در حالت خالص و تراش‌خورده، شفاف، زیبا و سخت است. سیلیس خالص به دلیل داشتن خواص نوری ویژه در ساخت منشورها و عدسی‌ها به کار می‌رود.

الماس و گرافیت

الماس	گرافیت
۱- الماس، جامدی کووالانسی است.	۱- گرافیت، جامدی کووالانسی است.
۲- یکی از دگرشکل‌های طبیعی کربن است.	۲- یکی از دگرشکل‌های طبیعی کربن است.
۳- الماس شبکه‌ای سه‌بعدی دارد.	۳- گرافیت شبکه‌ای دوبعدی و ساختاری لایه‌ای دارد.
۴- بسیار سخت و محکم است و ظاهری شفاف دارد.	۴- بسیار نرم و لغزنده است و ظاهری تیره دارد.
۵- الماس رسانایی الکتریکی نداشته و نارسانا است.	۵- گرافیت رسانای خوب جریان الکتریکی است.
۶- کاربرد: ساخت مته‌ها و ابزار برش شیشه و جواهرسازی	۶- کاربرد: استفاده در مغز مداد و الکترو
۷- نوع پیوند بین اتم‌ها: پیوند اشتراکی	۷- نوع پیوند بین اتم‌ها: پیوند اشتراکی

مقایسه الماس و گرافیت:

الماس > گرافیت: مقایسه پایداری $\Rightarrow$ گرافیت > الماس: مقایسه سطح انرژیگرافیت > الماس: مقایسه انرژی پتانسیل $\Rightarrow$ گرافیت > الماس: مقایسه گرمای آزاد شده در واکنش سوختن

مقایسه چگالی:

$$\frac{\text{گرافیت}}{\text{الماس}} > \frac{\text{الماس}}{\text{گرافیت}}$$

$$\frac{2}{27} \text{g.cm}^{-3} > \frac{3}{51} \text{g.cm}^{-3}$$

چند نکته در مورد کربن و سیلیسیم

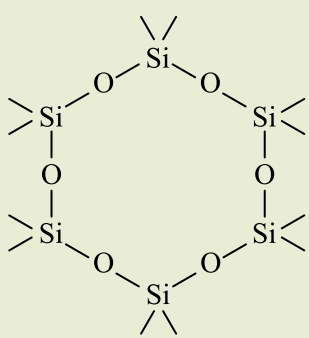
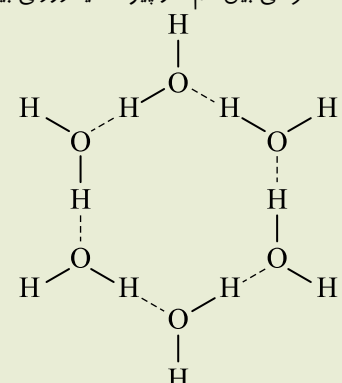
کربن (C) و سیلیسیم (Si) هر دو متعلق به گروه ۱۴ جدول دوره‌ای بوده و در لایه ظرفیت خود ۴ الکترون دارند. C یک نافلز است که فقط به حالت گرافیت رسانایی الکتریکی بالایی دارد در حالی که Si شبه فلز است و رسانایی الکتریکی کمی دارد. Si سومین عنصر فراوان زمین و C سومین عنصر فراوان سیاره مشتری است.

سیلیسیم، فسفر و گوگرد از جمله عنصرهای اکسیژن دوست هستند به طوری که در طبیعت به شکل نمک‌های اکسیژن‌دار یافت می‌شوند. یکی از یون‌های چند اتمی که سیلیسیم با اکسیژن تشکیل می‌دهد یون سیلیکات با فرمول SiO_4^{4-} است.

سیلیسیم کربید (SiC) یک جامد کووالانسی و ساینده ارزان است که در تهیه سنباده به کار می‌رود. نقطه ذوب الماس بالاتر از نقطه ذوب سیلیسیم است زیرا آنتالپی پیوند C — C بیشتر از Si — Si است.

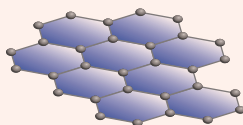
سه جامد کووالانسی سیلیسیم (Si) و سیلیسیم کربید (SiC) و الماس ساختاری مشابه دارند و مقایسه سختی آن‌ها به صورت زیر است: مقایسه سختی: $\text{SiC(s)} > \text{Si(s)} > \text{C(s, الماس)}$

مقایسه نقطه ذوب جامدهای کووالانسی الماس، سیلیسیم، سیلیسیم کربید و سیلیس به صورت زیر است: مقایسه نقطه ذوب: سیلیسیم > سیلیس > سیلیسیم کربید > الماس: مقایسه نقطه ذوب

سیلیس (SiO ₂ (s))	یخ (H ₂ O(s))
۱- خالص، شفاف و سخت است.	۱- خالص، شفاف و سخت است.
۲- دارای آرایش منظم و سه‌بعدی با تشکیل حلقه‌های شش گوشه‌ای.	۲- دارای آرایش منظم و سه‌بعدی با تشکیل حلقه‌های شش گوشه‌ای.
۳- سیلیس، جامد کووالانسی است.	۳- یخ، جامد مولکولی است.
۴- سیلیس نقطه ذوب بالایی دارد و دیرگداز است.	۴- یخ نقطه ذوب پایینی دارد و زودگداز است.
۵- فقط دارای پیوند اشتراکی بین اتم‌ها.	۵- دارای پیوند اشتراکی بین اتم‌ها و پیوند هیدروژنی بین مولکول‌ها.
	
توجه در رأس شش‌ضلعی‌ها اتم سیلیسیم قرار دارد. ۶- هر ضلع شش‌ضلعی از دو پیوند اشتراکی (Si — O — Si) و Si — O تشکیل شده است.	توجه در رأس شش‌ضلعی‌ها اتم اکسیژن قرار دارد. ۶- هر ضلع این شش‌ضلعی از یک پیوند اشتراکی O — H و یک پیوند هیدروژنی O — H تشکیل شده است.

مقایسه یخ و سیلیس

گرافن، گونه‌ای به ضخامت یک اتم کربن



گرافن، تک لایه‌ای از گرافیت است. در گرافن اتم‌های کربن با پیوندهای اشتراکی حلقه‌های شش گوشه تشکیل داده‌اند. ساختار گرافن استحکام ویژه‌ای دارد به طوری که مقاومت کششی آن حدود ۱۰۰ برابر فولاد است. از آنجا که ضخامت گرافن به اندازه یک اتم کربن است می‌توان آن را یک گونه شیمیایی دوبعدی دانست. گرافن شفاف و انعطاف‌پذیر است. (برخلاف گرافیت) یک روش ساده برای تهیه گرافن جدا کردن لایه‌های گرافیت با استفاده از نوار چسب است.

مقایسه جامدهای کووالانسی و مواد مولکولی

جامدهای کووالانسی	مواد مولکولی
۱- در ساختار یک جامد کووالانسی، شمار بسیار زیادی اتم با پیوندهای اشتراکی به یکدیگر متصل شده‌اند.	۱- شمار معینی اتم با پیوند (های) اشتراکی به هم متصل شده و مولکول‌ها را می‌سازند.
۲- در ساختار جامدهای کووالانسی مولکول‌های مجزا و مستقل نداریم. اتم‌ها، واحدهای سازنده جامدهای کووالانسی هستند.	۲- مولکول‌ها، واحدهای سازنده مواد مولکولی هستند.
۳- جامدهای کووالانسی نیروی بین مولکولی ندارند، چون مولکول ندارند.	۳- در مواد مولکولی نیروهای بین مولکولی وجود دارد.
۴- برای تبدیل جامدهای کووالانسی به حالت مایع و بخار باید بر پیوندهای اشتراکی بین اتم‌ها غلبه کرد.	۴- رفتار فیزیکی مواد مولکولی (آنتالپی تبخیر و نقطه ذوب و جوش و...) به نوع و قدرت نیروهای بین مولکولی بستگی دارد.
۵- اغلب جامدهای کووالانسی سخت و شکننده هستند. (به جز گرافیت)	توجه رفتار شیمیایی مواد مولکولی به طور عمده به پیوندهای اشتراکی و جفت الکترون‌های ناپیوندی موجود در مولکول وابسته است.
۶- جامدهای کووالانسی رسانای جریان برق نیستند. (به جز گرافیت و سیلیسیم)	۵- اغلب مواد مولکولی سخت و شکننده نیستند.
۷- نقطه ذوب جامدهای کووالانسی بالا است.	۶- جامدهای مولکولی رسانای جریان برق نیستند.
۸- عنصرهایی که جزء مواد کووالانسی هستند:	۷- نقطه ذوب اغلب مواد مولکولی پایین است.
از گروه ۱۴ (C, Si, Ge) + از گروه ۱۳ بور (B) + از گروه ۱۵ آرسنیک (As)	۸- عنصرهایی که جزء مواد مولکولی هستند:
۹- تنوع و شمار جامدهای کووالانسی کمتر از مواد مولکولی است.	اکسیژن (O _۲) + هیدروژن (H _۲) + نیتروژن (N _۲) + عنصرهای گروه ۱۷
	۹- ترکیب‌هایی که در دما و فشار اتاق به حالت مایع هستند جزء مواد مولکولی به شمار می‌روند.

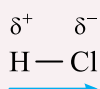
شیمی‌دان‌ها برای نمایش توزیع الکترون‌ها و بررسی تراکم بار الکتریکی روی اتم‌های سازنده یک گونه شیمیایی از نقشه پتانسیل الکتریکی استفاده می‌کنند. نمونه‌ای از نقشه پتانسیل الکتروستاتیکی در مولکول‌های دواتمی:



آ) احتمال حضور جفت الکترون پیوندی پیرامون هسته بین دو هسته بیشتر است، گویی بیشتر وقت خود را آنجا می‌گذرانند، از این رو احتمال حضور آن‌ها روی هسته‌ها، یکسان و متقارن است. ب) احتمال حضور جفت الکترون پیوندی در فضای اتم کلر بیشتر بوده زیرا خاصیت نافلزی آن بیشتر است، از این رو احتمال حضور الکترون‌های پیوندی در فضای اتم کلر بیشتر بوده زیرا خاصیت نافلزی آن بیشتر است، گویی بیشتر وقت خود را آنجا می‌گذرانند، از این رو احتمال حضور آن‌ها روی هسته‌ها، یکسان و متقارن نیست.

توجه کنید که رنگ سرخ تراکم بیشتر و رنگ آبی تراکم کمتر بار الکتریکی را نشان می‌دهد.

پیوند بین دو اتم غیر یکسان را می‌توان با یک بردار که نوک بردار در جهت اتمی با بار جزئی منفی (δ^-) است نشان داد. مانند:



نقشه پتانسیل الکتروستاتیکی

مولکول‌های قطبی و ناقطبی

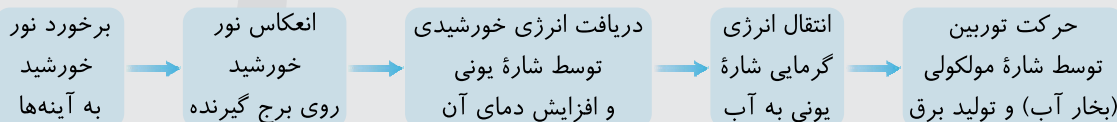
- ۱- در این مولکول‌ها توزیع الکترون‌ها یکنواخت نبوده و تراکم بار الکتریکی روی اتم‌های سازنده مولکول یکسان نیست.
- ۲- به اتمی که تراکم بار الکتریکی روی آن بیشتر است، بار جزئی منفی (δ^-) و به دیگری بار جزئی مثبت (δ^+) نسبت می‌دهند.
- ۳- به دلیل داشتن دو سر مثبت و منفی، هنگام قرار گرفتن در میدان الکتریکی جهت‌گیری می‌کنند.
- ۴- بدیهی است چنین مولکول‌هایی گشتاور دوقطبی بزرگ‌تر از صفر دارند.
- ۵- مولکول‌های دواتمی ناجور هسته (مولکول‌هایی که دو اتم متفاوت دارند) قطبی هستند.
- ۱- در این مولکول‌ها الکترون‌ها به طور یکنواخت و متقارن توزیع شده‌اند.
- ۲- فاقد سرهای مثبت و منفی هستند.
- ۳- در صورت قرار گرفتن در میدان الکتریکی جهت‌گیری نمی‌کنند.
- ۴- گشتاور دوقطبی آن‌ها برابر صفر یا تقریباً برابر صفر می‌باشد.
- ۵- مولکول‌های دواتمی ناجور هسته (مولکول‌هایی که دو اتم متفاوت دارند) ناقطبی هستند.

بررسی قطبی بودن مولکول با توجه به ساختار لوویس

- ۱- مولکول‌های دواتمی: اگر دو اتم متصل به هم یکسان نباشند (مولکول‌های دواتمی ناجور هسته) قطبی هستند، مانند: HF.
- ۲- مولکول‌های چند اتمی: اگر یکی از دو شرط زیر را دارا باشد قطبی هستند:
- { الف) اتم مرکزی دارای جفت الکترون ناپیوندی باشد، مانند: NF_3 ، SO_2 ، H_2O ، O_3 و ...
- { ب) اتم‌های پیرامون اتم مرکزی متفاوت باشند، مانند: CHCl_3 ، HCN و N_2O
- ۳- همه مولکول‌هایی که از یک نوع اتم تشکیل شده باشند الزاماً ناقطبی نیستند، مانند: O_3
- ۴- تمام مولکول‌هایی که شکل خمیده دارند قطبی هستند. مانند: H_2O و SO_2
- توجه** در شکل‌های خمیده، اتم مرکزی به دو اتم دیگر متصل شده و دارای یک یا دو جفت الکترون ناپیوندی است.
- ۵- مولکول‌های دی‌متیل اتر ($\text{CH}_3-\text{O}-\text{CH}_3$) و کربونیل سولفید (SCO) و کلروفرم (CHCl_3) قطبی است.
- ۱- مولکول‌های دواتمی: اگر دو اتم متصل به هم یکسان باشند (مولکول‌های دواتمی جور هسته) ناقطبی هستند. مانند: H_2 ، F_2 ، ...
- ۲- اتم مرکزی فاقد جفت الکترون ناپیوندی بوده و با پیوندهای اشتراکی به اتم‌های یکسانی متصل باشد مانند: CO_2 ، SO_2 ، CH_4 و CCl_4
- ۳- مولکول‌های خطی (مولکول‌هایی که اتم مرکزی فاقد جفت ناپیوندی است و به دو اتم دیگر متصل شده است). می‌توانند قطبی یا ناقطبی باشند. مثلاً HCN و CO_2 هر دو خطی هستند، HCN قطبی و CO_2 ناقطبی است.
- ۴- تمام هیدروکربن‌ها (آلکان‌ها، آلکن‌ها و آلکین‌ها) ناقطبی هستند مثلاً پروپان و اتان و اتین ناقطبی هستند.

هنرنامی شاره (سیال)‌های مولکولی و یونی برای تولید برق

خورشید منبعی تجدیدپذیر است که انرژی خود را با پرتوهای الکترومغناطیسی به سوی ما گسیل می‌دهد. بهره‌گیری بیشتر از این انرژی پاک، کاهش ردپای زیست محیطی را به دنبال خواهد داشت. دانشمندان برای استفاده بهینه از انرژی خدادادی و رایگان خورشید به دنبال فناوری‌هایی هستند که بتوانند بخشی از آن را ذخیره نموده و به شکل انرژی الکتریکی وارد چرخه مصرف نمایند. در فناوری پیشرفته برای تولید انرژی الکتریکی از پرتوهای خورشیدی با متمرکز شدن پرتوهای خورشیدی دمای شاره افزایش پیدا کرده و این شاره بسیار داغ به منبع ذخیره انرژی گرمایی سرازیر می‌شود تا حتی در روزهای ابری و شب هنگام، انرژی لازم برای تبدیل آب به بخار داغ را فراهم کند. بخار داغ، توربین را برای تولید انرژی الکتریکی به حرکت در می‌آورد.



در این فناوری از ماده‌ای به عنوان شاره استفاده می‌شود که تفاوت بین نقطه ذوب و جوش آن بیشتر باشد. شاره در گستره دمایی بیشتری به حالت مایع بوده و نیروهای جاذبه میان ذره‌های سازنده مایع قوی‌تر باشد.

در ضمن بین NaCl ، HF و N_2 از NaCl به عنوان شاره استفاده می‌شود زیرا اختلاف بین نقطه ذوب و جوش آن بیشتر است.

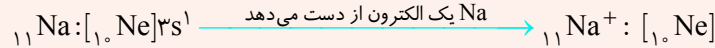
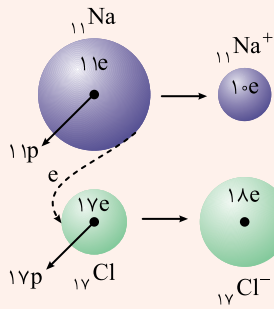
شاره یونی (سدیم کلرید) به عنوان منبع ذخیره انرژی گرمایی عمل می‌کند در حالی که شاره مولکولی (بخار آب) برای به حرکت در آوردن توربین مولد الکتریکی به کار می‌رود.

گستره دمایی سدیم کلرید مذاب در این فناوری در حدود $135^\circ\text{C} - 850^\circ\text{C}$ است، گستره دمایی که برای مواد مولکولی نمی‌توان انتظار داشت!

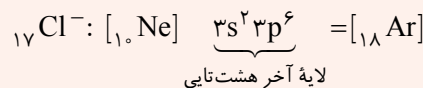
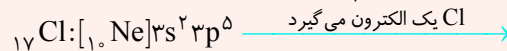
تشکیل ترکیب یونی

هر ترکیب یونی دوتایی (مانند NaCl) را می‌توان فراورده واکنش یک فلز با یک نافلز دانست. در واکنش‌هایی که منجر به تشکیل ترکیب یونی می‌شوند، اتم‌ها با یکدیگر الکترون داد و ستد می‌کنند به این صورت که اتم‌های فلز با از دست دادن الکترون و اتم‌های نافلز با به دست آوردن الکترون به ترتیب به کاتیون‌ها و آنیون‌ها تبدیل می‌شوند.

در تشکیل ترکیب‌های یونی اتم‌های فلز با از دست دادن الکترون به آرایش گاز نجیب دوره قبل از خود می‌رسند:

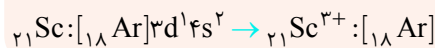


اتم‌های نافلز با گرفتن الکترون به آرایش گاز نجیب هم دوره خود می‌رسند:



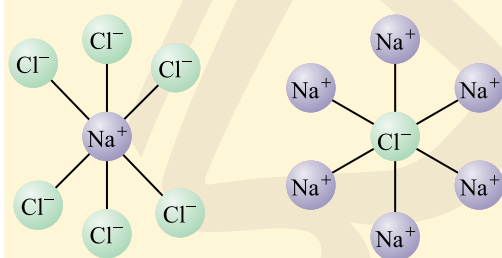
از واکنش فلز سدیم با گاز کلر، جامد یونی سفید رنگی برجای می‌ماند که همان نمک خوراکی است. نور و گرمای آزاد شده در این واکنش نشان می‌دهد که بسیار گرماده است.

پس از تشکیل ترکیب‌های یونی، یون‌های تشکیل شده نسبت به عناصر اولیه، پایدارتر بوده و سطح انرژی پایین‌تری دارند. عناصر واسطه با تشکیل کاتیون اغلب به آرایش گاز نجیب نمی‌رسند و فقط تعداد کمی از آن‌ها مانند اسکاندیم و عنصرهای هم‌گروه آن با از دست دادن الکترون به آرایش گاز نجیب دوره قبل از خود می‌رسند.



شبکه بلوری

واژه شبکه بلوری برای توصیف آرایش سه‌بعدی و منظم اتم‌ها، مولکول‌ها و یون‌ها در حالت جامد به کار می‌رود. پس از داد و ستد الکترون و تشکیل یون‌ها، میان یون‌های ناهم‌نام، نیروی جاذبه و میان یون‌های هم‌نام، نیروی دافعه پدید می‌آید. نیروهای جاذبه و دافعه به شمار معینی از یون‌ها محدود نمی‌شود بلکه میان همه یون‌ها و در فاصله‌های گوناگون وارد می‌شود. وجود جامدهای یونی در طبیعت نشان می‌دهد که نیروهای جاذبه میان یون‌های ناهم‌نام بر نیروهای دافعه میان یون‌های هم‌نام غالب است. غالب بودن جاذبه بر دافعه سبب می‌شود که شمار بسیار زیادی یون به سوی یکدیگر کشیده شوند. چنین روندی، دلیل پدید آمدن آرایش منظمی از یون‌ها در سه بعد و تشکیل شبکه بلوری جامد یونی است.



به شمار نزدیک‌ترین یون‌های ناهم‌نام پیرامون هر یون، عدد کوئوردیناسیون می‌گویند.

* عدد کوئوردیناسیون یون‌های مثبت و منفی در بلور سدیم کلرید با یکدیگر مساوی و برابر ۶ است.

فرمول شیمیایی هر ترکیب یونی ساده‌ترین نسبت کاتیون‌ها و آنیون‌های سازنده آن را نشان می‌دهد. به کار بردن واژه‌هایی مانند مولکول و فرمول مولکولی برای توصیف ترکیب‌های یونی درست نیست. هر چند مجموع بار آنیون‌ها با مجموع بار کاتیون‌ها در یک شبکه بلوری برابر و شبکه بلوری خنثی است، اما لزومی ندارد که حتماً شمار آنیون‌ها با شمار کاتیون‌ها برابر باشد:



شعاع یونی

هنگامی که اتم یک فلز الکترون از دست می‌دهد و تبدیل به کاتیون می‌شود، جاذبه هسته بر روی الکترون‌های باقی‌مانده بیشتر می‌شود و در نتیجه شعاع آن کاهش می‌یابد.

شعاع اتمی فلز < شعاع کاتیون آن

هنگامی که اتم یک نافلز الکترون می‌گیرد و تبدیل به آنیون می‌شود، جاذبه هسته بر روی الکترون‌های ظرفیتی کمتر می‌شود و در نتیجه شعاع آن افزایش می‌یابد.

شعاع اتمی نافلز > شعاع آنیون آن

در هر گروه از بالا به پایین شعاع یونی نیز مانند شعاع اتمی افزایش می‌یابد. در میان یون‌های هم الکترون هر چه بار یون مثبت‌تر باشد، شعاع یونی کوچک‌تر و هر چه بار یون منفی‌تر باشد، شعاع یونی بزرگ‌تر است:

$$\text{N}^{3-} > \text{O}^{2-} > \text{F}^- > \text{Na}^+ > \text{Mg}^{2+} > \text{Al}^{3+}$$

مقایسه شعاع یونی

چگالی بار یونها

کمیتی است که می‌تواند برای مقایسه میزان برهم‌کنش میان یونها به کار رود.
چگالی بار یون هم‌ارز است با:

$$\text{چگالی بار یون} \rightarrow \frac{\text{مقدار بار یون}}{\text{شعاع یون}} \text{ یا } \frac{\text{بار خالص یون}}{\text{حجم یون}}$$

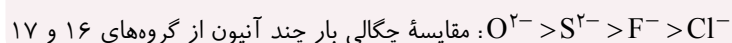
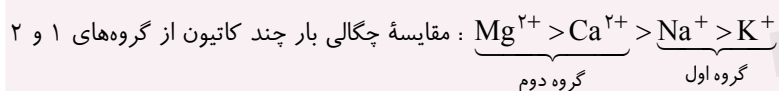
در هر گروه از بالا به پایین چگالی بار یون کاهش می‌یابد زیرا:

- ۱- مقدار بار یونها برابر است.
- ۲- شعاع یونها افزایش می‌یابد.

هرچه چگالی بار آنیون و چگالی بار کاتیون بیشتر باشد:

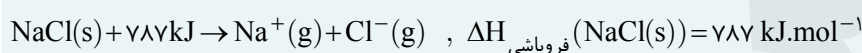
نیروی جاذبه میان یونها بیشتر ← استحکام و پایداری شبکه بیشتر ← فروپاشی شبکه و جدا کردن کامل یونها دشوارتر

دو مقایسه مهم درباره چگالی بار یونها:



آنتالپی فروپاشی شبکه

آنتالپی فروپاشی شبکه ($\Delta H_{\text{فروپاشی}}$): گرمای مصرف شده در فشار ثابت، برای فروپاشی یک مول از شبکه یونی و تبدیل آن به یون‌های گازی سازنده آن. بنابراین $\Delta H_{\text{فروپاشی}}$ همواره عددی مثبت است.



مقایسه آنتالپی فروپاشی شبکه بدون استفاده از چگالی بار:

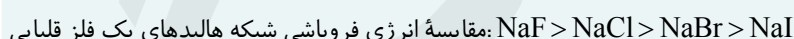
۱- با بار کاتیون و آنیون سازنده شبکه رابطه مستقیم دارد. (هر چه بار بیشتر $\Leftarrow$ آنتالپی فروپاشی بیشتر)



۲- هر چه حاصل (بار کاتیون $\times$ بار آنیون $\times$ تعداد یون در یک واحد فرمولی) A بیشتر باشد، آنتالپی فروپاشی بیشتر است.



۳- با شعاع آنیون و کاتیون سازنده شبکه رابطه عکس دارد.



هرچه چگالی بار یون‌های سازنده یک جامد یونی بیشتر باشد، شبکه آن دشوارتر فروپاشیده می‌شود و نیروی جاذبه میان آن‌ها قوی‌تر است.

اغلب هر چه آنتالپی فروپاشی شبکه یک ترکیب یونی بیشتر باشد، نقطه ذوب آن نیز بالاتر است؛ بنابراین برای مقایسه نقطه ذوب ترکیب‌های یونی، باید آنتالپی فروپاشی شبکه آن‌ها را مقایسه کرد.

ترکیب‌های یونی رسانا یا نارسانا

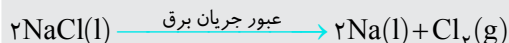
ترکیب‌های یونی در حالت جامد (s) رسانای جریان برق نیستند:

ترکیب‌های یونی در حالت جامد ← یونها ثابت‌اند و تقریباً بی‌حرکت ← نارسانا هستند.

ترکیب‌های یونی در حالت مذاب (l) یا محلول (aq) رسانای جریان برق هستند:

ترکیب‌های یونی در حالت مذاب و محلولی ← یونها آزادانه حرکت می‌کنند. ← رسانا هستند.

عبور جریان برق از ترکیب‌های یونی ضمن انجام یک واکنش شیمیایی باعث تجزیه آن‌ها می‌شود:



ترکیب‌های یونی سخت و شکننده هستند و خاصیت چکش‌خواری ندارند:

وارد کردن ضربه ← یون‌های هم‌نام کنار هم ← جابه‌جایی یونها و قرار گرفتن به هم ریختن شبکه بلور ← ایجاد دافعه شدید و → ترکیب‌های یونی شکننده بوده و چکش‌خوار نیستند.

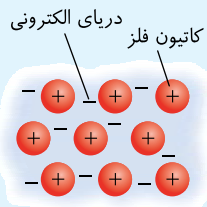
فلزها، عنصرهایی شکل پذیر با جلایی زیبا

پس از دورهٔ سنگی، در دورهٔ برنز و سپس آهن، جوامع دچار دگرگونی و رشد چشمگیری شدند و این خود نشان از جایگاه برجستهٔ فلزها در تمدن بشری دارد.

فلزها هنوز هم کلید رشد، گسترش و ارتقای کیفیت زندگی به شمار می‌روند.

فلزها بخش عمدهٔ عنصرهای جدول دوره‌ای را تشکیل می‌دهند و در هر چهار دستهٔ s, p, d و f جای دارند اما رفتارهای فیزیکی و شیمیایی متنوعی دارند:

{ رفتار فیزیکی: داشتن جلا، رسانایی الکتریکی، رسانایی گرمایی و شکل پذیری
رفتارهای شیمیایی: واکنش پذیری و تنوع اعداد اکسایش



مدل دریای الکترونی یک الگوی ساده از شبکهٔ بلوری فلزها را نشان می‌دهد و برای توجیه برخی رفتارهای فیزیکی آن‌ها (مانند رسانایی الکتریکی و چکش خواری) ارائه شده است.

براساس مدل دریای الکترونی، ساختار فلزها آرایش منظمی از کاتیون‌ها در سه بعد است که در فضای میان آن‌ها سست‌ترین الکترون‌های موجود در اتم (الکترون‌های ظرفیت) دریایی را ساخته‌اند و در آن آزادانه جابه‌جا می‌شوند.

دریای الکترونی عاملی است که چیدمان کاتیون‌ها را در شبکه بلوری فلز حفظ می‌کند.

احساس و درک رنگ به دلیل نورهایی است که از محیط پیرامون به چشم ما می‌رسد ← این نورها همان پرتوهای الکترومغناطیسی بوده که طول موج آن‌ها در گستره ۴۰۰nm تا ۷۰۰nm است.

اگر یک نمونهٔ ماده همهٔ طول موج‌های مرئی را بازتاب کند، به رنگ سفید و اگر همهٔ آن‌ها را جذب کند، به رنگ سیاه دیده می‌شود. ← مواد رنگی بخشی از نور سفید تابیده شده را جذب و باقی‌ماندهٔ آن را عبور می‌دهند یا بازتاب می‌کنند.



سازندهٔ اصلی یک مادهٔ رنگی که به آن رنگ می‌بخشد، رنگ‌دانه نام دارد، برای نمونه TiO_2 و Fe_2O_3 و دوده از جمله رنگ‌دانه‌های معدنی هستند که به ترتیب رنگ‌های سفید، قرمز و سیاه ایجاد می‌کنند.

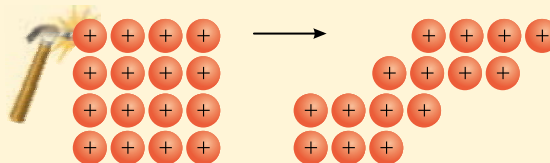
رنگ‌هایی که برای پوشش سطح استفاده می‌شوند، نوعی کلویید هستند که لایهٔ نازکی روی سطح ایجاد می‌کنند تا افزون بر زیبایی، مانع خوردگی در برابر اکسیژن، رطوبت و مواد شیمیایی گردد.

محلول نمک‌های وانادیم (V)، وانادیم (IV)، وانادیم (III) و وانادیم (II) به ترتیب به رنگ‌های زرد، آبی، سبز و بنفش دیده می‌شوند.

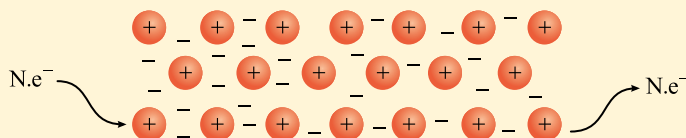


رنگ، نماد زیبایی

فلزها خاصیت چکش‌خواری و شکل‌پذیری دارند، زیرا در اثر وارد کردن ضربه به آن‌ها لایه‌ای از کاتیون‌ها روی هم می‌لغزند اما دریای الکترونی هم جابه‌جا شده و دوباره در فضای بین کاتیون‌ها قرار می‌گیرد.



فلزها در تمام حالت‌ها (حالت جامد و حالت مذاب) رسانایی الکتریکی دارند، در واقع به دلیل جابه‌جایی آزادانهٔ الکترون‌ها در دریای الکترونی، الکترون‌ها می‌توانند از یک منبع مثلاً باتری وارد فلز شده و برای حفظ تعادل بین دریای الکترونی و کاتیون‌ها، در شبکه باقی‌مانده و خارج شوند. این جاری شدن الکترون موجب رسانایی می‌شود.



فلزها، چکش‌خوار و رسانای برق

تیتانیم، فلزی فراتر از انتظار

هر فلز افزون بر رفتارهای مشترک با سایر فلزها، رفتارهای ویژه خود را نیز دارد. فلزهای دسته d همانند فلزهای دسته s و p دارای ویژگی‌هایی مانند جلا، رسانایی الکتریکی، رسانایی گرمایی و نیز شکل‌پذیری هستند، اما در ویژگی‌هایی مانند سختی، نقطه ذوب و تنوع اعداد اکسایش با آن‌ها تفاوت دارند.

تیتانیم (Ti) با ویژگی‌های باور نکردنی، فلزی فراتر از انتظار است. این فلز بسیار سبک بوده و دارای نقطه ذوب بالایی می‌باشد. همچنین فلز تیتانیم در برابر خوردگی و سایش نیز مقاوم است و با ذره‌های موجود در آب دریا به میزان ناچیزی واکنش می‌دهد. کاربردهای تیتانیم در صنعت:

- ۱- استفاده در ساخت بدنه دوچرخه — علت — چگالی کم و داشتن استحکام بالا
 - ۲- استفاده در ساخت موتور جت — علت — داشتن نقطه ذوب بالا و داشتن چگالی کم
 - ۳- ساخت پروانه کشتی‌های اقیانوس‌پیما — علت — واکنش ندادن با ذره‌های موجود در آب دریا
 - ۴- ساخت بناهای هنرمندانه، زیبا و ماندگار — علت — مقاومت در برابر خوردگی و سایش و داشتن جلا
- تیتانیم به شکل آلیاژهای گوناگون نیز کاربرد گسترده‌ای در صنعت دارد. نیتینول آلیاژی از Ni و Ti بوده که به آلیاژ هوشمند معروف است. تیتانیم در ساخت فراورده‌های صنعتی و پزشکی مانند: سازه فلزی در ارتودنسی، استنت برای رگ‌ها و قاب عینک به کار می‌رود.

مقایسه تیتانیم و فولاد

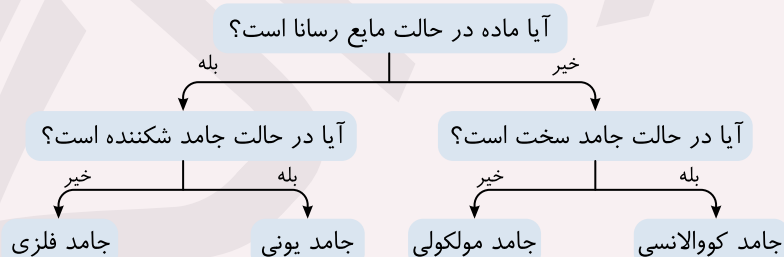
نقطه ذوب و مقاومت در برابر خوردگی تیتانیم بیشتر از فولاد است.

چگالی و واکنش با ذره‌های آب در فولاد بیشتر از تیتانیم است.

مقاومت در برابر سایش تیتانیم و فولاد تقریباً برابر است.

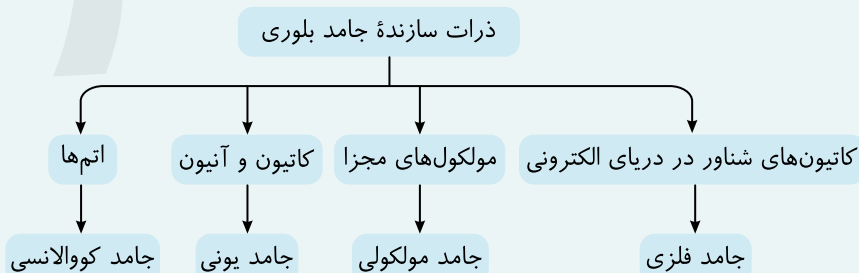
روش تشخیص انواع جامدهای بلوری

جامدهای یونی برخلاف جامدهای فلزی سخت و شکننده هستند. جامدهای فلزی و یونی برخلاف جامدهای مولکولی و کووالانسی رسانای جریان برق هستند.

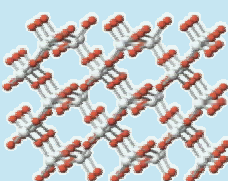
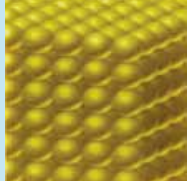
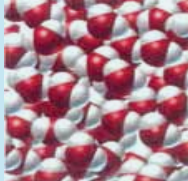
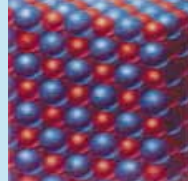
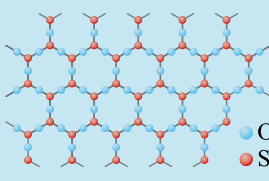
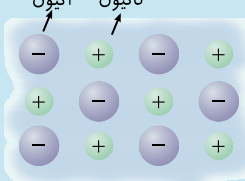
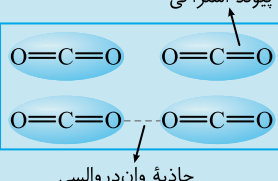
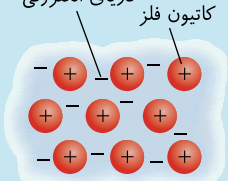


مقایسه ساختار ذره‌ای انواع جامدهای بلوری

ذره‌های سازنده انواع جامدهای بلوری با هم متفاوت است، با دانستن نوع ذرات سازنده یک جامد می‌توان به نوع جامد پی‌برد.



مقایسه ساختار ذره‌ای جامدهای بلوری:

جامد کووالانسی	جامد یونی	جامد مولکولی	جامد فلزی
			
			

جامد کووالانسی	جامد یونی	جامد مولکولی	جامد فلزی	
اتم‌ها	کاتیون‌ها + آنیون	مولکول‌های مجزا	کاتیون‌ها + دریای الکترونی	ذره‌های سازنده بلور
نارسانا (گرافیت رسانا است.)	نارسانا (به جزء در حالت مذاب + محلول)	نارسانا	همواره رسانا	رسانایی الکتریکی
خیلی بالا	بالا	پایین	اغلب بالا	دمای ذوب نسبی
بسیار سخت	سخت و شکننده	اغلب نرم (یخ سخت است)	برخی نرم و اغلب سخت	سختی
۱- الماس و گرافیت ۲- سیلیسیم (Si) ۳- سیلیس (SiO _۲) ۴- سیلیسیم کربید (SiC)	۱- اسیدهای فلزی (MgO و Na _۲ O) ۲- هیدرید فلزی (CaH _۲ و NaOH) ۳- AlF _۳ و Al _۲ O _۳ ۴- فلز + نافلز (به جز B و Be) ۵- سدیم سیلیکات (Na _۴ SiO _۴)	۱- یخ (I _۲ (s)) ۲- یخ (H _۲ O(s)) ۳- اتانول (C _۲ H _۵ OH) ۴- فسفر سفید (P _۴ (s)) ۵- یخ خشک (CO _۲ (s))	تمام فلزهای جدول دوره‌ای Fe, Al, Mg, Na, Sb, Sn و ...	مثال‌های مهم

شیمی، راهی به سوی آینده‌ای روشن‌تر

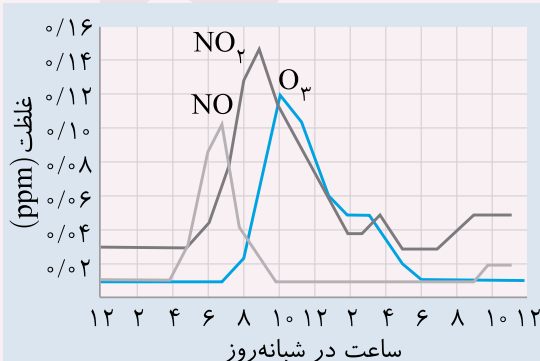
خلاصه نکات و مفاهیم اصلی

نقش دانش شیمی در برطرف کردن چالش‌های زندگی

- ۱- رشد و پیشرفت هر جامعه تنها در سایه تلاش هدفمند و آگاهانه افراد خبره دست یافتنی است.
- ۲- از جمله پیامدهای رشد و پیشرفت جامعه می‌توان دسترسی آسان و ارزان‌تر به فناوری نو را نام برد. چند نمونه از فناوری‌هایی که در آن‌ها دانش شیمی همراه با انگیزه و تلاش راهی به سوی آینده‌ای روشن‌تر را رقم می‌زند عبارتند از:
 - (الف) بهره‌گیری از مبدل کاتالیستی در خودرو
 - (ب) بهره‌گیری از کود شیمیایی سبز
 - (پ) تبدیل مواد شیمیایی خام به مواد ارزشمند
- ۳- مجموعه تلاش‌های انسان برای حل مشکلات و چالش‌هایی که با آن‌ها روبه‌رو بوده است، در گذر زمان منجر به تولید و انباشت دانش و فناوری شده است. یکی از آن‌ها دانش شیمی و فناوری‌های آن است. برخی از دستاوردهای مهم شیمی برای رسیدن به زندگی مدرن امروزی عبارتند از:
 - ۱- فناوری تصفیه آب
 - ۲- فناوری تولید پلاستیک
 - ۳- فناوری شناسایی و تولید مواد بی‌حس‌کننده و آنتی بیوتیک
 - ۴- فناوری شناسایی و تولید کودهای مناسب
 - ۵- فناوری تولید بنزین
 - ۶- فناوری تولید مبدل‌های کاتالیستی
 - ۶- گسترش فناوری‌های صفحه‌های نمایشگر در وسایل الکترونیک
- ۴- پیش‌بینی می‌شود که انسان در آینده چالش‌های تازه و حیاتی پیش رو داشته باشد و بدیهی است که برطرف کردن هر یک از آن‌ها به دانش و فناوری‌های پیشرفته‌تری نیاز خواهد داشت. با توجه به کارآمدی علوم تجربی بسیاری بر این باورند که این علوم و از جمله دانش شیمی می‌توانند آینده روشنی را برای جهان رقم بزنند. استفاده بهینه و درست از دانش و فناوری، آسایش و رفاه را در زندگی تأمین می‌کند. اما استفاده نادرست از آن، آثار مخرب‌تر و زیان‌بارتری به دنبال خواهد داشت.

به دنبال هوای پاک

- ۱- داشتن هوای پاک یکی از چالش‌های مهم و اساسی در جهان امروز می‌باشد زیرا هوای آلوده نفس کشیدن را دشوار و مشکلات تنفسی زیادی را ایجاد می‌کند.
- ۲- هوای خشک و پاک مخلوطی از گازهای گوناگون است که به طور یکنواخت در هواکره پخش شده‌اند.
- ۳- هوای آلوده شامل گازهای گوناگونی مانند CO ، NO ، SO_2 ، O_3 ، NO_2 ، ذره‌های معلق و مواد آلی فرار است.
- ۴- به دلیل وجود آلاینده‌ها هوای آلوده آسیب‌هایی را برای جامعه به همراه خواهد داشت که عبارتند از:
 - (الف) داشتن بوی بد
 - (ب) زشت کردن چهره شهر
 - (پ) سرعت بخشیدن به فرسودگی ساختمان‌ها و پوسیدگی خودروها
 - (ت) ایجاد و تشدید بیماری‌های تنفسی از جمله برونشیت، آسم، سرطان ریه و حتی مرگ

آلاینده‌های NO و NO_2 و O_3

- ۱- مقدار این آلاینده‌ها در ساعات ابتدایی روز به دلیل افزایش ناگهانی تعداد خودروهای در حال تردد به بیشترین حد خود می‌رسد.
- ۲- گاز NO در هوای آلوده با گاز اکسیژن واکنش داده و به گاز NO_2 که قهوه‌ای رنگ است تبدیل می‌شود:

$$2\text{NO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{NO}_2(\text{g})$$
- ۳- اوزون تروپوسفری آلاینده‌ای سمی و خطرناک است که از واکنش میان گازهای NO_2 و O_3 تولید می‌شود:

$$\text{NO}_2(\text{g}) + \text{O}_3(\text{g}) \xrightarrow{\text{نور خورشید}} \text{NO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$$
- ۴- در ساعاتی از روز با کاهش مقدار گاز NO_2 ، مقدار گاز O_3 رو به افزایش است زیرا طی واکنش بالا، نور خورشید موجب می‌شود NO_2 مصرف شده و گاز اوزون (O_3) تولید شود.

آلاینده‌های خودرو

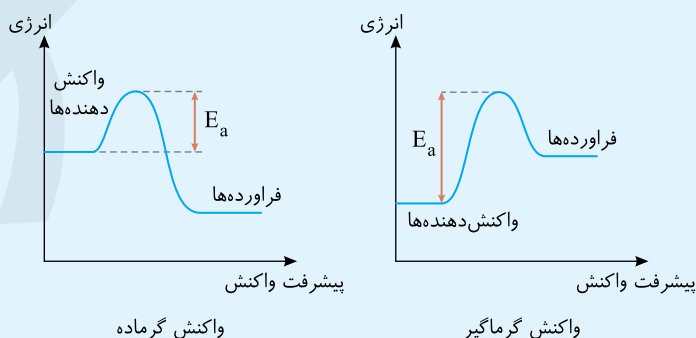
- ۱- آلاینده‌های موجود در خروجی اگزوز خودروها عبارتند از: CO ، SO_x ، NO و C_xH_y
 - ۱- تولید CO : اگر در سوختن هیدروکربن‌ها غلظت گاز اکسیژن موجود کافی باشد (سوختن کامل)، گاز CO_2 تولید می‌گردد و اگر غلظت گاز اکسیژن موجود کافی نباشد (سوختن ناقص)، گاز CO یا دوده (C) تولید می‌شود.
 - ۲- تولید SO_x : در سوخت‌های فسیلی با کیفیت پایین مقداری گوگرد وجود دارد که با سوزاندن این سوخت‌ها در نیروگاه‌ها و خودروها گوگرد موجود در آن‌ها سوخته و تبدیل به گاز SO_2 می‌شود:
$$\text{S(s)} + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{SO}_2(\text{g})$$
 - ۳- تولید NO : گاز نیتروژن درون موتور خودروها در دمای بالا با گاز اکسیژن واکنش داده و به گاز NO یا NO_x تبدیل می‌شود:
$$\text{N}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{NO}(\text{g})$$
 - ۴- تولید هیدروکربن‌ها (C_xH_y): مقداری از هیدروکربن‌های گازی شکل بدون اینکه بسوزند از اگزوز خودروها خارج شده و وارد هواکره می‌شوند.

طیف‌سنجی، راهی برای شناخت مواد

- طیف‌سنجی به مطالعهٔ برهم‌کنش‌های بین پرتوهای الکترومغناطیسی و ماده می‌پردازد. یکی از رایج‌ترین روش‌های طیف‌سنجی که برای شناسایی گروه‌های عاملی به کار می‌رود، طیف‌سنجی فروسرخ است. کاربردهای طیف‌سنجی فروسرخ عبارتند از:
- (الف) تشخیص گروه‌های عاملی
 - (ب) شناسایی آلاینده‌هایی مانند CO و NO_x در هواکره
 - (پ) شناسایی برخی مولکول‌ها در فضای بین ستاره‌ای
- علاوه بر طیف‌سنجی فروسرخ می‌توان از برهم‌کنش پرتوهای فرابنفش، نور مرئی، امواج رادیویی و ... نیز برای شناسایی مواد استفاده کرد. دستگاه تصویربرداری ام.آر.آی (MRI) مثالی از کاربرد طیف‌سنجی در علم پزشکی است.

انرژی فعال‌سازی در واکنش‌های شیمیایی

- ۱- آشنایی با واکنش‌های شیمیایی و رفتار آلاینده‌ها، انرژی فعال‌سازی و نقش کاتالیزگر در واکنش‌های شیمیایی می‌تواند به ما در حل مسئله «چگونگی کاهش آلاینده‌ها در هواکره» کمک کند.
- ۲- واکنش‌های شیمیایی با سرعت‌های گوناگون انجام می‌شوند، برای نمونه واکنش زنگ زدن آهن کند، درحالی که واکنش سوختن متان تند است.
- ۳- هر واکنش برای انجام شدن به حداقلی از انرژی نیاز دارد. در واقع برای این که یک واکنش شیمیایی آغاز شود باید واکنش‌دهنده‌ها مقدار معینی انرژی داشته باشند که به آن انرژی فعال‌سازی (E_a) می‌گوییم. یکای E_a کیلوژول است.
- ۴- نمودار «انرژی - پیشرفت واکنش» برای واکنش‌های گرماده و گرماگیر:



- ۵- واکنش‌دهنده‌ها برای آغاز واکنش باید حداقلی از انرژی را داشته باشند تا با عبور از سد انرژی به فراورده‌ها تبدیل شوند. واکنش‌های شیمیایی صرف‌نظر از اینکه گرماده یا گرماگیر باشند، برای آغاز شدن به انرژی نیاز دارند.
- ۶- یکی از راه‌های تأمین E_a ، گرما دادن به واکنش‌دهنده‌هاست. همچنین افزایش دما سبب افزایش سرعت واکنش‌های شیمیایی می‌شود.

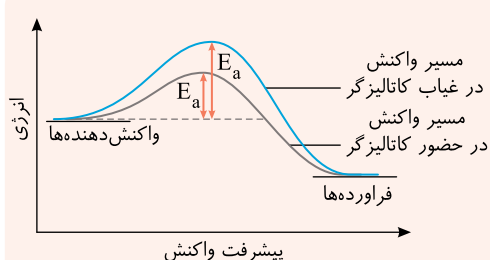
رابطه بین E_a و سرعت واکنش

۱- سرعت واکنش با انرژی فعال سازی (E_a) واکنش رابطه عکس دارد:

هرچه انرژی فعال‌سازی واکنشی بیشتر ← سرعت آن کمتر ← واکنش در شرایط دشوارتر و دمای بالاتری انجام می‌شود.

۲- بزرگ بودن E_a نشان می‌دهد که واکنش‌دهنده‌ها برای رسیدن به فراورده‌ها باید از سد انرژی بیشتری عبور کنند.

۳- افزایش دما ← افزایش انرژی واکنش‌دهنده‌ها ← افزایش شمار ذره‌هایی که در واحد زمان به فراورده‌ها تبدیل می‌شوند
← افزایش سرعت واکنش



۱- کاتالیزگر ماده‌ای است که با تغییر مسیر واکنش، انرژی فعال‌سازی را کاهش و سرعت واکنش را افزایش می‌دهد، اما آنتالپی واکنش ثابت می‌ماند.
۲- کاتالیزگرها در واکنش شرکت می‌کنند، اما در پایان واکنش باقی می‌مانند به همین دلیل می‌توان از آن‌ها بارها استفاده کرد.

۳- کاتالیزگرها در صنایع گوناگون سبب کاهش آلودگی محیط زیست می‌شوند زیرا کاتالیزگر با کاهش انرژی فعال‌سازی موجب می‌شود واکنش در دمای پایین‌تری (نسبت به حالت انجام واکنش بدون حضور کاتالیزگر) انجام شود. که این موضوع مقدار سوخت مورد نیاز را کاهش داده و موجب می‌شود آلودگی هوا کمتر شود.

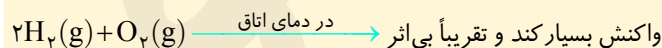
۴- برخی واکنش‌ها در صنعت انرژی فعال‌سازی زیادی دارند، از این‌رو فقط در دما و فشار بالا انجام می‌شوند و تولید فراورده‌ها در آن‌ها صرفه اقتصادی ندارد ← برای انجام چنین واکنش‌هایی در دما و فشار پایین و با سرعت مناسب می‌بایست انرژی فعال‌سازی آن‌ها را با استفاده از کاتالیزگر کاهش داد.

کاتالیزگر

کاتالیزگر بر موارد زیر مؤثر است	کاتالیزگر بر موارد زیر بی‌تأثیر است
۱- مسیر انجام واکنش را تغییر می‌دهد.	۱- انجام‌پذیر بودن یا انجام‌ناپذیر بودن واکنش
۲- کاهش (رفت) E_a و (برگشت) E_a به یک اندازه	۲- ΔH واکنش
۳- افزایش سرعت واکنش	۳- سطح انرژی واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌ها
۴- کاهش زمان انجام واکنش	۴- نوع، مقدار و پایداری واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌ها
۵- شیب نمودار «غلظت - زمان»	

واکنش میان گازهای هیدروژن و اکسیژن در شرایط گوناگون

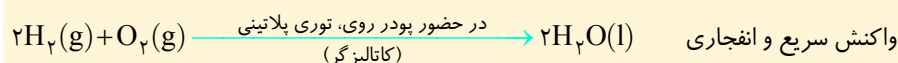
واکنش گازهای هیدروژن و اکسیژن در دمای اتاق بدون حضور کاتالیزگر انجام نمی‌شود، زیرا انرژی فعال‌سازی این واکنش بسیار زیاد است و در دمای اتاق تامین نمی‌شود. به همین دلیل سرعت این واکنش بسیار ناچیز است.



برای اینکه واکنش گازهای هیدروژن و اکسیژن در دمای اتاق انجام شود می‌توان از دو روش زیر استفاده کرد:

(الف) ایجاد جرقه در مخلوط این دو گاز: ایجاد جرقه به طور ناگهانی دمای مخلوط را به شدت افزایش داده و انرژی فعال‌سازی مورد نیاز برای آغاز واکنش را تامین می‌کند به طوری که این واکنش به حالت انفجاری انجام می‌شود.

(ب) استفاده از کاتالیزگرها (مانند پودر روی و توری پلاتینی): کاتالیزگرها با کاهش انرژی فعال‌سازی سرعت واکنش را افزایش می‌دهند.

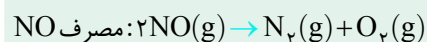
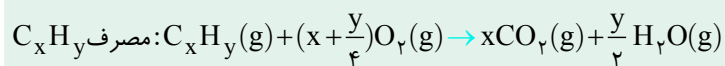
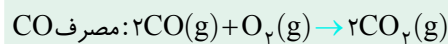


ایجاد جرقه در مخلوط این دو گاز و استفاده از کاتالیزگرها آنتالپی واکنش را تغییر نمی‌دهند.

۱- آلاینده‌ها در کسری از ثانیه از موتور خودرو خارج و وارد هواکره می‌شوند. همچنین دمای آن‌ها در این زمان بسیار کوتاه به سرعت کاهش می‌یابد، بنابراین به دام انداختن و انجام واکنش روی این آلاینده‌ها دشوار است.

۲- برای حذف آلاینده‌های CO ، NO و C_xH_y قطعه‌ای به نام مبدل کاتالیستی را در مسیر خروج گازها قرار می‌دهند که با انجام واکنش‌هایی می‌تواند باعث حذف یا کاهش آلاینده‌ها شود.

۳- با انجام واکنش‌های گرماده زیر آلاینده‌ها به ترکیب‌های بی‌خطر یا کم‌خطرتر تبدیل می‌گردند:



توجه این واکنش‌ها به دلیل داشتن انرژی فعال‌سازی بالا، فقط در دماهای بالا انجام می‌شوند و در دماهای پایین انجام نمی‌شوند یا بسیار کند هستند.

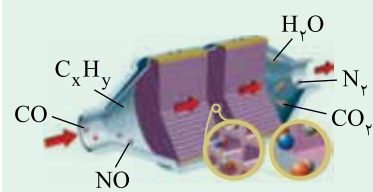
۴- چند مقایسه مهم در رابطه با واکنش‌های مصرف CO و NO در مبدل کاتالیستی:

(واکنش مصرف NO) $\Delta H > \Delta H$ (واکنش مصرف CO): مقایسه میزان گرمادهی

(واکنش مصرف CO) $E_a > E_a$ (واکنش مصرف NO): مقایسه انرژی فعال‌سازی

(واکنش مصرف NO) $R > R$ (واکنش مصرف CO): مقایسه سرعت واکنش

۵- ورودی‌های مبدل کاتالیستی گازهای CO ، NO و C_xH_y و خروجی‌های آن گازهای CO_2 ، N_2 ، O_2 و بخار آب $(\text{H}_2\text{O(g)})$ است.



۶- کارایی مبدل کاتالیستی به نوع کاتالیزگرهای موجود در آن بستگی دارد. بر روی سطح این قطعه سرامیکی که به شکل توری به کار می‌رود، فلزهای رودیم (Rh)، پالادیم (Pd) و پلاتین (Pt) (به عنوان کاتالیزگر) نشانده شده است.

توجه در سطح سرامیک‌ها درون مبدل کاتالیستی توده‌های فلزی با قطر ۲ تا ۱۰ نانومتر وجود دارند.

۷- در برخی از مبدل‌های کاتالیستی سرامیک را به شکل مش‌های (دانه‌های) ریز درمی‌آورند و کاتالیزگرها را روی سطح آن می‌نشانند. این مبدل‌ها کارایی بالاتری دارند، زیرا سطح تماس مش‌ها از توری بیشتر است و در نتیجه سرعت واکنش بیشتر خواهد شد.

۸- مبدل‌های کاتالیستی در چند حالت کارایی ندارند:

(الف) در دماهای پایین: زیرا در دماهای پایین انرژی فعال‌سازی واکنش‌ها تامین نمی‌شود و همچنان آلاینده‌ها تولید می‌شوند. مثلاً به هنگام روشن و گرم شدن خودرو به ویژه در روزهای سرد زمستان با وجود مبدل کاتالیستی گازهای CO ، NO و C_xH_y از اگزوز خودرو خارج می‌شوند.

(ب) پس از مدت معینی به دلیل واکنش با برخی مواد شیمیایی کارایی مبدل کاتالیستی کاهش می‌یابد و دیگر قابل استفاده نیست.

۱- هر کاتالیزگر به شمار معدودی واکنش سرعت می‌بخشد. در واقع یک کاتالیزگر نمی‌تواند سرعت همه واکنش‌ها را افزایش دهد. بنابراین کاتالیزگرها انتخابی و اختصاصی عمل می‌کنند.

توجه کاتالیزگرهای به کار رفته در مبدل کاتالیستی نیز فقط برای سرعت بخشیدن به یکی از سه واکنش مناسب هستند.

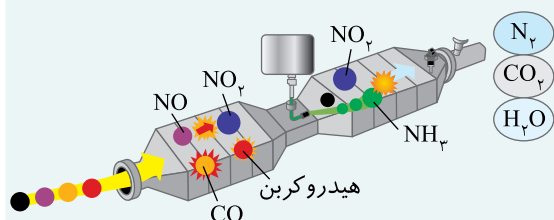
۲- در حضور کاتالیزگرها نباید واکنش‌های ناخواسته دیگری به جز سه واکنش مطرح شده انجام شود.

۳- کاتالیزگرها در شرایط انجام واکنش باید پایداری شیمیایی و گرمایی مناسبی داشته باشند.

مبدل کاتالیستی در خودروهای دیزلی

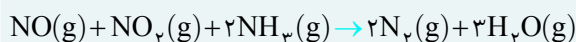
۱- بررسی‌ها نشان می‌دهد که با استفاده از مبدل کاتالیستی نمی‌توان گازهای NO و NO_۲ خروجی از خودروهای دیزلی را به گاز نیتروژن تبدیل کرد و برای این کار می‌بایست تبدیلی نو طراحی کرد.

۲- شکل مبدل کاتالیستی در خودروهای دیزلی به صورت روبه‌رو است:



توجه در خودروهای دیزلی گازهای ورودی به مبدل کاتالیستی NO، CO، NO_۲ و C_xH_y و گازهای خروجی N_۲، CO_۲ و H_۲O است.

۳- در مبدل کاتالیستی در خودروهای دیزلی با ورود آمونیاک و انجام واکنش زیر، گازهای NO و NO_۲ به گاز N_۲ تبدیل شده و تا حدود زیادی از ورود آن‌ها به هواکره جلوگیری می‌شود.



آمونیاک و بهره‌وری در کشاورزی

۱- بهترین راه حل برای حل چالش تأمین غذا، افزایش بهره‌وری در تولید فراورده‌های کشاورزی است. برای این منظور شناسایی، تولید و افزودن کودهای شیمیایی مناسب به خاک راهگشا خواهد بود.

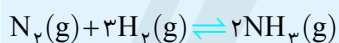
۲- گیاهان برای رشد، افزون بر CO_۲ و H_۲O به عنصرهایی مانند K، P، N، S و ... نیاز دارند.

۳- گیاهان نمی‌توانند نیتروژن ضروری برای رشد خود را به طور مستقیم از هوا جذب کنند به همین دلیل باید نیتروژن را به شکل ترکیب‌های نیتروژن‌دار از جمله آمونیاک و اوره به خاک افزود.

توجه در برخی کشورها برای افزایش بازده فراورده‌های کشاورزی، آمونیاک مایع را به عنوان کود شیمیایی به طور مستقیم به خاک تزریق می‌کنند.

۴- تولید فراورده بیشتر در شرایط معین، به میزان پیشرفت واکنش در آن شرایط بستگی دارد. به دیگر سخن هر چه میزان پیشرفت واکنش بیشتر باشد، درصد بیشتری از واکنش‌دهنده‌ها به فراورده‌ها تبدیل می‌شوند.

۵- واکنش تولید گاز آمونیاک از گازهای هیدروژن و نیتروژن یک واکنش تعادلی است:



هابر به دنبال یافتن شرایطی بود که در آن واکنش‌دهنده‌ها تا حد ممکن به فراورده‌ها تبدیل شوند.

۶- شرایط بهینه برای انجام فرایند هابر، فشار ۲۰۰ اتمسفر و دمای ۴۵۰ درجهٔ سلسیوس در حضور کاتالیزگر آهن می‌باشد.

اصل لوشاتلیه و اثر تغییر غلظت بر جابه‌جایی تعادل

۱- اصل لوشاتلیه: اگر تغییری سبب به هم خوردن یک سامانهٔ تعادلی شود، تعادل در جهتی جابه‌جا می‌شود که تا حد امکان اثر آن تغییر را جبران کند و به تعادل جدید برسد.

توجه منظور از جابه‌جایی تعادل این است که برای لحظاتی سرعت واکنش رفت و برگشت با هم برابر نخواهد بود، بنابراین واکنش در یک جهت با سرعت بیشتری پیشرفت خواهد کرد.

۲- تغییر غلظت مواد شرکت‌کننده در تعادل گازی:

الف) افزایش غلظت یکی از مواد شرکت‌کننده در دمای ثابت ➡ واکنش تعادلی تا حد امکان در جهت مصرف آن ماده پیش خواهد رفت.

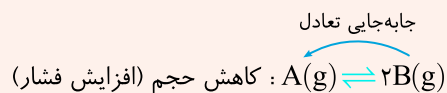
ب) کاهش غلظت یکی از مواد شرکت‌کننده در دمای ثابت ➡ واکنش تعادلی تا حد امکان در جهت تولید آن ماده پیش خواهد رفت.

توجه در اثر تغییر غلظت مواد شرکت‌کننده در واکنش K تغییر نکرده و ثابت می‌ماند.

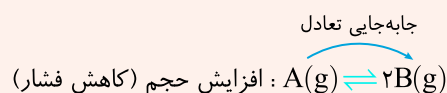
۱- تغییر حجم (تغییر فشار) سامانه در تعادل‌های گازی باعث جابه‌جایی تعادل می‌شود. این جابه‌جایی تعادل خود باعث تغییر غلظت مواد شرکت کننده در واکنش می‌شود.

توجه در اثر این تغییر، مقدار K ثابت می‌ماند.

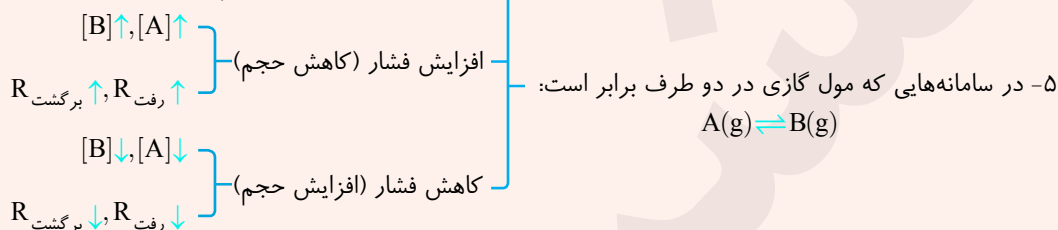
۲- کاهش حجم (افزایش فشار) یک سامانه محتوی تعادل گازی باعث جابه‌جایی تعادل در جهت شمار مول‌های گازی کمتر می‌شود.



۳- افزایش حجم (کاهش فشار) یک سامانه محتوی تعادل گازی باعث می‌شود که تعادل در جهت شمار مول‌های گازی بیشتر جابه‌جا شود.



۴- افزایش یا کاهش فشار بر یک واکنش تعادلی با شمار مول‌های گازی برابر در دو سوی معادله واکنش، تأثیری بر جابه‌جایی تعادل نخواهد داشت. افزایش یا کاهش فشار (حجم) تعادل را جابه‌جا نمی‌کند.



۶- تغییر فشار نمی‌تواند باعث جابه‌جایی تعادل‌هایی شود که در آن ماده گازی شکل وجود ندارد.

۱- فرایند هابر، یک واکنش گرماده است که هدف آن تولید آمونیاک با بازده بالا است. هابر این واکنش را در شرایطی خاص انجام داد:



بزرگ‌ترین چالش هابر، یافتن شرایط بهینه برای انجام واکنش بالا بود.

۲- این واکنش برگشت‌پذیر و تعادلی است بنابراین در ظرف واکنش مخلوطی از سه گاز هیدروژن، نیتروژن و آمونیاک وجود دارد.

۳- هابر برای انجام واکنش تهیه آمونیاک به صورت بهینه، با دو چالش عمده روبه‌رو شد:

(الف) واکنش N_2 و H_2 در دما و فشار اتاق انجام نمی‌شود (به دلیل انرژی فعال‌سازی بسیار بالا).

(ب) چگونه می‌توان فراورده واکنش (آمونیاک) را از مخلوط واکنش جدا کرد؟ با توجه به برگشت‌پذیر بودن واکنش تهیه آمونیاک که این موضوع سبب شده است که در هر لحظه مخلوطی از هر سه گاز N_2 ، H_2 و NH_3 در ظرف واکنش وجود داشته باشند.

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

۵- هابر با افزایش دما و تأمین انرژی فعال‌سازی واکنش سرعت آن را افزایش داد. البته چون واکنش گرماده است افزایش دما موجب جابه‌جایی تعادل به سمت چپ و کاهش پیشرفت واکنش (کاهش میزان تولید آمونیاک) می‌شود.

نتیجه: هابر دریافت که افزایش دما نمی‌تواند برای تولید آمونیاک ثمربخش باشد.

۶- هابر با استفاده از کاتالیزگر توانست واکنش را در دماهای پایین‌تر با سرعت مناسب انجام دهد.

۷- هابر با افزایش فشار درصد مولی آمونیاک را در مخلوط تعادلی افزایش داد. البته تنها ۲۸ درصد مولی مخلوط را آمونیاک تشکیل می‌دهد.

۸- در پایان، هابر برای جداسازی آمونیاک از مخلوط واکنش، از تفاوت آشکار در نقطه جوش آمونیاک با دو گاز دیگر استفاده کرد.

نقطه جوش آمونیاک، نیتروژن و هیدروژن به ترتیب $-33^\circ C$ ، $-196^\circ C$ و $-253^\circ C$ درجه سلسیوس است.

توجه دمای جوش آمونیاک در کتاب شیمی دهم $-34^\circ C$ درجه سلسیوس بیان شده است. در حالی که در کتاب شیمی دوازدهم

دمای جوش آمونیاک $-33^\circ C$ درجه سلسیوس بیان شده است.

اثر تغییر دما بر جابه‌جایی تعادل

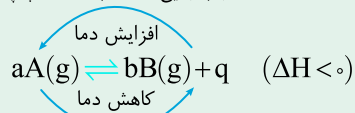
۱- دما، عاملی است که افزون بر جابه‌جا کردن تعادل، توانایی تغییر K را نیز دارد. هنگامی که دمای یک سامانه محتوی تعادل گازی تغییر می‌کند، پس از رسیدن به تعادل جدید افزون بر تغییر غلظت مواد شرکت کننده، K نیز تغییر خواهد کرد.

۲- تأثیر دما بر تعادل‌های گوناگون یکسان نیست و به گرماده یا گرماگیر بودن آن‌ها بستگی دارد.

۳- بررسی تغییرات دما بر جابه‌جایی و مقدار K در واکنش‌های تعادلی گرماده:

{ الف) افزایش دما $\leftarrow$ جابه‌جایی تعادل در جهت مصرف گرما و تولید واکنش‌دهنده‌ها $\leftarrow$ کاهش K
 ب) کاهش دما $\leftarrow$ جابه‌جایی تعادل در جهت تولید گرما و تولید فراورده‌ها $\leftarrow$ افزایش K

جابه‌جایی تعادل به سمت چپ

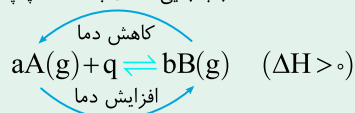


جابه‌جایی تعادل به سمت راست

۴- بررسی تغییرات دما بر جابه‌جایی و مقدار K در واکنش‌های تعادلی گرماگیر:

{ الف) افزایش دما $\leftarrow$ جابه‌جایی تعادل در جهت مصرف گرما و تولید فراورده‌ها $\leftarrow$ افزایش K
 ب) کاهش دما $\leftarrow$ جابه‌جایی تعادل در جهت تولید گرما و تولید واکنش‌دهنده‌ها $\leftarrow$ کاهش K

جابه‌جایی تعادل به سمت چپ



جابه‌جایی تعادل به سمت راست

گروه عاملی، کلید سنتز مولکول‌های آلی

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

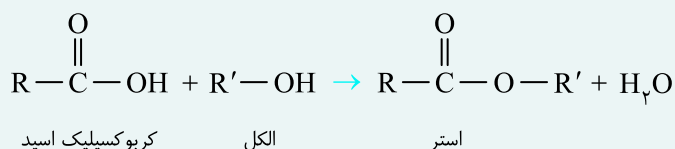
۲- اغلب مواد آلی شامل گروه‌های عاملی گوناگونی هستند که خواص و رفتار آن‌ها را تعیین می‌کنند.

۳- جدول زیر دسته‌بندی گروه‌های عاملی را نشان می‌دهد. دقت شود که R و R' گروه‌های هیدروکربنی هستند.

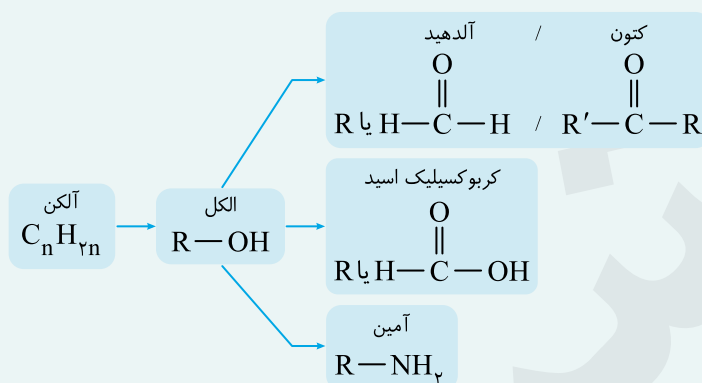
نام خانواده	آلدهیدها	کتون‌ها	الکل‌ها	اترها
فرمول ساختاری	$\begin{cases} H \\ \\ R-C(=O)-H \end{cases}$	$R'-C(=O)-R$	$R-OH$	$R'-O-R$
مثال		$CH_3-C(=O)-CH_3$	CH_3-OH	CH_3-O-CH_3
نام خانواده	کربوکسیلیک اسیدها	استرها	آمین‌ها	آمیدها
فرمول ساختاری	$\begin{cases} H \\ \\ R-C(=O)-OH \end{cases}$	$\begin{cases} H \\ \\ R-C(=O)-O-R' \end{cases}$	$R-\ddot{N}-H$	$\begin{cases} H \\ \\ R-C(=O)-\ddot{N}-R' \\ \\ H \end{cases}$
مثال	$CH_3-C(=O)-OH$	$H-C(=O)-O-CH_3$	$CH_3-\ddot{N}-H$	$H-C(=O)-\ddot{N}H_2$
	اتانویک اسید	متیل متانوات	متیل آمین	متانامید

۱- سنتز کانون بسیاری از پژوهش‌های شیمیایی است که منجر به تولید مواد جدید می‌شود. تولید یک ماده‌ی آلی جدید با تغییر ساختار یا ایجاد یک گروه عاملی همراه است.

۲- به عنوان مثال برای سنتز ماده‌ای با یک استر، می‌توان از واکنش یک اسید آلی با یک الکل در شرایط مناسب بهره برد:



حال اگر استر در واکنش با آب در مجاورت یک اسید قرار گیرد، به کربوکسیلیک اسید و الکل سازنده‌ی خود تجزیه می‌شود. نمودار زیر الگوی کلی تبدیل برخی مواد آلی به یکدیگر را نشان می‌دهد:



هر چه نوع و تعداد گروه‌های عاملی در مولکول هدف بیشتر باشد، ساخت آن دشوارتر بوده و به دانش پیشرفته‌تر و فناوری کارآمدتری نیاز دارد.

۱- نفت خام، گاز طبیعی، زغال سنگ و معادن مس، آهن، طلا و ... از جمله منابع شیمیایی ارزشمندی هستند که به طور یکسان در جهان توزیع نشده‌اند. برخی کشورها صادرکننده و برخی واردکننده‌ی این منابع هستند.

۲- کشورها منابع خود را به دو روش به فروش می‌رسانند:

{ الف) فروش منابع طبیعی بدون فراوری و به همان صورتی که از طبیعت به دست می‌آید (خام فروشی).

{ ب) تبدیل مواد خام و اولیه به فراورده‌های دیگر به کمک فناوری‌های شیمیایی و فروش آن‌ها با قیمت بالاتر.

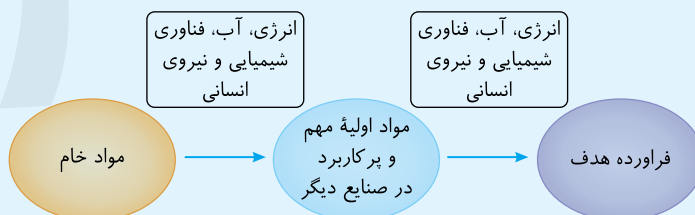
۳- تفاوت چشمگیر در قیمت مواد خام و مواد فراوری شده نشان می‌دهد که دانش و فناوری استخراج و خالص‌سازی تا چه اندازه ارزشمند است. فناوری و تبدیل مواد خام به مواد فراوری شده، سبب رشد و بهره‌وری اقتصادی یک کشور می‌شود.

آمونیاک، سولفوریک اسید، پلی‌اتن، بنزین، اتانول، متانول و اتیلن گلیکول مواد فراوری شده از نفت خام هستند.

مواد خام و اولیه، موادی مانند نمک، سنگ معدن، نفت خام و هوا هستند که فراوری نشده‌اند و با استفاده از آن‌ها می‌توان مواد شیمیایی جدید تولید کرد.

فناوری، به کار بردن دانش برای حل یک مسئله در صنعت یا زندگی روزانه برای رسیدن به هدفی خاص است.

روند کلی افزایش بهره‌وری با استفاده از فناوری‌های شیمیایی:



موارد زیر بیانی از فناوری شیمیایی است:

{ الف) ساخت مواد جدید با استفاده از دانش شیمی

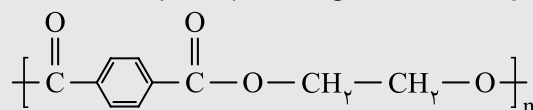
{ ب) ارائه روشی برای ساخت آسان‌تر و با صرفه‌تر با استفاده از دانش شیمی

{ پ) یافتن روش، طراحی و ساخت دستگاه‌هایی برای شناسایی دقیق ساختار مواد

ساخت بطری آب

۱- بطری آب از پلیمری به نام پلی اتیلن ترفتالات (PET) ساخته می‌شود. برای ساخت بطری، نخست پلیمر آن را تهیه می‌کنند. سپس این پلیمر را به همراه برخی افزودنی‌ها در قالب‌های ویژه‌ای می‌ریزند تا به شکل بطری مورد نظر درآید.

۲- این پلیمر به خانواده پلی استرها تعلق دارد و ساختار کلی آن به صورت زیر است:

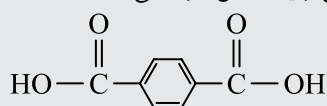


۳- با دقت در این ساختار درمی یابیم که:

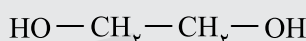
(الف) در ساختار این پلیمر حلقه بنزن وجود دارد. به همین دلیل یک ترکیب آلی آروماتیک است.

(ب) فرمول کلی واحد تکرار شونده این پلیمر به صورت $(C_2H_4O_x)_n$ می‌باشد.

۴- مونومرهای سازنده پلی اتیلن ترفتالات یک کربوکسیلیک اسید دو عاملی و یک الکل دو عاملی است.



تم فتالک اسد

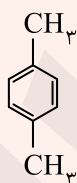


اتیلن گلیکول

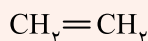
برای سنتز این پلیمر می‌توان از واکنش مونومرهای سازنده این پلیمر در شرایط مناسب استفاده کرد.

۵- اتیلن گلیکول و ترفتالیک اسید در نفت خام وجود ندارند و به طور مستقیم نمی‌توان آن‌ها را از نفت خام به دست آورد.

بررسی‌ها نشان می‌دهند که از تقطیر نفت خام می‌توان مواد زیر را به‌دست آورد:



پارا زایلن (C₆H₁₀)



اتن (C_2H_4)

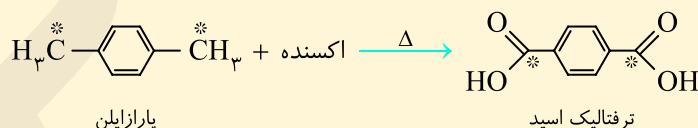


بنزن (C_6H_6)

مواد به دست آمده از تقطیر نفت خام

۱- پارازایلن را می‌توان از طریق نفت خام به‌دست آورد. با استفاده از این ماده می‌توان به یکی از مونومرهای سازنده پلی اتیلن ترفتالات یعنی ترفتالیک اسید دست یافت.

۲- برای تبدیل پارازایلین به ترفتالیک اسید باید از یک اکسنده مناسب استفاده کرد:



يارازايلين

ترفتالیک اسید

توجه در اثر تبدیل پارازیلن به ترفتالیک اسید عدد اکسایش اتم‌های کربن ستاره‌دار، از (-3) به $(+3)$ تغییر می‌کند.

۳- پتاسیم پرمنگنات اکسندۀ ای است که محلول غلیظ آن در شرایط مناسب پارازیلین را با بازدهٔ نسبتاً خوب به ترفتالیک اسید تبدیل می‌کند.

۴- در واکنش تهیه ترفتالیک اسید از پارازایلین با استفاده از پتاسیم پرمنگنات، یون پرمنگنات (عدد اکسایش اتم منگنز برابر (+۷) است) به منگنز (IV) اکسید (عدد اکسایش اتم منگنز برابر (+۴) است) تبدیل می‌شود.

است) به منگنز (IV) اکسید (عدد اکسایش اتم منگنز برابر $(+4)$ است) تبدیل می‌شود.

منگنز (Mn) ← عدد اکسایش آن کاهش یافته ← گونه کاهش یافته ← نقش آن اکسنده است.

کربن در CH_3 روی حلقه بنزن $\leftarrow$ عدد اکسایش آن افزایش یافته $\leftarrow$ گونه اکسایش یافته $\leftarrow$ نقش آن کاهش یافته است.

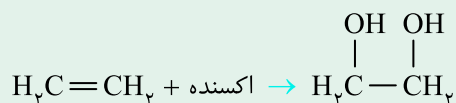
۵- با وجود غلظت بالای یون پرمنگنات، باز هم شرایط تبدیل پارازیلین به ترفتالیک اسید تأمین نمی‌شود. مگر اینکه دمای مخلوط

افزایش یابد، اما بازده هم چنان مطلوب نیست. بنابراین شیمی دان ها با پژوهش های فراوان دریافته اند که استفاده از اکسیژن هوا و

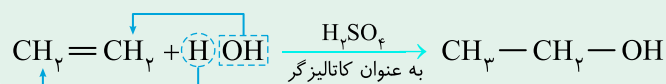
کاتالیز گرهای مناسب می تواند راهگشا باشد.

تهیه تر فتالیک اسید

۱- اکسایش آلکنها (مانند اتن) با یک اکسنده مناسب تحت شرایطی الکل دو عاملی تولید می کند. **توجه** گاز اتن در اثر واکنش با محلول آبی و رقیق پتاسیم پرمنگنات (به عنوان اکسنده) در شرایط مناسب به اتیلن گلیکول تبدیل می شود.



۲- از واکنش آلکنها با آب تحت شرایطی الکل یک عاملی تولید می شود. در صنعت از واکنش اتن با آب تحت مجاورت کاتالیزگر سولفوریک اسید، الکل یک عاملی اتانول تولید می شود:



۱- 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.

۲- پلاستیک ها را می توان یکی از نتایج نوآوری و خلاقیت بشر دانست. ویژگی های این مواد عبارتند از:

۱. چگالی کم ۲. نفوذناپذیری به وسیله هوا و آب ۳. ارزان ۴. مقاوم در برابر خوردگی
- ۳- به دلیل این ویژگی ها کاربردهای وسیعی در زندگی پیدا کرده اند؛ بنابراین استفاده بی رویه و بیش از حد این مواد در صنایع گوناگون به همراه زیست تخریب ناپذیری آن ها سبب شده است در همه جای کره زمین یافت شوند.
- ۴- یکی از مواد پلاستیکی قابل بازیافت پلی اتیلن ترفتالات است. برای این منظور، باید آن ها را جداگانه جمع آوری و سپس با انجام فرایندهای فیزیکی و شیمیایی به مواد قابل استفاده تبدیل کرد.

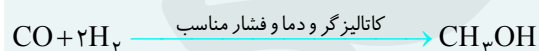
۵- یکی از راه های بازیافت وسایل پلاستیکی از جنس پلی اتیلن ترفتالات این است که آن ها را پس از شستشو و تمیز کردن:

- (الف) ذوب کرده و دوباره از آن ها برای تولید وسایل و ابزار دیگر استفاده کنیم.
- (ب) این مواد پلاستیکی را خرد کرده و به تکه های کوچک به نام پرک تبدیل کنیم و در تولید مواد پلاستیکی دیگر استفاده کنیم.
- (پ) این پسماندها را به مونومرهای سازنده یا مواد اولیه مفید و ارزشمند تبدیل کنیم.
- ۶- پلی اتیلن ترفتالات در اثر واکنش با متانول (CH_3OH) در شرایط مناسب به مواد مفیدی تبدیل می شود. موادی که می توان آن ها را برای تولید پلیمرها به کار برد.

۱- متانول: مایعی بی رنگ، بسیار سمی و ساده ترین عضو خانواده الکلهاست که می توان آن را از چوب تهیه کرد.

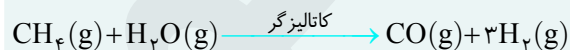
۲- متانول کاربردهای زیادی در صنایع گوناگون دارد **توجه** باید آن را در مقیاس صنعتی تولید کرد.

۳- معادله شیمیایی واکنش تولید متانول در صنعت:



توجه مواد واکنش دهنده برای واکنش فوق در دسترس نیستند، از این رو باید آن ها را تولید و سپس به متانول تبدیل کرد.

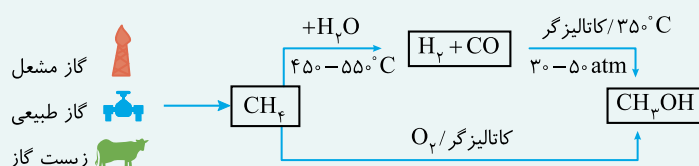
۴- برای تهیه H_2 و CO (واکنش دهنده های واکنش بالا) می توان از واکنش گاز متان با بخار آب در حضور کاتالیزگر بهره برد:



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

۶- گاز متان واکنش پذیری بسیار کمی دارد زیرا هیدروکربنی سیر شده است، بنابراین تبدیل آن به متانول فرایندی دشوار است که انجام آن به دانش و فناوری پیشرفته نیازمند است.

۷- در نمودار زیر روش های تولید متانول و شرایط انجام هر کدام را مشاهده می کنید:



۸- 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.

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

پاسخنامه کنکور سراسری ۹۸

پاسخ‌های تشریحی

A ۱- گزینه ۴ عنصر X دومین عضو از عناصر واسطه تناوب چهارم یعنی تیتانیم (Ti_{22}) است که از آلایژ آن به همراه نیکل (نیتینول) در ساخت فراورده‌های صنعتی و پزشکی، مانند ساخت استنت برای رگ‌ها استفاده می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه ۱: در لایه ظرفیت تیتانیم، ۴ الکترون وجود دارد.
گزینه ۲: خاک رس مخلوطی از اکسیدهای فلزی Al_2O_3 ، Na_2O ، Fe_2O_3 و MgO و اکسید شبه فلزی SiO_2 به همراه آب است. بنابراین اکسید تیتانیم، درصد بالایی در خاک رس ندارد. / گزینه ۳: چگالی تیتانیم از چگالی آهن ($Fe_{7.8}$) کمتر است.

B ۲- گزینه ۴ عبارت‌های (ب) و (ت) درست هستند.

بررسی عبارت‌ها:

عبارت (آ): سیلیسیم یک شبه فلز است در حالی که کربن یک نافلز است. / عبارت (ب): در ساختار سیلیس هر اتم Si به چهار اتم اکسیژن متصل شده است. / عبارت (پ): سیلیسیم دی‌اکسید (SiO_2) یک جامد کووالانسی است که ساختار به هم پیوسته و غول‌آسایی از اتم‌ها است، در حالی که کربن دی‌اکسید (CO_2) یک ترکیب مولکولی است که ذرات سازنده ساختار آن، مولکول‌ها هستند. / عبارت (ت): پس از اکسیژن، سیلیسیم (Si) فراوان‌ترین عنصر در پوسته جامد زمین است.

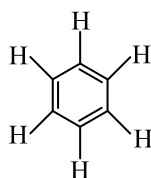
A ۳- گزینه ۳ بررسی گزینه‌ها:

گزینه ۳: هر دو مولکول ناقطبی هستند، بنابراین تغییری در میزان گشتاور دوقطبی مولکول ایجاد نمی‌شود.
گزینه ۴: در ترکیب‌های مولکولی هر چه جرم و حجم مولکول بیشتر باشد، قدرت نیروهای بین مولکولی نیز افزایش می‌یابد. می‌دانیم شعاع اتمی S بزرگ‌تر از شعاع اتمی O است، بنابراین قدرت نیروهای بین مولکولی CS_2 بیشتر از CO_2 است.

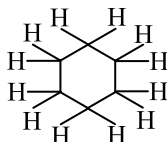
B ۴- گزینه ۲ یون‌های آمونیوم (NH_4^+) و سولفات (SO_4^{2-}) در تعداد جفت الکترون‌های پیوندی، قطبیت و شکل هندسی یکسان هستند.

نام	ساختار لوویس	تعداد جفت الکترون‌های ناپیوندی	تعداد جفت الکترون‌های پیوندی	عدد اکسایش اتم مرکزی	قطبیت
آمونیم	$\left[\begin{array}{c} H \\ \\ H-N-H \\ \\ H \end{array} \right]^+$	ندارد	۴ جفت	-۳	ناقطبی
سولفات	$\left[\begin{array}{c} :\ddot{O}: \\ \\ :\ddot{O}-S-\ddot{O}: \\ \\ :\ddot{O}: \end{array} \right]^{2-}$	۱۲	۴ جفت	+۶	ناقطبی

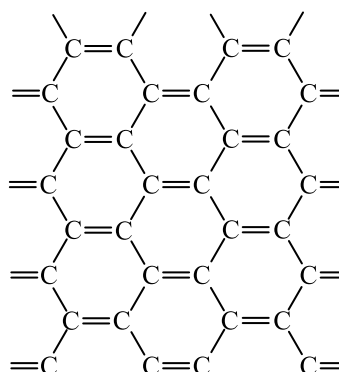
B ۵- گزینه ۱ هر اتم کربن در ساختار گرافیت، با چهار پیوند کووالانسی به سه اتم کربن دیگر متصل است و ساختاری شش‌ضلعی ایجاد کرده است. با توجه به این که هر اتم کربن، چهار ظرفیت دارد؛ می‌توان نتیجه گرفت که یکی از پیوندهای (کربن - کربن) در آن دوگانه است. گرافن، تک‌لایه‌ای از گرافیت است که در آن، اتم‌های کربن با پیوندهای اشتراکی حلقه‌های شش‌گوشه تشکیل داده‌اند. در بنزن، هر اتم کربن با چهار پیوند کووالانسی (یک پیوند دوگانه و دو پیوند یگانه) به سه اتم دیگر (دو اتم کربن و یک اتم هیدروژن) متصل است، اما در سیکلوهگزان، همه پیوندهای میان کربن‌ها یگانه بوده و هر اتم کربن، به دو اتم کربن دیگر وصل شده است.



بنزن (C_6H_6)



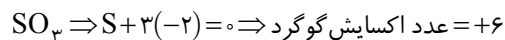
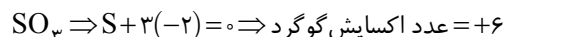
سیکلوهگزان (C_6H_{12})



۶- گزینه ۲ در SCO خاصیت نافلزی اکسیژن از کربن بیشتر و در SO_3 خاصیت نافلزی اکسیژن از گوگرد بیشتر است. بنابراین در هر دو ترکیب، اتم مرکزی دارای بار جزئی مثبت است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه (۱): شکل هندسی کربنیل سولفید خطی و شکل هندسی گوگرد تری اکسید، به صورت مسطح است. / گزینه (۳): گشتاور دو قطبی SO_3 ، صفر بوده و ناقطبی است. / گزینه (۴): محاسبه عدد اکسایش اتم مرکزی:



۷- گزینه ۴ ترکیب‌های یونی از نظر بار الکتریکی خنثی هستند، بنابراین مجموع بار کاتیون‌ها و آنیون‌های آن‌ها با هم برابر هستند، اما لزوماً تعداد کاتیون‌ها با آنیون‌ها برابر نیست.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه (۱): در جامدهای یونی، نیروهای جاذبه و دافعه از همه جهت‌ها به یون‌ها وارد می‌شود، به دیگر سخن، این نیروها به شمار معینی از یون‌ها محدود نشده است، بلکه میان همه آن‌ها و در فاصله‌های گوناگون وارد می‌شود.

گزینه (۲): نمک‌ها زیرمجموعه‌ای از ترکیب‌های یونی هستند، به عبارت دیگر هر نمکی یک ترکیب یونی محسوب می‌شود، اما هر ترکیب یونی الزاماً نمک نیست. $NaOH$ و Na_2O با این که ترکیب‌های یونی هستند، اما نمک محسوب نمی‌شوند، بلکه به ترتیب باز و اکسید بازی هستند. این ترکیب‌ها در واکنش با اسید، نمک تولید می‌کنند.

گزینه (۳): جامدهای یونی در حالت مذاب، دارای یون‌های در حال حرکت هستند و می‌توانند برق‌کافت شوند.

۸- گزینه ۴ تمام عبارت‌ها درست هستند.

بررسی عبارت‌ها:

عبارت اول: سیلیسیم دی‌اکسید (SiO_2)، عمده‌ترین جزء سازنده خاک رس است.

عبارت دوم: بیشتر ترکیب‌های تشکیل‌دهنده خاک رس، بی‌رنگ یا سفید رنگ‌اند:

ترکیب	MgO	Fe_2O_3	Na_2O	H_2O	Al_2O_3	SiO_2
رنگ	سفید	سرخ	سفید	بی‌رنگ	سفید	بی‌رنگ و شفاف

عبارت سوم: در مخلوط تشکیل‌دهنده آن، جامدهای کوالانسی (SiO_2) و جامدهای یونی ($Al_2O_3, Na_2O, Fe_2O_3, MgO$) وجود دارند.

عبارت چهارم: در برخی از انواع خاک رس، فلزهای دارای ارزش اقتصادی زیاد (مانند طلا) برای استخراج نیز یافت می‌شود.

۹- گزینه ۴ در یک پیوند اتم عنصری که خصلت نافلزی بیشتری دارد، دارای بار جزئی منفی (δ^-) است.

گونه	NO_3^-	C_2H_2	SCO	NH_4^+
اتمی که بار جزئی منفی دارد.	O	C	O	N

مقایسه خصلت نافلزی: $F > O > N > Cl > Br > C \approx S > H$

۱۰- گزینه ۳ مقایسه انرژی فروپاشی شبکه بلور ترکیب‌های یونی مطرح شده در گزینه‌ها به صورت زیر است:

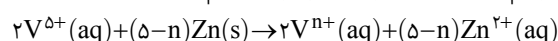
گزینه (۱): $Al_2O_3 > Fe_2O_3$ ، زیرا شعاع یون Al^{3+} کمتر از شعاع یون Fe^{3+} است.

گزینه (۲): انرژی فروپاشی شبکه NaF برابر $926 kJ \cdot mol^{-1}$ است از طرفی انرژی فروپاشی شبکه LiF بیشتر از NaF است. (زیرا بارها یکسان است و شعاع یون Li^+ کمتر از شعاع یون Na^+ است.)

گزینه (۳): $MgO > CaO$ ، زیرا شعاع یون Mg^{2+} کمتر از شعاع یون Ca^{2+} است. $CaO > NaF$ ، زیرا بار کاتیون و آنیون در $Ca^{2+}O^{2-}$ بیشتر از Na^+F^- است.

گزینه (۴): $LiF > NaF > KF$ ، انرژی شبکه فلوئورید عنصرها در گروه اول، از بالا به پایین همواره کاهش می‌یابد، زیرا بارها یکسان است و شعاع یون فلز در حال افزایش است.

۱۱- گزینه ۴ فرض کنیم یون وانادیم تولید شده در این واکنش V^{n+} باشد. می‌توانیم واکنش را به صورت زیر موازنه کنیم:



روش اول (کسر تبدیل):

$$? \text{ mg Zn} = 200 \text{ mL محلول} \times \frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ mL}} \times \frac{0.25 \text{ mol } V^{5+}}{1 \text{ L محلول}} \times \frac{(\delta - n) \text{ mol Zn}}{2 \text{ mol } V^{5+}} \times \frac{65 \text{ g Zn}}{1 \text{ mol Zn}} \times \frac{1000 \text{ mg Zn}}{1 \text{ g Zn}} = 325 \text{ mg Zn}$$

یون مورد نظر V^{3+} است. $\Rightarrow \delta - n = 2 \Rightarrow n = 3$

$$\frac{\text{جرم فلز روی}}{\text{ضریب}} = \frac{\text{غلظت محلول} \times \text{حجم محلول}}{\text{ضریب}} \Rightarrow \frac{325 \times 10^{-3}}{65 \times (\delta - n)} = \frac{200 \times 10^{-3} \times 0.25}{2} \Rightarrow n = 3 \Rightarrow \text{یون مورد نظر } V^{3+} \text{ است.}$$

روش دوم (تناسب):

A ۱۲- گزینه ۴ SiO_2 (سیلیس) یک جامد کووالانسی سخت و گرافیت یک جامد کووالانسی نرم است؛ بنابراین سختی سیلیس بیشتر از گرافیت است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه (۱): SiO_2 یک جامد کووالانسی است و در ساختار آن فقط پیوندهای کووالانسی وجود دارد. / گزینه (۲): سیلیس، برخلاف سیلیسیم در طبیعت به حالت خالص یافت می‌شود. / گزینه (۳): سیلیس، جزء جامدهای کووالانسی است.

A ۱۳- گزینه ۱ مولکول آمونیاک، یک مولکول چهار اتمی است که در آن اتم مرکزی (اتم نیتروژن) یک جفت الکترون ناپیوندی دارد و به همین دلیل، آمونیاک یک مولکول قطبی است که در میدان الکتریکی جهت گیری می‌کند. با توجه به اینکه قدرت نیتروژن در جذب جفت الکترون‌های پیوندی بیشتر از هیدروژن است، نیتروژن دارای بار جزئی منفی و هیدروژن دارای بار جزئی مثبت است. از طرفی کل مولکول از لحاظ بار الکتریکی خنثی است. پس داریم:

$$\delta^- = 3 \Rightarrow \text{بار جزئی منفی نیتروژن} \Rightarrow \text{بار جزئی منفی نیتروژن} = \text{مجموع بار جزئی مثبت هیدروژن‌ها}$$

A ۱۴- گزینه ۱ هر گاه در دمای ثابت، در یک واکنش به حالت تعادل، غلظت یکی از فراورده‌ها کاهش یابد، واکنش در جهت رفت تا آنجا پیش می‌رود که به ثابت تعادل آغازی برسد. در واقع، چون دما ثابت است، مقدار ثابت تعادل تغییری نمی‌کند.

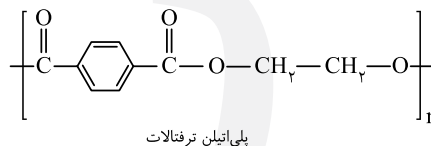
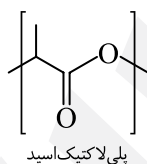
B ۱۵- گزینه ۱ ساختار ترکیب‌های شرکت کننده در این واکنش به صورت زیر است:



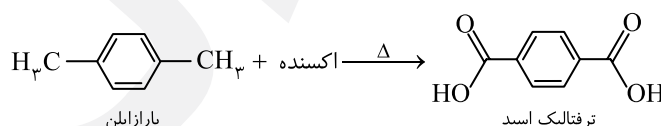
$$\Delta H = [\text{مجموع انرژی پیوندهای مواد فراورده}] - [\text{مجموع انرژی پیوندهای مواد واکنش دهنده}]$$

$$\Rightarrow \Delta H = [2\Delta H(\text{N}=\text{O})] - [\Delta H(\text{N}\equiv\text{N}) + \Delta H(\text{O}=\text{O})] = [2(607)] - [944 + 496] = -226 \text{ kJ} \Rightarrow \Delta H + E_a (\text{رفت}) = -226 + 381 = 155 \text{ kJ}$$

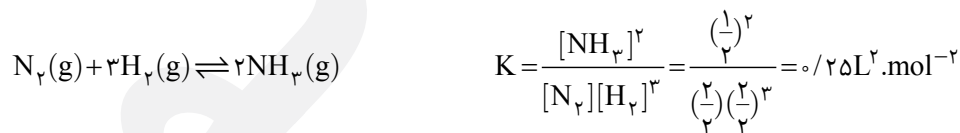
A ۱۶- گزینه ۴ لاکتیک اسید، دارای گروه‌های عاملی کربوکسیل و هیدروکسیل است. گروه هیدروکسیل یک مولکول می‌تواند با گروه کربوکسیل مولکول مجاور واکنش داده و یک گروه عاملی استر را تولید کند. ساختار پلی لاکتیک اسید و پلی اتیلن ترفتالات در زیر آورده شده است. در ساختار هر دو ترکیب گروه عاملی استر وجود دارد.



A ۱۷- گزینه ۱ از اکسایش پارازایلین به وسیله محلول غلیظی از پتاسیم پرمنگنات در شرایط مناسب ترفتالیک اسید تهیه می‌شود.

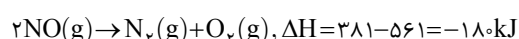


C ۱۸- گزینه ۱



با پایین آمدن دمای سامانه، تعادل برای جبران اثر کاهش دما، به سمت تولید گرما یعنی در جهت رفت پیشرفت می‌کند. با جابه جایی تعادل در جهت رفت، بر غلظت فراورده‌ها افزوده و از غلظت واکنش دهنده‌ها کاسته می‌شود؛ در نتیجه، مقدار عددی ثابت تعادل افزایش می‌یابد. (در تعادل‌های گرماده، مقدار ثابت تعادل با دما، رابطه معکوس دارد).

B ۱۹- گزینه ۳



به دلیل استفاده از مبدل کاتالیستی، در هر کیلومتر پیمایش یک گرم آلانده (NO) مصرف شده و از ورود آن به هواکره جلوگیری می‌شود:

$$\text{NO} = 1/0.4 - 0/0.4 = 1 \text{ g NO}$$

مصرفی در هر کیلومتر پیمایش

اکنون می‌توانیم گرمای تولید شده در مبدل کاتالیستی به ازای پیمایش ۱۰۰ km مسافت را محاسبه کنیم:

$$? \text{ kJ} = \frac{1 \text{ g NO}}{\text{km}} \times 100 \text{ km} \times \frac{1 \text{ mol NO}}{30 \text{ g NO}} \times \frac{-180 \text{ kJ}}{2 \text{ mol NO}} = 300 \text{ kJ}$$

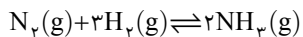
C ۲۰- گزینه ۱ برداشت اول:

در شرایط بهینه فرایند هابر، ۲۸ درصد واکنش دهنده‌ها به فراورده تبدیل می‌شود.

$$? \text{ g NH}_3 = 10 \text{ mol N}_2 \times \frac{2 \text{ mol NH}_3}{1 \text{ mol N}_2} \times \frac{17 \text{ g NH}_3}{1 \text{ mol NH}_3} \times \frac{28}{100} = 95.2 \text{ g NH}_3$$

با توجه به متن کتاب درسی این برداشت نادرست است زیرا براساس بیان کتاب درسی ۲۸ درصد مولی مخلوط تعادلی را گاز آمونیاک تشکیل می‌دهد و این برداشت که ۲۸ درصد واکنش دهنده‌ها به فراورده تبدیل می‌شوند نادرست است.

برداشت دوم: در فرایند هابر، درصد مولی آمونیاک در مخلوط تعادلی ۲۸ درصد است:



مول اولیه	۱۰	۳۰	۰
تغییر مول	-x	-3x	+2x
مول تعادلی	10-x	30-3x	2x

$$\frac{2x}{2x + (10-x) + (30-3x)} \times 100 = 28 \Rightarrow x = 4.375 \text{ mol}$$

$$? \text{ g NH}_3 = 2 \times 4.375 \text{ mol NH}_3 \times \frac{17 \text{ g NH}_3}{1 \text{ mol NH}_3} = 148.75 \text{ g NH}_3$$

متأسفانه با توجه به برداشت دوم که برداشت درست است، جواب این سؤال در گزینه‌ها وجود ندارد!

C ۲۱- گزینه ۴

با افزایش فشار، غلظت همه گونه‌های گازی موجود در تعادل افزایش می‌یابد و طبق اصل لوشاتلیه، تعادل برای مقابله با این اثر، به سمت تعداد مول گازی کمتر، یعنی سمت راست جابه‌جا می‌شود. دو برابر کردن غلظت واکنش دهنده‌ها، باعث جابه‌جایی تعادل به سمت راست می‌شود و افزایش غلظت واکنش دهنده‌ای که ضریب استوکیومتری بزرگ‌تری دارد، تأثیر بیشتری بر جابه‌جایی تعادل به سمت راست می‌گذارد.