

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

شیمی تکمیلی

سال سوم دوره ی راهنمایی تحصیلی

مرکز ملی پرورش استعدادهای درخشان و دانش پژوهان جوان

شناسنامه:

عنوان کتاب: شیمی تکمیلی سال سوم دوره‌ی راهنمایی

گردآوری و تألیف: حامد قربانی ، محمدرضا پورجاوید

ویراستار: طاهره السادات رضوی

هماهنگی و نظارت علمی: محمدرضا پورجاوید

طراح جلد و رنگ آمیزی رایانه‌ای: حامد مشفق آرانی

حروف چینی: گروه افرا

صفحه آرایی: حامد مشفق آرانی

شابک:

فهرست مطالب

صفحه

عنوان

مقدمه

۱	فصل اول - تغییرات انرژی
۲	سوخت
۳	محتوای انرژی سوخت ها
۵	واکنش های گرماگیر و گرماده
۶	تغییر دمای واکنش های شیمیایی
۸	نمودارهای سطح انرژی
۱۱	تشکیل شدن و شکستن پیوندها
۱۲	انرژی پیوند
۲۱	فصل دوم - سرعت واکنش ها
۲۲	مفهوم سرعت واکنش
۲۳	اندازه گیری سرعت واکنش
۲۶	اثر سطح تماس
۲۹	اثر غلظت
۳۱	اثر دما
۳۴	کاتالیزگر
۳۷	آزیم ها
۴۹	فصل سوم - واکنش های برگشت پذیر
۵۰	مفهوم برگشت پذیری در واکنش ها
۵۳	تعادل پویا
۵۵	تغییر در موقعیت تعادل
۵۸	اسید قوی و ضعیف
۶۵	فصل چهارم - ترکیب های یونی
۶۶	پیوند یونی
۶۸	ترکیب های یونی بیشتر
۷۱	ویژگی های ترکیب های یونی
۷۳	ساختار یونی شبکه ای
۷۹	فصل پنجم - پیوند کووالانسی
۸۰	چگونگی تشکیل پیوند کووالانسی
۸۲	پیوندهای دو گانه
۸۳	ساختارهای کووالانسی شبکه ای
۹۱	ساختارهای مولکولی ساده

مقدمه

شما تاکنون مفاهیم مقدماتی علم شیمی را آموخته‌اید و ضمن آشنایی با برخی از عنصرهای مختلف، ترکیب‌های حاصل از آن‌ها را نیز مورد مطالعه قرار داده‌اید. حال زمان آن رسیده است که با دقت بیشتری به بررسی چگونگی انجام واکنش‌های شیمیایی بپردازید.

انجام هر نوع واکنش شیمیایی با تغییر سطح انرژی مواد شرکت کننده در آن همراه است. با شناخت چگونگی این تغییرات می‌توان به درک صحیح‌تری از واکنش‌های مذکور رسید. به این ترتیب، فصل اول کتاب به همین موضوع اختصاص یافته است. از طرفی سرعت انجام یک واکنش شیمیایی نیز از اهمیت فراوانی برخوردار است، چرا که بعضی از واکنش‌ها باید با سرعت‌های زیاد انجام گیرند تا مفید واقع شوند در حالی که برخی دیگر بهتر است در سرعت‌های پایین انجام شوند. به همین دلیل در دومین فصل از این کتاب علاوه بر تعریف سرعت واکنش، به بررسی عوامل مؤثر بر آن نیز خواهیم پرداخت.

بررسی مسیرهای ممکن برای انجام یک واکنش نیز از اهمیت زیادی برخوردار است، ضمن آنکه چگونگی برقراری پیوندها با یکدیگر نیز تأثیر مستقیمی در خواص ترکیب حاصل از آن‌ها دارد. به همین دلیل دو نوع اصلی از انواع پیوندها (پیوند یونی و پیوند کووالانسی) مورد بررسی قرار خواهند گرفت. انتظار می‌رود بعد از مطالعه‌ی این کتاب بتوانید خواص بعضی از مواد و شیوه‌ی تولید آن‌ها را حدس بزنید و با بررسی شرایط اولیه‌ی هر واکنش، امکان انجام شدن یا انجام ناپذیر بودن آنرا مشخص کنید. ضمن آنکه از این پس به تنهایی قادر به مطالعه‌ی برخی از کتاب‌های شیمی عمومی و درک مطالب موجود در آن‌ها باشید.

کتاب حاضر به گونه‌ای طراحی شده است که تا حد امکان شرایط مناسب برای آموزش و یادگیری کامل مطالب ارائه شده را برای شما فراهم کند. در هر فصل از کتاب، آزمایش‌های گوناگونی مطرح شده‌اند تا دانش‌آموزان با انجام آن‌ها به درک بهتری از بحث‌های ارائه شده دست یابند. ضمن آنکه در مورد تمام این آزمایش‌ها توضیح مناسبی نیز داده شده است تا حتی اگر امکان انجام شان در آزمایشگاه برای شما وجود ندارد، با مطالعه‌ی این مطالب بتوانید به نتیجه‌های مورد نظر دست یابید. در برخی از آزمایش‌ها از علامت هشدار دهنده استفاده شده است که نشان دهنده‌ی لزوم در نظر داشتن احتیاط در رابطه با ماده یا موردی خاص است (در این موارد معلمان ارجمند بهترین راهنمای شما خواهند بود).

کلماتی که نیاز به توجه بیشتری در هنگام مطالعه داشته‌اند به صورت **پُرنگ** نوشته شده‌اند و نکته‌های آموزشی مهم در داخل یک کادر قرار گرفته‌اند. در برخی موارد نیز از مثال‌ها و تمرین‌های گوناگون برای درک بهتر مطالب استفاده شده است. شکل‌ها و تصویرهای موجود در کتاب به گونه‌ای برگزیده شده‌اند که ضمن کمک به فرآیند آموزش شیمی، موجب تنوع و زیبایی کتاب نیز باشند. در انتهای هر فصل، خلاصه‌ی بحث‌ها قرار دارد و در ادامه‌ی آن نیز پرسش‌ها و مسائل مختلفی برای خودآزمایی شما در نظر گرفته شده‌اند. از طرفی تقریباً در تمام فصل‌های کتاب، این پرسش‌ها از موارد ساده‌تر آغاز شده و تا مسائل پیشرفته ادامه یافته‌اند. بدیهی است که کتاب حاضر، کامل و خالی از نقص نیست. لذا از کلیه‌ی همکاران محترم و دانش‌آموزان گرامی تقاضا می‌شود تا با بیان نظرها و پیشنهادهای سازنده‌ی خود، ما را در ارتقای سطح کیفی این اثر یاری فرمایند.

با سپاس

گروه گردآوری و تألیف

فصل اوّل

تغییرات انرژی



همه‌ی انسان‌ها به انرژی حاصل از واکنش‌های شیمیایی نیاز دارند. این انرژی ممکن است برای گرم کردن خانه‌ها مورد استفاده قرار بگیرد و یا در صنایع مختلف به کار گرفته شود. حتی بدن ما نیز برای ادامه‌ی حیات خود به انرژی واکنش‌های شیمیایی که در داخل بدن انجام می‌شوند احتیاج دارد.



انرژی شیمیایی موجود در مواد مورد استفاده در آتش‌بازی به انرژی گرمایی، نور و صدا تبدیل می‌شود.

در هنگام انجام واکنش‌های شیمیایی، انرژی از حالتی به حالت دیگر تبدیل می‌شود. معمولاً انرژی حاصل از واکنش‌های شیمیایی به صورت گرما درمی‌آید، اما در مواقعی نیز این انرژی خود را به صورت نور و یا صدا نشان می‌دهد. آیا می‌توانید چند واکنش شیمیایی را که منجر به تولید گرما، نور و صدا می‌شوند نام ببرید؟

سوخت

سوخت‌ها انرژی‌های شیمیایی را در خود ذخیره کرده‌اند. زمانی که ماده سوختنی شروع به سوختن می‌کند، در حال انجام واکنش با اکسیژن بوده و انرژی شیمیایی آن در حال آزاد شدن است. ما می‌توانیم از این انرژی برای به دست آوردن نور و گرما استفاده کنیم.

غذا در بدن ما به عنوان سوخت عمل می‌کند. مواد قندی در سلول‌های بدن و در حضور اکسیژن می‌سوزند. البته این واکنش توسط تنفس سلولی کنترل می‌شود تا بدن شعله‌ور نشود!



برای ایجاد شعله به سه عامل زیر نیاز داریم:

• سوخت • گرما • اکسیژن

انتخاب سوخت

برای انتخاب سوخت باید به موارد زیر توجه کرد:

- مقدار (محتوای) انرژی موجود
- میزان در دسترس بودن
- قیمت
- میزان آلودگی زیست محیطی
- میزان سمی بودن
- سهولت استفاده و انبار کردن

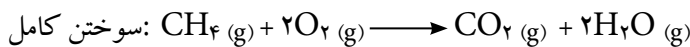


تحقیق ۱-۱: مقایسه‌ی شعله‌ی چراغ بونزن

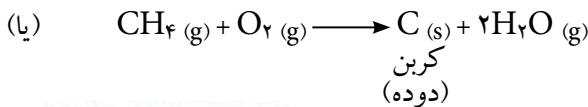
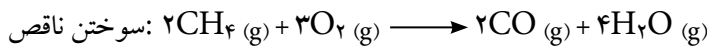
آزمایشی طراحی کنید تا با کمک آن بتوانید مشخص کنید شعله آبی چراغ انرژی بیشتری دارد یا شعله زرد آن. قبل از شروع آزمایش اطمینان پیدا کنید که سیستم مورد استفاده‌ی شما از نظر ایمنی قابل قبول است و امکان انجام آزمایشی بی‌خطر به وسیله‌ی آن وجود دارد. قبل از انجام آزمایش با معلم خود در مورد طرحی که داده‌اید مشورت کنید.

• کدام نوع شعله بهتر است؟ چرا؟

اگر به خوبی دقت کنید متوجه خواهید شد که در شعله‌ی زرد رنگ چراغ کمی دوده نیز وجود دارد. تولید دوده نشانه‌ی **سوختن ناقص** است. معادله‌ی واکنش سوختن کامل و ناقص گاز متان (CH_4) به صورت زیر است. البته در هنگام سوختن متان معمولاً همه‌ی این واکنش‌ها انجام می‌شوند:



(در واکنش بالا انرژی بیشتری آزاد می‌شود)



محتوای انرژی سوخت‌ها

در هنگام انتخاب سوخت یکی از عوامل مهمی که باید مورد توجه قرار گیرد، محتوای انرژی آن است. برای مقایسه‌ی محتوای انرژی سوخت‌های مختلف کافی است که مقدار انرژی حاصل از سوختن یک گرم از هر نوع سوخت را به دست آوریم. در آزمایشی که برای این مقایسه انجام می‌دهیم باید تمام پارامترها (در تمام آزمایش‌ها) یکسان باشند و تنها نوع (و نه مقدار) سوخت مورد استفاده تغییر کند.

محتوای انرژی مواد غذایی اغلب به صورت مقدار کالری در ۱۰۰ گرم ماده غذایی بیان می‌شود. هر کالری برابر با ۴/۲ ژول است. چربی، روغن و کربوهیدرات‌ها دارای انرژی زیادی هستند و استفاده زیاد از آنها در برنامه غذایی باعث ایجاد چاقی در هر شخصی فواید شد. به همین دلیل توصیه می‌شود که اگر به فوراکی‌هایی مانند پیس، زیت بو داده و ... علاقه مندر هستید، سعی کنید انواع کم چرب آنها را خریداری کنید.



برای انجام این کار، گرمای حاصل از سوختن یک گرم از هر ماده را برای گرم کردن مقدار مشخصی آب استفاده می‌کنیم. به این ترتیب میزان تغییر دمای آب می‌تواند معیاری برای مقایسه‌ی محتوای انرژی هر یک از سوخت‌ها باشد. برای این آزمایش از یک بشر آزمایشگاهی مخصوص از جنس فلز مس استفاده می‌کنیم که کالریمتر (نوعی گرماسنج) نامیده می‌شود.

• چرا بدنه‌ی کالریمتر باید از جنس فلز مس باشد؟

• چرا این بشر فلزی را کالریمتر می‌نامند؟

در این آزمایش لازم است تا جرم سوخت مورد استفاده نیز اندازه‌گیری شود. به این ترتیب با استفاده از رابطه‌ی زیر می‌توان مقدار انرژی انتقال یافته به آب را محاسبه کرد:

$$\text{تغییرات دما } (^{\circ}\text{C}) \times \text{ظرفیت گرمای ویژه ی آب } (\text{J/g} \times ^{\circ}\text{C}) \times \text{جرم آب (g)} = \text{انرژی (J)}$$

با استفاده از رابطه‌ی زیر می‌توان مقدار انرژی آزاد شده از ۱ گرم سوخت را محاسبه کرد:

$$\text{جرم سوخت مورد استفاده (g)} / \text{انرژی آزاد شده (J)} = \text{مقدار انرژی برای ۱ گرم ماده}$$

مثال

۰/۲ گرم سوخت، دمای ۱۰۰ گرم آب را به مقدار 25°C افزایش می‌دهد، محاسبه کنید به ازای هر گرم سوخت چه مقدار انرژی تولید خواهد شد؟ ظرفیت گرمایی ویژه‌ی آب را $4.2 \text{ J/g} \cdot ^{\circ}\text{C}$ در نظر بگیرید (یعنی برای افزایش دمای ۱ گرم آب به اندازه‌ی ۱ درجه‌ی سانتیگراد به ۴/۲ ژول انرژی نیاز خواهیم داشت):

$$\text{انرژی} = 25 \times 4.2 \times 100 = 10500 \text{ J}$$

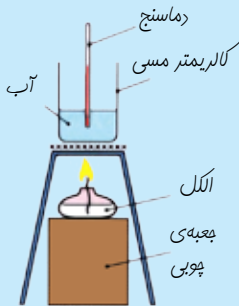
$$10500 \text{ J} / 0.2 = 52500 \text{ J/g} \text{ یا } 52.5 \text{ kJ/g}$$

تحقیق ۱-۲ مقایسه‌ی سوخت‌ها

با استفاده از این آزمایش می‌توان محتوای گرمایی الکل‌های مختلف را اندازه‌گیری کرد. مقدار مشخصی از چند الکل (مانند اتانول، متانول، ایزوپروپیل الکل و ...) را هر بار در چراغ الکلی بریزید و با استفاده از روش نشان داده شده میزان افزایش دمای مقدار مشخصی از آب را اندازه‌گیری کنید. به خاطر داشته باشید که باید قبل و بعد از حرارت دادن آب، چراغ الکلی و



الکل داخل آن را وزن کنید. با استفاده از اطلاعات به دست آمده از آزمایش، به پرسش‌های زیر پاسخ دهید:



- مقدار انرژی تولید شده از سوختن هر الکل را به دست آورید.
- مقدار انرژی تولید شده از سوختن هر گرم الکل را تعیین کنید.
- آیا می‌توانید رابطه‌ای بین مقدار انرژی تولید شده از سوختن هر گرم الکل با فرمول شیمیایی الکل‌ها به دست آورید؟
- به نظر شما چه عواملی می‌توانند باعث ایجاد خطا در این آزمایش شوند؟
- چگونه می‌توان صحت نتایج به دست آمده از آزمایش را بیشتر کرد؟

واکنش‌های گرماگیر و گرماده



زغال (کربن) با اکسیژن واکنش می‌دهد. گرمای تولید شده در این واکنش گرماده باعث پختن غذا می‌شود.

واکنش‌های گرماده

حتماً تا به حال با نمونه‌ای از واکنش سوختن یک ماده‌ی سوختنی برخورد داشته‌اید. به نظر شما در چنین واکنشی گرما به محیط داده می‌شود و یا از محیط گرفته خواهد شد؟

واکنش‌هایی که به محیط انرژی می‌دهند واکنش گرماده نامیده می‌شوند. واکنش‌های سوختن، خشی شدن و بسیاری از واکنش‌هایی که با اکسیژن انجام می‌شوند، گرماده هستند.

آزمایش ۳ - ۱ احساس گرما!

۲۵ میلی لیتر محلول مس سولفات را در بشر ریخته و به آن مقداری پودر روی اضافه کنید. سپس مخلوط را با استفاده از حسگر دمایی به آرامی به هم بزنید. با دقت سطح بیرونی بشر را لمس کنید.



- چه اتفاقی را مشاهده می‌کنید؟
- دیواره‌ی بشر گرم شده یا سرد می‌شود؟
- آیا در این واکنش گرما آزاد خواهد شد؟
- آیا می‌توانید نمودار نشان داده شده در شکل را تفسیر کنید؟
- آیا می‌توانید معادله‌ی واکنش انجام شده را بنویسید؟



واکنش جانشینی بین روی و مس سولفات با آزاد کردن گرما همراه بوده و از نوع واکنش های گرماده است.

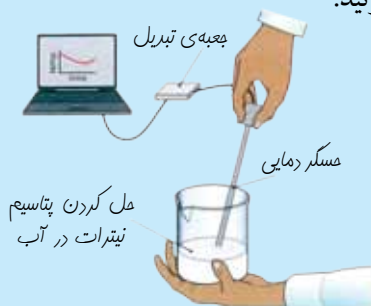
در واکنش های گرماده، انرژی معمولاً به صورت گرما آزاد می شود.

واکنش های گرماگیر

برخی از واکنش ها برای انجام شدن از محیط اطراف خود گرما می گیرند. به این دسته از واکنش ها، واکنش های گرماگیر می گویند. به عنوان مثال تجزیه ی حرارتی از نوع واکنش های گرماگیر است و برای انجام شدن باید همواره به آن گرما داده شود.

آزمایش ۴ - ۱ / احساس سرما!

۲۵ میلی لیتر آب را در یک بشر ریخته و ۱۰ گرم پودر پتاسیم نیترات به آن اضافه کنید. سپس مخلوط را با استفاده از حسگر دمایی به آرامی به هم بزنید. بشر را در کف دست خود نگه دارید.



- چه چیزی احساس می کنید؟
- انرژی گرمایی به دست شما داده شده و یا از آن گرفته شده است؟
- آیا می توانید نمودار نشان داده شده در شکل را تفسیر کنید؟

حل شدن پتاسیم نیترات در آب با گرفتن انرژی گرمایی از محیط همراه است. منظور از محیط در این واکنش مجموعه ی بشر، همزن شیشه ای، آب، هوای اطراف و حتی دست شما می باشد!

در واکنش های گرماگیر انرژی معمولاً به صورت گرما از محیط گرفته می شود.

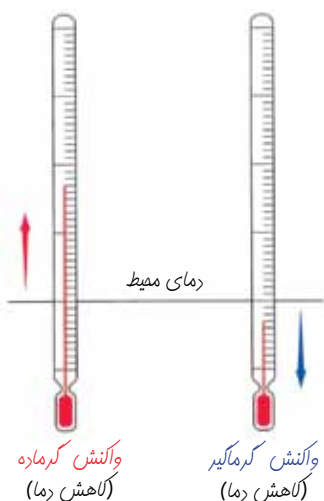
تغییر دمای واکنش های شیمیایی

همانطور که می دانید برخی از واکنش ها با آزاد کردن انرژی و برخی دیگر با گرفتن انرژی همراه هستند. برای نمونه واکنش سوختن با آزاد کردن گرما همراه است. حال این سوال ایجاد می شود که دمای اطراف ماده ی سوختنی چه خواهد شد؟ آیا این دما افزایش می یابد و یا کاهش خواهد یافت؟



به دو آزمایش قبل دقت کنید. در هر یک از آنها دما چه تغییری خواهد داشت؟

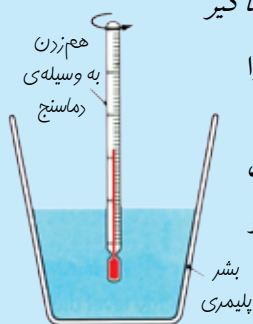
- در واکنش‌های گرماده، دما افزایش می‌یابد.
- در واکنش‌های گرماگیر، دما کاهش می‌یابد.



در آزمایش‌های زیر چند واکنش را از نظر گرماده یا گرماگیر بودن بررسی می‌کنیم:

آزمایش ۵-۱ گرماده یا گرماگیر

کمترین و بیشترین دما را در هر آزمایش ثبت کنید. می‌توانید برای ساده‌تر شدن محاسبات خود فرض کنید ظرفیت گرمایی ویژه‌ی مملول به دست آمده در هر آزمایش با ظرفیت گرمایی ویژه‌ی آب (۴/۲ ژول انرژی برای تغییر دادن دمای ۱g (۱cm^۳) آب به اندازه‌ی ۱°C برابر است.



ابزارهای نشان داده شده در شکل را فراهم کنید. با استفاده از روش نشان داده شده، آزمایش‌های زیر را انجام دهید و جدول داده شده را کامل کنید.



واکنش	دما قبل از انجام واکنش (°C)	دما بعد از انجام واکنش (°C)	گرماده یا گرماگیر؟
محلول سدیم هیدروکسید + هیدروکلریک اسید رقیق			
محلول سدیم هیدروژن کربنات + سیتریک اسید			
محلول مس سولفات + پودر منیزیم			
سولفوریک اسید رقیق + نوار منیزیم			



با توجه به نتایج آزمایش به پرسش‌های زیر پاسخ دهید:

- بیشتر واکنش‌های بالا گرماده هستند یا گرماگیر؟
- در آزمایش اول، اسید و باز با هم واکنش می‌دهند. به این نوع واکنش چه می‌گویند؟
- در واکنش دوم چه گازی تولید می‌شود؟
- در آزمایش سوم چه نوع واکنشی انجام می‌شود؟
- در آزمایش آخر چه گازی آزاد می‌شود؟
- آیا با استفاده از یک حسگر دمایی حساس‌تر نتایج بهتری به دست خواهید آورد؟ چرا؟



واکنش گرمایا: فارج شدن
گرمایا از سیستم به محیط

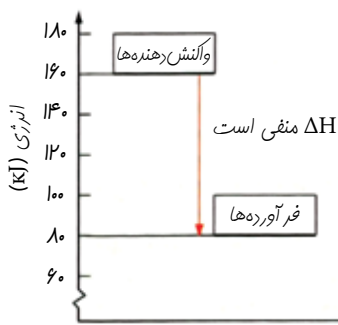
واکنش گرمایا: واردر شدن
گرمایا از محیط به سیستم

◀ نمودارهای سطح انرژی

تا اینجا با نمونه‌هایی از واکنش‌های گرماگیر و گرماده آشنا شده‌اید و مطالبی را در مورد چگونگی مبادله‌ی گرما در آنها آموخته‌اید.

انتقال انرژی در واکنش‌ها را می‌توان بر روی نمودارهایی به نام نمودار سطح انرژی نشان داد. این نمودار مقدار انرژی ذخیره شده در

واکنش دهنده‌ها را با مقدار انرژی ذخیره شده در فرآورده‌ها مقایسه می‌کند (به خاطر دارید که واکنش دهنده‌ها همان موادی هستند که واکنش با آنها آغاز می‌شود و فرآورده‌ها نیز موادی هستند که بر اثر انجام واکنش تولید خواهند شد). به مثال‌های زیر توجه کنید:



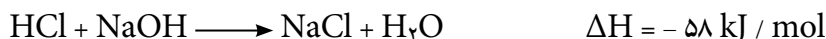
نمودار سطح انرژی واکنش گرماده

«تغییرات انرژی» در یک واکنش را با نماد ΔH (بخوانید دلتا ایچ) نشان می‌دهند. با توجه به نمودار نشان داده شده می‌توان فهمید که سطح (میزان) انرژی فرآورده‌ها کمتر از واکنش دهنده‌ها خواهد بود.

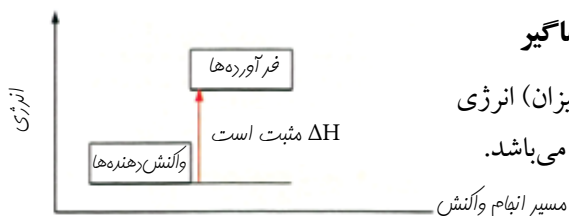
در واکنش‌های گرماده، ΔH دارای علامت منفی است.



تفاوت انرژی واکنش دهنده‌ها و فرآورده‌ها به شکل گرما آزاد می‌شود. بنابراین دما افزایش می‌یابد. به عنوان مثال:



• نمودار سطح انرژی واکنش انجام شده بین HCl و NaOH را رسم کنید.



نمودار سطح انرژی واکنش گرماگیر

در واکنش‌های گرماگیر سطح (میزان) انرژی فرآورده‌ها بیشتر از واکنش دهنده‌ها می‌باشد.

در واکنش‌های گرماگیر، ΔH دارای علامت مثبت است.

انرژی اضافی مورد نیاز برای تولید فرآورده‌ها از محیط گرفته می‌شود. بنابراین دما کاهش خواهد یافت.

❖ شیمی در عمل: خاموش کردن آتش

پیش از این با مثلث آتش آشنا شدیم. برای خاموش کردن آتش باید حداقل یکی از بخش‌های مثلث آتش را از بین ببریم.

حذف کردن گرما

آتش نشان‌ها معمولاً برای خاموش کردن خانه‌ای که در حال آتش سوزی است، به سمت شعله آب می‌پاشند. این عمل باعث سرد شدن شعله و خاموش شدن آن می‌شود.



- چرا آتش نشان‌ها ابتدا ناحیه‌هایی از ساختمان که در اطراف آتش قرار گرفته‌اند را به خوبی آب پاشی می‌کنند؟
- در چه نوع آتش سوزی‌هایی نباید از آب برای خاموش کردن استفاده کرد؟



حذف کردن سوخت



به آتش سوزی یک چاه گاز که در شکل نشان داده شده است نگاه کنید. برای مهار و خاموش کردن این شعله کافیسست که جریان گاز را قطع کنیم. در طراحی جنگل‌های جدید، مناطقی را بدون کاشتن درخت رها می‌کنند.

• به نظر شما دلیل انجام این کار چیست؟

حذف کردن اکسیژن

آیا تا به حال در آشپزخانه‌ی منزل خود آتش سوزی داشته‌اید؟ گاهی اوقات ممکن است شخصی که مشغول آشپزی است، روغن و چربی را تا دمایی بیشتر از نقطه‌ی اشتعال این مواد حرارت دهد. نقطه‌ی اشتعال یک ماده دمایی است که در آن، ماده شعله‌ور خواهد شد. اگر به چربی یا روغن در حال سوختن مقداری آب اضافه شود، باعث بیشتر شدن آتش خواهد شد. چرا که آب در چنین دماهای بالایی بخار می‌شود و روغن در حال سوختن را همراه با خود به هوا می‌برد. به شکل داده شده توجه کنید.



• پارچه‌ی خیس چگونه شعله ایجاد شده را خاموش می‌کند؟

• چرا باید پارچه‌ی خیس را تا مدتی بر روی ظرف آتش نگه داشت؟

برخی کپسول‌های آتش‌نشانی دارای گاز کربن دی اکسید هستند. این گروه از آتش خاموش‌کن‌ها بیشتر برای خاموش کردن شعله‌های ناشی از جریان برق مناسب هستند و از رسیدن اکسیژن به شعله جلوگیری می‌کنند.

• چرا نباید شعله‌های ناشی از جریان برق را با آب خاموش کرد؟



آیا تا به حال فکر کرده‌اید که چرا برای خاموش کردن آتش در محیط‌های باز، استفاده از ابزارهای خاموش کننده‌ی دارای گاز کربن دی اکسید توصیه نمی‌شود و در چنین مکان‌هایی از کف استفاده می‌کنند؟



در آتش خاموش کن‌هایی که دارای کف هستند، گاز کربن دی اکسید در داخل کف مایع به دام افتاده است و به این ترتیب می‌تواند شعله‌ی آتش را خاموش کند.

◀ تشکیل شدن و شکستن پیوندها

همانطور که می‌دانید اتم‌ها در واکنش‌های شیمیایی ذره‌های کناری خود را تغییر می‌دهند و این یعنی پیوند بین اتم‌های اولیه باید شکسته شود. برای تولید فرآورده‌ها نیز لازم است پیوندهای جدیدی بین اتم‌ها تشکیل شوند.

آیا می‌دانستید که برای شکستن پیوند بین اتم‌ها به انرژی نیاز داریم؟ شکستن پیوند بین دو اتم مانند جدا کردن دو آهن ربا از یکدیگر است که باید برای آن انرژی زیادی مصرف کرد. بنابراین می‌توان نوشت:



برای شکستن پیوند باید انرژی مصرف شود.

شکستن پیوند با مصرف انرژی همراه است. بنابراین یک فرآیند گرماگیر است.

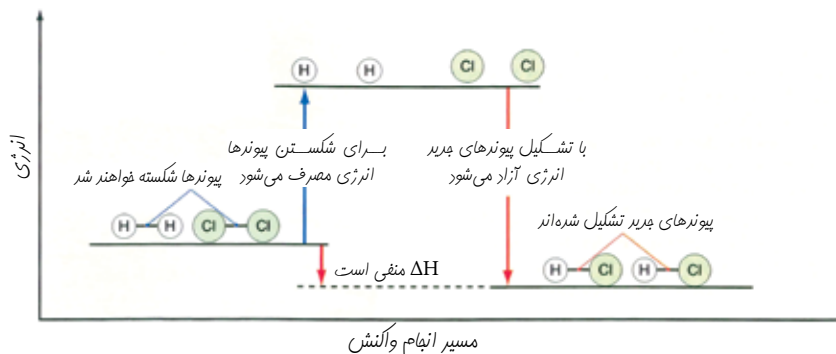
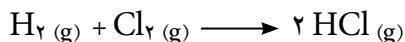
نظر شما در مورد تشکیل پیوندهای جدید چیست؟ تشکیل پیوند هم مانند چسبیدن دو آهن ربا به یکدیگر از فاصله‌ای مشخص است که به علت نیروهای جاذبه‌ی موجود بین آنها اتفاق می‌افتد.

تشکیل شدن پیوند باعث تولید انرژی می‌شود. بنابراین یک فرآیند گرماده است.



می‌توان این دو حالت را در نمودار سطح انرژی نشان داد. بهتر است نگاهی به واکنش بین گاز هیدروژن (H_2) و گاز کلر (Cl_2) که منجر به تولید هیدروژن کلرید (HCl) می‌شود، داشته باشیم.

این واکنش برای شروع به انرژی اولیه نیاز دارد:



- کدام مرحله انرژی بیشتری دارد؟ شکستن پیوندهای اولیه (مرحله ی گرمایگیر) و یا تشکیل پیوندهای جدید (مرحله ی گرماده)؟
- واکنش کلی گرماده است یا گرمایگیر؟

انرژی پیوند

برای شکستن پیوند بین اتم‌ها مقداری انرژی نیاز است که به آن **انرژی پیوند** می‌گویند. این انرژی برای پیوندهای مختلف متفاوت است. جدول زیر نشان می‌دهد که برخی از پیوندها قوی‌تر از برخی دیگر هستند. با توجه به اطلاعات موجود در این جدول مشخص کنید که کدام پیوند قوی‌تر است؟

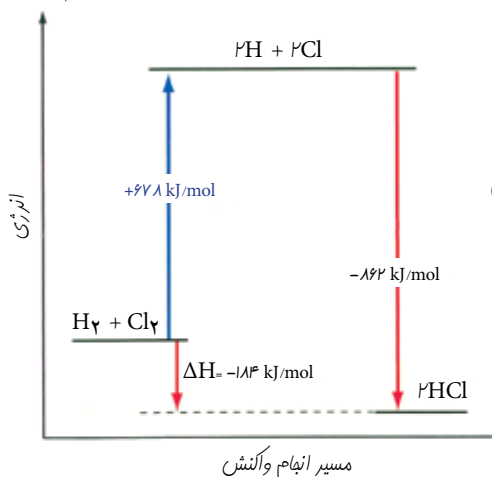
پیوند	انرژی پیوند (kJ / mol)
H - H	۴۳۶
Cl - Cl	۲۴۲
H - Cl	۴۳۱
C - H	۴۱۳
C - C	۳۴۷
C - O	۳۳۵



انرژی پیوند را مانند ΔH با واحد kJ/mol بیان می کنند. این مقدار انرژی برای شکستن تعداد معینی از پیوندها به کار می رود (شیمیدان ها به این تعداد معین «مول» می گویند). در سال های آینده با مفهوم مول آشنا خواهید شد.

محاسبه ΔH

با استفاده از نمودار سطح انرژی و مقادیر انرژی پیوند می توان تغییرات انرژی (ΔH) را برای یک واکنش تعیین کرد. دوباره به واکنش بین گاز هیدروژن و گاز کلر باز می گردیم. با استفاده



از نمودار سطح انرژی و جدول انرژی پیوند می توان مقدار گرمای تولید شده (ΔH) در این واکنش را محاسبه کرد:

چه تعداد پیوند $\text{H}-\text{H}$ و $\text{Cl}-\text{Cl}$ شکسته شده است؟

می توانیم فرض کنیم که این انرژی برای شروع شدن واکنش مورد نیاز است.

محاسبات انجام شده را می توان بر روی نمودار سطح انرژی نشان داد.

ابتدا باید تمام انرژی های پیوندی را با یکدیگر جمع کنیم. از آنجا که شکستن پیوندها به مصرف انرژی نیاز دارد، علامت انرژی در این قسمت مثبت خواهد بود:

$$E_1 = + [1 \times (\text{H}-\text{H})] + [1 \times (\text{Cl}-\text{Cl})]$$

$$= + (436 + 242) = + 678 \text{ kJ/mol}$$

چه تعداد پیوند جدید $\text{H}-\text{Cl}$ تشکیل شده است؟ همانطور که قبلاً دیدید، تشکیل پیوند با تولید گرما همراه است. بنابراین انرژی علامت منفی به خود می گیرد:

$$E_2 = - [2 \times (\text{H}-\text{Cl})]$$

$$= - (2 \times 431) = - 862 \text{ kJ/mol}$$



حال می‌توان مقدار گرمای تولید شده (ΔH) در این واکنش را محاسبه کرد:

$$\begin{aligned}\Delta H &= (+ 678) + (- 862) \\ &= - 184 \text{ kJ / mol}\end{aligned}$$

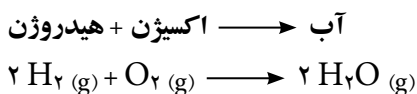
در نتیجه واکنش انجام شده گرماده است.

مقدار انرژی تولید شده از تشکیل پیوندهای جدید در این واکنش از مقدار انرژی مورد نیاز برای شکستن پیوندهای اولیه بیشتر است.

انرژی‌های پیوندی، مقادیر میانگین به دست آمده از پیوندهای موجود در مولکول‌های مختلف هستند. بنابراین با چنین محاسباتی ما مقدار تقریبی ΔH را به دست می‌آوریم.

❖ شیمی در عمل: هیدروژن به عنوان یک سوخت

آیا شیوه‌ی شناسایی گاز هیدروژن را به خاطر دارید؟ هیدروژن با اکسیژن موجود در هوا واکنشی انفجاری می‌دهد و بخار آب تولید می‌کند:



مفزن گاز هیدروژن در هندوق عقب خودروها نصب می‌شود.

هیدروژن سبک‌ترین گاز موجود در جهان است. یکی از استفاده‌های اولیه از گاز هیدروژن در پُر کردن بالون‌های هوایی بود. اما واکنش انفجاری هیدروژن با اکسیژن باعث ایجاد مشکلاتی برای سرنشینان این بالون‌ها شد. بنابراین از گاز سبک دیگری برای این منظور استفاده شد.

آیا می‌دانید نام این گاز چیست؟

امروزه دانشمندان علاقه‌ی زیادی برای استفاده از هیدروژن به عنوان سوخت دارند. به معادله واکنش بالا نگاه کنید:

- به نظر شما آیا بر اثر سوختن گاز هیدروژن آلودگی ایجاد می‌شود؟
- به نظر شما خودروهایی که از سوخت هیدروژنی استفاده می‌کنند با چه مشکلاتی روبرو هستند؟



شیمیدان‌ها تلاش‌های زیادی کرده‌اند تا راهی برای نشان دادن (نگه داشتن) گاز هیدروژن بر روی فلزهای واسطه پیدا کنند. این روش ایمن‌ترین راه برای ذخیره کردن گاز هیدروژن در خودرواست و فضای کمتری از آن را نیز اشغال می‌کند.



هیدروژن یکی از اولین سوخت‌هایی است که در موشک‌ها مورد استفاده قرار گرفت. از طرفی این گاز در پیل‌های سوختی نیز برای تولید الکتریسیته مورد نیاز فضاپروازان در سفینه‌های فضایی به کار گرفته می‌شود.

هیدروژن نقش مهمی در سفرهای فضایی دارد. می‌توان از این ماده به عنوان سوخت موشک استفاده کرد. هیدروژن مایع در مخزن‌های ویژه‌ای نگهداری شده و آماده‌ی واکنش با اکسیژن مایع است.

همچنین در **پیل‌های سوختی** موجود در داخل فضاپیماها نیز از هیدروژن استفاده می‌شود. به کارگیری پیل‌های سوختی، روش مناسبی برای انجام واکنش بین هیدروژن و اکسیژن است. انرژی تولید شده در این پیل‌ها مستقیماً به انرژی الکتریکی تبدیل می‌شود.

تحقیق ۶-۱ سوخت مناسب

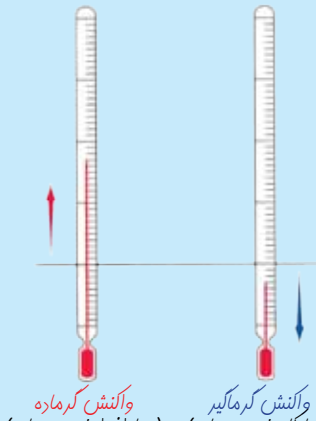
فهرستی از مشخصات یک سوخت مناسب (از نظر خودتان) را تهیه کنید. به عنوان مثال می‌توانید از چنین مواردی استفاده کنید:

مقدار انرژی تولید شده، چگونگی جابجایی، نگهداری، ایمنی، آلودگی، سهولت شعله‌ور شدن و ... با کمک معلم خود سوخت‌هایی را که امکان تهیه‌ی آن‌ها را دارید برای انجام آزمایش انتخاب کرده و روشی را برای انتخاب بهترین سوخت از میان آنها ارائه کنید.



خلاصه‌ی فصل

- برای تولید آتش سه چیز مورد نیاز است: سوخت، گرما و اکسیژن. اگر هر یک از این عوامل وجود نداشته باشند، آتش تولید نخواهد شد.
- به واکنش ماده‌ی سوختنی با اکسیژن، **سوختن** (احتراق) گفته می‌شود.
- وقتی یک هیدروکربن (ماده‌ای که فقط دارای C و H است) در حضور مقدار فراوانی اکسیژن می‌سوزد، گاز کربن دی‌اکسید و بخار آب تولید خواهند شد. این واکنش **سوختن کامل** نامیده می‌شود.
- اگر یک هیدروکربن در حضور مقدار کمی اکسیژن بسوزد، گاز کربن مونواکسید، دوده و بخار آب را تولید می‌کند. به چنین واکنشی **سوختن ناقص** می‌گویند که در مقایسه با سوختن کامل، انرژی کمتری تولید خواهد کرد.
- واکنش‌های **گرماده** باعث آزاد شدن گرما می‌شوند. بنابراین دما زیاد می‌شود.
- در واکنش‌های **گرماده**، ΔH دارای علامت منفی است.
- واکنش‌های گرماگیر باعث گرفتن گرما از محیط می‌شوند. بنابراین دما کاهش خواهد یافت.
- در واکنش‌های گرماگیر، ΔH دارای علامت مثبت است. (دما کاهش می‌یابد) (دما افزایش می‌یابد)
- با استفاده از انرژی‌های پیوند می‌توان مشخص کرد که در هنگام انجام واکنش، چه مقدار انرژی تولید و یا مصرف می‌شود.



پرسش‌ها

۱- جاهای خالی را با کلمه (های) مناسب پُر کنید:

برای تولید آتش به سه عامل سوخت، گرما و نیاز داریم.
 از سوختن هیدروکربن‌ها در حضور مقدار زیادی اکسیژن، کربن دی‌اکسید و تولید می‌شوند و به چنین واکنشی، سوختن می‌گویند. اگر مقدار اکسیژن کم باشد، گاز سمی و تولید خواهند شد. به این نوع واکنش، سوختن گفته می‌شود.
 در واکنش‌های گرمازا تولید می‌شود و دما می‌یابد، در حالی که در واکنش‌های گرماگیر گرفته (مصرف) شده و دما خواهد شد.



۲- با توجه به معادله‌ی واکنش‌های زیر به پرسش‌های مطرح شده پاسخ دهید:



آ) در کدامیک از این دو واکنش، سوختن یک گرم کربن موجب تولید انرژی بیشتری می‌شود؟

ب) توضیح دهید که چرا برای ایجاد حرارت در واحدهای صنعتی بزرگ استفاده از کُک (C) اهمیت دارد؟

۳- وحید ۲۰ گرم از دو اسید ضعیف A و B را وزن کرد. او هر یک از پودرهای اسیدی را در لیوانی ریخت که دارای محلول سدیم هیدروژن کربنات (جوش شیرین) بود. سپس با استفاده از دماسنج تغییرات دمای محلول را اندازه‌گیری کرد. وحید آزمایش خود را ۳ بار تکرار کرد و نتایج به دست آمده را در جدول زیر ثبت کرد:

اسید ضعیف	افزایش دما (°C)		
	آزمایش اول	آزمایش دوم	آزمایش سوم
A	۴	۹	۸
B	۲	۲	۳

آ) واکنش‌های انجام شده گرمازا هستند یا گرماگیر؟

ب) مقدار میانگین تغییرات دما را برای اسیدهای A و B محاسبه کنید.

پ) دامنه‌ی (گستره‌ی) تغییرات دما را برای هر یک از واکنش‌ها تعیین کرده و نظر خود را درباره‌ی صحت نتایج به دست آمده از این آزمایش‌ها بنویسید.

ت) وحید در هر آزمایش از ۲۵ cm^۳ محلول جوش شیرین استفاده کرد. میانگین تغییرات انرژی در واکنش ماده‌ی A را مشخص کنید (فرض کنید برای افزایش دمای ۱ cm^۳ آب به اندازه‌ی ۱ °C به ۴/۲ ژول انرژی احتیاج داریم).

ث) به نظر شما آیا وحید به این نتیجه رسیده است که واکنش اسید ضعیف باعث تولید انرژی زیادی شده است؟ پاسخ خود را توضیح دهید.



۴-آ) سوخت اصلی خودروهای سواری بنزین است. توضیح دهید که چرا از آگروز این خودروها گاز کربن مونواکسید خارج می‌شود؟

ب) مولکول‌های کربن مونواکسید می‌توانند به هموگلوبین خون متصل شوند. به نظر شما چرا این ویژگی باعث شده است تا کربن مونواکسید را به عنوان یک ماده‌ی سمی در نظر بگیرند؟

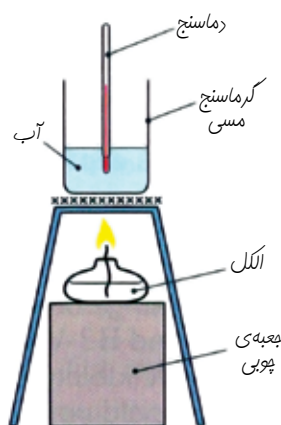
۵- به جدول زیر نگاه کنید:

واکنش	دمای ابتدایی (°C)	دمای پایانی (°C)
$U + V$	۱۹	۲۷
$W + X$	۲۰	۲۵
$Y + Z$	۱۹	۱۷

آ) به نظر شما هر یک از این واکنش‌ها گرماگیر هستند و یا گرماده؟ برای پاسخ خود چه دلیلی دارید؟

ب) با توجه به اینکه حجم محلول‌ها در واکنش‌های بالا یکسان بوده‌اند، مشخص کنید که کدام واکنش تغییرات انرژی بیشتری داشته است؟

۶- بر اثر سوختن یک ماده‌ی سوختنی، دمای ۵۰۰ گرم آب به اندازه‌ی 4°C افزایش می‌یابد:

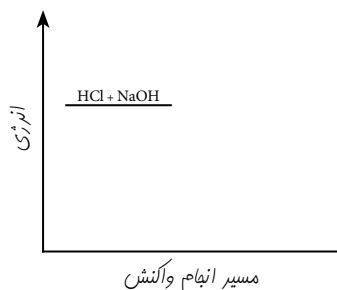


آ) مشخص کنید که سوختن این ماده چه مقدار انرژی تولید خواهد کرد؟ (فرض کنید برای بالا بردن دمای 1 cm^3 آب به اندازه 1°C به $4/2$ ژول انرژی نیاز داریم).

ب) مقدار سوخت مصرف شده در این آزمایش $0/25$ گرم بوده است. انرژی تولید شده بر اثر سوختن 1 گرم از این ماده را محاسبه کنید.
پ) روش مورد استفاده در این آزمایش را ارزیابی کنید.



۷- در یک بشر مقداری هیدروکلریک اسید ریخته و بر روی آن محلول سدیم هیدروکسید (سود سوز آور) اضافه می‌کنیم. واکنش این دو ماده باعث افزایش دما خواهد شد:



آ) با ذکر ۲ دلیل مشخص کنید که این واکنش گرماده است یا گرماگیر؟
ب) نمودار مقابل را کامل کنید:

۸- از سوختن هیدروژن در هوا، بخار آب تولید می‌شود:



آ) حالت فیزیکی واکنش دهنده‌ها و فرآورده‌ها را در این واکنش مشخص کنید.

ب) این واکنش به کدام دسته از واکنش‌های شیمیایی تعلق دارد؟

پ) نمودار سطح انرژی را برای این واکنش رسم کنید (توجه داشته باشید که نمودار شامل شکستن و تشکیل پیوندها باشد. همچنین H_2 یک پیوند $\text{H}-\text{H}$ داشته و O_2 دارای یک پیوند دوگانه $\text{O}=\text{O}$ است. H_2O نیز دو پیوند $\text{O}-\text{H}$ خواهد داشت.

ت) با استفاده از جدول زیر مقدار ΔH را برای این واکنش تعیین کنید:

پیوند	انرژی پیوند (kJ / mol)
$\text{H}-\text{H}$	۴۳۶
$\text{O}=\text{O}$	۴۹۸
$\text{O}-\text{H}$	۴۶۴

ث) به نظر شما چرا انرژی پیوند $\text{O}=\text{O}$ از انرژی پیوندهای $\text{H}-\text{H}$ و $\text{O}-\text{H}$ بیشتر است؟

۹- به نظر شما استفاده از هیدروژن به عنوان سوخت در خودروها چه مزیت‌ها و چه عیب‌هایی دارد؟



فصل دوم

سرعت واکنش‌ها



برخی از واکنش‌های شیمیایی با سرعت بالا و برخی دیگر با سرعت پایین انجام می‌شوند. آیا می‌توانید واکنشی را نام ببرید که با سرعت بالایی انجام می‌شود؟



مواد موجود در فشفشه‌ها باعث می‌شوند که آن‌ها در کمتر از یک ثانیه بسوزند.

واکنش‌های سریع مانند انفجار دینامیت در کمتر از یک ثانیه انجام می‌شوند. واکنش‌های آهسته مانند سفت شدن سیمان ممکن است روزها، هفته‌ها و یا حتی سال‌ها به طول بیانجامند! آیا می‌توانید واکنشی را نام ببرید که با سرعت پایینی انجام می‌شود؟



سال‌ها طول می‌کشد تا فلز مس استفاده شده در این سقف با هوا واکنش دهد.



سوفتن چوب کبریت بیشتر از چند ثانیه طول نخواهد کشید.

مفهوم سرعت واکنش

سرعت واکنش به ما نشان می‌دهد که یک واکنش چقدر سریع انجام می‌شود. یکی از پارامترهای مورد توجه در صنعت، سرعت انجام واکنش می‌باشد. صنعتگران باید بدانند که در هر ساعت، روز و یا هفته می‌توانند چه مقدار محصول تولید کنند. برای مثال در برخی از کارخانه‌های تولید شامپو در هر دقیقه ۱۰۰ بطری شامپو ساخته می‌شود!

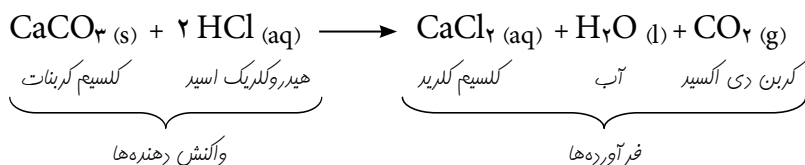


سرعت واکنش را نمی‌توان از روی معادله‌ی واکنش پیش‌بینی کرد. با دانستن معادله‌ی یک واکنش می‌توان مقدار محصول را مشخص کرد اما درباره‌ی سرعت و مدت زمان رسیدن به محصول مورد نظر اطلاعاتی به دست نمی‌آوریم. سرعت واکنش را فقط باید با انجام آزمایش بدست آورد. در هنگام انجام واکنش می‌توان مقدار واکنش دهنده‌های مصرف شده و یا مقدار تولید فرآورده‌ها را در یک زمان مشخص به دست آورد. به معادله‌ی زیر توجه کنید:

$$\text{زمان} \div \text{مقدار مصرف واکنش دهنده یا مقدار تولید محصول} = \text{سرعت واکنش}$$

◀ اندازه‌گیری سرعت واکنش

پیش از این با واکنش کلسیم کربنات با هیدروکلریک اسید آشنا شدیم:



به نظر شما چگونه می‌توان سرعت واکنش بالا را تعیین کرد؟ می‌توان سرعت مصرف یکی از واکنش دهنده‌ها را به دست آورد. اما به دست آوردن مقدار کلسیم کربنات یا هیدروکلریک اسید مصرف شده کار ساده‌ای نیست. حال ببینیم که آیا می‌توان مقدار تولید شده‌ی یکی از فرآورده‌ها را به دست آورد یا خیر! کدامیک از فرآورده‌های این واکنش به شکل گاز است؟ به دست آوردن مقدار گاز تولید شده در واکنش کار ساده‌تری است. آزمایش‌های زیر چگونگی تعیین سرعت واکنش را نشان می‌دهند:

آزمایش ۱-۲ حجم گاز تولید شده (۱)!

اسید

وسایل نشان داده شده در شکل مقابل را آماده کنید:



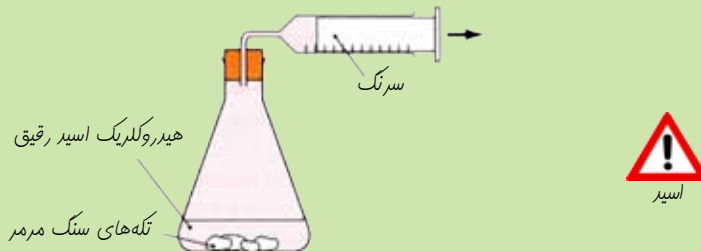
بعد از هر ۳۰ ثانیه حجم گاز تولید شده را اندازه گیری کنید. به محض اینکه درب پوش ارلن را در جای خود قرار دادید، زمان سنج را فعال کرده و نتایج را در جدول زیر ثبت کنید (در صورت نیاز می توانید جدول را گسترده تر کنید):

زمان (s)	حجم گاز (cm ³)
۰	۰
۳۰	
۶۰	
۹۰	

نمودار نتایج حاصل از این آزمایش را رسم کنید (زمان را به عنوان محور X و حجم گاز کربن دی اکسید را به عنوان محور Y در نظر بگیرید).

آزمایش ۲ - ۲ حجم گاز تولید شده (۲)!

سیستمی مانند آنچه در شکل نشان داده شده است را فراهم کنید:



آزمایش را مانند آزمایش قبل تکرار کنید. هر وقت حجم گاز تولید شده به ۱۰۰ cm³ رسید درب پوش را بردارید. حال با استفاده از نتایج آزمایش، نموداری مانند نمودار آزمایش قبل رسم کنید.

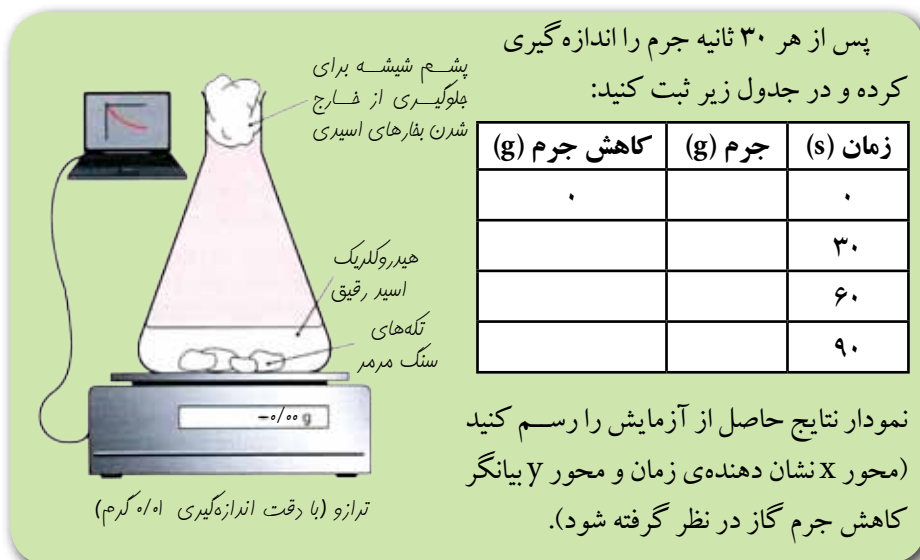
• توضیح دهید که چرا برای نمایش نتایج خود از نمودار خطی استفاده می کنید؟

آزمایش ۳ - ۲ اندازه گیری جرم گاز تولید شده

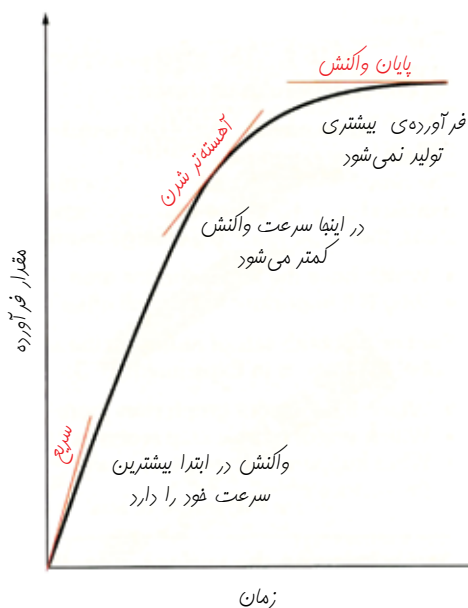


سیستمی مانند آنچه در شکل نشان داده شده است را تهیه کنید:





نمودار و سرعت واکنش



آیا نمودارهایی که در آزمایش‌های قبل رسم کردید شبیه نمودار داده شده در این شکل هستند؟

با استفاده از نمودار می‌توان سرعت واکنش را در هر لحظه محاسبه کرد. شیب چنین نموداری سرعت واکنش را در هر لحظه از واکنش نشان می‌دهد.

هرچه شیب نمودار بیشتر باشد، سرعت واکنش بیشتر است.

به نمودار داده شده نگاه کنید:

- در کدام قسمت از نمودار، سرعت واکنش بیشتر است؟
- چرا با گذشت زمان سرعت واکنش کاهش می‌یابد؟
- چگونه می‌توان فهمید که واکنش پایان یافته است؟





قطعات بزرگ زغال با سرعت کمی می‌سوزند،
در حالی که پودر زغال پراکنده شده در هوا
باعث انفجار در معادن می‌شود!

◀ اثر سطح تماس

آیا تابه حال سعی کرده‌اید که در بیرون از خانه آتش درست کنید؟ به نظر شما برای ایجاد شعله بهتر است از تنه‌ی یک درخت استفاده شود یا به کارگیری شاخه‌های کوچک آن مناسب‌تر خواهد بود؟

می‌دانیم که قطعه‌های ریز جامد (مخصوصاً اگر به صورت پودر باشند) در مقایسه با قطعه‌های بزرگتر با سرعت بیشتری واکنش خواهند داد.

دو ماهی تابه را در نظر بگیرید که یکی از آنها دارای قطعه‌های بسیار ریز سیب زمینی است و در داخل دیگری قطعه‌های درشت سیب زمینی وجود دارد. سیب زمینی‌های موجود در کدام ظرف سریع‌تر پخته می‌شوند؟ قطعه‌های سیب زمینی در کدام ظرف **سطح تماس** بیشتری دارند؟ سطح تماس نشان دهنده‌ی **مقدار سطح در دسترس** ماده‌ی جامد برای انجام واکنش است. در نتیجه برای مقدارهای یکسانی از سیب زمینی، قطعه‌های کوچکتر نسبت به قطعه‌های بزرگتر سطح تماس بیشتری دارند.



با پریدن سیب زمینی در هر مرحله، سطح تماس آن را بیشتر می‌کنید.

در آزمایش زیر اثر سطح تماس بر سرعت واکنش مورد بررسی قرار می‌گیرد:

آزمایش ۴ - ۲ اثر سطح تماس بر روی سرعت واکنش

وسایل نشان داده شده در شکل را آماده کنید:

آزمایش را مانند آزمایش ۳ - ۲ انجام داده و آن را دو مرتبه تکرار کنید.

تنها موردی که باید تغییر داده شود، اندازه‌ی قطعه‌های سنگ مرمر است. ابتدا از ۵ گرم سنگ مرمر با اندازه‌های بزرگ استفاده کنید و سپس همین مقدار سنگ مرمر را با اندازه‌های کوچک‌تر آزمایش کنید.





اسید



ترازو (با دقت اندازه‌گیری ۰/۰۱ گرم)

• قطعه‌های بزرگ سنگ مرمر سطح تماس بزرگتری دارند یا قطعه‌های کوچک آن؟

• چرا باید به غیر از اندازه‌ی ذرات، تمام پارامترهای دیگر ثابت باشند؟

نتایج به دست آمده در هر دو آزمایش را در یک نمودار رسم کنید (در محور X زمان را نشان دهید و محور Y را نیز برای نشان دادن کاهش جرم گاز در نظر بگیرید).

• کدام خط در نمودار شیب بیشتری دارد؟

• کدام اندازه از سنگ مرمر با سرعت بیشتری واکنش می‌دهد؟

• با افزایش سطح تماس سرعت واکنش چه تغییری می‌کند؟

با افزایش سطح تماس سرعت واکنش افزایش می‌یابد.

نظریه‌ی برخورد

همانطور که می‌دانید تمامی مواد از ذره ساخته شده‌اند، که این ذرات می‌توانند اتم، مولکول و یا یون باشند. قبل از انجام واکنش شیمیایی این ذرات سازنده باید با یکدیگر برخورد کنند. این برخورد باید دارای انرژی کافی باشد.



این نظریه را **نظریه‌ی برخورد** می‌نامند. به نظر شما با افزایش سرعت واکنش تعداد برخوردهای بین ذرات چه تغییری می‌کند؟

هرقدر تعداد برخوردهای بین ذرات در مدت زمان معینی افزایش یابند، سرعت واکنش نیز بیشتر می‌شود.

ذرات واکنش دهنده باید قبل از انجام واکنش با انرژی زیادی با یکدیگر برخورد کنند. کمترین انرژی مورد نیاز برای شروع یک واکنش شیمیایی را **انرژی فعالساز** می‌گویند.



بررسی اثر سطح تماس بر سرعت واکنش

با گرم کردن آهن در هوا، این فلز با اکسیژن هوا واکنش می دهد. محصول این واکنش چیست؟

آزمایش ۵-۲ جرقه زن ها!

رفتار هر یک از مواد زیر در هنگام گرما دادن را با یکدیگر مقایسه کنید:



۱- میخ آهنی

۲- سیم ظرفشویی آهنی

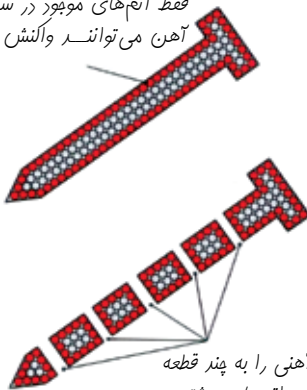
۳- براده آهن

میخ و سیم ظرفشویی آهنی را با انبر روی شعله ای گاز بگیرید، همچنین با استفاده از قاشقک آزمایشگاهی براده آهن را روی شعله پاشید.

- هر سه ماده ای گفته شده را از نظر مقدار سطح تماس با یکدیگر مقایسه کنید.
- سطح تماس چه تأثیری بر روی سرعت واکنش مواد داشت؟

سوختن براده های آهن را به یاد بیاورید. براده های آهن سطح تماس بسیار زیادی دارند. تعدادی زیادی از اتم های آهن در معرض واکنش با اکسیژن قرار می گیرند و مولکول اکسیژن می تواند به هریک از این اتم های آهن حمله کرده و یا برخورد کند. بنابراین در زمان معینی تعداد برخوردها افزایش می یابد و واکنش با سرعت بیشتری انجام شود.

فقط اتم های موجود در سطح آهن می توانند واکنش دهند



اگر میخ آهنی را به چند قطعه تقسیم کنید، اتم های بیشتری از آن در معرض انجام واکنش قرار خواهند گرفت

همین وضعیت را می توان با میخ آهنی مقایسه کرد. میخ آهنی سطح تماس کوچکی دارد. بنابراین با سرعت کمی در واکنش شرکت می کند.

هنگامی که توده ای جامدی را به قطعه های کوچکتر تقسیم می کنیم، قطعه های کوچکتر موجب می شوند که واکنش شیمیایی با سرعت بیشتری انجام شود.



در توده‌ی جامد ذرات کمتری در معرض انجام واکنش قرار می‌گیرند ولی با خرد کردن آن، سطح فعال برای انجام واکنش بیشتر شده و واکنش با سرعت بیشتری انجام می‌گیرد. خرد کردن بیش از حد ذرات جامد ممکن است باعث شود که واکنش آنها حالتی انفجاری داشته باشد.

◀ اثر غلظت

به دستور العمل نوشته شده بر روی پودر لباسشویی مقابل نگاه کنید:



پودر لباسشویی در آب حل می‌شود و تشکیل یک محلول را می‌دهد. در این پودر موادی وجود دارند که می‌توانند با لکه‌ها واکنش داده و آنها را از سطح لباس جدا کنند.

به نظر شما با افزایش مقدار پودر ماشین لباسشویی، غلظت محلول شوینده چه تغییری می‌کند؟



کدام محلول پودر لباسشویی غلیظ تر است؟

اگر لباس‌هایی که قرار است شسته شوند خیلی لکه‌دار و کثیف نباشند، می‌توان با مصرف مقدار کمتری از پودر شوینده در هزینه نیز صرفه‌جویی کرد. اما اگر لباس‌ها خیلی کثیف باشند،

استفاده از پودر شوینده‌ی کم باعث می‌شود که لباس‌ها به خوبی شسته نشوند و مجبور شویم چندین بار آنها را بشویم. به همین خاطر بهتر است به دستور العمل نوشته شده بر روی پودر لباسشویی عمل کنیم و فقط لباس‌ها را یک مرتبه بشویم. با افزودن مقدار پودر شوینده، غلظت محلول نیز افزایش می‌یابد. به نظر شما با افزایش غلظت محلول شوینده سرعت واکنش آن با لکه‌ها چه تغییری می‌کند؟

آزمایش ۶-۲ اثر غلظت بر سرعت واکنش



اسید

در این آزمایش هر بار غلظت اسید را تغییر می‌دهیم.

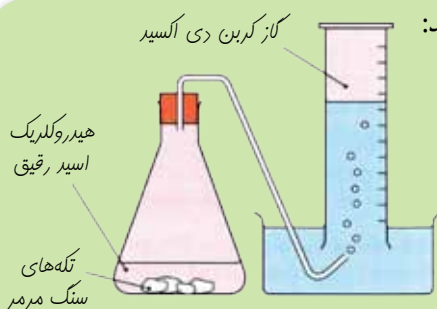
• در این آزمایش چه عواملی (پارامترهایی) باید ثابت در نظر گرفته شوند؟



وسایل نشان داده شده در شکل را آماده کنید:

مدت زمان‌هایی را که طول می‌کشد تا حجمی معادل با 20 cm^3 از گاز تولید شود را در جدول زیر ثبت کنید:

- کدام آزمایش با سرعت بیشتری انجام می‌شود؟



• با افزایش مقدار اسید، سرعت واکنش چه تغییری می‌کند؟

زمان جمع آوری 20 cm^3 گاز (ثانیه)	آب (cm^3)	اسید (cm^3)
	۴۰	۱۰
	۳۰	۲۰
	۲۰	۳۰
	۱۰	۴۰
	۰	۵۰

غلظت کمتر

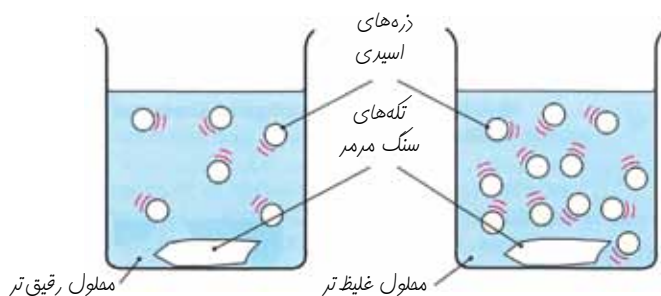
غلظت بیشتر

با افزایش غلظت، سرعت واکنش افزایش می‌یابد.

بررسی اثر غلظت بر سرعت واکنش

در مطالب قبلی با نظریه‌ی برخورد آشنا شدید. با استفاده از این نظریه می‌توان توضیح داد که چرا با افزایش غلظت محلول سرعت واکنش افزایش می‌یابد. اجازه دهید به واکنش انجام شده در آزمایش قبل نگاهی دوباره بیندازیم:

ذره‌های اسید فقط در هنگام برخورد با ذره‌های سنگ مرمر با آنها واکنش می‌دهند. به شکل‌های زیر نگاه کنید:

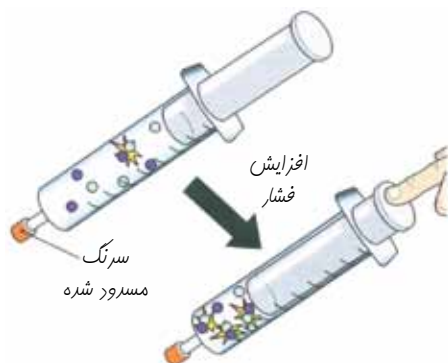


- واکنش انجام شده در کدام بشر سریع‌تر است؟
- چرا؟



ذره‌های اسید به طور اتفاقی در آب حرکت می‌کنند. با افزایش غلظت اسید تعداد ذره‌های موجود از آن در حجم معینی از محلول افزایش می‌یابد و تعداد بیشتری از ذره‌های اسیدی شانس واکنش با ذره‌های سطحی سنگ مرمر را خواهند داشت. در نتیجه سرعت واکنش افزایش می‌یابد.

واکنش‌های گازی



با افزایش فشار گاز، تعداد برخوردهای بین ذره‌ها در مدت زمانی معین افزایش می‌یابند.

به سرنگ‌های شکل مقابل نگاه کنید:

با بستن انتهای سرنگ، فشار گازهای موجود در داخل سرنگ را تا چه حدی می‌توان افزایش داد؟ با فشرده کردن پیستون سرنگ، تعداد ذره‌های گازی تغییری نمی‌کنند ولی همین تعداد در حجم کوچکتری قرار می‌گیرند. به عبارت دیگر غلظت گاز افزایش خواهد یافت. بنابراین:

در واکنش‌های گازی با افزایش فشار، سرعت واکنش افزایش می‌یابد.

اثر دما

چرا مواد غذایی را در یخچال نگهداری می‌کنیم؟ در مواد غذایی ترکیباتی وجود دارند که می‌توانند با اکسیژن هوا واکنش دهند.

آیا تابه حال مزه‌ی شیر فاسد شده را چشیده‌اید؟ اگر این کار را انجام دهید متوجه ترش مزه بودن آن می‌شوید (البته انجام چنین کاری را پیشنهاد نمی‌کنیم). روغن و چربی موجود در بسیاری از مواد غذایی در تماس با هوا ترش مزه می‌شوند. این مواد با اکسیژن هوا واکنش داده و اسید تولید می‌کنند.

دمای کم یخچال سرعت فاسد شدن مواد غذایی را کاهش می‌دهد. برای مشاهده‌ی اثر دما بر روی سرعت واکنش‌ها، واکنش زیر را انجام می‌دهیم:



آزمایش ۷-۲ اثر دما بر روی سرعت واکنش

مقدارهای یکسانی از محلول سدیم تیوسولفات و محلول رقیق شده‌ی هیدروکلریک اسید را در ارلن بریزید.



محلول اسید رقیق را اضافه کرده و گرفتن زمان را آغاز کنید.



قسمتی از علامت X که قابل مشاهده است



مدت زمانی را که طول می‌کشد تا علامت X ناپدید شود را اندازه‌گیری کنید.

• مشاهدات خود را بنویسید.

با گذشت زمان و به دلیل تولید گوگرد، محلول کاملاً کدر می‌شود. برای به دست آوردن سرعت واکنش می‌توان مدت زمان کدر شدن محلول را اندازه‌گیری کرد. شکل داده شده چگونگی انجام واکنش را نشان می‌دهد:

در هر آزمایش ۵۰ میلی لیتر محلول سدیم تیوسولفات را در دماهای داده شده در جدول

زیر به ارلن اضافه کنید و ارلن را روی علامت X قرار دهید. سپس به آن ۵ میلی لیتر محلول اسید اضافه کنید و ارلن را به هم بزنید و مدت زمانی که طول می‌کشد تا علامت X ناپدید شود را اندازه‌گیری کنید. نتایج آزمایش را در جدول زیر ثبت کنید:



دما (°C)	زمان ناپدید شدن علامت X (ثانیه)
۲۰	
۳۰	
۴۰	
۵۰	

• چگونه می‌توان دقت و صحت آزمایش را افزایش داد؟

• در چه دمایی علامت X سریعتر ناپدید می‌شود؟

• از جدول بالا چه اطلاعاتی را می‌توان بدست آورد؟

با انجام این آزمایش می‌توان فهمید که:

با افزایش دما، سرعت انجام واکنش افزایش می‌یابد.



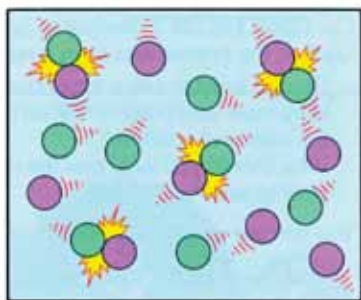
بررسی اثر دما بر سرعت واکنش

افزایش دما چه تأثیری بر حرکت ذره‌ها دارد؟
با افزایش انرژی، ذره‌ها با سرعت بیشتری در اطراف خود حرکت می‌کنند. بنابراین تعداد برخوردهای شان با یکدیگر در زمان مشخصی بیشتر شده و در نتیجه واکنش نیز با سرعت بیشتری انجام خواهد شد.

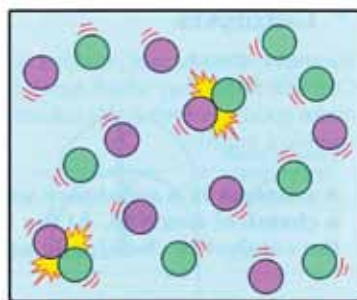
اما عامل دیگری نیز وجود دارد که باعث افزایش سرعت واکنش می‌شود. تعدادی از برخوردهای بین ذرات واکنش دهنده به دلیل نداشتن انرژی کافی نمی‌توانند منجر به انجام واکنش شوند. با افزایش دما، ذرات با سرعت بیشتری حرکت کرده و با شدت بیشتری با یکدیگر برخورد می‌کنند. در نتیجه تعداد برخوردهایی که منجر به انجام واکنش می‌شوند و **برخورد مؤثر** نام دارند نیز افزایش خواهند یافت.

با افزایش دما:

- ۱- تعداد برخوردهای ذرات با یکدیگر در واحد زمان افزایش می‌یابد.
- ۲- تعداد برخوردهایی که منجر به انجام واکنش می‌شوند افزایش می‌یابد.



واکنش در دمای 40°C



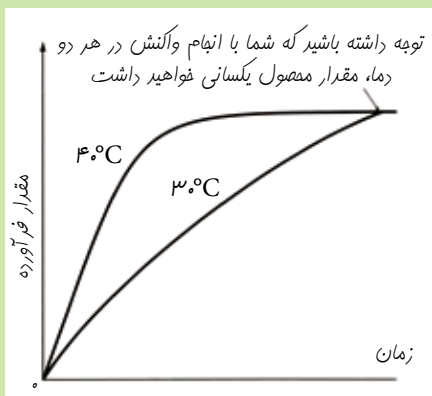
واکنش در دمای 30°C

تغییر دما تأثیر مهمی در افزایش سرعت واکنش‌ها دارد، به طوری که معمولاً با افزایش دما به اندازه‌ی 10°C ، سرعت واکنش دو برابر می‌شود.

مثال

در این مثال تمامی عوامل‌ها به غیر از دما ثابت نگه داشته شده‌اند. به نمودار داده شده توجه کنید: نکته‌ی قابل توجه در این نمودار، به دست نیاوردن فرآورده‌ی بیشتر در دماهای بالاتر است.





در واقع مقدار فرآورده‌ی یکسانی را به دست می‌آوریم اما سریع‌تر و در مدت زمان کمتر.

- واکنش در دمای 30°C سریع‌تر انجام می‌شود یا در دمای 40°C ؟
- چگونه می‌توانید بگویید که کدام واکنش سرعت بیشتری دارد؟
- به نظر شما در دمای 50°C شکل نمودار واکنش چگونه خواهد بود؟

کاتالیزگر

پیش از این با کاتالیزگرها آشنا شده‌اید. آیا به خاطر می‌آورید که چه فلزهایی (و یا ترکیب‌های فلزی) کاتالیزگرهای خوبی بودند؟ در صنعت برای کم کردن قیمت محصول تولید شده در یک واکنش از کاتالیزگر استفاده می‌شود.

کاتالیزگر ماده‌ای است که سرعت واکنش را افزایش می‌دهد و در پایان واکنش بدون تغییر باقی می‌ماند.

بنابراین با انتخاب کاتالیزگری مناسب، می‌توان در مدت زمان معینی، مقدار محصول بیشتری را تولید کرد.



بتونه در مدت کوتاهی پس از استفاده از کاتالیزگر به سرعت سفت می‌شود.

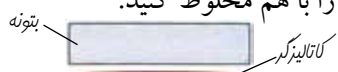
آیا تا به حال پُر کردن سطح فرورفته‌ی یک ماشین تصادفی را با بتونه‌های مخصوص دیده‌اید؟ تعمیرکاران دوست دارند برای سفت شدن سریع‌تر بتونه از کاتالیزگر استفاده کنند. چگونگی استفاده از بتونه را در شکل داده شده مشاهده می‌کنید:



دستورالعمل استفاده:

۱- سطحی که باید بتونه شود را تمیز و خشک کنید.

۲- مانند شکل زیر بتونه و کاتالیزگر را با هم مخلوط کنید.



۳- بتونه را به سرعت روی سطح مورد نظر بمالید.

- آیا به مقدار زیادی کاتالیزگر احتیاج دارید؟
- چرا باید سطح را قبل از بتونه زدن تمیز و خشک کرد؟
- چرا باید تنها به همان مقداری که از این مواد نیاز دارید، برداشته و با یکدیگر مخلوط کنید؟
- در آزمایش زیر می‌توانید اثر کاتالیزگر را بر روی سرعت واکنش ببینید:

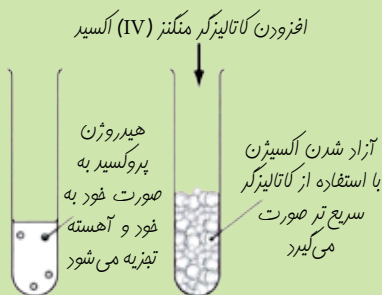
آزمایش ۱-۲ تجزیه‌ی آب اکسیژنه (هیدروژن پروکسید)

مقداری آب اکسیژنه را در یک لوله‌ی آزمایش بریزید.



- در دیواره و سطح داخلی لوله‌ی آزمایش چه چیزی مشاهده می‌کنید؟

- آیا سرعت تشکیل حباب‌ها بیشتر شده است؟
- بر اثر تجزیه‌ی آب اکسیژنه، گاز اکسیژن آزاد می‌شود. برای آزمایش کردن گاز اکسیژن می‌توان یک کبریت نیمه افروخته (کبریتی که مدت زمان کوتاهی از خاموش شدن آن می‌گذرد) را به لوله‌ی آزمایش نزدیک کرد. در این صورت چه اتفاقی می‌افتد؟

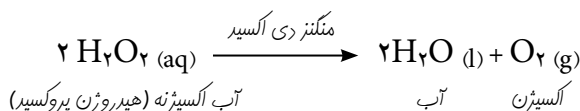


حالا مقداری پودر منگنز (IV) اکسید را به لوله‌ی آزمایش اضافه کنید و دوباره آزمایش گاز اکسیژن را انجام دهید.

- بلافاصله پس از اضافه کردن پودر منگنز (IV) اکسید چه اتفاقی می‌افتد؟
- آیا کبریت نیمه افروخته در این شرایط دوباره روشن می‌شود؟



پودر منگنز (IV) اکسید در واکنش تجزیه‌ی آب اکسیژنه (هیدروژن پروکسید) نقش کاتالیزگر را دارد:

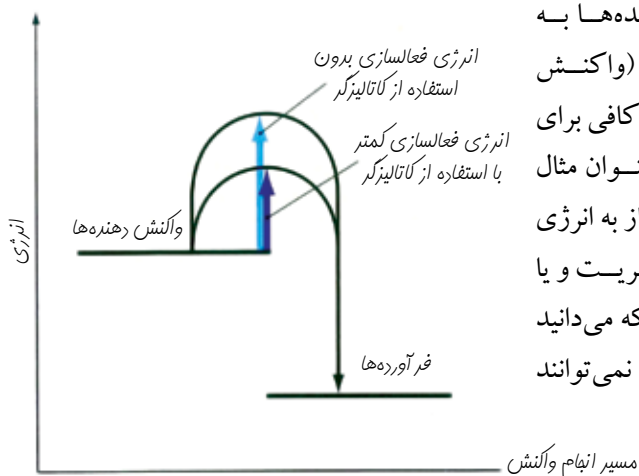


کاتالیزگر در معادله‌ی واکنش نوشته نمی‌شود و فقط نام آن را بر روی علامت $\rightarrow$ می‌نویسیم تا نشان دهیم که کاتالیزگر در تمام لحظه‌های آزمایش حضور دارد.

• در آزمایش ۸-۲ چگونه می‌توان منگنز (IV) اکسید را برای استفاده‌ی دوباره از محلول جدا کرد؟ (منگنز (IV) اکسید در آب حل نمی‌شود)

چگونگی عملکرد کاتالیزگر

آیا نمودارهایی که تغییرات انرژی در طی انجام یک واکنش را نشان می‌دادند، به خاطر دارید؟ این نمودارها میزان تغییرات انرژی را در هنگام انجام واکنش بین واکنش دهنده‌ها نشان می‌دهند.



برای تبدیل واکنش دهنده‌ها به محصولات، این ذره‌ها (واکنش دهنده‌ها) باید دارای انرژی کافی برای انجام واکنش باشند. به عنوان مثال برای روشن کردن چراغ گاز به انرژی حاصل از روشن کردن کبریت و یا جرقه نیاز داریم. همانطور که می‌دانید برخوردی با انرژی کم نمی‌تواند موجب انجام واکنش شوند.

به کمترین انرژی مورد نیاز برای انجام یک واکنش شیمیایی، انرژی فعالسازي می‌گویند.

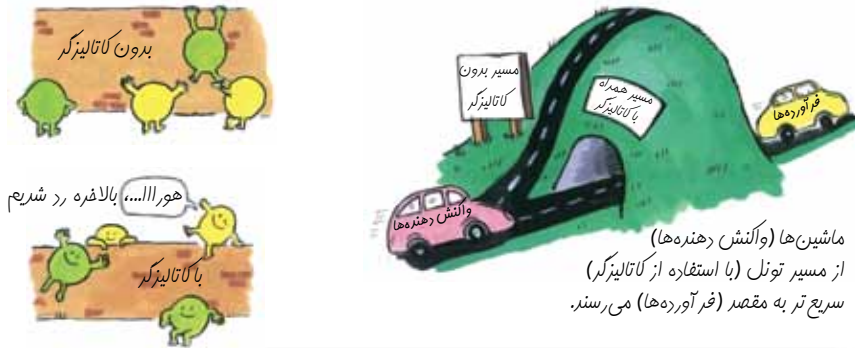
به نمودار تغییرات انرژی داده شده توجه کنید:

وقتی یک واکنش گرماده آغاز می‌شود، می‌تواند گرمای مورد نیاز برای ادامه یافتن واکنش را فراهم کرده و باعث پیشرفت خود به خودی واکنش شود.

کاتالیزگر، انرژی فعالسازي را کاهش می‌دهد.



کاتالیزگر شرایط انجام واکنش بین ذره‌های واکنش دهنده با یکدیگر را ساده‌تر می‌کند. در حضور کاتالیزگر تعداد ذره‌های بیشتری دارای انرژی کافی برای انجام واکنش خواهند بود.



ماشین‌ها (واکنش دهنده‌ها)
از مسیر تونل (با استفاده از کاتالیزگر)
سریع‌تر به مقصد (فرآورده‌ها) می‌رسند.

تحقیق ۹-۲ کاتالیزگرها

۱- کدامیک از اکسیدهای فلزی در واکنش تجزیه‌ی آب اکسیژنه نقش کاتالیزگر را دارند؟

۲- آیا مقدار کاتالیزگر در سرعت واکنش تجزیه‌ی آب اکسیژنه تأثیری دارد؟

- به نظر شما در واکنش تجزیه‌ی آب اکسیژنه چه اتفاقی می‌افتد؟
- در این آزمایش باید چه نکات ایمنی را رعایت کرد؟
- چگونه می‌توان سرعت تجزیه‌ی آب اکسیژنه را در حضور کاتالیزگرهای مختلف اندازه‌گیری کرد؟



آزمیم‌ها

آیا تابه حال تبلیغات مربوط به پودرهای شوینده‌ی بیولوژیکی (زیستی) را دیده‌اید (در صفحه‌های بعدی در مورد این مواد بیشتر توضیح خواهیم داد)؟ این پودرها دارای آنزیم‌هایی هستند که لکه‌های چربی را از بین می‌برند.

آزمیم‌ها کاتالیزگرهای بیولوژیکی (زیستی) هستند و از مولکول‌های پروتئینی بزرگ تشکیل شده‌اند.

آزمیم‌ها باعث می‌شوند که واکنش‌های شیمیایی در دماهای پایین موجود در بدن موجودات زنده انجام شوند. هر آنزیمی برای یک واکنش شیمیایی خاص مورد استفاده قرار می‌گیرد.



برای مثال آنزیم آمیلاز که در بزاق دهان وجود دارد، نشاسته را در دهان تجزیه می کند.



آنزیم ها کمک می کنند تا هضم غذا در داخل بدن ما راحت تر انجام شود.

در مبحث قبلی واکنش تجزیه ی آب اکسیژنه را در حضور کاتالیزگر مناسب مشاهده کردید. آب اکسیژنه ماده ای سمی است که می تواند در بدن موجودات زنده تولید شود. ولی ما در بسیاری از سلول های بدن مان آنزیمی داریم که می تواند به سرعت این ماده را تجزیه کند. در آزمایش زیر واکنش تجزیه ی آب اکسیژنه در حضور آنزیم را خواهید دید:

آزمایش ۱۰ - ۲ تجزیه ی آب اکسیژنه (هیدروژن پروکسید) در حضور آنزیم

۲۵ میلی لیتر محلول آب اکسیژنه را در ارلن ریخته و قطعه ای جگر تازه را در آن بیندازید.

- مشاهدات خود را بنویسید.



گاز تولید شده را با یک کبریت روشن و یا فندک الکتریکی ملتهب شده مورد آزمایش قرار دهید.

- گاز تولید شده در این واکنش چیست؟

برخی از گیاهان نیز می توانند آب اکسیژنه را تجزیه کنند. برای سنجش این موضوع، قطعه های

خرد شده ی سیب زمینی یا کرفس را در داخل ارلن قرار دهید و ۲۵ میلی لیتر آب اکسیژنه بر روی آن بریزید.

- چه چیزی مشاهده می کنید؟

- آیا سرعت تجزیه ی آب اکسیژنه تغییر خواهد کرد؟

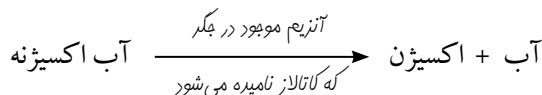
آنزیم موجود در جگر سرعت تجزیه ی آب اکسیژنه را افزایش می دهد. این آنزیم مانند آنزیم های دیگر برای بدن بسیار مفید است.



هر مولکول آنزیم در هر ثانیه می‌تواند با تعداد زیادی از واکنش دهنده‌ها ارتباط داشته و سرعت واکنش آنها را افزایش دهد.



آنزیم‌ها به ما کمک می‌کنند تا مولکول‌های بزرگ غذا را تجزیه کنیم.



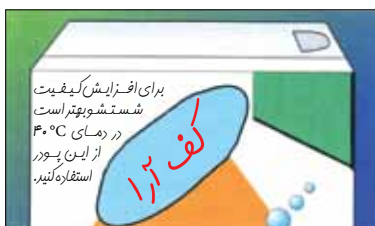
چگونگی عملکرد آنزیم‌ها

آنزیم‌ها مولکول‌های بزرگ پروتئین هستند. هر آنزیمی شکل مخصوصی دارد. واکنش دهنده‌ها در ساختار آنزیم‌ها قرار می‌گیرند (مانند قرار گرفتن کلید در قفل). در واقع واکنش دهنده‌ها در جایگاه‌های فعال آنزیم که محل انجام واکنش هستند، قرار می‌گیرند. به شکل زیر توجه کنید:



آنزیم‌های دیگری وجود دارند که می‌توانند از متصل کردن مولکول‌های کوچک به یکدیگر، مولکول‌های بزرگتری را به وجود بیاورند.

بررسی اثر دما بر روی آنزیم‌ها



در شکل مقابل جعبه‌ی یک پودر شوینده‌ی بیولوژیکی نشان داده شده است:

این شوینده در چه دمایی کارکرد بهتری دارد؟ آنزیم موجود در این شوینده در آب جوش بدون تأثیر خواهد بود. آزمایش بعد را انجام دهید تا با تأثیر دما بر عملکرد آنزیم‌ها آشنا شوید:



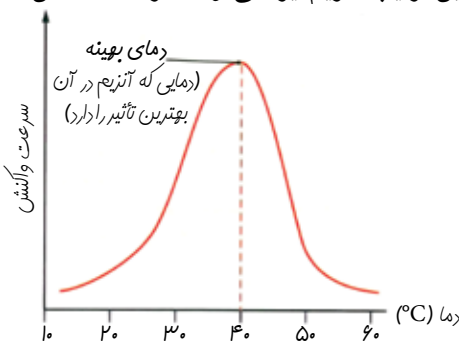
آزمایش ۱۱ - ۲ گرم کردن آنزیم‌ها

در این آزمایش میزان تأثیر جگر تازه و جگر پخته شده را در تجزیه‌ی آب اکسیژنه مورد بررسی قرار می‌دهیم. ۲۵ میلی لیتر محلول آب اکسیژنه را در ارلن ریخته و قطعه‌ای جگر تازه را در آن بیندازید. به سرعت تجزیه شدن آب اکسیژنه توجه کنید. حال این آزمایش را با جگر پخته شده انجام دهید و نتیجه را مشاهده کنید.

- برای اینکه آزمایش طرح شده از قطعیت بیشتری برخوردار شود، چه راهی پیشنهاد می‌کنید؟
- چه تفاوتی بین اثر جگر تازه و جگر پخته شده بر روی سرعت واکنش تجزیه‌ی آب اکسیژنه وجود دارد؟

آنزیم‌ها در دماهای بالا بدون تأثیر بوده و از کار می‌افتند.

به نظر شما با افزایش دما، عملکرد آنزیم‌ها دچار چه تغییری می‌شود؟ آنزیم بر اثر گرم شدن شدید، تغییر شکل می‌دهد. بنابراین واکنش دهنده‌ها نمی‌توانند به خوبی در جایگاه‌های فعال آن قرار بگیرند. به این ترتیب آنزیم نیز نمی‌تواند سرعت واکنش را افزایش دهد.



به نمودار داده شده نگاه کنید:

- دمای را که آنزیم در آن بیشترین کارایی را دارد چه می‌نامند؟
- دمای بدن شما چقدر است؟ به نظر شما چرا بیشتر آنزیم‌ها بیشترین کارایی را در دمای ۴۰ °C از خود نشان می‌دهند؟

تغییر pH نیز می‌تواند باعث تغییر شکل یافتن و از کار افتادن آنزیم شود.

شیمی در عمل: کاربردهای آنزیم‌ها

ماست

هزاران سال است که مردم ماست و پنیر را از شیر تهیه می‌کنند، بدون آنکه با آنزیم‌ها و چگونگی عملکرد آنها آشنا باشند. شیر دارای یک ماده‌ی قندی به نام **لاکتوز** است که بر اثر فعالیت باکتری‌های موجود در شیر به **لاکتیک اسید** تبدیل می‌شود.



این تغییر اولین مرحله از تولید ماست و پنیر است. لاکتیک اسید باعث ترش شدن شیر شده و همین عامل از شیر محافظت می‌کند.

امروزه ماست و پنیر را از شیر پاستوریزه تهیه می‌کنند. شیر پاستوریزه را در دماهای بالایی حرارت می‌دهند تا تمام باکتری‌های آن از بین بروند. در نتیجه تهیه کنندگان این محصولات می‌توانند باکتری‌های مورد نظر خود را برای بهتر شدن کیفیت ماست و پنیر به شیر اضافه کنند.



به نظر می‌رسد اولین بار ماست در
ثاورمیانه تولید شده است.

آنزیم‌های موجود در باکتری، قند لاکتوز را به قندهای ساده‌تری تجزیه کرده و سپس آنزیم‌های دیگری نیز این قندها را به لاکتیک اسید تبدیل می‌کنند.

پنیر

بعد از ترش شدن شیر، مایه‌ی پنیر را به آن اضافه می‌کنند. این ماده از معده‌ی گوساله تهیه می‌شود. آنزیم‌های موجود در مایه‌ی پنیر موجب لخته شدن شیر و تولید پنیر می‌شوند. البته پنیرهای ویژه‌ای نیز وجود دارند که به آنها پنیرهای گیاهی گفته می‌شود. آنزیم‌های مورد استفاده برای تهیه‌ی این پنیرها از نوعی قارچ تهیه می‌شوند.

توده‌ی لخته شده را که با آب پنیر همراه است به شدت فشرده کرده و قالب گیری می‌کنند. سپس اجازه می‌دهند تا فرآیند تشکیل پنیر کامل شود. در مرحله‌ی آخر آنزیم‌های دیگری بر روی چربی و پروتئین‌های حاصل اثر می‌گذارند تا طعم و بافت پنیر به صورت مطلوبی شکل بگیرد.



مفره‌های موجود در این پنیر توسط باکتری‌ها
(با تولید کردن گاز کربن دی‌اکسید) ایجاد می‌شوند.

گاهی برای تولید و کامل شدن برخی از پنیرهای مرغوب نزدیک به ۸ تا ۹ ماه زمان احتیاج داریم. اما امروزه با پیشرفت فناوری، آنزیم‌هایی تولید شده‌اند که این مدت زمان را به مقدار زیادی کاهش می‌دهند.



پودرهای شوینده بیولوژیکی

پودرهای شوینده بیولوژیکی (زیستی) دارای آنزیم‌هایی برای از بین بردن لکه‌ها هستند. کار کردن ماشین لباسشویی در دماهای پایین باعث صرفه جویی در انرژی می‌شود. این شوینده‌ها معمولاً دارای سه آنزیم هستند. آنزیم پروتئاز برای تجزیه کردن پروتئین‌ها استفاده می‌شود. آنزیم لیپاز برای تجزیه کردن چربی‌ها بوده و آنزیم سلولاز نیز برای نرم کردن پارچه به کار می‌رود.



همچنین این پودرها دارای مواد زیر نیز می‌باشند:

- ماده‌ی پاک کننده
- نرم کننده‌ی آب
- سفید کننده (برای از بین بردن لکه‌های رنگی)
- براق کننده

پیش از این با کاربردهای آنزیم‌ها در صنایع غذایی آشنا شدیم. می‌توان کاربردهای بیشتری را نیز برای آنزیم‌ها نام برد. امروزه در تهیه‌ی چرم با پوست حیوانات از آنزیم‌ها استفاده می‌شود. در گذشته پوست حیوانات را برای تهیه چرم به مدفوع سگ و خوک آغشته می‌کردند!



اما خوشبختانه از ابتدای قرن بیستم استفاده از آنزیم‌ها در صنعت آغاز شد. یک شیمیدان آلمانی به نام «آتورام» دلیل استفاده از مدفوع سگ و خوک را توضیح داد. در این مواد آنزیم پروتئاز وجود دارد که پروتئین‌ها را تجزیه می‌کند. این آنزیم را می‌توان از لوزالمعده‌ی (پانکراس) گاو و یا خوک به دست آورد (در این صورت از میزان بوی نامطبوع آن نیز کاسته خواهد شد).



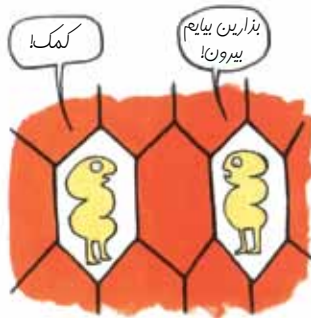
تکنولوژی استفاده از آنزیم‌ها در صنعت در واقع از سال ۱۹۵۰ آغاز شد. کارایی آنزیم‌ها در صنعت به عنوان کاتالیزگر ۱۰۰۰۰ برابر بیشتر از کاتالیزگرهای دیگر است. یک مولکول آنزیم می‌تواند در هر ثانیه سرعت ۱۰ میلیون واکنش (بین ذره‌ها) را افزایش دهد! همچنین واکنش‌ها در حضور آنزیم‌ها در دماهای پایین‌تری انجام می‌شوند و باعث صرفه‌جویی در میزان مصرف انرژی خواهند شد.

آیا شکلات‌های مغزدار را دوست دارید؟ مزه‌ی این شکلات‌ها را می‌پسندید؟ آیا تا به حال از خودتان پرسیده‌اید که این خوراکی‌ها چگونه تهیه می‌شوند؟ شکلات را با ساکارز (همان شکر) که به چای و یا قهوه اضافه می‌کنیم) و یک آنزیم مخلوط می‌کنند و اجازه می‌دهند تا ساکارز توسط این آنزیم به قندهای گلوکز و فروکتوز تجزیه شود. این قندهای کوچکتر در مقایسه با ساکارز بهتر در آب حل می‌شوند. به جدول داده شده توجه کنید:

صنعت	موارد استفاده‌ی آنزیم‌ها
داروسازی	ساخت پنی سیلین / درمان سرطان
قنادی / شکلات سازی	تجزیه‌ی نشاسته به گلوکز (از کربوهیدرات استفاده می‌شود) / تبدیل ساکارز به فروکتوز که شیرینی کمتری داشته و در غذاهای رژیمی مورد استفاده قرار می‌گیرد (از ایزومراز استفاده می‌شود) / تجزیه‌ی ساکارز به گلوکز و فروکتوز / ساخت ماده‌ی شیرین کننده‌ی مصنوعی
فرآورده‌های گوشتی	تُرد و نازک کردن گوشت
تولید غذای کودک	آغاز کننده (و آسان کننده)‌ی هضم غذا

ما تا اینجا فقط به نکات مثبت استفاده از آنزیم‌ها اشاره کردیم، در حالی که به کارگیری این مواد مشکلات خاص خود را نیز به همراه دارد. به عنوان مثال برای کاتالیز کردن یک واکنش خاص، به یک آنزیم **خالص** (و نه مخلوط موجود در سلول‌ها) احتیاج داریم. تهیه‌ی آنزیم‌های خالص کار دشواری است و باعث افزایش قیمت آنزیم می‌شود.





همچنین خارج کردن آنزیم‌ها از مخلوط به دست آمده (محصول) کار بسیار دشواری است. بیوتکنولوژیست‌ها برای از کار انداختن آنزیم‌های موجود در محصول، روش‌های مختلفی پیشنهاد کرده‌اند برای مثال آنها را در حفره‌های پلاستیک مانندی به دام می‌اندازند و اصطلاحاً گفته می‌شود که آنزیم‌ها تثبیت شده‌اند.



تحقیق ۱۲-۲ منیزیم و اسید

نوار منیزیمی با محلول رقیق هیدروکلریک اسید واکنش می‌دهد و گاز هیدروژن تولید می‌شود.



عوامل مؤثر بر سرعت این واکنش را بنویسید.

خلاصه‌ی فصل

سرعت واکنش‌های شیمیایی با افزایش عوامل زیر بیشتر خواهند شد:

- سطح تماس
- غلظت (در مورد گازها می‌توان از فشار گاز به جای غلظت نام برد)
- دما

نظریه‌ی برخورد اثر این عوامل را بر روی سرعت واکنش توضیح می‌دهد. با افزایش تعداد برخوردهای بین ذرات واکنش دهنده در مدت زمانی مشخص، سرعت واکنش افزایش می‌یابد. با افزایش دما شدت برخوردهای صورت گرفته بین ذرات افزایش خواهد یافت. سرعت برخی از واکنش‌های شیمیایی را می‌توان با استفاده از کاتالیزگر افزایش داد. کاتالیزگر سرعت واکنش را افزایش می‌دهد و در پایان واکنش بدون تغییر باقی می‌ماند.

- آنزیم‌ها، مولکول‌های پروتئینی هستند که به عنوان کاتالیزگرهای بیولوژیکی (زیستی) شناخته می‌شوند.

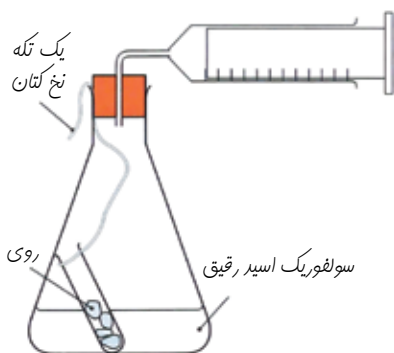


◀ پرسش‌ها

- ۱- جاهای خالی را با کلمه (های) مناسب پُر کنید:
 (آ) ذره‌های جامد کوچک به ویژه در حالت پودری شکل، سطح تماس دارند.
 سطح تماس باعث افزایش سرعت واکنش خواهد شد.
 (ب) با افزایش غلظت، مقدار از مواد با یکدیگر واکنش می‌دهند. زیرا تعداد برخوردهای بین ذرات می‌یابد و در نتیجه سرعت واکنش می‌شود.
 (پ) دما باعث می‌شود واکنش‌ها با سرعت بیشتری انجام شوند. ذره‌های گرم‌تر دارای انرژی بیشتری هستند و در نتیجه به اطراف حرکت می‌کنند. این موضوع به مفهوم آن است که تعداد برخوردها بین آنها می‌شود و همچنین برخوردهای صورت گرفته دارای بیشتری بوده و مؤثرتر خواهند بود.
 (ت) ماده‌ای است که سرعت واکنش را افزایش می‌دهد.
 (ث) کاتالیزگری است که در بدن موجودات زنده وجود دارد.



۴- محسن و پدرام می‌خواهند با انجام آزمایشی سرعت واکنش فلز روی با محلول رقیق سولفوریک اسید را اندازه‌گیری کنند. آنها برای این کار از سیستمی مانند شکل زیر استفاده کردند:



آ) چرا تکه‌های فلز روی در لوله‌ی آزمایش قرار داده شده‌اند؟

ب) آنها چگونه می‌توانند آزمایش را شروع کنند؟

محسن حجم گاز تولید شده در هر دقیقه را اعلام می‌کرد و پدرام این اعداد را در جدولی ثبت می‌کرد. نتایج به دست آمده به صورت زیر هستند:

زمان (دقیقه)	۰	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸
حجم گاز (cm ³)	۰	۱۵	۲۴	۳۲	۳۳	۳۹	۴۰	۴۰	۴۰

پ) نتایج موجود در این جدول را در یک نمودار رسم کنید. نقطه‌ای که به نظر می‌رسد در اطلاعات به دست آمده به اشتباه ثبت شده است را بر روی منحنی مشخص کنید. حال با حذف این نقطه، بهترین منحنی که می‌توانید را رسم کنید.

ت) در کدام دقیقه، واکنش دارای بیشترین سرعت می‌باشد؟

ث) چقدر طول می‌کشد تا واکنش به طور کامل تمام شود؟

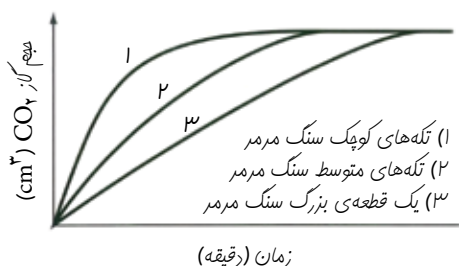
ج) نام گازی که در این واکنش آزاد می‌شود را بیان کنید.

چ) اگر مقداری مس سولفات به ظرف واکنش اضافه کنید، سرعت آزاد شدن گاز بیشتر خواهد شد. با رسم یک نمودار نقطه چینی بر روی همان نمودار قبل، نشان دهید که چه تغییری در سرعت انجام واکنش اتفاق می‌افتد.

۵- آ) کاتالیزگر چه نوع ماده‌ای است؟

ب) هیدروژن پراکسید پس از تجزیه شدن به آب و گاز اکسیژن تبدیل می‌شود. این واکنش با اکسید برخی از فلزهای واسطه کاتالیز می‌شود. فرض کنید شما اکسید فلزهای مس، منیزیم و نیکل را در اختیار دارید. توضیح دهید که چگونه می‌توانید نشان دهید کدامیک از آنها کاتالیزگر مناسب‌تری هستند.





۶- چند دانش آموز قصد دارند تا اثر سطح تماس بر روی سرعت یک واکنش را مورد بررسی قرار دهند. آنها برای این کار از واکنش بین چند قطعه سنگ مرمر (کلسیم کربنات) با هیدروکلریک اسید رقیق استفاده کردند.

آ) این دانش آموزان چگونه می‌توانند نتایجی قابل قبول و مطمئن‌تر داشته باشند؟
 ب) بیشترین سطح تماس مربوط به چه اندازه‌ای از سنگ مرمر است (تمام سنگ‌ها دارای جرم یکسانی هستند)؟
 پ) کدام نوع از این سنگ‌ها با سرعت بیشتری واکنش می‌دهند؟ پاسخ خود را چگونه تفسیر می‌کنید؟
 ت) این دانش آموزان همین آزمایش را با جرم یکسانی از پودر کلسیم کربنات انجام دادند. به نظر شما منحنی جدیدی که به دست آورده‌اند چگونه خواهد بود؟

جرم ظرف واکنش و محتویات آن (g)	زمان (دقیقه)
۸۰/۰۰	۰
۷۸/۵۰	۱
۷۷/۵۰	۲
۷۶/۹۵	۳
۷۶/۶۰	۴
۷۶/۴۱	۵
۷۶/۳۳	۶
۷۶/۳۰	۷
۷۶/۳۰	۸

۷- در واکنش مطرح شده در پرسش قبل، در هنگام انجام شدن واکنش، جرم ظرفی که واکنش دهنده‌ها در آن وجود دارند با گذشت زمان کاهش می‌یابد.

آ) علت کاهش تدریجی جرم ظرف چیست؟
 ب) شکل وسایل و سیستمی که در انجام این واکنش استفاده می‌شوند را رسم کنید.
 در جدول زیر نتایج به دست آمده از انجام واکنش در دمای 20°C را مشاهده می‌کنید:
 پ) منحنی تغییرات جرم در زمان‌های مختلف را رسم کنید.
 ت) منحنی دیگری را به صورت نقطه چین رسم کنید که این تغییرات را در دمای 30°C نشان دهد.



فصل سوم
واکنش‌های
برگشت‌پذیر



مفهوم برگشت پذیری در واکنش ها

آیا تابه حال از مسواک هایی که رنگ آن ها قبل و در هنگام مسواک زدن تغییر می کند استفاده کرده اید؟ این مسواک ها از موادی پلاستیکی تهیه شده اند که با گرم و سرد شدن تغییر رنگ می دهند.



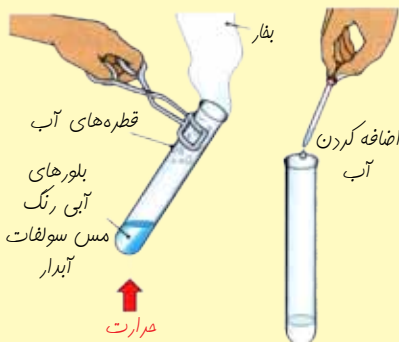
با سرد شدن مسواک رنگ بدنه چه تغییری می کند؟ به شکل مقابل نگاه کنید:

- چرا رنگ مسواک در هر دو حالت (سرد شدن و گرم شدن) تغییر می کند؟

به واکنش هایی که در دو جهت رفت و برگشت انجام می شوند، واکنش های برگشت پذیر می گویند.

برخی از واکنش های شیمیایی برگشت پذیر هستند. فرآورده های حاصل از واکنش در جهت رفت، با یکدیگر واکنش می دهند و دوباره واکنش دهنده ها را تولید می کنند. برای درک بیشتر این موضوع به مثال زیر توجه کنید:

آزمایش ۱-۳ تغییر رنگ مس سولفات



مقداری از بلورهای آبی رنگ مس سولفات آبدار را در یک لوله ای آزمایش ریخته و حرارت دهید. حرارت دادن را تا جایی ادامه دهید که رنگ بلورها تغییر کند.

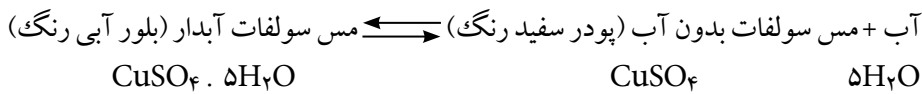
- مشاهدات خود را بنویسید. در اطراف دهانه ی لوله ی آزمایش چه چیزی را مشاهده می کنید؟
- بعد از سرد شدن لوله ی آزمایش با استفاده از قطره چکان چند قطره آب به آن بیافزایید.

- چه اتفاقی می افتد؟
- چگونه می توان دوباره بلورهای سفید رنگ را به دست آورد؟



با حرارت دادن مس سولفات آبدار آبی رنگ، مولکول‌های آب که در ساختار بلوری آن به دام افتاده‌اند خارج خواهند شد. به این واکنش، آب زدایی می‌گویند که نوعی از واکنش‌های گرماگیر است. با آب زدایی از مس سولفات آبدار (که آبی رنگ است)، پودر سفید رنگ مس سولفات بدون آب تولید می‌شود. با افزودن آب به این پودر، دوباره ذره‌های آبی رنگ مس سولفات آبدار تولید خواهند شد. به این واکنش آبدار شدن می‌گویند که نوعی واکنش گرماده (گرمازا) است.

برای نشان دادن واکنش برگشت‌پذیر از دو علامت پیکان (فلش) با دو جهت مختلف استفاده می‌کنند.



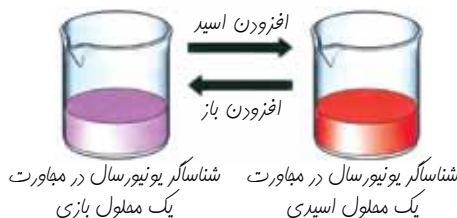
مقدار انرژی گرفته شده در واکنش رفت با مقدار انرژی داده شده در واکنش برگشت یکسان است.

اگر واکنش رفت یک واکنش گرماگیر باشد، واکنش برگشت گرماده خواهد بود. ضمن آنکه انرژی تولید شده در واکنش برگشت، برابر با مقدار انرژی است که در واکنش رفت گرفته شده است.

چند تغییر برگشت‌پذیر

تغییر رنگ شناساگرها در محیط‌های اسیدی و بازی، مثالی از واکنش‌های برگشت‌پذیر می‌باشد. برخی از شناساگرها در حالت‌های اسیدی و یا بازی رنگ‌های متفاوتی از خود نشان می‌دهند. آیا رنگ شناساگر لیتموس را در مجاورت یک ماده‌ی اسیدی و یا یک ماده‌ی بازی به خاطر دارید؟

قبلاً با آزمایش خنثی کردن یک محلول اسیدی با ماده‌ای بازی آشنا شده‌اید.



آیا به خاطر دارید در این آزمایش از چه شناساگری استفاده کردیم؟ چرا حتی اگر مقدار اسید یا باز اضافه شده بیشتر از مقدار مورد نیاز باشد، نیازی به انجام دوباره‌ی آزمایش نیست؟

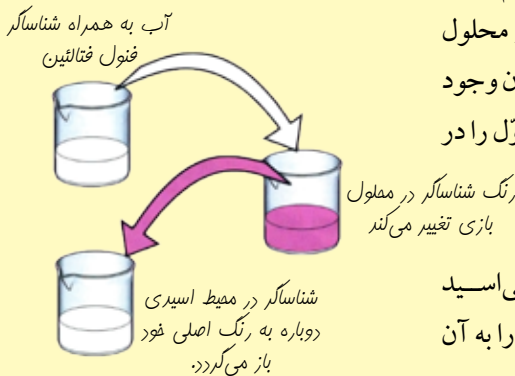


آزمایش ۲ - ۳ تغییر رنگ

محلول فنول فتالین در محیط اسیدی بی رنگ بوده و در محیط بازی ارغوانی رنگ است.



اسید و باز
فنول فتالین



مقداری از محلول فنول فتالین را در یک بشر دارای آب بریزید. بشر دیگری را با محلول سدیم هیدروکسید (سود سوزآور) شستشو دهید. ممکن است بشر دوم خالی به نظر برسد، اما در واقع چند قطره از محلول سدیم هیدروکسید در دیواره‌ی ظرف آن وجود دارد. محلول موجود در داخل بشر اول را در بشر دوم خالی کنید.

• چه اتفاقی می افتد؟ چرا؟

یک بشر دیگر که در آن مقدار کمی اسید وجود دارد را برداشته و محلول قبل را به آن اضافه کنید.

• چه اتفاقی می افتد؟ چرا؟

در ادامه با یک واکنش برگشت پذیر دیگر آشنا خواهید شد:

از انجام واکنش بین آمونیاک و هیدروکلریک اسید در حالت گازی شکل، پودر سفید رنگ آمونیوم کلرید تشکیل می شود. شما می توانید با انجام آزمایش زیر، حالت برگشت این واکنش را بررسی کنید:

آزمایش ۳ - ۳ گرم کردن آمونیوم کلرید - یک واکنش برگشت پذیر



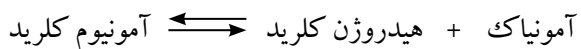
مقداری آمونیوم کلرید را در یک لوله‌ی آزمایش ریخته و به آرامی حرارت دهید.

• در بخش‌های خنک لوله‌ی آزمایش چه چیزی را مشاهده می کنید؟

• توضیح دهید که در لوله‌ی آزمایش چه اتفاقی می افتد؟



حرارت دادن آمونیوم کلرید جامد باعث تجزیه شدن این ماده‌ی سفید رنگ و تبدیل شدن آن به آمونیاک و گاز هیدروژن کلرید خواهد شد. با کاهش دما، گازهای تولید شده دوباره با یکدیگر واکنش داده و آمونیوم کلرید را تولید می‌کنند.



◀ تعادل پویا

بسیاری از واکنش‌های شیمیایی «یک طرفه» هستند. یعنی واکنش دهنده‌ها با یکدیگر واکنش داده و فرآورده‌ها (محصولات) را تولید می‌کنند. اما فرآورده‌ها نمی‌توانند به راحتی و با انجام واکنش برگشت، به مواد اولیه تبدیل شوند. برای مثال نمی‌توان یک کیک پخته شده را به آرد، شکر، تخم مرغ و روغن تبدیل کرد!

گاهی اوقات فرآورده‌ها می‌توانند دوباره واکنش دهنده‌ها را تولید کنند (پیش از این با برخی از چنین واکنش‌هایی آشنا شدید). اگر اجازه ندهید که هیچ یک از واکنش دهنده‌ها و یا فرآورده‌ها از ظرفی که واکنش در آن انجام می‌گیرد خارج شوند، واکنش‌های رفت و برگشت می‌توانند به طور هم زمان انجام شوند. در واقع هم واکنش دهنده‌ها به فرآورده‌ها تبدیل می‌شوند و هم فرآورده‌ها به مواد واکنش دهنده‌ی اولیه تبدیل خواهند شد. در این «سیستم‌های بسته»، واکنش‌های رفت و برگشت **سرعت یکسانی** خواهند داشت. در چنین شرایطی می‌گوییم یک **تعادل پویا** (دینامیک) برقرار شده است.

آیا می‌دانید معنی کلمه‌ی «دینامیک» (پویا) چیست؟ واژه‌ی دینامیک به معنای حرکت و جنبش است. در تعادل دینامیک، حرکتی ثابت وجود دارد. واکنش دهنده‌ها به طور پیوسته در حال تبدیل به فرآورده‌ها هستند و فرآورده‌ها نیز دائماً به مواد اولیه تبدیل می‌شوند. در واقع به یک نقطه‌ی تعادل رسیده ایم.

در حالت تعادل، سرعت واکنش رفت با سرعت واکنش برگشت برابر است.

• به نظر شما در نقطه‌ی تعادل چه تغییری در مقدار واکنش دهنده‌ها و فرآورده‌ها ایجاد می‌شود؟

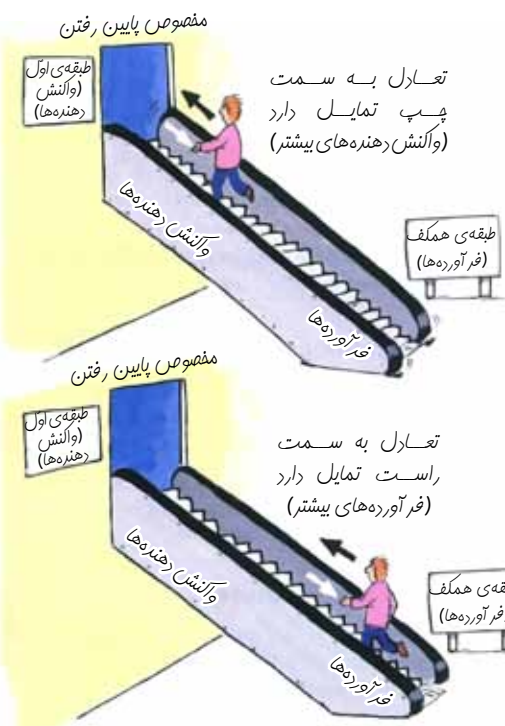




زمانی که به تعادل می‌رسیم، مقدار واکنش دهنده‌ها و فرآورده‌ها ثابت باقی می‌ماند. اینطور به نظر می‌رسد که هیچ تغییری در این سیستم بسته ایجاد نمی‌شود. به شکل داده شده توجه کنید. این شکل به توضیح مفهوم تعادل پویا کمک خواهد کرد.

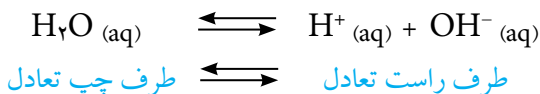
موقعیت تعادل

باید توجه کرد که رسیدن به تعادل مانند یکسان شدن دو کفه‌ی یک ترازوی شاهین‌دار نیست. در واقع نباید انتظار داشت که مقدار واکنش دهنده‌ها با مقدار فرآورده‌ها دقیقاً برابر شود. برای درک بهتر این موضوع به شکل داده شده دقت کنید:



مرد نشان داده شده در شکل می‌تواند در ابتدا و یا انتهای پله برقی قرار بگیرد و لزومی ندارد که حتماً در وسط پلکان باشد تا تعادل پویا برقرار شود. فقط کافی است تا سرعت بالا رفتن او از پله برقی با سرعت پایین آمدن پله برابر باشد. با توجه به نوع مواد شرکت کننده در واکنش، تعادل می‌تواند در سمت واکنش دهنده‌ها بوده و یا به طرف فرآورده‌ها باشد.

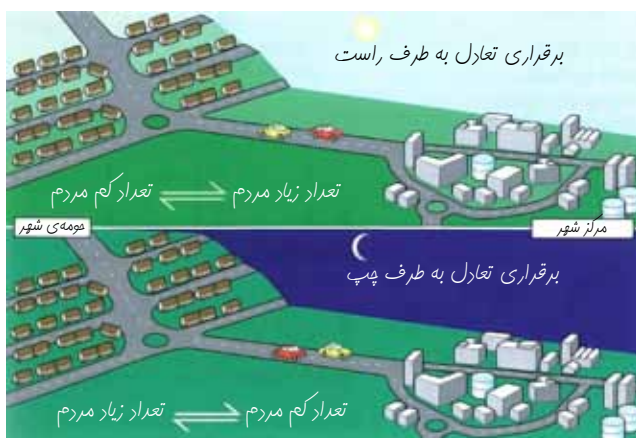
پیش از این با واکنش تعادلی زیر آشنا شده‌اید:



در آب مقدار ناچیزی از یون‌های H^+ و OH^- وجود دارد.

• به نظر شما تعادل به کدام سمت از معادله‌ی واکنش تمایل دارد؟

برای درک بهتر وجود تعادل در سمت چپ و یا راست معادله‌ی یک واکنش شیمیایی، به شکل زیر نگاه کنید:



در هنگام روز، تعداد افرادی که به محل کار خود در مرکز شهر آمده‌اند، بیشتر از تعداد افرادی است که در خانه‌های شان در مومعه‌ی شهر قرار دارند. هر چند برخی از مردم در این هنگام به خانه‌های خود باز می‌گردند، اما افرادی که برای خرید کردن به مرکز شهر می‌آیند، جابگیرین این تعادل خواهند شد.

در هنگام شب، تعداد افرادی که در خانه‌های خود در مومعه‌ی شهر هستند، بیشتر از تعداد افرادی است که به محل کارشان در مرکز شهر رفته‌اند. هر چند برخی از مردم که زمان کاری آن‌ها در نوبت شب است در این هنگام به مرکز شهر می‌روند، اما افرادی که ریز وقت از محل کارشان به خانه باز خواهند گشت، جابگیرین این تعادل می‌شوند.

تغییر در موقعیت تعادل

با تغییر در شرایط انجام واکنش می‌توان موقعیت تعادل را تغییر داد. به عنوان مثال می‌توان غلظت واکنش دهنده‌ها یا فرآورده‌ها را تغییر داد. دما نیز می‌تواند بر روی تعادل یک مجموعه مؤثر باشد. در واکنش‌هایی که حداقل یکی از مواد (واکنش دهنده یا فرآورده) موجود در آن گازی شکل باشد، می‌توان با تغییر فشار وضعیت تعادل را جابجا کرد.

تعادل همواره به سمتی جابجا می‌شود تا اثر تغییر ایجاد شده را از بین ببرد.

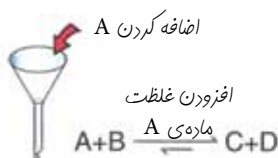


«هنری لوویس لوشاتلیه»

«هنری لوویس لوشاتلیه» (از سال ۱۸۵۰ تا سال ۱۹۳۶ میلادی می‌زیست) یک شیمی‌دان فرانسوی بود که بسیاری از تحقیقات اولیه‌ی انجام شده بر روی تعادل در واکنش‌ها توسط او انجام گرفته است.



تغییر غلظت

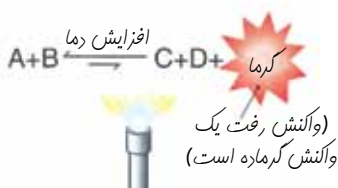


برای کاهش غلظت ماده‌ی A، تعادل به سمت راست جابجا می‌شود.

با افزایش غلظت واکنش دهنده‌ها، برای مدت زمان کوتاهی واکنش رفت (واکنش از سمت چپ به سمت راست) با سرعت زیاد پیش می‌رود و این وضعیت تا زمان رسیدن

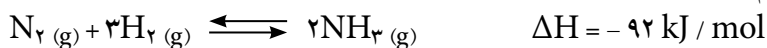
به تعادل ادامه می‌یابد. در حقیقت با افزایش غلظت مواد موجود در سمت چپ واکنش (واکنش دهنده‌ها)، برای کاهش این اثر ایجاد شده، تعادل به سمت راست حرکت می‌کند.

تغییر دما



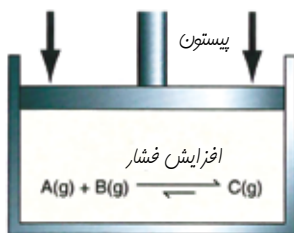
برای کاهش اثر افزایش دما، تعادل به سمت چپ جابجا می‌شود.

آیا می‌توانید تصور کنید که با افزایش دمای یک مخلوط در حال تعادل چه اتفاقی می‌افتد؟ در این صورت تعادل به سمتی خواهد بود که موجب کاهش دما شود. به واکنش زیر توجه کنید. در صنعت از این واکنش برای تولید آمونیاک در فرآیندی به نام فرآیند هابر استفاده می‌شود.



واکنش رفت یک واکنش گرما ده است، بنابراین واکنش برگشت گرما گیر خواهد بود. در نتیجه با افزایش دما شرایط برای انجام واکنش برگشت فراهم می‌شود و به این ترتیب دما کاهش خواهد یافت. بنابراین در دماهای بالا، مخلوط موجود در تعادل دارای مقدار بیشتری از گازهای N_2 و H_2 نسبت به حالت قبل (دماهای پایین) خواهد بود.

تغییر فشار



واکنش به سمتی پیش می‌رود که تعداد مولکول‌های گاز کمتری دارد تا اثر افزایش فشار از بین رفته و فشار کاهش یابد.

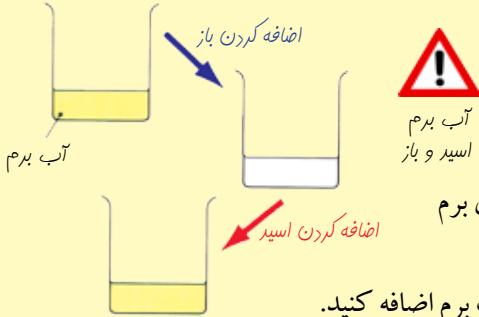
تغییر فشار نیز می‌تواند بر روی یک مخلوط در حال تعادل تأثیر گذار باشد. اما برای این کار لازم است که تعداد مولکول‌های گازی موجود در دو سمت معادله‌ی واکنش با یکدیگر تفاوت داشته باشند.



با افزایش فشار تعادل به سمتی جابجا می‌شود که اثر این افزایش فشار را از بین ببرد. بنابراین واکنش به سمتی پیش می‌رود که تعداد مولکول‌های گازی کمتری داشته و در واقع فشار کمتری دارد.

شما می‌توانید در آزمایش بعدی موقعیت تعادل را تغییر دهید:

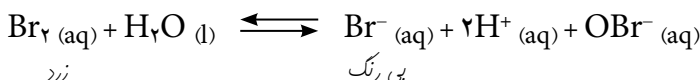
آزمایش ۴-۳ آب برم



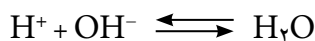
مقداری آب برم را در یک بشر بریزید.

- آب برم چه رنگی دارد؟
- شدت رنگ زرد به مقدار مولکول‌های برم (Br_2) موجود در محلول بستگی دارد.
- مقداری سدیم هیدروکسید به محلول آب برم اضافه کنید.
- رنگ محلول چه تغییری می‌کند؟
- تعداد مولکول‌های برم موجود در محلول چه تغییری خواهند کرد؟
- حالا مقداری هیدروکلریک اسید رقیق به این محلول اضافه کنید.
- چه تغییری را مشاهده می‌کنید؟
- تعداد مولکول‌های برم موجود در محلول چه تغییری خواهند کرد؟

آب برم یک مخلوط تعادلی به صورت زیر است:



وقتی شما یک محلول بازی (OH^-) را به این محلول اضافه می‌کنید، یون‌های H^+ از بین می‌روند. در واقع یک واکنش خنثی شدن اتفاق می‌افتد که قبلاً با آن آشنا شده‌اید و عبارت است از:



بنابراین تعادل به سمت راست جابجا می‌شود تا یون‌های H^+ مصرف شده دوباره توسط واکنش تولید شوند. این موضوع به معنای آن است که باید تعداد بیشتری از مولکول‌های Br_2 و H_2O با یکدیگر واکنش دهند. در نتیجه رنگ زرد محلول کم رنگ شده و یا حتی بی‌رنگ خواهد شد.



وقتی شما به این محلول مقداری اسید می‌افزایید، دوباره مقدار یون‌های H^+ در مخلوط افزایش خواهد یافت و تعادل به سمت چپ جابجا می‌شود تا اثر آنها را از بین ببرد. این کار باعث تولید مولکول‌های Br_2 شده و شدت رنگ زرد محلول را افزایش می‌دهد.

حال سعی کنید آزمایش زیر را انجام دهید:

آزمایش ۵-۳ واکنش تعادلی بین یون کرومات و یون دی کرومات



پتاسیم کرومات
اسید و باز

$$H^+ + \text{یون‌های کرومات} \rightleftharpoons \text{یون‌های دی کرومات}$$

زرد

نارنجی

مقدار کمی سولفوریک اسید رقیق را به محلول پتاسیم کرومات اضافه کنید.



رنگ محلول چه تغییری می‌کند؟

- چه تغییری در تعداد یون‌های کرومات و دی کرومات موجود در داخل بشر ایجاد می‌شود؟
- چگونه می‌توانید مقدار یون کرومات موجود در محلول را افزایش دهید؟
- مقداری از محلول سدیم هیدروکسید را به محلول داخل بشر اضافه کنید. چه اتفاقی می‌افتد؟
- آیا می‌توانید تغییرات ایجاد شده در این واکنش را توضیح دهید؟

❖ اسید قوی و ضعیف



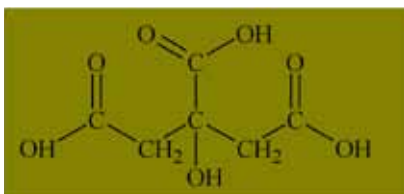
باتری ماشین دارای سولفوریک اسید
(H_2SO_4) است که یک اسید قوی می‌باشد.

یک گروه از مواد بسیار مهم و پُر کاربردی که در سال‌های گذشته با آنها آشنا شدید اسیدها هستند. همانطور که می‌دانید تمام اسیدها دارای اتم هیدروژن هستند و محلول آنها نیز یون H^+ دارد. اما برخی از اسیدها توانایی تولید یون‌های H^+ بیشتری را دارند که آنها را **اسیدهای قوی** می‌نامیم. تصور کنید تعداد یکسانی از مولکول‌های چند ماده‌ی اسیدی که در مقدار یکسانی آب حل شده‌اند را در اختیار دارید.





پرتقال دارای اسیدی
ضعیف به نام سیتریک اسید
($C_6H_8O_7$)
با سافت‌بار زیر است:

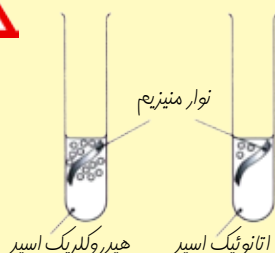


در این صورت یک اسید قوی در مقایسه با یک اسید ضعیف مقدار بیشتری از یون H^+ را در محلول تولید خواهد کرد. برای مثال هیدروکلریک اسید (HCl) اسیدی قوی است در حالی که استیک اسید یا اتانوئیک اسید (CH_3COOH) یک اسید ضعیف به شمار می‌رود.

در آزمایش بعدی می‌توانید برخی از تفاوت‌های اسیدهای قوی و ضعیف را مشاهده کنید:



اسید



آزمایش ۶-۳ مقایسه‌ی اسید قوی و ضعیف

برای انجام آزمایش‌های زیر از محلول‌های هیدروکلریک اسید و اتانوئیک اسید (استیک اسید) استفاده کنید.

- چرا باید هر دو اسید مورد استفاده دارای غلظت یکسانی باشند؟

آزمایش ۱: به هر یک از اسیدها مقداری شناساگر یونیورسال (عمومی) اضافه کنید.

- pH اسیدها چقدر است؟

آزمایش ۲: مقدار یکسانی از نوار منیزیمی را به هر یک از اسیدها اضافه کنید.

- چه تفاوتی بین آنها مشاهده می‌کنید؟

آزمایش ۳: به اندازه‌ی یک اسپاتول سدیم کربنات را به هر یک از اسیدها اضافه کنید.

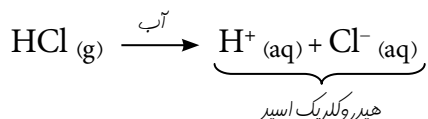
- چه تفاوتی بین آنها مشاهده می‌کنید؟

آزمایش ۴: با استفاده از یک مدار الکتریکی مناسب، میزان رسانایی هر دو اسید را آزمایش کنید.

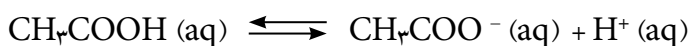
- چه تفاوتی را در شدت روشنایی لامپ موجود در مدار مشاهده می‌کنید؟



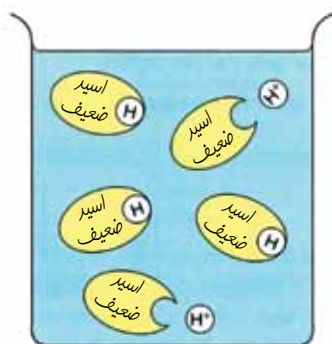
اسیدهای قوی تقریباً به طور کامل در آب تفکیک می‌شوند و یون H^+ تولید می‌کنند.
برای مثال:



توجه داشته باشید که HCl در دمای اتاق به صورت گازی شکل است و پس از حل شدن در آب به یون‌های H^+ و Cl^- تفکیک شده و خاصیت اسیدی خود را نشان می‌دهد. اسیدهای ضعیف در محلول به حالت تعادل پویا می‌رسند. این اسیدها نیز مانند اسیدهای قوی در آب تفکیک می‌شوند. اما در همان لحظه یون‌های H^+ با یون‌های منفی حاصل از تفکیک به یکدیگر می‌پیوندند و دوباره مولکول‌های اسیدی را تولید می‌کنند. برای مثال در مورد اتانویک اسید می‌توان گفت:



در چنین اسیدهایی به طور هم‌زمان هر سه گونه (مولکول اسید، H^+ و ذره‌ی منفی حاصل از تفکیک اسید) در داخل محلول وجود دارند. زمانی که سرعت تفکیک استیک اسید با سرعت تولید آن برابر شود، تعادل برقرار خواهد شد. هر قدر یک اسید ضعیف تر باشد، تعادل مربوط به تفکیک آن بیشتر به سمت چپ جابجا می‌شود. به این ترتیب مولکول‌های اسیدی تفکیک نشده‌ی بیشتری در محلول وجود خواهند داشت و مقدار یون‌های H^+ تولید شده (که باعث ایجاد خاصیت اسیدی می‌شوند) کاهش می‌یابند.



در این شکل تفکیک جزئی یک اسید ضعیف نشان داده شده است. مولکول اسیدهای ضعیف شامل مولکول‌های تفکیک نشده‌ی اسید هستند که با یون‌های H^+ و تعدادی یون منفی در تعادل می‌باشند. به خاطر کمتر بودن تعداد یون‌های موجود در محلول این اسیدها، رسانایی الکتریکی آنها کمتر از محلول اسیدهای قوی خواهد بود.



❖ شیمی در عمل: پیدایش مفهوم اولیه‌ی اسید و باز

«سوانت آرنیوس» در نوزدهم فوریه‌ی سال ۱۸۵۹ میلادی در سوئد به دنیا آمد. او از همان کودکی بسیار باهوش و با استعداد بود، به طوری که توانست در سه سالگی خواندن را فرا بگیرد! تحصیلات دانشگاهی را در دانشگاه اوپسالا آغاز کرد. اگرچه سوانت همیشه در دوران تحصیل خود موفق بود، اما در هنگام انجام پروژه‌ی دانشگاهی خود دچار یأس و ناامیدی شدیدی شد.



سوانت آرنیوس از سال ۱۸۵۹ میلادی تا سال ۱۹۲۷ میلادی می‌زیست. نظریه‌ی او در مورد اسیدها و یون‌ها با تأثیر زیادی پذیرفته شد.

اساتید دانشگاه اوپسالا توجهی به عقیده‌ی او در مورد رسانایی الکتریکی محلول‌ها نداشتند. در واقع آنها نمی‌توانستند بپذیرند که مولکول‌ها می‌توانند در آب تفکیک شده و به یون‌های (ذره‌های باردار) جدا از یکدیگر تبدیل شوند. از طرفی او نیز بسیار جوان‌تر از آن بود که بتواند به اساتید خود بگوید که در اشتباه هستند!

اما برخی دیگر از دانشمندان جوان اروپایی، نظریه‌ی منطقی سوانت را درک کرده و پذیرفتند. ملاقات او با این افراد و بحث و تبادل نظرهایی که بین آنها صورت گرفت، باعث کامل‌تر شدن نظریه‌ی آرنیوس شد. در دهه‌ی ۱۸۹۰، کشف ذره‌های باردار در درون اتم (الکترون و پروتون) نیز دلیل محکم‌تری را برای اثبات درستی این نظریه فراهم آورد.

سوانت برای گسترش و تکمیل نظریه‌ی خود با تلاش و پشتکار زیادی به تحقیقاتش ادامه داد و عنوان کرد که مولکول‌های اسیدی در آب تفکیک می‌شوند. او گفت که این مواد یون‌های هیدروژن (H^+) تولید می‌کنند و مواد قلیایی (بازها) نیز باعث ایجاد یون‌های هیدروکسید (OH^-) در آب خواهند شد. همین تفکرات و فعالیت‌های علمی بود که باعث شد آرنیوس در سال ۱۹۰۳ موفق به گرفتن جایزه‌ی نوبل شیمی شود. البته در حال حاضر تعریف‌های دقیق‌تری از اسیدها و بازها ارائه شده است که در سال‌های آینده با آنها آشنا خواهید شد.



خلاصه‌ی فصل

• تعداد زیادی از واکنش‌های شیمیایی به صورت یک طرفه یا برگشت ناپذیر انجام می‌شوند. در این حالت واکنش دهنده‌ها به فرآورده‌ها تبدیل می‌شوند ولی فرآورده‌ها نمی‌توانند باعث تولید واکنش دهنده‌ها شوند.

• بعضی از واکنش‌های شیمیایی دوطرفه یا برگشت پذیر هستند. یعنی واکنش دهنده‌ها به فرآورده‌ها تبدیل می‌شوند و فرآورده‌ها نیز می‌توانند دوباره واکنش دهنده‌ها را تولید کنند.

• اگر در یک واکنش برگشت پذیر هیچ یک از ذرات موجود در ظرف واکنش امکان خروج از آن را نداشته باشند، واکنش می‌تواند به حالت تعادل برسد. در این حالت مقدار واکنش دهنده‌ها و فرآورده‌ها ثابت باقی می‌ماند.

• در این نقطه، واکنش در یک تعادل پویا (دینامیک) قرار دارد و سرعت واکنش رفت با سرعت واکنش برگشت برابر خواهد بود.

• با تغییر شرایط انجام واکنش می‌توان موقعیت تعادل را نیز تغییر داد. تعادل همواره به سمتی جابجا می‌شود که اثر تغییر ایجاد شده را از بین ببرد. باید توجه داشت که اضافه کردن کاتالیز گر به واکنش موقعیت تعادل را جابجا نخواهد کرد، اما سرعت رسیدن به تعادل را افزایش می‌دهد. همچنین کاتالیز گر نمی‌تواند بازده واکنش را افزایش دهد و مقدار فرآورده‌ی تولید شده تغییری نمی‌کند، بلکه سرعت به دست آوردن همان مقدار از فرآورده بیشتر خواهد شد.



• اسیدها و بازهای قوی در آب به طور کامل تفکیک شده و به یون تبدیل می‌شوند.



پریش‌ها

۱- جاهای خالی را با کلمه (های) مناسب پُر کنید:

واکنش‌هایی که هم در جهت رفت و هم در جهت برگشت انجام می‌شوند، واکنش نام دارند.

در یک مخلوط در حال در یک سیستم بسته، مقدار واکنش دهنده‌ها و فرآورده‌ها ثابت باقی می‌ماند.

به تعادلی که در آن سرعت واکنش رفت با سرعت واکنش برگشت یکسان است، تعادل گفته می‌شود.

ما می‌توانیم با تغییر دادن غلظت و یا، موقعیت تعادل را جابجا کنیم. تغییر فشار در واکنش‌هایی که تعداد مولکول‌های در دو طرف معادله‌ی واکنش با یکدیگر برابر نیستند، موجب تغییر در سرعت واکنش خواهد شد.

استفاده از موقعیت تعادل را جابجا نمی‌کند اما سرعت رسیدن به تعادل را افزایش می‌دهد.

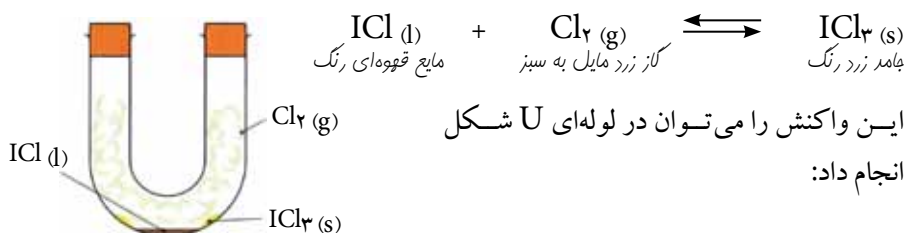
۲- مس سولفات آبدار دارای بلورهایی به رنگ آبی است:

(آ) توضیح دهید که با حرارت دادن مس سولفات آبدار چه اتفاقی می‌افتد؟

(ب) چگونه می‌توان دوباره مس سولفات آبدار را تولید کرد؟

(پ) یک معادله‌ی واکنش برگشت‌پذیر برای این فرآیند بنویسید.

۳- معادله‌ی زیر یک تعادل پویا (دینامیک) را نشان می‌دهد:



(آ) مخلوط تعادلی دارای سه حالت ماده است. منظور از جمله‌ی قبل را بیان کنید.

(ب) فرض کنید فشار داخل لوله‌ی U شکل افزایش یافته است. در این صورت چه تغییری در مخلوط تعادلی ایجاد خواهد شد؟ پاسخ خود را توضیح دهید.

(پ) با خروج گاز کلر از لوله‌ی U شکل، چه تغییری در تعادل ایجاد می‌شود؟ پاسخ خود را توضیح دهید.



فصل چهارم

ترکیب‌های یونی





فلزهایی مانند سریم با نافلزهایی مانند کلر واکنش می‌دهند.
ترکیب‌های پرست آمده از یون تشکیل شده‌اند.

همان گونه که به خاطر دارید گازهای نجیب (عنصرهای گروه هشتم جدول تناوبی) تقریباً هیچ تمایلی برای انجام واکنش‌های شیمیایی ندارند.

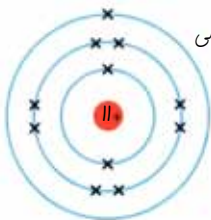
آیا دلیل انتخاب نام گروه را دریافتید؟
در مورد آرایش الکترونی این اتم‌ها چه نظری دارید؟

در اتم گازهای بی‌اثر (نجیب)، لایه‌های بیرونی کاملاً پُر از الکترون بوده و به این ترتیب اتم‌های این عناصر بسیار پایدار هستند. اتم عنصرهای دیگر نیز با پُر شدن لایه‌ی بیرونی خود پایدار خواهند شد. در این قسمت از کتاب با پیوند فلزها و نافلزها و تشکیل ترکیب‌های جدیدی آشنا خواهید شد که بر اساس همین ایده ساخته می‌شوند.

پیوند یونی

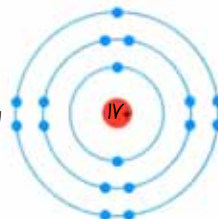
برای شروع بررسی این پیوندها، سدیم کلرید را به عنوان مثال در نظر می‌گیریم:

پیوندهای یونی بین فلزها و نافلزها تشکیل می‌شوند.



اتم Na در لایه بیرونی
فرد ۱ الکترون دارد

اتم Na دارای ۱۱ الکترون است (۱ و ۸ و ۲)



اتم Cl در لایه بیرونی
فرد ۷ الکترون دارد

اتم Cl دارای ۱۷ الکترون است (۲ و ۸ و ۷)

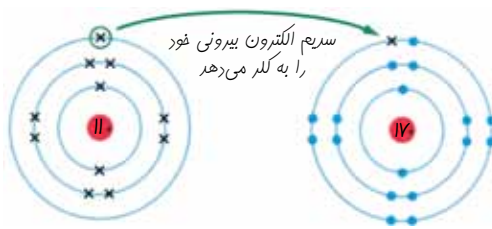


اتم‌های فلزی به اتم‌های نافلزی الکترون می‌دهند

هر دو اتم سدیم و کلر در صورتی که دارای لایه‌ی آخر کاملاً پُر باشند، بسیار پایدارتر خواهند بود. از طرفی برای رسیدن به چنین حالتی همیشه راحت‌ترین راه را انتخاب می‌کنند! همان طور که دیدید سدیم فقط یک الکترون در لایه‌ی بیرونی خود دارد.



- به نظر شما این اتم چطور می‌تواند دارای یک لایه‌ی بیرونی کاملاً پُر از الکترون شود؟ برای سدیم راحت‌تر است که یک الکترون از دست بدهد یا اینکه ۷ الکترون بدست آورد؟
 - به نظر شما این اتم چطور می‌تواند دارای یک لایه‌ی بیرونی کاملاً پُر از الکترون شود؟ برای کلر راحت‌تر است که ۷ الکترون از دست بدهد یا اینکه یک الکترون بدست آورد؟
- وقتی سدیم واکنش می‌دهد، تک الکترون موجود در لایه‌ی خارجی خود را از دست می‌دهد. این کار باعث می‌شود لایه‌ی بیرونی آن (که حالا دومین لایه‌ی آن خواهد بود) به یک لایه‌ی پُر از الکترون تبدیل شود.
- به نظر شما این الکترون به کجا خواهد رفت؟



کلر این الکترون سدیم را می‌گیرد. در واقع این اتم یک الکترون به دست می‌آورد، زیرا فقط یک الکترون نیاز دارد تا لایه‌ی بیرونی خود را کامل کند. به شکل مقابل توجه کنید:

همان‌طور که به خاطر دارید، اتم‌ها در حالت عادی خنثی بوده و تعداد پروتون‌های مثبت و الکترون‌های منفی آن‌ها با یکدیگر برابر هستند. بنابراین هیچ گونه بار الکتریکی نخواهند داشت. اما بعد از اینکه سدیم یک الکترون خود را به کلر داد، دیگر تعداد الکترون‌ها و پروتون‌ها در این دو اتم برابر نیستند. با بررسی این تغییرات می‌توان گفت:

سدیم: ۱۰ الکترون = ۱۰ -

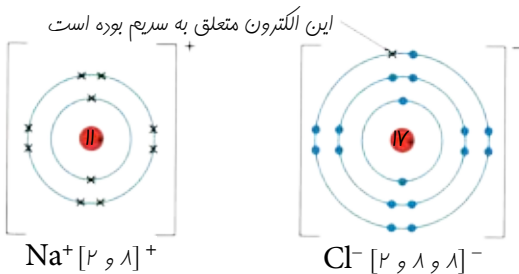
۱۱ پروتون = ۱۱ +

مجموع بار الکتریکی = ۱ -

کلر: ۱۸ الکترون = ۱۸ -

۱۷ پروتون = ۱۷ +

مجموع بار الکتریکی = ۱ +



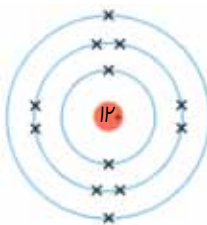
به این ترتیب اتم‌های خنثی به یون‌های باردار تبدیل شده‌اند که به صورت Na^+ و Cl^- نشان داده می‌شوند. می‌توان این یون‌ها را به صورت مقابل نشان داد:



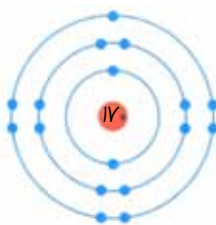
همان طور که می دانید، بارهای الکتریکی مخالف، یکدیگر را جذب می کنند. بنابراین یون های Na^+ و Cl^- به شدت یکدیگر را جذب خواهند کرد، زیرا یکی از آن ها دارای بار الکتریکی مثبت است و دیگری بار الکتریکی منفی خواهد داشت. این نیروهای جاذبه (که جاذبه ی الکتروستاتیک نامیده می شوند) یون ها را در کنار یکدیگر نگه می دارند و **پیوند یونی** نامیده می شوند. میلیون ها یون با یکدیگر پیوند می دهند و **بلورهای** محکمی را می سازند که این نیروهای جاذبه در تمام جهت های آن وجود خواهند داشت (در واقع یون ها به صورت یک شبکه ی بزرگ سه بعدی در کنار هم قرار گرفته اند).

◀ ترکیب های یونی بیشتر

در قسمت های قبلی سدیم کلرید را به عنوان یک ترکیب یونی مورد بررسی قرار دادیم. وقتی سدیم و کلر با یکدیگر واکنش می دهند، هر اتم سدیم به هر اتم کلر، یک الکترون می دهد و اتم ها به صورت یک یه یک با هم واکنش می دهند. بنابراین فرمول سدیم کلرید NaCl خواهد بود.

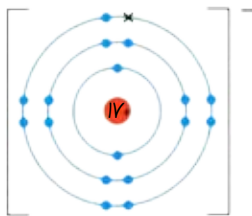


اتم Mg (۲ و ۸ و ۲)

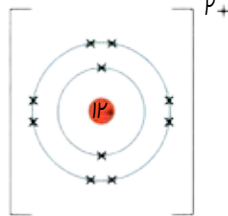


اتم Cl (۲ و ۸ و ۷)

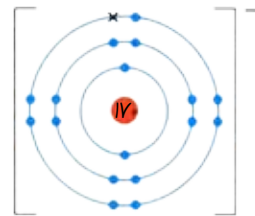
منیزیم در گروه ۲ از جدول تناوبی قرار دارد. همان طور که می دانید، این اتم در لایه ی بیرونی خود دارای ۲ الکترون خواهد بود. این اتم چگونه می تواند یک لایه ی بیرونی کاملاً پر داشته باشد؟ به نظر شما اگر به جای سدیم، فلز منیزیم را با کلر واکنش دهیم چه اتفاقی می افتد؟



Cl^- یون $[\text{Cl}]$ (۲ و ۸ و ۸)



Mg^{2+} یون $[\text{Mg}]$ (۲ و ۸)



Cl^- یون $[\text{Cl}]$ (۲ و ۸ و ۸)

اتم منیزیم در هنگام واکنش ۲ الکترون از دست می دهد. بنابراین یون آن دارای بار الکتریکی $+2$ بوده و به صورت Mg^{2+} نشان داده می شود.



همین طور که می‌بینید هر اتم منیزیم می‌تواند به هر یک از ۲ اتم کلسیم، یک الکترون بدهد.

به این ترتیب فرمول منیزیم کلرید

به صورت $MgCl_2$ خواهد بود.

حالا به واکنش بین سدیم و اکسیژن

نگاهی خواهیم داشت:

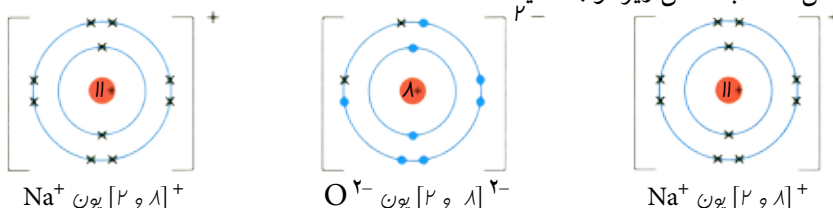


اتم Na (۱ و ۸ و ۲)

اتم O (۶ و ۲)

یک اتم اکسیژن در لایه‌ی بیرونی خود ۶ الکترون دارد. این اتم چگونه می‌تواند لایه‌ی آخر خود

را کامل کند؟ به شکل زیر توجه کنید:



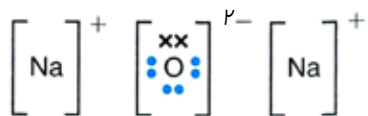
Na^+ یون [۲ و ۸]⁺

O^{2-} یون [۲ و ۸]^{۲-}

Na^- یون [۲ و ۸]⁺

اتم اکسیژن ۲ الکترون به دست می‌آورد که هر کدام از آن‌ها یک بار منفی دارند. بنابراین یون

اکسیژن دارای بار الکتریکی ۲- بوده و به صورت O^{2-} نشان داده می‌شود.



مدل «نقطه و ضربدر» برای Na_2O ، در این مدل فقط الکترون‌های لایه‌ی بیرونی نشان داده می‌شوند.

برای پُر کردن لایه‌ی بیرونی یک اتم اکسیژن،

۲ اتم سدیم مورد نیاز است. بنابراین فرمول

سدیم اکسید به صورت Na_2O خواهد بود.

تعیین فرمول ترکیب‌های یونی

شما تا به حال با چگونگی تشکیل ۳ ترکیب یونی آشنا شدید. به یون‌های تشکیل دهنده‌ی

هر یک از این ترکیب‌ها توجه کنید:

نسبت یون‌های موجود در ترکیب	فرمول	ترکیب یونی
یک Na^+ به ازای یک Cl^-	$NaCl$	سدیم کلرید
یک Mg^{2+} به ازای دو Cl^-	$MgCl_2$	منیزیم کلرید
دو Na^+ به ازای یک O^{2-}	Na_2O	سدیم اکسید



حالا مجموع بار الکتریکی یون‌های موجود در هر ترکیب را مشخص کنید.

• چه چیزی مشاهده می‌کنید؟ آیا مجموع بارهای مثبت و منفی با یکدیگر برابر بوده و موازنه هستند؟ ترکیب‌های یونی در مجموع خنثی می‌باشند. بار موجود در یون‌های این ترکیب‌ها یکدیگر را خنثی می‌کنند. با توجه به این موضوع و همچنین دانستن بار هر یون، می‌توانیم فرمول هر ترکیب یونی را تعیین کنیم. همچنین با قرار دادن بار یک یون به عنوان تعداد مورد نیاز از یون دیگر می‌توان به فرمول ترکیب یونی دست یافت (بار یون مثبت نشان دهنده‌ی تعداد یون‌های منفی است و برعکس).

مثال

منیزیم اکسید



منیزیم اکسید دارای فرمول MgO است

یون‌های منیزیم دارای بار الکتریکی $+2$ هستند (Mg^{2+}).

یون‌های اکسید بار الکتریکی -2 دارند (O^{2-}).

بار الکتریکی موجود بر روی یک یون منیزیم با بار الکتریکی موجود بر روی یک یون اکسید خنثی (موازنه) می‌شود.

$$(2+) + (2-) = 0$$

بنابراین آن‌ها با نسبت یک Mg^{2+} به ازای یک O^{2-} با یکدیگر پیوند می‌دهند. فرمول این ترکیب MgO خواهد بود.

مثال

آلومینیم اکسید کمی پیچیده‌تر است.



آلومینیوم اکسید دارای فرمول Al_2O_3 است

یون‌های آلومینیوم دارای بار الکتریکی $+3$ هستند (Al^{3+}).

یون‌های اکسید بار الکتریکی -2 دارند (O^{2-}).

به این ترتیب باید چند یون آلومینیوم و چند یون اکسید با یکدیگر ترکیب شوند تا بار الکتریکی آن‌ها خنثی (موازنه) شود؟

دو یون Al^{3+} می‌توانند بار الکتریکی سه یون O^{2-} را خنثی کنند.

در واقع می‌توان گفت: $3 \times (2-) = 6-$ و $2 \times (3+) = 6+$ و $(6+) + (6-) = 0$

بنابراین فرمول این ترکیب Al_2O_3 خواهد بود.



توجه داشته باشید که در هنگام نوشتن فرمول یک ترکیب یونی، ابتدا نماد شیمیایی فلز نوشته می‌شود و سپس نماد شیمیایی نافلز قرار می‌گیرد.

• جدول زیر را در دفتر خود نوشته و کامل کنید:

اکسید، O^{2-}	برمید، Br^-	کلرید، Cl^-	
Na_2O		$NaCl$	سدیم، Na^+
		$MgCl_2$	منیزیم، Mg^{2+}
Al_2O_3			آلومینیم، Al^{3+}

ویژگی‌های ترکیب‌های یونی

تا اینجا مشاهده کردید که چگونه فلزها با نافلزها پیوند می‌دهند. در واقع فلزها به نافلزها الکترون می‌دهند. به این ترتیب:



بلورهای دو ترکیب یونی مختلف

فلزها همیشه یون‌های مثبت تولید می‌کنند و نافلزها یون‌های منفی تشکیل می‌دهند.

به شکل دو ترکیب یونی مقابل نگاه کنید:

آیا شباهتی بین این دو ترکیب مشاهده می‌کنید؟

شما می‌توانید در آزمایش زیر، یک ترکیب یونی را بررسی کنید:

آزمایش ۱-۴ بررسی ترکیب‌های یونی

۱- مقداری سدیم کلرید را در زیر یک میکروسکوپ قرار دهید. میکروسکوپ را بر روی ذره‌های سدیم کلرید متمرکز کنید.

• شکل دانه‌های کوچک سدیم کلرید چگونه است؟

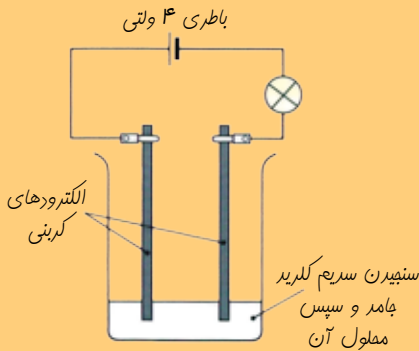
• آیا شکل و زاویه‌های موجود در دانه‌های سدیم کلرید با یکدیگر مشابه هستند؟

به مواد جامدی که دارای شکل هندسی منظم و زاویه‌های مشخصی هستند، **بلور** گفته می‌شود.



۲- مقداری از بلورهای سدیم کلرید را به شدت در یک لوله‌ی آزمایش حرارت دهید.

• چه اتفاقی می‌افتد؟ آیا سدیم کلرید نقطه‌ی ذوب بالایی دارد؟



۳- به اندازه یک قاشق چای خوری از سدیم کلرید را در یک لیوان که نصف آن از آب پُر شده است بریزید. سپس آن را با یک میله‌ی شیشه‌ای به هم بزنید.

• چه اتفاقی می‌افتد؟ آیا سدیم کلرید در آب حل می‌شود؟



کلر

۴- یک مدار الکتریکی مانند شکل مقابل درست کنید:

الکترودهای کربنی را وارد مقداری سدیم کلرید جامد کنید.

• آیا این جامد، رسانای الکتریسیته است؟
حال مقداری آب داخل لیوان بریزید و آن را به هم بزنید.

• آیا در این شرایط لامپ روشن می‌شود؟

• آیا محلول رسانای الکتریسیته است؟

به محض پایان یافتن آزمایش، مدار الکتریکی را قطع کنید.

نقطه‌ی جوش (°C)	نقطه‌ی ذوب (°C)	ترکیب یونی
۱۴۱۳	۸۰۱	NaCl
۱۵۰۵	۸۵۸	KF
۱۴۳۵	۷۳۴	KBr

در این قسمت فهرستی از ویژگی‌های ترکیب‌های یونی آورده شده است:

ترکیب‌های یونی:

• از بلور ساخته شده‌اند (که شکل هندسی مشخصی دارند).

• نقطه‌ی ذوب بالایی دارند.

• اغلب در آب حل می‌شوند.

• در حالت مذاب یا محلول در آب رسانای

جریان الکتریسیته هستند، اما در حالت جامد

چنین خاصیتی ندارند.

ما از این پس پیمان می‌بنهیم که تا آخر عمر در کنار هم بمانیم. و فقط الکترولیز می‌تواند ما را از هم جدا کند!!!



◀ ساختار یونی شبکه‌ای



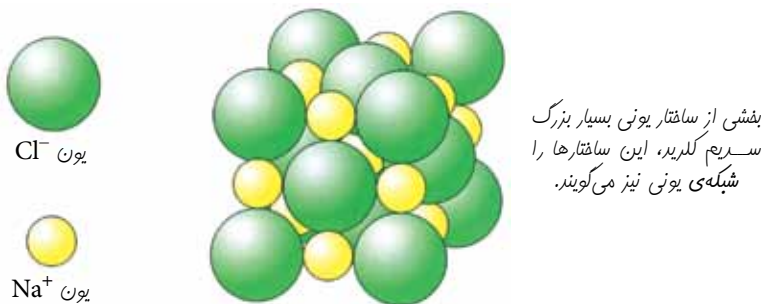
دوروتی هادکین برای کمک
به مشخص شدن ساختار مواد
از پرتوهای X استفاده کرد.

دانشمندان احتیاج دارند که بدانند یون‌ها چگونه در یک ترکیب یونی در کنار هم قرار می‌گیرند. این موضوع به فهمیدن رفتار و ویژگی‌های ترکیب‌های یونی کمک می‌کند.

ما می‌توانیم با تاباندن پرتوهای X به یک بلور، اطلاعاتی را در مورد آن به دست آوریم. در هنگام عبور پرتوهای X از میان یک بلور، الگویی از نحوه‌ی قرار گرفتن اجزای بلور در کنار یکدیگر به دست می‌آید. این الگو آرایش یون‌ها در کنار یکدیگر را مشخص می‌کند.

دانشمندان دریافته‌اند که یون‌ها، ساختارهای شبکه‌ای را تشکیل می‌دهند. میلیون‌ها یون مثبت و منفی در جای خود به صورت ثابت قرار گرفته‌اند.

به شکل زیر نگاه کنید:

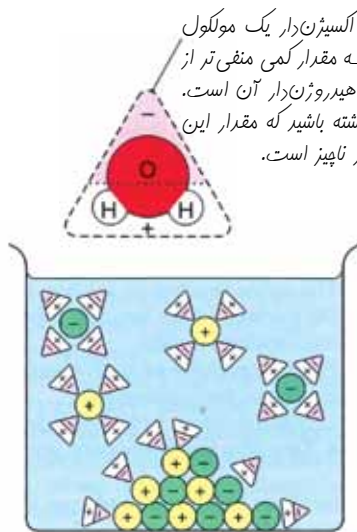


آیا می‌بینید که یون‌ها به صورت یک الگوی منظم و ثابت در کنار یکدیگر قرار گرفته‌اند؟

همین موضوع نشان دهنده‌ی شکل هندسی منظم بلورهای یونی است.

به نظر شما چرا ترکیب‌های یونی دارای نقطه‌ی ذوب بالایی هستند؟ به خاطر دارید که نیروی جاذبه‌ی بین بارهای مخالف، باعث تشکیل پیوندهای یونی قوی خواهد شد. این نیروهای جاذبه در همه‌ی جهت‌ها وجود دارند. حال تصور کنید که باید تمام یون‌های موجود در ساختار یونی شبکه‌ای یک ترکیب یونی (مانند سدیم کلرید) را از یکدیگر جدا کنید! مسلماً غلبه بر نیروهای جاذبه‌ای که در تمام جهت‌ها وجود دارند، انرژی زیادی را نیاز دارد.





مل شدن یک ترکیب یونی در آب

بسیاری از ترکیب‌های یونی در آب حل می‌شوند. برای توضیح این موضوع لازم است نگاه دقیق‌تری به مولکول آب داشته باشیم:

الکترون‌های موجود در H_2O به طور یکنواخت در بین اتم‌های آن توزیع نشده‌اند. در واقع یک طرف مولکول مقداری منفی‌تر از قسمت دیگر آن است (با این پدیده در سال‌های آینده بیشتر آشنا خواهید شد).

به شکل داده شده دقت کنید:

مولکول‌های آب یون‌ها را جذب کرده و آن‌ها را از ساختار شبکه‌ای خود خارج می‌کنند. با حل شدن ترکیب یونی، یون‌های آن می‌توانند آزادانه به اطراف حرکت کنند.

❖ شیمی در عمل: ترکیب‌های یونی-هالیدها

شما تاکنون با چند ترکیب یونی مهم آشنا شده‌اید. به عنوان مثال نمک طعام (سدیم کلرید) از این جمله است که ساختار و ویژگی‌های آن قبلاً مورد بررسی قرار گرفت. در این قسمت تصمیم داریم چند ترکیب یونی مفید و پُرکاربرد از هالوژن‌ها (عنصرهای گروه ۱۷ جدول تناوبی) را بررسی کنیم. به این ترکیب‌ها، هالید گفته می‌شود (که نام آن‌ها از نام هالوژن‌ها گرفته شده است).

سدیم فلوئورید



غذاهای شیرین باعث فراب شدن دندان‌ها می‌شوند.

اگر شما شکلات و یا غذاهای چسبناک (!) بخورید، احتمال پوسیدگی دندان‌های خود را بیشتر کرده‌اید. باکتری‌های موجود در دهان شما که از قند تغذیه می‌کنند، اسید می‌سازند و همین اسید باعث خرابی دندان خواهد شد.



یون‌های فلوئورید به جلوگیری از خراب شدن دندان کمک می‌کنند. همزمان با رشد کودکان، فلوئورید بخشی از ترکیب‌های کلسیم‌دار دندان آن‌ها را تشکیل خواهد داد. این امر تخریب دندان توسط اسیدها را دشوارتر خواهد کرد. در بعضی از کشورها مقداری فلوئورید به منابع آب مصرفی افزوده می‌شود و به این ترتیب مشکلات دندان (به ویژه در کودکان) تا حد مطلوبی کمتر خواهد شد.

البته مقدار زیاد فلوئورید نیز می‌تواند مضر و زیان‌آور باشد. در حقیقت مقدار زیاد این یون می‌تواند سمی باشد! بنابراین در افزودن فلوئورید به آب باید بسیار دقت کرد.

- نظر شما در رابطه با افزودن فلوئورید به منابع آب شهری چیست؟
- چطور می‌توان فهمید که مقدار فلوئورید افزوده شده مناسب بوده و ایمنی لازم را دارد؟

نقره‌هالیدها

این ترکیب‌های در فیلم‌ها و کاغذهای مورد استفاده در عکاسی به کار می‌روند. اگر نقره‌هالیدها در معرض نور قرار بگیرند، تغییر می‌کنند. در صورت امکان آزمایش زیر را انجام دهید:



ظاهر کردن یک عکس

آزمایش ۲-۴ تأثیر نور بر روی نقره‌هالیدها

به دو لوله‌ی آزمایش که هر کدام مقداری سدیم کلرید دارند، محلول نقره نترات اضافه کنید. چه اتفاقی می‌افتد؟

رسوب سفید تولید شده، نقره کلرید است.

همین آزمایش را با دو لوله‌ی آزمایش که دارای سدیم برمید هستند انجام دهید.

آزمایش را برای سدیم یدید نیز تکرار کنید.

لوله‌ی آزمایش دارای هر یک از نقره‌هالیدها را به مدت ۵ دقیقه در یک محفظه‌ی تاریک قرار دهید. حالا هر سه نقره‌هالید را در معرض نور قرار دهید.

- مشاهده‌ی خود را بنویسید.

نقره‌هالیدها در مجاورت نور به نقره تبدیل می‌شوند. همین ویژگی باعث به کار گیری آن‌ها در عکاسی شده است.



خلاصه ی فصل



در یک ساختار یونی شبکه‌ای
نیروهای جاذبه‌ی الکتروستاتیک
قوی در تمام جهات
تأثیر گزار هستند.

• وقتی فلزها و نافلزها با یکدیگر واکنش می‌دهند، ترکیب‌های یونی را می‌سازند. اتم‌های فلزی به اتم‌های نافلزی الکترون می‌دهند. این کار موجب ساخته شدن یون‌های فلزی مثبت و یون‌های نافلزی منفی می‌شود.

• یون‌های دارای بار الکتریکی مخالف (مثبت و منفی) توسط نیروهای الکتروستاتیک قوی به یکدیگر می‌چسبند. به این حالت پیوند یونی گفته می‌شود.

• این یون‌ها به صورت یک ساختار بزرگ در کنار هم قرار می‌گیرند که ساختار یونی شبکه‌ای نام دارند.

• ترکیب‌های یونی:

- از بلورهای منظم ساخته شده‌اند.

- نقطه‌ی ذوب بالایی دارند.

- اغلب در آب حل می‌شوند.

- در حالت مذاب یا محلول در آب (که یون‌های موجود در آنها به صورت آزاد وجود دارند) رسانایی الکتریکی دارند، اما در حالت جامد رسانا نیستند.

پرسش‌ها

۱- جاهای خالی را با کلمه (های) مناسب پُر کنید:

ترکیب‌های از فلزها و نافلزها ساخته شده‌اند.

فلزها همیشه یون‌هایی با بار الکتریکی تولید می‌کنند، و نافلزها یون‌هایی با بار الکتریکی را می‌سازند.

این یون‌ها در ساختارهای یونی در کنار هم قرار می‌گیرند. بلورهای آنها دارای نقطه ذوب هستند و اغلب در آب می‌شوند.

این ترکیب‌ها در حالت مذاب یا محلول در آب رسانایی دارند، اما در حالت این خاصیت را ندارند.



۲- کدام یک از مواد زیر دارای پیوندهای یونی هستند؟ علت انتخاب هر ماده توسط خود را بیان کنید.

آب، H_2O	آمونیاک، NH_3
روی کلرید، $ZnCl_2$	مس اکسید، CuO
پتاسیم فلوئورید، KF	سرب برمید، $PbBr_2$
	متان، CH_4

۳- با رسم شکل نشان دهید که هر یک از اتم‌های داده شده در گزینه‌های زیر، با انتقال الکترون‌های خود، یون تولید می‌کنند (به خاطر دارید که اولین لایه می‌تواند ۲ الکترون در خود نگه دارد، دومین لایه توانایی نگهداری ۸ الکترون را دارد و لایه‌ی سوم نیز می‌تواند ۸ الکترون داشته باشد).

آ) لیتیم، Li (که دارای ۳ الکترون است) و فلوئور، F (که ۹ الکترون دارد).
ب) پتاسیم، K (که دارای ۱۹ الکترون است) و کلر، Cl (که ۱۷ الکترون دارد).

۴- سه یون فلزی زیر را در نظر بگیرید:

لیتیم، Li^+ کلسیم، Ca^{2+} آهن (III)، Fe^{3+}

سه یون نافلزی زیر را نیز در نظر بگیرید:

فلوئورید، F^- یدید، I^- سولفید، S^{2-}

با رسم یک جدول، فرمول ترکیب‌های حاصل از هر یک از این یون‌ها با یکدیگر را مشخص کنید.

۵- با رسم شکل نشان دهید که این اتم‌ها چگونه با انتقال الکترون به یکدیگر، یون‌های خود را تولید می‌کنند:

آ) منیزیم، Mg (با داشتن ۱۲ الکترون) و فلوئور، F (با داشتن ۹ الکترون).
ب) منیزیم، Mg (با داشتن ۱۲ الکترون) و اکسیژن، O (با داشتن ۸ الکترون).



۶- با توجه به جدول تناوبی عنصرها به پرسش‌های زیر پاسخ دهید:

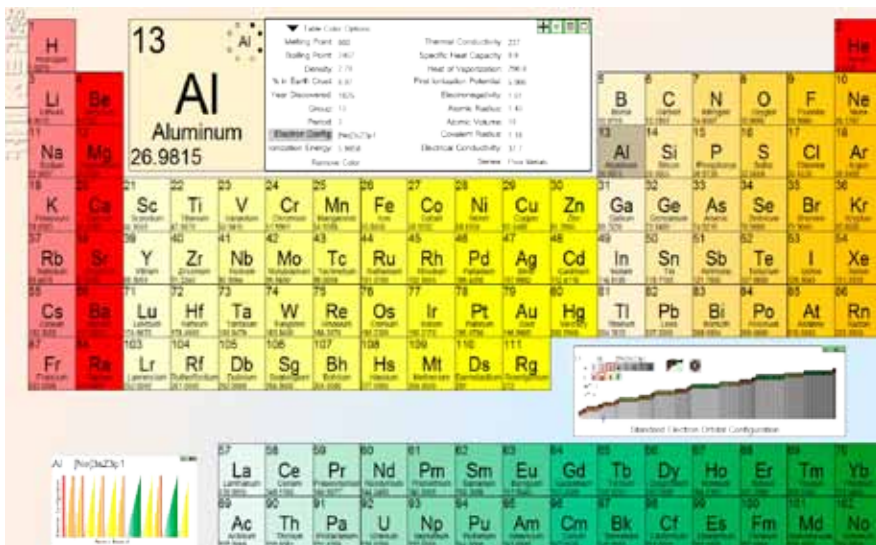
(آ) چه رابطه‌ای بین شماره‌ی گروه یک فلز و بار الکتریکی یون‌های آن وجود دارد؟ می‌توانید از سدیم، منیزیم و آلومینیم به عنوان مثال استفاده کنید.

(ب) سعی کنید یک معادله‌ی ریاضی ساده پیدا کنید که رابطه‌ی بین شماره‌ی گروه یک نافلز و بار الکتریکی یون‌های آن را نشان دهد. می‌توانید از اکسیژن و فلوئور به عنوان مثال استفاده کنید.

(پ) کربن (که دارای ۶ الکترون است) هیچ گاه یون تولید نمی‌کند. به نظر شما چرا این اتم توانایی تشکیل یون را ندارد؟

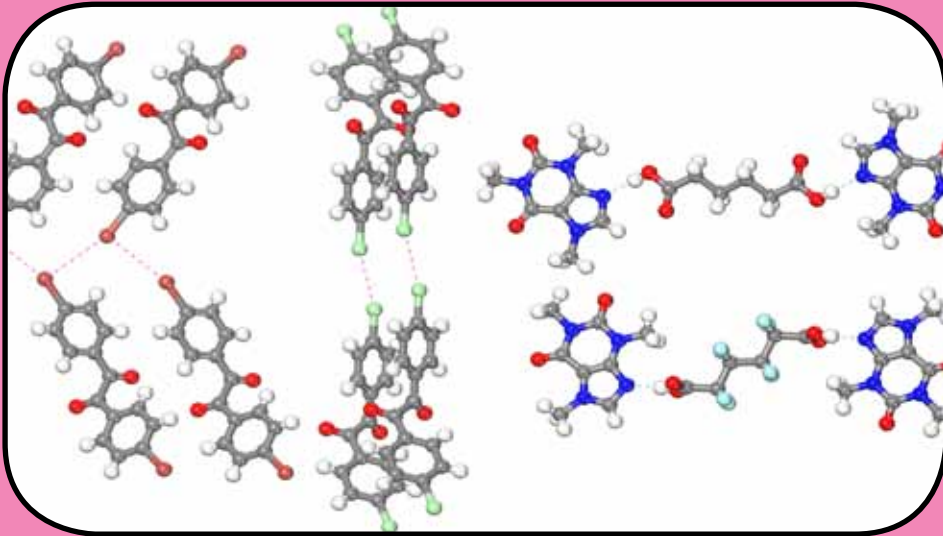
(ت) هیدروژن (که تنها یک الکترون دارد)، هم می‌تواند یون‌های H^+ تولید کند و هم امکان تولید یون‌های H^- را دارد. توضیح دهید که علت این موضوع چیست؟

(ث) چرا بعضی از شیمی‌دان‌ها عقیده دارند که هیدروژن در جدول تناوبی عنصرها باید در بالای لیتیم (Li) قرار داشته باشد، اما برخی دیگر معتقد هستند که جای هیدروژن در بالای فلوئور (F) است؟



فصل پنجم

پیوند کووالانسی



چگونگی تشکیل پیوند کووالانسی

در فصل قبل با چگونگی پیوند یافتن فلزها و نافلزها آشنا شدید. به یاد دارید که اتم‌های فلزی تمایل به از دست دادن الکترون دارند و اتم‌های نافلزی نیز به گرفتن الکترون احتیاج دارند.



متان یکی از سوخت‌های مهم است که فرمول آن CH_4 می‌باشد. اتم‌های کربن و هیدروژن به وسیله‌ی پیوند کووالانسی به یکدیگر متصل شده‌اند.

اما بعضی از ترکیب‌ها مانند آب فقط از نافلزها ساخته شده‌اند. این موضوع چگونه امکان پذیر است؟ اکسیژن و کربن هر دو نافلز بوده و به گرفتن الکترون نیاز دارند. حال چگونه ممکن است اتم‌های آن‌ها به یکدیگر متصل شوند؟ چطور ممکن است هر دو با گرفتن الکترون، لایه‌ی آخر خود را پر کنند؟ چنین چیزی در اینجا با تشکیل پیوند یونی امکان پذیر نیست، زیرا هیچ اتم فلزی برای دادن الکترون وجود ندارد.

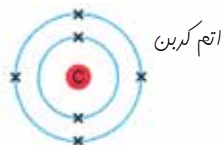
گروهی از مهمترین ترکیب‌های شیمیایی هیدروکربن‌ها نام دارند. این ترکیب‌ها فقط دارای هیدروژن و کربن هستند. متان یکی از معروف‌ترین هیدروکربن‌ها است که در آن اتم‌های نافلزی کربن و هیدروژن به هم متصل شده‌اند. اما این پیوند چگونه تشکیل می‌شود؟

دو اتم نافلزی می‌توانند با به اشتراک گذاشتن الکترون‌های خود، الکترون مورد نیازشان را به دست آورند. اگر لایه‌های خارجی آن‌ها بر روی یکدیگر بی‌افتند (هم پوشانی کنند)، این اتم‌ها دارای جفت الکترون‌های مشترک در بین خود خواهند شد. به این ترتیب هر دو اتم می‌توانند الکترون به دست آورند.

به اشتراک گذاشتن الکترون‌ها باعث تشکیل

پیوندهای کووالانسی بین اتم‌های نافلزی می‌شود.

می‌خواهیم نگاه دقیق‌تری به ساده‌ترین هیدروکربن (یعنی متان با فرمول CH_4) داشته باشیم.



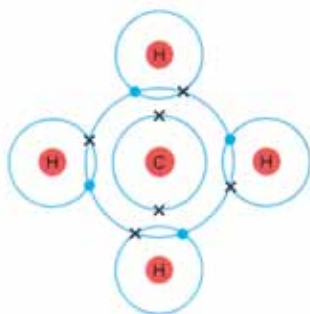
کربن در لایه‌ی بیرونی (خارجی) خود ۴ الکترون دارد. این اتم برای پرکردن لایه‌ی بیرونی خود باید ۴ الکترون به دست آورد (به خاطر دارید که لایه‌ی دوم می‌تواند ۸ الکترون در خود جای دهد).



هیدروژن تنها دارای یک الکترون است. اگر این اتم یک الکترون دیگر به دست آورد، لایه‌ی خود را کامل می‌کند (لایه‌ی اول تنها با ۲ الکترون پر می‌شود).



یک اتم کربن و ۴ اتم هیدروژن به این صورت روی هم قرار می گیرند (هم پوشانی می کنند):
تعداد الکترون های لایه ی بیرونی اتم های کربن و هیدروژن در متان را بشمارید.



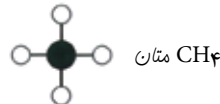
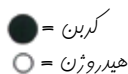
• آیا تمام لایه ها پُر شده اند؟

کربن در لایه ی بیرونی خود ۸ الکترون دارد؟
هر هیدروژن چند الکترون دارد؟

آیا هیدروژن با داشتن این آرایش الکترونی، پایدار خواست. بر.

بین جفت الکترون ها و هسته ی اتم های C و H موجود در مولکول متان یک نیروی جاذبه ی الکتروستاتیک وجود دارد که اتم ها را در کنار یکدیگر نگه داشته است. این نیروی جاذبه (که همان پیوند کووالانسی است) فقط بین هسته ی اتم ها و الکترون های مشترک وجود دارد.
پیوندهای کووالانسی را به صورت زیر نیز نشان می دهند:

این مدل نمایش پیوندها «مدل کلوله و میله» نام دارد که ۴ پیوند کووالانسی یگانه را بین اتم های C و H نشان می دهد. هر پیوند کووالانسی نشان دهنده ی یک جفت الکترون است.

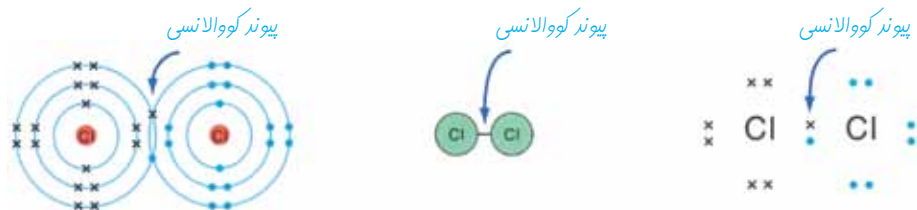


اتم های کلر، یک جفت الکترون را در یک پیوند کووالانسی به اشتراک می گذارند.

حال به مثالی دیگر از پیوندهای کووالانسی توجه کنید:
گاز کلر به صورت تک اتمی وجود دارد. به خاطر دارید که یک اتم کلر در لایه ی بیرونی خود دارای ۷ الکترون است. این اتم برای پُر کردن لایه ی بیرونی خود به یک الکترون دیگر احتیاج دارد. به نظر شما اتم کلر چگونه می تواند به هدف خود برسد؟

مانند بسیاری از گازهای دیگر، گاز کلر نیز دو اتمی است. دو اتم کلر برای ساختن یک مولکول Cl₂ با یکدیگر پیوند می دهند. به شکل های صفحه ی بعد در مورد مولکول Cl₂ توجه کنید:

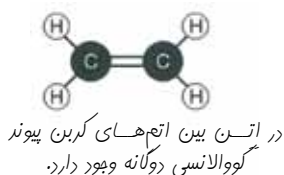




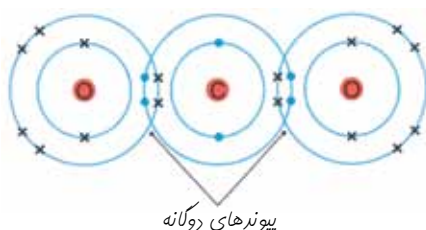
سه روش برای نشان دادن پیوند کووالانسی در Cl_2 .
به روش استفاده شده در شکل سمت راست، روش «نقطه و ضربدر» می‌گویند
(که فقط الکترون‌های بیرونی را نشان می‌دهد).

الکترون‌های موجود در لایه‌ی خارجی هر اتم کلر را بشمارید. آیا هر دو اتم ۸ الکترون دارند؟
آیا مولکول‌های کلر در مقایسه با اتم‌های کلر پایدارتر هستند؟

◀ پیوندهای دوگانه



مولکول اتن یکی دیگر از هیدروکربن‌های
معروف و پرمصرف است که فرمول آن C_2H_4
می‌باشد. در ساختار این ترکیب، اتم‌های کربن با
یکدیگر «پیوند دوگانه» تشکیل داده‌اند.
کربن دی‌اکسید مولکول دیگری است که پیوند دوگانه
دارد. به شکل زیر توجه کنید:



• در هر قسمت همپوشانی شده (روی هم افتاده) چند الکترون وجود دارد؟ چند الکترون در
پیوندهای کووالانسی یگانه در CH_4 و Cl_2 موجود هستند؟

هر جفت الکترون در لایه‌هایی که با یکدیگر همپوشانی کرده‌اند، یک پیوند کووالانسی
محسوب می‌شود. به این ترتیب یک پیوند دوگانه از ۴ الکترون (۲ جفت الکترون) ساخته
خواهد شد. همچنین اتم‌ها می‌توانند با یکدیگر پیوندهای یگانه یا سه‌گانه نیز تشکیل دهند.



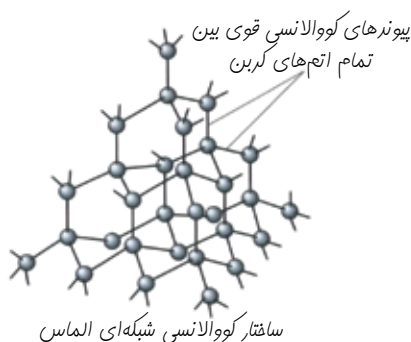
◀ ساختارهای کووالانسی شبکه‌ای

یکی از دلایل مهمی که باعث وجود تنوع در زندگی بر روی کره‌ی زمین شده است، توانایی کربن در تشکیل پیوند کووالانسی با خودش می‌باشد. مانند بسیاری از عنصرهای دیگر، اتم‌های کربن نیز می‌توانند به صورت الماس و گرافیت به میلیون‌ها اتم کربن دیگر متصل شوند.

کربن به شکل الماس



نوک بعضی از مته‌ها از الماس سافته شده است. در این شکل یک مته‌ی بزرگ را می‌بینید که برای کندن زمین و ایجاد پاهای نفتی مورد استفاده قرار می‌گیرد.



اگرچه الماس بسیار سفت است، اما می‌توان آن را در جهت‌های خاصی برش داد و جواهرآلات زیبایی را با آن ساخت.

آیا شما سخت‌ترین ماده‌ی موجود بر روی زمین را می‌شناسید؟ به شکل مقابل توجه کنید: سختی الماس آن را به ماده‌ای بسیار مفید و پرمصرف تبدیل کرده است. الماس فقط از اتم‌های کربن ساخته شده است.

با توجه به مطالبی که تاکنون آموخته‌اید فکر می‌کنید هر اتم کربن می‌تواند چند پیوند کووالانسی تشکیل دهد؟ به شکل زیر نگاه کنید:

هر اتم کربن با ۴ اتم مجاور خود پیوندهای کووالانسی محکمی برقرار می‌کند. این اتم‌ها در یک ساختار کووالانسی شبکه‌ای قرار می‌گیرند. برخی از محققان به این حالت، ساختارهای مولکولی شبکه‌ای یا ساختارهای ماکرو مولکولی (درشت مولکولی) می‌گویند.

• به نظر شما الماس دارای نقطه‌ی ذوب بالایی است یا نقطه‌ی ذوب کمی دارد؟ توضیح دهید.

ماده‌ی دیگری که دارای یک ساختار کووالانسی غول‌پیکر است، سیلیس می‌باشد. نام شیمیایی این ماده سیلیسیم دی اکسید (SiO_2) بوده و در دمای 1500°C ذوب می‌شود.



موادی که دارای ساختارهای کووالانسی شبکه‌ای هستند در آب قابل حل نمی‌باشند. ذره‌های این مواد بار الکتریکی ندارند (برخلاف ترکیب‌های یونی). بنابراین مولکول‌های آب نمی‌توانند آن‌ها را جذب کنند.

این مواد در هیچ حالتی (جامد، مایع یا حتی گاز!) رسانای الکتریکی نیستند. در این مواد هیچ گونه یون یا الکترون آزادی برای انتقال دادن بار الکتریکی وجود ندارد (البته گرافیت یک مورد استثنایی در این زمینه است).

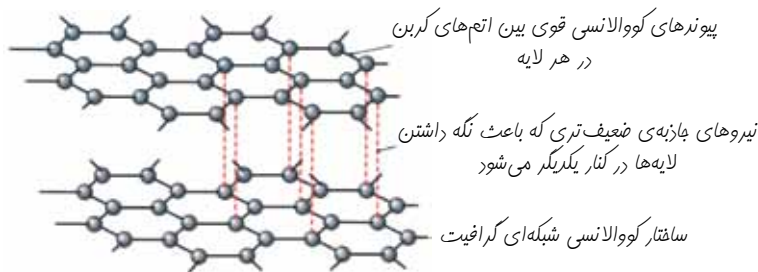
کربن به شکل گرافیت



گرافیت (به صورت مفلوط با فلک رس) به عنوان مغز مداد مورد استفاده قرار می‌گیرد.

گرافیت شکل دیگری از کربن است. الماس و گرافیت آلوتروپ‌های (دگر شکل‌های) کربن به شمار می‌آیند. آلوتروپ‌ها در واقع شکل‌های مختلف یک عنصر هستند. اتم‌های کربن موجود در گرافیت نیز در یک ساختار کووالانسی غول‌پیکر در کنار هم قرار گرفته‌اند. اما بعضی از خواص آن بسیار متفاوت از مواد کووالانسی شبکه‌ای مانند الماس یا سیلیس است.

اگر به یک تکه گرافیت دست بزنید، نرم و لغزنده به نظر می‌رسد. مغز مداد شما دارای گرافیت است. با حرکت دادن آن بر روی کاغذ، گرافیت موجود در آن به صورت ورقه ورقه جدا شده و اتم‌های کربن را بر روی صفحه‌ی کاغذ بر جای می‌گذارد. به شکل زیر توجه کنید:



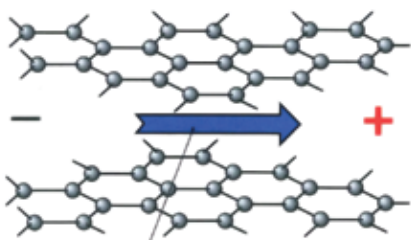
لایه‌های کربنی می‌توانند به راحتی بر روی یکدیگر بلغزند.

• این موضوع چطور می‌تواند استفاده از گرافیت به عنوان مغز مواد را توجیه کند؟



آیا شما تنها عنصر نافلزی که رسانایی الکتریکی دارد را می‌شناسید؟ برای پاسخ به این پرسش می‌توانید به جنس الکترودهایی که در فرآیند الکترولیز مورد استفاده قرار می‌گیرند توجه کنید.

• در گرافیت، چند اتم کربن مجاور هم با پیوندهای کووالانسی محکمی به یکدیگر متصل شده‌اند؟ چه چیزی در این مورد تعجب آور است؟



الکترون‌های نامستقر می‌توانند در امتداد لایه‌های گرافیت حرکت کنند.

چهارمین الکترون هر اتم کربن در بالا یا پایین لایه‌های کربنی قرار دارد. این الکترون‌ها به صورت ضعیفی در کنار اتم‌های کربن قرار گرفته‌اند و می‌توانند در طول لایه‌های گرافیت شناور باشند. به چنین الکترون‌هایی، الکترون‌های نامستقر می‌گویند. به شکل مقابل دقت کنید:

• به نظر شما گرافیت انتقال جریان را از سطح لایه‌های خود انجام می‌دهد و یا از میان این لایه‌ها؟ گرافیت بر اثر حرارت دادن ذوب نمی‌شود. این ماده در دمای 3000°C مستقیماً به گاز تبدیل می‌شود. به این فرآیند **تصعید (فرازش)** گفته می‌شود.

• چرا برای تصعید (فرازش) گرافیت به انرژی زیادی نیاز داریم؟

شیمی در عمل: کربن

کاربردهای الماس

جواهر سازی



یک سنجاق سر سافته شده از الماس

همه‌ی مادر مورد استفاده از الماس در ساختن جواهر آلات اطلاعاتی داریم. اگر نگاهی به یک مغازه‌ی جواهر فروشی بیاندازید، از قیمت بالای آن نیز آگاه می‌شوید!

الماس ویژگی‌های منحصر به فردی برای استفاده در سنگ‌های زینتی دارد. یک الماس که به خوبی بُرش خورده باشد بهتر می‌تواند نور را بازتابش کند (انعکاس نور مناسبی خواهد داشت). چنین الماسی دارای درخشندگی خاصی است. همچنین می‌تواند نور سفید را به نورهای سازنده‌اش تبدیل کند که در این صورت رنگ‌های متفاوتی را نشان خواهد داد.



ابزارهای بُرش دهنده



یک هنرمند قلم زن، با استفاده از قلم خود که دارای نوکی از جنس الماس است، بر روی شیشه طراحی می‌کند.

الماس از تمام مواد سخت تر است. این ماده در نوک مته‌هایی که برای کندن چاه‌های نفتی به کار می‌روند، مورد استفاده قرار می‌گیرد. همچنین در ساختن آره‌های مخصوصی که برای بریدن فلزها، سنگ‌ها و یا مواد سخت دیگر به کار گرفته می‌شوند، از الماس استفاده شده است.

در حال حاضر با استفاده از یک روش جدید، می‌توان قطعه‌های کوچک الماس را با یکدیگر ترکیب کرد. بنابراین به جای استفاده از فلزهایی که با الماس پوشیده شده‌اند، می‌توان از یک تکه الماس جامد در دستگاه‌های تراش کاری استفاده کرد. به این ترتیب برش دادن و شکل دادن مواد سخت نیز امکان پذیر است.



این جراح برای عمل کردن چشم بیمار خود از دستگاه‌هایی استفاده می‌کند که دارای الماس هستند.

ابزارهای جراحی که در ساخت آن‌ها از الماس استفاده شده است، برای عمل‌های جراحی حساسی مانند عمل چشم مورد استفاده قرار می‌گیرند.

کاربرد دیگر

کدام نوع از مواد، بهترین رساناهای گرمایی هستند؟

احتمالاً پاسخ بسیاری از مردم به این پرسش، فلزها خواهند بود، در حالی که الماس در مقایسه با فلزها رسانای بهتری برای گرما به شمار می‌رود! اما رسانایی الکتریکی آن ضعیف می‌باشد و به همین دلیل است که در الکترونیک از آن برای آزاد کردن گرمای تولید شده در یک مدار استفاده می‌شود.



معدن‌های الماس



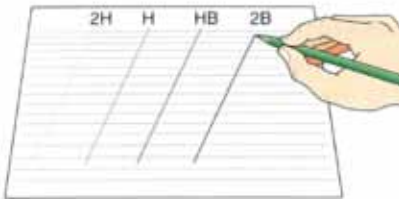
صنعت الماس در آفریقای جنوبی یک تجارت بزرگ به شمار می‌آید. معمولاً الماس از معدن‌های موجود در اعماق زمین استخراج می‌شود. الماس در زیر زمین و بر اثر فشارهای بسیار زیاد و دماهای بالا تشکیل می‌شود.

شرایط کار برای معدن‌چیان آفریقای جنوبی و ساکنان شهرهای کوچک آن، بسیار دشوار و طاقت فرسا است. گرد و غبار حاصل از این معدن‌ها یک مشکل اساسی در این زمینه به شمار می‌آید.

- پی‌آمدهای حاصل از صنعت الماس در یک منطقه را بیان کنید.

کاربردهای گرافیت

مدادها



پیش از این در مورد استفاده از گرافیت در مغز مداد مطالبی را آموختید. در مغز مداد برای سخت‌تر کردن گرافیت، آن را با خاک رس مخلوط می‌کنند. همانطور که می‌دانید مدادها درجه بندی‌های متفاوتی نیز دارند (به عنوان مثال H، HB یا ۲B).

- کدام نوع از مدادها می‌توانند خطوط پُررنگ‌تری را روی صفحه‌ی کاغذ ایجاد کنند؟
- به نظر شما مقدار خاک رس در هر مداد چه تفاوتی با بقیه دارد (بیشتر است یا کمتر)؟
- کدام یک از آن‌ها را باید زودتر تراشید تا تیز شود (به عبارتی کدام یک سریع‌تر مصرف می‌شود)؟



روان ساز



لغزیدن اتم‌های کربن بر روی یکدیگر باعث شده است که گرافیت یک روان ساز مناسب باشد.

گرافیت بسیار لغزنده به نظر می‌رسد. می‌توان از پودر آن برای روان کردن قسمت‌های فلزی برخی از دستگاه‌ها استفاده کرد.

• به نظر شما چه زمانی استفاده از گرافیت جامد بهتر از گرافیت به شکل روغنی است؟ احتمالاً به خاطر دارید که گرافیت در دماهای بالاتر از 3000°C به گاز تبدیل می‌شود!

در بعضی از روان کننده‌ها، گرافیت به ماده‌ای روغنی اضافه می‌شود تا خواص آن را بهبود ببخشد.

تبدیل گرافیت به الماس



الماس‌های صنعتی، کوچک هستند و جذابیت زیادی ندارند. تعدادی از محققان، روش جدیدی را ابداع کرده‌اند و با کمک آن الماسی به طول 20 cm را ساخته‌اند!

الماسی که در ابزارهای تراشکاری و بُرش کاری استفاده می‌شود، الماس صنعتی نام دارد. این الماس بر خلاف الماس به کار رفته در جواهر سازی، از زمین استخراج نمی‌شود بلکه در بعضی از کارخانه‌ها از گرافیت ساخته می‌شود.

گرافیت بر اثر فشار و دمای وارد شده به آن فشرده می‌شود. از یک فلز به عنوان حلال و کاتالیزگر (برای افزایش سرعت فرآیند) استفاده می‌شود. دما تقریباً 1400°C خواهد بود و فشاری در حدود 6000 برابر فشار هوای معمولی به آن وارد می‌شود! به این ترتیب پس از چند دقیقه الماس ساخته می‌شود. در این شرایط، هر چیزی که دارای کربن باشد (حتی چوب) به الماس تبدیل می‌شود!

الماس‌های ساخته شده با این روش کوچک بوده و جذابیت زیادی ندارند. سازندگان این الماس‌ها با تغییر شرایط می‌توانند اندازه‌ی الماس‌های ساخته شده را تغییر دهند تا برای کاربردهای خاصی مناسب باشند.



شیمی در عمل: فولرن‌ها

باکی بال‌ها

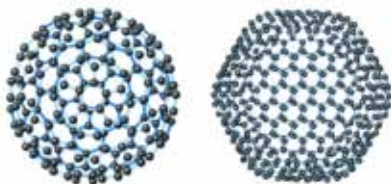


یک مدل از باک مینستر- فولرن

در سال ۱۹۸۵ شکل جدیدی از کربن کشف شد که مولکول آن از ۶۰ اتم کربن متصل به هم ساخته شده بود. این اتم‌ها در ساختاری شبیه یک توپ در کنار هم قرار گرفته بودند. به شکل مقابل نگاه کنید:

این مولکول جدید مانند یک توپ فوتبال است! اتم‌های کربن با اتصال به یکدیگر، پنج ضلعی‌ها و شش ضلعی‌های منظمی را به وجود آورده‌اند.

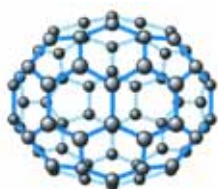
نام کامل این مولکول **باک مینستر- فولرن** است. دانشمندان نام این ترکیب را از اسم یک مهندس معمار به نام باک مینستر فولر انتخاب کرده‌اند. این فرد در سال ۱۹۶۷ و در مونترال ساختمان‌هایی به شکل توپ طراحی کرده بود. باک مینستر- فولرن یک جامد سیاه رنگ است که با حل شدن در بنزین، محلولی به رنگ قرمز تیره تولید می‌کند. این مولکول جدید مورد استقبال زیادی قرار گرفت و با گذشت زمان مولکول‌های مشابه دیگری نیز کشف شدند. یکی از این مولکول‌ها به شکل توپ راگی بود و مولکول دیگر، شکلی شبیه به لوله‌ها را داشت.



در حال حاضر امکان ساختن ساختارهای قفس مانند بزرگتری مانند C_{240} و C_{540} نیز وجود دارد

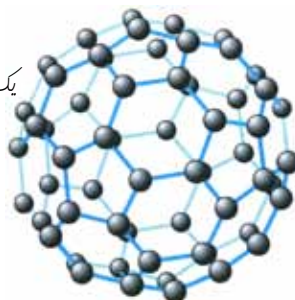
خانواده‌ی فولرن

در شکل‌های زیر با ساختار چند مولکول از خانواده‌ی فولرن آشنا می‌شوید:



یک مولکول C_{70} که به شکل یک توپ راگی است

یک باکی بال C_{60}



کاربرد فولرن‌ها

شیمی دان‌ها موفق شده‌اند گروه جالبی از آلوتروپ‌های کربن به نام «باکی تیوب‌ها» (باکی لوله‌ها) را نیز بسازند. به شکل داده شده نگاه کنید:



آن‌ها چنین ساختارهایی را با متصل کردن فولرن‌ها به یکدیگر ساخته‌اند. این لوله‌های کوچک گاهی اوقات **نانو تیوب** (نانو لوله) نامیده می‌شوند. بعضی از موارد کاربرد نانو لوله‌ها عبارتند از:

- نیمه رساناها (در مدارهای الکتریکی بسیار کوچک)
- کاتالیزگرهای صنعتی (کاتالیزگری که به نانو لوله‌ها متصل شده است، سطح تماس بزرگتری را فراهم می‌کند)
- راکت‌های تنیس تقویت شده (که بسیار قوی و سبک هستند)



هری کروتو

این مولکول‌ها در زمینه‌ی فناوری نانو (نانو تکنولوژی) کاربردهای بسیار زیادی پیدا کرده‌اند.

- مزیت‌ها و عیب‌های حاصل از گسترش استفاده از کاتالیزگرهای جدید با سطح مقطع بسیار بزرگ را بیان کنید.

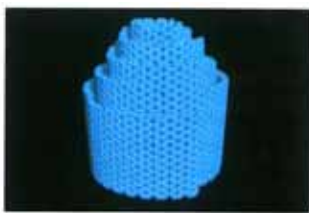
کاربردهایی که دیده نمی‌شوند!

تلویزیون

محققان توانسته‌اند با روشی مخصوص از باکی تیوب‌ها در صفحه‌ی نمایشگر تلویزیون و کامپیوتر استفاده کنند. این روش به ویژه در مورد نمایشگرهای مسطح قابلیت‌های فراوانی را نشان داده و این امیدواری را ایجاد کرده است که بتوانیم تصویری واضح‌تر و در زاویه‌هایی وسیع‌تر را مشاهده کنیم.



پوشش های مقاوم



گروهی از دانشمندان با انجام آزمایش هایی نشان داده اند که باکی تیوب ها می توانند فشاری نزدیک به یک میلیون برابر فشار هوای معمولی را تحمل کنند. همین خاصیت باعث شده است که ۲۰۰ برابر قوی تر از الیاف دیگر باشند.

این دانشمندان عقیده دارند که با قرار دادن باکی تیوب ها در مواد دیگری مانند پلاستیک ها، می توان موادی با مقاومت بسیار زیاد تولید کرد. از چنین موادی می توان در ساخت لباس های ضد گلوله استفاده کرد.



حمل کننده های ویژه

باکی بال ها و ترکیب های قفس مانند می توانند اتم یا گروهی از اتم ها را در داخل ساختارشان به دام بیاورند.

دانشمندان روش هایی را توسعه داده اند تا از این «حمل کننده های مولکولی» برای انتقال دادن داروها یا اتم های پرتوزا (که برای درمان سرطان استفاده می شوند) به قسمت هایی از بدن بیمار که مورد نظر است، استفاده کنند.

ساختارهای مولکولی ساده

پیش از این آموختید که پیوندهای کووالانسی، پیوندهایی قوی و محکم هستند. اما آیا تا به حال به این موضوع فکر کرده اید که چرا بسیاری از مواد که پیوندهای کووالانسی دارند به راحتی ذوب شده و یا به جوش می آیند؟

به عنوان مثال، متان را در نظر بگیرید که نقطه ی جوش بسیار کمی دارد. این ماده در دمای 161°C می جوشد (این مقدار را با نقطه ی جوش ساختارهای کووالانسی شبکه ای که در

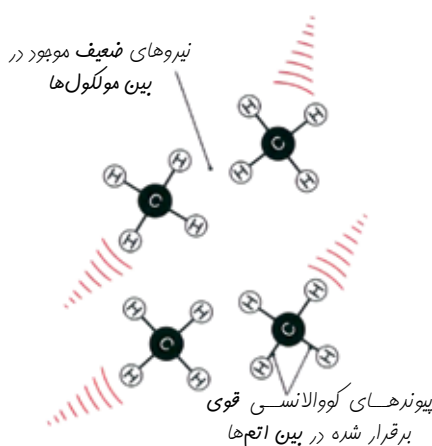
جدول بعد داده شده مقایسه کنید)!



ساختار کووالانسی شبکه‌ای		ساختار مولکولی ساده	
نقطه‌ی جوش (برحسب درجه‌ی سانتی گراد)	ماده	نقطه‌ی جوش (برحسب درجه‌ی سانتی گراد)	ماده
۴۸۳۰	الماس	-۱۶۴	متان
۲۳۵۵	سیلیسیم	۱۰۰	آب
۲۲۳۰	ماسه (سیلیس)	-۳۵	کلر

در دمای اتاق (20°C)، متان به صورت یک گاز است. اما بین اتم‌های آن پیوندهای کووالانسی قوی وجود دارند، همان طور که این پیوندها در الماس نیز وجود دارند. اما چرا به جوش آوردن

متان برخلاف الماس تا این اندازه راحت است؟



متان دارای یک ساختار مولکولی ساده است.

برای پاسخ به این پرسش باید این مطلب را درک کنید که وقتی متان به جوش می‌آید هیچ یک از پیوندهای کووالانسی آن شکسته نمی‌شوند. در واقع در چنین حالتی فقط مولکول‌های CH_4 از یکدیگر جدا شده‌اند و به طور مستقل حرکت می‌کنند. اما هنوز تمام آن‌ها مولکولی به فرمول CH_4 هستند.

این حالت را با ساختارهای کووالانسی شبکه‌ای در الماس، سیلیسیم و ماسه مقایسه کنید.

برای به جوش آوردن این مواد باید تمام پیوندهای موجود در ساختار آن‌ها را از بین ببریم و ساختار آن‌ها را کاملاً تخریب کنیم. به این ترتیب باید میلیون‌ها پیوند کووالانسی شکسته شوند.

موادی با نقطه‌ی جوش و ذوب کم، دارای ساختارهای مولکولی ساده هستند.

در ساختارهای مولکولی ساده، پیوندهای کووالانسی قدرتمندی بین اتم‌های یک مولکول وجود دارند و این اتم‌ها را متصل به هم نگه داشته‌اند. در حالی که بین مولکول‌ها، نیروهای جاذبه‌ی ضعیفی وجود دارند. در واقع می‌گوییم آن‌ها دارای نیروهای بین مولکولی ضعیفی هستند.



آزمایش ۱-۵ حرارت دادن یُد



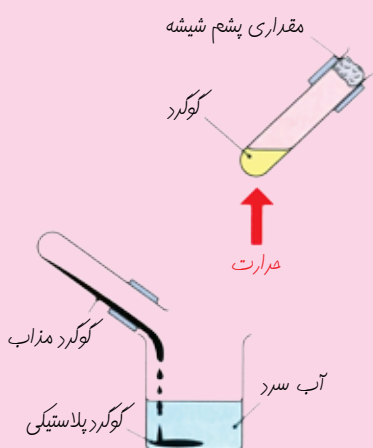
با استفاده از یک قاشقک، مقداری بلور یُد را در داخل ظرفی بریزید. درب ظرف را با چوب پنبه ببندید و کف ظرف را مطابق شکل به مدت چند دقیقه در دست خود نگه دارید. با دقت به داخل ظرف نگاه کنید.

- چه چیزی مشاهده می کنید؟
- به نظر شما جدا کردن مولکول‌های یُد از یکدیگر آسان است یا سخت؟ آیا فکر می کنید یُد دارای یک ساختار شبکه‌ای است؟
- یُد به صورت مستقیم از حالت جامد به گاز تبدیل می شود. نام این تغییر فیزیکی چیست؟ یُد با فرمول I₂ دارای یک ساختار مولکولی ساده است. نیروهای ضعیفی باعث کنار هم قرار گرفتن مولکول‌های آن در بلورهای یُد می شوند.
- این ماده در هیچ حالتی رسانای الکتریسیته نیست، زیرا مولکول‌های آن هیچ گونه بار الکتریکی ندارند.

آزمایش ۲-۵ حرارت دادن گوگرد



امکان تشکیل گاز کوکورد دی اکسید ورمور دارد



مقداری پودر گوگرد را در یک لوله‌ی آزمایش بریزید و آن را به آرامی و با ملایمت بر روی شعله حرارت دهید. این کار را حتماً در زیر هود آزمایشگاه انجام دهید.

- چه اتفاقی می افتد؟ تغییرهایی که در هنگام ذوب شدن آن می بینید را بیان کنید.
- بعد از ذوب شدن گوگرد، آن را با شدت بیشتری حرارت دهید. دهانه‌ی لوله‌ی آزمایش را از شعله دور نگه دارید. ممکن است گازهای دارای گوگردی که از لوله‌ی آزمایش خارج می شوند، آتش بگیرند.
- گوگرد چگونه تغییر می کند؟

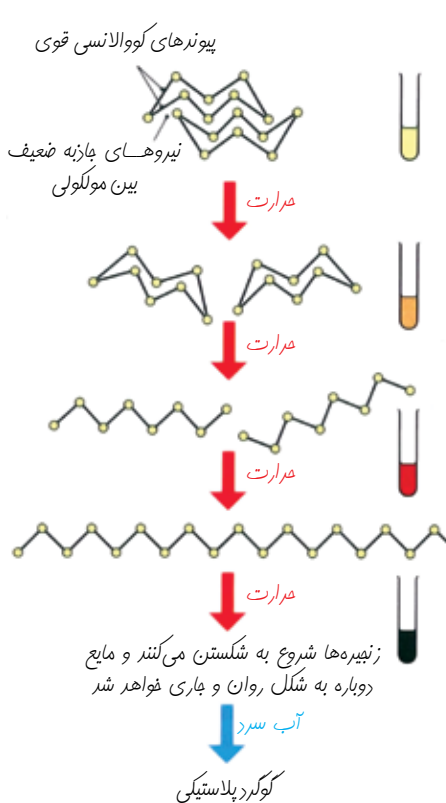


وقتی مایع نزدیک به جوشیدن است، پشم شیشه را از درب لوله برداشته و مایع را در داخل ظرفی که در آن آب سرد قرار دارد، بریزید.

• چه اتفاقی می افتد؟

ماده‌ی جامد تشکیل شده را از ظرف خارج کنید و آن را به آرامی بکشید.

• چه اتفاقی می افتد؟ آیا این جامد حالتی کش مانند دارد و کشسان است؟



۱- گوگرد در دمای اتاق به صورت مولکول S_8 وجود دارد. این مولکول‌های تاجی شکل به صورت منظم در کنار یکدیگر قرار گرفته‌اند تا بلورهای گوگرد را تشکیل دهند.

۲- گوگرد در دمای $115^{\circ}C$ ذوب می شود. این نقطه‌ی ذوب کم به ما می گوید که گوگرد یک ساختار مولکولی ساده دارد. بنابراین در بین مولکول‌های آن نیروهای جاذبه‌ی نسبتاً ضعیفی وجود دارند.

۳- با حرارت دادن شدیدتر گوگرد مذاب، زنجیره‌های ۸ اتمی گوگرد باز شده و سپس به یکدیگر متصل می شوند تا زنجیره‌های بلندتری را بسازند.

۴- در نزدیکی نقطه‌ی جوش آن، زنجیره‌های بلند گوگردی شروع به شکستن می کنند و به صورت گاز از سطح مایع جدا می شوند.

۵- اگر گوگرد مذاب را به داخل آب سرد بریزید، گوگرد پلاستیکی ساخته می شود. در این حالت گوگرد فرصت کافی برای تبدیل شدن به مولکول S_8 را ندارد. بنابراین به صورت ساختارهای زنجیره‌ای بلندی منجمد شده و شبیه پلاستیک خواهد شد. سرانجام گوگرد پلاستیکی به شکل سخت و محکم در می آید. این ماده مجدداً به آرامی به مولکول‌های S_8 تبدیل می شود.

به طور کلی، هر قدر مولکول بزرگ‌تر باشد، نیروهای بین مولکولی آن نیز قوی‌تر خواهند بود.



خلاصه‌ی فصل

- اتم‌های نافلزی به وسیله‌ی پیوندهای کووالانسی با یکدیگر پیوند می‌دهند.
- یک پیوند کووالانسی در واقع یک جفت الکترون پیوندی است.
- مواد کووالانسی می‌توانند دارای:



اتم‌های کلر، یک جفت الکترون در یک پیوند کووالانسی به اشتراک می‌گذارند.

یک ساختار کووالانسی شبکه‌ای باشند،

و یا

یک ساختار مولکولی ساده داشته باشند.

- ساختارهای کووالانسی غول‌پیکر، در واقع شبکه‌های سه بعدی از اتم‌ها هستند. میلیون‌ها اتم با پیوندهای کووالانسی قوی به یکدیگر متصل شده‌اند. این بدان معنی است که نقطه‌ی ذوب و جوش آن‌ها زیاد است.
- مواد مولکولی ساده از مولکول‌های کوچکی ساخته شده‌اند. در هر مولکول، اتم‌ها به وسیله‌ی پیوندهای کووالانسی قوی به یکدیگر متصل شده‌اند. اما در بین مولکول‌ها، نیروهای جاذبه‌ای ضعیفی وجود دارند. به طور کلی، هر قدر مولکول بزرگتر باشد، نیروهای بین مولکولی آن نیز قوی‌تر خواهند بود (بنابراین نقطه‌ی ذوب و جوش بیشتری نیز خواهد داشت).
- موادی که دارای پیوند کووالانسی هستند، رسانای الکتریکی نیستند (به غیر از گرافیت).

پرسش‌ها

۱- جاهای خالی را با کلمه (های) مناسب پُر کنید:

اتم‌های نافلزی به وسیله‌ی الکترون‌ها با یکدیگر پیوند می‌دهند. به این پیوندها، پیوندهای گفته می‌شود.

موادی که دارای پیوندهای کووالانسی بوده و نقطه‌ی و نقطه‌ی جوش بالایی دارند، دارای ساختارهای می‌باشند.

از طرفی، موادی با نقطه‌ی ذوب و جوش کم، دارای ساختارهای مولکولی هستند. در این ترکیب‌ها به وسیله‌ی پیوندهای کووالانسی قوی به یکدیگر متصل می‌شوند، اما مولکول‌ها نیروهای ضعیفی وجود دارد.

هیچ یک از موادی که پیوندهای کووالانسی دارند نمی‌توانند رسانای الکتریکی باشند به غیر از



۲- به جدول زیر نگاه کنید:

همه‌ی مواد A، B، C و D دارای پیوندهای کووالانسی هستند.

ماده	نقطه‌ی ذوب (بر حسب °C)	نقطه‌ی جوش (بر حسب °C)
A	-۱۲۵	-۹۰
B	۵	۱۷۰
C	۲۲۰۰	۳۹۰۰
D	۵۵	۳۲۵

آ) کدام ماده دارای یک ساختار کووالانسی شبکه‌ای است؟

ب) بقیه‌ی مواد چه نوع ساختاری دارند؟

پ) کدام ماده در دمای اتاق (نزدیک به ۲۰°C) یک گاز است؟

ت) کدام ماده در دمای اتاق یک مایع است؟

۳- فلئور مولکول‌های دو اتمی F_2 را تشکیل می‌دهد (اتم‌های فلئور دارای ۹ الکترون هستند).

با رسم یک شکل، پیوند موجود در یک مولکول F_2 را نشان دهید.

۴- آب یک ترکیب با پیوندهای کووالانسی و فرمول H_2O است (اتم‌های هیدروژن یک

الکترون دارند و اتم‌های اکسیژن دارای ۸ الکترون می‌باشند).

آ) طرحی رسم کنید که پیوند موجود در یک مولکول H_2O را نشان دهد.

ب) چگونه می‌توانیم بگوییم که آب یک ساختار مولکولی ساده دارد؟

۵- کربن به صورت الماس و گرافیت وجود دارد.

آ) به شکل‌های مختلف یک عنصر چه می‌گوییم؟

ب) الماس و گرافیت ویژگی‌ها و کاربردهای بسیار متفاوتی دارند. با استفاده از ساختار آن‌ها

علت این تفاوت‌ها را توضیح دهید.

۶- سینا مقداری گوگرد را در داخل یک لوله‌ی آزمایش و در زیر هود حرارت داد. او این کار

را آن قدر ادامه داد تا گوگرد داخل لوله تقریباً شروع به جوشیدن کرد.

آ) تغییرهایی که سینا در داخل لوله‌ی آزمایش مشاهده کرد را بنویسید.

ب) این تغییرها را توضیح دهید.

پ) چرا او آزمایش‌های خود را در زیر هود انجام داد؟



۷-آ) هر يك از ويژگي هاي توصيف شده (از ۱ تا ۵) مربوط به کدام يك از مواد داده شده (از A تا E) می باشد؟

ويژگي ها:

۱) يك جامد سياه رنگ كه بعد از حل شدن در بنزين يك محلول با رنگ قرمز تيره توليد می كند.

۲) گازی كه آب آهك را كدر می كند.

۳) يك جامد شفاف كه سخت ترين ماده بر روی زمین است.

۴) يك جامد با رنگ خاكستری تيره كه علی رغم نافلز بودن، جریان الكتریکی را به خوبی از خود عبور می دهد و رسانای الكتریکی است.

۵) گازی كه می توانیم از آن به عنوان سوخت در چراغ های خوراك پزی یا شعله های آزمایشگاهی استفاده كنیم.

مواد:

A) كربن دی اكسيد

B) گرافیت

C) متان

D) باك مینستر- فولرن

E) الماس

ب) کدام يك از مواد نام برده شده در این فهرست، يك تركيب به شمار می روند؟

پ) کدام يك از این مواد، از مولكول هایی با ۵ اتم ساخته شده اند؟

ت) ۱) این مواد را به دو گروه «نقطه ی جوش بالا» و «نقطه ی جوش پایین» تقسیم كنید. مشكلاتی كه در این تقسیم بندی دارید، بیان كنید.

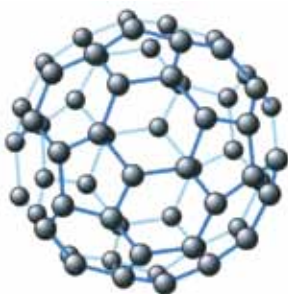
۲) ساختار مواد داده شده چطور به تقسیم بندی شما كمك می كند؟ توضیح دهید.

ث) کدام يك از این مواد اتم هایی دارد كه با پیوندهای

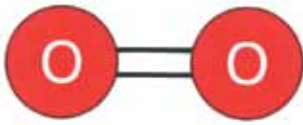
كووالانسی قوی به يكديگر متصل شده اند؟ (دقت كنید!)

ج) طرحی را رسم كنید كه پیوند اتم ها در كربن دی اكسيد را نشان دهد (می توانید از مدل «نقطه و ضربه» استفاده كنید).

چ) کدام يك از این مواد در شكل مقابل نشان داده شده است؟



۸-آ) اتم‌های اکسیژن دارای ۸ الکترون هستند. توضیح دهید که چرا می‌توان یک مولکول اکسیژن را به صورت زیر نمایش داد:

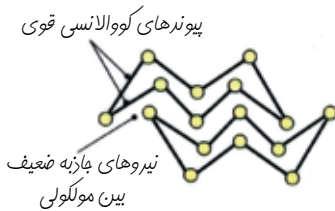


ب) به مولکولی که از دو اتم ساخته شده است، چه می‌گوییم؟

پ) نام و فرمول مولکول دیگری را بنویسید که فرمول آن به صورت X_2 باشد؟

ت) چرا نقطه‌ی جوش اکسیژن 183°C است؟

ث) گوگرد به دو شکل متفاوت وجود دارد که هر دو بلورهای جامدی هستند. این دو شکل با یکدیگر چه نسبتی دارند؟



ج) اتم‌های گوگرد ۱۶ الکترون دارند. گوگرد در

دمای 20°C به صورت مولکول S_8 وجود ندارد،

بلکه در زنجیره‌های ۸ اتمی به صورت مولکول‌های S_8 خواهد بود.

توضیح دهید که هر اتم گوگرد در مولکول S_8 چگونه به لایه‌ی بیرونی پُر از الکترون می‌رسد؟

چ) در جمله‌ی زیر چه کلمه‌ای حذف شده است؟

گوگرد در مقایسه با اکسیژن دارای نقطه‌ی ذوب و جوش بالاتری است، زیرا مولکول‌های آن هستند.

۹- با انجام چند تحقیق در مورد فولرن‌ها مشخص کنید:

آ) باک مینستر- فولرن چگونه کشف شد؟

ب) کاربردهای کنونی فولرن‌ها و کاربردهای احتمالی آن‌ها در آینده چیست؟

