شیمی تکمیلی هشتم

برگرفته از :

مرکز ملی پرورش استعدادهای درخشان
دبیرستان استعدادهای درخشان شهید بهشتی کاشان
(مرحوم حاج احمد سیناییان و پسران) دوره اول

تهیه شده :

توسط معاونت فناوری آموزشی دبیرستان استعدادهای درخشان شهید بهشتی کاشان- دوره اول

سال تحصیلی ۹۴-۱۳۹۳

بسم الله الرحمن الرحیم

فهرست:

۱ ترکیب های یونی ۱

۲ کاربرد فرمول ها ۳

۳ پیوندهای کوالانسی ۵

۴ خواص ترکیب های یونی و کوالانسی ۸

۵ یون های ترکیبی ۱۱

هوا و آب

۶ هوا ۱۴

۷ مولکول آب ۱۵

۸ سوسپانسیون ها، محلول ها و امولسیون ها ۱۷

۹ با محلول ها بیشتر آشنا شویم ۱۹

۱۰ مواد شوینده ۲۱

واکنش های شیمیایی

۱۱ اسیدها و قلیاها ۲۴

۱۲ اسیدها و قلیاهای قوی و ضعیف ۲۶

۱۳ خنثی کردن اسیدها بوسیله قلیاها ۲۸

۱۴ بازها ۳۰

۱۵ واکنش های گرماگیر و گرما ده ۳۴

۱۶ با واکنش های گرماده و گرماگیر بیشتر آشنا شوید. ۳۶

۱۷ سرعت واکنش ۳۸

۱۸ کاتالیزگر ۴۰

۱۹ سرعت دادن به واکنش ها ۴۲

۱ ترکیب های یونی

اتم‌ها می‌توانند با گرفتن یا از دست دادن الکترون، به یون تبدیل شوند. یون‌های مثبت و منفی، به شدت یک دیگر را جذب می‌کنند.

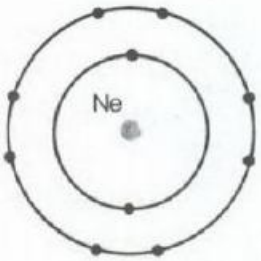
برخی اتم‌ها میل به از دست دادن الکترون دارند.

در چند صفحهٔ پیش دیدید که اتم‌های عنصرهای فلزی، میل به از دست دادن الکترون دارند. چرا چنین است؟

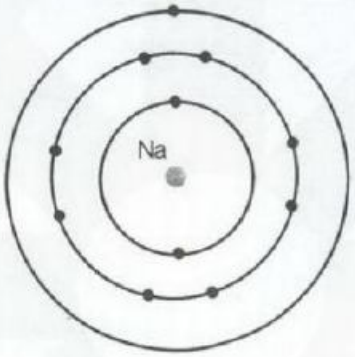
شکل ۸ . ۱ ساختار اتم‌های سدیم و نئون را نشان می‌دهد. نئون ده الکترون و ده پروتون دارد. در این اتم، الکترون‌ها در دو لایهٔ کامل چیده شده‌اند. نئون اتم بسیار **پایداری** است. لایهٔ بیرونی آن پُر است و میل به گرفتن یا از دست دادن الکترون ندارد.

سدیم یازده پروتون و یازده الکترون دارد. این اتم دارای دو لایهٔ الکترونی کامل و یک الکترون تک در لایهٔ بیرونی خود است. این آرایش بسیار **ناپایدار** است. اتم سدیم تمایل زیادی به از دست دادن این تک الکترون دارد؛ زیرا با این کار به لایهٔ بیرونی کاملی دست می‌یابد. هنگامی که یک اتم سدیم الکترون لایهٔ بیرونی خود را از دست می‌دهد، به یک **یون** تبدیل می‌شود.

یک یون، اتم یا گروهی از اتم‌هاست که بار الکتریکی دارد. یون سدیم یک بار مثبت دارد؛ زیرا در حالی که هنوز ۱۱ پروتون نخست خود را نگه داشته است، تنها ۱۰ الکترون دارد. به یونی با بار مثبت، **کاتیون** می‌گویند.



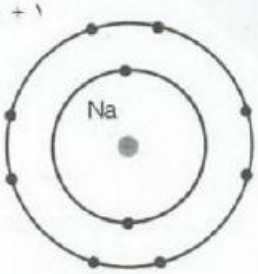
شکل ۸ . ۱ یک اتم نئون. مدار الکترونی بیرونی کامل است. وجود این مدار، نئون را یک عنصر پایدار و بسیار واکنش‌ناپذیر می‌کند.



بار
۱۱ + = ۱۱ پروتون
۱۱ − = ۱۱ الکترون
۰ = جمع

شکل ۸ . ۲ یک اتم سدیم. یک تک الکترون در مدار بیرونی آن وجود دارد. اگر این اتم تک الکترون را از دست بدهد، مانند نئون به یک مدار بیرونی پر دست می‌یابد.

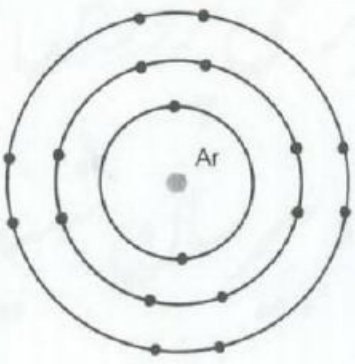
بار
۱۱ + = ۱۱ پروتون
۱۰ − = ۱۰ الکترون
۱ + = جمع



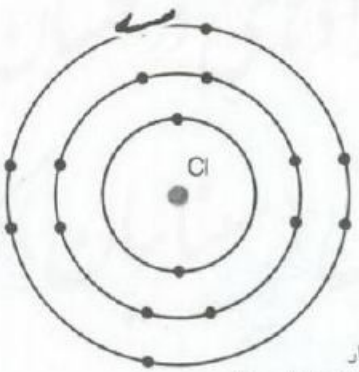
شکل ۸ . ۳ یک یون سدیم. هنگامی که یک اتم سدیم تک الکترون مدار بیرونی خود را از دست می‌دهد، به یک یون مثبت تبدیل می‌شود. ذرهٔ حاصل دارای یک بار مثبت است؛ زیرا اکنون یک پروتون بیش‌تر از الکترون‌هایش دارد.

برخی اتم‌ها میل به گرفتن الکترون دارند.

شکل ۸ . ۴ یک اتم آرگون و یک اتم کلر را نشان می‌دهد. آرگون مانند نئون، یک مدار بیرونی پر از الکترون دارد. اتم آرگون بسیار پایدار است و هیچ تمایلی به گرفتن یا از دست دادن الکترون ندارد. در حالی که کلر، برای کامل کردن مدار بیرونی خود، به یک الکترون نیاز دارد. پس اتم‌های کلر تمایل زیادی به گرفتن الکترون‌ها دارند. هنگامی که اتم کلر یک الکترون می‌گیرد، به ذرهٔ‌ای تبدیل می‌شود که دارای هفده پروتون و هجده الکترون است. این الکترون اضافی یک بار منفی به اتم کلر می‌دهد. به این ترتیب، به یک یون با بار منفی یا یک **آنیون** تبدیل می‌شود.

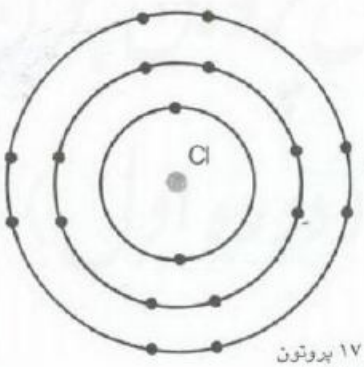


شکل ۸ . ۴ یک اتم آرگون. آرگون مانند نئون مدار الکترونی بیرونی پُری دارد. این ویژگی، نئون را عنصری پایدار و واکنش‌ناپذیر می‌کند.



بار
۱۷ + = ۱۷ پروتون
۱۷ − = ۱۷ الکترون
۰ = جمع

شکل ۸ . ۵ یک اتم کلر. این اتم در مدار الکترونی بیرونی خود هفت الکترون دارد و برای پر کردن این مدار، به یک الکترون اضافی نیازمند است.



بار
۱۷ + = ۱۷ پروتون
۱۸ − = ۱۸ الکترون
۱ − = جمع

شکل ۸ . ۶ یک یون کلر. یون کلر، اتم کلری است که برای کامل کردن مدار بیرونی خود، یک الکترون گرفته است. ذرهٔ حاصل، یک بار منفی دارد؛ زیرا اکنون یک الکترون بیش‌تر از پروتون‌هایش دارد.

سدیم و کلر با هم ترکیب می‌شوند و سدیم کلرید را می‌سازند.

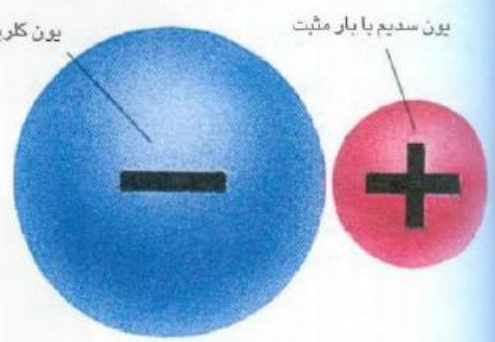
هنگامی که اتم‌های سدیم و کلر در کنار هم قرار می‌گیرند، احتمال می‌دهید چه پدیده‌ای روی دهد؟ یک اتم سدیم به آسانی می‌تواند یک الکترون از دست بدهد؛ در حالی که یک اتم کلر، به آسانی می‌تواند یک الکترون بگیرد. به نظر می‌رسد که اگر اتم سدیم یک الکترون به اتم کلر بدهد، هر دوی آن‌ها می‌توانند پایدار شوند.

اگر به سوختن فلز سدیم در کلر نگاه کنید، می‌توانید آن‌چه را که واقعاً روی می‌دهد، ببینید. سدیم با درخشندگی می‌سوزد و جامد سفیدرنگی روی دیوارهٔ درونی ظرف تشکیل می‌شود. این جامد سفیدرنگ، همان **نمک معمولی** است. نام درست آن **سدیم کلرید** است.

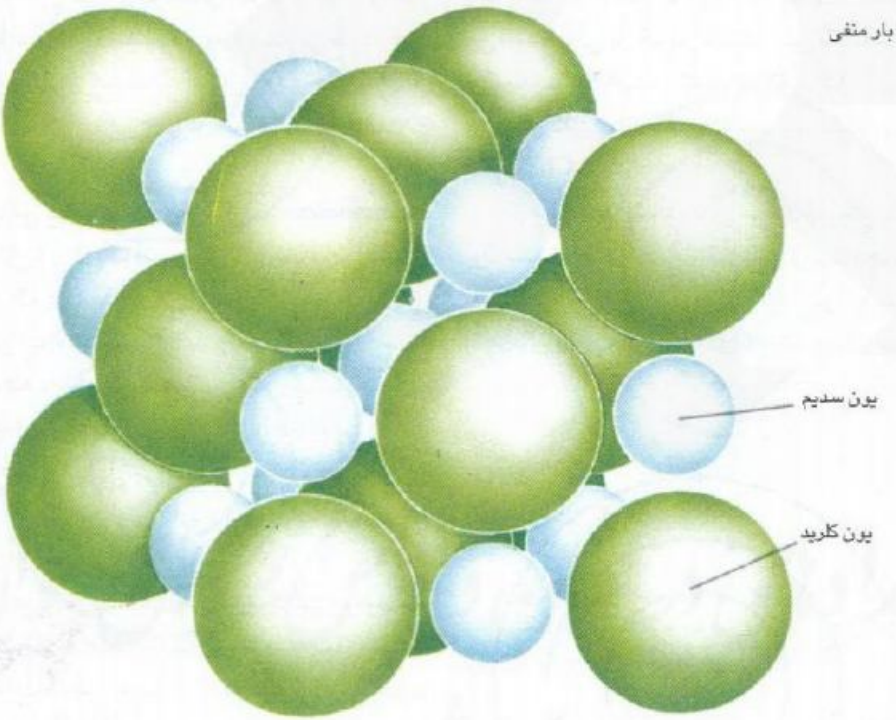
در حالی که سدیم در کلر می‌سوزد، اتم‌های سدیم الکترون‌های خود را از دست می‌دهند و اتم‌های کلر این الکترون‌ها را می‌گیرند. اتم‌های سدیم به یون‌های مثبت و اتم‌های کلر به یون‌های منفی تبدیل می‌شوند. یون‌های مثبت و منفی به شدت یک‌دیگر را جذب می‌کنند؛ به‌طوری که مانند الگویی که در شکل ۸ . ۸ می‌بینید، در کنار هم چیده می‌شوند. این آرایش را یک **شبکه** می‌گویند. یک دانهٔ نمک، شامل میلیون‌ها میلیون یون‌های سدیم و کلرید است که مانند این شبکه چیده شده‌اند. نیروی جاذبهٔ میان یون‌های مثبت و منفی، بسیار قوی است. به این نیروی جاذبه، یک **پیوند یونی** می‌گویند.

سدیم کلرید یک ترکیب است.

به خاطر بسپارید، ماده‌ای که تنها از یک نوع اتم ساخته شده است، **عنصر** نامیده می‌شود. سدیم و کلر هر دو عنصر هستند. سدیم کلرید شامل دو عنصر سدیم و کلر است. ماده‌ای که از پیوند یافتن دو یا چند نوع اتم یا یون ساخته شده است، ترکیب نامیده می‌شود. سدیم کلرید، یک ترکیب است. از آن‌جایی که این ماده از یون‌ها ساخته شده است، به آن یک **ترکیب یونی** می‌گویند.



شکل ۸ . ۷ سدیم کلرید. بارهای مثبت و منفی روی هر دو یون، آن‌ها را در کنار هم محکم نگه می‌دارد.



شکل ۸ . ۸ یک شبکهٔ سدیم کلرید. یون‌های سدیم و کلر در یک الگوی منظّم یا شبکه چیده می‌شوند. آیا می‌توانید شکل مکعبی این شبکه را تشخیص دهید؟ بلورهای نمک، به خاطر چنین آرایشی از یون‌ها مکعبی هستند.

کوچک‌ترین بخشی که از سدیم کلرید می‌تواند وجود داشته باشد، یک جفت یون است.

یون‌های سدیم و یون‌های کلرید با هم ترکیب می‌شوند و سدیم کلرید را تشکیل می‌دهند. کوچک‌ترین بخش یک بلور سدیم کلرید که باز هم سدیم کلرید خواهد بود، یک یون سدیم و یک یون کلرید است. بعید به نظر می‌رسد که بتوان به هر شیوه‌ای، یک یون سدیم و یک یون کلرید را با هم یافت! اما این امکان هست و این جفت یون، کوچک‌ترین بخش ترکیب یاد شده است که هنوز خواصّ سدیم کلرید را دارد.

پرسش

۱. برای هر مورد تعریفی بنویسید و یک مثال بزنید.

آ ـ اتم　　ب ـ یون

پ ـ کاتیون　　ت ـ آنیون

ث ـ مولکول

۲. با کمک اطلاعات داده شده در جدول ۴ . ۱ دربارهٔ آرایش‌های الکترونی، پیش‌بینی کنید که هر یک از عنصرهای زیر چه نوع یونی (مثبت یا منفی) تشکیل می‌دهند:

آ ـ فلوئور　　ب ـ پتاسیم　　پ ـ لیتیم

۲ کاربرد فرمول ها

نام یک ترکیب، به شما می گوید که آن ترکیب چه عنصرهایی را در بردارد. فرمول ها نیز دربارهٔ تعداد نسبی انواع گوناگونی از اتم ها یا یون های ترکیب، با شما سخن می گویند.

نام یک ترکیب، اغلب به ما می گوید که آن ترکیب چه عنصرهایی را دربر دارد.

نام «سدیم کلرید» به شما می گوید که این ترکیب دارای سدیم و کلر است. هنگام نام گذاری یک ترکیب یونی، همیشه نام یون مثبت در آغاز می آید. نام یون مثبت درست مانند نام اتم بدون بار است. ما دربارهٔ «اتم های سدیم» و «یون های سدیم» سخن می گوییم.

نام یون منفی، پس از نام یون مثبت می آید. بی تردید دریافته اید که این نام به طور کامل شبیه نام اتم بدون بار نیست. برای نمونه، می گوییم: «اتم های کلر» و «یون های کلرید». پس ترکیب سدیم و کلر، سدیم کلرید نامیده می شود. این قاعده تقریباً همیشه به کار می رود. جدول ۹. ۱ نمونه های بیش تری را به شما نشان می دهد.

عنصرها	یون مثبت	یون منفی	نام ترکیب دو عنصر
سدیم، کلر	سدیم	کلرید	سدیم کلرید
پتاسیم، ید	پتاسیم	یدید	پتاسیم یدید
منیزیم، اکسیژن	منیزیم	اکسید	منیزیم اکسید
آهن، گوگرد	آهن	سولفید	آهن سولفید

جدول ۹. ۱ بعضی از ترکیب های یونی.

برخی یون ها دو بار دارند.

شکل ۹. ۱ یک اتم منیزیم را نشان می دهد. این اتم در مدار بیرونی خود دو الکترون دارد. اگر اتم منیزیم این دو الکترون را از دست بدهد، به یک مدار بیرونی کامل دست می یابد. هنگامی که این کار را انجام می دهد، به ذرّه ای تبدیل می شود که دو پروتون بیش تر از الکترون هایش دارد. در واقع، ذرّه ای که دوبار مثبت دارد. فرمول یک یون منیزیم، این بار دوگانه را نشان می دهد. این فرمول به صورت Mg^{2+} نوشته می شود. یون مثبت متداول دیگر که یک بار دوگانه دارد، کلسیم است، Ca^{2+}.

یون های منفی نیز می توانند بار دوگانه داشته باشند. شکل ۹. ۳ یک اتم اکسیژن را نشان می دهد. این اتم در مدار بیرونی خود، شش الکترون دارد و برای کامل شدن، به دو الکترون دیگر نیاز دارد. هنگامی که این دو الکترون را می گیرد، به یک یون اکسید تبدیل می شود، O^{2-}.

پرسش

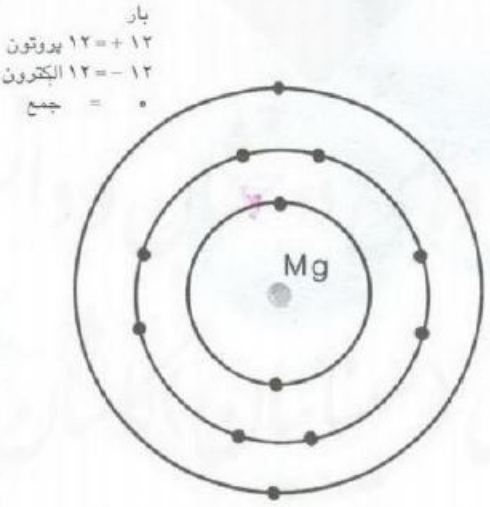
اگر تکهٔ بسیار کوچکی از NaCl تنها یک میلیون یون Na^+ داشته باشد، چند یون Cl^- خواهد داشت؟

فرمول سدیم کلرید NaCl است.

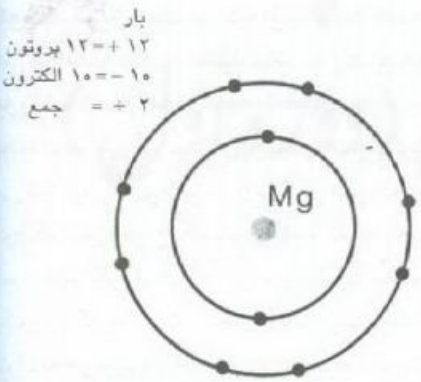
نشانهٔ اتم سدیم، Na است. هنگامی که این اتم یک الکترون از دست می دهد، به یون تبدیل می شود؛ یونی با یک بار مثبت. پس نشانهٔ یک یون سدیم Na^+ است. نشانه اتم کلر، Cl است. یون های کلرید بار منفی دارند، پس نشانهٔ یون کلرید Cl^- است.

در سدیم کلرید، در برابر هر یون کلرید، یک یون سدیم وجود دارد. بار کلّی این ترکیب، صفر است؛ زیرا بارهای مثبت روی یون های سدیم، با بارهای منفی روی یون های کلرید برابرند. پس فرمول سدیم کلرید NaCl است. این فرمول بارهای روی یون های سدیم و کلرید را نشان نمی دهد؛ زیرا هنگامی که این یون ها با هم هستند، بارهای یک دیگر را خنثی می کنند.

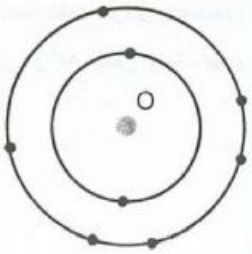
هر ترکیب، فرمولی دارد. یک فرمول، چیزهای زیادی به شما می گوید. به شما می گوید که آن ترکیب از چه نوعی از اتم ها ساخته شده است و از هر نوع اتم، به چه تعدادی در آن ترکیب وجود دارد.



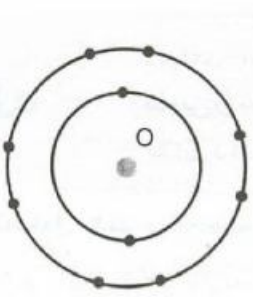
شکل ۹. ۱ یک اتم منیزیم. این اتم در مدار بیرونی خود دو الکترون دارد.



شکل ۹. ۲ یک یون منیزیم، Mg^{2+}. اتم منیزیم با از دست دادن دو الکترون بیرونی خود، یونی با یک مدار بیرونی کامل باقی می گذارد.



شکل ۹ . ۳ یک اتم اکسیژن .



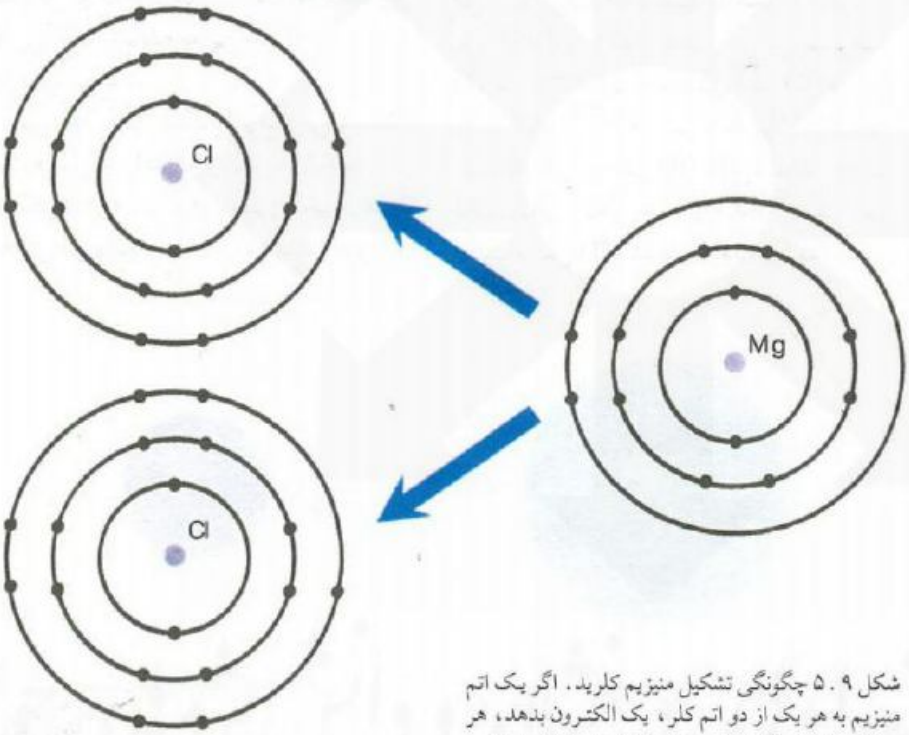
شکل ۹ . ۴ یک یون اکسیژن، O^{2-} . یک اتم اکسیژن با گرفتن دو الکترون، به یک مدار الکترونی بیرونی پُر می‌رسد .

تعداد یون‌های مثبت و منفی در یک ترکیب، همیشه برابر نیست.

اگر منیزیم و کلر با هم واکنش نشان دهند، چه روی می‌دهد؟ اتم‌های منیزیم مایلند تا الکترون از دست داده، به یون مثبت تبدیل شوند. هر اتم منیزیم، دو الکترون از دست می‌دهد و به Mg^{2+} تبدیل می‌شود. اتم‌های کلر مایلند تا الکترون بگیرند و به یون منفی تبدیل شوند. هر اتم کلر، یک الکترون می‌گیرد و به Cl^- تبدیل می‌شود.

پس یک اتم منیزیم می‌تواند نیاز دو اتم کلر را به الکترون تأمین کند. بنابراین، هنگامی که منیزیم در کلر می‌سوزد، اتم‌ها ساختاری را تشکیل می‌دهند که در آن، به ازای هر یون منیزیم، دو یون کلرید وجود دارد.

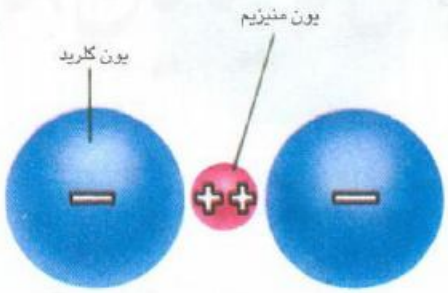
فرمول منیزیم کلرید، این رابطه را نشان می‌دهد. این فرمول به صورت $MgCl_2$ نوشته می‌شود. ۲ کوچک پس از Cl، به‌شما می‌گوید که دو یون کلرید در ترکیب منیزیم کلرید وجود دارد. هیچ عددی پس از Mg وجود ندارد. این بدان معناست که در این ترکیب، یک یون Mg هست. هرگاه عددی پس از نشانهٔ یک عنصر در یک فرمول نوشته نشود، به این معناست که تنها یک اتم یا یون از آن عنصر در یک مولکول وجود دارد. پس $MgCl_2$ به شما می‌گوید که در منیزیم کلرید، به ازای هر یون منیزیم، دو یون کلرید وجود دارد.



شکل ۹ . ۵ چگونگی تشکیل منیزیم کلرید. اگر یک اتم منیزیم به هر یک از دو اتم کلر، یک الکترون بدهد، هر سه به مدارهای الکترونی بیرونی کاملی دست می‌یابند.

پرسش

اگر تکهٔ بسیار کوچکی از منیزیم کلرید، تنها یک میلیون یون Mg^{2+} داشته باشد، چند یون Cl^- خواهد داشت؟



شکل ۹ . ۶ منیزیم کلرید، $MgCl_2$. به‌ازای هر یون منیزیم، دو یون کلرید وجود دارد.

۳ پیوندهای کووالانسی

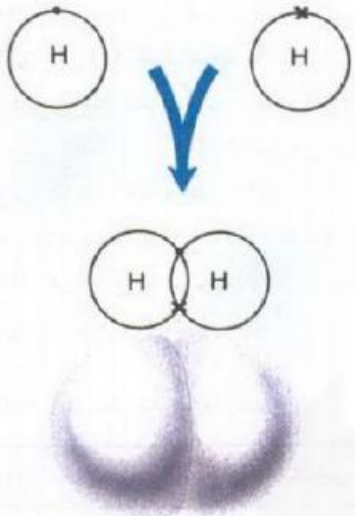
اغلب اتم‌ها برای رسیدن به ساختار الکترونی پایدار، می‌توانند الکترون‌های خود را به اشتراک بگذارند. این مشارکت که اتم‌ها را نزدیک به هم نگه می‌دارد، پیوند کووالانسی نامیده می‌شود.

اتم‌ها می‌توانند لایه‌های بیرونی خود را از راه به اشتراک گذاشتن الکترون با اتم‌های دیگر، پر کنند.

دیدید که اتم‌ها تمایل دارند تا با از دست دادن یا گرفتن الکترون، به یک مدار الکترونی بیرونی پر دست یابند. اگر آن‌ها یک الکترون را به‌طور کامل از دست دهند یا بگیرند، به یون تبدیل می‌شوند. یون‌های مثبت و منفی، یک‌دیگر را به شدت جذب می‌کنند و بین خود، پیوندهای یونی تشکیل می‌دهند. ترکیب‌هایی که به این شیوه تشکیل می‌شوند، ترکیب‌های یونی نامیده می‌شوند.

اما، هنگامی که هیچ نوعی از اتم‌ها نمی‌توانند الکترون از دست بدهند و به یون مثبت تبدیل شوند، چگونه ترکیب‌ها تشکیل می‌شوند؟ برای نمونه، برم و کلر، ترکیبی با فرمول BrCl ایجاد می‌کنند. از طرفی اتم‌های کلر و برم، تنها با گرفتن الکترون، یون تشکیل می‌دهند. هر دوی آن‌ها یون‌هایی با بار منفی به‌وجود می‌آورند. اگر هر دوی آن‌ها تمایل به گرفتن الکترون داشته باشند، از کجا می‌توانند این الکترون‌ها را دریافت کنند؟ به هر حال، اگر یون‌های برمید و کلرید هر دو بار منفی داشته باشند، از یک‌دیگر دور می‌شوند؛ زیرا اگر هر دو ذرهٔ بار منفی داشته باشند (یا هر دو بار مثبت داشته باشند)، یک‌دیگر را دفع می‌کنند. بنابراین، آشکاراست که BrCl نمی‌تواند یک ترکیب یونی باشد. پس باید راه دیگری وجود داشته باشد که اتم‌ها بتوانند در کنار هم بمانند.

در ترکیب‌های یونی، اتم‌ها با گرفتن یا از دست دادن الکترون، مدار بیرونی خود را پر می‌کنند. اما راه دیگری وجود دارد که آن‌ها بتوانند این کار را انجام دهند. اتم‌ها می‌توانند با به اشتراک گذاشتن الکترون‌های خود با اتم‌های دیگر مدارهای بیرونی خود را پر کنند.

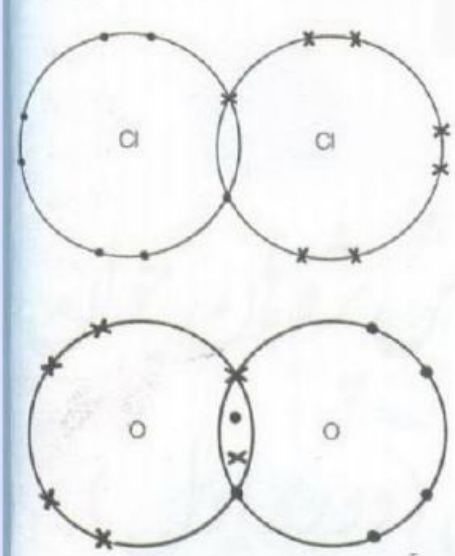


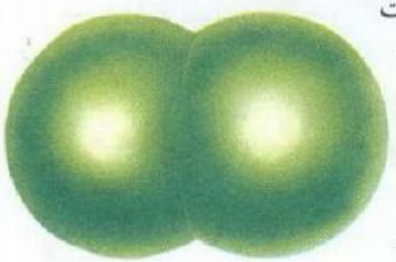
شکل ۱۱ . ۱ یک مولکول هیدروژن، H_2 . دو اتم هیدروژن می‌توانند با به اشتراک گذاشتن الکترون‌های خود، به لایهٔ الکترونی بیرونی کامل دست یابند.

اتم‌های هیدروژن جفت می‌شوند و الکترون‌های خود را به اشتراک می‌گذارند.

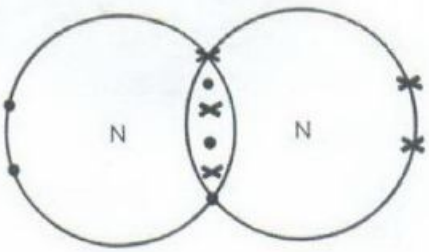
شکل ۱۱ . ۱ نشان می‌دهد که اتم‌های هیدروژن چگونه الکترون‌های خود را به اشتراک می‌گذارند. اتم‌های هیدروژن تنها یک پروتون و یک الکترون دارند. آن‌ها برای پر کردن مدار الکترونی خود، به یک الکترون نیازمندند. اگر دو اتم هیدروژن، الکترون‌های تک خود را به اشتراک بگذارند، در این صورت، هر یک از آن‌ها به یک مدار الکترونی پر دست می‌یابد. بنابراین، هنگامی که دو اتم هیدروژن به این صورت الکترون به اشتراک گذارند، در کنار یک‌دیگر می‌مانند. پیوند میان آن‌ها را **پیوند کووالانسی** می‌گویند.

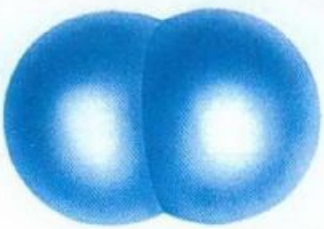
به این جفت اتم‌های هیدروژن پیوند یافته، یک **مولکول** هیدروژن می‌گویند. این، کوچک‌ترین بخش از عنصر هیدروژن است که می‌تواند به خودی خود وجود داشته باشد. فرمول یک مولکول هیدروژن H_2 است که نشان می‌دهد اتم‌های هیدروژن دوتا دوتا به هم متصلند.



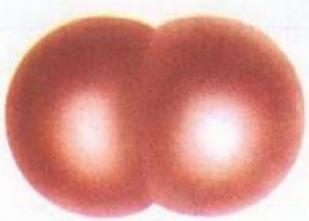


شکل ۱۱ . ۲ یک مولکول کلر، Cl_2 . یک جفت الکترون به اشتراک گذاشته شده است.



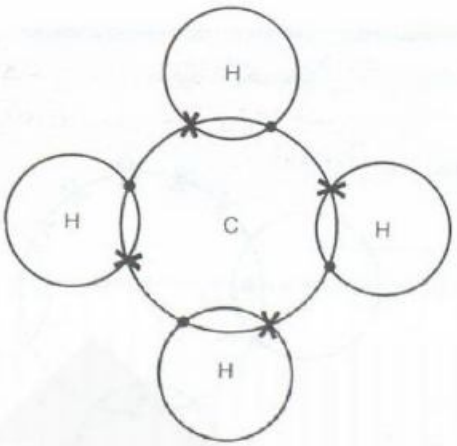


شکل ۱۱ . ۳ یک مولکول نیتروژن، N_2 . سه جفت الکترون میان دو اتم نیتروژن به اشتراک گذاشته می‌شود، بنابراین پیوند، سه گانه است.

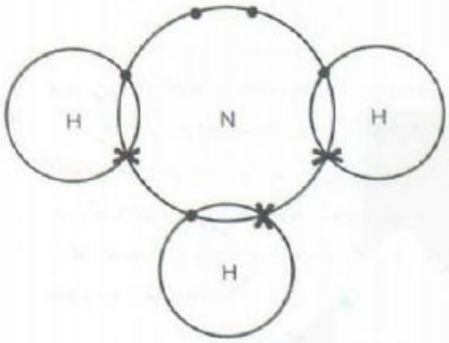


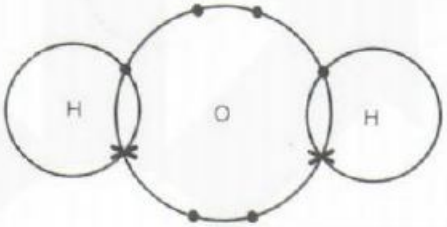
شکل ۱۱ . ۴ یک مولکول اکسیژن، O_2 . دو جفت الکترون به اشتراک گذاشته شده است، بنابراین پیوند بین اتم‌های اکسیژن، یک پیوند دوگانه است.

شکل ۱۱ . ۵ یک مولکول متان، CH_4 .

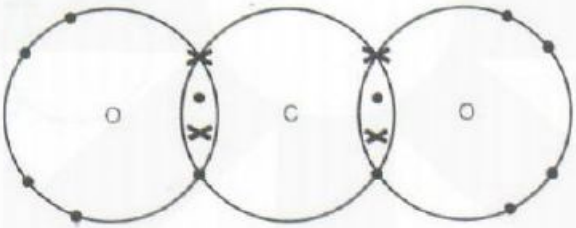


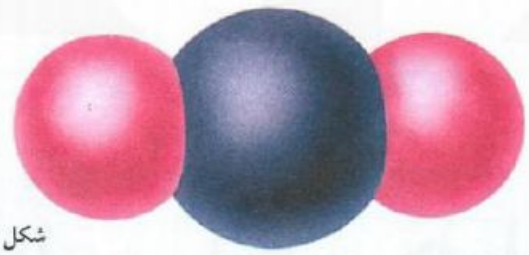
شکل ۱۱ . ۶ یک مولکول آمونیاک، NH_3 .





شکل ۱۱ . ۷ یک مولکول آب، H_2O .





شکل ۱۱ . ۸ یک مولکول کربن دی‌اکسید، CO_2 .

بسیاری از اتم های نافلزها، پیوندهای کووالانسی تشکیل می دهند.

شکل های ۱۱ . ۱ تا ۱۱ . ۴ چند نمونهٔ دیگر از اتم‌هایی را نشان می‌دهند که پیوندهای کووالانسی ایجاد می کنند. گاهی اتم‌ها این کار را با اتم‌های شبیه خود انجام می‌دهند. برای نمونه، گاز اکسیژن از جفت اتم‌های اکسیژن ساخته شده است که با پیوند کووالانسی به هم متصل شده‌اند. فرمول آن O_2 است. گاز کلر نیز از جفت اتم‌های کلر ساخته شده است که مولکول‌های کلر را می‌سازند، Cl_2 .

اتم‌ها با دیگر انواع اتم‌ها نیز می‌توانند پیوندهای کووالانسی تشکیل دهند. در این هنگام نیز یک **ترکیب کووالانسی** تشکیل می‌شود. شکل‌های ۱۱ . ۵ تا ۱۱ . ۸ چند نمونه از ترکیب‌های کووالانسی را نشان می‌دهند. **آب، آمونیاک، کربن دی‌اکسید و متان** چهار ترکیب کووالانسی بسیار مهم هستند.

هر پیوند کووالانس، شامل یک جفت الکترون اشتراکی است.

با بررسی نمودار ترکیب‌های کووالانسی، مشاهده می‌کنید که اتم‌های تشکیل دهندهٔ این مولکول‌ها، الکترون‌هایشان را دوتا دوتا به اشتراک گذاشته‌اند. هر جفت الکترون اشتراکی، یک پیوند کووالانس است. برای نمونه، مولکول‌های هیدروژن یک پیوند دارند؛ زیرا در آن‌ها هر دو اتم هیدروژن، یک جفت الکترون مشترک دارند.

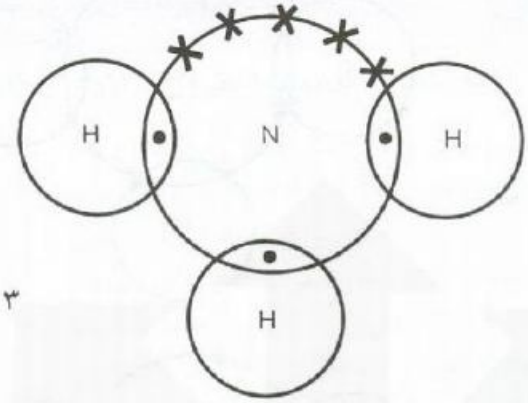
این در حالی است که هنگام تشکیل مولکول اکسیژن، اتم‌های اکسیژن، دو جفت الکترون به اشتراک می گذارند. بنابراین میان اتم‌های اکسیژن، دو پیوند وجود دارد. این آرایش، یک **پیوند دوگانه** نامیده می‌شود.

اتم‌های نیتروژن، الکترون‌های بیش‌تری به اشتراک می گذارند. هر اتم نیتروژن در لایهٔ بیرونی خود، پنج الکترون دارد و برای کامل کردن مدار الکترونی بیرونی خود، تا هشت الکترون، به سه الکترون دیگر نیاز دارد. پس دو اتم نیتروژن، سه جفت الکترون برای ساختن مولکول نیتروژن به اشتراک می گذارند، N_2 . به این پیوند، **پیوند سه گانه** می گویند.

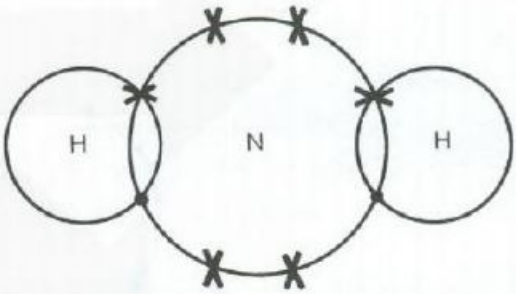
چند راهنمایی برای رسم نمودارهای پیوند کووالانسی

شاید برای شما این پرسش پیش آمده باشد که برای نمایش ساختار یک مولکول از یک ترکیب کووالانسی، چگونه می‌توان نموداری رسم کرد. اگر از قاعده‌های زیر پیروی کنید، بی‌تردید چنین نموداری را درست رسم می‌کنید!

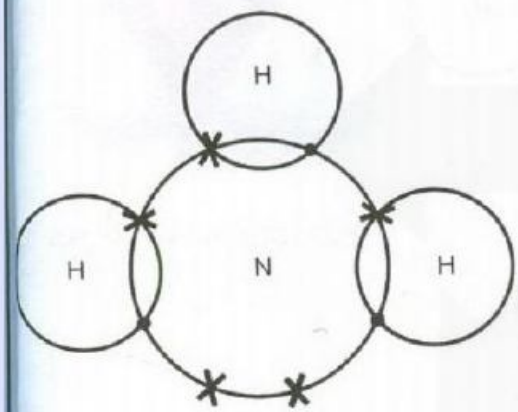
۱. بررسی کنید که هر اتم رسم شده، یک مدار بیرونی پر داشته باشد. در نمودار «آمونیاک»، اتم‌های هیدروژن چنین نیستند، پس شکل باید نادرست باشد.



۲. بررسی کنید که آیا رسم هر اتم با تعداد درستی الکترون آغاز شده است یا نه. نمودارهای نقطه و ضربدر، به شما در این مورد کمک می‌کند. در نمودار «آمونیاک»، نیتروژن شش الکترون بیرونی دارد؛ در صورتی که باید پنج الکترون داشته باشد.



۳. حتی اگر شما نتوانستید پاسخ را به سرعت بیابید، قاعده‌های ۱ و ۲ را از نو اجرا کنید. با تمرین بیش‌تر، بسیار آسان‌تر از این‌ها به نتیجه می‌رسید!



پرسش

۱. در هر مورد نمونه‌های خواسته شده را از میان مولکول‌های نشان داده شده در دو صفحهٔ پیش انتخاب کنید:

آ- دو عنصر

ب- دو ترکیب

پ- عنصری که در دمای اتاق، به شکل گاز وجود دارد.

ت- یک ترکیب که در دمای اتاق مایع است.

ث- یک عنصر کووالانسی که اتم‌های آن یک‌دیگر را با پیوند دوگانه نگه‌داشته‌اند.

ج- ترکیبی که مولکول‌های آن از دو نوع اتم متفاوت تشکیل شده‌اند.

چ- ترکیبی با فرمول NH_3.

ح- ترکیبی که چهار پیوند داشته باشد.

۲. در زیر، عدد اتمی شش عنصر داده شده است:

عنصر	عدد اتمی
H	۱
Cl	۱۷
C	۶
N	۷
O	۸
S	۱۶

آ- ساختار الکترونی را برای این شش عنصر بکشید.

ب- نمودارهایی بکشید که چگونگی به اشتراک گذاشته شدن الکترون‌ها را برای درست کردن مولکول ترکیب‌های کووالانسی زیر نشان دهد (تنها الکترون‌های بیرونی را نشان دهید):

۱) HCl　　۲) CCl_4

۳) NCl_3　　۴) OCl_2

پ- حال این نمودارها را برای مولکول‌های زیر رسم کنید. رسم این نمودارها کمی دشوار است.

۱) CO (توجه: اتم‌ها، اشتراکی نابرابر دارند.)

۲) S_8 (توجه: مولکول حلقوی شکل است.)

۳) C_2H_2 (توجه: هر چهار اتم روی یک خط راست قرار دارند.)

بیشتر بدانید

۴ خواصّ ترکیب‌های یونی و کووالانسی

ترکیب‌های یونی و کووالانسی، رفتاری متفاوت با یک دیگر دارند.

مقایسهٔ ترکیب‌های یونی و کووالانسی

شما مجموعهٔ آزمایش‌هایی را روی شش ترکیب انجام می‌دهید. A، B و C ترکیب‌هایی یونی هستند. D، E و F ترکیب‌های کووالانسی هستند. هنگامی که تحقیق خود را کامل کردید، باید بتوانید خواصّ ترکیب‌های یونی و کووالانسی را تعمیم دهید.

۱. متن تحقیق را به‌طور کامل بخوانید. سپس جدولی برای ثبت نتایج حاصل از اجرای آزمایش‌ها طراحی کنید. اگر به شیوه‌ای که کار را انجام می‌دهید، اطمینان ندارید، از معلم خود بپرسید.

۲. عینک ایمنی را به چشم بزنید. کمی از مادهٔ A را روی یک ورقهٔ نازک سرامیکی بگذارید. به کمک انبر آن را در بخش آبی رنگ شعلهٔ یک چراغ بونزن گرم کنید. آیا این ماده به آسانی ذوب می‌شود، یا می‌سوزد؟ ببینید چه روی می‌دهد. مشاهدهٔ خود را در جدول ثبت نتایج درج کنید. همین کار را با پنج ترکیب دیگر انجام دهید.

۳. مقدار کمی آب در یک لولهٔ آزمایش بریزید. مقدار کمی از مادهٔ A به آن بیفزایید و آن را به هم بزنید. آیا A در آب حل می‌شود؟ نتیجهٔ به‌دست آمده را در جدول یادداشت کنید.

۴. اگر A در آب حل شده است، برای بررسی رسانایی الکتریکی محلول آن، از یک مدار الکتریکی که برای این کار طراحی شده است، استفاده کنید. مشاهده‌های خود را در جدول ثبت نتایج یادداشت کنید.

۵. مراحل ۳ و ۴ را برای پنج مادهٔ دیگر تکرار کنید.

۶. مراحل ۳ و ۴ را تکرار کنید؛ اما این بار به جای آب، از ۱، ۱، ۱ – تری کلرواتان استفاده کنید. این ترکیب مایعی است که در آن آب وجود ندارد. معلم شما این بخش از تحقیق را برایتان به صورت نمایشی اجرا می‌کند.

پرسش

همیشه برای همهٔ ترکیب‌های یونی و کووالانسی امکان ارایهٔ یک نتیجه‌گیری یا جمع‌بندی برای توجیه رفتار آن‌ها وجود ندارد. شاید برخی از نتایج شما در قالب یک الگوی مشخص نگنجد. با این حال، شما باید بتوانید برای پاسخ‌گویی به پرسش‌های زیر، الگویی مناسب بیابید:

۱. کدام‌یک آسان‌تر ذوب می‌شوند، مواد یونی یا مواد کووالانسی؟

۲. احتمال حل شدن مواد یونی در آب بیش‌تر است یا در حلّال‌های غیرآبی (حلّالی که آب ندارد)؟

۳. احتمال حل شدن ترکیب‌های کووالانسی در آب بیش‌تر است یا حلّال‌های غیرآبی؟

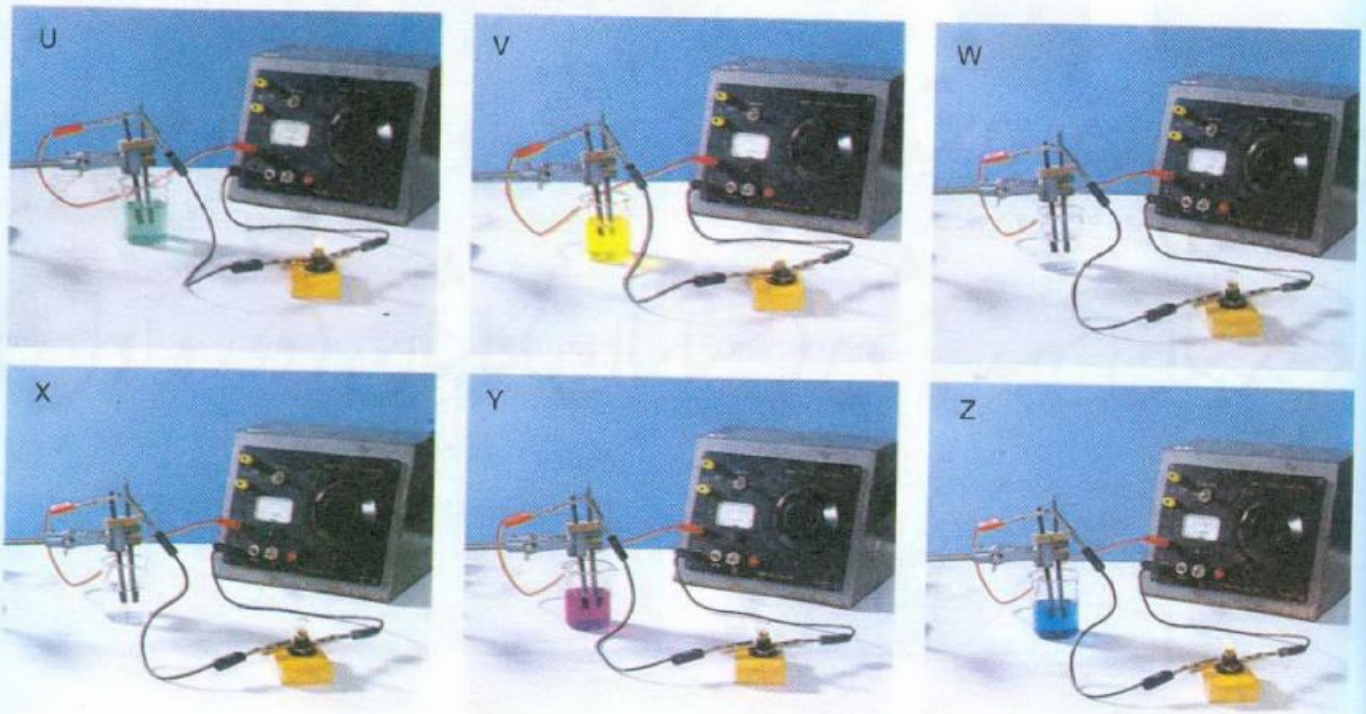
۴. آیا محلول مواد یونی، برق را هدایت می‌کند؟

۵. آیا محلول مواد کووالانسی، برق را هدایت می‌کند؟

تحقیق ۱۲ـ۱

پرسش

شکل ۱۲. بررسی رسانایی الکتریکی شش محلول آبی، نشان می‌دهد که سه تای آن‌ها محلول ترکیب‌های کووالانسی و سه تای دیگر محلول ترکیب‌های یونی در آب هستند. با دقّت در هر تصویر، مشخص کنید که کدام‌یک محلول یک ترکیب یونی و کدام‌یک محلول یک ترکیب کووالانسی است؟ چرا؟ در میان این سه ترکیب کووالانسی، چه چیزی کمی نامتعارف به نظر می‌آید؟



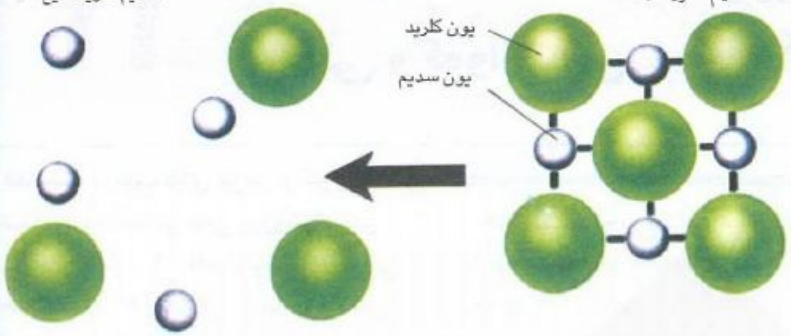
شرحی بر خواص ترکیب‌های یونی و کووالانسی

نقطه‌های ذوب

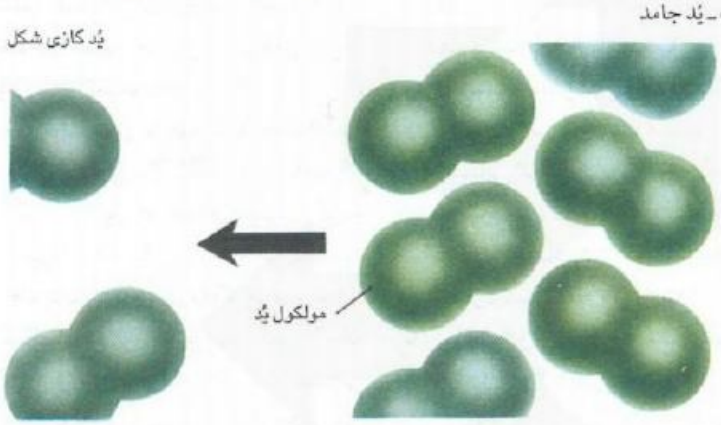
در یک ترکیب یونی، همهٔ یون‌ها در شبکهٔ بلوری یک‌دیگر را محکم نگه می‌دارند. اگر این ترکیب گرم شود، انرژی گرمایی، ذرّه‌های سازندهٔ آن را به ارتعاش در می‌آورد. اما برای جدا کردن کامل ذرّه‌ها، انرژی گرمایی زیادی مصرف می‌شود. این به آن معناست که ترکیب‌های یونی به گرمای زیادی نیاز دارند تا از حالت جامد به مایع تبدیل شوند. به دیگرسخن، **نقطهٔ ذوب بالایی** دارند. همهٔ ترکیب‌های یونی در دمای اتاق جامد هستند.

در یک جسم کووالانسی، اتم‌هایی که در ساختار یک مولکول قرار دارند، یک‌دیگر را با پیوندهای کووالانسی محکم نگه می‌دارند. اما فرد فرد مولکول‌ها تنها به‌وسیلهٔ نیروهای ضعیفی که میان آن‌ها وجود دارد، یک‌دیگر را نگه می‌دارند؛ به این معنا که برای جدا کردن مولکول‌ها از یک‌دیگر، به گرمای زیادی نیاز نیست. در واقع، دماهای پایین برای تغییر حالت مادّه از جامد به مایع یا گاز کافی است. به دیگر سخن، مواد کووالانسی **نقطهٔ ذوب و جوش پایینی** دارند. بیش‌تر مواد کووالانسی در دمای اتاق گاز هستند.

شکل ۱۲ . ۲ آ ـ سدیم کلرید جامد

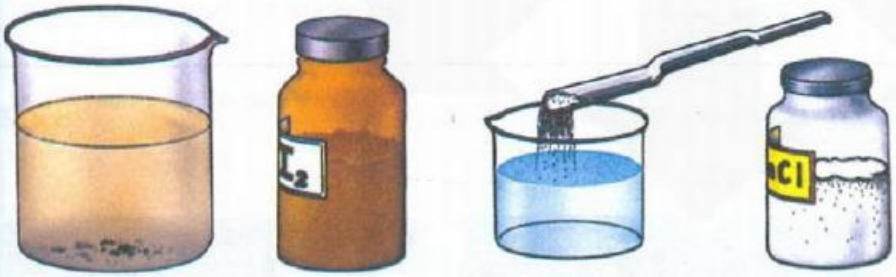


شکل ۱۲ . ۲ ب ـ یُد جامد



شکل ۱۲ . ۳ آ ـ سدیم کلرید به آسانی در آب حل می‌شود.

شکل ۱۲ . ۳ ب ـ کم‌ترین مقدار یُد، به سختی در آب حل می‌شود.



انحلال‌پذیری در آب

در یک ترکیب یونی، بارهای موجود روی یون‌های سازندهٔ آن، مولکول‌های آب را به سمت آن‌ها جذب می‌کند؛ به این معنا که این مواد در آب حل خواهند شد. در مورد چگونگی حل شدن مواد در آب، مطالب بیش‌تری را در صفحهٔ ۴۷ خواهید یافت.

در یک مادّهٔ کووالانسی، اغلب مولکول‌های سازندهٔ آن، تمایل زیادی به جذب مولکول‌های آب ندارند؛ یعنی این که این مواد اغلب در آب حل نمی‌شوند، اما می‌توانند در حلّال‌های غیرآبی حل شوند.

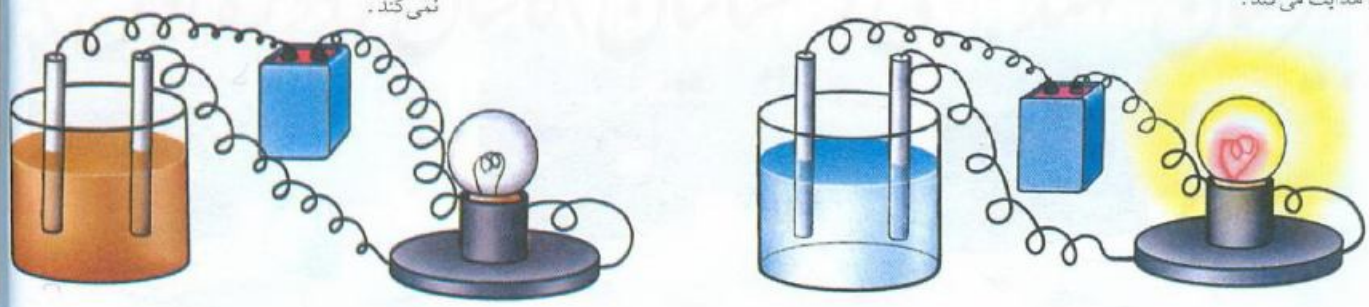
هدایت جریان برق

جریان برق، جریانی از ذرّه‌های باردار است. محلول یک ترکیب یونی، ذرّه‌های بارداری دارد که آزادانه حرکت می‌کنند؛ یعنی این محلول‌ها به آسانی می‌توانند جریان برق را هدایت کنند.

مواد کووالانسی نمی‌توانند جریان برق را هدایت کنند.

شکل ۱۲ . ۴ آ ـ محلول سدیم کلرید در آب، جریان برق را هدایت می‌کند.

شکل ۱۲ . ۴ ب ـ محلول یُد در نفت، جریان برق را هدایت نمی‌کند.



پرسش

صفحه‌ای از دفتر خود را به دو ستون تقسیم کنید. بالای یک ستون، عنوان ترکیب‌های یونی و بالای ستون دیگر، عنوان ترکیب‌های کووالانسی را قرار دهید. هر یک از جفت خواص زیر را با دقت بخوانید. سپس هر یک (از آن‌ها) را در ستون درست جدولتان بنویسید. جفت‌ها را روبه‌روی هم قرار دهید. برای نمونه، ۱ـ آ باید در برابر ۱ـ ب قرار بگیرد.

۱. آ ـ در دمای اتاق جامد هستند.
ب ـ در دمای اتاق مایع یا گازند.

۲. آ ـ دماهای ذوب و جوش بالایی دارند.
ب ـ دماهای ذوب و جوش پایینی دارند.

۳. آ ـ از اتم‌هایی ساخته شده‌اند که محکم به هم چسبیده و مولکول‌ها را تشکیل داده‌اند و این مولکول‌ها یک‌دیگر را تنها با نیروهای ضعیف نگه داشته‌اند.
ب ـ از ذرّه‌های باردار ساخته شده‌اند که در حالت جامد، یک‌دیگر را در یک شبکهٔ بلوری محکم نگه می‌دارند.

۴. آ ـ معمولاً در آب حل می‌شوند.
ب ـ معمولاً در آب نامحلولند.

۵. آ ـ جریان برق را هدایت نمی‌کنند.
ب ـ هنگامی که به صورت مذابند یا در آب حل شده‌اند، جریان برق را هدایت می‌کنند.

۶. آ ـ یُد، قند، آب، اکسیژن، نیتروژن، کربن دی‌اکسید، متان و روغن پارافین، از جملهٔ این ترکیب‌ها هستند.
ب ـ سدیم کلرید، روی یدید و مس (II) سولفات، از جملهٔ این ترکیب‌ها هستند.

برخی استثناهای مهم

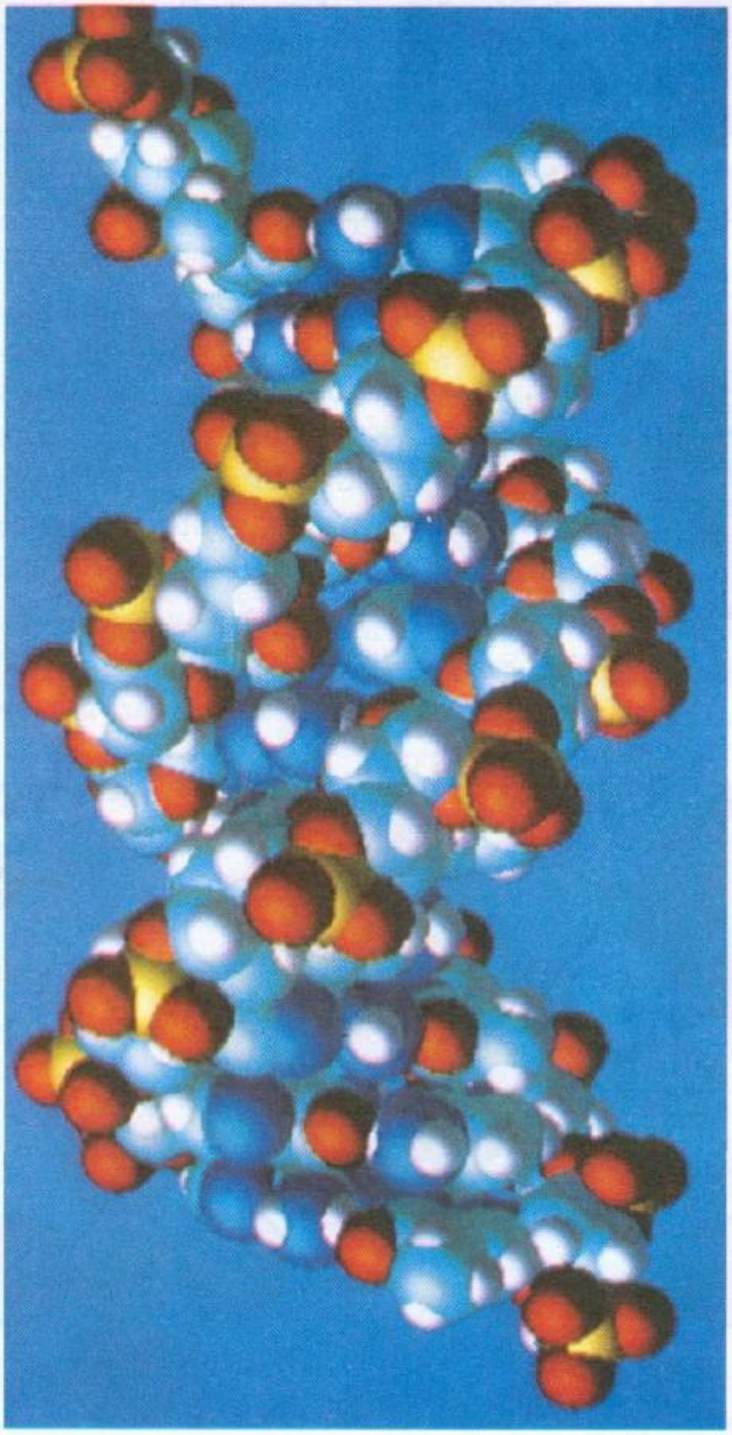
شما باید از تحقیق ۱۲ . ۱ دریافته باشید که همهٔ مواد را نمی‌توان دقیقاً در یکی از این دو گروه قرار داد؛ به ویژه، مواد کووالانسی بسیاری هستند که برخی خواص آن‌ها بسیار شبیه ترکیب‌های یونی است.

مولکول‌های کووالانسی بسیار بزرگ، تمایل دارند تا در دمای اتاق، به حالت جامد باشند. این مواد جامد، دماهای ذوب و جوش بالایی دارند. قند، نمونهٔ خوبی است. جرم زیاد مولکول‌های قند، از این نکته حکایت می‌کند که برای آزادانه به حرکت درآوردن این مولکول‌ها، به انرژی گرمایی زیادی نیاز است.

برخی ترکیب‌های کووالانسی در آب محلولند؛ زیرا روی مولکول‌های سازندهٔ آن‌ها بارهای کوچکی وجود دارد. این بارها به بزرگی بارهایی نیستند که روی یون‌ها وجود دارد. به این بارها **دوقطبی** می‌گویند و شما در صفحهٔ ۴۳ دربارهٔ آن‌ها مطالب بیش‌تری خواهید آموخت. برای نمونه، مولکول‌های قند، بارهای مثبت و منفی کوچکی دارند که سبب می‌شوند تا قند در آب حل شود.

همهٔ مولکول‌های زیست شیمیایی بزرگ ـ پروتیین‌ها، کربوهیدرات‌ها و چربی‌ها ـ ترکیب‌هایی کووالانسی هستند. اما چون از مولکول‌های بزرگی ساخته شده‌اند، اغلب در دمای اتاق جامدند. هم‌چنین بسیاری از آن‌ها دو قطبی دارند، پس در آب نیز حل خواهند شد.

بیشتر بدانید



شکل ۱۲ . ۶ بسیاری از مولکول‌های زیست شیمیایی، هزاران اتم دارند. این تصویر، نمای رایانه‌ای بخش کوچکی از یک مولکول DNA است. بیش‌تر اتم‌ها در مولکول، با هم پیوند کووالانسی دارند. DNA یک مادهٔ ژنتیکی است که در همهٔ سلول‌های زنده یافت می‌شود.

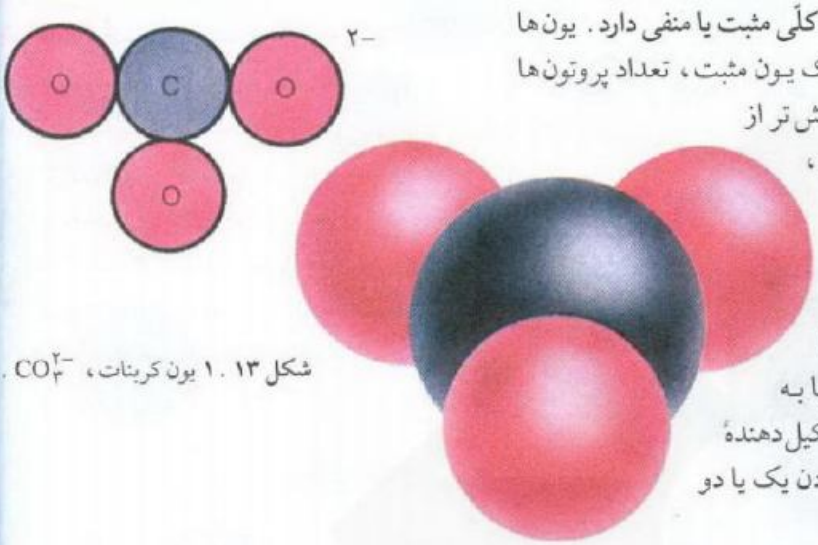
شکل ۱۲ . ۵ پشم سگ از کراتین که یک پروتیین است، ساخته شده است. پروتیین‌ها ترکیب‌های کووالانسی هستند. کراتین در آب نامحلول است؛ اما بسیاری از پروتیین‌ها مانند هموگلوبین در آب حل می‌شوند.

۵ یون‌های ترکیبی

یون‌ها می‌توانند از گروهی از اتم‌ها تشکیل شوند. به این گروه‌ها یون‌های ترکیبی می‌گویند.

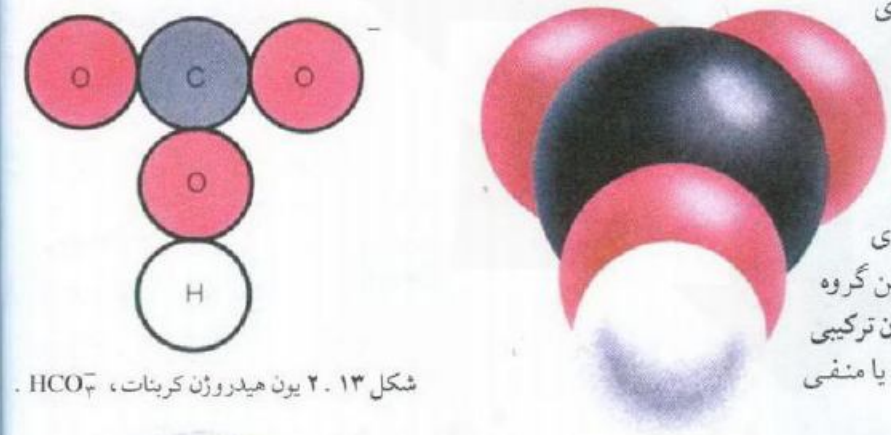
یون ترکیبی، یونی است که از گروهی از اتم‌ها تشکیل شده است.

شاید به یاد داشته باشید که یون، یک اتم یا گروهی از اتم‌هاست که بار کلّی مثبت یا منفی دارد. یون‌ها بار دارند؛ زیرا تعداد پروتون‌ها و نوترون‌ها در آن‌ها برابر نیست. در یک یون مثبت، تعداد پروتون‌ها بیش‌تر از الکترون‌هاست. در یک یون منفی، تعداد الکترون‌ها بیش‌تر از پروتون‌هاست. تا به حال همهٔ یون‌هایی که در این کتاب دیده‌اید، تک اتمی بوده‌اند. اما یون‌های بسیار مهمّی وجود دارند که از گروهی از اتم‌ها تشکیل می‌شوند. برخی از آن‌ها در شکل‌های ۱۳ . ۱ تا ۱۳ . ۵ نشان داده شده‌اند. در هر یک از این گروه‌ها، اتم‌ها با به اشتراک گذاشتن الکترون، به هم متّصل شده‌اند. به دیگر سخن، آن‌ها با پیوندهای کووالانسی، یک‌دیگر را نگه می‌دارند. در واقع، حتی با به اشتراک گذاشتن الکترون، باز هم لایهٔ الکترونی بیرونی همهٔ اتم‌های تشکیل دهندهٔ گروه کامل نمی‌شود. این گروه از اتم‌ها باز هم به گرفتن یا از دست دادن یک یا دو الکترون نیاز دارند تا لایه‌های بیرونی آن‌ها به طور کامل پر شود.

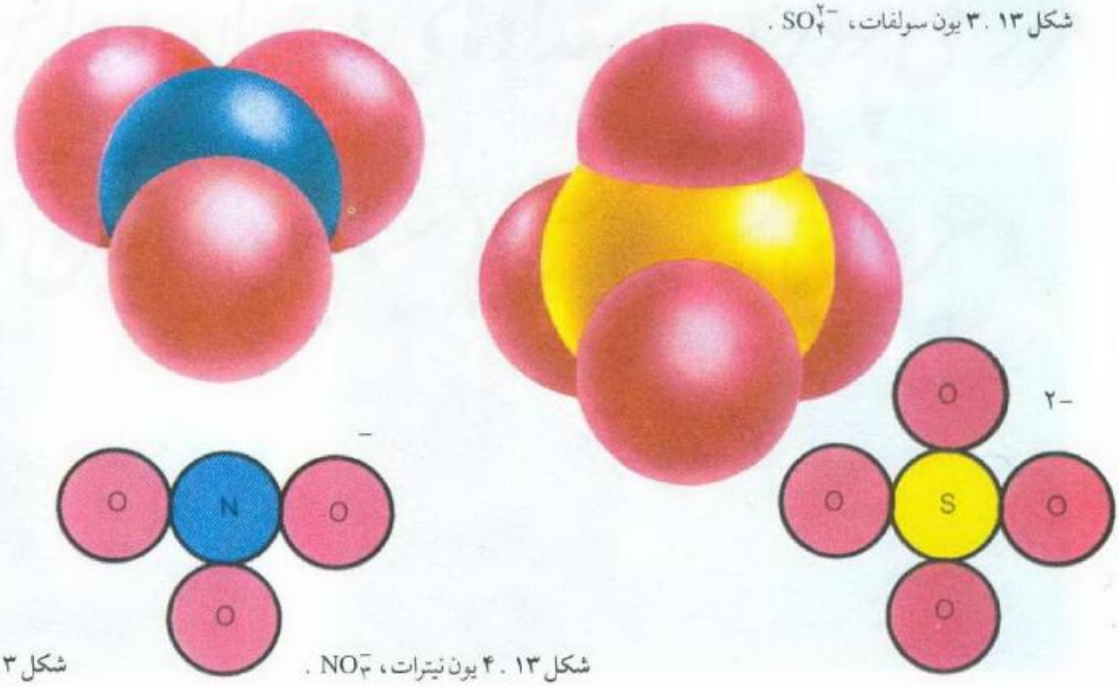


شکل ۱۳ . ۱ یون کربنات، CO_3^{2-} .

به شکل **یون کربنات** نگاه کنید. سه اتم اکسیژن، لایه‌های بیرونی خود را با به اشتراک گذاشتن الکترون با اتم کربن پر کرده‌اند. اما برای این که همهٔ اتم‌های سازندهٔ گروه، به لایه‌های بیرونی پری دست یابند، این گروه هنوز به گرفتن دو الکترون دیگر نیاز دارد. هنگامی که این کار انجام می‌گیرد، تعداد کلّ الکترون‌ها در گروه، دو تا بیش‌تر از تعداد کلّ پروتون‌های آن است. بنابراین گروه به یک بار منفی دوتایی دست می‌یابد. این گروه به یک **یون منفی** تبدیل می‌شود. یون کربنات، نمونه‌ای از یک **یون ترکیبی** است. یک یون ترکیبی گروهی از اتم‌هاست که بار کلّی مثبت یا منفی دارد.

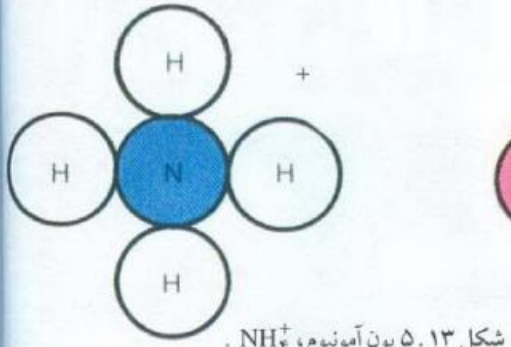


شکل ۱۳ . ۲ یون هیدروژن کربنات، HCO_3^- .



شکل ۱۳ . ۳ یون سولفات، SO_4^{2-} .

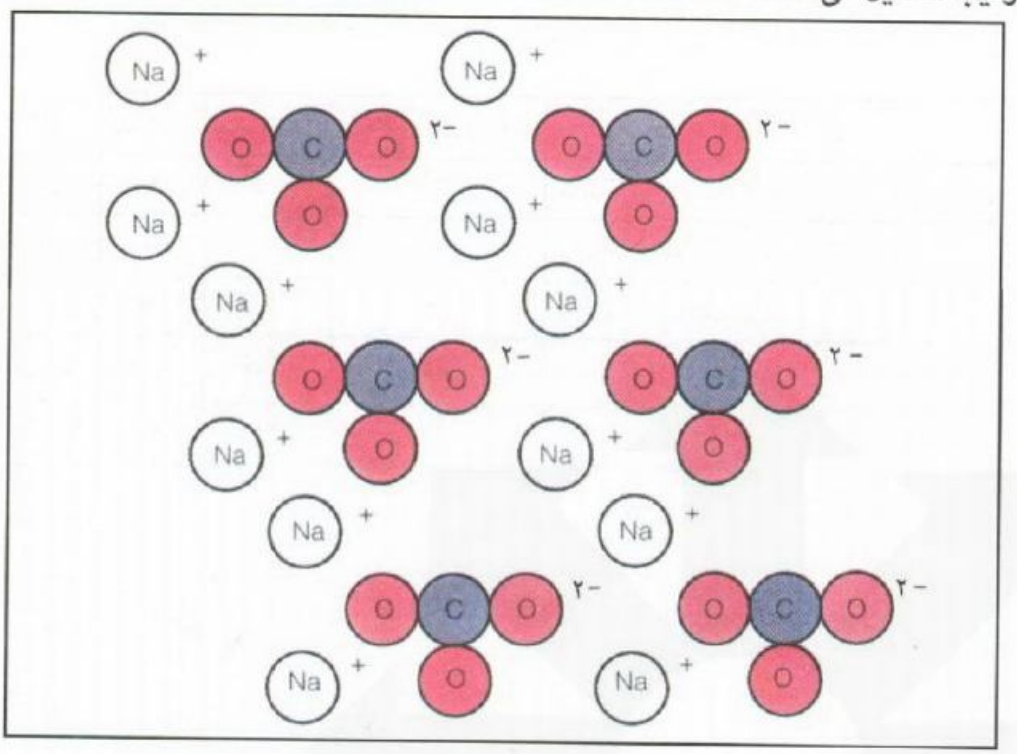
شکل ۱۳ . ۴ یون نیترات، NO_3^- .



شکل ۱۳ . ۵ یون آمونیوم، NH_4^+ .

یون‌های ترکیبی همانند یون‌های ساده، ترکیب تشکیل می‌دهند.

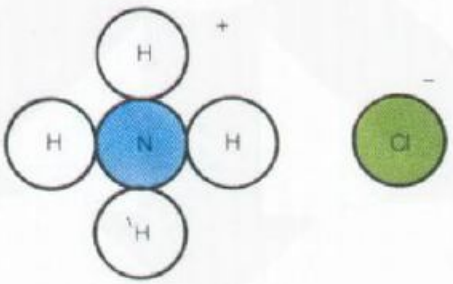
یون‌های ترکیبی با دیگر یون‌ها ترکیب می‌شوند و ترکیب‌های یونی را تشکیل می‌دهند. شما می‌توانید همانند گذشته، فرمول‌های آن‌ها را به‌دست آورید. برای نمونه، یون کربنات، CO_3^{2-}، دو بار منفی دارد. یک یون سدیم، Na^+، یک بار مثبت دارد. بنابراین اگر شبکه‌ای تشکیل شود که در آن به ازای هر یون کربنات، دو یون سدیم وجود داشته باشد، بارهای این یون‌ها خنثی خواهد شد. فرمول این ترکیب یونی Na_2CO_3 و نام آن سدیم کربنات است.



شکل ۱۳ . ۶ سدیم کربنات، Na_2CO_3 . یون‌های Na^+ و CO_3^{2-} شبکه‌ای تشکیل می‌دهند که در آن به‌ازای هر یون کربنات، دو یون سدیم وجود دارد. این یون‌ها با نیروی جاذبهٔ موجود میان بارهای مثبت و منفی، یک‌دیگر را محکم نگه می‌دارند.

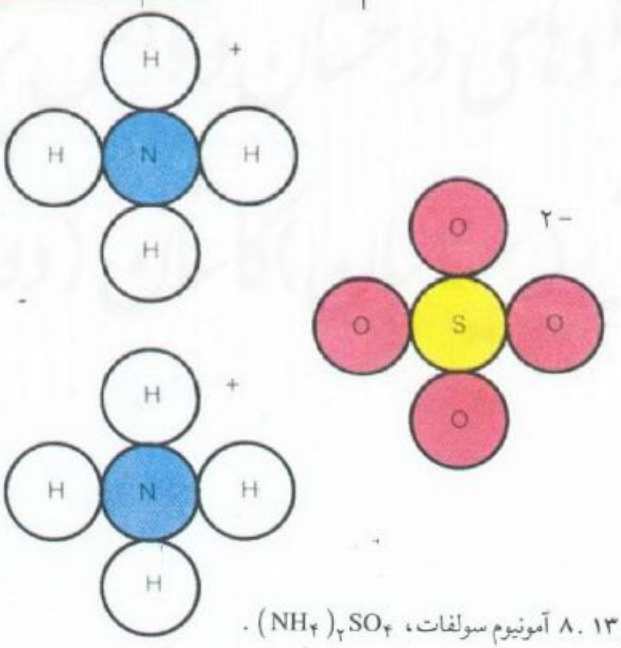
برای نشان دادن بیش از یک یون ترکیبی در یک فرمول، به پرانتز نیاز است.

بیش‌تر یون‌های ترکیبی رایج، بار منفی دارند؛ در حالی که یون آمونیوم، NH_4^+، یک یون ترکیبی با یک بار مثبت است. در آمونیوم کلرید، از آن‌جا که یون کلرید یک بار منفی دارد، به یک یون آمونیوم نیاز دارد تا بار روی یون کلرید خنثی شود. فرمول این ترکیب، به صورت NH_4Cl نوشته می‌شود. اما در آمونیوم سولفات، یون سولفات دو بار منفی دارد؛ یعنی برای خنثی شدن بار روی یک یون سولفات، به دو یون آمونیوم نیاز است.



شکل ۱۳ . ۷ آمونیوم کلرید، NH_4Cl .

چگونه می‌توان فرمولی نوشت که نشان دهد در یک مولکول، دو یون NH_4^+ وجود دارد؟ شاید بتوان آن را به صورت NH_4NH_4 نوشت؛ اما این شیوهٔ نوشتن، ظاهر مناسبی ندارد. البته نمی‌توانید آن را به صورت NH_{42} نیز بنویسید؛ زیرا این شیوهٔ نوشتن، به این معناست که در این مولکول ۴۲ اتم هیدروژن وجود دارد! تنها روش برای نشان دادن دو یون آمونیوم، آن است که بنویسیم: $(NH_4^+)_2$. پرانتز نشان می‌دهد که زیرنویس ۲ برای هر چیزی که درون آن است، به کار می‌رود. بنابراین فرمول آمونیوم سولفات $(NH_4)_2SO_4$ است.



شکل ۱۳ . ۸ آمونیوم سولفات، $(NH_4)_2SO_4$.

در **منیزیم نیترات**، یون منیزیم دو بار مثبت دارد، Mg^{2+} . یون نیترات یک بار منفی دارد، NO_3^- . پس برای خنثی کردن بار روی هر یون منیزیم، به دو یون نیترات نیاز است. بنابراین فرمول منیزیم نیترات، به صورت $Mg(NO_3)_2$ نوشته می‌شود. در این فرمول، به پرانتز نیاز است؛ زیرا نشان می‌دهد که زیرنویس ۲ برای کل یون نیترات، NO_3، به‌کار می‌رود.

بیشتر بدانید

پرسش

۱. این ترکیب‌ها را نام گذاری کنید:

آ- NH_4Cl　　ب- $Ca(NO_3)_2$

پ- $MgSO_4$　　ت- $NaOH$

۲. فرمول این ترکیب‌ها را بنویسید:

آ- سدیم هیدروژن کربنات　　ب- آمونیوم سولفات

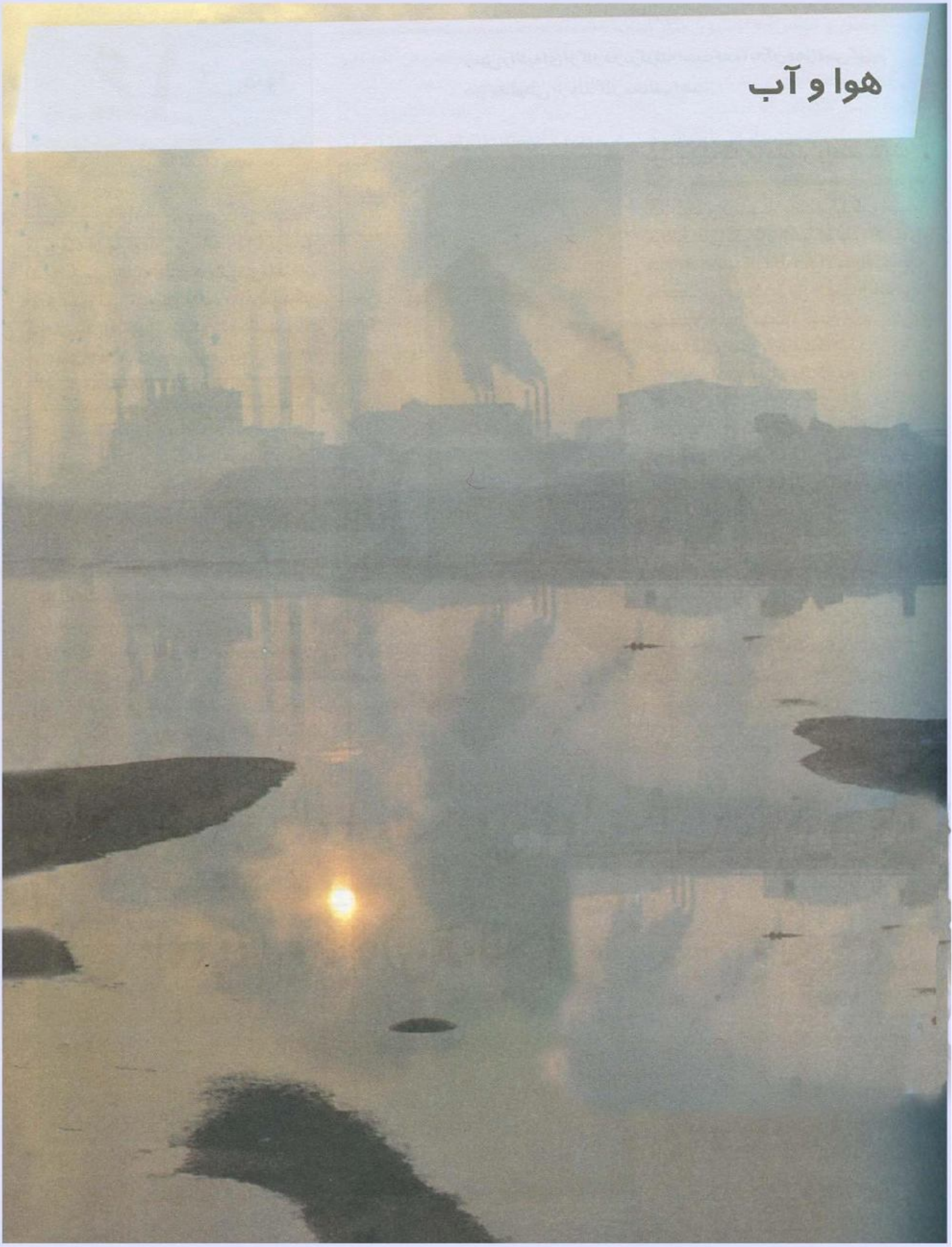
پ- کلسیم هیدروکسید　　ت- نقره نیترات

ث- کلسیم هیدروژن کربنات　　ج- آمونیوم نیترات

چ- مس (II) سولفات

بیشتر بدانید

هوا و آب



۶ هوا

زمین را لایه‌ای از گاز در برگرفته است که ما به آن «هوا» می‌گوییم. هوا مخلوطی از چند گاز مختلف است.

هوا مخلوطی از گازها است.

هواکرهٔ زمین از چند گاز گوناگون تشکیل شده است. بیش‌تر آن (۷۸ درصد) نیتروژن است. تقریباً همهٔ آن‌چه که باقی می‌ماند، (۲۱ درصد) اکسیژن است. اندک چیزی که باقی می‌ماند، از مقدار بسیار کمی کربن دی‌اکسید، آرگون و دیگر گازهای نادر و بخار آب تشکیل شده است.

جدول ۱۴ . ۱ گازهای موجود در هوا

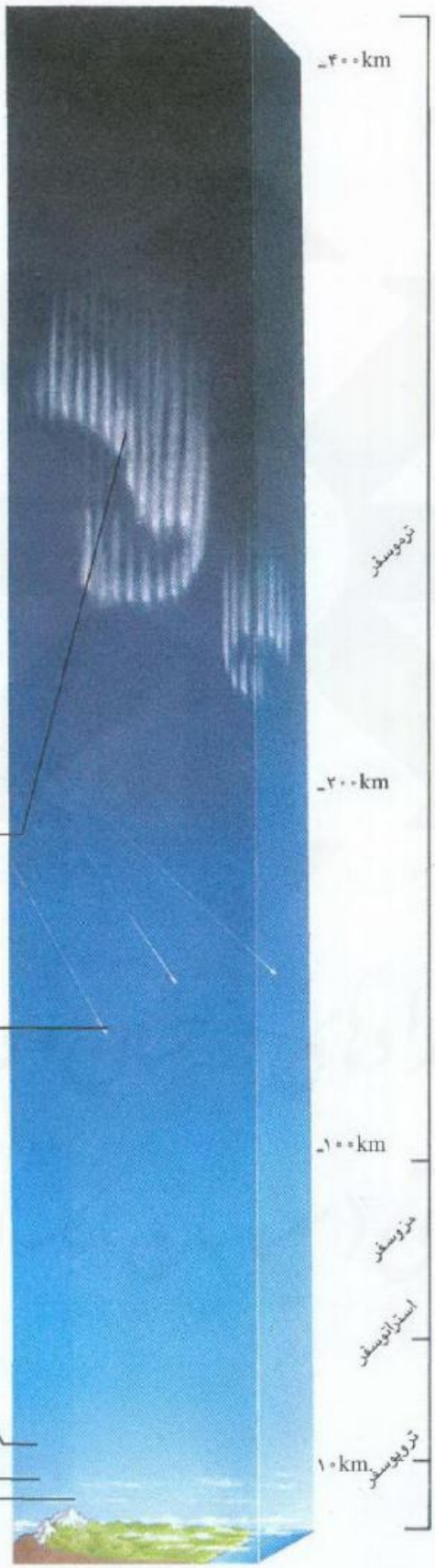
گاز	درصد
نیتروژن	۷۸
اکسیژن	۲۱
آرگون	۱ (کمی کم‌تر)
کربن دی‌اکسید	۰/۰۴
نئون، کریپتون، زنون،	به مقدار
بخار آب	بسیار کم

کربن دی‌اکسید برای نور ساخت[1] مورد نیاز است.

تنها بخش کوچکی از هوا ـ حدود ۰/۰۴ درصد ـ را کربن دی‌اکسید تشکیل می‌دهد. با این حال، بدون این گاز، دیگر هیچ گیاه و جانوری روی زمین نخواهد ماند! گیاهان طی فرایند نور ساخت از کربن دی‌اکسید غذا می‌سازند. همهٔ غذایی را که جانوران می‌خورند، از کربن دی‌اکسید هوا ساخته می‌شود.

از کربن دی‌اکسید برای ساختن نوشابه‌های گازدار استفاده می‌شود. هم‌چنین برای پرکردن برخی از کپسول‌های آتش‌نشانی نیز به‌کار می‌رود؛ زیرا گازی سنگین است و چون «پتویی» روی شعله‌ها را می‌پوشاند و از رسیدن اکسیژن به آن‌ها جلوگیری می‌کند.

شما می‌توانید طی آزمایشی، با استفاده از آب آهک، کربن دی‌اکسید بودن یک گاز را تشخیص دهید. آب آهک، محلولی از کلسیم هیدروکسید در آب است. هنگامی که کربن دی‌اکسید با آن درمی‌آمیزد، کلسیم کربنات (گچ) تشکیل می‌شود. از آن‌جایی که این ترکیب در آب حل نمی‌شود، آب آهک کدر به‌نظر می‌رسد.



شفق قطبی: این نور متحرک از بر هم‌کنش میان بادهای خورشیدی و میدان مغناطیسی زمین ناشی می‌شود. شفق‌ها اغلب در نزدیکی دو قطب مشاهده می‌شوند.

شهاب‌ها: تعداد زیادی از آن‌ها در هَواکره دیده می‌شود اما برخی که حدود ۰/۱mm بهنا دارند به طبقه‌های پایین استراتوسفر می‌رسند.

لایه‌ی اوزون در فاصله‌ی ۱۲ تا ۲۴ کیلومتری از سطح زمین قرار می‌گیرد.

هواپیماهای مسافربری در ۹ کیلومتری سطح زمین پرواز می‌کنند.

ارتفاع بلندترین قله‌ها تا سطح زمین ۸/۸ km است.

شکل ۱۴ . ۱ هواکرهٔ زمین. هرچه در هواکره به سمت بالا پیش بروید، رقیق و رقیق‌تر می‌شود. ۸۰ درصد هواکره را پایین‌ترین لایهٔ آن، یعنی تروپوسفر[2] تشکیل می‌دهد.

نیتروژن، گازی بسیار واکنش ناپذیر است.

گاز نیتروژن بسیار واکنش ناپذیر است. مولکول‌های نیتروژن از دو اتم نیتروژن تشکیل شده‌اند که با سه پیوند کووالانس به یک‌دیگر متّصلند. جداکردن این اتم‌ها از هم آسان نیست. به این علت، نیتروژن تمایلی به انجام‌دادن واکنش با مواد دیگر ندارد.

موجودات زنده به نیتروژن نیاز دارند؛ اما بیش‌تر آن‌ها نمی‌توانند از نیتروژن واکنش ناپذیر هوا استفاده کنند؛ بنابراین باید نیتروژن به شکل واکنش پذیرتری تبدیل شود. صنایع شیمیایی، مقداری از آن را به آمونیاک، NH_3، تبدیل می‌کند. سپس از آمونیاک برای ساختن کود استفاده می‌شود.

اگر نیتروژن تا دمای $196^\circ C$- سرد شود، مایع می‌شود. از نیتروژن مایع می‌توان برای منجمدکردن سریع مواد غذایی استفاده کرد.

از آن‌جایی که نیتروژن، گازی واکنش ناپذیر است، گاهی برای تازه نگه‌داشتن مواد غذایی، در بسته‌بندی کردن آن‌ها به‌کار می‌رود.

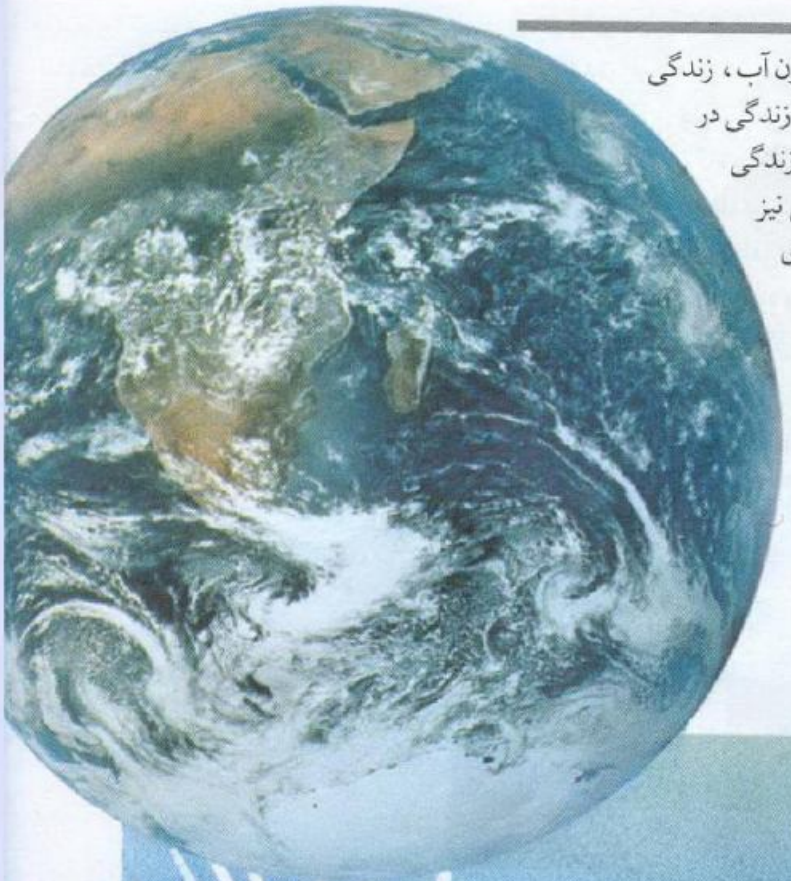
۱. Photosynthesis　　۲. Troposphere

۷ مولکول آب

آب مادّه‌ای بسیار شگفت انگیز است که به خاطر ساختار مولکولی ویژه‌اش، خواص نامتعارفی دارد. مولکول‌های آب یک دیگر را جذب می‌کنند.

پیش پاافتاده ترین مادّهٔ روی سطح زمین

مقدار ۳۶۳ میلیون کیلومترمربع از سطح زمین را آب پوشانیده است. بدون آب، زندگی روی زمین وجود نخواهد داشت. ۷۰درصد بدن شما آب است. احتمالاً زندگی در آب آغاز شده است. بسیاری از جانوران و گیاهان، تنها می توانند در آب زندگی کنند. روی زمین، آب مایع، به فراوانی یافت می شود؛ اگر چه جاهایی نیز هست که آب کمی در آن‌جا وجود دارد. با این حال، هیچ‌یک از سیّاره‌های دیگر منظومهٔ خورشیدی، بر سطح خود، آب مایع ندارند. این سیّاره‌ها یا به شدت گرم یا به‌شدت سرد هستند. آب تنها در گسترهٔ بسیار باریکی از دما (بین صفر تا $100\ ^{\circ}C$) مایع است. اگر زمین فقط کمی به خورشید نزدیک‌تر بود، بیش‌تر آب موجود روی سطح آن، به بخار آب تبدیل می‌شد. اگر تنها کمی از آن دورتر بود، بیش‌تر آب سطح زمین به یخ تبدیل می‌شد.



شکل ۱۶ . ۱ این تصویر از زمین که توسط آپولوی ۱۷ گرفته شده است، تصویر بهتری از سطح بسیار گستردهٔ زمین نشان می‌دهد که توسط آب پوشیده شده است. ناحیه‌های سفید رنگ، ابرها هستند، که آن‌ها نیز از آب ساخته شده‌اند.

شکل ۱۶ . ۲ زندگی در آب دریا حدود ۵۳۰ میلیون سال پیش. در این زمان، همهٔ موجودات زنده آبزی بودند و هیچ موجودی روی خشکی زندگی نمی‌کرد. آب بخش عمده‌ای از سلول‌ها را تشکیل می‌دهد و سلول ها با از دست‌دادن این آب، می‌میرند. نخستین موجودات زنده که توانستند هنگام ورود به خشکی، آب را در سلول‌های بدنشان نگه دارند، حدود چهارصد میلیون سال پیش به تکامل رسیدند.

مولکول های آب دو قطب دارند.

آب ترکیبی از هیدروژن و اکسیژن است. هر مولکول آب، از دو اتم هیدروژن و یک اتم اکسیژن تشکیل شده است. اتم ها با پیوندهای کووالانسی، یک دیگر را محکم نگه داشته اند. فرمول مولکولی آب H_2O است.

پیوند کووالانسی، یک پیوند الکترون- اشتراکی (یعنی از به اشتراک گذاشتن الکترون به وجود می آید) است. هر اتم هیدروژن در مولکول آب، الکترون خود را با اتم اکسیژن به اشتراک می گذارد. با این حال، الکترون ها به طور مساوی بیرامون مولکول پخش نمی شوند، در واقع، الکترون ها زمان بیش تری را در نزدیکی اتم اکسیژن سپری می کنند. الکترون ها بار منفی دارند و چون اتم اکسیژن در مولکول آب، سهم نسبتاً بیش تری از الکترون های اشتراکی می برد، بنابراین اتم اکسیژن، بار منفی اندکی دارد. اتم های هیدروژن سهم نسبتاً کم تری از الکترون های اشتراکی دارند. پس آن ها بار مثبت اندکی دارند.

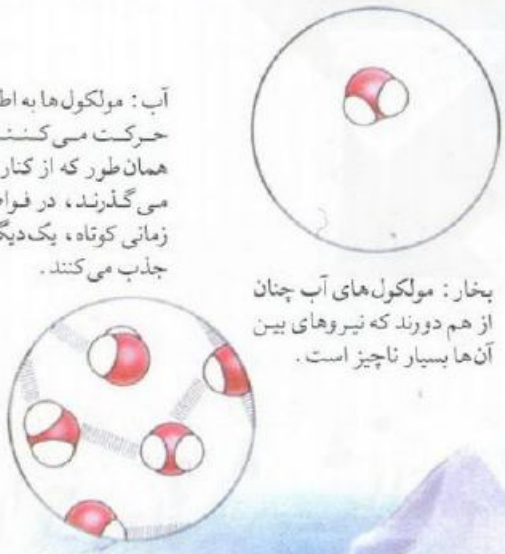
بنابراین یک بخش از مولکول آب، بار منفی اندک، و دو بخش دیگر آن، اندکی بار مثبت دارند. به چنین ساختاری، یک دوقطبی می گویند. مولکول های آب، دوقطبی هستند.

مهم این است که به یاد داشته باشید، بار کلی مولکول آب، صفر است. بارهای مثبت و منفی، با هم برابرند؛ پس یک دیگر را خنثی می کنند.

شکل ۱۶ . ۳ یک مولکول آب، در مجموع باری ندارد؛ اما یک بار منفی اندک در پیرامون اتم اکسیژن و یک بار مثبت اندک در دور و بر اتم های هیدروژن وجود دارد.

شکل ۱۶ . ۴ این نوار بر اثر مالیده شدن روی پارچه، با الکتریسیتهٔ ساکن باردار شده است. بار روی نوار، جریان آب خروجی شیر را جذب می کند؛ زیرا بارهای روی مولکول های آب، به طور یک نواخت پخش نشده اند.

شکل ۱۶ . ۵



آب: مولکول ها به اطراف حرکت می کنند و همان طور که از کنار هم می گذرند، در فواصل زمانی کوتاه، یک دیگر را جذب می کنند.

بخار: مولکول های آب چنان از هم دورند که نیروهای بین آن ها بسیار ناچیز است.

یخ: مولکول های آب، یک دیگر را در شبکه، محکم نگه داشته اند. بخش های مثبت هر مولکول آب، بخش های منفی مولکول های همسایه را جذب می کند.

مولکول های آب یک دیگر را جذب می کنند.

شکل ۱۶ . ۵ نشان می دهد که درون گروهی از مولکول های آب، چه روی می دهد. بخش های مثبت یک مولکول آب، بخش های منفی دیگر مولکول های آب را جذب می کنند. در یک بلور یخ، مولکول های آب در الگویی منظم یا شبکه قرار می گیرند؛ به طوری که جاذبهٔ بین آن ها مولکول های آب را در جای خود نگه می دارد.

اگر یخ گرم شود، ارتعاش مولکول های آب تندتر می شود. در $0^\circ C$، حرکت آن ها به قدری شدید است که می توانند الگوی منظم شبکه را به هم بریزند. آن ها آزادانه گرداگرد هم حرکت می کنند. یخ ذوب شده است. اکنون، آب مایع است. با این حال، مولکول های آب هنوز یک دیگر را جذب می کنند، همان طور که به اطراف حرکت می کنند، در فواصل زمانی کوتاه، یک دیگر را جذب می کنند.

اگر آب گرم شود، حرکت مولکول ها تندتر و تندتر می شود. در $100^\circ C$ آن ها چنان تند و با انرژی حرکت می کنند که می توانند به طور کامل از یک دیگر جدا شوند. نیروهای جاذبه، چندان قوی نیستند تا آن ها را در کنار یک دیگر نگه دارند. مولکول های آب از کنار یک دیگر فرار می کنند و به هوا می روند. آب می جوشد و به آب گازی شکل یا بخار تبدیل می شود.

این نیروهای جاذبه، بین مولکول های آب است که آن را در دمای معمولی به صورت مایع درمی آورد. بیش تر ترکیب هایی که مولکول هایی شبیه آب دارند، مانند کربن دی اکسید و متان، گاز هستند. بدون این نیروهای جاذبهٔ بین مولکولی، آب در دمای معمولی باید گاز باشد. در این صورت، هیچ نوع اثری از حیات روی زمین یافت نمی شد.

۸ سوسپانسیون ها، محلول ها و امولسیون ها

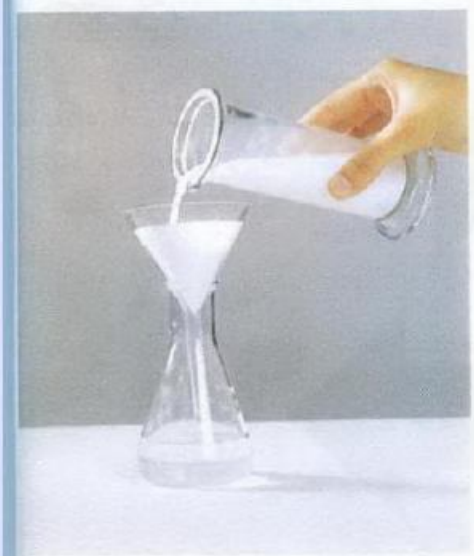
آب با مواد بسیار دیگری، مخلوط ایجاد می کند.

یک سوسپانسیون مات است و با صاف کردن می توان اجزای آن را از یک دیگر جدا کرد.

اگر مقداری گچ را در یک بشر آب بریزید و هم بزنید، مایعی کدر به‌دست می‌آورید. در این مخلوط، ذرّه‌های ریز گچ در آب شناورند. شاید این ذرّه‌ها ساعت‌ها در همان حال بمانند؛ اما بیش تر آن‌ها سرانجام به ته بشر فرو خواهند افتاد. با این حال، برخی از ذرّه‌ها در آب شناور باقی خواهند ماند. این ذرّه‌ها، آب را کمی کدر می‌کنند. به مخلوطی از ذرّه‌های گچ و آب، **سوسپانسیون** می‌گویند. اگر چه ممکن است ذرّه‌های گچ آن‌چنان کوچک باشند که شما آن‌ها را نبینید، با این حال، این ذرّه‌ها به اندازهٔ کافی بزرگ هستند که در کاغذ صافی به دام بیفتند. اگر این سوسپانسیون را صاف کنید، می‌توانید آب و ذرّه‌های گچ را از یک‌دیگر جدا کنید. آب، **مایع زیر صافی** نامیده می‌شود. به ذرّه‌های گچ که روی کاغذ صافی باقی مانده است **تفاله** می‌گویند.

شکل ۱۸ . ۱ سوسپانسیونی از گرد گچ در آب. سوسپانسیون‌ها کدر به نظر می‌رسند.

شکل ۱۸ . ۲ جداسازی گرد گچ از آب به روش صاف‌کردن. مایع شفّافی که به سرعت از کاغذ صافی می‌گذرد، مایع زیر کاغذ صافی است. مادّه‌ای که روی کاغذ صافی به دام می‌افتد، تفاله است.



شکل ۱۸ . ۳ محلول نمک (سدیم کلرید) و محلول مس سولفات. محلول‌ها شفّاف به نظر می‌رسند.

محلول شفّاف است و نمی‌توان با صاف کردن اجزای آن را از یک دیگر جدا کرد.

اگر به درون یک بشر دارای آب، مقداری نمک بیفزایید و آن را هم بزنید، این طور به نظر می‌رسد که با این کار نمک ناپدید شده است. به این ترتیب آب و نمک، یک **محلول** تشکیل می‌دهند. این محلول شفّاف است. برخی محلول‌ها مانند محلول مس سولفات، رنگی هستند. با این حال، محلول‌ها همواره شفّافند.

شما نمی‌توانید با صاف کردن یک محلول نمک، اجزای آن را از هم جدا کنید. اگر این محلول را روی کاغذ صافی بریزید، نمک و آب هر دو از میان کاغذ صافی می‌گذرند. (چگونه می‌توانید نمک و آب را از هم جدا کنید؟)

در یک محلول، مادّه‌ای که حل می‌شود، **حل شونده** نام دارد. در آب نمک، نمک حل‌شونده است. مایعی که حل‌شونده را حل می‌کند، **حلال** نام دارد. در آب نمک، آب حلال است.

موادی چون مس سولفات را که در آب حل می‌شوند، محلول یا **انحلال‌پذیر**[1] در آب می‌گویند. موادی چون ذرّه‌های گچ را که در آب حل نمی‌شوند، نامحلول[2] یا **انحلال ناپذیر** می‌گویند.

شکل ۱۸ . ۴ جداکردن نمک از آب به روش تبخیر. هم‌چنان که آب براثر جوشیدن تبخیر می‌شود، نمک پس از آن در ظرف تبخیر به جای می‌ماند.

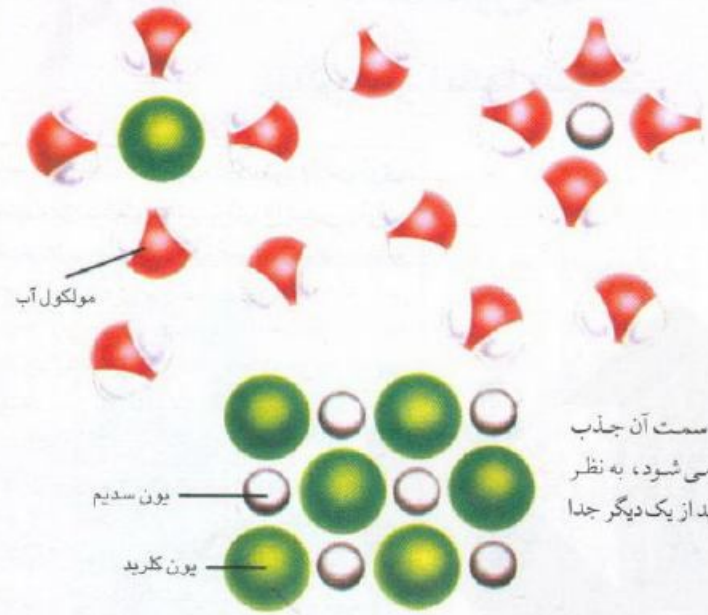
۱. soluble　　۲. insoluble

آب حلال خوبی است.

تعداد بسیار زیادی از مواد گوناگون در آب حل می‌شوند. آب، حلال بسیار خوبی است. چرا چنین است؟

برای این که بتوانیم به این پرسش پاسخ دهیم، باید بدانیم که به هنگام حل شدن چیزی در آب، چه روی می‌دهد. سدیم کلرید نمونهٔ خوبی است. سدیم کلرید، NaCl، یک ترکیب یونی است. این ترکیب از یون‌های سدیم، Na^+، و یون‌های کلرید، Cl^- ساخته شده است. این یون‌ها، محکم یک‌دیگر را نگه داشته‌اند؛ زیرا بارهای مثبت و منفی یک‌دیگر را جذب می‌کنند.

مولکول‌های آب، دو قطب دارند. بخشی از هر مولکول آب، اندکی بار منفی و بخش دیگر، اندکی بار مثبت دارد. هنگامی که سدیم کلرید در آب به هم زده می‌شود، مولکول‌های آب به سوی یون‌های سدیم و یون‌های کلرید جذب می‌شوند. شکل ۱۸ . ۵ این رویداد را نشان می‌دهد. هر یون به وسیلهٔ مولکول‌های آب که به سمت آن جذب شده‌اند، محاصره شده است. به این علّت است که وقتی سدیم کلرید در آب حل می‌شود، به نظر می‌آید که طی این فرایند ناپدید می‌شود. به این ترتیب، یون های سدیم و یون های کلرید از یک‌دیگر جدا می‌شوند. در واقع، آن‌ها در بین مولکول‌های آب قرار می‌گیرند.



شکل ۱۸ . ۵ حل شدن سدیم کلرید در آب. در سدیم کلرید جامد، هر یون در ساختار شبکه محکم نگه داشته شده است. اگر سدیم کلرید با آب مخلوط شود، هر یون به‌وسیلهٔ مولکول‌های آب محاصره می‌شود. آیا شما تفاوتی در شیوهٔ آرایش مولکول‌های آب پیرامون هر دو نوع یون می‌بینید؟ آیا شما می‌توانید این تفاوت را توضیح دهید؟

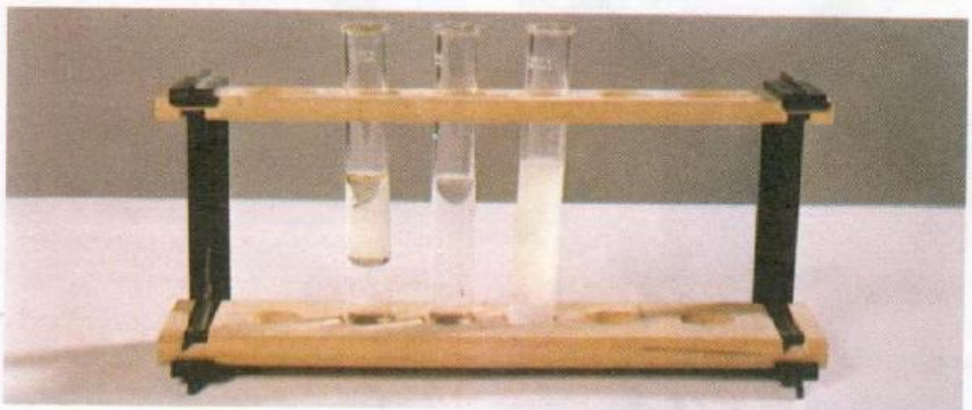
بیشتر بدانید

مایع‌های امتزاج ناپذیر امولسیون تشکیل می‌دهند.

هنگامی که مایع دیگری را به آب می‌افزایید، این امکان وجود دارد که این مایع با آب کاملاً مخلوط شود. اتانول چنین می‌کند. اتانول و آب را دو مایع **امتزاج‌پذیر** می‌گویند. اتانول در آب حل می‌شود و یک محلول کاملاً شفّاف تشکیل می‌دهد.

اما اگر نفت را به آب بیفزایید، مخلوطی ایجاد نمی‌شود. به این دو مایع، **امتزاج‌ناپذیر** می‌گویند. چگالی نفت، کم‌تر از آب است، بنابراین نفت روی آب شناور می‌شود. شکل ۱۸ . ۷ نشان می‌دهد که چگونه نفت و آب را می‌توان از یک‌دیگر جدا کرد.

اگر روغن مایع خوراک پزی را به آب بیفزایید، روغن روی آب شناور می‌شود. روغن و آب، دو مایع امتزاج ناپذیرند. اما اگر به شدت مخلوط آب و روغن راتکان بدهید، به مایعی دست می‌یابید که ظاهری شیر مانند دارد. به این مخلوط، یک **امولسیون** می‌گویند. هم‌چنان که مخلوط آب و روغن را تکان می‌دهید، روغن را به قطره‌های ریز می‌شکنید. قطره‌های حاصل به اندازهٔ کافی کوچک هستند تا در آب شناور بمانند. وجود این ذرّه‌ها، آب را کدر جلوه می‌دهد. اگر این مخلوط را مدتی به حال خود بگذارید، امولسیون آب و روغن شما به احتمال زیاد از هم جدا خواهد شد. با این حال، بسیاری از امولسیون‌ها برای مدّت طولانی پایدار خواهند ماند. شیر، یک امولسیون است که از قطره‌های ریز چربی شناور در آب درست شده است. رنگ امولسیونی، نمونهٔ دیگری است. در این حالت، قطره‌های ریز موجود در آب، **روغن های رنگین** هستند.



شکل ۱۸ . ۶ برخی مایع‌ها با هم مخلوط می‌شوند؛ در حالی که برخی دیگر چنین نیستند. در سمت چپ، روغن روی آب شناور است. آن‌ها مخلوط نمی‌شوند. لولهٔ میانی دارای محلولی از آب و متانول است. متانول در آب، حل می‌شود. لولهٔ سمت راست، یک امولسیون آب و روغن است. هر دو مایع به شدت تکان داده شده‌اند؛ به طوری که روغن به صورت قطره‌های بسیار ریز درآمده است که می‌توانند در آب شناور بمانند (هرچند برای مدّتی کوتاه).

شکل ۱۸ . ۷ جداکردن آب و نفت با استفاده از یک قیف جداکننده. برای وضوح بیش‌تر، به آب، رنگ افزوده شده است.

۹ با محلول‌ها بیش‌تر آشنا شویم

احتمالاً واکنش دادن مواد در حالت محلول، بیش‌تر از زمانی است که در حالت جامد هستند.

مواد درحالت محلول، آمادگی بیش‌تری نسبت به حالت جامد برای واکنش دارند.

اگر بلورهای مس سولفات خشک را با سدیم هیدروکسید مخلوط کنید، هیچ پدیده‌ای روی نمی‌دهد. اما هنگامی که محلولی از مس سولفات را با محلولی از سدیم هیدروکسید مخلوط می‌کنید، واکنش می‌دهند و مس هیدروکسید و سدیم سولفات تولید می‌کنند. چرا چنین است؟

در مس سولفات جامد، از دور و بر، هر یون Cu^{2+} توسط یون‌های SO_4^{2-} به‌شدت جذب می‌شود. پیوندهای بین یون‌های مس و سولفات، بسیار قوی است؛ به طوری که در شبکهٔ بلوری، این یون‌ها تمایلی به حرکت از جایی به جای دیگر را ندارند.

همین ویژگی در سدیم هیدروکسید جامد نیز وجود دارد. یون‌های Na^+ به‌شدت جذب یون‌های OH^- شده‌اند. بنابراین مس سولفات جامد و سدیم هیدروکسید جامد، با هم واکنش نمی‌کنند.

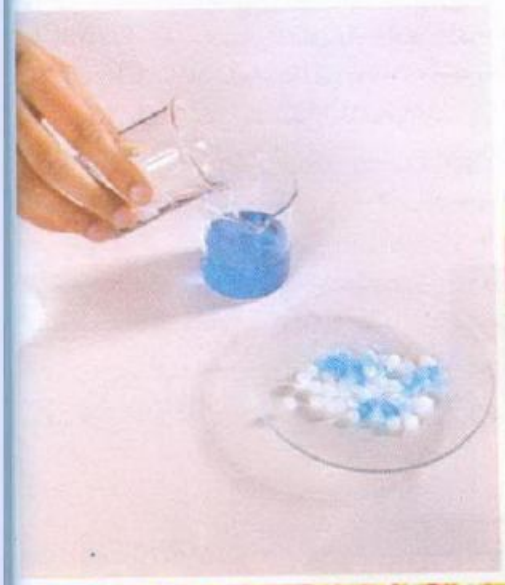
اما هنگامی که آن‌ها در حالت محلول هستند، داستان چیز دیگری است. در این حالت، همهٔ یون‌ها از یک‌دیگر جدا شده‌اند. هر یون به‌وسیلهٔ گروهی از مولکول‌های آب، محاصره شده است. هر ذرّه‌ای در محلول، پیوسته به اطراف حرکت می‌کند؛ به طوری که امکان برخورد بین یون‌های مس، یون‌های سولفات، یون‌های سدیم، یون‌های هیدروکسید و مولکول‌های آب با هم، وجود خواهد داشت.

هنگامی که یک یون مس به یک یون هیدروکسید برخورد می‌کند، آن‌ها یک‌دیگر را به شدت جذب می‌کنند و ترکیبی نامحلول، مس هیدروکسید، تشکیل می‌دهند. از آن‌جا که مس هیدروکسید نامحلول است، به آب، ظاهری کدر می‌دهد. ظهور این رنگ آبی روشن کدر، حکایت از انجام‌شدن واکنش در حالت محلول دارد. سرانجام، مس هیدروکسید در ته ظرف فرو می‌نشیند. در این حالت، می‌گویند که طی واکنش، یک رسوب تشکیل شده است.

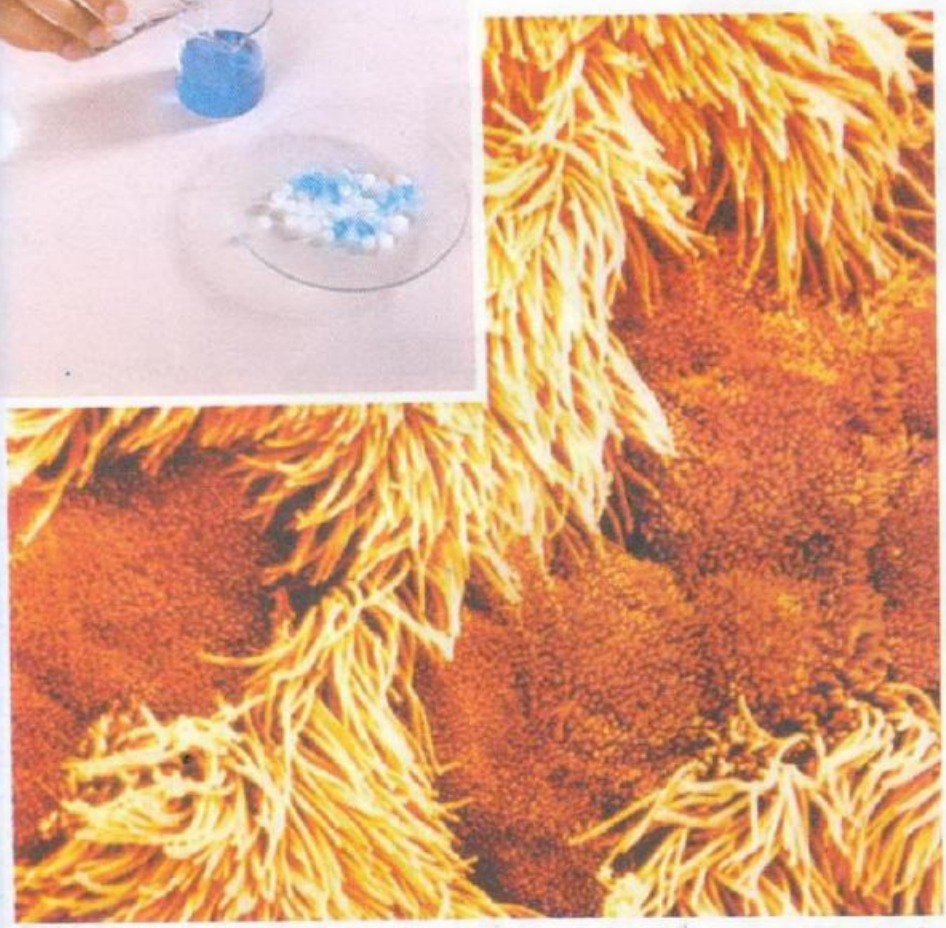
بیشتر بدانید

آیا می‌دانید که؟

طولانی‌ترین زمانی که انسان بدون خوردن آب و غذا زنده مانده، هجده روز بوده است. پلیس اتریش که یک جوان هجده ساله را در آوریل سال ۱۹۷۹ به زندان انداخته بود، از حضور وی در سلول انفرادی غافل شد. هنگامی که در ۱۸ آوریل پیکر این جوان هجده ساله را یافتند، او نمرده بود؛ ولی بسیار به مرگ نزدیک شده بود.



شکل ۱۹ . ۱ گرد مس سولفات و دانه‌های سدیم هیدروکسید، در حالت جامد واکنش نمی‌کنند. اما با افزودن محلول سدیم هیدروکسید بر محلول مس سولفات، سوسپانسیون کدری به رنگ آبی روشن از مس هیدروکسید تشکیل می‌شود.



شکل ۱۹ . ۲ سلول‌های جدارهٔ درونی نای. مانند همهٔ سلول‌ها، این سلول‌ها نیز عمدتاً از آب تشکیل یافته‌اند.

واکنش در سلول‌های زنده در حالت محلول روی می‌دهد.

بدن شما حدود ۷۰ درصد آب دارد. اگر مقدار زیادی از این آب را از دست بدهید، از بی‌آبی رنج می‌برید. اگر مقدار بسیار زیادی آب از دست برود، شما ممکن است، بمیرید.

یکی از دلایلی که سبب می‌شود شما تا به این اندازه به آب نیاز داشته باشید، ضرورت فراهم‌شدن محیطی مناسب برای انجام گرفتن واکنش‌ها در بدن شماست. شما زنده‌اید؛ زیرا واکنش‌های شیمیایی در سلول‌های شما روی می‌دهند. هزاران واکنش گوناگون وجود دارند که برای زنده نگه‌داشتن شما لازمند. یکی از آن‌ها که شما در این کتاب با آن برخورد خواهید کرد، **تنفّس** است. تنفّس، واکنشی شیمیایی است که انرژی مواد غذایی را آزاد می‌کند. این فرایند در هر سلول بدن شما روی می‌دهد.

این واکنش‌های شیمیایی، درصورتی روی خواهند داد که مواد شرکت‌کننده در واکنش ـ **واکنش‌دهنده‌ها** ـ به حالت محلول باشند. سلول‌های شما، محلول‌های ژله‌مانندی از مواد گوناگون در آب هستند. اگر در آن‌ها آب نباشد، واکنش‌های شیمیایی روی نمی‌دهند و شما به‌سرعت خواهید مرد.

انحلال پذیری معیاری از میزان حل شدن یک مادّه است.

اگر ۱۰۰g آب را درون یک بشر بریزید و مقدار کمی سدیم کلرید به آن بیفزایید و آن را به هم بزنید، نمک در آن حل خواهد شد. اما اگر هم‌چنان به افزودن سدیم کلرید ادامه دهید، سرانجام به نقطه‌ای خواهید رسید که در آن، نمک بیش‌تری در آب حل نمی‌شود. به این ترتیب، شما یک **محلول سیر شده** از سدیم کلرید درست کرده‌اید. مقدار سدیم کلرید حل شده در ۱۰۰g آب را، **قابلیت حل شدن** یا **انحلال پذیری** سدیم کلرید می‌نامند. مواد گوناگون، انحلال پذیری‌های متفاوت دارند.

شکل ۱۹ . ۳ یک دستگاه گازساز، کربن دی‌اکسید را با فشار وارد نوشیدنی شما می‌کند. هرچه نوشیدنی شما سردتر باشد، کربن دی‌اکسید بیش‌تری در آن حل شده، نوشابهٔ شما گازدارتر می‌شود.

تحقیق ۱۹ ـ ۱

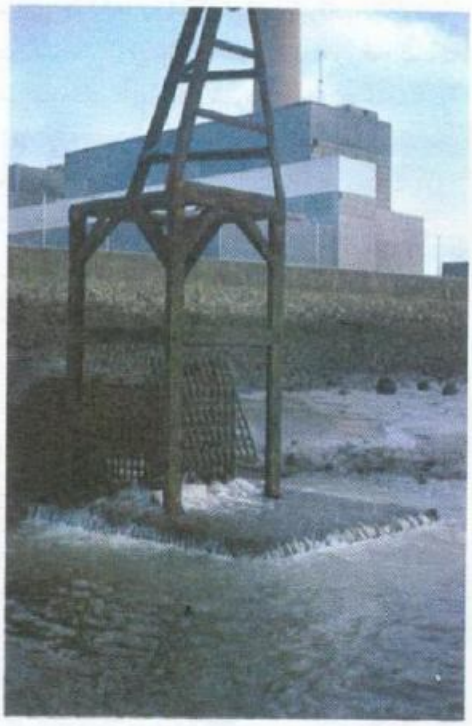
یافتن انحلال پذیری مواد گوناگون.

شما باید انحلال‌پذیری سه مادّه را در دمای اتاق بیابید و تحقیق خود را با دقت طراحی کنید. وسیلهٔ مورد نیاز، شیوهٔ اجرای پژوهش و چگونگی ثبت نتایج خود را انتخاب کنید. طرح پیشنهادی خود را با معلّمانتان در میان بگذارید. هنگامی که دقیقاً از آن‌چه می‌خواهید انجام دهید، آگاهی یافتید، این آزمایش را اجرا کنید. گزارش خود را همان‌طور که معمول است، بنویسید.

انحلال پذیری مواد جامد، با افزایش دما زیاد می‌شود؛ انحلال پذیری گازها با افزایش دما، کاهش می‌یابد.

اگر محلول سیرشده‌ای از سدیم کلرید را گرم کنید، درخواهید یافت که سدیم کلرید بیش‌تری را می‌توان وادار کرد تا در محلول حل شود. انحلال‌پذیری سدیم کلرید با افزایش دما، افزایش می‌یابد. این مطلب، برای همهٔ جامدها درست است. مقداری از یک مادّه را که می‌تواند در ۱۰۰g آب در دماهای گوناگون حل شود می‌توان روی نموداری به نام **منحنی انحلال پذیری** نشان داد.

گازها در دماهای بالاتر، کم‌تر حل می‌شوند. اکسیژن به مقدار ناچیزی در آب حل می‌شود. ماهی‌ها و دیگر جانوران آبزی، از این اکسیژن حل شده استفاده می‌کنند. آن‌ها اکسیژن را از طریق دستگاه تنفّسی‌شان می‌گیرند و برای تنفّس از آن استفاده می‌کنند. در یک تالاب در یک روز خنک، معمولاً اکسیژن حل شده به فراوانی در آب وجود دارد. اما در یک روز گرم، هر چه آب داغ‌تر باشد، مولکول‌های تندروی اکسیژن می‌توانند از آب به هوا بگریزند، به این ترتیب، اکسیژن کم‌تری به صورت محلول در آب باقی می‌ماند. شاید ماهی‌ها با کمبود اکسیژن روبه‌رو شوند و ناچار شوند برای گرفتن هوا به سطح آب بیایند.



شکل ۱۹ . ۴ فاضلاب یک نیروگاه نفت‌سوز و زغال‌سوز، به درون رودخانه وارد می‌شود. با این کار، آب گرم می‌شود و برای موجودات زندهٔ رودخانه، مشکلاتی می‌آفریند.

پرسش

۱. هریک از واژه‌های زیر را شرح دهید:
آ ـ رسوب
ب ـ محلول سیر شده
پ ـ انحلال پذیری
ت ـ منحنی انحلال پذیری

۲. چرا احتمال انجام شدن واکنش بین مواد، در حالت محلول بیش‌تر از زمانی است که به شکل جامدند؟ شرح دهید.

۳. جدول روبه‌رو انحلال‌پذیری مس (II) سولفات را در دماهای گوناگون نشان می‌دهد.
آ ـ منحنی انحلال‌پذیری را برای مس (II) سولفات رسم کنید. دما را روی محور افقی نشان دهید.
ب ـ اگر یک محلول سیرشدهٔ مس (II) سولفات را از ۷۰°C تا ۱۰°C سرد کنید، چه روی می‌دهد؟

دما (°C)	۰	۱۰	۲۰	۳۰	۴۰	۵۰	۶۰	۷۰
مقدار گرم ماده‌ای که در ۱۰۰g آب حل خواهد شد.	۱۴	۱۷	۲۰	۲۵	۲۹	۳۴	۴۰	۴۷

۱۰ مواد شوینده

صابون‌ها و دیگر مواد شوینده، برای کمک به آب در پاکسازی چرک استفاده می‌شوند. آن‌ها این کار را با کاهش کشش سطحی آب اجرا می‌کنند.

صابون، نخستین شوینده بوده است.

هنگامی که از آب برای شست‌وشو استفاده می‌شود، آب چرک را در خود حل می‌کند. اما برخی چرک‌ها در آب حل نمی‌شوند. لکهٔ روغن در آب حل نمی‌شود. شوینده به روغن کمک می‌کند تا در آب حل شود. صابون، نخستین شوینده بوده است. مردم مدت‌هاست که از صابون استفاده می‌کنند. نخستین نوع صابون، از جوشانیدن چربی جانوران با خاکستر چوب ساخته شد. این همان شیوه‌ای است که رومیان از آن برای تهیهٔ صابون استفاده می‌کردند. امروزه بیش‌تر صابون‌ها از روغن‌هایی چون روغن نخل[1] ساخته می‌شوند که بوی دلچسب‌تری دارند. این روغن را با محلول سدیم هیدروکسید می‌جوشانند.

شکل ۲۰ . ۱ صابون‌های ساخته‌شده از چربی گیاهان و جانوران.

چگونه یک شوینده بر کشش سطحی اثر می‌گذارد؟

۱. تکه پارچهٔ کوچکی بردارید. با استفاده از یک پیپت، یک قطره آب را با دقت روی سطح آن بگذارید. شکلی از قطرهٔ آب روی پارچه بکشید.

۲. تکهٔ دیگری از همان پارچه بردارید. کمی شوینده را با آب بشر مخلوط کنید و یک قطره از محلول حاصل را با دقت روی سطح پارچه بگذارید. شکلی از قطرهٔ آب روی پارچه بکشید.

پرسش

۱. چرا آب بدون شوینده، روی پارچه، یک قطرهٔ دایره‌ای شکل ایجاد می‌کند؟

۲. برای قطرهٔ آبی که با شوینده همراه است، روی پارچه چه روی می‌دهد؟

۳. با استفاده از پاسخ‌هایی که به پرسش‌های ۱ و ۲ داده‌اید، شرح دهید که چگونه مواد شوینده به هنگام شست‌وشوی لباس‌ها به آب کمک می‌کنند؟

تحقیق ۲۰ ـ ۱

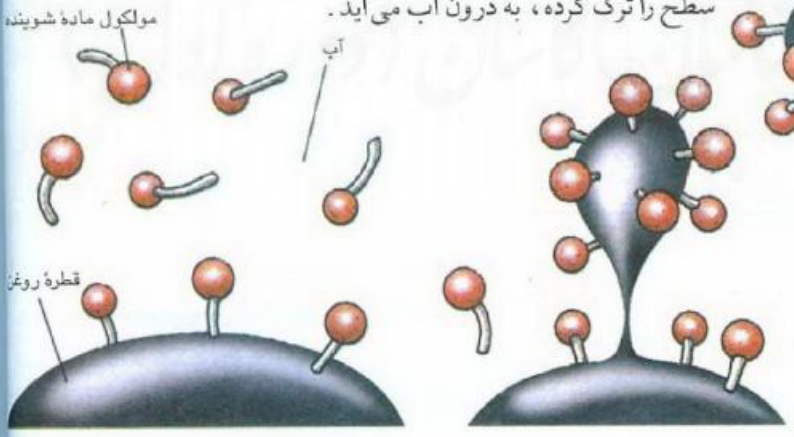
مولکول‌های مواد شوینده جذب مولکول‌های آب و روغن می‌شوند.

روغن در آب حل نمی‌شود. مولکول‌های روغن و آب یک‌دیگر را جذب نمی‌کنند. به مولکول‌های روغن **آب‌گریز** گفته می‌شود. آب‌گریز به معنای «بیزاری از آب» است.

مولکول‌های مواد شوینده از دو بخش ساخته شده‌اند؛ آن‌ها یک سر و یک دُم دارند. دُم آن‌ها آب‌گریز است. این بخش از مولکول، جذب مولکول‌های آب نمی‌شود. اما مولکول‌های روغن آن را جذب می‌کنند. سر یک مولکول مادهٔ شوینده، جذب مولکول‌های آب می‌شود. سر این مولکول‌ها **آب‌دوست** است. آب‌دوست، یعنی «دوستدار آب».

شکل ۲۰ . ۲ نشان می‌دهد که چگونه مولکول‌های مواد شوینده، به روغن کمک می‌کنند تا در آب شناور شوند. دم‌های آب‌گریز، جذب روغن می‌شوند و آن‌ها را به‌طور کامل می‌پوشانند. سرهای آب‌دوست جذب آب می‌شوند. مولکول‌های مواد شوینده، روغن را به درون یک قطرهٔ کروی می‌کشانند. قطرهٔ حاصل می‌تواند در آب شناور شود. به این ترتیب، یک امولسیون تشکیل می‌شود. امولسیون، مخلوطی از قطره‌های ریز یک مایع در مایع دیگر است. هنگامی که یک سطح آغشته به گریس را با محلول یک مایع شوینده می‌شویید، این پدیده روی می‌دهد. مادهٔ شوینده، به گریس کمک می‌کند تا در محلول مایع شوینده، امولسیونی تشکیل دهد. به این ترتیب، گریس سطح را ترک کرده، به درون آب می‌آید.

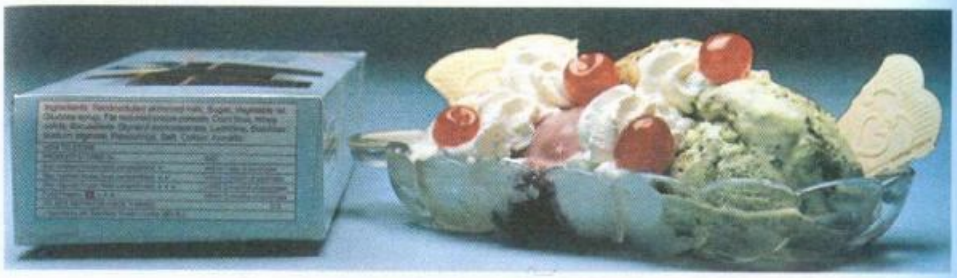
شکل ۲۰ . ۲ آ ـ یک مولکول مادهٔ شوینده



شکل ۲۰ . ۲ ب ـ مادهٔ شوینده، گریس (روغن) را از یک سطح پاک می‌کند. دم‌های آب‌گریز مولکول مادهٔ شوینده، جذب روغن می‌شوند. سرهای آب‌دوست این مولکول‌ها، جذب آب می‌شوند. به این ترتیب، مولکول‌های مادهٔ شوینده، طوری جهت‌گیری می‌کنند که دم‌هایشان در روغن و سرهایشان در آب قرار می‌گیرد. سرها یک‌دیگر را دفع می‌کنند و این برهم‌کنش‌ها سبب می‌شود تا این مولکول‌ها با تاب خوردن، از یک‌دیگر فاصله بگیرند و روغن را به درون یک قطرهٔ کروی بکشانند. در این مرحله، قطرهٔ روغن که به وسیلهٔ مولکول‌های مادهٔ شوینده محاصره شده است، در آب شناور می‌شود.

۱. palm oil

شکل ۲۰ . ۳ بسیاری از غذاها، عامل امولسیون کننده دارند. این مواد سبب می شوند تا چربی و آب موجود در مواد غذایی، به دو لایهٔ جدا از هم تفکیک نشوند.



شکل ۲۰ . ۴ بیش تر فراورده هایی که برای شست وشو استفاده می کنیم، شوینده های غیرصابونی هستند.

بیش تر شوینده های تازه، شوینده های غیرصابونی هستند.

مواد شوینده در گذشته، از سدیم هیدروکسید یا پتاسیم هیدروکسید و روغن های گیاهی یا جانوری ساخته می شدند. اما از آن جایی که روغن های گیاهی و جانوری در غذای انسان مناسب ترند، بیش تر برای این منظور به کار می روند. امروزه بیش تر مواد شوینده، از فراورده های جانبی پالایش نفت خام ساخته می شوند. به این دسته از مواد، **شوینده های غیرصابونی** می گویند. از بسیاری جهات، شوینده های غیرصابونی بهتر از صابون هستند. صابون با آب سخت، رسوب بر جا می گذارد. این پدیده، مقدار زیادی از صابون را تلف می کند. شوینده های غیرصابونی، این رسوب را تشکیل نمی دهند.

شکل ۲۰ . ۵ مواد شوینده با ایجاد کف، آب ها را آلوده می کنند.

مواد شوینده و آلودگی

نخستین شوینده های غیرصابونی، مشکلاتی در زمینهٔ آلودگی به وجود آوردند. آن ها به وسیلهٔ باکتری ها تجزیه نمی شدند. این مواد به صورت فاضلاب، خانه ها و کارخانه ها را ترک می کنند و به سمت سیستم فاضلاب جریان می یابند. تصفیهٔ فاضلاب نیز آن ها را از بین نمی برد. به این ترتیب، سرانجام وارد رودخانه ها و نهرها می شوند. وجود آن ها سبب ایجاد کف می شود که به فاضلاب، چشم انداز زشتی می دهد و در ضمن، برای جانوران و گیاهان موجود در آب، زیان آور است.

شوینده های غیرصابونی جدید، به وسیلهٔ باکتری ها تجزیه می شوند و به آن ها شوینده های **تجزیه پذیر زیستی**[۱] می گویند. در مجتمع های تصفیهٔ فاضلاب، باکتری ها این مواد را تجزیه می کنند. بنابراین بعید به نظر می رسد که شوینده های تازه، سبب تشکیل کف در رودخانه ها شوند.

اما باز هم مواد شوینده، سبب ایجاد آلودگی هستند، از این رو به بسیاری از شوینده ها، نمک های فسفات افزوده می شود. این مادّه، توانایی جداکردن چرک از پارچه را در آن ها افزایش می دهد. فسفات ها نیز می توانند به نهرها و رودخانه ها وارد شوند. آن ها به عنوان کود عمل می کنند، بنابراین گیاهان آبزی، بیش از حدّ معمول رشد می کنند. هنگامی که گیاهان می میرند، باکتری های رودخانه از آن ها تغذیه می کنند. طی این فرایند، باکتری ها همهٔ اکسیژن آب را استفاده می کنند؛ به طوری که چیزی برای ماهی ها و دیگر جانوران باقی نمی ماند.

صفرا در خود، مواد شوینده دارد.

فرایند مشابهی در معدهٔ شما روی می دهد. چربی یا روغن غذای شما، در مایع های آبکی درون دستگاه گوارش شما حل نمی شود. بنابراین مایعی به نام **صفرا** به درون معده تان ریخته می شود. صفرا دارای مواد شوینده مانندی است که **نمک های صفرا** نامیده می شوند. نمک های صفرا به چربی غذای شما کمک می کنند تا در مایع های درون معده، به صورت قطعه های ریزی درآیند. گفته می شود این مواد، چربی را به صورت **امولسیون** در می آورند. این فرایند، هضم چربی را بسیار آسان تر می کند.

پرسش

۱. آ ـ یک مادّهٔ شوینده چیست؟

ب ـ تفاوت بین صابون و شوینده های غیرصابونی را شرح دهید.

پ ـ برتری شوینده های غیرصابونی چیست؟

۲. آ ـ امولسیون چیست؟

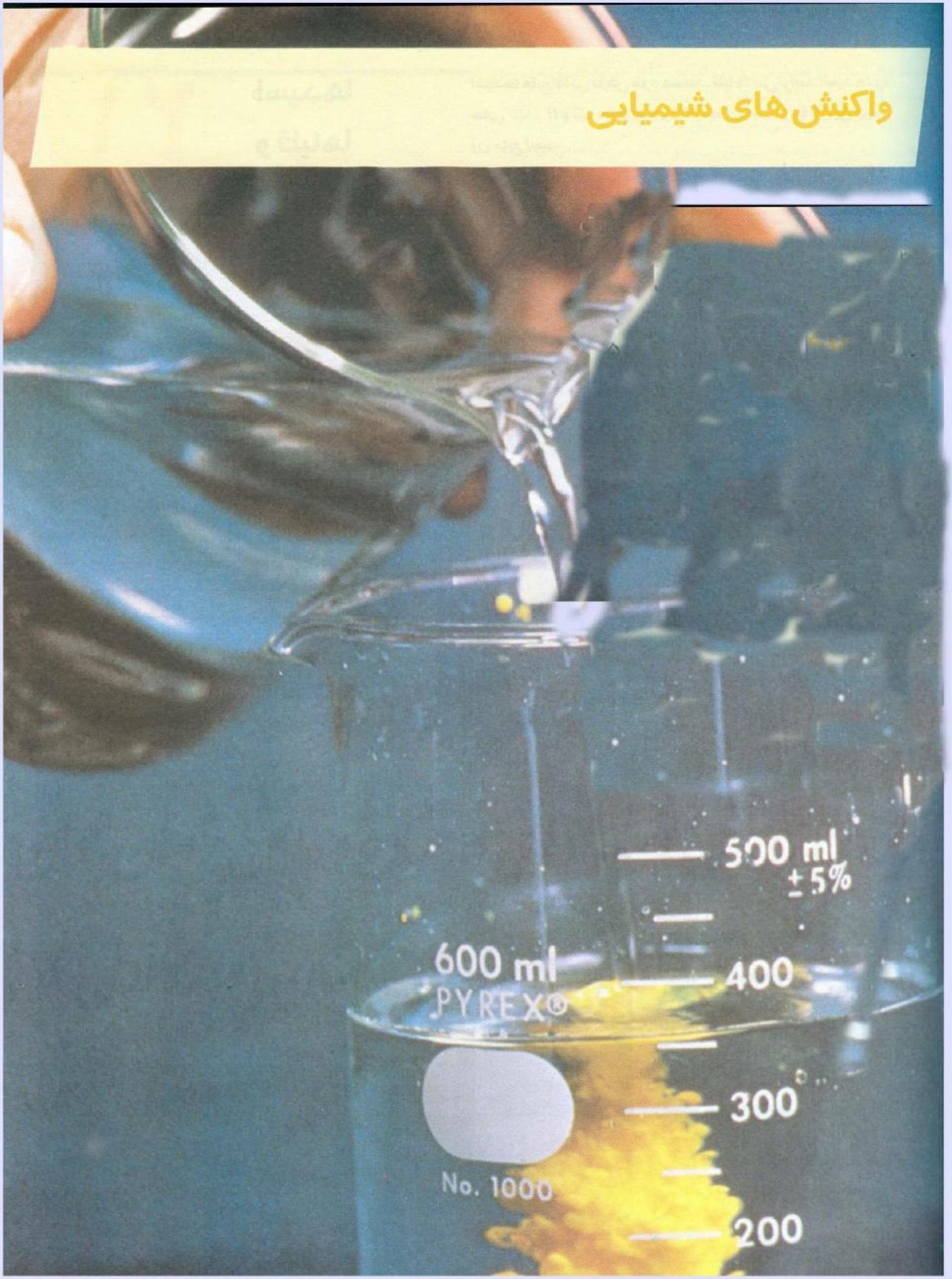
ب ـ چگونه نمک های صفرا در هضم غذاهای چرب، به شما کمک می کنند؟

پ ـ مواد امولسیون کننده، معمولاً به مواد غذایی افزوده می شوند تا مخلوطی از مواد چرب و آبکی ساخته شود. بستنی از جملهٔ این دسته از مواد غذایی است. مواد امولسیون کننده چه کار می کنند؟ اگر این مواد به مادّهٔ غذایی افزوده نشوند، چه روی خواهد داد؟

۳. شرح دهید که چگونه مواد شوینده می توانند باعث ایجاد آلودگی شوند. برای کاهش این مشکل، چه می توان کرد؟

۱. Biodegradable

واکنش‌های شیمیایی



۱۱ اسیدها و قلیاها

اسیدها مایع هایی ترش مزه هستند. قلیاها می‌توانند اسیدها را خنثی کنند. pH یک مایع، معیاری از میزان اسیدی یا قلیایی بودن آن مایع است.

اسیدها مایع هایی ترش مزه هستند. اسیدها مزه‌ای ترش دارند. آب لیمو و سرکه از این جمله‌اند. این دو، اسیدهای **ضعیفی** هستند؛ اما برخی از اسیدهایی که در آزمایشگاه استفاده می‌کنید، **قوی** هستند. برای نمونه می‌توان هیدروکلریک اسید و سولفوریک اسید را نام برد. اسیدها خورنده هستند. اسیدهای قوی می‌توانند پوست شما را به سرعت بسوزانند.

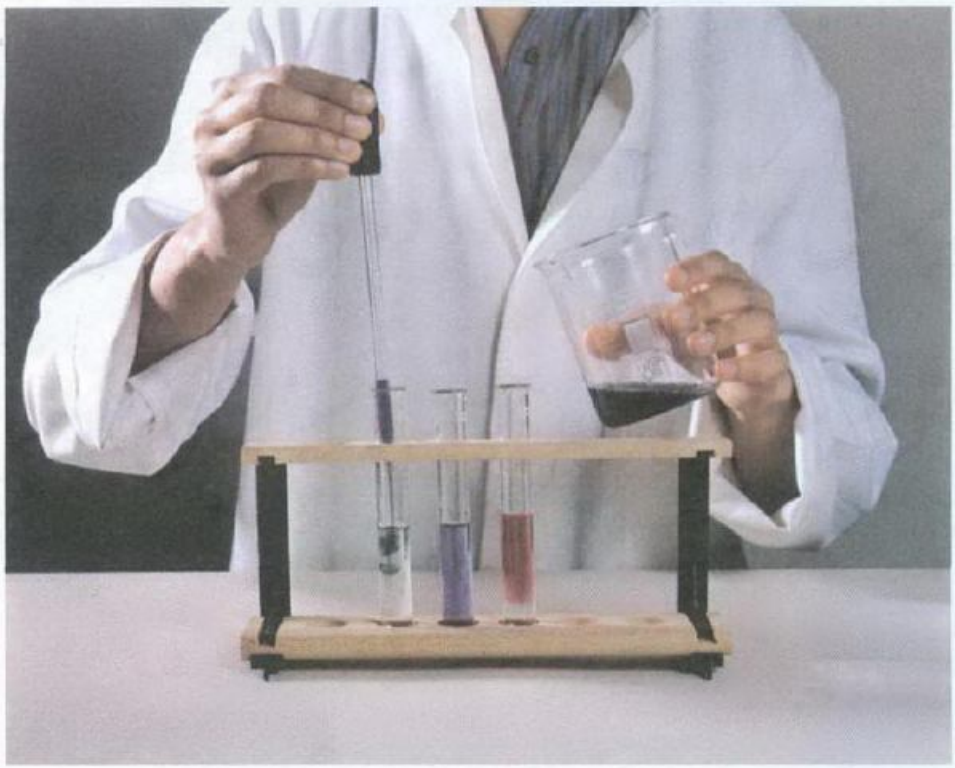
چشیدن یک مایع، راه خوبی برای شناسایی یک اسید نیست! روش بهتر، استفاده از یک **شناساگر** است. شناساگر مادّه‌ای است که بسته به اسید یا باز بودن مادّهٔ مورد آزمون، تغییر رنگ می‌دهد. بیش‌تر مواد طبیعی، شناساگرهای خوبی هستند. آب کلم قرمز و آب انگور سیاه، دو نمونه از شناساگرهای طبیعی هستند. **لیتموس**، رنگینه‌ای ارغوانی است که از گلسنگ[1] به دست می‌آید و در اسیدها به رنگ سرخ درمی‌آید. کاغذ لیتموس، کاغذی است که ابتدا در محلول لیتموس خیسانده و سپس خشک شده است.

شکل ۲۱ . ۱ نمونه‌هایی از اسیدهای ضعیف.

شکل ۲۱ . ۲ اسیدهای قوی.

شکل ۲۱ . ۳ نمونه‌هایی از قلیاهای ضعیف.

شکل ۲۱ . ۴ قلیاهای قوی.



شکل ۲۱ . ۵ آب کلم قرمز، یک شناساگر طبیعی است. بشر دارای مایعی است که از گرفتن آب برگ‌های کلم قرمز به دست آمده است. با کمک یک پیپت، این عصاره را به درون یک باز در سمت چپ، آب شیر (خنثی) در میان و اسید در سمت راست ریخته‌اند.

قلیاها کاغذ لیتموس را آبی می‌کنند. قلیاها متضادّ شیمیایی اسیدها هستند. از جمله قلیاها می‌توان به پتاسیم هیدروکسید، کلسیم هیدروکسید، سدیم هیدروکسید و آمونیوم هیدروکسید اشاره کرد. هم‌چون اسیدها، قلیاهای قوی نیز می‌توانند پوست شما را بسوزانند. اگر آن‌ها را روی پوستتان بریزید، احساس لیزی ایجاد می‌کنند زیرا قلیاها با چربی پوست شما واکنش داده، صابون می‌سازند. شما می‌توانید قلیاها را با استفاده از کاغذ لیتموس شناسایی کنید. لیتموس در یک محلول قلیایی، به رنگ آبی در می‌آید.

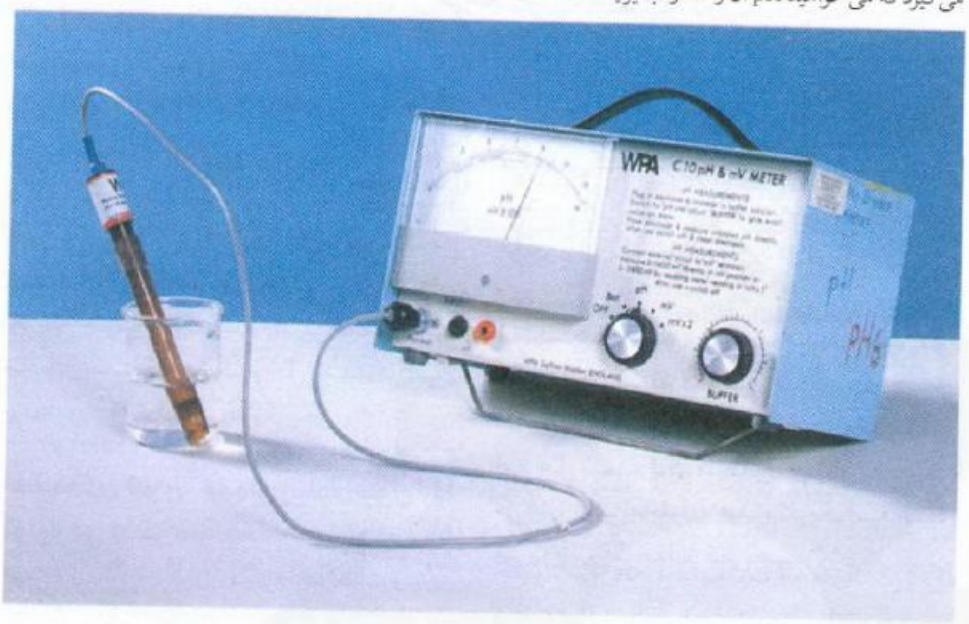
۱. Lichen

قدرت یک اسید یا قلیا، از روی مقیاس pH اندازه گیری می شود.

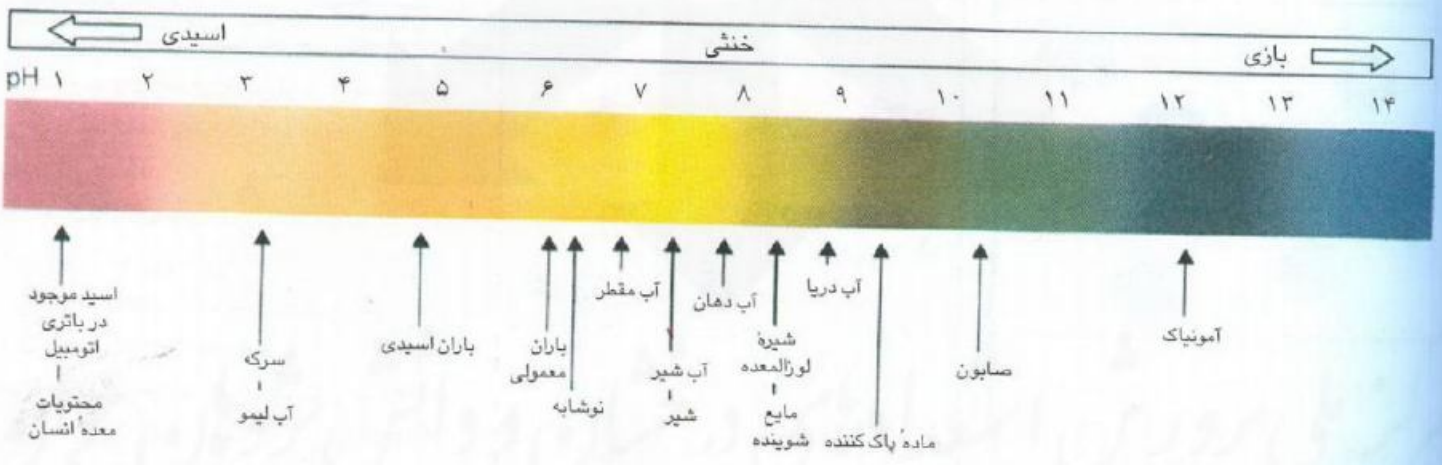
مقیاس pH از صفر تا ۱۴ مدرّج شده است. مادّه‌ای با pH هفت، خنثی است. این به آن معناست که این مادّه، نه اسیدی است و نه قلیایی. مادّه‌ای با pH زیر ۷، اسیدی است. اگر مادّه‌ای pH بالای ۷ داشته باشد، قلیایی است. اسیدهای قوی، pH بسیار کمی دارند. هرچه pH کم‌تر باشد، اسید قوی‌تر است. به‌طور مشابه، هرچه pH بالاتر باشد، قلیا قوی‌تر است.

pH را می‌توان با یک pH سنج اندازه‌گیری کرد. pH سنج به آسانی در درون محلول مورد آزمون فرو برده می شود و عدد از روی یک صفحهٔ نمایش عددی، خوانده می شود. اما pH سنج‌ها دستگاه‌های حساس، ظریف و گرانبهایی هستند. معمول‌ترین روش اندازه گیری pH، در آزمایشگاه مدرسه استفاده از شناساگر فراگیر[1] است. این مادّه، مخلوطی از شناساگرهاست که رنگ‌های گوناگونی در سراسر گسترهٔ pH دارند. شما می‌توانید آن را به صورت مایع یا به شکل کاغذ به کار ببرید.

شکل ۲۱ . ۶ یک pH سنج . الکترود درون محلولی قرار می گیرد که می خواهید pH آن را اندازه بگیرید.



شکل ۲۱ . ۷ گسترهٔ رنگ یک شناساگر فراگیر .



پرسش

۱. صفحه‌ای از دفتر خود را به دو ستون تقسیم کنید. عنوان یک ستون را اسیدها و عنوان ستون دیگر را قلیاها بگذارید. سپس از میان جفت عبارت‌های زیر، عبارت درست را در ستون مربوط به آن یادداشت کنید. دو عبارت بیان شده در هر جفت را در دو ستون جدول و روبه‌روی هم قرار دهید.

آ ـ A ترش مزه است. B روی پوستتان، ایجاد احساس لیزی می کند.

ب ـ A کاغذ لیتموس را آبی رنگ می کند. B کاغذ لیتموس را سرخ رنگ می کند.

پ ـ A رنگ شناساگر فراگیر را از سبز به ارغوانی تغییر می‌دهد. B رنگ شناساگر فراگیر را از نارنجی به سرخ تغییر می‌دهد.

ت ـ A، pH بالای ۷ دارد. B، pH زیر ۷ دارد.

ث ـ آب لیمو و سرکه، نمونه‌هایی از A هستند. سدیم هیدروکسید و کلسیم هیدروکسید نمونه‌هایی از B هستند.

۱. Universal indicator

۱۲ اسیدها و قلیاهای قوی و ضعیف

اسیدها، اسیدی هستند، زیرا دارای یون‌های H^+ هستند.

همهٔ اسیدها یون‌های هیدروژن (H^+) دارند. وجود این ذرّه است که آن‌ها را اسید می‌کند و هرچه تعداد یون‌های هیدروژن بیش‌تری را شامل شوند، خاصیت اسیدی آن‌ها بیش‌تر است. تعریفی خوب از یک اسید چنین است؛ *اسید ماده‌ای است که هنگام حل شدن در آب، یون‌های H^+ تولید می‌کند.*

اسیدهای قوی، مقدار زیادی یون H^+ تولید می‌کنند.

هیدروژن کلرید گازی، بی‌رنگ است و روی کاغذ لیتموس خشک، هیچ اثری ندارد. در واقع، این گاز خاصیت اسیدی ندارد. اما هنگامی که در آب حل می‌شود، هیدروکلریک اسید تشکیل می‌دهد. هیدروکلریک اسید، اسیدی قوی است، بسیار خورنده است و می‌تواند پوست شما را بسوزاند. کاغذ لیتموس و محلول شناساگر فراگیر را به رنگ سرخ در می‌آورد. pH آن از ۱ تا ۳ تغییر می‌کند.

هنگامی که هیدروژن کلرید در آب حل می‌شود چه روی می‌دهد؟ همان‌طور که مولکول‌های هیدروژن کلرید حل می‌شوند، به یون هیدروژن و یون کلرید می‌شکنند یا تفکیک می‌شوند. این فرایند را می‌توان چنین نشان داد:

$$HCl(aq) \longrightarrow H^+(aq) + Cl^-(aq)$$

در این رابطه (aq) به معنای «حل شده در آب» است. (aq) کوتاه شدهٔ واژهٔ لاتین aqueous به معنای «با آب عمل کردن» است. هنگامی که هیدروژن کلرید در آب حل می‌شود، به آسانی تفکیک می‌شود و مقدار زیادی یون‌های هیدروژن تولید می‌کند؛ یعنی این که این مادّه، اسیدی قوی است.

اسیدهای ضعیف تنها مقدار کمی یون‌های H^+ تولید می‌کنند.

آب لیمو دارای سیتریک اسید است. مولکول‌های سیتریک اسید نیز به هنگام حل شدن در آب، تفکیک می‌شوند. آن‌ها هم یون‌های هیدروژن تولید می‌کنند؛ اما به آسانی تفکیک نمی‌شوند. بنابراین، این اسیدها یون‌های هیدروژن زیادی تولید نمی‌کنند. سیتریک اسید، یک اسید ضعیف است. pH آن از ۳ تا ۶ تغییر می‌کند و شناساگر فراگیر را به رنگ نارنجی یا زرد در می‌آورد.

اسیدهای قوی و ضعیف، هر دو می‌توانند غلیظ یا رقیق شوند.

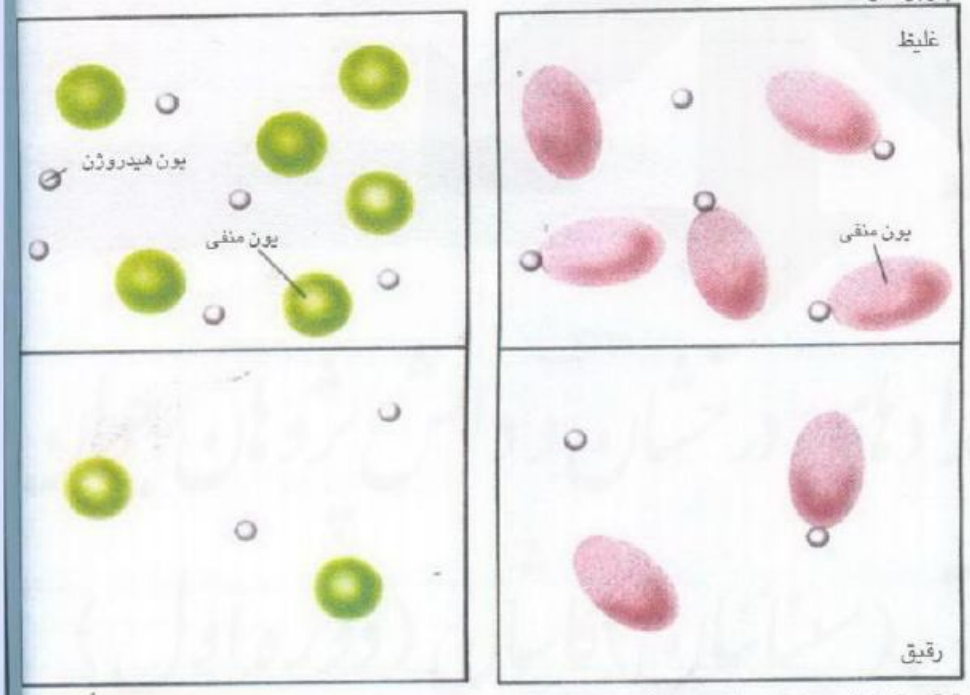
اگر مقدار زیادی هیدروژن کلرید در مقدار کمی آب حل شود، یک محلول غلیظ به دست می‌آید. به این محلول، **هیدروکلریک اسید غلیظ** می‌گویند. اگر مقدار کمی هیدروژن کلرید در مقدار زیادی آب حل شود، یک محلول رقیق به دست می‌آید. به این محلول، **هیدروکلریک اسید رقیق** می‌گویند. به همین روش، شما می‌توانید محلول‌های غلیظ یا رقیق یک اسید ضعیف مانند سیتریک اسید را نیز تهیه کنید.

قدرت یک اسید، بیانگر آسانی فرایند تفکیک آن اسید و تولید یون‌های هیدروژن است. **غلظت** یک اسید، بیانگر مقدار آبی است که در اسید وجود دارد. اسیدهای قوی و ضعیف، هر دو می‌توانند غلیظ یا رقیق شوند. اسیدهای غلیظ را می‌توان با افزودن آب رقیق کرد. اسیدهای رقیق را می‌توان با بخار کردن مقداری از آب آن‌ها، غلیظ کرد.

شکل ۲۲ . ۱ اسیدهای قوی، ضعیف، غلیظ و رقیق. در این شکل‌ها مولکول‌های آب نشان داده نشده‌اند.

اسید ضعیف، برای نمونه $CH_3COOH(aq)$　　اسید قوی، برای نمونه $HCl(aq)$

غلیظ ـ تعداد زیادی یون هیدروژن و یون منفی در حجم معینی آب وجود دارد.



رقیق ـ تعداد کمی یون هیدروژن و یون منفی در حجم معینی آب وجود دارد.

هیدروژن کلرید در حالت محلول، یون تشکیل می‌دهد.

گاز هیدروژن کلرید، یک ترکیب کووالانسی است. اتم هیدروژن و اتم کلر از هم جدا می‌شوند. هریک از اتم‌های هیدروژن، یک الکترون از دست می‌دهند و به یون هیدروژن تبدیل می‌شوند. هریک از اتم‌های کلر، یک الکترون می‌گیرند و به یون کلرید تبدیل می‌شوند. بنابراین برخی از ترکیب‌های کووالانسی، می‌توانند هنگام حل شدن در آب، یون تشکیل دهند!

بیشتر بدانید

تحقیق ۲۲ ـ ۱

اسیدهای قوی و ضعیف

در این تحقیق، شما دو اسید را با هم مقایسه می‌کنید. هیدروکلریک اسید، $HCl(aq)$، که یک اسید قوی است، مقدار زیادی یون‌های H^+ تولید می‌کند. اتانوییک اسید، $CH_3COOH(aq)$ که اسیدی ضعیف است، مقدار کمی یون‌های H^+ تولید می‌کند.

۱. به‌درون هر دو لولهٔ آزمایش، تکّه‌ای نوار منیزیم بیندازید. روی یک تکه، هیدروکلریک اسید و روی دیگری، اتانوییک اسید بریزید؛ آن‌قدر که تکّه‌ها را بپوشاند. سرعت این واکنش‌ها را با هم مقایسه کنید.

۲. مرحلهٔ ۱ را تکرار کنید؛ اما به جای منیزیم، تکه‌ای سنگ مرمر استفاده کنید.

۳. تا ارتفاع ۱cm از یک لولهٔ آزمایش، HCl بریزید. یک قطره محلول شناساگر فراگیر به آن بیفزایید. رنگ محلول و pH آن را یادداشت کنید.

۴. $1cm^3$ از HCl و $9cm^3$ آب را درون یک لولهٔ آزمایش با هم مخلوط کنید. این محلول را A بنامید. pH آن را به روش بیان شده در گام ۳ اندازه‌گیری کنید.

۵. $1cm^3$ از محلول A و $9cm^3$ آب را با هم مخلوط کنید. این محلول را B بنامید. pH آن را اندازه بگیرید.

۶. $1cm^3$ از محلول B و $9cm^3$ آب را با هم مخلوط کنید. این محلول را C بنامید. pH آن را اندازه بگیرید.

۷. گام‌های ۳ تا ۶ را با استفاده از اتانوییک اسید، به جای هیدروکلریک اسید تکرار کنید.

۸. داده‌های به دست آمده را به شیوه‌ای که خود مناسب می‌دانید، در گزارش بنویسید. شاید برای این کار ترجیح می‌دهید که از یک جدول مقایسه‌ای استفاده کنید.

۹. گواه خود بر این مدّعا را که اتانوییک اسید، ضعیف‌تر از هیدروکلریک اسید است، به طور خلاصه بیان کنید.

آیا می‌دانید که؟

هیدروفلوئوریک اسید، بسیار خورنده است. هیدروفلوئوریک اسید غلیظ، شیشه را می‌خورد. اگرچه خورنده‌ای خطرناک برای پوست است، با این حال، از آن برای حکّاکی روی شیشه استفاده می‌شود. طی این فرایند، هیدروفلوئوریک اسید، سیلیسیم تترافلوئورید تشکیل می‌دهد.

همهٔ قلیاها دارای یون OH^- هستند.

قلیا ماده‌ای است که به هنگام حل شدن در آب، یون‌های هیدروکسید، OH^-، تولید می‌کند.

قلیاها، هم‌چون اسیدها، می‌توانند قوی یا ضعیف باشند. هرچه قلیا، یون‌های هیدروکسید بیش‌تری تولید کند، قوی‌تر است.

سدیم هیدروکسید، نمونه‌ای از یک قلیای قوی است. هنگامی که در آب حل می‌شود، به آسانی تفکیک شده، مقدار زیادی یون هیدروکسید تولید می‌کند.

$$NaOH(aq) \longrightarrow Na^+(aq) + OH^-(aq)$$

pH قلیاهای قوی، ۱۲ تا ۱۴ است. آن‌ها شناساگر فراگیر را به رنگ آبی تیره یا ارغوانی درمی‌آورند.

محلول آمونیاک نمونه‌ای از یک قلیای ضعیف است. هنگامی که آمونیاک در آب حل می‌شود، مولکول‌های آمونیاک با مولکول‌های آب، یون آمونیوم و یون هیدروکسید تشکیل می‌دهند:

$$NH_3(aq) + H_2O(l) \longrightarrow NH_4^+(aq) + OH^-(aq)$$

با این حال، تنها بخش کوچکی از مولکول‌های آمونیاک، این کار را انجام می‌دهند و به این ترتیب، تنها غلظت کمی از یون‌های OH^- تولید می‌کنند. پس محلول آمونیاک، یک قلیای ضعیف است. pH قلیاهای ضعیف، معمولاً ۸ تا ۱۱ است. آن‌ها شناساگر فراگیر را به رنگ سبز تیره یا آبی درمی‌آورند. نشانهٔ (l)، کوتاه شدهٔ واژهٔ لاتین liquid، پس از آب، یک **نماد حالت** است. این نماد به ما می‌گوید که آب، یک مایع است. پیش از این، شما نشانهٔ حالت (aq) را برای محلول آبی یا حل شده در آب دیده‌اید. نشانه‌های دیگر که معمولاً استفاده می‌شوند، (s)، کوتاه شدهٔ واژهٔ solid برای جامد و (g)، کوتاه شدهٔ واژهٔ gas برای گاز است.

تحقیق ۲۲ ـ ۲

اندازه‌گیری pH خاک

pH خاک بر گیاهانی که در آن رشد می‌کنند، اثر می‌گذارد. کشاورزان و باغبان‌ها باید از میزان اسیدی یا قلیایی بودن زمین خود آگاه باشند، در این صورت آن‌ها می‌فهمند که چه نوع گیاهی را می‌توانند در خاک خود بپرورانند. شناساگر فراگیر را نمی‌توان به مخلوطی از خاک و آب اضافه کرد؛ زیرا رنگ خاک، نتیجهٔ شما را خراب می‌کند. بنابراین شما نخست باید خاک را از صافی بگذرانید.

۱. نخستین نمونهٔ خاک خود را بردارید. به اندازهٔ دو قاشقک از آن را به درون یک لولهٔ آزمایش بریزید. $10cm^3$ آب به آن بیفزایید. با چوب پنبه لوله را ببندید و خوب آن را تکان دهید تا مخلوط شود.

۲. یک قیف معمولی و کاغذ صافی را همان‌طور که در شکل ۲۲ . ۲ نشان داده شده، سوار کنید. مخلوط خاک و آب تهیه شده را صاف کنید.

۳. مایع زیر صافی را با شناساگر فراگیر آزمایش کرده، نتیجه را یادداشت کنید.

۴. این کار را با نمونه‌های دیگر خاک تکرار کنید.

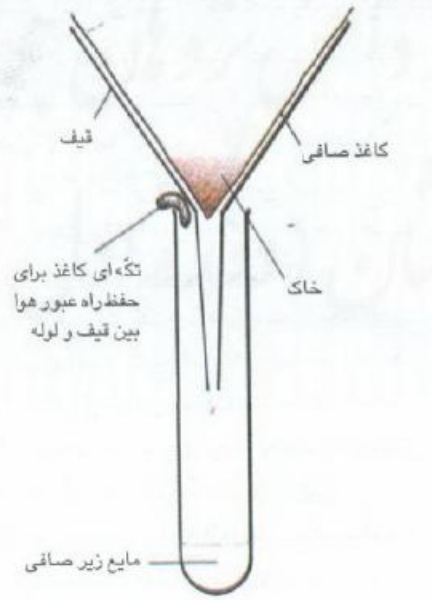
پرسش

۱. آیا نوع آبی که به نمونهٔ خاک خود می‌افزایید اهمیّت دارد؟ چرا؟

۲. بیش‌تر گیاهانی چون کلم و هویج که ما آن‌ها را با عنوان سبزیجات پرورش می‌دهیم، خاک خنثی را دوست دارند. آیا خاک محلّهٔ شما برای رویانیدن این سبزی‌ها مناسب است؟

۳. آیا از میان نمونهٔ خاک‌های شما موردی هست که pH اسیدی داشته باشد؟ اگر چنین است، این نمونه چه نوع خاکی است و آن را از کجا آورده‌اید؟

شکل ۲۲ . ۲ صاف کردن یک سوسپانسیون از خاک.



۱۳ خنثی کردن اسیدها به وسیلهٔ قلیاها

اسیدها و قلیاها به آسانی با هم واکنش می‌کنند. قلیا، اسید را خنثی می‌کند و مادّه‌ای تازه به نام نمک تشکیل می‌شود.

قلیاها، اسیدها را خنثی می‌کنند.

اگر هیدروکلریک اسید را به مقدار کمی از محلول سدیم هیدروکسید موجود در یک بشر بیفزایید، محلول داغ می‌شود. اگر حجم‌های مساوی از محلول‌هایی با غلظت‌های برابر از اسید و باز را برای این منظور به کار برید، درخواهید یافت که محلول حاصل، هیچ‌اثری بر کاغذ لیتموس ندارد. pH این محلول ۷ است، بنابراین یک محلول خنثی است.

در درس پیش دیدید که محلولی از هیدروکلریک اسید، دارای یون‌های H^+ و Cl^- است. محلول سدیم هیدروکسید، یون‌های Na^+ و OH^- دارد. هنگامی که این چهار یون در بشر، با هم مخلوط می‌شوند، یون‌های H^+ و OH^- با هم واکنش کرده، مولکول‌های آب را می‌سازند:

$$H^+(aq) + OH^-(aq) \longrightarrow H_2O(l)$$

اگر تعداد یون‌های H^+ و OH^- در اسید و قلیایی که با هم مخلوط کرده‌اید، برابر باشد، آن‌گاه همهٔ یون‌های H^+ اسید، بنا به معادلهٔ بالا واکنش می‌کنند. به‌این ترتیب، یون‌های H^+ اسید از آن گرفته می‌شوند. به دیگر سخن، اسید خنثی شده است.

معادله‌های شیمیایی، نشان می‌دهند که در خلال یک واکنش شیمیایی چه روی می‌دهد.

تاکنون، تنها چشم به سرنوشت دو یون از چهار یونی داشتیم که در بشر با هم مخلوط شده بودند. امّا یون‌های Na^+ و Cl^- چه می‌شوند؟

این دو یون واقعاً کاری انجام نمی‌دهند؛ بله تنها به صورت یون، حل شده در آب باقی می‌مانند.

امّا اگر محلول درون بشر را تا آن‌جا گرم کنید که آب آن بخار شود، یون‌های Na^+ و Cl^- یک شبکهٔ یونی تشکیل می‌دهند. شما در ته بشر، **سدیم کلرید** ـ نمک معمولی ـ خواهید داشت.

ما می‌توانیم برای این واکنش، یک معادلهٔ کامل بنویسیم که علاوه بر یون‌های سدیم و کلرید، یون‌های H^+ و OH^- را نیز به صورت زیر دربربگیرد:

$$H^+(aq) + Cl^-(aq) + Na^+(aq) + OH^-(aq) \longrightarrow Na^+(aq) + Cl^-(aq) + H_2O(l)$$

به این معادله، یک **معادلهٔ یونی** می‌گویند. این معادله نشان می‌دهد که برای هر یون، چه پیش آمده است.

ما هم‌چنین می‌توانیم همین واکنش را برحسب مولکول‌هایی که در آن شرکت کرده‌اند، نشان دهیم:

$$HCl(aq) + NaOH(aq) \longrightarrow NaCl(aq) + H_2O(l)$$

این معادله را یک **معادلهٔ مولکولی** می‌گویند.

شیوهٔ دیگری برای نمایش دادن رویدادهای یک واکنش نمایش گفتاری آن است. در این روش، از نشانه‌ها یا فرمول‌های شیمیایی استفاده نمی‌شود؛ مانند:

آب + سدیم کلرید ⟶ سدیم هیدروکسید + هیدروکلریک اسید

به این معادله، یک معادلهٔ گفتاری می‌گویند.

معادله‌های گفتاری، معادله‌های مولکولی و معادله‌های یونی، همه به شما می‌گویند که در یک واکنش، چه روی می‌دهد. اما در مقایسه با معادله‌های گفتاری، معادله‌های مولکولی یا یونی، اطلاعات بیش‌تری در اختیار ما قرار می‌دهند.

تحقیق ۲۳ ـ ۱

خنثی سازی یک اسید ضعیف با یک قلیای ضعیف.

در این تحقیق، یک اسید ضعیف (اتانوییک اسید) را با یک قلیای ضعیف (محلول آمونیاک) مخلوط می‌کنید و رویدادها را با محلول شناساگر فراگیر پی می‌گیرید.

۱. تحقیق را از آغاز تا پایان بخوانید و تصمیم بگیرید که چگونه نتایج خود را یادداشت کنید. اگر تصمیم دارید که از یک جدول برای ثبت نتایج استفاده کنید آن را در دفتر گزارش خود رسم کنید.

۲. نزدیک به یک چهارم از یک لولهٔ آزمایش بزرگ را با اتانوییک اسید پر کنید.

۳. نزدیک به $\frac{۲}{۳}$ لولهٔ آزمایش بزرگ دیگری را با محلول آمونیاک پر کنید.

۴. محلول شناساگر فراگیر را به هر یک از این لوله‌ها بیفزایید، تا محلولی رنگین با رنگی نه چندان پررنگ، ولی قابل تشخیص به دست آید.

۵. از یک پیپت پستانک‌دار استفاده کنید و محلول آمونیاک را قطره قطره به اتانوییک اسید بیفزایید. پس از هر ۱۰ قطره، مخلوط را با میلهٔ شیشه‌ای به هم بزنید و رنگ شناساگر و pH مخلوط را یادداشت کنید.

پرسش

۱. اتانوییک اسید، اسیدی ضعیف و محلول آمونیاک، قلیایی ضعیف است. منظور از کلمهٔ «ضعیف» چیست؟

۲. pH اتانوییک اسید چه قدر است؟

۳. pH محلول آمونیاک چه قدر است؟

۴. هم چنان که محلول قلیایی را به محلول اسیدی می‌افزایید، برای pH محلول چه پیش می‌آید؟

۵. آیا شما محلولی خنثی تولید کرده‌اید؟ اگر چنین است، چند قطره از محلول آمونیاک، چنین محلولی را تولید می‌کند؟

تحقیق ۲۳ ـ ۲

خنثی کردن یک اسید قوی با یک قلیای قوی

در این تحقیق، اسیدی قوی (هیدروکلریک اسید) را به یک قلیای قوی (سدیم هیدروکسید) بیفزایید و با دماسنج، یکی از تغییرات را دنبال کنید.

۱. یک بورت را تا علامت صفر از اسید پر کنید.

۲. برای ریختن $20\ cm^3$ NaOH (aq) به درون یک ارلن، از یک استوانهٔ مدرّج یا یک پیپت استفاده کنید.

۳. دمای NaOH(aq) را اندازه بگیرید و یادداشت کنید.

۴. از بورت، $2\ cm^3$ اسید به ارلن بیفزایید. مخلوط را هم بزنید. دمای تازهٔ مخلوط قلیایی را اندازه بگیرید و آن را یادداشت کنید.

۵. هربار $2\ cm^3$ اسید به ارلن بیفزایید و این کار را ادامه دهید. ارلن را به صورت چرخشی تکان دهید، دما را پس از هر افزایش اندازه بگیرید و یادداشت کنید. این کار را تا جایی ادامه دهید که همهٔ $40\ cm^3$ اسید را اضافه کرده باشید.

۶. در پایان کار، همهٔ لوازم مورد استفاده را با آب زیاد بشویید.

۷. یک نمودار خطی برای نتایج خود رسم کنید. حجم اسید افزوده شده را روی محور افقی و دما را روی محور عمودی نشان دهید.

شما خواهید دید که براثر افزایش اسید به قلیا، گرما انتشار می‌یابد. هم چنان که اسید و قلیا با هم واکنش می‌کنند، انرژی گرمایی نیز آزاد می‌شود؛ واکنش هایی از این دست که با آزاد کردن گرما همراهند، گرماده نامیده می‌شوند.

پرسش

۱. گواه شما بر این ادّعا که بر اثر مخلوط شدن اسید و قلیا یک واکنش شیمیایی روی می‌دهد، چیست؟ نتایج شما نشان خواهد داد که دما در آغاز، کم‌کم بالا می‌رود و سپس کم‌کم پایین می‌آید.

۲. بالاترین دمایی که اندازه‌گیری کرده اید، چه‌قدر است؟

۳. تا این نقطه، مقدار کلّ اسیدی که مصرف کرده‌اید، چه قدر است؟

۴. توضیح دهید که چرا پس از این نقطه، دما اُفت می‌کند؟

پرسش

اطلاعات زیر را که دربارهٔ پوسیدگی دندان هاست، بخوانید و سپس به پرسش های زیر پاسخ دهید.

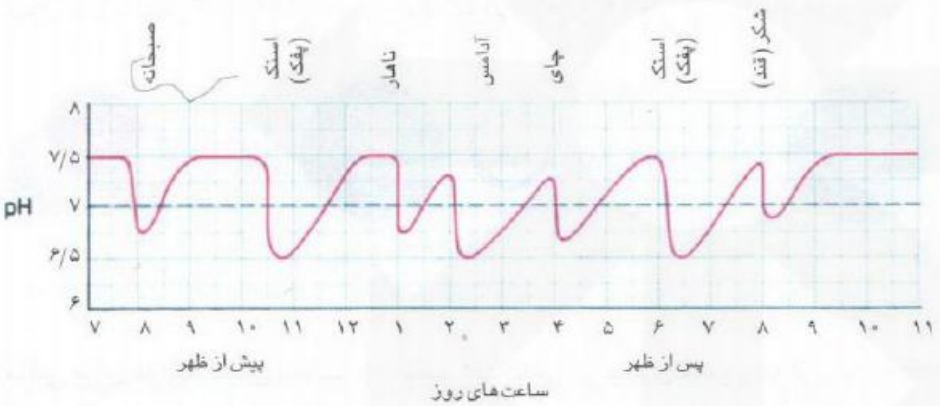
۱. در هر مورد معنای عبارت های داده شده را شرح دهید.

آ ـ کرم خوردگی دندان

ب ـ پلاک

پ ـ آبسه

نمودار رو به‌رو، چگونگی تغییر pH دهان هر فرد را در خلال روز نشان می دهد.



پوسیدگی دندان

دندان های بد می توانند روزگار شما را سیاه کنند. آن‌ها ترسناک به نظر می‌رسند؛ زیرا سبب بدبویی دهان می‌شوند و دردآورند. پوسیدگی دندان یا کرم خوردگی آن، از فعالیت باکتری‌ها ناشی می شود. در دهان هر فردی، باکتری های زیادی زندگی می کنند. اگر غذاهای شیرین روی دندان ها یا میان آن‌ها بمانند، برخی از باکتری‌های درون دهان، از آن ها تغذیه می کنند. آن‌ها لایهٔ نازک چسبناکی که پلاک نام دارد، روی دندان‌های شما تشکیل می دهند. باکتری‌ها قند شیرینی را به اسید تبدیل می کنند. اسید سراسر پوشش مینایی دندان‌ها را می‌خورد. اگر میزان آسیب دیدگی ناچیز باشد، دندان خود را ترمیم می کند. اما اگر یک دندان برای مدّت طولانی در معرض اسید باشد، آن گاه سوراخ ایجاد شده به تدریج در میانای دندان گسترش می یابد. اگر این خوردگی به عاج دندان برسد، سوراخ یادشده به سرعت بزرگ می‌شود. از این جاست که درد ایجاد می‌شود. اگر پوسیدگی به مغز دندان کرم خورده برسد، بسیار دردناک می شود. شاید دندان آبسه کند. این مرحله که با تورّم عفونی در زیر دندان همراه است، به شدت دردناک است.

نیازی نیست که هیچ یک از این مراحل برای شما پیش بیاید! اگر شما هرگز غذای شیرین نخورید، هیچ گاه به پوسیدگی دندان دچار نمی شوید. اما بیش تر مردم گه گاه چیزهای شیرین را دوست دارند و امکان خوردن آن نیز برای آن ها فراهم می‌شود؛ با این حال، هنوز انتظار دارند که از دندان‌های سالم نیز برخوردار باشند. یکی از بهترین دستورالعمل ها، خوردن غذاهای شیرین مورد علاقه‌تان و نوشیدن نوشابه‌های شیرین برای دو یا سه نوبت در روز است. اگر دندان‌های شما در تمام روز، در مجاورت اسید قرار گیرد، امیدی به جلوگیری از پوسیدگی نیست؛ اما اگر شرایط دهان شما برای مدّت کوتاهی اسیدی باشد، احتمال ایجاد پوسیدگی کاهش می یابد. کار دیگری که می توانید انجام دهید، روزی دو بار مسواک کردن است. با این کار، پلاک دندان را از بین می‌برید. اگر از یک خمیر دندان فلوئوریددار استفاده کنید، فلوئورید به دندان‌های شما کمک می کند تا در برابر پوسیدگی مقاومت کنند. هم چنین خمیر دندان ها دارای قلیاهای ضعیفی هستند که اسید تشکیل شده به وسیلهٔ باکتری های دهان شما را خنثی می کنند.

۲. هنگامی که یک محلول اسیدی تر می شود، pH آن بالاتر می رود یا پایین تر؟

۳. توضیح دهید که چرا پس از هر وعدهٔ غذا، pH دهان فرد، پایین تر می آید؟

۴. پایین بودن pH دهان، چه آسیبی را می تواند به دندان ها وارد کند؟

۵. افراد چگونه می توانند با تغییر رژیم غذایی، شانس ابتلا به پوسیدگی دندان را در خود کاهش دهند؟

۶. چرا مسواک کردن منظم با خمیردندان های فلوئوریددار می تواند احتمال فاسد شدن دندان ها را کاهش دهد؟ سه دلیل بیاورید.

۱۴ بازها

باز، مادّه‌ای است که اسیدها را خنثی می‌کند. قلیاها نوعی باز هستند. یک قلیا، بازی است که در آب انحلال‌پذیر است.

یک باز، مادّه‌ای است که می‌تواند یک اسید را خنثی کند.

مواد گوناگونی وجود دارند که می‌توانند اسیدها را خنثی کنند. این مواد عبارتند از:

هیدروکسیدهای فلزی مانند سدیم هیدروکسید.

اکسیدهای فلزی مانند مس اکسید.

کربنات‌های فلزی مانند روی کربنات.

هیدروژن کربنات‌های فلزی مانند سدیم هیدروژن کربنات.

محلول آمونیاک.

فلزها مانند منیزیم.

همهٔ این مواد **باز** هستند. یک باز، مادّه‌ای است که می‌تواند یک اسید را خنثی کند.

برخی از بازها **قلیا** هم هستند. قلیاها بازهایی هستند که در آب انحلال‌پذیرند.

آیا می‌دانید که؟

منیزیم اکسید، بازی است که برای خنثی کردن اسیدهای معده استفاده می‌شود. این مادّه پیش از آن‌که این کار را انجام دهد، جذب نمی‌شود. این مادّه به آسانی می‌تواند pH معده را حدود یک واحد بالا ببرد.

بازها با گرفتن یون‌های H^+، اسیدها را خنثی می‌کنند.

حتماً دیده‌اید که چگونه هیدروکسیدهای فلزی هم‌چون سدیم هیدروکسید، اسیدها را خنثی می‌کنند. یون‌های H^+ ـ همان یون‌هایی که محلول را اسیدی می‌کنند ـ، با یون‌های OH^- حاصل از هیدروکسید ترکیب می‌شوند و آب تشکیل می‌دهند.

$$H^+(aq) + OH^-(aq) \longrightarrow H_2O(l)$$

ترکیبی خنثی　　بخش بازی باز　　بخش اسیدی اسید

بازها با گرفتن یون‌های هیدروژن از محلول، اسیدها را خنثی می‌کنند. نمونه‌های زیر نشان می‌دهد که چگونه هریک از شش باز معرفی شده در فهرست، اسیدها را خنثی می‌کنند.

آب + نمک فلز ⟵ اسید + هیدروکسید فلز

شما این واکنش را پیش از این نیز دیده‌اید. نمونه‌ای از آن، خنثی شدن هیدروکلریک اسید به وسیلهٔ سدیم هیدروکسید، یک باز انحلال‌پذیر یا قلیاست.

آب + سدیم کلرید ⟵ سدیم هیدروکسید + هیدروکلریک اسید

$$HCl(l) + NaOH(aq) \longrightarrow NaCl(aq) + H_2O(l)$$

تحقیق ۲۵ ـ ۱

آب + نمک فلز ⟵ اسید + هیدروکسید فلز

نمونه‌ای از این واکنش، واکنش بین هیدروکلریک اسید و سدیم هیدروکسید است، که سدیم کلرید و آب تشکیل می‌دهد.

۱. یک بورت را از هیدروکلریک اسید تا درجهٔ صفر آن پرکنید.

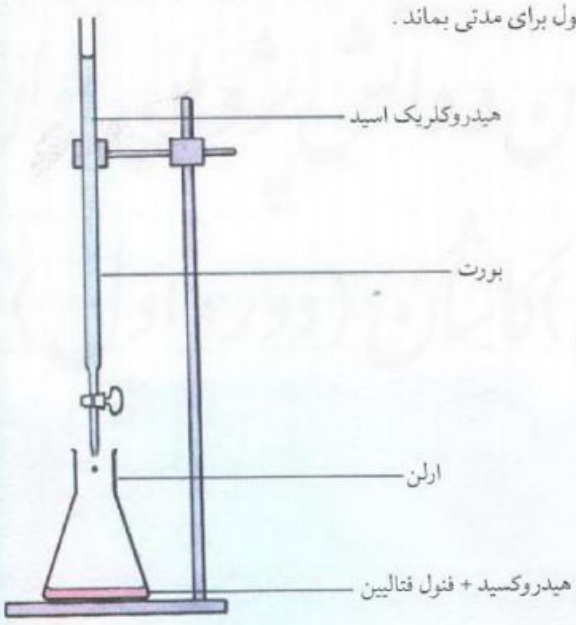
۲. از یک پیپت استفاده کنید و $25cm^3$ سدیم هیدروکسید در یک ارلن بریزید. سه قطرهٔ شناساگر فنول فتالیین ـ که آن را به رنگ صورتی درمی‌آورد ـ به ارلن بیفزایید.

۳. به آهستگی اسید را به قلیا بیفزایید، در تمام مدّت ارلن را به صورت چرخشی تکان دهید تا این‌که شناساگر کاملاً بی‌رنگ شود. این جا **نقطهٔ پایانی** نامیده می‌شود. روشی را که شما در این جا به کار برده‌اید، **سنجش حجمی** گویند.

۴. حال که ازجای تقریبی نقطهٔ پایانی باخبر شده‌اید، مرحله‌های ۲ و ۳ را تکرار کنید. در این هنگام، هم‌چنان که به نقطهٔ پایانی نزدیک می‌شوید، با دقت بیش‌تری عمل کنید تا حجم درست‌تری از مقدار اسید موردنیاز برای خنثی کردن قلیا را به‌دست آورید.

۵. اکنون دقیقاً پی برده‌اید که چه مقدار اسید، $25cm^3$ قلیا را خنثی می‌کند. درون ظرف، محلولی از نمک وجود دارد که به مقدار کمی شناساگر آلوده است. اگر قصد تهیهٔ بلورهای خالص نمک را دارید، در این صورت باید سنجش حجمی را بدون افزودن شناساگر تکرار کنید. برای این کار، از $25cm^3$ قلیا و مقدار اسیدی که می‌دانید برای خنثی کردن این مقدار قلیا نیاز است، استفاده کنید.

۶. شما اکنون محلولی از سدیم کلرید دارید. برای سرعت بخشیدن به تشکیل بلورهای نمک، حدود ۹۰ درصد آب را جوشانیده، تبخیر کنید و بگذارید تا محلول برای مدتی بماند.



شکل ۲۵ . ۱ دستگاهی برای اجرای سنجش حجمی.

آب + نمک آمونیوم ⟶ اسید + محلول آمونیاک

هنگامی که گاز آمونیاک در آب حل می‌شود، مقداری آمونیوم هیدروکسید تشکیل می‌شود.

$$NH_3(aq) + H_2O(l) \longrightarrow NH_4OH(aq)$$

به‌طوری که واکنش زیر واقعاً شبیه واکنش بین یک هیدروکسید فلزی و یک اسید است:

آب + آمونیوم نیترات ⟶ آمونیوم هیدروکسید + نیتریک اسید

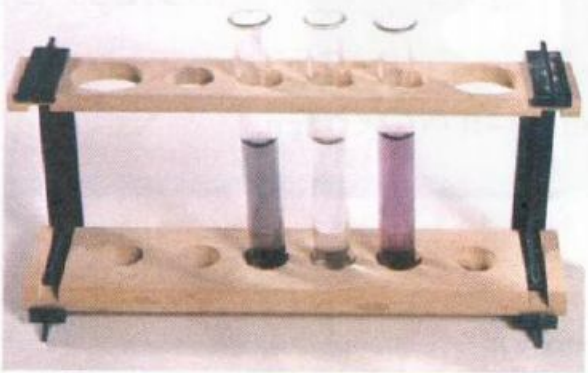
$$HNO_3(aq) + NH_4OH(aq) \longrightarrow NH_4NO_3(aq) + H_2O(l)$$

نمک تشکیل شده در این واکنش، آمونیوم نیترات است. این نمک به عنوان کود فروخته می‌شود. همان‌طور که از فرمول آن برمی‌آید، این ترکیب دارای مقدار زیادی نیتروژن است. نیتروژن برای گیاهان ضروری است؛ زیرا به کمک آن پروتیین می‌سازند. آمونیوم نیترات رایج‌ترین کود مصرفی در جهان است.

تحقیق ۲۵ ـ ۲

این آزمایش را می‌توانید به همان روش بیان شده در تحقیق ۲۵ . ۱ انجام دهید؛ اما به‌جای محلول سدیم هیدروکسید، از محلول آمونیوم هیدروکسید استفاده کنید. هم‌چنین، باید شناساگر دیگری به‌کار برید. به‌جای فنول فتالیین، از متیل اورانژ استفاده کنید. هنگامی که این شناساگر را به قلیا می‌افزایید، سبز می‌شود. اما هنگامی که به نقطهٔ پایانی واکنش می‌رسید، به رنگ خاکستری می‌گراید.

شکل ۲۵ . ۲ متیل اورانژ در محلول‌های قلیایی (چپ)، خنثی و اسیدی.



پرسش

۱. آیا آمونیاک یک قلیاست؟

بیشتر بدانید

۲. برای هریک از واکنش‌هایی که بین مواد زیر روی می‌دهند، نخست معادلهٔ گفتاری را بنویسید و سپس معادلهٔ مولکولی آن‌ها را موازنه کنید:

آ ـ محلول آمونیاک و هیدروکلریک اسید

ب ـ محلول آمونیاک و سولفوریک اسید

آب + نمک فلز ⟶ اسید + اکسید فلز

اکسیدهای فلزی، یون‌های اکسید، O^{2-}، تولید می‌کنند. یون‌های اکسید با یون‌های H^+ اسیدها واکنش داده، آب تشکیل می‌دهند.

$$2H^+ + O^{2-} \longrightarrow H_2O$$

نمونه‌ای از این واکنش‌ها، خنثی شدن سولفوریک اسید به وسیلهٔ روی اکسید است:

آب + روی سولفات ⟶ روی اکسید + سولفوریک اسید

$$H_2SO_4(aq) + ZnO(s) \longrightarrow ZnSO_4(aq) + H_2O(l)$$

توجه کنید که پس از فرمول روی اکسید، نماد حالت (s) قرار دارد؛ به این معنا که این ماده به حالت جامد به‌کار رفته است؛ نه به صورت حل شده در آب. روی اکسید در آب حل نمی‌شود. این ترکیب یک باز است؛ نه یک قلیا.

پرسش

۱. آیا روی سولفات در آب حل می‌شود؟

بیشتر بدانید

۲. در هر مورد نخست معادلهٔ گفتاری واکنش بین جفت مواد زیر را بنویسید و سپس معادلهٔ مولکولی آن‌ها را موازنه کنید:

آ ـ هیدروکلریک اسید و روی اکسید

ب ـ سولفوریک اسید و مس (II) اکسید

پ ـ سولفوریک اسید و منیزیم اکسید

تحقیق ۲۵ ـ ۳

آب + نمک فلز ⟶ اسید + اکسید فلز

در این تحقیق، مس (II) اکسید را به سولفوریک اسید رقیق می‌افزایید، تا مس سولفات و آب تشکیل شود.

۱. حدود $25cm^3$ سولفوریک اسید رقیق را درون یک بشر بریزید. اسید را به آرامی گرم کنید. هنگام افزوده شدن مس (II) اکسید به درون اسید، این گرما به واکنش سرعت می‌بخشد. هنگامی که اسید گرم شد، بشر را روی میز کار آزمایشگاه بگذارید.

۲. یک قاشقک مس (II) اکسید را به اسید گرم بیفزایید و پیوسته آن را به‌هم بزنید. هنگامی که همهٔ مس (II) اکسید حل شد قاشقک پُر دیگری از آن به بشر بیفزایید.

۳. هر از گاهی، با کاغذ شناساگر فراگیر، pH محلول را بیازمایید. هنگامی به پایان واکنش می‌رسیم که حل شدن مس (II) اکسید در آب بسیار کند به‌نظر بیاید. هنگامی که دیگر مس (II) اکسید بیش‌تری در اسید حل نشد و pH نزدیک ۷ بود، کار را پایان دهید.

۴. اگر مس سولفات تهیه‌شده را می‌خواهید، نخست محلول را صاف کنید تا مس (II) اکسیدهایی که واکنش نداده‌اند، از آن جدا شوند. حال شما یک محلول مس سولفات دارید. با جوشانیدن این محلول، مقدار زیادی از آب آن را تبخیر کنید تا محلولی غلیظ به‌دست آید، سپس محلول را به حال خود بگذارید تا مس سولفات شما متبلور شود.

کربن دی‌اکسید + آب + نمک فلز ⟶ اسید + هیدروژن کربنات فلز یا کربنات

این واکنش، اغلب برای شناسایی یک مادهٔ ناشناخته که می‌تواند کربنات یا هیدروژن کربنات باشد، به‌کار می‌رود. معمولاً کربن دی‌اکسید تولید شده در این واکنش، ویژگی بارز واکنش است. هم زمان با آزاد شدن گاز، محلول فش‌فش می‌کند و صدای ترکیدن حباب‌های گاز به‌گوش می‌رسد (محلول گازدار به‌وجود می‌آید). گاز حاصل را می‌توان با عبور دادن آن از درون آب آهک، آزمایش کرد. اگر این گاز واقعاً کربن دی‌اکسید باشد، آب را شیری می‌کند.

نمونهٔ این واکنش، خنثی کردن هیدروکلریک اسید به وسیلهٔ کلسیم کربنات است:

کربن دی‌اکسید + آب + کلسیم کلرید ⟶ کلسیم کربنات + هیدروکلریک اسید

$$2HCl(aq) + CaCO_3(s) \longrightarrow CaCl_2(aq) + H_2O(l) + CO_2(g)$$

نمونهٔ دیگر، فرایند خنثی کردن هیدروکلریک اسید به وسیلهٔ سدیم هیدروژن کربنات است. این واکنش می‌تواند در معدهٔ شما روی دهد! اگر سوء هاضمه داشته باشید، گاهی خوردن یک قاشق پر از سدیم هیدروژن کربنات (جوش شیرین)، در رفع این بیماری به شما کمک می‌کند. این مادّه، هیدروکلریک اسید معدهٔ شما را خنثی می‌کند. فکر می‌کنید که برای کربن دی‌اکسید تولید شده، چه پیش می‌آید؟

کربن دی‌اکسید + آب + سدیم کلرید ⟶ سدیم هیدروژن کربنات + هیدروکلریک اسید

$$HCl(l) + NaHCO_3(aq) \longrightarrow NaCl(aq) + H_2O(l) + CO_2(g)$$

پرسش

۱. آیا کلسیم کربنات یک باز است؟

۲. آیا کلسیم کربنات یک قلیاست؟

بیشتر بدانید

۳. در هر مورد، نخست معادلهٔ گفتاری واکنش بین جفت مواد زیر را بنویسید و سپس معادلهٔ مولکولی آن‌ها را موازنه کنید:

آ- سولفوریک اسید و روی کربنات

ب- نیتریک اسید و پتاسیم کربنات

پ- هیدروکلریک اسید و پتاسیم هیدروژن کربنات

۴. به شما گرد سفیدی داده شده است که احتمال می‌دهید کربنات یا هیدروژن کربنات باشد. چگونه می‌توانید آن را بشناسید؟ اگر شما درست حدس زده باشید، به هنگام شناسایی چه روی می‌دهد؟

۵. بیش‌تر قرص‌های سوء هاضمه، سدیم هیدروژن کربنات دارند.

آ- چرا چنین است؟

ب- اگر سه نوع متفاوت قرص سوء هاضمه در اختیار داشته باشید، چه آزمایشی می‌تواند به شما نشان دهد که کدام قرص سریع‌تر از همه عمل می‌کند؟ (برای این کار، قورت دادن قرص‌ها را پیشنهاد نکنید!)

شکل ۲۵ . ۳ پاشیدن آهک روی زمین‌های کشاورزی. آهک، می‌تواند کلسیم هیدروکسید یا کلسیم کربنات باشد. این دو ترکیب باز هستند و اسیدیتهٔ خاک را کاهش می‌دهند. هم‌چنین بافت خاک‌های سفت را بهبود می‌بخشند.

تحقیق ۲۵ . ٤

کربن دی‌اکسید + آب + نمک فلز ⟶ اسید + کربنات فلز

در این واکنش، از منیزیم کربنات و سولفوریک اسید رقیق استفاده خواهید کرد. واکنش چنین است:

کربن دی‌اکسید + آب + منیزیم سولفات ⟶ سولفوریک اسید + منیزیم کربنات

$$MgCO_3(s) + H_2SO_4(aq) \longrightarrow MgSO_4(aq) + H_2O(l) + CO_2(g)$$

۱. حدود $25cm^3$ سولفوریک اسید رقیق را درون یک بشر بریزید.

۲. به اندازهٔ یک قاشقک منیزیم کربنات به آن بیفزایید. به نظر می‌آید که براثر واکنش، منیزیم کربنات ناپدید می‌شود. هم‌زمان با تولید گاز کربن دی‌اکسید، محلول فش‌فش می‌کند. (فکر می‌کنید بر سر آبی که تولید می‌شود، چه می‌آید؟ برای منیزیم سولفات تولید شده، چه پیش می‌آید؟)

۳. افزودن منیزیم کربنات را تا جایی ادامه دهید که دیگر محلول فش‌فش نکند و منیزیم کربنات ناپدید نشود. اکنون اسید خنثی شده است.

۴. اگر نمونه‌ای از منیزیم سولفات تولید شده را می‌خواهید، مراحل زیر را دنبال کنید. نخست، بشر دارای اسید خنثی شده را بردارید. این بشر اکنون دارای محلول منیزیم سولفات است. آن را صاف کنید تا منیزیم کربنات واکنش نداده خارج شود. سپس محلول را با تبخیر آب غلیظ کنید و به حال خود بگذارید تا متبلور شود.

هیدروژن + نمک فلز ⟶ اسید + فلز

بسیاری از فلزها با اسید واکنش داده، آن‌ها را خنثی می‌کنند. در این مورد، یون‌های هیدروژن نمی‌توانند با اکسیژن ترکیب شده، آب تشکیل دهند. یون‌های هیدروژن اسید، از اتم‌های فلز، الکترون می‌گیرند. سپس اتم‌های هیدروژن دوتا دوتا به هم متّصل می‌شوند و گاز هیدروژن را تشکیل می‌دهند:

$$2H^+(a) + 2e^- \longrightarrow H_2(g)$$

با تشکیل حباب‌های گاز، هیدروژن شروع به فش‌فش می‌کند. شما می‌توانید با قراردادن یک تراشهٔ چوبی افروخته درون لولهٔ آزمایش دارای اسید و فلز، نشان دهید که گاز تولید شده، هیدروژن است. اگر گاز یاد شده، هیدروژن باشد، با ایجاد صدای «پوپ» در هوا می‌سوزد.

برخی از فلزها، مانند نقره، با اسیدها واکنش نمی‌کنند. برخی دیگر از فلزها، مانند سدیم، به شدت واکنش می‌دهند. روی، آهن و منیزیم، همه با سرعت یک‌نواختی واکنش می‌کنند.

هیدروژن + روی سولفات ⟶ سولفوریک اسید + روی

$$Zn(s) + H_2SO_4(aq) \longrightarrow ZnSO_4(aq) + H_2(g)$$

پرسش

۱. در هر مورد، نخست معادلهٔ گفتاری واکنش بین جفت مواد زیر را بنویسید و سپس معادلهٔ مولکولی آن‌ها را موازنه کنید.

آ- منیزیم و هیدروکلریک اسید

ب- آهن و سولفوریک اسید (ترکیبی از آهن که در این واکنش تشکیل می‌شود، آبی روشن مایل به سبز است.)

۲. هنگامی که فلزها با نیتریک اسید واکنش می‌کنند، ممکن است واکنش‌های گوناگونی روی دهد. در این مورد، مطالب بیش‌تری بیابید.

بیشتر بدانید

تحقیق ۲۵ ـ ۵

هیدروژن + نمک فلز ⟶ اسید + فلز

دراین آزمایش، از نوار منیزیم و سولفوریک اسید رقیق استفاده خواهید کرد. واکنش چنین است:

هیدروژن + منیزیم کلرید ⟶ هیدروکلریک اسید + منیزیم

۱. $25cm^3$ سولفوریک اسید رقیق، درون بشر بریزید.

۲. یک تکه نوار منیزیم به آن بیفزایید. هم‌زمان با آزاد شدن گاز هیدروژن، محلول فش‌فش خواهد کرد. اگر دوست داشته باشید، می‌توانید این گاز را با وارد کردن یک تراشهٔ چوبی افروخته، آزمایش کنید.

۳. اضافه کردن نوار منیزیم را هم‌چنان ادامه دهید. این کار را ذرّه ذرّه انجام دهید تا فش‌فش کردن محلول پایان یابد. اکنون اسید خنثی شده است.

پرسش

۱. اگر بخواهید خودتان مقداری منیزیم کلرید درست کنید، اکنون چه کاری می‌توانید بکنید؟

۲. آیا فکر می‌کنید اگر به‌جای نوار منیزیم از گرد آن استفاده کنید، در سرعت واکنش، تفاوتی ایجاد خواهد شد؟ آزمایشی طراحی کنید که پاسخ این پرسش را روشن کند.

خلاصهٔ درس ـ این‌ها را یاد بگیرید!

هیدروژن + نمک فلز ⟶ فلز + اسید

آب + نمک فلز ⟶ اکسید فلز + اسید

آب + نمک فلز ⟶ هیدروکسید فلز + اسید

کربن دی‌اکسید + آب + نمک فلز ⟶ کربنات فلز + اسید

کربن دی‌اکسید + آب + نمک فلز ⟶ هیدروژن کربنات فلز + اسید

آب + نمک آمونیوم ⟶ محلول آمونیاک + اسید

۱۵ واکنش‌های گرماگیر و گرماده

واکنش‌های گرماده، گرما می‌گسترانند.
واکنش‌های گرماگیر، گرما می‌ستانند.

واکنش بین منیزیم و سولفوریک اسید

شاید دیده باشید که منیزیم چگونه با سولفوریک اسید واکنش می‌کند.

هم‌زمان با خارج شدن گاز هیدروژن، مخلوط فش‌فش می‌کند. منیزیم ناپدید می‌شود. معادلهٔ این واکنش چنین است:

هیدروژن + منیزیم سولفات ← سولفوریک اسید + منیزیم

$$Mg(s) + H_2SO_4(aq) \rightarrow MgSO_4(aq) + H_2(g)$$

این واکنش خاصیت مهمّی از اسیدها را نشان می‌دهد. اسیدها، فلزها را می‌خورند؛ اما دو چیز دیگر هم روی می‌دهد که اهمیّت زیادی برای شیمی‌دان‌ها دارد:

۱. گرما تولید می‌شود. اگر دمای اسید را پیش و پس از افزودن منیزیم اندازه بگیرید، خواهید دید که دما بالا می‌رود.

۲. الکترون‌ها از ذرّه‌ای به ذرّهٔ دیگر انتقال می‌یابند. پیش از آغاز واکنش، منیزیم به شکل اتم‌های منیزیم بدون بار است و سولفوریک اسید نیز از یون‌های هیدروژن با یک بار مثبت $-H^+-$ و یون‌های سولفات با دو بار منفی $-SO_4^{2-}-$ درست شده است.

در خلال واکنش، هر اتم منیزیم دو الکترون از دست می‌دهد و به یون‌هایی با دو بار مثبت $-Mg^{2+}-$ تبدیل می‌شوند. این الکترون‌ها به یون‌های H^+ داده می‌شوند و آن‌ها را به اتم‌های بدون بار H تبدیل می‌کنند. این اتم‌ها دوتا دوتا به یک دیگر می‌پیوندند و مولکول H_2 را تشکیل می‌دهند.

شیمی‌دان‌ها، علاقهٔ ویژه‌ای به تغییر مادّه و جابه‌جایی الکترون در خلال واکنش‌های شیمیایی دارند.

شکل ۲۷ . ۱ منیزیم به شدت با سولفوریک اسید واکنش می‌دهد و حباب‌های گاز هیدروژن آزاد می‌کند.

بسیاری از واکنش‌ها گرما می‌گسترانند.

بیش‌تر واکنش‌های شیمیایی، مانند واکنش بین منیزیم و سولفوریک اسید هستند. آن‌ها گرما را در محیط پخش می‌کنند. واکنش‌هایی که گرما آزاد می‌کنند، واکنش‌های گرماده خوانده می‌شوند. همهٔ واکنش‌هایی که ما آن‌ها را «سوختن» می‌نامیم، واکنش‌های **گرماده** هستند. برخی نمونه‌های آن عبارتند از:

سوختن گاز طبیعی: $CH_4(g) + 2O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 2H_2O(l)$

سوختن زغال: $C(s) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g)$

سوختن منیزیم: $2Mg(s) + O_2(g) \rightarrow 2MgO(s)$

واکنش بسیار مشابه دیگر در سلول‌های بدن شما روی می‌دهد. این واکنش، تنفس نامیده می‌شود. تنفس یک واکنش گرماده است:

تنفس: $C_6H_{12}O_6(aq) + 6O_2(aq) \rightarrow 6CO_2(aq) + 6H_2O(l)$

واکنش‌های گرمادهٔ بسیار دیگری وجود دارند که بعدها با آن‌ها آشنا خواهید شد. برای نمونه، هنگام پوسیده شدن بقایای سبزیجات روی کُپه‌ای از کود، گرما آزاد می‌شود. واکنش‌های درگیر در این فرایند گرماده هستند. واکنش گرمادهٔ دیگری که شما احتمالاً در آزمایشگاه انجام داده‌اید، خنثی کردن یک اسید به وسیلهٔ یک باز است.

شکل ۲۷ . ۲ روشنایی خیره کنندهٔ یک پالایشگاه نفت. این واکنش اکسیدشدن، گرماده است.

برخی واکنش‌های شیمیایی گرما می‌ستانند.

در بیش‌تر واکنش‌های شیمیایی، گرما آزاد می‌شود. اما برخی واکنش‌ها هستند که از محیط خود گرما می‌گیرند. واکنش‌هایی که گرما می‌گیرند، **واکنش‌های گرماگیر** خوانده می‌شوند.

یک واکنش شیمیایی گرماگیر که در صنعت از اهمیّت برخوردار است، تجزیهٔ کلسیم کربنات است. کلسیم کربنات همان سنگ آهک یا گچ است. واکنش چنین است:

کربن دی‌اکسید + کلسیم اکسید ← کلسیم کربنات

$$CaCO_3(s) \rightarrow CaO(s) + CO_2(g)$$

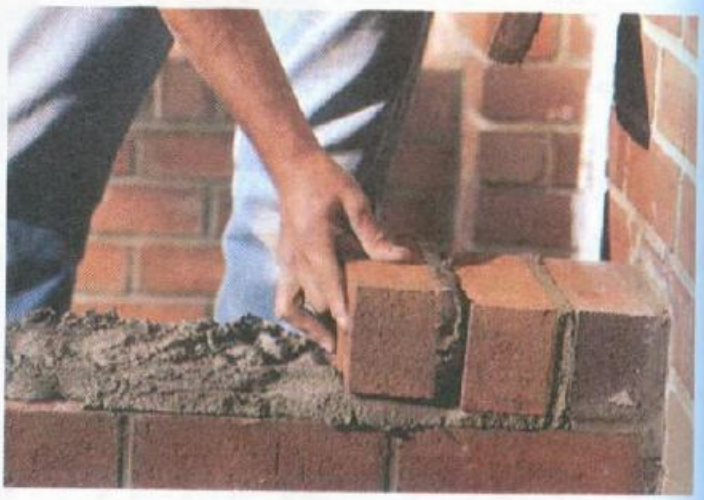
«تجزیه» یعنی «شکسته شدن». واکنش تجزیه واکنشی است که در آن، یک مادّه به دو یا چند مادّهٔ تازه می‌شکند. در این واکنش، کلسیم کربنات به کلسیم اکسید و کربن دی‌اکسید شکسته شده یا تجزیه می‌شود. کلسیم اکسید را آهک یا آهک زنده[1] می‌نامند. آهک زنده کاربردهای بسیاری دارد. شاید مهم‌ترین کاربرد آن در ساختن سیمان باشد. هم چنین از پاشیدن آهک زنده روی خاک‌های اسیدی، pH آن‌ها افزایش می‌یابد. با پاشیدن آن روی خاک‌های رس، ساختار این خاک‌ها بهبود می‌یابد. واکنش تجزیهٔ کلسیم کربنات، گرماگیر است. هنگامی که ۱ kg کلسیم کربنات تجزیه می‌شود، نزدیک به ۳۰۰۰ kJ گرما می‌گیرد! بنابراین، واکنش یادشده روی نخواهد داد؛ مگر این که مقدار زیادی گرما برای آن تأمین شود. در صنعت، این واکنش را با قرار دادن کلسیم کربنات درون تنورهای بزرگی که کورهٔ آهک نامیده می‌شود، انجام می‌دهند. دمای این کوره‌ها در حدود $800^\circ C$، ثابت نگه داشته می‌شود. واکنش صنعتی مهمّ دیگری که گرماگیر است، تولید سدیم و کلر از نمک است. این واکنش نیز یک واکنش تجزیه است.

کلر + سدیم ← سدیم کلرید

$$2NaCl(l) \rightarrow 2Na(l) + Cl_2(g)$$

سدیم تولید شده از این واکنش، کاربردهای بسیاری دارد. از جملهٔ این کاربردها، می‌توان به ساختن صابون و خنک کردن راکتورهای هسته‌ای در نیروگاه‌های اتمی اشاره کرد. از کلر می‌توان برای ساختن PVC (وینیل پلی کلرید) و مواد سفیدکننده استفاده کرد.

شکل ۲۷ . ۴ سنگ آهک تجزیه می‌شود و کلسیم اکسید را تشکیل می‌دهد. کلسیم اکسید، یکی از اجزای مهم سازندهٔ سیمان است. آجرچین، برای چسباندن آجرها به هم، از آژند (ملاط) که مخلوطی از سیمان، ماسه و آب است، استفاده می‌کند.



شکل ۲۷ . ۳ سوختن منیزیم یک واکنش گرماده است.

شکل ۲۷ . ۵ کلر به‌دست آمده از تجزیهٔ سدیم کلرید، در ساختن PVC به‌کار می‌رود. از PVC در ساختن انواع گوناگونی از کالاهای ضدّ آب و خوشرنگ که هر روز با آن‌ها سروکار دارید، استفاده می‌شود.

پرسش

۱. آ ـ منظور از یک واکنش گرماده چیست؟
ب ـ مثالی از یک واکنش گرماده بیاورید.
پ ـ منظور از یک واکنش گرماگیر چیست؟
ت ـ مثالی از یک واکنش گرماگیر بیاورید.
ث ـ کدام نوع واکنش متداول‌تر است، گرماده یا گرماگیر؟

۲. آ ـ آهک چیست؟
ب ـ آهک برای چه منظوری به‌کار می‌رود؟
پ ـ چگونه آهک تولید می‌شود؟
ت ـ واکنشی که آهک را تولید می‌کند، گرماده است یا گرماگیر؟
ث ـ هزینهٔ عمدهٔ تولید آهک، به چه چیز اختصاص خواهد داشت؟
ج ـ تولید آهک، یک واکنش تجزیه است. نمونهٔ دیگری از یک واکنش تجزیه بیاورید و شرح دهید که منظور از تجزیه چیست؟

۱. quicklime

۱۶ با واکنش‌های گرماده و گرماگیر بیش‌تر آشنا شوید

تحقیق ۲۸ ـ ۱

تغییرهای گرماده و گرماگیر

پنج آزمایش زیر را انجام دهید. در هر مورد، دمای مایع را اندازه‌گیری و یادداشت کنید. سپس جامد موردنظر را به آن افزوده، به هم بزنید. در پایان، دمای مایع را دوباره اندازه‌گیری کنید.

۱. به اندازهٔ دو قاشقک، براده‌های نرم آهن را به $25cm^3$ محلول مس سولفات بیفزایید.

۲. به اندازهٔ دو قاشقک پتاسیم سولفات را به $25cm^3$ آب بیفزایید.

۳. به اندازهٔ دو قاشقک پتاسیم نیترات را به $25cm^3$ آب بیفزایید.

۴. تکه‌ای از یک نوار باریک منیزیم را به $25cm^3$ هیدروکلریک اسید بیفزایید.

۵. به اندازهٔ دو قاشقک مس سولفات بدون آب را به $25cm^3$ آب بیفزایید.

پرسش

۱. کدام یک از این واکنش‌ها گرماده‌اند؟

۲. کدام یک از این واکنش‌ها گرماگیرند؟

تشکیل پیوند، گرماده است.

هنگامی که آب را به کلسیم اکسید می‌افزایید، ذره‌های سازندهٔ آب و ذره‌های سازندهٔ کلسیم اکسید باهم پیوند تشکیل می‌دهند. به این ترتیب، پنج اتم به یک‌دیگر می‌پیوندند و کلسیم هیدروکسید را ایجاد می‌کنند.

$$CaO(s) + H_2O(l) \rightarrow Ca(OH)_2(aq)$$

هم‌چنان که پیوندها ساخته می‌شوند، گرما در محیط آزاد می‌شود. این واکنش گرماده است؛ زیرا تشکیل پیوند، گرماده است.

شکستن پیوند، گرماگیر است.

مولکول‌های کلسیم کربنات، از پنج اتم ساخته شده‌اند. (این اتم‌ها چه هستند؟) هنگامی که کلسیم کربنات گرم می‌شود، این مولکول‌ها می‌شکنند و یک مولکول دو اتمی، CaO، و یک مولکول سه اتمی، CO_2، تشکیل می‌دهند. بنابراین در این واکنش، پیوندها شکسته می‌شوند. شکستن پیوند با گرفتن گرما از محیط همراه است. پس این واکنش، گرماگیر است؛ زیرا شکستن پیوند گرماگیر است. تجزیه با شکستن پیوندها همراه است. پس واکنش‌های تجزیه معمولاً گرماگیرند. برخی نمونه‌ها عبارتند از:

$$2NaNO_3(s) \rightarrow 2NaNO_2(s) + O_2(g)$$

$$NH_4Cl(s) \rightarrow NH_3(g) + HCl(g)$$

$$2HgO(s) \rightarrow 2Hg(l) + O_2(g)$$

بیشتر بدانید

تحقیق ۲۸ ـ ۲

واکنش سنگ مرمر

سنگ مرمر همان کلسیم کربنات است، $CaCO_3$.

۱. تکه‌ای سیم از جنس نیکروم را با گیره به‌طور افقی نگه دارید. بلندی آن را طوری انتخاب کنید که تا نوک آبی شعلهٔ یک چراغ بونزن برسد.

۲. سیم را از گیره بیرون آورید. در یک انتهای آن، حلقه‌ای درست کنید که ورقهٔ نازکی از سنگ مرمر را بتوان روی آن یا درون آن جا داد. این ورقهٔ نازک را به زور در حلقه قرار ندهید.

۳. ورقهٔ نازک را روی حلقه بگذارید. چراغ بونزن را روشن و شعلهٔ آن را تنظیم کنید. سیم را به گیره وصل کنید؛ به‌طوری که ورقهٔ نازک در نوک هرم آبی رنگ شعله قرار گیرد. دست کم به مدت ده دقیقه آن را به شدت گرم کنید. در حالی که گرما می‌دهید، کلسیم کربنات به آهستگی به کلسیم اکسید و کربن دی‌اکسید تجزیه می‌شود.

$$CaCO_3(s) \rightarrow CaO(s) + CO_2(g)$$

کلسیم اکسید، آهک است. هم‌زمان با تولید آهک، نور سفیدرنگی انتشار می‌یابد که نور آهک نامیده می‌شود.

۴. پس از ده دقیقه گرم کردن، چراغ بونزن را خاموش کنید. بگذارید تا ورقهٔ نازک سرد شود. با دقت ورقهٔ نازک را از جای خود بیرون آورید و آن را در یک شیشهٔ ساعت بگذارید.

۵. شیشهٔ ساعت را روی کف دستتان قرار دهید. به آرامی روی آن آب بریزید. پوست کف دست، شما را از هرگونه تغییر دما آگاه خواهد کرد.

واکنشی که در شیشهٔ ساعت روی می‌دهد، چنین است:

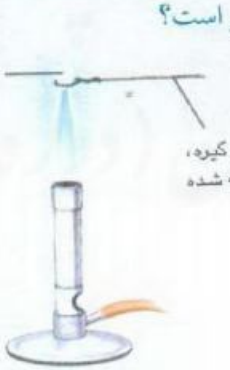
کلسیم هیدروکسید ← آب + کلسیم اکسید

$$CaO(s) + H_2O(l) \rightarrow Ca(OH)_2(s)$$

پرسش

۱. کدام یک از این دو واکنش گرماده است؟

۲. کدام یک گرماگیر است؟



شکل ۲۸ . ۱ گرم کردن ورقهٔ نازکی از سنگ مرمر. سیم را طوری به گیره وصل کنید که ورقهٔ نازک، در نوک هرم آبی رنگ شعله قرار گیرد.

مادّه‌ای که می‌تواند در یک واکنش گرماده شرکت کند، انرژی شیمیایی دارد.

انرژی ذخیره‌ای یا انرژی پتانسیل، در شکل‌های گوناگون بسیاری ظاهر می‌شود. یک شکل انرژی پتانسیل، انرژی شیمیایی است. مادّه‌ای که می‌تواند در یک واکنش گرماده شرکت کند، انرژی شیمیایی دارد. بنزین، انرژی شیمیایی دارد. هنگامی که بنزین در یک موتور می‌سوزد، این انرژی ذخیره شده، به انرژی گرمایی و انرژی جنبشی (حرکتی) تبدیل می‌شود. سوختن بنزین، یک واکنش گرماده است.

در یک واکنش گرماده، معمولاً انرژی آزاد شده به‌صورت گرما رها می‌شود. اما انسان ماشین‌هایی ساخته است که سبب می‌شوند انرژی به شکل‌های سودمند دیگری نیز آزاد شود. موتورخودرو، نمونهٔ خوبی است. اگر بنزین روی زمین بریزد و براثر شعله‌ای افروخته شود، طی واکنشی گرماده، گرما تولید می‌کند. گرمای تولید شده در زمین و هوا پخش می‌شود. اما در موتور خودرو، بنزین درون سیلندر می‌سوزد. مولکول‌های داغ و تند روی گازهایی که درون سیلندر تولید می‌شوند، پیستون را به عقب می‌راند. این حرکت است که میل‌لنگ را می‌چرخاند. بنابراین مقداری از انرژی شیمیایی ذخیره شده در بنزین، به انرژی جنبشی خودرو تبدیل می‌شود.

انرژی گرمایی (به هنگام سوختن سوخت) ← انرژی شیمیایی (در سوخت)
انرژی جنبشی (به هنگام حرکت خودرو)

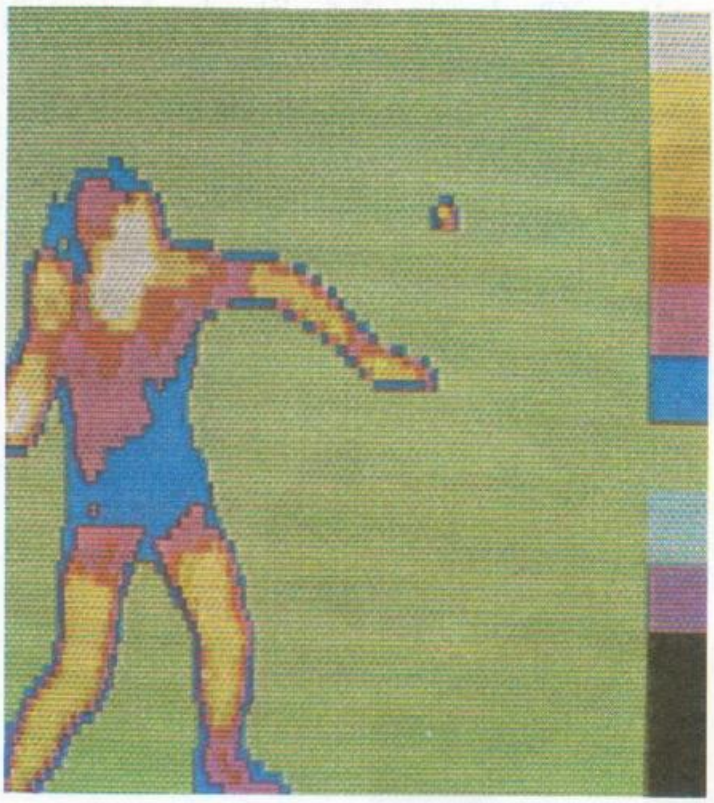
در یک نیروگاه زغال‌سوز، زغال طی یک واکنش گرماده می‌سوزد. از گرمای تولیدشده برای به‌جوش آوردن آب، استفاده می‌شود. بخار تولید شده، توربین‌ها را به گردش درمی‌آورد و توربین‌ها ژنراتور یا دستگاه مولّد برقی را می‌چرخانند.

انرژی الکتریکی	←	انرژی جنبشی (در توربین‌ها و ژنراتور)	←	انرژی درونی (در آب و بخار آب)	←	انرژی شیمیایی (در زغال)

در سلول‌های بدن شما، گلوکوز موجود در موادغذایی، با اکسیژن ترکیب می‌شود. این فرایند، یک واکنش گرماده است. مقداری از این انرژی، به‌صورت گرما آزاد می‌شود. این گرما، بدن شما را در $37^{\circ}C$ ثابت نگه می‌دارد؛ حتی هنگامی که دمای محیط پیرامون شما کم‌تر باشد. اما مقداری دیگر از این انرژی، صرف فعالیت‌های دیگری چون حرکت می‌شود.

بیشتر بدانید

شکل ۲۸ . ۲ تنفس، یک واکنش گرماده است که طی آن، انرژی گرمایی آزاد می‌شود. این، تصویر گرمایی یا ترموگرام مردی در حال بازی اسکواش است. این تصویر، دماهای نسبی بخش‌های مختلف بدن او را نشان می‌دهد. مقیاس، در کنار تصویر آمده است؛ به این صورت که از منطقهٔ داغ (رنگ سفید) در بالا شروع و به منطقهٔ سرد (رنگ سیاه) در پایین منتهی می‌شود. توجه کنید که بازیکن اسکواش داغ‌تر از محیط پیرامون خودش است (فکر می‌کنید چرا توپ اسکواش داغ است؟).



شکل ۲۸ . ۳ انرژی آزاد شده از سوختن بنزین در موتور خودرو، به انرژی جنبشی تبدیل شده است.

۱۷ سرعت واکنش

واکنش‌های شیمیایی، با سرعت‌های متفاوتی روی می‌دهند. شما می‌توانید سرعت یک واکنش را به وسیلهٔ سرعت ناپدید شدن واکنش‌دهنده‌ها یا به وسیلهٔ سرعت آشکار شدن فراورده‌ها اندازه بگیرید.

واکنش‌ها با سرعت‌های متفاوتی پیش می‌روند.

شاید تاکنون به‌طور اتفاقی، با تعدادی از واکنش‌های شیمیایی گوناگون برخورد کرده‌اید. یک واکنش شیمیایی، فرایندی است که طی آن، یک یا چند مادّه که **واکنش‌دهنده** نامیده می‌شوند، به یک یا چند مادّهٔ دیگر تبدیل شوند که به آن‌ها **فراورده** می‌گویند.

نمونه‌هایی از چند واکنش شیمیایی که ممکن است با آن‌ها روبه‌رو شده باشید، عبارتند از:

هیدروژن + منیزیم سولفات ← سولفوریک اسید + منیزیم ـ آ

آهن اکسید ← اکسیژن + آهن ـ ب

نیتریک اسید + نقره کلرید ← هیدروکلریک اسید + نقره نیترات ـ پ

آب + مس سولفات ← سولفوریک اسید + مس اکسید ـ ت

شاید آگاه باشید که این واکنش‌ها با سرعت‌های متفاوتی انجام می‌گیرند. برای نمونه، «پ» فوری روی می‌دهد. «آ» یک واکنش تند است. «ت» آهسته و «ب» بسیار کند است؛ به‌ویژه اگر آهن خشک باشد. به این ترتیب می‌توان گفت که سرعت این واکنش‌ها با یک‌دیگر تفاوت دارد.

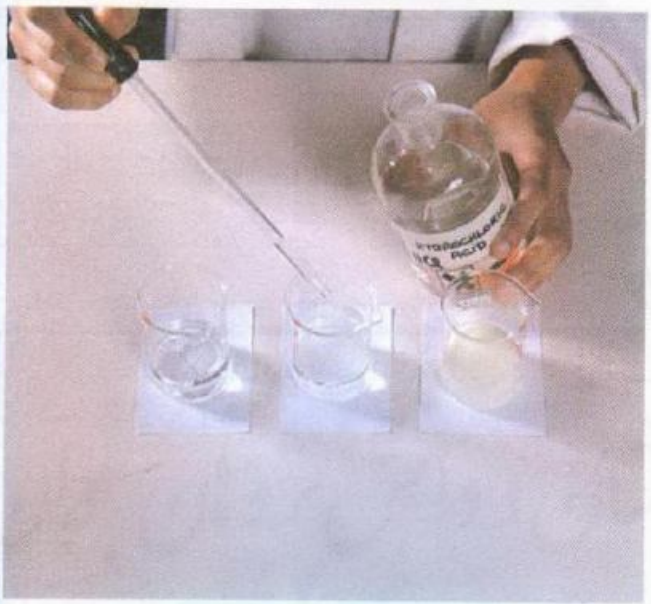
سرعت را می‌توان اندازه‌گیری کرد.

واکنش «آ» واقعاً واکنشی سریع است؛ زیرا با انجام واکنش، منیزیم به سرعت ناپدید می‌شود. واکنش «ت» کند است؛ زیرا مس اکسید به آهستگی ناپدید می‌شود. واکنش «ب» بسیار آهسته است؛ زیرا تشکیل تکه‌های آهن اکسید، روزها زمان می‌برد. واکنش «پ» فوری انجام می‌گیرد؛ زیرا هنگامی که محلول‌ها مخلوط می‌شوند، نقره کلرید بی‌درنگ تشکیل می‌شود.

بنابراین، ما دو شیوهٔ متفاوت برای داوری دربارهٔ سرعت انجام شدن یک واکنش به کار می‌بریم. **سرعت واکنش عبارت است از سرعت ناپدید شدن یک واکنش‌دهنده یا سرعت آشکار شدن یک فراورده.**

تحقیق ۳۱ ـ ۱

شکل ۳۱ . ۱ هم‌چنان که هیدروکلریک اسید به محلول سدیم تیوسولفات افزوده می‌شود، رسوب ابرمانندی از گوگرد تشکیل می‌شود که صلیب را محو می‌کند. شما می‌توانید سرعت این واکنش را با اندازه‌گیری مدّت زمانی که طول می‌کشد تا صلیب ناپدید شود، اندازه بگیرید.



صلیب تیوسولفات

اگر محلول سدیم تیوسولفات را با هیدروکلریک اسید مخلوط کنید، یک واکنش روی می‌دهد. یکی از فراورده‌های این واکنش، گوگرد عنصری است. گوگرد تولید شده، مخلوطی کدر به‌وجود می‌آورد.

۱. جدول را بازنویسی کنید.

آزمایش	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷
حجم سدیم تیوسولفات (cm^3)	۴۰	۳۰	۲۰	۴۰	۴۰	۴۰	۴۰
حجم آب (cm^3)	۰	۱۰	۲۰	۵	۷/۵	۰	۰
حجم اسید (cm^3)	۱۰	۱۰	۱۰	۵	۲/۵	۱۰	۱۰
دمای سدیم تیوسولفات ($^\circ C$)	اتاق	اتاق	اتاق	اتاق	اتاق	۴۰	۶۰
زمان (s)							

۲. با یک مداد سیاه، روی قطعه‌ای کاغذ سفید، یک علامت صلیب بکشید و یک بشر ۱۰۰ میلی‌لیتری را روی کاغذ، روی صلیب بگذارید.

۳. $40\ cm^3$ محلول سدیم تیوسولفات را درون بشر بریزید. $10\ cm^3$ هیدروکلریک اسید به آن بیفزایید و زمان‌سنج را به کار بیندازید. هنگامی که مخلوط کدر شد و دیگر نتوانستید صلیب را ببینید، زمان‌سنج را خاموش کنید. زمان اندازه‌گیری شده را در جدول یادداشت کنید.

۴. بشر را به‌طور کامل با آب بشویید. آزمایش‌های ۲ تا ۷ را انجام دهید. پس از هر آزمایش بشر را بشویید. هریک از نتایج خود را در جدول یادداشت کنید.

پرسش

۱. با مقایسهٔ نتایج آزمایش‌های ۱، ۲ و ۳ چه نتیجه‌ای می‌توان گرفت؟

۲. با مقایسهٔ نتایج آزمایش‌های ۱، ۴ و ۵ چه نتیجه‌ای می‌توان گرفت؟

۳. با مقایسهٔ نتایج آزمایش‌های ۱، ۶ و ۷ چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟

۴. در این آزمایش، زمان کدام یک را اندازه‌گیری کردید: ناپدید شدن یک واکنش‌دهنده یا آشکار شدن یک فراورده را؟

۵. اگر این واکنش را در یک بشر $250\ cm^3$ با همان مقدار از واکنش‌دهنده‌ها انجام دهید، انتظار دارید که نتایج شما چگونه تغییر کند؟

تحقیق ۳۱ـ۲

عوامل مؤثر بر واکنش

هیدروکلریک اسید با تکهٔ کوچکی سنگ مرمر (کلسیم کربنات) واکنش می‌دهد. یکی از فراورده‌های این واکنش، گاز کربن دی‌اکسید است. سرعت این واکنش را می‌توان با تعیین مدّت زمانی که طول می‌کشد تا $10\,cm^3$ گاز تولید شود، اندازه گرفت. در این تحقیق، شما قصد دارید تا با تغییر چند عامل، عواملی را که بر سرعت واکنش اثر می‌گذارند، بیابید.

۱. جدول زیر را بازنویسی کنید.

آزمایش	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷
حجم اسید (cm^3)	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۱۰۰	۵۰	۵۰
دمای اسید ($^\circ C$)	اتاق	۴۰	۶۰	اتاق	اتاق	اتاق	اتاق
غلظت اسید (mol/dm^3)	۲	۲	۲	۲	۲	۱	۰/۵
تکهٔ سنگ مرمر	درسته	درسته	درسته	خردشده	درسته	درسته	درسته
زمان مورد نیاز برای جمع شدن $10\,cm^3$ گاز CO_2							

۲. دستگاه را مطابق شکل سوار کنید. استوانهٔ مدرّج وارونه شده‌ای که پر از آب است، برای جمع‌آوری گاز به‌کار می‌رود. پیش از شروع آزمایش، آن را از دهانهٔ خروجی لولهٔ انتقال دهنده، دور نگه دارید.

۳. چوب پنبه را بیرون آورید. $50\,cm^3$ اسید و یک تکه سنگ مرمر درون ارلن قرار دهید. چوب پنبه را دوباره بگذارید. پنج ثانیه بعد، استوانهٔ مدرّج وارونه شده را بالای دهانهٔ خروجی لولهٔ انتقال دهنده قرار دهید. زمانی را که طول می‌کشد تا $10\,cm^3$ گاز جمع شود، اندازه بگیرید. این، آزمایش شمارهٔ ۱ است. زمان اندازه‌گیری شدهٔ خود را در جدول بنویسید.

۴. آزمایش‌های ۲ تا ۷ را انجام دهید. هر یک از زمان‌های اندازه‌گیری شده را در جدول یادداشت کنید. در آزمایش‌ها، از سنگ مرمرهای یک اندازه استفاده کنید.

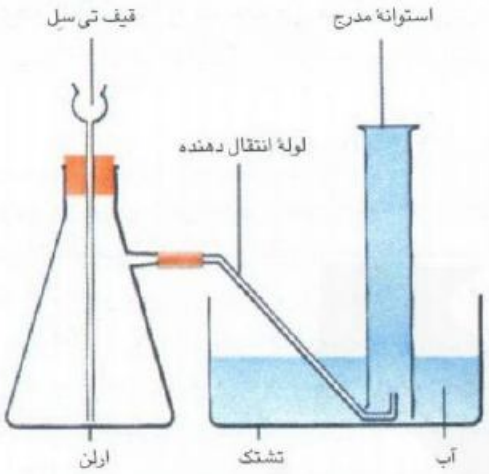
برای آزمایش‌های ۲ و ۳، اسید را پیش از افزودن به سنگ مرمر، به‌دقت در یک بشر گرم کنید.

برای آزمایش ۴، یک تکه سنگ مرمر را با هاون خرد کنید.

برای آزمایش ۶، $25\,cm^3$ اسید با غلظت $2\,mol/dm^3$ را با $25\,cm^3$ آب مخلوط کنید. این کار، اسیدی با غلظت $1\,mol/dm^3$ درست می‌کند.

برای آزمایش ۷، $12/5\,cm^3$ اسید با غلظت $2\,mol/dm^3$ را با $37/5\,cm^3$ آب مخلوط کنید. این کار، اسیدی با غلظت $0/5\,mol/dm^3$ درست می‌کند.

شکل ۳۱ . ۲ دستگاهی برای تولید کربن دی‌اکسید. استفاده از قیف تی‌سل[1] اختیاری است. اگر این قیف را در اختیار ندارید، از چوب پنبهٔ سفتی برای دهانهٔ ارلن استفاده کنید. چوب پنبه را بردارید تا تکهٔ سنگ مرمر و اسید را به درون ارلن بریزید. سپس آن را به سرعت در دهانهٔ ارلن بگذارید.



پرسش

۱. کدام عامل یا عامل‌ها، سرعت واکنش را افزایش می‌دهد؟

۲. کدام عامل یا عامل‌ها، سرعت واکنش را کاهش می‌دهد؟

۳. کدام عامل یا عامل‌ها، اثری بر سرعت واکنش ندارد؟

۴. چرا در هر آزمایش، تکه‌های هم‌اندازه‌ای از سنگ مرمر استفاده می‌شود؟

۵. چرا به هنگام قرار دادن چوب پنبه در دهانهٔ ارلن، استوانهٔ مدرّج، بالای لولهٔ انتقال دهنده قرار ندارد؟

۶. شرایطی را انتخاب کنید که در آن، واکنش بیش‌ترین سرعت را داشته باشد.

دمای اسید:	دمای اتاق	$40\,^\circ C$	$60\,^\circ C$
غلظت اسید:	$2\,mol/dm^3$	$1\,mol/dm^3$	$0/5\,mol/dm^3$
تکه سنگ مرمر:	درسته	خرد شده	

۷. از میان شرایط پرسش ۶، شرایطی را انتخاب کنید که در آن، واکنش تا آن جا که ممکن است، کند باشد.

۸. برای واکنشی که در این آزمایش بررسی می‌شود، نخست یک معادلهٔ گفتاری و سپس معادلهٔ مولکولی موازنه شده‌ای بنویسید.

سرعت واکنش برای تولیدکنندگان مواد شیمیایی مهم است.

انتظار برای انجام شدن یک واکنش کند در آزمایش، می‌تواند آزار دهنده باشد. اما درصنعت، این مشکل جدّی‌تر است. یک واکنش آهسته، به معنای تولید آهسته است. این مطلب می‌تواند به معنای سود کم‌تر نیز باشد. مهندسان شیمی، ناگزیرند عواملی مؤثر بر واکنش را بیابند و از آن‌ها برای سرعت بخشیدن به تولید فراورده، استفاده کنند.

پرسش

۱. واکنش‌های زیر را برحسب افزایش سرعت مرتّب کنید:

آ ـ محلول سدیم هیدروکسید، هیدروکلریک اسید را خنثی می‌کند.

ب ـ پوسیدن چوب

پ ـ ترش شدن شیر

ت ـ پختن تخم مرغ در آب جوش

۲. روی و سولفوریک اسید واکنش داده، روی سولفات و هیدروژن تولید می‌کنند.

آ ـ معادله گفتاری این واکنش را بنویسید.

ب ـ معادلهٔ مولکولی موازنه شده این واکنش را بنویسید.

پ ـ واکنش دهنده‌ها چه هستند؟

ت ـ فراورده‌ها چه هستند؟

ث ـ چهار راه برای اندازه‌گیری سرعت این واکنش بیان کنید.

ج ـ چگونه می‌توان به این واکنش سرعت داد؟

چ ـ چگونه می‌توان از سرعت این واکنش کاست؟

۱. Thistle funnel

۱۸ کاتالیزگر

کاتالیزگرها موادی هستند که واکنش‌های شیمیایی را سرعت می‌دهند؛ بی آن‌که خود تغییر کنند.

کاتالیزگرها واکنش‌ها را سرعت می‌بخشند؛ بی‌آن که خود تغییری کنند.

یک روش تهیهٔ اکسیژن در آزمایشگاه، تجزیهٔ هیدروژن پراکسید، H_2O_2، است.

$$2H_2O_2(aq) \rightarrow 2H_2O(l) + O_2(g)$$

در شرایط معمولی، این واکنش بسیار آهسته است. با استفاده از هیدروژن پراکسید غلیظ‌تر یا با گرم کردن آن، می‌توان به این واکنش سرعت داد. اما شیوهٔ آسان‌تر برای سرعت دادن به این واکنش، **افزودن منگنز (IV) اکسید**، MnO_2، است. منگنز (IV) اکسید، گردی نرم و سیاه رنگ است. اگر آن را به محلول هیدروژن پراکسید بیفزایید ـ حتی اگر سرد و رقیق باشد ـ هیدروژن پراکسید، به سرعت تجزیه می‌شود. شگفت‌انگیز آن است که منگنز (IV) اکسید طی واکنش، مصرف نمی‌شود. هنگامی که واکنش پایان می‌یابد، گرد سیاه رنگ هنوز در ته ظرف وجود دارد.

منگنز (IV) اکسید، نمونه‌ای **کاتالیزگر** است. **کاتالیزگر ماده‌ای است که یک واکنش شیمیایی را سرعت می‌بخشد؛ بی آن که تغییری کند یا مصرف شود.**

شکل ۳۲ . ۱ ارلن، دارای محلول هیدروژن پراکسید است. بدون کاتالیزگر، هیچ اتفاقی نمی‌افتد. اما هنگامی که مقدار کمی منگنز (IV) اکسید افزوده می‌شود، هیدروژن پراکسید به سرعت به آب و اکسیژن تجزیه می‌شود. منگنز (IV) اکسید در این واکنش مصرف نمی‌شود.

کاتالیزگرها در صنعت، از اهمیت برخوردارند.

کاتالیزگرها برای تولیدکنندگان مواد شیمیایی، بسیار اهمیت دارند. کاتالیزگرها به تولیدکنندگان امکان می‌دهند تا فراوردهٔ بیش‌تری را در یک مدّت زمان معیّن تولید کنند. کاتالیزگرها مصرف نمی‌شوند، بنابراین تولیدکنندگان ناگزیر نیستند که پیوسته کاتالیزگرها را به واکنش دهنده‌ها بیفزایند. اما همواره باید کاتالیزگرها را پس از هر بار مصرف، تمیز کرد؛ زیرا این سطح کاتالیزگر است که در فعالیّت آن نقش دارد. آلودگی یا وجود ناخالصی روی سطح کاتالیزگر، کارایی آن را از آن‌چه که باید باشد، کم‌تر و کم‌تر می‌کند. صنایع شیمیایی برای سرعت بخشیدن به واکنش‌های موردنظر، از کاتالیزگرهای گوناگون بسیاری بهره می‌گیرند.

شکل ۳۲ . ۲ گردهای رختشویی زیستی، دارای آنزیم‌هایی هستند که لکّه‌هایی همچون چای، تخم‌مرغ، خون و عرق را از بین می‌برد.

کاتالیزگرهای زیستی، آنزیم نامیده می‌شوند.

درون بدن موجودات زنده، صدها واکنش شیمیایی گوناگون روی می‌دهد. برخی از این واکنش‌ها باید به سرعت روی دهند. این واکنش‌ها را می‌توان با گرم کردن واکنش دهنده‌ها سرعت داد. اما اگر دمای سلول‌های زنده خیلی بالا برود، به سرعت می‌میرند. بنابراین موجودات زنده، برای سرعت دادن به واکنش‌های درون بدن خود، از کاتالیزگرها استفاده می‌کنند. این کاتالیزگرها را آنزیم می‌نامند. هر واکنشی که در یک سلول زنده روی می‌دهد، کاتالیزگری ویژهٔ خود دارد که به آن سرعت می‌بخشد. بنابراین صدها نوع گوناگون کاتالیزگر وجود دارد.

تحقیق ۳۲ ـ ۱

کاتالیزکردن واکنش تجزیهٔ هیدروژن پراکسید به کمک یک آنزیم

دیدید که چگونه هیدروژن پراکسید را می توان با استفاده از کاتالیزگر منگنز (IV) اکسید سریع‌تر تجزیه کرد، یک کاتالیزگر زیستی نیز وجود دارد که به این واکنش سرعت می دهد. به این کاتالیزگر، **کاتالاز** می گویند. در سلول‌های گوناگون، کاتالاز بسیاری پیدا می‌شود. این آنزیم را ـ هرچند به مقدار کم ـ می‌توان در سیب، مخمر و گوشت (سلول‌های ماهیچه‌ای) یافت! یکی از جاهایی که در آن، به‌ویژه مقدار زیادی کاتالاز وجود دارد، کبد است.

در سلول‌های زنده، کاتالاز مورد نیاز است؛ زیرا هیدروژن پراکسید سمّی است و چون تصوّر می‌شود که هیدروژن پراکسید، فراوردهٔ جانبی واکنش‌های متعددی در سلول‌هاست، به این دلیل، پیش از آن که بتواند آسیبی به بار آورد، باید فوری تجزیه شود. این همان کاری است که کاتالاز انجام می‌دهد.

۱. متن این آزمایش را به‌طور کامل بخوانید و سپس جدولی برای ثبت نتایج طراحی و رسم کنید.

۲. درون چهار لولهٔ آزمایش بزرگ، $۲۰ cm^3$ هیدروژن پراکسید بریزید.

۳. چهار تکهٔ کوچک از یک جگر تازه ببرّید. همهٔ آن‌ها باید به یک اندازه، حدود $۰/۵ cm^2$ باشند.

۴. دو تکه از جگرها را برای حدود پنج دقیقه در آب جوش بپزید. آن‌ها را از آب جوش درآورده، بگذارید خنک شوند.

۵. یک تکه جگر خام و یک تکه جگر پخته را آسیاب کنید تا به صورت خمیر درآیند. دو خمیر به دست آمده را جدا از هم نگه دارید. شما اکنون چهار نمونه جگر دارید؛ کاملاً خام، خام آسیاب شده، کاملاً پخته، پختهٔ آسیاب شده. پیش از آن که هرکار دیگری انجام دهید، اطمینان یابید که در جای خود، به‌خوبی استقرار یافته‌اید؛ زیرا رویدادها به‌سرعت رخ خواهند داد.

۶. زمان‌سنج را روشن کنید. چهار نمونه جگر خود را درون چهار لولهٔ دارای محلول هیدروژن پراکسید بیندازید. بکوشید تا همهٔ نمونه‌ها را در یک زمان، به درون محلول وارد کنید. پس از دو دقیقه، ارتفاع کف روی محلول موجود درون لولهٔ آزمایش را اندازه بگیرید و آن را در جدول ثبت نتایج خود، یادداشت کنید.

۷. یک تراشهٔ چوب را روشن و سپس با فوت، شعلهٔ آن را خاموش کنید. تراشهٔ نیمه افروخته را میان کف روی محلول یکی از لوله‌ها وارد کنید و آن‌چه را که روی می دهد، یادداشت کنید.

پرسش

۱. یک معادلهٔ گفتاری و یک معادلهٔ مولکولی موازنه شده، برای واکنشی که در لوله‌های آزمایش روی می دهد، بنویسید.

۲. جگر دارای یک کاتالیزگر است. نام این کاتالیزگر چیست؟ این کاتالیزگر از چه نوعی از کاتالیزگرهاست؟

۳. چرا جگر، چنین کاتالیزگری دارد؟

۴. کدام نمونه از جگرها، سرعت واکنش را بیش‌تر از همه افزایش می دهد؟ توضیح دهید که چرا، چنین فکر می کنید؟

۵. کدام نمونه از جگرها کم‌ترین اثرها را بر سرعت واکنش دارد؟ توضیح دهید که چرا، چنین فکر می کنید؟

پرسش

۱. این پرسش‌ها دربارهٔ تجزیهٔ هیدروژن پراکسید به اکسیژن و آب هستند.

آ ـ دو راه برای سرعت بخشیدن به واکنش تجزیهٔ هیدروژن پراکسید بنویسید.

ب ـ سه راه برای کاهش سرعت واکنش تجزیهٔ هیدروژن پراکسید بنویسید.

پ ـ منگنز (IV) اکسید به‌عنوان یک کاتالیزگر در این واکنش عمل می کند. چگونه ثابت می‌کنید که منگنز (IV) اکسید در ظرف واکنش مصرف نمی‌شود؟

ت ـ آیا منگنز (IV) اکسید در این واکنش، یک واکنش دهنده است یا یک فراورده؟

ث ـ فکر می کنید منگنز (IV) اکسید، به شکل کلوخه، کاتالیزگر بهتری است یا به شکل گرد؟ پاسخ خود را توضیح دهید.

۲. مطابق قانون، بسیاری از خودروهای امریکایی، باید درون اگزوزهای خود، کاتالیزگرهایی داشته باشند.

آ ـ فکر می کنید که چرا این کار را انجام می‌دهند؟

ب ـ چرا استفاده از بنزین سرب دار، مانعی برای استفاده از چنین کاتالیزگرهایی است؟

۳. آنزیم‌ها کاتالیزگرهایی زیستی هستند. همهٔ آنزیم‌ها پروتیین هستند. مولکول‌های پروتیین در دماهای بالا، به‌آسانی از بین می‌روند. نمودار زیر نشان می دهد که چگونه دما بر یک واکنش زیستی خاص اثر می گذارد. واکنش با یک آنزیم کاتالیز می شود.

آ ـ در چه دماهایی، واکنش با کم‌ترین سرعت روی می دهد؟

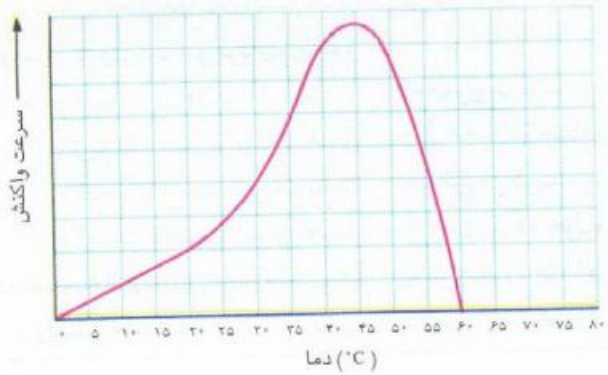
ب ـ در چه دمایی، واکنش با بیش‌ترین سرعت روی می دهد؟

پ ـ با افزایش دما از $۱۰^\circ C$ به $۲۰^\circ C$، چه بر سر واکنش می‌آید؟

ت ـ فکر می کنید که دمای $۴۵^\circ C$، آغاز چه رویدادی برای آنزیم است؟

ث ـ توضیح دهید که چرا با افزایش دما از $۴۵^\circ C$ به $۶۰^\circ C$، واکنش رفته‌رفته آهسته‌تر می‌شود؟

ج ـ دمای بدن انسان نزدیک $۳۷^\circ C$ است. اگر خدای نکرده به بیماری سختی مبتلا شوید، ممکن است دمای بدن به بالاتر از $۴۰^\circ C$ نیز برسد. چرا چنین افزایشی در دما، خطرناک است؟



۱۹ سرعت دادن به واکنش‌ها

چه عواملی به واکنش‌ها سرعت می‌بخشند و چرا می‌توانند به ما در کارآمدتر کردن فرایندهای صنعتی یاری رسانند؟

چرا برخی عوامل برسرعت واکنش‌ها اثر می‌گذارند؟

واکنش سنگ مرمر و هیدروکلریک اسید به شما نشان می‌دهد، هنگامی که یک جامد با یک محلول واکنش می‌کند، واکنش سریع‌تر پیش می‌رود؛ اگر:

- اندازهٔ ذرّه‌های جامد کوچک‌تر باشند.
- محلول داغ‌تر باشد.
- محلول غلیظ‌تر باشد.

درک چنین نکته‌هایی، نیازمند آن است که دربارهٔ ذرّه‌های حاضر در واکنش بیندیشیم.

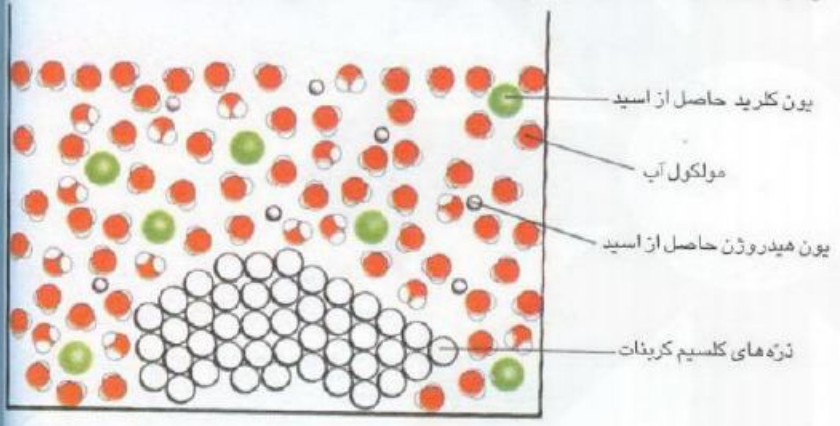
سنگ مرمر، یک جامد است. ذرّه‌های سازندهٔ آن، در جای ثابتی قرار دارند و در همان حال، به‌طور جزیی ارتعاش می‌کنند؛ اما نمی‌توانند آزادانه به هر سو حرکت کنند. هیدروکلریک اسید، از چند نوع ذرّهٔ گوناگون ساخته شده است. این ذرّه‌ها عبارتند از: مولکول‌های آب، یون‌های H^+ و Cl^-. همهٔ این ذرّه‌ها پیوسته در حرکتند. آن‌ها آزادانه به هر طرف حرکت می‌کنند.

برای این که واکنشی روی دهد، یون‌های H^+ باید به ذرّه‌های سنگ مرمر برخورد کنند. هرچه این ذرّه‌ها شدیدتر به هم ضربه بزنند، احتمال واکنش بین آن‌ها بیش‌تر می‌شود. هر چیزی که برخورد بین ذرّه‌های سنگ مرمر و اسید را بیش‌تر کند یا برخورد را شدیدتر کند، به واکنش سرعت می‌دهد.

هرچه گرد سنگ مرمر نرم‌تر باشد، مساحت سطح مماس آن با اسید، بزرگ‌تر است. بنابراین ذرّه‌های اسید، بیش‌تر با آن برخورد می‌کنند.

اسید غلیظ‌تر، تعداد ذرّه‌های بیش‌تری در هر سانتیمتر مکعب از محلول دارد. پس برخورد بین ذرّه‌های اسید با سنگ مرمر بیش‌تر خواهد بود.

شکل ۱۹.۳ یک تکّه سنگ مرمر (کلسیم کربنات). تنها ذرّه‌های موجود در سطح، می‌توانند با اسید برخورد کنند. بنابراین تنها آن‌ها می‌توانند واکنش دهند. اگر سنگ مرمر را بشکنید، ذرّه‌های بیش‌تری از آن می‌توانند با اسید واکنش کنند.



موجودات زنده با گرم نگه داشتن خود، واکنش‌های بدن خویش را سرعت می‌دهند.

واکنش‌های درون سلول‌های زنده، **واکنش‌های سوخت و ساز** نامیده می‌شوند. سرعتی که با آن این واکنش‌ها روی می‌دهند، **سرعت سوخت و ساز** نام دارد. سرعت سوخت و ساز یک موجود زنده، میزان فعّال بودن آن را معیّن می‌کند. اگر سرعت سوخت و ساز بسیار آهسته باشد، موجود زنده کند و تنبل است. سریع‌تر بودن سرعت سوخت و ساز، به موجود زنده اجازه خواهد داد که سریع‌تر حرکت کند و هوشیارتر باشد.

یک راه سرعت بخشیدن به واکنش‌های سوخت و ساز درون بدن موجودات زنده، استفاده از آنزیم‌ها به عنوان کاتالیزگر است. درواقع، بدون آنزیم‌ها، بیش‌تر واکنش‌های سوخت وساز، آن‌چنان آهسته می‌شوند که گویی هرگز روی نمی‌دهند! زندگی همهٔ موجودات زنده، به آنزیم‌هایی وابسته است که انجام شدن واکنش‌های سوخت و ساز درون بدن آن‌ها را امکان‌پذیر می‌کند.

شیوهٔ دیگر افزایش سرعت سوخت و ساز، گرم نگه داشتن بدن است. دمای بدن بیش‌تر موجودات زنده، با دمای محیط پیرامونشان برابر است. به این موجودات، **خونسرد** گفته می‌شود. هنگامی که هوا سرد می‌شود، سوخت و ساز در این موجودات آهسته می‌شود. جانوران خونسرد، برای نمونه، حشره‌ها در زمستان بسیار کند و تنبل هستند. اما در هوای گرم، واکنش‌های بدن آن‌ها سریع‌تر روی می‌دهند؛ به‌طوری که آن‌ها می‌توانند فعّالانه پرواز کنند.

دو گروه از جانوران بر دیگران برتری دارند؛ آن‌هایی که همواره می‌توانند بدن خود را گرم نگه دارند. پرندگان و پستانداران از جملهٔ این جانورانند. به این جانوران، **خونگرم** می‌گویند. پستانداران دمای بدن خود را حتی در هوای سرد، حول و حوش $37^\circ C$ نگه می‌دارند. به این علّت، آن‌ها می‌توانند در طول سال، همواره فعّال بمانند. آن‌ها از انرژی شیمیایی مواد غذایی، بهره می‌گیرند و انرژی گرمایی موردنیاز برای گرم نگه داشتن خود را تولید می‌کنند.

شکل ۱۹.۲ سمندر آبی بی‌مو، جانوری خونسرد است؛ در حالی که یک گوزن سرخ خونگرم است.

افزایش فشار به واکنش های گازی سرعت می بخشد.

از واکنش بین نیتروژن و هیدروژن برای تهیهٔ آمونیاک استفاده می شود. آمونیاک مادّه‌ای مهم در صنعت تهیهٔ کود است.

آمونیاک ← هیدروژن + نیتروژن

$$N_2(g) + 3H_2(g) \rightarrow 2NH_3(g)$$

این فرایند «هابر» نامیده می شود. شما برای سرعت دادن به یک واکنش، چهار راه می شناسید:

۱. استفاده از یک کاتالیزگر؛ آهن به عنوان کاتالیزگر در فرایند هابر استفاده می شود. برای این کار، راکتور را با دانه‌های لوله‌ای شکل و کوتاه آهن پر می کنند.

۲. استفاده از جامدها در شکل گرد؛ اما در این حالت، هر دو واکنش دهنده، گاز هستند.

۳. بالا بردن دما؛ در این واکنش، گازها تا ۴۰۰ °C یا ۵۰۰ °C گرم می شوند.

۴. افزایش غلظت واکنش دهنده‌ها؛ چگونه می توان غلظت یک گاز را زیاد کرد؟ پاسخ این است: وارد کردن فشار به گاز. فشار بالا، ذرّه‌های گاز را به زور به هم نزدیک می کند. این کار، گاز را غلیظ تر می کند. در فرایند هابر، فشار تقریباً ۲۵۰ برابر فشار هواکره (اتمسفر) است. افزایش فشار تا این اندازه، بسیار پر هزینه است؛ اما از آن‌جایی که برای افزایش تولید فراوردهٔ مهمی چون آمونیاک انجام می گیرد، کاملاً به صرفه است.

شکل ۳۳ . ۳ نمایی از یک کارخانهٔ تولید آمونیاک. کوتاه‌ترین ستون در میان سه ستون خاکستری، سمت چپ، محلّ تولید آمونیاک است؛ جایی که نیتروژن و هیدروژن با هم ترکیب شده، آمونیاک تشکیل می دهند. واکنش در فشار دویست برابر فشار هوا کره انجام می شود. واکنش گرماده است و گرمای حاصل از آن را برای گرم کردن هیدروژن و نیتروژن تازه وارد شده به راکتور استفاده می کنند تا به این وسیله، سرعت واکنش آن‌ها را افزایش دهند؛ این رویداد در مبدّل های گرمایی انجام می گیرد که به صورت لوله های زرد رنگی در انتهای سمت راست تصویر دیده می شوند.

تهیهٔ نیتریک اسید از آمونیاک

آمونیاک، مادّه اولیهٔ بسیار مهمی برای دیگر فرایندهای شیمیایی است. یکی از این فرایندهای مهم که اهمّیت ویژه‌ای نیز دارد، تولید نیتریک اسید است.

این فرایند سه مرحله دارد:

۱. آمونیاک با اکسیژن هوا واکنش می دهد و نیتروژن مونوکسید تولید می کند.

آب + نیتروژن مونوکسید ← اکسیژن + آمونیاک

$$4NH_3(g) + 5O_2(g) \rightarrow 4NO(g) + 6H_2O(g)$$

۲. نیتروژن مونوکسید، با مقدار دیگری از اکسیژن هوا واکنش می دهد و نیتروژن دی اکسید تولید می کند.

$$2NO(g) + O_2(g) \rightarrow 2NO_2(g)$$

۳. نیتروژن دی اکسید با آب واکنش کرده، نیتریک اسید تولید می کند.

$$3NO_2(g) + H_2O(l) \rightarrow 2HNO_3(aq) + NO(g)$$

خوشبختانه، واکنش های ۲ و ۳ بسیار سریع هستند و برای کنترل شرایط، نیازی به کمک ما ندارند؛ اما واکنش ۱ بسیار آهسته است. بنابراین شرایط باید به گونه‌ای باشد که واکنش سریع تر انجام شود. برای این کار باید:

آ- فشار را تا حدود هفت برابر فشار هوا کره افزایش داد.

ب- دما را از ۸۰۰ °C تا ۱۰۰۰ °C بالا برد.

پ- از یک کاتالیزگر استفاده کرد. این کاتالیزگر، تور بافته شده‌ای از رشته‌های فلزهای گرانبها چون پلاتین و رودیم است.

مصرف نشدن کاتالیزگر، نکتهٔ بسیار مثبتی است! زیرا قیمت هر تکه از این توری، حدود ششصد میلیون تومان است! تولید نیتریک اسید با این روش، فرایندی پیوسته است؛ به این صورت که پیوسته واکنش دهنده‌ها از یک مجرا به راکتور وارد می شوند و فراورده‌ها از مجرای دیگری از راکتور بیرون می روند. این کار، هفته‌ها یا ماه‌ها ادامه می یابد. اما پس از مدّتی راکتور را از خط تولید خارج و آن را تمیز می کنند. ولی مواد باقی مانده پس از تمیز کردن راکتور، دور ریخته نمی شوند. در این مواد، قطعات بسیار کوچکی از کاتالیزگر وجود دارد. مقدار این ذرّه‌ها به اندازه‌ای است که بازیافت آن‌ها را مقرون به صرفه می کند. تورهای کاتالیزگر را برای تمیز کردن از راکتور بیرون می آورند، البته این کار را در محیطی بسیار امن انجام می دهند.

شکل ۳۳ . ۴ یک توری پلاتین- رودیم که به عنوان کاتالیزگر در تولید صنعتی نیتریک اسید به کار می رود.

پرسش

۱. آ- توضیح دهید که چرا سرعت واکنش بین آمونیاک و اکسیژن، با
i) افزایش فشار　　ii) افزایش دما زیاد می شود؟

ب- در این واکنش، توری های پلاتین- رودیم به عنوان کاتالیزگر استفاده می شوند.

i) دو ویژگی این توری را شرح دهید که کاتالیزگر نامیدن آن را توجیه کند.

ii) چرا کاتالیزگرهای فلزی، به شکل توری ساخته می شوند و به صورت کلوخه به کار نمی روند؟