

رفتار اتم‌ها با یکدیگر

فصل ۲



ما در دنیایی از مواد زندگی می‌کنیم که ویژگی‌های گوناگونی دارند و به حالت‌های مختلفی مانند جامد، مایع و گاز یافت می‌شوند. برخی از آنها بلوری و برخی دیگری بی‌شکل‌اند. همه این مواد از اتم ساخته شده‌اند. در واقع اتم‌ها به روش‌های گوناگون با هم ترکیب می‌شوند و یون‌ها و مولکول‌ها را ایجاد می‌کنند. آیا تا کنون به این موضوع اندیشیده‌اید که اتم‌ها چگونه با هم ترکیب می‌شوند؟ چرا برخی از آنها با هم ترکیب می‌شوند و مولکول‌ها را تولید می‌کنند، در حالی که برخی دیگر در اثر ترکیب شدن، یون‌ها را تولید می‌کنند؟ در این فصل با رفتار اتم‌ها با یکدیگر و همچنین با خواص ترکیب‌های یونی و مولکولی آشنا می‌شوید.

ذره‌های سازنده مواد

سال گذشته آموختید که بیشتر عنصرها در طبیعت به حالت آزاد (عنصری) یافت نمی‌شوند؛ بلکه به حالت ترکیب وجود دارند. آب، شکر، سدیم کلرید، نفت خام، آمونیاک، اتانول، ضد یخ، کات کبود و کلسیم اکسید (آهک) مثال‌هایی از ترکیب‌های شیمیایی هستند. در شکل ۱ کاربرد برخی از این ترکیب‌ها نشان داده شده است.



(ب)



(الف)



(ت)



(پ)

شکل ۱- الف) اتیلن گلیکول (ضد یخ) را در رادیاتور خودرو می‌ریزند تا از یخ زدن آب در زمستان جلوگیری کند. ب) آمونیاک را به زمین‌های کشاورزی تزریق می‌کنند تا گیاهان بهتر رشد کنند. پ) اتانول برای ضد عفونی کردن بیمارستان‌ها و لوازم پزشکی به کار می‌رود. ت) برای اینکه مربای کدو حلوانی ترد شود، آن را قبل از پختن برای مدتی در آب آهک قرار می‌دهند.

ذره‌های سازنده این ترکیب‌ها، یون‌ها یا مولکول‌ها هستند. برای مثال شکر از مولکول‌های چند اتمی ساخته شده است؛ در حالی که نمک خوراکی از یون‌ها تشکیل شده است. از آنجا که ذره‌های سازنده این مواد با هم فرق دارند، ویژگی آنها نیز متفاوت است. به عبارت دیگر ویژگی مواد به نوع ذره‌های سازنده آنها بستگی دارد.

آزمایش کنید

هدف: تهیه بلور

وسایل و مواد لازم: بشر، نخ، گیره فلزی، سدیم کلرید، کات کبود، شکر، آب مقطر
روش اجرا: الف) سه بشر ۱۰۰ میلی لیتری بردارید و درون هر کدام ۲۰ میلی لیتر آب مقطر داغ بریزید.
ب) درون هر بشر به طور جداگانه یک قاشق چای خوری از کات کبود، سدیم کلرید و شکر بیفزایید
و آن قدر هم بریزید تا محلول های شفاف به دست آیند این عمل را تا آنجا که مواد جامد حل شوند،
ادامه دهید.

پ) یک گیره بردارید و با استفاده از نخ و مداد، آن را درون محلول آویزان کنید.
ت) بشرها را کنار پنجره بگذارید و پس از چند روز بلورهای تشکیل شده را مشاهده کنید.

- نتیجه مشاهده خود را بنویسید.
- آیا بلورهای این سه ماده شبیه هم هستند؟ چه تفاوت هایی با هم دارند؟

آزمایش کنید

هدف: بررسی رسانایی الکتریکی آب مقطر و محلول آبی چند ماده

وسایل و مواد لازم: بشر، سیم، منبع تغذیه (باتری قلمی یا کتابی)، لامپ ۱/۵ ولتی، میله کربنی،
قاشقک، آب مقطر، سدیم کلرید، کات کبود، شکر، اتانول

روش اجرا: الف) یک مدار الکتریکی درست کنید.

ب) درون یک بشر مقداری آب مقطر بریزید و میله های کربن را داخل آن قرار دهید (توجه کنید
میله ها با هم در تماس نباشند). مشاهدات خود را بنویسید.

پ) اکنون با استفاده از قاشقک، به اندازه نصف قاشق چای خوری درون آب مقطر نمک خوراکی
بیفزایید. چه چیزی مشاهده می کنید.

ت) قسمت پ آزمایش را با افزودن شکر، اتانول و کات کبود به آب مقطر تکرار کنید. مشاهده های
خود را یادداشت و جدول زیر را پر کنید.

نام ماده	آب مقطر	محلول نمک خوراکی	محلول شکر در آب	محلول اتانول	محلول کات کبود در آب
رسانایی الکتریکی					

از این مشاهده ها چه نتیجه ای می گیرید؟ توضیح دهید.

یون‌ها، ذره‌هایی با بار الکتریکی مثبت یا منفی اند. این ذره‌ها می‌توانند در محلول حرکت کنند و سبب برقراری جریان الکتریکی در محلول شوند. از این رو اگر یک ترکیب یونی مانند پتاسیم پرمنگنات را در آب حل کنیم (شکل ۲)، یون‌های سازنده آن در سراسر محلول پخش می‌شوند و سبب رسانایی جریان الکتریکی می‌شوند؛ در حالی که مولکول‌ها، بار الکتریکی ندارند و رسانای جریان الکتریکی نیستند. حال اگر ترکیبی را که ذره‌های سازنده آن مولکول‌ها هستند، در آب حل کنیم، مولکول‌ها در سراسر محلول پخش می‌شوند اما محلول به دست آمده، رسانای جریان الکتریکی نیست.



شکل ۲- یون‌های سازنده پتاسیم پرمنگنات در سراسر محلول پخش می‌شوند.

آزمایش کنید



هدف: بررسی حرکت یون‌ها در آب

وسایل و مواد لازم: ظرف شیشه‌ای (پتری)،

پنس، آب مقطر، پتاسیم یدید، سرب نیترات

روش اجرا: الف) درون ظرف پتری تا نیمه

آب مقطر بریزید.

ب) با استفاده از پنس یک دانه بلور پتاسیم یدید

را بردارید و به آرامی در کنار دیواره ظرف پتری

درون آب قرار دهید.

پ) با استفاده از پنس یک دانه بلور سرب نیترات

بردارید و آن را درون ظرف پتری و کناره دیواره و درست روبه روی بلور پتاسیم یدید قرار دهید.

مدتی صبر کنید و مشاهدات خود را بنویسید.

● تشکیل رنگ زرد نشانه چیست؟

● معادله نوشتاری تغییر شیمیایی انجام شده به صورت زیر است.

پتاسیم نیترات + سرب یدید (زرد رنگ) \longrightarrow سرب نیترات + پتاسیم یدید

فراورده‌ها \longrightarrow یون سرب، یون نیترات + یون یدید، یون پتاسیم

بر اساس این معادله، اگر یون‌های یدید و سرب به یکدیگر برسند، با هم واکنش می‌دهند. حال

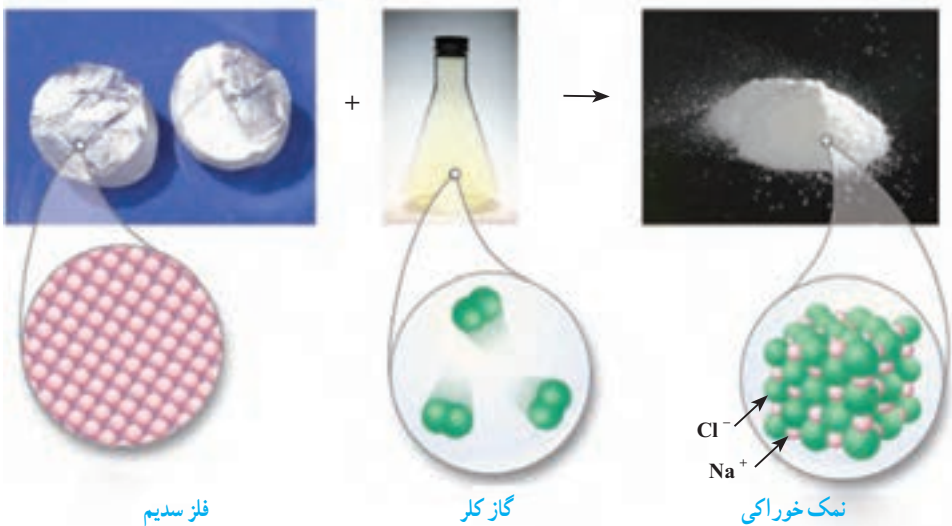
توضیح دهید از تشکیل رنگ زرد در وسط ظرف چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟

● با توجه به نتیجه این آزمایش توضیح دهید، چرا محلول نمک‌ها رسانای جریان الکتریکی است؟

اکنون این پرسش مطرح می‌شود که یون‌ها و مولکول‌ها چگونه به وجود می‌آیند؟ چرا مولکول‌ها بار الکتریکی ندارند؟

داد و ستد الکترونی و پیوند یونی

هرگاه اتم‌ها در شرایط مناسب در کنار هم قرار گیرند، یک واکنش شیمیایی بین آنها رخ می‌دهد و مواد جدیدی تولید می‌شود؛ به طوری که خواص فرآورده‌ها با واکنش‌دهنده‌ها تفاوت دارند (شکل ۳).



شکل ۳- نمایشی از واکنش فلز سدیم و گاز کلر

همان‌طور که می‌بینید، فلز براق سدیم که از اتم‌های سدیم تشکیل شده است، با مولکول‌های گاز کلر واکنش داده و نمک سدیم کلرید تولید می‌شود. در این تغییر شیمیایی، گاز زردرنگ و سمی کلر و فلز خطرناک سدیم، به سدیم کلرید سفیدرنگ تبدیل شده‌اند. در این نمک یون‌های مثبت و منفی کنار هم قرار گرفته‌اند.

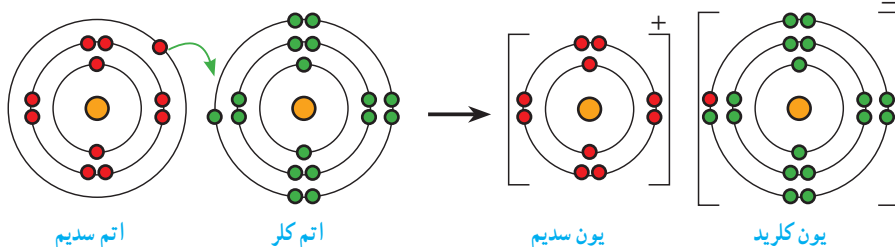
آیا می‌دانید

وجود یون‌های سدیم و کلرید برای سلامتی بدن ضروری است اما مصرف بیش از اندازه آن سبب افزایش فشار خون و ایجاد بیماری‌های قلبی می‌شود.

در تشکیل یک ترکیب یونی مانند سدیم کلرید، برخی اتم‌ها با از دست دادن الکترون به یون مثبت (کاتیون) و برخی دیگر با گرفتن الکترون به یون منفی (آنیون) تبدیل می‌شوند. حال پرسش این است کدام اتم‌ها، الکترون از دست می‌دهند و کدام اتم‌ها الکترون می‌گیرند؟ ملاک داد و ستد الکترون‌ها چیست؟ برای یافتن پاسخ این پرسش‌ها، فعالیت زیر را بررسی کنید.

فعالیت

شکل‌های زیر آرایش الکترونی هر یک از ذره‌ها را در واکنش فلز سدیم با گاز کلر، پیش و پس از تغییر شیمیایی نشان می‌دهند.



با بررسی شکل‌ها :

الف) جدول زیر را کامل کنید.

				نام ذره	مشخصات ذره
یون کلرید	اتم کلر	یون سدیم	اتم سدیم		
					تعداد الکترون
					تعداد الکترون در مدار آخر
					آیا مدار آخر ذره پر شده است؟

ب) کدام اتم الکترون از دست داده و کدام یک الکترون گرفته است؟

پ) هر یک از اتم‌های سدیم و کلر چند الکترون مبادله کرده‌اند؟

ت) نماد شیمیایی یون‌های سدیم و کلرید را بنویسید.

پ) ملاکی برای گرفتن یا دادن الکترون توسط اتم‌ها مشخص کنید.

همان‌طور که مشاهده کردید، وقتی اتم‌های فلز کنار اتم‌های نافلز قرار می‌گیرند، اتم‌های فلز با از دست دادن الکترون به کاتیون و اتم‌های نافلز با گرفتن الکترون به آنیون تبدیل می‌شوند. همچنین دیدید که در مدار آخر یون‌های سدیم و کلرید ۸ الکترون وجود دارد. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که اتم‌ها تمایل

دارند با انجام واکنش شیمیایی به ذره‌هایی تبدیل شوند که در مدار آخر، ۸ الکترون دارند.

خود را بیازمایید

سدیم فلئورید از واکنش فلز سدیم با گاز فلئور به دست می‌آید. با توجه به نمادهای شیمیایی F و Na به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

الف) آرایش الکترونی این دو اتم را رسم کنید.

ب) کدام یک با از دست دادن الکترون به ذره‌ای با مدار ۸ الکترونی تبدیل می‌شود؟

پ) کدام یک با گرفتن الکترون به ذره‌ای با مدار ۸ الکترونی تبدیل می‌شود؟

ت) تعداد بارهای الکتریکی ذره‌های سازنده سدیم فلئورید را مشخص کنید.

ث) آیا ترکیب یونی سدیم فلورید در مجموع خنثی است؟ به چه دلیل؟

آیا می‌دانید



مروارید و پوشش صدفی حلزون از یک ترکیب یونی به نام کلسیم کربنات ($CaCO_3$) تشکیل شده است.

فکر کنید



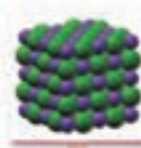
۱- با توجه به آرایش الکترونی اتم‌های فلز منیزیم و اکسیژن، ذره‌های سازنده منیزیم اکسید (MgO) را مشخص کنید (Mg ، O).

۲- به شکل روبه‌رو به دقت نگاه کنید و به پرسش‌ها پاسخ دهید.

الف) در مجموع چند گرم واکنش‌دهنده مصرف شده است؟

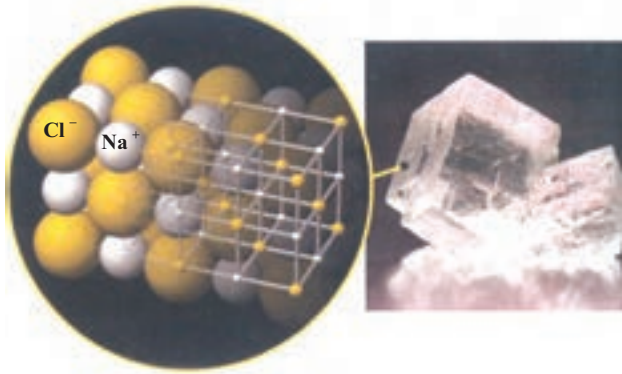
ب) چند گرم فراورده تولید شده است؟

پ) یکی از مهم‌ترین قوانین طبیعی، قانون پایستگی جرم است. این قانون را در یک جمله بیان کنید.

		
سدیم	کلر	سدیم کلرید
۷/۷ g	۱۱/۹ g	۱۹/۶ g

ویژگی ترکیب‌های یونی

یک ترکیب یونی از کنار هم قرار گرفتن یون‌های مثبت و منفی تولید می‌شود. در واقع یون‌های با بار مخالف روی هم اثر می‌گذارند و یکدیگر را می‌ریابند. برای نمونه در نمک سدیم کلرید، یون‌های سدیم و کلرید بر یکدیگر جاذبه وارد می‌کنند و همدیگر را می‌ریابند (شکل ۳). ترکیب‌های یونی در مجموع از نظر بار الکتریکی خنثی هستند.



شکل ۴- به جاذبه بین یون‌های مثبت و منفی، پیوند یونی می‌گویند.

برخی ترکیب‌های یونی در آب حل می‌شوند، سدیم کلرید از جمله نمک‌هایی است که به مقدار زیاد در آب حل می‌شود و در آب دریا وجود دارد. در خاک، نمک‌های گوناگونی وجود دارد که هنگام بارش در آب باران حل می‌شوند. حل شدن نمک‌ها در آب، سبب تغییر در خواص فیزیکی آب می‌گردد. برای مثال، آب دریا در نقطه بالاتری از آب خالص می‌جوشد و رسانای جریان الکتریکی است.

فکر کنید



۱- با توجه به شکل‌های روبه‌رو توضیح دهید چرا تخم مرغ سالم در آب مقطر فرو می‌رود، اما با حل کردن نمک در آن، تخم مرغ غوطه‌ور می‌شود؟



۲- آب برخی دریاچه‌ها مانند دریاچه ارومیه بسیار شور است. به طوری که در این دریاچه‌ها به راحتی می‌توان شناور ماند و حتی روی آب، روزنامه خواند. چرا؟

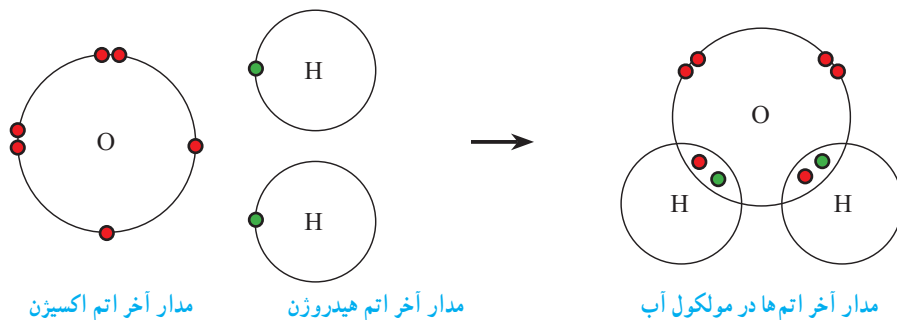


شکل ۵- مولکول‌های آب سه اتمی‌اند و در طبیعت به سه حالت گوناگون یافت می‌شوند.

مشارکت الکترونی و پیوند کووالانسی

آب دریاها، رودخانه‌ها، قطره‌های ریز باران، بلورهای شفاف یخ، دانه‌های سفید برف، بخار آب و ابرها همگی شامل شمار بسیار زیادی از مولکول‌های آب هستند. این مولکول‌ها از اتم‌های اکسیژن و هیدروژن تشکیل شده‌اند (شکل ۵).

آب مقطر رسانای جریان الکتریکی نیست. در نتیجه، مولکول‌های آب بار الکتریکی ندارند. بنابراین هنگام ترکیب شدن اتم‌های هیدروژن با اکسیژن، بین آنها الکترونی دادوستد نشده است. اکنون این پرسش مطرح است که چگونه اتم‌ها با یکدیگر واکنش داده‌اند؟ هنگام تشکیل مولکول‌ها، اتم‌ها به جای داد و ستد الکترون، با یکدیگر مشارکت الکترونی انجام می‌دهند؛ به طوری که در اثر این مشارکت هیچ یک از اتم‌ها الکترونی از دست نمی‌دهند یا به دست نمی‌آورند. بلکه، تعدادی از الکترون‌های خود را با یکدیگر به اشتراک می‌گذارند. در شکل ۶، چگونگی اشتراک الکترون‌های اتم‌های هیدروژن و اکسیژن در مولکول آب نشان داده شده است.



شکل ۶- ساختار الکترونی عنصرهای هیدروژن و اکسیژن در مولکول آب (در این شکل برای سهولت فقط مدار آخر اتم‌ها نشان داده شده‌اند).

خود را بیازمایید

با توجه به شکل ۶ به پرسش‌ها پاسخ دهید.

الف) برای تشکیل یک مولکول آب، هر اتم هیدروژن چند الکترون به اشتراک گذاشته است؟

ب) در مدار آخر اتم هیدروژن در مولکول آب چند الکترون وجود دارد؟

پ) برای تشکیل یک مولکول آب، اتم اکسیژن چند الکترون به اشتراک گذاشته است؟

ت) در مدار آخر اتم اکسیژن در مولکول آب چند الکترون وجود دارد؟

وقتی که اتم‌های دو نافلز کنار یکدیگر قرار می‌گیرند، یک مشارکت الکترونی بین آنها رخ می‌دهد. در این حالت اتم‌ها با هم ترکیب می‌شوند و پیوند کووالانسی تشکیل می‌دهند. برای مثال، در مولکول آب دو پیوند کووالانسی وجود دارد. هر پیوند کووالانسی شامل دو الکترون است که اتم‌های هیدروژن و اکسیژن به اشتراک گذاشته‌اند.

خود را بیازمایید

مولکول متان، CH_4 ، از ۴ اتم هیدروژن و یک اتم کربن تشکیل شده است. با توجه به فرمول متان:
 الف) آرایش الکترونی مدار آخر اتم‌های H و C را رسم کنید.
 ب) نحوه تشکیل مولکول متان را با رسم ساختارهای اتمی نشان دهید.
 پ) هر اتم کربن چند پیوند کووالانسی می‌دهد؟
 ت) هر اتم هیدروژن چند پیوند کووالانسی می‌دهد؟

مشارکت الکترونی گسترده‌تر

در مشارکت الکترونی و تشکیل پیوند کووالانسی، برخی اتم‌ها با تعداد پیوندهای کووالانسی بیشتری به یکدیگر متصل می‌شوند. برای نمونه در مولکول اکسیژن، اتم‌های اکسیژن با دو پیوند به هم متصل شده‌اند.



شکل ۷- نمایش مولکول‌های متان و کربن دی‌اکسید با استفاده از مدل‌ها

همچنین وقتی اتم‌ها با هم ترکیب می‌شوند، برخی مانند اتم هیدروژن فقط یک پیوند می‌دهند؛ در حالی که برخی دیگر مانند کربن، اکسیژن و نیتروژن می‌توانند بیش از یک پیوند تشکیل دهند. در شکل ۷، مولکول‌های کربن دی‌اکسید و متان با استفاده از مدل نشان داده شده است.

فعالیت

- با استفاده از مدل‌های مولکولی و با فرض داشتن دو اتم کربن و تعداد کافی از اتم‌های هیدروژن:
- سه ترکیب مولکولی ۲ کربنه بسازید.
 - مشخص کنید در ترکیب‌هایی که ساخته‌اید، هر اتم کربن چند پیوند داده‌اند؟
 - فرمول مولکولی هر سه ترکیب را بنویسید.