فصل ۳ شیمی جلوه‌ای از هنر، زیبایی و ماندگاری

إِنّا جَعَلْنا ما عَلَي الْأَرْضِ زِينَةً لَها لِنَبْلُوَهُمْ أَيُّهُمْ أَحْسَنُ عَمَلاً... (**سوره کهف، آیه ۷**)

مسلماً ما آنچه را روی زمین است، زینت زمین قرار دادیم تا آنان را آزمایش کنیم که کدامشان در عمل نیکوترند.

آفریدگار هستی به ما فرصتی به نام زندگی بخشیده است تا برای پر رنگ کردن نقش و تأثیر خود در این جهان پهناور پیوسته تلاش کنیم. تلاشی آگاهانه و هدفمند برای آفریدن آثاری جاودانه، آن چنان که آینه‌ای باشد از شکرانه امروز و سرمایه‌ای ارزشمند برای آیندگان. پویندگان چنین راهی در این پهنه، پیوسته به کشف اسرار می‌پردازند از جمله آنکه چگونه شمار بسیاری ماده با رفتارهای گوناگون، تنها از شمار معینی اتم با آرایش و چیدمانی نظام‌مند پدید آمده‌اند. شیمی دانشی است که به ما کمک می کند تا هوشمندانه از مواد در خلق آثاری هنرمندانه، زیبا و ماندگار بهره ببریم.

انسان از دیر باز مواد ضروری برای زندگی خود را از خوان نعمت‌های الهی گسترده شده در جای‌جای زمین تأمین کرده و برای رفع نیاز آنها را تغییر داده است. پژوهش‌ها نشان می‌دهد که در تغییر این مواد، افزون بر محیط و شیوهٔ زندگی، آیین‌ها، آداب و رسوم و حتی ادبیات و افسانه‌ها نیز نقش داشته‌اند. با این توصیف، هر یک از آثار به‌جای مانده ازگذشتگان در جهان را می‌توان نمادی از هنر زمان خویش دانست که افزون بر زیبایی، بازتابی از ماندگاری آن اثر نیز به‌شمار می‌رود (شکل ۱).

آ) تنگ آبخوری دورهٔ ساسانی

ب) سفالینه‌ای از ایران باستان

پ) مجسمهٔ موآی در جزیرهٔ ایستر

شکل ۱ـ نمونه‌های فلزی، سفالی و سنگی به جای مانده از گذشتگان

آیا می‌دانید

خاک‌رس از نخستین مواد در دسترس بشر به‌شمار می‌رود. این مخلوط به دلیل تفاوت در نوع و مقدار اجزای سازنده بسیار متنوع است، به طوری که فراورده‌های آن گستره‌ای از آجر تا ظروف چینی را در بر می‌گیرد. سفال معروف به جادوی آب و خاک از کهن‌ترین دست سازه‌های انسان است که از خاک رس ساخته می‌شود.

بدیهی است که مواد اولیه برای ساخت چنین آثاری افزون بر فراوانی و در دسترس بودن، باید واکنش‌پذیری کم، استحکام زیاد و پایداری مناسبی داشته باشند. توجه کنید که عمر طولانی این آثار، تأییدی بر این ویژگی‌ها است و هر چه عمر یادگار به‌جا مانده بیشتر باشد، گفتنی‌های بیشتری با خود دارد، گفتنی‌هایی که اسرار هنر، زیبایی و ماندگاری را فاش می‌کند. با رشد و پیشرفت علوم به ویژه شیمی، پرده از این اسرار برداشته شد تا پایه‌ای برای ساخت سازه‌ها و بناهای امروزی و در خور ستایش فراهم گردد.

شیمی‌دان‌ها در گام نخست، نوع، مقدار، ساختار و رفتار مواد سازندهٔ آثار به‌جا مانده را بررسی کردند، سپس با بهره‌گیری از دانش شیمی توانستند به مواد جدیدتری دست یابند. موادی با خواص ویژه که کاربردهای معین داشتند. برخی بر این باورند که چنین موادی را می‌توان مبنای کار و کلید موفقیت طراحان، هنرمندان و مهندسان برای خلق سازه‌های زیبا و ماندگار امروزی دانست.

خود را بیازمایید

خاک رس مخلوطی از مواد گوناگون است. جدول زیر **درصد جرمی**[1] مواد سازندهٔ نوعی **خاک رس**[2] را نشان می‌دهد که از یک معدن طلا استخراج شده است.

ماده	SiO_2	Al_2O_3	H_2O	Na_2O	Fe_2O_3	MgO	Au و دیگر مواد
درصد جرمی	۴۶/۲۰	۳۷/۷۴	۱۳/۳۲	۱/۲۴	۰/۹۶	۰/۴۴	۰/۱

● درصد جرمی هر ماده در نمونه، گرم آن ماده را در صد گرم از نمونه نشان می‌دهد.

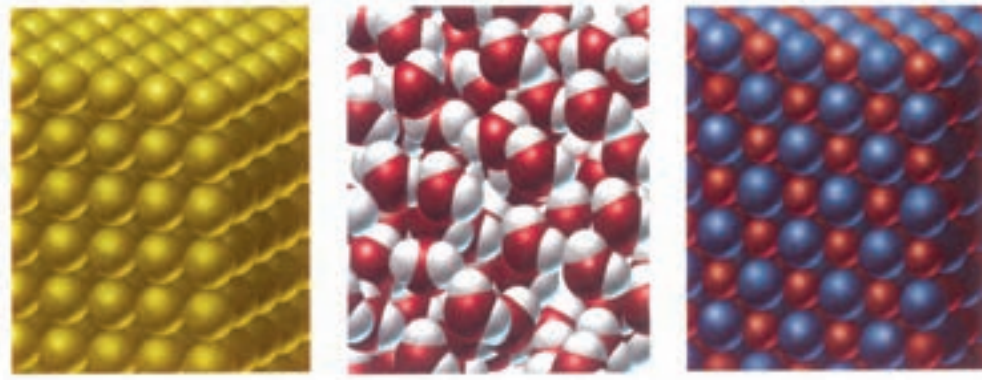
۱ـ با توجه به داده‌های جدول به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

آ) نام شیمیایی هر یک از مواد موجود در این نوع خاک را بنویسید.

ب) سرخ فام بودن این نوع خاک رس را به وجود کدام ماده نسبت می‌دهید؟

پ) پیش‌بینی کنید هنگام پختن سفالینه‌های تهیه شده از این نوع خاک رس، از جرم کدام ماده به مقدار بیشتری کاسته می‌شود؟ چرا؟

۲ـ اگر اجزای این مخلوط نخست جداسازی شده سپس خالص‌سازی شوند، پیش‌بینی کنید ساختار ذره‌ای هریک از این اجزا در حالت خالص و جامد (به جز SiO_2) با کدام الگوی زیر همخوانی دارد؟ چرا؟



(آ) (ب) (پ)

با مواد سازندهٔ نوعی خاک رس آشنا شدید که مخلوطی از اکسیدها را دربرمی‌گیرد. یافته‌های تجربی نشان می‌دهد که SiO_2 افزون برخاک‌های رس، یکی از سازنده‌های اصلی بسیاری از سنگ‌ها، صخره‌ها و نیز شن و ماسه است. وجود این ماده باعث استحکام و ماندگاری سازه‌های سنگی و نقشکندهای روی آنها شده است. آیا می‌دانید چه ساختاری باعث این رفتار ویژه می‌شود؟

● نمونه‌ای از نقشکند روی سنگ در گنجنامه همدان.

۱ـ Mass Percent

۲ـ Clay

سیلیس، زیبا، سخت و ماندگار

سیلیسیم پس از اکسیژن فراوان‌ترین عنصر در پوستهٔ جامد زمین است به طوری که ترکیب‌های گوناگون این دو عنصر بیش از ۹۰٪ پوستهٔ جامد زمین را تشکیل می‌دهند، از این رو **سیلیس**[۱] (SiO_2)، فراوان‌ترین اکسید در این لایه از سیارهٔ ما به شمار می‌رود. **کوارتز**[۲] از جمله نمونه‌های خالص و ماسه از جمله نمونه‌های ناخالص سیلیس است.

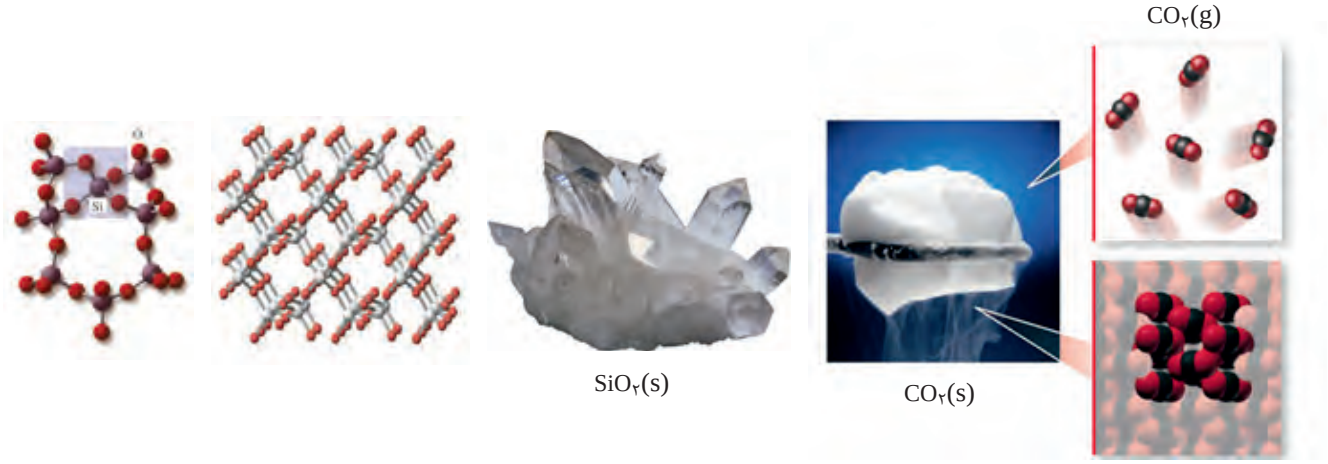
از شیمی ۲ به یاد دارید که $_{14}Si$، شبه فلزی از خانوادهٔ کربن است، از این رو شاید تصور کنید که ساختار سیلیسیم مانند کربن است و سیلیس ساختاری همانند کربن دی اکسید دارد! (شکل ۲).

شکل ۲ـ نمونه‌ای از سیلیسیم، سیلیس و یخ خشک

برای آشکار شدن این موضوع باید ساختار هر یک از آنها را بررسی و با یکدیگر مقایسه کرد.

با هم بیندیشیم

۱ـ با توجه به شکل‌های زیر به پرسش‌های داده شده پاسخ دهید.



۱ـ Silica
۲ـ Quartz

آ) از شیمی ۱ به یاد دارید که مواد مولکولی در ساختار خود مولکول‌های مجزا دارند. کدام ماده در شکل ۴ جزو مواد مولکولی است؟

ب) ماده کووالانسی مجموعه‌ای از اتم‌های بسیاری است که با هم پیوندهای اشتراکی دارند. بر این اساس کدام ماده، کووالانسی است؟

۲ـ پیش‌بینی کنید کدام ماده:

آ) سخت‌تر است؟ چرا؟

ب) نقطه ذوب پایین‌تری دارد؟ چرا؟

پخته شدن نان سنگک بر روی دانه‌های درشت سنگ را می‌توان نشانه‌ای از مقاومت گرمایی سیلیس دانست.

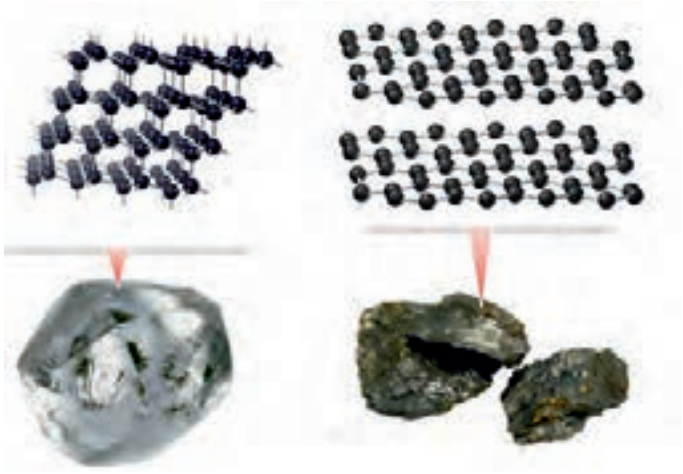
دریافتید که موادی مانند کربن‌دی‌اکسید و آب، مواد مولکولی به شمار می‌روند زیرا ذره‌های سازندهٔ آنها مولکول‌های مجزا هستند، اما موادی مانند سیلیس، شامل شمار بسیار زیادی از اتم‌های سیلیسیم و اکسیژن با پیوندهای اشتراکی Si ـO ـSi بوده و دارای ساختاری به هم پیوسته و غول‌آساست. ساختاری که دلیلی بر سختی بالا و دیرگداز بودن چنین موادی است. از آنجا که این مواد در دما و فشار اتاق به حالت جامد هستند، آنها را با نام جامد کووالانسی نیز می‌خوانند. یافته‌های تجربی نشان می‌دهد که عنصرهای اصلی سازندهٔ جامدهای کووالانسی در طبیعت، کربن و سیلیسیم هستند، دو عنصری که از آنها تاکنون یون تک اتمی در هیچ ترکیبی شناخته نشده است، زیرا اتم‌های ${}_{6}C$ و ${}_{14}Si$ با تشکیل پیوندهای اشتراکی به آرایش الکترونی هشت‌تایی می‌رسند.

آیا می‌دانید

سختی یک کانی، میزان مقاومت آن را در برابر خراشیده شدن نشان می‌دهد و با یکای موس (Mohs) سنجیده می‌شود. الماس و کوارتز از سخت‌ترین مواد موجود در طبیعت بوده که به ترتیب درجه سختی ۱۰ و ۹ دارند.

خود را بیازمایید

۱ـ گرافیت و الماس از جمله دگرشکل‌های طبیعی کربن بوده که جزو جامدهای کووالانسی هستند. با توجه به ساختارهای زیر به پرسش‌ها پاسخ دهید.



(۱) (۲)

نقش زیبای مداد بر کاغذ.

آ) کدام ساختار، جامد کووالانسی با چینش دو بُعدی اتم‌ها و کدام یک، جامد کووالانسی با چینش سه بُعدی اتم‌ها را نشان می‌دهد؟

ب) با توجه به اینکه گرافیت موجود در مغز مداد بر روی کاغذ اثر به‌جا می‌گذارد، کدام ساختار با این ویژگی همخوانی دارد؟ توضیح دهید.

پ) چرا در ساخت مته‌ها و ابزار برش شیشه از الماس استفاده می‌شود؟

ت) کدام چگالی (۲/۲۷ یا ۳/۵۱ گرم بر سانتی‌متر مکعب) را به گرافیت می‌توان نسبت داد؟ چرا؟

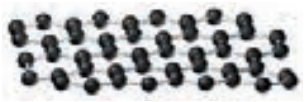
۲ـ باتوجه به جدول زیر به پرسش‌ها پاسخ دهید.

پیوند	C–C	Si–Si
میانگین آنتالپی ($kJmol^{-1}$)	۳۴۸	۲۲۶

آ) اگر سیلیسیم خالص ساختاری همانند الماس داشته باشد، پیش‌بینی کنید نقطه ذوب الماس بالاتر است یا سیلیسیم؟ چرا؟

ب) اگر آنتالپی پیوند Si ـ O بیشتر از پیوند Si–Si و ساختار Si(s) با $SiO_2(s)$ مشابه باشد، توضیح دهید چرا سیلیسیم در طبیعت به حالت خالص یافت نشده و به‌طور عمده به شکل سیلیس یافت می‌شود؟

گرافن، گونه‌ای به ضخامت یک اتم



شکل ۳ـ مدل گلوله و میله برای نمایش گرافن

گرافن، تک لایه‌ای از گرافیت است که در آن، اتم‌های کربن با پیوندهای اشتراکی حلقه‌های شش‌گوشه تشکیل داده‌اند (شکل ۳). چنین ساختاری با الگویی مانند کندوی زنبور عسل، استحکام ویژه‌ای دارد به‌طوری که مقاومت کششی آن حدود ۱۰۰ برابر فولاد است. از آنجا که ضخامت گرافن به اندازه یک اتم کربن است، می‌توان آن را یک گونه شیمیایی دو بعدی دانست و انتظار می‌رود شفاف و انعطاف‌پذیر باشد. یافته‌های تجربی نیز این ویژگی‌های گرافن را تأیید می‌کنند. یک روش ساده برای تهیهٔ گرافن استفاده از گرافیت و نوارچسب نازک برای جدا کردن لایه‌هایی از آن است (شکل ۴).

شکل ۴ـ تهیه گرافن با استفاده از نوار چسب

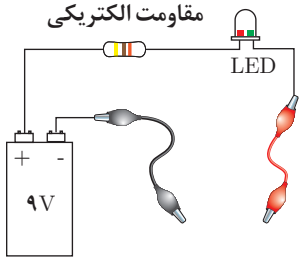
در این روش، نخست مقداری گرد گرافیت را بین دو تکه نوار چسب فشار می‌دهند. سپس یکی از نوارچسب‌ها را جدا می‌کنند. به این ترتیب لایه‌هایی از گرافیت روی سطح چسبنده نوارچسب قرار می‌گیرد. در ادامه، این نوارچسب را به سطح چسبنده نوارچسب سوم چسبانده، فشار می‌دهند و از هم جدا می‌کنند تا لایه نازک‌تری از گرافیت روی نوار چسب سوم باقی بماند. با ادامه این کار لایه‌ای به ضخامت نانومتر در برخی قسمت‌های نوار چسب باقی می‌ماند که همان گرافن است.

در میان تار نما ها

با مراجعه به منابع علمی معتبر دربارهٔ کاربردهای گرافن اطلاعات جمع‌آوری و در کلاس ارائه کنید.

کاوش کنید ۱

درباره «**رسانایی الکتریکی گرافن**» کاوش کنید.



وسایل و مواد مورد نیاز: لامپ LED، باتری ۹ ولتی ، سیم، سوکت، مقاومت ۳۳۰ اهمی، مداد و کاغذ.

۱ـ مداری مطابق شکل روبه‌رو بسازید.

۲ـ با یک مداد نرم، چهار گوشه‌ای ضخیم و تیره روی کاغذ بکشید، به طوری که حدود ۳ تا ۴ سانتی‌متر طول و حدود ۱/۵ سانتی‌متر عرض داشته باشد، سپس مستطیل را با مداد به طور کامل سیاه کنید.

۳ـ نوک فلزی دو سیم رابط را با مستطیل گرافیتی که ضخامتی در حدود چند نانومتر دارد تماس دهید سپس به لامپ نگاه کنید، چه رخ می‌دهد؟

۴ـ دو نقطهٔ اتصال را به هم نزدیک یا از هم دور کنید، چه تغییری در شدت روشنایی لامپ پدید می‌آید؟

سازه‌های یخی، زیبا و سخت اما زودگداز

با ساختار و رفتار سیلیس به عنوان نماینده‌ای از جامدهای کووالانسی آشنا شدید. ماده‌ای که در حالت خالص و تراش‌خورده، شفاف، زیبا و سخت است. یخ نیز ظاهری شبیه به آن دارد به‌طوری که سازه‌های یخی شفاف بوده و هنر به کار رفته در آنها، خود جلوه‌گر زیبایی است (شکل ۵).

شکل ۵ـ نمونه‌هایی از سازه‌های یخی

می‌دانید مولکول‌های H_2O در ساختار یخ در یک آرایش منظم و سه بُعدی با تشکیل حلقه‌های شش گوشه، شبکه‌ای همانند کندوی زنبور عسل با استحکام ویژه پدید می‌آورند. در این ساختار هر اتم اکسیژن به دو اتم هیدروژن با پیوند اشتراکی و به دو اتم هیدروژن از مولکول‌های دیگر با پیوندهای هیدروژنی متصل است. این در حالی است که در سیلیس همه اتم‌ها با پیوندهای اشتراکی به یکدیگر متصل شده‌اند.

دانهٔ برف یک سازهٔ یخی طبیعی است که مبنای تشکیل آن حلقه‌های شش‌گوشه است.

خود را بیازمایید

۱ـ با خط زدن واژه نادرست در هر مورد، عبارت زیر را کامل کنید.

در ساختار یک جامد کووالانسی / مولکولی، میان همهٔ / شمار معینی از اتم‌ها پیوندهای اشتراکی وجود دارد به همین دلیل چنین موادی دمای ذوب بالایی / پایینی دارند و دیرگداز هستند.

۲ـ واژه‌های شیمیایی رایج مانند مادهٔ مولکولی، فرمول مولکولی و نیروهای بین مولکولی را برای توصیف کدام مواد زیر می‌توان به کار برد؟ چرا؟

$C_6H_{14}(l), SiO_2(s), NaCl(s), HF(g), C(s, \text{گرافیت}), Cl_2(g)$

اغلب ترکیب‌های آلی جزو مواد مولکولی هستند.

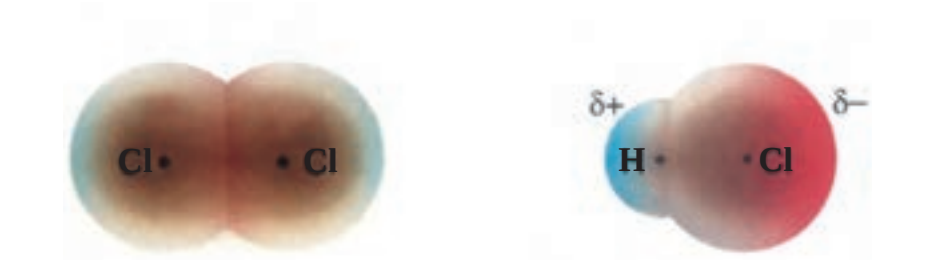
دریافتید که مولکول‌ها، واحدهای سازندهٔ مواد مولکولی هستند، واحدهای مجزایی که شامل دو یا چند اتم با پیوندهای اشتراکی بوده و نقشی کلیدی در تعیین خواص و رفتار این دسته از مواد دارند. رفتار فیزیکی مواد مولکولی به نوع و قدرت نیروهای بین مولکولی آنها بستگی دارد. برای نمونه آنتالپی تبخیر و نقطه جوش یک ترکیب مولکولی به حالت مایع

به نیروهای بین مولکولی آن وابسته است، در حالی که رفتار شیمیایی آن به‌طور عمده به پیوندهای اشتراکی (جفت الکترون‌های پیوندی) و جفت الکترون‌های ناپیوندی موجود در مولکول وابسته است.

رفتار مولکول‌ها و توزیع الکترون‌ها

در شیمی ۱ آموختید که ساختارلوویس، الکترون‌های ظرفیت اتم‌های سازندهٔ یک گونهٔ شیمیایی را طوری نمایش می‌دهد که هر اتم بر اساس توزیع جفت الکترون‌های پیوندی و ناپیوندی از قاعدهٔ هشت‌تایی پیروی می‌کند به جز اتم هیدروژن که تنها یک جفت الکترون پیوندی یا یک پیوند اشتراکی پیرامون آن نمایش داده می‌شود. توزیع این جفت الکترون‌ها در هر مولکول نقش مهمی در تعیین رفتار آن به ویژه در میدان الکتریکی دارد.

ساده‌ترین مولکول‌ها، دواتمی هستند. مولکول‌هایی مانند H_2 و Cl_2 که از دو اتم یکسان تشکیل شده‌اند، **مولکول دو اتمی جور هسته**[1] نامیده می‌شوند. چنین مولکول‌هایی در میدان الکتریکی جهت‌گیری نمی‌کنند، به دیگر سخن، گشتاور دو قطبی آنها صفر بوده و مولکول‌های ناقطبی هستند. از سوی دیگر مولکول‌های دو اتمی مانند HCl، **مولکول دواتمی ناجور هسته**[2] بوده و قطبی هستند. شکل ۶ توزیع الکترون‌ها را بر اساس نقشهٔ پتانسیل الکتروستاتیکی برای این مولکول‌ها نشان می‌دهد.



آ) احتمال حضور جفت الکترون پیوندی پیرامون هستهٔ اتم کلر بیشتر بوده زیرا خاصیت نافلزی آن بیشتر است، از این رو احتمال حضور الکترون‌های پیوندی روی هسته‌ها، یکسان و متقارن نیست.

ب) احتمال حضور جفت الکترون پیوندی در فضای بین دو هسته بیشتر است، گویی بیشتر وقت خود را آنجا می‌گذرانند، از این رو احتمال حضور آنها روی هسته‌ها، یکسان و متقارن است.

شکل ۶ـ نقشه پتانسیل الکتروستاتیکی برای نمایش احتمال حضور الکترون‌ها در مولکول‌های دو اتمی آ) جور هسته ب) ناجور هسته. رنگ سرخ تراکم بیشتر و رنگ آبی تراکم کمتر بار الکتریکی را نشان می‌دهد.

آیا می‌دانید

نقشه‌های پتانسیل الکتروستاتیکی ابزاری مناسب برای بررسی تراکم بار الکتریکی روی اتم‌های سازندهٔ یک گونه شیمیایی است. این نقشه‌ها به شیمی‌دان‌ها کمک می‌کنند تا واکنش‌پذیری، قدرت اسیدی، قدرت بازی و... را برای گونه‌های شیمیایی پیش‌بینی و با یکدیگر مقایسه کنند.

۱ـ Homonuclear Diatomic Molecule
۲ـ Heteronuclear Molecule

آیا می‌دانید

شیمی‌دان‌ها در مباحث نظری برای توجیه بارهای الکتریکی جزئی در یک گونهٔ شیمیایی از یک کمیت نسبی به نام الکترونگاتیوی بهره می‌گیرند. کمیتی که برای اتم‌های یک عنصر در گونه‌های شیمیایی مختلف، متفاوت است.

براساس شکل ۶، توزیع یکنواخت و متقارن الکترون‌ها در مولکول‌های دو اتمی جور هسته، نشانهٔ ناقطبی بودن آن است در حالی که در مولکول‌های دو اتمی ناجور هسته، توزیع الکترون‌ها یکنواخت نبوده و تراکم بار الکتریکی روی اتم‌های سازندهٔ آن یکسان نیست، در این شرایط به اتمی که تراکم بار الکتریکی روی آن بیشتر است، **بار جزئی**[1] منفی ($-\delta$) و به دیگری بار جزئی مثبت ($+\delta$) نسبت می‌دهند. بدیهی است چنین مولکول‌هایی گشتاور دوقطبی بزرگ‌تر از صفر دارند.

آیا می‌دانید نقشهٔ پتانسیل مولکول‌های سه اتمی چگونه است؟ شکل ۷ دو نمونه از این نقشه‌ها را نشان می‌دهد.

(آ) (ب)

شکل ۷ـ نقشهٔ پتانسیل الکتروستاتیکی آ) آب، ب) کربن‌دی‌اکسید

در مولکول خطی سه اتمی، هسته هر سه اتم سازندهٔ آن بر روی یک خط راست قرار دارند.

در مولکول خطی کربن‌دی‌اکسید، تراکم بار الکتریکی بر روی اتم‌های اکسیژن بیشتر از اتم کربن است، از این رو به اتم‌های اکسیژن بار جزئی منفی ($-\delta$) و به اتم کربن بار جزئی مثبت ($+\delta$) نسبت داده می‌شود، هر چندکه به دلیل توزیع متقارن بار الکتریکی پیرامون اتم مرکزی، این مولکول در میدان الکتریکی جهت‌گیری نمی‌کند و گشتاور دو قطبی آن صفر است.

اگر چه در مولکول خمیدهٔ آب تراکم بار الکتریکی روی هسته اتم اکسیژن بیشتر است اما این مولکول بر خلاف کربن‌دی‌اکسید در میدان الکتریکی جهت‌گیری می‌کند (چرا؟).

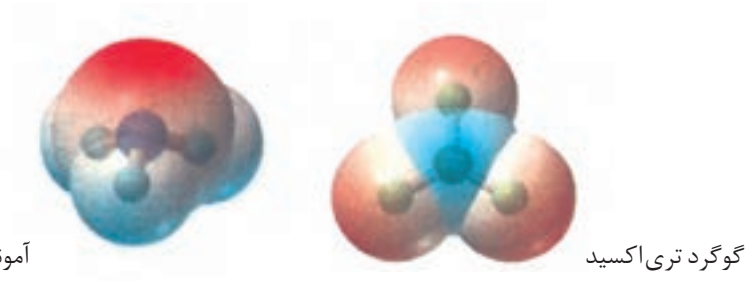
خود را بیازمایید

۱ـ شکل زیر نقشهٔ پتانسیل مولکول‌های کربونیل سولفید (SCO) و اتین (C_2H_2) را نشان می‌دهد. با توجه به آنها گشتاور دو قطبی کدام مولکول برابر با صفر است؟ چرا؟

کربونیل سولفید اتین

۱ـ Partial Charge

۲ـ باتوجه به نقشهٔ پتانسیل مولکول‌های آمونیاک و گوگرد تری‌اکسید به پرسش‌های پاسخ دهید.

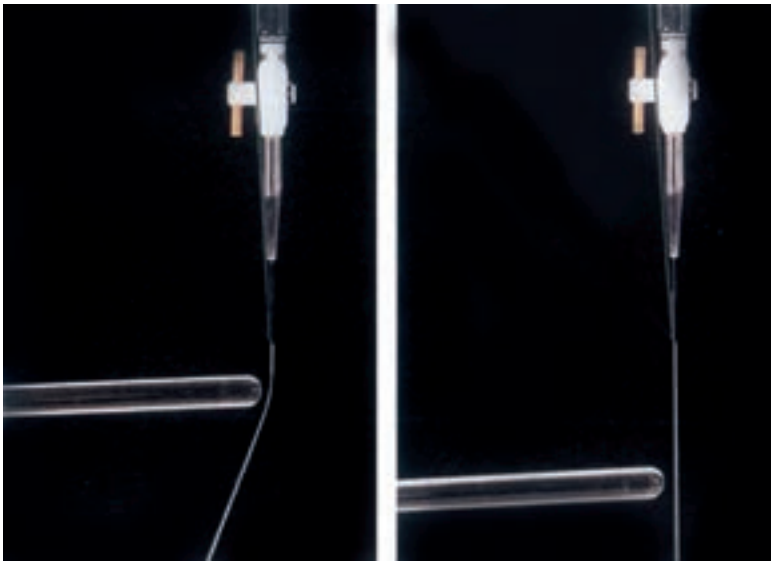


گوگرد تری‌اکسید　　آمونیاک

آ) با بیان دلیل، هر یک از اتم‌ها را در نقشه‌های بالا با $(+\delta)$ و $(-\delta)$ نشان‌دار کنید.

ب) کدام مولکول قطبی و کدام ناقطبی است؟ چرا؟

۳ـ با توجه به شکل‌های زیر با دلیل پیش‌بینی کنید کدام مایع، کلروفرم ($CHCl_3$) و کدام‌یک کربن‌تتراکلرید (CCl_4) است؟



آیا می‌دانید

کلروفرم، مایعی بی‌رنگ بوده که بخار آن سمی و اعتیادآور است. در گذشته از این به عنوان مادهٔ بیهوش‌کنندهٔ بیمار در اتاق عمل استفاده می‌شد.

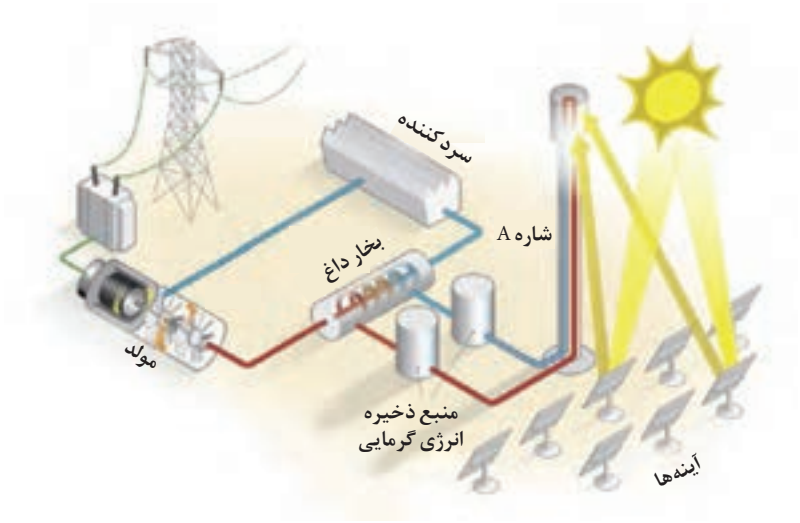
هنرنمایی شاره(سیال)های مولکولی و یونی برای تولید برق

خورشید بزرگ‌ترین منبع انرژی برای زمین است. منبعی تجدیدپذیر که انرژی خود را با پرتوهای الکترومغناطیسی به سوی ما گسیل می‌دارد. بدیهی است که بهره‌گیری بیشتر از این انرژی پاک، کاهش رد پای زیست محیطی را به دنبال خواهد داشت. دانشمندان برای استفاده بهینه از انرژی خدادادی و رایگان خورشید به دنبال فناوری‌هایی هستند که بتوانند بخشی از آن را ذخیره نموده و به شکل انرژی الکتریکی وارد چرخه مصرف نمایند (به‌ویژه شب‌هنگام که نیاز به آن بیشتر احساس می‌شود). گفتنی است که برای تبدیل پرتوهای خورشیدی به انرژی الکتریکی به دانش و فناوری پیشرفته نیازمند است، از این رو تنها در برخی کشورهای توسعه یافته انجام می‌شود.

نمایی از مجتمع فناوری تولید انرژی الکتریکی از پرتوهای خورشیدی.

با هم بیندیشیم

شکل زیر شمایی از فناوری پیشرفته برای تولید انرژی الکتریکی از پرتوهای خورشیدی را نشان می‌دهد. با توجه به شکل به پرسش‌ها پاسخ دهید.



۱ـ مشخص کنید هر یک از جمله‌های زیر، توصیف کدام بخش از این فناوری است؟

آ) پرتوهای خورشیدی را روی برج گیرنده متمرکز می‌کنند.

ب) شاره‌ای بسیار داغ که باعث تولید بخار داغ می‌شود.

پ) شاره‌ای که توربین را به حرکت در می‌آورد.

۲ـ با توجه به جدول زیر به پرسش‌ها پاسخ دهید.

ماده	نقطه ذوب ($^\circ C$)	نقطه جوش ($^\circ C$)
N_2	-۲۰۷	-۱۹۶
HF	-۸۳	۱۹
NaCl	۸۰۱	۱۴۱۳

آ) کدام ماده در گسترهٔ دمایی کمتری به حالت مایع است؟ چرا؟

ب) کدام ماده را به جای شاره A پیشنهاد می‌کنید؟ چرا؟

۳ـ با خط زدن واژه نادرست در هر مورد، جملهٔ زیر را کامل کنید.

مطابق یک قاعدهٔ کلی هر چه تفاوت بین نقطه ذوب و جوش یک مادهٔ خالص $\frac{\text{بیشتر}}{\text{کمتر}}$ باشد، آن ماده در گسترهٔ دمایی بیشتری به حالت مایع بوده و نیروهای جاذبه میان ذره‌های سازندهٔ مایع $\frac{\text{قوی‌تر}}{\text{ضعیف‌تر}}$ است.

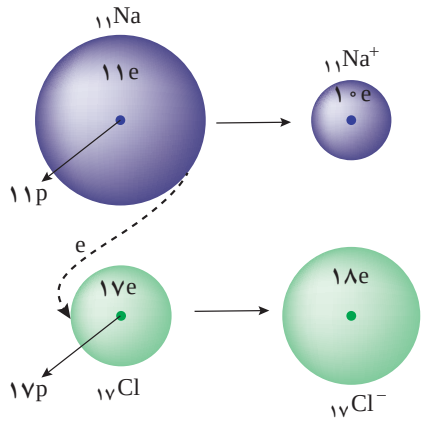
دریافتید که با متمرکزشدن پرتوهای خورشیدی بر روی گیرندهٔ برج، دمای سدیم کلرید مذاب (شاره یونی) افزایش می‌یابد و این شاره بسیار داغ به منبع ذخیره انرژی گرمایی سرازیر می‌شود تا حتی در روزهای ابری و شب‌هنگام، انرژی لازم برای تبدیل آب به بخار داغ را فراهم کند. بخار داغ، توربین را برای تولید انرژی الکتریکی به حرکت در می‌آورد.

داده‌های تجربی نشان می‌دهند که گسترهٔ دمایی سدیم کلرید مذاب در این فناوری در حدود $^{\circ}C$ ۸۵۰ ـ ۱۳۵۰ است، گسترهٔ دمایی که برای مواد مولکولی نمی‌توان انتظار داشت! آیا می‌دانید این ویژگی نشان‌دهنده چه نوع نیروی جاذبه میان ذره‌ها است؟ چه ساختاری برای سدیم کلرید تصویر می‌کند؟

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

چینش زیبا، منظم و سه بعدی یون‌ها در جامد یونی

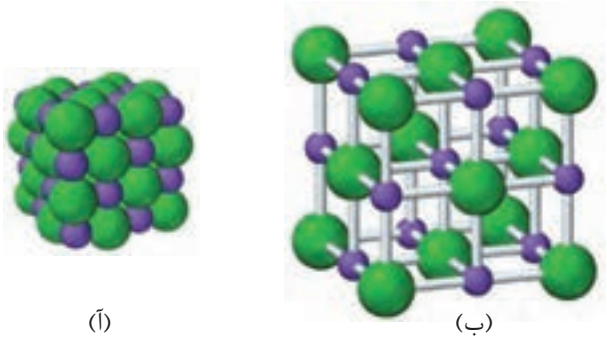
می‌دانید که هر ترکیب یونی دوتایی را می‌توان فراوردهٔ واکنش یک فلز با یک نافلز دانست، واکنشی که در آن اتم‌ها با یکدیگر الکترون دادوستد می‌کنند. در واکنش‌هایی از این دست، اتم فلز با از دست دادن الکترون و اتم نافلز با به‌دست آوردن الکترون، به ترتیب به کاتیون و آنیون تبدیل می‌شوند. شکل ۸ دادوستد الکترون میان اتم‌های سدیم و کلر را هنگام تشکیل سدیم کلرید نشان می‌دهد.



شکل ۸ ـ دادوستد الکترون میان اتم‌ها. چرا شعاع اتم‌ها هنگام تبدیل به یون تغییر می‌کند؟

پس از دادوستد الکترون و تشکیل یون‌ها، میان یون‌های ناهمنام، نیروی جاذبه و میان یون‌های همنام، نیروی دافعه پدید می‌آید. اگر هر یک از یون‌ها همانند کره‌ای باردار باشد، انتظار می‌رود نیروهای جاذبه و دافعه از همهٔ جهت‌ها به آن وارد شود، به دیگر سخن این نیروها به‌شمار معینی از یون‌ها محدود نشده بلکه میان همهٔ آنها و در فاصله‌های گوناگون وارد می‌شود. وجود سدیم کلرید و دیگر جامدهای یونی در طبیعت نشان می‌دهد که نیروهای جاذبه میان یون‌های ناهمنام بر نیروهای دافعه میان یون‌های همنام غالب است، آن چنان که شمار بسیار زیادی از یون‌ها به سوی یکدیگر کشیده می‌شوند. چنین روندی، دلیل پدید آمدن

آرایش منظمی از یون‌ها در سه‌بعد و تشکیل شبکه بلوری جامد یونی است (شکل ۹).



(آ) (ب)

شکل ۹ـ آرایش یون‌ها در شبکه بلوری سدیم کلرید
آ) فضا پرکن ب) گلوله و میله

با کمی دقت در شکل ۹ در می‌یابید که آرایش یون‌ها در سرتاسر شبکه بلوری سدیم کلرید به‌عنوان نمایندهٔ جامدهای یونی از یک الگوی تکراری پیروی می‌کند، به‌طوری که هر کاتیون با شمار معینی آنیون و هر آنیون با شمار معینی کاتیون احاطه شده است. به شمار نزدیک‌ترین یون‌های ناهمنام موجود پیرامون هریون در شبکه بلور، عدد **کوئوردیناسیون**[1] می‌گویند، بنابراین عدد کوئوردیناسیون هر یک از یون‌های Na^+ و Cl^- در بلور سدیم کلرید با هم مساوی و برابر با ۶ است (چرا؟).

با هم بیندیشیم

۱ـ توضیح دهید چرا برای توصیف ترکیب‌های یونی در منابع علمی معتبر هیچ‌گاه واژه‌هایی مانند مولکول و فرمول مولکولی به‌کار نمی‌رود؟

۲ـ جدول زیر اندازهٔ شعاع برخی یون‌های متداول را در مقایسه با اندازهٔ اتم سازندهٔ آنها نشان می‌دهد. در مورد این جدول با یکدیگر گفت‌وگو کنید و روندهای موجود در آن را توضیح دهید.

گروه / دوره	۱۷	۱۶	۲	۱
دوم	F ۱− ۷۱، ۱۳۳	O ۲− ۷۳، ۱۴۰		Li ۱+ ۱۳۴، ۶۸
سوم	Cl ۱− ۹۹، ۱۸۱	S ۲− ۱۰۲، ۱۸۴	Mg ۲+ ۱۳۰، ۶۶	Na ۱+ ۱۵۴، ۹۷

- واژه شبکه بلوری برای توصیف آرایش سه بعدی و منظم اتم‌ها، مولکول‌ها و یون‌ها در حالت جامد به‌کار می‌رود.
- فرمول شیمیایی هر ترکیب یونی، ساده‌ترین نسبت کاتیون‌ها و آنیون‌های سازندهٔ آن را نشان می‌دهد.

آیا می‌دانید

در بسیاری از ترکیب‌های یونی عدد کوئوردیناسیون کاتیون و آنیون یکسان نیست. سزیم کلرید از جمله آنها است.

۱ـ Coordination Number

۳ـ اگر هریون را کره‌ای باردار در نظر بگیرید، چگالی بار هم‌ارز با نسبت بار به حجم آن است. کمیتی که می‌تواند برای مقایسهٔ میزان برهم‌کنش میان یون‌ها به‌کار رود. نسبت ساده‌تری که می‌توان به کاربرد، نسبت مقدار بار یون به شعاع آن است. با این توصیف جدول زیر را کامل کنید و به پرسش‌ها پاسخ دهید.

کاتیون	شعاع (pm)	نسبت بار به شعاع	آنیون	شعاع (pm)	نسبت بار به شعاع
Na^+	۹۷	$۱/۰۳\times۱۰^{-۲}$	F^-	۱۳۳	...
K^+	...	$۷/۵\times۱۰^{-۳}$	Cl^-	۱۸۱	...
$Mg^{۲+}$	...	$۳/۰۳\times۱۰^{-۲}$	$O^{۲-}$	۱۴۰	...
$Ca^{۲+}$	۹۹	...	$S^{۲-}$	۱۸۴	$۱/۰۹\times۱۰^{-۲}$

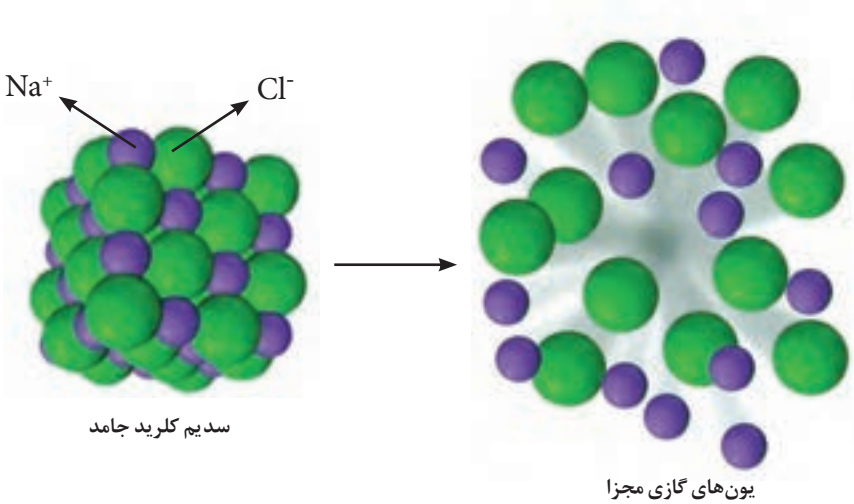
آ) چگالی بار کدام کاتیون کمتر و کدام یک بیشتر است؟ چرا؟

ب) چگالی بار کدام آنیون کمتر و کدام یک بیشتر است؟ چرا؟

پ) پیش‌بینی کنید نیروی جاذبه میان کدام کاتیون با کدام آنیون از همه قوی‌تر است؟ چرا؟

ت) پیش‌بینی کنید نیروی جاذبه میان کدام کاتیون با کدام آنیون از همه ضعیف‌تر است؟ چرا؟

اینک می‌پذیرید که نوع و بار یون‌ها و در نتیجه قدرت نیروی جاذبه میان آنها در شبکه بلوری، کلیدی برای درک رفتار آنهاست. هر چه نیروی جاذبه میان یون‌ها قوی‌تر باشد، استحکام شبکه یونی بیشتر بوده و برای فرو پاشی آن یا جدا کردن کامل یون‌ها از یکدیگر به انرژی بیشتری نیاز است. شکل ۱۰، فروپاشی شبکه یونی سدیم کلرید را نشان می‌دهد.



شکل ۱۰ـ فروپاشی شبکه یونی سدیم کلرید و تبدیل آن به یون‌های گازی مجزا

انرژی لازم برای فروپاشی شبکه یونی سدیم کلرید برابر با $۷۸۷\ kJmol^{-۱}$ بوده و بیشتر از پتاسیم برمید ($۶۸۹\ kJmol^{-۱}$) است، زیرا چگالی بار یون‌های سازندهٔ شبکه در سدیم کلرید به ترتیب بیشتر از یون‌های سازنده پتاسیم برمید است. در شیمی می‌توان چنین مقایسه‌ای را با دو معادلهٔ واکنش به صورت زیر نمایش داد.

$$NaCl(s) + ۷۸۷\ kJ \rightarrow Na^{+}(g) + Cl^{-}(g)$$

$$KBr(s) + ۶۸۹\ kJ \rightarrow K^{+}(g) + Br^{-}(g)$$

گرمای مصرف شده در فشار ثابت برای واکنش‌هایی از این دست را آنتالپی فرو پاشی شبکه می‌نامند و با $\Delta H_{\text{فروپاشی}}$ نمایش می‌دهند.بنابراین:

$$\Delta H_{\text{فروپاشی}}(NaCl,s) = +۷۸۷\ kJ\ mol^{-۱}$$

$$\Delta H_{\text{فروپاشی}}(KBr,s) = +۶۸۹\ kJ\ mol^{-۱}$$

خود را بیازمایید

۱ـ در هر مورد با خط زدن واژه نادرست،هر یک از عبارت‌های زیر را کامل کنید.

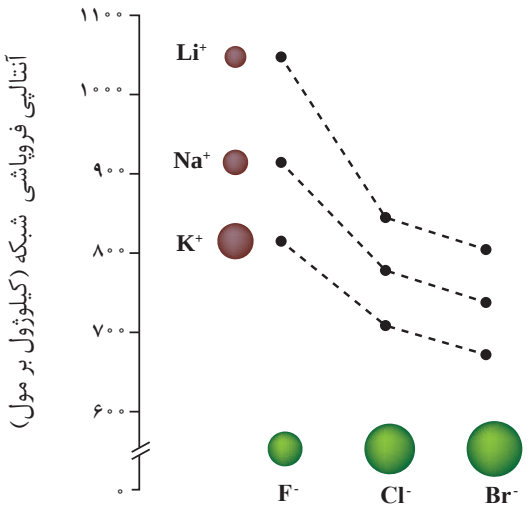
آ) آنتالپی فرو پاشی، گرمای آزاد/مصرف شده در فشار ثابت برای فروپاشی یک مول/گرم از شبکه یونی و تبدیل آن به اتم‌های/یون‌های گازی سازنده است.

ب) هر چه بار/چگالی بار یون‌های سازندهٔ یک جامد یونی کمتر باشد، شبکهٔ آن آسان‌تر/دشوارتر فروپاشیده می‌شود.

۲ـ کدام آنتالپی فروپاشی شبکه را می‌توان به $KCl(s)$ نسبت داد؟ چرا؟

$۷۱۷\ kJmol^{-۱}$ ، ۶۴۹ یا ۱۰۳۷

۳ـ با توجه به نمودار زیر به پرسش‌ها پاسخ دهید.



آ) با افزایش شعاع کاتیون فلزهای قلیایی، آنتالپی فروپاشی شبکه چه تغییری می‌کند؟ توضیح دهید.

ب) با افزایش شعاع آنیون هالید، آنتالپی فروپاشی شبکه چه تغییری می‌کند؟ توضیح دهید.

۴ـ با توجه به جدول زیر که آنتالپی فروپاشی شبکه را برای برخی ترکیب‌های یونی نشان می‌دهد، به پرسش‌ها پاسخ دهید.

آنیون / کاتیون	F^-	O^{2-}
Na^+	۹۲۶	۲۴۸۸
Mg^{2+}	۲۹۶۵	۳۷۹۸

آ) درباره درستی جمله زیر گفت‌وگو کنید.

«آنتالپی فروپاشی شبکه با بار الکتریکی کاتیون و هم با بار الکتریکی آنیون رابطهٔ مستقیم دارد».

ب) آیا می‌توان میان آنتالپی فروپاشی شبکه و نقطه ذوب جامدهای یونی رابطه‌ای در نظر گرفت؟ توضیح دهید؟

فلزها، عنصرهایی شکل‌پذیر با جلایی زیبا

مواد از جمله فلزها همواره برای زندگی انسان و ادامهٔ آن ضروری و ارزشمند بوده‌اند به طوری که تمدن‌های آغازی نیز براساس گسترهٔ کاربری آنها نام‌گذاری شده‌اند.

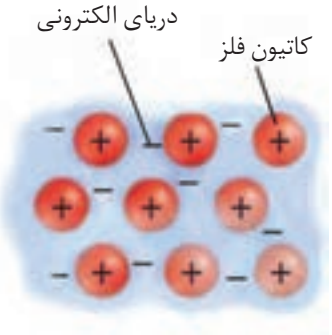
پس از دورهٔ سنگی، در دورهٔ برنز و سپس آهن، جوامع دچار دگرگونی و رشد چشمگیری شدند و این خود نشان از جایگاه برجستهٔ فلزها در تمدن بشری دارد. این عنصرها هنوز هم کلید رشد، گسترش و ارتقای کیفیت زندگی به شمار می‌روند، آن‌چنان که بسیاری باور دارند پایداری جامعه پیشرفته با فناوری کارآمد به گستردگی استفاده از عنصرهای فلزی وابسته است.

می‌دانید که فلزها بخش عمده عنصرهای جدول دوره‌ای را تشکیل می‌دهند، عنصرهایی که در هر چهار دستهٔ s، p، d و f جای داشته اما رفتارهای فیزیکی و شیمیایی متنوعی دارند.

داشتن جلا، رسانایی الکتریکی، رسانایی گرمایی و شکل‌پذیری از جمله رفتارهای فیزیکی فلزها بوده در حالی که واکنش‌پذیری و تنوع اعداد اکسایش از جمله رفتارهای شیمیایی آنهاست.

به نظر شما این رفتارها از چه ساختاری سرچشمه می‌گیرند؟ شبکه بلوری فلزها با ساختار مواد کووالانسی، مولکولی و یونی چه تفاوت هایی دارد؟

با هم بیندیشیم



۱ـ این شکل یک الگوی ساده از شبکهٔ بلوری فلزها را نشان می‌دهد که برای توجیه برخی رفتارهای فیزیکی آنها ارائه شده و به مدل دریای الکترونی معروف است.

براساس این مدل، ساختار فلزها آرایش منظمی از کاتیون‌ها در سه بعد است که در فضای میان آنها سست‌ترین الکترون‌های موجود در اتم، دریایی را ساخته‌اند و در آن آزادانه جابه‌جا می‌شوند. با این توصیف به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

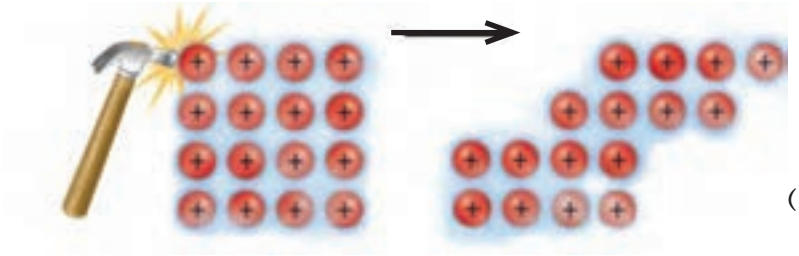
آ) پیش‌بینی کنید کدام الکترون‌ها (درونی ـ ظرفیت)، دریای الکترونی را می‌سازند؟ چرا؟

ب) کدام ویژگی دریای الکترونی سبب می‌شود که هر الکترون موجود در آن را نتوان تنها متعلق به یک اتم معین دانست؟

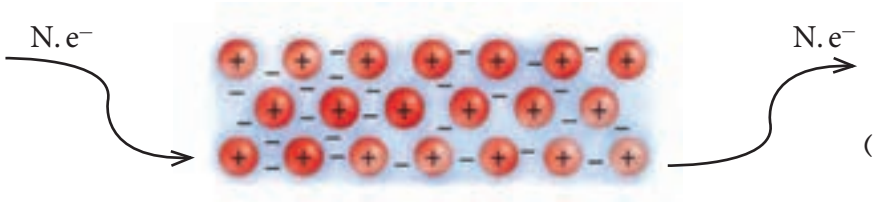
پ) دربارهٔ درستی جملهٔ زیر با یکدیگر گفت‌وگو کنید.

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

۲ـ با توجه به شکل‌های داده شده به پرسش‌ها پاسخ دهید.



(۱)



(۲)

آ) هر یک از شکل‌ها نشان‌دهندهٔ کدام رفتار فیزیکی فلز است؟

ب) رفتار فلز را در هر یک از این دو شکل با توجه به الگوی دریای الکترونی توجیه کنید.

آیا می‌دانید

یکی از رفتارهای فیزیکی آشکار فلزها، جلای آنها بوده که به بازتاب نور از سطح آنها وابسته است. سطح فلزها نور را همانند یک آینه به‌طور مستقیم بازتاب می‌کند از این رو جلای ویژه‌ای دارند اما موادی که مات دیده می‌شوند نور بازتاب شده از سطح آنها در همهٔ جهت‌ها پخش می‌شود.

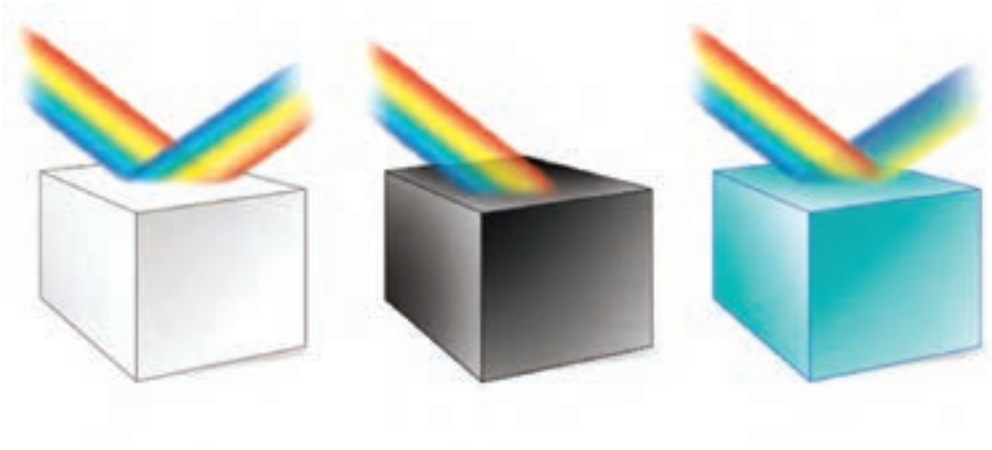
پیوند با زندگی

«رنگ، نماد زیبایی»

طبیعت زیستگاهی برای ما و آزمایشگاهی بزرگ برای علوم‌تجربی است. که در آن رنگ و رنگ‌آمیزی یکی از خوشایندترین جلوه‌ها است و به انسان لذتی همراه با آرامش می‌بخشد. آیا می‌دانید چرا پوشش بهاری به رنگ سبز، ابرها به رنگ سفید و گل رُز به رنگ سرخ دیده می‌شود؟ آیا می‌دانید چرا محلول ترکیب‌های برخی فلزهای واسطه به رنگ‌های گوناگون دیده می‌شوند؟

به‌طور کلی احساس و درک رنگ به دلیل نورهایی است که از محیط پیرامون به چشم ما می‌رسد، در واقع این نورها همان پرتوهای الکترومغناطیسی بوده که طول موج آنها در گسترهٔ ۴۰۰nm تا ۷۰۰nm است و چشم ما آنها را می‌بیند.

از این رو اگر در محیطی نور مرئی نباشد، انسان نمی‌تواند پیرامون خود را ببیند. شکل ۱۱ نشان می‌دهد که مواد رنگی بخشی از نور سفید تابیده شده را جذب و باقی‌ماندهٔ آن را عبور می‌دهند یا بازتاب می‌کنند.



شکل ۱۱ـ تابیدن نور و دیدن مواد رنگی

بر اساس شکل ۱۱، اگر یک نمونه ماده همهٔ طول موج‌های مرئی را بازتاب کند، به رنگ سفید و اگر همهٔ آنها را جذب کند، به رنگ سیاه دیده می‌شود، همچنین چشم ما مواد رنگی را با طول موج‌های عبوری یا بازتاب شده از آنها می‌بیند. اینک می‌پرسید که مواد رنگی چه ساختاری دارند؟

سازندهٔ اصلی یک ماده رنگی که به آن رنگ می‌بخشد، **رنگ دانه**[1] نام دارد، برای نمونه TiO_2، Fe_2O_3 و دوده از جمله رنگ دانه‌های معدنی هستند که به ترتیب رنگ‌های سفید، قرمز و سیاه ایجاد می‌کنند. در گذشته انسان، این مواد رنگی را از منابع طبیعی همچون گیاهان، جانوران و برخی کانی‌ها تهیه می‌کرد.

آیا می‌دانید

سبز، آبی و قرمز سه رنگ اصلی هستند. هنگامی که دو تا از آنها مخلوط شوند رنگ‌های فرعی زرد، فیروزه‌ای و ارغوانی پدید می‌آید. از مخلوط هر سه، تنها رنگ سفید پدید می‌آید.

۱ـ Pigment

آیا می‌دانید

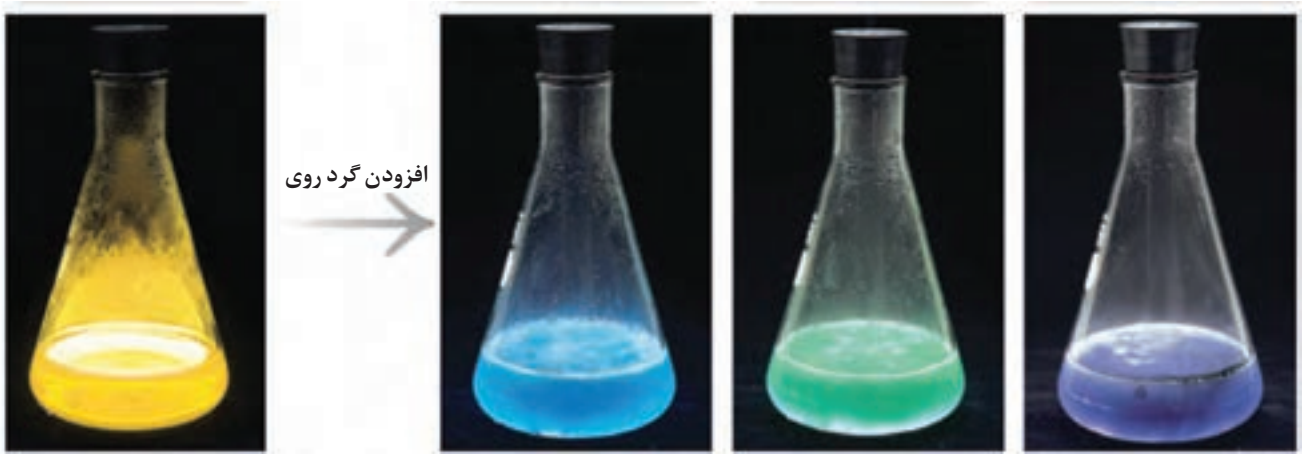
رنگدانه‌های آلی گستره وسیعی دارند به‌طوری‌که شمار آنها بسیار زیاد و متنوع است. از این مواد در غذا، نساجی و... استفاده می‌شود.

امروزه پیشرفت و گسترش تولید فراورده‌های صنعتی آن چنان سریع و چشمگیر است که این فراورده‌ها در رقابتی اقتصادی افزون بر جنبه‌های کمّی و کیفی از دیدگاه زیباشناختی، باید رنگ و رنگ‌آمیزی مناسب و جذابی نیز داشته باشند. چنین اهمیتی باعث تولیدرنگ‌های ساختگی گوناگونی شده است. رنگ‌هایی که در صنایع غذایی، نساجی، ساختمانی و... به‌کار می‌روند.

توجه کنید **رنگ**[1] هایی که برای پوشش سطح استفاده می‌شوند، نوعی کلویید هستند که لایهٔ نازکی روی سطح ایجاد می‌کنند تا افزون بر زیبایی، مانع خوردگی در برابر اکسیژن، رطوبت و مواد شیمیایی گردد.

خود را بیازمایید

ـ شکل زیر پیشرفت واکنش فلز روی با محلول نمکی از وانادیم (V) را نشان می‌دهد.



محلولی از نمک وانادیم (II) — محلولی از نمک وانادیم (III) — محلولی از نمک وانادیم (IV) — محلولی از نمک وانادیم (V)

با توجه به شکل به پرسش‌های داده شده پاسخ دهید.

آ) آرایش الکترونی اتم وانادیم ($_{23}V$) را بنویسید.

ب) آرایش الکترونی وانادیم را در حالت‌های اکسایش (II) و (III) بنویسید.

پ) توضیح دهید چرا در هر مرحله رنگ محلول متفاوت از دیگری است؟

ت) در این واکنش، وانادیم (V) کدام نقش را دارد (اکسنده یا کاهنده)؟ چرا؟

۱ـ Color

تیتانیم، فلزی فراتر از انتظار

فلزها افزون بر رفتارهای مشابه، تفاوت‌های آشکاری در برخی رفتارها نشان می‌دهند، در واقع هر فلز افزون بر رفتارهای مشترک، رفتارهای ویژهٔ خود را نیز دارد.

برای نمونه فلزهای دسته d همانند فلزهای دسته s و p، دارای ویژگی‌هایی مانند جلا، رسانایی الکتریکی، رسانایی گرمایی و نیز شکل‌پذیری هستند، اما در ویژگی‌هایی مانند سختی، نقطه ذوب و تنوع اعداد اکسایش با آنها تفاوت دارند.

در میان عنصرهای دسته d از دورهٔ چهارم جدول دوره‌ای، تیتانیم ($_{22}Ti$) با ویژگی‌های باورنکردنی، فلزی فراتر از انتظار است. ماندگاری و استحکام مناسب از جملهٔ این ویژگی‌هاست.

با هم بیندیشیم

جدول زیر برخی ویژگی‌های تیتانیم را در مقایسه با فولاد زنگ نزن نشان می‌دهد. با توجه به جدول به پرسش‌های داده شده پاسخ دهید.

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

آ) هنگامی که موتور جت کار می‌کند همه اجزای سازنده (ثابت و متحرک) دمای بالایی دارند. تیتانیم بر اساس کدام ویژگی‌ها برای ساخت این موتور به کار رفته است؟ توضیح دهید.

ب) توضیح دهید چرا امروزه در ساخت پروانه کشتی اقیانوس‌پیما به جای فولاد از تیتانیم استفاده می‌کنند؟

پ) ساخت بناهای هنرمندانه، زیبا و ماندگار همانند موزهٔ گوگنهایم با پوشش بیرونی تیتانیم، از چه مزایایی برخوردار است؟ توضیح دهید.

نمایی از موتور جت

موزه گوگنهایم در اسپانیا

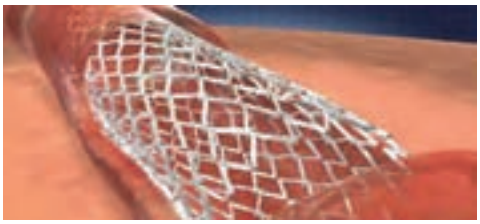
آیا می‌دانید

تیتانیم، نهمین عنصر فراوان در پوستهٔ جامد زمین است. این عنصر در طبیعت به حالت آزاد یافت نمی‌شود و از جمله کانی‌های آن TiO_2 و $FeTiO_3$ است.

از آنجا که تهیه فلز تیتانیم خالص، گران و دشوار است، اغلب از TiO_2 در صنایع اولیه استفاده می‌شود. ترکیبی که پایدار، غیر سمی و منعکس‌کننده مناسبی برای پرتوهای فرابنفش خورشید است. از این رنگ سفید در کرم‌های ضدآفتاب و صنایع کاغذ استفاده می‌شود.

۲ـ تیتانیم افزون بر ویژگی‌های یادشده به شکل آلیاژهای گوناکون نیز کاربرد گسترده‌ای در صنعت دارد. برای نمونه **نیتینول**[۱] آلیاژی از تیتانیم و نیکل بوده که به آلیاژ هوشمند معروف است. این آلیاژ در ساخت فراورده‌های صنعتی و پزشکی همانند شکل ۱۲ به‌کار می‌رود.

(آ)



(ب)

(پ)

شکل ۱۲ـ کاربرد برخی آلیاژهای تیتانیم
آ) سازه فلزی در ارتودنسی ب) استنت برای رگ‌ها پ) قاب عینک

۱ـ Nitinol

تمرین‌های دوره‌ای

۱ـ با توجه به ۳۶ عنصر نخست جدول دوره‌ای عنصرها به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

آ) عنصرهای کدام گروه‌ها جزو مواد مولکولی هستند؟

ب) عنصرهای کدام گروه جزو مواد کووالانسی هستند؟

پ) عنصرهای کدام دسته (s، p یا d) همگی فلزند؟

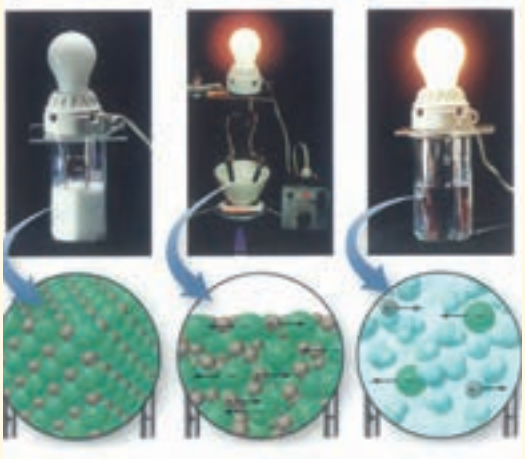
۲ـ سیلیسیم کربید (SiC) یک ساینده‌ٔ ارزان است که در تهیهٔ سنباده به‌کار می‌رود.

آ) این ماده را در کدام دسته از مواد جای می‌دهید؟ چرا؟

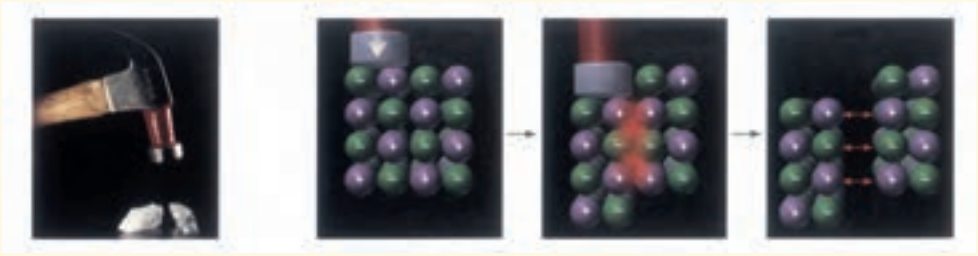
ب) سختی آن را در مقایسه با الماس و سیلیسیم پیش‌بینی کنید.

۳ـ هر یک از شکل‌های زیر رفتاری از مواد یونی را نشان می‌دهد. در هر مورد آن رفتار را با دلیل توصیف کنید.

آ)



ب)



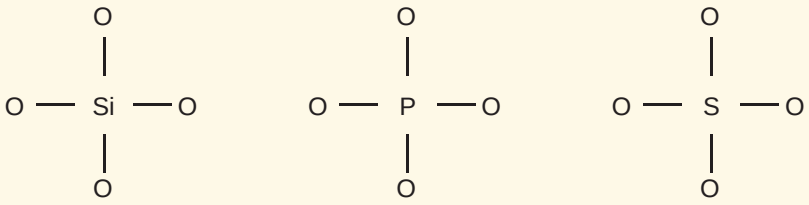
۴ـ برای هر یک از جمله‌های زیر دلیل بنویسید.

آ) تنوع و شمار مواد مولکولی بیشتر از مواد یونی و آن هم بیشتر از موادکووالانسی است.

ب) ترکیب‌هایی که در دما و فشار اتاق به حالت مایع هستند، جزو مواد مولکولی به شمار می‌روند.

پ) ترتیب واکنش‌پذیری فلزهای پتاسیم، کلسیم و تیتانیم به صورت $_{22}Ti < _{20}Ca < _{19}K$ است.

۵ـ سیلیسیم، فسفر و گوگرد از جمله عنصرهای اکسیژن‌دوست هستند به طوری که در طبیعت به شکل نمک‌های اکسیژن‌دار یافت می‌شوند. با توجه به ساختار لوویس آنیون‌های زیر به پرسش‌ها پاسخ دهید.



یون سیلیکات　　یون فسفات　　یون سولفات

آ) هریک از ساختارهای لوویس را با جفت نقطه‌ها کامل کرده سپس بار الکتریکی هر آنیون را مشخص کنید.

ب) فرمول شیمیایی نمک حاصل از این آنیون‌ها را با یون سدیم سپس یون کلسیم بنویسید.

۶ـ نقشه‌های پتانسیل الکتروستاتیکی پروپان و دی‌متیل‌اتر با جرم مولی نزدیک به هم به صورت زیر است. با توجه به آنها به پرسش‌ها پاسخ دهید.

پروپان

دی متیل اتر

آ) کدام یک در میدان الکتریکی جهت‌گیری نمی‌کند؟ چرا؟

ب) توضیح دهید کدام یک در دمای اتاق می‌تواند به حالت مایع باشد؟

۷ـ گروهی از دانش‌آموزان همهٔ مواد خالص را به حالت جامد در نظر گرفته و آنها را براساس رفتار مطابق نمودار زیر دسته‌بندی کرده‌اند. با پر کردن جاهای خالی، نمونه‌ای برای هر جامد مثال بزنید.