



فصل ۳

شیمی جلوه‌ای از هنر، زیبایی و ماندگاری

واحد یادگیری ۱

شیمی جلوه‌ای از هنر

از صفحه ۶۵ تا ۷۰

پیامدهای یادگیری (اهداف شایستگی محور)

- دانش‌آموزان در پایان این واحد یادگیری قادر خواهند بود :
 - ۱ ویژگی‌های مواد مولکولی و کووالانسی را توضیح دهند.
 - ۲ ساختار و برخی خواص مواد مولکولی و کووالانسی را با یکدیگر مقایسه کنند.
 - ۳ سختی و نقطه ذوب بالاتر مواد کووالانسی در مقایسه با مواد مولکولی را توضیح دهند.

پرسش‌های اساسی

- ۱ ویژگی‌ها و عوامل مؤثر بر آثار مادی به جای مانده از گذشتگان چیست؟
- ۲ با بهره‌گیری از دانش شیمی چگونه می‌توان آثاری هنرمندانه، زیبا و ماندگار خلق کرد؟
- ۳ شباهت‌ها و تفاوت‌های مواد مولکولی و کووالانسی چیست؟

بر دانش خود یفزایید

در سامانه خورشیدی برخی سیاره‌ها مانند مشتری از جنس گاز و برخی دیگر مانند زمین از جنس سنگ هستند. پیرامون زمین را هوا احاطه کرده و نزدیک به ۷۵٪ سطح آن را آب پوشانده است. هوا کره، شاره‌ای حاوی گازهای گوناگون بوده که همانند هاله‌ای پیرامون زمین، تا ارتفاع حدود ۵۰۰ کیلومتری از سطح آن است در حالی که آب کره، شاره‌ای حاوی مواد گوناگون به شکل محلول بوده و در ژرف‌ترین جاها به حدود ۱۱ کیلومتر می‌رسد. این ویژگی‌ها نشان می‌دهد که اگر در هر نقطه از زمین به اندازه کافی حفاری شود به سنگ خواهد رسید.

سنگ‌ها از کانی‌ها درست می‌شوند به طوری که اغلب آنها حاوی دو یا چند کانی بوده و شمار کمی از آنها تنها از یک کانی تشکیل شده‌اند. سنگ نمک نمونه‌ای از یک تک‌کانی است که هالیت نام دارد. سنگ‌های دیگری مانند سنگ آهک و ماسه سنگ اغلب تک‌کانی هستند. کانی سنگ آهک، کلسیت (CaCO_3) و کانی ماسه سنگ، کوارتز (SiO_2) است.

سنگ از کهن‌ترین مصالح ساختمانی است که انسان از زمان‌های بسیار دور، استفاده از آن را افزون بر ساخت اسلحه برای ساخت سرپناه نیز فرا گرفت^۱ و به تدریج شیوه‌های استخراج دیگر مواد را از آن آموخت. دسته‌بندی سنگ‌ها کمک می‌کند تا با ویژگی‌ها، ساختار و مواد سازنده آنها بیشتر آشنا شوید. (جدول ۱).

جدول ۱- دسته‌بندی سنگ‌ها

انواع سنگ در طبقه				طبقه‌بندی
	۳- دگرگون	۲- رسوبی	۱- آذرین	زمین‌شناسی
	۳- ورقه‌ای	۲- غیر مطبق	۱- لایه‌ای	فیزیکی
	۳- آهکی	۲- رسی (آرژیلی)	۱- سیلیسی	شیمیایی
۴- بسیار سخت	۳- سخت	۲- متوسط	۱- نرم	برحسب سختی

در طبقه‌بندی شیمیایی، سنگ‌های سیلیسی اغلب سخت و بادوام بوده و عوامل هوازدگی بر آنها تأثیر کمتری دارد زیرا ماده اصلی سازنده آنها سیلیس (SiO_2) است.

گرانیت، کوارتزیت، بازالت و ماسه سنگ نمونه‌هایی از سنگ‌های سیلیسی هستند.

ماده اصلی سازنده سنگ‌های آرژیلی، رس بوده که ماده اصلی سازنده آن آلومینا (Al_2O_3) است. این سنگ‌ها بسته به درصد خلوص و تراکم می‌توانند درجه‌های متفاوتی از سختی و دوام را بروز دهند. شیل، سنگ رس، اسلیت و لاترایت از جمله این سنگ‌ها هستند.

ماده اصلی سازنده سنگ‌های آهکی، کلسیم کربنات (CaCO_3) بوده و دوام این سنگ‌ها به میزان قابل توجهی تابع ترکیب مواد و شرایط محیط پیرامون است. دولومیت، مرمریت، تراورتن و سنگ آهک نمونه‌هایی از سنگ‌های آهکی هستند.

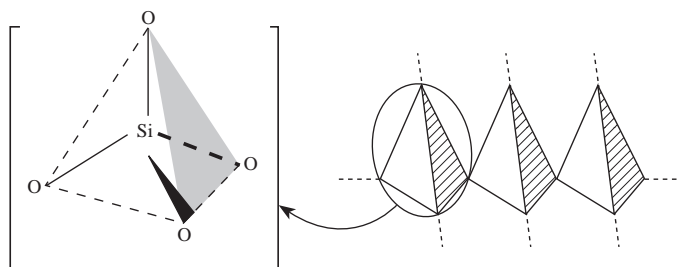
توصیف شیمیایی سنگ‌ها نشان می‌دهد که مواد سازنده آنها به دلیل تفاوت در ساختار، رفتارهای گوناگونی دارند. در برخی مانند هالیت و کلسیت ماده اصلی سازنده یک ترکیب یونی بوده در حالی که در برخی دیگر مانند گرانیت و کوارتزیت ماده اصلی سازنده یک ترکیب کووالانسی است.

در این میان طلا برخلاف اغلب فلزها که به شکل ترکیب در طبیعت یافت می‌شوند، به شکل خالص خودنمایی می‌کند. هر چند که نخستین طلای یافت شده در طبیعت، در سطح یا نزدیک سطح زمین بوده اما امروزه بخش عمده طلا از عمق معدن‌ها به دست می‌آید.

۱- استفاده از سنگ به عنوان ماده ساختمانی به حدود ۱۲۰۰۰ سال پیش بر می‌گردد. اهرام مصر، آثار باستانی یونانی و روم همچنین کاخ‌های تخت جمشید ایران از قطعه سنگ‌های بزرگی ساخته شده که گاه جرم برخی از آنها به بیش از ۳۰ تن می‌رسد.

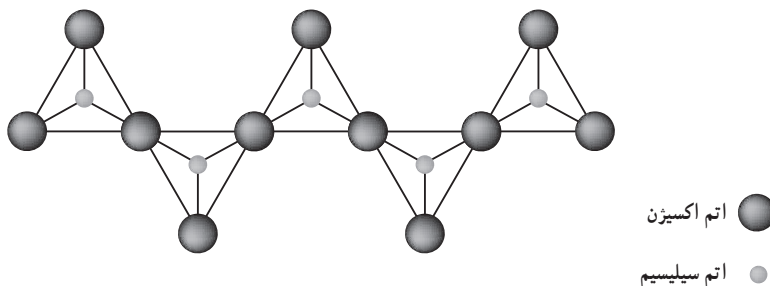
سیلیس، زیبا، سخت و ماندگار

در جهان پر از اکسیژن، ترکیب‌های اکسیژن‌دار عنصرهای هر گروه از جدول دوره‌ای اهمیت شایانی دارد. در این میان سیلیس پس از آب، بیش از دیگر اکسیدها بررسی شده زیرا حدود ۹۵٪ از صخره‌های پوسته جامد زمین و فراورده‌های تخریب آنها، خاک‌های رس و ماسه‌ها حاوی سیلیس و سیلیکات‌ها هستند. همان‌گونه که کربن، CO_2 تشکیل می‌دهد، ساده‌ترین ترکیب اکسیژن و سیلیسیم، SiO_2 است. البته برخلاف CO_2 ، سیلیس ماده‌ای حاوی مولکول‌های SiO_2 با پیوند $\text{Si}=\text{O}$ نیست. در واقع در SiO_2 و دیگر ترکیب‌های اکسیژن‌دار سیلیسیم، اتم‌های Si با پیوندهای اشتراکی یگانه به اکسیژن متصل و ساختار چهاروجهی تشکیل می‌دهند که همه این چهاروجهی‌ها با پل‌های $\text{Si}-\text{O}$ به یکدیگر متصل هستند (شکل ۱).

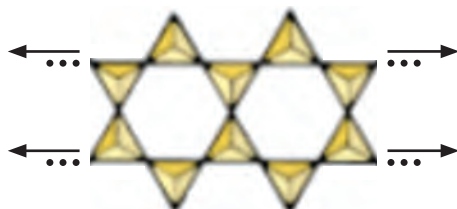


شکل ۱- ساختار α - کوارتز

مبنای ساختار کانی‌های سیلیکاتی به ویژه اورتوسیلیکات‌ها، آنیون‌های مجزای SiO_4^{4-} است که با کاتیون‌های فلزی (چهاریون M^+ ، دویون M^{2+} یا مجموعه‌ای از آنها) موازنه می‌شود. برای نمونه کلسیم اورتوسیلیکات (Ca_2SiO_4) از سازنده‌های اصلی سیمان پورتلند به شمار می‌رود. پیروکسن‌ها دارای زنجیرهای وسیعی از چهاروجهی‌های SiO_4 - متصل به هم هستند (شکل ۲).



شکل ۲- الگوی ساختاری پیروکسن



شکل ۳- الگوی ساختاری آمفیبول

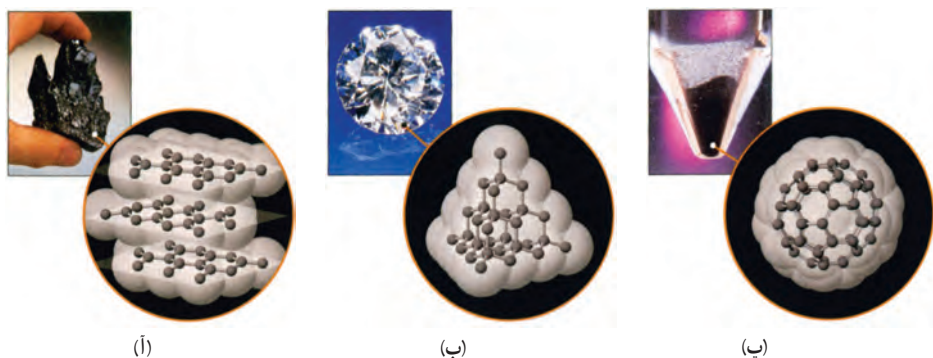
اگر دو یا چند زنجیر کنار هم باشند و با پل‌های اکسیژن حاوی پیوندهای اشتراکی یگانه به یکدیگر متصل شوند، نتیجه آن تولید آمفیبول است که کانی‌های آزیست نمونه بسیار جالب و کاربردی آن به‌شمار می‌روند (شکل ۳).

کانی‌های آزیست با داشتن ساختار زنجیری ویژه، موادی رشته‌مانند هستند و به دلیل رسانایی گرمایی ناچیز، از آنها در عایق و ضدآتش کردن استفاده می‌شود. در واقع سیلیکات‌های رشته‌ای معروف آزیست در تهیه روکش ترمز، کلاچ خودرو و لباس‌های آتش‌نشانی مصرف می‌شوند.

اگر اتصال زنجیرهای سیلیکات در دو بعد ادامه یابد، ورقه‌هایی از چهاروجهی‌های SiO_4 - پدید می‌آید، کانی‌های خاک رس^۱ و ورقه‌های میکا از مهم‌ترین کانی‌های این دسته به‌شمار می‌روند. توصیف ساختار غول‌آسای ترکیب‌های اکسیژن‌دار سیلیسیم، ویژگی‌های یک جامد کووالانسی مانند سختی بالا و دیرگدازبودن را تداعی می‌کند.

آلوتروپ‌های کربن

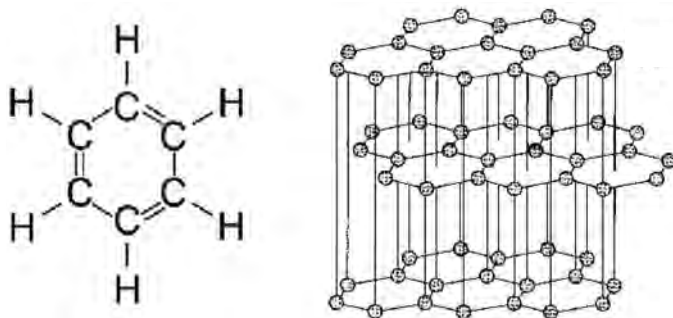
اتصال اتم‌های کربن به یکدیگر با سه الگوی گوناگون باعث شده سه آلوتروپ با ساختار و رفتاری متفاوت پدید آیند (شکل ۴).



شکل ۴- آلوتروپ‌های کربن (آ) گرافیت (ب) الماس (پ) فولرن

۱- کانی‌های خاک رس، سازنده اصلی خاک‌ها بوده و مواد خام برای ساخت سفالینه و آجر هستند. کائولینت یک آلومینوسیلیکات با لایه‌های چهاروجهی SiO_2 متصل به هم به شکل ورقه‌مانند میکاست که یون‌های Al^{3+} با آرایش ویژه‌ای در ساختار آن جای دارند.

در الماس هر اتم کربن با چهار پیوند اشتراکی یگانه (سیگما) با چهار اتم کربن دیگر متصل است به طوری که با ایجاد ساختار چهاروجهی در سرتاسر شبکه بلوری، یک جامد کووالانسی سه بعدی را پدید آورده، درحالی که در گرافیت هر اتم کربن با چهار پیوند اشتراکی (سه پیوند سیگما و یک پیوند پای) به سه اتم کربن دیگر متصل است، از این رو یک جامد کووالانسی دو بعدی به شمار می رود (شکل ۵).



ب) مقایسه ساختار لایه ای گرافیت با بنزن

شکل ۵- آ) مقایسه طول پیوند^۱

تفاوت در ساختار الماس و گرافیت باعث تفاوت در رفتار آنها می شود، در جدول ۲ برخی خواص این دو آلوتروپ کربن مقایسه شده است.

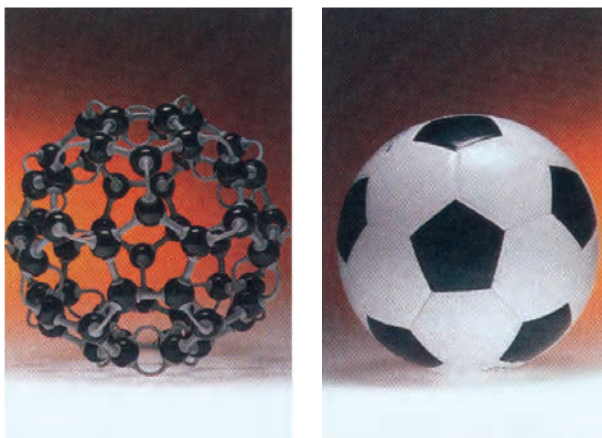
جدول ۲- برخی خواص الماس و گرافیت

آلوتروپ	جگالی (gmL^{-1})	سختی (Mohs)	نقطه جوش (K)	رسانایی الکتریکی	گرمای ویژه ($\text{Jg}^{-1}\text{K}^{-1}$)	انحلال پذیری در تلوئین
الماس	۳/۵۱	۱۰	۴۱۰۰	نارسانا	—	نامحلول
گرافیت	۲/۲۷	<۱	۴۱۰۰	رسانا	۰/۷۱۱	نامحلول

گرافیت، پایدارترین آلوتروپ کربن از دیدگاه ترمودینامیکی بوده و به اندازه $1/9$ کیلوژول برمول از الماس پایدارتر است. تبدیل گرافیت به الماس در دما و فشار بالا ممکن است به طوری که گرافیت را در دمای 1500°K و فشار نزدیک به 10^9 پاسکال می توان به الماس تبدیل کرد.

۱- طول پیوند کربن - کربن برای $\text{C} \equiv \text{C}$ و $\text{C} = \text{C}$ به ترتیب ۱۵۴، ۱۳۴ و 120° پیکومتر بوده در حالی که برای بنزن (C_6H_6) برابر با 140° پیکومتر است.

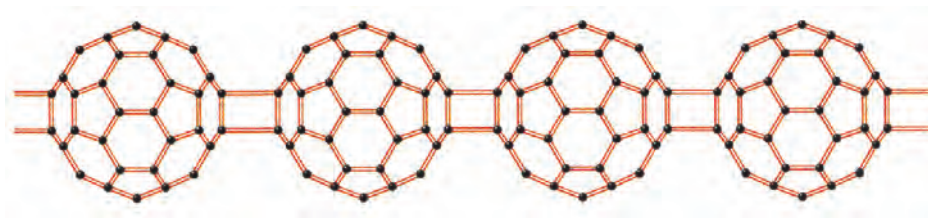
رسانایی الکتریکی گرافیت به دلیل وجود پیوندهای دوگانه و رزونانس در ساختار دویعدی آن است. یافته‌های تجربی نشان می‌دهند که رسانایی در لایه‌ها رخ می‌دهد و در بین لایه‌ها ممکن نیست. فولرن‌ها، در میان آلوتروپ‌های کربن، مولکول‌هایی کروی هستند که از تخلیه الکتریکی گرافیت در جوی از هلیوم تهیه می‌شوند. نمونه‌هایی از فولرن C_{60} ، C_{70} ، C_{76} ، C_{84} و C_{90} هستند. C_{60} متقارن‌ترین فولرن بوده که همانند یک توپ فوتبال است (شکل ۶).



شکل ۶- شباهت مولکول C_{60} به توپ فوتبال

C_{60} از ۲۰ شش ضلعی و ۱۲ پنج ضلعی به شکل کره توخالی تشکیل شده است. فولرن‌ها خواص ویژه‌ای دارند :

- در حلال‌هایی مانند هگزان و تولوئن حل می‌شوند.
- توانایی به دام انداختن مولکول‌ها و یون‌ها را در ساختار قفسه‌ای خود دارند.
- با برخی فلزها واکنش می‌دهند مانند : $C_{60} + 3K \rightarrow K_3C_{60}$
- K_3C_{60} یک ترکیب یونی ($3K^+$, C_{60}^{3-}) بوده و در دمای ۱۸K ابررساناست.
- فولرن‌ها می‌توانند با اتصال به یکدیگر، پلیمر ایجاد کنند (شکل ۷).



شکل ۷- پلیمر تشکیل شده از فولرن

واحد یادگیری ۲

گرافن از صفحه ۷۰ تا ۷۳

پیامدهای یادگیری (اهداف شایستگی محور)

- دانش آموزان در پایان این واحد یادگیری قادر خواهند بود :
 - ۱ ساختار و برخی رفتارهای گرافن را توضیح دهند.
 - ۲ روش ساده‌ای برای تهیه گرافن ارائه دهند.
 - ۳ دلیل توصیف مواد مولکولی را با واژه‌های رایجی مانند فرمول مولکولی و نیروهای بین مولکولی ارائه کنند.
 - ۴ شباهت‌ها و تفاوت‌های ساختار شش ضلعی در یخ و سیلیس را توضیح دهند.

پرسش‌های اساسی

- ۱ اساس رفتارهای ویژه گرافن مانند استحکام کششی و انعطاف‌پذیری چیست؟
- ۲ اساس استحکام شبکه بلوری یخ و سیلیس چیست؟
- ۳ اساس رفتارهای فیزیکی و رفتارهای شیمیایی وابسته به چیست؟

بردانش خود بیفزایید

گرافن و جهان پیش‌رو

گرافن، ماده‌ای شگفت‌انگیز است که می‌تواند آینده ما را تغییر دهد، تصور کنید ظرف پخت و پز که بتواند باکتری بیماری‌زا به نام E. coli را تشخیص دهد یا صفحه نمایشگری که همانند کاغذ، نازک و انعطاف‌پذیر باشد. این دو کاربرد، نمونه‌هایی هستند که استفاده از گرافن آنها را ممکن می‌سازد.

در سال ۲۰۰۴ میلادی دو شیمی‌دان بریتانیایی توانستند با استفاده از نوار چسب و گردگرافیت (که توصیف آن در صفحه ۷۰ کتاب آمده) به گرافن دست یابند. ماده‌ای نازک، شفاف و انعطاف‌پذیر که جریان برق را به خوبی عبور می‌دهد. چنین ویژگی‌هایی سبب شد که ترازیستوری مبتنی بر گرافن (به جای سیلیکون) ساخته شود که سرعت پردازش رایانه را به طور چشمگیری افزایش می‌دهد.

یافته‌های تجربی نشان می‌دهند که شفافیت گرافن سبب شده که تنها ۲٪ پرتوهای مرئی (از فرابنفش تا فروسرخ) را جذب کند. این ویژگی وجود یک رسانای الکتریکی شفاف، نازک، انعطاف‌پذیر و ارزان را نوید می‌دهد.



شکل ۸- با پنل‌های خورشیدی در این کوله‌پشتی می‌توان تلفن یا رایانه همراه را شارژ کرد.

به‌طوری‌که پنل‌های خورشیدی جدید مبتنی بر گرافن، نوعی سلول نور الکتروشیمیایی هستند که می‌توانند نور خورشید را به انرژی الکتریکی تبدیل کنند. چنین پنل‌هایی می‌توانند در پوشش بیرونی ساختمان، بدنه خودرو و حتی در لباس و میلمان به کار روند تا با جذب نور، الکتریسیته تولید نمایند (شکل ۸).

تا چندی پیش برای استفاده از هر دستگاه الکترونیک باید روی دگمه‌های موجود در صفحه

کلید آن فشار وارد می‌کردید اما اغلب تلفن‌های همراه و رایانه‌های شخصی جدید دارای صفحه نمایش لمسی هستند که به کاربر اجازه می‌دهد تا با لمس مستقیم آیکون یا واژه روی صفحه نمایش، آنها را انتخاب کند. وجود لایه‌ای نازک، شفاف و رسانا سبب این کارایی می‌شود. پیش از این لایه‌ای رسانا از جنس اکسیدهای قلع و ایندیم به کار می‌رفت که شکننده بود از این رو باید لایه‌ای محافظ بر روی شیشه قرار می‌گرفت، روندی که باعث ضخیم‌تر شدن و کاهش انعطاف صفحه نمایش می‌شد. با ساخت صفحه نمایش لمسی از گرافن بر روی پلیمری ویژه، تلفن‌های همراه به نازکی یک برگ کاغذ، تاشو و نشکن وارد بازار شد. آیا تاکنون نام دستگاه بیونیک را شنیده‌اید؟ بیونیک از دو واژه بیولوژی (زیست‌شناسی) و الکترونیک گرفته شده و چنین دستگاه‌هایی به بهبود عملکرد یک اندام یا بافت کمک می‌کنند. از آنجا که گرافن در محلول‌های یونی بافت زنده مقاوم است می‌توان از آن در ساخت دستگاه قلب مصنوعی یا ایمپلنت حلزونی برای ناشنویان بهره برد، زیرا عمر مفید طولانی حتی به اندازه عمر انسان خواهد داشت (ایمپلنت‌های فلزی پس از مدتی کارایی خود را از دست می‌دهند و ممکن است به مواد سمی در بدن تبدیل شوند). از ویژگی‌های باور نکردنی گرافن هدایت سیگنال‌های الکتریکی است. می‌دانید که هر سلول عصبی به‌طور عمده یون‌های Na^+ و K^+ را به درون یا بیرون سلول پمپ می‌کند و سبب ایجاد اختلاف پتانسیل الکتریکی درون و بیرون سلول می‌شود. با گرافن می‌توان سیگنال‌های الکتریکی ضعیف از یک سلول را به سلول دیگر ارسال نمود. تصور کنید ترانزیستوری

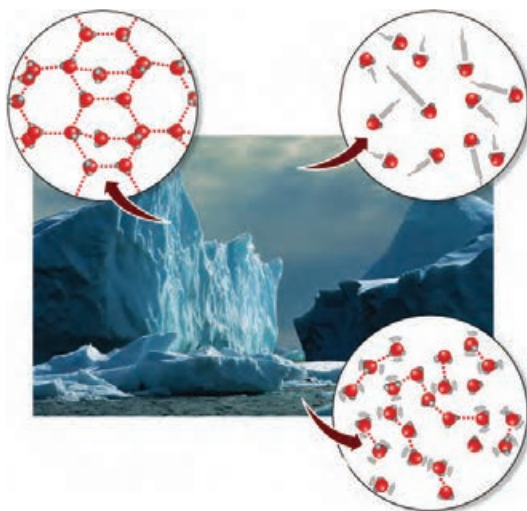


شکل ۹- استفاده از دست مصنوعی

از گرافن در طول ستون فقرات آسیب دیده یک انسان قرار گیرد، این ترانزیستور سیگنال‌های عصبی را از بخش آسیب ندیده نخاع تشخیص داده و با گذر از بخش آسیب دیده به اعصاب در عضله‌ها منتقل می‌کند. روندی که فرد را قادر می‌سازد تا دوباره از دست‌ها و پا‌های خود پس از یک آسیب نخاعی استفاده کند (شکل ۹).

توصیف مواد مولکولی

شیمی دان‌ها، مولکول را کوچک‌ترین واحد سازنده ماده می‌دانند که خواص آن را در توده ماده حفظ می‌کند. چنین ماده‌ای که از مولکول‌های مجزا تشکیل شده، ماده مولکولی نامیده می‌شود. هر مولکول این ماده را همانند خود ماده با فرمول مولکولی نمایش می‌دهند. برای نمونه آب یک ماده مولکولی با فرمول مولکولی H_2O ، تنها ماده‌ای است که به هر سه حالت جامد، مایع و گاز در طبیعت یافت می‌شود (شکل ۱۰).



شکل ۱۰- حالت‌های فیزیکی آب در طبیعت، با افزایش میانگین فاصله میان مولکول‌ها از میزان نیروی جاذبه میان آنها کاسته می‌شود.

با توجه به گفته‌های بالا در می‌یابید که برای توصیف هر ماده مولکولی مانند آب می‌توان از واژه‌های رایجی مانند فرمول مولکولی و نیروهای بین مولکولی بهره برد. نکته جالب اینکه شمار و تنوع مواد مولکولی از دیگر مواد خالص بسیار بیشتر است. وجه اشتراک آنها با مواد کووالانسی وجود پیوندهای اشتراکی میان اتم‌هاست. تنوع اتم‌ها در مواد کووالانسی محدود است و تنها چند نوع اتم توانایی ایجاد ساختار به هم پیوسته و شبکه غول‌آسا دارند، در حالی که تنوع اتم‌های سازنده مواد مولکولی بسیار بیشتر است، همین بس که اغلب مواد آلی جزو مواد مولکولی هستند. توجه کنید که تنها شمار اندکی از مولکول‌های سازنده این مواد از اتم‌های یکسانی تشکیل شده‌اند. چنین موادی را در برخی منابع با نام مواد ساده می‌خوانند. این مواد حالت پایدار برخی عنصرها در دما و فشار اتاق هستند، برای نمونه $H_2(g)$ ، $N_2(g)$ ، $O_2(g)$ ، $F_2(g)$ ، $Cl_2(g)$ ، $Br_2(l)$ ، $I_2(s)$ ، $P_4(s)$ و $S_8(s)$ از جمله آنها به‌شمار می‌روند.

رفتار مولکول و توزیع الکترون‌ها

از صفحه ۷۳ تا ۷۵

واحد
یادگیری ۳

پیامدهای یادگیری (اهداف شایستگی محور)

- ۱ دانش‌آموزان در پایان این واحد یادگیری قادر خواهند بود :
توزیع بار الکتریکی را در گونه‌های شیمیایی از روی نقشه پتانسیل الکتروستاتیکی توضیح دهند.
- ۲ مواد مولکولی قطبی و ناقطبی را از روی نقشه پتانسیل الکتروستاتیکی تشخیص و دلیل آن را توضیح دهند.
- ۳ برخی رفتارهای مواد مولکولی قطبی و ناقطبی را از روی نقشه پتانسیل الکتروستاتیکی مقایسه کنند.

پرسش‌های اساسی

- ۱ اساس نقشه پتانسیل الکتروستاتیکی مولکول‌ها چیست؟
- ۲ نقش ساختار بر اساس مدل فضا پرکن مولکول‌ها در نقشه پتانسیل الکتروستاتیکی چیست؟
- ۳ تعلق بارهای جزئی در نقشه پتانسیل الکتروستاتیکی مولکول‌ها بر چه اساسی است؟

بردانش خود بیفزایید

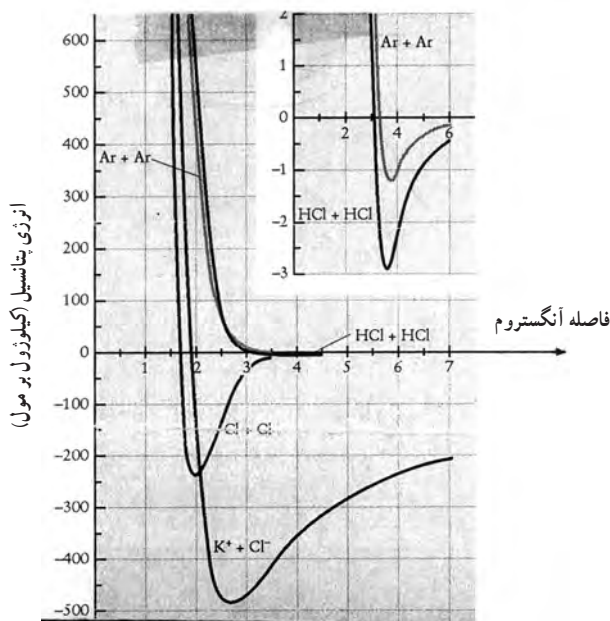
هنگامی که بارهای نقطه‌ای q_1 و q_2 در فاصله r از یکدیگر باشند، به دلیل نیروی کولنی ($\frac{q_1 q_2}{r^2}$) که به هم وارد می‌کنند، انرژی پتانسیل (V) میان آنها متناسب با $\frac{q_1 q_2}{r}$ خواهد بود. اگر بارها همنام باشند، به دلیل وجود نیروی رانش میان آنها، $V > 0$ شده^۱ در حالی که اگر بارها ناهمنام باشند، به دلیل وجود نیروی ربایش میان آنها، $V < 0$ می‌شود. توجه کنید که V با حاصل ضرب بارها ($q_1 q_2$) رابطه مستقیم و با فاصله میان آنها (r) رابطه وارونه دارد.

در سامانه‌های شیمیایی می‌توان اتم‌ها، مولکول‌ها و یون‌ها را بارهای نقطه‌ای دانست. در این سامانه‌ها، r فاصله میان مرکز دو اتم یا دو یون است اما برای دو مولکول، فاصله از مرکز اتم با بار جزئی مثبت در یکی تا مرکز اتم با بار جزئی منفی در دیگری است. با این توصیف میزان نیروی جاذبه یون‌ها در مقایسه با اتم‌ها و مولکول‌ها به صورت زیر خواهد بود :



۱- $V > 0$ نشان‌دهنده افزایش انرژی پتانسیل و ناپایدار شدن سامانه بوده در حالی که $V < 0$ نشان‌دهنده کاهش انرژی پتانسیل و پایدار شدن سامانه است.

نمودار ۱، مقایسه انرژی پتانسیل گونه‌های صفحه قبل را برحسب فاصله میان آنها نشان می‌دهد.



شکل ۱۱- نمودار انرژی پتانسیل میان جفت یون در مقایسه با جفت مولکول و جفت اتم

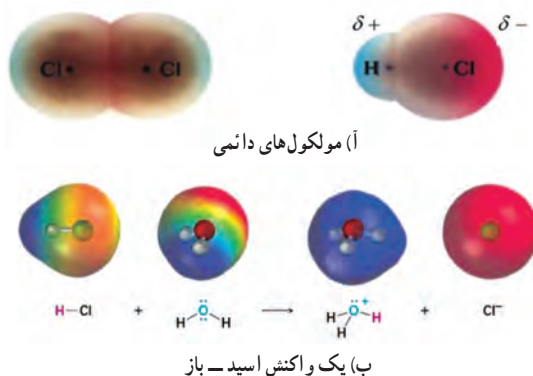
هر چه مولکول‌ها بزرگ‌تر و پیچیده‌تر شوند، انرژی پتانسیل میان آنها افزون بر بارها و فاصله به جهت‌گیری آنها نسبت به هم وابستگی بیشتری خواهد داشت، از این‌رو برای درک و توصیف برهم‌کنش میان آنها به نمودار سه بعدی انرژی پتانسیل نیاز است، به‌طوری که با استفاده از روش‌های نیمه‌تجربی و انجام محاسبه، نقطه‌هایی که چگالی الکترونی هم‌سطح دارند، مشخص شده و سپس نمودار انرژی پتانسیل مولکول رسم می‌شود، بدین ترتیب نقشه پتانسیل الکتروستاتیکی آنها به دست می‌آید، این نقشه‌ها شکل، اندازه مولکول و بزرگی انرژی پتانسیل الکتروستاتیکی را در سطح مولکول به خوبی نشان می‌دهد (شکل ۱۲).



(ب) سطوح انرژی پتانسیل الکتروستاتیکی مولکول‌های آب، آمونیاک و متان

شکل ۱۲

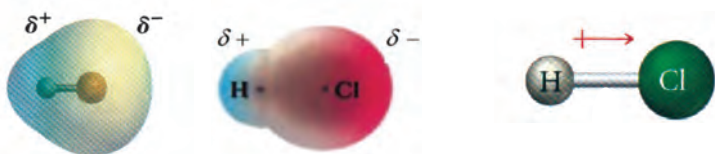
برای تعیین مقدار انرژی پتانسیل الکتروستاتیکی هر نقطه از سطح مولکول، واحد بار مثبت را از روی آن عبور می‌دهند به طوری که حرکت این بار شبیه به خزیدن حشره‌ای روی یک سطح است. واحد بار مثبت هنگام عبور از سطح مولکول با همه بارهای مولکول (الکترون‌ها و هسته‌ها) برهم‌کنش خواهد داشت. اگر بزرگی بار مثبت به کار رفته به اندازه‌ای باشد که سبب قطبش و واپیچش مولکول نشود، هنگام عبور جذب نقاط با تراکم بار الکتریکی منفی شده و از سوی نقطه‌ها یا تراکم بار الکتریکی مثبت دفع می‌شود. برای درک بهتر این فرایند، این یافته‌ها را در نقطه‌های هم‌سطح با توجه به علامت و بزرگی انرژی پتانسیل ایجاد شده با رنگ و ویژه‌ای مشخص می‌کنند، به طوری که منفی‌ترین انرژی پتانسیل را با رنگ سرخ و مثبت‌ترین آن با رنگ آبی مشخص می‌شود. دیگر نقطه‌ها با چگالی الکترونی هم‌سطح با توجه به علامت و بزرگی انرژی پتانسیل آنها با رنگی میان سرخ و آبی مشخص خواهند شد. در برخی منابع انرژی پتانسیل نزدیک به صفر با رنگ سبز و در برخی دیگر با رنگ خاکستری نشان داده می‌شود. شکل ۱۳ نقشه پتانسیل الکتروستاتیکی برای چند گونه شیمیایی را نشان می‌دهد.



شکل ۱۳- نقشه پتانسیل برای برخی گونه‌های شیمیایی

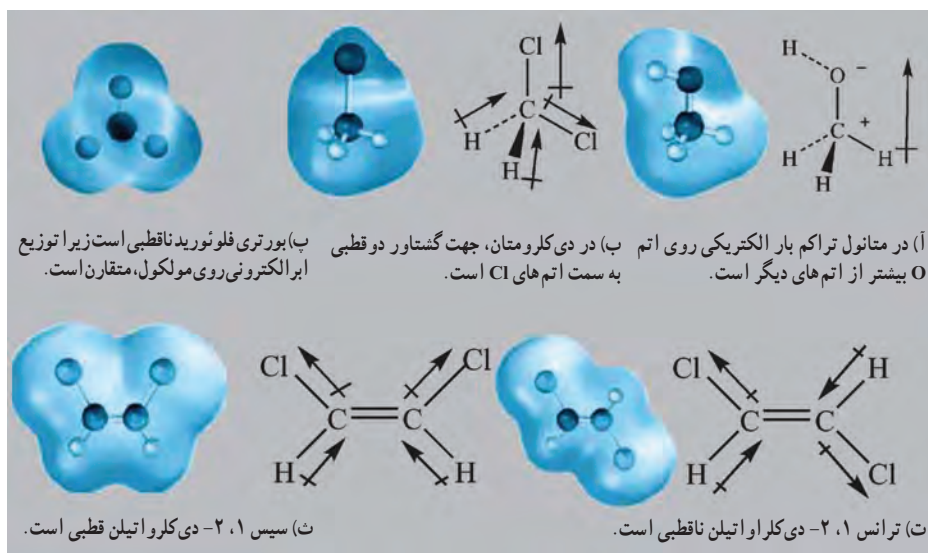
برخی کاربردهای نقشه پتانسیل الکتروستاتیکی

۱ تعیین جهت گشتاور دو قطبی الکتریکی مولکول : برای هر مولکول دو اتمی قطبی، می‌توان یک بردار گشتاور دو قطبی رسم کرد به طوری که جهت بردار از سر مثبت به سر منفی مولکول خواهد بود (شکل ۱۴).



شکل ۱۴- نمایش گشتاور دو قطبی در مولکول هیدروژن کلرید

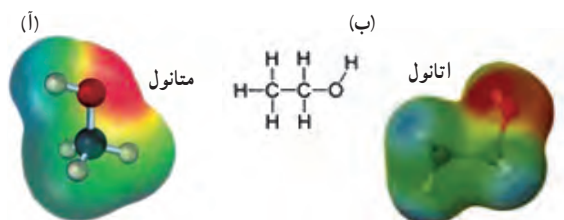
در مولکول‌های چند اتمی که می‌توانند دو یا چند بردار گشتاور دو قطبی داشته باشند، برابند این بردارها اهمیت دارد (شکل ۱۵).



شکل ۱۵- نمایش برابند بردارهای گشتاور دو قطبی در چند مولکول

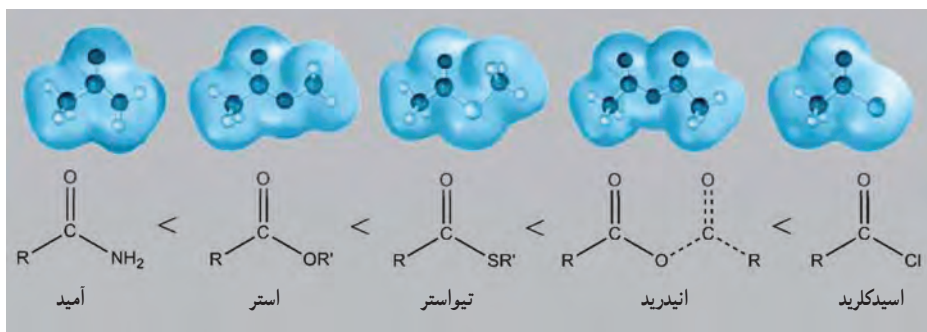
۲ مقایسه قدرت اسیدی یا بازی ترکیب‌های آلی : می‌دانید که در نظریه لوویس برای اسیدها و بازها، دهنده جفت الکترون، باز و پذیرنده آن، اسید است و هر چه میزان توانایی مولکول برای از دست دادن یا جذب جفت الکترون بیشتر باشد، قدرت بازی یا اسیدی آن بیشتر خواهد بود. از روی نقشه‌های پتانسیل الکتروستاتیکی و میزان تراکم بار روی اتم‌ها می‌توان قدرت اسیدی یا بازی مولکول‌ها را با یکدیگر مقایسه کرد (شکل ۱۶).

شکل ۱۶ نشان می‌دهد که در مولکول متانول، تراکم بار منفی روی اتم اکسیژن برخلاف مولکول اتانول بیشتر بوده، از این رو قدرت اسیدی متانول بیشتر است.



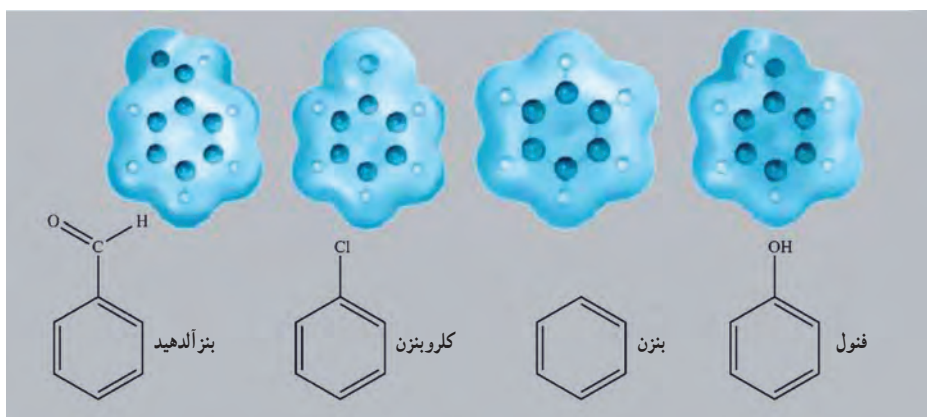
شکل ۱۶- نقشه پتانسیل الکتروستاتیکی مولکول (آ) متانول، (ب) اتانول

۳ مقایسه و اکشن پذیری : در میان ترکیب‌های آلی می‌توان واکنش‌پذیری آمید، استر، تیواستر و آسید کلرید را به عنوان مشتق‌های کربوکسیلیک اسید با یکدیگر مقایسه کرد، به طوری که میزان واکنش‌پذیری آنها در واکنش‌های جانشینی هسته دوستی متفاوت بوده و این ویژگی در سرعت واکنش آنها آشکار می‌شود. مطابق نقشه پتانسیل الکتروستاتیکی این مولکول‌ها هر چه میزان تراکم بار مثبت روی اتم کربن کربونیل بیشتر باشد، واکنش‌پذیری آن بیشتر خواهد بود (شکل ۱۷).



شکل ۱۷-مقایسه واکنش‌پذیری برخی مشتق‌های کربوکسیلیک اسیدها

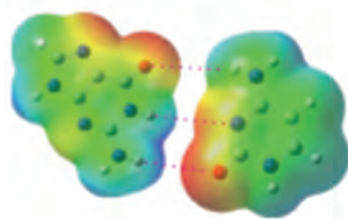
۴ تشخیص گروه‌های کشنده الکترون از الکترون دهنده متصل حلقه بنزن : گروه‌های متصل به حلقه بنزن، براساس خاصیت الکترون دهنده‌گی القایی و رزونانسی می‌توانند چگالی بار الکتریکی و در پی آن میزان واکنش‌پذیری را تغییر دهند. شکل ۱۸ نقشه پتانسیل الکتروستاتیکی فنول، کلروبنزن، بنزالدهید و بنزن با یکدیگر تفاوت دارد، آیا می‌دانید کدام گروه‌های استخلافی الکترون دهنده و کدام گروه‌ها الکترون کشنده هستند؟



شکل ۱۸- نقشه پتانسیل الکتروستاتیکی چند ترکیب آلی دارای حلقه بنزن

۵ تعیین جهت‌گیری برای تشکیل پیوند هیدروژنی در DNA : شمار آمینو اسیدهای آلانین (A) با تیمین (T) و نیز گوانین (G) با سیتوزین (C) در DNA موجود در سلول‌های بدن ما با یکدیگر برابر است.

این برابری و باتوجه به گروه‌های عاملی $\text{N}-\text{H}$ و $\text{C}=\text{O}$ در این مولکول‌ها می‌توان پیش‌بینی کرد در هر مولکول DNA، باید میان A با T و نیز G با C پیوند هیدروژنی برقرار باشد شکل ۱۹، با نقشه پتانسیل الکتروستاتیکی این آمینو اسیدها چنین نتیجه‌ای را تأیید می‌کند.



شکل ۱۹- تشکیل پیوند هیدروژنی میان A با T و G با C براساس نقشه پتانسیل الکتروستاتیکی

هنر نمایی شاره

از صفحه ۷۵ تا ۷۷

واحد

یادگیری ۴

پیامدهای یادگیری (اهداف شایستگی محور)

دانش‌آموزان پس از پایان این واحد یادگیری قادر خواهند بود :

- ۱ تفاوت نقطه ذوب با نقطه جوش مواد مولکولی و مواد یونی را توضیح دهند.
- ۲ شیوه تشکیل ترکیب‌های یونی دوتایی را در واکنش یک فلز با یک نافلز فعال توضیح دهند.
- ۳ ساختار مواد یونی را از مواد مولکولی و کووالانسی تشخیص دهند و با یکدیگر مقایسه کنند.

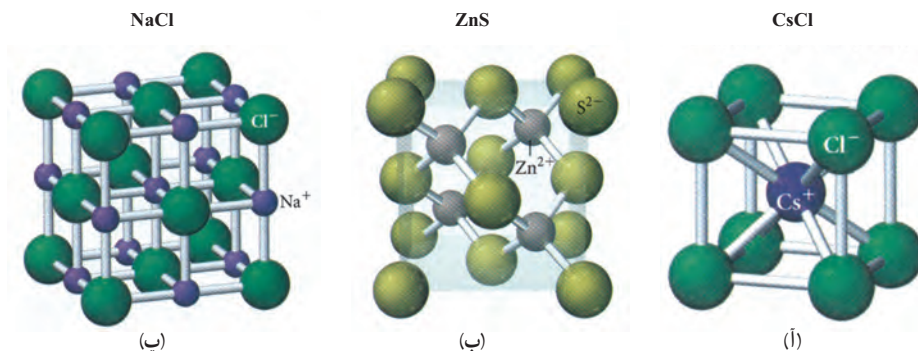
پرسش‌های اساسی

- ۱ نقش مواد یونی و مولکولی، مانند سدیم کلرید و آب در تولید انرژی الکتریکی از پرتوهای خورشیدی چیست؟
- ۲ روند تولید ترکیب یونی دوتایی در واکنش میان فلزها و نافلزهای فعال چگونه است؟
- ۳ اساس ساختار و شبکه بلوری مواد یونی براساس عدد کوئوردیناسیون چیست؟

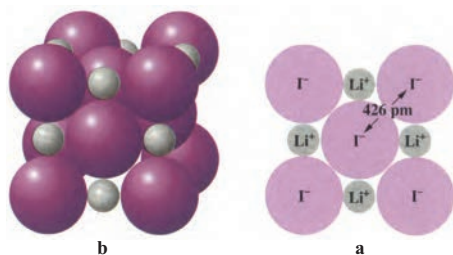
بر دانش خود بیفزایید

می‌دانید که سنگ‌ها از کانی‌ها ساخته می‌شوند به طوری که اغلب آنها حاوی دو یا چند کانی هستند. سنگ نمک از جمله سنگ‌های تک کانی به نام هالیت است. درجه سختی این کانی حدود ۳ بوده و دارای نقطه ذوب بالا، انحلال پذیری قابل توجهی در آب و نیز در حالت مذاب و محلول در آب رسانای برق است. همه این ویژگی‌ها نشان می‌دهد که در ساختار آن باید یون‌های مثبت و منفی وجود داشته باشد. بلورنگاری پرتو X تأیید می‌کند که هالیت خالص دارای شبکه بلوری منظمی از چیش یون‌های Na^+ و Cl^- است. چنین ویژگی‌هایی برای دیگر ترکیب‌های یونی نیز قابل درک است، اما آنچه اهمیت دارد آشنایی با ساختار این مواد سپس درک رفتار آنهاست. شکل ۲۰، سه نوع سلول واحد^۱ از رایج‌ترین شبکه‌های بلوری را برای ترکیب‌های یونی با فرمول همگانی MX (حاوی یون‌های M^{n+} و X^{n-}) نشان می‌دهد.

۱- سلول واحد به هر یک از واحدهای تکراری در شبکه بلوری ماده گفته می‌شود.



شکل ۲۰- سه نوع سلول واحد از شبکه بلوری برای ترکیب‌های یونی MX



شکل ۲۱- فاصله مرکز کاتیون تا مرکز آنیون در لیتیم یدید

در این سلول‌ها فاصله مرکز کاتیون و آنیون مجاور آن را با r نمایش می‌دهند که برابر با مجموع شعاع کاتیون (r_+) با شعاع آنیون (r_-) است (شکل ۲۱).

کمیت‌های r و در پی آن r_+ و r_- برای تعیین عدد کوئوردیناسیون راهگشا هستند، به‌طوری که اگر $\frac{r_+}{r_-} \geq 1$ باشد عدد کوئوردیناسیون کاتیون برابر با ۸ خواهد بود. این عدد کوئوردیناسیون با الگوی واحد CsCl همخوانی دارد که در آن یون Cs^+ در مرکز مکعب و یون‌های Cl^- در هشت رأس مکعب جای دارند.

اگر $\frac{r_+}{r_-} \geq 0.414$ و $\frac{r_+}{r_-} < 1$ باشد، عدد کوئوردیناسیون کاتیون برابر با ۶ بوده و نشان دهنده الگوی سلول واحد NaCl است که در آن هر یون Na^+ در مرکز هشت وجهی و یون‌های Cl^- در شش رأس آن جای دارند.

اما اگر $\frac{r_+}{r_-} \geq 0.225$ و $\frac{r_+}{r_-} < 0.414$ باشد، عدد کوئوردیناسیون کاتیون برابر با ۴ بوده و نشان دهنده الگوی سلول واحد ZnS است که در آن هر یون Zn^{2+} در مرکز چهاروجهی و یون‌های S^{2-} در چهار رأس آن جای دارند.

ترکیب‌های یونی NH_4I ، AgF در ساختار سزیم کلرید، ترکیب‌های یونی CsBr و NH_4Cl ، NH_4Br در ساختار سدیم کلرید، ترکیب‌های یونی BaS و CaO ، MgO ، NaBr ، KBr ، KCl و AgI ، CuCl در ساختار سدیم کلرید و ترکیب‌های یونی CdS در ساختار روی سولفید متبلور می‌شوند.

نیروهای جاذبه و دافعه از همه جهات‌ها و فاصله‌ها به یون‌ها وارد می‌شود

می‌دانید هنگامی که بارهای نقطه‌ای q_1 و q_2 به فاصله r از یکدیگر باشند، انرژی پتانسیل میان آنها متناسب با $\frac{q_1 q_2}{r}$ خواهد بود. اینک یون‌های مثبت و منفی را در شبکه بلوری سدیم کلرید در نظر بگیرید که برای آنها $r = r_+ + r_- = 280 \text{ pm}$ است. یون‌های Na^+ و Cl^- دارای بار الکتریکی $1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ و $-1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ هستند، به دیگر سخن بار الکتریکی آنها برابر با e و $-e$ است.

انرژی پتانسیل جاذبه‌ای برای یون Na^+ که در مرکز هشت‌وجهی با شش یون Cl^- احاطه شده، برابر است با:

$$V_1 = \frac{(-e)(6e)}{r} = \frac{-6e^2}{r}$$

پس از این شش یون Cl^- پیرامون Na^+ ، در شبکه بلوری ۱۲ یون Na^+ هر یک به فاصله \sqrt{r} از یون Na^+ مرکزی جای دارند که انرژی پتانسیل دافعه‌ای برای آنها برابر است با:

$$V_2 = \frac{(-e) \times 12(-e)}{r\sqrt{2}} = \frac{12e^2}{r\sqrt{2}}$$

اگر به همین ترتیب از یون Na^+ مرکزی دور شده و انرژی پتانسیل جاذبه‌ها و دافعه‌ها برای آن محاسبه شود، خواهیم داشت:

$$\Sigma V_i = -\frac{e^2}{r} \left(6 - \frac{12}{\sqrt{2}} + \frac{8}{\sqrt{3}} - \dots \right) = -\frac{e^2}{r} \cdot A$$

مجموع انرژی‌های پتانسیل (V_m) برای یک مول سدیم کلرید برابر است با:

$$V_m = N_A \cdot \Sigma V_i = -\frac{e^2}{r} \cdot N_A \cdot A$$

از آنجا که همه کمیت‌ها در این رابطه (r و e ، N_A ، A) مثبت هستند پس $V_m < 0$ بوده که این ویژگی غالب بودن جاذبه‌ها را بر دافعه‌ها در شبکه بلوری ترکیب یونی نشان می‌دهد. این روند محاسبه را می‌توان برای همه انواع شبکه‌های بلوری با فرمول همگانی MX (حاوی M^{n+} و X^{n-}) به کاربرد اما مقدار A برای آن تفاوت دارد.

ثابت A برای بلورهای همانند NaCl برابر با 1.748 ، برای بلورهای مانند CsCl برابر با 1.763 و برای بلورهای مانند ZnS برابر با 1.641 است.

A را ثابت مادلونگ می‌نامند که برای سدیم کلرید نشان می‌دهد که اگر این مول یون Na^+ و یک مول یون Cl^- در شبکه بلوری باشند، میزان نیروی جاذبه میان آنها 1.748 برابر زمانی است که یک مول سدیم کلرید از جفت یون‌های Na^+Cl^- تشکیل شده باشند.

جامدهای بلورین و شبکه بلوری

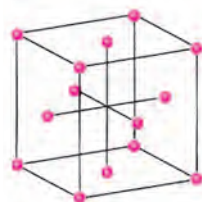
جامدهای بلورین به جامدهایی گفته می‌شود که ساختاری منظم از اتم‌ها، یون‌ها و مولکول‌ها دارند. اگر مکان هر یک از اتم‌ها، یون‌ها و مولکول‌ها را با نقطه نمایش دهید، آرایه منظمی از نقطه‌ها در سه بعد پدید می‌آید که شبکه بلور نامیده می‌شود. این شبکه بلور در واقع تکرار آرایش سلول واحد است. برای نمونه هر سلول واحد مکعبی می‌تواند یکی از الگوهای شکل ۲۲ را داشته باشد.



مکعبی ساده



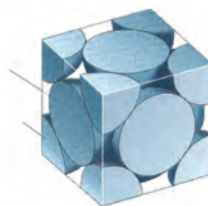
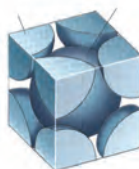
مکعبی مرکز پر



مکعبی مرکز وجوه پر

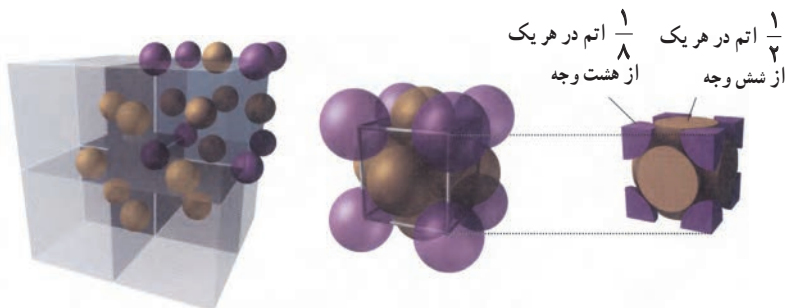
شکل ۲۲- سه نوع سلول مکعبی

اغلب فلزها ساختار بلوری با سلول واحد مکعبی دارند که در هر نقطه از شبکه تنها یک اتم جای دارد. با این توصیف می‌توان برشی از سلول واحد مکعبی فلزها مطابق شکل ۲۳ تصور کرد.


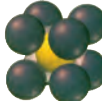
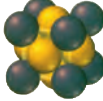


شکل ۲۳- سهم اتم‌ها در سه نوع سلول مکعبی

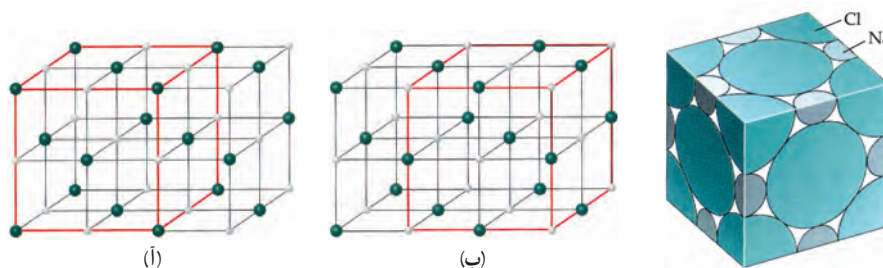
اگر این سه نوع سلول مکعبی برای ترکیب‌های یونی نیز در نظر گرفته شوند، می‌توان ویژگی‌های آنها را در جدولی درج کرد. جدول ۳ نمونه‌ای از این ویژگی‌هاست.



جدول ۳- برخی ویژگی‌های سلول‌های واحد مکعبی

نام سلول مکعبی	درصد حجم اشغال شده	طول ضلع بر حسب r	عدد کوئوردیناسیون	ساختار	اتم‌ها در هر سلول
مکعبی ساده	۵۲٪	$2r$	۶		۱
مکعبی مرکز پر	۶۸٪	$\frac{4r}{\sqrt{3}}$	۸		۲
مکعبی مرکز وجوه پر	۷۴٪	$2\sqrt{2}r$	۱۲		۴

سديم كلريد داراي سلول واحد مكعبی مرکز پر است، برای درك ساختار آن به شكل ۲۴ توجه كنید.



شكل ۲۴- نمایش سلول واحد سديم كلريد

مطابق شكل بالا، يون‌ها در گوشه‌ها، يال‌ها و وجوه با ديگر سلول‌های واحد به اشتراك گذاشته می‌شوند، به‌طوری كه $\frac{1}{4}$ يون Na^+ روی ضلع و يك يون Na^+ در مركز مكعب است در حالی كه - يون Cl^- در هر گوشه و $\frac{1}{4}$ آن روی هر وجه است. با اين توصيف :

$$\text{Na}^+ \text{ سهم} \rightarrow \begin{cases} 3\text{Na}^+ = (\text{ضلع}) 12 \times \frac{1}{4} (\text{Na}^+) \text{ روی هر ضلع} \\ 1\text{Na}^+ = (\text{مركز}) 1 \times 1 (\text{Na}^+) \text{ در هر مركز} \end{cases}$$

$$\text{Cl}^- \text{ سهم} \rightarrow \begin{cases} 1\text{Cl}^- = (\text{گوشه}) 8 \times \frac{1}{8} (\text{Cl}^-) \text{ در هر گوشه} \\ 3\text{Cl}^- = (\text{وجه}) 6 \times \frac{1}{4} (\text{Cl}^-) \text{ در هر وجه} \end{cases}$$

هر سلول واحد داراي 4Na^+ و 4Cl^- بوده كه با استوكيومتری فرمولی تركيب يعني NaCl همخوانی دارد.

پیامدهای یادگیری (اهداف شایستگی محور)

دانش آموزان در پایان این واحد یادگیری قادر خواهند بود :

- ۱ چگالی بار یون را توضیح دهند.
- ۲ تأثیر چگالی بار یون های سازنده یک ترکیب روی میزان جاذبه میان آنها را درک کنند.
- ۳ آنتالپی فروپاشی شبکه را به عنوان کمیتی برای مقایسه استحکام شبکه آنها به کار گیرند.
- ۴ اثر شعاع آنیون و کاتیون روی آنتالپی فروپاشی شبکه بلوری مواد یونی را توضیح دهند.

پرسش های اساسی

- ۱ اهمیت شعاع و چگالی بار یون روی نیروهای جاذبه میان آنها چیست؟
- ۲ چه شاخصی می تواند استحکام شبکه بلوری ترکیب های یونی را در مقایسه با یکدیگر نشان دهد؟
- ۳ میزان برهم کنش کاتیون عنصرهای گروه ۱ و ۲ همراه با آنیون عنصرهای گروه ۱۶ و ۱۷ چگونه تغییر می کند؟

کدام پیوند یونی و کدام پیوند کووالانسی است؟

هر یک از مولکول های دو اتمی H_2 و HCl تنها دارای یک پیوند اشتراکی در ساختار خود هستند اما تفاوت آشکاری در گشتاور دوقطبی دارند. پیوند یگانه در ساختار مولکول هیدروژن به طور عمده اشتراکی بوده در حالی که برای پیوند در مولکول هیدروژن کلرید خصلت اشتراکی بیشتر از خصلت یونی پیوند است. لینوس پاولینگ، گشتاور دوقطبی را مبنایی برای محاسبه خصلت یونی چنین پیوندهایی در نظر گرفت، به طوری که اگر پیوند در HCl صد درصد یونی باشد، باید در ساختار آن یون های H^+ و Cl^- دارای یک واحد بار الکتریکی ($C = 1.6 \times 10^{-19}$) ناهم نام باشند. طول این پیوند برابر با $127 pm$ است؛ از این رو گشتاور دو قطبی H^+Cl^- برابر خواهد بود با :

$$2.03 \times 10^{-29} Cm = (1.6 \times 10^{-19} C) \times (127 \times 10^{-12} m) = (فاصله) \times (بار) = \text{گشتاور دوقطبی}$$

از آنجا که گشتاور دو قطبی با یکای دبای (D) گزارش می‌شود پس :

$$1D = 3.34 \times 10^{-30} \text{ Cm}$$

$$H^+Cl^- \text{ گشتاور دو قطبی} = 2.03 \times 10^{-29} \text{ Cm} \times \frac{1D}{3.34 \times 10^{-30} \text{ Cm}} = 6.08D$$

این در حالی است که گشتاور دو قطبی HCl براساس داده‌های تجربی $1.03D$ است، با این توصیف پیوند HCl حدود $16/9\%$ خصلت یونی دارد، زیرا :

$$\text{گشتاور دو قطبی تجربی} \div \text{گشتاور دو قطبی نظری} \times 100 = \frac{1.03D}{6.08D} \times 100 = 16/9\%$$

درصد خصلت یونی پیوند

محاسبه‌هایی از این دست نشان می‌دهد که شمار اندکی از پیوندهای یونی و برخی کووالانسی خالص هستند، گویی اغلب پیوندها در گستره یونی خالص تا کووالانسی خالص جای دارند. در واقع هرچه تفاوت خصلت نافلزی اتم‌ها در پیوند اشتراکی بیشتر باشد، خصلت یونی پیوند بیشتر است. نکته جالب اینکه برای یک فلز معینی که می‌تواند چند عدد اکسایش متفاوت در نمک‌های خود داشته باشد، هرچه عدد اکسایش کاتیون آن در نمک بیشتر باشد، خصلت یونی پیوندهای آن کمتر است (جدول ۴).

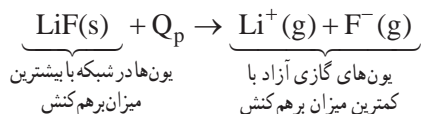
جدول ۴— مقایسه برخی خواص آهن (II) و آهن (III) برمید

ترکیب	شکل فیزیکی	دمای ذوب ($^{\circ}C$)	دمای جوش ($^{\circ}C$)	چگالی ($g \cdot cm^{-3}$)
آهن (II) برمید	زرد — قهوه‌ای، نم گیر، بلور هگزاگونال	۶۹۱	تجزیه می‌شود	۴/۶۳
آهن (III) برمید	قرمز تیره، نم گیر، بلور هگزاگونال	تجزیه می‌شود	—	۴/۵۰

این جدول نشان می‌دهد که $FeBr_3$ خواص یونی آشکارتری دارد، چنین تفاوت‌هایی در دیگر نمک‌ها نیز وجود دارد. برای نمونه $SnCl_4$ ، ترکیبی با دمای بالا بوده که در حالت مذاب رسانای برق است در حالی که $SnCl_4$ ، بلورهای نرمی دارد که در $2^{\circ}C/3^{\circ}$ ذوب شده و به حالت مایع، نارساناست. ویژگی‌های $SnCl_4$ شباهت بسیاری به مواد مولکولی دارد.

چرخه بورن — هابر، قانون هیس برای برآورد آنتالپی فروپاشی شبکه

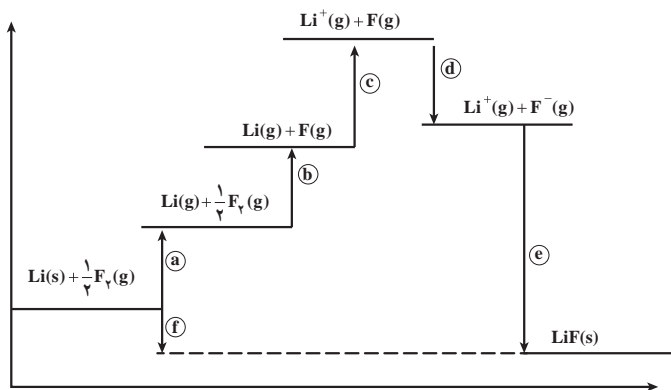
شبکه بلوری لیتیم فلوئورید را در نظر بگیرید؛ با صرف گرما در فشار ثابت می‌توان یک مول از آن را به یون‌های گازی سازنده و جدا از هم تبدیل کرد.



در واکنش‌هایی از این دست، Q_p هم‌ارز با آنتالپی فروپاشی شبکه یونی است که می‌توان این کمیت را با استفاده از آنتالپی واکنش‌های معلوم و به کمک قانون هس به دست آورد با این فرض که یون‌ها در شبکه بلوری

گوی‌های سخت (بدون تغییر شکل ابرالکترونی) و باردار بوده که تنها نیروهای الکتروستاتیکی به یکدیگر وارد نموده و پیوندها همگی ۱۰۰٪ یونی هستند.

شکل ۲۵ نمودار، چرخه بورن – هابر را برای تشکیل شبکه بلوری لیتیم فلوئورید نشان می‌دهد.



شکل ۲۵- نمودار چرخه بورن – هابر برای تشکیل LiF(s)

a : فرازش فلز لیتیم $\text{Li(s)} \rightarrow \text{Li(g)}, \Delta H_{\text{sub}} = 161 \text{ kJmol}^{-1}$

b : نصف آنتالپی پیوند $\frac{1}{4} \text{F}_2(\text{g}) \rightarrow \text{F(g)}, \frac{1}{4} \Delta H(\text{F-F}) = 78 \text{ kJmol}^{-1}$

c : آنتالپی یونش برای Li(g) $\text{Li(g)} \rightarrow \text{Li}^+(\text{g}) + e, \Delta H (\text{یونش}) = 513 \text{ kJmol}^{-1}$

d : آنتالپی الکترونخواهی برای F(g) $\text{F(g)} + e \rightarrow \text{F}^-(\text{g}), \Delta H (\text{EA}) = -328 \text{ kJmol}^{-1}$

e : آنتالپی شبکه یونی $\text{Li}^+(\text{g}) + \text{F}^-(\text{g}) \rightarrow \text{LiF(s)}, \Delta H (\text{شبکه}) = ?$

f : آنتالپی تشکیل لیتیم فلوئورید $\text{Li(s)} + \frac{1}{4} \text{F}_2(\text{g}) \rightarrow \text{LiF(s)}, \Delta H_f = -617 \text{ kJmol}^{-1}$

$$\Delta H_f = \Delta H_{\text{sub}} + \frac{1}{4} \Delta H(\text{F-F}) + \Delta H (\text{یونش}) + \Delta H(\text{EA}) + \Delta H (\text{شبکه})$$

$$\Delta H (\text{شبکه}) = -1041 \text{ kJmol}^{-1}$$

براساس این محاسبه آنتالپی فروپاشی شبکه بلوری لیتیم فلوئورید برابر است :

$$\Delta H (\text{فروپاشی}) \rightarrow -\Delta H (\text{شبکه}) = +1041 \text{ kJmol}^{-1}$$

آنتالپی فروپاشی شبکه LiF(s) که از داده‌های تجربی به دست آمده، 1037 kJmol^{-1} است. البته هرچه اندازه یون‌ها و بار الکتریکی آنها بیشتر شود، تفاوت آنتالپی فروپاشی شبکه از چرخه بورن – هابر و داده‌های تجربی بیشتر خواهد شد.

توجه کنید که این تفاوت برای نمک‌های حاوی کاتیون $3+$ و نیز نمک‌های حاوی آنیون $3-$ بیشتر خواهد بود، زیرا کاتیون‌های $3+$ در شبکه بلوری خصلت یونی کمتری در پیوندها داشته و آنیون‌های $3-$ ، دچار تغییر شکل ابرالکترونی و واپیچش خواهند شد.

فلزها

از صفحه ۸۱ تا ۸۶

واحد
یادگیری ۶

پیامدهای یادگیری (اهداف شایستگی محور)

- ۱ دانش‌آموزان در پایان این واحد یادگیری قادر خواهند بود :
مدل دریای الکترونی را توضیح دهند و برای توصیف برخی رفتارهای فیزیکی فلزها از آن بهره گیرند.
- ۲ برهم‌کش نور مرئی با اجسام و چشم بیننده را توضیح دهند.
- ۳ درباره اهمیت فلزها در زندگی به‌ویژه تیتانیوم در دنیای امروز گزارشی ارائه دهند.

پرسش‌های اساسی

- ۱ اساس مدل دریای الکترونی چیست؟
- ۲ رسانایی الکتریکی و شکل‌پذیری فلزها براساس مدل دریای الکترونی چگونه رخ می‌دهد؟
- ۳ چرا بسیاری از مواد و اجسام رنگی دیده می‌شوند؟

بردانش خود بیفزایید

انسان از دیرباز گفتنی‌های خود را با نقاشی بیان نموده و در این راستا از رنگ‌دانه‌های گوناگونی استفاده می‌کرد. از جمله این رنگ‌دانه‌ها، مواد معدنی حاوی کاتیون‌های دسته d است. فلزهای دسته d (گروه ۳ تا ۱۲ جدول دوره‌ای) چه به شکل خالص و چه به شکل آلیاژ کاربردهای گسترده‌ای دارند (شکل ۲۶).



شکل ۲۶- برخی کاربردهای فلز واسطه

اغلب فلزهای واسطه در طبیعت به شکل ترکیب (کانی) یافت می‌شوند که استخراج آنها اهمیت ویژه‌ای دارد (جدول ۵).

جدول ۵— متالورژی برخی فلزهای واسطه

فلز	کانی	روش جداسازی	حد واسطه	عامل کاهش (کاهنده)
Ti	TiO _۲	کلردار کردن	TiCl _۴	Mg
Cr	FeCr _۲ O _۴	برشته کردن	Cr _۲ O _۳	Al
Mn	MnO _۲		Mn _۲ O _۳	Al
Fe	Fe _۲ O _۳	تشکیل سرباره	(a)	C
Co	CoAsS	برشته کردن	CoO	C
Ni	Ni _۳ S _۸	کمپلکس کردن	Ni(CO) _۴	H _۲
Cu	CuFeS _۲	کانه شویی	Cl ^{۲+} (b)	
Zn	ZnS	برشته کردن	ZnO	C
Mo	MoS _۲	برشته کردن	MoO _۳	H _۲
W	CaWO _۴	کانه شویی	WO _۴ ^{۲-} , WO _۳	H _۲
Au	Au	کانه شویی	[Au(CN _۲) ⁻]	Zn
Hg	HgS	برشته کردن	(c)	S ^{۲-}

(آ) کلسیم سیلیکات به صورت ناخالص تشکیل می‌شود.

(ب) یون سولفات به صورت ناخالص تشکیل می‌شود.

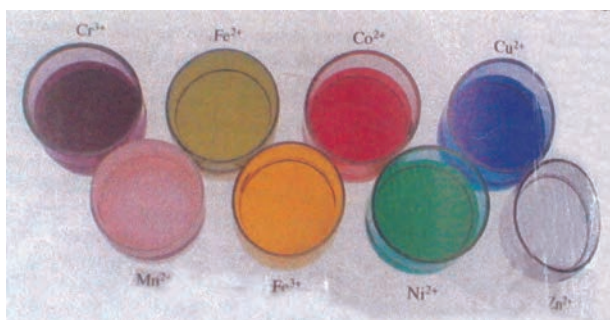
(پ) گاز گوگرد دی‌اکسید به صورت ناخالص تشکیل می‌شود.

از ویژگی‌های بارز فلزهای ۳d می‌توان به تنوع اعداد اکسایش آنها در ترکیب گوناگون اشاره کرد که سبب ایجاد ترکیب‌های رنگی می‌شود (جدول ۶).

جدول ۶— تنوع اعداد اکسایش در عنصرهای ۳d

Zn	Cu	Ni	Co	Fe	Mn	Cr	V	Ti	Sc
(+۱)	+۱	(+۱)	(+۱)		(+۱)	(+۱)	(+۱)		
+۲	+۲	+۲	+۲	+۲	+۲	+۲	(+۲)	+۲	
	(+۳)	+۳	+۳	+۳	(+۳)	+۳	+۳	+۳	+۳
		(+۴)	(+۴)	(+۴)	+۴	(+۴)	+۴	+۴	
				(+۵)	(+۵)	(+۵)	+۵		
				(+۶)	(+۶)	+۶			
					+۷				

مطابق این جدول، به جز اسکاندیم و روی که تنها یک عدد اکسایش در ترکیب‌های خود دارند، دیگر عنصرها بیش از یک نوع عدد اکسایش را در ترکیب‌ها نشان می‌دهد. تنها عدد اکسایش $+۱$ مربوط به Cu^+ بوده و رایج‌ترین عدد اکسایش، $+۲$ است. تنوع عدد اکسایش می‌تواند تنوع رنگ را برای محلول آبی نمک‌های آنها به همراه داشته باشد (شکل ۲۷).



شکل ۲۷- رنگ محلول آبی برخی نمک‌های عناصر ۳d

اگر عدد اکسایش یون واسطه ۳d برابر با $+۳$ یا بیشتر باشد، این یون‌ها آبکافت شده به‌طوری که آنیون‌های اکسیژن‌دار پدید می‌آورند (شکل ۲۸- آ) به‌طوری که برای این یون‌ها با عدد اکسایش $+۵$ ، $+۶$ و $+۷$ آنیون‌های متنوعی وجود دارند که به‌عنوان اکسنده در واکنش‌ها به‌کار می‌روند (شکل ۲۸- ب).



(ب)



(آ)

شکل ۲۸- (آ) تنوع رنگ برای منگنز با اعداد اکسایش گوناگون

(ب) محلول آبی برخی نمک‌های پتاسیم با آنیون‌های اکسیژن‌دار فلزهای واسطه

آلیاژ هوشمند

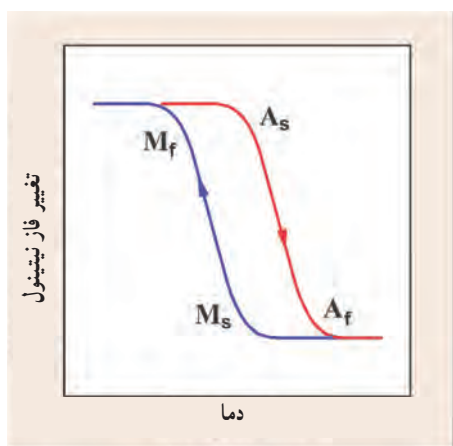
آلیاژها رفتار ویژه‌ای دارند و گاهی رفتار آنها هوشمندانه به‌نظر می‌رسد. برای نمونه آلیاژهایی تهیه شده‌اند که اگر گرم شوند یا در فشار قرار گیرند می‌توانند دوباره به حالت آغازی بازگردند. این ویژگی سبب شد که آنها را هوشمند بخوانند. از این آلیاژها در تهیه قاب عینک و چارچوب ارتودنسی استفاده می‌کنند.

از پیش می‌دانید که فرایند ذوب در دما و فشار معینی رخ می‌دهد و در آن یک ماده از حالت جامد به مایع تبدیل می‌شود، به همین علت گفته می‌شود که در فرایند ذوب تغییر فاز برای ماده رخ داده است. این در حالی است که تغییر فاز می‌تواند در حالت جامد هم رخ بدهد به شرط آنکه ماده جامد دارای فازهای گوناگونی باشد. حال اگر ماده جامد بتواند دو فاز اختیار کند می‌توان با تغییر شرایط آنها را به یکدیگر تبدیل کرد به طوری که ساختار بلوری جدید به خود بگیرد.

آلیاژی از نیکل و تیتانیم به نام نیتینول وجود دارد که حاوی مقدار برابری از این دو فلز است که می‌تواند براساس شرایط دو فاز داشته باشد (شکل ۲۹).



شکل ۲۹- فازهای نیتینول



شکل ۳۰- نمودار تغییر فاز برحسب دما برای نیتینول

نیتینول پس از تهیه در فاز آستینیت است و هنگامی که به دمای پایین و معینی می‌رسد، فاز مارتنسیت به خود می‌گیرد. در این فازها ساختار به‌گونه‌ای است که گویی اتم نیکل در مرکز مکعبی از اتم‌های تیتانیم و نیز اتم تیتانیم در مرکز مکعبی از اتم‌های نیکل جای دارد. برای تبدیل این فازها به یکدیگر باید به نمودار روبه‌رو توجه کنید.

نمودار صفحه قبل نشان می‌دهد هنگامی که مفتولی از نیتینول (آستینت) در اختیار دارید (a)، پس از گرم شدن دمای آن بالا می‌رود (b)، هنگامی که دمای این مفتول کاهش می‌یابد با گذر دمای انتقال به مارتنسیت تغییر فاز می‌دهد (c)، با کاهش بیشتر دما تغییری در شکل ظاهری آن دیده نمی‌شود (d). اگر در این حالت تحت فشار قرار گیرد و خمیده شود (e)، توانایی دارد تا با این فشار و تغییر دما به شکل آغازی بازگردد (f). در تبدیل این دو فاز به یکدیگر می‌توان گفت با جابه‌جایی اتم‌های نیکل و تیتانیم، تغییر فاز اتم‌ها طوری جابه‌جا شده که همانند لولای در عمل می‌کنند و می‌توانند دوباره به حالت آغازی بازگردند. امروزه از این آلایژ در ساخت آستینت برای رنگ‌ها و نیز بالن برای بازکردن رگ‌های خونی مسدود شده نیز استفاده می‌شود.

پاسخ پرسش‌های درون فصل

خود را بیازمایید صفحه ۶۷

۱
آ

فرمول شیمیایی	SiO _۲	Al _۲ O _۳	H _۲ O	Na _۲ O	Fe _۲ O _۳	MgO	Au و ...
نام	سیلیس، سیلیسیم دی‌اکسید	آلومینیم اکسید	آب	سدیم اکسید	آهن (III) اکسید	منیزیم اکسید	طلا و ...

(ب) Fe_۲O_۳

(پ) آب، زیرا ساختار یونی نداشته و برهم‌کنش آن با دیگر ذره‌ها ضعیف‌تر بوده و آسان‌تر جدا می‌شود.

۲ طلا (و دیگر فلزها) همانند (پ)، آب شکل (ب) و اکسید فلزها (به دلیل وجود کاتیون و آنیون) همانند شکل (آ).

با هم ببیندیشیم صفحه ۶۸

۱ CO_۲ (آ) (ب) SiO_۲

۲ SiO_۲ (آ)، زیرا وجود و گستردگی پیوندهای اشتراکی در سرتاسر ساختار آن، ایجاد خراش (جابه‌جایی) یا جدا کردن اتم از سطح آن بسیار دشوار است.

(ب) CO_۲، در ساختار آن میان مولکول‌های مجزا برهم‌کنش‌های وان در والس وجود دارد که از پیوندهای اشتراکی ضعیف‌تر بوده و با صرف انرژی کمتری می‌توان مولکول‌ها را از یکدیگر دور کرد.

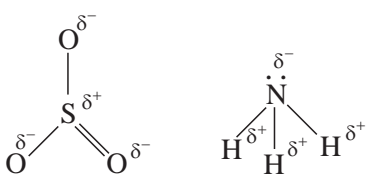
خود را بیازمایید صفحه ۶۹

- ۱ آ (۲) چیش دو بعدی (۱) چیش سه بعدی اتم‌ها را نشان می‌دهد.
 (ب) ساختار (۲) زیرا ساختار لایه‌ای دارد و بین لایه‌ها نیروهای ضعیفی وجود دارد که هنگام نوشتن لایه‌هایی از آن جدا و بر سطح کاغذ می‌نشینند.
 (ب) الماس جامد کوالانسی سه بعدی است که در سرتا سر ساختار آن اتم‌های کربن با پیوند اشتراکی به هم متصل‌اند. این ساختار، سخت و برای برش شیشه مناسب است.
 ۲ آ) سیلیسیم همانند الماس یک جامد کوالانسی سه بعدی است با این تفاوت که طول پیوند Si-Si از C-C در الماس بلندتر و میانگین آنتالپی آن کمتر است، از این رو هنگام ایجاد خراش در سطح آن، اتم‌ها آسان‌تر جابه‌جا یا جدا می‌شوند.
 (ب) سیلیس و سیلیسیم هر دو جامد کوالانسی سه بعدی هستند. اما پیوندهای قوی‌تر Si-O در ساختار سیلیس سبب می‌شود که این ماده پایداری بیشتری از سیلیسیم داشته باشد و در طبیعت به میزان بیشتری یافت شود.

خود را بیازمایید صفحه ۷۲

- | | | |
|----------|---------------|--------|
| کوالانسی | همه | بالایی |
| مولکولی | شمار معینی از | پایینی |
- ۱ آ
- ۲ متن پرسش نشان می‌دهد که برای توصیف مواد مولکولی از واژه‌های رایج فرمول مولکولی و نیروهای بین مولکولی بهره برد، از این رو موادی مانند HF(g) ، $\text{Cl}_2(\text{g})$ و $\text{C}_6\text{H}_{12}(\text{l})$ با این واژه‌ها توصیف می‌شوند.

خود را بیازمایید صفحه ۷۴

- ۱ اتین زیرا توزیع بار الکتریکی پیرامون اتم مرکزی آن برخلاف کربونیل سولفید متقارن است.
 ۲ آ)
- 
- (ب) NH_3 قطبی است زیرا توزیع بار الکتریکی پیرامون اتم مرکزی آن متقارن نیست.

- ۳ در کلروفرم تقارن توزیع بارهای الکتریکی وجود ندارد (شکل حاشیه) از این رو دارای مولکول‌های قطبی است و باید باریکه این مایع در میدان الکتریکی منحرف شود، در حالی که در ساختار کربن تتراکلرید توزیع بار الکتریکی متقارن بوده و گشتاور دوقطبی آن صفر است.

باهم بیندیشیم صفحه ۷۶

- ۱ آینه‌ها (ب) شاره A (پ) بخار داغ
- ۲ N_2 ، زیرا تفاوت نقطه ذوب و جوش آن کمتر است.
- ب) $NaCl$ ، زیرا تفاوت نقطه ذوب و جوش آن بیشتر بوده و در گستره دمایی بیشتری به حالت مایع است.
- ۳ بیشتر، قوی‌تر

باهم بیندیشیم صفحه ۷۸

- ۱ در شبکه بلوری ترکیب‌های یونی، آرایش یون‌ها در سرتاسر شبکه از یک الگوی تکراری پیروی می‌کند. هر کاتیون و آنیون عدد کوئوردیناسیون معینی دارد به طوری که در ساختار آنها مولکول‌های مجزا وجود ندارد.
- ۲ در همه گروه‌های عناصر اصلی، شعاع اتمی و یون پایدار آنها از بالا به پایین افزایش می‌یابد. در عناصر هم دوره هرچه بار الکتریکی کاتیون بیشتر باشد، شعاع آن کوچک‌تر و هرچه بار الکتریکی آنیون بیشتر باشد، شعاع آن بزرگ‌تر است.

۳

کاتیون	شعاع (pm)	نسبت بار به شعاع	آنیون	شعاع (pm)	نسبت بار به شعاع
Na^+	۹۷	$۱/۰۳ \times ۱۰^{-۲}$	F^-	۱۳۳	$۷/۵ \times ۱۰^{-۲}$
K^+	۱۳۳/۵	$۷/۵ \times ۱۰^{-۲}$	Cl^-	۱۸۱	$۵/۵۲ \times ۱۰^{-۲}$
Mg^{2+}	۶۶	$۳/۰۳ \times ۱۰^{-۲}$	O^{2-}	۱۴۰	$۱/۴ \times ۱۰^{-۲}$
Ca^{2+}	۹۹	$۲/۰۲ \times ۱۰^{-۲}$	S^{2-}	۱۸۴	$۱/۰۹ \times ۱۰^{-۲}$

- آ) K^+ کمتر و Mg^{2+} بیشتر
- ب) Cl^- کمتر و O^{2-} بیشتر
- پ) نیروی جاذبه میان Mg^{2+} با O^{2-} از همه بیشتر خواهد بود، زیرا چگالی بار آنها بیشتر است.
- ت) نیروی میان K^+ با Cl^- از همه کمتر خواهد بود زیرا چگالی بار آنها کمتر است.

پاسخ تمرین‌های دوره‌ای

خود را بیازمایید صفحه ۸۰

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

(آ) آنتالپی فروپاشی، گرمای $\frac{\text{آزاد}}{\text{مصرف}}$ شده در فشار ثابت برای فروپاشی یک $\frac{\text{مول}}{\text{گرم}}$ از شبکه یونی و تبدیل آن به $\frac{\text{اتم‌های}}{\text{یون‌های}}$ گازی سازنده است.

(ب) هرچه $\frac{\text{بزرگ}}{\text{چگالی بار}}$ یون‌های سازنده یک جامد یونی کمتر باشد، شبکه آن $\frac{\text{آسان‌تر}}{\text{دشووارتر}}$ فروپاشیده می‌شود.

۲ $717 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ زیرا با توجه به داده‌های موجود در متن درس، آنتالپی فروپاشی شبکه KCl(s) از KBr(s) (چگالی بار Cl^- از Br^-) بیشتر و از NaCl (چگالی بار K^+ از Na^+) کمتر است.

۳ (آ) هر چه شعاع کاتیون افزایش می‌یابد، از چگالی بار و استحکام شبکه بلور کاسته شده از این رو آنتالپی فروپاشی کاهش می‌یابد.

(ب) هر چه شعاع آنیون افزایش می‌یابد، از چگالی بار و استحکام شبکه بلور کاسته شده از این رو آنتالپی فروپاشی کاهش می‌یابد.

۴ (آ) مقایسه NaF با MgF_2 اثر بار کاتیون را در افزایش آنتالپی فروپاشی شبکه نشان می‌دهد در حالی که مقایسه Na_2O و MgO اثر افزایش بار آنیون را در آنتالپی فروپاشی شبکه نشان می‌دهد.

(ب) بله اغلب ترکیب‌های یونی که دارای آنتالپی فروپاشی شبکه بزرگ‌تری هستند، نقطه ذوب بالاتری دارند.

با هم بیندیشیم صفحه ۸۲

۱ (آ) الکترون‌های ظرفیت، زیرا در فاصله‌های دورتری از هسته هستند و نیروی جاذبه هسته را کمتر احساس می‌کنند.

(ب) آزادانه جابه‌جا شدن الکترون‌های ظرفیت در سرتاسر شبکه بلوری.

(پ) دریای الکترونی فلزها، سیالی با بار الکتریکی منفی است که با جابه‌جایی آزادانه و یکنواخت میان یون‌های شبکه، نیروی یکنواختی به کاتیون‌ها اعمال کرده و آرایش الکترونی آنها را حفظ می‌کند.

۲ آ) (۱) خاصیت چکش خواری یا شکل‌پذیری و (۲) رسانایی الکتریکی فلزها.
 ب) هنگامی که ضربه‌ای به فلز وارد می‌شود، لایه یا لایه‌هایی از کاتیون‌ها در شبکه جا به جا شده و در این تغییر شکل، دریای الکترونی جاذبه میان لایه‌ها را حفظ می‌کند.
 همچنین با ورود الکترون‌ها (Ne^-) از یک سو و خروج همان تعداد از الکترون‌ها و هم‌زمان از سوی دیگر، رسانایی الکتریکی را نشان می‌دهد و این ویژگی به دلیل حرکت آزادانه و یکنواخت دریای الکترونی است.

خود را بیازمایید صفحه ۸۴

$\text{V: [Ar] } 3d^3 4s^2$ (آ)
 ب) واندیم (II) $\text{V}^{2+}: [\text{Ar}] 3d^3$ واندیم (III) $\text{V}^{3+}: [\text{Ar}] 3d^2$
 ب) با توجه به اینکه شمار الکترون‌های ظرفیت در یون‌ها متفاوت است پس باید رفتار آنها نیز متفاوت باشد، یکی از این تفاوت‌ها در رفتار، رنگ محلول نمک آنها است.
 ت) نقش اکسندۀ را دارد زیرا اتم‌های روی با از دست دادن الکترون به $\text{Zn}^{2+}(\text{aq})$ تبدیل می‌شود (کاهندۀ).
 در حالی که واندیم (V) به ترتیب با به دست آوردن الکترون به واندیم (IV)، واندیم (III) و واندیم (II) کاهش می‌یابد (اکسندۀ).

باهم بیندیشیم صفحه ۸۵

آ) تیتانیم به دلیل دمای ذوب بالا، چگالی کم و مقاومت در برابر سایش در ساخت موتور جت به کار می‌رود.
 ب) تیتانیم فلزی با چگالی کمتر بوده که در برابر خوردگی و واکنش با ذره‌های موجود در آب دریا مقاوم است.
 پ) زیبایی، درخشش، شکل‌پذیری مناسب، چگالی کم و مقاومت در برابر خوردگی از جمله ویژگی‌های بارز تیتانیم است که در ساختار بناهای هنرمندانه به کار می‌رود.

پاسخ تمرین‌های دوره‌ای

۱ آ) ۱۵، ۱۶، ۱۷ و ۱۸ ب) ۱۴ پ) d

۲ آ) جامدهای کوالانسی زیرا ماده‌ای سخت است که به‌عنوان سنباده به کار می‌رود.
 ب) چون طول پیوند Si-C در سیلیسیم کربید از C-C در الماس بیشتر و از Si-Si در سیلیسیم کمتر است پس میانگین آنتالپی پیوند میان این دو ماده خواهد بود از این رو سختی آن از الماس کمتر اما از سیلیسیم بیشتر است.

۳ آ) ترکیب‌های یونی در حالت جامد رسانای الکتریسیته نیست زیرا در این حالت یون‌ها حرکت انتقالی ندارند و جابه‌جا نمی‌شوند، اما در حالت مذاب یا محلول در آب به دلیل جابه‌جایی یون‌ها به سوی قطب‌های ناهمنام رسانایی انجام می‌شود.

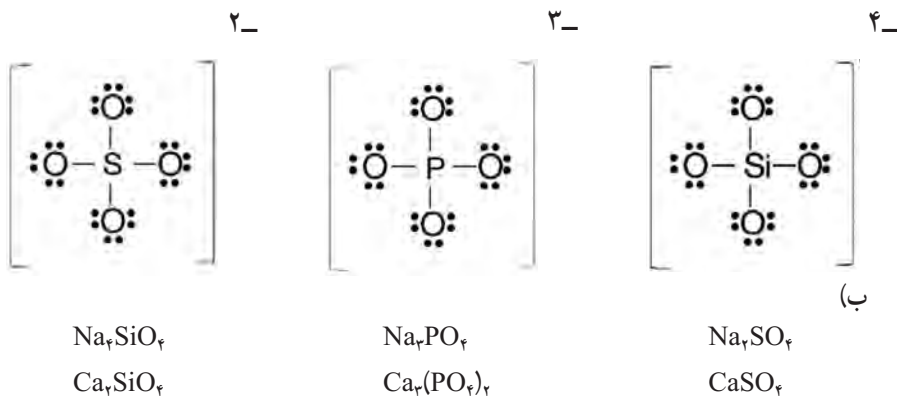
ب) هنگامی که به جامدهای یونی، ضربه‌ای در راستای معین وارد می‌شود با جابه‌جایی لایه یا لایه‌هایی از یون‌ها و قرار گرفتن یون‌های همنام مقابل یکدیگر، نیروهای دافعه آشکاری پدید می‌آید که سبب جدا شدن لایه‌ها از هم می‌شود.

۴ آ) جامدهای کوالانسی به‌طور عمده از عنصرهای گروه ۱۴ ساخته شده‌اند (الماس (C)، سیلیسیم (Si)، سیلیسیم کربید (SiC) و...) از این‌رو شمار محدودی دارند. در حالی که ترکیب‌های مولکولی نوع و تعداد اتم‌های سازنده و همچنین تنوع شیوه اتصال آنها به هم بسیار بیشتر است، برای نمونه اغلب مواد آلی ترکیب‌های مولکولی هستند.

ب) مواد یونی و مواد کوالانسی در دما و فشار اتاق، ترکیب‌هایی جامد هستند به همین دلیل ترکیب‌هایی که در دما و فشار اتاق به حالت مایع هستند، حتماً مواد مولکولی خواهند بود.

ب) در دوره چهارم، پتاسیم یک فلز قلیایی با یک الکترون ظرفیت، کلسیم یک فلز قلیایی خاکی با دو الکترون ظرفیت و تیتانیم فلزی واسطه با چهار الکترون ظرفیت است. واکنش‌پذیری در فلزها به سهولت تشکیل کاتیون وابسته است.

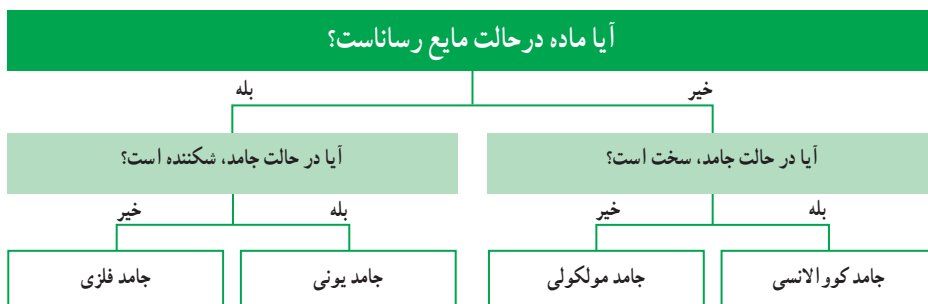
۵ آ)



ب)

۶ آ) پروپان، زیرا توزیع بارهای الکتریکی در آن متقارن است.
 ب) دی متیل اتر، به دلیل قطبی بودن مولکول‌ها، نیروهای جاذبه قوی‌تری میان آنها برقرار شده و آسان‌تر مایع می‌شوند.

۷



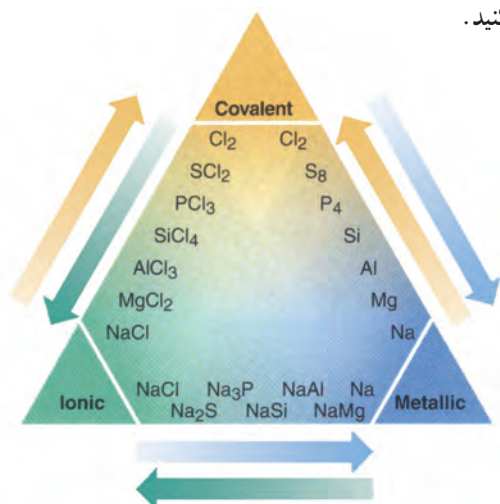
خودارزیابی

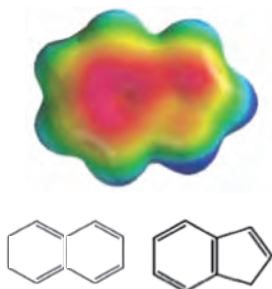
۱ اگر جامد سفیدرنگ و نامحلول در آب در دمای 300°C فرازش یابد و در حالت جامد رسانای برق نباشد، کدام ماده زیر را انتخاب می‌کنید؟ توضیح دهید.



۲ توضیح دهید چرا اتم سیلیسیم برخلاف کربن در ترکیب‌های خود پیوندهای دوگانه و سه‌گانه تشکیل نمی‌دهد؟

۳ شکل زیر را تفسیر کنید.

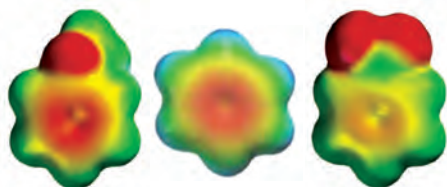




۴ نفتالن و آزلن دو هیدروکربن با فرمول مولکولی $C_{10}H_8$ با نقشه‌های پتانسیل الکتروستاتیکی روبه‌رو هستند.

آ) پیش‌بینی کنید دمای ذوب کدام یک بالاتر است؟ چرا؟

ب) در شرایط یکسان انحلال‌پذیری کدام یک در هگزان بیشتر است؟



تولون

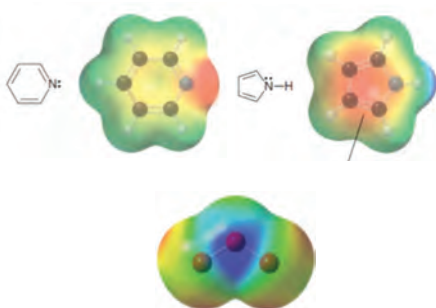
بنزن

تری‌فلوئور و متیل بنزن

۵ با توجه به نقشه‌های پتانسیل الکتروستاتیکی زیر به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

آ) آیا گروه $-CF_3$ ، کشنده الکترون است؟ چرا؟
ب) گشتاور دو قطبی کدام ماده به صفر نزدیک‌تر است؟ چرا؟

ب) بوازین (B_7N_7) ساختاری شبیه بنزن دارد، با رسم ساختار آن پیش‌بینی کنید نقشه پتانسیل آن، چه تفاوت‌هایی با بنزن دارد؟

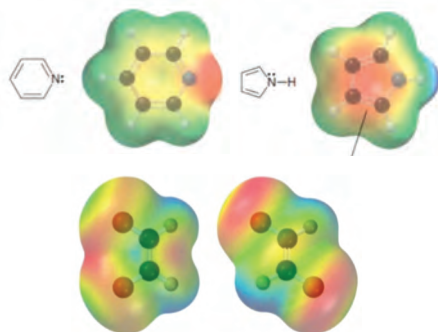
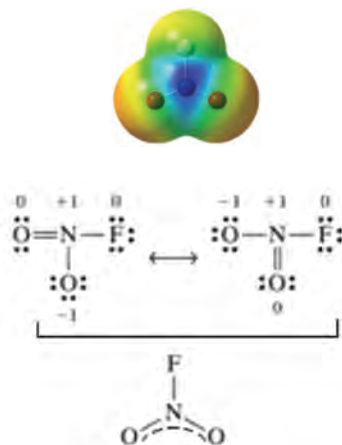


۶ با توجه به نقشه‌های پتانسیل الکتروستاتیکی روبه‌رو به پرسش‌ها پاسخ دهید.

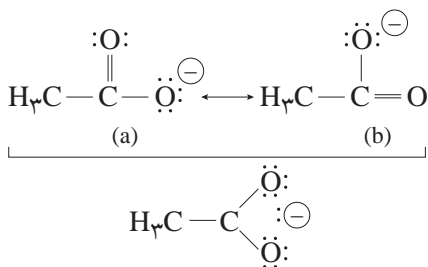
آ) پیش‌بینی کنید در کدام ماده، اتم N چرا؟ خصلت بازی بیشتری از خود نشان می‌دهد؟

ب) آیا توجیه قطبیت مولکول‌های CO و O_2 با توجه به الکترونگاتیوی اتم‌های سازنده آنها امکان‌پذیر است؟ توضیح دهید.

۷ در هر مورد مشخص کنید گشتاور دوقطبی کدام یک بزرگ‌تر است؟



۸ در هر مورد مشخص کنید نقشه پتانسیل با کدام ساختار همخوانی دارد؟
(آ) یون استات



۹ اگر آنتالپی فروپاشی شبکه از رابطه $\frac{1/\gamma \times 10^5 |Z+Z_1|}{r_+ + r_-}$ برحسب ژول برآورد شود، این کمیت را برای MgF_2 و K_2O برآورد و مقایسه کنید.

γ : شمار یون‌ها در فرمول شیمیایی،
 Z و Z^- : بار الکتریکی کاتیون و آنیون
 r_+ و r_- : شعاع کاتیون و آنیون

$$r(\text{F}^-) = 133, r(\text{O}^{2-}) = 140, r(\text{K}^+) = 138, r(\text{Mg}^{2+}) = 72 \text{ pm}$$

۱۰ پوست پرتقال و محلول آبی پتاسیم دی‌کرومات هر دو به رنگ نارنجی دیده می‌شوند، سازوکار دیده‌شدن رنگ نارنجی برای این دو نمونه را توضیح دهید.

- ۱ اصول شیمی عمومی، مارتین سیلبربرگ، ترجمه: دکتر مجید میرمحمدصادقی – دکتر غلامعباس پارساfer – دکتر محمدرضا سعیدی، انتشارات نوپردازان، سال ۱۳۹۴.
- ۲ شیمی عمومی، بروس ادوارد برستن، تئودور لسللی براون، هرولد یوجین لی می جونیر، ترجمه: محمد محمودی هاشمی، علی عزآبادی، انتشارات دانشگاه صنعتی شریف، سال ۱۳۹۵.
- ۳ شیمی عمومی، چارلز مورتیمر، ترجمه: عیسی یآوری، انتشارات دانشگاهی، سال ۱۳۹۵.
- ۴ Silberberg, M. S. , Principles of General Chemistry , Mc GrawHill, 2007.
- ۵ Reger, D. L. ,Goode, S. R. Ball, D.W., Chemistry, Brooks/Cole, 2010.
- ۶ Kotz, John C. ; Treichel, Paul M.; Weaver, Gabriela C., Chemistry & Chemical Reactivity, 2006,Thomson - Brooks/Cole.
- ۷ Ebbing, Darrell D.; Gammon, Steven D., General Chemistry, 2009, Brooks/Cole.
- ۸ Tro, Nivaldo J., Principles of Chemistry, A Molecular Approach, 2010, Pearson.
- ۹ Russo, S.; Silver, M., Introductory Chemistry, 2011, Prentice Hall.
- ۱۰ Phillips, J.S.; Strozak, V.S.; Wistrom, C.; Zike, D. Chemistry, Concepts and Applications, 2009, Glencoe McGraw- will.
- ۱۱ Gilbert, T.R.; kirss, R.V., Foster, N.; Davies, Chemistry, the science context, 2009, W.W. Norton & Company.
- ۱۲ Middlecamp Catherine H. [et al.] Chemistry In Context: Applying Chemistry To Society, 2012.
- ۱۳ Seager Spencer L., Slabaugh Micheal R., Chemistry for Today General, Organic, and Biochemistry, 2014.
- ۱۴ Tro Nivaldi J., Chemistry in Focus, A Molecular View of Our World, 2009
- ۱۵ Chang Raymond, Chemistry. 2010
- ۱۶ Burdge,J.; Overby, J., Chemistry (atom first), Mc Graw Hill, 2018
- ۱۷ Zamdahl, S.S.; Zumdahl, S.A.; DeDoste, D.J., Chemistry, CENGAGE Learning, 2018
- ۱۸ NCNurry, J.E.; FAY R.C, General Chemistry, Pearson,2014.
- ۱۹ Smith, J,G., Principles of General, Organic & Biological Chemistry, Mc Graw Itill, 2012.
- ۲۰ Chastko, A.; Goldie, J.; Mustoe, F.; Phillips, I., Searle, S., Inquiry into Chemistry, Mc Graw Itill, 2007.



معلّمان محترم و صاحب نظران گرامی می‌توانند نظر اصلاحی خود را درباره مطالب این کتاب از

طریق نامه به نشانی تهران - صندوق پستی ۴۸۷۴/۵۸۷۵ - گروه درسی مربوط و یا پیام‌نگار (Email)

talif@talif.sch.ir ارسال نمایند.

دفتر تالیف کتاب های درسی عمومی و متوسطه نظری

