شیمی جلوه ای از هنر، زیبایی و ماندگاری

مواد با توجه به ذره های تشکیل دهندهٔ خود و ساختارشان، دارای ویژگی های فیزیکی و شیمیایی متفاوتی هستند. به طوری که می توان گفت ساختار هر ماده، تعیین کنندهٔ خواص و رفتار آن است

ا نواع مواد *(درحالت جامد)*

مواد را با توجه به نوع ذره های تشکیل دهندهٔ آنها و ساختارشان، می توان در چهار دسته کلی تقسیم بندی کرد:

۱ **جامدهای کووالانسی :** واحدهای سازنده آنها اتم ها هستند. مانند گرافیت ($C_{(s,\text{گرافیت})}$)، الماس ($C_{(s,\text{الماس})}$) ، سیلیسیم ($Si_{(s)}$) ، سیلیس ($SiO_{۲(s)}$) سیلیسیم کربید ($SiC_{(s)}$)

هر جامد کووالانسی مجموعه ای از شمار بسیار زیادی از اتم ها است که با پیوندهای اشتراکی به یکدیگر متصل شده اند. شبکهٔ بسیار بزرگی از اتم ها که ساختاری به هم پیوسته و غول آسا پدید می آورند. ساختاری که دلیل 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 می خوانند.
یافته های تجربی نشان می دهد که عنصرهای اصلی سازندهٔ جامدهای کووالانسی در طبیعت، کربن و سیلیسیم هستند. *(عناصری از گروه ۱۴ جدول تناوبی)*. دو عنصری که از آنها تا کنون یون تک اتمی در هیچ ترکیبی شناخته نشده است. زیرا دو اتم کربن و سیلیسیم با تشکیل پیوندهای اشتراکی به آرایش الکترونی هشت تایی می رسند.

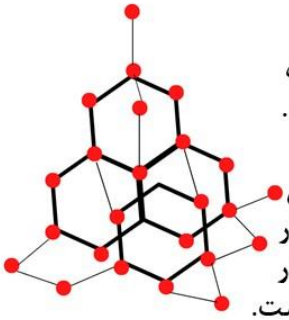
تعریف شبکه بلور : *واژهٔ شبکه بلوری برای توصیف آرایش سه بعدی و منظم اتم ها، مولکول ها و یون ها در حالت جامد به کار می رود.*

ویژگیهای عمومی جامدهای کووالانسی :

- شبکه ای غول آسا از اتم ها هستند و واحدهای مجزا به نام مولکول ندارند.
- موادی سخت هستند و به سختی خراشیده می شوند. به دلیل وجود پیوندهای محکم و قدرتمند کووالانسی در ساختار این مواد که شکستن آنها به سادگی امکان پذیر نیست و همچنین با توجه به شبکهٔ بلور آنها، این مواد از سختی و استحکام بالایی برخوردار هستند. (به استثناء گرافیت که جامدی نرم به شمار می آید.)
- نقطهٔ ذوب و جوش بالایی دارند و برای ذوب کردن این مواد باید بر پیوندهای کووالانسی بین اتم های سازنده این مواد غلبه کنیم و شکستن پیوندهای مستحکم کووالانسی در آنها نیازمند دماهای بسیار بالا است. با توجه به این مطلب و همچنین شبکهٔ بلوری جامد مورد نظر، جامدهای کووالانسی دارای نقطهٔ ذوب و جوش بالایی هستند.

- گستره دمایی مایع یا تفاوت بین نقطه ذوب و جوش در آنها کم است.
- به طور کلی رسانای جریان برق نیستند(به استثناء گرافیت که رسانای خوب جریان برق است و سیلیسیم که شبه فلز و نیمه رسانا است) زیرا ذرات سازندهٔ آنها اتم های خنثی هستند و فاقد ذرات باردار در ساختار خود می باشند.

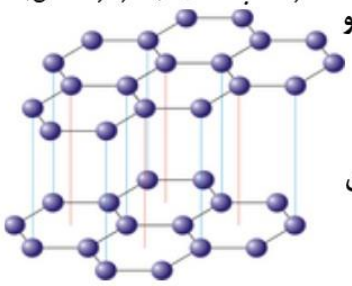
C (الماس، s)



الماس از جمله دگرشکل های طبیعی کربن است و جامدی کووالانسی به شمار می آید. این ماده بسیار زیبا دارای ساختاری به هم پیوسته و شبکه ای غول آسا با چینش سه بعدی از اتم هاست. در ساختار آن هر اتم کربن با چهار پیوند کووالانسی به چهار اتم کربن دیگر متصل است. به دلیل وجود شبکه ای غول آسا و به هم پیوسته از اتم ها که با پیوندهای مستحکم کووالانسی به هم متصل اند، الماس دارای سختی بالایی است و به همین دلیل از آن در ساخت مته ها و ابزار برش شیشه استفاده می شود. با توجه به شبکهٔ بلوری الماس و آنتالپی پیوندهای کربن-کربن در آن، الماس دارای نقطهٔ ذوب بسیار بالایی است. چگالی الماس ۳/۱۵ گرم بر سانتی متر مکعب است.

گرافیت از جمله دگر شکل های طبیعی کربن است و جامدی کووالانسی به شمار می آید. این ماده دارای ساختاری لایه ای با چینش دو بعدی از اتم هاست. اتم های کربن در هر لایه از آن، در یک صفحه آرایش یافته اند و هر لایه به ضخامت یک اتم کربن است و در ساختار آن ، لایه ها به آسانی روی یکدیگر می لغزند که این موجب شده است گرافیت برخلاف الماس ماده ای نرم به شمار آید و به همین دلیل گرافیت موجود در مغز مداد، به آسانی روی کاغذ اثر به جا می گذارد. گرافیت همانند سایر جامدهای کووالانسی دارای نقطهٔ ذوب بالایی است زیرا برای ذوب کردن آن باید بر پیوندهای کووالانسی بین اتم های کربن، غلبه کرد و این کار نیاز به دمای بسیار بالایی دارد. در ساختار گرافیت، هر اتم کربن با چهار پیوند کووالانسی به سه اتم کربن دیگر متصل است. اتم های کربن در هر لایه از گرافیت با پیوندهای اشتراکی، حلقه هایی شش گوشه تشکیل داده اند و ساختاری با الگویی مانند کندوی زنبور عسل که استحکام ویژه ای دارد بوجود آمده است.

چگالی گرافیت ۳/۱۵ گرم بر سانتی متر مکعب است. (کمتر از الماس)



همچنین گرافیت رسانای خوبی برای جریان برق است.(*مگه نافلز نیس؟ پس چرا رسانای جریان برقه؟!!!*)

گرافن، گونه ای به ضخامت یک اتم

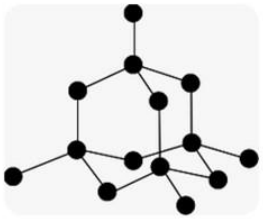
گرافن، تک لایه ای از گرافیت است که در آن، اتم های کربن با پیوندهای اشتراکی حلقه های شش گوشه تشکیل داده اند. چنین ساختاری با الگویی مانند کندوی زنبور عسل، استحکام ویژه ای دارد به طوری که مقاومت کششی آن حدود ۱۰۰ برابر فولاد است. از آنجا که ضخامت گرافن به اندازه یک اتم کربن است، می توان آن را یک گونه شیمیایی دو بعدی دانست و انتظار می رود شفاف و انعطاف پذیر باشد. یافته های تجربی نیز این ویژگی های گرافن را تأیید می کنند.

یک روش ساده برای تهیهٔ گرافن استفاده از گرافیت و نوارچسب نازک برای جدا کردن لایه هایی از آن است. در این روش، نخست مقداری گرد گرافیت را بین دو تکه نوار چسب فشار می دهند. سپس یکی از نوارچسب ها را جدا می کنند. به این ترتیب لایه هایی از گرافیت روی سطح چسبنده نوارچسب قرار می گیرد. در ادامه، این نوارچسب را به سطح چسبنده نوارچسب سوم چسبانده، فشار می دهند و از هم جدا می کنند تا لایه نازک تری از گرافیت روی نوار چسب سوم باقی بماند. با ادامه این کار لایه ای به ضخامت نانومتر در برخی قسمت های نوار چسب باقی می ماند که همان گرافن است.

تست ۱: گرافیت از جمله مواد کووالانسی با ..... است که در ساختار آن، هر اتم کربن با ..... پیوند اشتراکی به ..... اتم کربن دیگر متصل است

۱) چینش دو بعدی اتم ها – سه – چهار
۲) چینش سه بعدی اتم ها – سه – چهار
۳) چینش سه بعدی اتم ها – چهار – سه
۴) چینش دو بعدی اتم ها – چهار – سه

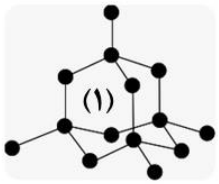
تست ۲ : با توجه به ساختار زیر که یکی از دگرشکل های طبیعی کربن را نشان می دهد، چند مورد از مطالب زیر درست است؟

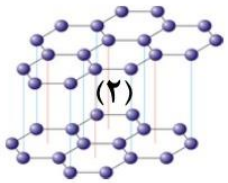


- ساختار داده شده مربوط به الماس است که جامدی کووالانسی با چینش سه بعدی اتم ها است.
- در ساختار آن، هر اتم کربن با ۴ پیوند کووالانسی به ۴ اتم کربن دیگر متصل است.
- به دلیل وجود شبکه ای غول آسا از اتم ها که با پیوند های اشتراکی کربن – کربن به هم متصل هستند نقطه ذوب بالایی دارد.
- به دلیل سختی زیاد، ابزاری مناسب برای برش شیشه و ساخت مته است.
- رسانای خوب جریان برق به شمار می آید.

۱) ۵ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

تست ۳ : با توجه به ساختارهای زیر که متعلق به دو آلوتروپ طبیعی کربن می باشد؛ چند مورد از موارد زیر درست است؟





- آلوتروپ های یک و دو به ترتیب ساختارهای سه بعدی و دو بعدی دارند.
- اندازه گرمای آزاد شده از سوختن ۱ مول آلوتروپ ۱ بیشتر از ۱ مول آلوتروپ ۲ است.
- از بین این دو ساختار، آلوتروپی که سختی بیشتری دارد، رسانای جریان الکتریکی است.
- به هر لایه کربن در ساختار ۲، گرافن می گویند که مقاومت کششی آن حدود ۱۰۰ برابر فولاد است.
- در جرم برابر، آلوتروپ ۲ حجم بیشتری نسبت به آلوتروپ ۱ اشغال می کند.

۱) ۵ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

تست ۴ : چند مورد از مطالب زیر در رابطه با گرافن درست است؟

- تک لایه ای از گرافیت و گونه ای دو بعدی است.
- در آن، اتم های کربن با پیوندهای اشتراکی، حلقه های شش گوشه تشکیل داده اند.
- یافته های تجربی نشان می دهد که گرافن همانند گرافیت، رسانای جریان الکتریسیته است.
- مقاومت کششی آن حدود ۱۱۱ برابر فولاد است.
- گونه ای شفاف و انعطاف پذیر است که ضخامتی به اندازهٔ یک اتم کربن دارد.

۱) ۵ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

سیلیسیم

- سیلیسیم جامدی کووالانسی دارای ساختاری به هم پیوسته و شبکه ای غول آسا با چینش سه بعدی از اتم هاست.
- سیلیسیم خالص ساختاری مشابه با ساختار الماس دارد.
- سیلیسیم در طبیعت به حالت خالص یافت نمی شود.
- نقطهٔ ذوب و سختی سیلیسیم نسبت به الماس کمتر است زیرا میانگین آنتالپی پیوند کربن – کربن از میانگین آنتالپی پیوند سلیسیم- سیلیسیم بیشتر است.

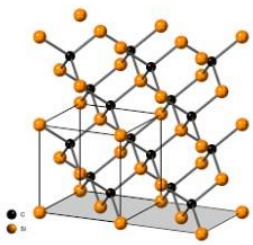
شعاع اتمی **Si** از شعاع اتمی **C** بـزرگ تر است بـنابراین طول پیوند **Si – Si** در ساختار سیلیسم نسبت به طول پیوند **C – C** در الماس بلندتر و دارای استحکام کم تر است و این موجب بیشتر بودن میانگین آنتالپی پیوند **C – C** نسبت به میانگین آنتالپی پیوند **Si – Si** است.

تست ۵ : کدام گزینه درست است؟

۱) سیلیسیم یک جامد کووالانسی با چینش سه بعدی اتم ها است که به شکل خالص در طبیعت یافت می شود.
۲) شمار جفت الکترون های اشتراکی در جرم های یکسانی از سیلیسیم و الماس یکسان است.
۳) تاکنون یون تک اتمی از دو عنصر کربن و سیلیسیم در طبیعت شناخته نشده است، ولی هر دو، در ساختار برخی مواد مولکولی و کووالانسی وجود دارند.
۴) به دلیل قوی تر بودن پیوندهای **Si-Si** در مقایسه با پیوندهای **C-C** ، سیلیسیم سخت تر و دیرگدازتر از الماس است.

سیلیسیم کربید

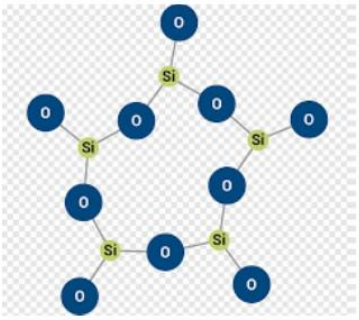
- سیلیسیم کربید جامدی کووالانسی دارای ساختاری به هم پیوسته و شبکه ای غول آسا با چینش سه بعدی اتمهاست.
- سیلیسیم کربید ساختاری مشابه با ساختار الماس دارد.
- نقطهٔ ذوب و سختی سیلیسیم کربید نسبت به سیلیسیم بیشتر و نسبت به الماس کمتر است.
- سیلیسیم کربید یک سایندهٔ ارزان است که در تهیه سنباده به کار می رود.



سیلیس

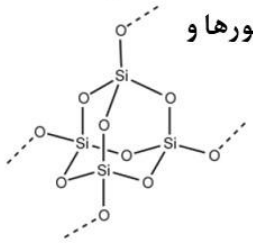
- سیلیس جامدی کووالانسی است و دارای شبکه ای غول آسا با چینش سه بعدی از اتم های سیلیسیم و اکسیژن است.
- همانند سایر جامدهای کووالانسی، دارای سختی و نقطهٔ ذوب بالایی است.
- شامل شمار زیادی از اتم های سیلیسیم و اکسیژ ن است که با پیوندهای اشتراکی سیلیسیم – اکسیژن – سیلیسیم به هم متصل هستند.
- در شبکهٔ بلور سیلیس، هر اتم سیلیسیم به چهار اتم اکسیژن و هر اتم اکسیژن به دو اتم سیلیسیم متصل است.
- سیلیس یکی از سازنده های اصلی بسیاری از سنگ ها، صخره ها و شن و ماسه است.
- سیلیس فراوان ترین مادهٔ سازندهٔ خاک رس است.

سیلیس دارای مقاومت گرمایی است و پختن نان سنگک بر روی دانه های درشت سنگ را می توان نشانه ای از مقاومت گرمایی سیلیس دانست.



سیلیس فراوانترین اکسید در پوستهٔ جامد زمین است.
کوارتز از جمله نمونه های خالص سیلیس و ماسه از جمله نمونه های ناخالص آن است.
سیلیس خالص به دلیل داشتن خواص نوری ویژه، در ساخت منشورها و عدسی ها به کار می رود.

سیلیس خالص به دلیل داشتن خواص نوری ویژه، در ساخت منشورها و عدسی ها به کار می رود.



با مشابه در نظر گرفتن ساختار سیلیس و سیلیسیم، از آن جایی که میانگین آنتالپی پیوند Si – O از Si – Si بیشتر است، پیوندهای Si – O نسبت به پیوندهای Si – Si محکم تر و پایدارتر هستند و در نتیجه $SiO_2(s)$ نسبت به Si(s) پایدارتر است. به همین دلیل سیلیسیم در طبیعت به حالت خالص یافت نمی شود و به طور عمده به شکل سیلیس یـافت می شود.
سیلیس پس از اکسیژن فراوان ترین عنصر در پوسته جامد زمین است به طوری که ترکیب های گوناگون این دو عنصر، بیش از ۹۰٪ پوسته جامد زمین را تشکیل می دهند.

مقایسه نقطه ذوب $SiC(s) > SiO_2(s) > Si(s)$

تست ۶ : کدام مطلب درست است ؟
۱) سختی ، نقطه ذوب و پایداری سیلیسیم کربید از الماس کمتر و از سیلیسیم بیشتر است.
۲) چون سیلیس نسبت به کربن دی اکسید نیروی بین مولکولی بسیار قوی تری دارد، سختی و نقطه ذوب آن بالاتر است.
۳) کوارتز (سیلیسیم خالص) به دلیل داشتن خواص نوری ویژه در منشور عدسی کاربرد دارد.
۴) در فراوان ترین اکسید پوسته جامد زمین، هر اتم با ۴ پیوند به ۴ اتم دیگر متصل است.

۲ جامدهای مولکولی : واحدهای سازندهٔ مواد مولکولی، واحدهایی مجزا به نام مولکول هستند. عموما رسانای جریان برق نیستند و از نظر سختی، موادی سخت به شمار نمی آیند.

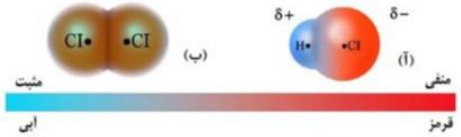
رفتارهای فیزیکی و شیمیایی مولکول ها

رفتار شیمیایی: رفتار شیمیایی مواد مولکولی مانند واکنش پذیری، سطح انرژی، پایداری و ... به طور عمده به پیوندهای اشتراکی(جفت الکترون های پیوندی) و جفت الکترون های ناپیوندی موجود در مولکول وابسته است.
رفتار فیزیکی: رفتار فیزیکی مواد مولکولی مانند نقطه ذوب و جوش، آنتالپی تبخیر و ... به نوع و قدرت نیروهای بین مولکولی آن ها بستگی دارد.

رفتار مولکول ها و توزیع الکترون ها در شیمی ۱ آموختید که ساختارلوویس، الکترون های ظرفیت اتم های سازندهٔ یک گونهٔ شیمیایی را طوری نمایش می دهد که هر اتم بر اساس توزیع جفت الکترون های پیوندی و ناپیوندی از قاعدهٔ هشت تایی پیروی می کند به جز اتم هیدروژن که تنها یک جفت الکترون پیوندی یا یک پیوند اشتراکی پیرامون آن نمایش داده می شود. توزیع این جفت الکترون ها در هر مولکول نقش مهمی در تعیین رفتار آن به ویژه در میدان الکتریکی دارد.
ساده ترین مولکول ها، دو اتمی هستند. مولکول هایی مانند هیدروژن و کلر که از دو اتم یکسان تشکیل شده اند، مولکول دو اتمی جور هسته نامیده می شوند. چنین مولکول هایی در میدان الکتریکی جهت گیری نمی کنند، به دیگر سخن، گشتاور دو قطبی آن ها صفر بوده و مولکول های ناقطبی هستند.

اغلب ترکیبهای آلی جزو مواد مولکولی هستند و تنوع و شمار مواد مولکولی بیشتر از مواد کووالانسی است.
با توجه به ۳۶ عنصر اول جدول دوره ای، عنصرهای گروههای ۱۵، ۱۶، ۱۷ و ۱۸ عمدتاً جزو مواد مولکولی هستند.
ترکیب هایی که در دما و فشار اتاق به حالت گاز یا مایع هستند، جزو مواد مولکولی به شمار می آیند. زیرا ترکیب های مولکولی در مقایسه با جامدهای کووالانسی، یونی و فلزی، به دلیل داشتن نیروهای بین ذره ای ضعیف تر، غالباً نقطه ذوب و جوش بسیار پایین تری دارند

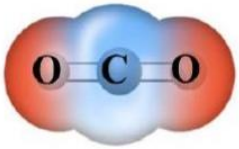
از سوی دیگر مولکول های دو اتمی مانند هیدروژن کلرید مولکول دواتمی ناجور هسته بوده و قطبی هستند. شکل بعدی، توزیع الکترون ها را بر اساس نقشهٔ پتانسیل الکتروستاتیکی برای این مولکول ها نشان می دهد.
نقشه پتانسیل الکتروستاتیکی، ابزاری مناسب برای بررسی تراکم بار الکتریکی روی اتم های سازندهٔ یک گونه شیمیایی است که با استفاده از رنگ های مختلف، توزیع بار الکتریکی را در یک گونهٔ شیمیایی به صورت سه بعدی نشان می دهد. در این مدل، مناطقی که احتمال حضور الکترون و تراکم بار الکتریکی منفی در آن بیشتر است را با رنگ سرخ و مناطقی که احتمال حضور الکترون در آن کمتر و تراکم بار الکتریکی مثبت در آن بیشتر است را با رنگ آبی نشان می دهند.



احتمال حضور جفت الکترون پیوندی پیرامون هستهٔ اتم کلر بیشتر بوده زیرا خاصیت نافلزی آن بیشتر است، از این رو احتمال حضور الکترون های پیوندی روی هسته ها، یکسان و متقارن نیست.

احتمال حضور جفت الکترون پیوندی در فضای بین دو هسته بیشتر است، گویی بیشتر وقت خود را آنجا می گذرانند، از این رو احتمال حضور آن ها روی هسته ها، یکسان و متقارن است.

تست ۷ : با توجه به نقشه پتانسیل الکترواستاتیکی مولکول کربن دی اکسید چند مورد از موارد داده شده نادرست هستند؟



مولکولی ناقطبی است و گشتاور دو قطبی آن برابر با صفر است.
در مولکول آن، بار جزئی منفی بر روی اتم های اکسیژن است.
توزیع بار الکتریکی پیرامون اتم مرکزی ، در مولکول آن، متقارن است.
مولکولی قطبی است و در میدان الکتریکی جهت گیری می کند.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

تست ۸ : با توجه به نقشه پتانسیل الکترواستاتیکی مولکول اتین چند مورد از موارد داده شده نادرست هستند؟
توزیع بار الکتریکی پیرامون اتم های مرکزی ، در مولکول متقارن است و مولکولی ناقطبی به شمار می آید.
تراکم بیشتر بار الکتریکی منفی در مولکول، بر روی اتم های کربن است.
گشتاور دوقطبی مولکول برابر صفر است و در میدان الکتریکی جهت گیری نمی کند.
همانند مولکول کربن تترا کلرید مولکولی ناقطبی است.

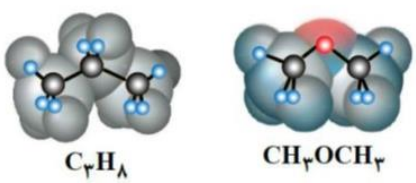
۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

تست ۹ : چند مورد از مطالب زیر، درباره مولکول آمونیاک درست است؟

- اتم مرکزی در آن، بار جزئی منفی دارد.
- ساختار آن، مشابه ساختار مولکول کربن تتراکلرید است.
- در تشکیل $۴/۵۱۵\times۱۰^{۲۴}$ مولکول از آن، ۲۲/۵ مول جفت الکترون بین اتم ها شرکت می کند.
- مجموع شمار جفت الکترون های پیوندی و ناپیوندی در آن، برابر شمار جفت الکترون های پیوندی در مولکول کربونیل سولفید است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

تست ۱۰ : با توجه به نقشه های پتانسیل الکتروستاتیکی پروپان و دی متیل اتر، کدام مطلب درست است؟



۱) تبدیل پروپان به مایع، دشوارتر است.
۲) در هر دو، اتم مرکزی بار جزئی مثبت دارد.
۳) نقشه های پتانسیل الکتروستاتیکی مشابهی دارند.
۴) هر دو در میدان الکتریکی به یکسو جهت گیری می کنند.

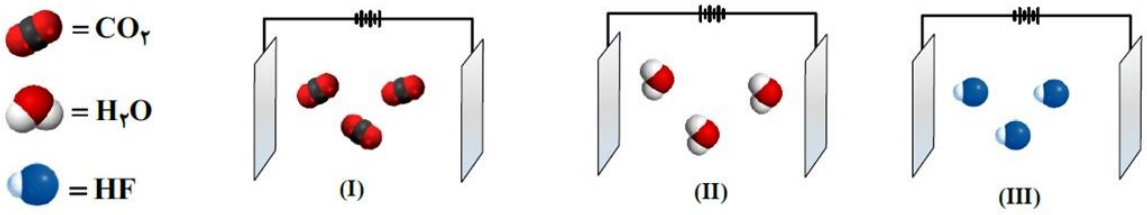
تست ۱۱ : جدول زیر درصد جرمی مواد سازندهٔ نوعی خاک رس را نشان می دهد که از یک معدن طلا استخراج شده است. با توجه به آن چند مورد از مطالب زیردرست است؟

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

- عامل رنگ قرمز در این نوع خاک رس، وجود آهن (III)اکسید موجود در آن است.
- مواد یونی بیشترین درصد جرمی را در میان مواد سازنده این نمونه خاک ، به خود اختصاص می دهند.
- هنگام پختن سفال از این نمونه خاک رس، بیشترین کاهش درصد جرمی، مربوط به H_2O است.
- عامل اصلی استحکام و سختی این نوع خاک، وجود $SiO_2(s)$ در آن است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

تست ۱۲ : با توجه به مولکول های داده شده (آب، کربن دی اکسید و هیدروژن فلورید) و رفتار نمایش داده شده در شکل برای این مولکول ها در میدان الکتریکی، چند مورد از موارد داده شده درست هستند؟



گشتاور دوقطبی مولکول‌های H_2O و HF بزرگتر از صفر و گشتاور دوقطبی CO_2 برابر با صفر است.
شکل (I)، رفتار مناسب مولکول‌های ناقطبی کربن دی‌اکسید را در میدان الکتریکی نمایش می‌دهد.
شکل (III)، جهت‌گیری مناسب مولکول‌های HF را در میدان الکتریکی نمایش می‌دهد.
شکل (II)، جهت‌گیری مناسب مولکول‌های H_2O را در میدان الکتریکی نمایش می‌دهد.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

اکیدا توصیه می شود که مقادیر نقطه جوشِ مواد زیر و نیز حالت فیزیکی کلروفرم و کربن تتراکلرید در دمای اتاق را به خاطر بسپارید.

نیتروژن (N_2): $-196^\circ C$ ، هیدروژن فلوئورید (HF): $19^\circ C$ ، آب (H_2O): $100^\circ C$ هیدروژن سولفید (H_2S) $-60^\circ C$

مقایسهٔ نیروهای بین مولکولی با توجه به نوع نیروها و جرم و حجم مولکولها

آ: مولکولهایی که توانایی تشکیل پیوند هیدروژنی را دارند:

در مولکولهای با جرم مولی نزدیک به هم، مولکولی که توانایی تشکیل پیوند هیدروژنی را دارد، نیروهای بین مولکولی قویتر و نقطهٔ ذوب و جوش بالاتری دارد و گسترهٔ دمایی مایع در آن بیشتر است.

ب: مولکولهایی که توانایی تشکیل پیوند هیدروژنی را ندارند:

در مولکولهای با جرم مولی نزدیک به هم، مولکول قطبی تر، نیروهای بین مولکولی قویتری دارد و نقطهٔ ذوب و جوش آن بالاتر است.
در مولکولهای ناقطبی، هرچه مولکول دارای جرم و حجم بیشتری باشد، نیروهای بین مولکولی در آن قویتر و نقطهٔ ذوب و جوش بالاتر است.

تست ۱۳ : چند مورد از عبارت‌های زیر نادرست‌اند؟

- در گالیم کلرید نسبت شمار آنیون به کاتیون برابر ۳ است؛ فرمول شیمیایی کبالت (II) نیترات به صورت $CO(NO_3)_2$ است.
- چنان‌چه نام $NiCl_2$ ، $SrCO_3$ و $Zn_3(PO_4)_2$ را به ترتیب نیکل دی کلرید، استرانسیم (II) کربنات و روی فسفات در نظر بگیریم، فقط در دو مورد، نام پیشنهادی درست است.
- نقطه‌ی جوش چهار گاز CO ، HCl ، N_2 و F_2 به ترتیب می‌توانند برابر $-191/5^\circ C$ ، $-85^\circ C$ ، $-196^\circ C$ و $-188^\circ C$ باشند که در این میان HCl آسان‌تر از بقیه مایع می‌شود.
- گشتاور دوقطبی آب، هیدروژن سولفید و اتن به ترتیب می‌توانند برابر ۱/۸۵D ، ۰/۰۷D و ۰/۰۰D باشند.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

تست ۱۴ : کدام موارد از مطالب زیر، درست است؟

آ) در مواد مولکولی ناقطبی با افزایش جرم مولی، نیروهای بین مولکولی افزایش می‌یابد.

ب) با این‌که جرم مولی گازهای N_2 و CO برابر است، CO زودتر از N_2 به مایع تبدیل می‌شود.

پ) آب و هیدروژن سولفید، هر دو مولکول‌های خمیده، قطبی و نقطهٔ جوش نزدیک به یکدیگر دارند.

ت) چون جرم مولی F_2 از جرم مولی HCl بیشتر است، نقطهٔ جوش آن از نقطهٔ جوش HCl، بالاتر است.

۱) آ،ب ۲) آ،ت ۳) ب، پ ۴) ب،ت

تست ۱۵ : چند مورد از مطالب زیر درست است؟

مولکول‌های سه اتمی با ساختار خطی، ناقطبی‌اند.

کربن تتراکلرید و کلروفرم، هر دو مایع، اما اولی ناقطبی و دومی قطبی است.

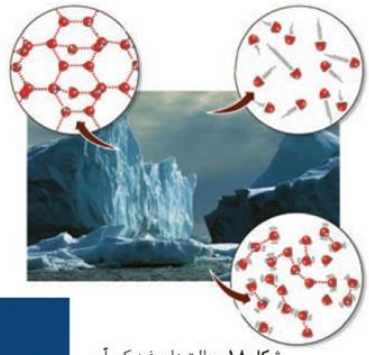
مولکول‌های چهار اتمی با فرمول عمومی AX_3 ، می‌توانند قطبی یا ناقطبی باشند.

در مولکول‌های سه اتمی خمیده، به اتم مرکزی بار جزئی منفی $(-\delta)$ نسبت داده می‌شود.

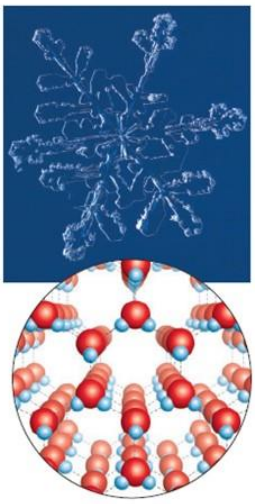
۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

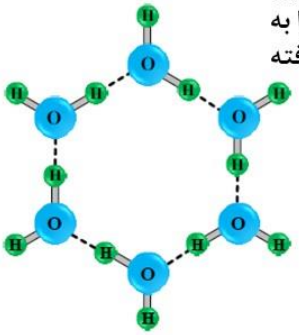
پیوندهای هیدروژنی در حالت‌های فیزیکی گوناگون آب

آب را در سه حالت فیزیکی جامد (یخ)، مایع و بخار در نظر بگیرید (شکل ۱۸). مولکول‌های H_2O در حالت بخار جدا از هم هستند، گویی پیوندهای هیدروژنی میان آنها وجود ندارد. در این حالت، مولکول‌های آب آزادانه و نامنظم از جایی به جای دیگر انتقال می‌یابند. در حالت مایع، با اینکه مولکول‌ها با یکدیگر پیوندهای هیدروژنی قوی دارند، اما روی هم می‌لغزند و جابه‌جا می‌شوند. برخلاف آب، ساختار یخ منظم است. در یخ، مولکول‌های آب در جاهای به نسبت ثابتی قرار دارند. درواقع در ساختار یخ، هر اتم اکسیژن به دو اتم هیدروژن با پیوند اشتراکی و به دو اتم هیدروژن دیگر با پیوند هیدروژنی متصل است (شکل ۱۸).



شکل ۱۸ـ حالت‌های فیزیکی آب





در ساختار یخ، آرایش مولکول های آب به گونه ای است که در آن، اتم های اکسیژن در رأس حلقه های شش ضلعی قرار دارند و شبکه ای مانند کندوی زنبور عسل را به وجود می آورند. این شبکه با داشتن فضاهای خالی منظم، در سه بُعد گسترش یافته است. شکل های زیبا و متنوع دانه های برف ناشی از وجود این حلقه های شش ضلعی است.

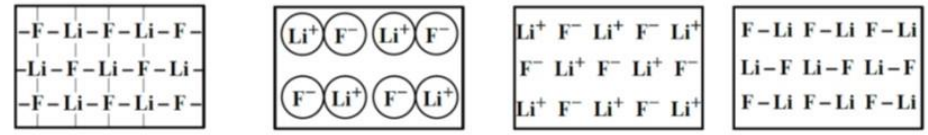
۳ جامدهای یونی : واحدهای سازندهٔ جامدهای یونی یون ها (کاتیون ها و آنیون های تک اتمی یا چند اتمی) هستند.*(واهد مهزای مولکولی ندارند)* ترکیب های یونی دوتایی اغلب فراوردهٔ واکنش یک فلز با یک نافلز هستند. واکنشی که در آن اتم ها با یکدیگر الکترون دادوستد می کنند. در واکنش هایی از این دست، اتم فلز با از دست دادن الکترون و اتم نافلز با به دست آوردن الکترون، به ترتیب به کاتیون و آنیون تبدیل می شوند. با داد و ستد الکترون و تشکیل یون ها، میان یون های ناهمنام، نیروی جاذبه و میان یون های همنام، نیروی دافعه پدید می آید.

اگر هر یک از یون ها همانند کره ای باردار باشد، انتظار می رود نیروهای جاذبه و دافعه از همهٔ جهت ها به آن وارد شود. به دیگر سخن این نیروها به شمار معینی از یون ها محدود نشده بلکه میان همهٔ آن ها و در فاصله های گوناگون وارد می شود. وجود سدیم کلرید و دیگر جامدهای یونی در طبیعت نشان می دهد که نیروهای جاذبه میان یونهای ناهمنام بر نیروهای دافعه میان یون های همنام غالب است، آن چنان که شمار بسیار زیادی از یون ها به سوی یکدیگر کشیده می شوند. و به این ترتیب باعث می شوند تا آرایش منظمی از یون ها در سه بعد به وجود آید و شبکه بلوری جامد یونی تشکیل شود. فرمول شیمیایی *(فرمول مولکولی نادرسته ااا)* هر ترکیب یونی، ساده ترین نسبت کاتیون ها و آنیون های سازندهٔ آن را نشان می دهد.

ویژگی های عمومی جامدهای یونی

۱) دارای شبکه ای بلوری از یون های مثبت و منفی هستند و واحدی به نام مولکول ندارند.
۲) سخت و شکننده هستند.
۳) نقطهٔ ذوب و جوش بالایی دارند. زیرا برای غلبه بر پیوندهای قدرتمند یونی بین کاتیون ها و آنیون ها در شبکهٔ بلور یک جامد یونی و همچنین یک ترکیب یونی به حالت مذاب، به دماهای بسیار بالا نیاز است
۴) در گسترهٔ دمایی زیادی به حالت مایع قرار دارند.(فاصلهٔ بین نقطهٔ ذوب و جوش در یک ترکیب یونی زیاد است زیرا نیروهای جاذبهٔ بین کاتیون ها و آنیون ها در یک ترکیب یونی به حالت مذاب، بسیار زیاد است و برای غلبه بر این نیروها و تبخیر ترکیب یونی مذاب، نیاز به صرف انرژی زیاد است.)
۵) از نظر بار الکتریکی خنثی هستند و مجموع بار آنیون ها و کاتیون ها در آنها برابر با صفر است.
۶) در حالت مذاب و محلول، رسانای جریان برق هستند.
۷) به حالت ترکیب وجود دارند و به حالت عنصری وجود ندارند.

تست ۱۶ : در کدام شکل، تصویر درستی از نمک لیتیم فلورید جامد ارایه شده است؟

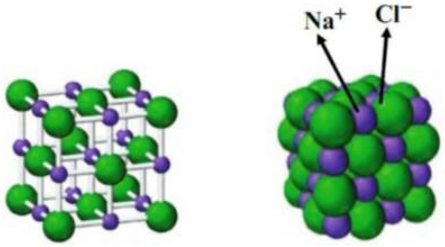


(۱) (۲) (۳) (۴)

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

عدد کوئوردیناسیون به شمار نزدیک ترین یون های ناهمنام موجود پیرامون هر یون در شبکه بلور، عدد کوئوردیناسیون می گویند. این عدد هم برای کاتیون و هم برای آنیون در شبکهٔ بلور جامد یونی تعریف می شود.

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



در NaCl هر دو یون عدد کوئوردیناسیون ۶ دارند، زیرا تعداد یون‌ها برابر است.

عدد کوئوردیناسیون یون‌ها با تعداد یون‌ها رابطه عکس دارد.

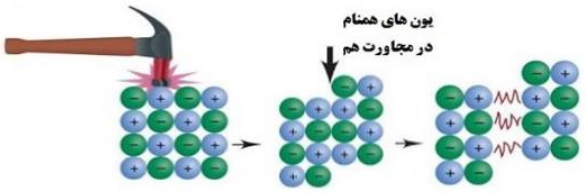
$$\frac{\text{عدد کوئوردیناسیون آنیون}}{\text{عدد کوئوردیناسیون کاتیون}} = \frac{\text{تعداد کاتیون}}{\text{تعداد آنیون}}$$

تست ۱۷ : کدام مطلب درست است؟
۱(فرمول مولکولی هر ترکیب یونی، ساده ترین نسبت بین آنیون و کاتیون را نمایش می دهد.
۲(به شمار یون های ناهم نام پیرامون هر یون در شبکه بلور، عدد کوئوردیناسیون می گویند.
۳(هر ترکیب یونی دوتایی را می توان فرآورده ی واکنش یک فلز یا یک نافلز دانست.
۴(در ترکیب یونی سدیم کلرید به هر یون کلرید در شش جهت نیروی جاذبه وارد می شود.

رسانایی الکتریکی مواد یونی

رسانایی الکتریکی یک ماده، به وجود ذرات باردار متحرک در آن وابسته است.
ترکیب های یونی در حالت جامد رسانای جریان برق نیستند زیرا در حالت جامد یون ها جا به جا نمی شوند و در یک شبکهٔ مستحکم و منظم قرار دارند. در حال یکه یک ترکیب یونی به حالت مذاب یا محلول در آب، در صورت قرار گرفتن در مدار الکتریکی ، به دلیل جا به جایی یون ها به سوی قطب های ناهمنام، دارای رسانایی الکتریکی خواهد بود

شکنندگی جامد یونی : ترکیبات یونی چکش خوار نیستند و شکننده اند.
قبل از ضربه : جاذبه > دافعه: (یون های ناهمنام مجاور هم هستند.) ← **بعد از ضربه :** جاذبه < دافعه: (یون های همنام مجاور هم هستند.)



تست ۱۸ : کدام مطلب درست است ؟

۱) در ترکیب یونی آهک همانند نمک خوراکی، عدد کوئوردیناسیون آنیون و کاتیون برابر است.

۲) مواد یونی در حالت جامد رسانای برق نیستند اما در حالت مذاب بدون تغییر ماهیت، جریان الکتریکی را از خود عبور می دهند.

۳) از آنجا که در ترکیب یونی مجموع بار کاتیون با مجموع بار آنیون ها برابر است، ترکیبات یونی خنثی هستند و برآیند نیروی جاذبه میان
یون های ناهم نام با برآیند نیروی دافعه میان یون های هم نام برابر است.

۴) در ترکیبات یونی به هنگام ضرب ه به علت جابجا شدن لایه هایی از اتم ها و به وجود آمدن دافعه الکتریکی، شکنندگی ایجاد می شود.

مقایسهٔ شعاع اتمی و شعاع یونی در جدول دوره ای

۱- در هر گروه از جدو ل تناوبی، شعاع اتمی از بالا به پایین، افزایش می یابد.

۲- در هر دوره از جدول تناوبی، شعاع اتمی از چپ به راست، کاهش می یابد.

۳- شعاع یک کاتیون تک اتمی از شعاع اتم خنثی خودش کوچک تر است

۴- شعاع یک آنیون تک اتمی از شعاع اتم خنثی خودش بزرگتر است.

۵- در یک گروه از بالا به پایین شعاع یونی همانند شعاع اتمی افزایش می یابد.

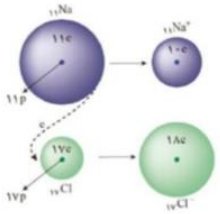
۶- در یک دوره از جدول، شعاع آنیون ها بزر گ تر از کاتیون ها است.

۷- در کاتیون های یک دوره، هرچه بار مثبت کاتیون بیشتر باشد، شعاع یونی کوچکتر است.

۸- در آنیون های یک دوره، هرچه بار منفی آنیون بیشتر باشد، شعاع یونی بزرگ تر است. *استثنا !* $_{8}O^{2-} < {}_{17}Cl^{-}$

به طور کلی در مقایسهٔ شعاع یونی هرچه شمار لایه های الکترونی یون بیشتر باشد، شعاع یون بزرگتر است.

گروه / دوره	۱۷	۱۶	۲	۱
دوم	F ۱- ۷۱ ، ۱۳۳	O ۲- ۷۳ ، ۱۴۰		Li ۱+ ۱۵۲ ، ۷۶
سوم	Cl ۱- ۹۹ ، ۱۸۱	S ۲- ۱۰۲ ،۱۸۴	Mg ۲+ ۱۶۰ ، ۷۲	Na ۱+ ۱۸۶ ، ۱۰۲



مقایسه مهم کتاب درسی:

$$Na > Cl^{-} > Na^{+} > Cl$$

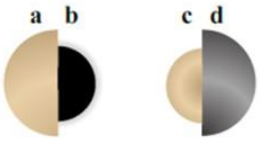
تست ۱۹ : اگر شعاع یون $_{13}Al^{3+}$ برابر ۵۰ pm در نظر گرفته شود، با توجه به جایگاه عنصرها در جدول تناوبی و روند تغییر خواص ان ها در دوره ها و گروه ها، شعاع کدام یون پیشنهاد شده با یکای pm غیرقابل پذیرش است؟ (تجربی خارج ۱۴۰۰)

۱) $_{20}Ca^{2+}$: ۵۹ ۲) $_{11}Na^{+}$: ۹۵ ۳) $_{12}Mg^{2+}$: ۶۵ ۴) $_{19}K^{+}$: ۱۳۳

تست ۲۰ : کدام یون، شعاع کوچک تری دارد؟ (ریاضی خارج ۱۴۰۱)

۱) $_{12}Mg^{2+}$ ۲) $_{9}F^{-}$ ۳) $_{11}Na^{+}$ ۴) $_{8}O^{2-}$

تست ۲۱ : با توجه به شکل های زیر، که نسبت شعاع یونی و اتمی دو عنصر شیمیایی را نشان می دهد، کدام موارد از مطالب زیر درست اند؟ (ریاضی خارج ۱۴۰۱)



آ) a می‌تواند نشان‌دهندهٔ اتم یک فلز و b یون پایدار آن باشد.

ب) a و c نمی‌توانند اتم دو عنصر در یک دورهٔ جدول تناوبی باشند.

پ) d می‌تواند نشان‌دهندهٔ اتم یک نافلز و c اندازهٔ یون پایدار آن باشد.

ت) امکان تشکیل ترکیب یونی با فرمول ac، از واکنش a با c وجود دارد.

۱) آ،ت ۲) آ،ب،ت ۳) ب،پ ۴) ب،پ،ت

چگالی بار یون

اگر هر یون را کره ای باردار در نظر بگیرید، چگالی بار هم ارز با نسبت بار به حجم آن است. کمیتی که می تواند برای مقایسهٔ میزان برهم کنش میان یون ها به کار رود. نسبت ساده تری که می توان به کاربرد، نسبت مقدار بار یون به شعاع آن است.

$$\sigma=\frac{q}{V}=\frac{q}{\frac{4}{3}\pi r^3} \Rightarrow \sigma\simeq\frac{q}{r}$$

مقایسهٔ چگالی بار یون ها

با توجه به تعریف چگالی بار یون، به طور کلی می توان گفت هرچه اندازهٔ بار یک یون (صورت کسر محاسبهٔ چگالی بار یون) بیشتر و شعاع آن (مخرج کسر محاسبهٔ چگالی بار یون) کوچک تر باشد، یون مورد نظر دارای چگالی بار بیشتری است. برای مقایسهٔ چگالی بار یون ها به ترتیب الویت های زیر عمل می کنیم :

۱) الویت با اندازه (قدر مطلق) بار یون است. هر چه یونی دارای اندازهٔ بار بیشتری باشد، صورت کسر چگالی بار یون بزرگ تر بوده و در نتیجه چگالی بار آن یون بیشتر است.

توجه : علت الویت داشتن اندازه بار یون به شعاع یون، این است که تغییرات بار یون نسبت به تغییرات شعاع یون معمولاً شدیدتر است. به طوری که بار یون به راحتی دو یا سه برابر می شود درحالی که شعاع یون ها به سختی دو برابر می شود.

۲) اگر اندازه (قدر مطلق) بار یون ها با یکدیگر برابر بود، هر چه شعاع یک یون کوچک تر باشد، چگالی بار یون، کمتر است.

با قرار دادن علامت (< یا >) چگالی بار را در هر جفت از یون های زیر مقایسه کنید؟

۱) $_{20}Ca^{2+}$ ☐ $_{11}Na^{+}$ ۲) $_{16}S^{2-}$ ☐ $_{9}F^{-}$

۳) $_{3}Li^{+}$ ☐ $_{11}Na^{+}$ ۴) $_{17}Cl^{-}$ ☐ $_{35}Br^{-}$

۵) $_{16}S^{2-}$ ☐ $_{11}Na^{+}$ ۶) $_{19}K^{+}$ ☐ $_{17}Cl^{-}$

تست ۲۲ : با توجه به جدول زیر، که بخشی از جدول تناوبی را نشان می دهد، چند مورد از مطالب زیر درست است؟

گروه / دوره	گروه۱	گروه۲		گروه ۱۶	گروه ۱۷
تناوب دوم	A	B		X	Y
تناوب سوم	C	D		Z	T

۱) چگالی بار یون پایدار اتم D ، از چگالی بار یون پایدار اتم A بیشتر است.

۲) شعاع یون پایدار اتم Z از شعاع یون پایدار اتم D بزرگ تر است.

۳) چگالی بار یون پایدار اتم T از چگالی بار یون پایدار اتم Y بیش تر است.

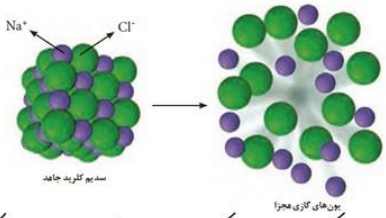
۴) چگالی بار یون پایدار اتم X از چگالی بار یون پایدار اتم T بیش تر است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

آنتالپی فروپاشی شبکه بلور : گرمای مصرف شده در فشار ثابت برای فروپاشی یک مول از جامد یونی و تبدیل آن به یون های گازی سازنده است

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

معادله فروپاشی شبکه یونی سدیم کلرید و تبدیل آن به یون های گازی مجزا



شکل فروپاشی شبکه یونی سدیم کلرید و تبدیل آن به یون های گازی مجزا

مقایسه آنتالپی فروپاشی شبکه بلور

MgO MgF_2 Al_2O_3 AlF_3 Na_2O NaF

Al_2O_3 AlF_3 KF KCl MgO CaO $MgCl_2$ $NaBr$

$NaCl$ KCl $MgSO_3$ $MgSO_4$ $NaNO_3$ $NaNO_2$ AlF_3 MgO

NH_4NO_3 $NaNO_3$ $NaBr$ $LiCl$ MgF_2 Na_2O

تست ۲۳ : کدام مورد جملهٔ زیر را از نگاه علمی به درستی تکمیل می کند؟

آنتالپی فروپاشی شبکهٔ بلور ..... در مقایسه با بلور .....، زیرا .....

۱) $K_2O - Na_2O$ ، تفاوتی ندارد ــ بار الکتریکی آنیون و کاتیون در آن‌ها یکسان است.

۲) $KBr - NaCl$ ، بیشتر است ــ کلر فعالیت شیمیایی بیشتری دارد.

۳) $K_2O - CaO$ ، کمتر است ــ شعاع کاتیون در آن بزرگ‌تر است.

۴) $MgO - MgF_2$ ، کمتر است ــ بار الکتریکی آنیون در آن کمتر است.

تست ۲۴ : چند مورد از مطالب زیر درست است ؟

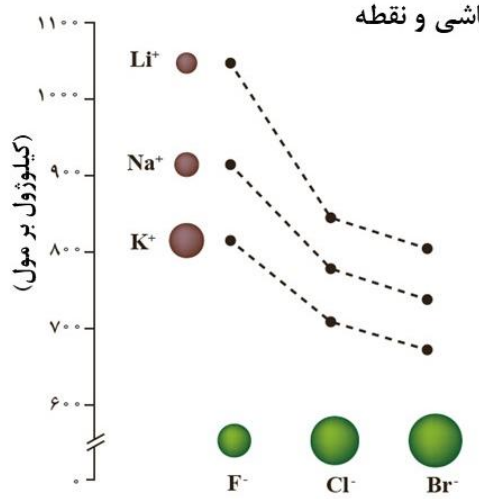
- شبکهٔ بلور یونی، آرایش منظمی از یون ها، در سه بعد فضا است.
- در شبکهٔ بلور یونی، هر یون با شمار معیّنی از یون های ناهمنام خود احاطه می شود.
- چگالی بار، کمیتی است که میتوان از آن برای مقایسهٔ میزان برهم کنش یون ها بهره گرفت.
- مقدار آنتالپی فروپاشی شبکهٔ بلور یونی، با بار الکتریکی یون ها، رابطهٔ مستقیم و با شعاع یون ها، رابطهٔ عکس دارد.
- چگالی بار یون Mg^{2+} از چگالی بار یون Ca^{2+} بیشتر و چگالی بار یون S^{2-} از چگالی بار یون O^{2-} کمتر است.

۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۴ ۴) ۵

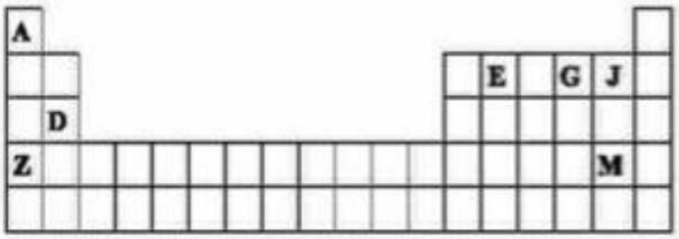
آنتالپی فروپاشی شبکه

با افزایش شعاع کاتیون فلز قلیایی و نیز با افزایش شعاع یون هالید، آنتالپی فروپاشی و نقطه ذوبِ نمکِ مربوطه کاهش می یابد .

اختلاف آنتالپی فروپاشیِ نمک های مختلفِ یک کاتیون با هالیدهای دوره دوم و سوم بیشتر از دوره سوم و چهارم است .



تست ۲۵ : با توجه به جایگاه چند عنصرمشخص شده در جدول تناوبی زیر، ترکیب حاصل از واکنش کدام دو عنصر با یکدیگر، نقطهٔ ذوب بالاتری دارد؟



۱) A با E

۲) D با J

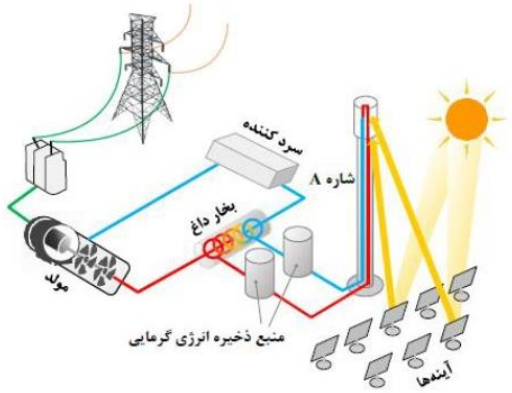
۳) Z با M

۴) D با G

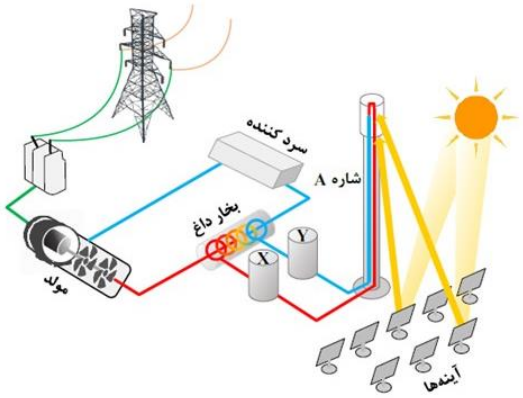
هنر نمایی شاره های مولکولی و یونی برای تولید برق

خورشید بزرگ ترین منبع انرژی برای زمین است. منبعی تجدید پذیر که انرژی خود را با پرتوهای الکترومغناطیسی به سوی ما گسیل می دارد. با متمرکز شدن پرتوهای خورشیدی بر روی گیرنده برج، دمای سدیم کلرید مذاب (شاره یونی) افزایش می یابد و این شاره بسیار داغ به منبع ذخیره انرژی گرمایی سرازیر می شود تا شب هنگام و در روزهای ابری نیز، انرژی لازم برای تبدیل آب به بخار داغ را فراهم کند. بخار داغ توربین را برای تولید انرژی الکتریکی به حرکت در می آورد. داده های تجربی نشان می دهند که گسترهٔ دمایی سدیم کلرید مذاب در این فناوری در حدود ۸۵۵ تا ۱۳۵۵ درجهٔ سانتی گراد است.

شاره ای که باید پرتوهای خورشیدی را دریافت کرده و انرژی آن را در خود ذخیره کند باید یک ترکیب یونی باشد، زیرا ترکیب های یونی در مقایسه با مواد مولکولی در گسترهٔ دمایی بیشتری به حالت مایع باقی می مانند. در این فناوری سدیم کلرید دارای گسترهٔ دمایی در حدود ۶۱۲ درجه است.
فاصلهٔ دمایی نقطهٔ ذوب و جوش سدیم کلرید در حدود بین ۸۵۱ تا ۱۴۱۳ درجهٔ سانتی گراد است در حالی که آب بعنوان ماده مولکولی تنها در گسترهٔ دمایی ۱۵۵ درجه مایع باقی می ماند.
بخار آب خارج شده از مولد را وارد سردکننده می کنند تا مجدداً به شکل آب مایع در آید و در یک چر خهٔ جدید دوباره وارد محفظهٔ تولید بخار داغ شود.



تست ۲۶ : با توجه به شکل که نوعی فناوری تولید انرژی الکتریکی از پرتوهای خورشیدی را نشان می دهد، چند مورد از مطالب زیر درست است؟



- شارهٔ A ، در مقایسه با شاره‌ای که به بخار داغ تبدیل می‌شود، باید گسترهٔ دمایی مایع بیشتری داشته باشد.
- شارهٔ A ، ترکیبی یونی است و NaCl برای این منظور مناسب است.
- اختلاف دمای شارهٔ A ، بین دو مخزن X و Y، می‌تواند تا ۵۰۰°C باشد.
- مایعی که به بخار داغ تبدیل می‌شود، شاره‌ای مولکولی است و N_2 برای این منظور مناسب است.
- سردکننده با خنک‌کردن شارهٔ A، مجدداً آن را به سمت برج گیرنده می‌فرستد.

۵ ۴ ۳ ۲

فلزها، عنصرهایی شکل‌پذیر با جلایی زیبا

مواد از جمله فلزها همواره برای زندگی انسان و ادامهٔ آن ضروری و ارزشمند بوده‌اند به‌طوری 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.

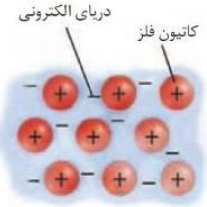
می‌دانید که فلزها بخش عمده عنصرهای جدول دوره‌ای را تشکیل می‌دهند، عنصرهایی که در هر چهار دستهٔ s، p، d و f جای داشته اما رفتارهای فیزیکی و شیمیایی متنوعی دارند.

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 می گیرند؟ شبکه بلوری فلزها با ساختار مواد کووالانسی، مولکولی و یونی چه تفاوت هایی دارد؟

مدل دریای الکترونی

برای توجیه برخی از رفتارهای فیزیکی فلزها مانند، چکش خواری و رسانایی الکتریکی، مدل دریای الکترونی ارائه شده است که الگوی ساده ای از شبکهٔ بلور فلزها را نشان می دهد. بر اساس مدل دریای الکترونی، ساختار فلزها آرایش منظمی از کاتیون ها در سه بعد است که در فضای میان آنها، سست ترین الکترون های موجود در اتم *(الکترون های ظرفیت اتم فلز)*، دریایی را ساخته اند و در آن آزادانه جابه جا می شوند. الکترون های سازندهٔ دریای الکترونی، الکترون های ظرفیت اتم فلز هستند که سست ترین الکترون های موجود در اتم فلز به شمار می آیند و آزادانه در شبکهٔ بلوری فلز جا به جا می شوند. بنابراین نمی توان هر یک از این الکترون ها را متعلق به یک اتم معین دانست.



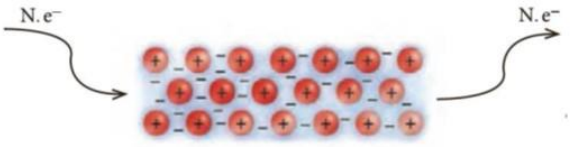
GAMCLASS.COM

به دلیل جاذبهٔ میان الکترون های دریای الکترونی و کاتیون ها در شبکهٔ بلور فلز، نیروی دافعه بین کاتیون ها موجب از هم پاشیده شدن شبکهٔ بلوری فلز نمی شود. در واقع دریای الکترونی عاملی است که چیدمان منظم کاتیون ها را در شبکه بلوری فلز حفظ می کند. شبکهٔ بلوری فلزها از نظر بار الکتریکی، خنثی است، بنابراین مجموع قدرمطلق بار الکتریکی الکترون های سازندهٔ دریای الکترونی با مجموع بار الکتریکی کاتیون های سازندهٔ شبکهٔ بلور فلز، برابر است و این لزوماً به معنای برابر بودن شمار الکترون های دریای الکترونی با شمار کاتیون های شبکهٔ بلور فلز نیست.

برای مثال در شبکهٔ بلور منیزیم، هرکاتیون منیزیم دارای بار + ۲ است و به ازای هر کاتیون منیزیم، ۲ الکترون آزاد در دریای الکترونی وجود دارد. بنابراین در شبکهٔ بلور منیزیم، شمار الکترون های دریای الکترونی دو برابر شمار کاتیون های شبکهٔ بلور فلز است. بر اثر ضربه خوردن به فلز، شماری از کاتیون ها در شبکهٔ بلوری فلز جابه جا می شوند، و به طور هم زمان، دریای الکترونی نیز به همراه کاتیون ها جابه جا می شود.

در واقع دریای الکترونی عملکردی مشابه با چسب را در لابه لای کاتیون های شبکهٔ بلوری فلز دارد. بنابراین شبکه بلور فلز نمی شکند و از هم پاشیده نخواهد شد.

فلزها در حالت جامد و مذاب، رسانای خوبی برای جریان برق هستند. بر اثر ایجاد اختلاف پتانسیل الکتریکی بین دو سر یک فلز، شمار معینی الکترون از یک سو وارد دریای الکترونی شبکهٔ بلور فلز می شود و شبکهٔ بلور فلز ، برای حفظ تعادل الکتریکی خود، به شمار الکترون های وارد شده، از الکترون های آزاد دریای الکترونی خود ، از شبکهٔ بلور خود از سمت مقابل، خارج می کند که این به معنای عبور جریان برق از فلز است.



تست ۲۷ : چند مورد از مطالب زیر درست اند؟

- دلیل حفظ چیدمان دو بعدی کاتیون ها در شبکه بلوری فلز با وجود دافعه بین کاتیون ها، دریای الکترونی است.
- مجموع الکترون های اتم هر فلز، در به وجود آمدن دریای الکترونی شرکت دارند.
- دریای الکترونی در شبکه بلور فلز وانادیم، سر منشأ تنوع عدد اکسایش و رنگ های متنوع آن است.
- رسانایی الکتریکی، ر سانایی گرمایی و شکل پذیری و چکش خواری فلزات را می تو ان با مفهوم دریای الکترونی توضیح داد.
- جاذبه قوی میان هسته اتم های فلز و دریای الکترونی سبب می شود که همه اتم ها در مکان های مشخص به طور ثابت جای بگیرند.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

مقایسهٔ نقطهٔ ذوب ، سختی و واکنش پذیری در فلزها

با توجه به روند تغییرات شعاع اتمی فلزات در جدول دورهای و همچنین روند تغییرات بار الکتریکی کاتیون فلزات در یک دوره و گروه، می توان تفاوت در برخی رفتارهای فیزیکی مانند نقطهٔ ذوب و سختی و همچنین تفاوت در رفتارهای شیمیایی فلزات را توجیه کرد

نقطهٔ ذوب و سختی

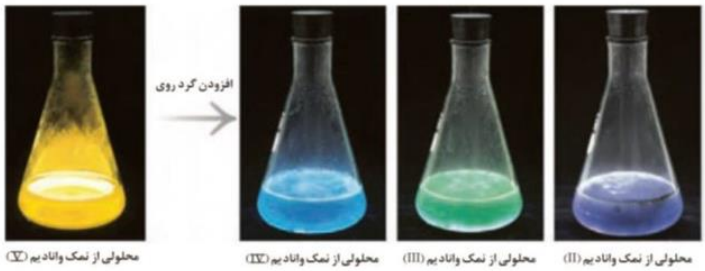
با توجه به اینکه در یک دوره از جدول تناوبی، از چپ به راست، شعاع کاتیون های فلزی کاهش و بار الکتریکی آنها افزایش می یابد، چگالی بار کاتیون های فلزی از چپ به راست، افزایش خواهد یافت.

در ضمن شمار الکترون های ظرفیت اتم های فلزی نیز در یک دوره از چپ به راست افزایش می یابد که این به معنای افزایش غلظت دریای الکترونی شبکهٔ بلور فلزها است.

در نتیجه جاذبهٔ کاتیون های شبکهٔ بلور فلز با دریای الکترونی، افزایش یافته و پیوند فلزی در یک دوره از چپ به راست قوی تر می شود. با افزایش جاذبه الکتریکی بین ذره های تشکیل دهندهٔ شبکه بلوری فلز، میزان سختی و نقطه ذوب و جوش فلزها، در یک دوره از چپ به راست، افزایش می یابد.

برای مثال، با توجه به این روند، می توان دلیل نرم بودن فلزات گروه اول و کمتر بودن چگالی و نقطه ذوب آن ها نسبت به سایر فلزات را توجیه کرد. در فلزات گروه های اول و دوم جدول و به طور کلی فلزات گروه های دیگر جدول، در هر گروه از بالا به پایین، شعاع کاتیون های فلزی افزایش می یابد، در نتیجه چگالی بار کاتیون ها کاهش خواهد یافت که این موجب ضعیف تر شدن نیروی جاذبهٔ بین کاتیون ها و الکترون های دریای الکترونی خواهد شد. بنابراین نقطهٔ ذوب و سختی فلزات در هر گروه از جدول از بالا به پایین کاهش می یابد. بنابراین به طور کلی می توان نوشت در هر دوره از جدول، از چپ به راست، نقطهٔ ذوب و

سختی فلزات افزایش می یابد. در هر گروه از جدول، از بالا به پایین، نقطهٔ ذوب و سختی فلزات کاهش می یابد.
به طور کلی نقطهٔ ذوب و سختی فلزهای واسطهٔ از فلزات اصلی بیشتر است.
رنگ محلول ترکیب های وانادیوم وابسته به تنوع عدد اکسایش آن است (خواص شیمیایی) و با دریای الکترونی توجیه نمی شود.



محلول نمک وانادیم (II) $\xrightarrow{+Zn}$ محلول نمک وانادیم (III) $\xrightarrow{+Zn}$ محلول نمک وانادیم (IV) $\xrightarrow{+Zn}$ محلول نمک وانادیم (V)
بنفش رنگ — سبز رنگ — آبی رنگ — زرد رنگ

۱) $Zn(s)+\underbrace{V^{5+}(aq)}_{\text{اکسنده(زرد)}}\longrightarrow\underbrace{Zn^{2+}(aq)}_{\text{بی‌رنگ}}+\underbrace{V^{4+}(aq)}_{\text{آبی}}$ (کاهنده)

۲) $Zn(s)+\underbrace{V^{4+}(aq)}_{\text{اکسنده(آبی)}}\longrightarrow\underbrace{Zn^{2+}(aq)}_{\text{بی‌رنگ}}+\underbrace{V^{3+}(aq)}_{\text{سبز}}$ (کاهنده)

۳) $Zn(s)+\underbrace{V^{3+}(aq)}_{\text{اکسنده(سبز)}}\longrightarrow\underbrace{Zn^{2+}(aq)}_{\text{بی‌رنگ}}+\underbrace{V^{2+}(aq)}_{\text{بنفش}}$ (کاهنده)

تست ۲۸ : با توجه به واکنش مقدار کافی فلزها روی با محلول وانادیوم VO_2Cl کدام مطلب درست است؟

۱) رنگ محلول به ترتیب از زرد به سبز، آبی و بنفش تغییر می کند.
۲) همه کاتیون های وانادیوم شرکت کننده در واکنش ها اکسنده اند.
۳) محلول وانادیوم اولیه، فقط نقش اکسنده دارد.
۴) وانادیوم در انتهای واکنش به آرایش گاز نجیب قبل از خود می رسد.

تست ۲۹ : به ۱ لیتر محلول ۰/۲ مولار VO_2Cl چند گرم فلز روی اضافه کنیم تا محلول به دست آمده آبی رنگ شود؟

$(Zn=65g.mol^{-1})$

۱) ۶/۵ ۲) ۱۳ ۳) ۱۹/۵ ۴) ۳/۲۵

تست ۳۰ : در صورت واکنش کامل نیم لیتر محلول ۰/۲ مولار $VOSO_4$ با ۰/۰۵ مول فلز روی، رنگ محلول به دست آمده کدام است؟

۱) بنفش ۲) سبز ۳) آبی ۴) زرد

تیتانیم

در میان عنصرهای دسته **d** از دوره چهارم جدول تناوبی، تیتانیم (**$_{22}Ti$**) با ویژگی های باورنکردنی، فلزی فراتر از انتظار است.
ماندگاری و استحکام مناسب با وجود چگالی پایین آن، از جمله این ویژگی هاست.
مهمترین ویژگی های تیتانیم برای ساخت موتور جت:
۱) بالا بودن نقطهٔ ذوب: هنگامی که موتور جت کار می کند تمام اجزای ثابت و متحرک سازندهٔ موتور جت، دمای بالایی دارند، بنابراین فلزی با نقطهٔ ذوب بالا که به راحتی ذوب نمی شود، برای ساخت آن مناسب است.
۲) چگالی پایین: فلزی مانند تیتانیم با چگالی کم موجب سبک تر بودن و پرواز راحت تر آن خواهد بود.

۳) مقاومت در برابر سایش: هنگامی که موتور جت کار می کند، اجزای مختلف آن به هم ساییده می شوند، بنابراین در ساخت آن باید از فلزی با مقاومت سایشی بالا استفاده شود.

ویژگی / ماده	تیتانیم	فولاد
نقطه ذوب (°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

مهمترین ویژگی های تیتانیم برای ساخت پروانه کشتی اقیانوس پیما

۱) واکنش پذیری ناچیز با ذره های موجود در آب دریا

۲) مقاومت در برابر خوردگی

در ساخت پوشش بیرونی بنای زیبایی مانند موزهٔ گوگنهایم، با توجه به ویژگی مقاومت در برابر خوردگی و همچنین جلای بسیار زیبای تیتانیم، از این فلز استفاده شده است.

از فلز تیتانیم به دلیل داشتن چگالی کم و همچنین مقاومت در برابر خوردگی، در ساخت بدنهٔ دوچرخه استفاده می شود.

تیتانیوم به شکل آلیاژهای گوناگون در صنعت کاربرد گسترده ای دارد.

نیتینول

نیتینول آلیاژی از تیتانیم و نیکل است که به آلیاژ هوشمند معروف است و در ساخت فراورده های صنعتی و پزشکی به کار می رود. این آلیاژ به علت قابلیت تغییر شکل بالا، قابلیت خمش زیاد بدون شکستگی، مقاومت بالا در برابر خوردگی و هم زیستی بالا با محیط بدن و قابلیت بازیابی شکل ماده بعد از حرارت دیدن، در ساخت فراورده های صنعتی و پزشکی مانند سازه های فلزی در ارتودنسی، استنت برای رگ ها و قاب عینک، به کار می رود.

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

اگر یک نمونه ماده، همهٔ طول موج‌های نور مرئی را بازتاب کند، به رنگ سفید دیده می‌شود.

اگر یک نمونه ماده ،همهٔ طول موج‌های نور مرئی را جذب کند، به رنگ سیاه دیده می‌شود.

مواد رنگی، بخشی از نور سفید تابیده شده را جذب و باقی ماندهٔ آن را عبور می‌دهند یا بازتاب می‌کنند.

چشم ما مواد رنگی را با طول موج‌های عبوری یا بازتاب شده از آن‌ها می‌بیند.

نور سفید(در ناحیه مرئی)شامل بخشی از امواج الکترومغناطیس با طول موج‌های بین ۴۰۰nm تا ۷۰۰nm هستند.

به طور کلی می‌توان گفت، اگر ماده‌ای به رنگ X دیده می‌شود، این ماده نور X را بازتاب یا عبور می‌دهد و بقیه طول موج‌های نور مرئی را جذب می‌کند.

سازندهٔ اصلی یک ماده رنگی که به آن رنگ می‌بخشد، رنگ‌دانه نام دارد.

رنگ‌هایی 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.

TiO_2 ، Fe_2O_3 و دوده ازجمله رنگ دانه‌های معدنی هستند که به ترتیب، رنگ‌های سفید، قرمز و سیاه ایجاد می کنند.

تست ۳۱ : با توجه به شکل کدام مطلب درست است؟

۱) رنگ دانه ماده A می تواند TiO_2 باشد.

۲) ماده D اگر Fe_2O_3 باشد، همه طول موج های نور مرئی به جز طول موج مربوط به رنگ قرمز را بازتاب می‌دهد.

۳) اگر ماده B دوده باشد، تمام طول موج های نور مرئی را عبور می دهد.

۴) ماده C نمی‌تواند رنگ سبز یا آبی را عبور داده باشد.