فـهرســـت

مقدمه ۲

خاک رس ۲

جامد مولکولی و جامد کووالانسی ۳

مثال های مهم جامد ها ۶

شاره های ملکولی و یونی و تولید برق ۱۰

شبکه بلور ترکیب های یونی ۱۲

شعاع یونی و اتمی ۱۴

چگالی باریون ۱۶

فلزها ۱۹

رنگ ۲۲

وانادیم و تیتانیم ۲۳

تست های پایان فصل ۲۶

فصل سه دوازدهم: شیمی جلوه ای از هنر زیبایی و ماندگاری

مقدمه

اکثر مباحث این فصل در جزوه مفاهیم پایه شیمی(پیش نیاز) بررسی شده اند و در این فصل مختصرا یادآوری می شوند پس حتما قبل از این فصل مفاهیم پایه شیمی (پیش نیاز) را بخوانید:

خاک رس

آثار به جای مانده ازگذشتگان نمادی از هنر زمان خویش هستند که زیبایی و ماندگاری آن اثر را نشان می دهند.

مواد اولیه برای ساخت چنین آثاری افزون بر **فراوانی و در دسترس بودن**، باید **واکنش پذیری کم، استحکام زیاد** و **پایداری مناسبی** داشته باشند.

خاک رس از اولین موادی بوده که در دسترس بشر بوده است. خاک رس مخلوطی از مواد گوناگون است و بیشتر از اکسیدهای فلزی مثل MgO , Fe_2O_3 , Na_2O , Al_2O_3 و اکسید شبه فلزی SiO_2 و آب و ... تشکیل شده است.

جدول زیر درصد جرمی مواد سازنده نوعی خاک رس که از معدن طلا استخراج شده است را نشان می دهد:

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

موشکافی جدول

- در این خاک رس بیشترین درصد جرمی مربوط به سیلیس (SiO_2)، یک اکسید شبه فلزی، است.
- خاک رس قرمز رنگ است و از آن جا که Fe_2O_3 سرخ رنگ است، سرخ فام بودن خاک رس را به وجود آن نسبت می دهند.
- در خاک رس چهار نوع ماده وجود دارد:

۱. ماده مولکولی: H_2O
۲. جامد کووالانسی: SiO_2
۳. جامد یونی: MgO , Fe_2O_3 , Na_2O , Al_2O_3
۴. جامد فلزی: Au

هنگام پختن سفال های خاک رس، آب نسبت به سایر مواد نقطه جوش پایین تری دارد و مقداری از آن تبخیر می شود که باعث دو اتفاق می شود:

۱. جرم خاک رس کاهش می یابد.
۲. درصد جرمی سایر گونه ها افزایش می یابد.

جامد مولکولی و جامد کووالانسی

دو نوع جامد را مقایسه می کنیم: جامد کووالانسی و جامد مولکولی

مواد مولکولی

به مواد شیمیایی خالصی که در ساختار خود مولکول دارند، مواد مولکولی می گویند.

مولکول ها واحدهای مجزای سازنده ماده، تشکیل شده از چند اتم هستند که با پیوند های کووالانسی به یکدیگر متصل می شوند.

پیوندهای کووالانسی اکثرا بین دو نافلز تشکیل می شود.[استثناهای آن در مفاهیم پایه شیمی بررسی شده اند]

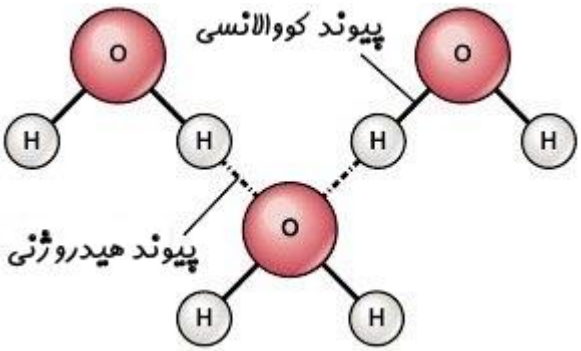
اغلب ترکیب های آلی جز این مواد هستند.

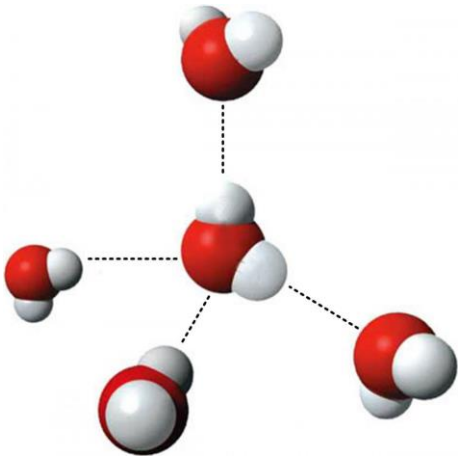
مولکول ها از یکدیگر مجزا هستند و با نیروهای بین مولکولی در کنار یکدیگر قرار گرفته اند.

دو نوع نیروی بین مولکولی داریم: ۱. پیوند هیدروژنی و ۲. نیروی واندروالسی

۱. پیوند هیدروژنی

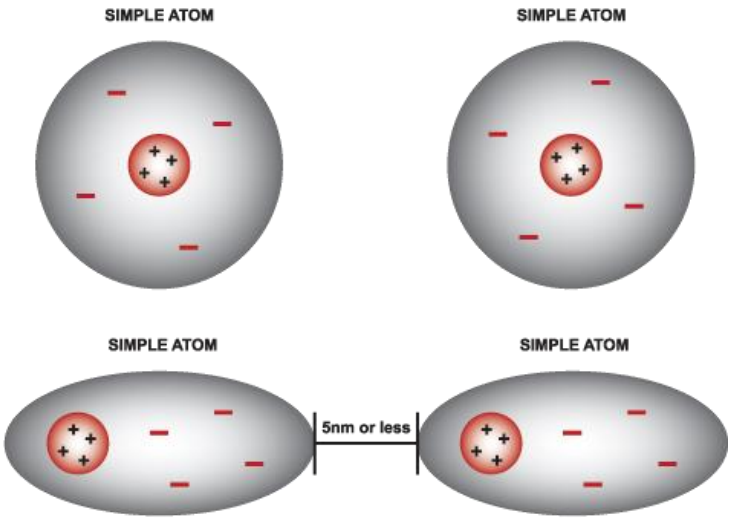
در زیر نیز پیوند هیدروژنی را مشاهده می کنیم

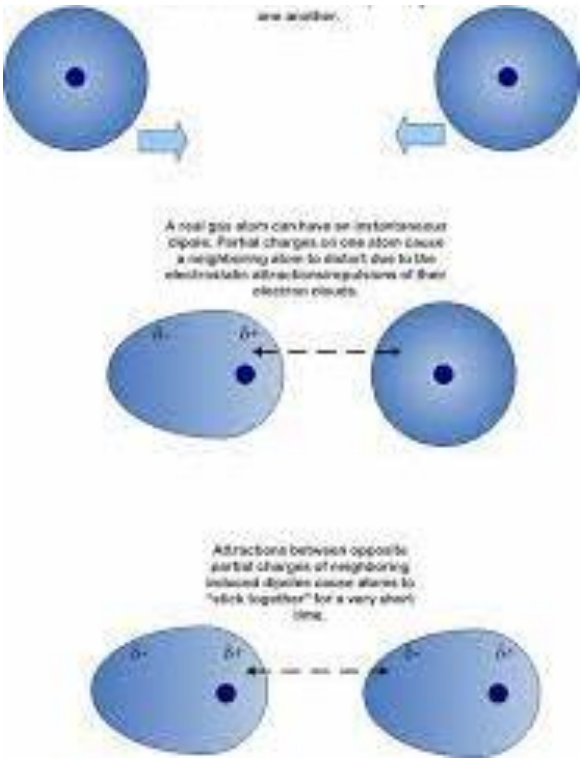


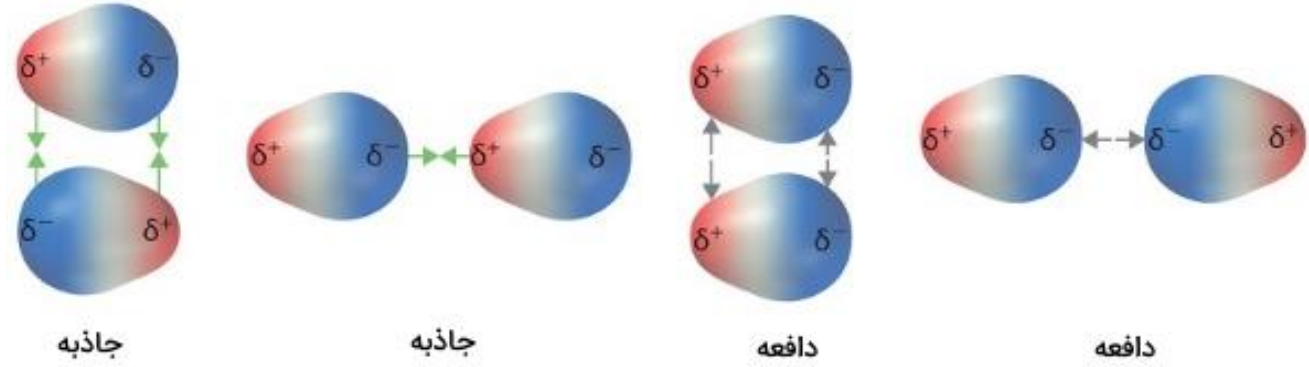


۲. نیروی واندروالسی

در زیر علت ایجاد نیروهای واندروالسی را بررسی می کنیم:







مـــواد کـــووالانسـی (جـــامـد کـــووالانسـی):

شبکه ای غول آسا از تعداد بسیار زیادی اتم که با پیوندهای کووالانسی به هم متصل اند و به جای واحدهای مجزای ملکولی، یک ساختار بزرگ یکدست ایجاد می کنند.

دقت کنید:

با توجه به نداشتن مولکول، استفاده از کلماتی مانند فرمول مولکولی یا نیروی بین مولکولی برای این مواد غلط است.

این مواد در دما و فشار اتاق جامد هستند پس به این مواد، جامد کووالانسی نیز گفته می شود.
یافته های تجربی نشان می دهد که عنصرهای اصلی سازنده جامدهای کووالانسی در طبیعت، کربن و سیلیسیم هستندکه هر دو در گروه ۱۴ جای دارند و به ترتیب نافلز و شبه فلز هستند. این دو عنصر پیوند کووالانسی تشکیل می دهند و یون تک اتمی تشکیل نمی دهند و تنوعشان بسیار کم است.
در یک جامد کووالانسی برای تبخیر یا ذوب باید بر پیوندهای کووالانسی بین آن ها غلبه کنیم که خیلی قوی تر از نیروهای بین مولکولی است، در نتیجه:

۱. نقطه ذوب جامدهای کووالانسی از مواد ملکولی بالاتر است.
۲. **اغلب** جامدهای کووالانسی برعکس جامد های مولکولی سخت اند.(گرافیت سخت نیست!)

مثال های معروف آن ها:

۱. سیلیس (SiO_2)
۲. سیلیسیم (Si)
۳. سیلیسیم کاربید(SiC)
۴. الماس (C)
۵. گرافیت (C)
۶. گرافن (C)

جمع بندی:

ماده	مولکولی	کووالانسی
نوع پیوند	کووالانسی	کووالانسی
تعیین کننده نقطه ذوب و جوش	بین ملکولی(وان در والسی یا هیدروژنی)	پیوند کووالانسی بین اتم ها
واحد های سازنده	مولکول های مجزا	شبکه غول آسایی از اتم ها
حالت فیزیکی در دما و فشار اتاق	جامد، مایع و گاز	جامد
سختی	اغلب سخت نیستند(یخ سخت است)	اغلب سخت اند(گرافیت نرم است)
دمای ذوب	پایین	خیلی بالا
تنوع در طبیعت	زیاد	کم
مثال	اغلب آلی ها و ملکول ها (کووالانسی ها جز بغلیا!)	۱. سیلیس(SiO_2)، ۲. سیلیسیم (Si) ، ۳. سیلیسیم کاربید(SiC) ،۴. الماس، ۵. گرافیت و۶. گرافن

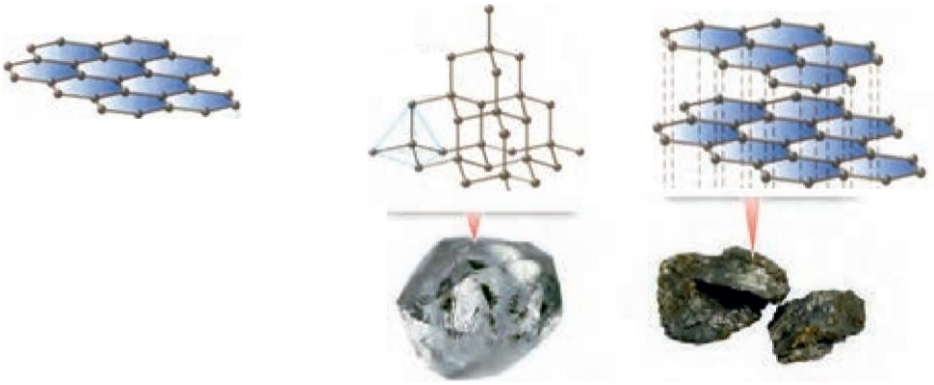
بررسی مثال های مهم

مثال های جامدهای کووالانسی محدود هستند و به بررسی تک تکشان می پردازیم و در پایان به بررسی یخ(جامد مولکولی) نیز می پردازیم.

۱. الماس، گرافیت و گرافن

الماس و گرافیت دو دگر شکل(آلوتروپ) طبیعی کربن هستند:

به تک لایه ای از گرافیت، گرافن می گویند.(تولید با گرافیت و نوار چسب نازک برای جدا کردن یک لایه)



مقایسه پیوندها

در الماس بین تمام اتم های کربن پیوند کووالانسی قوی وجود دارد.

در گرافیت بین تمام اتم های کربن هر لایه پیوند کووالانسی قوی ولی بین لایه های گرافیت نیروهای ضعیف وان در والسی وجود دارد.

در گرافن اتم های کربن با پیوندهایی مشابه هر لایه از گرافیت حلقه های شش ضلعی تشکیل داده اند و استحکام ویژه ای دارند(مقاومت کششی آن حدود ۱۰۰ برابر فولاد است.)

در الماس هر اتم کربن با چهار پیوند یگانه به **چهار** اتم کربن دیگر متصل شده است.

در هر لایه گرافیت هر اتم کربن با چهار پیوند به **سه** اتم کربن دیگر متصل شده است.(یک پیوندش دوگانه است!)

در گرافن هر اتم کربن با چهار پیوند به **سه** اتم کربن دیگر متصل شده است.(یک پیوندش دوگانه است!)

مقایسه ساختار

هر بلور الماس شبکه غول آسایی متشکل از تعداد زیادی اتم کربن است که با پیوند های کووالانسی(اشتراکی) به هم متصل شده اند.(۳بعدی)

گرافیت ساختاری لایه ای دارد که هر صفحه آن، شبکه ای از حلقه های شش ضلعی است.(۲بعدی)

گرافن به اندازه یک اتم کربن ضخامت دارد پس شفاف و انعطاف پذیر است.

نکته ترکیبی

با توجه به وجود پیوند دوگانه در گرافیت، بر خلاف تصورتان! آنتالپی پیوند کربن – کربن ، در گرافیت بیشتر از الماس است! (ربطش ندید به سختی که برعکس میشه!!!)

بلور های الماس بسیار سخت هستند و علاوه بر جواهر سازی، در ساخت مته و ابزار برش شیشه نیز استفاده می شوند.

در گرافیت بین لایه ها نیروی ضعیف وان در والسی وجود دارد، به همین دلیل هر لایه به راحتی می تواند روی لایه دیگر بلغزد و بسیار نرم است و از آن در تولید مغز مداد استفاده می شود.

دقت کنید:

نقطه ذوب هر دو آن ها(گرافیت و الماس) بالاست، زیرا هر دو جامد کووالانسی هستند.

رسانایی

گرافیت و گرافن رسانای جریان برق هستند.

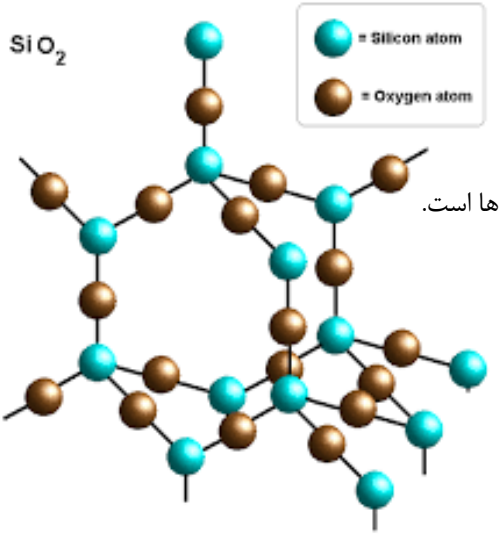
الماس رسانای گرما است.(پس ظرفیت گرمایی ویژه کمی دارد)

چگالی الماس از گرافیت بیشتر است.

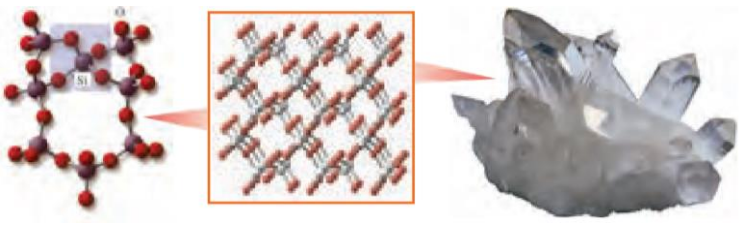
گرافیت از الماس پایدارتر است، در نتیجه سطح انرژی کمتر و فراوانی بیشتری دارد.

۲. سـیلیـس

- سیلیس دارای فرمول SiO_2 و ساختار مقابل است:



- سازنده اصلی سنگ، خاک، صخره، شن و ماسه و عامل سختی و ماندگاری آن ها است.
- فراوان ترین اکسید در پوسته جامد زمین است.
- به سیلیس خالص «کوارتز» گفته می شود.
- به سیلیس ناخالص «ماسه» گفته می شود.
- سیلیس خالص (کوارتز) **عین همون** شیشه **خودمونه!پس** شفافه و تو ساخت عدسی و منشور استفاده **داره!!**



موشکافی شکل

در ساختار آن هر اتم سیلیسیم(Si) به چهار اتم اکسیژن متصل است.

در ساختار آن هر اتم اکسیژن بین دو اتم سیلیسیم(Si) قرار دارد.(پل های Si -O-Si)

در کل ساختار سیلیس تعداد اتم های اکسیژن دو برابر اتم های سیلیسیم است.

در هر حلقه ساختار سیلیس تعداد اتم های اکسیژن برابر اتم های سیلیسیم است.

شعاع اتمی سیلیسیم از اکسیژن بیشتر است.

گـروه آمـوزشـی دکـتر خـوش رفـتـار
۰۹۱۷ ۵۶۳ ۷۹۵۷

۳. سیلیسیم و سیلیسیم کاربید

- سیلیسیم کاربید(SiC) یک ساینده ارزان است که در تهیه سنباده به کار می رود.
- هم سیلیسیم(Si) و هم سیلیسیم کاربید(SiC) ساختاری مشابه با الماس دارند و با توجه به بیشتر بودن آنتالپی پیوند C-C از Si-Si و Si-C ، می توان نتیجه گرفت سختی و نقطه ذوب الماس از این دو ماده بیشتر است.
- میانگین آنتالپی پیوند : Si-Si < Si-C < C-C
- نقطه ذوب و سختی : الماس > سیلیسیم کاربید > سیلیسیم

دقت کنید:

گرافیت آنتاپی پیوند بیشتر داشت و سختی کمتر از الماس! پس همیشه آنتالپی پیوند و سختی متناسب نیستند.

- میانگین آنتالپی پیوند Si-O از Si-Si بیشتر است، **به زبون خودمونی یعنی سیلیسیم سفت تر به اکسیژن چسبیده!** یعنی تمایلش به اتصال به اکسیژن بیشتر از تمایلش برای اتصال به سیلیسیمی دیگر است، به همین دلیل در طبیعت به حالت خالص یافت نمی شود و به طور عمده به شکل سیلیس(SiO_2) وجود دارد.

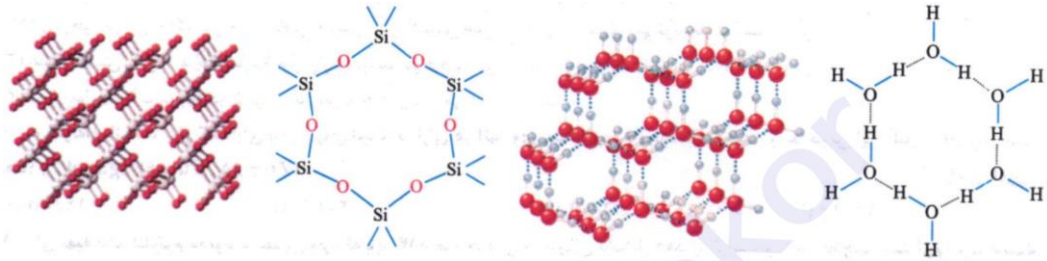
دقت کنید:

سیلیسیم یون تک اتمی ندارد و با این که شبه فلز است مانند نافلزها رفتار می کند و پیوند کووالانسی تشکیل می دهد.

سیلیسیم یون چند اتمی دارد و نمونه معروف آن، یون سیلیکات(SiO_4^{4-}) است .

سازه های یخی

- یخ **یک جامد ملکولی** است اما ظاهری شبیه سیلیس دارد.
- مولکول های آب در ساختار یخ در یک آرایش منظم و سه بعدی با تشکیل حلقه های شش گوشه، شبکه ای همانند کندوی زنبور عسل با استحکام ویژه پدید می آورند. در این ساختار هر اتم اکسیژن به دو اتم هیدروژن با پیوند اشتراکی و به دو اتم هیدروژن از مولکول های دیگر با پیوندهای هیدروژنی متصل است. این در حالی است که در سیلیس همه اتم ها با پیوندهای اشتراکی به یکدیگر متصل شده اند.



- یخ و سیلیس هر دو در حالت خالص، شفاف هستند و در ساختار هر دو حلقه های چند ضلعی وجود دارد.
- در حلقه های **شش ضلعی** یخ، هر ضلع شامل یک پیوند اشتراکی و یک پیوند هیدروژنی است و اتم های اکسیژن در راس حلقه های شش ضلعی قرار دارند.
- در ساختار حلقه **چند ضلعی** سیلیس تنها پیوند اشتراکی (کووالانسی) Si-O وجود دارد.

جمع‌بندی:

ماده	سیلیس(SiO_2)	یخ (H_2O)
نوع جامد	کووالانسی	مولکولی
نقطه ذوب	بسیار بالا (دیر گداز)	پایین (زود گداز)
واحد سازنده	شبکه غول آسا	مولکول
ساختار بلور	آرایش منظم و سه بعدی دارای حلقه چند ضلعی	آرایش منظم و سه بعدی دارای حلقه شش ضلعی
حلقه	فقط پیوند کووالانسی برابر بودن اتم های Si و O در حلقه ها	هر ضلع یک پیوند کووالانسی و یک پیوند هیدروژنی دارد اتم های اکسیژن در راس حلقه ها برابر بودن اتم های H و O در حلقه ها

تست های تمرین در کلاس!

۱. درستی یا نادرستی علمی مطالب زیر، به ترتیب، کدام است؟ (تجربی ۱۴۰۲)

- نقطهٔ ذوب الماس، بالاتر از نقطهٔ ذوب سیلیسیم است.
- سیلیسیم خالص، ساختاری مشابه ساختار الماس دارد.
- آنتالپی پیوند Si-O، از آنتالپی پیوند Si-Si ، بیشتر است.
- گرافن، تک لایه ای از گرافیت است که شفاف و انعطاف پذیر است.
- سیلیسیم، مانند الماس، در طبیعت به صورت خالص یافت می شود.

۱) درست – نادرست – درست – نادرست – درست
۲) نادرست – درست – درست – درست – نادرست
۳) درست – درست – نادرست – درست – درست
۴) درست – درست – درست – درست – نادرست

۲. چند مورد از مطالب زیر، درست است؟ (ریاضی ۱۴۰۲)

- مولکول های آب در حالت بخار، جدا از هم بوده و آزادانه در جنب و جوش هستند.
- در شرایط یکسان(دمای ۰°C و فشار ۱atm)، چگالی آب از چگالی یخ بیشتر است.
- در ساختار یخ، هر مولکول آب از طریق پیوندهای اشتراکی و هیدروژنی ، به چهار مولکول دیگر آب متصل است.
- در ساختار یخ، مولکول های آب، به گونه ای قرار دارند که اتم اکسیژن آن ها در راس حلقه های شش ضلعی، جای دارد.
- در حالت مایع، بین مولکول های آب، پیوند هیدروژنی قوی وجود دارد و در جایگاه های به نسبت ثابتی قرار دارند.

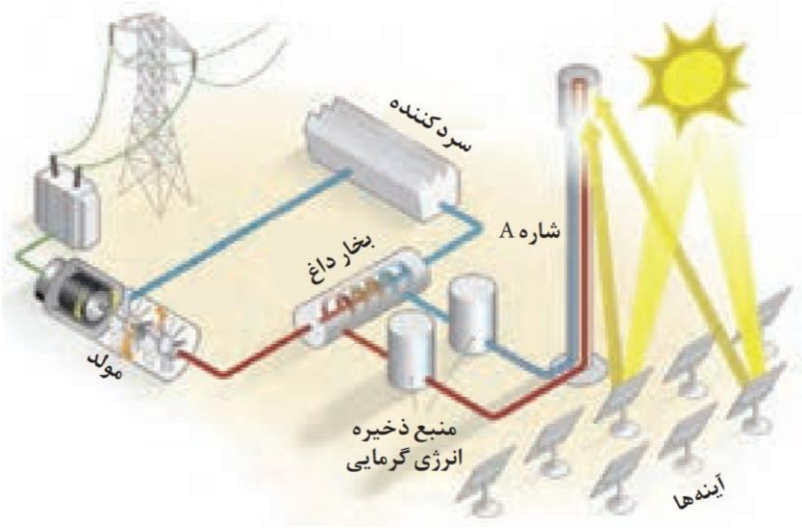
۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۴ ۴) ۵

۳. کدام مورد دربارهٔ سیلیس و یخ درست است؟ (تجربی ۱۴۰۳)

۱) ساختار سیلیس، سه بعدی و ساختار یخ دوبعدی است.
۲) در سیلیس هر اتم سیلیسیم، با دو اتم اکسیژن، پیوند اشتراکی تشکیل می دهد.
۳) سیلیس خالص، کدر و یخ، شفاف است و هر دو، ساختار شش گوشه دارند.
۴) ساختار یخ منظم است و مولکول های آب، شبکه ای مانند کندوی زنبور عسل به وجود می آورند.

شاره(سیال) های مولکولی و یونی و تولید برق

خورشید بزرگترین منبع انرژی برای زمین است و دانشمندان در تلاشند این انرژی را به برق تبدیل کنند.
شکل زیر نمایی از فناوری پیشرفته برای تولید انرژی الکتریکی از پرتوهای خورشیدی را نشان می دهد.



مراحل:

۱. آینه ها پرتو خورشیدی را روی برج گیرنده متمرکز می کنند
۲. شاره (سیال) داخل لوله که در این جا سدیم کلرید مذاب است، گرمای خورشیدی را جذب کرده و دمایش افزایش می یابد.
۳. سدیم کلرید مذاب و بسیار داغ به منبع ذخیره انرژی گرمایی سرازیر می شود و انرژی گرمایی خود را به آب درون مخزن می دهد و آن را به بخار تبدیل می کند، سدیم کلرید مذاب مجددا به برج گیرنده می رود.
۴. بخار آب توربین را می چرخاند و تولید برق می کند و سپس به سرد کننده می رود و در آن جا باز مایع شده و همان مراحل قبلی را تکرار می کند.

دقت کنید:

شاره ای که در این فرایند استفاده می شود، باید دو ویژگی داشته باشد:

۱. ظرفیت گرمایی بالایی داشته باشد

۲. در دماهای بیشتری مایع بماند(نه زود منجمد شود و نه سریع تبخیر شود) پس هر چه تفاوت بین نقطه ذوب و جوش یک ماده خالص بیشتر باشد بهتر است.

مواد مولکولی نقطه ذوب و جوش پایین تری نسبت به مواد یونی دارند(قدرت اتحاد و یکدست بودن در مقابل قدرت های مجزا مجزا!)
هم چنین مواد ملکولی در گستره دمایی بسیار کمتری نسبت به مواد یونی مایع هستند. پس از یک شاره یونی مانند NaCl مذاب در این روش استفاده می شود.

ماده	نوع ماده	نقطه ذوب(°C)	نقطه جوش(°C)	اختلاف نقطه ذوب و جوش (گستره دمایی مایع بودن)
N_2	مولکولی	-۲۱۰	-۱۹۶	۱۴
HF	مولکولی	-۸۳	۱۹	۱۰۲
NaCl	یونی	۸۰۱	۱۴۱۳	۶۱۲

جمع‌بندی:

در تولید برق از خورشید هر دو نوع شاره کاربرد دارند:

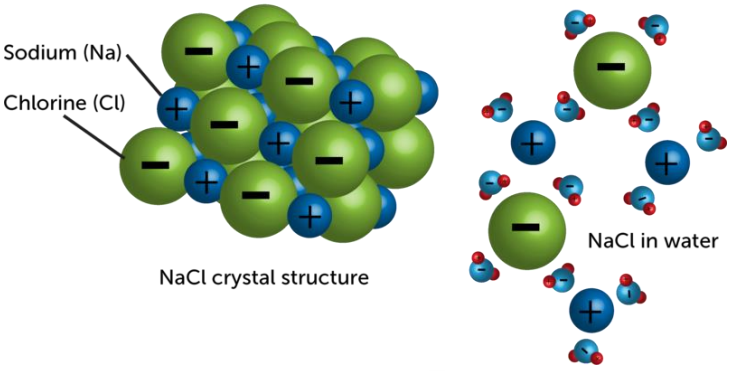
۱. شاره یونی (سدیم کلرید مذاب) به عنوان منبع ذخیره انرژی و با گستره دمایی مایع زیاد تر.

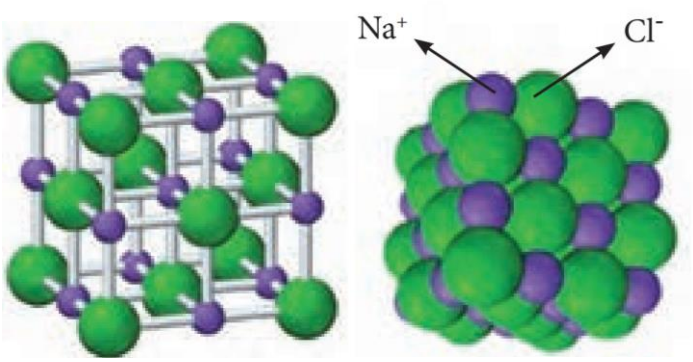
۲. شاره مولکولی(آب و بخار آب) برای به حرکت در آوردن توربین و با تبخیر راحت تر.

شبکه بلور ترکیب های یونی

در مفاهیم پایه شیمی این قسمت نیز بررسی شده است و مجددا در این جا کار می شود

خواندیم که وقتی یک فلز و یک نافلز کنار هم قرار می گیرند، معمولا فلز الکترون از دست می دهد و نافلز الکترون می گیرد و به خاطر داشتن بارهای ناهم نام، این دو یون جذب هم می شوند و پیوند یونی را بین این یون ها پدید می آورند.
این پیوندهای یونی به شمار معینی از یون ها محدود نشده و فقط بین یک جفت یون نیست، بلکه میان همه آن ها در سه بعد وجود دارد و باعث تشکیل آرایش منظمی از یون ها در سه بعد و تشکیل شبکه بلوری جامد یونی می شود.





دقت کنید:

در شبکه بلور ترکیب های یونی واحدهای مجزای مولکولی وجود ندارد و به همین دلیل استفاده از واژه هایی مانند مولکول و فرمول مولکولی برای آن ها غلط است و فرمول آن ها در واقع ساده ترین نسبت کاتیون آن ها به آنیون آن ها را نشان می دهد.

ترکیب های یونی در حالت جامد رسانا نیستند اما در حالت محلول در آب و مذاب رسانا هستند.
در ترکیب های یونی نیروهای جاذبه میان یون های ناهم نام بر نیروهای دافعه میان یون های هم نام غالب است.

آرایش یون ها در سرتاسر شبکه بلوری جامدهای یونی از یک الگوی تکراری پیروی می کند، به طوری که هرکاتیون با شمار معینی آنیون و هر آنیون با شمار معینی کاتیون احاطه شده است. به شمار نزدیک ترین یون های ناهمنام موجود پیرامون هریون در شبکه بلور، عدد کوئوردیناسیون می گویند.

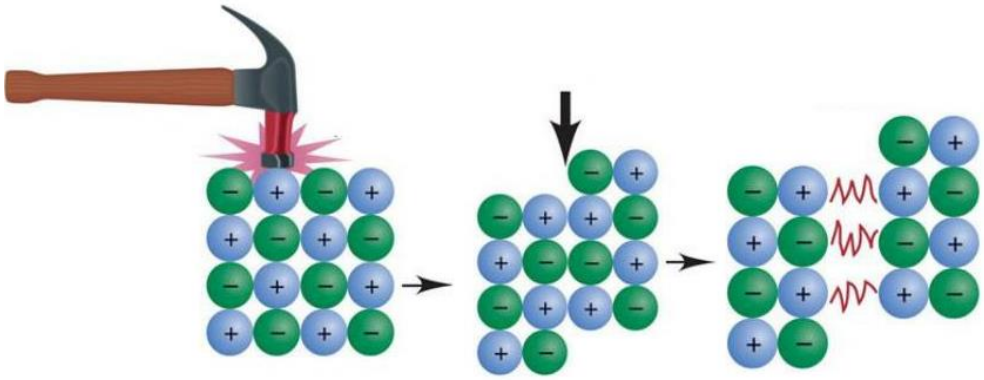
عدد کوئوردیناسیون هر یک از یون های سدیم و کلرید در بلور سدیم کلرید با هم مساوی و برابر ۶ است.

نکته

در ترکیب های یونی می توان گفت:

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

ترکیب های یونی سخت و شکننده اند! اگر به ترکیب یونی ضربه ای وارد شود، یون های هم نام کنار هم قرار می گیرند و نیروی دافعه میان آن ها باعث در هم ریختن شبکه بلور می شود.(چکش خوار نیستند.)



نکته ترکیبی مهم

اغلب ترکیب های یونی در آب حل می شوند اما برخی نامحلول هستند که باید آن ها را بلد باشیم:

$Fe(OH)_2$, $Fe(OH)_3$, $Mg(OH)_2$, $Ca_3(PO_4)_2$, $BaSO_4$, $AgCl$ و ... در آب حل نمی شوند(نامحلول).

واکنش تولید سدیم کلرید

از واکنش فلز سدیم با گاز زرد رنگ و سمی کلر، سدیم کلرید (نمک خوراکی) تولید می شود.

این واکنش بسیار گرماده است.

این واکنش نور زرد رنگ آزاد می کند.

شعاع یونی و اتمی

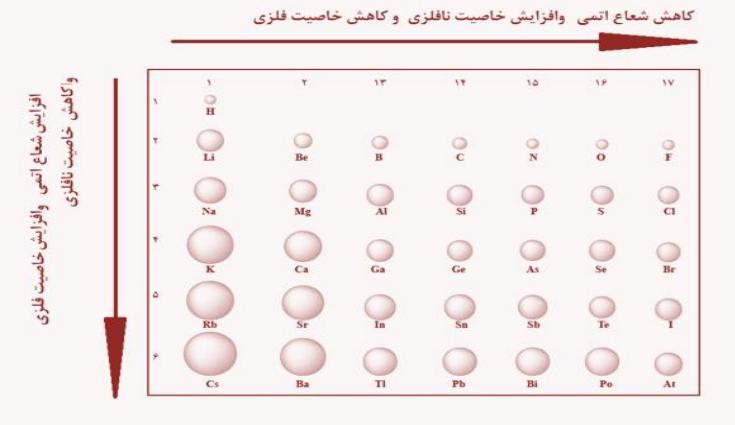
این قسمت را در فصل ۱ شیمی یازدهم کار کرده ایم و این جا مجددا و کامل تر بررسی اش می کنیم:

شعاع اتمی

شعاع اتمی در جدول تناوبی از بالا به پایین افزایش می یابد و از چپ به راست کاهش می یابد.

جمع بندی:

در هر دوره از چپ به راست،خواص عناصر به طور مشابه تکرار می شود(مثلا هر دوره با یک فلز قلیایی شروع می شود و به یک گاز نجیب ختم می شود)به همین دلیل این جدول را دوره ای می نامند. هم چنین برعکس همین روند را در هر گروه از بالا به پایین داریم، از جمله این خواص می توان شعاع به اتمی، خصلت فلزی و نافلزی(الکترونگاتیوی) اشاره کرد.



شعاع یونی

۱. شعاع هر کاتیون از اتم بدون بار آن کوچک تر است و شعاع هر آنیون از اتم بدون بار آن بزرگ تر است.

۲. در یک گروه، شعاع یونی از بالا به پایین افزایش می یابد.

۳. در یک دوره، هر چه بار منفی تر باشد، شعاع یونی بزرگ تر و هرچه بار مثبت تر باشد کوچک تر است.

۴. در چند یون هم الکترون، هر چه بار منفی تر باشد، شعاع یونی بزرگ تر و هرچه بار مثبت تر باشد کوچک تر است.

۵. شعاع یونی در چند یون که نه هم گروه باشند، نه هم دوره و نه هم الکترون، با شمارهٔ دورهٔ اتم آن ها ارتباط دارد.

گروه / دوره	۱۷	۱۶	۲	۱
دوم	F $^{1-}$ ۷۱،۱۳۳	O $^{2-}$ ۷۳،۱۴۰		Li $^{1+}$ ۱۵۲،۷۶
سوم	Cl $^{1-}$ ۹۹،۱۸۱	S $^{2-}$ ۱۰۲،۱۸۴	Mg $^{2+}$ ۱۶۰،۷۲	Na $^{1+}$ ۱۸۶،۱۰۲

موشکافی جدول

تفاوت شعاع آنیون های یک دوره خیلی ناچیز بوده و کمتر از تفاوت شعاع کاتیون های آن دوره است. (در دوره ۳ به ترتیب ۳ و ۳۰ پیکومتر)

تمریـن کـلاسـی:

شعاع یون های زیر را با هم مقایسه کنید:

الف) Ca^{2+} ☐ Mg^{2+}

ب) Na^{+} ☐ Mg^{2+}

ج) Li^{+} ☐ O^{2-}

د) Na^{+} ☐ O^{2-}

ه) N^{3-} ☐ O^{2-}

و) K^{+} ☐ O^{2-}

ز) Ca^{2+} ☐ N^{3-}

چگالی باریون ها

اگر هریون را کره ای باردار در نظر بگیرید، چگالی بار همارز با نسبت بار به حجم آن است.

$$\text{چگالی بار سطحی} = \frac{\text{بار}}{\text{حجم}}$$

به جای این رابطه می توان از نسبت ساده تر مقدار بار یون به شعاع آن استفاده کرد.

$$\text{چگالی بار سطحی} \propto \frac{\text{بار}}{\text{شعاع}}$$

نکته بسیار مهم:

در مقایسه چگالی بار به ترتیب اولویت عمل می کنیم:

۱. ابتدا بار را مقایسه می کنیم (بدون توجه به علامت فقط مقدار بار مهم است) و هر که بارش بیش، چگالی اش بیشتر!!!

۲. اگر بار دو یون برابر باشد، شعاع یونی آن ها را مقایسه می کنیم، هر چه شعاع یونی کمتر باشد، چگالی سطحی بار بیشتر است.

هرچه چگالی بار سطحی بیشتر باشد، پیوند های یونی حاصل از آن یون ها قوی تر است و استحکام شبکه یونی بیشتر است. در نتیجه برای فروپاشی آن یا جدا کردن کامل یون هایش از یکدیگر به انرژی بیشتری نیاز است.

تمرین کلاسی:

۳. چگالی بار سطحی یون های زیر را مقایسه کنید:

الف) Mg^{2+} , K^{+} , Ca^{2+} , Na^{+}

ب) O^{2-} , F^{-} , S^{2-} , Cl^{-}

ج) Ca^{2+} , S^{2-}

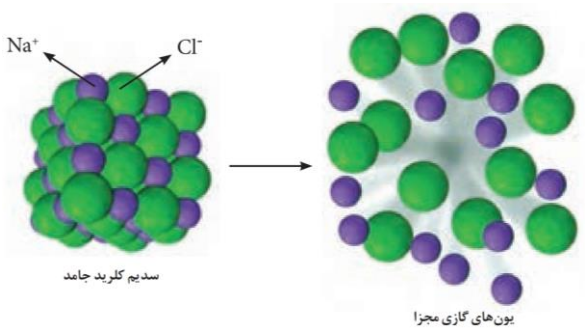
د) O^{2-} ,Na^{+}

آنتالپی فروپاشی شبکه

آنتالپی فروپاشی شبکه

به گرمای لازم برای فروپاشی شبکه بلوری **یک مول** جامد یونی و تبدیل آن به **یون** های **گازی** سازنده اش در **فشار ثابت**، آنتالپی فروپاشی شبکه می گویند و آن را با نماد $\Delta H_{\text{فروپاشی}}$ نشان می دهند.

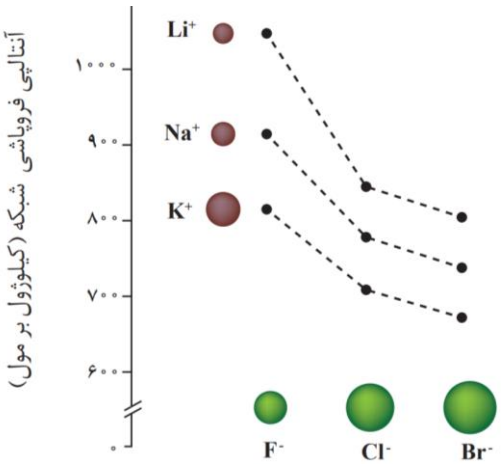
این مقدار همواره مقداری مثبت (گرماگیر) با یکای کیلوژول بر مول است.



دقت کنید:

هرچه آنتالپی فروپاشی شبکه بیشتر باشد، نقطه ذوب هم بالاتر است.

برای درک بهتر این نکات به نمودار زیر توجه کنید:



نکته:

برای مقایسه آنتالپی فروپاشی شبکه ترکیب های یونی به ترتیب اولویت زیر عمل می کنیم:

۱. هر چه مجموع قدر مطلق بار دو یون در یک ترکیب یونی بیشتر باشد، آنتالپی فروپاشی شبکه آن ترکیب یونی بیشتر است.

۲. اگر مورد ۱ برای دو ترکیب یکسان بود، هر چه شعاع یون ها کوچکتر باشد، آنتالپی فروپاشی شبکه آن ترکیب بیشتر است.

تمرین کلاسی:

آنتالپی فروپاشی شبکه ترکیب های زیر را با هم مقایسه کنید:

الف) $CaCl_2$ ☐ MgO

ب) Na_2O ☐ MgF_2

ج) NaF ☐ MgO

تست های تمرین در کلاس!

۱. کدام مورد جملهٔ زیر را از نگاه علمی به درستی تکمیل می کند؟ (تجربی ۱۴۰۱)

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

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

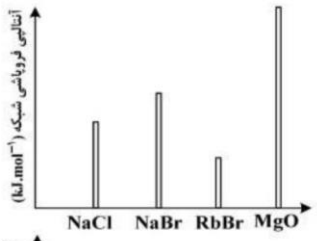
۲) $KBr - NaCl$ ، بیشتر است – کلر فعالیت شیمیایی بیشتری دارد.

۳) $K_2O - CaO$ ، کمتر است – شعاع کاتیون در آن بزرگ تر است.

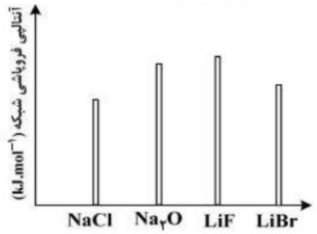
۴) $MgO - MgF_2$ ، کمتر است – بار الکتریکی آنیون در آن کمتر است.

۲. کدام نمودار، دربارهٔ مقایسهٔ نسبی آنتالپی فروپاشی شبکهٔ بلور جامدهای یونی داده شده، درست است؟ (تجربی ۱۴۰۰)

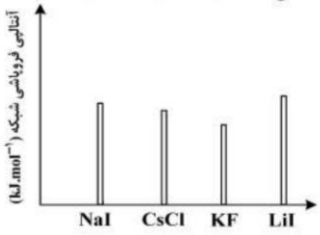
۱)



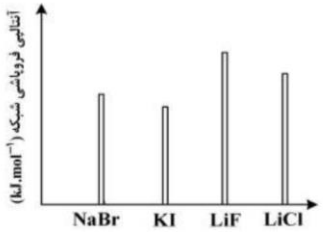
۲)



۳)



۴)



۳. کدام مقایسه دربارهء نقطه جوش گونه های داده شده درست است؟ (تجربی اردیبهشت ۱۴۰۳)

۱) $K_2S > Na_2O > H_2S > F_2$

۲) $CaO > NaBr > HF > CO$

۳) $CHCl_3 > NH_3 > HF > N_2$

۴) $CH_3COCH_3 > C_2H_5OH > CHCl_3 > HF$

۴. اگر مجموع آنتالپی فروپاشی $MgO(s)$ و $KI(s)$ برابر a ، $LiF(s)$ و $Al_2O_3(s)$ برابر b ، $NaBr(s)$ و $AlF_3(s)$ برابر c باشد، کدام مقایسه درست است؟ (تجربی ۱۴۰۳)

۱) $b > a > c$

۲) $b > c > a$

۳) $c > b > a$

۴) $c > a > b$

فـلزهـــا

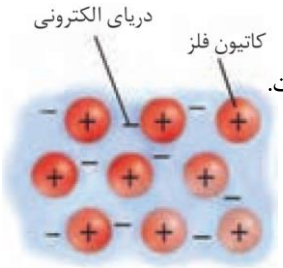
تمدن های آغازی براساس گستره کاربری مواد رایج هر دوران نامگذاری شده اند.
دوره سنگی، دوره برنز و سپس دوره آهن.
فلزها هنوزکلید رشد، گسترش و ارتقای کیفیت زندگی به شمار می روند، آن چنان که بسیاری باور دارند پایداری جامعه پیشرفته با فناوری کارآمد به گستردگی استفاده از عنصرهای فلزی وابسته است.
فلزها بخش عمده عنصرهای جدول دوره ای را تشکیل می دهند.
فلزها در هر چهار دسته f , d , p , s جای دارند و معروف ترین گروه های آن ها، گروه ۱ و ۲ (فلزهای قلیایی و قلیایی خاکی) هستند.
داشتن جلا، رسانایی الکتریکی، رسانایی گرمایی و شکل پذیری از جمله رفتارهای فیزیکی فلزها بوده در حالی که واکنش پذیری و تنوع اعداد اکسایش از جمله رفتارهای شیمیایی آن هاست.

دقت کنید:

فلز سدیم برعکس اکثر فلزها سختی بالایی ندارد و به راحتی با چاقو بریده می شود.

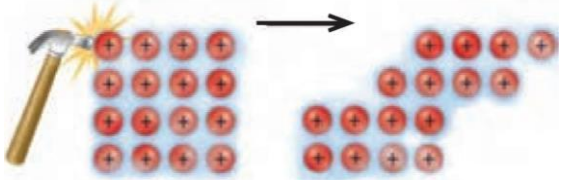
فلزهای گروه ۱ و ۲ و فلزهایی که فقط یک یون پایدار دارند، در ترکیب های خود نیز فقط یک نوع عدد اکسایش دارند.

شـبکـه بـلـوری فـلزهـــا

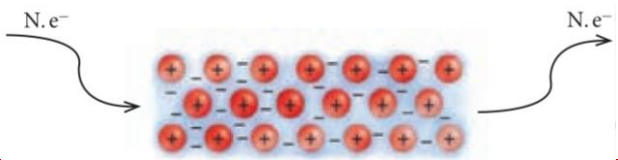


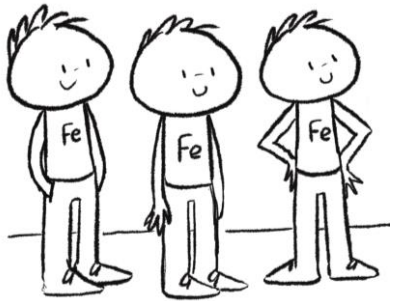
برای توجیه **برخی** رفتارهای **فیزیکی** فلزها، الگوی زیر ارائه شده است که به **مدل دریای الکترونی معروف** است.

- در این مدل ساختار فلزها آرایش منظمی از کاتیون ها در سه بعد است که در فضای میان آن ها، سست ترین الکترون های موجود در اتم (الکترون های ظرفیت) دریایی را ساخته اند و در آن آزادانه جا به جا می شوند.
- در ساختار فلزها، الکترون ها آزادانه در فضای میان کاتیون ها جا به جا می شوند، به همین دلیل هر الکترون موجود در دریای الکترونی را نمی توان تنها متعلق به یک اتم دانست. (**مهدکودک مزاحما!!!**)
- در ساختار فلزها، بین الکترون های موجود در دریای الکترونی (با بار منفی) و کاتیون ها (با بار مثبت) نیروی جاذبه وجود دارد، پس می توان گفت دریای الکترونی عاملی است که چیدمان کاتیون ها را در شبکه بلوری حفظ می کند.
- با ضربه زدن به جامدهای فلزی، لایه هایی از کاتیون ها روی هم میلغزند اما الکترون های دریای الکترونی هم جا به جا می شوند(**مثه دریا رووونه!**) و دوباره در فضای بین کاتیون ها قرار می گیرند و چیدمان آن ها را در شبکه بلوری فلز حفظ می کنند و نمی گذارند شبکه بلوری از هم پاشیده شود، به همین دلیل فلزها چکش خوار و شکل پذیرند.



- فلزها هم در حالت جامد و هم در حالت مذاب رسانای جریان برق هستند.(رسانای الکترونی اند!) یعنی وقتی N عدد الکترون(e^-) از یک طرف وارد جسم فلزی می شود، تعادل بار الکتریکی شبکه بلوری به هم می خورد و برای حفظ این تعادل باید همان تعداد الکترون از طرف دیگر دریای الکترونی خارج شود.





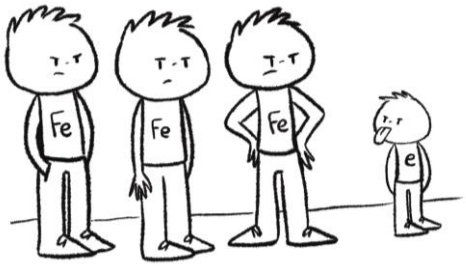
جمع بندی:

فلزها سطح درخشان، براق و صیقلی دارند.

در اثر ضربه تغییر شکل می دهند ولی خرد نمی شوند(چکش خوارند).

رسانایی گرمایی و الکتریکی باالایی دارند.

در یک کلام: فلز= فرار از الکترون

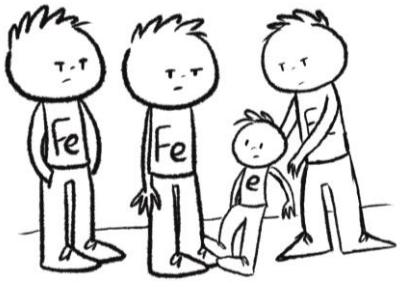


علت رسانایی: .....

.....

.....

.....

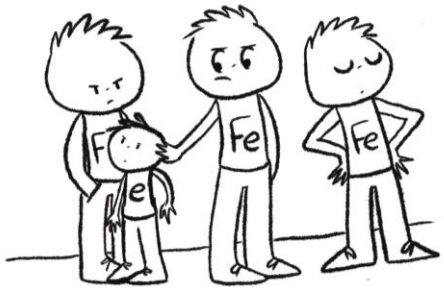


خصلت فلزی : .....

.....

الکترونگاتیوی: .....

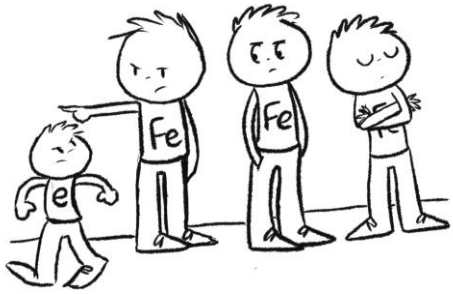
.....



تمایل به اکسایش: .....

.....

.....



واکنش پذیری فلزها(با علت): .....

.....

.....

.....

.....

علت تشکیل شبکه فلزی: .....

.....

.....

جمع‌بندی:

رسانا در حالت مایع: جامد یونی و فلزی

رسانا در حالت جامد: جامد فلزی و گرافیت(یک جامد کووالانسی است)

سخت و شکننده: جامد یونی

شکننده نیست (چکش خوار): جامد فلزی

سخت نیست و نارسانا: جامد مولکولی

سخت و نارسانا: جامد کووالانسی (به جز گرافیت که نرم است)

رنگ

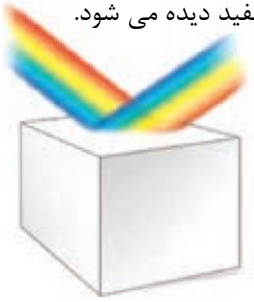
احساس و درک رنگ به دلیل نورهای مرئی است که از محیط پیرامون به چشم ما می رسد.
اگر در محیطی نور مرئی نباشد انسان نمی تواند چیزی ببیند.

یادآوری:

نور مرئی بخشی از پرتوهای الکترومغناطیسی است که طول موج آن ها در گستره ۴۰۰ نانومتر تا ۷۰۰ نانومتر است و چشم ما آن ها را می بیند و نور سفید هم شامل همه طول موج های امواج الکترومغناطیس در ناحیه مرئی است.

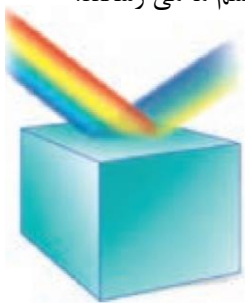
رنگی که ما از هر چیز می بینیم به طول موج هایی که از خود به چشم ما بازتاب می دهد بستگی دارد!

۱. اگر یک ماده هیچ طول موجی را جذب خودش نکند و همه طول موج های مرئی را بازتاب کند، به رنگ سفید دیده می شود.



۲. اگر یک ماده تمام طول موج ها را جذب خودش کند و هیچ طول موج مرئی را بازتاب نکند، به رنگ سیاه دیده می شود.

۳. مواد رنگی بخشی از طول موج ها را جذب می کنند و بقیه آن ها را عبور داده یا بازتاب می دهند و به چشم ما می رسانند.



در واقع می توان گفت چشم ما رنگ هر چیز را با طول موج های عبوری یا بازتاب شده از آن ها می بیند، مثلا اگر جسمی به رنگ X دیده شود، یعنی این ماده نور X را عبوری یا بازتاب می دهد و همه طول موج های مرئی به جز X را جذب می کند.
سازنده اصلی یک ماده رنگی که به آن رنگ می بخشد، رنگ دانه نام دارد، برای نمونه TiO_2 , Fe_2O_3 و دوده از جمله رنگ دانه های معدنی هستند که به ترتیب رنگ های سفید، قرمز و سیاه ایجاد می کنند. در گذشته انسان، این مواد رنگی را از منابع طبیعی همچون گیاهان، جانوران و برخی کانیها تهیه میکرد.
رنگ هایی که برای پوشش سطح استفاده میشوند، نوعی کلویید هستند که لایه نازکی روی سطح ایجاد می کنند تا افزون بر زیبایی، مانع خوردگی در برابر اکسیژن، رطوبت و مواد شیمیایی گردد.

وانـــادیـــم و تیتـــانیـــم

به بررسی این دو فلز سوگلی کنکور می پردازیم و تمام!

وانـــادیـــم

محلول ترکیب های **برخی فلز های واسطه** از جمله وانادیم ($_{23}V$) به رنگ های گوناگون دیده می شوند.

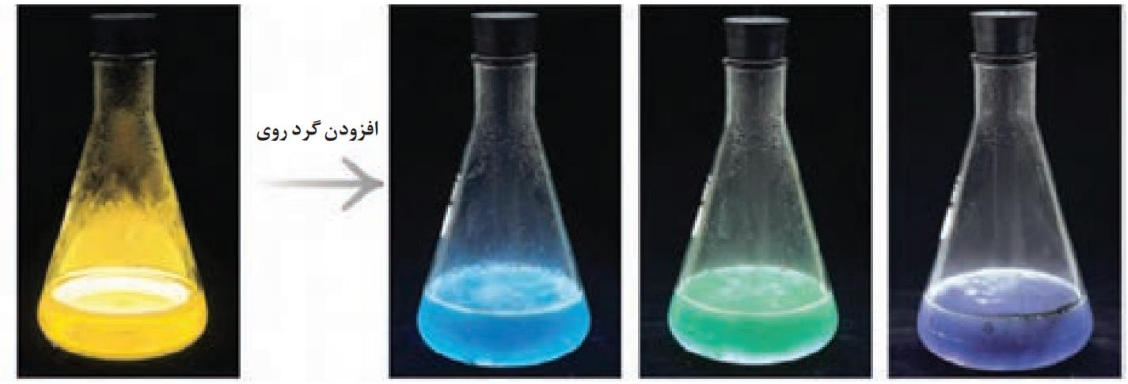
وانادیم دارای عدد اکسایش صفر ، در حالت آزاد عنصری است.(**مثل همه فلزای دیگه!**)

وانادیم دارای عددهای اکسایش ۲(II) ، ۳(III) ، ۴(IV) و ۵(V) در حالت ترکیب با عناصر دیگر است.

در هر عدد اکسایش، رنگ نمک وانادیم متفاوت است:

عدد اکسایش محلول نمک وانادیم	رنگ
(II)۲	بنفش
(III)۳	سبز
(IV)۴	آبی
(V)۵	زرد

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



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

برای این که ببینم به فصل دو دوازدهم مسلط شدی یا نه!!! این قسمت رو با هم توی کلاس تکمیل می کنیم.

واکنش فوق در سه مرحله زیر انجام می شود که در تمام این مراحل نمک وانادیم نقش ..... را دارد.(**به روی دقت کن!**)

مرحله اول :

مرحله دوم :

مرحله سوم :

نکته ترکیبی تکمیلی:

در فلز وانادیم با عدد اتمی ..... که در گروه ..... قرار دارد:

..... فقط نقش اکسنده را دارد، زیرا .....

..... و ..... می توانند هم نقش اکسنده و هم نقش کاهنده داشته باشند.

..... فقط نقش کاهنده را دارد، زیرا .....

فلز روی نیز در این واکنش ها نقش ..... را دارد اما توانایی کاهش وانادیم ۲(II) به وانادیم آزاد را ندارد!

تیتانیوم

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

شباهت های فلزهای دسته d با فلزهای دسته s و p: جلا،رسانایی الکتریکی، رسانایی گرمایی و شکل پذیری.

تفاوت های فلزهای دسته d با فلزهای دسته s و p: سختی، نقطه ذوب و تنوع اعداد اکسایش.

تیتانیوم با عدد اتمی ..... در گروه ..... دوره چهارم از عناصر واسطه دسته d است که با داشتن ویژگی های باورنکردنی مانند **ماندگاری** و **استحکام مناسب** ، فلزی فراتر از انتظار است.

مقایسه تیتانیوم با فولاد زنگ نزن

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

موشکافی جدول

* تیتانیوم با وجود سبک تر بودن(چگالی کمتر)، اما هم مقاومت بیشتری نسبت به خوردگی و هم نقطه ذوب بالاتری دارد(**جون دارتره**) و هم واکنش پذیری کمتری با مواد آب دارد(**موندگارتره**)

* از نظر مقاومت در برابر سایش هر دو عالی هستند و برتری خاصی بر یکدیگر ندارند.

تیتانیم را می توان از واکنش تیتانیوم(IV) کلرید با منیزیم تهیه کرد[یازدهم ترکیبی]:

$$TiCl_4 + 2Mg \rightarrow Ti + MgCl_2$$

کاربردهای تیتانیوم

ساخت موتور جت: به علت نقطه ذوب بالا و چگالی پایین

پروانه کشتی اقیانوس پیما: به علت واکنش پذیری نزدیک به صفر آن با ذره های موجود در آب دریا.

ساخت بناهای زیبا و ماندگار(موزه گوگنهایم اسپانیا): به علت مقاومت بالا در برابر سایش و خوردگی

ساخت بدن دوچرخه[یازدهم]: به علت چگالی کم، استحکام و مقاومت در برابر خوردگی.

تیتانیم افزون بر ویژگی های یادشده به شکل آلیاژهای گوناگون نیز کاربرد گسترده ای در صنعت یافته است.(نیتینول)

نیتینول (Nitinol)

نیتینول آلیاژی از **نیکل** و **تیتانیم** بوده که به **آلیاژ هوشمند** معروف است. این آلیاژ در ساخت فراورده های صنعتی و پزشکی به کار می رود.

از نیتینول در موارد زیر استفاده می شود:

آ) سازه فلزی در ارتودنسی

ب) استنت برای رگها

پ) قاب عینک

(آ)

(ب)

(پ)

تست های پایان فصل!

۱. کدام موارد از مطالب زیر، درست اند؟ (تجربی ۹۸)

آ) سیلیسیم مانند کربن، خاصیت شبه فلزی دارد.

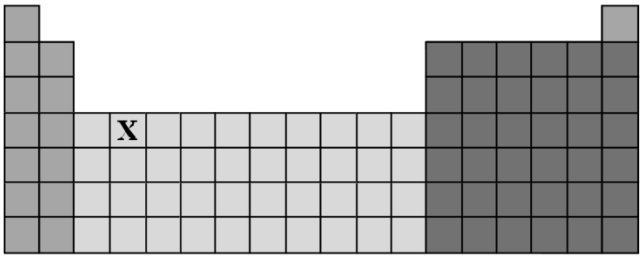
ب) در ساختار سیلیس، هر اتم Si به چهار اتم اکسیژن متصل است.

پ) ساختار بلور سیلیسم دی اکسید، مشابه ساختار کربن دی اکسید است.

ت) پس از اکسیژن، سیلیسیم فراوان ترین عنصر در پوسته ی جامد زمین است.

۱) ب، پ، ت ۲) آ، پ، ت ۳) آ، ت ۴) ب، ت

۲.با توجه به جایگاه عنصر X در جدول دوره ای(شکل زیر)، کدام عبارت درباره ی آن درست است؟ (تجربی ۹۸)



۱) در لایه ی ظرفیت اتم آن، دو الکترون وجود دارد.

۲) اکسید آن ، درصد جرمی بالایی در خاک رس دارد.

۳) چگالی و نقطه ذوب آن از عنصرهای هم دوره ی خود، بالاتر است.

۴) به دلیل ویژگی های خاص، آلیاژ آن در ساخت بدنه دوچرخه به کار می رود.

۳. وجود ترکیب های کدام عنصر در سنگ ها یا شیشه، می تواند سبب ایجاد رنگ شود؟ (ریاضی خارج ۹۸)

۱) $_{11}M$ ۲) $_{13}A$ ۳) $_{20}Z$ ۴) $_{26}X$

۴. چند مورد از مطالب زیر، درباره ی خاک رس، درست است؟ (تجربی خارج ۹۸)

سیلیسیم دی اکسید، عمده ترین جز سازنده ی آن است.

بیشتر ترکیب های تشکیل دهنده ی آن، بی رنگ یا سفید رنگ اند.

در مخلوط تشکیل دهنده ی آن، جامدهای کووالانسی و یونی وجود دارند.

در برخی از انواع آن، فلزهای دارای ارزش اقتصادی زیاد برای استخراج نیز یافت می شود.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴