



بخش آموزش رسانه تفریحی سنتر

کلیک کنید  www.tafrihicenter.ir/edu

 نمونه سوال  گام به گام

 امتحان نهایی  جزوه

 دانلود آزمون های آزمایشی

متوسطه اول : هفتم ... هشتم ... نهم

متوسطه دوم : دهم ... یازدهم ... دوازدهم

www.tafrihicenter.ir

جامدها: موادی که بصورت بلوری بوده و ذرات تشکیل دهنده ی آن (اتمها، مولکول یا یونها) به شکل منظم و در مکانهای مشخصی نسبت به هم قرار گرفته اند، را جامد می گویند که به چهار دسته تقسیم می شوند.

(۱) جامدهای مولکولی (۲) جامدهای کووالانسی (۳) جامدهای یونی (۴) جامدهای فلزی

(۱) جامدهای مولکولی: در این نوع ترکیبات، اتمها با پیوند اشتراکی (کووالانسی) به هم متصل شده و مولکولهای مستقل را می سازند. (مولکولهای مجزا از هم) پس به طور کلی مولکولهای سازنده ی آنها مجزا و قابل تشخیص از یکدیگرند و دارای نیروی بین مولکولی از نوع واندروالسی یا پیوند هیدروژنی هستند به همین علت نقطه ذوب و جوش پایینی دارند. نمونه هایی از مواد مولکولی که در دماهای مختلف حالتها و فازهای متفاوتی دارند.

H_۲ و N_۲ و O_۲ و F_۲ و Cl_۲ و CO_۲ و از جامدات مولکولی هستند که در دما و فشار اتاق به حالت گاز وجود دارند، Br_۲ به حالت مایع و I_۲ ، فسفر، گوگرد و شکر در دمای اتاق به حالت جامد وجود دارند.

نکته: ترکیبات مولکولی الزاماً همگی در دما و فشار اتاق جامد نیستند.

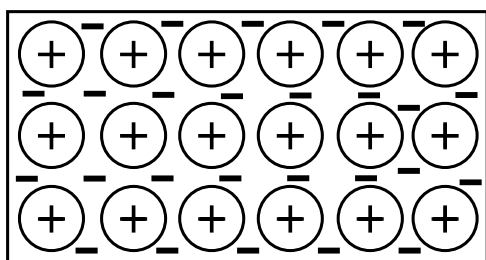
(۲) جامدهای کووالانسی: جامدهایی هستند که در آن همه ی اتمها بوسیله ی پیوندهای کووالانسی به یکدیگر متصل شده اند و شبکه های غول آسای و دو بعدی و سه بعدی را ایجاد می کنند. پیوندهای کووالانسی بسیار قوی بوده و این نوع جامدات دیرگداز و از سوی دیگر شکننده اند و عنصرهای اصلی سازنده ی آن در طبیعت کربن (C) و سیلیسیم (Si) است.

(۳) جامدهای یونی: ترکیباتی که شامل نمکها، سولفیدها، هیدروکسیدها، اکسیدها و بطور کلی ترکیبات فلزات و نافلزات هستند که بر اثر تشکیل پیوند یونی ایجاد می شوند.

در این نوع ترکیبات چون فلزات تمایل به از دست دادن الکترون و نافلزات تمایل به جذب الکترون دارند، انتقال الکترون از فلز به نافلز را شاهد هستیم. در جریان این انتقال الکترون، یونهای مثبت (کاتیون) و یونهای منفی (آنیون) تشکیل می شوند که نسبت به هم جاذبه داشته و با یک آرایش منظم کنار یکدیگر قرار می گیرند. این ترکیبات در حالت جامد نارسا و در حالت مذاب و محلول رسانای جریان الکتریسیته هستند. که معروفترین این نوع جامدات (NaCl) است. این پیوند بسیار قوی بوده به همین دلیل جامدات یونی دیرگداز بوده و نقطه ذوب و جوش بالایی دارند. البته خاصیت چکش خواری نداشته و در اثر ضربه چکش خرد می شوند.

(۴) جامدهای فلزی: در این نوع جامدات که شامل فلزها می باشد، یونهای مثبت در دریایی از الکترون آزاد، قرار گرفته اند و به همین علت است که بر اثر ضربه خرد نمی شوند و با وجود ضربه یونهای مثبت به هر شکلی حرکت کنند، الکترونهای آزاد دور تا دور آن را دو باره می گیرند و به همین ترتیب بر اثر ضربه تغییر شکل می دهند و باز هم به همین علت وجود الکترونهای آزاد است که فلزات رسانای جریان برق می باشند.

پیوند فلزی نیز از نوع پیوندهای قوی است.



پس به طور خلاصه داریم:

مثال	رسانایی الکتریکی	نقطه ذوب و جوش	نوع پیوند	اجزای سازنده	نوع جامد	
$H_2O - HCl - CO_2$	ندارد	کم	کووالانسی	مولکول‌های مستقل و جدا از هم	جامد مولکولی	۱
الماس - SiO_2 - گرافیت	ندارد (به جز گرافیت)	زیاد	کووالانسی	اتم‌ها در شبکه‌ی دو بعدی یا سه بعدی	جامد کووالانسی	۲
$CaO - KCl - NaCl$	در حالت جامد نارسا - در حالت مذاب و محلول رسا	زیاد	یونی	کاتیون‌ها و آنیون‌ها	جامد یونی	۳
$Au - Cu - Fe$ $Mg - Na$	دارد	متفاوت (برخی نقطه ذوب و جوش بالا و برخی پایین)	فلزی	یون‌های مثبت در دریایی از الکترون‌های نامستقر	جامد فلزی	۴

انسان از دیرباز مواد ضروری برای زندگی خود را از خوان نعمت‌های الهی گسترده شده در جای جای زمین تأمین کرده و برای رفع نیاز آن‌ها را تغییر داده است.

عواملی که در تغییر این مواد نقش داشته‌اند عبارتند از :

- (۱) محیط و شیوه‌ی زندگی
- (۲) آیین‌ها و آداب و رسوم
- (۳) ادبیات و افسانه‌ها

تنگ آبخوری به جای مانده از دوره ساسانی، سفالینه‌های مربوط به ایران باستان و مجسمه موآی در جزیره ایستر، نمونه‌های فلزی، سفالی و سنگی به جای مانده از گذشتگان هستند که به عنوان نماد هنر، افزون بر زیبایی، بازتابی از ماندگاری خود نیز بشمار می‌روند.

مواد اولیه برای ساخت آثار باستانی باید ویژگی‌های زیر را داشته باشند.

(۱) فراوانی و در دسترس بودن (۲) استحکام زیاد (۳) واکنش‌پذیری کم (۴) پایداری مناسب

نکته: با توجه به مطالب گفته شده در بالا، هرچه طول عمر آثار باستانی برجای مانده بیشتر باشد، مواد اولیه آن‌ها استحکام و پایداری بیشتری داشته است.

با رشد و پیشرفت علوم به ویژه شیمی، پرده از اسرار ماندگاری این آثار برداشته شده تا پایداری برای ساخت سازه‌ها و بناهای امروزی فراهم گردد. برای این منظور، شیمی‌دان‌ها در گام نخست، نوع، مقدار، ساختار و رفتار مواد سازنده آثار به جا مانده را بررسی کردند و در گام بعدی با بهره‌گیری از دانش شیمی توانستند به مواد جدیدتری دست یابند که خواص ویژه با کاربردهای معین داشتند. به نظر برخی از دانشمندان و متخصصین، چنین موادی را می‌توان مبنای کار و کلید موفقیت طراحان، هنرمندان و مهندسان برای خلق سازه‌های زیبا و ماندگار امروزی دانست.

درصد جرمی: مقدار گرم ماده‌ی موردنظر درصد گرم از کل نمونه را درصد جرمی می‌گویند که در کلاس دهم با آن آشنا شدید.

$$\text{درصد جرمی ماده} = \frac{\text{جرم ماده}}{\text{جرم کل نمونه}} \times 100$$

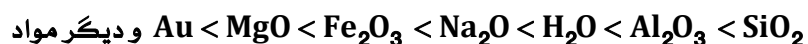
خاک رس: خاک رس از اولین موادی است که بشر برای نیازهای روزمره از آن استفاده می‌کرده و دامنه‌ای بسیار بزرگ از آجر تا ظروف چینی را در برمی‌گیرد.

خاک رس مخلوطی از اکسیدهای عمدتاً فلزی تشکیل شده است به جز طلا (Au) که به شکل عنصری و کمتر از ۱٪ درصد جرمی می‌باشد.

ماده	SiO _۲	Al _۲ O _۳	H _۲ O	Na _۲ O	Fe _۲ O _۳	MgO	Au و دیگر مواد
درصد جرمی	۴۶/۲۰	۳۷/۷۴	۱۳/۳۲	۱/۲۴	۰/۹۶	۰/۴۴	۰/۱

همانطور که از جدول بالا برمی‌آید. مواد اصلی تشکیل دهنده‌ی خاک رس عمدتاً سیلیس یا سیلیسیم دی‌اکسید (SiO_۲)، بوکسیت یا آلومینیوم اکسید (Al_۲O_۳) و آب (H_۲O) است. از سدیم اکسید (Na_۲O)، آهن (III) اکسید (Fe_۲O_۳)، منیزیم اکسید (MgO) به مقدار کمتری در مخلوط خاک رس وجود دارند و لازم به ذکر است که مقادیر بسیار ناچیزی از طلا و دیگر مواد هم در آن وجود دارد.

نکته: مقایسه درصد جرمی ترکیبات سازنده خاک رس:



اگر قرار باشد مواد بالا را در سه شکل زیر دسته بندی کنیم:

شکل (آ) جامدات یونی، شامل Fe_۲O_۳ – MgO – Na_۲O و Al_۲O_۳ است.

شکل (ب) جامد مولکولی، که شامل آب (H_۲O) است.

شکل (پ) جامد فلزی که همان طلا (Au) است.

سیلیسیم (Si):

۱- به شکل آزاد در طبیعت وجود ندارد.

۲- دومین عنصر فراوان در پوسته‌ی جامد زمین بعد از اکسیژن است.

۳- بطور عمده به شکل سیلیس (SiO_۲) یافت می‌شود. (فراوان‌ترین اکسید در لایه زمین)

۴- بر اثر ضربه خرد می‌شود و رسانایی الکتریکی کمی دارد و درخشان است.

۵- شبه فلز است و در دوره ۳ و گروه ۱۴ جدول تناوبی قرار دارد.

نکته: ترکیب‌هایی از سیلیسیم (Si) و اکسیژن (O) بیش از ۹۰٪ پوسته جامد زمین را تشکیل می‌دهند.

سیلیس یا سیلیسیم دی‌اکسید (SiO_۲):

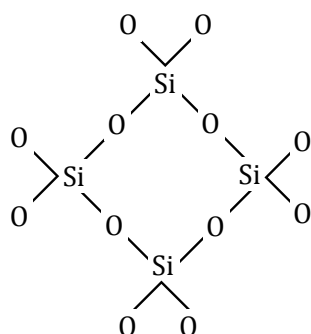
۱- جامد کووالانسی است.

۲- ساختار منظم از اتم‌های سیلیسیم و اکسیژن در سه بعد دارد و به همین دلیل دیرگداز و سخت است.

۳- کوارتز از جمله نمونه‌های خالص و ماسه از جمله نمونه‌های ناخالص سیلیس است.

۴- افزودن بر خاک رس، یکی از اجزای سازنده‌ی بسیاری از سنگ‌ها، صخره‌ها و نیز شن و ماسه است، وجود این ماده باعث استحکام و ماندگاری سازه‌های سنگی و نقشکننده‌ی بر روی آن‌هاست.

۵- در هر واحد از (SiO_2) یک اتم سیلیسیم به چهار اتم اکسیژن متصل است و هر اتم اکسیژن با ۲ اتم سیلیسیم (شکل زیر)



۶- شبکه‌ای غول‌آسا از اتم‌ها با پیوند اشتراکی در سرتاسر بلور است.

۷- هر واحد از این ساختار با پل $Si-O-Si$ به دیگر واحدها متصل است.

نکته: ساختار CO_2 و SiO_2 تفاوت دارد. شکل ساختاری CO_2 به صورت $O=C=O$ است. شکل ساختاری SiO_2 بصورت بالا

می‌باشد. به همین علت SiO_2 شبکه‌ای غول‌آسا دارد و مولکول CO_2 جامد مولکولی و جدا از هم هستند.

با توجه به نکات گفته شده در بالا می‌توان گفت SiO_2 سخت، محکم و دیرگداز با نقطه ذوب و جوش بالا است درحالی‌که CO_2 نقطه ذوب و جوش پایین دارد زیرا در ساختار خود از مولکول‌های مجزا تشکیل شده است.

گرافیت و الماس:

گرافیت و الماس هر دو از عنصر سازنده‌ی کربن (C) تشکیل شده‌اند، که تفاوت‌های آن‌ها را می‌توان بصورت دسته‌بندی شده در جدول زیر توضیح داد.

دگرشکل: به شکل‌های مختلف یک عنصر دگرشکل می‌گویند. مانند کربن که به شکل‌های الماس و گرافیت وجود دارد.

نوع دگرشکل	الماس	گرافیت
ساختار	چینش سه بعدی	ساختار لایه‌لایه با چینش دو بعدی اتم‌ها در هر لایه
هر اتم کربن با چند اتم مجاور پیوند می‌دهد؟	۴	۳
چگالی	بیشتر	کمتر
سختی / نرمی	سختی بالا (فشردگی بالا)	نرم (فشردگی کم)
کاربرد	ساخت مته‌ها و ابزار برش شیشه	ساخت مغز مداد

نکته: به دو دلیل در ساخت مته‌ها و ابزار برش شیشه از الماس استفاده می‌شود که این دو دلیل عبارتند از:

- ۱- سختی و استحکام بالا ۲- گرمای زیاد بر اثر اصطحلاک تولید شده، باعث ذوب نمی‌شود چون الماس دیرگداز است.
- ساختار لایه‌ای گرافیت سبب می‌شود که با حرکت مداد بر روی کاغذ لایه، لایه از گرافیت جدا شده و به روی کاغذ بچسبد.

خود را بیازمایید

با توجه به جدول زیر به پرسش‌ها پاسخ دهید.

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

(آ) اگر سیلیسیم خالص ساختاری همانند الماس داشته باشد، پیش‌بینی کنید نقطه ذوب الماس بالاتر است یا سیلیسیم؟ چرا؟ الماس چون آنتالپی پیوند بیشتری دارد پس استحکام آن بالاتر است و برای ذوب آن باید انرژی بیشتری صرف شود.

(ب) اگر آنتالپی پیوند Si-O بیشتر از پیوند Si-Si و ساختار Si(s) با $\text{SiO}_2(\text{s})$ مشابه باشد، توضیح دهید چرا سیلیسیم در طبیعت به حالت خالص یافت نشده و به طور عمده به شکل سیلیس یافت می‌شود؟

زیرا پیوندهای Si-Si در در سیلیسیم زودتر از پیوندهای Si-O در سیلیس می‌شکند در نتیجه واکنش پذیری سیلیسیم از سیلیس بیشتر است پس سیلیسیم با تبدیل شدن به سیلیس، محتوای انرژی خود را کاهش داده و پایدارتر می‌شود.

گرافن: همانطور که قبلاً گفته شد، گرافیت ساختار لایه‌ای دارد و در هر لایه اتم‌های کربن با پیوندهای اشتراکی، حلقه‌های شش ضلعی (مانند کندوی زنبور عسل) تشکیل داده‌اند، به هر لایه بسیار نازک از گرافیت، گرافن می‌گویند. که دارای ویژگی‌های زیر است.

(۱) تک لایه‌ای از گرافیت است.

(۲) در آن اتم‌های کربن با پیوندهای اشتراکی حلقه‌های شش گوشه تشکیل داده اند. (مانند کندوی زنبور عسل)

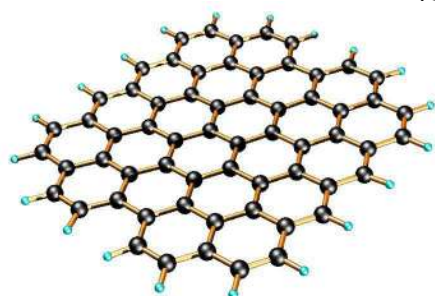
(۳) استحکام ویژه‌ای دارد و مقاومت کششی آن حدود ۱۰۰ برابر فولاد است.

(۴) ضخامت گرافن به اندازه یک اتم کربن است پس یک گونه شیمیایی دو بعدی است.

(۵) جامد کووالانسی است.

(۶) شفاف و انعطاف‌پذیر است.

(۷) و رسانای جریان الکتریسیته باشد.



روش تهیه گرافن:

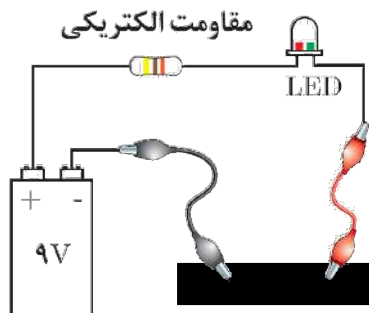
در این روش، نخست، مقداری گرد گرافیت را بین دو تکه نوار چسب فشار می‌دهند. سپس یکی از نوارچسب‌ها را جدا می‌کنند.

در این مرحله لایه‌ای نازک از گرافیت روی سطح چسبنده نوارچسب قرار می‌گیرد. سپس این نوارچسب را به سطح چسبنده نوارچسب سوم چسبانده، فشار می‌دهند و از هم جدا می‌کنند تا لایه نازک‌تری از گرافیت روی نوارچسب سوم باقی بماند.

با ادامه این کار لایه‌ای به ضخامت نانومتر [هر نانومتر (nm) یک میلیاردم متر یا 10^{-9} است] در برخی قسمت‌های نوارچسب باقی می‌ماند که همان گرافن است.

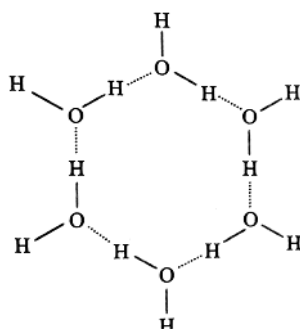


همانطور که بارها گفته شد و می دانیم گرافیت، رسانای جریان الکتریسیته است، اگر بر روی یک کاغذ با یک مداد یک شکل مستطیل رسم نمود و داخل مستطیل را با همان مداد پررنگ کنیم و نوک فلزی دو سیم رابط را با مستطیل گرافیتی رسم شده تماس دهیم، خواهیم دید که لامپ LED روشن می شود. حال اگر دو سیم رابط را به هم نزدیک کنیم، بدلیل کم شدن مقاومت گرافیت و افزایش جریان برق، شدت روشنایی لامپ افزایش میابد و برعکس.



سازه های یخی، زیبا و سخت اما زودگذر:

یخ و سیلیس از نظر ظاهری بسیار شبیه به هم هستند و البته از نظر ساختاری تفاوت هایی دارند که بررسی خواهیم کرد. مولکول آب دارای ساختاری خمیده به شکل $\text{H}-\text{O}-\text{H}$ است که در حالت یخ می تواند از چهار جهت تشکیل پیوند هیدروژنی بدهد. (نقطه چین ها نشان دهنده پیوند هیدروژنی هستند)

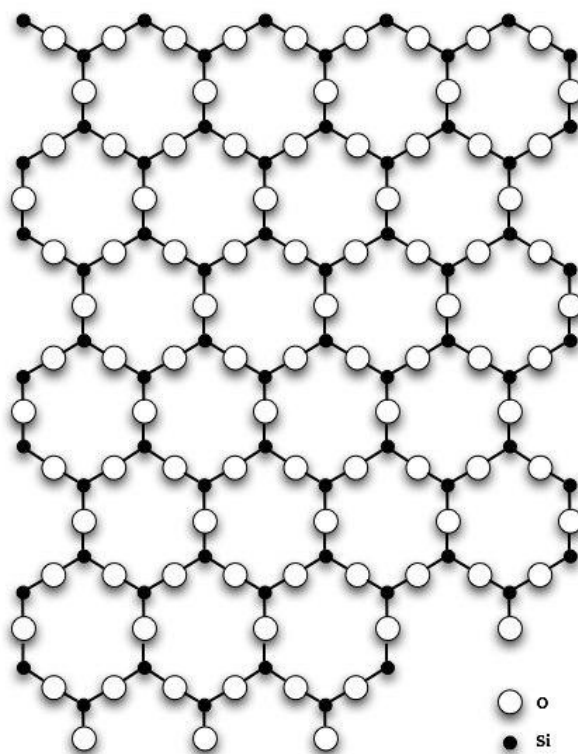


همانطور که مشاهده می کنید هر اتم اکسیژن در این ساختار از دو طرف با تشکیل پیوند کووالانسی با دو اتم هیدروژن و با تشکیل پیوند هیدروژن با دو اتم هیدروژن از یک مولکول دیگر می تواند نیروی جاذبه برقرار کند. در این حالت یک آرایش منظم و سه بعدی با تشکیل حلقه های شش گوشه، شبکه ای مانند کندوی زنبور عسل به وجود می آید. با توجه به شکل زیر هر دانه برف یک سازه یخی است که مبنای تشکیل آن حلقه های شش گوش است و در هر ضلع آن یک پیوند اشتراکی (کووالانسی) و یک پیوند هیدروژنی وجود دارد. پس مجموعاً در هر حلقه ۱۲ پیوند دارد.



از بررسی دوباره شکل سیلیس SiO_2 در می‌یابیم که اتم‌های سیلیسیم در رأس حلقه‌های شش ضلعی قرار دارند و هر ضلع شامل دو پیوند اشتراکی Si-O است. در سیلیس برخلاف یخ همه‌ی اتم‌ها با پیوند کووالانسی (اشتراکی) یکدیگر متصل شده‌اند.

نکته: در هر یک از حلقه‌های شش ضلعی SiO_2 ۱۲ پیوند اشتراکی (کووالانسی) وجود دارد. در حالیکه در هر حلقه شش ضلعی یخ ۶ پیوند کووالانسی و ۶ پیوند هیدروژنی وجود دارد.



با توجه به مطالب گفته شده در بالا به یک جمع‌بندی در مورد یخ $\text{H}_2\text{O}_{(s)}$ با سیلیس $\text{SiO}_{2(s)}$ می‌رسیم:

شباهت‌ها:

(۱) هر دو در حالت خاص، شفاف و زیبا هستند.

(۲) هر دو از حلقه‌های شش ضلعی تشکیل شده‌اند و ساختار منظم، سه بعدی و بلوری دارند درست به مانند کندوی زنبور عسل.

تفاوت‌ها:

(۱) یخ $\text{H}_2\text{O}_{(s)}$ جامد مولکولی ولی سیلیس $\text{SiO}_{2(s)}$ جامد کووالانسی است.

(۲) سیلیس چون یک جامد کووالانسی است، میان همه اتم‌ها دارای پیوند اشتراکی بوده، به همین علت دمای ذوب بالایی دارد و دیگر گذر است. در حالی که یخ یک جامد مولکولی است و از مولکول‌های مجزا از هم تشکیل شده که با پیوند هیدروژنی به یکدیگر متصل شده‌اند، به همین دلیل چنین موادی دمای ذوب پایینی دارند و زودگداز هستند.

(۳) تمام پیوندهای تشکیل‌دهنده سیلیس از نوع اشتراکی یا کووالانسی است در حالی که در یخ علاوه بر تعدادی پیوند اشتراکی (کووالانسی) که درون مولکولی است تعدادی پیوندهای هیدروژنی (میان مولکولی) هم وجود دارد.

(۴) در سیلیس هر ضلع از دو پیوند Si-O تشکیل شده، در حالی که در یخ هر ضلع از یک پیوند اشتراکی و یک پیوند هیدروژنی اکسیژن و هیدروژن تشکیل شده است.

یادآوری:

(۱) پیوند هیدروژنی قوی‌ترین نیروی بین‌مولکولی در مواردی است که در مولکول آن‌ها، اتم هیدروژن به یکی از اتم‌های فلوئور، اکسیژن یا نیتروژن با پیوند اشتراکی متصل است.

(۲) مولکول‌های آب در حالت:

الف) بخار: مولکول‌ها جدا از هم هستند و حرکت آزادانه، نامنظم و انتقالی دارند. در حقیقت گویی هیچ پیوند هیدروژنی بین آنها وجود ندارد.

ب) مایع: پیوندهای هیدروژنی قوی‌تر از حالت بخار است اما مولکول‌های آب می‌توانند آزادانه روی هم بلغزند و حرکت کنند.

پ) یخ: ساختار یخ منظم است و مولکول‌ها در جاهای ثابتی به شکل ۶ ضلعی مانند کندوی زنبور عسل قرار گرفته‌اند.

نکته: در مواد مولکولی فرمول شیمیایی به فرمول مولکولی، و برهم‌کنش‌های میان مولکول‌های آن‌ها به نیروهای بین‌مولکولی معروف است و در جامدات کووالانسی، چون مولکول‌های مجزا وجود ندارد؛ بنابراین استفاده از واژه‌هایی مانند فرمول مولکولی و نیروهای بین‌مولکولی جایز نیست پس بهتر است به جای فرمول مولکولی از واژه فرمول شیمیایی استفاده کنیم.

هگزان $\text{C}_6\text{H}_{14}(\text{L})$: ماده مولکولی است و مولکول‌های مجزای هگزان مایع با نیروهای بین‌مولکولی به هم متصل شده‌اند.

سیلیس $\text{SiO}_2(\text{s})$: جامد کووالانسی است و اتم‌ها به وسیله پیوندهای کووالانسی به یکدیگر متصل می‌شوند.

سدیم کلرید $\text{NaCl}(\text{s})$: جامد یونی است و مولکول‌های مجزا از هم ندارند بلکه بصورت شبکه غول‌آسا و منظم و سه بعدی کنار یکدیگر قرار گرفته‌اند.

هیدروژن فلوئورید $\text{HF}(\text{g})$: ماده مولکولی است و فرمول مولکولی مخصوص به خود دارد.

گرافیت $\text{C}(\text{s})$: جامد کووالانسی است و فرمول مولکولی ندارد.

گاز کلر $\text{Cl}_2(\text{g})$: ماده مولکولی است و از مولکول‌های مجزا تشکیل شده است.

رفتار مولکول‌ها و توزیع الکترون‌ها:

نحوه توزیع الکترون‌های (پیوندی و ناپیوندی) نقش مهمی در تعیین رفتار مولکول‌ها در میدان الکتریکی دارد. برای بهتر فهمیدن این موضوع ابتدا باید رسم ساختار لوئیس را بطور کامل شرح می‌دهیم:

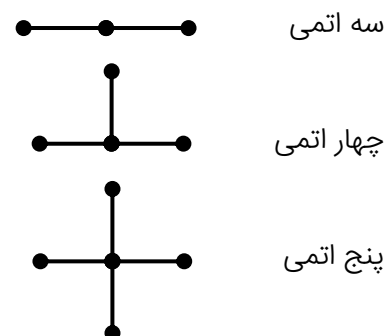
نحوه توزیع الکترون‌های (پیوندی و ناپیوندی) نقش مهمی در تعیین رفتار مولکول‌ها در میدان الکتریکی دارد.

ساختار لوئیس:

برای رسم ساختار لوئیس به ترتیب مراحل زیر را عمل می‌کنیم.

(۱) ابتدا مجموع تعداد الکترون‌های لایه آخر گونه مورد نظر را حساب می‌کنیم. به عبارت دیگر کل الکترون‌های لایه ظرفیت اتم‌های سازنده (در صورتی که ترکیب مورد نظر یونی باشد، تعداد کل الکترون‌ها را منهای بار می‌کنیم).

(۲) سپس ساختار کلی گونه‌ی مورد نظر را رسم می‌کنیم، به عنوان نمونه:



البته لازم به ذکر است اتمی که تعداد الکترون و یا ظرفیت بیشتری دارد، اتم مرکزی است و یا به روش دیگر در فرمول مولکولی، اتمی که سمت چپ نوشته می‌شود (به جزء اتم هیدروژن) اتم مرکزی است.

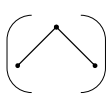
(۳) ابتدا اتم‌های اطراف را اکتد (هشتایی) نموده، البته به جز هیدروژن و سپس تعداد الکترون‌های موجود در شکل را محاسبه می‌کنیم.

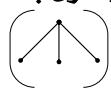
(۴) در این مرحله تعداد الکترون بدست آمده در مرحله سوم را از تعداد الکترون مرحله اول کم می‌کنیم. اگر جواب این تفاضل صفر شد حق نداریم به اتم مرکزی جفت ناپیوندی بدهیم و اگر هر جواب دیگری بدست آمده به همان تعداد الکترون ناپیوندی به اتم مرکزی می‌دهیم.

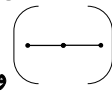
(۵) در این مرحله تمام اتم‌ها باید اکتد (هشتایی) شوند و اگر اتمی اکتد (هشتایی) نبود باید با دوگانه کردن پیوندها آن را نیز اکتد کرد. (با کم کردن هر یک از جفت الکترون ناپیوندی از اتم‌های اطراف می‌توان یک جفت پیوندی اتم مرکزی تشکیل داد.

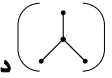
(۶) در این مرحله باید تعیین بار را انجام دهیم. به این ترتیب که تعداد الکترون‌های منفرد اطراف هر اتم را شمرده، اگر تعدادش بیشتر از شماره گروه آن عنصر باشد باید به همان تعداد بار منفی و اگر تعدادش کمتر از شماره گروه آن عنصر باشد به همان تعداد بار مثبت پیدا می‌کند.

به ازای ساده شدن هر مثبت با هر منفی یک پیوند داتیو خواهیم داشت.

نکته: هرگاه اتم مرکزی جفت الکترون ناپیوندی داشته باشد و مولکول ۳ اتمی باشد. شکل مولکول به حالت خمیده  و

اگر مولکول ۴ اتمی باشد و اتم مرکزی جفت الکترون ناپیوندی داشته باشد به شکل هرمی  شکل و در حالتی که اتم مرکزی

جفت الکترون ناپیوندی نداشته باشد، اگر مولکول سه اتمی باشد شکل خطی  و اگر مولکول چهار اتمی باشد شکل مثلث

مسطح  دارد.

برای نمونه به مثال‌های زیر دقت کنید:

گونه مورد نظر	مرحله ۱	مرحله ۲	مرحله ۳	مرحله ۴	مرحله ۵	مرحله ۶
H_2O	$\text{H}-\text{O}-\text{H}$ $\text{H}-\text{O}-\text{H}$	$\text{H}-\text{O}-\text{H}$	$\text{H}-\text{O}-\text{H}$	$\text{H}-\text{O}-\text{H}$	$\text{H}-\text{O}-\text{H}$	$\text{H}-\text{O}-\text{H}$
SO_2	$\text{:}\ddot{\text{O}}-\text{S}-\ddot{\text{O}}\text{:}$	$\text{:}\ddot{\text{O}}-\text{S}-\ddot{\text{O}}\text{:}$	$\text{:}\ddot{\text{O}}-\text{S}-\ddot{\text{O}}\text{:}$	$\text{:}\ddot{\text{O}}-\text{S}-\ddot{\text{O}}\text{:}$	$\text{:}\ddot{\text{O}}-\text{S}-\ddot{\text{O}}\text{:}$	$\text{:}\ddot{\text{O}}-\text{S}-\ddot{\text{O}}\text{:}$
CO_3^{2-}	$\text{:}\ddot{\text{O}}-\text{C}-\ddot{\text{O}}\text{:}$	$\text{:}\ddot{\text{O}}-\text{C}-\ddot{\text{O}}\text{:}$	$\text{:}\ddot{\text{O}}-\text{C}-\ddot{\text{O}}\text{:}$	$\text{:}\ddot{\text{O}}-\text{C}-\ddot{\text{O}}\text{:}$	$\text{:}\ddot{\text{O}}-\text{C}-\ddot{\text{O}}\text{:}$	$\text{:}\ddot{\text{O}}-\text{C}-\ddot{\text{O}}\text{:}$
NO_2^-	$\text{:}\ddot{\text{O}}-\text{N}-\ddot{\text{O}}\text{:}$	$\text{:}\ddot{\text{O}}-\text{N}-\ddot{\text{O}}\text{:}$	$\text{:}\ddot{\text{O}}-\text{N}-\ddot{\text{O}}\text{:}$	$\text{:}\ddot{\text{O}}-\text{N}-\ddot{\text{O}}\text{:}$	$\text{:}\ddot{\text{O}}-\text{N}-\ddot{\text{O}}\text{:}$	$\text{:}\ddot{\text{O}}-\text{N}-\ddot{\text{O}}\text{:}$
CO_2	$\text{:}\ddot{\text{O}}-\text{C}-\ddot{\text{O}}\text{:}$	$\text{:}\ddot{\text{O}}-\text{C}-\ddot{\text{O}}\text{:}$	$\text{:}\ddot{\text{O}}-\text{C}-\ddot{\text{O}}\text{:}$	$\text{:}\ddot{\text{O}}-\text{C}-\ddot{\text{O}}\text{:}$	$\text{:}\ddot{\text{O}}-\text{C}-\ddot{\text{O}}\text{:}$	$\text{:}\ddot{\text{O}}-\text{C}-\ddot{\text{O}}\text{:}$
SO_3	$\text{:}\ddot{\text{O}}-\text{S}-\ddot{\text{O}}\text{:}$	$\text{:}\ddot{\text{O}}-\text{S}-\ddot{\text{O}}\text{:}$	$\text{:}\ddot{\text{O}}-\text{S}-\ddot{\text{O}}\text{:}$	$\text{:}\ddot{\text{O}}-\text{S}-\ddot{\text{O}}\text{:}$	$\text{:}\ddot{\text{O}}-\text{S}-\ddot{\text{O}}\text{:}$	$\text{:}\ddot{\text{O}}-\text{S}-\ddot{\text{O}}\text{:}$
NH_3	$\text{H}-\text{N}-\text{H}$	$\text{H}-\text{N}-\text{H}$	$\text{H}-\text{N}-\text{H}$	$\text{H}-\text{N}-\text{H}$	$\text{H}-\text{N}-\text{H}$	$\text{H}-\text{N}-\text{H}$
NH_4^+	$\text{H}-\text{N}-\text{H}$	$\text{H}-\text{N}-\text{H}$	$\text{H}-\text{N}-\text{H}$	$\text{H}-\text{N}-\text{H}$	$\text{H}-\text{N}-\text{H}$	$\text{H}-\text{N}-\text{H}$
OF_2	$\text{:}\ddot{\text{F}}-\text{O}-\ddot{\text{F}}\text{:}$	$\text{:}\ddot{\text{F}}-\text{O}-\ddot{\text{F}}\text{:}$	$\text{:}\ddot{\text{F}}-\text{O}-\ddot{\text{F}}\text{:}$	$\text{:}\ddot{\text{F}}-\text{O}-\ddot{\text{F}}\text{:}$	$\text{:}\ddot{\text{F}}-\text{O}-\ddot{\text{F}}\text{:}$	$\text{:}\ddot{\text{F}}-\text{O}-\ddot{\text{F}}\text{:}$
CH_4	$\text{H}-\text{C}-\text{H}$	$\text{H}-\text{C}-\text{H}$	$\text{H}-\text{C}-\text{H}$	$\text{H}-\text{C}-\text{H}$	$\text{H}-\text{C}-\text{H}$	$\text{H}-\text{C}-\text{H}$
H_3O^+	$\text{H}-\text{O}-\text{H}$	$\text{H}-\text{O}-\text{H}$	$\text{H}-\text{O}-\text{H}$	$\text{H}-\text{O}-\text{H}$	$\text{H}-\text{O}-\text{H}$	$\text{H}-\text{O}-\text{H}$
SO_3^{2-}	$\text{:}\ddot{\text{O}}-\text{S}-\ddot{\text{O}}\text{:}$	$\text{:}\ddot{\text{O}}-\text{S}-\ddot{\text{O}}\text{:}$	$\text{:}\ddot{\text{O}}-\text{S}-\ddot{\text{O}}\text{:}$	$\text{:}\ddot{\text{O}}-\text{S}-\ddot{\text{O}}\text{:}$	$\text{:}\ddot{\text{O}}-\text{S}-\ddot{\text{O}}\text{:}$	$\text{:}\ddot{\text{O}}-\text{S}-\ddot{\text{O}}\text{:}$

مثال مسطح

هرمی شکل

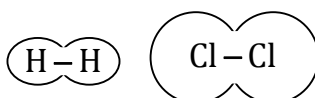
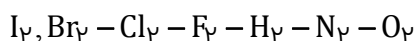
خمیده

هرمی

هرمی

با توجه به مطالب گفته شده در ساختار لوئیس می توان قطبیت مولکول ها را به راحتی تشخیص داد و برای تشخیص سریع مولکول های قطبی و ناقطبی از مطالب زیر استفاده کرد.

(الف) مولکول های ناقطبی: مولکول هایی که از دو اتم یکسان تشکیل شده باشند، جور هسته نامیده می شوند و در نتیجه در مسابقه جذب و کشش الکترون بین دو اتم یکسان، الکترون های پیوندی در وسط دو اتم قرار گرفتند و مولکول دو سر مثبت و منفی پیدا نمی کند به عبارت دیگر توزیع الکترون ها بین دو اتم یکسان است. به این مولکول ها، مولکول های دو اتمی ناقطبی می گویند که در میدان الکتریکی هیچ عکس العملی از خود نشان نمی دهند. مانند:

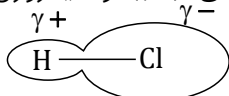


۱- مولکول های
۲ اتمی

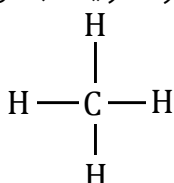
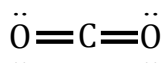
(ب) مولکول های قطبی: مولکول هایی که از دو اتم متفاوت تشکیل شده اند، ناجور هسته نامیده می شوند و در نتیجه توزیع الکترون های پیوندی در آن یکسان نیست. مسلماً آنکه خاصیت نافلزی بیشتری دارد، الکترون ها را بیشتر به سمت خود می کشد، در این حالت مولکول قطبی به شمار آمده و در میدان الکتریکی از مسیر اصلی خود منحرف شده و عکس العمل نشان می دهد.



همانطور که در شکل روبرو می بینید Cl دارای میزان جزئی بار منفی (γ^-) و هیدروژن دارای میزان جزئی بار مثبت (γ^+) شده است.



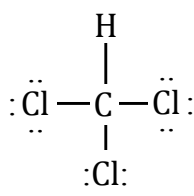
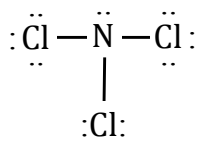
هرگاه اتم مرکزی جنس الکترون ناپیوندی نداشته باشد و تمام اتم های اطراف از یک جنس باشد مولکول ناقطبی ای هستند.



(الف) مولکول ناقطبی

۲- مولکول های
چند اتمی

هرگاه اتم مرکزی جفت الکترون ناپیوندی داشته باشد مانند $SO_2 - NH_3$ و $H_2O - NCl_3 - SOCl_2$ یا تمام اطراف از یک جنس نباشد مانند: CH_3Cl و $CHCl_3$ و CH_2Cl_2 و HCN مولکول قطبی بشمار می آید.



(ب) مولکول قطبی

قطبیت
در
مولکول

خلاصه ای از مولکول های دو اتمی:

ردیف	مولکول های دو اتمی جور هسته	مولکول های دو اتمی ناجور هسته
۱	از دواتم یکسان تشکیل شده اند ($\text{Br}_2 - \text{Cl}_2 - \text{H}_2$)	از دو اتم متفاوت تشکیل شده اند (مانند $\text{CO}, \text{NO}, \text{HCl}$)
۲	احتمال حضور الکترون های پیوندی در فضای پیوند دو هسته بیشتر است.	تراکم بار الکتریکی روی اتم های تشکیل دهنده مولکول یکسان نیست.
۳	توزیع الکترون بین دو اتم یکسان و متقارن است.	احتمال حضور الکترون در اطراف هسته اتم به خاصیت نافلزی بیشتری دارد.
۴	گشتاور دو قطبی صفر دارند و ناقطبی بشمار می آیند.	گشتاور دوقطبی آنها بزرگتر از صفر است و قطبی هستند.
۵	در میدان الکتریکی جهت گیری نمی کنند.	در میدان الکتریکی جهت گیری می کنند.

یادآوری:

طبق مطالب گفته شده در کتاب دهم و یازدهم، بطور کلی هیدروکربن ها ناقطبی بوده و در میدان الکتریکی جهت گیری نمی کنند در حالی که گروه های عاملی مانند هیدروکسیل ($-\text{OH}$)، کربوکسیل ($-\text{COOH}$) و اتری ($\text{C}-\text{O}-\text{C}$) و آمینی ($-\text{N}-$) و قطبی هستند و نیز باید دقت کرد که با بزرگتر شدن بخش هیدروکربنی بخش ناقطبی بر بخش قطبی غلبه کرده و مولکول در مجموع ناقطبی بشمار می آید.

نکته: نیروی بین مولکولی در یک ماده قطبی، از نیروی بین مولکولی در یک ماده ناقطبی قوی تر است، از این رو اگر یک ماده قطبی و یک ماده ناقطبی با جرم های مولی نزدیک به هم داشته باشیم، نقطه جوش ماده قطبی بیشتر است.

هنر نمایی شاره (سیال) های مولکولی و یونی برای تولید برق:

بزرگترین منبع انرژی زمین، خورشید است. که انرژی خود را بصورت پرتوهای الکترومغناطیسی به سمت ما می فرستد. انرژی خورشیدی از جمله منابع انرژی تجدیدپذیر است که استفاده ی بیشتر از این انرژی پاک باعث کاهش گرمای جهانی و ردیای زیست محیطی می شود. امروزه در بعضی از کشورهای پیشرفته بخشی از انرژی خورشیدی را ذخیره کرده و به شکل انرژی الکتریکی استفاده می کنند.

شکل زیر نمایی از فناوری پیشرفته برای تولید انرژی الکتریکی از پرتوهای خورشیدی را نشان می دهد:

این نیروگاه از قسمت های زیر تشکیل شده است:

(۱) آینه ها

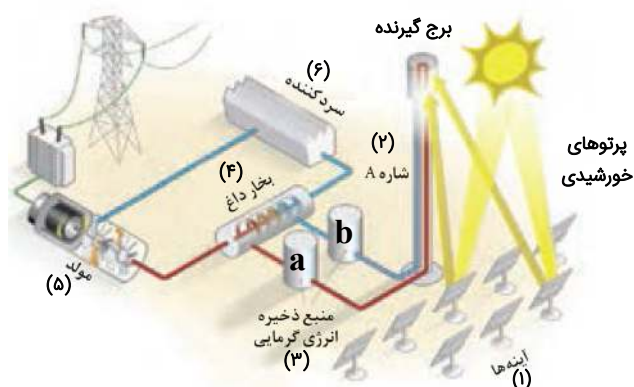
(۲) برج گیرنده

(۳) منبع ذخیره انرژی گرمایی (منبع a)

(۴) بخش تولیدکننده بخار داغ

(۵) مولد تبدیل کننده انرژی گرمایی به انرژی الکتریکی

(۶) سردکننده



در طول روزهای آفتابی با متمرکز شدن پرتوهای خورشیدی به وسیله آینه‌ها بر روی گیرنده‌ی برج، دمای شاره‌ی A افزایش می‌یابد. لازم به ذکر است که شاره (سیال) یعنی ماده‌ای که قابلیت جاری شدن دارد. که در این مرحله سدیم کلرید مذاب بسیار داغ است که در تماس با آب مایع باعث تولید بخار آب می‌شود.

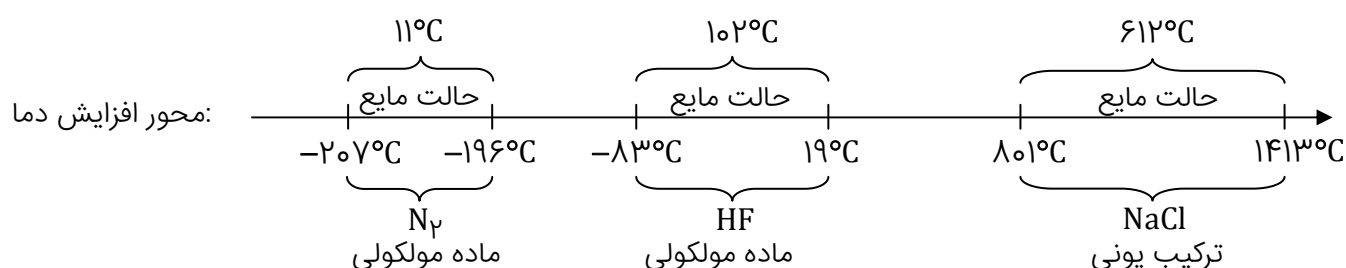
این شاره‌ی بسیار داغ به منبع ذخیره انرژی گرمایی سرازیر شده و حتی در روزهای ابری و شب هنگام، انرژی لازم برای تبدیل آب به بخار داغ را فراهم می‌کند و با عبور از بخش ۴ و در تماس با آب آن را به جوش آورده و بخار آب داغ تولید می‌کند. در نتیجه دمای خودش کاهش یافته و به منبع b می‌رود تا در موقع مناسب (هوای آفتابی)، دوباره به بالای برج پمپ شده و گرم شود. بخار آب تولید شده در بخش ۴، توربین را در بخش ۵ یا همان ژنراتور (مولد) برای تولید انرژی الکتریکی به حرکت درمی‌آورد. به این ترتیب جریان الکتریکی تولید شده و وارد شبکه‌ی برق می‌شود. در ادامه‌ی بخار آب سرد شده و وارد بخش ۶ که سردکننده است، شده و دوباره تبدیل به آب مایع می‌شود و سپس دوباره به بخش ۴ پمپ می‌شود. لازم به ذکر است که شاره A سدیم کلرید مذاب و بخار آب، هر کدام در مدار جداگانه به چرخش درمی‌آیند و به این ترتیب انرژی الکتریکی تولید می‌شود.

نکته: در این فناوری از هر دو شاره، مولکولی و یونی برای تولید برق استفاده می‌شود که شاره مولکولی همان آب است که برای به حرکت درآوردن توربین مولد الکتریکی و شاره یونی همان سدیم کلرید مذاب است که به عنوان منبع ذخیره انرژی الکتریکی استفاده می‌شود.

با بررسی جدول زیر به نکات مهمی خواهیم رسید که عبارتند از:

ماده	نقطه ذوب (°C)	نقطه جوش (°C)
N ₂	-۲۰۷	-۱۹۶
HF	-۸۳	۱۹
NaCl	۸۰۱	۱۴۱۳

ابتدا نقاط ذوب و جوش این سه ترکیب را بصورت یک محور نشان می‌دهیم:

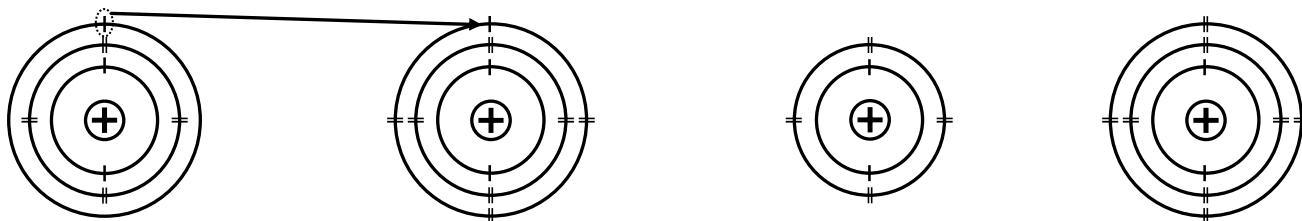
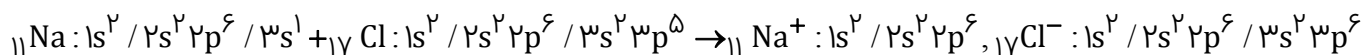
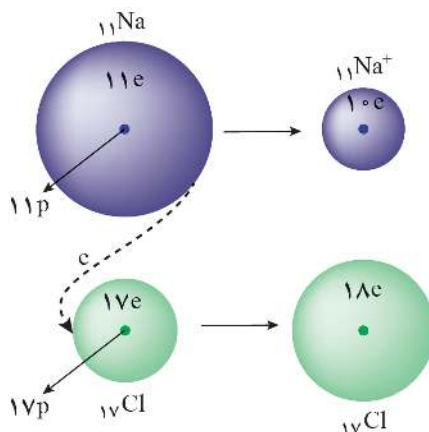


طبق اعداد نشان داده شده در محور بالا، اگر گستره‌ی مایع بودن شاره‌ای که در فناوری تبدیل انرژی خورشیدی به انرژی الکتریکی استفاده می‌شود، کم باشد، گرمایی که از پرتوهای خورشیدی به شاره می‌رسد خیلی سریع، صرف تبخیر آن شده و ما نمی‌توانیم انرژی خورشیدی را ذخیره کرده و برای بخار کردن آب از آن استفاده کنیم. سدیم کلرید بهتر می‌تواند انرژی پرتوهای خورشیدی را در خود حفظ کند.

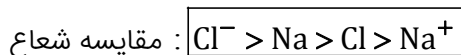
HF و N₂ با جذب پرتوهای خورشیدی، خیلی سریع فاصله نقطه ذوب و جوش خود را طی کرده و به حالت گاز در می‌آیند. پس به طور خلاصه، هر چه تفاوت بین نقطه ذوب و جوش یک ماده خالص بیشتر باشد، آن ماده در گستره دمایی بیشتری به حالت مایع بوده و نیروهای جاذبه میان ذره‌های سازنده مایع قوی‌تر است.

چینش زیبا، منظم و سه بعدی یون‌ها در جامد یونی:

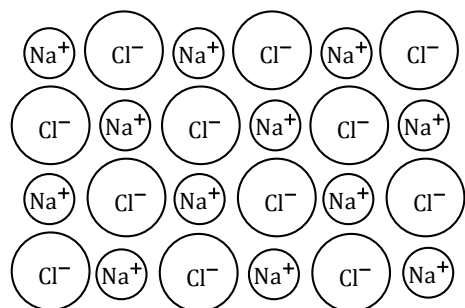
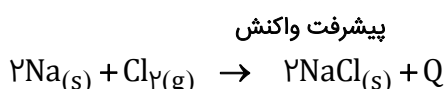
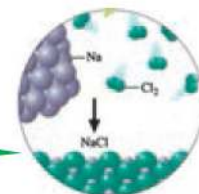
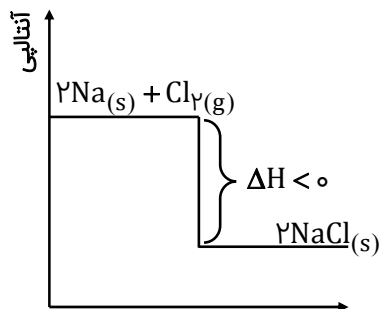
در کلاس دهم خواندیم که فلزات تمایل به از دست دادن الکترون دارند و تعداد الکترون‌های لایه آخر خود را از دست داده و به یون مثبت (کاتیون) تبدیل می‌شوند در این حالت اغلب به آرایش گاز نجیب قبل از خود درآمده و پایدار می‌گردند و نافلزات تمایل به جذب الکترون دارند و آنقدر الکترون جذب می‌کنند تا لایه آخرشان ۸ تایی شده و به آرایش گاز نجیب بعد از خود تبدیل شوند. در این حالت فلزات به تعداد الکترون از دست داده بار مثبت و نافلزات به تعداد الکترون جذب کرده بار منفی پیدا می‌کنند. بین یون‌های ناهمنام حاصل شده از مراحل بالا جاذبه قوی بوجود می‌آید به همین علت به این ترکیبات، ترکیبات یونی و به نیروی جاذبه بین ذره‌ای آنها، پیوند یونی گفته می‌شود که بسیار قوی است. پس به طور خلاصه هرگاه یک فلز و یک نافلز کنار یکدیگر قرار گیرند با انتقال الکترون‌های لایه آخر فلز به نافلز ترکیبی تشکیل می‌شود که دارای نیروی جاذبه بین ذره‌ای بسیار قوی بنام پیوند یونی است. به تشکیل پیوند یونی و مبادله الکترون در اتم‌های سدیم و کلر دقت کنید:



همانطور که در شکل بالا مشاهده می‌کنید سدیم با از دست دادن یک الکترون از لایه آخر خود شعاع یونی کوچکتری پیدا می‌کند و کلر با گرفتن الکترون شعاع یونی را افزایش داده و از قبل می‌دانیم که هر دو در دوره ۳ جدول بوده و از چپ به راست شعاع اتمی کاهش می‌ابد پس برای مقایسه شعاع چنین خواهیم داشت:

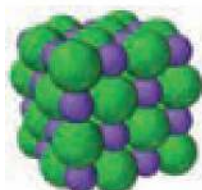


نکته: فلز نقره‌ای رنگ سدیم با گاز زرد رنگ کلر واکنش بسیار شدیدی می‌دهد که محصول عمل یک جامد یونی سفید رنگ است که آن نمک طعام (NaCl) بوده و در این واکنش بدلیل پایداری محصول نسبت به واکنش‌دهنده‌ها گرما و نور زیادی تولید می‌شود. یعنی:

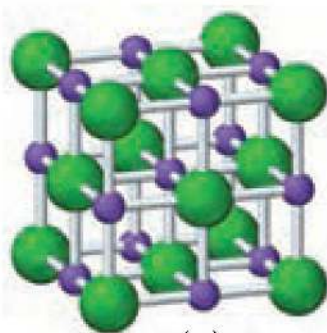


حال به آرایش منظم، سه بعدی و بلوری نمک طعام می‌رسیم از آنجا که بین یون-های مثبت و منفی نیروی جاذبه و بین یون‌های هم‌نام دافعه وجود دارد، پس یون‌ها طوری قرار می‌گیرند که هر یون توسط یک یون با بار مخالف احاطه شود دقیقاً مانند شکل زیر البته در یک سطح دو بعدی و روی صفحه کاغذ کاملاً واضح است که هر یون مثبت سدیم از ۶ طرف جلو، عقب، بالا و پایین، چپ و راست توسط یون کلرید احاطه شده و هر یون منفی کلرید هم از ۶ جهت توسط یون‌های سدیم احاطه شده است. به همین علت این شبکه کاملاً سه بعدی، منظم و بلوری است.

حال به شکل سه بعدی آن دقت کنید:



(آ)



(ب)

آرایش یون‌ها در شبکه بلوری سدیم کلرید
(آ) فضا پرکن (ب) گلوله و میله

عدد کئوردینانسیون: به تعداد یونی که یون با بار مخالف را احاطه می‌کند. عدد کئوردینانسیون می‌گویند که در ترکیبات یونی مختلف، تفاوت دارد و در نمک طعام برای یون‌های سدیم و کلر عدد ۶ است.

به عبارت دیگر در اطراف هر یون سدیم، شش یون کلرید و در اطراف هر یون کلرید، شش یون سدیم قرار دارد.

نکته ۱) جامدات یونی در حالت جامد دارای شکل منظم و سه بعدی هستند و در حالت مذاب و محلول این شبکه به هم می‌ریزد. به همین دلیل جامدات یونی نارسانای جریان برق و محلول و مذاب این ترکیبات رسانای جریان برق می‌باشد.

نکته ۲) برای جامدات یونی و ترکیبات یونی چون شبکه ای غول آسا دارند نمی توان فرمول شیمیایی یا مولکولی مطرح کرد به همین علت ساده ترین نسبت کاتیون ها و آنیون ها در این ترکیبات، نشان دهنده فرمول شیمیایی است. در حقیقت همان فرمول تجربی است.

پس به طور خلاصه جامدات یونی فقط شامل یک یون مثبت و منفی نیست، بلکه شامل مجموعه ای از میلیاردها یون مثبت و منفی است و یک ترکیب یونی از نظر بار الکتریکی خنثی است چون تعداد کل بارهای مثبت و منفی برابرند.

روند تغییرات شعاع اتمی و یونی:

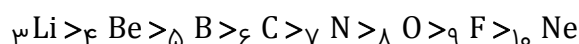
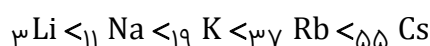
بطور کلی برای یک عنصر همیشه رابطه های زیر برقرار است:

شعاع کاتیون (یون مثبت) > شعاع اتمی

شعاع آنیون (یون منفی) < شعاع اتمی

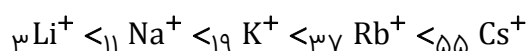
در کتاب شیمی یازدهم خواندیم که در طول یک گروه از بالا به پایین با زیاد شدن عدد اتمی، تعداد لایه ها افزایش یافته و شعاع اتمی نیز افزایش می یابد و در طول دوره از چپ به راست با ثابت ماندن تعداد لایه ها و زیاد شدن عدد اتمی، تعداد پروتون و الکترون افزایش یافته، سپس جاذبه هسته به الکترون لایه آخر زیاد شده و کاهش شعاع اتمی را شاهد خواهیم بود.

به عنوان نمونه به دو مثال روبرو در اتم های خنثی در طول یک گروه و دوره دقت کنید:

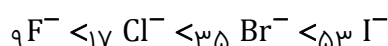


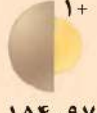
حال می خواهیم شعاع یونی را در طول یک گروه بررسی کنیم، که در طول یک گروه (چه فلزات و چه نافلزات) از بالا به پایین، تعداد لایه های الکترونی یون ها، زیاد می شود به همین علت تغییرات شعاع یونی دقیقاً مانند تغییرات شعاع اتمی افزایشی است.

مقایسه شعاع یونی فلزات گروه اول (فلزات قلیایی):

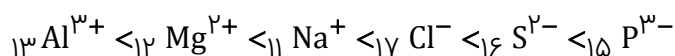


مقایسه شعاع یونی نافلزات گروه هفدهم (هالوژن ها):

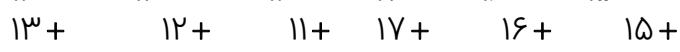
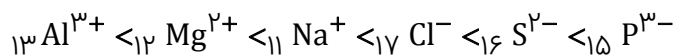


۱	۲	۱۶	۱۷	گروه دوره
Li  ۱۳۴،۶۸		O  ۷۳،۱۴۰	F  ۷۱،۱۳۳	دوم
Na  ۱۵۴،۹۷	Mg  ۱۳۰،۶۶	S  ۱۰۲،۱۸۴	Cl  ۹۹،۱۸۱	سوم

در یون‌های یک دوره از جدول تناوبی هر چه بار مثبت بیشتر باشد، شعاع کوچکتر و هر چه بار منفی بیشتر باشد، شعاع بزرگتر است به عنوان نمونه به روند تغییرات شعاع یون‌ها در دوره سوم جدول تناوبی دقت کنید.
مقایسه شعاع یونی در طول دوره سوم جدول:

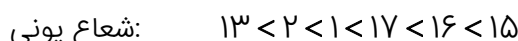


برای توضیح دلیل این مورد باید تعداد پروتون و الکترون هر یون را محاسبه کنیم:

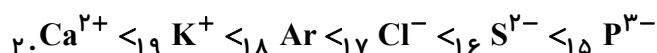


برای مقایسه یون‌هایی که تعداد الکترون برابر دارند را در نظر می‌گیریم حال هر چه تعداد پروتون بیشتر باشد، جاذبه هسته قوی‌تر بوده و شعاع بیشتر کاهش می‌یابد. برعکس.

به عبارت ساده‌تر، شعاع یون در یک تناوب براساس شماره گروه‌های اصلی به صورت مقابل مقایسه می‌شود:



نکته ۱: در مقایسه‌ی شعاع گونه‌هایی که همگی تعداد الکترون برابری دارند، شعاع آنیون‌ها از اتم‌ها و شعاع اتم‌ها از کاتیون‌ها بیشتر است و هر چه مقدار بار منفی بیشتر باشد، شعاع یون آن بیش‌تر و هر چه مقدار بار مثبت کاتیون بیش‌تر باشد، شعاع یونی آن کمتر است.



مقایسه شعاع:

چگالی بار یون‌ها:

چگالی یون، کمیتی است که می‌توان از آن برای مقایسه میزان برهم کنش میان یون‌ها استفاده کرد. چگالی بار یون از رابطه دقیق زیر محاسبه می‌شود.

$$\text{چگالی بار یون} = \frac{\text{بار یون}}{\text{حجم یون}} = \frac{\text{بار یون}}{\frac{4}{3}\pi \times (\text{شعاع یون})^3}$$

ولی برای راحتی محاسبه، نسبت ساده‌تری نیز وجود دارد که می‌توان از آن استفاده کرد.

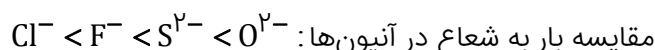
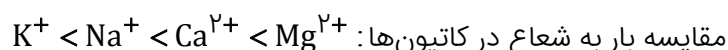
این نسبت، مقدار بار یون به شعاع آن است.

$$\text{نسبت بار به شعاع} = \frac{\text{بار یون}}{\text{شعاع یون}}$$

در جدول زیر نسبت بار به شعاع برخی از یون‌ها آورده شده است:

کاتیون	شعاع (pm)	نسبت بار به شعاع	آنیون	شعاع (pm)	نسبت بار به شعاع
Na^{+}	۹۷	$1/0.3 \times 10^{-2}$	F^{-}	۱۳۳	$7/5 \times 10^{-3}$
K^{+}	۱۳۳	$7/5 \times 10^{-3}$	Cl^{-}	۱۸۱	$5/52 \times 10^{-3}$
Mg^{2+}	۶۶	$3/0.3 \times 10^{-2}$	O^{2-}	۱۴۰	$1/42 \times 10^{-2}$
Ca^{2+}	۹۹	$2/02 \times 10^{-2}$	S^{2-}	۱۸۴	$1/09 \times 10^{-2}$

با دقت در جدول به یک مقایسه نسبت بار به شعاع خواهیم رسید:



نکته ۱) برای یک یون هر چه مقدار باریون کمتر و شعاع یون بیشتر باشد، نسبت بار به شعاع آن کمتر است. و در این مقایسه بار یون نقش مهمی دارد.

نکته ۲) در گروه های جدول تناوبی، از بالا به پایین، چگالی باریون ها کاهش پیدا می کند، زیرا در هر گروه باریون ثابت است در حالیکه از بالا به پایین شعاع یون افزایش پیدا کرده و مخرج کسر $\left(\frac{\text{بار یون}}{\text{شعاع یون}}\right)$ افزایش پیدا کرده و در نتیجه کل کسر کوچک می شود.

نکته ۳) چگالی با بار رابطه مستقیم و با شعاع رابطه عکس دارد. با این حساب در کاتیون های یک دوره هر چه بار کاتیون بیشتر باشد، چگالی بار آن بیشتر است و در آنیون های یک دوره هر چه مقدار بار آنیون بیشتر باشد، چگالی بار آن بیشتر است.

نکته ۴) هر اندازه چگالی باریک کاتیون و یک آنیون بیشتر باشد، نیروی جاذبه میان آنها قوی تر است و برعکس.

آنتالپی فروپاشی شبکه (فروپاشی ΔH):

تعریف: به گرمای مصرف شده در فشار ثابت برای فروپاشی یک مول از شبکه یونی و تبدیل آن به یون ها گازی سازنده، آنتالپی فروپاشی می گویند. که همواره بدلیل گرماگیر بودن عددی مثبت است و یکای آن، کیلوژول بر مول $\left(\frac{\text{kJ}}{\text{mol}}\right)$ می باشد.

نکته: هر چه چگالی باریون های سازنده یک جامد یونی بیشتر باشد، آنتالپی فروپاشی شبکه آن بزرگتر بوده و در نتیجه شبکه در آن دشوارتر پاشیده می شود. در نتیجه نقطه ذوب و جوش آن نیز بیشتر است. برای نمونه واکنش زیر دقت کنید:

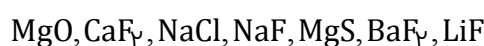


کاملاً واضح است که انرژی لازم برای فروپاشی شبکه یونی سدیم کلرید بیشتر از پتاسیم برمید است و علتش را باید در چگالی بار یون های سازنده شبکه این دو ترکیب یونی جستجو کرد.



یادآوری: آنتالپی فروپاشی با بار یون نسبت مستقیم و با شعاع یون نسبت عکس دارد و اولویت با بار یون می باشد.

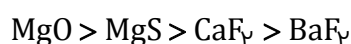
تمرین: آنتالپی فروپاشی و نقطه ذوب و جوش ترکیبات یونی زیر را با یکدیگر مقایسه کنید:



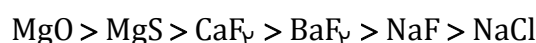
ابتدا بالاترین بارها O^{2-} و Mg^{2+} و MgO را مدنظر قرار می دهیم و در مرحله دوم باید به شعاع توجه کنیم پس در حالت بار برابر آنکه شعاع کوچکتری دارد. انرژی بیشتری خواهد داشت. در این دو ترکیب Mg یکسان و بین O و S اتم اکسیژن شعاع

کوچکتری دارد پس داریم: $\text{MgO} > \text{MgS}$ حال باید بریم سراغ بارهای پایین تر که داریم: BaF_2 ، CaF_2 در این دو

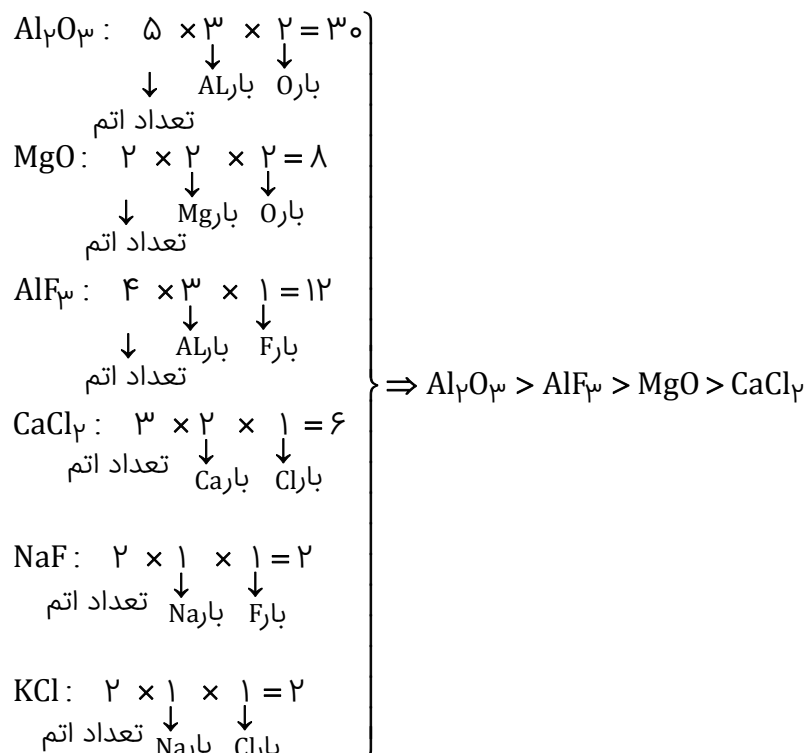
ترکیب F یکسان و شعاع کلسیم و باریوم را مقایسه می کنیم که چون شعاع کلسیم کوچکتر است داریم: $\text{CaF}_2 > \text{BaF}_2$ تا حالا شد:



در مرحله بعد به سراغ بار پایین تر بین Na^+ و Na^+ و F^- می رویم و چون بارها یکسان است باید سراغ شعاع برویم که Na مشترک و شعاع F کوچکتر از شعاع Cl است پس $\text{NaF} > \text{NaCl}$ و نهایتاً خواهیم داشت.



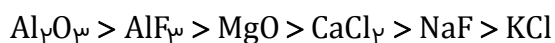
یک راه میانبر برای تشخیص و مقایسه آنتالپی فروپاشی، نقطه ذوب و نقطه جوش این است که مجموع تعداد اتم‌ها را در بارهای اجزای تشکیل دهنده ترکیب ضرب کنیم. عدد بزرگتر نشان دهنده انرژی فروپاشی بزرگتر است. مانند:



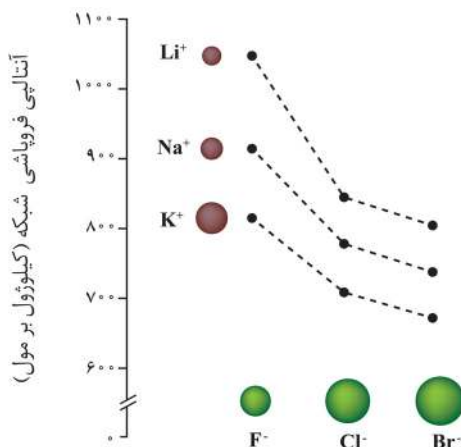
و در بین NaF و KCl که هر دو جواب یکسان و برابر ۲ دارند باید بدنبال شعاع برویم آنکه شعاع کوچکتری دارد پس انرژی فروپاشی بزرگتری خواهد داشت.

$$\text{مقایسه شعاع یونی} \left\{ \begin{array}{l} \text{Na}^+ < \text{K}^+ \\ \text{F}^- < \text{Cl}^- \end{array} \right\} \Rightarrow \text{NaF} > \text{KCl}$$

سپس در کل خواهیم داشت.



نمودار زیر به بررسی میزان آنتالپی فروپاشی شبکه بر حسب شعاع یونی می‌پردازد.



در این نمودار کلیه مطالب گفته شده در تست‌های قبل را تأکید کرده و به دو جمله کلی اکتفا می‌کنیم.

الف) با افزایش شعاع کاتیون فلزهای قلیایی، آنتالپی فروپاشی شبکه بلور کاهش می‌یابد و برعکس
ب) با افزایش شعاع آنیون هالید، آنتالپی فروپاشی شبکه بلور کاهش می‌یابد و برعکس.

نکته جمع‌بندی: بدلیل نیروی جاذبه قوی بین یون‌های مثبت و منفی ترکیبات یونی عمدتاً دارای نقطه ذوب و جوش بالایی هستند. در حالت جامد نارسانا و در حالت مذاب و محلول رسانایی الکتریکی خوبی دارند و کلاً ترکیبات سخت و محکمی دارند اما شکننده.

فلزها، عناصرهای شکل‌پذیر با جلایی زیبا:

یکی از مواد مهم که در رشد و ادامه زندگی انسان نقش بسزایی داشته، فلزها هستند بطوریکه تمدن‌های آغازین بشری هم بر اساس مواد نام‌گذاری شده‌اند اولین دوره، دوره‌ی سنگی بود که ابزارها و وسایل زندگی انسان‌های اولیه بر آن بنیان شده بوده و بعد از آن نوبت به دوره برنزی رسید که یک آلیاژ بود و از دو فلز مس و قلع ساخته شده بود و آن دوران را که فلز جایگزین سنگ شده، دوره برنزی نام نهادند. سپس با شناخت آهن و ویژگی‌های آن به دوره‌ی آهن رسیدیم خلاصه معلوم شد که فلز و شناخت آن جایگاه ویژه‌ای در تمدن‌ها و دوران‌های بشری داشته است. با توجه به اینکه در مورد فلز مطالبی را از قبل آموختیم و نیاز به یادآوری دارند به چند نکته زیر دقت کنید.

(۱) بیشترین تعداد عناصر جدول را فلزات تشکیل می‌دهند که عمدتاً در سمت چپ و مرکز جدول قرار دارند.
(۲) فلزها در تمام دسته‌های s و p و d و f جدول تناوبی قرار دارند که رفتار فیزیکی و شیمیایی متفاوتی دارند بطوریکه فلزهای دسته s همان فلزات گروه اول (فلزات قلیایی) و فلزات گروه دوم (فلزات قلیایی خاکی) می‌باشند. که همگی فلز بوده به جز (He, H).
فلزهای دسته p که معروفترین آنها عبارتند آلومینیوم (Al), قلع (Sn) و سرب (Pb). فلزهای دسته d همگی فلزات واسطه خارجی می‌باشند. مانند آهن (Fe) و مس (Cu) که در زندگی روزمره کاربرد فراوانی دارند و فلزات دسته f: همگی فلزند. که معروفترین آنها اورانیوم (U) است.

(۳) رفتارهای شیمیایی فلزها عبارتند از واکنش‌پذیری و تنوع در اعداد اکسایش و از رفتارهای فیزیکی فلزها می‌توان به داشتن جلا، رسانایی الکتریکی به رسانایی گرمایی و شکل‌پذیری، قابلیت مفتول و ورقه‌شدن آنها اشاره کرد.

(۴) همانطور که در بالا نیز گفته شد، هر فلز رفتار منحصر به فردی برای خود دارد به عنوان مثال تنها فلز مایع جدول تناوبی، عنصر جیوه (Hg) که در دمای اتاق مایع بوده و یا در مقایسه فلزات واسطه با فلزات گروه‌های اصلی، می‌دانیم که از فلزات واسطه بدلیل سختی و نقطه ذوب بالاتر در زندگی روزمره استفاده‌های فراوانی داریم در حالیکه عمدتاً از فلزات اصلی مانند فلزات قلیایی در زندگی روزمره نمی‌توان هیچ استفاده‌ای برد چون فعالیت شیمیایی بسیار بالای دارند. بطور معمول و عنصری باید زیر نفت نگهداری شوند و بر عکس برخی فلزات مانند طلا در طبیعت به شکل آزاد وجود دارند. از نظر اعداد اکسایش اغلب فلزی گروه‌های اصلی فقط یک نوع عدد اکسایش در ترکیب خود دارند. مثلاً:

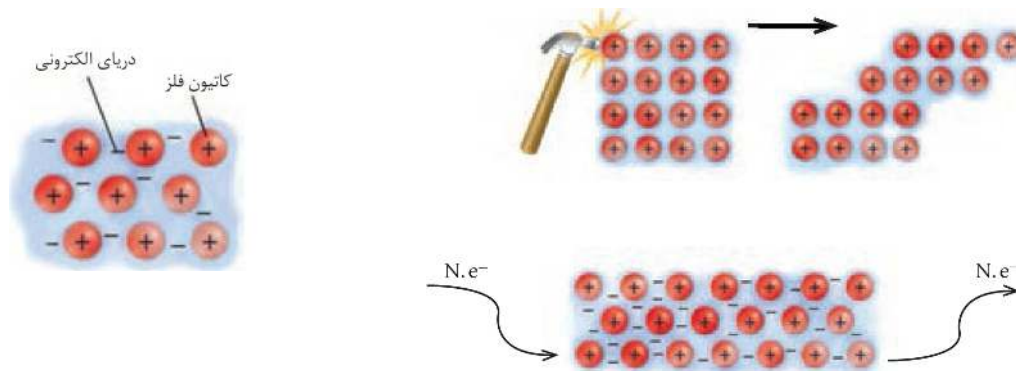
فلزات قلیایی دارای عدد اکسایش (+۱) و فلزات قلیایی خاکی فقط عدد اکسایش (+۲) و تعداد کمی هم مثل قلع و سرب چند نوع عدد اکسایش دارند.

در حالیکه اغلب فلزات واسطه دارای چندین نوع عدد اکسایش هستند مانند آهن Fe^{2+} و Fe^{3+} و Cu^{1+} و Cu^{2+} البته لازم به ذکر است که برخی از فلزات واسطه مانند روی (Zn^{2+}) و اسکانیوم (Sc^{3+}) فقط یک نوع عدد اکسایش دارند.

یادآوری: هر چه اتم فلزی راحت‌تر الکترون از دست بدهد، خاصیت فلزی و فعالیت شیمیایی بیشتری دارد. بر همین اساس خصلت فلزی در یک گروه از عناصر جدول تناوبی از بالا به پایین افزایش و در یک دوره از چپ به راست کاهش می‌یابد.

شبکه بلوری فلزها:

شبکه بلوری جامدهای فلزی آرایش منظمی از یونهای مثبت فلزی در سه بعد است و دریایی از الکترونهای ظرفیت (سستترین الکترونهای موجود در اتمها) بین این یونها در حرکت و جریان است و باعث ایجاد جاذبه قوی بنام پیوند فلزی می شوند. پیوندهای فلزی محکم و قوی است به همین دلیلی نقطه ذوب و جوش بالایی دارند. همین نوع پیوند باعث ویژگیهای خاص فلزات مانند شکل پذیری (ورقه شدن و مفتول شدن) و رسانایی الکتریکی در حالت های جامد و مایع و گرمای فلزات است.

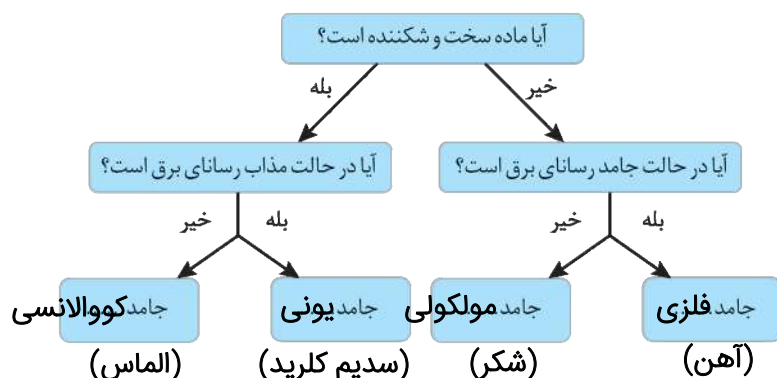


در شکل های بالا، چکش خواری و رسانایی الکتریکی جامدهای فلزی دیده می شوند که دلیل هر دو خاصیت وجود دریایی الکترون های شناوری است که به راحتی بعد از ضربه دوباره یون های مثبت را در بر می گیرند و یا موجب عبور الکترون های وارد شده به فلز می شوند.

- نکته ۱: هر الکترون موجود در دریای الکترون را نمی توان تنها متعلق به یکی از اتم ها دانست.
- نکته ۲: حضور دریای الکترون در شبکه بلوری فلز باعث استحکام آن شده است چون اگر شبکه بلوری فقط از یون های مثبت تشکیل شده بود بدلیل وجود نیروی دافعه دچار از هم گسیختگی می شد.
- نکته ۳: عامل رسانایی الکتریکی چکش خواری و شکل پذیری فلزها به علت وجود الکترون ها در دریای الکترون است که می توانند آزادانه حرکت کنند.

دسته بندی مواد جامد خالص بر اساس رفتارهای فیزیکی و شیمیایی آنها:

با استفاده از نمودار روبرو می توان نوع یک جامد را از نظر جامد (مولکولی، کووالانسی، یونی یا فلزی) مشخص کرد.



- نکته ۱: جامدات یونی در حالت مذاب و محلول رسانای جریان برق هستند و در حالت جامد نارسا بوده در حالیکه فلزها و گرافیت در حالت جامد هم رسانا هستند.
- نکته ۲: جامدات کووالانسی در همه حالت ها رسانای جریان برق نیستند و یک مورد استثناء وجود دارد که گرافیت است.

رنگ نماد زیبایی:

احساس و درک رنگ به دلیل نورهایی است که از محیط اطراف به چشم ما می‌رسد، این نورها در واقع همان پرتوهای الکترومغناطیس هستند که طول موج آن‌ها در گستره ۴۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر است و چشم ما آن‌ها را می‌بیند. بنابراین اگر محیط نور مرئی نباشد، انسان نمی‌تواند محیط پیرامون خود را ببیند. با این حساب اگر یک نمونه ماده همه طول موج‌های مرئی را بازتاب کند، به رنگ سفید و اگر همه را جذب کند به رنگ سیاه دیده می‌شود. و نکته دیگر اینکه چشم مواد رنگی را با طول موج‌های عبوری یا بازتاب شده از آن‌ها می‌بیند و یا به عبارت ساده‌تر مواد رنگی بخشی از نور سفید تابیده شده را جذب و باقی‌مانده آن را عبور می‌دهند یا بازتاب می‌کنند.



سازنده اصلی یک ماده رنگی که به آن رنگ می‌بخشد رنگ دانه نام دارد. در گذشته انسان، این مواد رنگی را از منابع طبیعی همچون گیاهان، جانوران و برخی کانی‌ها تهیه می‌کرد. نمونه‌هایی از رنگ‌دانه‌های معدنی:

فرمول شیمیایی	نام شیمیایی	رنگ
TiO_2	تیتانیوم (IV) اکسید	سفید
Fe_2O_3	آهن (III) اکسید	قرمز
C	دوده	سیاه

دوده: یکی از شکل‌های کربن است که به عنوان ماده اولیه در ساخت واکنش، لاستیک ماشین و مرکب (جوهر) استفاده می‌شود و از سوختن خیلی ناقص سوخت‌های فسیلی حاصل می‌شود. امروزه پیشرفت علم و گسترش تولید فرآورده‌های صنعتی به حدی سریع است که باید به تمام جوانب کار دقت شود. به عنوان نمونه، قیمت تمام شده (اقتصادی) جنبه‌های کمی و کیفی و از دیدگاه زیبا شناختی باید رنگ و رنگ آمیزی مناسب و جذاب باشد. به همین دلیل، امروزه رنگ‌ها به شکل تخصصی برای هر کار تولید می‌شوند به عنوان نمونه در صنایع غذایی از رنگ‌های خوراکی و در صنایع نساجی، ساختمانی و ... استفاده می‌شود.

نکته: نکته قابل ملاحظه این است که رنگ‌ها با لایه نازکی که روی سطح ایجاد می‌کنند علاوه بر زیبایی، حفاظت فیزیکی و مقاومت در برابر خوردگی را در برابر اکسیژن و رطوبت و مواد شیمیایی دیگر ایجاد می‌کنند که این مطلب را در الکتروشیمی با هم بحث کردیم. و لازم به ذکر است که این نوع رنگ‌های پوششی نوعی کلئید بشمار می‌آیند.

در خود را بیازمائید صفحه ۸۴ کتاب درسی داریم:

افزودن گرد روی به عنوان یک کاهنده قوی، سبب کاهش یون وانادیم (V^{3+}) در محلول آن می‌شود.

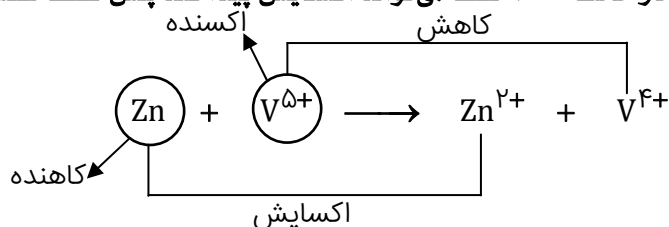
نکته: اغلب فلزات واسطه بدلیل داشتن ظرفیت های مختلف ترکیباتی با رنگ های متفاوت دارند. به عبارت دیگر رنگ یون های فلزات واسطه به آرایش الکترون های لایه ظرفیت آنها بستگی دارد. به عنوان نمونه رنگ آهن (II)، سبزرنگ و آهن (III)، قرمز رنگ را در کلاس یازدهم خواندیم و در حال حاضر به رنگ نمک های مختلف وانادیم دقت کنید.



نوع یون وانادیم	آرایش الکترونی یون	رنگ
V^{2+}	$[{}_{18}\text{Ar}]3d^3$	بنفش
V^{3+}	$[{}_{18}\text{Ar}]3d^2$	سبز
V^{4+}	$[{}_{18}\text{Ar}]3d^1$	آبی
V^{5+}	$[{}_{18}\text{Ar}]$	زرد

نکته ۱: با این تفصیل هرگاه یک فلز در لایه آخر آرایش الکترونی یون خود حالت های مختلف داشته باشد، محلول این یون ها، رنگ های متفاوتی را دارند.

نکته ۲: وانادیم (V) (V^{5+}) چون بالاترین عدد اکسایش را دارد فقط می تواند کاهش پیدا کند و یا به عبارت دیگر فقط نقش اکسندگی دارد. و در حالت V^{4+} , V^{3+} که در جدول بالا وجود دارد هم نقش اکسندگی و هم نقش کاهندگی دارند، چون هم می توانند در واکنش های اکسایش و هم در کاهش شرکت کنند و در حالت V^{2+} فقط می تواند اکسایش پیدا کند پس فقط نقش کاهندگی دارد.



تیتانیوم، فلزی فراتر از انتظار:

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

به عنوان نمونه:

فلزهای دسته d:

(۱) از نظر رسانایی الکتریکی و گرمایی، شکل پذیری و جلا مشابه فلزات گروه های اصلی جدول هستند.

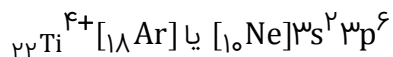
(۲) از نظر سختی، نقطه ذوب و تنوع عدد اکسایش با فلزات اصلی تفاوت دارند.

نکته: فلزات واسطه، سخت تر، چگال تر و دیر ذوب تر از فلزات گروه های اصلی هستند و واکنش پذیری آنها به مراتب کم تر از فلزات گروه های اصلی هستند. به همین علت است که در زندگی روزمره کاربردهای خیلی بیشتری دارند.

ویژگی‌های عنصر تیتانیوم (${}_{22}\text{Ti}$):

(۱) دارای آرایش الکترونی ${}_{22}\text{Ti}: [{}_{18}\text{Ar}]3d^2 4s^2$ پس در دوره چهارم و گروه ۴ جدول تناوبی قرار دارد.

(۲) یون ${}_{22}\text{Ti}^{4+}$ چون به آرایش گاز نجیب قبل از خود (${}_{18}\text{Ar}$) می‌رسد، تنهای یون پایدار تیتانیوم است.



(۳) ویژگی‌هایی باور نکردنی نظیر استحکام و ماندگاری بسیار بالایی دارد. به همین علت تیتانیوم را به عنوان فلزی فراتر از انتظار می‌شناسیم.

(۴) با توجه به جدول زیر خواهیم داشت:

ویژگی	ماده	تیتانیوم	فولاد
نقطه ذوب (°C)	۱۶۶۷	۱۵۳۵	
چگالی (g mL ^{-۱})	۴/۵۱	۷/۹۰	
واکنش با ذره‌های موجود در آب دریا	متوسط	ناچیز	
مقاومت در برابر خوردگی	ضعیف	عالی	
مقاومت در برابر سایش	عالی	عالی	

مقایسه نقطه ذوب و مقاومت در برابر خوردگی: تیتانیوم < فولاد

مقایسه به چگالی و واکنش با ذره‌های موجود در آب دریا: تیتانیوم > فولاد

مقایسه مقاومت در برابر سایش: تیتانیوم = فولاد

هنگامیکه موتور جت کار می‌کند، همه اجزای سازنده (ثابت و متحرک) دمای بالایی دارد. از آنجایی که دمای ذوب تیتانیوم بالاست (حتی بالاتر از فولاد)، از آن در موتور استفاده می‌شود.

امروزه به جای فولاد، تیتانیوم در ساخت پروانه کشتی اقیانوس پیما استفاده می‌شود، زیرا واکنش تیتانیوم برخلاف فولاد با ذرات موجود در آب دریا ناچیز است و به این علت با خرابی و مشکلات کمتری مواجه خواهد شد.

چون این فلز استحکام، ماندگاری و مقاومت بالایی در برابر سایش و خوردگی دارد، در ساخت بناهای هنرمندانه، زیبا و ماندگار مانند موزه گوگنهایم در اسپانیا به عنوان پوشش بیرون و نما استفاده شده است.

نکته: نیتینول آلیاژی از تیتانیوم و نیکل است که به آلیاژ هوشمند معروف می‌باشد. این آلیاژ در ساخت فراورده‌های صنعتی و پزشکی استفاده می‌شود. مانند سازه‌های فلزی در ارتودنسی، استنت برای رگ‌ها و قاب عینک.

