

الکترونگاتیوی:

قدرت یک اتم برای جذب جفت الکترون پیوندی به سمت خود!

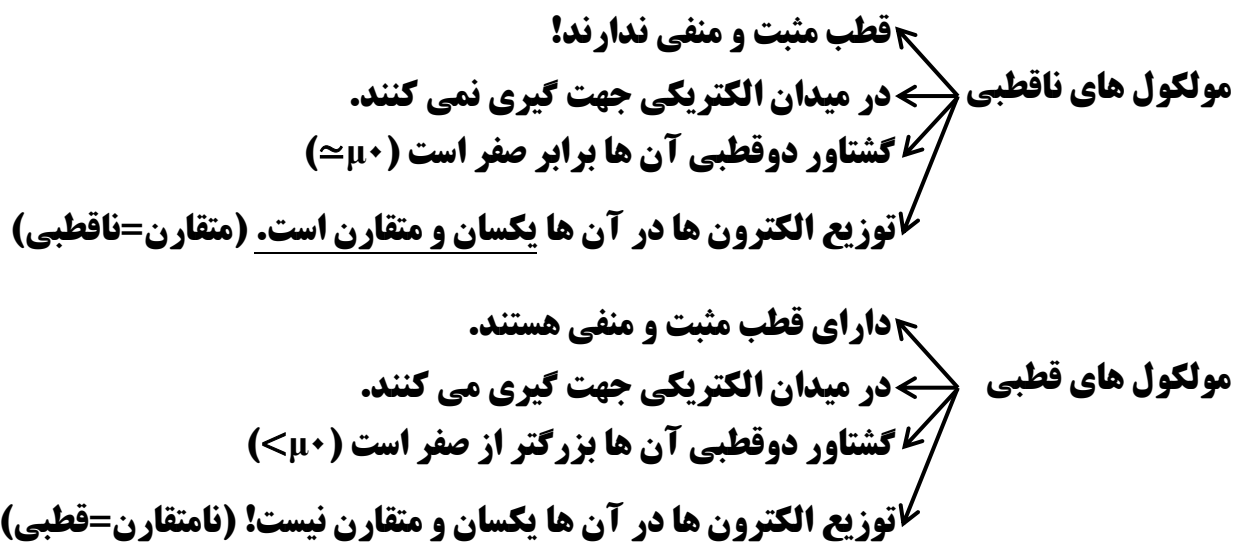
وقتی دو اتم در اطراف یک پیوند کووالانسی قرار میگیرند از نظر الکترونگاتیوی با هم رقابت می کنند.
 اتمی که الکترونگاتیوی بیشتری دارد، در رقابت برنده می شود و جفت الکترون های پیوندی را به سمت خود جذب می کند.

مقایسه الکترونگاتیوی : $F > O > N, Cl > \dots > C > H > \dots$

الکترونگاتیوترین عناصرها

رفتار مولکول ها و توزیع الکترون ها:

ساختار لوویس، الکترون های ظرفیت اتم های سازنده یک گونه شیمیایی را طوری نمایش می دهد که هر اتم بر اساس توزیع جفت الکترون های پیوندی و ناپیوندی از قاعده 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.



نکات مهم متن کتاب:

ساده ترین مولکول ها مولکول های دواتمی هستند. مولکول های دواتمی مثل H_2 و Cl_2 که از اتم های یکسانی تشکیل شده اند، مولکول دواتمی جور هسته نامیده می شوند. چون توزیع الکترون ها در آن ها یکسان و متقارن است، مولکول ناقطبی

محسوب می شوند. (مولکل دواتمی جور هسته = متقارن = ناقطبی)

در حالی که مولکول های دواتمی مانند HCl ، مولکول دواتمی ناجور هسته بوده و قطبی هستند. زیرا چون توزیع

الکترون ها در آن ها نامتقارن است. (مولکل دواتمی ناجور هسته = نامتقارن = قطبی)

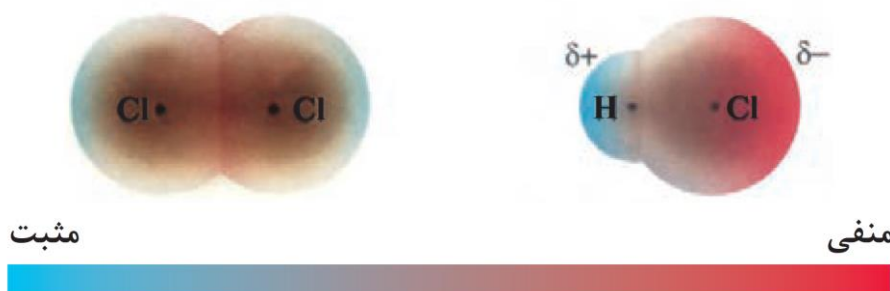
نقشه پتانسیل الکتروستاتیکی:

مدلی است برای نمایش احتمال حضور الکترون ها در مولکول های قطبی و ناقطبی.

رنگ **قرمز (سرخ)** در آن نشانه **تراکم بیشتر بار الکتریکی** (تراکم بیشتر الکترون)، و **رنگ آبی** در آن نشانه **تراکم کمتر**

بار الکتریکی (تراکم کمتر الکترون) است.

مثال:



✓ در مولکول HCl (شکل سمت راست)، چون الکترونگاتیوی Cl بیشتر از H است، جفت الکترون پیوندی را بیشتر به

سمت خود می کشاند و دارای بار جزئی منفی (δ^-) می شود. هیدروژن نیز چون تراکم الکترون در اطراف آن کم می

شود دارای بار جزئی مثبت (δ^+) می گردد. به همین دلیل در نقشه پتانسیل الکتروستاتیکی آن **اطراف کلر رنگ قرمز**،

و **اطراف هیدروژن رنگ آبی** قرار می گیرد. **(قرمز یعنی بار جزئی منفی / آبی یعنی بار جزئی مثبت)**

توجه: کتاب درسی به جای واژه الکترونگاتیوی از عبارت خاصیت نافلزی استفاده کرده است.

خلاصه: در مولکول HCl، احتمال حضور الکترون های پیوندی در فضای بین دو اتم، یکسان و متقارن نیست.

✓ در مولکول Cl_2 (شکل سمت چپ)، چون دو اتم الکترونگاتیوی یکسانی دارند، جفت الکترون های پیوندی به طور

یکسان بین دو اتم توزیع می شوند. به عبارت دیگر احتمال حضور جفت الکترون های پیوندی در فضای بین دو هسته

بیشتر است. گویی بیشتر وقت خود را آنجا می گذرانند. (در نقشه پتانسیل الکتروستاتیکی آن رنگ قرمز در فضای بین

دو هسته قرار دارد.)

خلاصه: در مولکول Cl_2 ، احتمال حضور الکترون های پیوندی در فضای بین دو اتم، یکسان و متقارن است.

تشخیص نقشه پتانسیل الکتروستاتیکی برای یک مولکول:

اتم ها را دو تا دو تا بررسی می کنیم. بین دو اتم در گیر در پیوند، هر کدام که الکترونگاتیوی بیشتری داشته باشد،

دارای بار جزئی منفی شده و رنگ آن قرمز خواهد شد. در مقابل هر اتم که در رقابت، الکترونگاتیوی کمتری

داشته باشد، دارای بار جزئی مثبت و رنگ آبی خواهد شد.

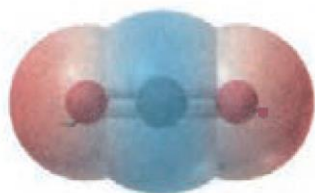
تشخیص قطبیت مولکول از روی نقشه پتانسیل الکتروستاتیکی:

ابتدا بارهای جزئی مثبت و منفی را در اطراف هر اتم مشخص می کنیم. سپس بر اساس قاعده زیر، قطبیت مولکول را تعیین می نماییم:

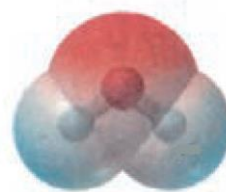
* زمانی که در مولکول مرکز اثر بارهای مثبت و منفی بر هم منطبق باشند، یعنی قطبها همدیگر را خنثی می کنند در نتیجه مولکول ناقطبی خواهد بود.

* زمانی که در مولکول مرکز اثر بارهای مثبت و منفی بر هم منطبق نباشند، یعنی قطبها همدیگر را خنثی نمی کنند در نتیجه مولکول قطبی خواهد بود.

مثال ۱: آب و کربن دی اکسید



CO_2



H_2O

نکات متن کتاب درسی درباره این دو مولکول:

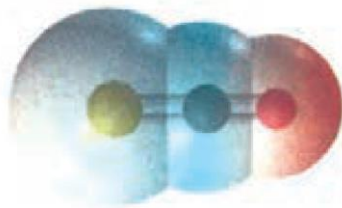
در مولکول خطی CO_2 ، به دلیل توزیع متقارن بار الکتریکی پیرامون اتم مرکزی، این مولکول در میدان الکتریکی جهت گیری نمی کند و گشتاور دوقطبی آن صفر است.

در مولکول خمیده H_2O ، تراکم بار الکتریکی (الکترن) روی هسته اتم اکسیژن بیشتر است و در میدان الکتریکی جهت گیری می کند.

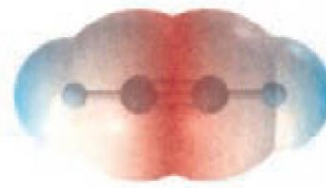
✓ در مولکول خطی سه اتمی (مثل CO_2)، هسته هر سه اتم سازنده ی آن بر روی یک خط راست قرار دارند.

✓ یکی از عواملی که می تواند تقارن و توزیع یکنواخت بارهای الکتریکی را در مولکول های چند اتمی به هم بزند، وجود جفت الکترن های ناپیوندی روی اتم مرکزی است.

مثال ۲: کربونیل سولفید (SCO) و اتین (C_2H_2):



کربونیل سولفید

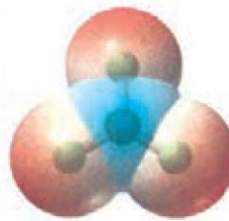


اتین

مثال ۳: آمونیاک (NH_3) و گوگرد تری اکسید (SO_3):



آمونیاک



گوگرد تری اکسید

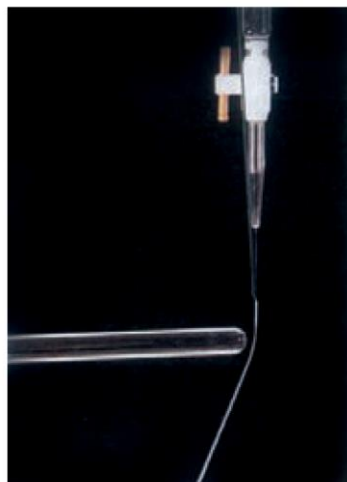
نکته خود را بیازمایید

✓ **کلو فرم ($CHCl_3$) و کربن تتراکلرید (CCl_4) هر دو مایع بی رنگ هستند.**

✓ **کلو فرم یک مولکول قطبی بوده و کربن تتراکلرید ناقطبی است.**

زمانی که کلو فرم در مجاورت میله پلاستیکی باردار قرار میگیرد به سمت میله پلاستیکی منحرف می شود.

اما کربن تتراکلرید به دلیل ناقطبی بودن به سمت میله پلاستیکی منحرف نمی شود.



تشخیص سریع مولکول قطبی و ناقطبی در تست ها:

در صورتی که مولکول، حداقل یکی از موارد زیر را داشته باشد قطبی است:

- ۱- یکسان نبودن دو اتم در مولکول های دواتمی : مانند HCl ، CO ، NO و...
 - ۲- یکسان نبودن گروه های متصل به اتم مرکزی : مانند POCl_3 ، CHCl_3 ، SCO ، N_2O و...
 - ۳- وجود الکترون ناپیوندی (نقطه) روی اتم مرکزی : مانند H_2O ، SO_2 ، NH_3 و...
- در صورتی که مولکول مورد نظر هیچ کدام از موارد بالا را نداشته باشد، ناقطبی محسوب می شود.

عدد کوئوردیناسیون در جامدهای یونی:

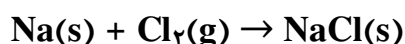
ترکیب یونی دوتایی: ترکیب یونی که از دو نوع عنصر تشکیل شده باشد. مثل NaCl ، MgCl_2 و...

ترکیب یونی چندتایی: ترکیب یونی که از بیش از دو نوع عنصر تشکیل شده باشد. مثل Na_2SO_4 ، NH_4NO_3 و...

✓ هر ترکیب یونی دوتایی را می توان فراورده واکنش یک فلز یا یک نافلز دانست. اتم فلز با از دست دادن الکترون و اتم نافلز با گرفتن الکترون به ترتیب تبدیل به کاتیون و آنیون می شوند.

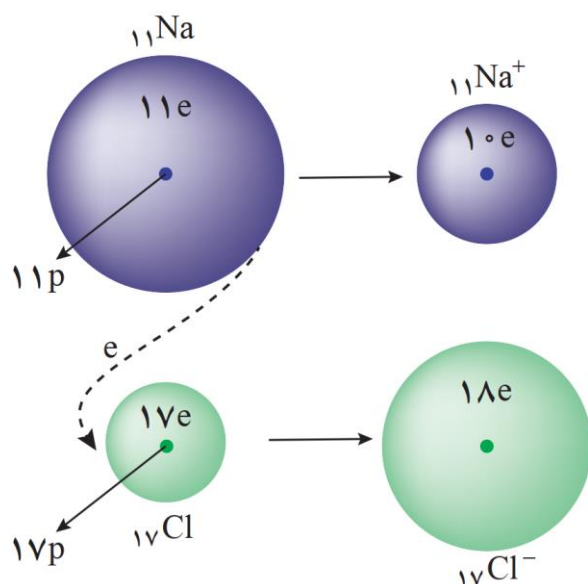
مثال: از واکنش فلز سدیم و گاز زرد رنگ کلر، جامد سفید رنگی به نام سدیم کلرید (NaCl) به دست می آید.

نور و گرمای آزاد شده در این واکنش نشان می دهد که این واکنش بسیار گرماده است.



✓ برای تشکیل یک ترکیب یونی، بین اتم های فلز و نافلز داد و ستد (مبادله) الکترون صورت می گیرد.

مثال: داد و ستد الکترون بین سدیم و کلر، در تشکیل سدیم کلرید



شعاع: Na Cl

شعاع: Na^+ Na

شعاع: Cl^- Cl

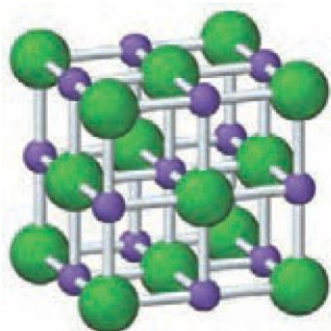
شعاع: Na^+ Cl^-

در جامدهای یونی، یون ها با آرایش سه بعدی و منظم در کنار هم قرار گرفته اند (شبکه بلوری جامد یونی)

شبکه بلوری اصطلاحاً برای توصیف آرایش سه بعدی اتم ها (جامد فلزی)، مولکول ها (جامد مولکولی) و یون ها (جامد

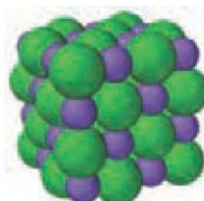
یونی) به کار می رود.

شکل زیر شبکه بلوری سدیم کلرید جامد را نشان می دهد:



(ب)

مدل گلوله و میله



(آ)

مدل فضاپرکن

نکات شکل:

✓ پس از داد و ستد الکترون و تشکیل یون ها، میان یون های ناهمنام، نیروی جاذبه و میان یون های همنام، نیروی دافعه به وجود می آید.

✓ اگر هر یک از یون ها مانند کره ای باردار باشد، انتظار می رود نیروهای جاذبه و دافعه از همه جهت ها به آن یون وارد می شود. به عبارت دیگر، این نیروهای جاذبه و دافعه به شمار معینی از یون ها محدود نشده بلکه میان همه 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 یون های ناهمنام، بر نیروهای دافعه میان یون های همنام غالب است.

✓ با کمی دقت در شکل، در می یابید که آرایش یون ها در سرتاسر شبکه بلوری سدیم کلرید به عنوان نماینده جامدهای یونی، از یک الگوی تکراری پیروی می کند، به طوری که هر کاتیون با شمار معینی آنیون و هر آنیون با شمار معینی کاتیون احاطه شده است.

عدد کوئوردیناسیون: به شمار نزدیک ترین یون های ناهمنام موجود پیرامون هر یون در شبکه بلور، عدد کوئوردیناسیون می گویند.








عدد کوئوردیناسیون هر یک از یون های Na^+ و Cl^- در بلور سدیم کلرید با هم مساوی و برابر ۶ است.

توجه: برای توصیف ترکیب های یونی در منابع معتبر علمی، هیچ گاه واژه هایی مانند مولکول، فرمول مولکولی و جرم مولکولی به کار نمی رود.

برای مثال اگر عبارت های زیر را در تستی مشاهده کردید آن را غلط در نظر بگیرید:
فرمول مولکولی منیزیم کلرید به صورت $MgCl_2$ است.

جرم مولکولی سدیم کلرید برابر ۵۸/۵ است. ($Na=23$, $Cl=35/5$)

✓ جدول زیر شعاع برخی یون های متداول را در مقایسه با اندازه اتم سازنده آن ها نشان می دهد.
با توجه به شکل:

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

در هر گروه

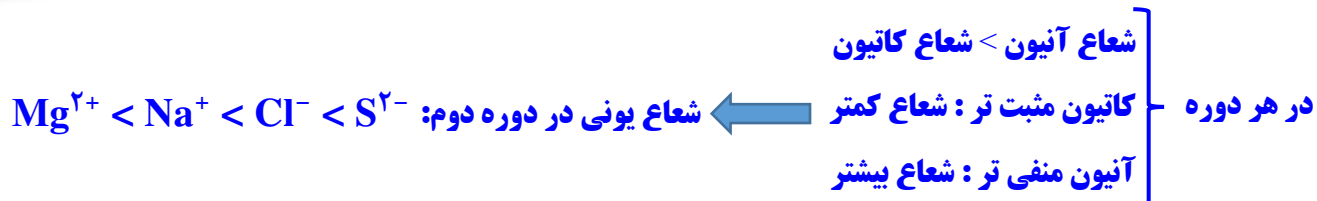
شعاع اتمی: افزایش

شعاع یونی: افزایش

شعاع اتمی: کاهش

در هر دوره

شعاع یونی: نامنظم



نکته: اختلاف شعاع یونی در آنیون ها بسیار کمتر از اختلاف شعاع در کاتیون هاست.

توجه: در بین کاتیون های یک عنصر، هر چه بار مثبت کاتیون بیشتر شود، شعاع یونی کمتر می شود. (مثال: $Fe^{3+} < Fe^{2+}$)

چگالی بار یون و انرژی شبکه (آنتالپی فروپاشی) در ترکیبات یونی:

چگالی بار یون: اگر هر یون را مانند کره ای باردار در نظر بگیریم، چگالی بار هم ارز نسبت بار به حجم آن است. زمانی که قرار است چگالی بار را به صورت عددی محاسبه کنیم از رابطه زیر استفاده می نماییم:

$$\text{چگالی بار} = \frac{\text{بار یون}}{\text{حجم یون}} \rightarrow \frac{4}{3} \pi r^3$$

یکای شعاع پیکومتر است ← $1 \text{ pm} = 10^{-12} \text{ m}$

اما زمانی که قرار است چگالی بار یون ها را با هم مقایسه کنیم از رابطه زیر استفاده می کنیم (۹۹٪ مواقع):

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

نکته متن کتاب: هر چه نسبت بار یون به شعاع آن بیشتر باشد، چگالی بار نیز بیشتر است.
به طور خلاصه:

اگر قرار است چگالی بار یون ها را با هم مقایسه کنیم به دو عامل توجه می کنیم:

۱- **بار یون** ← **رابطه مستقیم:** هر چه بار یون بیشتر، چگالی بار بیشتر

۲- **شعاع یون** ← **رابطه عکس:** هر چه شعاع یون کمتر، چگالی بار بیشتر

نکته مهم: در مقایسه چگالی بار یون ها، اولویت با مقایسه بار است. هر کس بار (قدر مطلق بار) بیشتری داشت، چگالی بار بیشتری دارد. اما اگر بارها برابر بود، سراغ شعاع می رویم.

تمرین ۱: چگالی بار کاتیون های Na^+ ، K^+ ، Mg^{2+} و Ca^{2+} را با هم مقایسه کنید.

تمرین ۲: چگالی بار آنیون های F^- ، Cl^- ، O^{2-} و S^{2-} را با هم مقایسه کنید.

*نکته متن کتاب: چگالی بار، کمیتی است که برای مقایسه میزان بر هم کنش میان یون ها به کار می رود.

نتیجه گیری ما:

هر چه چگالی بار یون بیشتر باشد (در واحد حجم یون، بار الکتریکی بیشتری وجود دارد) \Rightarrow نیروی جاذبه میان آن یون با یون های ناهمنام، بیشتر است.

تمرین ۳: در مقایسه ای که برای چگالی بار یون ها در تمرین ۱ و ۲ انجام دادید، تعیین کنید:

الف) نیروی جاذبه میان کدام کاتیون با کدام آنیون از همه قوی تر است؟

ب) نیروی جاذبه میان کدام کاتیون با کدام آنیون از همه ضعیف تر است؟

*نکته متن کتاب: هر چه نیروی جاذبه میان یون ها قوی تر باشد، استحکام شبکه بلوری بیشتر بوده، و برای فروپاشی آن شبکه بلور و جدا کردن کامل یون ها به انرژی بیشتری نیاز است.

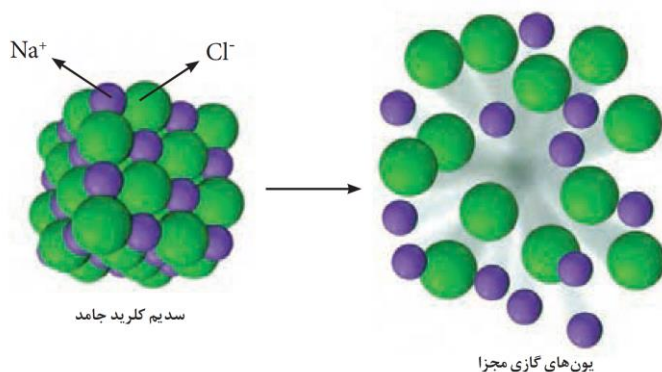
نتیجه گیری ما به صورت خودمونی:

هر چه چگالی بار یون بیشتر باشد \Rightarrow نیروی جاذبه میان یون های ناهمنام در شبکه بلوری، بیشتر است \Rightarrow استحکام شبکه بلوری بیشتر خواهد بود \Rightarrow برای جدا کردن یون ها به انرژی بیشتری نیاز است \Rightarrow انرژی فروپاشی شبکه بلور بیشتر خواهد بود

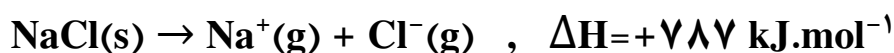
انرژی فروپاشی شبکه بلور (آنتالپی فروپاشی):

انرژی لازم برای جدا کردن کامل یون ها در یک مول ترکیب یونی جامد و تبدیل آن به یون های گازی جدا از هم را انرژی فروپاشی شبکه بلور (آنتالپی فروپاشی) می گوئیم.

(تعریف دیگر: به گرمای مصرف شده در فشار ثابت، برای فروپاشی یک مول از شبکه یونی و تبدیل آن به یون های گازی جدا از هم، آنتالپی فروپاشی گفته می شود.)
برای مثال شکل زیر، فروپاشی شبکه بلور سدیم کلرید را نشان می دهد:



معادله واکنش مربوط به فرایند فروپاشی به صورت زیر نشان داده می شود:



مقایسه آنتالپی فروپاشی (انرژی شبکه بلور) در ترکیب های یونی :

هر گاه به ما چند ترکیب یونی دادند و مقایسه آنتالپی فروپاشی (انرژی شبکه) آن ها را خواستند، کافی است به دو عامل زیر به ترتیب اولویت توجه کنیم:

۱- مجموع قدر مطلق بارها ← رابطه مستقیم: هر ترکیب یونی که در آن مجموع قدر مطلق بارهای مثبت و منفی بیشتر بود، آنتالپی فروپاشی بیشتری دارد.

اگر مجموع قدر مطلق بارها در ترکیب های داده شده یکسان بود، سراغ عامل دوم میرویم (در غیر این صورت، نیازی به بررسی عامل دوم نیست):

۲- شعاع یون ← رابطه عکس: هر چه شعاع یون ها کمتر، آنتالپی فروپاشی بیشتر

تمرین ۱: آنتالپی فروپاشی (انرژی شبکه) ترکیب های یونی زیر را در هر مورد با هم مقایسه کنید.

الف) NaCl و MgCl_2

ب) CaO و MgCl_2

پ) MgO و CaO

توجه: در مقایسه انرژی شبکه بلور برای بیش از دو ترکیب، بهتر است ترکیبات را دو به دو با هم مقایسه کنیم و ترجیحا بهتر است در یک یون مشترک باشند.

تمرین ۲: آنتالپی فروپاشی (انرژی شبکه) ترکیب های NaF ، Na_2O ، MgO و MgF_2 را با هم مقایسه کنید و هر کدام از اعداد ۳۷۹۸، ۲۹۶۵، ۲۴۸۸ و ۹۲۶ کیلوژول بر مول را به آن ها نسبت دهید.

تمرین ۳: اگر آنتالپی فروپاشی NaCl و KBr به ترتیب ۷۸۷ و ۶۸۹ کیلوژول بر مول باشد، آنتالپی فروپاشی KCl کدام یک از اعداد داخل پرانتز می تواند باشد؟ (۷۱۷ ، ۶۴۹ یا ۱۰۳۷) kJ.mol^{-1}

تمرین ۴: در هر مورد عبارت مناسب را از داخل پرانتز انتخاب کنید.

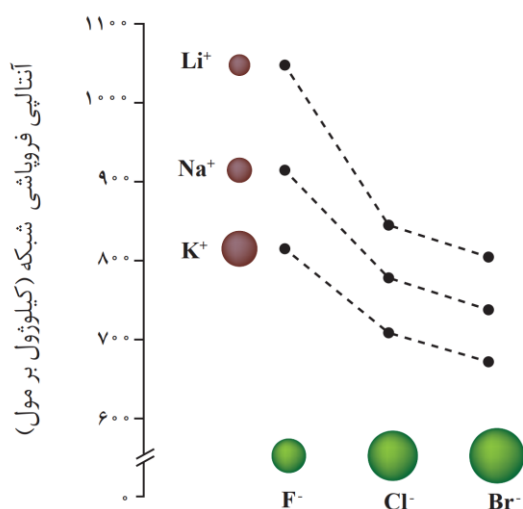
الف) هر چه (بار / چگالی بار) یون های سازنده یک جامد یونی کمتر باشد، شبکه آن (آسان تر / دشوارتر) فروپاشیده می شود.

ب) با افزایش شعاع کاتیون فلزهای قلیایی، در ترکیب با هالوژن ها، آنتالپی فروپاشی (کاهش / افزایش) می یابد.

پ) با افزایش شعاع آنیون هالید، در ترکیب با فلزهای قلیایی ها، آنتالپی فروپاشی (کاهش / افزایش) می یابد.

ت) آنتالپی فروپاشی شبکه (هم با بار کاتیون و هم با بار آنیون / فقط با بار کاتیون / فقط با بار آنیون) رابطه مستقیم دارد.

نکته خود را بیازمایید:



آنتالپی فروپاشی: $\text{LiF} > \text{NaF} > \text{LiCl} > \text{KF} \approx \text{LiBr} > \text{NaCl} > \text{NaBr} > \text{KCl} > \text{KBr}$

با توجه به نمودار: آنتالپی فروپاشی فلوئورید یک فلز قلیایی، نسبت به سایر هالیدهای آن فلز قلیایی به میزان قابل توجهی بزرگ تر است.

آنتالپی فروپاشی و مقایسه نقطه ذوب و جوش ترکیبات یونی:

به طور کلی هر چه آنتالپی فروپاشی شبکه بلور بیشتر باشد، نقطه ذوب و جوش ترکیب های یونی بیشتر است.

$$\text{چگالی بار} \uparrow \Leftrightarrow \text{آنتالپی فروپاشی} \uparrow \Leftrightarrow \text{نقطه ذوب و جوش} \uparrow$$

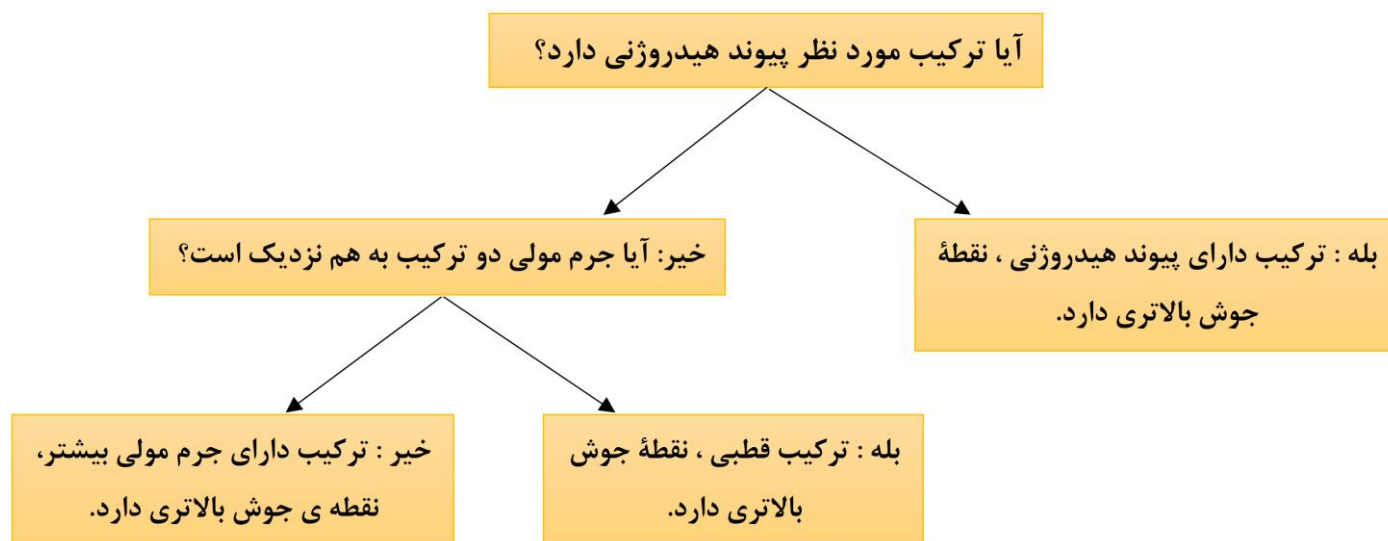
تمرین: نقطه ذوب و جوش ترکیب های یونی زیر را با هم مقایسه کنید.

الف) MgO و MgF_2

ب) NaCl و MgF_2

توجه: در مقایسه نقطه ذوب و جوش ترکیبات مولکولی از نکات بالا استفاده نمی کنیم! بلکه سراغ نیروی بین مولکولی می رویم. (طبق فصل سوم شیمی دهم: هر چه نیروی بین مولکولی بیشتر باشد، نقطه ذوب و جوش آن مولکول بیشتر خواهد بود)

برای مقایسه نیروی بین مولکولی (و همچنین نقطه ذوب و جوش) در مولکول ها به ترتیب زیر عمل می کنیم:



*برای بررسی مثال های بیشتر درباره مقایسه نقطه ذوب و جوش در ترکیب های مولکولی، به آموزش این مبحث در فصل سوم شیمی دهم مراجعه کنید.

انواع جامد ها:

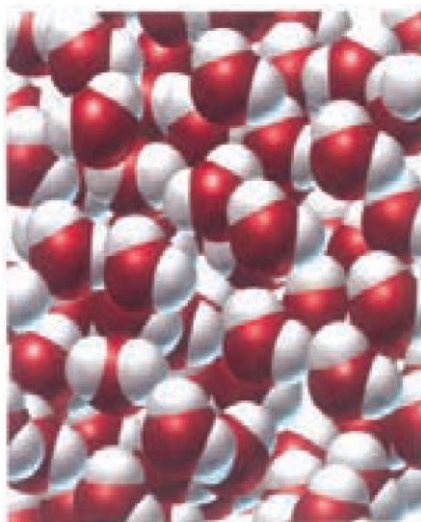
جامد مولکولی - جامد کووالانسی - جامد یونی - جامد فلزی

۱- جامد مولکولی (ماده مولکولی): جامدی است که از واحدهای مجزا و مستقل به نام مولکول تشکیل شده است.

تشخیص: شامل یک یا چند نوع نافلز است (همون مولکول خودمون!) مثل: NH_3 ، CO_2 ، H_2O ، Cl_2 ، CH_4 ، SO_3 و ...

توجه: با اینکه H_2O ، Cl_2 و ... در شرایط اتاق گازی هستند اما آن ها را جزو جامدهای مولکولی دسته بندی می کنیم.

نمایش ساختار ذره ای H_2O به عنوان نماینده جامدهای مولکولی:

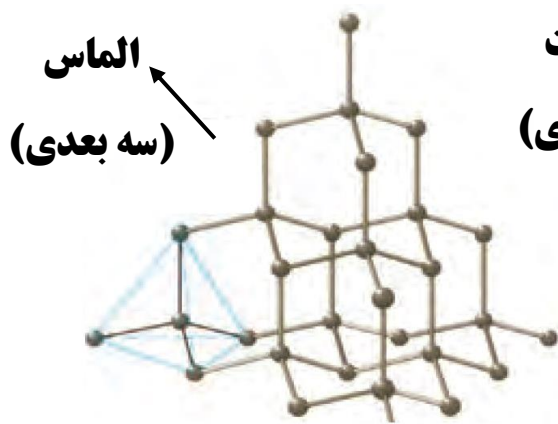


۲- جامد کووالانسی (ماده کووالانسی): جامدی است که در آن واحدهای مجزایی به نام مولکول وجود ندارد و کلیه اتم ها با پیوند کووالانسی به هم متصل اند. در واقع جامد کووالانسی، شبکه ای به هم پیوسته از اتم هاست که به آن شبکه غول آسا نیز گفته می شود.

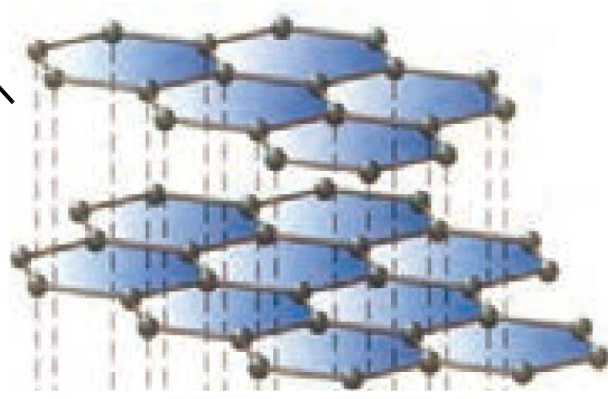
تشخیص: در محدوده کنکور: الماس (C)، گرافیت (C)، سیلیسیم (Si)، سیلیس (SiO_2)، سیلیسیم کربید (SiC)، ژرمانیم (Ge)

نمایش ساختار ذره ای: هر ساختار ذره ای که شامل شمار زیادی اتم باشد که با پیوند کووالانسی به هم وصل شده اند، مربوط به جامدهای کووالانسی است. (دارای شبکه بلوری منظم و سه بعدی به جز گرافیت که دوبعدی است)

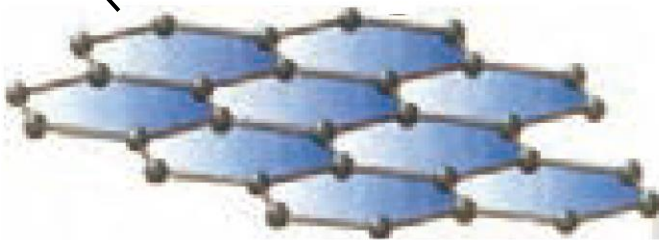
ساختار ذره ای جامدهای کووالانسی:



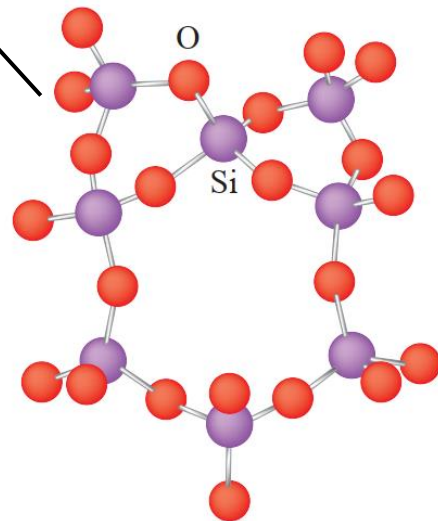
گرافیت
(دو بعدی)



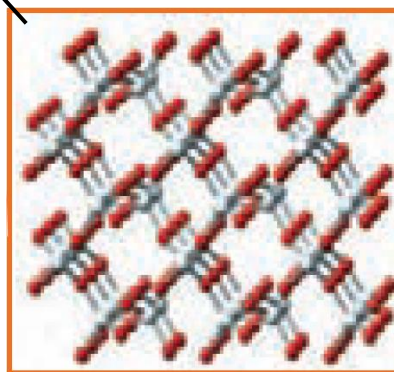
گرافن



سیلیس



سیلیس

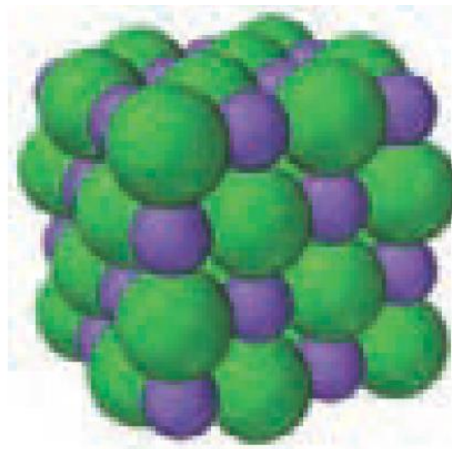
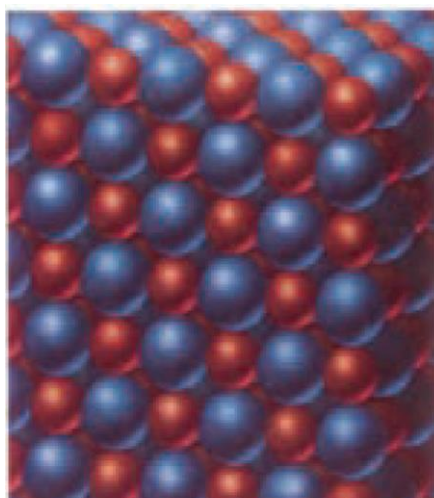


۳- جامد یونی (ماده یونی): جامدی است که از شبکه ای به هم فشرده از یون های مثبت و منفی تشکیل شده است.

تشخیص: همون ترکیب های یونی! مثل: NaCl ، KNO_3 ، Na_2SO_4 و... همگی جزو جامد های یونی هستند.

نمایش ساختار ذره ای:

شامل کره های غیریکسانی است که به صورت منظم و به هم فشرده در کنار هم قرار می گیرند. (دارای شبکه بلوری منظم و سه بعدی)

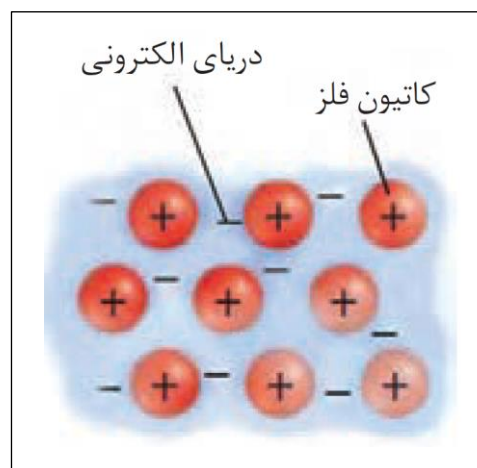
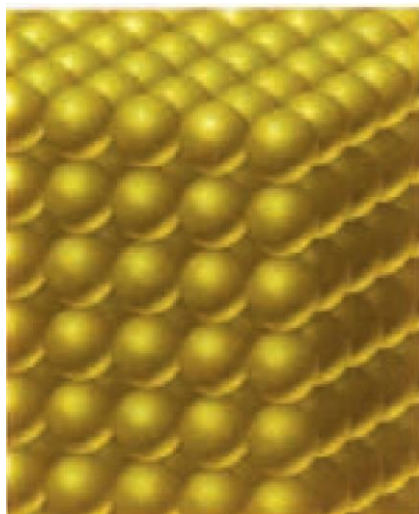


۴- جامد فلزی (ماده فلزی): جامدی است که از دریای الکترون و کاتیون های شناور تشکیل شده است. (در واقع در جامدهای فلزی، اتم های فلز، الکترون ظرفیت خود را از دست می دهند و تبدیل به کاتیون می شوند. در واقع این کاتیون ها در الکترون هایی که از دست داده اند شناور هستند.)

تشخیص: فقط شامل یک نوع فلز است. مانند: Fe ، Au و Na و...

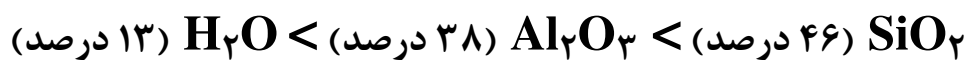
نمایش ساختار ذره ای:

شامل کره های یکسانی است که به صورت منظم و به هم فشرده در کنار هم قرار می گیرند. (دارای شبکه بلوری منظم و سه بعدی)



نکات تئوری فصل سوم:

سه ترکیب اصلی خاک رس به ترتیب (حدود ۹۵ درصد خاک رس را تشکیل می دهند):



بر اثر حرارت دادن خاک رس:

* جرم H_2O کم می شود ← درصد جرمی H_2O کاهش می یابد.

* جرم سایر اکسیدها (SiO_2 ، Al_2O_3 و...) ثابت می ماند ← درصد جرمی سایر اکسیدها (SiO_2 ،

Al_2O_3 و...) افزایش می یابد.

نکات تکمیلی انواع جامد ها:

تعداد بسیار زیادی اتم با پیوند قوی کووالانسی به هم متصل شده اند

جامدهای کووالانسی دارای ساختاری بهم پیوسته و غول آسا در شبکه بلور

الماس (C)، گرافیت (C)، سیلیسیم (Si)، سیلیس (SiO_2)، سیلیسیم کربید (SiC)،

ژرمانیم (Ge)

گرافیت جامد کووالانسی دوبعدی است و سایر موارد سه بعدی هستند.

سختی و استحکام زیاد (علت: وجود پیوند کووالانسی در سرتاسر شبکه بلور آنها)

نقطه ذوب و جوش زیاد (علت: وجود پیوند کووالانسی در سرتاسر شبکه بلور آنها)

نکات سیلیسیم (Si) و سیلیس (SiO_2) و سیلیسیم کربید (SiC):

* سیلیسیم (Si)

پس از اکسیژن، فراوان ترین عنصر در پوسته جامد زمین است. (دومین عنصر

فراوان در پوسته زمین)

$\text{Si} < \text{O}$: فراوان ترین عناصر در پوسته جامد زمین

سومین عنصر فراوان در کل سیاره زمین است.

$\text{Si} < \text{O} < \text{Fe}$: فراوان ترین عناصر در کل سیاره زمین

کربن و سیلیسیم عناصر اصلی سازنده جامدهای کووالانسی هستند.

سیلیسیم یک شبه فلز است در نتیجه: رسانایی الکتریکی کم و رسانایی گرمایی متوسط

* سیلیس (SiO_2)

فراوان ترین اکسید در پوسته جامد زمین است.

نمونه خالص سیلیس در طبیعت: کوارتز

نمونه ناخالص سیلیس در طبیعت: ماسه

فراوان ترین ماده سازنده خاک رس است.

جامد کووالانسی دارای شبکه گول آسا

شبکه ای متشکل از دوازده ضلعی های احاطه شده توسط شش ضلعی ها

نقطه ذوب بالا، دیرگداز، سختی بالا، عامل استحکام نقشکننده های سنگی (مثل گنجانامه

همدان)

سیلیس خالص ماده ای شفاف، زیبا و سخت است و به دلیل خواص نوری ویژه در ساخت

عدسی ها و منشورها به کار می رود.

* سیلیسیم کربید (SiC)

یک ساینده ارزان است که در تهیه سنباده به کار می رود.

پیوند Si-C نسبت به Si-Si (در سیلیسیم) محکم تر و پایدار تر بوده

اما نسبت به C-C (در الماس) ضعیف تر است.

آنتالپی پیوند: $\text{C-C} > \text{Si-C} > \text{Si-Si}$

نقطه ذوب و سختی: $\text{C(s, الماس)} > \text{SiC} > \text{Si(s)}$

نکات الماس و گرافیت و گرافن:

گرافیت	الماس	
آلوتروپ (دگر شکل) کربن	آلوتروپ (دگر شکل) کربن	نوع آلوتروپ (دگر شکل)
کدر و تیره	شفاف	ظاهر
جامد کووالانسی دو بعدی	جامد کووالانسی سه بعدی	نوع جامد
لایه لایه (در هر لایه اتم ها با پیوند کووالانسی قوی به هم وصل اند. و بین لایه ها نیروی ضعیف و اندروالسی برقرار است)	یکپارچه (فقط شامل پیوند کووالانسی قوی میان اتم ها)	ساختار
یکی از نرم ترین مواد موجود در طبیعت (لایه های آن به آسانی از هم جدا می شوند)	سخت ترین ماده موجود در طبیعت	سختی
بسیار بالا	بسیار بالا	نقطه ذوب
کوتاه تر	بلندتر	طول پیوند
بزرگتر	کوچکتر	آنتالپی پیوند
کوچکتر ($-393/5$)	بزرگتر (منفی تر) ($-395/4$)	آنتالپی سوختن
بیشتر	کمتر	پایداری

کمتر	بیشتر	چگالی
رسانای الکتریکی خوب	نارسانا	رسانایی الکتریکی
ندارد	بسیار بالا	رسانایی گرمایی
مغز مداد و الکتروود	جواهرات، ساخت مته و ابزار برش شیشه	کاربردها
۳	۴	شمار اتم های کربن پیرامون هر اتم کربن
بسیار زیاد (چون ساختار لایه لایه دارد)	۱ (چون ساختار یکپارچه دارد)	شمار مولکول های غول آسا در یک بلور

تک لایه ای از گرافیت است (لایه ای به ضخامت نانومتر)

یک گونه شیمیایی دو بعدی است

در آن اتم های کربن با پیوند اشتراکی (کووالانسی) حلقه های شش گوشه ای را تشکیل داده اند

که الکوی شبیه کندوی زنبور عسل دارد.

مقاومت کششی آن ۱۰۰ برابر فولاد است (استحکام بالا)

شفاف، انعطاف پذیر، رسانایی الکتریکی خوب

نکات گرافیت درباره گرافن نیز صدق می کند (البته به جز شفاف و انعطاف پذیر بودن!)

*گرافن

نکات تکمیلی جامدهای مولکولی در مقایسه با جامدهای کووالانسی و یونی:

نکته ۱: تنوع و شمار مواد مولکولی بیشتر از سایر انواع مواد (مواد کووالانسی، مواد یونی و جامدهای فلزی) است.

کووالانسی و فلزی و یونی > مولکولی : تنوع و شمار مواد

نکته ۲: در ساختار یک جامد مولکولی، میان شمار معینی از اتم ها پیوند اشتراکی وجود دارد.

در حالی که در ساختار یک جامد کووالانسی، میان همه اتم ها پیوند اشتراکی وجود دارد. به همین دلیل جامدهای کووالانسی نقطه ذوب بالایی دارند و دیرگدازند.

نکته ۳: واژه های مولکول، فرمول مولکولی و نیروهای بین مولکولی فقط برای ترکیب های مولکولی قابل استفاده است نه جامدهای کووالانسی، یونی و فلزی!

نکته ۴: رفتار فیزیکی مواد مولکولی (مثل نقطه جوش، آنتالپی تبخیر و...) به نوع و قدرت نیروهای بین مولکولی آن ها بستگی دارد. در حالی که رفتار شیمیایی (مثل واکنش پذیری) مواد مولکولی به طور عمده به پیوندهای اشتراکی (جفت الکترون پیوندی) بستگی دارد.

نکته ۵: اغلب ترکیب های آلی جزو مواد مولکولی هستند. (استثناء: ترکیباتی مثل CH_3COONa که یک ترکیب آلی است، جزو ترکیب های یونی محسوب می شود).

نکته ۶: نقطه ذوب و جوش و سختی جامدهای کووالانسی و جامدهای یونی بسیار بیشتر از مواد مولکولی است.

مولکولی > کووالانسی و فلزی و یونی : نقطه ذوب و جوش و سختی

نکته ۷: مطابق یک قاعده کلی، 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 ذره های سازنده آن مایع قوی تر است.

نتیجه نکته ۷: براساس جدول زیر، مواد یونی (مثل NaCl) نسبت به مواد مولکولی، در گستره دمایی

بیشتری به حالت مایع باقی می ماند.

نقطه جوش ($^{\circ}\text{C}$)	نقطه ذوب ($^{\circ}\text{C}$)	ماده
-۱۹۶	-۲۱۰	N_2
۱۹	-۸۳	HF
۱۴۱۳	۸۰۱	NaCl

نکات یخ ($H_2O_{(s)}$):

یخ یک جامد مولکولی است

از مولکول های مجزا تشکیل شده که لایه لای آن ها پیوند هیدروژنی برقرار است.

سازه های یخی مانند بلور جامدهای کووالانسی (مثل سیلیس خالص) موادی شفاف، زیبا و سخت هستند.

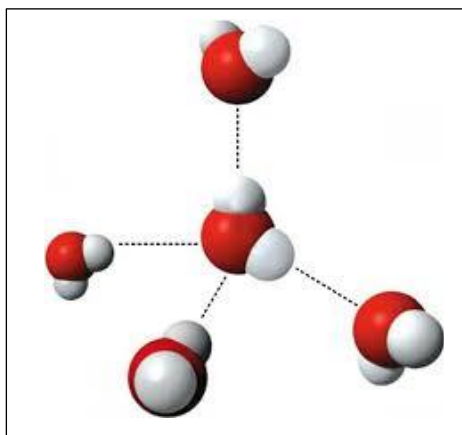
در ساختار یخ، مولکول های آب در یک آرایش منظم و سه بعدی با تشکیل حلقه های شش

گوشه، شبکه ای همانند کندوی زنبور عسل با استحکام ویژه پدید می آورند.

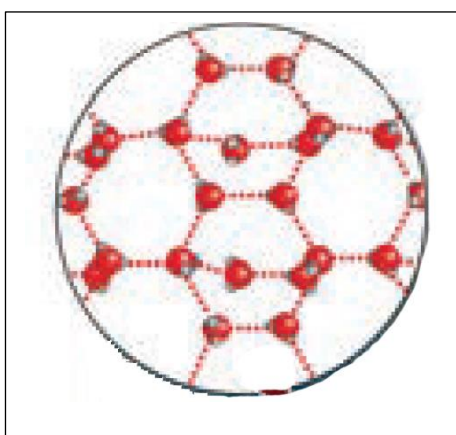
در ساختار یخ، هر اتم اکسیژن به دو اتم هیدروژن با پیوند اشتراکی و به دو اتم هیدروژن از

مولکول های دیگر با پیوندهای هیدروژنی متصل است. این در حالی است که در سیلیس همه

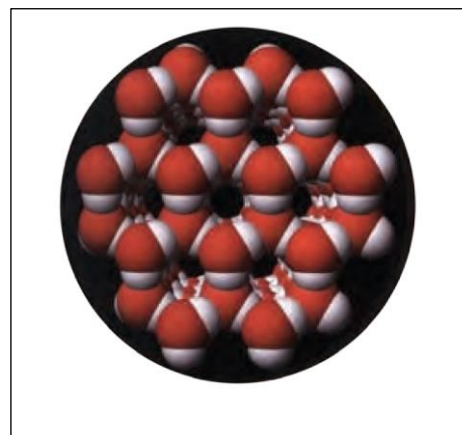
اتم ها با پیوندهای اشتراکی به یکدیگر متصل شده اند.



وضعیت هر مولکول آب در ساختار



مدل گلوله و میله یخ

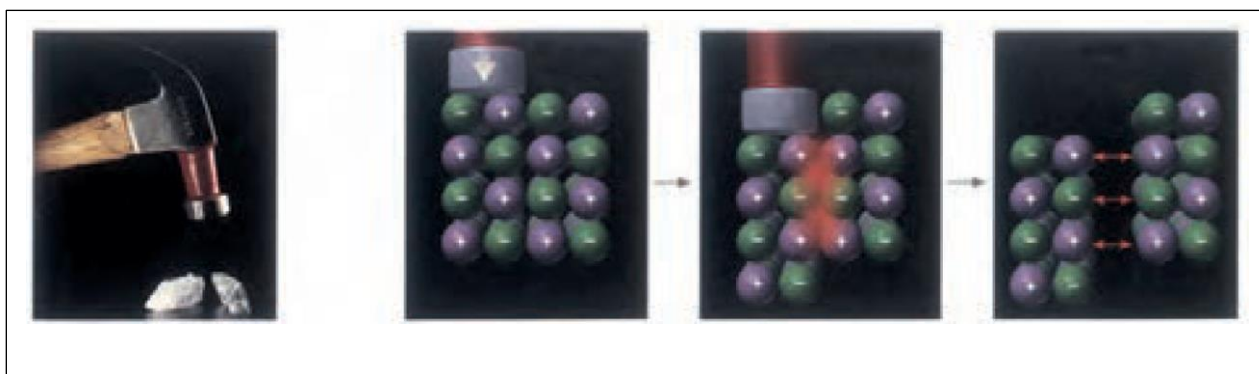


مدل فضاپرکن یخ

نکات تکمیلی جامدهای یونی:

۱- مواد یونی فقط در حالت محلول و مذاب رسانای جریان برق هستند.

۲- مواد یونی در حالت جامد، شکننده هستند. در اثر ضربه چکش، لایه ها از هم جدا می شوند.

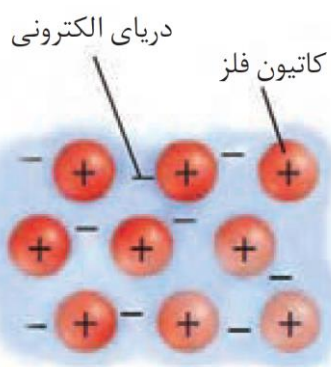


نکات تکمیلی جامدهای فلزی:

- ۱- پس از دوره سنگی، در دوره برنز و سپس آهن جوامع دچار دگرگونی و رشد چشمگیری شدند.
- ۲- فلزها بخش عمده جدول تناوبی را تشکیل می دهند (بیش از ۸۰ درصد عنصرهای جدول).
- ۳- فلزها در هر چهار دسته s ، p ، d و f جای دارند اما رفتارهای فیزیکی و شیمیایی متنوعی دارند.
- ۴- عنصرهای دسته d و f همگی فلزند.

۵- رفتارهای فیزیکی فلزها: داشتن جلا، رسانایی الکتریکی، رسانایی گرمایی و شکل پذیری

۶- رفتارهای شیمیایی فلزها: واکنش پذیر و تنوع عدد اکسایش



۷- شبکه بلوری فلزها به مدل دریای الکترونی معروف است (طبق شکل روبه رو)

۸- بر اساس مدل دریای الکترونی (شکل روبه رو)، 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 ظرفیتی)، دریایی را ساخته اند و در آن آزادانه جابه جا می شوند.

حال براساس نکته ۷، تست زیر را حل کنید:

(کنکور ریاضی در ۱۴۰۱): ساختار فلزها آرایش منظمی از کاتیون ها در بعد است که در فضای میان آن

ها سست ترین الکترون های موجود در ، آزادانه جابه جا می شوند.

(۱) دو - کاتیون (۲) دو - اتم های فلز (۳) سه - اتم های فلز (۴) سه - کاتیون

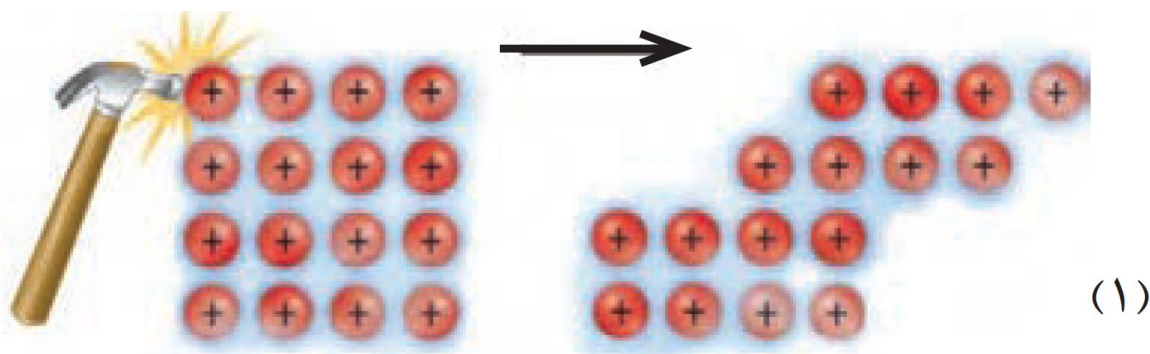
چواب تست بالا، گزینه ۳ است.

۹- دریای الکترونی عاملی است که چیدمان کاتیون ها را در شبکه بلوری فلز حفظ می کند.

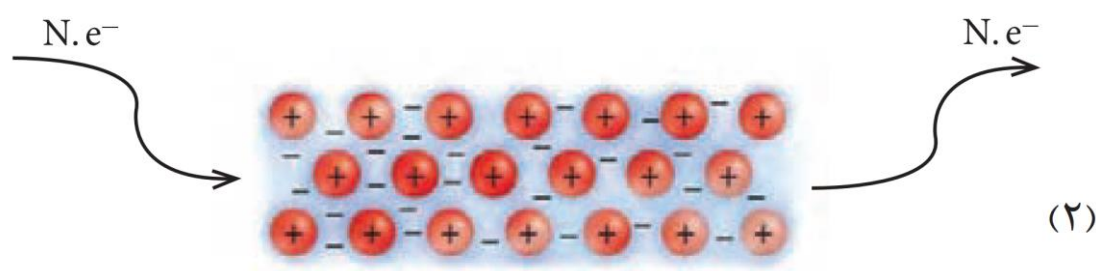
۱۰- از آنجا که الکترون های سازنده دریای الکترونی آزادانه جابه جا می شوند همین عامل سبب می

شود که هر الکترون موجود در آن را نتوان تنها متعلق به یک اتم معین دانست.

۱۱- شکل زیر، نشان دهنده ویژگی چکش خواری فلزات است. براساس شکل زیر چنانچه به لایه های شبکه بلوری فلز ضربه چکش وارد شود، آن لایه ها جا به جا شده اما از شبکه بلوری جدا نمی شوند. زیرا الکترون های آزاد موجود در دریای الکترونی به دلیل جاذبه با کاتیون ها آن ها را همچنان در شبکه بلوری نگه می دارند.



۱۲- شکل زیر، نشان دهنده ویژگی رسانایی الکتریکی فلزات است. براساس این شکل اگر N الکترون از یک سمت وارد دریای الکترونی فلز شود، همان تعداد (یعنی N الکترون) از سمت دیگر خارج می شود.



۱۳- فلز افزون بر رفتارهای مشابه، تفاوت های آشکاری در برخی رفتارها دارند. (هر فلز افزون بر رفتارهای مشترک، رفتارهای ویژه خود را دارد)

۱۴- فلزهای دسته d همانند فلزهای دسته s و p، دارای ویژگی هایی مثل جلا، رسانایی الکتریکی، رسانایی گرمایی و نیز شکل پذیری هستند اما در ویژگی هایی مانند سختی، نقطه ذوب و تنوع اعداد اکسایش با آن ها تفاوت دارند. (البته به جز جیوه که در دمای اتاق مایع است.)

فلزهای دسته s و p < فلزهای دسته d : نقطه ذوب و جوش و سختی

مقایسه مواد یونی و مواد فلزی:

مواد فلزی	مواد یونی
در حالت جامد و مذاب رسانای برق هستند.	در حالت محلول و مذاب رسانای برق هستند.
با عبور جریان برق از فلزها، تغییری در ساختار و خواص آن ها ایجاد نمی شود.	عبور جریان برق از ترکیبات یونی، باعث تجزیه آن ها به عناصر سازنده می شود (یعنی همان برقکافت)!

نکات رنگ در فصل سوم شیمی دوازدهم:

۱- نورهای مرئی همان پرتوهای الکترومغناطیسی بوده که طول موج آن ها در گستره ۴۰۰nm تا ۷۰۰nm است و چشم ما آن ها را می بیند.

۲- مواد رنگی، بخشی از نور سفید تابیده شده را جذب و باقی مانده آن را عبور می دهند یا بازتاب می کنند. (شکل سمت راست)



۳- اجسام سیاه رنگ (مانند کربن) همه طول موج های مرئی را جذب نموده و اجازه نمی دهند هیچ نور مرئی به چشم ما برسد به همین دلیل به رنگ سیاه دیده می شوند. (شکل وسط)

۴- اجسام سفید رنگ (مانند نمک خوراکی یا شکر) هیچ یک از طول موج های مرئی را جذب نمی کنند و همه آن ها را بازتاب یا از خود عبور می دهند به همین دلیل به رنگ سفید دیده می شوند. (شکل سمت چپ)

۵- رنگ دانه بخشی از یک ماده رنگی است که به آن رنگ می بخشد. مثال های زیر چند نمونه از رنگ دانه های معدنی هستند:

رنگ دانه	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	دوده (C)
رنگ دانه	سفید	سرخ	سیاه

۶- رنگ هایی که برای پوشش سطح استفاده می شود (رنگ های پوششی)، نوعی کلوئید هستند که لایه نازکی روی سطح ایجاد می کنند تا افزون بر زیبایی، مانع خوردگی در برابر اکسیژن، رطوبت و مواد شیمیایی (مثل اسیدها) گردد.

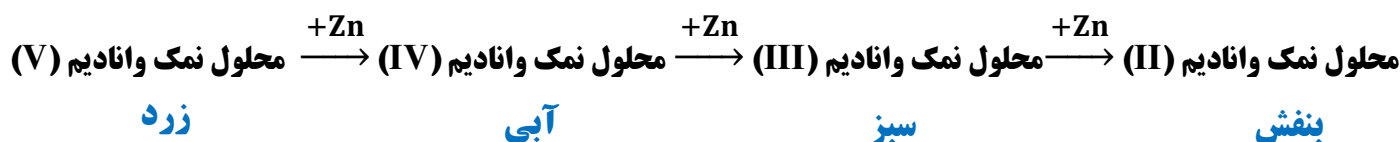
۷- رنگ محلول نمک ها و انادیم را در جدول زیر حفظ کنید:

محلول	نمک وانادیم (II)	نمک وانادیم (III)	نمک وانادیم (IV)	نمک وانادیم (V)
رنگ	بنفش	سبز	آبی	زرد

بسیار

یک آزمایش برای توجیه رنگ های نمک وانادیم:

از واکنش فلز روی (به عنوان کاهنده) با محلول نمک های مختلف وانادیم می توان رنگ های مختلف آن را به نمایش گذاشت.



توجه: وانادیم (V) در این واکنش، فقط نقش اکسنده را دارد (چون در بالاترین عدد اکسایش خود قرار دارد)

تیتانیوم، فلزی فراتر از انتظار:

۱- در میان عنصرهای دسته d از دوره چهارم، تیتانیوم (${}_{22}\text{Ti}$) با ویژگی های باورنکردنی، فلزی فراتر از انتظار است. ماندگاری و استحکام مناسب از جمله این ویژگی هاست.

۲- مقایسه ویژگی های تیتانیوم با فولاد (آلیاژی از آهن):

نقطه ذوب	چگالی	واکنش با ذره های موجود در آب دریا	مقاومت در برابر خوردگی	مقاومت در برابر سایش
فولاد	۷/۹۰	متوسط	ضعیف	عالی
تیتانیوم	۴/۵۱ (سبک تر)	ناچیز (کمتر)	عالی (بیشتر)	عالی (برابر)

۳- از تیتانیوم برای ساخت موتور جت و پروانه کشتی اقیانوسی پیمای و ساخت بناهای هنرمندانه مثل پوشش بیرونی موزه گوگنهایم استفاده می شود.

۵- نیتینول آلیاژی از تیتانیوم و نیکل بوده که به آلیاژ هوشمند نیز معروف است. کاربرد این آلیاژ در ساخت فرآورده های صنعتی و پزشکی کاربرد دارد. مثل: سازه فلزی در ارتودنسی، استنت برای رگ ها، قاب عینک

سایر کاربردهای تیتانیوم

نکته آخر: نمودار تمرینات دوره ای فصل

