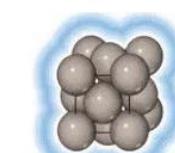


شیمی ۳

شیمی جلوه‌ای از هنر، زیبایی و ماندگاری

فصل ۳



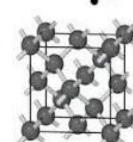
Metallic solids



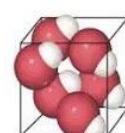
Ionic solids

استاد: دکتر حسن پلوئی

Types of Solids



Covalent-network solids



Molecular solids



آ) تنگ آخوری دوره ساسانی
ب) سفالینه‌ای از ایران باستان
پ) مجسمه‌ای در جزیره ایستر
ت) مجسمه‌ای در شهریار مشگین شهر
گنجانه همدان.

شکل ۱- نمونه‌های فلزی، سفالی و سنگی به جای مانده از گذشتگان

۱- انسان‌ها از دیبرباز مواد ضروری برای زندگی خود را از طبیعت تامین کرده و برای رفع نیاز آن‌ها را تغییر دادند. در تغییر این مواد عواملی مانند محیط و شیوه زندگی، آیین، آداب و رسوم، ادبیات و حتی افسانه‌ها نقش داشتند بنا بر این، این آثار نمادی از هنر خویش بوده که افرون بر زیبایی، بازتابی از ماندگاری آن اثر است.

۲- مواد اولیه برای ساخت این آثار علاوه بر فراوانی و در دسترس بودن می‌بایست استحکام و پایداری زیاد داشته و واکنش پذیری کم دارا باشد.

۳- امروزه شیمی دان‌ها برای درک مقدار، ساختار و رفتار سازنده این آثار، به مواد جدیدتر با خواص ویژه و کاربردهای معین دست یافته اند

یادآوری: عناصر به طور کلی به ۳ دسته: فلز، نافلز و شبه فلز دسته‌بندی می‌شوند. خاصیت نافلزی یعنی تمایل به جذب الکترون، بنا بر این هرچه جاذبه هسته بر روی الکترون‌های لایه آخر اتم بیشتر باشد، عنصر خاصیت نافلزی بیشتر و هرچه این جاذبه (بار موثر هسته یا الکترونگاتیوی) کمتر باشد عنصر خاصیت فلزی بیشتری دارد. (خاصیت فلزی یعنی تمایل به از دست دادن الکترون)



ترتیب الکترونگاتیوی نافلزات و شبه فلزات:

بلامونده‌ته خاصیت نافلزی



۱۷
Cs
Fr

$$F = K \frac{\theta_1 \theta_2}{r_1 r_2}$$

انواع پیوند (اتصال) اتم‌ها

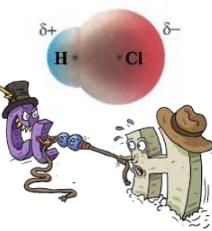
۱) پیوند کوولانسی: در اثر اشتراک الکترون‌های منفرد بین دو اتم نافلز یا شبه فلز جفت الکترون پیوندی

ایجاد می‌شود که این جفت الکtron با حرکت به دور هر دو اتم باعث اتصال (پیوند) اتم‌ها می‌شود.

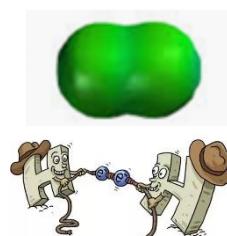
اگر دو اتم نافلز یا شبه فلز یکسان باشند: پیوند کوولانسی ناقطبی ایجاد می‌شود. و اگر دو اتم نافلز یا شبه فلز

متفاوت باشند: پیوند کوولانسی قطبی ایجاد می‌شود.

قطبی (نامتقارن)



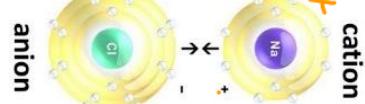
ناقطبی (متقارن)



در پیوند کوولانسی قطبی، تراکم ابر الکترونی به دور اتمی که الکترونگاتیوئر است، بیشتر بوده. (σ^-) و اتم دیگر (σ^+) خواهد شد.

نکته: پیوند داتیو نوعی کوولانسی است.

۲) پیوند یونی: در اثر انتقال کامل الکترون از فلز به نافلز، کاتیون و آنیون ایجاد می‌شود که به جاذبه حاصل پیوند یونی گویند.



نکته ۱: Be (بریلیم) با آن که فلز است اما پیوند یونی ایجاد نمی‌کند و فقط پیوند کوولانسی تشکیل می‌دهد. (Be تبدیل به کاتیون نمی‌شود).

نکته ۲: C (کربن) فقط پیوند کوولانسی ایجاد می‌کند (تبدیل به آنیون نمی‌شود)

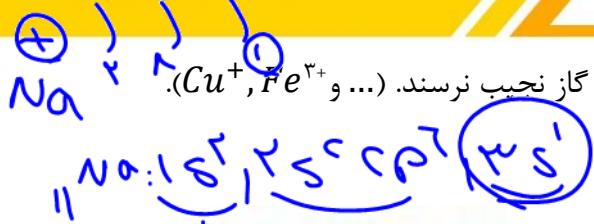
نکته ۳: نافلزات (غیر از کربن)، هم امکان تشکیل پیوند کوولانسی دارند و هم در واکنش با فلزات تبدیل به آنیون شده و پیوند یونی می‌دهند.

نکته ۴: Al (آلومینیوم) فقط با ۳ نافلز، F, O, N تبدیل به کاتیون شده و پیوند یونی می‌دهد و در اتصال با بقیه نافلزات، کوولانسی می‌دهد.

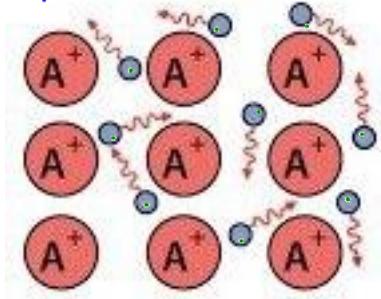
نکته ۵: همه آنیون‌های تک اتمی، (... و P^{3+} , O^{2+} , F^- , O^{2+}) به آرایش گاز نجیب همان دوره می‌رسند و تعداد لایه آن‌ها تغییر نمی‌کند. اما کاتیون‌ها ممکن است به آرایش گاز نجیب دوره قبل بررسند

شیمی دوازدهم

دکتر حسن پلویی



اما در هر حال یک لایه کم تراز حالت خنثی خود دارند.



۳) پیوند فلزی: اتم‌های فلزی توسط پیوندی به نام فلزی به هم متصل می‌شوند و چون بار موثر فلزات بسیار کم است، الکترون‌های لایه ظرفیت آزادانه بین یون‌های مثبت فلز حرکت کرده و این الکترون‌های آزاد باعث اتصال اتم‌ها و یا به عبارت دیگر کاتیون‌های فلز می‌شوند.

نکته: ماهیت پیوند فلزی همانند پیوند کوولانسی، مادی است و الکترون باعث اتصال اتم‌ها می‌شود.

اما پیوند یونی و نیروهای بین مولکولی و نیز جاذبه یون - مولکول، ماهیت مادی نداشته و نیروی الکتروستاتیک باعث اتصال ذرات می‌شود.



جمع‌بندی پیوندها:

فلز و نافلز: یونی

نافلز و نافلز: کوولانسی

شبه‌فلز و شبه‌فلز: کوولانسی

فلز و فلز: فلزی

فرمول مولکولی: در ترکیبات مولکولی می‌توان نوع و تعداد دقیق عناصر را بیان کنیم که به این فرمول،

فرمول مولکولی می‌گویند:

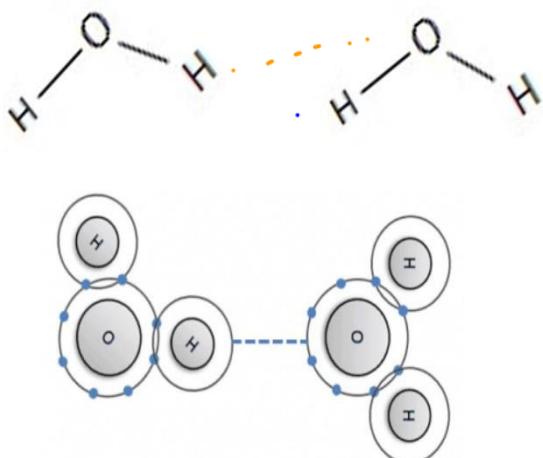
فرمول تجربی: نشان‌دهنده نوع عناصر و ساده‌ترین نسبت عناصر است:



فرمول شیمیایی: در ترکیبات مولکولی، فرمول شیمیایی همان فرمول مولکولی مولکول می‌باشد.

اما در ۳ دسته دیگر موارد، فرمول شیمیایی فرمول تجربی است (غیر از دسته‌های از ترکیبات یونی)

۱ - جامدات مولکولی:



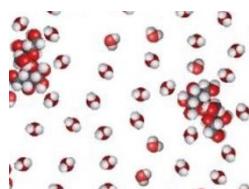
از مولکول‌های مشخص ساخته شده‌اند (غیر از گازهای نجیب) در درون مولکول اتصال اتم‌ها توسط پیوند کووالنسی است و بین مولکول‌ها، نیروهای بین مولکولی (هیدروژنی یا واندروالسی) مولکول‌ها را به هم متصل می‌کنند.

تشخیص: هر جسم جزو سه دسته دیگر نباشد، ترکیب مولکولی است. به عبارتی جسمی که فاقد فلز باشد، احتمالاً ترکیب مولکولی است.

نکته ۱: دمای ذوب و جوش بسیار پایین دارند در دمای معمولی گاز یا مایع یا جامدند.

نکته ۲: مولکول‌ها می‌توانند قطبی یا ناقطبی باشند و یا هر دو قسمت را دارا باشند.

نکته ۳: مولکول‌های قطبی در آب حل می‌شوند. حل شدن این مولکول‌ها در آب اکثراً مولکولی است و محلول غیرالکترولیت ایجاد می‌کنند. البته حل شدن اسیدها در آب ممکن است یونی یا مولکولی باشد (الکترولیت قوی و غیرالکترولیت)



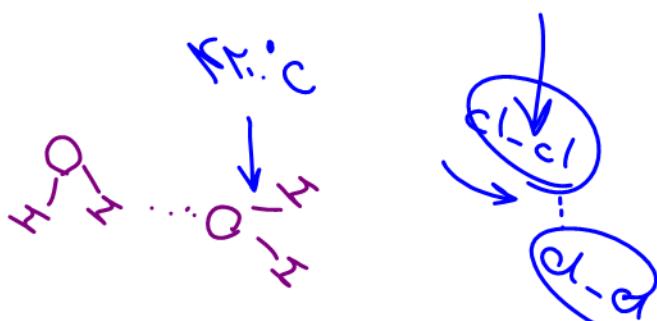
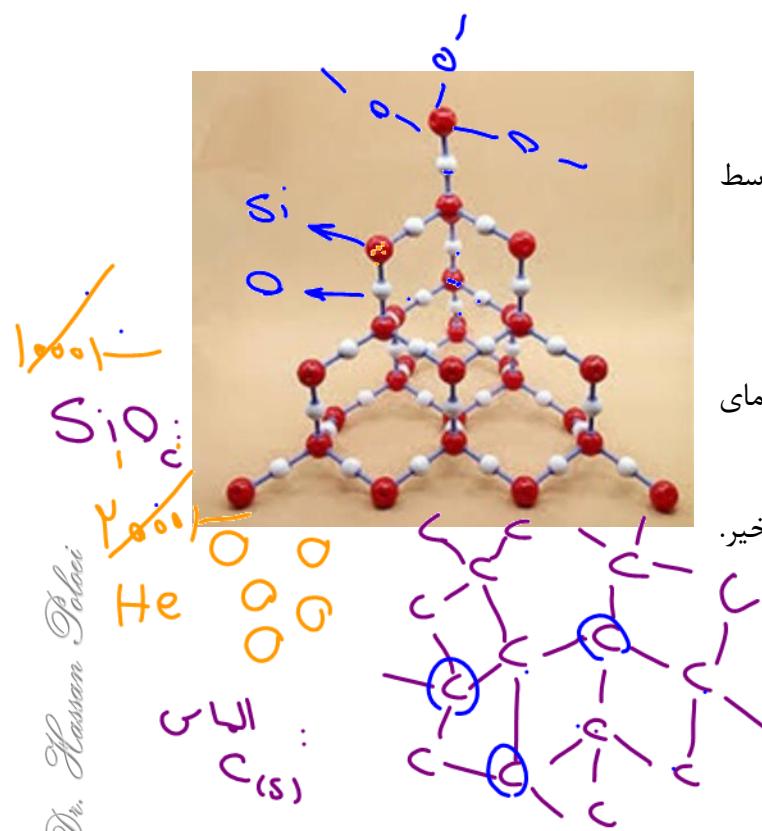
۲- جامدات کولانسی

واحد سازنده بلور از اتصال تعداد بسیار زیادی از اتم‌ها توسط پیوند کوولانسی به وجود می‌آید. (غول آسا)

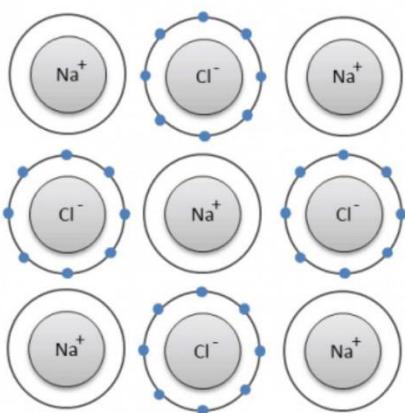
تشخیص: SiO_2 , SiC , Ge , Si , C و مابقی شبه فلزات

نکته ۱: دمای ذوب و جوش بسیار بالا دارند. (در دمای معمولی، حامد هستند).

نکته ۲: رسانایی الکتریکی ممکن است دارا باشند یا خیر.



۳- جامدات یونی



از آرایش سه بعدی کاتیون‌ها و آنیون‌ها ایجاد می‌شوند.

تشخیص: نافلز + فلز

انواع جامدات یونی:

(A) بازها: آنیون آنها OH^- می‌باشد. $Fe(OH)_2, NaOH$

(B) اکسید فلزات: آنیون آنها O^{2-} می‌باشد: Fe_2O_3, Na_2O

(C) نمک‌ها: آنیون آنها هر یون تک اتمی یا چند اتمی غیر از OH^- و O^{2-} می‌تواند باشد: $Fe_2(SO_4)_3, NaNO_3, NaCl$

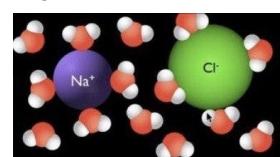
نکته ۱: به جای کاتیون فلزی، NH_4^+ هم می‌تواند با اتصال به آنیون، جامد یونی تشکیل دهد.

نکته ۲: دمای ذوب و جوش بالا دارند (در دمای معمولی جامدند)

نکته ۳: جامدات یونی در مولکول‌های ناقطبی حل نمی‌شوند و در مولکول‌های

قطبی مانند آب ممکن است حل شوند مانند $NaCl$ یا نامحلول بوده و حل نشوند

مانند $AgCl$

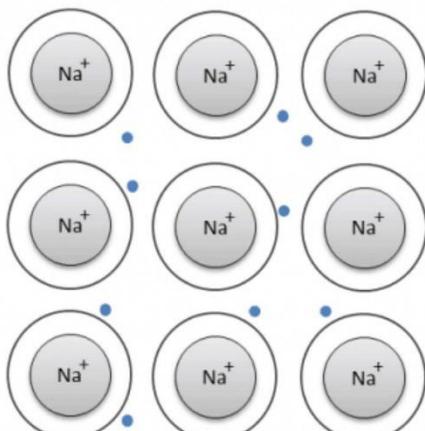


طلاء و مبلل دهن

۴- جامدات فلزی:

دارای کاتیون فلزی در دریای شناور الکترون‌ها.

تشخیص: فلز تنها یا آلیاژ چند فلز



نکته ۱: فلزات واسطه دمای ذوب و جوش بالاتری از فلزات اصلی دارند. (غیر از جیوه)

نکته ۲: دمای ذوب و جوش بالا دارند و در دمای معمولی جامدند. (غیر از جیوه)

نکته ۳: به دلیل داشتن الکترون‌های شناور، رسانای الکتریکی بالا دارند.

جامدات یونی مذاب
جامدات یونی محلول در آب
اسیدهای محلول در آب
اکسید نافلزات و NH_3 محلول در آب

سوال: شرط رسانایی الکتریکی چیست؟

فلزات ..
شبه فلزات ..
گرافیت ..

الکترون شناور

شبکه بلور: به آرایش منظم و سه بعدی اتم‌ها، مولکول و یون‌ها در بلور هر چهار دسته جامدات شبکه بلور

جامدات یونی و فلزی

خاک رس



گویند.

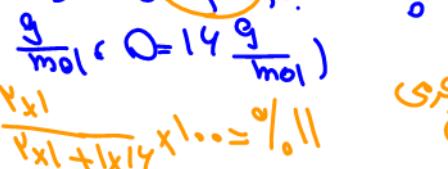
۱- خاک رس ترکیب شیمیایی ثابت ندارد . از جامدات کوولانسی (SiO_2) و جامدات یونی (Fe_2O_3 , Al_2O_3 ...) و مولکولی (H_2O) و نیز فلزی (Au) تشکیل شده است.
معمولاً بیش از ۹۵٪ جرم خاک رس حرارت نداده را سه ترکیب زیر تشکیل می‌دهند:

$$(46\%) SiO_2 > Al_2O_3 > H_2O$$

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

۲- در اثر گرما دادن به خاک رس H_2O به دلیل نقطه جوش پایین جدا شده و درصد جرمی آن در خاک رس کاهش یافته و درصد جرمی مابقی ترکیبات زیاد می‌شود.

۳- علت سرخ بودن خاک رس وجود Fe_2O_3 می‌باشد.



$$\frac{1 \times 19}{18} = \frac{19}{18} \times 100 = 100\% = 100\%$$

خود را بیازمایید

خاک رس مخلوطی از مواد گوناگون است. جدول زیر درصد جرمی^۱ مواد سازنده نوعی خاک رس^۲ را نشان می‌دهد که از یک معدن طلا استخراج شده است.

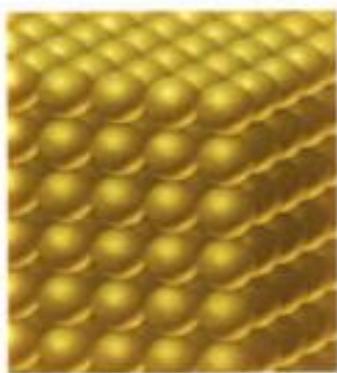
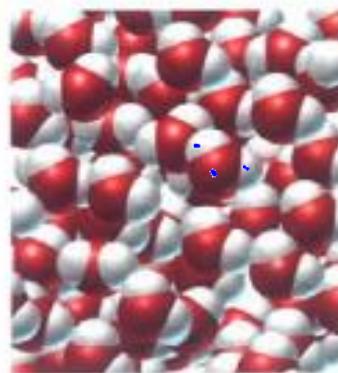
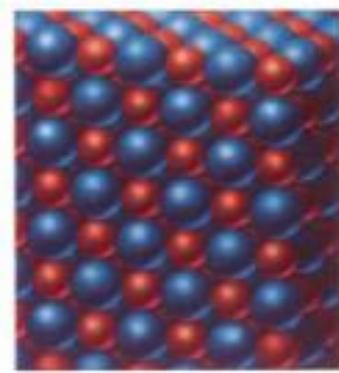
| فلزی | جلوکوولانی یونی | مولکولی یونی | یونی یونی | ماده |
|------------------|-----------------|--------------|-----------|-----------|
| ال | SiO_2 | Al_2O_3 | Na_2O | درصد جرمی |
| Au و دیگر مواد | $46/20$ | $12/22$ | $37/74$ | $0/144$ |
| | | | | $0/96$ |
| | | | | $1/24$ |

۱- با توجه به داده‌های جدول به پرسش‌های زیر پاسخ دهید:
آ) نام شیمیایی هر یک از مواد موجود در این نوع خاک را بنویسید.

ب) سرخ فام بودن این نوع خاک رس را به وجود کدام ماده نسبت می‌دهید؟

پ) پیش‌بینی کنید هنگام پختن سفالینه‌های تهیه شده از این نوع خاک رس، از جرم کدام ماده به مقدار بیشتری کاسته می‌شود؟ چرا؟

۲- اگر اجزای این مخلوط تخته جداسازی شده سپس خالص سازی شوند، پیش بینی کنید ساختار ذره ای هریک از این اجزا در حالت خالص و جامد (به جز SiO_2) با کدام الگوی زیر همخوانی دارد؟ چرا؟

(ب) Au
(فلزی)(ب) H_2O
معمولی(د) MgO
لوجی

تست ۱: در نمونه‌ای خاک رس درصد جرمی SiO_2 (سیلیس) برابر 46% و درصد جرمی آب 14% می‌باشد، اگر در اثر حرارت 50°C آب آن جدا شود، درصد جرمی سیلیس در خاک باقی‌مانده چند درصد خواهد بود؟

۹۸٪ از نمونه اول را در نظر بگیریم:
 $\text{SiO}_2 = \frac{46}{98} \times 100 = 49,5\%$
 بخاری شود \rightarrow درصد مخلوط با مقام این: $100 - 49,5 = 50,5\%$

حالی توان درصد جرمی SiO_2 در مخلوط دو مراعات بکرد: $\text{SiO}_2 = \frac{46}{98} \times 100 = 49,5\%$

تست ۲: اگر خاک رس مطرح شده با درصد جرمی زیر را با گرما دادن کاملاً خشک کنیم، درصد جرمی فلز آلومینیوم چند درصد افزایش می‌یابد؟ ($\text{Al} = 27\%$, $\text{O} = 16\%$, $\text{H}_2\text{O} = 13\%$, $\text{AL}_2\text{O}_3 = 38\%$)

$$\text{درصد جرمی Al در خاک رس} = \frac{\text{درصد جرمی Al}_2\text{O}_3 \times \frac{27}{100}}{\text{در خاک رس}} = \frac{38 \times 27}{100 + 38} = 20,18\%$$

$$\text{درصد جرمی Al در خاک رس حرارت دید} = \frac{20,18}{100 - 13} \times 100 = 23,18\% \Rightarrow \Delta\% = 23,18 - 20,18 = 3\%$$



۱- واحد سازنده بلور مواد کووالانسی «اتم» می‌باشد که این مجموعه‌ی بسیار زیاد از اتم‌ها توسط پیوند قوی کووالانسی به یکدیگر متصل شده و شبکه‌ای غول‌آسا و سه بعدی ایجاد می‌کند. (غیر از گرافیت که دو بعدی است).



۲- فرمول شیمیایی که در جامدات کووالانسی استفاده می‌شود، فرمول تجربی است.

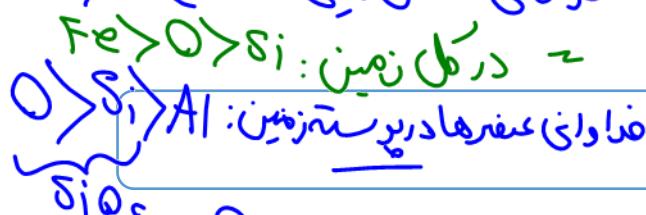
۳- تشخیص: الماس (C)، گرافیت (C)، سیلیسیم (Si)، (ژرمانیم)، Ge (ژرمانیم)، SiC (سیلیسیم کربید) و SiO_2 (سیلیس) (شبیه فلزات دیگر نیز در حالت عنصری ساختار کووالانسی دارند)

۴- غیر از گرافیت، بقیه‌ی جامدات کووالانسی سه بعدی می‌باشند.

۵- دمای ذوب و جوش و سختی: چون اتصال همه اتم‌ها توسط پیوند قوی کووالانسی است، دمای ذوب و جوش و سختی بسیار بالایی دارند و بالاترین سختی و دمای ذوب و جوش را در میان مواد دارند.

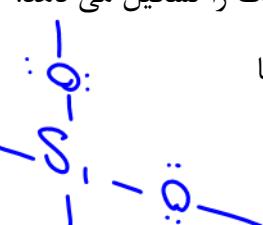
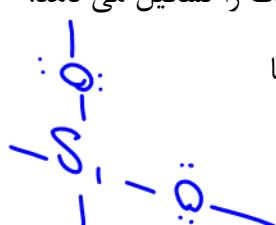
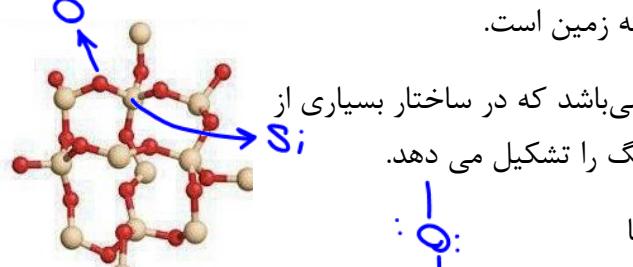
۶- کربن و سیلیسیم عنصرهای اصلی سازنده‌ی جامدات کووالانسی هستند عنصرهایی که تا کنون از آنها یون تک اتمی در هیچ ترکیبی شناخته نشده است و هر دو با تشکیل پیوند کووالانسی به آرایش هشت تایی می‌رسند.

نکته: عنصر سیلیسیم پس از اکسیژن دومین عنصر پوسته جامد زمین است. ترکیبات این دو عنصر بیش از ۹۰ درصد پوسته زمین را تشکیل می‌دهند.



سیلیس (SiO_2)

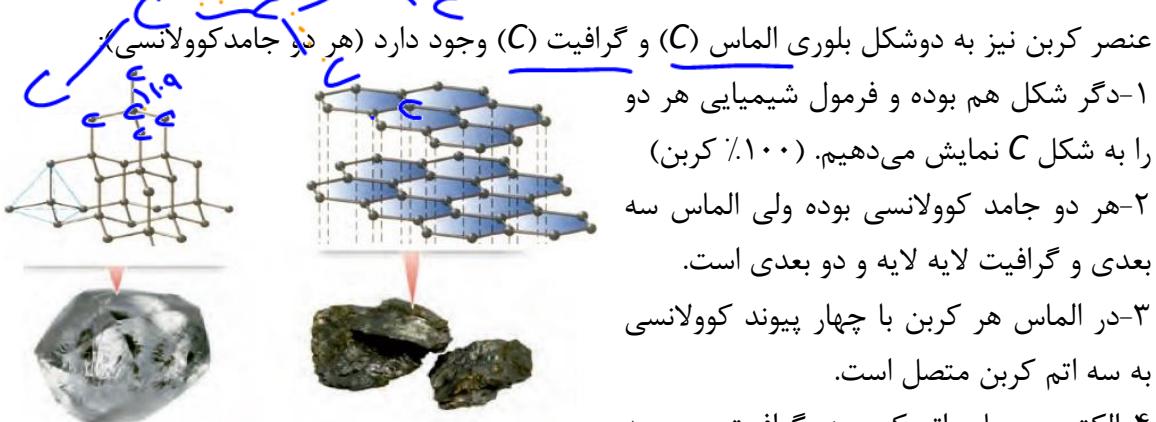
۱- فراوان‌ترین ترکیب شیمیایی موجود در پوسته زمین است.



۲- جامد کووالانسی با شبکه سه بعدی و غول‌آسا

مقایسه الماس و گرافیت

دگرشکل آلوتروپ: به آشكال مختلف بلوری یا مولکولی یک عنصر در طبیعت گویند. به عنوان مثال عنصر اکسیژن به دو شکل O_2 و O_3 وجود دارد. (هر دو مولکولی)



۵- زاویه پیوندی در الماس حدوداً 109° درجه است اما در گرافیت دقیقاً 120° درجه می‌باشد.

۶- در گرافیت شش ضلعی‌های منتظم وجود دارد و مسطح و لایه لایه است. هر لایه متتشکل از تعداد بسیار زیادی اتم کربن است. لایه‌ها به وسیله نیروهای واندروالسی به یکدیگر متصل می‌شوند. در نتیجه گرافیت برخلاف الماس، جامدی نرم است زیرا به راحتی لایه‌ها روی یکدیگر حرکت می‌کنند. بنابراین گرافیت به نوعی شبیه ترکیبات مولکولی است؛ زیرا هر لایه حکم یک مولکول بزرگ را داراست. اما در کل گرافیت را نیز جامد کوولانسی درنظر می‌گیریم.

۷- الماس دمای ذوب، سختی، طول پیوند $C-C$ ، سطح انرژی، چگالی و آنتالپی سوختن بیشتری از گرافیت دارد.

۸- الماس آنتالپی پیوند و پایداری کمتری از گرافیت دارد.

۹- الماس شفاف و سخت بوده و در جواهرسازی و ساخت مته و ابزار برش کاربرد دارد. اما گرافیت کدر و تیره بوده و در مغز مداد و الکترود استفاده می‌شود.

۱۰- الماس رسانایی الکتریکی ندارد ولی رسانایی گرمایی دارد.

در صورتی که گرافیت به دلیل داشتن الکترون‌های آزاد (مانند فلزات) رسانایی الکتریکی بالایی داشته هر چند رسانایی گرمایی ندارد.

۱۱- فاصله اتم‌های کربن دو لایه مجاور در گرافیت زیاد بوده و باعث می‌شود چگالی گرافیت کمتر از الماس باشد.

گرافن:

تک لایه‌ای از گرافیت می‌باشد. به عبارتی همانند یک آبر مولکول بوده که دارای تعداد بسیار زیاد اتم‌های کربن در یک سطح (دو بعدی) می‌باشد. شفاف و انعطاف‌پذیر بوده و مقاومت کششی آن $100 \times$ برابر فولاد است. و



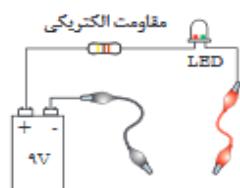
شکل ۴- تهیه گرافن با استفاده از نوار چسب



همانند گرافیت به دلیل دارا بودن الکترون‌های شناور، رسانایی الکتریکی بالایی دارد. ضخامت گرافن در حد یک اتم کربن

کاوش کنید ۱

درباره «رسانایی الکتریکی گرافن» کاوش کنید.



وسایل و مواد مورد نیاز: لامپ LED، باتری ۹ ولتی، سیم، سوکت، مقاومت 33Ω اهمی، مداد و کاغذ.

۱- مداری مطابق شکل رویه رو بسازید.

۲- با یک مداد نرم، چهار گوشه‌ای ضخیم و تیره روی کاغذ بکشید، به طوری که حدود $\frac{1}{5}$ سانتی‌متر طول و حدود $1/5$ سانتی‌متر عرض داشته باشد، سپس مستطیل را با مداد به طور کامل سیاه کنید.

۳- نوک فلزی دو سیم را بمستطیل گرافیتی که ضخامتی در حدود چند نانومتر دارد تماس دهید سپس به لامپ نگاه کنید، چه رخ می‌دهد؟

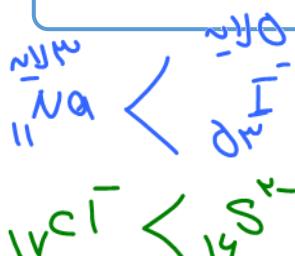
۴- دو نقطه اتصال را به هم نزدیک یا از هم دور کنید، چه تغییری در شدت روشنایی لامپ پدیدید می‌آید؟

عوامل موثر در شعاع اتم یا یون

می‌باشد.



اولویت ۱: هرچه تعداد لایه الکترونی \uparrow \rightarrow شعاع \uparrow



اولویت ۲: اگر تعداد لایه برابر بود: هرچه تعداد پروتون \downarrow \rightarrow شعاع \uparrow



اولویت ۳: اگر تعداد لایه و تعداد پروتون برابر بود: هرچه تعداد الکترون \uparrow \rightarrow شعاع \uparrow

عوامل موثر در طول پیوند کوولانسی:



اولویت ۱: هرچه شعاع اتم‌های در گیر در پیوند \uparrow \rightarrow طول پیوند کوولانسی \uparrow

اولویت ۲: اگر دو پیوند فقط از نظر مرتبه پیوند تفاوت داشته باشند: مرتبه پیوند \downarrow \rightarrow طول پیوند \uparrow

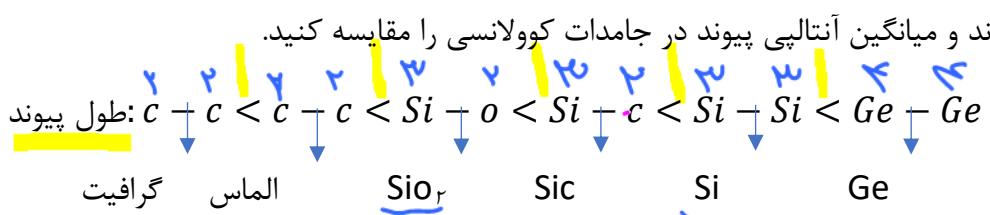
$$C - C > C = C > C \equiv C$$



آموزش را با دبیران برند ایران تجربه کنید

آنالپی پیوند: انرژی لازم جهت شکستن ۱ مول پیوند کوولانسی و تبدیل جسم به اتم های گازی را آنالپی پیوند یا میانگین آنالپی پیوند گویند: $\frac{Kj}{mol}$

✓ نکته: آنالپی پیوند با طول پیوند کوولانسی رابطه عکس دارد.



آنالپی پیوند: $c - c > c - c > Si - O > Si - c > Si - Si > Ge - Ge$

نکته ۱: در گرافیت چهارمین الکترون لایه ظرفیت با سه کربن اطراف خود پیوند می‌دهد، در نتیجه پیوند کربن-کربن در گرافیت بین یگانه و دوگانه بوده و طول پیوند کربن-کربن در آن کمتر از این پیوند در الماس می‌باشد.

نکته ۲: چون آنالپی پیوند در سیلیسیم (Si) کمتر از سیلیسیم (SiO_2) می‌باشد، بنابراین سیلیسیم در طبیعت به حالت عنصری (آزاد) وجود نداشته و بیشتر به شکل ترکیب با اکسیژن (SiO_2) یافت می‌شود.

مقایسه نقطه ذوب و سختی جامدات کوولانسی

هر چه آنالپی پیوند در جامدات کوولانسی بیشتر باشد، دمای ذوب و سختی آنها بیشتر می‌باشد.

نکته ۱: علت پایین‌تر بودن دمای ذوب و سختی گرافیت نسبت به مابقی جامدات کوولانسی این است که برای ذوب کردن آن نیازی به شکستن پیوند کوولانسی درون لایه‌ها نبوده و فقط نیروهای واندروالسی بین لایه‌ها سست شده و لایه به راحتی روی هم حرکت می‌کنند.

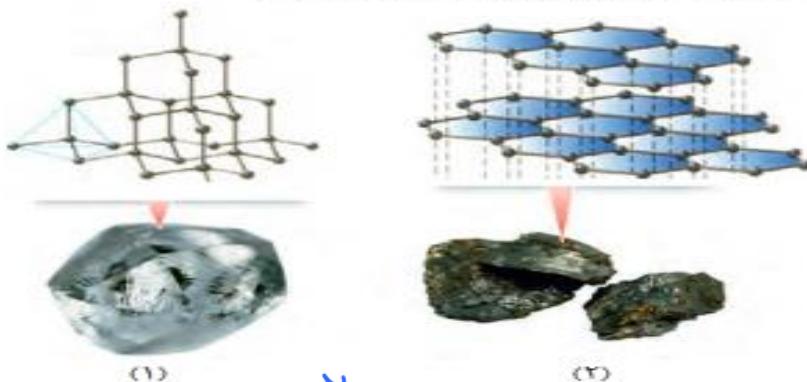
گرافیت $> SiC > Si > (C)$ الماس

نقطه ذوب و سختی:

نکته ۲: سختی یک کانی، میزان مقاومت آن را در برابر خراشیده شدن نشان می‌دهد و با یکای "موس" سنجیده می‌شود. الماس و کوارتز از سخت‌ترین مواد موجود در طبیعت هستند که سختی آنها به ترتیب ۱۰ و ۷ است.

خود را بیازمایید

۱- گرافیت و الماس از جمله دگرگشکل های طبیعی کربن بوده که جزو جامد های کووالانسی هستند. با توجه به ساختارهای ذیر به پرسش ها پاسخ دهید.



۲

آ) کدام ساختار، جامد کووالانسی با چینش دو بعدی اتم ها و کدام یک، جامد کووالانسی با چینش سه بعدی اتم ها را نشان می دهد؟

ب) با توجه به اینکه گرافیت موجود در مغز مداد بر روی کاغذ اثر به جا می گذارد، کدام ساختار با این ویژگی همخوانی دارد؟ توضیح دهید.

ایهای

پ) چرا در ساخت متنهای و ابزار برش شیشه از الماس استفاده می شود؟ سختی سیار بالایی دارد.

ت) کدام چگالی (۲/۲۷ یا ۵/۳) گرم بر سانتی متر مکعب را به گرافیت می توان نسبت داد؟ چرا؟

درآمد آلس

۲- با توجه به جدول ذیر به پرسش ها پاسخ دهید:

| Si-Si | C-C | پیوند میانگین آنتالیی (kJ/mol) (پیوند) |
|-------|-----|--|
| ۲۲۶ | ۳۴۸ | |

آ) اگر سیلیسیم خالص ساختاری همانند الماس داشته باشد، پیش بینی کنید نقطه ذوب الماس بالاتر است یا سیلیسیم؟ چرا؟

ب) اگر آنتالیی پیوند O-Si-Si-O بیشتر از پیوند Si-Si و ساختار $\text{SiO}_4(\text{s})$ با $\text{Si}(\text{s})$ مشابه باشد، توضیح دهید چرا سیلیسیم در طبیعت به حالت خالص یافت شده و به طور عمده به شکل سیلیس یافت می شود؟

ز

تست ۱: چه تعداد از مطالب زیر درست است؟



- فرمول شیمیایی جامدات کووالانسی فرمول تجربی است. ✓
- فرمول تجربی نشان دهنده نوع عناصر و ساده ترین نسبت آنها در یک ترکیب است ✓
- تنوع جامدات کووالانسی بیشتر از ترکیبات مولکولی است. ✗
- جامدات کووالانسی دمای ذوب و سختی بیشتری از جامدات مولکولی دارند. ✓
- هر چه طول پیوند کووالانسی در جامدات کووالانسی و مولکولی کمتر باشد، دمای ذوب و سختی آنها بیشتر است. ✗

۴۰۴

۳۰۳

۲۰۲

۱۰۱

تست ۲: کدام گزینه نادرست است؟

١. سیلیسیم خالص در طبیعت یافت نمی شود ✓
٢. سیلیسیم و سیلیس هر دو رسانای الکتریسته هستند

80, 85

شیمی دوازدهم

دکتر حسن پلویی

حامله حوتین

دوبرین
درافنیدوکربن بد
دوکربن
لایه در لایه افنت

۳. آنتالپی پیوند در سیلیسیم کمتر از سیلیس است ✓ Si-O Si-O

۴. گرافیت، سیلیسیم و ژرمانیم رسانای برق هستند ✓

تست ۳: کدام گزینه در مورد الماس و گرافیت صحیح نمی باشد؟

۱. فاصله اتم‌های کربن در الماس بیشتر از فاصله اتم‌های کربن در درون یک لایه گرافیت است. ۲

۳. الماس چگالی، دمای ذوب و سختی بیشتری از گرافیت دارد.

۴. هر دو جامد کولوانسی هستند ولی گرافیت تا حدی ویژگی‌های جامد مولکولی و فلزی را نیز دارد.

 تست ۴: چه تعداد از عبارت‌های زیر نادرست است? ($Si = 28, O = 16$)

Si

•

•

•

•

•

X

X

X

X

X

X

۵(۴)

۴(۳)

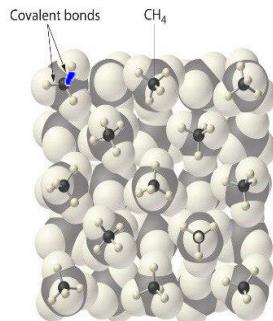
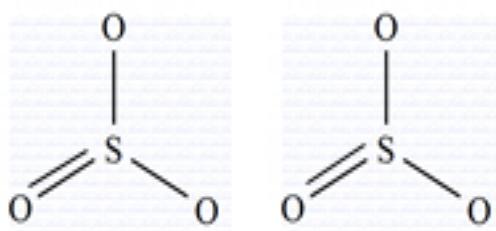
۳(۲)

۲(۱)

نامونه mole

$$\frac{\chi}{\lambda} = \frac{9810}{14} \rightarrow \chi = 1.8$$

جامدات مولکولی

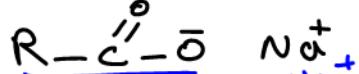


۱- مواد مولکولی دارای مولکول مشخص هستند که اتصال اتم‌ها در درون مولکول توسط پیوند کووالانسی و اتصال مولکول‌ها توسط نیروهای بین مولکولی است.

۲- تشخیص: جسمی که فلز و NH_4^+ نداشته باشد و جزو ۶ جامد کووالانسی نباشد، جامد مولکولی است.

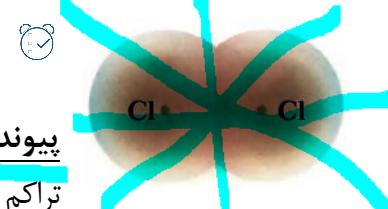
۳- تنوع ماده مولکولی بسیار بیشتر از سه دسته (جامد) دیگر است.

۴- اغلب ترکیبات آلی، بسیاری از مواد که در دمای معمولی جامدند و نیز هر جسمی که در دمای معمولی گاز یا مایع است (غیر از جیوه)، جامد مولکولی می‌باشند.

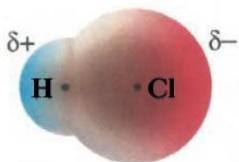


۵- پیوند کووالانسی هم در جامدات کووالانسی و هم در درون مولکول‌های مواد مولکولی (غیر از گاز‌های نجیب) وجود دارد. حتی در جامدات یونی که کاتیون یا آنیون چند اتمی دارند نیز اتصال اتم‌ها در درون یون‌ها توسط پسوند کووالانسی است: Na^+ , OH^- , NH_4^+ , Cl^- , Fe(OH)_2 , NaNO_3 و ...

یادآوری: پیوند کووالانسی به دو دسته تقسیم می‌شود:



پیوند کووالانسی ناقطبی: اگر دو اتم نافلز یا شبه فلز یکسان (جور هسته) باشند، تراکم و توزیع الکترون‌ها دو طرف پیوند یکسان بوده و پیوند متقارن و ناقطبی خواهد بود:



پیوند کووالانسی قطبی: اگر دو اتم نافلز یا شبه فلز متفاوت (ناجور هسته) باشند، تراکم و توزیع الکترون‌ها در اطراف اتم نافلزتر (الکترونگاتیوئر)، بیشتر بوده و بار جزئی منفی ($-σ$) داشته و می‌توان آن را با رنگ قرمز و سمت دیگر بار جزئی مثبت ($+σ$) داشته و می‌توان آن را با رنگ آبی نشان داد:

ترتیب قدرت نافلزی و الکترونگاتیوی:



مولکول ناقطبی و قطبی



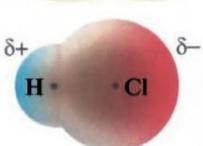
- برای سادگی تشخیص مولکول قطبی و ناقطبی می‌توان مولکول‌ها را چند دسته قرار داد:



دسته‌۱: مولکول دو اتمی (فاقد اتم مرکزی)

قطبیت مولکول همانند قطبیت پیوند است؛ به عبارتی:

دو اتم یکسان (اتم‌ها جور هسته) \leftarrow پیوند ناقطبی \leftarrow مولکول ناقطبی:

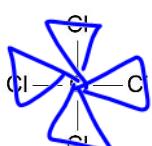
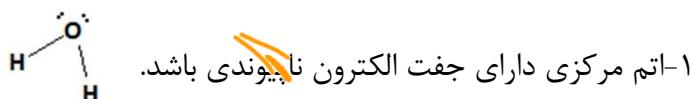


دو اتم متفاوت (اتم‌ها ناجور هسته) \leftarrow پیوند قطبی \leftarrow مولکول قطبی:



دسته‌۲: مولکول چند اتمی (دارای یک اتم مرکزی)

در صورتی که دو شرط زیر وجود داشته باشد، مولکول قطبی است:

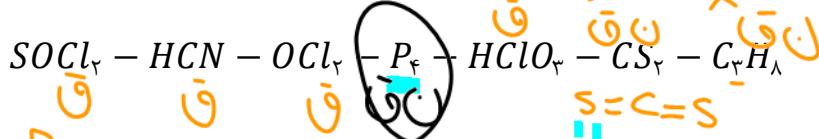


چنان چه هیچ کدام از دو شرط فوق موجود نباشد، مولکول ناقطبی است:

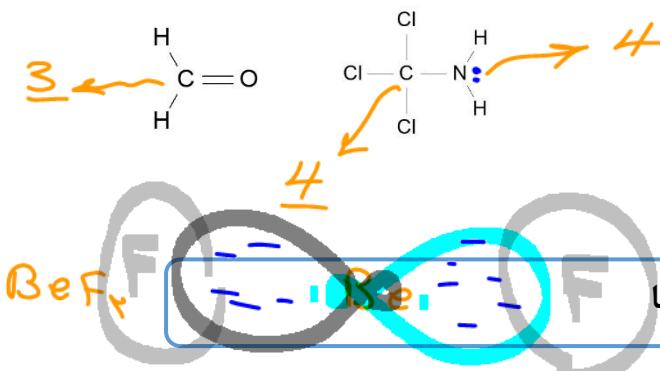
دسته‌۳: مولکول چند اتمی (دارای بیش از یک اتم مرکزی)

در این مولکول‌ها اگر اتصال اتم‌ها یکسان باشد (مانند هیدروکربن‌ها): مولکول ناقطبی است. $H-C \equiv C-H$

مثال: چه تعداد از اجسام زیر دارای مولکول قطبی و چه تعداد مولکول ناقطبی دارند:



قلمرو الکترونی: فضایی بادکنک مانند اطراف اتم مرکزی که در آن الکترون‌های ناپیوندی و



پیوندی حرکت می کنند:

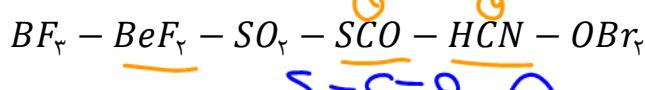
جفت الکترون ناپیوندی: ۱ قلمرو

پیوند یگانه، پیوند دوگانه، پیوند سهگانه: هر کدام ۱ قلمرو

شكل فضایی و زاویه پیوندی مولکول‌ها و بنیان‌ها

| تعداد قلمرو | جفت e ناپیوندی | شكل مولکول | زاویه پیوندی | مثال | مدل فضا پر کن |
|-------------|----------------|-----------------|--------------------|---|---|
| ۲ | . | خطی | ۱۸۰° | $-\delta_O = C = O -\delta$ |  |
| ۳ | . | مثلاً مسطح | ۱۲۰° | $O - S +\delta \diagup -\delta \diagdown O -\delta$ |  |
| ۱ | ✓ | خمیده | $\simeq 120^\circ$ | $O \diagup \ddot{S} \diagdown O$ |  |
| ۰ | . | چهار وجهی منتظم | ۱۰۹° | $-\delta_Cl - C +\delta - Cl -\delta$ $Cl -\delta$ |  |
| ۱ | . | هرمی | $\simeq 109^\circ$ | $H \diagup \ddot{N} \diagdown H$ |  |
| ۲ | ✓ | خمیده | $\simeq 109^\circ$ | $H \diagup \ddot{O} \diagdown H$ |  |

تست ۱: در چه تعداد از مولکول‌های زیر همه اتم‌ها در یک راستا قرار دارند؟ (خطی) 

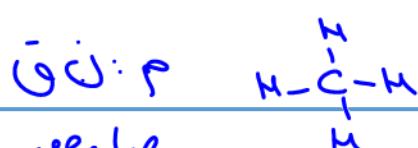
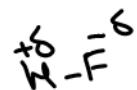
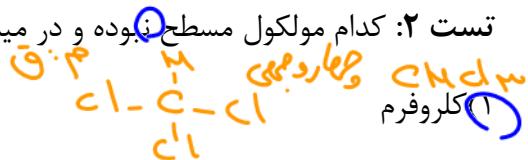


تست ۲: کدام مولکول مسطح نبوده و در میدان الکتریکی جهت‌گیری می‌کند؟

حفری

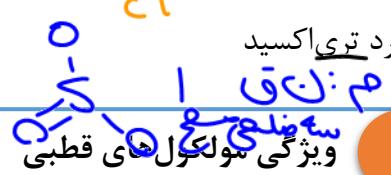
 $S=C=S$

۲) کربن دی‌سولفید



۴) متان

۳) گوگرد تری اسید

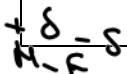


هاروجی

| |
|---|
| ۱- در مولکول‌ها (حلال‌های) قطبی حل می‌شوند. |
|---|

| |
|-------------------------------|
| ۲- فاقد تقارن الکتریکی هستند. |
|-------------------------------|

| |
|---|
| ۳- نقشه پتانسیل الکتروستاتیکی نامتقارن دارند. |
|---|



نقشه پتانسیل الکتروستاتیکی

ابزاری مناسب برای بررسی تراکم ابر الکترونی و بار الکتریکی یعنی توزیع الکترون‌ها روی اتم‌های سازنده یک گونه شیمیایی است. این نقشه به شیمی‌دان‌ها کمک می‌کند تا واکنش‌پذیری، قدرت اسیدی و بازی و... را برای گونه‌های شیمیایی پیش‌بینی و مقایسه کند.

جایی که تراکم ابر الکترونی بیشتر است: رنگ قرمز یا دلتا منفی (-δ)

جایی که تراکم ابر الکترونی کمتر است: رنگ آبی یا دلتا مثبت (+δ)

مثبت

بررسی نقشه‌ی پتانسیل الکتروستاتیک مولکول‌های ۲ اتمی

ب) احتمال حضور جفت الکترون پیوندی در فضای بین دو هسته بیشتر است، گویی بیشتر وقت خود را آنجا می‌گذرانند، از این رو احتمال حضور آنها روی هسته‌ها، یکسان و متقاض است.

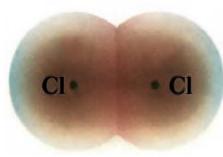
آ) احتمال حضور جفت الکترون پیوندی پیرامون هسته اتم کلر بیشتر بوده زیرا خاصیت نافلزی آن بیشتر است، از این رو احتمال حضور الکترون‌های پیوندی روی هسته‌ها، یکسان و متقاض نیست.

شکل ۶- نقشه پتانسیل الکتروستاتیکی برای نمایش احتمال حضور الکترون‌ها در مولکول‌های دواتمی آ) ناجور هسته ب) جور هسته. رنگ سرخ تراکم بیشتر و رنگ آبی تراکم کمتر بار الکتریکی را نشان می‌دهد.

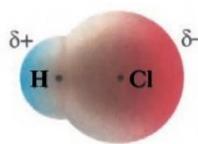
با توجه به اینکه ساده‌ترین مولکول‌ها دو اتمی هستند دو حالت متصور است:

مولکول‌های دو اتمی جور هسته: در میدان الکتریکی جهت‌گیری نمی‌کنند، زیرا گشتاور

دو قطبی آنها صفر بوده و مولکول‌هایی ناقطبی هستند (مانند Cl_2)



به عبارتی در نقشه پتانسیل الکتروستاتیک آنها توزیع یکنواخت و متقارن الکترون ها، نشانه ناقطبی بودن آنها است.

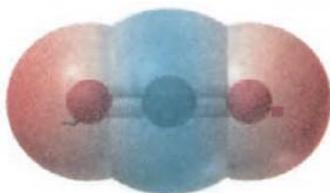


مولکول های دو اتمی ناجور هسته: در میدان الکتریکی جهتگیری می کنند، زیرا گشتاور دو قطبی آنها بزرگتر از صفر بوده و مولکول هایی قطبی هستند (مانند HCl)

به عبارتی در نقشه پتانسیل الکتروستاتیک آنها توزیع الکترون ها یکنواخت نبوده و تراکم ابر الکترونی روی اتم های سازنده آنها یکسان نیست و اتمی که تراکم ابر الکترونی روی آن بیشتر است باز جزئی منفی و با رنگ قرمز نمایش داده می شود و اتم دیگر باز جزئی مثبت داشته و با رنگ آبی نمایش داده می شود.

بررسی نقشه های پتانسیل الکتروستاتیک مولکول های دارای اتم مرکزی

۱: مونوکسی مولولی: CO

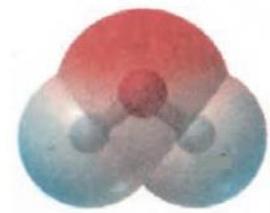


مثال ۱: بررسی نقشه پتانسیل الکتروستاتیک مولکول کربن دی اکسید:

در این مولکول خطی تراکم ابر الکترونی بر روی اتم های اکسیژن بیشتر از کربن است. از این رو به اکسیژن ها بار جزئی منفی و رنگ قرمز و به اتم کربن بار جزئی مثبت و با رنگ آبی نمایش می دهیم. هر چند هر دو پیوند قطبی می باشند، اما به دلیل توزیع متقارن بار الکتریکی

پیرامون اتم مرکزی، این مولکول متقارن بوده و در میدان الکتریکی جهتگیری نکرده و گشتاور دو قطبی آن صفر است.

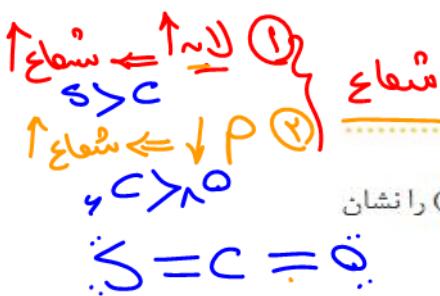
۲: مونوکسی ترتر: C_2O_4



مثال ۲: بررسی نقشه پتانسیل الکتروستاتیک مولکول آب:

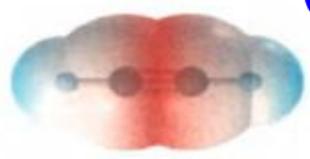
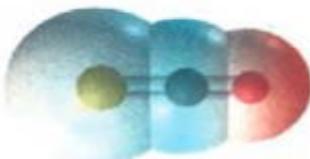
در این مولکول نیز تراکم ابر الکترونی روی اکسیژن بیشتر از اتم های هیدروژن می باشد (به ترتیب رنگ قرمز و آبی) و هر دو پیوند قطبی می باشند. اما این مولکول برخلاف CO_2 در میزان الکتریکی جهتگیری می کند و گشتاور دو قطبی بزرگتر از صفر دارد و مولکولی قطبی است. زیرا مولکولی خمیده بوده و توزیع بار الکتریکی پیرامون اتم مرکزی متقارن و یکنواخت نیست.

 نکته: یکی از عواملی که می‌تواند تقارن و توزیع یکنواخت بارهای الکترونیکی را در مولکول‌های چند اتمی به هم بزند، وجود جفت الکترون‌های ناپیوندی روی اتم مرکزی است.



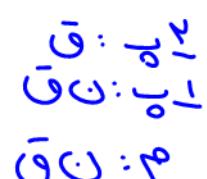
خود را بیازمایید

۱- شکل زیر نقشهٔ پتانسیل مولکول‌های کربونیل سولفید (SCO) و اتین (C₂H₄) را نشان می‌دهد. با توجه به آنها گشتاور دوقطبی کدام مولکول برابر با صفر است؟ چرا؟

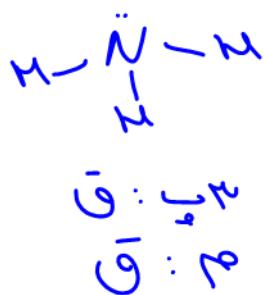


کربونیل سولفید

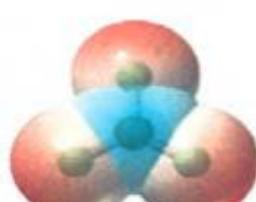
اتین



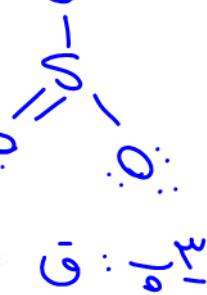
۲- با توجه به نقشهٔ پتانسیل مولکول‌های آمونیاک و گوگرد تری‌اکسید به پرسش‌ها پاسخ دهید.



آمونیاک



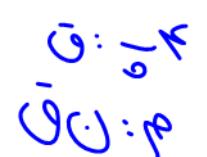
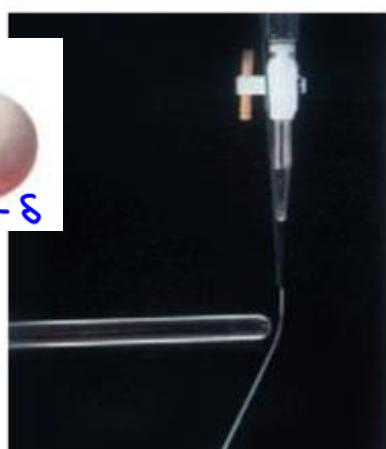
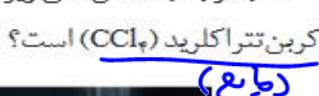
گوگرد تری‌اکسید



آ) با بیان دلیل، هر یک از اتم‌ها را در نقشه‌های بالا با (+δ) و (-δ) نشان دار کنید.

ب) کدام مولکول قطبی و کدام ناقطبی است؟ چرا؟

۳- با توجه به شکل‌های زیر با دلیل پیش‌بینی کنید کدام مایع، کلروفرم (CHCl₃) و کدام‌یک (کربن‌تتراکلرید (CCl₄) مایع است؟



تست ۱: (ریاضی تیر ۱۴۰۳)

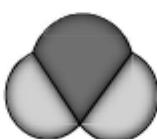
با توجه به مدل فضایی کن مولکول‌های «آ» و «ب»، کدام موارد زیر درست است؟



الف: علامت بار جزئی اتم مرکزی در مولکول‌های «آ» و «ب»، می‌تواند مشابه باشد.

ب: مولکول «آ»، را می‌توان به هریک از گونه‌های Li_2O ، H_2S ، H_2O نسبت داد.پ: اگر مولکول «ب»، CO_2 باشد و یکی از اینهای اکسیژن آن با گوگرد جایگزین شود، بار جزئی اتم مرکزی، تغییر می‌کند.ت: اگر مولکول «آ»، SO_2 باشد و به ساختار آن، یک اتم اکسیژن اضافه شود، گشتاور دوقطبی مولکول، برابر صفر می‌شود.

«ب»



«آ»

(۱) «ب» و «ت»

(۲) «ب» و «پ»

(۳) «لف» و «ت»

(۴) «لف» و «ب»

تست ۲: (تجربی تیر ۱۴۰۳)

کدام مورد، عبارت زیر را از نظر علمی، به درستی کامل می‌کند؟

«مولکول ، مولکول گوگرد تری اکسید ».

(۱) آمونیاک - برخلاف - دارای اتم مرکزی با بار جزئی منفی است NH_3 (۲) اکسیژن دی فلورید - برخلاف - هشت جفت الکترون ناپیوندی دارد OF_2 (۳) نیتروژن تری فلورید - همانند - سه جفت الکترون پیوندی دارد NF_3 (۴) هیدروژن سولفید - همانند - دارای اتم مرکزی با بار جزئی منفی است H_2S تست ۳: چند مورد از مطالب زیر در مورد مولکول SiF_4 درست است؟

• نسبت جفت الکترون ناپیوندی به پیوندی در آن ۳ می‌باشد. ✓

• پیوندهای آن همانند مولکول قطبی هستند. ✗

• در نقشه پتانسیل الکتروستاتیکی آن اطراف مولکول به طور یکنواخت قرمز رنگ می‌باشد. ✓

• گشتاور دو قطبی آن حدود صفر بوده و در میدان الکتریکی جهت‌گیری می‌کند. ✗

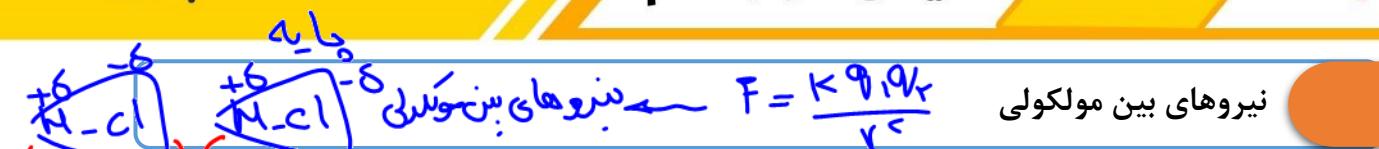
• شکل آن مشابه مولکول‌های BF_3 و NF_3 می‌باشد. ✗

۴۴

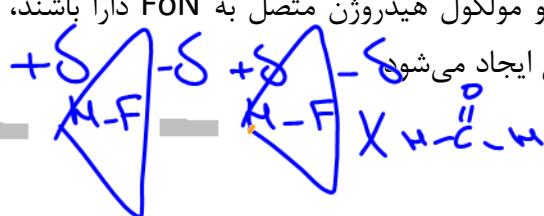
۳۳

۲۲

۱۱

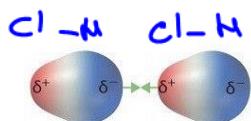


(۱) **پیوند هیدروژنی:** اگر هر دو مولکول هیدروژن متصل به FON دارا باشند، بین دو مولکول پیوند هیدروژنی ایجاد می‌شود.



۲) نیروی واندروالسی:

چنان‌چه یک یا هر دو مولکول شرط پیوند هیدروژنی را نداشته باشند، نیروی بین آن‌ها را واندروالسی گویند که خود به سه دسته تقسیم می‌شود:



ب) **نیروی دو قطبی - دو قطبی:** بین دو مولکول قطبی

پ) **نیروی دو قطبی القایی - دو قطبی القایی:** بین مولکول قطبی و ناقطبی

نکته ۱: هر چه جرم و حجم مولکول‌ها بیشتر باشد، نیروی واندروالسی بین مولکول‌ها قوی‌تر می‌شود.

نکته ۲: به طور کلی پیوند هیدروژنی قوی‌تر از نیروی واندروالسی است.

نکته ۳: نیروهای بین مولکولی بسیار ضعیف هستند. از نظر قدرت و استحکام:



واندروالسی هیدروژنی

تست: در کدام گزینه امکان ایجاد پیوند هیدروژنی وجود ندارد؟

۱) بین مولکول‌های CH_3OH

۲) بین مولکول‌های اتانوئیک اسید C_6H_5COOH

انحلال مواد مولکولی در آب

مولکول‌های ناقطبی در آب انحلال ناپذیرند (CO_2 و Cl_2 و) مولکول‌های قطبی در آب حل می‌شوند و اکثرا به حالت مولکولی حل شده و محلول آن‌ها غیر الکترولیت است. (حل شدن مولکولی مانند: شکر، اتانول و...)

اما اسیدهای قوی در آب کاملاً یونیده شده و محلول الکترولیت قوی ایجاد می‌کنند. (HCl و....) و اسیدهای ضعیف در آب مولکولی - یونی حل شده و محلول آن‌ها الکترولیت ضعیف خواهد بود. (HF و....)

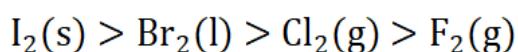
برای ذوب کردن و یا به جوش آوردن ترکیبات مولکولی، کافیست نیروهای بین مولکولی سست یا شکسته شوند (نه پیوندهای محکم کووالانسی) و به دلیل ضعیف بودن این نیروها، دمای ذوب و جوش ترکیبات مولکولی بسیار پایین و کمتر از سه دسته جامد دیگر می‌باشد (در دمای معمولی جامد یا مایع یا گازند).

اولویت ۱) پیوند هیدروژنی: معمولاً مولکولی که امکان تشکیل پیوند هیدروژنی داشته باشد، نیروی بین مولکولی قوی-تر و در نتیجه دمای جوش بالاتر دارد.

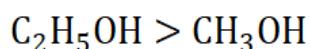
مقایسه دمای جوش:

اولویت ۲) اگر دو مولکول مورد بررسی، هر دو هیدروژنی داشتند یا هر دو نداشتند، هر مولکولی که جرم و حجم بیشتر داشته باشد، نیروی بین مولکولی و دمای جوش بالاتری دارد.

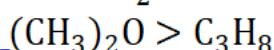
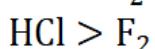
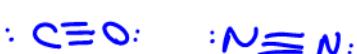
مثال ۱: مولکول‌های گروه ۱۷:



مثال ۲: دو الکل اتانول و متanol:



اولویت ۳) در صورتی که دو مولکول جرم و حجم تقریباً برابر داشته باشند، نیروی بین مولکولی و دمای جوش مولکول قطبی بیشتر از مولکول ناقطبی خواهد بود.



دی‌متيل‌آتا

نکته: ید (I_2) به دلیل داشتن جرم و حجم زیاد، دمای ذوب و جوش بالاتری از موادی مانند H_2O دارد.

تست: چه تعداد از مطالب زیر درست است؟

• از نظر دمای ذوب: $C_2H_5OH > CH_3OH$

• از نظر دمای جوش: $X CO_2 > N_2 > CO$

• از نظر قدرت نیروهای بین مولکولی: $I_2 > HF$

• نیروی بین مولکول‌های CO_2 و SO_2 از نوع دوقطبی القائی – دوقطبی ~~الگائی~~ است.

• هر جسمی که در دمای معمولی مایع یا گاز است، حتماً ماده مولکولی است. X (جوا)

۴۰۴

۳۰۳

۲۰۲

۱۰۱

به دلیل تنوع بسیار زیاد ترکیبات مولکولی، هر دسته نامگذاری خاص خود را دارد. مانند ترکیبات آلی (آلکان، آلن، الکل و) و یا اسیدها (H_2SO_4 , HBr و)

برای نامگذاری مواد مولکولی دوتایی معمولی، ابتدا تعداد و نام عنصر سمت چپ و سپس تعداد و نام عنصر سمت راست را با پسوند «ید» می‌آوریم:

دی نیتروژن پنتا اکسید: N_5O_5

کربن ترا بر مید: CBr_4

نکته: اصطلاحاتی مانند مولکول، فرمول مولکولی، نیروهای بین مولکولی صرفا در مورد مواد مولکولی بیان می‌شود و در سه دسته جامد دیگر به دلیل نداشتن مولکول، قطعاً این واژه‌ها بی‌معنی است.

خود را بیازمایید

۱- با خط زدن واژه نادرست در هر مورد، عبارت زیر را کامل کنید.

در ساختار یک جامد کووالانسی، میان همه اتم‌ها پیوندهای اشتراکی وجود دارد به همین دلیل چنین موادی نقطه ذوب بالایی دارند و دیرگداز هستند.

۲- واژه‌های شیمیابی رایج مانند ماده مولکولی، فرمول مولکولی و نیروهای بین مولکولی را برای توصیف کدام مواد زیر می‌توان به کار برد؟ چرا؟

$C_6H_{14}(l)$, $SiO_2(s)$, $NaCl(s)$, $HF(g)$, $C(s)$, $Cl_2(g)$

سال ۱۲

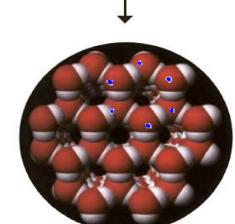
یخ (H_2O جامد):



۱- مشهورترین جامد مولکولی که در حالت جامد همانند جامدات کووالانسی شفاف، زیبا و سخت است.



۲- هر مولکول چهار پیوند هیدروژنی با چهار مولکول اطراف ایجاد می‌کند.



۳- هر اکسیژن با دو اتم هیدروژن (درون مولکول) پیوند اشتراکی با دو اتم هیدروژن از دو مولکول مجاور، پیوند هیدروژنی ایجاد می‌کند.

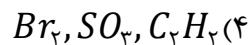
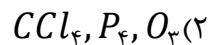
۴- هر اتم هیدروژن با یک پیوند کووالانسی به اکسیژن مولکول خود متصل شده و یک پیوند هیدروژنی با اکسیژن مولکول مجاور برقرار می‌کند.

۵- مولکول‌های آب در یخ و برف، حلقه‌های شش ضلعی ایجاد کرده و شبکه‌ای همانند کندوی عسل را به وجود می‌آورند که در سه بعد به طور منظم گسترش می‌یابند.

دانه برف یک سازهٔ یخی طبیعی است که مبناً تشكیل آن حلقه‌های شش‌گوش است.

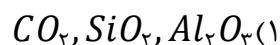
تست ۱: در کدام گزینه هیچ کدام از مولکول‌ها در میدان مغناطیسی جهت‌گیری نمی‌کند؟

۲۶



۲۷

تست ۲: در کدام گزینه همه گونه‌ها دارای پیوند کووالانسی هستند؟



۲۸

تست ۳: چه تعداد از مطالب زیر در مورد مواد مولکولی صادق است؟

- واحد سازنده آن‌ها مولکول بوده که توسط پیوند کووالانسی به یکدیگر متصل می‌شوند.
- هر جسمی در دمای معمولی گاز یا مایع است، حتماً جامد مولکولی است.
- تنوع این مواد از سه دسته دیگر بیشتر بوده و اغلب ترکیبات آلی نیز مولکولی هستند
- دمای ذوب و جوش آن‌ها رابطه مستقیم با آنتالپی پیوند کووالانسی دارد.
- همه اتم‌ها در آن‌ها به آرایش الکترونی گاز نجیب رسیده‌اند.

۱(۱) ۲(۲) ۳(۳) ۴(۴)

۲۹

تست ۴: اگر فرمول فلورید دو عنصر X و Y به شکل XF_3 و YF_4 باشد و مجموع الکترون‌های ناپیوندی این دو مولکول به ترتیب ۲۰ و ۲۴ باشد، چه تعداد از عبارت‌های زیر نادرست است؟

- هر دو مولکول ناقطبی بوده و نیروی بین مولکولی آن‌ها از نوع واندروالسی است.
- اتم Y با اکسیژن جامد مولکولی ایجاد کرده که همه اتم‌ها در مولکول حاصله اکتت هستند.
- گشتاور دو قطبی XF_3 بزرگ‌تر از صفر بوده و در آب محلول است.
- در نقشه پتانسیل الکتروستاتیکی هر دو مولکول، اتم مرکزی رنگ آبی دارد.
- در هر دو مولکول پیوندها و مولکول‌ها نامتقارن هستند.

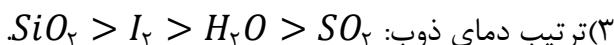
۱(۱) ۲(۲) ۳(۳) ۴(۴)

۳۰

تست ۵: کدام گزینه درست است؟

- ۱) در ساختار یخ همانند گرافیت یک آرایش منظم و سه بعدی با تشکیل حلقه‌های شش گوشه وجود دارد.

۲) در جامدات مولکولی همانند جامدات کوولانسی، هر چه طول پیوند کوولانسی کمتر باشد، دمای ذوب و جوش بالاتر می‌رود.



۴) شکل و نقشه پتانسیل الکتروستاتیکی مولکول‌های CH_4 CCl_4 مشابه یکدیگر است.

تست ۶: (تجربی اردیبهشت ۱۴۰۳)

۶

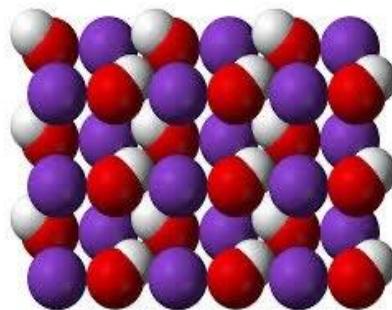
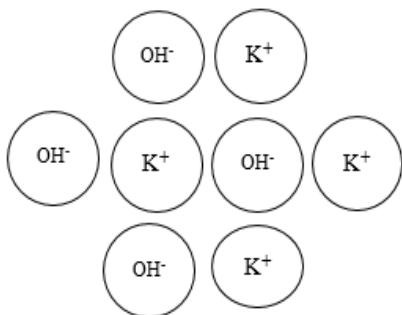
کدام مورد درباره سیلیس و یخ درست است؟

۱) ساختار سیلیس، سه‌بعدی و ساختار یخ، دو‌بعدی است.

۲) در سیلیس هر اتم سیلیسیم، با دو اتم اکسیژن، پیوند اشتراکی تشکیل می‌دهد.

۳) سیلیس خالص، کدر و یخ، شفاف است و هر دو، ساختار شش‌گوشه دارند.

۴) ساختار یخ منظم است و مولکول‌های آب، شبکه‌ای مانند کندوی زنبور عسل به وجود می‌آورند.

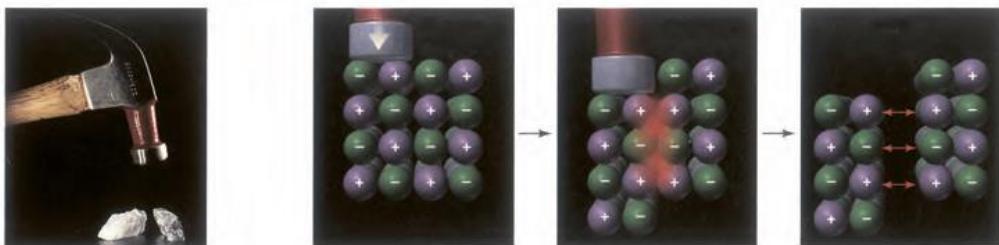


۱- شبکه بلور آن‌ها از چیدمان منظم کاتیون و آنیون تشکیل شده است.

۲- تشخیص: نافلز(ات) + فلز
 ۳- انواع جامدات یونی
 باز
 اکسید فلز
 نمک

۴- جامدات یونی با وجودی که از کاتیون و آنیون ساخته شده‌اند، در کل خنثی هستند.

۵- ترکیبات یونی شکننده بوده و در اثر ضربه به صورت دو سطح صاف جدا می‌شوند زیرا در اثر ضربه، یون‌های موافق در کنار یکدیگر قرار گرفته و یکدیگر را دفع می‌کنند.



۶- یون NH_4^+ می‌تواند به جای فلز قرار گرفته و با آنیون‌های مختلف جامد یونی تشکیل دهد.

۷- اگر آنیون از یون چنداتمی (بنیان) ساخته شده باشد و یا کاتیون جامد یونی یون NH_4^+ باشد، ترکیب یونی علاوه بر پیوند یونی دارای پیوند اشتراکی نیز خواهد بود.

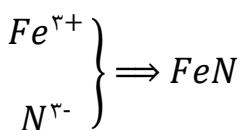
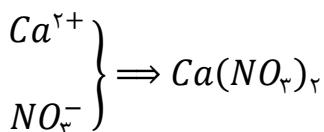
nael
 مانند: KOH ، NH_4ClO_4 ، NH_4Cl ، $Fe(NO_3)_2$ و

رسانایی: ترکیبات یونی در حالت مذاب و محلول رسانایی الکتریکی دارند (الکترولیت قوی). رسانایی این مواد باعث تغییر شیمیایی در آن‌ها می‌شود (برقکافت). در صورتی که رسانایی جامدات فلزی فرآیندی فیزیکی است.

۸- یون‌های منفی تک اتمی به آرایش گاز نجیب هم دوره خود می‌رسند. اما یون‌های مثبت (کاتیون) ممکن است به آرایش گاز نجیب قبل از خود برسند (گروه ۱، ۲، Al^{3+} ، Sc^{3+} و ...) و یا اصلاً به آرایش گاز نجیب نرسند (اکثر یون‌های فلزات واسطه).

۹- فرمول شیمیایی ترکیبات یونی فرمول تجربی است. (ساده ترین نسبت کاتیون و آنیون ترکیب یونی)

فرمول نویسی: کاتیون را در سمت چپ و آنیون را در سمت راست نوشته و بار هر یک را آندیس دیگری قرار داده و در صورت امکان ساده می‌نماییم:



► نام نویسی: ابتدا نام کاتیون و سپس نام آنیون را می‌آوریم:



پتاسیم سولفید



آهن III سولفات



روی کربنات

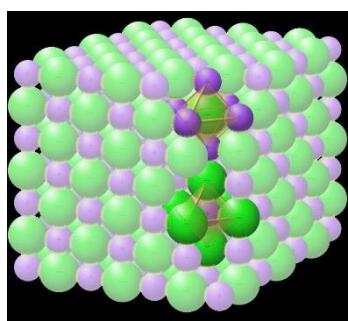


نیکل III فسفات

$$\frac{90 \text{ g CaF}_2}{1 \times 78} = \frac{x_1}{3}$$

$$\text{نمک مبادله شده است؟ } (Ca = 40, F = 19 \frac{g}{mol})$$

$$\frac{90 \text{ g CaF}_2}{1 \times 78} = \frac{x_2}{2}$$



عدد کوئوردیناسیون: به شمار نزدیکترین یون‌های ناهمنام پیرامون هر یون در شبکه بلور، عدد کوئوردیناسیون آن یون می‌گویند.

✓ به عنوان مثال در سدیم کلرید که دارای شبکه بلوری مکعبی است، هر یون Na^+ توسط ۶ یون Cl^- احاطه شده است (عدد کوئوردیناسیون Na^+ برابر ۶ است) و هر یون Cl^- توسط ۶ یون Na^+ محاصره شده است (عدد کوئوردیناسیون Cl^- برابر ۶ است).

✓ عدد کوئوردیناسیون ترکیبات یونی می‌تواند متفاوت باشد، اما نسبت عدد کوئوردیناسیون یون‌ها در یک

جامد یونی را می‌توان از رابطه زیر به دست آورد:

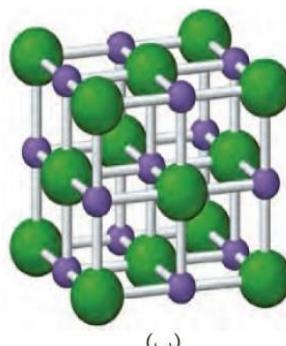
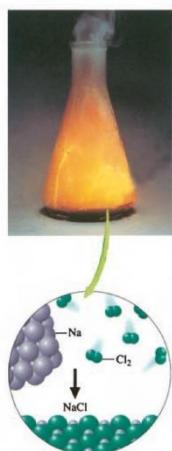
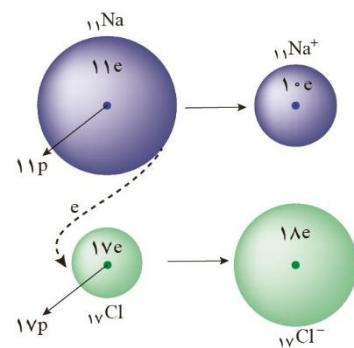
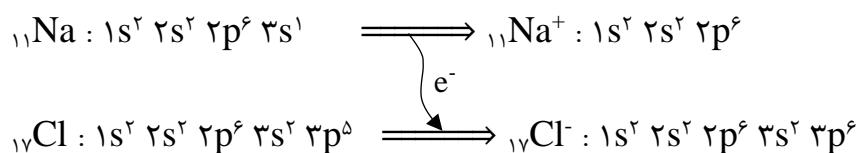
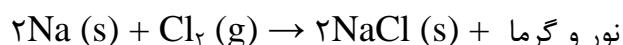
$$\frac{\text{اندیس کاتیون}}{\text{اندیس آنیون}} = \frac{\text{عدد کوئوردیناسیون آنیون}}{\text{عدد کوئوردیناسیون کاتیون}}$$

به عنوان مثال نسبت فوق برای Al_2O_3 برابر با $\frac{2}{3}$ است.

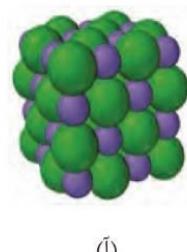
مثال: اگر عدد کوئوردیناسیون کاتیون در کلسیم فلوراید برابر ۸ باشد، عدد کوئوردیناسیون آنیون آن چند است؟

بررسی تشکیل NaCl از Na (جامد فلزی) و Cl_2 (جامد مولکولی)

سدیم فلزی نقره‌ای رنگ بوده و همانند دیگر فلزات جاذبه هسته آن بر الکترون لایه ظرفیت ($3s^1$) کم می‌باشد. گاز کلر زرد رنگ بوده و دارای پیوند اشتراکی $\text{Cl} - \text{Cl}$ می‌باشد و مانند ماقبی نافلزات جاذبه هسته آن به الکترون‌های لایه ظرفیت ($3s^2\ 3p^5$) زیاد می‌باشد. در اثر مجاورت این دو با هم، ابتدا پیوند اشتراکی مولکولی کلر شکسته شده و اتم‌های کلر با یک الکترون منفرد ایجاد می‌شوند که این الکترون‌های منفرد الکترون لایه ظرفیت اتم‌های سدیم را جدا کرده و یون Na^+ و Cl^- تولید می‌شود که با جاذبه یونی به یکدیگر متصل شده و جامدی سفید رنگ (نمک طعام) ایجاد می‌شود:



(ب) فضا پرکن



(ج)

در ترکیبات یونی نیروهای دافعه بین یون‌های همنام و جاذبه بین یون‌های ناهمنام در تمام فاصله‌ها و جهت‌ها وجود دارد، اما نیروی جاذبه‌ی بین یون‌های ناهمنام در نیروهای دافعه‌ی بین یون‌های همنام غلبه دارد.

مقایسه نقطه ذوب و جوش جامدات یونی، فلزی و مولکولی

۱- دمای ذوب و جوش جامدات یونی و فلزی بسیار بالاتر از جامدات مولکولی است. زیرا برای ذوب یا به جوش آوردن جامدات یونی و فلزی باید بر پیوند قوی یونی و فلزی غلبه کرد، اما در ترکیبات مولکولی کافی است نیروهای ضعیف بین مولکولی سُست یا شکسته شوند.

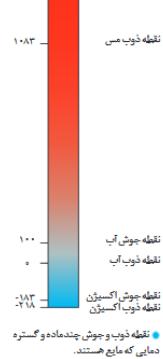
۲- مطابق یک قاعده کلی، هر چه نیروهای جاذبه میان ذرات سازنده یک ماده خالص قوی‌تر باشد، هم دمای ذوب و جوش جسم بالاتر می‌رود و هم تفاوت بین دمای ذوب و جوش آن بیشتر شده و در گستره (بازه‌ی) دمای بیشتری به حالت مایع باقی می‌ماند.



NaCl : بین گستره دمای 801°C - 1413°C سانتی‌گراد (نقطه ذوب) تا 1082°C سانتی‌گراد (نقطه جوش) مایع است.

Cu : بین گستره دمای 1082°C - 2500°C سانتی‌گراد (نقطه ذوب) تا 1413°C سانتی‌گراد (نقطه جوش) مایع است.

H_2O : بین گستره دمای 0°C - 100°C سانتی‌گراد (نقطه ذوب) تا 100°C سانتی‌گراد (نقطه جوش) مایع است.



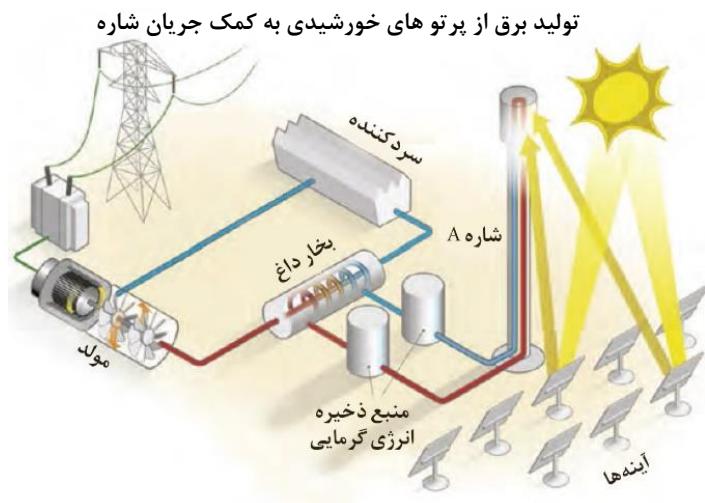
HF : بین گستره دمای -83°C - 0°C سانتی‌گراد (نقطه ذوب) تا 19°C سانتی‌گراد (نقطه جوش) مایع است.

O_2 : بین گستره دمای -218°C - -1082°C سانتی‌گراد (نقطه ذوب) تا -1413°C سانتی‌گراد (نقطه جوش) مایع است.

N_2 : بین گستره دمای -210°C - -196°C سانتی‌گراد (نقطه ذوب) تا -196°C - 0°C سانتی‌گراد (نقطه جوش) مایع است.

| نقطه جوش (°C) | نقطه ذوب (°C) | ماده |
|---------------|---------------|---------------|
| -196 | -21 | N_2 |
| 19 | -83 | HF |
| 1413 | 801 | NaCl |

هنرمنایی شاره (سیال) های مولکولی و یونی برای تولید برق



۱- آینه های منعکس کننده پرتو های خورشیدی، نور را در برج گیرنده متمرکز می‌کنند.

۲- در برج گیرنده پرتوهای خورشیدی که در آن لوله های سدیم کلرید مذاب عبور می کنند (شاره یا سیال) دمای سدیم کلرید مذاب از حدود 850°C تا حدود 1350°C بالا می‌رود.

۳- سدیم کلرید پرانرژی در سیستمی بسته به سمت محفظه‌ی تولید کننده بخار آب حرکت

می‌کند، در این محفظه لوله‌های NaCl مذاب به دور لوله‌های حاوی آب (H_2O) چرخیده و انرژی گرمایی به آب منتقل شده و باعث به جوش آمدن آب در لوله‌های سیستم بسته NaCl می‌شود.

۴- بخار آب پر انرژی به سمت توربین (مولد) جریان الکتریکی رفته و باعث تولید جریان الکتریکی در مولد شده و دمای آب کاهش یافته و مجدد به سمت محفظه اولیه حرکت می‌کند تا توسط سدیم کلرید مذاب مجدد به دمای جوش برسد.

۵- سدیم کلریدی که دمای آن از $C^{\circ} 1350$ به حدود $C^{\circ} 850$ رسیده است، مجدد به برج گیرنده پرتوهای خورشیدی پُمپ می‌شود تا با دریافت انرژی مجددًا به دمای بالاتر رسیده و چرخه مذکور مجددًا تکرار می‌شود.

✓ نکته: شاره‌ای که پرتوهای خورشیدی را دریافت می‌کند، می‌بایست در گستره دمای زیادی به حالت مایع باقی بماند تا بتواند انرژی گرمایی بیشتری را در خود ذخیره و منتقل کند، به همین دلیل از ترکیب یونی مانند (NaCl) استفاده می‌شود.

 تست: کدام گزینه در مورد تولید برق خورشیدی به کمک شاره صحیح است؟

(۱) شاره‌ای که پرتوهای خورشیدی را دریافت می‌کند می‌بایست ترکیب یونی باشد تا در گستره دمای کمی به حالت مایع باشد.

(۲) N_2 نسبت به H_2O دمای ذوب و جوش پایین تر داشته و در گستره دمایی بیشتری مایع است.

(۳) شاره‌ای که توربین را به حرکت درمی‌آورد، بخار آب است.

(۴) دو شاره $NaCl$ و H_2O در محفظه موردنظر مدتی با هم مخلوط می‌شوند.

چگالی بار یون‌ها و روش‌های محاسبه آن

$$\frac{\text{چگالی بار یون}}{\text{بار یون}} = \frac{\text{چگالی بار یون}}{\frac{\text{حجم یون}}{\text{شعاع یون}}} \quad \text{چگالی بار یون نشان‌دهنده مقدار بار یون در واحد حجم است (تراکم بار) که برای مقایسه میزان برهمنش میان یون‌ها به کار می‌رود:}$$

✓ در حد کتاب درسی و کنکور، به روش‌های زیر، چگالی حدودی بار یون‌ها را محاسبه می‌کنیم.

(۱) محاسبه حدودی چگالی بار یون (وقتی شاعع یون را داشته باشیم):

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

اگر در تست مقدار دقیق شاعع دویا چند یون را دادند می‌توان با استفاده از رابطه روبرو، به طور حدودی چگالی بار آن‌ها را به دست آورده و با هم مقایسه کنیم.

 مثال: اگر شعاع یون Na^+ و S^{2-} به ترتیب ۱۰۲ و ۱۸۴ پیکومتر باشد، چگالی بار آن‌ها را به دست آورید.

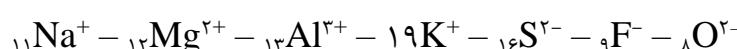
$$\rho_{\text{Na}^+} = \frac{1}{102} = 9/8 \times 10^{-3} \quad \rho_{\text{S}^{2-}} = \frac{2}{184} = 1/9 \times 10^{-2}$$

جواب:

۲) محاسبه حدودی چگالی بار یون (وقتی شعاع یون را نداشته باشیم):

به طور کلی اولویت ۱: هرچه قدر مطلق بار یونی بیشتر باشد، چگالی بار آن بیشتر است. اولویت ۲: اگر قدر مطلق بار دو یون یکسان بود، یونی که تعداد لایه کمتر دارد، چگالی بار بیشتر دارد. اولویت ۳: اگر تعداد لایه نیز یکسان بود، یونی که پروتون بیشتری دارد، چگالی بار بیشتر دارد.

مثال: چگالی بار یون‌های زیر را با هم مقایسه کنید:



با هم بینند یشیم

۱- توضیح دهید چرا برای توصیف ترکیب‌های یونی در منابع علمی معتبر هیچ‌گاه واژه‌هایی مانند مولکول و فرمول مولکولی به کار نمی‌رود؟

۲- جدول زیر اندازه شعاع برخی یون‌های متداول را در مقایسه با اندازه اتم سازنده آنها نشان می‌دهد. در مورد این جدول با یکدیگر گفت‌وگو کنید و روندهای موجود در آن را توضیح دهید.

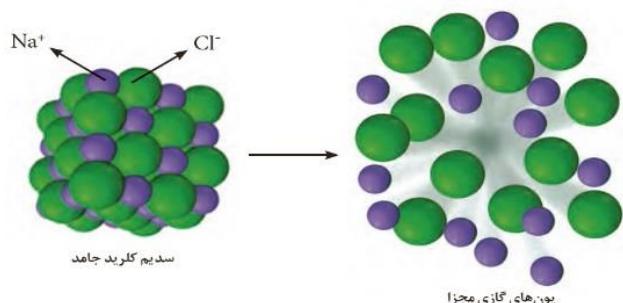
| ۱ | ۲ | ۱۶ | ۱۷ | گروه دوره |
|---|--|--|--|--------------|
| Li  $1+ \quad 152, 76$ | | O  $2- \quad 73, 140$ | F  $1- \quad 71, 133$ | دوم |
| Na  $1+ \quad 186, 102$ | Mg  $2+ \quad 160, 72$ | S  $2- \quad 102, 184$ | Cl  $1- \quad 99, 181$ | سوم |

۳- اگر هریون را کره‌ای باردار در نظر بگیرید، چگالی بار هم ارز با نسبت بار به حجم آن است. کمیتی که می‌تواند برای مقایسه میزان برهم‌کنش میان یون‌ها به کار رود. نسبت ساده‌تری که می‌توان به کاربرد، نسبت مقدار بار یون به شعاع آن است. با این توصیف جدول زیر را کامل کنید و به پرسش‌ها پاسخ دهید.

| کاتیون | شعاع (pm) | آنیون | نسبت بار به شعاع | شعاع (pm) | نسبت بار به شعاع |
|------------------|-----------|-----------------|-----------------------|-----------|------------------------|
| Na^+ | ۱۰۲ | F^- | $9/8 \times 10^{-3}$ | ۱۳۳ | $7/5 \times 10^{-3}$ |
| K^+ | ۱۳۸ | Cl^- | $7/24 \times 10^{-3}$ | ۱۸۱ | $5/6 \times 10^{-3}$ |
| Mg^{++} | ۷۲ | O^{2-} | $2/77 \times 10^{-3}$ | ۱۴۰ | $1/4 \times 10^{-3}$ |
| Ca^{++} | ۹۹ | S^{2-} | $2/52 \times 10^{-3}$ | ۱۸۴ | $1/0.9 \times 10^{-3}$ |

- آ) چگالی بار کدام کاتیون کمتر و کدام یک بیشتر است؟ چرا؟
- ب) چگالی بار کدام آنیون کمتر و کدام یک بیشتر است؟ چرا؟
- پ) پیش‌بینی کنید نیروی جاذبه میان کدام کاتیون با کدام آنیون از همه قوی‌تر است؟ چرا؟
- ت) پیش‌بینی کنید نیروی جاذبه میان کدام کاتیون با کدام آنیون از همه ضعیفتر است؟ چرا؟

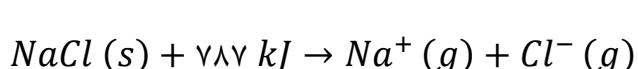
آنالپی فروپاشی شبکه یا فروپاشی ΔH



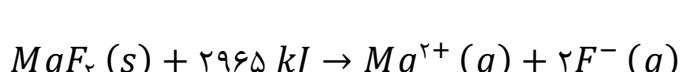
انرژی لازم در فشار ثابت برای فروپاشی ۱ مول جامد یونی و تبدیل آن به یون‌های گازی سازنده را آنتالپی فروپاشی شبکه یا آنتالپی فروپاشی گویند.

$$\left(\frac{\text{kJ}}{\text{mol}} \right)$$

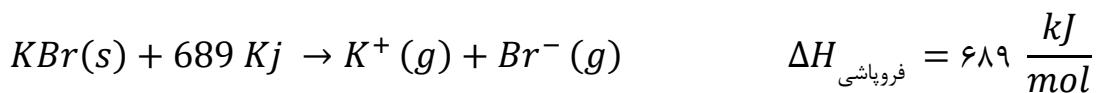
شکل ۱۰- فروپاشی شبکه یونی سدیم کلرید و تبدیل آن به یون‌های گازی مجرزا



$$\Delta H_{\text{فروپاشی}} = ۷۸۷ \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$$



$$\Delta H_{\text{فروپاشی}} = ۲۹۶۵ \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$$



✓ نکته: هر چه چگالی بار یون بیشتر باشد، نیروی جاذبه میان یون‌ها قوی‌تر بوده، در نتیجه آنتالپی شبکه ترکیب یونی بیشتر شده و دمای ذوب و جوش آن بالاتر خواهد بود.

مقایسه آنتالپی شبکه و ذوب جامدات یونی

➤ روش ۱: مقدار شعاع یا چگالی بار یون‌ها را داشته باشیم:

در این صورت چگالی بار یک کاتیون و یک آئیون هر ترکیب یونی را با هم جمع کرده و هر ترکیبی که مجموع این عدد در آن بیشتر باشد، انرژی شبکه و ذوب بالاتری دارد.

مثال: اگر نسبت بار به شعاع یون‌های Na^+ , Mg^{2+} , O^{2-} و F^- به ترتیب برابر با 10^{-3} , $9/8 \times 10^{-3}$, 27×10^{-3} و $10^{-3} \times 14$ باشد، آنتالپی فروپاشی و دمای ذوب MgO , Na_2O , NaF و MgF_2 را مقایسه کنید.

$$NaF: 9,8 \times 10^{-3}$$

$$Na_2O: 9,8 \times 10^{-3}$$

$$MgF_2: 27 \times 10^{-3}$$

$$MgO: 27 \times 10^{-3}$$

$$+ 7,5 \times 10^{-3} = 17,3 \times 10^{-3}$$

$$+ 14 \times 10^{-3} = 31,8 \times 10^{-3}$$

$$+ 7,5 \times 10^{-3} = 34,5 \times 10^{-3}$$

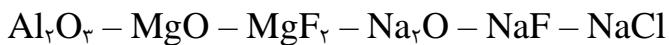
$$+ 14 \times 10^{-3} = 41 \times 10^{-3}$$

➤ روش ۲: مقدار شعاع یا چگالی بار یون‌ها را نداشته باشیم:

اولویت ۱: هر ترکیبی که جمع قدرمطلق بار یک کاتیون و یک آئیون بیشتری داشته باشد، آنتالپی فروپاشی و دمای ذوب بیشتری دارد.

اولویت ۲: چنانچه جمع قدرمطلق بار یون‌ها برابر بود، هرچه شعاع یون‌ها کوچک‌تر باشد (تعداد لایه کمتر)، آنتالپی فروپاشی و دمای ذوب بیشتری دارد.

مثال: آنتالپی فروپاشی شبکه و دمای ذوب ترکیبات یونی زیر را مقایسه کنید:



نکته ۱: در یک گروه از بالا به پایین به دلیل افزایش تعداد لایه‌ها، شعاع یونی هم همانند شعاع اتمی افزایش می‌یابد، در نتیجه آنتالپی فروپاشی و دمای ذوب ترکیبات یونی حاصل از یون عناصر کاهش می‌یابد.

$LiF > LiCl > LiBr > LiI$: آنتالپی فروپاشی و دمای ذوب

$LiF > NaF > KF > RbF$: آنتالپی فروپاشی و دمای ذوب

نکته ۲: هر چند در یک دوره از چپ به راست با ثابت ماندن تعداد لایه ولی افزایش تعداد پروتون، شاع اتمی کاهش می‌یابد، اما روند تغییر شاع یونی در یک دوره منظم نیست.

به عنوان مثال شاع یونی عناصر دوره سوم:



خود را بیازمایید

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

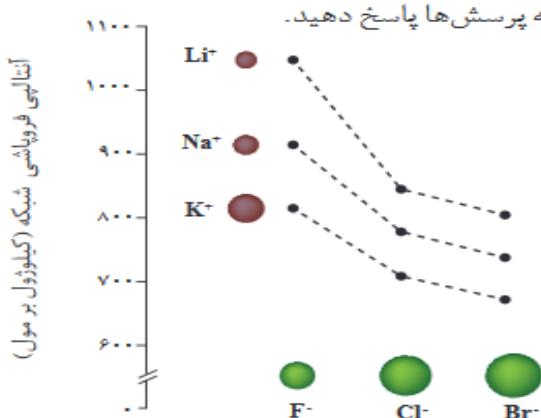
(آ) آنتالپی فروپاشی، گرمای آزاد شده در فشار ثابت برای فروپاشی یک مول از شبکه یونی و تبدیل آن به گازی سازنده است.

(ب) هر چه بار یون‌های سازنده یک جامد یونی کمتر باشد، شبکه آن آسان‌تر دشوار‌تر فروپاشیده می‌شود.

۲- با توجه به داده‌های متن درس پیش‌بینی کنید کدام آنتالپی فروپاشی شبکه را می‌توان به (s) KCl نسبت داد؟ چرا؟

$$1037 \text{ kJ mol}^{-1}, 717 \text{ kJ mol}^{-1}, 649 \text{ kJ mol}^{-1}$$

۳- با توجه به نمودار زیر به پرسش‌ها پاسخ دهید.



شیمی دوازدهم

دکتر حسن پلوی

آ) با افزایش شعاع کاتیون فلزهای قلیایی، آنتالپی فروپاشی شبکه چه تغییری می‌کند؟
توضیح دهد.

ب) با افزایش شعاع آنیون هالید، آنتالپی فروپاشی شبکه چه تغییری می کند؟ توضیح دهد.

۴- با توجه به جدول زیر که آنتالپی فروپاشی شبکه را برای برخی ترکیب‌های یونی نشان می‌دهد، به پرسش‌ها پاسخ دهید.

| أنيون كاثيون | F^- | O^{2-} |
|-----------------|-------|----------|
| Na^+ | ٩٢٦ | ٢٤٨٨ |
| Mg^{2+} | ٢٩٦٥ | ٣٧٩٨ |

آ) درباره درستی جمله زیر گفت و گو کنید.
«آنتالپی فروپاشی شبکه هم با بار الکتریکی کاتیون و هم با بار الکتریکی آنیون، رابطه مستقیم دارد».

ب) آیا می‌توان میان آنتالپی فروپاشی شبکه و نقطه ذوب جامد‌های یونی رابطه‌ای در نظر گرفت؟ توضیح دهد.

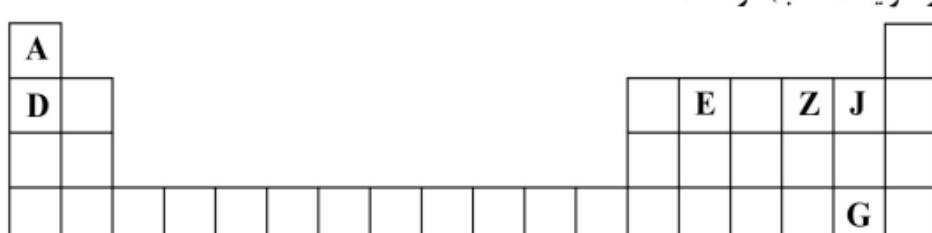


تست ۱: (تحقیق، تجزیه و تحلیل) (۱۴۰۳)

اگر مجموع آنتالپی فروپاشی $\text{AlF}_3(s)$ و $\text{NaBr}(s)$ برابر a ، $\text{Al}_2\text{O}_3(s)$ و $\text{KI}(s)$ برابر b ، $\text{MgO}(s)$ برابر c باشد، کدام مقایسه درست است؟

c > a > b (F) c > b > a (T) b > c > a (F) b > a > c (T)

تست ۲: (ریاضی تیر ۱۴۰۳) با توجه به جدول تناوبی زیر (بخشی از جدول تناوبی عنصرها)، کدام موارد دربارهٔ ترکیب حاصل از واکنش دو عنصر



ب: نقطة حوش:

الف: آنتالی، فرباشی، شکه: $D \leq J < D \oplus G$

ت: شمار بیوند اشتراکی: $J \geq A + G$

پ: گستاور دو قطبی:

(٣) «ب» و «بـ» (٤) «بـ» و «ت»

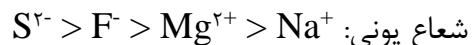
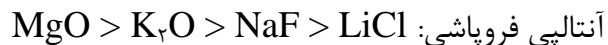
٢) «الف» و «ت» ١) «الف» و «ب»

-  تست ۱: اگر تفاوت شما رالکترون‌ها و نوترون‌ها در X^{88} برابر ۱۲ باشد، یک واحد فرمولی از ترکیب X با کدام آنیون زیر دارای اتم‌های بیشتری است؟
- (۱) سیلیکات (۲) هیدروکسید (۳) کربنات (۴) فسفات

تست ۲: مقدارهای ۹۳۰، ۲۴۰۰، ۲۹۰۰ و ۳۸۰۰ (برحسب کیلوژول بر مول)، را به ترتیب از راست به چپ به انرژی فروپاشی شبکه بلور کدام یونی می‌توان نسبت داد؟

- (۱) سدیم فلورید، منیزیم فلورید، سدیم اکسید، منیزیم اکسید
 (۲) منیزیم فلورید، سدیم فلورید، منیزیم اکسید، سدیم اکسید
 (۳) سدیم فلورید، منیزیم اکسید، سدیم اکسید، منیزیم فلورید
 (۴) سدیم فلورید، سدیم اکسید، منیزیم فلورید، منیزیم اکسید

تست ۳: چند مورد از مقایسه‌های زیر درست است؟



- (۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

تست ۴: در کدام گزینه همه گونه‌ها در حالت مایع و محلول در آب رسانای برق هستند؟



تست ۵: کدام عبارت نادرست است؟

- (۱) جامدهای یونی سخت هستند ولی در اثر ضربه در راستای معینی می‌شکنند.
 (۲) نسبت عدد کوئوردیناسیون کاتیون به آنیون در Na_3N برابر $\frac{1}{3}$ است.
 (۳) نیروی یونی در تمام جهات وجود دارد و قدرت آن از پیوند کووالانسی بیشتر است.
 (۴) در اثر عبور جریان برق از ترکیب‌های یونی مذاب یا محلول واکنش شیمیایی اتفاق می‌افتد.

شیمی دوازدهم

دکتر حسن پلووی

تست ۶: چه تعداد از عبارت‌های زیر در جامد‌های یونی صادق است؟

- در بلور آن‌ها تعداد کاتیون و آنیون برابر است.

- زیرونده‌ریون لزوماً بیانگر تعداد آن و بار یون دیگر است.

- بسیاری از آنها در حلال‌های قطبی مانند آب حل نمی‌شوند.

- فاقد پیوند اشتراکی هستند.

- در آن‌ها همه یون‌ها به آرایش الکترونی گاز نجیب می‌رسند.

۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

تست ۷: کدام گزینه نادرست است؟

(۱) دمای ذوب: $MgF_2 > MgCl_2 > SO_2$ (۲) رسانایی محلول ۱ مولار: $Ca(NO_3)_2 > CaSO_4 > HCl > HF$ (۳) دمای ذوب: $SiC > CaO > CaF_2 > F_2$ (۴) تعداد پیوند کووالانسی در یک واحد از فرمول شیمیایی: $CH_4 > Ca(OH)_2 > CaF_2$

تست ۸: کدام عبارت در مورد چهار دسته مواد (جامدات) نادرست است؟

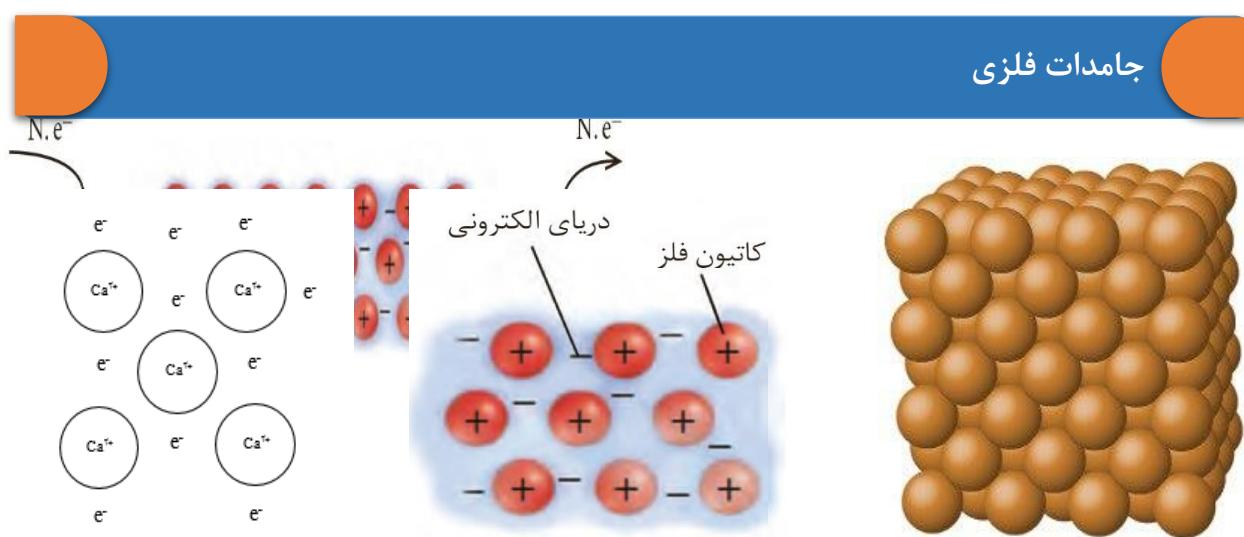
(۱) در دمای $25^{\circ}C$ فقط جامدات مولکولی و جیوه مایع یا گاز می‌توانند باشند.

(۲) تنها جامدی که در حالت جامد رسانای برق می‌باشد، جامد فلزی است.

(۳) جامدات یونی در حالت مذاب و محلول و بعضی جامدات مولکولی در حالت محلول رسانای برق می‌باشند.

(۴) واژه شبکه بلور در مورد هر چهار دسته آن‌ها تعریف می‌شود.

جامدات فلزی



► شبکه بلور آن‌ها از کاتیون‌های فلزی در دریاچه‌ی از الکترون‌های شناور تشکیل شده است.

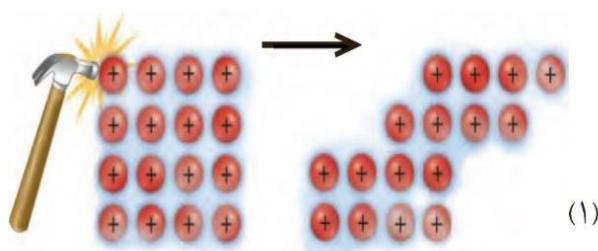
پیوند فلزی: در فلزات الکترون‌های لایه ظرفیت (الکترون‌های آزاد یا شناور) به طور آزادانه به دور همه کاتیون‌های فلزی حرکت کرده و سبب در کنار هم باقی ماندن کاتیون‌های فلزی می‌شوند. به عبارتی پیوند فلزی نیروی جاذبه‌ای است که از تاثیر متقابل بین الکترون‌های لایه ظرفیت و هسته اتم‌ها که بار مثبت درند، به وجود می‌آید.

► **تشخیص:** فلز تنها و یا آلیاژ فلزات.

نکته ۱: بسیاری از ویژگی‌های فلزات از جمله چکش خوار بودن، رسانایی الکتریکی و گرمایی، جلای فلزی به دلیل الکترون‌های آزاد لایه ظرفیت آن‌هاست.

نکته ۲: جامدات فلزی هم همانند سه دسته جامد دیگر در کل خنثی هستند. به عنوان مثال در بلور کلسیم به ازای هر یون Ca^{2+} دو عدد الکترون وجود دارد و در کل خنثی است.

► **توجیه چکش خوار بودن فلزات (شکل‌پذیری):** هرچند کاتیون‌ها در اثر ضربه جابه‌جا می‌شوند اما



چون الکترون‌های آزاد با سرعت زیاد در لابه‌لای کاتیون‌ها در شبکه بلور در حرکت هستند، در نتیجه مانند چسب کاتیون‌ها را در کنار هم قرار می‌دهند و مانع شکسته شدن بلور جامد فلزی می‌شوند.

► **توجیه رسانایی الکتریکی فلزات:** تنها

ماده‌ای که در حالت جامد رسانای برق است، جامدات فلزی و گرافیت هستند. زیرا در اثر قرار گرفتن یک فلز در بین قطب مثبت و منفی یک باتری یا مولد الکتریسیته، شمار مشخصی الکترون ($N.e^-$) از قطب

منفی وارد فلز شده و الکترون‌های آزاد فلز به همان تعداد از طرف دیگر فلز خارج شده و وارد قطب مثبت باقی می‌شوند.

► **ویژگی مشترک فلزات:** جلای فلزی، رسانایی گرمایی و الکتریکی، شکل پذیری از جمله ویژگی‌های فیزیکی مشترک فلزات است.

► از ویژگی‌های مشترک شیمیایی فلزات می‌توان به تمایل به از دست دادن الکترون در واکنش‌ها و تبدیل به کاتیون (غیر از Be) اشاره کرد. در مورد عناصر واسطه نیز و تنوع اعداد اکسایش در اکثر آن‌ها و نیز رنگی بودن اغلب ترکیبات آن‌ها ذکر کرد.

نکته ۱: فلزات دسته S (گروه ۱ و ۲) و نیز فلزاتی مانند Al، Sc و Zn دارای یک نوع یون و عدد اکسایش هستند.

نکته ۲: فلزات دسته d در ویژگی‌هایی مانند سختی، نقطه ذوب، تنوع اعداد اکسایش و یون پایدار با فلزات دسته sp تفاوت دارد.

► **شرط رسانایی جسم:** وجود ذره باردار (الکترون یا یون) شناور است.

- ✓ **جامد مولکولی:** اصولاً در هیچ حالتی رسانای الکتریکی نیستند. مگر محلول اسیدها، NH_3 و اکسید نافلزی.
- ✓ **جامد کووالانسی:** گرافیت (C) و نیز حالت عنصری شبه فلزات (Ge, Si).
- ✓ **جامد یونی:** در حالت مذاب (مایع) و محلول (فرآیند شیمیایی).
- ✓ **جامد فلزی:** در حالت جامد و مذاب (فرآیند فیزیکی).

► **دماهی ذوب و سختی فلزات:**

غیر از جیوه (Hg)، بقیه جامدات فلزی در دمای اتاق جامد هستند.

از نظر دماهی ذوب و سختی: $\text{گروه ۱} > \text{گروه ۲} > \text{گروه ۱۳} > \text{فلزات واسطه}$

دید رنگ‌ها

۱- همان‌گونه که می‌دانیم چشم انسان فقط امواج الکترومغناطیس با طول موج ۴۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر را می‌تواند احساس کند.

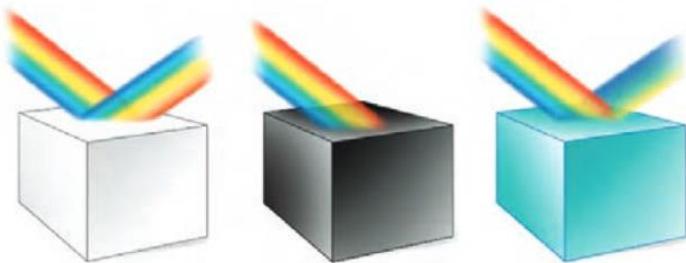
۲- بنفش کوتاه‌ترین و قرمز بلندترین طول موج نور مرئی در محدوده بینایی انسان‌ها را دارند.

۳- اگر پرتو نوری همه ۷ رنگ نور مرئی را دارد، آن نور به رنگ سفید احساس می‌شود.



۴- از مخلوط سه رنگ اصلی سبز، آبی و قرمز نیز نور سفید ایجاد می‌شود.

۵- اگر جسمی همه ۷ رنگ نور سفید را جذب کند (درصد جذب ۱۰۰٪) و یا درصد بازتابش ۰٪) آن جسم



تیره یا سیاه دیده می‌شود. (مانند دوده)

۶- اگر جسمی همه ۷ رنگ نور سفید را بازتابش کند (درصد جذب ۰٪) و یا درصد بازتابش ۱۰۰٪) به رنگ سفید دیده می‌شود (مانند TiO_2).

۷- آهن III اکسید (Fe_2O_3) به رنگ

قرمز دیده می‌شود. زیرا همه رنگ‌های نور سفید را غیر از قرمز را جذب می‌کند و فقط رنگ قرمز را

رنگ دانه

بازتابش می‌کند.

سازنده اصلی یک ماده رنگی که به آن ماده رنگ می‌بخشد را رنگ دانه گویند. دوده، TiO_2 و Fe_2O_3 از جمله رنگدانه‌های معدنی هستند. در گذشته انسان‌ها این مواد رنگی را از منابع طبیعی مانند گیاهان، جانوران و برخی کانی‌ها تهیه می‌کردند. اما امروزه علاوه بر رنگدانه‌های طبیعی از رنگدانه‌های مصنوعی نیز در صنایع نساجی، غذایی و ساختمانی استفاده می‌شود.

✓ رنگ‌هایی که برای پوشش سطح استفاده می‌شوند نوعی کلریید هستند که علاوه بر زیبایی، مانع اکسایش یا واکنش مواد با جسم می‌شوند.

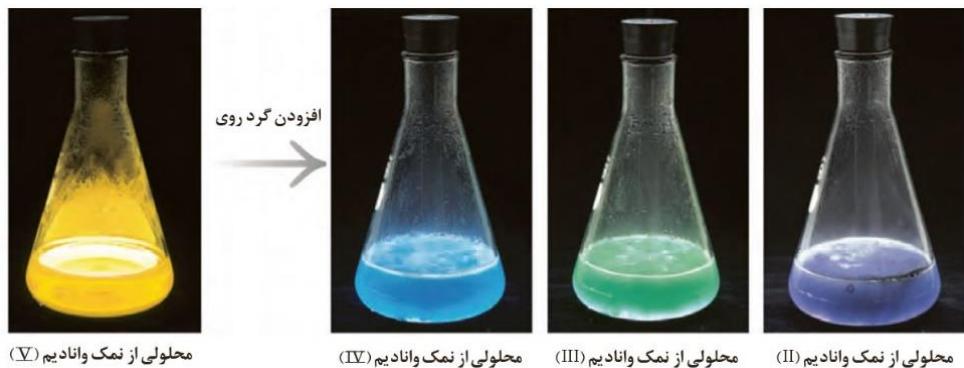
فلز وانادیم (V)

۱- سومین عنصر واسطه دوره چهارم و متعلق به گروه پنجم می‌باشد:



۲- وانادیم می‌تواند عدد اکسایشن $+2$, $+3$, $+4$ و $+5$ داشته باشد که رنگ آن‌ها به ترتیب بنفش، سبز، آبی و زرد است.

۳- چون رنگ هر یون متفاوت است، با کاهش هر یون، رنگ محلول آن تغییر می‌کند. به عنوان مثال با کاهش مرحله به مرحله یون وانادیوم V در اثر افزودن فلز روی، مراحل و رنگهای زیر مشاهده می‌شود.



مثال: آرایش الکترونی وانادیم و یون‌های آن را رسم کنید.

مثال: مراحل کاهش یافتن نمک وانادیم V به نمک وانادیم II توسط فلز روی را بررسی کنید.

تست: مقدار ۱۳ گرم پودر روی با $0/2$ مول یون V^{5+} واکنش می‌دهند، رنگ نهایی محلول کدام است؟

$$(Zn = 65 \text{ gr.mol}^{-1})$$

(۴) زرد

(۳) آبی

(۲) سبز

(۱) بنفش

فلز تیتانیم (۲۲Ti)

۱- تیتانیم دومین عنصر واسطه دوره چهارم و متعلق به گروه ۴ می‌باشد که به دلیل نقطه ذوب بالا، چگالی پایین، مقاومت بالا در برابر خوردگی، واکنش اندک با آب دریا و مقاومت بالا در برابر سایش امروزه کاربرد زیادی در صنایع مختلف دارد.
ویژگی‌های باور نکردنی مانند ماندگاری و استحکام مناسب باعث شده که آن را فلزی فراتر از انتظار بنامند.

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

۲- مقایسه تیتانیم با فولاد:

- ✓ مقاومت در برابر سایش: هر دو عالی
- ✓ مقاومت در برابر خوردگی: تیتانیم عالی است ولی فولاد ضعیف

- ✓ واکنش با ذره‌های موجود در آب دریا: تیتانیم ناچیز، ولی فولاد متوسط
- ✓ چگالی: تیتانیم < فولاد
- ✓ نقطه ذوب: تیتانیم < فولاد

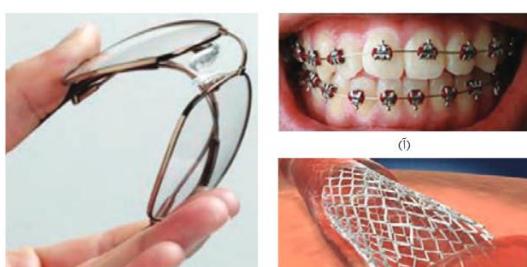
۳- از تیتانیم به دلیل کم بودن چگالی، بالا بودن نقطه ذوب و مقاومت در برابر سایش در موتور جت استفاده می‌شود.

۴- از تیتانیم به دلیل مقاومت در برابر خوردگی و واکنش پذیری ناچیز با ذره‌های آب دریا در پروانه کشتی‌ها استفاده می‌شود.

۵- از تیتانیم به دلیل جلای زیبا و مقاومت در برابر خوردگی و چگالی به نسبت کم در بناهای زیبایی مانند موزه‌ی کوگنهایم استفاده می‌شود.



۶- از تیتانیم به دلیل مقاومت و استحکام بالا و چگالی کم در ساخت بدنه دوچرخه استفاده می‌شود.



۷- از آلیاژ تیتانیم و نیکل که به نام «نیتینول» یا آلیاژ هوشمند اطلاق می‌شود، در ساخت فرآورده‌های پزشکی و صنعتی مانند قاب عینک، ارتودنسی و استنت عروق استفاده می‌شود.

(آ) سازه فلزی در ارتو دنسی (ب) قاب عینک
(ب) استنت برای رگ‌ها (ب) سازه فلزی در ارتو دنسی

شکل ۲- برخی کاربردهای تیتانیم


 تست ۱: کدام عبارت نادرست است؟

- ۱) یون V^{4+} هم اکسنده و هم کاهنده است و در واکنش با فلز روی نقش اکسندگی ایفا می‌کند.
- ۲) آرایش الکترونی یون V^{3+} به $3d^2$ ختم می‌شود و سبز رنگ است.
- ۳) از آلیاژ نیکل و تیتانیم در ساخت موزه کوگنهایم استفاده شده است.
- ۴) تیتانیم نسبت به فولاد چگالی کمتر ولی مقاومت در برابر خوردگی و دمای ذوب بالاتر دارد.

 تست ۲: چه تعداد از مطالب زیر در مورد جامدات فلزی درست است؟

- در فلزات گروه دوم تعداد الکترون‌های آزاد دو برابر فلزات گروه اول است.
- همه فلزات واسطه دارای چندین عدد اکسایش و ترکیبات رنگی هستند.
- از نظر واکنش‌پذیری و دمای ذوب: فلز دسته $d > \text{فلز دسته } p > \text{فلز دسته } s$
- ویژگی‌هایی مانند رسانایی گرمایی و الکتریکی و شکل‌پذیری و چگالی زیاد فلزات واسطه به خاطر الکترون شناور لایه ظرفیت آن‌هاست.

۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

 تست ۳: (ریاضی اردیبهشت ۱۴۰۳)

کدام موارد، درباره مقایسه ویژگی‌های فولاد و تیتانیم درست است؟

الف: نقطه ذوب: فولاد $>$ تیتانیم

ب: شدت واکنش خوردگی: تیتانیم $>$ فولاد

پ: مقاومت در برابر واکنش با ذره‌های موجود در آب دریا: فولاد $<$ تیتانیم

ت: میزان استفاده در ساخت پروانه کشتی: فولاد $<$ تیتانیم

۴) «پ» و «ت»

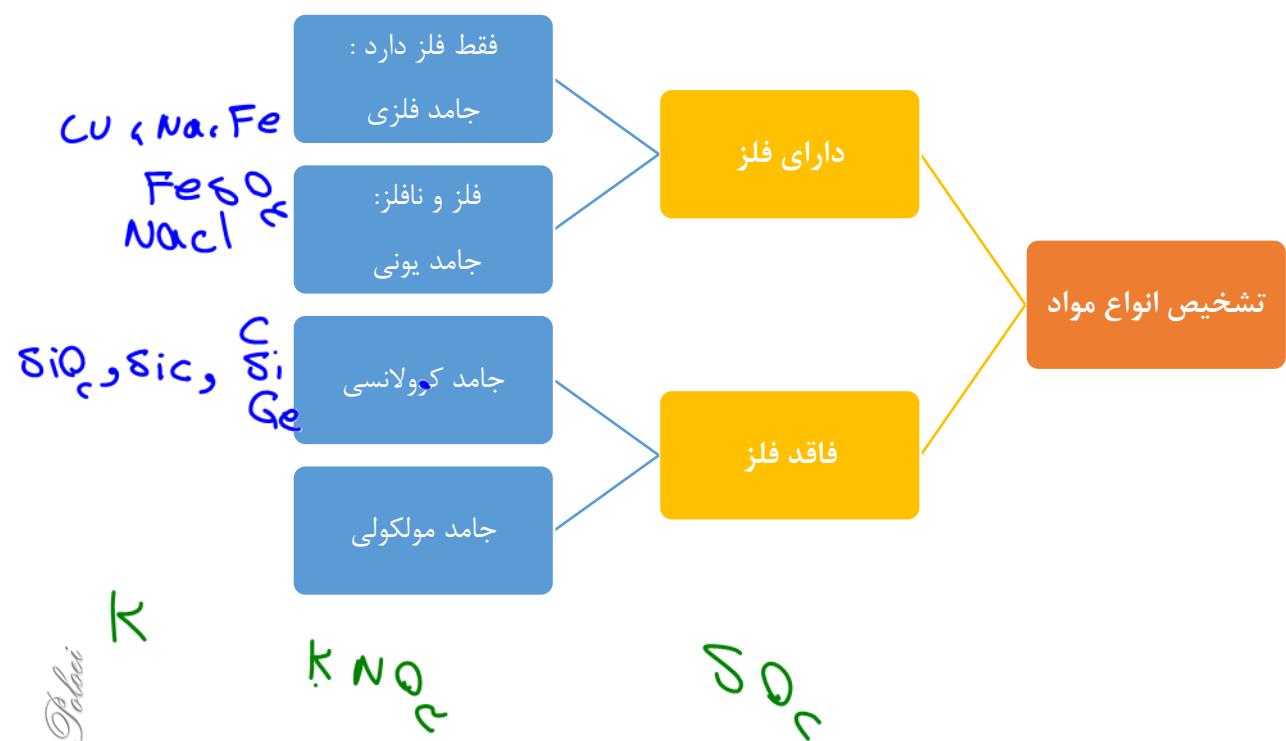
۳) «ب» و «پ»

۲) «الف» و «ب»

۱) «الف» و «ب»

مقایسه خصوصیات چهار دسته مواد

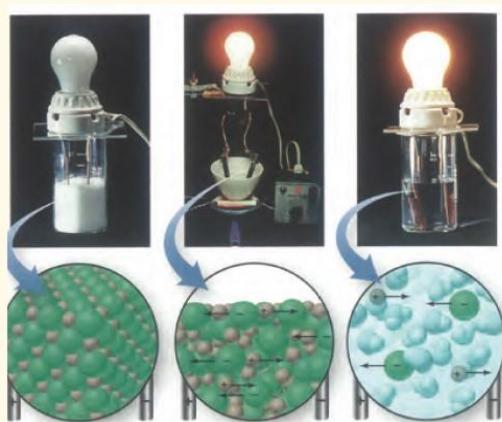
| ماده | ویژگی واحد سازنده | بلور | روش تشخیص | نقشه ذوب | روش مقایسه نقطه ذوب | رسانایی الکترویکی | رسانایی گرمایی |
|----------------|--------------------------------|------------------------------------|-----------------------------|--------------------------------|---|---------------------|----------------|
| جامد کووالانسی | اتمهای متصل در شبکه غول- آسا | Ge, Si, C و SiO ₂ , SiC | بسیار بالا | آنالپی پیوند (طول پیوند) | نارسانا (غیر از گرافیت و شبه فلزات) | دارند غیر از گرافیت | |
| جامد مولکولی | مولکول | غیر از سه دسته دیگر | بسیار پایین | ۱- پیوند هیدروژنی ۲- جرم و حجم | نارسانا (مگر اسید و اکسید نافلز و محلول NH ₃) | X | |
| جامد یونی | کاتیون و آنیون | فلز و نافلز | بالا | چگالی بار یونها | مذاب و محلول | X | |
| جامد فلزی | کاتیون در دریای آزاد الکترونها | فلز تنها یا آلیاژ آنها | فلز واسطه بالا و فلزات اصلی | فلز واسطه بیشتر از فلزات اصلی | مذاب و جامد | بالا | |



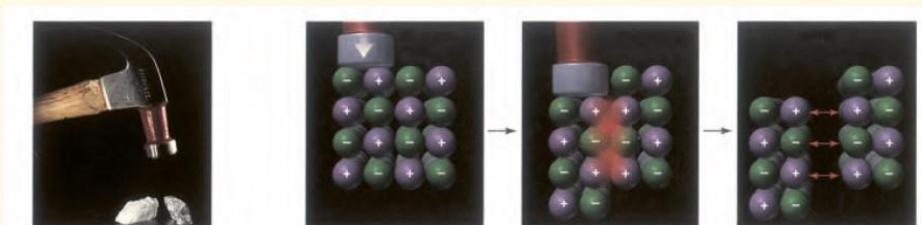
تمرین های دوره ای

تمرین های دوره ای

- ۱- با توجه به ۳۶ عنصر نخست جدول دوره ای عناصرها به پرسش های زیر پاسخ دهید.
- (آ) عناصرهای کدام گروه ها جزو مواد مولکولی هستند؟
- (ب) عناصرهای کدام گروه جزو مواد کووالانسی هستند؟
- (پ) عناصرهای کدام دسته (s، p یا d) همگی فلزند؟
- ۲- سیلیسیم کربید (SiC) یک ساینده ارزان است که در تهیه سنبلاده به کار می رود.
- (آ) این ماده را در کدام دسته از مواد جای می دهد؟ چرا؟
- (ب) سختی آن را در مقایسه با الماس و سیلیسیم پیش بینی کنید.
- ۳- هر یک از شکل های زیر رفتاری از مواد یونی را نشان می دهد. در هر مورد آن رفتار را با دلیل توصیف کنید.



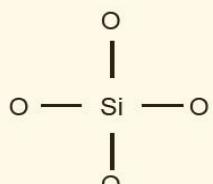
(آ)



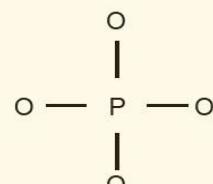
(ب)

- ۴- برای هر یک از جمله های زیر دلیل بنویسید.
- (آ) تنوع و شمار مواد مولکولی بیشتر از مواد کووالانسی است.
- (ب) ترکیب هایی که در دما و فشار اتاق به حالت مایع هستند، جزو مواد مولکولی به شمار می روند.
- (پ) ترتیب واکنش پذیری فلزهای پتاسیم، کلسیم و تیتانیم به صورت $\text{Ca} > \text{Ti} > \text{K}$ است.

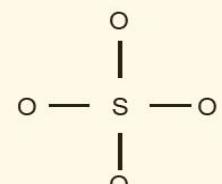
۵- سیلیسیم، فسفر و گوگرد از جمله عنصرهای اکسیژن دوست هستند به طوری که در طبیعت به شکل نمک‌های اکسیژن دار یافت می‌شوند. با توجه به ساختار لوویس آنیون‌های زیر به پرسش‌ها پاسخ دهید.



یون سیلیکات



یون فسفات



یون سولفات

آ) هریک از ساختارهای لوویس را با جفت نقطه‌ها کامل کرده سپس بار الکتریکی هر آنیون را مشخص کنید.

ب) فرمول شیمیایی نمک حاصل از این آنیون‌ها را با یون سدیم سپس یون کلسیم بنویسید.

۶- نقشه‌های پتانسیل الکتروستاتیکی پروپان و دی‌متیل‌اتر با جرم مولی نزدیک به هم به صورت زیر است. با توجه به آنها به پرسش‌ها پاسخ دهید.



پروپان

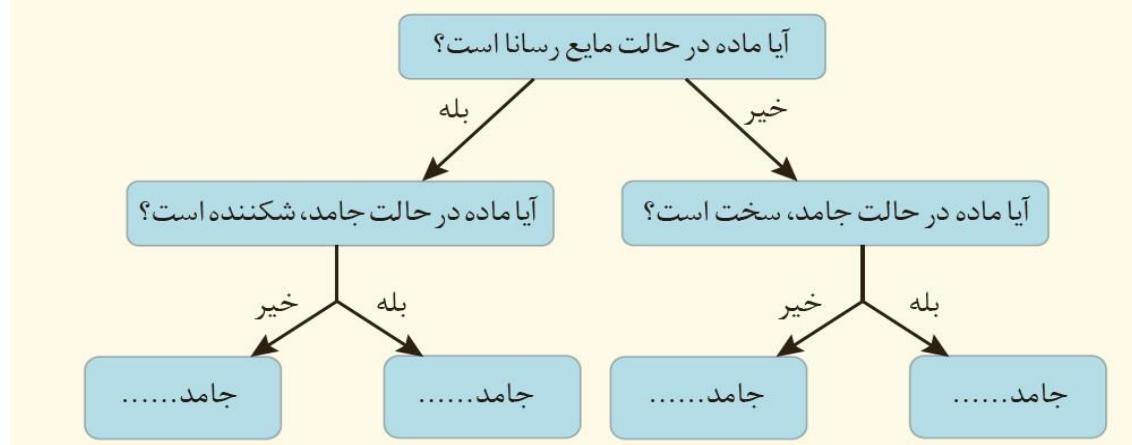


دی‌متیل اتر

آ) کدام یک در میدان الکتریکی جهت گیری نمی‌کند؟ چرا؟

ب) توضیح دهید کدام یک از این دو ماده گازی شکل، آسان‌تر به مایع تبدیل می‌شود؟

۷- گروهی از دانش‌آموزان همه مواد خالص را براساس رفتار آنها مطابق نمودار زیر دسته‌بندی کرده‌اند. با پر کردن جاهای خالی، نمونه‌ای برای هر جامد مثال بزنید.



تست جامع فصل



تست ۱: چه تعداد از مطالب زیر نادرست است؟ (با توجه به ۳۶ عنصر اول جدول تناوبی)

- عناصر گروه ۱۶ و ۱۷ ترکیب مولکولی هستند.
- عناصر گروه ۱۴ جامد کووالانسی بوده و کم ویژش رسانایی الکتریسیته و گرمایی دارند.
- همه عناصر دسته ۸ و ۱۰ جامد فلزی هستند.
- هیچ کدام از این عناصر به تنها یی نمی‌توانند جامد یونی تشکیل دهند.
- گازهای نجیب و کربن تنها نافلزات و بریلیم تنها فلزی است که توانایی تشکیل یون ندارند.

۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

تست ۲: کدام گزینه نادرست است؟

- (۱) از نظر تنوع مواد: مواد کووالانسی < مواد فلزی < مواد یونی < مواد مولکولی
- (۲) ترکیبات مولکولی به دلیل کم بودن جاذبه بین ذرات در دمای معمولی گاز یا مایعند.
- (۳) از نظر دمای ذوب و سختی: $\text{SiC} > \text{KF} > \text{K} > \text{H}_2\text{S}$
- (۴) مواد عنصری ممکن است هر نوع جامدی باشند غیر از جامد یونی

تست ۳: با توجه به جدول مقابل که بخشی از جدول تناوبی است، کدام گزینه نادرست است؟

| گروه | ۱ | ۲ | ۱۶ | ۱۷ |
|------|---|---|----|----|
| دوره | | | | |
| ۲ | A | | C | |
| ۳ | | B | | D |
| ۴ | E | | F | |

- (۱) شعاع اتمی B بزرگ‌تر از D و شعاع یونی آن کوچک‌تر از D است.
- (۲) درین عناصر F تا A بزرگ‌ترین شعاع یونی مربوط به یون پایدار عنصر F است.
- (۳) شعاع یونی عنصر B، کوچک‌تر از شعاع یونی عنصر C است.
- (۴) در یک دوره از چپ به راست شعاع یونی همانند شعاع اتمی کاهش می‌یابد.

تست ۴: با توجه به جدول تست ۳، چه تعداد از مطالب زیر نادرست است؟

- در حالت آزاد (ساده)، این شش عنصر یا جامد فلزی یا جامد مولکولی تشکیل می‌دهند.
- سه عنصر از میان این شش عنصر رسانای الکتریسیته هستند.
- از نظر دمای ذوب و سختی: $\text{B} > \text{E} > \text{D} > \text{C}$
- عناصر A، B، C و D به ترتیب ۱، ۲، ۶ و ۷ الکترون در آخرین زیرلایه دارند.
- چگالی بار یون عنصر B بیشتر از یون C می‌باشد.

۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

شیمی دوازدهم

دکتر حسن پلووی

تست ۵: با توجه به جدول تست ۳، چه تعداد از مطالب زیر نادرست است؟

- (۱) ترکیب حاصل از دو عنصر B و C فرمول BC داشته و دمای ذوب کمتر از B دارد.
- (۲) دمای ذوب CD_2 بیشتر از FD_2 بوده و هر دو ترکیب مولکولی قطبی هستند.
- (۳) مواد A₂C, E, B, A و BF در حالت مذاب رسانای برق هستند.
- (۴) D در حالت عنصری ترکیبی به فرمول D_2 ایجاد می‌کند که در میدان الکتریکی جهت‌گیری نمی‌کند.

تست ۶: تعداد الکترون مبادله برای تشکیل $4/0$ گرم منیزیم اکسید، برابر با تعداد الکترون‌های پیوندی در چند مول کربونیل سولفید است؟ ($Mg = 24$, $O = 16$ gr.mol⁻¹)

$$5 \times 10^{-3} \quad (۲) \quad 2/5 \times 10^{-3} \quad (۱)$$

$$5 \times 10^{-2} \quad (۴) \quad 2/5 \times 10^{-2} \quad (۳)$$

تست ۷: چه تعداد از مطالب زیر درست است؟

- گرافیت جامد کووالانسی سه بعدی است که از جنبه‌هایی شبیه جامد فلزی و مولکولی است.
- در N_2O_5 , SiO_2 , NH_4Cl پیوند کووالانسی وجود دارد.
- مقدار q در معادله مقابل انرژی شبکه $(s) + q \rightarrow 2Al(g) + \frac{3}{2} O_2(g) Al_2O_3(s)$ است:
$$Al_2O_3$$
- در نقشه پتانسیل الکتروستاتیکی SO_3 و OCl_2 عنصر اکسیژن قرمز رنگ نشان داده می‌شود.
- از عنصر وانادیم به دلیل چگالی کمتر از فولاد و مقاومت در برابر خوردگی در پروانه کشتی‌ها استفاده می‌شود.

۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)