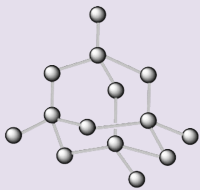
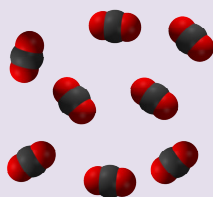
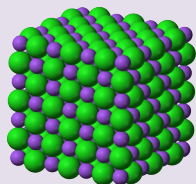
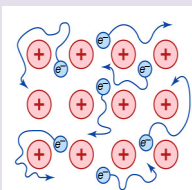


## انواع مواد از نظر ساختار

نوع ماده	واحد سازنده	شکل	نقطه جوش
جامد کووالانسی	اتم		
مواد مولکولی	مولکول		
جامد یونی	یون		
جامد فلزی	کاتیون فلز در دریای الکترون		

### مقایسه نقطه جوش

(۱) بین جامدهای کووالانسی:

(۲) بین جامدهای مولکولی:

(۳) بین جامدهای یونی:

(۴) بین جامدهای فلزی:



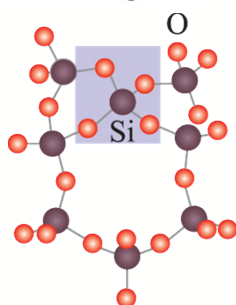
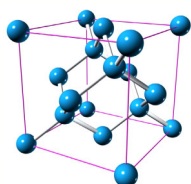
## جامدهای کووالانسی

- (۱) شامل شمار بسیار زیادی از اتم‌ها هستند که با پیوند اشتراکی به یکدیگر متصل شده‌اند.
- (۲) یافته‌های تجربی نشان می‌دهد که عنصرهای اصلی سازنده جامدهای کووالانسی در طبیعت، کربن و سیلیسیم هستند.
- (کربن و سیلیسیم تا کنون به صورت یون تک اتمی در هیچ ترکیبی شناخته نشده‌اند).
- (۳) دارای ساختار به هم پیوسته و گول‌آسا می‌باشند.
- (۴) سخت و دیرگداز هستند.
- (۵) برای ذوب و یا به جوش آوردن این ترکیب‌ها باید بر پیوند کووالانسی غلبه کنیم.

## معرفی چند جامد کووالانسی معروف

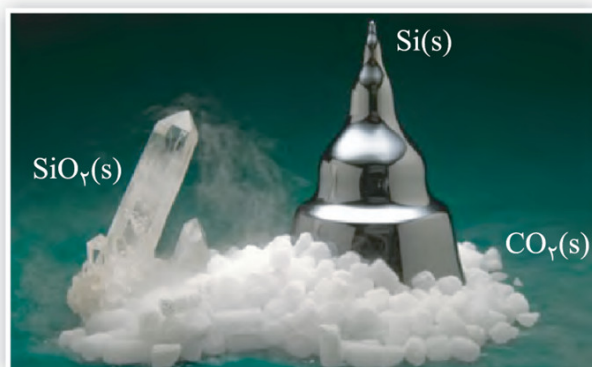
### سیلیسیم و سیلیس ( $Si$ , $SiO_2$ )

- (۱) سیلیسیم پس از اکسیژن فراوان‌ترین عنصر در پوسته‌ی جامد زمین است به طوری که ترکیب‌های گوناگون این دو عنصر بیش از ۹۰ درصد پوسته جامد زمین را تشکیل می‌دهند.
- (۲) سیلیسیم ( $Si$ ), شبه فلزی از گروه ۱۴ و دوره‌ی سوم جدول تناوبی است.



- (۳) سیلیس ( $SiO_2$ ) فراوان‌ترین اکسید در پوسته جامد زمین است.
- (۴) کوارتز از جمله نمونه‌های خالص و ماسه از جمله نمونه‌های ناخالص سیلیس هستند.
- (۵) سیلیس یک ترکیب کووالانسی است که شامل شمار بسیار زیادی از اتم‌های سیلیسیم و اکسیژن با پیوندهای اشتراکی  $Si-O-Si$  بوده و دارای ساختاری به هم پیوسته و گول‌آسا است.
- (۶) پخته شدن نان سنگک بر روی دانه‌های درشت سنگ را می‌توان نشانه‌ای از مقاومت گرمایی سیلیس دانست.

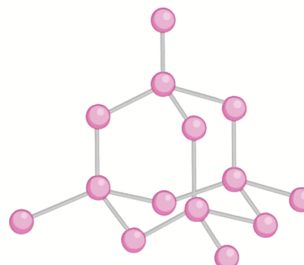
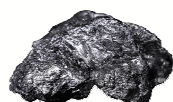
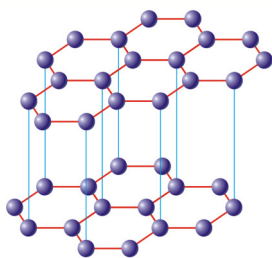
- (۷) اگر آنتالپی پیوند  $Si-O$  بیشتر از  $Si-Si$  بوده و ساختار  $Si(s)$  با  $SiO_2(s)$  مشابه باشد، سیلیسیم ترجیح می‌دهد با اکسیژن واکنش دهد و ساختار  $Si-O$  را بسازد، که پیوندی قوی‌تر و پایدارتر دارد. بنابراین سیلیسیم به حالت خالص یافت نمی‌شود و به طور عمده به صورت سیلیس وجود دارد.





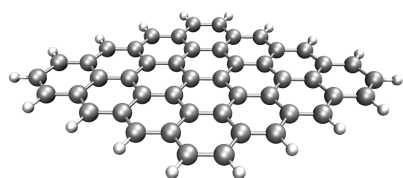
## الماس و گرافیت

در شکل‌های زیر ساختار گرافیت و الماس را می‌بینیم. به نکات آن‌ها دقت کنید:



- (۱) گرافیت و الماس از جمله دگرشکل‌های طبیعی کربن بوده که جزو جامدهای کووالانسی هستند.
- (۲) گرافیت یک جامد کووالانسی با چینش دو بُعدی اتم‌ها و الماس یک جامد کووالانسی با چینش سه بُعدی اتم‌ها را نشان می‌دهد.
- (۳) گرافیت ساختار لایه‌ای دارد؛ به همین علت وقتی در مغز مداد استفاده می‌شود، روی کاغذ اثر به جای می‌گذارد.
- (۴) به علت سخت بودن الماس از آن برای ساخت مته‌ها و ابزار برش شیشه استفاده می‌کنند.
- (۵) چون الماس متراکم‌تر است، چگالی بیشتری ( $3.51 \text{ g/cm}^3$ ) نسبت به گرافیت ( $2.27 \text{ g/cm}^3$ ) دارد.
- (۶) گرافیت رسانای جریان برق است در صورتی که الماس نارسانا می‌باشد.
- (۷) میانگین آنتالپی پیوند  $\text{C}-\text{C}$  برابر  $348 \text{ kJ.mol}^{-1}$  و میانگین آنتالپی پیوند  $\text{Si}-\text{Si}$  برابر  $226 \text{ kJ.mol}^{-1}$  است؛ پس اگر سیلیسیم ساختاری شبیه الماس داشته باشد، نقطه ذوب آن از الماس کم‌تر خواهد بود.

## گرافن



- (۱) تک لایه‌ای از گرافیت است.
- (۲) در آن اتم‌های کربن با پیوندهای اشتراکی حلقه‌های شش گوشه تشکیل داده‌اند.
- (۳) این ساختار (که شبیه کندوی زنبور عسل است) استحکام ویژه‌ای دارد؛ به طوری که مقاومت کششی آن حدود  $100$  برابر فولاد است.
- (۴) چون ضخامت آن به اندازه یک اتم کربن است، دو بُعدی، شفاف و انعطاف پذیر است.
- (۵) یک روش ساده برای تهیه گرافن استفاده از گرافیت و نوار چسب نازک برای جدا کردن لایه‌هایی از آن است.
- (۶) گرافن رسانای جریان الکتریسیته است.

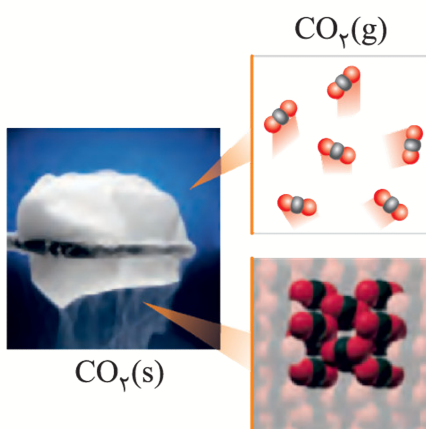


## تمرین

- ۱) درستی یا نادرستی هریک از عبارات‌های زیر را مشخص کنید.
  - آ- آنتالپی پیوند C-C بیشتر از آنتالپی پیوند Si-Si است؛ در نتیجه دمای ذوب سیلیسیم کم‌تر از الماس است.
  - ب- با اتصال نوک فلزی دو سیم رابط بر روی یک مستطیل حاوی لایه‌های گرافن لامپ روشن می‌شود.
  - پ- گرافیت مانند الماس از شمار بسیار زیادی اتم‌های کربن که همگی با پیوند اشتراکی به هم متصل شده‌اند ساخته شده است.
  - ت- گرافن یک گونه شیمیایی دوبعدی و انعطاف‌پذیر است که همانند گرافیت ظاهری کدر دارد.
  - ث- سختی بیشتر الماس نسبت به سیلیسیم به خاطر کم‌تر بودن طول پیوند و بیشتر بودن تعداد پیوندهای C-C نسبت به Si-Si است.
  - ج- در ساختار  $\text{SiO}_2$  تعداد پیوندهای هر اتم اکسیژن دو برابر سیلیسیم است.
  - چ- تعداد اتم‌های کربن در یک نمونه یک مترمکعبی از گرافیت با همان اندازه الماس برابر است.
  - ح- کربن و سیلیسیم، در برخی ترکیب‌ها با ایجاد یون‌های تک اتمی به آرایش هشتایی می‌رسند.
  - خ- ترتیب سختی در سه جامد کووالانسی به صورت مقابل است: سیلیسیم > سیلیسیم کربید > الماس : سختی
  - د- در جامدهای کووالانسی به جز گرافیت، هر اتم به ۴ اتم دیگر متصل است.

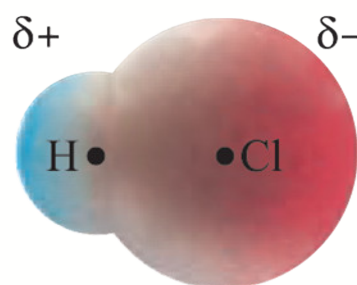
## مواد مولکولی

- ۱) مواد مولکولی در ساختار خود مولکول‌های مجزا دارند. همان طور که در شکل می‌بینید،  $\text{CO}_2$  چه در حالت گاز و چه حالت جامد، دارای مولکول‌های جدا از هم است.
- ۲) عنصرهای گروه‌های ۱۵، ۱۶، ۱۷ و ۱۸ عمدتاً از اجزای اصلی سازنده مواد مولکولی هستند.
- ۳) بیشترین تعداد و تنوع را در میان انواع ترکیب‌ها دارا می‌باشند.
- ۴) تعیین نقطه جوش آن‌ها در فصل ۳ دهم بررسی شد.
- ۵) تعیین قطبیت آن‌ها در فصل ۳ دهم بررسی شد که در اینجا از نگاهی دیگر آن را مرور می‌کنیم.





مثبت



منفی

(آ) در مولکول ناجور هسته بالا احتمال جفت الکترون پیوندی پیرامون هسته‌ی اتم کلر بیشتر بوده؛ زیرا خاصیت نافلزی آن بیشتر است، از این رو احتمال حضور الکترون‌های پیوندی روی هسته‌ها، یکسان و متقارن نیست.

(ب) در مولکول‌های جور هسته احتمال حضور جفت الکترون پیوندی در فضای بین دو هسته بیشتر است، گویی بیشتر وقت خود را آن جا می‌گذرانند، از این رو احتمال حضور آن‌ها روی هسته‌ها، یکسان و متقارن است.

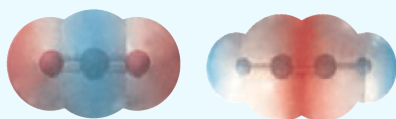
نام	فرمول شیمیایی	نقشه‌ی پتانسیل الکتروستاتیکی	( $\delta^-$ )	( $\delta^+$ )	توزیع بار	قطبیت
اتین	$C_2H_2$		کربن‌ها	هیدروژن‌ها	متقارن	ناقطبی
کربونیل سولفید	SCO		اکسیژن	کربن و گوگرد	نامتقارن	قطبی
کربن دی اکسید	$CO_2$		اکسیژن‌ها	کربن	متقارن	ناقطبی
گوگردی تری اکسید	$SO_3$		اکسیژن‌ها	گوگرد	متقارن	ناقطبی
آمونیاک	$NH_3$		نیتروژن	هیدروژن‌ها	نامتقارن	قطبی
کلروفرم	$CCl_3H$		کلرها	کربن و هیدروژن	نامتقارن	قطبی
کربن تتراکلرید	$CCl_4$		کلرها	کربن	متقارن	ناقطبی





## تمرین

۲) با توجه به شکل‌های زیر درستی یا نادرستی هر یک از عبارات‌های زیر را مشخص کنید.



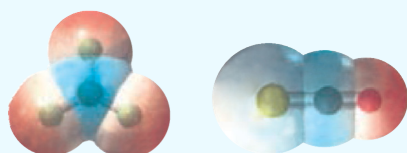
آ- هر دو مولکول ناقطبی‌اند؛ زیرا هیچ یک از اتم‌ها در لایه ظرفیت خود دارای جفت ناپیوندی نیستند.

ب- تراکم بیشتر بار الکتریکی منفی در هر دو مولکول، بر روی اتم‌های کربن است.

پ- هر دو مولکول خطی هستند؛ زیرا توزیع بار پیرامون اتم مرکزی هر دو مولکول الگوی یکسانی دارد.

## تمرین

۳) با توجه به شکل‌های زیر درستی و نادرستی عبارات‌های زیر را مشخص کنید.



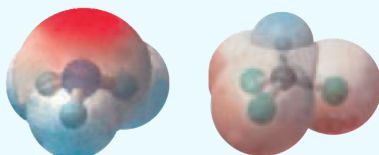
آ- گشتاور دوقطبی مولکول  $SO_3$  برخلاف کربونیل سولفید (SCO)، بزرگ‌تر از صفر است.

ب- مولکول گوگرد تری اکسید در میدان الکتریکی جهت‌گیری نمی‌کند؛ چون توزیع بار الکتریکی منفی پیرامون اتم‌های اکسیژن در آن متقارن است.

پ- در کربونیل سولفید تراکم بار منفی برخلاف گوگرد تری اکسید در اطراف اتم گوگرد بیش‌تر است.

## تمرین

۴) با توجه به شکل‌های زیر درستی یا نادرستی عبارات‌های زیر را مشخص کنید.



آ- اتم مرکزی مولکول کلروفرم برخلاف آمونیاک دارای جفت الکترون نبوده و به همین دلیل ناقطبی است.

ب- اتم مرکزی کلروفرم همانند آمونیاک دارای ۴ الکترون با  $l = 0$  می‌باشد.

پ- حالت فیزیکی هر دو ماده مایع است.

## تمرین

۵) با توجه به شکل‌های زیر درستی یا نادرستی هر یک از عبارات‌های زیر را مشخص کنید.



آ- دی متیل اتر در میدان الکتریکی جهت‌گیری نمی‌کند.

ب- نقطه جوش دی متیل اتر بیشتر است.

پ- با توجه به این‌که هر دو گازی شکل هستند، پروپان زودتر مایع می‌شود.

ت- تعداد جفت الکترون پیوندی در پروپان بیشتر است.



## تمرین

۶) درستی یا نادرستی هر یک از عبارتهای زیر را مشخص کنید.

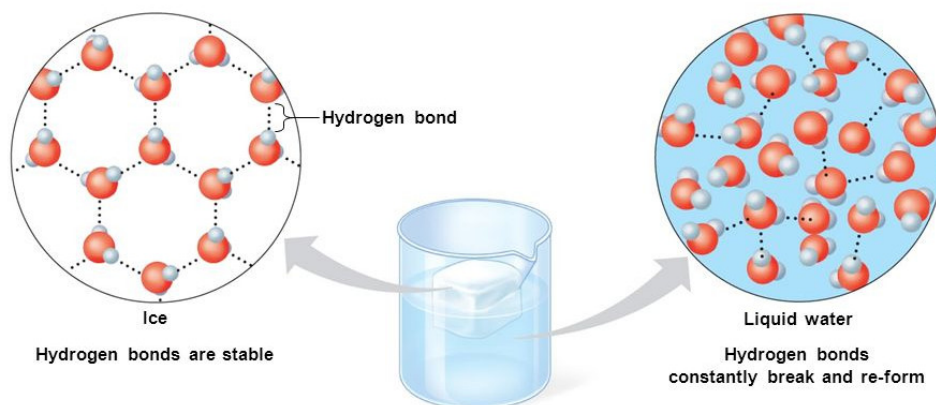
آ- مواد مولکولی عمدتاً از عناصر گروه‌های ۱۵، ۱۶، ۱۷ و ۱۸ جدول ساخته شده‌اند و تنوع زیادی دارند.

ب- بالاتر بودن نقطه ذوب سیلیس نسبت به یخ خشک، به دلیل مستحکم‌تر بودن پیوند  $\text{Si-O}$  در سیلیس نسبت به پیوند  $\text{C=O}$  در یخ خشک است.

پ- فرمول مولکولی کربن دی اکسید  $\text{CO}_2(\text{g})$  و فرمول مولکولی سیلیس  $\text{SiO}_2(\text{s})$  است.

ت- مقایسه‌ای به صورت کوارتز  $< \text{CO}_2(\text{s}) <$  کلروفرم می‌تواند متعلق به ترتیب نقطه ذوب و جوش این مواد باشد.

## ساختار یخ



## تمرین

۷) درستی یا نادرستی هر یک از عبارتهای زیر را در مورد یخ مشخص کنید.

آ- مبنای تشکیل یخ حلقه‌های شش گوشه است.

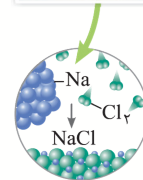
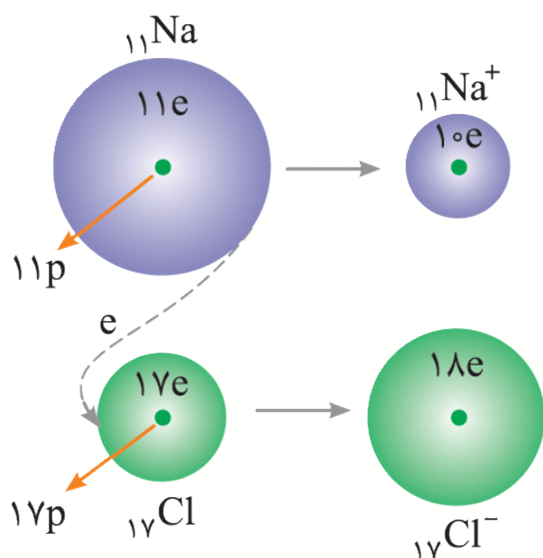
ب- هر اتم اکسیژن در آن با دو اتم هیدروژن پیوند هیدروژنی و با دو مولکول کناری پیوند کووالانسی دارد.

پ- چون مانند گرافیت ساختار شش گوشه دارد دمای ذوب آن را می‌توان با گرافیت مقایسه کرد.

ت- همانند همه مواد مولکولی شفاف است.

ث- می‌توان در مورد آن از واژه مولکول استفاده کرد.

## چینش زیبا، منظم و سه‌بعدی یون‌ها در جامد یونی



۱) فراورده واکنش یک فلز با یک نافلز است.

۲) در این واکنش اتم‌ها با یکدیگر الکترون دادوستد می‌کنند.

۳) اتم فلز، الکترون از دست می‌دهد و به کاتیون تبدیل می‌شود.

۴) اتم نافلز، الکترون می‌گیرد و به آنیون تبدیل می‌شود.

۵) میان یون‌های ناهمنام، نیروی جاذبه و میان یون‌های همنام، نیروی دافعه پدید می‌آید.

۶) نیروهای جاذبه و دافعه از همه‌ی جهت‌ها وارد می‌شوند. به بیان دیگر این نیروها به شمار معینی از یون‌ها محدود نشده است بلکه میان همه‌ی آن‌ها و در فاصله‌های گوناگون وارد می‌شود.

**مثال** از واکنش فلز سدیم با گاز کلر، جامد یونی سفید رنگی به جای می‌ماند که همان نمک خوراکی است. نور و گرمای زیاد آزادشده در این واکنش نشان می‌دهد که این واکنش بسیار گرماده است.

**نکته** وجود سدیم کلرید و دیگر جامدهای یونی در طبیعت نشان می‌دهد که نیروهای جاذبه میان یون‌های ناهمنام بر نیروهای دافعه میان یون‌های همنام غالب است، آن چنان که شمار بسیار زیادی از یون‌ها به سوی یکدیگر کشیده می‌شوند. چنین روندی، دلیل پدید آمدن آرایش منظمی از یون‌ها در سه بعد و تشکیل شبکه‌ی بلوری جامد یونی است.

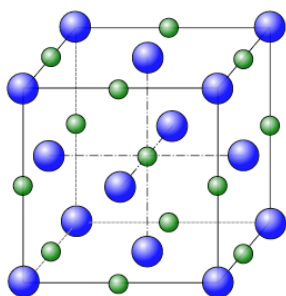
**شبکه بلوری:** واژه شبکه بلور برای توصیف آرایش سه بعدی و منظم اتم‌ها، مولکول‌ها و یون‌ها در حالت جامد به کار می‌رود.

**فرمول شیمیایی در ترکیب‌های یونی:** فرمول شیمیایی هر ترکیب یونی، ساده‌ترین نسبت کاتیون‌ها و آنیون‌های سازنده آن را نشان می‌دهد.





**عدد کوئوردیناسیون:** به شمار نزدیک‌ترین یون‌های ناهم‌نام موجود پیرامون هر یون در شبکه‌ی بلور، عدد کوئوردیناسیون می‌گویند. عدد کوئوردیناسیون هر یک از یون‌های  $\text{Na}^+$  و  $\text{Cl}^-$  در بلور سدیم کلرید با هم مساوی و برابر با ۶ است.



**نکته** هیچ‌گاه برای توصیف ترکیب‌های یونی در منابع علمی معتبر واژه‌هایی مانند مولکول و فرمول مولکولی را به کار نمی‌برند؛ زیرا در یک ترکیب یونی یک کاتیون و آنیون تشکیل یک مولکول را نمی‌دهند، بلکه شبکه‌ای از تعداد زیادی کاتیون و آنیون در آرایش‌های خاصی کنار یکدیگر قرار دارند.

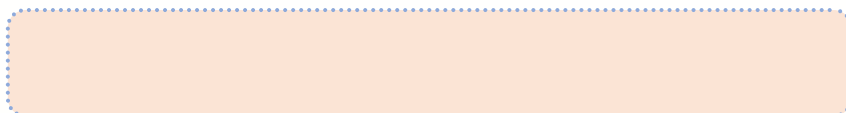
**نکته** نسبت عدد کوئوردیناسیون کاتیون به آنیون، عکس نسبت شمار آن‌ها در فرمول شیمیایی ترکیب است.

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

در سال دهم هم اشاره شد که وقتی اتمی تشکیل آنیون می‌دهد، شعاع آن بزرگ‌تر و وقتی اتمی تشکیل کاتیون می‌دهد، شعاع آن کوچک‌تر می‌شود. این موضوع را می‌توانید در جدول زیر ببینید.

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

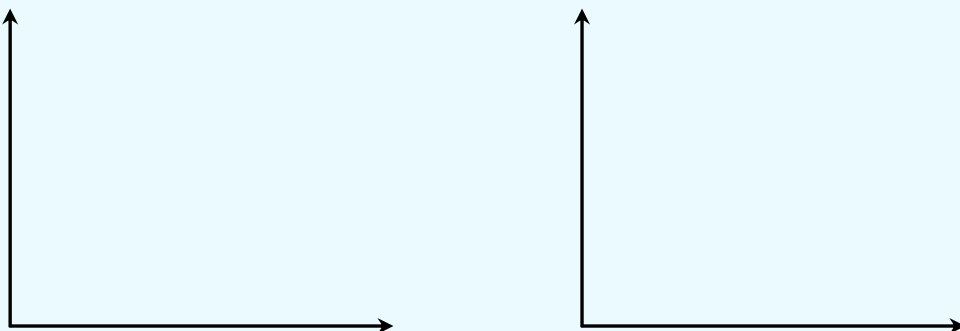
روند شعاع یونی:





## تمرین

۸) نمودار روند کلی شعاع اتمی و یونی را رسم کنید.



## تمرین

۹) درستی یا نادرستی هر یک از عبارتهای زیر را مشخص کنید.

آ- یون‌های دارای بار منفی شعاع بزرگ‌تری از یون‌های دارای بار مثبت دارند.

ب- اگر عدد کوئوردیناسیون  $Mg^{2+}$  در  $MgF_2$  برابر ۶ باشد، عدد کوئوردیناسیون  $F^-$  برابر ۳ است.

پ- شعاع یونی  $Si^{4+}$  کوچکتر از  $Cl^-$  است.

## آنتالپی فروپاشی شبکه

**چگالی بار:** اگر هر یون را کره‌ای باردار در نظر بگیرید، چگالی بار هم ارز با نسبت بار به حجم آن است. نسبت ساده‌تری که می‌توان به کار برد، نسبت مقدار بار یون به شعاع است.

**توجه** از کمیت چگالی بار می‌توان برای مقایسه‌ی میزان برهم‌کنش میان یون‌ها استفاده کرد. به بیان دیگر هر چه چگالی بار آنیون و کاتیون بیش‌تر باشد، جاذبه‌ی یونی آن‌ها قوی‌تر خواهد بود.



## تمرین

۱۰) با توجه به جدول زیر درستی یا نادرستی هر یک از عبارت‌های زیر را مشخص کنید.

کاتیون	شعاع (pm)	نسبت بار به شعاع	آنیون	شعاع (pm)	نسبت بار به شعاع
Na <sup>+</sup>	۱۰۲	$۹/۸۰ \times ۱۰^{-۳}$	F <sup>-</sup>	۱۳۳	$۷/۵ \times ۱۰^{-۳}$
K <sup>+</sup>	A	$۷/۲۴ \times ۱۰^{-۳}$	Cl <sup>-</sup>	C	$۵/۵۲ \times ۱۰^{-۳}$
Mg <sup>۲+</sup>	۷۲/۲۰	$۲/۷۷ \times ۱۰^{-۲}$	O <sup>۲-</sup>	۱۴۰	$۱/۴ \times ۱۰^{-۲}$
Ca <sup>۲+</sup>	۹۹	B	S <sup>۲-</sup>	۱۸۴	D

آ- مقدار A برابر با ۱۳۸  $\frac{۱}{۷/۲۴ \times ۱۰^{-۳}}$  است.

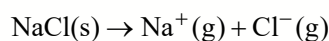
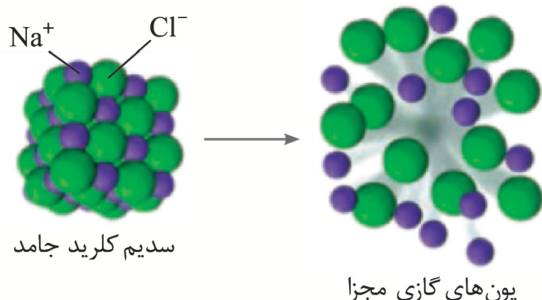
ب- چگالی بار کاتیون منیزیم از بقیه کاتیون‌های داده شده بیش‌تر است.

پ- مقدار B از D کوچک‌تر است.

ت- برای KCl می‌توان پایین‌ترین نقطه ذوب را پیش‌بینی کرد.

ث- مقدار شعاع C از مقدار شعاع S<sup>۲-</sup> کوچک‌تر است.

**آنتالپی فروپاشی شبکه:** گرمای مصرف شده در فشار ثابت برای فروپاشی یک مول جامد یونی و تبدیل آن به یون‌های گازی سازنده آن را آنتالپی فروپاشی شبکه می‌گویند که با بار آنیون و کاتیون رابطه‌ی مستقیم و با شعاع آن‌ها رابطه‌ی عکس دارد.



$$\Delta H_{\text{فروپاشی}} (\text{NaCl, s}) = +787 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

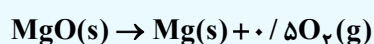


$$\Delta H_{\text{فروپاشی}} (\text{KBr, s}) = +689 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

هر چه چگالی بار یون‌های سازنده‌ی یک جامد یونی بیش‌تر باشد (بار بیش‌تر، شعاع کم‌تر)، آنتالپی فروپاشی آن جامد یونی عدد بزرگ‌تری خواهد بود.

## تمرین

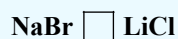
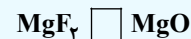
۱۱) کدام معادله مربوط به فروپاشی شبکه بلوری MgO است؟ توضیح دهید.





## مثال

۱۲) انرژی شبکه بلور ترکیب‌های زیر را مقایسه کنید.

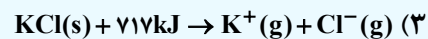
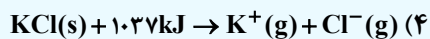
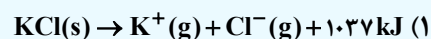
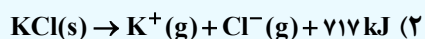


## تمرین

$$\Delta H \text{ فروپاشی } (\text{NaCl}, s) = +787 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

۱۳) با توجه به اطلاعات مقابل:

کدام یک از واکنش‌های داده شده، واکنش فروپاشی شبکه  $\text{KCl}(s)$  را به درستی نشان می‌دهد؟

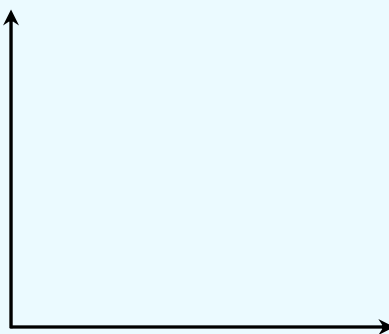
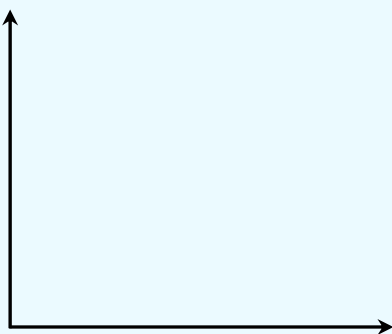


مقایسه آنتالپی فروپاشی چند ترکیب که باید حفظ باشیم:

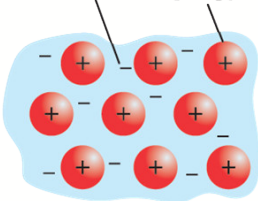


## تمرین

۱۴) نمودار آنتالپی فروپاشی هالیدهای یک فلز قلیایی و هالید فلزهای قلیایی را رسم کنید.



## جامد فلزی

کاتیون فلز  
دریای الکترونی

فلزها } رفتار فیزیکی: داشتن جلا، رسانایی الکتریکی، رسانایی گرمایی، شکل پذیری  
رفتار شیمیایی: واکنش پذیری، تنوع اعداد اکسایش (به جز فلزهای دسته ی S و ...).

## مدل دریای الکترون: بر اساس این مدل، ساختار

فلزها آرایش منظمی از کاتیون‌ها در سه بعد است که در فضای میان آن‌ها سست‌ترین الکترون‌های موجود در اتم، دریایی را ساخته‌اند و در آن آزادانه جابه جا می‌شوند.

در مدل دریای الکترون، الکترون‌های ظرفیتی (سست‌ترین الکترون‌ها) دریای الکترون را می‌سازند و مطابق این مدل نمی‌توان هر الکترون را متعلق به یک اتم معین دانست.

دریای الکترونی عاملی است که چیدمان کاتیون‌ها را در شبکه‌ی بلور حفظ می‌کند.

در شکل‌های بالا، شکل (۱) نشان دهنده‌ی چکش خواری و شکل (۲) نشان دهنده‌ی رسانایی الکتریکی فلزها است.

## تمرین

۱۵) درستی یا نادرستی هر یک از عبارات‌های زیر را مشخص کنید.

آ- دلیل حفظ چیدمان کاتیون‌ها در شبکه سه بعدی فلز، با وجود نیروی‌های دافعه الکتریکی آن‌ها نسبت به هم، وجود دریای الکترونی است.

ب- در شبکه بلوری جامدهای فلزی، الکترون‌ها و کاتیون‌ها پیوسته و آزادانه جابه‌جا می‌شوند.

پ- دلیل پایدار ماندن شبکه بلور فلزها، تعداد برابر کاتیون‌ها و الکترون‌ها در ساختار بلور آن‌هاست.

## تمرین

۱۶) درستی یا نادرستی هر یک از عبارات‌های زیر را تعیین کنید.

آ- در صورت برخورد ضربه به فلزها و جابه‌جایی کاتیون‌ها، دریای الکترونی پیوستگی خود را حفظ می‌کند و شبکه بلور، دچار ترک خوردگی و شکستگی نمی‌شود.

ب- قابلیت ورقه شدن و مفتول شدن فلزها، به دلیل وجود دریای الکترونی یک پارچه در آن‌هاست.

پ- فلزها رسانای جریان برق هستند و این به دلیل حرکت آزادانه ذرات باردار شبکه بلوری آن‌هاست.

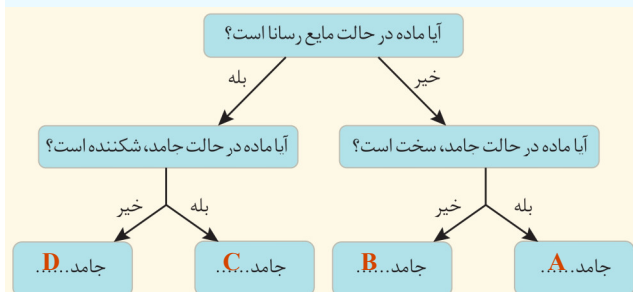
ت- فلزها رسانای جریان الکتریکی هستند، زیرا می‌توانند تعداد زیادی الکترون را در دریای الکترونی خود جای دهند.





## تمرین ۱۷

۱۷) با توجه به نمودار زیر درستی یا نادرستی هر یک از عبارتها را مشخص کنید.



۱) ماده C نسبت به مواد B در گستره دمایی بیشتری به حالت مایع هستند.

۲) D می‌تواند تیتانیوم و B می‌تواند الماس باشد.

۳) تنوع و شمار مواد D بیشتر از مواد B است.

۴) اصلی‌ترین سازنده سنگ‌ها و فراوان‌ترین اکسید در پوسته جامد زمین متعلق به مواد A است.

## تمرین ۱۸

۱۸) جدول زیر درصد جرمی مواد سازنده نوعی خاک رس را نشان می‌دهد. درستی یا نادرستی عبارتهای زیر را مشخص کنید.

ماده	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	Au و دیگر مواد
درصد جرمی	۴۶/۲۰	۳۷/۷۴	۱۳/۳۲	۱/۲۴	۰/۹۶	۰/۴۴	۰/۱

آ- نام شیمیایی SiO<sub>2</sub> و Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>، به ترتیب آهن (III) اکسید، سیلیسیم اکسید و آلومینیوم اکسید است.

ب- عامل رنگ قرمز در این نوع خاک رس وجود آهن (III) اکسید با فرمول مولکولی Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>(s) است.

پ- مواد یونی بیشترین درصد جرمی را نسبت به سایر مواد، در این نمونه به خود اختصاص داده‌اند.

ت- هنگام پختن سفال از این نمونه خاک رس، درصد جرمی آب بیش‌ترین کاهش را خواهد داشت.

ث- عامل اصلی استحکام و سختی این نوع خاک، وجود ماده‌ای است که در ساختار سه بعدی آن تمام اتم‌ها با ۴ پیوند اشتراکی به هم متصل‌اند.

## تمرین ۱۹

۱۹) رسانایی مواد زیر را مشخص کنید.

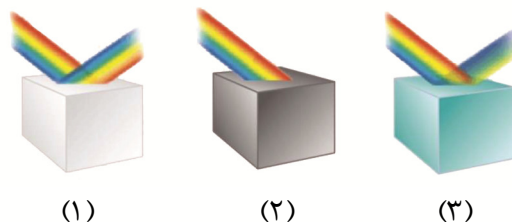
آ- گرافیت	ب- Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (s)	پ- Fe(s)	ت- SiC(l)
ث- C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH(aq)	ج- U(s)	چ- HCl(aq)	ح- Pb(l)

طبیعت زیستگاهی برای ما و آزمایشگاهی بزرگ برای علوم تجربی است، که در آن رنگ و رنگ آمیزی یکی از خوشایندترین جلوه‌ها است.

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

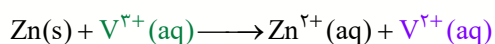
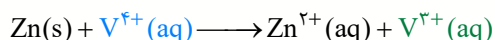
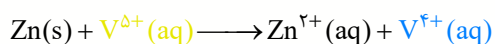


شکل زیر نشان می‌دهد که مواد رنگی بخشی از نور سفید تابیده شده را جذب و باقی مانده‌ی آن را عبور می‌دهند یا بازتاب می‌کنند. به نکات آن دقت کنید:



- (۱) اگر یک نمونه ماده همه‌ی طول موج‌های مرئی را بازتاب کند، به رنگ سفید دیده می‌شود.
- (۲) اگر یک نمونه ماده همه‌ی طول موج‌های مرئی را جذب کند، به رنگ مشکی دیده می‌شود.
- (۳) ماده هر رنگی را که عبور دهد یا بازتاب کند ما آن را به همان رنگ خواهیم دید.

**رنگدانه:** سازنده‌ی اصلی یک ماده‌ی رنگی که به آن رنگ می‌بخشد، رنگدانه نام دارد. برای نمونه  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ،  $\text{TiO}_2$  و دوده از جمله رنگدانه‌های معدنی هستند که به ترتیب رنگ‌های سفید، قرمز و سیاه ایجاد می‌کنند. در گذشته انسان، رنگدانه‌ها را از منابع طبیعی مانند گیاهان، جانوران و برخی کانی‌ها تهیه می‌کرد. **توجه** رنگ‌هایی که برای پوشش سطح استفاده می‌شوند، نوعی کلویید هستند که لایه نازکی روی سطح ایجاد می‌کنند تا افزون بر زیبایی، مانع خوردگی در برابر اکسیژن، رطوبت و مواد شیمیایی گردد. شکل‌های زیر پیشرفت واکنش فلز روی با محلول نمکی از وانادیم (V) را نشان می‌دهند. به نکات آن‌ها دقت کنید:



### تیتانیوم، فلزی فراتر از انتظار

در میان عنصرهای دسته‌ی d از دوره‌ی چهارم جدول دوره‌ای، تیتانیوم ( $_{22}\text{Ti}$ ) با ویژگی‌های باورنکردنی، فلزی فراتر از انتظار است. ماندگاری و استحکام مناسب از جمله این ویژگی‌ها است. جدول صفحه بعد برخی ویژگی‌های تیتانیوم را در مقایسه با فولاد زنگ‌نزن نشان می‌دهد. به نکات آن دقت کنید:

فولاد	تیتانیوم	ماده ویژگی
۱۵۳۵	۱۶۶۷	نقطه ذوب (°C)
۷/۹۰	۴/۵۱	چگالی ( $\text{g.mL}^{-1}$ )
متوسط	ناچیز	واکنش با ذره‌های موجود در آب دریا
ضعیف	عالی	مقاومت در برابر خوردگی
عالی	عالی	مقاومت در برابر سایش

- ۱) هنگامی که موتور جت کار می‌کند، همه‌ی اجزای سازنده (ثابت و متحرک) دمای بالایی دارند. تیتانیوم به علت نقطه‌ی ذوب بالاتر و چگالی کمتر از فولاد برای ساخت این موتورها استفاده می‌شود.
- ۲) امروزه در ساخت پروانه‌ی کشتی اقیانوس پیما، به جای فولاد از تیتانیوم استفاده می‌کنند؛ زیرا با وجود مقاومت هر دو در برابر سایش، واکنش تیتانیوم با ذره‌های موجود در آب دریا بسیار ناچیز است و در برابر خوردگی مقاوم‌تر است.
- ۳) ساخت بناهای هنرمندانه، زیبا و ماندگار مانند موزه گوگنهایم با پوشش بیرونی تیتانیوم، مقاومت زیادی را در برابر خوردگی سطح رویی بنا ایجاد می‌کند.
- ۴) آلیاژی از تیتانیوم و نیکل که نیتینول یا آلیاژ هوشمند نام دارد، در ساخت فراورده‌های صنعتی و پزشکی به کار می‌رود.

