فصل 3

انواع جامد های بلوری

جامدهای یونی

جامدهای فلزی

جامدهای کووالانسی

جامدهای مولکولی

شیمی جلوه ای از هنر، زیبایی و ماندگاری

شیمی دانشی است که به ما کمك می کند تا هوشمندانه از مواد در خلق آثاری هنرمندانه، زیبا و ماندگار بهره ببریم.

در تغییر این مواد، افزون بر محیط و شیوهٔ زندگی، آیین ها، آداب و رسوم و حتی ادبیات و افسانه ها نیز نقش داشته اند. با این توصیف، هر یک از آثار به جای مانده ازگذشتگان در جهان را می توان نمادی از هنر زمان خویش دانست که افزون بر زیبایی، بازتابی از ماندگاری آن اثر نیز به شمار می رود.

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

تنگ آبخوری دورهٔ ساسانی

سفالینه ای از ایران باستان

مجسمهٔ موآی در جزیرهٔ ایستر

شیمی دان ها در گام نخست، نوع، مقدار، ساختار و رفتار مواد سازندهٔ آثار به جا مانده را بررسی کردند، سپس با بهره گیری از دانش شیمی توانستند به مواد جدیدتری دست یابند.

موادی با خواص ویژه که کاربردهای معین داشتند. برخی بر این باورند که چنین موادی را می توان مبنای کار و کلید موفقیت طراحان، هنرمندان و مهندسان برای خلق سازه های زیبا و ماندگار امروزی دانست.

نمونه ای از نقشکند روی سنگ در گنجنامه همدان.

جامدهای بلوری:

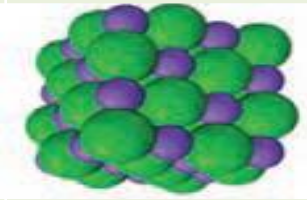
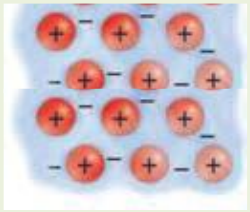
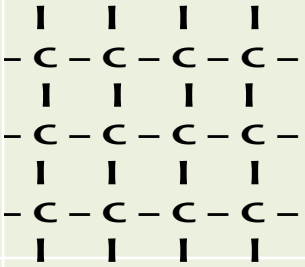
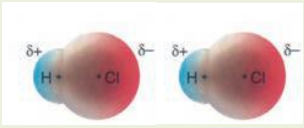
به طور کلی شیمیدان ها مواد را در 4 دسته جامد بلوری طبقه بندی می کنند.

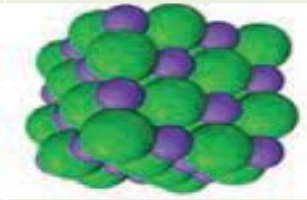
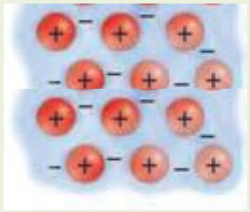
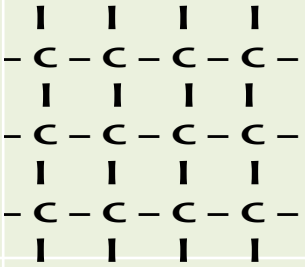
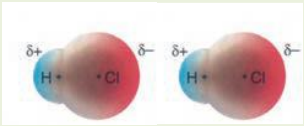
جامد یونی

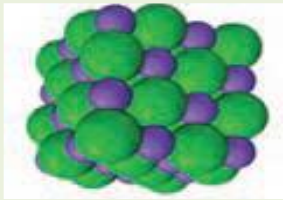
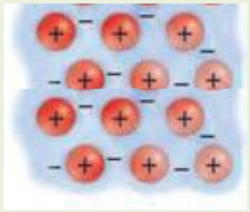
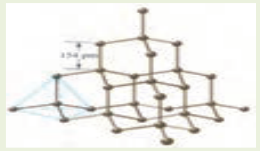
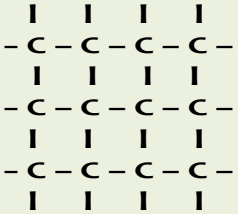
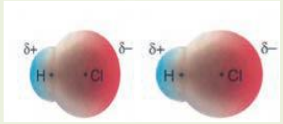
جامد فلزی

جامد کووالانسی

جامد مولکولی

خواص / جامد بلوری	نمونه	ساختار نمونه	نوع پیوند	نوع جاذبه ی بین ذره ای	ذرات تشکیل دهنده
جامد یونی 	NaCl, KF, $CaBr_2$,Fe_2O_3 ,$CaCO_3$, $Mg_3(PO_4)_2$, NH_4Cl,NH_4NO_3	Na^+Cl^- Na^+Cl^- Na^+Cl^- Cl^- Na^+Cl^- Na^+Cl^- Na^+ Na^+Cl^- Na^+Cl^- Na^+Cl^- Cl^- Na^+Cl^- Na^+Cl^- Na^+	پیوند یونی	پیوند یونی	یون های مثبت و منفی
جامد فلزی 	Na,Fe,Ag,Zn Co,Mg,Pt,Al,Sn	Na^+ Na^+ Na^+ Na^+ Na^+ Na^+ Na^+ Na^+ Na^+ Na^+ Na^+ Na^+	پیوند فلزی	پیوند فلزی	یون های مثبت در دریایی از الکترون های منفی
جامد کووالانسی	,C (گرافیت) C(الماس),Ge B, Si, SiC, SiO_2, $BeCl_2$, BeF_2		پیوند کووالانسی	پیوند کووالانسی	اتم ها یا مولکول های غیرمجزا
جامد مولکولی 	H_2, O_2, P_4, S_8 CO_2, CF_4 HCl, CO, SO_2 H_2O, NH_3, HF	H - Cl H - Cl H Cl	پیوند کووالانسی	نیروهای واندروالسی	مولکول ها

خواص / جامد بلوری	نمونه	ساختار نمونه	دمای ذوب و جوش	سختی	شفافیت
جامد یونی 	NaCl, KF, $CaBr_2$,Fe_2O_3 ,$CaCO_3$, $Mg_3(PO_4)_2$, NH_4Cl,NH_4NO_3	Na^+Cl^- Na^+Cl^- Na^+Cl^- Cl^- Na^+Cl^- Na^+Cl^- Na^+ Na^+Cl^- Na^+Cl^- Na^+Cl^- Cl^- Na^+Cl^- Na^+Cl^- Na^+	زیاد	سخت ولی شکننده	شفاف
جامد فلزی 	Na,Fe,Ag,Zn Co,Mg,Pt,Al,Sn	Na^+ Na^+ Na^+ Na^+ Na^+ Na^+ Na^+ Na^+ Na^+ Na^+ Na^+ Na^+	عمدتا زیاد برخی نسبتا کم	عمدتا سخت برخی نسبتا نرم در ضمن فلزها چکش خوار هستند	کدر هستند و درخشنده اند
جامد کووالانسی	,C (گرافیت) C(الماس),Ge B, Si, SiC, SiO_2, $BeCl_2$, BeF_2		زیاد	سخت بجز گرافیت	شفاف بجز گرافیت
جامد مولکولی 	H_2, O_2, P_4, S_8 CO_2, CF_4 HCl, CO, SO_2 H_2O, NH_3, HF	H - Cl H - Cl 	عمدتا کم	برخی سخت برخی نرم	برخی شفاف برخی کدر

خواص / جامد بلوری	نمونه	ساختار نمونه	رسانایی الکتریکی	حلالیت در آب	شیوه ی حل شدن در آب
جامد یونی 	NaCl, KF, $CaBr_2$,Fe_2O_3 ,$CaCO_3$, $Mg_3(PO_4)_2$, NH_4Cl,NH_4NO_3	Na^+Cl^- Na^+Cl^- Na^+Cl^- Cl^- Na^+Cl^- Na^+Cl^- Na^+ Na^+Cl^- Na^+Cl^- Na^+Cl^- Cl^- Na^+Cl^- Na^+Cl^- Na^+	در حالت جامد نارسانا در بقیه ی حالت ها رسانا	برخی محلول برخی نامحلول	به صورت یونی در آب حل می شوند
جامد فلزی 	Na,Fe,Ag,Zn Co,Mg,Pt,Al,Sn	Na^+ Na^+ Na^+ Na^+ Na^+ Na^+ Na^+ Na^+ Na^+ Na^+ Na^+ Na^+	درهمه ی حالت ها رسانا	نامحلول	در آب حل نمی شوند
جامد کووالانسی 	C (گرافیت), C(الماس) B, Si, SiC, SiO_2, $BeCl_2$, BeF_2		نارسانا بجز گرافیت	نامحلول	در آب حل نمی شوند
جامد مولکولی 	H_2, O_2, P_4, S_8 CO_2, CF_4 HCl, CO, SO_2 H_2O, NH_3, HF	H - Cl H - Cl	نارسانا	برخی محلول برخی نامحلول	1.برخی کاملا یونی مانند HCl 2.برخی کاملا مولکولی مانند شکر و اتانول 3.برخی عمدتا مولکولی و مقداری یونی مانند HF,NH_3

خود را بیازمایید

خاک رس مخلوطی از مواد گوناگون است. جدول زیر **درصد جرمی**[1] مواد سازندهٔ نوعی **خاک رس**[2] را نشان می‌دهد که از یک معدن طلا استخراج شده است.

سیلیسیم دی اکسید آلمینیوم اکسید سدیم اکسید منیزیم اکسید

ماده	SiO_2	Al_2O_3	H_2O	Na_2O	Fe_2O_3	MgO	Au و دیگر مواد
درصد جرمی	۴۶/۲۰	۳۷/۷۴	۱۳/۳۲	۱/۲۴	۰/۹۶	۰/۴۴	۰/۱

آب آهن III اکسید طلا

درصد جرمی هر ماده در نمونه، گرم آن ماده را در صد گرم از نمونه نشان می‌دهد.

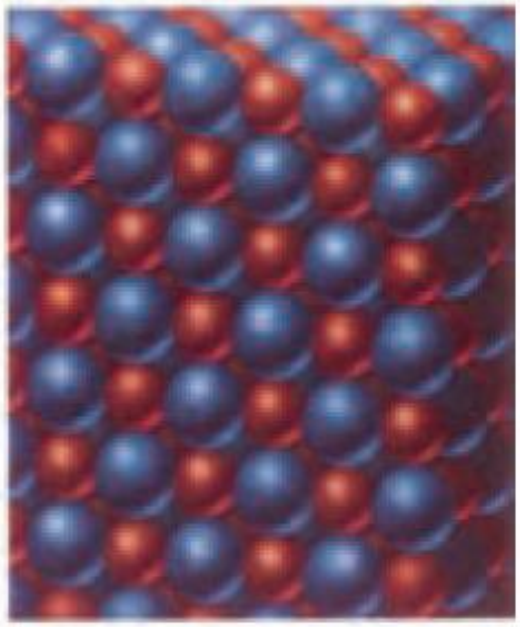
۱ـ با توجه به داده‌های جدول به پرسش‌های زیر پاسخ دهید:

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؟ آهن III اکسید

پ) پیش‌بینی کنید هنگام پختن سفالینه‌های تهیه شده از این نوع خاک رس، از جرم کدام ماده به مقدار بیشتری کاسته می‌شود؟ چرا؟ آب، زیرا آب جزو جامدهای مولکولی است و نسبت به بقیه ی مواد موجود در خاک رس، سریع تر بخار می شود

۲ـ اگر اجزای این مخلوط نخست جداسازی شده سپس خالص‌سازی شوند، پیش‌بینی کنید ساختار ذره‌ای هریک از این اجزا در حالت خالص و جامد (به جز SiO_2) با کدام الگوی زیر همخوانی دارد؟ چرا؟



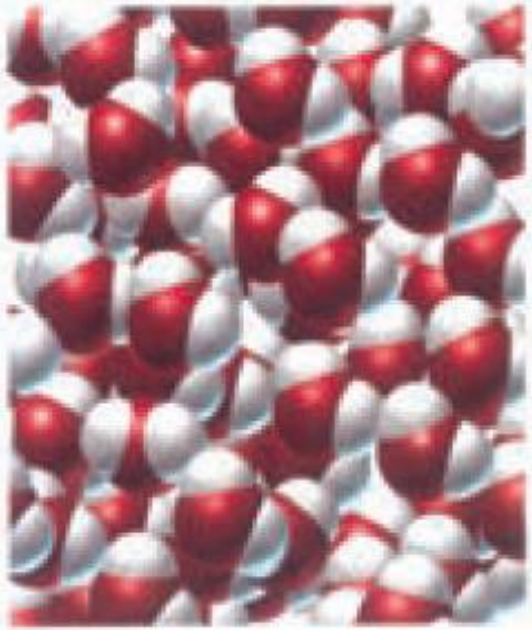
(آ) جامد یونی

آهن III اکسید

آلومینیم اکسید

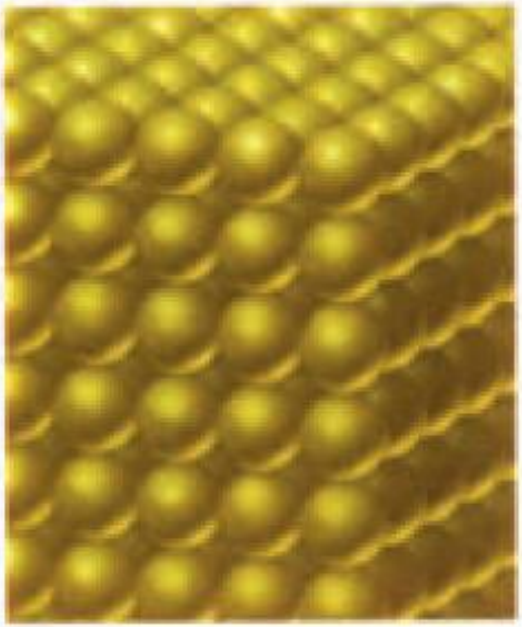
منیزیم اکسید

سدیم اکسید



(ب) جامد مولکولی

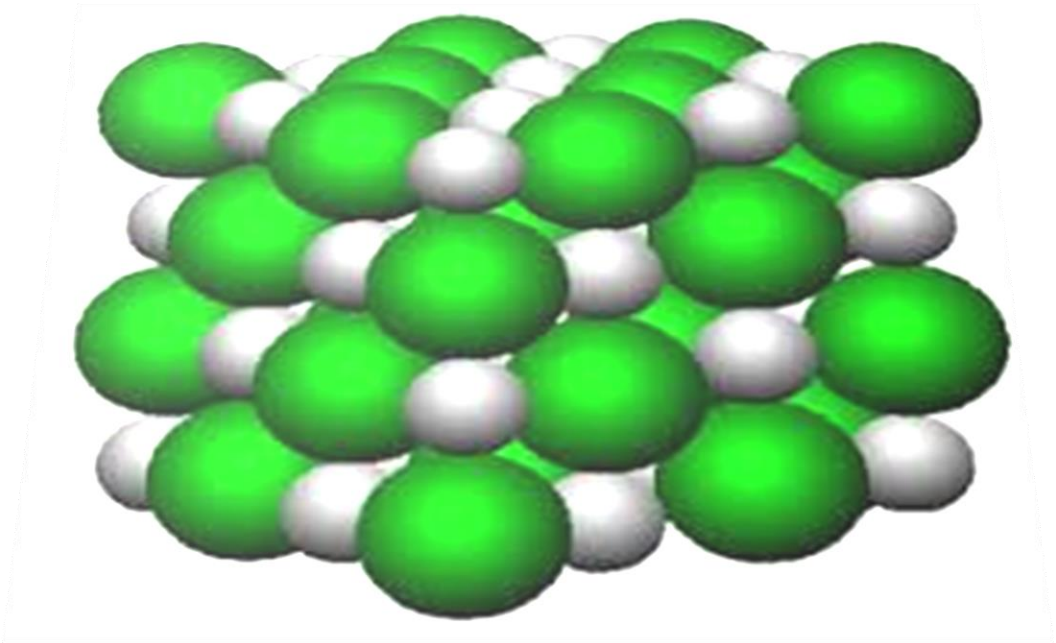
آب



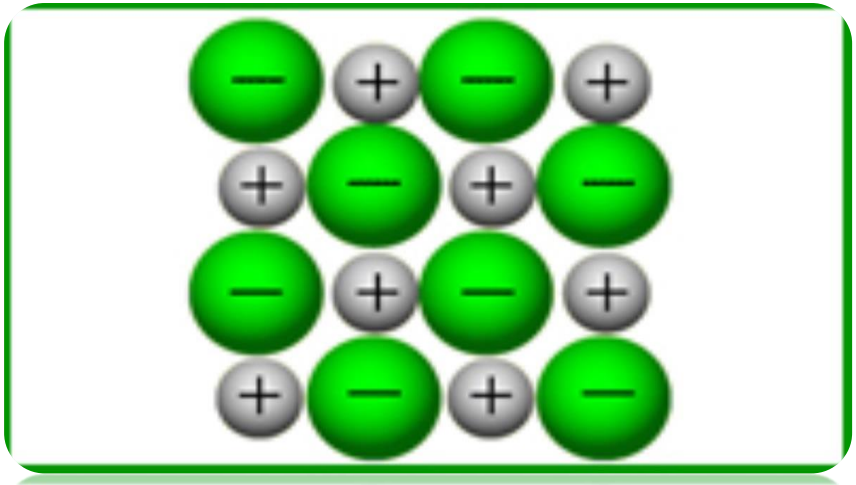
(پ)

جامد فلزی

طلا

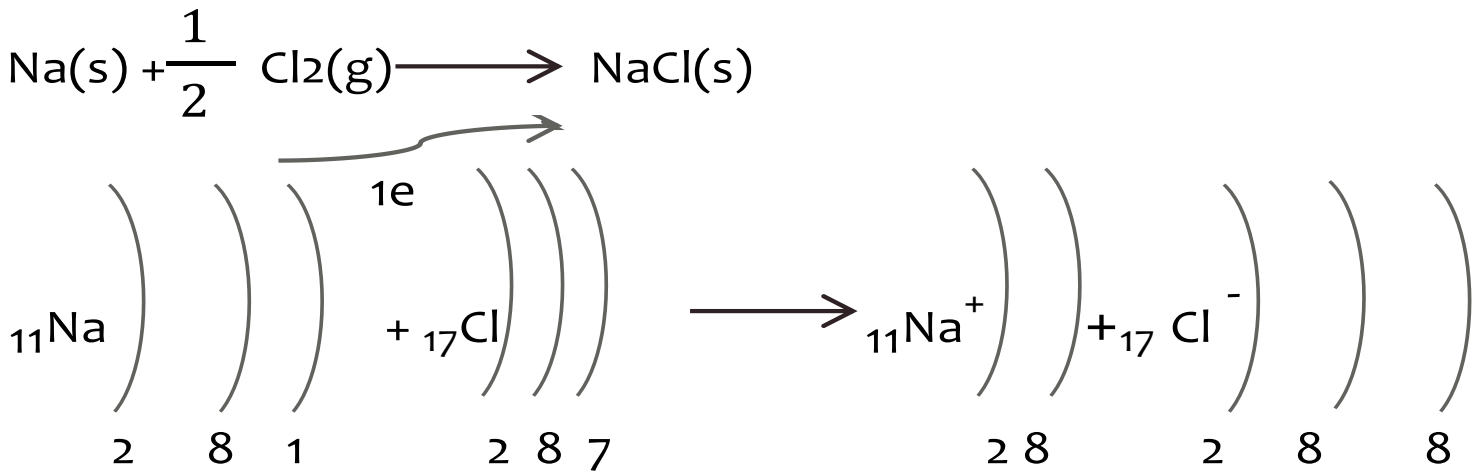


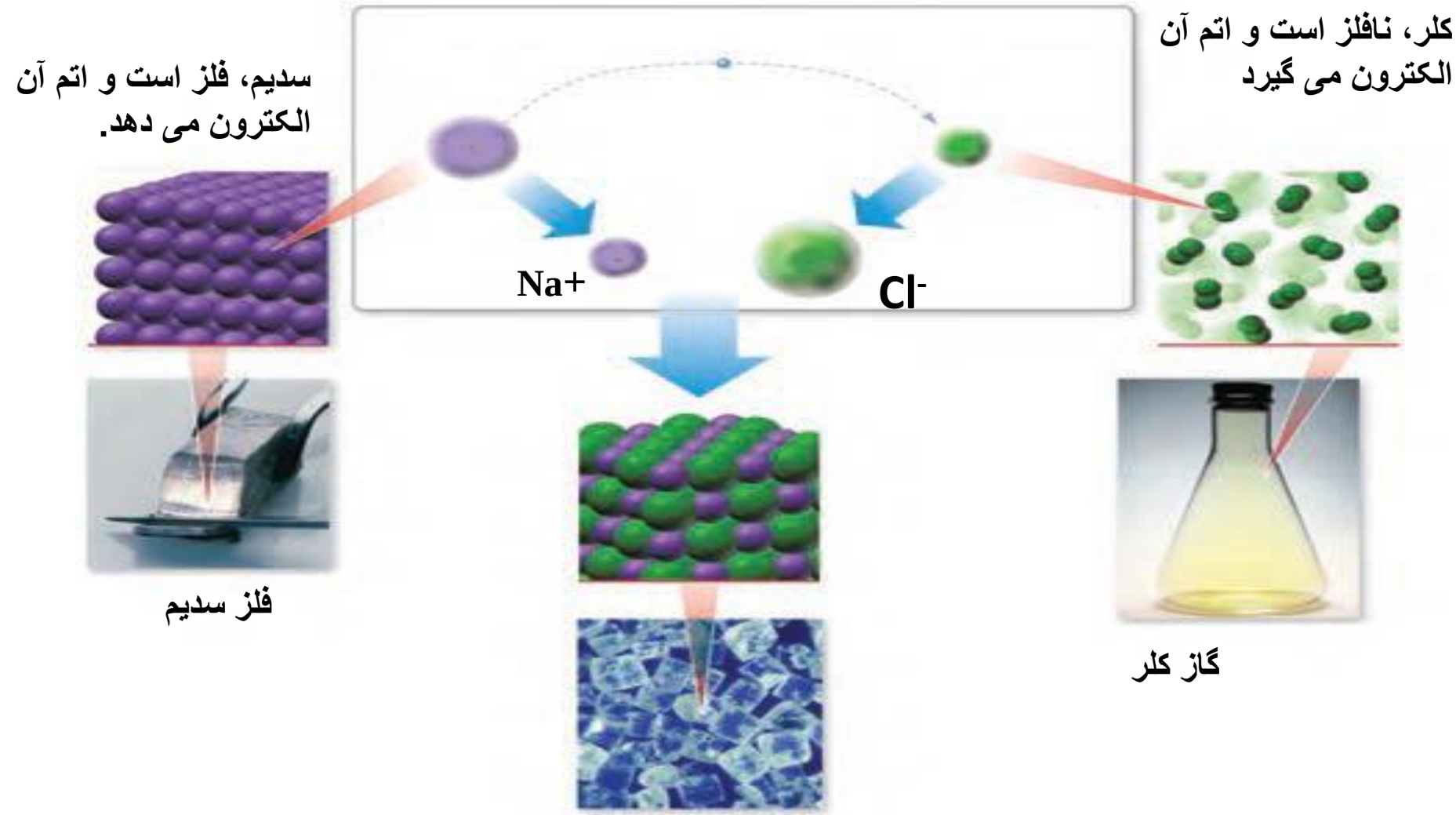
جامدهای یونی



پیوند یونی:

پیوندی است که بین فلز و نافلز برقرار می شود؛ به این ترتیب که فلز با از دست دادن الکترون های ظرفیتی به یون مثبت(کاتیون) تبدیل شده و آرایش الکترونی پایداری (معمولا هشت تایی) می یابد. نافلز با گرفتن این الکترون ها در لایه ظرفیت خود به یون منفی(آنیون) تبدیل شده و به آرایش الکترونی پایدار گاز نجیب پس از خود می رسد.سپس این یون های مثبت و منفی با نیروی جاذبه الکتریکی، یکدیگر را جذب کرده،پیوند یونی تشکیل می شود.



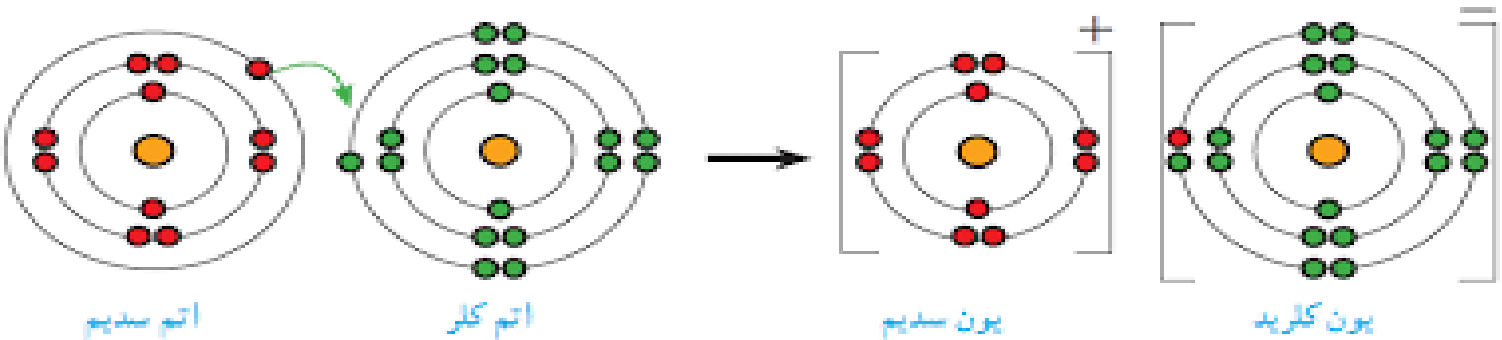


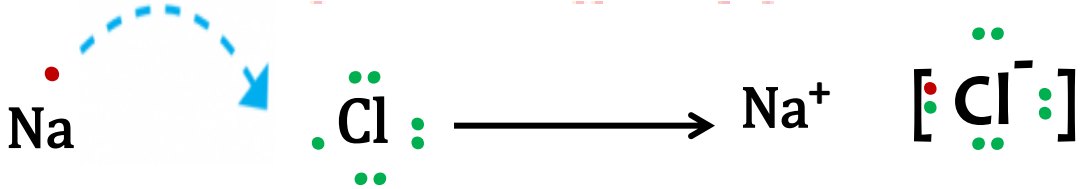
واکنش اتم های سدیم با کلر، دادوستد الکترون و تشکیل سدیم کلرید

ترکیب های یونی که تنها از دو عنصر ساخته شده اند، ترکیب یونی دوتایی نامیده می شود.

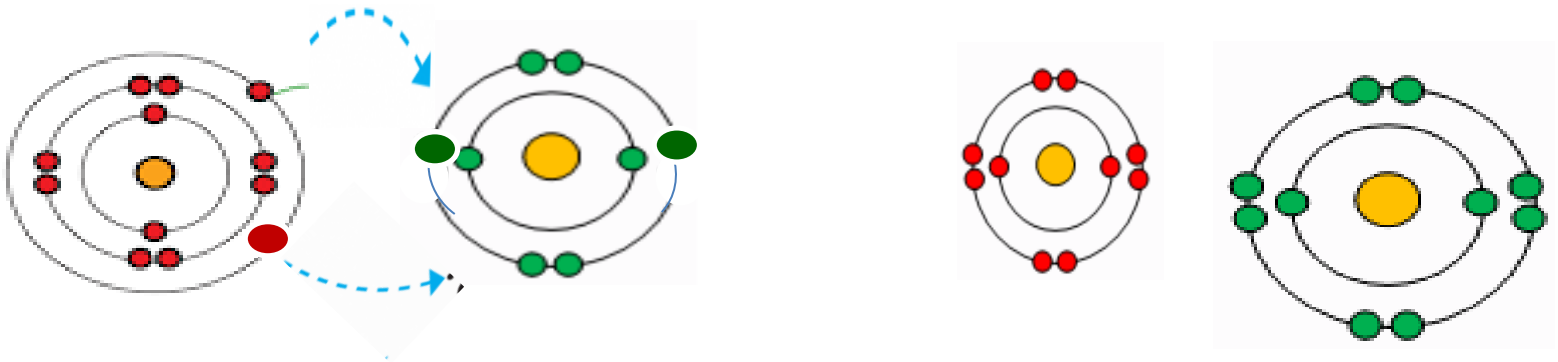
پرسش: چگونگی تشکیل پیوند یونی را در هر مورد، با رسم آرایش الکترونی و همچنین با مدل الکترون – نقطه ای نمایش دهید و در هر مورد فرمول شیمیایی ترکیب یونی حاصل را بنویسید:

1. $Na , Cl \longrightarrow Na^{+}Cl^{-}$ یا $NaCl$



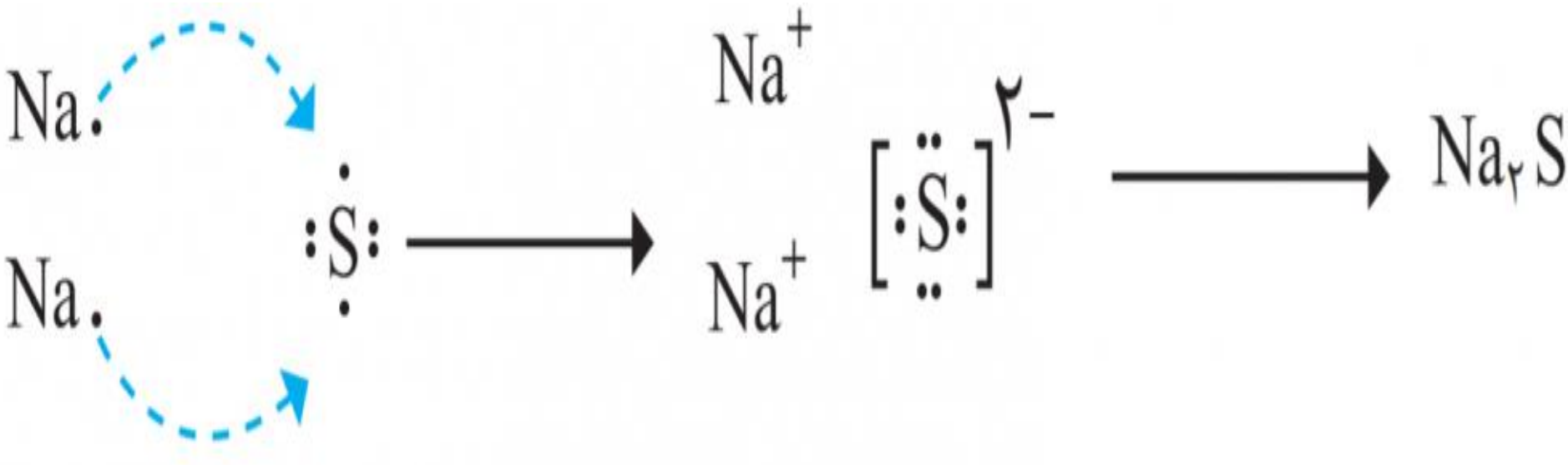


2.Mg , O ⟶ Mg O

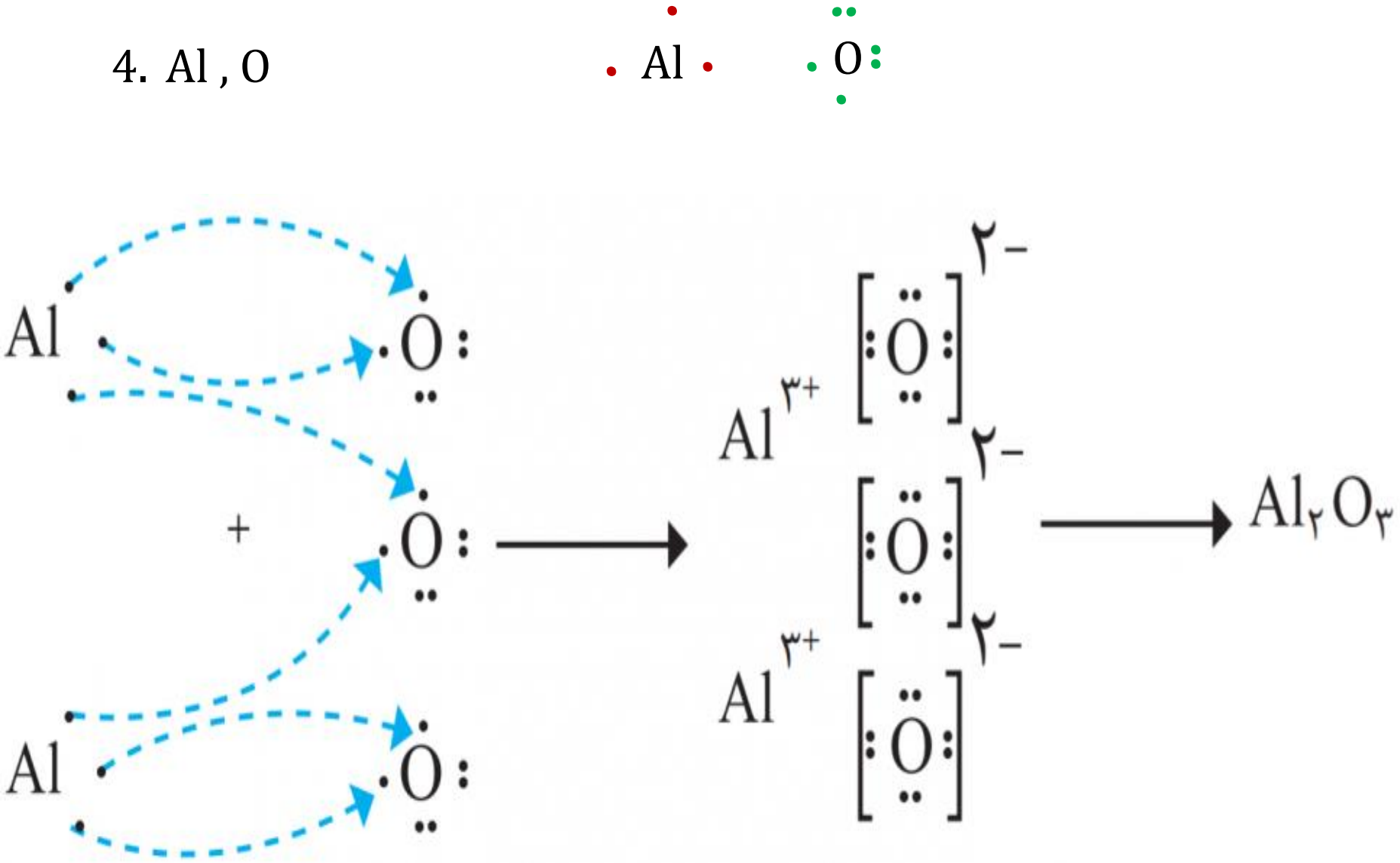


$$Mg + \cdot\underset{\cdot\cdot}{O}\cdot \longrightarrow Mg^{2+} \quad [\cdot\underset{\cdot\cdot}{O}\cdot^{2-}]$$

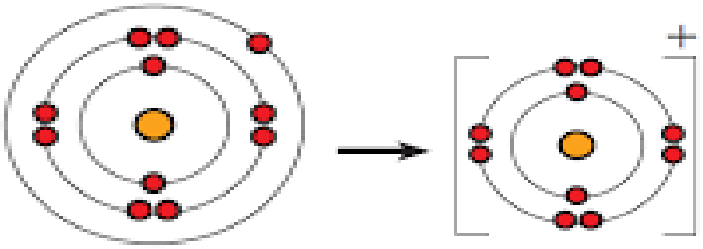
3.Na , S



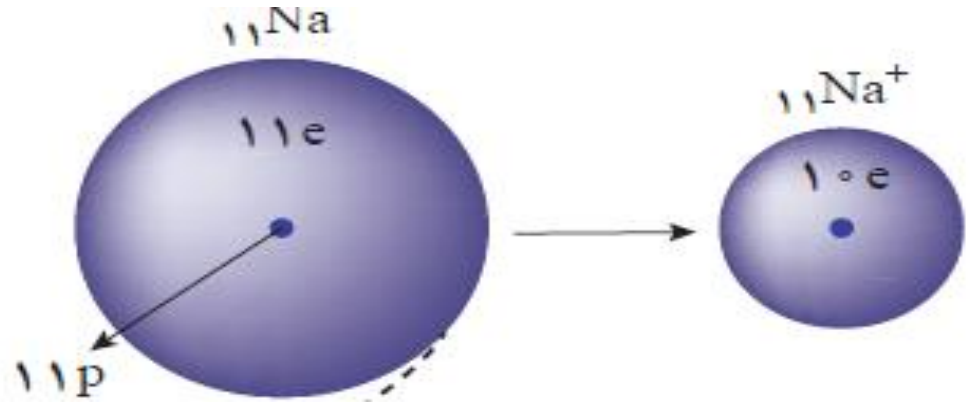
4. Al , O



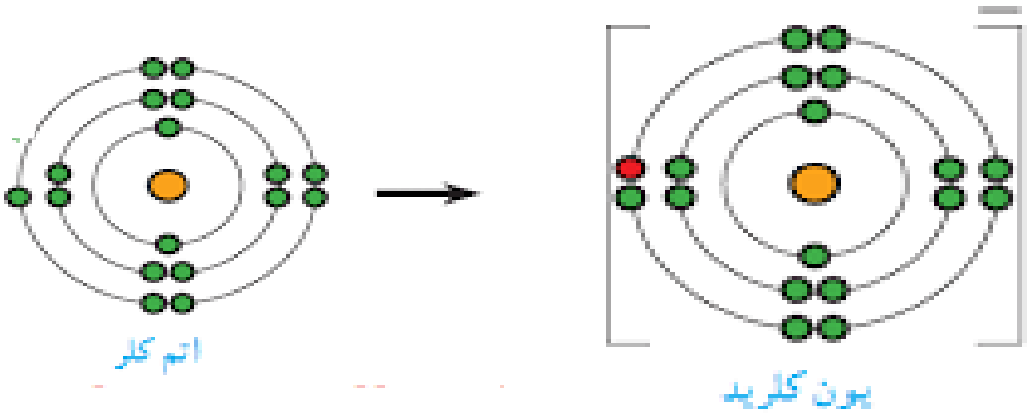
پرسش: چرا شعاع اتم ها در هنگام تبدیل شدن به یون مثبت کاهش می یابد؟



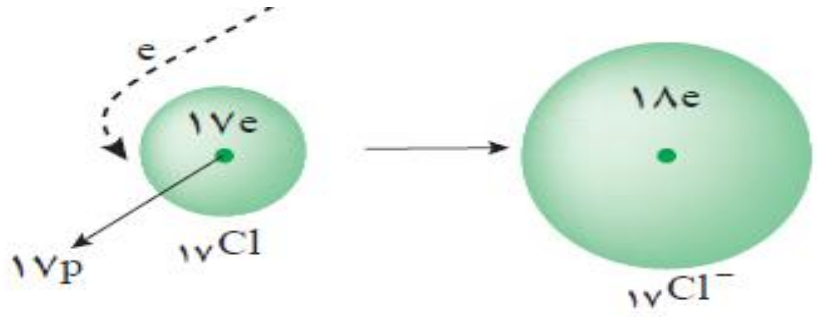
زیرا با از دست دادن الکترون، جاذبه ی هسته بر الکترون های باقیمانده بیشتر شده و شعاع کاهش می یابد. البته در بسیاری از موارد اتم ها در هنگام تبدیل شدن به یون مثبت، لایه ی الکترونی نیز از دست می دهند.



پرسش: چرا شعاع اتم ها در هنگام تبدیل شدن به یون منفی افزایش می یابد؟

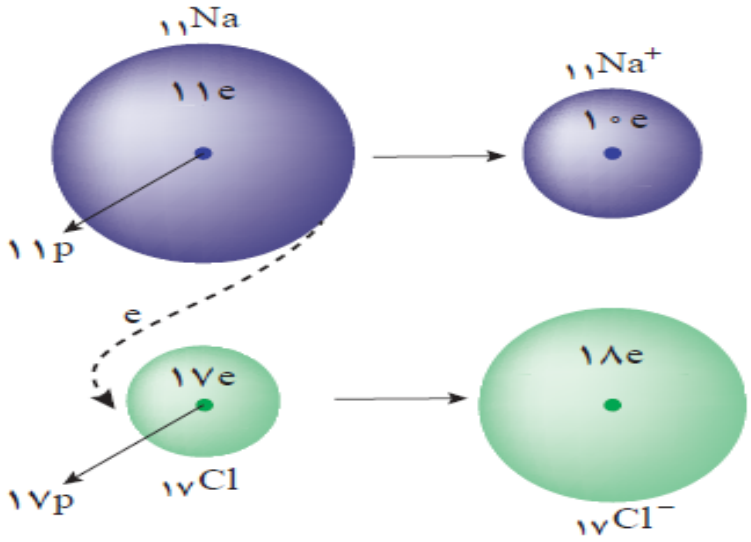


زیرا با از گرفتن الکترون، و افزایش تعداد الکترون ها، سهم جاذبه ی هسته بر هر الکترون کمتر شده و دافعه ی الکترون ها بیشتر می شود و شعاع افزایش می یابد.



چینش زیبا، منظم و سه بعدی یون‌ها در جامد یونی

می‌دانید که هر ترکیب یونی دوتایی را می‌توان فراوردهٔ واکنش یک فلز با یک نافلز دانست، واکنشی که در آن اتم‌ها با یکدیگر الکترون دادوستد می‌کنند. در واکنش‌هایی از این دست، اتم فلز با از دست دادن الکترون و اتم نافلز با به‌دست آوردن الکترون، به ترتیب به کاتیون و آنیون تبدیل می‌شوند. شکل ۸، دادوستد الکترون میان اتم‌های سدیم و کلر را هنگام تشکیل سدیم کلرید نشان می‌دهد.

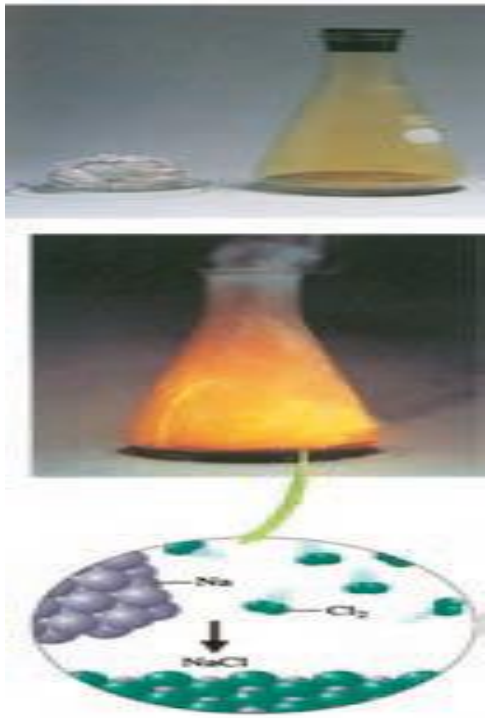


$Na^+ Cl^-$ $Na^+ Cl^-$ $Cl^- Na^+$

$Na^+ Cl^-$ $Na^+ Cl^-$

$Na^+ Cl^-$ $Na^+ Cl^-$ $Na^+ Cl^-$

$Na^+ Cl^-$



$Na^+ Cl^-$ $Na^+ Cl^-$ $Na^+ Cl^-$

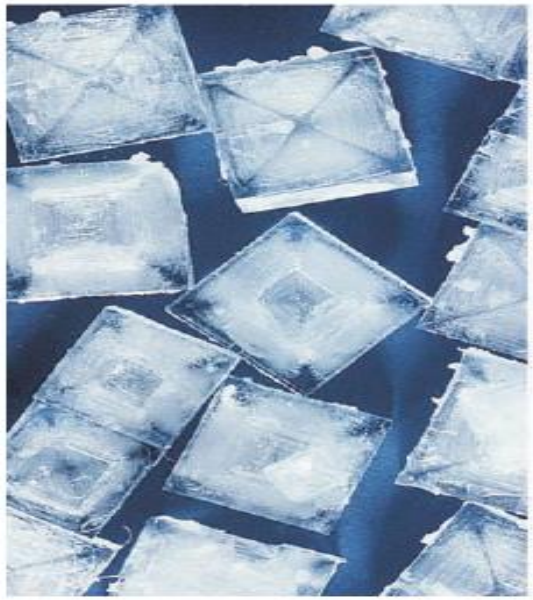
$Cl^- Na^+$ $Cl^- Na^+$ $Cl^- Na^+$

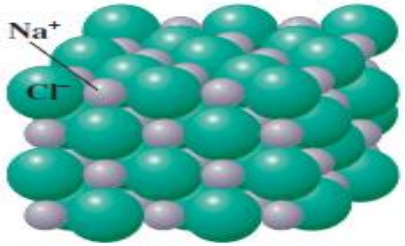
$Na^+ Cl^-$ $Na^+ Cl^-$ $Na^+ Cl^-$

از واکنش فلز سدیم با گاز کلر، جامد یونی سفید رنگی بر جای می ماند که همان نمک خوراکی است. نور و گرمای زیاد آزاد شده در این واکنش نشان می دهد که بسیار گرما ده است.

ترکیب یونی شامل تعداد بسیار زیادی یون با آرایشی منظم است که در ساختار آنها مولکولی وجود ندارد؛ از این رو در متون علمی برای آنها واژۀ مولکول را به کار نمی برند.

شبکه ی بلور: به آرایش سه بعدی و منظم اتم ها، مولکول ها و یون ها در حالت جامد، شبکه ی بلور گویند.



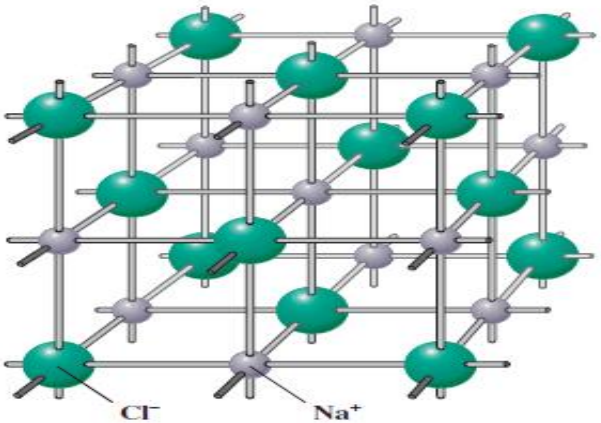


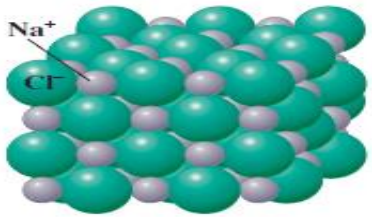
نکته: هنگامی که یون ها در شبکه ی بلور در حالت جامد قرار می گیرند؛ نیروهای جاذبه و دافعه از همهٔ جهت ها به آن ها وارد شود، به دیگر سخن این نیروها به شمار معینی از یون ها محدود نشده بلکه میان همهٔ آنها و در فاصله های گوناگون وارد می شود. وجود سدیم کلرید و دیگر جامدهای یونی در طبیعت نشان می دهد که نیروهای جاذبه میان یون های ناهمنام بر نیروهای دافعه میان یون های همنام غالب است، آن چنان که شمار بسیار زیادی از یون ها به سوی یکدیگر کشیده می شوند. به عبارت دیگر، برآیند نیروهای جاذبه بین یون ها در شبکه ی بلور بیشتر از حالتی است که به صورت یک جفت یون مجزا قرار گرفته باشند. چنین روندی، دلیل پدید آمدن آرایش منظمی از یون ها در سه بعد و تشکیل شبکه بلوری جامد یونی است

شبکه ی بلور سدیم کلرید:

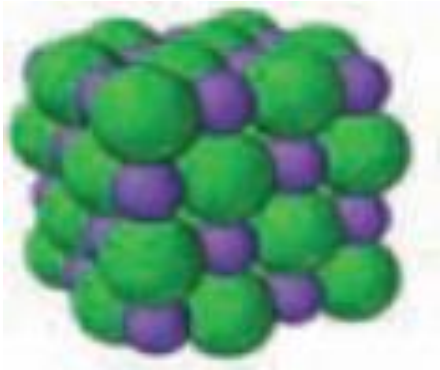
در شبکه ی بلور سدیم کلرید مولکول وجود ندارد و تشکیل شده است ازتعداد بسیار زیادی از یون های مثبت و منفی که به صورت یک در میان در یک شبکه ی بلوری سه بعدی غول آسا قرار گرفته اند.

آرایش یون ها در سرتاسر شبکه بلوری سدیم کلرید به عنوان نمایندۀ جامدهای یونی از یک الگوی تکراری پیروی می کند، به طوری که هرکاتیون با شمار معینی آنیون و هر آنیون با شمار معینی کاتیون احاطه شده است. به شمار نزدیک ترین یون های ناهمنام هریون در شبکه بلور، عدد کوئوردیناسیون می گویند، بنابراین عدد کوئوردیناسیون هر یک از یون های Cl^-وNa^+ موجود پیرامون در بلور سدیم کلرید با هم مساوی و برابر با 6 است. بلور سدیم کلرید مکعبی شکل است.

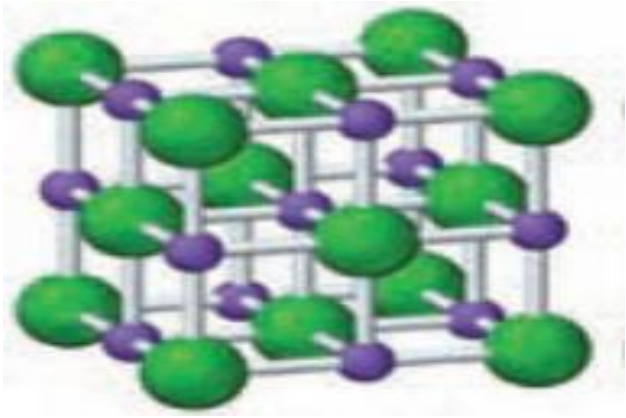




نکته:سایر ترکیب های یونی ساختاری مشابه سدیم کلرید دارند. البته شبکه بلوری همه ی ترکیب های یونی مکعبی نیست و در ضمن عدد کوئوردیناسیون یون ها در شبکه ی بلورمی تواند متفاوت باشد.



آ



ب

آرایش یون ها در شبکه بلوری سدیم کلرید آ) فضا پرکن ب) گلوله و میله

ویژگی های ترکیب های یونی:

1. با توجه به اینکه پیوند یونی پیوند محکمی است بنابراین ترکیب های یونی دمای ذوب و دمای جوش بالایی دارند.(تمام ترکیب های یونی در دمای معمولی، جامد هستند.

2. ترکیب های یونی در حالت جامد نارسانا هستند زیرا یون ها نمی توانند جابجا شوند و فقط حرکت نوسانی دارند. ولی در سایر حالت ها می توانند رسانای جریان برق باشند.

3.ترکیب های یونی سخت اما شکننده اند. زیرا در اثر ضربه تعدادی از ردیف های یونی جابجا شده و در اثر قرار گرفتن یون های با بار مشابه، شبکه ی بلور از هم می پاشد.

$Cl^- Na^+ Cl^- Na^+ Cl^- Na^+$
$Na^+ Cl^- Na^+ Cl^- Na^+ Cl^-$
$Cl^- Na^+ Cl^- Na^+ Cl^- Na^+$
$Na^+ Cl^- Na^+ Cl^- Na^+ Cl^-$
$Cl^- Na^+ Cl^- Na^+ Cl^- Na^+$

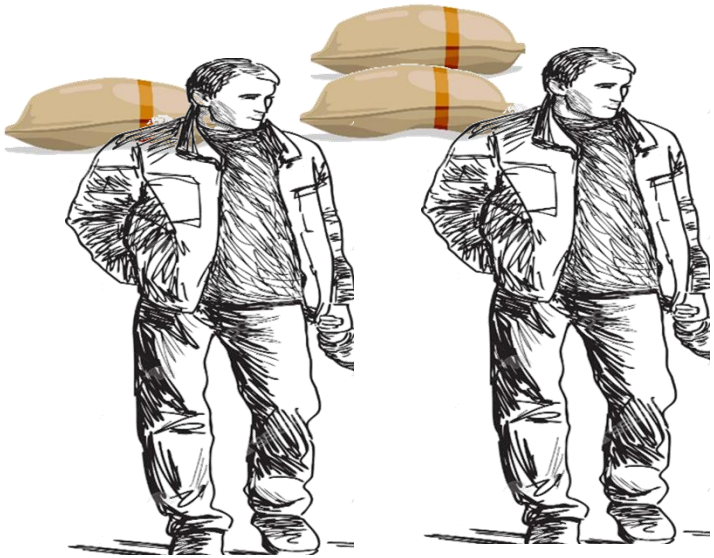
$Cl^- Na^+ Cl^- Na^+ Cl^- Na^+$
$Na^+ Cl^- Na^+ Cl^- Na^+ Cl^-$
$Cl^- Na^+ Cl^- Na^+ Cl^- Na^+$
$Na^+ Cl^- Na^+ Cl^- Na^+ Cl^-$
$Cl^- Na^+ Cl^- Na^+ Cl^- Na^+$

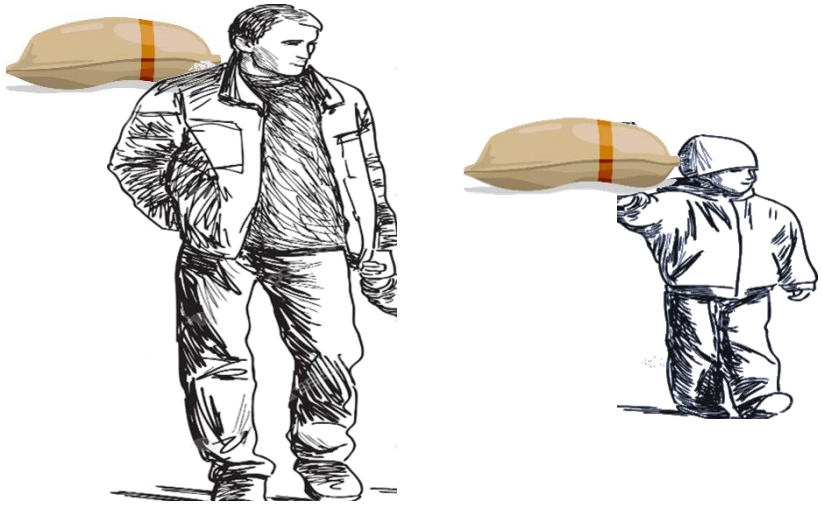
آنتالپی فروپاشی
شبکه ی بلور

چگالی بار الکتریکی(تراکم بار الکتریکی):

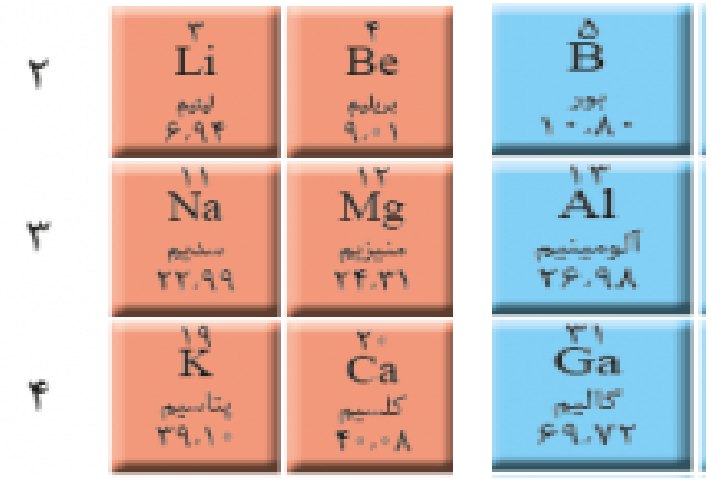
چگالی بار، هم ارز با نسبت بار به حجم آن است (نسبت مقدار بار یون به شعاع آن است).

هر چه بار یون بیشتر و شعاع یون کمتر باشد؛ چگالی بار بیشتر خواهد بود.





پرسش: در هر مورد یون های داده شده را به ترتیب افزایش چگالی بار مرتب نمایید:



1. K^+ , Li^+ , Na^+

$Li^+ > Na^+ > K^+$

2. Al^{3+} , Na^+ , Mg^{2+}

$Al^{3+} > Mg^{2+} > Na^+$

3. O^{2-} , F^- , N^{3-}

$N^{3-} > O^{2-} > F^-$

4. I^- , Br^- , Cl^- , F^-

$F^- > Cl^- > Br^- > I^-$

نکته: هر چه نیروی جاذبه میان یون ها قوی تر باشد، استحکام شبکه یونی بیشتر بوده و برای فرو پاشی آن یا جدا کردن کامل یون ها از یکدیگر به انرژی بیشتری نیاز است.

انرژی فروپاشی شبکه یونی:

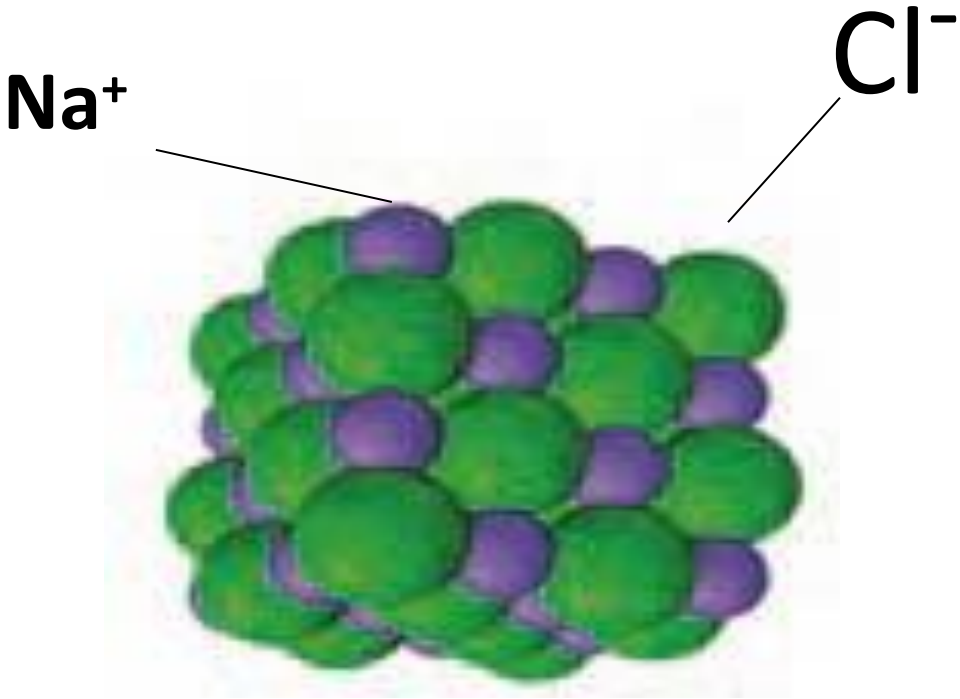
آنتالپی فرو پاشی، گرمای مصرف شده در فشار ثابت برای فروپاشی یک مول از شبکه یونی و تبدیل آن به یون های گازی سازنده است.

$NaCl(s) + 787\ kJ \rightarrow Na^+(g) + Cl^-(g)$ ΔHفرو پاشی $(NaCl,s) = +787\ kJ\ mol^{-1}$

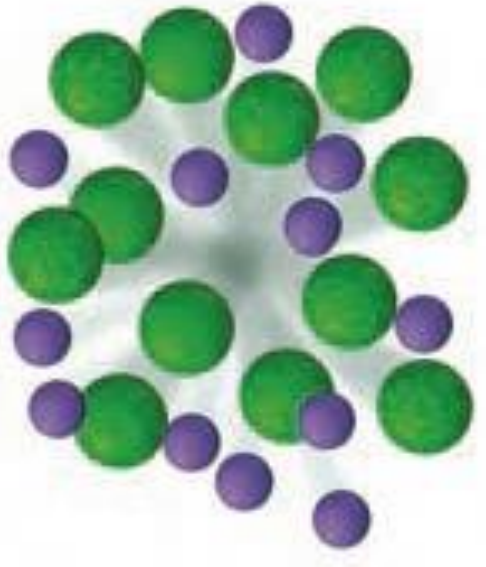
$KBr(s) + 689\ kJ \rightarrow K^+(g) + Br^-(g)$ ΔH فروپاشی$(KBr,s) = +689\ kJ\ mol^{-1}$

نکته: هر چه چگالی بار یون های سازندهٔ یك جامد یونی بیشتر باشد، شبکهٔ آن دشوارتر فرو پاشیده می شود.

نکته: هر چه چگالی بار یون های سازندهٔ یك جامد یونی بیشتر باشد، انرژی فروپاشی شبکه ی بلوری آن بیشتر و عموما دمای ذوب و دمای جوش بیشتری خواهد داشت.



سدیم کلرید جامد



یون های گازی مجزا

$$NaCl(s) + 787\ kJ \rightarrow Na^+(g) + Cl^-(g)$$

پرسش: در هر مورد انرژی شبکه ی بلور کدام ترکیب بیشتر است؟چرا؟

1.KF , LiF

آنتالپی فروپاشی لیتیم فلوئورید نسبت به پتاسیم فلوئورید بیشتراست.
(چون کاتیونش تراکم بار الکتریکی بیشتری دارد)

2.Na2O , Al2O3

آنتالپی فروپاشی آلومینیم اکسید نسبت به سدیم اکسید بیشتراست.
(چون کاتیونش تراکم بار الکتریکی بیشتری دارد)

3.BaO , CaO

آنتالپی فروپاشی کلسیم اکسید نسبت به باریم اکسید بیشتراست.
(چون کاتیونش تراکم بار الکتریکی بیشتری دارد)

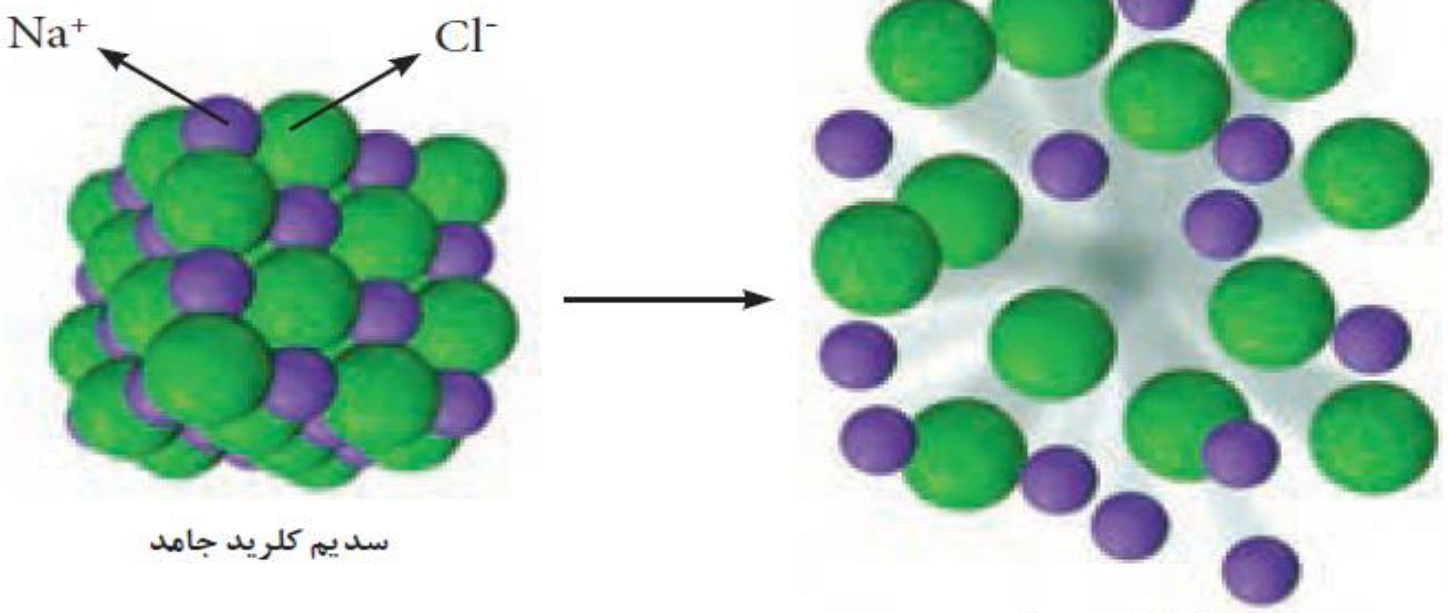
4.Li2O , LiF

آنتالپی فروپاشی لیتیم اکسید نسبت به لیتیم فلوئورید بیشتراست.
(چون آنیونش تراکم بار الکتریکی بیشتری دارد)

5.MgO , CaS

آنتالپی فروپاشی منیزیم اکسید نسبت به کلسیم سولفید بیشتراست.
(چون هم آنیون و هم کاتیونش تراکم بار الکتریکی بیشتری دارند)

نوع و بار یون‌ها و در نتیجه قدرت نیروی جاذبه میان آنها در شبکه بلوری، کلیدی برای درک رفتار آنهاست. هر چه نیروی جاذبه میان یون‌ها قوی‌تر باشد، استحکام شبکه یونی بیشتر بوده و برای فرو پاشی آن یا جدا کردن کامل یون‌ها از یکدیگر به انرژی بیشتری نیاز است. شکل ۱۰، فروپاشی شبکه یونی سدیم کلرید را نشان می‌دهد.



سدیم کلرید جامد

یون‌های گازی مجزا

انرژی لازم برای فروپاشی شبکه یونی سدیم کلرید برابر با $۷۸۷\ kJmol^{-۱}$ بوده و بیشتر از پتاسیم برمید ($۶۸۹\ kJmol^{-۱}$) است، زیرا چگالی بار یون‌های سازندهٔ شبکه در سدیم کلرید به ترتیب بیشتر از یون‌های سازنده در پتاسیم برمید است. در شیمی می‌توان چنین مقایسه‌ای را با دو معادلهٔ واکنش به صورت زیر نمایش داد:

$$NaCl(s) + ۷۸۷\ kJ \rightarrow Na^{+}(g) + Cl^{-}(g)$$

$$KBr(s) + ۶۸۹\ kJ \rightarrow K^{+}(g) + Br^{-}(g)$$

گرمای مصرف شده در فشار ثابت برای واکنش‌هایی از این دست را آنتالپی فروپاشی شبکه می‌نامند و با $\Delta H_{\text{فروپاشی}}$ نمایش می‌دهند. بنابراین:

$$\Delta H_{\text{فروپاشی}}(NaCl,s) = +۷۸۷\ kJ\ mol^{-۱}$$

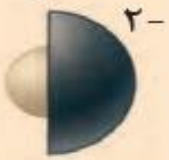
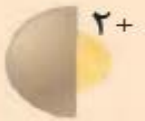
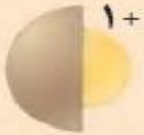
$$\Delta H_{\text{فروپاشی}}(KBr,s) = +۶۸۹\ kJ\ mol^{-۱}$$

با هم بیندیشیم

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

بلور این مواد از تعداد بسیار زیادی از یون های مثبت و منفی تشکیل شده است و واحدهای مستقل و مجزایی به نام مولکول ندارند بنابراین نمی توانیم از واژه ی مولکول یا فرمول مولکولی برای این مواد استفاده کنیم.

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

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

در یک دوره از جدول تناوبی شعاع اتمی از چپ به راست کاهش می یابد . همچنین از چپ به راست هر چه بار یون منفی تر شعاع آن بیشتر و هر چه بار یون مثبت تر شعاع آن کوچتر است

در یک گروه از جدول تناوبی از بالا به پایین شعاع اتمی و شعاع یونی افزایش می یابد زیرا تعداد لایه های الکترونی افزایش می یابد

۳ـ اگر هریون را کره‌ای باردار در نظر بگیرید، چگالی بار هم‌ارز با نسبت بار به حجم آن است. کمیتی که می‌تواند برای مقایسهٔ میزان برهم‌کنش میان یون‌ها به‌کار رود. نسبت ساده‌تری که می‌توان به کاربرد، نسبت مقدار باریون به شعاع آن است. با این توصیف جدول زیر را کامل کنید و به پرسش‌ها پاسخ دهید.

کاتیون	شعاع (pm)	نسبت بار به شعاع	آنیون	شعاع (pm)	نسبت بار به شعاع
Na^{+}	۱۰۲	$۹/۸۰ \times ۱۰^{-۳}$	F^{-}	۱۳۳	...
K^{+}	...	$۷/۲۴ \times ۱۰^{-۳}$	Cl^{-}	۱۸۱	...
$Mg^{۲+}$	...	$۲/۷۷ \times ۱۰^{-۲}$	$O^{۲-}$	۱۴۰	...
$Ca^{۲+}$	۹۹	...	$S^{۲-}$	۱۸۴	$۱/۰۹ \times ۱۰^{-۲}$

کاتیون	شعاع (pm)	نسبت بار به شعاع	آنیون	شعاع (pm)	نسبت بار به شعاع
Na^+	۱۰۲	$۹/۸۰ \times ۱۰^{-۳}$	F^-	۱۳۳	7.52×10^{-3}
K^+	138	$۷/۲۴ \times ۱۰^{-۳}$	Cl^-	۱۸۱	5.52×10^{-3}
$Mg^{۲+}$	72.2	$۲/۷۷ \times ۱۰^{-۲}$	$O^{۲-}$	۱۴۰	1.43×10^{-2}
$Ca^{۲+}$	۹۹	2.02×10^{-2}	$S^{۲-}$	۱۸۴	$۱/۰۹ \times ۱۰^{-۲}$

آ) چگالی بار کدام کاتیون کمتر و کدام یک بیشتر است؟ چرا؟

یون پتاسیم کمترین چگالی بار الکتریکی را داراست، زیرا نسبت بار به شعاع آن از بقیه کمتر است.

یون منیزیم بیشترین چگالی بار الکتریکی را داراست، زیرا نسبت بار به شعاع آن از بقیه بیشتر است.

ب) چگالی بار کدام آنیون کمتر و کدام یک بیشتر است؟ چرا؟

یون کلرید کمترین چگالی بار الکتریکی را داراست، زیرا نسبت بار به شعاع آن از بقیه کمتر است.

یون اکسید بیشترین چگالی بار الکتریکی را داراست، زیرا نسبت بار به شعاع آن از بقیه بیشتر است.

کاتیون	شعاع (pm)	نسبت بار به شعاع	آنیون	شعاع (pm)	نسبت بار به شعاع
Na^+	۱۰۲	$۹/۸۰ \times ۱۰^{-۳}$	F^-	۱۳۳	7.52×10^{-3}
K^+	138	$۷/۲۴ \times ۱۰^{-۳}$	Cl^-	۱۸۱	5.52×10^{-3}
$Mg^{۲+}$	72.2	$۲/۷۷ \times ۱۰^{-۲}$	$O^{۲-}$	۱۴۰	1.43×10^{-2}
$Ca^{۲+}$	۹۹	2.02×10^{-2}	$S^{۲-}$	۱۸۴	$۱/۰۹ \times ۱۰^{-۲}$

پ) پیش‌بینی کنید نیروی جاذبه میان کدام کاتیون با کدام آنیون از همه قوی‌تر است؟ چرا؟

MgO، زیرا هر چه چگالی بار یون های سازندهٔ یك جامد یونی بیشتر باشد، پیوند یونی قوی تر خواهد بود و انرژی فروپاشی شبکه ی بلوری آن بیشتر است.

ت) پیش‌بینی کنید نیروی جاذبه میان کدام کاتیون با کدام آنیون از همه ضعیف‌تر است؟ چرا؟

KCl، زیرا هر چه چگالی بار یون های سازندهٔ یك جامد یونی کمتر باشد، پیوند یونی ضعیف تر خواهد بود و انرژی فروپاشی شبکه ی بلوری آن کمتر است.

خود را بیازمایید

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

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

ب) هر چه ~~بار~~ چگالی بار یون‌های سازندهٔ یک جامد یونی کمتر باشد، شبکهٔ آن ~~دشوارتر~~ آسان‌تر فروپاشیده می‌شود.

۲ـ با توجه به داده‌های متن درس پیش‌بینی کنید کدام آنتالپی فروپاشی شبکه را می‌توان به $KCl(s)$ نسبت داد؟ چرا؟ $kJmol^{-1}$ ۷۱۷، ۶۴۹ یا ۱۰۳۷

$NaCl(s) + 787\ kJ \rightarrow Na^+(g) + Cl^-(g)$ ΔH فرو پاشی $(NaCl,s) = +787\ kJ\ mol^{-1}$

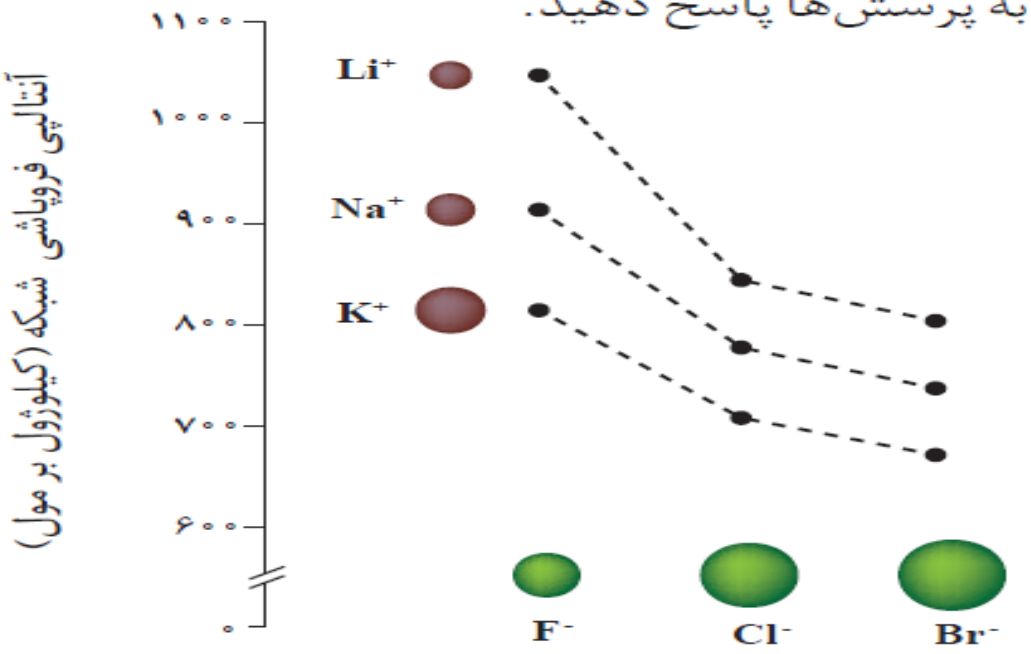
$KBr(s) + 689\ kJ \rightarrow K^+(g) + Br^-(g)$ ΔH فروپاشی $(KBr,s) = +689\ kJ\ mol^{-1}$

آنتالپی فروپاشی پتاسیم کلرید نسبت به سدیم کلرید کمتراست.(چون کاتیونش تراکم بار الکتریکی کمتری دارد)

آنتالپی فروپاشی پتاسیم کلرید نسبت به پتاسیم برومید بیشتراست.(چون آنیونش تراکم بار الکتریکی بیشتری دارد)

پس آنتالپی فروپاشی شبکه ی بلور پتاسیم کلرید می تواند 717 کیلوژول بر مول باشد.

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



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

با افزایش شعاع کاتیون، آنتالپی شبکه ی بلور کاهش می یابد زیرا با افزایش شعاع کاتیون، چگالی بار الکتریکی کاتیون ها کم تر می شود.

ب) با افزایش شعاع آنیون هالید، آنتالپی فروپاشی شبکه چه تغییری می‌کند؟ توضیح دهید.

با افزایش شعاع آنیون، آنتالپی شبکه ی بلور کاهش می یابد زیرا با افزایش شعاع آنیون، چگالی بار الکتریکی آنیون ها کم تر می شود.

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

آنیون / کاتیون	F^-	O^{2-}
Na^+	۹۲۶	۲۴۸۸
Mg^{2+}	۲۹۶۵	۳۷۹۸

آ) درباره درستی جمله زیر گفت‌وگو کنید.

«آنتالپی فروپاشی شبکه هم با بار الکتریکی کاتیون و هم با بار الکتریکی آنیون، رابطهٔ مستقیم دارد».

بله این جمله درست است.

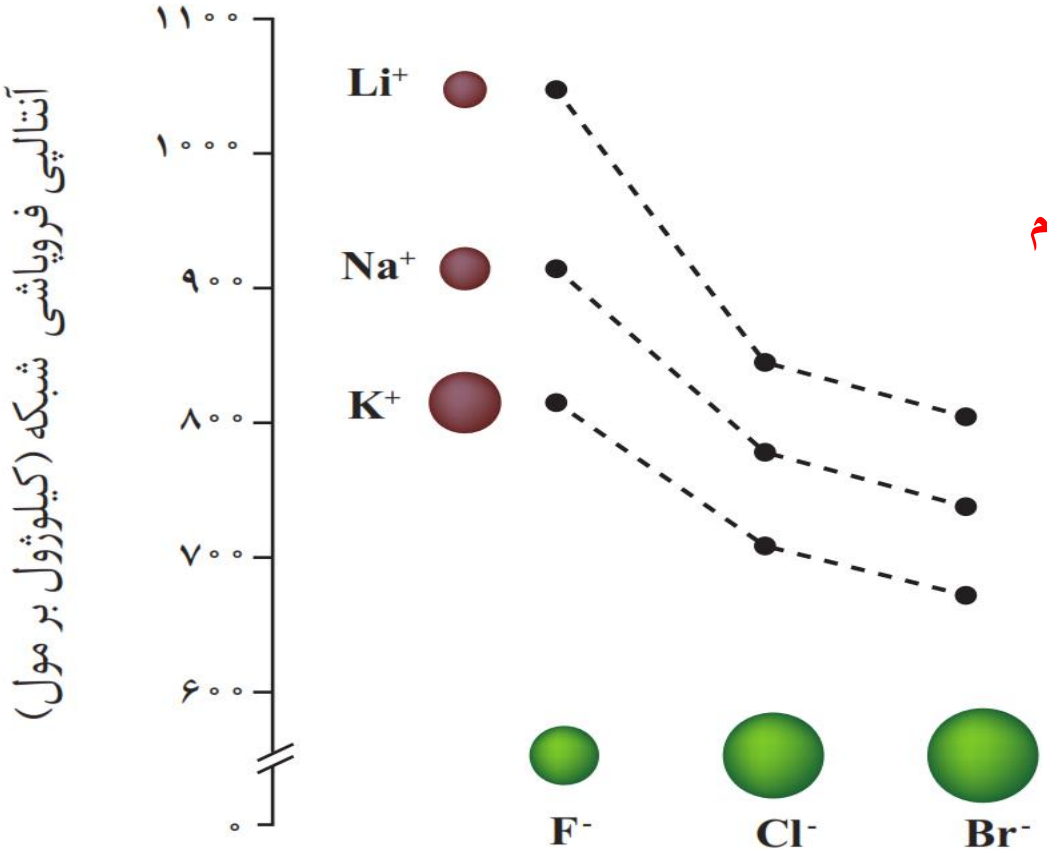
ب) آیا می‌توان میان آنتالپی فروپاشی شبکه و نقطه ذوب جامدهای یونی رابطه‌ای در نظر گرفت؟ توضیح دهید.

بله، هر چه آنتالپی شبکه ی بلور بیشتر باشد؛ نیروی جاذبه ی بین یون ها بیشتر است بنابراین ترکیب یونی دمای ذوب و جوش بیشتری خواهد داشت.

پرسش) با توجه به داده های زیر انرژی فروپاشی شبکه ی بلورNaBr کدام است ؟ چرا؟(879 – 734 - 604)

$NaCl(s) + 787\ kJ \rightarrow Na^{+}(g) + Cl^{-}(g)$ ΔHفرو پاشی $(NaCl,s) = +787\ kJ\ mol^{-1}$

$KBr(s) + 689\ kJ \rightarrow K^{+}(g) + Br^{-}(g)$ ΔH فرو پاشی $(KBr,s) = +689\ kJ\ mol^{-1}$



آنتالپی فروپاشی سدیم برومید نسبت به سدیم کلرید کمتراست.(چون آنیونش تراکم بار الکتریکی کمتری دارد)

آنتالپی فروپاشی سدیم برومید نسبت به پتاسیم برومید بیشتراست.(چون کاتیونش تراکم بار الکتریکی بیشتری دارد)

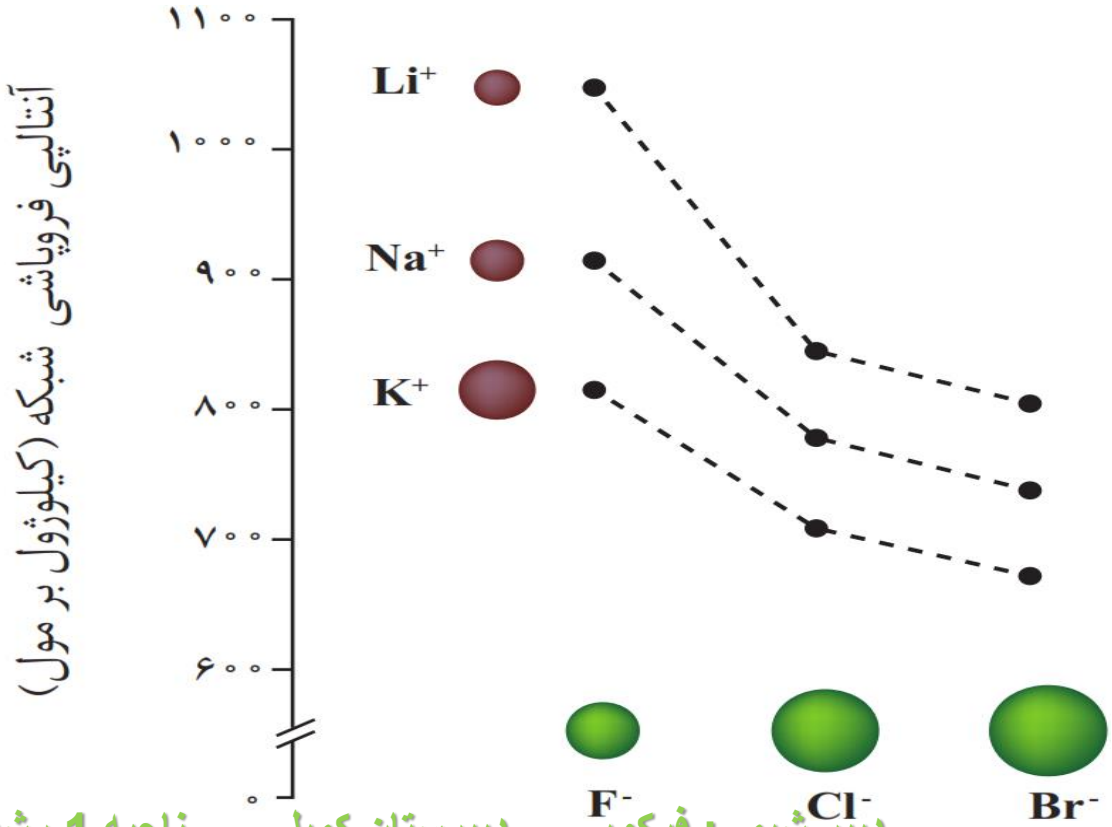
پس آنتالپی فروپاشی شبکه ی بلور سدیم برومید می تواند 734 کیلوژول بر مول باشد.

پرسش) با توجه به داده های زیر انرژی فروپاشی شبکه ی بلورNaF کدام است ؟ چرا؟

(740 – 787 – 926)

$KF(s) + 787\ kJ \rightarrow K^+(g) + F^-(g)$ ΔHفروپاشی (KF,s) = +821 kJ mol^{-1}

$RbBr(s) + 689\ kJ \rightarrow Rb^+(g) + Br^-(g)$ ΔH فروپاشی (RbBr,s) = +660 kJ mol^{-1}



آنتالپی فروپاشی سدیم فلوئورید نسبت به پتاسیم فلوئورید بیشتراست.(چون کاتیونش تراکم بار الکتریکی بیشتری دارد)

آنتالپی فروپاشی سدیم فلوئورید نسبت به روبیدیم برومید بیشتراست.(چون کاتیونش تراکم بار الکتریکی بیشتری دارد)

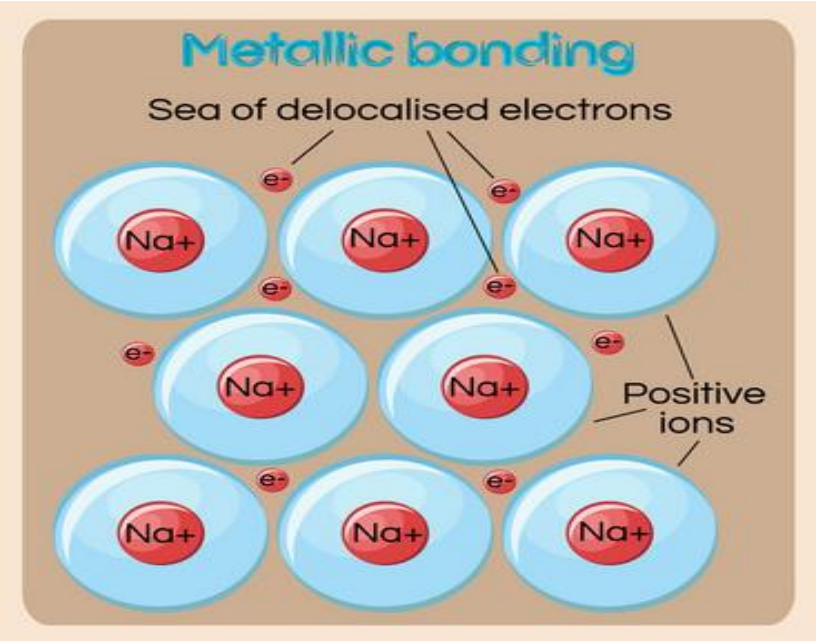
پس آنتالپی فروپاشی شبکه ی بلور سدیم فلوئورید می تواند 926 کیلوژول بر مول باشد.

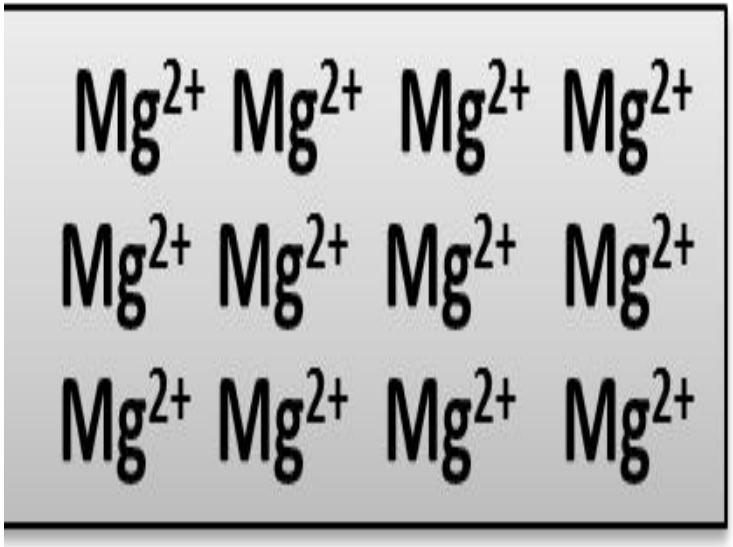
جامدهای فلزی

پیوند فلزی:

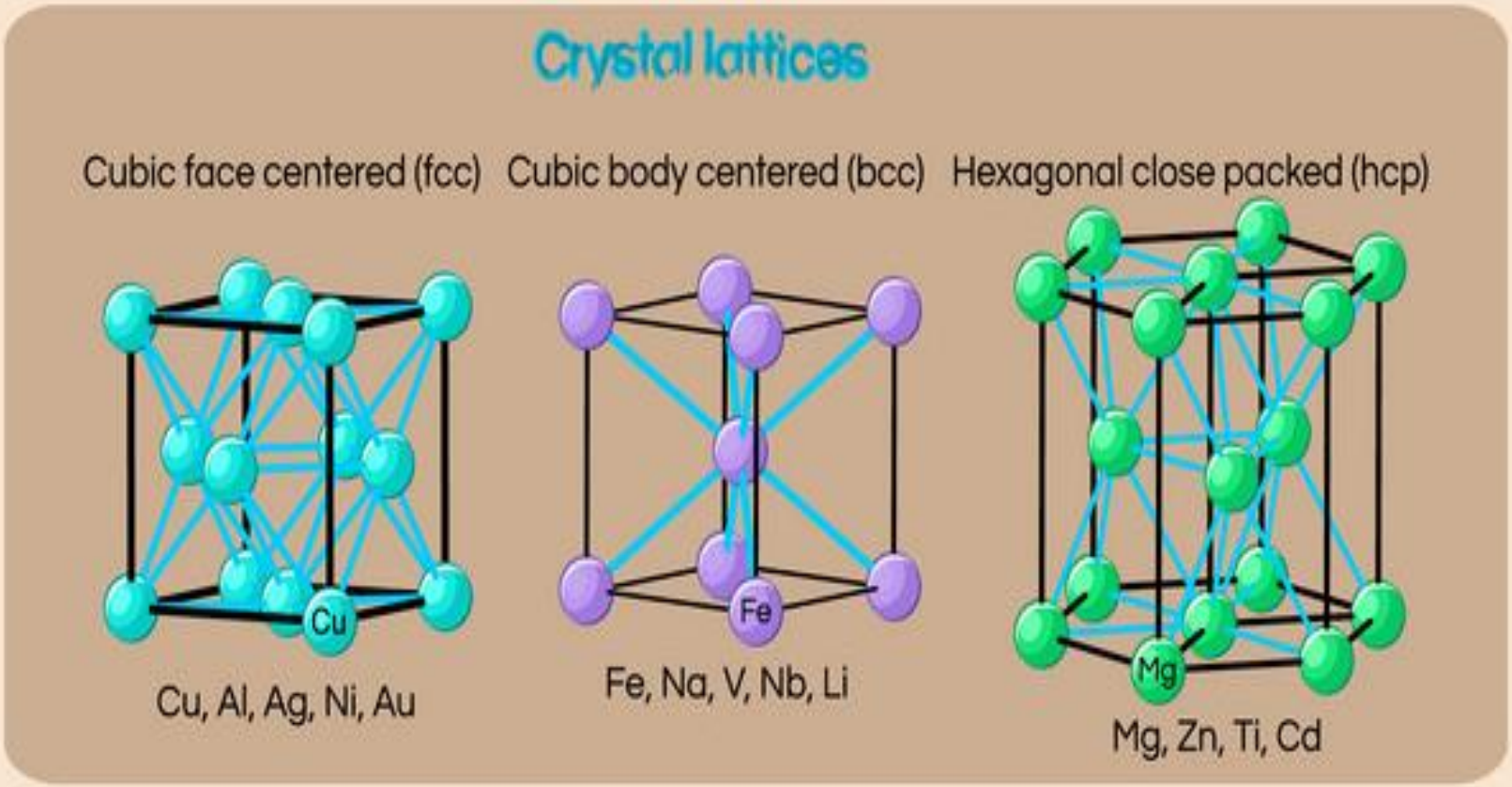
پیوندی است که بین اتم های فلزی برقرار می شود. و شامل یون های مثبتی است که در دریایی از الکترون های آزاد قرار گرفته اند. این دریای الکترونی (که همان الکترون های ظرفیتی اتم های فلزی است) چون چسبی این یون های مثبت را در کنار یکدیگر نگه می دارند.(مدل دریای الکترونی).

نکته: هرچه شعاع اتمی فلز کمتر و بار کاتیون فلزی بیشتر باشد؛ پیوند فلزی قوی تر خواهد بود.

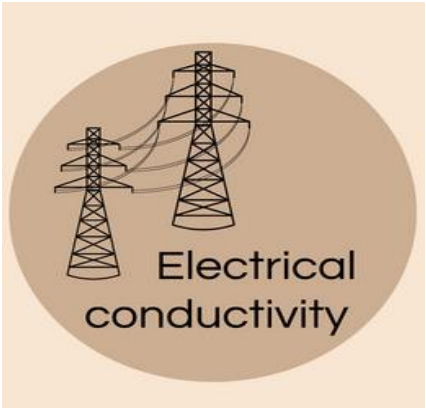




جامد های فلزی: ساختار فلزها آرایش منظمی از کاتیون ها در سه بعد است که در فضای میان آنها سست ترین الکترون های موجود در اتم (الکترون های ظرفیتی)، دریایی را ساخته اند و در آن آزادانه جابه جا می شوند.
در ساختار بلور فلزها، مولکول وجود ندارد.

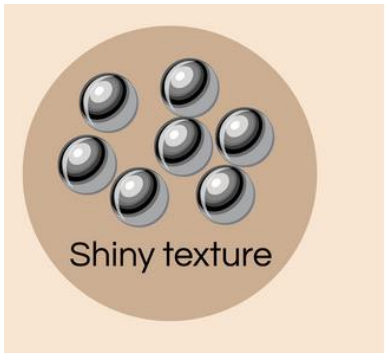


ویژگی های جامدهای فلزی:

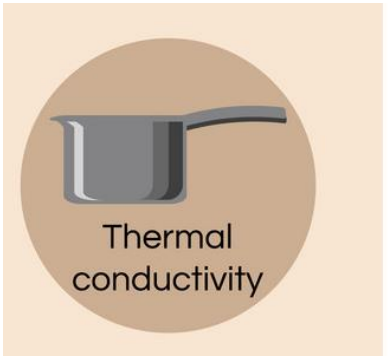


1)رسانای جریان برق هستند.

2) شکل پذیرند(چکش خوارند)



3) درخشنده اند.



4) رسانای خوب گرما هستند.

5) معمولا دمای ذوب و جوش بالایی دارند.

فلزها، عنصرهایی شکل‌پذیر با جلایی زیبا

مواد از جمله فلزها همواره برای زندگی انسان و ادامهٔ آن ضروری و ارزشمند بوده‌اند به‌طوری که تمدن‌های آغازی نیز براساس گسترهٔ کاربری آنها نام‌گذاری شده‌اند.

پس از دورهٔ سنگی، در دورهٔ برنز و سپس آهن، جوامع دچار دگرگونی و رشد چشمگیری شدند و این خود نشان از جایگاه برجستهٔ فلزها در تمدن بشری دارد. این عنصرها هنوز هم کلید رشد، گسترش و ارتقای کیفیت زندگی به شمار می‌روند، آن‌چنان که بسیاری باور دارند پایداری جامعه پیشرفته با فناوری کارآمد به گستردگی استفاده از عنصرهای فلزی وابسته است.

می‌دانید که فلزها بخش عمده عنصرهای جدول دوره‌ای را تشکیل می‌دهند، عنصرهایی که در هر چهار دستهٔ s، p، d و f جای داشته اما رفتارهای فیزیکی و شیمیایی متنوعی دارند.

داشتن جلا، رسانایی الکتریکی، رسانایی گرمایی و شکل‌پذیری از جمله رفتارهای فیزیکی فلزها بوده در حالی که واکنش‌پذیری و تنوع اعداد اکسایش از جمله رفتارهای شیمیایی آنهاست.

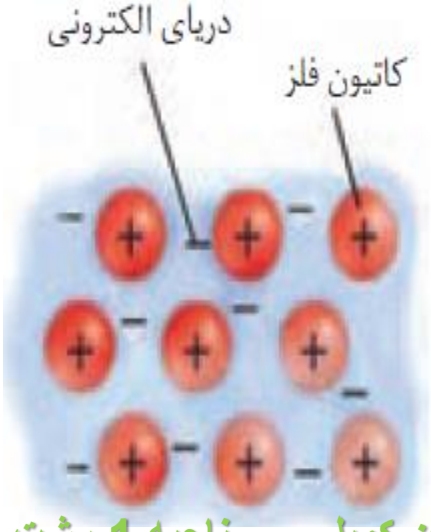
به نظر شما این رفتارها از چه ساختاری سرچشمه می‌گیرند؟ شبکه بلوری فلزها با ساختار مواد کووالانسی، مولکولی و یونی چه تفاوت هایی دارد؟

با هم بیندیشیم

۱ـ این شکل یک الگوی ساده از شبکهٔ بلوری فلزها را نشان می‌دهد که برای توجیه برخی رفتارهای فیزیکی آنها ارائه شده و به **مدل دریای الکترونی**[1] معروف است.

براساس 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 جابه‌جا می‌شوند. با این توصیف به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

آ) پیش‌بینی کنید کدام الکترون‌ها (درونی ـ ظرفیت)، دریای الکترونی را می‌سازند؟ چرا؟



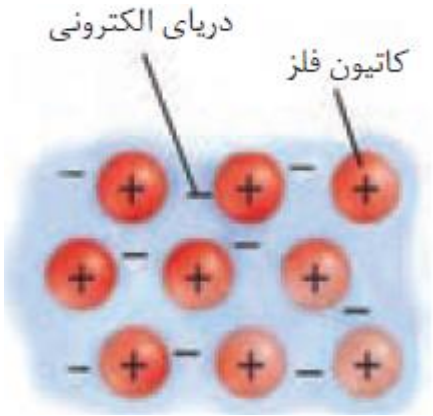
الکترون های ظرفیتی، زیرا جاذبه ی هسته بر الکترون های ظرفیتی کمتر است بنابراین سست ترین الکترون های فلز هستند پس راحت تر می توانند در فضای بین کاتیون ها در شبکه ی بلور جابجا شوند

ب) کدام ویژگی دریای الکترونی سبب می‌شود که هر الکترون موجود در آن را نتوان تنها متعلق به یک اتم معین دانست؟

الکترون های ظرفیتی فلزها که تشکیل دریای الکترونی می دهند در بین کاتیون ها در کل شبکه ی بلور می توانند آزادانه حرکت کنند و سبب رسانایی فلز می شوند. بنابراین نمی توان آن ها را متعلق به یک اتم دانست.

پ) دربارهٔ درستی جملهٔ زیر با یکدیگر گفت‌وگو کنید.

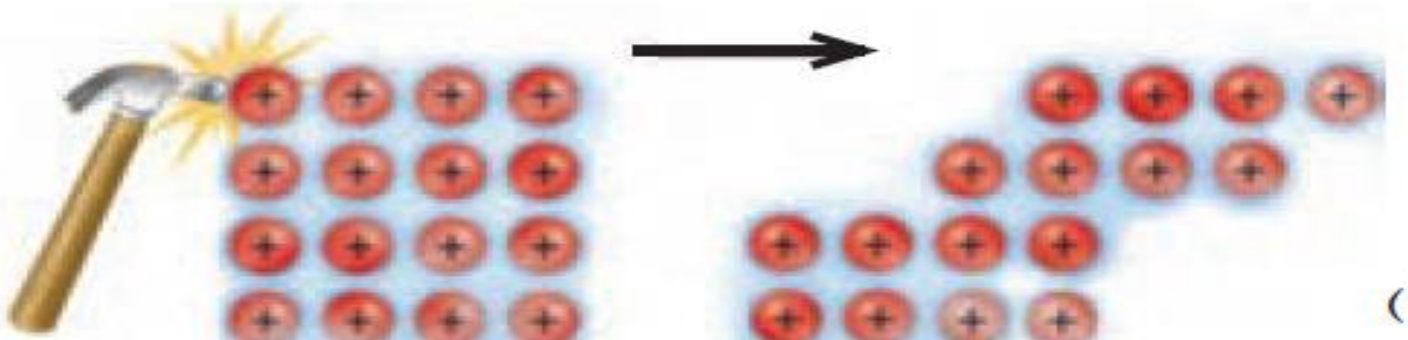
«دریای الکترونی عاملی است که چیدمان کاتیون‌ها را در شبکه بلوری فلز حفظ می کند.»



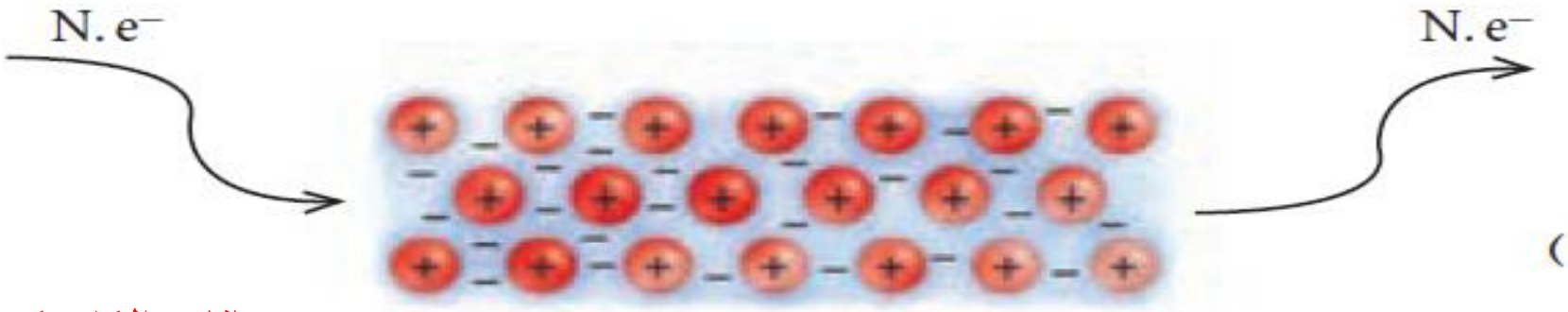
درست، بین کاتیون ها در شبکه ی بلور دافعه وجود دارد، وجود دریای الکترونی منفی در بین کاتیون ها سبب می شود که بین کاتیون ها و دریای الکترونی منفی جاذبه برقرار شود و چیدمان کاتیون ها در شبکه ی بلور فلز حفظ شود.

۲ـ با توجه به شکل‌های داده شده به پرسش‌ها پاسخ دهید.

چکش خواری



(۱)



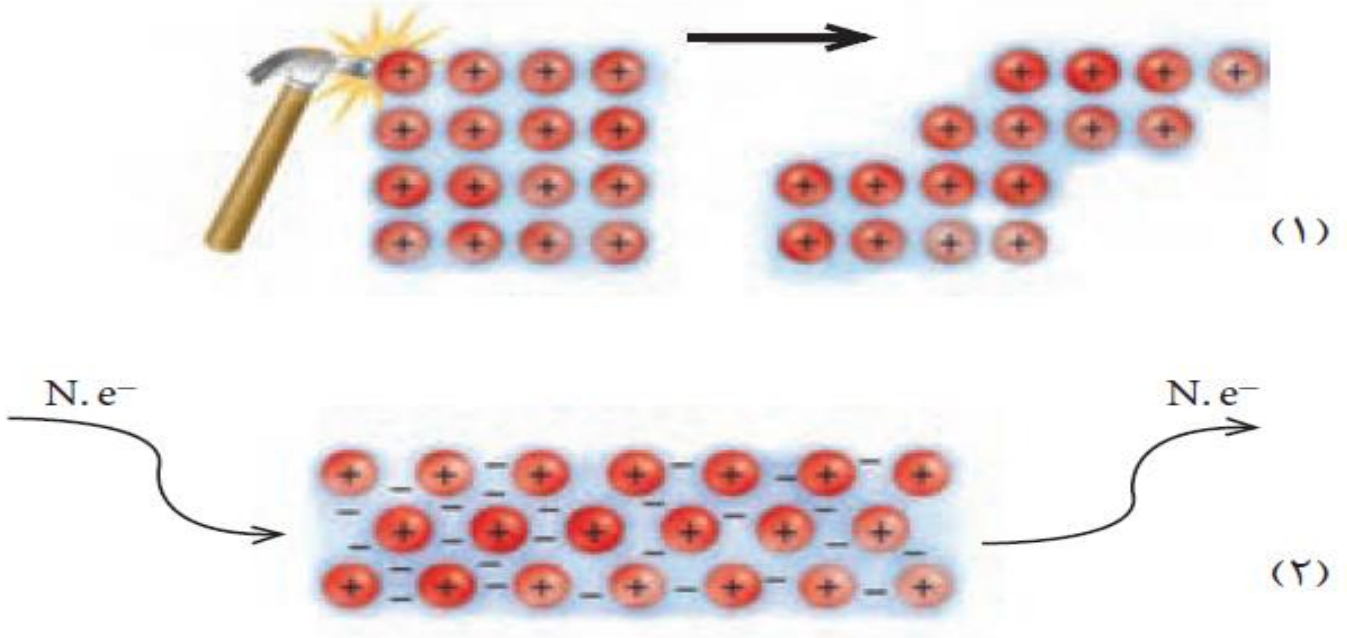
(۲)

رسانایی الکتریکی

آ) هر یک از شکل‌ها نشان‌دهندهٔ کدام رفتار فیزیکی فلز است؟

آیا می‌دانید

یکی از رفتارهای فیزیکی آشکار فلزها، جلای آنها بوده که به بازتاب نور از سطح آنها وابسته است. سطح فلزها نور را همانند یک آینه به‌طور مستقیم بازتاب می‌کند از این رو جلای ویژه‌ای دارند اما موادی که مات دیده می‌شوند نور بازتاب شده از سطح آنها در همهٔ جهت‌ها پخش می‌شود.



ب) رفتار فلز را در هر یک از این دو شکل با توجه به الگوی دریای الکترونی توجیه کنید.

1. در اثر ضربه، کاتیون ها جابجا می شوند، اما به دلیل جاذبه ی بین کاتیون ها و دریای الکترونی، شبکه ی بلور حفظ می شود

2. با توجه به اینکه الکترون ها می توانند آزادانه در سراسر شبکه ی بلور حرکت کنند، هنگامی که الکترون از یک سمت فلز وارد شد، بلافاصله یک الکترون از سمت دیگر خارج می شود که این امر سبب رسانایی فلز می شود.

پرسش) در هر مورد فلزهای داده شده را به ترتیب افزایش دمای جوش مرتب کنید.

1.Na , Li , K Li >Na>K

2.Na , Mg , Al Al >Mg>Na

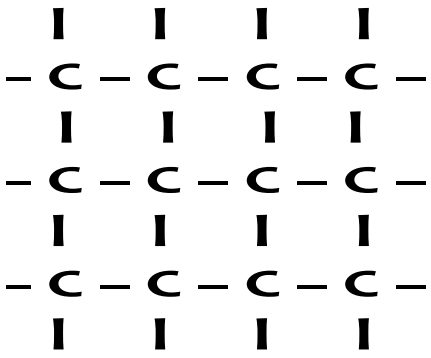
هرچه شعاع اتمی فلز کمتر و بار کاتیون فلزی بیشتر باشد؛ پیوند فلزی قوی تر خواهد بود و دمای ذوب و جوش بیشتری خواهد داشت.

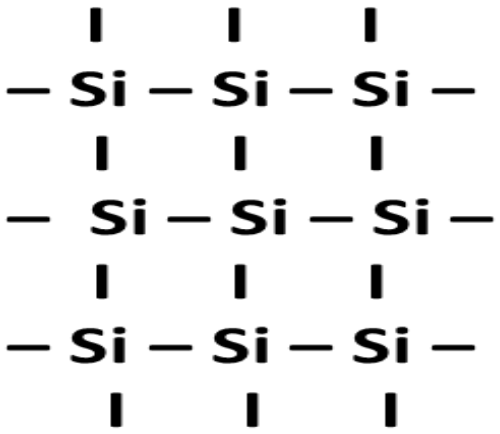
جامدهای کووالانسی:

جامدهای کووالانسی:

ماده کووالانسی مجموعه ای از اتم های بسیاری است که با هم پیوندهای اشتراکی دارند.

در ساختار این مواد مولکول های مجزا وجود ندارد. در واقع جامد های کووالانسی متشکل از تعداد بسیار زیادی از اتم ها یا مولکول های غیر مجزا هستند که در یک شبکه سه بعدی(یا دو بعدی) غول آسا با پیوندهای کووالانسی به یکدیگر متصل هستند.





ویژگی های جامدهای کووالانسی:

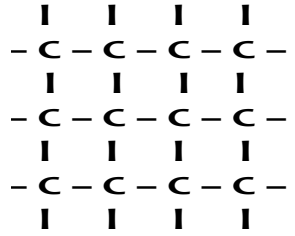
با توجه به اینکه پیوند کووالانسی پیوند محکمی است؛ جامدهای کووالانسی سخت هستند(بجز گرافیت) و دماهای ذوب و جوش بالایی دارند. شفاف هستندو رسانای جریان برق نیستند(بجز گرافیت)

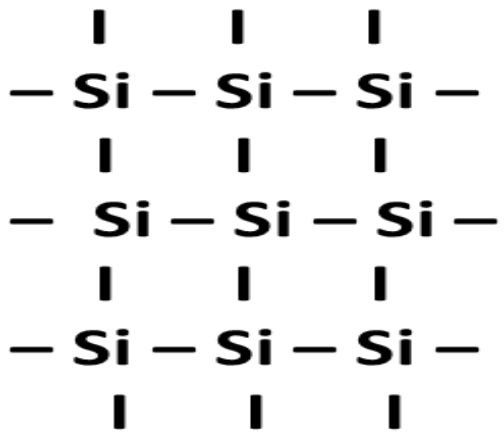
عنصرهای اصلی سازندۀ جامدهای کووالانسی

عنصرهای اصلی سازندۀ جامدهای کووالانسی در طبیعت، کربن و سیلیسیم هستند، دو عنصری که از آنها تاکنون یون تک اتمی در هیچ ترکیبی شناخته نشده است، زیرا اتم های $_{14}Si,_{6}C$ با تشکیل پیوندهای اشتراکی به آرایش الکترونی به آرایش هشتایی می رسند.
مواد زیر جزو جامدهای کووالانسی هستند.

C(الماس),C (گرافیت),B, Si, SiC, SiO_2,$BeCl_2$, BeF_2

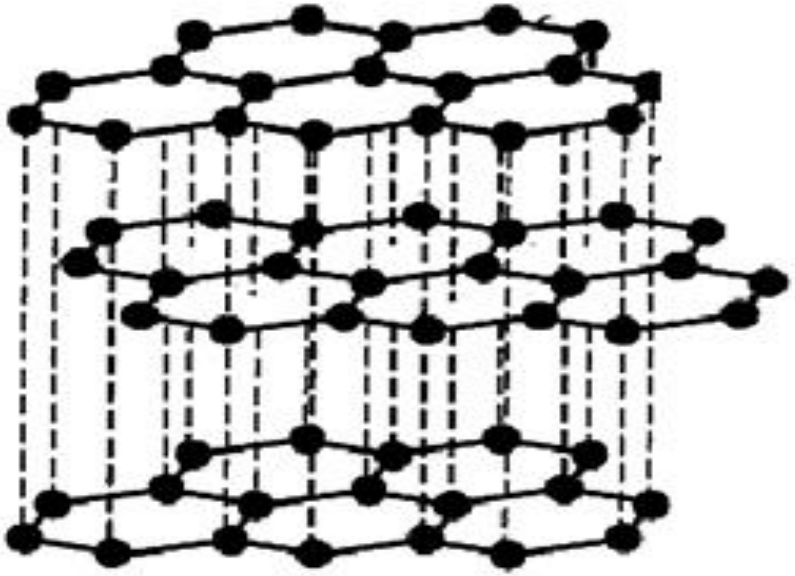
نکته: در بین دو جامد کووالانسی، آنکه اتم های کوچکتری و پیوندهای کووالانسی قوی تری تشکیل می دهد؛ دمای ذوب و جوش بیشتری دارد.

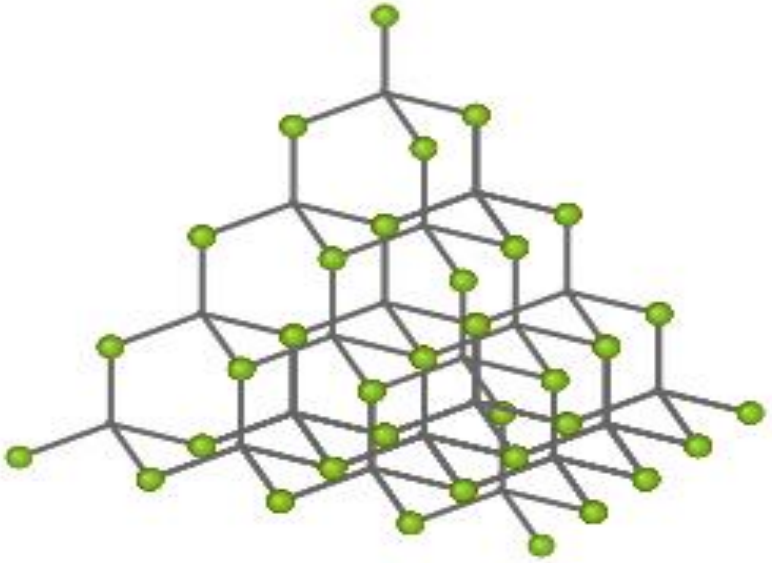




دگر شکل های عنصر کربن

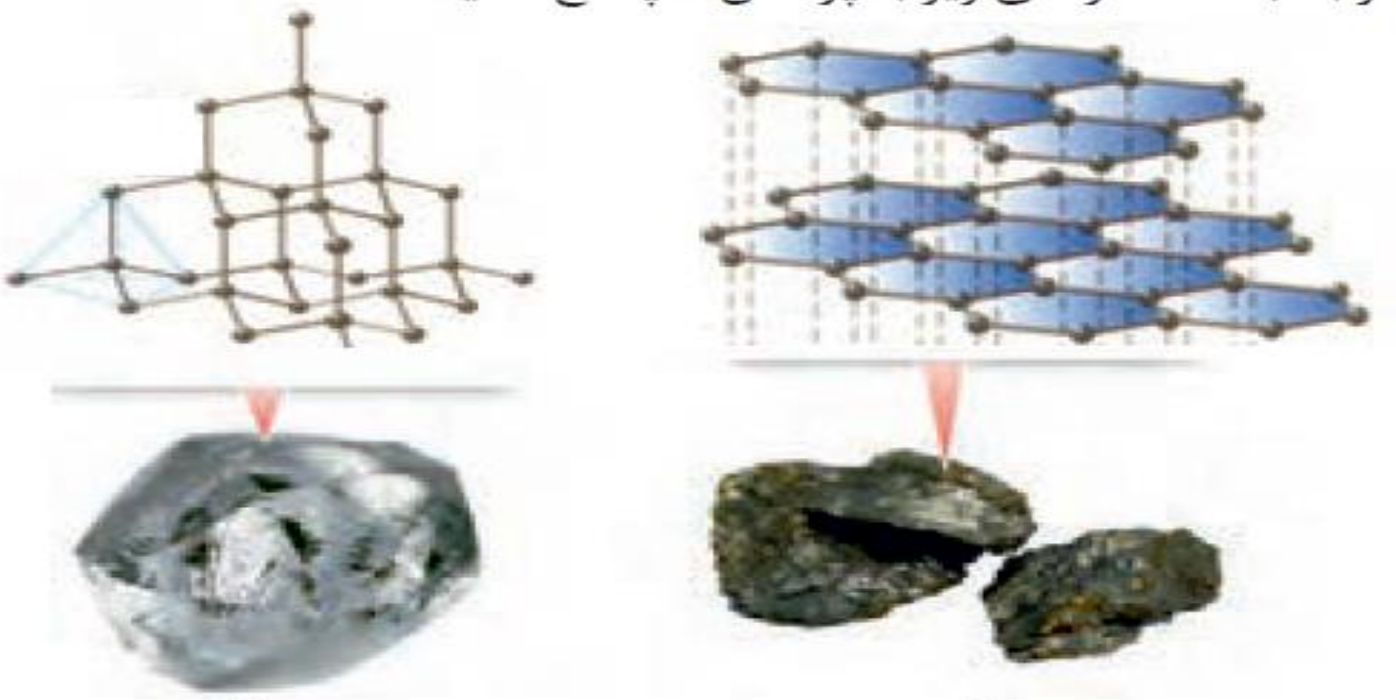
الماس و گرافیت ، دو دگرشکل عنصر کربن هستند که جزو جامدهای کووالانسی می باشند.





خود را بیازمایید

۱ـ گرافیت و الماس از جمله دگرشکل‌های طبیعی کربن بوده که جزو جامدهای کووالانسی هستند. با توجه به ساختارهای زیر به پرسش‌ها پاسخ دهید.



(۱) (۲)

آ) کدام ساختار، جامد کووالانسی با چینش دو بُعدی اتم‌ها و کدام یک، جامد کووالانسی با چینش سه بُعدی اتم‌ها را نشان می‌دهد؟

در الماس هر کربن با چهار اتم کربن دیگر چهار پیوند کووالانسی با چینش سه بُعدی برقرار می کند.

در گرافیت هر کربن با سه اتم کربن دیگر 3 پیوند کووالانسی با چینش دو بُعدی برقرار می کند.

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

نقش زیبای مداد بر کاغذ.

با اینکه پیوند کربن –کربن در گرافیت(در لایه ها) محکم تر از پیوند کربن –کربن در الماس است؛ اما در بین لایه های گرافیت نیروهای ضعیف واندروالس وجود دارد. به همین علت گرافیت به راحتی می شکند. این ویژگی در گرافیت سبب میشود که در ساخت مداد کاربرد داشته باشد.

پ) چرا در ساخت مته‌ها و ابزار برش شیشه از الماس استفاده می‌شود؟

الماس سخت ترین جسم طبیعی است به همین علت در نوک مته های حفاری و همچنین در شیشه بری کاربرد دارد و به علت زیبایی در جواهرسازی مورد استفاده قرارمی گیرد

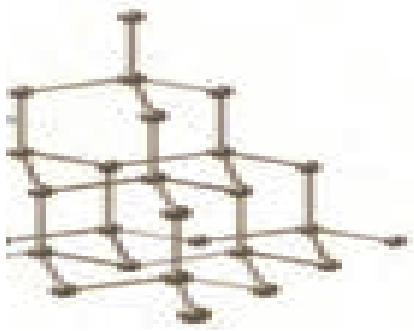
ت) کدام چگالی (۲/۲۷ یا ۳/۵۱ گرم بر سانتی متر مکعب) را به گرافیت می‌توان نسبت داد؟ چرا؟

با توجه به اینکه در گرافیت، بین لایه ها فاصله ی بیشتری وجود دارد پس تراکم ذرات در گرافیت کمتر و چگالی کمتری از الماس دارد بنابراین چگالی گرافیت 2/27 گرم بر سانتی متر مکعب است

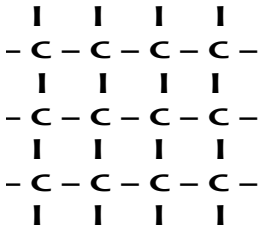
۲ـ باتوجه به جدول زیر به پرسش‌ها پاسخ دهید:

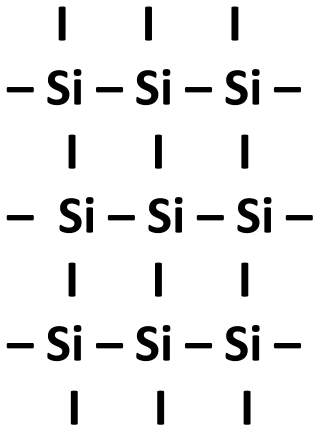
پیوند	C-C	Si-Si
میانگین آنتالپی ($kJmol^{-1}$)	۳۴۸	۲۲۶

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

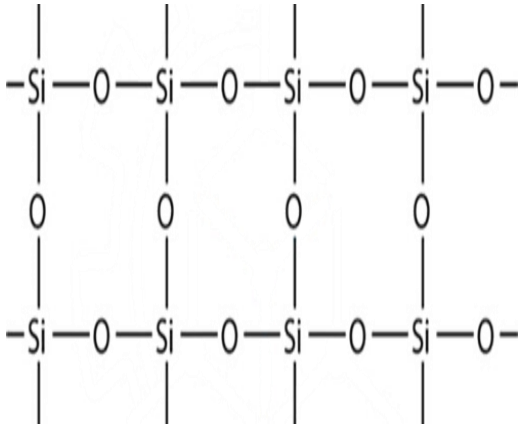


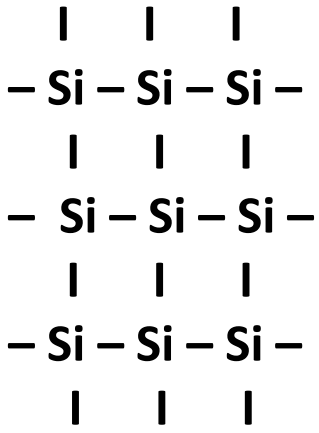
در بین دو جامد کووالانسی، آنکه اتم های کوچکتری و پیوندهای کووالانسی قوی تری تشکیل می دهد؛ دمای ذوب بیشتری دارد. پس نقطه ی ذوب الماس بیشتر است



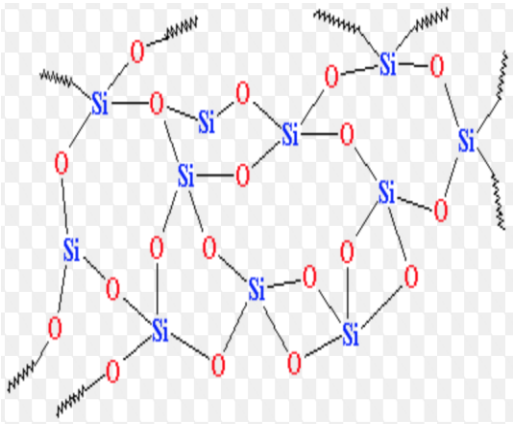


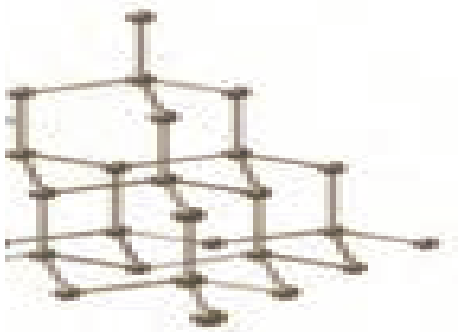
ب) اگر آنتالپی پیوند Si–O بیشتر از پیوند Si–Si و ساختار Si(s) با $SiO_2(s)$ مشابه باشد، توضیح دهید چرا سیلیسیم در طبیعت به حالت خالص یافت نشده و به‌طور عمده به شکل سیلیس یافت می‌شود؟





با توجه به اینکه پیوند Si – O محکم تر از پیوند Si – Si است بنابراین در هنگام تشکیل پیوند Si – O انرژی بیشتری آزاد می شود یعنی پایدارتر است بنابراین سیلیس ازسیلیسیم پایدارتر است





کاربردهای گرافیت

پیوند C – C در گرافیت کوتاه تر و محکم تر از الماس است و دمای ذوب بالایی دارد به همین علت از گرافیت در ساخت کوره استفاده می شود.

(گرافیت پایدارتر از الماس است و دمای ذوب بالاتری از الماس دارد).

با اینکه پیوند *کربن* –*کربن* در گرافیت(در لایه ها) محکم تر از پیوند *کربن* –*کربن* در الماس است؛ اما در بین لایه های گرافیت نیروهای ضعیف واندروالس وجود دارد. به همین علت گرافیت به راحتی می شکند. این ویژگی در گرافیت سبب میشود که در ساخت مداد کاربرد داشته باشد.

در ضمن گرافیت به علت رسانا بودن، به عنوان الکترود در باتری ها و در عمل الکترولیزکاربرد دارد.

شکل ۳ـ مدل گلوله و میله برای نمایش گرافن.

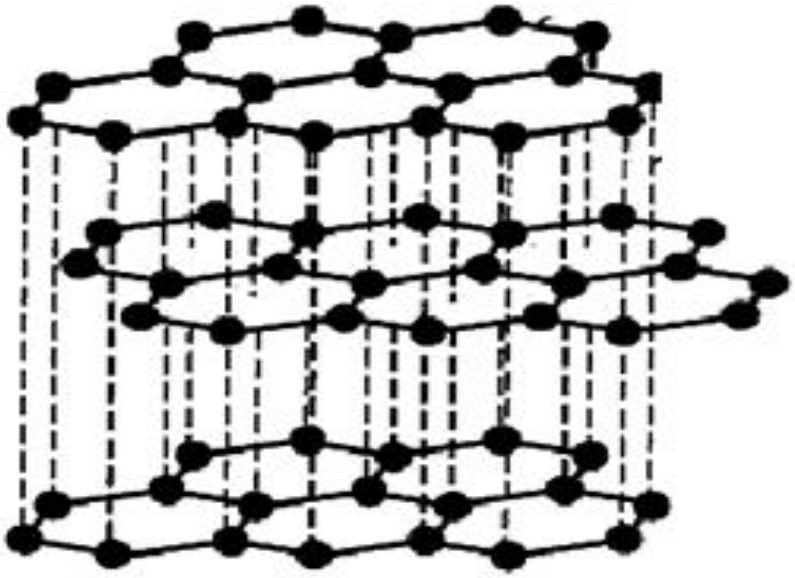
گرافن، گونه‌ای به ضخامت یک اتم

گرافن، تک لایه‌ای از گرافیت است که در آن، اتم‌های کربن با پیوندهای اشتراکی حلقه‌های شش‌گوشه تشکیل داده‌اند (شکل ۳). چنین ساختاری با الگویی مانند کندوی زنبور عسل، استحکام ویژه‌ای دارد به‌طوری که مقاومت کششی آن حدود ۱۰۰ برابر فولاد است. از آنجا که ضخامت گرافن به اندازه یک اتم کربن است، می‌توان آن را یک گونه شیمیایی دو بعدی دانست و انتظار می‌رود شفاف و انعطاف‌پذیر باشد. یافته‌های تجربی نیز این ویژگی‌های گرافن را تأیید می‌کنند. یک روش ساده برای تهیهٔ گرافن استفاده از گرافیت و نوارچسب نازک برای جدا کردن لایه‌هایی از آن است (شکل ۴).

شکل ۴ـ تهیه گرافن با استفاده از نوار چسب

در این روش، نخست مقداری گرد گرافیت را بین دو تکه نوار چسب فشار می‌دهند. سپس یکی از نوارچسب‌ها را جدا می‌کنند. به این ترتیب لایه‌هایی از گرافیت روی سطح چسبنده نوارچسب قرار می‌گیرد. در ادامه، این نوارچسب را به سطح چسبنده نوارچسب سوم چسبانده، فشار می‌دهند و از هم جدا می‌کنند تا لایه نازک‌تری از گرافیت روی نوار چسب سوم باقی بماند. با ادامه این کار لایه‌ای به ضخامت نانومتر در برخی قسمت‌های نوار چسب باقی می‌ماند که همان گرافن است.

گرافن



گرافیت

پرسش) با اینکه کربن و سیلیسیم هم گروه هستند و فرمول شیمیایی اکسیدهای آن ها مشابه است؛ چرا دمای ذوب و جوش کربن دی اکسید خیلی کمتر است؟

موادی مانند کربن‌دی‌اکسید و آب، مواد مولکولی به شمار می‌روند زیرا ذره‌های سازندهٔ آنها مولکول‌های مجزا هستند، اما موادی مانند سیلیس، شامل شمار بسیار زیادی از اتم‌های سیلیسیم و اکسیژن با پیوندهای اشتراکی Si-O-Si بوده و دارای ساختاری به هم پیوسته و غول‌آساست. ساختاری که دلیلی بر سختی بالا و دیرگداز بودن چنین موادی است.

دمای ذوب و جوش جامدهای کووالانسی بیشتر از جامدهای مولکولی است.

پختن نان سنگک بر روی دانه های درشت سنگ را می توان نشانه ای از مقاومت گرمایی سیلیس دانست.

سیلیس، زیبا، سخت و ماندگار

سیلیسیم پس از اکسیژن فراوان‌ترین عنصر در پوستهٔ جامد زمین است به طوری که ترکیب‌های گوناگون این دو عنصر بیش از ۹۰٪ پوستهٔ جامد زمین را تشکیل می‌دهند، از این رو **سیلیس**[۱] (SiO_2)، فراوان‌ترین اکسید در این لایه از سیارهٔ ما به شمار می‌رود. **کوارتز**[۲] از جمله نمونه‌های خالص و ماسه از جمله نمونه‌های ناخالص سیلیس است.

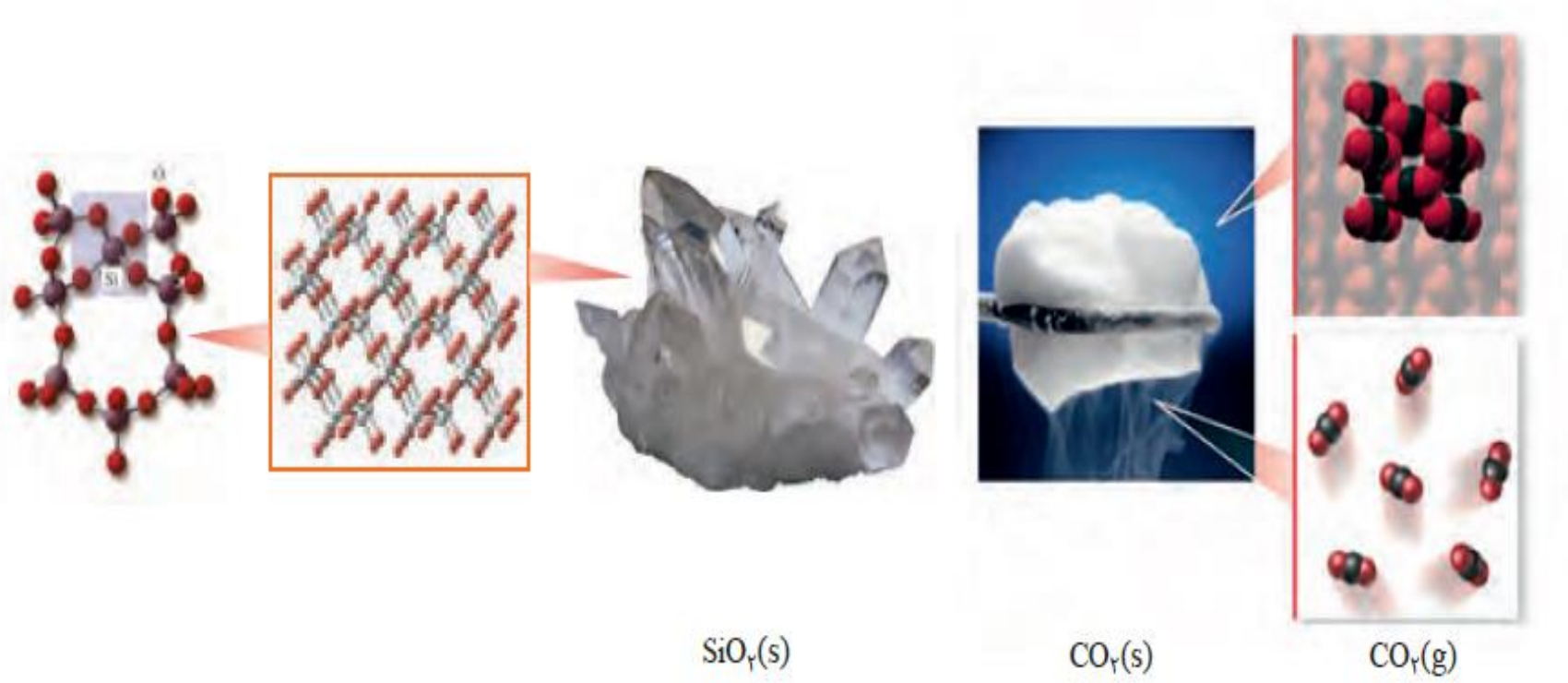
از شیمی ۲ به یاد دارید که $_{14}Si$، شبه فلزی از خانوادهٔ کربن است، از این رو شاید تصور کنید که ساختار سیلیسیم مانند کربن است و سیلیس ساختاری همانند کربن دی اکسید دارد! (شکل ۲).

شکل 2 نمونه ای از سیلیسیم، سیلیس و یخ خشک

- سیلیس خالص به دلیل داشتن خواص نوری ویژه در ساخت منشورها و عدسی‌ها به کار می‌رود.

با هم بیندیشیم

۱ـ با توجه به شکل‌های زیر به پرسش‌های داده شده پاسخ دهید.

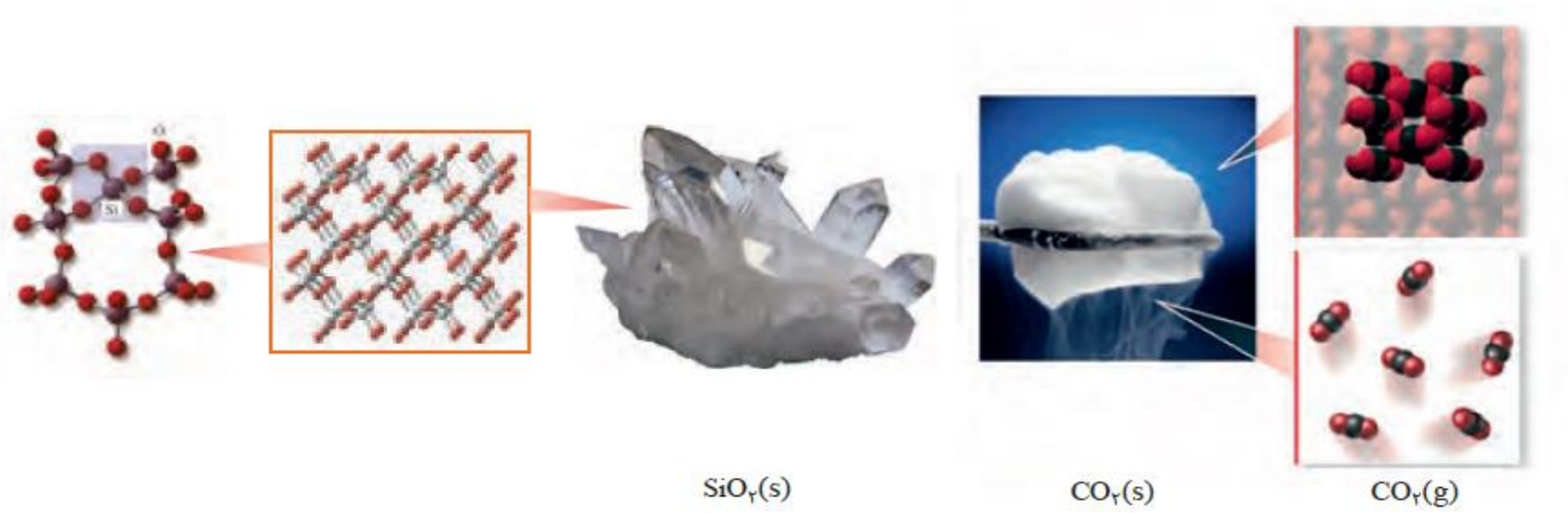


آ) از شیمی ۱ به یاد دارید که مواد مولکولی در ساختار خود مولکول‌های مجزا دارند. کدام ماده جزو مواد مولکولی است؟ CO2

ب) ماده کووالانسی مجموعه‌ای از اتم‌های بسیاری است که با هم پیوندهای اشتراکی دارند. بر این اساس کدام ماده، کووالانسی است؟ SiO2

با هم بیندیشیم

۱ـ با توجه به شکل‌های زیر به پرسش‌های داده شده پاسخ دهید.



$SiO_2(s)$ $CO_2(s)$ $CO_2(g)$

۲ـ پیش‌بینی کنید کدام ماده:

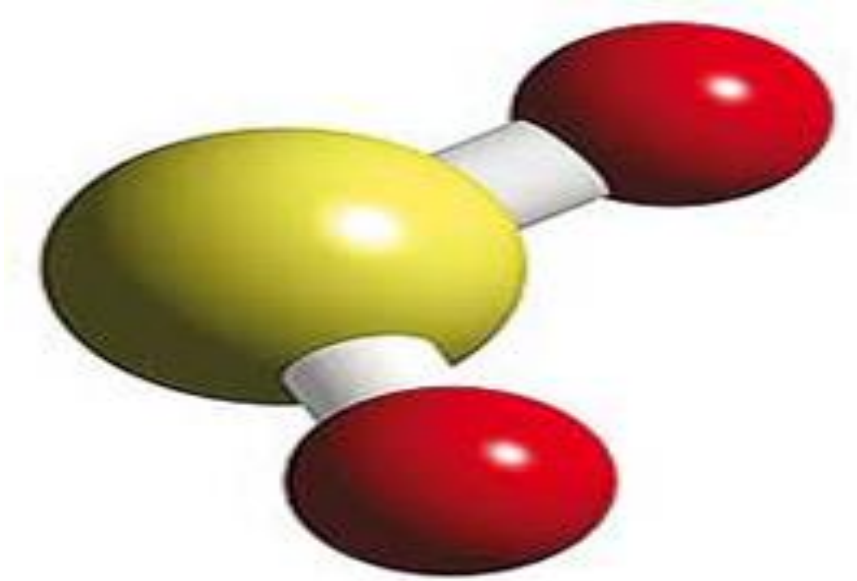
آ) سخت‌تر است؟ چرا؟

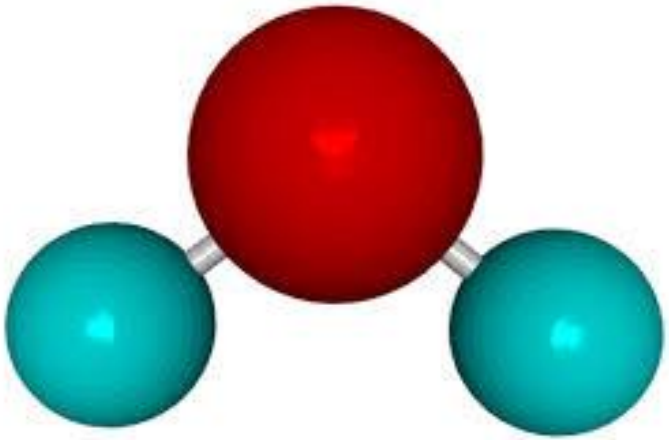
SiO_2، زیرادمای سختی جامدهای کووالانسی بیشتر از جامدهای مولکولی است.

ب) نقطه ذوب پایین‌تری دارد؟ چرا؟

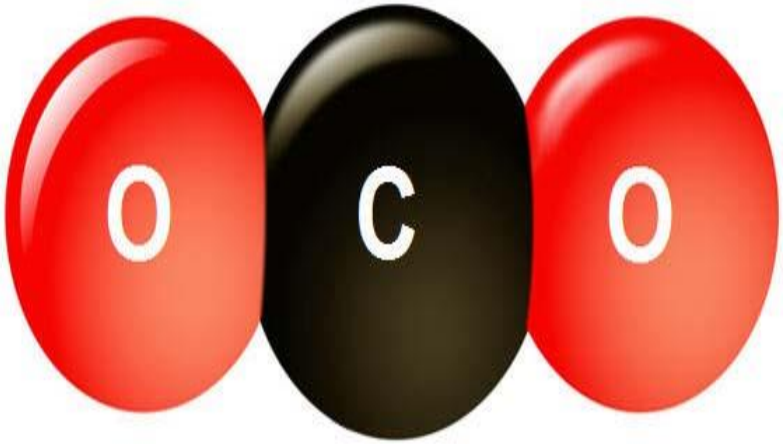
CO_2، دمای ذوب و جوش جامدهای مولکولی کمتر از جامدهای کووالانسی است.

جامدهای مولکولی



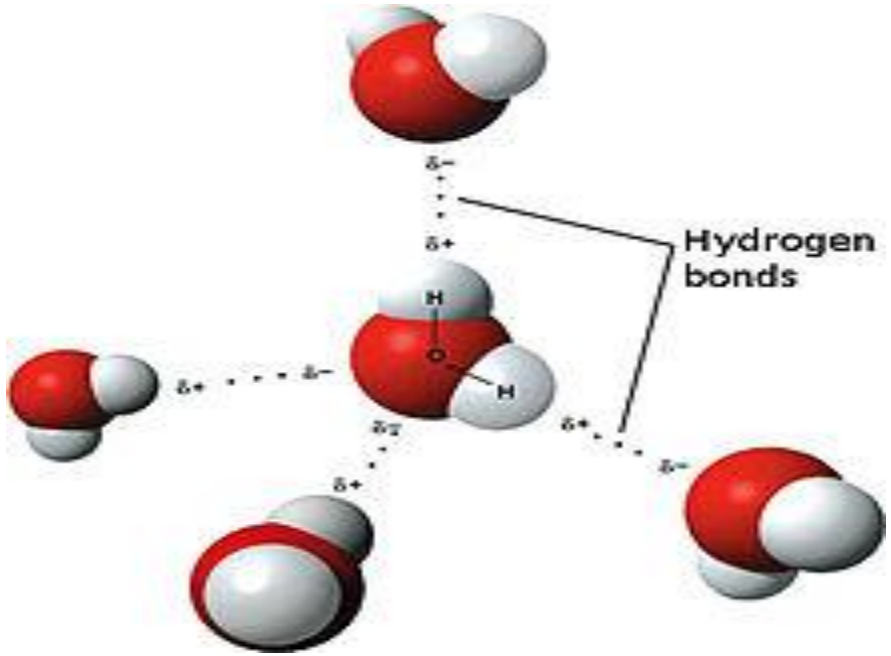


مولـكول قطبى



مولـكول نـاقطبى

پیوند هیدروژنی



فرمول تجربی:

نشان دهنده ی ساده ترین نسبت بین اتم ها در ماده می باشد.

مثال: Fe MgF_2 SiO_2 NaCl

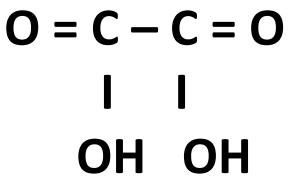
فرمول مولکولی:

نشان دهنده ی تعداد و نوع اتم های تشکیل دهنده ی جسم است.

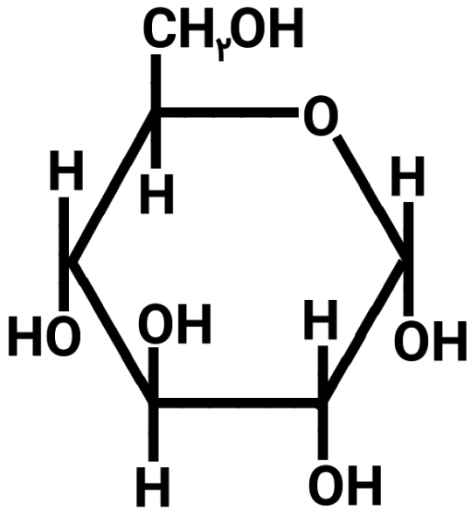
N_2O_4 H_3PO_4 IF_5 H_2O

فرمول ساختاری:

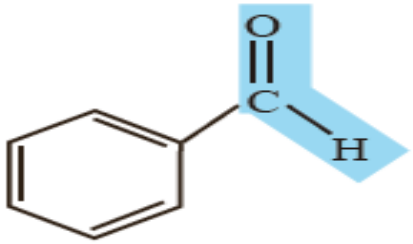
علاوه بر تعداد و نوع اتم های تشکیل دهنده، چگونگی اتصال بین اتم ها را نیز نشان می دهد.



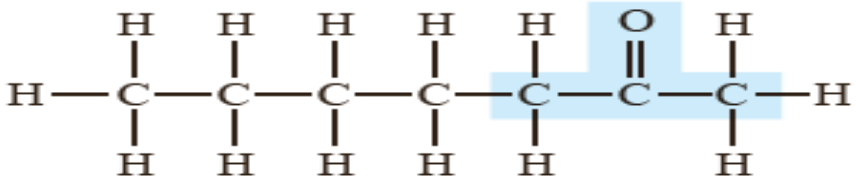
اگزالیک اسید



گلوکز

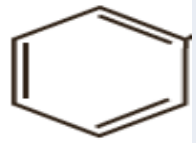
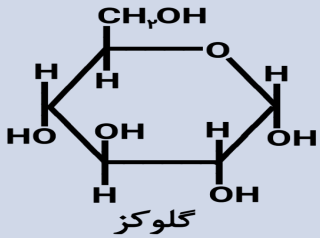


بنزآلدهید



۲- هپتانون

پرسش: با توجه به فرمول های ساختاری داده شده، فرمول مولکولی و فرمول تجربی هریک از مواد زیر را بنویسید:

فرمول ساختاری	فرمول مولکولی	فرمول تجربی
O = C – C = O I I OH OH	$H_2C_2O_4$	HCO_2
	C_6H_6	CH
 گلوکز	$C_6H_{12}O_6$	CH_2O
H – N – H I H	NH_3	NH_3

در جامدهای مولکولی، فرمول شیمیایی همان فرمول مولکولی است. و در سایر انواع جامدات بلوری، فرمول شیمیایی همان فرمول تجربی آن هاست.

الکترونگاتیوی:

به تمایل اتم برای نزدیک کردن جفت الکترون های پیوندی به سمت هسته ی خود را الکترونگاتیوی گویند.

پیوند کووالانسی ناقطبی و پیوند کووالانسی قطبی:

پیوند کووالانسی ناقطبی

هر گاه در یک پیوند کووالانسی بین دو اتم اختلاف الکترونگاتیوی نداشته باشیم یا اختلاف الکترونگاتیوی ناچیز باشد؛ پیوند کووالانسی ناقطبی خواهد بود.

0 تا 0.4

پیوند کووالانسی قطبی

هر گاه در یک پیوند کووالانسی بین دو اتم اختلاف الکترونگاتیوی زیاد باشد، پیوند کووالانسی قطبی خواهد بود.

0.4 تا 1.7

نکته:هر گاه در یک پیوند، بین دو اتم اختلاف الکترونگاتیوی خیلی زیاد باشد، پیوند یونی خواهد بود.

$Na^{+}Cl^{-}$

بیشتر از 1.7

مولکول: کوچکترین ذره های سازنده ی یک ماده که به صورت آزاد و مستقل وجود دارند و هنوز خواص آن ماده را دارا می باشند.

جامدهای مولکولی:

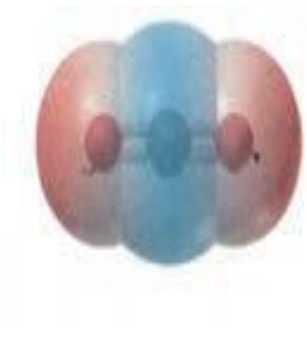
موادی هستند که از مولکول ها تشکیل شده اند.

بین اتم ها پیوندهای کووالانسی برقرار است و در بین مولکول ها نیروهای واندروالس برقرار است.

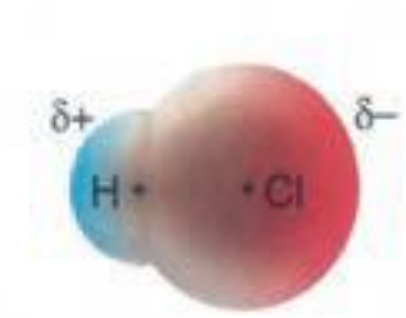
مولکول ها را به دو دسته ی قطبی و ناقطبی طبقه بندی می کنند.

مولکول ناقطبی: مولکول هایی که در میدان الکتریکی جهت گیری نمی کنند، به دیگر سخن، گشتاور دو قطبی آنها صفر است مولکول های ناقطبی هستند.

در مولکول های ناقطبی تراکم پخش بار الکتریکی متقارن است.(مرکز بار + و – بر هم منطبق است)



مولکول قطبی: مولکول هایی که در میدان الکتریکی جهت گیری می کنند، به دیگر سخن، گشتاور دو قطبی آنها بزرگ تر از صفر است مولکول های قطبی هستند. در مولکول های قطبی تراکم پخش بار الکتریکی نامتقارن است.(مرکز بار + و – بر هم منطبق نیست).



نکته: به طور کلی نیروی جاذبه ی بین یون ها بیشتر از مولکول ها است. همچنین بین دو مولکول با جرم مولی مشابه؛ نیروی جاذبه ی بین مولکول های قطبی بیشتر از ناقطبی است.

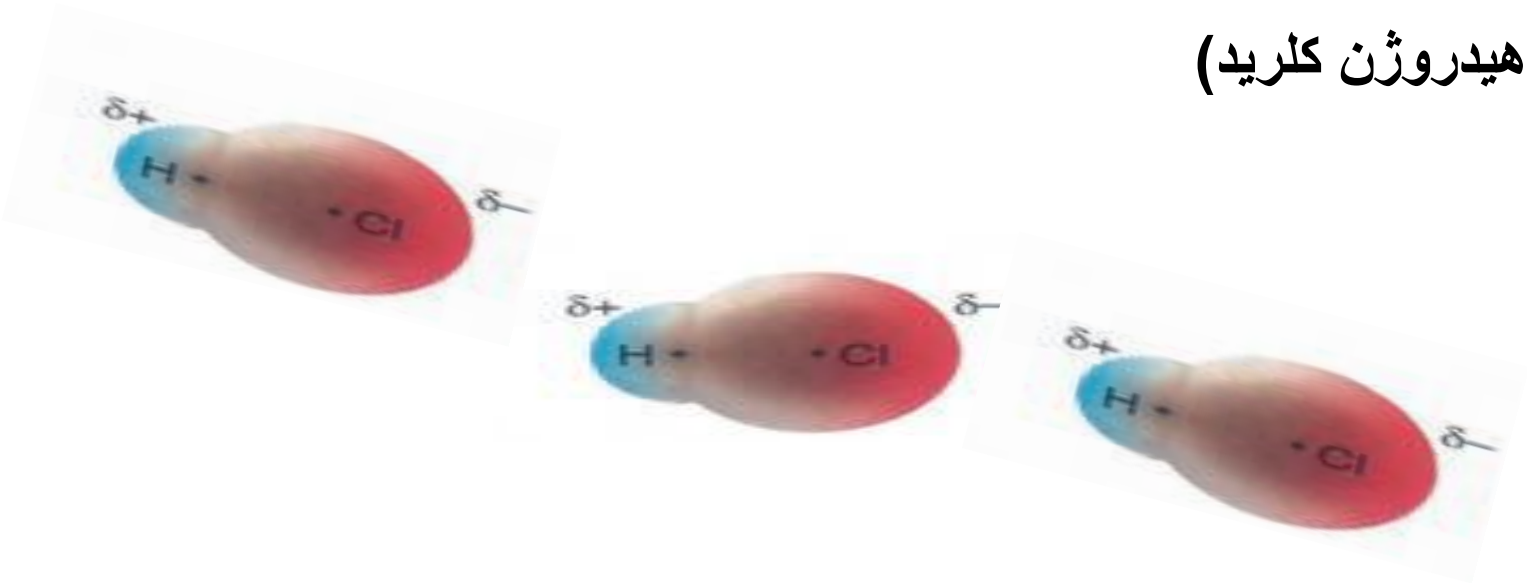
نیروهای واندروالس:

به طور کلی نیروهایی که مولکول ها را در کنار یکدیگر نگه می دارد نیروهای واندروالس می نامند.

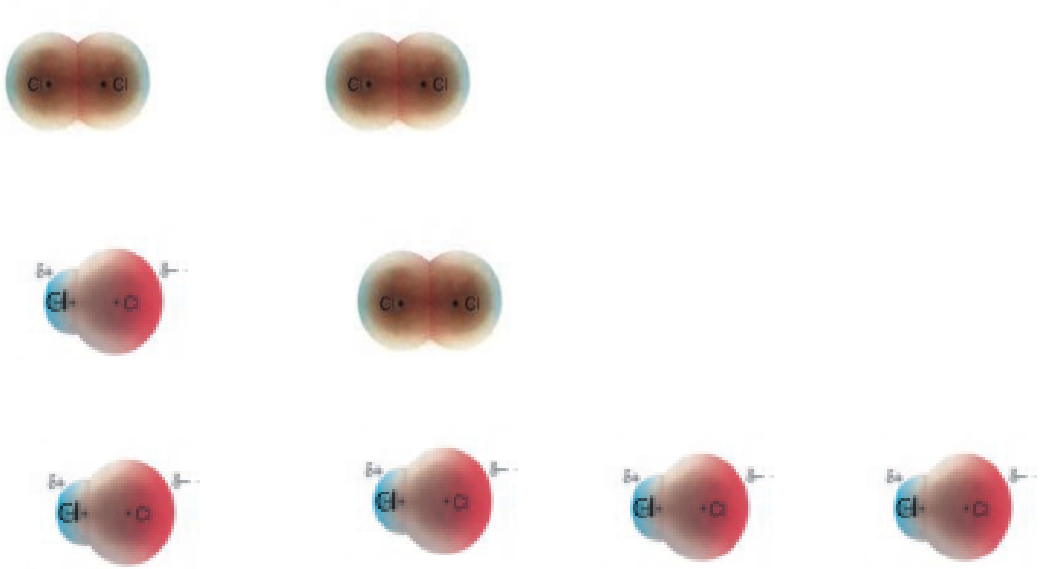
انواع نیروهای واندروالس:

1.دوقطبی – دوقطبی: بین مولکول های قطبی برقرار می شود. بدین ترتیب که هر هر مولکول از سر مثبت خود مولکول مجاورش را از سر منفی جذب می کند.

(مثال هیدروژن کلرید)

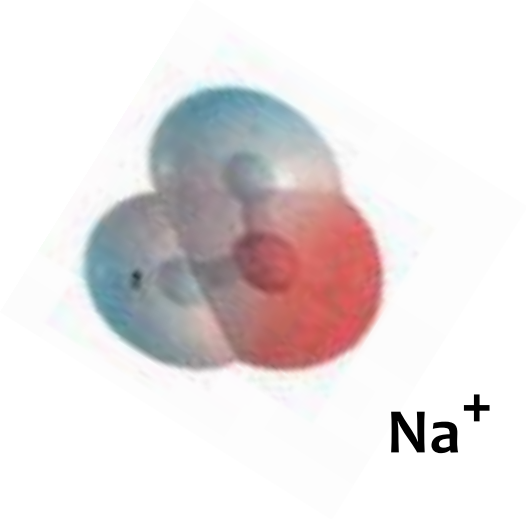


2.دوقطبی القایی – دوقطبی القایی: بین مولکول های ناقطبی برقرار می شود. بدین ترتیب که ابتدا برخی از مولکول های ناقطبی در اثر عوامل مختلفی مانند برخورد بین مولکول ها، قطبی می شوند. سپس مولکول های مجاور خود را نیز القا می کنند وآنها را دوقطبی می کنند، سپس یکدیگر را جذب می کنند. (مثال کلر)

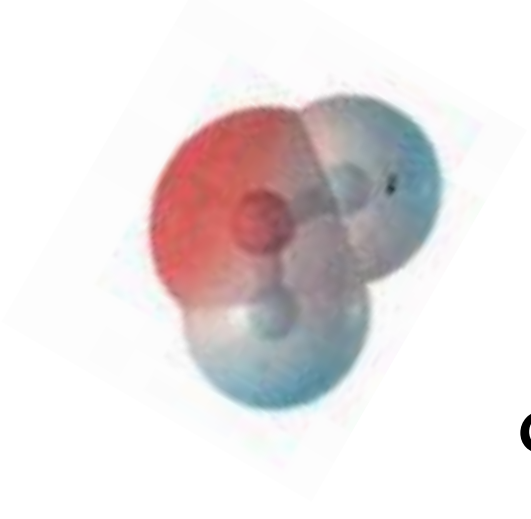


3. دوقطبی – دوقطبی القایی: بین مولکول های قطبی و ناقطبی برقرار میشود.(مثال آب و نفت)

4. یون – دوقطبی: بین مولکول های قطبی و یون ها برقرار میشود.(مثال آب و سدیم کلرید)



Na^+



Cl^-

5.یون – دوقطبی القایی: بین مولکول های ناقطبی و یون ها برقرار میشود.(مثال سدیم کلرید و نفت)

عوامل موثر بر میزان نیروهای واندروالس:

1) قطبیت مولکول: هر چه قطبیت مولکول بیشتر باشد؛ نیروی واندروالس قوی تر خواهد بود.

2)اندازه ی مولکول: هر چه مولکول بزرگتر باشد(جرم مولی بیشتر داشته باشد) نیروی واندروالس قوی تر خواهد بود.

نکته: به طور کلی در مولکول ها هر چه نیروهای واندروالس قوی تر باشد، دمای ذوب و جوش نیز بیشتر خواهد بود. البته عوامل دیگری نیز مانند شکل مولکول و یا وجود پیوندهای هیدروژنی تاثیر گذار هستند

پرسش) در هر مورد کدام ماده دمای جوش بیشتری دارد؟ چرا؟

1) NO , N2

NO زیرا NO قطبی است ولی N2 ناقطبی است
جرم مولی دو ترکیب نزدیک به هم است

2)Br2 , F2

Br2 زیرا هر دو ناقطبی هستند ولی Br2
جرم مولی بیشتری از F2 دارد.

پیوند هیدروژنی:

نوعی جاذبه ی بین مولکولی است که در بین مولکول های هیدروژن داری برقرار می شود که در آن ها، اتم هیدروژن به یکی ازاتم های

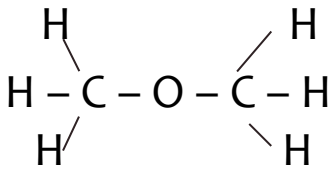
F یا O یا Nمتصل باشد

پرسش: در بین مولکول های کدام یک از مواد زیر امکان برقراری پیوندهای هیدروژنی وجود دارد؟

1)OF_2 X

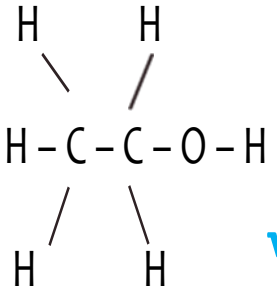
2)H_2S X

3)



X

4)



√

5)HF √

6)H_2O √

7)NH_3 √

نکته ی مهم: **هر گاه در بین مولکول های یک ماده امکان تشکیل پیوندهای هیدروژنی وجود داشته باشد ، نیروی جاذبه ی بین مولکولی و در نتیجه دمای ذوب و دمای جوش ماده خیلی بیشتر از حد انتظار خواهد بود**

نکته:

بسیاری از خواص غیرعادی آب از جمله دمای ذوب و دمای جوش بیشتر از حد انتظار، گرمای تبخیر زیاد، ظرفیت گرمایی زیاد، کشش سطحی بالا، افزایش حجم در هنگام یخ بستن و .... به دلیل وجود پیوندهای هیدروژنی در بین مولکول های آب است.

نکته:

موادی که در بین مولکول هایشان امکان تشکیل پیوندهای هیدروژنی وجود دارد مانند اتانول و آمونیاک؛ به خوبی در آب حل میشوند.

δ+
δ−
H
Cl

δ+
δ−
H
Cl

δ+
δ−
H
F

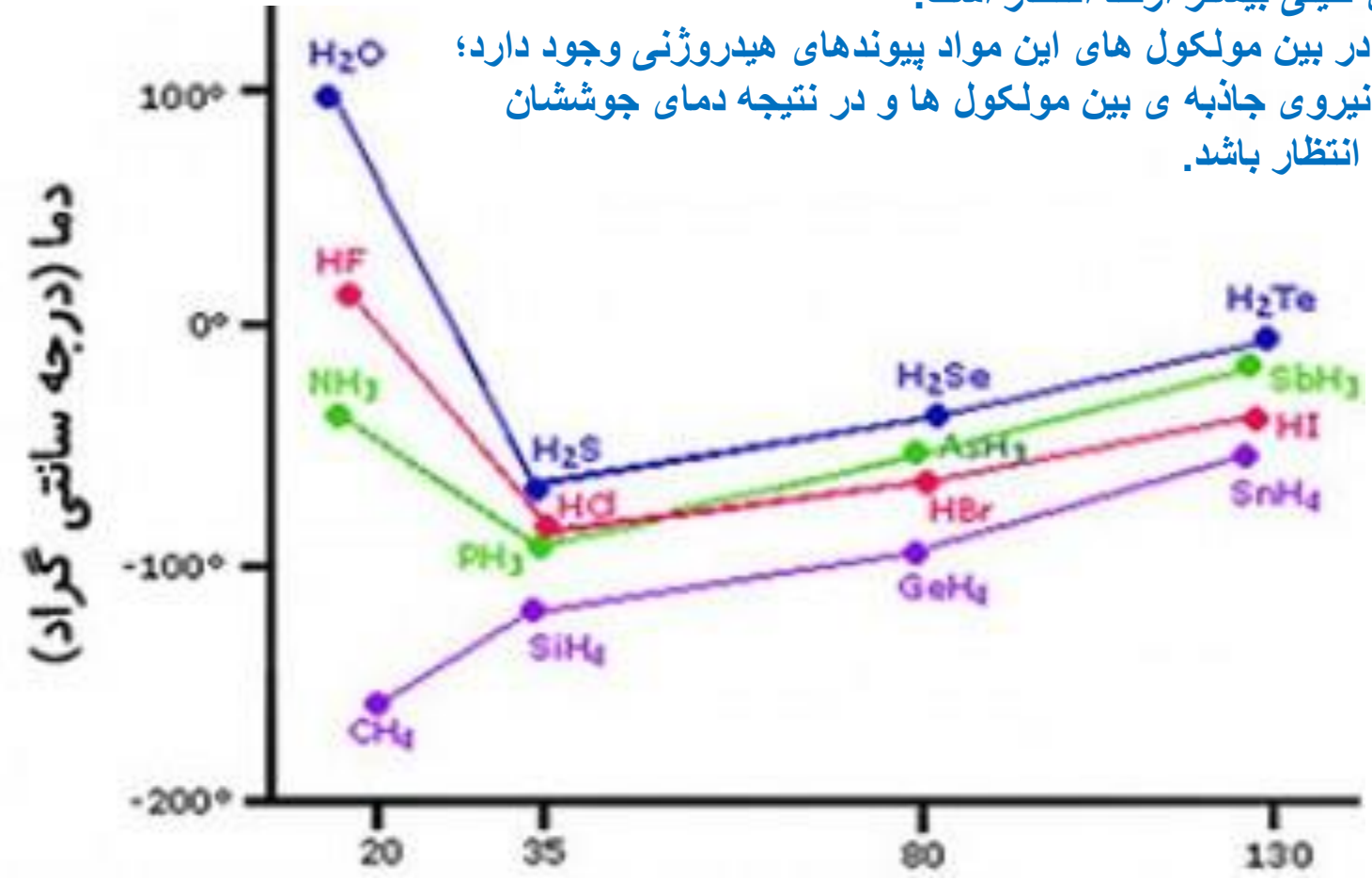
δ+
δ−
H
F

پرسش) دماهای جوش هیدریدهای عناصر گروه های 14 و 15 و 16 و 17 را مقایسه نمایید

در هیدریدهای عنصرهای گروه 14 با افزایش جرم مولی و افزایش نیروهای واندروالس، دمای جوش افزایش می یابد.

در هیدریدهای عنصرهای گروه های 15 و 16 و 17 نیز با افزایش جرم مولی و افزایش نیروهای واندروالس، دمای جوش افزایش می یابد. اما در این گروه ها، NH_3 , H_2O , HF با اینکه کمترین جرم مولی را دارند اما دمای جوششان به طور غیر عادی خیلی بیشتر ازحد انتظار است.

علت این است که در بین مولکول های این مواد پیوندهای هیدروژنی وجود دارد؛ که سبب می شود نیروی جاذبه ی بین مولکول ها و در نتیجه دمای جوششان خیلی بیشتر از حد انتظار باشد.



مقایسه ی جامدهای بلوری

تشخیص مولکول قطبی و ناقطبی

پرسش) نوع جامد بلوری را در هر یک از مواد زیر مشخص کنید:

CO , MgI2 , Co , BaSO4

جامد مولکولی — جامد یونی — جامد فلزی — جامد یونی

SiO2 , C الماس , SO2

جامد کووالانسی — جامد کووالانسی — جامد مولکولی

NF3 , Ag , K2Cr2O7 , C8H18

جامد مولکولی — جامد فلزی — جامد یونی — جامد مولکولی

B , Be , Al (NO3)3

جامد کووالانسی — جامد فلزی — جامد یونی

پرسش: در هرمورد مواد داده شده را به ترتیب افزایش دمای جوش مرتب کنید:

جامد کووالانسی جامد کووالانسی

1. C(الماس) , Si

C > Si

چون طول پیوند کووالانسی در الماس کمتر است

جامد فلزی جامد فلزی جامد فلزی

2. Mg , Na , Al

Al > Mg> Na

در فلزات یک دوره هر چه ظرفیت فلز بیشتر باشد
دمای چوش بیشتر است

جامد فلزی جامد فلزی جامد فلزی

3. K , Na , Rb

Na> k >Rb

در فلزات یک گروه هر چه شعاع فلز کمتر باشد
دمای چوش بیشتر است

جامد یونی جامد یونی

4. K_2O , K_2S

$K_2O > K_2S$

یون اکسید کوچکتر از یون سولفید است

پرسش: در هرمورد مواد داده شده را به ترتیب افزایش دمای جوش مرتب کنید:

جامد یونی جامد یونی

5) Al_2O_3 , Na_2O

$Al_2O_3 > Na_2O$

بار الکتریکی آلومینیم بیشتر از سدیم است

جامد کووالانسی جامد مولکولی

6) SiO_2 , CO_2

$SiO_2 > CO_2$

جامد فلزی جامد مولکولی

7) Fe , CCl_4

$Fe > CCl_4$

جامد مولکولی جامد یونی

8) C_2H_6O , MgO

$MgO > C_2H_6O$

پرسش: در هرمورد مواد داده شده را به ترتیب افزایش دمای جوش مرتب کنید:

جامد مولکولی جامد مولکولی

9) CF_4 , CBr_4

$CBr_4 > CF_4$

هر دو مولکول ناقطبی دارند. مولکول کربن تترا برومید بزرگتر است

جامد مولکولی جامد مولکولی

10) HCl , F_2

$HCl > F_2$

جرم مولی دو ماده نزدیک به هم است. هیدروژن کلرید قطبی و فلوئور ناقطبی است

جامد مولکولی جامد مولکولی

11) HF , HCl

$HF > HCl$

هر دو قطبی هستند و مولکول هیدروژن فلوئورید کوچکتر است ولی به دلیل وجود پیوند هیدروژنی؛ دمای جوش بیشتری از هیدروژن کلرید دارد

چگونه می توان مولکول قطبی و ناقطبی را از یکدیگر تشخیص داد؟

آ) در مولکول های دو اتمی:

اگر دو اتم جور هسته باشند مولکول نا قطبی است.

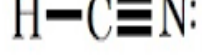
N_2 , O=O , H-H

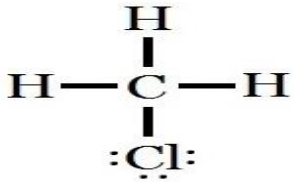
اگر دو اتم جور هسته نباشند مولکول قطبی است.

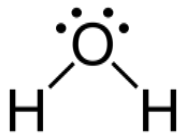
H-Cl , N=O

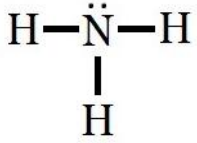
ب) در مولکول های چند اتمی:

اگر اتم مرکزی جفت الکترون ناپیوندی داشته باشد و یا اتم های جانبی با یکدیگر فرق داشته باشند؛ مولکول حاصل قطبی است.

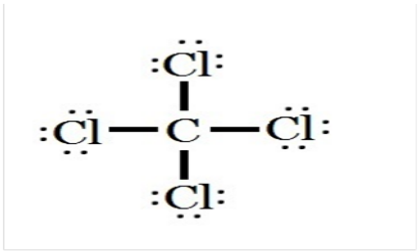


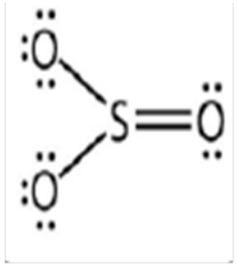


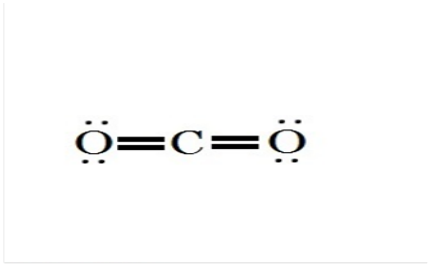




اگر اتم مرکزی جفت الکترون ناپیوندی نداشته باشد و اتم های جانبی یکسان باشند؛ مولکول حاصل ناقطبی است.







نقشه پتانسیل الکتروستاتیکی

نقشه پتانسیل الکتروستاتیکی برای نمایش احتمال حضور الکترون ها در مولکول ها به کار می رود. رنگ سرخ تراکم بیشتر و رنگ آبی تراکم کمتر بار الکتریکی را نشان می د

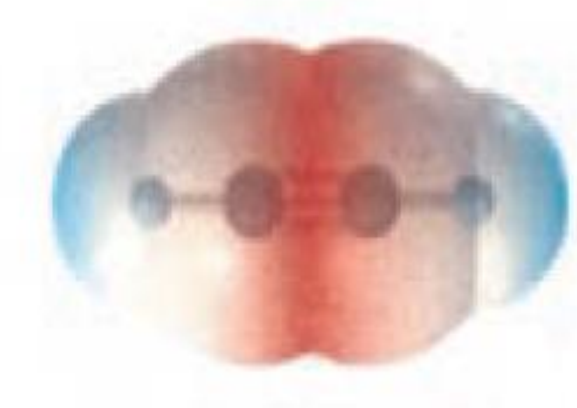
احتمال حضور جفت الکترون پیوندی پیرامون هستهٔ اتم کلر بیشتر بوده زیرا خاصیت نافلزی آن بیشتر است، از این رو احتمال حضور الکترون های پیوندی روی هسته ها، یکسان و متقارن نیست.

احتمال حضور جفت الکترون پیوندی در فضای بین دو هسته بیشتر است، گویی بیشتر وقت خود را آنجا می گذرانند، از این رو احتمال حضور آنها روی هسته ها، یکسان و متقارن است

خود را بیازمایید

۱ـ شکل زیر نقشهٔ پتانسیل مولکول‌های کربونیل سولفید (SCO) و اتین (C_2H_2) را نشان می‌دهد. با توجه به آنها گشتاور دو قطبی کدام مولکول برابر با صفر است؟ چرا؟

کربونیل سولفید

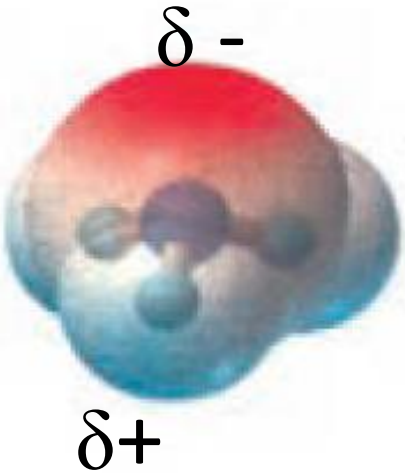


اتین

اتین، زیرا پخش بار الکتریکی در مولکول اتین متقارن است بنابراین گشتاور دوقطبی مولکول اتین برابر صفر است.

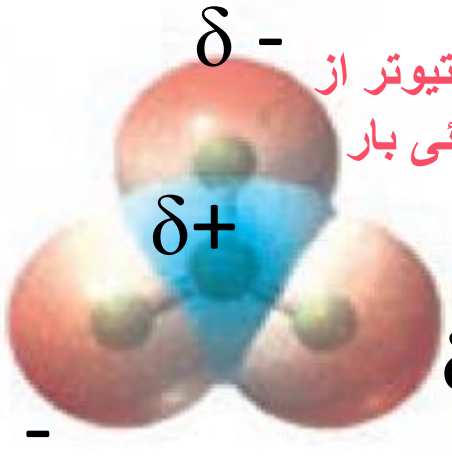
۲ـ با توجه به نقشهٔ پتانسیل مولکول‌های آمونیاک و گوگرد تری‌اکسید به پرسش‌ها پاسخ دهید.

نیتروژن الکترونگاتیوتر از هیدروژن است پس جزئی بار منفی می گیرد



آمونیاک

اکسیژن الکترونگاتیوتر از گوگرد است پس جزئی بار منفی می گیرد



گوگرد تری‌اکسید

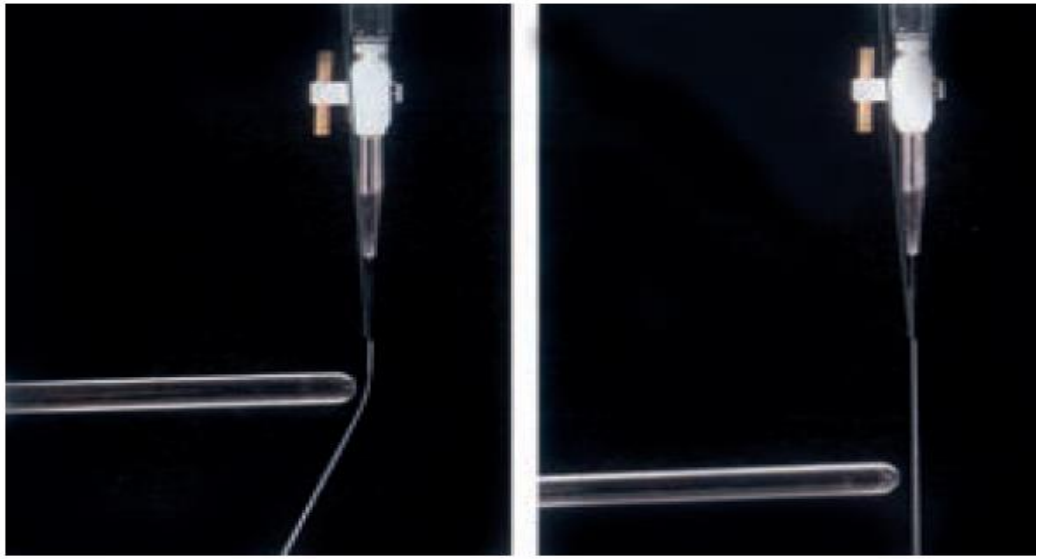
آ) با بیان دلیل، هر یک از اتم‌ها را در نقشه‌های بالا با (+δ)و(−δ) نشان‌دار کنید.

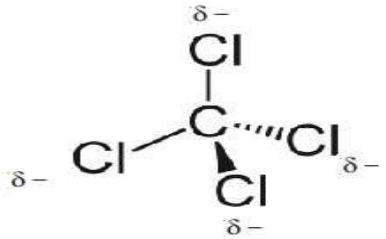
ب) کدام مولکول قطبی و کدام ناقطبی است؟ چرا؟

SO_3 ناقطبی است. زیرا پخش بار الکتریکی در مولکول آن متقارن است. (مرکز بار مثبت و منفی بر هم منطبق است)

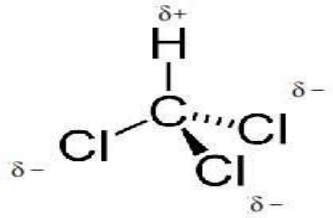
NH_3 قطبی است. زیرا پخش بار الکتریکی در مولکول آن نامتقارن است. (مرکز بار مثبت و منفی بر هم منطبق نیست)

۳ـ با توجه به شکل‌های زیر با دلیل پیش‌بینی کنید کدام مایع، کلروفرم ($CHCl_3$) و کدام‌یک کربن‌تتراکلرید (CCl_4) است؟





CCl_4 ناقطبی است. زیرا پخش بار الکتریکی در مولکول آن متقارن است. بنابراین به سمت میله ی باردار جذب نمی شود.



$CHCl_3$ قطبی است. زیرا پخش بار الکتریکی در مولکول آن نامتقارن است. بنابراین به سمت میله ی باردار جذب می شود.

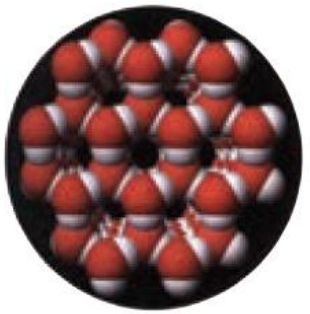
آیا می‌دانید

کلروفرم، مایعی بی‌رنگ بوده که بخار آن سمی و اعتیادآور است. در گذشته از آن به عنوان مادهٔ بیهوش‌کنندهٔ بیمار در اتاق عمل استفاده می‌شد.

سازه‌های یخی، زیبا با ظاهری سخت اما زودگداز

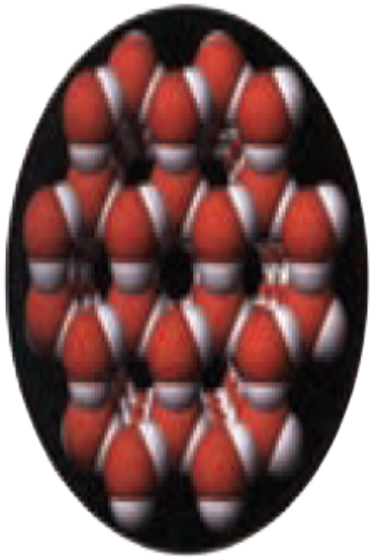
با ساختار و رفتار سیلیس به عنوان نماینده‌ای از جامدهای کووالانسی آشنا شدید. ماده‌ای که در حالت خالص و تراش‌خورده، شفاف، زیبا و سخت است. یخ نیز ظاهری شبیه به آن دارد به‌طوری که سازه‌های یخی شفاف بوده و هنر به کار رفته در آنها، خود جلوه‌گر زیبایی است

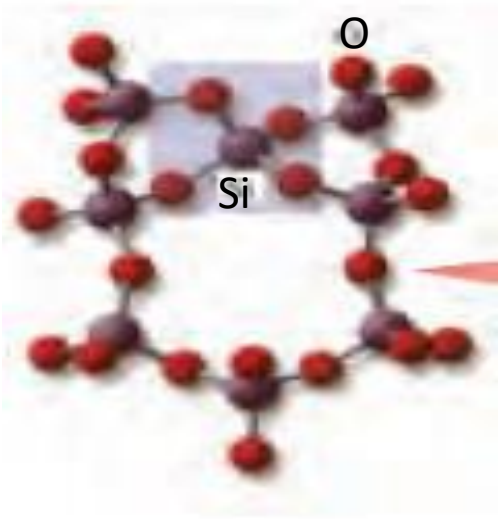
شکل ۵ ـ نمونه‌هایی از سازه‌های یخی



● دانهٔ برف یک سازهٔ یخی طبیعی است که مبنای تشکیل آن حلقه‌های شش‌گوشه است.

می‌دانید مولکول‌های H_2O در ساختار یخ در یک آرایش منظم و سه بُعدی با تشکیل حلقه‌های شش گوشه، شبکه‌ای همانند کندوی زنبور عسل با استحکام ویژه پدید می‌آورند. در این ساختار هر اتم اکسیژن به دو اتم هیدروژن با پیوند اشتراکی و به دو اتم هیدروژن از مولکول‌های دیگر با پیوندهای هیدروژنی متصل است. این در حالی است که در سیلیس همه اتم‌ها با پیوندهای اشتراکی به یکدیگر متصل شده‌اند.





خود را بیازمایید

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

در ساختار یک جامد کووالانسی / مولکولی، میان همهٔ / شمار معینی از اتم‌ها پیوندهای اشتراکی وجود دارد به همین دلیل چنین موادی نقطهٔ ذوب بالایی / پایینی دارند و دیرگداز هستند.

- اغلب ترکیب‌های آلی جزو مواد مولکولی هستند.

۲ـ واژه‌های شیمیایی رایج مانند مادهٔ مولکولی، فرمول مولکولی و نیروهای بین مولکولی را برای توصیف کدام مواد زیر می‌توان به کار برد؟ چرا؟

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

جامد کووالانسی — جامد یونی — جامد کووالانسی

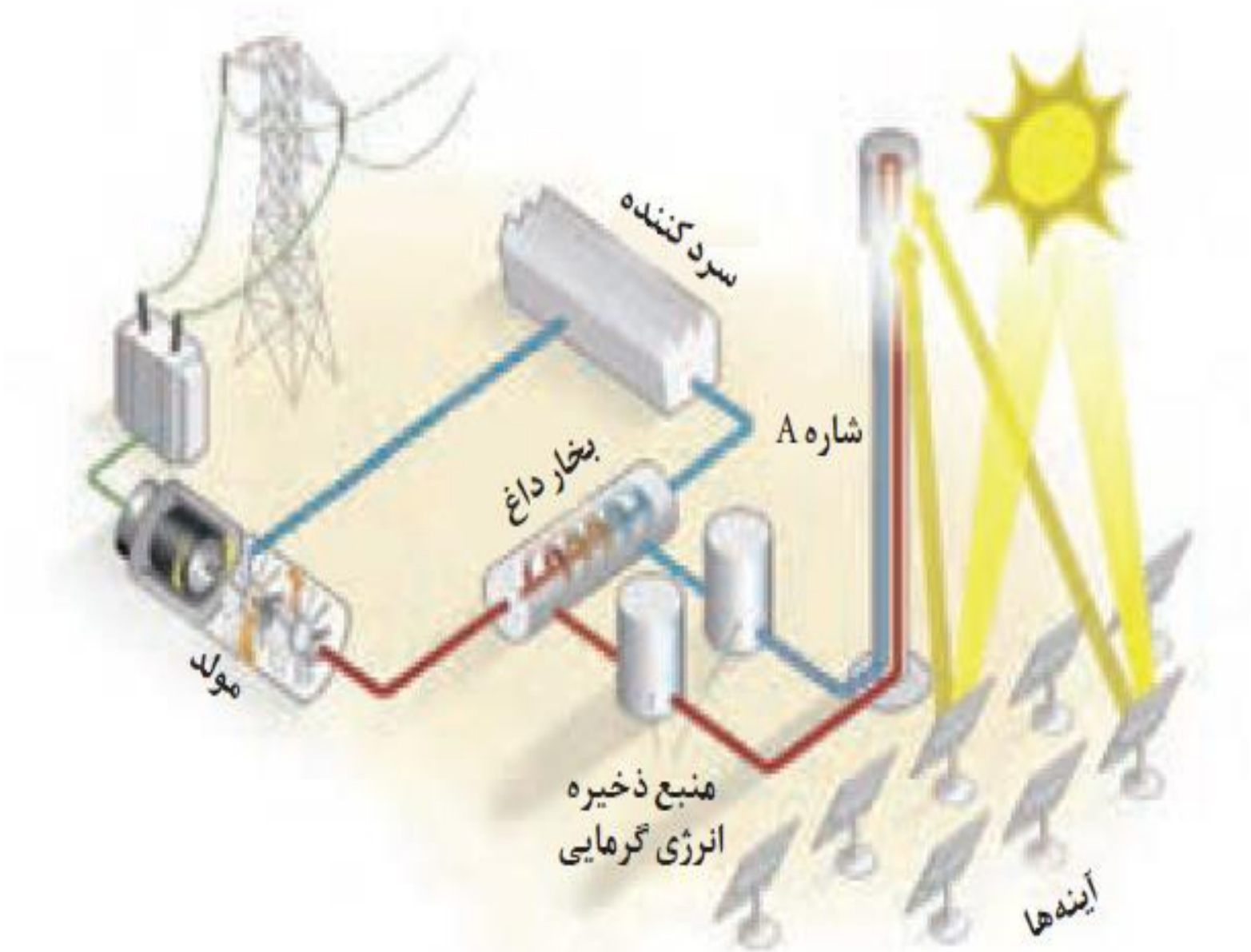
زیرا Cl2,HF,C6H14 از مولکول های مجزا تشکیل شده اند و جزو جامدهای مولکولی هستند.

آیا می‌دانید

هر نمونه از گاز نجیب حاوی اتم‌هایی با برهم‌کنش‌های وان‌درووالس است، به‌همین دلیل گازهای نجیب، مواد مولکولی به‌شمار می‌روند. گویی هر نمونه از گاز نجیب از مولکول‌های تک‌اتمی تشکیل شده است.

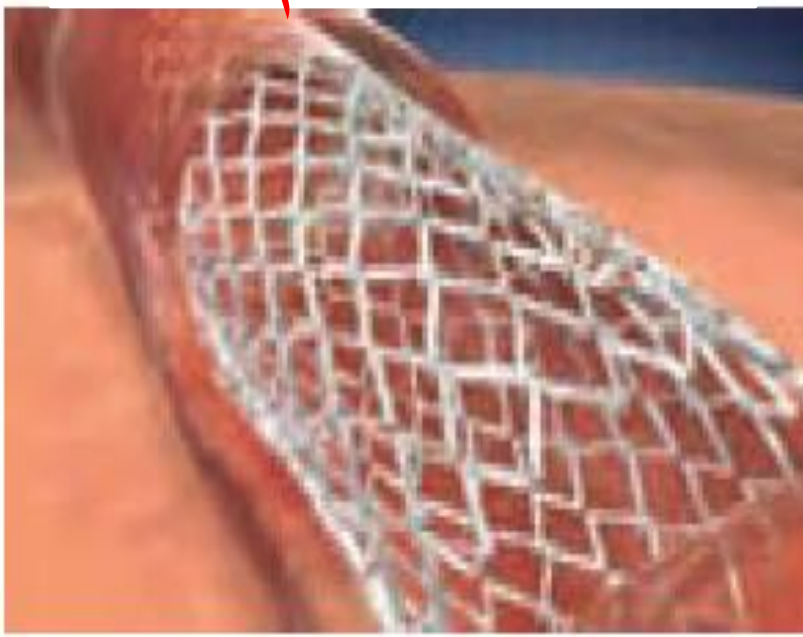
دریافتید که مولکول‌ها، واحدهای سازندهٔ مواد مولکولی هستند، واحدهای مجزایی که شامل دو یا چند اتم با پیوندهای اشتراکی بوده و نقشی کلیدی در تعیین خواص و رفتار این دسته از مواد دارند. رفتار فیزیکی مواد مولکولی به نوع و قدرت نیروهای بین مولکولی آنها بستگی دارد. برای نمونه آنتالپی تبخیر و نقطه جوش یک ترکیب مولکولی به حالت مایع به نیروهای بین مولکولی آن وابسته است، در حالی که رفتار شیمیایی آن به‌طور عمده به پیوندهای اشتراکی (جفت الکترون‌های پیوندی) و جفت الکترون‌های ناپیوندی موجود در مولکول وابسته است.

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



رنگ

تيتانيم



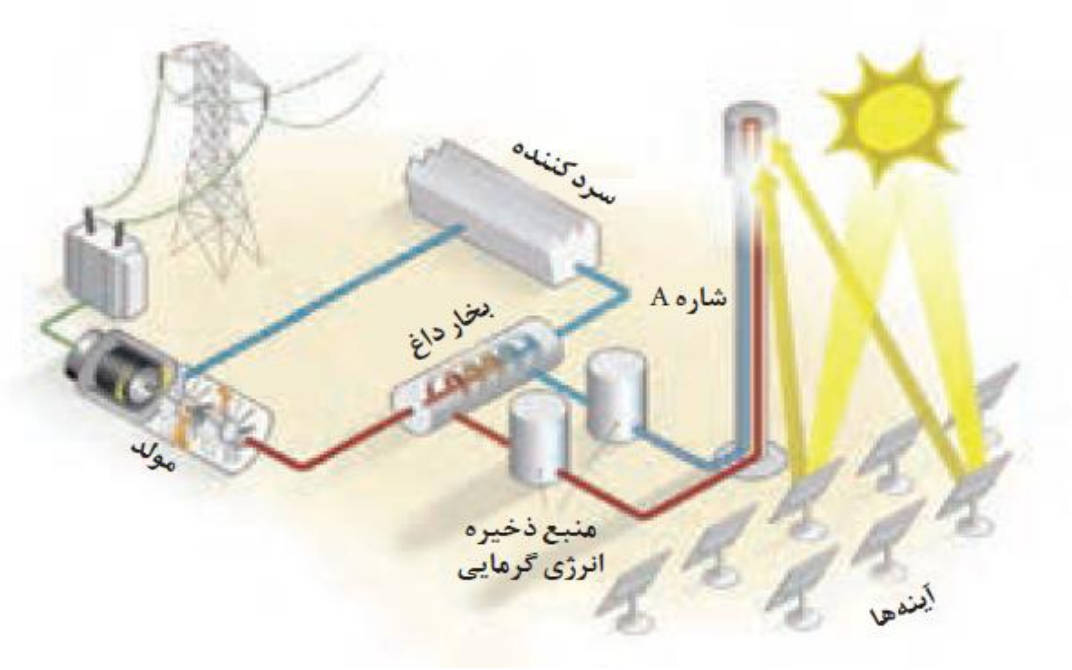
هنرنمایی شاره(سیال)های مولکولی و یونی برای تولید برق

خورشید بزرگ‌ترین منبع انرژی برای زمین است. منبعی تجدیدپذیر که انرژی خود را با پرتوهای الکترومغناطیسی به سوی ما گسیل می‌دارد. بدیهی است که بهره‌گیری بیشتر از این انرژی پاک، کاهش رد پای زیست محیطی را به دنبال خواهد داشت. دانشمندان برای استفاده بهینه از انرژی خدادادی و رایگان خورشید به دنبال فناوری‌هایی هستند که بتوانند بخشی از آن را ذخیره نموده و به شکل انرژی الکتریکی وارد چرخه مصرف نمایند (به‌ویژه شب‌هنگام که نیاز به آن بیشتر احساس می‌شود). گفتنی است که برای تبدیل پرتوهای خورشیدی به انرژی الکتریکی به دانش و فناوری پیشرفته نیازمند است، از این رو تنها در برخی کشورهای توسعه یافته انجام می‌شود.

با هم بیندیشیم

شکل زیر نمایی از فناوری پیشرفته برای تولید انرژی الکتریکی از پرتوهای خورشیدی را نشان می‌دهد. با توجه به شکل به پرسش‌ها پاسخ دهید.

نمایی از مجتمع فناوری تولید انرژی الکتریکی از پرتوهای خورشیدی.



۱ـ مشخص کنید هر یک از جمله‌های زیر، توصیف کدام بخش از این فناوری است؟

آ) پرتوهای خورشیدی را روی برج گیرنده متمرکز می‌کنند. **آینه ها**

ب) شاره‌ای بسیار داغ که باعث تولید بخار داغ می‌شود. **شاره A**

پ) شاره‌ای که توربین را به حرکت در می‌آورد. **بخار داغ**

۲ـ با توجه به جدول زیر به پرسش‌ها پاسخ دهید:

ماده	نقطه ذوب (°C)	نقطه جوش (°C)
N_2	−۲۱۰	−۱۹۶
HF	−۸۳	۱۹
NaCl	۸۰۱	۱۴۱۳

آ) کدام ماده در گسترهٔ دمایی کمتری به حالت مایع است؟ چرا؟

گستره ی دمایی که یک ماده به حالت مایع است بین نقطه ذوب و نقطه جوش آن ماده می باشد. بنابراین در بین این مواد، نیتروژن در گستره ی کمتری به حالت مایع است چون اختلاف نقطه ذوب و جوش آن کمترین است.

ب) کدام ماده را به جای شاره A پیشنهاد می کنید؟ چرا؟

NaCl

چون بین این مواد، در گستره ی بیشتری به حالت مایع است (چون اختلاف نقطه ذوب و جوش آن بیشترین است) بنابراین بهتر می تواند انرژی پرتوهای خورشیدی را جذب کند.

۳ـ با خط زدن واژه نادرست در هر مورد، جملهٔ زیر را کامل کنید.

مطابق یک قاعدهٔ کلی هر چه تفاوت بین نقطه ذوب و جوش یک مادهٔ خالص ~~کمتر~~ بیشتر باشد، آن ماده در گسترهٔ دمایی بیشتری به حالت مایع بوده و نیروهای جاذبه میان ذره‌های سازندهٔ مایع ~~ضعیف‌تر~~ قوی‌تر است.

دریافتید که با متمرکزشدن پرتوهای خورشیدی بر روی گیرندهٔ برج، دمای سدیم کلرید مذاب (شاره یونی) افزایش می‌یابد و این شاره بسیار داغ به منبع ذخیره انرژی گرمایی سرازیر می‌شود تا حتی در روزهای ابری و شب‌هنگام، انرژی لازم برای تبدیل آب به بخار داغ را فراهم کند. بخار داغ، توربین را برای تولید انرژی الکتریکی به حرکت در می‌آورد.

داده‌های تجربی نشان می‌دهند که گسترهٔ دمایی سدیم کلرید مذاب در این فناوری در حدود $^{\circ}C$ ۸۵۰ ـ ۱۳۵۰ است، گسترهٔ دمایی که برای مواد مولکولی نمی‌توان انتظار داشت! آیا می‌دانید این ویژگی نشان‌دهنده چه نوع نیروی جاذبه میان ذره‌ها است؟ و چه ساختاری برای سدیم کلرید تصویر می‌کند؟

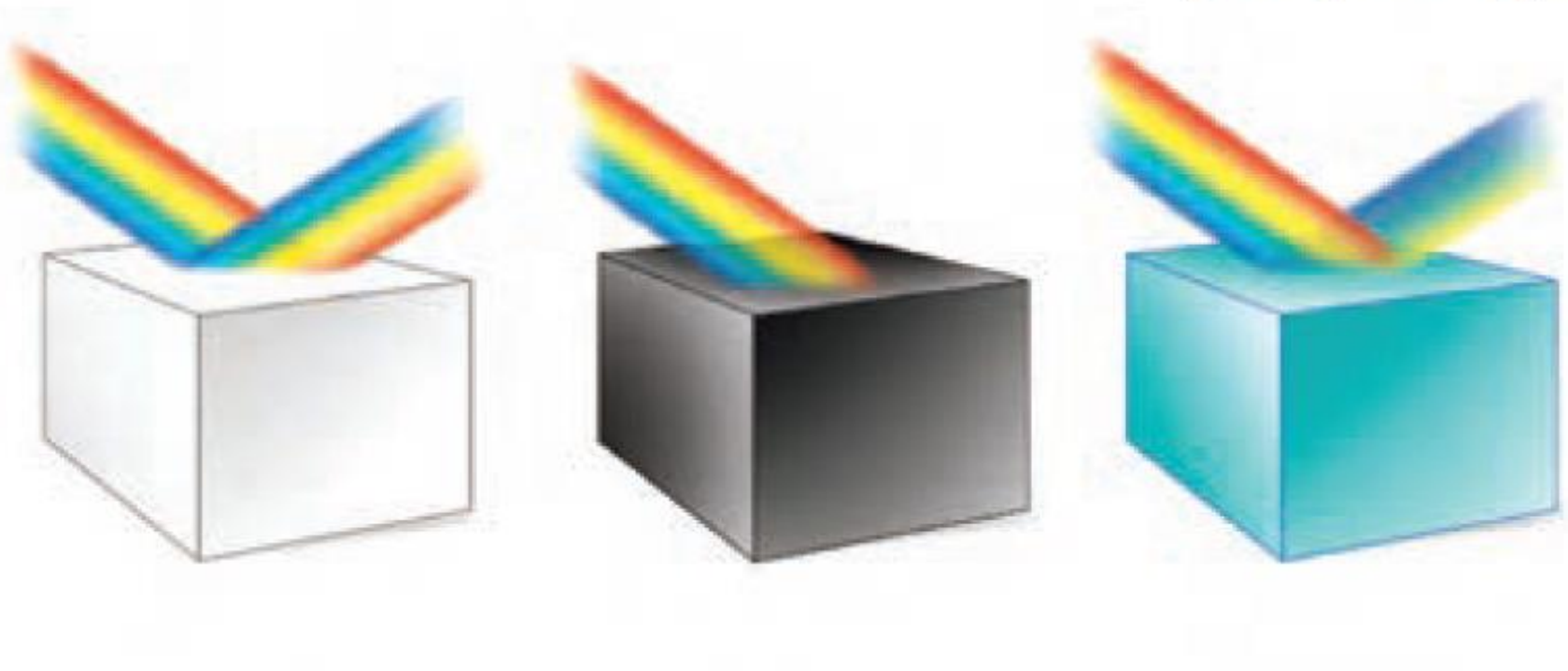
«رنگ، نماد زیبایی»

طبیعت زیستگاهی برای ما و آزمایشگاهی بزرگ برای علوم‌تجربی است که در آن رنگ و رنگ‌آمیزی یکی از خوشایندترین جلوه‌ها است و به انسان لذتی همراه با آرامش می‌بخشد. آیا می‌دانید چرا پوشش بهاری به رنگ سبز، ابرها به رنگ سفید و گل رُز به رنگ سرخ دیده می‌شود؟ آیا می‌دانید چرا محلول ترکیب‌های برخی فلزهای واسطه به رنگ‌های گوناگون دیده می‌شوند؟

به‌طور 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 گسترهٔ ۴۰۰nm تا ۷۰۰nm است و چشم ما آنها را می‌بیند.

از این رو اگر در محیطی نور مرئی نباشد، انسان نمی‌تواند پیرامون خود را ببیند. شکل ۱۱، نشان می‌دهد که مواد رنگی بخشی از نور سفید تابیده شده را جذب و باقی‌ماندهٔ آن را عبور می‌دهند یا بازتاب می‌کنند.

از این رو اگر در محیطی نور مرئی نباشد، انسان نمی‌تواند پیرامون خود را ببیند. شکل ۱۱، نشان می‌دهد که مواد رنگی بخشی از نور سفید تابیده شده را جذب و باقی‌ماندهٔ آن را عبور می‌دهند یا بازتاب می‌کنند.



شکل ۱۱ـ تابیدن نور و دیدن مواد رنگی

براساس شکل ۱۱، اگر یک نمونه ماده همهٔ طول موج‌های مرئی را بازتاب کند، به رنگ سفید و اگر همهٔ آنها را جذب کند، به رنگ سیاه دیده می‌شود، همچنین چشم ما مواد رنگی را با طول موج‌های عبوری یا بازتاب شده از آنها می‌بیند. اینک می‌پرسید که مواد رنگی چه ساختاری دارند؟

سازندهٔ اصلی یک ماده رنگی که به آن رنگ می‌بخشد، **رنگ دانه**[1] نام دارد، برای نمونه TiO_2، Fe_2O_3 و دوده از جمله رنگ دانه‌های معدنی هستند که به ترتیب رنگ‌های سفید، قرمز و سیاه ایجاد می‌کنند. در گذشته انسان، این مواد رنگی را از منابع طبیعی همچون گیاهان، جانوران و برخی کانی‌ها تهیه می‌کرد.

آیا می‌دانید

سبز، آبی و قرمز سه نور اصلی هستند. هنگامی که دو تا از آنها مخلوط شوند نورهای فرعی زرد، فیروزه‌ای و ارغوانی پدید می‌آید. از مخلوط هر سه، تنها نور سفید پدید می‌آید.

امروزه پیشرفت و گسترش تولید فراورده‌های صنعتی آن چنان سریع و چشمگیر است که این فراورده‌ها در رقابتی اقتصادی افزون بر جنبه‌های کمّی و کیفی از دیدگاه زیباشناختی، باید رنگ و رنگ‌آمیزی مناسب و جذابی نیز داشته باشند. چنین اهمیتی باعث تولیدرنگ‌های ساختگی گوناگونی شده است. رنگ‌هایی که در صنایع غذایی، نساجی، ساختمانی و... به‌کار می‌روند.

توجه کنید **رنگ**[1] هایی که برای پوشش سطح استفاده می‌شوند، نوعی کلویید هستند که لایهٔ نازکی روی سطح ایجاد می‌کنند تا افزون بر زیبایی، مانع خوردگی در برابر اکسیژن، رطوبت و مواد شیمیایی گردد.

آیا می‌دانید

رنگدانه‌های آلی گستره وسیعی دارند به‌طوری‌که شمار آنها بسیار زیاد و متنوع است. از این مواد در غذا، نساجی و... استفاده می‌شود.

خود را بیازمایید

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

با توجه به شکل به پرسش‌های داده شده پاسخ دهید.

آ) آرایش الکترونی اتم وانادیم ($_{23}V$) را بنویسید.

$_{23}V$: [Ar] $3d^3\ 4s^2$

ب) آرایش الکترونی وانادیم را در حالت‌های اکسایش (II) و (III) بنویسید.

$_{23}V^{2+}$: [Ar] $3d^3$

$_{23}V^{3+}$: [Ar] $3d^2$

پ) توضیح دهید چرا در هر مرحله رنگ محلول متفاوت از دیگری است؟

زیرا در هر مرحله، تعداد الکترون های موجود در لایه ی ظرفیت و در نتیجه آرایش الکترونی متفاوت است

ت) در این واکنش، وانادیم (V) کدام نقش را دارد (اکسنده یا کاهنده)؟ چرا؟

با توجه به اینکه وانادیم (V) در تمام مراحل کاهش می یابد بنابراین اکسنده است و فلز روی Zn کاهنده است.

تیتانیم، فلزی فراتر از انتظار

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

برای نمونه فلزهای دسته d همانند فلزهای دسته s و p، دارای ویژگی‌هایی مانند جلا، رسانایی الکتریکی، رسانایی گرمایی و نیز شکل‌پذیری هستند، اما در ویژگی‌هایی مانند سختی، نقطه ذوب و تنوع اعداد اکسایش با آنها تفاوت دارند.

در میان عنصرهای دسته d از دورهٔ چهارم جدول دوره‌ای، تیتانیم ($_{22}Ti$) با ویژگی‌های باورنکردنی، فلزی فراتر از انتظار است. ماندگاری و استحکام مناسب از جملهٔ این ویژگی‌هاست.

آیا می‌دانید

تیتانیم، نهمین عنصر فراوان در پوستهٔ جامد زمین است. این عنصر در طبیعت به حالت آزاد یافت نمی‌شود و از جمله کانی‌های آن TiO_2 و $FeTiO_3$ است.

از آنجا که تهیه فلز تیتانیم خالص، گران و دشوار است، اغلب از TiO_2 در صنایع اولیه استفاده می‌شود. ترکیبی که پایدار، غیر سمی و منعکس‌کننده مناسبی برای پرتوهای فرابنفش خورشید است. از این رنگ سفید در کرم‌های ضدآفتاب و صنایع کاغذ استفاده می‌شود.

با هم بیندیشیم

جدول زیر برخی ویژگی‌های تیتانیم را در مقایسه با فولاد زنگ نزن نشان می‌دهد. با توجه به جدول به پرسش‌های داده شده پاسخ دهید.

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

آ) هنگامی که موتور جت کار می‌کند همه اجزای سازنده (ثابت و متحرک) دمای بالایی دارند. تیتانیم بر اساس کدام ویژگی‌ها برای ساخت این موتور به کار رفته است؟ توضیح دهید.

دمای ذوب بالاتر از فولاد دارد و برای ساختن قطعه هایی که لازم است دمای بالایی را تحمل کنند مناسب است

همچنین چگالی کمتر و مقاومت در برابر خوردگی و مقاومت در برابر سایش سبب می شود تا برای ساخت موتور جت مناسب باشد

نمایی از موتور جت

با هم بیندیشیم

جدول زیر برخی ویژگی‌های تیتانیم را در مقایسه با فولاد زنگ نزن نشان می‌دهد. با توجه به جدول به پرسش‌های داده شده پاسخ دهید.

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

ب) توضیح دهید چرا امروزه در ساخت پروانه کشتی اقیانوس‌پیما به جای فولاد از تیتانیم استفاده می‌کنند؟

مقاومت در برابر خوردگی در تیتانیوم خیلی بیشتر از فولاد است بنابراین واکنش تیتانیوم با ذره های موجود در آب دریا خیلی کمتر است.

پ) ساخت بناهای هنرمندانه، زیبا و ماندگار همانند موزهٔ گوگنهایم با پوشش بیرونی تیتانیم، از چه مزایایی برخوردار است؟ توضیح دهید.

مقاومت در برابر خوردگی در تیتانیوم خیلی زیاد است که سبب ماندگاری این بناها می شود.

موزه گوگنهایم در اسپانیا

ویژگی های تیتانیوم: (نقطه ذوب بالا، چگالی نسبتا کم، مقاومت در برابر خوردگی، چگالی نسبتا کم و مقاومت در برابر سایش)

به علت نقطه ذوب بالا، مقاومت در برابر خوردگی، چگالی نسبتا کم و مقاومت در برابر سایش در ساخت اجزای سازنده (ثابت و متحرک) موتور جت کاربرد دارد.

به علت مقاومت در برابر خوردگی و سایش واکنش پذیری ناچیز با ذره های موجود در آب دریا، در ساخت پروانه کشتی اقیانوس پیما به جای فولاد از تیتانیم استفاده می کنند.

به علت مقاومت در برابر خوردگی و سایش در ساخت بناهای هنرمندانه، زیبا و ماندگار همانند موزهٔ گوگنهایم با پوشش بیرونی تیتانیم،

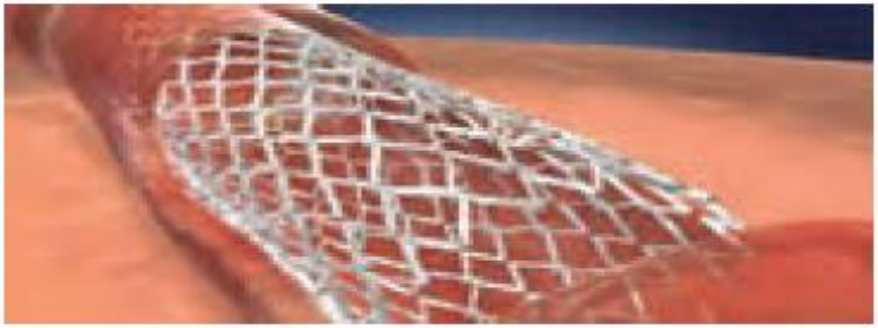
استفاده می کنند.

نکته : نیتینول آلیاژی از تیتانیم و نیکل بوده که به آلیاژ هوشمند معروف است. این آلیاژ در ساخت فراورده های صنعتی و پزشکی

(قاب عینک، سازه فلزی در ارتودنسی و استنت برای رگ ها) به کار می رود.

تیتانیم افزون بر ویژگی‌های یادشده به شکل آلیاژهای گوناگون نیز کاربرد گسترده‌ای در صنعت یافته است. برای نمونه **نیتینول**[1] آلیاژی از نیکل و تیتانیم بوده که به آلیاژ هوشمند معروف است. این آلیاژ در ساخت فراورده‌های صنعتی و پزشکی به‌کار می‌رود (شکل ۱۲).

(آ) ارتودنسی



(ب) استنت برای رگ ها

(پ) قاب عینک

تمرین‌های دوره‌ای

۱ـ با توجه به ۳۶ عنصر نخست جدول دوره‌ای عنصرها به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

آ) عنصرهای کدام گروه‌ها جزو مواد مولکولی هستند؟

عنصرهای گروه 18 و 17 جزو جامدهای مولکولی هستند.
در گروه 16 (اکسیژن، گوگرد و سلنیم) در گروه 15 (نیتروژن و فسفر) و همچنین هیدروژن، جزو جامدهای مولکولی هستند

ب) عنصرهای کدام گروه جزو مواد کووالانسی هستند؟

در بین عنصرهای گروه 14 ، کربن، سیلیسیم و ژرمانیم جزو جامدهای کووالانسی هستند.

پ) عنصرهای کدام دسته (s، p یا d) همگی فلزند؟ **d**

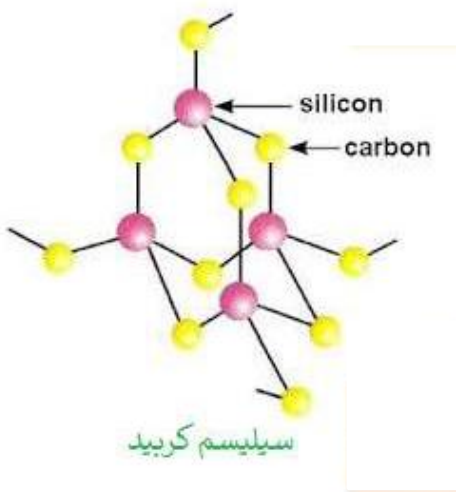
۲ـ سیلیسیم کربید (SiC) یک ساینده ارزان است که در تهیهٔ سنباده به کار می‌رود.

آ) این ماده را در کدام دسته از مواد جای می‌دهید؟ چرا؟

SiC ساختاری شبیه الماس دارد یعنی در ساختار آن میلیاردها اتم غیر مجزا با پیوندهای کووالانسی به یکدیگر پیوند برقرار کرده اند. بنابراین جزو جامدهای کووالانسی است.
به همین علت ماده ی سختی است و در تهیه ی سنباده کاربرد دارد.

ب) سختی آن را در مقایسه با الماس و سیلیسیم پیش‌بینی کنید.

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



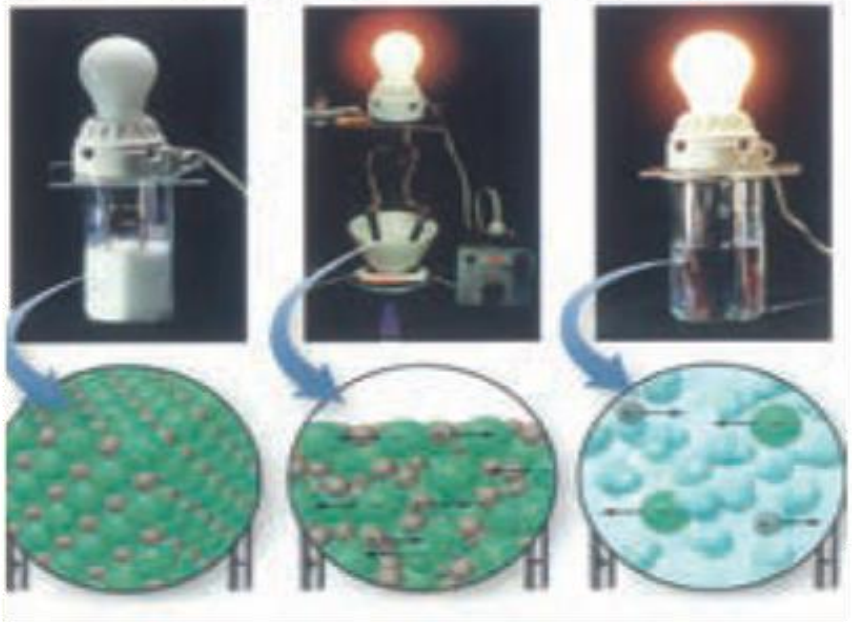
سیلیسم کربید

با توجه به این که طول پیوند Si – C از C – C بیشتر و از Si – Si کمتر است انتظار می رود که انرژی پیوند آن از C – C کمتر و از Si – Si بیشتر باشد.

پیش بینی می کنیم سختی سیلیسیم کاربید کمتر از الماس و بیشتر از سیلیسیم باشد.

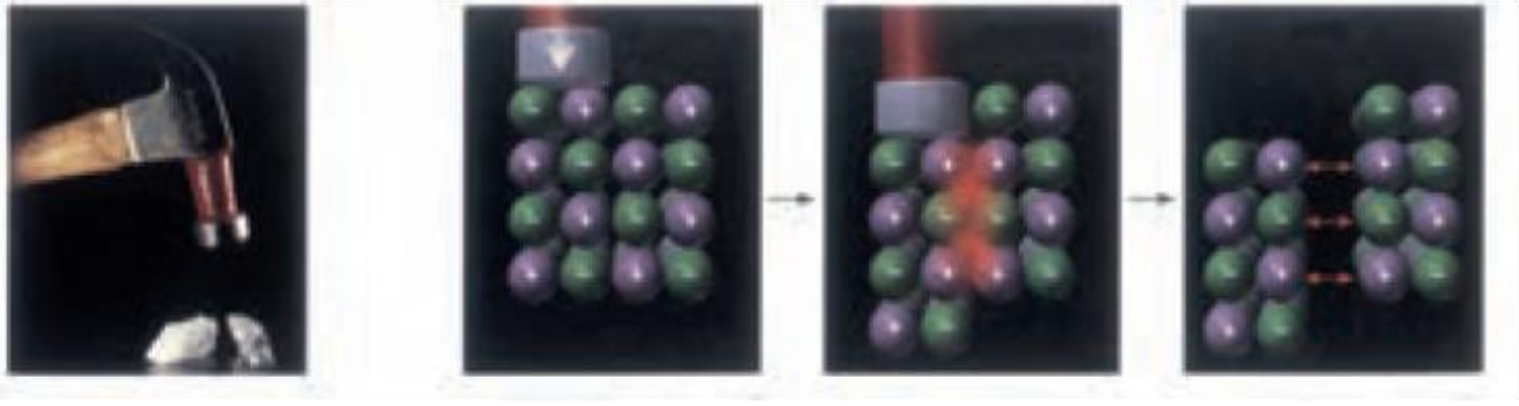
۳ـ هر یک از شکل‌های زیر رفتاری از مواد یونی را نشان می‌دهد. در هر مورد آن رفتار را با دلیل توصیف کنید.

آ)



ترکیب های یونی در حالت جامد نارسانا هستند زیرا یون ها نمی توانند جابجا شوند و فقط حرکت نوسانی دارند. ولی در حالت مذاب و محلول در آب که یون ها آزادانه می کنند رسانای جریان برق هستند.

ب)



ترکیب های یونی سخت اما شکننده اند. زیرا در اثر ضربه تعدادی از ردیف های یونی جابجا شده و در اثر قرار گرفتن یون های با بار مشابه، شبکه ی بلور از هم می پاشد.

۴ـ برای هر یک از جمله‌های زیر دلیل بنویسید.

آ) تنوع و شمار مواد مولکولی بیشتر از مواد کووالانسی است.

زیرا اتم های نافلزی به نسبت ها و روش های مختلف با یکدیگر ترکیب شده و مولکول های مختلف را به وجود می آورند. می دانیم که مواد آلی جزو جامدهای مولکولی هستند و تعداد مواد آلی از مواد معدنی بیشتر است.

تعداد اتم هایی که قابلیت تشکیل دادن جامدات کووالانسی را داشته باشتند بسیار کم است. بنابراین تعداد جامدهای کووالانسی کمتر از سایر جامدات بلوری است .

۴ـ برای هر یک از جمله‌های زیر دلیل بنویسید.

ب) ترکیب‌هایی که در دما و فشار اتاق به حالت مایع هستند، جزو مواد مولکولی به شمار می‌روند.

با توجه به اینکه پیوندهای یونی و کووالانسی و فلزی، پیوندهایی قوی به شمار می روند؛ بنابراین در دمای معمولی تمام ترکیب های یونی و کووالانسی جامد هستند و در بین جامدهای فلزی فقط جیوه در دمای معمولی به حالت مایع است و بقیه ی فلزات جامد هستند.(جیوه عنصر فلزی است و ترکیب نیست، بنابراین جمله ی کتاب درست است)

نیروی واندروالس که در بین مولکول ها وجود دارد نیروی نسبتا ضعیفی است و مولکول ها با توجه به عواملی مانند اندازه و قطبیت و ... در دمای معمولی ممکن است جامد یا مایع و یا گاز باشند.

۴ـ برای هر یک از جمله‌های زیر دلیل بنویسید.

پ) ترتیب واکنش‌پذیری فلزهای پتاسیم، کلسیم و تیتانیم به صورت $_{19}K > _{20}Ca > _{22}Ti$ است.

در یک دوره از چپ به راست با کمتر شدن شعاع اتمی فلزات؛ خاصیت فلزی کمتر می شود.

4	19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr

در ضمن پتاسیم با از دست دادن یک الکترون به آرایش گاز نجیب قبل از خود می رسد و کلسیم با از دست دادن 2 الکترون به آرایش گاز نجیب قبل از خود می رسد .
پس پتاسیم فلز قوی تری است.
در ضمن تیتانیم با از دست دادن الکترون به آرایش گاز نجیب نمی رسد. پس واکنش پذیری کمتری دارد.

۵ـ سیلیسیم، فسفر و گوگرد از جمله عنصرهای اکسیژن‌دوست هستند به طوری که در طبیعت به شکل نمک‌های اکسیژن‌دار 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.

مجموع الکترونهای به کار رفته – مجموع الکترون های ظرفیتی = بار یون

بار یون سولفات = (6×1 +6×4) –32=-2　　SO_4^{2-}

بار یون فسفات = (5×1 +6×4) –32=-3　　PO_4^{3-}

بار یون سیلیکات = (4×1 +6×4) –32=-4　　SiO_4^{4-}

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

Ca^{2+}	Na^{+}	
$CaSO_4$	Na_2SO_4	SO_4^{2-}
$Ca_3(PO_4)_2$	Na_3PO_4	PO_4^{3-}
Ca_2SiO_4	Na_4SiO_4	SiO_4^{4-}

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

دی متیل اتر

پروپان

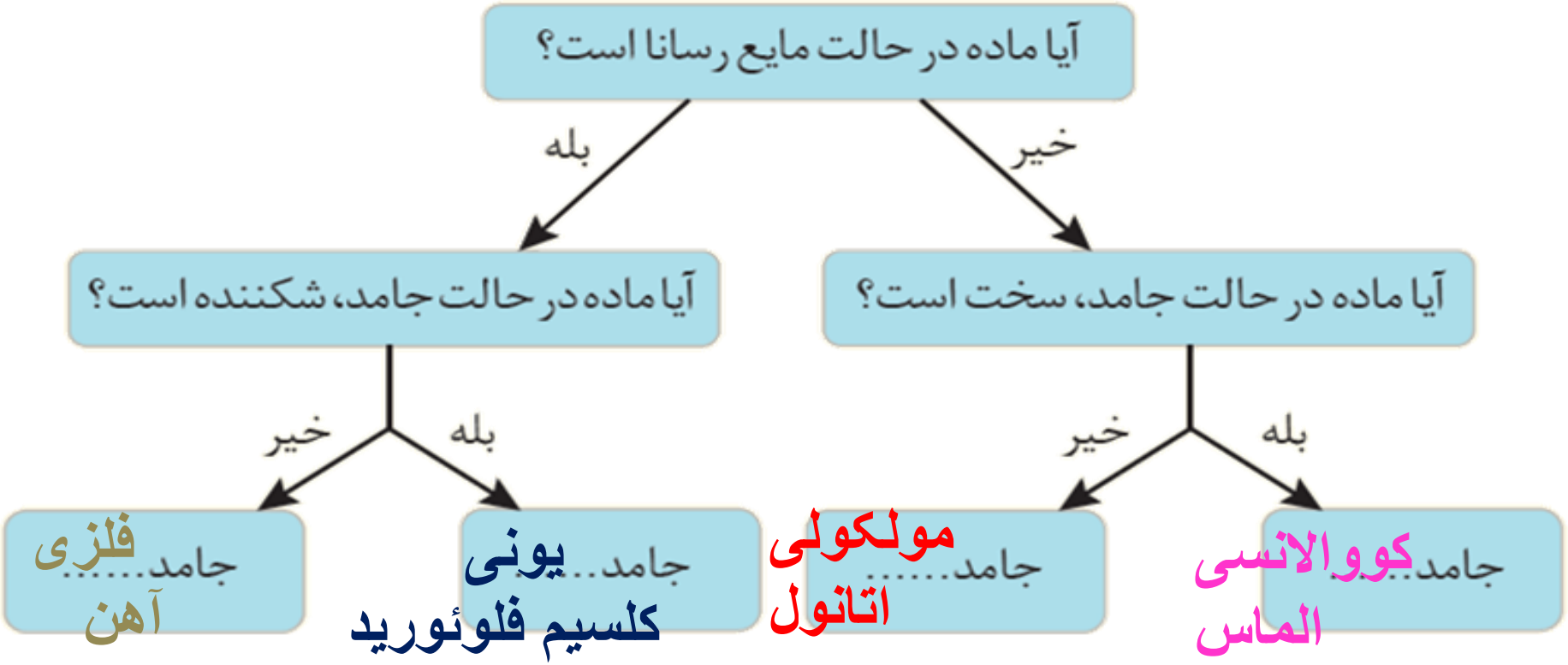
آ) کدام یک در میدان الکتریکی جهت‌گیری نمی‌کند؟ چرا؟

با توجه به اینکه پخش بار الکتریکی در مولکول پروپان متقارن است ولی در دی متیل اتر نامتقارن است. پس مولکول پروپان ناقطبی است و در میدان الکتریکی جهت گیری نمی کند.

ب) توضیح دهید کدام یک از این دو مادهٔ گازی‌شکل، آسان‌تر به مایع تبدیل می‌شود؟

نیروی جاذبه بین مولکول های قطبی بیشتر از مولکول های ناقطبی است بنابراین دی متیل اتر که مولکول های قطبی دارد آسانتر به حالت مایع در می آید.

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

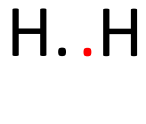


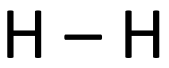
رسم ساختار لوویس

قسمت اول

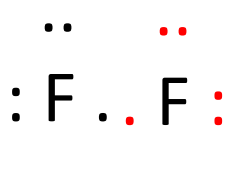
پرسش) ساختار لوییس هر یک از ذره های زیر را رسم نمایید:

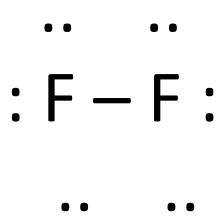
H_2



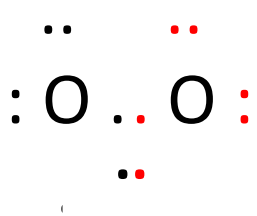


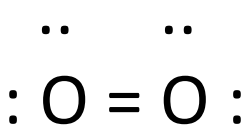
F_2





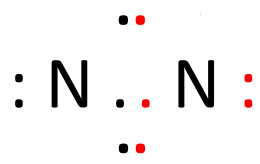
O_2

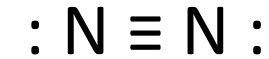




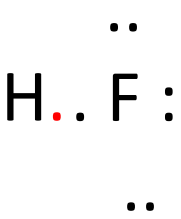
پرسش) ساختار لوییس هر یک از ذره های زیر را رسم نمایید:

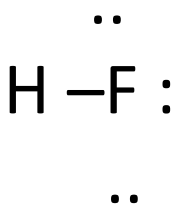
N_2





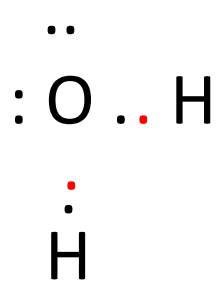
HF

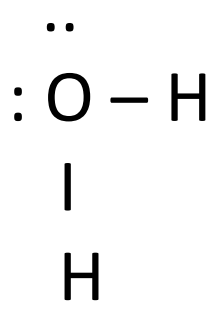




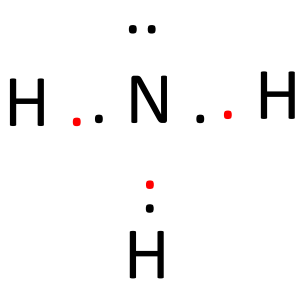
پرسش) ساختار لوییس هر یک از ذره های زیر را رسم نمایید:

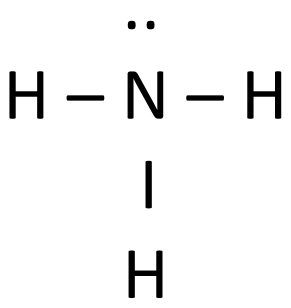
H_2O



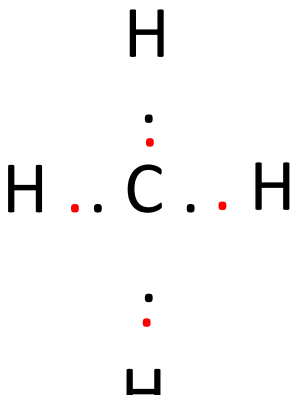


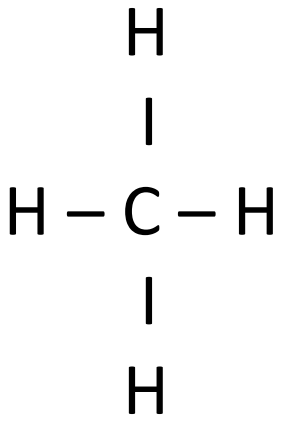
NH_3



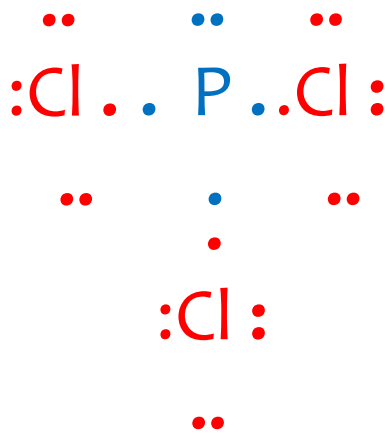


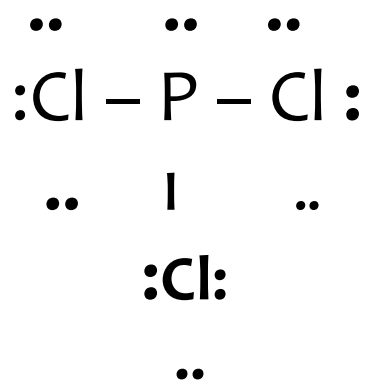
CH_4



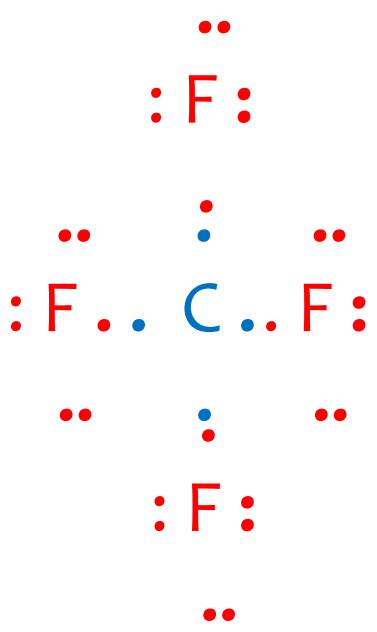


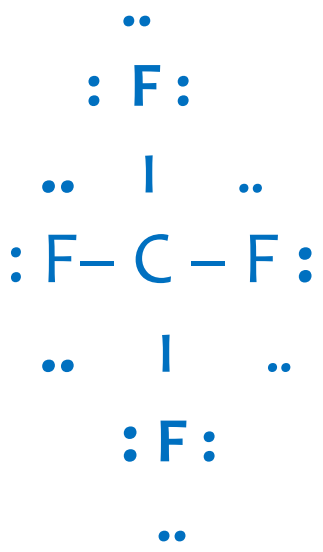
PCl_3

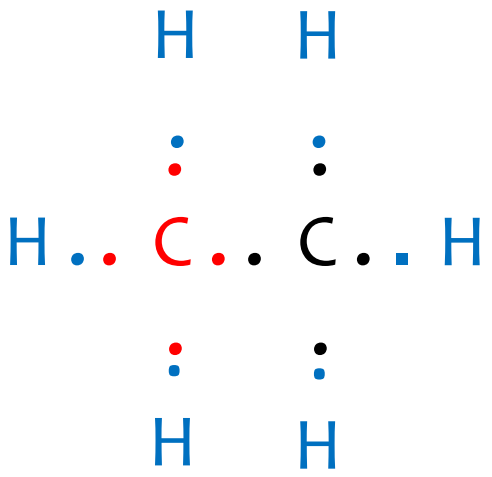


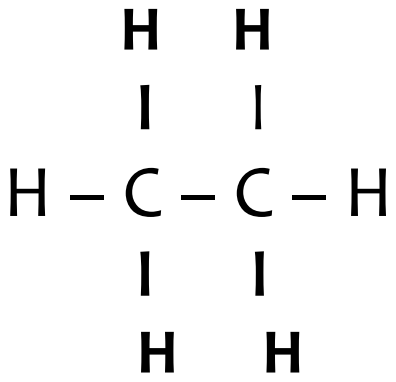


CF_4

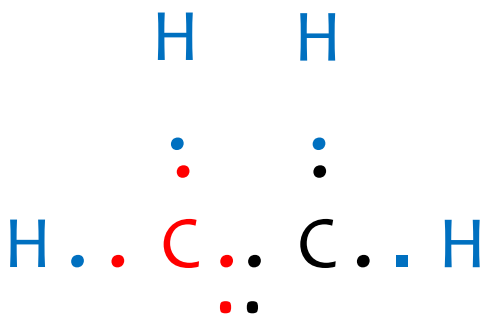




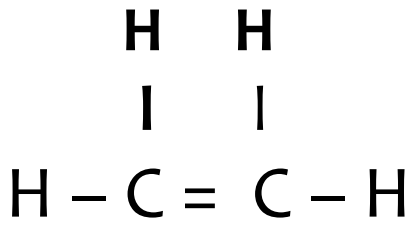


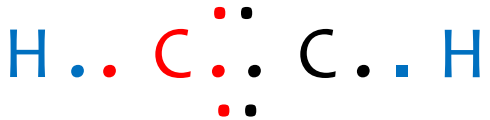


C_2H_6



C_2H_4

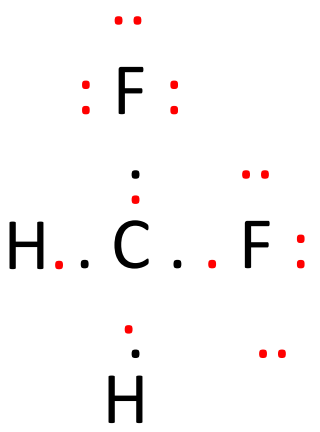


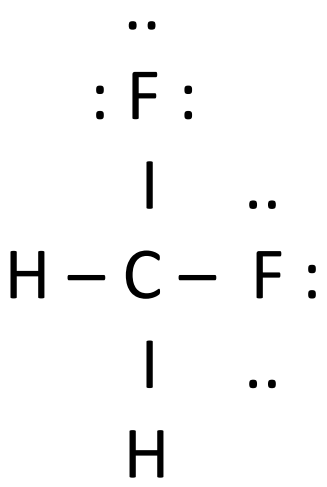


C_2H_2

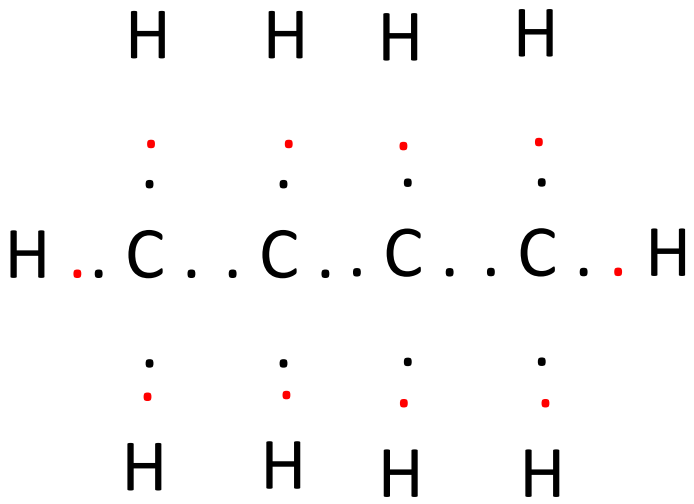
H – C ≡ C – H

CH_2F_2

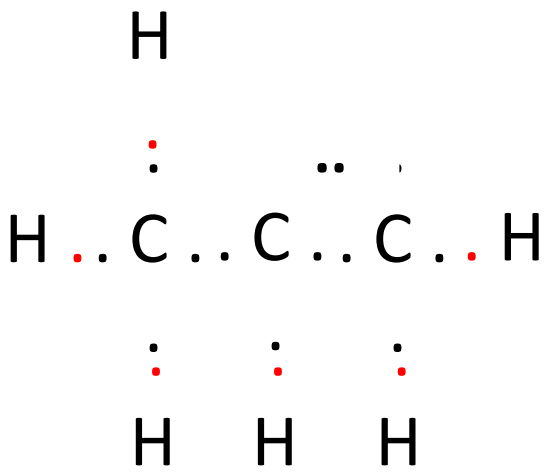


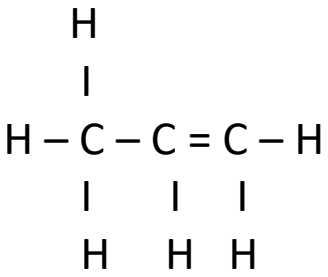


C_4H_{10}

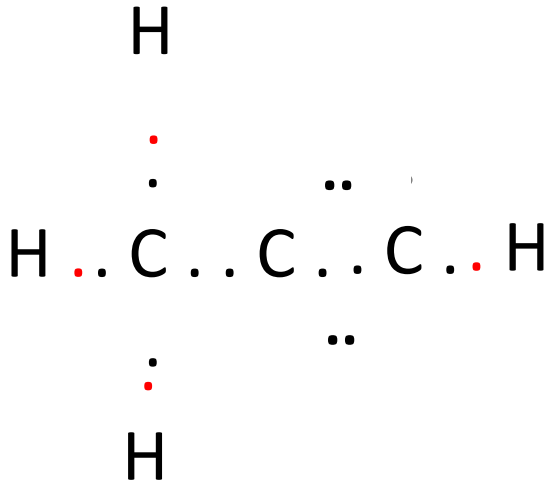


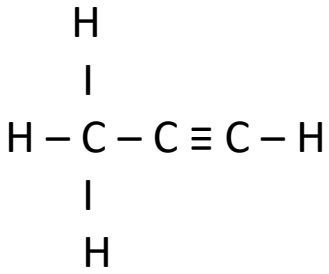
C3H6



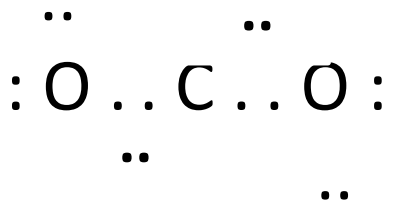


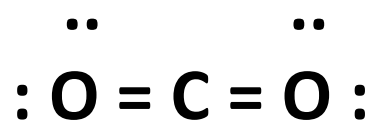
C3H4



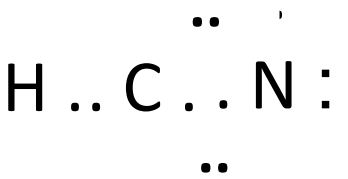


CO_2

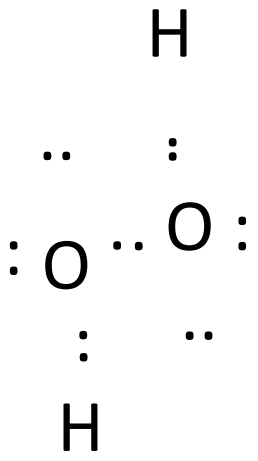


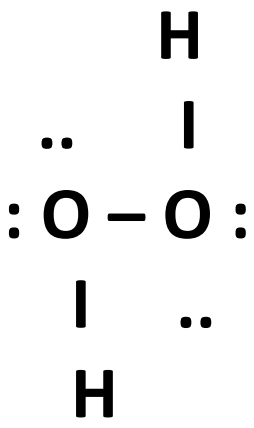


HCN

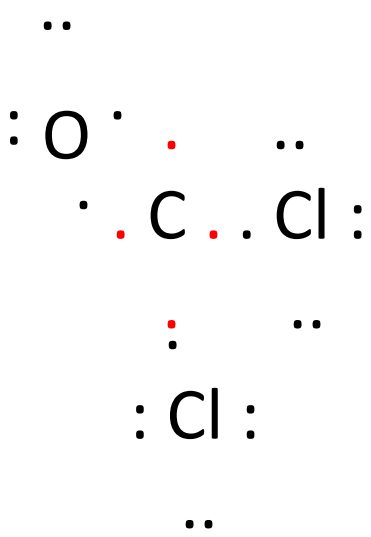


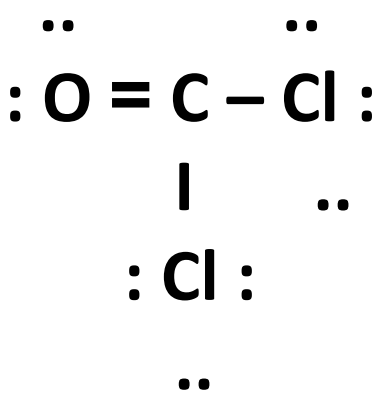
H_2O_2

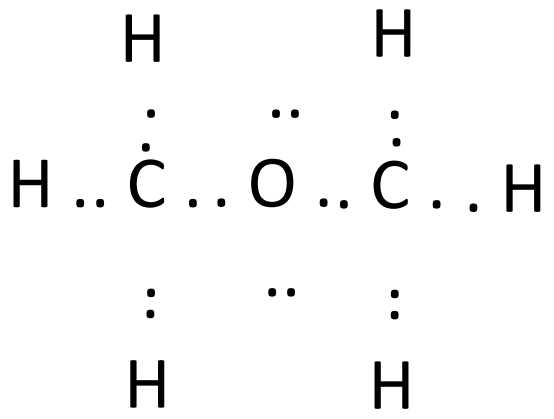




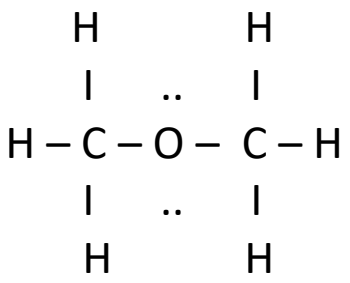
$COCl_2$

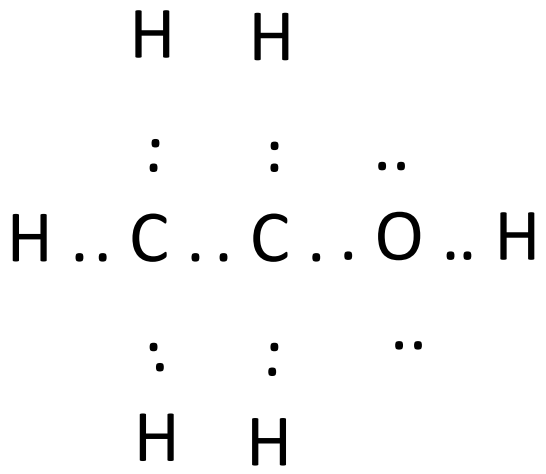


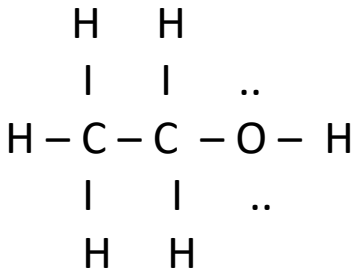




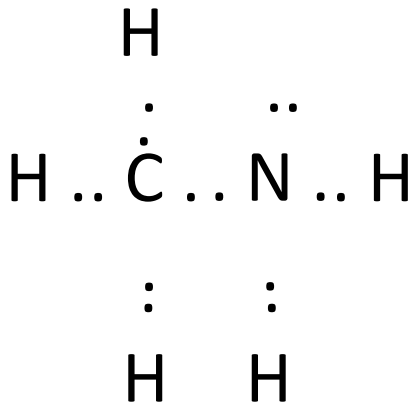
C_2H_6O

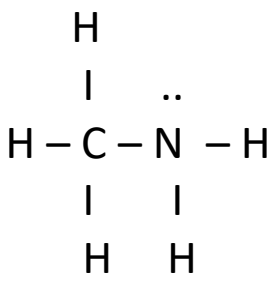




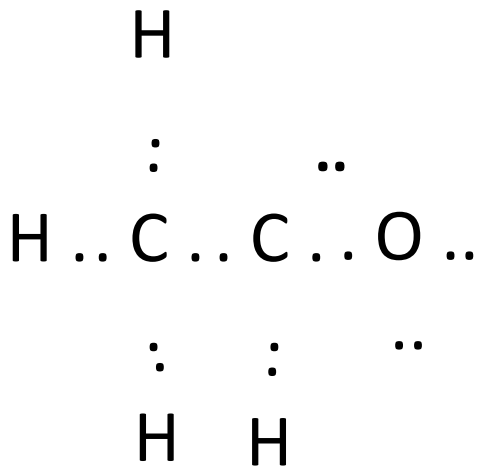


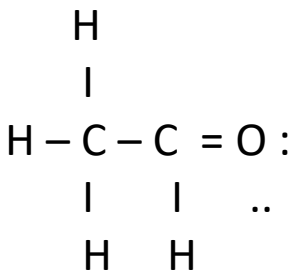
CH_3NH_2



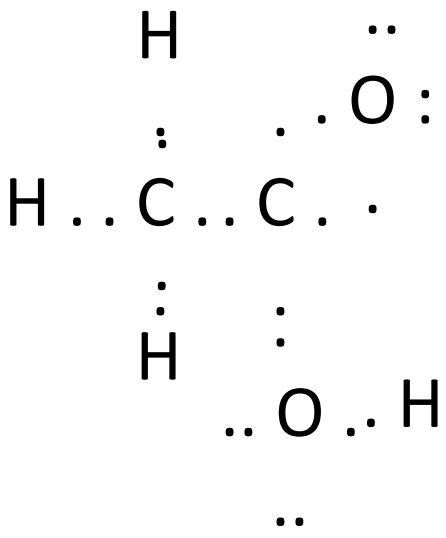


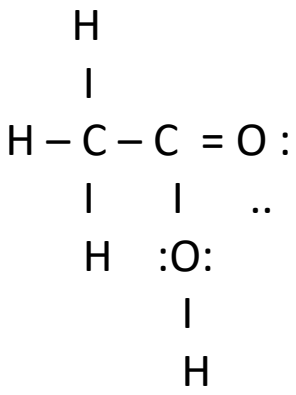
C_2H_4O

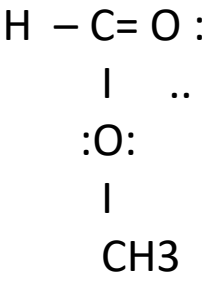




$C_2H_4O_2$

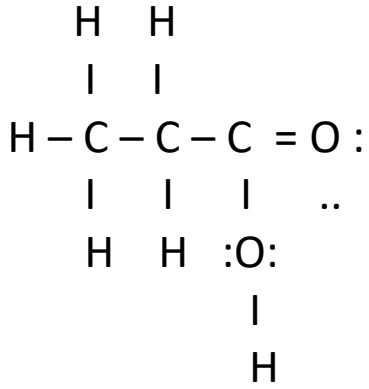


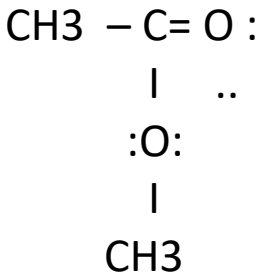




دبیر شیمی: فیکویی دبیرستان کمیل ناحیه 1 رشت

$C_3H_6O_2$



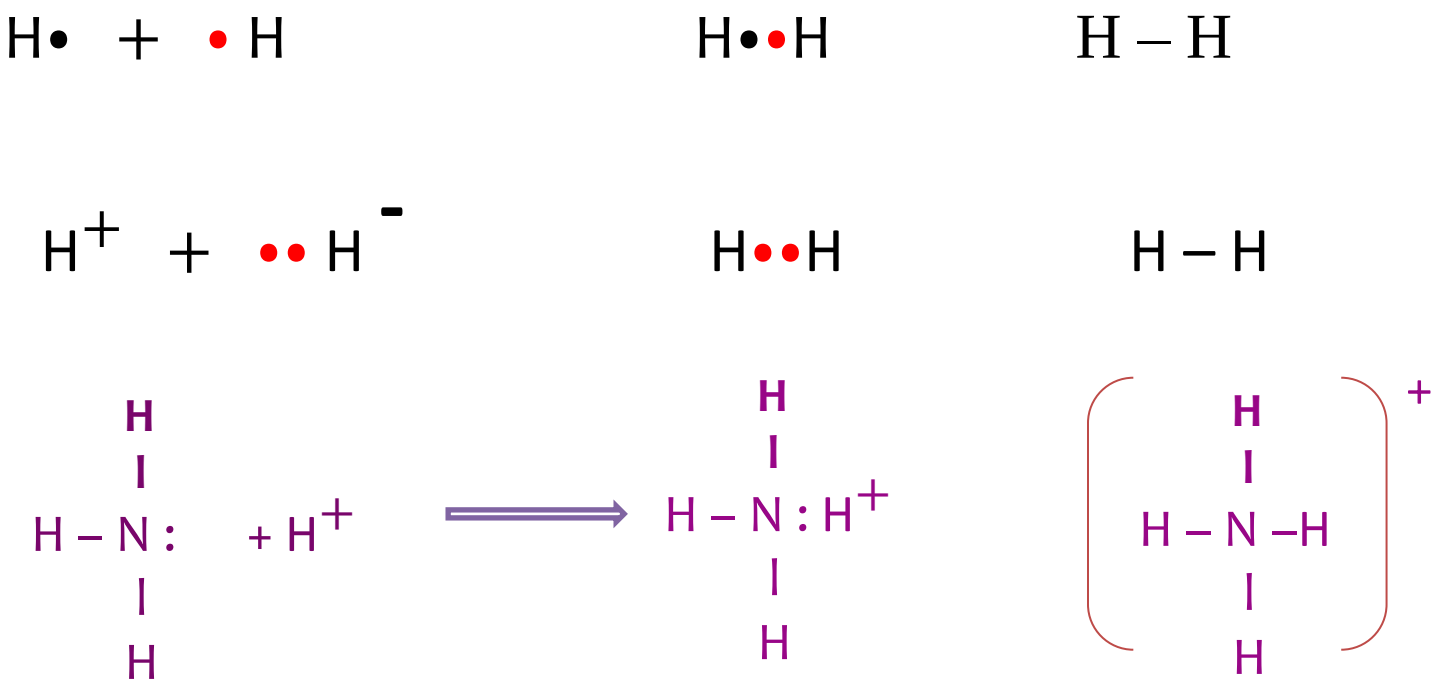


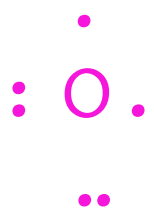
رسم ساختار لوویس

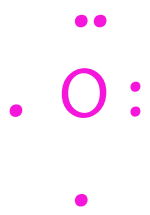
قسمت دوم

پیوند داتیو

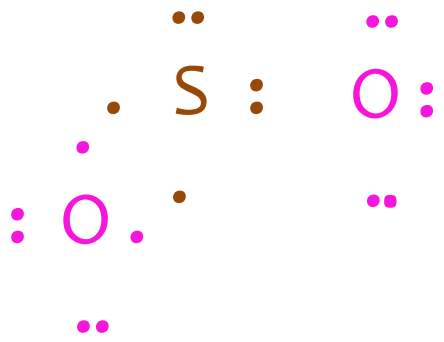
پیوند داتیو(پیوند کووالانسی یکطرفه):
نوعی پیوند کووالانسی است که در آن جفت الکترون اشتراکی را فقط یک اتم به اشتراک می گذارد.

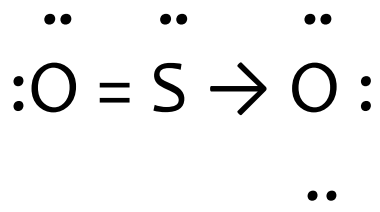




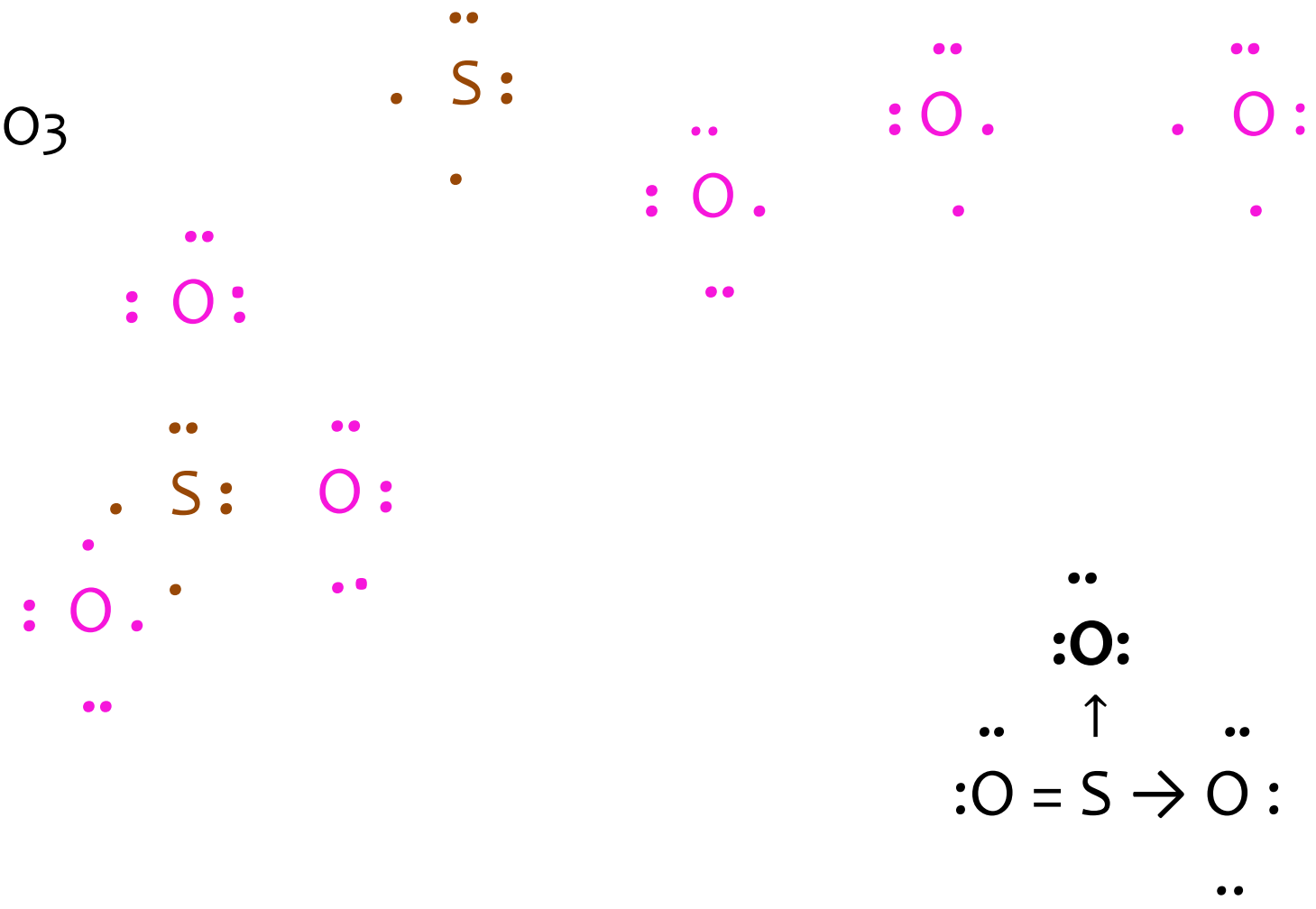


SO_2



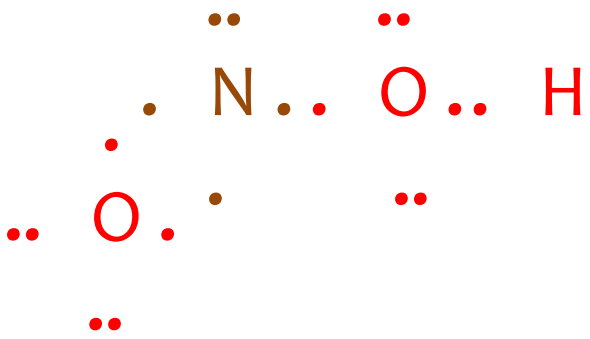


SO_3

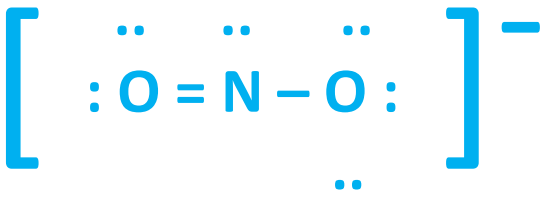


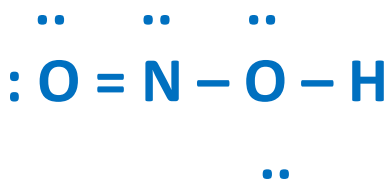
نکته ی مهم: در اسیدهای اکسیژن دار، هیدروژن اسیدی به اکسیژن متصل است.

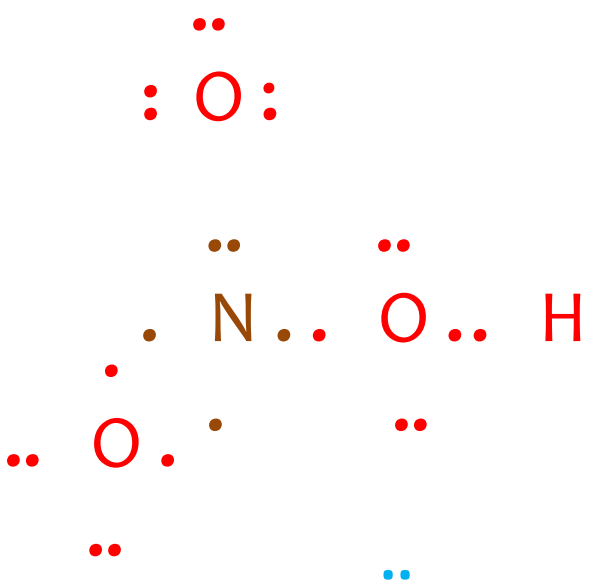
HNO_2

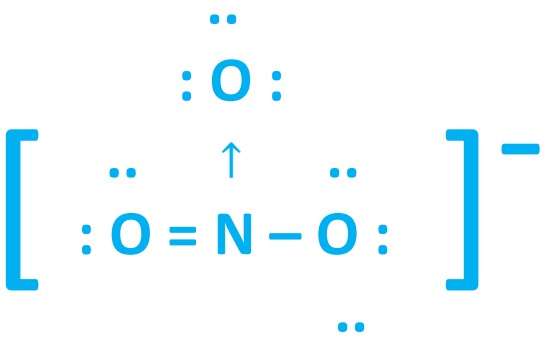


NO_2^-

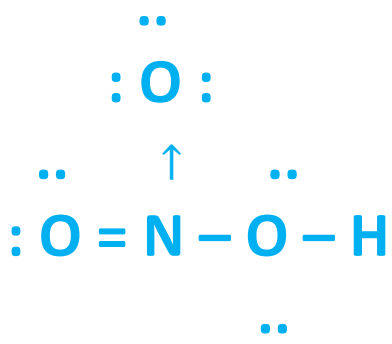




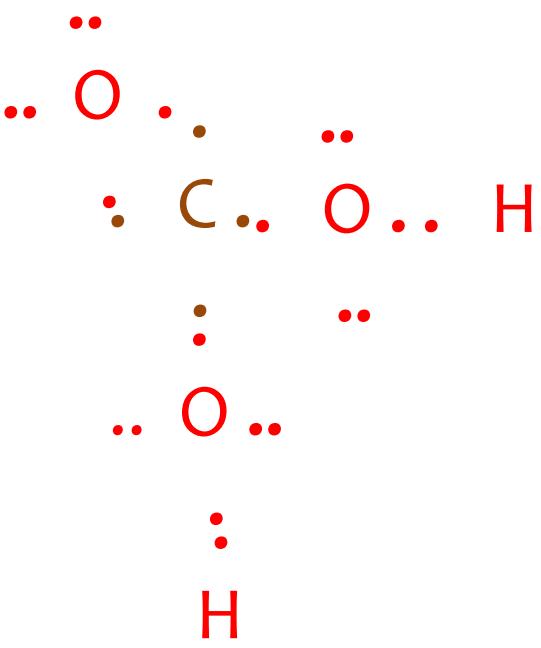




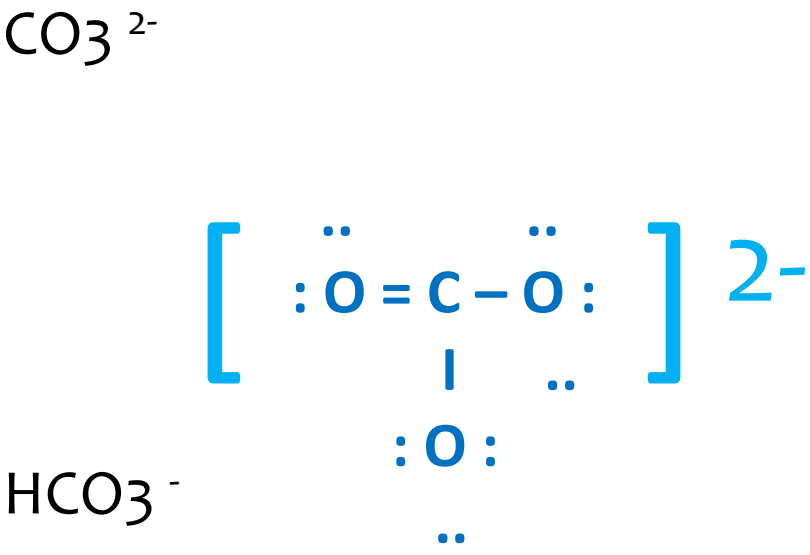
HNO_3



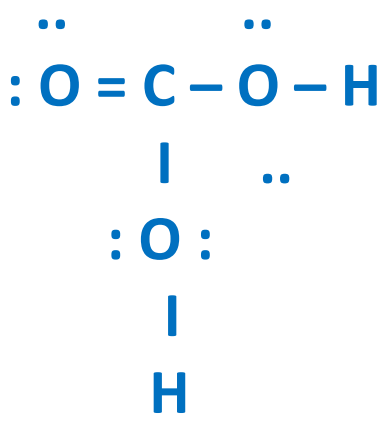
NO_3^-



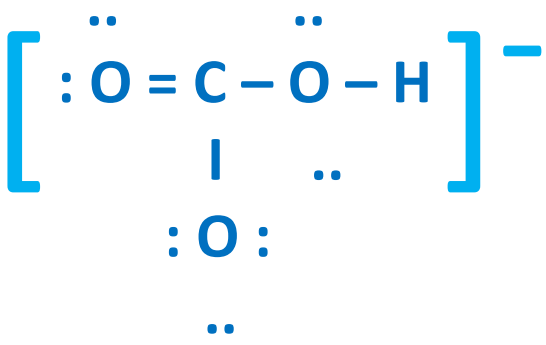
H_2CO_3



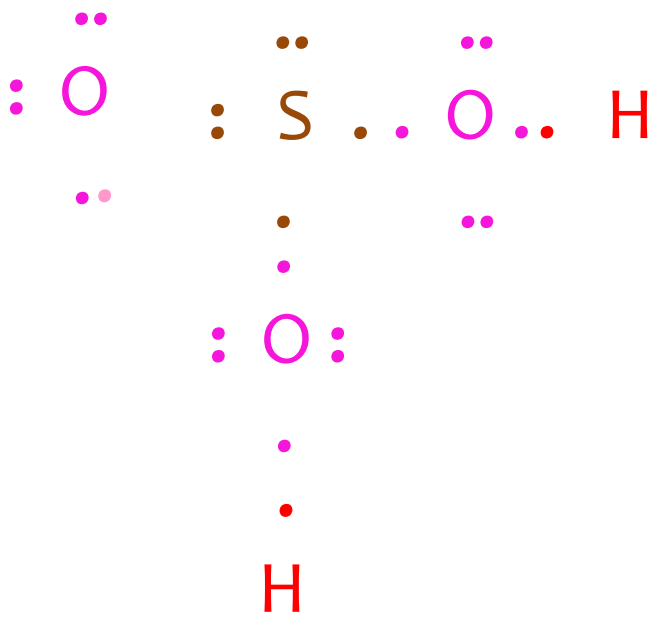
CO_3^{2-}

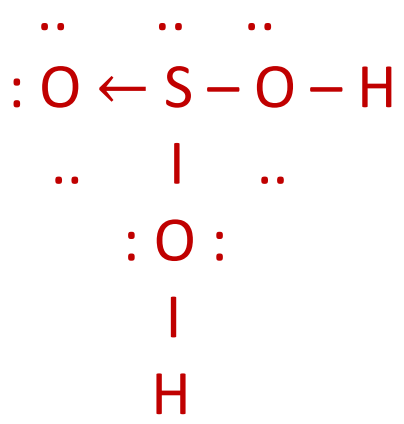


HCO_3^-

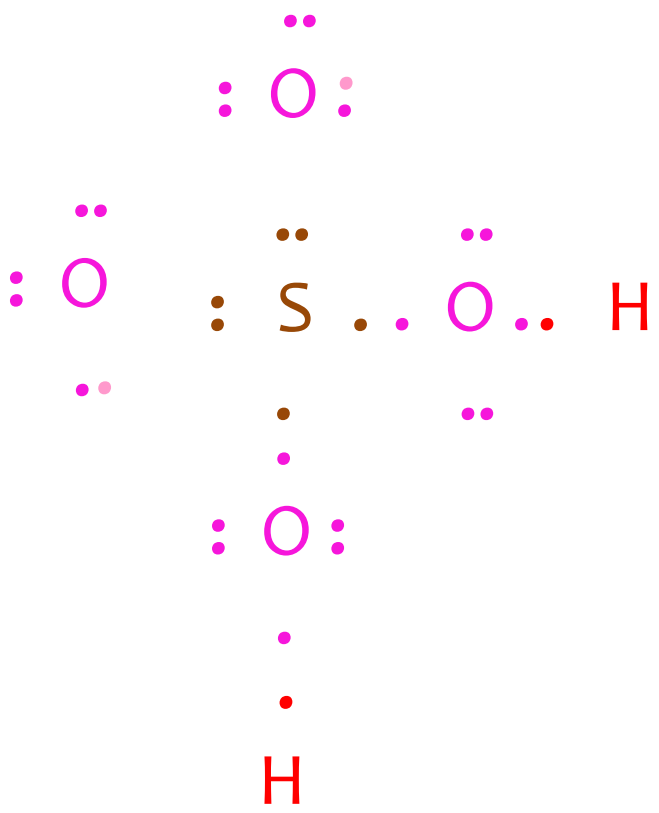


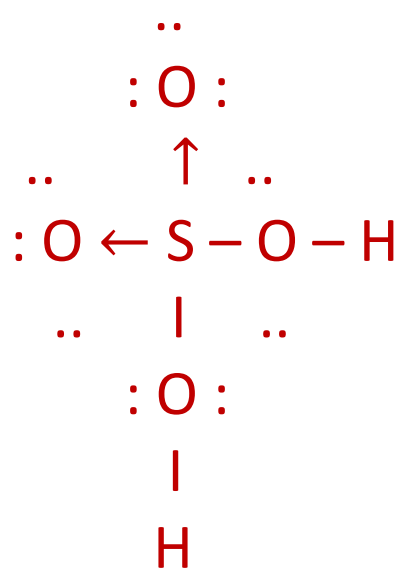
H_2SO_3



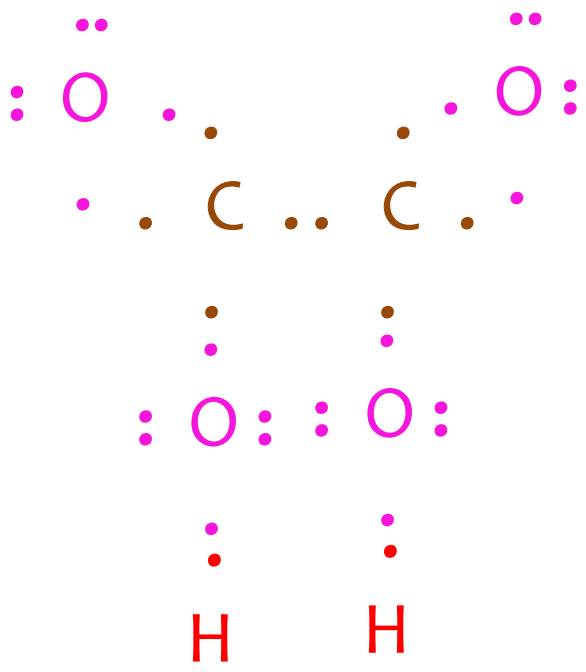


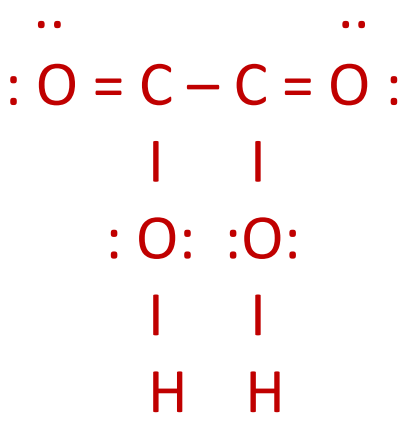
H_2SO_4



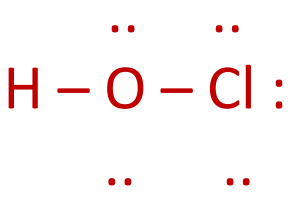


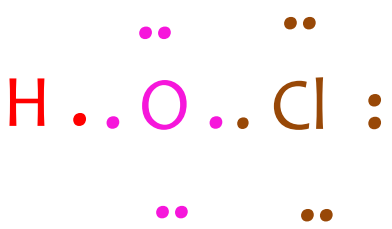
$H_2C_2O_4$



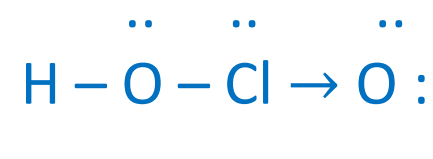


$HClO$

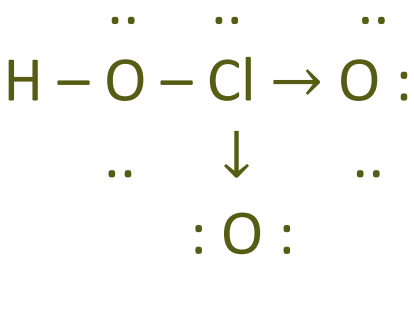




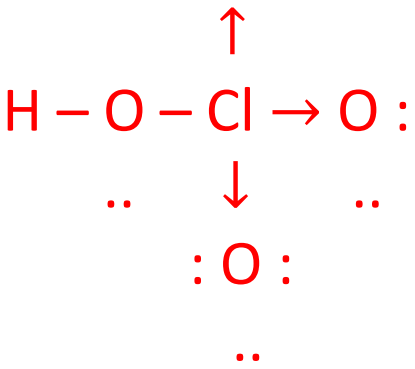
$HClO_2$



$HClO_3$

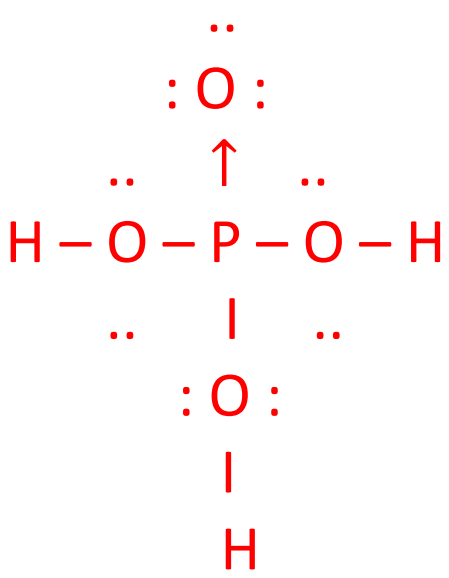


$HClO_4$

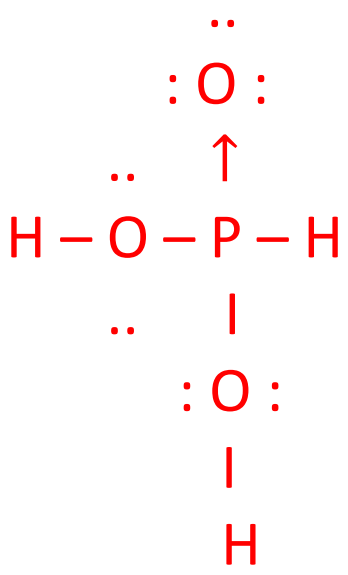


در اکسی اسیدهای یک عنصر، هر چه عدد اکسایش آن عنصر بیشتر باشد و تعداد اتم های اکسیژن بیشتری داشته باشد؛ تعداد اکسیژن های داتیو نیز بیشتر است و اسید قوی تر خواهد بود.(بجز اکسی اسیدهای فسفر)

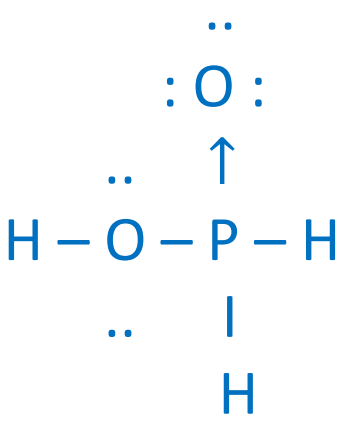
H3PO4



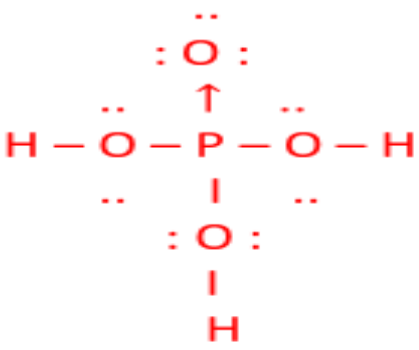
H_3PO_3



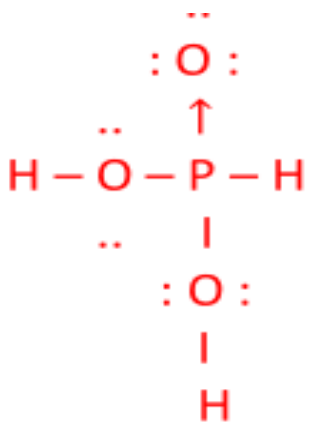
H_3PO_2



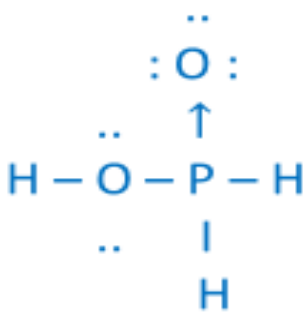
H_3PO_4



H_3PO_3



H_3PO_2



همه ی اکسی اسیدهای فسفر، یک اکسیژن داتیو دارند.

فسفریک اسید سه ظرفیتی است.

فسفرو اسید دو ظرفیتی است.

هیپو فسفرو اسید یک ظرفیتی است.

قدرت اسیدی اکسی اسیدهای فسفر:

$H_3PO_2 > H_3PO_3 > H_3PO_4$