بخش دوم سریع و خفن

جامدات کووالانسی

درسنامه ۱ مفهوم جامد کوالانسی

تعریف جامد کوالانسی

جامدی که ساختارش **فاقد مولکول‌های مجزا و مستقل** است. اجزای تشکیل دهنده‌ی چنین جامدهایی اتم‌ها هستند که با پیوندهای کوالانسی به یکدیگر متصل شده‌اند و شبکه‌ای غول‌آسا را ایجاد کرده‌اند.

حواستو جمع کن همه‌ی جامدهای کوالانسی از **یک مولکول** تشکیل شده‌اند و **فاقد مولکول‌های مستقل و مجزا** هستند؛ بنابراین بعضی از **مولکول‌ها** را با چشم مشاهده و لمس کرد.

علت اینکه جامدهای کوالانسی ***یک مولکول غول‌آسا*** و ***قابل رؤیت هستند*** ولی مولکول‌هایی مثل CO_2، H_2O و... ***غیرقابل رؤیت*** هستند.

جامدهای کوالانسی شامل **گرافیت** (C)، **الماس** (C)، **سیلیسیم** (Si)، **سیلیسیم کربید** (SiC) **و سیلیس** (SiO_2) است.

نکته کربن و سیلیسیم ۲ عنصر اصلی سازنده‌ی جامدات کوالانسی هستند.

حواستو جمع کن از بین جامدهای کوالانسی الماس، گرافیت و سیلیسیم از **واحدهای تشکیل دهنده‌ی یکسانی** تشکیل شده‌اند ولی سیلیس و سیلیسیم کربید از **واحدهای تشکیل دهنده‌ی متفاوتی** تشکیل شده‌اند.

نکته ترکیبی پیوندهای موجود در گرافیت، الماس و سیلیسیم از نوع **ناقطبی** هستند ولی پیوندهای موجود در سیلیس و سیلیسیم کربید از نوع **قطبی** هستند.

علت اینکه پیوند قطبی، بین ۲ نافلز متفاوت و پیوند ناقطبی، بین ۲ نافلز یکسان تشکیل میشه.

جامدهای کوالانسی

- واحدهای تشکیل دهنده‌ی یکسان ← پیوندهای کوالانسی از نوع ناقطبی ← گرافیت، الماس و سیلیسیم
- واحدهای تشکیل دهنده متفاوت ← پیوندهای کوالانسی از نوع قطبی ← سیلیس و سیلیسیم کربید

حواستو جمع کن در محدودهٔ کتاب درسی از بین جامدهای کوالانسی فقط ساختار گرافیت ۲ بعدی است ولی بقیه جامدات کوالانسی ۳ بعدی هستند.

جامدهای کوالانسی مواد **سختی** هستند که به **سختی خراشیده می‌شوند.**

علت اینکه پیوندهای کوالانسی زیادی در سراسر شبکه‌ی بلور وجود داره که پیوندهای ***فیلی محکمی*** محسوب میشن؛ واسه همین شکستن این پیوند کار خیلی سختیه.

جامدهای کوالانسی نقطه‌ی ذوب **بسیار بالایی** دارند.

علت اینکه برای اینکه اجزای سازنده‌ی جامدات کوالانسی روی یکدیگر بلغزند باید بر پیوندهای کوالانسی زیادی غلبه کنیم که انرژی زیادی نیاز دارد.

تعریف شیمیایی ذوب

ذوب شدن یعنی اتصال بین اجزای سازنده‌ی یک ماده به گونه‌ای تغییر کند که اجزای سازنده‌ی آن بتوانند روی یکدیگر بلغزند.

نکته ترکیبی هرچقدر پیوند کوالانسی بین اجزای تشکیل دهنده‌ی جامد کوالانسی **قوی‌تر** باشد، نقطه‌ی ذوب آن جامد کوالانسی **بیشتر** است.

علت اینکه هر چقدر طول پیوند ۲ اتم **کوتاه‌تر** باشد، پیوند اشتراکی بین ۲ اتم **قوی‌تر** است و برای غلبه به اون به گرمای زیادی نیاز داریم.

نکته نقطه‌ی ذوب جامدهای کوالانسی **اختلاف زیادی** با نقطه‌ی ذوب جامدهای مولکولی دارد.

علت اینکه اجزای تشکیل دهنده‌ی جامدات کوالانسی، **اتم‌ها** هستند که با پیوند **کوالانسی** به هم متصل شده‌اند ولی اجزای تشکیل دهنده‌ی جامدات مولکولی، **مولکول‌ها** هستند که با **نیروی واندروالسی** کنار هم قرار گرفته‌اند و غلبه بر نیروی واندروالسی خیلی **راحت‌تر** از غلبه بر پیوند کوالانسی است؛ به همین دلیل با وجود اینکه جامدات مولکولی هم دارای پیوند کوالانسی هستند ولی نقطه‌ی ذوب خیلی کمتری نسبت به جامدات کوالانسی دارند.

درسنامه ۲ همه چیز درباره سیلیسیم

عنصر سیلیسیم $(_{14}Si)$ **پس از اکسیژن** فراوان‌ترین عنصر موجود در **پوسته‌ی جامد زمین** است.

حواستو جمع کن فراوان‌ترین عنصر کره‌ی زمین، **آهن** است ولی فراوان‌ترین عنصر پوسته‌ی جامد زمین **اکسیژن** است.

حواستو جمع کن سیلیسیم **دومین عنصر فراوان** در پوسته‌ی جامد زمین و **سومین عنصر فراوان** کل کره‌ی زمین محسوب می‌شود.

مقایسه فراوانی عنصرها

در کره‌ی زمین $Fe > O > Si > Mg$

در پوسته‌ی جامد زمین $\Leftarrow O > Si > Al > Fe$

نکته ترکیب‌های گوناگون ۲ عنصر اکسیژن و سیلیسیم **بیش از ۹۰ درصد** پوسته‌ی جامد زمین را تشکیل می‌دهند.

سیلیسیم یک شبه فلز است به همین دلیل **رسانای الکتریکی کم** و **رسانایی گرمایی متوسطی** دارد.

نکته **خواص فیزیکی** سیلیسیم بیشتر شبیه **فلزها** و **خواص شیمیایی** آن شبیه **نافلزها** است.

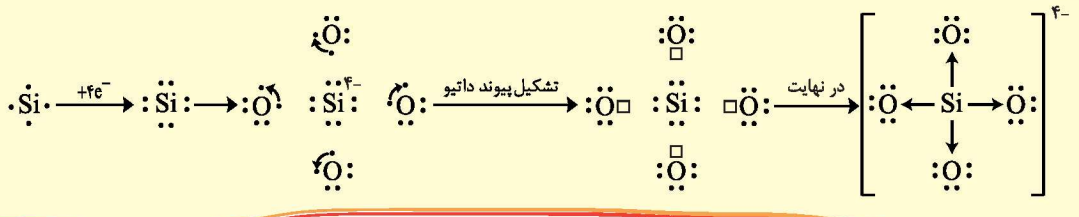
سیلیسیم در لایه‌ی ظرفیت خود دارای **٤ الکترون** است و برای رسیدن به آرایش گاز نجیب می‌تواند **با تشکیل ٤ پیوند کوالانسی** به آرایش گاز نجیب **هم دوره‌ی خود** برسد.

حواستو جمع کن سیلیسیم برای رسیدن به آرایش گاز نجیب نمی‌تواند به یون‌های Si^{4+} یا Si^{4-} تبدیل شود.

علت اینکه برای رسیدن به آرایش گاز نجیب یا از دست دادن ٤ الکترون به یون Si^{4+} و یا گرفتن ٤ الکترون به یون Si^{4-} تبدیل میشن که یون‌هایی ناپایدار هستن. تراکم بار در سطح این یون‌ها زیاده که همین باعث میشه به شدت با سایر مواد واکنش بدن و ترکیب‌هایی مثل سیلیس (SiO_2) ایجاد کنن.

نکته سیلیسیم می‌توان یون‌های چند اتمی مثل سیلیکات (SiO_4^{4-}) را تشکیل دهد.

ساختار لوویس سیلیکات:



حواستو جمع کن از سیلیسیم تاکنون هیچ یون تک‌اتمی یافت نشده است نه اینکه تاکنون هیچ یونی از آن شناخته نشده است.

سیلیسیم **همانند** گوگرد و فسفر **تمایل زیادی** برای ترکیب با اکسیژن دارد، بطوری که در طبیعت به شکل نمک‌های اکسیژن‌دار مثل $MgSO_4$ ، Na_3PO_4 و Ca_2SiO_4 **یافت می‌شود.**

حواستو جمع کن به فرمول‌نویسی سیلیکات‌ها خیلی دقت کن.

$$Ca^{2+} \quad SiO_4^{4-} \rightarrow Ca_{2}(SiO_4)_{1} \rightarrow Ca_2SiO_4$$

فرمول‌نویسی کلسیم سیلیکات ⇒

سیلیسیم می‌تواند بصورت جامد کوالانسی **سه‌بعدی** $Si(s)$ در بیاید که فقط از اتم‌های سیلیسیم تشکیل شده است.

نکته این جامد **به دلیل اینکه** یک شبه فلز است **رسانایی الکتریکی کم و رسانایی گرمایی متوسطی** دارد.

نکته سیلیسیم همانند سایر جامدهای کوالانسی (به جز گرافیت) **سخت** بوده و **نقطه‌ی ذوب بالایی** دارد.

نکته سیلیسیم شکننده بوده و با ضربه خرد می‌شود.

حواستو جمع کن شکننده بودن $Si(s)$ به معنی کم بودن میزان سختی آن نیست.

علت اینکه *سیلیسیم بخاطر داشتن پیوند کوالانسی زیاد در سراسرش، سختی* ***زیادی*** *داره.*

نکته سیلیسیم علاوه بر جامد کوالانسی $Si(s)$، می‌تواند جامدهای کوالانسی سیلیس (SiO_2) و سیلیسیم کربید (SiC) نیز تشکیل دهند.

عنصر سیلیسیم به صورت **خالص** در طبیعت وجود **ندارد.**

علت اینکه *همه مواد شیمیایی تمایل به پایداری دارن، از این رو همه‌ی اتم‌ها و ترکیب‌های شیمیایی همواره تمایل به ساختن ساختارهایی دارن که پایداریشون* ***بیشتره.***

نکته ترکیبی هرچقدر طول یک پیوند **کوتاه‌تر** باشد، آنتالپی پیوند آن **بیشتر** بوده و در نتیجه پایداری **بیشتری** دارد.

علت اینکه *شعاع اتمی اکسیژن از شعاع اتمی سیلیسیم کوتاه‌تر است، پیوند* $O-Si$ *در* $SiO_2(s)$ *کوتاه‌تر از پیوند* $Si-Si$ *در* $Si(s)$ *است که موجب می‌شود آنتالپی پیوند* $O-Si$ *بیشتر از آنتالپی پیوند* $Si-Si$ *باشد، بنابراین پایداری* $SiO_2(s)$ *بیشتر از* $Si(s)$ *است.*

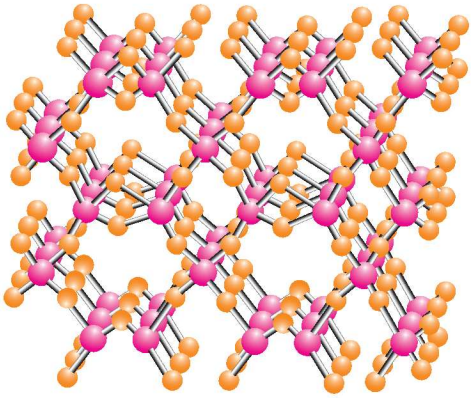
حواستو جمع کن نبودن سیلیسیم خالص در طبیعت به دلیل پایدارتر بودن $SiO_2(s)$ نسبت به $Si(s)$ است نه اینکه $Si(s)$ واکنش‌پذیری بالایی دارد.

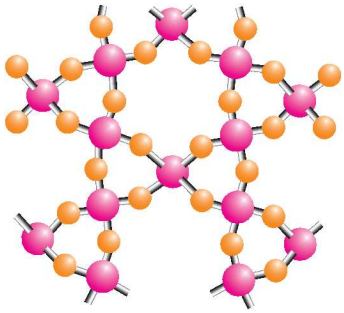
درسنامه ۳ همه چیز درباره سیلیس

سیلیس (SiO_2) ماده‌ای **نامحلول** در آب است که **فراوان‌ترین** اکسید پوسته‌ی جامد زمین محسوب می‌شود.

سیلیس یک جامد کوالانسی است که در آن کلیه‌ی اتم‌ها با پیوند کوالانسی $Si-O$ به یکدیگر متصل شده‌اند و ساختاری به هم پیوسته و غول‌آسایی را ایجاد کرده‌اند.

نکته در شبکه‌ی بلور سیلیس هر اتم سیلیسیم به **۴ اتم** اکسیژن و هر اتم اکسیژن به **۲ اتم** سیلیسیم متصل شده است، بنابراین به ازای هر اتم سیلیسیم ۲ اکسیژن وجود دارد.





حواستو جمع کن فرمول شیمیایی سیلیس به صورت SiO_2 است ولی به این معنی نیست که هر اتم سیلیسیم به ۲ اتم اکسیژن متصل شده است بلکه بیانگر این است که تعداد اتم‌های اکسیژن در یک بلور سیلیس، ۲ برابر تعداد اتم‌های سیلیسیم است.

حواستو جمع کن هر اتم سیلیسیم به ۴ اتم اکسیژن متصل است ولی به ازای هر اتم سیلیسیم ۲ اتم اکسیژن وجود دارد.

علت اینکه هر اتم سیلیسیم به ٤ اتم اکسیژن متصله ولی از طرف دیگه هر اتم اکسیژن هم به ۲ اتم سیلیسیم متصل شده که باعث میشه به ازای هر ۲ سیلیسیم ٤ اکسیژن وجود داشته باشه. پس می‌تونیم نتیجه بگیریم که به ازای هر اتم سیلیسیم، ۲ اتم اکسیژن وجود داره.

نکته برای تعیین سهم یک اتم از پیوندهای اشتراکی فقط نیمی از هر پیوند برای اتم است و نیمه‌ی دیگر پیوند برای اتم‌های اطراف آن است.

حواستو جمع کن در بلور سیلیس تعداد پیوندهای کوالانسی ۲ برابر تعداد سیلیسیم‌ها و یا برابر تعداد اکسیژن‌ها است.

علت اینکه در بلور سیلیس، هر اتم سیلیسیم با ٤ پیوند کوالانسی $Si-O$ به اکسیژن متصل شده، واسه همینه که می‌تونیم بگیم که به ازای هر اتم سیلیسیم ٤ تا نصفه پیوند یا ۲ تا پیوند کامل وجود داره.

نکته در ساختار سیلیس به ازای هر **۲ پیوند کوالانسی (۴ الکترون پیوندی)، ۴ جفت الکترون ناپیوندی (۸ الکترون ناپیوندی)** وجود دارد.

علت اینکه در سیلیس (SiO_2) به ازای هر اتم سیلیسیم ۲ پیوند کوالانسی (یعنی ٤ الکترون که در پیوند شرکت میکنن) و **۲ اتم اکسیژن** که هرکدام از این اتم‌ها دارای **۲ جفت الکترون** ناپیوندی (یعنی **۴ تا الکترون** که در پیوند شرکت ندارن) وجود دارد.

حواستو جمع کن تعداد الکترون‌های پیوندی در سیلیس (SiO_2) با تعداد جفت الکترون‌های ناپیوندی برابر است نه تعداد الکترون‌های ناپیوندی.

علت اینکه در سیلیس به ازای هر Si، **۲ پیوند اشتراکی** یا به عبارت دیگر **۴ الکترون پیوندی** وجود داره و از طرف دیگر هم به ازای هر Si، ۲ **اکسیژن** وجود داره و هر اکسیژن هم دارای ۲ جفت الکترون ناپیوندی است؛ واسه همین می‌تونیم بگیم که به ازای هر سیلسیم ٤ **جفت** الکترون ناپیوندی یا ۸ الکترون ناپیوندی وجود داره.

نکته ترکیبی برای حل مسائل استوکیومتری مرتبط با این مبحث می‌توانیم از کسرهای جادویی زیر کمک بگیریم.

$$\frac{\text{مقدار جرم}}{\text{جرم مولی}} = \frac{\text{تعداد ذره}}{۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}} = \frac{\text{مقدار مول}}{۱}$$

حواستو جمع کن برای استفاده از کسرهای جادویی می‌بایست ۲ طرف تساوی هم شکل باشند.

تبدیل کسر کل به کسر جزء ← صورت کسر را در تعداد جزءها ضرب می‌کنیم.

تبدیل کسر جزء به کسر کل ← مخرج کسر را در تعداد جزءها ضرب می‌کنیم.

تست تمرینی

۱ – ۳ گرم سیلیس شامل چند پیوند اشتراکی است؟ ($Si = ۲۸$ و $O = ۱۶\ g.mol^{-۱}$)

۱) $۳/۰۱\times۱۰^{۲۲}$ ۲) $۱/۲۰۴\times۱۰^{۲۳}$ ۳) $۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}$ ۴) $۲/۴۰۸\times۱۰^{۲۳}$

پاسخ: گزینه ۳

ابتدا جرم مولی سیلیس را حساب می‌کنیم:

$$\text{جرم مولی سیلیس} = Si + ۲O = ۲۸ + ۲(۱۶) = ۶۰\ g.mol^{-۱}$$

روش اول) ابتدا مقدار گرم سیلیس را به مقدار مول تبدیل می‌کنیم:

$$\text{مقدار مول سیلیس} = ۳\ \cancel{gr}\ SiO_۲ \times \frac{۱mol}{۶۰\ \cancel{gr}} = ۰/۰۵ mol\ SiO_۲$$

۰/۰۵ مول سیلیس دارای ۰/۰۵ مول سیلیسیم است و به ازای هر اتم سیلیسیم، ۲ پیوند کوالانسی در سیلیس وجود دارد، بنابراین:

دو پیوند کوالانسی	یک سیلیسیم
y	۰/۰۵ مول سیلیسیم

$\Rightarrow$ ۰/۱ مول پیوند کوالانسی = y

برای تبدیل مقدار مول به تعداد، مقدار مول را در کسر $\frac{۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}}{۱mol}$ ضرب می‌کنیم:

$$\text{تعداد پیوند کوالانسی} = ۰/۱\ \cancel{mol} \times \frac{۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}}{۱\ \cancel{mol}} = ۶/۰۲\times۱۰^{۲۲}$$

روش دوم) از کسر جادویی استفاده می‌کنیم:

$$\frac{\overbrace{\text{مقدار کل}}^{\text{بیانگر کسر کل}}}{\text{جرم مولی}} = \frac{\overbrace{\text{تعداد پیوند}}^{\text{بیانگر کسر جزء}}}{۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}} \xrightarrow{\text{کسرها را هم‌شکل می‌کنیم}} \frac{\overbrace{\text{مقدار گرم} \times \text{تعداد پیوند سهم Si}}^{\text{بیانگر کسر جزء}}}{\text{جرم مولی}} = \frac{\overbrace{\text{تعداد پیوند}}^{\text{بیانگر کسر جزء}}}{۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}}$$

$$\Rightarrow \frac{۲\times۳}{۶۰} = \frac{\text{تعداد پیوند}}{۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}} \Rightarrow \text{تعداد پیوند} = ۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}$$

اخطار فرق نمی‌کند که کسر کل را به جزء تبدیل کنیم و یا برعکس؛ فقط باید ۲ طرف تساوی هم‌شکل شوند؛ ولی خیلی دقت کن، درست است که **هر Si ۴ پیوند تشکیل می‌دهد ولی سهم هر سیلیسیم ۲ پیوند** است.

حواستو جمع کن از آنجا که **سیلیس یک مولکول است**؛ بنابراین مقدار مول سیلیس بیانگر تعداد اتم‌های سیلیسیم است نه تعداد سیلیس.

تست تمرینی

۲ – چند گرم سیلیس شامل ۰/۴ مول پیوند اشتراکی است؟ ($Si = ۲۸$ و $O = ۱۶\ g.mol^{-۱}$)

۱) ۱/۲ ۲) ۲/۴ ۳) ۲۴ ۴) ۱۲

پاسخ: گزینه ۴

جرم مولی سیلیس برابر ۶۰ گرم بر مول است.

$$\text{جرم مولی سیلیس} = Si + ۲O = ۲۸ + ۲(۱۶) = ۶۰\ g.mol^{-۱}$$

روش اول) به ازای هر سیلیسیم ۲ پیوند اشتراکی وجود دارد؛ بنابراین:

دو پیوند اشتراکی	یک سیلیسیم
۰/۴ مول پیوند اشتراکی	x

$\Rightarrow$ ۰/۲ مول سیلیسیم = x

از آنجایی که سیلیس یک مولکول محسوب می‌شود؛ بنابراین مقدار مول سیلیس بیانگر تعداد اتم سیلیسیم است یعنی ۰/۲ مول سیلیس دارای ۰/۲ مول اتم سیلیسیم است.

برای بدست آوردن مقدار گرم سیلیس، مقدار مول را در کسر $\frac{\text{جرم مولی}}{1\,mol}$ ضرب می‌کنیم:

$$\text{مقدار گرم سیلیس} = 0/2\ \cancel{mol}\ SiO_2 \times \frac{60}{1\ \cancel{mol}} = 12$$

روش دوم) از کسرهای جادویی مقدار گرم و مقدار مول استفاده می‌کنیم:

$$\frac{\overbrace{\text{مقدار مول پیوند}}^{\text{بیانگر کسر جزء}}}{1} = \frac{\overbrace{\text{مقدار گرم سیلیس}}^{\text{بیانگر کسر کل}}}{\text{جرم مولی}} \xrightarrow{\text{کسرها را هم شکل می‌کنیم}} \frac{\overbrace{\text{مقدار مول پیوند}}^{\text{بیانگر کسر کل}}}{\text{پیوند سهم Si} \times 1} = \frac{\overbrace{\text{مقدار گرم سیلیس}}^{\text{بیانگر کسر کل}}}{\text{جرم مولی}}$$

$$\Rightarrow \frac{0/4}{1\times 2} = \frac{\text{مقدار گرم سیلیس}}{60} \Rightarrow \text{مقدار گرم سیلیس} = 12\,gr$$

حواستو جمع کن اگر مقدار جرم یک عنصر خاص را بدهند، کسر $\frac{\text{مقدار گرم عنصر}}{\text{جرم مولی عنصر}}$ بیانگر کسر اتم (کسر جزء) است ولی کسر $\frac{\text{مقدار گرم عنصر}}{\text{جرم مولی همه‌ی اتم‌های آن عنصر در ترکیب}}$ بیانگر کسر ترکیب (کسر کل) است.

تست تمرینی

۳- در یک نمونه سیلیس، ۸ گرم اکسیژن وجود دارد. تعداد جفت الکترون‌های ناپیوندی در این ترکیب کدام است؟
($Si = 28$ و $O = 16\ g.mol^{-1}$)

۱) $6/02\times10^{23}$ ۲) $12/04\times10^{23}$ ۳) $1/505\times10^{23}$ ۴) $24/08\times10^{23}$

پاسخ: گزینه ۱

روش اول) هر مول سیلیس (SiO_2) شامل ۳۲ گرم اکسیژن است.

$$\left|\begin{matrix} \text{۳۲ گرم اکسیژن} & \text{۱ مول سیلیس} \\ \text{۸ گرم اکسیژن} & x \end{matrix}\right| \Rightarrow x = 0/25\ mol\ SiO_2$$

مقدار مول سیلیس در واقع بیانگر تعداد سیلیسیم‌های تشکیل دهنده‌ی این بلور است.

از آنجایی که به ازای هر سیلیسیم، ۲ اکسیژن وجود دارد می‌توانیم نتیجه بگیریم که به ازای هر سیلیسیم ۴ جفت الکترون ناپیوندی داریم (به ازای هر اکسیژن ۲ جفت الکترون ناپیوندی).

$$\left|\begin{matrix} \text{۴ جفت الکترون ناپیوندی} & \text{به ازای هر سیلیسیم} \\ y & \text{۰/۲۵ مول} \end{matrix}\right| \Rightarrow y = \text{۱ مول جفت الکترون ناپیوندی}$$

برای تبدیل مقدار مول به تعداد، مقدار مول را در کسر $\frac{6/02\times10^{23}}{1\ mol}$ ضرب می‌کنیم:

$$\text{تعداد جفت الکترون ناپیوندی} = 1\ \cancel{mol} \times \frac{6/02\times10^{23}}{1\ \cancel{mol}} = 6/02\times10^{23}$$

روش دوم) از کسر جادویی مقدار گرم و تعداد استفاده می‌کنیم:

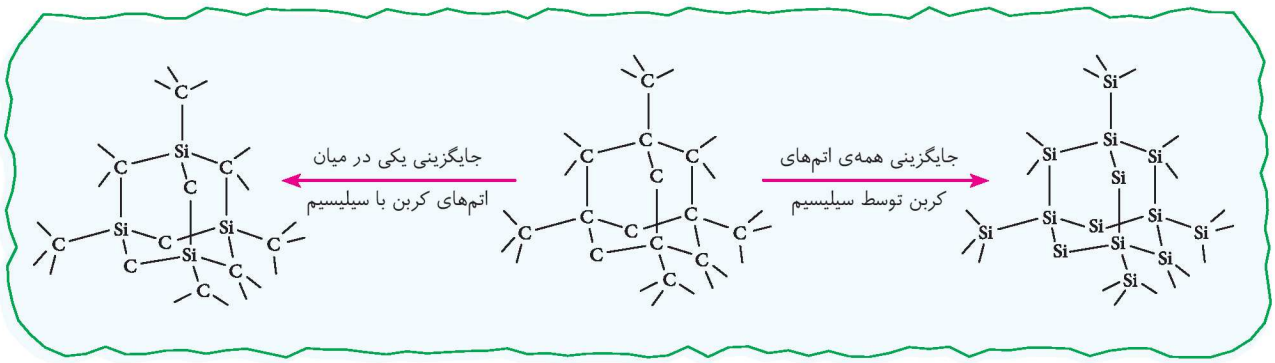
$$\frac{\overbrace{\text{مقدار گرم اکسیژن}}^{\text{بیانگر کسر کل}}}{\text{جرم مولی همه‌ی اتم‌های اکسیژن در } SiO_2} = \frac{\overbrace{\text{تعداد جفت الکترون ناپیوندی}}^{\text{بیانگر کسر جزء}}}{6/02\times10^{23}}$$

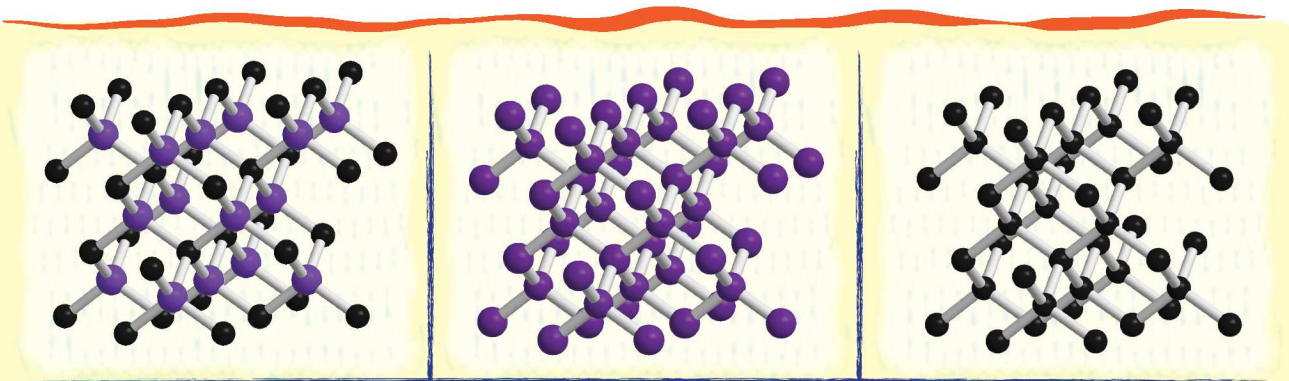
درسنامه ۶ مقایسه‌ی چند جامد کووالانسی

ساختار $Si(s)$ (بلور سیلیسیم) و $SiC(s)$ (سیلیسیم کربید) مشابه ساختار الماس است.

علت اینه‌که در هر کدوم از این بلورها هر اتم توسط ۴ پیوند کووالانسی به ۴ اتم دیگر متصل شده که در $Si(s)$ به جای اتم کربن موجود در الماس، اتم‌های سیلیسیم قرار می‌دیم و در $SiC(s)$ اتم‌های کربن به‌صورت یکی در میان با اتم‌های سیلیسیم جایگزین می‌شن.

حواستو جمع کن در بلور سیلیسیم کربید، هیچ‌کدام از کربن‌ها به هم و هیچ‌کدام از سیلیسیم‌ها نیز به هم متصل نشده‌اند. به عبارت دیگر، هراتم کربن به ۴ اتم سیلیسیم و هر اتم سیلیسیم هم به ۴ اتم کربن متصل شده است.





شکل گلوله - میله‌ای الماس | شکل گلوله - میله‌ای سیلیسیم | شکل گلوله - میله‌ای سیلیسیم کربید

۱ شکل گلوله - میله‌ای الماس شبیه سیلیسیم است.

علت اینه‌که بلور الماس و سیلیسیم از اتم‌های یکسان تشکیل شدن و در ***حالت کلی هیچ فرقی باهم ندارن!***

حواستو جمع کن اندازه گلوله‌های الماس **کوچک‌تر** از گلوله‌های سیلیسیم است.

علت اینه‌که شعاع اتمی کربن کوچک‌تر از شعاع اتمی سیلیسیم است.

۲ تفاوت ساختار گلوله - میله‌ای سیلیسیم‌کربید با سیلیسیم و الماس این است که از ۲ اتم مختلف ساخته شده است و در نتیجه اندازهٔ گلوله‌های موجود در ساختار سیلیسیم کربید باهم برابر نیست ولی در الماس و سیلیسیم همهٔ گلوله‌ها اندازهٔ یکسانی دارند.

حواستو جمع کن اندازهٔ گلوله‌های موجود در بلور الماس باهم و اندازهٔ گلوله‌های موجود در سیلیسیم هم باهم برابر است. نه اینکه اندازهٔ گلوله‌های **بلور سیلیسیم با گلوله‌های بلور الماس باهم برابر است.**

علت اینکه شعاع اتمی سیلیسیم **بیشتر** از کربنه؛ بنابراین اندازهٔ گلوله‌های موجود در سیلیسیم **بیشتر** از الماس است.

۳ پیوندهای موجود در:

بلور الماس ← همگی از نوع کربن-کربن (C — C) هستند.

بلور سیلیسیم ← همگی از نوع سیلیسیم-سیلیسیم (Si — Si) هستند.

بلور سیلیسیم کربید ← همگی از نوع سیلیسیم-کربن (Si — C) هستند.

حواستو جمع کن در سیلیسیم کربید پیوند (C — C) یا (Si — Si) نداریم.

۴ در بلور الماس، سیلیسیم و سیلیسیم کربید فاصلهٔ اتم‌ها از هم یکسان است.

علت اینکه در این بلورها هر اتم با یک پیوند به هم متصل شدن. بنابراین فاصلهٔ هر اتم با اتم دیگر برابر است.

نکته $SiC(s)$ (سیلیسیم کربید) یک ساینده‌ی ارزان است که در تهیّه‌ی سنباده کاربرد دارد.

نکته اگر تعداد اتم‌های سیلیسیم در $Si(s)$ برابر n باشد، بلور این ماده شامل $2n$ پیوند کووالانسی است.

علت اینکه در سیلیسیم هم مثل الماس، هر اتم سیلیسیم توسط ۴ پیوند کووالانسی به اتم‌های سیلیسیم دیگه متصل شده و سهم هر اتم در تشکیل یه پیوند نصف پیونده نه یه پیوند کامل؛ بنابراین به‌ازای هر سیلیسیم ۴ تا نصف پیوند یا ۲ تا پیوند کامل داریم.

حواستو جمع کن اگر سیلیسیم کربید دارای n اتم باشد، $2n$ پیوند کووالانسی، $\frac{n}{2}$ اتم کربن و $\frac{n}{2}$ اتم سیلیسیم وجود دارد.

علت اینکه هر یک از اتم‌های موجود در سیلیسیم کربید با ۴ اتم دیگه پیوند تشکیل میده که سهم هر اتم ۴ تا نصفه پیوند یا ۲ تا پیوند کامل می‌شه. به همین دلیل تعداد پیوندهای کووالانسی دو برابر تعداد اتم‌های بلوره. از طرف دیگه هم، تعداد اتم‌های سیلیسیم و کربن با هم برابره چون هر اتم کربن به ۴ اتم سیلیسیم متصل شده و هر اتم سیلیسیم هم به ۴ اتم کربن متصل شده؛ واسه همینه که تعداد سیلیسیم‌ها یا تعداد کربن‌ها در بلور سیلیسیم کربید نصف تعداد کل اتم‌هاست.

حواستو جمع کن همه‌ی اتم‌های موجود در الماس، سیلیسیم و سیلیسیم کربید ۴ پیوند کووالانسی تشکیل می‌دهند ولی سهم هر اتم در تشکیل پیوند ۴ نصف پیوند یا ۲ پیوند کامل است. پس تعداد پیوندهایی که هر اتم تشکیل می‌دهد با سهم هر اتم در تشکیل پیوندها متفاوت است.

شعاع اتمی Si از شعاع اتمی C بیشتر است.

نکته ترکیبی هر چقدر شعاع اتمی اتم‌های تشکیل دهنده‌ی یک پیوند بزرگ‌تر باشد، طول پیوند بین آن نیز بیشتر است؛ بنابراین:

۱ طول پیوند $Si-Si$ بیشتر از طول پیوند $Si-C$ است.

۲ طول پیوند $Si-C$ بیشتر از طول پیوند $C-C$ است.

مقایسه طول پیوند ← طول پیوند $Si-Si$ > طول پیوند $Si-C$ > طول پیوند $C-C$

نکته ترکیبی هر چقدر طول پیوند کووالانسی بیشتر باشد، آنتالپی پیوند کمتر است؛ بنابراین:

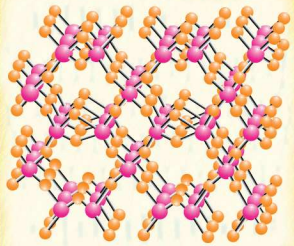
۱ آنتالپی پیوند $Si-Si$ از آنتالپی پیوند $Si-C$ کمتر است.

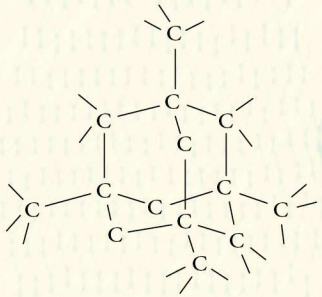
۲ آنتالپی پیوند $Si-C$ از آنتالپی پیوند $C-C$ کمتر است.

مقایسه آنتالپی پیوند ← آنتالپی پیوند $Si-Si$ > آنتالپی پیوند $Si-C$ > آنتالپی پیوند $C-C$

جدول های طلایی+آزمون بخش دوم

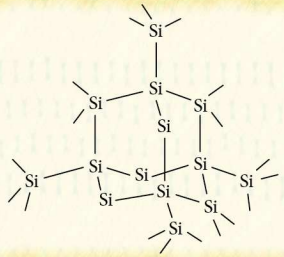
جمع بندی و آزمون سریع و نفس

	کربن (نافلز)	سیلیسیم (شبه فلز)
فراوانی	سومین عنصر فراوان سیاره مشتری $H > He > C$ **نکته:** عنصر کربن به طور خالص وآزاد (در قالب الماس و گرافیت) یافت می‌شود.	سومین عنصر فراوان کره زمین $Fe > O > Si$ **نکته:** عنصر سیلیسیم به طور خالص در طبیعت وجودنداشته و عمدتا در قالب سیلیس موجوداست.
موقعیت در جدول دوره ای	اولین عنصر گروه ۱۴ است و در دوره‌دوم قراردارد.	دومین عنصر گروه ۱۴ است و در دوره سوم قرار دارد.
واکنش پذیری	- در واکنش با اتم‌های دیگر الکترون به اشتراک می‌گذارد (با تشکیل ۴ پیوند کووالانسی). - در لایه ظرفیت خود دارای $4e^-$ است.	در واکنش با اتم‌های دیگر e^- به اشتراک می‌گذارد.
شرکت در سایر گونه‌ها	**جامدات کووالانسی:** الماس، گرافیت **جامدات مولکولی:** CO_2 **یون‌ها — تک اتمی:** تا کنون هیچ یون تک اتمی از C شناخته نشده‌است. **یون‌ها — چند اتمی — مثال:** CO_2^{2-} $C_2O_4^{2-}$	**جامدات کووالانسی:** SiO_2 **جامدات مولکولی:** $SiCl_4$ **یون‌ها — تک اتمی:** تاکنون هیچ یون تک اتمی از Si شناخته نشده است. **یون‌ها — چند اتمی — مثال:** SiO_4^{4-}
رسانایی الکتریکی	با توجه به نوع دگرشکل رسانایی‌الکتریکی متفاوتی دارد. **گرافیت:** بالا **الماس:** نارسانا	سیلیسیم رسانایی‌الکتریکی کمی دارد. (خواص فیزیکی شبه فلزها بیشتر شبیه فلزهاست)
رسانایی گرمایی	با توجه به نوع دگرشکل رسانایی‌گرمایی متفاوتی دارد. **گرافیت:** نارسانا **الماس:** رسانا	سیلیسیم رسانایی‌گرمایی متوسط دارد.
خواص شیمیایی	**دام:** کربن و سیلیسیم هم‌گروه هستند وخواص شیمیایی مشابهی دارند. ساختار و خواص ترکیب آنها با اکسیژن متفاوت است. **علت:** ترکیب کربن با اکسیژن ماده ای مولکولی به نام کربن‌دی‌اکسید تولید می‌کند که دارای مولکول‌های مجزا بوده و در دمای اتاق به حالت گاز است. اما ترکیب سیلیسیم با اکسیژن جامدکووالانسی به نام سیلیس بوده که ساختار پیوسته و غول‌آسایی دارد.	
ویژگی اکسیدها	 **کربن‌دی‌اکسید** **فرمول:** می‌توان از واژه‌ی فرمول‌مولکولی استفاده‌کرد. یک اکسید نافلز محسوب می‌شود. جزء جامدهای مولکولی دسته می‌شود. بلور آن (یخ خشک) از تعداد زیادی مولکول تشکیل شده‌است. حالت‌فیزیکی آن در دمای‌اتاق به صورت گاز است. سختی و نقطه ذوب پایینی دارد. در آب حل می‌شود.	 **سیلیسیم دی‌اکسید (سیلیس)** فرمول آن SiO_2 است. نمی توان از واژه‌ی فرمول‌مولکولی استفاده‌کرد. یک اکسید شبه فلز محسوب می‌شود. جزء جامدهای کووالانسی دسته بندی می‌شود. کل بلور آن یک مولکول محسوب می‌شود. حالت‌فیزیکی آن در دمای‌اتاق جامد است. سختی و نقطه‌ذوب بالایی دارد. در آب حل نمی‌شود.

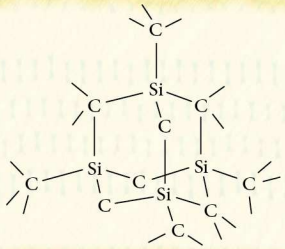


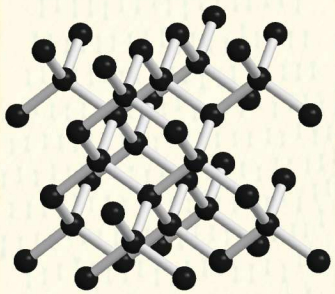
فقط از کربن تشکیل شده‌است.

اگر جای همه اتم‌های کربن با سیلیسیم عوض شود، بلور سیلیسیم تشکیل می‌شود.

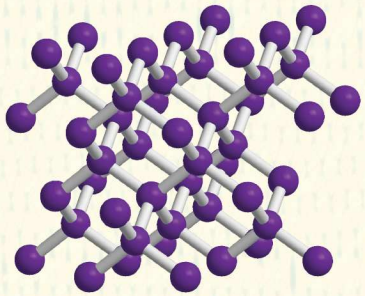


اگر یکی در میان به جای کربن‌ها، سیلیسیم قرار دهیم، بلور سیلیسیم کربید تشکیل می‌شود.



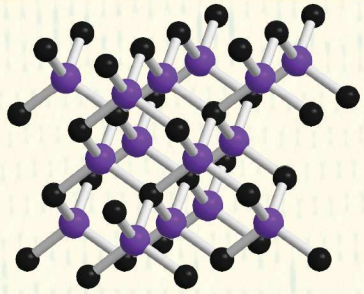


- سیلیسیم و الماس شبیه هم هستند و همه گلوله‌ها به یک‌اندازه هستند.
- بدین معنی که اندازهٔ گلوله‌های بلور الماس باهم و اندازهٔ گلوله‌های بلور سیلیسیم نیز باهم برابر است. نه اینکه گلوله‌های الماس و سیلیسیم باهم برابرند.



دام: فاصله بین اتم‌های سیلیسیم بیشتر از فاصله بین اتم‌های کربن است.

- سیلیسیم کربید از ۲ اتم متفاوت تشکیل شده‌است که شعاع‌اتمی کربن کوچکتر از سیلیسیم است.
- راه تشخیص سیلیسیم کربید از سیلیسیم و الماس در مدل گلوله-میله ای تفاوت اندازه گلوله‌هاست.



آزمون شماره ۱

مبحث: جامدات کووالانسی | نوع آزمون: مفهومی- چالشی | تعداد تست‌ها: ۲۰ | مدت پاسخگویی: ۲۵ دقیقه

۱) چند مورد از موارد زیر صحیح است؟

الف) جامدهای کووالانسی که اجزای تشکیل دهنده‌ی یکسانی دارند فاقد بار الکتریکی جزئی منفی و مثبت روی اتم‌های خود هستند.

ب) جامد کووالانسی که نرم است، شکل دو بعدی داشته و رسانای خوبی برای جریان الکتریکی است.

ج) ترکیب‌های حاصل از اجزای تشکیل دهنده‌ی فراوان‌ترین اکسید زمین، بیش از ۹۰ درصد پوسته‌ی جامد زمین را تشکیل می‌دهد.

د) تاکنون هیچ یون پایداری از دومین عنصر فراوان پوسته‌ی جامد زمین یافت نشده است.

هـ) اولین شبه‌فلز گروه ۱۴، در دومین دوره‌ی جدول تناوبی قرار دارد.

الف) ۴ ۲) ۳ ۳) ۲ ۴) ۱

۲) کدام گزینه نادرست نیست؟

۱) سیلیسیم و سیلیسیم دی‌اکسید به ترتیب ساختاری شبیه به الماس و کربن دی‌اکسید دارد.

۲) پختن نان سنگک بر روی دانه‌های درشت سنگ، بیانگر مقاومت گرمایی بالای سیلیسیم است.

۳) در سیلیس همانند کربن دی‌اکسید هر اتم اکسیژن دارای ۲ پیوند کووالانسی است.

۴) بلور سیلیس از تکرار واحدهای SiO_2 تشکیل شده است.

۳) چند مورد از موارد زیر، جاهای خالی را به‌درستی پر نمی‌کند.

«در ساختار سیلیس تعداد ....، .... برابر تعداد .... است».

الف) اتم‌های متصل به سیلیسیم ـ دو ـ اتم‌های متصل به اکسیژن

ب) الکترون‌های ناپیوندی ـ دو ـ پیوندهای کووالانسی

ج) الکترون‌های ناپیوندی ـ دو ـ الکترون‌های پیوندی

د) اکسیژن‌ها ـ یک ـ پیوندهای کووالانسی

۱) صفر ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۳

۴) در یک نمونه بلور سیلیس، $۲/۴۰۸\times۱۰^{۲۲}$ جفت الکترون ناپیوندی وجود دارد. جرم این بلور چقدر است؟

$(Si=۲۸, O=۱۶ g.mol^{-۱})$

۱) ۰/۳ ۲) ۰/۶ ۳) ۱/۲ ۴) ۲/۴

۵) در ۵/۴ گرم سیلیس، به تقریب .... اتم و .... پیوند کووالانسی وجود دارد. $(Si=۲۸, O=۱۶ g.mol^{-۱})$

۱) $۵/۴۲\times۱۰^{۲۲}$ ۲) $۵/۴۲\times۱۰^{۲۲}-۱/۶۳\times۱۰^{۲۳}$

۳) $۱/۰۸\times۱۰^{۲۳}-۵/۴۲\times۱۰^{۲۲}$ ۴) $۱/۰۸\times۱۰^{۲۳}-۱/۶۳\times۱۰^{۲۳}$

۶) کدام گزینه درست است؟

۱) همه‌ی اتم‌های سازنده‌ی کوارتز برای رسیدن به آرایش گاز نجیب ۴ پیوند کووالانسی تشکیل می‌دهند.

۲) جامد کووالانسی مجموعه‌ای از مولکول‌هاست که با پیوندهای قوی و محکم کووالانسی به یکدیگر متصل شده‌اند.

۳) هر ضلع موجود در حلقه‌های سیلیس از ۲ پیوند کووالانسی $(Si-O-Si)$ تشکیل شده است.

۴) اگر تعداد اتم‌های سیلیسیم در بلور سیلیس برابر $۳/۰۱\times۱۰^{۲۳}$ باشد، یک مول پیوند کووالانسی $Si-O$ دارد.

۷) کدام گزینه درست است؟

۱) عناصر اصلی سازنده‌ی جامدهای کووالانسی به‌طور خالص و آزاد در طبیعت یافت نمی‌شوند.

۲) لایه‌های موجود در گرافیت از سختی بسیار بالایی برخوردار هستند.

۳) سیلیسیم عنصر اصلی سازنده‌ی سلول‌های خورشیدی است که از اکسایش سیلیس به وسیله‌ی کربن در دمای بالا تهیّه می‌شود.

۴) خواص شیمیایی سیلیسیم و کربن همانند خواص آن‌ها در ترکیب با اکسیژن، باهم متفاوت است.

پاسخنامه‌ی آزمون بخش دوم

۱ گزینه‌ی ۳ بررسی همهٔ موارد:

الف) درست است. چون همه‌ی اتم‌های سازنده‌ی جامدهای کووالانسی مثل گرافیت، الماس و سیلیسیم **یکسان** است؛ بنابراین پیوند بین اتم‌های آن از نوع **کووالانسی ناقطبی** هستند و در پیوندهای کووالانسی ناقطبی **احتمال حضور جفت الکترون پیوندی اطراف هر دو اتم یکسان** است بنابراین بار جزئی مثبت و منفی **ایجاد نمی‌شود.**

ب) درست است؛ از بین جامدهای کووالانسی کتاب درسی، گرافیت **نرم** است؛ زیرا گرافیت ساختار لایه‌ای دارد که ساختار **دو بعدی** را می‌سازند و این لایه‌ها با نیروی بین مولکولی ضعیفی کنار هم قرار گرفته‌اند. در نتیجه لایه‌ها به **راحتی می‌توانند روی یکدیگر** بلغزند و یک **ساختار نرم** را ایجاد می‌کنند. از طرفی هم در **هر لایه‌ی گرافیت** به دلیل وجود ابر الکترونی، الکترون مبادله می‌شود.

اخطار عبور جریان الکتریکی فقط در یک لایه اتفاق می‌افتد و بین ۲ لایه هیچ مبادله الکترونی صورت نمی‌گیرد.

پ) نادرست است. ترکیب‌های حاصل از **سیلیسیم** و **اکسیژن** بیش از ۹۰ درصد **پوسته‌ی جامد زمین** را تشکیل می‌دهد.

اخطار سیلیس (SiO_2) فراوان‌ترین اکسید **پوسته‌ی جامد زمین** است نه کل زمین.

د) نادرست است. دومین عنصر فراوان **پوسته‌ی جامد زمین** سیلیسیم است که تا کنون هیچ یون پایدار **تک اتمی** از آن یافت نشده است.

اخطار سیلیسیم فاقد یون تک اتمی است ولی می‌تواند یون‌های چند اتمی مثل یون سیلیکات (SiO_4^{4-}) را تشکیل دهد.

هـ) نادرست است. اولین شبه فلز گروه ۱۴، سیلیسیم (Si) است که در دوره‌ی سوم قرار دارد.

اخطار سیلیسیم دومین عنصر گروه ۱۴ جدول تناوبی است که در دوره‌ی سوم قرار دارد.

۲ گزینه‌ی ۳ در سیلیس هر اکسیژن با ۲ پیوند کووالانسی به ۲ اتم سیلیسیم متصل شده است ($Si-\ddot{O}-Si$) ولی در کربن دی‌اکسید هر اتم اکسیژن با پیوند کووالانسی دوگانه به اتم کربن متصل شده است. ($O=C=O$)

اخطار در سیلیس هر اکسیژن به ۲ اتم سیلیسیم متصل است ولی در کربن دی‌اکسید هر اکسیژن به یک اتم کربن اتصال دارد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ سیلیسیم دی‌اکسید یا همان سیلیس یک جامد کووالانسی است ولی کربن دی‌اکسید یک جامد مولکولی محسوب می‌شود؛ بنابراین ساختار این دو ماده، شبیه هم نیست در حالی الماس و سیلیسیم هر دو جامدهای کووالانسی سه بعدی هستند، فقط کافیست به جای اتم‌های کربن موجود در الماس، سیلیسیم قرار دهیم، آنگاه ساختار سیلیسیم به وجود می‌آید.

۲ سیلیس ناخالص (نه سیلیسیم) به‌عنوان ماسه است که پختن نان سنگ روی آن نمونه‌ای از مقاومت گرمایی زیاد است.

۴ جامدهای کووالانسی فاقد مولکول‌های مستقل و مجزا هستند، بنابراین نمی‌توان گفت که از واحدهای SiO_2 تشکیل شده است.

اخطار SiO_2 به معنی این است که در یک بلور سیلیس تعداد اکسیژن‌ها دو برابر تعداد سیلیسیم هاست.

۳ گزینه‌ی ۲ بررسی همهٔ موارد:

الف) درست است. در بلور سیلیس، هر اتم سیلیسیم به **۴ اتم اکسیژن** و هر اتم اکسیژن به **۲ اتم سیلیسیم** متصل شده است. تعداد اتم‌های متصل به سیلیسیم ۴ و تعداد اتم‌های متصل به اکسیژن ۲ است.

ب) نادرست است. به‌ازای هر اتم سیلیسیم ۲ **پیوند کووالانسی** وجود دارد.

اخطار هر سیلیسیم ۴ پیوند کووالانسی تشکیل می‌دهد ولی سهم آن از مالکیّت پیوندها، ۴ تا نصفه پیوند یا ۲ پیوند کامل است.

به‌ازای هر اتم سیلیسیم، ۲ اتم اکسیژن وجود دارد و از آنجایی که هر اتم اکسیژن دارای ۲ جفت الکترون ناپیوندی (٤ الکترون ناپیوندی) است می‌توان نتیجه گرفت که به‌ازای هر سیلیسیم ٤ جفت الکترون ناپیوندی (۸ الکترون ناپیوندی) وجود دارد.

به‌ازای هر سیلیسیم
- ۴ الکترون پیوندی یا ۲ پیوند کووالانسی
- ۲ اتم اکسیژن
- ۸ الکترون ناپیوندی یا ۴ جفت الکترون ناپیوندی

ج) درست است. به‌ازای هر اتم سیلیسیم، ۸ **الکترون ناپیوندی** و ۴ **الکترون پیوندی** وجود دارد.

اخطار تعداد الکترون‌های ناپیوندی دو برابر تعداد جفت الکترون‌های ناپیوندی است.

د) درست است. به‌ازای هر اتم سیلیسیم، **۲ پیوند کووالانسی** و **۲ اتم اکسیژن** وجود دارد.

---

۴ گزینه‌ی ۲ **روش اوّل:** ابتدا تعداد جفت الکترون‌های ناپیوندی را به مقدار مول تبدیل می‌کنیم:

$$\text{مقدار مول جفت الکترون ناپیوندی} = ۲/۴۰۸\times۱۰^{۲۲}\times\frac{۱\,\text{mol}}{۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}} = ۰/۰۴\,\text{mol}$$

به‌ازای هر اتم سیلیسیم **۴ جفت** الکترون ناپیوندی وجود دارد.

۴ جفت الکترون ناپیوندی	یک اتم سیلیسیم
۰/۰۴ مول جفت الکترون ناپیوندی	x

$\rightarrow x =$ ۰/۰۱ مول سیلیسیم

اخطار تعداد الکترون‌های ناپیوندی همیشه ۲ برابر تعداد جفت الکترون‌های ناپیوندی است؛ زیرا هر جفت الکترون ناپیوندی از ۲ الکترون ناپیوندی تشکیل شده است.

مقدار مول سیلیسیم در واقع همان مقدار مول سیلیس است. برای تبدیل مقدار مول سیلیس به مقدار گرم، مقدار مول را در دو کسر $\frac{\text{جرم مولی}}{۱\,\text{mol}}$ ضرب می‌کنیم.

$$\text{جرم مولی سیلیس} = \text{Si}+۲\text{O} = ۲۸+۲(۱۶) = ۶۰\,\text{g.mol}^{-۱}$$

$$\text{مقدار گرم سیلیس} = ۰/۰۰۱\,\cancel{\text{mol}}\times\frac{۶۰\,\text{gr}}{۱\,\cancel{\text{mol}}} = ۰/۶\,\text{gr}$$

روش دوم: کسرهای جادویی

$$\frac{\text{بیانگر کسر جزء}}{\text{تعداد جفت الکترون ناپیوندی به‌ازای هر سیلیس}\times\text{مقدار گرم سیلیس}} = \frac{\text{بیانگر کسر جزء}}{\text{تعداد جفت الکترون ناپیوندی}} = \frac{\text{بیانگر کسر کل}}{\text{مقدار گرم سیلیس}} \xrightarrow{\text{هم شکل می‌کنیم}} \frac{\text{بیانگر کسر جزء}}{\text{تعداد جفت الکترون پیوندی}}$$

$$\frac{\text{جرم مولی}}{\text{جرم مولی}} \quad \frac{۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}}{۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}}$$

$$\rightarrow \frac{۲/۴۰۸\times۱۰^{۲۲}}{۶/۰۲\times۱۰^{۲۲}} = \frac{۴\times\text{مقدار گرم سیلیس}}{۶۰\,\text{gr.mol}^{-}} \rightarrow \text{مقدار گرم سیلیس} = ۰/۶\,\text{gr}$$

---

۵ گزینه‌ی ۴ ابتدا جرم مولی سیلیس را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{جرم مولی سیلیس} = \text{Si}+۲\text{O} = ۲۸+۲(۱۶) = ۶۰\,\text{g.mol}^{-۱}$$

روش اوّل: ابتدا مقدار گرم سیلیس را به مقدار مول تبدیل می‌کنیم.

$$\text{مقدار مول سیلیس} = ۵/۴\,\text{gr}\times\frac{۱\,\text{mol}}{۶۰\,\text{gr}} = ۰/۰۹\,\text{mol}$$

قسمت اوّل تست: برای به‌دست آوردن تعداد اتم‌ها ابتدا مقدار مول سیلیس را به مقدار مول اتم تبدیل می‌کنیم:

۳ مول اتم	۱ مول سیلیس
x	۰/۰۹ مول سیلیس

$\rightarrow x =$ ۰/۲۷ مول اتم

برای به‌دست آوردن تعداد اتم، مقدار مول را در کسر $\frac{۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}}{۱\,mol}$ ضرب می‌کنیم.

$$\text{تعداد اتم} = ۰/۲۷\,\cancel{mol}\times\frac{۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}}{۱\,\cancel{mol}} = ۱/۶۲۵۴\times۱۰^{۲۳} \simeq ۱/۶۳\times۱۰^{۲۳}$$

قسمت دوم تست: برای به‌دست آوردن تعداد پیوندها ابتدا مقدار مول پیوند را به‌دست می‌آوریم. می‌دانیم که به‌ازای هر اتم سیلیسیم دو پیوند کووالانسی وجود دارد.

اخطار مقدار مول سیلیسیم بیانگر مقدار مول سیلیس یا نصف مقدار مول اکسیژن است. زیرا سیلیس یک مولکول غول‌آسا بوده و برای شمارش اجزاء باید از واحدهای سازنده‌اش کمک بگیریم.

$$\begin{bmatrix} ۲\text{ پیوند کووالانسی} & ۱\text{ سیلسیم} \\ y & ۰/۰۹\text{ سیلسیم} \end{bmatrix} \rightarrow y = ۰/۱۸\text{ مول پیوند کووالانسی}$$

برای به‌دست آوردن تعداد پیوندها، مقدار مول آن را در کسر $\frac{۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}}{۱\,mol}$ ضرب می‌کنیم.

$$\text{تعداد پیوندهای کووالانسی} = ۰/۱۸\,\cancel{mol}\times\frac{۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}}{۱\,\cancel{mol}} = ۱/۰۸۳۶\times۱۰^{۲۳} \simeq ۱/۰۸\times۱۰^{۲۳}$$

روش دوم: از همان ابتدا کسرها را هم‌شکل می‌کنیم.

$$\text{قسمت اوّل تست} \Rightarrow \frac{\overbrace{\text{تعداد اتم}}^{\text{کسر کل}}}{۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}\times(\text{۳اتم})} = \frac{\overbrace{\text{مقدار گرم}}^{\text{کسر کل}}}{\text{جرم مولی}} \rightarrow \frac{\text{تعداد اتم}}{۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}\times۳} = \frac{۵/۴}{۶۰} \rightarrow \text{تعداد اتم} = ۱/۶۲۵۴\times۱۰^{۲۳} \simeq ۱/۶۳\times۱۰^{۲۳}$$

$$\text{قسمت دوم تست} \Rightarrow \frac{\overbrace{\text{تعداد پیوند}}^{\text{کسر کل}}}{۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}\times(\text{۲پیوند})} = \frac{\overbrace{\text{مقدار گرم}}^{\text{کسر کل}}}{\text{جرم مولی}} \rightarrow \frac{\text{تعداد پیوند}}{۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}\times۲} = \frac{۵/۴}{۶۰} \rightarrow \text{تعداد پیوند} = ۱/۰۸۳۶\times۱۰^{۲۳} \simeq ۱/۰۸\times۱۰^{۲۳}$$

اخطار فرق نمی‌کند که کسر جزء به کل تبدیل شود یا برعکس؛ ما می‌توانستیم صورت کسر کل را در اعداد اجزاء ضرب کنیم.

---

۶ گزینه‌ی ۴ به‌ازای هر اتم سیلیسیم دو پیوند کووالانسی موجود است بنابراین تعداد پیوندهای کووالانسی ۲ برابر تعداد سیلیسیم هاست. یعنی: $۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}$ پیوند کووالانسی داریم که معادل یک مول است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ کوارتز در واقع همان سیلیس خالص است. در سیلیس اتم Si دارای ۴ الکترون منفرد در لایه‌ی ظرفیت خود است که با تشکیل **۴ پیوند کووالانسی** به آرایش هشتایی گاز نجیب می‌رسد ولی اتم اکسیژن دارای ۲ **جفت الکترون ناپیوندی** و ۲ **الکترون منفرد** است که با تشکیل **۲ پیوند کووالانسی** به آرایش گاز نجیب می‌رسد.

۲ جامد کووالانسی مجموعه‌ای از اتم‌های متصل به هم است و فاقد مولکول‌های مستقل و مجزاست.

اخطار واحدهای تشکیل دهندهٔ جامدات کووالانسی اتم‌ها هستند نه مولکول‌ها.

۳ سیلیس از حلقه‌های ۱۲ ضلعی تشکیل شده است که هر ضلع آن شامل **یک پیوند کووالانسی** $(Si-O)$ است.

اخطار پیوندهای ($Si-\ddot{O}-Si$) به دلیل وجود جفت الکترون‌های ناپیوندی در یک امتداد قرار ندارند.

---

۷ گزینه‌ی ۲ هر یک از لایه‌های گرافیت (گرافن) یک **مولکول غول‌آسا** است که در آن اتم‌ها با پیوندهای قوی و محکم کووالانسی به یکدیگر متصل شده‌اند؛ بنابراین لایه‌های موجود در گرافیت سخت هستند.

اخطار گرافیت به دلیل نیروی بین مولکولی ضعیف بین لایه‌ها نرم است نه این که این لایه‌ها نرم هستند.