

В этой реакции кремний выступает в качестве восстановителя, а углерод — в качестве окислителя.

В качестве восстановителя кремний применяют также при промышленном получении металлов из руд.

*Структура простого вещества кремния аналогична структуре алмаза.*

*При взаимодействии с другими веществами кремний может проявлять как восстановительные, так и окислительные свойства.*



### Вопросы и задания

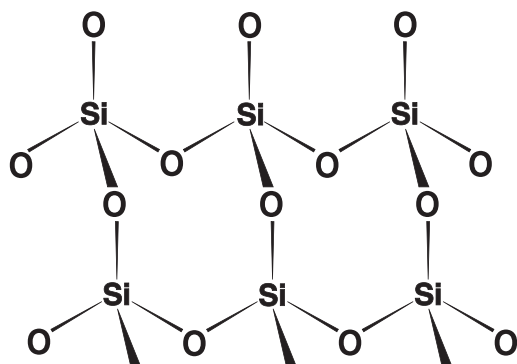
1. В виде каких соединений кремний встречается в природе?
2. На каком физическом свойстве кремния основано его применение в полупроводниковой технике?
3. Охарактеризуйте кремний, указав его положение в периодической системе (порядковый номер, группа, период) и строение атома (заряд ядра, число электронных слоев, число электронов на внешнем слое). Характеристики запишите в виде таблицы.
4. Сверхчистый кремний для полупроводниковой техники получают путем превращения чистого кремния сначала в хлорид кремния(IV), который затем восстанавливают водородом. Напишите уравнения соответствующих реакций.
5. Запишите уравнение реакции получения хрома из оксида хрома(III) при восстановлении его кремнием. Рассчитайте массу кремния, необходимого для восстановления хрома из  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  массой 18 кг.
6. Составьте два уравнения реакций, характеризующих восстановительные свойства кремния. Расставьте коэффициенты методом электронного баланса. В каждой из реакций укажите окислитель.
7. Человеку в день с пищей необходимо получать кремний массой до 1 г. Рассчитайте массу гречневой крупы, которая содержит такое количество кремния, если в гречке массой 100 г содержится кремний массой 120 мг.

## § 37. Оксид кремния(IV). Кремниевая кислота и ее соли

Среди кислородсодержащих соединений кремния наибольшее значение имеют оксид кремния(IV), кремниевая кислота и ее соли — силикаты.

### Оксид кремния(IV)

**Оксид кремния(IV)** представляет собой твердое тугоплавкое вещество (температура плавления  $1713\text{ }^\circ\text{C}$ ), нерастворимое в воде. Высокая температура плавления этого вещества свидетельствует о том, что оно имеет *немолекулярное* строение.



Фрагмент структурной формулы

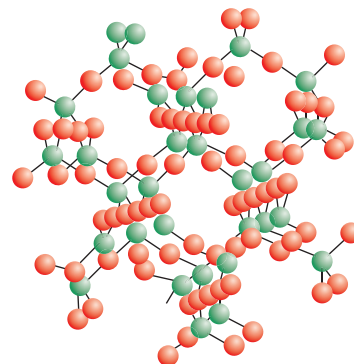


Схема строения кристалла

Рис. 109. Оксид кремния(IV)

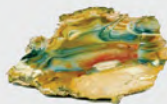
В кристаллах оксида кремния(IV) атомы кремния и кислорода связаны между собой ковалентными связями (рис. 109). Для описания состава таких веществ, как вы помните, пользуются формульными единицами. Состав формульной единицы  $\text{SiO}_2$  показывает, что в оксиде кремния(IV) на каждый атом кремния приходится по два атома кислорода.



В природе оксид кремния(IV) образует речной песок, горный хрусталь и распространенный на территории Беларуси кремень. Часто в природе минералы на основе  $\text{SiO}_2$  содержат примеси оксидов железа, алюминия, хрома и других элементов, придающих им определенную окраску. Они используются в качестве поделочных и драгоценных камней (например, цитрин, аметист, яшма, агат и др.).

Горный  
хрусталь

Цитрин



Аметист



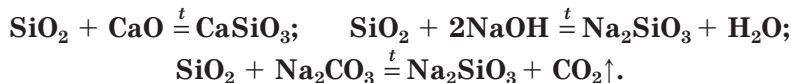
Яшма



Агат

Оксид кремния(IV) — химически неактивное вещество. Он не растворяется в воде и не взаимодействует с ней. Но как кислотный оксид

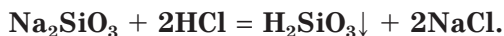
$\text{SiO}_2$  реагирует с основными оксидами, щелочами и некоторыми солями, например карбонатами, при нагревании или сплавлении с образованием солей слабой кремниевой кислоты — *силикатов*:



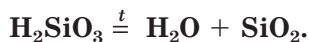
Чистый кристаллический оксид кремния(IV) прозрачен, бесцветен, как вода, и в связи с этим применяется для изготовления оптических приборов. Из расплавленного  $\text{SiO}_2$  получают так называемое *кварцевое стекло*. Оно выдерживает нагревание до 1000—1200 °С и устойчиво к резкому перепаду температур. У кварцевого стекла есть еще одно важное достоинство: оно пропускает ультрафиолетовые лучи, что позволяет использовать его в производстве медицинской, научно-исследовательской и промышленной аппаратуры.

### Кремниевая кислота

**Кремниевую кислоту** получают, действуя более сильными кислотами на растворы ее солей. Она образует студенистый осадок, содержащий воду (рис. 110). Кремниевая кислота имеет сложный состав, который условно можно выразить простейшей формулой  $\text{H}_2\text{SiO}_3$ :



Кремниевая кислота мало растворяется в воде. Она является непрочным соединением — при нагревании или длительном хранении постепенно разлагается на воду и оксид кремния(IV):



Кремниевая кислота очень слабая.



Рис. 110. Образование кремниевой кислоты



При обезвоживании осадка кремниевой кислоты образуется пористый аморфный оксид кремния(IV) — *силикагель*. Он имеет развитую поверхность, поэтому отлично поглощает влагу. В химических лабораториях силикагель используют для осушения газов.

Соли кремниевой кислоты

Чистая бумага

Бумага, покрытая  
силикатным клеем

Рис. 111. Горение бумаги

вянных изделий и тканей для придания им огнеупорных свойств. Приготовим две одинаковые полоски бумаги. Одну из них покроем тонким слоем жидкого стекла и высушим на воздухе. Затем одновременно внесем полоски в пламя спиртовки (рис. 111). Что при этом наблюдается?



Если в разбавленный раствор силиката натрия поместить несколько кристаллов окрашенных солей, то через некоторое время в растворе появятся длинные цветные нити в виде веточек. Получается силикатный «сад» (рис. 112). С особенностями протекания этого процесса вы можете познакомиться, если прочитаете дополнительную литературу.

Природные кремнеземы, силикаты и глина являются сырьем для силикатной промышленности.

Рис. 112. Силикатный «сад»



В составе силикатов часто встречается третий по распространенности в земной коре после кислорода и кремния элемент алюминий. В этом случае они называются *алюмосиликатами*. Их состав часто записывают в виде соединения оксидов. Например, состав *калиевого полевого шпата* выражается формулой  $K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$ . Состав *каолинита* — главной составной части глин — отвечает формуле  $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$ , а состав *гранита* можно описать формулой  $3CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 3SiO_2$ .

*Оксид кремния(IV)  $\text{SiO}_2$  является кислотным оксидом. При нагревании или сплавлении  $\text{SiO}_2$  реагирует с основными оксидами, щелочами и некоторыми солями.*

*Кремниевую кислоту  $\text{H}_2\text{SiO}_3$  можно получить, действуя более сильными кислотами на растворы ее солей.*

*Соли кремниевой кислоты называются силикатами.*

*Концентрированные водные растворы силикатов калия и натрия называют жидким стеклом.*



### Вопросы и задания

1. Какое из природных соединений представляет собой чистый оксид кремния(IV)?
2. Силикаты каких металлов называют растворимыми стеклами?
3. Перечислите физические свойства оксида кремния(IV). В чем заключается их отличие от физических свойств оксида углерода(IV)?
4. Опишите химические свойства кремниевой кислоты. В чем заключается сходство и различие кремниевой и угольной кислот?
5. Запишите два уравнения реакций, с помощью которых можно превратить оксид кремния(IV) в растворимые в воде химические соединения.
6. При обезвоживании кремниевой кислоты получили оксид кремния(IV) химическим количеством 1,25 моль. Чему равна масса выделившейся при этом воды?
7. Определите массу соляной кислоты с массовой долей HCl, равной 20 %, которая прореагирует с силикатом натрия химическим количеством 0,05 моль.
8. Запишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



### Домашний эксперимент

Пакетики с силикагелем часто лежат в коробках с обувью или бытовыми приборами. С силикагелем можно проделать несколько опытов.

*Опыт 1.* Налейте в пластиковый стаканчик воды и добавьте туда немного окрашенной жидкости (например, черничного сока). Насыпьте в раствор силикагель, перемешайте и выдержите некоторое время. Жидкость обесцветится. Как вы думаете почему?

*Опыт 2.* Возьмите две одинаковые банки с плотными крышками. В каждую поместите немного измельченного чеснока. В одну из банок добавьте силикагель и закройте банки крышками. Через 4–5 ч сравните запах в обеих банках.