

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

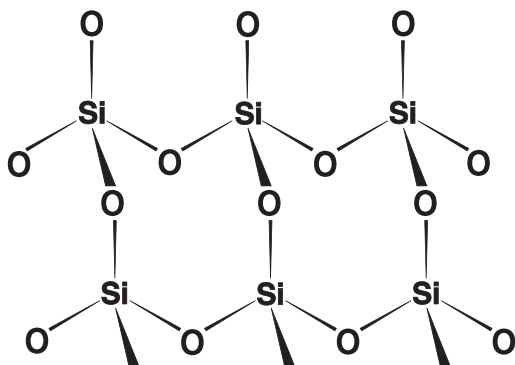
1. В виде каких соединений кремний встречается в природе?
2. На каком физическом свойстве кремния основано его применение в полупроводниковой технике?
3. Охарактеризуйте кремний, указав его положение в периодической системе (порядковый номер, группа, период) и строение атома (заряд ядра, число электронных 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 Cr_2O_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°C), нерастворимое в воде. Высокая температура плавления этого вещества свидетельствует о том, что оно имеет *немолекулярное* строение.



Фрагмент структурной формулы

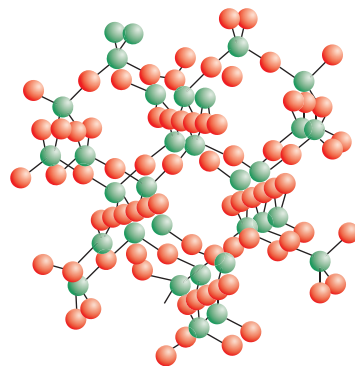


Схема строения кристалла

Рис. 109. Оксид кремния(IV)

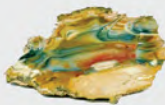
В кристаллах оксида кремния(IV) атомы кремния и кислорода связаны между собой ковалентными связями (рис. 109). Для описания состава таких веществ, как вы помните, пользуются формульными единицами. Состав формульной единицы SiO_2 показывает, что в оксиде кремния(IV) на каждый атом кремния приходится по 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 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



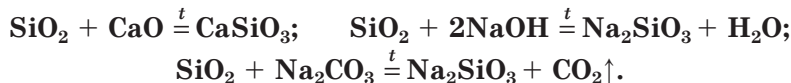
Яшма



Агат

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

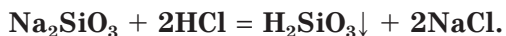
SiO_2 реагирует с основными оксидами, щелочами и некоторыми солями, например карбонатами, при нагревании или сплавлении с образованием солей слабой кремниевой кислоты — *силикатов*:



Чистый кристаллический оксид кремния(IV) прозрачен, бесцветен, как вода, и в связи с этим применяется для изготовления оптических приборов. Из расплавленного 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 H_2SiO_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

ванных 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) SiO_2 является кислотным оксидом. При нагревании или сплавлении SiO_2 реагирует с основными оксидами, щелочами и некоторыми солями.

Кремниевую кислоту H_2SiO_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.

§ 38. Строительные материалы на основе природных оксидов и солей

С древних времен человек старался использовать окружающие его воду, растительный и животный мир, почву, камни. Именно из камня он сделал первые орудия труда и охоты. На заре возникновения цивилизации появились нехитрые каменные сооружения. Камни надо было скреплять между собой, чтобы сооружение не разваливалось. В связи с этим в обиходе появились вяжущие вещества. Человек научился пользоваться глиной, делать из нее различные изделия. Еще позже возникло производство кирпича и стекла. Так зарождалось строительное ремесло.

Современная строительная индустрия использует неорганические соединения в самом разнообразном виде: материалы из силикатных расплавов (стекло), керамические изделия, вяжущие вещества. Основным источником сырья для производства строительных материалов являются природные соединения: песок, известняк, силикаты, алюмосиликаты, глина.

Керамические материалы

Слово «керамика» происходит от греческого слова *керамос* — глина, глиняная посуда. Основным сырьем для производства керамики служит глина, которая способна образовывать с водой пластичную массу. Влажной глине можно придать любую форму. При высокой температуре она



необратимо твердеет, что и используется в производстве керамических изделий. После обжига керамические изделия получают пористыми и водопроницаемыми. Поэтому керамику часто покрывают *глазурью* — легкоплавкими смесями, которые после специальной термической обработки образуют на поверхности изделий стекловидную массу (рис. 113).



Рис. 113. Керамические изделия, покрытые глазурью



Керамика представляет собой один из древнейших искусственных материалов. Керамические изделия были известны человеку с эпохи неолита. Первыми керамическими материалами были кирпич, плитка, посуда и самые разнообразные емкости (см. рис.).



К керамическим изделиям относятся строительный кирпич, черепица, огнеупорные и облицовочные материалы, сантехническое оборудование (ванны, раковины и др.).

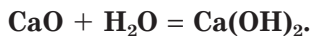
Вязущие строительные материалы

Вязущие строительные материалы представляют собой вещества или смеси веществ, способные при смешивании с водой образовывать вязкую массу, которая постепенно затвердевает.

Одним из древнейших строительных материалов является известь. Различают *негашеную известь* CaO и *гашеную известь* Ca(OH)_2 . Негашеную известь получают при разложении карбоната кальция:



Оксид кальция CaO (негашеную известь) переводят в гидроксид («гасят» водой) и получают гашеную известь Ca(OH)_2 :



Эта реакция протекает с выделением большого количества теплоты, что приводит к сильному разогреванию смеси (рис. 114). В результате образуется облако водяного пара, как при гашении костра водой. Поэтому данная реакция и называется «гашение извести». *Гашеную известь* в смеси с песком используют в качестве вязущего строительного материала.

Другим примером вязущих строительных материалов является **цемент**. Если его смешать с водой, то образуется тестообразная масса, которая через некоторое время затвердевает. Это свойство цемента и используется в строительном деле для скрепления, например, кирпичей при сооружении стен. В Беларуси его производят на нескольких предприятиях,

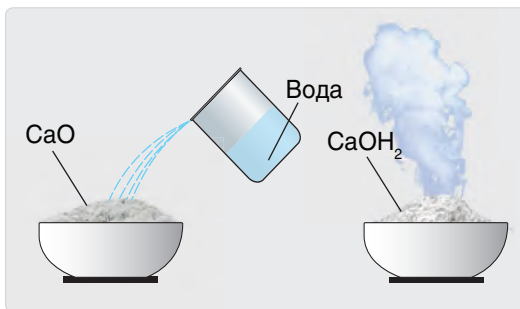


Рис. 114. Гашение извести

крупнейшими из которых являются ОАО «Красносельскстройматериалы» и ОАО «Кричевцементошифер».

Из смеси цемента, песка и воды с добавлением мелкого щебня или гравия получают **бетон**. Если в бетон ввести каркас из железных стержней, то получается *железобетон*. Бетон и железобетон широко применяются в строительстве. Введение в бетон химических веществ определенного состава позволяет получать *пенобетон*, отличающийся легкостью, высокими тепло- и звукоизоляционными свойствами. Важнейшим отличием бетона от известкового раствора является то, что при его затвердевании происходит поглощение воды.



Недавно ученые на основе фосфата магния разработали *биобетон*. Внешние панели из биобетона после постройки тут же начинают накапливать дождевую воду, становясь идеальной средой для развития лишайников и мхов. Это позволяет создавать вертикальные сады на стенах жилых зданий, реализуя концепцию экогородов (см. рис. вверху). Кроме того, бетон активно используется как дизайнерский материал для изготовления садовой скульптуры (см. рис. внизу), предметов мебели и интерьера.



В качестве вяжущего материала используют также **алебастр**, который часто называют *полуводным гипсом*. Его формулу записывают следующим образом $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$. При замешивании с водой полуводный гипс поглощает воду и переходит в **гипс** $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, который широко используют в строительстве для изготовления сухой штукатурки, плит и панелей для перегородок, архитектурных деталей зданий (рис. 115).

Рис. 115. Гипсовые детали на фронтоне здания Дворца культуры профсоюзов в Минске

Лабораторный опыт 5

Распознавание ионов кислотных остатков (хлорид, сульфат- и карбонат-ионов)

Вы изучили качественные реакции на некоторые анионы, входящие в состав кислот и солей. Умение отличать их друг от друга и распознавать в растворах является важным не только при изучении химии, но для простейшего анализа природных смесей, строительных материалов, состава продуктов питания.

В трех пронумерованных пробирках находятся растворы солей: карбонат, сульфат и хлорид натрия. С помощью предложенных реактивов распознайте каждую соль, проведя качественные реакции на анионы. Результаты исследования занесите в таблицу в рабочей тетради, указав формулы веществ и признаки химических реакций.

Номер пробирки	Реактив			Определяемый ион
	Нитрат серебра(I)	Хлорид бария	Хлороводородная кислота	
1				
2				
3				

Составьте уравнения химических реакций в молекулярном и ионном виде. Сделайте вывод о способах распознавания ионов в растворах.

Стекло

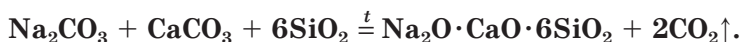
Чаще всего мы сталкиваемся со стеклами, полученными на основе различных силикатов, поэтому в быту слово «стекло» употребляется для обозначения именно силикатных стекол.

Кроме красивого внешнего вида, стекло обладает низкой теплопроводностью и высокой прозрачностью, что позволяет использовать его для изготовления оконных стеклопакетов. При нагревании стекло легко вытягивается в тонкие, длинные нити, из которых изготавливают *стекловату*, *стекловолокно* и *стеклоткани*. Стекловата и стекловолокно используются в качестве звуко- и теплоизоляторов. Крупнейшим производителем стеклонитей и стеклотканей различного назначения на территории Беларуси является ОАО «Полоцк-Стекловолокно».



Стекольная промышленность Беларуси имеет давнюю историю. В 1717 г. в деревнях Налибоки и Янковичи (ныне Столбцовский район) по образцу Дрезденской мануфактуры Радзивиллы основали Налибокскую стеклянную мануфактуру, где изготавливались зеркала, подсвечники, художественная и бытовая посуда. В 1737 г. в деревне Уречье (ныне Любанский район) была основана Уречская стеклянная мануфактура, которая выпускала изделия из бесцветного и цветного стекла. Эти мануфактуры существовали до середины XVIII в. В 1883 г. помещик Зенон Ленский построил в поселке Березовка (ныне Лидский район) мануфактуру, которая позже, в 1908 г., стала стеклозаводом «Неман», работающим и по сей день.

Стекло не является индивидуальным соединением, а представляет собой сплав нескольких веществ. Для получения стекла (как говорят на производстве, при «варке» стекла) в качестве исходных материалов используют SiO_2 (песок), Na_2CO_3 (соду) и CaCO_3 (мел, или известняк). Исходную смесь веществ нагревают до получения расплава при $800\text{—}1400\text{ }^\circ\text{C}$ и после охлаждения получают обычное оконное стекло, состав которого можно условно описать формулой $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{CaO} \cdot 6\text{SiO}_2$:



Часто при варке стекла для придания ему специфических свойств и окраски в исходную смесь добавляют разнообразные соли и оксиды.

Стекло является экологически чистым материалом. Оно может подвергаться вторичной переработке, не загрязняя при этом окружающую среду.

Основным источником сырья для производства строительных материалов являются природные соединения: песок, глина, известняк, силикаты и алюмосиликаты.

К строительным материалам относятся стекло, керамика, вяжущие материалы.



Вопросы и задания

1. Какие предприятия керамической промышленности в Беларуси вы знаете? Где они расположены?
2. Перечислите известные вам вяжущие строительные материалы. Выпишите в тетрадь их названия.
3. Что такое цемент и где он используется?
4. Какие вещества служат сырьем при получении стекла? Попробуйте объяснить, почему процесс получения стекла называют «варкой».

5. Рассчитайте химические количества карбоната кальция и оксида кремния(IV), необходимые для получения оконного стекла состава $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{CaO} \cdot 6\text{SiO}_2$ массой 2 т.
6. Зная состав оконного стекла и его плотность, равную $2,5 \text{ г/см}^3$, рассчитайте массу кремния, содержащегося в стекле размером $200 \times 300 \times 0,8 \text{ см}$.
7. Запишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:
 $\text{Si} \rightarrow \text{SiO}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{SiO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{SiO}_3 \rightarrow \text{SiO}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{O} \cdot \text{CaO} \cdot 6\text{SiO}_2$.

Практическая работа 3

Решение экспериментальных задач по теме «Неметаллы»

Цель: проверить и закрепить знания о химических свойствах соединений неметаллов, качественных реакциях на анионы кислот, способах получения неорганических соединений; развивать умение исследовать свойства веществ, анализировать результаты химического эксперимента, делать выводы.

Вариант 1

Задача 1. Определите при помощи качественных реакций выданные вам в пронумерованных пробирках вещества: сульфат натрия, карбонат натрия. Составьте уравнения соответствующих химических реакций в молекулярном и ионном виде.

Задача 2. Докажите, что в растворе хлороводородной кислоты присутствуют ионы водорода и хлорид-ионы. Составьте уравнения соответствующих химических реакций в молекулярном и ионном виде.

Задача 3. Осуществите практически химические превращения: $\text{Ca(OH)}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 \rightarrow \text{Ca(NO}_3)_2$. Составьте уравнения соответствующих химических реакций в молекулярном и ионном виде.

Вариант 2

Задача 1. Определите при помощи качественных реакций выданные вам в пронумерованных пробирках вещества: карбонат натрия, хлорид натрия. Составьте уравнения соответствующих химических реакций в молекулярном и ионном виде.

Задача 2. Докажите, что в растворе серной кислоты содержатся ионы водорода и сульфат-ионы. Составьте уравнения соответствующих химических реакций в молекулярном и ионном виде.

Задача 3. Осуществите практически химические превращения: $\text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CO}_2$. Составьте уравнения соответствующих химических реакций в молекулярном и ионном виде.