

§ 42. Угольная и кремниевая кислоты, их соли

Угольная кислота и её соли

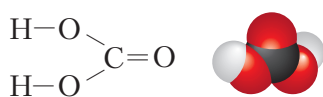
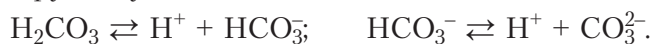


Рис. 100. Структурная формула и масштабная модель угольной кислоты

Угольная кислота H_2CO_3 является двухосновной и относится к слабым кислотам (рис. 100). В свободном состоянии в виде кристаллов она выделена при температуре ниже -30°C лишь во втором десятилетии XXI века.

В водном растворе угольная кислота диссоциирует ступенчато:

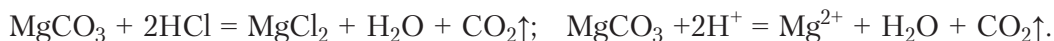


В обычных условиях она распадается на углекислый газ и воду:



Угольной кислоте соответствуют два ряда солей: карбонаты (средние) и гидрокарбонаты (кислые). Отметим два важнейших свойства солей угольной кислоты.

1. *Взаимодействие с кислотами.* Общим свойством карбонатов и гидрокарбонатов является «вскипание» при действии более сильных кислот как на твёрдую соль, так и на её раствор. Происходит выделение газа без цвета и запаха:



Взаимодействие карбонатов и гидрокарбонатов с соляной кислотой

Взаимодействие солей с сильными кислотами используют как тест (качественную реакцию) на присутствие солей угольной кислоты — карбонатов и гидрокарбонатов (Приложение 3).

Кроме того, такие реакции могут использоваться для получения углекислого газа в лаборатории, например, из мрамора CaCO_3 :

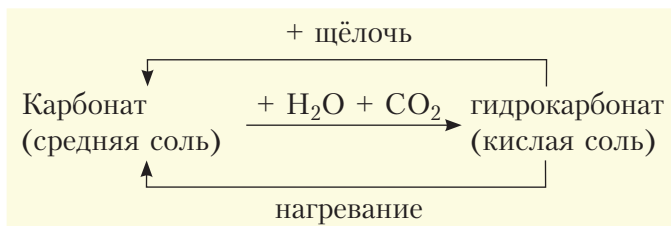


2. *Термическое разложение.* Вторая особенность солей угольной кислоты — их невысокая термическая устойчивость (кроме карбонатов натрия и калия, рубидия и цезия). При нагревании они разлагаются:

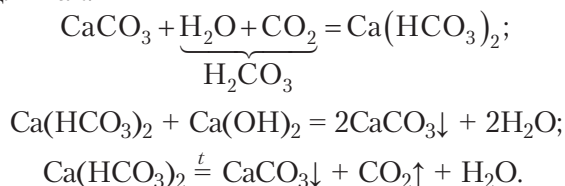


Анализируя вышесказанное и уравнения химических реакций предыдущего параграфа, можно сделать заключение, что карбонаты и гидрокарбо-

наты способны к *взаимопревращениям*, которые условно можно выразить схемой:



На примере карбоната кальция уравнения реакций, соответствующие данной схеме, выглядят так:



Карбонаты и гидрокарбонаты находят широкое применение в строительстве, быту, оптике, медицине, а также в производстве мыла, стекла, бумаги, являются наполнителями огнетушителей.

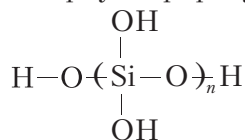


Кремниевая кислота и её соли

Кремниевая кислота H_2SiO_3 является двухосновной и более слабой, чем угольная кислота. Её получают взаимодействием силикатов (Na_2SiO_3 или K_2SiO_3) с более сильными кислотами, например H_2SO_4 , HCl :



Кремниевая кислота при этом выделяется в виде студенистого осадка, состав которого часто выражают формулой $n\text{SiO}_2 \cdot m\text{H}_2\text{O}$. В действительности кремниевая кислота имеет полимерную природу:



Уже при незначительном нагревании или длительном хранении кислота разлагается на оксид и воду:



Образующийся оксид SiO_2 имеет пористую структуру и большую площадь поверхности (до $1000 \text{ м}^2/\text{г}$), что позволяет ему адсорбировать молекулы различных веществ, в том числе и воду. Именно благодаря адсорбционным свойствам

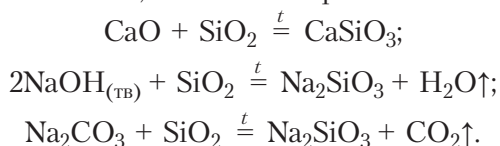


Рис. 101. Силикагель

оксид SiO_2 под названием «силикагель» используется как осушитель воздуха в упаковках с электроникой и обувью, а под названием «Белый уголь» — как адсорбент в медицине (рис. 101).

Соли кремниевой кислоты

Для кремниевой кислоты известны только средние соли — силикаты. Большинство из них плохо растворяются в воде. Растворимые соли силикат натрия и силикат калия называют «растворимые стёкла» и используют как «канцелярский клей». Получить силикаты можно сплавлением оксида кремния(IV) как кислотного оксида со щелочами, оксидами металлов, а также с карбонатами:



Производство строительных материалов на основе силикатов и карбонатов

Природные силикаты и карбонаты служат основой для производства цемента, бетона, стекла.

Цемент получают спеканием известняка CaCO_3 и глины, одна из составных частей которой — каолинит, включающий оксиды SiO_2 и Al_2O_3 .



Бетон изготавливают из смеси песка, цемента и воды. Добавляя в такую смесь шлак, получают шлакобетон. Если свежеприготовленной смесью заливают металлический каркас, то при затвердевании получаются железобетонные конструкции. При использовании в качестве наполнителя газообразных веществ получают пенобетон.

Стекло применяют в строительной сфере (остекление окон, витражей, дверей, оранжевых), в оптической промышленности, медицине, машиностроении, приборостроении, современной архитектуре, электронике, быту. Как отмечено выше в параграфе, сырьём для производства стекла («варки стекла») являются карбонаты натрия и кальция, а также оксид кремния(IV), то

есть кристаллическая сода, мел или известняк и кварцевый песок (Na_2CO_3 , CaCO_3 , SiO_2). Как уже отмечалось в § 41, в состав стекла входят оксиды натрия, кальция и кремния в мольном соотношении 1 : 1 : 6.

Для придания стеклу особых свойств в исходную смесь вводят добавки. Так, для его окрашивания используют различные оксиды: CuO придаёт голубой цвет, FeO — зелёный, CoO — от голубого до сине-фиолетового. Глушители уменьшают прозрачность стекла, делают его матовым. Наклеивание полимерных плёнок увеличивает прочность. Армирование металлической проволокой придаёт декоративные свойства и препятствует образованию больших осколков при растрескивании. Следует отметить возможность многократной переработки стекла.

Кремниевая и угольная кислоты — нестойкие вещества, разлагающиеся с образованием оксида и воды: кремниевая — при незначительном нагревании или длительном хранении, а угольная — сразу при образовании.

Карбонаты и гидрокарбонаты способны к взаимопревращениям.

Важнейшими строительными материалами на основе природных силикатов и карбонатов являются цемент, бетон и стекло.

Вопросы, задания, задачи

1. Выпишите характеристики, относящиеся: а) к угольной кислоте; б) к кремниевой кислоте: 1) слабый электролит; 2) термически устойчива; 3) разлагается на оксид и воду; 4) образуется при растворении оксида в воде; 5) при разложении образует газообразный оксид; 6) продукт её распада — силикагель; 7) образует два ряда солей; 8) её соли при добавлении кислоты «вскипают»; 9) соли называют карбонатами и гидрокарбонатами; 10) образуется при добавлении соляной кислоты к силикату; 11) соли называют силикатами; 12) один из атомов имеет степень окисления +4.

2. Запишите в молекулярной и ионной форме уравнения реакций, которые иллюстрируют химические свойства а) угольной и б) кремниевой кислот, названные в задании 1.

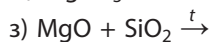
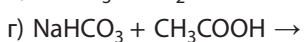
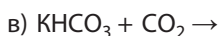
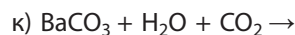
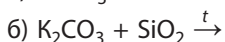
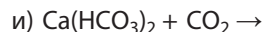
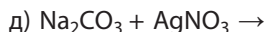
3. Заполните таблицу «Строительные материалы» (цемент, бетон, железобетон, стекло):

Строительный материал	Сырьё для производства

4. Заполните таблицу «Применение карбонатов и гидрокарбонатов»

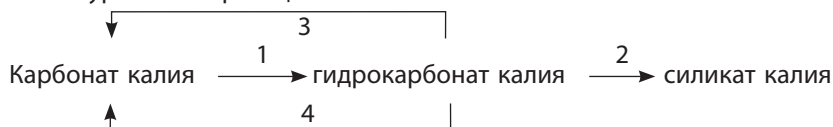
№	Химические формулы и названия	Области применения

5. Составьте уравнения возможных реакций:



6. Рассчитайте массу кальцинированной соды, известняка и кварцевого песка, необходимых для получения стекла массой 100 кг, допуская, что исходные вещества не содержат примесей.

7. Составьте уравнения реакций согласно схеме:



8. При длительном хранении растворов щелочей в стеклянной посуде в растворах появляется муть. Поясните, какие реакции являются причиной этого явления.

9. Предложите способы получения не менее восьми сложных веществ, имея в распоряжении силикат калия и гидрокарбонат кальция. Запишите уравнения реакций и список полученных веществ.

10. Определите объём углекислого газа (н. у.), который выделится из огнетушителя, содержащего серную кислоту и раствор объёмом 10 дм³ с массовой долей гидрокарбоната натрия 8 % (плотность раствора — 1,058 г/см³).

*Подготовьте сообщения: 1. Как образуются сталактиты и сталагмиты; 2. Производство стекла в Республике Беларусь.



Практическая работа 3. Решение экспериментальных задач по теме «Неметаллы»

Задание 1. Проведите реакцию между растворами: а) сульфата натрия и нитрата бария; б) хлорида натрия и нитрата серебра(I).

Опишите признаки реакций. Укажите анионы, входящие в состав полученных осадков.

Задание 2. Проведите реакции, доказывающие качественный состав: а) хлорида аммония; б) серной кислоты.

Задание 3. Определите с помощью качественных реакций выданные вам в пронумерованных пробирках растворы: а) фосфата калия и карбоната калия; б) силиката натрия и сульфата натрия.

Задание 4. Опытным путём определите, в какой из пробирок находится каждое из минеральных удобрений: а) кальциевая селитра, сульфат аммония; б) хлорид калия, поташ.

Рассчитайте и сравните питательную ценность выданных удобрений.

При составлении отчёта о работе уравнения реакций, протекающих в растворах, представьте в молекулярной и ионной формах.

