



### Вопросы и задания

1. Пользуясь текстом параграфа, составьте таблицу, в которой будут приведены физические и химические свойства оксидов углерода.
2. Чем обусловлен кислый вкус газированных и некоторых минеральных вод?
3. Как можно установить наличие углекислого газа в его смеси с азотом?
4. Перечислите источники образования углекислого газа в природе и в быту.
5. Легковой автомобиль загрязняет воздух вредными выбросами: на каждые 10 км пути с его выхлопными газами в атмосферу попадает 7 моль оксида углерода(II) и 1 моль оксида азота(II). Какая масса этих вредных веществ попадает в атмосферу при поездке одного автомобиля на дачу, которая расположена в 80 км от дома?
6. Какое химическое количество кислорода необходимо взять, чтобы превратить угарный газ массой 104 г в углекислый газ?
7. Определите объем (н. у.) углекислого газа, который выделится при действии раствора азотной кислоты массой 200 г с массовой долей  $\text{HNO}_3$ , равной 10 %, на мел массой 90 г, содержание карбоната кальция в котором равно 92 %.
8. Карбонат натрия массой 35 г растворили в воде и получили раствор с массовой долей соли, равной 17 %. Определите: а) массу воды в растворе; б) молярную концентрацию соли в растворе, если его плотность равна  $1,2 \text{ г/см}^3$ .

### Готовимся к олимпиадам

1. Предложите физический и химический способы разделения смеси оксидов углерода, позволяющие получить отдельно каждый из газов.
2. В результате пропускания смеси углекислого и угарного газов объемом (н. у.)  $6,72 \text{ дм}^3$  через раствор избытка гидроксида калия масса раствора увеличилась на 8,8 г. Вычислите объемную долю угарного газа в смеси.

## § 32. Угольная кислота и ее соли

В молекуле угольной кислоты  $\text{H}_2\text{CO}_3$  атом углерода соединен с тремя атомами кислорода одной двойной связью  $\text{C}=\text{O}$  и двумя одинарными связями  $\text{C}-\text{OH}$ . Модель молекулы и графическая формула угольной кислоты представлены на рисунке 95.

В водных растворах угольная кислота представляет собой очень непрочное вещество. При попытке выделить ее из раствора она практически полностью разлагается на углекислый газ и воду:

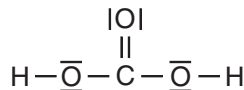


Рис. 95. Модель молекулы и графическая формула угольной кислоты

В то же время раствор  $\text{CO}_2$  в воде слегка кисловат на вкус, а при добавлении в раствор лакмуса окрашивается в розовый цвет. Поэтому раствор оксида углерода(IV) в воде можно считать раствором угольной кислоты.



В 2011 г. исследователи из Технического университета Вены и Университета Инсбрука (Австрия) получили угольную кислоту в виде твердого белого вещества, устойчивого на воздухе при температурах ниже  $-30^\circ\text{C}$ .

Угольная кислота является слабой двухосновной кислотой, в водном растворе диссоциирует ступенчато. На первой ступени диссоциации образуются ион водорода  $\text{H}^+$  и *гидрокарбонат-ион*  $\text{HCO}_3^-$ :



Приставка *гидро-* в названии кислотного остатка указывает на наличие в его составе атома водорода. Соли, содержащие такой кислотный остаток, относятся к так называемым кислым солям и называются **гидрокарбонатами**.

На второй ступени гидрокарбонат-ион диссоциирует с образованием иона водорода и *карбонат-иона*  $\text{CO}_3^{2-}$ :



Соли, содержащие карбонат-ион, являются средними и называются **карбонатами**.

#### Химические свойства солей угольной кислоты

Соли угольной кислоты, кроме карбонатов большинства щелочных металлов, при нагревании *разлагаются* с выделением углекислого газа:



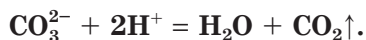
Рис. 96. Взаимодействие карбоната кальция с соляной кислотой

Карбонаты и гидрокарбонаты как соли очень слабой кислоты *взаимодействуют со всеми более сильными кислотами* с выделением углекислого газа. Если капнуть на кусочек мела, который представляет собой карбонат кальция, раствор соляной кислоты, то наблюдается характерное вскипание из-за бурного выделения углекислого газа (рис. 96):



Такое испытание можно проводить и с твердыми карбонатами, и с их растворами. Приведенную реакцию рассматривают как качественную реакцию для определения карбонат-ионов.

Для растворимых карбонатов уравнение качественной реакции на ионы  $\text{CO}_3^{2-}$  можно записать в сокращенной ионной форме:



Карбонатами можно пользоваться для нейтрализации кислот, так как при их взаимодействии с кислотами происходит связывание ионов водорода. Например, размолотый *известняк*, состоящий в основном из  $\text{CaCO}_3$ , и *доломитовую муку* ( $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$ ) вносят в почвы при их излишней кислотности. Аналогичную роль выполняет и древесная зола из-за содержащегося в ней карбоната калия.

## Лабораторный опыт 4

### *Качественная реакция на карбонат-ионы*

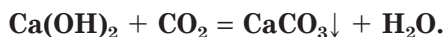
Обнаружение солей угольной кислоты имеет большое практическое значение. В геологии эта реакция дает возможность отличить гранит от мрамора, известняк от гипса, в строительстве — мел от извести, а в быту — соду от поваренной соли и др.

Вам выданы две пробирки. В первую насыпано небольшое количество карбоната натрия. Во вторую — такое же количество карбоната кальция. Прилейте в каждую пробирку по 1 см<sup>3</sup> воды. Обратите внимание на отношение карбонатов к воде. Затем в каждую пробирку добавьте по 1—2 см<sup>3</sup> соляной кислоты. Что при этом наблюдается? Запишите уравнения соответствующих реакций в молекулярной и сокращенной ионной формах. Имеет ли значение растворимость карбонатов в воде для реакции с более сильной соляной кислотой?

Сделайте выводы из проделанной работы. Какой другой кислотой вы могли бы воспользоваться для проведения данной реакции?

### Превращения карбонатов и гидрокарбонатов

Если пропустить углекислый газ через раствор гидроксида кальция (см. рис. 94), то будет наблюдаться помутнение раствора за счет выпадения осадка:



При дальнейшем пропускании углекислого газа твердые частицы карбоната кальция будут растворяться и жидкость снова станет прозрачной. Образуется **растворимый в воде** гидрокарбонат кальция:



При нагревании гидрокарбонат кальция превращается в карбонат:



В природе протекание процессов с участием углекислого газа, воды и известняка, мела, мрамора (все эти вещества по химическому составу представляют собой  $\text{CaCO}_3$ ) приводит к их постепенному растворению за счет превращения в гидрокарбонат. В результате в земной коре появляются огромные полости, пещеры. Гидрокарбонат кальция переходит в карбонат кальция, образующий *сталактиты* и *сталагмиты* (см. рис.).



### Применение солей угольной кислоты

Одной из наиболее широко применяемых солей угольной кислоты является карбонат натрия. Он известен под названиями *кальцинированная сода*  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  и *кристаллическая сода*  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ .

Кальцинированную соду применяют при производстве мыла, стекла, для получения неорганических красителей, в производстве алюминия и др.

Кислую соль — гидрокарбонат натрия  $\text{NaHCO}_3$  называют *питьевой содой*. Питьевую соду применяют в быту и пищевой промышленности. Если добавить питьевую соду в тесто, то при выпечке изделий она разлагается с выделением углекислого газа. Это приводит к разрыхлению теста, и изделия из него становятся более пышными и пористыми.



Рис. 97. Минский метрополитен

Карбонат кальция, существующий в природе в виде мрамора и известняка, широко используют в строительстве в качестве облицовочных и архитектурно-строительных материалов. На рисунке 97 вы видите станцию Минского метрополитена «Грушевка», при строительстве которой использовалась отделка мрамором.

*Слабая угольная кислота  $H_2CO_3$  образуется при растворении углекислого газа в воде.*

*Угольная кислота образует два ряда солей: кислые — гидрокарбонаты и средние — карбонаты.*

*Карбонаты и гидрокарбонаты способны к взаимопревращениям.*

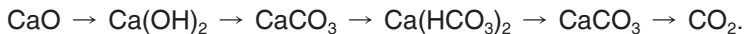
*Карбонаты как соли слабой кислоты взаимодействуют со всеми более сильными кислотами с выделением углекислого газа.*

*Соли угольной кислоты, кроме карбонатов большинства щелочных металлов, при нагревании разлагаются с выделением углекислого газа.*



### Вопросы и задания

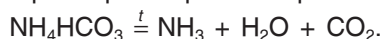
1. Как изменяется окраска лакмуса в растворе угольной кислоты?
2. Какая реакция является качественной для определения карбонат-ионов?
3. Перечислите основные области применения карбонатов и гидрокарбонатов.
4. Составьте полные молекулярные уравнения реакций, выраженных следующими ионными уравнениями:  
а)  $Ca^{2+} + CO_3^{2-} = CaCO_3$ ; б)  $CO_3^{2-} + 2H^+ = CO_2\uparrow + H_2O$ .
5. С какими из перечисленных веществ реагирует карбонат калия: соляная кислота, сульфат бария, нитрат кальция, бромид натрия? Запишите уравнения возможных реакций.
6. Как можно получить карбонат натрия, имея металлический натрий и другие необходимые для реакции вещества? Запишите уравнения реакций.
7. Определите массу воды, необходимой для приготовления 10 %-го раствора карбоната натрия из кристаллической соды массой 54 г.
8. Запишите уравнения реакций, позволяющих осуществить следующие превращения:



### Готовимся к олимпиадам

1. Смесь карбоната и гидрокарбоната натрия массой 13,9 г обработали соляной кислотой. Выделившийся газ пропустили через раствор, содержащий гидроксид бария химическим количеством 0,225 моль. Избыток раствора гидроксида бария отделили от осадка и добавили к нему серную кислоту для полной нейтрализации основания. Осадок промыли и высушили. Его масса оказалась равной 17,5 г. Вычислите массовые доли карбоната и гидрокарбоната натрия в исходной смеси.

2. В качестве разрыхлителя теста при выпечке мучных изделий применяется гидрокарбонат аммония, который при нагревании разлагается:



Рассчитайте объем (н. у.) газообразных продуктов разложения гидрокарбоната аммония массой 0,5 г.

## Практическая работа 2

### *Получение и изучение свойств оксида углерода(IV)*

Цель: получить оксид углерода(IV), закрепить знания о его свойствах, способах собирания газов. Развивать умение исследовать свойства веществ, анализировать результаты химического эксперимента, делать выводы.

#### I. Получение и собирание оксида углерода(IV)

Соберите прибор для получения газов и проверьте его на герметичность (см. рис. 46). В пробирку прибора поместите 2—3 кусочка мрамора или мела, прилейте к ним раствор хлороводородной кислоты объемом 2—3 см<sup>3</sup>. Быстро закройте пробирку газоотводной трубкой. Соберите выделяющийся газ в стаканчик методом вытеснения воздуха. Как надо расположить стаканчик — вверх или вниз дном? Почему?

#### II. Изучение свойств оксида углерода(IV)

1. Внесите в стаканчик с углекислым газом горящую лучинку. Что вы наблюдаете?

2. Пропустите выделяющийся газ в пробирку с небольшим объемом (1—2 см<sup>3</sup>) известковой воды Ca(OH)<sub>2</sub>. Опишите и объясните наблюдаемые явления. Напишите уравнение реакции в молекулярной и сокращенной ионной формах. Выпадет ли осадок при замене Ca(OH)<sub>2</sub> на KOH?

3. Исследуйте, образуется ли осадок, если оксид углерода(IV) пропустить через раствор хлорида кальция. Налейте в пробирку небольшой объем (1—2 см<sup>3</sup>) раствора хлорида кальция и пропустите в него оксид углерода (IV). Объясните наблюдаемые явления.

### *Домашний эксперимент*

#### 1. Удаление накипи с домашней посуды

Если у вас дома жесткая вода, то на внутренних стенках чайника и кастрюль образуется серый налет — накипь, которая препятствует нагреванию содержимого посуды. Учитывая то, что накипь состоит в основном из карбонатов, попробуем удалить ее химическим путем.

Растворите в одном стакане воды чайную ложку лимонной кислоты. Налейте приготовленный раствор в посуду так, чтобы вся накипь оказалась в этом растворе. Обратите внимание на выделение газа (какого?).

Накипь будет постепенно исчезать со стенок посуды. Если у вас нет лимонной кислоты, воспользуйтесь столовым уксусом.

### 2. Роль питьевой соды в выпечке

Для имитации процесса выпечки мучных изделий перемешайте в стакане столовую ложку кефира, щепотку питьевой соды и столовую ложку муки. Затем нагревайте полученное тесто в небольшой кастрюльке или железной кружке на слабом огне. Что вы наблюдаете? Почему тесто становится рыхлым?

### 3. Проверка качества меда

Иногда для увеличения массы меда недобросовестные производители добавляют в него мел. Для проверки наличия мела в меде растворите небольшое количество меда в дистиллированной (можно в кипяченой) воде, прилейте к раствору чайную ложку столового уксуса (раствора уксусной кислоты). Выделение пузырьков газа будет свидетельствовать о присутствии мела — карбоната кальция.

## § 33. Понятие об органических веществах

Общее число известных на сегодняшний день веществ огромно — их насчитывается более 150 млн! Абсолютное большинство из них составляют **органические** вещества. Такое название они получили потому, что многие из них были выделены из **организмов** животных и растений.

Одними из первых таких веществ, вероятно, были *жиры*. Древний человек, занимавшийся охотой и собирательством, узнал о них в процессе приготовления пищи. Зажаривая на костре добытых на охоте животных или растирая семена некоторых растений, он наблюдал выделение вязких жидкостей, обладавших схожими свойствами. Эти вещества были очень питательными и давали организму много сил. Люди давно научились выделять жиры из природных объектов и уже много веков используют их как продукты питания или материалы для получения других полезных веществ. Сегодня каждому знакомы жиры животного происхождения — свиной жир, сливочное масло, а также жиры, добываемые из растений, — подсолнечное, оливковое, льняное, пальмовое, арахисовое и другие масла.

Готовя на костре мясо, древний человек случайно сделал важное открытие. Оказалось, что капли жира, попадая на влажную золу и остывая, постепенно превращались в плотную массу, которая пенилась в воде и хорошо смывала грязь с рук. Вероятно, именно так люди впервые познакомились с мылом, без которого невозможно представить нашу жизнь. Конечно, сегодня мыло получают другим способом, но его основой по-прежнему остаются жиры.