

6. Напишите уравнения реакций между веществами:
  - а) хлоридом меди(II) и гидроксидом калия;
  - б) гидроксидом натрия и сульфатом железа(III);
  - в) гидроксидом кальция и нитратом магния;
  - г) сульфатом натрия и гидроксидом бария.
7. Представьте, что в одном из стаканов находится раствор нитрата калия, а в другом — раствор нитрата кальция. Раствор какой из солей —  $\text{NaCl}$  или  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  — нужно добавить в каждый из стаканов, чтобы распознать их содержимое? Объясните свой выбор. Напишите уравнение соответствующей реакции, назовите ее продукты.
8. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить последовательные превращения:
  - а) сульфат меди(II)  $\rightarrow$  гидроксид меди(II)  $\rightarrow$  нитрат меди(II)  $\rightarrow$  медь  $\rightarrow$  оксид меди(II);
  - б) карбонат кальция  $\rightarrow$  углекислый газ  $\rightarrow$  карбонат калия  $\rightarrow$  нитрат калия.
9. Рассчитайте массу алюминия, который прореагирует с хлоридом меди(II) массой 32,4 г.
10. Найдите объем (н. у.) углекислого газа, который выделится при растворении в соляной кислоте карбоната кальция массой 15 г.
11. В смеси содержатся хлорид железа(III) массой 32,5 г и сульфат магния массой 30 г. Рассчитайте химическое количество и массу гидроксида калия, который может прореагировать с указанной смесью солей.

### Готовимся к олимпиадам

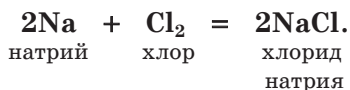
1. Порцию медного купороса растворили в воде. К приготовленному раствору добавили раствор гидроксида калия, взятый в избытке, в результате чего образовался осадок массой 36 г. Рассчитайте массу исходного медного купороса.

## § 25. Получение и применение солей

Многие из солей, находящих практическое применение, получают на химических предприятиях. Для этого используют различные реакции, в том числе и те, с которыми вы познакомились при изучении химических свойств оксидов, кислот, оснований и солей. Важнейшими способами получения солей являются следующие:

### 1. Взаимодействие металлов с неметаллами

Многие металлы вступают в химические реакции с наиболее активными неметаллами — фтором  $\text{F}_2$ , хлором  $\text{Cl}_2$ , бромом  $\text{Br}_2$ , иодом  $\text{I}_2$ , а также с серой  $\text{S}$ . При этом образуются соли соответствующих бескислородных кислот. Например, в результате реакций металлов с хлором образуются **хлориды** — соли хлороводородной (соляной) кислоты:

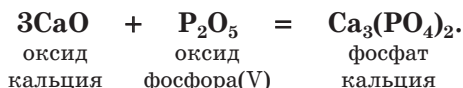
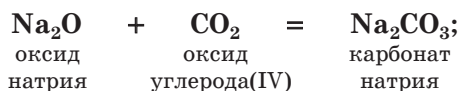


При взаимодействии металлов с серой образуются **сульфиды** — *соли сероводородной кислоты*:



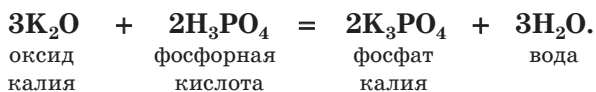
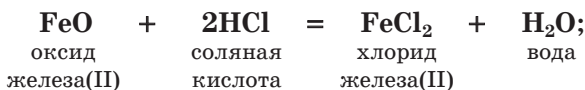
## 2. Взаимодействие основных оксидов с кислотными оксидами

Многие соли кислородсодержащих кислот образуются в результате реакций основных оксидов с кислотными оксидами, например:



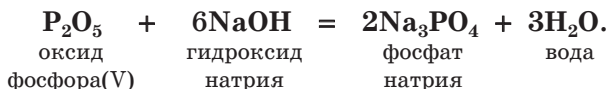
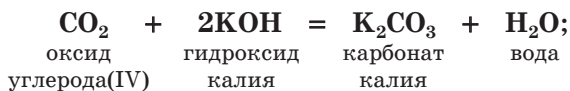
### 3. Взаимодействие основных оксидов с кислотами

Важным способом получения солей является взаимодействие основных оксидов с бескислородными и кислородсодержащими кислотами:



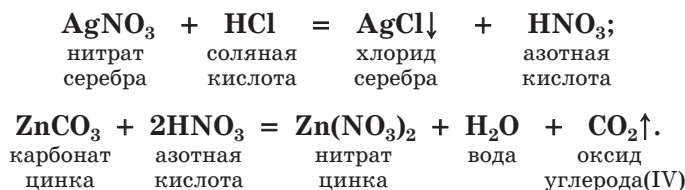
#### 4. Взаимодействие кислотных оксидов со щелочами

Соли кислородсодержащих кислот можно получить взаимодействием кислотных оксидов со щелочами:



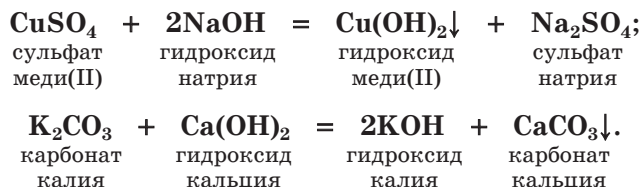
## 5. Взаимодействие солей с кислотами

Соли образуются также в результате взаимодействия солей с кислотами, если один из продуктов реакции выделяется в виде осадка или газа:



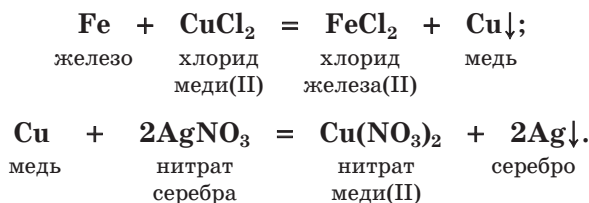
## 6. Взаимодействие солей со щелочами

Одним из способов получения солей является взаимодействие солей со щелочами. При этом один или оба продукта реакции выделяются в виде осадка:



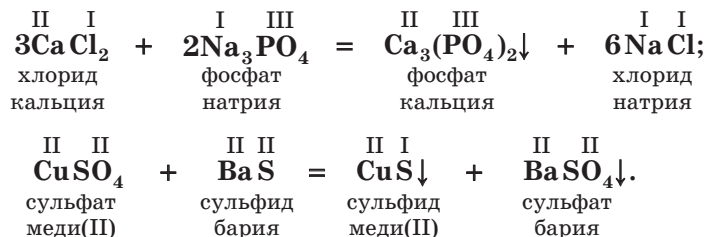
## 7. Взаимодействие солей с металлами

Соли образуются также в результате взаимодействия металлов с солями. При этом более активные металлы вытесняют менее активные металлы из их солей:



## 8. Взаимодействие солей с солями

Многие соли получают взаимодействием других солей в водных растворах. При этом одна или обе новые соли выделяются в виде осадка:



Соли в природе и в повседневной жизни человека

Соли широко распространены в природе. Огромное их количество содержится в гидросфере, т. е. в жидкой оболочке нашей планеты — в воде океанов и морей. Вы наверняка знаете, что морская вода горьковатая на вкус. Это объясняется наличием в ней растворенных солей. Особенно много их в воде Мертвого моря. Представьте, что в 1 л такой воды содержится около 350 г солей! Общая же масса солей, растворенных в воде всех морей и океанов нашей планеты, огромна и равна примерно  $5 \cdot 10^{19}$  кг. Приблизительно  $\frac{3}{4}$  этой массы приходится на хлорид натрия  $\text{NaCl}$ , а оставшуюся четверть составляют соли калия, кальция, магния, железа и других металлов. Вода океанов и морей содержит соли, в состав которых входят атомы большинства известных химических элементов.

Хлорид натрия и хлорид калия в виде горной породы сильвинита (рис. 29) содержатся и в твердой оболочке нашей планеты — в земной коре. В некоторых ее участках, расположенных не очень далеко от поверхности, этих солей особенно много. Такие участки суши называются месторождениями. Одно из крупнейших в мире месторождений сильвинита (Старобинское) находится на территории Республики Беларусь (Солигорский район Минской области). Совсем недавно в Гомельской области (г. Петриков) был открыт новый горно-обогатительный комбинат на базе местных месторождений сильвинита.



Рис. 29. Соли — горные породы:  
1 — сильвинит, 2 — известняк,  
3 — кальцит

К важнейшим природным солям относятся также карбонат кальция  $\text{CaCO}_3$ , фосфат кальция  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  и сульфат кальция  $\text{CaSO}_4$ . Месторождения карбоната кальция в виде известняка и мела представляют собой огромные залежи этих горных пород, находящиеся в толще земной коры на относительно небольшой глубине. На территории Республики Беларусь есть несколько таких месторождений, крупнейшие из которых расположены на востоке Могилевской области (Кричевский и Костюковичский районы), на юге Брестской области (Малоритский район) и в Гродненской области (пос. Красносельский).

Большое число солей используется нами в повседневной жизни. Самая главная соль, которую мы используем в быту, — поваренная, или кухонная соль  $\text{NaCl}$ . Она не только сохраняет пищу и улучшает ее вкус, но и участвует в важных процессах в организме, поддерживающих нашу жизнь. В сутки организму взрослого человека требуется от 6 до 9 г этой соли. В Республике Беларусь поваренная соль производится на предприятиях ОАО «Мозырьсоль» (г. Мозырь, Гомельская область) и ОАО «Беларуськалий» (г. Солигорск, Минская область).

Многие соли используются в медицине. Например, для диагностики заболеваний пищеварительного тракта применяют соль сульфат бария  $\text{BaSO}_4$ . При большой потере крови или сильном обезвоживании в организм пациента вводят раствор хлорида натрия  $\text{NaCl}$ , называемый физиологическим раствором. В качестве антисептического средства используются разбавленные растворы соли перманганата калия  $\text{KMnO}_4$ .

*Соли получают, используя различные реакции с участием металлов, оксидов, кислот, оснований и солей.*

*Важнейшими способами получения солей являются реакции:*

- металлов с неметаллами;
- основных оксидов с кислотными оксидами;
- кислотных оксидов со щелочами;
- основных оксидов с кислотами;
- солей с кислотами;
- солей со щелочами;
- солей с металлами;
- солей с солями.

*Соли широко распространены в природе. Соли применяются в промышленности и в быту.*

### Вопросы и задания

1. Перечислите известные вам способы получения солей. Реакции каких типов лежат в их основе?
2. Можно ли одну и ту же соль получить несколькими разными способами? Чем это объясняется? Напишите уравнения пяти разных реакций получения соли хлорида магния  $\text{MgCl}_2$ .
3. Как, используя серную кислоту, можно разными способами получить соль сульфат железа(II)  $\text{FeSO}_4$ ? Составьте уравнения четырех возможных реакций получения.
4. Как, используя гидроксид натрия, можно двумя разными способами получить соль фосфат натрия  $\text{Na}_3\text{PO}_4$ ? Напишите уравнения соответствующих реакций.
5. Составьте уравнения возможных реакций обмена, в результате которых образуется соль карбонат бария  $\text{BaCO}_3$ .
6. Напишите уравнения реакций и назовите соли, образующиеся при взаимодействии веществ:
  - а) оксида алюминия и азотной кислоты;
  - б) оксида фосфора(V) и гидроксида кальция;
  - в) гидроксида натрия и оксида углерода(IV);
  - г) серной кислоты и оксида магния;
  - д) гидроксида калия и нитрата железа(II).
7. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить последовательные превращения:
  - а)  $\text{CaCl}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 \rightarrow \text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{HNO}_3 \rightarrow \text{KNO}_3$ ;
  - б)  $\text{P}_2\text{O}_5 \rightarrow \text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow \text{Na}_3\text{PO}_4 \rightarrow \text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$ ;
  - в)  $\text{Fe} \rightarrow \text{FeCl}_2 \rightarrow \text{FeCO}_3 \rightarrow \text{FeSO}_4 \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_2$ .
8. Перечислите важнейшие природные соли. С какими из них вы сталкиваетесь практически ежедневно? Какая соль входит в состав школьного мела?
9. Рассчитайте массы сульфата натрия  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  и нитрата бария  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ , при взаимодействии которых образуется сульфат бария массой 93,2 г.
10. Рассчитайте массы серной кислоты и оксида железа(III), при взаимодействии которых образуется соль химическим количеством 0,2 моль.
11. Химическое количество хлорида железа(III), вступившего в реакцию обмена с нитратом серебра  $\text{AgNO}_3$ , равно 0,08 моль. Рассчитайте массу прореагировавшего нитрата серебра и химическое количество образовавшегося хлорида серебра  $\text{AgCl}$ .

### Готовимся к олимпиадам

1. В смеси сульфата меди(II) с нитратом магния общей массой 67,8 г массовая доля  $\text{CuSO}_4$  равна 23,6 %. Рассчитайте массу гидроксида натрия, который прореагирует с указанной смесью солей.

## Практическая работа 2

### *Химические свойства солей*

Цель работы: экспериментально исследовать химические свойства солей на примере их реакций с металлами, кислотами, щелочами и другими солями. Дать объяснения наблюдаемым явлениям.

Оборудование и реактивы: штатив для пробирок, пробирки. Растворы сульфата меди(II), хлорида кальция, хлорида натрия, карбоната натрия; соляная кислота, карбонат кальция (мел), вода, железо.

*Соблюдайте правила безопасного поведения!*

#### Выполнение работы

**Опыт 1. Взаимодействие солей с металлами.** Налейте в пробирку раствор сульфата меди(II) объемом 2–3 см<sup>3</sup> и осторожно опустите в пробирку очищенный от смазки небольшой железный гвоздь или канцелярскую скрепку. Через 3 минуты извлеките гвоздь (скрепку) из раствора и обратите внимание на цвет металла, осевшего на его поверхности.

Составьте уравнение реакции, сделайте вывод о возможности взаимодействия растворов солей с металлами. Как вы считаете, можно ли использовать для реакции вместо железа металл серебро?

**Опыт 2. Взаимодействие солей с кислотами.** Положите в пробирку небольшой кусочек мела (в основе мела — соль карбонат кальция) и прилейте к нему соляную кислоту объемом 2–3 см<sup>3</sup>. Определите признак химической реакции. Почему возможно ее протекание?

Составьте уравнение реакции, сделайте вывод о возможности реакций солей с кислотами. Как вы считаете, можно ли использовать для этой реакции сульфат кальция?

**Опыт 3. Взаимодействие солей со щелочами.** К раствору соли сульфат меди(II) объемом 1–2 см<sup>3</sup> прилейте раствор гидроксида натрия (или другой щелочи) примерно такого же объема. Обратите внимание, что исходные вещества должны быть растворимы, а продукт (продукты) реакции иметь вид осадка. Составьте уравнение реакции, сделайте вывод о возможности реакции солей со щелочами.

**Опыт 4. Взаимодействие солей с другими солями.** Для изучения данного свойства солей нам понадобятся две растворимые соли. Смешаем в пробирке растворы: хлорида кальция и карбоната натрия объемом по 1–2 см<sup>3</sup>. Какой признак указывает на то, что реакция произошла?

Составьте уравнение реакции, сделайте вывод о возможности взаимодействия солей с другими солями. Проверьте, возможна ли реакция между хлоридом натрия и карбонатом калия.

Оформите отчет о проделанной работе.

## § 26. Взаимосвязь между основными классами неорганических веществ

Вы уже знаете, что многие простые вещества — металлы и неметаллы — соединяются с кислородом, образуя основные и кислотные оксиды. Например, металл кальций образует основной оксид  $\text{CaO}$ , а неметалл фосфор — кислотный оксид  $\text{P}_2\text{O}_5$ . Вам также известно, что основные и кислотные оксиды, присоединяя воду, превращаются в гидраты оксидов, или гидроксиды, которые делятся на основания и кислородсодержащие кислоты. Так, вышеуказанный оксид кальция в результате гидратации образует гидроксид — основание  $\text{Ca(OH)}_2$ , а оксид фосфора(V) превращается в гидроксид, являющийся кислотой  $\text{H}_3\text{PO}_4$ . Гидроксиды же, реагируя с другими веществами, образуют соли. Последовательность всех перечисленных превращений можно изобразить в виде общей схемы, в которой переходы от веществ одних классов к веществам других классов условно обозначены стрелками:



Из этой схемы видно, что простые вещества, оксиды, гидроксиды и соли, последовательно «порождая» друг друга, образуют ряд взаимосвязанных между собой веществ.

Известны два типа таких рядов — ряды взаимосвязи металлов и их соединений и ряды взаимосвязи неметаллов и их соединений.

### Ряды взаимосвязи металлов и их соединений

Каждый такой ряд состоит из металла, его основного оксида, основания и любой соли этого же металла:

