

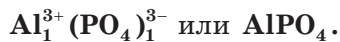
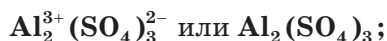
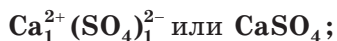
§ 48. Соли металлов. Качественное обнаружение ионов металлов в растворах. Жесткость воды

Наряду с оксидами и гидроксидами металлы образуют огромное количество сложных веществ, относящихся к классу солей. Вы уже имеете некоторые представления о составе и названиях этих веществ, об их важнейших свойствах. Познакомимся с ними подробнее.

Соли металлов

Несмотря на то что общее число известных солей составляет несколько десятков тысяч, для них характерно сходство по составу, строению и свойствам.

Состав, строение, физические свойства. В состав большинства солей входят катионы металлов и анионы кислотных остатков. Химические формулы солей по зарядам ионов составляются так же, как и по значениям валентности. Если в общем виде катионы металлов обозначить как Me^{y+} , а анионы кислотных остатков — как An^{x-} , то состав образованных ими солей можно выразить условной формулой $Me_x^{y+} An_y^{x-}$. Запишем примеры формул солей, составленных по этому принципу из катионов Ca^{2+} , Al^{3+} и анионов $(SO_4)^{2-}$, $(PO_4)^{3-}$:



Известны также соли, в которых роль катионов играют уже знакомые вам ионы аммония $(NH_4)^+$, например NH_4Cl , $(NH_4)_2SO_4$. Со свойствами таких солей вы познакомитесь позже.

Все соли — вещества немолекулярного (ионного) строения. Для них характерны ионные кристаллические решетки. При обычных условиях соли представляют собой твердые нелетучие вещества с различной окраской (рис. 140, с. 226). По растворимости в воде они делятся на растворимые, малорастворимые и нерастворимые (см. форзац II).

Получение. С важнейшими способами получения солей вы уже знакомы. Они образуются в результате взаимодействия веществ разных классов в соответствии с таблицей 15 на странице 226. Знак «+» на пересечении граф таблицы обозначает возможность образования солей при взаимодействии веществ, указанных в этих графах.

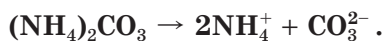


Таблица 15. Образование солей

Вещества	Металлы	Основные оксиды	Основания	Соли
Неметаллы	+			
Кислотные оксиды		+	+	
Кислоты	+	+	+	+
Соли	+		+	+



Химические свойства. Практически все соли — сильные электролиты. В водных растворах они полностью диссоциируют на катионы металлов (или аммония) и анионы кислотных остатков, например:

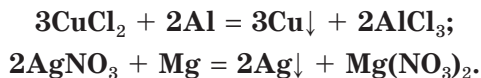


Как вы уже знаете, для солей наиболее характерны реакции замещения и обмена, а для некоторых и термического разложения. Вспомним закономерности и приведем конкретные примеры этих превращений (см. с. 227).

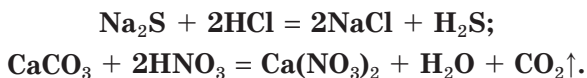
Рис. 140. Внешний вид некоторых солей: 1 — Na₂CrO₄, 2 — K₂Cr₂O₇, 3 — NiSO₄, 4 — NaCl, 5 — CuSO₄·5H₂O, 6 — KMnO₄, 7 — CoCl₂·6H₂O

Реакции с металлами

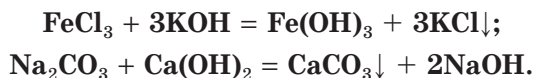
Соли менее активных металлов вступают в реакции замещения с более активными металлами, например:

*Реакции с кислотами*

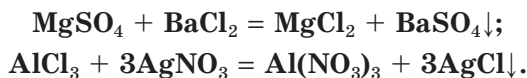
Соли более слабых кислот реагируют с более сильными кислотами. При этом в результате реакций обмена образуются новая соль и новая кислота (более слабая или неустойчивая, разлагающаяся с выделением газа), например:

*Реакции с основаниями (щелочами)*

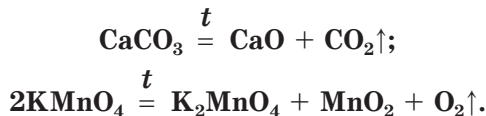
Соли вступают в реакции обмена со щелочами. При этом образуются новые соли и новые основания. Один из продуктов реакции является нерастворимым, например:

*Реакции с солями*

Соли реагируют с другими солями. В результате реакции обмена образуются две новые соли, одна из которых нерастворима, например:

*Термическое разложение*

Некоторые соли при нагревании разлагаются. Как правило, такие реакции сопровождаются выделением газов, например:



Применение. Соли находят широкое практическое применение в различных сферах деятельности — в промышленности, строительстве, сельском хозяйстве, в медицине и в быту. С конкретными примерами применения солей вы познакомились ранее при изучении химии неметаллов.

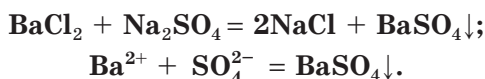
Качественное обнаружение ионов металлов в растворах солей

На практике часто необходимо доказать наличие того или иного вещества в растворе. Для этого к нему нужно добавить раствор другого вещества, чтобы реакция с его участием сопровождалась видимым эффектом — образованием осадка, выделением газа или изменением цвета раствора. Такие реакции называются *качественными реакциями* на соответствующие вещества.

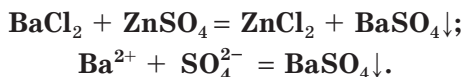


Качественной реакцией на данное вещество называется реакция с его участием, сопровождающаяся образованием осадка, выделением газа или изменением цвета раствора.

Для доказательства наличия ионов металлов в растворах солей проводят качественные реакции, в ходе которых образуются осадки. Например, если к бесцветному раствору хлорида бария BaCl_2 добавить такой же бесцветный раствор сульфата натрия Na_2SO_4 , то образуется белый осадок продукта реакции сульфата бария:

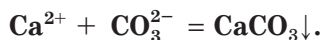


Осадок такого же состава и цвета образуется, если к раствору любой другой соли бария, например $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$, добавить раствор сульфата любого другого металла, например ZnSO_4 :



Несмотря на то что в рассмотренных случаях реагируют разные вещества, реакции между ними сводятся к соединению одних и тех же ионов — Ba^{2+} и SO_4^{2-} . Поэтому *раствор, содержащий сульфат-ионы, можно использовать для качественного обнаружения ионов бария, и наоборот, раствор, содержащий ионы бария, можно использовать для качественного обнаружения сульфат-ионов.*

Точно так же при смешивании растворов любых солей кальция с растворами любых карбонатов образуется осадок одного и того же состава, поскольку эти реакции сводятся к соединению одних и тех же ионов:

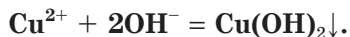


Следовательно, *раствор, содержащий карбонат-ионы, можно использовать для доказательства наличия ионов кальция, и наоборот, раствор, содержащий ионы кальция, можно использовать для доказательства наличия карбонат-ионов.*

Рис. 141. Образование осадка гидроксида меди



В растворах солей меди содержатся ее катионы Cu^{2+} . Для доказательства их наличия можно использовать раствор любой щёлочи, содержащий ионы OH^- . При этом образуется голубой осадок гидроксида меди(II) (рис. 141):



Это взаимодействие можно рассматривать как качественную реакцию на ионы меди(II).



Ионы металлов в составе солей можно определять по окрашиванию пламени газовой горелки или спиртовки. Например, все соли натрия окрашивают пламя в ярко-желтый, калия — в фиолетовый, а кальция — в кирпично-красный цвета. Соли лития и стронция придают пламени ярко-красную, а соли бария — желтовато-зеленую окраску. Соли меди окрашивают пламя в красивый сине-зеленый цвет. На свойстве ионов металлов окрашивать пламя в разные цвета основано их применение в изготовлении бенгальских огней и фейерверков.



Жесткость воды

Вода океанов и морей, озер и рек, как и вода из колодца или водопровода, всегда содержит различные растворимые примеси. Преимущественно это соли — гидрокарбонаты, сульфаты, хлориды кальция, магния, железа, натрия и калия. Особое влияние на потребительские качества воды оказывают соли кальция и магния. Если их содержание достаточно высоко, вода называется *жесткой*. В такой воде плохо развариваются овощи, снижается эффективность моющих средств. При нагревании жесткой воды содержащиеся в ней гидрокарбонаты разлагаются:



Образующиеся при этом нерастворимые вещества осаждаются на внутренней поверхности водопроводных труб, электрочайников, на

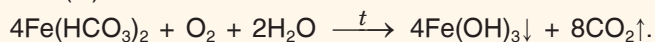


Рис. 142. Накипь

теплоэлектронагревателях (ТЭНах) стиральных машин в виде плотного слоя серого цвета — накипи (рис. 142). Поскольку накипь плохо проводит теплоту, увеличивается расход топлива (электроэнергии), ускоряется изнашивание паровых котлов, котельных установок.

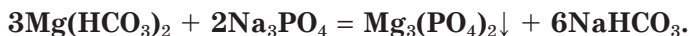
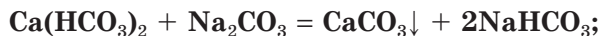
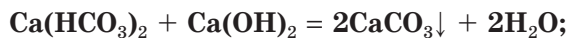


Если в водопроводной воде содержится много гидрокарбоната железа(II), при нагревании он разлагается с выделением бурого гидроксида железа(III):



Вследствие этого на поверхности ванн, раковин, унитазов часто образуются бурые трудноудаляемые подтеки.

Вода, в которой содержание солей кальция и магния невелико, называется *мягкой*. В ней хорошо развариваются овощи, а моющие средства дают обильную пену. С целью получения такой воды жесткую воду подвергают специальной обработке — **умягчению**. Для этого жесткую воду кипятят или добавляют различные реагенты (смягчители), например гашеную известь, карбонат или фосфат натрия. При этом содержащиеся в жесткой воде кальций и магний в виде нерастворимых карбонатов или фосфатов выделяются в осадок и жесткость воды значительно снижается:



Лабораторный опыт 8

Уменьшение жесткости воды

Жесткость воды — одна из важнейших ее потребительских характеристик. Содержащиеся в жесткой воде соли ослабляют действие моющих средств, являются причиной образования накипи. Поэтому важно знать способы умягчения воды и уметь осуществлять их на практике.

1. В двух пробирках заранее подготовленная жесткая вода объемом 1—2 см³. В первую пробирку добавьте примерно такой же объем мыльного раствора и встряхните. Обратите внимание на то, как пенится полученная смесь.

2. Во вторую пробирку добавьте небольшое количество раствора соды Na₂CO₃. Обратите внимание на небольшое помутнение раствора. Профильтруйте полученную взвесь и отфильтрованную (умягченную) воду объемом 1—2 см³ перелейте в чистую пробирку.

3. К полученной мягкой воде добавьте мыльный раствор и встряхните. Сравните интенсивность вспенивания с первой пробиркой.

Составьте уравнения химических реакций в молекулярном и ионном виде. Сделайте вывод.

Соли — вещества немолекулярного строения, состоящие из катионов металлов и анионов кислотных остатков.

Для солей наиболее характерны реакции замещения и обмена. Соли реагируют с металлами, кислотами, основаниями и солями. Некоторые соли разлагаются при нагревании.

Качественной называется реакция, сопровождающаяся образованием осадка, выделением газа или изменением цвета раствора.

Для качественного обнаружения в растворах ионов бария Ba²⁺ можно использовать растворы сульфатов, а для обнаружения ионов кальция Ca²⁺ — растворы карбонатов.

Природная вода с достаточно высоким содержанием солей кальция и магния называется жесткой.



Вопросы и задания

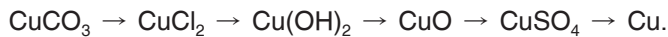
1. Какой условной формулой можно выразить состав солей? Запишите формулы солей, образованных катионами Li⁺, Fe³⁺ и анионами NO₃¹⁻, SO₄²⁻. Назовите эти соли.
2. Пользуясь таблицей 15, перечислите важнейшие способы получения солей. Составьте по два уравнения соответствующих реакций и назовите продукты.
3. Перечислите важнейшие химические свойства солей. Для реакций, приведенных на странице 227, выберите другие исходные вещества и составьте по одному уравнению реакции для каждого случая.
4. Хлорид натрия и хлорид бария — растворимые в воде твердые порошкообразные вещества белого цвета, неотличимые по внешнему виду. Предложите способ распознавания этих веществ.

5. Используя информацию Интернета, составьте схему применения важнейших солей в промышленности, сельском хозяйстве, медицине и в быту.
6. Какие естественные примеси всегда содержатся в природной воде? Какая вода называется жесткой? Какими свойствами она отличается от мягкой воды?
7. Что представляет собой накипь на внутренних стенках чайника? Поинтересуйтесь у родителей, как можно избавиться от накипи в домашних условиях. Попытайтесь объяснить услышанное.
8. Пользуясь таблицей растворимости кислот, оснований и солей в воде (форзац II), предложите вещества, которые можно использовать для качественного обнаружения катионов: а) серебра; б) железа(III); в) свинца(II).

Готовимся к олимпиадам

1. К раствору массой 120 г с неизвестной массовой долей хлорида бария добавили раствор массой 80 г с неизвестной массовой долей сульфата натрия, при этом обе соли прореагировали полностью и образовался осадок массой 23,3 г. Рассчитайте массовую долю хлорида натрия в растворе над осадком.

2. Составьте уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить превращения:



Домашний эксперимент

Возьмите щепотку поваренной соли тонкого помола и осторожно «посолите» ею пламя газовой плиты или свечи. Обратите внимание на цвет вспышек, которые свидетельствуют о наличии ионов Na^+ .

§ 49. Металлы в природе. Биологическая роль металлов

На долю металлов приходится около 52 % от общей массы нашей планеты и примерно 25 % от общей массы земной коры.

Металлы в земной коре

Форма нахождения металлов в природе соотносится с химической активностью их простых веществ. Так, например, *активные* металлы (щелочные, щёлочноземельные, **Mg** и **Al**) и металлы *средней активности* (**Ni**, **Co**, **Fe**, **Cr**, **Zn**, **Mn**) встречаются в природе только в виде соединений. *Малоактивные* металлы (**Ag**, **Cu**, **Hg** и **Sn**) можно встретить как в виде различных соединений, так и в виде простых веществ. *Неактивные* металлы — золото **Au** и платина **Pt** в земной коре встречаются преимущественно в виде простых веществ.