

# Соли



**Соли** — это сложные вещества, состоящие из ионов металлов и кислотных остатков.

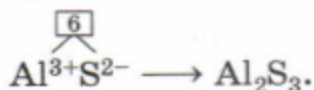
Как видно из определения, соли по составу похожи на кислоты, только вместо атомов водорода они содержат ионы металла. Поэтому их можно также назвать продуктами замещения атомов водорода в кислоте на ионы металла. Например, всем известная поваренная соль  $\text{NaCl}$  может быть рассмотрена как продукт замещения водорода в соляной кислоте  $\text{HCl}$  на ион натрия.

Заряд иона натрия  $1+$ , а заряд иона хлора  $1-$ . Так как соединение электронейтрально, формула поваренной соли  $\text{Na}^+\text{Cl}^-$ . Если же надо вывести формулу сульфида алюминия (III), поступают следующим образом.

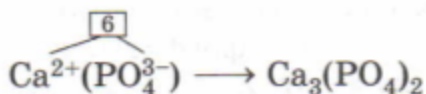
1. Обозначают заряды ионов, из которых состоит соединение:  $\text{Al}^{3+}\text{S}^{2-}$ . Заряд иона алюминия  $3+$ , а заряд иона серы можно определить по формуле соответствующей сероводородной кислоты  $\text{H}_2\text{S}$ , он равен  $2-$ .

2. Находят наименьшее общее кратное числовых значений зарядов ионов алюминия и серы ( $3$  и  $2$ ), оно равно  $6$ .

3. Находят индексы, разделив наименьшее общее кратное на величины зарядов, и записывают формулу:



Аналогично выводят формулы солей кислородсодержащих кислот, имеющих сложные ионы. Выведем, например, формулу кальциевой соли фосфорной кислоты — фосфата кальция. По таблице Менделеева определим заряд иона кальция как элемента главной подгруппы II группы (IIA группы): 2+. По формуле фосфорной кислоты  $\text{H}_3\text{PO}_4$  определим заряд иона, образованного кислотным остатком:  $\text{PO}_4^{3-}$ . Отсюда формула фосфата кальция имеет вид



(читают «кальций три, пэ-о-четыре дважды»).

Нетрудно заметить, что при выведении формул солей по зарядам ионов вы должны действовать так же, как при выведении формул бинарных соединений по валентности и по степеням окисления образующих их элементов.

Как образуют названия солей бескислородных кислот, вы уже рассмотрели, когда знакомились с номенклатурой бинарных соединений: соли  $\text{HCl}$  называют хлоридами, а соли  $\text{H}_2\text{S}$  — сульфидами.

Названия солей кислородсодержащих кислот составляют из двух слов: названия иона, образованного кислотным остатком, в именительном падеже и названия иона металла — в родительном. Названия ионов кислотных остатков составляют, в свою очередь, из корней названий элементов, с суффиксами *-ат* для высшей степени окисления и *-ит* для низшей степени окисления атомов элемента-неметалла, образующего сложный ион остатка кислородсодержащей кислоты. Например, соли азотной кислоты  $\text{HNO}_3$  называют нитратами:  $\text{KNO}_3$  — нитрат калия, а соли азотистой кислоты  $\text{HNO}_2$  — нитритами:  $\text{Ca}(\text{NO}_2)_2$  — нитрит кальция. Если же металл проявляет различные степени окисления, то их указывают

в скобках римской цифрой, например:  $\text{Fe}^{2+}\text{SO}_3$  — сульфит железа (II) и  $\text{Fe}^{3+}(\text{SO}_4)_3$  — сульфат железа (III).

Номенклатура солей приведена в таблице 5.

По растворимости в воде соли делят на растворимые (Р), нерастворимые (Н) и малорастворимые (М). Для определения растворимости солей используют таблицу растворимости кислот, оснований и солей в воде. Если под рукой нет этой таблицы, можно воспользоваться приведёнными ниже правилами. Их легко запомнить.

1. Растворимы все соли азотной кислоты — нитраты.

2. Растворимы все соли соляной кислоты — хлориды, кроме  $\text{AgCl}$  (Н),  $\text{PbCl}_2$  (М).

3. Растворимы все соли серной кислоты — сульфаты, кроме  $\text{BaSO}_4$  (Н),  $\text{PbSO}_4$  (Н),  $\text{CaSO}_4$  (М),  $\text{Ag}_2\text{SO}_4$  (М).

4. Растворимы соли натрия и калия.

5. Не растворяются все фосфаты, карбонаты, силикаты и сульфиды, кроме этих солей для  $\text{Na}^+$  и  $\text{K}^+$ .

Рассмотрим растворимую натриевую соль бескислородной соляной кислоты — хлорид натрия  $\text{NaCl}$  и нера-

#### НОМЕНКЛАТУРА СОЛЕЙ

Т а б л и ц а 5

Название и формула кислоты	Формула иона кислотного остатка	Название соли	Формула (пример)
Азотистая, $\text{HNO}_2$	$\text{NO}_2^-$	Нитриты	$\text{KNO}_2$
Азотная, $\text{HNO}_3$	$\text{NO}_3^-$	Нитраты	$\text{Al}(\text{NO}_3)_3$
Хлороводородная (соляная), $\text{HCl}$	$\text{Cl}^-$	Хлориды	$\text{FeCl}_3$
Сернистая, $\text{H}_2\text{SO}_3$	$\text{SO}_3^{2-}$	Сульфиты	$\text{K}_2\text{SO}_3$
Серная, $\text{H}_2\text{SO}_4$	$\text{SO}_4^{2-}$	Сульфаты	$\text{Na}_2\text{SO}_4$
Сероводородная, $\text{H}_2\text{S}$	$\text{S}^{2-}$	Сульфиды	$\text{FeS}$
Фосфорная, $\text{H}_3\text{PO}_4$	$\text{PO}_4^{3-}$	Фосфаты	$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$
Угольная, $\text{H}_2\text{CO}_3$	$\text{CO}_3^{2-}$	Карбонаты	$\text{CaCO}_3$
Кремниевая, $\text{H}_2\text{SiO}_3$	$\text{SiO}_3^{2-}$	Силикаты	$\text{Na}_2\text{SiO}_3$

створимые кальциевые соли угольной и фосфорной кислот — карбонат кальция  $\text{CaCO}_3$  и фосфат кальция  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ .



# Соли, их классификация и свойства

Из всех неорганических соединений соли являются наиболее многочисленным классом веществ. Это твёрдые вещества, они отличаются друг от друга по цвету и растворимости в воде.



**Соли** — это класс химических соединений, состоящих из ионов металла и ионов кислотного остатка.

В начале XIX в. шведский химик Й. Берцелиус сформулировал определение солей как продуктов реакций кислот с основаниями, или соединений, полученных заменой атомов водорода в кислоте металлом. По этому признаку различают соли *средние, кислые и основные*.



**Средние соли** — это продукты полного замещения атомов водорода в кислоте на металл.

Именно с этими солями вы уже знакомы и знаете их номенклатуру. Например:

$\text{Na}_2\text{CO}_3$  — карбонат натрия,

$\text{Al}(\text{NO}_3)_3$  — нитрат алюминия,

$\text{CuSO}_4$  — сульфат меди (II) и т. д.

Диссоциируют такие соли на катионы металла и анионы кислотного остатка:

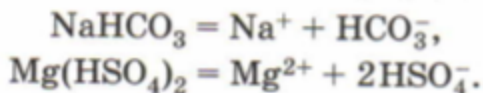


**Кислые соли** — это продукты неполного замещения атомов водорода в кислоте на металл.

К кислым солям относят, например, питьевую соду  $\text{NaHCO}_3$ , состоящую из катиона металла  $\text{Na}^+$  и кислотного однозарядного остатка  $\text{HCO}_3^-$ . Для аналогичной кислотой соли кальция формулу записывают так:  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ .

Названия этих солей складывают из названий средних солей с прибавлением слова *гидро-*, например:  $\text{Mg}(\text{HSO}_4)_2$  — гидросульфат магния.

Диссоциируют кислые соли следующим образом:



**Основные соли** — это продукты неполного замещения гидроксогрупп в основании на кислотный остаток.

Например, к таким солям относится знаменитый малахит  $(\text{CuOH})_2\text{CO}_3$ , о котором вы читали в сказках П. Бажова. Он состоит из двух гидроксокатионов  $\text{CuOH}^+$  и двухзарядного аниона кислотного остатка  $\text{CO}_3^{2-}$ .

Катион  $\text{CuOH}^+$  имеет заряд  $1+$ , поэтому в молекуле два таких катиона и один двухзарядный анион  $\text{CO}_3^{2-}$  объединены в электронейтральную соль.

Названия таких солей будут такими же, как и у средних солей, но с прибавлением слова *гидроксо-*, например  $(\text{CuOH})_2\text{CO}_3$  — гидроксокарбонат меди (II) или  $\text{AlOHCl}_2$  — гидроксохлорид алюминия. Подавляющее большинство основных солей нерастворимы или малорастворимы. Последние диссоциируют так:



## *Типичные реакции средних солей*

1. Соль + кислота  $\longrightarrow$  другая соль + другая кислота.  
(реакция обмена)

2. Соль + щёлочь  $\longrightarrow$  другая соль + другое основание.  
(реакция обмена)

3. Соль<sub>1</sub> + соль<sub>2</sub>  $\longrightarrow$  соль<sub>3</sub> + соль<sub>4</sub>.

(реакция обмена: в реакцию вступают две соли,  
в результате получаются две другие соли)

4. Соль + металл  $\longrightarrow$  другая соль + другой металл.  
(реакция замещения)