

3. ОСНОВНЫЕ КЛАССЫ НЕОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

Теоретическое введение

Важнейшими классами неорганических соединений являются оксиды, гидроксиды (основания и амфотерные), кислоты, соли (см. на схемах 1-2 классификацию с примерами).

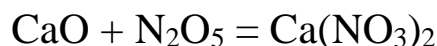
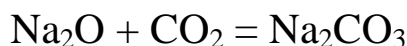
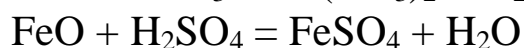
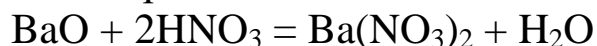
Схема 1



Оксиды. Оксидами называют вещества, состоящие из двух элементов, один из которых – кислород в степени окисления (с.о.) –2. Оксиды делятся на солеобразующие и несолеобразующие (схема 2). Несолеобразующие (или безразличные) – это оксиды, которые не образуют солей. К ним относятся CO, NO, N₂O. Солеобразующие – это оксиды, которые образуют соли при

взаимодействии с кислотами или основаниями. Солеобразующие оксиды делятся на основные, кислотные, амфотерные.

Основными называют оксиды металлов в с.о. +1, +2, гидраты которых являются основаниями (например Na_2O , CaO). Основные оксиды взаимодействуют с кислотами, кислотными и амфотерными оксидами с образованием солей:



Оксиды щелочных металлов (главная подгруппа I группы) и щелочноземельных металлов (главная подгруппа II группы, кроме Be и Mg) периодической системы непосредственно взаимодействуют с водой с образованием щелочи:

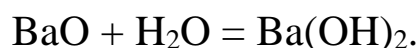
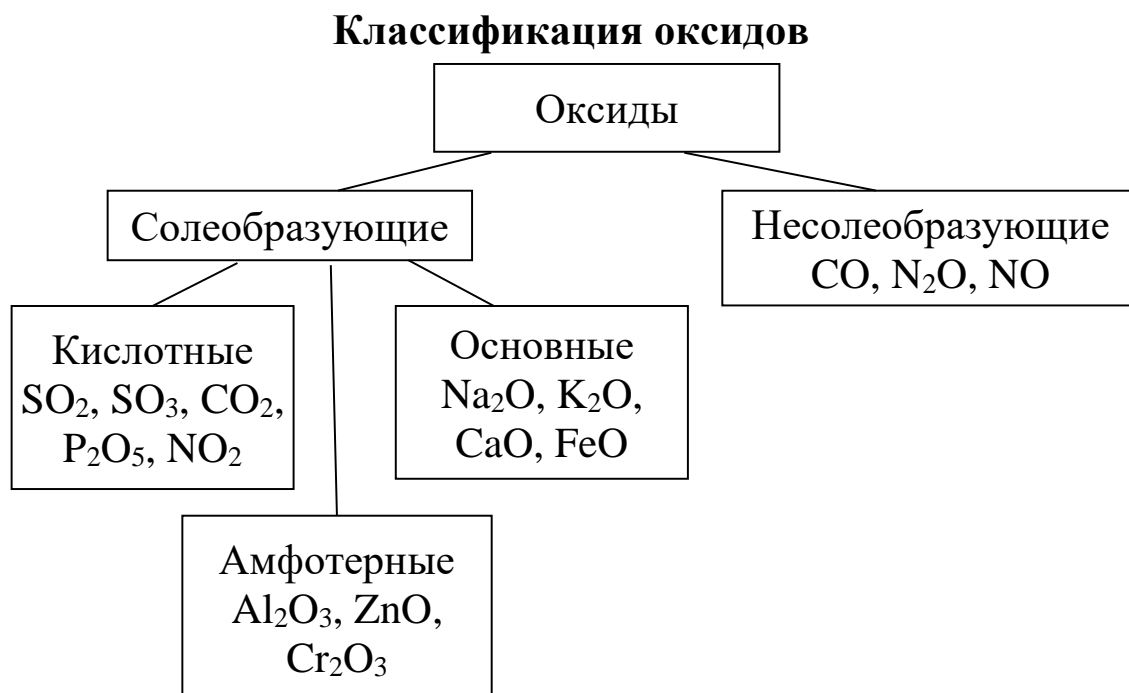
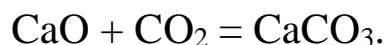
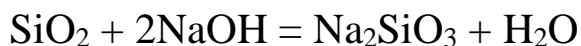


Схема 2



Кислотными называют оксиды, гидраты которых являются кислотами. Кислотные оксиды образуют неметаллы, а также некоторые металлы побочных подгрупп, проявляющими высокую с.о. +6, +7 (например, Mn_2O_7 , CrO_3). Кислотные оксиды

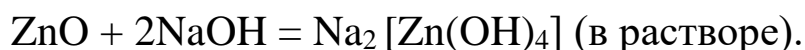
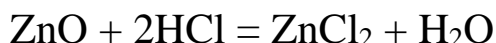
взаимодействуют с основаниями, основными и амфотерными оксидами:



Многие кислотные оксиды (кроме SiO_2) взаимодействуют с водой с образованием кислоты:

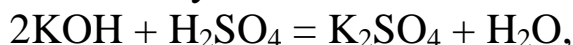


Амфотерные оксиды – это оксиды, которые в зависимости от условий проявляют как основные, так и кислотные свойства. Амфотерными являются оксиды **BeO, ZnO, SnO, PbO**, а также оксиды металлов в с.о. +3, +4: **Al₂O₃, Fe₂O₃, Cr₂O₃, Mn₂O₃, MnO₂**. Такие оксиды могут взаимодействовать как с кислотами, так и со щелочами:

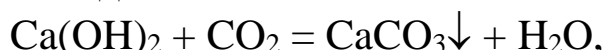


Основания (основные гидроксиды) – соединения гидроксогрупп OH с металлами в с.о. +1, +2. Основанием также является гидроксид аммония NH_4OH (или $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$), образующийся при растворении аммиака NH_3 в воде. *Щелочи* – это растворимые сильные основания. К ним относятся гидроксиды щелочных металлов (ЩМ): LiOH , NaOH , KOH , RbOH , CsOH ; и гидроксиды щелочно-земельных металлов (ЩЗМ): $\text{Ca}(\text{OH})_2$, $\text{Sr}(\text{OH})_2$, $\text{Ba}(\text{OH})_2$. В воде основания диссоциируют с образованием гидроксид-анионов OH^- .

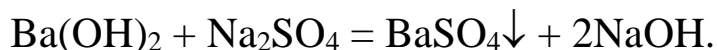
Основания взаимодействуют с кислотами:



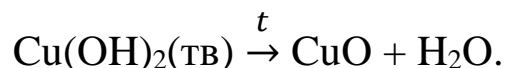
с кислотными оксидами:



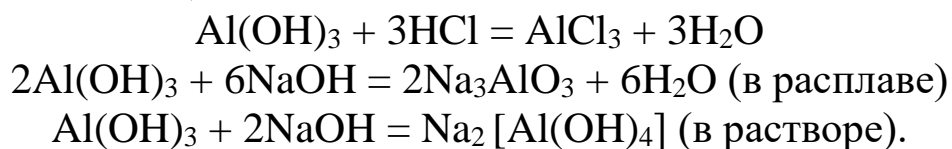
Щелочи взаимодействуют с амфотерными оксидами и гидроксидами, а также с растворами солей (если образуется осадок или газ):



Нерастворимые основания разлагаются при нагревании:

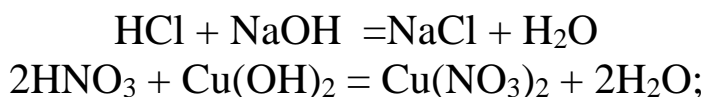


Амфотерные гидроксиды проявляют свойства как слабых оснований, так и слабых кислот. К ним относятся гидроксиды, соответствующие амфотерным оксидам, а именно: Be(OH)_2 , Zn(OH)_2 , Sn(OH)_2 , Pb(OH)_2 , Al(OH)_3 , Cr(OH)_3 , Fe(OH)_3 , Mn(OH)_3 . Амфотерные гидроксиды взаимодействуют как с кислотами (сильными), так и со щелочами:

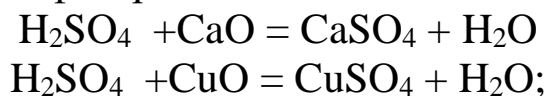


Кислоты – соединения атомов Н с кислотным остатком. При растворении в воде кислоты диссоциируют с образованием катионов водорода H^+ . Различают кислоты кислородсодержащие (H_2SO_4 , HNO_3) и бескислородные (HCl , H_2S). Число ионов водорода в молекуле кислоты, способных замещаться на ионы металлов, определяет основность кислоты. Так, HNO_3 , HCl – одноосновные, H_2SO_4 , H_2S – двухосновные, H_3PO_4 , H_3AsO_4 – трехосновные кислоты. Названия и формулы кислот, а также их кислотных остатков приведены в таблице Приложения 1.

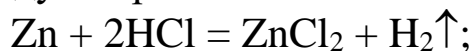
Кислоты взаимодействуют с гидроксидами (реакция нейтрализации):



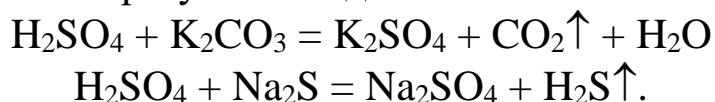
с основными и амфотерными оксидами:



с металлами по ряду напряжений:



с солями, если образуется осадок или газ:

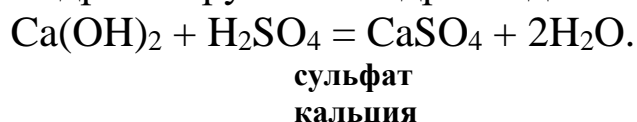


Соли – это электролиты, которые диссоциируют с образованием катионов (отличных от H^+) и анионов (отличных от OH^-). Соли образуются при замещении водорода в кислоте на металл; и при замещении гидроксигруппы в гидроксиде на

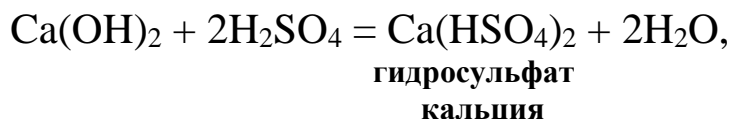
кислотный остаток. Тривиальные названия некоторых солей приведены в Приложении 2.

Соли бывают следующих типов.

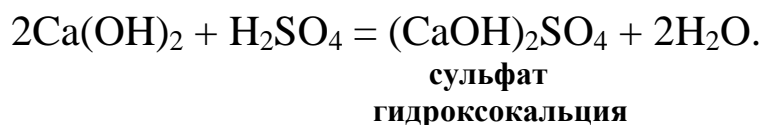
Нормальные (или средние) соли состоят из катионов металла (или NH_4^+) и анионов кислотного остатка, продукт полного замещения, например Na_2CO_3 – карбонат натрия, K_3PO_4 – фосфат калия, CuSO_4 – сульфат меди. Нормальные соли образуются, если происходит полное замещение водорода в молекуле кислоты и полное замещение гидроксогруппы в гидроксиде:



Кислые соли – продукт неполного замещения ионов водорода в кислоте, например NaHCO_3 – **гидрокарбонат** натрия, K_2HPO_4 – **гидрофосфат** калия, KH_2PO_4 – **дигидрофосфат** калия. В названии кислой соли к названию кислотного остатка прибавляется приставка «гидро-» и «дигидро-» (по числу атомов водорода в составе соли). Кислые соли образуются при избытке двух- или трехосновной кислоты, если не все атомы водорода в кислоте замещаются на металл:



Основные соли – это продукт неполного замещения ионов OH^- в молекуле гидроксида, например, $(\text{CuOH})_2\text{CO}_3$ – карбонат **гидроксомеди**, ZnOHCl – хлорид **гидроксоцинка** (к названию металла прибавляется приставка «гидроксо-» или «дигидроксо-» по числу OH -групп). Основные соли при избытке двух- или трехкислотного гидроксида, если не все гидроксогруппы замещаются на кислотный остаток:



Двойные соли содержат два катиона и один анион, например, $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ – карбонат кальция-магния, $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$ – сульфат калия-алюминия. *Смешанные* – содержат один катион и два аниона, например, CaCl_2O или $\text{CaCl}(\text{ClO})$ хлорид-гипохлорит кальция.

Комплексные соли (рис. 6) содержат сложный комплексный анион (реже катион), состоящий из металла-комплексобразователя и нескольких лигандов (отрицательно заряженных ионов или молекул аммиака или воды), например, $\text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]$ – тетрагидроксоцинкат натрия, $\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$ – тетрагидроксоалюминат натрия, $\text{Na}_3[\text{Al}(\text{OH})_6]$ – гексагидроксоалюминат натрия, $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ – гексацианоферрат (III) калия, $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ – гексацианоферрат (II) калия.

Гидраты представляют собой сухие соли, содержащие молекулы воды, встроенные в кристаллическую решетку (кристаллизационная вода), например, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ – пентагидрат сульфата меди.



Рисунок 6 – Строение комплексных соединений

Для солей характерны следующие химические реакции:
взаимодействие с кислотами, щелочами и раствором другой соли, если в результате образуется осадок или газ;

взаимодействие раствора соли с металлами (по ряду напряжений: более активный металл вытесняет менее активный из раствора соли);

перевод кислых и основные солей в нормальные:

