



ПОЛИТЕХ

Санкт-Петербургский
политехнический университет
Петра Великого

Типы химических соединений, номенклатура, свойства.

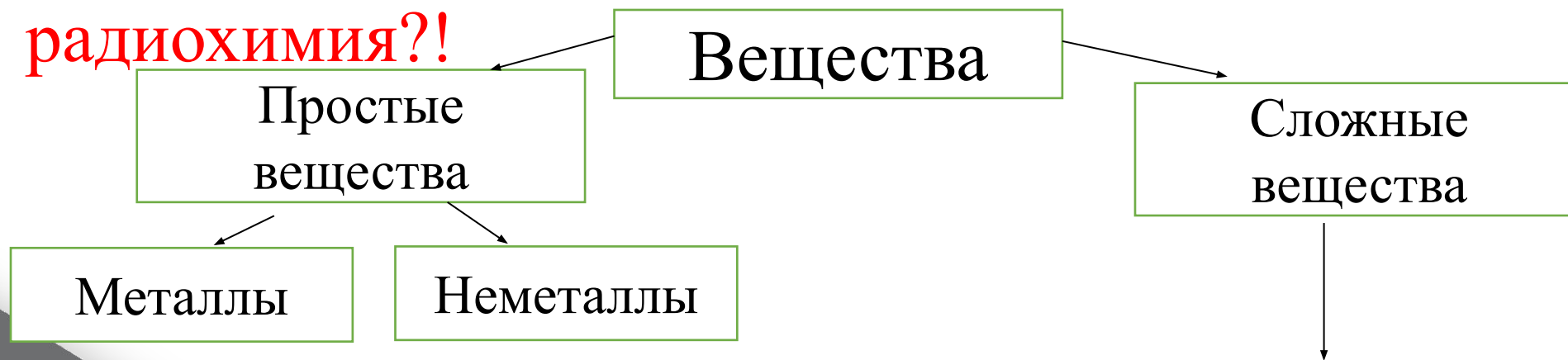


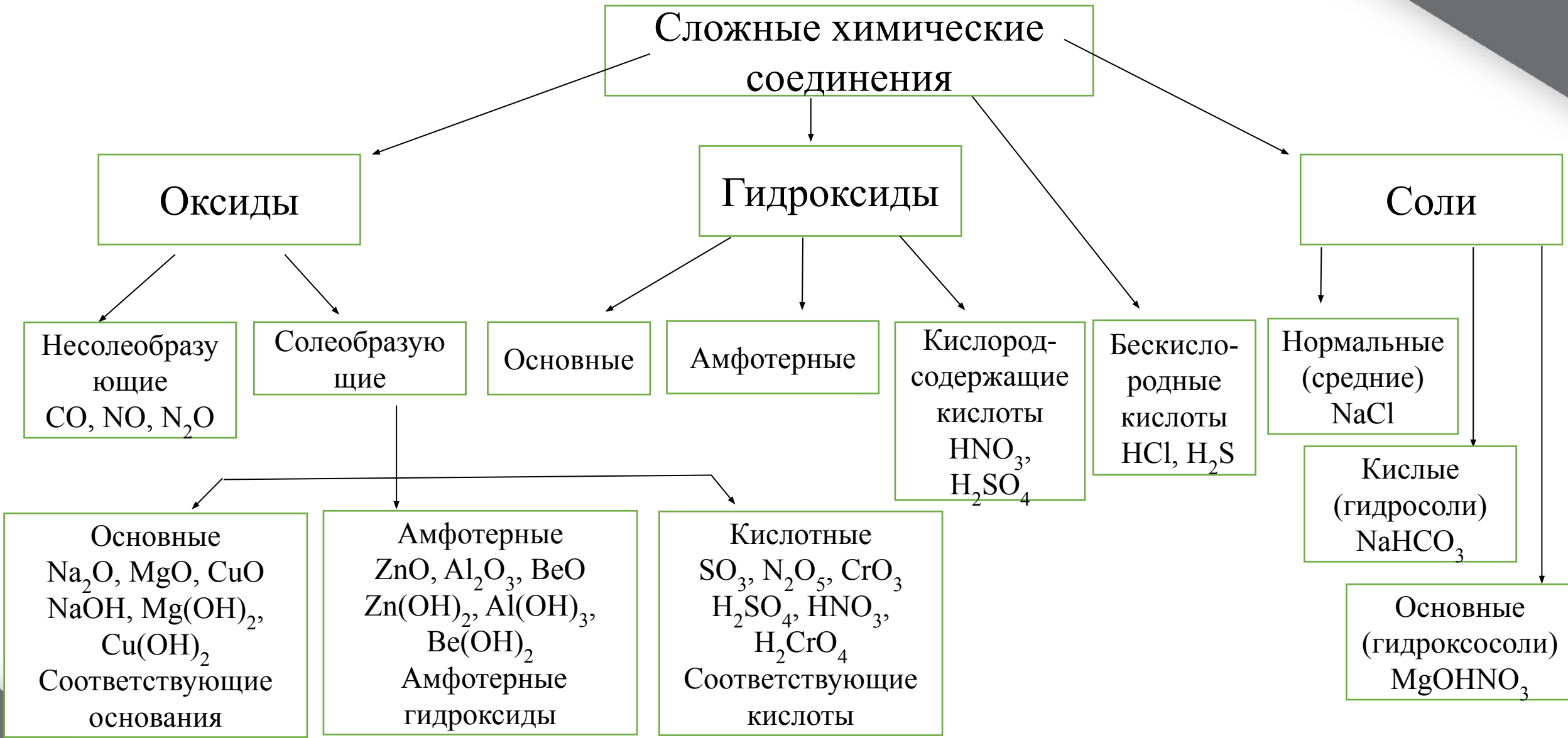
ПОЛИТЕХ
Институт металлургии,
машиностроения и транспорта

Основные понятия

Химия – наука, изучающая вещества и их состав строение, свойства и превращения, сопровождающиеся изменением внешних электронных оболочек атомов, но не затрагивающие состав и структуру их ядер. **А**

радиохимия?!





Оксиды

Сложные вещества, которые состоят из атомов кислорода в степени окисления -2 и атомов другого элемента – металла или неметалла.

Общая формула $\text{Э}_2^{+n}\text{O}_n^{-2}$

Оксиды делятся на две группы: несолеобразующие (СО, NO, N₂O и др.) и солеобразующие (последним соответствуют гидроксиды).

Основные оксиды – оксиды металлов, которым соответствуют основания (гидроксиды).

Основными свойствами обладают оксиды металлов-элементов главных подгрупп Периодической системы, расположенные в левой нижней ее части и оксиды переходных и редкоземельных элементов (побочных подгрупп) в низших степенях окисления.

Na_2O оксид натрия – NaOH гидроксид натрия

MgO оксид магния - $\text{Mg}(\text{OH})_2$ гидроксид магния

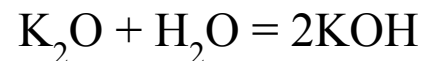
CuO оксид меди (II) – $\text{Cu}(\text{OH})_2$ гидроксид меди (II)

MnO оксид марганца (II) - $\text{Mn}(\text{OH})_2$ гидроксид марганца (II)

Химические свойства основных оксидов

1. Образование гидроксидов. Реакция с водой. Некоторые основные оксиды реагируют с водой и образуют растворимые в воде основания – щелочи. С водой реагируют оксиды следующих металлов: Li, Na, K, Rb, Cs, Ca, Sr, Ba

Основной оксид + вода = основание (щелочь)



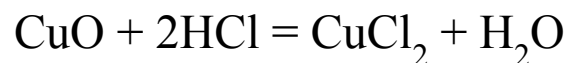
Основные оксиды других металлов не реагируют с водой, но соответствующий гидроксид можно получить в два приема:

$\text{CuO} + \text{H}_2\text{O}$ = реакция не идет;



2. Реакция с кислотами. Основные оксиды реагируют с кислотами и дают соль и воду:

Основной оксид + кислота = соль + вода



3. Реакция с кислотными оксидами. Основные оксиды реагируют с кислотными оксидами и дают соли:

Основной оксид + кислотный оксид = соль

$\text{K}_2\text{O} + \text{SO}_3 = \text{K}_2\text{SO}_4$. Серному ангидриду SO_3 соответствует серная кислота H_2SO_4 , поэтому образуется соль серной кислоты.

4. Некоторые основные оксиды реагируют (при нагревании) с амфотерными оксидами, которые в этом случае ведут себя как ангидриды соответствующих кислот: $\text{Na}_2\text{O} + \text{BeO} \xrightarrow{t^\circ} \text{Na}_2\text{BeO}_2$

5. Некоторые основные оксиды реагируют с амфотерными основаниями, которые в этом случае ведут себя как кислоты. $\text{Na}_2\text{O} + \text{Be(OH)}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{Na}_2[\text{Be(OH)}_4]$

Кислотные оксиды (ангидриды кислот) – оксиды, которым соответствуют кислородсодержащие кислоты. Кислотными оксидами являются все оксиды неметаллов (элементов главных подгрупп правой верхней части ПС), а также оксиды переходных металлов (элементов побочных подгрупп) в высших степенях окисления (+5, +6, +7).

CO_2 оксид углерода (IV) - H_2CO_3 угольная кислота

CrO_3 оксид хрома (VI) – H_2CrO_4 хромовая кислота

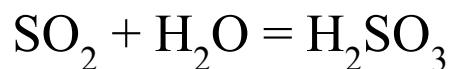
N_2O_5 оксид азота (V) – HNO_3 азотная кислота

Cl_2O_7 оксид хлора (VII) – HClO_4 хлорная кислота

Химические свойства кислотных оксидов (ангидридов)

1. Реакция с водой. Кислотные оксиды реагируют с водой и дают кислородсодержащие кислоты:

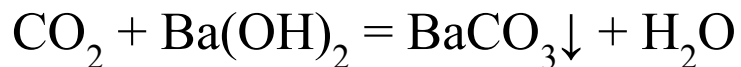
Кислотный оксид (ангидрид) + вода = кислота



Некоторые кислотные оксиды не реагируют с водой, на пример $\text{SiO}_2 + \text{H}_2\text{O} =$ реакция не идет

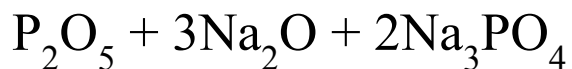
2. Реакция с основаниями. Кислотные оксиды реагируют с основаниями и дают соль и воду:

Кислотный оксид + основание = соль + вода

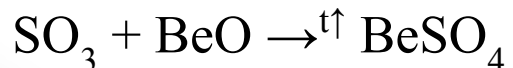


3. Реакция с основными оксидами. Кислотные оксиды реагируют с основными и дают соли:

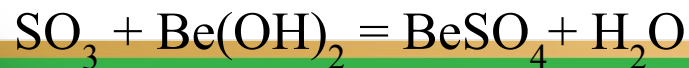
Кислотный оксид + основной оксид = соль



4. Реакция с амфотерным оксидом (при нагревании) с образованием соли:



5. Реакция с амфотерным основанием протекает с образованием соли и воды:



Основания

Основания – сложные вещества, молекулы которых состоят из атомов металла и гидроксильной группы – OH^- : LiOH , $\text{Mg}(\text{OH})_2$, $\text{Fe}(\text{OH})_3$

При диссоциации в воде из отрицательно заряженных ионов образуют только гидроксид-ионы OH^-

Общая формула оснований - $\text{Me}^{+n}(\text{OH})_n^{-1}$ где Me – металл, исключение NH_4OH - гидроксид аммония (водный раствор аммиака).

Основания можно разделить на растворимые и нерастворимые в воде.

Растворимые в воде основания – сильные основания или щелочи: LiOH , NaOH , KOH , RbOH , CsOH , $\text{Ca}(\text{OH})_2$, $\text{Sr}(\text{OH})_2$, $\text{Ba}(\text{OH})_2$

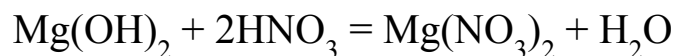
Все остальные основания – слабые, в воде нерастворимы. Например, $\text{Cu}(\text{OH})_2$, $\text{Fe}(\text{OH})_2$ и др.

Химические свойства оснований

1. Цвет индикатора в щелочной среде: Лакмус – синий; Фенолфталеин – малиновый; Метилоранж – желтый

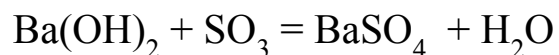
2. Реакция с кислотами. Основания реагируют с кислотами и дают соль и воду. Реакция основания с кислотой называется реакцией нейтрализации.

Основание + кислота = соль + вода



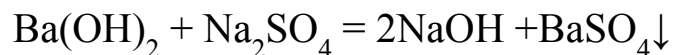
3. Реакция с кислотными оксидами. Основания реагируют с ангидридами кислот, образуя соль и воду:

Основание + кислотный оксид = соль + вода



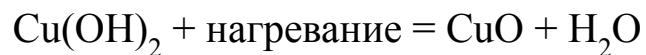
4. Реакция с солями. Щелочи реагируют с растворимыми солями и дают новую соль и новое основание. В результате реакции обычно образуется осадок

Основание1 + соль1 = основание 2 + соль2

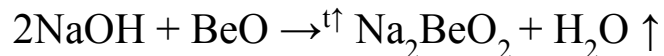


5. Реакция разложения нерастворимых оснований. При нагревании разлагаются образуя основные оксиды и воду.

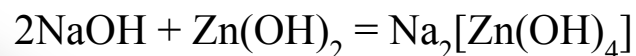
Основание + нагревание = Основной оксид + вода



6. Реакция с амфотерными оксидами: при сплавлении щелочи реагируют с амфотерными оксидами с образованием соли и воды, которая улетает.



7. Реакция с амфотерными основаниями: в растворе щелочи реагируют с амфотерными основаниями с образованием комплексов; при сплавлении – аналогично п.6.



Кислоты

Сложные химические соединения, молекулы которых состоят из ионов водорода и анионов. При взаимодействии с водой кислоты диссоциируют с образованием положительно заряженных ионов водорода – протонов - H^+ и соответствующих отрицательных ионов – анионов. Чем больше ионов водорода образуется при диссоциации, тем сильнее кислота.

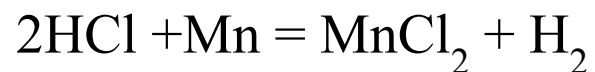
Общая формула кислот - $H_m A^{m-}$

Химические свойства кислот

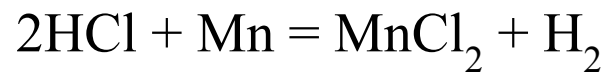
1. Цвет индикатора в кислой среде: Лакмус – красный; Фенолфталеин – бесцветный;
Метилоранж – розовый

2. Реакция с металлами. Некоторые кислоты реагируют с некоторыми металлами, давая соль и водород:

Металл + кислота = соль + водород

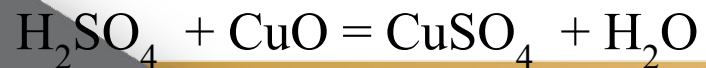


Металлы по их активности можно расположить в ряд, который называется рядом стандартных электродных потенциалов или рядом активности металлов. Металлы с отрицательным значением потенциала могут выделять водород из растворов кислот; металлы с положительным значением потенциала водород из кислот не выделяют.

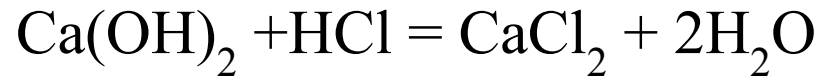


$\text{HCl} + \text{Cu} =$ реакция не идет

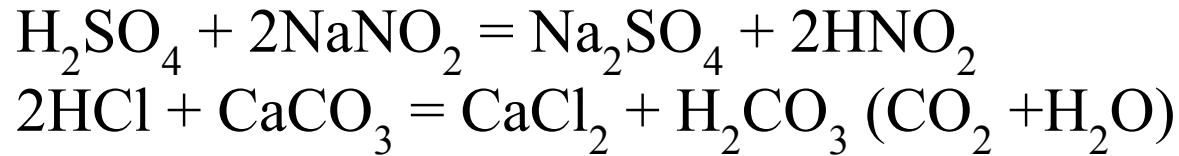
3. Реакция с основными оксидами. Кислоты реагируют с основными оксидами, образуя соль и воду: кислота + основной оксид = соль + вода



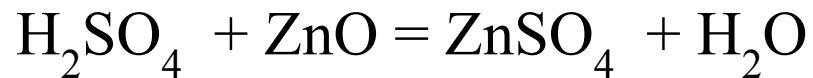
4. Реакции с основаниями. Кислоты реагируют с основаниями и дают соль и воду – реакция нейтрализации: основание + кислота = соль + вода



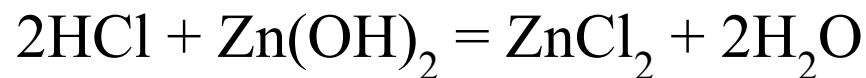
5. Реакции с солями. Сильные кислоты реагируют с солями менее сильных кислот и дают новую кислоту и новую соль: кислота 1 + соль 1 = кислота 2 + соль 2



6. Реакция с амфотерным оксидом протекает аналогично с реакцией с основным оксидом с образованием соли и воды:



7. Реакция с амфотерным основанием протекает аналогично с реакцией с обычным основанием с образованием соли и воды:



8. Разложение кислот. Кислоты разлагаются при нагревании, а некоторые и при комнатной температуре.

Кислота + нагревание = Оксид + вода



Амфотерные оксиды и гидроксиды

Амфотерные оксиды – это оксиды, проявляющие основные и кислотные свойства: BeO , SnO , SnO_2 , ZnO , PbO , PbO_2 , Al_2O_3 , Cr_2O_3 .

Амфотерным оксидам соответствуют амфотерные гидроксиды, которые также проявляют двойственные свойства, т.е. свойства оснований и кислот.

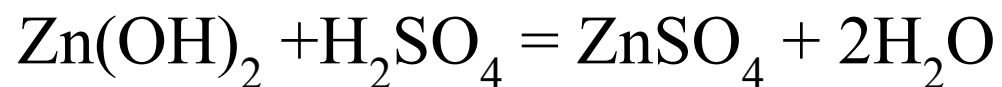
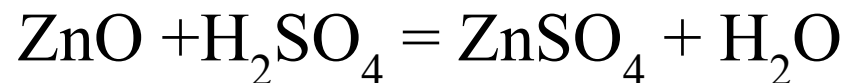
В таблице Менделеева элементы (главных подгрупп), оксиды и гидроксиды которых обладают амфотерными свойствами, располагаются вдоль диагонали из левого верхнего в правый нижний угол. Амфотерными свойствами обладают и оксиды (гидроксиды) переходных элементов (побочных подгрупп), находящиеся в промежуточных степенях окисления.

Свойства амфотерных оксидов и гидроксидов

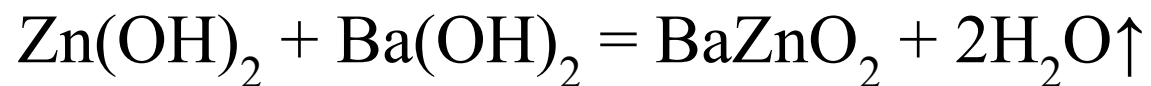
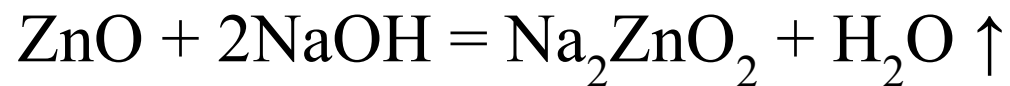
Амфотерные оксиды не реагируют с водой, амфотерные гидроксиды малорастворимы в воде.

Амфотерные оксиды реагируют с кислотами (как основные оксиды) и со щелочами (как кислотные оксиды). Амфотерные гидроксиды также реагируют с кислотами (как основания) и со щелочами (как кислоты).

Основные свойства:



Кислотные свойства (при сплавлении):



В водных растворах проявление кислотных свойств приводит к образованию комплексных соединений:



Соли

По составу соли делят на:

Средние (нормальные) – NaCl , CaCO_3 , $\text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2$

Кислые – NaHCO_3 , $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$, $\text{Fe}(\text{HSO}_4)_3$

Основные – MgOHNO_3 , $(\text{CuOH})_2\text{CO}_3$, $\text{Fe}(\text{OH})_2\text{Cl}$

Существуют еще двойные $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$, смешанные (CaClOCl) и комплексные соли $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}$

Средние (или нормальные) соли

Сложные химические соединения, состоящие из атомов (ионов) металлов и анионов; это продукты полного замещения ионов водорода кислоты ионами металлов.

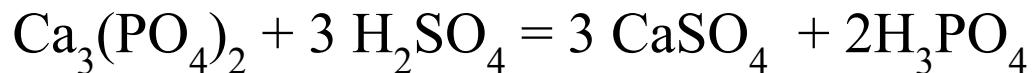
Номенклатура (название) средней соли строится следующим образом: сначала – название аниона, затем - название металла и в скобках римскими цифрами его степень окисления (при необходимости).

ZnSO_4 - сульфат цинка, MnCl_2 – хлорид марганца (II),
 $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ – нитрат железа (III), CuCl – хлорид меди (I),
 Na_2BeO_2 - бериллат натрия.

Химические свойства средних солей

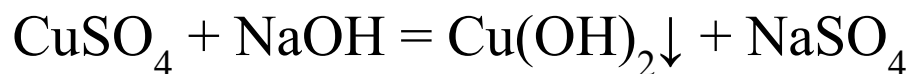
1. Реакции с кислотами. Соли могут реагировать с кислотами давая новую соль и новую кислоту:

Соль 1 + кислота 1 = соль 2 + кислота 2

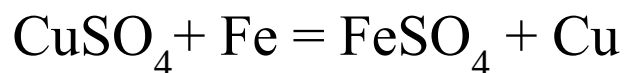


2. Реакции со щелочами. Соли реагируют со щелочами давая новую соль и новое основание.

Соль 1 + щелочь = соль 2 + основание

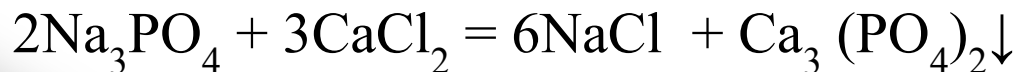


3. Реакции с металлами. Соли реагируют с металлами и дают новую соль и свободный металл. Для реакции нужно взять раствор соли и металл, более активный, чем металл, который образует соль



4. Реакции с солями. Две растворимые соли реагируют друг с другом и дают две новые соли. В результате этой реакции должен выпасть осадок

Соль 1 + соль 2 = соль 3 + соль 4↓



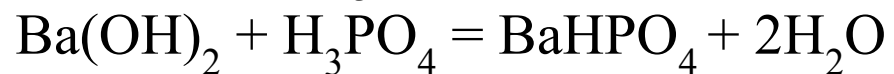
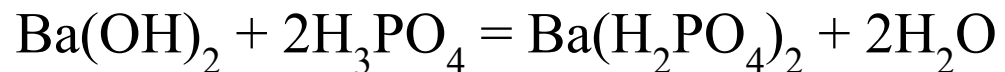
Кислые соли

Это продукт неполного замещения ионов водорода кислоты ионами металлов. Кислые соли - сложные соединения, молекулы которых состоят из ионов металлов, одного или нескольких протонов и анионов соответствующих кислот.

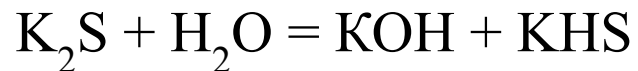
Номенклатура кислых солей начинается с названия аниона, перед которым ставится приставка «гидро» (означающая водород); если ионов водорода два – «дигидро-», если три – «тригидро-» и т.д.; затем идет название металла, затем – его степень окисления в скобках римскими цифрами: KHS - гидросульфид калия, $\text{Ba}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ - дигидроортофосфат бария, $\text{Fe}(\text{HSO}_4)_3$ - гидросульфат железа (III).

Получение.

1. Реакция неполной нейтрализации кислоты основанием (избыток кислоты или недостаток основания)



2. Гидролиз некоторых солей



3. Реакция кислоты и средней соли



Основные соли

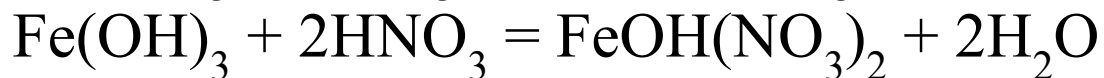
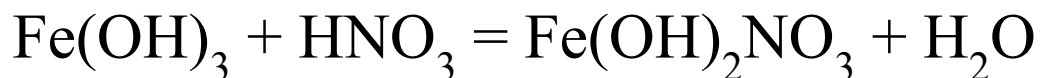
Сложные химические соединения, молекулы которых состоят из ионов металлов, одной или нескольких гидроксо групп (OH^-) и анионов кислот.

Это результат неполного замещения гидроксо групп основания анионами кислот.

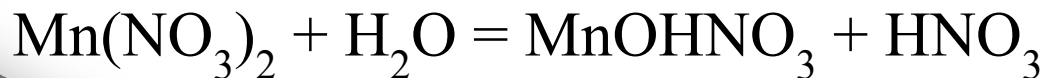
Название основной соли строится следующим образом: сначала – название аниона, затем – слово «гидроксо» (если на один ион металла приходится одна группа OH^- , если две группы OH^- – «ди гидроксо-», если три – «три гидроксо-» и т.д.). Например, $\text{FeOH}(\text{NO}_3)_2$ - нитрат гидроксо железа (III); $\text{Fe}(\text{OH})_2\text{NO}_3$ - нитрат дигидроксо железа (III); $(\text{CuOH})_2\text{SO}_4$ - сульфат гидроксо меди (II).

Получение.

1. Реакция неполной нейтрализации основания кислотой (избыток основания или недостаток кислоты)



2. Реакция гидролиза соли, образованной сильной кислотой и слабым основанием



3. Реакция неполного обмена средней соли и щелочи

