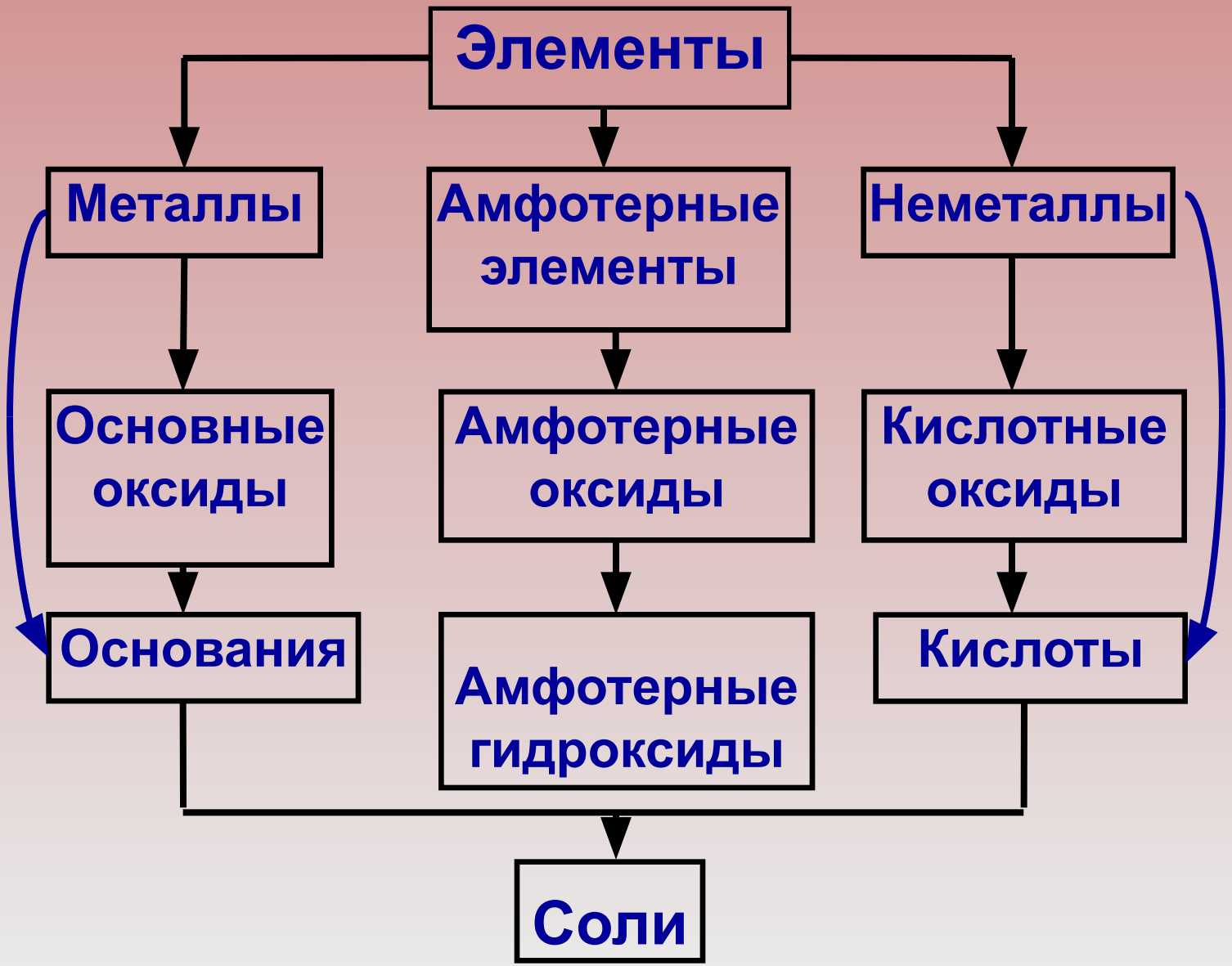
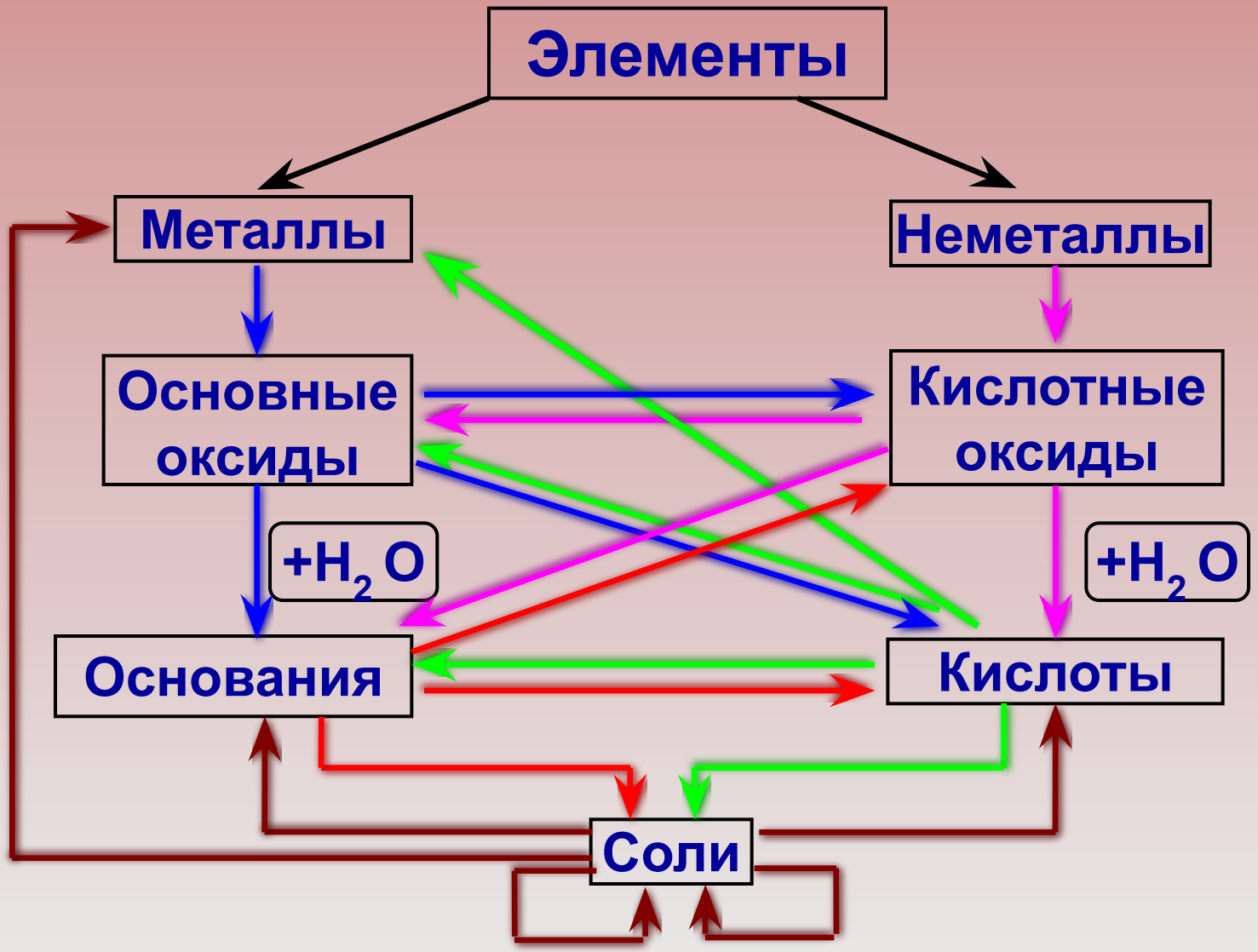
Генетическая связь основных классов неорганических соединений

ГЕНЕТИЧЕСКАЯ СВЯЗЬ ОСНОВНЫХ КЛАССОВ НЕОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ



Химические свойства оксидов, оснований, кислот и солей

ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ОСНОВНЫХ КЛАССОВ НЕОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ



Основные	Амфотерные	Кислотные
↓	↓	↓
Оксиды металлов, Степень окисления которых +1, +2	Оксиды металлов, степень окисления которых +2, +3, +4	Оксиды неметаллов, оксиды металлов степень окисления которых > +5
↓	↓	↓
Na_2O	BeO	SO_2
CaO	ZnO	SO_3
CuO	Al_2O_3	P_2O_5
FeO	Cr_2O_3	CrO_3
CrO	MnO_2	Mn_2O_7

Основные оксиды –
это сложные вещества, состоящие из **металла** и **кислорода**, которым соответствуют основания

-Оксиды металлов главной подгруппы первой группы (щелочные металлы) Li — Fr

-Оксиды металлов главной подгруппы второй группы (Mg и щелочноземельные металлы) Mg — Ra

- Оксиды переходных металлов в низших степенях окисления

ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ОСНОВНЫХ ОКСИДОВ

Основные оксиды реагируют:

1) с кислотными оксидами: $Na_2O + CO_2 = Na_2CO_3$;

2) с кислотами: $CaO + H_2SO_4 = CaSO_4 + H_2O$;

3) с водой (реагируют оксиды только самых активных металлов – щелочных и щелочноземельных):

$$CaO + H_2O = Ca(OH)_2$$

Оксиды, образованные малоактивными металлами, с водой не реагируют

$$CuO + H_2O \neq \text{не идет}$$

Кислотные оксиды –
это сложные вещества, состоящие из **неметалла** и **кислорода**, которым соответствуют кислоты

Главная закономерность

Развитие химического вещества

1

Неметалл → Кислотный оксид

S → SO_3

2

Кислотный оксид + Вода → Кислота

$SO_3 + H_2O = H_2SO_4$

Химические свойства кислотных оксидов

Кислотные оксиды реагируют:

1) с основными оксидами: $SO_3 + Na_2O = Na_2SO_4$;

2) с основаниями: $CO_2 + 2NaOH = Na_2CO_3 + H_2O$;

3) с водой: $SO_3 + H_2O = H_2SO_4$

$SiO_2 + H_2O \neq$ **не идет**

Несолеобразующие оксиды, образованные неметаллами:

$\overset{+2}{C}O$ $\overset{+}{N}_2O$ $\overset{+2}{N}O$

Они не взаимодействуют с водой, им не соответствуют кислоты.

Основания –
это вещества, состоящие из металла и гидроксильных групп OH^-
(диссоциирующие с образованием гидроксид-ионов OH^-)

Очень активные металлы

щелочные

(1 группа, главная подгруппа: Na, K)

и

щелочноземельные

(2 группа, главная подгруппа: Ca, Sr, Ba)

образуют

Сильные основания (щелочи), растворимы в воде, диссоциируют полностью:

NaOH, KOH, $Ca(OH)_2$, $Ba(OH)_2$

$$Ba(OH)_2 = Ba^{2+} + 2OH^-$$

$$Ca(OH)_2 = Ca^{2+} + 2OH^-$$

Малоактивные металлы

(все, кроме щелочных и щелочноземельных):

Al, Zn, Cu, Fe, Pb

образуют

Слабые основания

плохо растворимы в воде, диссоциируют частично:

$Cu(OH)_2\downarrow$, $Fe(OH)_3\downarrow$

металлы
с меньшей степенью окисления
образуют
более сильные основания

$$\overset{+2}{Fe}(OH)_2 > \overset{+3}{Fe}(OH)_3$$

Получение сильных оснований

1) оксид с водой:

$$CaO + H_2O = Ca(OH)_2$$

2) металл с водой:

$$2Na + H_2O = 2NaOH + H_2$$

3) электролиз раствора соли:

(NaCl, KCl)

Получение слабых оснований

Соль малоактивного металла со щелочью:

$$CuSO_4 + 2\ NaOH = Cu(OH)_2\downarrow + Na_2SO_4$$

Химические свойства оснований

Основания реагируют:

1) с кислотами (реакция нейтрализации):

$$2NaOH + H_2SO_4 = Na_2SO_4 + 2H_2O;$$

2) с кислотными оксидами:

$$2NaOH + CO_2 = Na_2CO_3 + H_2O;$$

3) с солями (если образуется осадок):

$$2NaOH + CuSO_4 = Cu(OH)_2\downarrow + Na_2SO_4.$$

Амфотерные гидроксиды обладают двойственными свойствами – и оснований и кислот одновременно. Они реагируют и с кислотами и с основаниями.

Металлы, образующие амфотерные гидроксиды

Группа	I	II	III	IV	VI
Элементы	Au	Be, Zn	Al	Ge, Sn, Pb	Cr
Степень окисления	+3	+2	+3	+2; +4	+3

Амфотерные свойства гидроксида цинка $Zn(OH)_2$:

амфот.

$$Zn(OH)_2\downarrow + H_2SO_4 = ZnSO_4 + 2H_2O$$

основание кислота

В расплаве:

амфот.

$$Zn(OH)_2 + 2NaOH = H_2ZnO_2 + 2NaOH =$$

кислота основание

$$= Na_2ZnO_2 + 2H_2O$$

цинкат натрия

В растворе:

$$Zn(OH)_2 + 2NaOH = Na_2[Zn(OH)_4]$$

Амфотерные свойства гидроксида алюминия:

амфот.

$$2Al(OH)_3 + 3H_2SO_4 = Al_2(SO_4)_3 + 6H_2O$$

основание кислота

В расплаве:

амфот.

$$Al(OH)_3 + 3NaOH = H_3AlO_3 + NaOH = NaAlO_2 + 2H_2O$$

кислота основание ортоалюминиевая кислота метаалюминат натрия

H_2O $HAlO_2$

метаалюминиевая кислота

В растворе:

$$Al(OH)_3 + 3NaOH = Na_3[Al(OH)_6]$$

или

$$Na[Al(OH)_4]$$

Металлы с одинаковой степенью окисления (+2 или +3) образуют амфотерные гидроксиды с аналогичными свойствами

Кислоты –
это сложные соединения, диссоциирующие с образованием катионов водорода H^+ (протонов)

Кислоты и соли

Название кислоты	Формула кислоты	Кислотный остаток	Название соли	Примеры солей
Соляная (хлороводород-ная)	HCl	Cl^-	хлориды	$NaCl$
Азотная	HNO_3	NO_3^-	нитраты	KNO_3
Серная	H_2SO_4	SO_4^{2-} HSO_4^-	сульфаты гидросульфаты	Na_2SO_4 $NaHSO_4$
Фосфорная	H_3PO_4	PO_4^{3-} HPO_4^{2-} $H_2PO_4^-$	фосфаты гидрофосфаты дигидрофосфаты	$Ca_3(PO_4)_2$ $CaHPO_4$ $Ca(H_2PO_4)_2$
Сернистая	H_2SO_3	SO_3^{2-} HSO_3^-	сульфиты гидросульфиты	Na_2SO_3 $NaHSO_3$

Кислоты и соли

Название кислоты	Формула кислоты	Кислотный остаток	Название соли	Примеры солей
Сероводородная	H_2S	S^{2-} HS^-	сульфиды гидросульфиды	Na_2S $NaHS$
Угольная	H_2CO_3	CO_3^{2-} HCO_3^-	карбонаты гидрокарбонаты	Na_2CO_3 $NaHCO_3$
Кремниевая	H_2SiO_3	SiO_3^{2-} $HSiO_3^-$	силикаты гидросиликаты	Na_2SiO_3 $NaHSiO_3$
Азотистая	HNO_2	NO^-_2	нитриты	$NaNO_2$
Синильная (циановодородная)	HCN	CN^-	цианиды	KCN

Химические свойства кислот

Кислоты реагируют:

1) с основаниями: $2HCl + Ca(OH)_2 = CaCl_2 + 2H_2O$;

2) с основными оксидами: $H_2SO_4 + CaO = CaSO_4 + H_2O$;

3) с солями (если образуется осадок или газ):

а) $H_2SO_4 + BaCl_2 = BaSO_4\downarrow + 2HCl$,

б) $HCl + CaCO_3 = CaCl_2 + CO_2\uparrow + H_2O$;

4) с металлами: $\underset{\text{разб.}}{H_2SO_4} + Zn = ZnSO_4 + H_2\uparrow$

Взаимодействие кислот с металлами

Обычные:

$\overset{+}{H}Cl$, $\overset{+}{H}_2SO_4$ разб.

Окислителем является: $\overset{+}{H}$

Обычные кислоты реагируют с металлами с выделением водорода

Взаимодействие кислот с металлами

Ряд напряжений металлов

Li, K, Na, Mg, Al, Mn, Zn, Fe, Ni, Sn, Pb,	H	Cu, Hg, Ag, Pt, Au

Металлы, расположенные в ряду напряжений

до водорода,

вытесняют водород из обычных кислот

Взаимодействие кислот с металлами

Кислоты-окислители:

$H_2\overset{+6}{S}O_4$, $H\overset{+5}{N}O_3$, $H\overset{+5}{N}O_3$

конц. **конц.** **разб.**

Окислителем является кислотообразующий элемент:

$\overset{+6}{S}$, $\overset{+5}{N}$

Кислоты-окислители реагируют с металлам

без выделения водорода

Примеры:

$$H_2SO_4 + Zn = ZnSO_4 + H_2\uparrow$$

разб.

$$2H_2SO_4 + Zn = ZnSO_4 + SO_2 + 2H_2O$$

конц.

$$4HNO_3 + Cu = Cu(NO_3)_2 + 2NO_2 + 2H_2O$$

конц.

$$8HNO_3 + 3Cu = 3Cu(NO_3) + 2NO + 4H_2O$$

разб.

Соли – электролиты, диссоциирующие на катионы металла и анионы кислотного остатка

Средние соли состоят из металла и кислотного остатка

Пример: $\overset{+1}{Na}_3\overset{-3}{PO}_4$ **– фосфат натрия**

Кислые соли (гидросоли) состоят из катиона металла

и

сложного аниона, содержащего водород и кислотный остаток

Пример: $\overset{+1}{Na_2}H\overset{-2}{PO_4}$ **– гидрофосфат натрия**

Основные соли (гидроксосоли) состоят из сложного катиона, содержащего металл и гидроксильную группу, и аниона кислотного остатка

Пример:

$Al\overset{+2}{O}\overset{-1}{H}Cl_2$ – гидроксохлорид алюминия

Химические свойства солей

Соли реагируют:

1) с основаниями (если образуется осадок):

$$FeCl_3 + 3NaOH = Fe(OH)_3\downarrow + 3NaCl\ ;$$

2) с кислотами (если образуется осадок или выделяется газ):

$$AgNO_3 + HCl = AgCl\downarrow + HNO_3,$$

$$Na_2CO_3 + 2HCl = 2NaCl + CO_2\uparrow + H_2O\ ;$$

3) с солями (если образуется осадок):

$$Na_2SO_4 + BaCl_2 = BaSO_4\downarrow + 2NaCl\ ;$$

4) с металлами (более активными, чем металл, образующий соль):

$$CuSO_4 + Fe = Cu + FeSO_4\ .$$

Периодичность изменения кислотно-основных свойств

Кислотно-основные свойства сложных соединений зависят от свойств элементов, из которых они образовались:

1. Свойства элементов в периодах изменяются от металлических неметаллическим.

В соответствии с этим, свойства сложных соединений (оксидов и гидроксидов) периодически изменяются от основных к кислотным.

Кислотно-основные свойства сложных соединений зависят от свойств элементов, из которых они образовались:

2. Активные металлы (щелочные и щелочноземельные) образуют сильные основания (щелочи);
3. Мало активные металлы образуют слабые основания;
4. активным металлам с меньшей степенью окисления соответствуют более сильные основания;
5. активным неметаллам с более высокой степенью окисления соответствуют более сильные кислоты;
6. Активным неметаллам соответствуют сильные кислоты.