

Лекция №4

Классы неорганических веществ

План лекции:

- Классификация неорганических веществ.
- Способы получения, номенклатура, физические и химические свойства основных, кислотных и амфотерных оксидов; амфотерных гидроксидов, кислот, оснований.
- Генетическая связь между классами неорганических веществ.

Классификация неорганических веществ

Вещества

```
graph TD; A[Вещества] --> B[Простые-]; A --> C[Сложные-];
```

Простые-

состоят из атомов
одного химического
элемента.

Сложные-

состоят из атомов
разных элементов

Простые вещества

↓

Металлы

Na,
Fe,
Al,
Zn...

↓

Неметаллы

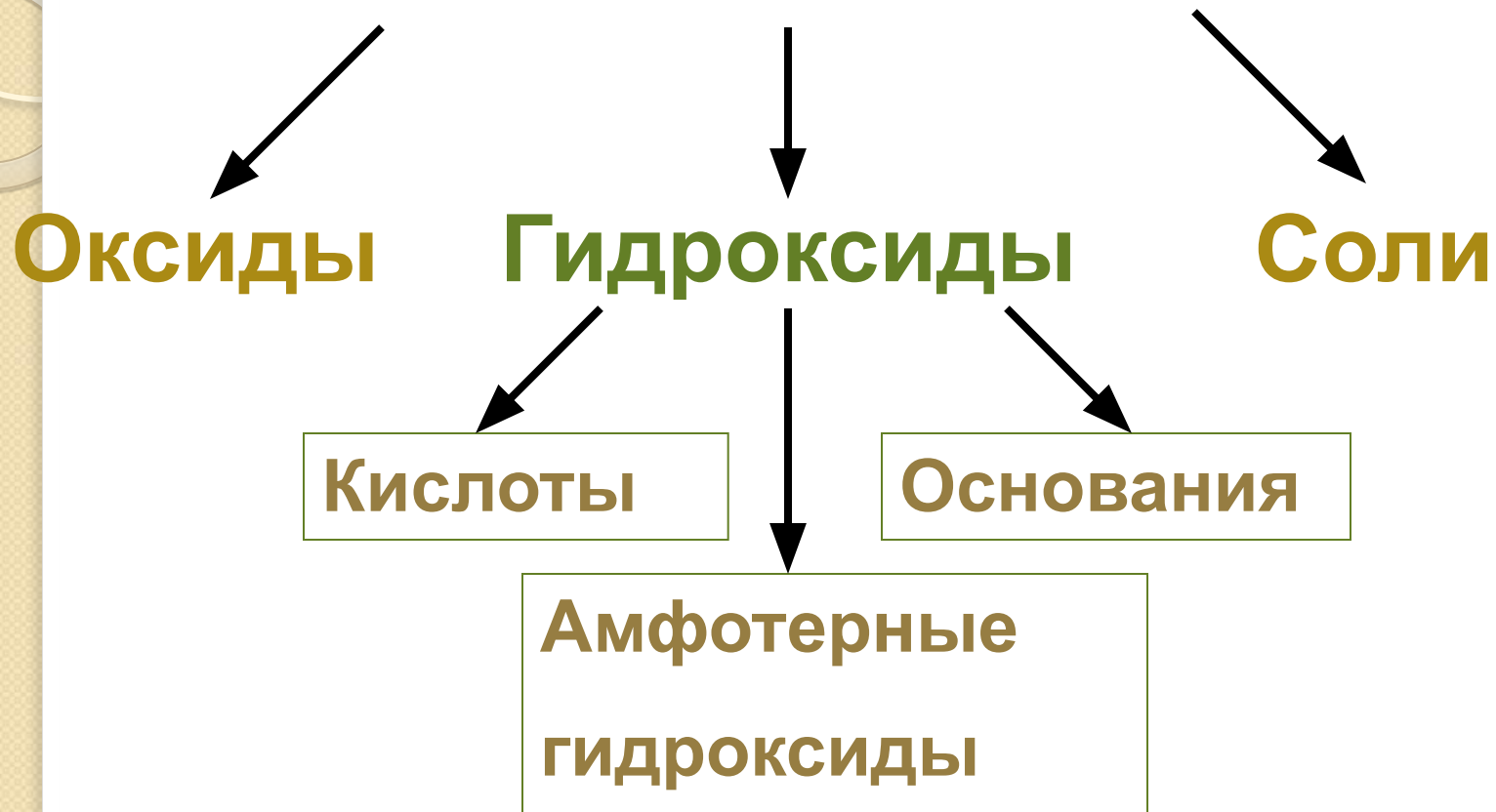
O₂,
H₂,
Cl₂,
S,
P,
C...

↓

**Благородные
газы**

He,
Ne,
Ar,
Kr,
Xe,
Rn

Сложные вещества



Оксиды

Оксиды – это сложные вещества, состоящие из двух химических элементов, один из которых – *кислород* со степенью окисления -2

Общая формула:



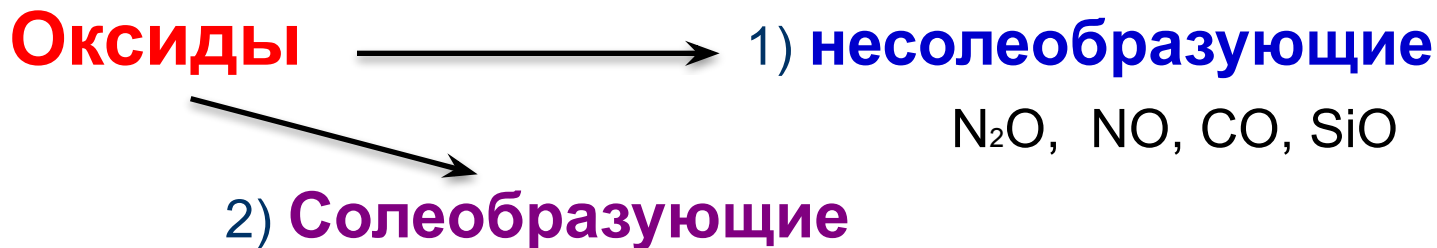
m число атомов элемента Э,
n – число атомов кислорода.

Примеры CO_2 оксид углерода (IV)

FeO оксид железа (II)

Fe_2O_3 оксид железа (III)

Классификация оксидов по КИСЛОТНО ОСНОВНЫМ СВОЙСТВАМ



Основные	Амфотерные	Кислотные
Оксиды металлов (с.о. +1, +2) исключения BeO, ZnO, SnO, PbO \downarrow CaO соответствуют Основания $Ca(OH)_2$	Оксиды металлов (с.о. +3, +4), а также оксиды BeO, ZnO, SnO, PbO \downarrow ZnO	Оксиды неметаллов, оксиды металлов (с.о. +5, +6, +7) \downarrow P_2O_5 соответствуют кислота H_3PO_4

Амфотерные оксиды

Обозначения:



ОСНОВНЫЕ
ОКСИДЫ



амфотерные
ОКСИДЫ



КИСЛОТНЫЕ
ОКСИДЫ

Li_2O	BeO	B_2O_3	CO_2	N_2O_3 N_2O_5	O	OF_2
Na_2O	MgO	Al_2O_3	SiO_2	P_2O_3 P_2O_5	SO_2 SO_3	Cl_2O_7
K_2O	CaO	Ga_2O_3	GeO_2	As_2O_3 As_2O_5	SeO_2 SeO_3	Br_2O
Rb_2O	SrO	In_2O_3	SnO_2	Sb_2O_5	TeO_3	I_2O_5
Cs_2O	BaO	Tl_2O_3	PbO_2	Bi_2O_5	Po	At

Оксиды

Несолеобразующие оксиды — оксиды, не проявляющие ни кислотных, ни основных, ни амфотерных свойств и не образующие соли

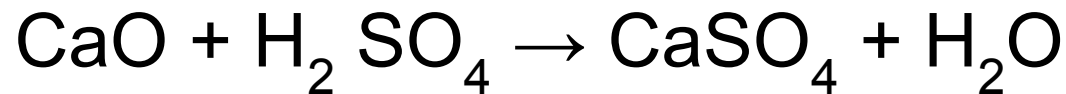
Солеобразующие оксиды — это оксиды, которые взаимодействуют с кислотами или со щелочами с образованием соли и воды.

Солеобразующие оксиды

- **Основными** называются оксиды, которые образуют соли при взаимодействии с кислотами или кислотными оксидами.
- **Кислотными** называются оксиды, которые образуют соли при взаимодействии с основаниями или основными оксидами.
- **Амфотерными оксидами**, называют оксиды которые проявляют свойства как кислот, так и оснований.

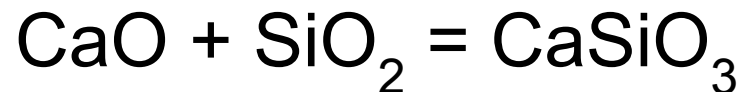
ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ОСНОВНЫХ ОКСИДОВ (О.О.)

1) О.О. + кислота = соль + вода (реакция обмена)



2) О.О. + кислотный оксид = соль

(реакция соединения)

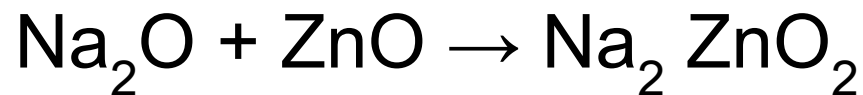


3) О.О.(раств) + вода = основание (щелочь)

(реакция соединения)

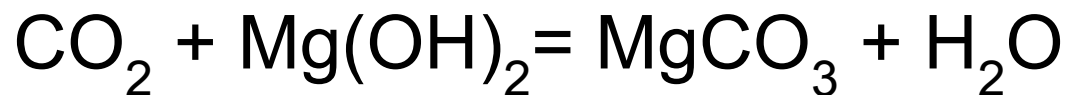


4) О.О. + амфотерный оксид = соль



Химические свойства кислотных оксидов (К.О.)

1) К.О. + основание = соль + вода (реакция обмена)



2) К.О. + О.О. = СОЛЬ (реакция соединения)



3) К.О. + вода = кислота (кроме SiO_2)

(реакция соединения)



Амфотерные оксиды

- **Амфотерными** называются оксиды, которые в зависимости от условий проявляют основные или кислотные свойства.
- *Примеры:* ZnO , Al_2O_3 , Cr_2O_3 , V_2O_3
- Амфотерные оксиды *с водой* непосредственно не соединяются.

Химические свойства амфотерных оксидов

Основные свойства

1. С кислотами: $ZnO + 2HCl \rightarrow ZnCl_2 + H_2O$
2. С кислотными оксидами: $ZnO + SiO_2 = ZnSiO_3$
силикат

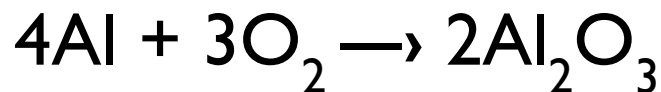
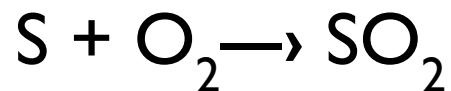
цинка

Кислотные свойства

1. С основаниями: $ZnO + 2NaOH = Na_2ZnO_2 + H_2O$
цинкат натрия
2. С основными оксидами: $ZnO + MgO = MgZnO_2$

Способы получения оксидов

1) Взаимодействие простых веществ с кислородом.



2) Взаимодействие простых веществ и солей с кислотами-окислителями.



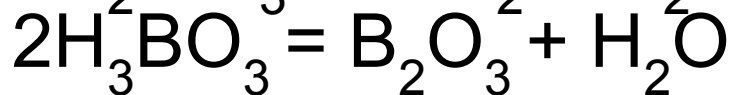
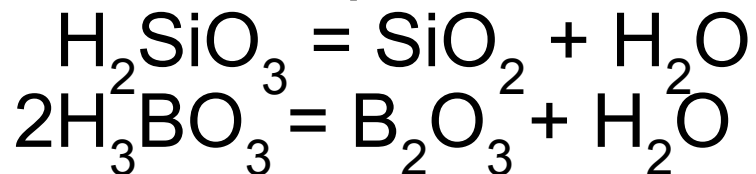
Способы получения оксидов

3) Термическое разложение

1. Нерастворимых оснований



2. Некоторых кислот



3. Некоторых солей



Гидроксиды

Гидроксиды – это неорганические соединения, содержащие в составе гидроксильную группу (**-ОН**)

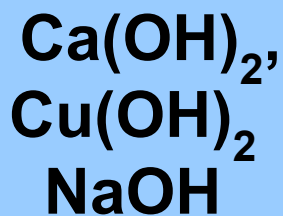
Общая формула: $\text{Э}(\text{ОН})_n$

где Э - элемент (металл или неметалл)

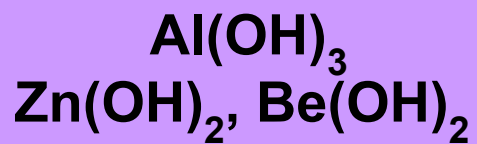
Классификация гидроксидов

Гидроксиды

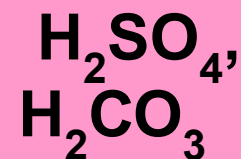
Основания



**Амфотерные
гидроксиды**



Кислоты

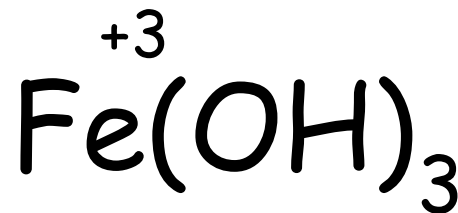
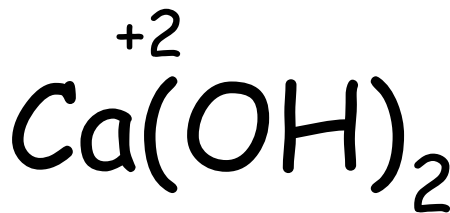


Основания

Основания – это сложные вещества, состоящие из ионов **металлов** и связанных с ними одного или нескольких *гидроксид-ионов* (OH^-)



где M – металл, n – число групп OH и в то же время заряд иона металла



Называем: **гидроксид** металла

Классификация оснований

ОСНОВАНИЯ

по числу
гидроксильных
групп

1.
Однокислотные
 NaOH
 LiOH
 NH_4OH

2.
Многокислотные
 $\text{Ca}(\text{OH})_2$
 $\text{Mg}(\text{OH})_2$
 $\text{Ba}(\text{OH})_2$
 $\text{Fe}(\text{OH})_3$
 $\text{Al}(\text{OH})_3$

по растворимости
в воде

1. Растворимые, или
щелочи
 LiOH , NaOH , Ca
 $(\text{OH})_2$

2. Малорастворимые
 $\text{Fe}(\text{OH})_3$, $\text{Cr}(\text{OH})_2$

Химические свойства растворимых оснований

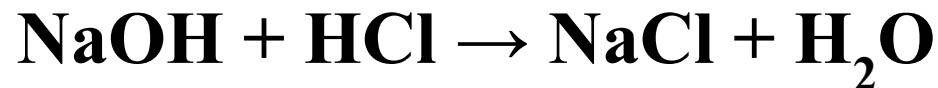
1. **Изменяют цвет индикаторов:**
Лакмус – на синий
Фенолфталеин – на малиновый
Метил-оранж – на желтый

Взаимодействие с индикаторами

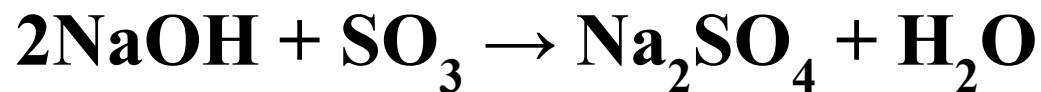
Индикатор	Нейтральная среда	Щелочная среда	Кислая среда
Лакмус	Фиолетовый	Синий	Красный
Фенолфталеин	Бесцветный	Малиновая	Бесцветный
Метилоранжевый	Оранжевый	Жёлтый	Розовый

Помни! Нерастворимые кислоты не меняют окраску индикаторов.

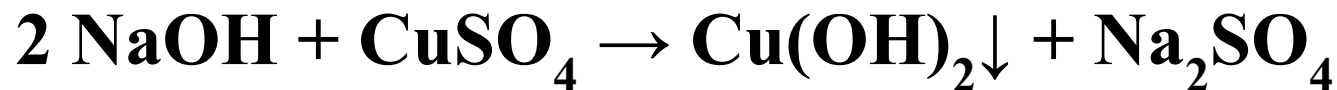
2. Взаимодействуют со всеми кислотами (*реакция нейтрализации*)



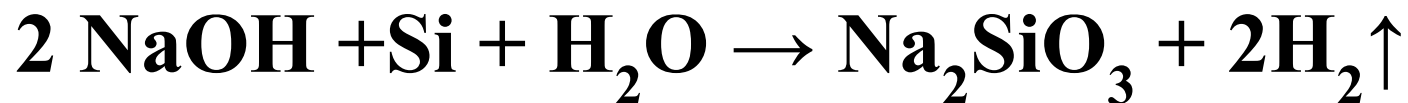
3. Взаимодействуют с кислотными оксидами.



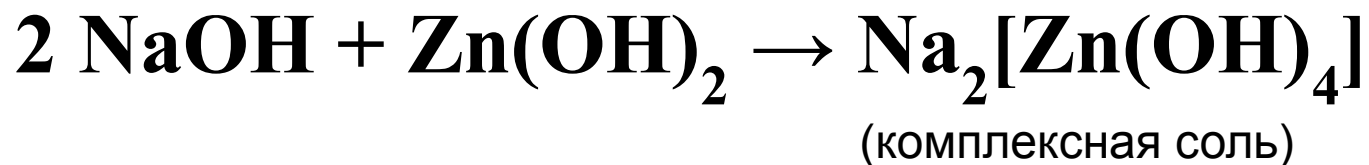
4. Взаимодействуют с растворами солей, если образуется газ или осадок



5. Взаимодействуют с некоторыми неметаллами (серой, кремнием, фосфором)

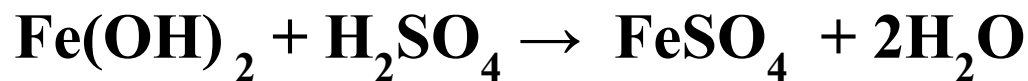


6. Взаимодействуют с амфотерными гидроксидами

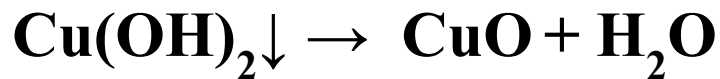


Химические свойства нерастворимых оснований

1. Взаимодействуют с кислотами (*реакция нейтрализации*)

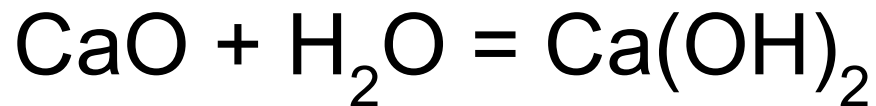
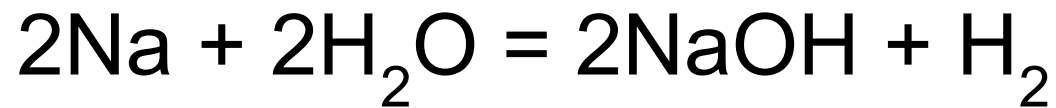


2. Разложение при нагревании. Нерастворимые основания при нагревании разлагаются на основной оксид и воду: t°



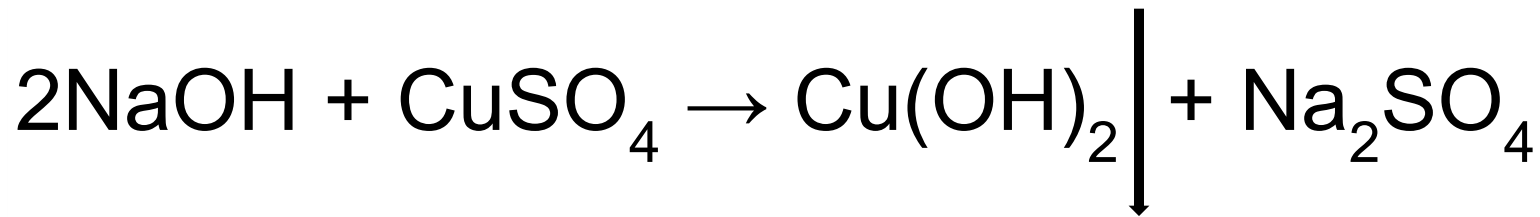
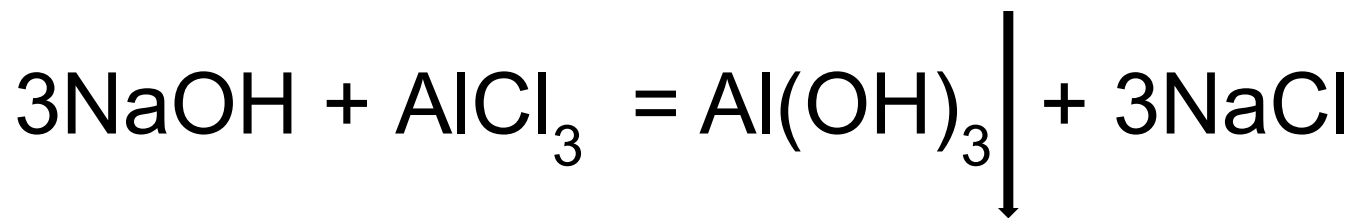
Способы получения растворимых оснований (щелочей)

1. Взаимодействие щелочных и щелочно-земельных металлов их оксидов с водой



Способы получения нерастворимых оснований

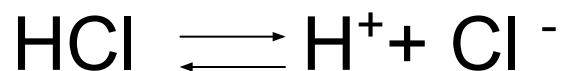
2. Взаимодействие раствора щелочи с раствором соли



Кислоты

Кислоты – это сложные вещества, молекулы которых состоят из атомов водорода и кислотных остатков.

При электролитической диссоциации кислот в водном растворе образуются катионы водорода и анион кислотного остатка



Физические свойства КИСЛОТ

- При обычных условиях кислоты могут быть жидкими и твердыми (борная, ортофосфорная, вольфрамовая)
- Кислоты – едкие жидкости (кроме кремневой), с кислым вкусом, без запаха, разъедают многие вещества, ткани.

Классификация кислот

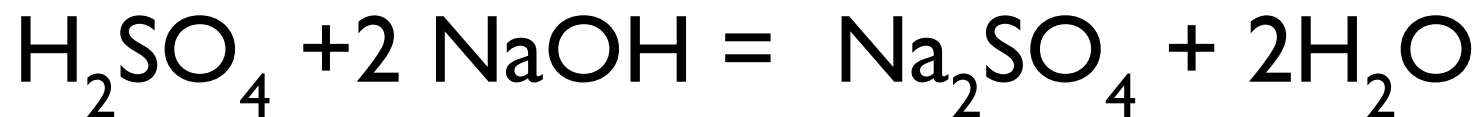
Признаки классификации	Группы кислот	Примеры
Наличие кислорода в кислотном остатке	А) кислородные; Б) бескислородные	А) H_3PO_4 , H_2SO_4 ; Б) HBr , H_2S
Основность	А) одноосновные; Б) многоосновные	А) HNO_3 , HCl ; Б) H_2SO_4 , H_3PO_4
Растворимость в воде	А) растворимые; Б) нерастворимые	А) HNO_3 , HCl ; Б) H_2SiO_3
Летучесть	А) летучие; Б) нелетучие	А) H_2S , HNO_3 Б) H_2SO_4 , H_3PO_4
Степень диссоциации	А) сильные; Б) слабые	А) HNO_3 , HCl ; Б) H_2SO_3 , H_2CO_3
Стабильность	А) стабильные; Б) нестабильные	А) H_2SO_4 , HCl Б) H_2SO_3 , H_2CO_3

Названия распространенных кислот

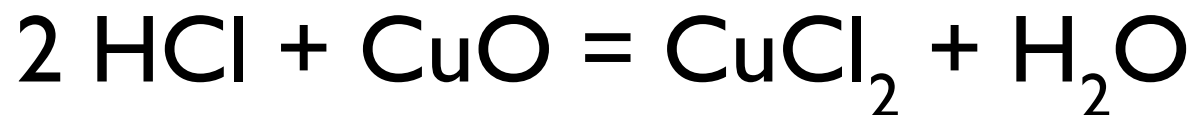
Формула	Название
HCl	Хлороводородная (соляная)
H ₂ S	Сероводородная
HBr	Бромоводородная
HNO ₃	Азотная
HNO ₂	Азотистая
H ₂ SO ₄	Серная
H ₂ SO ₃	Сернистая
H ₂ CO ₃	Угльная
H ₂ SiO ₃	Кремниевая
H ₃ PO ₄	Фосфорная
HF	Фтороводородная (плавиковая)

Типичные реакции кислот

1. Кислота + основание = соль + вода

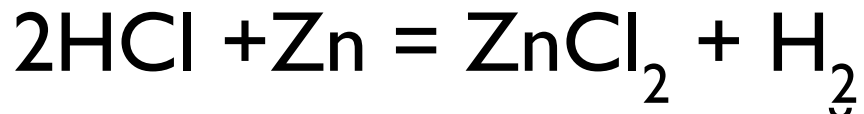


2. Кислота + оксид металла = соль + вода



Типичные реакции кислот

3. Кислота + металл = соль + водород

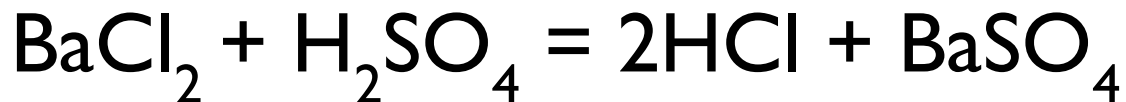


Условия: - в ряду напряжений металл должен стоять до водорода

- в результате реакции должна получиться растворимая соль

4. Кислота + соль = новая кислота + новая соль

Условия: - в результате реакции должны получиться газ, осадок или вода.



Способы получения кислот

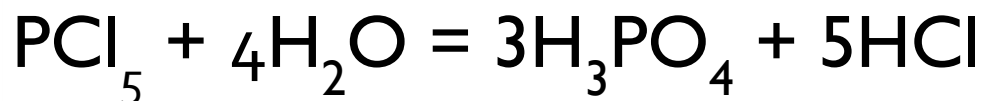
1. Взаимодействие кислотных оксидов с водой



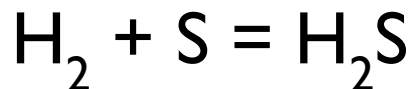
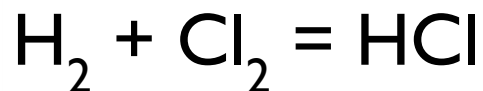
2. Вытеснение более летучей кислоты из её соли менее летучей кислотой



3. Гидролиз солей



4. Из простых веществ (для бескислородных кислот)

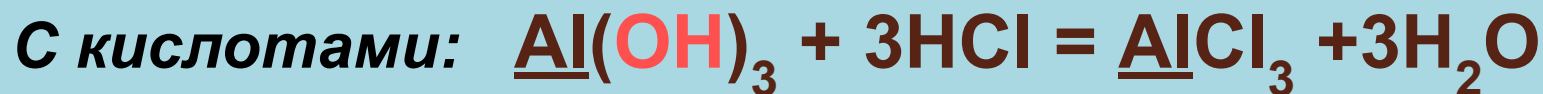


Амфотерные гидроксиды

Амфотерными называются гидроксиды, которые в зависимости от условий могут быть как донорами катионов водорода и проявлять кислотные свойства, так и их акцепторами, проявляя основные свойства.

Химические свойства амфотерных гидроксидов

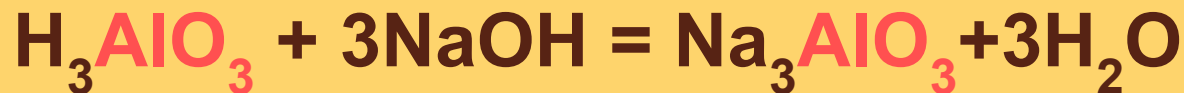
Основные свойства



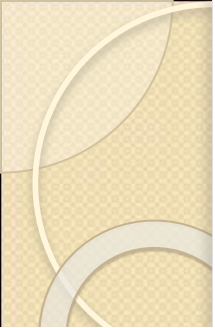
Хлорид алюминия

Кислотные свойства

С основаниями:

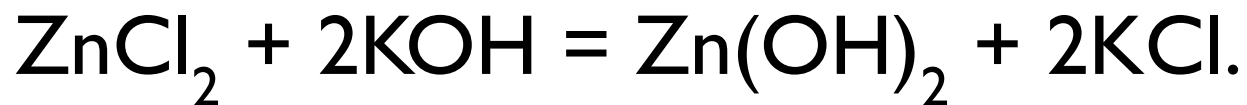


Алюминат натрия



Способы получения амфотерных гидроксидов

Осаждение разбавленной щёлочью из растворов солей соответствующего амфотерного элемента



Соли

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



Соли образуются при замещении атомов водорода в кислоте на ионы металлов.

Например:



Названия солей бескислородных кислот

- называем **неметалл** (латинское название) с суффиксом – **ид** (в им. падеже);
- **Металл** (в род. падеже).

NaCl – хлор**ид** натрия

Al₂S₃ – сульф**ид** алюминия

FeBr₂ – бром**ид** железа (**II**)

FeBr₃ – бром**ид** железа (**III**)

Названия солей кислородсодержащих кислот

- Называем **ион кислотного остатка** (в именительном падеже);

с суффиксами:

-ат для **высшей** степени окисления;

-ит для **низшей** степени окисления.;

- Называем **металл** (в родительном падеже).

Na_2SO_4 – сульф**ат** натрия

Na_2SO_3 - сульф**ит** натрия

$\text{Fe}(\text{NO}_2)_2$ – нитр**ит** железа (II)

$\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ – нитр**ат** железа (III)

Номенклатура солей

- F^-
- Cl^-
- Br^-
- I^-
- S^{2-}
- SO_3^{2-}
- SO_4^{2-}
- CO_3^{2-}
- SiO_3^{2-}
- NO_3^-
- NO_2^-
- PO_4^{3-}
- PO_3^-
- ClO_4^-

$Na F$	Фторид натрия
$NaCl$	Хлорид натрия
$NaBr$	Бромид натрия
$Na I$	Иодид натрия
$Na_2 S$	Сульфид натрия
$Na_2 SO_3$	Сульфит натрия
$Na_2 SO_4$	Сульфат натрия
$Na_2 CO_3$	Карбонат натрия
$Na_2 SiO_3$	Силикат натрия
$Na NO_3$	Нитрат натрия
$Na NO_2$	Нитрит натрия
$Na_3 PO_4$	Ортофосфат натрия
$Na PO_3$	Метафосфат натрия
$NaClO_4$	Хлорат натрия

Физические свойства

Соли – кристаллические вещества, в основном белого цвета. Соли железа – желто - коричневого цвета. Соли меди – зеленовато-голубого цвета.

По растворимости в воде соли делят
(смотри таблицу растворимости):

Растворимы

е

NaCl

Поваренная
соль

Малорастворимые

CaSO_4

Безводный
гипс

Нерастворимые

CaCO_3

Мрамор,
известняк

Типы солей

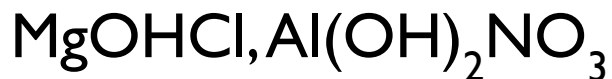
Нормальные (средние) - это соли, в которых все атомы водорода соответствующей кислоты замещены на атомы металла.



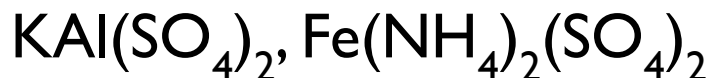
Кислые - это соли, в которых атомы водорода замещены только частично.



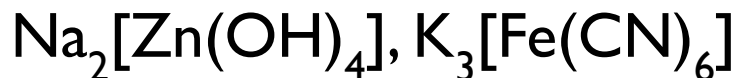
Основные - это соли, в которых группы OH соответствующего основания частично замещены на кислотные остатки.



Двойные (смешанные) - это соли, в которых содержится два разных катиона и один анион.

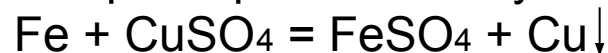


Комплексные - это соли, в состав которых входит комплексный ион.



Химические свойства

- *Соли реагируют с металлами* (исключения активные металлы: Li, Na, K, Ca, Ba - которые при обычных условиях реагируют с водой):



- *Соли реагируют с кислотами:*

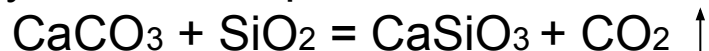


- Карбонаты, сульфиты *разлагаются при нагревании:*

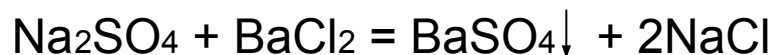


Химические свойства

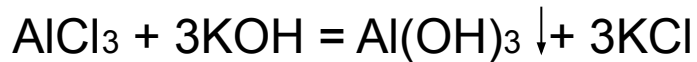
- Соли реагируют с некоторыми кислотными оксидами:



- Соли реагируют с другими солями с образованием новых нерастворимых солей:

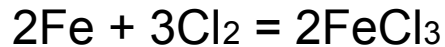


- Соли реагируют с растворимыми основаниями с образованием нерастворимого основания:

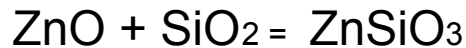
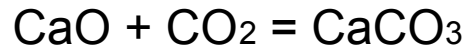


Получение солей

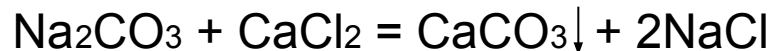
- Взаимодействие металлов и неметаллов:



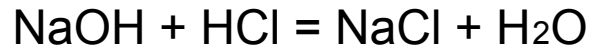
- Взаимодействие кислотных оксидов с основными и амфотерными оксидами:



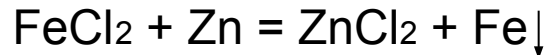
- Взаимодействие двух разных солей с образованием новой нерастворимой соли:



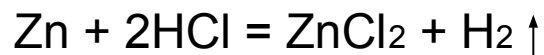
- Взаимодействие оснований и кислот:



- Взаимодействие более активного металла с солями:



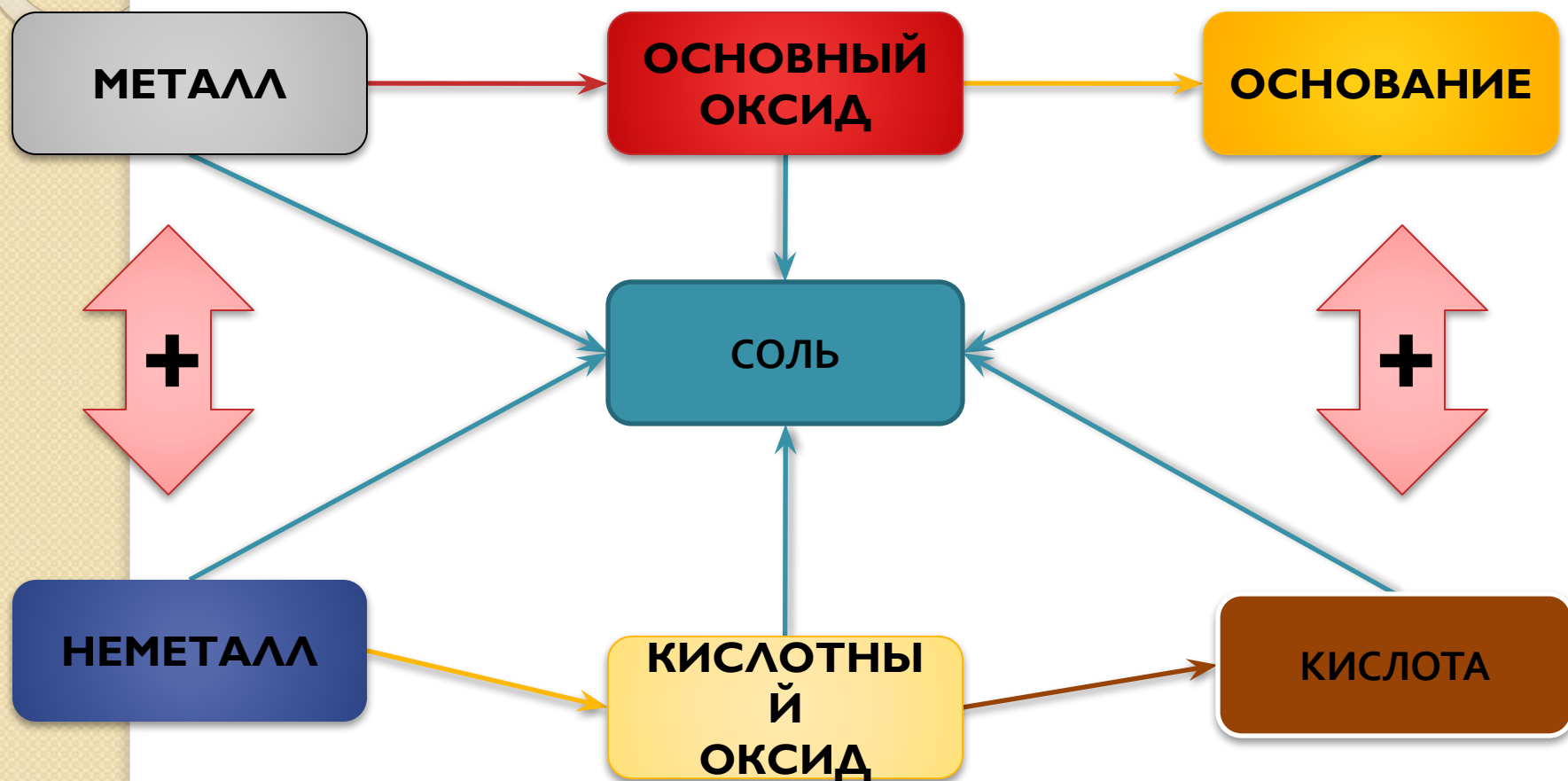
- Действие кислот на металлы, стоящие в ряду напряжений металлов до H_2 :



Генетическая связь

Связь между классами неорганических соединений, основанная на получении веществ одного класса из веществ другого класса, называется генетической.

Генетическая связь между классами неорганических соединений



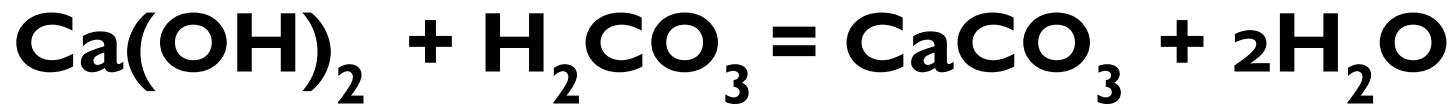
Генетическая связь отражается в генетических рядах. В состав любого генетического ряда входят вещества различных классов неорганических соединений.

Генетический ряд металла показывает:

Металл → Основной оксид → Соль → Основание → Новая соль.

Уравнения реакций к генетическому кальция

Ca → CaO → Ca(OH)₂ → CaCO₃:



Генетический ряд неметалла отражает такие превращения:

Неметалл → Кислотный оксид → Кислота → Соль.

Уравнения реакций к генетическому ряду углерода $C \rightarrow CO_2 \rightarrow H_2CO_3 \rightarrow CaCO_3$:

Задание для самостоятельной подготовки

- Составить уравнения реакций к генетическому ряду углерода



генетический ряд калия



- Назвать все вещества.

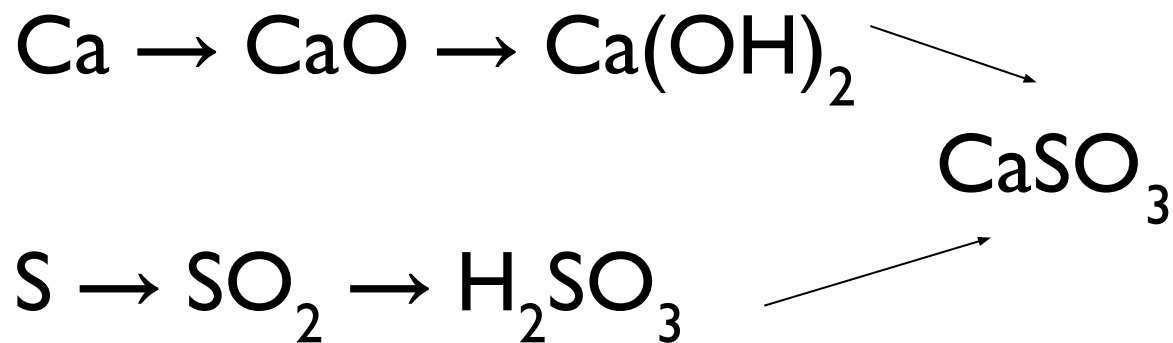
СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!





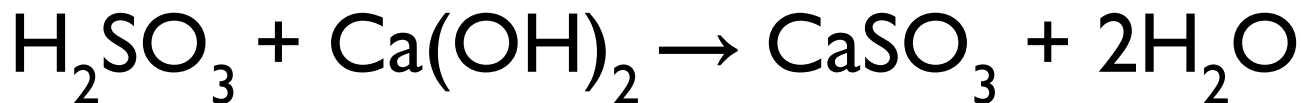
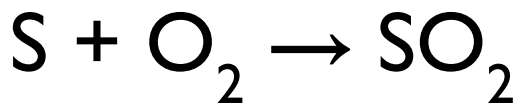
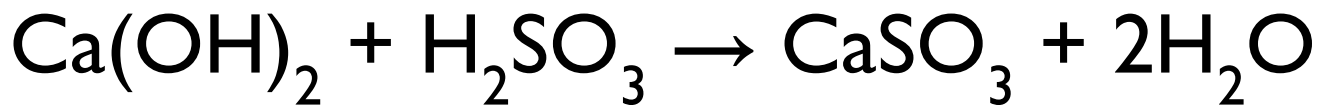
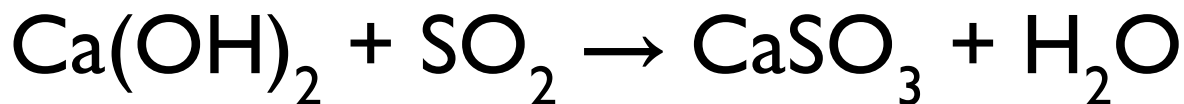
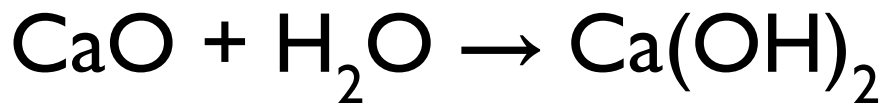
Пример:

Записать уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



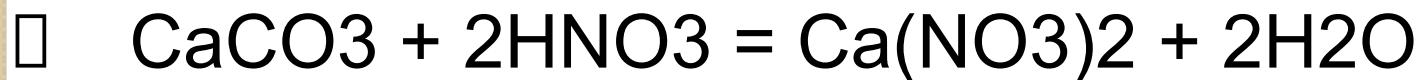
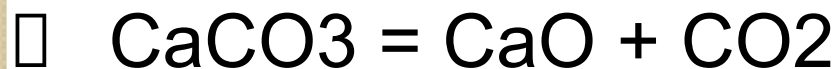
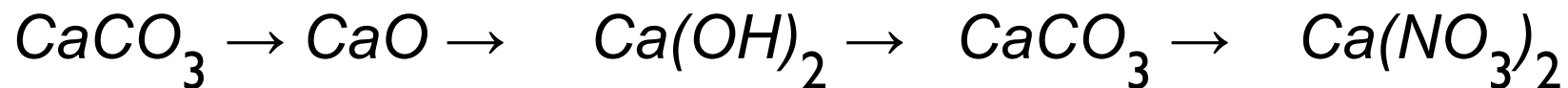
Генетическая связь между классами неорганических соединений

Решение:



Примеры :

Составьте уравнения реакций, схема которой дана ниже:



Генетический ряд алюминия.

Осуществите превращения:



Для металлов можно выделить две разновидности рядов:

1. Генетический ряд , в котором в качестве основания выступает щёлочь. Этот ряд можно представить с помощью следующих превращений:

металл-- основной оксид -- щёлочь -- соль,
например

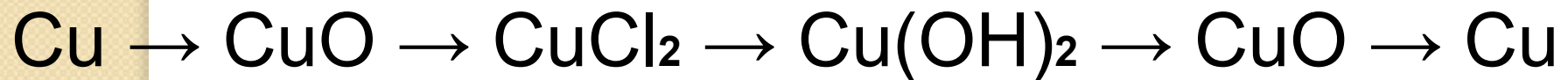
генетический ряд калия



2. Генетический ряд, где в качестве основания выступает нерастворимое основание, тогда ряд можно представить цепочкой превращений:

металл--основный оксид--соль--нерастворимое основание--основный оксид--металл.

генетический ряд меди



Среди неметаллов также можно выделить две разновидности рядов:

1. Генетический ряд неметаллов, где в качестве звена ряда выступает растворимая кислота. Цепочку превращений можно представить в следующем виде:

неметалл--кислотный оксид--растворимая кислота--соль.

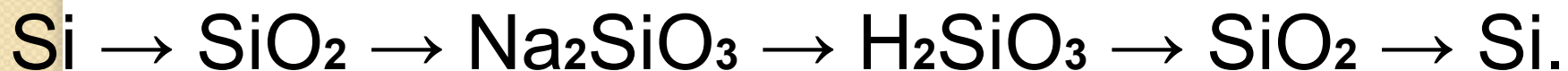
генетический ряд фосфора



2. Генетический ряд неметаллов, где в качестве звена ряда выступает нерастворимая кислота :

неметалл--кислотный оксид--соль--кислота--кислотный оксид--неметалл,

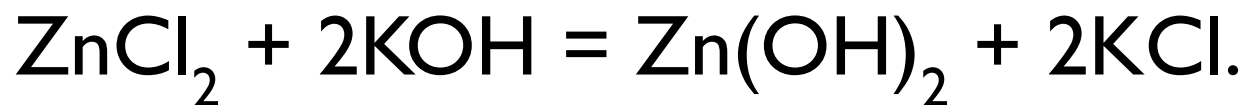
генетический ряд кремния





Способы получения амфотерных гидроксидов

Осаждение разбавленной щёлочью из растворов солей соответствующего амфотерного элемента



Существует опасность, что щелочь окажется в избытке:



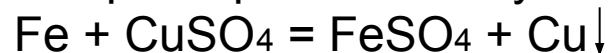
Алгоритм составления формулы соли

При составлении формулы соли необходимо:

- *расставить заряды ионов металлов и заряды ионов кислотных остатков;*
- *по правилу креста расставить коэффициенты.*
- *Чётные коэффициенты сократить.*

Химические свойства

- *Соли реагируют с металлами* (исключения активные металлы: Li, Na, K, Ca, Ba - которые при обычных условиях реагируют с водой):



- *Соли реагируют с кислотами:*



- Карбонаты, сульфиты *разлагаются при нагревании:*



- Некоторые соли способны реагировать с водой с образованием кристаллогидратов:

