

## Лекция 1

# Классы неорганических веществ

Доцент, кандидат химических наук  
Бурчаков Александр Владимирович

3 тетради:

Лекции – 96 листов

Лабораторные работы – 48 листов

Домашние работы – 12-18 листов

# Курс лекций (9 лекций):

- 1.«Классы неорганических соединений»
- 2.Продолжение темы «Классы неорганических соединений» + тема «Химический эквивалент» (Основные законы химии)
- 3.«Окислительно-восстановительные реакции (ОВР)»
- 4.«Электролитическая диссоциация, рН раствора, реакции ионного обмена, гидролиз солей»
- 5.«Энергетика химических реакций»
- 6.«Скорость (кинетика) химических реакций»
- 7.«Электрохимия» (Гальванический элемент+электролиз)
- 8.«Строение атома»
- 9.«Химическая связь» (самостоятельное изучение)

Из курса выпадают темы «Коррозия металлов», «Металлы», «Комплексные соединения» и «Жесткость воды».

# Моя группа в ВК:

## Неорганическая химия СамГТУ

Неорганическая химия СамГТУ  
установить статус

8

Информация

20

4

6

☰ Важная информация для студентов ФММТ 1 курса СамГТУ по курсу химии от преподавателя Бурчакова А.В.

📅 Создать мероприятие

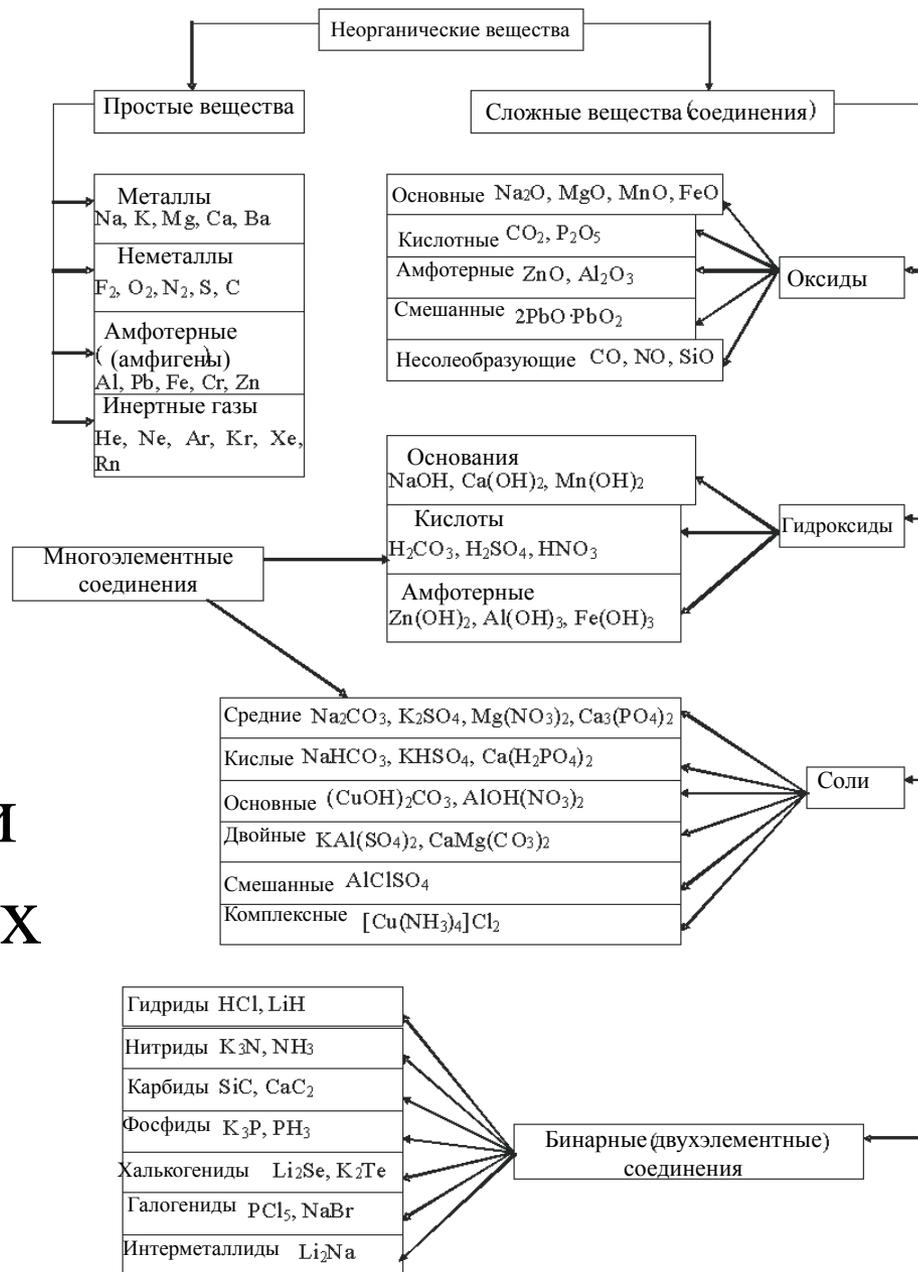


Вы подписаны ▾

The image shows a 3D molecular model of a complex inorganic compound. It features several colored planes (red, green, yellow, purple, blue, grey) and various chemical labels pointing to different parts of the structure. The labels include:  $X_1O_2$ ,  $X_2O_2$ ,  $X_3O_2$ ,  $X_4O_2$ ,  $X_5O_2$ ,  $X_6O_2$ ,  $X_7O_2$ ,  $X_8O_2$ ,  $X_9O_2$ ,  $X_{10}O_2$ ,  $X_{11}O_2$ ,  $X_{12}O_2$ ,  $X_{13}O_2$ ,  $X_{14}O_2$ ,  $X_{15}O_2$ ,  $X_{16}O_2$ ,  $X_{17}O_2$ ,  $X_{18}O_2$ ,  $X_{19}O_2$ ,  $X_{20}O_2$ ,  $X_{21}O_2$ ,  $X_{22}O_2$ ,  $X_{23}O_2$ ,  $X_{24}O_2$ ,  $X_{25}O_2$ ,  $X_{26}O_2$ ,  $X_{27}O_2$ ,  $X_{28}O_2$ ,  $X_{29}O_2$ ,  $X_{30}O_2$ ,  $X_{31}O_2$ ,  $X_{32}O_2$ ,  $X_{33}O_2$ ,  $X_{34}O_2$ ,  $X_{35}O_2$ ,  $X_{36}O_2$ ,  $X_{37}O_2$ ,  $X_{38}O_2$ ,  $X_{39}O_2$ ,  $X_{40}O_2$ ,  $X_{41}O_2$ ,  $X_{42}O_2$ ,  $X_{43}O_2$ ,  $X_{44}O_2$ ,  $X_{45}O_2$ ,  $X_{46}O_2$ ,  $X_{47}O_2$ ,  $X_{48}O_2$ ,  $X_{49}O_2$ ,  $X_{50}O_2$ ,  $X_{51}O_2$ ,  $X_{52}O_2$ ,  $X_{53}O_2$ ,  $X_{54}O_2$ ,  $X_{55}O_2$ ,  $X_{56}O_2$ ,  $X_{57}O_2$ ,  $X_{58}O_2$ ,  $X_{59}O_2$ ,  $X_{60}O_2$ ,  $X_{61}O_2$ ,  $X_{62}O_2$ ,  $X_{63}O_2$ ,  $X_{64}O_2$ ,  $X_{65}O_2$ ,  $X_{66}O_2$ ,  $X_{67}O_2$ ,  $X_{68}O_2$ ,  $X_{69}O_2$ ,  $X_{70}O_2$ ,  $X_{71}O_2$ ,  $X_{72}O_2$ ,  $X_{73}O_2$ ,  $X_{74}O_2$ ,  $X_{75}O_2$ ,  $X_{76}O_2$ ,  $X_{77}O_2$ ,  $X_{78}O_2$ ,  $X_{79}O_2$ ,  $X_{80}O_2$ ,  $X_{81}O_2$ ,  $X_{82}O_2$ ,  $X_{83}O_2$ ,  $X_{84}O_2$ ,  $X_{85}O_2$ ,  $X_{86}O_2$ ,  $X_{87}O_2$ ,  $X_{88}O_2$ ,  $X_{89}O_2$ ,  $X_{90}O_2$ ,  $X_{91}O_2$ ,  $X_{92}O_2$ ,  $X_{93}O_2$ ,  $X_{94}O_2$ ,  $X_{95}O_2$ ,  $X_{96}O_2$ ,  $X_{97}O_2$ ,  $X_{98}O_2$ ,  $X_{99}O_2$ ,  $X_{100}O_2$ .

## Литература:

1. И.К. Гаркушин, Н.И. Лисов, А.В. Немков. Общая химия.
2. Н.Л. Глинка. Общая химия.
3. Я.А. Угай. Общая и неорганическая химия. М.: ВШ, 1997 г.
4. Карапетьянц М.Х., Дракин С.И. Общая и неорганическая химия. М.: Химия.
5. Коровин Н.В. Общая химия.
6. Глинка Н.Л. Задачник по общей и неорганической химии.
7. О.В. Лаврентьева, И.К. Гаркушин, О.Ю. Калмыкова.  
Справ. по общей и неорганической химии.
8. Ахметов Н.С. Общая и неорганическая химия, 2001 г.
9. Стёпин Б.Д., Цветков А.А. Неорганическая химия, 1994 г.
10. Общая и неорганическая химия: учебное пособие / под ред. В.В. Денисова, В.М. Таланова.- Ростов-н/Д : Феникс, 2013 . -573 с. – (Высшее образование)



# Схема классификации неорганических соединений

# Неорганические вещества

Простые вещества

Сложные вещества  
(соединения)

Металлы Na, K, Mg, Ca, Ba

Неметаллы S, Cl<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>

Амфотерные(амфигены) Al, Pb, Fe, Cr, Zn

Инертные газы He, Ne, Ar, Kr, Xe, Rn

# Оксиды

## Классификация

Солеобразующие

-основные (о.о.)

-кислотные (к.о.)

-амфотерные (а.о.)

Несолеобразующие

(индифферентные)

$N_2O$ ,  $NO$ ,  $SiO$ ,  $SO$ ,  $CO$

(p-элементы +1, +2)

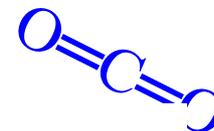
## **Основные оксиды**



## **Кислотные оксиды**



## **Амфотерные оксиды**



o.o. s –  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{CaO}$  (кроме Be)

d –  $\text{CrO}$ ,  $\text{FeO}$ ,  $\text{Cu}_2\text{O}$ ,  $\text{CuO}$

f –  $\text{U}_2\text{O}$

к.о. p – неметаллы +3, +4, +5, +6, +7

$\text{SO}_2$ ,  $\text{SO}_3$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{N}_2\text{O}_5$

d - +6, +7

$\text{CrO}_3$ ,  $\text{MnO}_3$ ,  $\text{Mn}_2\text{O}_7$

a.o. p – Me

$\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SnO}_2$ ,  $\text{PbO}_2$

d -

$\text{Cr}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MnO}_2$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$

s -

$\text{BeO}$

# Изменение характера оксидов при увеличении степени окисления металла

основные	амфотерные	кислотные
$\text{Cr}^{+2}\text{O}$	$\text{Cr}_2^{+3}\text{O}_3$	$\text{Cr}^{+6}\text{O}_3$
$\text{Mn}^{+2}\text{O}$	$\text{Mn}^{+4}\text{O}_2$	$\text{Mn}^{+6}\text{O}_3$
$\text{Mn}_2^{+3}\text{O}_3$		$\text{Mn}_2^{+7}\text{O}_7$

## Пероксиды



## Надпероксиды

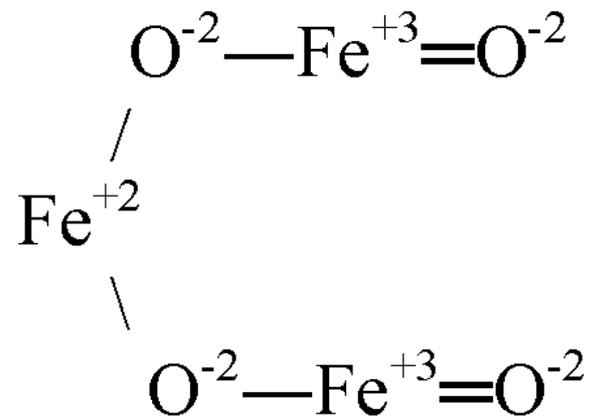
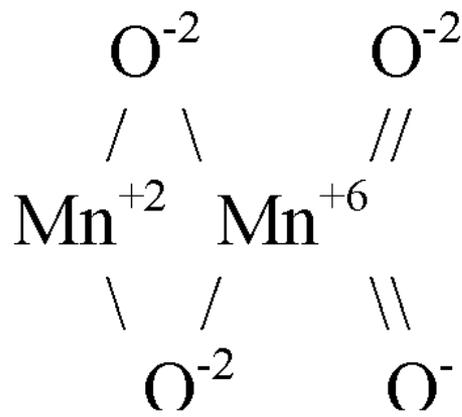
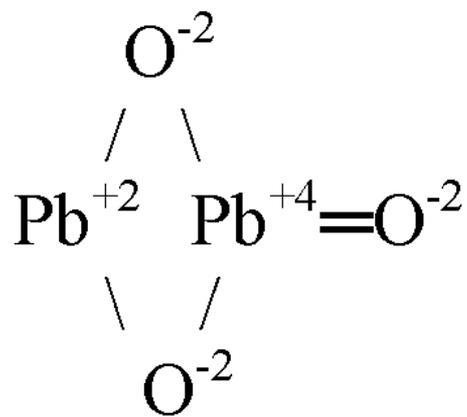
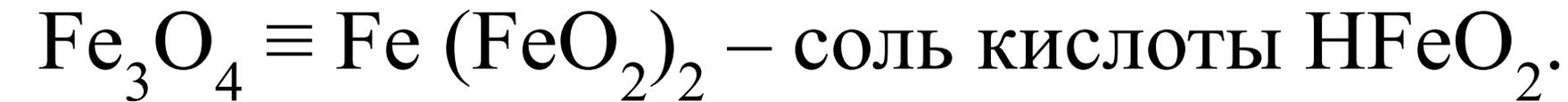
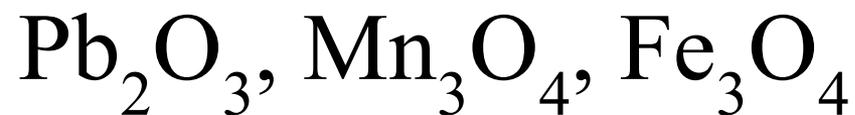


группировка атомов  $\text{O}_2$  имеет заряд  $-1$   
(ст. ок. кислорода равна  $-1/2$ ).

## Озониды

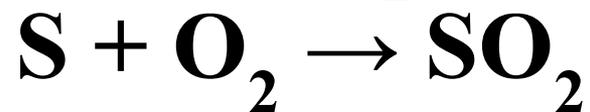
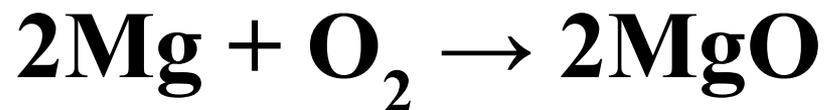
В озонидах ( $\text{KO}_3$ ) группировка атомов  $\text{O}_3$   
имеет заряд  $-1$  (степень окисления  
кислорода  $-1/3$ )

# Смешанные оксиды

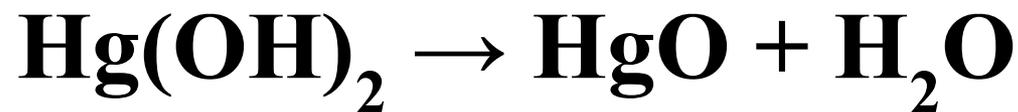
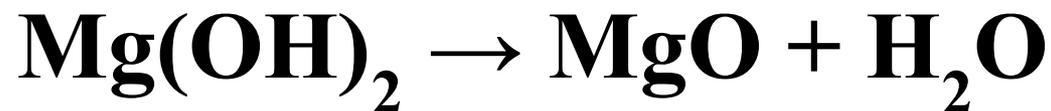


# Способы получения оксидов

1. Взаимодействие простых веществ с кислородом



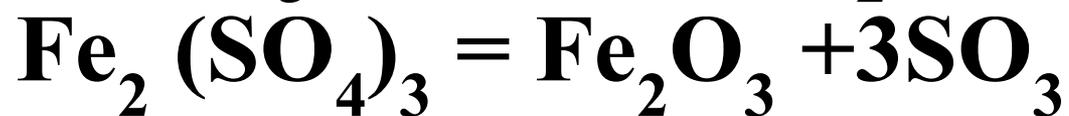
2. Разложение гидроксидов



### 3. Разложение кислот



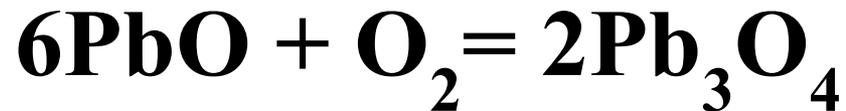
### 4. Разложение солей



## 5. Разложение оксидов



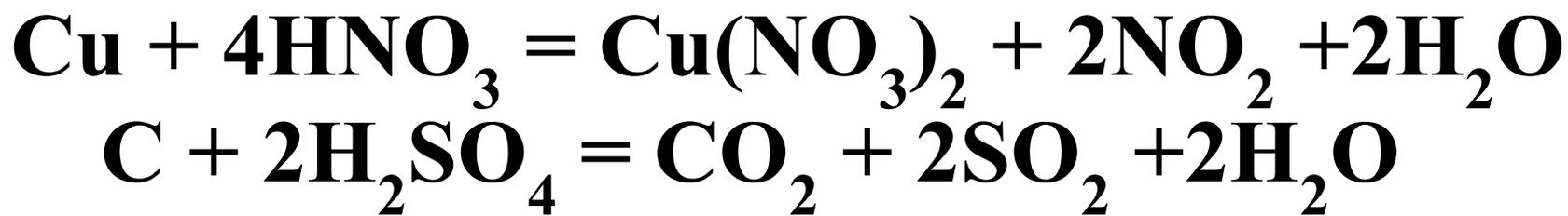
и окислением оксидов

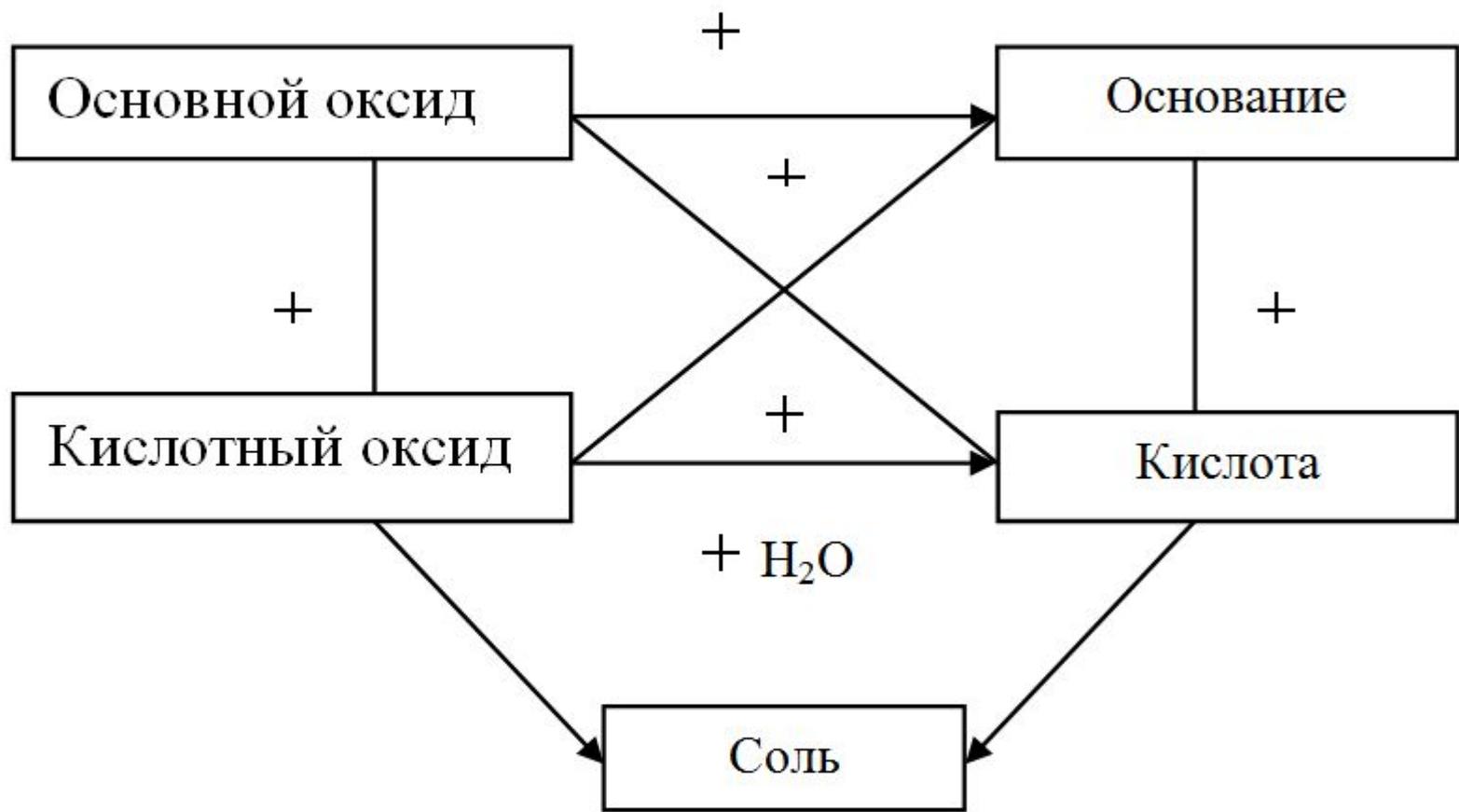


## 6. Вытеснение оксидов из солей

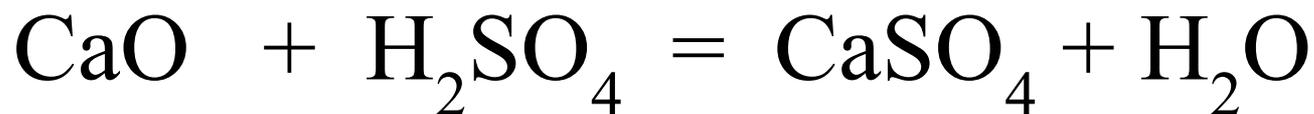


7. Взаимодействие кислот, обладающих окислительными свойствами, с металлами и неметаллами

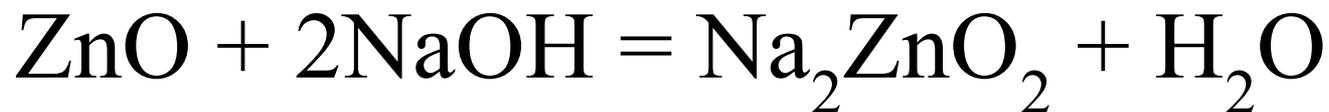
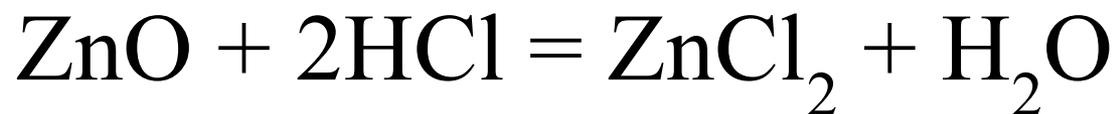




## Химические свойства оксидов



Амфотерные:



# Кислоты

1) растворимые и нерастворимые

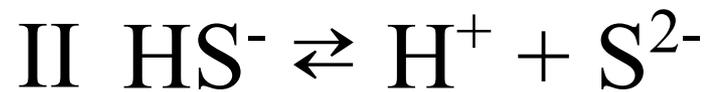
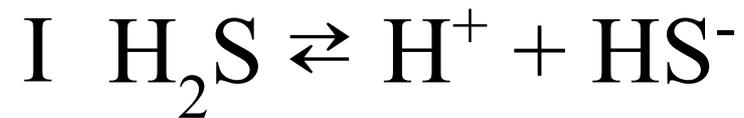


2) кислородсодержащие -  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{HNO}_3$   
бескислородные -  $\text{HCl}$ ,  $\text{HCN}$

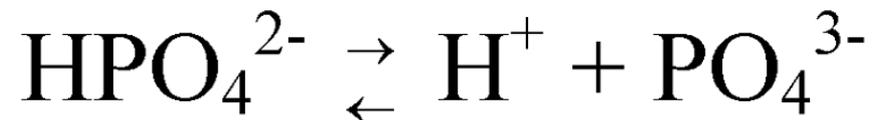
3) одноосновные - HCl, HNO<sub>3</sub>,



двухосновные - H<sub>2</sub>S, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>,



трехосновные -  $\text{H}_3\text{PO}_4$

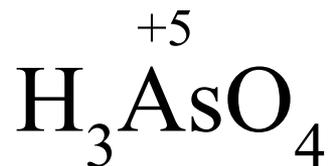


МНОГООСНОВНЫЕ

4) сильные  $\text{HCl}$ ,  $\text{HNO}_3$   
слабые  $\text{H}_2\text{SO}_3$ ,  $\text{HNO}_2$

5) орто- и метакислоты

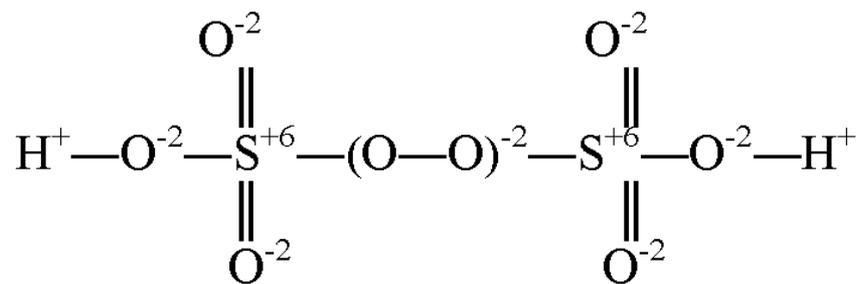
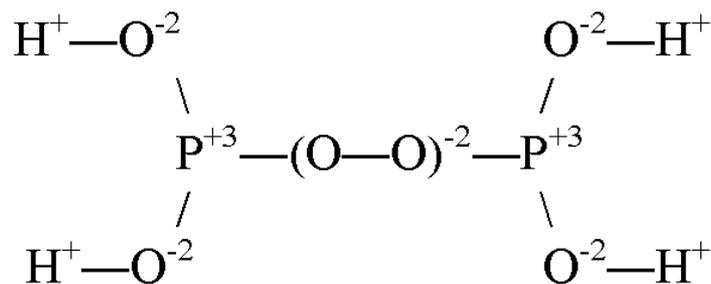
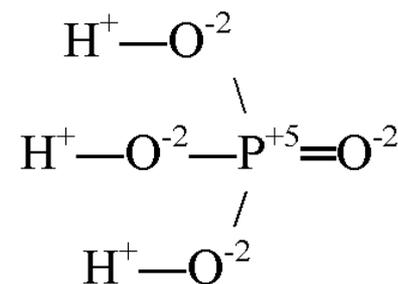
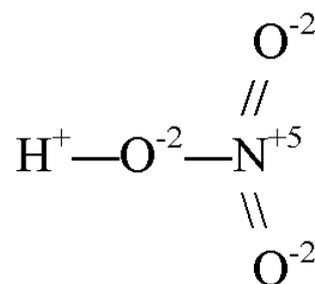
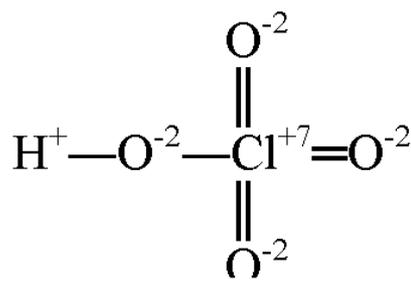
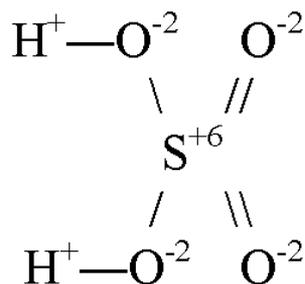
ортомышьяковая



метамышьяковая



# Примеры названий кислот и структурно-графические формулы

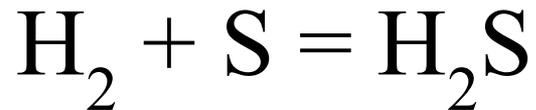
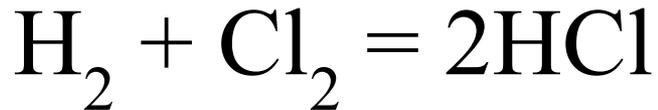


### Важнейшие кислоты и названия соответствующих средних солей

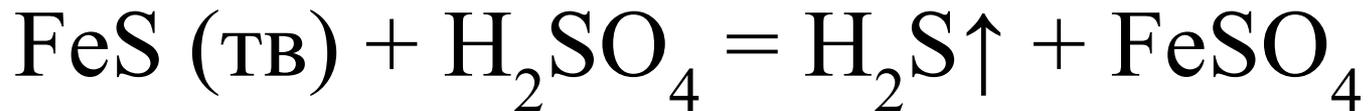
Название кислоты	Формула	Название соответствующих средних солей
Азотная	$\text{HNO}_3$	Нитраты
Азотистая	$\text{HNO}_2$	Нитриты
Кремниевая	$\text{H}_2\text{SiO}_3$	Силикаты
Марганцовая	$\text{HMnO}_4$	Перманганаты
Метафосфорная	$\text{HPO}_3$	Метафосфаты
Ортофосфорная	$\text{H}_3\text{PO}_4$	Ортофосфаты (фосфаты)
Дифосфорная (пирофосфорная)	$\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$	Дифосфаты (пирофосфаты)
Дихромовая	$\text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$	Дихроматы
Серная	$\text{H}_2\text{SO}_4$	Сульфаты
Сернистая	$\text{H}_2\text{SO}_3$	Сульфиты
Угльная	$\text{H}_2\text{CO}_3$	Карбонаты
Фосфористая	$\text{H}_3\text{PO}_3$	Фосфиты
Фтороводород (плавиковая кислота)	$\text{HF}$	Фториды
Хлороводород (соляная кислота)	$\text{HCl}$	Хлориды
Хлорная	$\text{HClO}_4$	Перхлораты
Хлорноватая	$\text{HClO}_3$	Хлораты
Хлорноватистая	$\text{HClO}$	Гипохлориты
Хромовая	$\text{H}_2\text{CrO}_4$	Хроматы
Циановодород (синильная кислота)	$\text{HCN}$	Цианиды

## Бескислородные кислоты

1. Взаимодействие неметаллов с водородом



2. Взаимодействие солей с кислотами

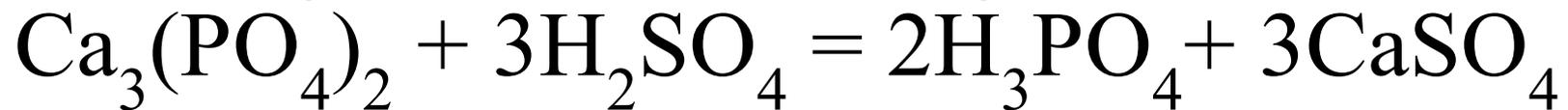
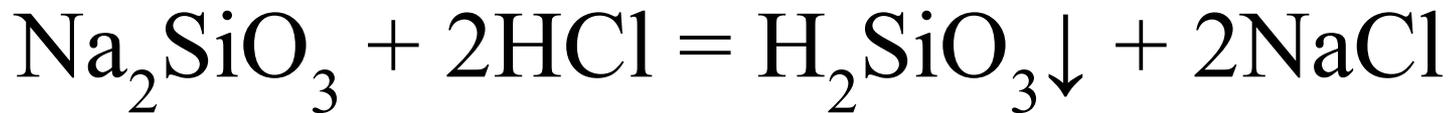


# Кислородсодержащие кислоты

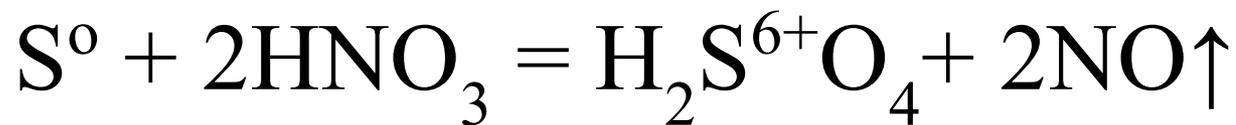
1. Взаимодействие кислотных оксидов с водой



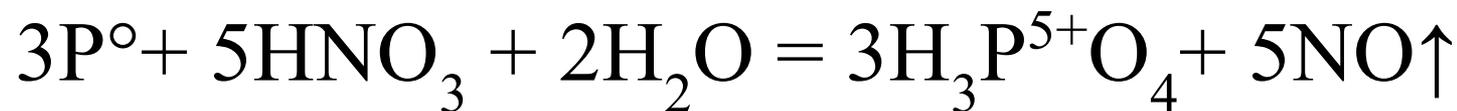
2. Взаимодействие солей с кислотами



### 3. Окисление некоторых простых веществ



(разб.)



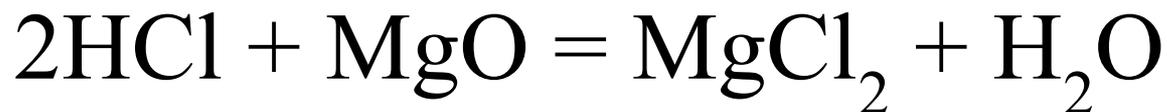
(разб.)

## Химические свойства кислот

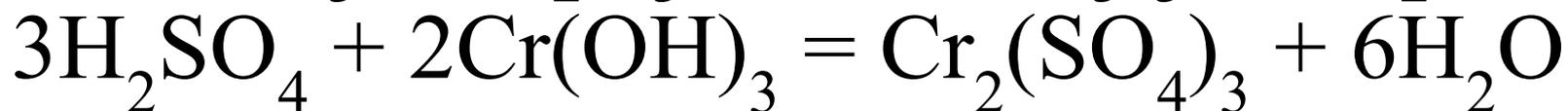
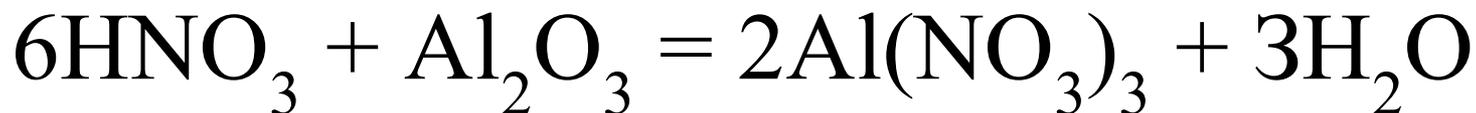
- Взаимодействие с основаниями (реакции нейтрализации)



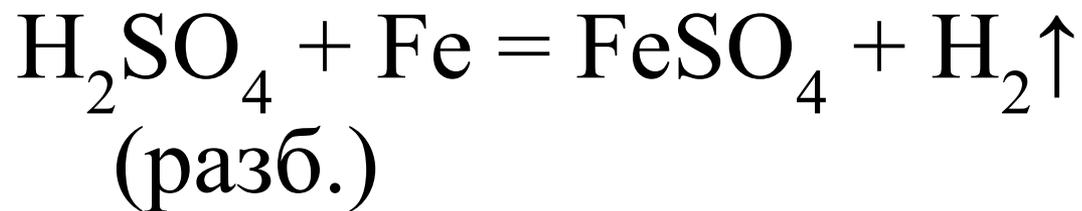
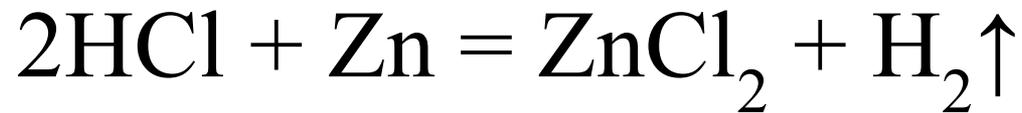
- Взаимодействие с основными оксидами



- Взаимодействие с амфотерными оксидами и гидроксидами



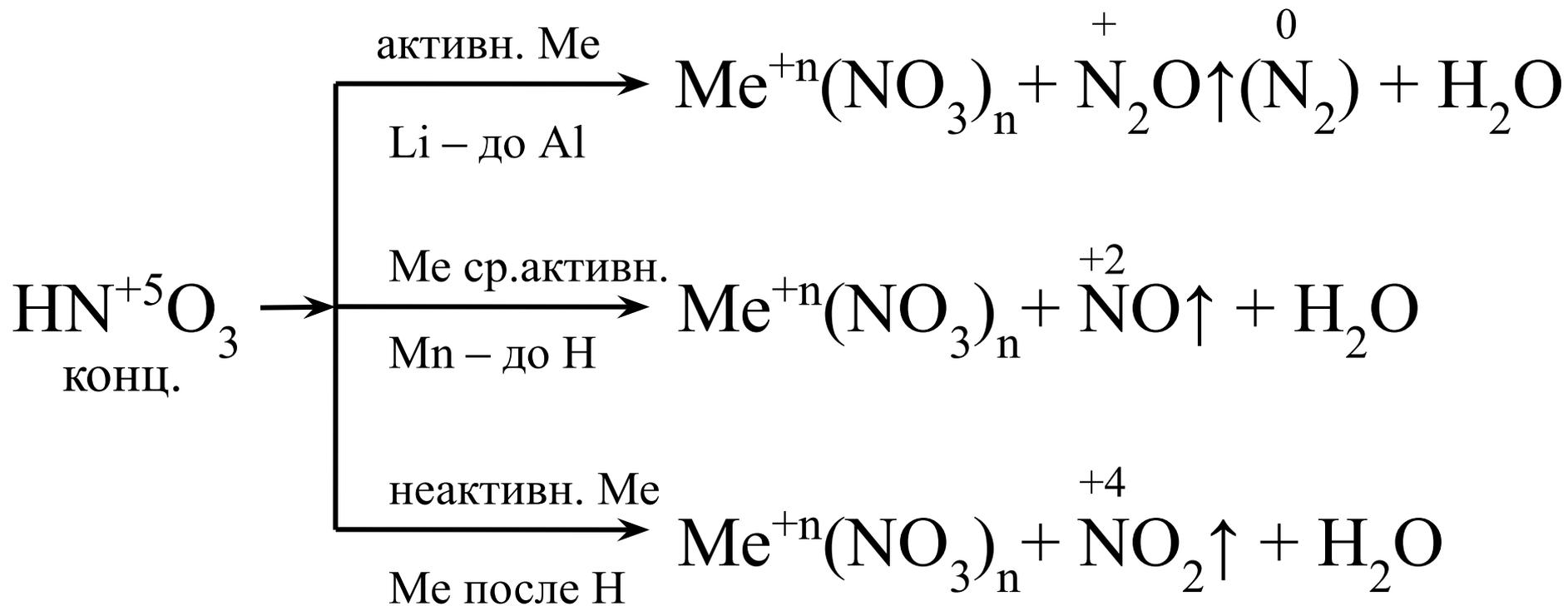
- Взаимодействие с металлами, расположенными в ряду напряжений до водорода

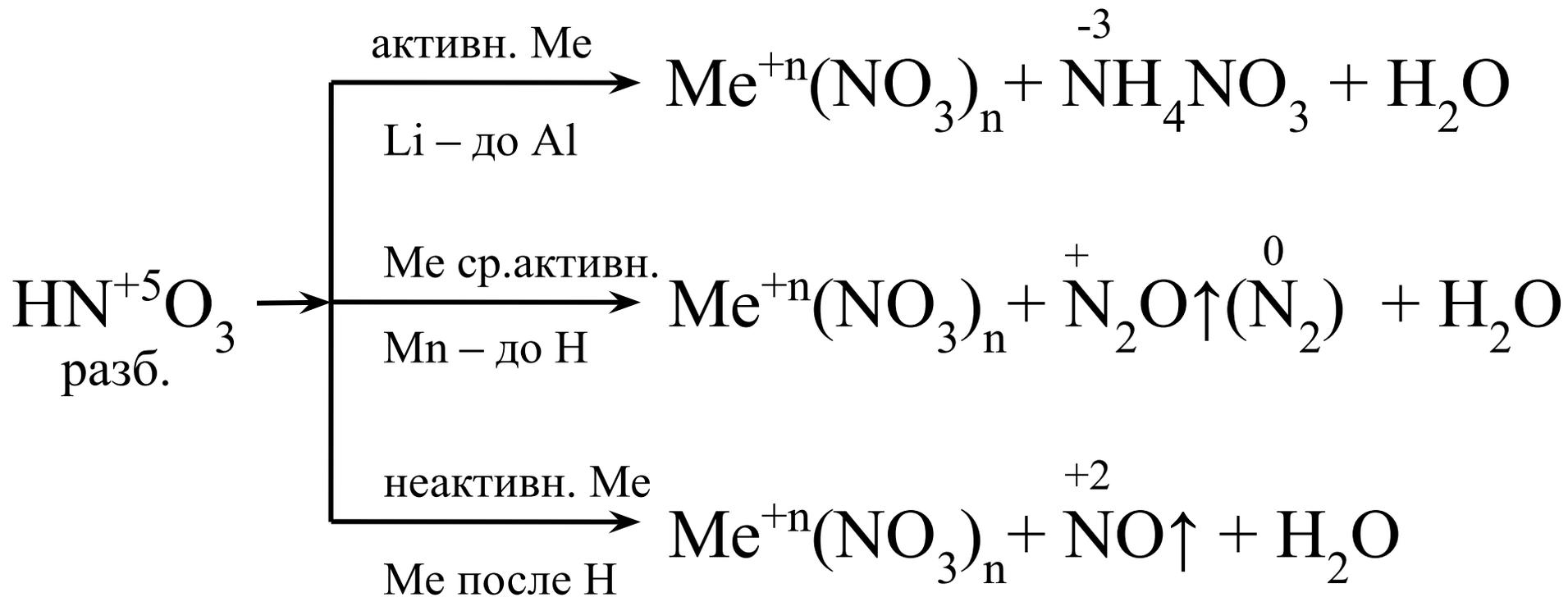


- Взаимодействие с солями слабых или летучих кислот









# Основания

1) Растворимые и нерастворимые



Щелочи  
(1А, 2А групп  
элементов  
кроме Be, Mg)



Гидроксиды

2) сильные – растворимые (IA-группа),  
малорастворимые (IIA-группа)  
слабые – нерастворимые и  $\text{NH}_4\text{OH}$

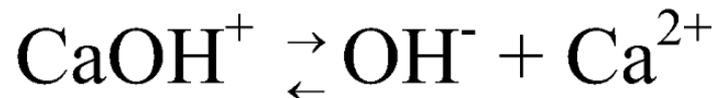
3) По кислотности

однокислотные -  $\text{LiOH}$ ,  $\text{KOH}$ ,

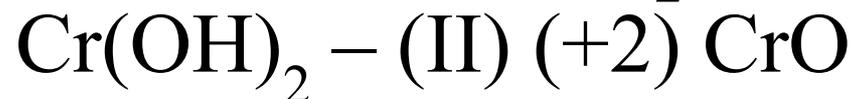
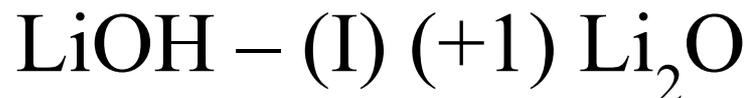
двухкислотные -  $\text{Ba}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Fe}(\text{OH})_2$

трехкислотные –  $\text{Al}(\text{OH})_3$

# Многокислотные основания диссоциируют в несколько ступеней

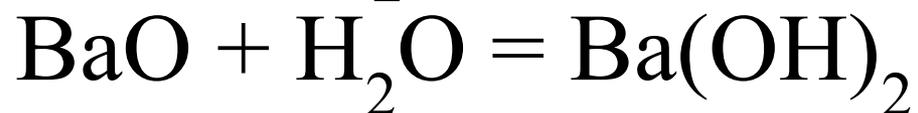
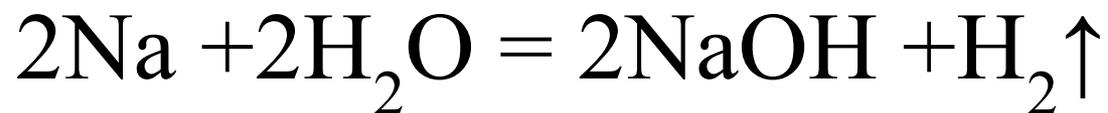


Основания и соответствующие им оксиды:

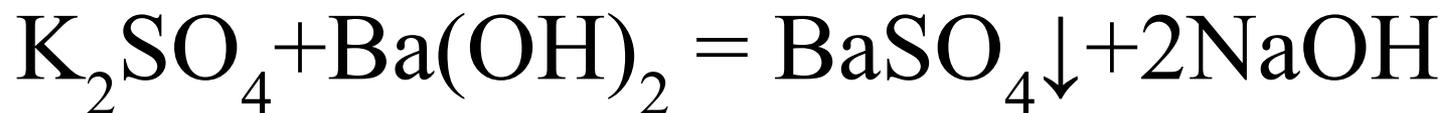
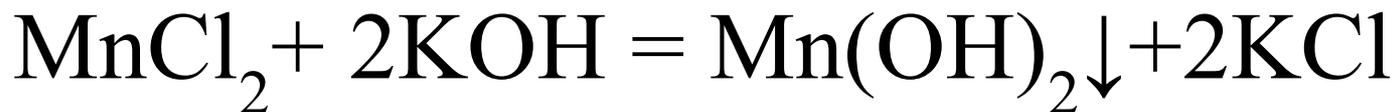


## Способы получения гидроксидов

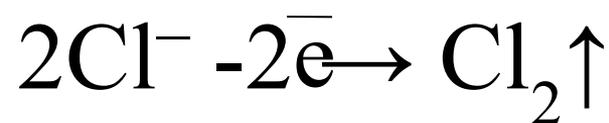
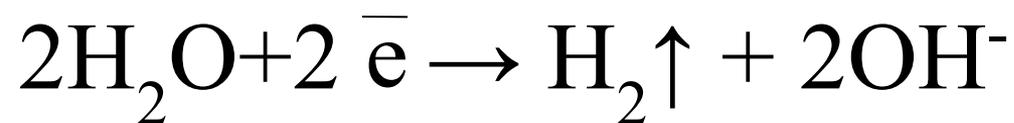
1. Взаимодействие активных металлов и их оксидов с водой



2. Взаимодействие солей со щелочами

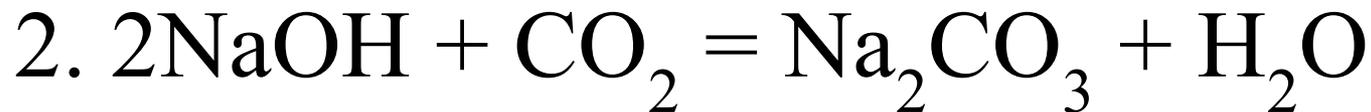


## 3. Электролиз растворов



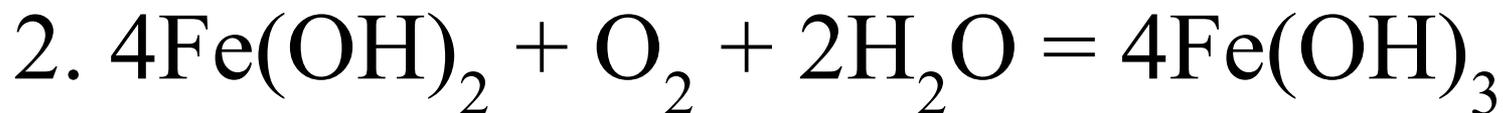
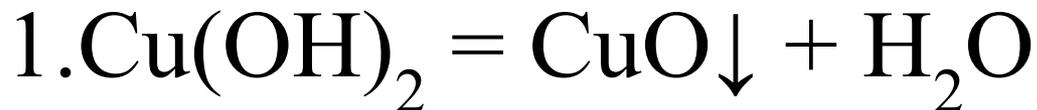
# Химические свойства оснований

## Свойства растворимых оснований

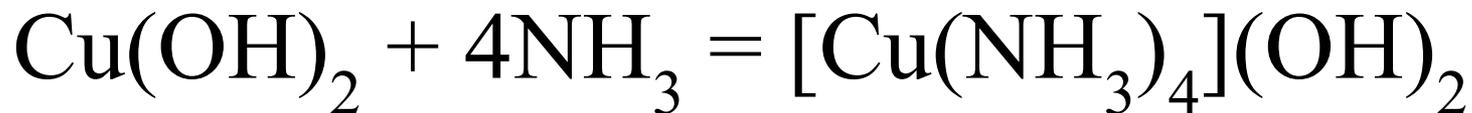


# Свойства нерастворимых оснований

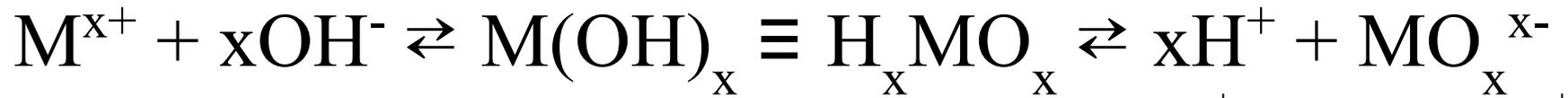
t



3. Гидроксиды d-металлов вступают в реакции комплексообразования:



## Амфотерные гидроксиды (амфолиты)



основание

кислота

Получение амфотерных гидроксидов

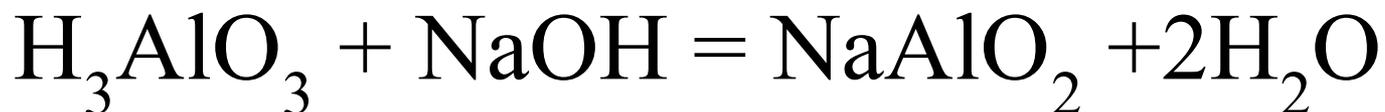
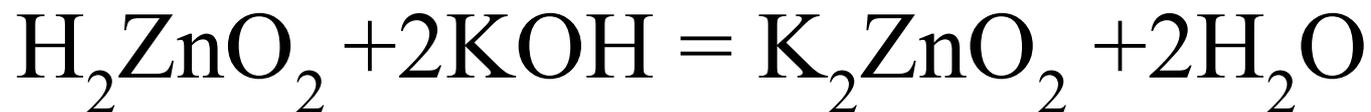


# Химические свойства

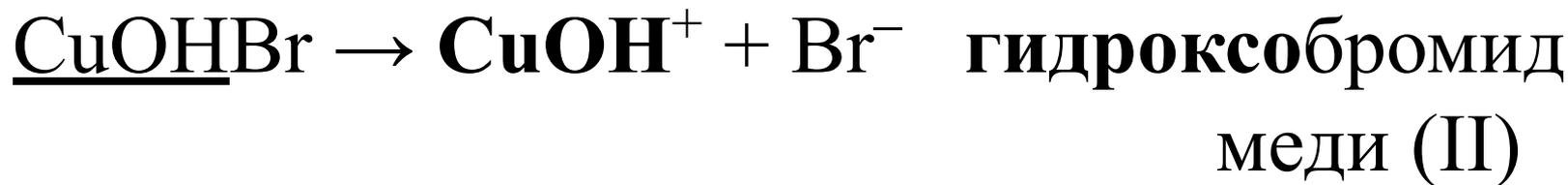
## 1. Основные свойства



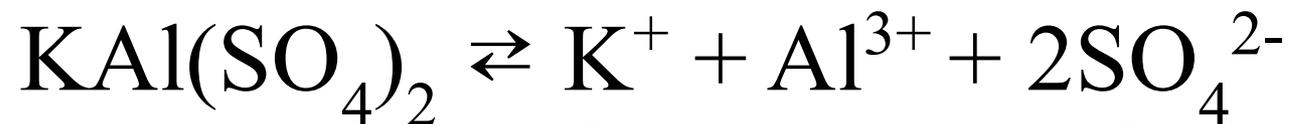
## 2. Кислотные свойства



Форма основания	Форма кислоты
$Zn(OH)_2$ гидроксид цинка	$H_2ZnO_2$ цинковая кислота
$Al(OH)_3$ гидроксид алюминия	$H_3AlO_3$ ортоалюминиевая к-та $HAlO_2$ метаалюминиевая к-та
$Cr(OH)_3$ гидроксид хрома (III)	$H_3CrO_3$ ортохромистая к-та $HCrO_2$ метахромистая к-та
$Be(OH)_2$ гидроксид бериллия	$H_2BeO_2$ бериллиевая к-та
$Sn(OH)_2$ гидроксид олова (II)	$H_2SnO_2$ <u>оловянистая к-та</u>
$Sn(OH)_4$ гидроксид олова (IV)	$H_4SnO_4$ ортооловянная к-та $H_2SnO_3$ метаоловянная к-та
$Pb(OH)_2$ гидроксид свинца (II)	$H_2PbO_2$ свинцовистая к-та
$Pb(OH)_4$ гидроксид свинца (IV)	$H_4PbO_4$ ортосвинцовая к-та $H_2PbO_3$ метасвинцовая к-та

**Средние соли****Кислые соли****Основные соли**

## 2) Двойные соли



3) Смешанные соли  $\text{CaOCl}_2$  -  $\text{CaCl}(\text{OCl})$

4) Растворимые –  $\text{NaCl}$ ,  $\text{KNO}_3$ ,  $\text{Rb}_2\text{SO}_4$   
 нерастворимые –  $\text{AgCl}$ ,  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ ,  $\text{BaSO}_4$

5) Комплексные соли  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ ,  
 $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6][\text{Cr}(\text{CN})_6]$

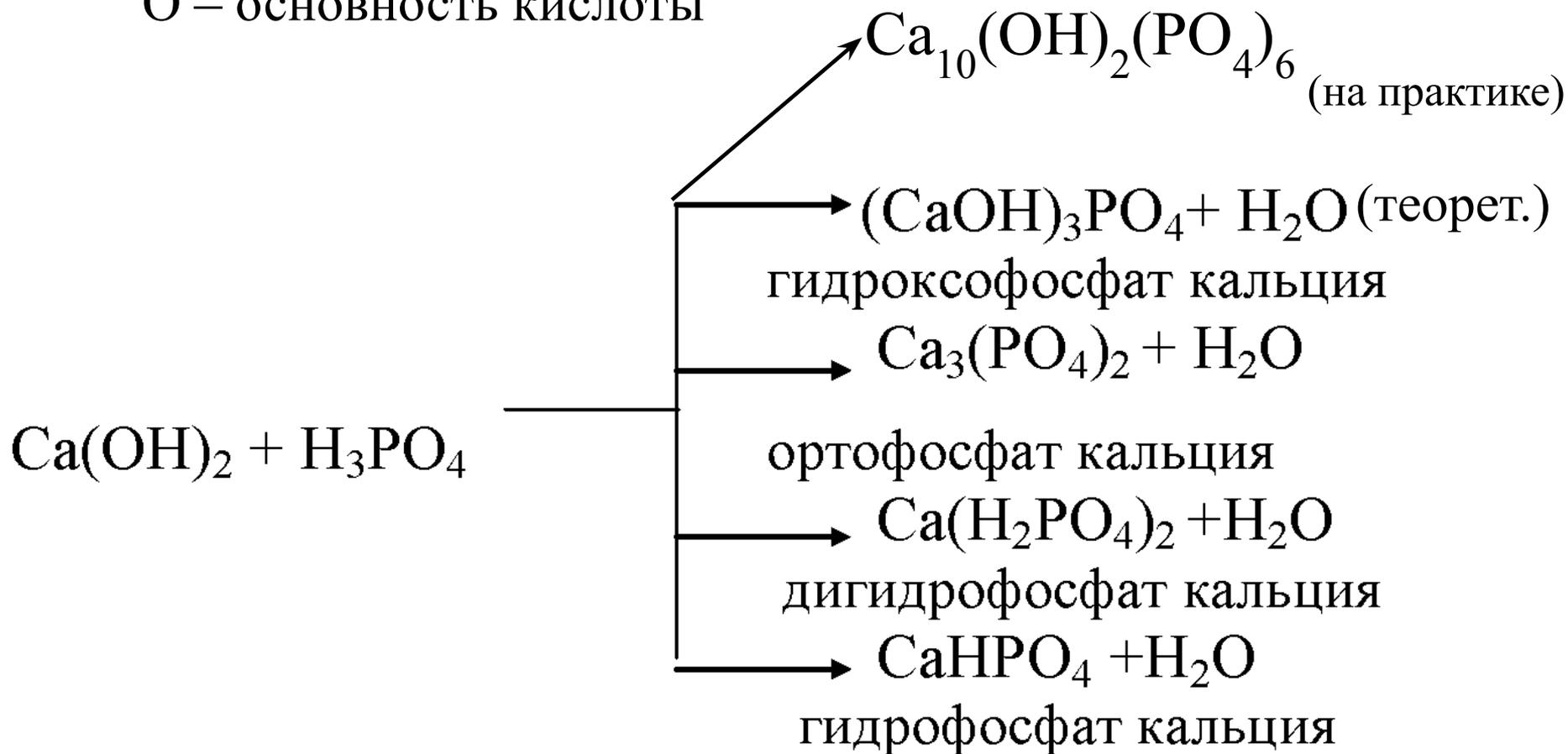
6) Кристаллогидраты  $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ,  
 $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ,  
 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$

# Теоретическая схема получения солей взаимодействием гидроксида и кислоты

$$m = K + O - 1 = 2 + 3 - 1 = 4 \text{ (соли),}$$

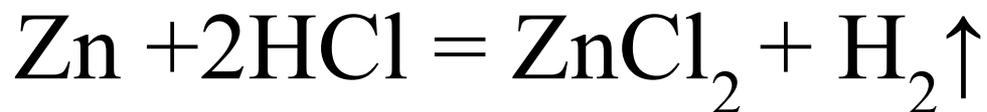
где  $K$  – кислотность основания,

$O$  – основность кислоты

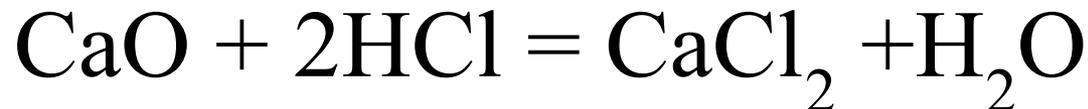


## Способы получения солей

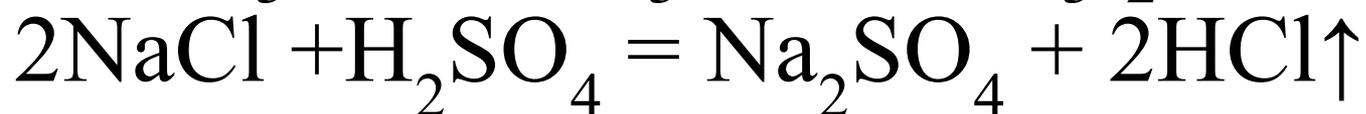
Взаимодействие металла с кислотой



Взаимодействие основного оксида с кислотой



Взаимодействие соли с кислотой



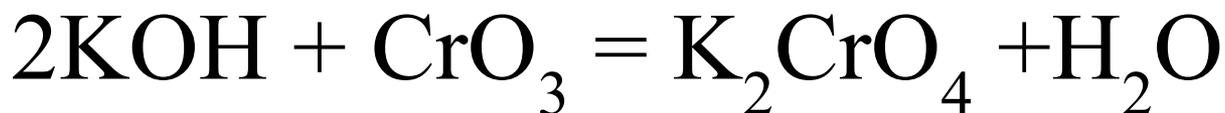
Взаимодействие основного оксида с

КИСЛОТНЫМ



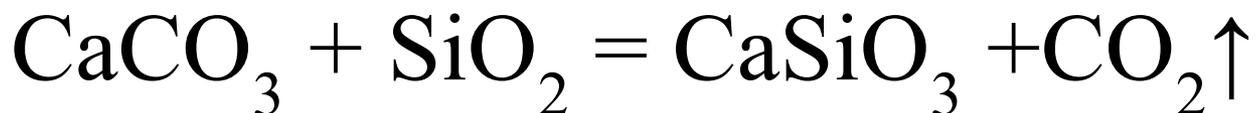
Взаимодействие гидроксида с кислотным

ОКСИДОМ

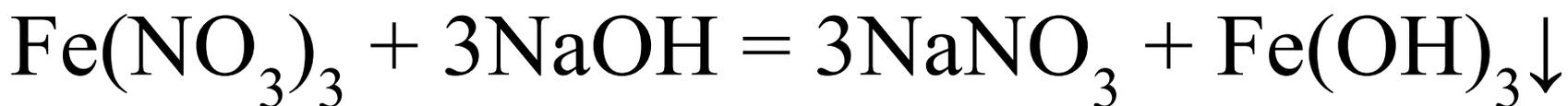


Взаимодействие соли с кислотным

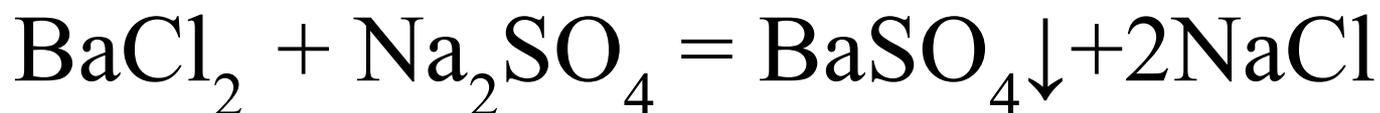
ОКСИДОМ



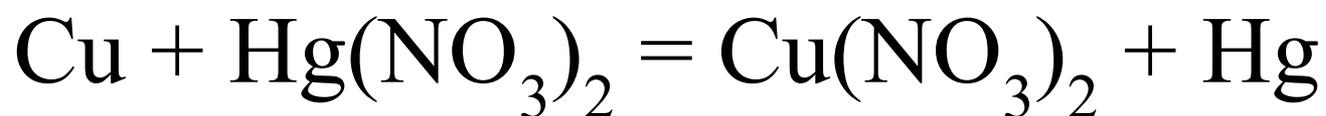
Взаимодействие гидроксида с солью



Взаимодействие двух солей



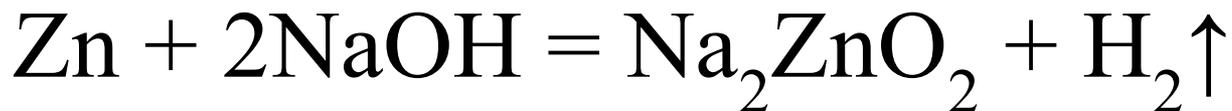
Взаимодействие металла с солью



Взаимодействие металла с неметаллом



Взаимодействие металла со щелочью

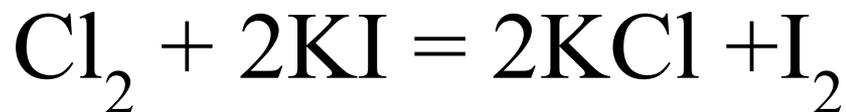


Взаимодействие неметалла со

щелочью



Взаимодействие неметалла с солью

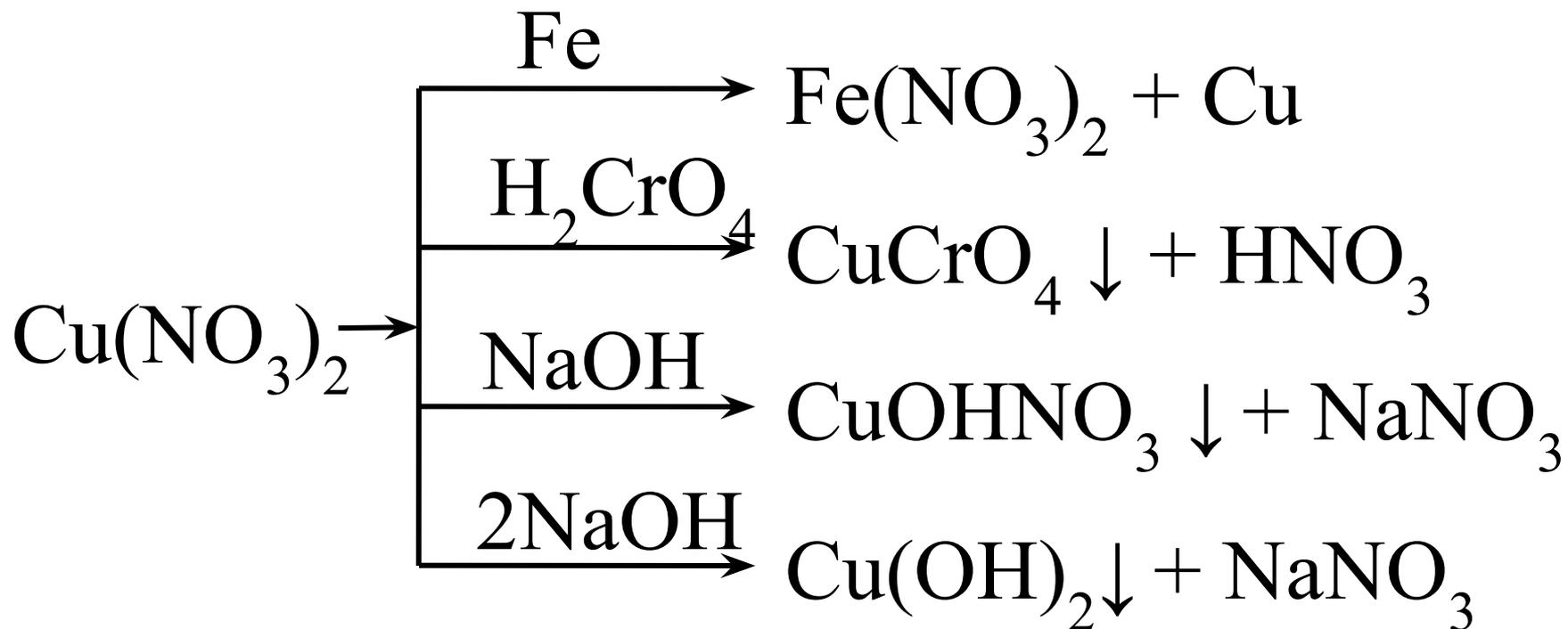


Термическое разложение солей

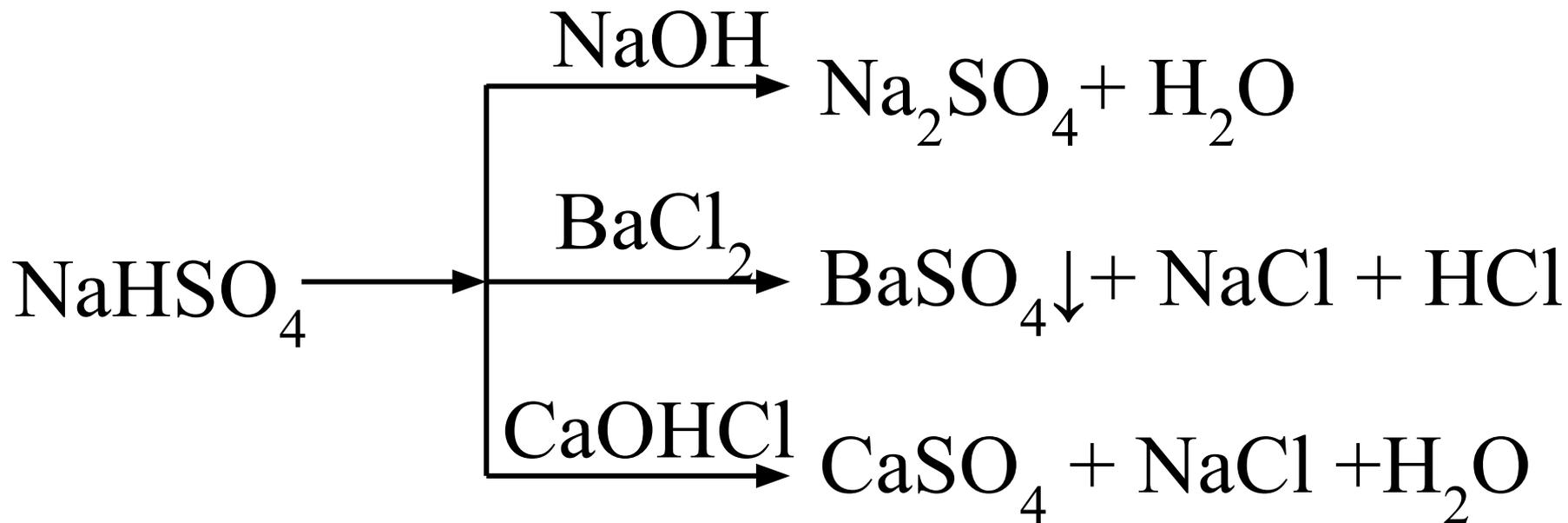


# Химические свойства солей

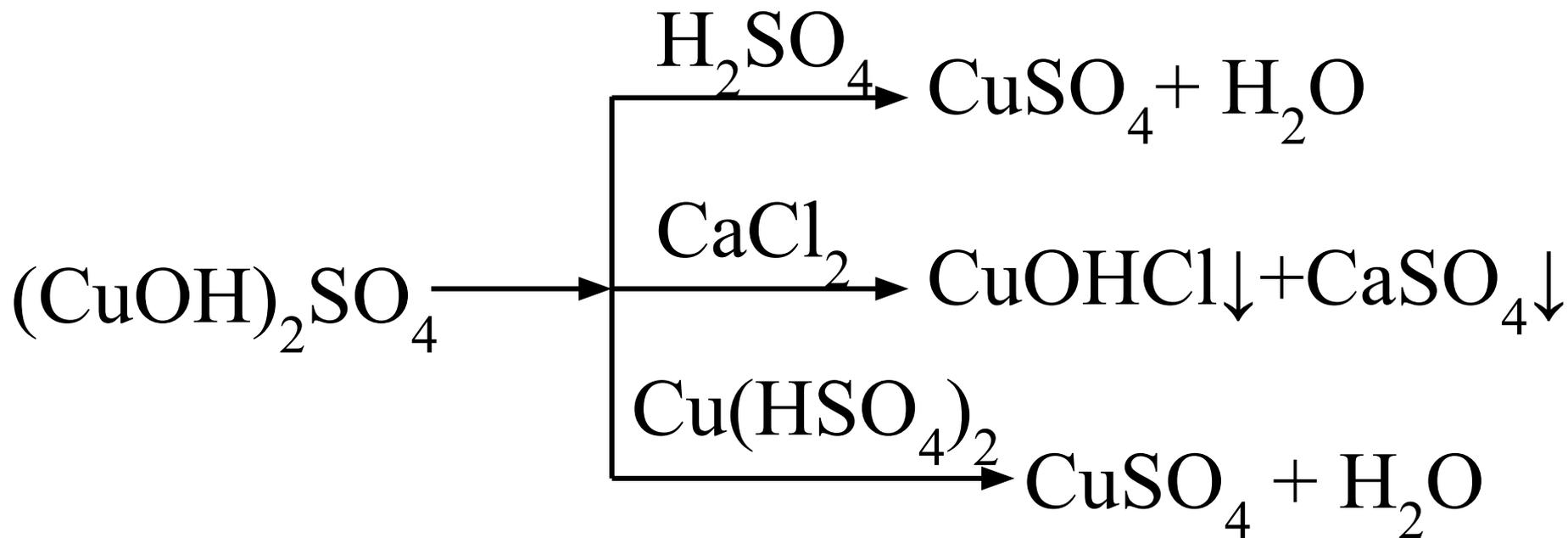
## 1. Средние соли



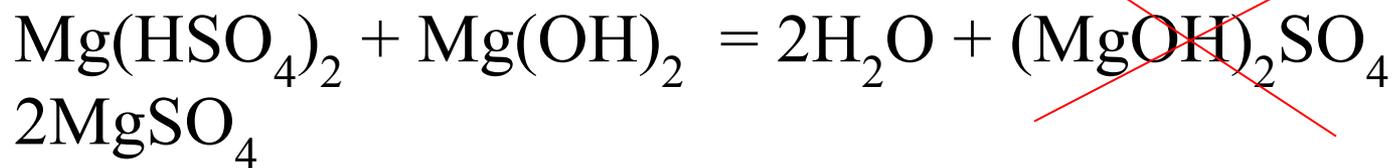
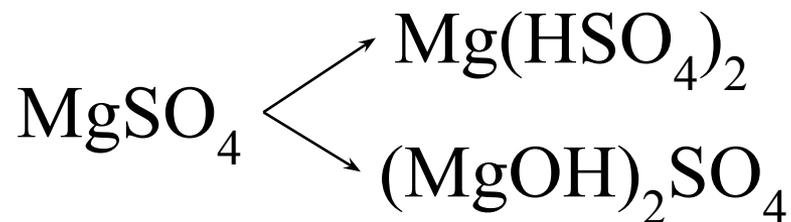
## 2. Кислые соли



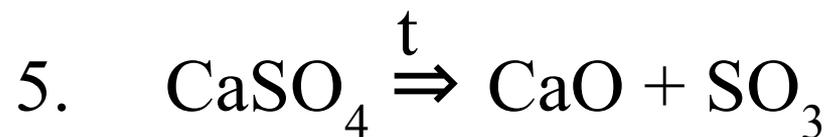
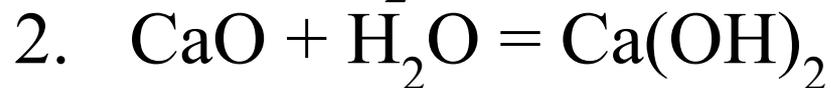
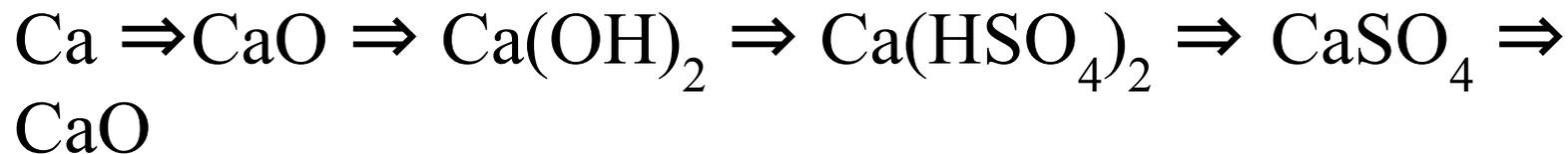
## 3. Основные соли



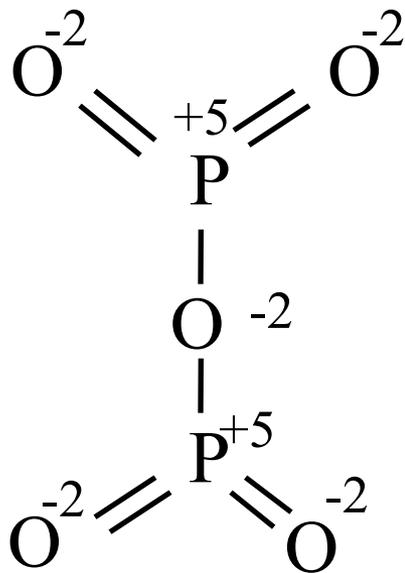
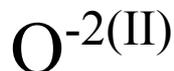
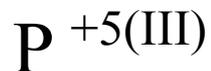
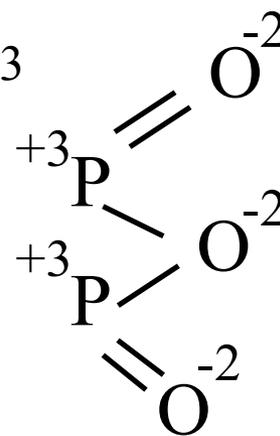
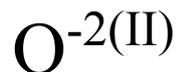
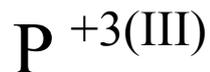
# Схема получения солей кислых и основных из средних



## Схема взаимных превращений различных классов соединений



# Схема составления структурно-графических формул

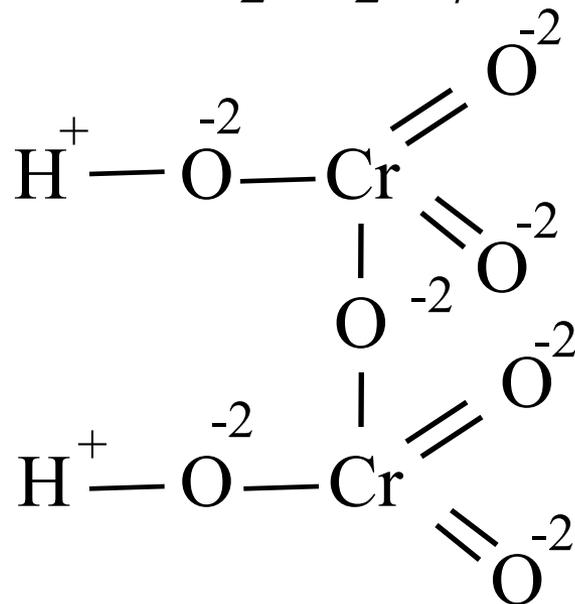
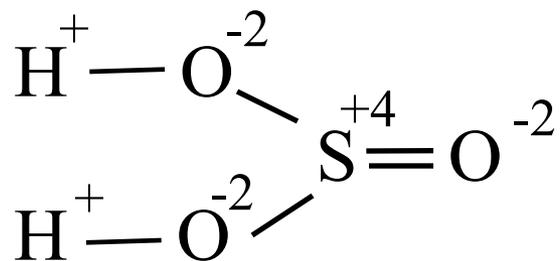
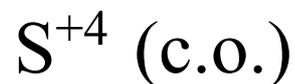


## Определение степени окисления и составление СГФ



$$2(+1) + 1x + 3(-2) = 0$$

$$x = +4$$



# 59 Генетическая связь классов неорганических соединений

