

*Классы неорганических  
соединений*

# Степень окисления элемента

- Степень окисления (ст. ок.) – условный заряд атома элемента в соединении.
- Степень окисления может быть нулевой, положительной и отрицательной.
- Степень окисления атомов в простых веществах всегда равна 0.
- Обозначение  $C^0$ ,  $O_2^0$

# Степень окисления атомов элементов в сложных веществах

- может быть постоянной и переменной.

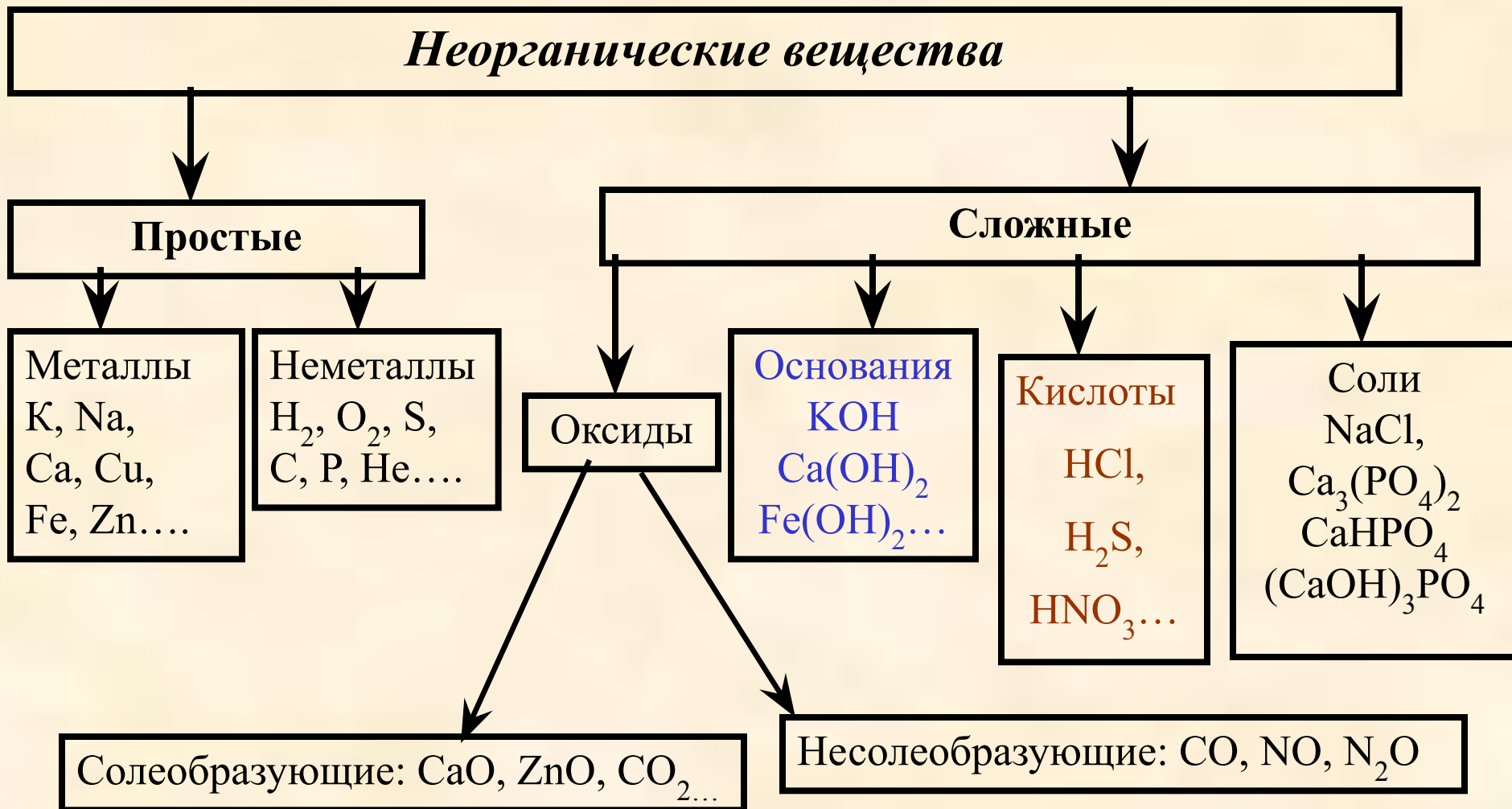
- **Постоянная степень окисления атомов  
элементов**

- **Катионы:  $\text{Li}^+$ ;  $\text{Na}^+$ ;  $\text{K}^+$ ;  $\text{Rb}^+$ ;  $\text{Cs}^+$ ;  $\text{Ag}^+$ ;  $\text{Be}^{2+}$ ;  
 $\text{Mg}^{2+}$ ;  $\text{Ca}^{2+}$ ;  $\text{Sr}^{2+}$ ;  $\text{Ba}^{2+}$ ;  $\text{Zn}^{2+}$ ;  $\text{Cd}^{2+}$ ;**



- **Анионы:  $\text{F}^-$ ;  $\text{S}^{2-}$**

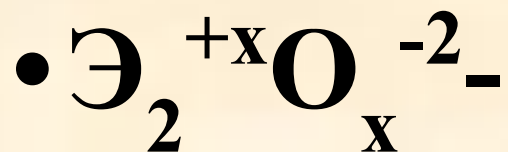
# Общая классификация неорганических веществ



# *Оксиды. Определение.*

**Оксиды – это сложные вещества, состоящие из атомов двух элементов, один из которых кислород в степени окисления «-2»**

# *общая формула оксида*



- «+x» – степень окисления элемента

- «-2» – степень окисления кислорода

# *Оксиды. Номенклатура.*

**«Оксид» + название элемента,  
образующего оксид в  
родительном падеже + в  
скобках римскими цифрами  
валентность, если для  
элемента она может быть  
переменной:**

# Например

$\text{CaO}$  – оксид кальция,

$\text{CO}$  – оксид углерода (II),

$\text{CO}_2$  – оксид углерода (IV).



# Примеры.

- Запишите формулы оксидов : оксид железа (II), оксид серы (VI), оксид бора.
- 2. Назовите оксиды:  $K_2O$ ,  $Al_2O_3$ ,  $MnO$ ,  $Mn_2O_7$ ,  $SiO_2$ ,  $SiO$

# *Оксиды. Классификация.*

**1. Несолеобразующие.**

**Не могут образовать солей.**



**2. Солеобразующие. Образуют  
соли.**

# Солеобразующие оксиды

**Основные:**

$K_2O$ ,  $CaO$ ,  
 $CuO$ ,  $MnO$ .

**Гидратная  
форма –  
основание.**

$K_2O$  -  $KOH$ ,  
 $CaO$  -  $Ca(OH)_2$ ,  
 $CuO$  -  $Cu(OH)_2$ ,  
 $MnO$  -  $Mn(OH)_2$

**Амфотерные:  $BeO$ ,  
 $ZnO$ ,  $PbO$ ,  $SnO$ ,  $Al_2O_3$ ,  
 $Cr_2O_3$ ,  $PbO_2$ ,  $SnO_2$**

**Гидратная форма  
амфотерный  
гидроксид**

**Кислотные:**

$CO_2$ ,  $SO_3$ ,  
 $CrO_3$ ,  $Mn_2O_7$

**Гидратная  
форма -  
кислота.**

$CO_2$  -  $H_2CO_3$ ,  
 $SO_3$  -  $H_2SO_4$ ,  
 $CrO_3$  -  $HCrO_4$ ,  
 $Mn_2O_7$  -  $HMnO_4$

# *Химические свойства оксидов*

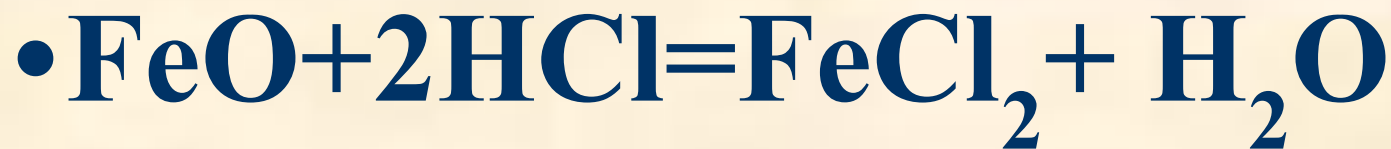
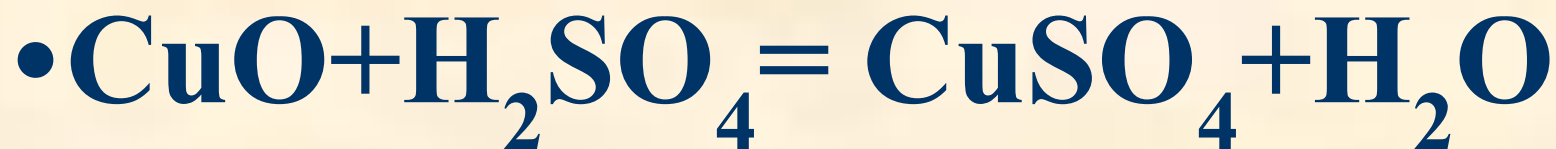
## **Основные оксиды.**

- **Оксид + вода = основание (щелочь). Растворимы в воде только оксиды щелочных и щелочноземельных металлов.**
- **$K_2O + H_2O = 2KOH$**
- **$BaO + H_2O = Ba(OH)_2$**

**2. Основной оксид+  
кислотный оксид=  
соль**



### 3. Основной оксид + кислота = соль + вода



# **Кислотные оксиды.**

Это оксиды неметаллов и металлов в высшей степени окисления.

# 1. Кислотный оксид+вода = кислота.

- В воде растворяются все кислотные оксиды кроме  $\text{SiO}_2$ .
- $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4$ ,
- $\text{N}_2\text{O}_5 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HNO}_3$
- $\text{CrO}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{CrO}_4$ ,
- $\text{Mn}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HMnO}_4$

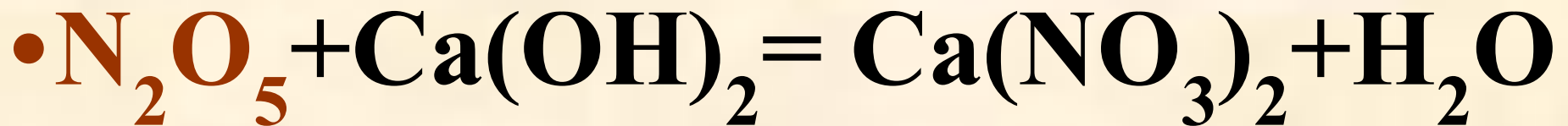
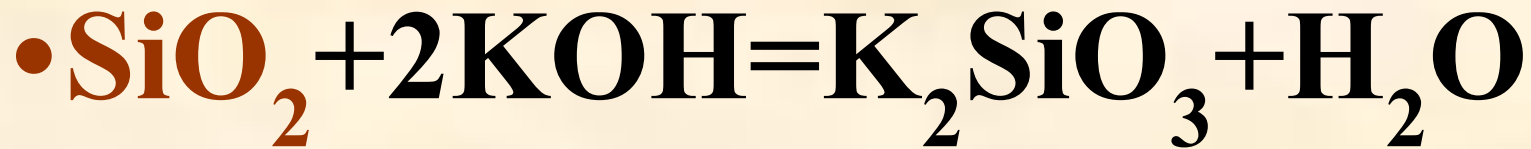


## **2. Кислотный оксид+основной=соль**

- **Приведите примеры.**

### 3. Кислотный

**оксид+основание=соль+вода**



# Амфотерные оксиды.

Оксиды металлов, которые в зависимости от условий могут проявлять свойства либо **кислотных**, либо **основных оксидов**.

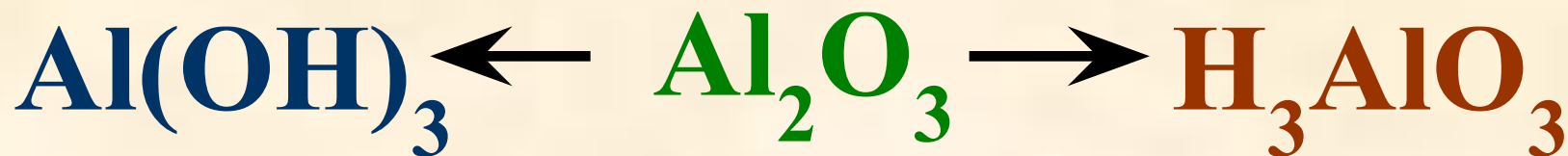
$\text{BeO}$ ,  $\text{ZnO}$ ,  $\text{PbO}$ ,  $\text{SnO}$ ,

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

# Свойства

- В воде нерастворимы.
- могут растворяться как **в кислотах** (проявляют **основные свойства**), так и **в щелочах** (проявляют **кислотные свойства**).

В качестве гидратной формы им  
могут соответствовать как  
**кислота**, так и **основание**

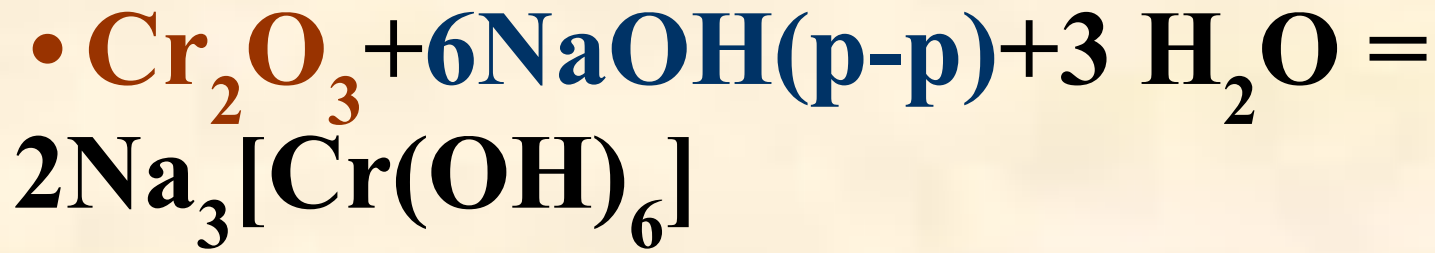


# *Свойства амфотерных оксидов.*

**Амфотерный оксид + Основной оксид  
= соль**



## 2. Амфотерный оксид + щелочь = соль + вода



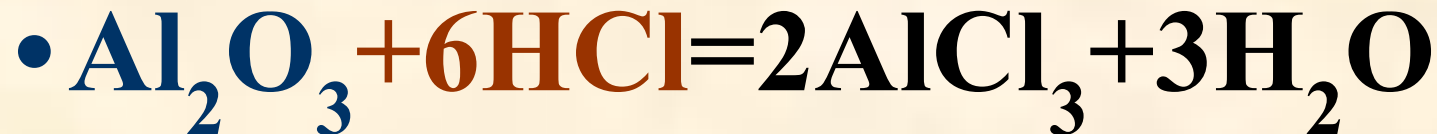
$\text{NaAlO}_2$  - метаалюминат натрия

$\text{Na}_3[\text{Al}(\text{OH})_6]$  - гексагидроксоалюминат  
натрия

### 3. Амфотерный оксид+кислотный оксид=соль



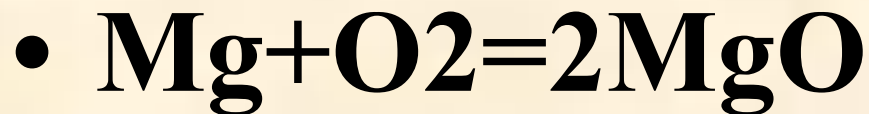
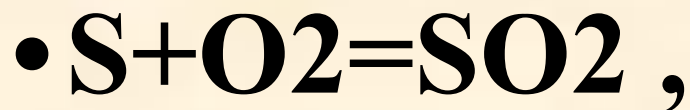
### 4. Амфотерный оксид+кислота=соль+вода





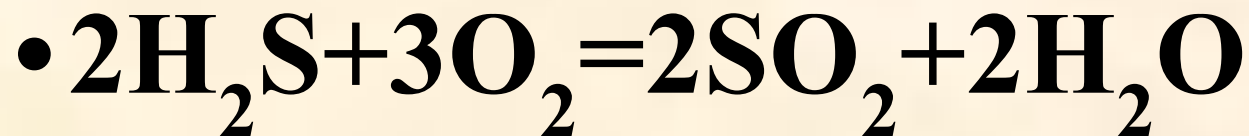
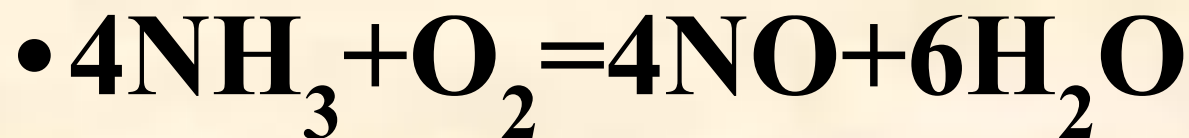
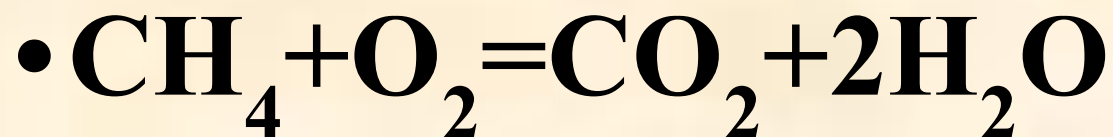
# *Получение оксидов*

**Взаимодействие простых веществ с кислородом.**

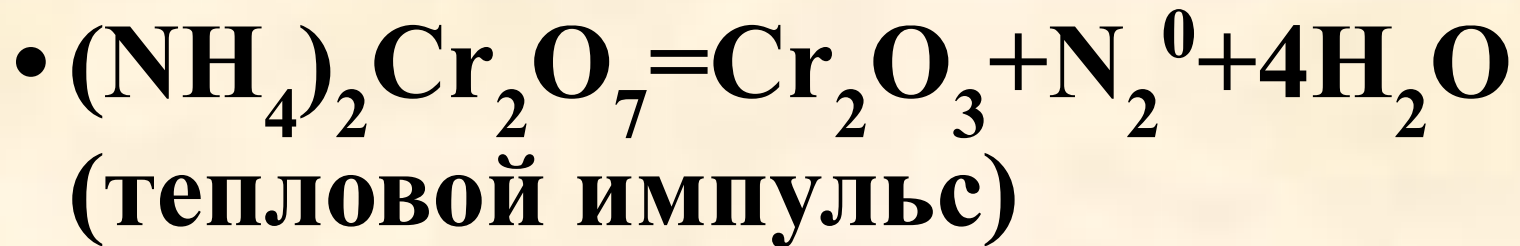
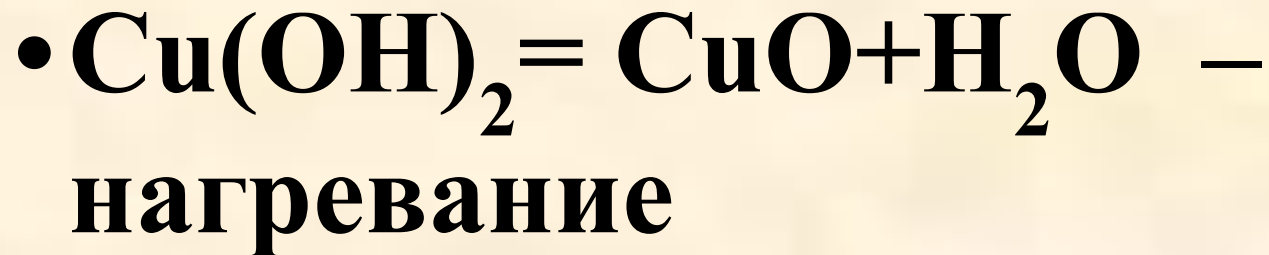
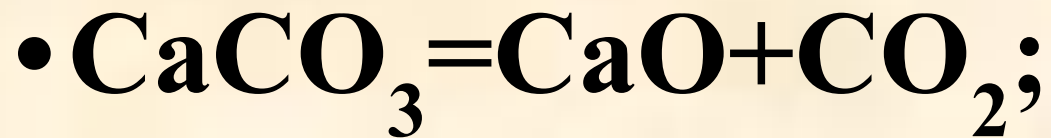


(нагревание)

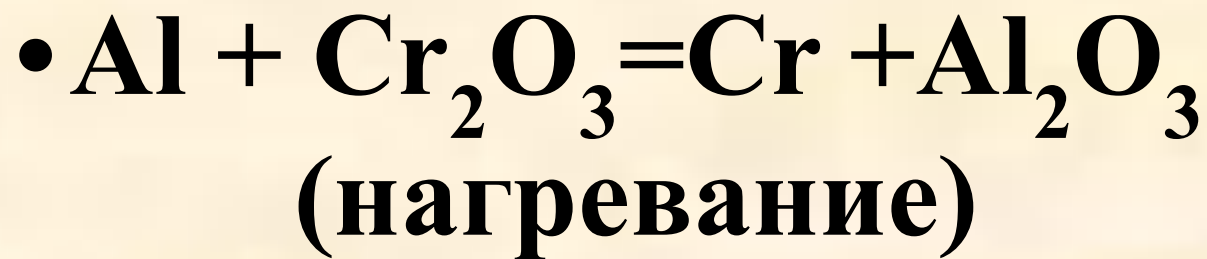
## 2. Горение сложных веществ в кислороде.



### 3. Разложение сложных веществ.



## **4. Взаимодействие оксида металла с другим металлом.**



***Основания*** — сложные  
вещества,

**в состав которых входят  
атомы металла и  
гидроксогруппы  $\text{OH}^-$**

**Исключением является  
основание  $\text{NH}_4\text{OH}$  (гидроксид  
аммония), которое не  
содержит атомов металла)**

# *Общая формула*

- $\text{Me}^{+n}(\text{OH})_n^{-1}$
- Me – металл
- n – степень окисления  
металла

# *Номенклатура оснований*

**Название оснований составляют из слова «гидроксид» и названия металла в родительном падеже:**

**КОН – гидроксид калия;**

**Mg(OH)<sub>2</sub> - гидроксид магния;**

**Ca(OH)<sub>2</sub> - гидроксид кальция;**

**Al(OH)<sub>3</sub> - гидроксид алюминия.**

## Пример

**Если металл образует несколько оснований, то после названия металла в скобках римской цифрой указывается степень его окисления:**

**$\text{Fe}(\text{OH})_2$  – гидроксид железа (II);**

**$\text{Fe}(\text{OH})_3$  – гидроксид железа (III);**

**$\text{Cr}(\text{OH})_2$  – гидроксид хрома (II);**

**$\text{Cr}(\text{OH})_3$  – гидроксид хрома (III).**



# *Основания*

**Растворимые  
в воде -  
щёлочи**

**LiOH, KOH,  
NaOH, RbOH,  
CsOH, Ca(OH)<sub>2</sub>.**

**Амфотерн.  
гидроксиды**

**Be(OH)<sub>2</sub>,  
Zn(OH)<sub>2</sub>,  
Sn(OH)<sub>2</sub>,  
Pb(OH)<sub>2</sub>,  
Al(OH)<sub>3</sub>,  
Cr(OH)<sub>3</sub>.**

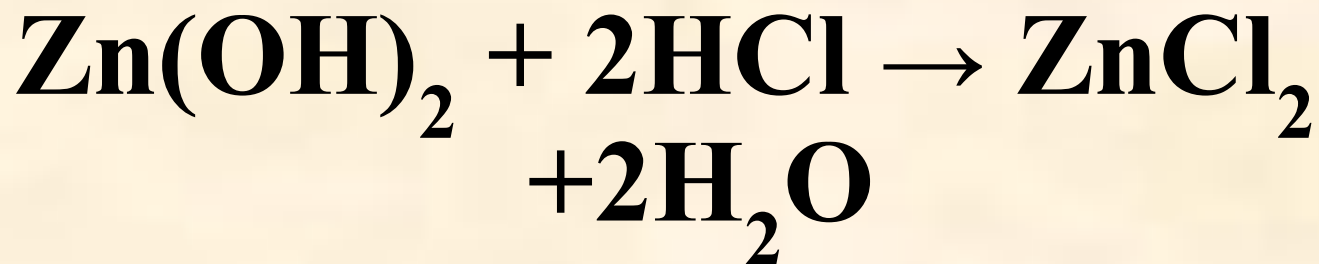
**Нерастворимые  
в воде -  
нерастворимые  
основания**

**Cu(OH)<sub>2</sub> -  
гидроксид меди  
(II),  
Fe(OH)<sub>2</sub> -  
гидроксид железа  
(II),**

# *Химические свойства оснований*

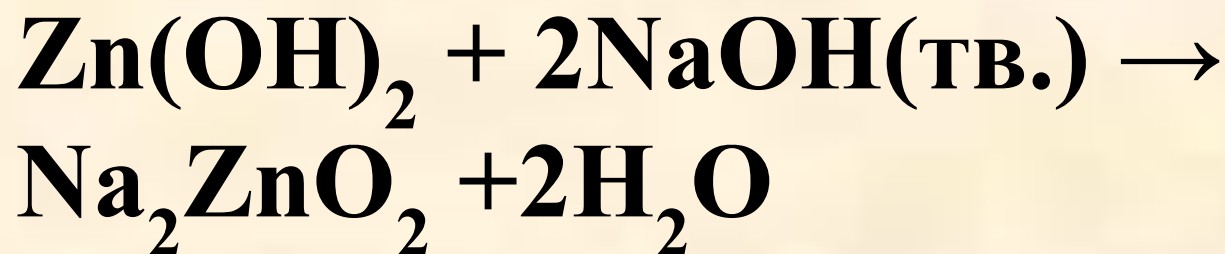
## **Амфотерные гидроксиды**

- **Амфотерные гидроксид + кислота → соль + вода**

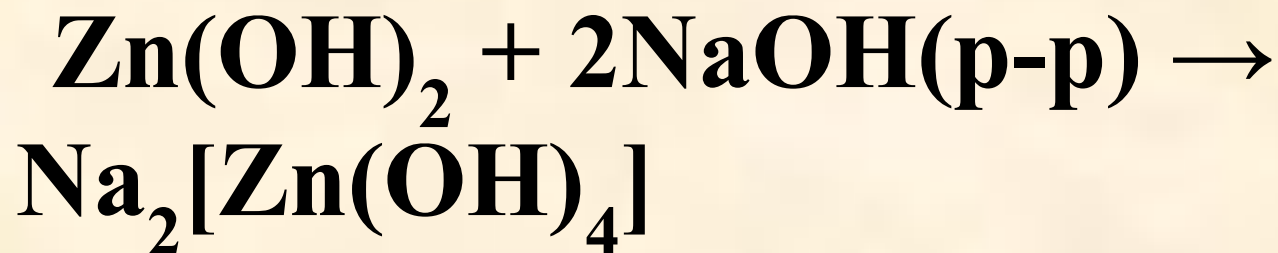


***Амфотерные гидроксид +  
щелочь → соль + вода***

- **(при сплавлении)**



- **в растворе:**

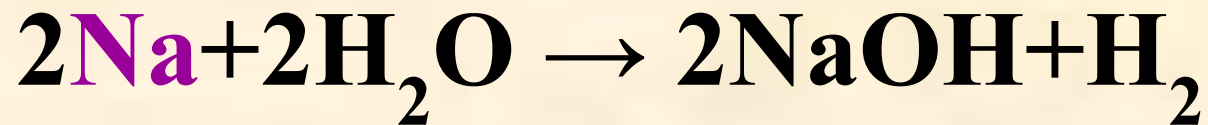


Щелочи	Нерастворимые основания
<p>1. Действие на индикаторы:            фенолфталеин – <b>малиновый</b>,            метилоранж – <b>желтый</b>,            лакмус – <b>синий</b></p>	<p>—</p>
<p>2. Основание + кислота = соль + вода</p> $2\text{KOH} + 2\text{HCl} = 2\text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$	<p>1. Основание + кислота = соль + вода</p> $2\text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 6\text{H}_2\text{O}$
<p>3. Основание + кислотный оксид = соль + вода</p> $\text{Ba}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2 = \text{BaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$	<p>2. Основание <math>\xrightarrow{t}</math> оксид + вода</p> $2\text{Fe}(\text{OH})_3 \xrightarrow{t} \text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$ $\text{Cu}(\text{OH})_2 \xrightarrow{t} \text{CuO} + \text{H}_2\text{O}$
<p>4. Щелочь + соль 1 = соль 2 + основание</p> $2\text{KOH} + \text{CuSO}_4 = \dots$ $\text{K}_2\text{SO}_4 + \text{Cu}(\text{OH})_2 =$	

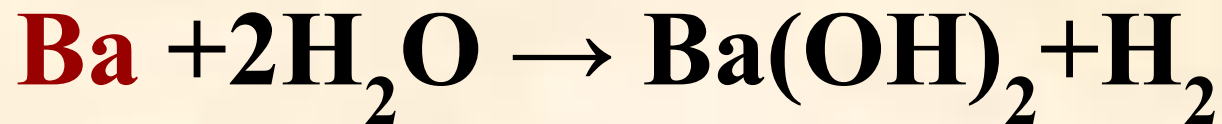
# *Получение оснований*

• **Активный металл+вода →  
щелочь+водород**

• **ТОЛЬКО щелочные( Li, Na, K, Rb, Cs),**

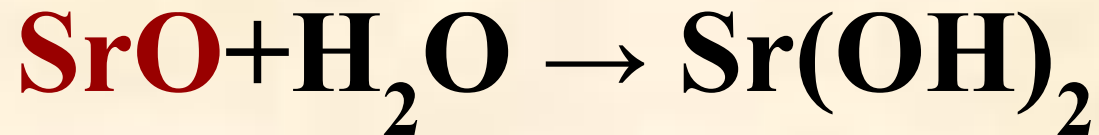
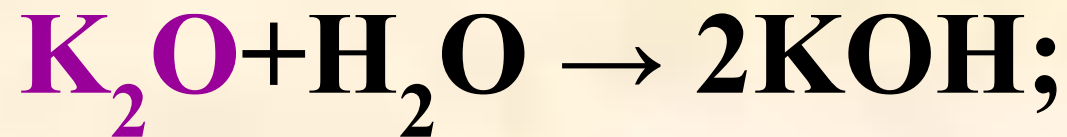


**щелочноземельные (Ca, Sr, Ba)**

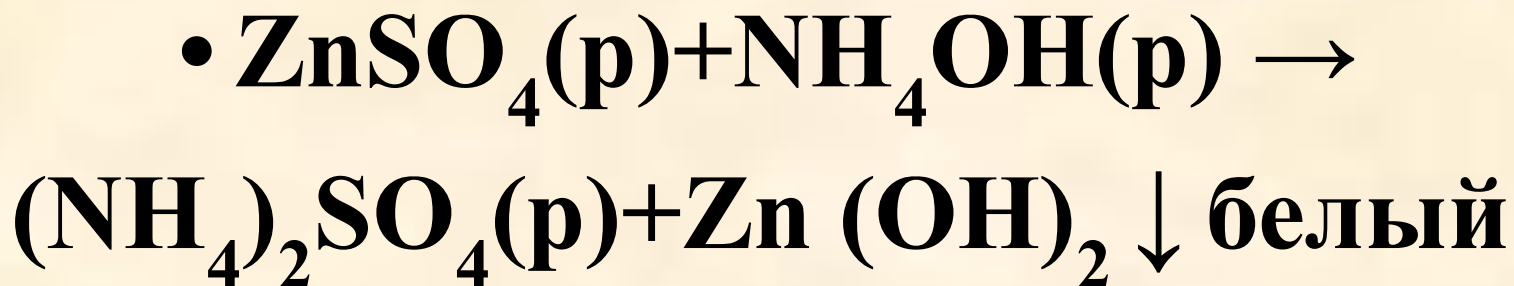
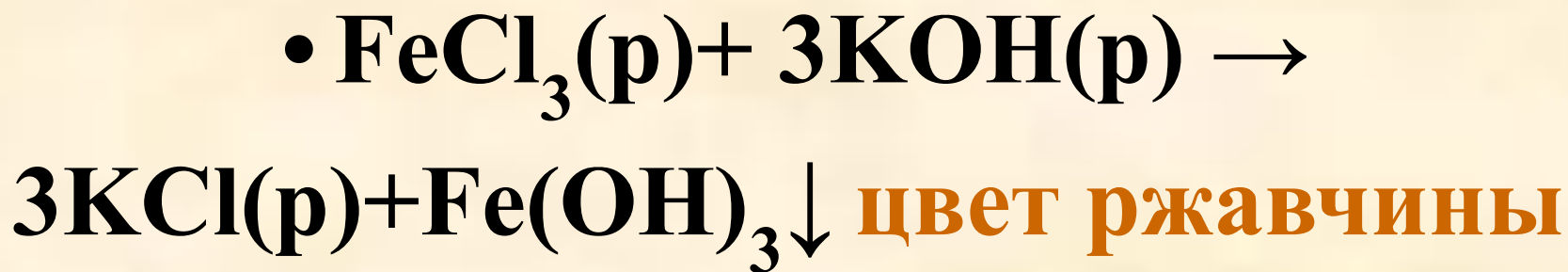


## 2. Основной оксид+вода → щелочь

- ТОЛЬКО ОКСИДЫ **ЩЕЛОЧНЫХ** И **ЩЕЛОЧНОЗЕМЕЛЬНЫХ** МЕТАЛЛОВ



3. Соль 1(р-р)+основание1(р-р) →  
соль2(р-р)+нерастворимое  
основание2



# *Кислоты. Определение*

**Кислоты - это сложные вещества, в состав которых входят ионы водорода  $H^+$ , способные замещаться на металл, и кислотный остаток**



# *Общая формула кислот*

- $\text{H}_n^+ \text{X}^{-n}$  - X - кислотный остаток
- n – заряд кислотного остатка

# ***Классификация кислот.***

**По наличию атомов кислорода в составе молекулы :**

- Бескислородные**
- Кислородосодержащие (оксокислоты) – гидраты кислотных оксидов (ангидридов)**

***По числу атомов  
водорода в кислоте ,  
способных замещаться на  
металл различают  
кислоты***

- **ОДНООСНОВНЫЕ**
- **МНОГООСНОВНЫЕ.**

# Кислородосодержащие

- **одноосновные** –  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{HNO}_2$ ,  
 $\text{HMnO}_4$
- **двухосновные** –  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{SiO}_3$
- **трехосновные** –  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{H}_3\text{AsO}_4$

# Бескислородные

- **одноосновные**

**HF, HCl, HBr, HI**

- **двухосновные**

**H<sub>2</sub>S, H<sub>2</sub>Se, H<sub>2</sub>Te,**

# ***Номенклатура***

**Бескислородные кислоты –  
название неметалла + «О»+слово  
водородная.**

**Примеры:** HCl -хлороводородная;  
HF - фтороводородная;  
H<sub>2</sub>Se –селеноводородная.

**Запишите формулы кислот:  
сероводородной , иодоводородной,  
бромоводородной**

# Кислородосодержащие

По степени окисления  
кислотообразующего элемента

- $\text{H}_2^+ \text{S}^{+6} \text{O}_4^{-2}$  – серная кислота
- $\text{H}^+ \text{N}^{+5} \text{O}_3^{-2}$  – азотная кислота
- $\text{H}_2^+ \text{S}^{+4} \text{O}_3^{-2}$  – сернистая кислота
- $\text{H}^+ \text{N}^{+3} \text{O}_2^{-2}$  – азотистая кислота
- $\text{H}_2^+ \text{Cr}^{+6} \text{O}_4^{-2}$  – хромовая кислота
- $\text{H}^+ \text{Cr}^{+3} \text{O}_2^{-2}$  – хромистая кислота

*По количеству молекул воды,  
присоединенных одной молекулой  
ангидрида*

- $\text{P}_2\text{O}_5 + 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_3\text{PO}_4$  - **орто**фосфорная кислота
- $\text{P}_2\text{O}_5 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$  - **пиро**фосфорная кислота
- $\text{P}_2\text{O}_5 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{HPO}_3$  - **мета**фосфорная кислота



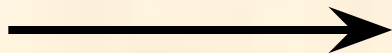
- $\text{H}_3\text{AlO}_3$  – ортоалюминиевая кислота (более богатая водой)
- $\text{HAlO}_2$  – метаалюминиевая кислота



# *Свойства кислот*

**Кислоты окрашивают индикаторы**

**лакмус**



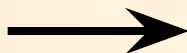
**красный**

**метилрот**



**розовый**

**метилоранж**



**красный**

Физические свойства

**Твердые:**  $\text{HPO}_3$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{H}_3\text{BO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{SiO}_3$

**Жидкие:**  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{HCl}$  и т.д.

**Кислоты**

**Летучие:**  $\text{H}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_3$ ,  $\text{HNO}_2$  и  
бескислородные кислоты

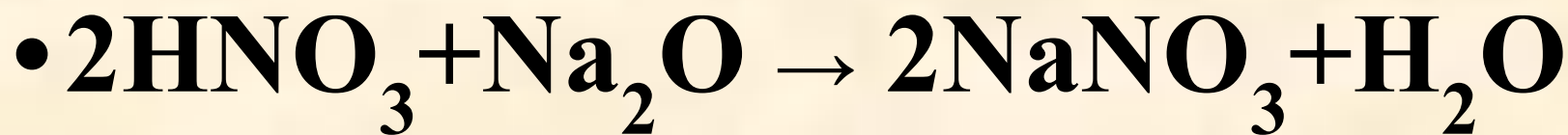
**Нелетучие:**  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_4$ , и т.д.

**Сильные:**  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{HBr}$ ,  $\text{HI}$  и  
содержащие металл в высшей степени  
окисления ( $\text{H}_2\text{CrO}_4$ ,  $\text{HMnO}_4$ )

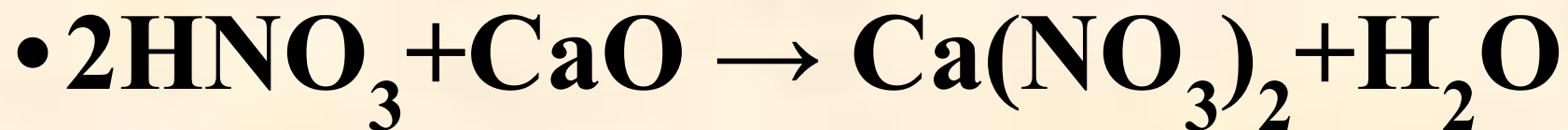
**Слабые:**  $\text{H}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_3$ ,  $\text{H}_3\text{BO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{SiO}_3$ ,  
 $\text{CH}_3\text{COOH}$ ,  $\text{H}_2\text{S}$  и т.д.

# *Химические свойства кислот*

**1. Кислота + основной оксид →  
соль + вода**

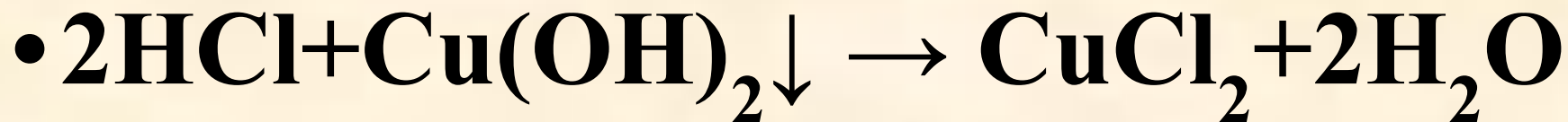


**2. Кислота + основной оксид →  
соль + вода**

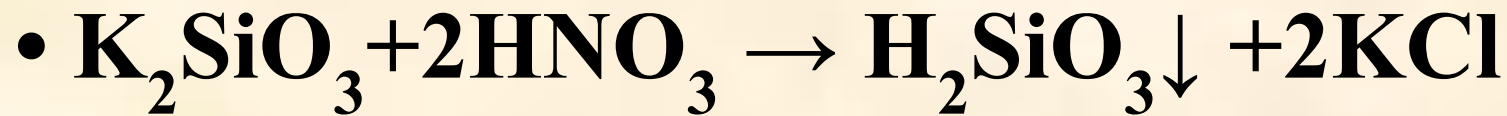
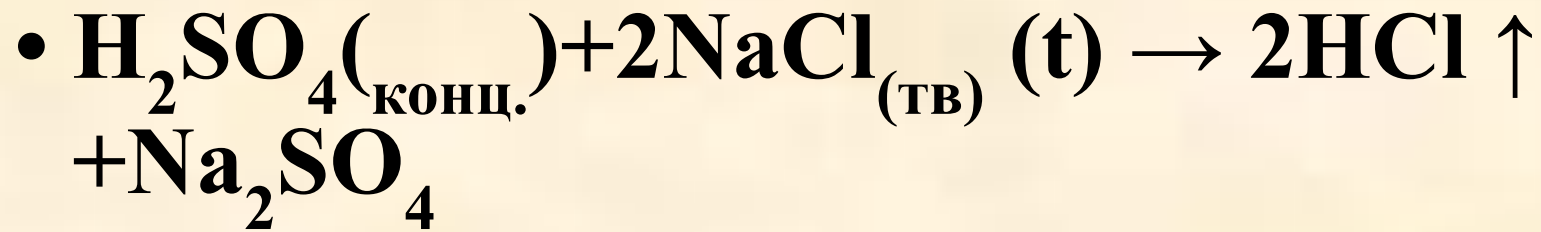


### 3. Кислота + основание $\rightarrow$ соль + вода

- **Реакция нейтрализации**



**4. Кислота1+соль1 →  
кислота2+соль2**



**Кислота + металл**

```
graph TD; A[Кислота + металл] --> B[Обычные – выделяется водород + соль]; A --> C[Кислоты окислители – водород не образуется];
```

**Обычные –  
выделяется  
водород + соль**

**Кислоты  
окислители –  
водород не  
образуется**



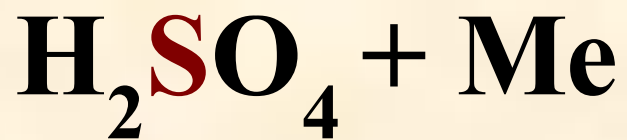
# Кислоты окислители

- $\text{H}_2\text{SO}_4$  концентрированная,
- $\text{HNO}_3$  любой концентрации
- при нагревании реагируют со всеми металлами кроме благородных (Au, Pt) и неметаллами.
- Холодные концентрированные кислоты **пассивируют** Fe, Cr, Al.

**Водород из этих кислот не  
выделяется !**

**Продукты восстановления  
кислотообразующего элемента  
зависят от концентрации кислоты и  
активности металла**

# Схемы реакций



Me не акт.

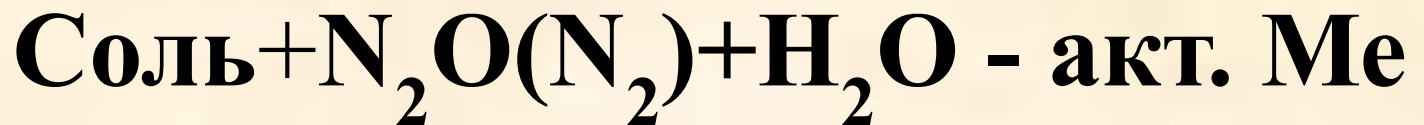


Me акт.



Все металлы, кроме благородных.

На холоду пассивируются железо, хром,  
алюминий.



## б) обычные кислоты

- все кроме  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$   
концентрированной
- ( $\text{H}_2\text{SO}_4$  разбавленная,  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{HCl}$ ...).  
Реагируют со всеми металлами (кроме свинца), стоящими в ряду напряжений до водорода.
- Образуются соль и **ВОДОРОД!**
- $\text{Fe} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{FeSO}_4 + \text{H}_2$

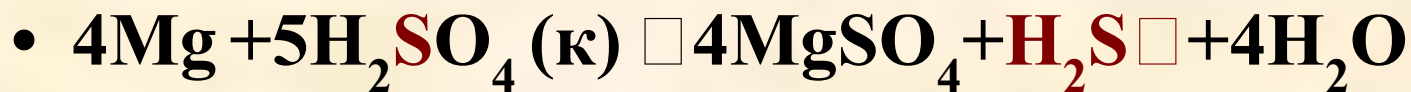
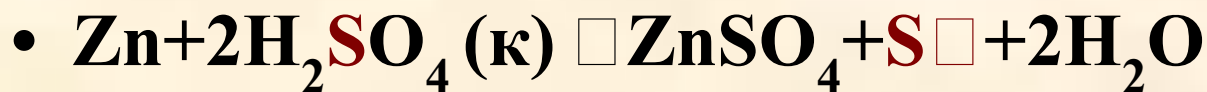
# К слайду 70

## *Взаимодействие металлов с концентрированной серной кислотой*

- неактивный металл –  $(\text{SO}_4)^{2-} \square \text{S}^{+4}\text{O}_2$



- активный металл -  $(\text{SO}_4)^{2-} \square \text{S}^0$  или до  $\text{H}_2\text{S}^{-2}$



# *Взаимодействие азотной кислоты с металлами*

*Концентрированная азотная кислота.*

Продукт восстановления  $N^{+5}$  не зависит от активности металла.

Неактивный металл



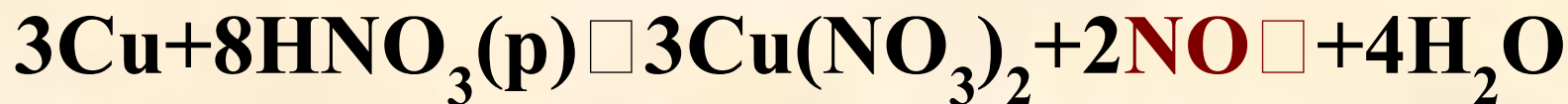
Активный металл



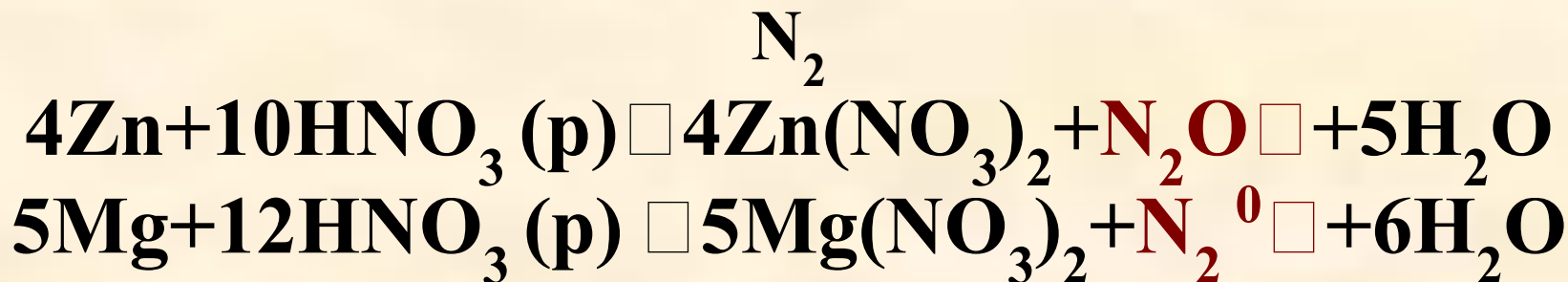


## *Разбавленная азотная кислота.*

Неактивный металл восстанавливает  $N^{+5}$  до NO



Неактивный металл восстанавливает  $N^{+5}$  до  $N_2O$  или



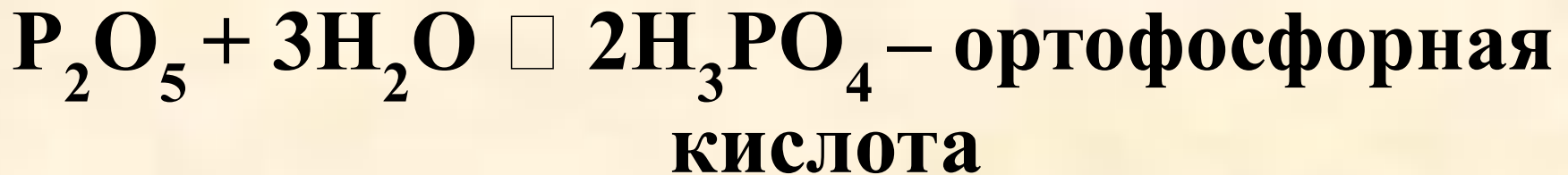
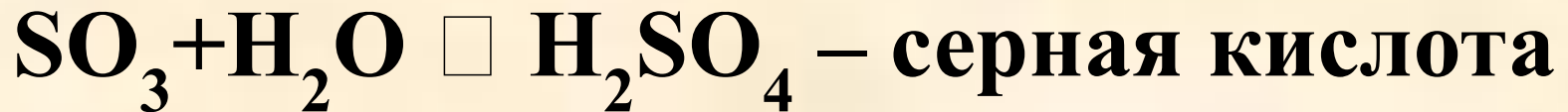
## *Очень разбавленная азотная кислота.*

Активный металл восстанавливает  $N^{+5}$  до  $N^{-3}$



# *Получение кислот*

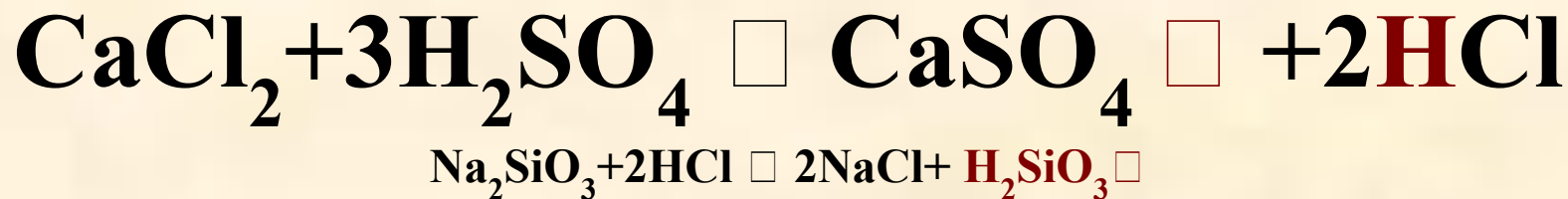
1. Кислотный оксид + вода  $\square$  кислота.



В воде растворимы все кислотные оксиды **кроме оксида кремния (IV).**

## 2. Соль1+кислота1 □ соль2+кислота2

Кислородосодержащие:



Бескислородные

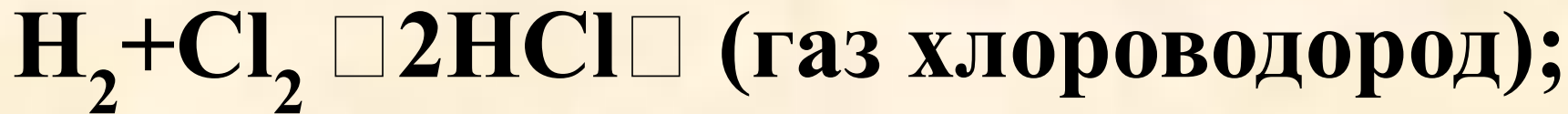


### 3. Синтез из простых веществ

Водород+неметалл  $\square$  газ

Газ пропускают в воду  $\square$

раствор **бескислородной кислоты**



**4. Неметалл+HNO<sub>3</sub>(конц.) или  
H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>(конц.) □  
кислота+оксиды+вода**



**Кислоты, особенно  
концентрированные,**

**разрушают кожу и ткани! Кислоты  
требуют осторожного обращения!**

**При попадании на кожу или  
одежду нейтрализовать  
раствором соды, а затем обильно  
смыть водой.**