

# ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ

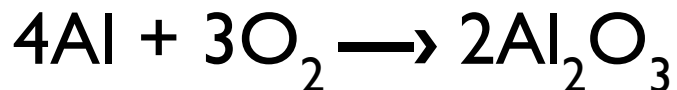
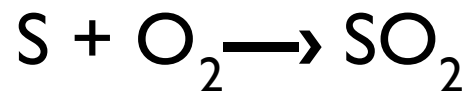
№ 1

ПЛАН

1. ХИМИЧЕСКИЕ  
СВОЙСТВА КЛАССОВ  
НЕОРГАНИЧЕСКИХ  
СОЕДИНЕНИЙ
2. ГИДРОЛИЗ

# Способы получения оксидов

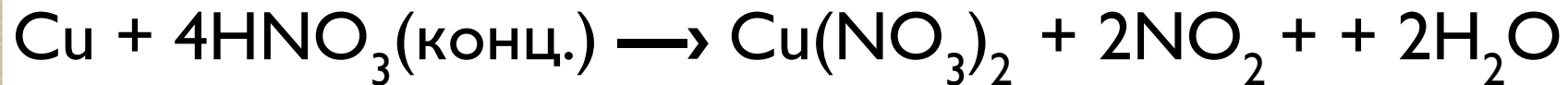
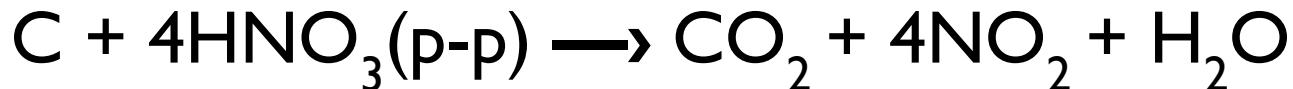
**1) Взаимодействие простых веществ с кислородом.**



**2) Горение**

- сложных веществ:  $CH_4 + 2O_2 = CO_2 + 2H_2O$
- простых веществ:  $2Mg + O_2 = 2MgO$

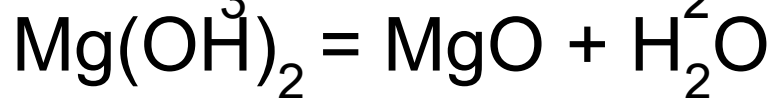
**3) Взаимодействие простых веществ и солей с кислотами-окислителями.**



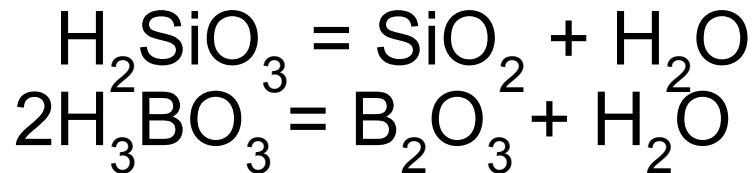
# Способы получения оксидов

## 4) Термическое разложение

### 1. Нерастворимых оснований



### 2. Некоторых кислот

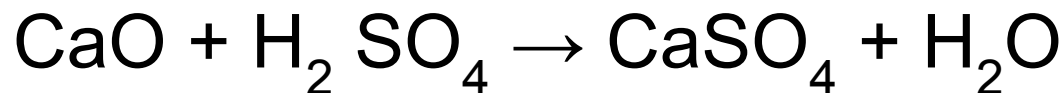


### 3. Некоторых солей



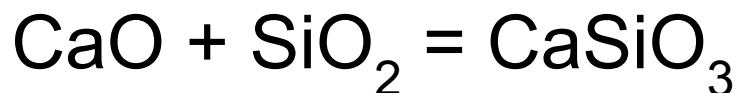
# ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ОСНОВНЫХ ОКСИДОВ (О. О.)

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



2) О.О. + кислотный оксид = соль

(реакция соединения)

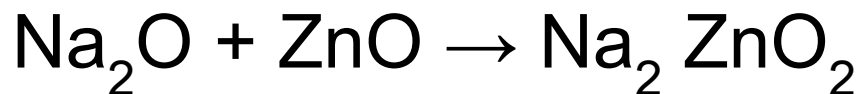


3) О.О. + вода = основание (щелочь)

(реакция соединения)

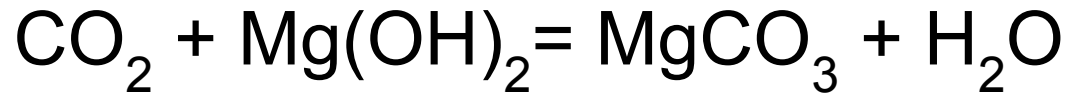


4) О.О. + амфотерный оксид = соль



# 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  $\text{SiO}_2$  )

(реакция соединения)



# Химические свойства амфотерных оксидов

## Основные свойства

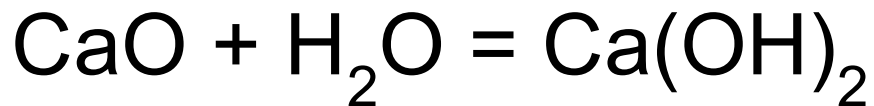
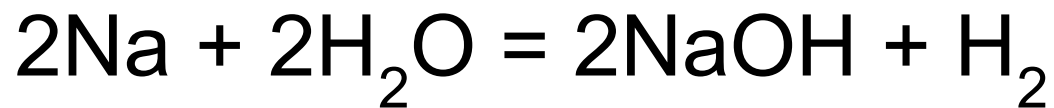
1. С кислотами:  $ZnO + 2HCl \rightarrow ZnCl_2 + H_2O$
2. С кислотными оксидами:  $ZnO + SiO_2 = ZnSiO_3$   
цинка силикат

## Кислотные свойства

1. С основаниями:  $ZnO + 2NaOH(тв) = Na_2ZnO_2 + H_2O$   
 $ZnO + 2NaOH(р-р) + H_2O = Na_2[Zn(OH)_4]$   
цинкат натрия
2. С основными оксидами:  $ZnO + MgO = MgZnO_2$

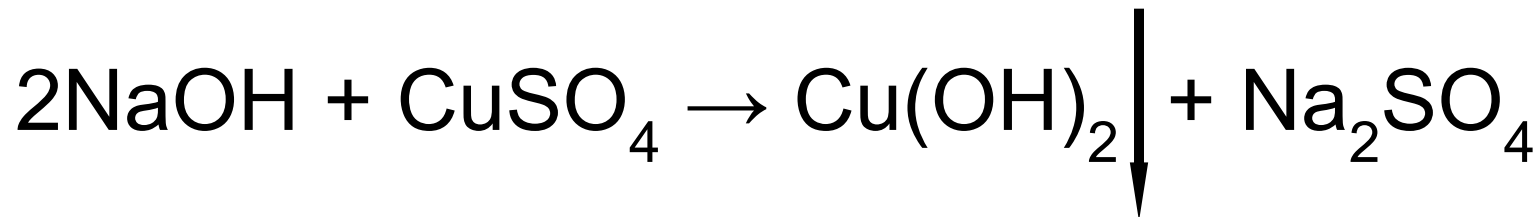
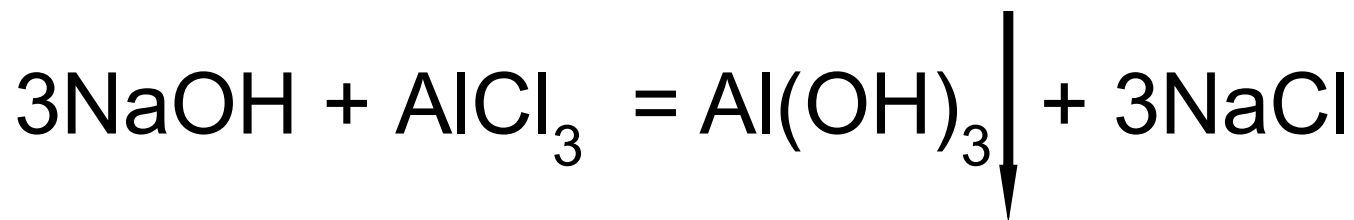
# Способы получения растворимых оснований (щелочей)

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

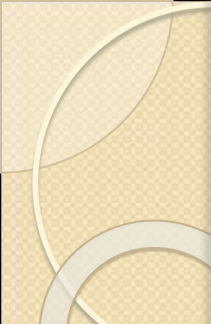


# Способы получения нерастворимых оснований

## 2. Взаимодействие раствора щелочи с раствором соли

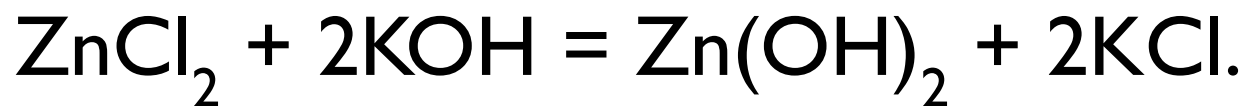






# Способы получения амфотерных гидроксидов

**Осаждение разбавленной щёлочью из растворов солей соответствующего амфотерного элемента**



# Химические свойства растворимых оснований

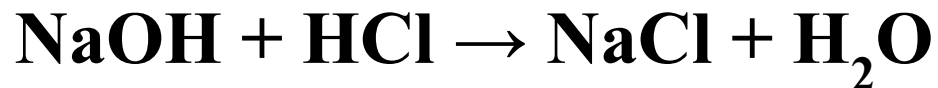
1. **Изменяют цвет индикаторов:**

**Лакмус – на синий**

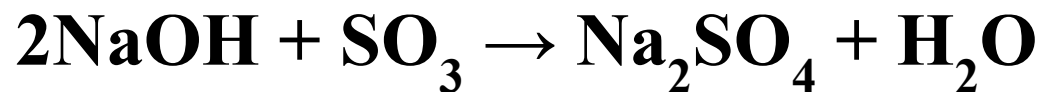
**Фенолфталеин – на малиновый**

**Метил-оранж – на желтый**

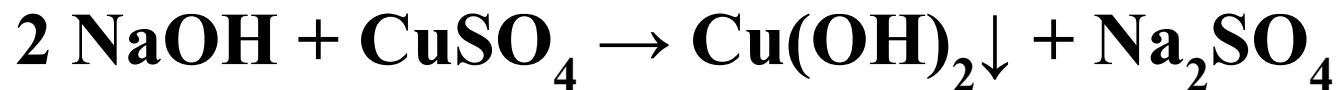
**2. Взаимодействуют со всеми кислотами (*реакция нейтрализации*)**



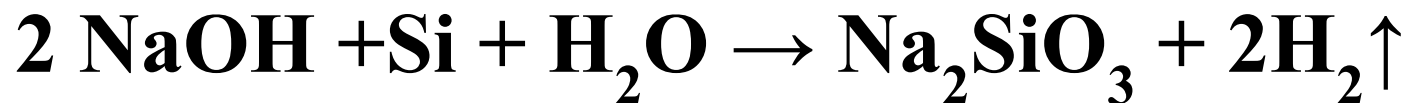
**3. Взаимодействуют с кислотными оксидами.**



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



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

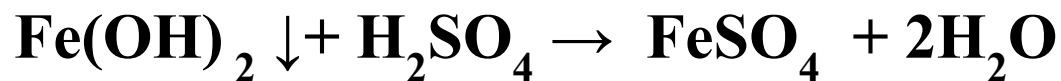


**6. Взаимодействуют с амфотерными гидроксидами**

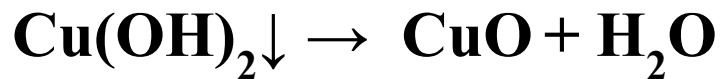


# Химические свойства нерастворимых оснований

1. Взаимодействуют с кислотами (*реакция нейтрализации*)

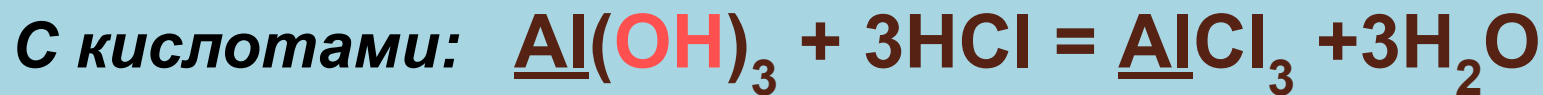


2. Разложение при нагревании. Нерастворимые основания при нагревании разлагаются на основной оксид и воду:  $t^\circ$



# Химические свойства амфотерных гидроксидов

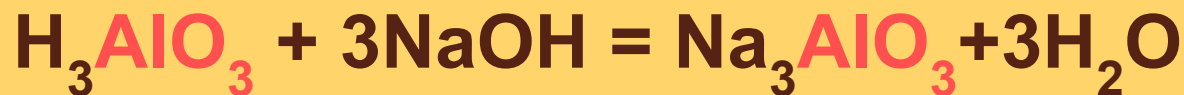
## Основные свойства



Хлорид алюминия

## Кислотные свойства

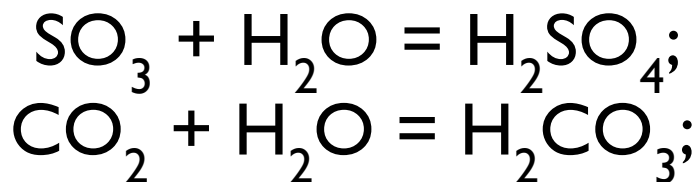
С основаниями:



Алюминат натрия

# Способы получения кислот

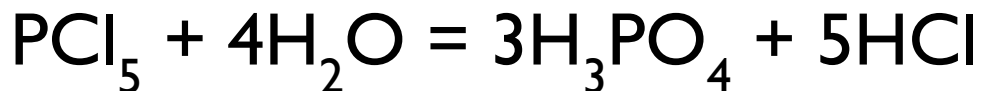
1. Взаимодействие кислотных оксидов с водой



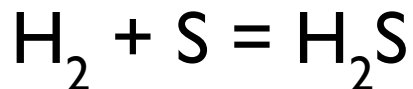
2. Вытеснение более летучей кислоты из её соли менее летучей кислотой



3. Гидролиз галогенидов или солей

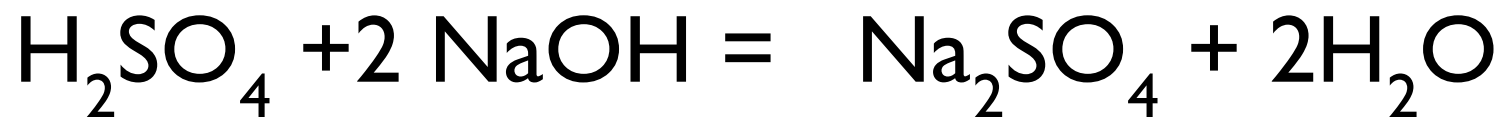


4. Из простых веществ (для бескислородных кислот)

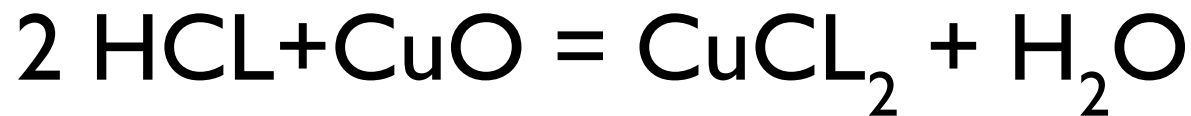


# Типичные реакции кислот

**1. Кислота + основание = соль + вода**



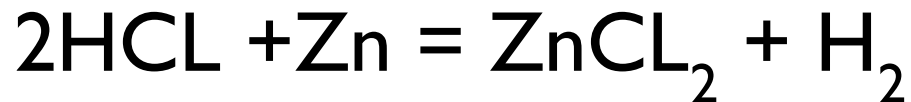
**2. Кислота + оксид металла = соль + вода**





# Типичные реакции кислот

## 3. Кислота + металл = водород + соль

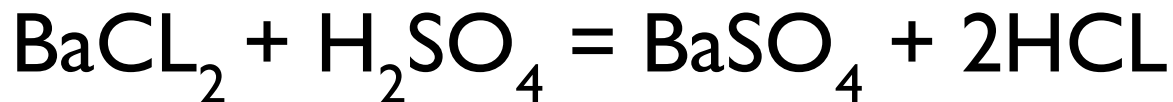


*Условия:* - в ряду напряжений металл должен стоять до водорода

- в результате реакции должна получиться растворимая соль

## 4. Кислота + соль = новая кислота + новая соль

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

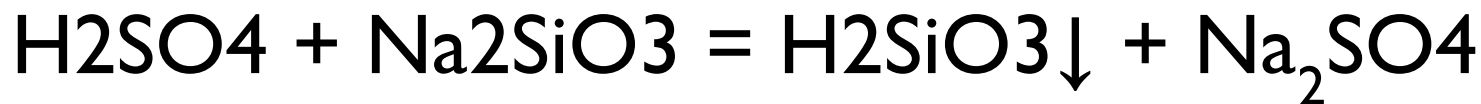


# Способы получения солей:

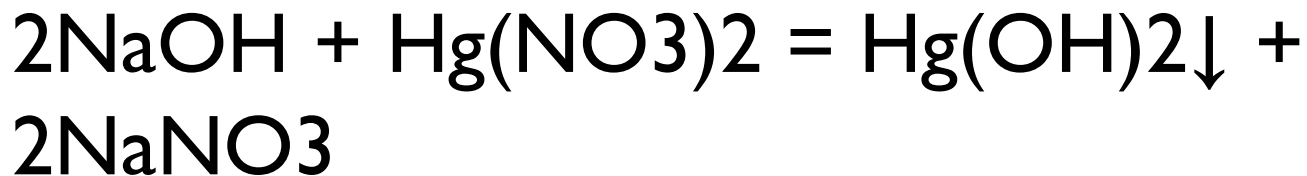
1. Me с неметаллом	$\text{Ca} + \text{Cl}_2 = \text{CaCl}_2$
2. Из двух оксидов	$\text{CuO} + \text{SO}_3 = \text{CuSO}_4$
3. Кислоты и щелочи	$\text{H}_3\text{PO}_4 + 3\text{KOH} = \text{K}_3\text{PO}_4 + 3\text{H}_2\text{O}$
4. Кислота с металлом	$\text{Zn} + 2\text{HCl} = \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2$
5. Кислота с основным оксидом	$\text{CaO} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{CaSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$

● 6. Кислотный оксид с основанием  
 $\text{CO}_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CaCO}_3\downarrow + \text{H}_2\text{O}$

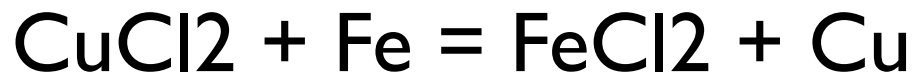
● 7. Кислота с солью



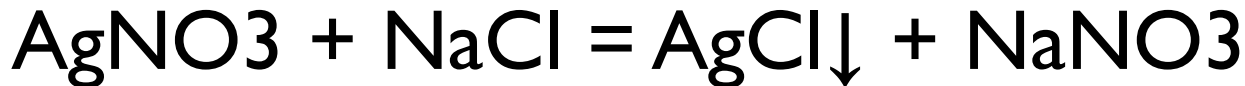
● 8. Основание с солью



● 9. Me (более активный) с солью



● 10. Соль с солью



## ● **Химические свойства солей:**

- Более активный металл вытесняет менее активный из его соли.



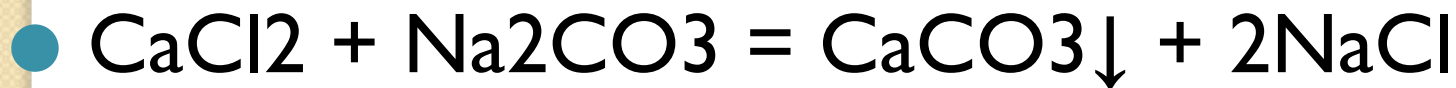
- С кислотами.



- С основаниями.



- С солями.



# Алгоритм составления формулы соли кислородсодержащей кислоты

Первое действие: находим  
наименьшее общее кратное



6

Второе действие: находим  
индекс кальция

$$6 : 2 = 3$$

Третье действие: находим  
индекс кислотного остатка  
3 -

$$6 : 3 = 2$$



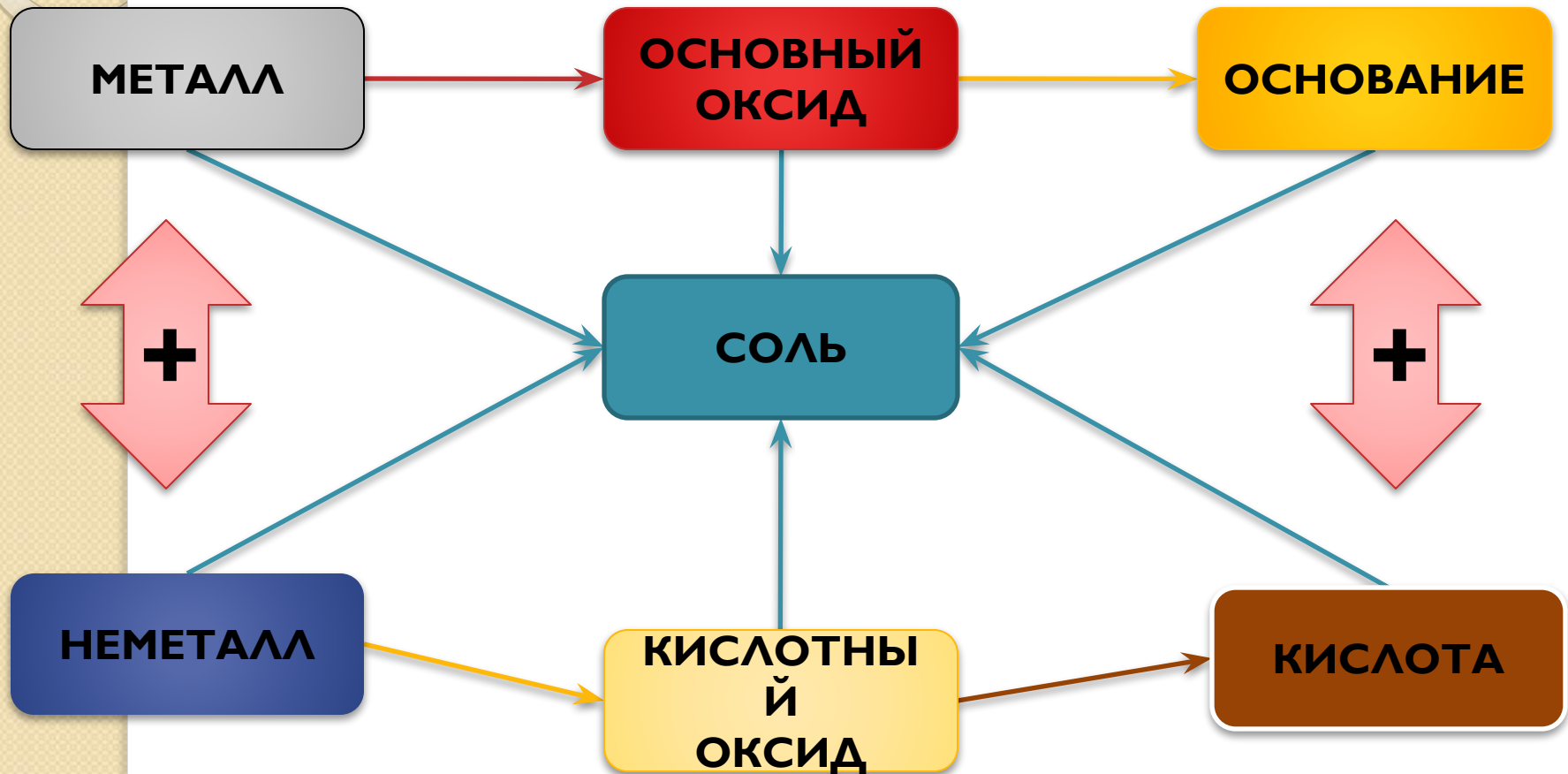
2 +



# 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:

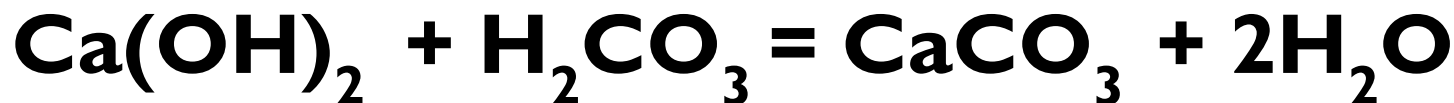
Металл → Основной оксид → Соль →  
Основание → Новая соль.

**Уравнения реакций к генетическому**

**кальция**



:





**Генетический ряд неметалла** отражает такие превращения:

Неметалл → Кислотный оксид → Кислота → Соль.

**Уравнения реакций к генетическому ряду углерода**

$$\text{C} \rightarrow \text{CO}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{CaCO}_3$$

## Задание для самостоятельной подготовки

- Составить уравнения реакций к генетическому ряду углерода
- $C \rightarrow CO_2 \rightarrow H_2CO_3 \rightarrow CaCO_3$

генетический ряд калия



- Назвать все вещества.

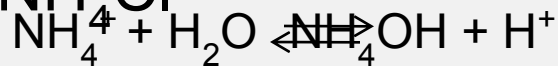
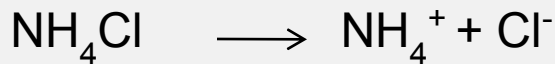
## 2. Гидролиз

## Типы солей: соли, образованные

- 1. сильными основаниями и кислотами:**  $KCl$ ,  $KNO_3$ ,  $Na_2SO_4$ ,  $KI$ ,  $Ca(NO_3)_2$  **не гидролизуются,  $pH = 7$**
- 2. слабым основанием и сильной кислотой**  $NH_4Cl$ ,  $CuSO_4$ ,  $ZnCl_2$ ,  $FeSO_4$ ,  $Al_2(SO_4)_3$ ,  $CrCl_3$  **гидролизуются по катиону,  $pH < 7$**

$$K_{\Gamma} = \frac{K_w}{K_{\text{д. основания}}}$$

для соли



$$K_{\Gamma} = \frac{K_w}{K_{\text{д. основания}}} = \frac{1 \times 10^{-14}}{1,8 \times 10^{-5}} = 5,5 \times 10^{-10}$$

$$K_w = 1 \times 10^{-14}$$

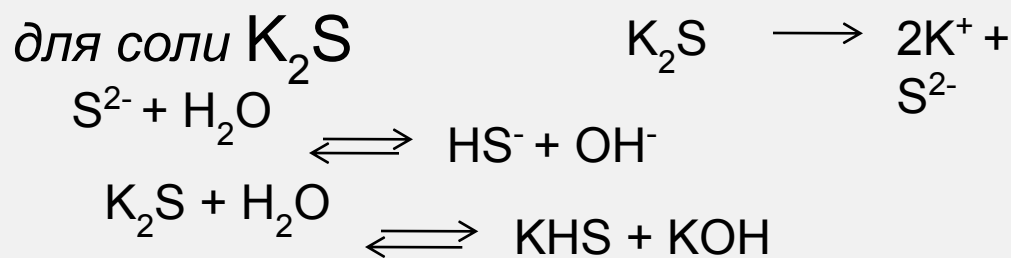
$$K_{\text{д. } NH_4OH} = 1,8 \times 10^{-5}$$

3. сильным основанием и слабой кислотой  
 $\text{CH}_3\text{COONa}$ ,  $\text{KCN}$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{S}$ ,  $\text{K}_3\text{PO}_4$

**гидролизуются по аниону,  $\text{pH} > 7$**

$$\frac{K_{\text{H}_2\text{O}}}{K_{\text{Д кислоты}}}$$

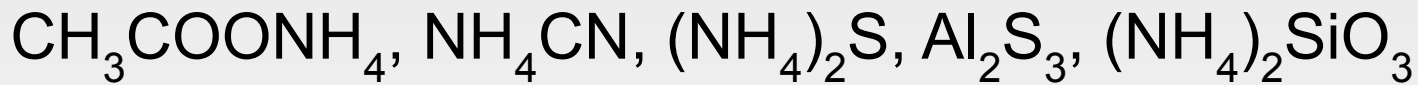
$$K_{\text{Г}} = \frac{K_{\text{H}_2\text{O}}}{K_{\text{Д кислоты}}}$$



$$K_{\text{Г}} = \frac{K_{\text{w}}}{K_{\text{Д}2 \text{кислоты}}} = \frac{1 \times 10^{-14}}{2,5 \times 10^{-13}} = 0,4 \times 10^{-1}$$

$K_{\text{w}} = 1 \times 10^{-14}$        $K_{\text{Д}2 \text{H}_2\text{S}} = 2,5 \times 10^{-13}$

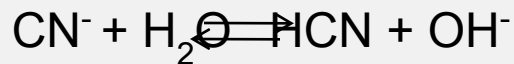
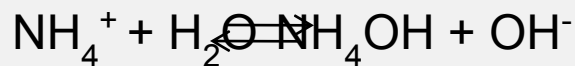
4. слабым основанием и слабой кислотой



наиболее гидролизваны,  $\text{pH} \sim 7$

$$K_{\Gamma} = \frac{K_{\text{H}_2\text{O}}}{K_{\text{доснования}} \times K_{\text{дкислоты}}}$$

для соли  $\text{NH}_4\text{CN}$



$$K_{\Gamma} = \frac{1 \times 10^{-14}}{1,8 \times 10^{-5} \times 7,9 \times 10^{-10}} = 0,7$$

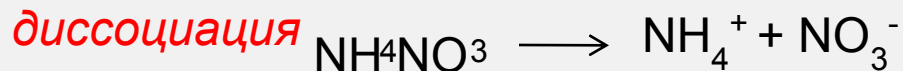
$$K_{\text{H}_2\text{O}} = 1 \times 10^{-14}$$

$$K_{\text{дHCN}} = 7,9 \times 10^{-10} \quad K_{\text{дNH}_4\text{OH}} = 1,8 \times 10^{-5}$$

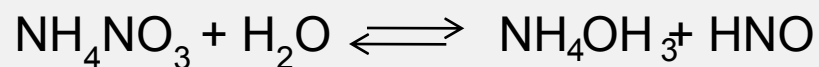
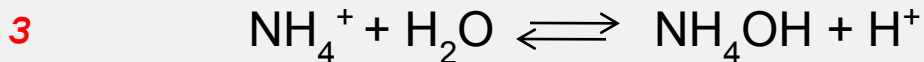
# Задание 1.

Напишите ионные и молекулярные уравнения гидролиза солей, выражение их констант гидролиза  $K_{\text{г}}$ : а) нитрата аммония  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ; б) хлорида хрома(III)  $\text{CrCl}_3$ .

Ответ: а)



*гидролиз*



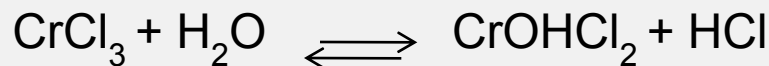
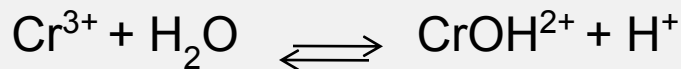
$$K_{\text{г}}(\text{NH}_4\text{NO}_3) = \frac{K_{\text{w}}}{K_{\text{д}}(\text{NH}_4\text{OH})}$$

б)

*диссоциация*



*гидролиз*



$$K_{\text{г}}(\text{CrCl}_3) = \frac{K_{\text{w}}}{K_{\text{д}_3}(\text{Cr}(\text{OH})_3)}$$

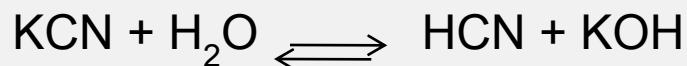
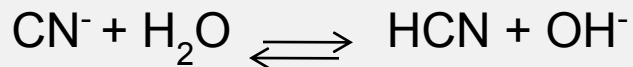
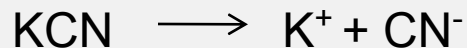
## Задание 2.

Напишите ионные и молекулярные уравнения гидролиза солей, выражение  $K_f$ :  
а) цианида калия KCN; б) карбоната натрия  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ .

**Ответ:**

а)

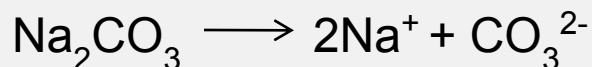
*диссоциация*  
*гидролиз*



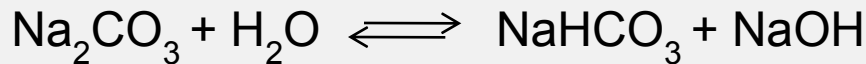
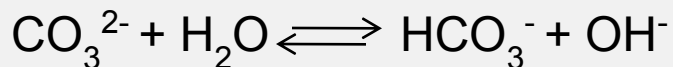
$$K_f(\text{KCN}) = \frac{K_w}{K_d(\text{HCN})}$$

б)

*диссоциация*



*гидролиз*



$$K_f(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{K_w}{K_{d2}(\text{H}_2\text{CO}_3)}$$

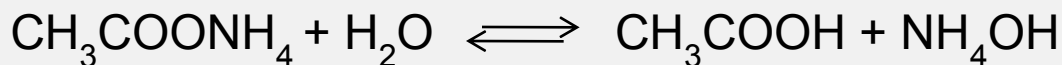
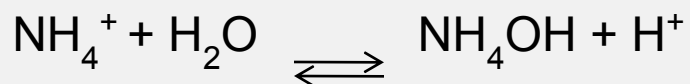
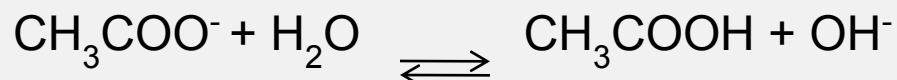
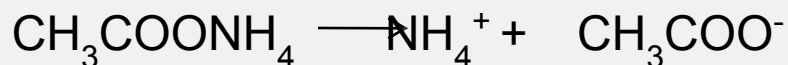


### Задание 3.

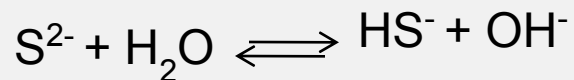
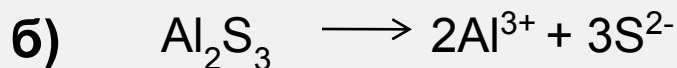
Напишите ионные и молекулярные уравнения гидролиза солей, выражение  $K_f$ :  
а) ацетата аммония  $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ ; б) сульфида алюминия  $\text{Al}_2\text{S}_3$ .

**Ответ:**

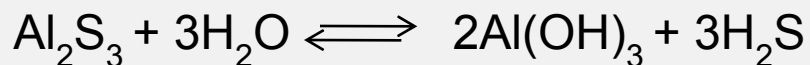
**а)**



$$K_f(\text{CH}_3\text{COONH}_4) = \frac{K_w}{K_d(\text{CH}_3\text{COOH}) K_d(\text{NH}_4\text{OH})}$$



$$K_f(\text{Al}_2\text{S}_3) = \frac{K_w}{K_d(\text{H}_2\text{S}) K_d(\text{Al}(\text{OH})_3)}$$

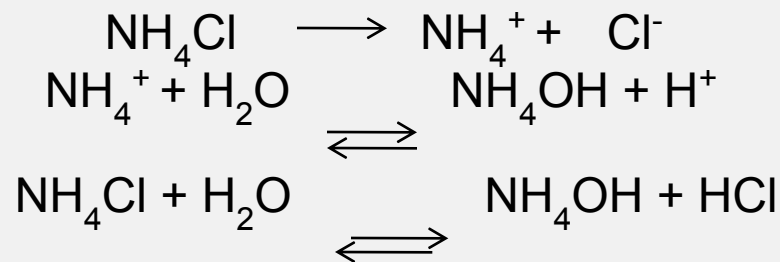


## Задание 4.

Рассчитайте константу гидролиза хлорида аммония  $\text{NH}_4\text{Cl}$ .

$$K_{\text{д}}(\text{NH}_4\text{OH}) = 1,77 \cdot 10^{-5}$$

**Решение:**



$$K_{\text{Г}}(\text{NH}_4\text{Cl}) = \frac{K_{\text{H}_2\text{O}}}{K_{\text{д}}(\text{NH}_4\text{OH})} = \frac{1 \times 10^{-14}}{1,77 \times 10^{-5}} = 0,56 \times 10^{-9}$$

Закон разбавления Оствальда  
для случая гидролиза:

$$K_{\Gamma} = \frac{C_M \times h^2}{1 - h}$$

При  $h \ll 1$

$$K_{\Gamma} = C_M \times h^2 \quad h = \sqrt{\frac{K_{\Gamma}}{C_M}}$$

*Из закона разбавления Оствальда следует:*

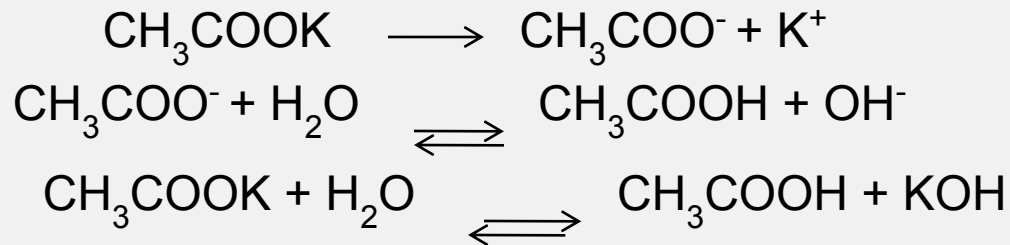
- чем меньше концентрация соли,  
тем более гидролизована соль;*
- чем слабее кислота или основание,  
тем больше степень гидролиза.*

## Задание 5.

Рассчитайте степень гидролиза и pH 0,001 н раствора  $\text{CH}_3\text{COOK}$ .

$$K_{\text{д}} \text{CH}_3\text{COOH} = 1,75 \cdot 10^{-5}$$

**Решение:**



$$K_{\text{г}}(\text{CH}_3\text{COOK}) = \frac{K_{\text{w}}}{K_{\text{д}}(\text{CH}_3\text{COOH})} = \frac{1 \times 10^{-14}}{1,75 \times 10^{-5}} = 0,57 \times 10^{-9}$$

$$C_{\text{M}} = C_{\text{H}} = 0,001 = 10^{-3} \text{ (моль/л)}$$

$$h = \sqrt{\frac{K_{\text{г}}}{C_{\text{M}}}} = \frac{0,75 \times 10^{-3}}{1}$$

$$[\text{OH}^-] = C_{\text{M}} \times h = 10^{-3} \times 0,75 \times 10^{-3} = 0,75 \times 10^{-6}$$

$$[\text{H}^+] \times [\text{OH}^-] = 1 \times 10^{-14}$$

$$[\text{H}^+] = \frac{1 \times 10^{-14}}{0,75 \times 10^{-6}} = 1,33 \times 10^{-8} \text{ (моль/л)}$$

$$\text{pH} = -\lg[\text{H}^+] = -\lg 1,33 \times 10^{-8} = 7,87$$