# Классификация неорганических веществ

# КЛАССИФИКАЦИЯ НЕОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

| Простые вещества | | Сложные вещества | |
|---|---|---|---|
| Металлы | Неметаллы | I Класс<br>ОКСИДЫ, ОКИСЛЫ | II Класс<br>ОСНОВАНИЯ, ГИДРОКСИДЫ |
| K<br>Na<br>Li<br>Ca<br>Mg<br>Al<br>Zn<br>Fe<br>Ni<br>Sn<br>Pb<br>Mn | H<br>O<br>N<br>C<br>Si<br>F<br>Cl<br>Br<br>I<br>S | 1. Несолеобразующие оксиды:<br>CO, NO, $N_2O$, SiO<br>2. Солеобразующие оксиды:<br>а). Основные:<br>CuO, $Na_2O$<br>б). Кислотные:<br>$CO_2$, $SO_2$, $SO_3$<br>в). Амфотерные:<br>ZnO, $Al_2O_3$,<br>3. Пероксиды или перикиси:<br>$H_2O_2$, $Na_2O_2$ | 1. Растворимые или щелочи:<br>LiOH, KOH,<br>NaOH, $Ca(OH)_2$,<br>$Ba(OH)_2$<br>2. Нерастворимые в воде основания:<br>$Fe(OH)_2\downarrow$, $Fe(OH)_3\downarrow$,<br>$Cu(OH)_2\downarrow$<br>3. Амфотерные основания:<br>$Al(OH)_3\downarrow$<br>$H_3AlO_3$ кислота<br>$Zn(OH)_2\downarrow$<br>$H_2ZnO_2$ кислоты |

## Сложные вещества

| | III Класс | КИСЛОТЫ | |
|---|---|---|---|
| Бескислородные кислоты | | Кислородосодержащие кислоты | |
| СЛАБЫЕ<br>$H_2S$<br>сероводородная<br>HF<br>фтороводородная | СИЛЬНЫЕ<br>HCl соляная<br>HBr<br>бромоводородная<br>HI<br>йодоводородная | СЛАБЫЕ<br>$H_2CO_3$ угольная<br>$H_2SiO_3$<br>кремниевая<br>$H_2SO_3$ сернистая<br>$HNO_2$ азотистая | СИЛЬНЫЕ<br>$H_2SO_4$ серная<br>$HNO_3$ азотная<br>$HClO_4$ хлорная |

| IV Класс | СОЛИ |
|---|---|
| Средние соли | |
| Одинарные соли | Двойные соли |
| $K_2^+SO_4^{2-}$ сульфат K | $K^+Na^+SO_4^{2-}$ сульфат K, Na |
| Кислые соли | |
| Однозамещенные | Двузамещенные |
| $H_3PO_4$ | |
| $Na^+H_2PO_4^-$ дигидрофосфат Na | $Na_2^+HPO_4^{2-}$ гидрофосфат Na |
| Основные соли | |
| Однозамещенные | Двузамещенные |
| $Al(OH)_3$ | |
| $[Al(OH)_2]Cl$ диоксиалюминат Cl | $[Al(OH)]Cl_2$ оксиалюминат дихлора |

# ОКИСЛЫ или ОКСИДЫ

**ОКИСЛЫ** это сложные вещества, состоящие **из двух элементов**, одним из которых является **кислород**.

**Основным оксидам** соответствуют основания:

$CuO – Cu^{+2}(OH)_2^{-}$ гидроскид меди II

Молекула основных оксидов состоит **из металла и кислорода**.

**Кислотным оксидам** – ангидридам соответствуют кислоты:

$SO_3 – H_2SO_4$ серная кислота

Молекула кислотных оксидов состоит **из неметалла и кислорода**.

**Амфотерным оксидам** соотвутсвуют основания и кислоты:

$Al_2O_3 \rightarrow Al(OH)_3$ гидроксид алюминия (III)

$Al_2O_3 \rightarrow H_3AlO_3$ или $HAlO_2 \times H_2O$ метаалюминиевая кислота

Молекула амфотерного оксила состоит **из амфотерного металла и кислорода**.

# Номенклатура оксидов

| Формулы | Старые названия | Современные названия |
|---|---|---|
| | **Кислотные оксиды** | |
| $N_2^{+}O^{-2}$ | Закись азота | Оксид азота – I |
| $N^{+2}O^{-2}$ | Окись азота | Оксид азота – II |
| $N_2^{+3}O_3^{-2}$ | Азотистый ангидрид / Трехокись азота | Оксид азота – III |
| $N^{+4}O_2^{-2}$ | Двуокись азота | Оксид азота – IV |
| $N_2^{+5}O_5^{-2}$ | Азотный ангидрид / Пятиокись азота | Оксид азота – V |
| $S^{+4}O_2^{-2}$ | Двуокись серы / Сернистый ангидрид | Оксид серы – IV |
| $S^{+6}O_3^{-2}$ | Серный ангидрид / Трехокись серы | Оксид серы – VI |
| $C^{+2}O^{-2}$ | Окись углерода | Оксид углерода – II |
| $C^{+4}O_2^{-2}$ | Двуокись углерода / Угольный ангидрид | Оксид углерода – IV |
| | **Основные оксиды** | |
| $Na_2^{+}O^{-2}$ | Окись натрия | Оксид натрия – I |
| $Ca^{+2}O^{-2}$ | Окись кальция | Оксид кальция – II |
| $Cu_2^{+}O^{-2}$ | Закись меди | Оксид меди – I |
| $Cu^{+2}O^{-2}$ | Окись меди | Оксид меди – II |
| $Cr^{+2}O^{-2}$ | Закись хрома | Оксид хрома – II |
| $Cr_2^{+3}O_3^{-2}$ | Окись хрома | Оксид хрома – III |
| $Cr^{+6}O_3^{-2}$ | Трехокись хрома / Хромовый ангидрид | Оксид хрома – VI |

# КЛАССИФИКАЦИЯ СОЛЕОБРАЗУЮЩИХ ОКСИДОВ

| Основные оксиды | Амфотерные оксиды | Кислотные оксиды |
|---|---|---|
| Основным оксидам соответствуют основания.<br>$CuO$ – $Cu(OH)_2$<br>$Cu_2O$ – $Cu(OH)$<br>$FeO$ – $Fe(OH)_2$<br>$Fe_2O_3$ – $Fe(OH)_3$<br><br>В состав основных оксидов входят металлы. | Амфотерным оксидам соответствуют кислоты и основания.<br>$Al_2O_3 \rightarrow Al(OH)_3\downarrow$<br>$Al_2O_3 \rightarrow H_3AlO_3$ или $HAlO_2 \times H_2O$<br><br>$ZnO \rightarrow Zn(OH)_2\downarrow$<br>$ZnO \rightarrow H_2ZnO_2$ | Кислотным оксидам – ангидридам кислот соответствуют кислоты.<br>$CO_2$ – $H_2CO_3$<br>Углекислая кислота<br>SO2 – $H_2SO3$<br>Сернистая кислота<br>$SO_3$ – $H_2SO_4$<br>Серная кислота<br>$CrO_3$ – $H_2CrO_4$<br>Хромовая кислота<br>$P_2O_5$ – $H_3PO_4$<br>Ортофосфорная кислота<br>$N_2O_3$ – $HNO_2$<br>Азотистая кислота<br>$N_2O_5$ – $HNO_3$<br>Азотная кислота |

# Способы получения оксидов

1. Горение простых веществ.

   а). Металлов

   $$2Mg + O_2 \rightarrow 2MgO + Q$$

   б). Неметаллов

   $$4P + 5O_2 \rightarrow 2P_2O_5 + Q$$

2. Горение сложных веществ.

   $$2CuS + 3O_2 \rightarrow 2CuO + 2SO_2\uparrow$$

3. Разложение сложных веществ.

   а). Оснований

   $$Cu(OH)_2 \xrightarrow{t^o} CuO\downarrow + H_2O$$

   б). Кислот

   $$H_2SO_3 \overset{t^o}{\rightleftarrows} SO_2\uparrow + H_2O$$

   в). Солей (от разных кислот по разному)

   $$CaCO_3 \xrightarrow{t^o} CaO\downarrow + CO_2\uparrow$$

# ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ОСНОВНЫХ ОКСИДОВ

## 1. Взаимодействие с водой

Оксиды только щелочных и щелочноземельных металлов

$Na_2O + H_2O \rightarrow 2\ NaOH$ $BaO + H_2O \rightarrow Ba(OH)_2$

## 2. Взаимодействие со щелочами

Со щелочами не взаимодействуют.

## 3. Взаимодействие с кислотами

$CuO + 2HCl = CuCl_2 + H_2O$

оксид меди II соляная к-та хлорид меди II

## 4. Взаимодействие кислотных оксидов с основными оксидами

$MgO + SiO_2 = MgSiO_3$ силикат магния II

оксид магния II оксид кремния IV

## 5. Окислительно-восстановительные реакции

$Fe_2^{+3}O_3^{-2} + 2Al^0 \rightarrow 2Fe^0 + Al_2^{+3}O_3^{-2}$

Окисление $Al^0 - 3\bar{e} \rightarrow Al^{+3}$ |3|1|

Восстановление $Fe^{+3} + 3\bar{e} \rightarrow Fe^0$ |3|1|

# ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА АМФОТЕРНЫХ ОКСИДОВ

## 1. Взаимодействие с водой

$Al_2O_3$, $Cr_2O_3$, BeO, ZnO, PbO, SnO — С водой не взаимодействуют.

## 2. Взаимодействие со щелочами

$$Al_2O_3 + 2NaOH \rightarrow 2NaAlO_2 + H_2O$$

щелочь — аллюминат

## 3. Взаимодействие с кислотами

$$Al_2O_3 + 6HCl = 2AlCl_3 + 3H_2O$$

оксид Al III — соляная к-та — хлорид Al III

## 4. Взаимодействие кислотных оксидов с основными оксидами

$$MgO + SiO_2 = MgSiO_3$$

оксид магния II — оксид кремния IV — силикат магния II

## 5. Окислительно-восстановительные реакции

$$2Pb^{+2}O^{-2} + C^0 \rightarrow 2Pb^0 + C^{+4}O_2^{-2} \uparrow$$

Восстановление $Pb^{+2} + 2\bar{e} \rightarrow Pb^0$ |4|2|

Окисление $C^0 - 4\bar{e} \rightarrow C^{+4}$ |2|1|

# ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КИСЛОТНЫХ ОКСИДОВ

## 1. Взаимодействие с водой

(только ангидриды)

$SO_2 + H_2O \rightleftarrows H_2SO_3$ сернистая кислота

$SO_3 + H_2O \rightarrow H_2SO_4$ серная кислота

$CO_2 + H_2O \rightleftarrows H_2CO_3$ углекислая кислота

## 2. Взаимодействие со щелочами

$CO_2 + 2KOH = K_2CO_3 + H_2O$

углекислый газ щелочь К карбонат К

## 3. Взаимодействие с кислотами

С кислотами не взаимодействуют.

## 4. Взаимодействие кислотных оксидов с основными оксидами

$MgO + SiO_2 = MgSiO_3$ силикат магния II

оксид магния II оксид кремния IV

## 5. Окислительно-восстановительные реакции

$C^{+4}O_2^{-2} + C^0 \rightarrow 2C^{+2}O^{-2}$

Восстановление $C^{+4} + 2\bar{e} \rightarrow C^{+2}$ |2|1|

Окисление $C^0 - 2\bar{e} \rightarrow C^{+2}$ |2|1|

# ИЗМЕНЕНИЯ СВОЙСТВ ОКСИДОВ В ПЕРИОДАХ

| I | II | III | IV | V | VI | VII |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Na | Mg | Al | Si | P | S | Cl |
| $Na_2O$ основной оксид | $MgO$ основной оксид | $Al_2O_3$ амфотерный оксид | $SiO_2$ | $P_2O_5$ | $SO_3$ | $Cl_2O_7$ |
| | | | Кислотные оксиды | | | |
| $NaOH$ щелочь | $Mg(OH)_2$ слабое основание | $Al(OH)_3$ амфотерное основание $H_3AlO_3$ алюминиевая кислота | $H_2SiO_3$ слабая кислота | $H_3PO_4$ средняя кислота | $H_2SO_4$ сильная кислота | $HClO_4$ самая сильная кислота |
| Основные свойства ослабевают | | | Кислотные свойства усиливаются | | | |

| | |
|---|---|
| $H_2SO_3$ *сернистая кислота* | $SO_2$ *двуокись серы, оксид серы IV, сернистый ангидрид* |
| $H_2SO_4$ *серная кислота* | $SO_3$ *трехокись серы, оксид серы VI, серный ангидрид* |
| $HNO_2$ *азотистая кислота* | $N_2O_3$ *трехокись азота, оксид азота III, азотистый ангидрид* |
| $HNO_3$ *азотная кислота* | $N_2O_5$ *пятиокись азота, оксид азота V, азотный ангидрид* |
| $H_2CO_3$ *углекислая кислота* | $CO_2$ *двуокись углерода, оксид углерода IV, угольный ангидрид* |
| $HPO_3$ *метафосфорная кислота* | $P_2O_5$ *пятиокись фосфора, оксид форсфора V, фосфорный ангидрид* |
| $H_3PO_4$ *ортофосфорная кислота* | $P_2O_5$ *пятиокись фосфора, оксид форсфора V, фосфорный ангидрид* |
| $HClO_4$ *хлорная кислота* | $Cl_2O_7$ *семиокись хлора, оксид хора VII, хлорный ангидрид* |

# СВОЙСТВА КИСЛОТНЫХ ОКСИДОВ: СОЛЕОБРАЗУЮЩИХ И НЕСОЛЕОБРАЗУЮЩИХ

| НЕСОЛЕОБРАЗУЮЩИЙ ОКСИД $CO$ | СОЛЕОБРАЗУЮЩИЙ ОКСИД $CO_2$ |
|---|---|
| _____ | 1. Взаимодействие с $NaOH$, образует соли.<br>$CO_2 + 2NaOH \rightarrow H_2O + Na_2CO_3$ карбонат |
| _____ | 2. Взаимодействие с $H_2O$, образует кислоту.<br>$CO_2 + H_2O \rightleftarrows H_2CO_3$ углекислая кислота |
| $3CO + Fe_2O_3 \rightarrow 2Fe + 3CO_2\uparrow$ | 3. Взаимодействие с основными оксидами, образует соли.<br>$CO_2 + CaO \rightarrow CaCO_3$ карбонат |
| $CO + 2H_2 \xrightarrow{t^0} CH_3OH$<br>$2CO + O_2 \xrightarrow{t^0} 2CO_2\uparrow$ | 4. Взаимодействие с неметаллами и металлами.<br>$CO_2 + C \rightarrow 2CO$ $CO_2 + 2Fe \rightarrow 2FeO + C$ |

# СВОЙСТВА КИСЛОТНЫХ ОКСИДОВ: СОЛЕОБРАЗУЮЩИХ И НЕСОЛЕОБРАЗУЮЩИХ

| НЕСОЛЕОБРАЗУЮЩИЙ ОКСИД $NO$ | СОЛЕОБРАЗУЮЩИЙ ОКСИД $NO_2$ |
|---|---|
| $2NO + O_2 \rightarrow 2NO_2\uparrow$<br>$2NO + 2SO_2 \rightarrow SO_3\uparrow + N_2\uparrow$ | $NO_2 + NO \rightarrow H_2O + N_2O_3$<br>$2NO_2 + H_2O \rightarrow HNO_3 + HNO_2$ |
| $10NO + 4P \rightarrow 5N_2\uparrow + 2P_2O_5$<br>$4NO + 3O_2 + 2H_2O \rightarrow 4HNO_3$ | $2NO_2 + 2NaOH \rightarrow NaNO_3 + NaNO_2 + H_2O$<br>$2NO_2 + O_2 + 2H_2O \rightarrow 4HNO_3$ |
| **НЕСОЛЕОБРАЗУЮЩИЙ ОКСИД $SO_2$** | **СОЛЕОБРАЗУЮЩИЙ ОКСИД $SO_3$** |
| $SO_2 + H_2O \rightarrow H_2SO_3$<br>$SO_2 + O_2 \rightarrow 2SO_3\uparrow$<br>$SO_2 + Cl_2 \rightarrow SO_2Cl_2$<br>$SO_2 + I_2 + 2H_2O \rightarrow 2HI + H_2SO_4$<br>$SO_2 + 2H_2S \rightarrow 3S + 2H_2O$<br>$3SO_2 + 2KMnO_4 + 2H_2O \rightarrow$<br>$\rightarrow 2H_2SO_4 + 2MnO_2 + K_2SO_4$<br>**восстановление** | $SO_3 + H_2O \rightarrow H_2SO_4$ |

# ОСНОВАНИЕ или ГИДРОКСИДЫ

**Основаниями** называются сложные соединения, в которых катионы металлов соединены с одной или несколькими анионами гидроксильных групп.

$Na^{+}OH^{-}$ $Mg^{2+}(OH)_2^{-}$ $Al^{3+}(OH)_3^{-}$

катион анион

Группа OH - гидроксильная, придает основаниям **кислотность!**

$NaOH$ - **одно**кислотное основание

$Cu(OH)_2$ - **двух**кислотное основание

$Al(OH)_3$ - **трех**кислотное основание

**Основаниями** называются электролиты, которые при диссоциации образуют в качестве анионов только гидроксид-ионы (OH).

$$KOH \rightleftarrows K^{+} + OH^{-}$$

# Номенклатура или названия оснований

| Формула | Старые названия | Новые названия |
|---|---|---|
| $Na^{+}OH$ | Щелочь Na<br>Едкий натр<br>Гидрат окиси Na<br>Натронная известь | Гидроксид Na |
| $K^{+}OH$ | Щелочь K<br>Едкое кали<br>Гидрат окиси K | Гидроксид K |
| $Cr^{2+}(OH)_2$ | Основание Cr закисное<br>Гидрат закиси Cr | Гидроксид Cr – II |
| $Cr^{3+}(OH)_3$ | Основание Cr окисное<br>Гидрат окиси Cr | Гидроксид Cr – III |
| $Fe^{2+}(OH)_2$ | Основание Fe закисное<br>Гидрат закиси Fe | Гидроксид Fe – II |
| $Fe^{3+}(OH)_3$ | Основание Fe окисное<br>Гидрат окиси Fe | Гидроксид Fe - III |

# СПОСОБЫ ПОЛУЧЕНИЯ ОСНОВАНИЙ

1. **Взаимодействие щелочных и щелочно-земельных металлов с $H_2O$.**

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

щелочь Na

2. **Взаимодействие оксидов щелочных и щелочноземельных металлов с $H_2O$.**

$$Na_2O + H_2O = 2NaOH \qquad CaO + H_2O = Ca(OH)_2$$

3. **Взаимодействие щелочей с водными растворами солей.**

$$FeSO_4 + 2NaOH = Fe(OH)_2\downarrow + Na_2SO_4$$

сульфат Fe-II щелочь гидроксид Fe-II сульфат Na

Смотри таблицу растворимости.

# ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ОСНОВАНИЙ

1. Взаимодействие с кислотными оксидами.

$$CO_2 + Ca(OH)_2 \rightarrow CaCO_3\downarrow + H_2O$$

гидроксид Ca — карбонат Ca

2. Взаимодействие с кислотами – реакция нейтрализации.

$$HCl + NaOH \rightarrow NaCl + H_2O$$

соляная кислота — щелочь — хлорид Na

3. Взаимодействие с солями.

$$CuSO_4 + 2KOH = K_2SO_4 + Cu(OH)_2\downarrow$$

Cu менее активный — K более активный — сульфат — гидроксид

4. Разложение под действием температуры.

$$Cu(OH)_2\downarrow \xrightarrow{t^0} CuO\downarrow + H_2O$$

гидроксид Cu-II — оксид Cu-II

# АМФОТЕРНЫЕ СВОЙСТВА ОСНОВАНИЙ

1. Проявление основных свойств при взаимодействии с кислотами.

$$Al(OH)_3\downarrow + 3HCl \rightarrow AlCl_3 + 3H_2O$$

гидроксид Al-III | соляная кислота | хлорид Al-III

2. Проявление кислотных свойств при взаимодействии с щелочами.

$$Al(OH)_3 + NaOH \rightarrow NaAlO_2 \cdot H_2O + H_2O$$

$H_3AlO_3$

$HAlO_2 \cdot H_2O$

$Na\left[Al(OH)_4\right]$

метаалюминиевая кислота | щелочь Na | алюминат Na соль основания Na

# ДЕЙСТВИЯ ИНДИКАТОРОВ В СРЕДАХ

| Индикаторы | Нейтральная среда | Кислая среда | Щелочная среда |
|---|---|---|---|
| Фенол-фталеин | Бесцветная | Бесцветная | Малиновый |
| Лакмус | Фиолетовый | Розовый | Синий |
| Метилоранж | Оранжевый | Красный | Желтый |

Индикатор – распознаватель среды в нейтральной, кислой и щелочной средах.

# КИСЛОТЫ

**Кислоты** это сложные вещества, состоящие из катиона H+ и аниона кислотного остатка, способные замещать водород на металл и образовывать соли.

$$H_2SO_4^{2-} + 2Na = Na_2^{+}SO_4^{2-} + H_2\uparrow$$

серная кислота сульфат Na

**Кислотами** называются электролиты, которые при диссоциации образуют в качестве катионов только ионы водорода (H+).

$$H_2SO_4 \rightleftarrows 2H^{+} + SO_4^{2-}$$

**Основность кислот** определяется числом ионов водорода.

**HCl** – **одноосновная кислота**, не образует кислых солей.
**$H_2SO_4$** – **двухосновная кислота**, образует кислые однозамещенные и средние соли.
**$H_3PO_4$** – **трехосновная кислота,** образует кислые соли: однозамещенные и двухзамещенные и средние.

# Формулы и названия кислот

**Сила кислородных кислот возрастает с ростом электроотрицательности элементов образующих кислоты.**

| | Формула | Названия | Сила | Кислотный остаток |
|---|---|---|---|---|
| 1 | $H_2CO_3$ | Углекислая или угольная | слабая | Карбонат |
| 2 | $H_2SiO_3$ | Кремниевокислая | слабая | Метасиликат |
| 3 | $HNO_3$ | Азотная | сильная | Нитрат |
| 4 | $HNO_2$ | Азотистая | слабая | Нитрит |
| 5 | $HPO_3$ | Метафосфорная | сильная | Метафосфат |
| 6 | $H_3PO_4$ | Ортофосфорная | средняя | Фосфат |
| 7 | $H_2S$ | Сероводородная | средняя | Сульфид |
| 8 | $H_2SO_3$ | Сернистая | слабая | Сульфит |
| 9 | $H_2SO_4$ | Серная | сильная | Сульфат |
| 10 | $H_2CrO_4$ | Хромовая | сильная | Хромат |
| 11 | $H_2Cr_2O_7$ | Дихромовая | сильная | Дихромат |
| 12 | $HF$ | Фтороводородная | слабая | Фторид |
| 13 | $HCl$ | Хлороводородная, соляная | сильная | Хлорид |
| 14 | $HClO$ | Хлорноватистая | слабая | Гипохлорит |
| 15 | $HClO_2$ | Хлористая | сильная | Хлорит |
| 16 | $HClO_3$ | Хлорноватая | сильная | Хлорат |
| 17 | $HClO_4$ | Хлорная | сильная | Перхлорат |

| | Формула | Названия | Сила | Кислотный остаток |
|---|---|---|---|---|
| 18 | $HBr$ | Бромоводородная | сильная | Бромид |
| 19 | $HBrO$ | Бромоватистая | слабая | Гипобромид |
| 20 | $HBrO_2$ | Бромистая | средняя | Бромит |
| 21 | $HBrO_3$ | Бромоватая | сильная | Бромат |
| 22 | $HBrO_4$ | Бромная | сильная | Пербромат |
| 23 | $HI$ | Йодоводородная | сильная | Йодид |
| 24 | $HIO$ | Йодоватистая | слабая | Гипойодит |
| 25 | $HIO_2$ | Йодистая | средняя | Йодит |
| 26 | $HIO_3$ | Йодоватая | сильная | Йодомат |
| 27 | $HIO_4$ | Йодная | сильная | Периодит |
| 28 | $H_2MnO_4$ | Марганцовистая | слабая | Марганат |
| 29 | $HMnO_4$ | Марганцовая | сильная | Перманганат |
| 30 | $HCN$ | Синильная | слабая | Цианид |

# ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КИСЛОТ

**1. В растворах кислоты диссоциируют ступенчато:**

$$H_2SO_4 \rightleftarrows H^+ + \cancel{HSO_4^-}$$
$$+\ \cancel{HSO_4^-} \rightleftarrows H^+ + SO_4^{2-}$$
$$H_2SO_4 \rightleftarrows 2H^+ + SO_4^{2-}$$

$$H_3PO_4 \rightleftarrows H^+ + \cancel{H_2PO_4^-}$$
$$\cancel{H_2PO_4^-} \rightleftarrows H^+ + \cancel{HPO_4^{2-}}$$
$$\cancel{HPO_4^{2-}} \rightleftarrows H^+ + PO_4^{3-}$$
$$H_3PO_4 \rightleftarrows 3H^+ + PO_4^{3-}$$

**2. Взаимодействуют с металлами.**

**Металлы, стоящие в ряду активности до водорода – вытесняют водород из кислоты, а металлы, стоящие после водорода – вытесняют другие газы.**

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

$$2Na + 2HCl \rightarrow 2NaCl + H_2\uparrow$$

$$Cu + 4H^+N^{+5}O_3^{-2} \rightarrow Cu^{2+}(NO_3)_2 + 2N^{+4}O_2\uparrow + 2H_2O$$

**концентр.**

$$1 \mid Cu^0 - 2\bar{e} \rightarrow Cu^{2+}$$
$$2 \mid N^{5+} + 1\bar{e} \rightarrow N^{+4}$$

3. При нагревании кислоты разлагаются.

$$H_2SO_4 \xrightarrow{t^0} H_2O + SO_3\uparrow$$

4. При взаимодействии с водой.

$$nH_2O + H_2SO_4 \rightarrow H_2SO_4 \cdot nH_2O$$

5. Кислоты взаимодействуют с основными оксидами.

$$CuO + 2HCl \rightarrow CuCl_2 + H_2O$$

оксид Cu-II, соляная кислота, хлорид

6. Взаимодействуют с основаниями (если с щелочами, тогда называется реакией нейтрализации).

$$NaOH + HCl \rightarrow NaCl + H_2O$$

щелочь, соляная кислота, хлорид

$$NaOH + H_2SO_4 \rightarrow NaHSO_4 + H_2O$$

недостаток, избыток, кислая соль

$$Mg(OH)_2 + HCl \rightarrow [Mg^{2+}(OH)^-]Cl + H_2O$$

недостаток, избыток, основной хлорид Mg

7. Взаимодействует с солями.

$$BaCl_2 + H_2SO_4 \rightarrow BaSO_4\downarrow + 2HCl$$

хлорид Ba-II, серная кислота, сульфат Ba-II, соляная кислота

8. Взаимодействие с неметаллами некоторых кислот.

$$3S + 6HNO_3 \rightarrow 3H_2SO_4 + 6NO$$

Нужно брать соли и кислоты с разными кислотными остатками. Нужно брать соль от более слабой кислоты, а кислоту сильную.

# СПОСОБЫ ПОЛУЧЕНИЯ КИСЛОТ

**1. Взаимодействие кислотных оксидов – ангидридов кислот с водой.**

$$SO_2 + H_2O \rightleftarrows H_2SO_3 \rightleftarrows 2H^+ + SO_3^{2-}$$

сернистый ангидрид — сернистая кислота

**2. Взаимодействие солей с кислотами.**

**Соль должна быть от слабой кислоты, а кислота сильной.**

$$Na_2CO_3 + 2HCl \rightarrow 2NaCl + H_2CO_3 \rightarrow H_2O + CO_2\uparrow$$

карбонат Na — соляная кислота — хлорид

$$Na_2SO_4 + H_2CO_3 \not\rightarrow$$

сульфат соль от сильной серной кислоты — слабая угольная кислота — реакция не идет

**3. Получение кислот при горении хлора и водорода.**

$$H_2 + Cl_2 \rightarrow 2HCl\uparrow$$

хлористый водород

его растворяют в $H_2O$ и образуется соляная кислота HCl

# СОЛИ

**Соль** – это продукт полного или неполного замещения водорода кислоты на металл, или продукт неполного замещения гидроксильной группы основания на кислотный остаток.

$H_2SO_4$

$K_2SO_4$
полное замещение
средняя соль

$KHSO_4$
неполное замещение
кислая соль

$H_3PO_4$

$Na_3PO_4$
полное замещение
водорода кислоты
на металл
средняя соль

$NaH_2PO_4$
дигидрофосфат Na

$Na_2HPO_4$
гидрофосфат Na

неполное замещение водорода
кислоты на металл
кислые соли

$Al(OH)_3$

$[Al(OH)_2]^+Cl^-$

$[Al(OH)]^{2+}Cl_2^-$

неполное замещение группы OH- в основании на кислотный остаток
Образовались основные соли

# НАЗВАНИЯ СОЛЕЙ

| Формулы кислот | Формулы солей | Новое название | Старые названия |
|---|---|---|---|
| $H_2CO_3$ | $K_2CO_3$<br>$KHCO_3$ | карбонат<br>гидрокарбонат | углекислый<br>кислый углекислый |
| $H_2SiO_3$ | $K_2SiO_3$<br>$KHSiO_3$ | силикат<br>гидросиликат | кремниевокислый<br>кислый кремниевокислый |
| $HNO_2$ | $KNO_2$ | нитрит | азотистокислый |
| $HNO_3$ | $KNO_3$ | натрат | азотнокислый |
| $HPO_3$ | $KPO_3$ | фосфат | фосфорнокислый |
| $H_3PO_4$ | $K_3PO_4$<br>$KH_2PO_4$<br><br>$K_2HPO_4$ | ортофосфат<br>дигидроортофосфат<br><br>гидроортофосфат | ортофосфорнокислый<br>кислый ортофосфорнокислый однозамещенный<br>кислый ортофосфорнокислый двузамещенный |
| $H_2S$ | $K_2S$<br>$KHS$ | сульфид<br>гидросульфид | сернистый<br>кислый сернистый |
| $H_2SO_3$ | $K_2SO_3$<br>$KHSO_3$ | сульфит<br>гидросульфит | сернистокислый<br>кислый сернистокислый |

| Формулы кислот | Формулы солей | Новое название | Старые названия |
|---|---|---|---|
| $H_2SO_4$ | $K_2SO_4$<br>$KHSO_4$ | сульфат<br>гидросульфат | сернокислый<br>кислый сернокислый |
| $H_2CrO_4$ | $K_2CrO_4$<br>$KHCrO_4$ | хромат<br>гидрохромат | хромовокислый<br>кислый хромовокислый |
| $H_2Cr_2O_7$ | $K_2Cr_2O_7$<br>$KHCr_2O_7$ | дихромат<br>гидродихромат | дихромовокислый<br>кислый дихромовокислый |
| $HMnO_4$ | $KMnO_4$ | перманганат | марганцевокислый |
| HCl | KCl | хлорид | хлористый |
| HF | KF | фторид | фтористый |
| HBr | KBr | бромид | бромистый |
| HI | KI | йодид | йодистый |

# ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СОЛЕЙ

1. Взаимодействие с металлами.

**Металлы, впереди стоящие, в ряду активности вытесняют из их соединений металлы, позади стоящие, т.е. более активные металлы вытесняют менее активные.**

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

$$CuSO_4 + Fe \rightarrow FeSO_4 + Cu\downarrow$$

сульфат Cu-II  более активный  сульфат Fe-II

$$FeSO_4 + Cu \not\rightarrow$$ реакция не идет, т.к. Cu менее активный, чем Fe

**2. При нагревании разлагаются.**

$$CaCO_3 \rightarrow CaO + CO_2\uparrow$$

карбонат

3. Взаимодействие с гидроксидами (щелочами).

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

щелочь Na  сульфат Cu II  сульфат Na  гидроксид Cu II

## 4. Взаимодействие с кислотами.

**Нужно брать соль от слабой кислоты, а кислоту сильную, иначе реакция не пойдет.**

$$Na_2CO_3 + H_2SO_4 \rightarrow Na_2SO_4 + H_2CO_3 \rightarrow CO_2\uparrow + H_2O$$

карбонат | серная кислота | сульфат Na | угольная кислота

$$Na_2SO_4 + H_2CO_3 \not\rightarrow$$ реакция не идет

слабая кислота

## 5. Взаимодействие с солями.

$$CuSO_4 + 2KNO_3 \rightleftarrows K_2SO_4 + Cu(NO_3)_2$$

сульфат | нитрат | сульфат | нитрат

## 6.

$$FeSO_4 + 7H_2O \rightarrow FeSO_4 \cdot 7H_2O$$

кристаллогидрат

# СПОСОБЫ ПОЛУЧЕНИЯ СОЛЕЙ

1. $2Na + Cl_2 \rightarrow 2NaCl$
2. $CaO + CO_2 \rightarrow CaCO_3$
3. $CO_2 + 2NaOH \rightarrow Na_2CO_3 + H_2O$
4. $2HCl + 2Na \rightarrow NaCl + H_2\uparrow$
5. $2HCl + CaO \rightarrow CaCl_2 + H_2O$
6. $HCl + NaOH \rightarrow NaCl + H_2O$
7. $2HCl + Na_2CO_3 \rightarrow 2NaCl + CO_2\uparrow + H_2O$
8. $CuSO_4 + Fe \rightarrow FeSO_4 + Cu\downarrow$
9. $CuSO_4 + 2NaOH \rightarrow Na_2SO_4 + Cu(OH)_2\downarrow$
10. $CuSO_4 + 2NaCl \rightarrow CuCl_2 + Na_2SO_4$
11. $2KOH + Cl_2 \rightarrow KCl + KClO + H_2O$
12. $NaHCO_3 \xrightarrow{t^0} Na_2CO_3 + CO_2\uparrow + H_2O\uparrow$

# ГЕНЕТИЧЕСКАЯ СВЯЗЬ МЕЖДУ ОТДЕЛЬНЫМИ КЛАССАМИ НЕОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

| Вещества, вступающие в реакцию | Неметаллы | Кислотные оксиды |
|---|---|---|
| Металлы | $2Na + Cl_2 \xrightarrow{t^0} 2NaCl$<br>$Fe + S \xrightarrow{t^0} FeS$<br>$2Mg + O_2 \xrightarrow{t^0} 2MgO$ | $Mg + SiO_2 \xrightarrow{t^0} 2MgO + Si$ |
| Основные оксиды | | $CaO + CO_2 \rightarrow CaCO_3\downarrow$ |
| Щелочи | $2KOH + Cl_2 \rightarrow$<br>$KClO + KCl + H_2O$ | $Ca(OH)_2 + CO_2 \rightarrow CaCO_3\downarrow$<br>$+ H_2O$ |
| Нерастворимые основания | | $Cu(OH)_2 + SO_3 \xrightarrow{t^0}$<br>$CuSO_4 + H_2O$ |
| Соли | | $CuCO_3 + SiO_2 \xrightarrow{t^0}$<br>$CuSiO_3 + CO_2\uparrow$ |
| $H_2O$ | $2H_2O + 2Cl_2 \rightarrow 4HCl + O_2\uparrow$ | $H_2O + SO_3 \rightarrow H_2SO_4$ |

| Вещества, Вступающие в реакцию | Кислоты | Соли | $H_2O$ |
|---|---|---|---|
| Металлы | $Zn + 2HCl \rightarrow ZnCl_2 + H_2\uparrow$ | $Fe + CuSO_4 \rightarrow FeSO_4 + Cu\downarrow$ | $2Na + 2H_2O \rightarrow 2NaOH + H_2\uparrow$ |
| Основные оксиды | $CuO + 2HCl \rightarrow CuCl_2 + H_2O$ | | $Na_2O + H_2O \rightarrow NaOH$ |
| Щелочи | $NaOH + HCl \rightarrow NaCl + H_2O$ | $2NaOH + CuSO_4 \rightarrow Cu(OH)_2\downarrow + Na_2SO_4$ | Образует кристалогидраты с различным содержанием воды |
| Нерастворимые основания | $Cu(OH)_2 + 2HCl \rightarrow CuCl_2 + H_2O$ | | |
| Соли | $Na_2CO_3 + H_2SO_4 \rightarrow Na_2SO_4 + H_2CO_3$ $\rightarrow CO_2\uparrow$, $\rightarrow H_2O$ | $Na_2CO_3 + BaCl_2 \rightarrow BaCO_3\downarrow + 2NaCl$ | |
| $H_2O$ | $nH_2O + H_2SO_4 \rightarrow H_2SO_4 \cdot nH_2O$ | $7H_2O + FeSO_4 \rightarrow FeSO_4 \cdot 7H_2O$ | |

# ЗАДАЧИ НА ТЕМУ «КЛАССИФИКАЦИЯ НЕОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ», «ГЕНЕТИЧЕСКАЯ СВЯЗЬ»

1. **Напишите реакции этих превращений:**

$$Cu \rightarrow CuO \rightarrow CuCl_2 \rightarrow Cu(OH)_2 \rightarrow CuSO_4$$

**Ответ:**

1. $2Cu + O_2 \rightarrow 2CuO$
2. $CuO + 2HCl \rightarrow CuCl_2 + H_2O$
3. $CuCl_2 + 2NaOH \rightarrow Cu(OH)_2\downarrow + 2NaCl$
4. $Cu(OH)_2 + H_2SO_4 \rightarrow CuSO_4 + 2H_2O$

**2. На основании превращения кальция укажите конечный продукт $X_3$:**

$$Ca \xrightarrow{+H_2O} X_1 \xrightarrow{+CO_2} X_2 \xrightarrow{CO_2 + H_2O} X_3$$

**1. $CaO$, 2. $Ca(OH)_2$, 3. $CaCO_3$, 4. $Ca(HCO_3)_2$.**

**Решение:**

1. $2Ca + 2H_2O \rightarrow 2Ca(OH)_2$ ($X_1$)
2. $Ca(OH)_2 + CO_2 \rightarrow CaCO_3\downarrow + H_2O$ ($X_2$)
3. $CaCO_3 + CO_2 + H_2O \rightarrow Ca(HCO_3)_2$ ($X_3$)

**Ответ:** 4. $Ca(HCO_3)_2$

**3. На основании превращения меди укажите конечный продукт $X_3$:**

$$CuCl_2 \xrightarrow{+2NaOH} X_1 \xrightarrow{t^0} X_2 \xrightarrow{+H_2} X_3$$

**1. гидроксид Cu-II, 2. оксид Cu-II, 3. сульфат Cu-II, 4. Cu.**

**Решение:**

1. $CuCl_2 + 2NaOH \rightarrow Cu(OH)_2\downarrow (X_1) + 2NaCl$
2. $Cu(OH)_2 \xrightarrow{t^0} CuO\ (X_2) + H_2O$
3. $CuO + H_2 \rightarrow Cu\downarrow (X_3) + H_2O$

**Ответ:** 4. медь.

**4. В цепочке превращений укажите конечный продукт $X_4$:**

$$Fe \xrightarrow{+Cl_2} X_1 \xrightarrow{+H_2SO_4} X_2 \xrightarrow{+NaOH} X_3 \xrightarrow{t} X_4$$

**1. оксид Fe-II, 2. оксид Fe-III, 3. гидроксид Fe-II, 4. гидроксид Fe-III.**

**Решение:**

1. $Fe + Cl_2 \rightarrow FeCl_2\ (X_1)$
2. $FeCl_2 + H_2SO_4 \rightarrow FeSO_4 + 2HCl\ (X_2)$
3. $FeSO_4 + 2NaOH \rightarrow Na_2SO_4 + Fe(OH)_2\downarrow (X_3)$
4. $Fe(OH)_2 \rightarrow FeO\downarrow + H_2O\ (X_4)$

**Ответ:** 1. оксид Fe-II

**5. Напишите реакции по следующим превращениям:**

$$P \rightarrow P_2O_5 \rightarrow HPO_3 \rightarrow H_3PO_4 \rightarrow Ca_3(PO_4)_2$$

**Ответ:**

1. $4P + 5O_2 \rightarrow 2P_2O_5$
2. $P_2O_5 + H_2O \rightarrow 2HPO_3$
3. $HPO_3 + H_2O \rightarrow H_3PO_4$
4. $2H_3PO_4 + 3CaCl_2 \rightarrow Ca_3(PO_4)_2 + 6HCl$

# ЗАДАЧИ НА ТЕМУ «СОЛИ»

**Задача № 1.** Напишите уравнения реакций получения солей.

**Решение:**

1. $H_2SO_4 + Zn = ZnSO_4 + H_2\uparrow$
2. $H_2SO_4 + 2NaOH = Na_2SO_4 + 2H_2O$
3. $H_2SO_4 + Na_2O = Na_2SO_4 + 2H_2O$
4. $H_2SO_4 + BaCl_2 = BaSO_4\downarrow + 2HCl$
5. $H_2SO_4 + 2NH_3 = (NH_4)_2SO_4$
6. $SO_2 + 2NaOH = Na_2SO_3 + H_2O$
7. $SO_2 + Na_2O = Na_2SO_3$
8. $2NaOH + NiSO_4 = Na_2SO_4 + Ni(OH)_2\downarrow$
9. $NaCl + AgNO_3 = AgCl\downarrow + NaNO_3$
10. $CuSO_4 + Zn = ZnSO_4 + Cu\downarrow$
11. $2Fe + 3Cl_2 = 2FeCl_3$
12. $2KI + Cl_2 = 2KCl + I_2\uparrow$
13. $2NaOH + Al_2O_3 = 2NaAlO_2 + H_2O$
14. $NaOH + Al(OH)_3 = Na[Al(OH)_4]$
15. $H_2SO_4 + NaOH = NaHSO_4 + H_2O$
16. $Ca(OH)_2 + 2HCl = Ca[(OH)Cl]_2 + H_2O$
17. $HCl\uparrow + NH_3\uparrow \rightleftarrows NH_4Cl$
18. $6NaOH + 3S \longrightarrow 2Na_2S + Na_2SO_3 + 3H_2O$
19. $CaCO_3 + CO_2 + H_2O \rightleftarrows Ca(HCO_3)_2$