

## 9 класс

**9.1** Сгруппируйте атомы в следующих брутто-формулах таким образом, чтобы можно было отнести данное соединение к определенному классу, укажите его и дайте название веществам:

- а)  $\text{Cu}_2\text{H}_2\text{O}_5\text{C}$  ;
- б)  $\text{Na}_2\text{SH}_{20}\text{O}_{14}$ ;
- в)  $\text{C}_6\text{FeN}_6\text{K}_3$ ;
- г)  $\text{Al}_2\text{SH}_4\text{O}_8$ ;
- д)  $\text{AgN}_3\text{H}_6\text{O}_3$ .

Приведите реакции, подтверждающие выбранный класс соединения.

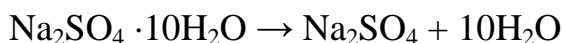
**Решение:**

а)  $[\text{Cu}(\text{OH})]_2\text{CO}_3$  – основная соль, гидрокарбонат меди (II).

Пример реакции:  $[\text{Cu}(\text{OH})_2]\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{CO}_3 = 2\text{CuCO}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$

б)  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  – кристаллогидрат соли, декагидрат сульфата натрия.

Пример реакции:



в)  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  – комплексная соль, гексацианоферрат (III) калия.

Пример реакции:  $3[\text{Fe}^{+3}(\text{CN})_6] + 4\text{Fe}^{+2} = \text{Fe}_4^{+3}[\text{Fe}^{+2}(\text{CN})_6]_3 \downarrow$

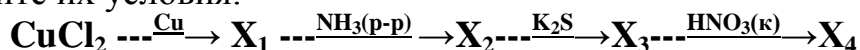
г)  $[\text{Al}(\text{OH})_2]_2\text{SO}_4$  – основная соль, дигидроксосульфат алюминия.

Пример реакции:  $[\text{Al}(\text{OH})_2]_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 4\text{H}_2\text{O}$

д)  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{NO}_3$  – комплексная соль, нитрат диамминсеребра.

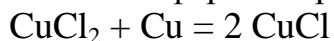
Пример реакции:  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{NO}_3 + 2\text{HNO}_3 = 2\text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{AgNO}_3$

**9.2** Определите неизвестные вещества. Напишите полные уравнения реакций. Соответствующие следующей последовательности превращений и укажите их условия:

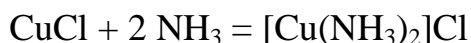


**Решение:**

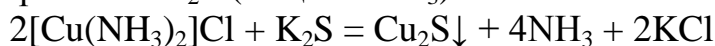
1. Твёрдый хлорид меди (II) реагирует с медью при нагревании в инертной атмосфере с образованием хлорида меди (I) (вещество  $\text{X}_1$ ):



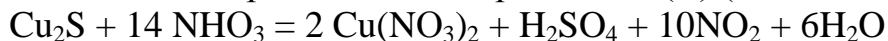
2. Хлорид меди (I) растворяется в водном растворе аммиака с образованием аммиачного комплекса  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}$  (вещество  $\text{X}_2$ ):



3. Сульфат калия разрушает комплекс за счет образования плохо растворимого  $\text{Cu}_2\text{S}$  (вещество  $\text{X}_3$ ):



4. Сульфид меди (I) растворяется при нагревании в концентрированной азотной кислоте с образованием нитрата меди (II) (вещество  $\text{X}_4$ ):



**9.3** Определите молярную массу и формулу слабой одноосновной кислоты, если известно, что ее константа диссоциации равна  $K_d = 5,2 \cdot 10^{-4}$ , а значение pH 0,47%-ного раствора (плотность 1.0 г/мл) составляет 2,158.

**Решение:**

1. Определим массу кислоты.

1 л 0,47%-ного раствора содержит  $1000 \cdot 1 \cdot 0,0047 = 4,7$  г. одноосновной кислоты  $\text{HX}$  (X-кислотный остаток).

2. Определим концентрацию ионов водорода в растворе кислоты.

По условию задачи pH такого раствора составляет 2,158, отсюда концентрация ионов водорода:  $[\text{H}^+] = 10^{-2,158} = 6,95 \cdot 10^{-3}$  моль/л.

3. Выразим число молей не продиссоциировавшей кислоты.

Данное количество ионов  $[\text{H}^+]$  образовалось в равновесной смеси в результате диссоциации такого же количества слабой кислоты  $\text{HX}$ :



Так как в исходном растворе содержалось 4,7/М моль кислоты  $\text{HX}$  (М – молярная масса кислоты), то в равновесной смеси содержится 4,7/М –  $6,95 \cdot 10^{-3}$  моль  $\text{HX}$ .

4. Определим кислоту.

Подставляя все эти значения в выражение константы диссоциации кислоты, имеем:

$$K_d = [\text{H}^+] [\text{OH}^-] / [\text{HX}] = (6,95 \cdot 10^{-3})^2 / (4,7/\text{M} - 6,95 \cdot 10^{-3}) = 5,2 \cdot 10^{-4}$$

$\text{M} = 47$  г/моль, искомая кислота –  $\text{HNO}_2$ .

**9.4** На чашках весов уравновешены два открытых стакана, содержащие 43,5 мл 25%-ного раствора азотной кислоты плотностью 1,15 в каждом. В один из стаканов внесено 20 г мрамора, а в другой – 20 г карбоната магния. Изменится ли равновесие весов после окончания реакции?

**Решение:**

1. Определим число моль азотной кислоты в каждом стакане.

В 43,5 мл 25% кислоты с плотностью 1,15 содержится

$43,5 \cdot 1,15 \cdot 25 / 100 = 12,5$  г. Это составляет 0,2 моль азотной кислоты.

2. Определим число моль карбоната кальция и карбоната магния.

20 г мрамора это  $20 / 100 = 0,2$  моль карбоната кальция.

20 г карбоната магния это  $20 / 84 = 0,24$  моль.

3. Уравнение взаимодействия мрамора и азотной кислоты:



4. Определим массу углекислого газа, выделившегося в первом стакане.

После окончания реакции в стакане с мрамором прореагирует 0,1 моль мрамора с 0,2 молями кислоты дав 0,1 моль или 4,4 г углекислого газа.

5. Уравнение взаимодействия карбоната магния и азотной кислоты:



6. Определим массу углекислого газа, выделившегося во втором стакане:

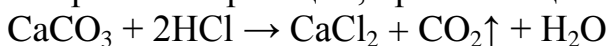
В стакане с карбонатом магния прореагирует 0,1 моль карбоната магния также дав 0,1 моль или 4,4 г углекислого газа.

Таким образом, равновесие весов не изменится.

**9.5** Два стакана одинаковой массы, в одном из которых находится 6,00 г карбоната кальция, а в другом 6,00 г пирита ( $\text{FeS}_2$ ) поместили на две чашки весов. К карбонату кальция прилили 50 г 10%-ного раствора соляной кислоты. Вычислите массу 45%-ного раствора азотной кислоты, которую нужно добавить в другой стакан, чтобы после окончания всех реакций весы уравнились.

**Решение:**

1. Уравнение реакции, протекающей в первом стакане:



2. Количества реагирующих веществ и масса первого раствора:

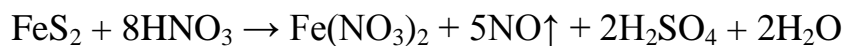
$$\nu(\text{CaCO}_3) = 6 / 100 = 0,06 \text{ моль}$$

$$\nu(\text{HCl}) = 50 \cdot 0,1 / 36,5 = 0,137 \text{ моль}$$

( $\text{CaCO}_3$  по отношению к  $\text{HCl}$  в недостатке)

$$m_1 = 6 + 50 - 0,06 \cdot 44 = 53,36$$

3. Уравнение реакции, протекающей во втором стакане:



4. Выразим массу раствора во втором стакане.

Количество  $\text{HNO}_3$  -  $x$  (моль), тогда масса добавленного раствора  $63 \cdot x / 0,45$ .

Масса второго стакана:  $m_2 = 6 + 63 \cdot x / 0,45 - (5 \cdot x / 8) \cdot 30$ .

5. Найдём величину  $x$ :

По условию  $m_1 = m_2$ ,

следовательно  $53,36 = 6 + 63 \cdot x / 0,45 - (5 \cdot x / 8) \cdot 30$

$x = 0,391$  моль

6. Рассчитаем масса азотной кислоты, добавленной во второй стакан:

$m = 63 \cdot 0,391 / 0,45 = 54,7$  г