

1. (4б). Металл *M* образует устойчивые галогениды лишь в одной степени окисления. В хлориде массовая доля металла 75,3%, а в йодиде – 46%. На основании произведенных вычислений определите металл.

Один из вариантов решения:

пусть «+*n*» – степень окисления металла в задуманном соединении, тогда формула хлорида -  $MCl_n$ , формула йодида –  $MI_n$ .

$$w(Cl) = \frac{A_r(Cl) \cdot n}{Mr(MCl_n)} = \frac{35,5 \cdot n}{Mr(MCl_n)} \quad w(M) = \frac{A_r(M)}{Mr(MCl_n)} \quad 16$$

Т.к. знаменатели в дробях совпадают, следовательно

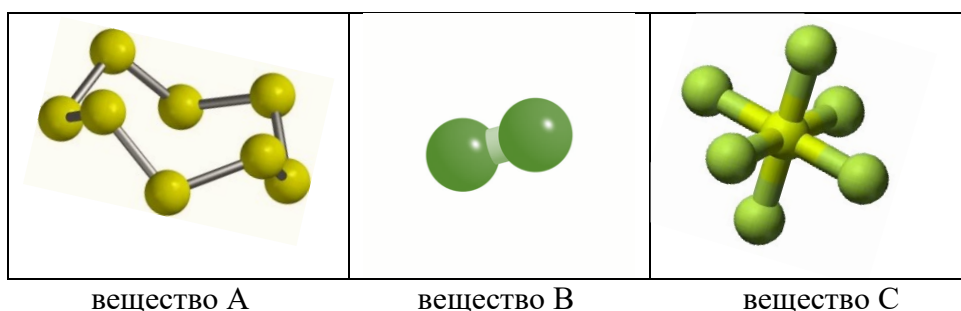
$$\frac{35,5 \cdot n}{w(Cl)} = \frac{A_r(M)}{w(M)}; \quad \frac{A_r(M)}{n} = \frac{35,5 \cdot 75,3}{24,7} = 108 \quad 26$$

Если  $n = 1$ , следовательно, относительная атомная масса металла 108, это соответствует серебру (Ag).

$$w(I) = \frac{A_r(I) \cdot n}{Mr(MI_n)} = \frac{127}{235} \cdot 100\% = 46\%$$

Задуманный металл – серебро. 16

2. (5б). При взаимодействии двух простых веществ, *A* и *B*, образуется газообразное вещество *C*. *A* – кристаллическое хрупкое вещество желтого цвета, не смачивается водой; *B* – газ, бледно-желтого цвета с резким запахом, в 1,31 раза тяжелее воздуха, сильно ядовит. Вещество *C* – газ, без цвета и без запаха, в 5,03 раза тяжелее воздуха. Ниже представлены шаростержневые молекулы веществ *A*, *B* и *C*. На основании произведенных расчетов, определите неизвестные вещества.



Решение:

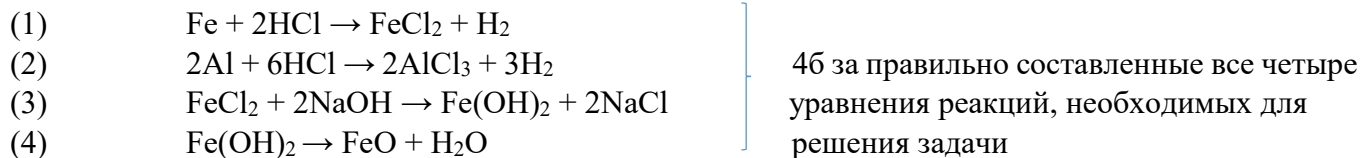
**В -**  $D_{\text{возд}}^B = \frac{M(B)}{M_{\text{возд}}}$ ;  $M_B = 1,31 \cdot 29 = 38$ , следовательно газ В – фтор,  $F_2$  26

**С -**  $D_{\text{возд}}^C = \frac{M(C)}{M_{\text{возд}}}$ ;  $M_C = 5,03 \cdot 29 = 146$ , т.к. газ **С** сложное вещество и одним из элементов является фтор, который в сложных веществах может проявлять только степень окисления -1, следовательно атом второго химического элемента в этом веществе должен иметь степень окисления +6 и на него должно приходиться  $(146 - 6 \cdot 19 = 32)$ , что соответствует химическому элементу сере **S**. А вещество **С** –  $SF_6$ . 26

**А** – кристаллическое вещество желтого цвета соответствует сере – **S**. 16

3. (9б). Навеску сплава железа с алюминием полностью растворили в разбавленной соляной кислоте, при этом выделилось 16,8л (н. у.) бесцветного газа без запаха. К полученному раствору добавили избыток щёлочи, выпавший осадок отфильтровали, высушили и прокалили. Масса твёрдого остатка составила 32,4г. Рассчитайте массовые доли металлов (в%) в сплаве.

Решение:



Так как по условию задачи к полученному раствору добавили избыток щелочи, то осадка гидроксида алюминия не образуется (обладает амфотерными свойствами и растворяется в избытке щелочи).

Начинаем решение с уравнения №4, найдем количество вещества осадка

$$\nu_{\text{FeO}} = m : M = 32,4 : 72 = 0,45 \text{ моль}$$

$$\nu_{\text{FeO}} : \nu_{\text{Fe(OH)}_2} = 1 : 1, \text{ следовательно } \nu_{\text{FeO}} = \nu_{\text{Fe(OH)}_2} = 0,45 \text{ моль};$$

По уравнению №3 находим количество вещества хлорида железа(II) и переходим к уравнению №1

$$\nu_{\text{FeCl}_2} : \nu_{\text{Fe(OH)}_2} = 1 : 1, \text{ следовательно } \nu_{\text{FeCl}_2} = \nu_{\text{Fe(OH)}_2} = 0,45 \text{ моль};$$

По уравнению №1 находим количество вещества водорода, выделившегося в этой реакции, и количество вещества железа в навеске сплава:

$$\nu_{\text{Fe}} : \nu_{\text{FeCl}_2} : \nu_{\text{H}_2} = 1 : 1 : 1, \text{ следовательно } \nu_{\text{Fe}} = \nu_{\text{H}_2} = \nu_{\text{FeCl}_2} = 0,45 \text{ моль};$$

$$m_{\text{Fe}} = \nu \cdot M = 0,45 \cdot 56 = 25,2 \text{ г}$$

Т.к. по условию задачи всего при взаимодействии со сплавом соляной кислоты выделилось 16,8л водорода, следовательно, найдем общее количество вещества

$$\nu_{\text{H}_2} = V : V_m = 16,8 : 22,4 = 0,75 \text{ моль, следовательно в реакции с алюминием выделилось водорода } \nu_{\text{H}_2} = 0,75 - 0,45 = 0,3 \text{ моль,}$$

по уравнению №2

$$\nu_{\text{Al}} : \nu_{\text{H}_2} = 2 : 3, \text{ следовательно } \nu_{\text{Al}} = 0,2 \text{ моль, } m_{\text{Al}} = \nu \cdot M = 0,2 \cdot 27 = 5,4 \text{ г}$$

находим массу навески сплава и массовые доли металлов в сплаве:

$$m_{\text{сплава}} = 5,4 + 25,2 = 30,6 \text{ г}$$

$$w_{\text{Al}} = 17,65\%; \quad w_{\text{Fe}} = 82,35\%$$

26

26

16

4. (56). Средняя соль  $X$  является основным компонентом одного из противоязвенных препаратов. Определите соль  $X$ , если массовая доля фосфора в этом соединении на 3,28% больше массовой доли неизвестного металла, а массовая доля кислорода в 2,37 раз больше массовой доли неизвестного металла.

На основании произведенных расчетов, запишите формулу задуманного вещества и назовите его.

Решение:

$$w_P = 3,28\% + w_M \quad w_O = 2,37w_M \quad w_M + w_P + w_O = 100\% = w_M + 3,28 + w_M + 2,37 \cdot w_M$$

$$w_M = 22,13\%; w_P = 25,41\%; w_O = 52,45\% \quad - 26$$

$$v_M : v_P : v_O = \frac{22,13}{M} : \frac{25,41}{31} : \frac{52,45}{16} = \frac{22,13}{M} : 0,8197 : 3,278125 = \frac{27}{M} : 1 : 4 \quad - 16$$

$M$  – относительная атомная масса задуманного металла,  $M = 27 \text{ г/моль}$  –  $Al$ . – 16

$AlPO_4$  – фосфат алюминия. – 16

5. (106). Медную проволоку сильно нагрели и внесли в колбу с газом  $X_1$ , в результате реакции получили кристаллическое вещество, которое растворили в воде. Раствор принял голубую окраску. К этому раствору добавили раствор вещества  $X_2$ , выпавший осадок отфильтровали. К фильтрату добавили раствор вещества  $X_3$ , наблюдали образование голубого осадка. Осадок отфильтровали и прокалили. В результате образовалось вещество  $X_4$  чёрного цвета. Над нагретым порошком  $X_4$  пропустили газ  $X_5$ , одним из продуктов реакции является металлическая медь.

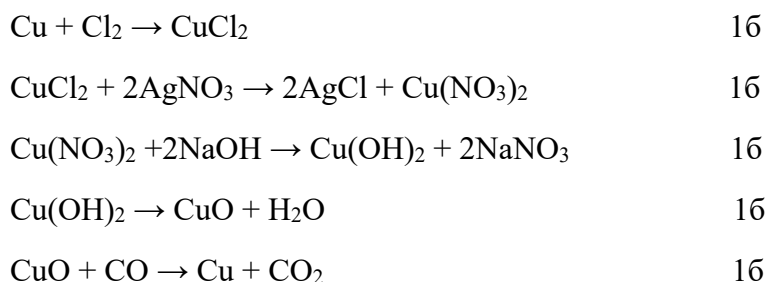
В таблице приведены формулы различных веществ, используйте их для выполнения предложенного задания.

|                 |                 |                   |                   |                     |
|-----------------|-----------------|-------------------|-------------------|---------------------|
| HCl             | CO              | CuO               | AgNO <sub>3</sub> | NaOH                |
| Cl <sub>2</sub> | CO <sub>2</sub> | Cu <sub>2</sub> O | HNO <sub>3</sub>  | Mg(OH) <sub>2</sub> |

Установите вещества  $X_1$ – $X_5$ .

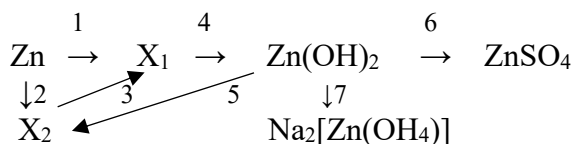
Запишите уравнения 5 предложенных реакций, отдельно выпишите формулы веществ  $X_1$ – $X_5$  и дайте название каждому веществу.

Решение:



X<sub>1</sub> - Cl<sub>2</sub> – хлор; X<sub>2</sub> – AgNO<sub>3</sub> – нитрат серебра; X<sub>3</sub> – NaOH – гидроксид натрия ; X<sub>4</sub> – CuO – оксид меди (II); X<sub>5</sub> – CO – оксид углерода (II) – за каждое правильно данное название вещества по 1б.

6. (7б). Составьте уравнения по предложенной цепочке химических превращений, определите формулы веществ X<sub>1</sub> и X<sub>2</sub>.



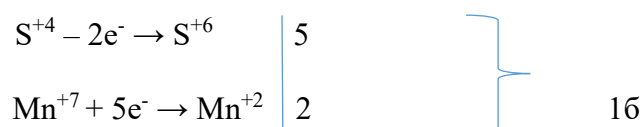
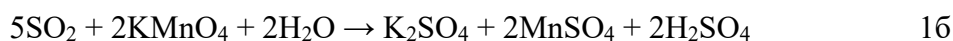
1.  $\text{Zn} + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{ZnCl}_2$
2.  $2\text{Zn} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{ZnO}$
3.  $\text{ZnO} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$
4.  $\text{ZnCl}_2 + 2\text{KOH} \rightarrow \text{Zn(OH)}_2 + 2\text{KCl}$
5.  $\text{Zn(OH)}_2 \rightarrow \text{ZnO} + \text{H}_2\text{O}$
6.  $\text{Zn(OH)}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{ZnSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$
7.  $\text{Zn(OH)}_2 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2[\text{Zn(OH)}_4]$

X<sub>1</sub> – ZnCl<sub>2</sub>; X<sub>2</sub> – ZnO

7. (3б). Используя метод электронного баланса, расставьте коэффициенты в уравнении реакции, схема которой:

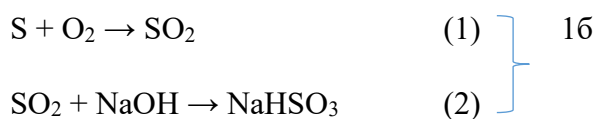


Определите окислитель и восстановитель.



S<sup>+4</sup>(в SO<sub>2</sub>) - восстановитель, Mn<sup>+7</sup>(в KMnO<sub>4</sub>) – окислитель 16

8(3б). Селу массой 9,6г сожгли в атмосфере кислорода. Образовавшийся газ был полностью поглощен 360г раствора гидроксида натрия. Определите массовую долю соли (в %) в образовавшемся растворе.



$$\nu_{\text{S}} = m : M = 9,6 : 32 = 0,3 \text{ моль}$$

$$\nu_{\text{S}} : \nu_{\text{SO}_2} = 1 : 1, \text{ следовательно } \nu_{\text{S}} = \nu_{\text{SO}_2} = 0,3 \text{ моль}; m_{\text{SO}_2} = \nu \cdot M = 0,3 \cdot 64 = 19,2 \text{ г}$$

$$\nu_{\text{SO}_2} : \nu_{\text{NaHSO}_3} = 1 : 1, \text{ следовательно } \nu_{\text{SO}_2} = \nu_{\text{NaHSO}_3} = 0,3 \text{ моль}; m_{\text{NaHSO}_3} = \nu \cdot M = 0,3 \cdot 104 = 31,2 \text{ г}$$

16

$$m_{\text{p-ра}} = m_{\text{p-ра NaOH}} + m_{\text{SO}_2} = 360 + 19,2 = 379,2\text{г}$$

$$w_{\text{NaHSO}_3} = \frac{m_{\text{в-ва соли}}}{m_{\text{p-ра}}} = \frac{31,2}{379,2} \cdot 100\% = 8,23\%$$

} 16

**P.S.** Если ученик записывает реакцию взаимодействия сернистого газа с гидроксидом натрия с образованием средней соли сульфита натрия, такой вариант решения тоже считать верным.

9(4б). Смесь железного порошка и твердого продукта, полученного при взаимодействии сернистого газа и сероводорода, нагрели без доступа воздуха. Полученный продукт подвергли обжигу на воздухе. Образовавшееся твердое вещество реагирует с алюминием с выделением большого количества тепла. Составьте уравнения четырех описанных реакций.

