

**Решение заданий Всероссийской олимпиады школьников по химии  
(муниципальный этап)  
7-8 класс  
2023-2024 учебный год**

**Задача 1.**

Определите по таблице, где смесь, химическое соединение или химический элемент. Из соответствующих букв составьте название химического элемента. Используя Периодическую систему химических элементов, определите порядковый номер данного элемента, период, группу, подгруппу.

| Название        | Химический элемент | Химическое соединение | Смесь |
|-----------------|--------------------|-----------------------|-------|
| Воздух          | Г                  | Д                     | М     |
| Олово           | А                  | К                     | Е     |
| Хлорид натрия   | П                  | Р                     | С     |
| Оксид серы (VI) | Т                  | Г                     | Н     |
| Азот            | А                  | Б                     | В     |
| Бронза          | Г                  | О                     | Н     |
| Серная кислота  | Х                  | Е                     | К     |
| Железо          | Ц                  | Л                     | М     |

Соединение А - оксид данного элемента с массовой долей кислорода - 22,54%. Определите формулу соединения А. Соединение Б можно получить, заменив в соединении А кислород на другой элемент, при этом соотношение атомов не изменится. Массовая доля найденного нами химического элемента в соединении Б составляет 36,78%. Определите формулу соединения Б и назовите его.

| №п/п                    | Этапы решения                                                                                                                                                                                               | Кол-во баллов |
|-------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| 1                       | Элемент - марганец                                                                                                                                                                                          | 4             |
| 2                       | Порядковый номер – 25, 4 период, 7 группа, побочная подгруппа                                                                                                                                               | 4             |
| 3                       | Произведены расчеты и определена формула оксида.<br>Содержание правильного ответа<br>Пусть формула оксида – $MnO_x$ , тогда<br>$16x / (55 + 16x) = 0,2254$<br>$x=1$ , следовательно, формула оксида – $MnO$ | 6             |
| 4                       | Если формула оксида - $MnO$ , следовательно, формула соединения Б - $MnX$<br>$55 + M(X) = 0,3678 \cdot (55 + M(X))$<br>$M(X) = 32$ г/моль<br>Б – $MnS$ , сульфид марганца (II)                              | 6             |
| <b>Всего: 20 баллов</b> |                                                                                                                                                                                                             |               |

**Задача 2.**

Расставьте коэффициенты в схемах реакций:

- 1)  $P + O_2 \rightarrow P_2O_5$
- 2)  $Fe + O_2 \rightarrow Fe_3O_4$
- 3)  $FeCl_2 + Cl_2 \rightarrow FeCl_3$
- 4)  $Cu + N_2O_3 \rightarrow N_2 + CuO$
- 5)  $ZnS + O_2 \rightarrow ZnO + SO_2$

- 6)  $\text{Al} + \text{CuO} \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Cu}$   
 7)  $\text{PCl}_5 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_3\text{PO}_4 + \text{HCl}$   
 8)  $\text{Ca}_3\text{N}_2 + \text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{NH}_4\text{Cl}$   
 9)  $\text{H}_2\text{S} + \text{SO}_2 \rightarrow \text{S} + \text{H}_2\text{O}$   
 10)  $\text{S} + \text{Br}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{HBr}$

| №п/п                    | Этапы решения                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Кол-во баллов                          |
|-------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|
|                         | 1) $4\text{P} + 5\text{O}_2 = 2\text{P}_2\text{O}_5$<br>2) $3\text{Fe} + 2\text{O}_2 = \text{Fe}_3\text{O}_4$<br>3) $2\text{FeCl}_2 + \text{Cl}_2 = 2\text{FeCl}_3$<br>4) $3\text{Cu} + \text{N}_2\text{O}_3 = \text{N}_2 + 3\text{CuO}$<br>5) $2\text{ZnS} + 3\text{O}_2 = 2\text{ZnO} + 2\text{SO}_2$<br>6) $2\text{Al} + 3\text{CuO} = \text{Al}_2\text{O}_3 + 3\text{Cu}$<br>7) $\text{PCl}_5 + 4\text{H}_2\text{O} = \text{H}_3\text{PO}_4 + 5\text{HCl}$<br>8) $\text{Ca}_3\text{N}_2 + 8\text{HCl} = 3\text{CaCl}_2 + 2\text{NH}_4\text{Cl}$<br>9) $2\text{H}_2\text{S} + \text{SO}_2 = 3\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$<br>10) $\text{S} + 3\text{Br}_2 + 4\text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4 + 6\text{HBr}$ | За каждое уравнение реакции по 2 балла |
| <b>Всего: 20 баллов</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                        |

### Задача 3.

Жидкий азот – это бесцветная жидкость, применяемая в технике и на производстве для глубокого охлаждения (его температура кипения:  $-195,75^\circ\text{C}$ , плотность при этой температуре:  $0,808\text{ г/мл}$ ). Его получают путём сжижения воздуха и дальнейшей перегонки полученной жидкости, содержащей азот, кислород, аргон. Рассчитайте, какой объем воздуха (при нормальных условиях) необходим для получения из него 10 литров жидкого азота.

| №п/п                    | Этапы решения                                                                                                                           | Кол-во баллов |
|-------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| 1                       | Рассчитаем массу 10 литров жидкого азота:<br>$m = 10000\text{ мл} \cdot 0,808\text{ г/мл} = 8080\text{ г}$ .                            | 4             |
| 2                       | Молекула азота имеет состав - $\text{N}_2$ .<br>$M(\text{N}_2) = 28\text{ г/моль}$ ,<br>$n(\text{N}_2) = 8080/28 = 288,6\text{ моль}$ . | 6             |
| 3                       | Рассчитываем $V(\text{N}_2)$ .<br>$V(\text{N}_2) = 288,6\text{ моль} \cdot 22,4\text{ л/моль} = 6465\text{ л}$ .                        | 4             |
| 4                       | Рассчитываем $V(\text{воздуха})$ .<br>$V(\text{воздуха}) = 6465/0,78 \approx 8300\text{ л}$ .                                           | 6             |
| <b>Всего: 20 баллов</b> |                                                                                                                                         |               |

### Задача 4.

Смесь сульфата калия, сульфита калия и карбоната калия содержит  $1,204 \cdot 10^{22}$  атомов углерода,  $3,612 \cdot 10^{23}$  атомов серы и  $1,5652 \cdot 10^{24}$  атомов кислорода. Определите массовые доли солей в исходной смеси.

| №п/п | Этапы решения                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Кол-во баллов |
|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| 1    | Рассчитываем $n(\text{C})$ , $n(\text{S})$ , $n(\text{O})$ .<br>$n(\text{C}) = 1,204 \cdot 10^{23} / 6,02 \cdot 10^{23}\text{ моль}^{-1} = 0,2\text{ моль}$ ,<br>$n(\text{S}) = 3,612 \cdot 10^{23} / 6,02 \cdot 10^{23}\text{ моль}^{-1} = 0,6\text{ моль}$ ,<br>$n(\text{O}) = 1,5652 \cdot 10^{24} / 6,02 \cdot 10^{23}\text{ моль}^{-1} = 2,6\text{ моль}$ , | 3х2=6 баллов  |
| 2    | Так как элемент углерод (C) входит в состав карбоната калия, то его количество также будет 0,2 моль. В этом соединении будет содержаться 0,6 моль атомов кислорода.<br>$n(\text{K}_2\text{CO}_3) = 0,2\text{ моль}$                                                                                                                                              | 4 балла       |

|                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |             |
|-------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| 3                       | Пусть $n(\text{K}_2\text{SO}_3) = x$ моль и $n(\text{K}_2\text{SO}_4) = y$ моль, тогда можно составить систему:<br>$x + y = 0,6$<br>$3x + 4y = 2,6 - 0,6$<br>При решении системы получаем, что $x=0,2$ , $y=0,4$ .<br>Следовательно, $n(\text{K}_2\text{SO}_3) = 0,2$ моль и $n(\text{K}_2\text{SO}_4) = 0,4$ моль | 4 балла     |
| 4                       | Рассчитываем массы солей.<br>$m(\text{K}_2\text{CO}_3) = 0,2 \text{ моль} \cdot 138 \text{ г/моль} = 27,6 \text{ г};$<br>$m(\text{K}_2\text{SO}_3) = 0,2 \text{ моль} \cdot 158 \text{ г/моль} = 31,6 \text{ г};$<br>$m(\text{K}_2\text{SO}_4) = 0,4 \text{ моль} \cdot 174 \text{ г/моль} = 69,6 \text{ г}.$      | 1х3=3 балла |
| 5                       | Рассчитываем массовые доли солей.<br>$\omega(\text{K}_2\text{CO}_3) = 21,43\%$<br>$\omega(\text{K}_2\text{SO}_3) = 24,53\%$<br>$\omega(\text{K}_2\text{SO}_4) = 54,04\%$                                                                                                                                           | 1х3=3 балла |
| <b>Всего: 20 баллов</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |             |

#### Задача 5. (мысленный эксперимент)

Лаборант разбирал реактивы и в одной из коробок обнаружил четыре черных порошка, этикетки находились отдельно. По этикеткам лаборант определил, что это были: оксид меди (II), сульфид железа (II), порошок железа и порошок серебра. Для идентификации лаборант использовал только один реактив.

1. Какой это реактив? Приведите формулу и название данного реактива.
2. В какие реакции он вступает с найденными порошками?
3. Напишите уравнения реакций. Укажите тип реакции и признаки протекания реакции.

| №п/п                    | Этапы решения                                                                                  | Кол-во баллов |
|-------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| 1                       | Необходимый реактив – водный раствор $\text{HCl}$ (соляная кислота)                            | 5             |
| 2                       | $\text{CuO} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{CuCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$                      | 3             |
| 2                       | Реакция обмена. Признаки: растворение осадка, образование голубого раствора.                   | 2             |
| 4                       | $\text{FeS} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{FeCl}_2 + \text{H}_2\text{S} \uparrow$             | 3             |
| 5                       | Реакция обмена. Признаки: растворение осадка, выделение бесцветного газа с неприятным запахом. | 2             |
| 6                       | $\text{Fe} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{FeCl}_2 + \text{H}_2 \uparrow$                      | 1             |
| 7                       | Реакция замещения. Признаки: растворение осадка, выделение газа без цвета и запаха.            | 2             |
| 8                       | $\text{Ag} + \text{HCl} \rightarrow$ не реагируют                                              | 2             |
| <b>Всего: 20 баллов</b> |                                                                                                |               |