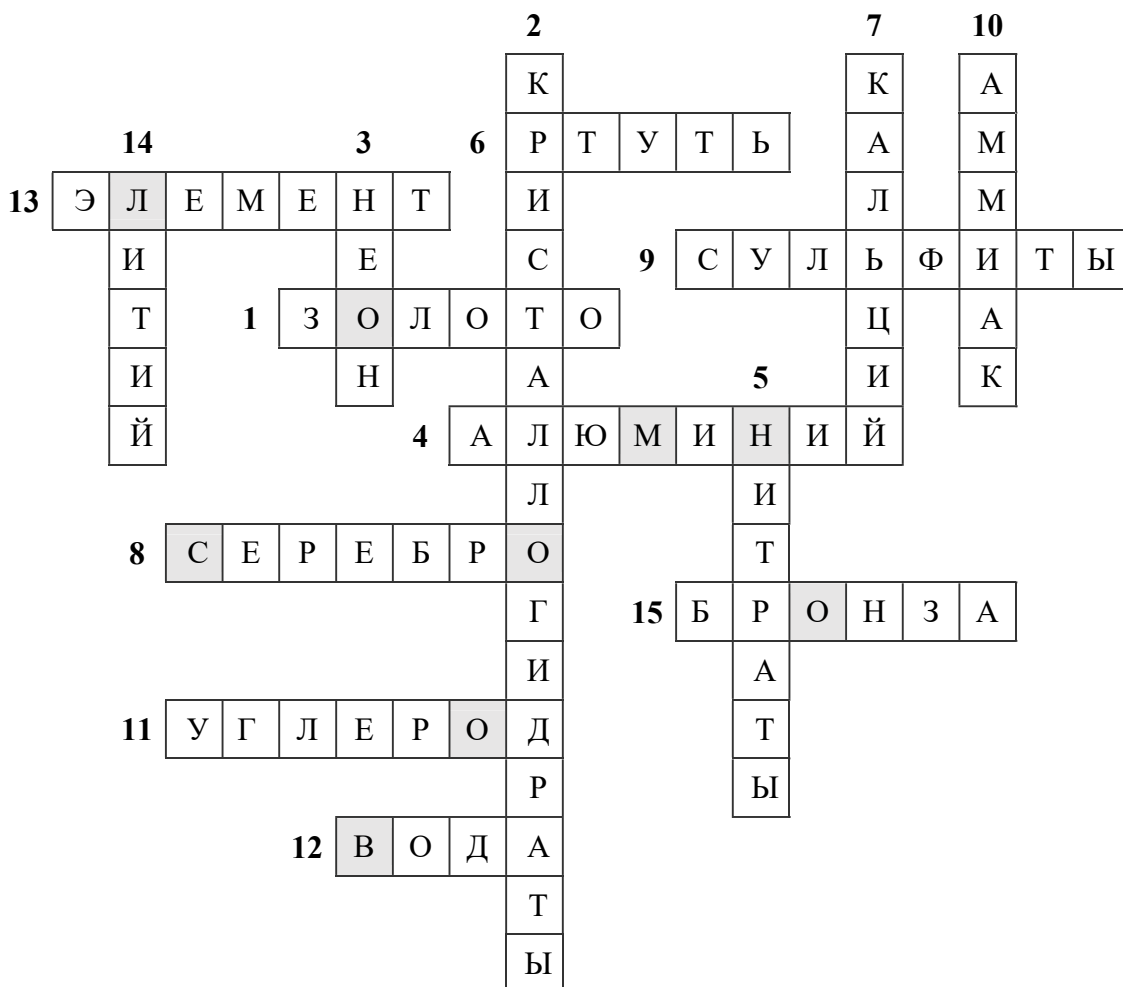


Задача 1

1.



1 – Золото

2 – Кристаллогидраты

3 – Неон

4 – Алюминий

5 – Нитраты

6 – Ртуть

7 – Кальций

8 – Серебро

9 – Сульфиты

10 – Аммиак

11 – Углерод

12 – Вода

13 – Элемент

14 – Литий

15 – Бронза

2. Фамилия ученого – Ломоносов. Открыл закон сохранения масс.

Критерии оценивания:

1. Каждое правильное слово по 1 б

2. Фамилия учёного 2б и название закона 2б

1 б\*15=15 баллов

2 б+2 б=4 балла

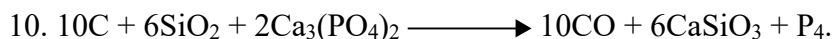
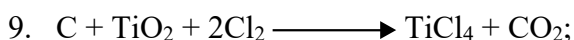
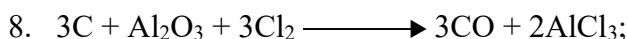
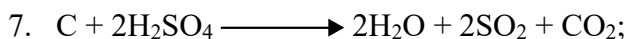
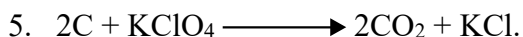
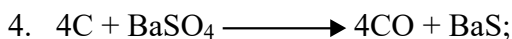
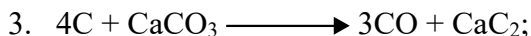
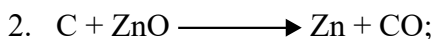
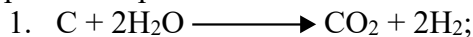
Всего

19 баллов



### Задача 2

1. Уравнения реакций:



2. Названия веществ:

CaC<sub>2</sub> – карбид кальция;

BaS – сульфид бария;

KCl – хлорид калия;

NO<sub>2</sub> – оксид азота (IV);

SO<sub>2</sub> – оксид серы (IV);

AlCl<sub>3</sub> – хлорид алюминия;

TiCl<sub>4</sub> – хлорид титана (IV);

CaSiO<sub>3</sub> – силикат кальция.

Для NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> и TiCl<sub>4</sub> обязательно должно быть указана степень окисления элемента

### Критерии оценивания:

1. Каждое уравнение реакции по 1,5б

1,5 б\*10=15 баллов

2. Каждое название по 1б

1 б\*8=8 баллов

**Всего**

**23 балла**

### Задача 3

1. Простые вещества **А** и **Б**, образованные элементами **Х** и **У** соответственно, являются компонентами воздуха. Воздух состоит в большей степени из кислорода и азота, и в меньшей степени из диоксида углерода и инертных газов. Газ **Б** поддерживает горение и им возможно дышать, из всех компонентов воздуха подходит кислород **Б** – O<sub>2</sub>. Тогда элемент **У** – O. **Х** образует соединения с элементом **У**, значит это не инертный газ. Также известно, что простое вещество **А** образовано из одного элемента **Х**. Единственный подходящий компонент воздуха это азот. Тогда **Х** – N, а **А** – N<sub>2</sub>.

Расчет формул веществ **В-Ж**

Для расчета формулы будем считать все соединения на один атом азота: N<sub>1</sub>O<sub>n</sub>

Тогда формула массовой доли азота будет иметь вид:



Муниципальный этап  
Республиканской олимпиады юниоров по химии 2022/2023 года

$$\omega(N) = \frac{14}{14 + 16 * n} \Rightarrow n = \frac{\frac{14}{\omega(N)} - 14}{16}$$

**В:**  $n = \frac{\frac{14}{0,6364} - 14}{16} = 0,499 \approx 0,5$       Формула:  $\text{NO}_{0,5}$  или  $\text{N}_2\text{O}$

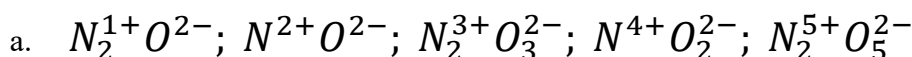
**Г:**  $n = \frac{\frac{14}{0,4667} - 14}{16} = 0,999 \approx 1$       Формула:  $\text{NO}$

**Д:**  $n = \frac{\frac{14}{0,3684} - 14}{16} = 1,500$       Формула:  $\text{NO}_{1,5}$  или  $\text{N}_2\text{O}_3$

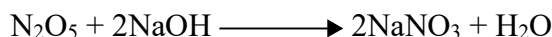
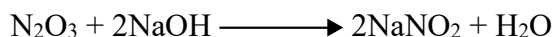
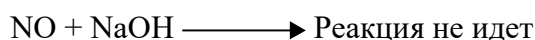
**Е:**  $n = \frac{\frac{14}{0,3043} - 14}{16} = 2,000$       Формула:  $\text{NO}_2$  или  $\text{N}_2\text{O}_4$

**Ж:**  $n = \frac{\frac{14}{0,2593} - 14}{16} = 2,499 \approx 2,5$       Формула:  $\text{NO}_{2,5}$  или  $\text{N}_2\text{O}_5$

2.



b.



**Критерии оценивания:**

1. Элементы **X** и **Y** по 1б, рассуждения для **X** и **Y** по 0,5б, формулы соединений **A** и **B** по 0,5б, формулы соединений **В-Ж** по 1,5б, подтверждение соединений **В-Ж** расчетами по 1,5б  $1 \text{ б} * 2 + 0,5 \text{ б} * 2 + 0,5 \text{ б} * 2 + 1,5 \text{ б} * 5 + 1,5 \text{ б} * 5 = 19$  баллов
2. Степень окисления каждого элемента в соединении по 0,5б за каждое соединение, отношение к  $\text{NaOH}$  (если реагирует нужна реакция) по 1,5б  $0,5 \text{ б} * 5 + 1,5 \text{ б} * 5 = 10$  балла

**Всего**

**29 баллов**

**Задача 4**

1. Молекулярные массы кристаллогидратов:

$$M(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 23 * 2 + 12 + 16 * 3 + 18 * 10 = 286$$

$$M(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = 55,8 + 32 + 16 * 4 + 18 * 7 = 277,8$$

Массовая доля воды в кристаллогидратах:



$$\omega(H_2O)_{Na_2CO_3 \cdot 10H_2O} = \frac{18 \cdot 10}{M(Na_2CO_3 \cdot 10H_2O)} = \frac{18 \cdot 10}{286} = 0,629$$

$$\omega(H_2O)_{FeSO_4 \cdot 7H_2O} = \frac{18 \cdot 7}{M(FeSO_4 \cdot 7H_2O)} = \frac{18 \cdot 7}{277,8} = 0,454$$

2. Степень окисления металла:

$$Me^{n+}SO_4^{2-} \Rightarrow n + (-2) = 0 \Rightarrow n = 2$$

Степень окисления 2+

3. Кристаллогидрат **A** –  $CuSO_4 \cdot 5H_2O$

Рассчитаем количество **A** в 24,92г:

$$n(CuSO_4 \cdot 5H_2O) = \frac{24,92}{64 + 32 + 16 \cdot 4 + 18 \cdot 5} = 0,0997 \approx 0,1 \text{ моль}$$

Расчет количества воды:

$$n(H_2O) = n(CuSO_4 \cdot 5H_2O) \cdot 5 = 0,1 \cdot 5 = 0,5 \text{ моль}$$

Расчет количества молекул воды:

$$N(H_2O) = n(H_2O) \cdot N_A = 0,5 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 3,01 \cdot 10^{23} \text{ молекул}$$

4. Не растворимый в кислотах и щелочах осадок с ионами  $Ba^{2+}$  дают анионы  $SO_4^{2-}$ .  
Соответственно осадок **X** –  $BaSO_4$

5. Для начала определим **D**:

Количество выпавшего Сульфида бария:

$$n(BaSO_4) = \frac{2,33}{137,3 + 32 + 16 \cdot 4} = 0,00998 \approx 0,01 \text{ моль}$$

Из одного моля **D** получается один моль сульфат ионов, сульфата бария получается столько же сколько сульфат ионов. А значит:

$$n(BaSO_4) = n(D)$$

Рассчитаем молярную массу **D**:

$$M(D) = \frac{m(D)}{n(D)} = \frac{1,6}{0,01} = 160$$

$$M(Me) = M(D) - M(SO_4) = 160 - (32 + 16 \cdot 4) = 64$$

По молярной массе металла понятно, что это медь. То есть **D** –  $CuSO_4$

Зная металл, можно вывести формулу для расчета доли воды в кристаллогидрате  $CuSO_4 \cdot nH_2O$ :

$$\omega(H_2O) = \frac{n \cdot 18}{160 + n \cdot 18} \Rightarrow n = \frac{\omega(H_2O) \cdot 160}{18 - 18 \cdot \omega(H_2O)}$$

$$\text{A: } n = \frac{0,3607 \cdot 160}{18 - 18 \cdot 0,3607} = 5,01$$

Формула:  $CuSO_4 \cdot 5H_2O$

$$\text{B: } n = \frac{0,2523 \cdot 160}{18 - 18 \cdot 0,2523} = 2,99$$

Формула:  $CuSO_4 \cdot 3H_2O$

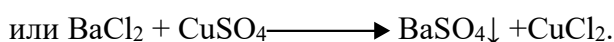
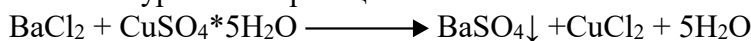
$$\text{C: } n = \frac{0,1011 \cdot 160}{18 - 18 \cdot 0,1011} = 0,99$$

Формула:  $CuSO_4 \cdot H_2O$



*Муниципальный этап  
Республиканской олимпиады юниоров по химии 2022/2023 года*

6. Запишем уравнение реакции:



Для начала рассчитаем количество веществ:

$$n(\text{BaCl}_2) = \frac{20,8 \cdot 0,05}{137,3 + 35,5 \cdot 2} = 0,00499 \approx 0,005 \text{ моль}$$

$$n(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = \frac{1,6}{64 + 32 + 16 \cdot 4 + 18 \cdot 5} = 0,064 \text{ моль}$$

Хлорид бария находится в недостатке. Найдем количество веществ которое останутся после реакции и количество выпавшего сульфата бария, воду полученную из кристаллогидрата можно не учитывать, так как масса полученной воды незначительна:

$$n(\text{CuSO}_4) = 0,064 - 0,05 = 0,014 \text{ моль}$$

$$n(\text{CuCl}_2) = 0,05 \text{ моль}$$

$$n(\text{BaSO}_4) = 0,05 \text{ моль}$$

Найдем массы солей в растворе и массу выпавшего осадка:

$$m(\text{CuSO}_4) = 0,014 \cdot 160 = 2,24 \text{ г}$$

$$m(\text{CuCl}_2) = 0,05 \cdot (64 + 35,5 \cdot 2) = 6,75 \text{ г}$$

$$m(\text{BaSO}_4) = 0,05 \cdot (137,3 + 32 + 16 \cdot 4) = 11,665 \text{ г}$$

Масса раствора равна разности между суммой масс изначальных растворов и массы выпавшего осадка:

$$m(p - p) = 1,6 + 8,4 + 20,8 - 11,665 = 19,135 \text{ г}$$

Рассчитаем массовые доли солей в растворе:

$$\omega(\text{CuSO}_4) = \frac{2,24}{19,135} = 0,117$$

$$\omega(\text{CuCl}_2) = \frac{6,75}{19,135} = 0,353$$

**Критерии оценивания:**

- |    |  |   |
|----|--|---|
| 1. | Молекулярные массы кристаллогидратов по 1б и массовая доля воды по 1,5б    | $1 \text{ б} \cdot 2 + 1,5 \text{ б} \cdot 2 = 5 \text{ баллов}$    |
| 2. | Степень окисления металла  | <b>0,5 балл</b>   |
| 3. | Формула вещества <b>X</b> 1,5б и пояснение 0,5б                            | $1,5 \text{ б} + 0,5 \text{ б} = 2 \text{ баллов}$                  |
| 4. | Формулы веществ <b>A-D</b> по 1,5б, подтверждение формул расчётами по 1,5б | $1,5 \text{ б} \cdot 4 + 1,5 \text{ б} \cdot 4 = 12 \text{ баллов}$ |
| 5. | Количество молекул воды 4б   | <b>4 балла</b>  |
| 6. | Массовые доли веществ, подтвержденные расчетом 5,5б                        | <b>5,5 балла</b>  |

**Всего**

**29 баллов**

