

**Министерство науки и высшего образования РФ**  
**Совет ректоров вузов Томской области**  
**Открытая региональная межвузовская олимпиада 2023-2024 гг.**  
**ХИМИЯ**  
**8 класс**  
**Второй этап**  
**1 вариант**

**Задание 1**

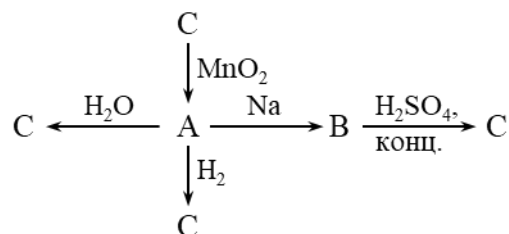
А – простое вещество, ядовитый желто-зеленый газ, впервые был получен в 1774 году шведским химиком Карлом Шееле, в 2,45 раза тяжелее воздуха.

В – широко известная соль, необходимая для жизнедеятельности человека и животных.

С – ядовитый бесцветный газ, с резким удушливым запахом, отлично растворим в воде.

1. Запишите формулы веществ А, В и С. Назовите вещества по международной номенклатуре. Состав вещества А подтвердите расчетом.

2. Запишите уравнения реакций, согласно схеме:



3. Вычислите массу соли В, необходимую для получения 11,2 л газа С.

Решение:

1. А – Cl<sub>2</sub>, хлор; В – NaCl, хлорид натрия; С – HCl, хлороводород. **6 баллов**

*За название по 0,5 балла, за формулу по 0,5 балла*

M(Cl<sub>2</sub>) = 2,45 × 29 = 71 (г/моль) **4 балла**

2.

Cl<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O = HCl + HClO **2 балла**

Cl<sub>2</sub> + 2Na = 2NaCl **2 балла**

NaCl + H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> = HCl + NaHSO<sub>4</sub> **2 балла**

Cl<sub>2</sub> + H<sub>2</sub> = 2HCl **2 балла**

MnO<sub>2</sub> + 4HCl = Cl<sub>2</sub> + MnCl<sub>2</sub> + 2H<sub>2</sub>O **2 балла**

1. n(HCl) = 11,2/22,4 = 0,5 (моль), **2 балла**

n(NaCl) = 0,5 (моль), **2 балла**

m(NaCl) = 0,5 × 58,5 = **29,25** (г) **1 балл**

**ИТОГО**

**25 баллов**

**Задание 2**

Три химических элемента **А**, **Б**, **В** находятся в разных периодах Периодической системы Д. И. Менделеева. Суммарное число электронов у них равно 24. Для элемента **В** наиболее устойчивыми степенями окисления являются -3, +3, +5. Из этих элементов может быть образовано несколько химических соединений, содержащих в своем составе элемент **В**, которые относятся к классам: оксиды, гидриды, одноосновные кислоты, двухосновные кислоты, трехосновные кислоты.

1. Определите элементы **А**, **Б**, **В**

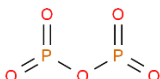
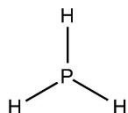
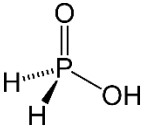
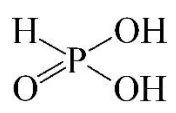
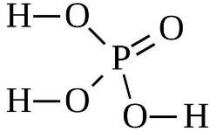
Определите элементы **А**, **Б**, **В**

<b>А</b>	<b>Б</b>	<b>В</b>
<b>Н</b>	<b>О</b>	<b>Р</b>

За каждый элемент по 2 балла

6 баллов

2. Напишите по одному соединению, которые образованы этими элементами и принадлежат перечисленным классам. Нарисуйте их структурные формулы, назовите их.

оксид	гидрид	Одноосновная кислота	Двухосновная кислота	Трехосновная кислота
$P_2O_5$	$PH_3$	$H_3PO_2, HPO_3$	$H_3PO_3$	$H_3PO_4$
Оксид фосфора (V)	Фосфин, гидрид фосфора, фосфористый водород	Фосфорноватистая кислота Метафосфорная кислота	Фосфористая кислота	Фосфорная кислота, ортофосфорная кислота
				

За соединение 1 балл x 5

5 баллов

За название 0,5 балла x 5

2,5 балла

За структурную формулу 0,5 балла x 5

2,5 балла

Засчитывается любой верный ответ.

3. Напишите уравнения реакций с участием этих веществ, соответствующие следующим схемам:

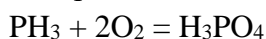
- простое вещество → высший гидроксид



- оксид → высший гидроксид



- гидрид → высший гидроксид



За каждую реакцию по 3 балла x 3

9 баллов

Засчитывается любой верный ответ. За отсутствие коэффициентов (неверные коэффициенты) балл делится пополам

**ИТОГО**

**25 баллов**

### Задание 3

Соли А и Б имеют одинаковый качественный, но разный количественный состав. При контакте с влажным воздухом при комнатной температуре соль А превращается в соль Б (реакция 1).

При небольшом нагревании обе соли разлагаются без образования твердого остатка (реакции 2, 3). Качественный состав газовых смесей, полученных при разложении солей А и Б

одинаков, но их объем и соотношение количества газов в смеси различное. При разложении соли **А** выделилось 4,48 л газообразных продуктов (**Г**), а при разложении соли **Б** – газообразных продуктов (**Д**) в 1,5 раза больше.

Без образования твердого остатка разлагаются нитраты и карбонаты аммония, разный состав могут иметь карбонаты. Кроме этого в условии задачи сказано, что продукт разложения взаимодействует с известковой водой с образованием осадка

Б -  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$  **3 балла**

А -  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$  **3 балла**

1.  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{NH}_4\text{HCO}_3 + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  **2 балла**

2.  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 = 2\text{NH}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$  **2 балла**

$$n(\text{газов}) = 4,48 \cdot 1,5 / 22,4 = 0,3 \text{ моль}$$

$$n(\text{CO}_2) = n((\text{NH}_4)_2\text{CO}_3) = 0,1 \text{ моль}$$

$$m((\text{NH}_4)_2\text{CO}_3) = 96 \cdot 0,1 = 9,6 \text{ г} \quad \mathbf{2 \text{ балла}}$$

3.  $\text{NH}_4\text{HCO}_3 = \text{NH}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$  **2 балла**

$$n(\text{газов}) = 4,48 / 22,4 = 0,2 \text{ моль}$$

$$n(\text{CO}_2) = n(\text{NH}_4\text{HCO}_3) = 0,1 \text{ моль}$$

$$m(\text{NH}_4\text{HCO}_3) = 79 \cdot 0,1 = 7,9 \text{ г} \quad \mathbf{2 \text{ балла}}$$

Полученные газовые смеси осушили и пропустили через известковую воду, что привело в обоих случаях к образованию белого осадка **В** (реакция 4), молекулярная масса **В** равна 100 а.е.м. Пропускание газовой смеси **Г** через трубку с твердой щелочью уменьшает объем смеси в 2 раза, а пропускании газовой смеси **Д** – на 1/3 (реакция 5).

4.  $\text{CO}_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$  **2 балла**

$$n(\text{CO}_2) = n(\text{CaCO}_3) = 0,1 \text{ моль}$$

$$m(\text{CaCO}_3) = 100 \cdot 0,1 = 10 \text{ г} \quad \mathbf{5 \text{ баллов}}$$

5.  $\text{CO}_2 + 2\text{NaOH} = \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$  **2 балла**

Определите качественный и количественный состав **А** и **Б**, вычислите массы солей, подвергнутых разложению.

Определите массу осадка, образовавшегося при взаимодействии газовых смесей **Г** и **Д**, с известковой водой.

Запишите уравнения реакций 1–5.

**ИТОГО** **25 баллов**

#### Задание 4

Минерал *халькантит* впервые описан профессором минералогии Минхенского университета Францем фон Коббелем. Это хрупкие прозрачные кристаллы насыщенного синего цвета, иногда зеленые или светло-голубые. Коллекционеры хранят его в специальных контейнерах, после прикосновения к минералу нужно обязательно вымыть руки.

По химическому составу халькантит – кристаллогидрат, содержащий 36 % (масс.) воды, 38,4 % (масс.) кислотного остатка сильной двухосновной кислоты и 25,6 % (масс.) двухвалентного металла. При растворении минерала в воде образуется насыщенный синий раствор, при добавлении к которому раствора гидроксида натрия образуется синий осадок.

1. Запишите формулу минерала халькантит. Ответ подтвердите расчетом. Назовите соль по международной номенклатуре.

2. Запишите уравнение диссоциации соли в растворе.

3. Запишите уравнение взаимодействия соли с раствором гидроксида натрия в молекулярной и ионной формах.

4. Вычислите массу осадка, если для взаимодействия с гидроксидом натрия был взят 10 % (масс.) раствор соли, массой 200 г.

Решение:



**3 балла**

2. пентагидрат сульфата меди (II)

**3 балла**

Сильная двухосновная кислота – серная,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , кислотный остаток –  $\text{SO}_4^{2-}$ .

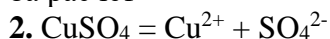
Соотношение металла и сульфат-иона 1:1, так как металл двухвалентный.

$25,6/M = 38,4/96$ ,  $M = 64$  г/моль, металл – медь.

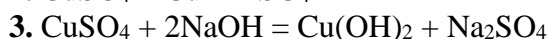
Формула соли  $\text{CuSO}_4$ .  $M = 160$  г/моль, это  $(100-36) = 64$  % (масс.) от массы кристаллогидрата, тогда  $M(\text{кристаллогидрата}) = (160 \times 100)/64 = 250$  г/моль,  $M(\text{H}_2\text{O}) = (250-160) = 90$  г/моль, число молекул воды равно  $90/18 = 5$ .

За расчет

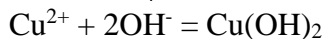
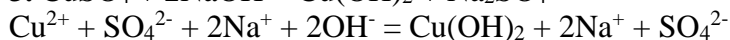
**5 баллов**



**2 балла**



**2 балла**



**2 балла**

$m(\text{CuSO}_4) = 0,1 \times 200 = 20$  (г),

**2 балла**

$n(\text{CuSO}_4) = 20/160 = 0,125$  (моль),

**2 балла**

$n(\text{Cu}(\text{OH})_2) = 0,125$  (моль),

**2 балла**

$m(\text{Cu}(\text{OH})_2) = 0,125 \times 98 = \mathbf{12,25}$  (г)

**2 балла**

**ИТОГО**

**25 баллов**