

**ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ХИМИИ**  
**МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП**  
**2022-2023 УЧЕБНЫЙ ГОД**  
**9 КЛАСС**

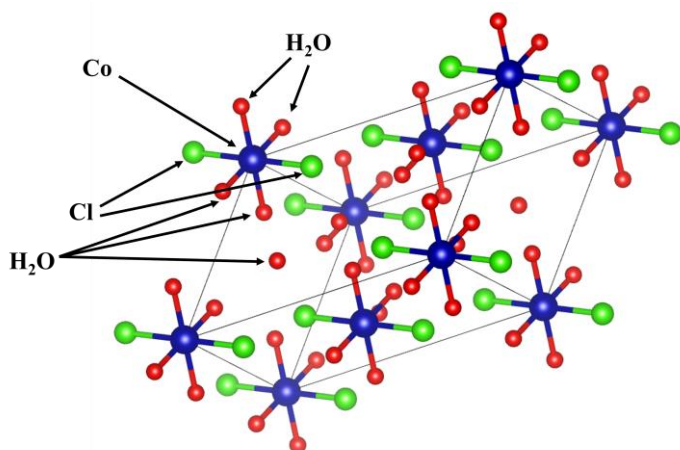
Максимальное время выполнения задания: 240 мин.

Максимально возможное количество баллов: 100

**Задача 1. Термохромизм**

Термохромизм – явление обратимого изменения цвета вещества (оттенков, яркости, интенсивности) при температурных воздействиях. Цвет, изменившись при нагревании/охлаждении, возвращается к исходному при охлаждении/нагревании. Такие вещества называются термофорами. Наиболее сильно изменение цвета проявлено при потере кристаллогидратами воды при нагревании.

1. Определите формулу розового кристаллогидрата **X**, содержащего 29,80 % хлора, 45,39 % воды и металл, название которого произошло от слов «домовой» и «гном». Известно также, что **X**



применяют в метеорологии для изготовления индикаторной бумаги, с помощью которой можно определить атмосферную влажность.

2. На рисунке слева показана модель кристаллической структуры **X**. (Синие шарики – атомы металла, красные шарики – молекулы воды, зеленые – атомы хлора). Установите формулу сине-фиолетового кристаллогидрата **Y**, который образуется при нагревании **X**. Если известно, что в результате нагревания **X** масса уменьшилась на 37,84%. Запишите уравнение

протекающей реакции.

3. В ходе эксперимента **X** массой 238,00 г растворили в воде, а массовая доля соли в растворе составила 6,58%. Определите массу воды, которую взяли для приготовления такого раствора. (15 баллов)

**Задача 2. Парниковый газ**

**X** – это бесцветный негорючий газ с приятным сладковатым запахом и вкусом, который образован двумя элементами, являющимися «соседями» в Периодической таблице Д.И. Менделеева. Накопление этого газа в атмосфере Земли – одна из причин глобального потепления. Кроме того, **X** обладает слабой наркотической активностью, в связи с чем он используется в медицине для ингаляционного наркоза. Известно, что плотность этого газа составляет 1,96 г/л при 0 °С и 1 атм.

1. Установите химическую формулу газа **X**, подтвердив расчетом.
2. Газ **X** при нагревании выше 500°С разлагается на два вещества, а образующаяся смесь на 4,64 % тяжелее азота. Напишите уравнение реакции разложения газа **X**.
3. Известно, что при взаимодействии с сильными окислителями **X** может проявлять свойства восстановителя, а при нагревании может проявлять свойства окислителя. Напишите уравнение реакции **X** с перманганатом калия в присутствии серной кислоты, а также укажите продукты взаимодействия **X** с углеродом при нагревании.

**Справочная информация:** Средняя молярная масса газовой смеси:  $M_{cp} = (n_1M_1 + n_2M_2 + \dots) / (n_1 + n_2 + \dots)$ ; Молярная масса газа (при н.у):  $M = 22,4 \cdot \rho$ .

(16 баллов)

**Задача 3. Испачканные уравнения реакций...**

Химик Антон изучал научные статьи, в которых был описан синтез различных веществ. В свой блокнот он записал 10 различных уравнений реакций, но чернила от ручки испачкали все записи... Помогите Антону распознать уравнения реакций. Завершите эти уравнения, вставив пропущенные вещества и коэффициенты. Какие из реакций, написанных Антоном, являются окислительно-восстановительными?

1.  $\text{HAuCl}_4 + \dots \rightarrow \text{AgCl} + \dots + \text{HCl}$ ;
2.  $\text{NaOH} + \text{FeCl}_3 + \text{FeSO}_4 \rightarrow \text{Fe}_3\text{O}_4 + \dots + \dots + \text{H}_2\text{O}$ ;
3.  $\text{MnCl}_2 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{MnO}_2 + \text{KCl} + \dots$ ;
4.  $\text{Fe}(\text{CO})_5 \rightarrow \dots + \text{CO}$ ;
5.  $\text{COCl}_2 + \text{NaOH} \rightarrow \dots + \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ ;
6.  $\text{KClO}_3 + \dots + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{I}_2 + \dots + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ ;
7.  $\text{Pb}_3\text{O}_4 + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{PbO}_2 + \dots + \text{H}_2\text{O}$ ;
8.  $4\text{Au} + 8\text{NaCN} + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Na}[\text{Au}(\text{CN})_2] + \dots$ ;
9.  $\text{PbO}_2 + 4\text{HBr} \rightarrow \text{Br}_2 + \dots + \text{H}_2\text{O}$ ;
10.  $5\text{KBr} + \text{KBrO}_3 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Br}_2 + \dots + \text{H}_2\text{O}$ .

(30 баллов)

#### Задача 4. Легкий металл

В аналитическую лабораторию принесли кусочек серебристого металла. В ходе анализа металл растворили в концентрированной соляной кислоте (*реакция 1*), в результате чего получилось соединение **A**, образованное двумя элементами **B** и **C**, находящимися в одном периоде Периодической таблицы Д. И. Менделеева. Получившийся раствор разделили по двум пробиркам. В одну добавили раствор едкого кали (*реакция 2*), а в другую – нашатырный спирт (*реакция 3*). В обеих пробирках образовались осадки. При добавлении избытка этих же реагентов осадок растворялся только в одной пробирке (*реакция 4*). Известно, что **A** содержит 79,77 % элемента **C** и может быстро гидролизаться в горячей воде с образованием газа **D**, обладающего выраженными кислотными свойствами и содержащего 97,26 % элемента **C** и 2,74 % водорода (*реакция 5*).

1. Определите элементы **B**, **C**, а также формулы соединений **A**, **D**.
2. Напишите уравнения реакций 1-5.
3. Предложите два способа получения соединения **A**.
4. Газ **D** объемом 0,3 л (н.у.) растворили в воде и довели объем раствора до 500 мл. Вычислите молярную концентрацию (моль/л) полученного раствора. Как называется полученный раствор?

(19 баллов)

#### Задача 5. Два минерала

Металл **X** образует два минерала: тенорит (соединение **A**) и ковеллит (соединение **B**). Известно, что **A** и **B** - бинарные соединения (вторые элементы, входящие в состав соединений **A** и **B**, являются соседями по периодической таблице), массовая доля металла **X** в соединении **B** составляет 66,7%. При обжиге на воздухе соединение **B** превращается в **A** (*реакция 1*), при этом выделяется газ **B**, который обесцвечивает раствор бромной воды ( $\text{Br}_2 + \text{H}_2\text{O}$ ) с образованием двух сильных кислот: **Г** и **Д** (бинарное соединение) (*реакция 2*). Соединение **A** также может быть получено при прокаливании голубого гидроксида **Е** (*реакция 3*).

1. Назовите металл **X**. Свой ответ подтвердите расчетами.
2. Назовите соединения **A-E**, приведите уравнения всех описанных химических реакций.

(20 баллов)