

## Материалы заданий олимпиады 2024–2025 учебного года

### 1. ЗАДАНИЯ ВТОРОГО (ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНОГО) ЭТАПА

#### 1.2 Задания Теоретического тура

##### 1.2.2 Задания 9 класса

##### Задача №9-1

Травление сплавов металла **X** обычно проводится кислотой **Y**, при этом выделяется бесцветный газ, быстро бурящийся на воздухе. Основным компонентом образующегося раствора является соль **Z**, которая после упаривания растворителя при 60°C кристаллизуется в виде гидрата с массовым содержанием воды 22,356 %. К одной порции раствора **Z** был добавлен цинк (реакция 1), при этом выпал красный осадок, который растворили в растворе пероксодисульфата калия (реакция 2). К другой порции раствора **Z** был добавлен раствор карбоната натрия (реакция 3), при этом выпал осадок, который при термическом разложении теряет 27,93% массы (реакция 4). К третьей порции раствора **Z** был добавлен раствор оксалата аммония (реакция 5), при этом выпал осадок, который при термическом разложении теряет 57,89% массы (реакция 6). К четвертой порции раствора **Z** был добавлен избыток раствора аммиака (реакция 7), полученный раствор вещества **A** (массовая доля кислорода 43,243%) подвергли электролизу с инертным анодом (реакция 8). К пятой порции раствора **Z** был добавлен избыток раствора пиррофосфата калия (реакция 9), полученный раствор вещества **B** (массовая доля кислорода 34,675%) подвергли электролизу с анодом, состоящим из **X** (реакция 10).

1. На основании расчетов определите формулы веществ **X**, **Y**, **Z**, а также кристаллогидрата соли **Z**. Напишите уравнение реакции взаимодействия **X** с разбавленным раствором **Y**.

2. Приведите формулы и названия веществ **A** и **B**.

3. Напишите уравнения реакций 1–10. Для реакций электролиза (8 и 10) приведите уравнения электродных процессов и суммарной реакции.

##### Задача №9-2

Вещества **A**<sub>1</sub> и **A**<sub>2</sub> представляют собой бесцветные аморфные гелеобразные гидроксиды, нерастворимые в воде. **A**<sub>1</sub> растворяется в растворе гидроксида натрия, а **A**<sub>2</sub> – как в растворе гидроксида натрия, так и в соляной кислоте.

Вещества  $B_1$  и  $B_2$  являются бесцветными ядовитыми газами с отвратительными запахами. При сжигании  $B_1$  образуется газ, окисление которого веществом  $B_3$  приводит к кислоте  $V_1$  (реакция 1). При сжигании  $B_2$  образуется гигроскопичный белый порошок, который растворяется в воде с образованием кислоты  $V_2$  (реакция 2). При взаимодействии кислот  $V_1$  и  $V_2$  с раствором гидроксида бария (реакции 3 и 4) в определенном соотношении можно получить нерастворимые соли  $G_1$  и  $G_2$ .

Вещества  $D_1$  и  $D_2$  – белые порошки, которые при внесении в воду разлагаются (реакции 5 и 6), выделяя легкий горючий газ и образуя растворимые соединения  $E_1$  и  $E_2$ . Если через раствор  $E_1$  пропустить избыток углекислого газа (реакция 7), то выпадает осадок  $A_2$ .

Дополнительно известно, что:

- вещества, обозначенные одинаковыми буквами, имеют одинаковые молярные массы;
- $A_1$  и  $A_2$  при нагревании разлагаются с образованием оксидов, являющихся основой множества драгоценных камней;
- $B_1$ – $B_3$  – бинарные вещества, содержащие один общий элемент;
- $D_1$  и  $D_2$  широко используются в качестве восстановителей в органической химии.

1. Определите формулы всех зашифрованных веществ, ответ аргументируйте.

2. Запишите уравнения реакций 1–7.

### Задача №9-3

Смесь трёх минералов (галит (А), сильвин (Б) и карналлит (В)) массой 41,05 г растворили в воде. Через полученный раствор пропустили избыток аммиака. Наблюдали выпадение белого осадка (Г) массой 5,8 г (реакция 1), который при нагревании образует два оксида, при этом потеря массы твёрдого остатка составляет 31,04% (реакция 2). Оставшийся раствор прокипятили до полного удаления свободного аммиака, охладили и добавили раствор нитрата серебра. Выпал белый творожистый осадок (Д) массой 71,75 г, а в растворе образовались три хорошо растворимые в воде соли Е, Ж и З ( $M(E) < M(Ж) < M(З)$ ) (реакция 3). Если исходную смесь минералов нагреть, то образуется смесь трех солей массой 30,25 г., представляющих собой бинарные соединения. Дополнительно известно, что ионы, входящие в состав исследованных минералов, окрашивают пламя газовой горелки: в желтый (галит) и фиолетовый (сильвин и карналлит) цвета. Масса сильвина в исходной смеси в 1,2735 раза больше массы галита. Заметим, что галит и сильвин содержат в своём составе по два иона, а карналлит три иона, причём соотношение ионов металлов в карналлите 1:1.

Определите химический состав минералов А–В и количественный состав смеси минералов (ответ подтвердите расчётами), определите вещества Г–Ж и напишите молекулярные уравнения реакций 1–2 и ионное уравнение реакции 3.

### Задача № 9-4

В лаборатории проводилось исследование серии бесцветных солей  $S_1$ – $S_5$ . Было выявлено, что все соли растворимы в воде и окрашивают пламя спиртовки в желто-оранжевый цвет. Далее было проведено исследование термической устойчивости солей и действия на них раствора соляной кислоты. Полученные результаты приведены в таблице:

| Соль | Действие раствора HCl | Нагревание твердой соли |
|------|-----------------------|-------------------------|
|------|-----------------------|-------------------------|

|       |                                                                                                                                              |                                                                                                                                                     |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $S_1$ | Выделился бесцветный газ $G_1$ (реакция 1), вызывающий помутнение известковой воды (реакция 2)                                               | Устойчива к прокаливанию                                                                                                                            |
| $S_2$ | Видимых изменений не наблюдалось                                                                                                             | При быстром нагревании до $400^{\circ}\text{C}$ над щелочным катализатором превращается в соль $S_4$ , выделяя легкий горючий газ $G_2$ (реакция 3) |
| $S_3$ | Выделился газ $G_1$ (реакция 4), а при внесении в полученный раствор $\text{MnO}_2$ дополнительно выделился бесцветный газ $G_3$ (реакция 5) | Уже при небольшом нагревании нацело разлагается с выделением смеси газов $G_1$ и $G_3$ и образованием соли $S_1$ (реакция 6)                        |
| $S_4$ | Видимых изменений не наблюдалось                                                                                                             | При нагревании до $450^{\circ}\text{C}$ превращается в соль $S_1$ , выделяя газ $G_4$ (реакция 7)                                                   |
| $S_5$ | Выделился газ $G_1$ (реакция 8)                                                                                                              | При нагревании до $80^{\circ}\text{C}$ разлагается с выделением газа $G_1$ и образованием соли $S_1$ (реакция 9)                                    |

Дополнительно известно, что все исследованные соли содержат три общих элемента, а газы  $G_1$  и  $G_4$  имеют одинаковый качественный состав.

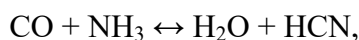
1. На основании проведенных экспериментов определите формулы солей  $S_1$ – $S_5$  и формулы газов  $G_1$ – $G_4$ .

2. Напишите уравнения реакций 1–9.

3. Как в одну стадию превратить соль  $S_1$  в: а) соль  $S_3$ , б) соль  $S_5$ ? Приведите соответствующие уравнения реакций.

### Задача №9-5

Равновесие реакции



протекающей при  $500^{\circ}\text{C}$  в реакторе объемом 4,7 л, установилось при достижении следующих количеств участников:

$n(\text{CO}) = 2,3$  моль,

$n(\text{NH}_3) = 2,2$  моль,

$n(\text{H}_2\text{O}) = 5,4$  моль,

$n(\text{HCN}) = 5,7$  моль.

Какие количества участников установятся в реакторе, если из реакционной смеси вывести 1,8 моль циановодорода?