

## 1. ЗАДАНИЯ ВТОРОГО (ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНОГО) ЭТАПА

### 1.1 Задания Отборочного теоретического тура

#### 1.1.1 Задания 9 класса

##### Задача №9-1

173,6 г КОН растворили в 300 мл воды, после чего добавили 29,7 г  $Zn(OH)_2$  и после полного растворения последнего довели объем раствора до 0,5 л. К 1,0 мл приготовленного раствора добавили 20 мл раствора хлороводородной кислоты с неизвестной концентрацией. Молярная концентрация ионов водорода в полученном растворе равна 0,05 моль/л.

1. Напишите уравнения всех проведенных реакций. Рассчитайте количества моль растворенных веществ в 0,5 л и в 1 мл приготовленного раствора (до добавления хлороводородной кислоты).
2. Вычислите молярную концентрацию использованного раствора хлороводородной кислоты.

##### Задача №9-2

Для простых веществ, образованных элементом **X**, характерно явление полиморфизма. Одна из модификаций (*модификация 1*) имеет полимерную структуру, причем атомы **X** расположены в вершинах и центре кубической элементарной ячейки с параметром 2,7941 Å ( $1 \text{ Å} = 10^{-10} \text{ м}$ ). Плотность этой модификации 12,02 г/см<sup>3</sup>.

Две другие модификации имеют молекулярную структуру и состоят из циклических молекул **X<sub>n</sub>** и **X<sub>m</sub>**. В элементарной ячейке ( $V = 953,9 \text{ Å}^3$ ) *модификации 2* содержится четыре молекулы **X<sub>n</sub>**, а в элементарной ячейке ( $V = 503,1 \text{ Å}^3$ ) *модификации 3* – три молекулы **X<sub>m</sub>**. Плотность *модификаций 2 и 3* – 4,4 и 4,695 г/см<sup>3</sup> соответственно.

Сжигание **X** в атмосфере NO<sub>2</sub> приводит к образованию оксида (*реакция 1*), который с легкостью растворяется в воде, образуя кислоту (*реакция 2*). Эту кислоту также можно получить, окисляя **X** разбавленной азотной кислотой (*реакция 3*). Взаимодействие полученной кислоты с концентрированным раствором пероксида водорода приводит к образованию кислоты **K**, содержащей **X** в высшей степени окисления (*реакция 4*), и способной растворять металлическое золото (*реакция 5*).

Из водного раствора оксокислоты **K** могут кристаллизоваться два соединения (**Y** и **Z**). Соединение **Y** имеет плотность 2,6703 г/см<sup>3</sup> и содержит в элементарной ячейке объемом 810,85 Å<sup>3</sup> восемь молекул. В элементарной ячейке ( $V = 728,27 \text{ Å}^3$ ) соединения **Z** содержится четыре молекулы, а плотность **Z** равна 1,9795 г/см<sup>3</sup>.

1. Определите элемент **X** и состав молекул **X<sub>n</sub>** и **X<sub>m</sub>**.
2. Определите формулы соединений **Y** и **Z** напишите эти формулы в «молекулярном виде» и с указанием ионов, составляющих кристаллическую структуру. Учтите, что в структуре **Y** содержатся протонированные анионы кислоты **K**, а в структуре **Z** – только непротонированные анионы.
3. Напишите уравнения реакций 1–5.

##### Задача №9-3

Простое вещество **A** желтого цвета при обычных условиях является твердым, а при нагревании превращается в вязкую жидкость, которая при резком охлаждении превращается в темно-коричневое резиноподобное вещество со временем превращающееся обратно в желтый порошок.

Растворение вещества **A** в горячем концентрированном растворе гидроксида натрия (*реакция 1*), приводит к образованию солей **B** (58,97 мас. % натрия) и **C**, которые при действии на них разбавленного раствора H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> выделяют газы **D** и **E** соответственно (*реакции 2 и 3*).

Газы **D** и **E** имеют специфический неприятный запах, их молярные массы различаются в 1,882 раз. Газ **E** также можно получить при сжигании **A** (реакция 4), а в присутствии катализатора **E** окисляется до вещества **F** (реакция 5). Реакция между веществами **F** и **D** в эфирном растворе приводит к неустойчивой кислоте **G** (реакция 6). При пропускании газа **E** через избыток раствора гидроксида натрия образуется соль **C** (реакция 7), а при кипячении раствора соли **C** с веществом **A** образуется **H** – соль кислоты **G** (реакция 8).

1. Установите формулы веществ **A** – **H**.
2. Напишите молекулярную и структурную формулы наиболее устойчивой модификации вещества **A**, если известно, что ее молярная масса ровно в 4 раза больше, чем у вещества **E**. Как называется резиноподобная модификация **A**, описанная в задаче?
3. Напишите уравнения реакций 1–8.

#### Задача №9-4

Сложное вещество **A** применяется для обработки лабораторий, медицинских помещений благодаря своим обеззараживающим свойствам, также вещество **A** можно применять в качестве отбеливающего агента. Вещество **A** можно получить пропусканием газа **B** через водный раствор соединения **C**. Вещество **A** содержит 31,5% металла, 12,6% кислорода и 55,9% галогена по массе. Соединение **C** содержит 54,1% металла, 43,2% кислорода, 2,7% водорода по массе. Соли металла, который содержится в указанных веществах, дают краснокирпичное окрашивание пламени.

1. Напишите формулы соединений **A**, **B**, **C**, реакцию получения соединения **C** из соединений **A** и **B**.

Вещество **A** можно записать в виде смеси нескольких соединений, два из которых являются солями. Одна из них, соль **A<sup>1</sup>** обладает высокими гигроскопическими свойствами, содержит 36% металла, 64% галогена по массе. Свои отбеливающие и дезинфицирующие свойства вещество **A** проявляет благодаря соли **A<sup>2</sup>**, которая содержит 28,0% металла, 49,7% галогена по массе.

2. Напишите формулы солей **A<sup>1</sup>**, **A<sup>2</sup>**, дайте их названия.
3. За счет чего соль **A<sup>2</sup>** проявляет свои отбеливающие и дезинфицирующие свойства? Подтвердите свой ответ уравнением/уравнениями реакций.

В 1792 химиком Бертолле была впервые получена жавелевая вода, также обладающая отбеливающими свойствами, в результате пропускания недавно открытого газа **B** через водный раствор соединения **D**, которое используется для приготовления жидкого мыла. Металл, ионы которого входят в состав соединения **D**, нельзя получить электролизом водного раствора соли, соли металла **D** дают фиолетовое окрашивание пламени. В дальнейшем была получена более дешевая версия жавелевой воды, которая называлась лабарракова вода. При получении лабарраковой воды использовалось соединение **E**, которое содержит 57,5% металла, 40% кислорода, 2,5% водорода по массе, оно относится к одному классу соединений вместе с **C** и **D**.

4. Напишите формулы соединений **D**, **E**, дайте их названия.
5. Напишите реакции получения лабарраковой и жавелевой вод, назовите образующиеся соединения.

#### Задача №9-5

Бесцветное кристаллическое соединение **X** образуется из простых веществ **Y** и **Z** при 500–700°C (1), плавится при 692°C, а при электролизе его расплава (2), как и при достижении 850°C разлагается на исходные вещества (3). **X** умеренно растворяется в диэтиловом эфире и

реагирует в его среде с хлоридом алюминия давая комплексное соединение (4). **X** бурно реагирует с водой, давая щелочной раствор и исходный газ **Z** с плотностью по гелию 0,5 (5). Пропускание через полученный щелочной раствор углекислого газа дает осадок карбоната **Y** (6), в котором на долю аниона приходится 81,21 %. Взаимодействие **X** с азотом при 450°C приводит к образованию аммиака и нитрида **Y**, содержащего 40,206 % азота (7). Реакция **X** с оксидом кремния при 200°C дает элементарный кремний, исходный газ и соль **Y**, в которой массовая доля метасиликат-иона составляет 84,57 %, (8).

*1. По представленным в условии свойствам и приведенным данным, используя расчеты, определите и назовите вещества **Y** и **Z**, образующие соединение **X**, назовите его, напишите уравнения всех описываемых реакций, не забыв представить процессы на электродах при электролизе расплава.*