

### 1.1.2. Задания 10 класса

#### Задача №10-1

Элементы **X**, **Y** и **Z** расположены в одном периоде Периодической системы химических элементов (ПСХЭ). Элемент **X** образует простое вещество **A** – порошок лимонно-желтого цвета, элемент **Y** – желто-зеленый газ **B**, элемент **Z** – воскообразное вещество **C** белого цвета с желтоватым отливом, причем  $M(\mathbf{B}) : M(\mathbf{C}) : M(\mathbf{A}) = 1 : 1,7465 : 3,6056$ . Вещества **A–C** растворяются в горячем 40% растворе гидроксида калия (*реакции 1–3*), при этом растворение **C** сопровождается выделением бесцветного ядовитого газа, а в растворе образуется соль кислоты **D**. При взаимодействии **B** и **C** в зависимости от соотношения могут образоваться два бинарных соединения (*реакции 4* и *5*), при обработке которых раствором гидроксида калия образуются соли кислот **E** и **F**, соответственно (*реакции 6* и *7*). При сплавлении **A** и **C** образуется сложная смесь бинарных соединений, среди которых преобладает **G** зеленого цвета с массовой долей более тяжелого элемента 43,64%, используемое в производстве спичек.

1. *Определите элементы X, Y, Z (символы). Расположите данные элементы в порядке увеличения радиусов их атомов.*

2. *Определите простые вещества A–C, ответ подтвердите расчетом. Запишите уравнения реакций 1–3.*

3. *Изобразите структурные формулы кислот D–F. Запишите уравнения реакций 4–7.*

4. *Рассчитайте брутто-формулу вещества G. Какая реакция протекает при поджигании спички, если осуществляется взаимодействие между G и одним из продуктов реакции 2? Запишите соответствующее уравнение.*

#### Задача №10-2

Металл **X** получил своё название (с греческого – тяжелый) от названия минерала **A**. Прокаливание смеси минерала **A** с избытком простого вещества **B** при высокой температуре (*реакция 1*) приводит к образованию токсичного газа **B**, содержащего 57,14% кислорода по массе, и вещества **Г**. Вещество **Г** растворимо в воде, его молярная масса 1,38 раза меньше молярной массы **A**. Газ **B** количественно реагирует с оксидом иода(V) (*реакция 2*), что используется в аналитической химии для определения его содержания в смесях. При действии

на вещество Г раствора уксусной кислоты выделяется отвратительно пахнущий газ Д и образуется вещество Е (реакция 3).

1. Установите элемент X, а также формулу и тривиальное название минерала А.

2. Приведите формулы веществ Б–Е.

3. Приведите молекулярные уравнения реакций 1–3.

4. При прокаливании Е его масса уменьшается на 22,74% по сравнению с исходной. Твердый остаток, образующийся после прокалывания, содержит индивидуальное твердое вещество Ж. Установите формулу Ж, подтвердите расчетами, напишите уравнение протекающей реакции.

### Задача №10-3

Элемент X относительно редко встречается во Вселенной, так как не образуется в процессе ядерного синтеза в звездах. Одним из самых распространенных минералов, образованных X, на Земле является Y (14 мас.% оксида X, 19% оксида алюминия, 67% диоксида кремния), название которого созвучно названию элемента X.

Взаимодействие раскаленного тонкоизмельченного простого вещества X с воздухом приводит к образованию смеси двух бинарных соединений X<sub>1</sub> и X<sub>2</sub> (реакции 1 и 2), причем молярная масса X<sub>1</sub> меньше, чем у X<sub>2</sub> в 2,2 раз. Эти вещества при нагревании взаимодействуют с соляной кислотой с получением соли X<sub>3</sub> (реакции 3 и 4), а также с избытком раствора гидроксида натрия с получением соединения X<sub>4</sub> (реакции 5 и 6). При пропускании газообразного фтора над раскаленным простым веществом X образуется соединение X<sub>5</sub> (реакция 7), которое может реагировать с расплавом фторида натрия (реакция 8) или с магнием (реакция 9). Реакцию 9 можно использовать для получения простого вещества X, причем для полного восстановления 2,35 г X<sub>5</sub> требуется 1,2 г магния.

1. Определите элемент X, ответ подтвердите расчетом.

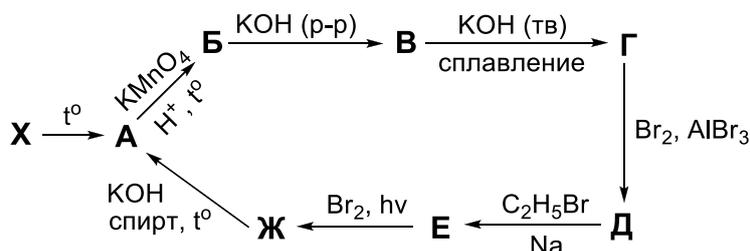
2. Определите формулу минерала Y. Как он называется? Каковы области его применения?

3. Установите формулы веществ X<sub>1</sub> – X<sub>5</sub>.

4. Напишите уравнения реакций 1–9.

### Задача №10-4

Корпуса шариковых ручек часто изготавливают из полимера X, который при умеренном нагревании деполимеризуется до мономера – вещества А (реакция 1), представляющего собой жидкость с резким запахом. Вещество А при действии горячего раствора KMnO<sub>4</sub>, подкисленного серной кислотой, превращается в кислоту Б (реакция 2), которая реагирует с KOH с образованием соли В (реакция 3). Сплавление В с избытком твердого KOH приводит к образованию органической жидкости Г и карбоната калия (реакция 4). Жидкость Г в четыре стадии можно превратить в вещество А (реакции 5–8). Все описанные превращения отражены на схеме:



Дополнительно известно:

- жидкость **Г** представляет собой углеводород с массовой долей водорода 7,69%;
- навеска 1,22 г кислоты **Б** может полностью нейтрализовать 11,2 г 5% раствора КОН.

1. Установите структурные формулы веществ **X** и **A – Ж**, ответ подтвердите расчетами.

2. Напишите уравнения реакций 1–8, используя структурные формулы органических веществ.

3. Предположим, что вам нужно получить 61 г вещества **Б**. Вы решили получать его из полимера **X** по схеме, описанной в задаче. Рассчитайте, сколько корпусов шариковых ручек вам понадобится использовать, если масса корпуса одной ручки равна 5,2 г.

### Задача №10-5

При сжигании углеводорода **X** в избытке кислорода образуется 8,4 л (68,25°C, 1 атм) углекислого газа и 7,2 мл воды. Была исследована реакция каталитического дегидрирования **X** до **Y**. В вакуумированный сосуд объемом 1 л внесли 4,4 г **X**, добавили катализатор и плотно закрыли. При нагревании до 200°C в реакцию вступило 20% **X**, а при нагревании до 300°C – 90% **X**.

1. Установите брутто-формулу **X**, проведя расчет по продуктам сгорания. Изобразите структурные формулы веществ **X** и **Y**. Учтите, что вещество **Y** может максимально присоединить 1 эквивалент брома. Напишите уравнение реакции дегидрирования **X**.

2. Рассчитайте состав равновесной смеси (моль) и парциальные давления всех компонентов (бар) при 200°C и 300°C в реакционной смеси при дегидрировании **X**. 1 бар = 100 кПа

3. Рассчитайте константы равновесия  $K_p$  реакции дегидрирования, выраженные через давления в барах, при 200°C и 300°C.

4. Рассчитайте тепловой эффект реакции дегидрирования ( $\Delta_r H$ ) в кДж/моль.

5. Рассчитайте изменение энтропии реакции дегидрирования ( $\Delta_r S$ ) в Дж/(моль·К). При расчетах считайте, что  $\Delta_r H$  и  $\Delta_r S$  не зависят от температуры.

Справочная информация: константа равновесия  $K_p$  связана с термодинамическими функциями соотношением:  $\Delta_r G = \Delta_r H - T\Delta_r S = -RT \ln K_p$