

## 1. ЗАДАНИЯ ВТОРОГО (ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНОГО) ЭТАПА

### 1.1 Задания Отборочного теоретического тура

#### 1.1.1 Задания 9 класса

##### Задача №9-1

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  $M(B) : M(C) : M(A) = 1 : 1,7465 : 3,6056$ . 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 №9-2

Простое вещество **A**, существующее в виде желтых кристаллов, реагирует с кислородом с образованием газообразного оксида **B** (*реакция 1*). При пропускании избытка оксида **B** через водный раствор едкого натра (*реакция 2*) образуется соединение **B** (22,11% Na по массе). Взаимодействие соединения **B** с эквимольным количеством гидроксида натрия дает соль **Г** (*реакция 3*). Простое вещество **A** способно реагировать с раствором соли **Г** (*реакция 4*) с образованием пятиводного кристаллогидрата соединения **Д** (29,11% Na по массе), используемого как фиксаж при обработке фотопленок (*реакция 5*), а также для количественного определения йода (*реакция 6*).

1. Определите вещества **A–Д**, напишите уравнения реакций 1–6.

##### Задача №9-3

Юному химику на лабораторном занятии по неорганической химии выдали сухую смесь двух солей **A** и **B**, окрашенную в голубой цвет, для определения качественного состава. Студент нагрел обе соли выше 500°C, при этом окраска сменилась на черную, а масса стала равной 8 г (*реакции 1 и 2*). Известно, что газовая смесь, полученная при разложении, состоит из трех веществ, одно из которых имеет бурый цвет и в воде диспропорционирует. Молярные

массы других двух газов различаются ровно в два раза. Полученную газовую смесь пропустили через раствор КОН (реакции 3 и 4). При добавлении нитрата стронция в полученный раствор выпадает осадок средней соли массой 12,6 г (реакция 5).

Соли, выданные молодому химику, по отдельности имеют широкое применение. Соль А (кристаллогидрат) можно купить в магазине сельскохозяйственной химии, она применяется как антисептическое и фунгицидное средство, микроудобрение, а также для ликвидации пятен ржавчины и выделений солей («высолов») с кирпичных, бетонных и оштукатуренных поверхностей. При умеренном нагревании А теряет 36% массы. Соль Б используется как компонент сложных удобрений, содержит металл, который входит в состав хлорофилла, способствует повышению активности многих ферментов и выступает в роли транспортера фосфора.

1. Определите формулы солей А и Б.
2. Напишите уравнения реакций 1–5.
3. Определите массы и массовые доли (%) солей А и Б в смеси.

#### Задача №9-4

Кристаллогидрат сульфата железа (III)  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot y\text{H}_2\text{O}$  (массовая доля кислорода в соли составляет 59,79%) используется в лабораторной практике для приготовления растворов, и в лабораторных условиях его можно получить окислением сульфата железа (II) смесью концентрированных серной и азотной кислот. Для этого была использована следующая методика.

В нагретый до 70°C раствор 85 г  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  в 110 мл воды прилили 10 мл 96% серной кислоты (плотность 1,84 г/мл), а затем добавили небольшими порциями 100 мл концентрированной азотной кислоты (массовая доля 63%, плотность 1,35 г/мл). При этом наблюдалось выделение бурого газа. После этого реакцию смесь кипятили до прекращения выделения бурых паров. Полученный водный раствор сульфата железа (III) упарили, а потом охладили до 45°C для начала кристаллизации. Полученные кристаллы продукта синтеза отфильтровали и высушили при температуре 50°C. Было получено 71,5 г кристаллов.

1. Установите, какое количество молекул воды входит в состав кристаллогидрата (установите значение  $y$ ), назовите кристаллогидрат.
2. Приведите уравнение реакции, протекающей в процессе данного синтеза.
3. Для какой цели раствор кипятят после добавления азотной кислоты? Объясните и напишите уравнение реакции.
4. Рассчитайте практический выход сульфата железа (III) в данном синтезе (%).
5. Для определения концентрации ионов  $\text{Fe}^{3+}$  в растворе используется иодометрическое титрование. В одном из таких опытов к 10 мл исследуемого раствора сульфата железа (III) добавили 10 мл 1М серной кислоты и избыток раствора иодида натрия. На титрование выделившегося иода потребовалось 12 мл 0,5М раствора тиосульфата натрия. Напишите уравнения протекающих реакций и рассчитайте концентрацию ионов  $\text{Fe}^{3+}$  в данном растворе (моль/л).

#### Задача №9-5

При сильном нагревании метана без доступа воздуха он разлагается на углерод и водород. Метан объемом 110 л (при н.у.) кратковременно нагрели до 1200°C, в результате чего некоторая его часть разложилась. При полном сжигании половины образовавшейся газовой

смеси в кислороде выделилось 1772 кДж тепловой энергии (вода образуется в газообразном состоянии).

1. Приведите термохимические уравнения сгорания метана и водорода, если при сжигании каждого из них объёмом 2,00 л (н.у.) выделяется 71,6 кДж и 21,61 кДж теплоты соответственно.

2. Рассчитайте количество моль разложившегося метана и массовую долю водорода в газовой смеси (%), образовавшейся в результате нагревания метана.

3. Рассчитайте теплоту образования  $Q_{обр}$  метана, если теплота образования углекислого газа равна 393 кДж/моль

4. Одним из основных современных промышленных способов получения водорода является каталитическая конверсия метана с водяным паром, которая проводится при температуре 800-1000 °С. Напишите уравнение данной реакции и рассчитайте ее тепловой эффект, если теплота образования одного из участников реакции равна 110 кДж/моль.