

## Заключительный этап

### 8-й класс

#### Задача 1.

В трех колбах с маркировкой «1», «2», «3» находятся водные растворы гидросульфата натрия, пищевой и кальцинированной соды. Для установления содержимого каждой колбы провели ряд опытов:

- **Опыт №1.** При смешении 100 г раствора №1 и 100 г раствора №2 масса полученного раствора составила 200 г.
- **Опыт №2.** При смешении 100 г раствора №1 и 100 г раствора №3 масса полученного раствора составила 197,8 г вне зависимости от того, в каком порядке смешивались растворы.
- **Опыт №3.** При медленном добавлении 100 г раствора №2 к 100 г раствора №3 при непрерывном перемешивании масса полученного раствора составила 197,8 г.
- **Опыт №4.** При медленном добавлении 100 г раствора №3 к 100 г раствора №2 при непрерывном перемешивании масса полученного раствора составила 198,9 г.

Идентифицируйте содержание ёмкостей и определите массовые доли солей в каждом растворе.

#### Задача 2.

Элементы **X** и **Y** (соседи в периодической таблице) образуют простые вещества **A** и **B** соответственно. **X** и **Y** названы в честь небесных тел, а **Y** — один из немногих элементов, атомная масса которого больше следующего за ним элемента в периодической системе. Основным источником **A** и **B** является анодный шлам (остаток), выпадающий в процессе электролитической очистки меди. Составной частью шлама являются бинарные соединения **C** и **D**. **C** содержит 73,22 % серебра по массе (и элемент **X**), а **D** содержит 50,00 % меди по массе (и элемент **Y**).

1. Определите элементы **X** и **Y**, укажите в честь каких небесных тел они были названы.
2. Определите вещества **A–D**, назовите их. Подтвердите расчётами (для **C** и **D**).

Шлам подвергают окислительному обжигу (в присутствии кислорода) с карбонатом натрия при 650 °С (*реакция 1* для **C** и *реакция 2* для **D**). Продуктами в *реакции 1* являются простое вещество (металл), кислородсодержащая соль **E** ( $\omega(\text{X}) = 45,66 \%$ ) и газ с относительной плотностью по воздуху 1,5. Продуктами *реакции 2* являются оксид ( $\omega(\text{O}) =$

20,00 %), кислородсодержащая соль **F** ( $\omega(\text{Y}) = 57,66\%$ ) и газ с плотностью при н. у. 1,964 г/л.

3. Напишите тривиальное название карбоната натрия.

4. Напишите уравнения *реакций 1 и 2*, продукты подтвердите расчётами.

5. Определите вещества **E** и **F**. Назовите их.

После стадии обжига соли **E** и **F** отделяют от нерастворимого осадка и разделяют обработкой серной кислотой: **E** превращается в соответствующую ей кислоту **G** (*реакция 3*), а **F** осаждается в виде гидратированного оксида **H** (**Y** не меняет свою степень окисления), для определённости можно взять оксид на одну воду (*реакция 4*). Из раствора кислоты **G** действием сернистого газа осаждают красный **A** (*реакция 5*). Выпавший в осадок **H** растворяют в натриевой щелочи, получая опять **F** (*реакция 6*) и восстанавливают электролизом до **B** (*реакция 7*), в результате чего щёлочь регенерируется и образуется простой газ тяжелее воздуха.

6. Напишите реакции 3–7.

7. Определите вещества **G**, **H**. Назовите их.

**Q** — средство, используемое для лечения себорейного дерматита, перхоти и разноцветного лишая. **Q** представляет собой смесь соединений с восьмичленными кольцами, где общее соотношение **X** к **Z** составляет 1:2. Плотность паров **Q** по водороду составляет 190,8.

8. Определите элемент **Z**. Ответ подтвердите расчётом.

9. Напишите структурную формулу одного из веществ, которые наиболее вероятно содержатся в **Q**.

Далее для простоты будем считать, что **Q** имеет формулу  $\text{XZ}_2$ . Для получения **Q** используют реакцию бинарных соединений **I** ( $\omega(\text{O})=28,83\%$ , содержит **X**) и **J** ( $\omega(\text{Z})=94,12\%$ ) — *реакция 8*, или **G** и **J** (*реакция 9*).

10. Определите вещества **I** и **J**, напишите их названия. Подтвердите расчётами.

11. Напишите уравнения *реакций 8 и 9*.

### Задача 3.

Как-то студент 1-го курса СПбГМУ им. Павлова Иван из Краснодара решил прогуляться на День народного единства (4 ноября) по Санкт-Петербургу, но не учёл погоду Северной столицы и сильно замёрз. В качестве первой помощи при переохлаждении он решил воспользоваться грелкой на 2 литра, но нагреть воду не было возможности из-за поломанной плиты, горячей воды тоже не было, поэтому находчивый Иван решил воспользоваться подручными средствами: у него были уксусная эссенция (раствор уксусной кислоты  $\text{CH}_3\text{COOH}$  70 % по массе с плотностью 1,0685 г/мл) и средство для очистки

труб (можно считать 30% по массе раствором гидроксида натрия с плотностью 1,3279 г/мл). Грелка остывала до температуры 38 °С в течение четырёх часов.

1. Рассчитайте молярную концентрацию (моль/л) уксусной эссенции и средства для очистки труб.

2. Рассчитайте объёмы уксусной эссенции и средства для очистки труб, которые нужно использовать для оптимального заполнения грелки. Считайте, что при смешении общий объём — это сумма объёмов слитых растворов.

Известно, что реакция нейтрализации ( $H^+ + OH^- = H_2O$ ) имеет тепловой эффект 55,8 кДж/моль. Удельная теплоёмкость полученного при смешении раствора составляет 4200 Дж/(кг·°С).

3. Рассчитайте до какой температуры нагреется грелка при смешении оптимальных количеств кислоты и щелочи, если температура в общежитии 22 °С.

4. Рассчитайте среднюю мощность теплоотдачи грелки (в Вт).

#### Задача 4.

Раствор Рингера — многокомпонентный физиологический раствор, его вводят внутривенно капельно (т.н. капельница с физраствором) для возмещения потери экстрацеллюлярной (внечелочной) жидкости и основных электролитов.

Для приготовления медицинского раствора Рингера смешивают 8,60 г **A**, 0,298 г **B** и 0,333 г **C** и добавляют бидистиллированной воды до объёма 1 л. Можно считать, что плотность раствора 1 г/мл. **A**, **B** и **C** — бинарные соединения и имеют общий элемент.

Для установления состава раствора Рингера провели серию экспериментов.

К 50 мл раствора Рингера прилили избыток нитрата серебра, выпало 1,1265 г белого творожистого осадка **D** (реакция 1).

К 500 мл раствора Рингера прилили избыток карбоната натрия. Полученный белый осадок **E** ( $\omega(O)=48,00\%$ ) имел массу 0,150 г (реакция 2), а при добавлении кислоты осадок растворялся с образованием **C** (реакция 3).

При опрыскивании раствором Рингера пламени горелки пламя окрашивалось в жёлтый цвет.

1. Определите вещества **A–E**. Ответ подтвердите расчётами.

2. Напишите уравнения реакций 1–3 в сокращённом ионном или молекулярном виде.