

Задания отборочного этапа Олимпиады школьников Санкт-Петербургского государственного университета 2023/2024 учебного года по химии

8 класс

Задание 1, 25 баллов

В приведенном ниже ребусе картинки обозначают зашифрованные элементы, а числа – их массовые доли в веществе.



26,69%



40,49%



32,82%

Определите состав данного вещества. Известно, что при обработке его разбавленной соляной кислотой образуется соединение, другая модификация которого очень похожа на одно из наиболее известных простых веществ. Каков порядковый номер этого простого вещества?

Критерии оценивания.

1. Определение элементов (калий – олово – сера) – по 5 баллов за элемент
2. Определение состава вещества – K_2SnS_3 – 5 баллов
3. Одна из модификаций – «сусальное золото» («муссивное золото», «золото Моисея») похожа на золото – элемент № 79 – 5 баллов

Задание 2, 25 баллов

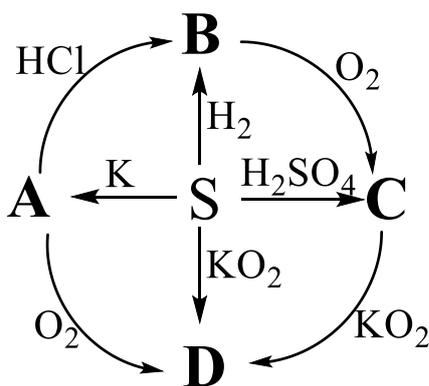
В Вашем распоряжении имеются алюмокалиевые квасцы (двенадцативодный кристаллогидрат сульфата калия-алюминия), каустическая сода и железный купорос (семиводный сульфат железа(II)), а также неограниченный выбор оборудования (за исключением необходимого для проведения ядерных реакций). Предложите не менее восьми продуктов, которые можно получить в чистом виде в одну или несколько стадий, используя **только** вещества из данного набора. Приведите уравнения соответствующих реакций, кратко опишите способ выделения целевого вещества.

Критерии оценивания.

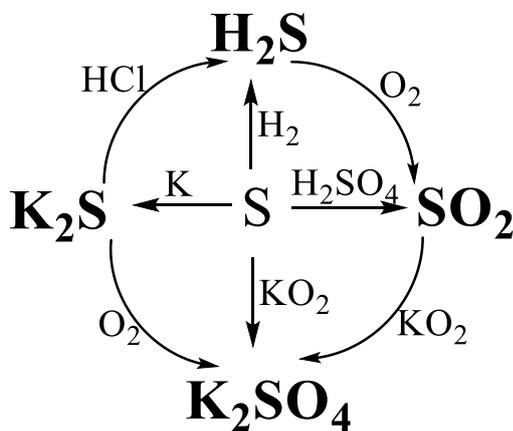
1. За каждое предложенное вещество, вместе с уравнением реакции и способом выделения – 3 балла. Отсутствие коэффициентов – штраф 0,5 балла, неверный метод синтеза или выделения – штрафы по 0,5 балла. Если все 8 веществ предложены без ошибок – 1 балл бонуса.

Задание 3, 25 баллов

На схеме показаны превращения с участием серы. Каждой стрелке на схеме отвечает одна реакция (в которой, кроме соединений **A-D**, могут получаться и другие продукты). Идентифицируйте соединения **A-D**, напишите уравнения протекающих реакций и укажите условия их проведения.



Решение с разбалловкой:



Вещества **A, B, C, D** – см. схему, по 2 балла за каждое вещество (в сумме 8 баллов)

Написанные и уравненные реакции (всего 8 реакций) по 2 балла за каждую реакцию (в сумме 16 баллов).

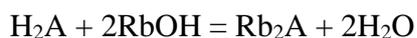
Дополнительный 1 балл за полностью правильную схему и реакции.

Использовано учебное пособие Р.А.Лидин, В.А.Молочко, Л.Л.Андреева «Химические свойства неорганических веществ», М. Химия, 1997.

Задание 4, 25 баллов

На полную нейтрализацию 40,0 г раствора кислоты **X**, образованной элементом VI группы Периодической системы элементов Д. И. Менделеева, с массовой долей растворенного вещества 1,45% было израсходовано 40,0 см³ раствора гидроксида рубидия, в литре которого содержалось 0,2 моль вещества. Определите формулу вещества **X** и составьте его название согласно номенклатуре IUPAC. Известно, что кислота **X** является сильным окислителем и при нагревании способна растворять золото. Напишите пример окислительно-восстановительной реакции с участием данной кислоты в качестве окислителя.

Решение:



Количество вещества RbOH в растворе находим из пропорции (учитывая перевод единиц):

$$0,2 \text{ моль} - 1000 \text{ мл}$$

x моль – на 40 мл,

отсюда x или $n(\text{RbOH}) = 0,008$ моль.

Масса кислоты в растворе $m = w \cdot m_{(\text{р-ра})} = 40 \cdot 0,0145 = 0,58$ г.

По уравнению реакции количество вещества кислоты в два раза меньше количества вещества гидроксида калия и равно $0,08/2 = 0,004$ моль.

Тогда $M(\text{H}_2\text{A}) = m/n = 0,58/0,004 = 145$ г/моль.

Молярная масса кислотного остатка (A): $145 - 2 = 143$ г/моль.

Варианты строения кислотного остатка для элемента VI группы:

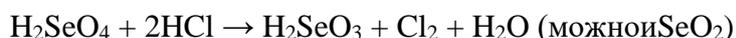
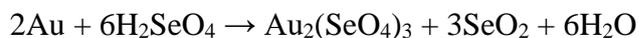
A = Э, $A_r(\text{Э}) = 143$ – не подходит, элемента с такой атомной массой нет.

A = ЭО₃, $A_r(\text{Э}) = 143 - 48 = 95$ – не подходит, элемента с такой атомной массой нет.

A = ЭО₄, $A_r(\text{Э}) = 143 - 64 = 79$ – подходит, это масса селена.

Значит кислота **X** – селеновая, H_2SeO_4

Примеры реакций с участием кислоты **X** как окислителя:



Критерии оценивания.

1. Правильные расчеты и выход на молярную массу 145 г/моль – 10 баллов
2. За вывод селена и селеновой кислоты, подтвержденных расчетами – 7,5 баллов.
3. За правильно написанную реакцию с участием селеновой кислоты – 7,5 баллов.