

Муниципальный этап
Всероссийской олимпиады школьников по химии
2025-2026 учебный год

10 КЛАСС

(продолжительность – 3.5 астр. часа, общее количество баллов – 100)

Атомные массы округлять до целых, кроме хлора (35.5 г/моль)

Задача 1

200 г насыщенного при 100 °С раствора сульфата кобальта в воде охладили до температуры 25 °С. При этом выпал осадок кристаллогидрата $\text{CoSO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ массой 126.78 г. Затем раствор охладили до 20 °С, вновь наблюдали выпадение осадка кристаллогидрата $\text{CoSO}_4 \cdot m\text{H}_2\text{O}$ массой 9.07 г. Определите состав выпавших в осадок кристаллогидратов сульфата кобальта при охлаждении, если известно, что растворимость безводного сульфата кобальта в воде при 100 °С, 25 °С и 20 °С составляет 84.0 г, 41.3 г и 33.4 г на 100 г воды соответственно.

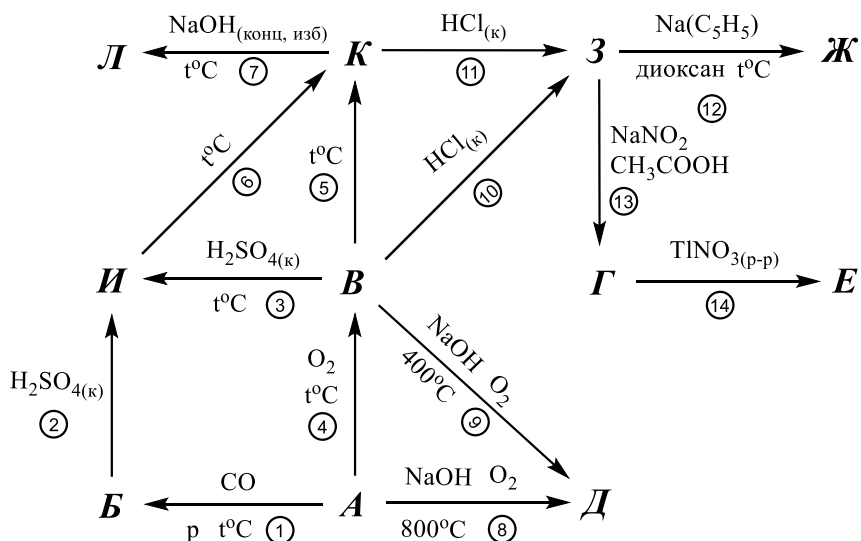
(12 баллов)

Задача 2

На представленной схеме показаны превращения веществ **A-L**, в состав которых входит металл **X** (на схеме превращений отображены только вещества, содержащие элемент **X**).

Расшифруйте все вещества (11 веществ) и напишите все химические реакции (14 реакций), если дополнительно известно:

1. **A** – простое вещество;
2. Вещество **B** – твердое вещество оранжевого цвета, при этом атомная доля **X** в веществе **B** равна 11.11% (молекула содержит два атома **X**);
3. Вещества **B** и **K** бинарные соединения и содержат в своем составе 73.44% и 78.67% **X** по массе соответственно;



4. Атомная доля X в веществе D равна 25%, а массовая 51.75%;
5. При добавлении к раствору бинарного соединения $З$ раствора каустической соды происходит выпадение синего осадка основной соли, который при добавлении избытка щелочи переходит в розовый осадок гидроксида. Отметим, что осадок розового гидроксида растворяется в избытке концентрированной щелочи с образованием соединения L (массовая доля X 34.10%);
6. Кипячение $З$ с C_5H_5Na в диоксане (растворитель) приводит к образованию фиолетового вещества $Ж$, которое содержит 63.49% углерода по массе;
7. В состав вещества $Г$ входят три однозарядных катиона и один трехзарядный анион, который имеет октаэдрическое строение, при этом атом X в анионе окружен шестью одинаковыми лигандами, а массовая доля X в анионе равна 17.61%;
8. Вещество E – плохо растворимое соединение таллия (I).

(25 баллов)

Задача 3

Одна из модификаций металла X (плотность 7.196 г/см^3) имеет объемно-центрированную кубическую кристаллическую решетку (ОЦК решетку), в которой минимальное расстояние между центрами ионов составляет $0,2498 \text{ нм}$. Навеску металла X растворили при кипячении в концентрированной серной кислоте (*реакция 1*). Полученный раствор сульфата металла X выпарили, в результате чего образовался кристаллогидрат, который после растворили в 100 мл воды. Образовался раствор массой 102.504 г . Раствор подвергли электролизу с инертными электродами. Для полного осаждения металла электролиз проводили в течение 75 минут , сила тока была равна 0.6 А , при этом на катоде выделилось 79.582 мл газа (1.1 атм , 32°C).

Найдите выход по току для металла.

Определите металл X и массу растворенной навески металла X (ответ подтвердите расчетами).

Запишите уравнения *реакции 1*, а также *полуреакции процессов*, протекающих на каждом из электродов.

Определите состав образовавшегося после выпаривания кристаллогидрата сульфата металла X .

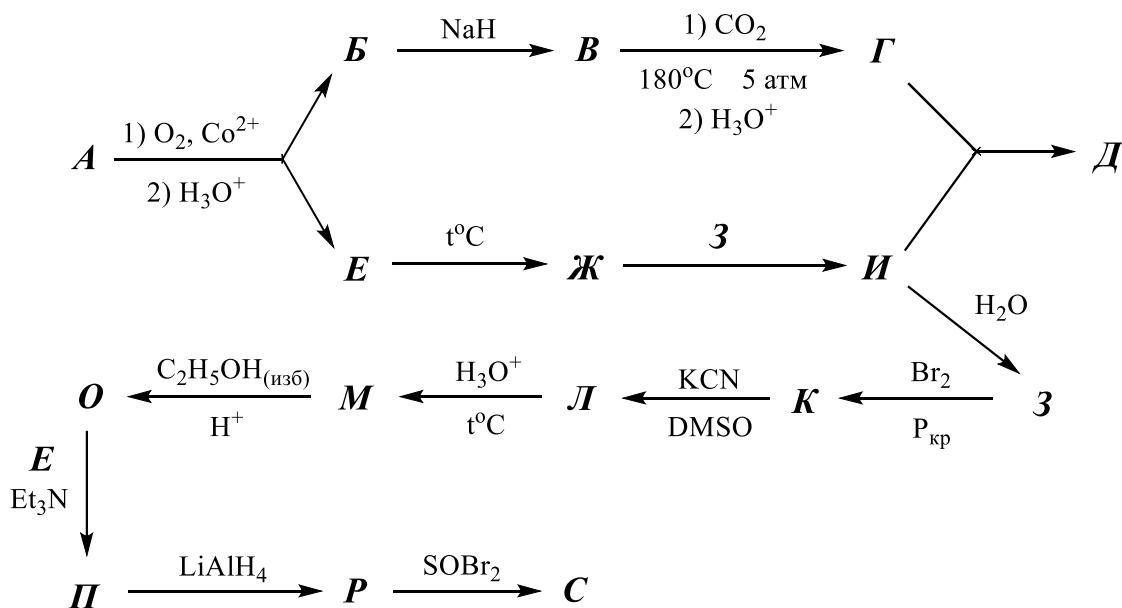
Примечание: постоянную Фарадея F считать равной 96485 Кл/моль .

Примечание: ОЦК решетка представляется собой правильный куб, у которого в каждой вершине расположены атомы металла и еще один атом в центре объема, то есть на пересечении его диагоналей.

(20 баллов)

Задача 4

На схеме приведена цепочка превращений с участием органических соединений:



В таблице приведены молекулярные массы и числа атомов (С и Н) для некоторых приведённых на схеме соединений.

Соединение	<i>Г</i>	<i>Д</i>	<i>Ж</i>	<i>З</i>	<i>М</i>	<i>П</i>
<i>M</i> , г/моль	138	180	42	???	104	200
Атомы С	7	9	2	2	???	10
Атомы Н	6	8	2	???	???	16

Дополнительно известно:

- 1) Исходное соединение *А* – продукт взаимодействия бензола и пропилена в присутствии кислот;
- 2) Вещество *Д* – лекарственное средство, оказывающее обезболивающее, жаропонижающее, противовоспалительное действие;
- 3) Вещество *З* – монокарбоновая кислота;
- 4) Вещество *М* – дикарбоновая кислота;
- 5) Вещество *И* – ангидрид кислоты *З*;
- 6) Реакция $\text{О} \rightarrow \text{П}$ (реакция конденсации) – один из методов получения α, β -ненасыщенных сложных эфиров;

7) Вещество **P** – двухатомный спирт.

Расшифруйте вещества **A-C**. Приведите их структурные формулы.

Примечание: DMSO (диметилсульфоксид) – органический растворитель.

(16 баллов)

Задача 5

2 моль диацетат этиленгликоля смешали с 1.5 моль воды в присутствии кислотного катализатора и нагрели. В полученной равновесной смеси обнаружили равные количества этиленгликоля и моноацетат этиленгликоля. Константа гидролиза диацетат этиленгликоля по первой ступени равна 0.30.

1. Рассчитайте количества всех веществ в равновесной смеси;
2. Рассчитайте константу гидролиза моноацетат этиленгликоля;
3. Рассчитайте константу полного гидролиза.

(14 баллов)

Задача 6

В домашней лаборатории химика Колбочкина произошло загадочное событие – этикетки на нескольких склянках с растворами пропали. Прежде всего Колбочкин решил выяснить содержимое каждой склянки. Он знает, что этикетки пропали у 7 склянок: хлорид алюминия, сульфат цинка, нитрат серебра, раствор аммиака, гидроксид натрия, иодид калия, нитрат свинца (II). Колбочкин попарно смешал все растворы, но так торопился, что записал лишь цвета осадков и их количества, которые образуются в избытке и недостатке раствора вещества из каждой склянки:

1. В шести реакциях с избытком *раствора 1* образуется два желтых осадка;
2. В шести реакциях с избытком *раствора 2* образуется четыре белых и один желтый осадок, при этом, если брать *раствор 2* в недостатке, то образуется три белых и один желтый осадок;
3. В шести реакциях с избытком *раствора 3* образуется два белых, два коричневых и один желтый осадок, при этом, если брать *раствор 3* в недостатке, то образуется два белых, один коричневый и один желтый осадок;
4. В шести реакциях с избытком *раствора 4* образуется два белых осадка, при этом, если брать *раствор 4* в недостатке, то образуется три белых и один коричневый осадок;
5. В шести реакциях с избытком *раствора 5* образуется один коричневый осадок, при этом, если брать *раствор 5* в недостатке, то образуется три белых и один коричневый осадок;
6. В шести реакциях с избытком *раствора 6* образуется четыре белых осадка, при этом, если брать *раствор 6* в недостатке, то образуется три белых осадка;

7. В шести реакциях с избытком *раствора 7* образуется четыре белых осадка, при этом, если брать *раствор 7* в недостатке, то образуется два белых осадка.

Помогите Колбочкину определить вещества в склянках.

1) Определите какое вещество находится в каждой из склянок.

Подсказка: составьте «матрицу» взаимодействий веществ;

2) Запишите уравнения реакций, которые наблюдал Колбочкин.

(13 баллов)