

10 класс

Задача 1. «Необычная кислота», 20 баллов

Класс соединений, к которым относится соединение X, был открыт в начале 30-х годов 20-го века. В настоящее время данные соединения применяются в качестве катализаторов в реакциях гидроформилирования алкенов. Вещество X представляет собой кислоту, с массовой долей водорода 0,514% и массовой долей кислорода 40,816%. Кроме того, эта кислота содержит элемент, образующий минерал А - бинарное соединение с кислородом. Массовая доля кислорода в этом минерале составляет 36,81%. Натриевая соль этой кислоты может быть получены в результате взаимодействия соединения Y, массовая доля кислорода в котором составляет 41,027%, со щелочью или металлическим натрием. При этом известно, что в реакцию с натрием соединение Y вступает в мольном отношении 1:2. Определите и назовите минерал А и соединение X. Изобразите его графическую формулу с указанием предполагаемой геометрии. Назовите соединение Y. Запишите реакцию Y со щелочью, если известно, что эта реакция является окислительно-восстановительной. Предложите способ синтеза Y из минерала А. С какой кислотой (по силе) можно сравнить соединение X?

Задача 2. «Циклы с циклами», 20 баллов

Изомеризацию ксилолов проводят в промышленности при температуре 500 °С в реакторах из нержавеющей стали с катализатором HZSM-5 в кислотной форме. При времени контакта с катализатором свыше 5 часов выход продуктов перестает меняться. Определите состав смеси (в массовых долях), полученной на выходе через 6 часов после введения в реактор 40 г п-ксилола. Как изменится результат, если в реактор в тех же условиях ввести 30 г м-ксилола?

Для справки: константа равновесия и термодинамические характеристики реакции связаны соотношением $\Delta_r G^0 = -RT \ln K$, $\Delta_r G^0 = \Delta_r H^0 - T \Delta_r S^0$. Стандартные энтальпии сгорания ксилолов составляют -4551,8 кДж/моль (мета-изомер), -4552,8 кДж/моль (орто- и пара-изомеры), энтропии - 357,69; 352,75 и 352,42 Дж/(К моль) для мета-, орто- и пара-изомеров, соответственно.

Задача 3. «Земля и луна». 20 баллов

Навеску *красной луны* массой 1,58 г мелко растерли с 1,28 г *земли* и нагрели при перемешивании до полного расплавления. Полученный плав охладили и обработали горячим 60%-ным раствором высшего гидроксида *безжизненного* элемента, затем к раствору добавили *желто-зеленоватый поташ* и прокипятили с обратным холодильником. К полученному раствору добавили водный раствор 4,76 г вещества, полученного действием *зловония* на *шотландскую деревню*.

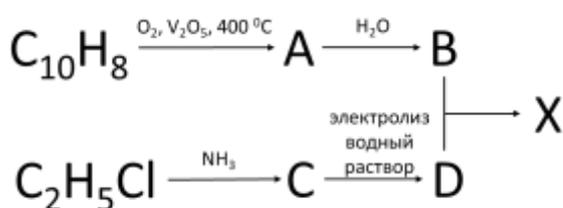
- Напишите уравнения указанных в тексте задания реакций;

- Какая соль на последней стадии будет выпадать в осадок первой? Ответ аргументируйте.

Указания к решению: подумайте, как должны влиять на растворимость солей (а) взаимодействие катиона и аниона в твердом веществе; (б) взаимодействие ионов с молекулами растворителя.

Задача 4. «Органическая соль». 20 баллов

Для исследования комплексообразования меди(II) органическим анионом, часто применяемым для синтеза металл-органических каркасных структур, была приготовлена соль X, хорошо растворимая как в воде, так и в полярных органических растворителях, таких как ацетонитрил и диметилформамид. Соль X синтезируют следующим способом: в водном растворе вещества D растворяют соединение B, плохо растворимое в воде. Затем, воду из раствора удаляют сушкой под вакуумом при температуре 50 °С. В результате



образуется крайне гигроскопичная белая кристаллическая соль. Для идентификации полученного соединения, был проведен элементный анализ CHN, который показал, что массовые доли углерода, водорода и азота составляют 67.92, 10.37 и 6.60 %, соответственно.

По данным масс-спектропии, молярная масса соединения X составляет 424 г/моль. Схема синтеза соединений B и D приведена ниже. При синтезе соединения C реагент C₂H₅Cl берётся в избытке. Соединение C₁₀H₈ получают из каменноугольной смолы.

1) Приведите структурные формулы органических соединений A-D, X и уравнения химических реакций.

2) Почему испарять воду из раствора вещества X следует при низкой температуре?

Соединение X способно образовывать комплексы с ионом меди(II) в растворе ацетонитрила (CH₃CN) в соотношении металл:лиганд = 1:1, 1:2, 1:3.

3) Приведите структурные формулы образующихся комплексов в ацетонитриле, учитывая, что координационное число иона меди(II) равно 6 в данных комплексах.

Задача 5. «Изотопная метка». 20 баллов

Неизвестное органическое вещество **X** имеет следующий элементный состав: С - 18.47%; Н - 0.78%; О - 36.92%. Оставшаяся масса - 43.83%, приходится на элемент, существующий как простое вещество в виде двухатомной чрезвычайно токсичной молекулы. Само соединение **X** является малоустойчивым и проявляет слабые кислотные свойства. Одним из методов его получения является реакция сильной органической кислоты с перекисью водорода. Установите структуру вещества **X**, а также всех, зашифрованных в нижеуказанной цепочке органических соединений с учетом стереохимии. Обратите внимание, что соединения **C** и **H** относятся к одному классу органических веществ.

