

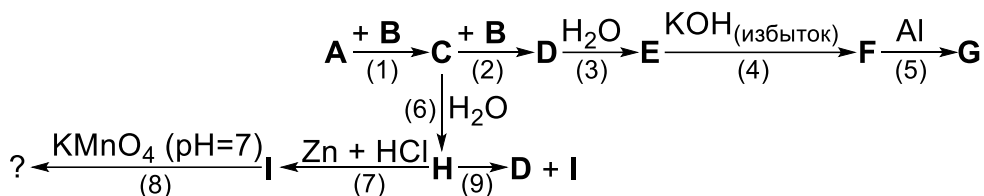
Время выполнения заданий 235 минут.

Максимальный первичный балл – 100 (5 задач по 20 баллов).

Максимальный итоговый балл – 100.

Задача 11-1

Задана следующая цепочка превращений



Дополнительно известно:

- Вещество **A** мягкое кристаллическое вещество с неприятным чесночным запахом, летучее и ядовитое (смертельная доза при попадании внутрь составляет примерно 50 мг), светится в темноте.
- Вещество **B** – газ желто-зеленого цвета, образующийся на аноде при электролизе (с инертными электродами и диафрагмой) раствора поваренной соли.
- Вещество **E** можно встретить в кока-коле в качестве пищевой добавки E338.
- Вещество **I** – одна из причин «блуждающих болотных или кладбищенских огней».

1) Определите вещества **A – I**. Напишите уравнения реакций 1-9.

2) Напишите уравнение электролиза поваренной соли с диафрагмой / без диафрагмы (уравнения 10 и 11) Объясните различие в продуктах, если оно есть.

Задача 11-2

Смесь двух твёрдых солей **A** и **B** массой 45,2 г обработали концентрированной соляной кислотой (реакции 1 и 2), взятой в избытке, в результате выделилось 12,32 л (при н.у.) желто-зеленого газа **И**. К образовавшемуся раствору прилили избыток раствора гидроксида калия (реакции 3,4,5). Выпавший осадок вещества **B** бледно-розового, почти белого цвета, отделили, а через оставшийся раствор изумрудного цвета пропустили избыток углекислого газа (реакция 6), в результате чего выпал серо-зелёный осадок **Ж**. Вещество **B** обработали избытком азотной кислоты (реакция 7), получили раствор соли **Г**. Соль **Г** разлагается при нагревании с образованием бурого оксида **Д** (реакция 8), который при сплавлении с нитратом калия в среде карбоната калия (реакция 9) образует соль **Е**, растворы которой имеют зеленый цвет. Если через раствор соли **Е** пропустить хлор (реакция 10), то одним из продуктов реакции будет соль **A**, а раствор изменит цвет на малиновый.

Осадок **Ж** отделили от раствора, из которого он выпал, и растворили в избытке перекиси водорода с добавлением гидроксида калия (реакция 11). Получили раствор соли **З** желтого цвета, который при добавлении азотной кислоты стал оранжевым (реакция 12) в результате образования **Б**.

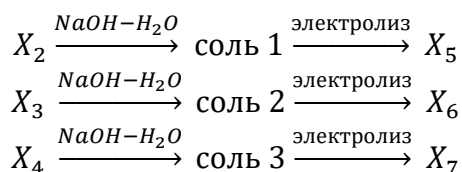
- 1) Определите неизвестные вещества **А-И**.
- 2) Напишите уравнения реакций 1-12.
- 3) Вычислите массовые доли веществ в исходной смеси солей **А** и **Б**.

Задача 11-3

Соединение X_1 является одноосновной карбоновой кислотой линейного строения, которая имеет всего 3 изомера (соединения $X_2 - X_4$) по строению углеродного скелета, относящихся к классу карбоновых кислот (больше кислот-изомеров по строению углеродного скелета нет).

- 1) Определите структурную формулу кислоты X_1 .

Кислоты $X_2 - X_4$ обработали раствором щелочи (с образованием солей), а далее подвергли электролизу (синтез Кольбе), в результате получили алканы $X_5 - X_7$.

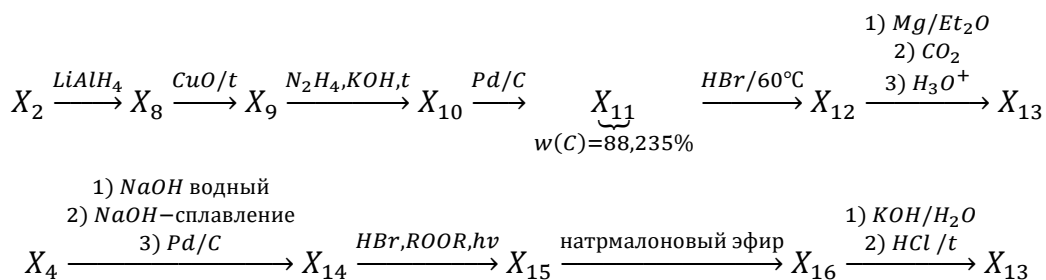


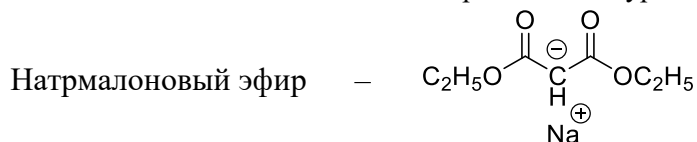
Про алканы $X_5 - X_7$ известно следующее:

- в структуре X_5 содержатся только третичные и первичные атомы углерода, причём третичные атомы углерода находятся **не** по соседству;
- в структуре X_6 содержатся только третичные и первичные атомы углерода, причём третичные атомы углерода находятся по соседству;
- в структуре X_7 атомы водорода находятся только в составе метильных групп.

- 2) Определите структурные формулы веществ $X_2 - X_7$ (формулы солей указывать не надо).

Из кислот X_2 и X_4 можно получить другую карбоновую кислоту X_{13} по следующим схемам:

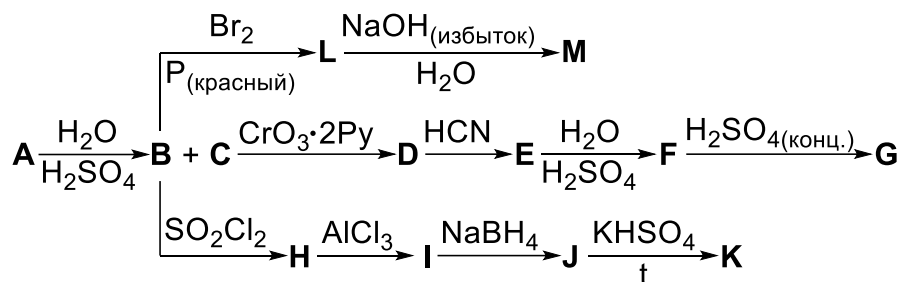




3) Определите структурные формулы веществ $X_8 - X_{16}$.

Задача 11-4

Задана следующая цепочка превращений



Дополнительно известно:

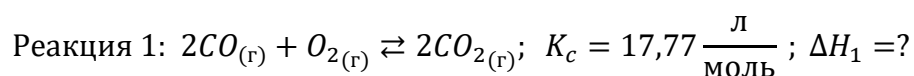
- Вещество **A** массой 28,8 г при сжигании образует 40,32 л (при н.у.) углекислого газа и 21,6 г воды.
- C** – простейший вторичный спирт.
- B** в своем составе имеет ароматическую систему, может реагировать с щелочами, а при жестком окислении сернокислым раствором перманганата калия превращается в бензойную кислоту. В структуре **B** имеется 1 заместитель линейного строения
- Вещество **F** имеет брутто-формулу $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_3$.
- Вещество **I** бициклическая система, содержащая пятичленный цикл.

1) Определите структурные формулы веществ **A – M**.

Подсказка: рассуждения стоит начать с определения структуры спирта **C**. Далее стоит определить, сколько атомов углерода в составе **B**, к какому классу соединений принадлежит **B**, учитывая её свойства на схеме реакций и в тексте задачи. И лишь потом необходимо определить структуру **A**.

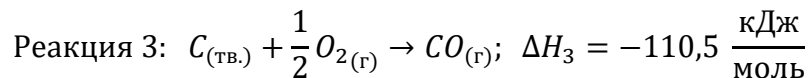
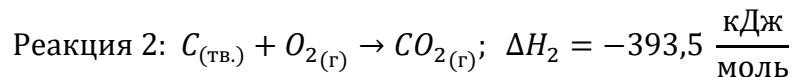
Задача 11-5

В замкнутом сосуде смешали некоторое количество кислорода и угарного газа, нагрели и дождались, когда установится равновесие. Константа равновесия K_c протекающей реакции равна $17,77 \frac{\text{л}}{\text{моль}}$.



В состоянии равновесия установились следующие концентрации: равновесная концентрация угарного газа составила 0,3 моль/л, а углекислого 0,4 моль/л.

Известны также следующие термодинамические данные:



Вопросы:

- 1) Запишите выражение для константы равновесия реакции 1.
- 2) Вычислите равновесную концентрацию кислорода в реакции 1.
- 3) Вычислите исходные концентрации кислорода и угарного газа в реакции 1.
- 4) Вычислите тепловой эффект (ΔH_1) реакции 1.
- 5) Определите, куда сместится равновесие реакции 1 в следующих случаях:
 - 5.1 – При увеличении общего давления в системе;
 - 5.2 – При понижении температуры;
 - 5.3 – При внесении в реакционный сосуд кусочка твёрдого гидроксида бария;
 - 5.4 – При введении в систему катализатора;
 - 5.5 – При увеличении концентрации кислорода.