

**10 класс**

**1.** При неселективном радикальном хлорировании алкана можно получить два изомерных моноклорпроизводных, молярная масса которых в 1,401 раз больше, чем молярная масса исходного алкана. Определите молекулярную и структурную формулу алкана. Какое из моноклорпроизводных, по Вашему мнению, получится в большем количестве и почему?

**РЕШЕНИЕ**

1. Молекулярная формула алкана  $RH$ , формула моноклорида  $RCl$ .

Пусть масса  $R = x$ , тогда  $(x + 35,5) / (x + 1) = 1,401$ ; откуда  $x = 85$ ,

$R = C_6H_{13}$ , углеводород –  $C_6H_{14}$

2. Структурная формула алкана:

Изомер, образующий два моноклорида —  $(CH_3)_2CH-CH(CH_3)_2$

3. Количество изомерных продуктов определяется двумя факторами:

— Третичный радикал значительно устойчивее первичного, поэтому его образование более выгодно, продукта замещения по третичному положению получается больше.

— Статистический фактор: первичных атомов водорода, пригодных для замещения 12, а третичных только два, т.е. соотношение 6 : 1 в пользу первичного продукта.

Эти два фактора действуют в противоположных направлениях, поэтому точный прогноз о соотношении продуктов сделать невозможно.

**Максимальная оценка 12 баллов**, из них:

Молекулярная формула 3 балла

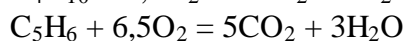
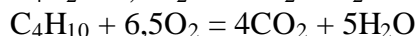
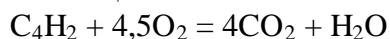
Выбор изомера (обоснованный) 4 балла

Соотношение продуктов 5 баллов (если рассмотрены оба фактора).

**2.** Для полного сгорания смеси бугадиина-1,3, бутана и циклопентадиена требуется объем кислорода в 5,5 раз превышающий объем исходной смеси (объемы измерены в газовой фазе при одинаковых условиях). Вычислите объемную долю бугадиина-1,3 в смеси.

**РЕШЕНИЕ**

1. Реакции



2. Расчеты.  $x, y, z$  = доли углеводородов в смеси

$$5,5(x + y + z) = 4,5x + 6,5y + 6,5z$$

отсюда  $x = y + z$ , т.е. в смеси 50% бугадиина-1,3.

**Максимальная оценка 10 баллов**, из них

уравнения реакций 2 балла

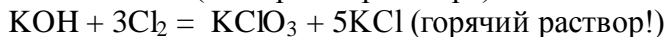
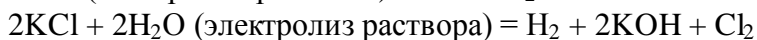
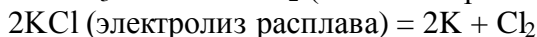
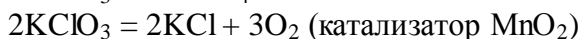
расчет 8 баллов

**3.** Соль А — сильный окислитель, окрашивает пламя в фиолетовый цвет. При нагревании А разлагается с образованием солей Б и В. При термическом разложении А в присутствии катализатора образуется соль В и газ Г (простое вещество). При электролизе расплава или раствора соли В на аноде выделяется газ Д. При взаимодействии Д со щелочью Е можно получить исходную соль А. Расшифруйте вещества А–Е. Напишите уравнения упомянутых реакций и укажите условия их протекания. Известно, что разность молекулярных масс солей Б и В составляет 64.

## РЕШЕНИЕ

Вещества: А =  $\text{KClO}_3$ , Б =  $\text{KClO}_4$ , В =  $\text{KCl}$ , Г =  $\text{O}_2$ , Д =  $\text{Cl}_2$ , Е =  $\text{KOH}$

Реакции:



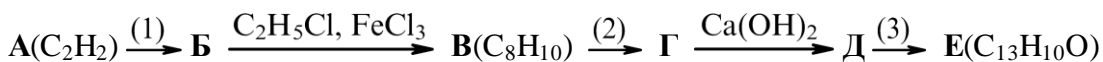
**Максимальная оценка 12 баллов**, из них:

Вещества 6 баллов

Реакции 6 баллов

(разность молекулярных масс дана для проверки и ее вычисление не оценивается)

4. Для приведенной ниже схемы превращений определите вещества А—Е, изобразите их структурные формулы. Для реакций (1), (2) и (3) укажите реагенты и условия протекания.



## РЕШЕНИЕ

А = ацетилен, Б = бензол, В = этилбензол, Г = бензойная кислота, Д = бензоат кальция, Е = бензофенон.

(1) тримеризация ацетилена: условия -  $600^\circ\text{C}$ , кат. = акт. уголь

(2) окисление, например, подкисленный раствор  $\text{KMnO}_4$ .

(3) нагревание, вакуум  $300\text{--}350^\circ\text{C}$  (точные условия не требуются, главное, что идет речь о термическом разложении)

**Максимальная оценка 14 баллов**, из них:

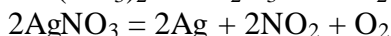
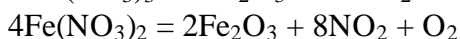
Вещества 8 баллов (1 + 1 + 1 + 1 + 2 + 2)

Условия реакций 6 баллов

5. Смесь нитрата железа и нитрата серебра прокалили, выделившаяся при этом газовая смесь полностью поглотилась при пропускании в 60 г раствора гидроксида натрия с массовой долей 20%. Полученный раствор имеет нейтральную реакцию среды и остается бесцветным при добавлении подкисленного водного раствора  $\text{KI}$ . Определите массу и состав исходной смеси. Ответ подтвердите рассуждением и расчетом. Напишите уравнения упомянутых реакций.

## РЕШЕНИЕ

*Реакции:*



*Выбор правильного нитрата железа.*

По условию газовая смесь полностью поглощается, при этом нитрит-ионов в растворе нет (реакция с  $\text{KI}$ ). Таким образом, соотношение газов, выделившихся при разложении, должно полностью соответствовать образованию азотной кислоты, т.е. должно быть 4 : 1.

При разложении  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$  уже образуется смесь газов 4 : 1, т.е. ни при каком количестве нитрата серебра (который дает соотношение (2 : 1) условие не будет выполнено.

Таким образом, в данном случае был взят нитрат железа(II)

Соотношение (по молям)

Пусть  $x$  = количество нитрата железа,  $y$  = количество нитрата серебра, тогда:

$2x + y$  = количество  $\text{NO}_2$ ,

$0,25x + 0,5y$  = количество  $\text{O}_2$

$(2x + y) = 4(0,25x + 0,5y)$ , отсюда  $x = y$ , мольное соотношение 1 : 1

Масса смеси

Так как среда после реакции была нейтральной,  $\text{NaOH}$  и  $\text{NO}_2$  присутствуют в эквивалентных количествах

60 г с массовой долей 20% = 12 г гидроксида натрия = 0,3 моль.

Следовательно, получено 0,3 моль  $\text{NO}_2$

Каждой соли по 0,1 моль (при разложении  $0,1 + 0,2$  моль оксида = 0,3 моль).

Масса солей: 18 г  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$  и 17 г  $\text{AgNO}_3$ , всего 35 г.

**Максимальная оценка 16 баллов**, из них:

по 4 балла за каждый и пунктов (1)—(4)

6. Для исследования состава минерала его навеску массой 12,18 г полностью растворили в 60 мл воды и добавили 120 г раствора карбоната натрия с массовой долей 10%. При этом выпал осадок карбоната металла массой 5,04 г, содержащего 57,14% кислорода. Оставшийся раствор содержал только хлорид и карбонат натрия, а массовая доля катионов натрия в этом растворе была 2,78%. Определите формулу минерала. Ответ подтвердите рассуждением и расчетом.

### РЕШЕНИЕ

(1). Карбонат металла с 57,14 % кислорода, определяем эквивалент металла:

$\text{M}_2\text{CO}_3$

$48 : (2x + 60) = 0,5714$

$x = 12$ . Подходит двухвалентный металл = магний,  $\text{M} = 24$

(можно сразу предположить валентность = 2, так как в осадок выпадает карбонат, что характерно для двухвалентных металлов, соответственно четырехвалентный титан подходит по массе, но не подходит по химии)

(2). 5,04 г составляют 0,06 моль карбоната магния.

В исходном минерале, кроме магния, были хлорид-ионы.

0,06 моль хлорида магния = 5,7 г.

Минерала было взято больше (12,18 г), значит, он содержит не только хлорид магния, но еще что-то.

(3) Это может быть соль натрия, так как других катионов нет.

Проверим содержание натрия:

Раствор карбоната содержит 12 г карбоната натрия, что составляет 5,2 г натрия.

Сколько натрия находится в растворе после выпадения осадка?

Масса раствора:  $12,18 + 60 + 120 - 5,04 = 187,14$  г. Масса катионов натрия (на основании их массовой доли) = 5,2 г.

Таким образом, в конечном растворе находится только натрий, добавленный в виде карбоната.

Минерал натрия не содержит.

(4). Остается предположить, что минерал - кристаллогидрат

Формула кристаллогидрата:

Масса воды в составе минерала:  $12,18 - 5,7 = 6,48$  г.

Количество вещества  $6,48 : 18 = 0,36$ .

Так как соли 0,06 моль, а воды 0,36 моль, то формула минерала

$\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ .

**Максимальная оценка 16 баллов**, из них:

Определение металла в составе минерала (магний): 3 балла

Вычисление состава кристаллогидрата любым способом: до 9 баллов

Проверка наличия катионов натрия в составе минерала: 4 балла

**Всего 80 баллов**