

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

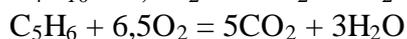
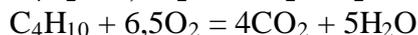
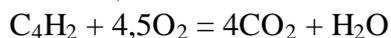
Выбор изомера (обоснованный) 4 балла

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

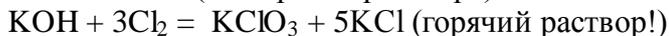
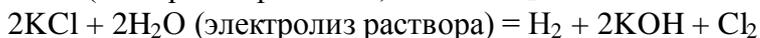
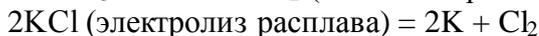
расчет 8 баллов

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 = KClO_3 , Б = KClO_4 , В = KCl , Г = O_2 , Д = Cl_2 , Е = KOH

Реакции:



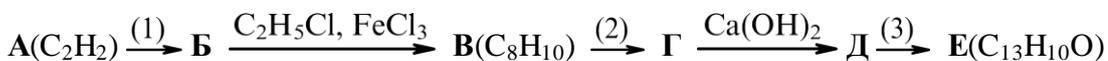
Максимальная оценка 12 баллов, из них:

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°C , кат. = акт. уголь

(2) окисление, например, подкисленный раствор 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:

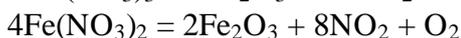
Вещества 8 баллов (1 + 1 + 1 + 1 + 2 + 2)

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 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 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 NO_2 ,

$0,25x + 0,5y$ = количество 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, NaOH и NO_2 присутствуют в эквивалентных количествах

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

Следовательно, получено 0,3 моль 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 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:

M_2CO_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