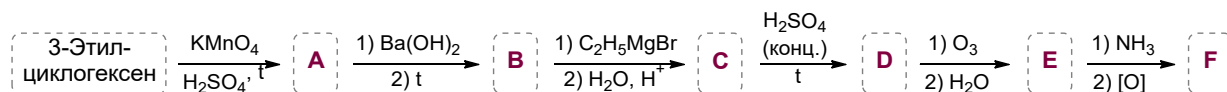


10 класс
Вариант 1

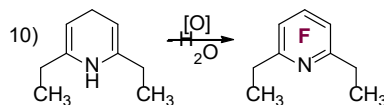
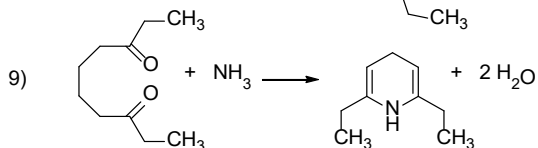
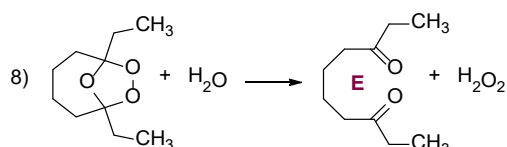
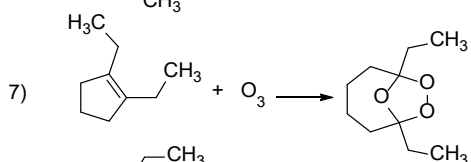
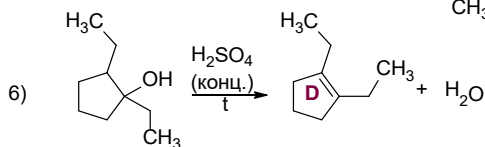
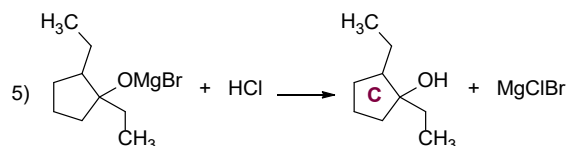
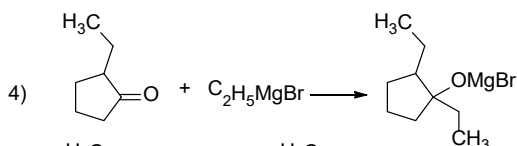
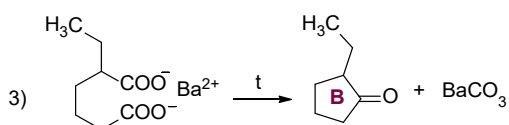
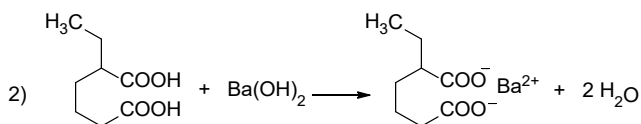
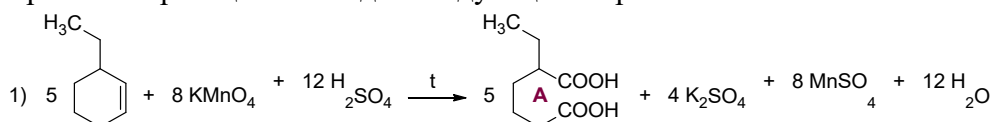
Задание 10-1



Установите структурные формулы соединений А–F.
Запишите уравнения реакций.

Решение

Уравнения реакций выглядят следующим образом:



Критерии оценивания:

1) За структурные формулы А–Е — по 2 балла. За формулу F — 3 балла. Всего за структурные формулы **13 баллов**.

2) За уравнения реакций 1 — 2 балла, 8,9 — по 1 баллу, за уравнения 2–7,9 — по 0.5 балла. Уравнения реакций без коэффициентов или с незначительными ошибками оцениваются 50%. Схемы реакций без побочных соединений не оцениваются.

Задание 10-2

К раствору некоторого магнийорганического соединения в эфире добавили 0.278 г ацетона, а после окончания реакции смесь обработали избытком воды. Далее водный слой отделили и оттитровали его соляной кислотой, для чего потребовалось 27 мл 0.2 н раствора HCl. Из органического слоя полностью отогнали эфир и получили смесь двух

органических соединений **A** и **B** с общей массой 0.85 г. Произведите необходимые расчеты, установите структурные формулы соединений **A** и **B**, учитывая, что молекулы вещества **A** не обладают дипольным моментом.

Решение

1) Количество вещества ацетона:

$$n(\text{АЦ})=0.278/58=0.0048 \text{ (моль) или } 4.8 \text{ ммоль};$$

2) Количество соляной кислоты:

$$n(\text{HCl})=0.027 \cdot 0.2=0.0054 \text{ (моль) или } 5.4 \text{ ммоль}.$$

Кетоны реагируют с реактивами Гриньяра в соотношении 1:1, давая после гидролиза стехиометрические количества третичного спирта и основной соли — $\text{Mg}(\text{OH})\text{Hal}$. Последняя может быть оттитрована эквивалентным количеством соляной кислоты. Поскольку количество соляной кислоты, а стало быть, и основания — $\text{Mg}(\text{OH})\text{Hal}$ больше количества ацетона, исходный реактив Гриньяра был взят в избытке. Этот избыток непрореагировавшего магнийорганического соединения в количестве 0.6 ммоль после гидролиза дал 0.6 ммоль углеводорода **A** и дополнительные 0.6 ммоль основной соли. Тогда общая схема описанных реакций выглядит следующим образом:

На данной схеме третичный спирт не может быть веществом **A**, поскольку сказано, что **A** не обладает дипольным моментом. Молекулярная масса третичного спирта **B** складывается из молекулярных масс углеводорода **A** (примем за M) и ацетона (58), поэтому запишем и решим следующее уравнение:

$$0.0048 \cdot (M+58) + 0.0006 \cdot M = 0.85, \text{ откуда } M=106.$$

Молярной массе 106 соответствует формула углеводорода C_8H_{10} . Это может быть этилбензол или диметилбензол. Из этих вариантов 1,4-диметилбензол (пара-ксилол) не обладает дипольным моментом. Уравнения реакций выглядят следующим образом:

Критерии оценивания:

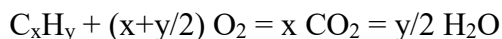
- 1) За расчет количества вещества ацетона и соляной кислоты — **по 0.5 балла (итого 1)**.
- 2) За нахождение количества вещества основной соли — $\text{Mg}(\text{OH})\text{Hal}$ — **1 балл**.
- 3) За сравнение количества веществ ацетона и основания, а также предположение, что реактив Гриньяра взят в избытке — **1 балл**. За нахождение количества вещества реактива Гриньяра (5.4 ммоль) — **2 балла**.
- 4) Нахождение количества веществ в смеси **A** и **B** (4.8 ммоль и 0.6 ммоль) — **по 2 балла**.
- 5) Составление и решение уравнения и нахождение $M=106$ — **3 балла**.
- 6) Сопоставление **A** — углеводород, **B** — третичный спирт — **1 балл**.
- 7) Структурная формула **A** с пояснением о нулевом дипольном моменте — **2 балла**.
- 8) Структурная формула **B** — **1 балл**.
- 9) 4 уравнения реакций — **по 1 баллу (суммарно 4)**.

Задание 10-3

При сжигании 4.2 г газообразного углеводорода образовалось 6.72 (н.у.) л углекислого газа и 5.4 г воды. При взаимодействии его с галогеном X_2 образовалось симметричное галогенпроизводное (имеющее в своем составе % (мас.): С 17.85, Н 3.00), а при взаимодействии с галогеноводородом **HX** — несимметричное (имеющее в своем составе % (мас.): С 29.3, Н 5.74) производное. Произведите необходимые расчеты, определите галоген и установите структуру исходного углеводорода. Напишите уравнения реакций сгорания углеводорода, а также его взаимодействия с галогеном и галогеноводородом.

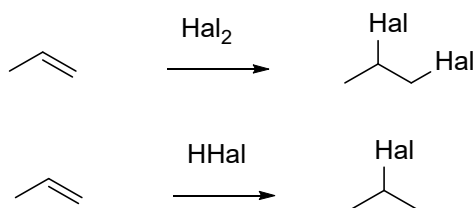
Решение:

Запишем реакцию сгорания углеводорода в общем виде:

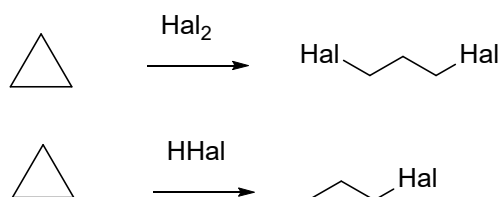


Всего образовалось $(6.72/22.4) \cdot 0.3$ моль CO_2 и $(5.4/18) \cdot 0.3$ моль H_2O . Таким образом, так как не даны другие данные, например, относительная плотность по другому газу, исходя из первого условия задачи, можно сказать, что условиям удовлетворяют углеводороды кратные в своей формуле C_3H_6 (C_6H_{12} , C_9H_{18} и т.д.).

Однако газообразность исходного углеводорода и дальнейшие условия приводит нас к молекулярной формуле C_3H_6 . Ей удовлетворяют 2 соединения, пропен и циклопропан. При взаимодействии пропена с галогенами образуется несимметричный 1,2-дигалогенопропан, а с галогеноводородом – симметричный 2-галогенопропан.



С другой стороны, при взаимодействии циклопропана с галогенами образуется симметричный 1,3-дигалогенопропан, а при взаимодействии с галогеноводородом 1-галогенопропан.



Для алкенов и малых циклоалканов характерны реакции присоединения, то есть в результате реакций присоединения галогена и галогеноводорода в данном случае образуются соединения $C_3H_6Hal_2$ и C_3H_7Hal . Следовательно, галоген — это бром (из процентного содержания).

Критерии оценивания:

- 1) Уравнение реакции сгорания – **2 балла**.
- 2) Установление структурной формулы углеводорода – **6 баллов**.
- 3) Установление природы галогена – **4 балла**.
- 4) Уравнения реакции с галогеном и галогеноводородом (при условии написания правильных структурных формул продуктов) **по 4 балла**.

Задание 10-4

Молярная концентрация раствора ацетата натрия равна 0.1 моль/л. Известно, что число гидроксид-ионов в растворе в десять тысяч раз выше числа ионов водорода.

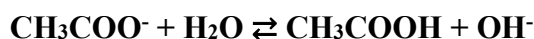
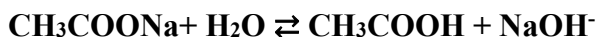
- 1) Составьте молекулярное и сокращенное ионные уравнения гидролиза соли.
- 2) Вычислите концентрацию гидроксид-ионов (моль/л) и водородный показатель pH раствора.

3) Найдите степень гидролиза соли, % (долю молекул соли, вступивших в реакцию гидролиза). Диссоциация соли является полной, влиянием ионной силы раствора можно пренебречь.

4) Составьте выражение для константы гидролиза и определите ее численное значение.

Решение

1) Уравнения гидролиза в молекулярной и сокращенной ионной формах:



2) По условию: $[\text{OH}^-]/[\text{H}^+] = 10^4$ (1)

Ионное произведение воды: $[\text{H}^+][\text{OH}^-] = 10^{-14}$

$$[\text{H}^+] = 10^{-14}/[\text{OH}^-] \quad (2)$$

Заменяем в формуле (1) концентрацию $[\text{H}^+]$ на выражение из формулы (2):

$$[\text{OH}^-]/[\text{H}^+] = [\text{OH}^-]^2/10^{-14} = 10^4$$

$$[\text{OH}^-] = \sqrt{10^{-10}} = 10^{-5} \text{ (моль/л)}$$

$$\text{pOH} = 5;$$

$$\text{pH} = 14 - \text{pOH} = 9$$

3) Как видно из уравнения гидролиза в сокращенной ионной форме, концентрация гидроксид-ионов равна произведению концентрации ацетат-ионов на степень гидролиза h . Концентрацию ацетат-ионов можно принять равной концентрации соли c , тогда:

$$[\text{OH}^-] = ch$$

Находим степень гидролиза:

$$h = [\text{OH}^-]/c = 10^{-5}/10^{-1} = 10^{-4} = 0,01 \%$$

4) Константа гидролиза:

$$K_{\text{Г}} = [\text{CH}_3\text{COOH}][\text{OH}^-]/[\text{CH}_3\text{COO}^-] = 10^{-5} \cdot 10^{-5}/10^{-1} = 10^{-9}$$

Критерии оценивания

1) Составлены уравнений гидролиза – **4 балла**.

2) Вычислены концентрация ионов OH^- и pH – **8 баллов**.

3) Определена степень гидролиза – **4 балла**.

4) Записано выражение для константы гидролиза и вычислена эта константа – **4 балла**.

Задание 10-5

В организме человека вырабатывается некий оксид А, молекулы которого играют важную роль в физиологии. Открытие роли молекул этого оксида как сигнальных в регуляции сердечно-сосудистой системы было отмечено Нобелевской премией в области медицины за 1998 г. Оксид А, представляющий собой бесцветный газ, образовался при реакции соли калия с молярной массой 85 г/моль с 7 л 35%-ного раствора иодида калия ($\rho = 1.33 \text{ кг/л}$) в присутствии серной кислоты. Полученный оксид под высоким давлением поместили в реактор объемом 1.75 л, в котором при температуре 45 °С протекала реакция его диспропорционирования с образованием веществ Б и В. Относительная плотность газа Б по хлору составляет 0.62, а мольная доля азота в веществе В равна 0.333. Известно, что через некоторое время парциальное давление газа А в реакторе уменьшилось на 60 %.

На основании приведенных данных:

- 1) Приведите необходимые вычисления и определите вещества А, Б и В;
- 2) Напишите уравнения реакций;
- 3) Вычислите количество вещества газа А, помещенного в реактор;
- 4) Вычислите количество вещества образовавшегося газа Б;
- 5) Рассчитайте парциальное давление газа Б в реакторе.

Решение

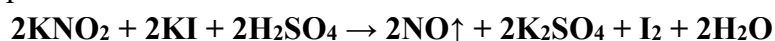
1) А - **NO**

Б - **N₂O** ($M = 71 \cdot 0,62 = 44$ г/моль)

В - **NO₂** ($x(\text{N}) = 1/3 = 0,333$)

$M(\text{KNO}_2) = 85$ г/моль

2) Уравнения реакций:



3) Количество вещества NO:

$$n(\text{NO}) = n(\text{KI}) = 0,35 \cdot 7 \cdot 1,33 / 0,166 = \mathbf{19,63 \text{ моль}}$$

4) Из того факта, что парциальное давление NO уменьшилось на 60 % следует, что 60 % NO прореагировало:

$$n(\text{NO}_{\text{прореагир}}) = 0,6 \cdot 19,63 = 11,78 \text{ моль}$$

Внесем данные в таблицу:

	3NO → N ₂ O + NO ₂		
$n_{\text{исх}}$	19,63	0	0
$n_{\text{прореагир./образовал.}}$	11,78	3,93	3,93
$n_{\text{конечн.}}$	7,85	3,93	3,93

Количество вещества образовавшегося газа Б: $n(\text{N}_2\text{O}) = \mathbf{3,93 \text{ моль}}$

5) Парциальное давление газа Б в реакторе:

$$P(\text{N}_2\text{O}) = n(\text{N}_2\text{O}) \cdot RT/V = 3,93 \cdot 8,31 \cdot 318 / (1,75 \cdot 10^{-3}) = 3,14 \cdot 10^5 \text{ кПа} = \mathbf{5,93 \cdot 10^6 \text{ Па}}$$

Критерии оценивания

- 1) Необходимые вычисления и определите вещества А, Б и В – **7 баллов.**
- 2) Уравнения реакций – **4 балла.**
- 3) Расчет количества вещества газа А, помещенного в реактор – **2 балла.**
- 4) Расчет количество вещества образовавшегося газа Б – **4 балла.**
- 5) Расчет парциального давления газа Б в реакторе – **3 балла.**