

11 класс I вариант

1. Вещество **X** проявляет очень слабые кислотные свойства и содержит 5.88% водорода по массе. Из воды выделяется в виде неустойчивого кристаллогидрата **Y**, массовая доля кислорода в котором составляет 91.43%. Водный раствор вещества **X** обесцвечивает подкисленный серной кислотой раствор перманганата натрия, а при его добавлении к раствору нитрата серебра выпадает темный осадок.

- 1) Установите состав веществ **X** и **Y**.
- 2) Напишите уравнения реакций, указанных в условии.
- 3) Будет ли вещество **X** реагировать с лабарраковой водой? Ваш ответ поясните.

2. Каплю (0.10 мл) соляной кислоты с массовой долей хлороводорода 20 % и плотностью 1.10 г/см³ нанесли на алюминиевую фольгу толщиной 0.10 мм. Предполагая, что вся кислота вступила в реакцию и образовала сквозное отверстие в пластинке, рассчитайте:

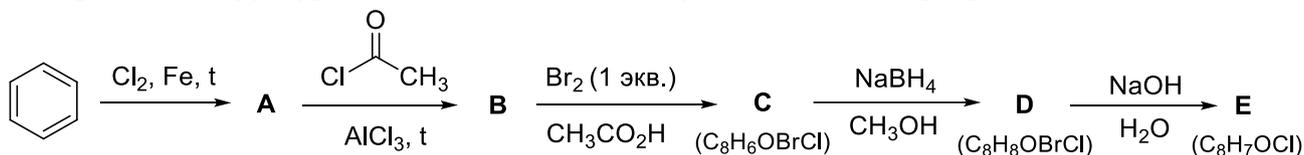
- 1) Молярную концентрацию исходного раствора.
- 2) Объем выделившегося водорода, измеренный при 30 °С и 760 мм ртутного столба.
- 3) Площадь и диаметр образовавшегося круглого отверстия. Плотность алюминия 2700 кг/м³.

3. Образец соли органической кислоты **X** разделили на две части. Одну из них внесли в пламя газовой горелки, при этом наблюдали жёлто-зелёное окрашивание. Вторую нагрели в атмосфере азота, получив при этом органическое вещество **Y**, содержащее 73.47% углерода и 16.33% кислорода.

- 1) Установите молекулярные и структурные формулы веществ **X** и **Y**, если известно, что вещество **Y** является α -монометилзамещённым циклическим соединением, содержащим один sp^2 -гибридный атом углерода.
- 2) Напишите уравнение реакции получения **Y** из **X**.
- 3) Напишите уравнение реакции взаимодействия **Y** с метиламином.

Примечание: в уравнениях реакций используйте структурные формулы органических веществ.

4. Определите структуры соединений **A–E** в следующей цепочке превращений:



Известно, что соединение **C** обладает слезоточивым действием, а в структуре соединения **E** имеется два sp^3 -гибридных атома углерода, один из которых является асимметрическим.

5. Однажды Карлсон модифицировал свой моторчик так, что теперь он мог работать не только на варенье, но и на этаноле – и в один прекрасный день варенье у него закончилось! Найдите, какую массу этилового спирта необходимо потратить, чтобы поднять мужчину в самом расцвете сил, весящего 60 кг на 8 этаж (высота одного этажа – 2.7 м), если обычно на это уходит примерно 5 г варенья, которое на 27.2% состоит из глюкозы. Определите КПД вареньевого двигателя.

Вещество	C ₆ H ₁₂ O ₆ (тв.)	C ₂ H ₅ OH (ж.)	CO ₂ (г.)	H ₂ O (ж.)
$\Delta_f H_{298}$, кДж/моль	-1273.3	-234.8	-393.51	-285.83

11 класс II вариант

1. Вещество **X** проявляет слабые кислотные свойства и содержит 5.88% водорода по массе. С водой образует устойчивый гидрат **Y**, массовая доля кислорода в котором составляет 67.61%. Водный раствор вещества **X** обесцвечивает подкисленный серной кислотой раствор перманганата калия, а при его добавлении к раствору нитрата серебра выпадает темный осадок.

- 1) Установите состав веществ **X** и **Y**.
- 2) Напишите уравнения реакций, указанных в условии.
- 3) Будет ли вещество **X** взаимодействовать с жавелевой водой? Ваш ответ поясните.

2. Каплю (0.10 мл) соляной кислоты с массовой долей хлороводорода 10 % и плотностью 1.047 г/см³ нанесли на железную пластинку толщиной 0.20 мм. Предполагая, что вся кислота вступила в реакцию и образовала сквозное отверстие в пластинке, рассчитайте:

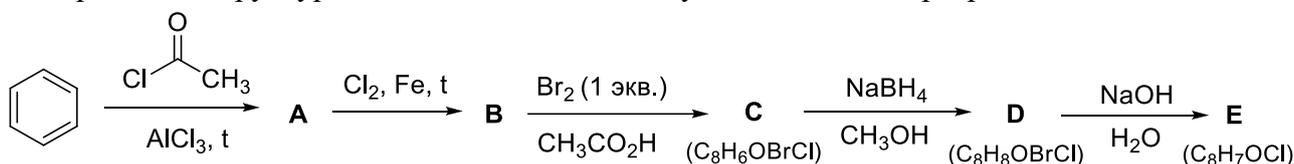
- 1) Молярную концентрацию исходного раствора.
- 2) Объем выделившегося водорода, измеренный при 60 °С и 760 мм рт ст.
- 3) Площадь и диаметр образовавшегося круглого отверстия. Плотность железа 7800 кг/м³.

3. Образец соли органической кислоты **X** разделили на две части. Одну из них внесли в пламя газовой горелки, при этом наблюдали кирпично-красное окрашивание. Вторую нагрели в атмосфере азота, получив при этом органическое вещество **Y**, содержащее 10.20 % водорода и 16.33% кислорода.

- 1). Установите молекулярную и структурную формулу веществ **X** и **Y**, если известно, что вещество **Y** является α -монометилзамещенным циклическим соединением, содержащим один sp^2 -гибридный атом углерода.
- 2) Напишите уравнение реакции получения **Y** из **X**.
- 3) Напишите уравнение реакции взаимодействия **Y** с этиламино.

Примечание: в уравнениях реакций используйте структурные формулы органических веществ.

4. Определите структуры соединений **A–E** в следующей цепочке превращений:



Известно, что соединение **C** обладает слезоточивым действием, а в структуре соединения **E** имеется два sp^3 -гибридных атома углерода, один из которых является асимметрическим.

5. Однажды Карлсон модифицировал свой моторчик так, что теперь он мог работать не только на варенье, но и на этаноле – и в один прекрасный день варенье у него закончилось! Найдите, какую массу этилового спирта необходимо потратить, чтобы поднять мужчину в самом расцвете сил, весящего 80 кг на 16 этаж (высота одного этажа – 2.7 м), если обычно на это уходит примерно 15 г варенья, которое на 27.2% состоит из глюкозы. Определите КПД вареньевого двигателя.

Вещество	C ₆ H ₁₂ O ₆ (тв.)	C ₂ H ₅ OH (ж.)	CO ₂ (г.)	H ₂ O (ж.)
$\Delta_f H_{298}$, кДж/моль	-1273.3	-234.8	-393.51	-285.83

**Решения и критерии оценивания районного этапа всероссийской олимпиады
школьников по химии в 2024/25 учебном году
Теоретическая часть**

11 Класс

№1

I вариант

Решение:

1) По условию массовая доля водорода в соединении **X**:

$$\omega(H) = \frac{n}{M(X)} \cdot 100\% = 5.88\%$$

Откуда можно выразить молярную массу неизвестного вещества: $M(X) = 17n$, где n – число атомов водорода

n	1	2	3	4
M(X), г/моль	17	34	51	68

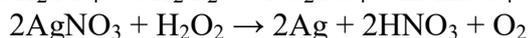
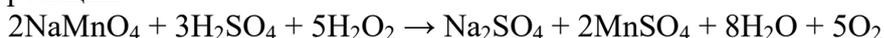
Наиболее подходящие варианты при $n = 2$ – перекись водорода или сероводород. Однозначный вывод по указанным в условии свойствам сделать не удастся. Проанализируем состав возможных кристаллогидратов:

$$\begin{array}{l} \text{H}_2\text{O}_2 \cdot m\text{H}_2\text{O} \\ \omega(O) = \frac{32 + 16m}{34 + 18m} \cdot 100\% = 91.43\% \\ \mathbf{m = 2} \end{array} \qquad \begin{array}{l} \text{H}_2\text{S} \cdot m\text{H}_2\text{O} \\ \omega(O) = \frac{16m}{34 + 18m} \cdot 100\% = 91.43\% \\ \mathbf{m = -67.6} \end{array}$$

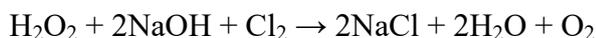
Таким образом:

X	Y
H ₂ O ₂	H ₂ O ₂ ·2H ₂ O

2) Уравнения реакций:



3) Лабарракова вода образуется путем насыщения хлором водного раствора гидроксида натрия и является сильнейшим окислителем, взаимодействие будет протекать согласно уравнению:



II вариант

Решение:

1) По условию массовая доля водорода в соединении **X**:

$$\omega(H) = \frac{n}{M(X)} \cdot 100\% = 5.88\%$$

Откуда можно выразить молярную массу неизвестного вещества: $M(X) = 17n$, где n – число атомов водорода

n	1	2	3	4
M(X), г/моль	17	34	51	68

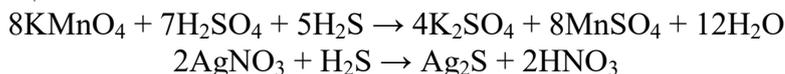
Наиболее подходящие варианты при $n = 2$ – перекись водорода или сероводород. Однозначный вывод по указанным в условии свойствам сделать не удастся. Проанализируем состав возможных гидратов:

$$\begin{array}{l} \text{H}_2\text{O}_2 \cdot m\text{H}_2\text{O} \\ \omega(\text{O}) = \frac{32 + 16m}{34 + 18m} \cdot 100\% = 67.61\% \\ m = -2.35 \end{array} \qquad \begin{array}{l} \text{H}_2\text{S} \cdot m\text{H}_2\text{O} \\ \omega(\text{O}) = \frac{16m}{34 + 18m} \cdot 100\% = 67.61\% \\ m = 6 \end{array}$$

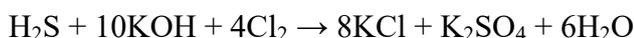
Таким образом:

X	Y
H ₂ S	H ₂ S·6H ₂ O

2) Уравнения реакций:



3) Жавелевая вода образуется путем насыщения хлором водного раствора гидроксида калия и является сильнейшим окислителем, взаимодействие будет протекать согласно уравнению:



Рекомендации к оцениванию:

1. Вещества X и Y по 1 баллу 2 балла
(без установления с учетом массовых долей или проверки – 0 баллов)
2. Уравнения реакций по 1 баллу 2 балла
3. Указание на состав лабаракковой / жавелевой воды (в т.ч. в форме гипохлорита) и возможность протекания окислительно-восстановительной реакции по 0.5 балла 1 балл

ИТОГО: 5 баллов

№2

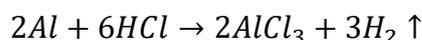
I вариант

1. Определим молярную концентрацию соляной кислоты:

$$C = \frac{n}{V} = \frac{m/M}{V} = \frac{m(p - p_a) \cdot w}{M \cdot V} = \frac{\rho \cdot V \cdot w}{M \cdot V} = \frac{\rho \cdot w}{M};$$

$$C = 6.0 \text{ моль/л}$$

2. Запишем уравнение реакции взаимодействия алюминия и хлороводорода:



Определим количество хлороводорода, вступившего в реакцию:

$$n(\text{HCl}) = \frac{0,1 \text{ мл} \times 1,1 \text{ г} \times 20 \text{ г} \times 1 \text{ моль}}{1 \text{ мл} \times 100 \text{ г} \times 36,5 \frac{\text{г}}{\text{моль}}} = 6 \times 10^{-4} \text{ моль}$$

Исходя из уравнения реакции хлороводорода и алюминия, можно заметить, что:

$$n(\text{H}_2) = \frac{1}{2} \times n(\text{HCl}) = 3 \times 10^{-4} \text{ моль}$$

Пользуясь уравнением Менделеева-Клапейрона, найдем объем водорода:

$$V(\text{H}_2) = \frac{nRT}{P}$$

$$V(H_2) = \frac{3 \times 10^{-4} \text{ моль} \times 8,314 \frac{\text{Дж}}{\text{К} \times \text{моль}} \times (273 + 27)\text{К}}{100000 \text{ Па}}$$

$$V(H_2) = 7,4826 \times 10^{-6} \text{ м}^3 = 7,4826 \text{ мл}$$

3. Найдем объем алюминия:

$$V(Al) = 6 \times 10^{-4} \text{ моль } HCl \times \frac{2 \text{ моль } Al}{6 \text{ моль } HCl} \times \frac{27 \text{ г } Al}{1 \text{ моль } Al} \times \frac{1 \text{ м}^3 Al}{2700 \text{ кг } Al}$$

$$V(Al) = 2 \times 10^{-6} \text{ м}^3 = 2 \times 10^{-3} \text{ см}^3$$

Если предположить, что образовавшееся отверстие имеет круглую форму, то в листе исчезнет алюминиевый цилиндр. Поскольку объем цилиндра равен $V = S \times h$, где S - площадь поверхности, а h - высота цилиндра, получим следующие значения:

$$S = \frac{V}{h} = \frac{2 \times 10^{-3} \text{ см}^3}{0,1 \text{ мм}} \times \frac{10^3 \text{ мм}^3}{1 \text{ см}^3} = 20 \text{ мм}^2$$

Так как отверстие имеет круглую форму, то воспользуемся формулой для нахождения площади окружности:

$$S = \pi R^2$$

$$R = \sqrt{\frac{20 \text{ мм}^2}{\pi}} = 2,5 \text{ мм}$$

$$D = 2R = 5 \text{ мм}$$

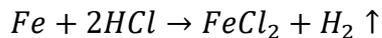
II вариант

1. Определим молярную концентрацию соляной кислоты:

$$C = \frac{n}{V} = \frac{m/M}{V} = \frac{m(p - pa) \cdot w}{M \cdot V} = \frac{\rho \cdot V \cdot w}{M \cdot V} = \frac{\rho \cdot w}{M};$$

$$C = 2,87 \text{ моль/л}$$

1. Запишем уравнение реакции взаимодействия алюминия и хлороводорода:



Определим количество хлороводорода, вступившего в реакцию:

$$n(HCl) = \frac{0,1 \text{ мл} \times 1,047 \text{ г} \times 10 \text{ г} \times 1 \text{ моль}}{1 \text{ мл} \times 100 \text{ г} \times 36,5 \frac{\text{г}}{\text{моль}}} = 2,87 \times 10^{-4} \text{ моль}$$

Исходя из уравнения реакции хлороводорода и железа, можно заметить, что:

$$n(H_2) = \frac{1}{2} \times n(HCl) = 1,44 \times 10^{-4} \text{ моль}$$

Пользуясь уравнением Менделеева-Клапейрона, найдем объем водорода:

$$V(H_2) = \frac{nRT}{P}$$

$$V(H_2) = \frac{1,78 \times 10^{-4} \text{ моль} \times 8,314 \frac{\text{Дж}}{\text{К} \times \text{моль}} \times (273 + 57)\text{К}}{100000 \text{ Па}}$$

$$V(H_2) = 4,884 \times 10^{-6} \text{ м}^3 = 3,95 \text{ мл}$$

2. Найдем объем железа:

$$V(Fe) = 2,87 \times 10^{-4} \text{ моль } HCl \times \frac{1 \text{ моль } Fe}{2 \text{ моль } HCl} \times \frac{56 \text{ г } Fe}{1 \text{ моль } Fe} \times \frac{1 \text{ м}^3 Fe}{7800 \text{ кг } Fe}$$

$$V(Fe) = 1,03 \times 10^{-6} \text{ м}^3 = 1,03 \times 10^{-3} \text{ см}^3$$

Если предположить, что образовавшееся отверстие имеет круглую форму, то в листе исчезнет железный цилиндр. Поскольку объем цилиндра равен $V = S \times h$, где S - площадь поверхности, а h - высота цилиндра, получим следующие значения:

$$S = \frac{V}{h} = \frac{1,03 \times 10^{-3} \text{ см}^3}{0,2 \text{ мм}} \times \frac{10^3 \text{ мм}^3}{1 \text{ см}^3} = 5,15 \text{ мм}^2$$

Так как отверстие имеет круглую форму, то воспользуемся формулой для нахождения площади окружности:

$$S = \pi R^2$$

$$R = \sqrt{\frac{5,15 \text{ мм}^2}{\pi}} = 1,28 \text{ мм}$$

$$D = 2R = 2,56 \text{ мм}$$

- | | | |
|---|---|------------------|
| 1 | Расчет молярности раствора – 1,5 балла | 1.5 балла |
| 2 | Расчет количества водорода – 0,5 балла | 1.5 балла |
| | Расчет объема выделившегося водорода – 1 балл | |
| | <i>Расчет объема через V_M – 0,5 балла</i> | |
| 3 | Расчет площади отверстия – 1 балл | 2 балла |
| | Расчет диаметра отверстия – 1 балл | |
| | <i>При отсутствии вычислений – 0 баллов</i> | |

Итого: 5 баллов

№3

I вариант

Решение:

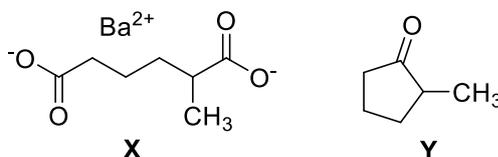
1). Определим массовую долю водорода в соединении Y: $100 - 73.47 - 16.33 = 10.20\%$. Представим формулу вещества в виде $C_xH_yO_z$, тогда:

$$x : y : z = \frac{73.47}{12} : \frac{10.20}{1} : \frac{16.33}{16} = 6.1225 : 10.2 : 1.02 = 6 : 10 : 1.$$

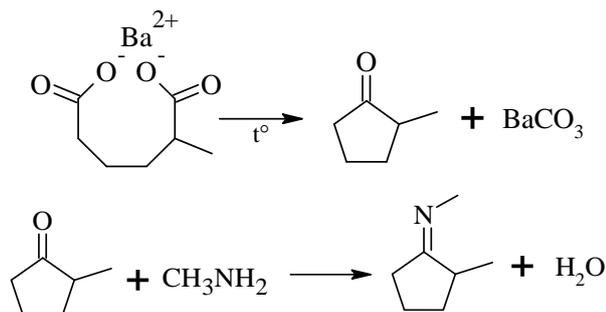
Получаем, что молекулярная формула вещества – $C_6H_{10}O$.

Исходя из условия задачи, определим структурную формулу вещества. Из условия задачи можно сделать вывод, что Y содержит цикл и кето-группу, так как sp^2 -гибридный атом углерода только один. Также из условия задачи понятно, что цикл является пятичленным, так как соединение содержит лишь 1 заместитель – метильную группу в α -положении к функциональной. Таким образом, Y – 2-метилциклопентанон. Кетоны циклического

строения разложением получить можно нагреванием соли дикарбоновой кислоты и щелочноземельного металла в инертной атмосфере. Так как пламя горения имеет желто-зеленый цвет, то металл в составе соли – барий. Следовательно, структурные формулы вещества X и Y:



Уравнения реакций:



II вариант

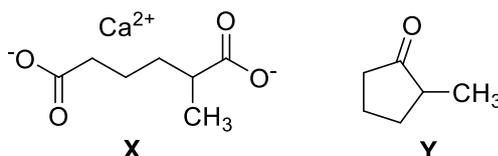
Решение:

1). Определим массовую долю углерода в соединении Y: $100 - 10.20 - 16.33 = 73.47\%$. Представим формулу вещества в виде $C_xH_yO_z$, тогда:

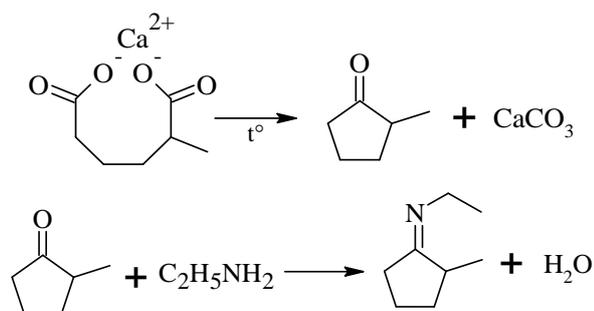
$$x : y : z = \frac{73.47}{12} : \frac{10.20}{1} : \frac{16.33}{16} = 6.1225 : 10.2 : 1.02 = 6 : 10 : 1.$$

Получаем, что молекулярная формула вещества – $C_6H_{10}O$.

Исходя из условия задачи, определим структурную формулу вещества. Из условия задачи можно сделать вывод, что Y содержит цикл и кето-группу, так как sp^2 -гибридный атом углерода только один. Также из условия задачи понятно, что цикл является пятичленным, так как соединение содержит лишь 1 заместитель – метильную группу в α -положении к функциональной. Таким образом, Y – 2-метилциклопентанон. Кетоны циклического строения разложением получить можно нагреванием соли дикарбоновой кислоты и щелочноземельного металла в инертной атмосфере. Так как пламя горения имеет желто-зеленый цвет, то металл в составе соли – барий. Следовательно, структурные формулы вещества X и Y:



Уравнения реакций:



Рекомендации к оцениванию:

- | | | |
|-----------------------------------|---------|---------|
| 1. Структурная формула вещества Y | 2 балла | 2 балла |
| 2. Структурная формула вещества X | 1 балл | 1 балл |
| 3. Уравнение реакции разложения | 1 балл | 1 балл |
| 4. Уравнение реакции | 1 балл | 1 балл |

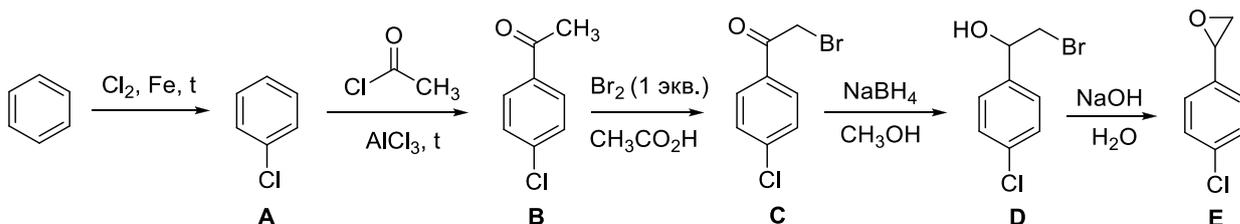
ИТОГО: 5 баллов

№4

I вариант

Решение:

Первая стадия – хлорирование бензола, причем, судя по составу конечного продукта, вводится один атом хлора. Следующая стадия – ацилирование. Хлор является *орто*-/*пара*-ориентантом, ацилирование происходит преимущественно в *пара*-положение. Третья стадия – бромирование кетона по альфа-положению (уксусная кислота необходима для енолизации). Затем мягкий восстановитель, борогидрид натрия, восстанавливает кетонную группу до спиртовой. При действии щелочи на полученное вещество, так называемый «бромгидрин», в первую очередь происходит депротонирование OH-группы, после чего алкоголь внутримолекулярно замещает бром. В результате замыкается трехчленный цикл – оксиран (эпоксид), относительно устойчивый в щелочной среде.

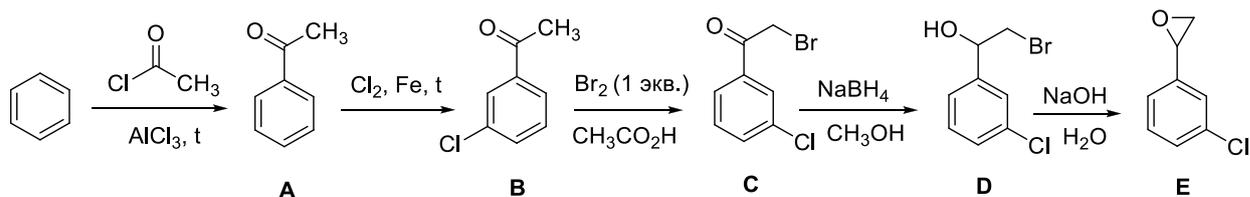


II вариант

Решение:

Первая стадия – ацилирование бензола, образуется метилфенилкетон. Следующая стадия – хлорирование. Так как ацетильная группа является *мета*-ориентантом, оно протекает в *мета*-положение. Третья стадия – бромирование кетона по альфа-положению (уксусная кислота необходима для енолизации). Затем мягкий восстановитель, борогидрид натрия, восстанавливает кетонную группу до спиртовой. При действии щелочи на полученное вещество, так называемый «бромгидрин», в первую очередь происходит депротонирование OH-группы, после чего алкоголь внутримолекулярно замещает бром.

В результате замыкается трехчленный цикл – оксиран (эпоксид), относительно устойчивый в щелочной среде.



Рекомендации к оцениванию:

- Структурные формулы веществ А–Е по 1 балла (если суть реакций в 5 баллов 1 варианте написана правильно, но для *орто*-изомера, то за структуры В–Е ставится по 0.5 балла)

ИТОГО: 5 баллов

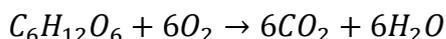
№5

I вариант

- Напишем все формулы, которыми мы будем оперировать при решении задачи:

$$Q = -\Delta_r H^\circ, \quad E = mgh, \quad E = Qn\eta$$

Напишем уравнение сгорания глюкозы:



Пользуясь данными, приведенными в таблице, рассчитаем энтальпию реакции сгорания глюкозы:

$$\Delta_r H^\circ = 6\Delta_f H^\circ(H_2O) + 6\Delta_f H^\circ(CO_2) - \Delta_f H^\circ(C_6H_{12}O_6)$$

$$\Delta_r H^\circ = 6 \times (-285,83) + 6 \times (-393,51) - (-1273,3) = -2802,74 \text{ кДж/моль}$$

Определим количество глюкозы, содержащейся в 5г варенья:

$$n(C_6H_{12}O_6) = \frac{5\text{г} \times 0,272}{180 \frac{\text{г}}{\text{моль}}} = 7,6 \times 10^{-3} \text{ моль}$$

Имея теперь недостающие данные, выразим и посчитаем коэффициент полезного действия двигателя, работающего на варенье:

$$mgh = Qn\eta$$

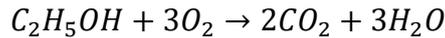
$$mgh = -\Delta_r H^\circ n\eta$$

$$\eta = \frac{mgh}{-\Delta_r H^\circ n}$$

$$\eta = \frac{60 \text{ кг} \times 9,8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \times 8 \times 2,7 \text{ м}}{2802740 \frac{\text{Дж}}{\text{моль}} \times 7,6 \times 10^{-3} \text{ моль}} = 0,4028 \rightarrow 59,64\%$$

(принимая $g=10 \text{ м/с}^2$, получим КПД = 60.84%)

2. Напишем уравнение сгорания этилового спирта:



Пользуясь данными, приведенными в таблице, рассчитаем энтальпию реакции сгорания спирта:

$$\Delta_r H^\circ = 2\Delta_f H^\circ(CO_2) + 3\Delta_f H^\circ(H_2O) - \Delta_f H^\circ(C_2H_5OH)$$

$$\Delta_r H^\circ = 3 \times (-285,83) + 2 \times (-393,51) - (-234,8) = -1409,71 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$$

Составим тождество, из которого сможем выразить необходимое количество моль этилового спирта для подъема Карлсона на 8 этаж, приняв КПД спиртового двигателя равным 100%:

$$mgh = -\Delta_r H^\circ(C_2H_5OH) \times n(C_2H_5OH)$$

$$n(C_2H_5OH) = \frac{mgh}{-\Delta_r H^\circ(C_2H_5OH)}$$

$$n(C_2H_5OH) = \frac{60 \text{ кг} \times 9,8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \times 2,7 \times 8 \text{ м}}{1409710 \frac{\text{Дж}}{\text{моль}}} = 0,009 \text{ моль}$$

Рассчитаем массу этилового спирта, необходимого Карлсону:

$$m(C_2H_5OH) = n(C_2H_5OH) \times M(C_2H_5OH)$$

$$m(C_2H_5OH) = 0,009 \text{ моль} \times 46 \frac{\text{г}}{\text{моль}} = 0,423 \text{ г}$$

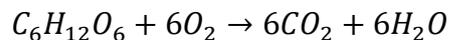
(принимая $g=10 \text{ м/с}^2$, получим $m(C_2H_5OH) = 0,423 \text{ г}$)

II вариант

1. Напишем все формулы, которыми мы будем оперировать при решении задачи:

$$Q = -\Delta_r H^\circ, \quad E = mgh, \quad E = Qn\eta$$

Напишем уравнение сгорания глюкозы:



Пользуясь данными, приведенными в таблице, рассчитаем энтальпию реакцию сгорания глюкозы:

$$\Delta_r H^\circ = 6\Delta_f H^\circ(H_2O) + 6\Delta_f H^\circ(CO_2) - \Delta_f H^\circ(C_6H_{12}O_6)$$

$$\Delta_r H^\circ = 6 \times (-285,83) + 6 \times (-393,51) - (-1273,3) = -2802,74 \text{ кДж/моль}$$

Определим количество глюкозы, содержащейся в 5г варенья:

$$n(C_6H_{12}O_6) = \frac{15 \text{ г} \times 0,272}{180 \frac{\text{г}}{\text{моль}}} = 0,0227 \text{ моль}$$

Имея теперь недостающие данные, выразим и посчитаем коэффициент полезного действия двигателя, работающего на варенье:

$$mgh = Qn\eta$$

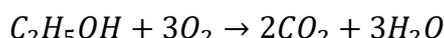
$$mgh = -\Delta_r H^\circ n\eta$$

$$\eta = \frac{mgh}{-\Delta_r H^\circ n}$$

$$\eta = \frac{80 \text{ кг} \times 9,8 \frac{\text{М}}{\text{с}^2} \times 16 \times 2,7 \text{ м}}{2802740 \frac{\text{Дж}}{\text{моль}} \times 0,0227 \text{ моль}} = 0,5371 \rightarrow 53,23\%$$

(принимая $g=10 \text{ м/с}^2$, получим КПД = 54.32%)

2. Напишем уравнение сгорания этилового спирта:



Пользуясь данными, приведенными в таблице, рассчитаем энтальпию реакции сгорания спирта:

$$\Delta_r H^\circ = 2\Delta_f H^\circ(CO_2) + 3\Delta_f H^\circ(H_2O) - \Delta_f H^\circ(C_2H_5OH)$$

$$\Delta_r H^\circ = 3 \times (-285,83) + 2 \times (-393,51) - (-234,8) = -1409,71 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$$

Составим тождество, из которого сможем выразить необходимое количество моль этилового спирта для подъема Карлсона на 16 этаж, приняв, что КПД двигателя на спирту равно 100%

$$mgh = -\Delta_r H^\circ(C_2H_5OH) \times n(C_2H_5OH)$$

$$n(C_2H_5OH) = \frac{mgh}{-\Delta_r H^\circ(C_2H_5OH)}$$

$$n(C_2H_5OH) = \frac{80 \text{ кг} \times 9,8 \frac{\text{М}}{\text{с}^2} \times 2,7 \times 16 \text{ м}}{1409710 \frac{\text{Дж}}{\text{моль}}} = 0,024 \text{ моль}$$

Рассчитаем массу этилового спирта, необходимого Карлсону:

$$m(C_2H_5OH) = n(C_2H_5OH) \times M(C_2H_5OH)$$

$$m(C_2H_5OH) = 0,024 \text{ моль} \times 46 \frac{\text{г}}{\text{моль}} = 1,10 \text{ г}$$

(принимая $g=10 \text{ м/с}^2$, получим $m(C_2H_5OH) = 1.15 \text{ г}$)

Рекомендации к оцениванию:

- | | | |
|---|---|---------|
| 1 | Расчет энтальпии реакции сгорания глюкозы – 1 балла
Выражения для вычисления КПД – 1 балл
Расчет коэффициента полезного действия – 1 балла (принимать расчёты с $g=10 \text{ м/с}^2$)
<i>При отсутствии расчетов – 0 баллов</i> | 3 балла |
| 2 | Расчет энтальпии реакции сгорания этилового спирта – 1 балл
Расчет массы этилового спирта – 1 балл (принимать расчёты с $g=10 \text{ м/с}^2$) | 2 балла |

Итого: 5 баллов

