

# Решение задач высокого уровня сложности ЕГЭ

## Задание 35



Федорова А.М., учитель химии  
МБОУ «Гимназия № 1 им. Н.М. Пржевальского» г. Смоленска

# Задание 35

Выполнение этого задания включает следующие последовательные действия:

- определение молекулярной формулы вещества на основании вычислений с использованием физических величин, заданных в условии задачи;
- установление структуры вещества по указанным свойствам или способам получения этого вещества;
- составление уравнения реакции, указанного в условии задания.

*Шкала оценивания выполнения задания  
составляет максимально 3 балла*

## Задача 35/1

Некоторое органическое вещество содержит 9,43% водорода, а также углерод и кислород, массовые доли которых равны. Это вещество реагирует с натрием и со свежесажённым гидроксидом меди(II), молекула его содержит третичный атом углерода.

На основании данных условия задания:

- 1) проведите необходимые вычисления (указывайте единицы измерения физических величин) и установите молекулярную формулу исходного органического вещества;
- 2) составьте структурную формулу исходного вещества, которая однозначно отражает порядок связи атомов в его молекуле;
- 3) напишите уравнение реакции исходного вещества с избытком натрия (используйте структурные формулы органических веществ).

## Решение:

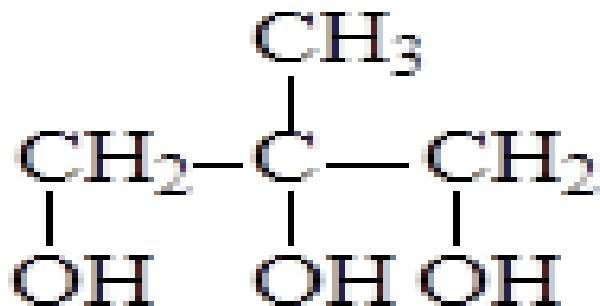
1) Находим молекулярную формулу органического вещества

Общая формула –  $C_xH_yO_z$

$$x : y : z = 45,28 / 12 : 9,43 / 1 : 45,28 / 16 = \\ = 3,77 : 9,43 : 2,83 = 4 : 10 : 3$$

Молекулярная формула –  $C_4H_{10}O_3$

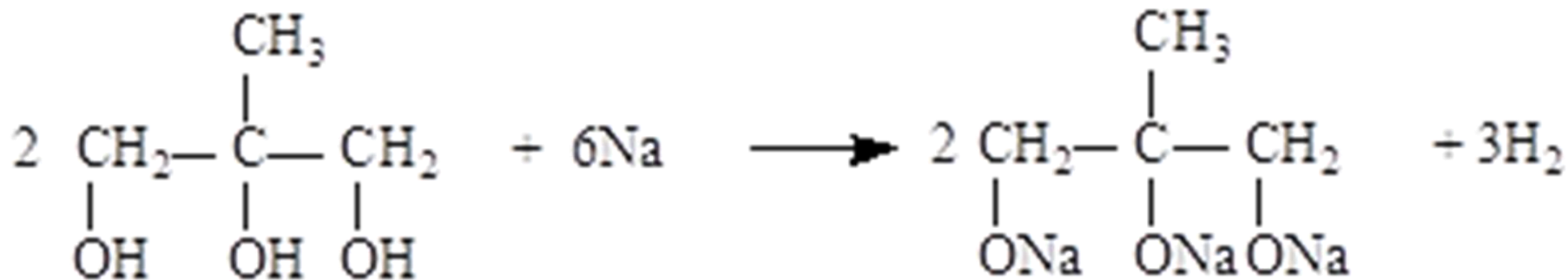
2) Структурная формула вещества:



## Решение

3) Составляем уравнение реакции с натрием:

(возможна частичная замена атомов водорода атомами натрия)



## Задача 35/2

При сжигании образца органического вещества массой 1,85 г получено 1,68 л (н.у.) углекислого газа и 1,35 г воды. Данное вещество подвергается гидролизу в присутствии серной кислоты; один из продуктов гидролиза вступает в реакцию «серебряного зеркала».

На основании данных условия задания:

- 1) проведите необходимые вычисления (указывайте единицы измерения искомых физических величин) и установите молекулярную формулу органического вещества;
- 2) составьте возможную структурную формулу этого вещества, которая однозначно отражает порядок связи атомов в его молекуле;
- 3) напишите уравнение гидролиза данного вещества в присутствии серной кислоты (используйте структурную формулу органического вещества).

# Решение

1) Найдено количество вещества продуктов сгорания и определена молекулярная формула вещества:

$$n(\text{CO}_2) = 1,68 / 22,4 = 0,075 \text{ моль}; n(\text{C}) = 0,075 \text{ МОЛЬ}$$

$$n(\text{H}_2\text{O}) = 1,35 / 18 = 0,075 \text{ моль}; n(\text{H}) = 0,075 \cdot 2 = 0,15 \text{ МОЛЬ}$$

$$m(\text{C} + \text{H}) = 0,075 \cdot 12 + 0,15 \cdot 1 = 1,05 \text{ г}$$

$$m(\text{O}) = 1,85 - 1,05 = 0,8 \text{ г}$$

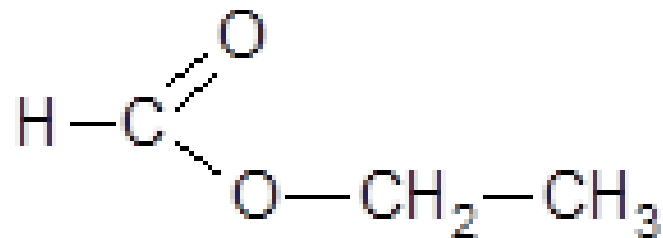
$$n(\text{O}) = 0,8 / 16 = 0,05 \text{ МОЛЬ}$$

$$n(\text{C}) : n(\text{H}) : n(\text{O}) = 0,075 : 0,15 : 0,05 = 3 : 6 : 2$$

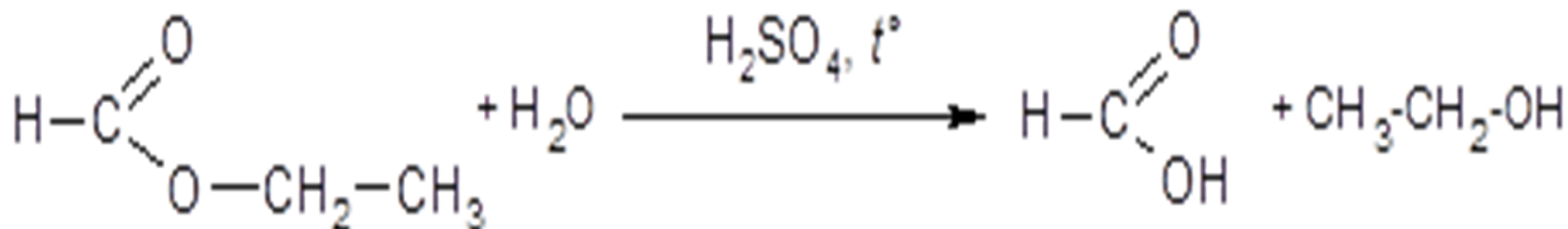
Молекулярная формула вещества –  $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2$

## Решение:

2) Структурная формула вещества:  
этилформиат



3) Уравнение реакции гидролиза:





## Задача 35/3

Двухосновная органическая кислота А представляет собой бесцветное твёрдое вещество, умеренно растворимое в воде. Она содержит 3,61 % водорода и 38,55 % кислорода по массе. При нагревании она отщепляет воду и превращается в вещество Б, используемое для производства красителей, в частности фенолфталеина.

На основании данных в условии задачи:

- 1) проведите необходимые вычисления (указывайте единицы измерения искоемых физических величин) и определите молекулярную формулу вещества А;
- 2) установите его структурную формулу, однозначно отражающую порядок связи атомов в его молекуле;
- 3) напишите уравнение превращения вещества А в вещество Б (используйте структурную формулу органического вещества).

## Решение

1) Определяем молекулярную формулу вещества А:

$$n(\text{C}) : n(\text{H}) : n(\text{O}) = ((100 - 3,61 - 38,55)/12) : (3,62/1) : (38,55/16) = 2 : 1,5 : 1 = 4 : 3 : 2.$$

Простейшая формула –  $\text{C}_4\text{H}_3\text{O}_2$ .

Однако кислота двухосновная, поэтому она должна содержать не меньше 4 атомов кислорода, следовательно, простейшую формулу надо умножить на 2.

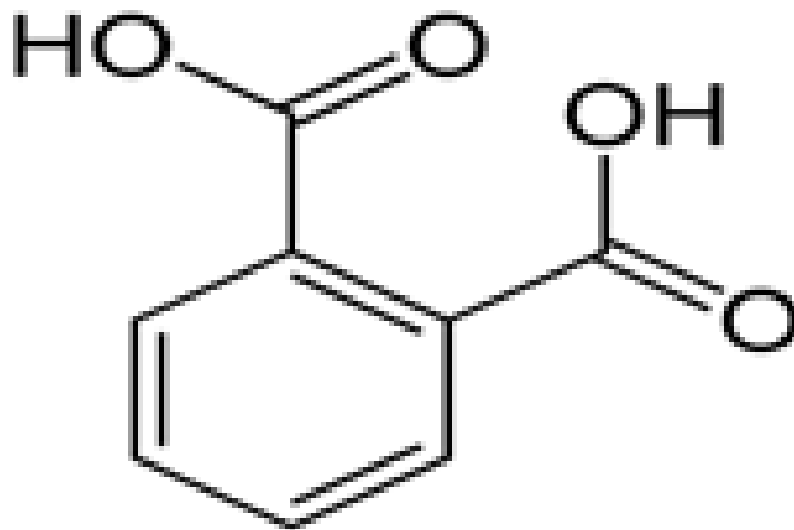
Молекулярная формула –  $\text{C}_8\text{H}_6\text{O}_4$

## Решение

2) Кислота А – ароматическая,  $C_6H_4(COOH)_2$ .

Так как она способна отщеплять воду, группы  $COOH$  находятся в соседних положениях в бензольном кольце.

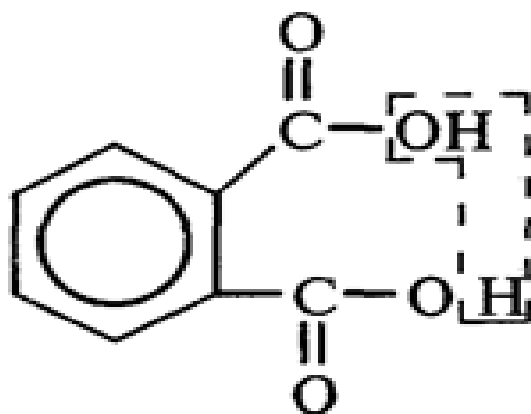
Кислота А – бензол-1,2-дикарбоновая, или фталевая:



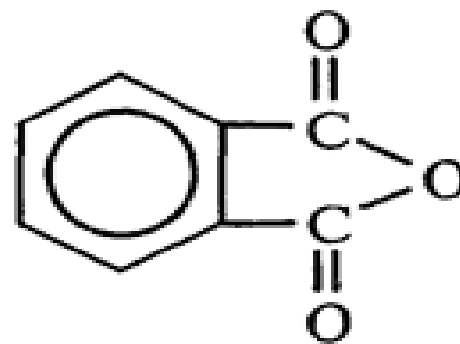
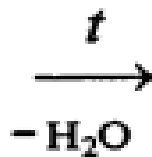
# Решение

3) Вещество Б – фталевый ангидрид.

Уравнение реакции:



фталева́я кислота



фталево́ый анги́дрид

## Задача 35/4

Органическое вещество А содержит 57,83 % углерода и 38,55 % кислорода по массе, остальное – водород. Это вещество используют в производстве полимеров и синтетических волокон. Его получают окислением ароматического углеводорода Б ряда бензола кислородом воздуха. Молекулы А и Б содержат одинаковое число атомов углерода.

На основании данных в условии задачи:

- 1) проведите необходимые вычисления (указывайте единицы измерения искомых физических величин) и определите молекулярную формулу вещества А;
- 2) установите его структурную формулу, однозначно отражающую порядок связи атомов в его молекуле;
- 3) напишите уравнение его получения из вещества Б и кислорода.

## Решение

1) Определяем молекулярную формулу вещества А:

$$n(\text{C}) : n(\text{H}) : n(\text{O}) = (57,83/12) : (3,62/1) : (38,55/16) = 2 : 1,5 : 1 = 4 : 3 : 2.$$

Простейшая формула –  $\text{C}_4\text{H}_3\text{O}_2$ .

Однако вещество А образуется при окислении гомолога бензола, поэтому содержит не менее 7 атомов углерода.

# Решение

При выводе молекулярной формулы из простейшей принимается также идея о том, что в молекуле кислородсодержащего соединения должно быть чётное число атомов водорода.

Молекулярная формула –  $C_8H_6O_4$



## Решение

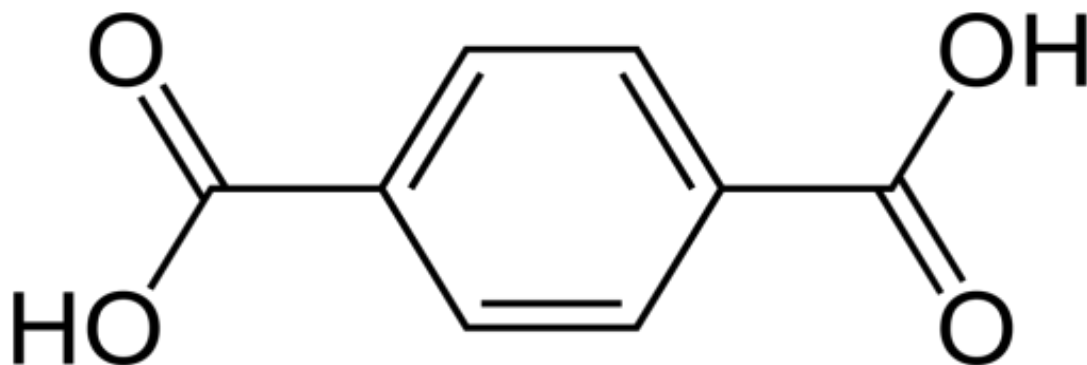
Вещество А образуется при окислении углеводорода и содержит 4 атома кислорода. Это свидетельствует в пользу того, что А – двухосновная кислота.

То, что она используется в производстве волокон, позволяет сделать вывод, что карбоксильные группы расположены в *пара*-положении относительно друг друга.



# Решение

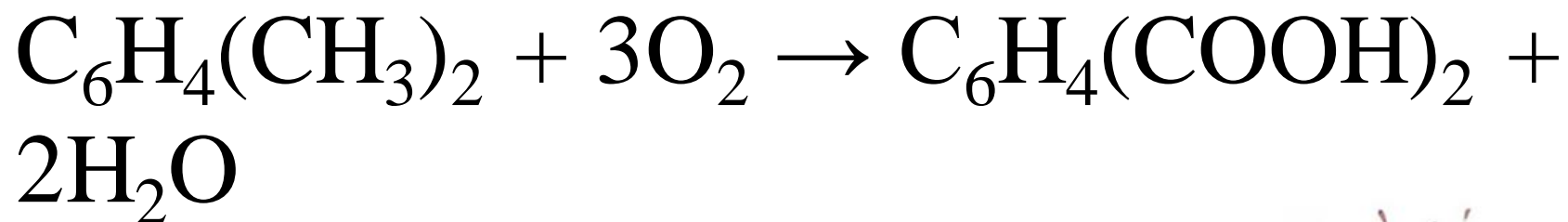
Вещество А – терефталевая (бензол-1,4-дикарбоновая кислота):



# Решение

Углеводород Б – *пара*-ксилол (1,4-диметилбензол).

Уравнение реакции:



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!

