

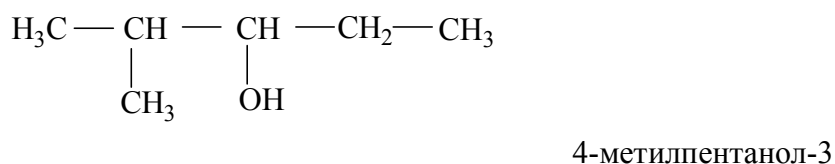
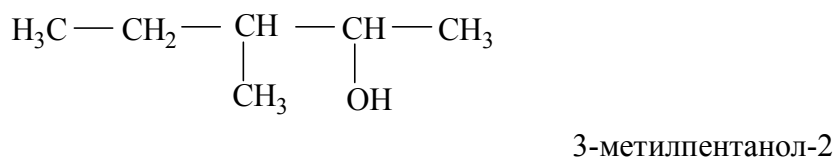
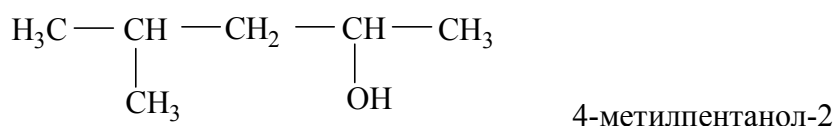
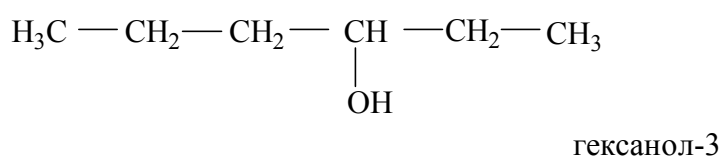
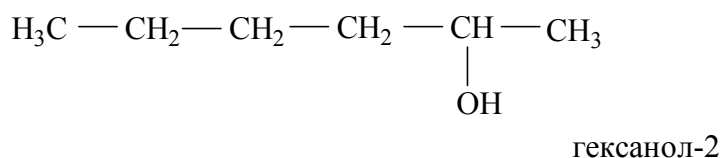
### ЗАДАНИЕ 3

#### Примеры решения задач

##### Пример 1.

Напишите все изомеры вторичных спиртов гексанола и назовите их по заместительной номенклатуре.

Решение:



##### Пример 2.

На нейтрализацию смеси фенола и этанола затрачен раствор объемом 50 мл с массовой долей гидроксида натрия 18 % и плотностью 1,2 г/мл. Такая же масса смеси реагирует с металлическим натрием массой 9,2 г. Определите массовые доли фенола и этанола в смеси.

Дано:

$$V(\text{р-ра NaOH}) = 50 \text{ мл}$$

$$\omega(\text{NaOH}) = 18 \%$$

$$\rho = 1,2 \text{ г/мл}$$

$$m(\text{Na}) = 9,2 \text{ г}$$

$$M(\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}) = 94 \text{ г/моль}$$

$$M(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 46 \text{ г/моль}$$

$$M(\text{Na}) = 23 \text{ г/моль}$$

$$M(\text{NaOH}) = 40 \text{ г/моль}$$

*Найти:*

$$\omega(\text{C}_6\text{H}_5\text{OH})$$

$$\omega(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH})$$

*Решение:*

С раствором гидроксида натрия реагирует только фенол, этанол не взаимодействует. С металлическим натрием реагируют оба компонента смеси. Запишем уравнения реакций:



По уравнению (1) рассчитаем количество вещества фенола в смеси. Определим количество вещества гидроксида натрия в 50 мл 18 %-ного раствора. Масса раствора равна:

$$m(\text{р-ра}) = V \cdot \rho = 50 \cdot 1,2 = 60 \text{ (г)}, \text{ тогда}$$

$$m(\text{NaOH}) = \frac{\omega \cdot m(\text{р-ра})}{100} = \frac{18 \cdot 60}{100} = 10,8 \text{ (г)}, \text{ следовательно,}$$

$$n = \frac{m}{M} = \frac{10,8}{40} = 0,27 \text{ (моль)}.$$

По уравнению реакции (1) соотношение  $n(\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}) : n(\text{NaOH})$  равно 1 : 1, следовательно, в реакцию вступило 0,27 моль фенола. Вычислим его массу:

$$m(\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}) = n \cdot M = 0,27 \cdot 94 = 25,38 \text{ (г)}.$$

По уравнению реакции (2) с фенолом реагирует 0,27 моль натрия (соотношение  $n(\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}) : n(\text{Na})$  равно 1 : 1). Остальной натрий реагирует по уравнению (3) с этанолом. Вычислим количество вещества натрия, вступившего в реакции (2) и (3):

$$n = \frac{m}{M} = \frac{9,2}{23} = 0,4 \text{ (моль)}, \text{ тогда на реакцию (3) расходуется:}$$

$$n_3(\text{Na}) = n(\text{Na}) - n_2(\text{Na}) = 0,4 - 0,27 = 0,13 \text{ (моль)}.$$

Следовательно, этанола в смеси 0,13 моль (по уравнению (3) соотношение  $n(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) : n(\text{Na})$  равно 1 : 1). Вычислим массу этанола:

$$m(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = n \cdot M = 0,13 \cdot 46 = 5,98 \text{ (г)}.$$

Общая масса смеси равна:

$$m(\text{смеси}) = m(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) + m(\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}) = 5,98 + 25,38 = 31,36 \text{ (г)}.$$

Рассчитаем массовые доли компонентов в смеси:

$$\omega(\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}) = \frac{m(\text{C}_6\text{H}_5\text{OH})}{m(\text{смеси})} \cdot 100 = \frac{25,38}{31,36} \cdot 100 = 80,93 \text{ (\%)};$$

$$\omega(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = \frac{m(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH})}{m(\text{смеси})} \cdot 100 = \frac{5,98}{31,36} \cdot 100 = 19,07 \text{ (\%)}.$$

Ответ:  $\omega(\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}) = 80,93 \text{ \%}$ ,  $\omega(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 19,07 \text{ \%}$ .

### Пример 3.

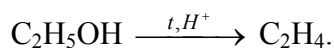
Напишите уравнения реакций, которые нужно провести для осуществления следующей цепочки превращения:  $\text{CH}_3\text{COH} \rightarrow \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \rightarrow \text{C}_2\text{H}_4 \rightarrow \text{HOCH}_2 - \text{CH}_2\text{OH}$ .

Решение:

1) Восстановление уксусного альдегида при нагревании в присутствии никелевого катализатора:



2) Дегидратация этанола при действии избытка концентрированной серной кислоты при температуре 170 °С:



3) Мягкое окисление этилена водным раствором перманганата калия (реакция Вагнера):



### Пример 4.

При окислении неизвестного кислородсодержащего предельного органического соединения массой 1,8 г аммиачным раствором нитрата серебра получили серебро массой 5,4 г. Определите состав органического вещества, подвергнутого окислению.

Дано:

$$m(\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z) = 1,8 \text{ г}$$

$$m(\text{Ag}) = 5,4 \text{ г}$$

$$M(\text{Ag}) = 107,8 \text{ г/моль}$$

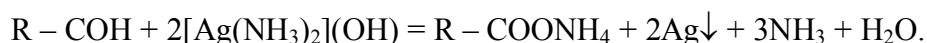
Найти:



Решение:

С аммиачным раствором нитрата серебра с образованием металлического серебра взаимодействуют альдегиды (реакция «серебряного зеркала»), следовательно, искомым

кислородсодержащий углеводород имеет общую формулу R – COH. Запишем уравнение реакции:



Вычислим количество вещества образовавшегося серебра:

$$n = \frac{m}{M} = \frac{5,4}{107,8} = 0,05 \text{ (моль)}, \text{ следовательно,}$$

количество вещества альдегида равно 0,025 моль ( $n(\text{R} - \text{COH}) : n(\text{Ag})$  равно 1 : 2).  
Вычислим молярную массу альдегида:

$$M = \frac{m}{n} = \frac{1,8}{0,025} = 72 \text{ (г/моль)}.$$

Общая формула предельных альдегидов:  $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{COH}$ . Молярная масса определяется следующим образом:

$$M(\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{COH}) = n \cdot M(\text{C}) + (n + 1) \cdot M(\text{H}) + M(\text{C}) + M(\text{O}) + M(\text{H}) = n \cdot 12 + (2n + 1) \cdot 1 + 12 + 16 + 1 = 14n + 30 = 72 \text{ (г/моль)}.$$

Получили:  $14n + 30 = 72$ ,  $n = 3$ , искомым альдегид –  $\text{C}_3\text{H}_7\text{COH}$  – бутаналь.

*Ответ:*  $\text{C}_3\text{H}_7\text{COH}$ .

### **Пример 5.**

Определите массу этилацетата, который можно получить в реакции этерификации этанола массой 1,61 г и уксусной кислоты массой 1,80 г, если выход продукта составляет 75 %.

*Дано:*

$$m(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 1,61 \text{ г}$$

$$m(\text{CH}_3\text{COOH}) = 1,80 \text{ г}$$

$$\eta(\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5) = 75 \%$$

$$M(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 46 \text{ г/моль}$$

$$M(\text{CH}_3\text{COOH}) = 60 \text{ г/моль}$$

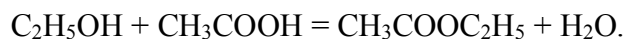
$$M(\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5) = 88 \text{ г/моль}$$

*Найти:*

$$m(\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5)$$

*Решение:*

Запишем уравнение реакции взаимодействия этилового спирта с уксусной кислотой:



Так как по условию задачи даны массы спирта и кислоты, рассчитаем количество вещества и определим, какое из веществ взято в избытке:

$$n(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = \frac{m}{M} = \frac{1,61}{46} = 0,035 \text{ (моль)};$$

$$n(\text{CH}_3\text{COOH}) = \frac{m}{M} = \frac{1,8}{60} = 0,030 \text{ (моль)}.$$

По уравнению реакции соотношение  $n(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) : n(\text{CH}_3\text{COOH})$  равно 1 : 1, по условию задачи соотношение  $n(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) : n(\text{CH}_3\text{COOH})$  равно 0,035 : 0,030, следовательно, спирт взят в избытке, расчеты проводим по кислоте.

В реакцию вступило 0,03 моль уксусной кислоты, следовательно образовалось 0,03 моль этилацетата ( $n(\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5) : n(\text{CH}_3\text{COOH})$  равно 1 : 1), вычислим его массу:

$$m(\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5) = n \cdot M = 0,03 \cdot 88 = 2,64 \text{ (г)}.$$

Это масса, рассчитанная по уравнению реакции, или теоретический выход. Определим практическую массу этилацетата, учитывая, что выход продукта составляет 75 %:

$$m(\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5) = \frac{\eta \cdot m(\text{теор.})}{100} = \frac{75 \cdot 2,64}{100} = 1,98 \text{ (г)}.$$

*Ответ:*  $m(\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5) = 1,98 \text{ г}.$

### **Пример 6.**

Напишите уравнения и условия протекания реакций, при помощи которых можно осуществить следующие превращения: оксид углерода (IV) → крахмал → глюкоза → этиловый спирт.

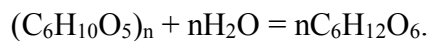
*Решение:*

1) Крахмал образуется в растениях при фотосинтезе:

$6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{h\nu, \text{хлорофилл}} \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2$ , затем глюкоза превращается в крахмал:



2) При нагревании в кислой среде происходит гидролиз крахмала и образование  $\alpha$ -глюкозы:



3) Под действием ферментов происходит спиртовое брожение глюкозы:

