

## Решение варианта 2

1. Молекулярная формула соединения  $C_{20}H_{32}O_2$ . Массовые доли элементов в нем:

$$\omega(C) = 20 \cdot 12 / 304 = 0.7894 \text{ или } 78.94\%;$$

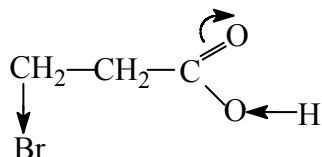
$$\omega(H) = 32 \cdot 1 / 304 = 0.1053 \text{ или } 10.53\%;$$

$$\omega(O) = 2 \cdot 16 / 304 = 0.1053 \text{ или } 10.53\%.$$

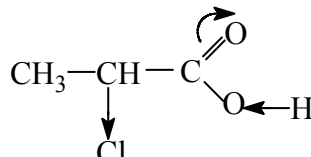
2. P:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$

K<sup>+</sup>:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$

3.



*3-бромпропановая кислота*



*2-хлорпропановая кислота*

2-хлорпропановая кислота сильнее 3-бромпропановой, так как –I-эффект атома Cl больше, чем у атома Br, кроме того, I-эффект затухает при передаче по цепи углеродных атомов. Следовательно, частичный положительный заряд на углеродном атоме карбоксильной группы молекулы 2-хлорпропановой кислоты больше, чем в молекуле 3-бромпропановой кислоты, а связь между протоном и атомом кислорода слабее.

4. Возьмем 1 моль исходной смеси и обозначим за  $x$  количество кислорода. Выразим среднюю молярную массу смеси:

$$M_{\text{cp}} = 32x + 4(1 - x) = 28x + 4.$$

Массовая доля кислорода в смеси:

$$\omega(O_2) = \frac{32x}{28x + 4} = 0.915.$$

Отсюда  $x = 0.574$ . Найдем среднюю молярную массу смеси:

$$M_{\text{cp}} = 28 \cdot 0.574 + 4 = 20.07 \approx 20 \text{ г/моль}.$$

Плотность газовой смеси не изменится, если к ней добавить газ с молярной массой, равной средней молярной массе смеси. Массу 20 г/моль имеют фтороводород и неон.

*Ответ:* HF или Ne.

5. Сера растворяется в щелочах при нагревании:



Для растворения потребовалось

$$v(KOH) = \frac{400 \cdot 0.08}{56} = 0.6 \text{ моль}.$$

Значит, растворено было 0.3 моль серы. Для получения данного количества серы необходимо 0.15 моль  $FeS_2$ , т.к.  $v(S) = 2v(FeS_2)$ .

Масса дисульфида железа составит  $m = 120 \cdot 0.15 = 18 \text{ г}$ .

*Ответ:* 18 г  $FeS_2$ .

6. Закон разведения Оствальда связывает степень диссоциации кислоты с ее концентрацией и константой диссоциации:

$$K_{\text{дис}} = \frac{\alpha^2 C}{1 - \alpha} \approx \alpha^2 C.$$

Пусть количество хлорноватистой кислоты в растворе было  $\nu$  моль, а объем исходного раствора составлял  $V$  литров. Тогда молярные концентрации исходного и разбавленного в два раза растворов составляют:

$$C_1 = \frac{\nu}{V} \quad \text{и} \quad C_2 = \frac{\nu}{2 \cdot V} = 0.5C_1 \text{ моль/л}.$$

Поскольку значение константы диссоциации кислоты не зависит от концентрации раствора, выразим  $K_{\text{дис}}$  для двух растворов и приравняем эти величины:

$$K_{\text{дис}} = \alpha_1^2 \cdot C_1 = 0.0005^2 \cdot C_1; \quad K_{\text{дис}} = \alpha_2^2 \cdot C_2 = \alpha_2^2 \cdot 0.5C_1.$$

$$0.00052 \cdot C_1 = \alpha_2^2 \cdot 0.5C_1;$$

отсюда  $\alpha_2 = 0.00071$  или  $0.071\%$ .

Поскольку  $\text{pH} = -\lg[\text{H}^+]$ , а концентрация ионов водорода в растворе кислоты может быть выражена через ее концентрацию и степень диссоциации следующим образом:

$$[\text{H}^+] = \alpha \cdot C,$$

получаем значение pH исходного раствора

$$\text{pH}_1 = -\lg(\alpha_1 C_1) = -\lg(0.0005 \cdot C_1) = -\lg 0.0005 - \lg C_1 = 3.30 - \lg C_1.$$

В разбавленном растворе:

$$\text{pH}_2 = -\lg(\alpha_2 C_2) = -\lg(0.00071 \cdot 0.5 \cdot C_1) = -\lg 0.000355 - \lg C_1 = 3.45 - \lg C_1.$$

Таким образом, при разбавлении вдвое раствора хлорноватистой кислоты pH увеличится на величину

$$\text{pH}_2 - \text{pH}_1 = 3.45 - \lg C_1 - (3.3 - \lg C_1) = 0.15.$$

*Ответ:*  $0.071\%$ ; pH увеличится на  $0.15$ .

7. 1)  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + \text{HCl}(\text{газ}) \rightarrow \text{C}_2\text{H}_5\text{Cl} + \text{H}_2\text{O}$ ;

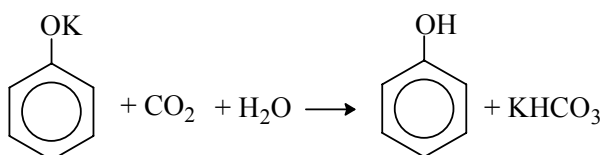
2)  $2\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl} + 2\text{Na} \xrightarrow{\text{эфир}} \text{C}_4\text{H}_{10} + 2\text{NaCl}$ ;

3)  $\text{C}_4\text{H}_{10} + \text{Cl}_2 \xrightarrow{h\nu} \text{CH}_3\text{-CHCl-CH}_2\text{-CH}_3 + \text{HCl}$ ;

4)  $\text{CH}_3\text{-CHCl-CH}_2\text{-CH}_3 + \text{NaOH} \xrightarrow{\text{спирт}} \text{CH}_3\text{-CH=CH-CH}_3 + \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ ;

5)  $\text{C}_4\text{H}_8 + 6\text{O}_2 \rightarrow 4\text{CO}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$ ;

6)



*Ответ:* X –  $\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl}$ ; Y –  $\text{C}_4\text{H}_9\text{Cl}$ ; Z –  $\text{C}_6\text{H}_5\text{-OK}$ .

8. 1)  $\text{Cu} + \text{Cl}_2 \xrightarrow{t^\circ} \text{CuCl}_2$ ;

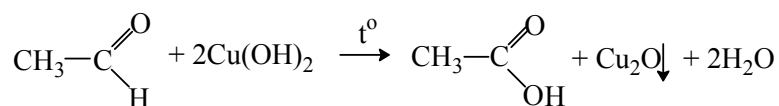
2)  $\text{CuCl}_2 + 2\text{AgNO}_3 \rightarrow 2\text{AgCl}\downarrow + \text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ ;

3)  $2\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \xrightarrow{t^\circ} 2\text{CuO} + 4\text{NO}_2\uparrow + \text{O}_2\uparrow$ ;

4)  $\text{CuO} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{CuSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ ;

5)  $\text{CuSO}_4 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Cu}(\text{OH})_2\downarrow + \text{Na}_2\text{SO}_4$ ;

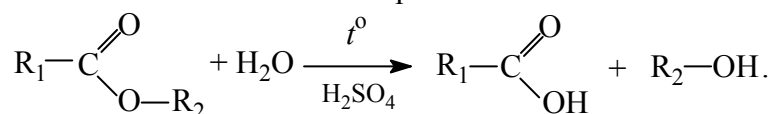
6)



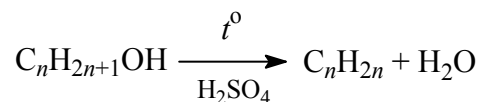
*Ответ:* X –  $\text{CuCl}_2$ ; Y –  $\text{CuO}$ ; Z –  $\text{Cu}(\text{OH})_2$ .

9.

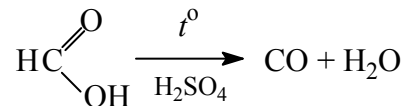
10. Нагревание с серной кислотой вызывает кислотный гидролиз сложного эфира с образованием равных количеств кислоты и спирта:



Очевидно, что полученные спирт и кислота взаимодействуют с концентрированной серной кислотой при нагревании, превращаясь в газообразные продукты. В этом случае газы также образуются в равных количествах, и только один из них будет реагировать с водным раствором перманганата калия, что приведет к уменьшению объема смеси вдвое. По-видимому, один из газов – это алкен, полученный дегидратацией предельного спирта:



Именно алкен будет реагировать с водным раствором перманганата, образуя диол. Тогда второй газ образуется из кислоты. Такое возможно, если эфир был образован муравьиной кислотой, и тогда выделяющийся газ – это CO, не взаимодействующий с перманганатом:



По условию, плотность газовой смеси после удаления алкена не изменилась. Значит, молярная масса алкена была равна молярной массе оставшегося компонента – оксида углерода(II).  $M(\text{CO}) = 28$  г/моль, и такую же массу имеет этан  $\text{C}_2\text{H}_6$ .

Формула искомого сложного эфира  $\text{HCOOC}_2\text{H}_5$ .

*Ответ:*  $\text{HCOOC}_2\text{H}_5$ .