



**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В. ЛОМОНОСОВА**

ОЛИМПИАДНАЯ РАБОТА

Наименование олимпиады школьников: **«Ломоносов»**

Профиль олимпиады: **Химия**

ФИО участника олимпиады: **Баркалова Вероника Дмитриевна**

Класс: **11**

Технический балл: **98**

Дата проведения: **27 февраля 2022 года**

Работа 9291769

Проверил Карпушкин

сумма = **98 б.**

Задание 1.

Верно, **8 баллов**

Задание 2

Верно, **16 баллов**

Задание 3

Верно, **16 баллов**

Задание 4

Обоснование выбора спиртов отсутствует, **18 баллов**

Задание 5

Верно, **20 баллов**

Задание 6

Верно, **20 баллов**

№3.

Вариант 1

Микрохим

стр 1

Определим в-ва А и В.

$$\frac{J(B)}{J(A)} = \frac{1,86}{1} \Rightarrow X(B) = \frac{1,86}{2,86} \approx 0,65, \quad X(A) = 0,35$$

(X - мольная доля)

$M(B) = 2M(A)$, т.к. диметризация

$$M_{cp} = X_1 M_1 + X_2 M_2 = 0,65 M(B) + 0,35 M(A) =$$

$$= 0,65 \cdot 2 \cdot M(A) + 0,35 M(A) = 75,9 \text{ г/моль}$$

$$\Rightarrow M(A) = 46 \text{ г/моль}$$

Подходит А - NO_2 , В - N_2O_4 .

т.к. равновесие, \Rightarrow скорость прямой р-ии (1) равна скорости обратной (-1)

Константа прямой реакции выражена в $\frac{M}{мин}$ $M^{-1} \cdot мин^{-1}$

\Rightarrow все верно, это второй порядок. K_{-1} будет в $мин^{-1}$

$$\Rightarrow r_1 = r_{-1} \Rightarrow k_1 \cdot p_A^2 = k_{-1} p_B$$

$$\Rightarrow K_{равн} = \frac{p_B}{p_A^2} = \frac{k_1}{k_{-1}} \Rightarrow k_{-1} = \frac{k_1}{K_{равн}}$$

константа равновесия \uparrow одинаково такое выражение не подойдет по размерности. \Rightarrow необходимо брать константу через концентрации, но

~~$$K_{равн} = \frac{J_B}{J_A^2} = \frac{p_B}{p_A^2}$$~~

так как у газов нет концентраций, то выразить ее через молы:

$$K_{равн} = \frac{J_B}{J_A^2} \cdot V_{сосуда} = \frac{k_1}{k_{-1}}$$

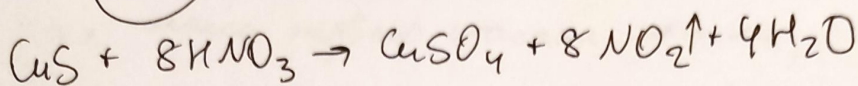
Найдем J_B и J_A

$$pV = JRT, \quad J = \frac{pV}{RT} = \frac{101,325 \cdot 1}{8,314 \cdot (273+30)} = 0,0402 \text{ моль}$$

$$\Rightarrow J_B = 0,02613 \text{ моль}, \quad J_A = 0,01407 \text{ моль} \Rightarrow k_{-1} = \frac{k_1}{K_{равн}} = \frac{k_1 \cdot J_A^2}{J_B \cdot V_{сосуда}} = 3,79 \cdot 10^{-5} \text{ мин}^{-1}$$

ответ: $k_{-1} = 3,79 \cdot 10^{-5} \text{ мин}^{-1}$

155.



~~$m = m_{\text{р-ра}} \cdot \omega + m_{\text{в-ва}}$~~

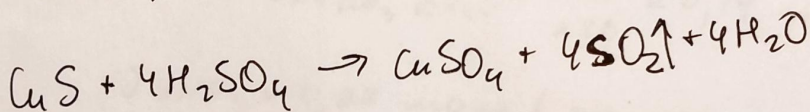
$$m(\text{CuS}) = 9,62, \quad \nu_{\text{CuS}} = \frac{m}{M} = \frac{9,6}{63,6 + 32} \approx 0,1 \text{ моль}$$

$$\nu_{\text{HNO}_3} = \frac{m_{\text{р-ра}} \cdot \omega_{\text{HNO}_3}}{M_{\text{HNO}_3}} = \frac{120 \cdot 0,63}{63} = 1,2 \text{ моль}$$

ν_{HNO_3} для р-ции: 0,8 моль, \Rightarrow CuS растворился полностью

$$M_{\text{остатка 1}} = M_{\text{HNO}_3} + m_{\text{CuS}} - m_{\text{NO}_2} = 120 + 9,6 - \nu(\text{CuS}) \cdot 8 \cdot M(\text{NO}_2) =$$

$$= 129,6 - 0,1 \cdot 8 \cdot 46 = 92,8 (2)$$



~~остатка~~

$$m(\text{CuS}) = 9,62, \quad \nu_{\text{CuS}} = 0,1 \text{ (моль)}$$

$$\nu_{\text{H}_2\text{SO}_4} = \frac{m_{\text{р-ра}} \cdot \omega_{\text{H}_2\text{SO}_4}}{M_{\text{H}_2\text{SO}_4}} = \frac{147 \cdot 0,98}{32 + 16 \cdot 4 + 2} = 1,47 \text{ моль}$$

$\nu_{\text{H}_2\text{SO}_4}$ для р-ции = 0,4 моль \Rightarrow CuS р-вится полностью

$$M_{\text{остатка 2}} = m_{\text{р-ра}} \text{H}_2\text{SO}_4 + m_{\text{CuS}} - m_{\text{SO}_2} = 142,7 + 9,6 -$$

$$- \nu_{\text{CuS}} \cdot 4 \cdot M_{\text{SO}_2} = 152,3 - 0,1 \cdot 4 \cdot 64 = 126,7 (2)$$

остат:

$$\Rightarrow \text{разница в массе остатков } \Delta m = 126,7 - 92,8 = 33,9 (2)$$

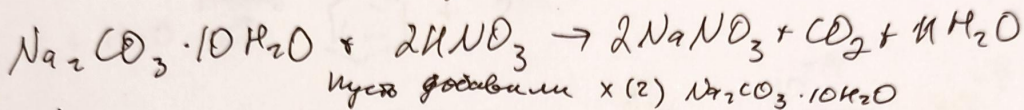
проблемы №5

Мисловник

ср 3

т.к. масса первого стакана меньше,

⇒ $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ необходимо добавить в 1-й стакан.



Итого добавили $x(2)$ $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$

$$m_{\text{ср}1} = m_{\text{ср}1} + x - \frac{x}{M(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O})} \cdot M(\text{CO}_2) = m_{\text{ср}2} = 126,7$$

HNO_3 осталось: $1,2 - 0,8 = 0,4$ моль.

$$92,8 + x - \frac{x}{286} \cdot 44 = 126,7$$

$$x = 40,1(2)$$

$$\text{Проверим: } \nu_{\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}} = \frac{40,1}{286} = 0,14 \text{ моль}$$

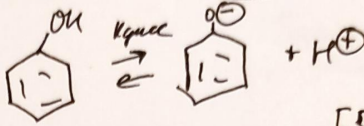
$\nu_{\text{HNO}_3} = 0,28$ моль (по меньше 0,4, ⇒ все верно)

Ответ: надо добавить 40,1(2) в 1 стакан $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$

152

Условие

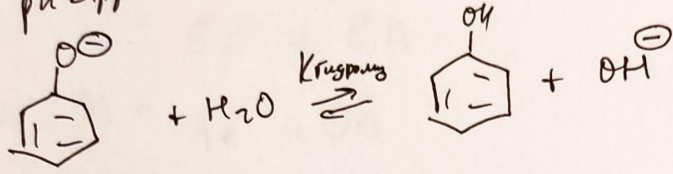
ср 4



$$K_{\text{дис}} = \frac{[\text{C}_6\text{H}_5\text{O}][\text{H}^+]}{[\text{C}_6\text{H}_5\text{O}^-]}$$

$$K_{\text{дис}} = 10^{-10}$$

$$\text{pH} = 11$$



$$K_{\text{гидролиз}} = K_{\text{г}} = \frac{[\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}][\text{OH}^-][\text{H}^+]}{[\text{C}_6\text{H}_5\text{O}^-][\text{H}^+]} = \frac{K_w}{K_{\text{дис}}} = \frac{10^{-14}}{10^{-10}} = 10^{-4}$$

$$\text{pH} = 11, [\text{H}^+] = 10^{-11}, [\text{OH}^-] = \frac{10^{-14}}{10^{-11}} = 10^{-3}$$

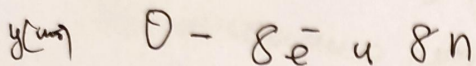
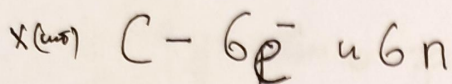
$$10^{-4} = \frac{[\text{PhOH}][\text{OH}^-]}{[\text{PhO}^-]} = \frac{[\text{OH}^-]^2}{C - [\text{OH}^-]} = \frac{(10^{-3})^2}{C - 10^{-3}}$$

$$\Rightarrow C = 0,011 \text{ M}$$

$$\text{Ответ: } C_{\text{нор}} = 0,011 \text{ M}$$

151

микробик (стр 5)



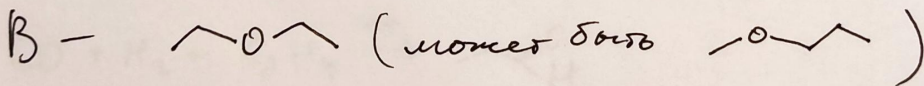
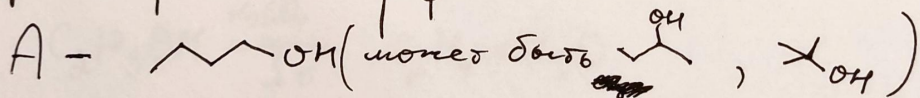
$$\begin{cases} 6x + 8y + z = 42 \\ 6x + 8y = 32 \end{cases} \Rightarrow z = 10$$

$$x = \frac{16 - 4y}{3}, \quad x, y, z \in \mathbb{Z}$$

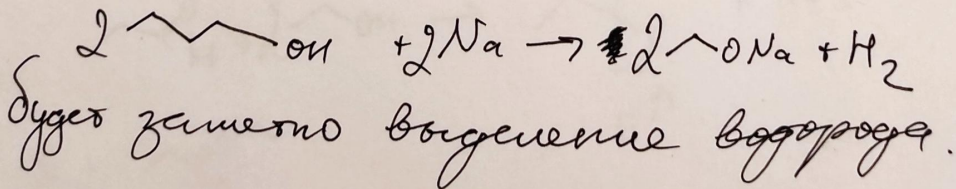
при y = 1 подходит x = 4

⇒ молекулярная формула изомеров - C₄H₁₀O
т.к. А и В из разных классов, ⇒ одно из в-в-спрт,

второе - простой эфир.

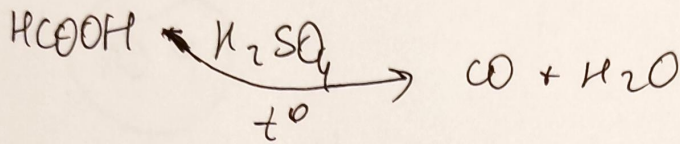


простое эфиры не реагируют с щелочными металлами, в отличие от спиртов:



(56)

по условию заданы одно из В-В + кислота,
по эмпирию получено HCOOH , $\Rightarrow \text{A} - \text{HCOOH}$
 $\Rightarrow \text{B} - \text{CO}$

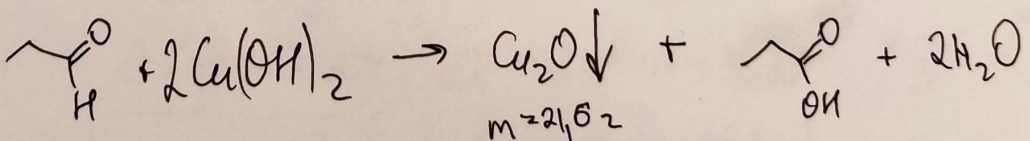
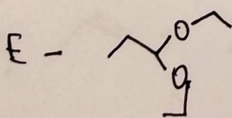
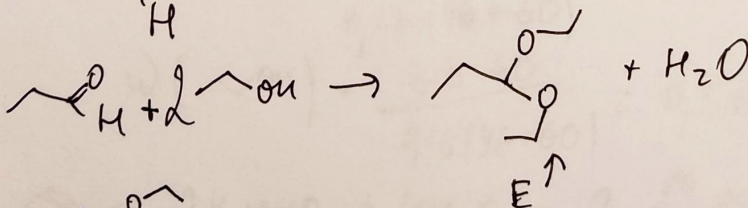
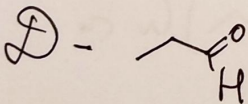
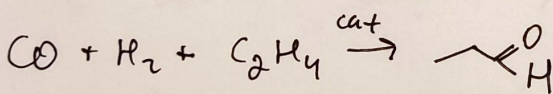
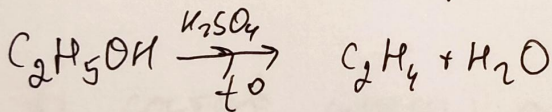


Второе соединение вероятно спирт, γ -алкен

$$D_{\text{O}_2} = 0,875, \Rightarrow M_{\text{sp}} = 28 \text{ г/моль}$$

$$M(\text{CO}) = 28 \text{ г/моль} \Rightarrow M_{\text{C}_n\text{H}_{2n}} = 28$$

$$\Rightarrow \Gamma - \text{C}_2\text{H}_4 (=), \text{ Б} - \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$$



прохождение №6

методом (ср?)

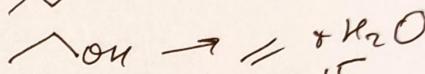
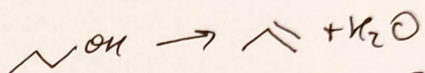
$$n_{H_2O} = \frac{m_{H_2O}}{63,6 \cdot 2 + 16} = 0,1508 \text{ (моль)} = n(\text{C}_3\text{H}_8\text{O})$$

$$\Rightarrow m(O) = n \cdot M = 0,1508 \cdot (12 \cdot 3 + 16 + 6) = 8,7464 \approx 8,75 \text{ (г)}$$

$$\text{Ответ: } m(O) = 8,75 \text{ (г)}$$

№4

$$n_{\text{продукт}} = \frac{pV}{RT} \approx 0,3$$



Если принять, что n каждого вещества = 0,15

получим $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$ и $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$

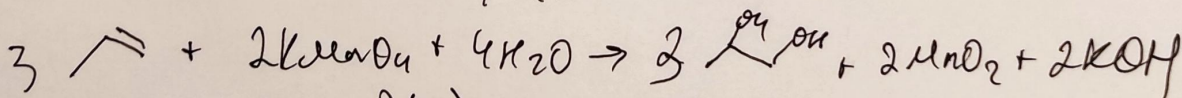
$$0,15 \cdot (12 \cdot 3 + 8 + 16) + 0,15 \cdot (12 \cdot 2 \cdot 6 + 16) = 15,9$$

$$15,9 = 15,9$$

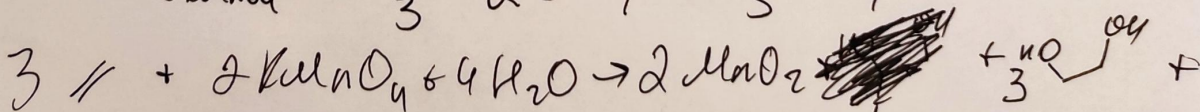
\Rightarrow состав смеси: $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$ и $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$
1 : 1 по молям

$$\Rightarrow \omega(\text{C}_2\text{H}_6\text{O}) = \frac{0,15 \cdot 46}{0,15 \cdot (46 + 60)} = 0,434$$

$$\omega(\text{C}_3\text{H}_8\text{O}) = \frac{0,15 \cdot 60}{0,15 \cdot (46 + 60)} = 0,566$$



$$n_{\text{KMnO}_4} = \frac{n(\text{C}_3)}{3} \cdot 2 = 0,15 \cdot \frac{2}{3} = 0,1 \text{ моль}$$



$$n_{\text{KMnO}_4} = \frac{2}{3} n(\text{C}_2) = 0,1 \text{ моль} + 2 \text{KOH}$$

продолжение 54

микролампа (ср8)

$$\Rightarrow I_{\text{клин. лам.}} = 0,2 \text{ мА}$$

$$C_{\text{клин. лам.}} = 0,4 \text{ М}$$

$$\Rightarrow V = \frac{I}{C} = \frac{0,2}{0,4} = 0,5 \text{ А}$$

Ответ: 0,5 (А)