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

# ОЛИМПИАДНАЯ РАБОТА

Наименование олимпиады школьников: **«Ломоносов»**

Профиль олимпиады: **Химия**

ФИО участника олимпиады: **Талалаев Вячеслав Александрович**

Класс: **11**

Технический балл: **98**

Дата проведения: **27 февраля 2022 года**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 10113128 | 98 | 8 | 16 | 16 | 20 | 20 | 18 |

Хорошутин А.В.

№1 $C_x H_y O_z$

$N_M = 42 - 32 = 10 \Rightarrow$ $N_C = 4$, $N_O = 1$

$C_4H_{10}O$

Изомеры:

$CH_3-CH_2-O-CH_2-CH_3$ Добавить Na

и

$2\,CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-OH + 2Na \rightarrow H_2\uparrow +$

выделение газа

$+ 2\,CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-ONa$

№2

$$C_6H_5ONa + H_2O \rightleftarrows C_6H_5OH + NaOH$$

$$C_6H_5O^- + \cancel{Na^+} + H_2O \rightleftarrows C_6H_5OH + \cancel{Na^+} + OH^-$$

$$K_r = \frac{[C_6H_5OH][OH^-]}{[C_6H_5O^-]}$$

$$K_r = \frac{10^{-14}}{K_g} = \frac{10^{-14}}{10^{-10}} = 10^{-4}$$

$$K_r = \frac{[OH^-]^2}{C - [OH^-]}$$

$$[OH^-] = \frac{10^{-14}}{[H^+]} = [H^+] = p^{-pH} = 10^{-11} \frac{моль}{л}$$

$$[OH^-] = \frac{10^{-14}}{10^{-11}} = 10^{-3} \frac{моль}{л}$$

$$10^{-4} = \frac{(10^{-3})^2}{C - 10^{-3}};$$

$$C = 10^{-2} + 10^{-3} = 0{,}011 \text{ моль/л}$$

Ответ: $C_6H_5ONa = 0{,}011$ моль/л

№3

$2A \rightleftarrows B$

$$\nu_{\text{смеси } A+B} = \frac{PV}{RT} = \frac{101{,}325 \cdot 1}{8{,}314 \cdot 303} = 0{,}04 \text{ моль}$$

$$\nu_A = \frac{1}{2{,}86} \cdot 0{,}04 = 0{,}014 \text{ моль}$$

$$\nu_B = 0{,}04 - 0{,}014 = 0{,}026 \text{ моль}$$

$$M_{\text{смеси } A+B} = 75{,}9 \frac{0{,}014 \cdot M_A + 0{,}026 \cdot M_B}{0{,}04}$$

$$M_B = 2M_A$$

$$75{,}9 = \frac{0{,}014 \cdot M_A + 0{,}026 \cdot 2M_A}{0{,}04} \Longrightarrow M_A = 46 \text{ г/моль}$$

$$M_B = 2M_A = 92 \text{ г/моль}$$

$$NO_2 \rightleftarrows N_2O_4$$

$$K = \frac{K_1}{K_{-1}} = \frac{[N_2O_4]}{[NO_2]^2}$$

$$[NO_2] = \frac{0{,}014}{1} \frac{\text{моль}}{\text{л}}$$

$$[N_2O_4] = \frac{0{,}026}{1} \frac{\text{моль}}{\text{л}}$$

$$K = \frac{5 \cdot 10^{-3}}{K_{-1}} = \frac{0{,}026}{0{,}014^2} \qquad K_{-1} = 3{,}8 \cdot 10^{-5}$$

Ответ: $3{,}8 \cdot 10^{-5}$ $\frac{1}{\text{л}}$

№4

$C_nH_{2n+1}OH \xrightarrow[t^o]{H_2SO_4} C_nH_{2n} + H_2O$

$C_mH_{2m+1}OH \xrightarrow[t^o]{H_2SO_4} C_mH_{2m} + H_2O$

$\nu_{алкенов} = \frac{PV}{RT} = \frac{101,325 \cdot 11,15}{8,314 \cdot 453} = 0,3$ моль

$x + y = 0,3$

$M_{смеси\ спиртов} = \frac{15,9}{0,3} = 53$ г/моль $\Rightarrow$

$\Rightarrow$ один из спиртов этанол $C_2H_5OH$, $n = 2$

$\begin{cases} x + y = 0,3 \\ 46x + y(14m + 18) = 15,9 \end{cases}$ $x = 0,3 - y$

$46(0,3 - y) + 14my + 18y = 15,9$

$14my - 28y = 2,1 \Rightarrow y = \frac{2,1}{14m - 28}$

$m \geq 3$ $0,3 > y > 0$

При $n = 3$ $y = 0,15$

Второй спирт пропанол-1 $CH_3-CH_2-CH_2-OH$

$\omega_{C_2H_5OH} = \frac{0,15 \cdot 46}{15,9} = 0,43$ или 43 %

№4 $\omega C_3H_7OH = \frac{0,15 \cdot 60}{15,9} = 0,56$ или 56%

$$C_2H_5OH \xrightarrow[180\,t^\circ]{H_2SO_4} CH_2 = CH_2 + H_2O$$

$$CH_3 - CH_2 - CH_2OH \xrightarrow[180^\circ t]{H_2SO_4} CH_3 - CH = CH_2 + H_2O$$

$$3CH_2 = CH_2 + 2KMnO_4 + 4H_2O \rightarrow$$

$$\rightarrow 3\,CH_2(OH) - CH_2(OH) + 2MnO_2\downarrow + 2KOH$$

$$3CH_3 - CH = CH_2 + 2KMnO_4 + 4H_2O \rightarrow$$

$$\rightarrow 3\,CH_3 - CH(OH) - CH_2(OH) + 2MnO_2\downarrow + 2KOH$$

$\nu KMnO_4 = \frac{2}{3}\nu$ алкенов $= 0,2$ моль

$V_{р-ра\ KMnO_4} = \frac{0,2\ моль}{0,4\ л} = 0,5\ л$

№5

$$\overset{0,1\text{ моль}}{CuS} + 10HNO_{3(к)} \xrightarrow{t^\circ} Cu(NO_3)_2 + H_2SO_4 + \overset{0,8\text{ моль}}{8NO_2\uparrow} + 4H_2O$$

$$\overset{0,1\text{ моль}}{CuS} + 4H_2SO_{4(к)} \xrightarrow{t^\circ} CuSO_4 + 4\overset{0,4\text{ моль}}{SO_2\uparrow} + 4H_2O$$

$\nu CuS = \frac{9,6}{96} = 0,1$ моль – недостаток

$\nu HNO_3 = \frac{120г \cdot 0,63}{63 г/моль} = 1,2$ моль

$\nu H_2SO_4 = \frac{142,7г \cdot 0,98}{98} = 1,43$ моль

$m_{р-ра_1} = 9,6 + 120 - 0,8 \cdot 46 = 93,8г$

$= m_{р-ра_2} = 9,6 + 142,7 - 0,4 \cdot 64 = 126,7$

$m_{р-ра_2} > m_{р-ра_1}$ $\Delta m = 33,9$

$$Na_2CO_3 + \underset{изб}{2HNO_3} \rightarrow 2NaNO_3 + CO_2\uparrow + H_2O$$

$$Na_2CO_3 + H_2SO_4 \rightarrow Na_2SO_4 + CO_2\uparrow + H_2O$$

$33,9 = 286x - 44x$ $x = 0,14$ моль

$m\ Na_2CO_3 \cdot 10H_2O = 286 г/моль \cdot 0,14$ моль $= 40г$

Ответ: 40г

№6.

$$\underset{\text{жидкость}}{A} \xrightarrow{+H_2SO_4} \underset{\text{газ}}{B}$$

$$\underset{\text{жидкость}}{Б} \xrightarrow{+H_2SO_4} \underset{\text{газ}}{Г}$$

$$\rightarrow \underset{\text{альдегид}}{D} \xrightarrow{+Cu(OH)_2} E$$

$M_{смеси} = 0{,}875 \cdot 32\ г/моль = 28\ г/моль$

Нет соотношения В/Г, поэтому применим

$M_B = M_Г = M_{смеси} = 28\ г/моль$

$N_2$ / $CO$ / $C_2H_4$ - ?

А - муравьиная $\Rightarrow$ В - $CO$

$$HCO_2H \xrightarrow[t^\circ]{H_2SO_4} CO\uparrow + H_2O$$

Б - этанол Г - $CH_2=CH_2$

$$CO + CH_2=CH_2 + H_2 \xrightarrow{\text{катализатор}} CH_3-CH_2-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H$$

(избыток)

$$CH_3-CH_2-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H + 2Cu(OH)_2 \xrightarrow{t^\circ} CH_3-CH_2-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H + Cu_2O\downarrow + 2H_2O$$

$\nu Cu_2O = \frac{21{,}6}{144\ г/моль} = 0{,}15$ моль

$\nu$ альдегида $= 0{,}15$ моль

$m$ альдегида $= 0{,}15$ моль $\cdot 58\ г/моль = 8{,}7\ г$