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

# ОЛИМПИАДНАЯ РАБОТА

Наименование олимпиады школьников: **«Ломоносов»**

Профиль олимпиады: **Химия**

ФИО участника олимпиады: **Клещенко Мария Дмитриевна**

Класс: **11**

Технический балл: **96**

Дата проведения: **27 февраля 2022 года**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 9695612 | **8** | **16** | **14**<br>(-1б арифм. ошибка при расчете количества вещества компонентов смеси;<br>-1б неверная размерность константы скорости) | **20** | **20** | **18**<br>(-2б не установлено вещество Е) | **96** |

Борзенко М.И.

N1 Чистовик

| | $e^-$ | $p^+$ | $n_0$ |
|---|---|---|---|
| C | 6 | 6 | 6 |
| O | 8 | 8 | 8 |
| H | 1 | 1 | 0 |

изомерные => $\nu_{C_1} = \nu_{C_2}$; $\nu_{O_1} = \nu_{O_2}$; $\nu_{H_1} = \nu_{H_2}$

$42 = 6\nu_C + 8\nu_O + 1\nu_H$

$32 = 6\nu_C + 8\nu_O$

$\nu_H = 42 - 32 = 10$ => в одной молекуле 10 атомов H

значит количество углерода не может ~~превышать~~ быть меньше 4 атомов (если предельный, то $C_4H_{10}O$)

при $\nu_C = 4$

$32 = 6 \cdot 4 + 8\nu_O$ $\quad \nu_O = \frac{32-24}{8} = 1$

при $\nu_C = 5$ $\quad \nu_O = \frac{32-30}{8} = \frac{1}{4}$ – не уд

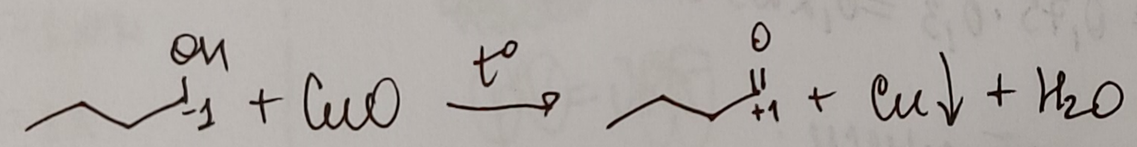
при $\nu_O = 1$ $\quad \nu_C = \frac{32-8}{6} = \frac{24}{6} = 4$

$\nu_O = 2$ $\quad \nu_C = \frac{32-16}{6} = \frac{16}{6}$ – неуд

$\nu_O = 3$ $\quad \nu_C = \frac{32-24}{6} = \frac{8}{6}$ – неуд

=> формула $C_4H_{10}O$

значит изомеры – спирт и простой эфир.




свежеполученной CuO на проволоке опустить в спирт, тогда проволока станет обратно цвета меди, а раствор будет обладать запахом, эфир так не прореагирует

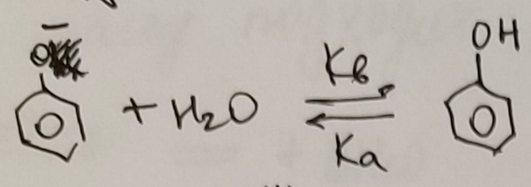
~~Черновик~~

# Чистовик

N2

$pH = 11$

$K_a = 10^{-10}$



$$K_в = \frac{10^{-14}}{K_a}$$

$$K_в = \frac{[C_6H_5O^-][OH^-]}{[C_6H_5OH]} = \frac{[OH^-]^2}{C - [OH^-]} = \frac{10^{-14}}{K_a}$$

$$[OH^-]^2 K_a = 10^{-14} c - 10^{-14}[OH^-]$$

$$[OH^-]^2 K_a + 10^{-14}[OH^-] - 10^{-14} c = 0$$

$$[OH^-] = 10^{-(14-pH)} = 10^{-3}$$

$$c = \frac{[OH^-]^2 K_a + 10^{-14}[OH^-]}{10^{-14}} = \frac{[OH^-]([OH^-]K_a + 10^{-14})}{10^{-14}} = \frac{10^{-3}(10^{-3-10} + 10^{-14})}{10^{-14}}$$

$$= 0{,}011\ M$$

---

N3

$p_0 = 1$ атм

$V = 1$ л

$T = 30°C$

$B : A = 1{,}86 : 1$

$\mu = 75{,}9$ г/моль

$k_1 = 5 \cdot 10^{-3}$ л/моль·мин

$$pV = \nu RT$$

$$\nu = \frac{pV}{RT} = \frac{101325 \cdot 10^{-3}}{8{,}314 \cdot 303} = 0{,}4022 \text{ моль в смеси}$$

$$\begin{cases} 75{,}9 \frac{г}{моль} = \frac{1{,}86}{2{,}86} \cdot \mu_B + \frac{1}{2{,}86} \cdot \mu_A \\ \mu_B = 2\mu_A \end{cases}$$

$$75{,}9 = \frac{1{,}86}{2{,}86} \cdot 2\mu_A + \frac{1}{2{,}86}\mu_A$$

$$\mu_A = \frac{75{,}9}{\frac{2 \cdot 1{,}86 + 1}{2{,}86}} = 45{,}99 \Rightarrow \mu_A = 46 \frac{г}{моль} \Rightarrow A - NO_2$$

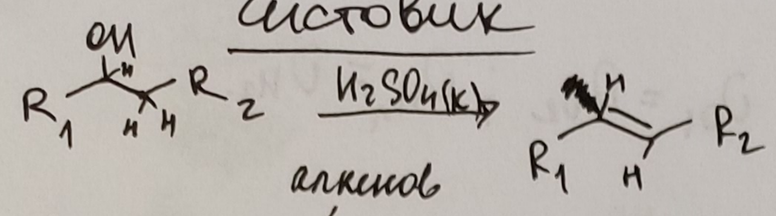
$B - N_2O_4$

$$\begin{cases} r_{прям} = k_1[A]^2 \\ r_{обр} = k_2[B] \\ r_{прям} = r_{обр} \end{cases}$$

$$k_1[A]^2 = k_2[B]$$

$$k_2 = k_1 \frac{[A]^2}{[B]} = 5 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{\left(0{,}4022 \cdot \frac{1}{2{,}86}\right)^2}{0{,}4022 \frac{1{,}86}{2{,}86}} = 3{,}78 \cdot 10^{-4} \frac{л}{моль \cdot мин}$$

Чистовик

N4 

$\Delta m = R_1 + R_2 + \overset{+2C}{4H} + O - (R_1 + R_2 + 2C + 2H) = 2H + O$

$pV = \nu RT$ $\quad \nu_{\text{алкенов смеси}} = \frac{pV}{RT} = \frac{101325 \cdot 0{,}011{,}15}{8{,}314 \cdot 453} = 0{,}29997 \approx 0{,}3$ моль

$\nu_{\text{спиртов}} = \nu_{\text{смеси}}$, отсюда $M_{\text{спиртов}} = \frac{15{,}9}{0{,}3} = 53 \frac{г}{моль}$

из того, что смесь алкенов газообразная, мы понимаем, что количество углеродов в спиртах до 4х включительно, а минимально – 2С, т.к. из $CH_3O$ не получится алкена.

$M_{C_2H_6O} = 46 \frac{г}{моль}$

$M_{C_3H_8O} = 60 \frac{г}{моль}$

$M_{C_4H_{10}O} = 74 \frac{г}{моль}$

возможны два варианта смеси: $C_2H_6O$ и $C_4H_{10}O$ (I);
$C_3H_8O$ и $C_4H_{10}O$ (II)

(I) $46 \cdot x_{C_2} + 74 \cdot x_{C_4} = 53$

$46 x_{C_2} + 74(1 - x_{C_2}) = 53$

$46 x_{C_2} - 74 x_{C_2} = 53 - 74 \Rightarrow x_{C_2} = 0{,}75$

$\nu_{C_2} = 0{,}75 \cdot 0{,}3 = 0{,}225$ моль

$\Downarrow$

в исходной смеси:

$\omega_{C_2H_6O} = \frac{0{,}225 \cdot 46}{0{,}225 \cdot 46 + 0{,}075 \cdot 74} = 0{,}6509$ (65,1%)

$\omega_{C_4H_{10}O} = 0{,}3491$ (34,9%)

(II) $60 \cdot x_{C_3} + 46 \cdot x_{C_2} = 53$

$60 - 60 x_{C_2} + 46 x_{C_2} = 53$

$x_{C_2} = 0{,}5$.

$\omega_{C_2H_6O} = \frac{0{,}5 \cdot 46}{0{,}5 \cdot 46 + 0{,}5 \cdot 60} = 0{,}4339$ (43,4%)

$\omega_{C_4H_{10}O} = 0{,}566$ (56,6%)

~~Чистовик~~ №5 Чистовик

$CuS - 9{,}6г$

$$CuS + \overset{0{,}8032}{8HNO_3}\ конц \xrightarrow{t^\circ} CuSO_4 + 8NO_2\uparrow + 4H_2O$$

$$CuS + \overset{0{,}4016}{4H_2SO_4}\ конц \rightarrow CuSO_4 + 4SO_2\uparrow + 4H_2O$$

$$\nu_{CuS} = \frac{9{,}6}{63{,}55+32{,}06} = 0{,}1004\ моль$$

$$\nu_{HNO_3} = \frac{120\cdot 0{,}63}{1{,}008+14+16\cdot 3} = 1{,}1998\ моль$$

$$\nu_{H_2SO_4} = \frac{142{,}7\cdot 0{,}98}{1{,}008\cdot 2+16\cdot 4+32{,}06} = 1{,}426\ моль$$

$$m_1 = 9{,}6 + 120 - 8\cdot 0{,}1004\cdot(14+16\cdot 2) = 92{,}65282 \approx 92{,}65г$$

$$m_2 = 9{,}6 + 142{,}7 - 4\cdot 0{,}1004\cdot(32{,}06+16\cdot 2) = 126{,}5795г \approx 126{,}57г$$

$$\Delta m = m_2 - m_1 = 126{,}57 - 92{,}65 = 33{,}92$$

$$2HNO_3 + Na_2CO_3 \longrightarrow 2NaNO_3 + H_2O + CO_2\uparrow$$

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

$$\nu_{HNO_3}(ост.) = (1{,}1998 - 0{,}8032) = 0{,}3966\ моль$$

добавим пограничное кол-во $Na_2CO_3$, то есть он прореагирует без остатка со всей $HNO_3$

$$\nu_{Na_2CO_3} = \frac{\nu_{HNO_3}}{2} = \frac{0{,}3966}{2} = 0{,}1983,\ тогда:$$

$$m_{р-ра} = 92{,}65 + 0{,}1983\cdot(22{,}99\cdot 2+12{,}01+48+10\cdot 18) - 0{,}1983\cdot(12+32) = 140{,}62г$$

таким образом мы можем понять, что ~~на весь~~ весь добавленный ~~тогда~~ $Na_2CO_3$ ~~остаток~~ прореагирует с $HNO_3$

$$33{,}92 = \nu_{Na_2CO_3}\cdot(22{,}99\cdot 2+12{,}01+48+10\cdot 18) - \nu_{Na_2CO_3}\cdot(12+32)$$

$$\nu_{Na_2CO_3} = \frac{33{,}92}{285{,}99-44} = 0{,}1402\ моль$$

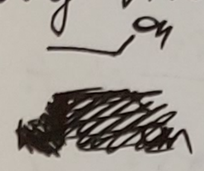
$m_{Na_2CO_3\cdot 10H_2O} = 0{,}1402\cdot 285{,}99 = 40{,}096г$ надо добавить в первый р-р.

N6

Чистовик

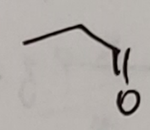
$D_{O_2} = 0{,}875 \Rightarrow M_{смеси} = 0{,}875 \cdot 32 = 28$ г/моль

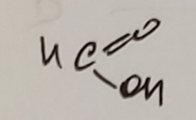
под эту массу подходит CO и $C_2H_4$, т.к. их $M = 28$ (каждого)



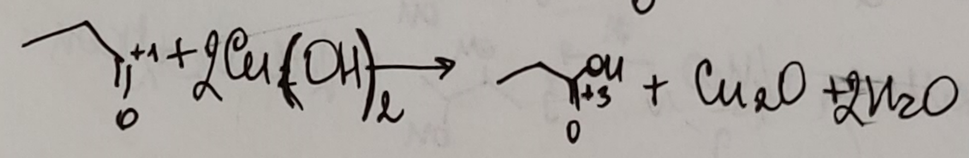
$\xrightarrow{H_2SO_4,к} = + H_2O$

$= + CO + H_2 \xrightarrow{Pt}$





$\xrightarrow{H_2SO_4,к} CO + H_2O$

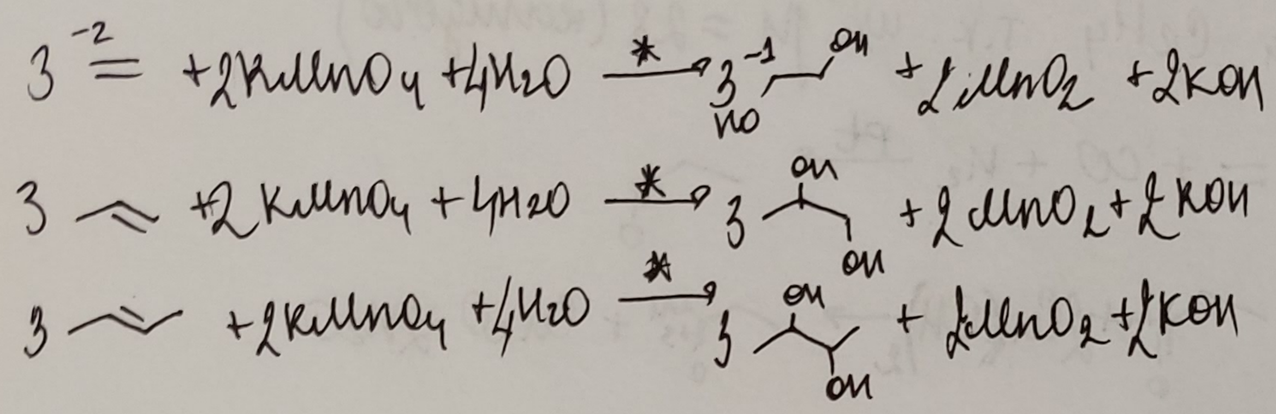


$D_{Cu_2O} = \frac{21{,}6}{64 \cdot 2 + 16} = 0{,}15$ моль

$m_{\text{альдегид}} = 0{,}15 \cdot (12 \cdot 3 + 16 + 6) = 8{,}72$

N4 (продолжение)

Чистовик



~~Так смесь~~

т.к. коэфф. в ур-ниях одинаковые, то на смеси I и II потребуется одинак кол-во $KMnO_4$

на 0,3 моль смеси потреб 0,2 моль $KMnO_4$ воды $\Rightarrow V_{KMnO_4} = \frac{0,2}{0,4} = 0,5л$