



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

ОЛИМПИАДНАЯ РАБОТА

Наименование олимпиады школьников: **«Ломоносов»**

Профиль олимпиады: **Химия**

ФИО участника олимпиады: **Бирюков Александр Михайлович**

Класс: **11**

Технический балл: **97**

Дата проведения: **27 февраля 2022 года**

Проверил: Музалевский В.М.

Шифр	1	2	3	4	5	6	Сумма
9490957	8	16	16	20	17	20	97

1

2

3

4

5 ошибка в массе соды

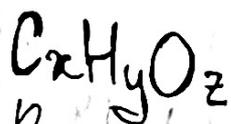
6

①

Чистовик

Вариант 1

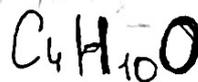
Б1



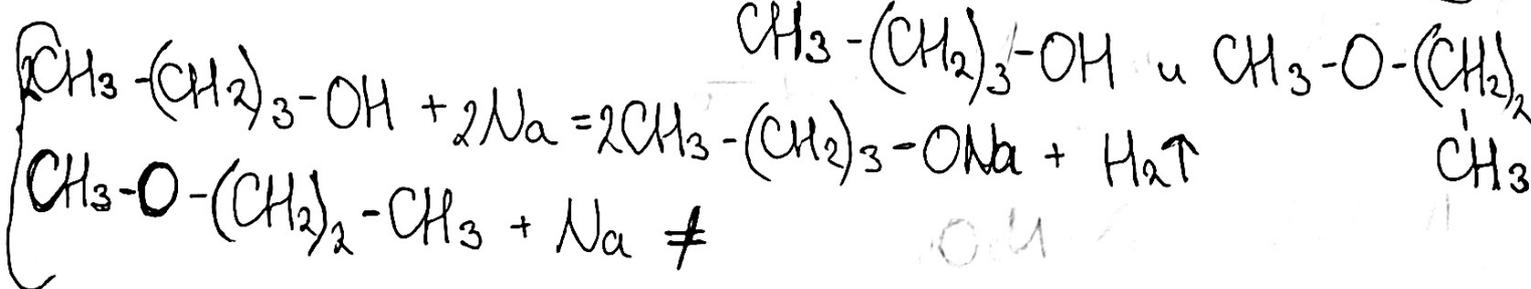
В одном атоме углерода содержится 6e и 6n, в атоме кислорода - 8e и 8n, в атоме водорода 1e и 0n.
Составим систему:

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

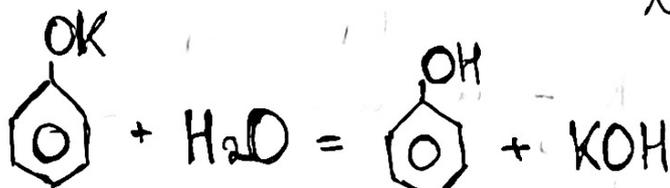
$$\begin{cases} y = 10 \\ x = 4 \\ z = 1 \end{cases}$$



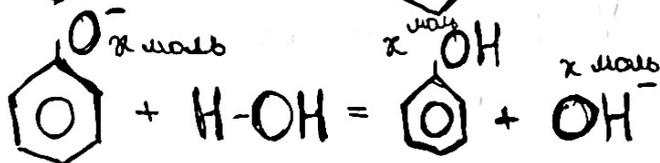
Формуле $C_4H_{10}O$ соответствуют:



Б2



$$K_2 = \frac{[OH^-] \cdot [C_6H_5OH]}{[C_6H_5O^-]}$$



$$K_2 = \frac{10^{-14}}{K_d} = \frac{10^{-14}}{10^{-10}} = 10^{-4}$$

$C = \frac{V}{V_{p-ра}}$ т.к. $V_{p-ра}$ - одинаковый $\Rightarrow C = x$

$$K_2 = \frac{x^2}{c-x} = 10^{-4}$$

$$pH = -\lg [H^+]$$

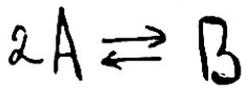
$$\frac{10^{-6}}{c-10^{-3}} = 10^{-4} \quad | : 10^{-4}$$

$$[H^+] = 10^{-pH} = 10^{-11} \text{ моль}$$

$$[OH^-] = \frac{10^{-14}}{[H^+]} = 10^{-3} \text{ моль} = x$$

$$10^{-2} = c - 10^{-3}$$
$$c = 0,011 \frac{\text{моль}}{\text{л}}$$

Ответ: $c(C_6H_5O^-) = 0,011 \frac{\text{моль}}{\text{л}}$



~~$B:A = 1,86:1$~~
 $B:A = 1,86:1$
 $B = x$
 $A = y$

$$\begin{cases} \frac{x}{y} = 1,86 \\ x + y = 4 \cdot 10^{-2} \end{cases}$$

$PV = \nu RT$

$101,3 = \nu \cdot 8,31 \cdot 303$

$\nu = 4 \cdot 10^{-2}$ моль

$$\begin{cases} x = 1,86y \\ 2,86y = 4 \cdot 10^{-2} \end{cases}$$

$$\begin{cases} x = 2,6 \cdot 10^{-2} \\ y = 1,4 \cdot 10^{-2} \end{cases}$$

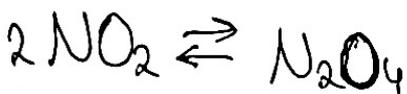
$M_{\text{ср.}} = \frac{m(A) + m(B)}{\nu(A+B)} = \frac{\nu(A) \cdot M(A) + \nu(B) \cdot M(B)}{\nu(A+B)}$

$75,8 = \frac{1,4 \cdot M(A) + 2,6 \cdot M(A)}{4 \cdot 10^{-2}}$

$M(B) = 2 M(A)$

$6,6 M(A) = 303,6$

$M(A) = 46 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$ $M(B) = 92 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$



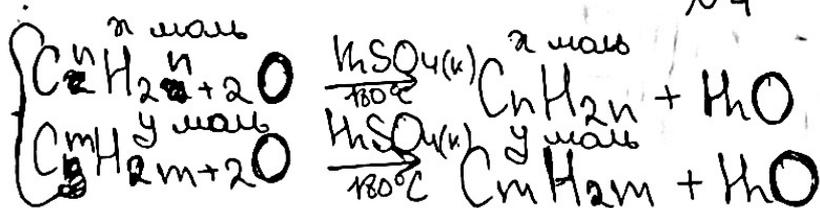
~~$C = \frac{\nu}{V}$~~ но т.к. $V = 1$ л, $C = \nu$

$K_{\text{равн.}} = \frac{[N_2O_4]}{[NO_2]^2} = \frac{K_1}{K(-1)}$

K_1 - константа прямой реакции
 $K(-1)$ - константа обратной реакции

$\frac{5 \cdot 10^{-3}}{K(-1)} = \frac{2,6 \cdot 10^{-2}}{1,96 \cdot 10^{-4} \cdot 10^{-2}}$

$K(-1) = 3,8 \cdot 10^{-5} \frac{\text{л}}{\text{моль} \cdot \text{мин}}$



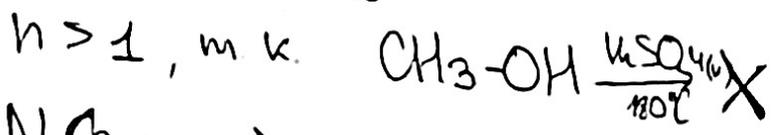
$PV = \nu RT$

$101325 \cdot 11,15 \cdot 10^{-3} = \nu \cdot 8,31 \cdot 453$

$\nu = 3 \cdot 10^{-1}$ моль

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

$$M_{\text{ср.}} = \frac{m_{\text{суб.}}}{\nu_{\text{суб.}}} = \frac{15,9}{0,3} = 53 \frac{\text{г}}{\text{моль}} \Rightarrow M(\text{C}_n\text{H}_{2n+2}\text{O}) < 53 \frac{\text{г}}{\text{моль}} \text{ и } M(\text{C}_m\text{H}_{2m+2}\text{O}) > 53 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$$



$M(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 46 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$ (если $n > 2$, то $M(\text{C}_n\text{H}_{2n+2}\text{O}) > 53 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$)

$n=2 \quad \begin{cases} x+y=0,3 \\ 46x+y(14m+18)=15,9 \end{cases} \quad \begin{cases} x=0,3-y \\ 13,8-46y+14my+18y=15,9 \end{cases}$

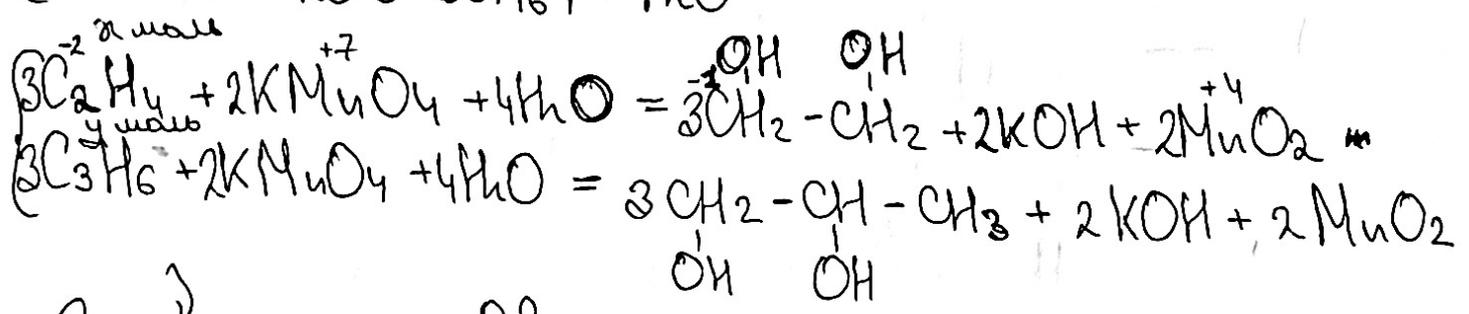
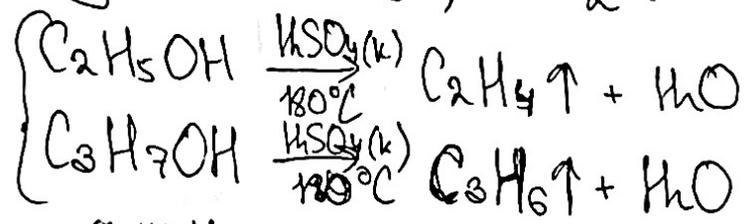
$\begin{cases} x=0,3-y \\ 4y(m-2)=2,1 \end{cases} \quad \begin{cases} x=0,3-y \\ y=\frac{2,1}{14(m-2)} \end{cases}$

если $m=4$, то:
 $y=0,075 \text{ моль}$
 $x=0,225 \text{ моль}$

если $m=3$, то:
 $y=0,15 \text{ моль}$
 $x=0,15 \text{ моль}$

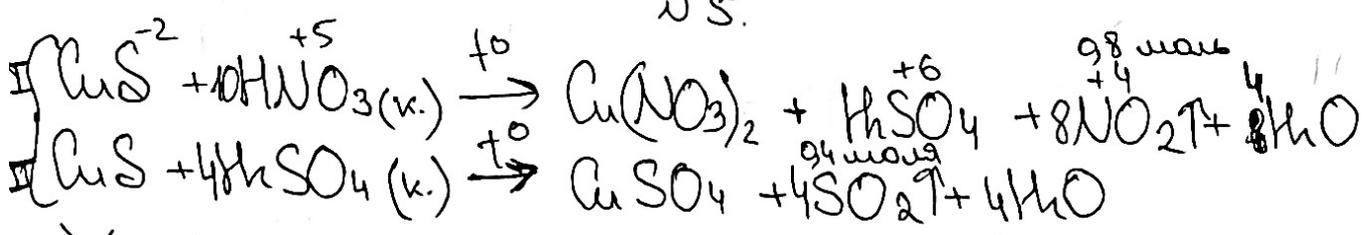
$\omega(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \text{ в смес.}) = \frac{6,9}{6,9+9} \times 100\% = 43,4\%$
 $\omega(\text{C}_3\text{H}_7\text{OH} \text{ в смес.}) = \frac{9}{15,9} \times 100\% = 56,6\%$

Пучком $m=3, n=2$:



$C = \frac{\nu}{V} \quad 0,4 = \frac{92}{V} \quad V = 0,5 \text{ л}$

Д.С.



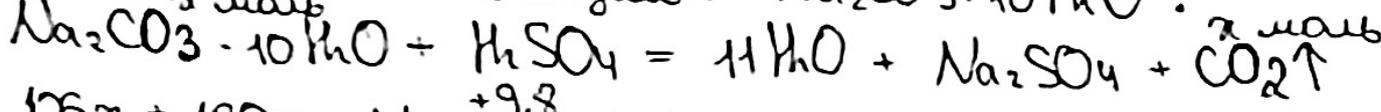
$\nu(\text{CuS}) = 0,1 \text{ моль}$
 $\nu(\text{HNO}_3) = 1,2 \text{ моль} \quad \nu(\text{чист. HNO}_3) = 1 \text{ моль} \Rightarrow \text{HNO}_3 \text{ в изд.}$
 $\nu(\text{H}_2\text{SO}_4) = 1,427 \text{ моль} \quad \nu(\text{чист. H}_2\text{SO}_4) = 0,4 \text{ моль} \Rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 \text{ в изд.}$

$$m(\text{r-pa}_1) = m(\text{r-pa HNO}_3) + m(\text{CuS}) - m(\text{NO}_2) = 92,8 \text{ г.}$$

$$m(\text{r-pa}_2) = m(\text{r-pa H}_2\text{SO}_4) + m(\text{CuS}) - m(\text{SO}_2) = 126,7 \text{ г.}$$

$$\Delta m = 33,9$$

8 I анализ поменяем $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$: Исходник (4)

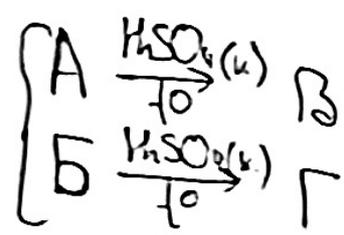


$$106x + 180x - 44x^{+9,8} = 33,9$$

$$242x = 24,1$$

$$x = 0,1 \text{ моль}$$

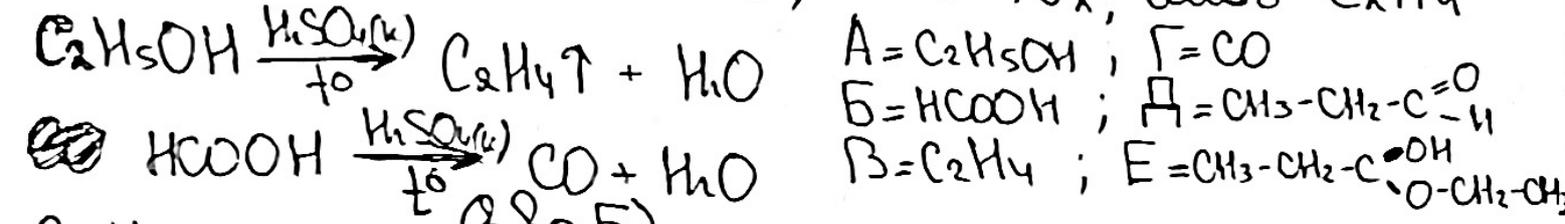
$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 28,6 \text{ г.}$$



$$D_{\text{O}_2} = \frac{M_{\text{ср.}}}{M(\text{O}_2)} \quad M_{\text{ср.}} = 28 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$$

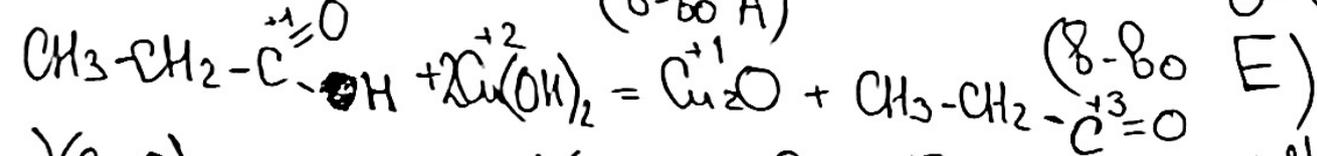
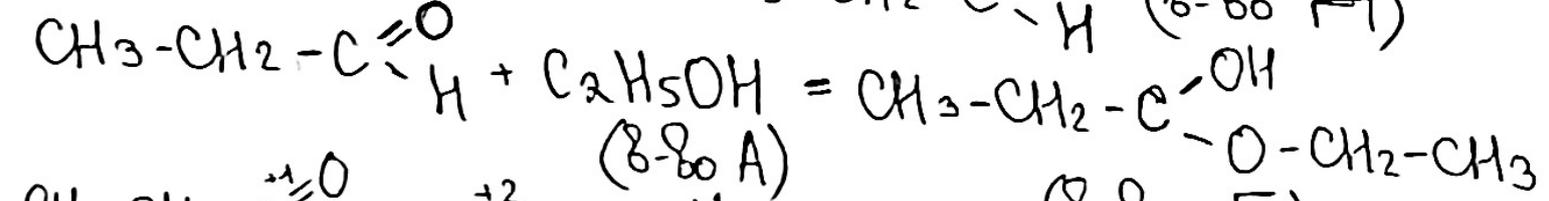
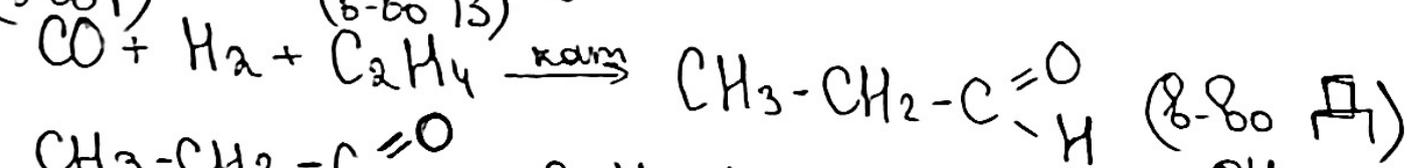
Предположим, что газы имеют одинаковую молярную массу, равную $28 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$

Тогда: B, Г - либо CO, либо N₂, либо C₂H₄



C₂H₅OH и HCOOH - жидкости, C₂H₄ и CO - газы =>

все условия соблюдены



$$n(\text{Cu}_2\text{O}) = 0,15 \text{ моль} \quad n(\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-C}(=\text{O})\text{-H}) = 0,15 \text{ моль}$$

$$m(\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-C}(=\text{O})\text{-H}) = 8,7 \text{ г.}$$