



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

ОЛИМПИАДНАЯ РАБОТА

Наименование олимпиады школьников: **«Ломоносов»**

Профиль олимпиады: **Химия**

ФИО участника олимпиады: **Фомичева Софья Сергеевна**

Класс: **10**

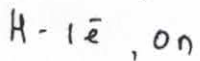
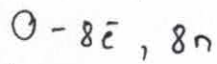
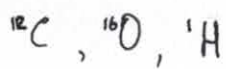
Технический балл: **97**

Дата проведения: **27 февраля 2022 года**

| | | | | | | | | |
|---------|---|----|--------|----|----|----|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 9581773 | 8 | 13 | 1 6 | 20 | 20 | 20 | 97 | 2-нет равнов.конц., 6-неверная масса, 3-нет кон- ций, неверная константа, 5 2 реакции, начало расчета, |
|---------|---|----|--------|----|----|----|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Осин С.Б.

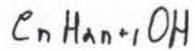
Чистовик 1. Задание 1.



Всего в соединениях:

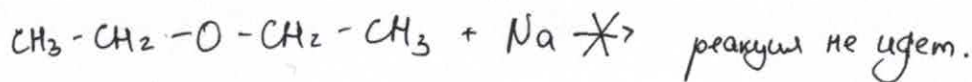
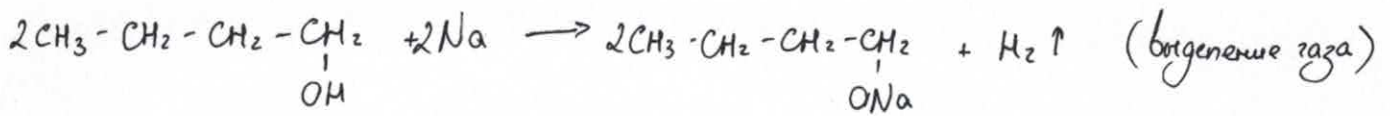


Можно начать подбирать такое соединение исходя из формулы спиртов:

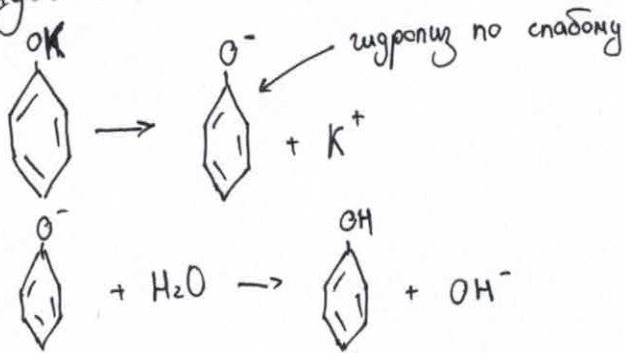


Если $n=4 \Rightarrow \text{C}_4\text{H}_9\text{OH}$, это соответствует $42e$ и $32n$.

Теперь надо подобрать к нему измер, сюда хорошо подходит диэтиловый эфир.



Задание 2.



$$K_h = \frac{[\text{PhOH}] \cdot [\text{OH}^-] \cdot [\text{H}^+]}{[\text{PhO}^-] \cdot [\text{H}^+]} = \frac{K_w}{K_g} = \frac{10^{-14}}{10^{-10}} = 10^{-4}$$

$\text{pH} = 14 - \text{pOH}$

$\text{pOH} = 14 - 11 = 3$

$[\text{OH}^-] = \sqrt{K_h \cdot c(\text{фенолят-К})}$

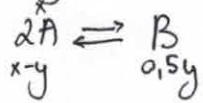
$[\text{OH}^-] = 10^{-3} = 0,001$

$0,001 = \sqrt{10^{-4} \cdot c(\text{фенолят-К})}$

$c(\text{фенолят-К}) = \frac{0,001^2}{K_h} = \frac{(10^{-3})^2}{10^{-4}} = 10^{-2} \Rightarrow c(\text{фенолят-К}) = 0,01 \frac{\text{моль}}{\text{л}}$

Условие 2

Задача 3



$$v(B) : v(A) = 1,86 : 1$$

$$p = 1 \text{ атм}, T = 30^\circ\text{C}$$

$$M = 75,9 \text{ г/моль}$$

$$V = 1 \text{ л}$$

$$pV = \nu RT$$

$$\nu = \frac{pV}{RT} = \frac{1 \text{ атм} \cdot 1 \text{ л}}{0,082 \frac{\text{атм} \cdot \text{л}}{\text{К} \cdot \text{моль}} \cdot (273 + 30) \text{ К}} = 0,04 \text{ моль}$$

$$x + 1,86x = 0,04$$

$$x = 0,014 = v(A)$$

$$v(B) = 0,04 - 0,014 = 0,026 \text{ моль}$$

$$M(A) = x \text{ г/моль}$$

$$M(B) = 2x \text{ г/моль}$$

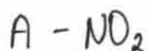
$$75,9 = 0,36x + 0,65 \cdot 2x$$

$$75,9 = 1,65x$$

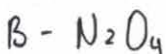
$$x = 46 \text{ г/моль}$$

$$M(A) = 46 \text{ г/моль}$$

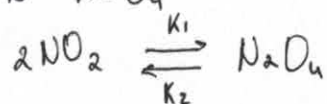
$$M(B) = 46 \cdot 2 = 92 \text{ г/моль}$$



$$v(\text{NO}_2) = 0,014 \text{ моль}$$



$$v(\text{N}_2\text{O}_4) = 0,026 \text{ моль}$$



$$V_1 = k_1 [\text{NO}_2]^2 \qquad V_2 = k_2 \cdot [\text{N}_2\text{O}_4]$$

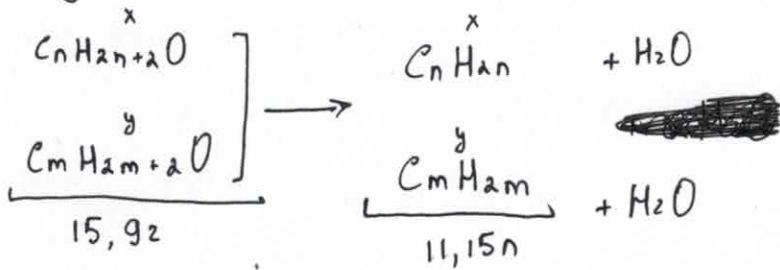
$$k_1 = 5 \cdot 10^{-3} \frac{\text{л}}{\text{моль} \cdot \text{мин}}$$

$$\frac{k_2}{k_1} = \frac{[\text{NO}_2]^2}{[\text{N}_2\text{O}_4]} = \frac{0,014^2}{0,026}$$

$$k_2 = k_1 \cdot 7,538 \cdot 10^{-3}$$

$$k_2 = 3,77 \cdot 10^{-5}$$

Условие 3
Задача 4.



$$pV = \nu RT$$

$$\nu_{\text{вещи}} = \frac{pV}{RT} = \frac{1 \text{ атм.} \cdot 11,15n}{0,082 \frac{\text{атм.} \cdot \text{л}}{\text{К.моль}} \cdot 453 \text{ К}} = 0,3 \text{ моль}$$

$$m_{\text{газов}} = 15,92 - m(H_2O) = 15,92 - 5,42 = 10,52$$

$$m(H_2O) = 0,3 \cdot 18 \text{ г/моль} = 5,42$$

~~.....~~

$$\bar{M}_{\text{газов}} = \frac{10,52}{0,3 \text{ моль}} = 35 \text{ г/моль}$$

Два эти газа являются алкенами; исходя из \bar{M} можно сказать, что

1 газ это C_2H_4

$$\begin{cases} 28x + 14m \cdot y = 10,5 \\ x + y = 0,3 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} 28x + 14my = 10,5 \\ x = 0,3 - y \end{cases} \rightarrow \begin{cases} 28 \cdot (0,3 - y) + 14my = 10,5 \\ x = 0,3 - y \end{cases}$$

$$\begin{cases} 8,4 - 28y + 14my = 10,5 \\ x = 0,3 - y \end{cases} \rightarrow \begin{cases} 8,4 - 28y + 42y = 10,5 \\ x = 0,3 - y \end{cases} \rightarrow \begin{cases} 14y = 2,1 \\ x = 0,3 - y \end{cases} \rightarrow \begin{cases} y = 0,15 \\ x = 0,15 \end{cases}$$

Пусть $m = 3$

2 газ - C_3H_6

Спирты: C_2H_6O ; C_3H_8O .

$$m(C_2H_6O) = \nu \cdot M = 0,15 \text{ моль} \cdot 46 \text{ г/моль} = 6,92$$

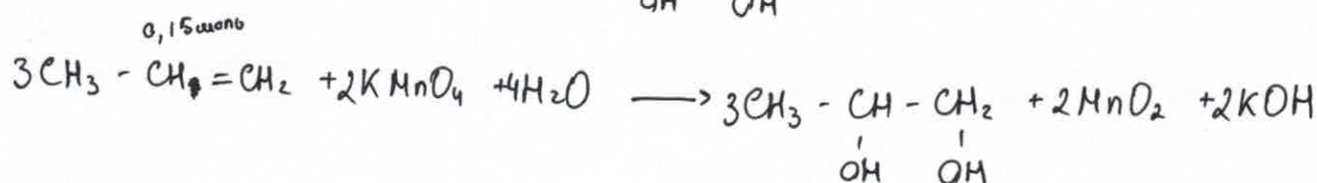
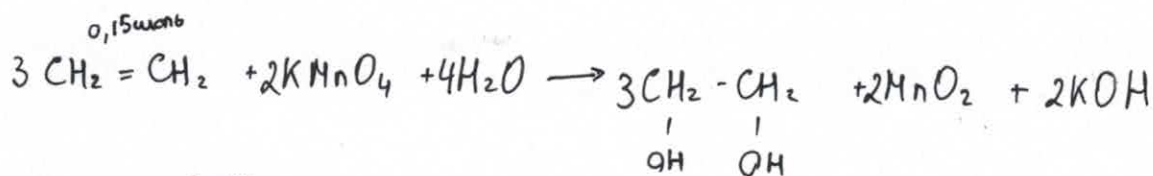
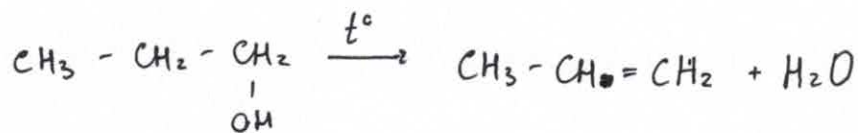
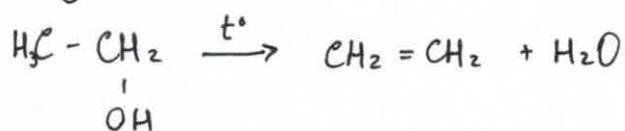
$$m(C_3H_8O) = 0,15 \text{ моль} \cdot 60 \text{ г/моль} = 92$$

$$\omega(C_2H_6O) = \frac{6,92}{15,92} \cdot 100\% = 43,4\%$$

$$\omega(C_3H_8O) = 100\% - 43,4\% = 56,6\%$$

Чистовик 4

Задание 4 (продолжение)



$$c(\text{KMnO}_4, \text{р-р}) = 0,4 \text{ M}$$

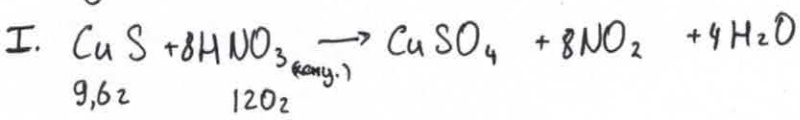
$$V(\text{KMnO}_4 \text{ в 2-х уравнениях}) = 0,2 \text{ моль}$$

$$c = \frac{V}{V}$$

$$V_{(\text{KMnO}_4)} = \frac{V}{c} = \frac{0,2 \text{ моль}}{0,4 \frac{\text{моль}}{\text{л}}} = 0,5 \text{ л.}$$

Числовик 5

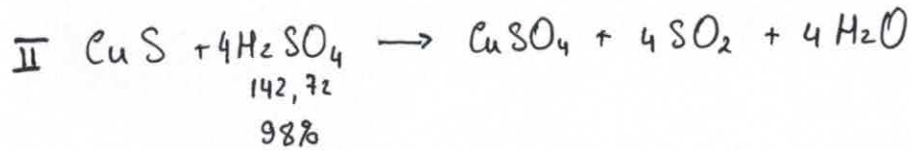
Задача 5.



$$\nu(\text{CuS}) = \frac{9,6z}{96\% \text{ чистота}} = 0,1 \text{ моль}$$

$$m(\text{HNO}_3) = 120z \cdot 63\% = 75,6z$$

$$\nu(\text{HNO}_3) = \frac{75,6z}{63\% \text{ чистота}} = 1,2 \text{ моль}$$



$$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 142,7z \cdot 98\% = 139,846z$$

$$\nu(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{139,846z}{98\% \text{ чистота}} = 1,427 \text{ моль}$$

$$m_1 = 120 + 9,6 - m(\text{NO}_2)$$

$$m_1 = 92,8$$

$$m_2 = 142,7 + 9,6 - m(\text{SO}_2)$$

$$m_2 = 126,7z$$

$$\nu(\text{NO}_2) = 0,8 \text{ моль}$$

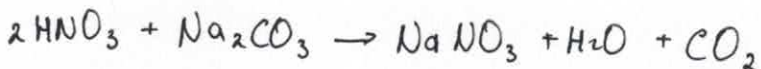
$$m(\text{NO}_2) = 0,8 \text{ моль} \cdot 46\% \text{ чистота} = 36,8z$$

$$\nu(\text{SO}_2) = 0,4 \text{ моль}$$

$$m(\text{SO}_2) = 0,4 \text{ моль} \cdot 64\% \text{ чистота} = 25,6z$$

$$\Delta m = 126,7z - 92,8z = 33,9z$$

$$\nu(\text{HNO}_3)_{\text{ост.}} = 0,4 \text{ моль}$$



Рассчитаем моли кристаллогидрата для уравновешивания весов:

$$33,9 = x \cdot (106 + 180) - 44x$$

$$33,9 = 106x + 180x - 44x$$

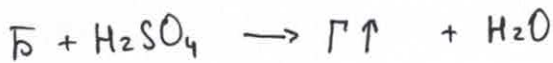
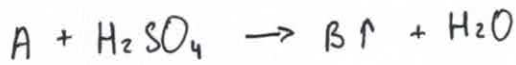
$$33,9 = 242x$$

$$x = 0,14 \text{ моль}$$

$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = \nu \cdot M = 0,14 \text{ моль} \cdot 286\% \text{ чистота} = 40,04z$$

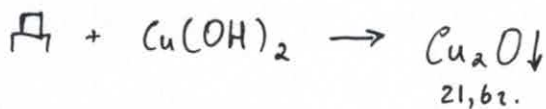
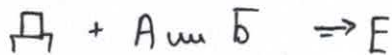
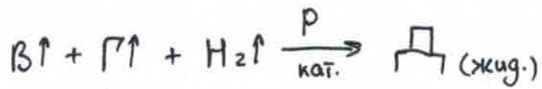
Кристаллогидрат надо добавить в 1-ый стакан (где добавляем HNO₃)

Задание 6



$$D(\text{смеси по } O_2) = 0,875$$

$$\bar{M}(\text{смеси}) = 28 \text{ г/моль}$$

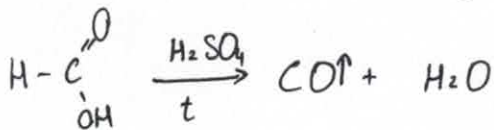


Можно предположить, что осадок в р-ции с $Cu(OH)_2$ это Cu_2O ; тогда в-во Δ скорее всего альдегид.

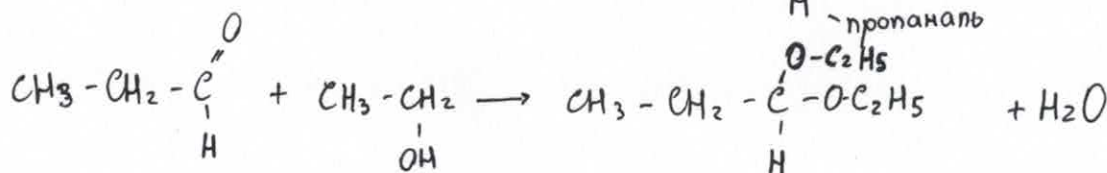
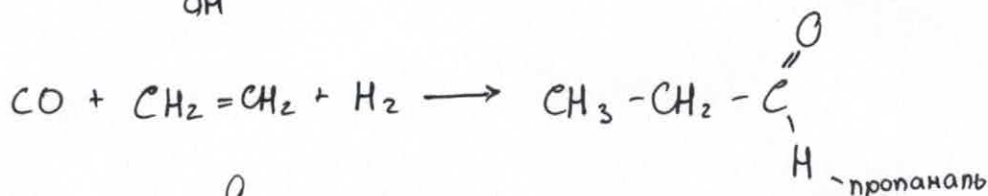
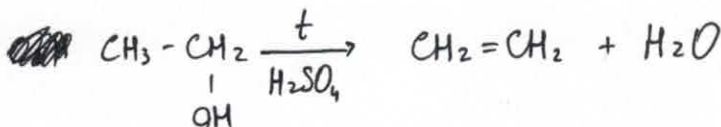
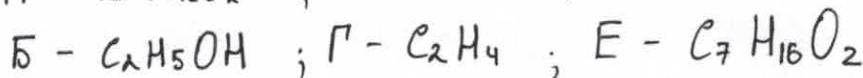
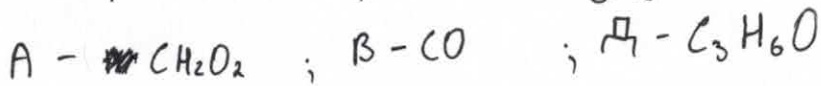
В одной из р-ций с H_2SO_4 может быть р-ция дегидратации спирта. Можно предположить, что это этанол; т.к. при реакции у нас будет получаться этилен.

$M(C_2H_4) = 28 \text{ г/моль}$, это стлжно подходит в среднюю молекулярную массу газов.

Во второй р-ции в-вом является к-та (исходя из условия задачи, где говорится про в-во Δ). Можно предположить, что это муравьиная к-та.

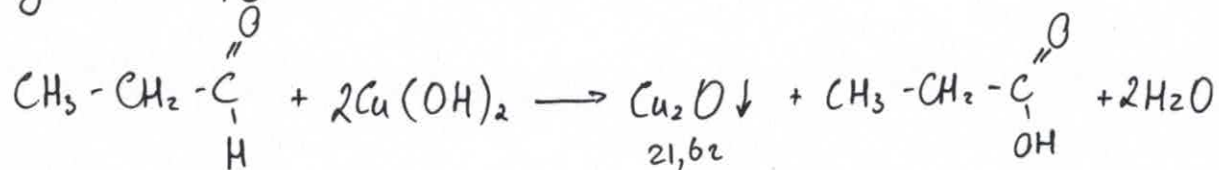


$M(CO) = 28 \text{ г/моль}$, это тоже подходит.



Чистовик 7

Задача 6 (продолжение)



$$n(\text{Cu}_2\text{O}) = \frac{21,62}{144 \frac{\%}{\text{моль}}} = 0,15 \text{ моль}$$

$$n(\text{C}_3\text{H}_6\text{O}) = 0,15 \text{ моль}$$

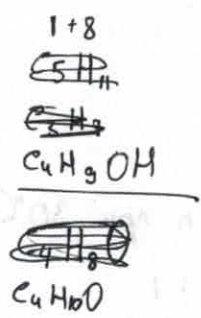
$$m(\text{C}_3\text{H}_6\text{O}) = n \cdot M = 0,15 \text{ моль} \cdot 58 \frac{\%}{\text{моль}} = 8,72.$$

Черновик 1. Задача 1

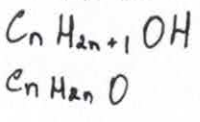
^{12}C , ^{16}O , ^1H
 42e^-
 32p

Измерен
 р-уш гтсбт их распсмайтв

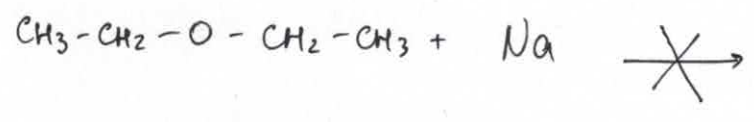
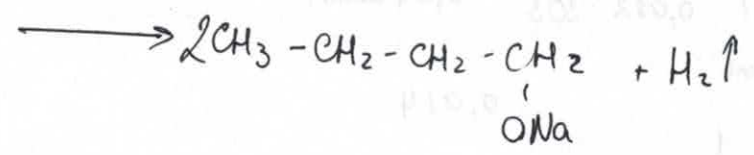
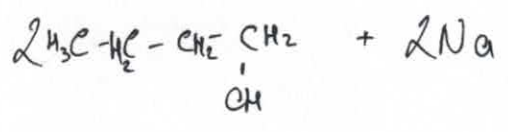
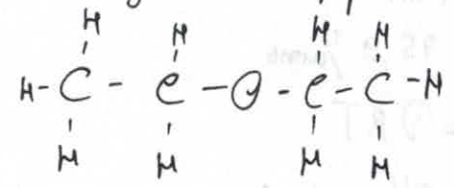
$\text{C} - 6\text{e}^-, 6\text{p}$
 $\text{O} - 8\text{e}^-, 8\text{p}$
 $\text{H} - 1\text{e}^-, 1\text{p}$



Кислородсодержащие углеводороды:



двухатомный спирт

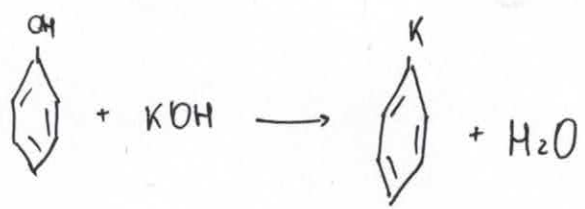
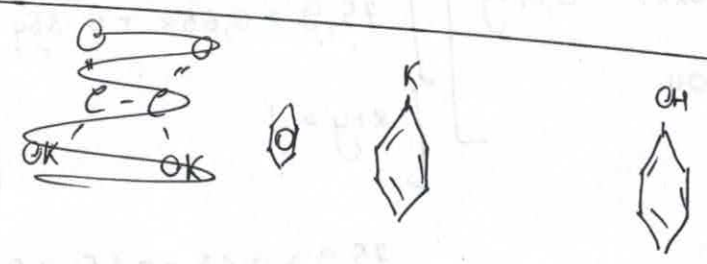


Задача 2.

C (фенилат К) - ?

$\text{pH} = 11$

$K_{\text{фенола}} = 10^{-10}$



$$K_d = \frac{[\text{C}_6\text{H}_5\text{O}^-] \cdot [\text{H}^+]}{[\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}]}$$

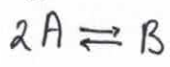
$\text{pH} = 11$

$\text{log}_{11} = 1,0414$

$c = 1,0414$

Черновик. 2.

Задача 3.



Соед. $V = 1$ л при 30°C

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

$$P = 1 \text{ атм.}$$

$$\bar{M} = 75,9 \text{ г/моль}$$

$$pV = \nu RT$$

$$\nu = \frac{pV}{RT} = \frac{1 \cdot 1}{0,082 \cdot 303} = 0,04 \text{ моль.}$$

$0,04 \text{ моль}$

$0,014$

$$1,86 : 1$$

$$0,026 \text{ моль} : 0,014 \text{ моль}$$

$$\begin{cases} 75,9 = 0,026x + 0,014y \\ x + y = 0,04 \end{cases}$$

$$\begin{cases} 75,9 = 0,65x + 0,35y \\ x + y = 1 \end{cases}$$

$$\begin{cases} 75,9 = 0,65(1-y) + 0,35y \\ x = 1-y \end{cases}$$

$$0,04 - 100\%$$

$$0,026 - x\%$$

$$x = 65\%$$

$$75,9 = 0,65 - 0,65y + 0,35y$$

$$75,25 = -0,3y$$

$$y = -250$$

?

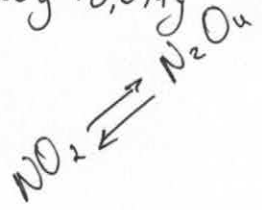
$$75,9 = 0,026x + 0,014y$$

$$x = 0,04 - y$$

$$75,9 = 0,026 \cdot (0,04 - y) + 0,014y$$

$$75,9 = 1,04 \cdot 10^{-3} - 0,026y + 0,014y$$

$$75,89$$



~~53.47.~~

$$1,86 : 1$$

$$\begin{cases} 75,9 = 1,86x + 1y \\ x + y = 2,86 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 75,9 = 1,86x + 1y \\ x = 2,86 - y \end{cases}$$

$$75,9 = 1,86(2,86 - y) + y$$

$$75,9 = 5,3196 - 1,86y + y$$

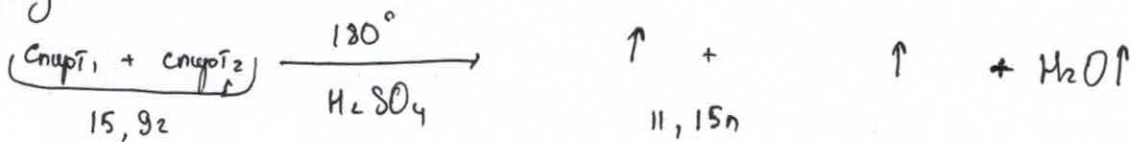
$$70,5804 = -0,86y$$

$$y = -82$$

$$x =$$

Черновик 3

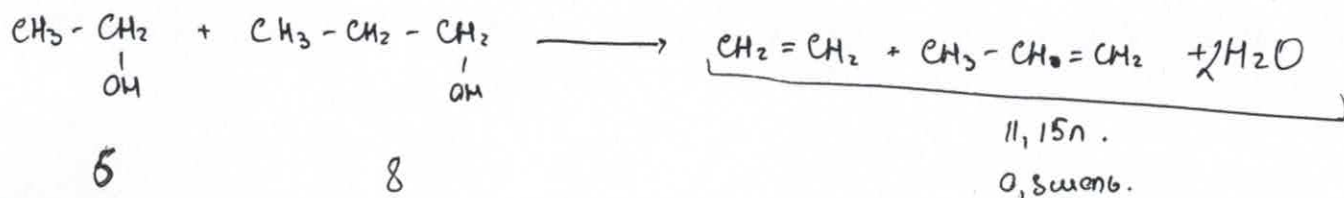
Задание 4.



$$pV = \nu RT$$

$$\nu = \frac{pV}{RT} = \frac{1 \cdot 11,15 \text{ г}}{0,082 \cdot 453} = 0,3 \text{ моль.}$$

= ↑



6

8

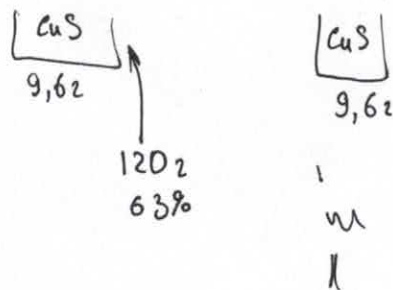
15,92 .

$$c = 0,4 \text{ M}$$

V (KMnO₄)

$$c = \frac{\nu}{V}$$

Задание 5.



$$V_1 = \frac{\nu_1}{c} = \frac{0,15}{0,4} = 0,375$$

$$V_2 = \frac{\nu_2}{c} = \frac{0,15}{0,4} = 0,375$$

$$c = \frac{\nu}{V}$$

$$V = \frac{\nu}{c} = \frac{0,2}{0,4} =$$

✍