



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

ОЛИМПИАДНАЯ РАБОТА

Наименование олимпиады школьников: **«Ломоносов»**

Профиль олимпиады: **Химия**

ФИО участника олимпиады: **Осипова Анастасия Александровна**

Класс: **11**

Технический балл: **86**

Дата проведения: **27 февраля 2022 года**

Шифр работы: 9046205

Проверяющий: Бедняков Александр Сергеевич

Замечания:

1. 8

2. 16

3. 15 Ошибка с записью вида константы скорости обратной реакции

4. 20

5. 20

6. 7 Есть расчёт молярной массы + уравнения реакций, но для гомологов. До конца задача не решена

N1

предположим, что формула $C_nH_{2n+2}O \Rightarrow C_4H_{10}O$
 $\Rightarrow 42 = 6n + 2n + 2 + 8 \Rightarrow n = 4$
 $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-OH$ $CH_3-CH_2-O-CH_2-CH_3$
 ↑ бутанол-1 диэтиловый эфир

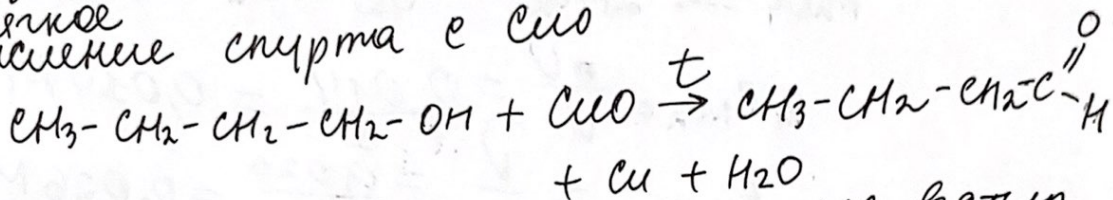
ЧИСЛОВЫЙ

как различить:

проверим нейтроны: $n^0 = 6 \cdot 4 + 8 = 32 \Rightarrow$
 \Rightarrow это действительно $C_4H_{10}O$

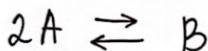
как различить:

мягкое окисление спирта с CrO



а эфир в эту реакцию не вступ.

N3



молярная масса A в два раза меньше
 молярной массы B ($2M_A = M_B$)

из ур-ния Менд. - Клапейн.: $pV = \nu RT \Rightarrow$

$$\Rightarrow \nu = \frac{pV}{RT} = \frac{1013 \cdot 0,004 \cdot 1}{8,31 \cdot (30+273)} = 0,04 \text{ (моль)}$$

$$\Rightarrow \nu_{\text{смеси}} = 0,4 \text{ моль}$$

$$\nu_A : \nu_B = 1 : 1,86 \Rightarrow \nu_A = \frac{0,04}{2,86} \approx 0,014 \text{ (моль)}$$

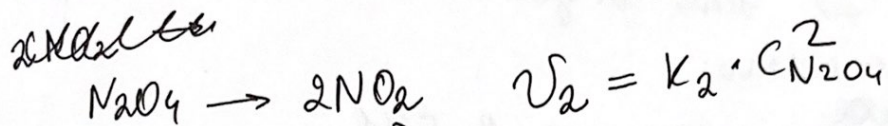
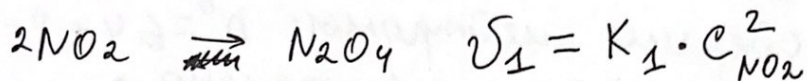
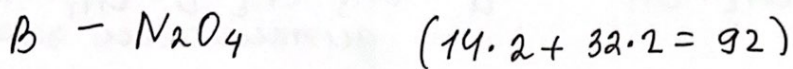
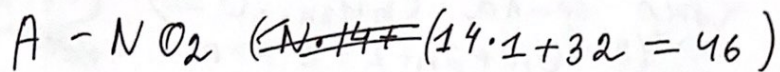
$$\nu_B = 0,014 \cdot 1,86 \approx 0,026 \text{ (моль)}$$

$$M_{\text{ср.}} = \frac{\nu_A \cdot M_A + \nu_B \cdot M_B}{\nu_A + \nu_B} = \frac{0,014 \cdot M_A + 0,026 \cdot M_A \cdot 2}{0,04} =$$

$$= \frac{0,066 M_A}{0,04} = 1,65 M_A \Rightarrow 1,65 M_A = 75,9 \Rightarrow M_A = 46$$

ответ 1

$$\Rightarrow \boxed{M_B = 92}$$



$$c_{\text{NO}_2} = \frac{n}{V} = \frac{0,014}{1} = 0,014 \text{ M}$$

$$c_{\text{N}_2\text{O}_4} = \frac{n}{V} = \frac{0,026}{1} = 0,026 \text{ M}$$

$$\cancel{k_1 \cdot 0,014^2}$$

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

$$v_1 = v_2$$

$$v_1 = 5 \cdot 10^{-3} \cdot (0,014)^2 = 9,8 \cdot 10^{-7}$$

$$v_2 = k_2 \cdot (0,026)^2 = k_2 \cdot 6,76 \cdot 10^{-4}$$

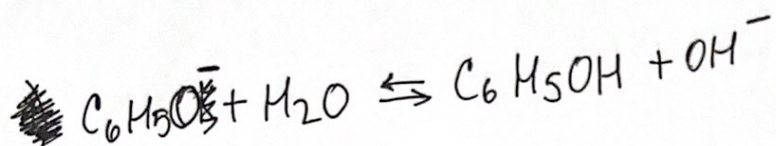
$$k_2 \cdot 6,76 \cdot 10^{-4} = 9,8 \cdot 10^{-7}$$

$$k_2 = 1,45 \cdot 10^{-3} \left(\frac{\text{л}}{\text{моль} \cdot \text{мин}} \right)$$

Идет 2

N2

ЧИСТОВЫК



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

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

$$[\text{OH}^-] = 10^{-\text{pOH}} = 10^{-3}$$

$$K_p = \frac{K_w}{K_a} = \frac{10^{-14}}{10^{-10}} = 10^{-4}$$

$$K_p = \frac{[\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}] \cdot [\text{OH}^-]}{[\text{C}_6\text{H}_5\text{O}^-]} = \frac{(10^{-3})^2}{c_M - 10^{-3}} = 10^{-4}$$

~~Смешанный~~ ~~Смешанный~~

$$10^{-6} = 10^{-4} \cdot (c_M - 10^{-3})$$

$$0,01 = c_M - 10^{-3}$$

$$\boxed{c_M = 0,011 \text{ M}}$$

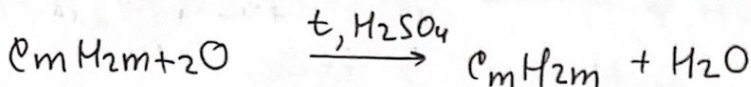
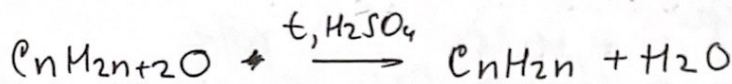
$$\text{Ответ: } c_M = 0,11 \text{ M}$$

Лист 3

N4

Чистовик

$C_nH_{2n+2}O$ и $C_mH_{2m+2}O$



$$V = 11,5^{\wedge}$$

$$pV = \nu RT$$

$$\frac{101,3 \cdot 11,5}{8,31 \cdot (180+273)} = \nu = 0,31 \text{ (моль)}$$

$$\nu_{\text{см. пр.}} = 0,31$$

$$\Rightarrow M_{\text{ср.}} = \frac{15,9}{0,31} = 51 \text{ (г/моль)}$$

\Rightarrow у первого спирта ~~н~~ мен. больше

51, а у второго спирта меньше

подходят C_2H_6O и C_3H_8O

пусть $\nu_{C_2H_6O} = x$

$$\frac{46 \cdot x + 60 \cdot (0,31 - x)}{0,31} = 51$$

пусть $\nu_{C_2H_6O} = y$

$\nu_{C_3H_8O} = x,$

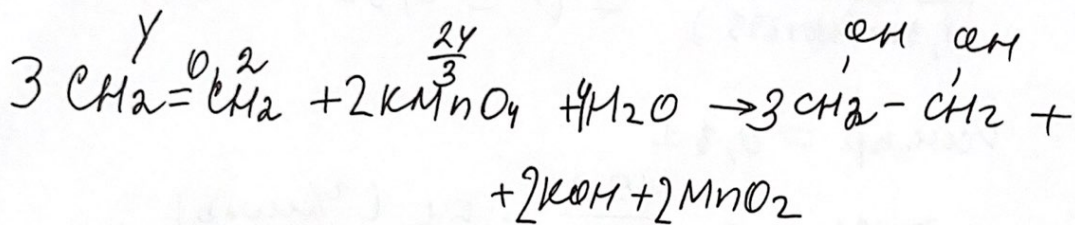
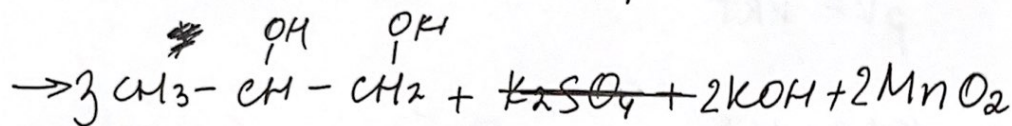
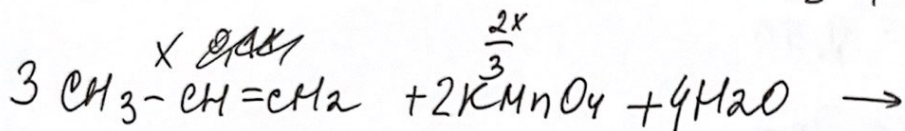
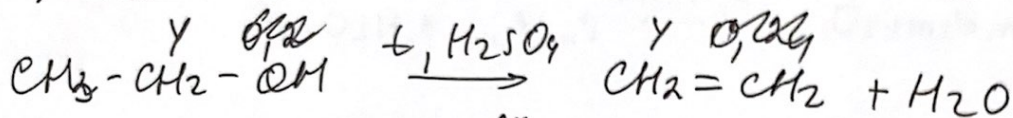
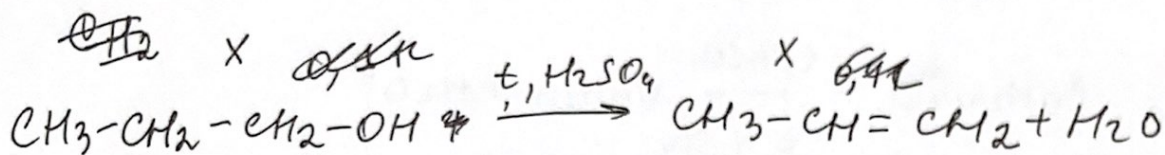
$$x + y = 0,3 \text{ (моль)}$$

$$\frac{18,6 - 14x}{0,31} = 51$$

листу

$$\Rightarrow \nu_{C_2H_6O} = 0,2 \text{ моль}, \nu_{C_3H_8O} = 0,1 \text{ моль}$$

№4 продолжение



$$D_{\text{KMnO}_4} = \frac{0,11}{3} \cdot 2 + \frac{0,2}{3} \cdot 2 = 0,087 \text{ (моль)}$$

$$C_M = \frac{D}{V} \Rightarrow V = \frac{D}{C_M} = \frac{0,087}{0,4} = 0,2175 \text{ (л)}$$

Ответ: 0,2175 л

$$x + y = 0,3$$

$$D_{\text{KMnO}_4} = \frac{2x}{3} + \frac{2y}{3} = \frac{2}{3} (x+y) = \frac{2}{3} \cdot 0,3 = 0,2 \text{ (моль)}$$

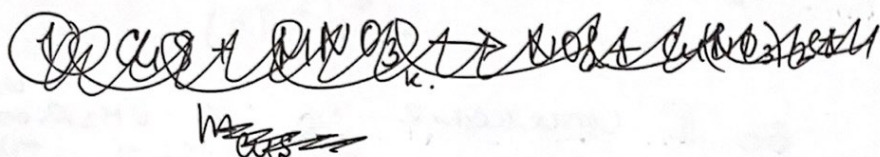
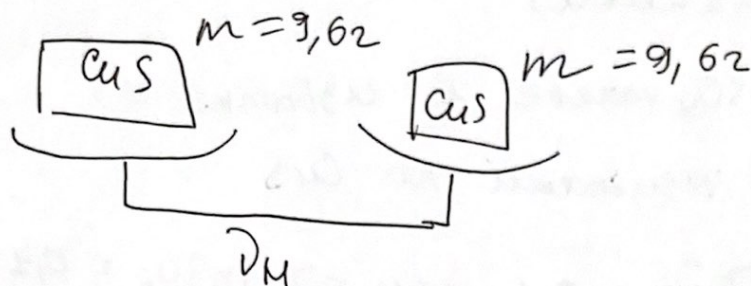
$$C_M = \frac{D}{V} \Rightarrow V = \frac{D_{\text{KMnO}_4}}{C_M} = \frac{0,2}{0,4} = 0,5 \text{ (л)}$$

Лист 5

Ответ: 0,5 л

N 5

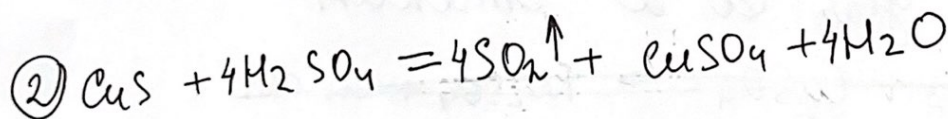
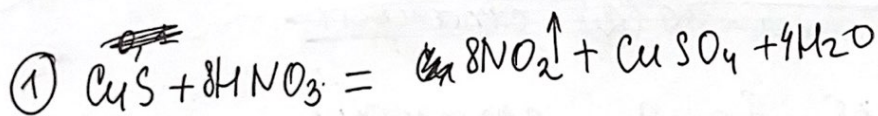
~~переносим~~ чистого



$$D_{CuS} = 0,1 \text{ (моль)} \left(= \frac{9,6}{96} \right)$$

$$D_{HNO_3} = \frac{120 \cdot 0,63}{1+14+48} = 1,2 \text{ (моль)}$$

$$D_{H_2SO_4} = \frac{0,98 \cdot 142,7}{2+32+64} = 1,427 \text{ (моль)}$$



в ① HNO_3 в изб. $\left(\frac{1,2}{8} > 0,1 \right) \Rightarrow$
 \Rightarrow считаем по CuS

$$\Rightarrow D_{NO_2} = 0,1 \cdot 8 = 0,8 \text{ (моль)} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow m_{NO_2} = 36,8 \text{ (г)}$$

$D_{HNO_3 \text{ ост.}} = \Rightarrow$ в I этапе:

$$m = 9,6 + 120 - \frac{36,8}{46} = 128 \text{ (г)}$$

$$= 1,2 - 0,8 = 0,4 \text{ (моль)}$$

чистого

~~600 II~~

УЧЕТОВЫК

в 2) стакане:

H_2SO_4 также в избытке \Rightarrow

\Rightarrow считаем по CuS

$$\Rightarrow \nu_{SO_2} = 0,1 \text{ моль} \Rightarrow m_{SO_2} = 0,1 \cdot (32+32) = 25,6 = \cancel{49} (2)$$

$$\Rightarrow \text{в II стакане: } \nu_{H_2SO_4 \text{ ост.}} = 1,427 - 0,4 = 1,027$$

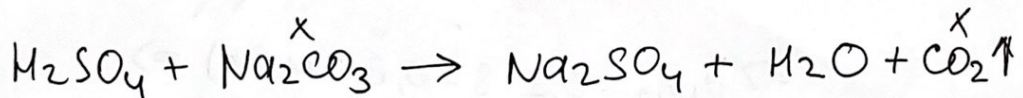
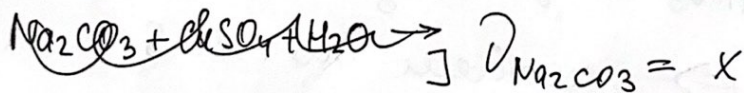
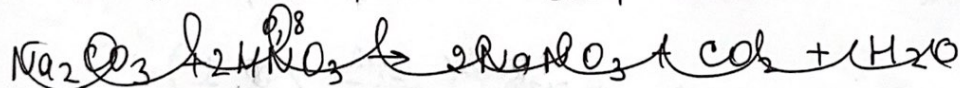
$$\Rightarrow m = 9,6 + 142,7 - \cancel{25,6} = 126,7 - 25,6 = 101,1 (2)$$

получается, во 2 стакане больше

$$m_2 - m_1 = \cancel{92,8} (2), 126,7 - 92,8 = 33,9 (2)$$

~~\Rightarrow добавляем в 2) стакан.~~

пусть год. во 2 стакан



$$33,9 = m_{Na_2CO_3 \cdot 10H_2O} - m_{CO_2} = 286x - 44x = 242x$$

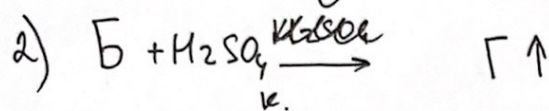
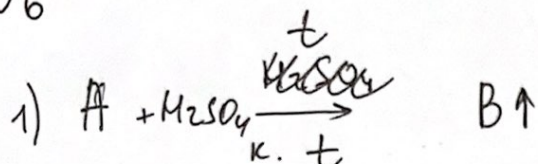
$$\Rightarrow \boxed{x = 0,14 \text{ (моль)}}$$

учет 7

$$\Rightarrow m_{Na_2CO_3 \cdot 10H_2O} = 0,14 \cdot 286 = 40 (2) \text{ Ответ: } 40_2$$

№ 5 (проф.) чистовик ~~чистовик~~
 А/Б - кислота

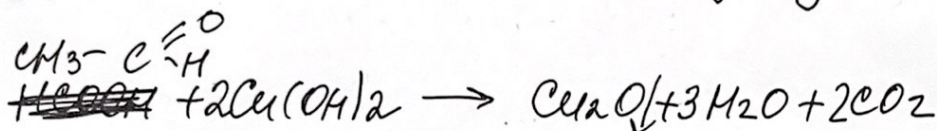
№ 6



3) $d(O_2) = 0,875 \Rightarrow M_{ср} = 28$ (г/моль)

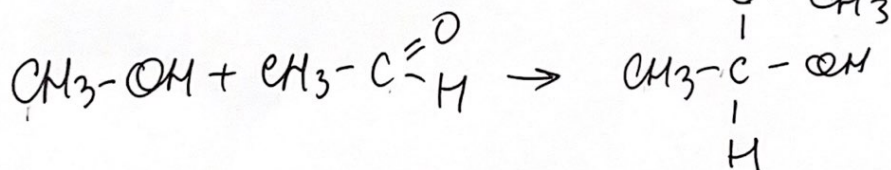
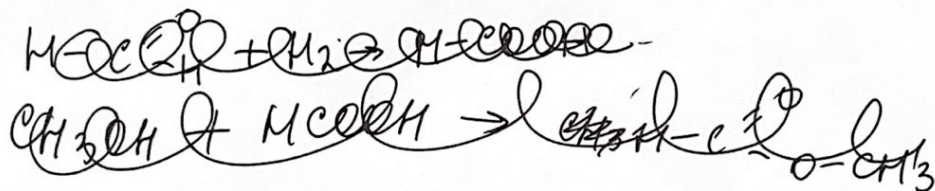
(B, Г) $M_B < 28$ г/моль
 $M_\Gamma > 28$ г/моль

~~Д~~ Д - ~~ацетальдегид~~ ацетальдегид



А - CH_3OH

Б - CH_3COOH



Черновик

$$x + y = 0,31$$

15,9

~~15,9~~

51

C_4

C_3H_8

60

C_2H_6

46

$$\frac{60 \cdot (0,31 - x) + 46 \cdot x}{0,31} = 51$$

~~60~~

$$\frac{18,6 - 14x}{0,31} = 51$$

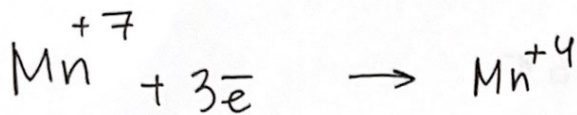
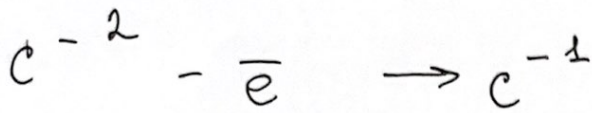
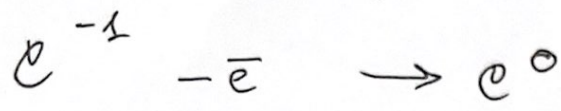
$$18,6 - 14x = 15,81$$

$$2,79 = 14x$$

①

$$x = 0,2 \text{ моль}$$

\rightarrow $0,073$
 $0,013$

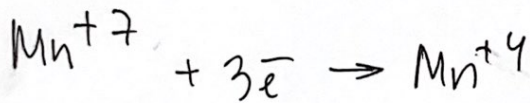
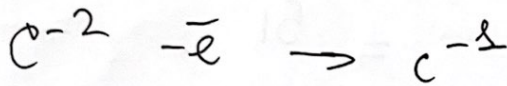
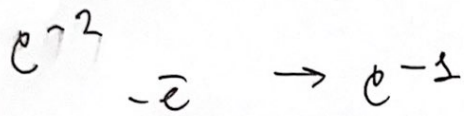


$18\bar{6}$	24
	2
\hline	
8	6
4	2
	4

$x3$

$x2$

$e_M = \frac{D}{V}$

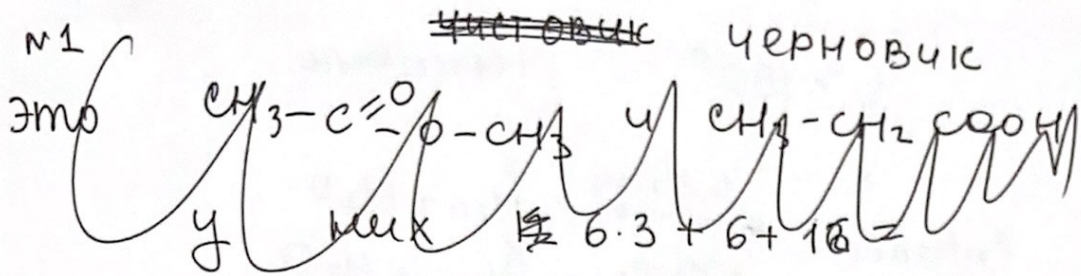


12	18
8	2
\hline	

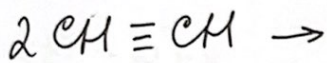
$x3$

$x2$

(2)



$M=46$



~~2~~

2

~~CH₂CH~~

$C_n H_{2n} = 46$

$12n + 2n = 46$

$C_n H_{2n-2} = 46$

42

~~$C_n H_{2n-4} = 46$~~

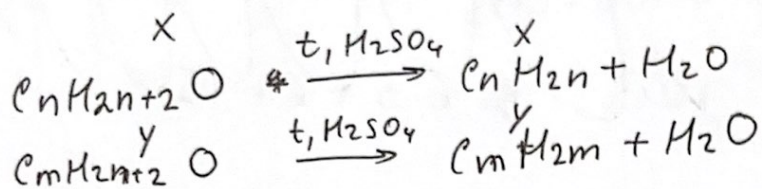
14

$C_n H_{2n+2}$

$12n +$

③

$t > 150^\circ$ Черновик



$\frac{D}{bar}$

$m_{en.} = 15,92$

$\rho_{ap.} =$

x x

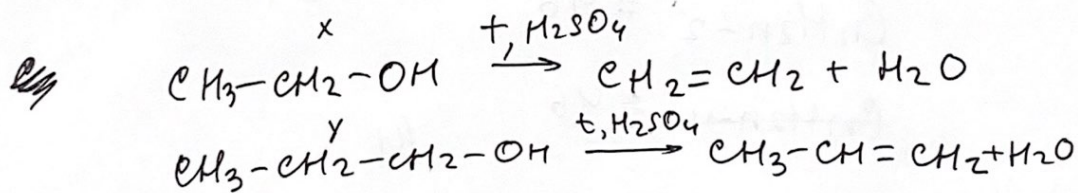
y y

$x + y = 0,3 \text{ моль}$

$pV = \nu RT$

$$\frac{10^5 \cdot 11,15 \cdot 10^{-3}}{8,31 \cdot (180 + 273)} = \nu = 0,3 \text{ (моль)}$$

$M_{см.} = \frac{15,9}{0,3} = 53 \text{ г/моль}$



15,92

46x

9

ЧЕРНОВИК

N 1

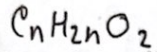
12 C

42 e

32 n

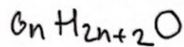
16 O

$$\frac{(10^{-3})^2}{C_M \cdot 10^{-3}} = 10^{-4} \quad {}^1\text{H}$$



$$12n + 2n + 2 \cdot 16 = 42$$

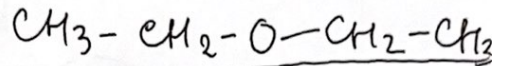
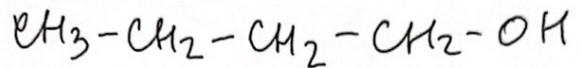
$$12n + 2n + 16 = 42$$



$$42 = 1$$

26

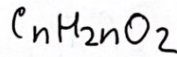
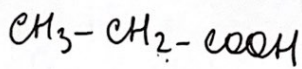
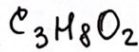
12 n 2n -



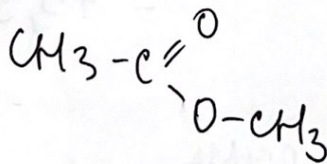
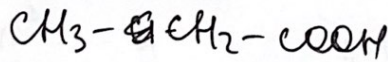
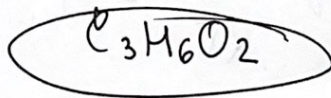
$$6n + 2n + 2 + 16 = 42$$

n = 3

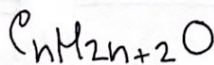
1. $10^{-6} = 10^{-4} \cdot 10^{-3} \cdot C_M$ CH₃-COOH
12 3 12 16 1
32



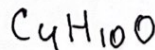
$$6n + 2n + 2 \cdot 16$$



$$6n + 2n + 16 = 42$$



$$6n + 2n + 2 + 8 = 42$$

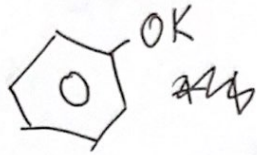


5

N 2

pH = 11

Черновик



$$pH = -\lg [C] = -\lg \left[\frac{D}{V} \right]$$

$K_d =$

$$1 \text{ л} = 1 \text{ дм}^3 = 0,001 \text{ м}^3$$

$n^0 = 6 \cdot 4 + 8 = 32$

$M_B = 2 M_A$



$T = 30^\circ\text{C}$

$B: A = 1,86:1$

$p = 1 \text{ атм} \quad (10^5 \text{ Па})$

$\uparrow 0,026 \quad \uparrow 0,014$

$M_{\text{ср.}} = 75,9 \text{ г/моль}$

$pV = DRT$

$D = \frac{pV}{RT} = 0,04 \text{ моль}$

$\frac{D_1 \cdot M_1 + D_2 \cdot M_2}{D_1 + D_2}$

$C_n H_{2n+2}$

$D_1 + D_2$

$0,026 \cdot M_B + 0,014 \cdot M_A$

$C_n H_{2n}$
 $14n+2 = 46$

$= 75,9$

$1,65 M_A = 75,9$

$0,04$

$M_A = 46 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$

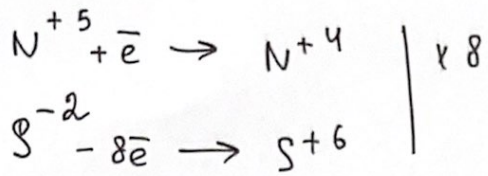
$2 \cdot 0,026 M_A + 0,014 M_B$

$M_B = 92 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$

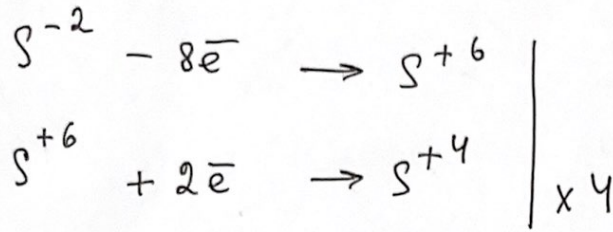
$= 75,9$

⑥

$0,04$



4 ермебен



$$(10^{-3})^2 = 10^{-4} + 10^{-3} - c_M$$

$$c_M = 10^{-4} + 10^{-3} - 10^{-6} \cdot 4$$

0,011

$$(10^{-3})^2 \cdot 4 = 10^{-4} \cdot (c_M - 10^{-3})$$

7