



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

ОЛИМПИАДНАЯ РАБОТА

Наименование олимпиады школьников: **«Ломоносов»**

Профиль олимпиады: **Химия**

ФИО участника олимпиады: **Громова Софья Андреевна**

Класс: **11**

Технический балл: **98**

Дата проведения: **27 февраля 2022 года**

9134425	8	14 (минус 2 балла за выражение Кгидролиза)	16	20	20	20	98
Буданова А.А.							

Задача №1.

Углеводок

$$① M = 42 + 32 = 74$$

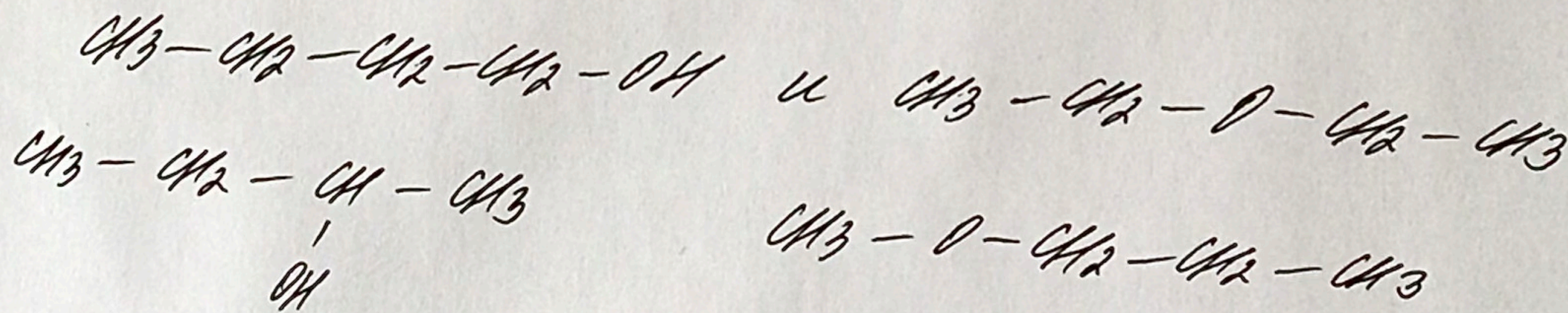
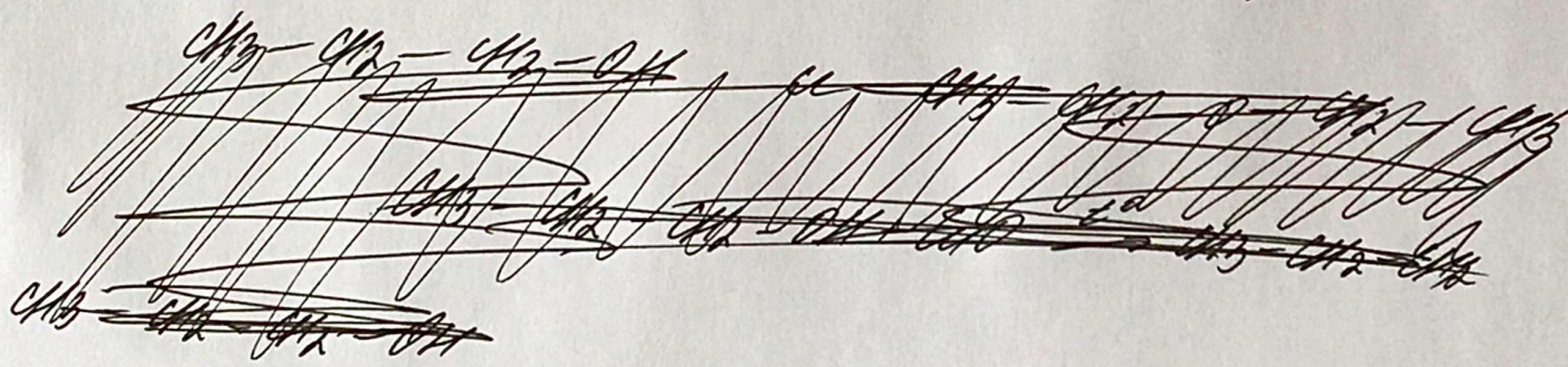
1) Предполагая, что в состав углеводка входит один кислород:

$$M(H+C) = 74 - 16 = 58 \Rightarrow 4C \text{ и } 10H.$$

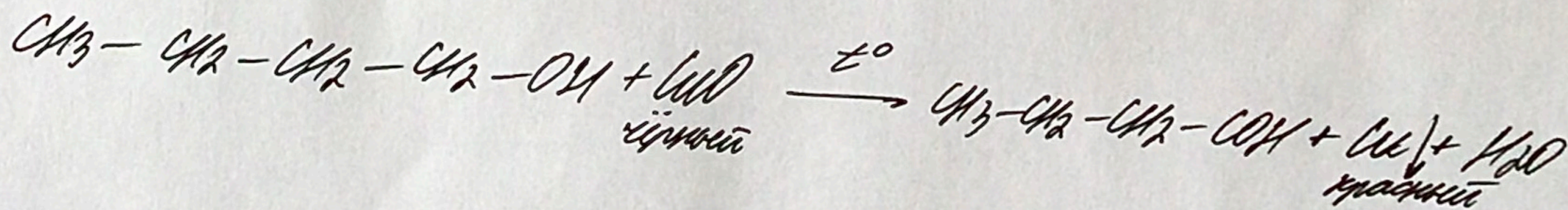
2) Если предположить, что 2 кислорода, то определить для углеводка составление невозможно. Если брать 3O, то тогда в формуле нет водорода.

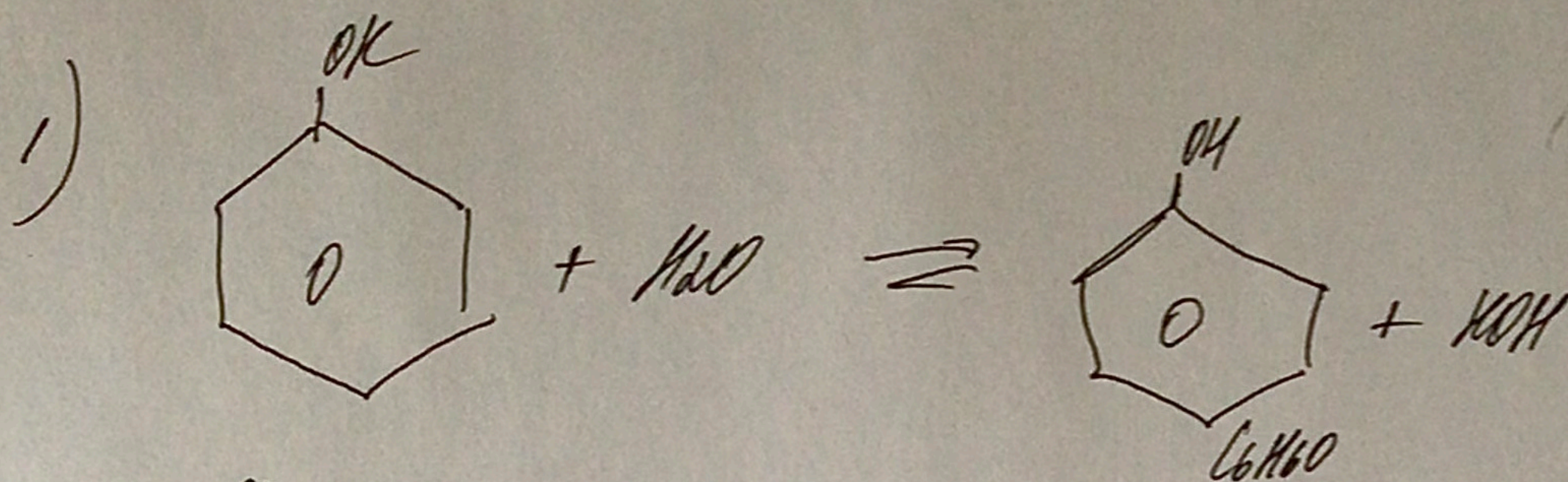
Итак, $M = 74$; формула - формула - $C_4H_{10}O$.

Это спирт - бутанол-1 (нормальный) и простой эфир.



Отличить простой эфир от спирта можно с помощью CaO .





$$pOH = 14 - pH = 14 - 11 = 3; \quad pOH = -\lg [OH^-] \Rightarrow$$

$$\Rightarrow [OH^-] = 0,001 \frac{\text{моль}}{\text{л}}$$

Если $[OH^-] = 0,001 \frac{\text{моль}}{\text{л}}$, то и $[KOH] = 0,001 \frac{\text{моль}}{\text{л}}$
(мольный эквивалент)

Значит, $[C_6H_6O] = [KOH] = 0,001 \frac{\text{моль}}{\text{л}} = [C_6H_5OK]$ гидролитическое

$$2) \quad K_r = \frac{K_{H_2O}}{K_{гид}} = \frac{10^{-14}}{10^{-10}} = 10^{-4}$$

$$3) \quad K_r = \frac{[KOH][C_6H_6O]}{C_{исх} - [C_6H_5OK]}, \quad \text{где } C_{исх} - \text{исходная концентрация вещества}$$

$$10^{-4} = \frac{(0,001)^2}{C_{исх} - 0,001}$$

$$10^{-4} C_{исх} - 10^{-4} = (0,001)^2$$

$$10^{-4} C_{исх} = 1 \cdot 10^{-6} + 1 \cdot 10^{-4} \Rightarrow C_{исх} = 0,011 \frac{\text{моль}}{\text{л}}$$

Ответ: $C = 0,011 \frac{\text{моль}}{\text{л}}$

Задача 3.

Условие

$$1) pV = nRT \Rightarrow n_{\text{смеси}} = \frac{pV}{RT} = \frac{1 \cdot 1}{0,082 \cdot 303} = 0,04 \text{ моль.}$$

$$2) 2A \rightleftharpoons B$$

Пусть x моль - n_A , $1,86x$ - n_B

$$x + 1,86x = 0,04 \Rightarrow x = 0,014 \text{ моль - } n_A$$

$$n_B = 0,04 - 0,014 = 0,026 \text{ - } n_B.$$

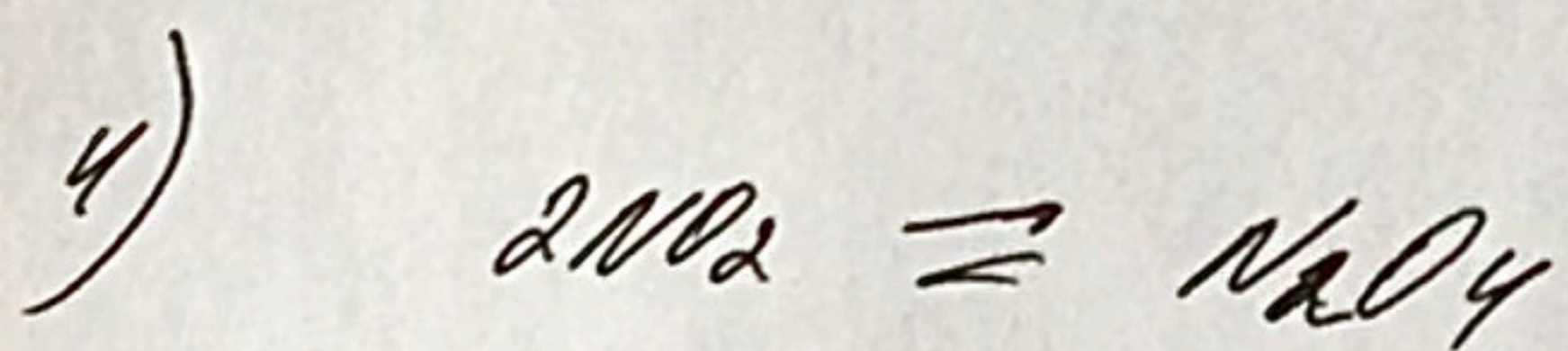
3) И.к. неизвестны вещества: A - неизвестно, B - неизвестно,
но $M_A = 14$, $M_B = 214$.

$$M_{\text{смеси}} = \frac{M_1 \cdot n_1 + M_2 \cdot n_2}{n_1 + n_2}$$

$$75,9 = \frac{14 \cdot 0,014 + 214 \cdot 0,026}{0,04} \Rightarrow 3,036 = 0,066$$

$$M = \frac{462}{\text{моль}}$$

Значит A - NO_2 , B - N_2O_4 .



$$K_p = \frac{[\text{N}_2\text{O}_4]}{[\text{NO}_2]^2}, \text{ где } [\text{N}_2\text{O}_4] = \frac{0,026}{1} = 0,026 \frac{\text{моль}}{\text{л}}$$

$$[\text{NO}_2] = \frac{0,014}{1} = 0,014 \frac{\text{моль}}{\text{л}}$$

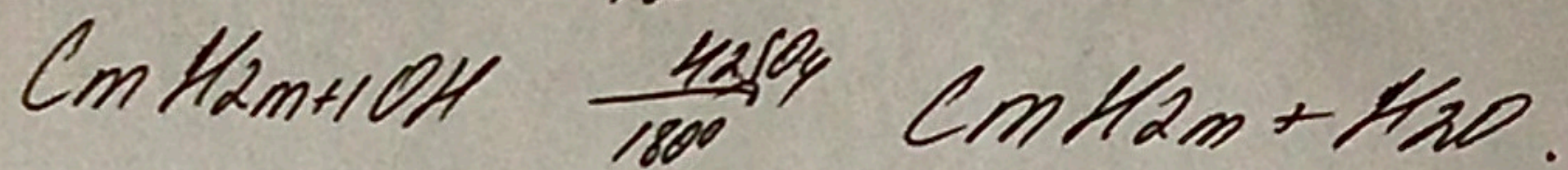
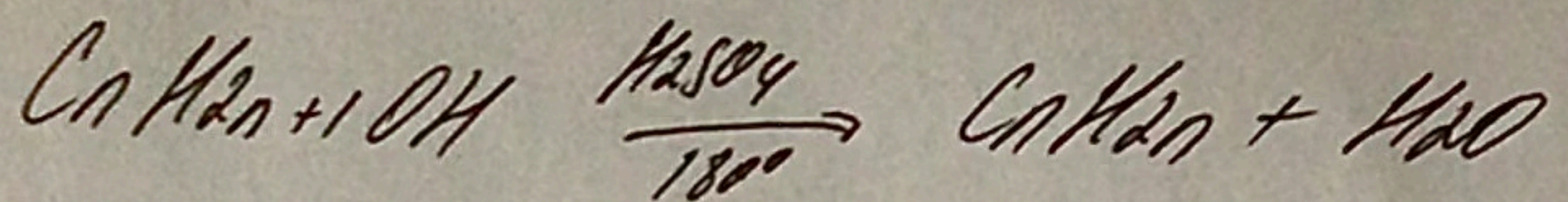
$$K_p = \frac{K_{p0}}{K_{\text{эф}}} ; K_p = \frac{0,026}{(0,014)^2} = 132,653$$

$$132,653 = \frac{5 \cdot 10^{-3}}{K_{\text{эф}}} \Rightarrow K_{\text{эф}} = \frac{5 \cdot 10^{-3}}{132,653} = 0,38 \cdot 10^{-4}$$

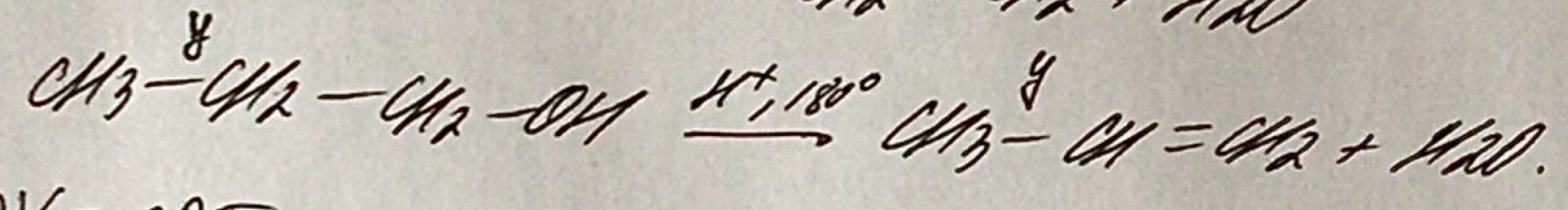
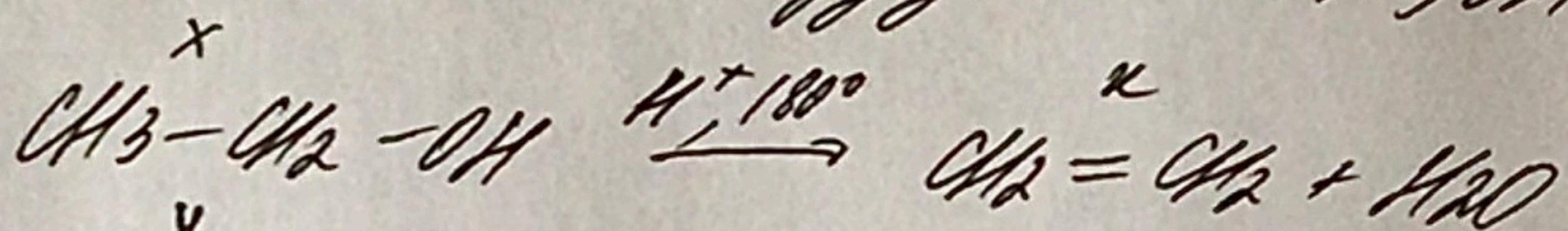
Ответ: A - NO_2 $K_{\text{эф}} = 0,38 \cdot 10^{-4}$
 B - N_2O_4

Задача 4.

Умнолик



III. к какой-либо из двух спиртов добавят гомогенный раствор, ~~но~~ и в результате образуется газ, ~~но~~ ~~масса~~ масса по смеси из веществ ~~вз-~~ ~~взвешивают~~ ~~взвешивают~~ взвешивают будут C_2H_5OH и C_3H_7OH .



$$pV = nRT \Rightarrow n_{смеси} = \frac{pV}{RT} = \frac{1 \cdot 11,15}{0,082 \cdot 453} = 0,3 \text{ моль}$$

$$\begin{cases} x + y = 0,3 & \Rightarrow x = 0,3 - y \\ 46x + 60y = 15,9 \end{cases}$$

$$46(0,3 - y) + 60y = 15,9$$

Решив систему уравнений получим, что $n_{C_2H_5OH} = 0,15 \text{ моль}$,

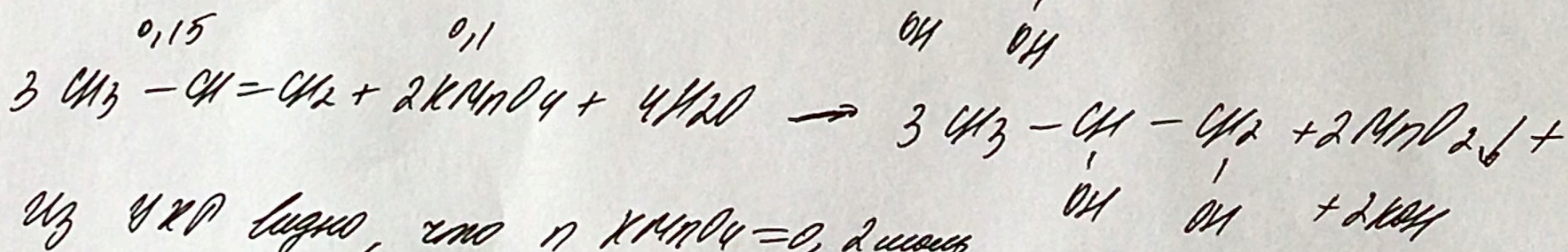
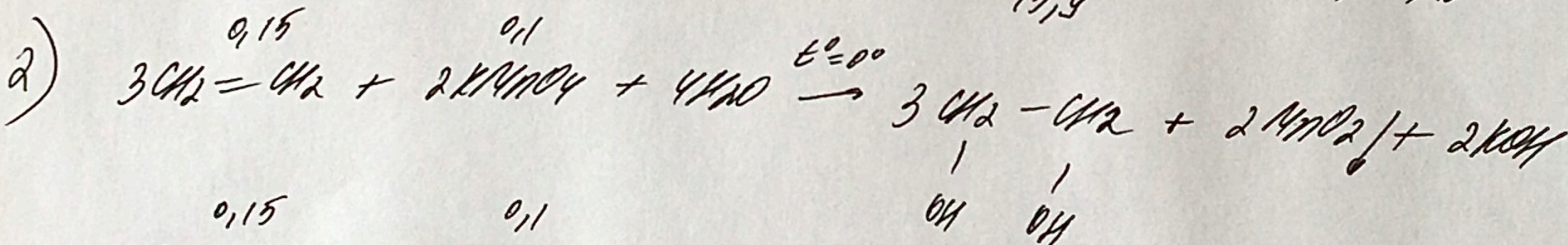
$$n_{C_3H_7OH} = 0,15 \text{ моль}$$

$$m_{C_2H_5OH} = 0,15 \cdot 46 = 6,9 \text{ г}$$

$$w_{C_2H_5OH} = \frac{6,9}{15,9} \cdot 100\% = 43,4\%$$

$$m_{C_3H_7OH} = 60 \cdot 0,15 = 9 \text{ г}$$

$$w_{C_3H_7OH} = \frac{9}{15,9} \cdot 100\% = 56,6\%$$



Из 4-го видно, что $n_{KMnO_4} = 0,2 \text{ моль}$

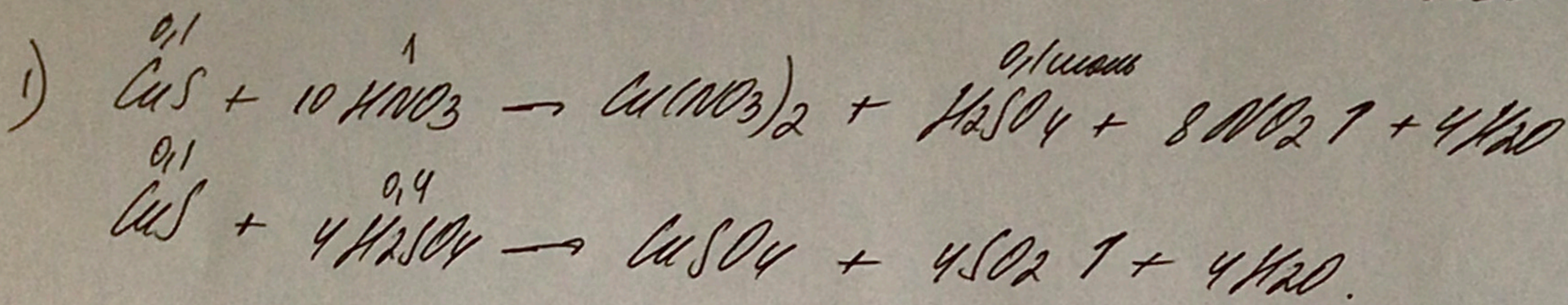
$$C = \frac{n}{V} \Rightarrow V = \frac{n}{C} = \frac{0,2}{0,4} = 0,5 \text{ л} = 500 \text{ см}^3$$

$$\text{Ответ: } w_{C_2H_5OH} = 43,4\%$$

$$V = 0,5 \text{ л.}$$

$$w_{C_3H_7OH} = 56,6\%$$

(4)



$$n_{\text{CuS}} = \frac{9,6}{96} = 0,1 \text{ моль}$$

$$1) m_{\text{HNO}_3} = 120 \cdot 0,63 = 75,62$$

$$n_{\text{HNO}_3} = \frac{75,6}{63} = 1,2 \text{ моль. — надлишок}$$

$$n_{\text{NO}_2} = 8 \cdot 0,1 = 0,8 \text{ моль}$$

$$m_{\text{NO}_2} = 0,8 \cdot 46 = 36,82$$

$$m_{\text{р-ра}} = 120 + 9,6 - 36,8 = 92,82$$

$$n_{\text{HNO}_3 \text{ ост}} = 1,2 - 1 = 0,2 \text{ моль}$$

$$2) m_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 142,4 \cdot 0,98 = 139,846$$

$$n_{\text{H}_2\text{SO}_4} = \frac{139,846}{98} = 1,424 \text{ моль — надлишок}$$

$$n_{\text{SO}_2} = 4 \cdot 0,1 = 0,4 \text{ моль}$$

$$m_{\text{SO}_2} = 0,4 \cdot 64 = 25,62$$

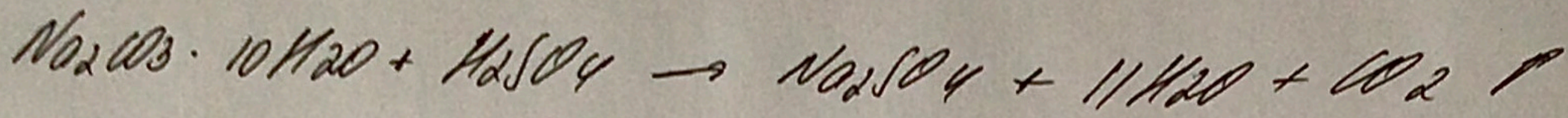
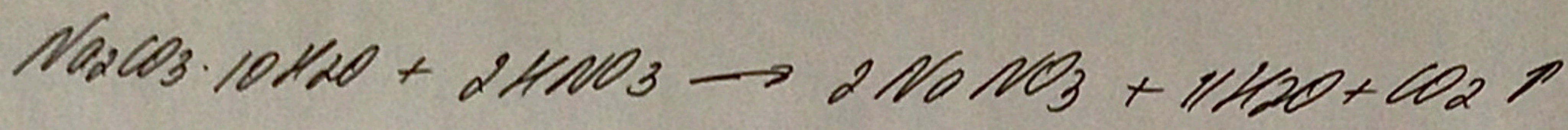
$$m_{\text{р-ра}} = 142,4 + 9,6 - 25,6 = 126,42$$

$$\Delta m = 126,42 - 92,82 = 33,62$$

~~3) По умов. 10 г H₂O потрібно додати в суміш в реакції з азотною кислотою, значить, додати в суміш з H₂SO₄ і продуктами реакції.
 М в суміші повинна стати 92,82.~~

3) По умов. 10 г H₂O потрібно додати в суміш в реакції з азотною кислотою і продуктами реакції;

Стога с окислителем HNO_3 и образующимся H_2SO_4
 $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ будет реагировать по следующей схеме:



Из этого, что количество газа образующегося
 CO_2 равно количеству $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$.

Пусть x масса — масса образовавшегося

$$M_{\text{NaNO}_3} = 286x$$

$$M_{\text{CO}_2 \uparrow} = 44x$$

$$M_{\text{Na}_2\text{CO}_3} = 126,7$$

$$126,7 = 92,8 + 286x - 44x \Rightarrow 242x = 33,9$$

$$x = 0,14 \text{ масса}$$

Чистоту

$$m_{\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}} = 286 \cdot 0,14 = 40,042$$

Ответ: $\Delta m = 33,92$; $m_{\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}} = 40,042$ — это
(разница в массах) чистого вещества в исходной
массе.

~~PS. В массе вещества...~~

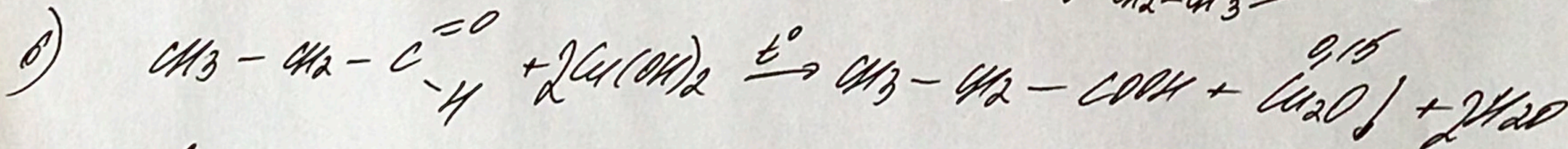
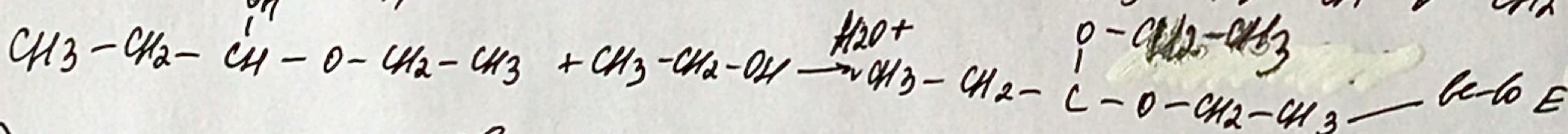
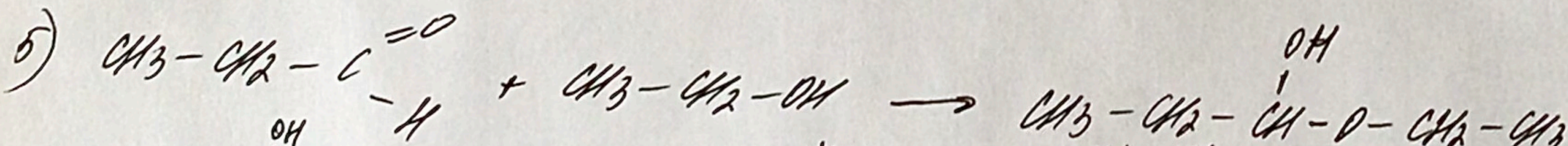
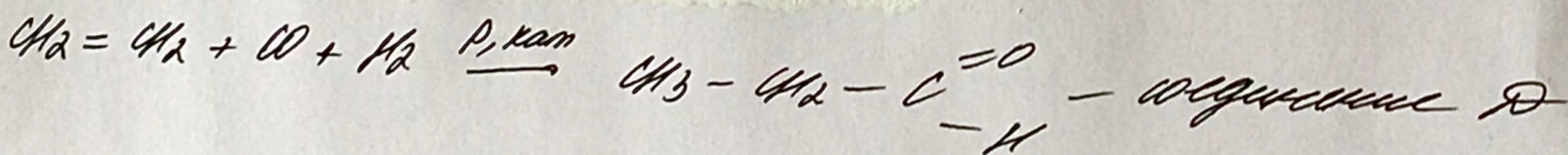
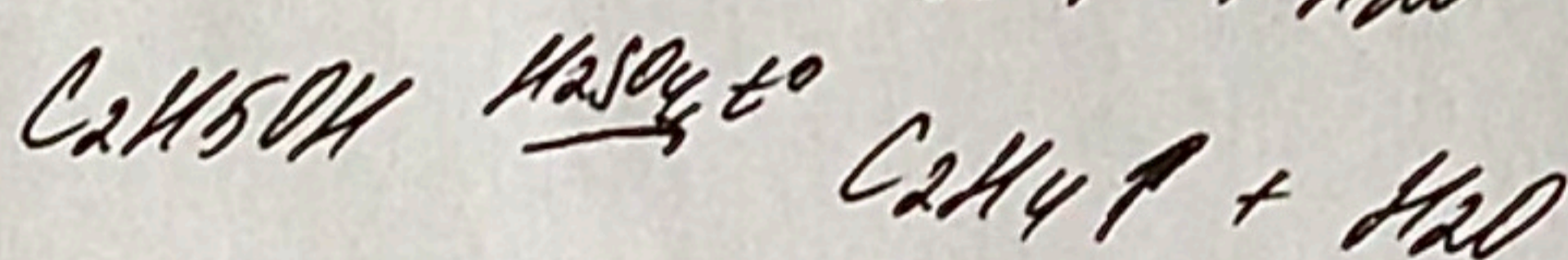
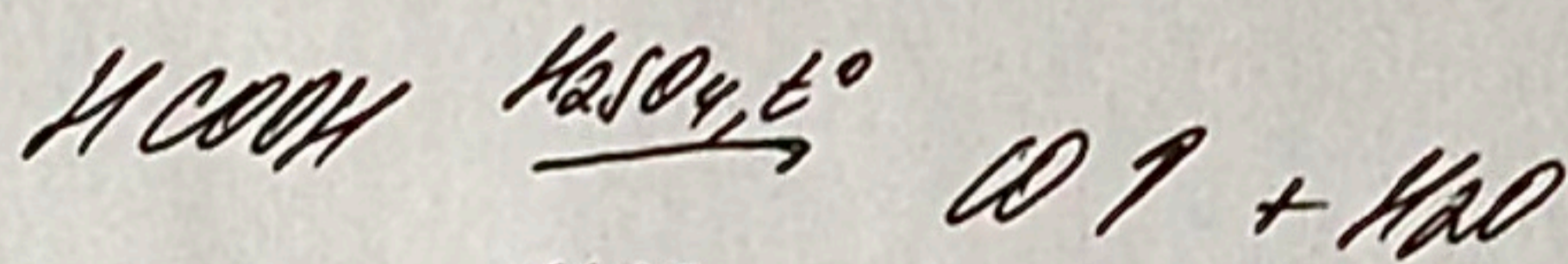
1) Из условия можно заметить, что одно из веществ А и Б - кислота, а Д - ангидрид (реагирует с $\text{Ca}(\text{OH})_2$).

2) $D_{O_2} = \frac{M_{\text{ангидрид}}}{M_{\text{H}_2\text{O}}} \Rightarrow M_{\text{ангидрид}} = 32 \cdot 0,875 = 28 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$

3) $M_{O} \leq 28 \leq M_{F}$

Полученным из условия вариантом другим газом CO и C_2H_4

4) Влага А - HCOOH , Б - $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$.

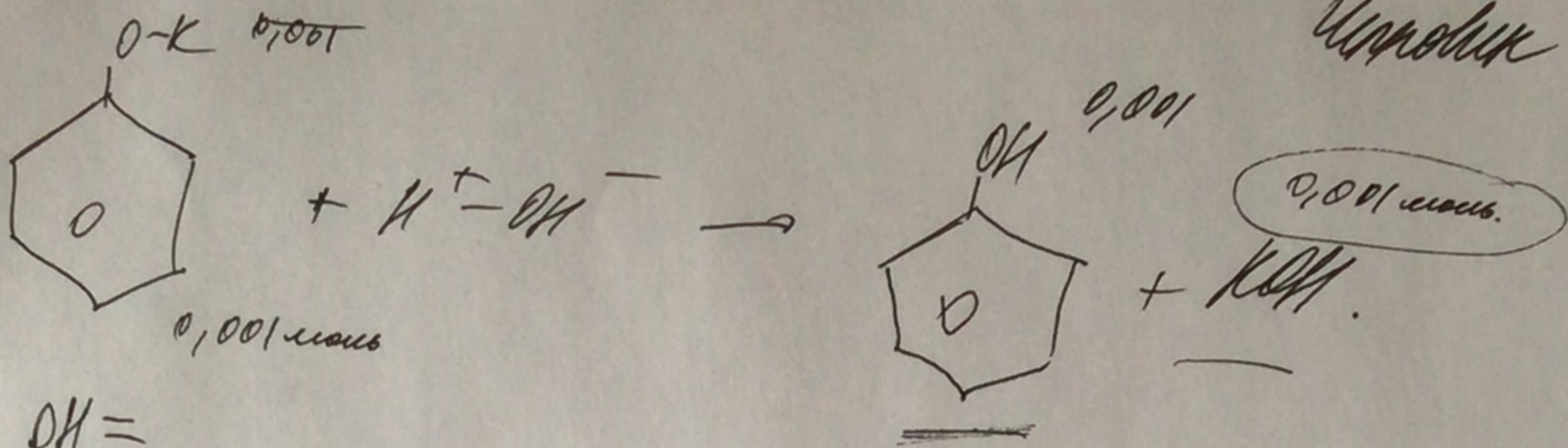


$n_{\text{Ca}_2\text{O}} = \frac{21,6}{144} = 0,15 \text{ моль}; \text{ Это УКР } n_{\text{ангидрид}} = 0,15 \text{ моль}$

$m_{\text{ангидрид}} = 0,15 \cdot 58 = 8,7 \text{ г}$

А - HCOOH ; Б - $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{OH}$; В - CO ; Г - $\text{CH}_2 = \text{CH}_2$
 Д - $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \overset{\text{O}}{\underset{\text{H}}{\text{C}}} - \text{H}$, $m = 8,7$; Е - $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \overset{\text{OH}}{\underset{\text{O} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3}{\text{C}}} - \text{H}$

2



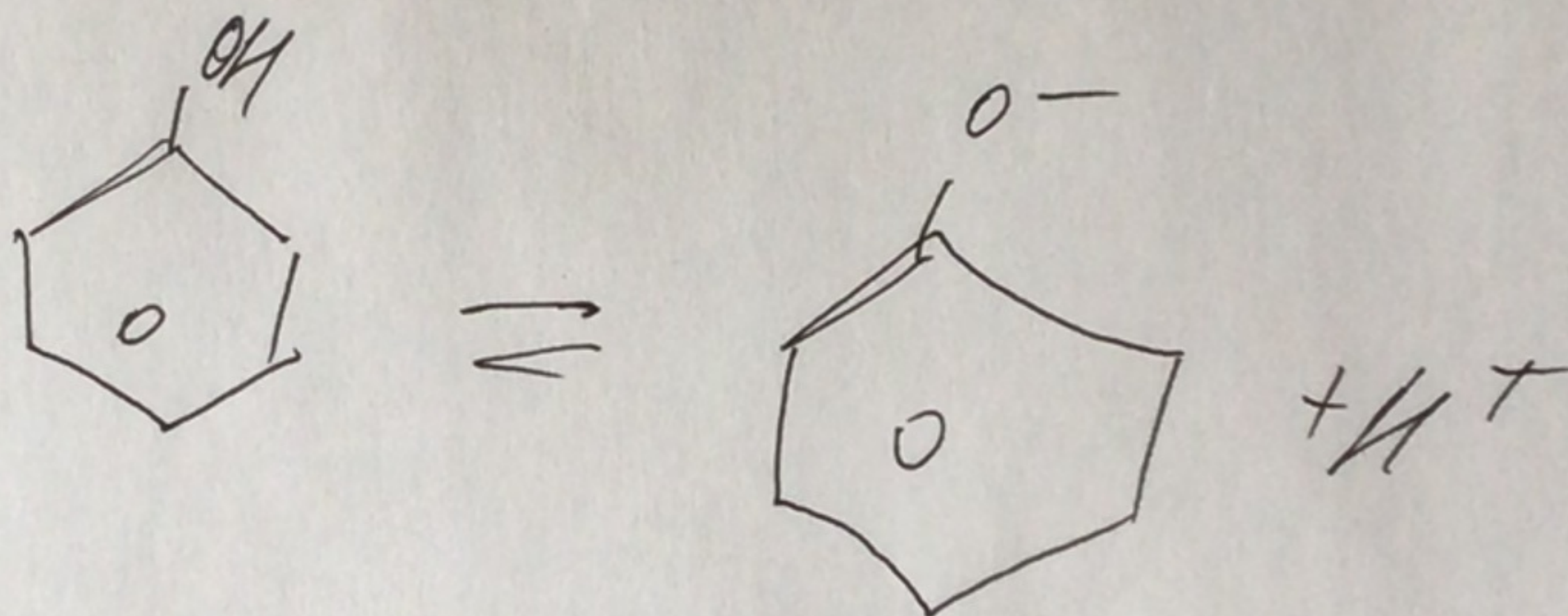
pH =

pOH = 14 - 11 = 3

$[OH^-] = 0,001$ - из KOH

$[OH^-] = KOH = 0,001$ моль.

$K_{гид} =$



$K_r = \frac{[продукт][KOH]}{[реагент]}$

~~$K_r = c h^2$~~

$K_r = \frac{K_{гид}}{K_{гид}} = \frac{1 \cdot 10^{-14}}{10^{-10}} = 10^{-4}$

$10^{-4} = \frac{[KOH][продукт]}{[реагент]}$

$C_M = (0,001)^2$

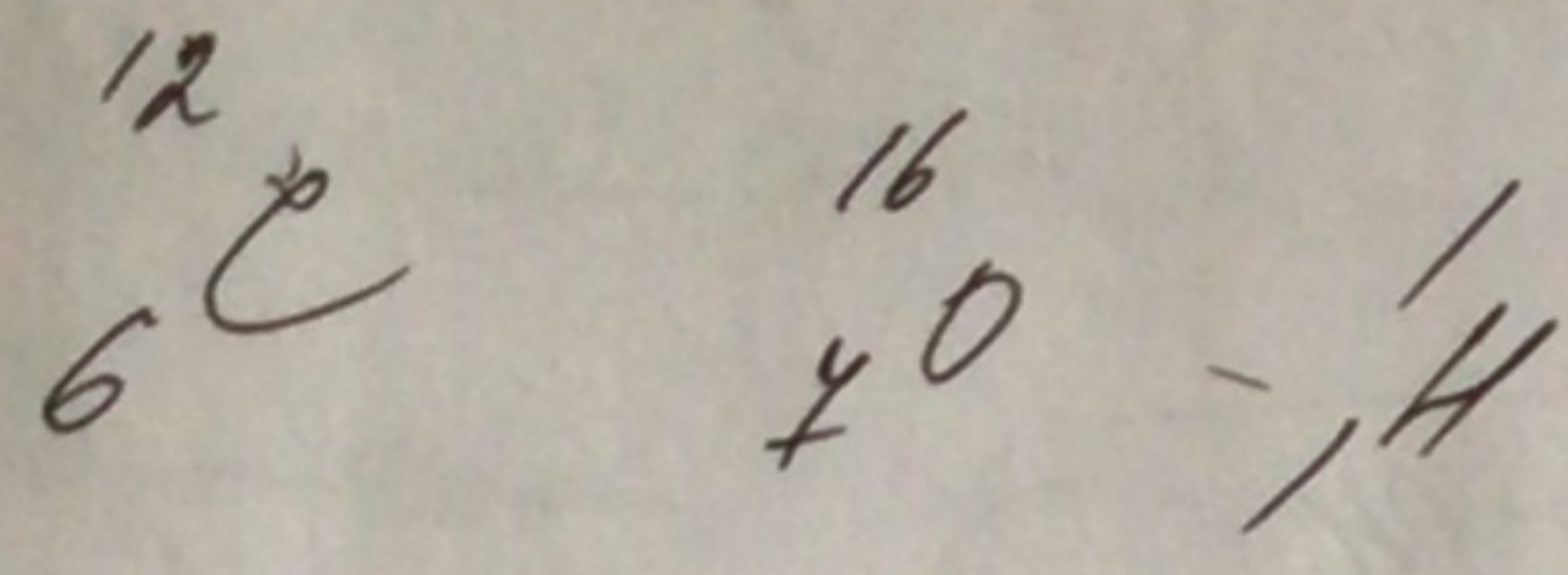
$10^{-4} = \frac{(0,001)^2}{C_M - 0,001} \approx \frac{(0,001)^2}{C_M - 0,001}$

$C_M = \frac{(0,001)^2}{10^{-4}} = 0,01$ моль/л

11

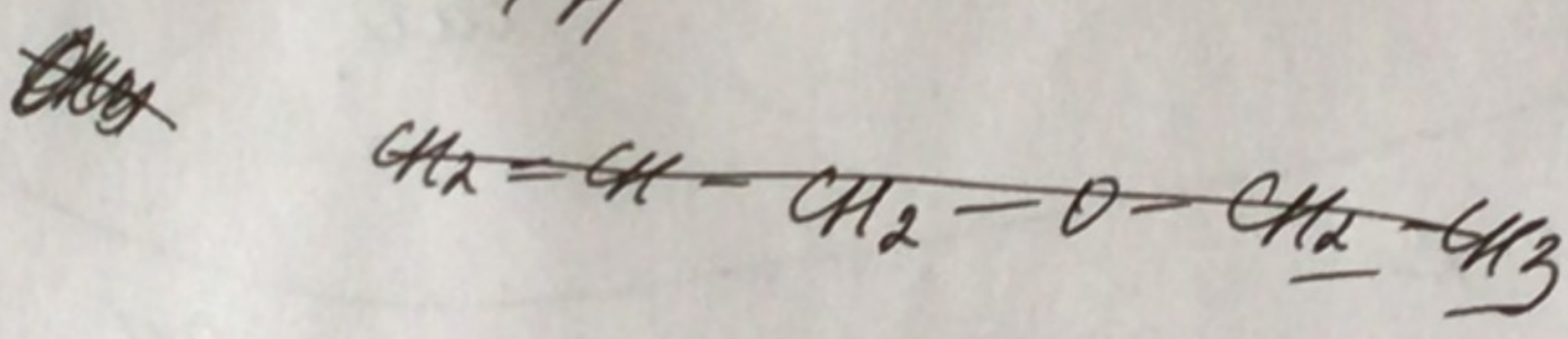
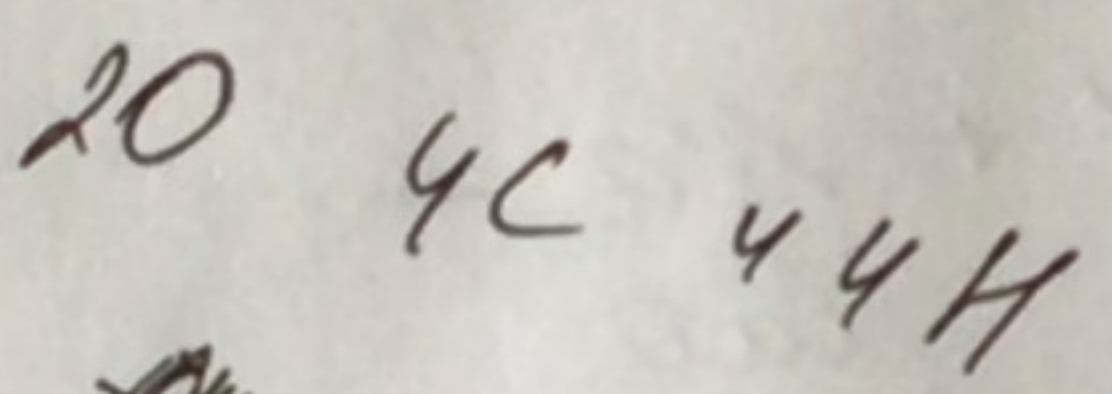
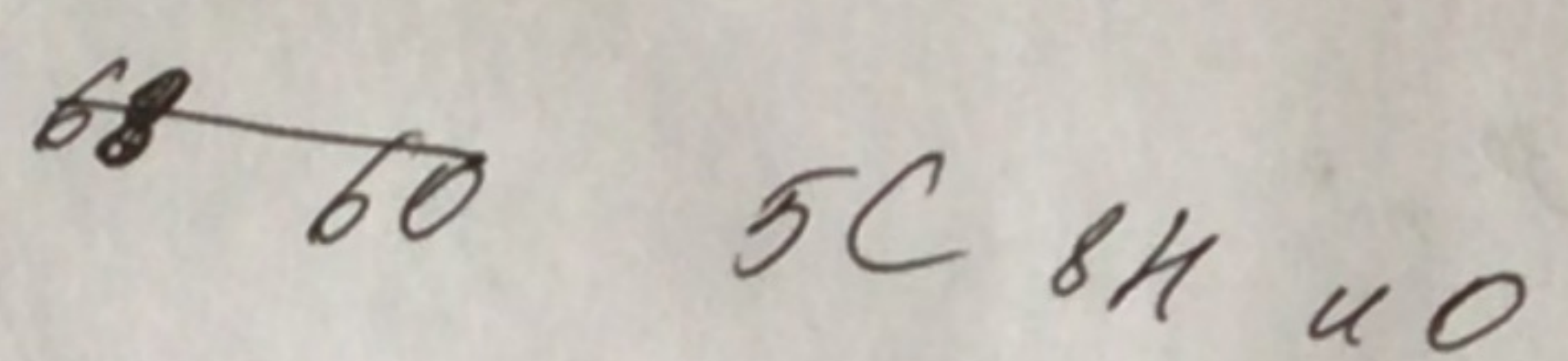
схныоу

Удмурт

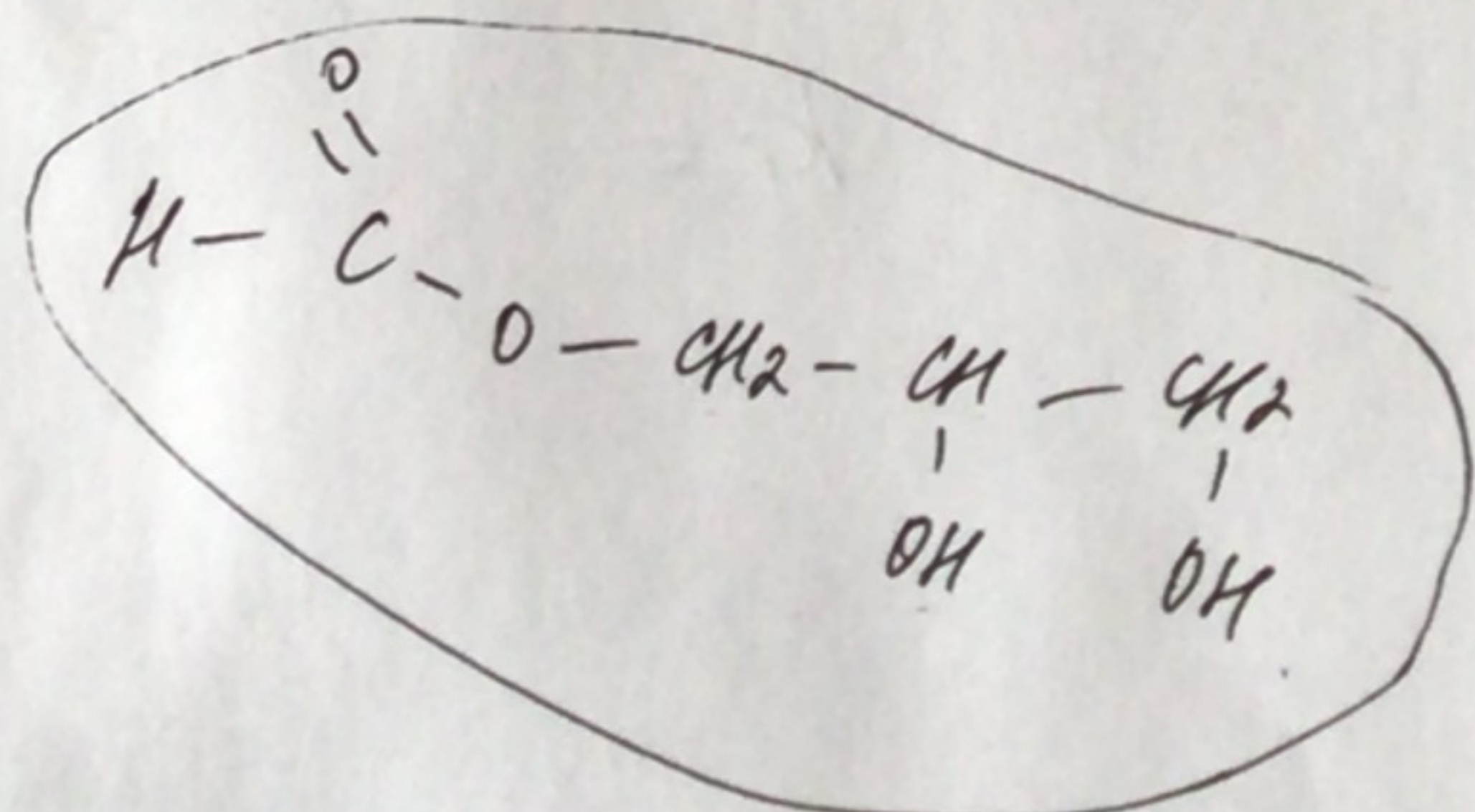
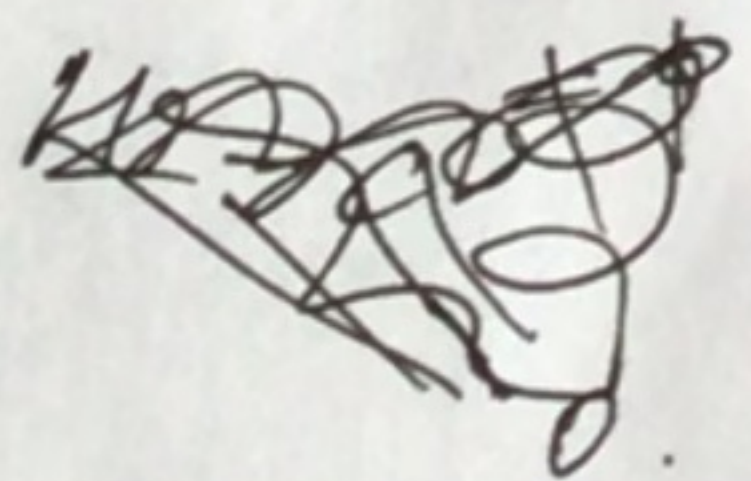
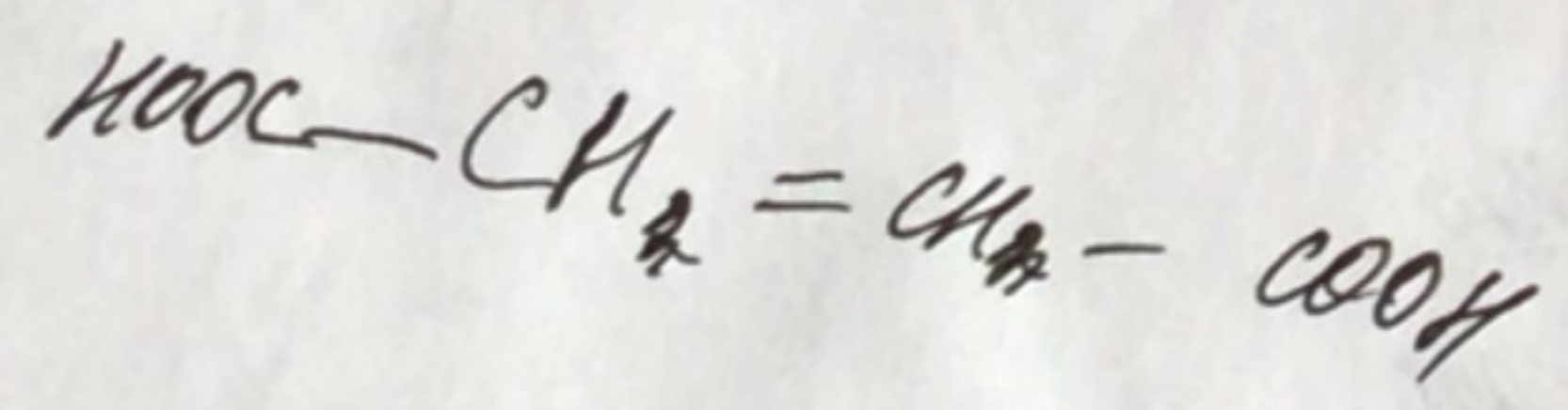
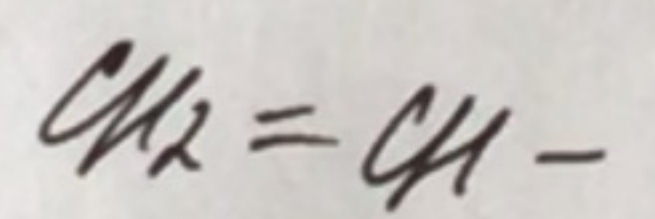
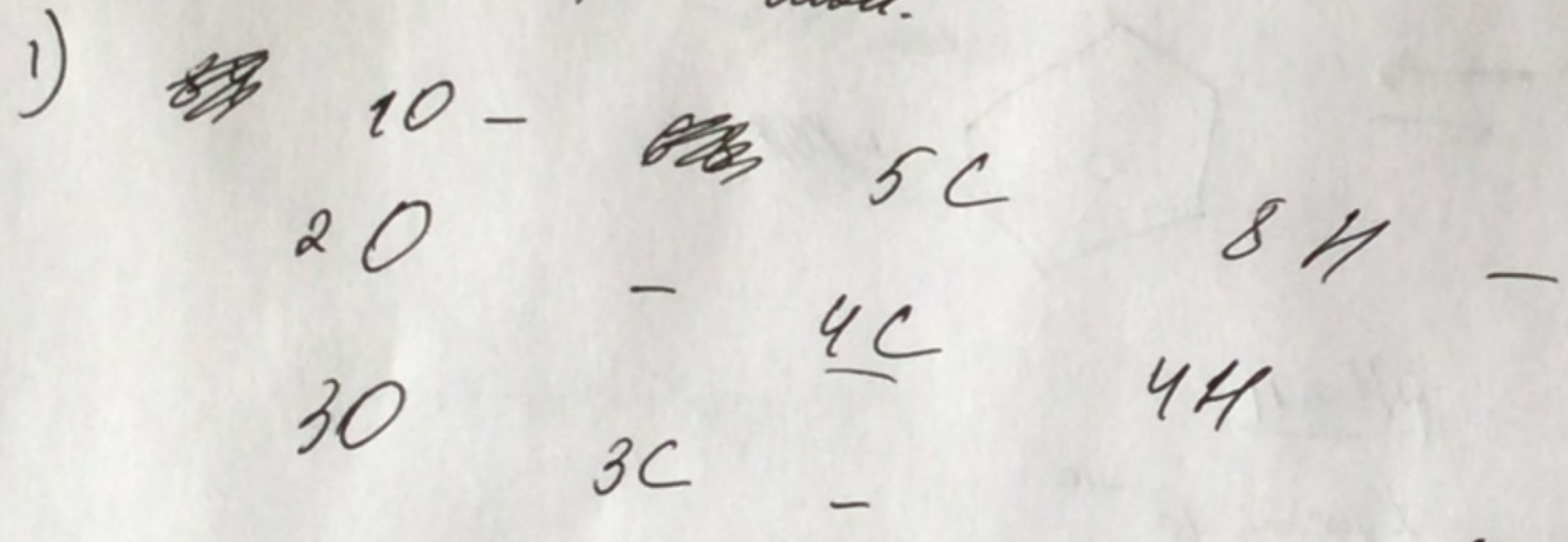


$$A = 32 + 42 = 84$$

к-ма
~~тетра-тетра~~
 дубоу - кумок
 мушом - арун



$$A = 32 + 42 = 84 - \text{мад.}$$



n массы = 0,3 массы. $C_nH_{2n+1}OH$

Углеводород 1 - метанол - CH_3OH . - 32.

$$32x + (14n+18) \cdot (0,3-x) = 15,9$$

$$32x + 4,2n - 14nx$$

$$x+y = 0,03$$

$$(14n+18)x + (14m+18)y = 15,9.$$

$$\begin{cases} 32x + 46y = 15,9 \\ x+y = 0,3 \end{cases} \Rightarrow x = 0,3 - y$$

$$32 \cdot (0,3 - y) + 46y = 15,9$$

$$9,6 - 32y + 46y = 15,9$$

$$14y = 6,3$$

$$y = 0,45 \text{ массы} - n C_2H_5OH$$

$$n CH_3OH = 0,3 - 0,45$$

$$32x + 44y =$$

$$\begin{cases} 32x + 60y = 15,9 \\ x+y = 0,3 \end{cases} \Rightarrow y = 0,3 - x$$

$$32x + 60(0,3 - x) = 15,9$$

$$32x + 18 - 60x = 15,9$$

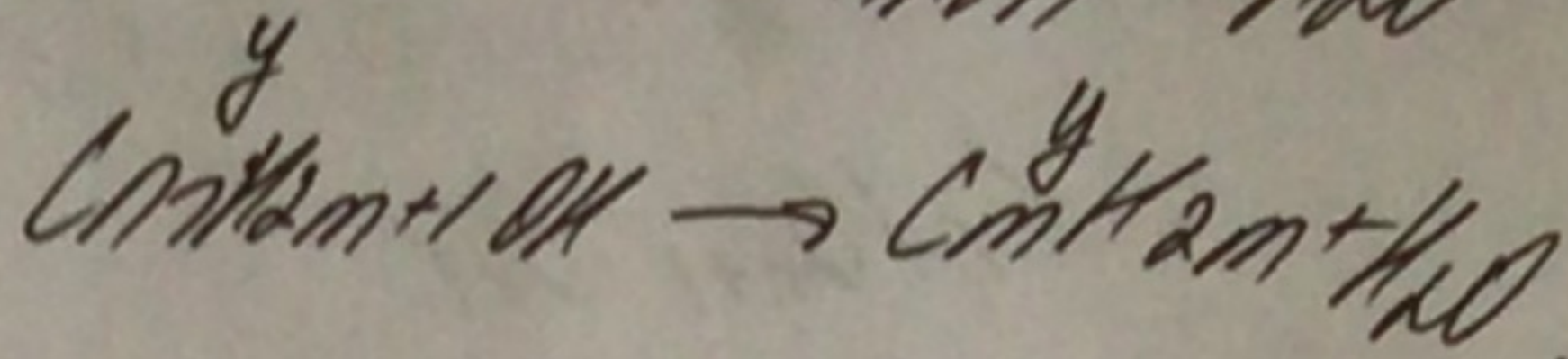
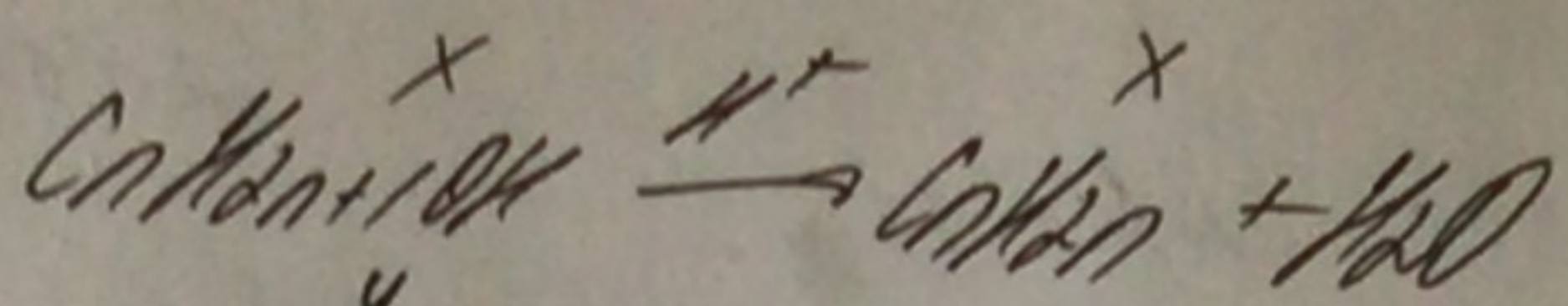
$$-28x = -2,1$$

$$x = 0,075 - n C_2H_5OH$$

$$n C_3H_7OH = 0,3 - 0,075 = 0,225.$$

0,075	0,225
CH_3OH и	C_3H_7OH .
32	13,5

10^{-1}



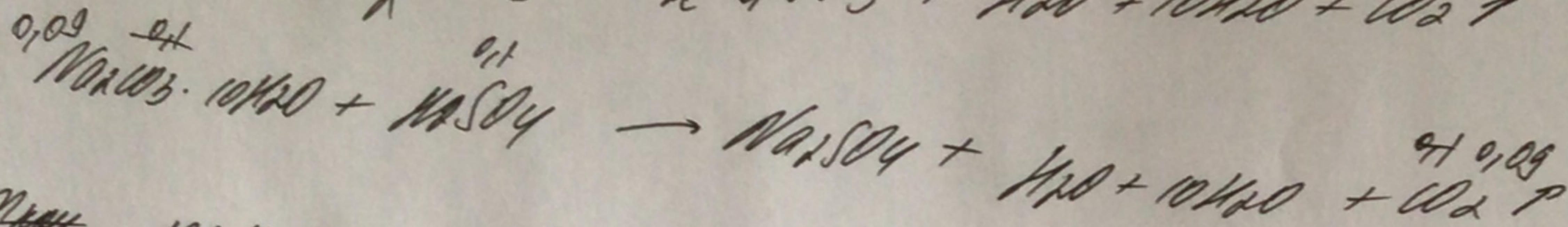
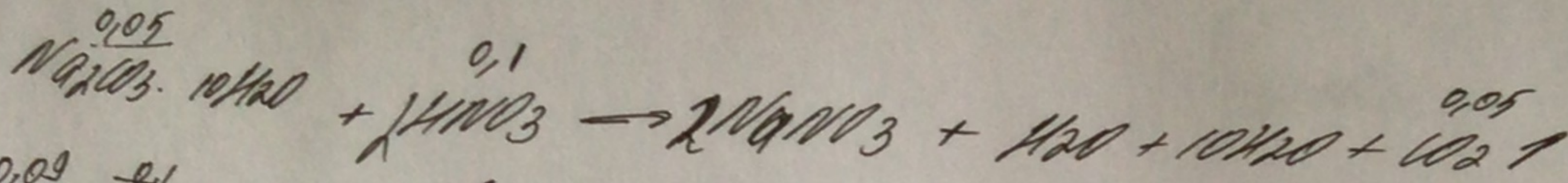
Углеводород

C_2H_5OH

(2,4)

C_3H_7OH

$$92,8 = 126,4 + \text{mass} - 176,8$$



$$\text{Mass} \quad 126,4 = 33,9 + 92,8 + 42,9 -$$

$$286 \cdot 126,4 = 92,8 + 286x - 44x$$

$$33,9 = 242x$$

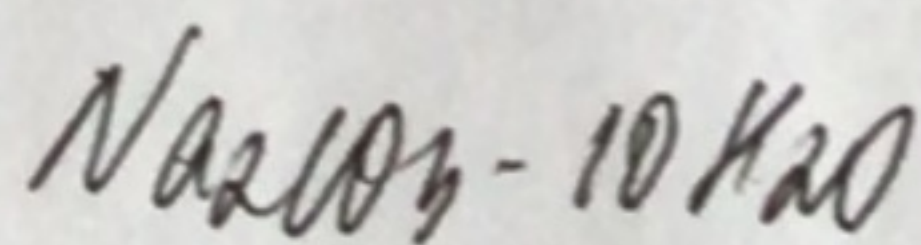
$$x = 0,14 \text{ mols}$$

$$m \text{ Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O} = 40,04$$

Умножить

$$6,16$$

$$126,4 = 92,8 + 40,04 - 6,16$$



A - HCOOH B - $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$

$\text{HCOOH} \xrightarrow{\text{H}_2\text{SO}_4}$

$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CO}_2$

C_2H_4 и $\text{CO} + \text{H}_2$

$\text{C}_3\text{H}_6\text{O} \rightarrow \text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \overset{\text{O}}{\parallel} \text{CH} - \text{H}$

Умножить

$\text{C}_2\text{H}_4 + \text{CO} + \text{H}_2 \xrightarrow{\text{t, p.p.m.}}$ $\overset{-3}{\text{CH}_3} - \overset{-2}{\text{CH}_2} - \overset{+3}{\text{COH}}$

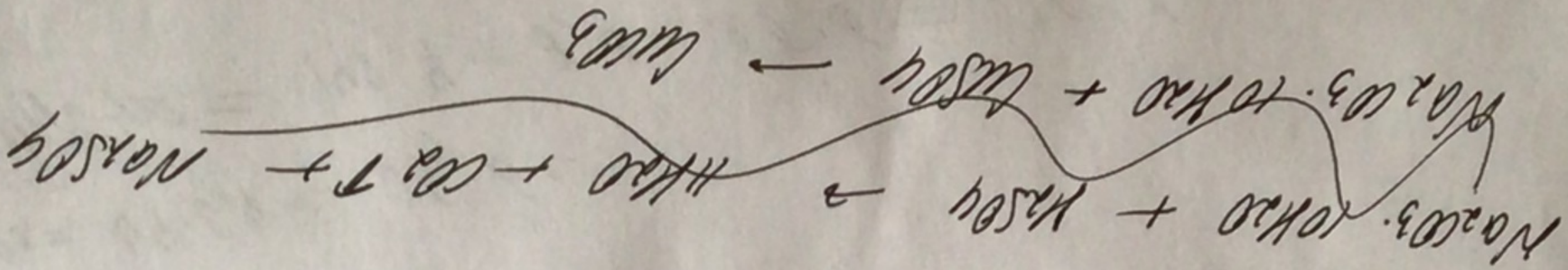
~~$\text{CH}_2 = \text{CH}_2$ HCOH $\text{CH}_3 - \text{CH}_3$~~

$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \overset{\text{O}}{\parallel} \text{C} - \text{H} + \text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{OH} \rightarrow$

$\rightarrow \text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \overset{\text{O}-\text{H}}{\text{CH}} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$

A - Huda.

Verbal



$$m_{\text{Na}_2\text{CO}_3} - 33,9 = m_{\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}}$$

$$m_{\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}} = 126,4 + m_{\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}} - m_{\text{Na}_2\text{CO}_3}$$

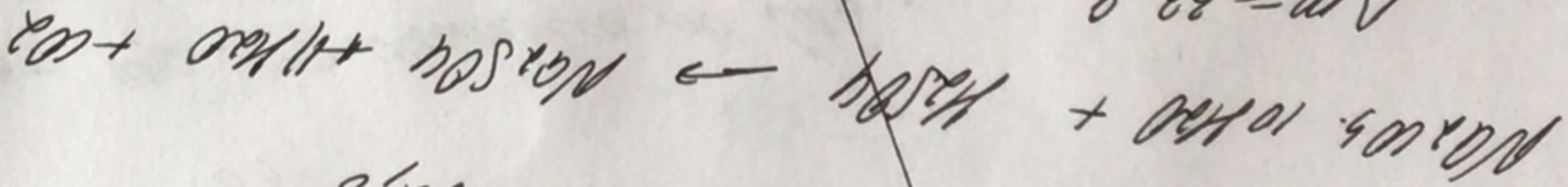
$$92,8 + 126,4$$

$$92,8$$

$$m_{\text{Na}_2\text{CO}_3} - m_{\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}} = 33,9$$

$$126,4 - 92,8 = 126,4 + m_{\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}} - m_{\text{Na}_2\text{CO}_3}$$

$$\Delta m = 33,9$$



$$m_{\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}} = 92,8$$

$$m_{\text{Na}_2\text{CO}_3} = 126,4$$

$$m_{\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}} - m_{\text{Na}_2\text{CO}_3} = 33,9$$

$$-33,9 = m_{\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}} - m_{\text{Na}_2\text{CO}_3}$$

$$92,8 = 126,4 + m_{\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}} - m_{\text{Na}_2\text{CO}_3}$$

$$m_{\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}} = 92,8$$

$$33,9$$

$$m_{\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}} - m_{\text{Na}_2\text{CO}_3} = 126,4 - m_{\text{Na}_2\text{CO}_3}$$

$$-33,9$$

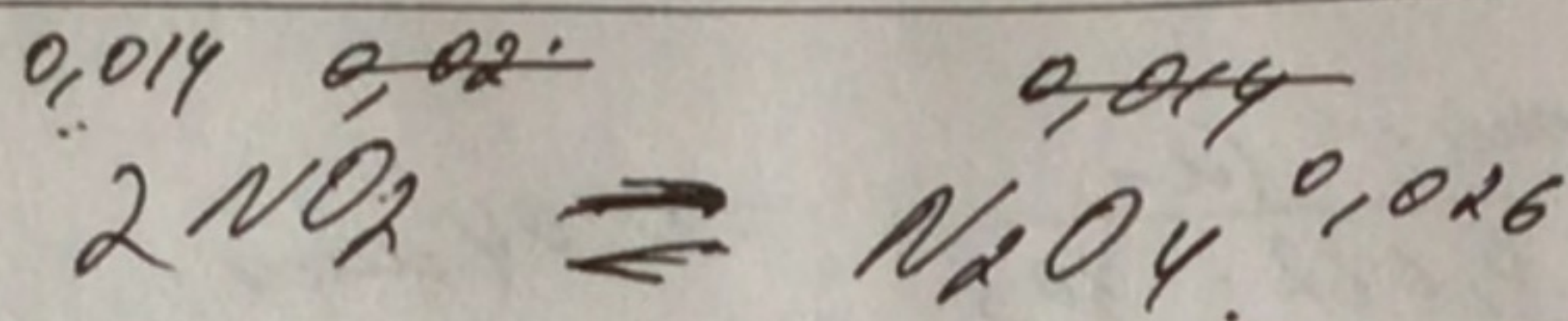
$$m_{\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}} = 126,4 + m_{\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}} - m_{\text{Na}_2\text{CO}_3}$$

$$\frac{K_{np}}{K_{odn}} = 132,653 \frac{\text{моль}}{\text{моль}}$$

Умножить

$$\frac{5 \cdot 10^{-3}}{K_{odn}} = 132,653$$

$$K_{odn} =$$



$$K_p = \frac{[\text{N}_2\text{O}_4]}{[\text{NO}_2]^2}$$

$$K_p = \frac{0,026}{(0,014)^2} = 132,65$$

$$K_{np} = K_{np} \cdot [\text{NO}_2]^2$$

$$K_{odn} = K_{odn} \cdot [\text{N}_2\text{O}_4]$$

$$\frac{K_{np}}{K_{odn}} = \frac{K_{np}}{K_{odn}} = \frac{[\text{NO}_2]^2}{[\text{N}_2\text{O}_4]}$$

$$K_p = \frac{[\text{N}_2\text{O}_4]}{[\text{NO}_2]^2} \cdot \frac{K_{odn}}{K_{np}} \quad \frac{K_{np}}{K_{odn}} = 132,65 \frac{\text{моль}}{\text{моль}}$$

$$K_{odn} = 132,65 \frac{\text{моль}}{\text{моль}}$$

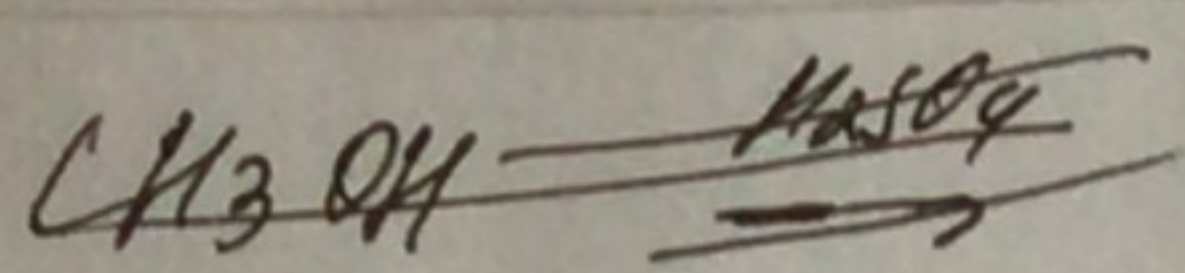
$$K_{odn} = \frac{5 \cdot 10^{-3} \frac{\text{моль}}{\text{моль}}}{132,65 \frac{\text{моль}}{\text{моль}}} =$$

$$= 0,38 \cdot 10^{-4}$$

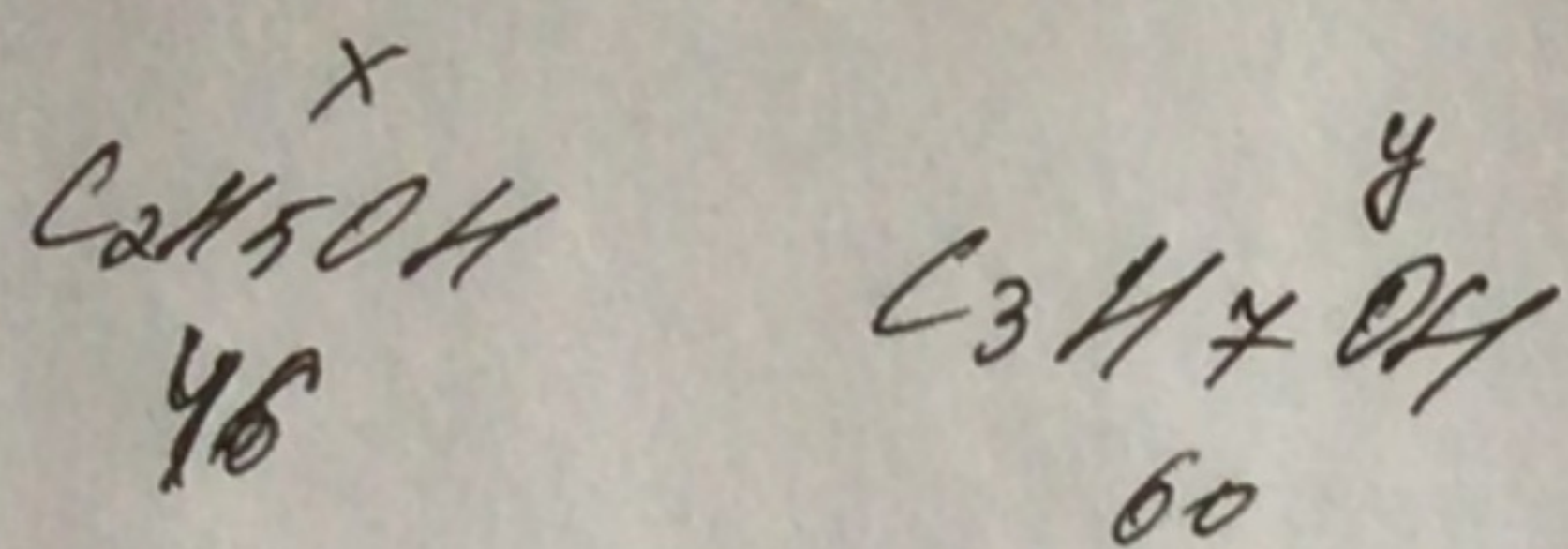
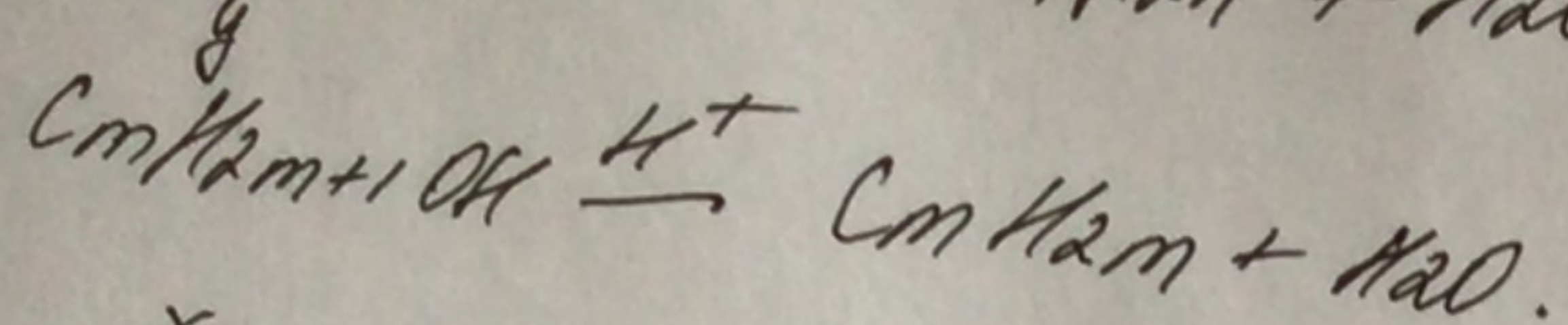
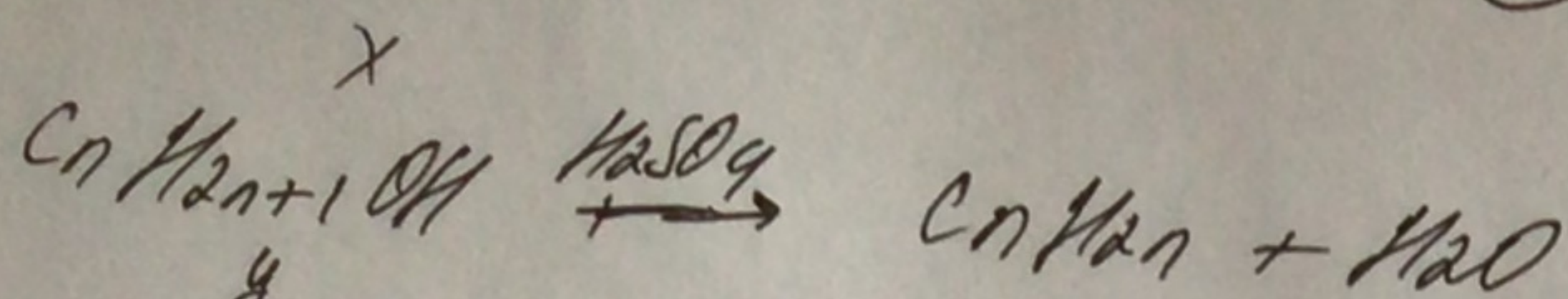
$$\frac{\text{моль}}{\text{моль}} \cdot \frac{\text{моль}}{\text{моль}} = \text{моль}^{-1}$$

Умножить

Умножить



(24)



$$pV = nRT$$

$$n_{\text{алкоголь}} = \frac{pV}{RT} =$$

$$= \frac{1 \cdot 11,5}{0,082 \cdot 453} = 0,3$$

$$\begin{cases} 46x + 60y = 15,9 \\ x + y = 0,3 \end{cases} \Rightarrow x = 0,3 - y$$

Умножим

$$46(0,3 - y) + 60y = 15,9$$

$$13,8 - 46y + 60y = 15,9$$

$$14y = 2,1$$

$$y = 0,15 \text{ моль} - n \text{ C}_3\text{H}_7\text{OH}$$

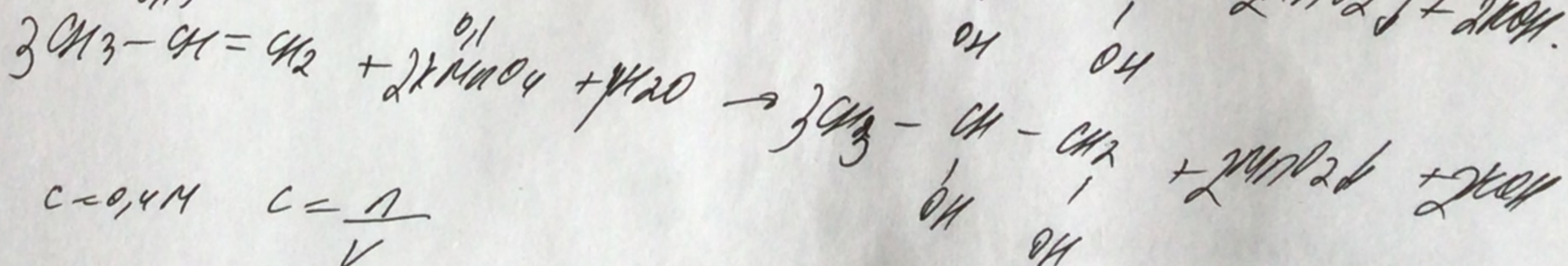
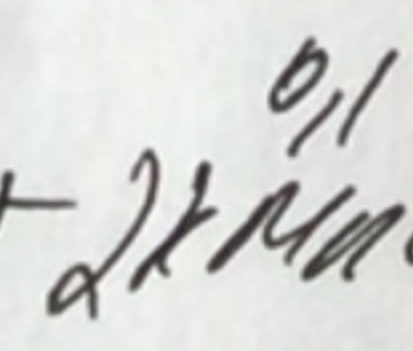
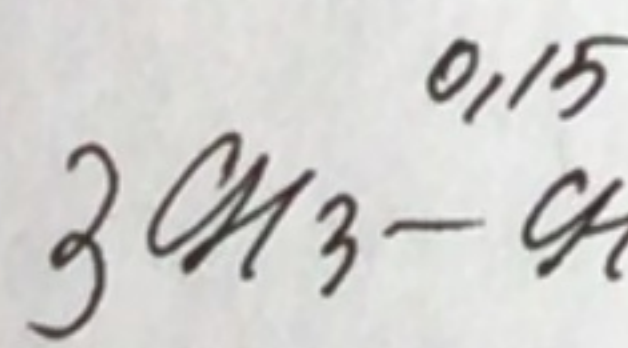
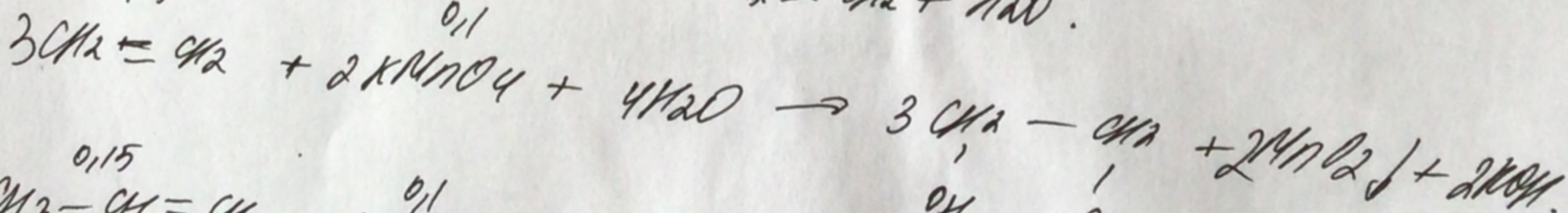
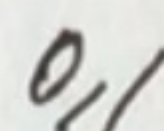
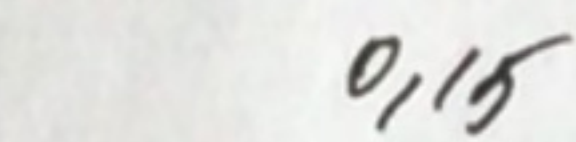
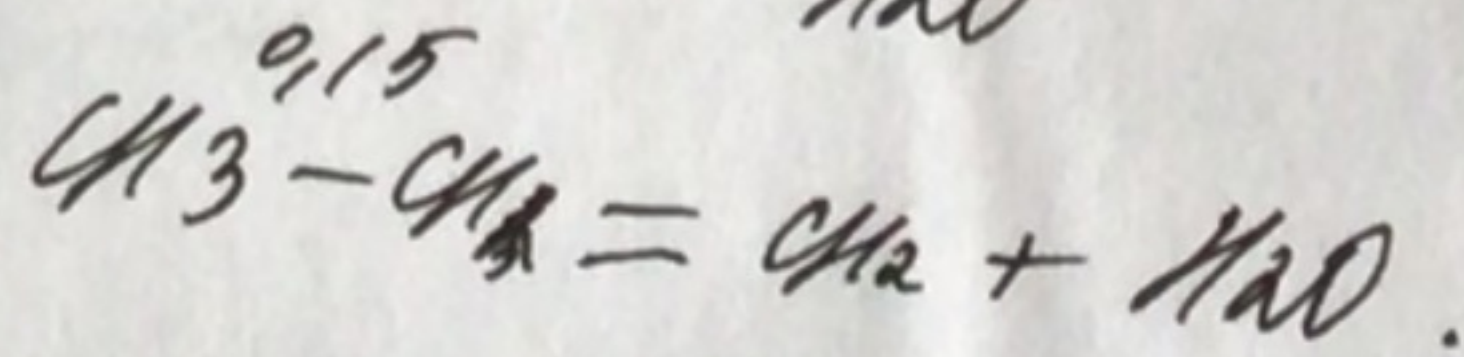
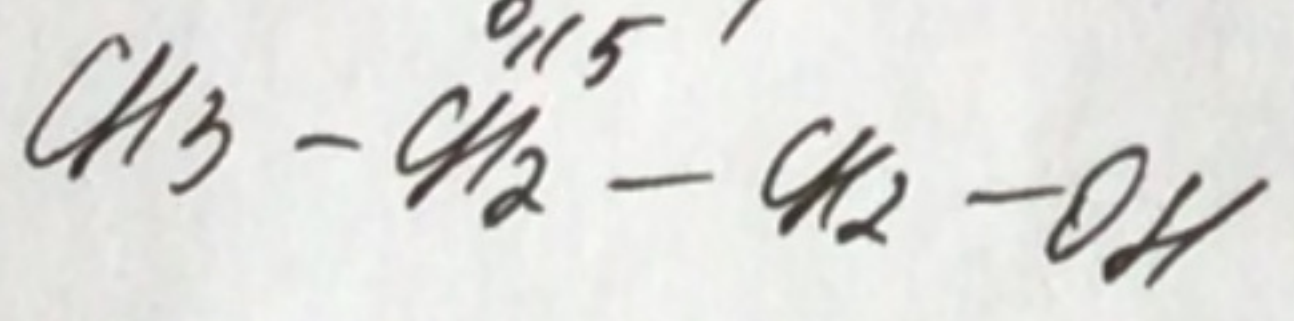
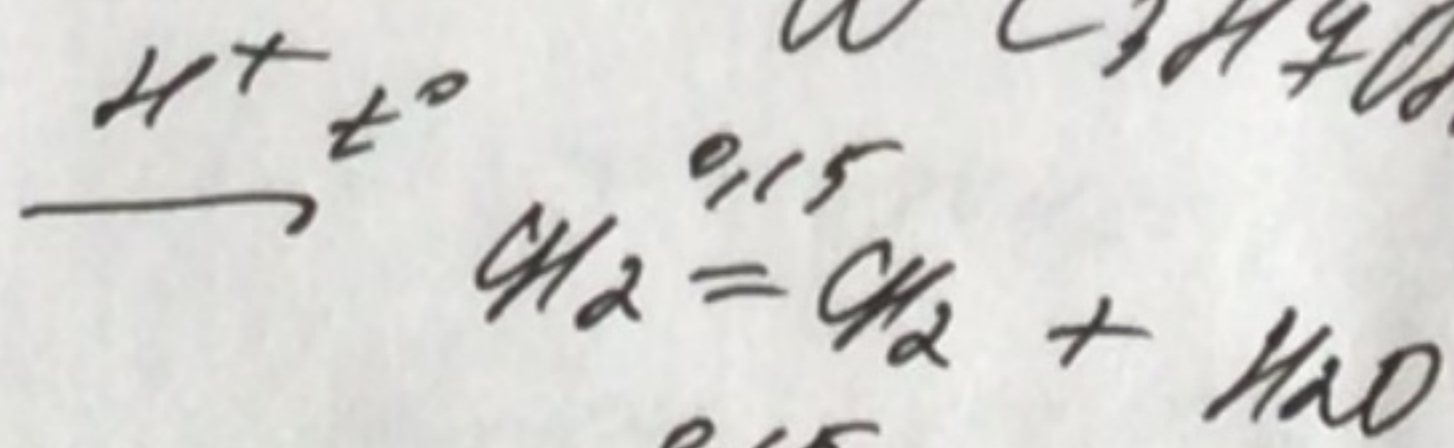
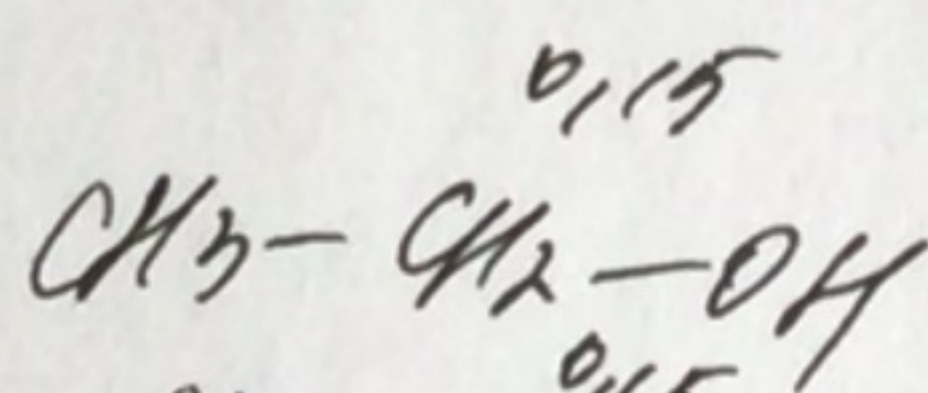
$$n \text{ C}_2\text{H}_5\text{OH} = 0,3 - 0,15 = 0,15 \text{ моль}$$

$$m \text{ C}_2\text{H}_5\text{OH} = 46 \cdot 0,15 = 6,9$$

$$w \text{ C}_2\text{H}_5\text{OH} = \frac{6,9}{15,9} = 43,4\%$$

$$m \text{ C}_3\text{H}_7\text{OH} = 60 \cdot 0,15 = 9$$

$$w \text{ C}_3\text{H}_7\text{OH} = 56,4\%$$



$$c = 0,4 \text{ M} \quad c = \frac{n}{V}$$

$$n \text{ KMnO}_4 = 0,1 + 0,1 = 0,2 \text{ моль}$$

$$V = \frac{n}{c} = \frac{0,2}{0,4} = 0,5 \text{ л} = 500 \text{ мл}$$