



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

## **ОЛИМПИАДНАЯ РАБОТА**

Наименование олимпиады школьников: **«Ломоносов»**

Профиль олимпиады: **Химия**

ФИО участника олимпиады: **Воронин Андрей Николаевич**

Класс: **11**

Технический балл: **90**

Дата проведения: **27 февраля 2022 года**



9517533	8	16	16	10	20	20	<b>90</b>	4- кол-во и М смеси спиртов неверны, w неверны,
---------	---	----	----	----	----	----	-----------	--

Осин С.Б.



Исходные

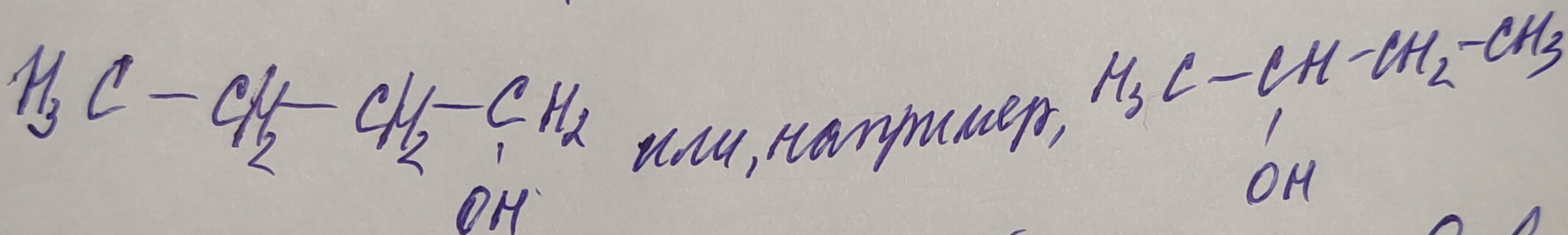
①  $42 \bar{e}$   
 $32 \bar{n} \rightarrow$  ~~\_\_\_\_\_~~  
 $\begin{matrix} 6^{16} & 8\bar{e} & 4\bar{n} \\ 6^{12} & 6\bar{e} & 6\bar{n} \end{matrix}$ , но в  $14$  только  $1\bar{e}$

$\Rightarrow \begin{cases} 8a + 6b + 1c = 42 \\ 8a + 6b + 0c = 32 \end{cases} \rightarrow$  вырешаю  $10\bar{n}$  в  $16\bar{e}$

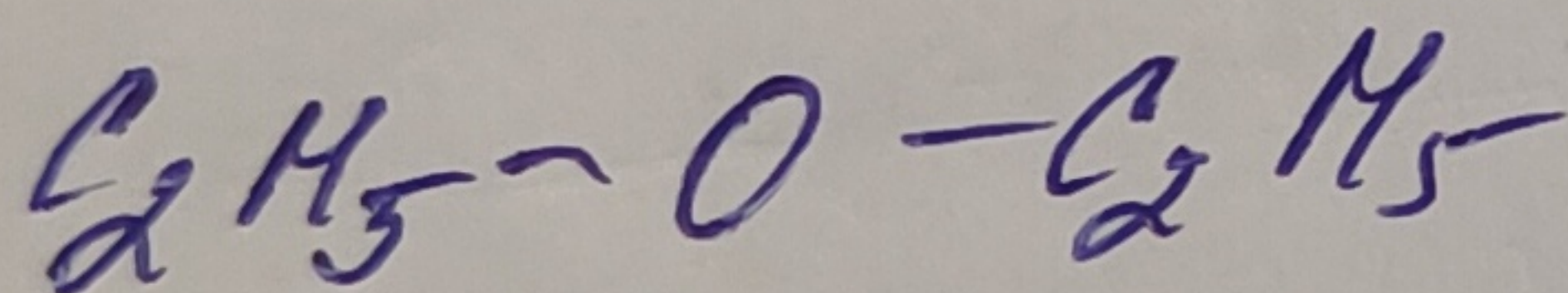
$4a + 3b = 16$

Методом подбора,  $a, b > 0$  получаем, что

$a=1; b=4$   $C_4H_{10}O$



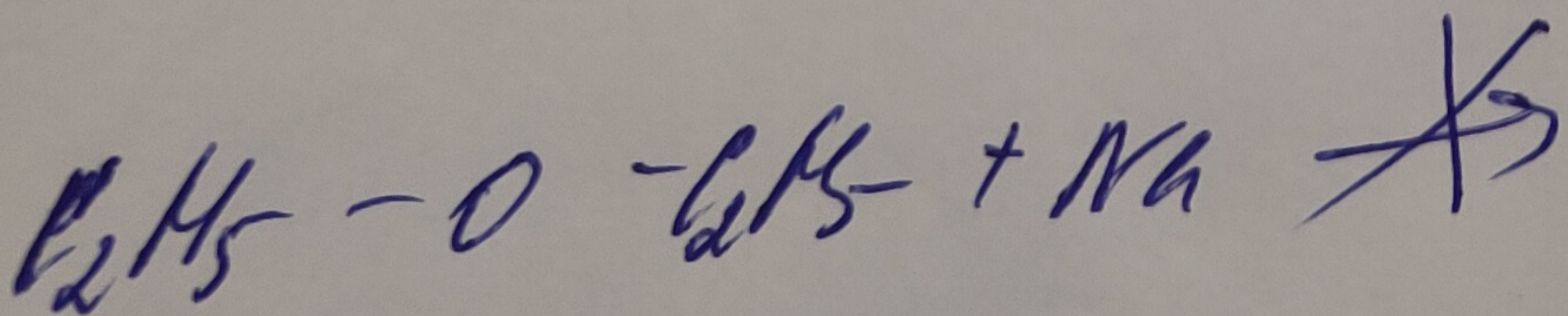
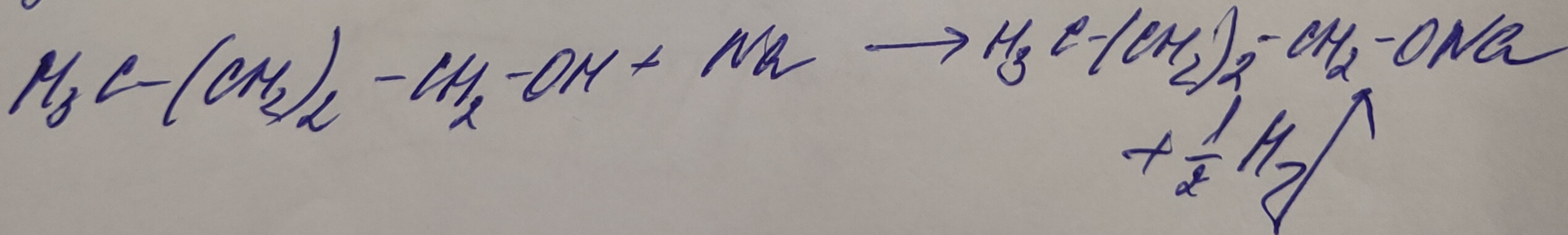
т.е.  $C_4H_{10}O$  - спирт и третей эфир:



Ответ:

В принципе, третей эфир ровного инертного (по сравнению со спиртом)

разделить можно:



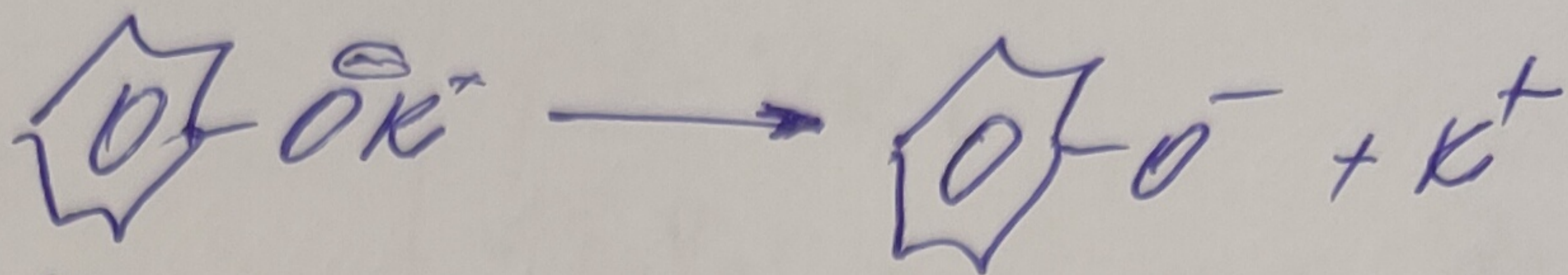


②  $pH = 11$

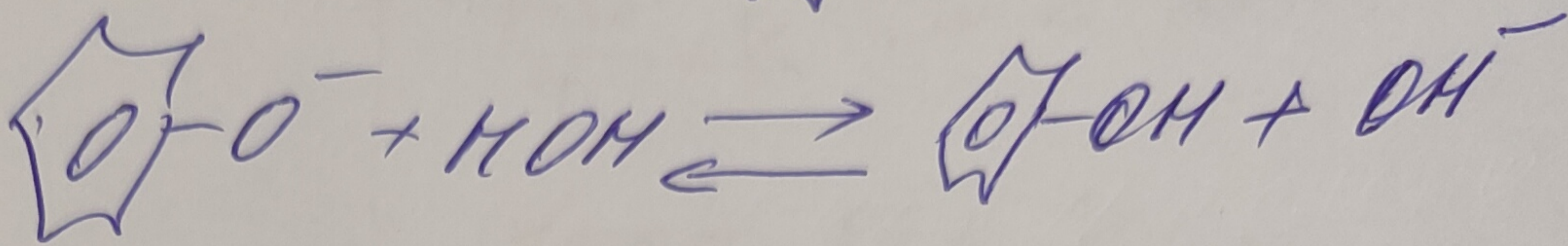
$K_{aq} = 10^{-10}$   
*феноль*

$pH = 11 \Rightarrow [OH^-] = 3$

*метод Рунге*



*с-?*



*Это есть:*

$K = \frac{K_{вод}}{K_{фенол}}$

$K = \frac{[c_1ccccc1O][OH^-]}{[c_1ccccc1[O-]}}$   $= \frac{(10^{-3})^2}{x - 10^{-3}}$

$K_{вод} = \frac{10^{-14}}{10^{-10}} = 10^{-4}$

$10^{-4} = \frac{10^{-6}}{x - 10^{-3}} ; \quad 1 = \frac{10^{-2}}{x - 10^{-3}} ;$

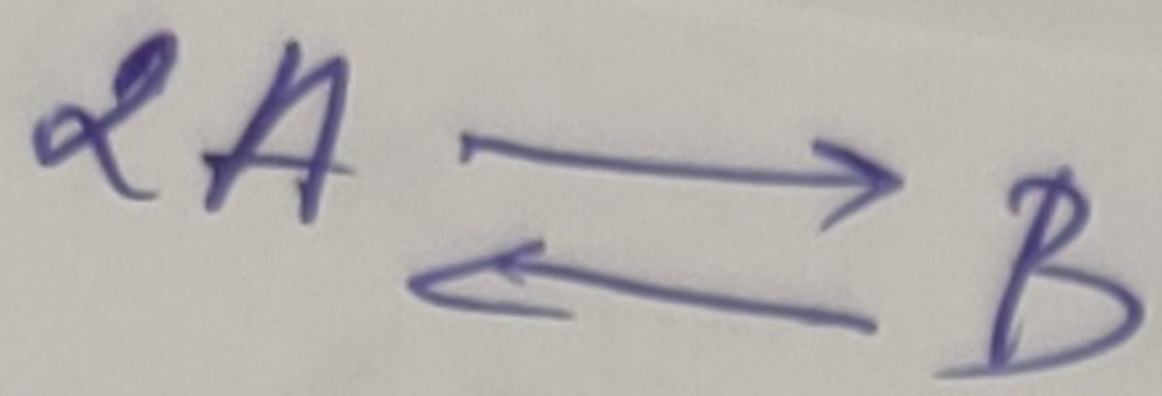
$x - 10^{-3} = 10^{-2}$

$x = 10^{-2} + 10^{-3}$

$x = 0,011$  *моль*



③



участники

V = 1 л

T = 30°C = 303 K

$\frac{c_B}{c_A} = \frac{1,86}{1}$

p = 1 атм

M<sub>ср</sub> = 75,9 г/моль

K<sub>рр</sub> = 5,00 · 10<sup>-3</sup> л/моль · мин

K<sub>рр</sub> (кратн.)

pV = νRT

$\frac{p_0 V_0}{T_0} = R$ , м.к. атм.

$\frac{1 \text{ атм} \cdot 22,4 \text{ л/моль}}{273 \text{ K}} \approx$

$\approx 0,082 \frac{\text{атм} \cdot \text{л}}{\text{моль} \cdot \text{K}}$

$V = \frac{\nu RT}{pV}$ ;  $\nu = \frac{0,082 \frac{\text{атм} \cdot \text{л}}{\text{моль} \cdot \text{K}} \cdot 303 \text{ K}}{1 \text{ атм} \cdot 1 \text{ л}}$

$\nu = \frac{1 \text{ атм} \cdot \text{л}}{0,082 \frac{\text{атм} \cdot \text{л}}{\text{моль} \cdot \text{K}} \cdot 303 \text{ K}}$

V ≈ 0,04 моль. Нам известно их соотношение при равновесии, тогда

x + 1,86x = 0,04

$x = \frac{0,04}{2,86}$

$x \approx 0,014 \Rightarrow B = 0,04 - 0,014$   
 $B = 0,026 \text{ моль}$

M<sub>ср</sub> =  $\frac{m_1 + m_2}{V_1 + V_2}$  ; 75,9 г/моль =  $\frac{m_1 + m_2}{0,04 \text{ моль}}$

M<sub>A</sub> · V<sub>A</sub> + M<sub>B</sub> · V<sub>B</sub> = 2,036 л  
ΔM<sub>A</sub>



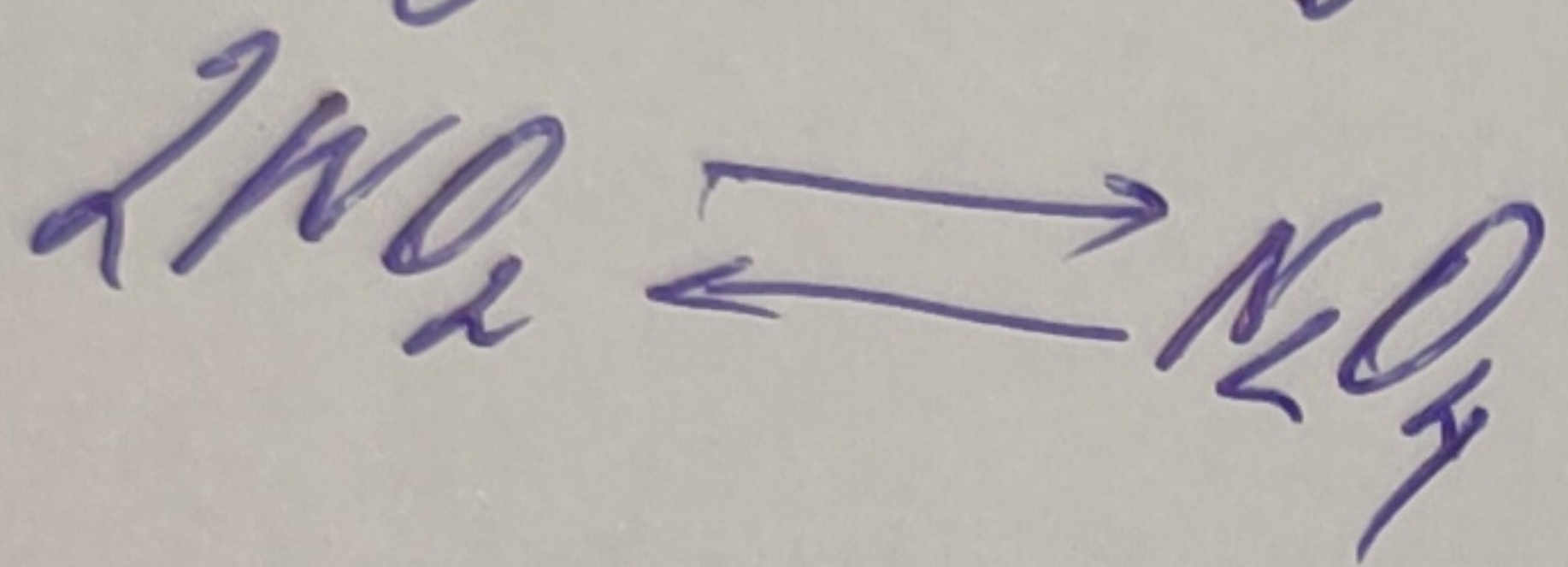
$$M_A (V_A + 2V_B) = 3,036 \text{ г}$$

$$M_A = \frac{3,036 \text{ г}}{0,04 \text{ моль} + 0,026 \text{ моль}}$$

и  
используем

$M_A = 46 \text{ г/моль}$

Если округлить значение, то это  $\text{NO}_2$  (сбалансированный коэффициент замещения), т.е.



A -  $\text{NO}_2$   
B -  $\text{N}_2\text{O}_4$

$K_c = \frac{K_{пр}}{K_{обр}}$ ;  $K_{равн.} = \frac{[\text{N}_2\text{O}_4]}{[\text{NO}_2]^2}$ ;  $K_{обр} = \frac{K_{пр}}{K_{равн.}}$

$$K_{обр} = \frac{K_{пр} [\text{NO}_2]^2}{[\text{N}_2\text{O}_4]}, \quad K_{обр} = \frac{5 \cdot 10^{-3} \frac{1}{\text{моль} \cdot \text{литр}} \cdot \left( \frac{0,04 \text{ моль}}{V} \right)^2}{0,06 \frac{\text{моль}}{V}}$$

$$K_{обр} = 3,77 \cdot 10^{-5} \frac{1}{\text{моль}}$$

$$K_{обр} = 0,0377 \cdot 10^{-3} \frac{1}{\text{моль}} = 3,77 \cdot 10^{-5} \frac{1}{\text{моль}}$$



④  $m_{\text{субстанция}} = 15,92$   
 $V = 11,5 \text{ л}$ ;  $T = 10^\circ \text{C}$   
 $P = P_{\text{атмос}}$

Условие

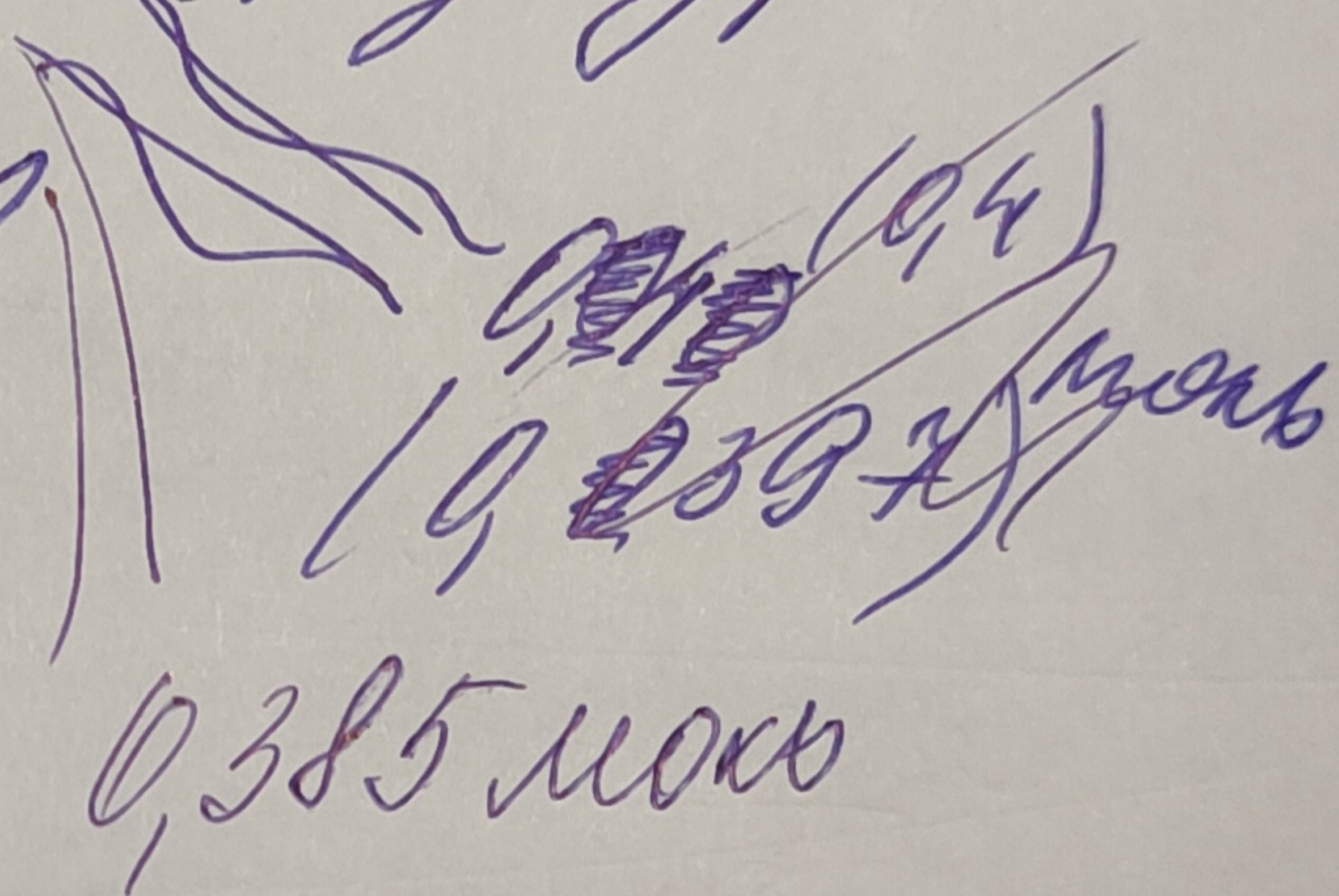
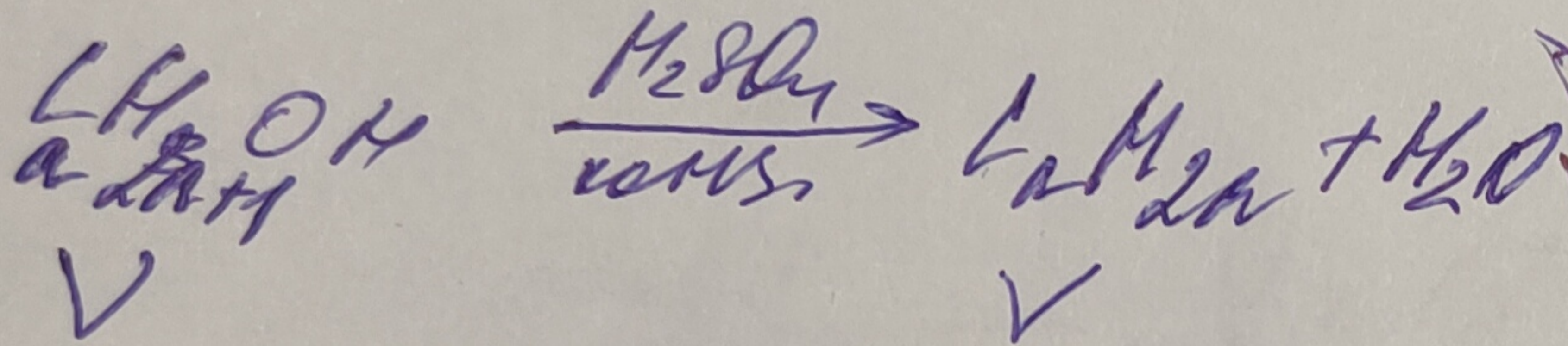
$$\frac{P_0 V_0}{T_0} = \frac{P V}{T}$$

$$\frac{22,4 \frac{\text{моль}}{\text{л}}}{273 \text{ K}} = \frac{V}{353 \text{ K}}$$

$$V = 28,96 \frac{\text{моль}}{\text{л}}$$

Условие

$\Rightarrow V_{\text{субстанция}} = V_{\text{алкенов}}$  (газов, получ. при гидрокрекинге)



0,385 моль  
 A + B  
 моль  
 субстанция  
 A и B вместе

Получим число определено субстанция...  $M_{\text{ср}} = \frac{15,92}{0,4 \text{ моль}} \approx 39,75$   
 г/моль

A газом смесь состоит из  $\text{C}_n\text{H}_{2n}$  с  $M < 39,75$  и  $> 39,75$ .

Из этого  $\text{C}_n\text{H}_{2n}$  с  $M = 39,75$  ( $\approx 40$ ) моль состоит из метана, и из других алкенов в пара

с  $M < 39,75$  ~~только~~  $\text{C}_2\text{H}_4 = \text{C}_2\text{H}_4$ . Больше вариантов нет.

$m_{\text{субстанция}} = 15,92$

$$15,92 = A \cdot 46 \frac{\text{г}}{\text{моль}} + B \cdot (2 \cdot 12 + 4 \cdot 1 + 18)$$

$$15,92 = A \cdot 46 + B \cdot (24 + 4 + 18) \quad A = 0,385 - B$$

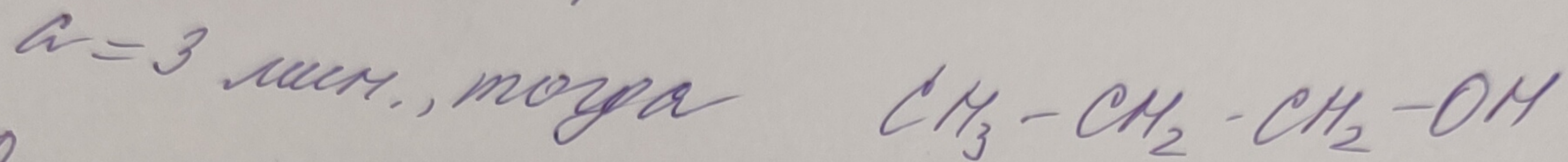


$$\begin{cases} 15,9 = A \cdot 46 + B(14a + 18) \\ 0,385 - B = A \end{cases} \quad \begin{matrix} \text{Умножим} \\ \rightarrow 15,9 = 17,1 - 46B + 14aB + 18B \\ 46B - 14aB - 18B = 1,2 \end{matrix}$$

$$B = \frac{1,2}{-28 + 14a}$$

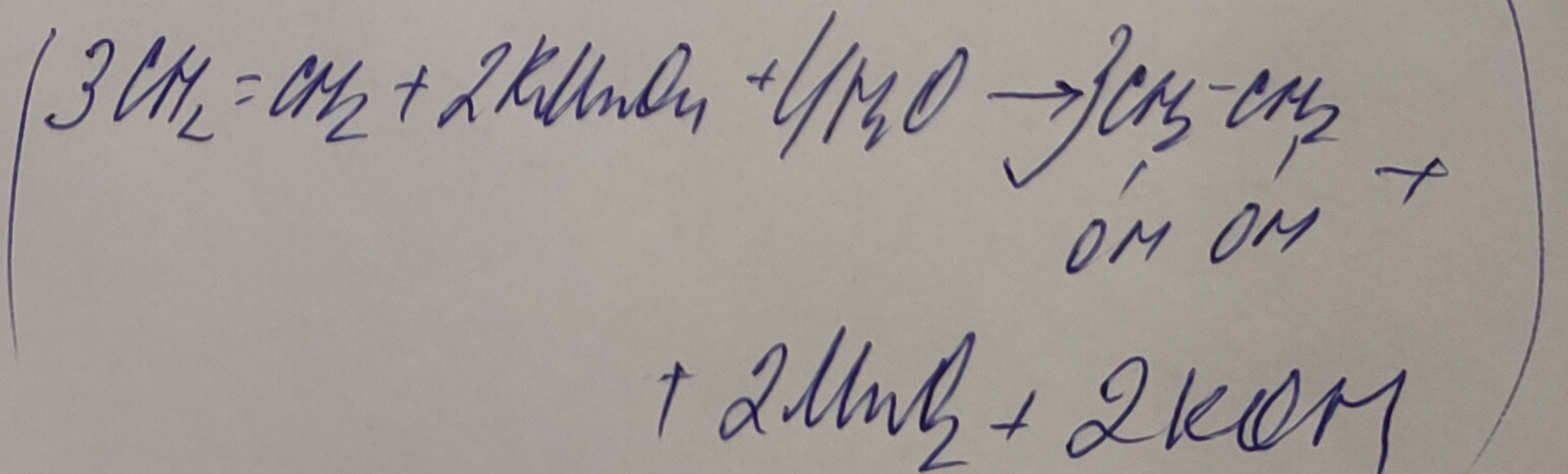
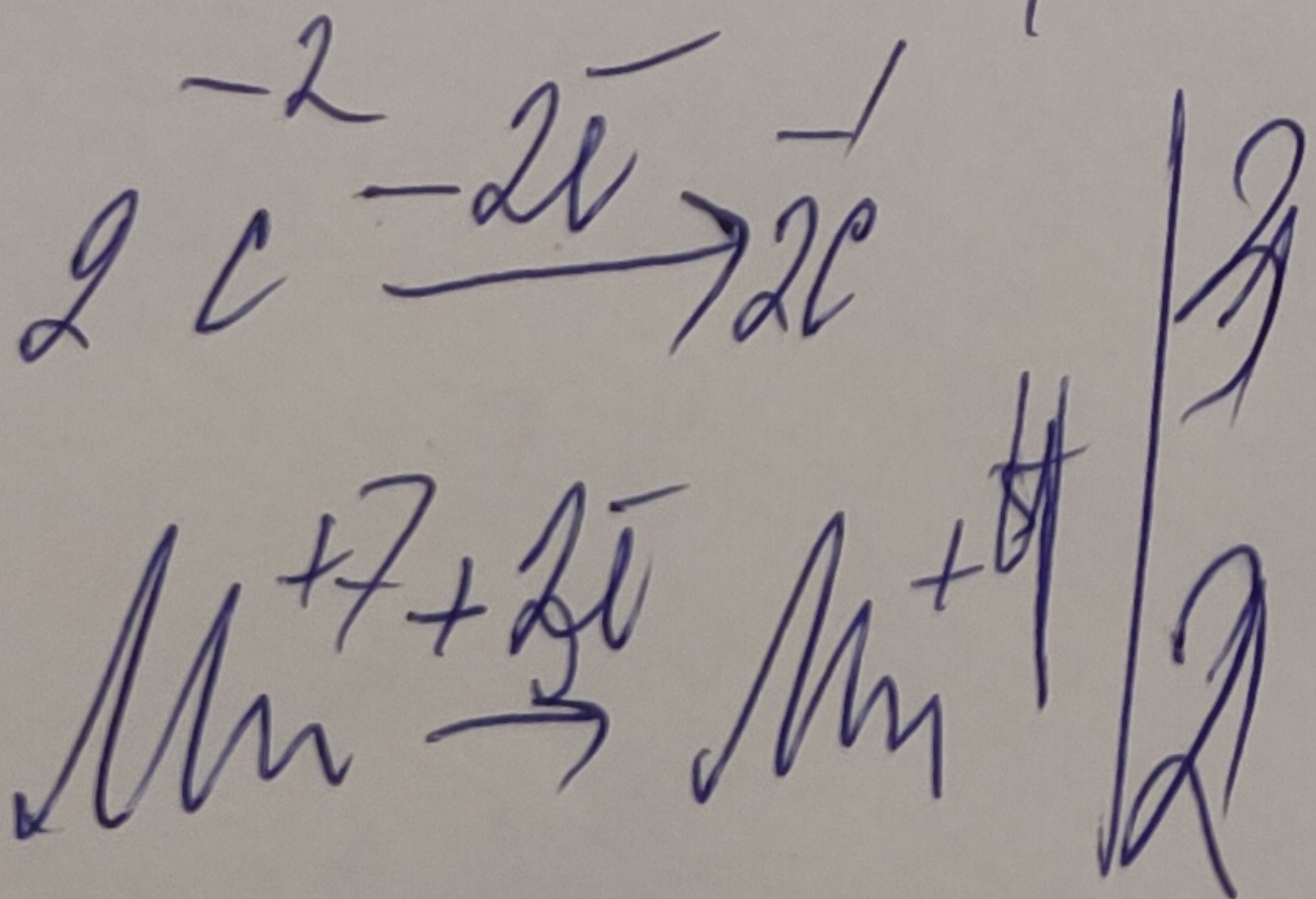
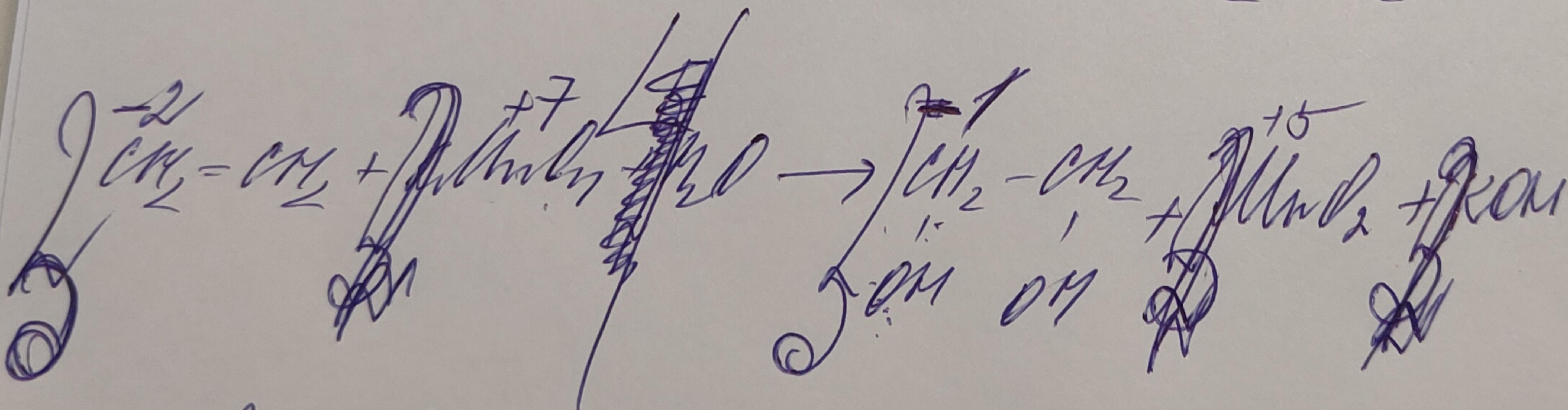
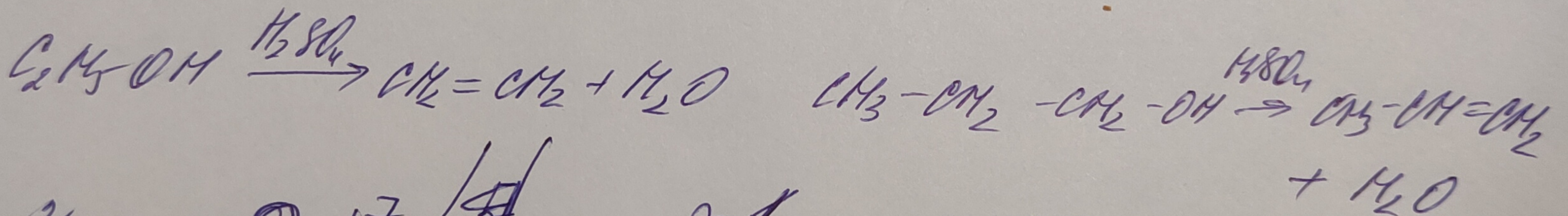
$$B = \frac{1,2}{14a - 28}$$

Этот можно решить только подбором.

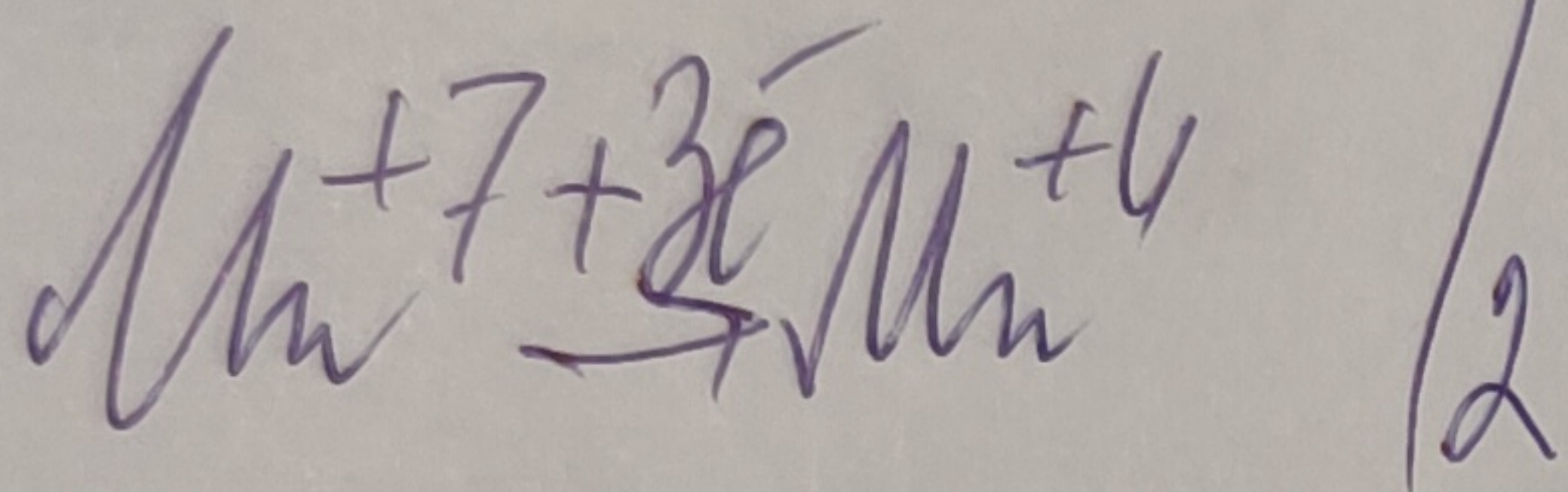
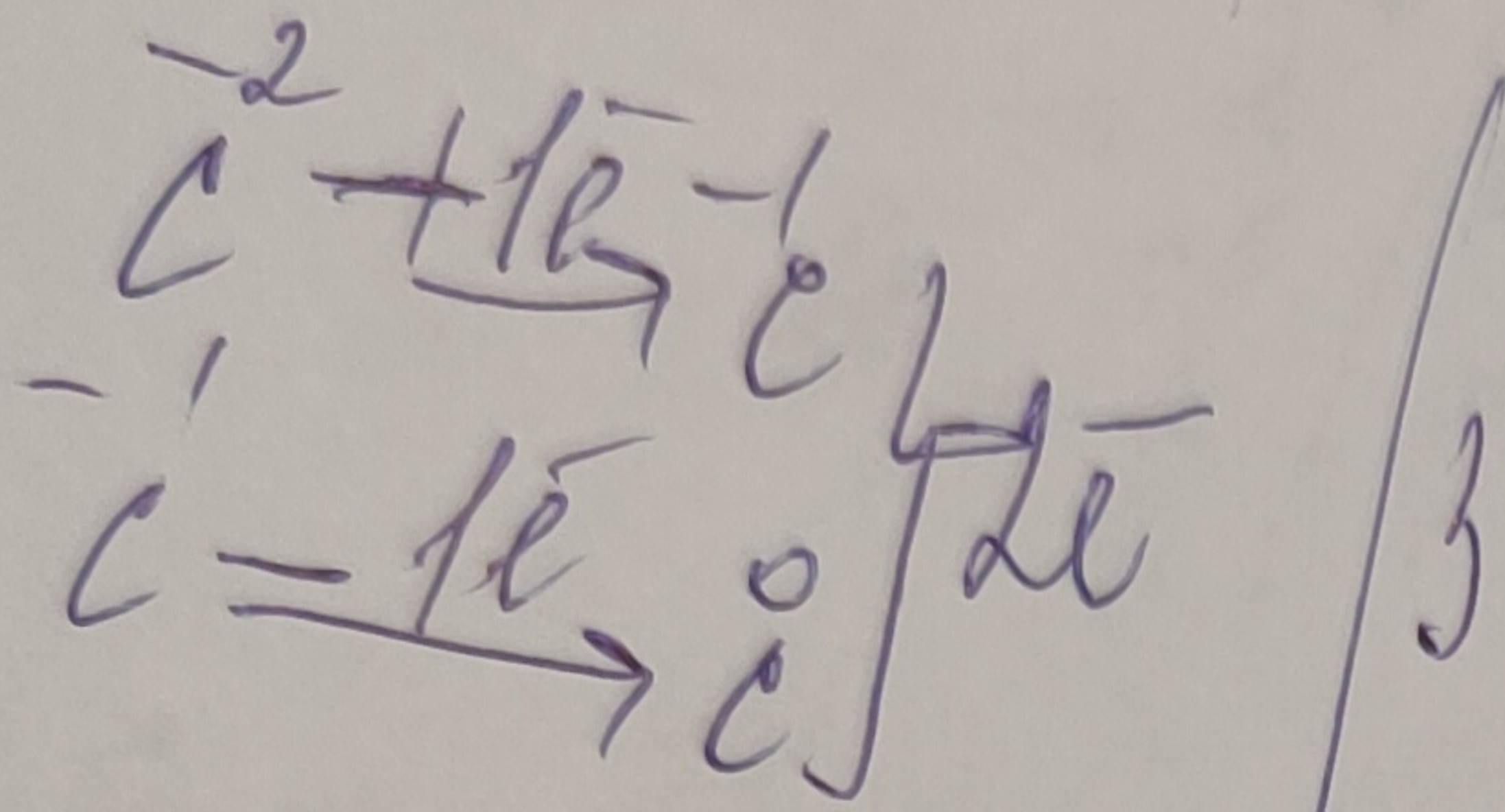
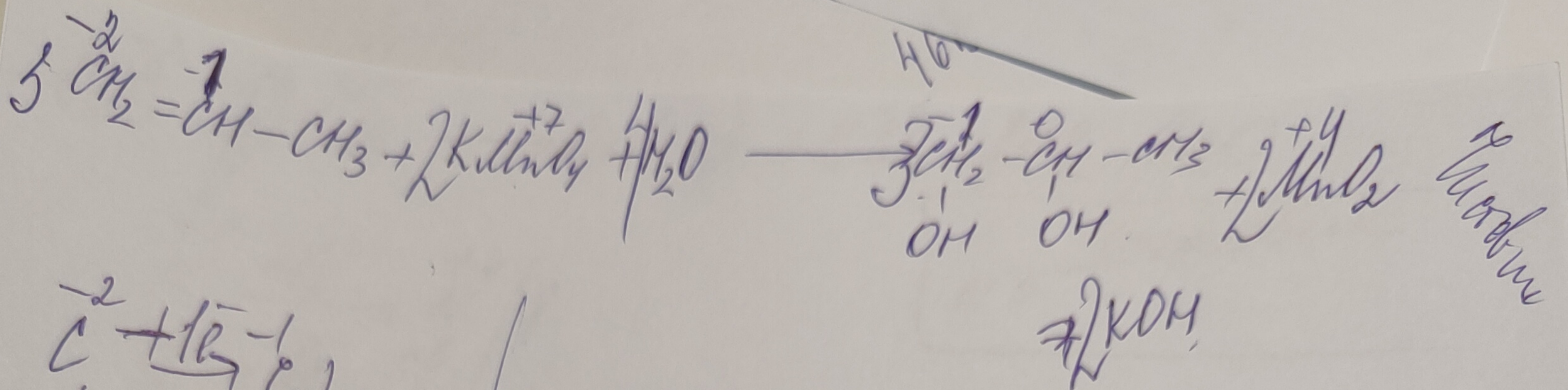


$B = 0,086$  моль;  
 $A = 0,299$  моль

$V = \frac{0,385 \text{ моль} \cdot 2}{3 \cdot 0,4 \text{ моль}}; V \approx 0,642 \text{ и } \approx 642 \text{ мл}$





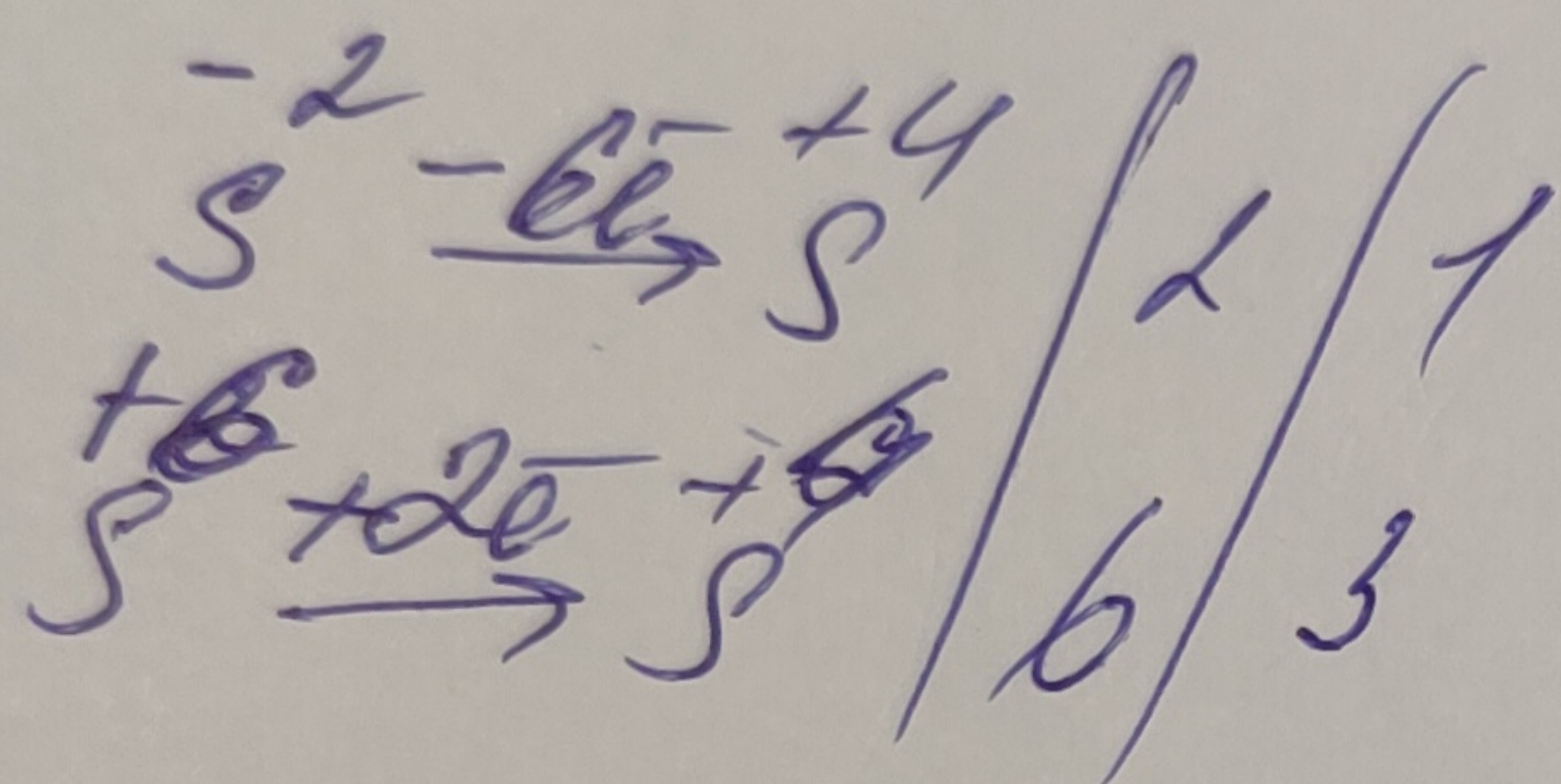
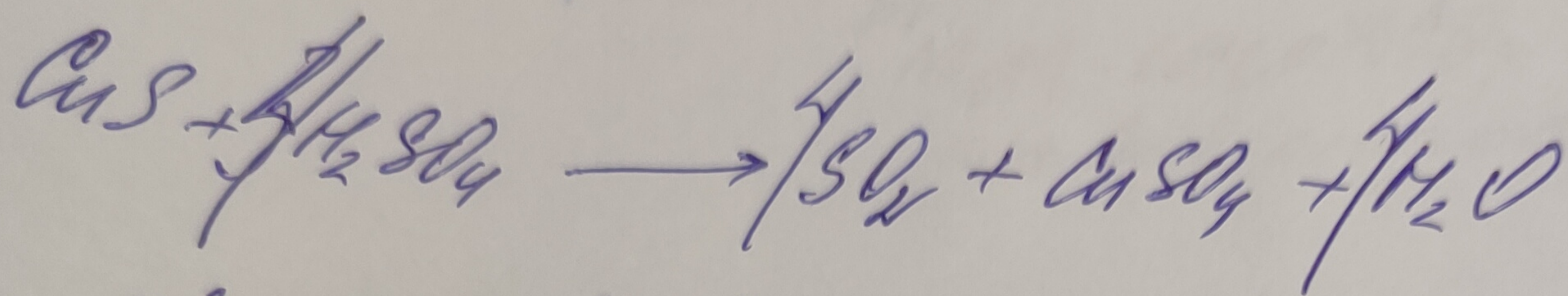
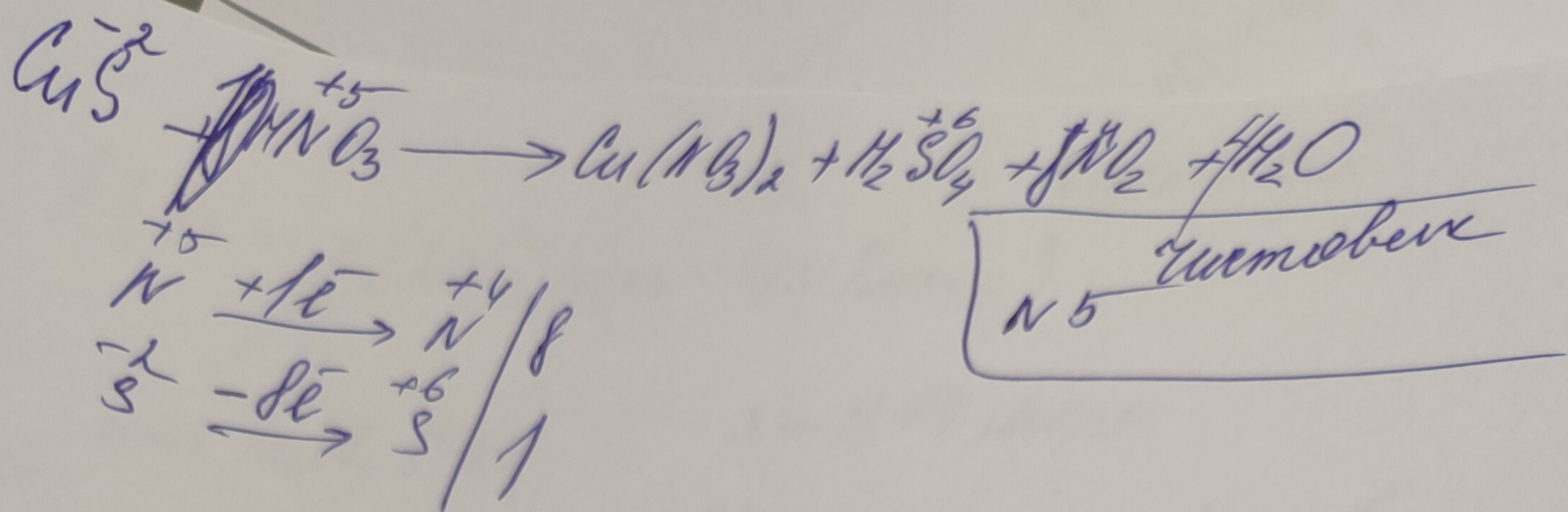


$$W_{\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}} = \frac{0,299 \text{ моль} \cdot 46 \text{ г/моль}}{0,299 \text{ моль} \cdot 46 \text{ г/моль} + 0,06 \text{ моль} \cdot 60 \text{ г/моль}} \cdot 100\% =$$

$$= 72,72\%$$

$$W_{\text{CH}_3\text{COCH}_2\text{OH}} = 27,28\%$$





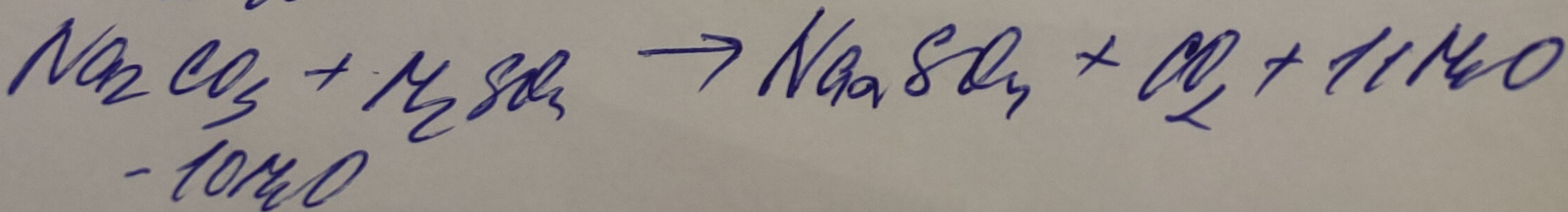
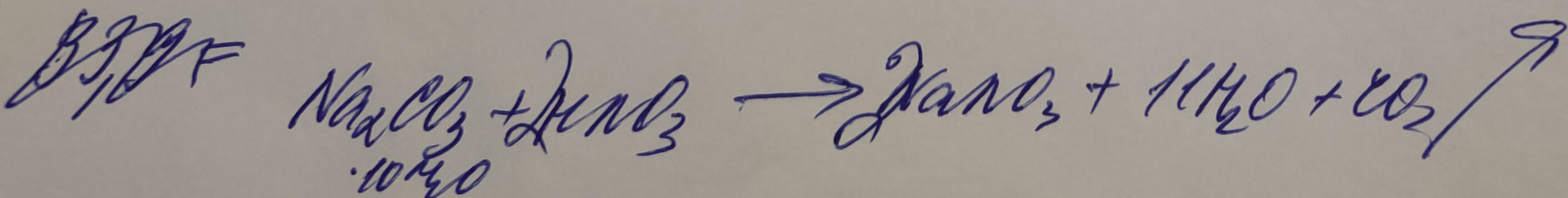
$$V_{\text{CuS}} = \frac{9,62}{96,4 \text{ г/моль}} = 0,1 \text{ моль}$$

$$V_{\text{HNO}_3} = 1,2 \text{ моль} \quad V_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 1,427 \text{ моль} \Rightarrow$$

$\Rightarrow$  реакция протекает по схеме + остается катионы  
 Фрега

$$m_1 = 9,62 + 120,2 - 36,82 = 92,82$$

$$m_2 = 9,62 + 142,72 - 25,62 = 126,72 \quad \Delta m = 33,92$$





ответы

$$3,92 = x(286\% \text{ нем} - 44\% \text{ нем})$$

нем  $\text{UO}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$

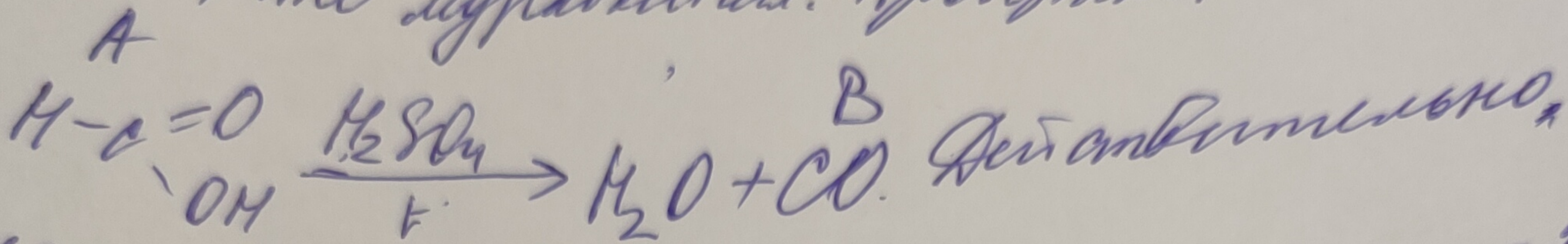
$$x = 0,14 \text{ моль}$$

м  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O} \approx 402$  в  
первой ступени

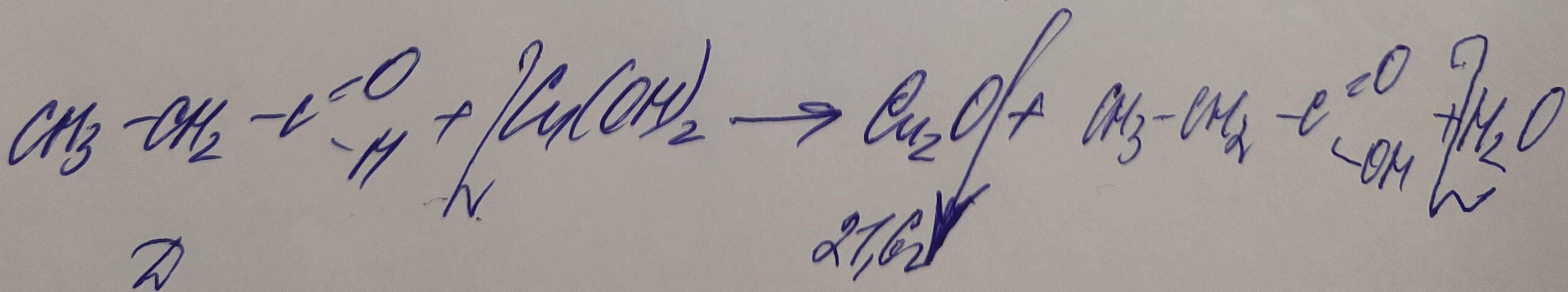
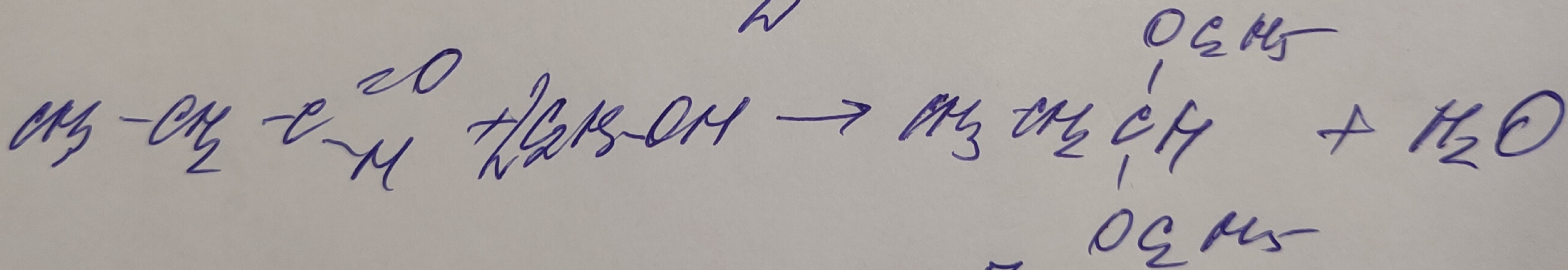
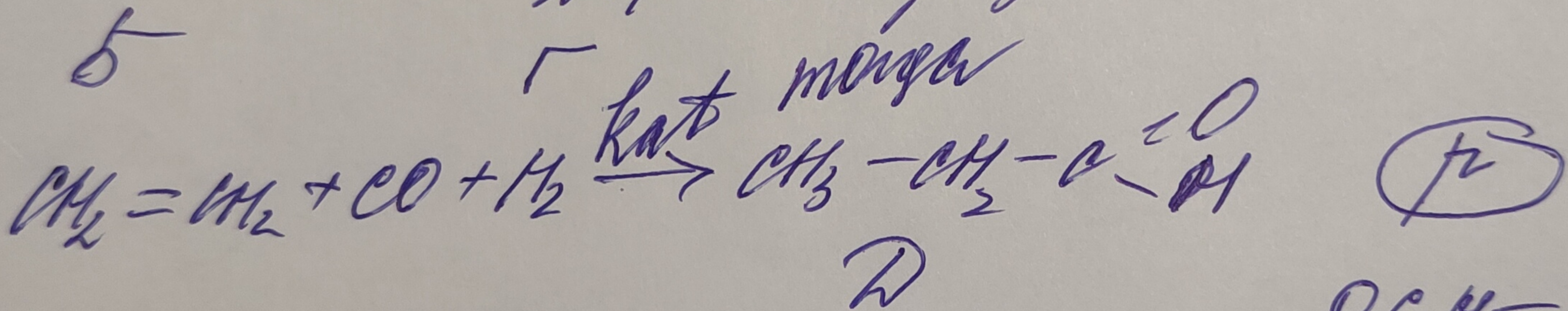
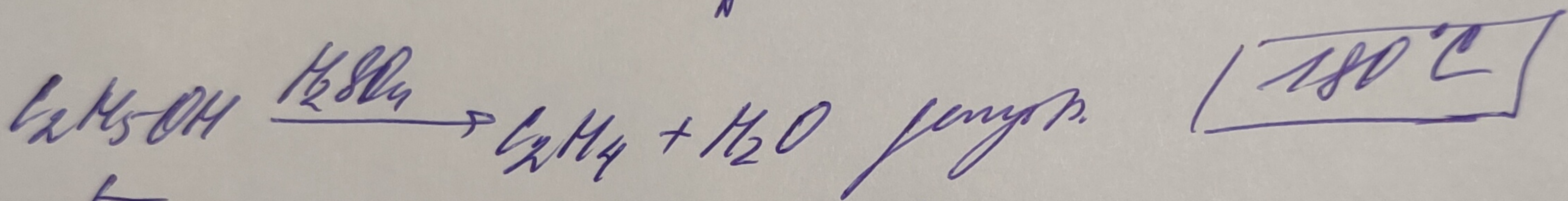
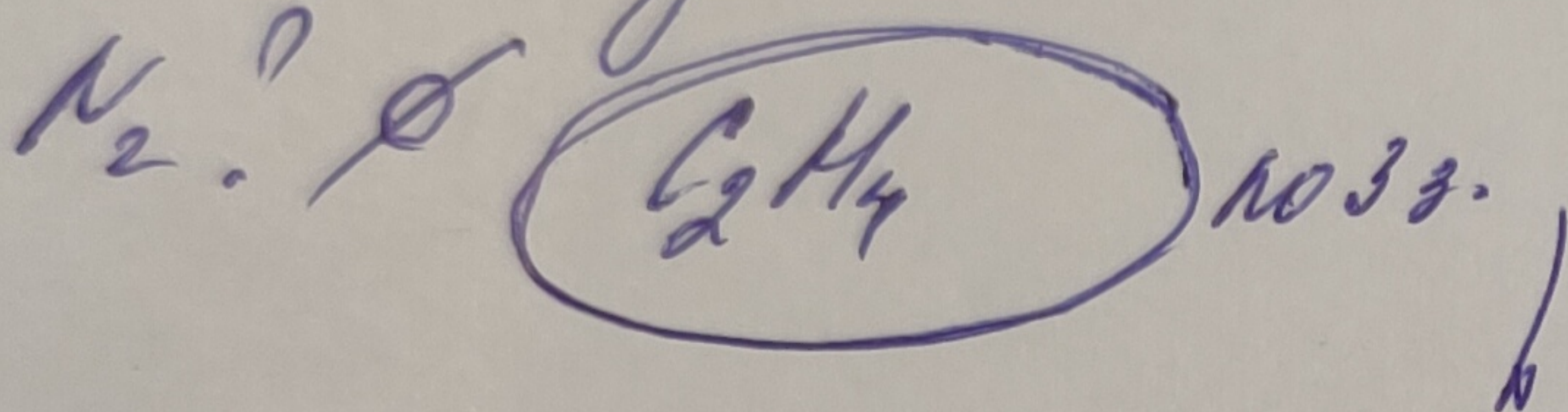


⑥ A: B - смесь.  $M_{\text{смесь}} = 0,8 \cdot 15 + 0,2 \cdot 32 = 16,4 \text{ г/моль}$  Суммарное  
 { метанол - кислота

Кислоты нагрели, получили газ (при  $H_2SO_4$ ).  
 Выяснили, это метанол. Проверим.



Газ при  $\rho = 2,8$  г/л. Значит метанол при  $\rho = 2,8$ .



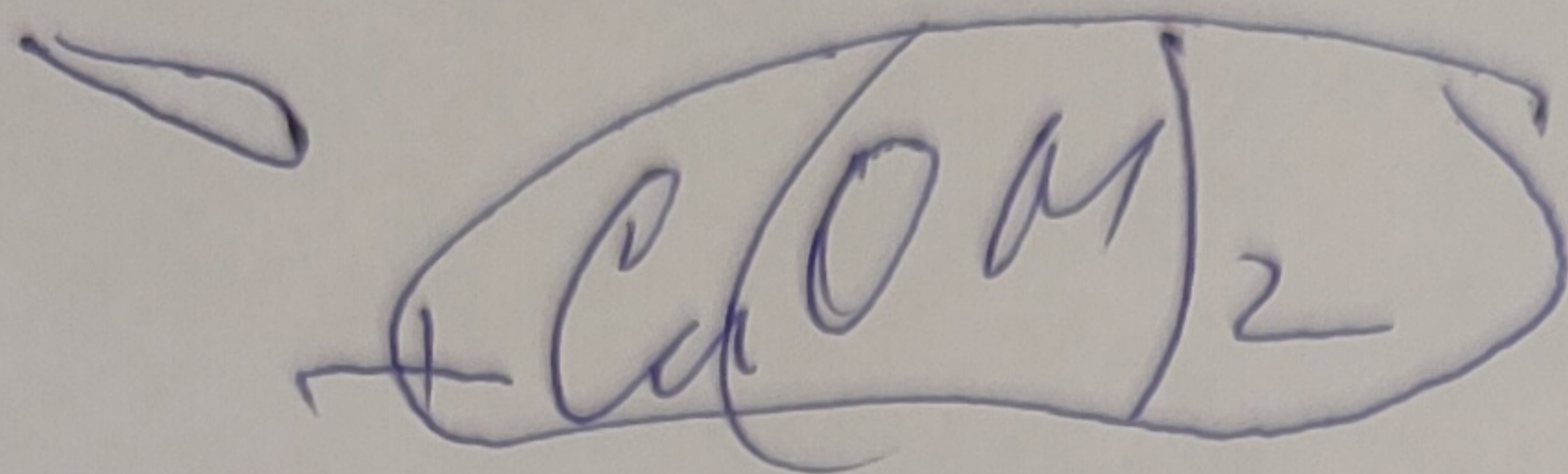
$V_{O_2} = V_{Cu_2O} = \frac{2,72}{144 \text{ г/моль}} = 0,15 \text{ моль}; M_{O_2} = 32$



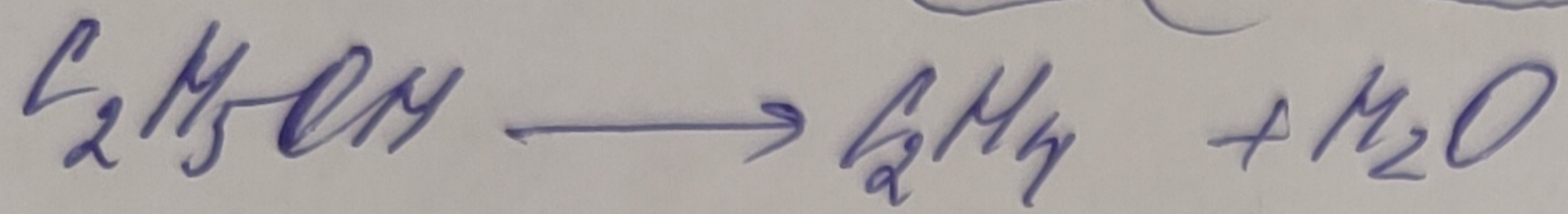
Кривая

K

условие протекания



0,1 моль  $\cdot 22,4 \frac{л}{моль}$



а  $2n+1$

V V  
V V<sub>н</sub>

не заходить!

В =  $Cu(OH)_2$  условие  
4

список

11

2  
3 -  $3,77 \cdot 10^{-3} \frac{г}{мм}$  ? пересчитать

0,0377 г  
10

$11,15 \cdot 273$   

---

 $353 \cdot 22,4$

0,000377 г  
0,377 · 10

$\frac{1}{2} + H_2O$







$$15,9 = 18,4 - 46B + B(14a + 18)$$

Умножив  
Умножив

$$B = \frac{15,9 - 18,4 + 46B}{14a + 18}; \quad B = \frac{46B - 2,5}{14a + 18}$$

$$15,9 - 18,4 = B(14a - 28)$$

$$B = \frac{15,9 - 18,4}{14a - 28}$$

$$B = \frac{2,5}{28 - 14a}$$

$$B > 0$$

$$a \geq 3$$

~~15,9 =~~

$$A \cdot 46 + B(14a + 18)$$
$$A + B = 0,4$$
$$A = 0,4 - B$$
$$15,9 = 18,4 - 46B + 14aB + 18B$$
$$46B - 14aB - 18B = 2,5$$
$$B = \frac{2,5}{28 - 14a}$$