



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

## **ОЛИМПИАДНАЯ РАБОТА**

Наименование олимпиады школьников: **«Ломоносов»**

Профиль олимпиады: **Химия**

ФИО участника олимпиады: **Тащилина Софья Михайловна**

Класс: **11**

Технический балл: **90**

Дата проведения: **27 февраля 2022 года**

Шифр: 9784272

Проверяющий: Куркин Александр Витальевич

Комментарии:

1. 8 б

2. 6 б. Снял 10б, тк. Неправильно произведен расчет концентрации соли (-6б), константа гидролиза рассчитана неверно (-2б), использование в расчетах не равновесной концентрация фенолят-аниона (-2б).

3. 16 б

4. 20 б

5. 20 б

6. 20 б

Итого: 90 б



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

$$n(\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-C} \begin{matrix} \text{=O} \\ \text{H} \end{matrix}) = 0,15 \frac{\text{з}}{\text{моль}}$$

$$\underline{m(\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-C} \begin{matrix} \text{=O} \\ \text{H} \end{matrix}) = 0,15 \frac{\text{з}}{\text{моль}} \cdot 58 \text{ моль} = 8,72}$$

Усроби 7



$$m(\text{NO}_2) = 0,8 \cdot 46 = 36,82$$

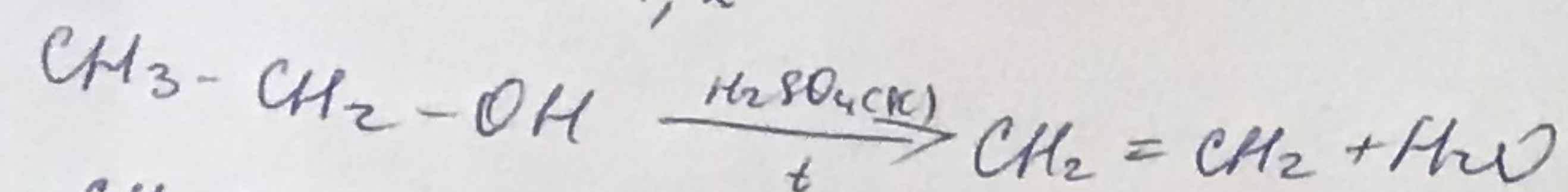
$$m(\text{SO}_2) = 0,4 \cdot 64 = 25,62$$

Условие 6

Условие 5

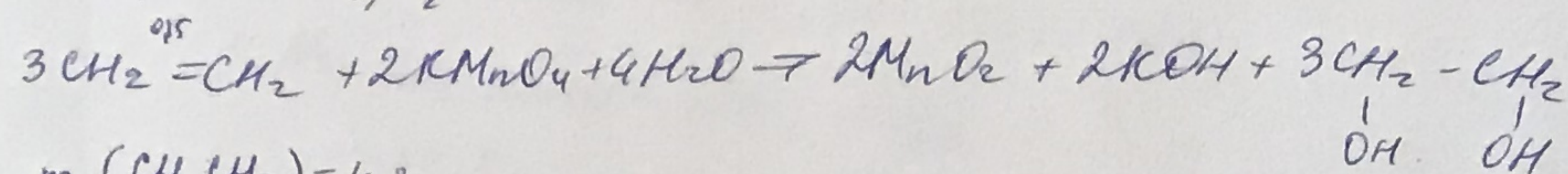
$$n(\text{CH}_2\text{CH}_2) = 0,15$$

$$m = 0,15 \cdot 28 = 4,2$$



$$n(\text{CH}_2\text{CH}_2) = 0,15 \text{ моль}$$

$$m = 0,15 \cdot 28 = 4,22$$



$$m(\text{CH}_2\text{CH}_2) = 4,22$$

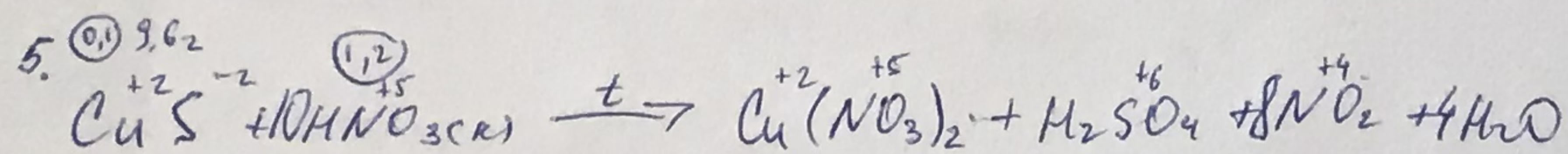
$$n = \frac{4,22}{28} = 0,15$$

$$n(\text{KMnO}_4) = 0,1$$

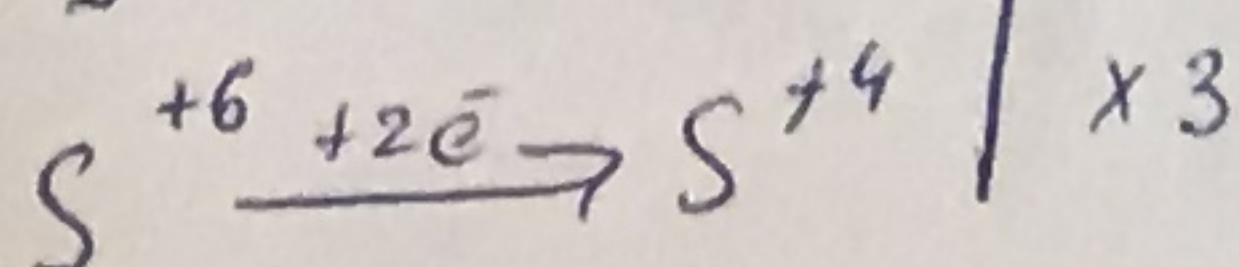
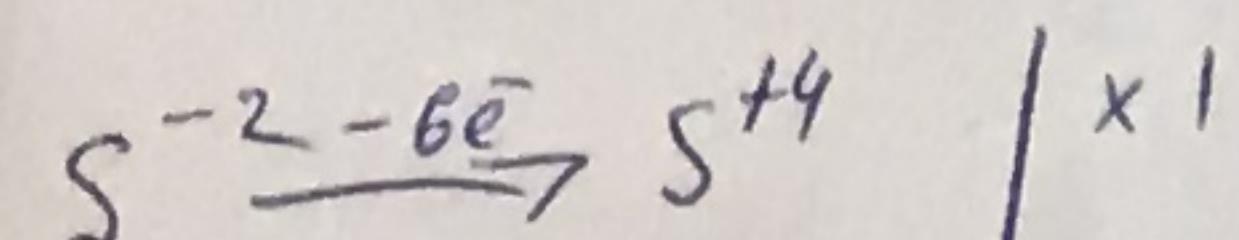
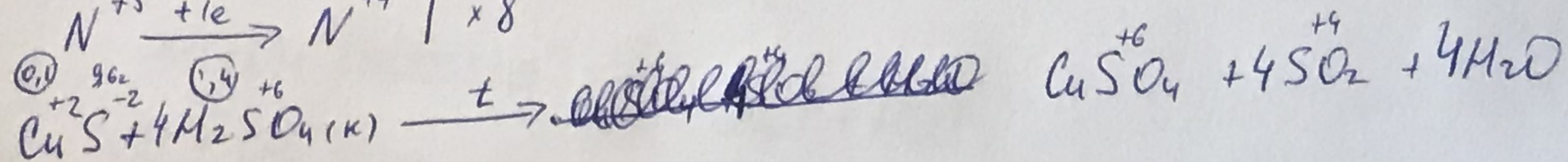
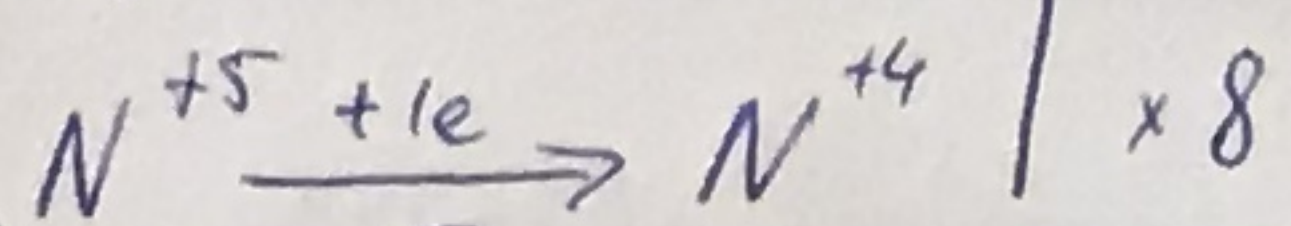
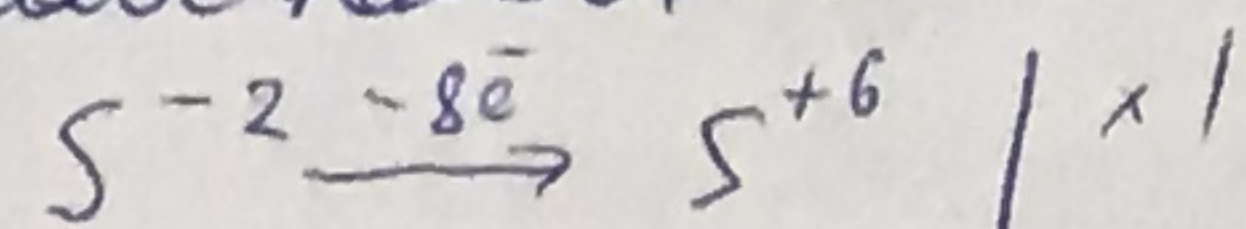
$$C_m = \frac{n}{V}$$

$$X = \frac{n}{C_m}; C_m = 0,4 \text{ M} \quad \text{V KMnO}_4 = \frac{2}{3} n \text{ алкенов} = 0,2 \text{ моль}$$

$$V = \frac{0,1}{0,4} = 0,25 \text{ л} - \text{V KMnO}_4 \quad \text{V p-ра KMnO}_4 = \frac{0,2 \text{ моль}}{0,4 \text{ моль}} = 0,5 \text{ л}$$



~~Сбалансировать реакцию~~



$$m(\text{HNO}_3) = 120,2 \cdot 0,63 = 75,62$$

$$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 142,7 \cdot 0,98 = 139,8462$$

$$n(\text{HNO}_3) = \frac{75,62}{63 \text{ моль}} = 1,2 \text{ моль} - \text{в избытке}$$

$$n(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{139,8462}{98 \text{ моль}} \approx 1,42 \text{ моль} - \text{в избытке}$$

$$n(\text{CuS}) = \frac{9,62}{96 \text{ моль}} = 0,1 \text{ моль}$$



$$n(CH_2OH) = 0,15$$

$$75,9 = \frac{10^{-3}}{c} = 1$$

$$75,9 = \frac{10^{-6}}{c} = 1$$

$$MA \quad c = 10^{-6} M$$

$$MA \quad \text{Объем: } 10^{-6}$$

$$MA \quad 3.$$

$$MA \quad 2A \rightleftharpoons B$$

$$A \quad n = \frac{pV}{RT}$$

$$B \quad p = 101,3 \text{ kPa}$$

$$V = 1 \text{ м}^3$$

$$R = 8,3$$

$$T = 30^\circ C = 303 \text{ K}$$

$$n = \frac{101,3 \cdot 1}{8,3 \cdot 303} = \frac{101,3}{2514,9} \approx 0,04$$

$$nA + nB = 0,04$$

$$\begin{cases} nA = 0,04 - nB \\ nB = 1,86(0,04 - nB) \end{cases}$$

$$\frac{nB}{nA} = \frac{1,86}{1}$$

$$\begin{cases} nA = 0,04 - nB \\ nB = 0,0744 - 1,86nB \end{cases}$$

$$\begin{cases} nA = 0,04 - nB \\ nB = \frac{0,0744}{2,86} \end{cases}$$

$$\begin{cases} nA = 0,04 - nB \\ nB \approx 0,026 \end{cases}$$

$$\begin{cases} nA = 0,04 - 0,026 \\ nB = 0,026 \end{cases}$$

$$\begin{cases} nA = 0,014 \\ nB = 0,026 \end{cases}$$

$$MB = 2MA$$

$$M_{\text{смесь}} = \frac{nA \cdot MA + nB \cdot MB}{nA + nB}$$

$$M_{\text{смесь}} = \frac{nA \cdot MA + nB \cdot 2MA}{nA + nB}$$

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

Числовик 5

Числовик 4

Числовик 2



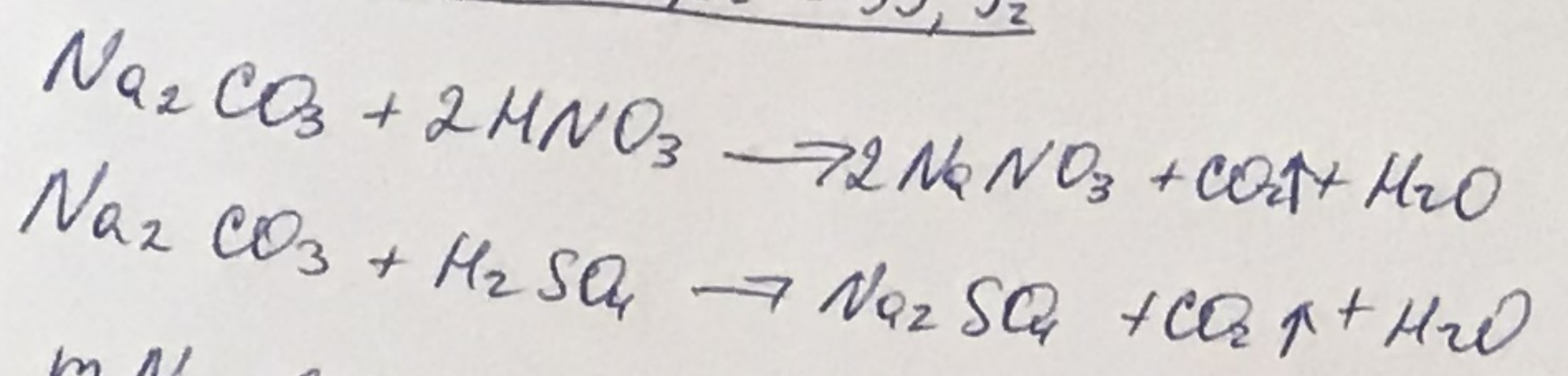
$$m(\text{NO}_2) = 0,8 \cdot 46 = 36,82$$

$$m(\text{SO}_2) = 0,4 \cdot 64 = 25,62$$

$$m_{\text{масса}_1} = m \text{CuS} + m \text{HNO}_3 - m \text{NO}_2 = 9,62 + 120,2 - 36,82 = 92,82$$

$$m_{\text{масса}_2} = m \text{CuS} + m \text{H}_2\text{SO}_4 - m \text{SO}_2 = 9,62 + 142,72 - 25,62 = 126,72$$

$$\Delta m = 126,72 - 92,82 = 33,92$$



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

$$286x - 44x = 33,9$$

$$x = 0,15 - n \text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$$

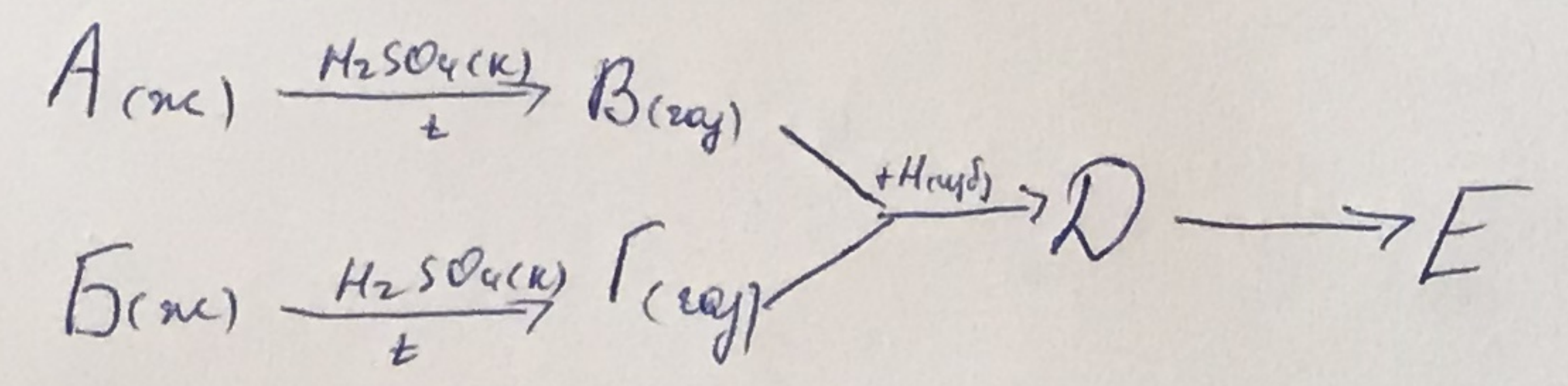
$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}) = 0,15 \cdot 286 = 42,92$$

$$33,9 = 286x - 44x$$

$$x = 0,14 \text{ моль}$$

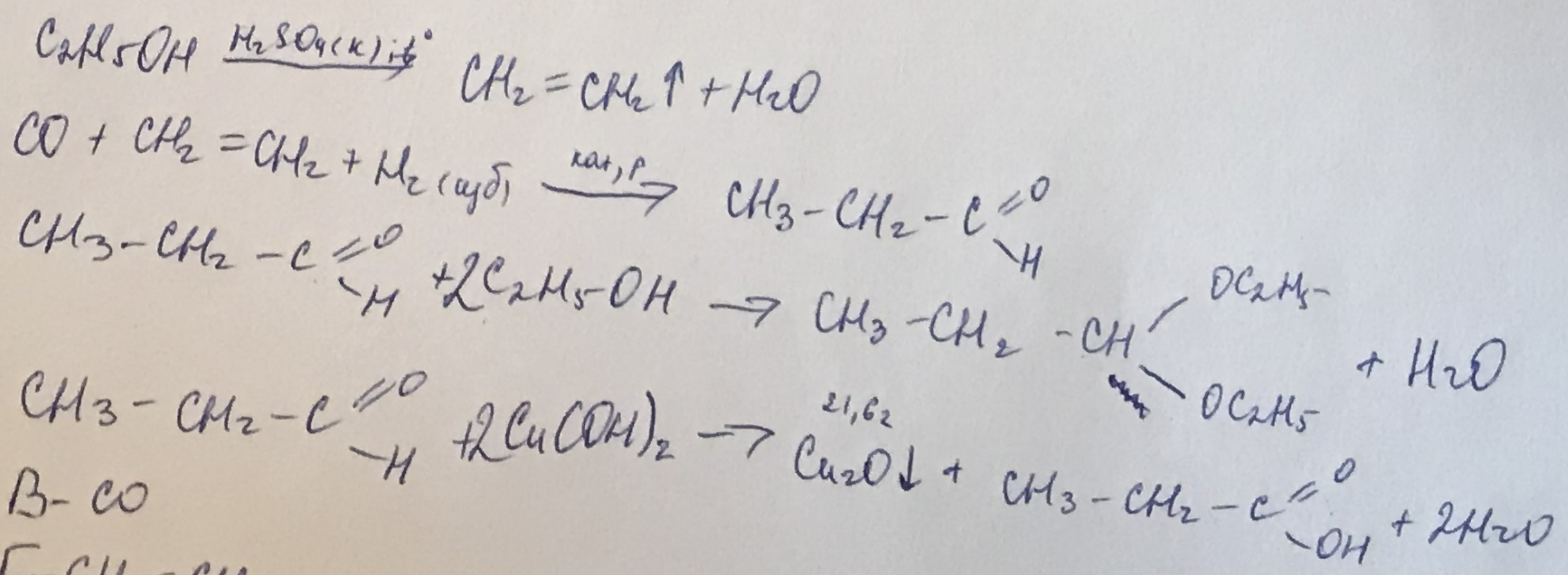
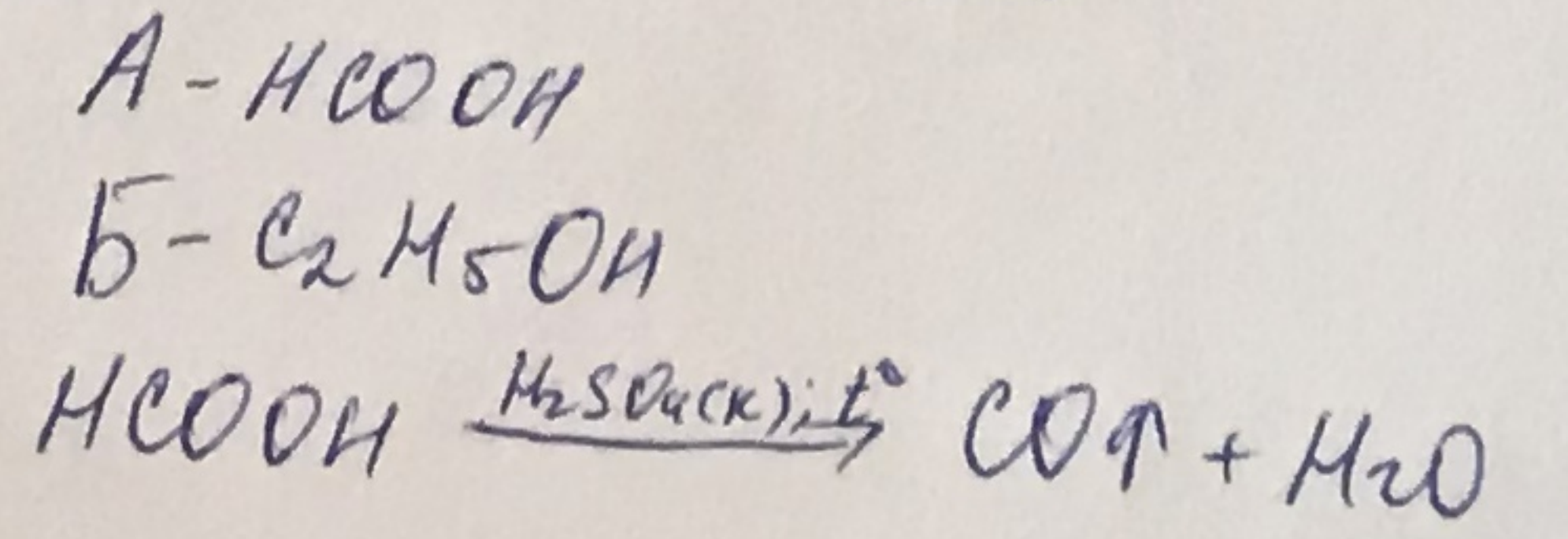
$$m \text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10 \text{H}_2\text{O} = 286 \cdot 0,14 = 40$$

6.



$$m_{\text{масса}} = M_{\text{O}_2} \cdot 0,875 = 32 \cdot 0,875 = 28$$

Пусть  $28 = MB = M\Gamma$



- B - CO
- Г -  $\text{CH}_2 = \text{CH}_2$
- Д -  $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}} - \text{H}$
- Е -  $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \underset{\text{H}}{\text{CH}} \begin{matrix} \text{OC}_2\text{H}_5 \\ \text{OC}_2\text{H}_5 \end{matrix}$



$$n(\text{CH}_2\text{CH}_2) = 0,15$$

Числовик 5  
Числовик 4

$$\begin{cases} x = 0,3 - y \\ 46x + y(14m + 18) = 15,9 \end{cases}$$

$$\begin{cases} x = 0,3 - y \\ 46(0,3 - y) + y(14m + 18) = 15,9 \end{cases}$$

$$\begin{cases} x = 0,3 - y \\ 13,8 - 46y + 14ym + 18y = 15,9 \end{cases}$$

$$\begin{cases} x = 0,3 - y \\ -28y + 14ym = 2,1 \end{cases}$$

$$\begin{cases} x = 0,3 - y \\ y = \frac{2,1}{14m - 28} \end{cases}$$

$$\begin{array}{c|cc} m & x & y \\ \hline 3 & 0,15 & 0,15 \end{array}$$

$$\begin{cases} x = 0,3 - 0,15 \\ y = 0,15 \end{cases}$$

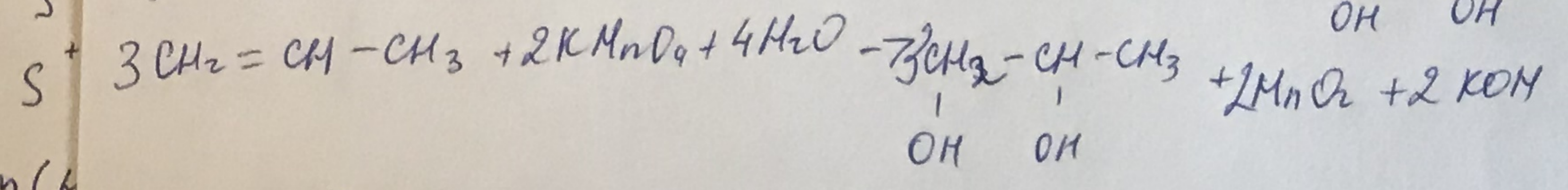
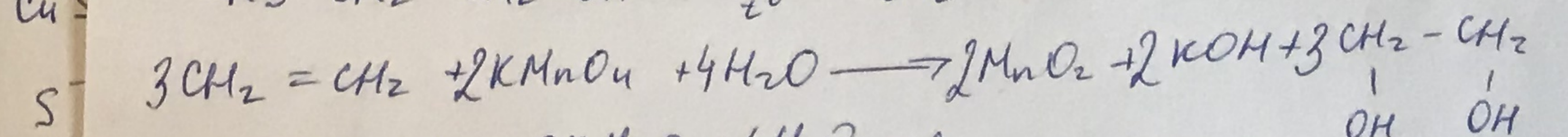
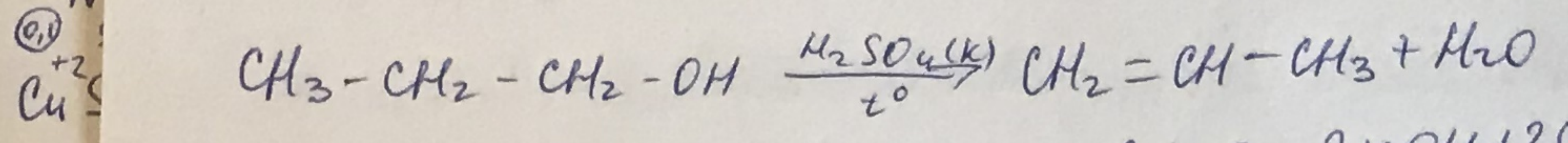
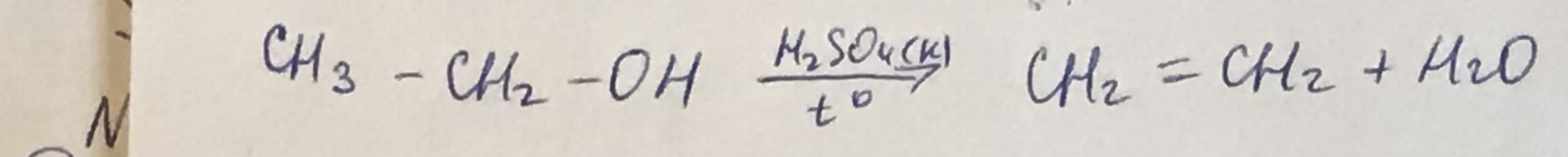
$$\begin{cases} x = 0,15 \\ y = 0,15 \end{cases}$$

5. 0,15  
Cu

$$m(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}) = 0,15 \cdot 46 \frac{\text{г}}{\text{моль}} = 6,9 \text{ г}$$

$$m(\text{2 спирта}) = 15,9 \text{ г} - 6,9 \text{ г} = 9 \text{ г}$$

$$M(\text{2 спирта}) = \frac{9 \text{ г}}{0,15 \text{ моль}} = 60 \frac{\text{г}}{\text{моль}} - \text{пропанол}$$



m(H)  
n(H)  
n(H<sub>2</sub>)  
n(CuS)

$$C_m = \frac{n}{V}$$

$$0,15 = \frac{x}{46}$$

$$x = 6,9 - \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$$

$$0,15 = \frac{x}{60}$$

$$x = 9 - \text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$$

$$\omega(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = \frac{6,9}{15,9} \approx 0,43 = 43\%$$

$$\omega(\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}) = \frac{9}{15,9} \approx 0,57 = 57\%$$



$$n(\text{CH}_2\text{CH}_2) = 0,15$$

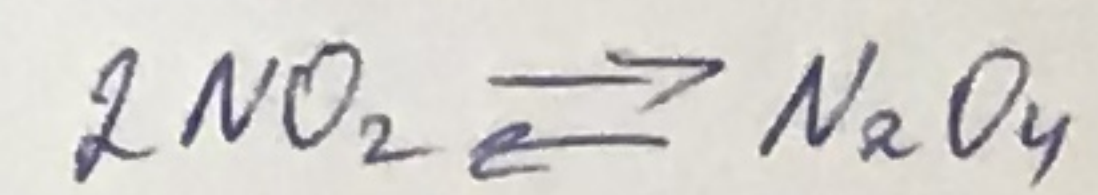
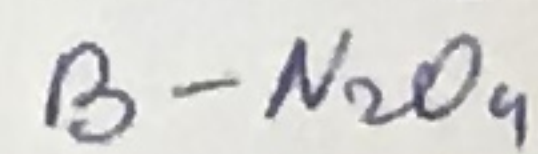
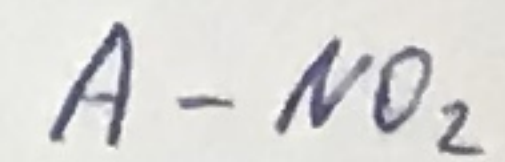
$$75,9 = \frac{0,014 \cdot MA + 0,026 \cdot 2MA}{0,04}$$

$$75,9 = \frac{0,066MA}{0,04}$$

$$MA = \frac{3,036}{0,066}$$

$$MA = 46$$

$$MB = 46 \cdot 2 = 92 \text{ г/моль}$$



$$K = \frac{K_1}{K^{-1}} = \frac{[\text{N}_2\text{O}_4]}{[\text{NO}_2]^2}$$

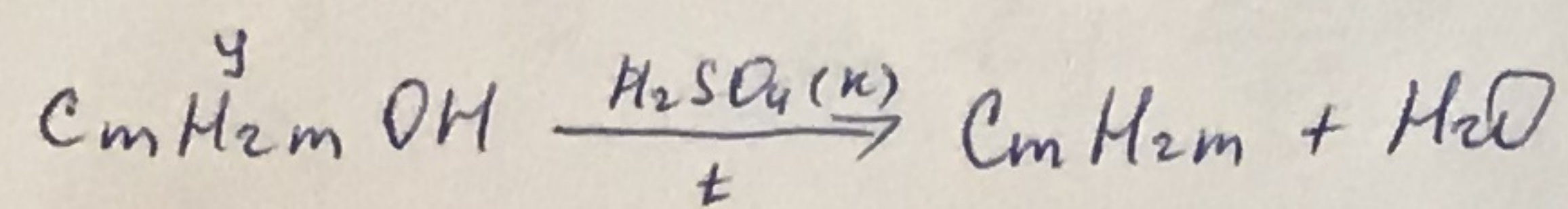
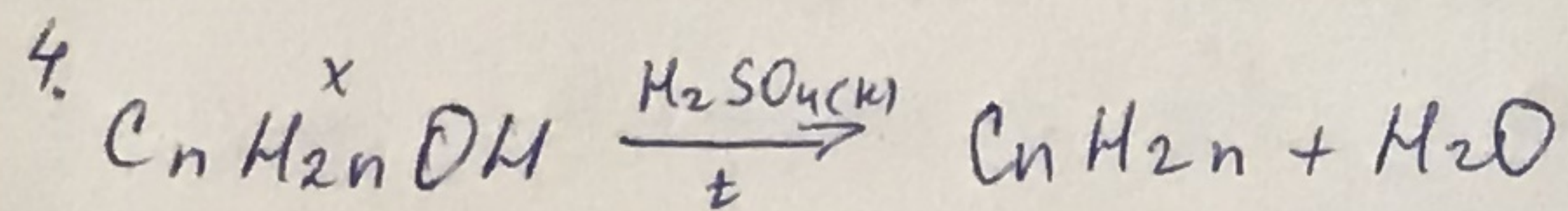
$$[\text{N}_2\text{O}_4] = 0,026 \frac{\text{моль}}{\text{л}}$$

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

$$K_1 = 5 \cdot 10^{-3}$$

$$K^{-1} = \frac{5 \cdot 10^{-3} \cdot 0,014^2}{0,026} = \frac{5 \cdot 10^{-3} \cdot 0,000196}{0,026} = \frac{10^{-3} \cdot 0,00098}{0,026} \approx 0,038 \cdot 10^{-3} = 3,8 \cdot 10^{-5}$$

$$\text{Ответ: } 3,8 \cdot 10^{-5}$$



$$PV = nRT, \quad n = \frac{PV}{RT}$$

$$P = 101,3 \text{ кПа}$$

$$V = 11,15 \text{ л}$$

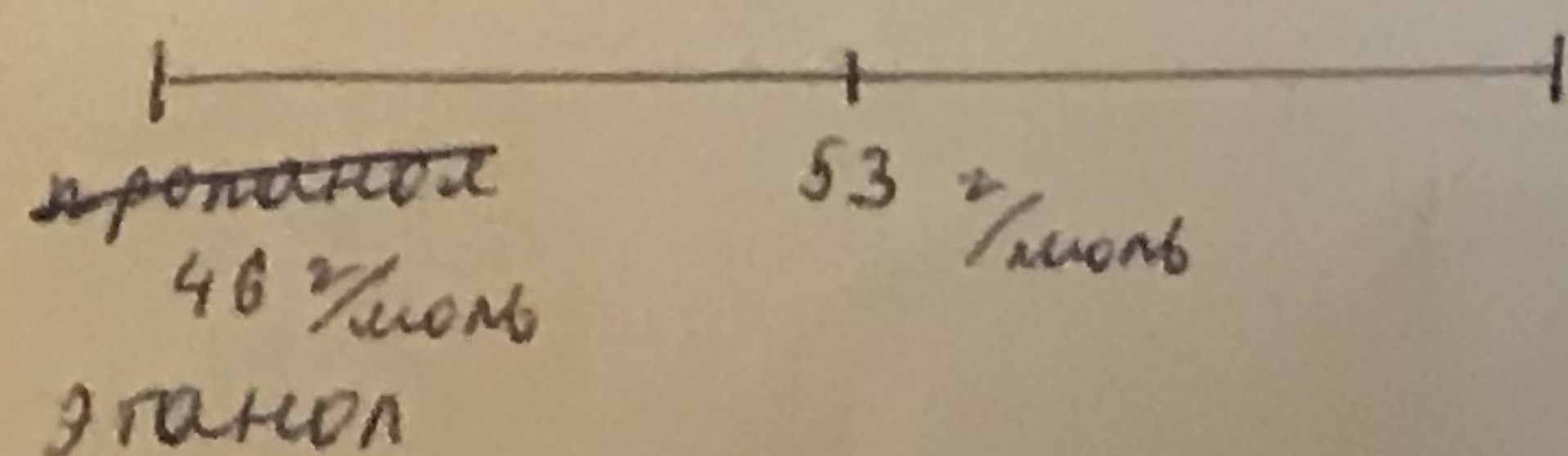
$$R = 8,3$$

$$T = 180^\circ\text{C} = 453 \text{ К}$$

$$n = \frac{101,3 \cdot 11,15}{8,3 \cdot 453} = \frac{1129,495}{3759,9} \approx 0,3$$

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

$$x = \text{Масса спиртов} = \frac{15,9 \text{ г}}{0,3 \text{ моль}} = 53 \text{ г/моль}$$



Чистовик 5

Чистовик 4  
Чистовик 3



n(CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>)

Частовик 2  
r. -312

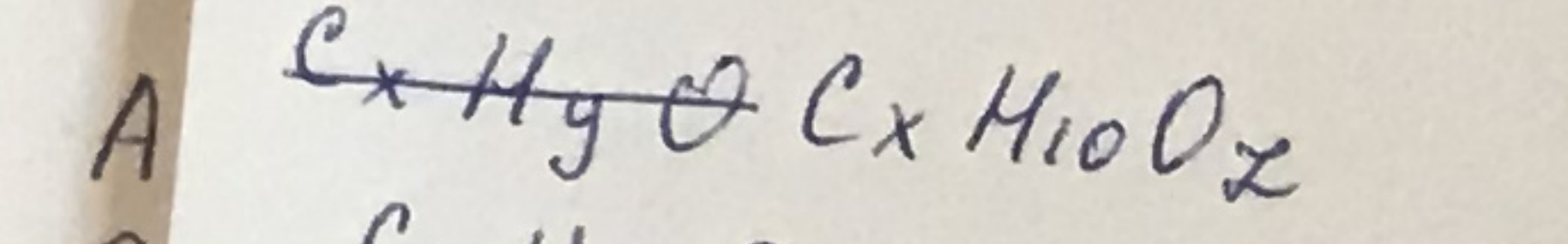
Частовик 5

Частовик 2

Частовик 1

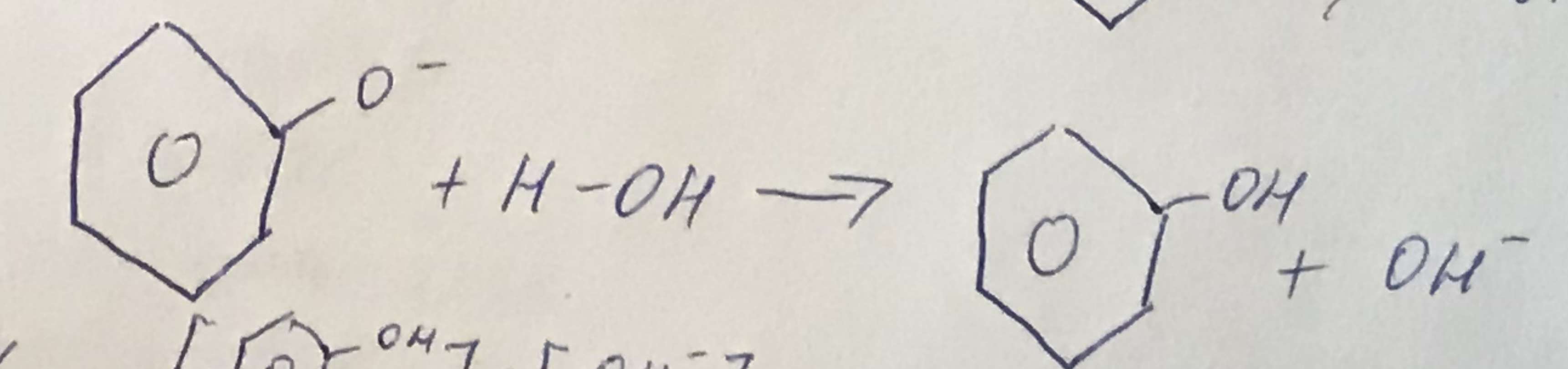
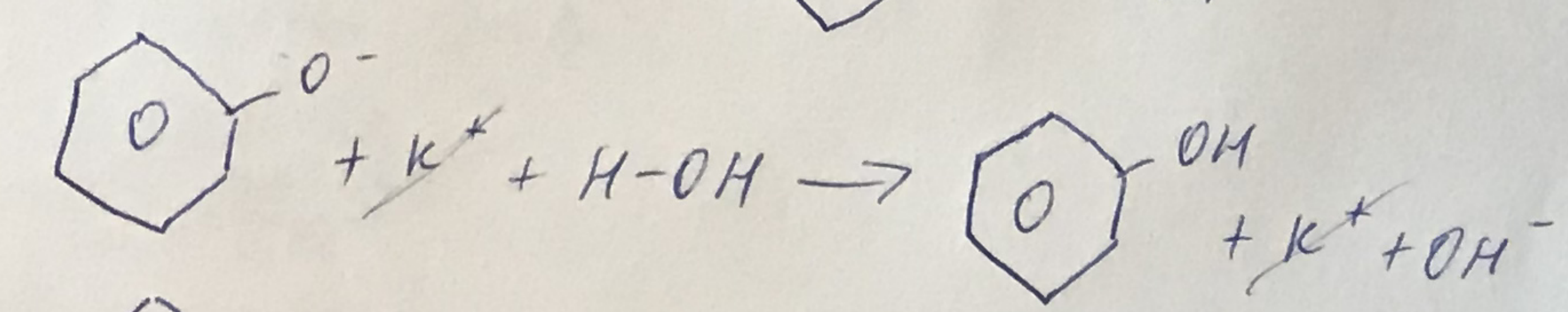
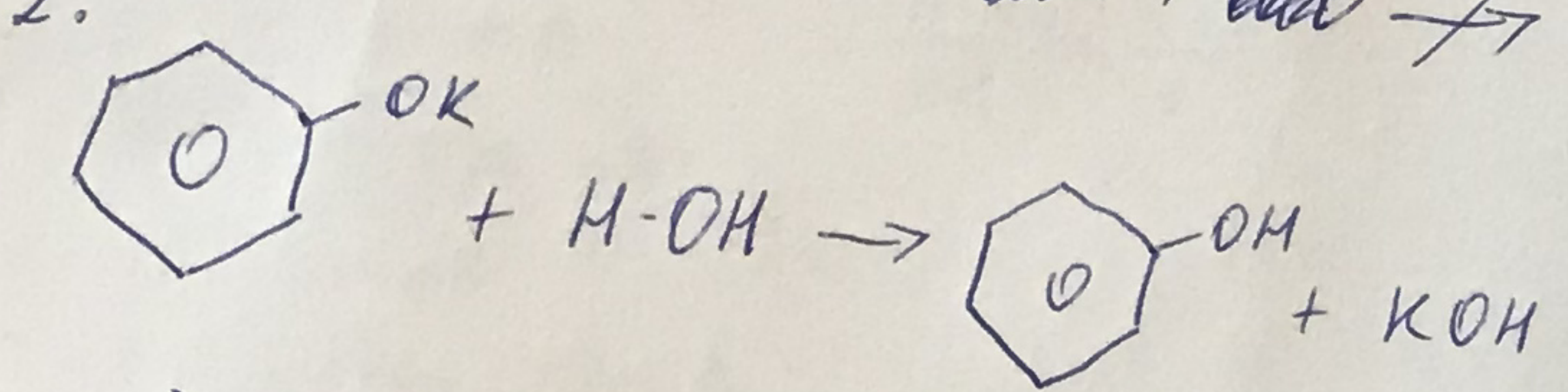
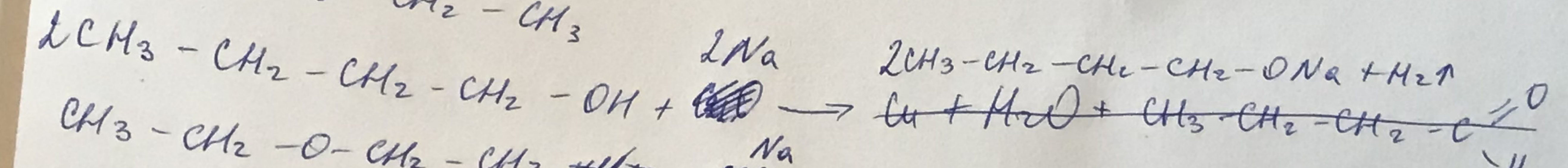
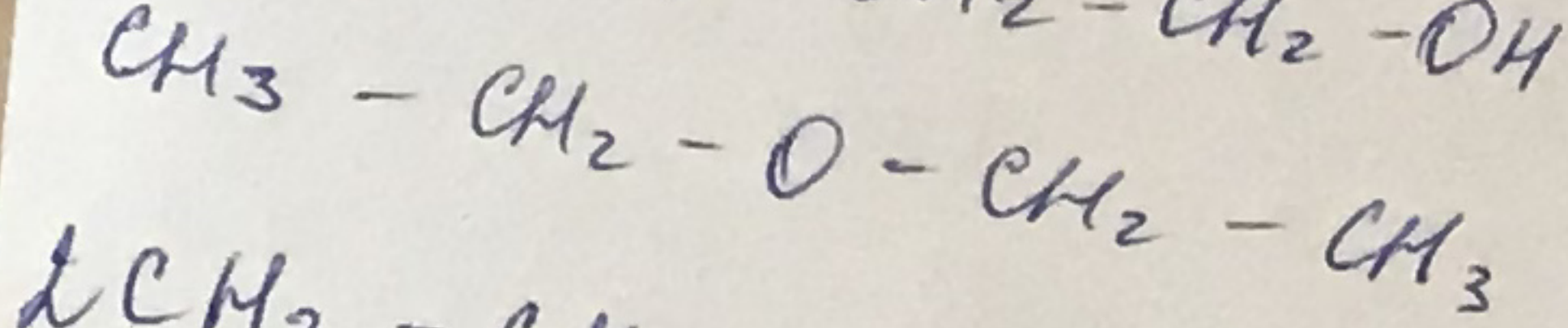
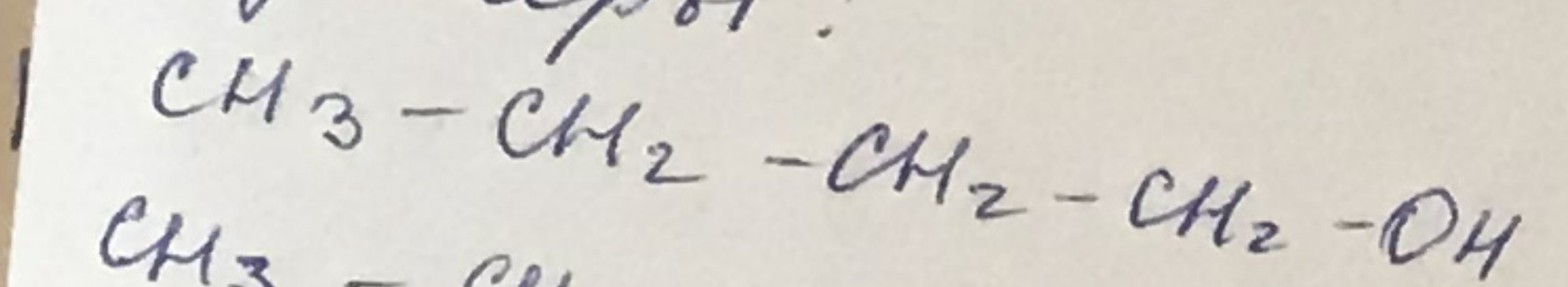
75,9 = 1  
C<sub>x</sub>H<sub>y</sub>O<sub>z</sub>  
75,9 C - 6e<sup>-</sup> ;  
MA H - 1e<sup>-</sup> ;  
MA O - 8e<sup>-</sup> ;

MA y = 42 - 32 = 10



B C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>O - формула

Цомеры:



$$K_r = \frac{[\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}] \cdot [\text{OH}^-]}{[\text{C}_6\text{H}_5\text{O}^-]} \approx \frac{x^2}{c}; K_r \ll 1; c-x \approx c$$

pH=11

K<sub>D</sub> = 10<sup>-10</sup>

[H<sup>+</sup>] = 10<sup>-pH</sup> = 10<sup>-11</sup>

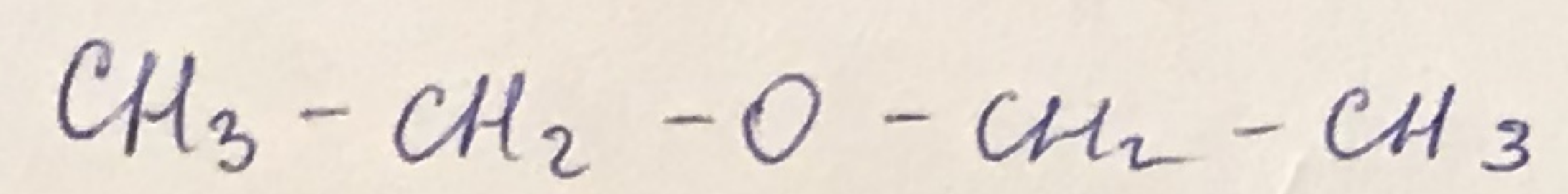
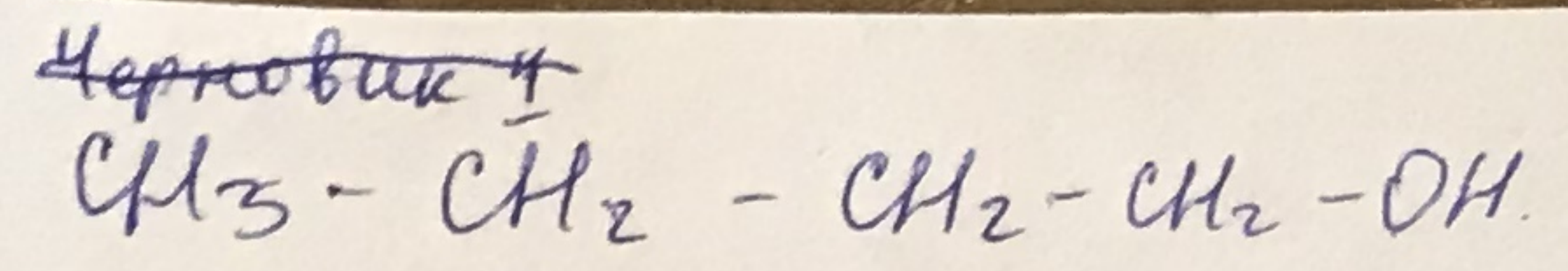
x = [OH<sup>-</sup>] =  $\frac{10^{-14}}{10^{-11}} = 10^{-3}$

K<sub>r</sub> =  $\frac{10^{-10}}{10^{-10}} = 1$

$\frac{x^2}{c} = 1$



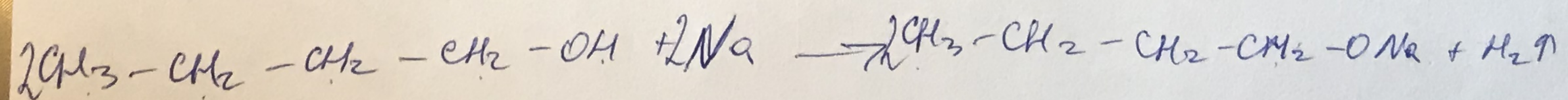
Черновик 4



$$m(\text{пропанола}) = 0,15 \cdot 46 = 6,9$$

$$m \text{ спирта} = 15,9 - 6,9 = 9$$

$$M \text{ спирта} = \frac{9}{0,15} = 60$$



Черновик 4