



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

ОЛИМПИАДНАЯ РАБОТА

Наименование олимпиады школьников: **«Ломоносов»**

Профиль олимпиады: **Химия**

ФИО участника олимпиады: **Гусев Михаил Александрович**

Класс: **11**

Технический балл: **98**

Дата проведения: **27 февраля 2022 года**

9172892 Демидова

98

8 16 15 20 19 20

1. **8**

2. **16**

3. **15**

Размерность константы

-1

4. **20**

5. **19**

Реакция соды с **избытком** серной кислоты: должен быть **кислый** сульфат, а не средний

-1

6. **20**

ЭЛЕМЕНТАРИЙ

1) $C_x H_y O_z$
 $42e^-$
 $32n$

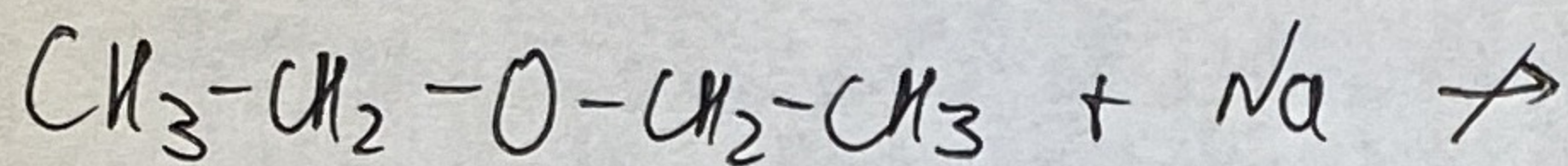
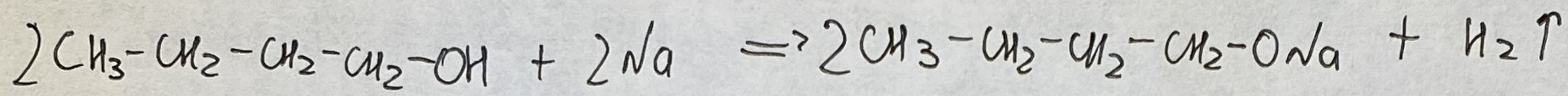
	^{12}C	^{16}O	1H
e^-	6	8	1
n	6	8	0

Разница между электронами и нейтронами равна массе атомов водорода:
 $42 - 32 = 10$

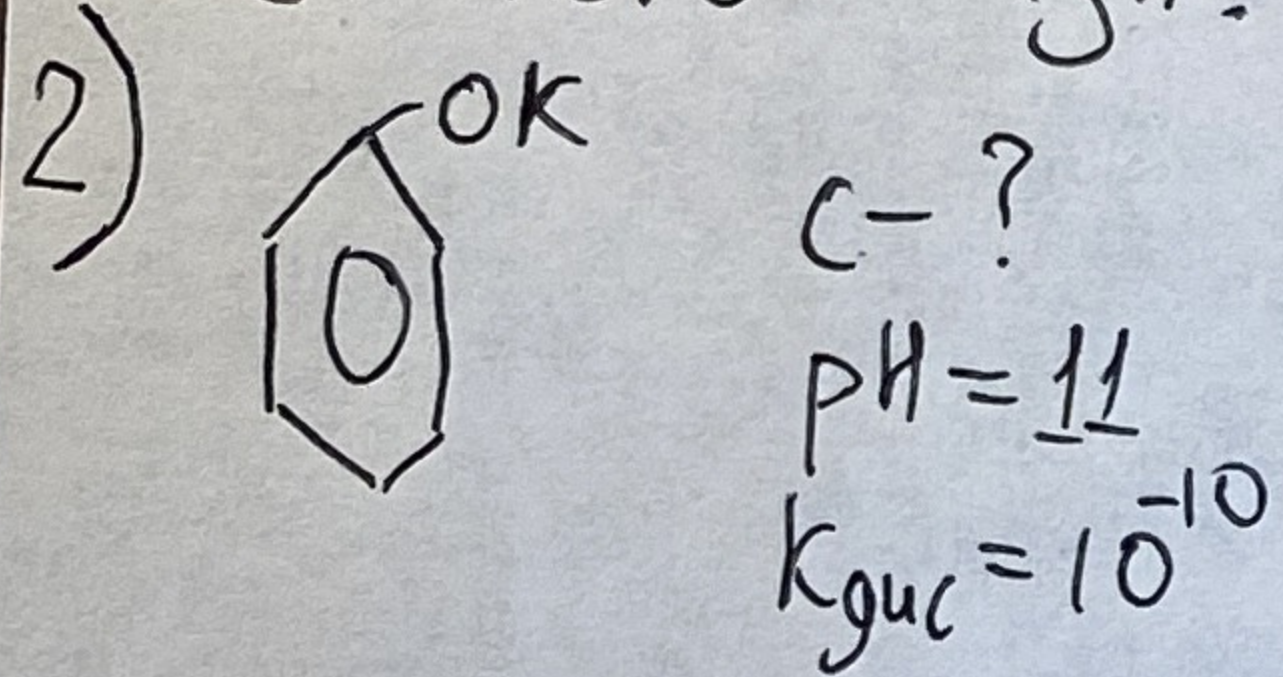
$C_x H_y O_z \rightarrow C_4 H_{10} O$ $6 \cdot 4 + 10 + 8 = 42e^-$ - верно.

$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-OH$ - спирт ~~аэ~~, бутанол-1

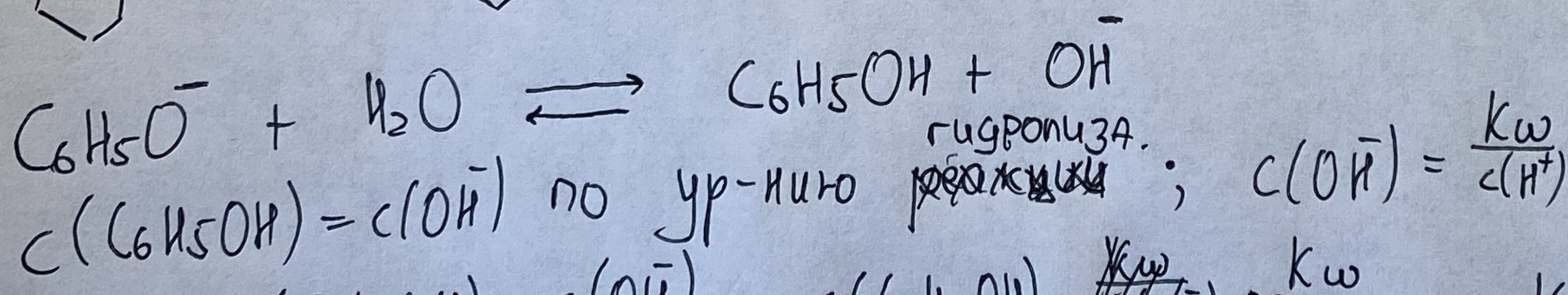
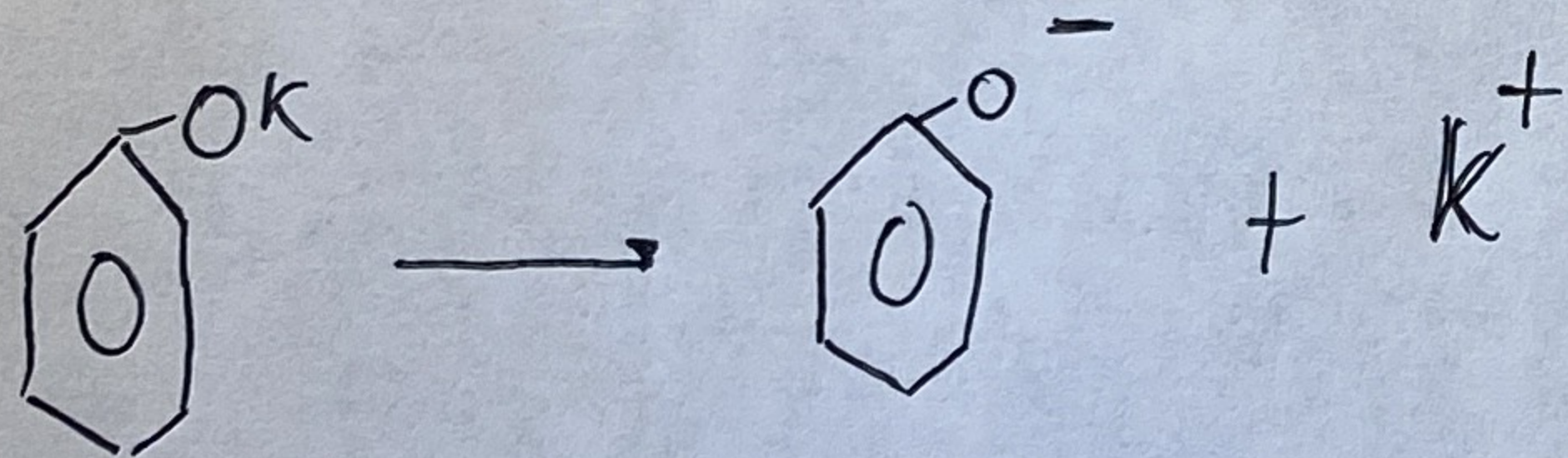
$CH_3-CH_2-O-CH_2-CH_3$ - простой эфир, диэтиловый эфир.



При взаимодействии Na со спиртом мы будем наблюдать выделение бесцветного газа.



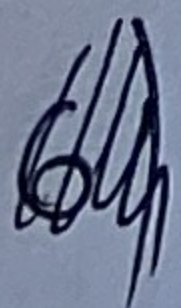
$1^{\circ} c(H^+) = 10^{-pH} = 10^{-11}$ моль/л
 $K_w = c(H^+) \cdot c(OH^-) = 10^{-14}$
 $c(OH^-) = \frac{K_w}{c(H^+)} = \frac{10^{-14}}{10^{-11}} = 10^{-3}$ моль/л

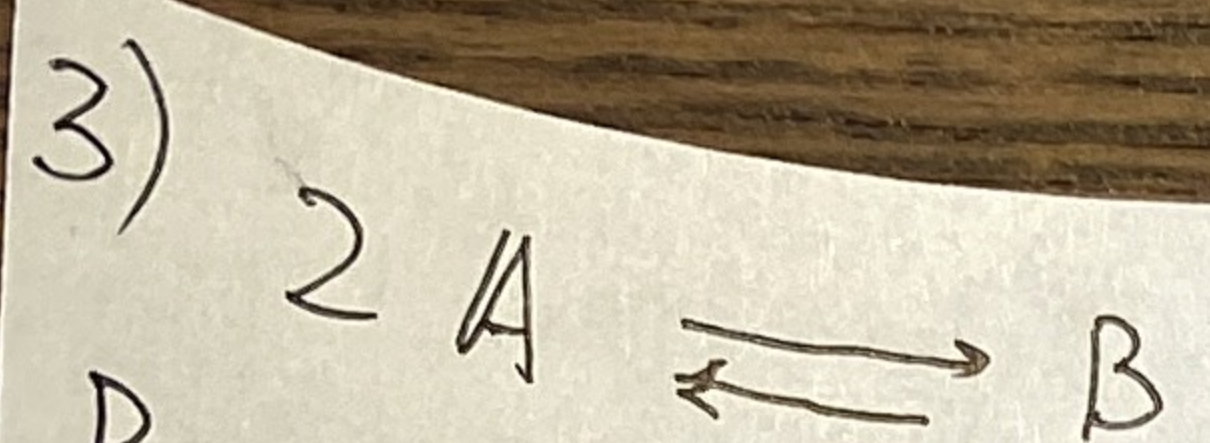


$K_{гидр} = \frac{c(C_6H_5OH) \cdot c(OH^-)}{c(C_6H_5O^-) \cdot c(H^+)} = \frac{c(C_6H_5OH) \cdot \frac{K_w}{c(OH^-)} \cdot \frac{K_w}{c(H^+)}}{c(C_6H_5O^-) \cdot c(H^+)} = \frac{K_w}{K_{дис}} = \frac{10^{-14}}{10^{-10}} = 10^{-4}$

$K_{гидр} = \frac{c(OH^-)^2}{c - c(OH^-)} \rightarrow 10^{-4} = \frac{10^{-6}}{c - 10^{-3}} \rightarrow c = 0,011$ моль/л

Ответ: $c(C_6H_5OK) = 0,011$ моль/л





$V = 1 \text{ л}$
 $T = 30^\circ\text{C} = 303 \text{ K}$
 $P = 1 \text{ атм} = 101,3 \text{ кПа}$

$B:A = 1,86:1$
 $M_{\text{ср}} = 75,9 \text{ г/моль}$
 $K_2 = ?$

$K_1 = 5 \cdot 10^{-3} \frac{1}{\text{моль} \cdot \text{мин}}$

$PV = \nu RT$

$\nu = \frac{PV}{RT} = \frac{101,3 \cdot 1}{8,314 \cdot 303} = 0,04 \text{ моль}$

$M_{\text{ср}} = x(A) \cdot M_A + x(B) \cdot M_B$

Пусть $\nu(B) = 1,86 \text{ моль}$, тогда $\nu(A) = a \text{ моль}$

$x(A) = \frac{a}{1,86a + a} = \frac{1}{2,86} = 0,35$, следовательно $x(B) = 1 - 0,35 = 0,65$

$M_B = 2 M_A$

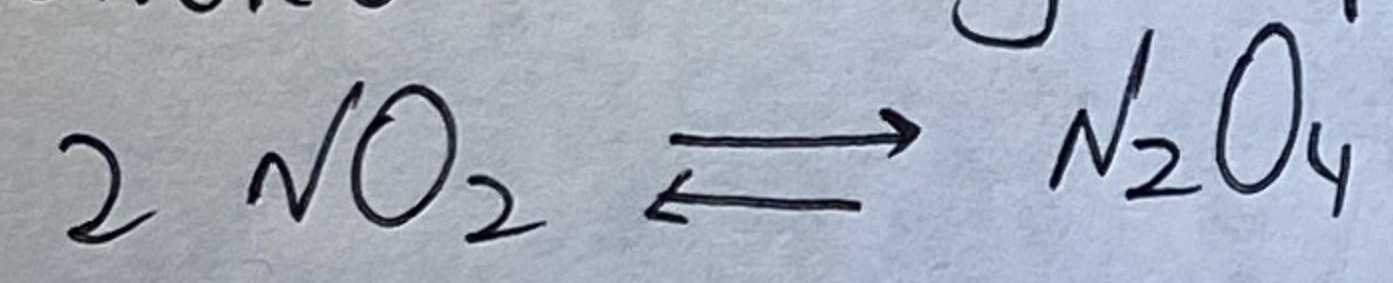
$75,9 = 0,35 \cdot M_A + 2 \cdot 0,65 M_A$

$75,9 = 1,65 M_A$

$M_A = 46 \text{ г/моль}$

Молекулярную массу 46 г/моль только NO_2 гидролизует

имеют $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$; $\text{CH}_3\text{-O-CH}_3$; NO_2 ✓, H_2O с образованием H_2O_4



$\nu(A) = 0,35 \cdot 0,04 = 0,014 \text{ моль}$, $c = \frac{\nu}{V} = 0,014 \text{ моль/л}$

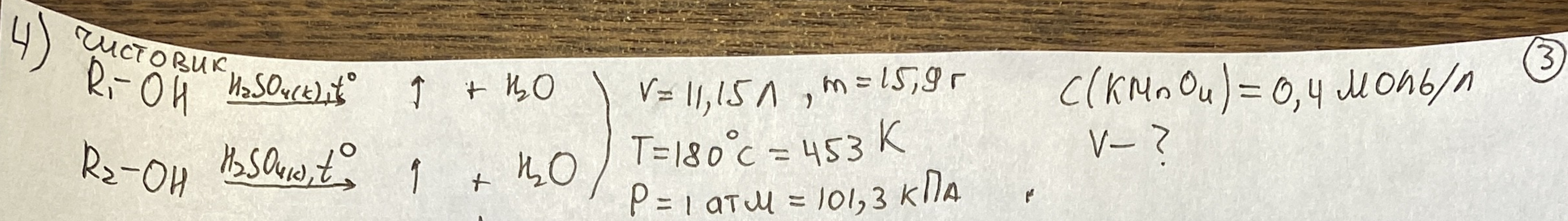
$\nu(B) = 0,65 \cdot 0,04 = 0,026 \text{ моль}$, $c = \frac{\nu}{V} = 0,026 \text{ моль/л}$

$K_{\text{равн}} = \frac{K_1}{K_2} = \frac{[B]}{[A]^2} = \frac{0,026}{(0,014)^2} = 132,65$

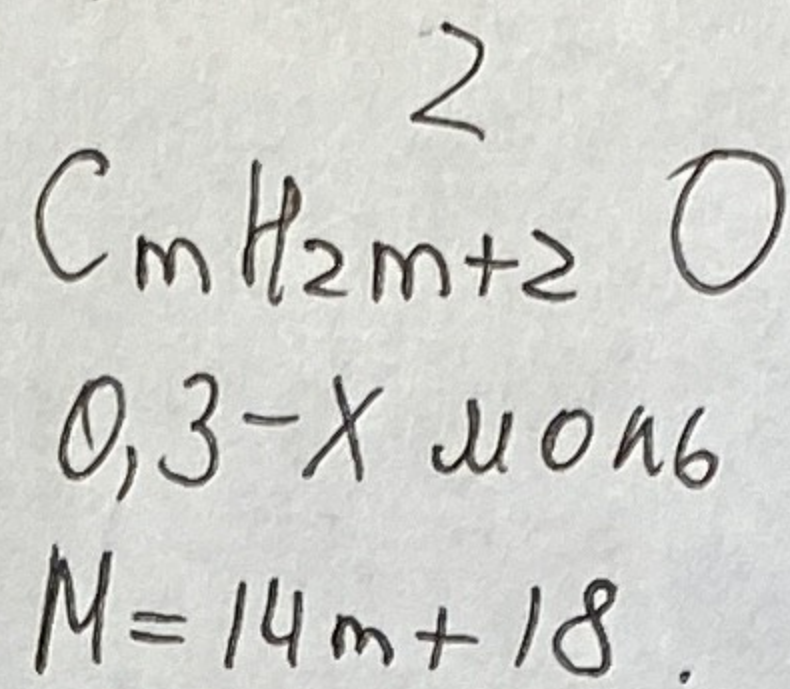
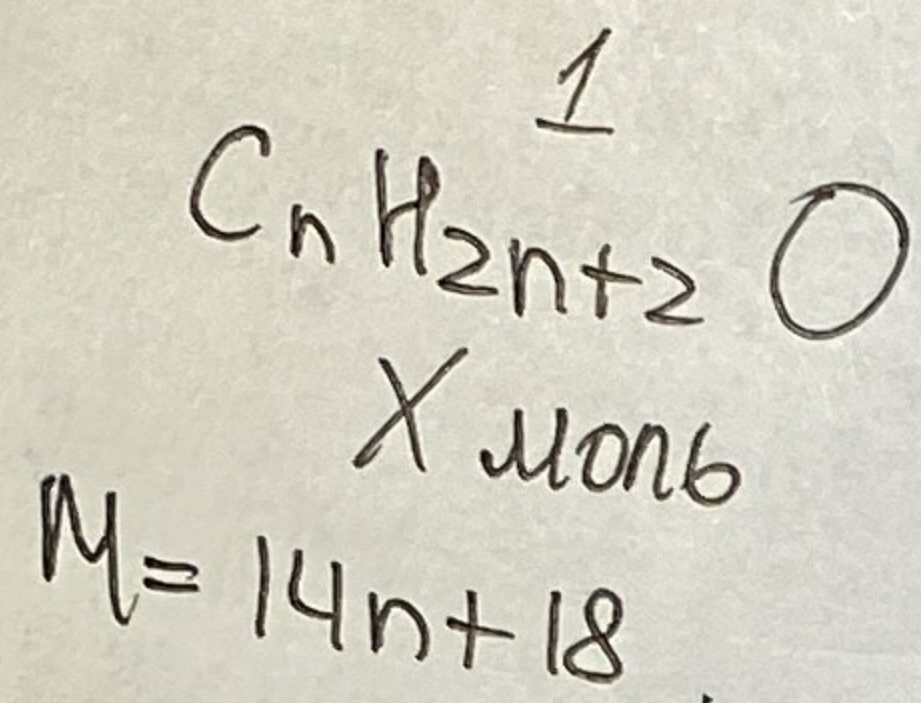
$K_2 = \frac{K_1}{K_{\text{равн}}} = \frac{5 \cdot 10^{-3}}{132,65} = 3,77 \cdot 10^{-5} \frac{1}{\text{моль} \cdot \text{мин}}$

Ответ: А - NO_2
 В - N_2O_4

2° $K_2 = 3,77 \cdot 10^{-5} \frac{1}{\text{моль} \cdot \text{мин}}$



$pV = \nu RT, \nu = \frac{pV}{RT}, \nu(\text{вещи}) = \frac{101,3 \cdot 11,15}{8,314 \cdot 453} = 0,3 \text{ моль}$



$m(\text{вещи}) = \nu_1 \cdot M_1 + \nu_2 \cdot M_2$

$15,9 = X(14n + 18) + (0,3 - X)(14m + 18)$

Пусть $n = 2$, тогда:

$15,9 = 46X + 4,2m + 5,4 - 14mX - 18X$

$10,5 = 28X + 4,2m - 14mX$

Пусть $m = 3$, тогда:

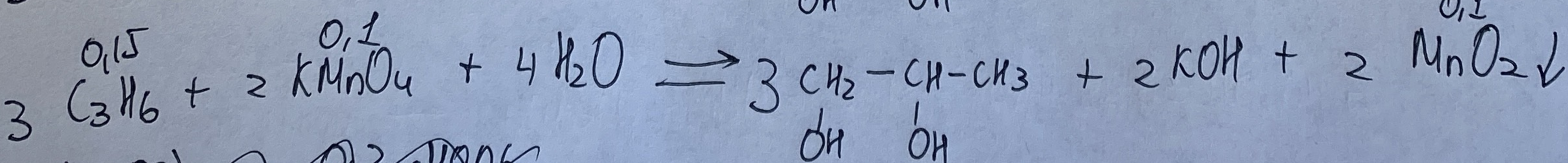
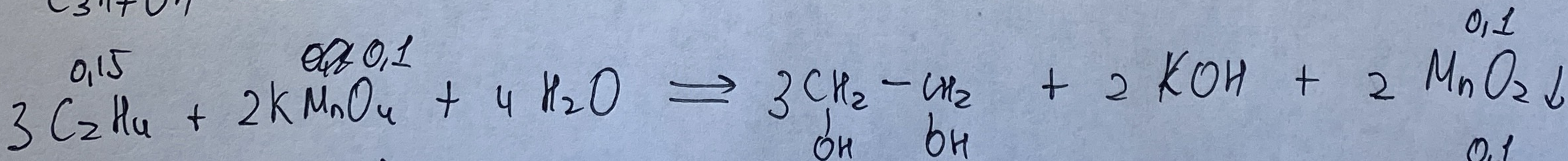
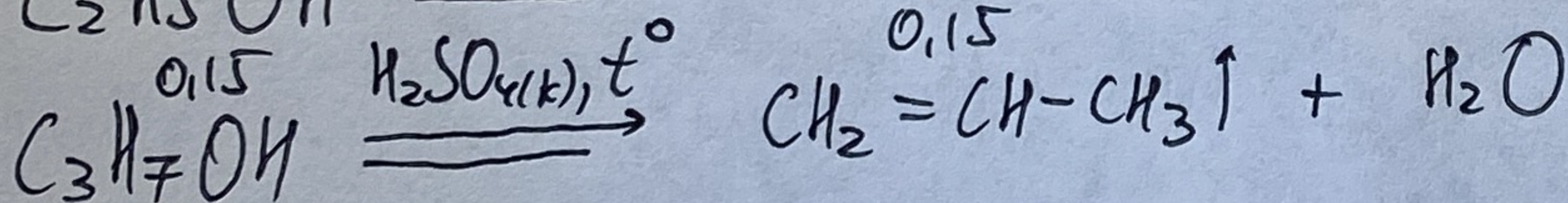
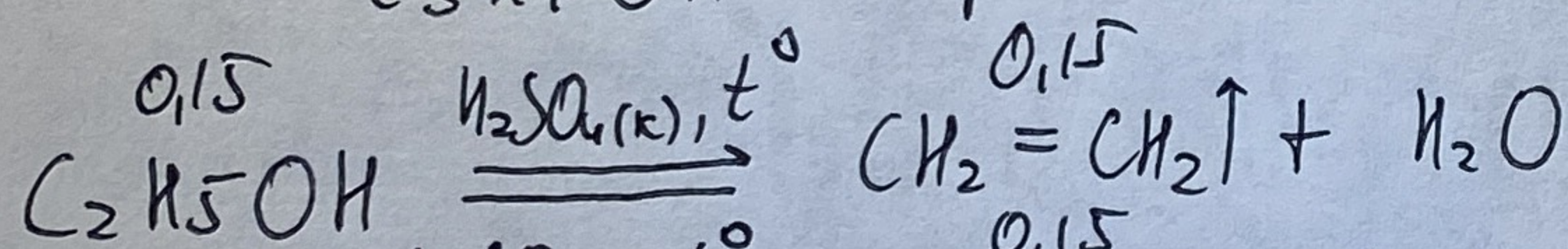
$10,5 = 28X + 12,6 - 42X$

$-2,1 = -14X$

$X = 0,15 \text{ моль}$, следовательно $\nu(\text{C}_m\text{H}_{2m+2}\text{O}) = 0,3 - 0,15 = 0,15 \text{ моль}$ — верно., след.

спирты: $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ — этанол $\rightarrow m(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 0,15 \cdot 46 = 6,9 \text{ г} \rightarrow \omega(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = \frac{6,9}{15,9} = 43,4\%$

$\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$ — пропанол-1 $\rightarrow m(\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}) = 0,15 \cdot 60 = 9 \text{ г} \rightarrow \omega(\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}) = \frac{9}{15,9} = 56,6\%$



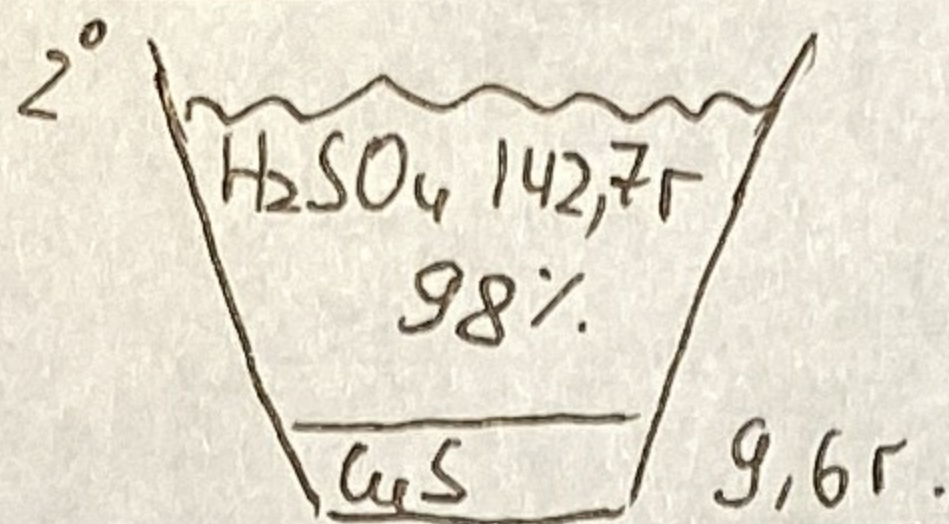
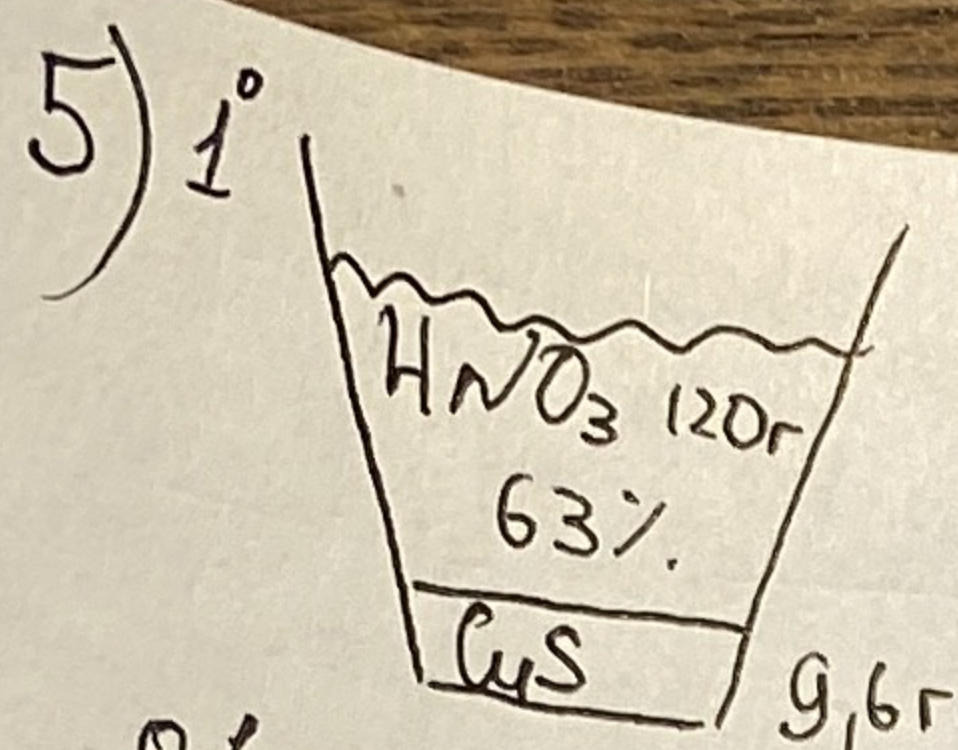
$\nu(\text{MnO}_2)_{\text{оды}} = 0,2 \text{ моль}$

$C = \frac{\nu}{V}; V = \frac{\nu}{C}; \nu(\text{KMnO}_4)_{\text{оды}} = 0,2 \text{ моль}$

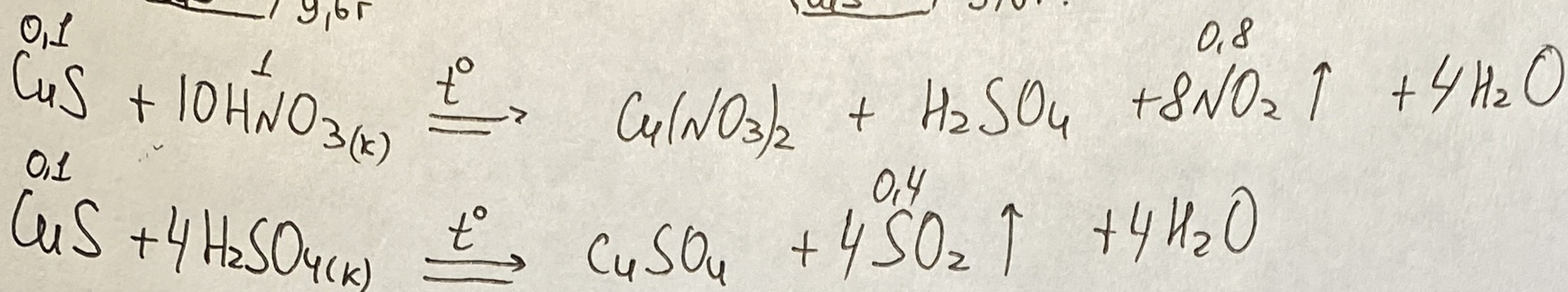
$V(\text{KMnO}_4) = \frac{0,2}{0,4} = 0,5 \text{ л}$

Отвеч: 1° $\omega(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 43,4\%$
 $\omega(\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}) = 56,6\%$

2° $V(\text{KMnO}_4) = 0,5 \text{ л}$



$\Delta m - ?$
 $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10 \text{H}_2\text{O} - ?$



$$\nu(\text{HNO}_3) = \frac{120 \cdot 0,63}{63} = 1,2 \text{ моль}$$

$$\nu(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{142,7 \cdot 0,98}{98} = 1,427 \text{ моль}$$

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

Рассчитаем весы по CuS.

$$m_1 = m(\text{CuS}) + m(\text{HNO}_3)_{\text{р-р}} - m(\text{NO}_2)$$

$$m_2 = m(\text{CuS}) + m(\text{H}_2\text{SO}_4)_{\text{р-р}} - m(\text{SO}_2)$$

$$m_1 = 9,6 + 120 - \overset{36,8}{0,8 \cdot 46} = 92,8 \text{ г}$$

$$m_2 = 9,6 + 142,7 - \overset{25,6}{0,4 \cdot 64} = 126,7 \text{ г}$$

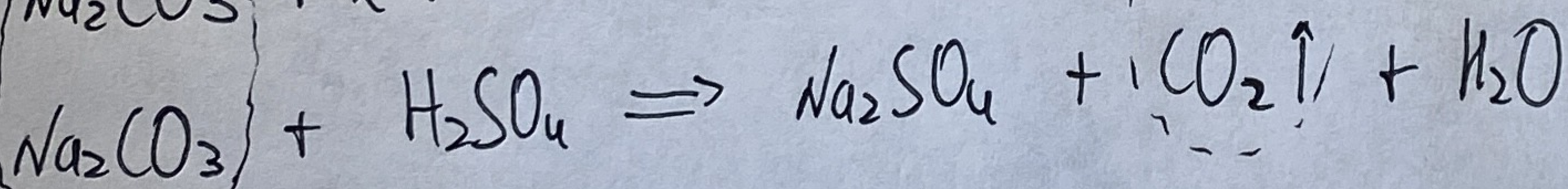
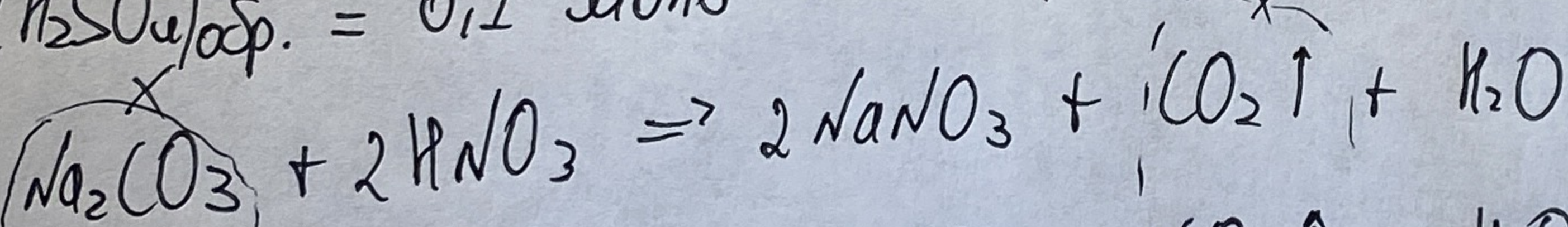
$$\Delta m = m_2 - m_1 = 33,9 \text{ г}$$

$\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$ нужно добавить в 1-ый стакан

$$\nu(\text{HNO}_3)_{\text{ост}} = 1,2 - 1 = 0,2 \text{ моль}$$

$$\nu(\text{H}_2\text{SO}_4)_{\text{ост}} = 0,1 \text{ моль}$$

Na_2CO_3 вступает в реакцию с HNO_3 и H_2SO_4 .



Пусть $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$ было x моль

$$\Delta m = m(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}) - m(\text{CO}_2) \quad m = \nu \cdot M$$

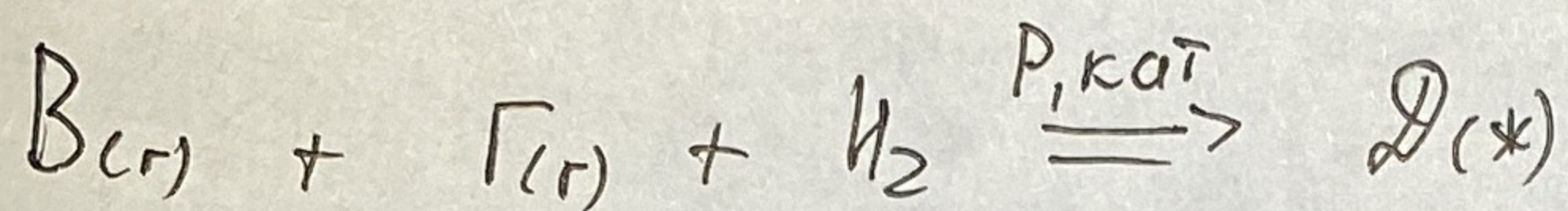
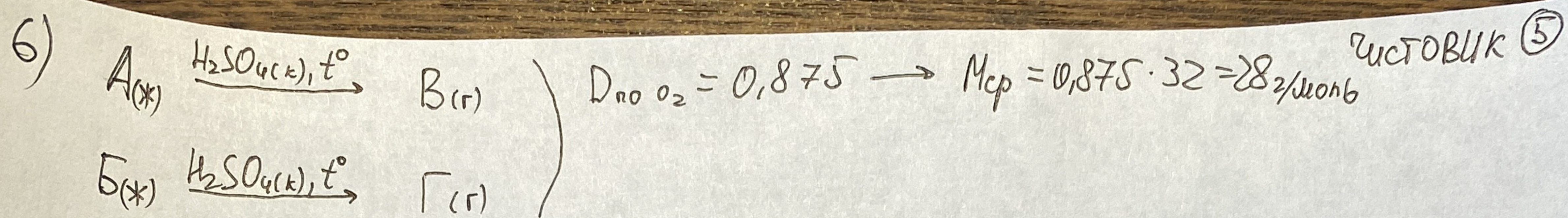
$$33,9 = 286x - 44x$$

$$242x = 33,9$$

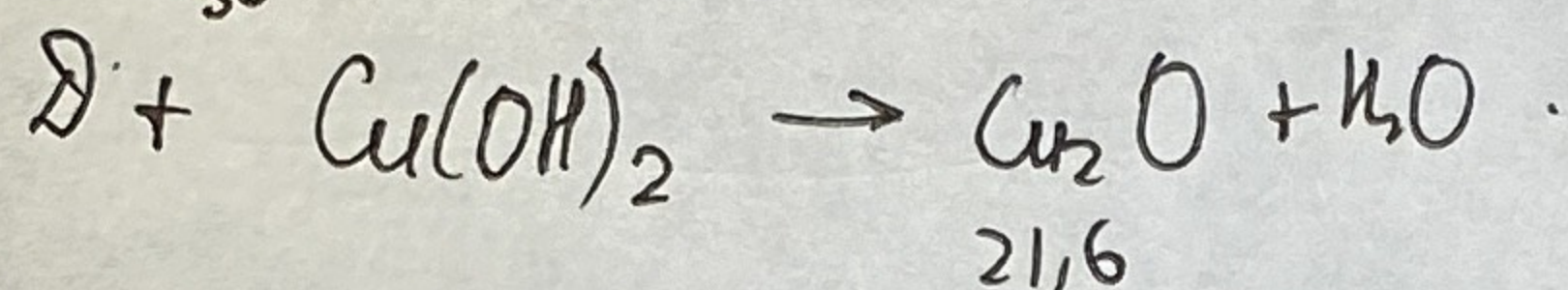
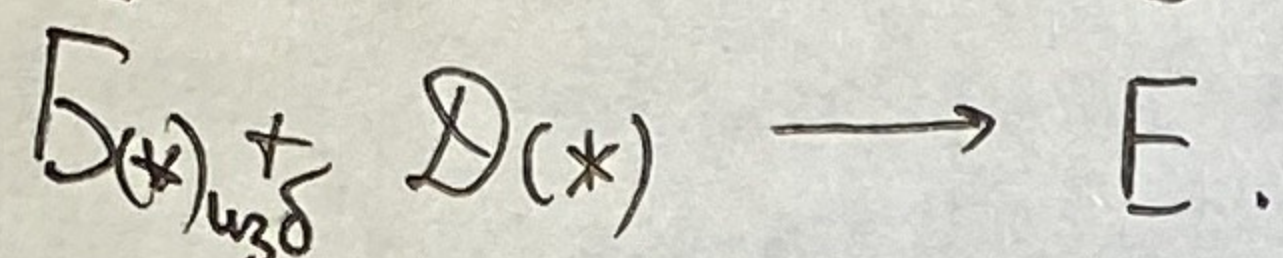
$$x = 0,14 \text{ моль} \rightarrow m(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}) = \nu \cdot M = 0,14 \cdot 286 = 40,04 \text{ г}$$

Ответ: 1° - $\Delta m = 33,9 \text{ г}$

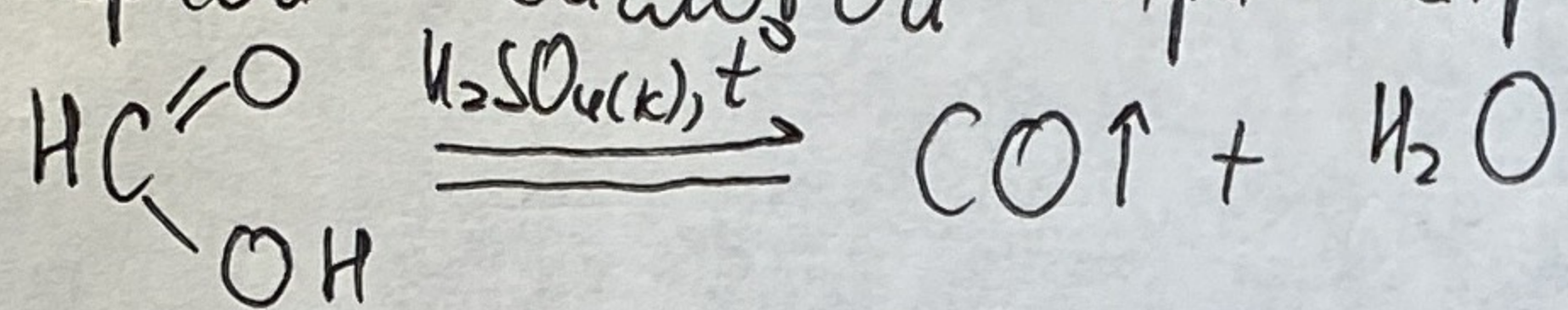
2° - в 1-ый стакан 40,04 г $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$, чтобы весы уравновесились.



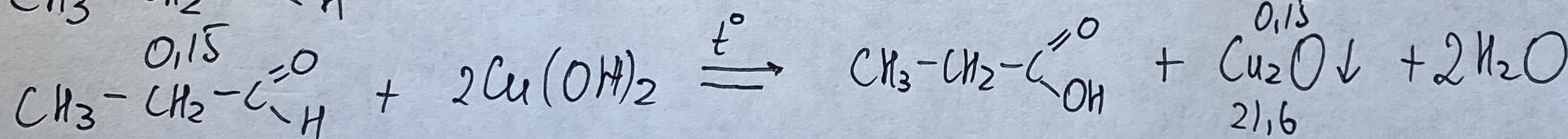
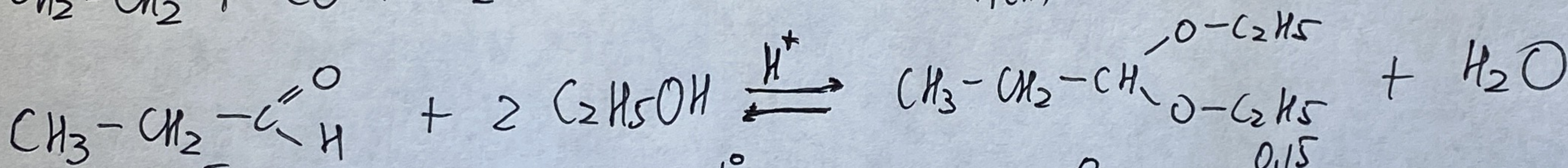
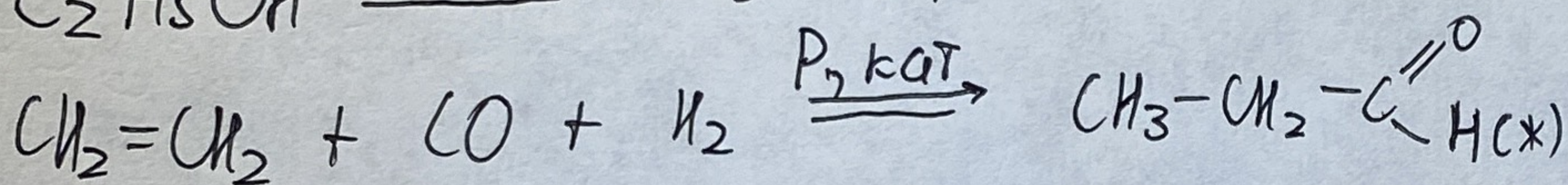
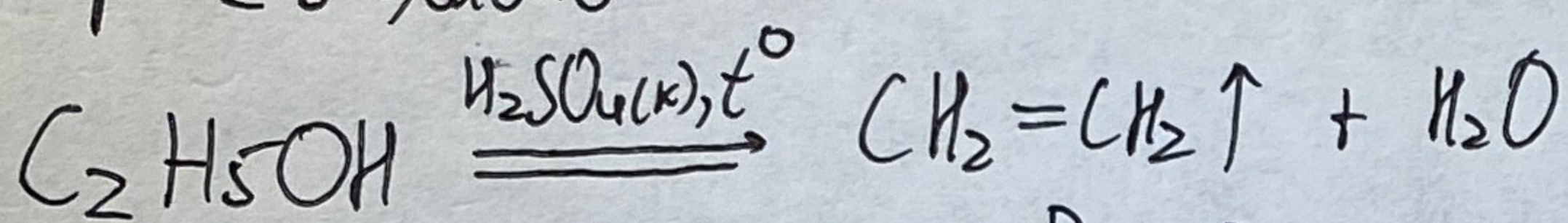
Пусть А - к-ТА, тогда:



Единственная кислота, которая при обработке концентрированной серной кислотой при нагревании даёт газ — это $HC(=O)OH$



$M(CO) = 28 \text{ г/моль}$, след. $M(\Gamma) = 28 \text{ г/моль} - N_2; CO; C_2H_4$
 $M_{ср} = 28 \text{ г/моль}$



$$n(Cu_2O) = \frac{21,6}{144} = 0,15 \text{ моль}$$

$$m = n \cdot M$$

$$m(CH_3-CH_2-C(=O)H) = 0,15 \cdot 58 = 8,7 \text{ г}$$

- Ответ: А - $HC(=O)OH$ В - CO Д - $CH_3-CH_2-C(=O)H$
 Е - C_2H_5OH Г - C_2H_4 Е - $CH_3-CH_2-CH(O-C_2H_5)_2$

$$m(C_2H_6O) = 8,7 \text{ г}$$

зерно в к

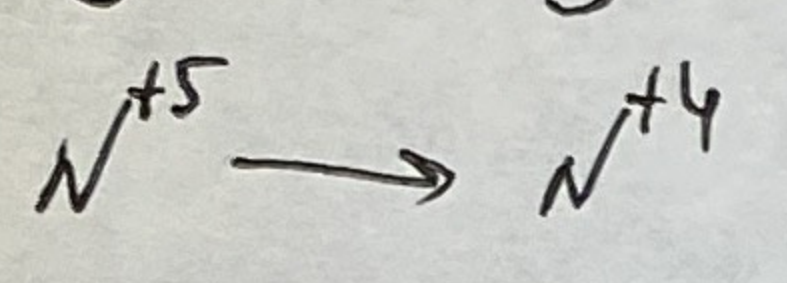
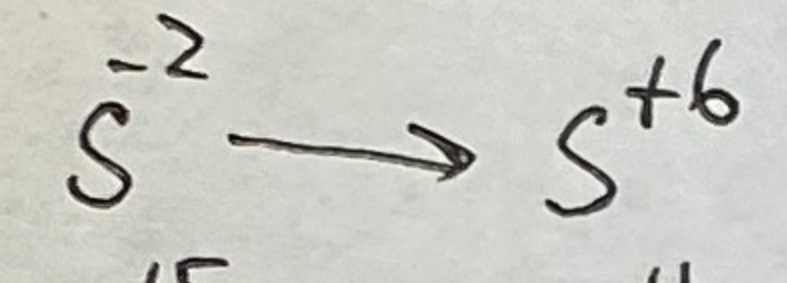
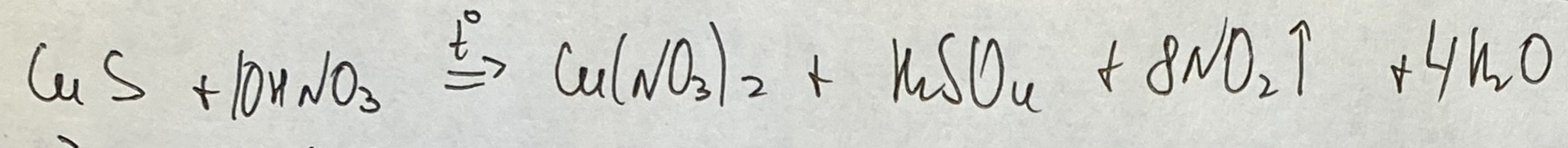
$$\frac{1}{10^4} = \frac{1}{(c - \frac{1}{10^3}) \cdot 10^6} \Leftrightarrow \frac{1}{10.000} = \frac{1}{\frac{10^3 c - 1}{10^3} \cdot 10^6} \Leftrightarrow \frac{1}{10.000} = \frac{1}{(10^3 c - 1) \cdot 10^3}$$

$$10.000 = 1.000 \cdot (1000c - 1)$$

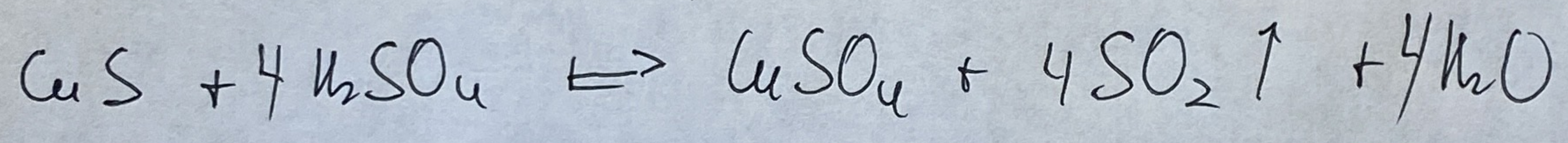
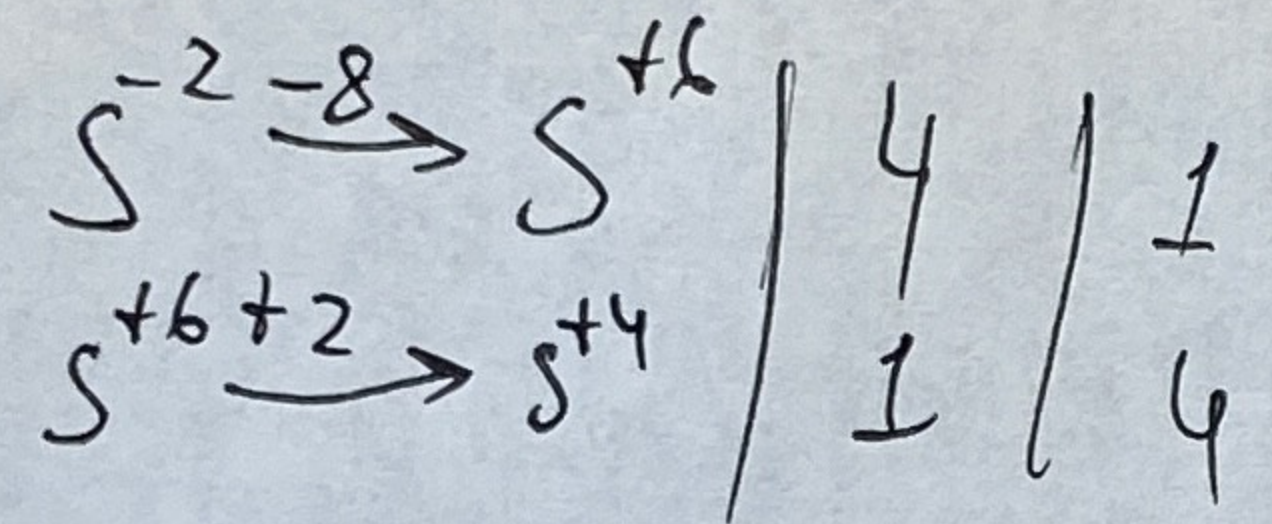
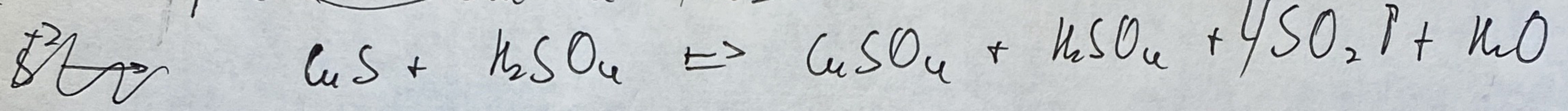
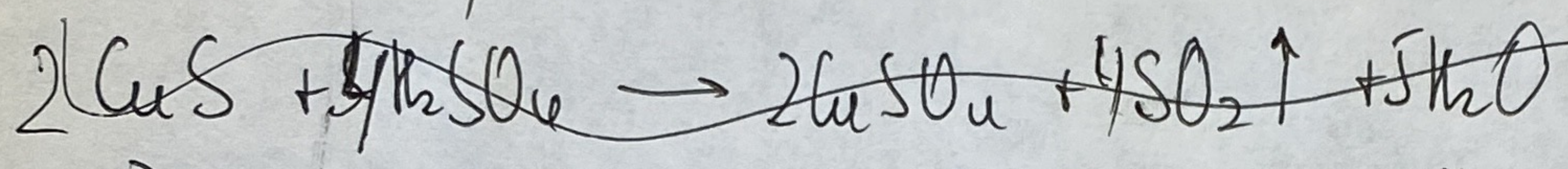
$$10 = 1000c - 1$$

$$1000c = 11 \rightarrow c = 0,011 \text{ моль/л}$$

$$K_{\text{уст}} = \frac{c(\text{Cu}^{2+}) \cdot c(\text{S}^{2-})}{c(\text{CuS})} = \frac{1}{K_{\text{уст}}} \cdot K_w = \frac{K_w}{K_{\text{уст}}}$$



$$30 = 6 + 4 + 16 + 4 = 30 + \frac{20}{20}$$



4) $\frac{1}{2} \rightarrow \frac{1}{1}$ т.к. газ выдел, то это низший алкен, след. спирт скорее всего $\text{C}_2, \text{C}_3, \text{C}_4$.

- $\text{C}_6 \text{H}_{12} \text{O}_6 = 180$
- $\text{C}_2 \text{H}_6 = 30$
- $\text{C}_3 \text{H}_8 = 44$
- $\text{C}_4 \text{H}_{10} = 58$
- $\text{C}_2 \text{H}_5 \text{OH} = 46$
- $\text{CH}_3 \text{OCH}_3 = 46$
- $\text{CO}_2 = 44$
- $\text{NO}_2 = 46$

$$c = \frac{1}{V} \quad K = \frac{[A]^n}{[B]^m} = \frac{K_1}{K_2}$$



$$K_{\text{равн}} = \frac{[B]}{[A]^2}$$

6) D - Альдегид, р-ше медного зеркала, A - HCOOH

