



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

ОЛИМПИАДНАЯ РАБОТА

Наименование олимпиады школьников: **«Ломоносов»**

Профиль олимпиады: **Химия**

ФИО участника олимпиады: **Капитонова Ирина Владимировна**

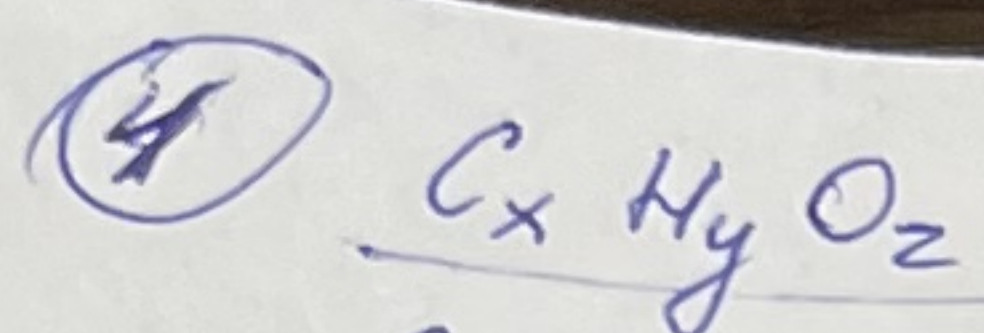
Класс: **11**

Технический балл: **100**

Дата проведения: **27 февраля 2022 года**

9220643	8	16	16	20	20	20	100
---------	---	----	----	----	----	----	-----

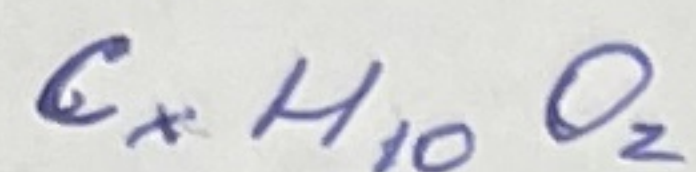
Каргов С.И.



$$6x + y + 8z = 42$$

$$6x + 8z = 32$$

$$y = 10$$



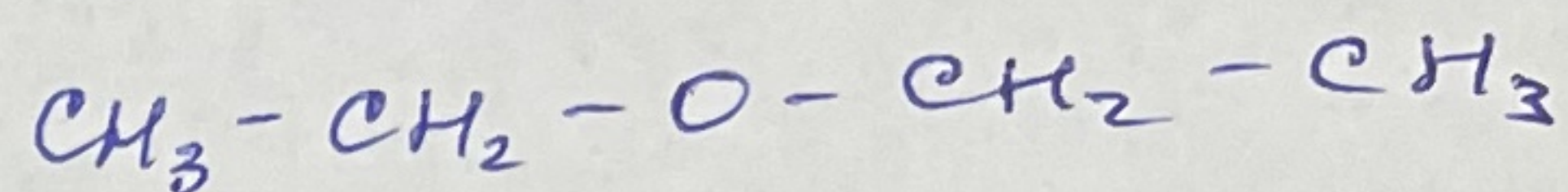
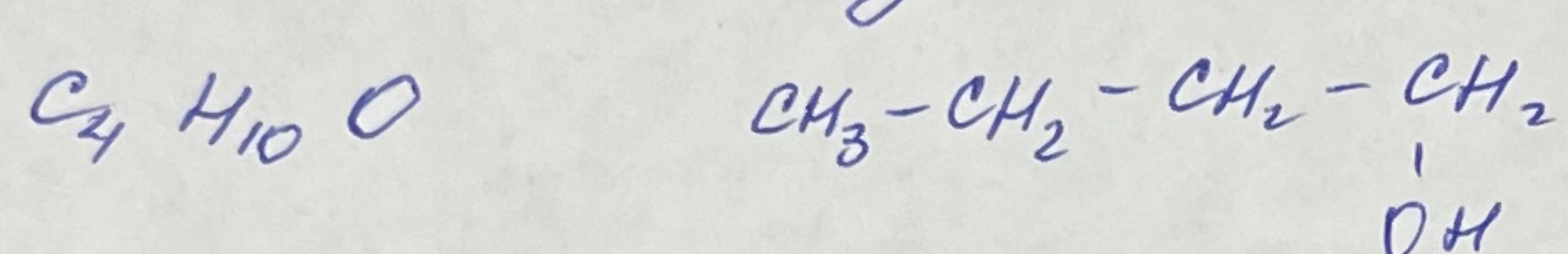
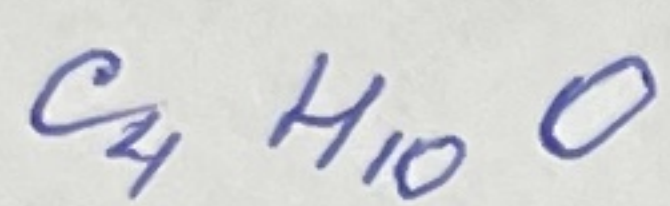
$$6x + 8z = 32$$

Пусть $x=1$, тогда решений нет.

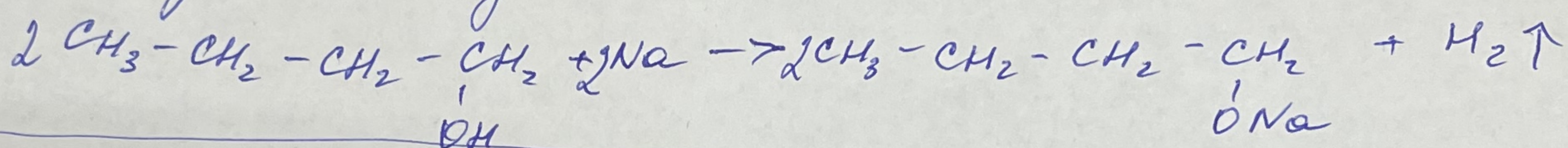
Пусть $x=2$, тогда реш. нет.

Пусть $x=3$, тогда

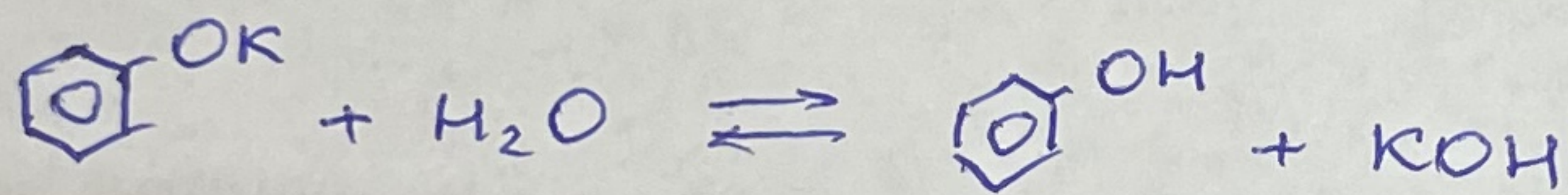
$x=4$, тогда $z=1$ — ед. реш.



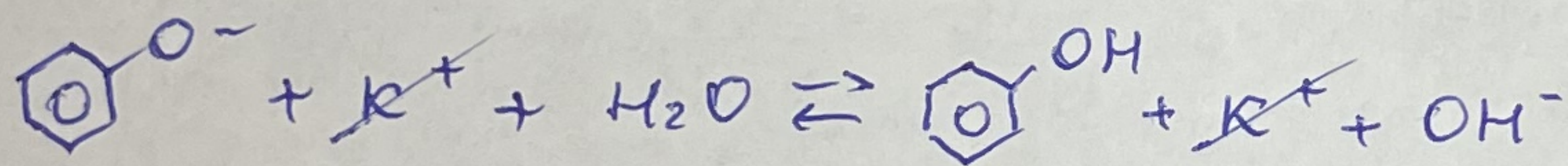
Различить добавлением мет. Na



2.



$$pH = 11 \quad K_d = 10^{-10}$$



$$V = const = 1 \text{ л}$$

$$K_{шдр} = \frac{[C_6H_5OH] \cdot [OH^-]}{[C_6H_5O^-]}$$

Пусть конц. фенола = a моль/л

$$K_{шдр} = \frac{x^2}{a-x}$$

$$x = [OH^-]$$

$$[H^+] \cdot [OH^-] = 10^{-14}$$

$$[OH^-] = \frac{10^{-14}}{[H^+]} = 10^{-3}$$

$$[H^+] = 10^{-pH} = 10^{-11}$$

Взно	a	0	0
реак	x	-	-
Стано	$a-x$	x	x
	фен-л	фен-л	шдр.

$$K_{шдр} = \frac{10^{-6}}{a-10^{-3}}$$

$$K_{шдр} = \frac{10^{-4}}{K_d} = 10^{-4}$$

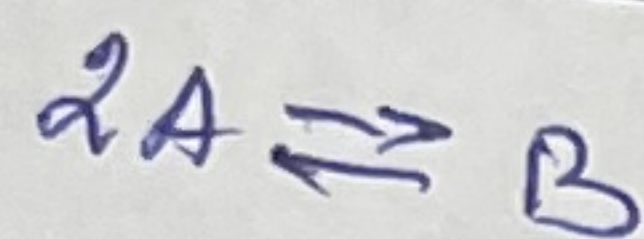
$$\frac{10^{-6}}{a-10^{-3}} = \frac{10^{-4}}{1}$$

$$10^{-4}(a-10^{-3}) = 10^{-6}$$

$$a-10^{-3} = \frac{10^{-6}}{10^{-4}}$$

$$a = 0,011$$

3



Система к 1. ~~к 2~~

$$V = 1 \text{ л}$$

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

$$B : A = 1,86 : 1$$

$$P = 101,3 \text{ кПа}$$

$$= 273 + 30 \text{ K}$$

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

$$K_{\text{прям}} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ л/моль} \cdot \text{мин}$$

$$n = \frac{PV}{RT} = \frac{101,3 \cdot 1}{8,31 \cdot 303} = 0,04 \text{ моль} - \text{газовой смеси.}$$

$$B : A = 1,86 : 1 \Rightarrow \text{общее мольное соотношение.}$$

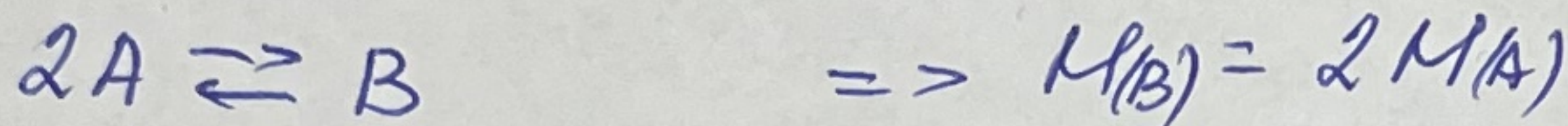
$$1,86x + x = 2,86x$$

$$\varphi(B) = \frac{1,86x}{2,86x} = 0,65$$

$$\varphi(A) = \frac{x}{2,86x} = 0,35$$

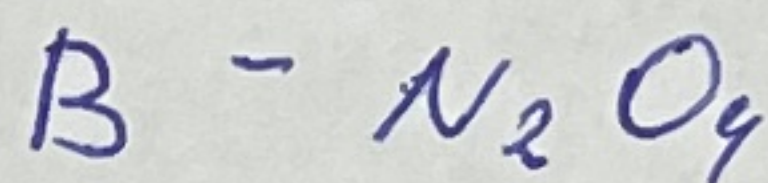
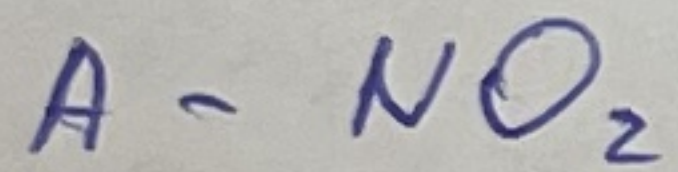
$$n(A) = 0,04 \cdot 0,35 = 0,014 \text{ моль} \Rightarrow C(A) = \frac{0,014}{1} = 0,014 \text{ моль/л}$$

$$n(B) = 0,04 \cdot 0,65 = 0,026 \text{ моль} \Rightarrow C(B) = 0,026 \text{ моль/л}$$



$$M(A+B) = \frac{0,014 \cdot M(A) + 0,026 \cdot 2M(A)}{0,04} = 75,9$$

$$M(A) = 46 \text{ г/моль} \Rightarrow M(B) = 46 \cdot 2 = 92 \text{ г/моль}$$



$$K = \frac{K_{\text{прям}}}{K_{\text{обр}}} = \frac{[N_2O_4]}{[NO_2]^2}$$

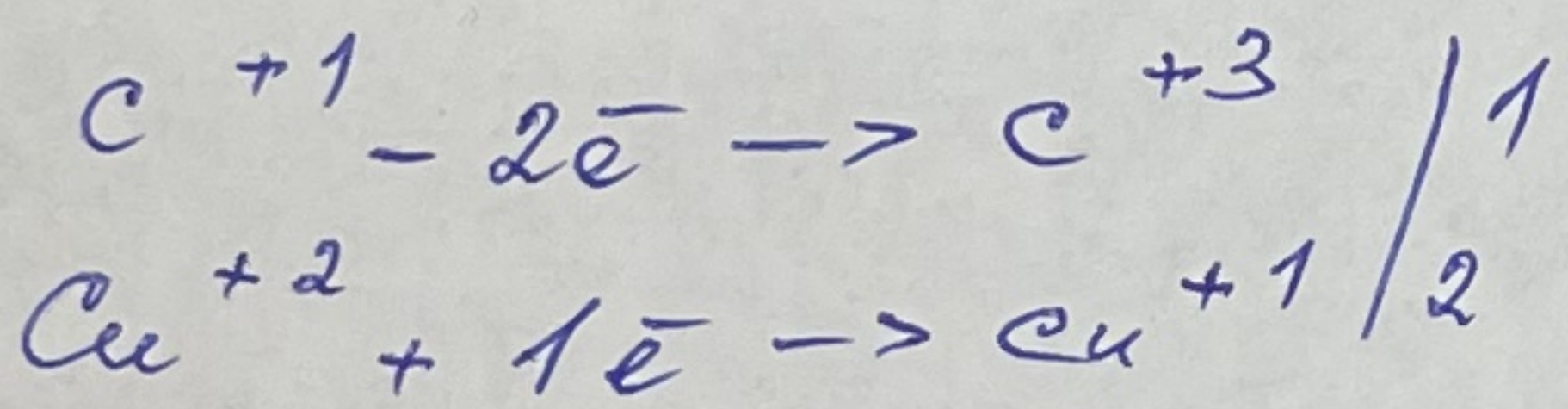
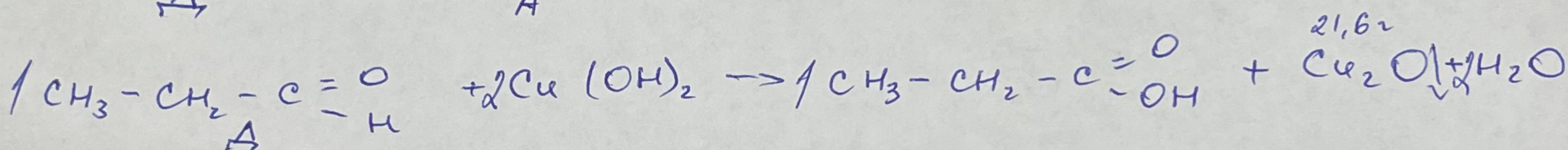
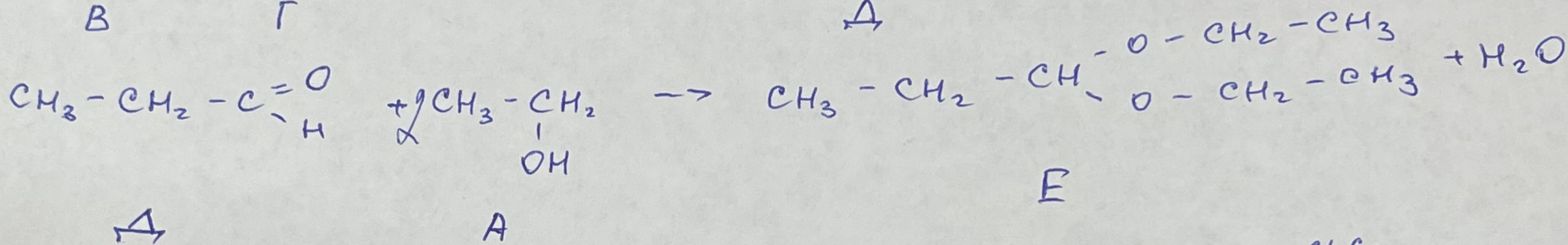
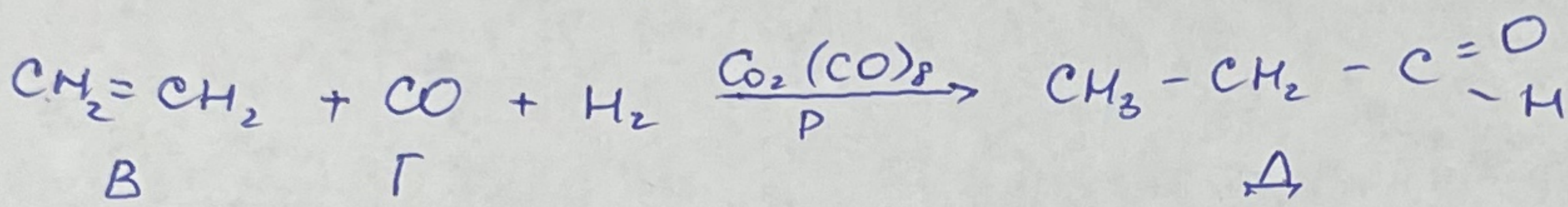
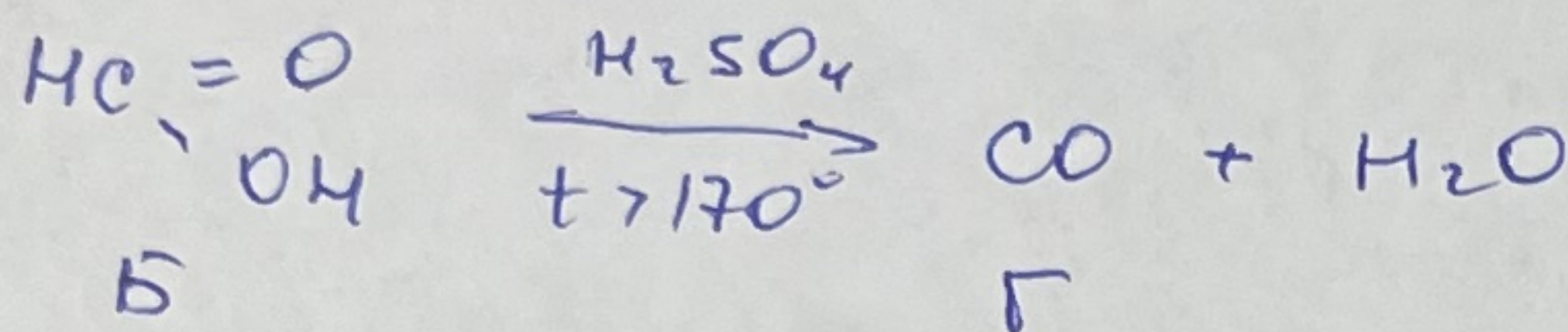
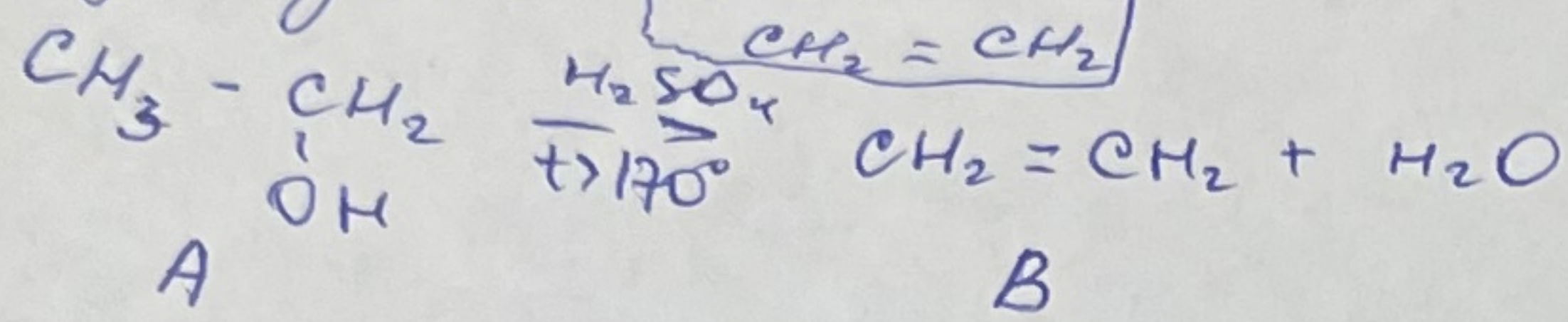
$$K_{\text{обр}} = \frac{K_{\text{прям}} \cdot [NO_2]^2}{[N_2O_4]} = \frac{0,005 \cdot (0,014)^2}{0,026} = \underline{\underline{3,77 \cdot 10^{-5}}}$$

⑥ $\rho_{O_2} = 0,875$

~~Условие 2.~~
Условие 2.

$M_{разд} = 0,875 \cdot 32 = 28 \text{ г/моль}$
т.к. в условии не указано, будем считать, что

$M_B = M_T = 28 \text{ г/моль}$
Подходит этилен и CO



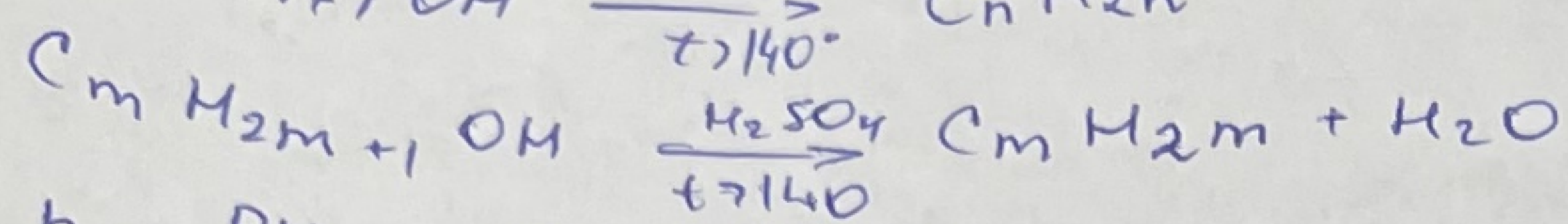
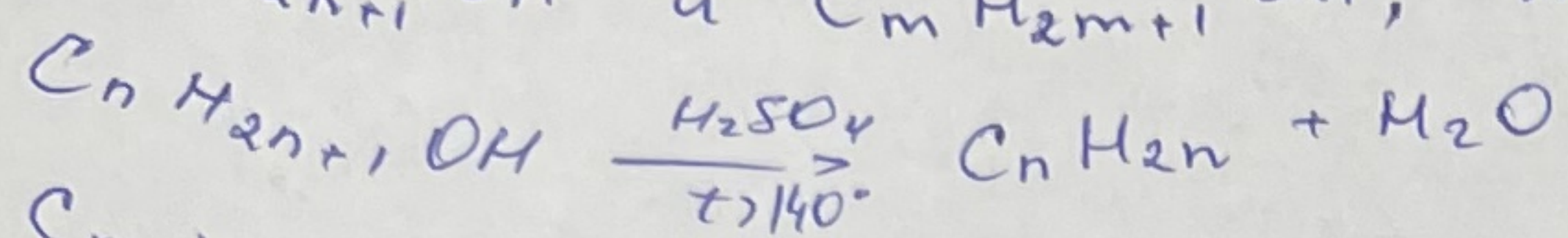
$$n(\text{Cu}_2\text{O}) = \frac{21,6}{144} = 0,15 \text{ моль}$$

$$n(\begin{array}{c} \text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{C} = \text{O} \\ | \\ \text{H} \end{array}) = n(\text{Cu}_2\text{O}) = 0,15 \text{ моль}$$

$$m(\begin{array}{c} \text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{C} = \text{O} \\ | \\ \text{H} \end{array}) = n \cdot M = 0,15 \cdot 58 = \underline{\underline{8,7 \text{ г}}}$$

A

4) Какие исходные спирты имеют формулы Чистовик 3.
 $C_n H_{2n+1} OH$ и $C_m H_{2m+1} OH$, тогда ур-е дегидратации:



$$n = \frac{PV}{RT} = \frac{101,3 \cdot 11,15}{8,31 \cdot 453} = 0,3 \text{ моль}$$

n (алкенов) = n (спиртов)
 т.к. была р-ция дегидратации, $c > 1$, но ≤ 4 , т.к.
 алкенов - газос.

Пусть $n(C_n H_{2n+1} OH) = x$ моль ; а $n(C_m H_{2m+1} OH) = y$ моль

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

$$M_{\text{смеси}} = \frac{15,9}{0,3} = 53 \text{ г/моль} \Rightarrow M(R-OH) > 53 ; M(2R-OH) < 53$$

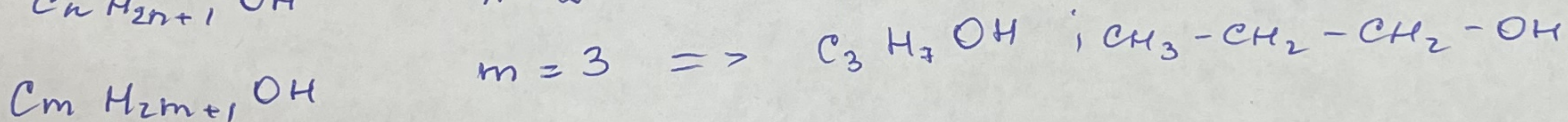
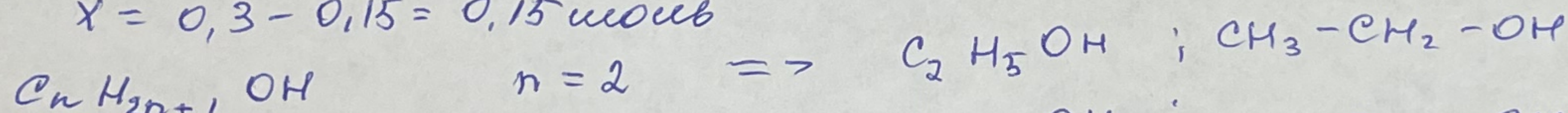
$$M < 53 \text{ только у этанола } (CH_3-CH_2-OH) ; M(CH_3-CH_2-OH) = 46 \text{ г/моль}$$

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

$$y = \frac{2,1}{14m - 28} \quad m \leq 4$$

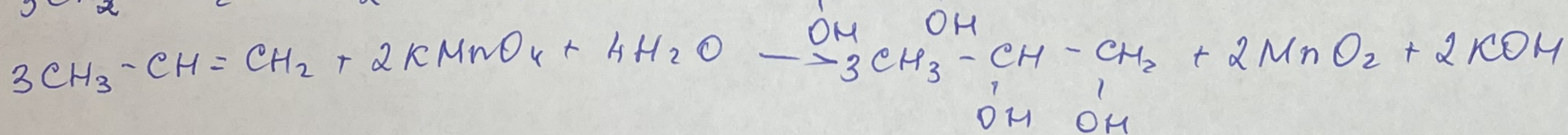
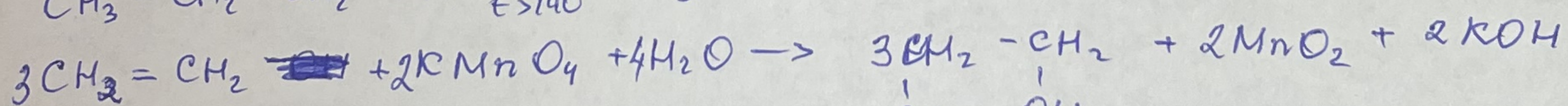
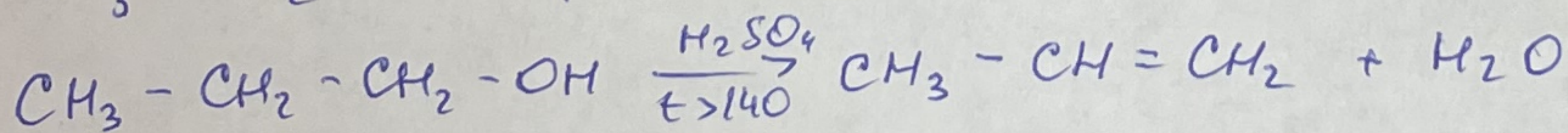
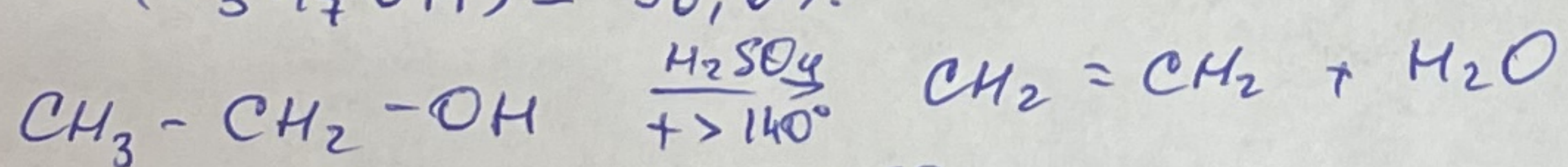
Пусть $m = 3$, тогда $y = 0,15$

$$x = 0,3 - 0,15 = 0,15 \text{ моль}$$



$$w(C_2 H_5 OH) = \frac{46 \cdot 0,15}{15,9} = 0,434 = 43,4\%$$

$$w(C_3 H_7 OH) = 56,6\%$$

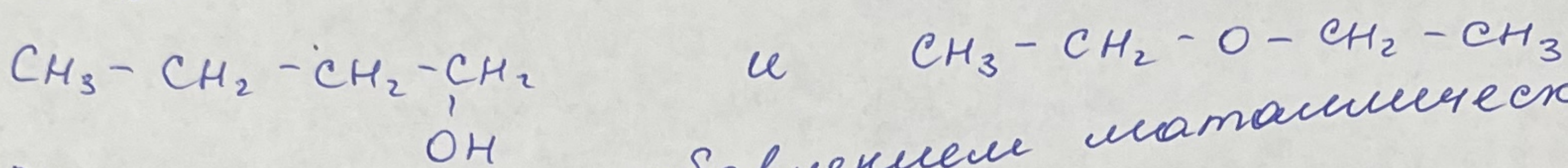


$$n(\text{алкенов}) = 0,3 \text{ моль} ; \Rightarrow n(KMnO_4) = 0,2 \text{ моль}$$

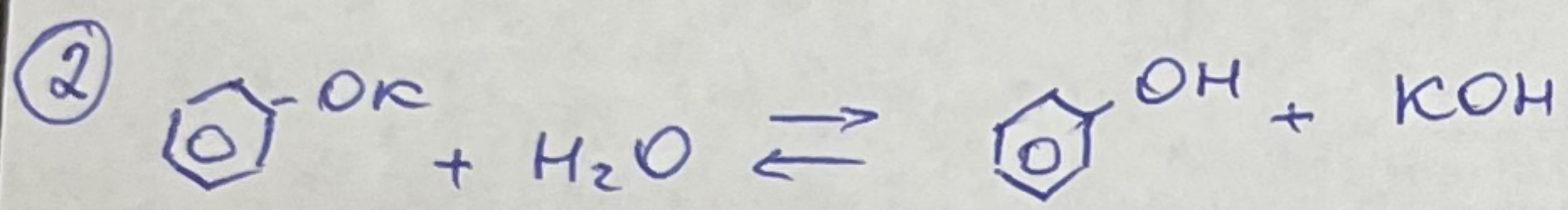
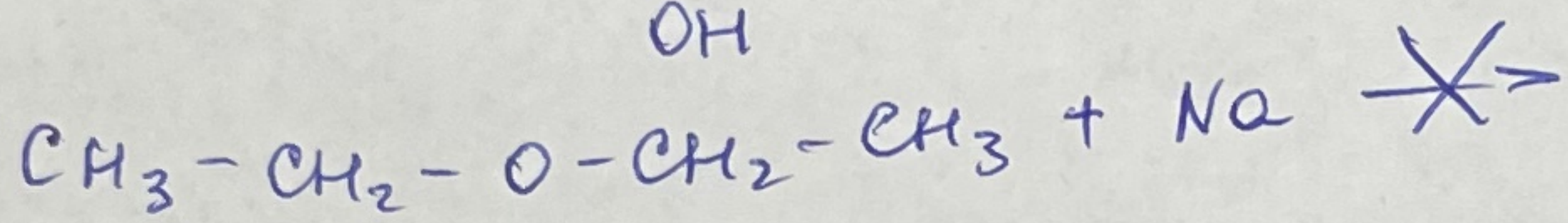
$$C_m = 0,4 \text{ моль/л} \Rightarrow V(KMnO_4) = \frac{0,2}{0,4} = 0,5 \text{ л}$$

① $C_x H_y O_z$
 $\begin{cases} 6x + y + 8z = 42 \\ 6x + 8z = 32 \end{cases} \Rightarrow y = 10 \Rightarrow C_x H_{10} O_z$

$6x + 8z = 32$ решить ур-е можно только подбором
 Пусть $x = 1$, тогда решений нет
 Пусть $x = 2$, тогда решений нет
 Пусть $x = 3$, тогда решений нет
 Пусть $x = 4$, тогда $z = 1$; единственное решение
 $C_4 H_{10} O$



Различить можно добавлением металлического Na.
 $2CH_3 - CH_2 - \underset{\substack{| \\ OH}}{CH_2} - CH_2 + 2Na \rightarrow 2CH_3 - CH_2 - \underset{\substack{| \\ ONa}}{CH_2} - CH_2 + H_2 \uparrow$



$V = const = 1 л$

$K_{шдр} = \frac{[C_6H_5OH] \cdot [OH^-]}{[C_6H_5O^-]}$

Пусть концентрация фенолата = a моль/л

$K_{шдр} = \frac{x^2}{a-x}$

Было	a	0	0
Реаг	x	$-$	$-$
Стало	$a-x$	x	x
	фен-т	к-та	шдр

$x = [OH^-]$

$[H^+] \cdot [OH^-] = 10^{-14}$

$pH = 11$

$[H^+] = 10^{-pH} = 10^{-11}$

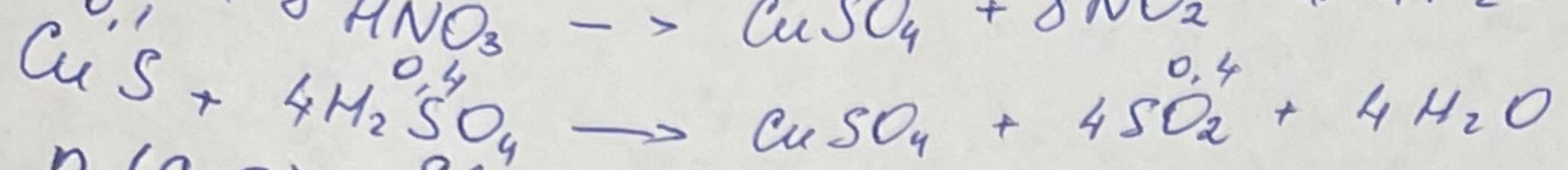
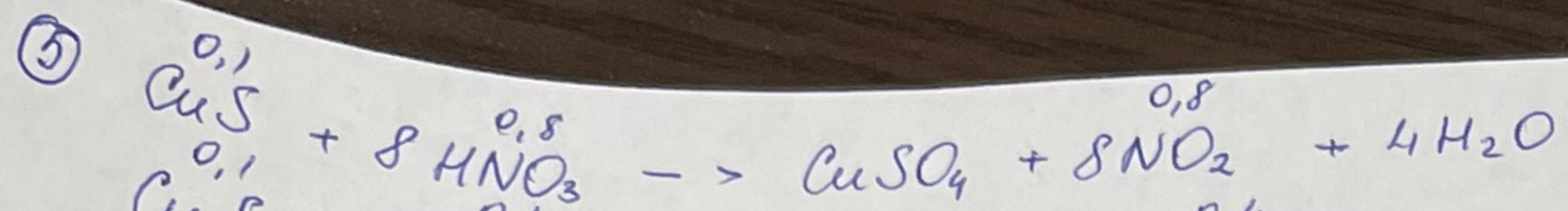
$[OH^-] = \frac{10^{-14}}{10^{-11}} = 10^{-3}$

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

$K_{шдр} = \frac{10^{-6}}{a - 10^{-3}}$

$a = 0,011$

Чистовик 5.



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

$$n(\text{HNO}_3) = \frac{120 \cdot 0,63}{98} = 1,2 \text{ моль (избыток)}$$

$$n(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{63}{142,7 \cdot 0,98} = 1,427 \text{ моль (избыток)}$$

I стакан $n(\text{NO}_2) = n(\text{HNO}_3) = 8n(\text{CuS}) = 0,8 \text{ моль}$

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

$$m_{\text{I}} = 9,6 + 120 - 36,8 = 92,8 \text{ г}$$

$$B_{\text{I}} : n(\text{HNO}_3) = 0,4 \text{ моль}$$

II стакан $n(\text{SO}_2) = n(\text{H}_2\text{SO}_4) = 4n(\text{CuS}) = 0,4 \text{ моль}$

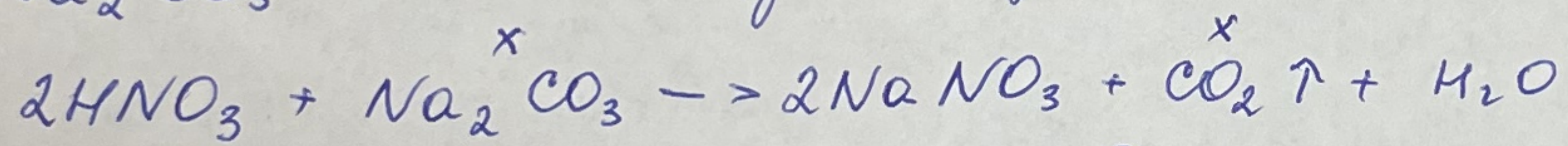
$$m(\text{SO}_2) = 0,4 \cdot 64 = 25,6 \text{ г}$$

$$m_{\text{II}} = 9,6 + 142,7 - 25,6 = 126,7 \text{ г}$$

$$B_{\text{II}} : n(\text{H}_2\text{SO}_4) = 1,027 \text{ моль}$$

$$\Delta m = 126,7 - 92,8 = 33,9 \text{ г}$$

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



m_{I} должна быть 126,7 г.

$$m_{\text{I}} = 92,8 + m(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) - m(\text{CO}_2) = 126,7$$

$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) - m(\text{CO}_2) = 126,7 - 92,8 = 33,9$$

$$\text{Пусть выделилось } x \text{ моль } \text{CO}_2 \Rightarrow m(\text{CO}_2) = 44x$$

$$n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = n(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = n(\text{CO}_2) = x \text{ моль}$$

$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 286x$$

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

$$x = 0,14$$

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