



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

ОЛИМПИАДНАЯ РАБОТА

Наименование олимпиады школьников: **«Ломоносов»**

Профиль олимпиады: **Химия**

ФИО участника олимпиады: **Гусева Мария Алексеевна**

Класс: **11**

Технический балл: **86**

Дата проведения: **27 февраля 2022 года**

9090194

Беркович А.К.

1. Верно
 2. Верно написаны реакции, частично выражения для констант. -12
 3. Верно
 4. Верно
 5. Верно
 6. Верно
- Сумма 86

шатовик 5

№6.

22 = 28

.....а.

шатовик 1.

№1

42 - 32 = 10 - количество водородов (т.к. они не имеют в составе атома нейтрона)

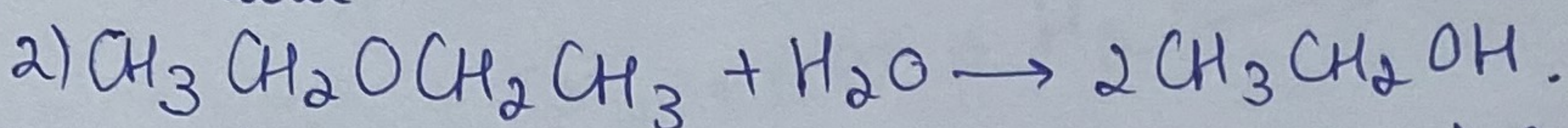
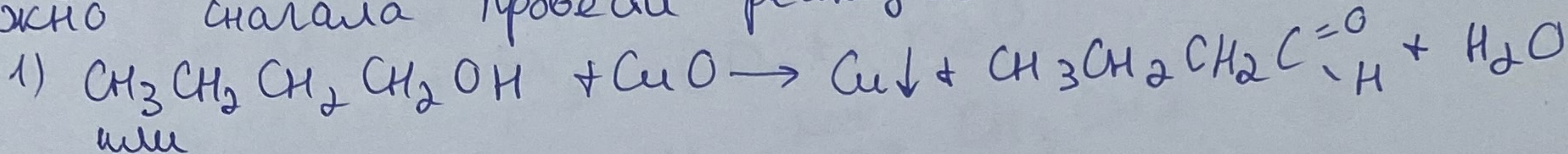
=> C_xH₁₀O_y, тогда предположим C₄H₁₀O

кол-во e: 10 + 8 + 6 = 24 + 8 + 10 = 42

кол-во нейтронов: 8 + 4 * 6 = 32.

Тогда это м.б. CH₃CH₂CH₂CH₂OH и CH₃CH₂OCH₂CH₃.

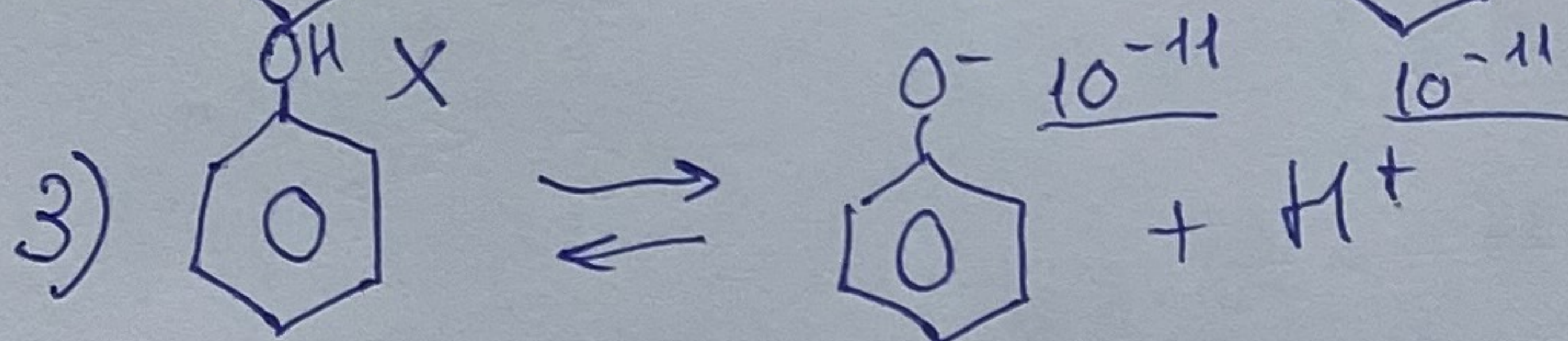
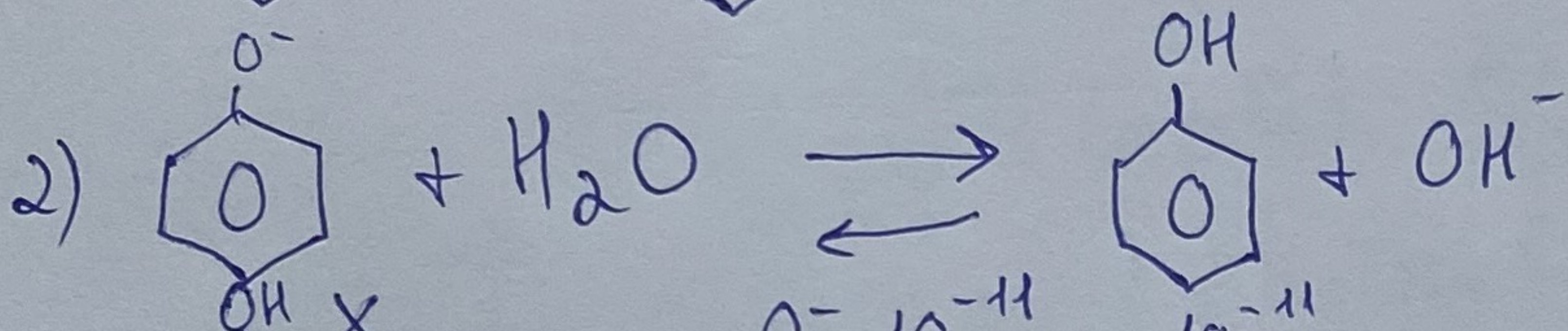
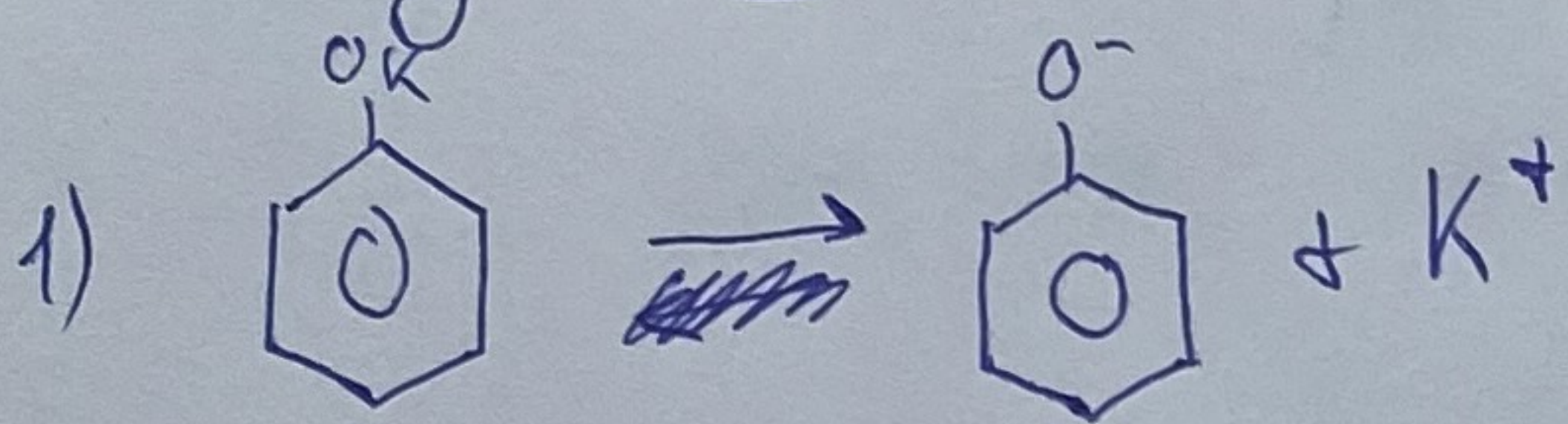
можно сначала провести реакцию:



при этом 1) эфир не реагирует с SiO 2) спирт лишь растворится в воде.

№2

pH = -lg[H⁺] = 11 => [H⁺] = 10⁻¹¹



② ∂(C₆H₅OK) = ∂(C₆H₅O⁻) => C(C₆H₅OK) = C(C₆H₅O⁻)

~~K_r = [C₆H₆O] / [C₆H₅O⁻][H⁺]~~ K_r = C(C₆H₆O) * C(OH⁻) / C(C₆H₅O⁻)

~~③ K_{гис} = [C₆H₅O⁻][H⁺] / [C₆H₆O]~~

K_{гис} = [C₆H₅O⁻][H⁺] / ([C₆H₆O] - [H⁺]) ≈ [H⁺]² / [C₆H₆O] (т.к. [H⁺] << 0) ≈ [C₆H₅O⁻]² / [C₆H₆O]

тогда:

K_r * K_{гис} = [C₆H₅O⁻]² / [C₆H₆O] * C(C₆H₆O) * C(OH⁻) / C(C₆H₅O⁻) = [C₆H₅O⁻] * C(OH⁻) =

= [H⁺] * C(OH⁻) = K_w = 10⁻¹⁴

= K_r = K_w / K_{гис} = 10⁻¹⁴ / 10⁻¹⁰ = 10⁻⁴

задание 5

№6.

$$M_{\text{ср}} = 0,875 \cdot 32 = 28$$

предположительно D-альдегид.

задание 2.

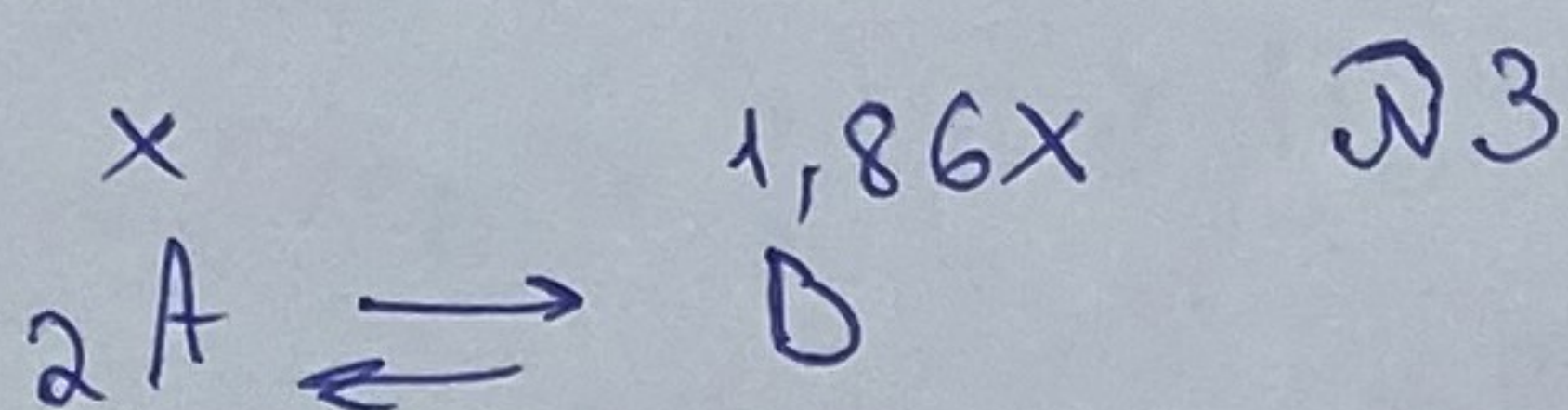
$$K_{\text{дис}} = \frac{(10^{-11})^2}{x - 10^{-11}} \approx \frac{(10^{-11})^2}{x} = 10^{-10}$$

$$\Rightarrow x = \frac{10^{-22}}{10^{-10}} = 10^{-12}$$

$$\text{отсюда: } K_r = \frac{c(\text{C}_6\text{H}_6\text{O}) \cdot c(\text{OH}^-)}{c(\text{C}_6\text{H}_5\text{O}^-)} = \frac{c(\text{C}_6\text{H}_6\text{O})^2}{c(\text{C}_6\text{H}_5\text{O}^-)} = \frac{(10^{-12})^2}{c(\text{C}_6\text{H}_5\text{O}^-)} = 10^{-4}$$

$$c(\text{C}_6\text{H}_5\text{O}^-) = \frac{(10^{-12})^2}{10^{-4}} = 10^{-20}$$

$$\Rightarrow c(\text{C}_6\text{H}_5\text{OK}) = 10^{-20}$$



1) $M_{\text{ср}} = 75,9$.

$$B:A = 1,86:1 \Rightarrow B:A = 1,86x:x$$

$$pV = nRT \Rightarrow V_{\text{см.}} = \frac{pV}{RT} = \frac{101 \cdot 1}{8,314 \cdot (30 + 273,15)} = 0,04 \text{ моль}$$

$$\text{тогда: } x + 1,86x = 0,04$$

$$x = \frac{0,04}{2,86} = 0,014$$

$$\chi(B) = \frac{1,86 \cdot 0,014}{0,04} = 0,65 \approx 65\%$$

$$\chi(A) = \frac{0,014}{0,04} = 0,35 \approx 35\%$$

$$M_{\text{см}} = \chi(B) \cdot M + \chi(A) \cdot M = 75,9$$

$$(M(B) = 2M(A) \text{ т.к. газы - димеры})$$

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

$$M = 46$$

тогда ~~B~~ B - это NO_2 , а его димер B - N_2O_4 .

2) $v_1 = k_1 \cdot [A]^2$

$$v_2 = k_2 \cdot [B] \quad \text{т.к. система в равновесии, то}$$

$$v_1 = v_2 \quad \text{а значит.}$$

$$k_1 [A]^2 = k_2 [B] \Rightarrow k_2 = \frac{k_1 [A]^2}{[B]}$$

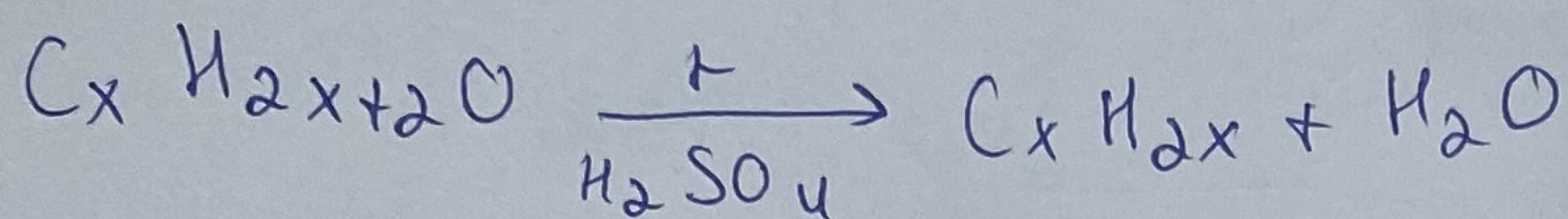
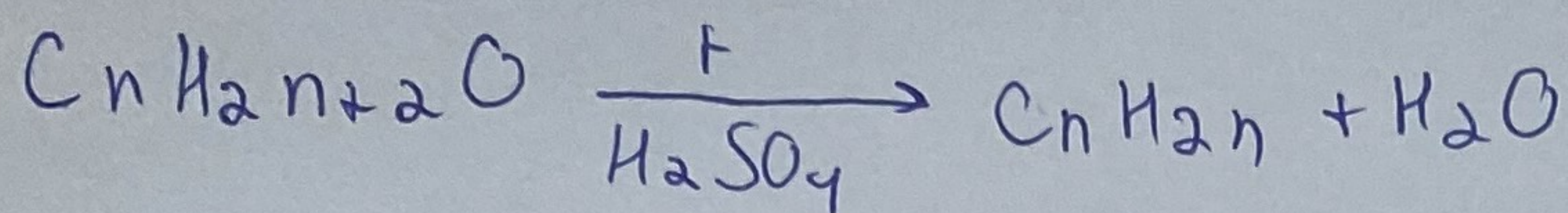
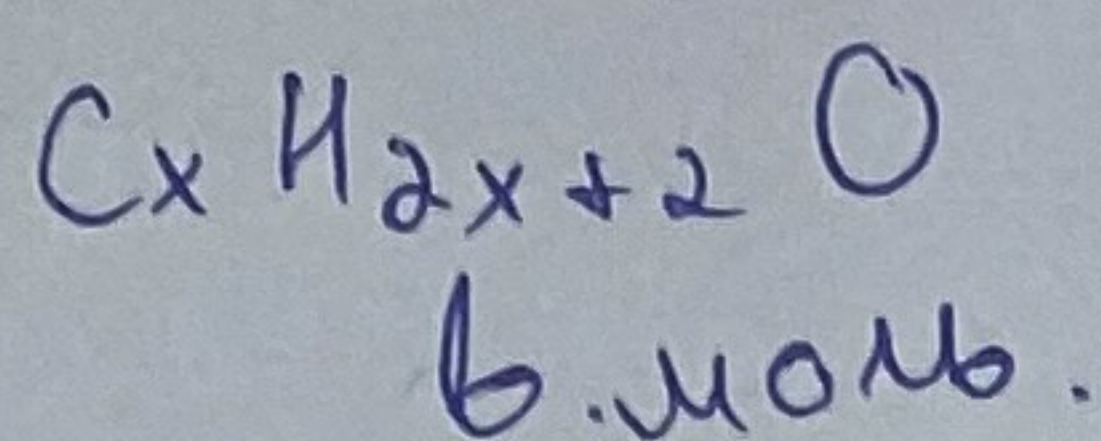
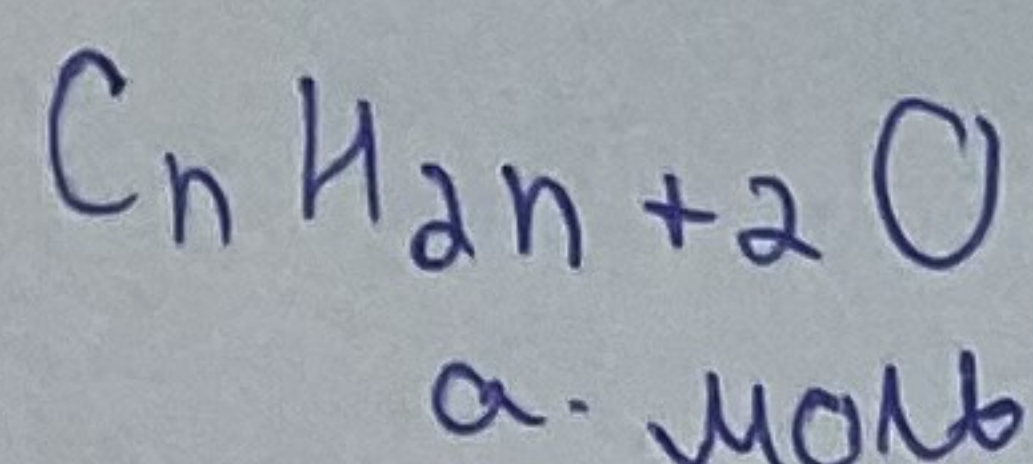
$$= \frac{5 \cdot 10^{-3} \cdot (0,35 \cdot 0,04)^2}{(0,65 \cdot 0,04)}$$

$$= 3,77 \cdot 10^{-5} \frac{1}{\text{мин.}}$$

$$M_{cp} = 0,875 \cdot 32 = 28$$

Задача 3

№4



$$PV = \nu RT \Rightarrow \nu_{ос.} = \frac{PV}{RT} = \frac{101 \cdot 11,15}{8,314 \cdot (180 + 273,15)} = 0,2989 \approx 0,3 \text{ моль.}$$

$$\begin{cases} a + b = 0,3 \end{cases}$$

$$\begin{cases} a \cdot (12n + 2n + 2 + 16) + b \cdot (12x + 2x + 2 + 16) = 15,9 \end{cases}$$

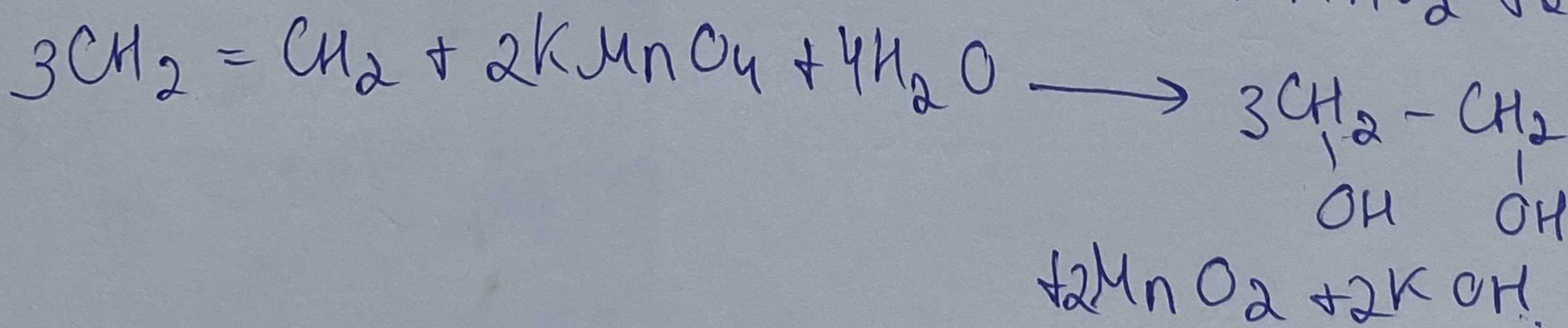
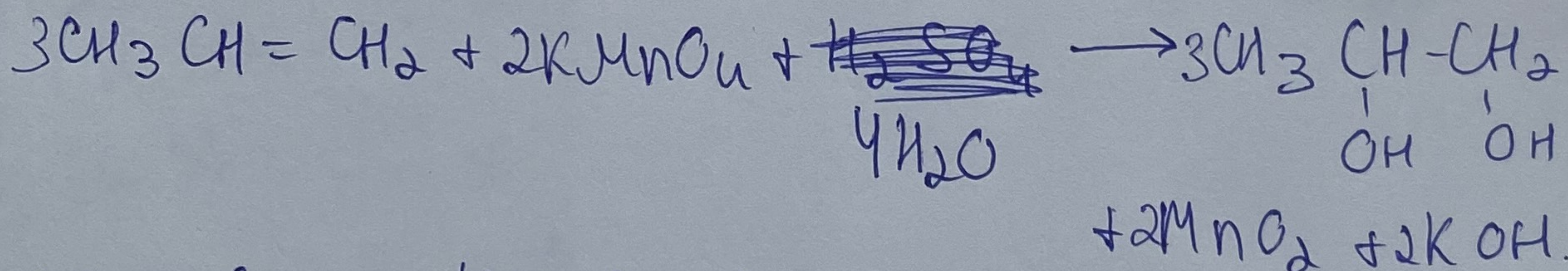
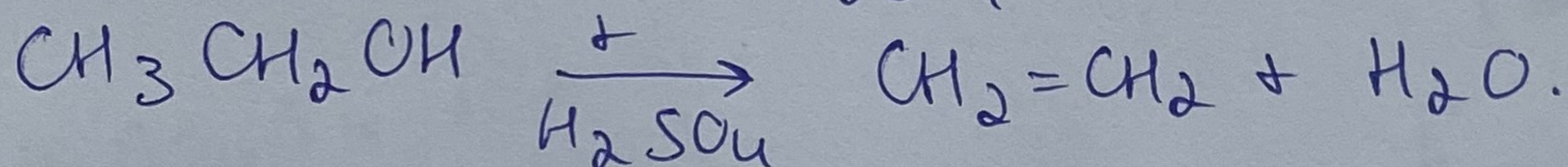
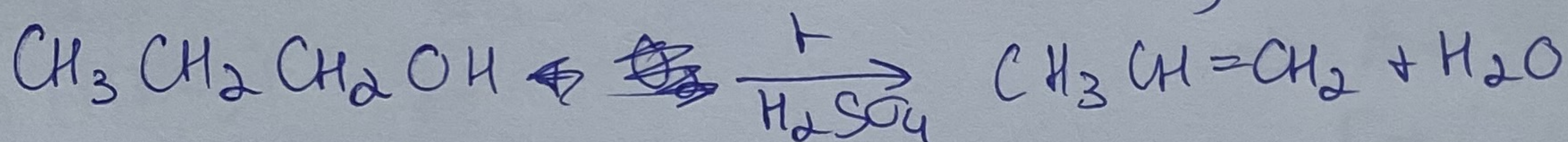
если $a = b$, то $a = b = 0,15$ моль

в этом случае

$$0,15 \cdot (14 \cdot 3 + 18) + 0,15 \cdot (14 \cdot 2 + 18) = 15,9$$

$$9,0 + 6,9 = 15,9$$

значит, подходит $CH_3CH_2CH_2OH$ (пропанол) и CH_3CH_2OH (этанол.)



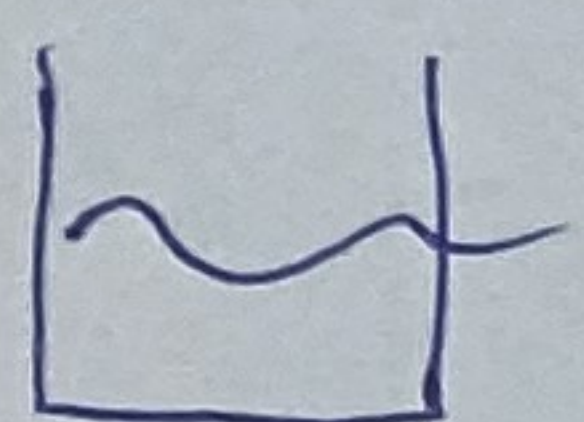
\Rightarrow т.к. $\nu(CH_3CH=CH_2) = \nu(CH_2=CH_2) = 0,15$ моль, то

$$\nu(KMnO_4) = \left(\frac{0,15}{3} \cdot 2\right) \cdot 2 = 0,1 \cdot 2 = 0,2 \text{ моль}$$

$$C = \frac{0,2}{\nu} = 0,4 \Rightarrow V = \frac{0,2}{0,4} = 0,5 \text{ л} = 500 \text{ мл}$$

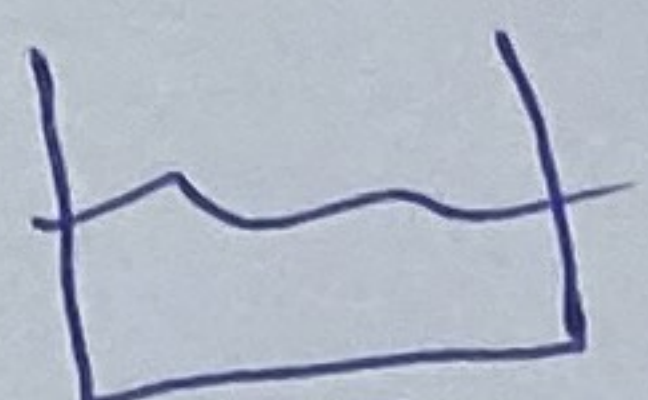
масса ч.

№5.



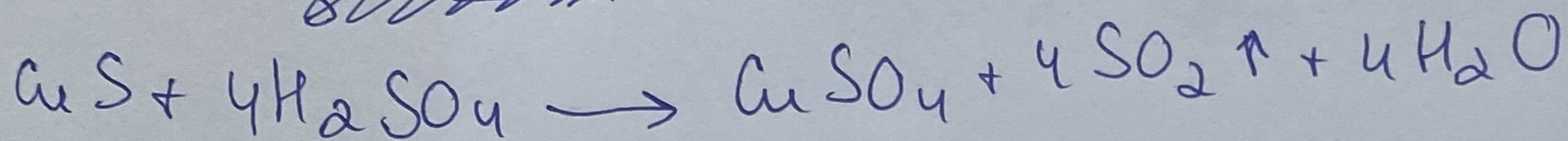
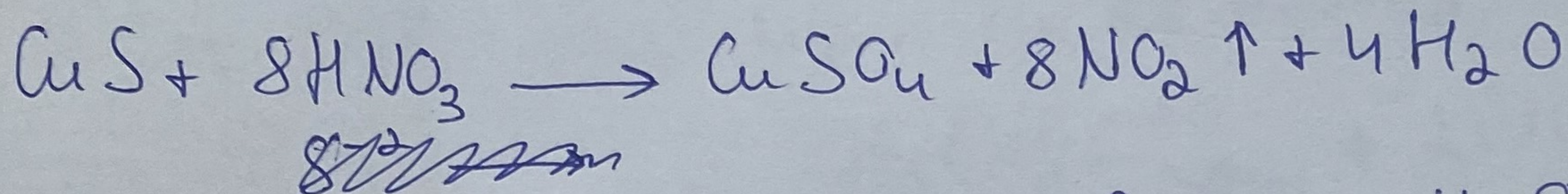
CuS 9,6 г
HNO₃ 120, 63%

стакан 1.



CuS 9,6 г
H₂SO₄ 142,7, 98%

стакан 2



$$m(\text{HNO}_3) = 120 \cdot 0,63 = 75,6$$

$$\nu(\text{HNO}_3) = \frac{75,6}{1 + 14 + 48} = 1,2 \text{ моль}$$

$$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 142,7 \cdot 0,98 = 139,846$$

$$\nu(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{139,846}{98} = 1,427$$

$$\nu(\text{CuS}) = \frac{9,6}{64 + 32} = 0,1 \text{ моль}$$

т.к. CuS - в недостатке, то ~~HNO₃~~

$$m(\text{стакан 1}) = m(\text{CuS}) + m(\text{HNO}_3 \text{ р}) - 8 \cdot \nu(\text{CuS}) \cdot M(\text{NO}_2) =$$
$$= 9,6 + 120 - 0,8 \cdot 46 = 92,8$$

$$m(\text{стакан 2}) = m(\text{CuS}) + m(\text{H}_2\text{SO}_4 \text{ р}) - 4 \nu(\text{CuS}) \cdot M(\text{SO}_2)$$
$$= 9,6 + 142,7 - 0,4 \cdot 64 = 126,7$$

$$m_2 - m_1 = 33,92$$

2) $M(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 106 + 180 = 286$
добавить нужно в стакан 1.



$$92,8 + 286x - 44x = 126,7$$

$$x = 0,14 \quad (\text{при этом } \nu(\text{HNO}_3 \text{ состав}) =$$

$$= 1,2 - 0,8 = 0,4, \text{ т.к. } 0,14 < 0,4 \text{ реакция}$$

пройдет).

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

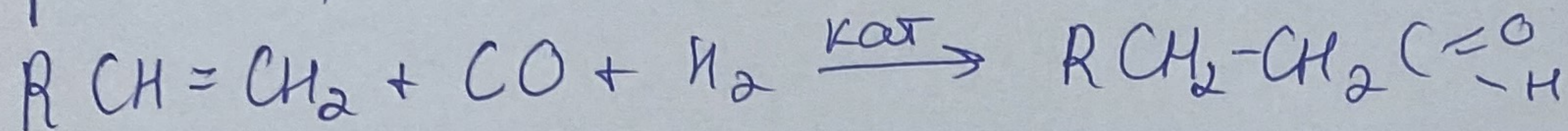
масовый 5

№6.

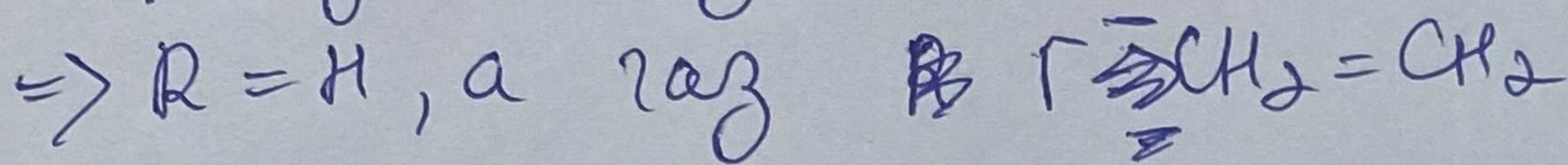
$$M_{cp} = 0,875 \cdot 32 = 28$$

предположительно D-альдегид.

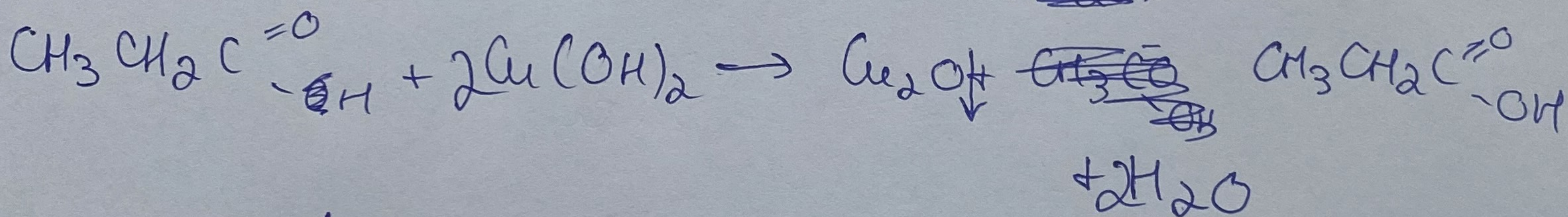
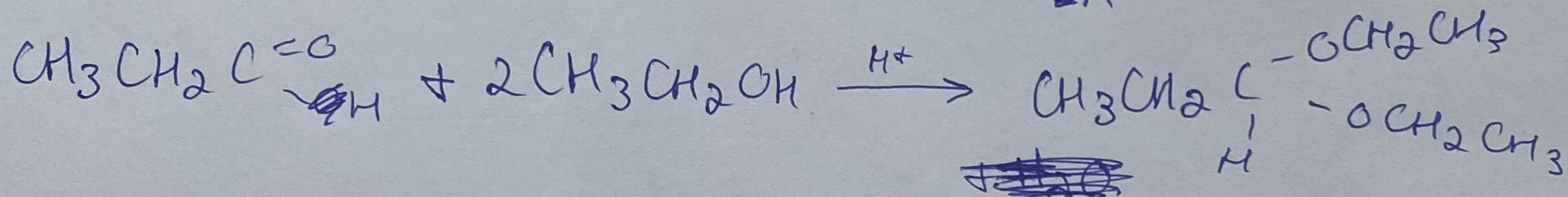
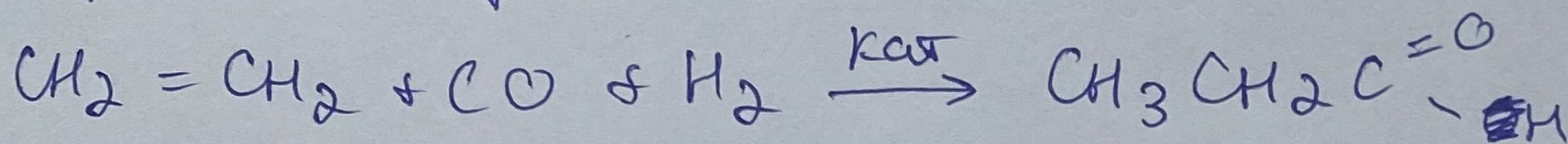
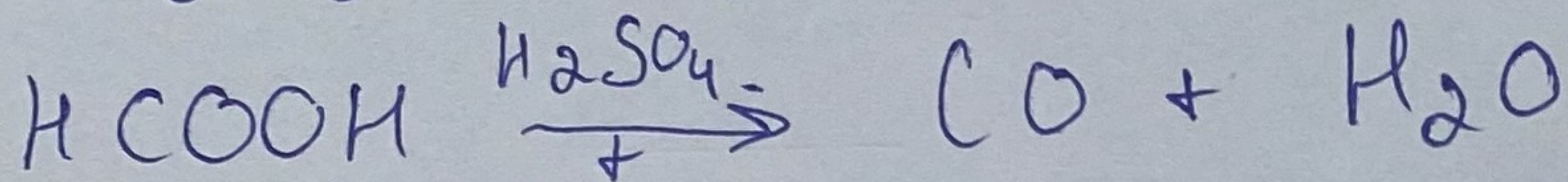
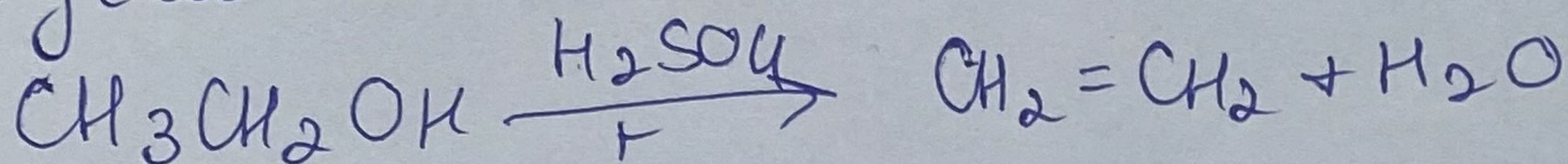
=> p-е B, Г и H₂ над катализатором:



поскольку $M_{cp} = 28$, а $M(CO) = 28 \Rightarrow$ предположительно газом поровну и тогда $M(RCH=CH_2) = 28$.



получаем:



$$n(Cu_2O) = \frac{21,6}{64+64+16} = 0,15 \text{ моль}$$

$$\Rightarrow m(CH_3CH_2C \begin{matrix} =O \\ -OH \end{matrix}) = 0,15 \cdot (36+6+32) = \underline{\underline{11,12}}$$

=> A - HCOOH; Б - CH₃CH₂OH; В - CO;

Г = CH₂=CH₂; Д = CH₃CH₂C \begin{matrix} =O \\ -H \end{matrix};

Е - ~~CH₃CH₂OH~~ CH₃CH₂C \begin{matrix} -OCH_2CH_3 \\ | \\ H \\ -OCH_2CH_3 \end{matrix}

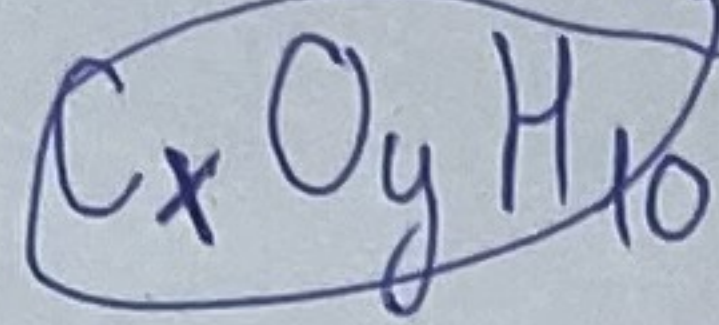
Черновик 3

M/p-m

Черновик 1.

№1

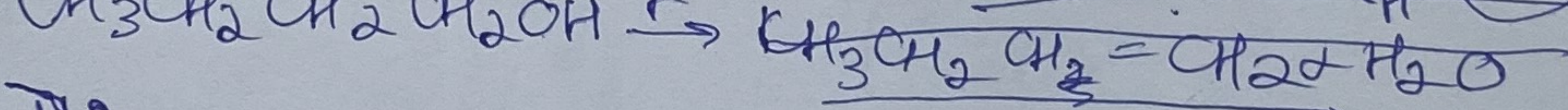
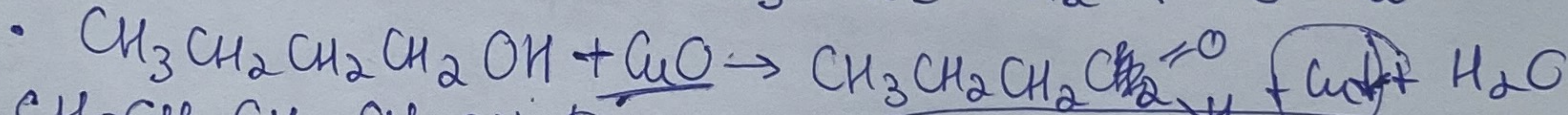
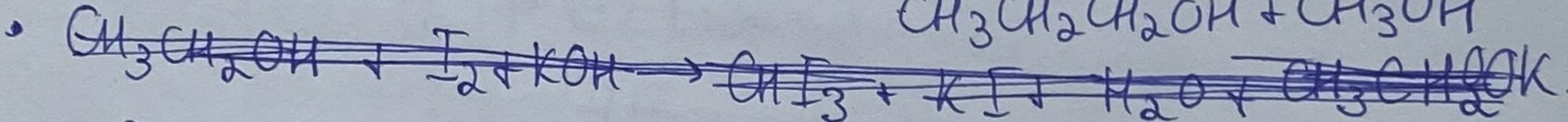
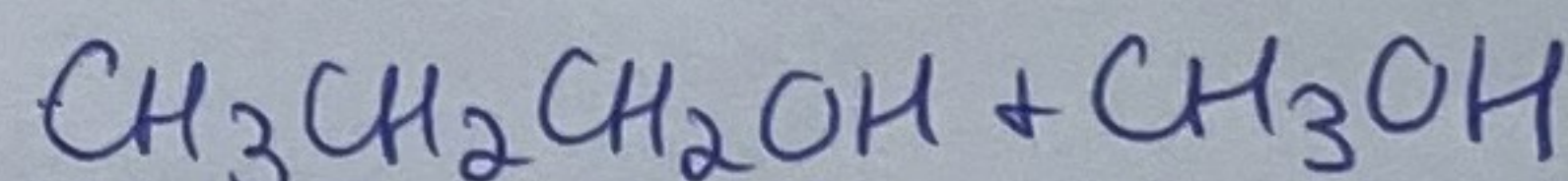
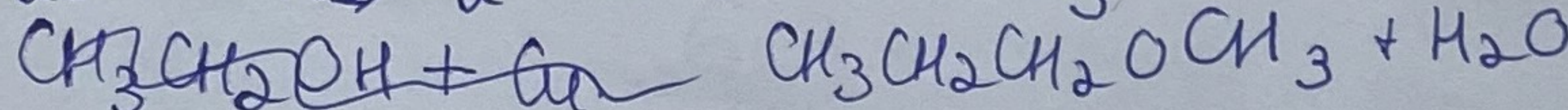
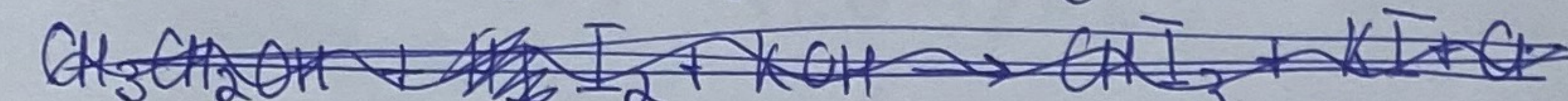
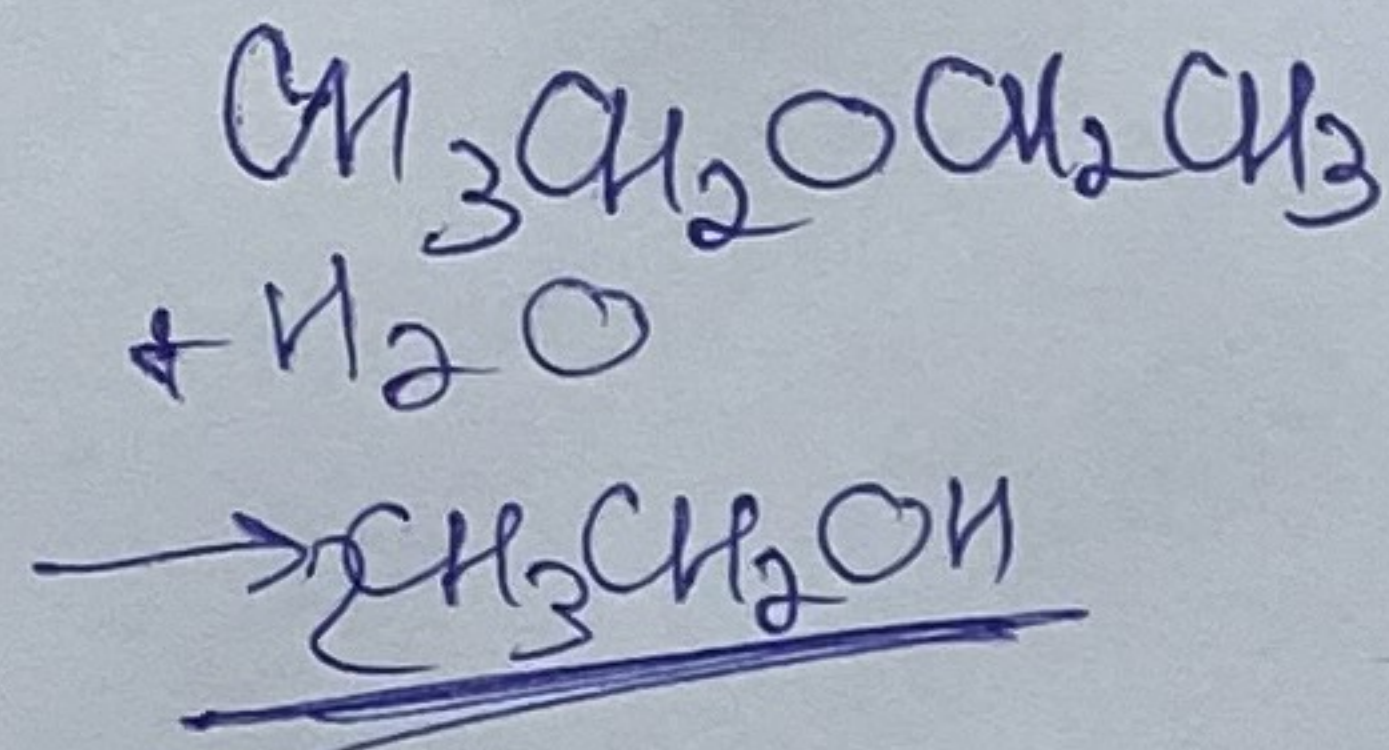
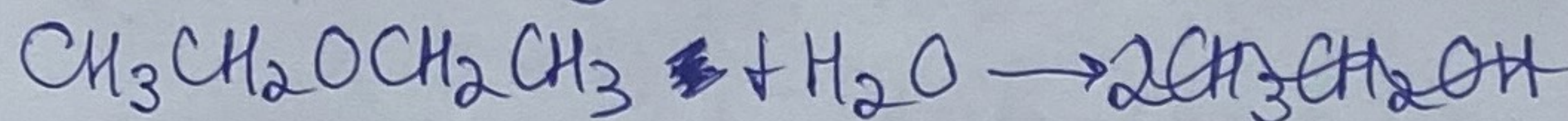
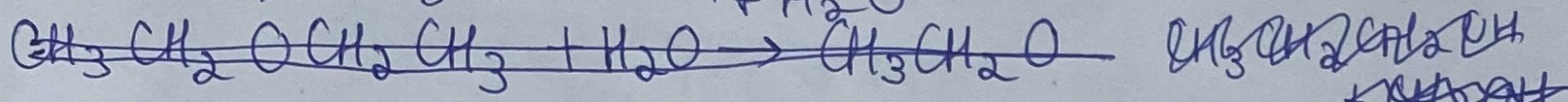
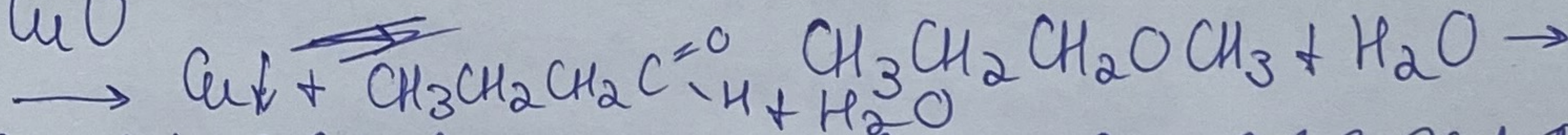
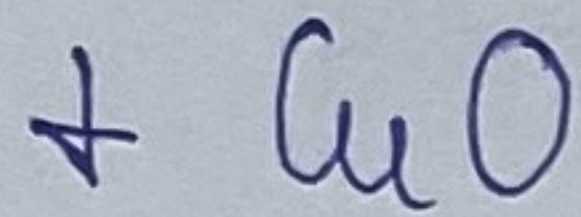
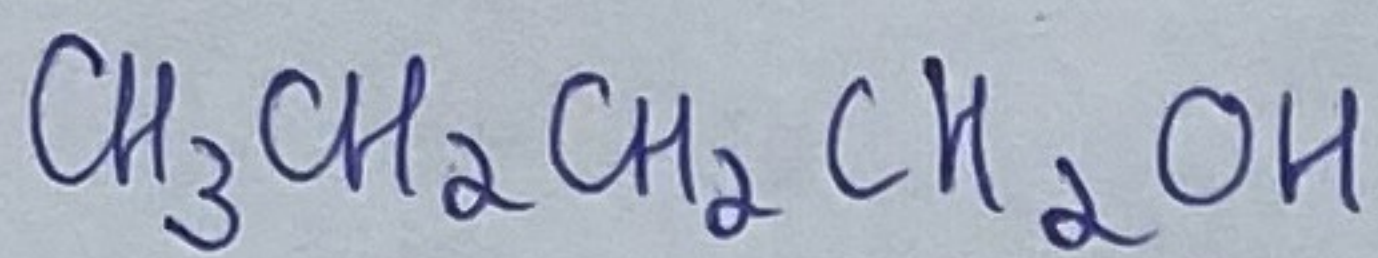
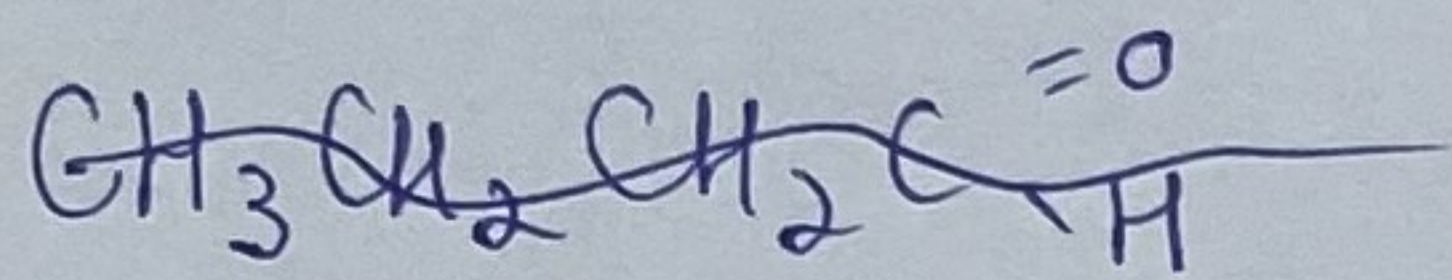
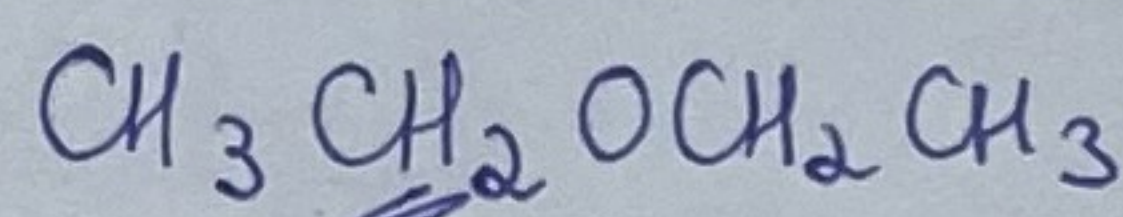
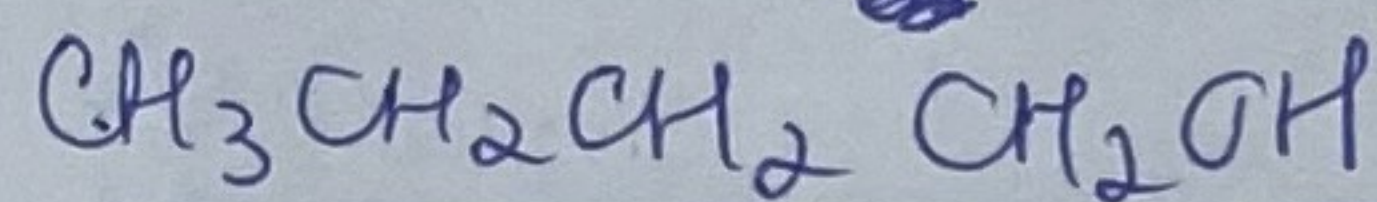
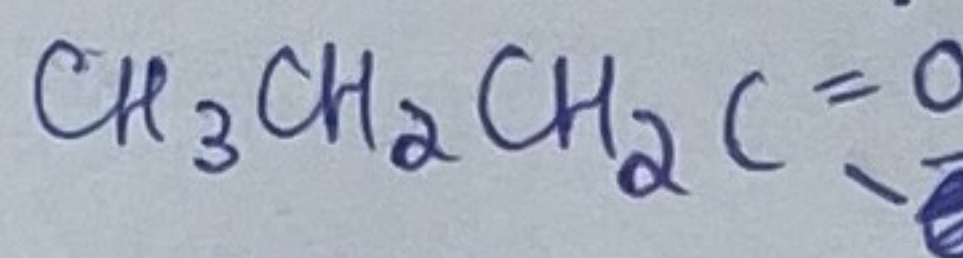
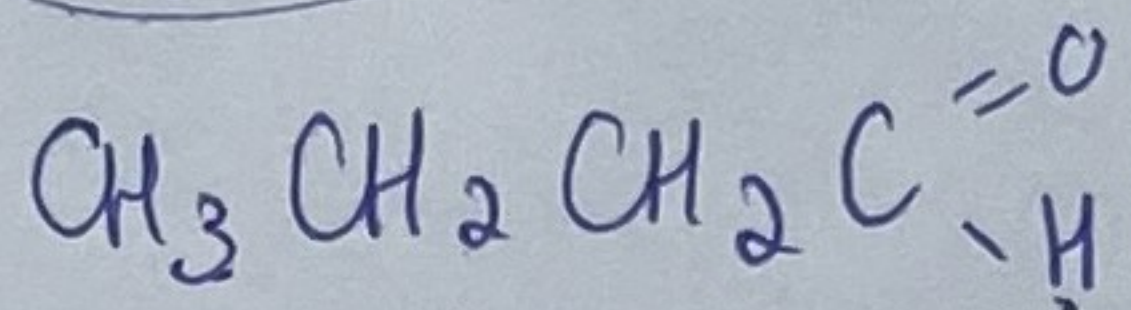
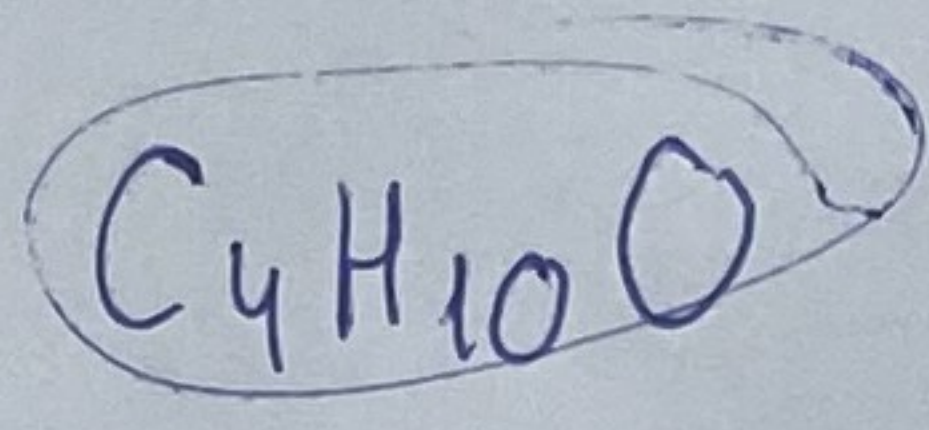
42 - 32 = 10 · Cx



42 - 10 = 32

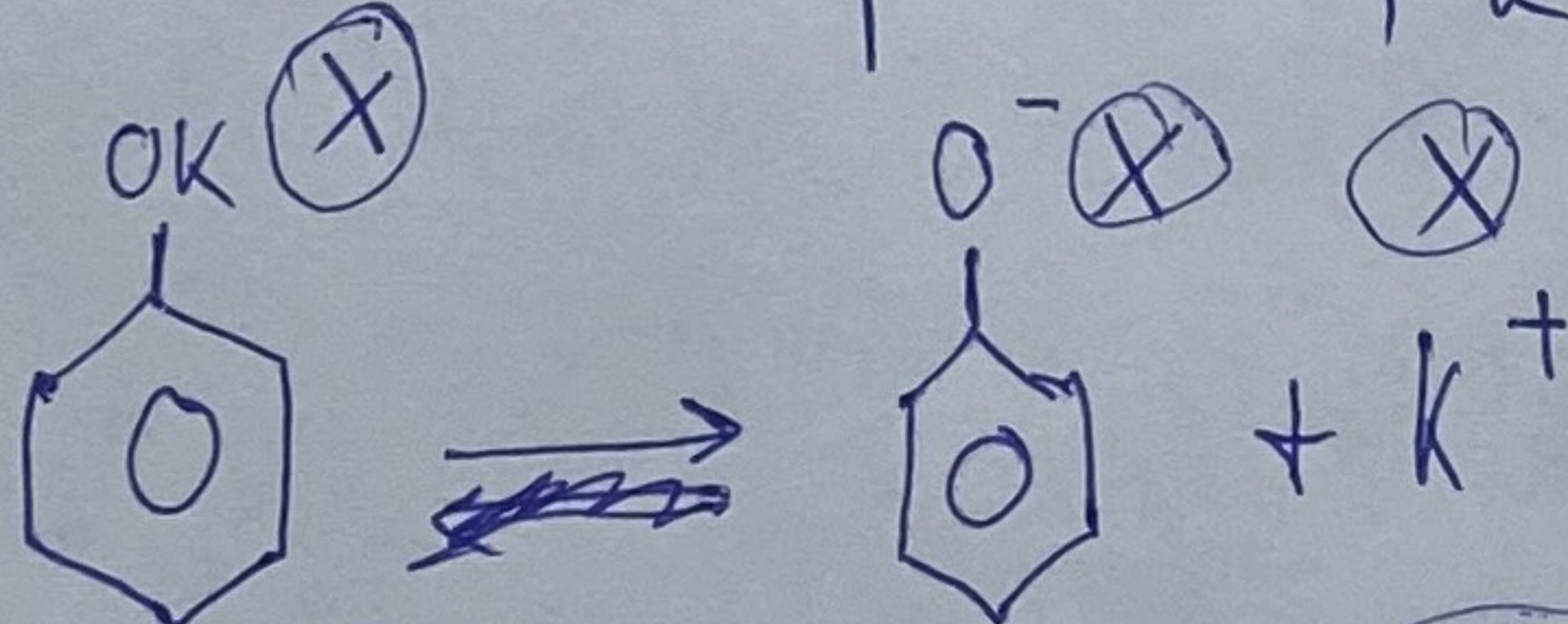
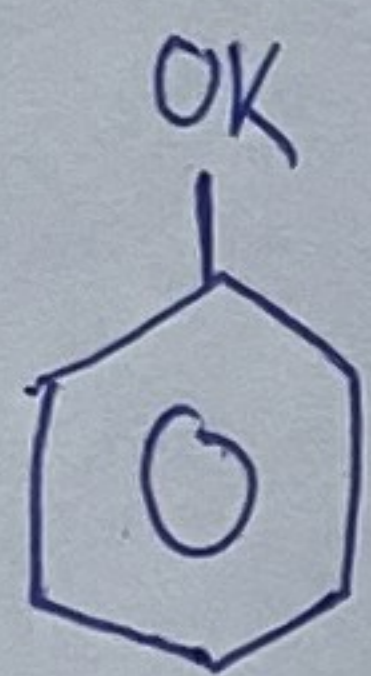
C-4 O-1 H-10 / 42 e

6 · 4 + 8 = 32



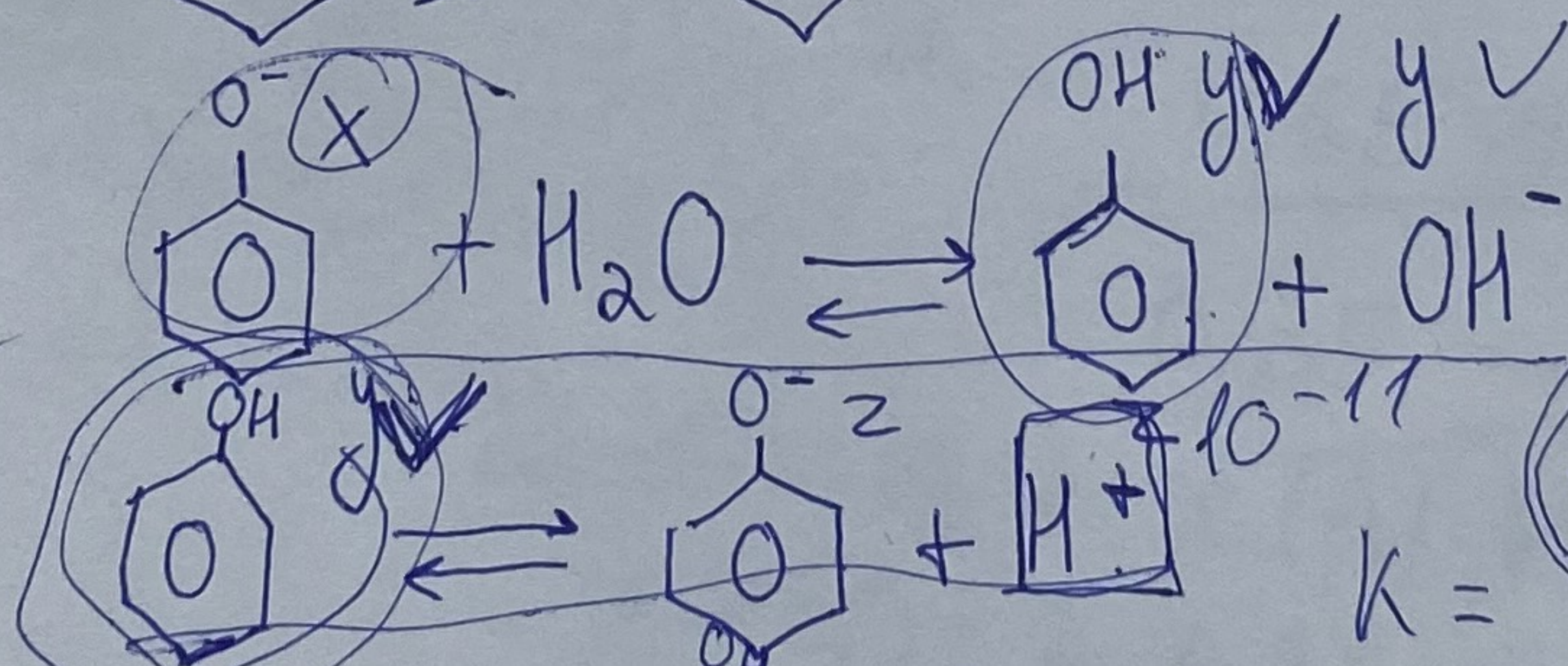
№2.

pH = 11 ; Kдис = 10⁻¹⁰ ; C = ?



pH = -lg [H⁺] = 11

K⁻
Kл = ?



пусть имеем 1 л раствора фенолата калия.

K = $\frac{[C_6H_5O^-][H^+]}{[C_6H_5OH]}$

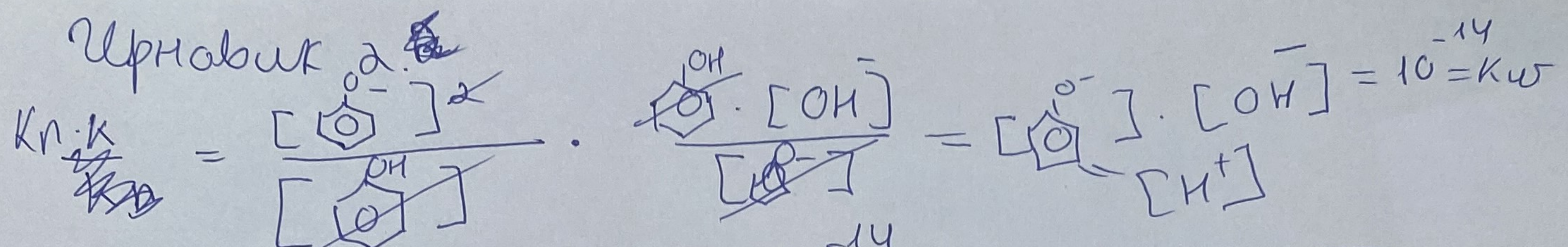
K_р = $\frac{[C_6H_5O^-] \cdot [OH^-]}{[C_6H_5OH]}$

= $\frac{[C_6H_5O^-]^2}{[C_6H_5OH]}$

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

= $\frac{[H^+]^2}{[OH^-]}$

2



$K_r \cdot K_{\text{гус}} = 10^{-14}$

$K_r = \frac{10^{-14}}{10^{-10}} = 10^{-4}$

$K = \frac{(10^{-11})^2}{y - (10^{-11})^2} \approx \frac{(10^{-11})^2}{y} = 10^{-10}$

$(10^{-11})^2 = 10^{-10} y$

$\frac{10^{-22}}{10^{-10}} = y$

$y = 10^{-12}$

$K_r = 10^{-4} = \frac{[10^{-12}]^2}{[\text{C}_6\text{H}_5\text{O}^-]}$

$[\text{C}_6\text{H}_5\text{O}^-] = \frac{[10^{-12}]^2}{10^{-4}} = 10^{-20}$

$\Rightarrow [\text{C}_6\text{H}_5\text{O}^-] = 10^{-20}$

№ 5

| | |
|--------------------|----------------------------------|
| CuS, 9,62. | CuS, 9,62. |
| + HNO ₃ | + H ₂ SO ₄ |
| 120 · 63% | 142,7; 98% |
| 1 | 2 |

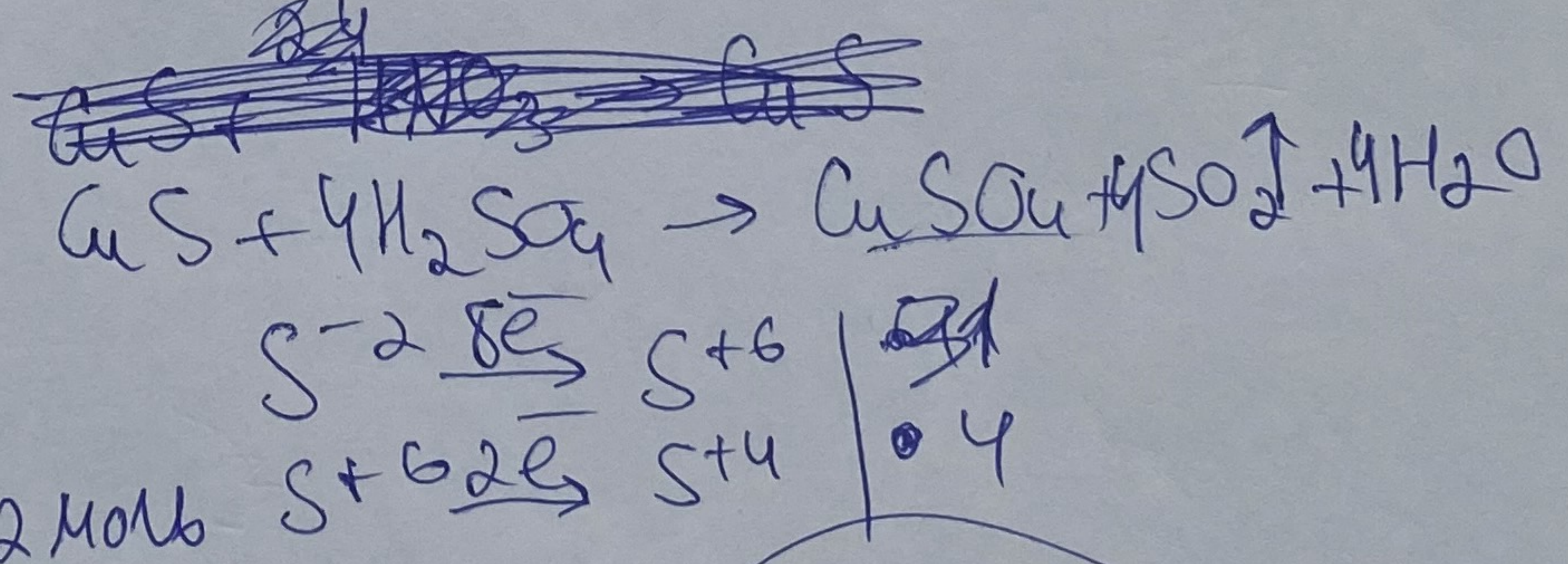
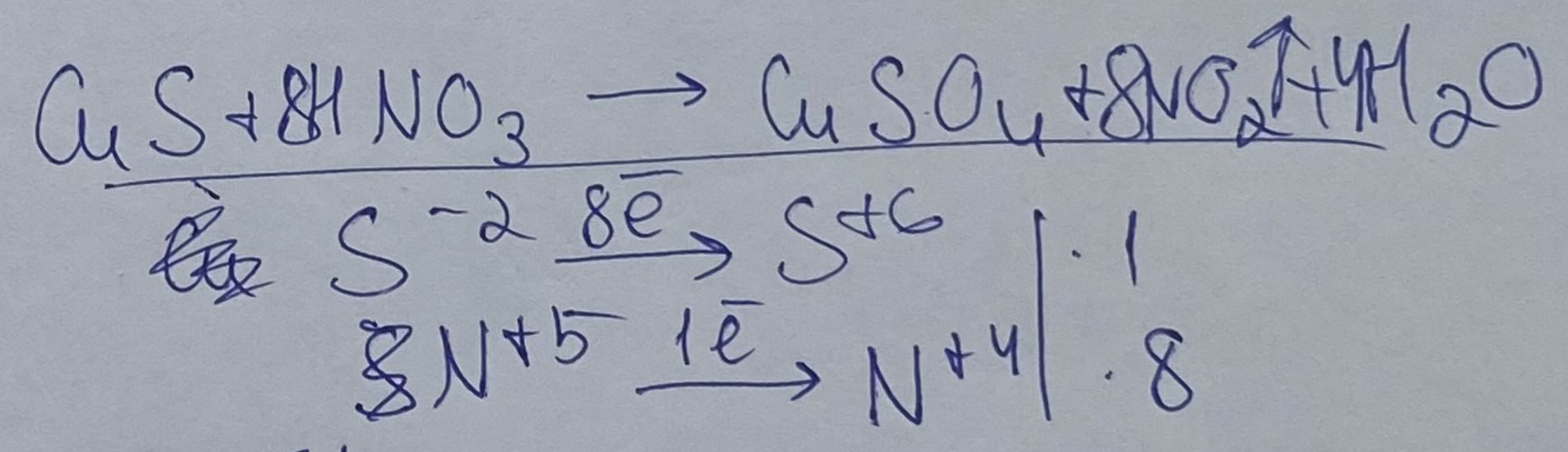
$m(\text{HNO}_3) = 120 \cdot 0,63 = 75,62$

$v(\text{HNO}_3) = \frac{75,6}{1 + 14 + 48} = 1,2 \text{ моль}$

$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 142,7 \cdot 0,98 = 139,846$

$v(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{139,846}{98} = 1,427$

$v(\text{CuS}) = \frac{9,6}{64 + 32} = 0,1 \text{ моль}$



$v(\text{HNO}_3 \text{ ост.}) = 1,2 - 0,8 = 0,4$

бук 3

(p-ра 1.

(2) =

$m_1 = 9,$

~~$m_2 = 9,$~~

$m_2 = 9,$

$m_2 =$

M(Na₂O

No

9

Упробук 3

$$m(p-pa 1.) = m(CuS) + m(HNO_3) - 8 \cdot V(CuS) \cdot M(HNO_3)$$

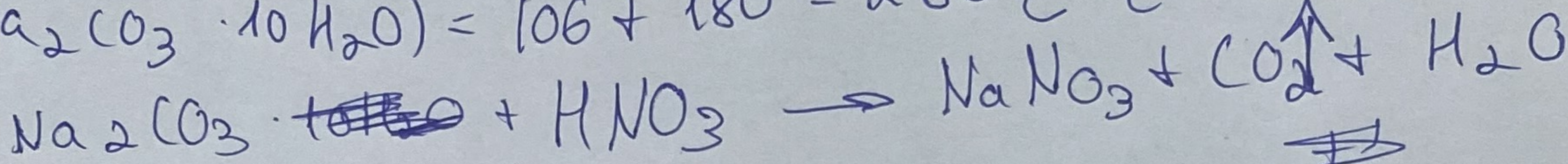
$$m(2) = m(CuS) + m(H_2SO_4) - 4 \cdot V(CuS) \cdot M(SO_2)$$

$$m_1 = 9,6 + 120 - 0,8 \cdot 46 = 92,8$$
~~$$m_2 = 9,6 + 142,7 - 0,4 \cdot 64 = 126,7$$~~

$$m_2 = 9,6 + 142,7 - 0,4 \cdot 64 = 126,7$$

$$m_2 - m_1 = 33,92$$

$$M(Na_2CO_3 \cdot 10H_2O) = 106 + 180 = 286$$



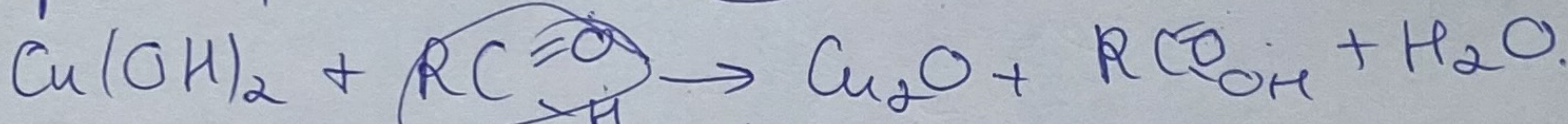
$$92,8 + x \cdot 286 - x \cdot 44 = 126,7 \quad x \leq 0,4$$

$$242x = 33,9$$

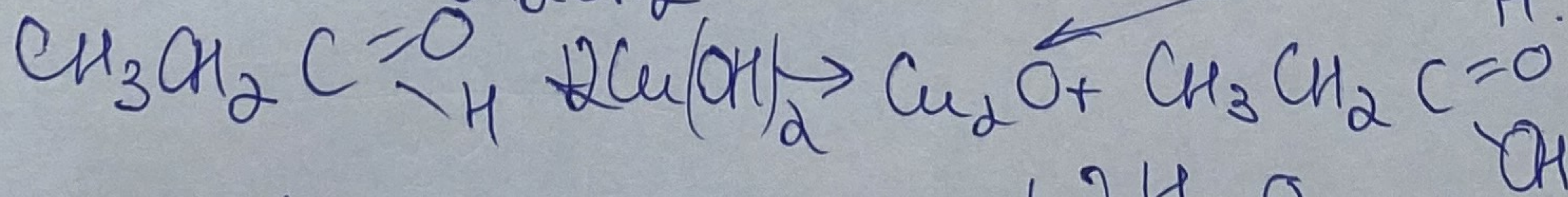
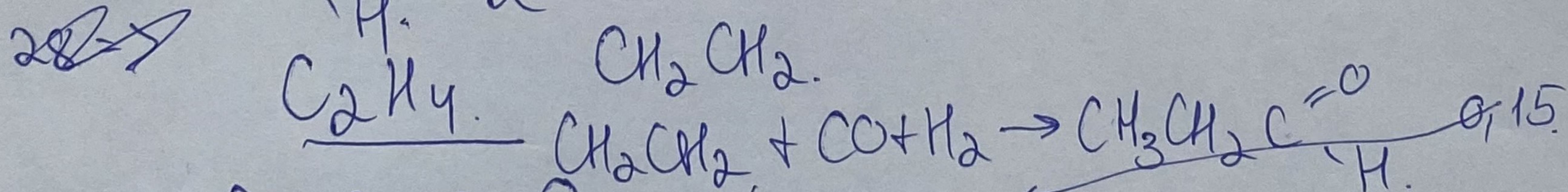
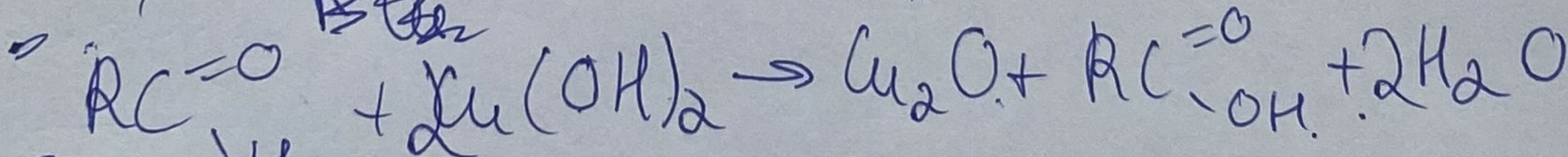
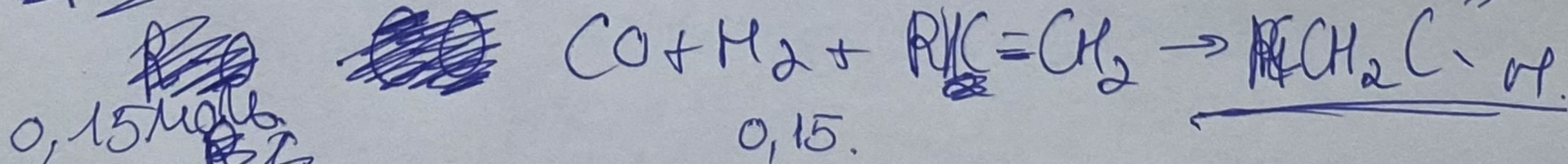
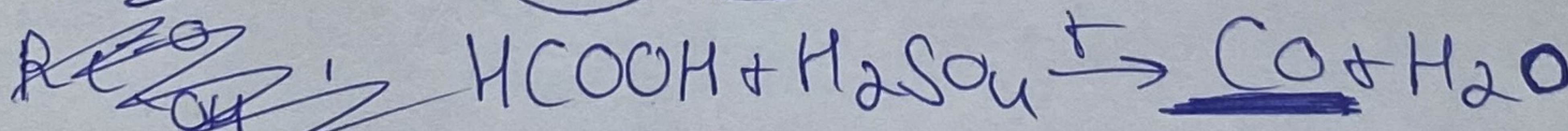
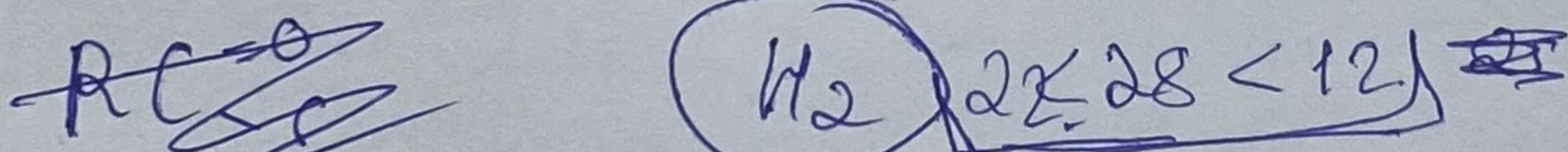
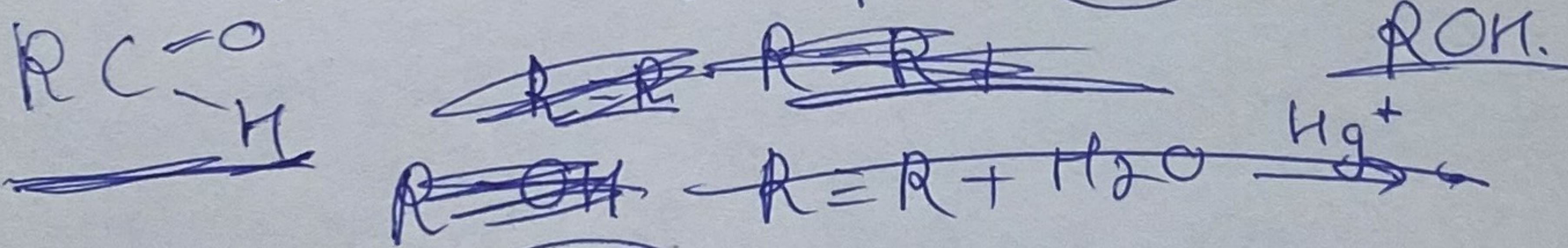
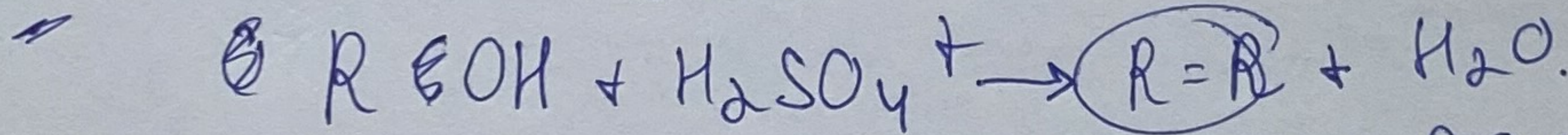
$$x = 0,14 \text{ моль} \quad (0,14 \leq 0,4)$$

$$\Rightarrow m(Na_2CO_3 \cdot 10H_2O) = 0,14 \cdot 286 = 40,04 \text{ г}$$

$$M_{cp} = 0,875 \cdot 32 = 28$$



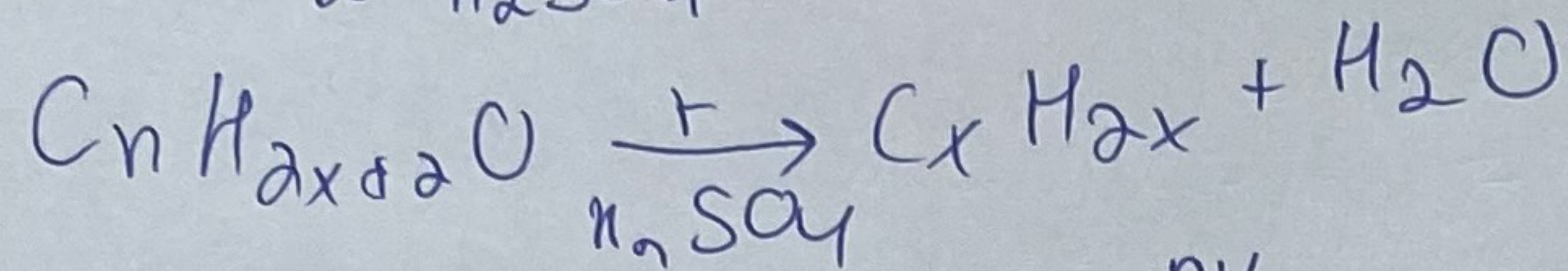
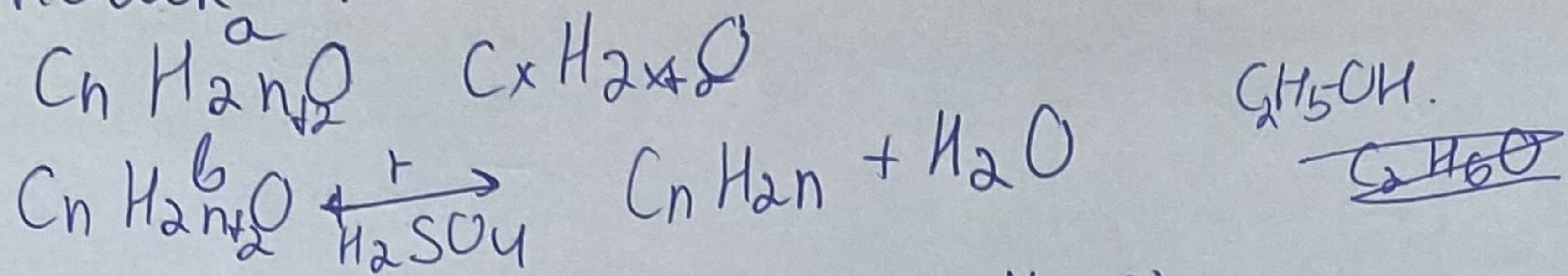
$$V(Cu_2O) = \frac{21,6}{64+64+16} = 0,15$$



$$0,15 \cdot (12 + 12 + 6 + 16) = 6,92$$

$$0,15 \cdot (12 \cdot 3 + 6 + 32) = 0,15(36 + 6 + 32) = 11,1 \text{ г}$$

репробук ч.



$$PV = nRT \Rightarrow \nu_{\text{выд.}} = \frac{PV}{RT} = \frac{101 \cdot 11,15}{8,314 \cdot (180 + 273,15)} = 0,2989 \approx 0,3 \text{ моль.}$$

$$\begin{cases} a + b = 0,3 \end{cases}$$

$$\begin{cases} a \cdot (n \cdot 12 + 2n + 2 + 16) + b \cdot (12x + 2x + 2 + 16) = 15,9 \end{cases} ?$$

$$\begin{cases} a \cdot (?) + b \cdot (?) = 0,3 \Rightarrow a = 0,3 - b \end{cases}$$

$$a(14n+18) + b(14x+18) = 15,9$$

$$(14n+18)(0,3-b) + b(14x+18) = 15,9$$

$$4,2 + 5,4 - 14nb - 18nb + 14xb + 18xb = 15,9$$

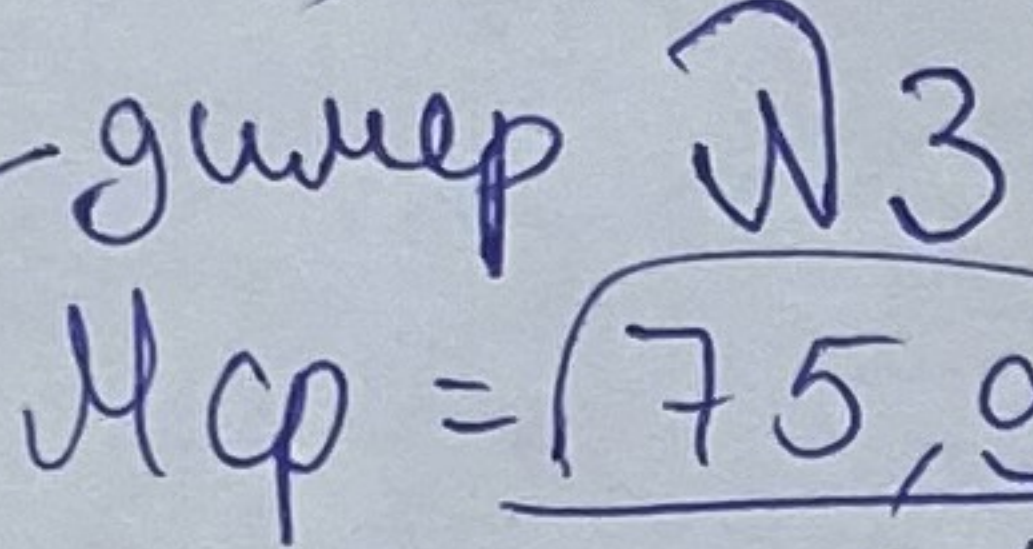
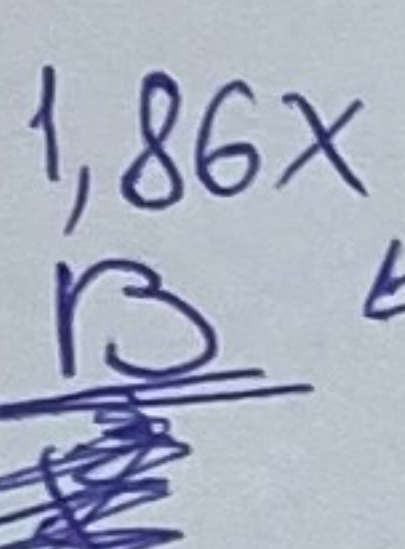
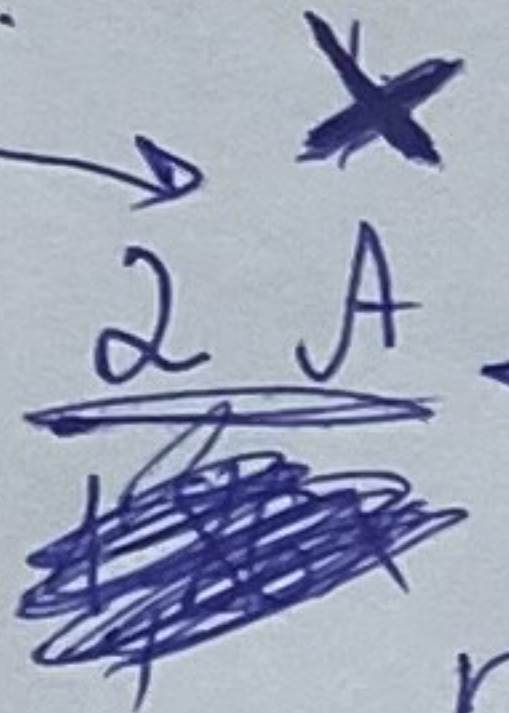
$$6,3 = 14xb + 18xb - 14nb - 18nb$$

$$a + b = 0,3$$

$$a(12 + 2 + 2 + 16) + b(12x + 2 + 2 + 16) = 15,9$$

$$16 + 16 \cdot a + (12x + 4 + 2 + 16) \cdot b = 15,9$$

сзн.
сзн.



$$1,86x : x$$

$$PV = nRT = \nu = \frac{PV}{RT} = \frac{101 \cdot 11,15}{8,314(30 + 273,15)} = 0,04 \text{ моль}$$

$$1,86x + x = 0,04$$

$$x = \frac{0,04}{2,86} = 0,014$$

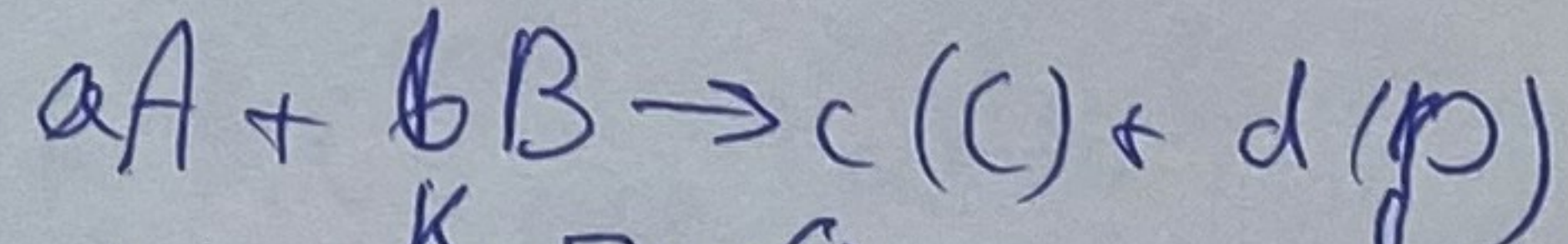
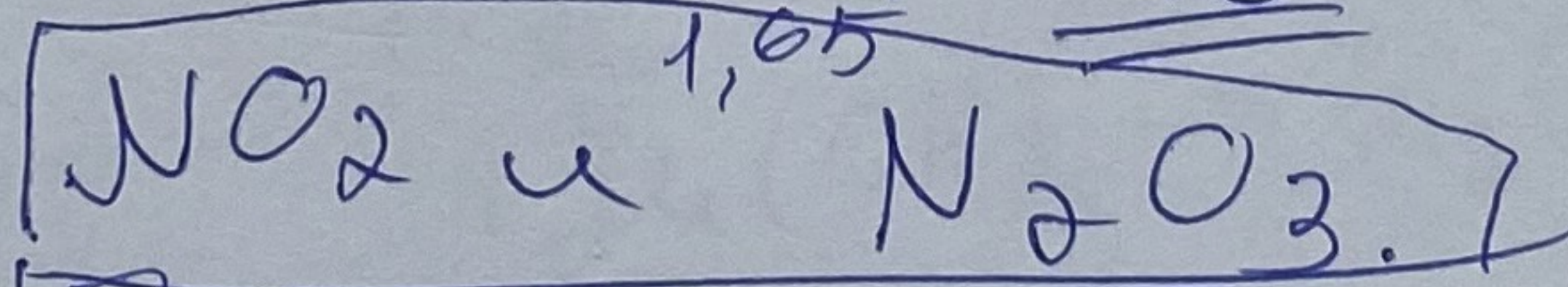
$$\Rightarrow X(B) = \frac{1,86 \cdot 0,014}{0,04} = 0,65 \approx 65\%$$

$$X(A) = \frac{0,014}{0,04} = 0,35 \approx 35\%$$

$$\Rightarrow 75,9 = 2X(B) \cdot M + X(A) \cdot M =$$

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

$$\frac{75,9}{1,65} = 46$$



$$\nu = k[A]^a [B]^b$$

$$\nu = k_1(A^2)$$

$$\nu = k_2(B)$$

$$k_1 A^2 = k_2 B$$

$$k_2 = \frac{k_1 A^2}{B}$$

$$k_d = \frac{5 \cdot 10^{-3} (0,35 - 0,04)^2}{0,65 \cdot 0,04} =$$

$$= 3,77 \cdot 10^{-5} \frac{1}{\text{мин.}}$$

C

Председателю апелляционной комиссии
Олимпиады школьников "Ломоносов"
Ректору МГУ имени М.В. Ломоносова
академику В.А. Садовникову
ученицы 11Г класса государственного
бюджетного общеобразовательного
учреждения города Москвы
"школа №171" по адресу
ул. 2-я Фрунзенская, 7а
Лувой Марии Алексеевны

Прошу переосмотреть выставленные апелляцией.
работу заключительного этапа по химии, поскольку считаю,
что возможно разъяснение нескольких ошибок, допущенных в
работе в задании 4 и 6.

Прошу Вас переосмотреть выставленные за задание и баллы в отношении
расчета массовой доли этанола и пропанола-1, молярные массы и
сами массы которых были приведены мной в решении, однако
в связи с завершением олимпиады, мне не хватило времени
привести рассчитанные мной значения массовых долей спиртов (то
есть разделить массу каждого спирта на заданную в условии массу
смеси (15,92)).

Я также прошу Вас переосмотреть выставленные за задание 6 баллы
в отношении расчета массы заданного вещества Д, определен-
ного мной как пропановый альдегид, однако при расчете
самой массы вещества мной была допущена ошибка
в расчете молярной массы альдегида. Молярная масса была
посчитана как молярная масса пропановой кислоты, при
случайном добавлении одного атома кислорода.

Прошу Вас учесть, что во время олимпиады произошло обновле-
ние системы настроек компьютера и демонстрация экрана
часто прерывалась, из-за чего приходилось несколько раз пере-
запускать систему, что мешало выполнению заданий и
занимало время от указанных ранее расчетов.

23.03.2022

Минус