



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

ОЛИМПИАДНАЯ РАБОТА

Наименование олимпиады школьников: **«Ломоносов»**

Профиль олимпиады: **Химия**

ФИО участника олимпиады: **Трошина Екатерина Александровна**

Класс: **11**

Технический балл: **100**

Дата проведения: **27 февраля 2022 года**

1. 86
2. 166 нет (с-х) в расчете
3. 166
4. 206
5. 206
6. 206 нет условий образования ацеталя
7. 1006

N 1

1 из 5

Пусть $x - C, y - H, z - O$, тогда

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

$$12x + 16z + y = 74$$

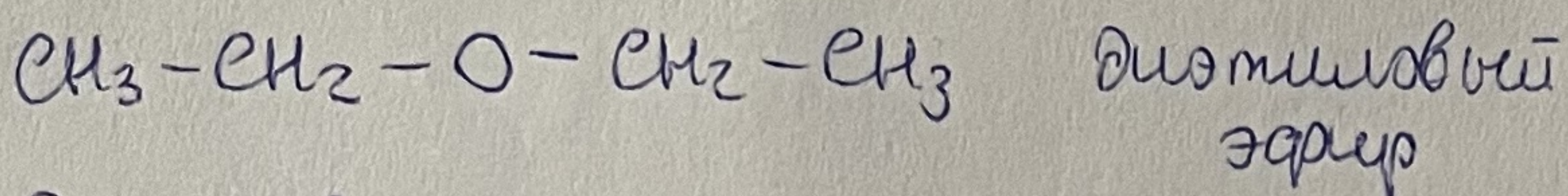
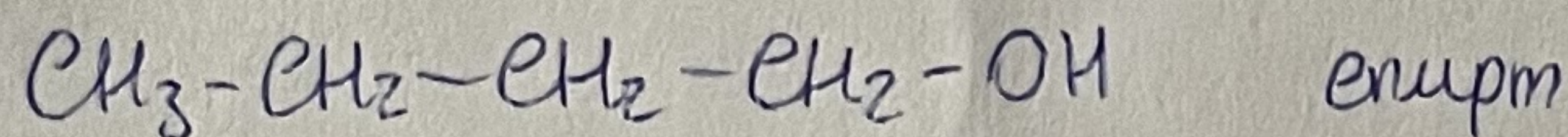
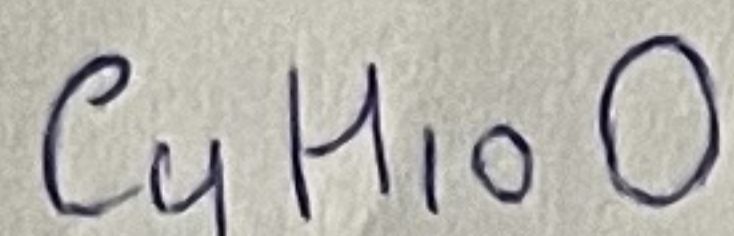
$$6x + 8z = 32$$

$$3x + 4z = 16$$

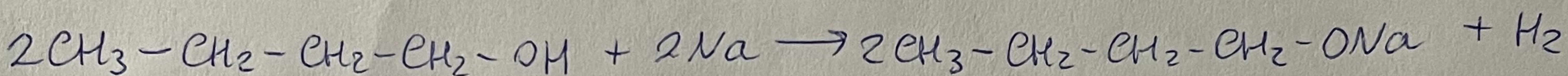
$z = 1$ $x = 4$, тогда H :

$$24 + y + 8 = 42$$

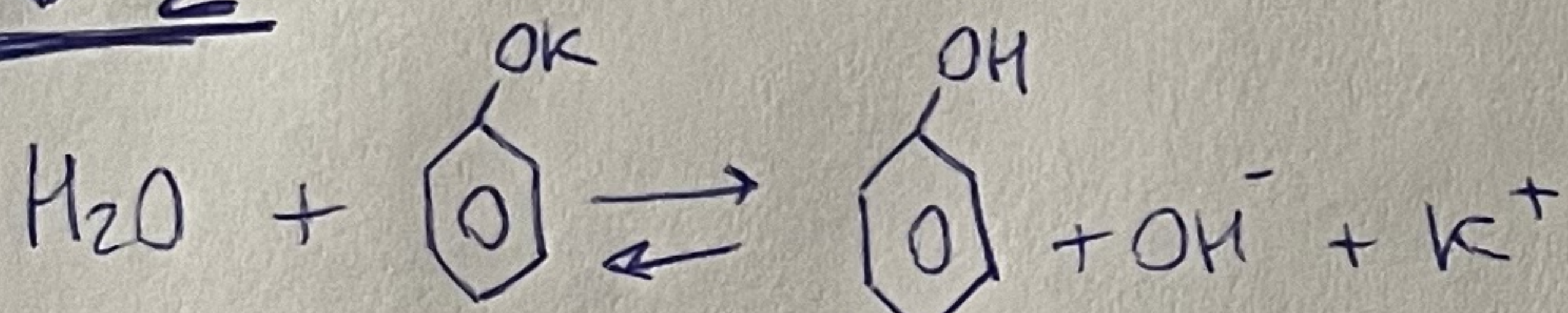
$$y = 10$$



Спирт, в отличие от эфира, будет реагировать с Na :



N 2



$$pH = 11 \quad K_{дис} = 10^{-10}$$

$$K_{равн} = \frac{[\text{OH}^-][\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}]}{[\text{C}_6\text{H}_5\text{O}^-]} \quad [\text{OH}^-] = [\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}]$$

$$K_{дис} = \frac{[\text{H}^+][\text{C}_6\text{H}_5\text{O}^-]}{[\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}]} \quad [\text{H}^+][\text{OH}^-] = K_w = 10^{-14}$$

$$[\text{OH}^-] = \frac{K_w}{[\text{H}^+]} \quad [\text{H}^+] = \frac{K_w}{[\text{OH}^-]}$$

$$K_{дис} = \frac{K_w [\text{C}_6\text{H}_5\text{O}^-]}{[\text{OH}^-][\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}]}$$

$$K_{равн} = \frac{1}{K_{дис}} \cdot K_w$$

$$\frac{K_w}{K_{дис}} = \frac{[\text{OH}^-]^2}{c[\text{C}_6\text{H}_5\text{O}^-]} ; c[\text{C}_6\text{H}_5\text{O}^-] = \frac{[\text{OH}^-]^2}{K_w \cdot K_{дис}}$$

$$pOH = 14 - pH = 3$$

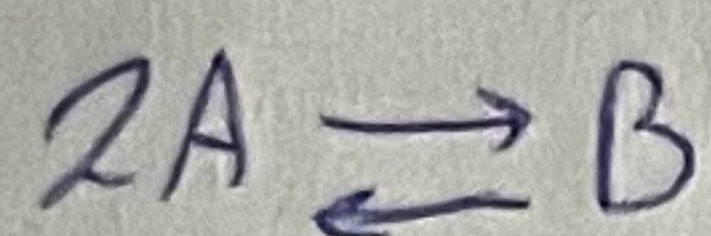
$$[\text{OH}^-] = 10^{-3}$$

$$c = \frac{(10^{-3})^2}{10^{-14}} \cdot 10^{-10} = 10^{-2} = 0,01 M$$

Ответ: $c = 0,01 M$

№3

② из ⑤



$$V=1\text{ л} \quad t=30^\circ\text{C}$$

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

$$K_{\text{равн}} = \frac{p(B)}{p(A)^2}$$

Найдем кол-во газа

$$\nu = \frac{pV}{RT} = 0,04 \text{ моль}$$

$$\begin{cases} n(B) : n(A) = 1,86 : 1 \\ n(B) + n(A) = 0,04 \end{cases}$$

$$2,86 n(A) = 0,04$$

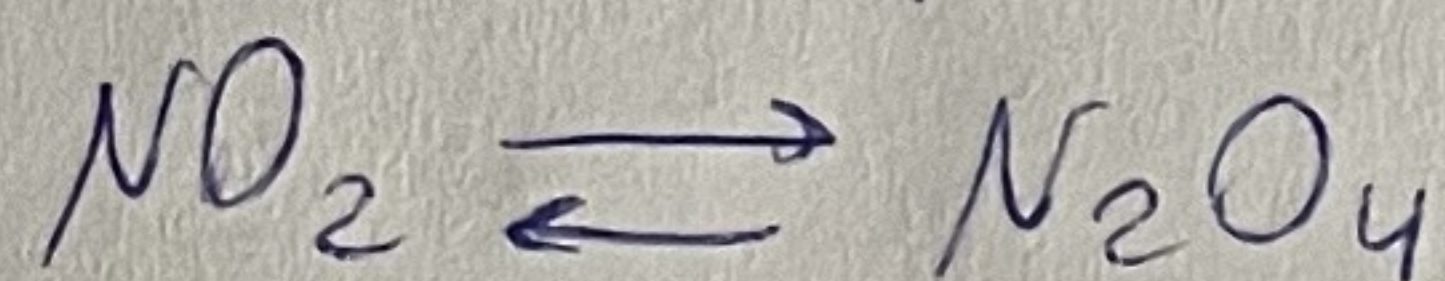
$$n(A) = 0,014 \text{ моль}$$

$$n(B) = 0,026 \text{ моль}$$

Так как B-димер, то $M(B) = 2M(A)$

$$0,014 \cdot M(A) + 0,026 \cdot 2M(A) = 75,9 \text{ г/моль}$$

$$M(A) = \frac{3,036}{0,066} = 46 \text{ г/моль} \Rightarrow \text{это } NO_2$$



$$K_{\text{равн}} = \frac{[N_2O_4]}{[NO_2]^2} = \frac{0,026}{(0,014)^2} = 132,6$$

$$K_{\text{равн}} = \frac{K_{\text{прямой}}}{K_{\text{обратной}}}$$

$$K_{\text{обратной}} = \frac{K_{\text{прямой}}}{K_{\text{равн.}}}$$

$$K_{\text{обр}} = \frac{5 \cdot 10^{-3}}{132,6}$$

$$132,6 = \frac{5 \cdot 10^{-3}}{K_{\text{обр}}}$$

$$\underline{K_{\text{равн}} = 3,77 \cdot 10^{-5}}$$

№ 4

3 из 5

Посчитаем моль газов:

$$pV = nRT$$

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

$x + y = 0,3$, найдем среднюю M_r :

$$M_r = \frac{m}{n} = \frac{15,9}{0,3} = 53 \text{ г/моль}$$

Это может быть этанол C_2H_5OH (46) и пропанол C_3H_7OH (60)

Найдем их доли:

$$x \cdot 46 + (1-x) \cdot 60 = 53$$

$$60 - 14x = 53$$

$$14x = 7$$

$$x = 0,5$$

Если масса смеси 15,9 г, то

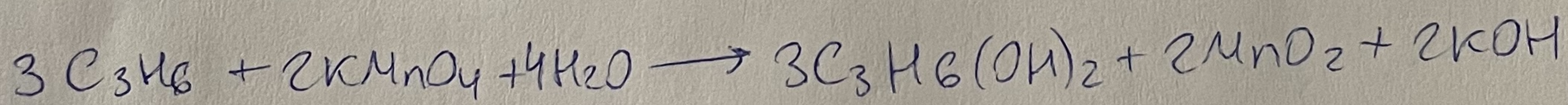
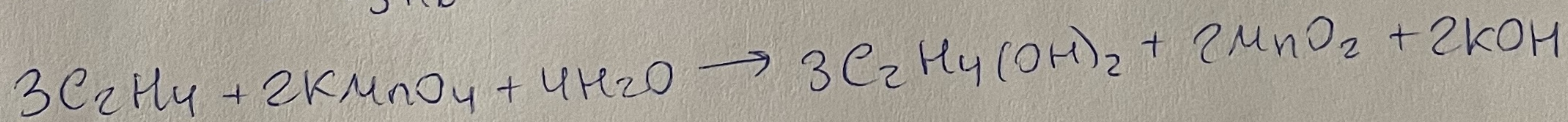
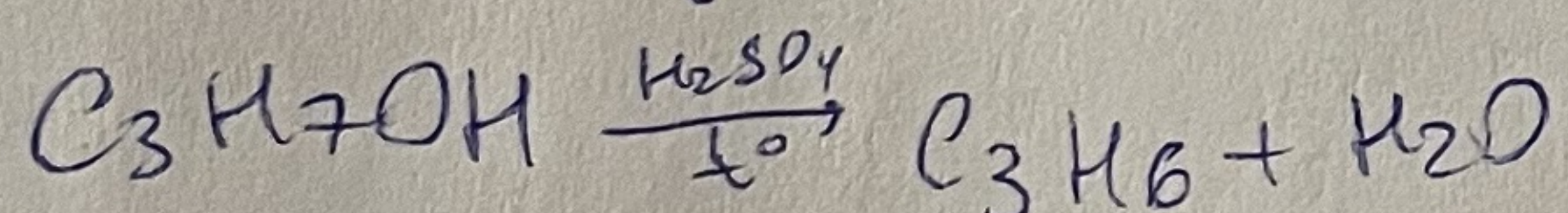
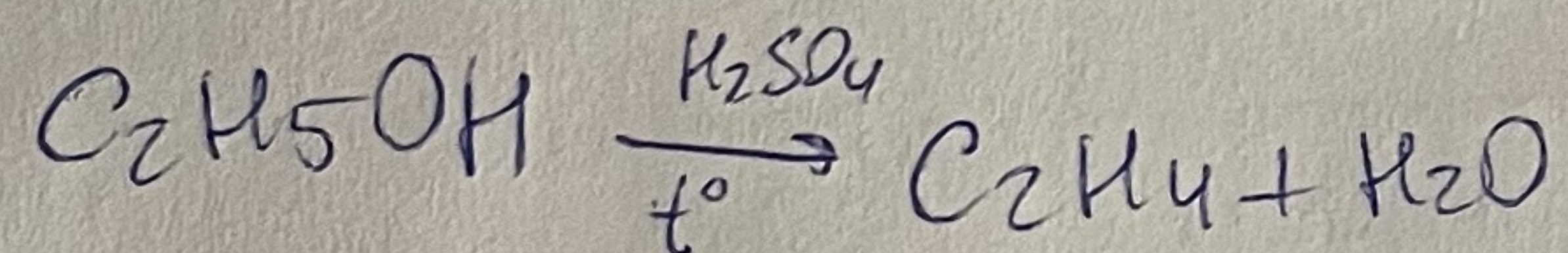
$$w(C_2H_5OH) = \frac{M(C_2H_5OH)}{M(C_2H_5OH) + M(C_3H_7OH)} \cdot 100\%$$

$$w(C_2H_5OH) = \frac{46 \cdot 100}{106} = 43,4\%$$

$$w(C_3H_7OH) = 56,6\%$$

$$m(C_2H_5OH) = 15,9 \cdot 0,434 = 6,9 \text{ (г)}$$

$$m(C_3H_7OH) = 15,9 \cdot 0,566 = 9 \text{ (г)}$$



Найдем моль газов, тк количества одинаковые для C_2H_4 и C_3H_6 , то сумма их 0,3 моль, значит нужно 0,2 моль $KMnO_4$

$$n = cV$$

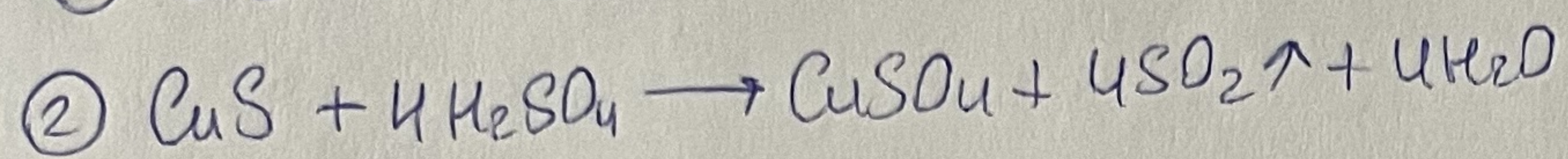
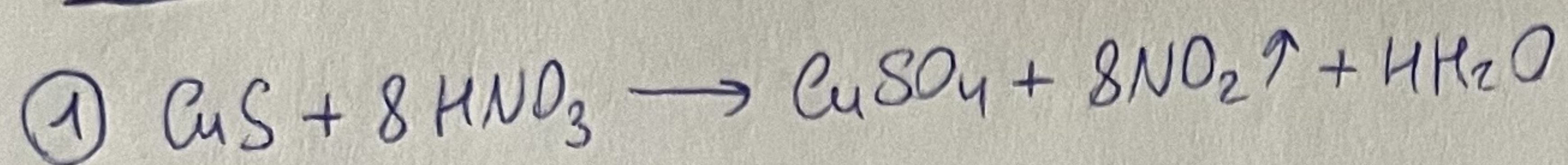
$$0,2 = 0,4 \cdot V$$

$$V = \frac{0,2}{0,4} = 0,5 \text{ метра}$$

Ответ: 0,5 л.

№5

④ и ⑤



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

$$n(\text{NO}_2) = 0,8 \text{ м}(\text{NO}_2) = 36,8 \text{ г}$$

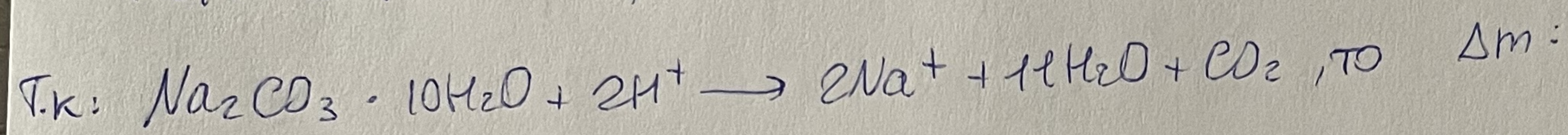
$$n(\text{SO}_2) = 0,4 \text{ м}(\text{SO}_2) = 25,6 \text{ г}$$

Найдем массы стаканов:

$$\textcircled{1} 9,6 + 120 - 36,8 = 92,8 \text{ (г)}$$

$$\textcircled{2} 9,6 + 142,7 - 25,6 = 126,7 \text{ (г)}$$

$$126,7 - 92,8 = 33,9 \text{ (г)} - \text{разница масс.}$$



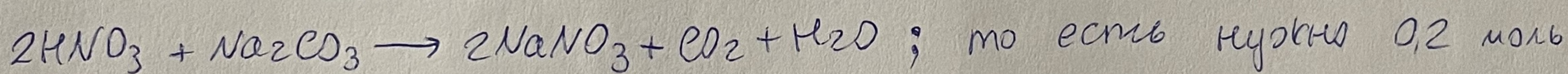
$$M(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) - M(\text{CO}_2) = 286 - 44 = 242 \text{ г/моль}$$

То есть при добавлении 286 г, масса увеличивается на 242 ~~г~~

Нам надо увеличить массу на 33,9 г; проверим кол-во HNO_3 :

Было: $\frac{120 \cdot 0,63}{63} = 1,2 \text{ моль}$; прореагировало 0,8 моль \Rightarrow осталось 0,4 моль

0,4 моль реагирует с 0,2 моль Na_2CO_3



Na_2CO_3 для нейтрализации,

$$0,2 \cdot 286 = 57,2 \text{ (г)}, \text{ но выделится тогда } 8,8 \text{ (г)} \text{ CO}_2, \text{ то есть:}$$

$$92,8 + 57,2 - 8,8 = 141,2 \Rightarrow \text{HNO}_3 \text{ в избытке, тогда}$$

$$\frac{286}{242} = \frac{x}{33,9}$$

$$x = 40 \text{ (г)}$$

Ответ: 40 г Na_2CO_3 в стакан с HNO_3 .

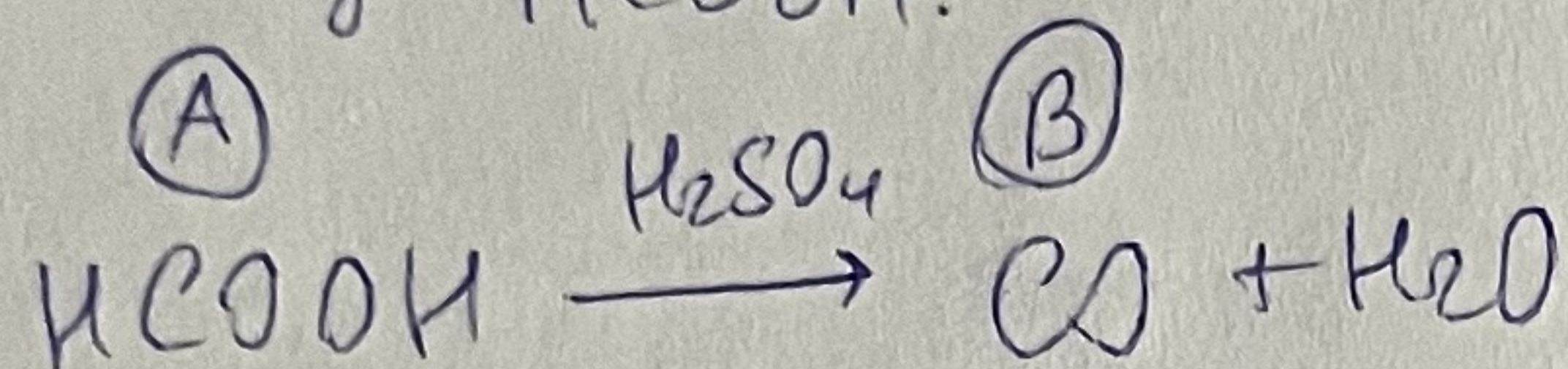
№6

5 из 5

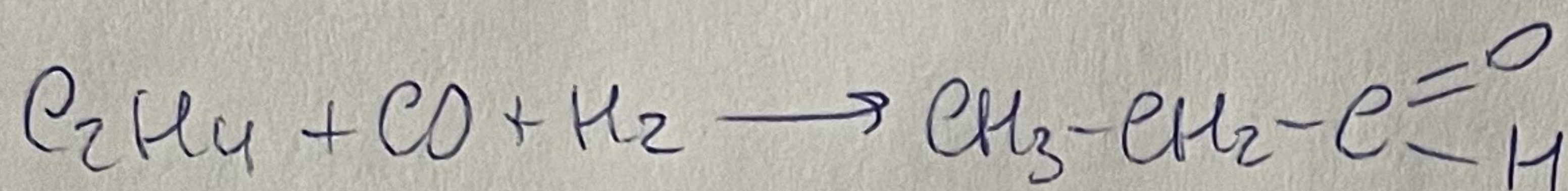
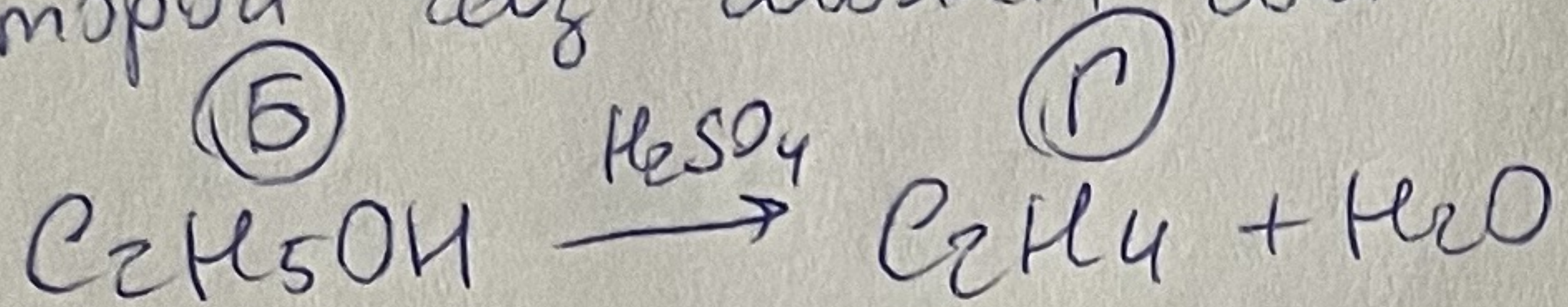
Найдем M_r (газа)

$$0,875 \cdot 32 = 28$$

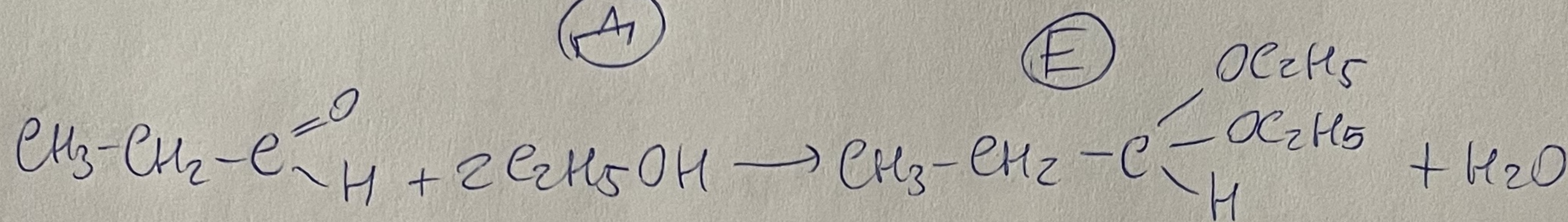
Газ получается из кислоты под действием H_2SO_4 , это может быть CO из $HCOOH$.



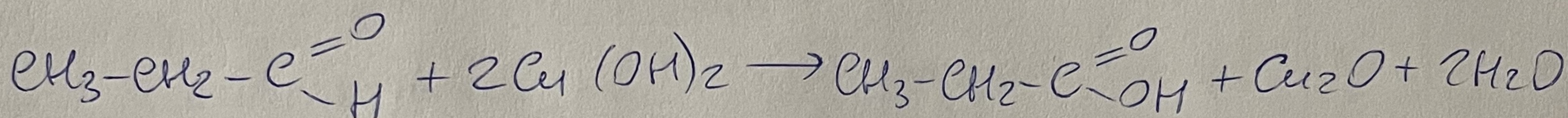
Второй газ может быть C_2H_4



\textcircled{A}



\textcircled{E}



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

$$m(\textcircled{A}) = 0,15 \cdot 58 = 8,7(2)$$

Ответ: 8,7(2)