



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

ОЛИМПИАДНАЯ РАБОТА

Наименование олимпиады школьников: **«Ломоносов»**

Профиль олимпиады: **Химия**

ФИО участника олимпиады: **Фадеева Кристина Константиновна**

Класс: **11**

Технический балл: **85**

Дата проведения: **27 февраля 2022 года**

10080172 ТЮЛЬКОВ И.А.

1. 8

2. 13 использование приближенной формулы

3. 14 матошибка и размерность

4. 20

5. 12 нет второй половины задачи

6.18 ошибка в стехиометрии при правильной реакции, описка в гидроксиде меди

Условие

сб1 42 e и 32 n⁰

Углерод C 6e и 6n⁰

Кислород O 8e и 8n⁰

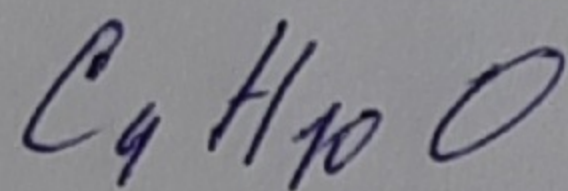
Водород H 1e и 0n⁰ (нет нейтронов)

разница числа электронов и нейтронов = числу водорода

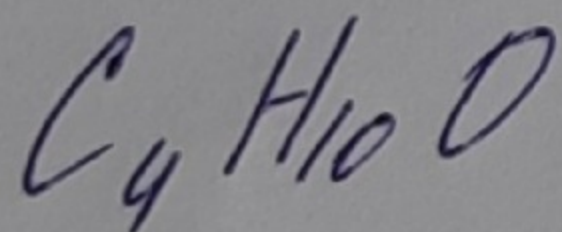
H₁₀
32 электрона и 32 нейтрона могут быть представлены

$$C_x O_z \quad 6x + 8z = 32$$

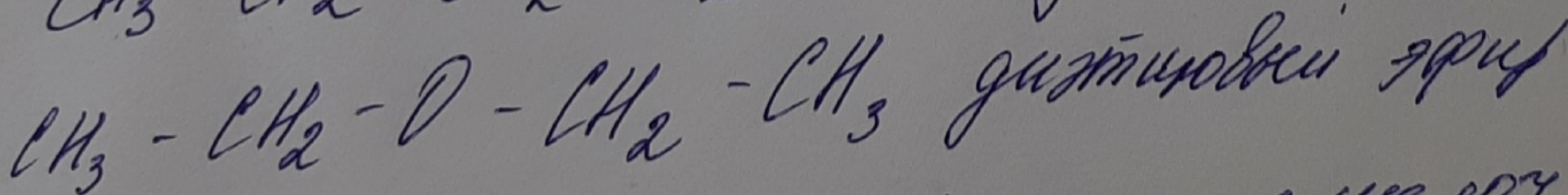
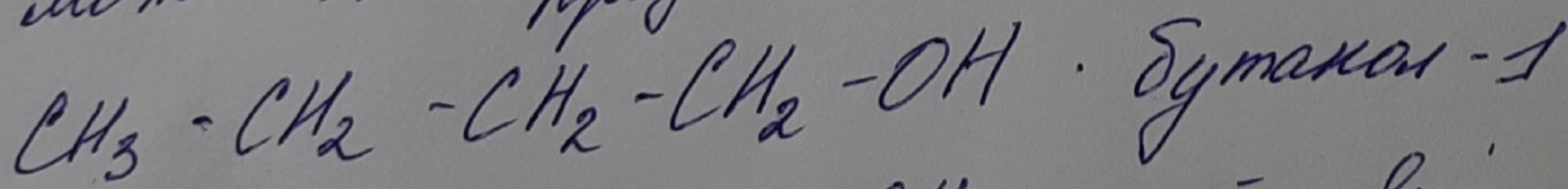
при z=1 $6x = 32 - 8 = 24$
 $x = 4$



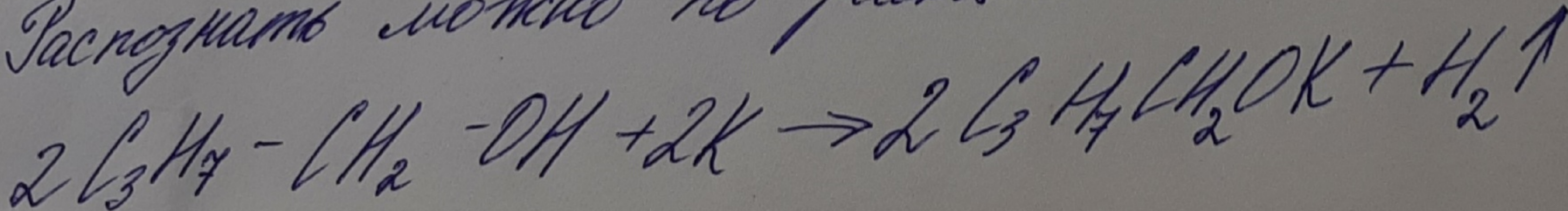
при z=2 $6x = 32 - 16 = 16$
 $x = \frac{16}{6}$ нет решения

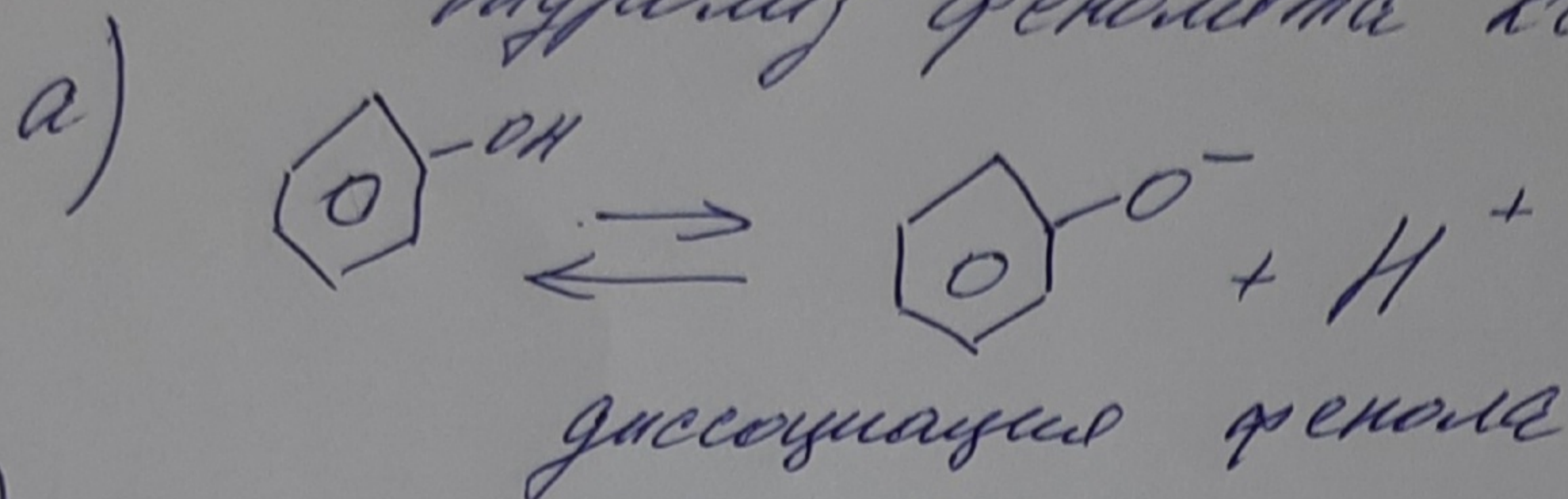
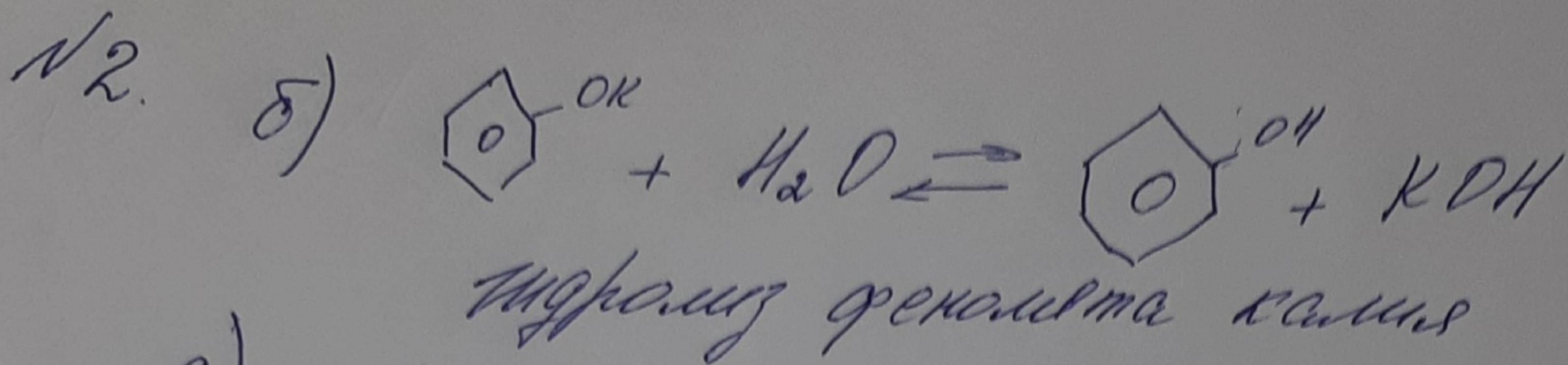


может быть представлен скрптом или простым эфиром



Распознать можно по реакции с щелочным металлом:





а) $K_{дис} = \frac{[C_6H_5O^-][H^+]}{[C_6H_5OH]}$ $pH = 11 \Rightarrow [H^+] = 10^{-11}$

б) $[C_6H_5OH] = \frac{[C_6H_5O^-][H^+]}{K_{г}}$

К равновесия = $\frac{[C_6H_5OH][OH^-]}{[C_6H_5O^-][H_2O]} \Rightarrow$

$K_{г} = K_{равновес.} \cdot [H_2O] = \frac{[C_6H_5OH][OH^-]}{[C_6H_5O^-]}$

$[OH^-] = \frac{K_w}{[H^+]}$ $K_{г} = \frac{K_w}{K_{свH_5OH}}$

Применяем формулы для расчета pH в растворе соли, образованной слабой кислотой и сильным основанием

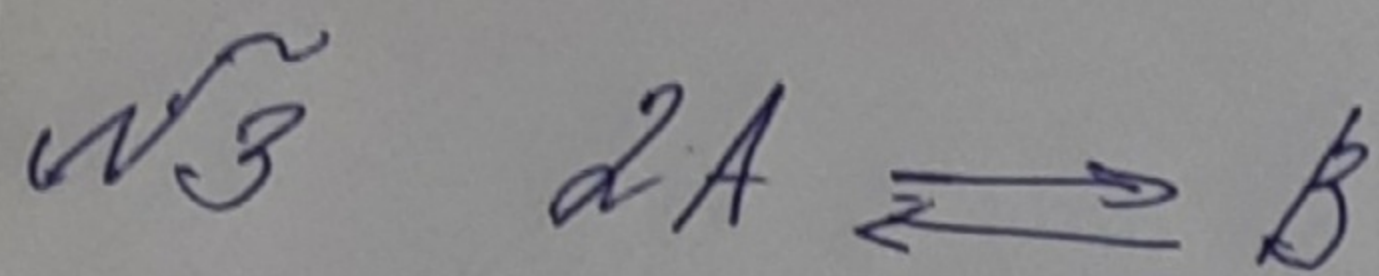
$pH = \frac{1}{2} pK_w + \frac{1}{2} pK(C_6H_5OH) + \frac{1}{2} \lg C_{C_6H_5OK}$

$11 = \frac{1}{2} \cdot 14 + \frac{1}{2} \cdot 10 + \frac{1}{2} \lg C_{C_6H_5OK}$

$\frac{1}{2} \lg C_{C_6H_5OK} = 11 - 7 - 5 = -1$

$\lg C_{соль} = -2$

$C = 10^{-2} = 0,01 \text{ моль/л.}$



$$\frac{n(B)}{n(A)} = \frac{1,86}{1}$$

$$M(B) = 2M(A)$$

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

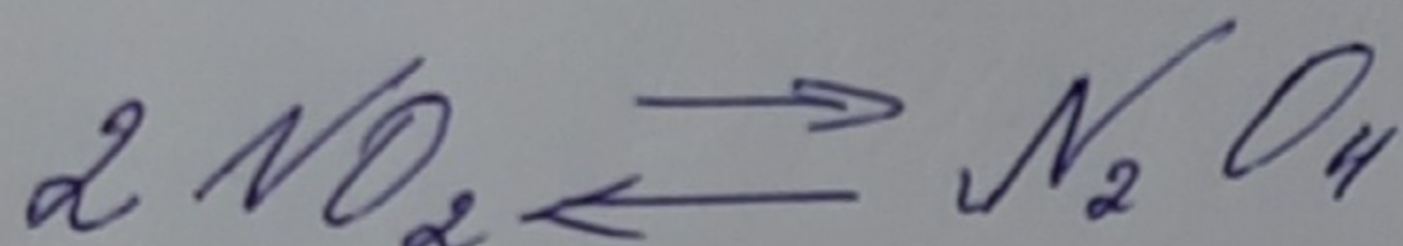
$$75,9 = 0,6503 \cdot M(B) + 0,3497 \cdot M(A) = 0,6503 \cdot M(A) \cdot 2 + 0,3497 \cdot M(A) = (1,3006 + 0,3497) \cdot M(A) = 1,6503 \cdot M(A)$$

$$M(A) = \frac{75,9}{1,6503} = 46 \text{ (г/моль)} \Rightarrow \text{вещество A - NO}_2$$

Известная температура газа NO₂

Вещество A - оксид азота (IV) NO₂

Вещество B - димер оксида азота (IV) N₂O₄



$$pV = nRT$$

$$n = \frac{pV}{RT} = \frac{101,325 \text{ кПа} \cdot 1 \text{ л}}{8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 303 \text{ К}} = 0,0402 \text{ моль} \approx 0,04 \text{ моль}$$

$$n(A) + n(B) = 0,04 \text{ моль}$$

$$\frac{n(B)}{n(A)} = \frac{1,86}{1}$$

$$n(B) = 1,86n(A) = 0,04 \text{ (моль)}$$

$$n(A) = \frac{0,04}{2,86} = 0,014 \text{ (моль)}$$

$$n(B) = 0,04 - 0,014 = 0,026 \text{ моль}$$

$$V_{\text{реактора}} = 1 \text{ л} \Rightarrow [\text{NO}_2] = 0,014 \text{ моль/л}$$

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

$$V_{\text{прямой реакции}} = k_1 [\text{NO}_2]^2$$

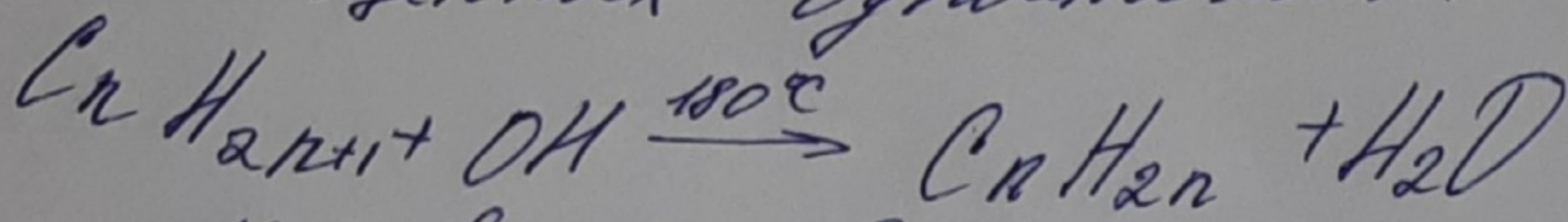
$$V_{\text{обратной реакции}} = k_2 [\text{N}_2\text{O}_4]$$

Система в равновесии $\Rightarrow V_{\text{пр}} = V_{\text{обрат.}}$, тогда $k_1 [\text{NO}_2]^2 = k_2 [\text{N}_2\text{O}_4]$

$$k_2 = \frac{k_1 [\text{NO}_2]^2}{[\text{N}_2\text{O}_4]} = \frac{5 \cdot 10^{-3} \cdot (0,014)^2}{0,026} = \frac{9,8 \cdot 10^{-7}}{2,6 \cdot 10^{-2}} = 3,77 \cdot 10^{-4} \frac{\text{л}}{\text{моль} \cdot \text{мин}}$$

Чистовик

№4 Внутримолекулярная дегидратация в общем виде для насыщенных одноатомных спиртов



кол-во вещ-ва алкена равно количеству вещ-ва спирта.

$$V_{см}(\text{алкенов}) = 11,15 \text{ л} \quad n = \frac{pV}{RT} = \frac{101,325 \cdot 11,15}{8,31 \cdot 453} = 0,3 \text{ моль} \Rightarrow$$

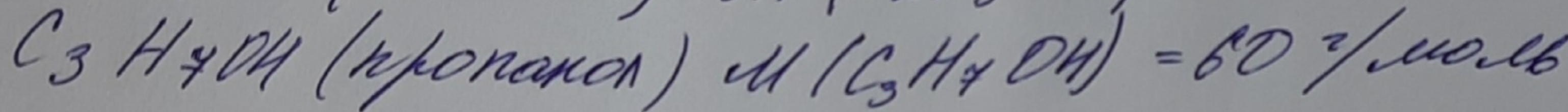
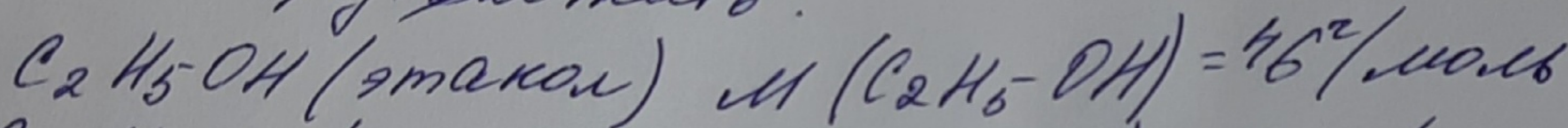
$$pV = nRT$$

$$\Rightarrow n(\text{спиртов}) = 0,3 \text{ моль}$$

$$M(\text{ср}) = \frac{15,9 \text{ г}}{0,3 \text{ моль}} = 53 \text{ г/моль}$$

$M(\text{спирта}) < 53 \text{ г/моль} < M(\text{спирта})$

Можно предположить:



Пусть $n(C_2 H_5 OH) = x$ моль, тогда

$n(C_3 H_7 OH) = (0,3 - x)$ моль

$$m(\text{смеси}) = m(C_2 H_5 OH) + m(C_3 H_7 OH) \Rightarrow 15,9 = 46x + 60(0,3 - x)$$

$$x - 0,15 \Rightarrow n(C_2 H_5 OH) = 0,15 \text{ моль}$$

$$n(C_3 H_7 OH) = 0,15 \text{ моль}$$

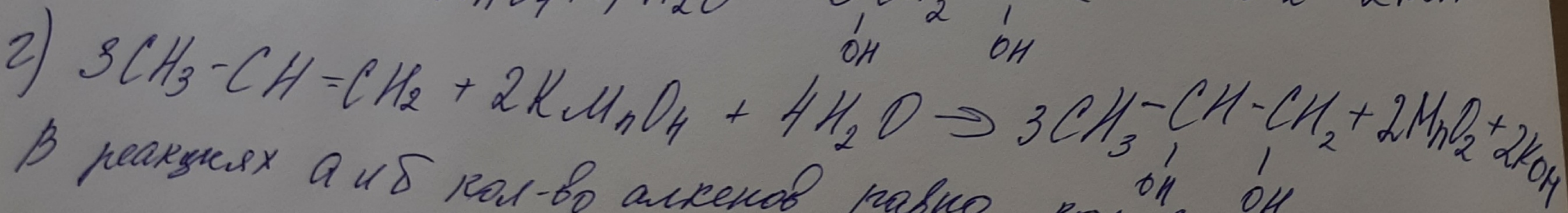
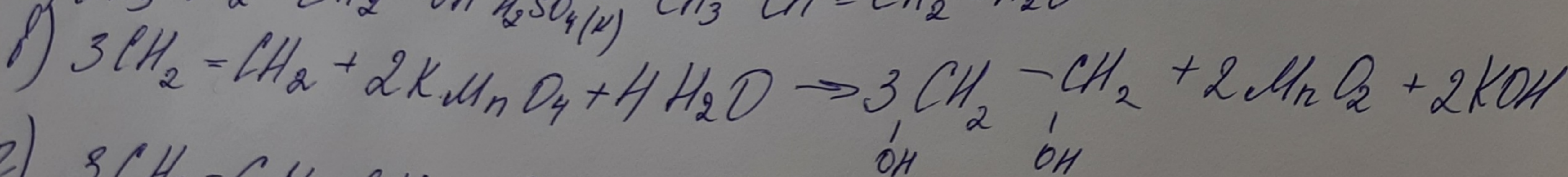
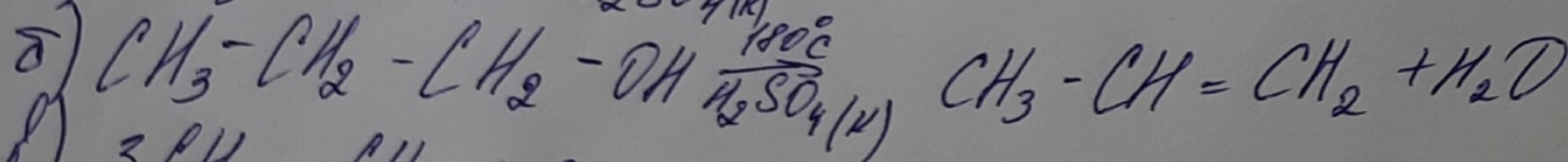
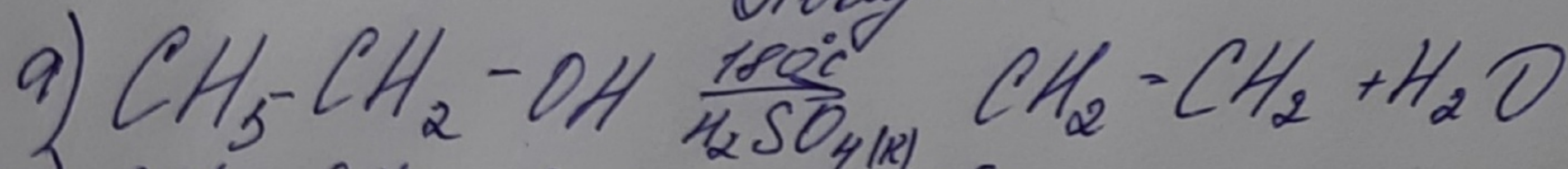
$$m(C_2 H_5 OH) = 0,15 \cdot 46 = 6,9 \text{ г}$$

$$m(C_3 H_7 OH) = 0,15 \cdot 60 = 9 \text{ г}$$

$$w(C_2 H_5 OH) = \frac{6,9}{15,9} \times 100\% = 43,4\%$$

$$w(C_3 H_7 OH) = 100 - 43,4 = 56,6\%$$

Гомогенные алкены



В реакциях а и б кол-во алкенов равно кол-ву спиртов

Для реакции в)

8

$$n(\text{C}_2\text{H}_4) = 0,15 \text{ моль} \Rightarrow n(\text{K}_2\text{MnO}_4) = \frac{2}{3} \cdot n(\text{C}_2\text{H}_4) = 0,1 \text{ моль}$$

Для реакции (2)

$$n(\text{C}_3\text{H}_6) = 0,15 \text{ моль}$$

$$n(\text{K}_2\text{MnO}_4) = \frac{2}{3} n(\text{C}_3\text{H}_6) = 0,1 \text{ моль}$$

$$n(\text{общее}) = 0,1 + 0,1 = 0,2 \text{ моль}$$

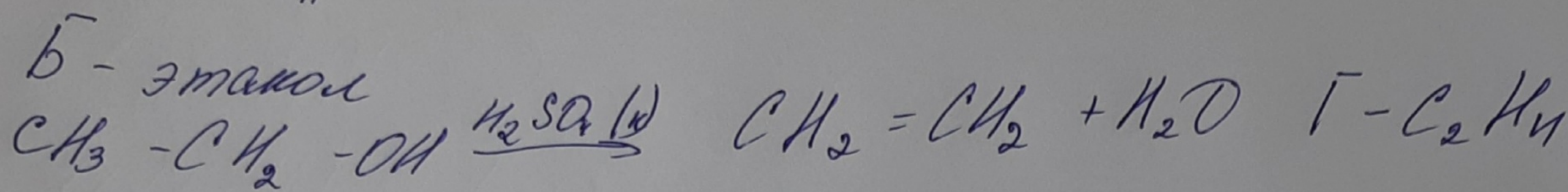
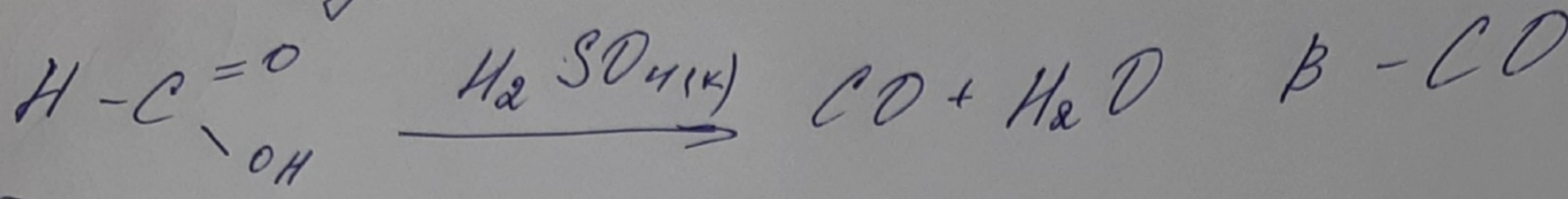
$$C_{\text{м}} = \frac{n}{V(\text{л})} \quad V = \frac{n}{C_{\text{м}}} = \frac{0,2}{0,4} = 0,5 \text{ л}$$

Ответ: $\omega(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 43,4\%$

$\omega(\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}) = 56,6\%$

$V_{\text{р-ра}} = 0,5 \text{ л}$

N6 А - муравьиная кислота

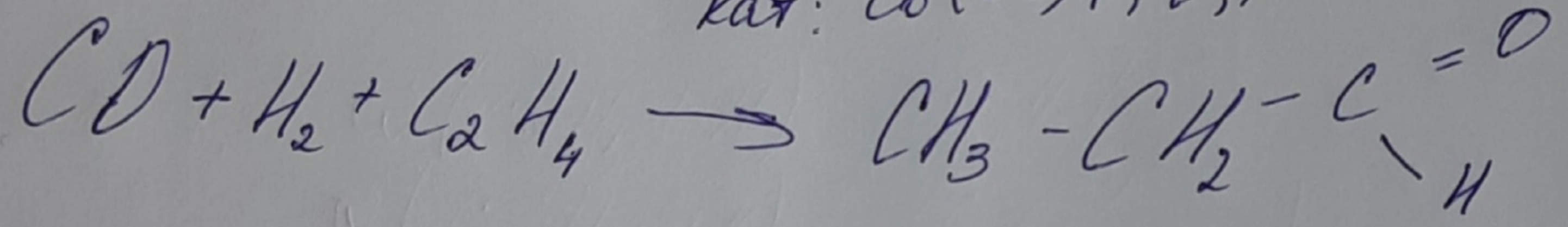


$$M(\text{CO}) = 28 \text{ г/моль} \quad M(\text{C}_2\text{H}_4) = 28 \text{ г/моль}$$

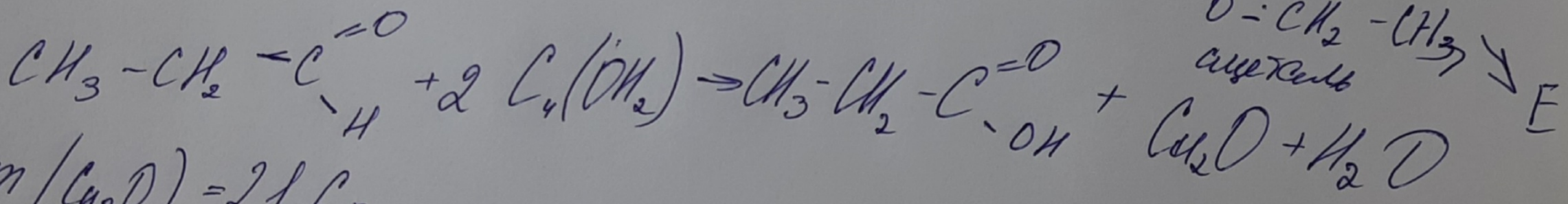
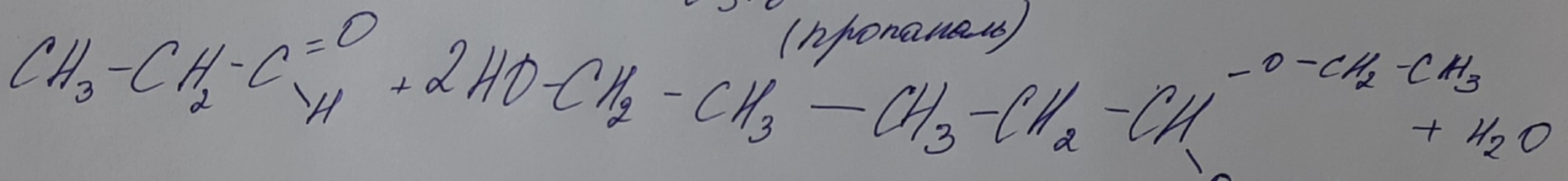
любое смешивание дает $M_{\text{CH}} = 28 \text{ г/моль}$

$$M(\text{смеси}) = D(\text{O}_2) \cdot M(\text{O}_2) = 0,875 \cdot 32 = 28 \text{ г/моль}$$

как: $\text{CO}(\text{CO})_n, \text{t}, \text{p}$



Д - $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$
(пропаналь)



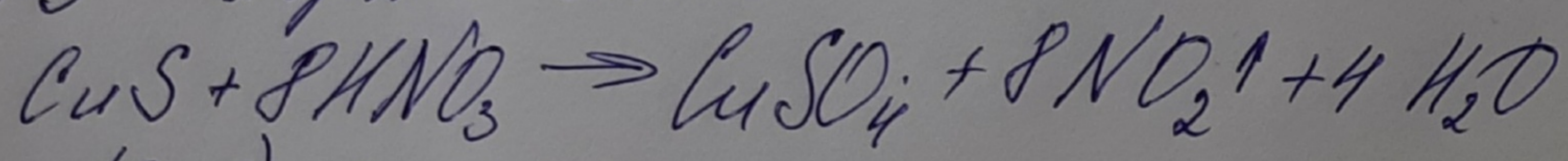
$$m(\text{C}_4\text{O}) = 21,6 \text{ г}$$

$$n(\text{C}_4\text{O}) = \frac{21,6}{144} = 0,15 \text{ моль}$$

$$n(\text{C}_3\text{H}_6\text{O}) = \frac{1}{2} \cdot 0,15 = 0,075 \text{ моль}$$

$$m = 0,075 \cdot 58 = 4,35 \text{ г}$$

N5 Первый этап:



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

$$n(\text{HNO}_3) = \frac{m}{M} = \frac{w \cdot m_p}{M} = \frac{120 \cdot 0,63}{63} = 1,2 \text{ моль HNO}_3 \text{ в избытке}$$

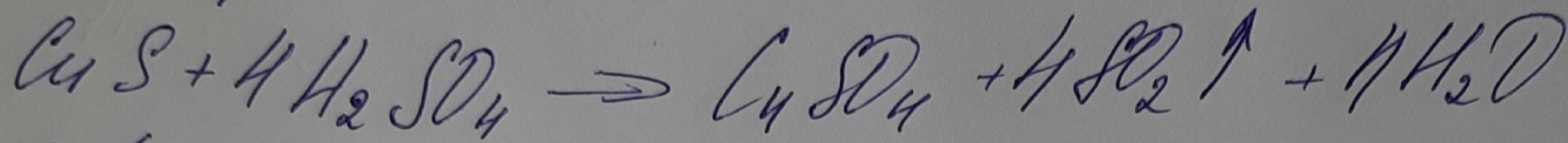
$$n(\text{NO}_2) = 0,8 \text{ моль}$$

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

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

Чистовик

Второй стакан



$$n(\text{CuS}) = 0,1 \text{ моль}$$

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

H_2SO_4 в избытке

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

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

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

(разница в массах м/г стакана)