



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

ОЛИМПИАДНАЯ РАБОТА

Наименование олимпиады школьников: **«Ломоносов»**

Профиль олимпиады: **Химия**

ФИО участника олимпиады: **Гурочкина Ксения Романовна**

Класс: **11**

Технический балл: **90**

Дата проведения: **27 февраля 2022 года**

9192186 Демидова

90

8 14 15 20 13 20

1. **8**

2. **14**

Неверный расчет

-2

3. **15**

Нет размерности константы

-1

4. **20**

5. **13**

Разность масс определена

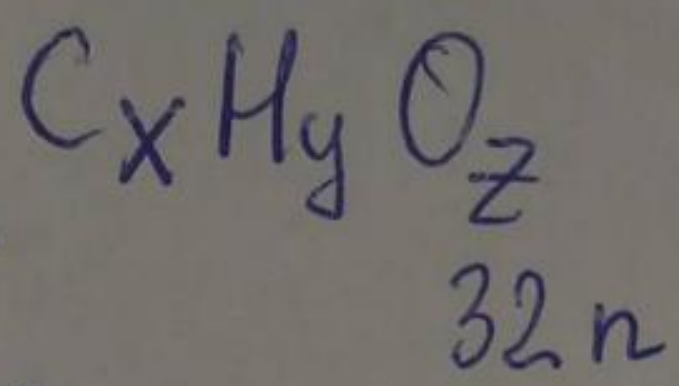
+12

расчеты по добавлению соды – неверные, только за уравнение соды с кислотой

+1

6. **20**

Задача 1



- $42e$
- $C - 6e \quad 6n$
- $H - 1e$
- $O - 8e \quad 8n$

$32n$

Предположим, что $z=1$ (один O)

по электронам

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

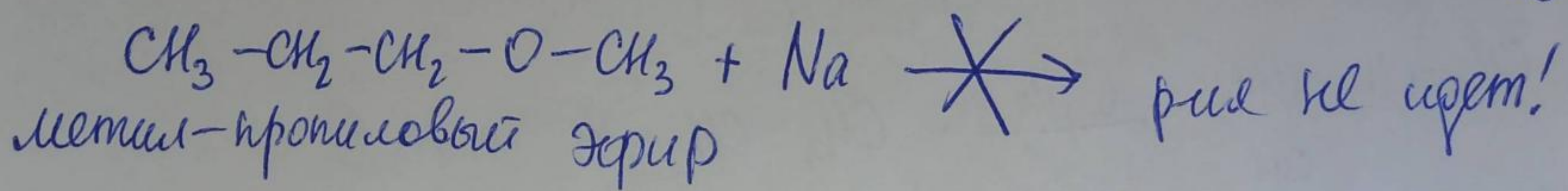
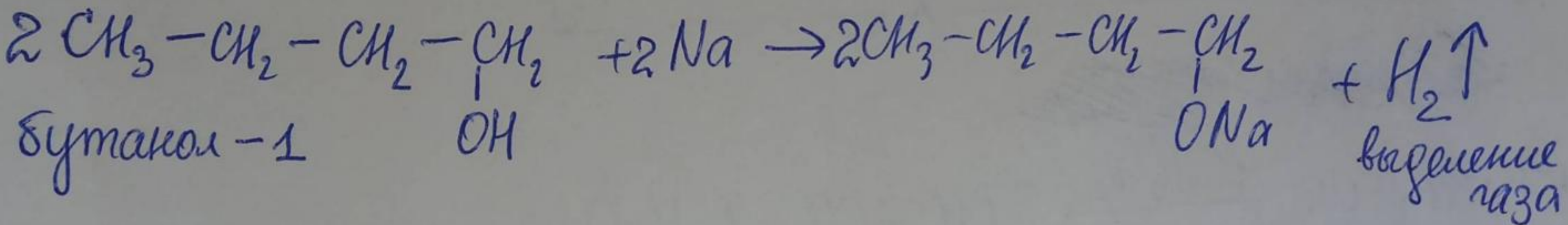
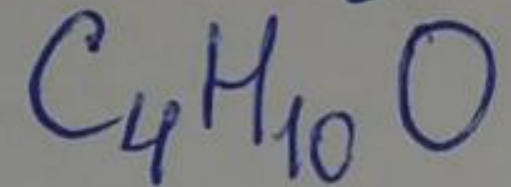
$$6x + y = 34$$

1) $x=3 \quad y=6$ — не подходит

2) $x=4 \quad y=10$ $C_4H_{10}O$ подходит!

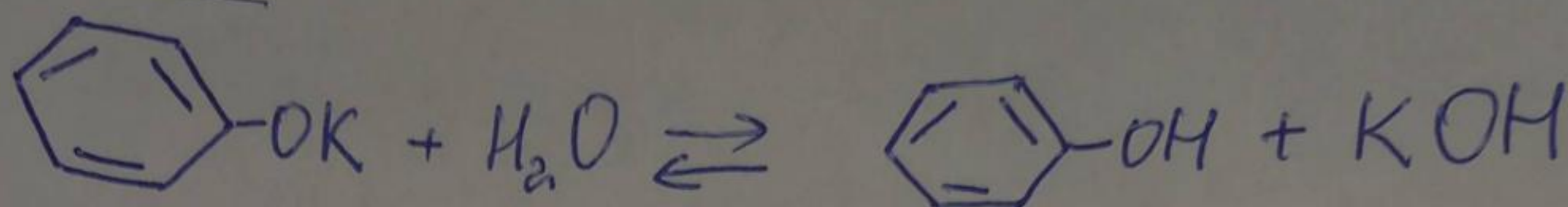
по нейтронам

$$6 \cdot 4 + 8 = 32$$



Чистовик. страница 2

Задание 2.



$$\text{pH} = 11$$

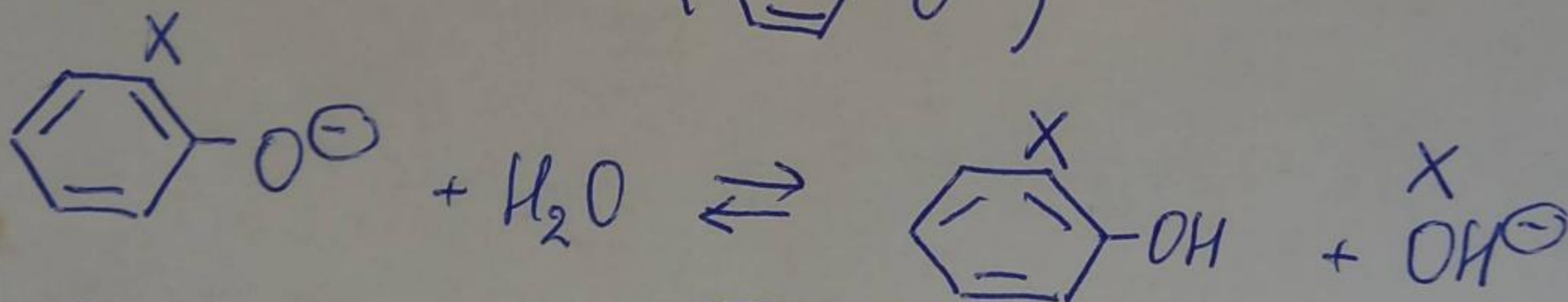
$$\text{pOH} = 14 - 11 = 3$$

$$c(\text{OH}^\ominus) = 10^{-\text{pOH}} = 10^{-3} \frac{\text{моль}}{\text{л}}$$

$$K_g(\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}) = 10^{-10}$$

$$K_g(\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}) = \frac{c(\text{H}^\oplus) c(\text{C}_6\text{H}_5\text{O}^\ominus)}{c(\text{C}_6\text{H}_5\text{OH})}$$

$$K_r(\text{C}_6\text{H}_5\text{OK}) = \frac{c(\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}) c(\text{OH}^\ominus)}{c(\text{C}_6\text{H}_5\text{O}^\ominus)}$$



$$K_r(\text{C}_6\text{H}_4(\text{X})\text{OK}) = \frac{c(\text{C}_6\text{H}_4(\text{X})\text{OH}) \cdot c(\text{OH}^\ominus) \cdot c(\text{H}^\oplus)}{c(\text{C}_6\text{H}_4(\text{X})\text{O}^\ominus) c(\text{H}^\oplus)}$$

$\xleftarrow{K_w}$

$\xleftarrow{\frac{1}{K_g(\text{C}_6\text{H}_4(\text{X})\text{OH})}}$

$$\frac{K_w}{K_g(\text{C}_6\text{H}_4(\text{X})\text{OH})} = \frac{10^{-14}}{10^{-10}} = 10^{-4}$$

Пусть X моль $\text{C}_6\text{H}_5\text{OK}$ подвернется гидролизу

$$K_r(\text{C}_6\text{H}_5\text{OK}) = \frac{X^2}{c_{\text{исх}} - X} = 10^{-4}$$

$$X = c(\text{OH}^\ominus) = c(\text{C}_6\text{H}_5\text{O}^\ominus) = 10^{-3} \frac{\text{моль}}{\text{л}}$$

$$(10^{-3})^2$$

числовые значения 3

$$C_{\text{исх фреколета}} - 10^{-3} = 10^{-4}$$

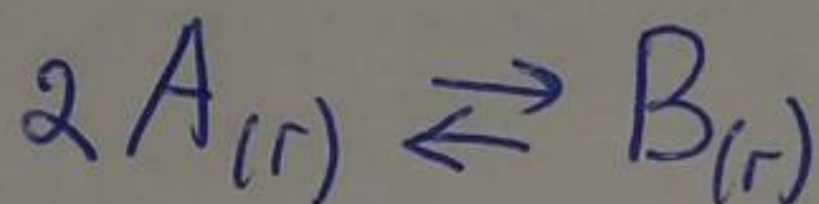
$$C_{\text{исх фреколета}} - 10^{-3} = \frac{10^{-6}}{10^{-4}}$$

$$C_{\text{исх фреколета}} = 10^{-2} - 10^{-3}$$

$$C_{\text{исх фреколета}} = 0,01 - 0,001 = 0,009 \frac{\text{моль}}{\text{л}}$$

Ответ: $0,009 \frac{\text{моль}}{\text{л}}$

Задача 3



$$V = 1 \text{ л}$$

$$T = 30 + 273 = 303 \text{ K}$$

B: A

$$1,86 : 1 \text{ моль}$$

$$p = 1,00 \text{ атм} = 101,3 \text{ кПа}$$

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

Равновесие $\vec{v} = \overleftarrow{v}$

~~$\vec{v} = \vec{K} C^2(A)$~~

$$\vec{K} C^2(A) = \overleftarrow{K} C(B)$$

$$\overleftarrow{v} = \overleftarrow{K} C(B)$$

$$\overleftarrow{K} = \frac{\vec{K} C^2(A)}{C(B)}$$

Пусть A было x моль, тогда

$$C(A) = x \frac{\text{моль}}{\text{л}}$$

$$C(B) = 1,86x \frac{\text{моль}}{\text{л}}$$

$$\overleftarrow{K} = \frac{5,00 \cdot 10^{-3} \cdot x^2}{1,86x} = \frac{5,00 \cdot 10^{-3} \cdot x}{1,86}$$

Задача 4

$$pV = nRT$$

$$M_{\text{ср}} = \frac{n(A)M(A) + n(B)M(B)}{n(A) + n(B)} = \frac{x \cdot M(A) + 1,86x M(B)}{x + 1,86x} =$$
$$= \frac{M(A) + 1,86 M(B)}{2,86}$$

$$M(A) + 1,86 M(B) = 2,86 \cdot M_{\text{ср}}$$

$$M(A) + 1,86 M(B) = 217,074$$

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

$$n = n(A) + n(B) = x + 1,86x = 2,86x$$

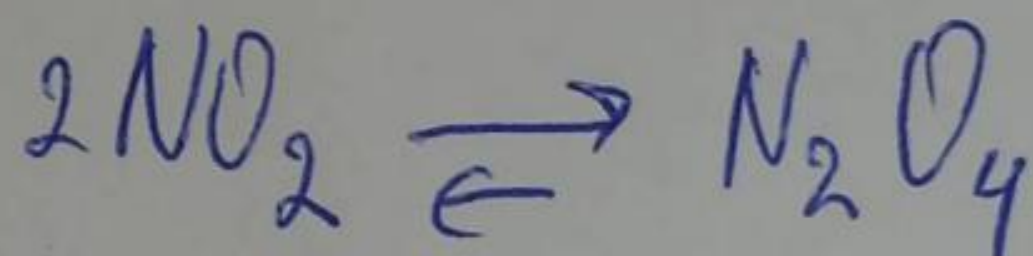
$$2,86x = 0,04$$

$$x = 0,014$$

$$K = 0,0000376 = 3,76 \cdot 10^{-5}$$

Допустим, что A — это NO_2 , а B — это N_2O_4

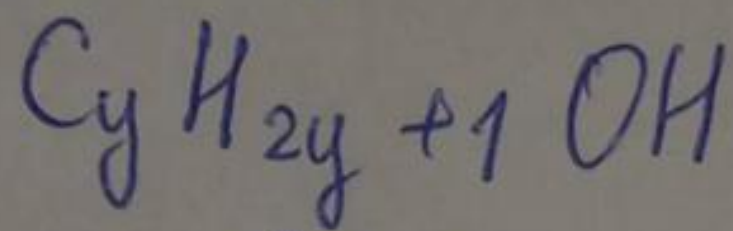
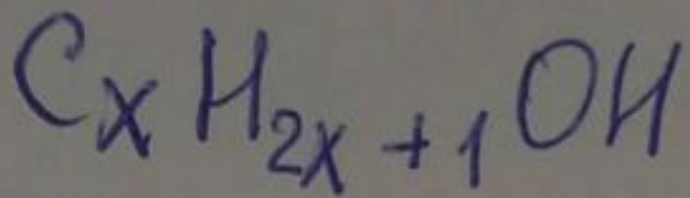
$$46 + 1,86 \cdot 92 = 217,074$$



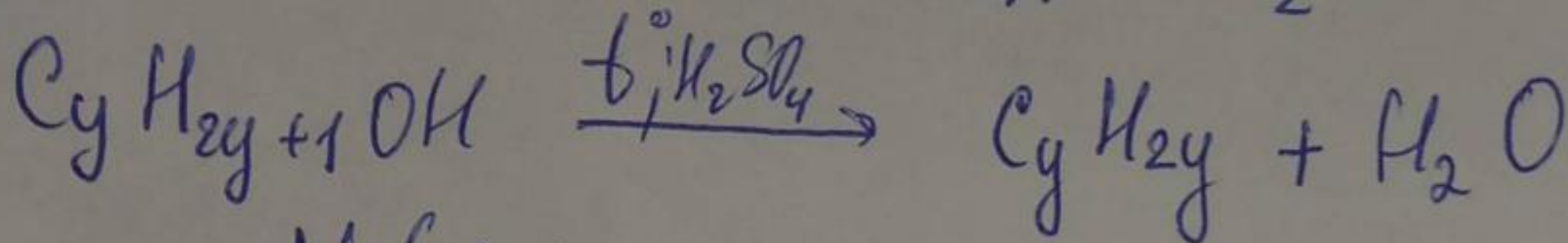
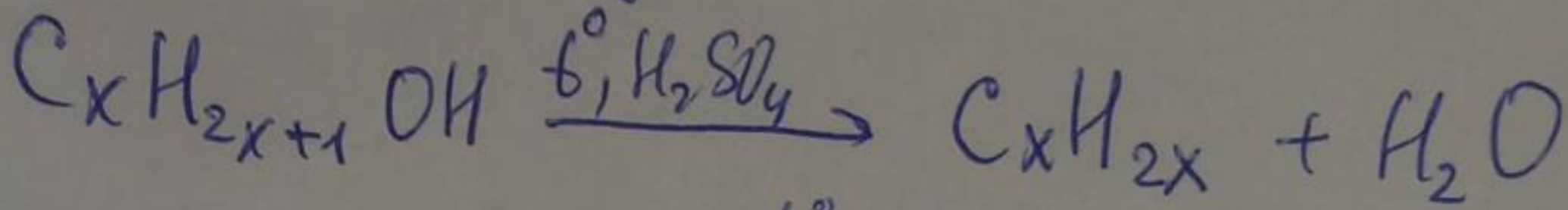
Ответ: A — NO_2
B — N_2O_4
 $K = 3,76 \cdot 10^{-5}$

Задача 4.

Есть насыщенные первичные одноатомные спирты



$$m = 15,9 \text{ г}$$



$$V(C_x H_{2x} + C_y H_{2y}) = 11,15 \text{ л}$$

$$p = 101,3 \text{ кПа}$$

$$T = 180 + 273 = 453 \text{ К}$$

$$\boxed{pV = nRT}$$

$$n = \frac{pV}{RT} = \frac{101,3 \cdot 11,15}{8,314 \cdot 453} = 0,2999 \approx 0,3 \text{ моль}$$

$$n(C_x H_{2x} + C_y H_{2y}) = 0,3 \text{ моль}$$

$$M_{\text{ср}}(C_x H_{2x+1} OH + C_y H_{2y+1} OH) = \frac{15,9}{0,3} = 53 \text{ г/моль}$$

В 1 моль смеси $C_x H_{2x+1} OH$ и $C_y H_{2y+1} OH$

z моль $C_x H_{2x+1} OH$ и $(1-z)$ моль $C_y H_{2y+1} OH$

$$53 = z M(C_x H_{2x+1} OH) + (1-z) M(C_y H_{2y+1} OH)$$

Допустим $C_y H_{2y+1} OH$ — это $C_2 H_5 OH$

$$53 = z M(C_x H_{2x+1} OH) + 46 - 46z$$

$$7 = z M(C_x H_{2x+1} OH) - 46z$$

$$\boxed{M(C_2 H_5 OH) = 46 \text{ г/моль}}$$

числовые структура 6

Допустим: $C_xH_{2x+1}OH$ это C_3H_7OH

$$M(C_3H_7OH) = 60$$

$$60z - 46z = 7$$

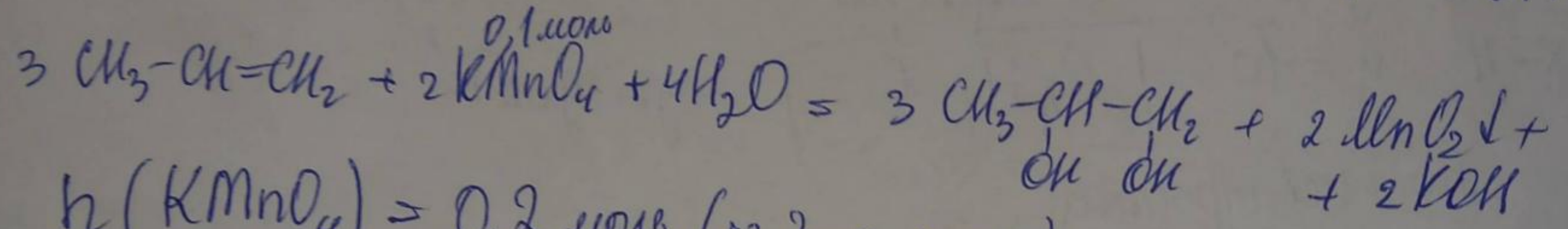
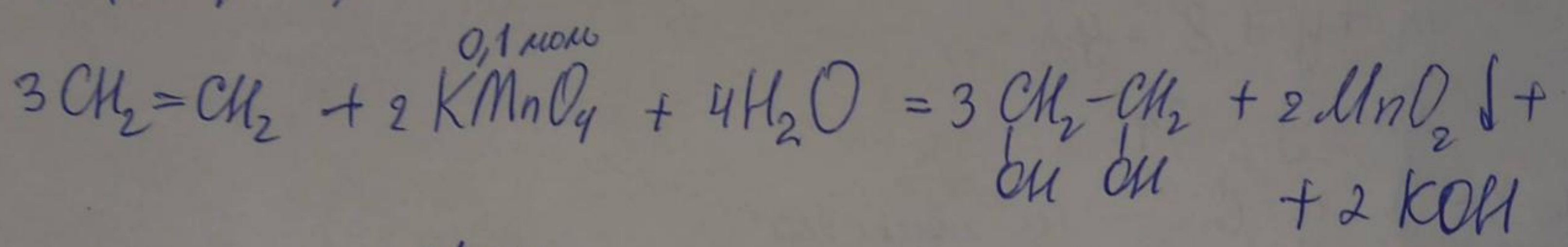
$$14z = 7$$

$$z = 0,5$$

\Rightarrow смесь состояла из равного кол-ва C_2H_5OH и C_3H_7OH

$$n(C_2H_5OH) = 0,15 \text{ моль}$$

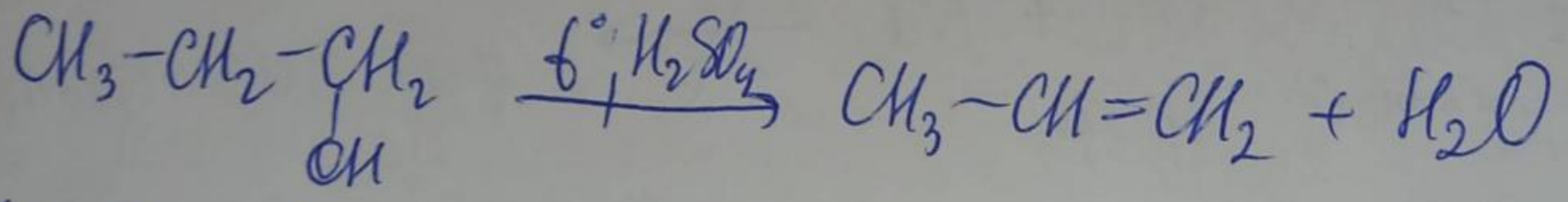
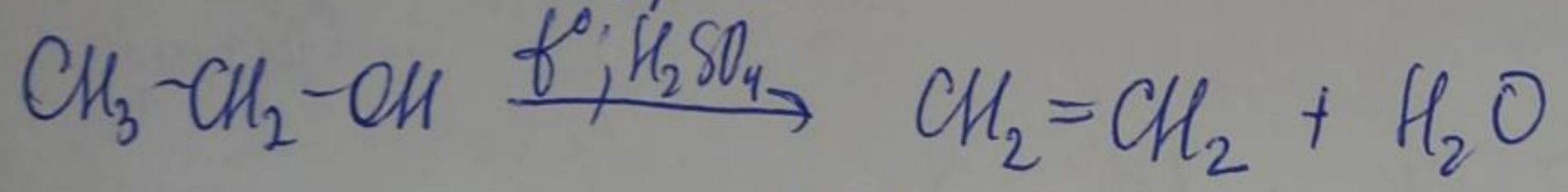
$$n(C_3H_7OH) = 0,15 \text{ моль}$$



$$n(KMnO_4) = 0,2 \text{ моль (по 2-м реакции)}$$

$$V_{\text{ра}}(KMnO_4) = \frac{0,2 \text{ моль}}{0,4 \frac{\text{моль}}{\text{л}}} = 0,5 \text{ л}$$

~~Смесь~~



$$m(C_2H_5OH) = 46 \cdot 0,15 = 6,9 \text{ г}$$

$$m(C_3H_7OH) = 60 \cdot 0,15 = 9 \text{ г}$$

$$\omega(C_2H_5OH) = 0,434 \rightarrow 43,4\%$$

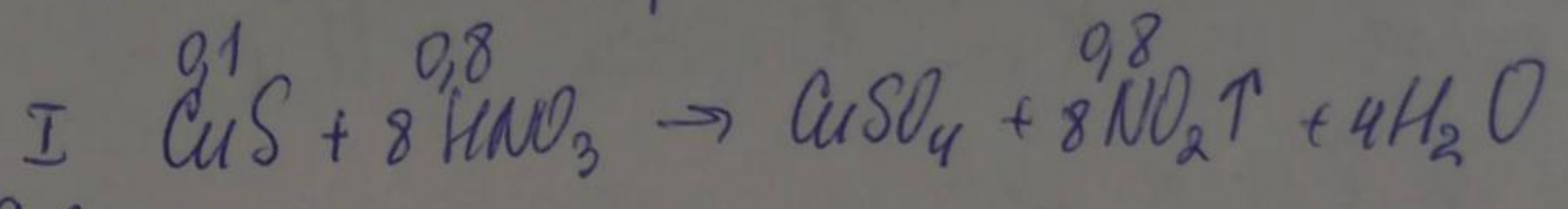
$$\omega(C_3H_7OH) = 0,566 \rightarrow 56,6\%$$

Ответ: $V_{\text{ра}}(KMnO_4) = 0,5 \text{ л}$

$$\omega(C_2H_5OH) = 43,4\%$$

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

Задача 5 Чистовые отходы 7



$$m(\text{CuS}) = 9,6 \text{ г}$$

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

$$m_{\text{р-ра}}(\text{HNO}_3) = 120 \text{ г}$$

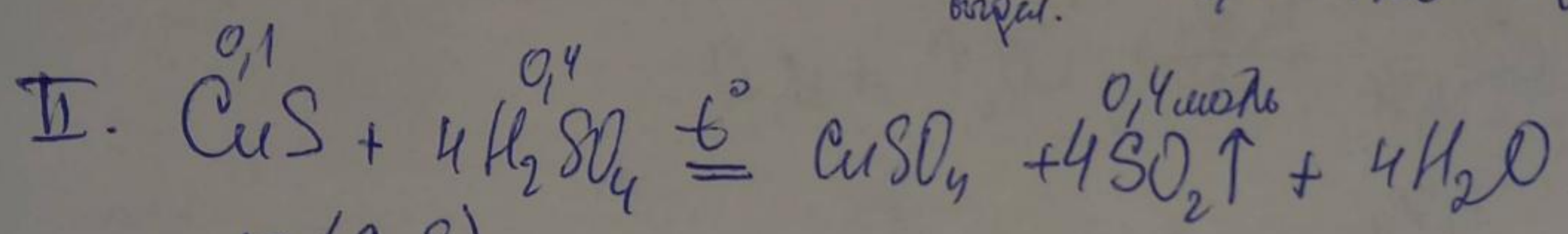
$$\omega(\text{HNO}_3) = 63\%$$

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

На 0,1 моль CuS нужно 0,8 моль HNO₃
HNO₃ - в избытке

$$n(\text{HNO}_3)_{\text{изб.}} = 0,4 \text{ моль}$$

$$m(1 \text{ стад.}) = 9,6 + 120 - m(\text{NO}_2)_{\text{вып.}} = 9,6 + 120 - 0,8 \cdot 46 = 92,8 \text{ г}$$



$$n(\text{CuS}) = 0,1 \text{ моль}$$

$$m_{\text{р-ра}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = 142,7 \text{ г}$$

$$\omega(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,98$$

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

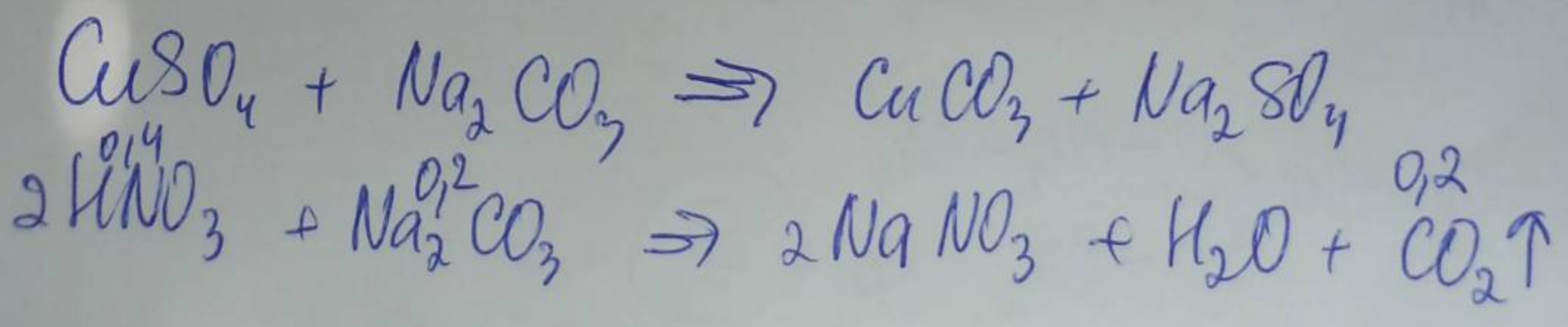
На 0,1 моль CuS нужно 0,4 моль H₂SO₄ → H₂SO₄ в избытке
n(H₂SO₄)_{изб.} = 1,027 моль

$$m(2 \text{ стадии}) = 9,6 + 142,7 - m(\text{SO}_2) = 9,6 + 142,7 - 0,4 \cdot 64 = 126,7 \text{ г}$$

Итого количество р-ра

$$m(2 \text{ стад.}) - m(1 \text{ стад.}) = 126,7 - 92,8 = 33,9 \text{ г (разница)}$$

1 стадия:



Числовые значения 8

Даны заданы X г $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$

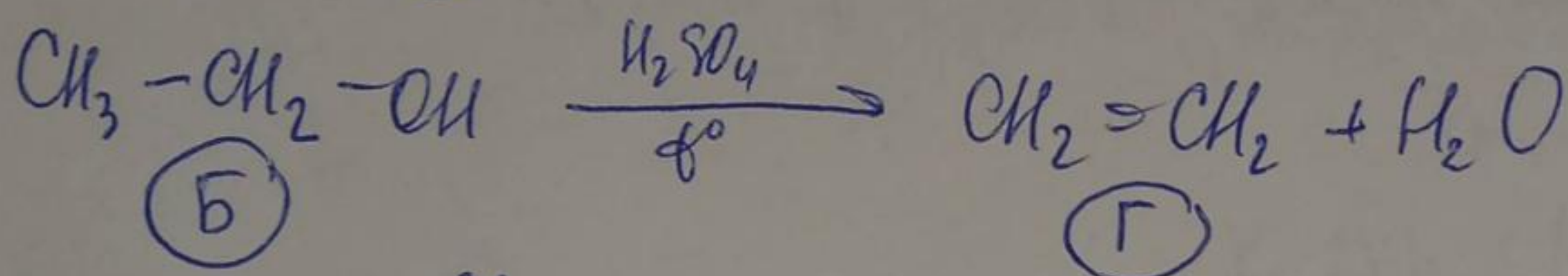
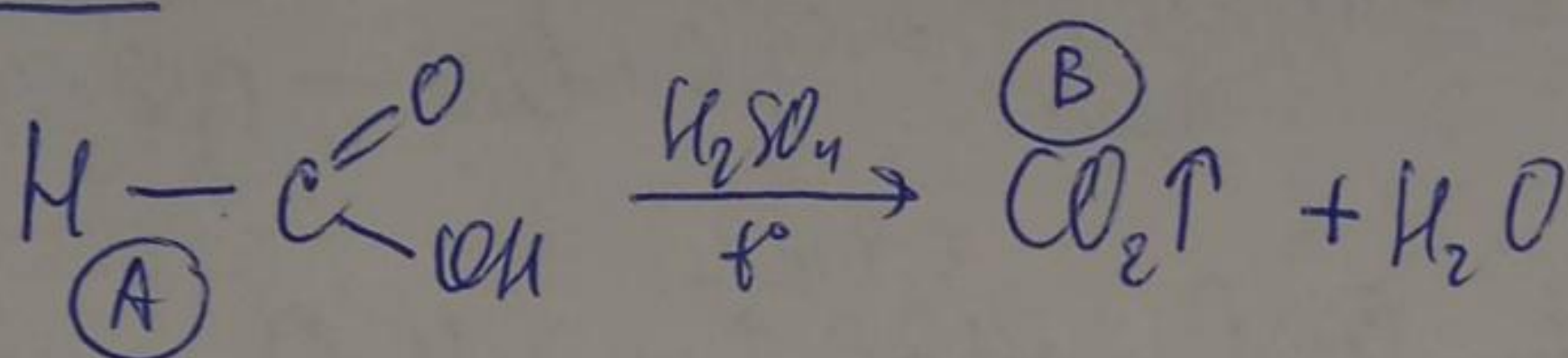
$$92,8 + X - 0,2 \cdot 44 = 126,4 \text{ г}$$

$$\boxed{X = 42,7 \text{ г}}$$

Объем: $m(2 \text{ стаян}) - m(1 \text{ стаян}) = \underline{33,9 \text{ г}}$

В 1 стаян надо заданы 42,7 г $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$

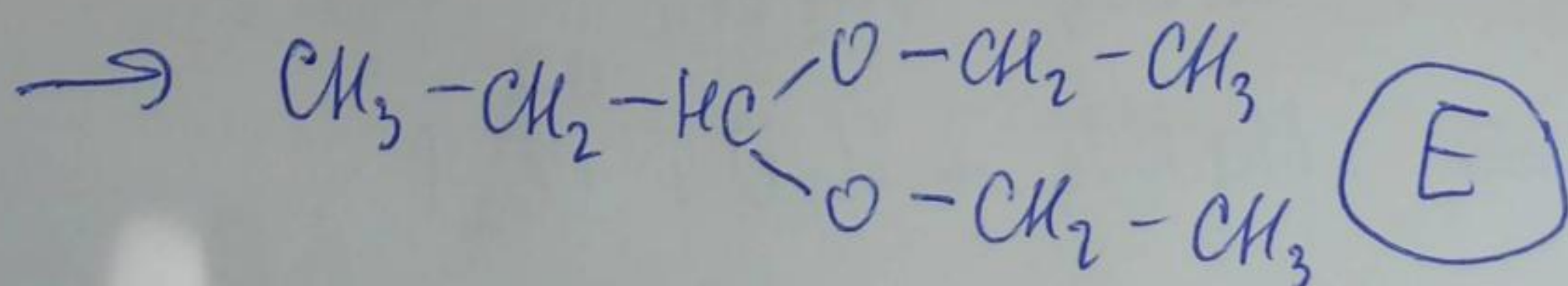
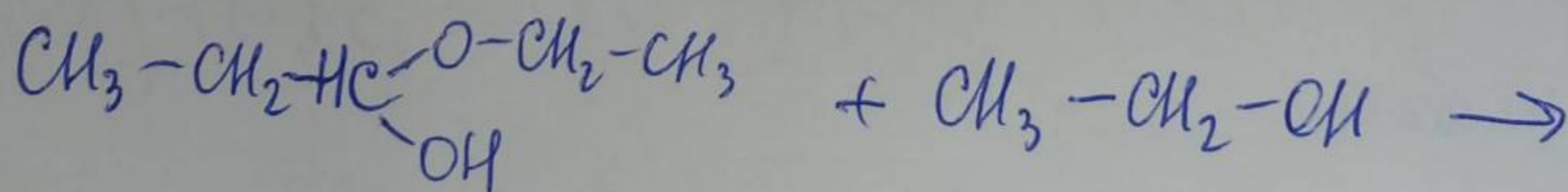
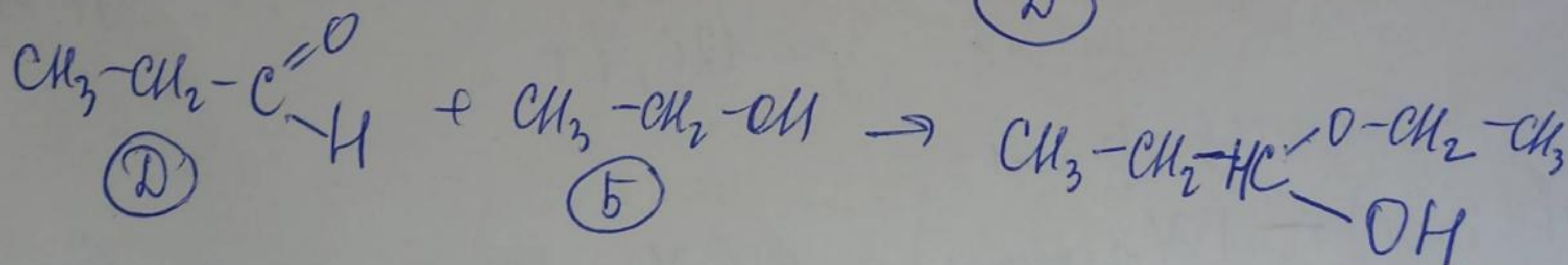
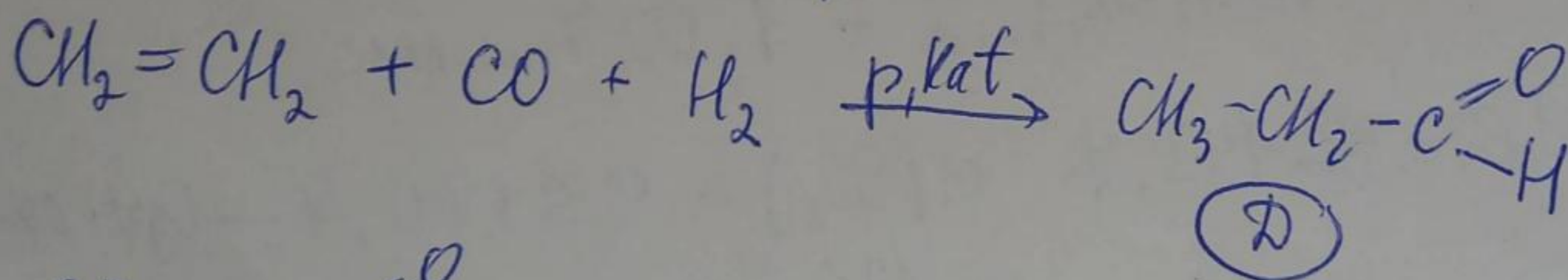
Задача 6



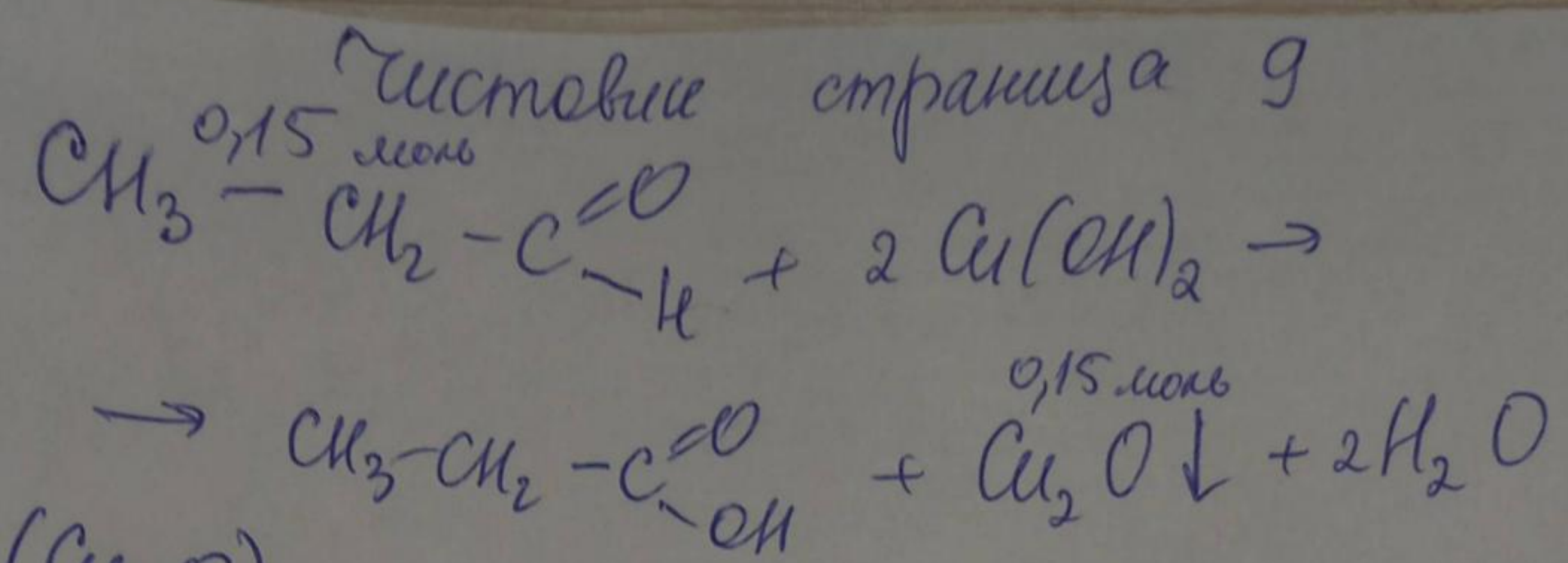
$$M_{\text{ср.}}(\text{B} + \text{Г}) = 0,875 \cdot 32 = 28 \text{ г/моль}$$

$$M(\text{CO}) = 28 \text{ г/моль}$$

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



исходные структура 9



$$m(\text{Cu}_2\text{O}) = 21,6 \text{ г}$$

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

$$m(\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}} - \text{H}) = 58 \text{ г/моль} \cdot 0,15 \text{ моль} = 8,7 \text{ г}$$

Ответ: А) $\text{H} - \overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}} - \text{H}$ муравьиный к-та

Б) $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{OH}$ этанол

В) CO угарный газ

Г) $\text{H}_2\text{C} = \text{CH}_2$ этилен

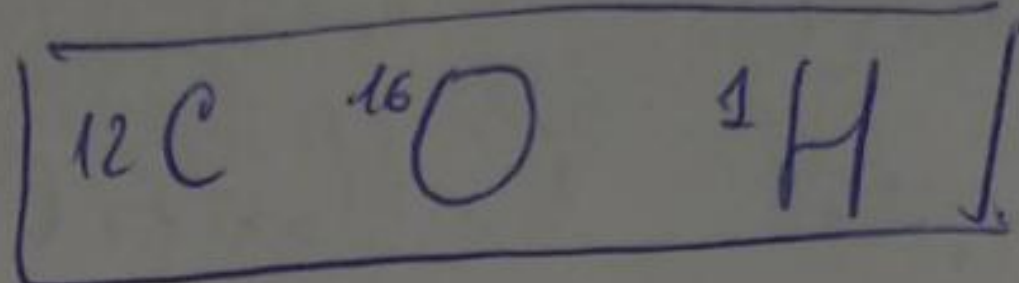
Д) $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}} - \text{H}$ - пропаналь

Е) $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{C} \begin{matrix} \text{O} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3 \\ \text{O} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3 \end{matrix}$

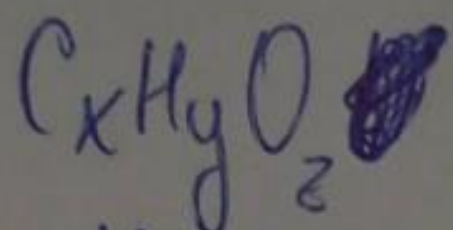
1,1 - диэтоксидэтан

$$m = 8,7 \text{ г}$$

Задача 1



уравнение р-ции



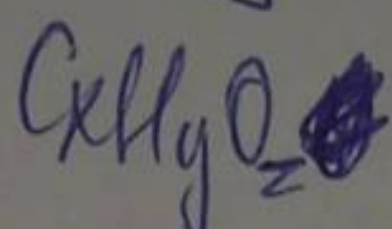
$42\bar{e}$

$32n$

$\text{C} - 6\bar{e}$

$\text{H} - 1\bar{e}$

$\text{O} - 8\bar{e}$



$42\bar{e}$

$32n$

$6n$

$8n$

! как раскозная вещ-ва? ?

Пусть $z=1$

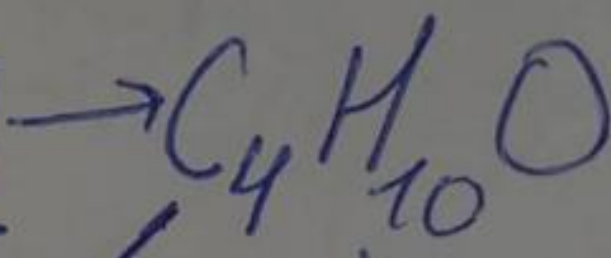
По электронам:

$6x + y + 8 = 42$

$6x + y = 34$

$x=3 \quad y=16$

$x=4 \quad y=10$



спирт

простой эфир

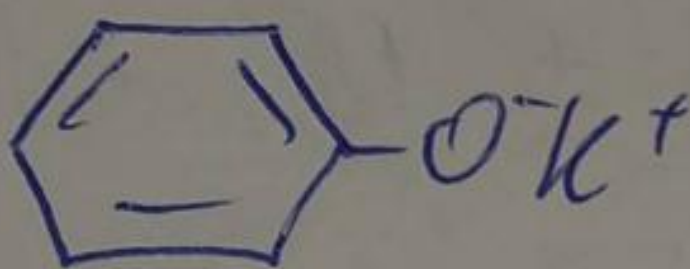
Задача 2

$K_{\text{дис.}} = 10^{-10}$

$\text{pH} = 11$

преколет катион

$\text{pOH} = 14 - 11 = 3$



Пусть за x преколет, вот гидролизвался

$\text{C}_{\text{исх}} \text{ преколет } a - ?$

$K_{\text{r}} (\text{преколет}) = \frac{x^2}{\text{C}_{\text{исх.}} - x}$

$K_{\text{r}} = \frac{K_{\text{со}}}{K_{\text{г}} (\text{преколет})}$

Задача 3

Пример вещ-ва $A = x \Rightarrow B = 1,86x$

$\vec{v} = \overleftarrow{v}$

$pV = nRT$

$\text{C}(B) = 1,86x \frac{\text{моль}}{\text{л}}$

$M_{\text{ср}} = \frac{n(A) \cdot M(A) + n(B) \cdot M(B)}{n(A) + n(B)} = \frac{x \cdot M(A) + 1,86x \cdot M(B)}{x + 1,86x}$

$n = n(A) + n(B) = x + 1,86x = 2,86x$

Задача 4

Зерновое стр. 2

$$pV = nRT$$

смесь из 2-х спиртов: $C_xH_{2x+1}OH$
 $C_yH_{2y+1}OH$

$$V_{\text{смеси}} = 11,15 \text{ л}$$

$$n = \frac{101,3 \text{ кПа} \cdot 11,15 \text{ л}}{8,314 \cdot 453} \approx 0,3 \text{ моль}$$

$$M_{\text{ср}}(\text{смеси}) = 53 \text{ г/моль} \rightarrow C_2H_5OH \text{ (46 г/моль)}$$

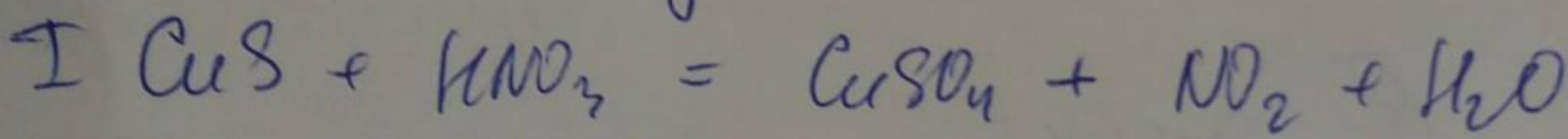
$$M_{\text{ср}} = \frac{15,9 \text{ г}}{0,3 \text{ моль}}$$

$$\rightarrow C_3H_7OH \text{ (60 г/моль)}$$

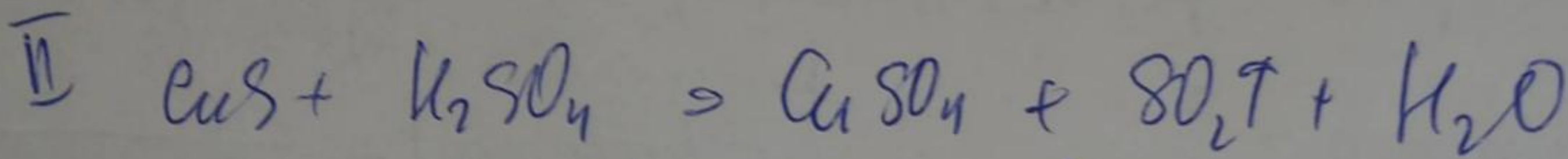
р-н метилового окисления спиртов

$KMnO_4$ - окислит \rightarrow найти объем V

Задача 5

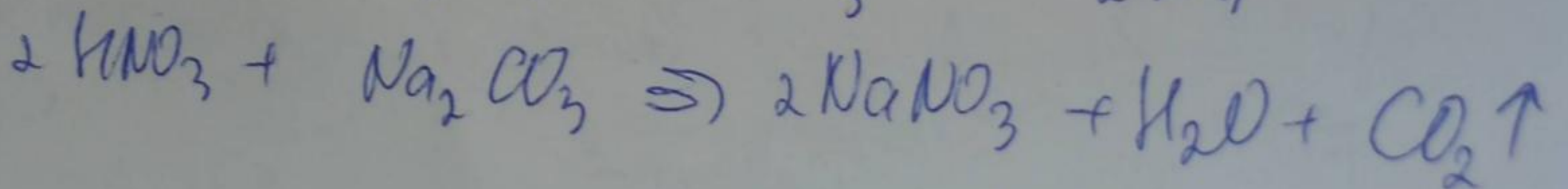
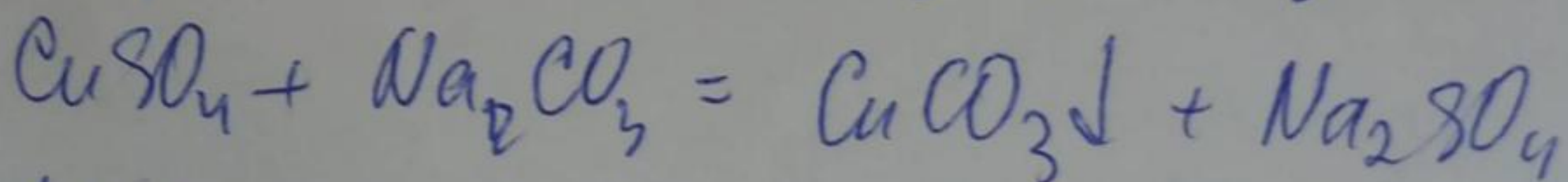


найти $n(HNO_3)$ и $n(CuS)$ и изобразить \rightarrow найти M_1 ст.м.



найти $n(H_2SO_4)$ и $n(CuS)$ \rightarrow найти M_2 ст.м.

В 1 ст.м. добавили X - $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$



термическая структура 3

Задание 6

