



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

ОЛИМПИАДНАЯ РАБОТА

Наименование олимпиады школьников: **«Ломоносов»**

Профиль олимпиады: **Химия**

ФИО участника олимпиады: **Демченко Мария Александровна**

Класс: **11**

Технический балл: **98**

Дата проведения: **27 февраля 2022 года**

Проверяющий	Кабанова Е.Г.
Шифр работы	9627324
1 задание	Все верно 8 б
2 задание	Все верно, но также как в приведенном решении константа гидролиза записана неверно, не через равновесные концентрации (-1 б) 15 б
3 задание	В выражении для константы равновесия не равновесные концентрации (-1), остальное все верно 15 б
4 задание	Все верно 20 б
5 задание	Все верно 20 б
6 задание	Все верно 20 б
Всего	98

Чистовик 1

№ 1.

Дано:

Решение.

$$e^- = 42$$

$$n = 32$$

количество $H = 42 - 32 = 10$,
так как в H нет n

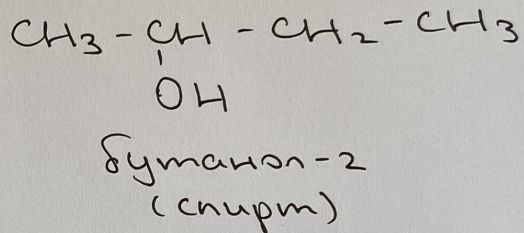
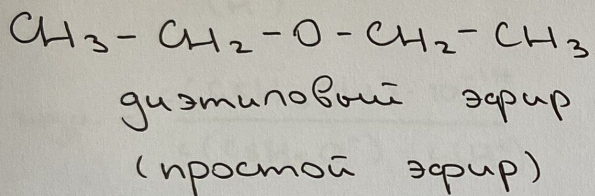
Подберем количество C и O :

$$C = 4$$

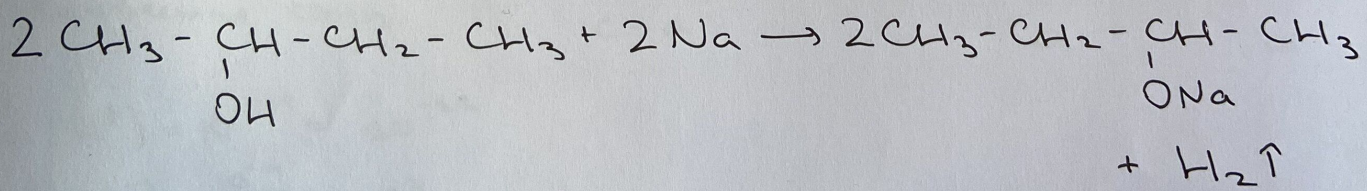
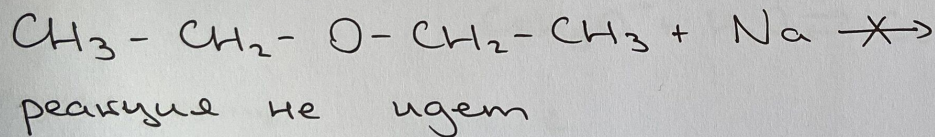
$$O = 1$$

$$6 \cdot 4 + 8 = 32 - \text{подходит.}$$

формула: $C_4H_{10}O$ - спирт или простой эфир.



Распознаем вещества:



признак реакции: выделение газа.

Условие 2 N°2

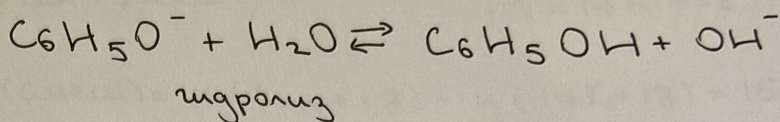
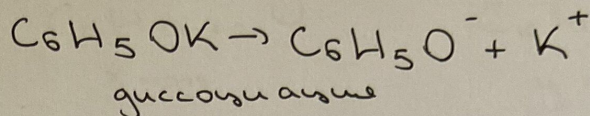
Дано:

$$K_{\text{гидр.}} = 1 \cdot 10^{-10}$$

$$pH = 11$$

$$c(\text{C}_6\text{H}_5\text{OK}) = ?$$

Решение.



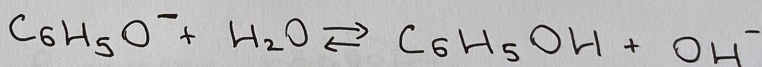
$$K_{\text{гидр.}} = \frac{c(\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}) \cdot c(\text{OH}^-)}{c(\text{C}_6\text{H}_5\text{O}^-)}$$

$$K_w = c(\text{OH}^-) \cdot c(\text{H}^+) = 10^{-14} \quad - \quad \text{Ионное произведение воды.}$$

$$c(\text{OH}^-) = \frac{10^{-14}}{c(\text{H}^+)}$$

$$K_{\text{гидр.}} = \frac{c(\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}) \cdot 10^{-14}}{c(\text{C}_6\text{H}_5\text{O}^-) \cdot c(\text{H}^+)}$$

$$K_{\text{гидр.}} = \frac{10^{-14}}{K_{\text{гидр.}}} = \frac{10^{-14}}{1 \cdot 10^{-10}} = 10^{-4}$$



Исходная конц.

$$c \qquad \qquad \qquad 0 \qquad \qquad 0$$

Равновесная конц.

$$c - a \qquad \qquad \qquad a \qquad \qquad a$$

$$c(\text{H}^+) = 10^{-pH} = 10^{-11}$$

$$c(\text{OH}^-) = \frac{10^{-14}}{10^{-11}} = 10^{-3} = a$$

$$K_{\text{гидр.}} = \frac{a \cdot a}{c - a} = \frac{(10^{-3})^2}{c - 10^{-3}} = 10^{-4}$$

$$c = 0,011 \text{ M}$$

Ответ:

$$c(\text{C}_6\text{H}_5\text{OK}) = 0,011 \text{ M}$$

Условие 3

№ 4

Дано:

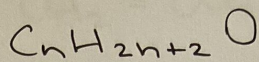
$$m(\text{вещ}) = 15,9$$

$$V = 11,15$$

$$t = 180^\circ\text{C}$$

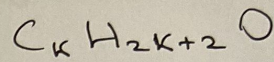
$$p = 1 \text{ атм.}$$

Решение.



x моль

$$M = 12n + 2n + 2 + 16$$



y моль

$$M = 14k + 18$$

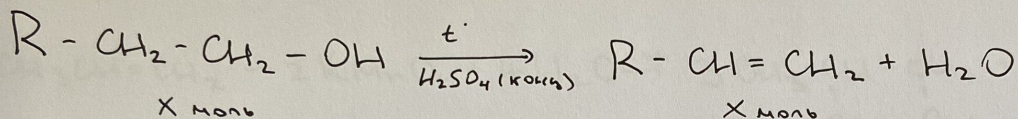
$V(KMnO_4)$ - ?

$\omega(\text{сирпов})$ - ?

$$m(\text{вещ}) = x(14n + 18) + y(14k + 18) = 15,9$$

$$pV = \nu RT$$

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



$$0,3 = x + y$$

$$0,3 - y = x$$

$$15,9 = (0,3 - y)(14n + 18) + y(14k + 18)$$

Будем решать методом подбора.

Пусть $n=2$, $k=3$

$0 < y < 0,3$ - условие правильного подбора.

$$13,8 - 46y + 60y = 15,9$$

$$14y = 2,1$$

$$y = 0,15 \text{ моль} - \text{подходит}$$

$$x = 0,15 \text{ моль}$$

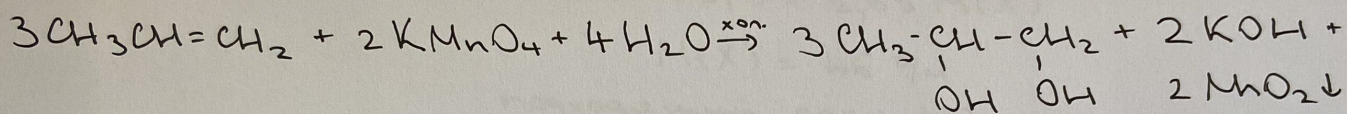
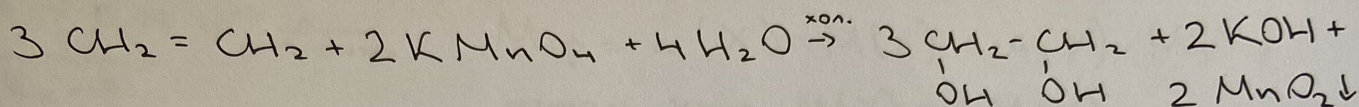
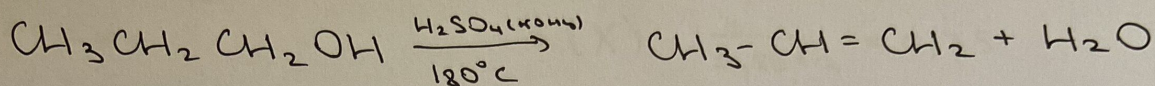
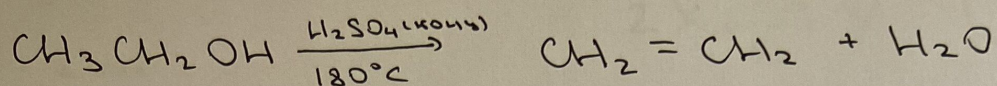
$n=2$: CH_3CH_2OH - этанол

$k=3$: $CH_3CH_2CH_2OH$ - пропанол-1

$$m(C_2H_5OH) = 46 \cdot 0,15 = M \cdot \nu = 6,9$$

$$\omega(C_2H_5OH) = \frac{6,9}{15,9} = 0,434 \text{ (43,4\%)}$$

$$w(C_3H_7OH) = 100 - 43,4 = 56,6\% \quad \boxed{\text{Установив 4}}$$



$$\rightarrow (KMnO_4) = 0,1 + 0,1 = 0,2$$

- по двум уравнениям реакции.

$$c = \frac{\rho}{V} \quad V = \frac{\rho}{c}$$

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

Ответ: $w(C_2H_5OH) = 43,4\%$

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

$$V(KMnO_4) = 0,5 \text{ л}$$

Условие 5

N° 3

Решение.

Замечание: A = X
B = Y

Дано:

$$V = 1,00 \text{ л}$$

$$X:Y = 1:1,86$$

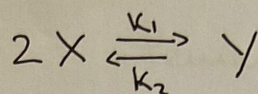
$$P = 1 \text{ атм.}$$

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

$$M_{\text{ср}} = 75,9 \text{ г/м}$$

$$K_1 = 5,00 \cdot 10^{-3} \frac{\text{л}}{\text{мин. моль}}$$

$$K_2 = ?$$



1) Молярные доли веществ.

$$a(X) = \frac{1}{1,86 + 1} = 0,35$$

$$a(Y) = 0,65$$

$$M_{\text{ср}} = a(X) \cdot M(X) + a(Y) \cdot M(Y)$$

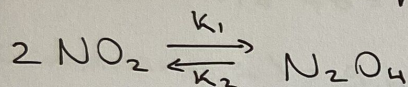
учтем, что $M(Y) = 2M(X)$

$$75,9 = 0,35 \cdot M(X) + 0,65 \cdot M(X) \cdot 2$$

$$75,9 = 1,65 M(X)$$

$$M(X) = 46 \text{ г/м}$$

подходящий газ: NO_2



$$D = \frac{PV}{RT}$$

$$D = \frac{101,3 \cdot 1}{8,314 \cdot 303} = 0,0402 \text{ моль}$$

$$D(\text{NO}_2) = 0,35 \cdot 0,0402 = 0,014 \text{ моль}$$

$$D(\text{N}_2\text{O}_4) = 0,65 \cdot 0,0402 = 0,026 \text{ моль}$$

$$c = \frac{D}{V}$$

$$c(\text{NO}_2) = \frac{0,014}{1} = 0,014 \text{ М}$$

$$c(\text{N}_2\text{O}_4) = 0,026 \text{ М}$$

$$K_{\text{равн.}} = \frac{K_1}{K_2}$$

$$K_{\text{равн.}} = \frac{c(\text{N}_2\text{O}_4)}{c(\text{NO}_2)^2} = \frac{0,026}{(0,014)^2} = 132,65$$

$$\frac{5,0 \cdot 10^{-3}}{K_2} = 132,65$$

$$K_2 = 3,8 \cdot 10^{-5} \text{ мин}^{-1}$$

Ответ: $K_2 = 3,8 \cdot 10^{-5} \text{ мин}^{-1}$

Условие № 5

Дано:

Решение.

$$m(\text{CuS}) = 9,62$$

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

$$1) m(\text{HNO}_3 \text{ p-p}) = 1202$$

$$\nu(\text{HNO}_3) = \frac{75,6}{63} = 1,2 \text{ моль}$$

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

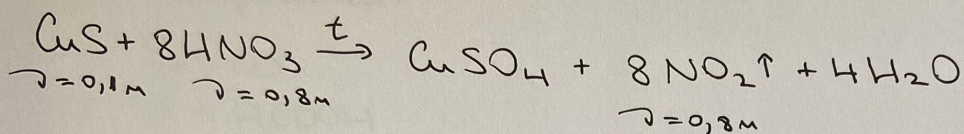
$$2) m(\text{H}_2\text{SO}_4 \text{ p-p}) = 142,72$$

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

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

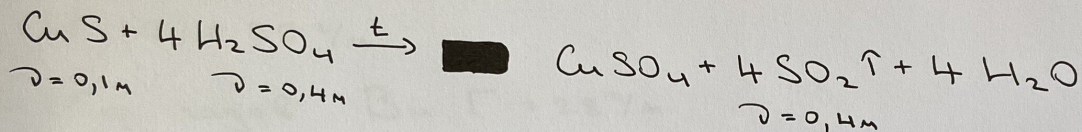
$$\Delta m - ? \quad \nu(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{142,7 \cdot 0,98}{98} = 1,427 \text{ моль}$$

$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) - ?$$



$$m(\text{NO}_2) = 0,8 \cdot 46 = 36,82$$

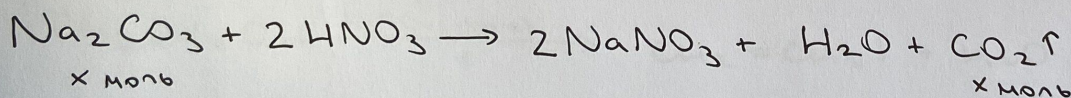
$$m(\text{остатка 1}) = 9,6 + 120 - 0,8 \cdot 46 = 92,82$$



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

$$m(\text{остатка 2}) = 9,6 + 142,7 - 25,6 = 126,72$$

$$\Delta m = 126,7 - 92,8 = 33,92$$



$$33,9 = Mx - 44x = 286x - 44x = 242x$$

$$242x = 33,9$$

$$x = 0,14 \text{ моль}$$

$$\nu(\text{HNO}_3) = 1,2 - 0,8 = 0,4 \text{ моль (избыток)}$$

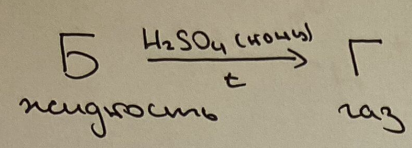
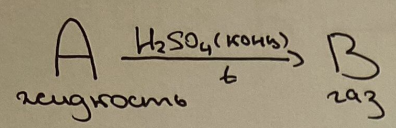
$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 0,14 \cdot 286 = 40,042$$

Ответ: $\Delta m = 33,92$

$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 40,042$$

Чистовик 7

N° 6

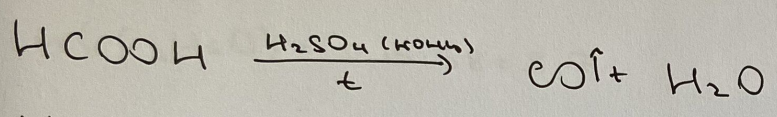


$$D_{O_2} = 0,875$$

$$M_{ср.} = 32 \cdot 0,875 = 28^2/\text{моль}$$

По условию одно из исходных веществ - кислота.
 Пусть это А. А - жидкость. В таком случае единственная подходящая р-ция: $HCOOH \xrightarrow{H_2SO_4 \text{ (конц)}} CO \uparrow + H_2O$
 при нагревании.

$\Rightarrow B - CO$
 $A - HCOOH$

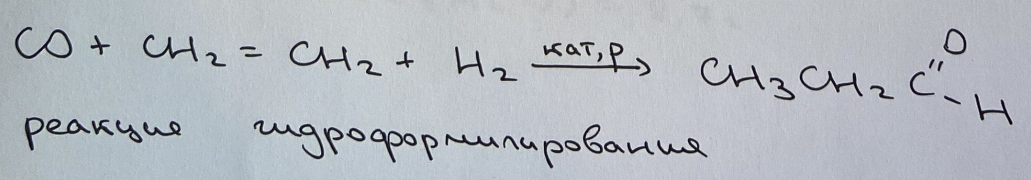
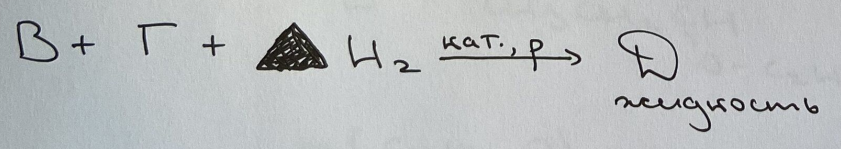
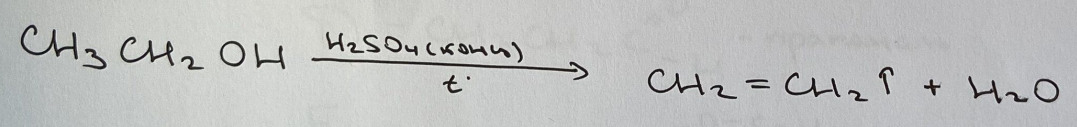


$$M(CO) = 28^2/\text{м}$$

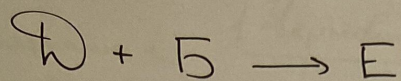
$$M_{ср.} \text{ газов } B \text{ и } \Gamma = 28^2/\text{м}$$

$$\Rightarrow M(\Gamma) = 28^2/\text{м}$$

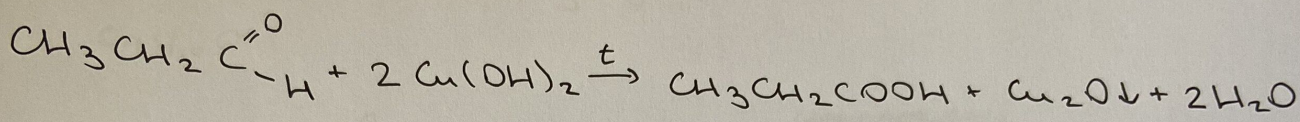
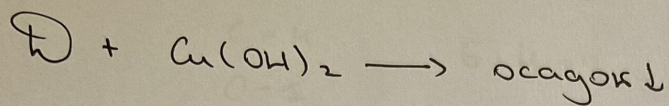
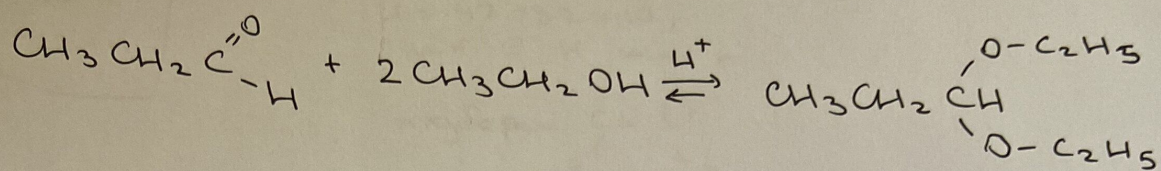
Γ - этилен, тогда Б - этанол



D - пропаналь.



Условие 8



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

$$m(\text{C}_3\text{H}_6\text{O}) = 0,15 \cdot 58 = 8,7 \text{ г}$$

Ответ:

A - HCOOH - муравьиная к-та

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

В - CO - угарный газ

Г - $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ - этилен

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

Е - $\text{CH}_3\text{CH}_2\overset{\text{O}-\text{C}_2\text{H}_5}{\underset{\text{O}-\text{C}_2\text{H}_5}{\text{C}}}\text{H}$ - ацеталь

$$m(\text{C}_3\text{H}_6\text{O}) = 8,7 \text{ г}$$

Вариант 1.

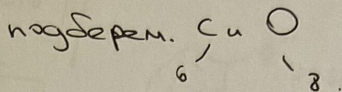
Черновик 1

№1

42 - e

32 - n.

$H = 42 - 32 = 10$,
м.к в H нем н.

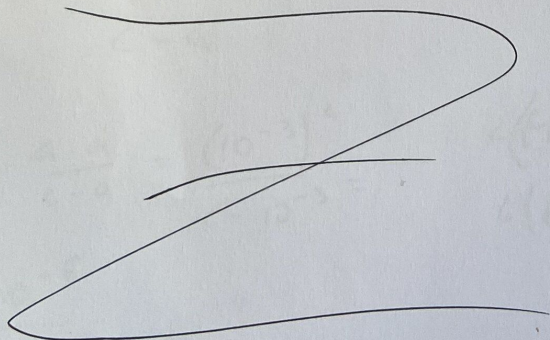
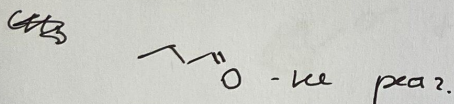
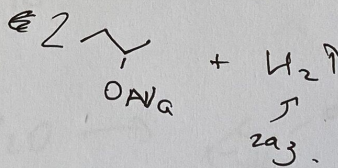
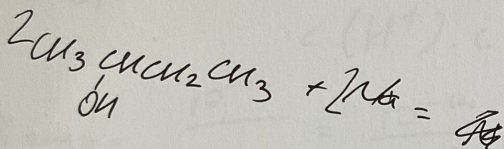
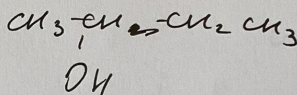
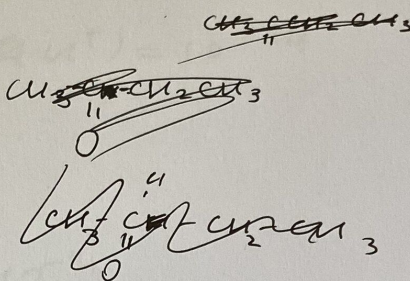
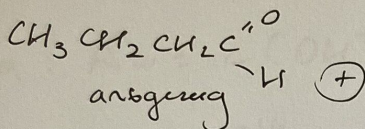
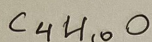


C - 4

O - 2

$6 \cdot 4 + 8 = 32$.

- похорошум.



$$K_1 = 5,00 \cdot 10^{-3}$$

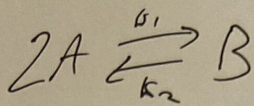
$$M_{cp} = 75,92 \text{ г/м}$$

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

$$\sqrt{} = 1,001 \Rightarrow$$

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

$$p = 101,3 \text{ кПа}$$



Уравнение 3

$$x(A) = \frac{1}{1+1,86} = 0,35$$

$$x(B) = 0,65$$

$$M_{cp} = x(A) \cdot M(A) + x(B) \cdot M(B)$$

$$\text{гемем, умно } MB = 2MA$$

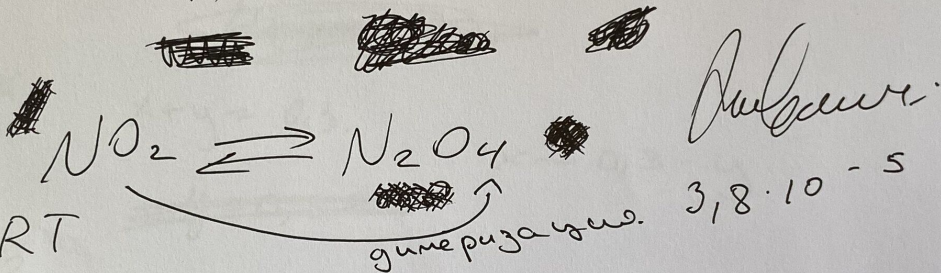
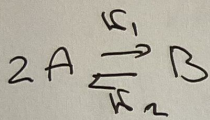
~~Mcp~~

$$x(A) \cdot M(A) + x(B) \cdot 2 \cdot M(A)$$

$$0,35 \cdot M(A) + 2 \cdot 0,65 \cdot M(A) = 75,9$$

$$1,65 M(A) = 75,9 \text{ г/м}$$

$$M(A) = 46 \text{ г/м}$$



$$pV = \nu RT$$

$$\nu = \frac{pV}{RT} = \frac{101,3 \cdot 1}{8,314 \cdot 303} = 0,0402$$

$$\nu(N_2O_4) = 0,0402 \cdot 0,65 = 0,026 \text{ моль}$$

$$\nu(NO_2) = 0,0402 \cdot 0,35 = 0,014$$

$$c = \frac{\nu}{V} \text{ м}$$

$$c(NO_2) = \frac{0,014}{1} = 0,014 \text{ М}$$

$$c(N_2O_4) = 0,026$$

$$K_{равн} = \frac{K_1}{K_2}$$

$$K_2 = K_{равн} \cdot K_1$$

$$K_{равн} = \frac{c(N_2O_4)}{c(NO_2)^2} = 132,7$$
$$K_2 = \frac{5 \cdot 10^{-3}}{132,7} = 3,8 \cdot 10^{-5}$$

$$N = 4$$

Углерод 4

$$t = 180^\circ \text{C}$$

$$V = 11,15 \text{ л}$$

$$m(\text{смеси}) = 15,9 \text{ г}$$

~~Решение~~

$$c(\text{H}_2\text{O}) = 0,4 \text{ М}$$

$$m(\text{смеси}) = 15,9$$

и

$$p(\text{CO}_2) = p(\text{RT})$$

$$11,15 t = 453 \text{ К}$$

$$c_{\text{H}_2\text{O}} + 2 \text{O}$$

$$c_{\text{CO}_2} + 2 \text{O}$$

$$m(\text{смеси}) = x(14n + 18) + y(14k + 18) = 15,9 \text{ г}$$

Подбор.

↑
46

↑
60

1) 2; 3

$$\begin{matrix} 11,15 \\ \text{PV} = \text{VRT} \\ 10,13 \quad 8,314 \end{matrix} \quad 453 \text{ К}$$

$$x + y = 0,3$$

$$x = 0,3 - y$$

$$\underline{\underline{y = 0,3 - x}}$$

$$n = 0,3$$

$$\underline{\underline{(0,3 - x)(14n + 18) + 60 = 15,9 =}}$$

$$46 \cdot (0,3 - y) + 60y = 15,9$$

$$(2) \quad w = \frac{46 \cdot 0,15}{15,9} = 0,134 \quad 13,8 - 46y + 60 = 15,9$$

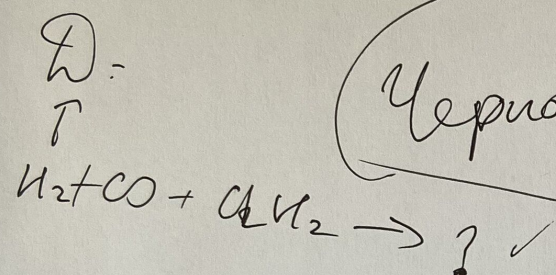
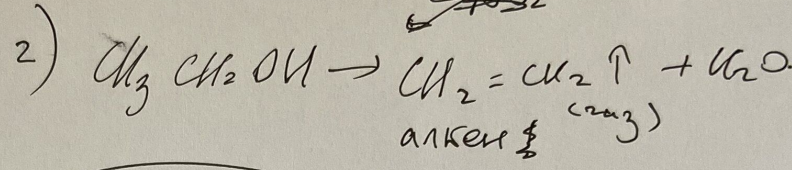
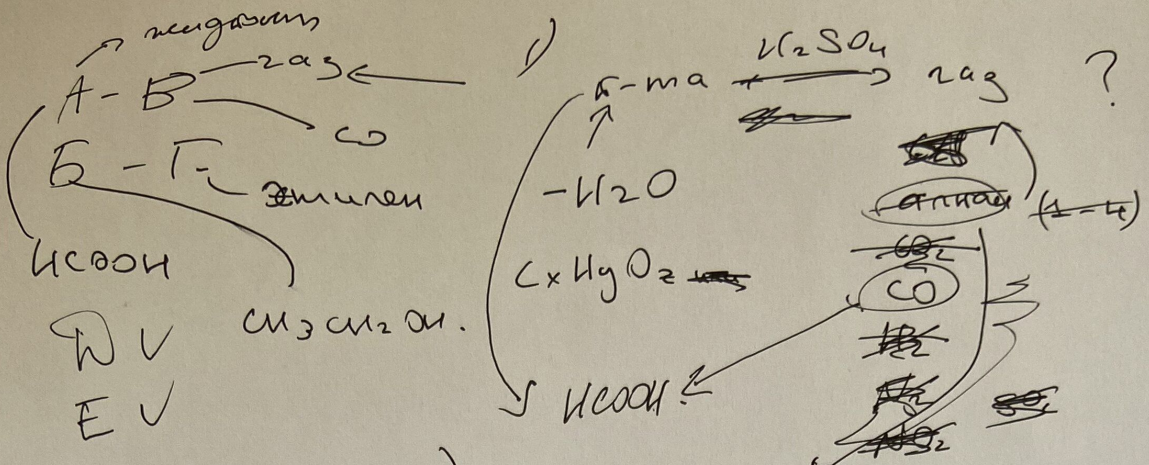
$$43,4 \%$$

$$14y = 2,1$$

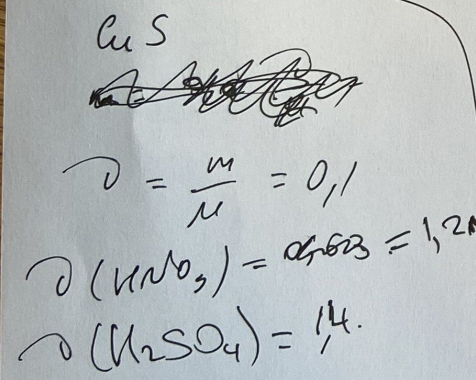
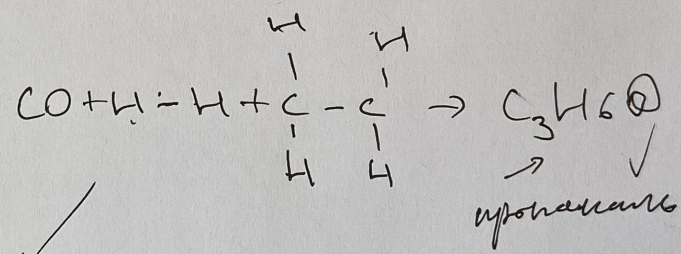
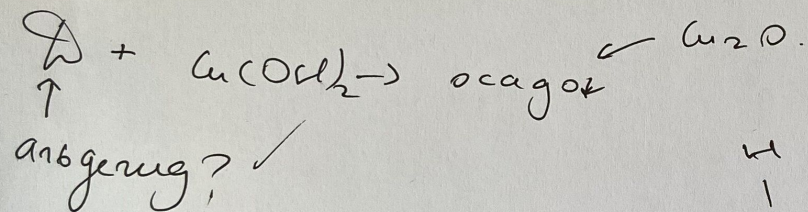
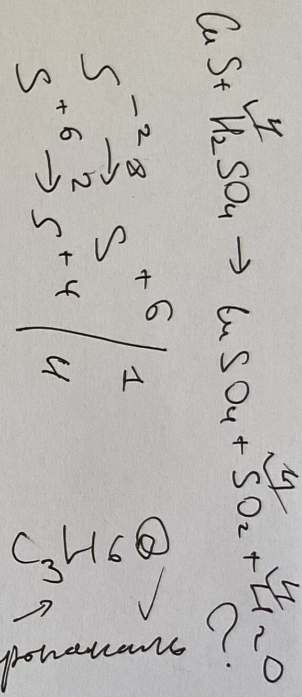
$$(3) = 56,6 \%$$

$$y = 0,15 \text{ моль}$$

$$x = 0,3 - 0,15 = 0,15$$



Чернобыль 5



E - асемаро

