



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

ОЛИМПИАДНАЯ РАБОТА

Наименование олимпиады школьников: **«Ломоносов»**

Профиль олимпиады: **Химия**

ФИО участника олимпиады: **Гамбург Ева Дмитриевна**

Класс: **11**

Технический балл: **90**

Дата проведения: **27 февраля 2022 года**

Шифр работы: 9049593

Проверяющий: Бедняков Александр Сергеевич

Замечания:

1. 8

2. 16

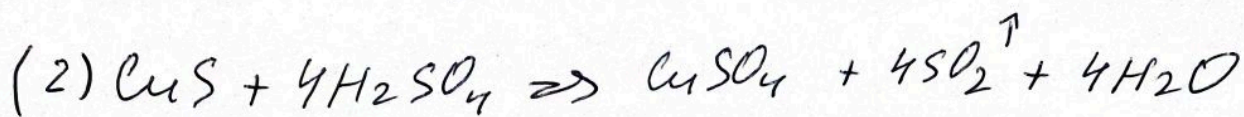
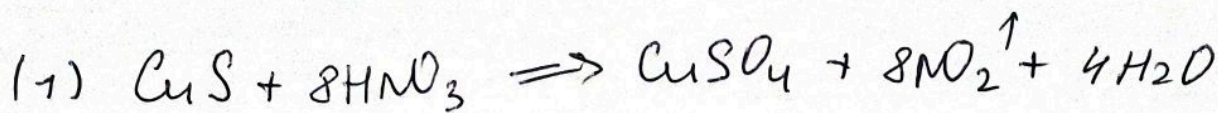
3. 10 Расчёт константы неправильный

4. 16 Арифметическая ошибка при расчёте массовой доли (взята неверная молярная масса), соответственно, результат тоже неправильный

5. 20

6. 20

N5



$$n(\text{CuS}) = 0,1 \text{ моль}$$

$$n(\text{H}_2\text{SO}_4) = 1,427 \text{ моль}$$

$$n(\text{HNO}_3) = 1,2 \text{ моль}$$

$$m(\text{NO}_2) = 36,8 \text{ г}$$

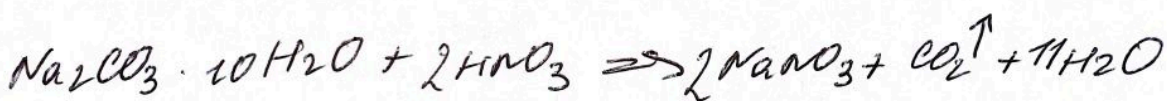
$$m(\text{SO}_2) = 25,6 \text{ г}$$

$$(1) m_1 = 9,6 + 120 - 36,8 = 92,8 \text{ г}$$

$$(2) m_2 = 9,6 + 142,7 - 25,6 = 126,7 \text{ г}$$

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

⇒ в 1-й стадии добавим $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$.



$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = \frac{m}{44}$$

1: HNO_3 - избыт.

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

$$m(\text{CO}_2) = 0,2 \cdot 44 = 8,8 \text{ г}$$

$$33,9 = m_{\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}} - 8,8$$

$$m_{\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}} = 42,7 \text{ г}$$



$$m_{\text{Na}_2\text{CO}_3} = \underline{40,06 \text{ г}}$$

2: $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ - избыт.

$$m(\text{CO}_2) = \frac{m}{286} \cdot 44 =$$

$$= 0,1538 m$$

$$33,9 = m - 0,1538 m$$

$$m = 40,06 \text{ г}$$

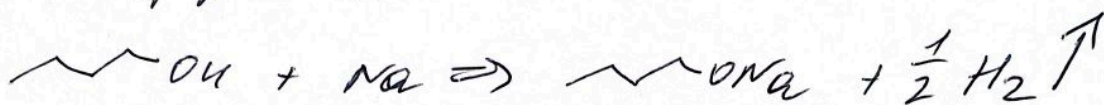
$$n = \frac{40,06}{286} = 0,14 \text{ моль}$$

N1

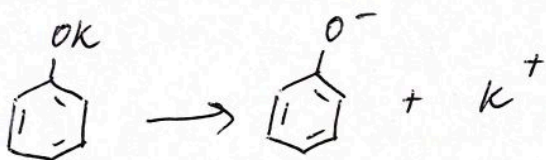
Брутто-формула получается $C_4H_{10}O$

Тогда, это CCCCO и CCCOC

Спирты реагируют с щелочными металлами, а эфир нет.

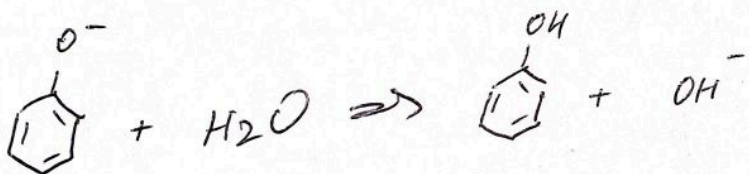


N2



$$\text{pH} = 11 \Rightarrow \text{pOH} = 3$$

$$[\text{OH}^-] = 1 \cdot 10^{-3}$$



$$K_b = 10^{-10} \Rightarrow K = \frac{K_w}{K_b} = \frac{10^{-14}}{10^{-10}} = 10^{-4}$$

~~Handwritten scribbles~~

$$[\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}] = [\text{OH}^-] = 10^{-3} = x$$

$$K = \frac{x^2}{c-x}$$

$$c-x = [\text{C}_6\text{H}_5\text{O}^-]$$

$$10^{-4} = \frac{(10^{-3})^2}{c-x}$$

$$[\text{C}_6\text{H}_5\text{O}^-] = 10^{-2} \text{ M}$$

$$[\text{C}_6\text{H}_5\text{OK}] = [\text{C}_6\text{H}_5\text{O}^-] + [\text{OH}^-] = 10^{-2} + 10^{-3} = 0,011 \text{ M}$$

Страница 2 из 5

N3

$M_{cp} = 75,3$, смесь из условий:

$$\frac{M_A + M_B \cdot 1,86}{2,86} = 75,3 \quad (M_B = 2M_A)$$

$\Rightarrow M_A = 46 \text{ г/моль}$ A - NO_2

$x(A) = \frac{x}{x + 1,86x} = \frac{1}{2,86} =$ B - N_2O_4 .

$= 0,35$ $x(B) = 0,65$

$p(A) = 0,35 \text{ атм}$ $p(B) = 0,65 \text{ атм}$

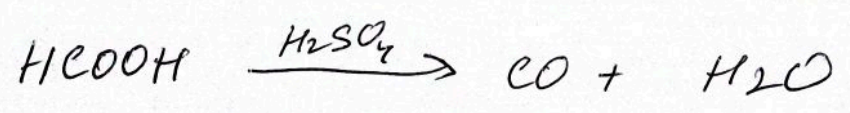
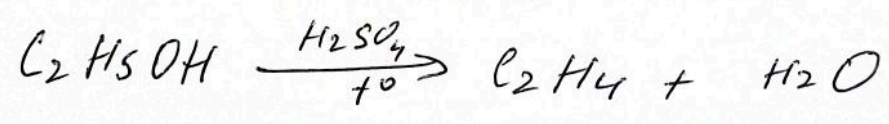
$$K_p = \frac{0,65}{0,35^2} = 5,306$$

$$\frac{K_1}{K_{-1}} = \frac{p_B}{p_A^2} = 5,306$$

$$K_{-1} = \frac{5,00 \cdot 10^{-3}}{5,306} = 9,42 \cdot 10^{-4} \frac{\text{л}}{\text{моль} \cdot \text{мин}}$$

N6

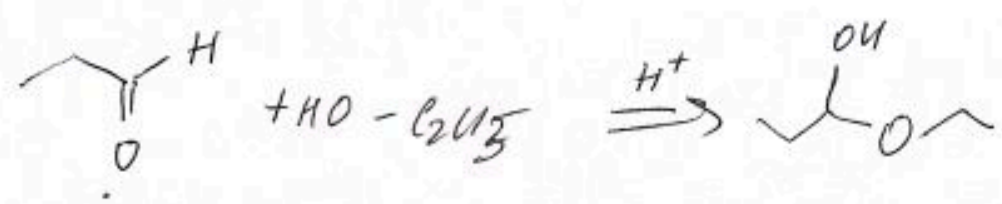
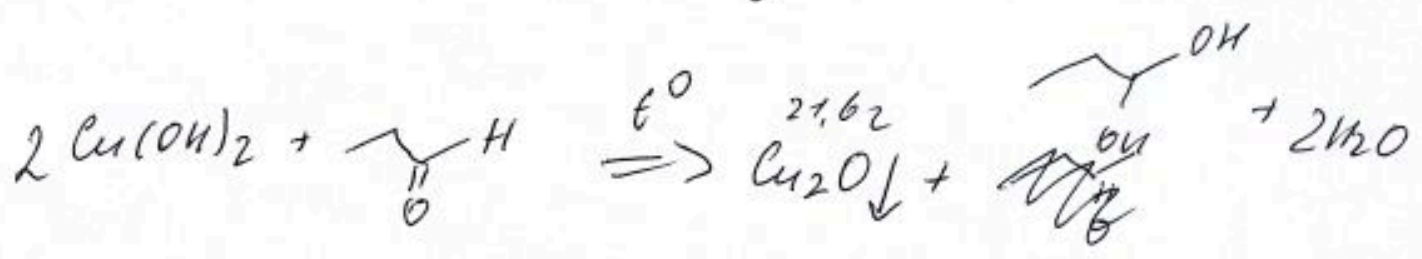
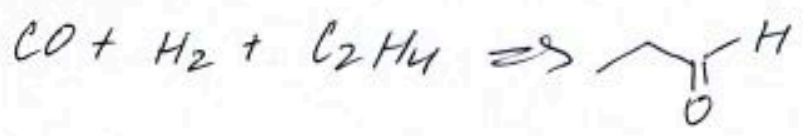
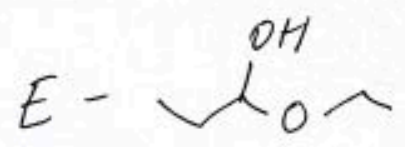
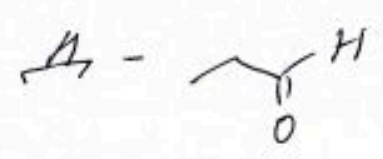
$M_{cp}(B+Г) = 28 \text{ г/моль}$. Тогда можем предположить, что B - CO , Г - C_2H_4 . Т.к.:



Страница 3 из 5

N6 (продолжение)

A - C₂H₅OH Б - HCOOH



$n(Cu_2O) = 0,15 \text{ моль}$

$n(A) = 0,15$ $m(A) = 8,72$

N4

C₂H₅OH и C₃H₇OH

популярна метемора:

$46x + 58y = 15,3$

$pV = nRT$

$x + y = 0,3$

$n = 0,3 \text{ моль}$



$x = 0,125$

$y = 0,175$

Справа ~~4~~ м 5

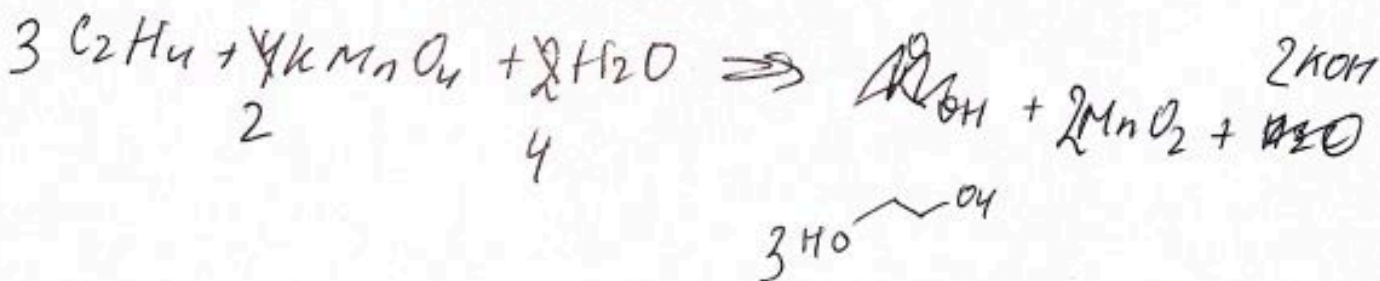
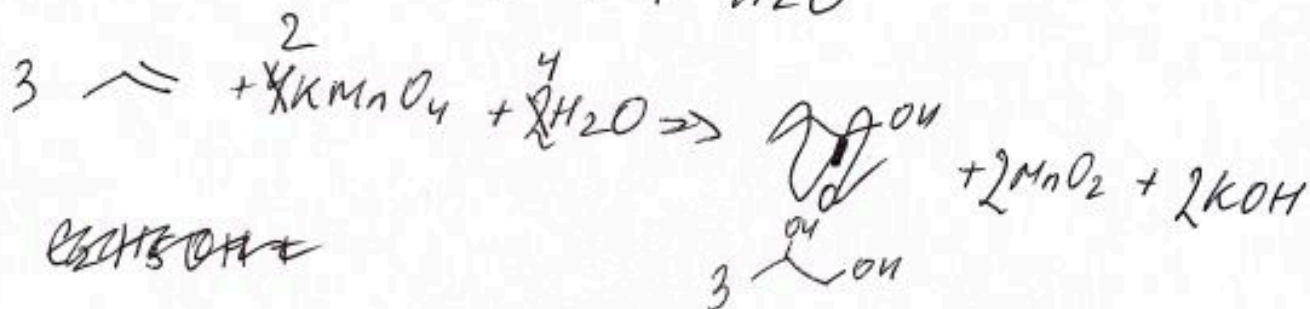
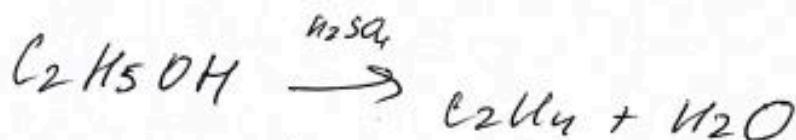
рч (прогорм.)

$$m(C_2H_5OH) = 5,252$$

$$m(C_3H_7OH) = 8,872 \quad 10,152$$

$$w(C_2H_5OH) = 36,16\%$$

$$w(C_3H_7OH) = 63,84\%$$



$$n(KMnO_4) = \frac{0,175}{3} \cdot 2 + \frac{0,125}{3} \cdot 2 = 0,2 \text{ моль}$$

$$V = \frac{n}{c} = \frac{0,2}{0,4} = 0,5 \text{ л}$$

пробки

$$n(B) = 0,0402 \text{ моль}$$

$$n(A) = 0,0216 \text{ моль}$$

$$\frac{x + 2x \cdot 1,86}{2,86} = 75,9$$

~~$$x = 32 \text{ моль}$$~~

$$x = 46 \text{ моль}$$



$$r = 5,00 \cdot 10^{-3} \text{ л/моль} \cdot \text{мин}$$

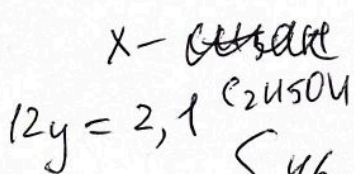


$$K = \frac{[\text{NO}_2]^2}{[\text{N}_2\text{O}_4]}$$

~~$$5 \cdot 10^{-3} =$$~~

$$11,15 \cdot 10^4 \cdot 325 = 1 \cdot 8,314 \cdot (273 + 120)$$

$$n = 0,3 \text{ моль}$$



$$y = 0,175 \begin{cases} 46x + 72y = 15,9 \\ 46x + 58y = 15,9 \end{cases}$$

$$\Downarrow$$

$$x = 0,125 \text{ моль} \quad x + y = 0,3$$



$$n_1 + n_2 = 15,92$$

$$n_1 + n_2 = 11,15 \text{ л}$$



~~$$\frac{x}{58} + \frac{y}{72} = 25,9$$~~

$$x \cdot 58 + y \cdot 72 = 15,9$$

$$x + y = 0,437$$

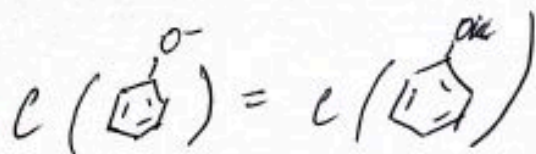
$$\begin{cases} 58x + 72y = 15,9 \\ x + y = 0,437 \quad | \cdot 58 \end{cases}$$

$$\begin{cases} 58x + 72y = 15,9 \\ 58x + 58y = 28,87 \end{cases}$$

$$14y = \text{нет моль}$$

N2

прибавил



$$pH = 11 \Rightarrow pOH = 3$$

$$[\text{OH}^-] = 10^{-3} \text{ моль/л} = x$$



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



$$K_r = \frac{x^2}{c - x}$$

$$10^{-4} = \frac{(10^{-3})^2}{c - 10^{-3}}$$

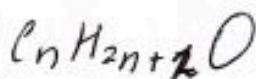
решение

$$c = 0,01 \text{ моль/л}$$

$$= 0,01 \text{ M}$$

$$c = [\text{C}_6\text{H}_5\text{O}^-] + [\text{OH}^-] = 0,01 + 10^{-3} =$$

N4



при $n > 4$ нет решения.

Тогда предположим, что $n = 3$ и $n = 2$

$$46x + 58y = 15,9$$

$$x - \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$$

$$x + y = 0,3$$

$$y - \text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$$

$$(pV = nRT, 11,15 \cdot 10^4 \cdot 325 = n \cdot 8,314 \cdot (273 + 180))$$

$$n = 0,3 \text{ моль}$$

$$x = 0,125 \text{ моль}$$

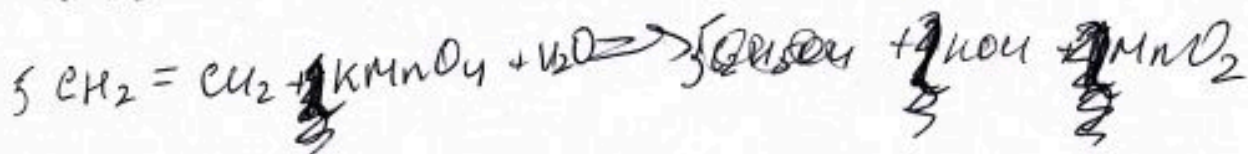
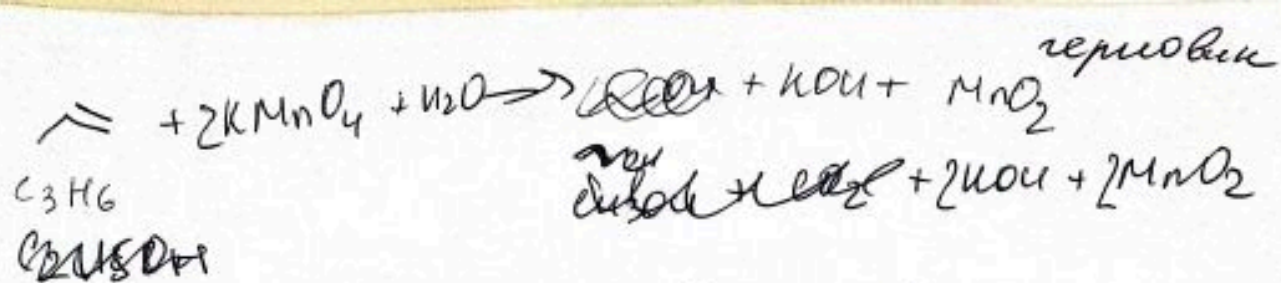
$$m(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 46 \cdot 0,125 = 5,75$$

$$y = 0,175 \text{ моль}$$

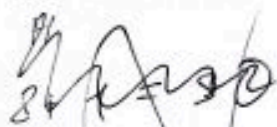
$$m(\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}) = 58 \cdot 0,175 = 10,15$$

$$w(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 36,16\%$$

$$w(\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}) = 63,84\%$$



$20 + 2 = 22$



$12 + 1 = 13\text{O}$

$30 + 2 = 32\text{H}$

$5 + 2 + 4 = 11\text{O}$

$5 + 3 + 6 = 14\text{O}$

N3

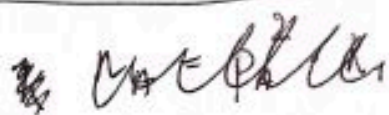
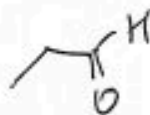
$x(A) = \frac{x}{x + 1,36x} = \frac{1}{2,36} = 0,35 \text{ атм}$

A - NO_2
 B - N_2O_4

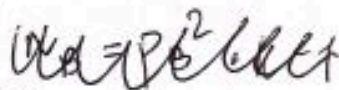
$x(B) = 0,65 \text{ атм}$

$p(A) = 0,35 \text{ атм}$
 $p(B) = 0,65 \text{ атм}$

$K_p = \frac{0,65}{(0,35)^2} = 5,306$

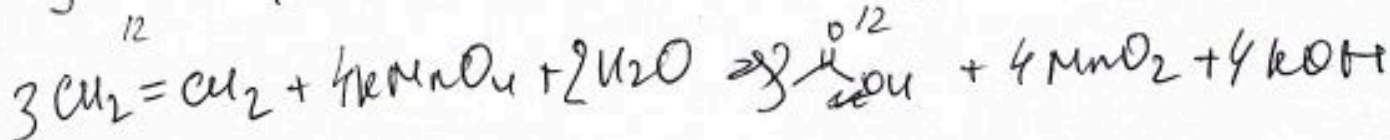
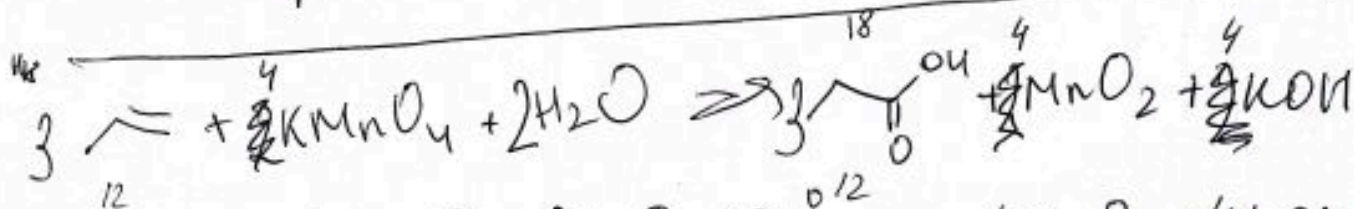


$\frac{K_1}{K-1} = \frac{P_B}{P_A^2} = 5,306$



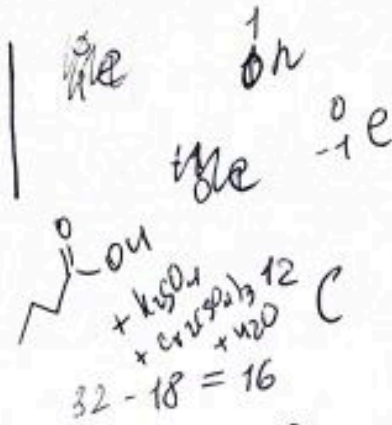
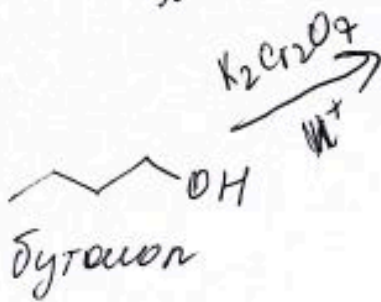
$\frac{K_1}{K-1} = 5,306$

$K-1 = \frac{K_1}{K_p} = \frac{5,00 \cdot 10^{-3}}{5,306} = 9,42 \cdot 10^{-4}$ и монб. мм



N1

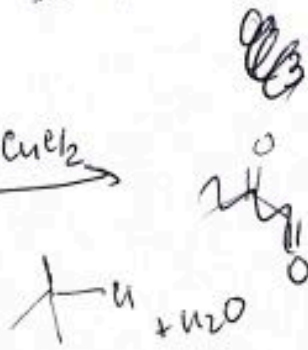
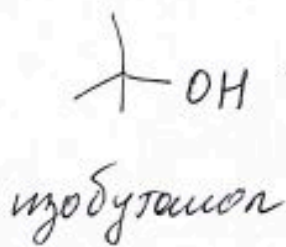
42 электрона
32 нейтрона



перовик $y = \frac{32 - 6x}{8}$

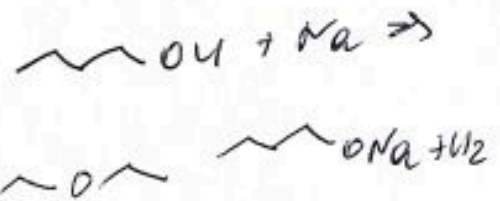
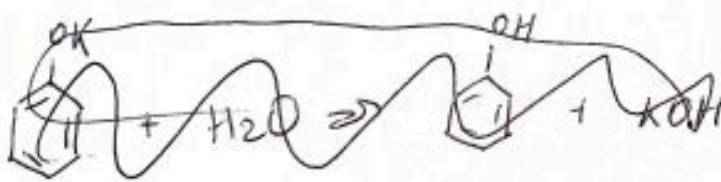
$$\begin{cases} 46x + 8y + z = 42 \\ 16x + 8y = 32 \\ 16x + 8y + z = 32 \end{cases}$$

при $x=4$
получим $y=1$
 $12 + 16 = 28$

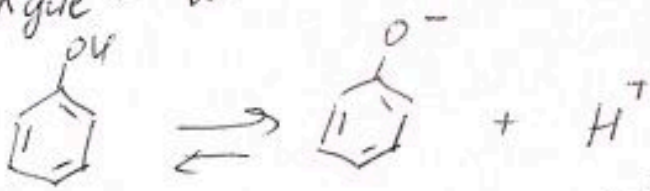


64

N2



$K_{дис} = 10^{-10}$



$pH = 11$

$[H^+] = 1 \cdot 10^{-11}$

$10^{-10} = \frac{(10^{-11})^2}{x}$
 $x = 10^{-12}$
 $C_{дис} = 10^{-12} M$

$pV = nRT$

$n = 0,0402 \text{ моль}$

N3

1 моль 1,86 моль



$V = 1 \text{ л}$

$T = 30^\circ C$

$B:A = 1,86:1$

$p = 1 \text{ атм}$

$M_{ер.} = 75,92 / \text{моль}$

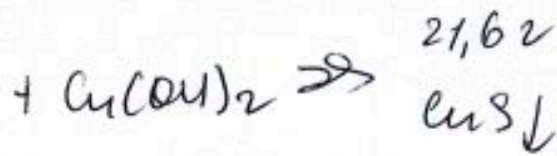
уравнение

N6

$$P_{CuO_2} \approx 0,875$$

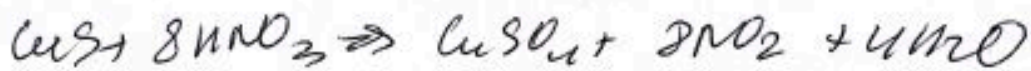
$$M_{Cu} = 282 \text{ моль}$$

огни газ - H_2



$$n \approx 0,225 \text{ моль}$$

N5



$$n(CuS) \approx 0,1 \text{ моль}$$

$$m(HNO_3) = 120 \cdot 0,63 \approx 75,62$$

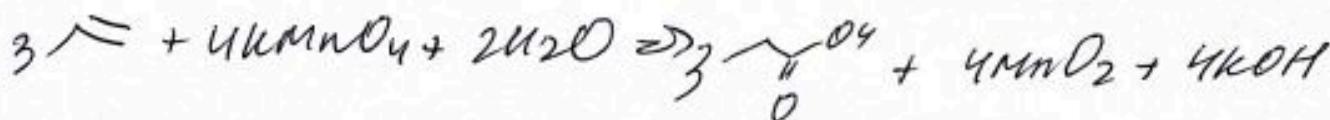
$$n \approx 1,2 \text{ моль}$$

$$m(H_2SO_4) \approx 139,8462$$

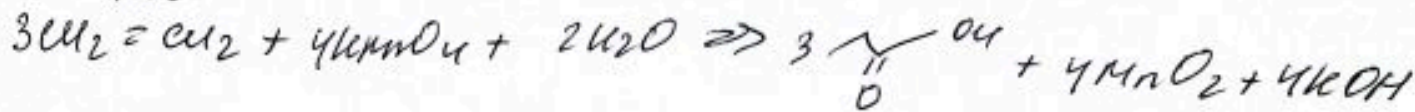
$$n \approx 1,427 \text{ моль}$$

перевик

0,175



0,125



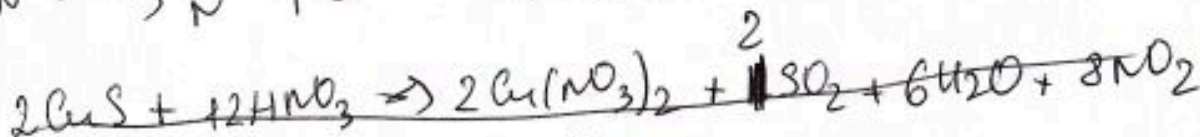
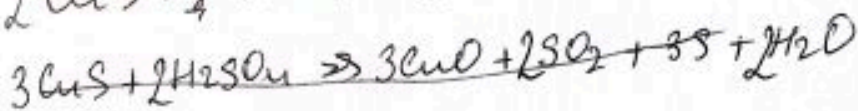
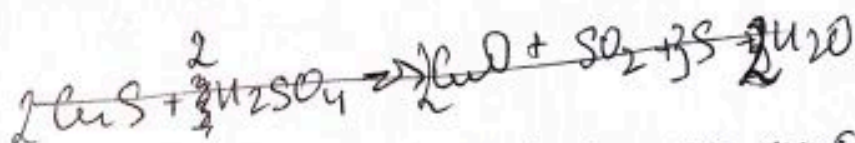
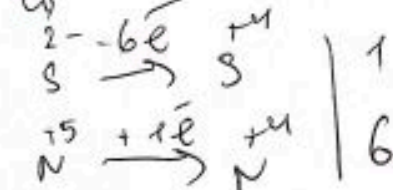
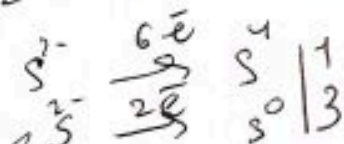
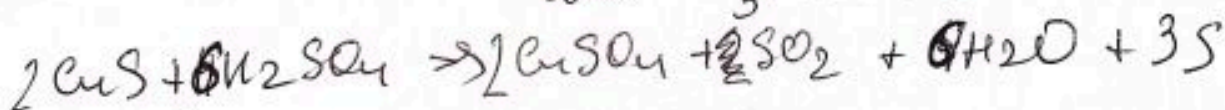
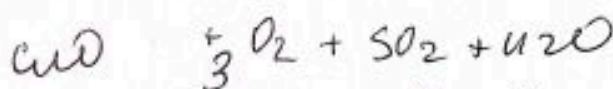
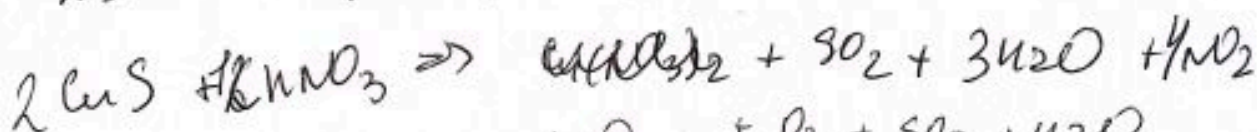
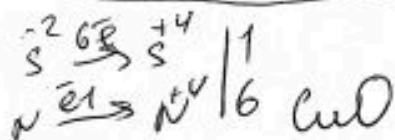
$$n(\text{KMnO}_4) = \frac{0,175}{3} \cdot 4 + \frac{0,125}{3} \cdot 4 = 0,4 \text{ моль}$$

$$V = \frac{0,4}{0,4} = 1 \text{ л}$$

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

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

NS



36



NS

