



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

ОЛИМПИАДНАЯ РАБОТА

Наименование олимпиады школьников: **«Ломоносов»**

Профиль олимпиады: **Химия**

ФИО участника олимпиады: **Фоменко Елизавета Антоновна**

Класс: **11**

Технический балл: **87**

Дата проведения: **27 февраля 2022 года**

Шифр работы: 9029617

Проверяющий: Бедняков Александр Сергеевич

Замечания:

1. 8

2. 10 Неправильный расчёт концентрации соли

3. 15 Неправильная размерность константы скорости

4. 20

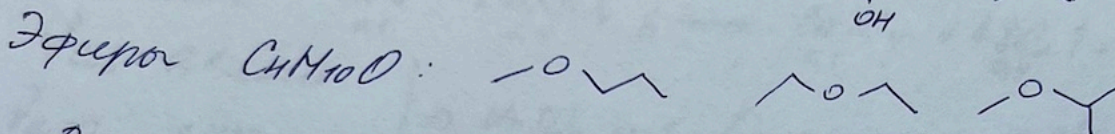
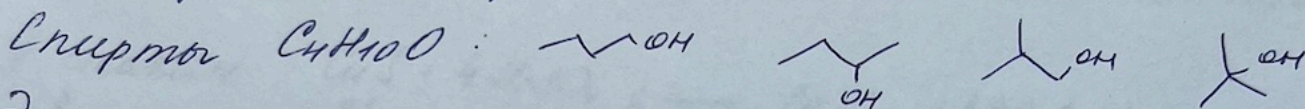
5. 20

6. 14 Реакция с угарным газом и водородом
неправильная, образования ацетала тоже, расчёт
массы, соответственно, неверный.

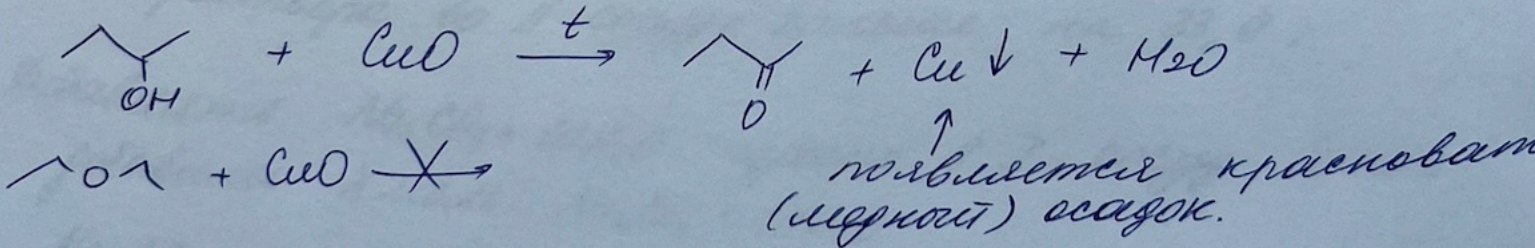
$$6x + 8y = 32 \quad \Rightarrow \quad z = 10$$

Так как x и $y \in \mathbb{N}$, то $6x + 8y = 32$ имеет единственное решение $x = 4 \quad y = 1$

Это есть изомеры имеют формулу $C_4H_{10}O$
 Алк.: если отключить к двум разным классам, то это может быть таковой спирт или простой эфир



Все спирты (кроме третичных) подвергаются окислению, поэтому по реакции с типичными окислителями ($KMnO_4 (H^+)$, $K_2Cr_2O_7 (H^+)$, $CrO (t^\circ)$) их можно идентифицировать (эфиры не окисляются). Например, окисление оксидом меди:



③ $2A \rightleftharpoons B$

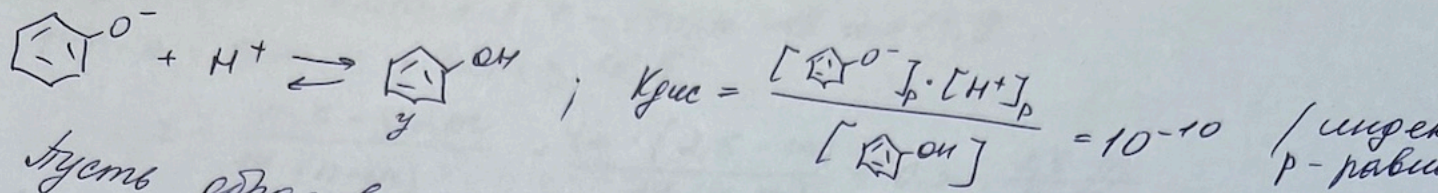
$$\nu_{\text{cm}} = \frac{pV}{RT} = \frac{1,013 \cdot 10^5 \cdot 10^{-3}}{8,314 \cdot 303} = 0,04 \text{ моль}$$

$$\nu_B : \nu_A = 1,86 : 1 = 1,86x : x, \text{ т.е. всего } \nu = 2,86x = 0,04 \text{ моль}$$

откуда $x = 0,014 \text{ моль} = \nu_A$; $\nu_B = 0,026 \text{ моль}$.

$$\bar{M}_{\text{смеси}} = \frac{M_A \cdot \nu_A + M_B \cdot \nu_B}{\nu_A + \nu_B}; \quad M_B = 2M_A \text{ (B - димер A)}$$

$$\frac{2M_A \cdot 0,026 + M_A \cdot 0,014}{0,04} = 75,9 \text{ г/моль} \Rightarrow M_A = 46 \text{ г/моль}$$



Пусть образовалось y моль фенола, для этого из раствора вывели y моль $\text{C}_6\text{H}_5\text{O}^-$, т.е. осталось $x-y$ моль.

$\text{pH} = 11$, т.е. $[\text{H}^+] = 10^{-\text{pH}} = 10^{-11}$ М. Тогда

$$K_{\text{дис}} = \frac{10^{-11} \cdot (x-y)}{y} = 10^{-10} \quad \begin{aligned} x-y &= 10y \\ x &= 11y \end{aligned}$$

$$[\text{K}^+] = [\text{OH}^-] = x = 10^{-\text{pOH}} = 10^{-(14-\text{pH})} = 10^{-3}$$

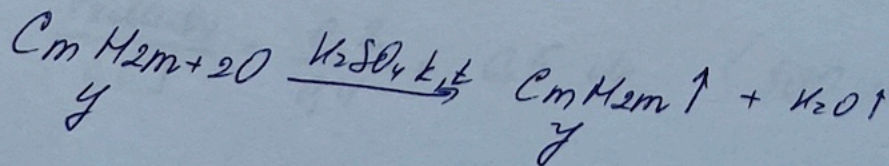
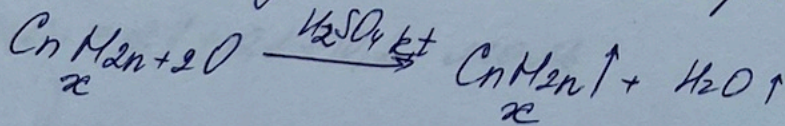
$$10^{-3} = 11y \quad y = \frac{10^{-3}}{11} = 9,09 \cdot 10^{-5} \text{ М}$$

$$[\text{C}_6\text{H}_5\text{OK}] = [\text{C}_6\text{H}_5\text{O}^-]_{\text{равн}} = x-y = 10^{-3} - 9,09 \cdot 10^{-5} = 9,09 \cdot 10^{-4} \text{ М}$$

Ответ: $[\text{C}_6\text{H}_5\text{OK}] = 9,09 \cdot 10^{-4} \text{ М} \quad (0,909 \text{ мМ})$

④ При нагревании первичных (атомных) спиртов (внутримолекулярной дегидратации) образуются алкены.

Пусть были спирты $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}\text{O}$ (x моль) и $\text{C}_m\text{H}_{2m+2}\text{O}$ (y моль)



Общее количество органических продуктов реакции

$x+y$ моль. То упр. Клапейрона - Менделеева

$$V = \frac{pV}{RT} = \frac{11,15 \cdot 10^{-3} \cdot 1,013 \cdot 10^5}{8,314 \cdot 453} = 0,3 \text{ моль}$$

$$x+y = 0,3 \text{ моль}$$

$$14n \cdot x + 18x + 4,2m + 5,4 - 14m \cdot x - 18x = 15,9$$

$$14n \cdot x - 14m \cdot x + 4,2m = 10,5$$

$$x = \frac{10,5 - 4,2m}{14(n-m)} = \frac{4,2 \cdot (2,5 - m)}{14(n-m)} = 0,3 \cdot \frac{2,5 - m}{n-m}$$

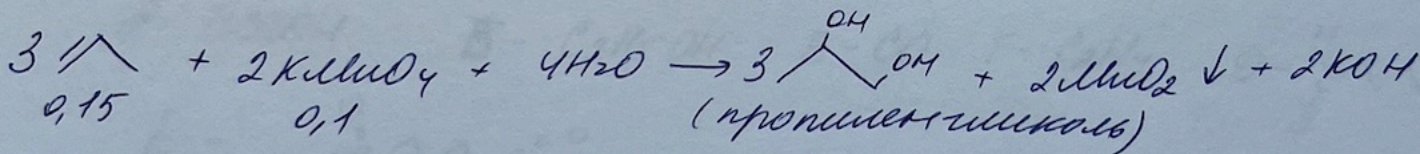
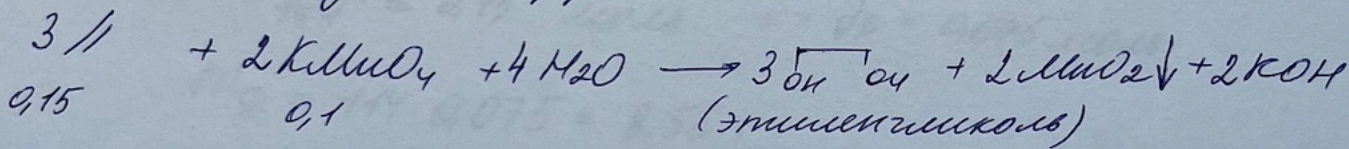
Зная, что $x < 0,3$, а $m, n \in \mathbb{N}$ возможные значения легко подобрать: $m=2, n=3, x=0,15$.

Тогда в смеси было 0,15 моль C_2H_5OH (этанол) и 0,15 моль C_3H_7OH (пропанол^{1,2}, -1 или -2. Оба будут пропанол)

$$W_{C_2H_5OH} = \frac{0,15 \cdot 46}{15,9} \cdot 100\% = 43,4\%$$

$$W_{C_3H_7OH} = \frac{0,15 \cdot 60}{15,9} \cdot 100\% (= 100\% - 43,4\%) = 56,6\%$$

Реакции этанола // и пропанола \sphericalangle с водным раствором хлора:



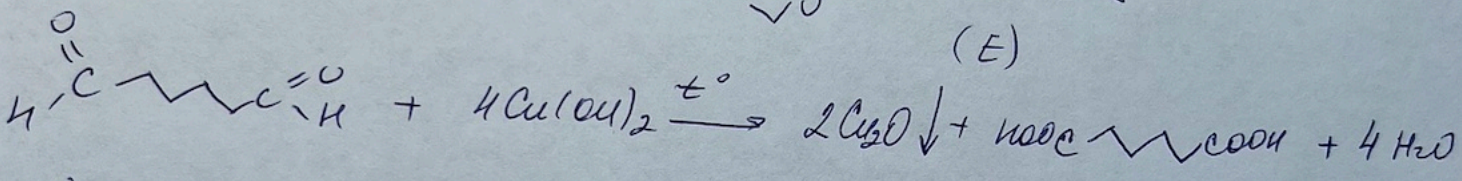
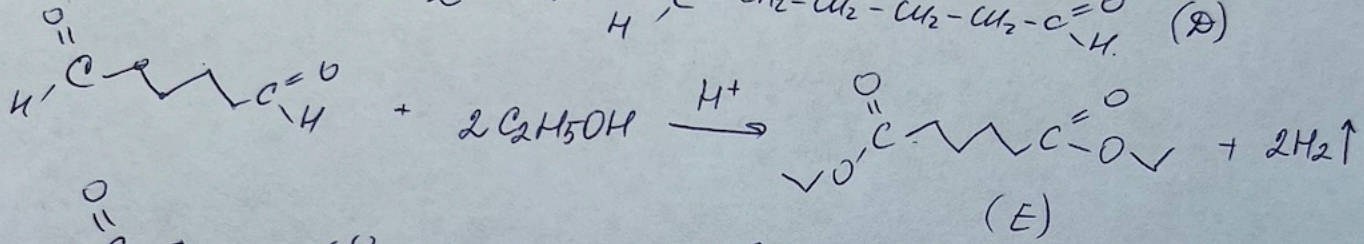
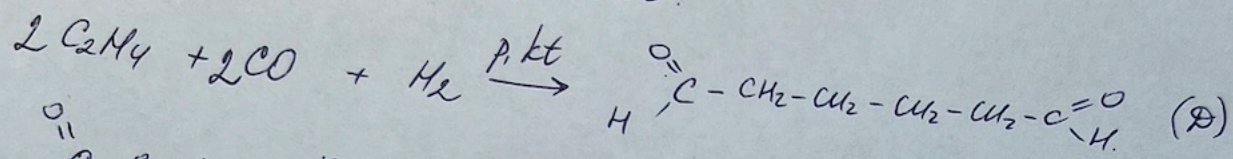
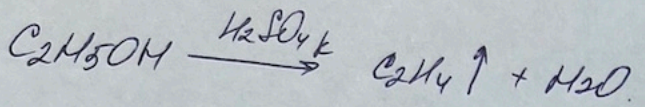
$$V_{\text{Cl}_2 \text{ в } \text{H}_2\text{O}} = 0,1 + 0,1 = 0,2 \text{ моль}$$

$$V = \frac{V_{\text{Cl}_2 \text{ в } \text{H}_2\text{O}}}{[C]} = \frac{0,2}{0,4} = 0,5 \text{ л (500 мл)}$$

⑥ Зная, что одно из веществ А и Б - кислота $\text{H}_2\text{SO}_4 \text{ конз}$ которая при действии на нее дает ерленгейтов газ, можно сделать вывод о том, что это муравьиная кислота HCOOH .

только N_2 или C_2H_4 . В реакциях с H_2SO_4 ацетилен не выделяется, поэтому второй газ - C_2H_4 .

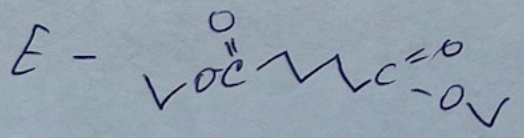
Соединение Д - альдегид (т.к. дает осадок с светлосеро-зеленым $Cu(OH)_2$), при н.у. неукосств.

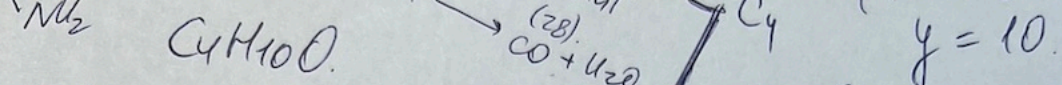


$$V_{Cu_2O} = \frac{21,6}{144} = 0,15 \text{ моль} \Rightarrow V_D = 0,075 \text{ моль}$$

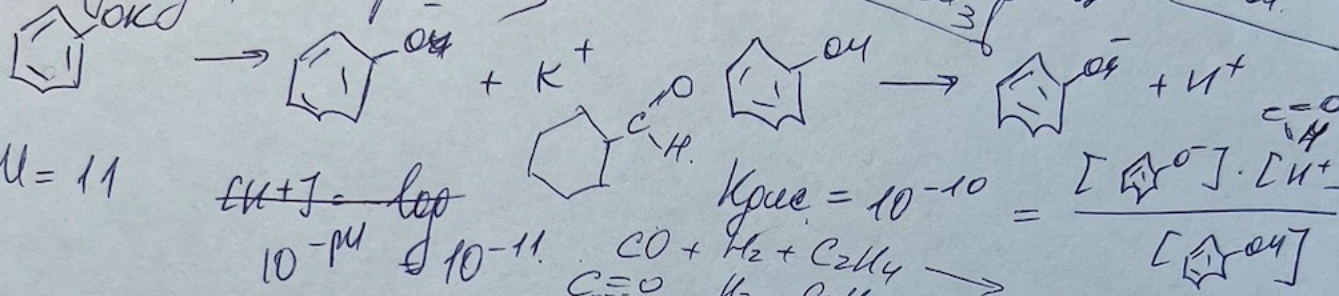
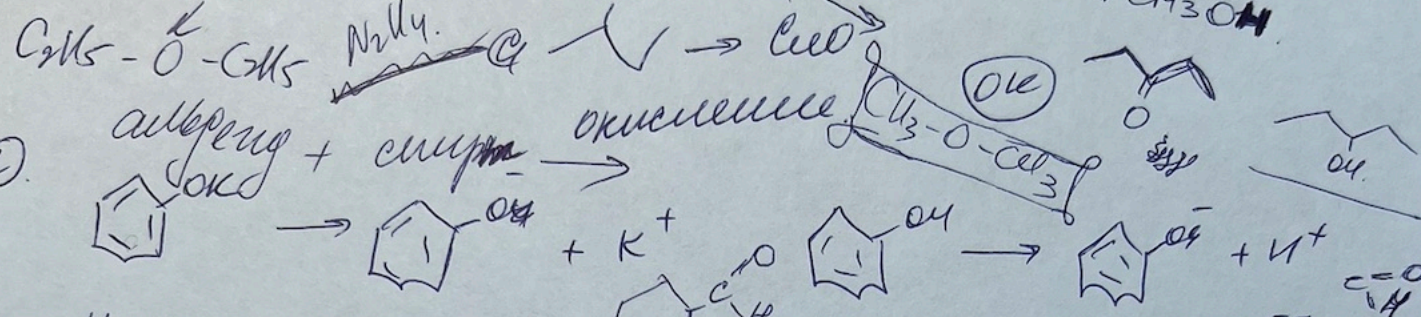
$$m_D = 114 \cdot 0,075 = 8,55 \text{ г}$$

А - $HOOC$ Б - C_2H_5OH В - CO Г - C_2H_4 Д - $H-C(=O)-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-C(=O)-H$





прикармлет в розной массам $6n + 8z = 32$ в чейх гулах.



$pH = 11$

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

$[OH^-] = 10^{-11}$

$\frac{10^{-11} \cdot 10^{-11}}{[C_6H_5OH]} = 10^{-10}$

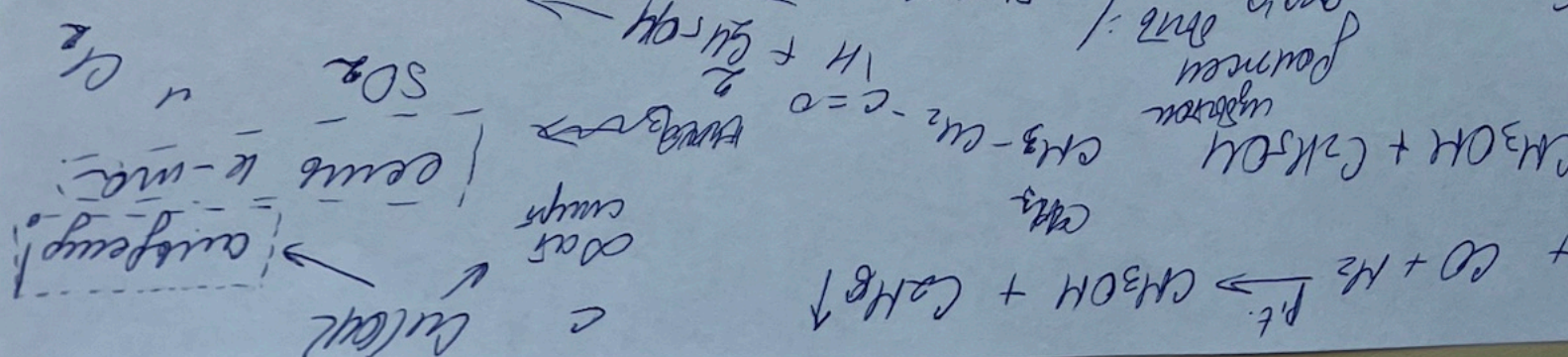
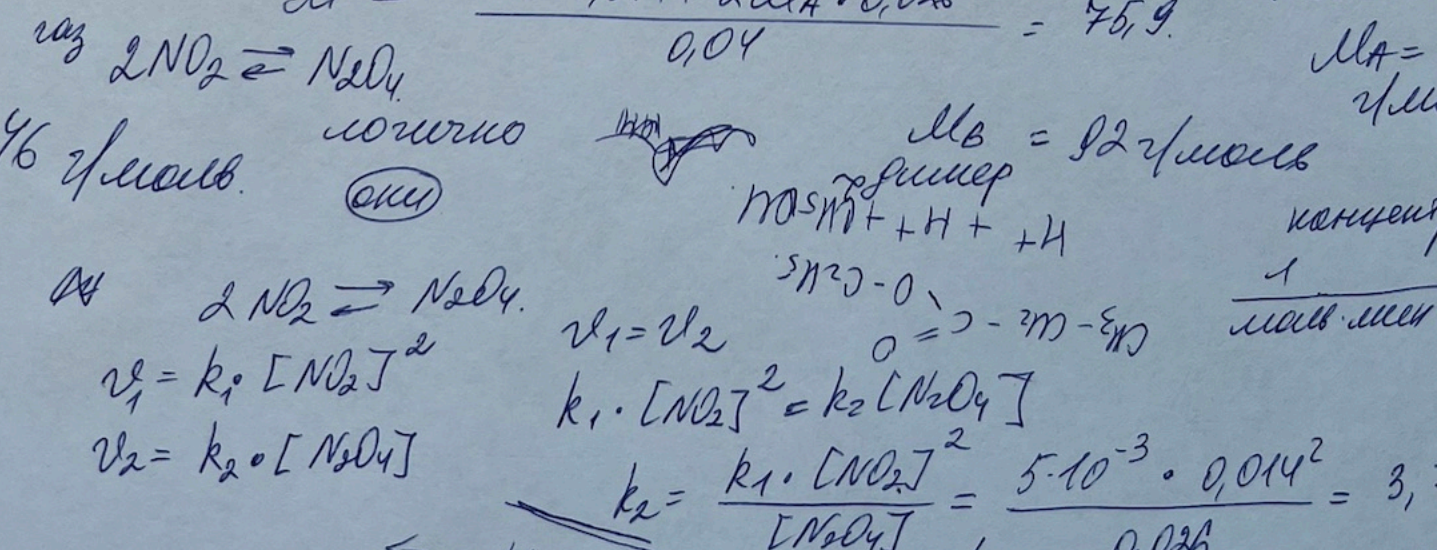
$2A \rightleftharpoons B$ $V = 1л$ $30^\circ C = 303 K$ $V = \frac{pV}{RT} = 0,04 \text{ моль}$

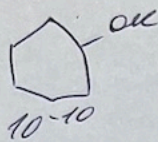
$B:A = 1,86:1$ $p = 1 \text{ атм} = 1,013 \cdot 10^5$

$x = \frac{0,04}{1,86} = 0,014 \text{ моль A}$

$0,026 \text{ моль B}$

$\bar{M} = \frac{M_A \cdot 0,014 + 2M_A \cdot 0,026}{0,04} = 75,9$





$$[A^-] = 10^{-11}$$

$$[phenol] = 10^{-12}$$

$$[K^+] = 10^{-11}$$

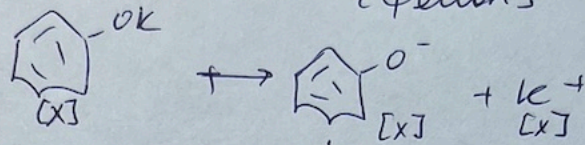
$$\frac{[A^-] \cdot [H^+]}{[phenol]} = 10^{-10}$$

$$K_{ac} phenol = \frac{[H^+][A^-]}{[phenol]} = 10^{-10}$$

$$[H^+] = 10^{-11} M$$

$$[A^-] = 10^{-11} M$$

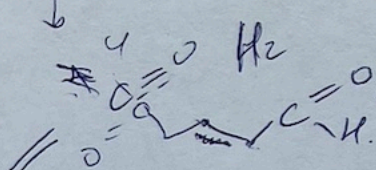
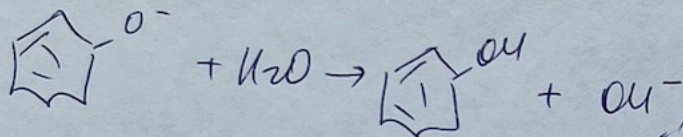
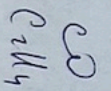
$$[phenol] = 10^{-12} M$$



$$pOH = 3$$

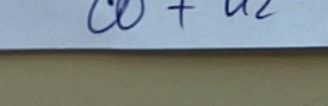
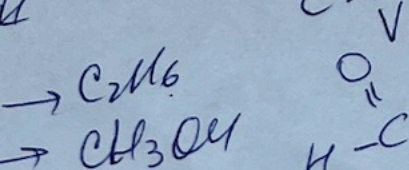
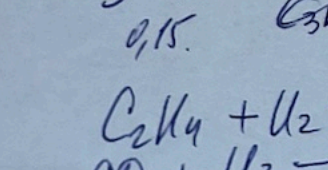
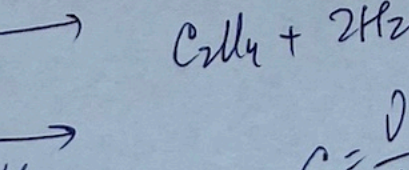
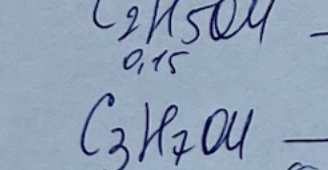
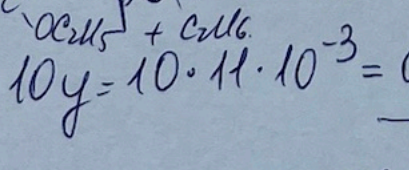
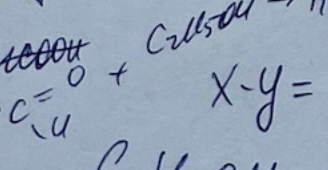
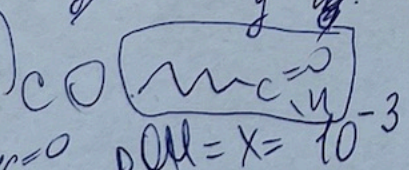
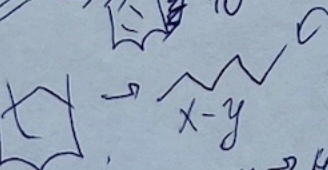
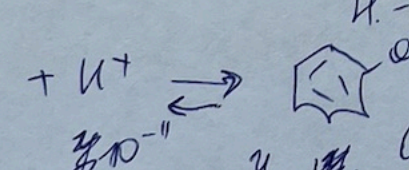
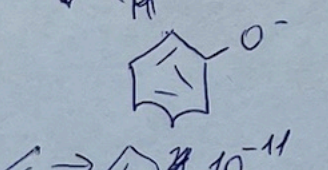
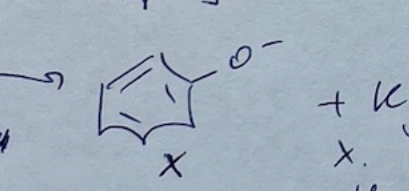
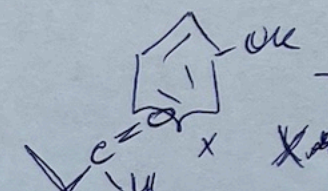
$$[OH^-] = 10^{-3}$$

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

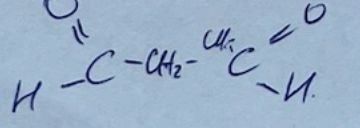


$$\frac{[x] \cdot [H^+]}{[C_2H_4]} = 10^{-10}$$

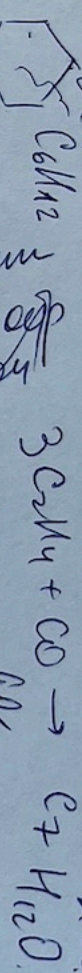
$$\frac{[H^+] \cdot [C_2H_4]}{[C_2H_5O]} = 10^{-10}$$



$$C = \frac{V}{V} = \gamma V = \frac{V}{C}$$



Вправа
дуже
довго



$$(14n+18) \cdot x + (14m+18) \cdot (0,3-x) = 15,9$$

$$14nx + 18x + 4,2m + 2,7 - 18x = 15,9$$

$$n \cdot x + m \cdot x + 15m + 14n \cdot x + 18x + 2,1m + 2,7 - 18x = 14m \cdot x = 15,9$$

$$x+y=0,3 \quad y=0,3-x$$

$$(14n+18) \cdot x + (14m+18) \cdot (0,3-x) = 15,9$$

$$14nx + 18x + 4,2m - 18x + 5,4 - 14mx = 15,9$$

$$14nx + 4,2m - 14mx = 10,5$$

$$14x(n-m) = 10,5 - 4,2m$$

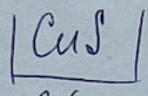
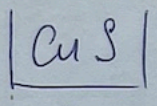
$$x = \frac{10,5 - 4,2m}{14(n-m)} = \frac{2,15(1-m)}{14(n-m)} = \frac{2,15(m-1)}{14(m-n)}$$

$m=4$
 $n=1 \rightarrow 8,5$

KNO_3 (120)

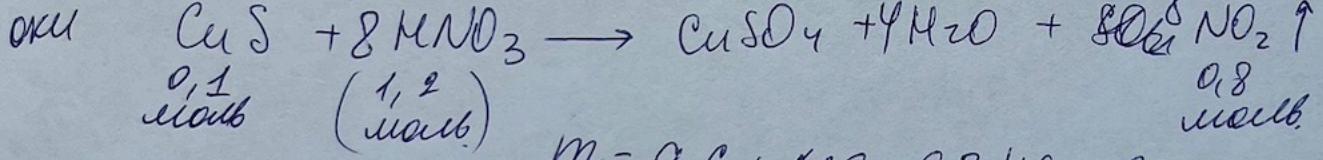
K_2SO_4 (172,7)

5



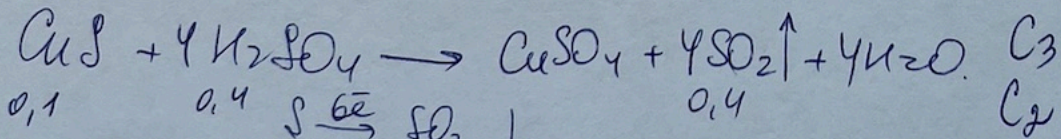
9,6 г
(0,1 моль)

9,6 г
(0,1 моль)



$$m = 9,6 + 120 - 0,8 \cdot 46 = 92,8 \text{ г}$$

без расчётов



0,1 0,4 $\begin{matrix} \xrightarrow{6e^-} SO_2 \\ \xrightarrow{2e^-} SO_2 \end{matrix}$ | 3

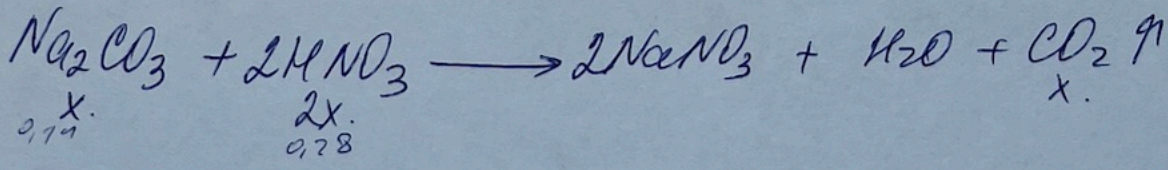
$$m_{пра} = 9,6 + 172,7 - 0,4 \cdot 64 = 126,7 \text{ г}$$

$$\Delta m = 33,9 \text{ г}$$

когда добавляется 0,4 моль

$Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$
x моль

$M = 288$ г/моль
 $M_{Na_2CO_3} = 108$ г/моль



0,14 x 0,28

$$92,8 + 288x - 44x = 126,7$$

$$244x = 33,9$$

$$x = 0,14 \text{ моль}$$

$$0,14 \cdot 288 = 40,32 \text{ г}$$

$Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$