



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

## **ОЛИМПИАДНАЯ РАБОТА**

Наименование олимпиады школьников: **«Ломоносов»**

Профиль олимпиады: **Химия**

ФИО участника олимпиады: **Сухов Дмитрий Алексеевич**

Класс: **11**

Технический балл: **90**

Дата проведения: **27 февраля 2022 года**

10041628 Тюльков И.А.

1. 86
2. 166
3. 166
4. 206
5. 106 неправильные реакции с содой
6. 206
7. Сумма 906

# Условие

1

№1) Пусть формула  $C_xH_yO_z$ , тогда

$$\begin{cases} 6x + y + 8z = 42 \\ 6x + 8z = 32 \end{cases}$$

( $CO_2$  и  $H_2O$  — неорганические вещества)  
 кол-во  $n$  — неорганическое вещество — неорганические вещества  
 (кол-во  $n$ )

$$zy = 10, \quad x = \frac{32 - 8z}{6}$$

если  $z = 1$ , то  $x = 4$

если  $z = 2$ , то  $x = 3,667$

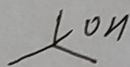
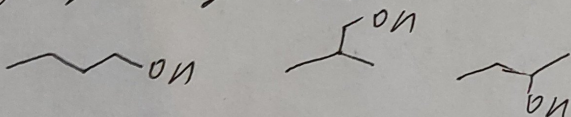
если  $z = 3$ , то  $x = 1,333$

если  $z = 4$ , то  $x = 0$

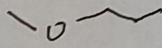
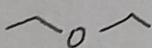
н.е. возможно  $x = 4, y = 10, z = 1$  и формула

$C_4H_{10}O$ ,  $C_nH_{2n+2}O$ , н.е. это спирт или простейший эфир

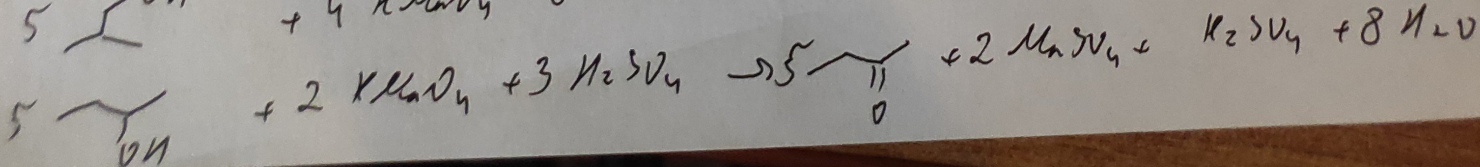
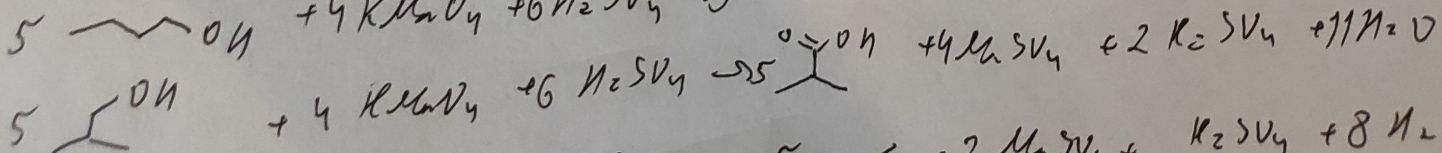
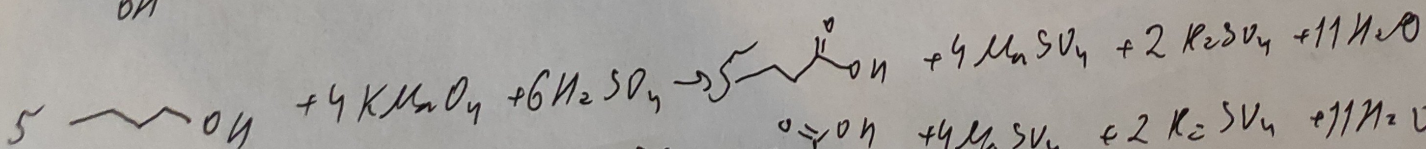
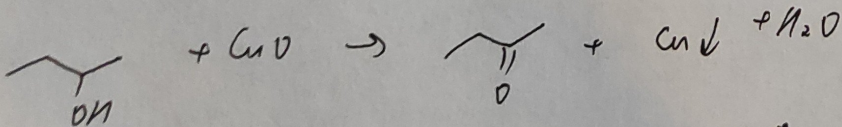
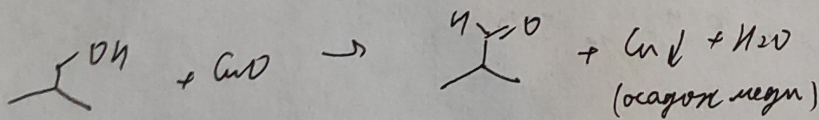
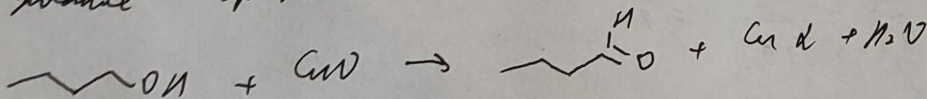
Углеродные производные спиртов:



простейшие эфиры:



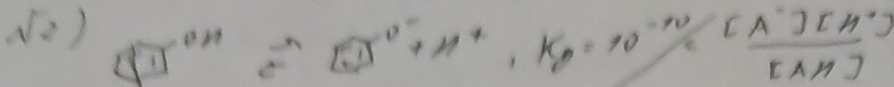
перманганатом (окисление при)  
 окисление спирта или п-а с  $CuO$ .  
 первичные и вторичные спирты не реагируют (карб и трет. спирты)  
 третичные спирты





Задача

2

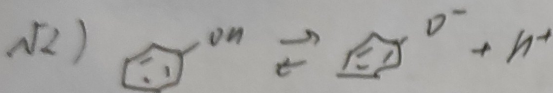


Пусть концентрация равна C, тогда  
 $10^{-10} = \frac{[C^-][H^+]}{[C - [C^-]]} = \frac{[H^+]^2}{C - [H^+]}$

$[H^+] = 10^{-pH} = 10^{-11}$ ,  $\frac{10^{-22}}{C - 10^{-11}} = 10^{-10}$

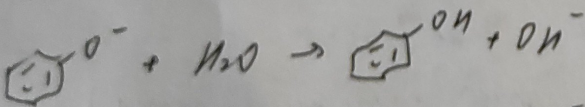
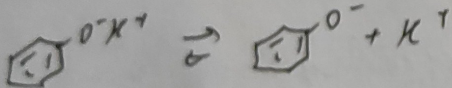
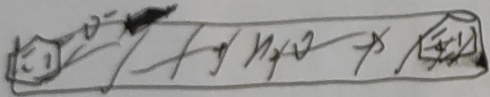
отсюда C = 1,1 · 10<sup>-11</sup> M

Ответ: 3,1 · 10<sup>-11</sup> M



K<sub>g</sub> = 10<sup>-10</sup> =  $\frac{[C^-][H^+]}{[C]}$ , [H<sup>+</sup>] = 10<sup>-pH</sup> = 10<sup>-11</sup>

Пусть концентрация равна C



K =  $\frac{[C][OH^-]}{[C^-]}$  =  $\frac{K_{w}}{K_g} = \frac{10^{-14}}{10^{-10}} = 10^{-4}$

10<sup>-4</sup> =  $\frac{[OH^-]^2}{C - [OH^-]}$ , [OH<sup>-</sup>] = 10<sup>-pOH</sup> = 10<sup>pH-14</sup> = 10<sup>-3</sup>

отсюда C = 0,011 M

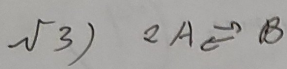
Ответ: 0,011 M



(2)

Условие

(3)



$K = \frac{[B]}{[A]^2}$ , ум, где разов равна

$K = \frac{p_B}{p_A^2}$

анализируем

$\frac{n(B)}{n(A)} = \frac{3,86}{7}$

анализируем моль (и, соответственно, концентрации)

если  $n(A) = x$ , то  $n(B) = 1,86x$

$\frac{C_B}{C_A} = \frac{n_B}{n_A} \cdot C = \frac{n}{V}$

анализируем [A] и [B]

$p = 101,325 = p_A + p_B = \frac{RT}{V} n_A + \frac{RT}{V} n_B = \frac{RT}{V} (n_A + n_B)$

$\frac{8,314 \cdot 303}{1} (n_A + n_B) = 101,325$

$2,86x = 0,04$

$x = 0,014$

м.е.  $n(A) = 0,014$  моль,  $C_A = 0,014$  М

$n(B) = 0,026$  моль,  $C_B = 0,026$  М

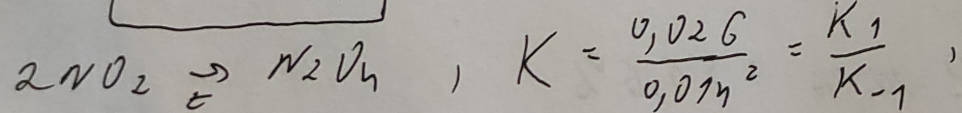
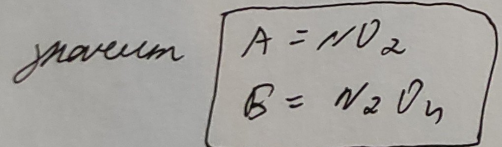
$m_{gr} = \varphi_A m_A + \varphi_B m_B = \frac{0,014}{0,04} m_A + \frac{0,026}{0,04} m_B = 45,9$

$0,35 m_A + 0,65 m_B = 45,9$

однако из уравнения реакции  $m_B = 2 m_A$

$0,35 m_A + 1,3 m_A = 45,9$

$m_A = 46$ , и  $m_B = 92$



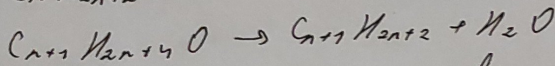
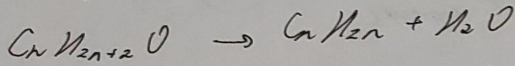
$\frac{5 \cdot 10^{-3}}{K_{-1}} = \frac{0,026}{0,014^2}$ ,  $\Rightarrow K_{-1} = 3,77 \cdot 10^{-5} \frac{1}{\text{моль} \cdot \text{моль}}$



# Углеводороды

4

√4) Предположим, что они являются:



тогда опрощенно состав  $C_n H_{2n}$  и  $C_{n+1} H_{2n+2}$ , их количество  $n = \frac{pV}{RT} = \frac{10^4 \cdot 325 \cdot 10^{-3}}{8,314 \cdot (273+180)} = 0,3$  моль

пусть  $n(C_n H_{2n+2} O) = x$  моль,  $n(C_{n+1} H_{2n+4} O) = y$  моль, тогда

$n(C_n H_{2n}) = x$  моль,  $n(C_{n+1} H_{2n+2}) = y$  моль, то

$$n(C_n H_{2n}) + n(C_{n+1} H_{2n+2}) = 0,3, \text{ т.е.}$$

$$n(C_n H_{2n+1} H_{2n+1} O) = 0,3 - x \text{ (моль)}$$

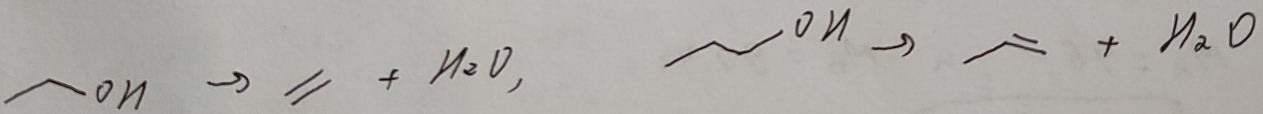
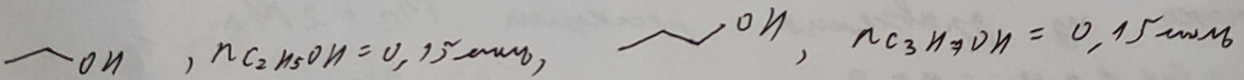
Заменим в уравнение массы:

$$x(14n+18) + (0,3-x)(14n+32) = 15,9$$

упрощив:  $n = 1,5x + 3,333x$ , решив  $x < 0,3$

Этому условию удовлетворяет моль  $n=2$ , т.е.  $x = 0,15$  (моль)  $y = 0,15$  (моль)

Итак, состав:



$$W_{C_2H_5OH} = \frac{0,15 \cdot (30+16)}{15,9} \cdot 100\% = 43,4\%$$

$$W_{C_3H_7OH} = \frac{0,15 \cdot 60}{15,9} \cdot 100\% = 56,6\%$$

Для с перманганатом:

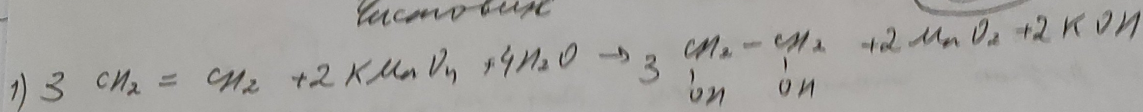


Уксусовая

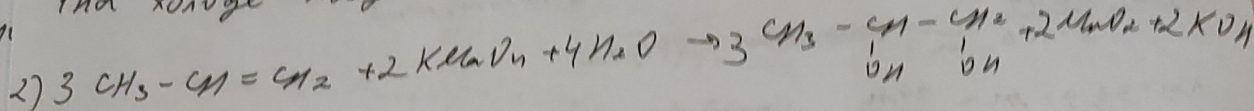
(5)

√4) л.

Уксусовая



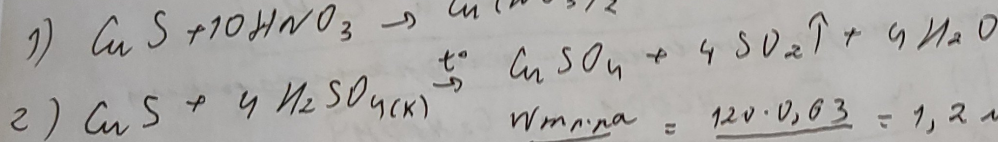
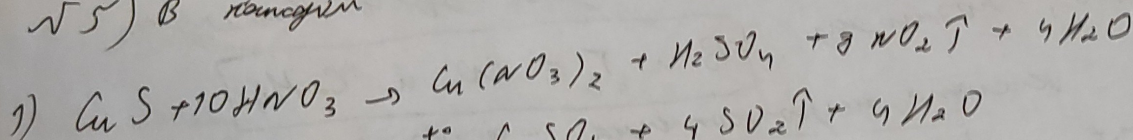
1 на холоде выкристаллизуется)



$n_{\text{KMnO}_4} = n_{\text{KMnO}_4(1)} + n_{\text{KMnO}_4(2)} = \frac{2}{3} n(\text{C}_2\text{H}_4) + \frac{2}{3} n(\text{C}_3\text{H}_6) = \frac{2}{3} \cdot 0,15 + \frac{2}{3} \cdot 0,15 = 0,2 \text{ моль}$

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

√5) В концентрированной азотной кислоте  $n_{\text{CuS}} = \frac{9,6}{96} = 0,1 \text{ моль}$



$n(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{m_{\text{H}_2\text{SO}_4}}{M_{\text{H}_2\text{SO}_4}} = \frac{120 \cdot 0,63}{98} = 1,2 \text{ моль}$

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

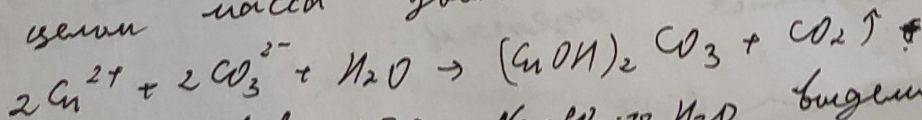
где  $n_{\text{CuS}}$  в избытке, считаем по  $\text{CuS}$ .

$m_1 = m_{\text{NO}_2} + m_{\text{H}_2\text{O}} + m_{\text{H}_2\text{SO}_4} - m_{\text{HNO}_3} = 9,6 + 120 - 8 \cdot 0,1 \cdot 63 = 92,8 \text{ г}$

$m_2 = m_{\text{SO}_2} + m_{\text{H}_2\text{O}} + m_{\text{CuSO}_4} - m_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 9,6 + 142,7 - 4 \cdot 0,1 \cdot 98 = 126,7 \text{ г}$

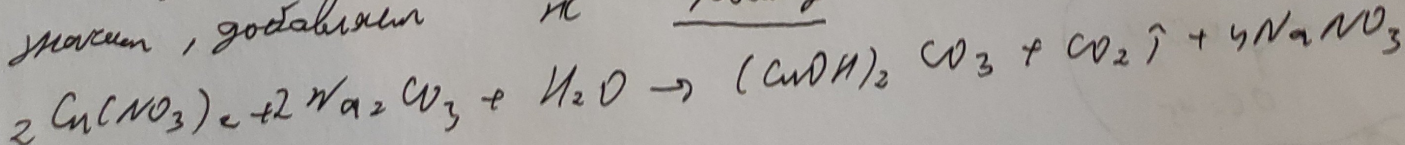
$\Delta m = m_2 - m_1 = 126,7 - 92,8 = 33,9 \text{ г}$  - это масса вышедшего газа

Итого при добавлении  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$  выделится  $m_2$  в целом масса увеличивается:



макс, добавит 286г  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$  выделится 22г  $\text{CO}_2$ .

максимум, добавляется к первой смеси:





Задача

(6)

концы,  $\Delta m = 33,9$  г  
 в группе спиртов, здесь  $\Delta m = m \text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O} - m \text{CO}_2$

$$m \text{CO}_2 = n \text{CO}_2 \cdot M \text{CO}_2 = \frac{1}{2} n (n \text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) M \text{CO}_2 = \frac{m (n \text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) \cdot M \text{CO}_2}{2 \cdot M (n \text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O})}$$

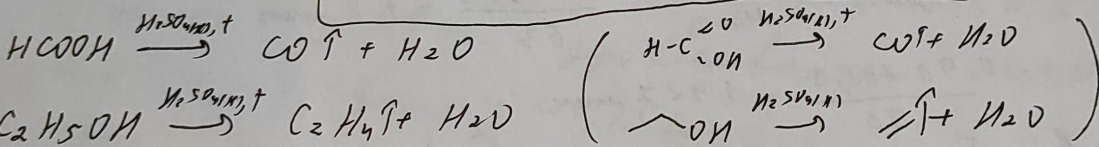
$$33,9 = \frac{m \cdot 44}{2 \cdot 286}, \quad m (\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 440,72$$

$$\Delta m = 33,9 = m - \frac{44m}{2 \cdot 286}, \quad \text{отсюда } m (\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 36,725 \text{ г}$$

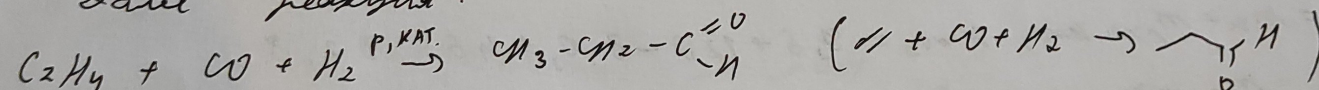
$$N6) M_{\text{CH}_4} = D_{\text{O}_2} \cdot M_{\text{O}_2} = 0,875 \cdot 32 = 28 \text{ г/моль}$$

это весьма подозрительное. Возможны газы с  $M = 28 \text{ г/моль}$ :  $\text{CO}$ ,  $\text{C}_2\text{H}_4$ ,  $\text{N}_2$ . Газы здесь являются углеводородом, поэтому  $B$  и  $T = \text{CO}$  и  $\text{C}_2\text{H}_4$

Спирт кислая среда - гидратированный ацетилен, т.е.  $A$  и  $B = \text{HCOOH}$  и  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$

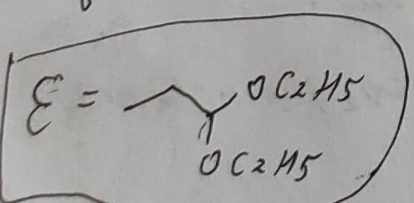
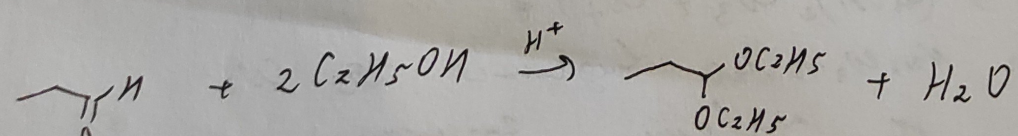


Далее реакция:



$D = \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHO}$ , среди  $A$  и  $B$  кислой не является  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$

сначала образуется альдегид, но в итоге, как в учебнике, получается ацетат:

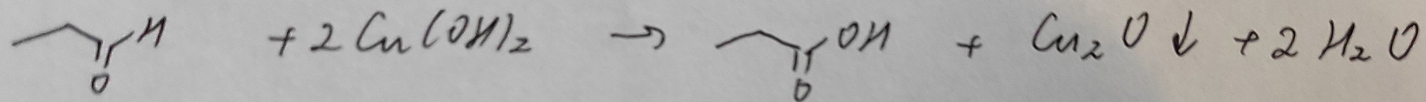


Записать массу  $D$ :



Уравнение

7



$$n(\text{Cu}_2\text{O}) = \frac{27,6}{144} = 0,15 \text{ моль}$$

$$n(\text{CH}_3\text{CHO}) = n(\text{Cu}_2\text{O}) = 0,15 \text{ моль}$$

$$m(\text{CH}_3\text{CHO}) = n(\text{CH}_3\text{CHO}) \cdot M(\text{CH}_3\text{CHO}) = 0,15 \cdot 58 = \underline{8,7 \text{ г}}$$



Черновик

конспект,  $\Delta M = 33,92$   
 группа элементов,  $2200$   
 $z = 10, x = 32 - 8y$

$\frac{m \cdot 44}{2 \cdot 280}$   
 $3,9 = m$

$10x =$   
 because

$1, m$   
 Кисл

$CO_2$   
 $C_2H_6$

$CO_2$   
 $P, KAT$

$CO_2$   
 $H$

$CO_2$   
 $H$

$CO_2$   
 $H$

$CO_2$   
 $H$

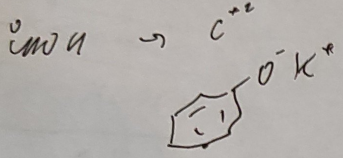
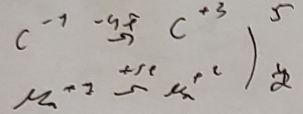
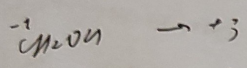
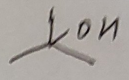
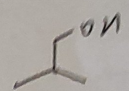
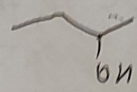
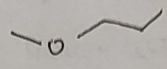
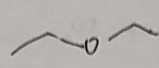
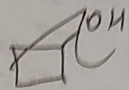
$CO_2$   
 $H$

$$\begin{cases} 12x + 16y + z = 42 \\ 6x + 8y = 32 \\ 12x + 16y = 64 \end{cases}$$

$$\begin{cases} 6x + 8y + z = 42 \\ 6x + 8y = 32 \end{cases} \quad C_x H_{10} O_y$$

$z = 10, x = \frac{32 - 8y}{6}$   
 если  $y = 1, \text{ то } x = 4$   
 $y = 2, \text{ то } x = 2,66$   
 $y = 3, \text{ то } x = 1,33$

$C_4 H_{10} O$



$10^{-10} \cdot C - 10^{-21} = 10^{-20}$

$[H^+] = [OH^-] + [H^+] + [A^-]$

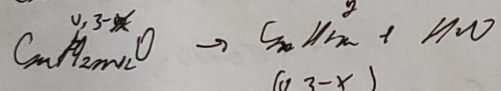
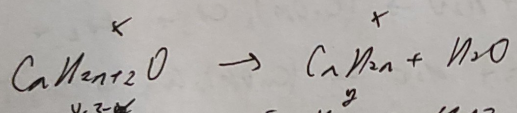
$pH + pOH = 14, \quad pOH = 14 - pH$

$p = \frac{18T}{V} = x \cdot n$

$0,4 = \frac{0,2}{x}$

$10^{-m} C - 10^{-7} = 10^{-6}$

$C_{12}H_{22}O$  и  $C_{10}H_{20}O$

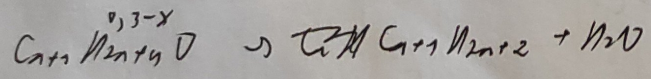
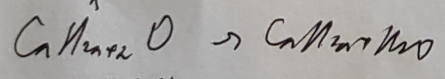


$x(14n + 18) + (0,3 - x)(14n + 18) = 15,9$

$14nx + 18x + 4,2n + 5,4 - 14nx - 18x =$

$= 4,2n - 18x = 10,5$

$n = \frac{10,5 + 14nx - 4,2n}{14x}$



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

$14nx + 18x + 4,2n + 9,6 - 14nx - 18x = 15,9$

$4,2n - 18x = 6,3 \quad x < 0,3$

$n = \frac{6,3 + 18x}{4,2} = 1,5 + 3,333x$

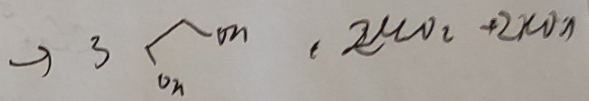
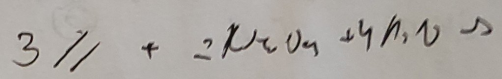
$x = 0,15 \rightarrow n = 2$

Черновик

8

$CO_2$   
 $H$   
 $CO_2$   
 $H$

$Mn^{+7} + 3e \rightarrow Mn^{+4} \quad | \quad 2$   
 $2C^{-2} + 2e \rightarrow 2C^{-1} \quad | \quad 3$

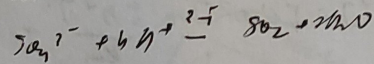
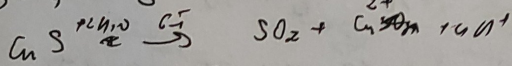
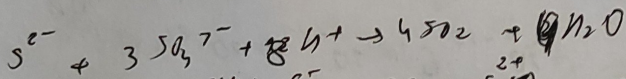
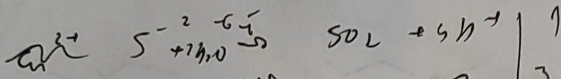
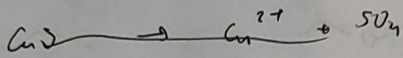
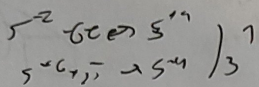
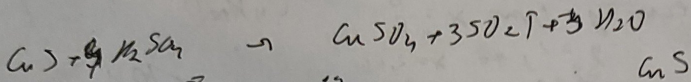
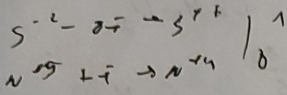
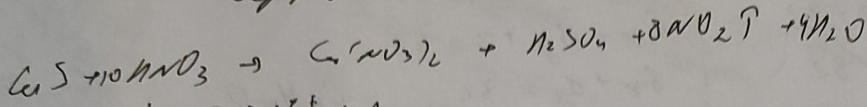


$Mn^{+7} + 3e \rightarrow Mn^{+4} \quad | \quad 2$   
 $C^{-1} \rightarrow -5 \quad C^0 \quad | \quad 2$   
 $C^{-2} \rightarrow 3 \quad C^{-1} \quad | \quad 3$

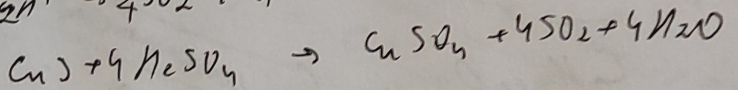
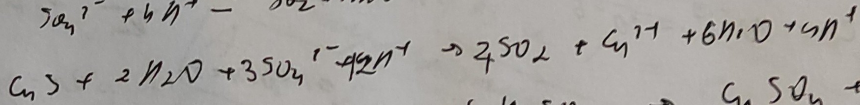


Черновик

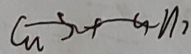
9



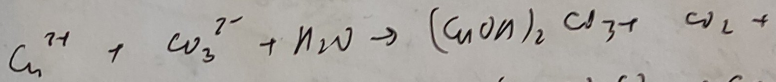
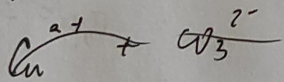
анн  
a-  
e-  
y-



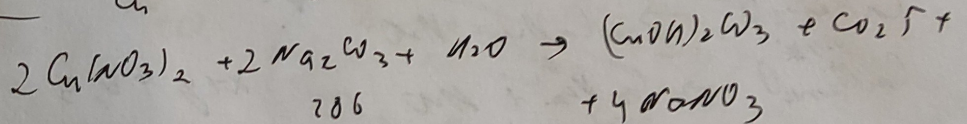
анн  
p ам +



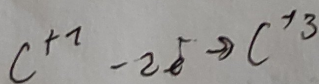
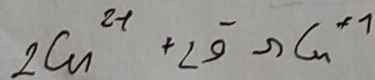
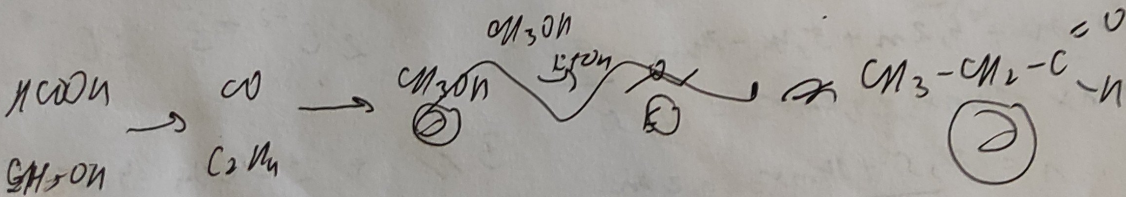
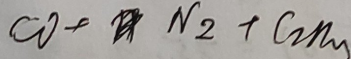
анн



Na



$\text{Cu}(\text{OH})_2$



6

10 H<sub>2</sub>O - n CO<sub>2</sub>

7252