



15-11-61-19
(46.5)



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 1

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов
наименование олимпиады

по Химии
профиль олимпиады

Валеева Леониды Николаевича
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Выход: 13³³ - 13³⁴ 12.01

Дата

« 2 » марта 2025 года

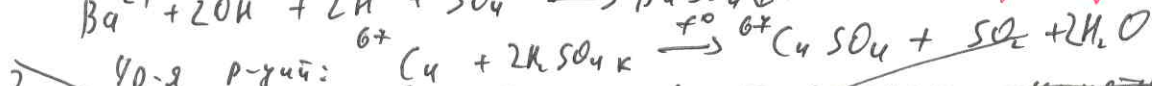
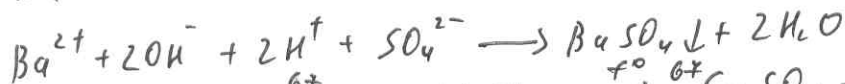
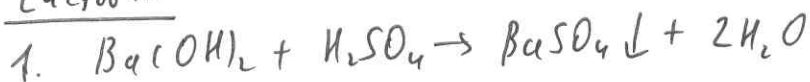
Подпись участника

Валеев

15-11-61-19

(46.5)

Листовик



Ур-я р-учи: $\text{C}_4 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \xrightarrow{t^\circ} \text{C}_4\text{SO}_4 + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
 $\text{C}_4 \xrightarrow{\text{р-учи}} 30\text{Zn} + 1\text{e}$. Радиоактивный распад — кинетика
 $\ln 2 = \frac{0,693}{t_{1/2}} = \frac{0,693}{61,8} = 0,0112136 \text{ г}^{-1}$
 имеет 1-й порядок р-учи, определим $k_{\text{C}_4} = \frac{\ln 2}{t_{1/2}} = \frac{0,693}{61,8} = 0,0112136 \text{ г}^{-1}$
 В с-я медь-67 перешла в сульфат,
 с-я уравнение для 1-го порядка, определим $t_{1/2}$ в C_4SO_4 :
 $\ln \text{C}_4\text{SO}_4 = \ln \text{C}_4 - k t_{1/2} \Rightarrow t_{1/2}$

76

3. Т.к. весы находятся в равновесии, то их массы
 сосудов равны, а т.к. сосуды одинаковы, равны их объемы
 по 3-му Менделееву-Клапейрона: $pV = \frac{mRT}{M} \Rightarrow m = \frac{pVM}{RT}$

для Ar : $m = \frac{p_{\text{Ar}} V M_{\text{Ar}}}{RT}$

для газа A : $m = \frac{p_A V M_A}{RT}$

приравняем: $\frac{p_{\text{Ar}} V M_{\text{Ar}}}{RT} = \frac{p_A V M_A}{RT} \Rightarrow p_{\text{Ar}} M_{\text{Ar}} = p_A M_A$

$\Rightarrow M_A = \frac{p_{\text{Ar}} M_{\text{Ar}}}{p_A} = \frac{101,325 \cdot 40}{144,7} = 28 \text{ г/моль}$

Газ, горящий голубым пламенем и имеющий молярную
 массу 28 г/моль, угарный газ CO ; $A - \text{CO}$

4. П-ть есть 2 спирта с формулами: $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{OH}$ и $\text{C}_{n+1}\text{H}_{2n+3}\text{OH}$
 Запишем в общем виде р-учию с CuO :



$\nu(\text{Cu})_{\text{одн}} = \frac{25,6}{64} = 0,4 \text{ моль}$

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
6	4	10	16	16	12	12													

П-ть по р-учи 1) образовалось 0,4 моль C_n ,
 столько же было спирта, а по р-учи 2) 0,4 моль C_{n+1}

Тогда справедлива система:

$$\begin{cases} x + y = 0,4 \\ 12x + 12y(n+1) \\ x(14n+18) + y(14n+32) = 0,632 \cdot 4 \end{cases}$$

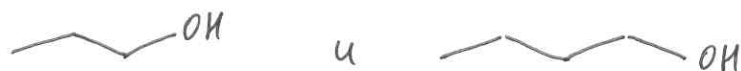
причем $x < 0,4$
 $y < 0,4$

Источники

Упрощая с-му, можно получить ур-е: $x = \frac{1,256881 - 3,2856}{3,1422}$

Ур-е имеет смысл только при $n=3$ по условию задачи

Тогда строение источников спиртов:



$$m(C_3H_7OH) = \rho(C_3H_7OH) \cdot V_{\text{источ}} = 0,79 \cdot 60 = 47,4 \text{ г}$$

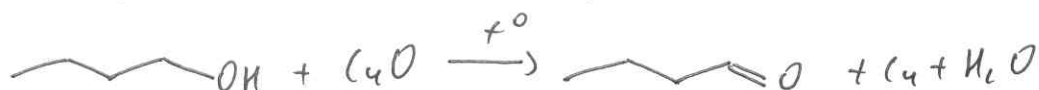
$$m(C_4H_9OH) = \rho(C_4H_9OH) \cdot V_{\text{источ}} = (0,79 - 0,79) \cdot 74 = 18,5 \text{ г}$$

$$m_{\text{смеси}} = 47,4 + 18,5 = 65,9 \text{ г}$$

Тогда $w(C_3H_7OH) = \frac{47,4}{65,9} = 0,7193 (71,93\%)$

$$w(C_4H_9OH) = \frac{18,5}{65,9} = 0,2807 (28,07\%)$$

Ур-я р-учт:



~~За~~

5. $\rho(KF) = \frac{50}{106+18x} \text{ моль}$, где x — число молекул воды

~~За~~ $\rho(K_2CO_3) = \rho(KF) = \frac{50}{106+18x} \text{ моль}$

$$C_0(K_2CO_3) = \frac{\rho(K_2CO_3)}{V} = \frac{50}{106+18x} \text{ моль/л}$$

Карбонат ион гидролизуеться: $CO_3^{2-} + H_2O \rightleftharpoons HCO_3^- + OH^-$ Кн

$$K_h = \frac{[OH^-][HCO_3^-]}{[CO_3^{2-}]} = \frac{K_w}{K_{a1}H_2CO_3}$$

Запишем ур-я материального баланса и электронейтральности:

$$1) 2C_0 = \sum [Na^+]$$

$$2) C_0 = [CO_3^{2-}] + [HCO_3^-] \Rightarrow [CO_3^{2-}] = C_0 - [HCO_3^-]$$

$$3) [Na^+] + [H^+] = 2[CO_3^{2-}] + [HCO_3^-] + [OH^-]$$

15-11-61-19

(46.5)

Истовик
 $[H] = 10^{-11,82} = 1,51356 \cdot 10^{-12}$, а $[OH] = \frac{10^{-14}}{1,51356 \cdot 10^{-12}} = 6,6 \cdot 10^{-3}$

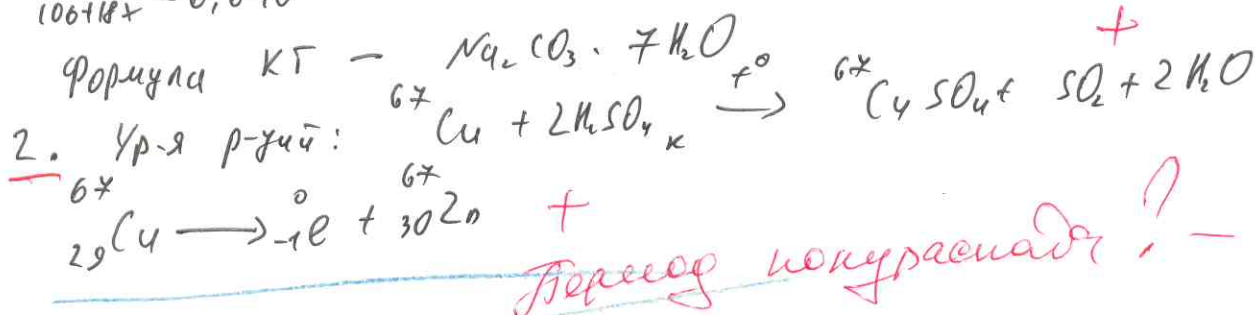
Вследствие низкой концентрации $[H^+]$ мы можем пренебречь ими в ур-е 3) и подставить в него $[Na^+]$ и $[CO_3^{2-}]$

$$2CO = 2(CO - 2[NaCO_3^-] + [NaCO_3^-] + [OH^-]) \Rightarrow [OH^-] = [NaCO_3^-]$$

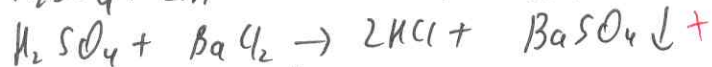
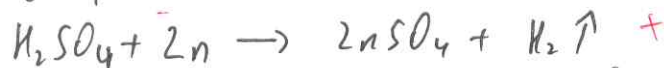
Подставим полученные данные в выражение для K_H :

$$K_H = \frac{[OH^-]^2}{CO - [OH^-]} = \frac{K_2}{K_{H2CO_3} \cdot K_{CO_3^{2-}}}$$

$$\frac{(6,6 \cdot 10^{-3})^2}{\frac{50}{106+18} - 6,6 \cdot 10^{-3}} = \frac{10^{-14}}{4,8 \cdot 10^{-11}} \quad \text{откуда } x = 7$$



6. Итак, красный цвет лакмуса говорит о том, что р-р содержит к-ту, причем двухосновную. Это можно понять из соотношения газов в колбах 1 и 2: CO_2 больше в 2р, чем H_2 . Также известно, что к-та дает белый осадок с $BaCl_2$, а значит является сильной к-той. Все вышеперечисленное говорит о том, что в р-ре содержится H_2SO_4 . А б/у кристаллическое в-во $x-SO_3$.



$n(BaSO_4) = \frac{7,77}{233} = 0,03334 \times 64 = 0,03335 \text{ моль} = n(H_2SO_4)$

$n(SO_3) = \frac{72}{240} = 0,15 \text{ моль}$ $n(H_2SO_4) = 3n(SO_3) = 0,15 \text{ моль}$

S_3O_9 — окислитель
 участвует в окислительных реакциях

$$\nu(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,15 - 0,03335 = 0,11665 \text{ моль}$$

на MgCO_3
2n

По условию содержания X в 5-х колбах одинаковое $\times$ равно 0,0333 моль!

ПТБ на MgCO_3 ушло X моль H_2SO_4 , тогда образовалось 2X моль CO_2 , чз соотношения с $\text{H}_2 \Rightarrow \nu \text{H}_2 = \text{X}$ моль, а значит

$$\nu(\text{H}_2\text{SO}_4) = \text{X моль}$$

на 2n

$$\text{X} + \text{X} = 0,11665 \Rightarrow \text{X} = 0,05825 \text{ моль}$$

$$\nu(\text{MgCO}_3) = 0,05825 \cdot 2 = 0,1165 \text{ моль, а } m \text{MgCO}_3 = 84 \cdot 0,1165 = 9,786 \text{ г}$$

добавл

$$m(\text{CO}_2) = \nu \text{CO}_2 \cdot M \text{CO}_2 = 2 \cdot 0,05825 \cdot 44 = 5,126 \text{ г}$$

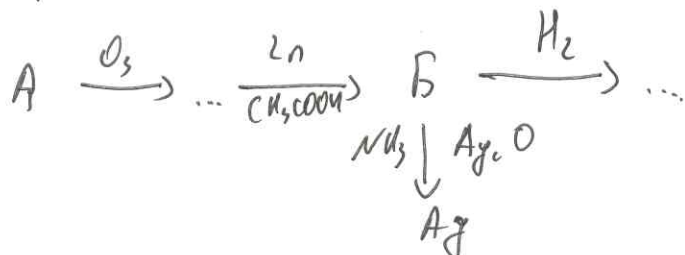
$$m_{\text{пра в к}} = 33,33 + 9,786 - 5,126 = 37,99 \text{ г}$$

$$\nu(\text{Na}_2\text{SO}_4) = \nu \text{H}_2\text{SO}_4 = 0,05825 \text{ моль}$$

$$m \text{Na}_2\text{SO}_4 = \nu \text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot M = 0,05825 \cdot 142 = 8,2715 \text{ г}$$

$$w(\text{Na}_2\text{SO}_4) = \frac{8,2715}{37,99} = 0,2177 (21,77\%)$$

7. Определим $M(A)$: для начала изобразим схему превращений в общем виде:



$$\nu(\text{H}_2) = \frac{pV}{RT} = \frac{101,325 \cdot 7,34}{8,314 \cdot 298} = 0,3 \text{ моль}$$

$$\nu(\text{Ag}) = \frac{32,4}{108} = 0,3 \text{ моль}$$

Однако в р-циях карбоновых соединений с Ag_2O в NH_3 чз в соотношении 1:2, т.е. $\nu(B) = \frac{0,3}{2} = 0,15 \text{ моль}$

Водорода те 0,3 моль $\Rightarrow$ в-во B содержит две группы $\text{C}=\text{O}$.

15-11-61-19

(46.5)

Задача

$$M(A) = M(B) = 0,75 \text{ моль} \Rightarrow M(A) = \frac{14,4}{0,15} = 96 \text{ г/моль} \quad \times$$

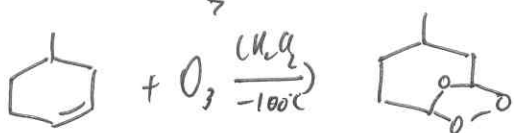
Определим молекулярную формулу A:

Если A: C_nH_{2n} $n = 6,857 \quad \varnothing$

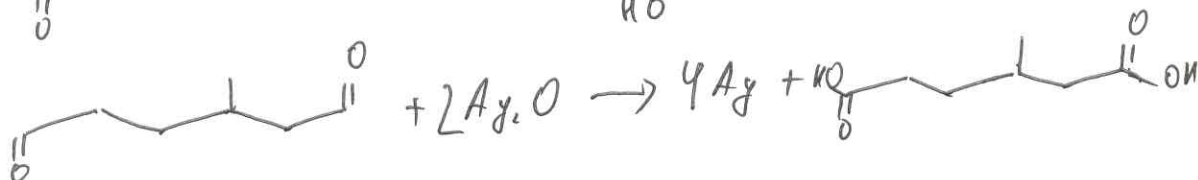
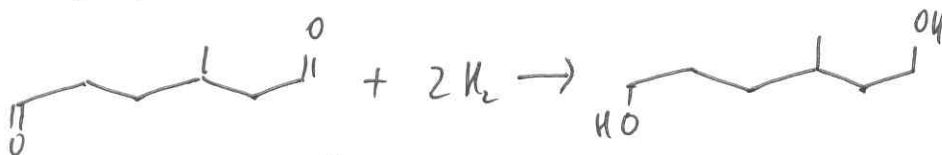
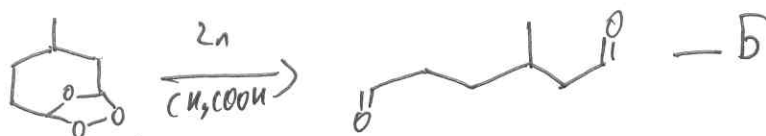
C_nH_{2n-2} $n = 7$

C_nH_{2n-6} $n = 7,2857 \quad \varnothing$

A - C_7H_{12} - алкан или циклогексеновое производное.
Наиболее вероятен второй вариант, т.к. с данными получится больше 1 продукта. Тогда стр-ра A -



- гидрофил реактив не утеша



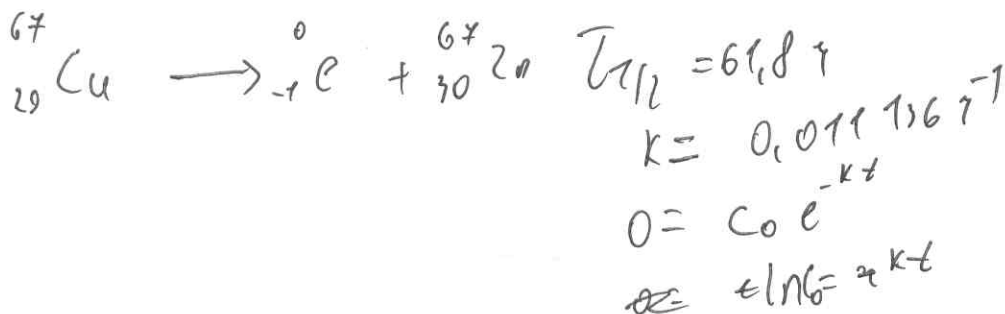
термодик.

14,7

$$\frac{7,77}{233} = 0,03347659 \text{ моль } 3,268$$

$$m_{1,2} = 5,716 \quad m_2 = 5,716$$

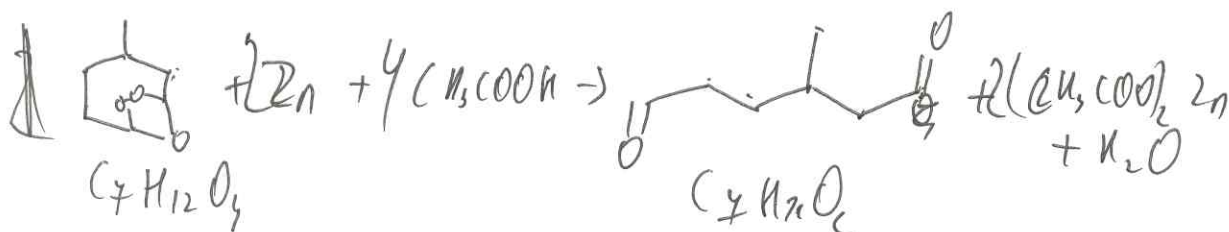
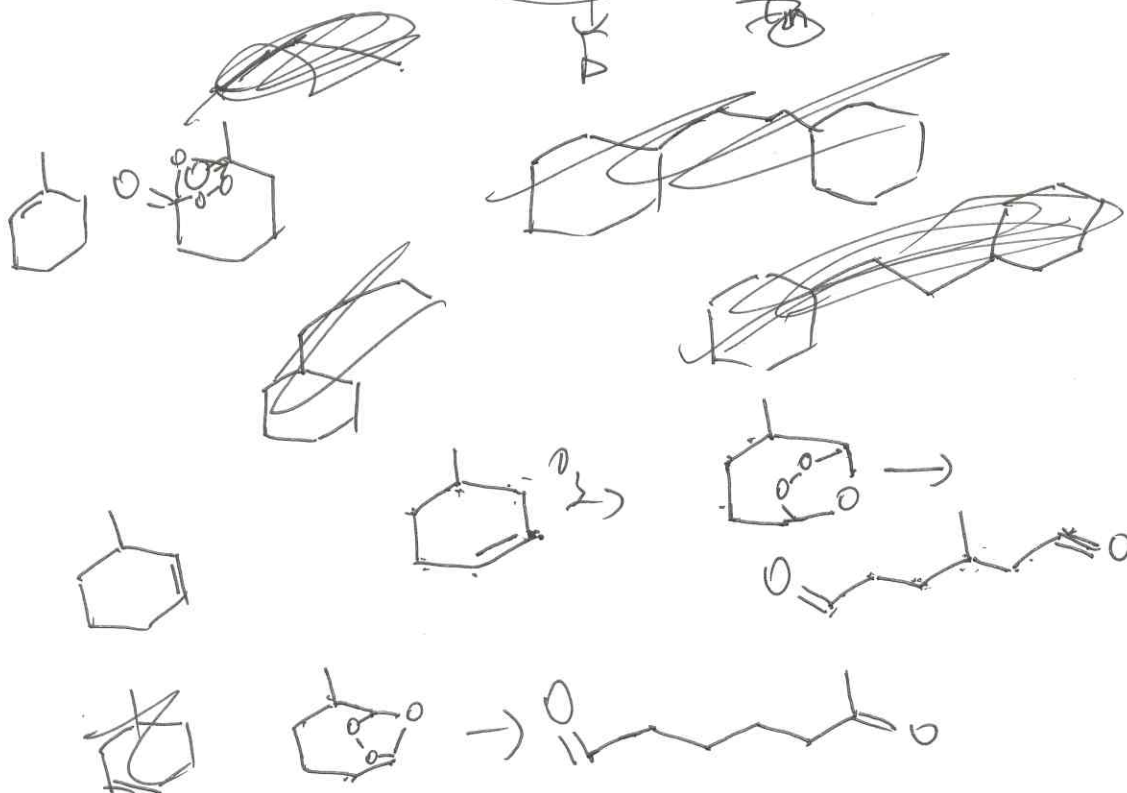
$$Q_1 = Q_2 = 0,0583853$$



$$\ln C = \ln C_0 - kt^{1/2}$$

$$-4,8978128 = -4,204692619 - kt^{1/2} \quad T_{1/2} = 62,2477.$$

2 глюкозы



черновик

$$\frac{12}{K_2 A} = \frac{4}{2+A} = \frac{7,77}{137+A}$$

125X 100 г рр, K₂A

$$\left. \begin{array}{l} 1K + \text{молб} \\ 2K + \text{молб} \\ 3. \quad \frac{7,77}{137+A} \end{array} \right\} \frac{12}{2+A}$$

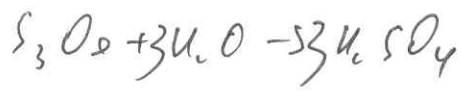
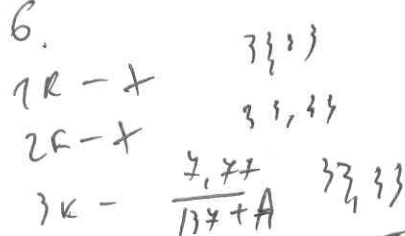
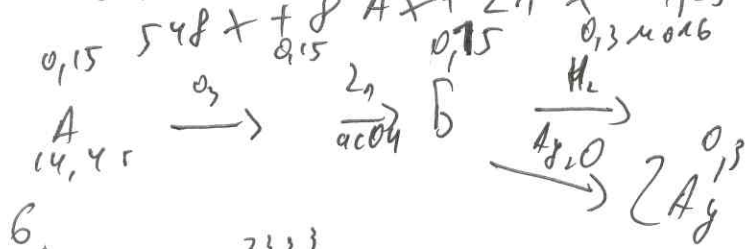
C₄H₁₂

$$2x + \frac{7,77}{137+A} = \frac{12}{2+A} \quad ((137+A)(2+A))$$

$$2x(274+2A+2A+A^2) + 1554 + 7,77A = 1644 + 12A$$

$$548x + 8Ax + 2A^2x + 1554 + 7,77A = 1644 + 12A$$

$$548x + 8Ax + 2A^2x - 4,23A = 1628,46$$



~~$$\frac{23,11}{137+A} = \frac{12}{2+A}$$~~

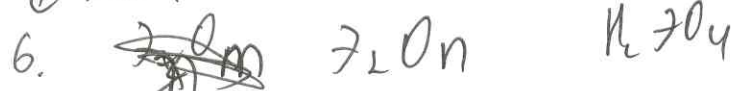
$$\frac{23,11}{137+A} = \frac{12}{2+A}$$

$$46,62 + 23,11A = 1644 + 12A$$

$$11,37A = 1597,38$$

$$\frac{4}{K-7H} = \frac{7,77}{137+A} = 0,05$$

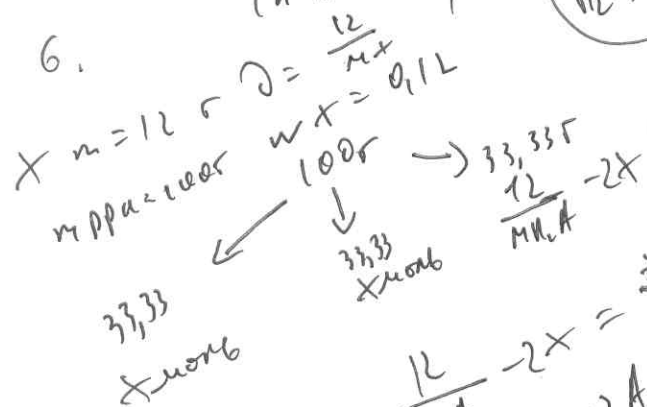
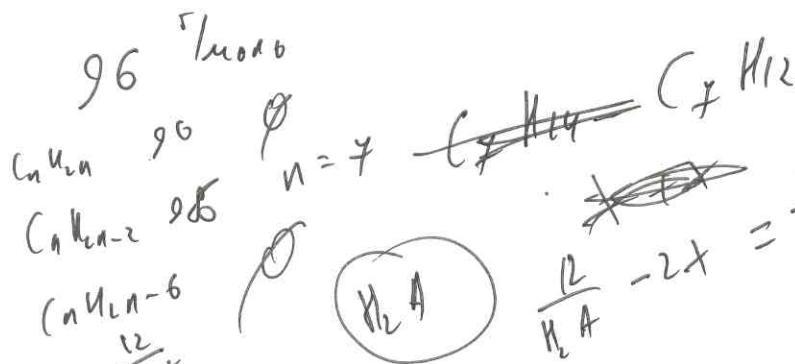
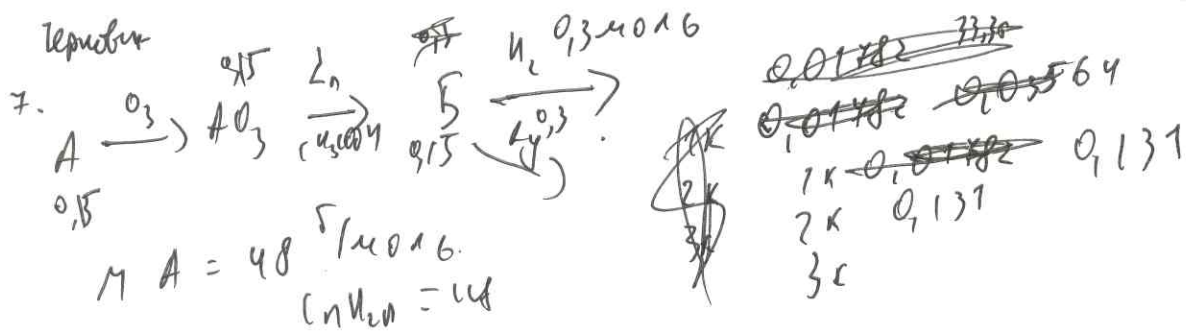
↓ расч $\frac{4}{K-7H} = 0,05$



$$\frac{4}{66+7} = \frac{7,77}{207+7}$$

$$804 + 47 = 512,82 + 7,777$$

$$7 = 77,256$$



33
X monb

MMK

$$\frac{12}{2+A} - 2x = \frac{7,77}{137+A}$$
$$12 - 4x - 2Ax = \frac{7,77(2+A)}{137+A}$$
$$+ 12A - 4Ax - 2A^2x = 15,54 + 7,77A$$
$$- 48x = -7628,46$$

$$\frac{12}{2+A} - 2x = \frac{7,77}{137+A}$$

$$12 - 4x - 2Ax = \frac{7,77(2+A)}{137+A}$$

$$12 - 4x - 2Ax - \frac{4Ax - 2A^2x}{137+A} = \frac{15,54 + 7,77A}{137+A}$$

$$1644 - 548x - 274Ax + 4,23A - 2A^2x - 548x = -7628,46$$

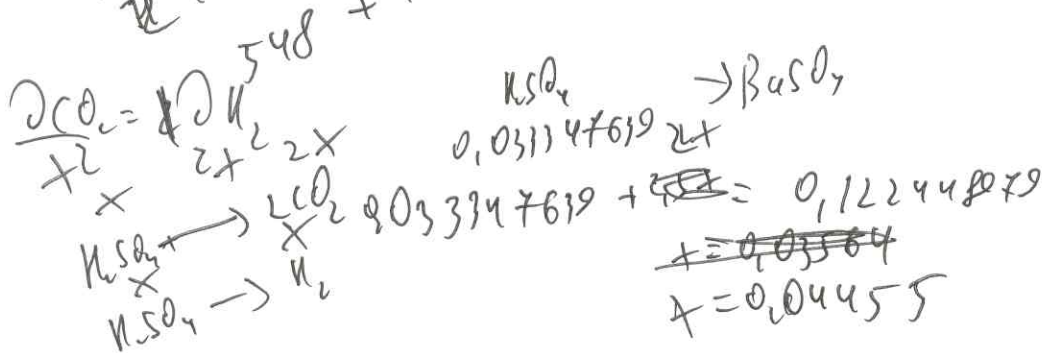
$$-278Ax + 4,23A = \frac{7,77}{137+A}$$

$$\frac{4}{2+A} = \frac{7,77}{137+A}$$

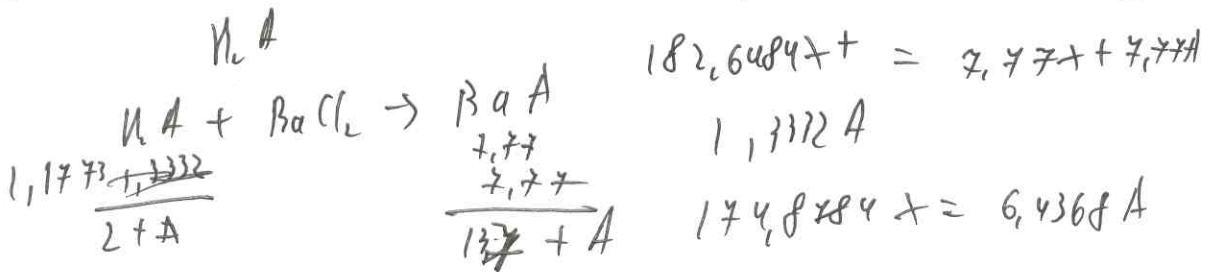
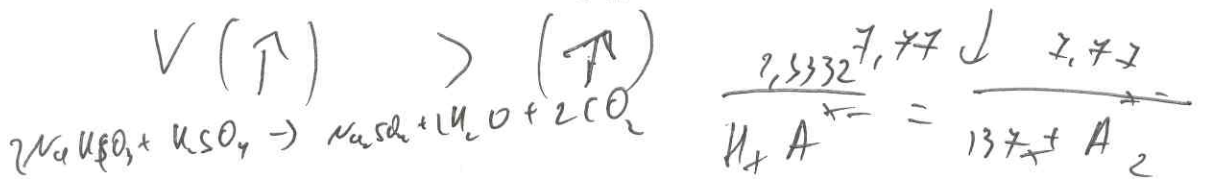
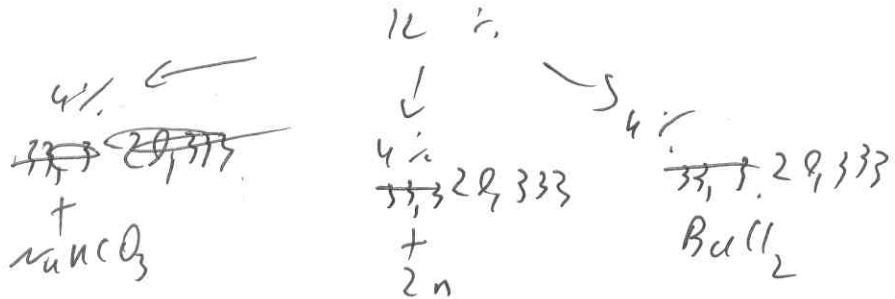
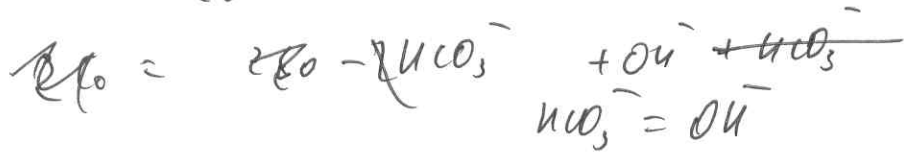
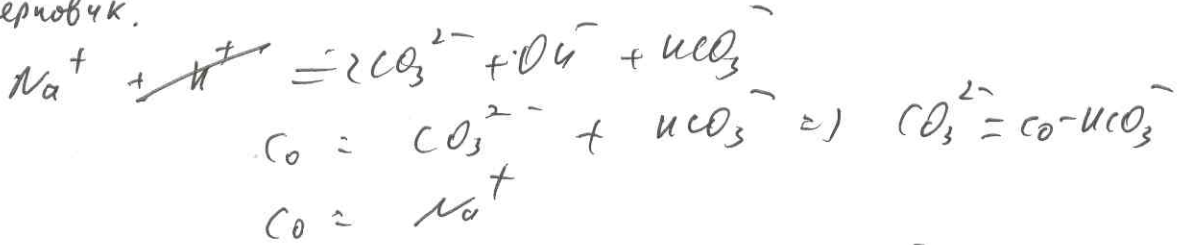
$$4 + 4A = 15,54 + 7,77A$$

$$141,236 \quad 141$$

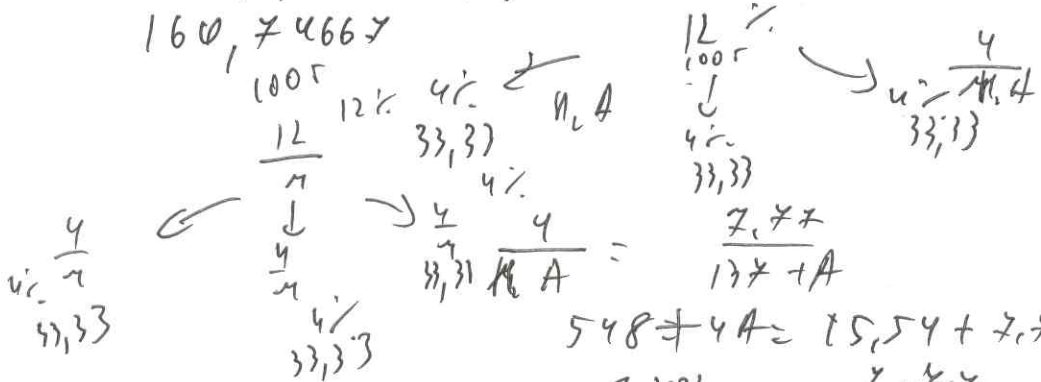
$$\frac{1644}{-278} \div \frac{4}{2+A} = \frac{7,77}{157+A}$$



Черновчк.



$$182,6484 + 1,332A = 15,54 + 7,67A \quad A = 27$$



$$548 \div 44 \approx 15,54 + 7,77 A$$

$$\frac{7,332}{17A} = \frac{277}{137}$$

приовик.

$$[Na^+] + [H^+] = 2[CO_3^{2-}] + [OH^-] + [HCO_3^-] \quad \frac{[OH^-]^2}{C_0 - [OH^-]}$$

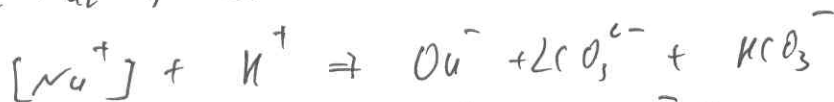
$$C_0 = [CO_3^{2-}] + [HCO_3^-]$$

$$[CO_3^{2-}] = C_0 - [HCO_3^-]$$

$$2C_0 = [Na^+]$$

$$2C_0 + [H^+] = C_0 - [HCO_3^-] + [HCO_3^-] + [OH^-]$$

$$C_0 = NaCO_3 = C_0$$



$$C_0 = \frac{CO_3^{2-} + HCO_3^-}{K_H} = \frac{K_H}{K_H}$$

C_0

$$Na^+ + H^+ = OH^- + C_0 - 2[HCO_3^-] + HCO_3^-$$

$$[H^+] = 1,5 \cdot 10^{-12}$$

$$[OH^-] = 6,6 \cdot 10^{-3}$$

$$\frac{[OH^-]^2}{C_0 - [OH^-]} = \frac{K_H}{K_H}$$

$$C_0 = \frac{50}{106+18} +$$

$$OH^{-2} = 2,08333 \cdot 10^{-4} \quad C_0 - OH^-$$

$$4,356 \cdot 10^{-5} = 2,08333 \cdot 10^{-4} \left(\frac{50}{106+18} - 6,6 \cdot 10^{-3} \right)$$

$$0,20909 = \frac{50}{106+18} - 6,6 \cdot 10^{-3} \cdot 106+18$$

$$22,16357 + 3,76362 = 50 - 0,6296 + 0,1188 +$$

$$3,88242 + = 27,13686$$

$$+ = 27$$

$$4,356 \cdot 10^{-5} + \frac{933}{106+18} = 1,375 \cdot 10^{-6}$$

$$4,6176 \cdot 10^{-3} + 7,84 \cdot 10^{-4} + 0,33 = 1,4575 \cdot 10^{-4} + 2,475 \cdot 10^{-5} +$$

$$0,33447161 =$$

терновик

$$\frac{12x + n + 12yn + 12y}{14x + n + 18x + 14yn + 32y} = 0,632x$$

$$+y = 0,4 \quad y = 0,4 - x$$

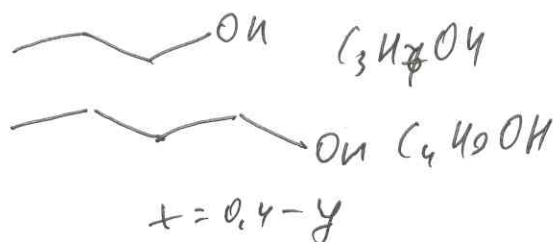
$$\frac{12n(x+y) + 12y}{14n(x+y) + 18x + 32y} = 0,632x$$

$$4,8n + 4,8 - 12x = 3,54312n + 17,3886x + 8,09856$$

$$-3,7422x = 3,29856 - 7,25688n$$

$$x = \frac{7,25688n - 3,29856}{3,7422}$$

$$\begin{array}{l} n=3 \quad x = 0,15 \\ n=4 \quad x = 0,55 \\ n=5 \quad x = \\ n=6 \quad x = \end{array}$$



$$\begin{cases} x+y=0,4 \\ \frac{12x+n+12y(n+1)}{x(14x+18)+y(14n+32)} = 0,632x \end{cases}$$

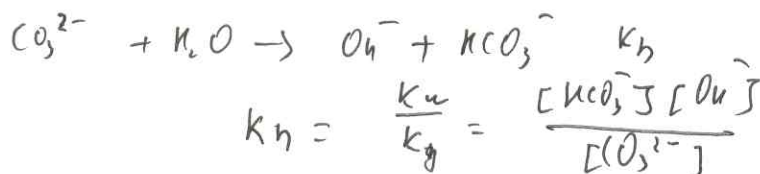
$$\frac{12x+n+12yn+12y}{14x+n+18x+14yn+32y} = 0,632x$$

$$4,8n + 12y = 3,54312n + 4,55544 - 11,3886y + 20,2464y$$

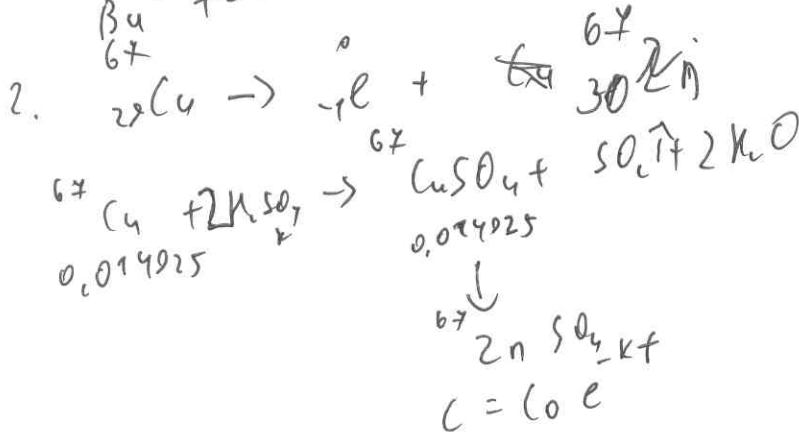
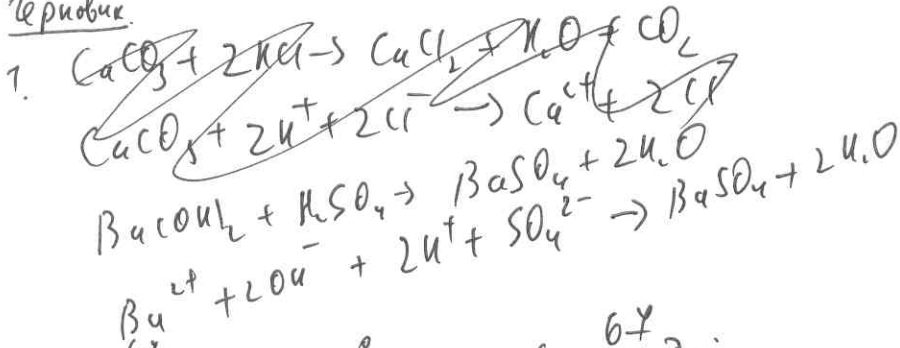
$$3,7422y = 4,55544 - 7,25688n$$



$$\alpha = \frac{50}{106+18x} = C$$



Зерновик

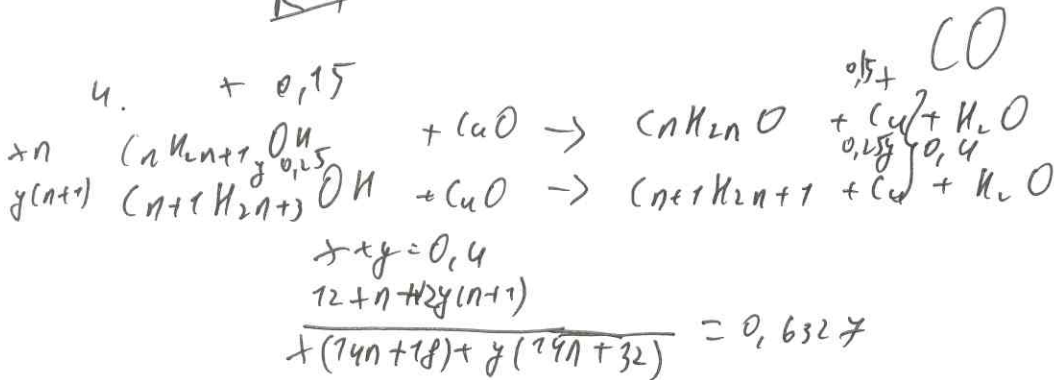


3.

~~$PV = \frac{nRT}{M}$~~
 ~~$m = \frac{PV \cdot M}{RT}$~~
 ~~$\frac{P_A V_A M_A}{RT} = \frac{P_A V_A M_A}{RT} \Rightarrow M_A = \frac{P_A M_A}{P_A}$~~

$PV = \frac{nRT}{M} \Rightarrow m = \frac{PV \cdot M}{RT}$

$\frac{P_A V_A M_A}{RT} = \frac{P_A V_A M_A}{RT} \Rightarrow M_A = 28$



$m_{\text{Cu}} = 27,5$
 m_{C}