

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

Вариант 2

Место проведения Москва
город

дешифр

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов
наименование олимпиады

по Химии
профиль олимпиады

Корнеевского Алексея Сергеевича
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

*Выход 13:44 Жасть
Возвращение 13:52 Жасть*

Дата
«12» марта 2023 года

Подпись участника
[Signature]

16-43-27-11
(64.20)

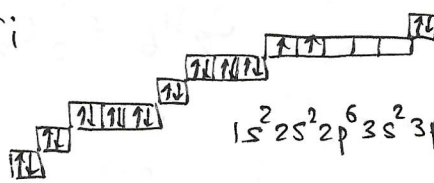
Зисовит

Вар.2 Задача 1.4

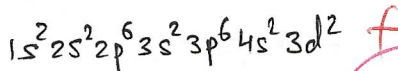
X - Ti



Ti

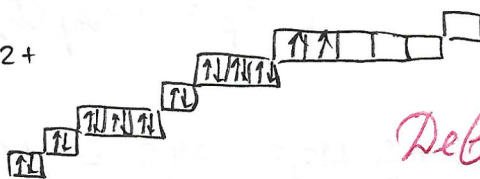


дешифр

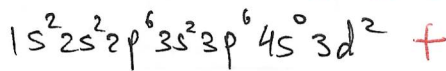


93

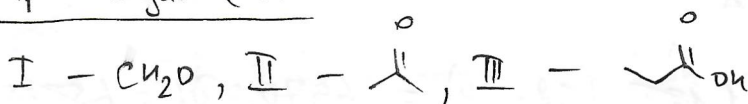
Ti²⁺



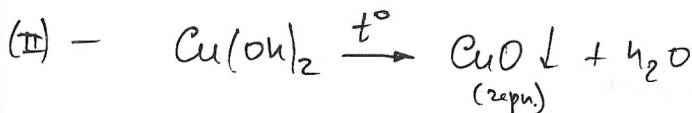
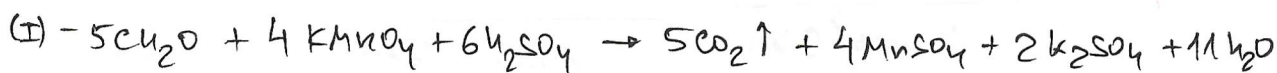
Девятость три



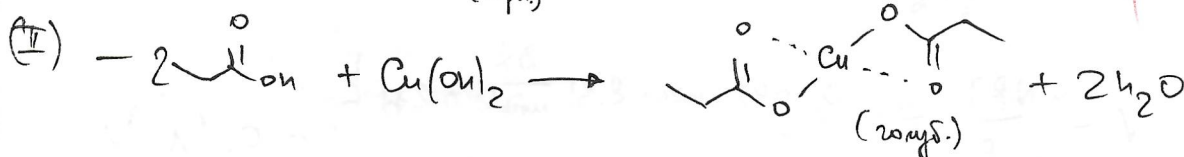
Вар.2 Задача 2.1



+



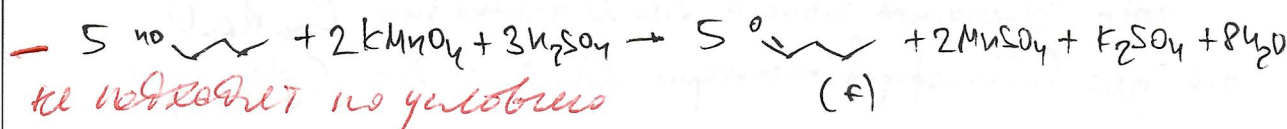
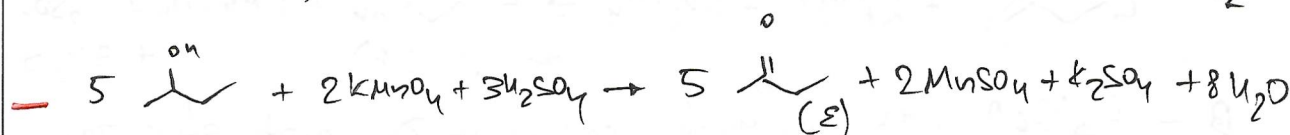
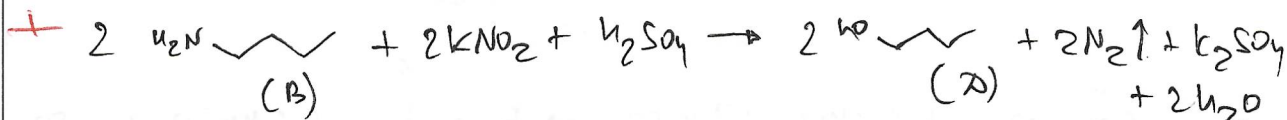
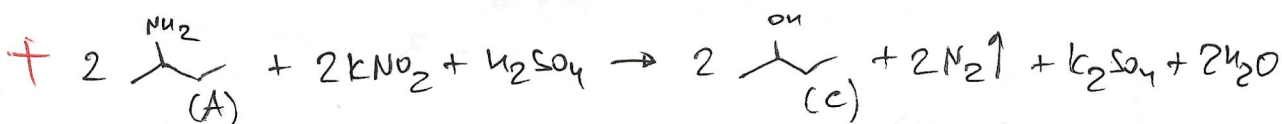
+



Вар.2 Задача 3.6

$D_{N_2} = 2,607, M = 2,607 \cdot 28 \frac{g}{mol} = 73 \frac{g}{mol}$

т.к. нет сведений о ф, можно предп., что А и В имеют $M = 73 \frac{g}{mol}$
из-за реакции вцмо, что А и В изомерные амины, $C_4H_{11}N$



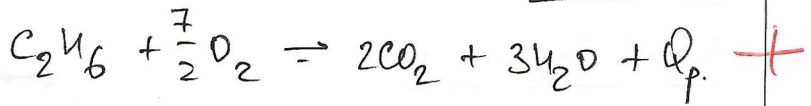
Фермишвед
Хрендер

Вар. 2 Задача 4.2

исховик

15°C = 288 K

730 мм рт.ст. = 97,325 кПа



$$Q_p = 2R_{08p}CO_2 + 3R_{08p}H_2O - R_{08p}C_2H_6 =$$

$$= 2 \cdot 393,5 + 3 \cdot 285,8 - 84,7 = 1559,7 \frac{kJ}{mole}$$

Q = cmΔt

$$Q = \underset{\text{на моль}}{75,31} \cdot \underset{\text{к}}{1,179} \cdot (98 - 24) = 6570,5 \text{ Дж} = \overset{305}{6,5705} \text{ кДж}$$

$$\frac{6,5705 \text{ кДж}}{x \text{ моль } (C_2H_6)} = \frac{1559,7 \text{ кДж}}{1 \text{ моль } (C_2H_6)}$$

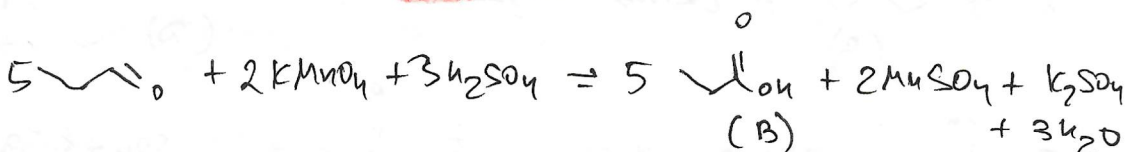
n_{C₂H₆} = 0,0042 моль ✓

$$V = \frac{nRT}{p} = \frac{0,0042 \text{ моль} \cdot 8,31 \frac{J}{mole \cdot K} \cdot 288 \text{ K}}{97,325 \text{ кПа}} = 0,11 \text{ л} \checkmark$$

Ответ: 0,1 л. ✓

Вар. 2 Задача 5.5

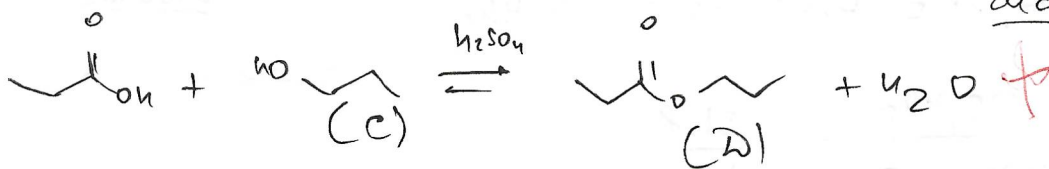
w(H) в C_nH_{2n}O = 0,1035 ⇒ $\frac{2n}{14n+16} = 0,1035$
n = 3



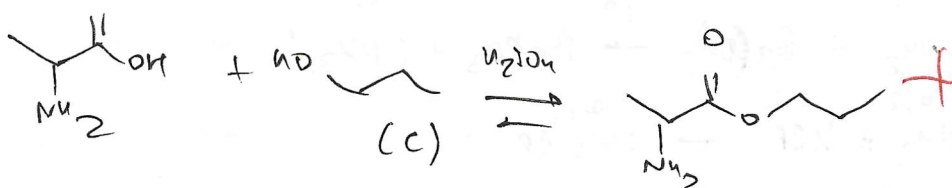
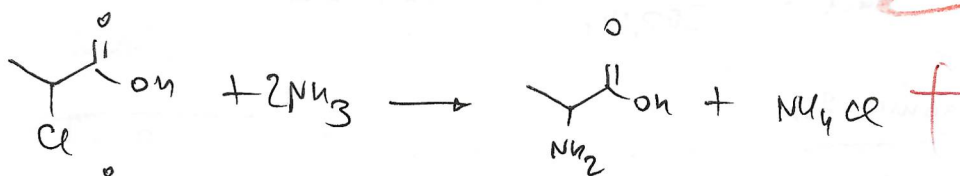
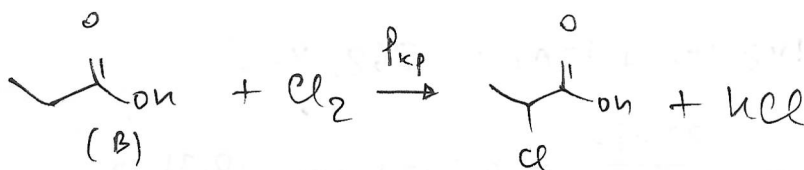
B - C₃H₆O, тк. из условий следует, что D - сложн. эфир, то, так как элементальная формула D должна быть C_{3n}H_{6n}O_n, тк. для сложн. эфира характерно n(O) = 2, то D - C₆H₁₂O₂ ✓

16-43-27-11
(64.20)

Зисловик



Способ получения:

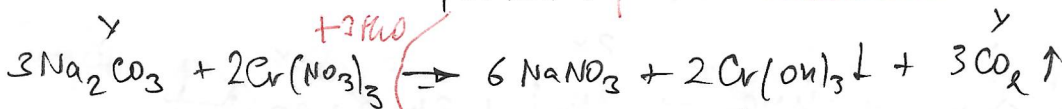


Вар. 2 Задача 6.6

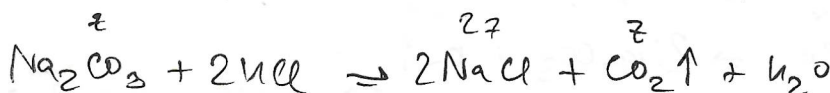
пусть $\downarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O} = x$, тогда $m_{\text{Na}_2\text{CO}_3} = 106x$
 $m_{\text{кр H}_2\text{O}} = 180x$

$$\downarrow \frac{106x}{106x + 101x + 110,2} = \frac{21,8}{121,8}$$

$x = 0,36 \text{ моль.} \quad +$



пусть $\downarrow \text{Na}_2\text{CO}_3$ в (1) = y , в (2) = z



$$\downarrow \begin{cases} x + y = 0,36 \\ z = 2y \end{cases} \leftrightarrow \begin{cases} z = 0,24 \text{ моль} \\ y = 0,12 \text{ моль} \end{cases}$$

$m_{\text{NaCl}}(z) = 0,24 \cdot 2 \cdot 58,5 = 28,08 \text{ г} \quad +$

~~$m_{\text{H}_2\text{O}}(z) =$~~

$$m_{Na_2CO_3, (2)} = 0,24 \cdot 106 = 25,44 \text{ г}$$

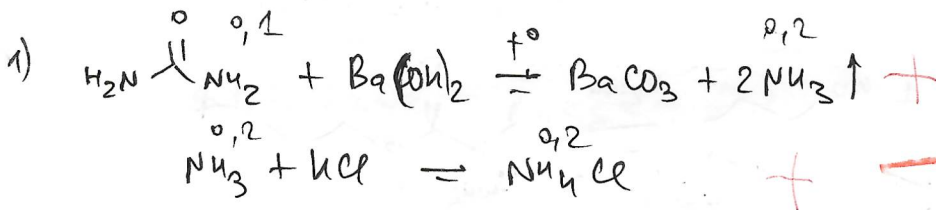
$$\frac{25,44 \text{ г}}{m_{ppa, 2}} = \frac{21,8}{121,8}$$

$$m_{ppa, 2} = 142,14 \text{ г} + 120 \cdot \frac{44 \cdot 0,24}{106} = 251,55$$

$$m_{ppa \bar{2}, \text{кон}} = 142,14 \text{ г} + 120 \text{ г} = 262,14 \text{ г} \pm$$

$$\omega_{NaCl} = \frac{28,08 \text{ г}}{262,14 \text{ г}} = 0,1071 \text{ или } 10,71\% \pm$$

Вар.2 Задача 9.1



$$\nu_{\text{HCl}} = 0,21 - 1,005 \frac{\text{моль}}{\text{л}} = 0,201 \text{ моль}$$

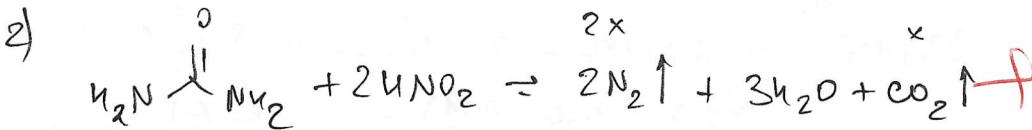
$$pH = 2,3$$

$$[H^+] = [HCl] = 10^{-2,3} \approx 0,005 \frac{\text{моль}}{\text{л}}$$

$$\nu_{\text{HCl}} (\text{после р.ч.и.}) = 0,005 \text{ М} \cdot 0,21 = 0,001 \text{ моль} +$$

$$\nu_{\text{HCl}} \text{ реак} = 0,201 - 0,001 = 0,2 \text{ моль} = \nu_{\text{NH}_3}$$

$$\nu_1 (\text{NH}_4)_2\text{CO} = 0,1 \text{ моль} +$$



$$\text{поэтому } \nu_{\text{N}_2} = 2x, \Rightarrow \nu_{\text{O}_2} = 0,5x$$

$$\nu_{\text{немого газа}} = \nu_{\text{NH}_3} \cdot 2 = 0,2 \cdot 2 = 0,4$$

$$\nu_{\text{немого газа}} = \nu_{\text{O}_2} + \nu_{\text{N}_2} = 2,5x = 0,4$$

$$x = 0,16$$

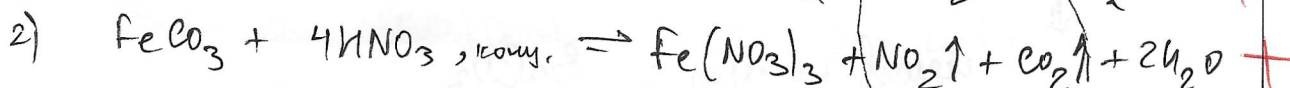
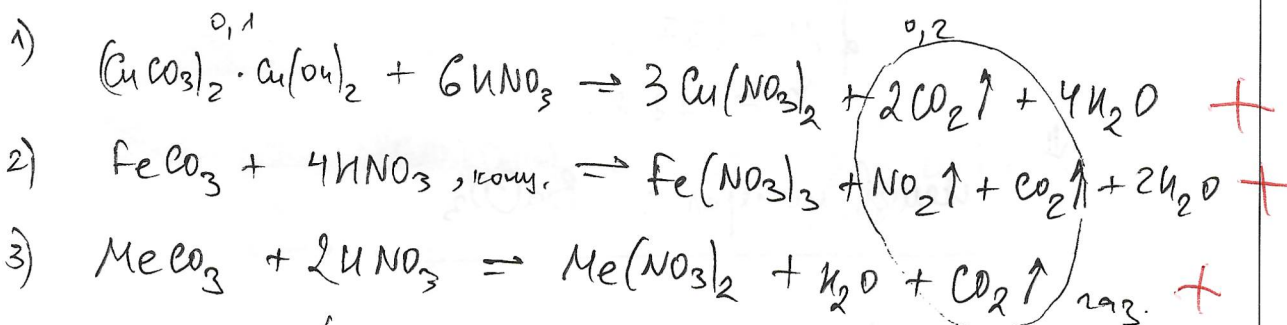
$$\nu_{\text{N}_2} = 0,32 \text{ моль} \Rightarrow \nu_2 (\text{NH}_4)_2\text{CO} = 0,16 \text{ моль. } \checkmark +$$

$$\nu_{\text{обш.}} (\text{NH}_2)_2\text{CO} = 0,16 + 0,1 = 0,26 \text{ моль}$$

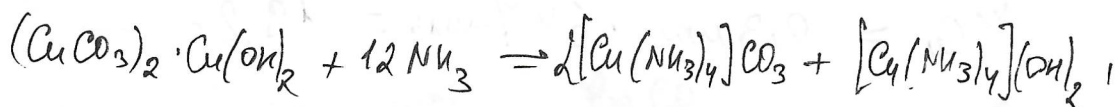
$$c_{(\text{NH}_2)_2\text{CO}} = \frac{0,26 \text{ моль}}{0,13 \text{ л}} = 2 \frac{\text{моль}}{\text{л}} \quad +$$

Ответ: 2М

Вар.2 Задача 8.2



$$\nu_{\text{газа}} = \frac{pV}{RT} = \frac{101,325 \text{ кПа} \cdot 29,34 \text{ л}}{8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 298 \text{ К}} = 1,2 \text{ моль.} \quad +$$



т.к. в NH_3 реагирует только азурит, $m_{\text{азурита}} = 148,2 - 113,6 = 34,6 \text{ г}$

$$\nu_{(\text{CuCO}_3)_2 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2} = \frac{34,6 \text{ г}}{346 \frac{\text{г}}{\text{моль}}} = 0,1 \text{ моль}$$

Пусть $m(\text{MeCO}_3) = x \text{ г}$, $m(\text{FeCO}_3) = (113,6 - x) \text{ г}$

$$M(\text{Me}) = M, \text{ причём } M \in \left\{ \begin{array}{l} 24, 40, 88, 137 \\ \text{Mg} \quad \text{Ca} \quad \text{Sr} \quad \text{Ba} \end{array} \right\} \quad \left| \begin{array}{l} \text{т.к. они } \text{Cu} \text{ } 3\text{M} \\ \text{и имеют} \\ \text{МРР или МРР} \\ (\text{SO}_4^{2-}) \end{array} \right.$$

$$\nu_{\text{MeCO}_3} = \nu_{\text{CO}_2, (3)} = \nu_{\text{MeSO}_4 \downarrow} = \frac{x}{M+60}$$

$$\nu_{\text{FeCO}_3} = \nu_{\text{CO}_2, (2)} = \nu_{\text{NO}_2, (2)} = \frac{(113,6 - x)}{116}$$

$$\nu_{\text{CO}_2, (1)} = \nu_{\text{азурита}} \cdot 2 = 0,2 \text{ моль.}$$

Зная суммарное ν газов и масса построим систему:

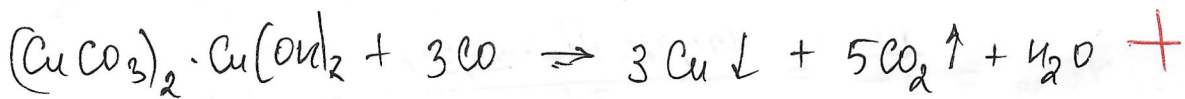
$$\begin{cases} \frac{x}{M+60} \cdot (M+96) = 93,2 \quad (\text{масса}) \\ 0,2 + \left(\frac{113,6-x}{116} \right) \cdot 2 + \frac{x}{M+60} = 1,2 \quad (\text{газ}) \end{cases} \quad (\text{Зисовик})$$

перебором среди предложен. M , получаем решение для M -:

$$\begin{cases} M = 137 \\ x = 78,8 \text{ г} \end{cases}$$

\Downarrow

исх. минерал: BaCO_3 +



$$\nu_{\text{Cu}} = 3 \cdot \nu_{\text{азурит}} = 0,3 \text{ моль}$$

$$m_{\text{Cu}} = 0,3 \text{ моль} \cdot 64 \text{ г/моль} = 19,2 \text{ г}$$

Ответ: BaCO_3 ; 19,2 г +

пусть $\frac{m}{M} \text{FeCO}_3 = \frac{(113,6 - x)}{M} \downarrow m_{\text{FeCO}_3} = x$

верно

$$M(\text{Me}) = M, \text{ где } M \in \{24, 40, 88, 137\}$$

$$\nu_{\text{MeCO}_3} = \nu_{\text{CO}_2, (3)} = \nu_{\text{MeSO}_4} = \frac{x}{M+60}$$

$$1. \frac{x}{M+60} \cdot (M+96) = 93,2$$

$$\nu_{\text{FeCO}_3} = \nu_{\text{CO}_2, (2)} = \nu_{\text{NO}_2, (2)} = \frac{113,6 - x}{116}$$

$$\nu_{\text{CO}_2, (1)} = \nu_{(\text{Cu(OH)}_2)_2 \cdot \text{Cu(OH)}_2} \cdot 2 = 0,1 \cdot 2 = 0,2 \text{ моль.}$$

из суммы $\nu_{\text{газ}}$:

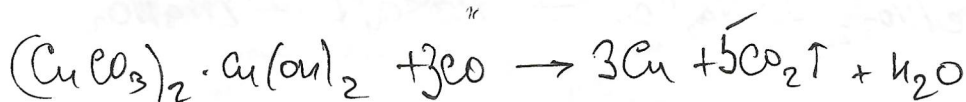
$$2. \quad 0,2 + \left(\frac{113,6 - x}{116} \right) \cdot 2 + \frac{x}{M+60} = 1,2$$

попробуем между прочим M , получим решение при $M=137$

$$\begin{cases} M = 137 \text{ г/моль} \\ x = 78,8 \text{ г} \end{cases}$$

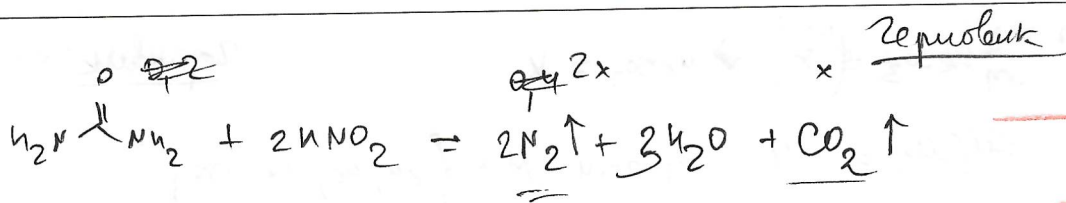
\downarrow состав минерала: BaCO_3 .

$$\nu_{(\text{Cu(OH)}_2)_2 \cdot \text{Cu(OH)}_2} = 0,1 \text{ моль.}$$

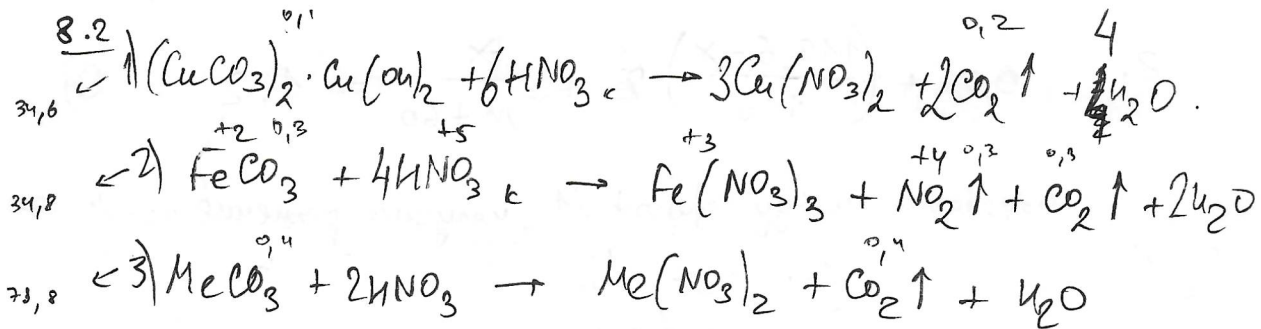


$$\nu_{\text{Cu}} = \nu_{\text{Cu}} \cdot 3 = 0,3 \text{ моль.}$$

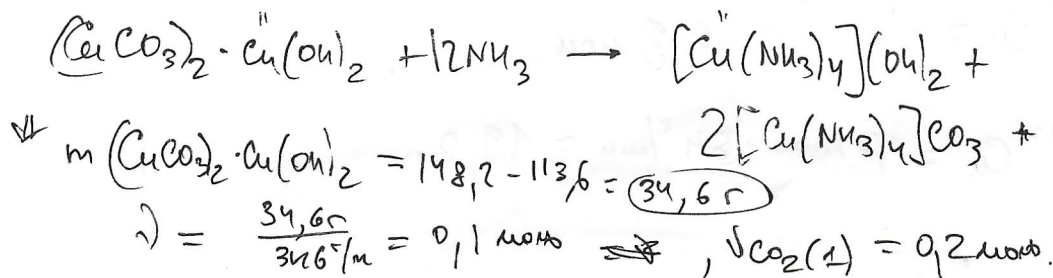
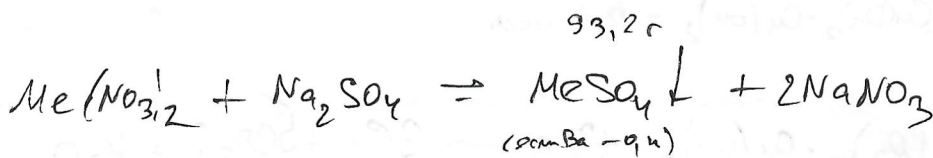
$$m_{\text{Cu}} = 0,3 \text{ моль} \cdot 64 \text{ г/моль} = 19,2 \text{ г}$$

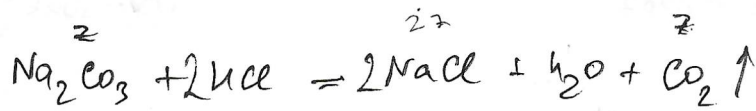


$$\begin{aligned} \downarrow \nu_{\text{N}_2} &= \nu_{\text{NH}_2} \cdot 2 = 0,4 & \downarrow \nu_{\text{O}_2 + \text{N}_2} &= 0,4 \\ \downarrow \nu_{(\text{NH}_2)_2\text{CO}} &= 0,2 + 0,2 = 0,4 \text{ моль} & \downarrow 3x &= 0,4 \\ \downarrow c_{(\text{NH}_2)_2\text{CO}} &= \frac{0,3 \text{ моль}}{0,131} \approx 2,3 \frac{\text{моль}}{\text{л}} & \downarrow 2x &= 0,267 \end{aligned}$$



$$\nu_{\text{раза}} = \frac{pV}{RT} = \frac{101,325 \text{ кПа} \cdot 29,34 \text{ л}}{8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 298 \text{ К}} = 1,2 \text{ моль}$$





Зерновик

при об. усл. $\nu_{\text{газа}} \sim \nu_{\text{раза}}$

↓

$$\begin{cases} y + z = 0,36 \\ z = 2y \end{cases} \quad \leftarrow \quad \begin{cases} y = 0,12 \\ z = \underline{0,24} \end{cases}$$

$$m_{\text{Na}_2\text{CO}_3, 2} = 0,24 \cdot 106 = 25,44 \text{ г}$$

↓

$$\frac{25,44 \text{ г}}{m_{\text{ра}}} = \frac{21,8}{121,8}$$

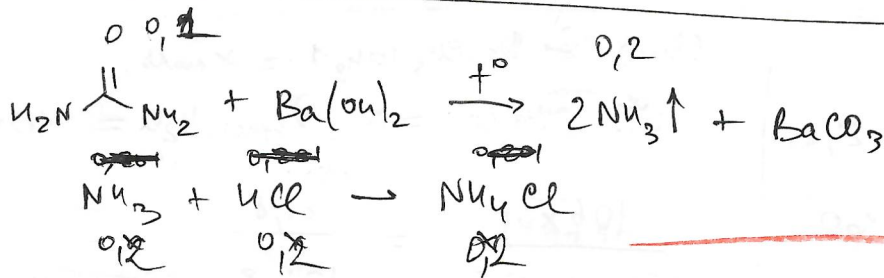
$$m_{\text{ра}} = 142,14 \text{ г}$$

$$m_{\text{NaCl}} = (0,24 \cdot 2) \cdot 58,5 = 28,08 \text{ г} \quad (\checkmark)$$

$$m_{\text{ра, кон}} = 142,14 \text{ г} + 120 \text{ г} = 262,14 \text{ г}$$

$$\omega_{\text{NaCl}} = \frac{28,08}{262,14} = 0,1071 \text{ или } 10,71\%$$

7.1



$$V = 0,2 \text{ л}$$

$$\nu_{\text{HCl}} = 1,005 \text{ М} \cdot 0,2 \text{ л} = 0,201 \text{ моль}$$

$$\text{pH} = 2,3$$

$$\downarrow \quad [\text{HCl}] = [\text{H}^+] \approx 10^{-2,3} \approx 0,005 \text{ М}$$

↓

$$\nu_{\text{HCl (поке р.)}} = 0,005 \frac{\text{моль}}{\text{л}} \cdot 0,2 \text{ л} = 0,001 \text{ моль}$$

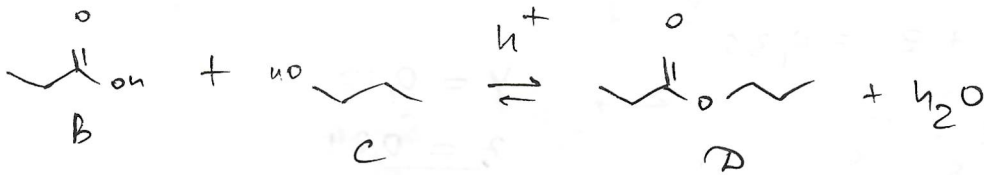
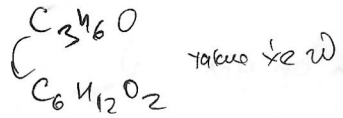
$$\downarrow \quad \nu_{\text{реак}} = 0,2 \text{ моль}$$

$$C_n H_{2n} O_2 - \frac{12n}{14n+32} = 0,6207$$

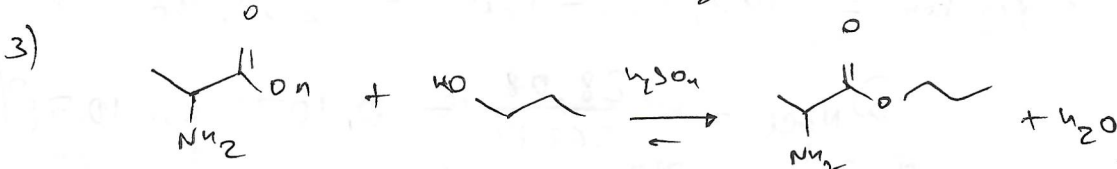
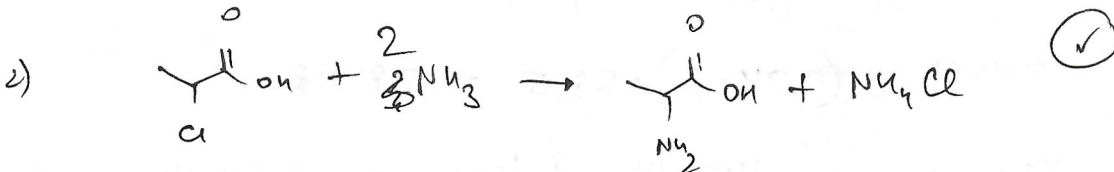
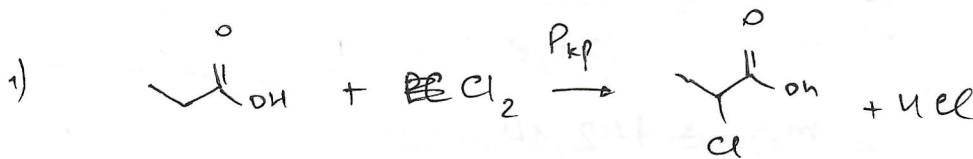
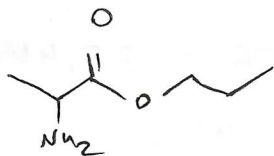
Зерновик

$$8,6898n + 19,3624 = 12n$$

$$n = 6$$



получение

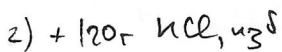


6.6

$$S_{Na_2CO_3, 20^\circ} = 21,8 \text{ г}$$

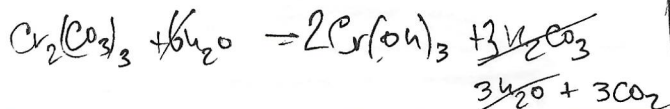
$$110,20 \text{ мл } H_2O$$

2гасм



$$\frac{V_{1,2}}{V_{1,1}} = 2$$

$$\omega_{1,2} = ?$$



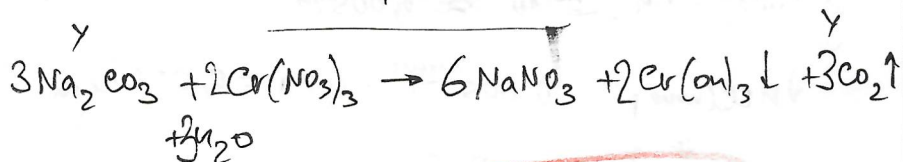
$$Na_2CO_3 \cdot 10H_2O = x \text{ моль.}$$

$$\leftarrow 2Na_2CO_3 = x, \leftarrow \text{крист. } H_2O = 10x$$

$$\frac{106x}{180x + 110,2 + 106x} = \frac{21,8}{121,8}$$

$$12910,8x = 6284,8x + 2402,36$$

$$x = 0,36 \text{ моль.}$$



Зерновик

3.9

15°C

730 мм рт.ст. · 133,322 Па

~~97,325 Па~~
 CH₄ 97,325 Па

1,179 кг H₂O

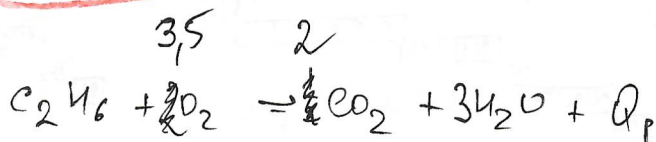
24° → 98°

Q_{осп} C₂H₆ = 84,7 кДж/моль.

Q_{осп} CO₂ = 393,5 "

Q_{осп} H₂O = 285,8 $\frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$

c_{H₂O} = 75,31 $\frac{\text{г}}{\text{моль}}$



$$Q_p = 2 \cdot 393,5 + 3 \cdot 285,8 - 84,7 = 1559,7 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$$

Q = cmat

$$Q_p = 75,31 \cdot 1,179 \cdot (98 - 24) = 6570,5 \text{ Дж} = 6,5705 \text{ кДж}$$

$$\frac{6,5705 \text{ кДж}}{x \text{ моль}} = \frac{1559,7 \text{ кДж}}{1 \text{ моль}}$$

✓

x ≈ 0,0042 моль

CH₄!

$$V = \frac{pRT}{P} = \frac{0,0042 \text{ моль} \cdot 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 288 \text{ К}}{97,325 \text{ Па}} \approx 0,11$$

3.8. C_nH_{2n}O - A

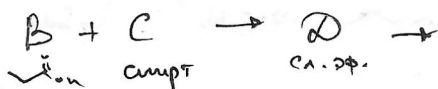
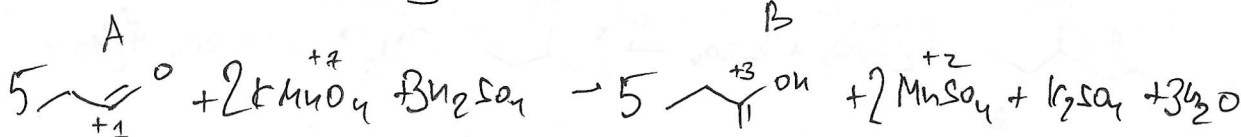
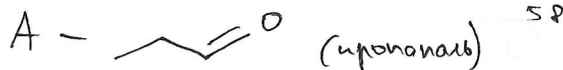
1,44n + 1,656 = 2n

0,551 · n = 1,656

n = 3

$$\frac{2n}{14n + 16} = 0,1035$$

C₃H₆O



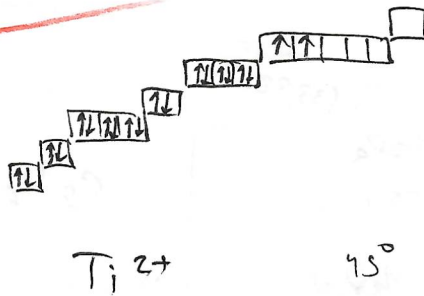
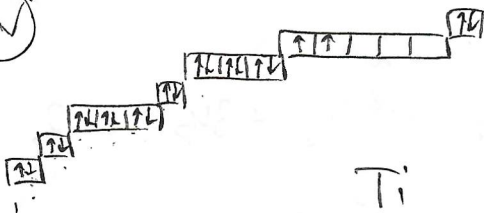
w(C) = 62%, 07%
 w(O) = 27,58%
 w(H) = 10,35%

дешифр:

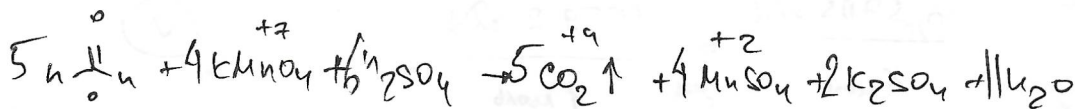
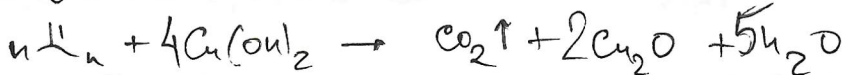
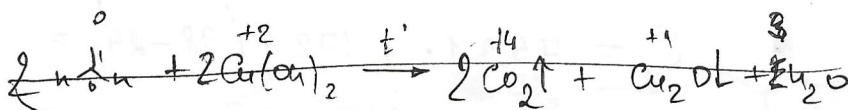
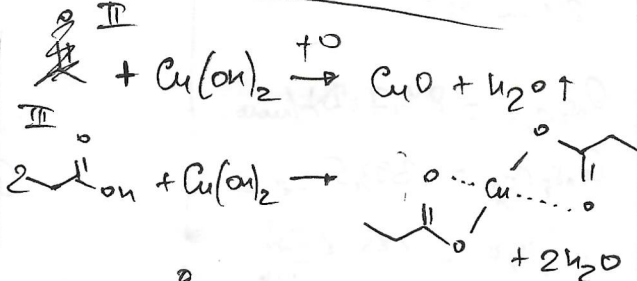
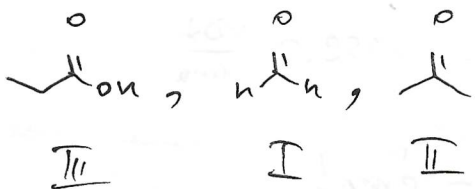
Зерновик

1.4

$$\frac{n \uparrow \downarrow}{n \uparrow} = 5$$



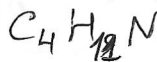
2.1



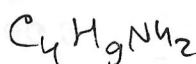
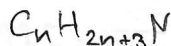
3.6

$M_{\text{ср}} \approx 73$

A, B



$D_{\text{H}_2} = 2,607$



+ KNO_2 , H_2SO_4 pp

↓ c, d - изомеры

↓ KMnO_4 .

E, F - органические.

