



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

Вариант 2

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников „Ломоносов“
наименование олимпиады

по Химии
профиль олимпиады

Смуровой Валерии Александровны
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата
«12» марта 2023 года

Подпись участника

82-39-32-54
(64.10)

Тестовик 1

Задача 1

Пусть y - число неспаренных e^- в основном состоянии
 $\Rightarrow N_{\text{пар.спар.}} e^- = 5y$
 Т.к. существует X^{2+} , то можно предположить, что элемент может проявлять валентность 2 и имеет 2 неспаренных e^-

1	2	3	4	5	6	7	8	9	Σ
3	8	4	12	14	12	17	18	1	88

$e^- \Rightarrow N_{\text{спар.}} e^- = \underbrace{5 \cdot 2 \cdot 2}_{N_{\text{пар}}} (если y=2) = 20$

*Александр
Антон*

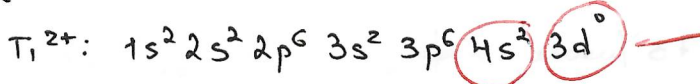
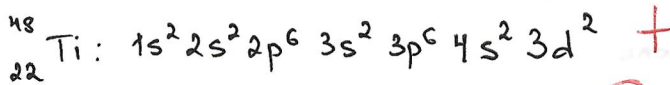
$Ne^- = 22 = N_p \Rightarrow Ti$ (четный номер = 22)

(X) - Ti Ti^{2+} существует

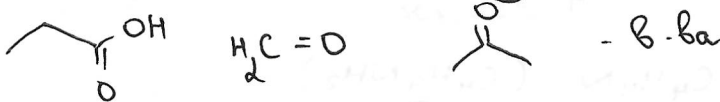
88

восемьдесят восемь.

Ti 10 пар e^- и 2 e^- неспаренных

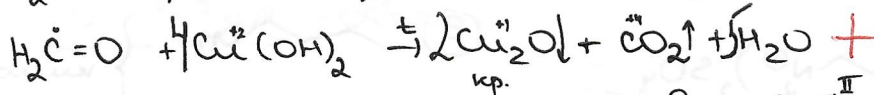
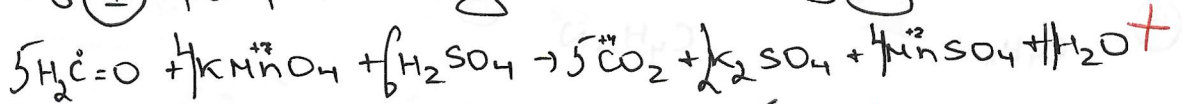


Задача 2



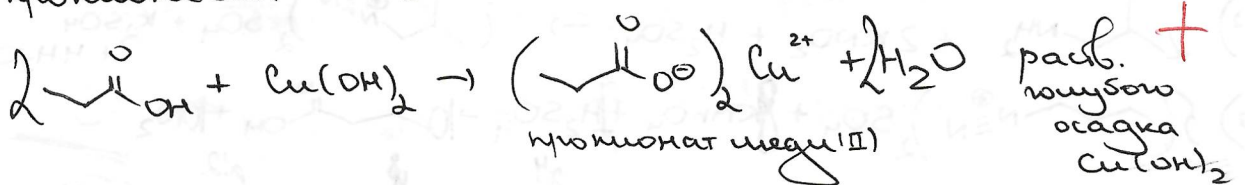
Среди данных соед. только формальдегид может окисляться $HCHO \rightarrow CO_2$ $HCHO$ $HCHO$ сильных окислителей (таких как $KMnO_4$ $ВН^+$). Все ок. соединения как окиси. уже не могут

\Rightarrow в (I) пробирке находится формальдегид: +

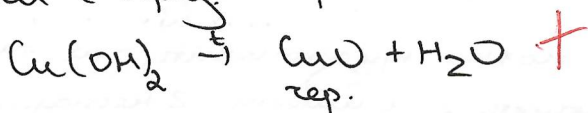


Только формальдегид восстановит Cu^{2+} до Cu^I , а сам окислится до $CO_2 \Rightarrow$ еще раз подтверждаем, что он в 1 пробирке

$Cu(OH)_2$ - осн. weak гидроксид \Rightarrow по р-ции нейтрализации будет растворяться в кислотах \Rightarrow в (III) пробирке - к-та



Ацетон не будет реаг. ни с KMnO_4/H^+ , ни с $\text{Cr}(\text{OH})_3$, т.к. не обладает окислит. способностью
 \Rightarrow в случае с $\text{Cr}(\text{OH})_3$ сам гидроксид реагирует с образ. терм. CrO



I
формальдегид

II
ацетон

III
хромовая к-та

Задача 3

т.к. С и D. изомеры, то А и В, Е и F тоже изомеры
 Смесь KNO_2 и H_2SO_4 очень часто используется для синтеза диазосоединений \Rightarrow скорее всего А и В - амины

Пусть $M_A = M_B = M$ моль

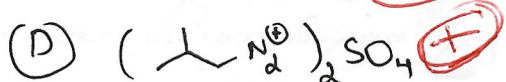
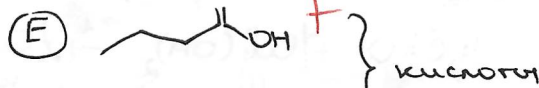
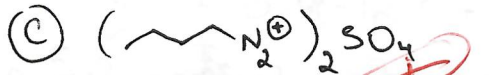
$$M_{\text{смеси}} = 2,607 \cdot 28 = 73 \text{ г/моль} +$$

$$73 = \chi_A \cdot M + \chi_B \cdot M = M (\chi_A + \chi_B)$$

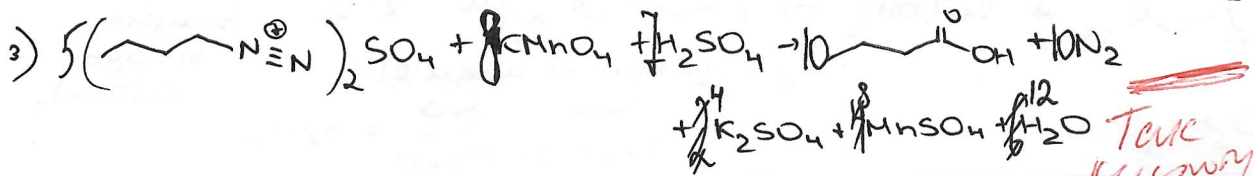
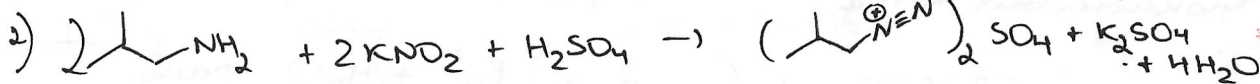
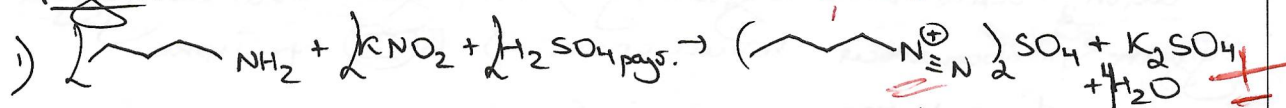
$$M = 73$$

что соответствует $\text{C}_4\text{H}_{11}\text{N}$ ($\text{C}_4\text{H}_9\text{NH}_2$) \uparrow амин

т.к. Е и F относятся к одному классу веществ, то скорее всего аминны у первичного атома С



P-амины

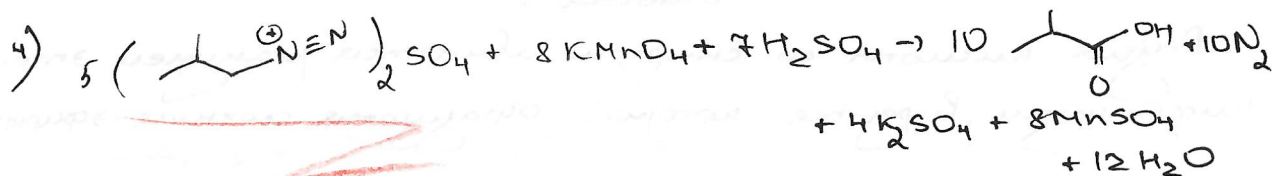


это неустойчивые промежуточные в-ва

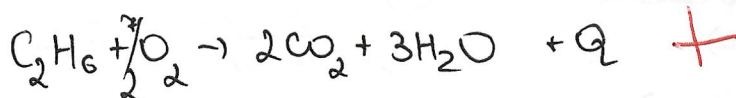
не помню

числовик 3

82-39-32-54
(04.10)



Задача 4



$Q = 2Q_{\text{обр.}}(\text{CO}_2) + 3Q_{\text{обр.}}(\text{H}_2\text{O}) - Q_{\text{обр.}}(\text{этана})$ на 1 моль этана

$Q = (393,5 \cdot 2 + 3 \cdot 285,8 - 84,7) \text{ кДж/моль} = 1559,7 \text{ кДж/моль}$

Для нагрева воды: $Q = C_{\text{водн}} \cdot m \cdot \Delta t$

$Q = 75,31 \text{ Дж/моль} \cdot \text{К} \cdot \frac{11792}{187 \text{ моль}} \cdot 74 \text{ К} = 365,028 \text{ кДж}$

↑ для нагрева воды

Этана	Q кДж
1	1559,7
X	365,028

$\Rightarrow X = \frac{365,028}{1559,7} = 0,23404 \text{ моль}$

$pV = \nu RT$

$p = (133,322 \cdot 730) \text{ Па} = 97325,33 \text{ Па}$

$T = 288 \text{ К}$

$V = \frac{\nu \cdot R \cdot T}{p} = \frac{0,23404 \cdot 8,314 \cdot 288}{97325,33} = 5,76 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$

$\Rightarrow V \approx 5,76 \text{ л}$ - ответ

Задача 5

Общая формула альдегида: $\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}$

$9,1035 = \frac{2n}{12n + 2n + 16}$

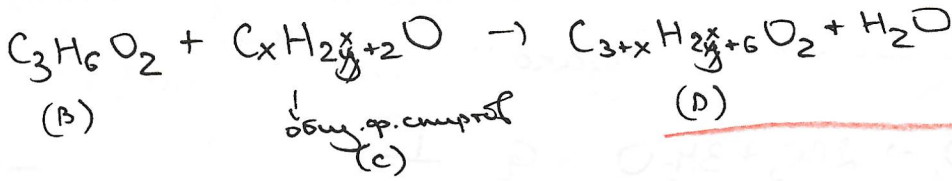
$14n + 16 = 19,324n$

$n = \frac{16}{5,3234} \approx 3 \Rightarrow \text{C}_3\text{H}_6\text{O}$ - формула А

- (A) CCC=O ($\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$)
- (B) CCC(=O)O ($\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2$)
- (C) CCC(O)C ($\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$)
- (D) CCC(=O)CC ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_2$)

Системик 4

Р.чине кислоты со спиртом avviene реакция эте-
рификации, в резу-те которой образуются сложные эфиры:

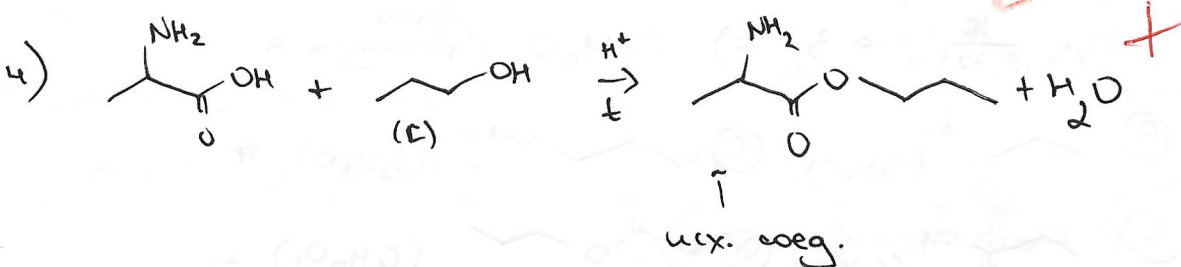
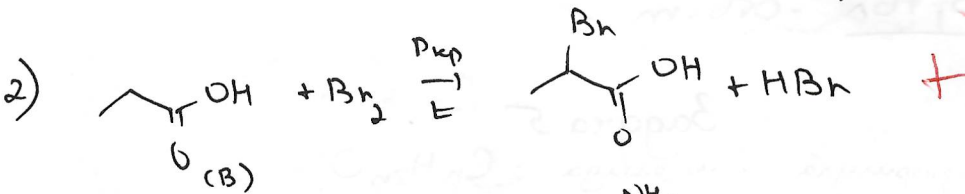
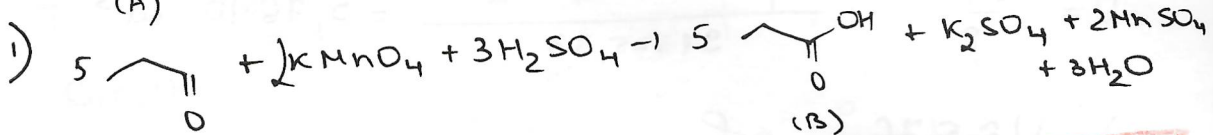
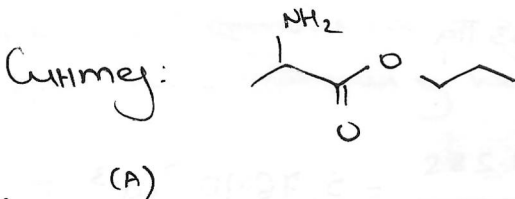
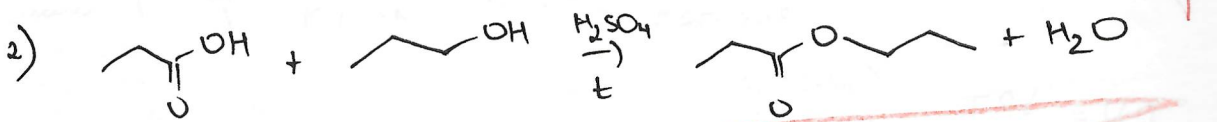
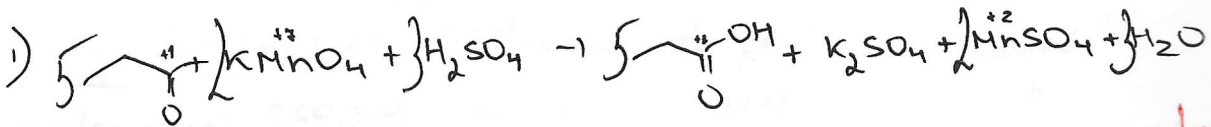


$\omega_H \text{ в } D = 0,1035$ (по усл.)

$$0,1035 = \frac{2y+6}{12(3+x) + 2x+6 + 32}$$

$\Rightarrow x = 3 \Rightarrow C_3H_8O$ - брутто формула C

т.к. в задании указано синтез циклического эфира,
то C - циклический спирт



Система 5

Задача 6

$$\omega_{\text{Na}_2\text{CO}_3} = \frac{21,8}{121,8} = 0,178982 \quad +$$

Пусть $m(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = x_2 \Rightarrow m_{\text{р-ра}} = (110,2 + x)_2$

$$m_{\text{Na}_2\text{CO}_3} = \left(\frac{106}{106 + 18 \cdot 10} \right) \cdot x = (0,37063x)_2$$

р-р насыщенней $\Rightarrow 0,178982 = \frac{m_{\text{Na}_2\text{CO}_3}}{m_{\text{р-ра}}} = \frac{0,37063x}{110,2 + x}$

$$x = 102,9172 \approx 102,922$$

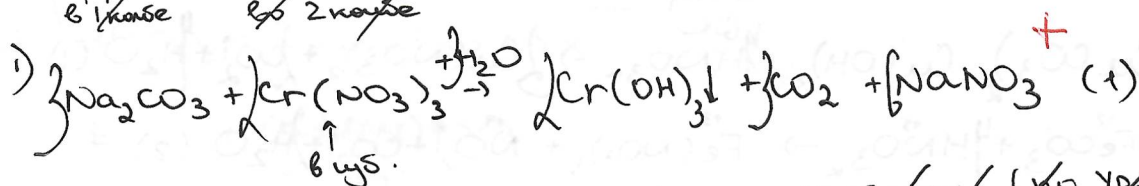
$$m_{\text{Na}_2\text{CO}_3} = 38,1442$$

$$\downarrow_{\text{Na}_2\text{CO}_3} = \frac{38,144}{106} = 0,36 \text{ моль} \quad +$$

$$m_{\text{р-ра}_1} = (110,2 + 102,917)_2 = 213,1172 \quad +$$

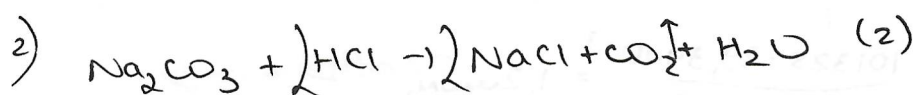
$$\downarrow_1 = \downarrow_2 = 0,36/2 = 0,18 \text{ моль} - \text{в каждой из колб}$$

$$m_{\text{р-ра}} = m_{\text{р-ра}} = (213,117/2)_2 = 106,55852 - m_{\text{р-ра}} \text{ в каждой из колб}$$



$$\downarrow_{\text{Na}_2\text{CO}_3} = 0,18 \text{ моль} \Rightarrow \downarrow_{\text{CO}_2} = \downarrow_{\text{Na}_2\text{CO}_3} = 0,18 \text{ моль (по УР)}$$

$$V_{\text{Na}_2\text{CO}_3} = V_m \cdot \downarrow_{\text{CO}_2} = 9,18 V_m \quad +$$



Пусть $\downarrow_{\text{Na}_2\text{CO}_3}$ в 1 колбе = a моль. Тогда во 2 колбе будет

$$\downarrow_{\text{Na}_2\text{CO}_3 2} = (0,36 - a) \text{ моль}$$

$$\downarrow_{\text{CO}_2 1} = \downarrow_{(\text{Na}_2\text{CO}_3)_1} = a \text{ моль (по УХР } \nu=1)$$

$$V_1 = V_m a$$

$$\downarrow_{\text{CO}_2} = \downarrow_{(\text{Na}_2\text{CO}_3)_2} = 0,36 - a \quad (\text{по УХР } \nu=2)$$

$$V_2 = V_m (0,36 - a)$$

$$V_2 = 2V_1 \quad (\text{по усл.})$$

$$2V_m a = V_m (0,36 - a)$$

задача 6

$z_a = 0,36$

$a = 0,12 \text{ моль} +$

$\downarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 \text{ в 1 колбе} = 0,12 \text{ моль} +$

$\downarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 \text{ во 2 колбе} = 0,24 \text{ моль} +$

$\downarrow \text{NaCl} = 2 \downarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 \text{ во 2 колбе} = (2 \cdot 0,24) \text{ моль} = 0,48 \text{ моль} +$

$m_{\text{NaCl}} = 0,48 \cdot 58,5 = 28,08 \text{ г}$

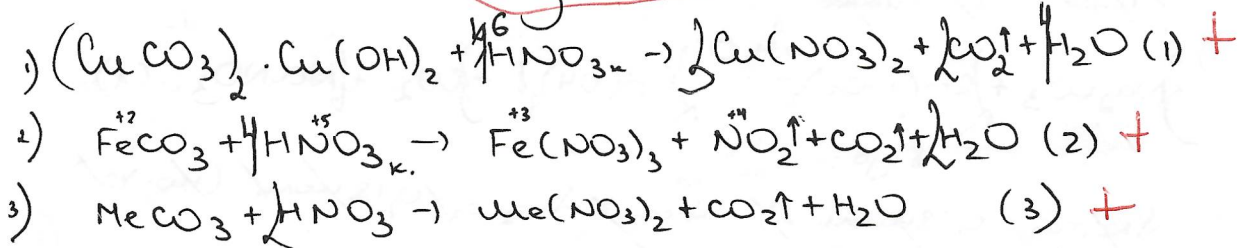
$\omega_{\text{Na}_2\text{CO}_3} \text{ в изнач. р-ре} = \frac{33,144}{213,117} = 0,1555$

$m_{\text{р.ра}} \text{ во 2 колбе} = \frac{0,24 \cdot 106}{0,1555} = 162,1376 \text{ г} \leftarrow \text{не решено во 2 колбу}$

$m_{\text{р.ра}} \text{ конечная} = m_{\text{р.ра}} \text{ во 2 колбе} + m_{\text{NaCl}} = 262,1376 \text{ г} -$

$\omega_{\text{NaCl}} = \frac{m_{\text{NaCl}}}{m_{\text{конеч. р.ра}}} = \frac{28,08}{262,1376} = 0,1071 \text{ (10,71\%)} -$
 ответ

Задача 8



газ: смесь CO_2 и NO_2

$pV = \nu RT$

$\downarrow \nu_{\text{см}} = \frac{pV}{RT} = \frac{101325 \cdot 29,34 \cdot 10^{-3}}{8,314 \cdot 298} = 1,2 \text{ моль} +$

$pM = \nu RT$

$M_{\text{см}} = \frac{\nu RT}{p} = \frac{1,2 \cdot 8,314 \cdot 298}{101325} = 0,0445022$
 $\Rightarrow M = 44,5022 +$

Пусть $x_{\text{CO}_2} = x, x_{\text{NO}_2} = 1-x$

$44,5022 = 44x + 46(1-x)$

$x = 0,7489 = x_{\text{CO}_2} \quad x_{\text{NO}_2} = 0,2511$
 $\downarrow \text{CO}_2 = 0,9 \text{ моль} \quad \downarrow \text{NO}_2 = 0,3 \text{ моль} +$

масса NaCl верно.
 масса р-ра не

ошибка в массе р-ра 2

$\text{CO}_2 \uparrow$

~~Z~~

Системик 7

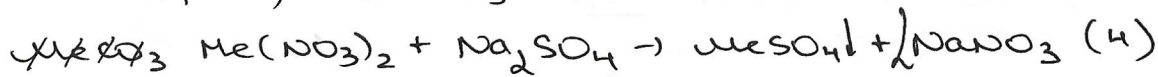
$$\downarrow \text{FeCO}_3 = \downarrow \text{NO}_2 = \downarrow (\text{CO}_2)_2 = 0,3 \text{ моль (по 2 УХР)}$$

$$m_{\text{FeCO}_3} = 0,3 \cdot (56 + 12 + 48) = 34,82$$

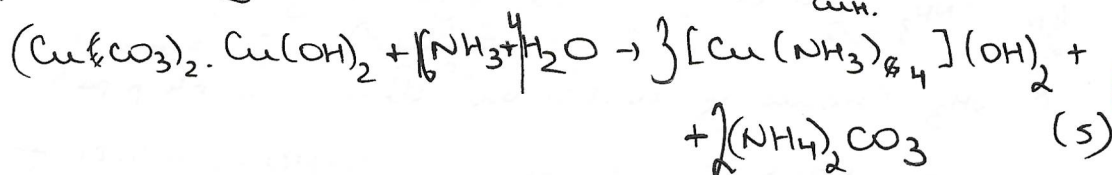
$$m_{\text{ост.сн}} = 148,2 - 34,8 = 113,42$$

$$\downarrow \text{ост.сн} = 0,9 - 0,3 = 0,6 \text{ моль (в 1 и 3 р-циях)}$$

CuSO_4 раств, $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ - раств \Rightarrow MgSO_4 - нераств.



В пробирке аммиака Cu^{2+} , Fe^{2+} и Mg^{2+} ^{ион} ~~могут~~ ^{раств.} в пробирке р-ра аммиака только осед. Cu^{2+} ^{ион.}



$$\Rightarrow \Delta m_{\text{раств.}} = m_{\text{аммиака}} = 148,2 - 113,6 - 34,62 \quad +$$

$$m_{\text{MgSO}_4} = 148,2 - 34,6 - 34,8 = 78,82$$

$$m_{\text{MgSO}_4} = 93,22 \Rightarrow \downarrow \text{MgSO}_4 = \downarrow \text{Mg(NO}_3)_2 = \frac{93,2}{a+96} \quad \text{где } a - \text{ион. масса}$$

$$\downarrow \text{Mg(NO}_3)_2 = \downarrow \text{MgSO}_4 \text{ (по 1 УХР)} = \frac{93,2}{a+96}$$

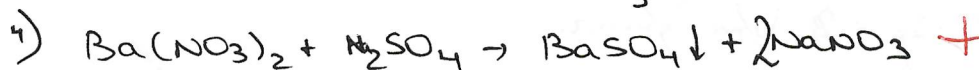
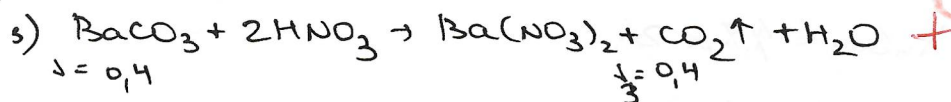
$$78,82 = \frac{(a+124) \cdot 93,2}{a+96}$$

$$\frac{93,2}{a+96} = \frac{78,82}{a+60} \Rightarrow a+60 = 0,8455(a+96)$$

$$\Rightarrow a = 137 \frac{2}{3} \text{ моль} \Rightarrow \text{Mg-Ba} \quad +$$

минерал: $\text{BaCO}_3 \quad +$

Ур. ие:

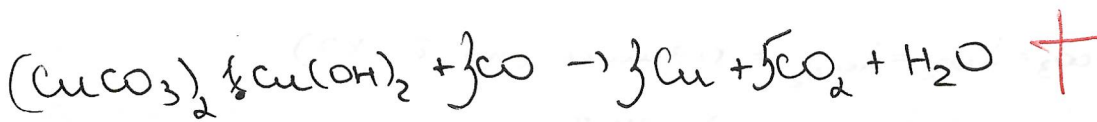


Проверим по CO_2

$$\downarrow_3 = 0,4 = \downarrow \text{BaCO}_3 \text{ (по 3 УХР)}$$

$$\downarrow_1 = 2 \cdot \downarrow \text{аммиака} = 2 \cdot \frac{34,6}{346} = 0,2 \text{ моль}$$

$$\Rightarrow \downarrow_1 + \downarrow_3 = 0,6 \text{ моль (это и требовалось доказать)}$$

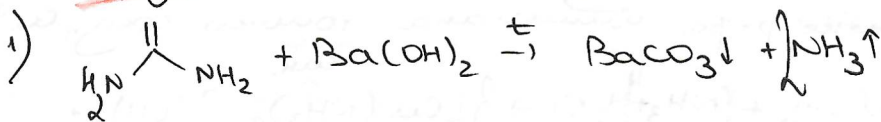


Задача = $\frac{34,6}{346} = 0,1$ моль

$\Delta Si = 0,3$ моль (по ур. р-ции)

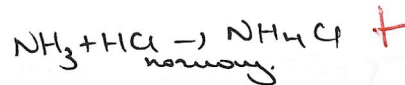
$\Rightarrow m_{Si} = (64 \cdot 0,3) \cdot 2 = 19,2$ - ответ

Задача 8



A-NH₃ (помогаясь HCl он повышает pH р-ра)

$\Delta_{HCl} = 0,2 \cdot 1,005 = 0,201$ моль

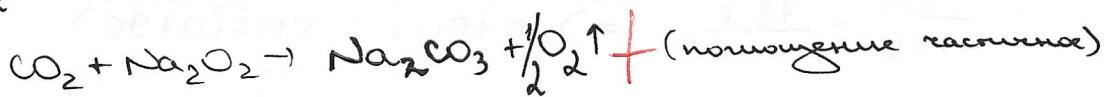
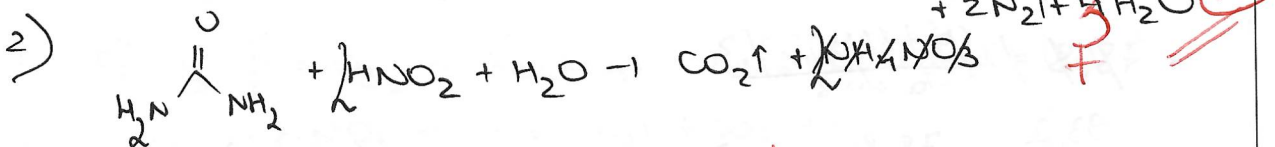


$pH = -\lg [H^+] \Rightarrow [H^+]_{ост} = 10^{-2,3} = 5,0119 \cdot 10^{-3}$ моль

$\Delta_{HCl} \text{ проецир.} = 0,201 - 5,0119 \cdot 10^{-3} \approx 0,19588$ моль $\approx 0,196$ моль

Пусть Δ мочевины x моль

$\Rightarrow 2x^y = 0,196 \Rightarrow x^y = 0,098$ моль



Пусть Δ мочевины = x моль
 H₂ по формуле $\frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} = x$ моль $\Rightarrow x_{N_2} = 2x$ (по ур.)
 $x_{O_2} = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} x$

$\Rightarrow \Delta_{H_2O} = 1,8x$

По ур. $2V_{m, A} = 14 V_{m, B}$

$\Delta_{H_2O} = 0,392$ моль

$\Rightarrow x = 0,196$ моль

Δ мочевины = $x + y = 0,196 + 0,098 = 0,294$ моль

$C_{mole} = \frac{1}{V} = \frac{0,294}{0,13} = 2,26$ M - ответ

число молей g Не пошито N_2 и $O_2 \Rightarrow \Delta n_{\text{ген. газа}} = 2,5x$

$$\Delta n_{N_2} = 2x \quad (\text{по ур.})$$

$$\Delta n_{O_2} = 0,5x$$

$$2V_m \cdot \Delta n = \sqrt{2,5x} = \Delta n_{\text{ген. газа}} \cdot V_m \quad (\text{по ур.})$$

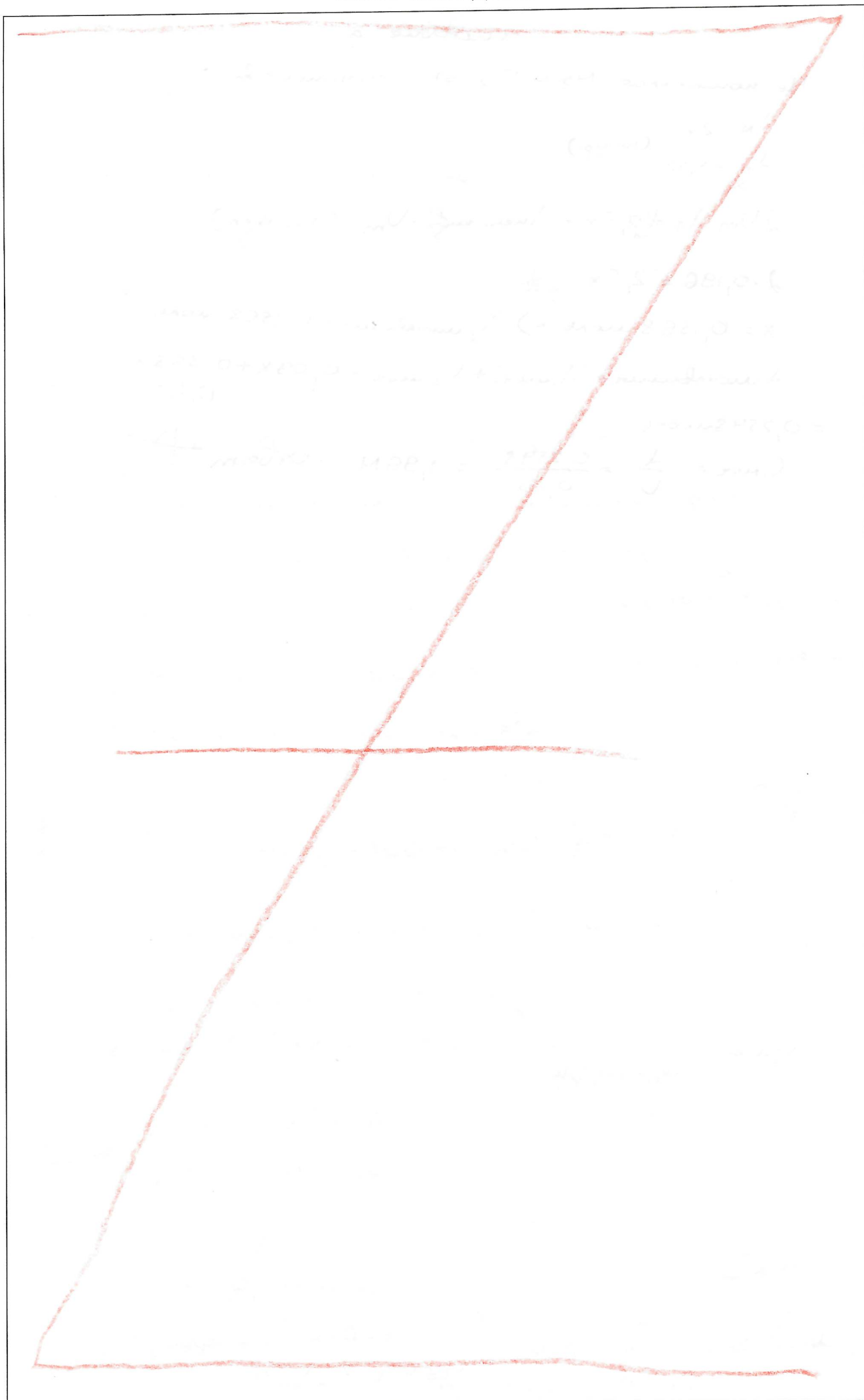
$$2 \cdot 0,196 = 2,5x \quad 0,16$$

$$x = 0,1568 \text{ моль} \Rightarrow \Delta_2 \text{ молекул} = 0,1568 \text{ моль}$$

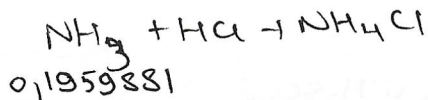
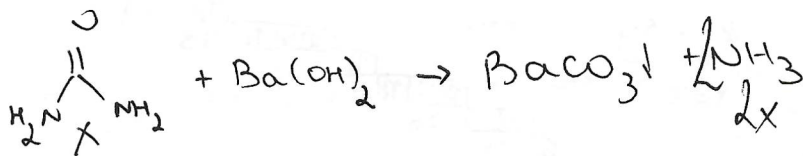
$$\Delta \text{ молекул} = \Delta_1 \text{ моль} + \Delta_2 \text{ моль} = 0,098 + 0,1568 =$$

$$= 0,2548 \text{ моль}$$

$$C_{\text{мол}} = \frac{1}{V} = \frac{0,2548}{0,13} = 1,96 \text{ М} - \text{ответ} +$$

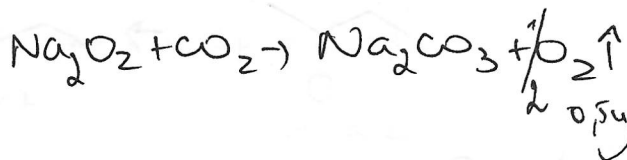
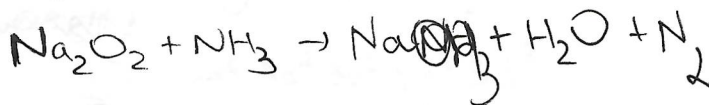
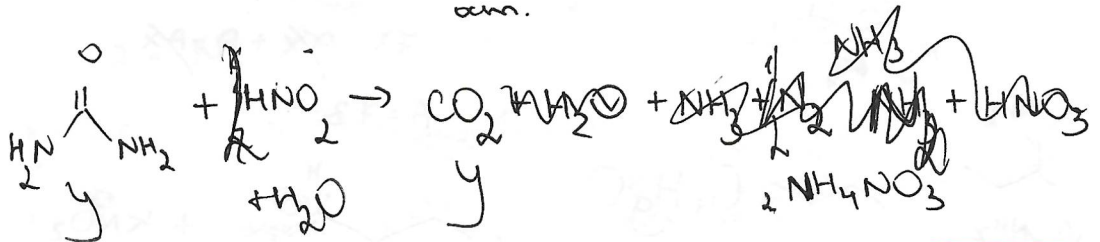


сервисе 1



$$\frac{0,1959881}{\text{NH}_3}$$

$$[\text{H}^+] = -\log 10^{-2,3} = 5,0119 \cdot 10^{-3} \text{ моль/л}$$



$2 \cdot (2x) = 0,5y$
 $2x = 0,1959$
 $y = 8x$
 $y = 0,7839524$
 $x = 0,09799405$
 $(0,098)$
 $0,882 \text{ моль}$

$\text{NH}_2-\text{C}(=\text{O})-\text{NH}_2$
 $\text{HNO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
 $\text{CO}_2 + \text{N}_2$
 HNO_3

$(\text{CuCO}_3)_2 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$
 $\text{Cu}(\text{OH})_2$
 $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4(\text{OH})_2$
 $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4\text{CO}_3$

$$p \cdot V = \frac{m}{M} R T$$

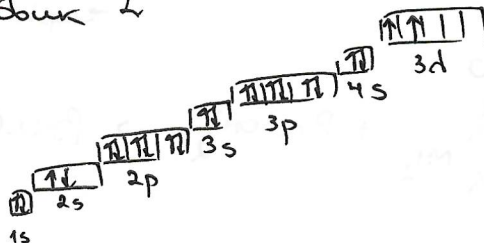
$$p \cdot M = p \cdot R \cdot T$$

$$M = \frac{p \cdot R \cdot T}{p}$$

$(\text{CuCO}_3)_2 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2 + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Cu}(\text{NH}_3)_4(\text{OH})_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$

Сервисик 2

* $2x + y : 2$ $2x = 5y$
 $y = 2$ $x = 10$
 $20 + 2 = 22$



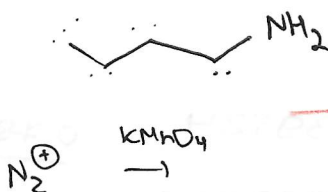
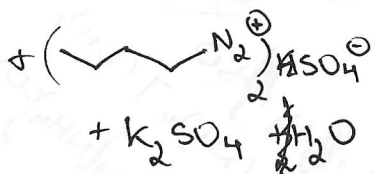
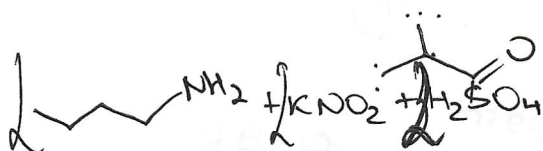
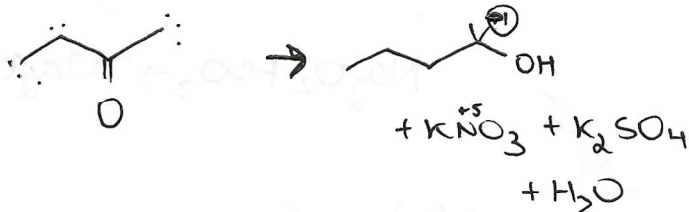
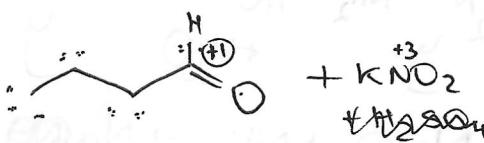
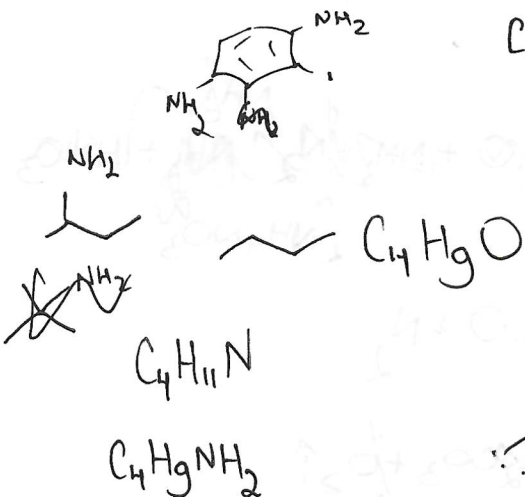
У смеси = 73 %ном

KNO_2 и H_2SO_4

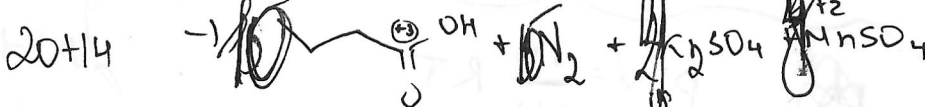
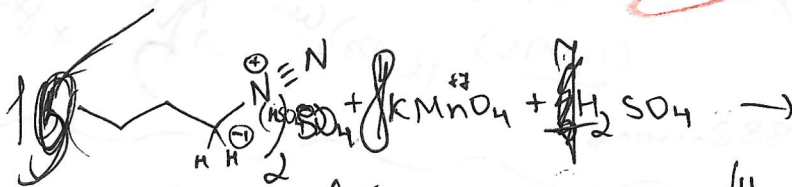
$73 = Ax + A(1-x)$

$73 = Ax + A - Ax$

$A = 73$



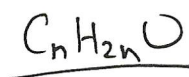
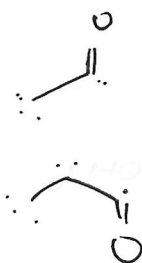
~~Handwritten scribbles and a large red 'Z' mark.~~



760 - 101325³⁴

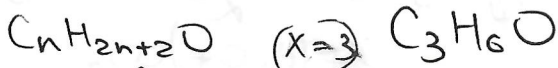
32-20

0,62069



$0,1035 = \frac{2n}{12n + 2n + 16}$

$n = 3$



$0,035 = \frac{6+2x}{12x+36+6+2x+16}$

