



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

Вариант 1

Место проведения Москва  
город

**ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА**

Олимпиада школьников Ломоносов  
наименование олимпиады

по Химии  
профиль олимпиады

Уткин Роман Антонович  
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Рязань 14.11-14.12.19

Дата  
«17» марта 2023 года

Подпись участника  
[Подпись]

93

девятого фч

Чистовик  
№1.6

X - F. Электронная конфигурация:  $1s^2 2s^2 2p^5$  ⊕

$X^{2+}$ :  $1s^2 2s^2 2p^8$  ⊕  
не существует?

F<sup>2+</sup>

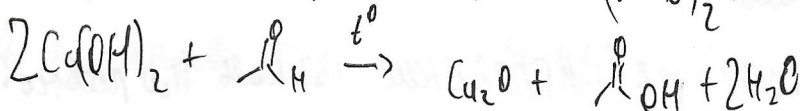
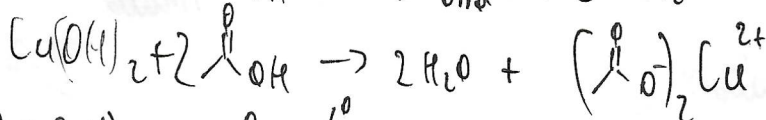
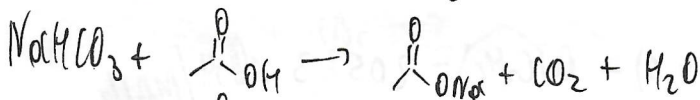
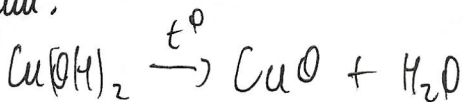
№2.6

в II: уксусн. к-та

в I: ацетон

в III: уксусн. альдегид

Реакции:

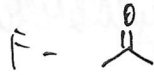
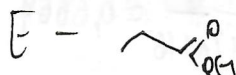
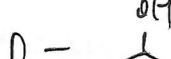
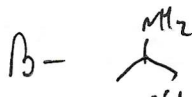
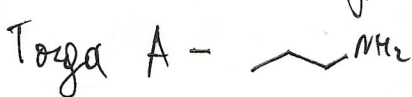


№3.2

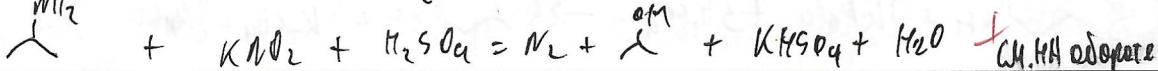
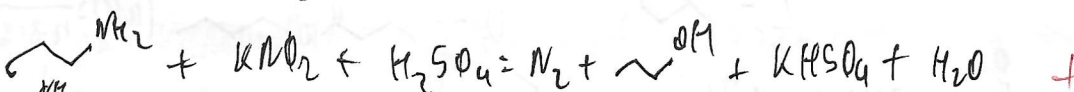
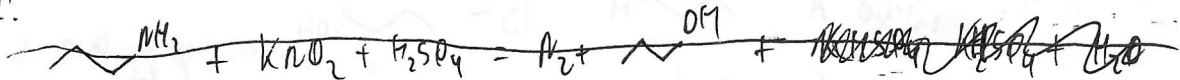
Плотность по  $N_2 = 2.104 \Rightarrow M(\text{вещ}) = 59 \text{ г/моль}$ .

Предположим, что соед. А и Б в вещ в равных кол-вах, тогда  $M(A) = M(B) = 59 \text{ г/моль}$ . Реакция с  $KNO_2 + H_2SO_4$  похожа на реакцию дediaзотирования. Предположим, что А и Б - амины с формулой:  $C_n H_{2n+1} NH_2$  каждем  $M(C_n H_{2n+1}) = 59 - 14 - 2 =$

$= 43$  решая уравнение:  $12n + 2n + 1 = 43$  получаем, что  $n = 3$ .



Р-ии:



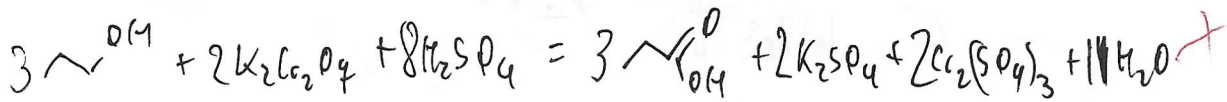
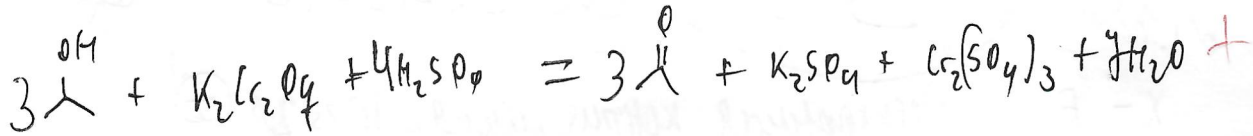
06-83-57-39  
(63.9)

|   |   |    |    |    |    |    |    |
|---|---|----|----|----|----|----|----|
| 1 | 2 | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  |
| 3 | 8 | 10 | 12 | 14 | 14 | 14 | 18 |
|   |   |    |    |    |    |    | 93 |

Аммоний

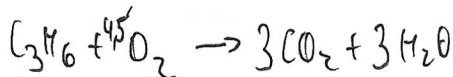
Один с.б

Чистовелк



№ 4.5

Пропен -  $\text{C}_3\text{H}_6$



$$Q_{\text{реакц.}} = 3Q(\text{CO}_2) + 3Q(\text{H}_2\text{O}) - Q(\text{C}_3\text{H}_6) = 2058,3 \text{ кДж/моль} +$$

$$n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{3,246 \cdot 10^3}{18} = 182 \text{ моль} +$$

Тогда кол-во теплоты на углеводород 182 моль будет равно:

$$45,31 \cdot 182 \cdot \Delta^\circ\text{C} = 45,31 \cdot 182 \cdot 69 = 945,743 \text{ кДж} +$$

$$1 \text{ моль } \text{C}_3\text{H}_6 \rightarrow 2058,3 \text{ кДж}$$

$$x \text{ моль } \text{C}_3\text{H}_6 \rightarrow 945,743 \text{ кДж} \Rightarrow x = \frac{945,743}{2058,3} = 0,4595 \text{ моль}$$

Найдём объём(л) моль газов при зад. усл.:

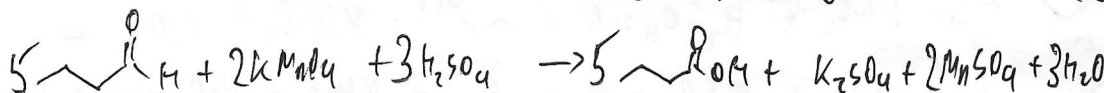
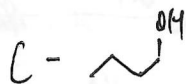
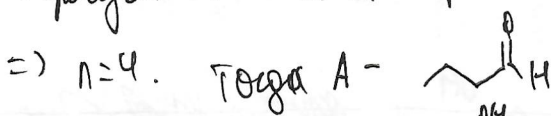
$$pV = nRT \quad V = \frac{nRT}{p} = \frac{1 \cdot 8,314 \cdot (30 + 273)}{133,3 \cdot 410} \cdot 10^3 = 26,62 \text{ л/моль}$$

$$\text{Тогда объём пропена: } 0,4595 \text{ моль} \cdot 26,62 \text{ л/моль} = 12,23189 \text{ л} +$$

Ответ: 12,23189 л

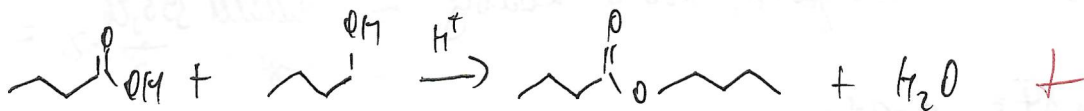
№ 5.1

Формула А -  $\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}$  решая уравнение:  $\frac{12n}{12n+2n+16} = 0,6664 \Rightarrow$

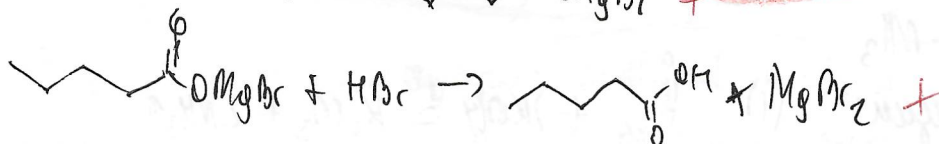
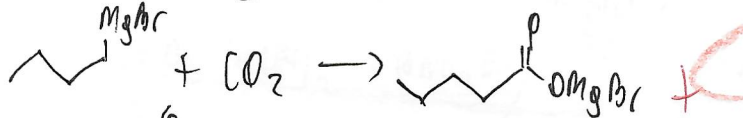
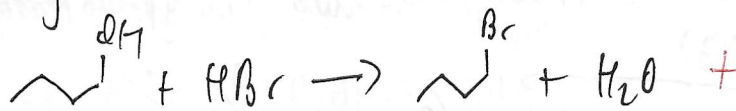




Числовик



Получение пентадекановой к-ты из С:



№ 6.1

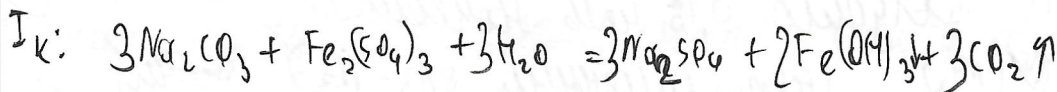
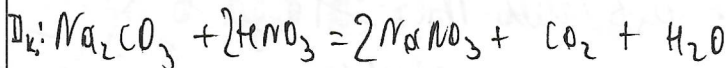
$$\text{В } 1 \text{ г } \text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O} \rightarrow 0,34063 \text{ г } \text{Na}_2\text{CO}_3 \quad M(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 286 \text{ г/моль}$$

$$\text{В } 1 \text{ г } \text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O} \rightarrow 0,62937 \text{ г } \text{H}_2\text{O} \quad M(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 106 \text{ г/моль}$$

Пусть  $x$  - число добавленных грамм  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ , тогда:

$$\frac{0,34063x}{183,4 + 0,62937x} = \frac{21,8}{100} \quad \text{решая ур-ие получаем, что:}$$

$$x = 141,56 \text{ г} \quad \text{Тогда } m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 141,56 \cdot 0,34063 = 63,5853 \text{ г} \quad +$$



$$V(\text{CO}_2) \text{ в II} = 2V(\text{CO}_2) \text{ в I} \Rightarrow n(\text{CO}_2) \text{ в II} = 2n(\text{CO}_2) \text{ в I}$$

$$\text{Тогда } n(\text{Na}_2\text{CO}_3) \text{ в II} = 2n(\text{Na}_2\text{CO}_3) \text{ в I}$$

$$\text{Пусть } n(\text{Na}_2\text{CO}_3) \text{ в I} = x. \text{ Тогда: } (x + 2x) \cdot 106 = 63,5853 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow x = 0,2 \text{ моль}$$

$$m \text{ квал. р-ра карбоната} = 183,4 + 141,56 = 355,26 \text{ г}$$

Тогда, учитывая, что  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  равномерно распределён в объёме с.м. Fed. ed.

кальций <sup>чистовес</sup> можно считать, что в кальции  $\text{Ca}$  молярная масса  $\frac{355,26}{3} \cdot 2 =$   
 $= 236,84 \text{ г р-ра}$ .

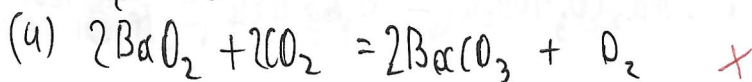
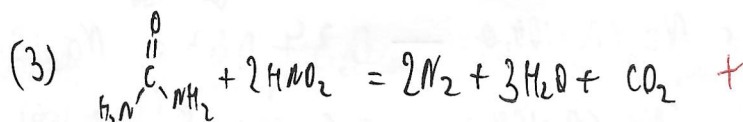
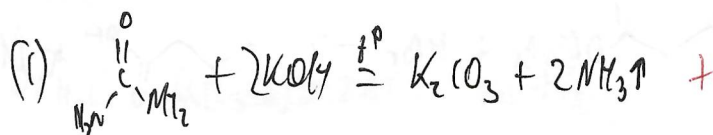
$n(\text{Na}_2\text{CO}_3) \text{ в } \text{II} = 0,4 \text{ моль} \Rightarrow n(\text{KNO}_3) = 0,8 \text{ моль}$  (по уравнению реакции)

$$\omega(\text{KNO}_3) = \frac{0,8(23+14+16 \cdot 3)}{236,84 + 200 - 0,4(12+16 \cdot 2)} \cdot 100\% = 16,22\% \quad \times$$

Ответ: 16,22%

№ 7.2 А-М<sub>3</sub>

Уравнение реакции:



Предположим, что HBr диссоциирует полностью, а гидраты аммиака не образуются. Тогда после реакции (2)  $c(\text{HBr}) = 10^{-1,52} = 0,03 \text{ моль/л}$

Изначально было:  $1,03 \text{ моль/л} \cdot 0,3 \text{ л} = 0,309 \text{ моль HBr}$   $\times$

После реакции стало:  $0,03 \text{ моль/л} \cdot 0,3 \text{ л} = 0,009 \text{ моль HBr}$ .

Значит с HBr прореагировало 0,3 моль NH<sub>3</sub>  $\times$  Тогда в реакции (1) осталось 0,15 моль мочевины.

$V(\text{N}_2) = \frac{1}{2} V(\text{NH}_3)$  (тепловыделительная реакция азота)  $\times$  Значит

$n(\text{N}_2) = \frac{1}{2} n(\text{NH}_3)$  (т.к. V при одинаковых условиях)  $\Rightarrow n(\text{N}_2) = 0,15 \text{ моль}$

Тогда в р-ции (3) осталось 0,075 моль мочевины.

Т.е. всего было:  $0,075 + 0,15 = 0,225 \text{ моль мочевины}$ .

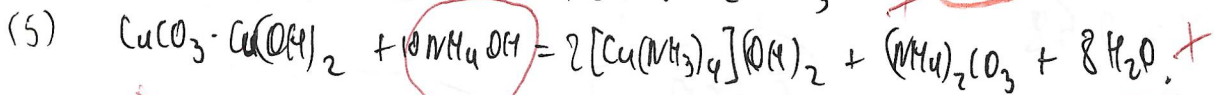
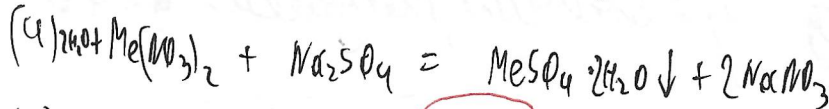
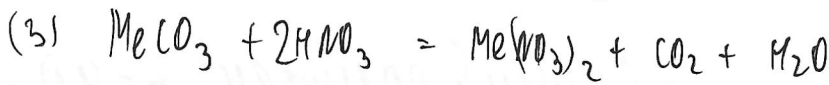
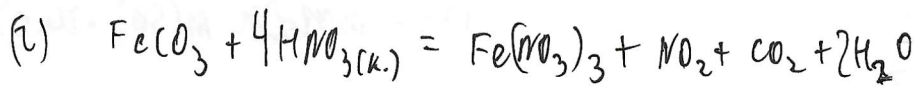
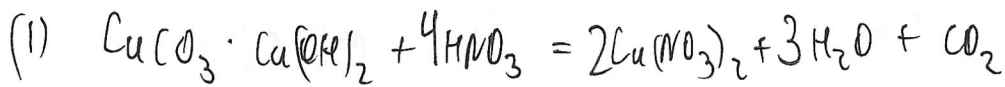
Тогда концентрация:  $\frac{0,225 \text{ моль}}{0,2 \text{ л}} = 1,125 \text{ моль/л}$   $\times$

Ответ: 1,125 моль/л



№ 8.5 <sup>учебник</sup>

Ур-ция реакции:



Р-я (5) - р-я растворения оксида  $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu(OH)}_2$ . Отсюда оксиды -  $\text{FeCO}_3$  и  $\text{MeCO}_3$  его масса равна 69 г.

Тогда  $m(\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu(OH)}_2) = 146,7 \text{ г} - 69 \text{ г} = 77,7 \text{ г}$  +

Выделившийся газ - это смесь  $\text{CO}_2$  и  $\text{NO}_2$ .

Каждый молярный объем газа при заданных условиях:

$PV = nRT \Rightarrow V = \frac{nRT}{P} = \frac{8,314(273+25)}{101325} \cdot 10^3 = 24,45 \text{ л/моль}$

$\rho(\text{смеси}) = 1,216 \text{ г/л} \Rightarrow m(\text{смеси}) = 1,216 \cdot 24,45 = 29,74 \text{ г/моль}$  +

Пусть  $\varphi$  - объемная доля  $\text{CO}_2$ . Тогда:

$\varphi \cdot 29,74 + (1-\varphi) \cdot 46 = 29,74 \text{ г/моль} \Rightarrow \varphi = 0,8$

Тогда  $V(\text{CO}_2) \text{ выд.} = 30,56 \cdot 0,8 = 24,45 \text{ л или моль (каждый } V = 24,45 \text{ л)}$

Зная массу  $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu(OH)}_2$  можно найти  $n(\text{CO}_2)$  выделившегося из малахита. Это равно:  $77,7/221 = 0,35 \text{ моль}$ . +

Тогда из смеси  $\text{FeCO}_3$  и  $\text{MeCO}_3$  выделится  $1-0,35 = 0,65 \text{ моль } \text{CO}_2$ .

Которая из 1 моль  $\text{FeCO}_3$  и из 1 моль  $\text{MeCO}_3$  выд. по 1 моль  $\text{CO}_2$ .

Пусть  $x$  - массовая доля  $\text{MeCO}_3$  в смеси  $\text{FeCO}_3$  и  $\text{MeCO}_3$ , а

$y$  - молярная масса  $\text{Me}$ .

См. на обороте.

можно составить систему ур-ий:

$$\begin{cases} \frac{69 \cdot x}{y + 60} + \frac{(1-x) \cdot 69}{116} = 0,65 \\ \frac{69 \cdot x}{y + 60} = \frac{68,8}{y + 132} \end{cases}$$

где 116 -  $M(\text{FeCO}_3)$

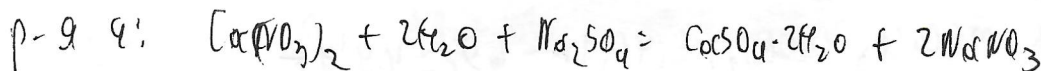
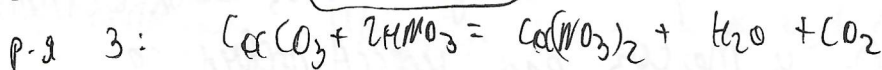
60 -  $M(\text{CO}_3^{2-})$

132 -  $M(\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O})$

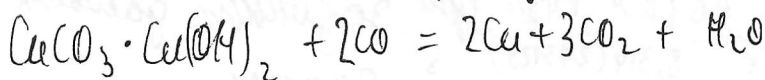
Решая систему уравнений, получаем:  $y = 40$

$$x = 0,58$$

Тогда минерал -  $\text{CaCO}_3$



Восстановление меди угарным газом:



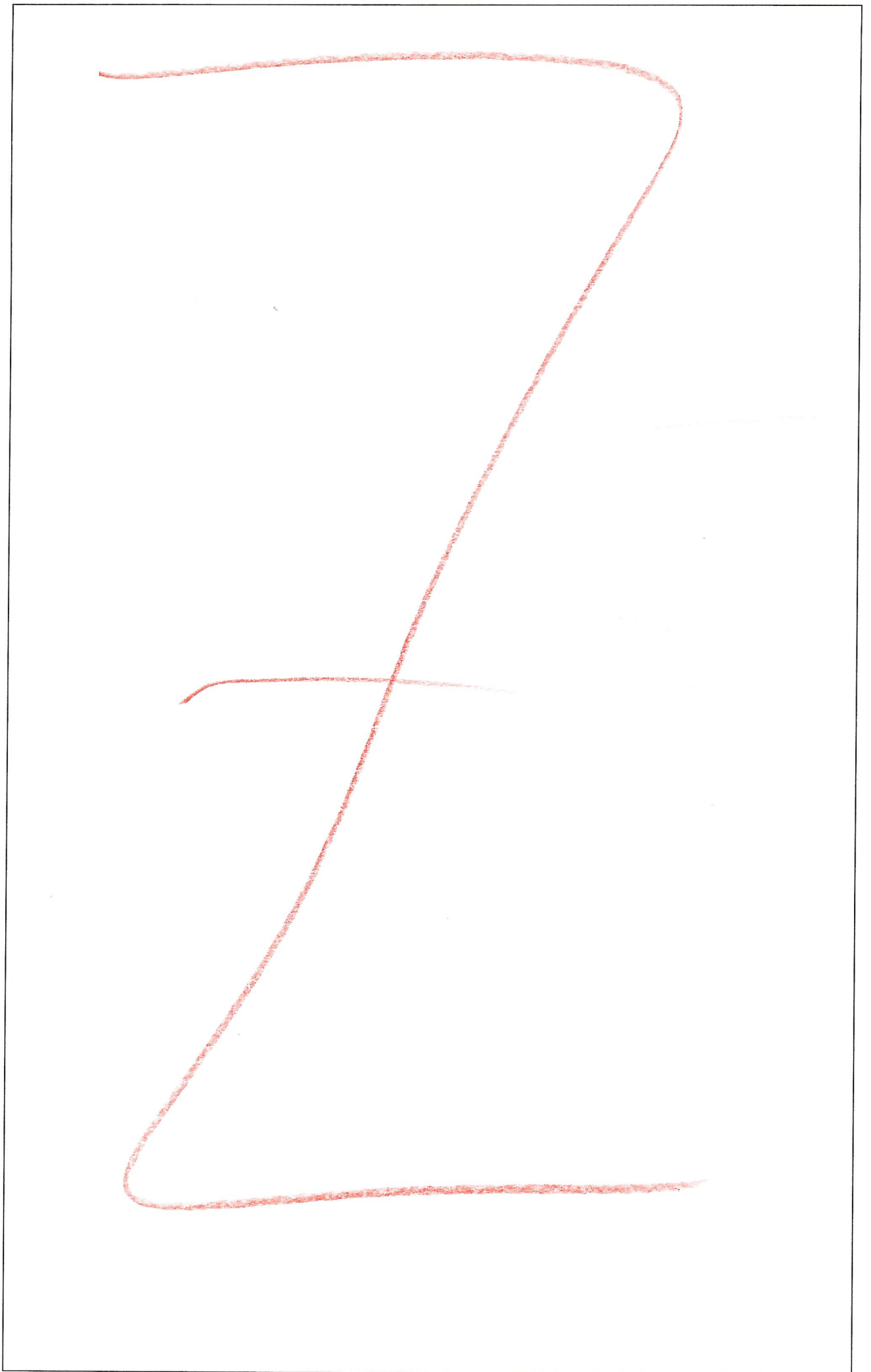
$$n(\text{малахит}) = 44,5 \text{ г} \Rightarrow n(\text{малахит}) = \frac{44,5}{221} = 0,2 \text{ моль}$$

$$n(\text{Cu}) = 2n(\text{малахит}) = 0,4 \text{ моль}$$

$$m(\text{Cu}) = n(\text{Cu}) \cdot M(\text{Cu}) = 0,4 \cdot 63,5 = 25,4 \text{ г}$$

ответ:  $\text{CaCO}_3$ ; 44,95 г меди

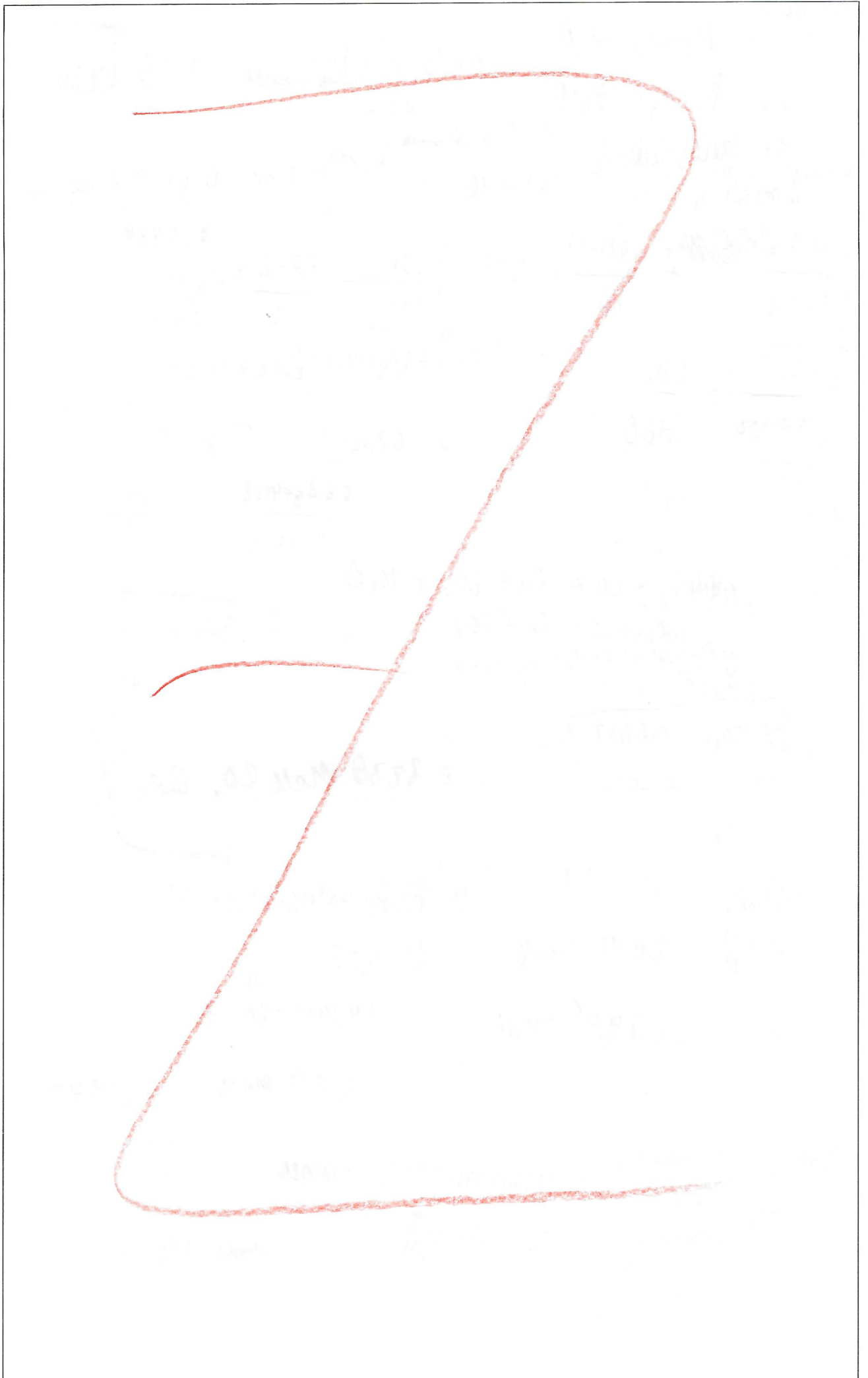
ЛИСТ-ВКЛАДЫШ



Подписывать лист-вкладыш запрещается! Писать на полях листа-вкладыша запрещается!







черный

68,8 -  $MeSO_4 \cdot 2H_2O$

$n(CO_2) = 1,25 \text{ моль}$   
всего

69  $FeCO_3 + MeCO_3$

44,4  $CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2$

$A = 0,91 \text{ моль}$

$B = 0,49 \text{ моль}$   $0,6354 \text{ моль}$

$0,3516$   
 $x - w(MeCO_3) \quad 5 - M(Me)$

$271 \text{ г/моль}$

$0,6484$

$\frac{69 \cdot x}{5+60} + \frac{69(1-x)}{116} = 0,91$

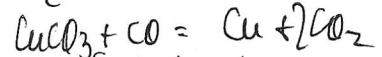
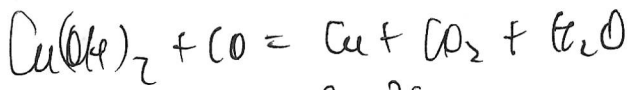
$\frac{69x}{5+60} + \frac{69-69x}{116} = 0,91$

$\frac{68,8}{5+132} = \frac{69x}{5+60}$

$\Rightarrow 68,8g + 4128 = 69xg + 9108x$

$68,8g + 4128 = x(69g + 9108)$

$x = \frac{68,8g + 4128}{69g + 9108}$



$\varphi(CO) \cdot 44 + (1-\varphi) \cdot 46 = 44,6736$

$\varphi(CO_2) = 0,6632$

$0,8239 \text{ моль } CO_2 \text{ всего}$

$P_r = P_r F$

$v = \frac{P_r F}{P} = 29,46 \text{ л/моль}$

$29,45 \text{ л/моль}$

$\varphi(CO_2) \cdot 44 + (1-\varphi) \cdot 46 = 44,42$

$\varphi = 0,79$

$24,1424 \text{ л/моль } CO_2$

$0,984 \text{ моль} \Rightarrow 5=40$

$\varphi(CO_2) \cdot 44 + (1-\varphi) \cdot 44 = 44$

$\varphi = 0,8$

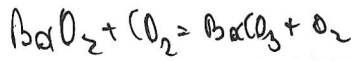
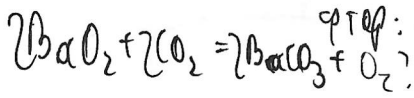
$1 \text{ моль } CO_2$



Чертежок  
n пар →

числа минимизация с пар.

и пар → n ксепор.



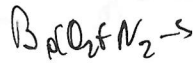
183,7 г

→ 40,0466 г  $Na_2CO_3$

100 г

→ 21,8

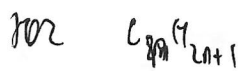
59 - M шем



59?

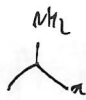
118 - M окисл (если по 0,5)

Амин?



43

→ n=3

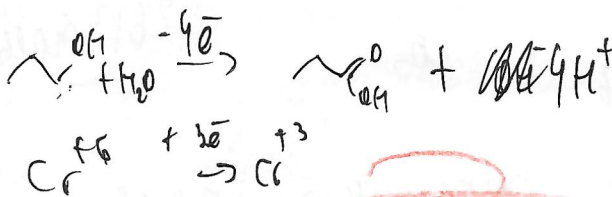
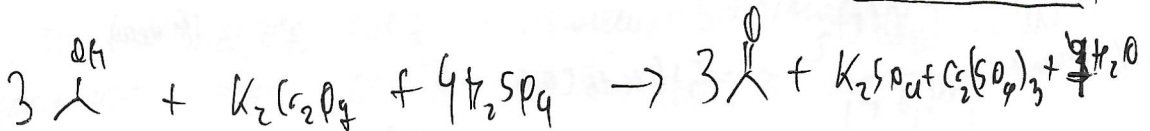
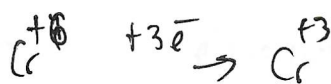
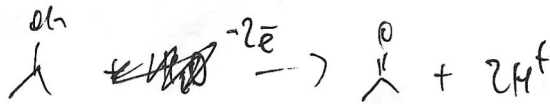


$1 г Na_2CO_3 \cdot 10H_2O \rightarrow 0,34063 г Na_2CO_3$

$1 г Na_2CO_3 \cdot 10H_2O \rightarrow 0,62934 г H_2O$

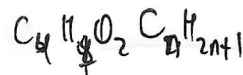
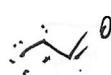
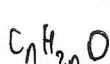
$$\frac{0,34063 \cdot x}{183,7 + 0,62934 \cdot x} = \frac{21,8}{100}$$

$x \Rightarrow 141,56 г$



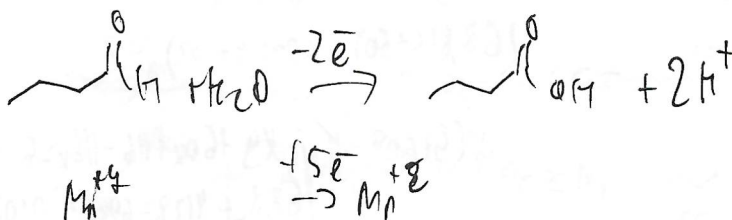
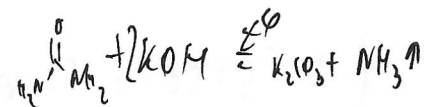
$\left| \begin{array}{l} 3 \\ 2 \end{array} \right| \begin{array}{l} 6 \\ 12 \end{array} \left| \begin{array}{l} 3 \\ 4 \end{array} \right|$

$\frac{63,5852828 г}{291,6744142}$



$n=4$

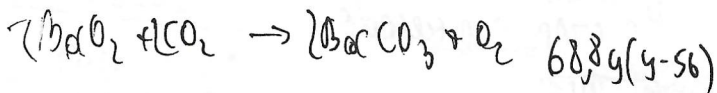
$\frac{12 \cdot n}{12n + 2n + 16} = 0,6664 \Rightarrow n=4$



$\left| \begin{array}{l} 5 \\ 2 \end{array} \right| \begin{array}{l} 10 \\ 2 \end{array} \left| \begin{array}{l} 5 \\ 2 \end{array} \right|$

черновик

$$68,8g + 4128 + \frac{44 \cdot 9 \cdot 69}{5-56} + \frac{9108 \cdot 44}{5-56} = 0$$

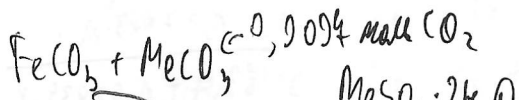
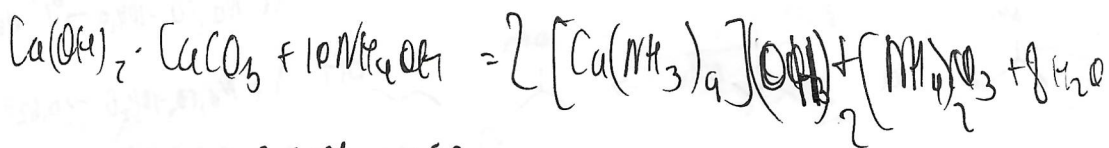


0,309 моль Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

0,3A => 0,03 моль Fe

1) Значит n(NH<sub>3</sub>) = 0,3 моль

2) Значит n(N<sub>2</sub>) = 0,15 моль



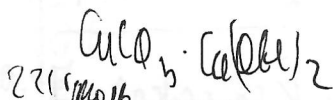
69 г

MeSp<sub>4</sub> · 2H<sub>2</sub>O

68,8 г

0,9094 · M(смет) = 69

75,35 (M. смет)



74,4 г

0,3516 моль Ca<sub>2</sub>

55,5 г FA3A

1,2613 моль CO<sub>2</sub>

$$r = \frac{nr}{p} = 20,46 \text{ \% моль}$$

$$\varphi (MeCO_3) \cdot (M(M) + n + 16 \cdot 3) + (1 - \varphi (MeCO_3)) (M' 56 + 12 + 16 \cdot 3) = 0,9094 \cdot 69$$

$$\frac{68,8}{M(Me) + 12 \cdot 2 + 32 + 16 \cdot 4} = \frac{69 \cdot \varphi (MeCO_3)}{M(Me) + 12 + 16 \cdot 3}$$

$$\begin{aligned} x(5-56) &= -44 \Rightarrow \\ -x(5-56) &= 44 \\ x &= \frac{44}{5-56} \end{aligned}$$

$$\begin{cases} x(5+60) + (1-x)116 = 69 \\ \frac{68,8}{5+132} = \frac{69 \cdot x}{5+60} \end{cases} \Rightarrow$$

$$\begin{cases} x(5+60) + 116 - 116x = 69 \\ 68,8(5+60) = 69x(5+132) \Rightarrow \end{cases}$$

$$\begin{aligned} x(5+60) - 116x + 116 &= 69 \\ 68,8(5+60) &= 69x(5+132) \Rightarrow \end{aligned}$$