



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

Вариант 1

Место проведения Москва  
город

**ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА**

Олимпиада школьников "Ломоносов"  
наименование олимпиады

по Решим  
профиль олимпиады

Кайбылиной Раушановна Тимуровна  
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата  
«12» марта 2023 года

Подпись участника  
Раушан

31-46-87-52  
(63.1)

Задача 1.6. Число в табл. Менделеева = кол-во  $\bar{e}$ .  
 Т.к. число пар  $\bar{e}$  в 4 p. превышает число неспаренных  $\bar{e}$ , то минимальное кол-во ~~пар~~ электронов пар = 4  
 $1s^2 \quad 2s^2 \quad 2p^4$  кол-во  $\bar{e} = 1$ . Тогда

эл-т F, но  $F^{2+}$  не добавит  $\Rightarrow$  не подходит. p-ми вариант, когда кол-во электронных пар = 8  
 $1s^2 \quad 2s^2 \quad 2p^6 \quad 3s^2$

Тогда кол-во неспаренных  $\bar{e} = 2 \Rightarrow$  всего  $8 \cdot 2 + 2\bar{e} = 18\bar{e}$  - четное число  $\Rightarrow$  не подходит.

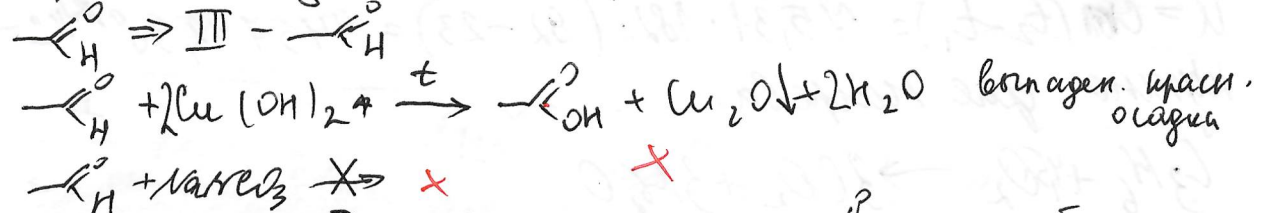
Если 12 электронов; кол-во неспаренных  $\bar{e} = 3$   
 $1s^2 \quad 2s^2 \quad 2p^6 \quad 3s^2 \quad 3p^0 \quad 3d^7 \quad 4s^2$

Общее кол-во  $\bar{e} = 12 \cdot 1 + 3 = 15 \Rightarrow X - Co$   
 Конфигурация:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^7 4s^2$   
 $Co^{2+} \quad 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^7 4s^0$  ( $\bar{e}$  уходит с s-орбитали)

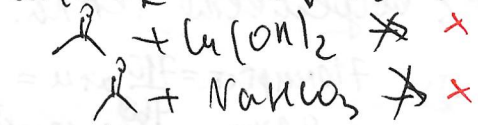
Задача 2.6

Единственным бел-вом, взаимодействии с  $NaHCO_3$  в реакции  $CaCO_3$  является  $CH_3COOH \Rightarrow II - CH_3COOH$

$CH_3COOH + NaHCO_3 \rightarrow CH_3COONa + H_2O + CO_2 \uparrow$  бел-е газы  
 $2CH_3COOH + Li(OH)_2 \rightarrow Li(CH_3COO)_2 + 2H_2O$  р-ение осадка  
 Красный осадок при нагревании с  $Li(OH)_2$  дает



В оставшейся I пробирке находите  $R$ , который не реагирует с  $Li(OH)_2$  и  $NaHCO_3$ . Черный осадок при  $t^\circ$  - это  $Li_2O$ , образующийся при нагревании  $Li(OH)_2$ .  
 $Li(OH)_2 \xrightarrow{t} Li_2O + H_2O$  черн. осадок



Задача 3.2.

Масса =  $2,107 \cdot 28 = 59 \text{ г/моль}$ . Т.к. при реакции смеси с  $KNO_3 + H_2SO_4$  получается цинковое соединение C и D, то, скорее всего, A и B тоже являются цинковыми  $\Rightarrow$   
 $\Rightarrow M(A) = 59 \text{ г/моль}$  и  $M(B) = 59 \text{ г/моль}$ . С  $KNO_3 + H_2SO_4$

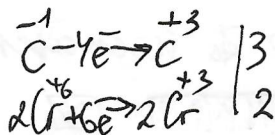
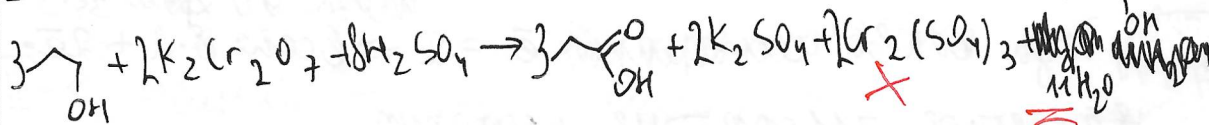
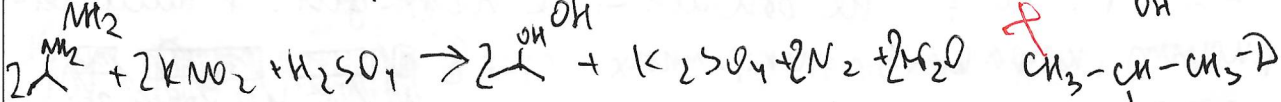
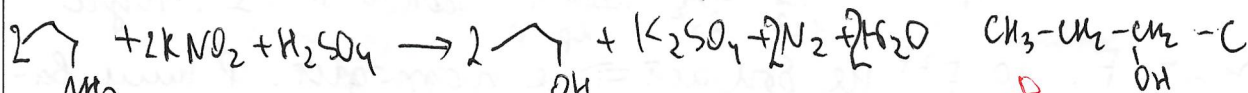
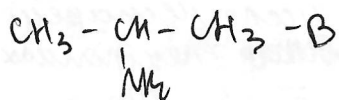
Астмиче

1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 7  
6 | 8 | 10 | 12 | 13 | 14 | 18 | 16 | 9 | 7

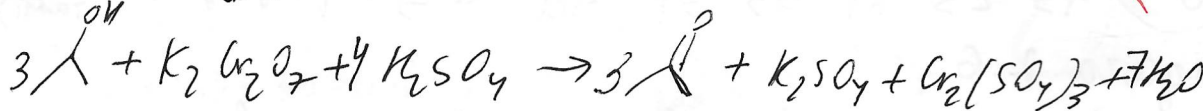
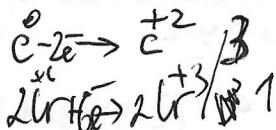
97

деветко  
соль

Предшественник аммиака, и по  $M = 59$  г/моль по формуле  $CH_3-CH_2-\overset{NH_2}{CH_2}-A$



$\begin{array}{c} \diagup \\ | \\ \diagdown \end{array} - E - \text{карбоновые К-ти}$



$\begin{array}{c} \diagup \\ | \\ \diagdown \end{array} - F - \text{кетон}$

Задача 4.5.

$n(H_2O) = \frac{3,276 \cdot 10^3}{18} = 182 \text{ моль} +$

$Q = c \cdot m \cdot (t_2 - t_1) = 45,31 \cdot 182 \cdot (92 - 23) = 945742,98 \text{ Дж}$   
 нужно для нагрева.



$Q_r = 3Q_f(CO_2) + 3Q_f(H_2O) - Q_f(C_3H_6) = 3 \cdot 393,5 + 3 \cdot 285,8 - (-20,4) = 2058,3 \text{ кДж} = 2058300 \text{ Дж}$   
 на 1 моль  $C_3H_6$  выделяется тепла.

$n(C_3H_6) = \frac{945742,98}{2058300} = 0,46 \text{ моль}.$

$710 \text{ мм рт.ст.} = \frac{710}{760} \text{ атм} = 0,9342 \text{ атм} = 94,65888 \text{ кПа}$

$V = \frac{nRT}{P} = \frac{0,46 \cdot 8,314 \cdot (273 + 30)}{94,65888} = 12,242 \text{ л}$

Ответ: нужно сжечь  $12,242 \text{ л}$  пропана

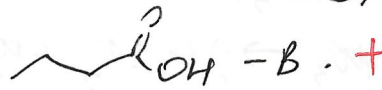
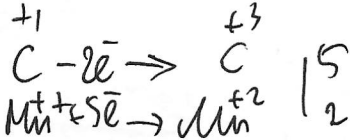
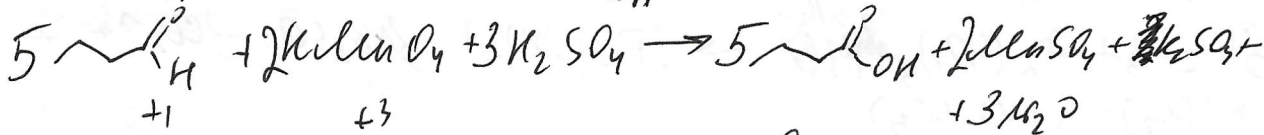
Задача 5.1. (3)

Общая формула для альдегида -  $C_n H_{2n} O$  +

$$w(C) = \frac{12n}{14n+16} = 0,6667 \Rightarrow 12n = 9,3338n + 10,66672 \Rightarrow n = 4 \Rightarrow$$

$\Rightarrow A - C_4 H_8 O$ . ИА. Две возможные структуры - А. (т.к.

соедин D не содержит разветвленных углеродных цепей).



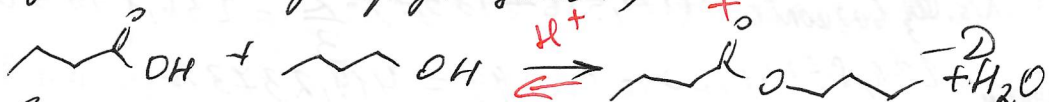
$w(C)$  в D = 0,6667. Формула для спирта =  $C_n H_{2n+2} O$ ,

а в составе смеси эфира  OR

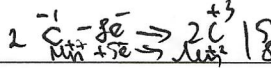
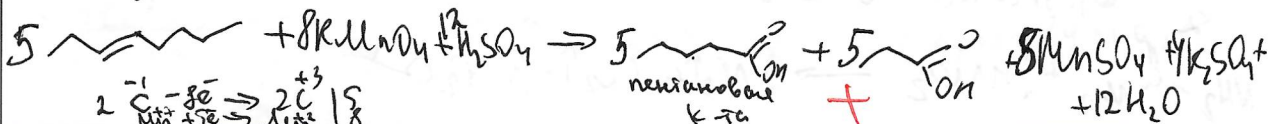
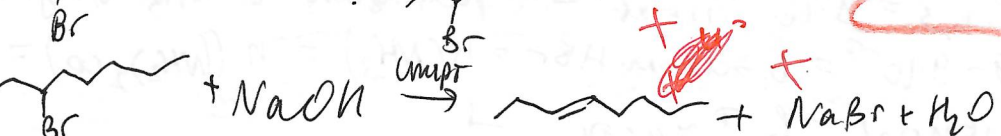
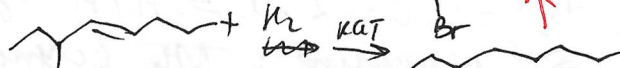
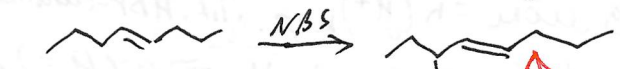
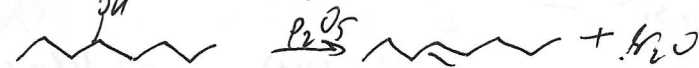
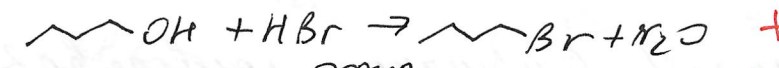
$$M(R) = 12n + 2n + 1 \Rightarrow \frac{12 \cdot 4 + 12n}{12 \cdot 4 + 12n + 2n + 1 + 32 + 7} = 0,6667$$

$$\frac{48 + 12n}{88 + 14n} = 0,6667 \Rightarrow 98 + 12n = 58,6696 + 9,3338n \Rightarrow n = 4 \Rightarrow$$

$\Rightarrow$  спирт С -  $C_4 H_{10} O$  OH (т.к. D не содержит разветвленных углеродных цепей)



Поиск. пентановой к-ты:

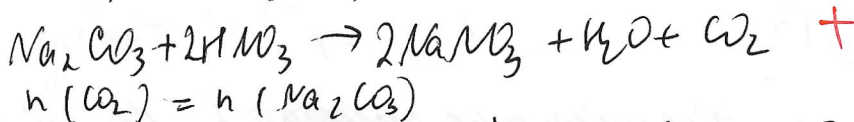
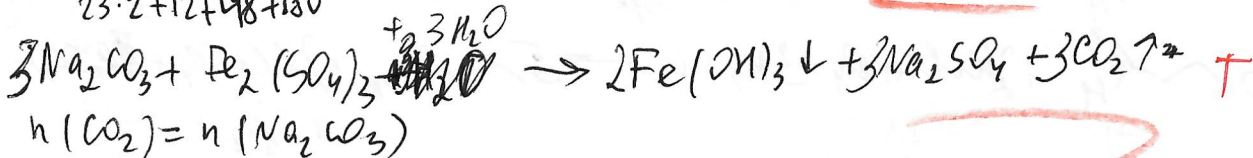


6.1.  $\omega(\text{Na}_2\text{CO}_3)$  в калом. р-ре =  $\frac{21,8}{121,8} = 0,17898\%$  (4)

~~Пусть~~  $\omega(\text{Na}_2\text{CO}_3)$  в  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O} = \frac{23 \cdot 2 + 12 + 48}{23 \cdot 2 + 12 + 48 + 180} = 0,137063$

Пусть в р-ре добавили  $x$  г  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$   $183,7 \text{ г} = 183,7 \text{ г}$

$\omega(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{0,137063 \cdot x}{x + 183,7} = 0,17898 \Rightarrow x = 171,5562$   $n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{171,556}{23 \cdot 2 + 12 + 48 + 180} = 0,6$  моль +



$V$  из 2 колбы в 2 р >  $V$  из первой колбы, т.к.  $V \propto n$ , то  $n(\text{Na}_2\text{CO}_3)$  в 2 колбе в 2 р >  $n(\text{Na}_2\text{CO}_3)$  в 1 колбе.

Пусть  $n(\text{Na}_2\text{CO}_3)$  в 1 колбе =  $x$ ,  $n$  (в 2 колбе) =  $2x$

$3x = 0,6 \Rightarrow x = 0,2$  моль - в 1 колбе,  $0,6 - 0,2 = 0,4$  моль - в 2 колбе. +

$m(\text{NaNO}_3) = 0,4 \cdot 2 \cdot (23 + 14 + 48) = 68 \text{ г}$

~~$m(\text{Na}_2\text{CO}_3)$  в 2 колбе = 171,556~~

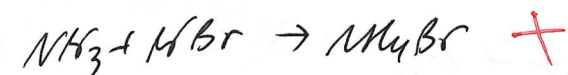
$m(\text{р-ра } \text{Na}_2\text{CO}_3 \text{ в 2 колбе}) = (171,556 + 183,7) \cdot \frac{2}{3} = 236,8373 \text{ г}$

$m(\text{р-ра})_{\text{конечн}} = 236,8373 + 200 - 0,4 \cdot 44 = 419,2373 \text{ г}$

$\omega(\text{NaNO}_3) = \frac{68}{419,2373} = 0,1622 \cdot 100\% = 16,22\%$  +

Ответ:  $\omega(\text{NaNO}_3) = 16,22\%$  в конечном растворе в 2 колбе.

Задача 7.2.



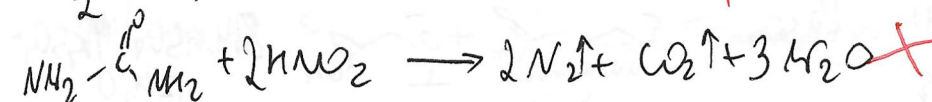
$n(\text{HBr})_{\text{наг}} = 1,03 \cdot 0,3 = 0,309$  моль =  $n(\text{H}^+)_{\text{наг}}$ . Т.к.  $\text{HBr}$  - сильная к-та

$-\log_{10} [\text{H}^+] = 1,52 \Rightarrow [\text{H}^+] = 10^{-1,52} = 0,0302 \text{ м} \Rightarrow n(\text{H}^+)_{\text{в кон.}}$

$= 0,0302 \cdot 0,3 = 9 \cdot 10^{-3}$  моль  $\Rightarrow$  в реакцию с  $\text{NH}_3$  вступило

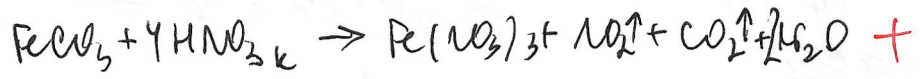
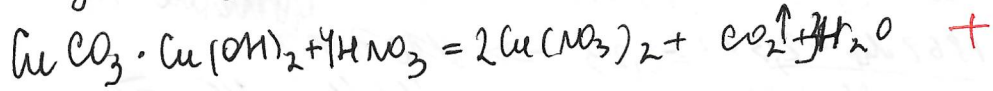
~~то~~  $0,309 - 9 \cdot 10^{-3} = 0,3$  моль  $\text{HBr} = n(\text{NH}_3) \Rightarrow n((\text{NH}_2)_2\text{CO}) =$

$= \frac{0,3}{2} = 0,15$  моль - в I части. +



$2BaO_2 + 2CO_2 \xrightarrow{\text{числовые}} 2BaCO_3 + O_2$   $n(O_2) = \frac{1}{2} n(CO_2) = \frac{1}{4} n(N_2)$   
 $n(O_2) \text{ (ост. газа)} = 0,15 \text{ моль}$   $V(NH_3) < V(N_2)$ , т.к.  $V \propto n$ , то  $n(N_2) = \frac{1}{2} n(NH_3) = \frac{1}{2} \cdot 0,3 = 0,15 \text{ моль}$   
 $n((NH_2)_2CO) \text{ в кар. р-ре} = \frac{0,106}{0,075} + 0,15 = 0,225 \text{ моль}$

$C((NH_2)_2CO) = \frac{0,225}{0,2} = 1,125 \text{ М}$   
 Ответ:  $C((NH_2)_2CO) = 1,125 \text{ М}$  в исходном р-е.  
 Задача 8.5.



$\mu(\text{возд}) = \frac{pRT}{P} = \frac{1,816 \cdot 8,314 \cdot 298}{101,325} = 44,404 \text{ н/моль.}$  +

$n(\text{возд}) = \frac{pV}{RT} = \frac{101,325 \cdot 101,325}{8,314 \cdot 298} = 1,25 \text{ моль.}$  +

$Fe^{3+}$  и  $Cu^{2+}$  с  $Na_2SO_4$  в осадок не выпадут,  $\Rightarrow$  в осадок выпадает только  $Mg$  и  $Me$ . +

$C \text{ не реагирует ни с } Fe^{3+}, \text{ ни с } Cu^{2+} \Rightarrow m(\text{осадка}) = m(FeCO_3) + m(MeCO_3)$ .  
 $CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2 + 4HNO_3 \rightarrow (Cu(NO_3)_2)_2 + CO_2 \uparrow + 2H_2O$

Пусть  $n(CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2) = x$   
 $n(FeCO_3) = y$   
 $n(MeCO_3) = z$ .

$$\begin{cases} x + 2y + z = 1,25 \\ (Me + 60) \cdot z + 116 \cdot y = 69 \\ (Me + 32 + 64 + 18 \cdot 2) \cdot z = 68,8 \Rightarrow z = \frac{68,8}{Me + 132} \end{cases}$$

$z = \frac{68,8}{Me + 132}$   
 $y = \frac{69 - (Me + 60) \cdot \frac{68,8}{Me + 132}}{116}$   
 $x = 1,25 - 2y - z = 1,25 - \frac{69 - (Me + 60) \cdot \frac{68,8}{Me + 132}}{58} - \frac{68,8}{Me + 132}$

$222 \left( \frac{116 \cdot 68,8}{Me + 132} - \frac{1,4862 \cdot (Me + 60) \cdot 68,8}{Me + 132} \right) + 69 - \frac{(Me + 60) \cdot 68,8}{Me + 132} + \frac{(Me + 60) \cdot 68,8}{Me + 132} = 146,7$

$82,3886 - 263,3369 \frac{(Me + 60)}{Me + 132} - 15273,6 \frac{(Me + 60) \cdot 68,8}{Me + 132} = 146,7$

$\Rightarrow m(Cu(OH)_2 \cdot CuCO_3) = 146,7 - 68,8 = 77,9$   
 $n(Cu(OH)_2 \cdot CuCO_3) = \frac{77,9}{64 \cdot 2 + 12 + 48 + 17 \cdot 2} = 0,35 \text{ моль}$   
 $\Rightarrow 2y + z = 0,9$  ( $0,35 + 2y + z = 1,25$ )  
 $z = \frac{68,8}{Me + 132}$

$$y = \frac{69 - (68,8Me + 60 \cdot 68,8)}{Me + 132}$$

моль Me (6)

$$\frac{2}{116} (69 - (68,8Me + 60 \cdot 68,8)) + \frac{68,8}{Me + 132} = 0,9$$

$$1,189655 - \frac{1,1862(Me + 60)}{Me + 132} + \frac{68,8}{Me + 132} = 0,9$$

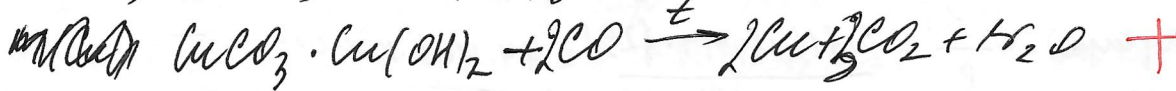
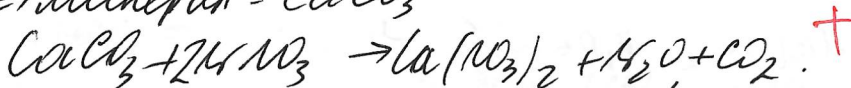
$$-\frac{1,1862Me}{Me + 132} + \frac{2,372}{Me + 132} = \frac{20,24955}{Me + 132}$$

$$4,1Me + 2,372 = 0,2897Me + 28,234 \quad 0,89162$$

$$-1,1862Me - 2,372 = -0,29 \Rightarrow Me = 40$$

$$\Rightarrow M(Me) = 40 \Rightarrow$$

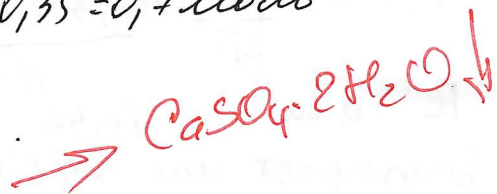
⇒ минерал - CaCO<sub>3</sub>

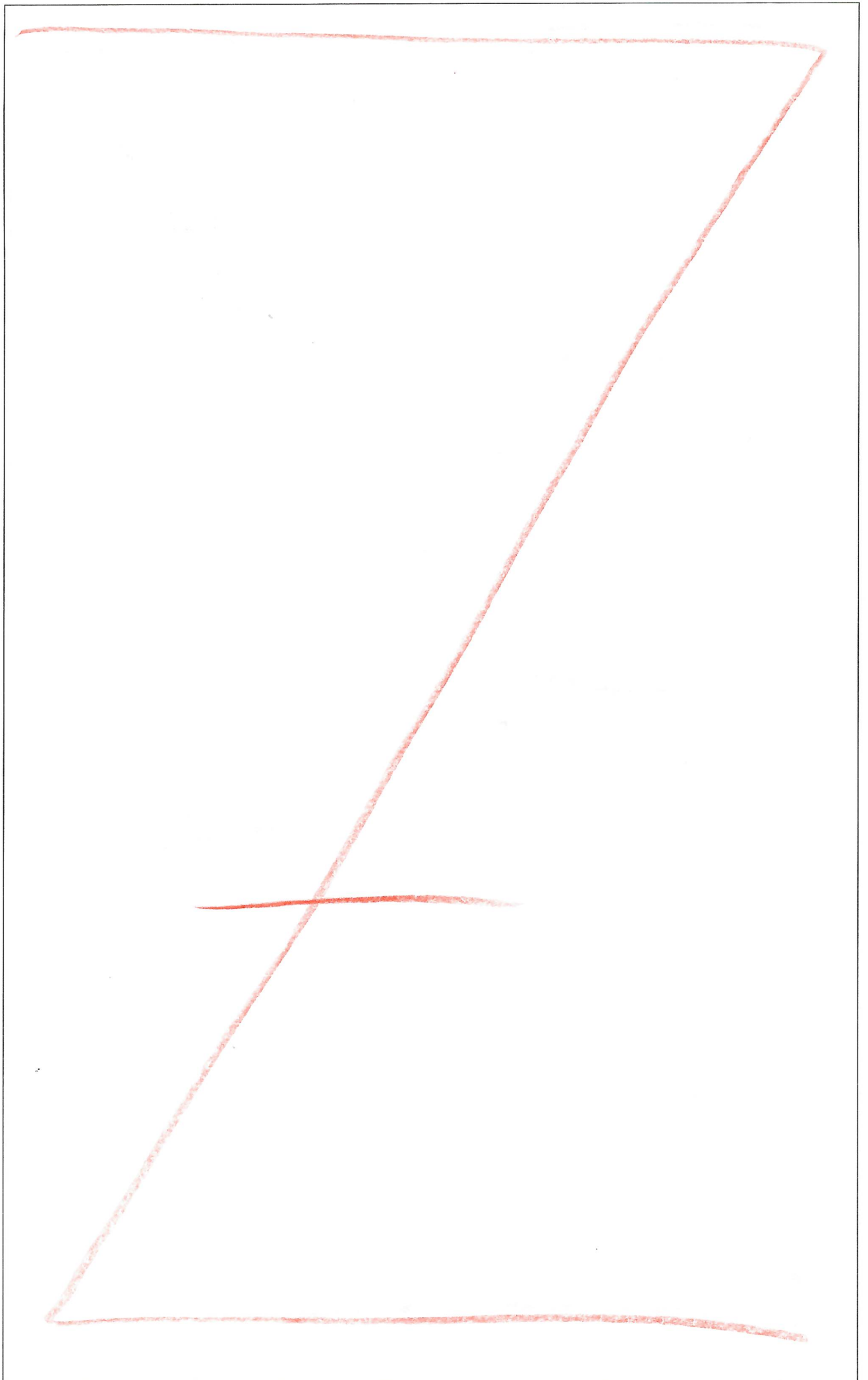


$$n(Cu) = 2n(CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2) = 2 \cdot 0,35 = 0,7 \text{ моль}$$

$$m(Cu) = 0,7 \cdot 64 = 44,8 \text{ г}$$

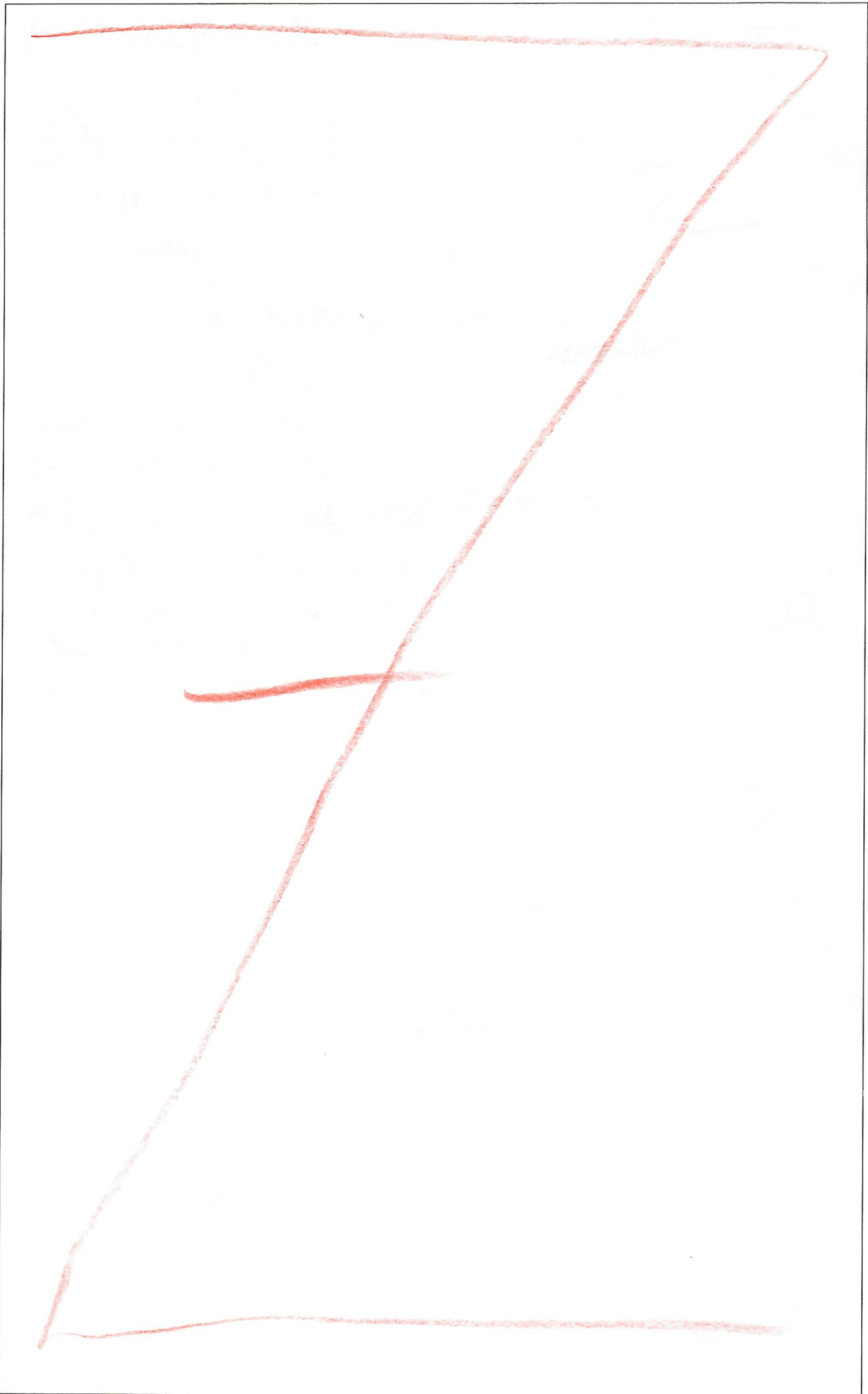
ответ: Me - Ca, m(Cu) = 44,8 г.

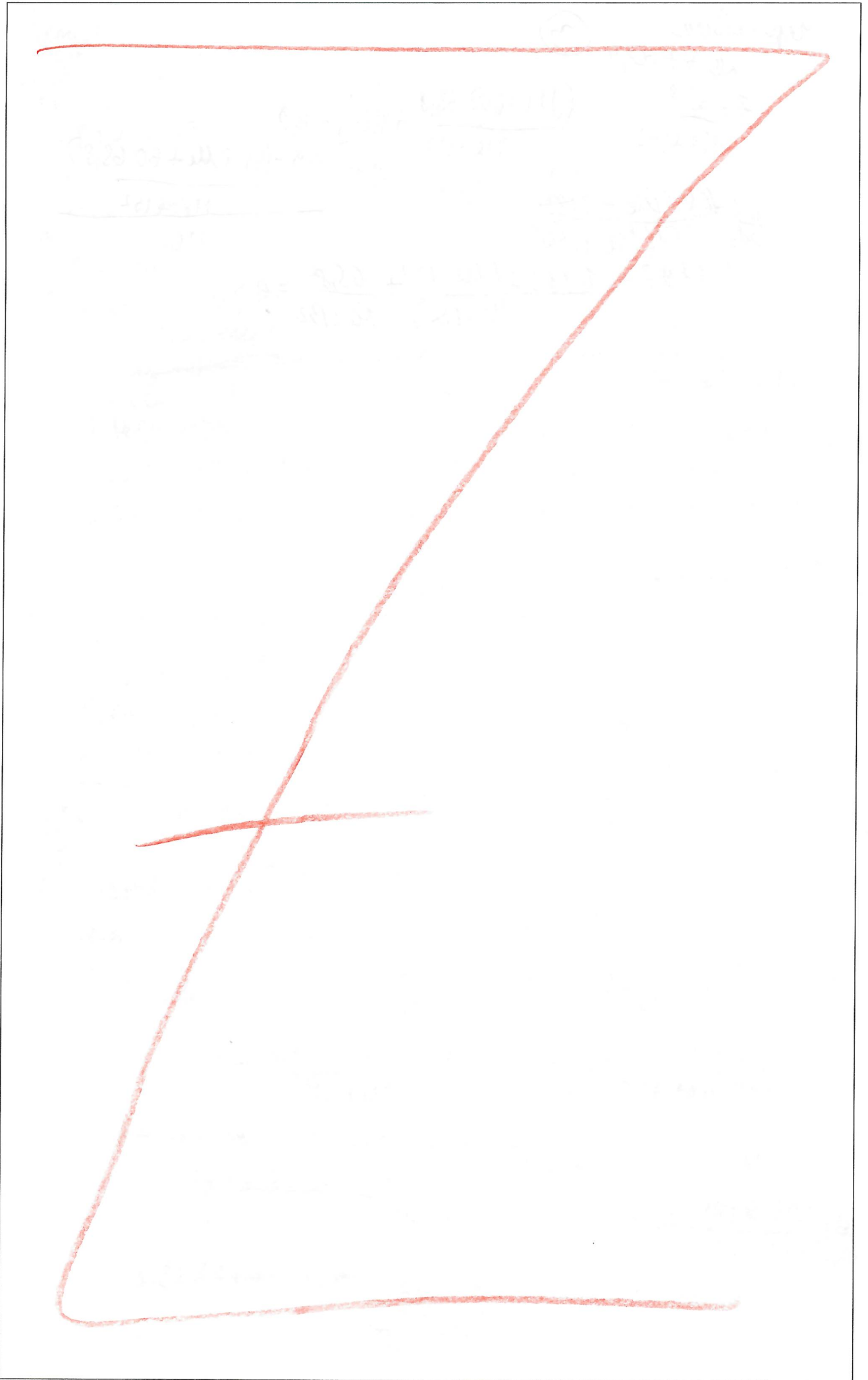




Подписывать лист-вкладыш запрещается! Писать на полях листа-вкладыша запрещается!







Чертовски

$$2y + z = 0,9$$

$$z = \frac{68,8}{Me + 132}$$

(3)

$$\frac{(Me + 60) \cdot 68,8}{Me + 132} + 116y = 69$$

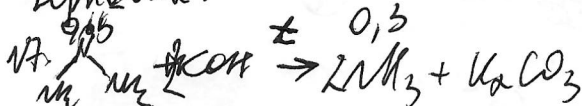
$$y = \frac{69 - (68,8Me + 60 \cdot 68,8)}{Me + 132}$$

$$\frac{69 - (68,8(Me + \overset{60}{\cancel{4128}}))}{58(Me + 132)}$$

$$\frac{116}{116}$$

$$1,1897 - \frac{1,1862(Me + 60) + 68,8}{Me + 132} = 99$$

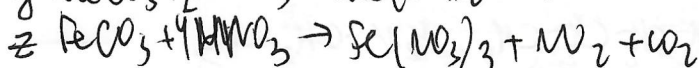
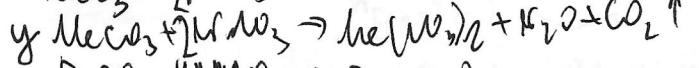
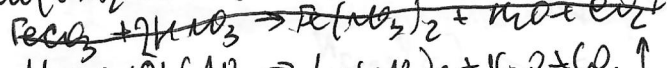
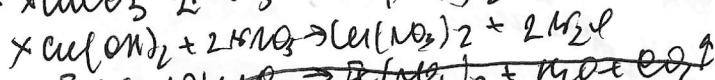
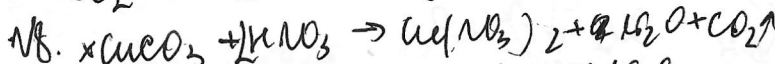
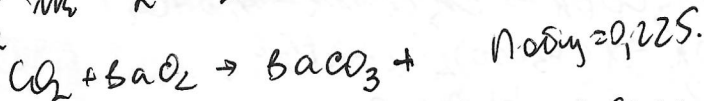
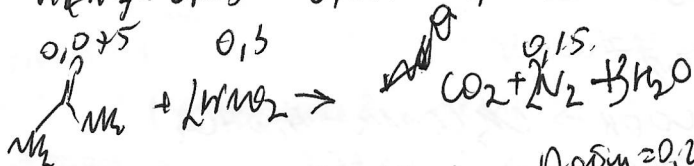
Чертежи.



$C = 1,125M$

(2)

$n(K+) = 0,309 \quad 0,0302 \quad 9,06 \cdot 10^{-3}$  моль



$x+y+z = 68,8 \quad 0,14 \text{ CaSO}_4 \cdot 2H_2O \quad Ca(NO_3)_2$

$77,7z \text{ Cu(OH)}_2 \cdot CuFeCO_3 = 0,35 \text{ моль } CaCO_3$   
 $0,7 \text{ моль } Cu$

$x+y+z =$

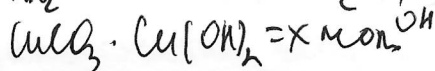
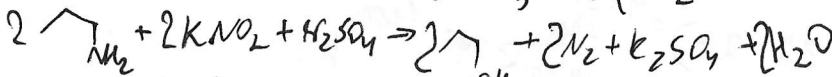
$PM = PRT$   
 $M = 44,04$  моль.

$44(x+y+z) + 46z = 44,04$

$n = 1,25$  моль

$65,6z = 34,2$

$FeCO_3 \quad 0,125 \text{ моль.}$   
 $292$



$FeCO_3 = y \text{ моль}$

$MFeCO_3 = z \text{ моль}$

$x + 2y + z = 1,25$

$y \cdot 46 + \frac{x+y+z}{x+2y+z} \cdot 44 = 44,04$

$\frac{68,8}{z} = \frac{Me + 32 + 64 + 78 \cdot 2}{z}$

$x + 2y + z$

$(1-a) \quad a = 0,02$

$(56 + 12 + 48)y + (Me + 12 + 48)z = 69$

$222x + 116y + (60 + Me)z = 146,7$

$\frac{68,8}{z} = \frac{Me + 132}{z}$

$z = \frac{68,8}{Me + 132}$

$y = \frac{69 - (Me + 60)z}{116} = 9 - Me$

$116y + (60 + Me)z = 69$

$y = \frac{69Me + 9108}{(4128 + 68,8Me) \cdot 116}$

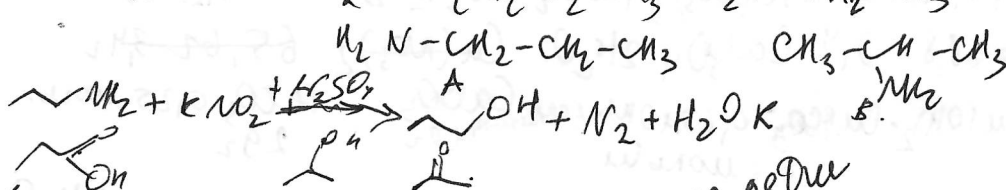
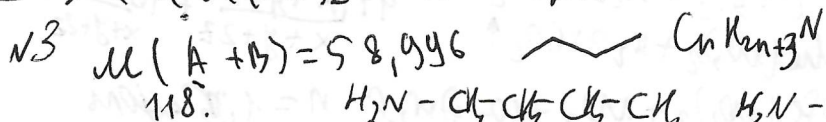
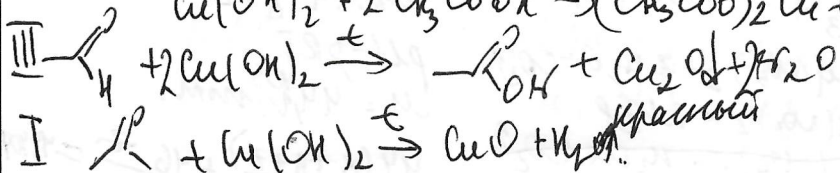
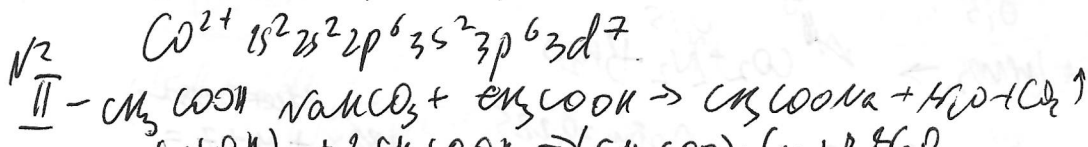
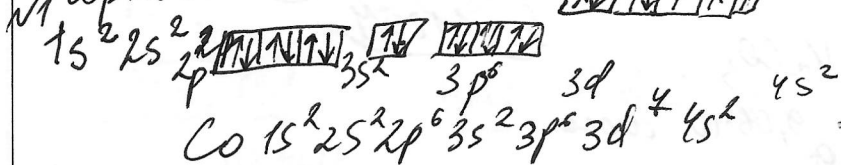
~~$x = 1,25 - 2y - z = 1,25 - 2 \cdot \frac{69Me + 9108}{(4128 + 68,8Me) \cdot 116} - \frac{68,8}{Me + 132}$~~

$y = \frac{69 - (Me + 60) \cdot \frac{68,8}{Me + 132}}{116}$

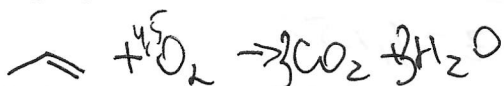
$x = 1,25 - \frac{69(Me + 60) \cdot 68,8}{Me + 132} - \frac{68,8}{Me + 132}$   
 $58$

$31828 (1,25 - 69 - \frac{68,8}{Me + 132})$

Черновик



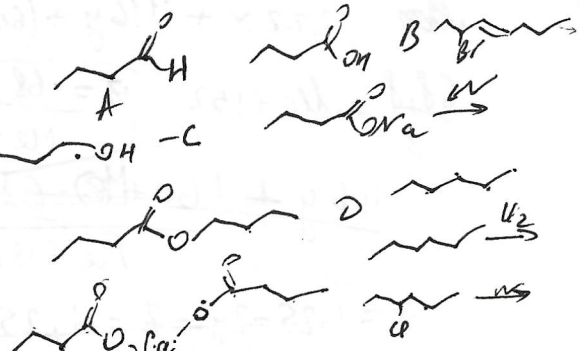
$Q = cm(t_2 - t_1)$   
 $Q = 75,31 \cdot 0,827 \cdot (92 - 23) = 945742,98 \text{ Дж}$   
 $3276 : 18 = 182 \text{ моль}$



$Q = 3Q(O_2) + 3Q(H_2O) - Q(C_3H_6) = 393,5 \cdot 3 + 285,8 \cdot 3 + 20,4 = 2058300 \text{ Дж}$

$n = 0,46 \text{ моль}$   
 $V = \frac{nRT}{P} = \frac{0,46 \cdot 8,314 \cdot (293 + 30)}{101,325 \cdot 760} = 12,242 \text{ л}$

$N5. \quad C_n H_{2n} O$   
 $\frac{12n}{14n+16} = 0,6667 \quad C_4 H_8 O$   
 $\frac{12 \cdot 4 + 12 \cdot n}{12(4+n) + 7 + 32 + 2n + 1} = 0,6667$   
 $\frac{48 + 12n}{88 + 14n} = 0,6667 \quad n = 4$



$6.1. \quad w(Na_2CO_3) = \frac{218}{1218} = 0,17898$   
 $x = 171,556 \text{ г} \quad n = 1,618 \text{ моль}$   
 $2Na_2CO_3 + Fe_2(SO_4)_3 + 6H_2O \rightarrow 2Na_2SO_4 + 2Fe(OH)_3 + 3CO_2 + 2H_2O$   
 $236,8372 \quad Na_2CO_3 + 2HNO_3 \rightarrow NaNO_3 + H_2O + CO_2 \uparrow$   
 $355,12562 \quad m_{pr} = 389,3172 \quad w(NaNO_3) = 47,16\%$