

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 1

Место проведения Красноярск  
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов  
наименование олимпиады

по химии  
профиль олимпиады

Гавриловой Екатерина Александровна  
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Вышла: 18:41

Вернулась: 18:45

Дата

« 12 » 03 2023 года

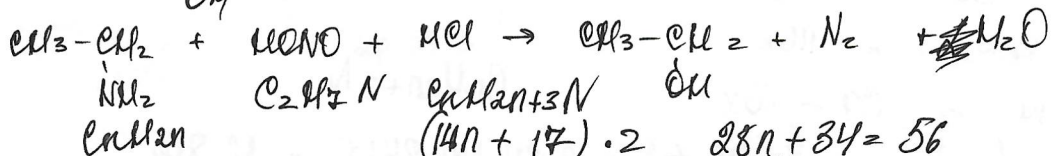
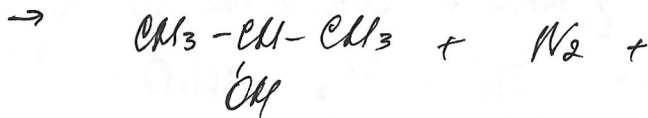
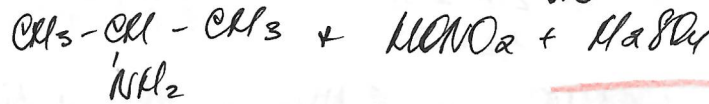
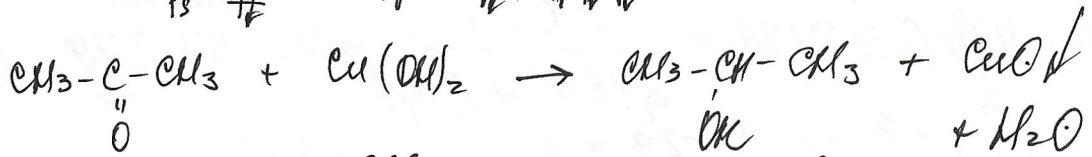
Подпись участника

78-97-82-86  
(70.1)

чермовик

~~128~~

X  $\text{пор. еп. } e^- = 4x \Rightarrow \text{электр.} = 8x \left\{ \begin{array}{l} 9x \\ \text{мелн} = x \end{array} \right.$



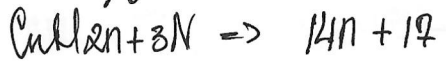
$56 = \frac{14n + 17x + 14n - 14nx + 17 - 17x}{1} \quad \begin{array}{l} \text{C}_2\text{H}_7\text{N} \\ \text{C}_3\text{H}_9\text{N} \end{array}$

$56 = \frac{31(x+y) + 14n + 17}{1} \Rightarrow 56 = 31 - 31x + 14nx + 17x$

$56 = 14n - 17$   
 $56 = 45x + 59(1-x)$   
 $56 = 45x + 59 - 59x$

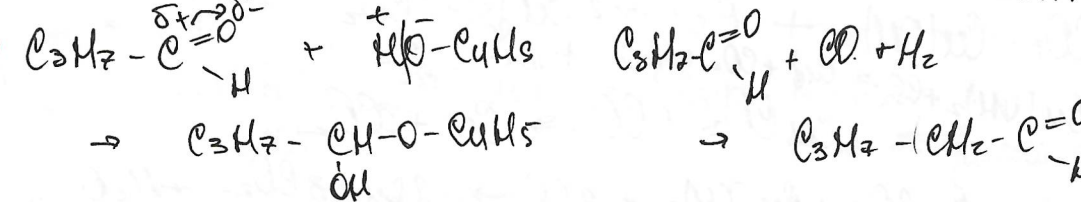
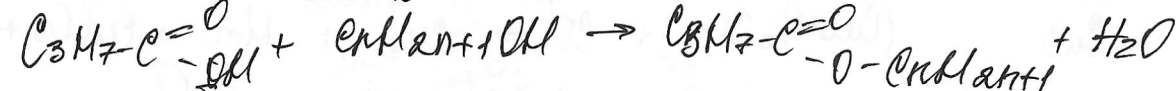
$56 = 14n + 17(x) + (14n + 17)(1-x)$

$59 \cdot 56 = 14n - 17 \quad 59 = \frac{59x + 59y}{1}$



$59 = 14nx + 17x + 14ny + 17y$   
 $x+y=1 \Rightarrow x=1-y \Rightarrow 14n = 14ny + 17 - 17y + 14ny + 17y$

$59 = Q = \text{cm}(\text{K}) \quad 59 = 14n - 17$   
 $Q = \frac{\text{ДМ}}{\text{молнок}} \cdot \text{K}_2 \cdot \text{K}$



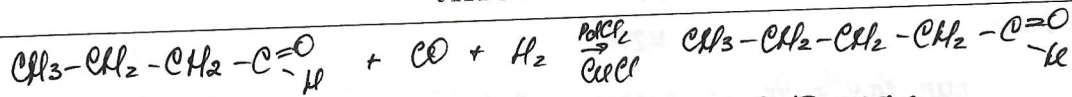
смр!

Автомат  
Качество

1|2|3|4|5|6|7|8|9|0  
6|8|10|14|14|16|12|90

90

Дебелно

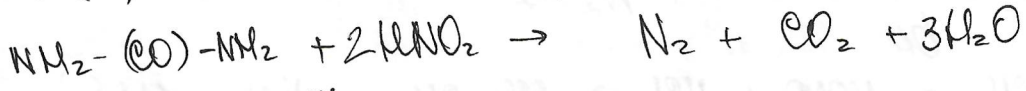
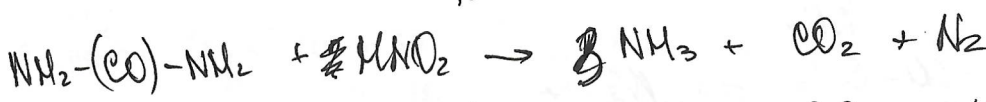


$$21,82 - 121,82 \quad 0,178982$$

$$(286x + 183,7) - (106x)$$

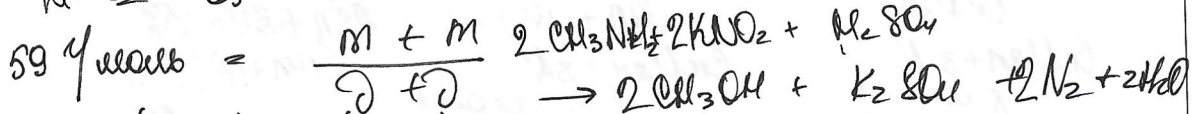
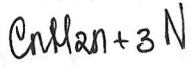
$$54,81148x + 0,178982 = \frac{106x}{286x + 183,7} \Rightarrow 51,18852x + 32,879 =$$

$$\frac{z}{0,6-z} = 2 \Rightarrow 1,2 - 2z = z \Rightarrow 1,2 = 3z$$



$$m \text{ FeCO}_3 = 116x$$

$$m = 59 - 116x$$

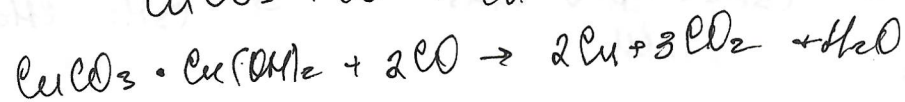
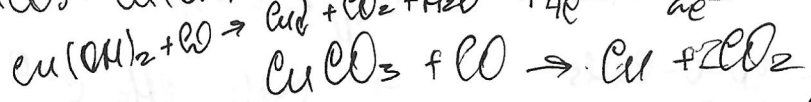
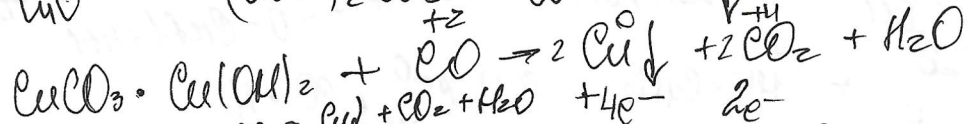
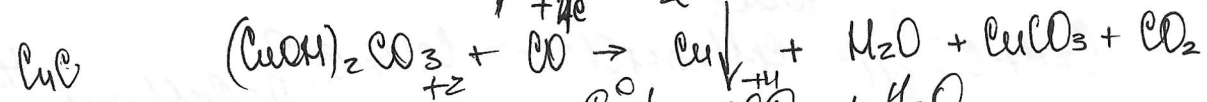
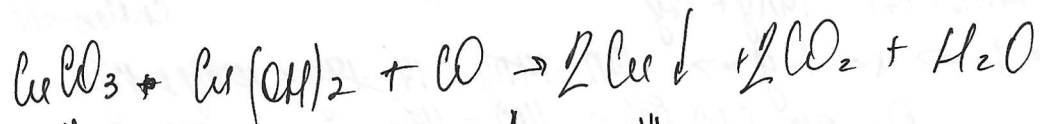
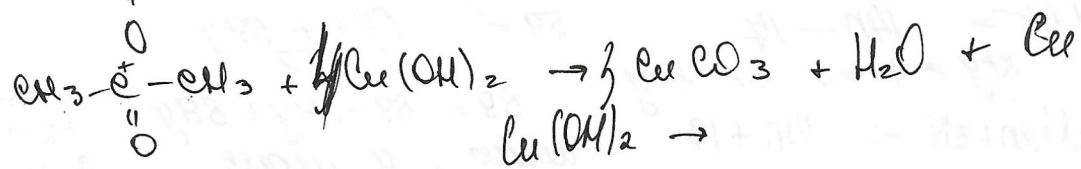
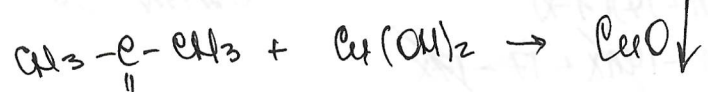
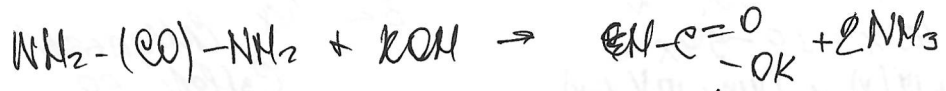


$$59 = \frac{(14n + 17)x + (14n + 17)y}{x + y}$$

$$59x + 59y = 14nx + 17x + 14ny + 17y$$

$$42x + 42y = 14nx + 14ny$$

$$42(x + y) = 14n(x + y)$$



стр 2



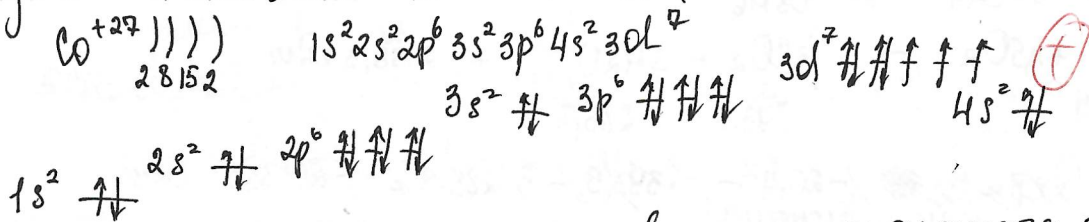
78-97-82-86  
(70.1)

Чистовик

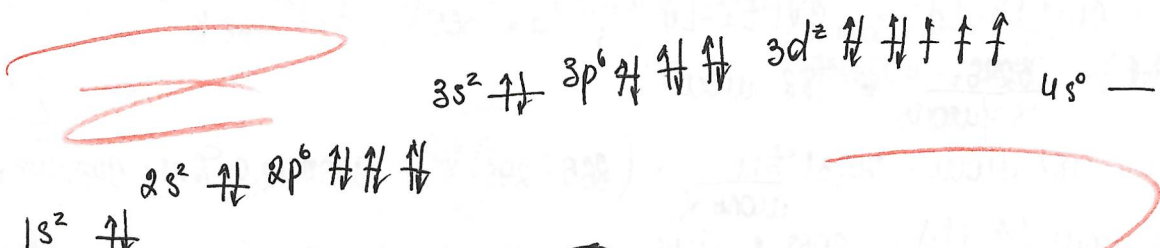
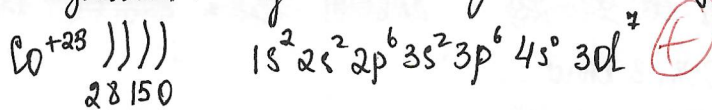
(N1.6)

Пусть число неспаренных  $e^- = x \Rightarrow$  кол-во пар спаренных  $e^- = 4x \Rightarrow$  электронов всего:  $x + 4x \cdot 2 = 9x$ , т.е. кол-во электронов кратно 9.

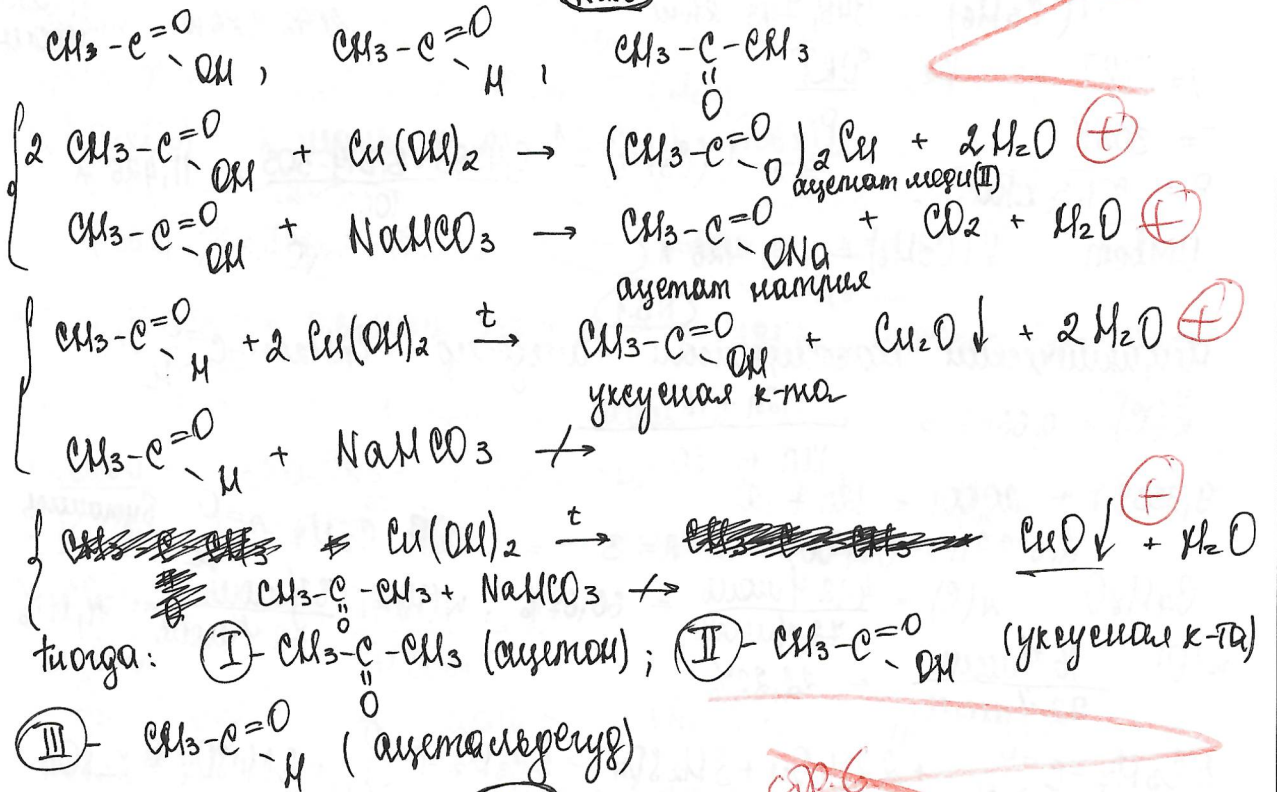
Пусть  $x$  шимичкий элемент - Co (кобальт)



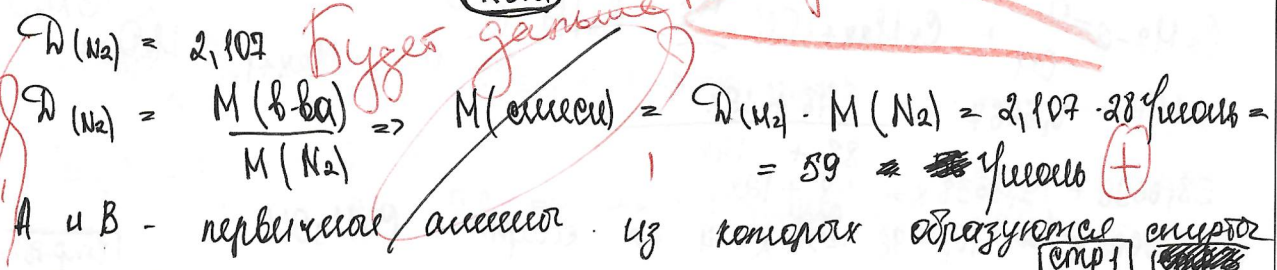
12 пар спаренных электронов и 3 неспаренных электрона  $Co^{2+}$  значит у него недостаток двух электронов  $\Rightarrow Co^{+25}$



(N2.6)

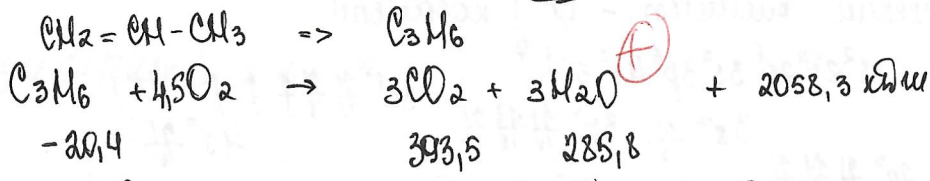


(N3.2)



м.к. спирта получают изопропанол, значит и аммиак  
 А и В так же являются изопропанол  
 формула аммиака  $C_nH_{2n+3}N$  будет там же не стр. 6

(N 4.5)



Q  
 стр  
 (кДж)  
 моль

~~$Q_{xp} = -20,4 - 3 \cdot 393,5 - 3 \cdot 285,8 - 2058,3 \text{ кДж}$~~   
 - экзотермическая реакция

$Q_{xp} = 3 \cdot 393,5 + 3 \cdot 285,8 + 20,4 = 2058,3 \text{ кДж}$  - экзотермическая стр.

~~$Q_{xp} = 3 \cdot 393,5 + 3 \cdot 285,8 + 20,4 = 2058,3 \text{ кДж}$~~   
 ~~$Q_{xp} = 3 \cdot 393,5 + 3 \cdot 285,8 + 20,4 = 2058,3 \text{ кДж}$~~

1 моль ( $C_3H_8$ ) - 2058,3 кДж.

$Q = cm(t_2 - t_1) = cV(t_2 - t_1)$ ;  $t_2 = 365 \text{ K}$ ,  $t_1 = 296 \text{ K}$

$\eta(H_2O) = \frac{32762}{18 \cdot 77000} = 182 \text{ моль}$

$Q = 182 \text{ моль} \cdot 75,31 \frac{\text{кДж}}{\text{моль} \cdot \text{K}} \cdot (365 - 296) \text{ K} = 945742,98 \text{ Дж} = 945,743 \text{ кДж}$

1 моль ( $C_3H_8$ ) - 2058,3 кДж

$\eta(C_3H_8) = \frac{945,743 \text{ кДж} \cdot 1 \text{ моль}}{2058,3 \text{ кДж}} = 0,4598$

$PV = \eta RT \Rightarrow V = \frac{\eta RT}{P}$

$T = 303 \text{ K}$

$P = 101,3 \text{ кПа} \Rightarrow V(C_3H_8) = \frac{0,4598 \cdot 8,314 \cdot 303}{101,3} = 11,426 \text{ л}$

ответ:  $V(C_3H_8) = 11,426 \text{ л}$

(N 5.1)

Молекулярный массовый состав аммиака:  $C_nH_{2n+3}N$

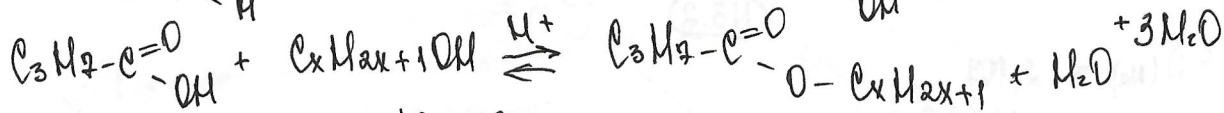
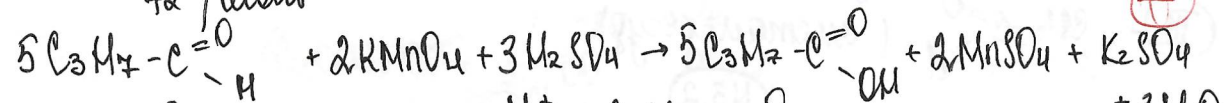
$w(C) = 0,6667 = \frac{12n + 12}{14n + 30}$

$9,3338n + 20,001 = 12n + 12$

$2,6662n = 8,001 \Rightarrow n = 3 \Rightarrow C_3H_7 - C = O$  бутаналь

$C_4H_8O$   $w(C) = \frac{4 \cdot 12 \text{ моль}}{72 \text{ моль}} = 66,67\%$ ,  $w(H) = \frac{8 \text{ моль}}{72 \text{ моль}} = 11,11\%$

$w(O) = \frac{16 \text{ моль}}{72 \text{ моль}} = 22,22\%$



$w(C) = 0,6667 = \frac{48 + 12x}{88 + 14x}$

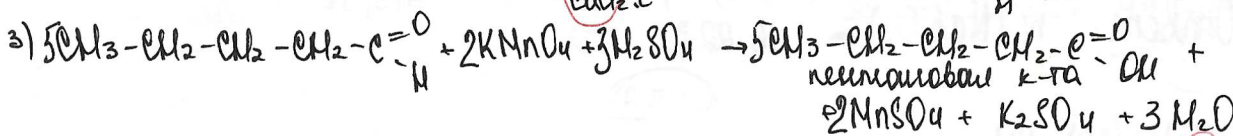
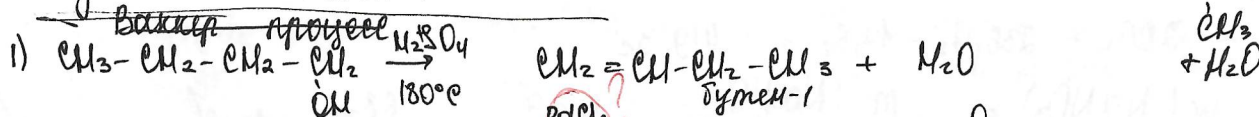
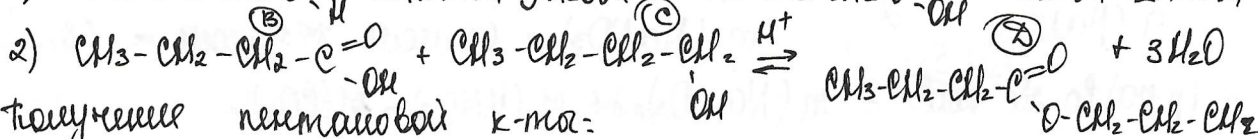
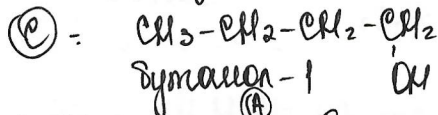
$58,6696 + 9,3338x = 48 + 12x$

$2,6662x = 10,6696 \Rightarrow x = 4 \Rightarrow \text{спирт: } C_4H_9OH$

стр 2



т.к. в-во D - не содержит разветвлений углеродных  
 радикалов: (A):  $CH_3-CH_2-CH_2-C=O$  ;  $O-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$  бутенибутанол  
 $\Rightarrow$  (A):  $CH_3-CH_2-CH_2-C=O$  ; (B)  $CH_3-CH_2-CH_2-C=O$   
 бутаналь ; максимальная окислительная



(N6.1)



20°C: 21,82 (в-ва) - 121,82 (р-ра)

Пусть  $\nu(Na_2CO_3 \cdot 10 H_2O) = x$  моль,  $m = (286x)_2$

$m(p-pa) = m(Na_2CO_3 \cdot 10 H_2O) + m(H_2O) = (286x + 183,7)_2$

$\nu(Na_2CO_3) = x$  моль  $\Rightarrow m(Na_2CO_3) = (106x)_2$

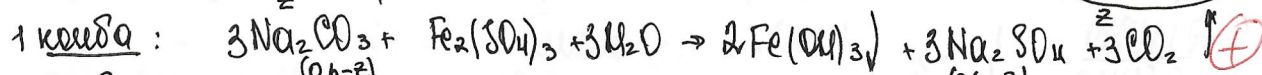
$21,82 - 121,82 \quad 6234,8x + 4004,68 = 12910,8x$

$(106x)_2 - (286x + 183,7)_2 \Rightarrow 6676x = 4004,68$   
 $x = 0,6$  моль

$\Rightarrow m(Na_2CO_3 \cdot 10 H_2O) = 0,6 \text{ моль} \cdot 286 \text{ г/моль} = 171,62$ ,  $m(p-pa) = 171,62 + 183,72 =$

$m(Na_2CO_3) = 106 \text{ г/моль} \cdot 0,6 \text{ моль} = 63,62$

~~110,82~~  
 355,32



$\frac{\nu(CO_2)_2}{\nu(CO_2)_1} = 2 \Rightarrow \frac{\nu(CO_2)_2}{\nu(CO_2)_1} = 2$

Пусть  $\nu(Na_2CO_3)_1 = z$  моль  $\Rightarrow \nu(Na_2CO_3)_2 = (0,6 - z)$  моль

$\frac{\nu(Na_2CO_3)_1}{\nu(CO_2)_1} = \frac{3}{3} = 1 \Rightarrow \nu(CO_2)_1 = z$  моль

$\frac{\nu(Na_2CO_3)_2}{\nu(CO_2)_2} = \frac{1}{1} \Rightarrow \nu(CO_2)_2 = (0,6 - z)$  моль

$\frac{0,6 - z}{z} = 2 \Rightarrow 2z = 0,6 - z$   
 $3z = 0,6 \Rightarrow z = 0,2$  моль

$\nu(CO_2)_1 = 0,2$  моль  
 $\nu(CO_2)_2 = 0,4$  моль

(спирт)

$$\frac{\nu(\text{CO}_2)_2}{\nu(\text{Na}_2\text{CO}_3)_2} = \frac{1}{1} \Rightarrow \nu(\text{Na}_2\text{CO}_3)_2 = 0,4 \text{ моль}$$

$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3)_2 = 0,4 \text{ моль} \cdot 106 \text{ г/моль} = 42,4 \text{ г}$$

$$42,4 \text{ г (в.ва)} - m(\text{p.p.a})$$

$$21,8 \text{ г (в.ва)} - 121,8 \text{ г} \Rightarrow m(\text{p.p.a}) = \frac{42,4 \cdot 121,8}{21,8} = 236,9 \text{ г}$$

$$m(\text{CO}_2) = 0,4 \text{ моль} \cdot 44 \text{ г/моль} = 17,6 \text{ г}$$

$$\frac{\nu(\text{Na}_2\text{CO}_3)_2}{\nu(\text{NaNO}_3)} = \frac{1}{2} \Rightarrow \nu(\text{NaNO}_3) = 0,8 \text{ моль}$$

$$m(\text{NaNO}_3) = 0,8 \text{ моль} \cdot 85 \text{ г/моль} = 68 \text{ г}$$

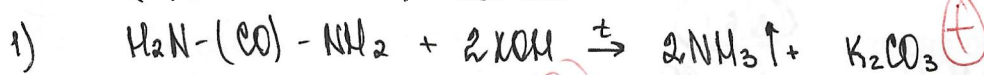
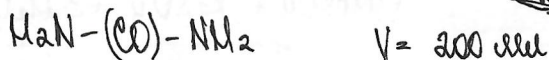
$$m(\text{p.p.a}) \text{ во зл. кюбе} = m(\text{Na}_2\text{CO}_3)_{\text{p.p.}} + m(\text{KNO}_3) - m(\text{CO}_2) =$$

$$= 200 \text{ г} + 236,9 \text{ г} - 17,6 \text{ г} = 419,3 \text{ г} \oplus$$

$$w(\text{NaNO}_3) = \frac{m(\text{NaNO}_3)}{m(\text{p.p.a})} \cdot 100\% = \frac{68 \text{ г}}{419,3 \text{ г}} \cdot 100\% = 16,22\%$$

$$\text{Ответ: } w(\text{NaNO}_3) = 16,22\% \oplus$$

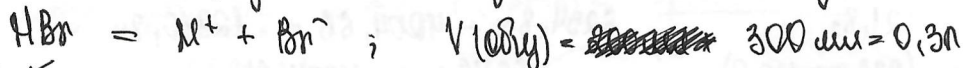
№7.2



$$\nu(\text{MBr})_{\text{изб}} = c \cdot V = 1,03 \text{ моль} \cdot 0,3 \text{ л} = 0,309 \text{ моль} \oplus$$

$$pH = 1,52 \quad ; \quad pH = -\lg[M^+] \Rightarrow [M^+] = 10^{-pH} = 10^{-1,52} = 0,0302 \text{ моль/л} \oplus$$

$pH < 7 \Rightarrow$  среда кислая, значит  $\text{MBr}$  в избытке  $\oplus$

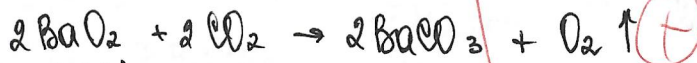
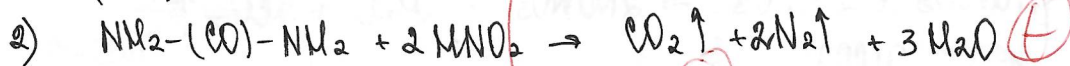


$$[M^+] \nu(M^+) = c \cdot V = 0,0302 \text{ моль} \cdot 0,3 \text{ л} = 0,00906 \text{ моль}$$

$$\frac{\nu(M^+)_{\text{ост}}}{\nu(\text{MBr})_{\text{ост}}} = \frac{1}{1} \Rightarrow \nu(\text{MBr})_{\text{ост}} = 0,00906 \text{ моль}$$

$$\nu(\text{MBr})_{\text{пр}} = 0,309 \text{ моль} - 0,00906 \text{ моль} = 0,3 \text{ моль} \oplus$$

$$\frac{\nu(\text{MBr})}{\nu(\text{NM}_3)} = \frac{1}{1} \Rightarrow \nu(\text{NM}_3)_i = 0,3 \text{ моль} \oplus$$



$$\frac{\nu(\text{NM}_3)}{\nu(\text{N}_2)} = 2 \Rightarrow \nu(\text{N}_2) = \frac{0,3 \text{ моль}}{2} = 0,15 \text{ моль}$$

$$\frac{\nu(\text{N}_2)}{\nu(\text{Na}_2\text{M}_4\text{CO})} = \frac{2}{1} \Rightarrow \nu(\text{Na}_2\text{M}_4\text{CO}) = 0,075 \text{ моль} \ominus$$

$$\frac{\nu(\text{NM}_3)}{\nu(\text{Na}_2\text{M}_4\text{CO})} = \frac{2}{1} \Rightarrow \nu(\text{Na}_2\text{M}_4\text{CO}) = 0,15 \text{ моль}$$

$$\nu(\text{Na}_2\text{M}_4\text{CO})_{\text{объ}} = 0,075 \text{ моль} + 0,15 \text{ моль} = 0,225 \text{ моль}$$

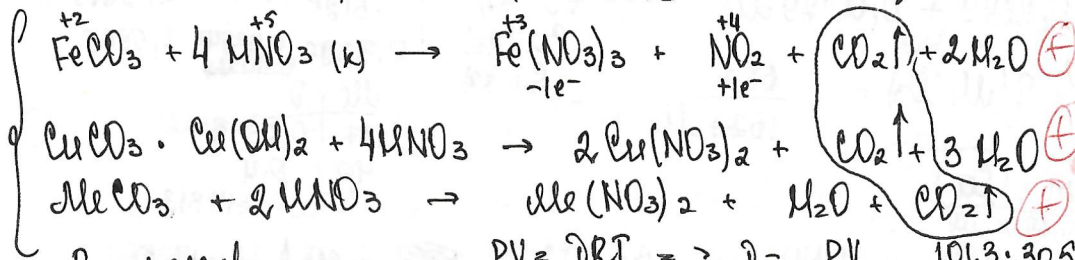
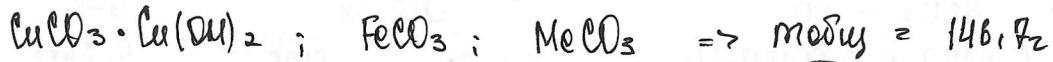
Стр 4



$$c(\text{M}_2\text{NCO}_2) = \frac{V}{V} = \frac{0,225 \text{ моль}}{0,2} = 1,125 \text{ моль}$$

Ответ:  $c(\text{M}_2\text{NCO}_2) = 1,125 \text{ моль}$ ,  $\text{A-NH}_3^+$  (аммоний)

N8.5



$P = 1,816 \text{ кПа}$

$V = 30,56 \text{ л}$

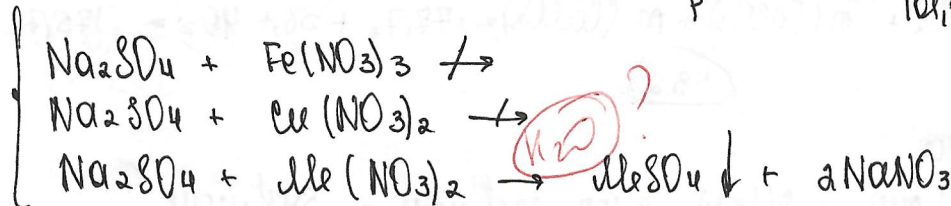
$P = 101,3 \text{ кПа}$

$T = 298 \text{ К}$

$PV = \nu RT \Rightarrow \nu = \frac{PV}{RT} = \frac{101,3 \cdot 30,56}{8,314 \cdot 298} = 1,25 \text{ моль}$

$P \frac{m}{P} = \frac{m}{M} RT \Rightarrow PM = PRT$

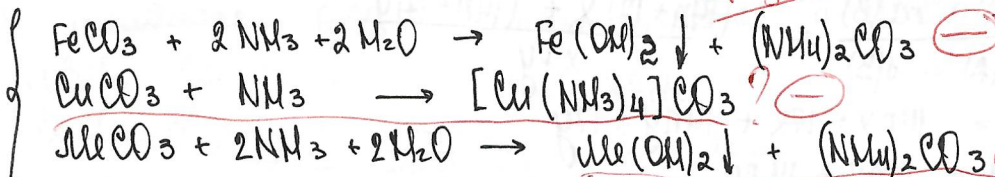
$\Rightarrow M = \frac{PRT}{P} = \frac{1,816 \cdot 8,314 \cdot 298}{101,3} = 44 \text{ г/моль} \Rightarrow \text{CO}_2$



$m(\text{MgSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = 68,82$



Примени, что  $\text{MgCO}_3$



Примени, что  $\text{MgCO}_3$  не растворяется в  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$

тогда  $69 = m(\text{FeCO}_3) + m(\text{MgCO}_3) \Rightarrow m(\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu(OH)}_2) =$

$146,7 - 69 = 77,72 \oplus$

$\nu(\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu(OH)}_2) = \frac{77,72}{222,4} = 0,35 \text{ моль}$

$\frac{\nu(\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu(OH)}_2)}{\nu(\text{CO}_2)} = \frac{1}{1} \Rightarrow \nu(\text{CO}_2) = 0,35 \text{ моль}$

$\nu(\text{CO}_2)_{\text{ост}} = 1,25 - 0,35 = 0,9 \text{ моль}$

$\nu(\text{MgSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = \left( \frac{68,82}{132 + 116} \right) \text{ моль} \Rightarrow \nu(\text{MgSO}_4) = \left( \frac{68,8}{132 + 116} \right) \text{ моль}$

$\frac{\nu(\text{MgSO}_4)}{\nu(\text{Mg(NO}_3)_2)} = \frac{1}{1}$ ;  $\frac{\nu(\text{Mg(NO}_3)_2)}{\nu(\text{MgCO}_3)} = \frac{1}{1} \Rightarrow \nu(\text{MgCO}_3) = \left( \frac{68,8}{132 + 116} \right) \text{ моль}$

$m(\text{MgCO}_3) = \left( \frac{68,8}{132 + 116} \right) \cdot (60 + 116) = \left( \frac{4128 + 68,8 \cdot 116}{132 + 116} \right) \text{ г}$

Пусть  $\nu(\text{CO}_2)_{\text{ост}} = x$  моль,  $\frac{\nu(\text{CO}_2)}{\nu(\text{MgCO}_3)} = \frac{1}{1} \Rightarrow \nu(\text{MgCO}_3) = (69 - x) \text{ моль}$

$\nu(\text{CO}_2)_{\text{ост}} = x$  моль,  $\frac{\nu(\text{CO}_2)}{\nu(\text{FeCO}_3)} = \frac{1}{1} \Rightarrow \nu(\text{FeCO}_3) = (69 - x) \text{ моль}$

Стр 5



$$m(\text{FeCO}_3) = 116 \cdot x = 116x, \quad m(\text{MnCO}_3) = (116+60)(0,9-x) = 0,9 \cdot 116 - 116x + 54 - 60x$$

$$m(\text{MnCO}_3) = 69 - 116x$$

$$69 - 116x = 0,9 \cdot 116 - 116x + 54 - 60x$$

$$15 = 56x - 0,1 \cdot 116, \quad 0,1 \cdot 116 = 56x - 15$$

$$116 = 560x - 150$$

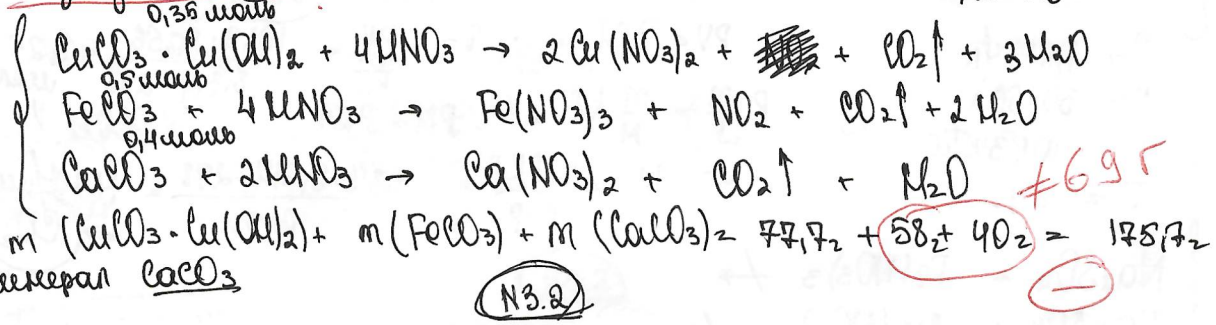
$$x = 0,2679 + 0,00179 \cdot 116$$

Продолжение на стр. 8!

	116	x	0,9-x
Ba (137)	0,5125		0,3875
Ca (40)	0,3395	0,4254	0,5605
→ Sr (87)		0,1236	
	116	0	
	137	0,2558	
	40	0,4	
	87	0,34313	

$$D(\text{MnSO}_4) = D(\text{MnCO}_3) = \frac{68,8}{132+116}$$

подходим Ca?



$$D(\text{N}_2) = 2,107$$

$$D(\text{N}_2) = \frac{M(\text{Cu})}{M(\text{N}_2)} \Rightarrow M(\text{Cu}) = 2,107 \cdot 28 \text{ г/моль} = 59 \text{ г/моль}$$

П.к. А и В - первичные амины, м.к. С и D - изомеры ⇒  
 ⇒ А и В тоже изомеры ⇒ C<sub>3</sub>H<sub>9</sub>N + 3N

Пусть D(A) = x моль, D(B) = y моль

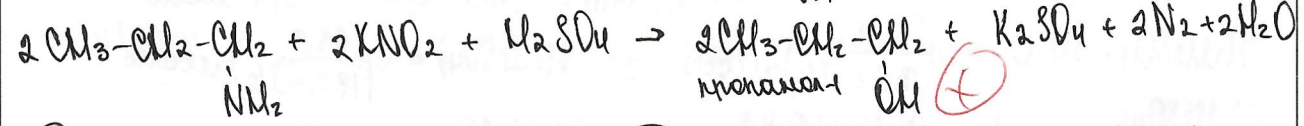
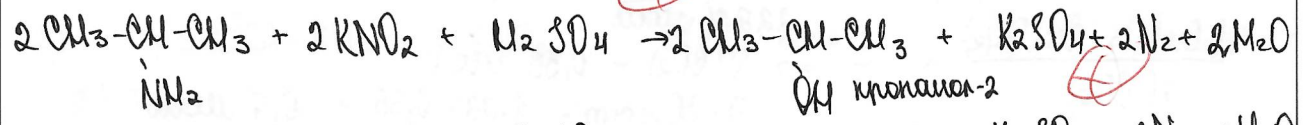
$$59 = \frac{m(A) + m(B)}{D(A) + D(B)} = \frac{(14n+17)x + (14n+17)y}{x+y}$$

$$59x + 59y = 14nx + 17x + 14ny + 17y$$

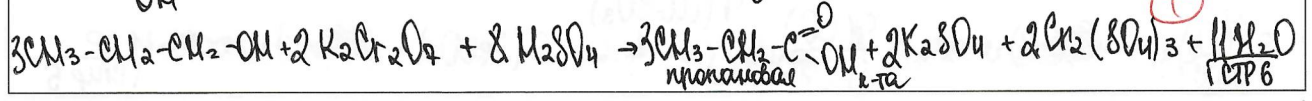
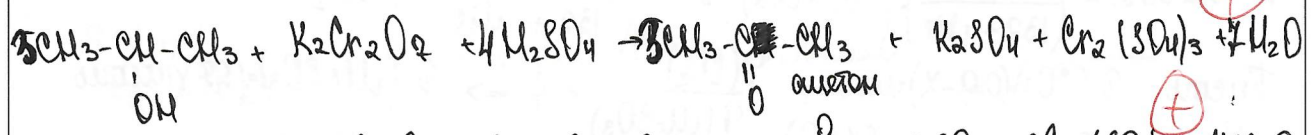
$$42x + 42y = 14nx + 17ny$$

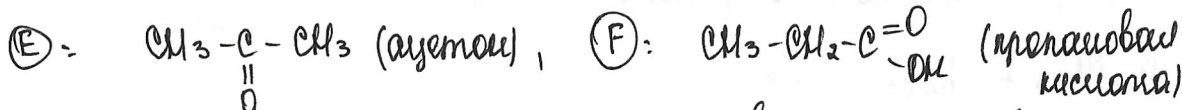
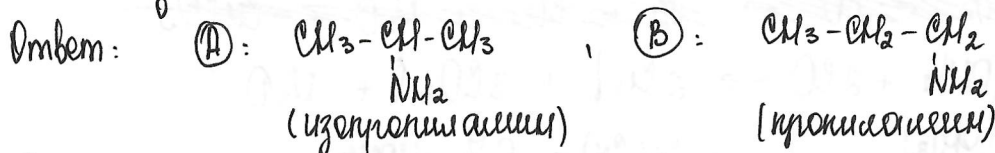
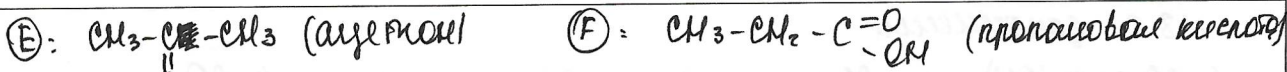
$$42(x+y) = 14n(x+y) \Rightarrow 42 = 14n \Rightarrow n = 3 \quad \text{C}_3\text{H}_9\text{N}$$

→ (A): CH<sub>3</sub>-CH(NH<sub>2</sub>)-CH<sub>3</sub> (изопропиламин) (B): CH<sub>3</sub>-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>(пропиламин)

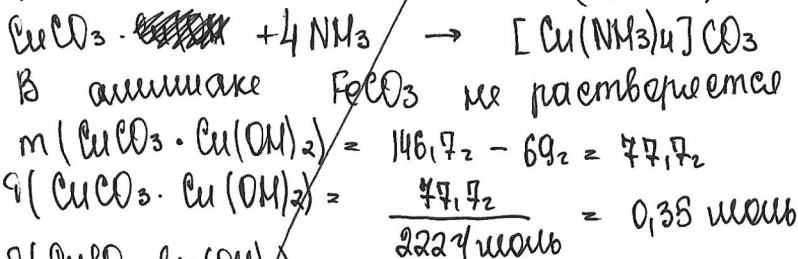
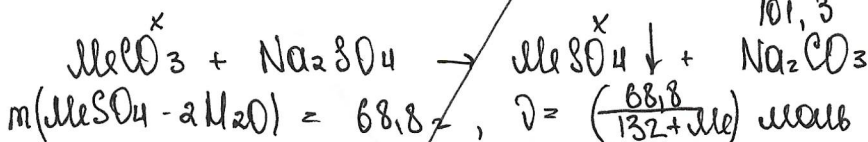
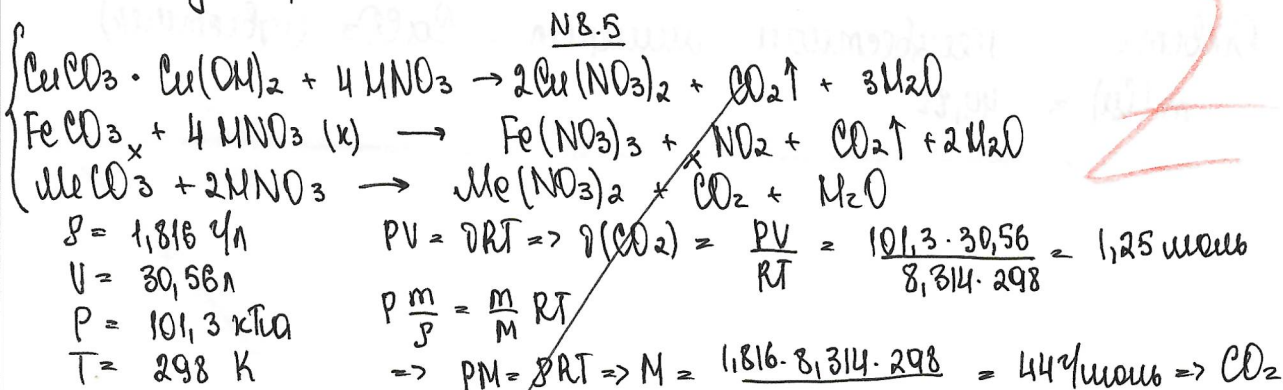


(C): CH<sub>3</sub>-CH(OH)-CH<sub>3</sub> (пропанол-2) (D): CH<sub>3</sub>-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub> (пропанол-1)





Ацетон относится к классу кетонов, а пропановая кислота к классу карбоновых кислот.



$\frac{\nu(\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu(OH)}_2)}{\nu(\text{CO}_2)} = \frac{1}{1} \Rightarrow \nu(\text{CO}_2) = 0,35 \text{ моль}$   
 $\nu(\text{CO}_2)_{\text{ост}} = 1,25 - 0,35 = 0,9 \text{ моль}$

Пусть  $\nu(\text{FeCO}_3) = y \text{ моль}$ ,  $\nu(\text{MgCO}_3) = x \text{ моль}$

$$\left. \begin{aligned} \frac{\nu(\text{FeCO}_3)}{\nu(\text{CO}_2)} = \frac{1}{1} &\Rightarrow \nu(\text{CO}_2) = y \text{ моль} \\ \frac{\nu(\text{MgCO}_3)}{\nu(\text{CO}_2)} = \frac{1}{1} &\Rightarrow \nu(\text{CO}_2) = x \text{ моль} \end{aligned} \right\} x + y = 0,9$$

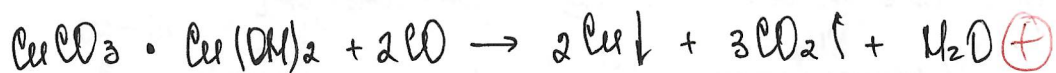
$\frac{\nu(\text{MgCO}_3)}{\nu(\text{MgSO}_4)} = \frac{1}{1} \Rightarrow \nu(\text{MgSO}_4) = x \text{ моль} \Rightarrow \nu(\text{MgSO}_4 - 2\text{H}_2\text{O}) = x \text{ моль}$

$$\begin{cases} x + y = 0,9 \\ \frac{68,8}{132 + M} = x \end{cases} \Rightarrow \begin{aligned} 68,8 &= 132x + Mx \\ 68,8 &= x(132 + M) \end{aligned}$$

40	0,4	0,3	0,3
88	0,313	0,3	0,337
137	0,256	0,3	0,644

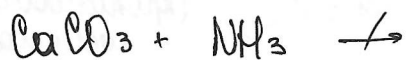


№ 8.5. дописываем



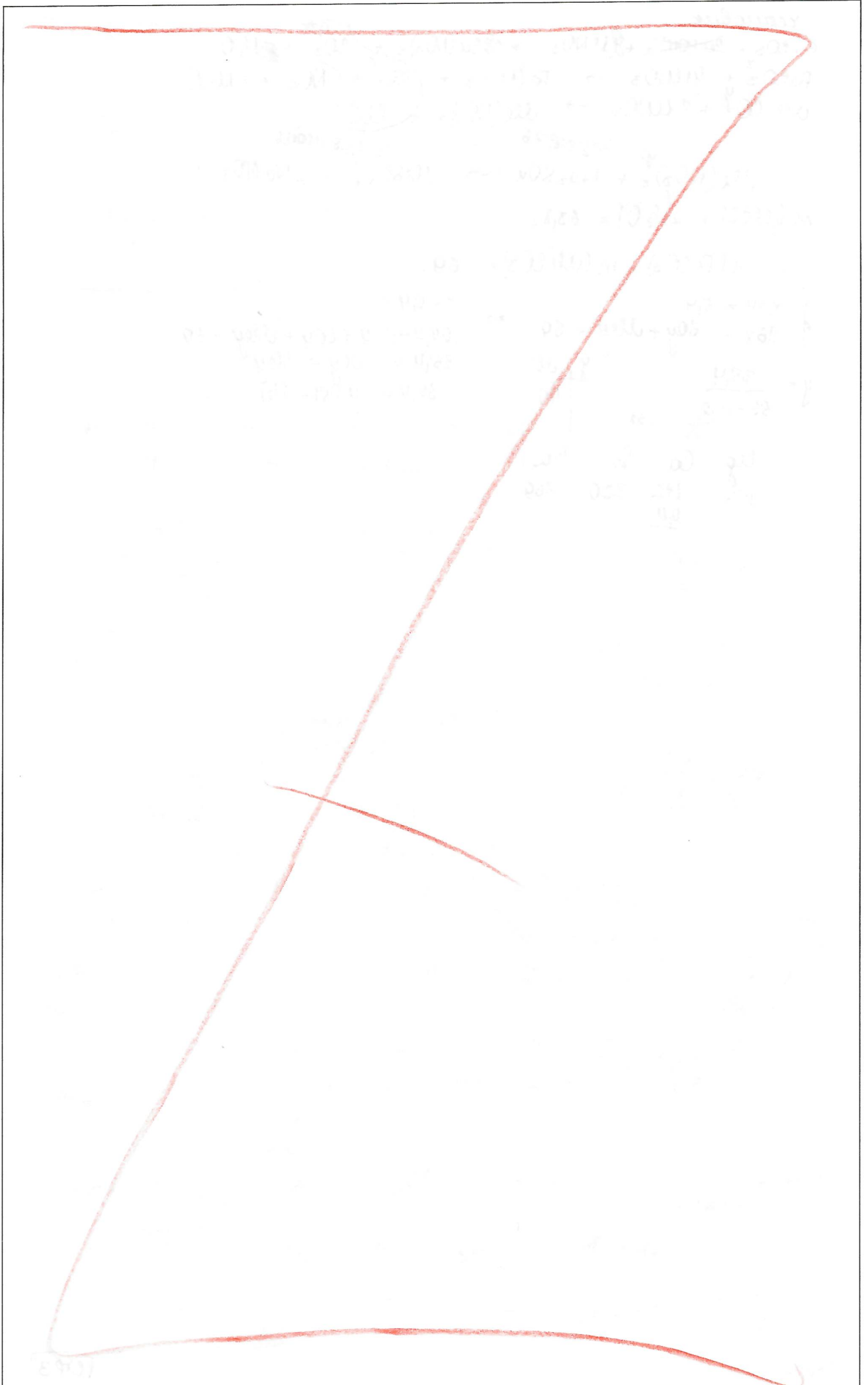
$$\frac{\nu(\text{CaCO}_3 \cdot \text{Ca(OH)}_2)}{\nu(\text{Ca})} = \frac{1}{2} \Rightarrow \nu(\text{Ca}) = 0,7 \text{ моль}$$

$$m(\text{Ca}) = 0,7 \text{ моль} \cdot 64 \text{ г/моль} = 44,8 \text{ г} \oplus$$



Ответ: неизвестной массы :  $\text{CaCO}_3$  (известник)

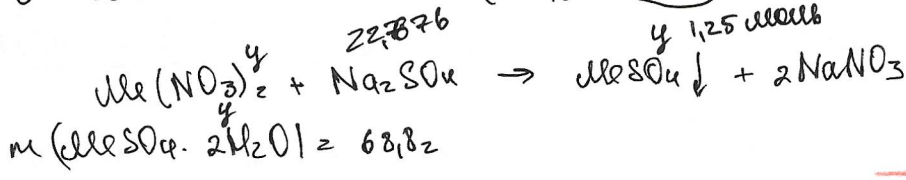
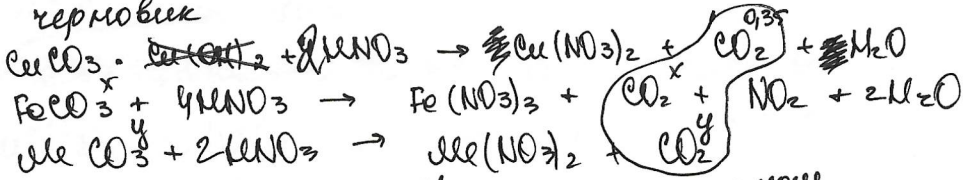
$$m(\text{Ca}) = 44,8 \text{ г}$$



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



черновик



$m(\text{FeCO}_3) + m(\text{MgCO}_3) = 69,2$

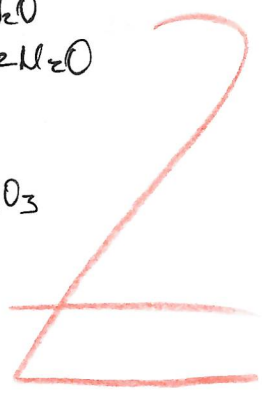
$$\begin{cases} x+y = 0,9 \\ 116x + 60y + 40y = 69,2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = 0,9 - y \\ 104,4 - 116y + 60y + 40y = 69,2 \end{cases}$$

$$35,4 = 56y - 40y$$

$$35,4 = y(56 - 40)$$

$y = \frac{35,4}{56 - 40}$

Mg	Ca	Sr	Ba
156	172	220	269
	94		



1003