

+ 1 мес. З.Ф.Ф.

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 1

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников "Ломоносов"
наименование олимпиады

по химии
профиль олимпиады

Солтанович Ксения Игоревна
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

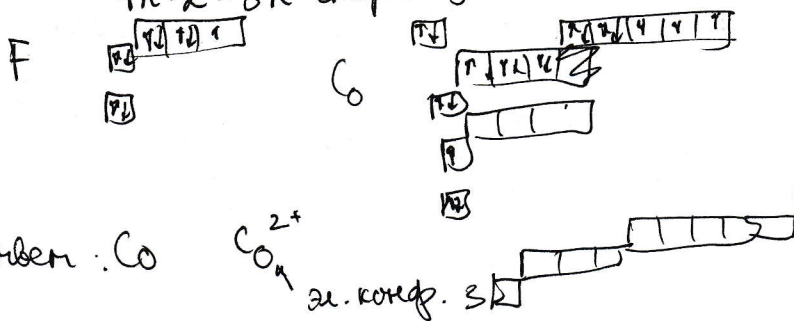
Дата
«12» марта 2023 года

Подпись участника
Солтанович

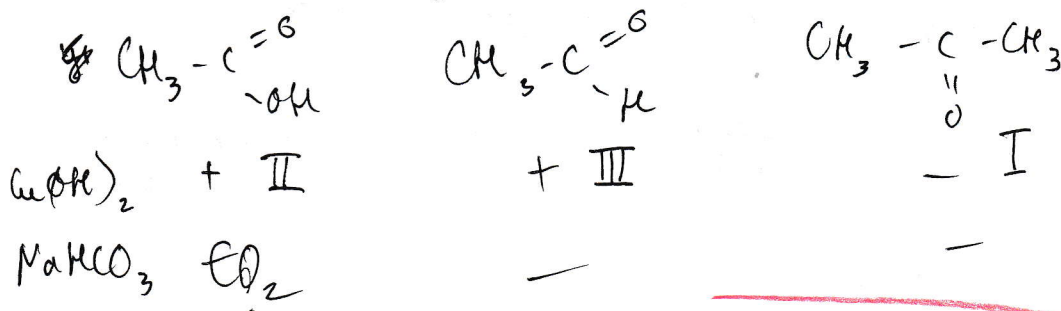
Черновик 1.
н.б

X - элемент
Кетем
осн. состояние - число пар спарен. эл = 4 л несп.

Пусть n неспар. } 9n e⁻
4n · 2 = 8n спар.



н.б



н.б

$D_{N_2}(A+B) = 2,107$ A и B - газы



$D_{N_2}(A+B) = \frac{M_{\text{Mg}}}{M_{N_2}} = \frac{M_{\text{Mg}}}{28} = 2,107$

$M_{\text{Mg}} = \frac{M_1 \cdot V_1 + M_2 \cdot V_2}{V_1 + V_2} \approx 59$ $M_{\text{Mg}} = 28 \cdot 2,107 \approx 59$



68-79-75-24
(63.5)

Автомат

1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
6	8	1	10	10	14	18	17	84	84

84

всегда
загаде

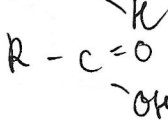
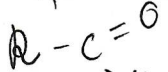
Черновик 2

$$pV = \nu RT$$

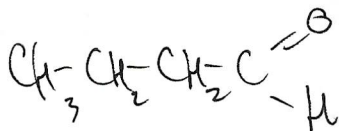
$$T = 303 \text{ K}$$

$$p = 99,92 \text{ кПа}$$

$$0,6675 \text{ г. C}$$



В



$C_nH_{2n}O$ $C_nH_{2n}O_2$ - формула альдегидов.

$$\frac{12n}{12n+2n+16} = 0,6667$$

D - сложный эфир



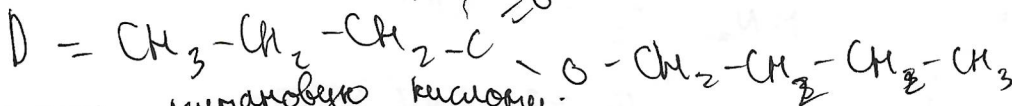
$$\frac{12n}{12n+2n+32} = 0,6667$$

$$12n = 0,6667(14n+32)$$

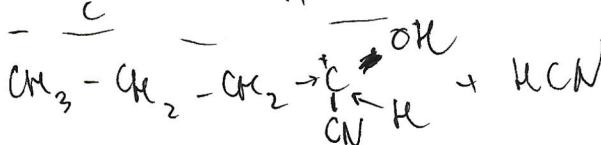
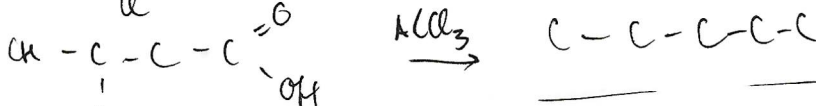
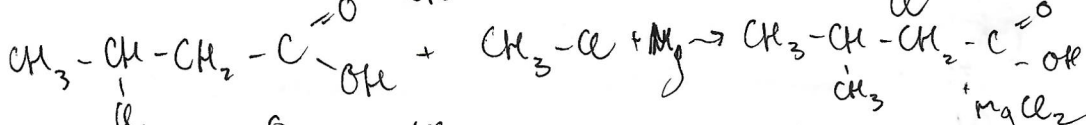
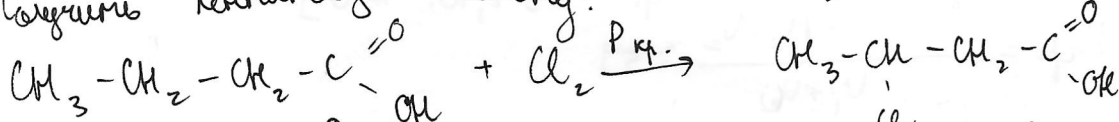
$$12n = 9,3338n + 21,3344$$

$$2,6662n = 21,3344$$

$$n = 8$$



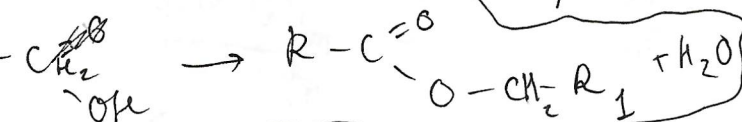
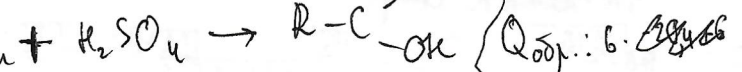
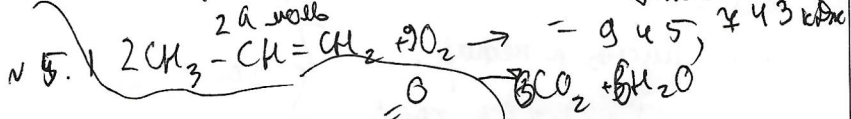
Получим лимонную кислоту:



н.с.
 $\Delta T = 92 - 23 = 69 \text{ C} = 69 \text{ K}$

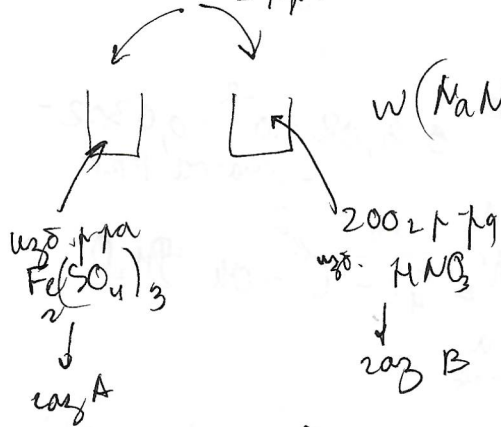
$$\nu(H_2O) = 182 \text{ моль}$$

$$Q = 182 \cdot 69 \cdot 75,31 = 945742,98$$



68-79-75-24
(63.5)

№ 6.1 Черновик 3
 $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ + 183,7 г воды при 20°C →
 ← коэф. рр.



$w(\text{NaNO}_3) = ?$

$V(B) = 2V(A)$

Решение:

$$21,82 \text{ Na}_2\text{CO}_3 - 100 = \text{H}_2\text{O}$$

$$x \text{ Na}_2\text{CO}_3 - 183,7 \text{ г H}_2\text{O} + 1,7x$$

$$\frac{21,8}{x} = \frac{100}{183,7 + 1,7x}$$

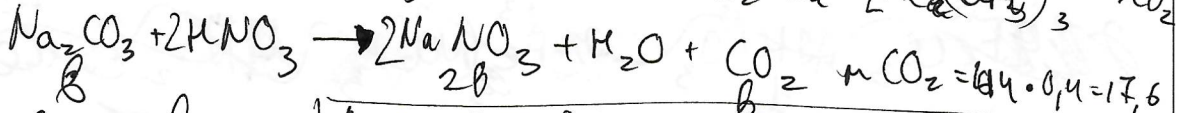
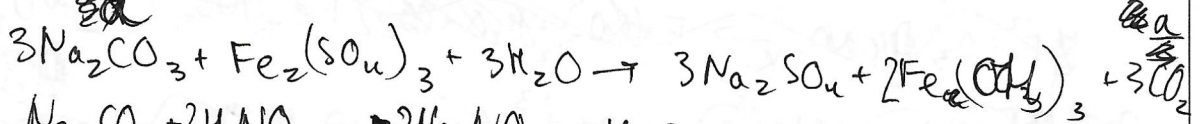
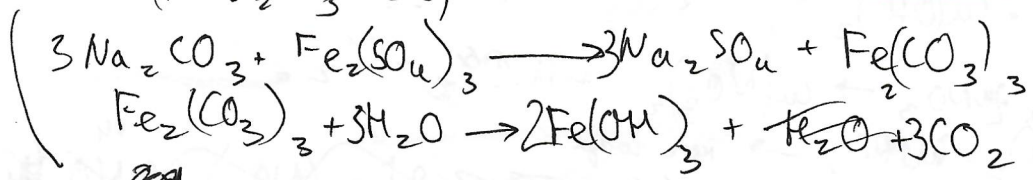
$$x = \frac{21,8 \cdot 183,7 + 21,8 \cdot 1,7x}{100}$$

$$x = 4004,66 \approx 40,05 \text{ (г)}$$

~~21,8~~
 $\frac{23 \cdot 2 + 12 + 48}{x} = \frac{x}{23 \cdot 2 + 12 + 48} = \frac{x}{106}$
 $m \text{ H}_2\text{O} = 18 \cdot 10 \cdot \frac{x}{106} \approx 1,7x$

$100x = 4004,66 + 37,06x$
 $62,94x = 4004,66$
 $x \approx 63,63 \text{ (г)}$ - растворили.

$n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0,6 \text{ моль}$



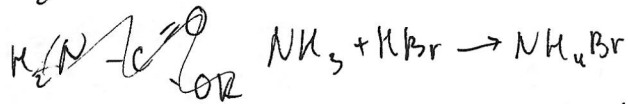
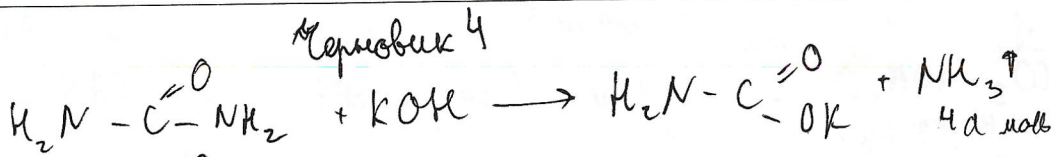
$\begin{cases} 2a = b \\ a + b = 0,6 \end{cases}$

$\begin{cases} 2a - b = 0 \\ a + b = 0,6 \end{cases}$

$3a = 0,6$
 $a = 0,2$
 $b = 0,4$

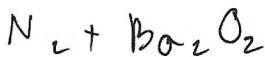
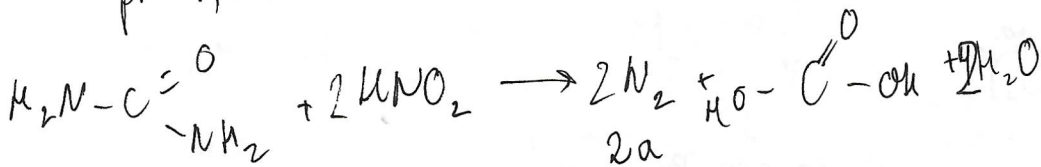
Но 2 коэф. 0,4-моль $\text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow m \text{ Na}_2\text{CO}_3 = 106 \cdot 0,4 = 42,4$
 коэффициент
 $21,8 - 100(\text{г}) \text{H}_2\text{O} \rightarrow 21,8 \text{ м H}_2\text{O} = \frac{42,4 \cdot 100}{21,8} = 194,5(\text{г})$
 $42,4 - ? \text{H}_2\text{O}$
 и р-ра во 2 коэф. $\approx 42,4 + 194,5 = 236,9$

$b = 0,4 \rightarrow n \text{ NaNO}_3 = 0,8 \rightarrow m(\text{NaNO}_3) = 68 \text{ (г)}$
 $m \text{ р-ра} = 200 \text{ г} + 236,9 - m \text{ CO}_2 = 436,9 - 17,6 = 419,3$
 $w(\text{NaNO}_3) = \frac{68}{419,3} = 16,2\%$



$$\text{pH} = 1,52 \rightarrow [\text{H}^+] = 10^{-1,52} = 3,02 \cdot 10^{-2} = 0,0302$$

 - остаток KBr



$$\nu(\text{KBr}) = 0,302 \cdot 1,03 = 0,309 \text{ моль}$$

моремпровао
$$\text{NH}_3 = 0,309 - 0,0302 = 0,2788 \text{ моль} \rightarrow$$

$$\rightarrow \nu(\text{NH}_3) = 0,2788$$

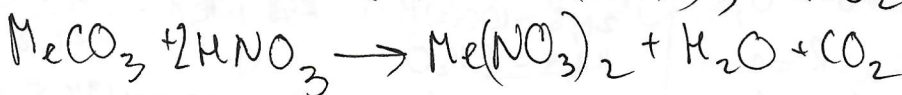
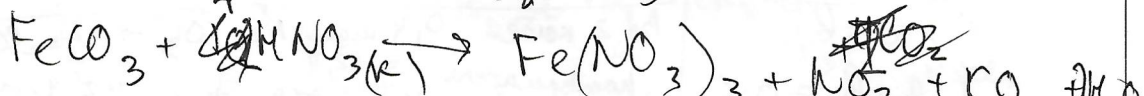
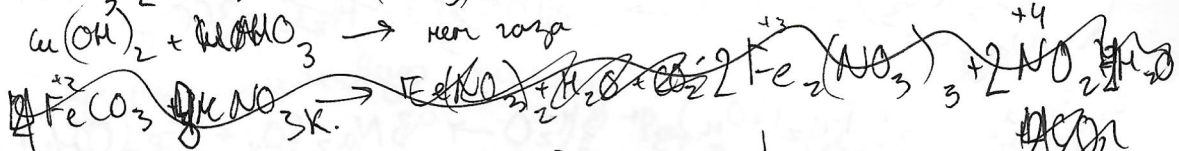
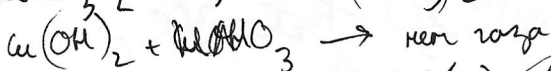
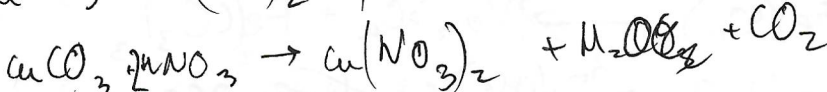
$$\nu(\text{H}_2\text{N}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{NH}_2) = 0,2788 \text{ моль}$$

$$\nu(\text{N}_2) = 0,1394 \text{ моль} \rightarrow \nu_{\text{мол}} = 0,1394 = 0,0697$$

$$\nu_{\text{общ. мол}} = 0,2788 + 0,0697 = 0,3485 \text{ моль}$$

$$\rho_{\text{мол}} = \frac{0,3485}{0,2} = 1,7425 \frac{\text{моль}}{\text{л}}$$

18.5.



$$pV = \nu RT$$

$$\nu = \frac{pV}{RT} = \frac{101,325 \cdot 30,56}{8,31 \cdot 298} = 1,25 \text{ моль}$$

$$p = \frac{\nu}{V} = \frac{\text{Мол.}}{V} = 1,816$$

68-79-75-24
(63.5)

Черновик 5.

$$M_{cp} = \frac{1,816 \cdot V}{1,25} = \frac{1,816 \cdot 30,56}{1,25} = 44,4 \text{ - смесь } NO_2 \text{ и } CO_2$$

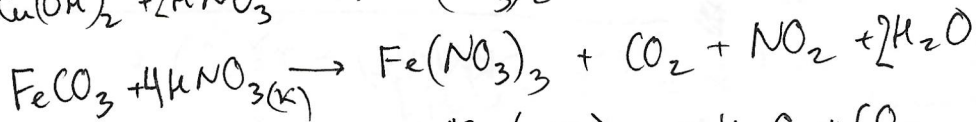
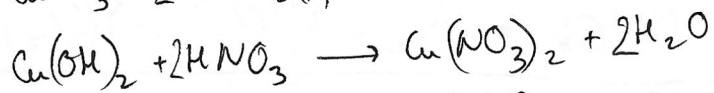
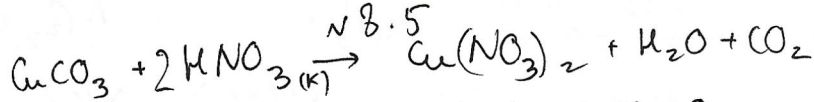
$$\frac{M(NO_2) \cdot V(NO_2) + M(CO_2) \cdot V(CO_2)}{V(NO_2) + V(CO_2)} = 44,4$$

$$\frac{46 \cdot V(NO_2) + 44 \cdot V(CO_2)}{1,25} = 44,4$$

$$M_{cp} = \frac{m(MeCO_3)}{x} = \frac{69}{x+12+48}$$



Условие 1



$$pV = \nu RT$$

$$\nu_{\text{обш. газ}} = \frac{pV}{RT} = \frac{101,325 \cdot 30,56}{8,31 \cdot 298} = 1,25 \text{ моль}$$

$$p = \frac{m_{\text{обш}}}{V_{\text{обш}}} = \frac{M_{\text{ср}} \cdot \nu_{\text{обш}}}{V_{\text{обш}}} = 1,816 \frac{\text{г}}{\text{л}}$$

$$M_{\text{ср}} = \frac{1,816 \cdot V_{\text{обш}}}{\nu_{\text{обш}}} = \frac{1,816 \cdot 30,56}{1,25} = 44,4 \text{ (г/моль)}$$

Смесь газов - смесь NO_2 и CO_2

$$M_{\text{ср}} = \frac{M(\text{NO}_2) \cdot \nu(\text{NO}_2) + M(\text{CO}_2) \cdot \nu(\text{CO}_2)}{\nu_{\text{обш}}} = 44,4$$

$$\frac{46 \cdot \nu(\text{NO}_2) + 44 \cdot \nu(\text{CO}_2)}{1,25} = 44,4 \text{ (г/моль)}$$

$$\begin{cases} 46 \cdot \nu(\text{NO}_2) + \nu(\text{CO}_2) \cdot 44 = 55,5 \\ \nu(\text{NO}_2) + \nu(\text{CO}_2) = 1,25 \end{cases} \cdot 44$$

$$46 \nu(\text{NO}_2) + 44 \nu(\text{CO}_2) = 55,5$$

$$44 \nu(\text{NO}_2) + 44 \nu(\text{CO}_2) = 55$$

$$2 \nu(\text{NO}_2) = 0,5 \text{ моль}$$

$$\nu(\text{NO}_2) = 0,25 \text{ моль}$$

$$\nu(\text{CO}_2) = 1 \text{ моль}$$

$$\nu(\text{Fe(NO}_3)_3) = \nu(\text{FeCO}_3) = \nu(\text{NO}_2) = 0,25 \text{ моль}$$

$M_e = \text{Ca}$



Неизвестный минерал CaSO_4 - малорастворим, $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ вытесн. в осадок

$$\nu(\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = \frac{68,8}{(40+32+64)+36} = 0,4 \text{ моль}$$

$$m(\text{CaSO}_4) = 0,4 \rightarrow \nu(\text{CaCO}_3) = 0,4 \text{ моль} \rightarrow m(\text{CaCO}_3) = 40(2)$$

$$\nu(\text{FeCO}_3) = 0,25 \text{ моль} \rightarrow m(\text{FeCO}_3) = 29(2)$$

$$m(\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu(OH)}_2) = 146,7 - 40 - 29 = 77,7(2)$$

$$\nu(\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu(OH)}_2) = \frac{77,7}{64+12+48+64+17 \cdot 2} = 0,35 \text{ моль} \rightarrow \text{см. условие 8}$$

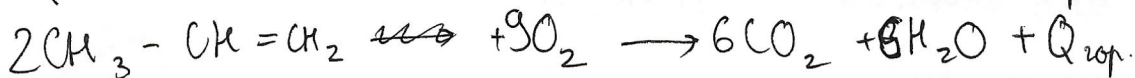
Чистовик 2

$$\nu(\text{H}_2\text{O}) = \frac{3276 \cdot 4.5}{18} = 182 \text{ моль}$$

$$\Delta T = (92 + 273) - (23 + 273) = 69 \text{ K}$$

$$Q = 182 \cdot 69 \cdot 75,31 = 945742,98 \text{ Дж} \approx 945,743 \text{ кДж} \cdot$$

- чтобы нагреть H_2O



Пусть $\nu(\text{C}_2\text{H}_6 - \text{C}_2\text{H}_4) = a \text{ моль}$ $Q_{\text{обр}}(\text{O}_2) = 0$

$$Q_{\text{горения}} = Q_{\text{гор}} - Q_{\text{исх}} = 393,5 \cdot 6 + 285,8 \cdot 6 - 20,4 \cdot 2$$

$$-(-20,4) \cdot 2 = 393,5 \cdot 6 + 285,8 \cdot 6 + 20,4 \cdot 2 = 4116,6 \text{ кДж / моль}$$

$$\frac{2 \cdot 945,743}{2 \cdot 4116,6} \approx 0,115 \text{ моль } \text{C}_2\text{H}_6 - \text{C}_2\text{H}_4 = \text{C}_2\text{H}_2$$

$$T = 30^\circ\text{C} = 303 \text{ K}$$

$$P = \frac{10}{720} \cdot 101,325 = 999,18 \text{ кПа}$$

По уравнению Менделеева-Клапейрона:

$$pV = \nu RT$$

$$V = \frac{\nu RT}{P} = \frac{0,115 \cdot 8,31 \cdot 303}{999,18} = 2,9 \text{ (л)}$$

Ответ: 2,9 (л)

№3.2.

$$D_{\text{N}_2} (A+B) = 2,107$$

$$D_{\text{N}_2} (A+B) = \frac{M_{\text{гр}}}{m(\text{N}_2)} = \frac{M_{\text{гр}}}{28} = 2,107$$

$$M_{\text{гр}} = 28 \cdot 2,107 \approx 59 \text{ г / моль}$$

Чистовик 3

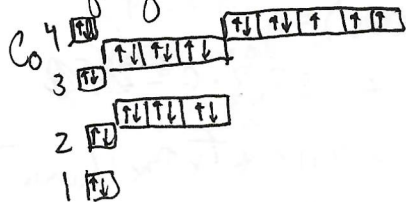
№1.6

Пусть всего n неспаренных электронов
 Тогда $4n$ пар спаренных электронов

$4n - 2 = 8n$ спаренных электронов

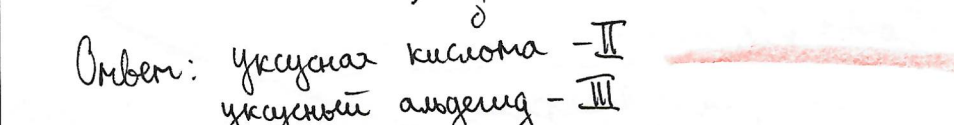
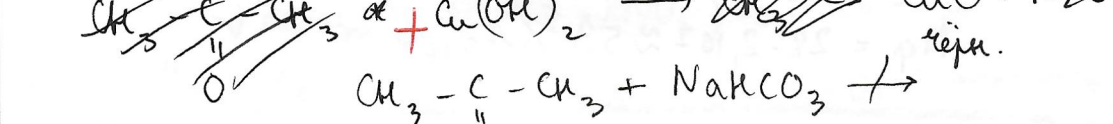
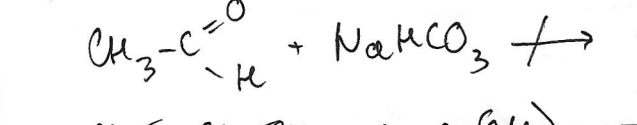
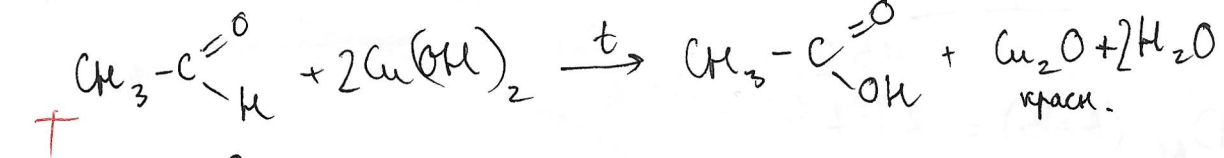
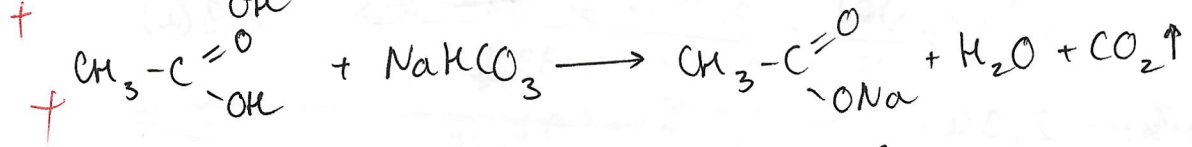
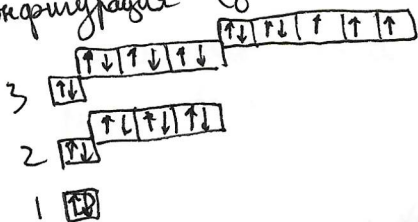
всего электронов: $8n + n = 9n$ - кратно 9.

Подходим Co



3 неспаренных e^- ; 12 пар спаренных e^-

Конфигурация Co^{2+}



Ответ: уксусная кислота - II
 уксусный альдегид - III
 ацетон - I

Числовик 4 №5.1

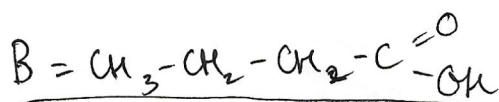
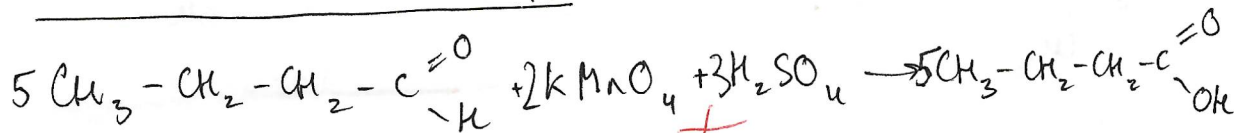
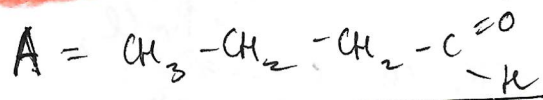
Формула альдегида $C_n H_{2n} O$

$$w(C) = \frac{12n}{12n+2n+16} = \frac{12n}{14n+16} = 0,6667$$

$$12n = 9,3338n + 10,6672$$

$$2,6662n = 10,6672$$

$$n = 4$$



D - сложный эфир; формула $C_n H_{2n} O_2$

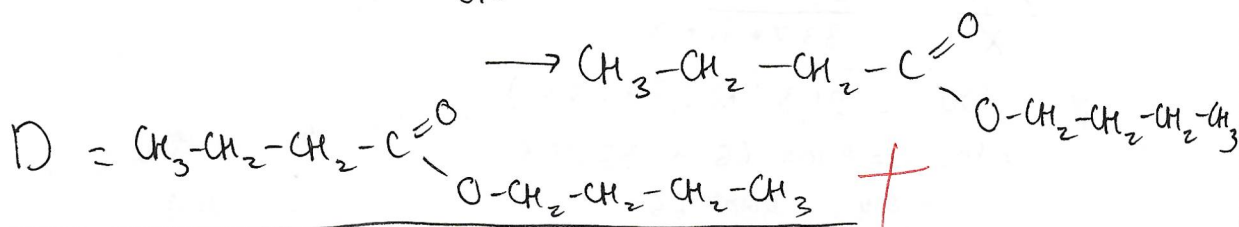
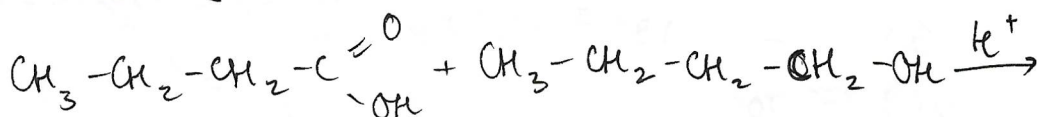
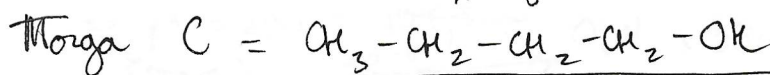
$$w(C) = \frac{12n}{12n+2+32} = 0,6667$$

$$\frac{12n}{14n+32} = 0,6667$$

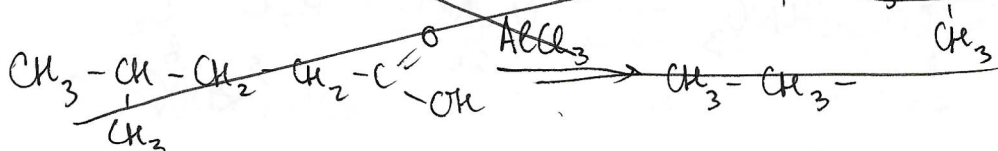
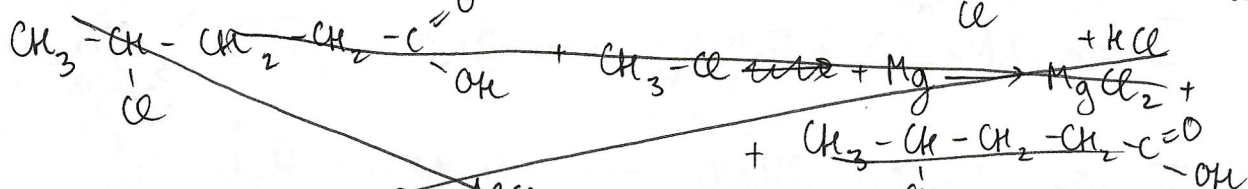
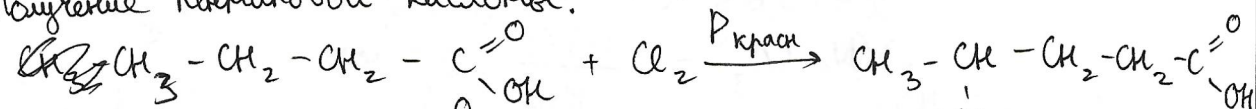
$$12n = 9,3388n + 21,3344$$

$$2,6662n = 21,3344$$

$$n = 8$$



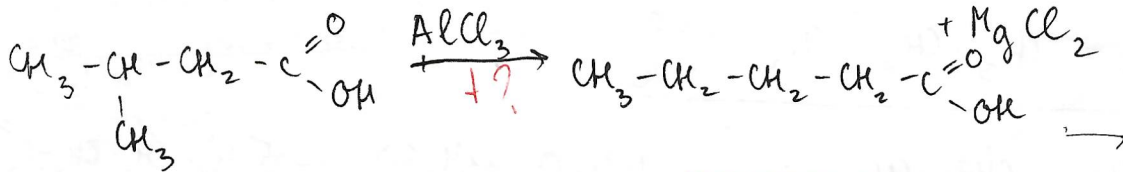
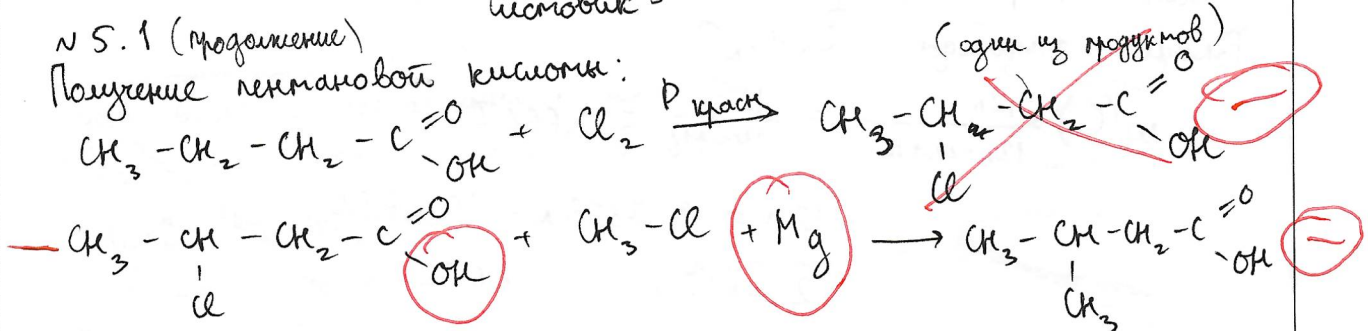
Получение пикриновой кислоты:



Чистовик 5

№ 5.1 (продолжение)

Получение пентаановой кислоты:



№ 6.1

$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = x \text{ (г)}$$

21,8 г Na_2CO_3 растворяется в 100 г H_2O

Пусть $m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = x \text{ (г)}$ - в исходном р-ре.

$$\nu(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{x}{23 \cdot 2 + 12 + 48} = \frac{x}{106} \text{ моль}$$

$$\nu(\text{H}_2\text{O}) \text{ в } (\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 10 \cdot \frac{x}{106} \text{ моль}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = \frac{18 \cdot 10 \cdot x}{106} \approx 1,7x \text{ (г)}$$

$$21,8 \text{ (г)} \text{ Na}_2\text{CO}_3 - 100 \text{ г } \text{H}_2\text{O}$$

$$x \text{ (г)} - 183,7 + 1,7x \text{ (г)} \text{ H}_2\text{O}$$

$$\frac{21,8}{x} = \frac{100}{183,7 + 1,7x}$$

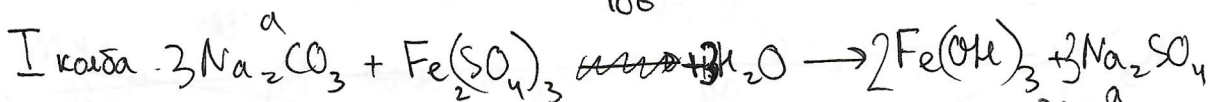
$$100x = 21,8(183,7 + 1,7x)$$

$$100x = 4004,66 + 37,06x$$

$$62,94x = 4004,66$$

$$x = 63,63 \text{ (г)} = m(\text{Na}_2\text{CO}_3)$$

$$\nu(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{63,63}{106} = 0,6 \text{ моль}$$



Пусть \Rightarrow в первой колбе $\nu(\text{Na}_2\text{CO}_3) = a$ моль Числовик 6
 во второй $\nu(\text{Na}_2\text{CO}_3) = b$ моль

Тогда $\nu_1(\text{CO}_2) = a$ моль ; $\nu_2(\text{CO}_2) = b$ моль

По закону Авогадро $\frac{\nu_1}{\nu_2} = \frac{V_1}{V_2}$

Значит $\nu_2(\text{CO}_2) = 2 \nu_1(\text{CO}_2)$

$$\begin{cases} 2a = b \\ a + b = 0,6 \\ 2a - b = 0 \\ a + b = 0,6 \end{cases}$$

(+)

$$\begin{aligned} 3a &= 0,6 \\ a &= 0,2 \text{ моль} \\ b &= 0,4 \text{ моль} \end{aligned}$$

$\nu(\text{NaNO}_3) = 2b = 0,8$ моль $\rightarrow m(\text{NaNO}_3) = 0,8 \cdot (23+14+48) = 68 \text{ г}$

Во 2 колбе $\nu(\text{Na}_2\text{CO}_3) = b = 0,4$ моль $\rightarrow m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0,4 \cdot 106 = 42,4 \text{ г}$

21,8 г Na_2CO_3 - 100 г H_2O

42,4 г Na_2CO_3 - ? г H_2O

$$m(\text{H}_2\text{O}) = \frac{42,4 \cdot 100}{21,8} = 194,5 \text{ г}; \text{ м.р-ра } \text{Na}_2\text{CO}_3 = 194,5 + 42,4 = 236,9 \text{ г}$$

$m(\text{CO}_2) = 44 \cdot b = 44 \cdot 0,4 = 17,6 \text{ г}$ - во 2 колбе

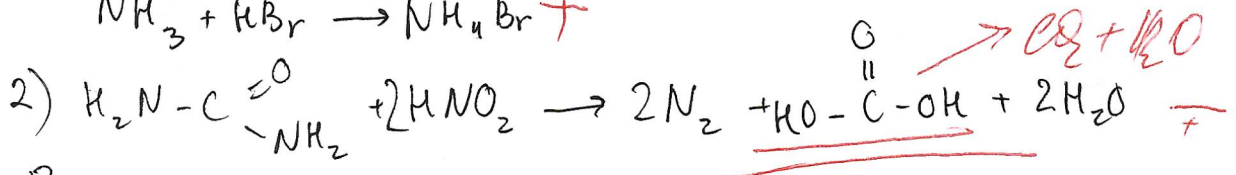
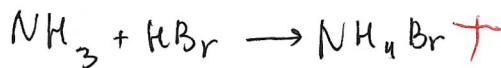
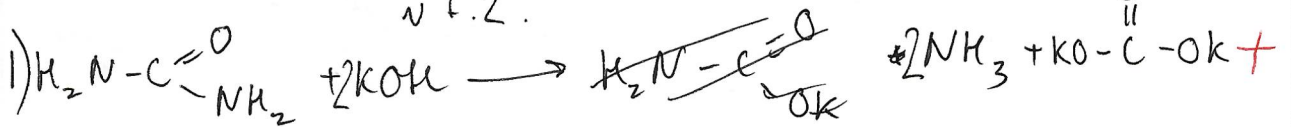
м.р-ра = 200 + ~~194,5~~ - 17,6 = ~~376,9~~ 419,3 г

$$w(\text{NaNO}_3) = \frac{68}{419,3} = 16,22\%$$

$$w(\text{NaNO}_3) = \frac{68}{419,3} = 16,22\%$$

Ответ: 16,22%

н.т.2.



Решение:

$$\text{pH} = 1,52 \rightarrow [\text{H}^+] = 10^{-1,52} = 0,0302 \frac{\text{моль}}{\text{л}}$$

$$[\text{H}^+] = [\text{HBr}] \text{ останется в р-ре} = 0,0302 \frac{\text{моль}}{\text{л}}$$

$$\nu(\text{HBr}) = 0,3 \cdot 1,03 = 0,309 \text{ моль} - \text{в } 300 \text{ мл}$$

N7.2.

Числовик 7

$$\rightarrow (\text{KBr})_{\text{оставшийся в р-не}} = 0,0302 \cdot 0,3 = 0,00906 \text{ моль}$$

$$\rightarrow (\text{KBr})_{\text{реагировавший с NH}_3} = 0,309 - 0,00906 \text{ моль} \approx 0,3 \text{ моль}$$

$$\rightarrow (\text{NH}_3) = 0,3 \text{ моль}$$

$$\rightarrow (\text{NH}_2-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{NH}_2) = 0,15 \text{ моль}$$

газ А = NH₃

$$\text{По закону Авогадро } \frac{V_1}{V_2} = \frac{\nu_1}{\nu_2}$$

$$\rightarrow (\text{NH}_3) = 2 \rightarrow (\text{N}_2) - \text{кислородный газ.}$$

$$\rightarrow (\text{N}_2) = 0,15 \text{ моль}$$

$$\rightarrow_2 (\text{NH}_2-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{NH}_2) = \frac{0,15}{2} = 0,075 \text{ моль}$$

$$\rightarrow_{\text{общ}} (\text{NH}_2-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{NH}_2) = 0,075 + 0,15 = 0,225 \text{ моль}$$

$$C (\text{NH}_2-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{NH}_2) = \frac{0,225}{0,2} = 1,125 \frac{\text{моль}}{\text{л}}$$

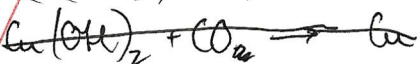
$$\text{Ответ: } 1,125 \frac{\text{моль}}{\text{л}}$$

a bad?

Чистовик 8

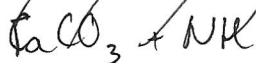
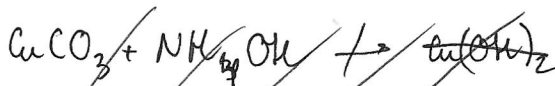
№ 5 (продолжение)

$\nu(\text{Cu}(\text{OH})_2) = 0,35 \text{ моль}$; $\nu(\text{CuCO}_3) = 0,35 \text{ моль}$



$\text{Cu}(\text{OH})_2 + \text{CO}$ $\nu(\text{Cu}) = 0,35 \text{ моль}$

$m(\text{Cu}) = 0,35 \cdot 64 = 22,4 \text{ (г)}$



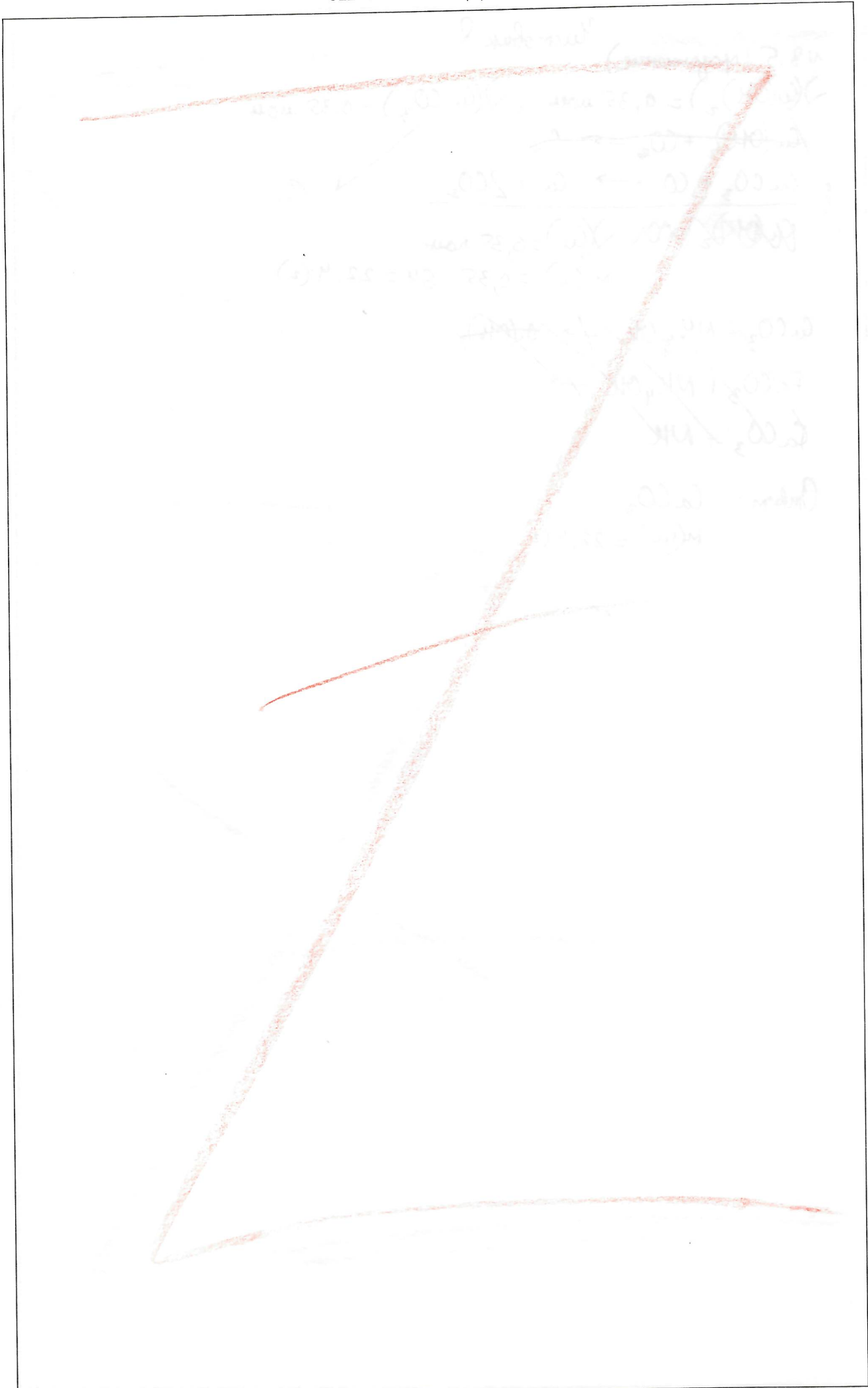
Ответ: CaCO_3

$m(\text{Cu}) = 22,4 \text{ (г)} \cdot 2$

ЛИСТ-ВКЛАДЫШ



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



68-79-15-24
(10.3)

