0 122799 370000

12-27-99-37
(64.14)

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 2

Место проведения Москва
город

+1 лист

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов
наименование олимпиады

по химии
профиль олимпиады

Кузьминой Марии Сергеевны
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

+1 лист

Дата
«12» марта 2023 года

Подпись участника

1	2	3	4	5	6	7	8	Σ
3	5	10	12	11	14	18	16	89

Чистовик!

89

Восемьдесят девять

1.4.

X - Ti

Ti: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^2$ (+)

Ti^{2+}: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$ (−)

2.1.

I - формальдегид

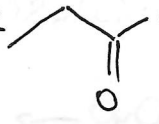
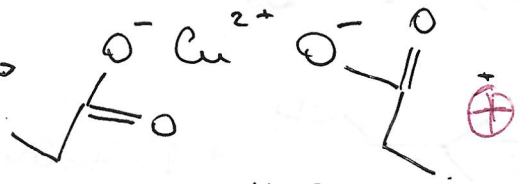
II - ацетон.

III - пропионовая к-та.

(I) $HC(=O)H + 2Cu(OH)_2 \rightarrow HCOOH + Cu_2O + 2H_2O$ (+)

$HCOOH \xrightarrow{t^\circ} CO_2\uparrow + H_2\uparrow$ (−)

(II) $Cu(OH)_2 \xrightarrow{t^\circ} CuO + H_2O$ (+)

(III) $Cu(OH)_2 + 2$  →  (+)

3.6.

A, B - первичные амины

C, D - первичные спирты

E, F - карбоновые к-ты

$M_{смеси\ A,B} = 2{,}607 \cdot M(N_2) = 2{,}607 \cdot 28 = 73$ (г/моль) (+)

Если C, D - изомеры (структурные) =>

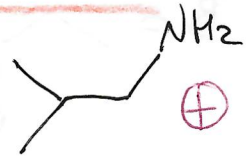
=> $M(A) = M(B)$

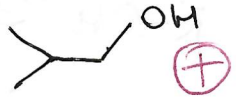
$M_{см.\ A,B} = \varphi(A) M(A) + \varphi(B) \cdot M(B) = M(A)(\varphi(A) + \varphi(B)) = M(A)$ (2)

пусть $A = C_nH_{2n+3}N$

$12n + 2n + 3 + 14 = 73$

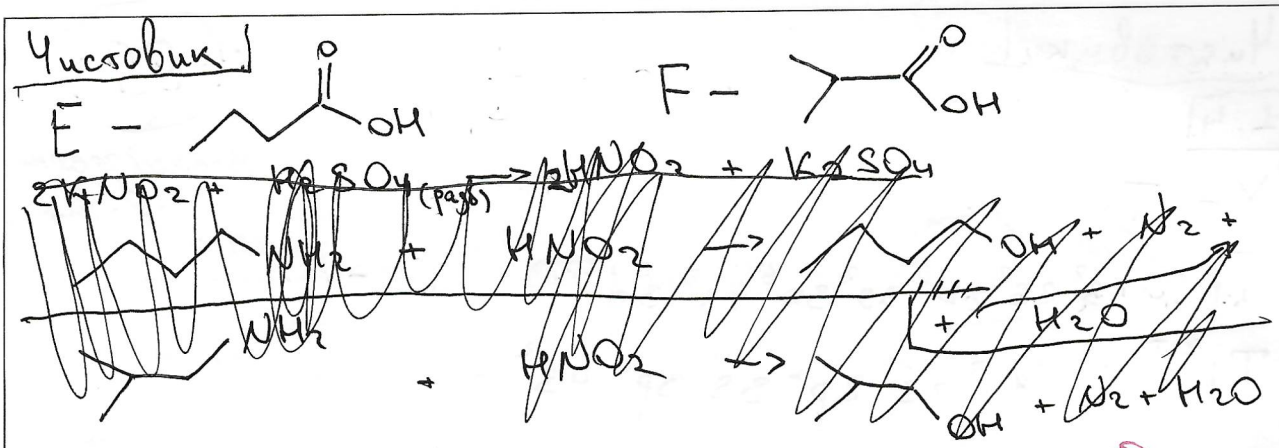
$n = 4$

A -  (+) B -  (+)

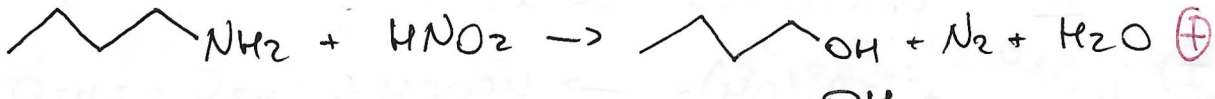
C -  (+) D -  (+)

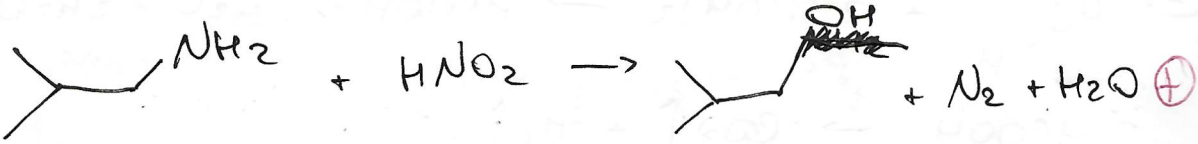
Мудролюбивый В. М.

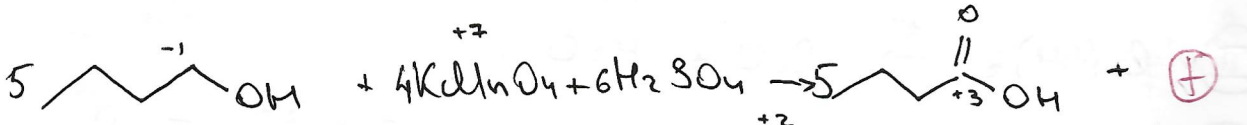
Чистовик

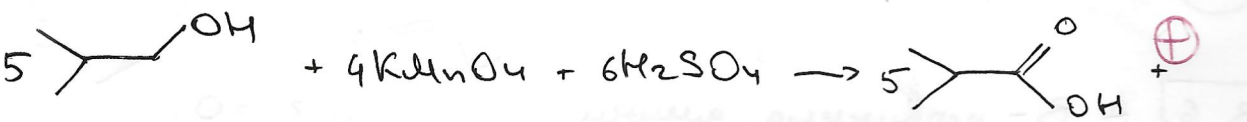


$KNO_2 + H_2SO_{4(разб)} \rightarrow 2HNO_2 + K_2SO_4$ ⊕









5.5 A: $C_nH_{2n}O$

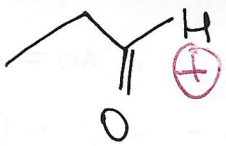
$$\frac{2n}{14n+16} = 0{,}1035$$

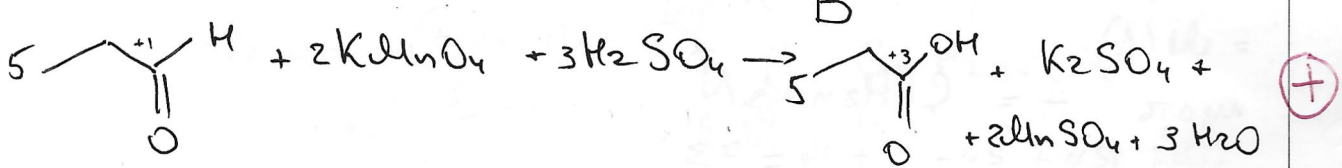
$2n = 1{,}449n + 1{,}656$

$0{,}551n = 1{,}656$

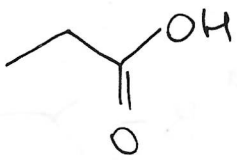
$n = 3$

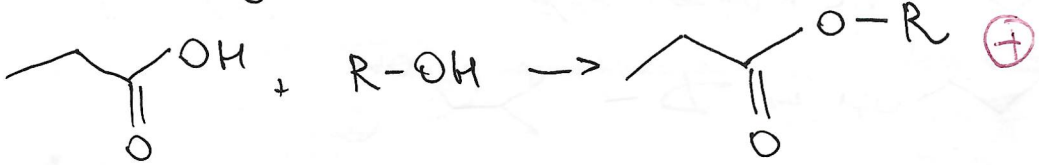
A =





B =





Чистовик

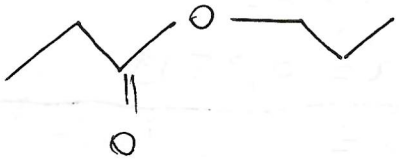
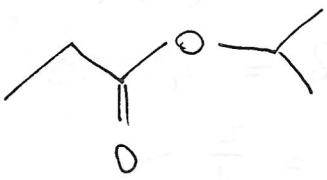
$\omega(O)_{\text{соед. А}} = \frac{16}{16+36+6} = \frac{8}{29} = \omega(O)_{\text{соед. D}}$

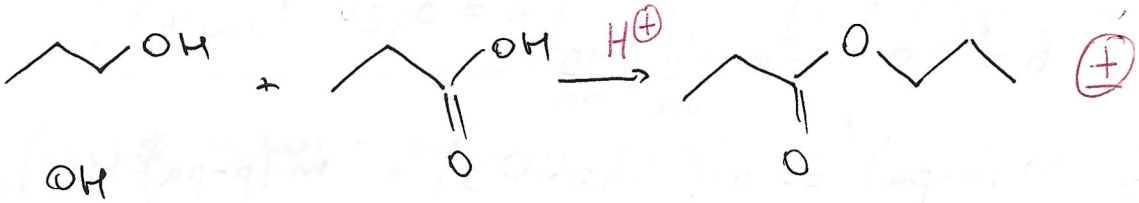
$M(D) = 32 : \frac{8}{29} = 116$ (г/моль)

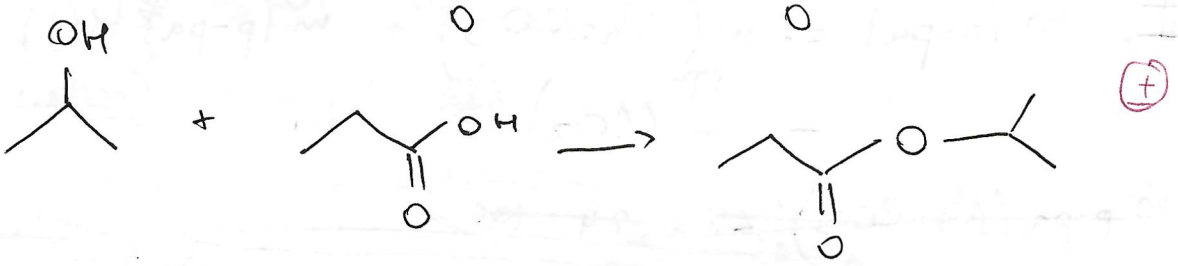
$M(R) = 116 - 36 - 32 - 5 = 43$ (г/моль)

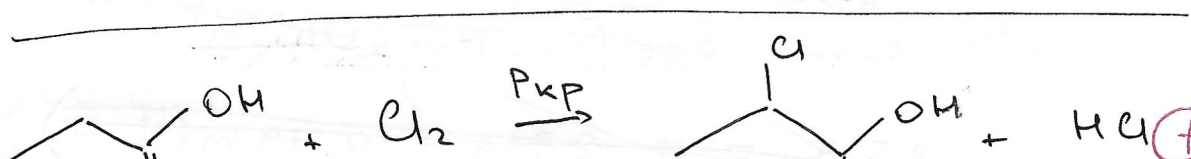
$R = C_3H_7$

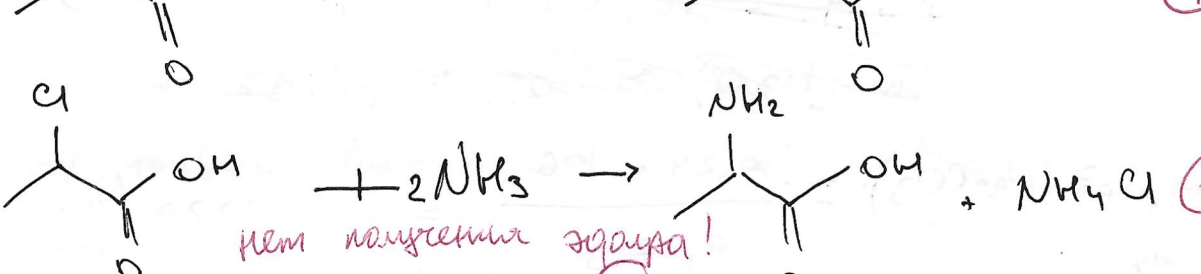
C =  или 

D =  или 









нет получения эфира!

6.6. I. $2Cr(NO_3)_3 + 3Na_2CO_3 + 3H_2O \rightarrow$

$\rightarrow 2Cr(OH)_3 + 6NaNO_3 + 3CO_2\uparrow$

II. $Na_2CO_3 + 2HCl \rightarrow 2NaCl + H_2O + CO_2\uparrow$

$\omega(Na_2CO_3)$ в насыщ. р-ре $= \frac{21,8}{121,8} = 0,179$

Пусть x (моль) – $n(Na_2CO_3 \cdot 10H_2O)$

Чистовик

$$\frac{106x}{106x + 180x + 110{,}2} = 0{,}179$$

$106x = 51{,}194x + 19{,}7258$

$54{,}806x = 19{,}7258 \quad x = 0{,}3599 \text{ (моль)}$

~~$x \approx 0{,}36$ (моль)~~

Пусть a (моль) – $n(Na_2CO_3)$ в I пробирке

b (моль) – $n(Na_2CO_3)$ в II пробирке

$$\begin{cases} a + b = 0{,}3599 \rightarrow 3a = 0{,}3599 \\ \frac{b}{a} = \frac{2}{1} \\ b = 2a \end{cases}$$

т.к. $\frac{V_{г_1}}{V_{г_2}} = \frac{n_{г_1}}{n_{г_2}}$

$a = 0{,}12$ (моль)

$b = 0{,}24$ (моль)

II. $m(\text{р-ра})' = m_{\text{р-ра}}(Na_2CO_3) + m(\text{р-ра } HCl) - m(CO_2)$ +

~~$m_{\text{р-ра}}(Na_2CO_3) = 0{,}24 \cdot 106$~~

~~$0{,}24 \cdot (106 + 180) + V(H_2O) = m(H_2O) + 0{,}179$~~

~~$254 = 12{,}2866 + 0{,}179\, m(H_2O)$~~

~~$m(H_2O) \approx 73{,}2592$ (г)~~

$$m_{\text{р-ра}}(Na_2CO_3) = \frac{0{,}24 \cdot 106}{0{,}179} = 142{,}1229 \text{ (г)}$$ +

$m(\text{р-ра } HCl) = 120$ (г)

$m(CO_2) = 0{,}24 \cdot 44 = 10{,}56$ (г)

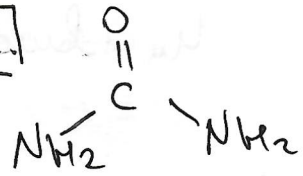
$m(NaCl) = 58{,}5 \cdot 0{,}24 \cdot 2 = 28{,}08$ (г)

$$\omega(NaCl) = \frac{28{,}08}{142{,}1229 + 120 - 10{,}56} \cdot 100\% = 11{,}16\%$$ +

Ответ: 11,16 % +

Чистовик

№1.



$+ Ba(OH)_2 \rightarrow BaCO_3 + 2NH_3\uparrow$ (+)

A – NH_3

$NH_3 + HCl \rightarrow NH_4Cl$ (+)

$n(HCl) = 1{,}005 \cdot 0{,}2 = 0{,}201$ (моль) – было изначально

$pH = -\lg[H^+]$ $\quad 2{,}3 = -\lg[H^+]$

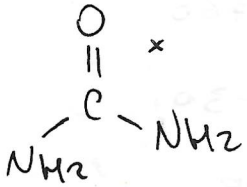
$[H^+] = 10^{-2{,}3} = 5{,}0 \cdot 10^{-3}$ М

$n(H^+) = 5 \cdot 10^{-3} \cdot 0{,}2 = 0{,}001$ (моль) – осталось в р-ре

$n(HCl)_{прореаг.} = 0{,}201 - 0{,}001 = 0{,}2$ (моль)

$n(NH_3) = 0{,}2$ (моль) (+)

$n(NH_2CONH_2) = 0{,}1$ (моль)



$+ 2HNO_2 \rightarrow \overset{x}{CO_2}\uparrow + \overset{2x}{2N_2}\uparrow + 3H_2O$ (+)

$\frac{1}{2}x$

$\overset{x}{CO_2} + Na_2O_2 \rightarrow Na_2CO_3 + \frac{1}{2}O_2\uparrow$ (+)

Из трубки выделились O_2 и N_2 (+)

$n(O_2) + n(N_2) = 0{,}2 \cdot 2 = 0{,}4$ (моль) (+)

Пусть x (моль) – $n(CO_2)$

$n(N_2) = 2x$ (+)

$n(O_2) = 0{,}5x$

$2{,}5x = 0{,}4$

$x = 0{,}16$ (моль)

$n(NH_2CONH_2) = 0{,}16$ (моль) (+)

$n_0(NH_2CONH_2) = 0{,}16 + 0{,}1 = 0{,}26$ (моль)

$C(NH_2CONH_2) = 0{,}26 : 0{,}13 = 2$ М ответ: 2 М (+)

4.2 ~~Q = cm(t2 - t1)~~ Числовик

$Q = cn(t_2 - t_1)$

$n(H_2O) = 1179 : 18 = 65,5$ (моль)

$Q_{нагр} = 75,31 \cdot 65,5 \cdot (98 - 24) = 365027,57$ Дж* = $= 365,0276$ кДж* (+)

↑ необходимо для нагрева воды.

$C_2H_6 + \frac{7}{2}O_2 \rightarrow 2CO_2 + 3H_2O$ (+)

$Q\uparrow = 2 \cdot 393,5 + 3 \cdot 285,8 - 84,7 = 1559,7$ кДж*

в ходе р-ции

$n(C_2H_6)$ — Q

1 (моль) — 1559,7 кДж* (+)

x (моль) — 365,0276 кДж* (+)

$x = 0,234$ (моль) $- n(C_2H_6)$

$pV = nRT$

$V = \frac{nRT}{p}$

Па — мм рт. ст.

101325 — 760

p — 730

$p = \frac{101325 \cdot 730}{760} = 97\,325$ Па

$V = \frac{0,234 \cdot 8,314 \cdot 288}{97\,325} = 5,8 \cdot 10^{-3}\ (м^3) = 5,8\ (л)$

Ответ: 5,8 (л) (+)

8.2 $(CuCO_3)_2 \cdot Cu(OH)_2 + 6HNO_3 \rightarrow$

$\rightarrow 3Cu(NO_3)_2 + 2CO_2\uparrow + 4H_2O$ (+)

$FeCO_3 + 4HNO_3 \rightarrow Fe(NO_3)_3 + NO_2\uparrow + CO_2\uparrow + 2H_2O$ (+)

$MeCO_3 + 2HNO_3 \rightarrow Me(NO_3)_2 + H_2O + CO_2\uparrow$ (+)

Черновик

C_2H_6

$Q = cm(t_2 - t_1)$

~~$Q = 75,31 \cdot 1,179$~~

$$\frac{0,9605 \cdot 0,234 \cdot 288}{0,9605}$$

$$c = \frac{Q}{n \cdot \Delta t}$$

$n(H_2O) = 0,0655 \cdot 1000 = 65,5$ (моль)

~~$Q = 75,31 \cdot 75,31$~~

$Q = 75,31 \cdot 65,5 \cdot 74 = 365027,57 =$ (Дж)

$= 365,0276$ (~~кДж~~)

$C_2H_6 + \frac{7}{2}O_2 \rightarrow 2CO_2 + 3H_2O$

↑ теплоты: $2 \cdot 393,5 + 3 \cdot 285,8 =$

$= 1644,4$ кДж

затр.: $2 \cdot 84,7 = 84,7$ кДж

↑ всего $Q = 1559,7$ кДж

1559,7 – 1 (моль) 80,656

365,0276 – x (моль)

$x = 0,234$ (моль)

(P)

~~101325 – 760~~ 1 – 760

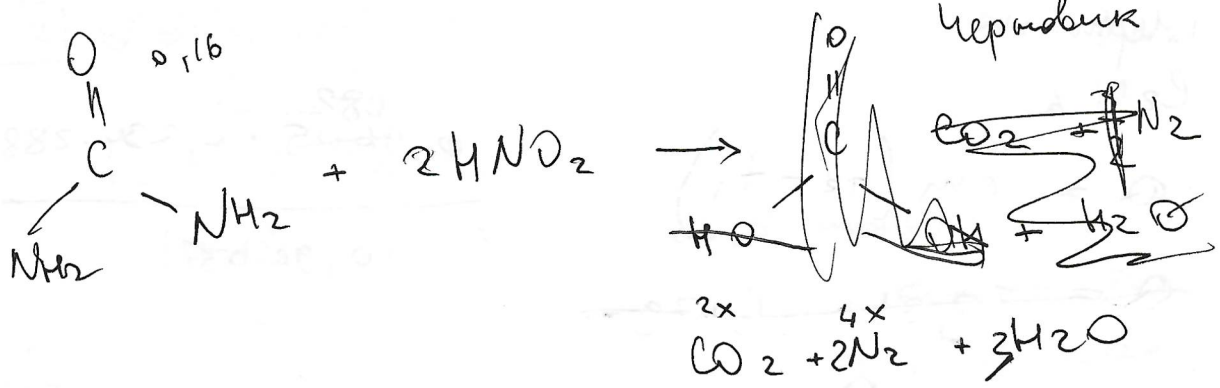
x – 730 x – 730

$x = 0,9605$

$x = 97325$ Па

$pV = nRT$

$V = \frac{nRT}{p} = \frac{0,234 \cdot 8,314 \cdot 288}{97325} \rightarrow 5,8 \cdot 10^{-3}$ ($м^3$)



2x 4x

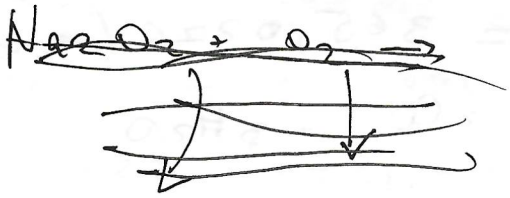
$CO_2 + 2N_2 + 3H_2O$

$2N^{-3} - 6\bar{e} \rightarrow N_2^0$

$2N^{+3} + 3\bar{e} \rightarrow N^0 \mid \cdot 2$

2x x

$Na_2O_2 + CO_2 \rightarrow Na_2CO_3 + \frac{1}{2}O_2$



O_2 и $N_2 = 0,4$

~~$\varphi = 148,2(\%)$~~

$x + 4x = 0,4 =$

$x = 0,08$

$\rho = 1,820\ (г/л)$

$V = 29,34(л)$

$m = V \cdot \rho = 53,3988$

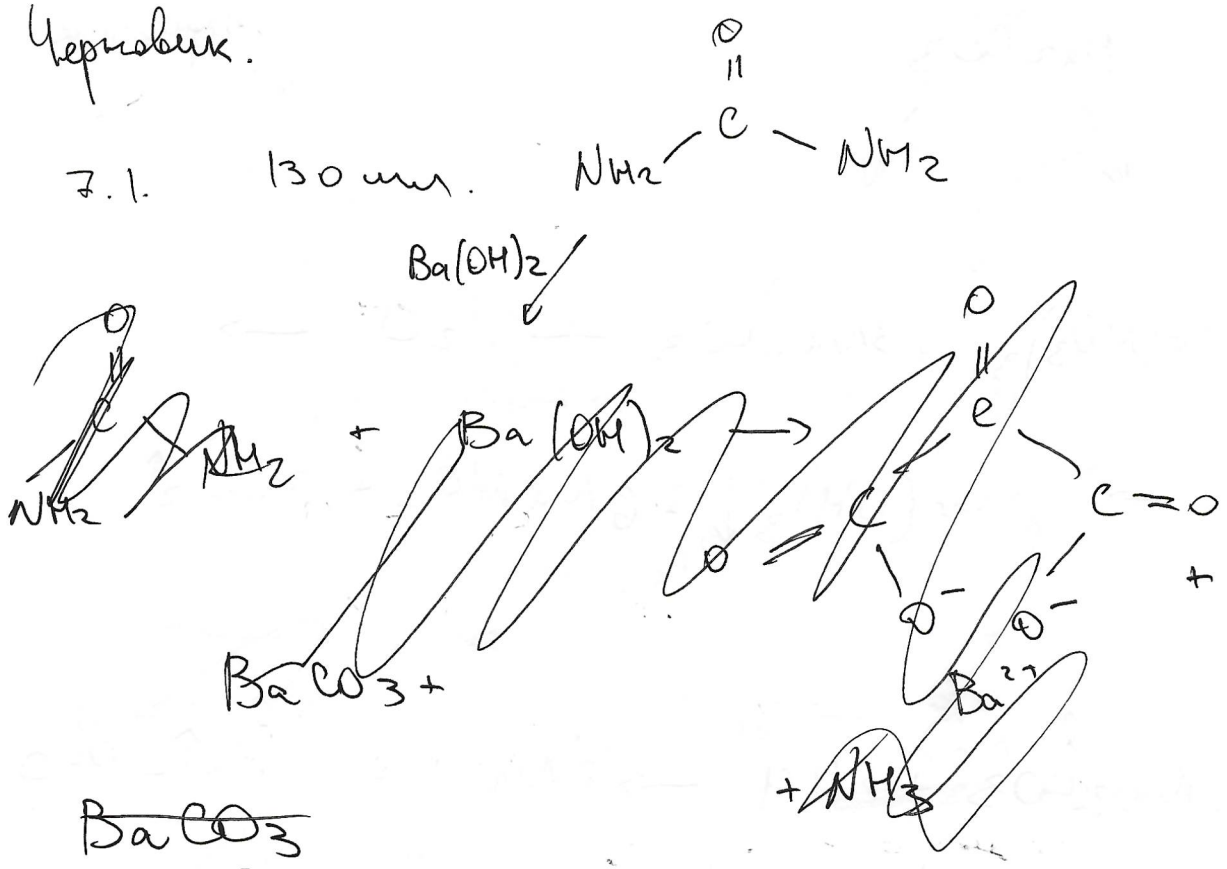
$pV = nRT$

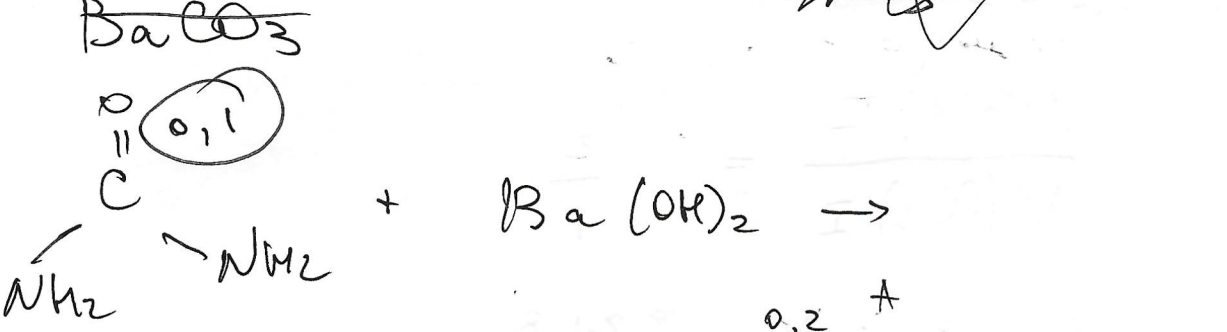
$n = \frac{pV}{RT} = \frac{1 \cdot 29,34}{0,082 \cdot 298} = 1,2007\ (моль)$

$M = 44,5\ (г/моль)$

Черновик.

7.1. 130 мин.





~~$BaCO_3$~~

0,1 моль

$+ Ba(OH)_2 \rightarrow$

$\rightarrow BaCO_3 + \overset{0,2}{2}NH_3\uparrow$

$\overset{0,2}{NH_3} + HCl \rightarrow NH_4Cl$

~~pH = 2,83~~

pH = 2,3

$pH = -\lg[H^+]$

$2,3 = -\lg[H^+]$

$-2,3 = \lg[H^+]$

$10^{-2,3} = [H^+] \Rightarrow [H^+] = 5 \cdot 10^{-3}$ (моль/л)

$n(H^+) = C \cdot V = 5 \cdot 10^{-3} \cdot 0,2 = 0,001$ (моль)

в сме: $0,2 \cdot 1,005 = 0,201$ (моль)

прореаг.: 0,2 (моль

Черновик

Na_2CO_3

I. $2Cr(NO_3)_3 + 3\overset{a}{Na_2CO_3} + 3H_2O \longrightarrow$

$\longrightarrow 2Cr(OH)_3\downarrow + 6NaNO_3 + 3\overset{a}{CO_2}\uparrow$

II. $\overset{b}{Na_2CO_3} + 2HCl \longrightarrow 2NaCl + \overset{b}{CO_2}\uparrow + H_2O$

$$\frac{V(CO_2)_{II}}{V(CO_2)_I} = \frac{2}{1}$$

$$\omega(Na_2CO_3) = \frac{21,8}{121,8} = 0,179$$

Пусть x — ν (добавл. $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$)

$$\frac{x \cdot 106}{106x + 180x + 110,2} = 0,179$$

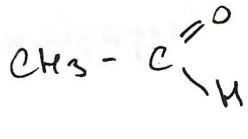
$$106x = 51,194x + 19,7258$$

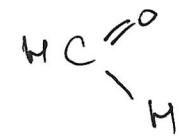
$$54,806x = 19,7258$$

$$x = 0,3599 \text{ (моль)}$$

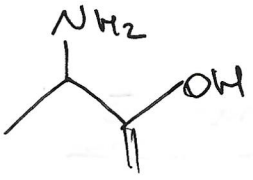
$a + b = 0,3599 \rightarrow 3a = 0,3599$

$\frac{b}{a} = \frac{2}{1}$ $\quad b = 2a$ $\quad a = 0,12$ $\quad b = 0,24$





Черновик



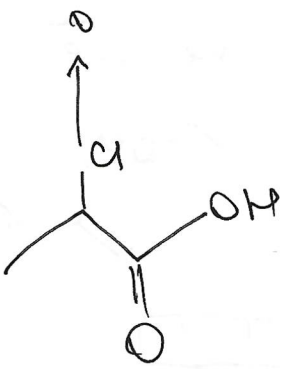
$C_nH_{2n}O$

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

$$2n = 1,242n + 1,656$$

$$0,758n = 1,656$$

$$n = 1,1846$$



$C_nH_{2n-2}O_2$

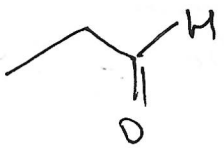
$$\frac{2n}{14n+16} = 0,1035$$

$$2n = 1,449n + 1,656$$

$$0,551 = 1,656$$

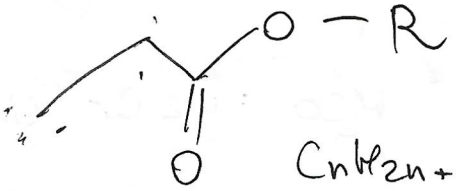
C3

$$\frac{2n-2}{12n}$$



$$\frac{6}{36+6+16}$$

$$\frac{2n-2}{14n+30} = 0,1035$$



C_nH_{2n+1}

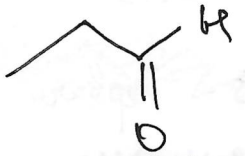
116

$14n+1=43$

3

$$2n-2 = 1,449n + 3,105$$

$$0,551n =$$



$$\omega(O) = \frac{16}{16+36+6} = \frac{8}{29}$$

$$32 : \frac{8}{29} = M(O)$$

116

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

Черновик

1.4. X^{2+}

спар. $\bar{e}$

неспар. $\bar{e}$

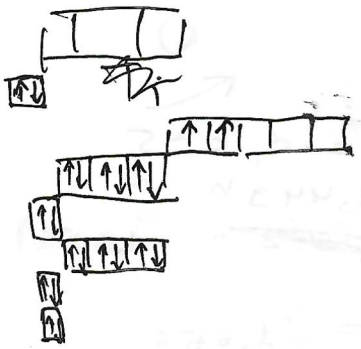
5 пар

1 $\bar{e}$ неспар.

10 пар

2 неспар.

Д2



Ti $1s^2\ 2s^2 2p^6\ 3s^2 3p^6 4s^2\ 3d^2$

~~$1s^2\ 2s^2\ 3s^2$~~

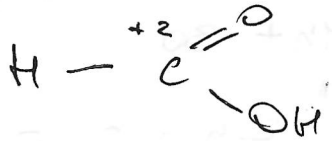
Ti^{2+} $1s^2\ 2s^2 2p^6\ 3s^2 3p^6 4s^2$

2.1.

$Cu(OH)_2$

II ✓ I ✓ II ✓

$H_2\overset{0}{C}O + 2Cu(OH)_2 \rightarrow Cu_2O + HCOOH +$



$\overset{+2}{H}COO\overset{0}{H} \rightarrow$ ~~$+2H_2O$~~

$CO_2\uparrow + H_2$

$C_nH_{2n+3}N$

3.6.

CH_3-NH_2

$M_{см.} = 2{,}607 \cdot 28 = 73$ (г/моль)

$2KNO_2 + H_2SO_4 \rightarrow 2HNO_2 + K_2SO_4$

A, B - первичн. амины

$14n + 3 + 14 = 73$

$n = 4$

C + D ~~диазо-~~ спирты

E, F - карб. к-ты.

8.2 | Чистовик

$pV = nRT$

$n = \frac{p \cdot V}{R \cdot T} = \frac{1 \cdot 29,34}{0,082 \cdot 298} = 1,2007$ (моль)

$m = \rho \cdot V = 1,82 \cdot 29,34 = 53,3988$ (г)

$M_{см} = 53,3988 : 1,2007 = 44,4731$ (г/моль)

$M_{см.} = \varphi(NO_2) \cdot M(NO_2) + \varphi(CO_2) \cdot M(CO_2)$

$\varphi(CO_2) = 1 - \varphi(NO_2)$

$44,4731 = \varphi(NO_2) \cdot 46 + (1 - \varphi(NO_2)) \cdot 44$

$44,4731 = 2\varphi(NO_2) + 44$

$0,4731 = 2\varphi(NO_2)$

$\varphi(NO_2) = 0,23655$

$n(NO_2) = 0,23655 \cdot 1,2007 = 0,284$ (моль)

$n(CO_2) = (1 - 0,23655) \cdot 1,2007 = 0,9167$ (моль)

$n(FeCO_3) = n(NO_2) = 0,284$ (моль)

$m(FeCO_3) = 116 \cdot 0,284 = 32,944$ (г)

m (азурит и $MeCO_3$) $= 148,2 - 32,944 = 115,256$ (г)

$Me(NO_3)_2 + Na_2SO_4 \rightarrow MeSO_4\downarrow + 2NaNO_3$ (+)

$m(MeSO_4) = 93,2$ (г) (+)

M(азурит) $= 346$ (г/моль)

CO_2: в р-ии с азуритом + в р-ии $MeCO_3$: =

$= 0,6327$

x – n(азурит)

y – $n(MeCO_3)$

$2x + y = 0,6327$ (моль)

$346x + (Me + 60)y = 115,256$

$346\left(\frac{0,6327 - y}{2}\right) + (Me + 60)y = 115,256$

$\frac{93,2}{Me + 96} = y$

Черновик

$346\left(0{,}31635 - \frac{y}{2}\right) + (Me+60)\,y = 115{,}256$

$346\left(0{,}31635 - \frac{93{,}2}{(Me+96)2}\right) + \frac{(Me+60)\cdot 93{,}2}{Me+96} = 115{,}256$

$\frac{109{,}4571(Me+96) - 46{,}6\cdot 346 + (Me+60)\cdot 93{,}2}{Me+96} = 115{,}256$

$\frac{109{,}4571\,Me + 10507{,}8816 - 16123{,}6 + 93{,}2\,Me + 5592}{Me+96} = 115{,}256$

$\frac{202{,}6571\,Me - 23{,}7184}{Me+96} = 115{,}256$

$202{,}6571\,Me - 23{,}7184 = 115{,}256\,Me + 11064{,}576$

$87{,}4011\,Me = 11088{,}2944$

$Me = 128$

$\frac{80{,}656}{Me+60} = \frac{93{,}2}{Me+96}$

$80{,}656\,Me + 7742{,}976 = 93{,}2\,Me + 5592$

$12{,}544\,Me = 2150{,}9376$

$Me = 171{,}5$

Черновик

$115{,}256$ – азурит и $MeCO_3$

$(CuCO_3)_2 \cdot Cu(OH)_2 + 3CO \rightarrow 3Cu + 5CO_2 + H_2O$

$n(\text{азурит}) = \frac{34{,}6}{346} = 0{,}1\ (\text{моль})$

$\Downarrow\ n(Cu) = 0{,}3\ (\text{моль}) \qquad m(Cu) = 19{,}2\ (г)$

Ответ: $m(Cu) = 19{,}2\ (г)$

Черновик

$$\frac{113,6}{Me+60} = \frac{93,2}{Me+96}$$

$$113,6Me + 10905,6 = 93,2Me + 5592$$

$$20,4Me =$$

$$FeCO_3 + 2NH_4OH \rightarrow Fe(OH)_2\downarrow + (NH_4)_2CO_3$$

$$\frac{80,656}{Me+60} = \frac{93,2}{Me+96}$$

$$93,2 + Me + 5592 = 80,656Me +$$

$$90 \cdot 0,284 = 25,56$$

$$m(MeCO_3) = 88,04$$

$$12,544Me = 7742,976$$

$$= 171$$

$$\frac{88,04}{Me+60} = \frac{93,2}{Me+96}$$

~~$88,04Me + 8451,84 = 93,2Me + 5592$~~

$$346x \cdot x + (Me+60) \cdot y = 115,256$$

$$\frac{93,2}{Me+96} = y$$

56+34

80,656

88,04

$CuCO_3$

$$80,656 - \frac{88,04}{Me+60} = \frac{93,2}{Me+96}$$

$$346x + \frac{(Me+60)93,2}{Me+96} = 115,256$$

$Me \approx 78,8$

88

74,9652

Ba:

$$\frac{93,2}{Me+96} =$$

$$346x = 36,456$$

$$x = 0,1054$$

$845,84 - 5592 = 5,16$

Черновик

34,6 (г) – растворилось

m(MeCO3) = 115,256 – 34,6 = 80,656

$$\frac{80,656}{Me+60} = \frac{93,2}{Me+96}$$

$80,656Me + 7742,976 = 93,2Me + 5592$

$2150,976 = 12,544Me$

$171,5$

34,6 – растворилось

32,944 – $FeCO_3$

Cu... =

80,656

Cu	Me	Fe
+	–	–

$$\frac{80,656}{Me+60} = \frac{93,2}{96+Me}$$

$8,656Me + 80 \cdot 96 = 93,2Me + 93 \cdot 60$

$7895,976 = 12,544Me$

$$\frac{93,2}{Me+96} = \frac{113,6}{Me+60}$$

80,656

$93,2Me + 5592 = 113,6Me + 10905,6$

Me — Cu — Fe

n(Cu...) · x + n(MeCO3) · в р-ии 1,3

$n(CO_2) = 0,9167 - 0,284 = 0,6327$

x – $n(CO_2)$ в р-ии с Cu...

0,6327 – x – $n(CO_2)$ в р-ии с MeCO3

8.2

Чистовик

$m(\text{азурит}) = 148,2 - 113,6 = 34,6\,(г)$

$n(\text{азурит}) = 0,1\,(\text{моль})$

$n(Cu) = 0,3\,(\text{моль})$

$m(Cu) = 19,2\,(г)$ +

~~$CuCO_3$~~

$(CuCO_3)_2 \cdot Cu(OH)_2 + 3CO \rightarrow 3Cu + 5CO_2 + H_2O$ +

$m(MeCO_3) = 148,2 - 34,6 - 32,944 =$

$= 50,656$ ~~81,056~~

$$\frac{81,056}{Me + 60} = \frac{93,2}{Me + 98}$$

$$5546,64$$

$$12,144\,Me = 2351,488$$

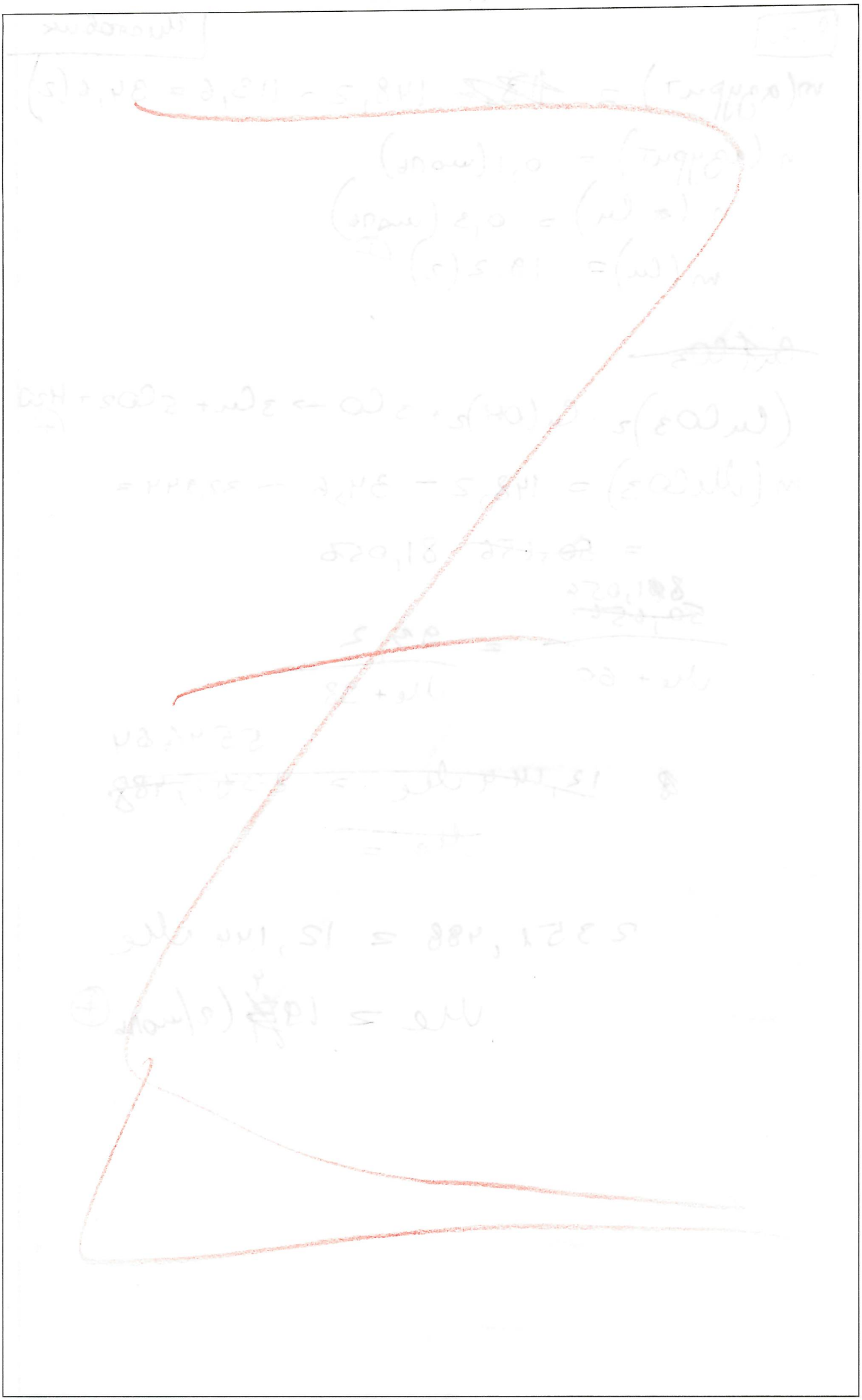
$Me =$

$2351,488 = 12,144\,Me$

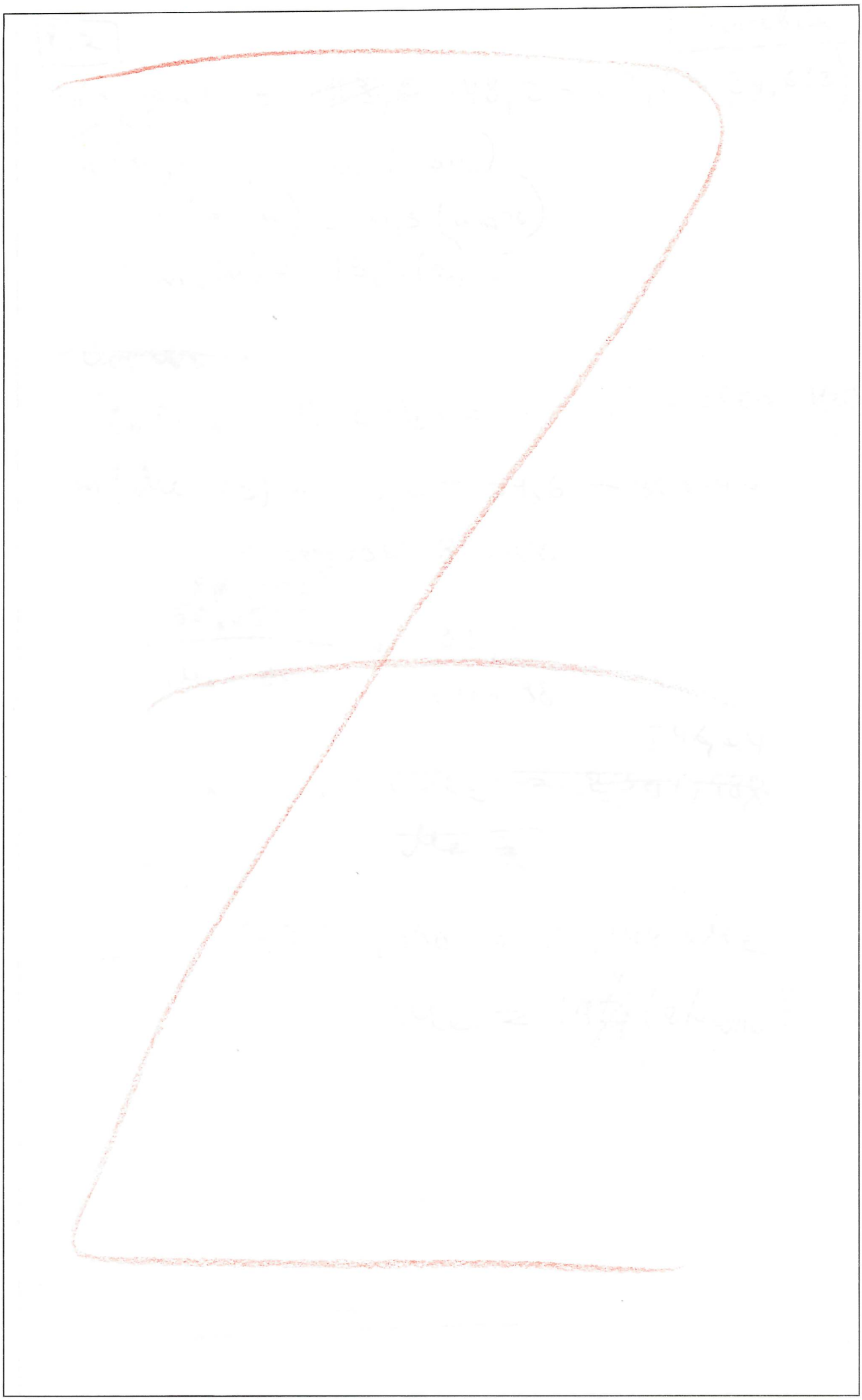
$Me = 194$ $(г/\text{моль})$ +

ЛИСТ-ВКЛАДЫШ

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



ЛИСТ-ВКЛАДЫШ



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