



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

Вариант 2

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов по химии
наименование олимпиады

по химии
профиль олимпиады

Люктер Софья Александровны
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Выход 13:34 Кость
Возвращение 13:40 Кость

Дата
«12» марта 2023 года

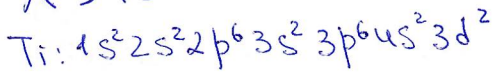
Подпись участника
Селюшнев

1	2	3	4	5	6	7	8	Σ
6	6	6	12	14	14	18	18	98

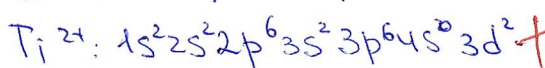
Чистовик:

N1.4.

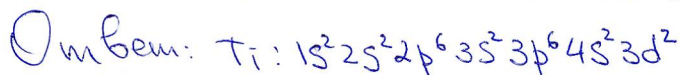
X это Ti



Ti находится под 22 номером в таблице Менделеева.



У Ti 10 пар спаренных e и 2 неспаренных e

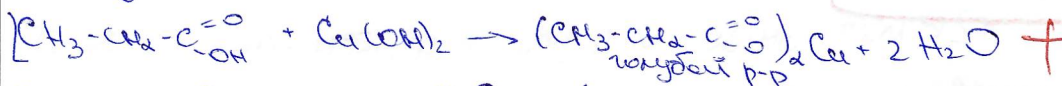
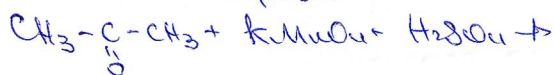
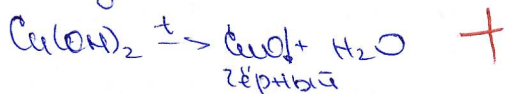
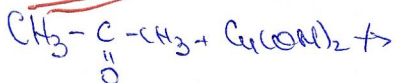
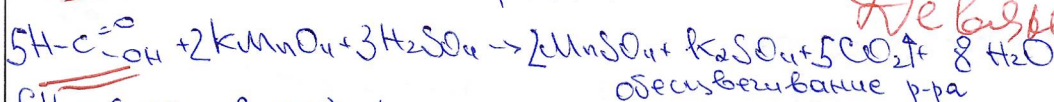
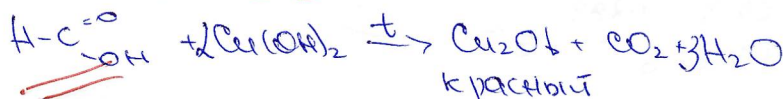


N2.1

I - это $H-C(=O)-OH$

II - это $CH_3-C(=O)-CH_3$

III - это $CH_3-CH_2-C(=O)-OH$



Ответ: I: $H-C(=O)-OH$ II: $CH_3-C(=O)-CH_3$ III: $CH_3-CH_2-C(=O)-OH$

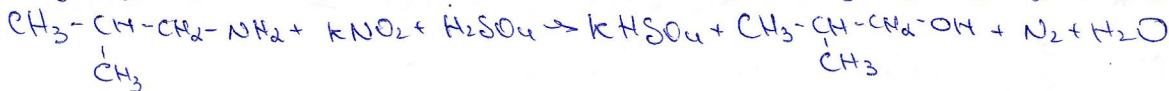
N3.6.

$D_{N_2}(\text{смеш}) = 2,607 = \frac{M_{\text{ср.смеш}}}{M(N_2)} \rightarrow M_{\text{ср.смеш}} = 2,607 \cdot 28 = 73 \text{ г/моль}$

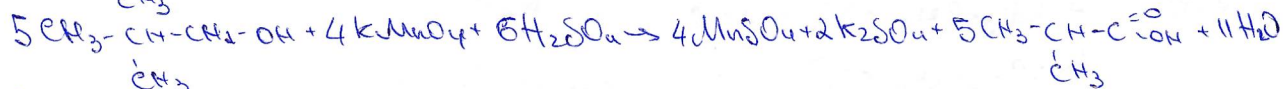
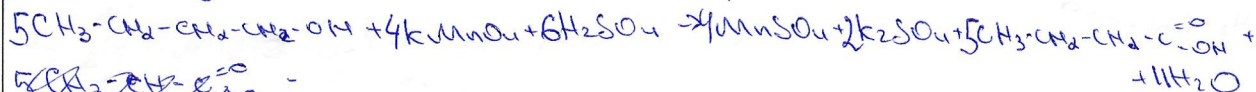
A и B это скорее всего первичные амины, т.к. они реагируют с HNO₂

Т.к. C и D изомеры \Rightarrow A и B скорее всего тоже изомеры

73 г/моль соответствует 1-аминобутану 1-амино-2-метилбутану

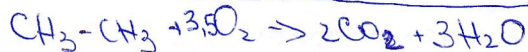


C - это бутанол-1 D - это 2-метилпропанол-1



E - это бутановая к-та F - это 2-метилпропионовая к-та

НЧ.2. Ответ: A: $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-NH_2$ B: $CH_3-CH(CH_3)-CH_2-NH_2$ C: $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-OH$



$Q_{\text{обр.}} = 2Q_{\text{гор.}}(CO_2) + 3Q_{\text{гор.}}(H_2O) - Q_{\text{гор.}}(CH_3-CH_3) = 2 \cdot 393,5 + 3 \cdot 285,8 - 84,7 = 1559,7 \text{ кДж/моль}$

Чистовая

$$n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{m(\text{H}_2\text{O})}{M_r(\text{H}_2\text{O})} = \frac{1179}{18} = 65,5 \text{ моль}$$

$$Q = c(\text{H}_2\text{O}) \cdot n(\text{H}_2\text{O}) \cdot \Delta t = 75,31 \cdot 65,5 \cdot (98 - 24) = 365027 \text{ Дж} = 365,03 \text{ кДж}$$

Пусть $x = n(\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_3)$

$$1559,7 \cdot x = 365,03$$

$$x = 0,234 \text{ моль}$$

$$101,325 \text{ кПа} = 760 \text{ мм.рт.ст.} \quad \varphi \Rightarrow \varphi = 97,325 \text{ кПа}$$

$$p \text{ кПа} = 730 \text{ мм.рт.ст.}$$

$$T = 25^\circ\text{C} = 298 \text{ К}$$

$$pV = nRT \Rightarrow V = \frac{nRT}{p} = \frac{0,234 \cdot 8,314 \cdot 298}{97,325} = 5,76 \text{ л.} \quad +$$

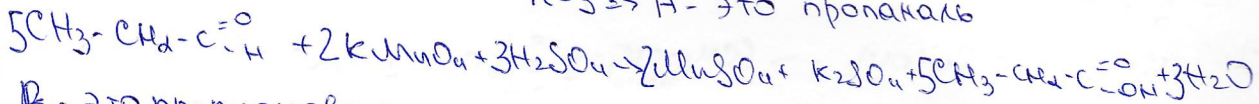
Ответ: $V(\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_3) = 5,76 \text{ л.}$

№5.5.

Общая формула насыщенных алифатических спиртов $\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}$

$$\omega(\text{H}) = \frac{A_r(\text{H})}{M_r(\text{алькоголя})} = \frac{2n}{14n+16} = 0,1035$$

$n=3 \Rightarrow \text{A}$ - это пропанол



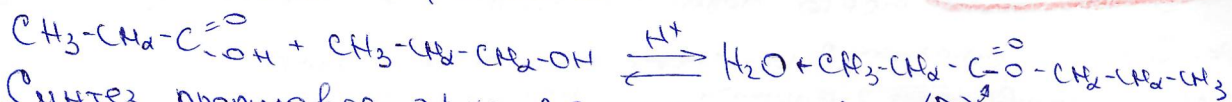
B - это пропионовая к-та

к-та + спирт \rightarrow сложный эфир

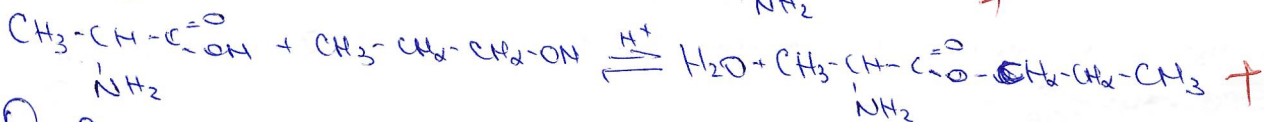
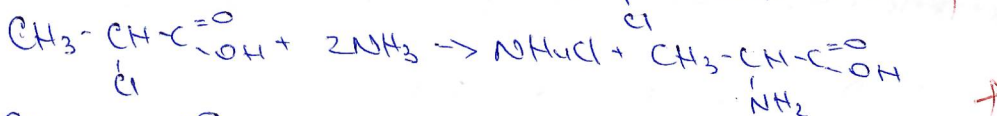
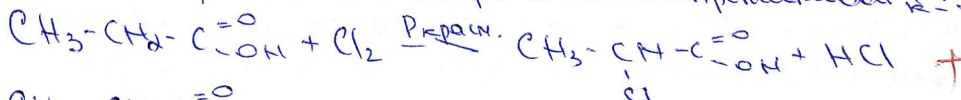
Общая формула сложных эфиров $\text{C}_x\text{H}_{2x}\text{O}_2$

$$0,1035 = \frac{2x}{14x+32}$$

$x=6 \Rightarrow \text{C}$ - это пропанол-1



Синтез пропилового эфира 2-аминопропановой (D) к-ты:



Ответ: A: $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{H}$ C: $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{OH}$

B: $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OH}$ D: $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$

№6.6.

$$S(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 21,3\% \Rightarrow \omega(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{21,3}{121,3} = 0,179$$

$$\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \omega(\text{H}_2\text{O})$$

$$\frac{106 \text{ г/моль}}{286 \text{ г/моль}}$$

Пусть x - масса кристаллогидрата

$$\frac{286-106}{x-a} \Rightarrow a = 0,37x$$

Чистовик



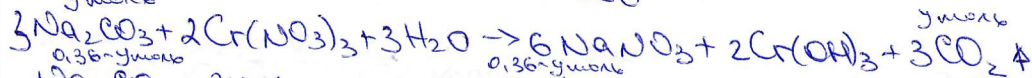
$0,179 \approx \frac{0,37x}{x+110,2}$

$m(\text{H}_2\text{O}) = \rho(\text{H}_2\text{O}) \cdot V(\text{H}_2\text{O}) = 1 \cdot 110,2 = 110,2 \text{ г.}$

$0,179 = \frac{0,37x}{x+110,2}$

$x = 103,276 \text{ г.}$

$\nu(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \nu(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = \frac{103,276}{236} = 0,36 \text{ моль}$



Пусть $\nu(\text{Na}_2\text{CO}_3)$ в 1-ой колбе = y моль. Тогда $\nu(\text{Na}_2\text{CO}_3)$ во 2-ой колбе = $0,36 - y$ моль

$\nu(\text{CO}_2)_1 = \nu(\text{Na}_2\text{CO}_3)_1 = y$ моль

$\nu(\text{CO}_2)_2 = \nu(\text{Na}_2\text{CO}_3)_2 = 0,36 - y$ моль

Т.к. газы одинаковые $\Rightarrow \nu(\text{CO}_2)_2 = 2\nu(\text{CO}_2)_1$

$0,36 - y = 2y$
 $y = 0,12 \text{ моль}$

$\nu(\text{Na}_2\text{CO}_3)_2 = 0,36 - y = 0,24 \text{ моль}$

$m(\text{Na}_2\text{CO}_3)_2 = \nu(\text{Na}_2\text{CO}_3)_2 \cdot M_2(\text{Na}_2\text{CO}_3)_2 = 0,24 \cdot 106 = 25,44 \text{ г.}$

$m(\text{Na}_2\text{CO}_3)_2 \text{ р-ра} = \frac{m(\text{Na}_2\text{CO}_3)_2}{\omega(\text{Na}_2\text{CO}_3)_2} = \frac{25,44}{0,179} = 142,12 \text{ г.}$

$\nu(\text{CO}_2)_2 = \nu(\text{Na}_2\text{CO}_3)_2 = 0,24 \text{ моль}$

$\nu(\text{NaCl}) = 2\nu(\text{Na}_2\text{CO}_3)_2 = 0,48 \text{ моль}$

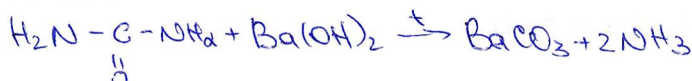
$m_{\text{кон. р-ра}} = m(\text{Na}_2\text{CO}_3)_2 \text{ р-ра} + m(\text{HCl}) - m(\text{CO}_2) = 142,12 + 120 - 0,24 \cdot 44 = 251,56 \text{ г.}$

$m(\text{NaCl}) = \nu(\text{NaCl}) \cdot M_2(\text{NaCl}) = 0,48 \cdot 58,5 = 28,08 \text{ г.}$

$\omega(\text{NaCl}) = \frac{m(\text{NaCl})}{m_{\text{кон. р-ра}}} \cdot 100\% = \frac{28,08}{251,56} \cdot 100\% = 11,2\% \quad \dagger$

Ответ: $\omega(\text{NaCl}) = 11,2\%$

№ 1.



$\nu(\text{HCl})_{\text{исх.}} = c(\text{HCl}) \cdot V(\text{HCl}) = 0,2 \cdot 1,005 = 0,201 \text{ моль}$

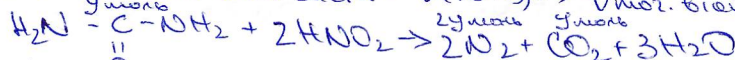
$c(\text{H}^+) = 10^{-\text{pH}} = 10^{-2,3} = 0,005 \text{ моль/л}$

$\nu(\text{HCl})_{\text{ост.}} = c(\text{H}^+) \cdot V(\text{HCl}) = 0,005 \cdot 0,2 = 0,001 \text{ моль}$

$\nu(\text{HCl})_{\text{прор.}} = \nu(\text{HCl})_{\text{исх.}} - \nu(\text{HCl})_{\text{ост.}} = 0,201 - 0,001 = 0,2 \text{ моль}$

$\nu(\text{NH}_3) = \nu(\text{HCl})_{\text{прор.}} = 0,2 \text{ моль}$

ν молекул в 1-ой части = $\nu(\text{NH}_3) \Rightarrow \nu$ молекул в 2-ой части = $0,1 \text{ моль}$



Пусть ν молекул во 2-ой части = y моль

2ν молекул во 2-ой части = $\nu(\text{N}_2) \Rightarrow \nu(\text{N}_2) = 2y$ моль

ν молекул во 2-ой части = $\nu(\text{CO}_2) = y$ моль

$\frac{1}{2}\nu(\text{CO}_2) = \nu(\text{O}_2) \Rightarrow \nu(\text{O}_2) = 0,5y$ моль

Чистовая:

$$V_{\text{непогл. газа}} = 2V(A)$$

A - это NH_3

т.к. газы измерены при одинак. условиях $\Rightarrow V_{\text{непогл. газа}} = 2V(\text{NH}_3)$

$$V_{\text{непогл. газа}} = V(\text{O}_2) + V(\text{N}_2) = 2y + 0,5y = 2,5y \text{ моль}$$

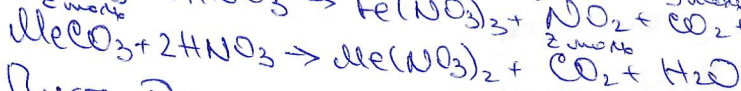
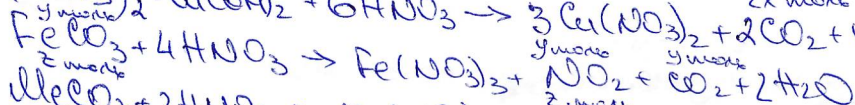
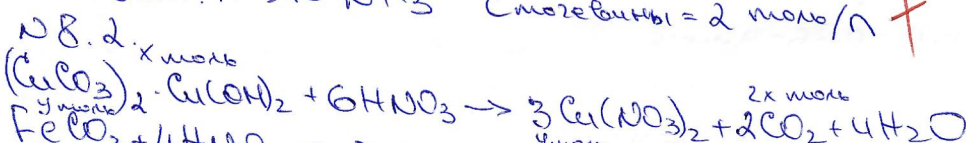
$$2,5y = 2 \cdot 0,2$$

$$y = 0,16 \text{ моль} = V_{\text{молекул в этой части}}$$

$$V_{\text{молекул общ.}} = V_{\text{мог. в той части}} + V_{\text{мог. в этой части}} = 0,1 + 0,16 = 0,26 \text{ моль}$$

$$C_{\text{молекул}} = \frac{V_{\text{молекул общ.}}}{V_{\text{молекул}}} = \frac{0,26}{0,13} = 2 \text{ моль/л}$$

Объем. А это NH_3 $C_{\text{молекул}} = 2 \text{ моль/л}$ +



Пусть $V_{\text{азурита}} = x \text{ моль}$ $V(\text{FeCO}_3) = y \text{ моль}$ $V(\text{MgCO}_3) = z \text{ моль}$

$$V(\text{CO}_2) = 2V_{\text{азурита}} = 2x \text{ моль}$$

$$V(\text{NO}_2) = V(\text{CO}_2) = V(\text{FeCO}_3) = y \text{ моль}$$

$$V(\text{CO}_2) = V(\text{MgCO}_3) = z \text{ моль}$$

$$pV = \nu RT \rightarrow \nu_{\text{газов}} = \frac{pV}{RT} = \frac{101,325 \cdot 29,34}{8,314 \cdot 298} = 1,2 \text{ моль}$$

$$\nu = \frac{m}{M_2} \left\{ \begin{array}{l} \rightarrow \nu = \frac{pV}{M_2} \\ pV = \nu RT \end{array} \right. \rightarrow M_{\text{ср. газ}} = \frac{pRT}{p} = \frac{1,82 \cdot 8,314 \cdot 298}{101,325} = 44,5 \text{ г/моль}$$

$$m_{\text{газов}} = \nu_{\text{газов}} \cdot M_{\text{ср. газ}} = 1,2 \cdot 44,5 = 53,4 \text{ г.}$$

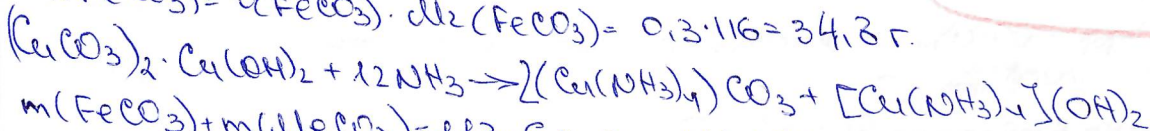
$$V(\text{CO}_2)_{\text{общ.}} = \nu_{\text{газов}} - V(\text{NO}_2) = 1,2 - y \text{ моль}$$

$$V(\text{NO}_2) = y \text{ моль}$$

$$53,4 = 44(1,2 - y) + 46y$$

$$y = 0,3 \text{ моль} = V(\text{FeCO}_3)$$

$$m(\text{FeCO}_3) = V(\text{FeCO}_3) \cdot M_2(\text{FeCO}_3) = 0,3 \cdot 116 = 34,8 \text{ г.}$$



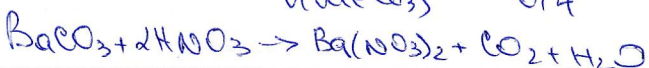
$$m(\text{FeCO}_3) + m(\text{MgCO}_3) = 113,6 \text{ г.} \Rightarrow m(\text{MgCO}_3) = 113,6 \text{ г.} - 34,8 \text{ г.} = 78,8 \text{ г.}$$

$$m_{\text{азурита}} = 148,2 - 113,6 = 34,6 \text{ г.}$$

$$V_{\text{азурита}} = \frac{m_{\text{азурита}}}{M_{\text{азурита}}} = \frac{34,6}{346} = 0,1 \text{ моль} = x \text{ моль}$$

$$2x + 2y + z = 1,2 \Rightarrow z = 1,2 - 2 \cdot 0,3 - 2 \cdot 0,1 = 0,4 \text{ моль} = V(\text{MgCO}_3)$$

$$M_2(\text{MgCO}_3) = \frac{m(\text{MgCO}_3)}{V(\text{MgCO}_3)} = \frac{78,8}{0,4} = 197 \text{ г/моль} \Rightarrow \text{Mg это Ba}$$



Чистовик

Проверим наш вывод по р-ции азотнокислого р-ра с сульфатом натрия.



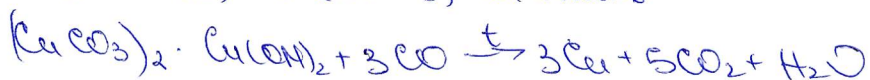
$$n(\text{BaSO}_4) = \frac{m(\text{BaSO}_4)}{M(\text{BaSO}_4)} = \frac{93,2}{233} = 0,4 \text{ моль}$$

$$n(\text{Ba}(\text{NO}_3)_2) = n(\text{BaSO}_4) = 0,4 \text{ моль}$$

с другой стороны

$$\left. \begin{array}{l} n(\text{Ba}(\text{NO}_3)_2) = n(\text{BaSO}_4) = 0,4 \text{ моль} \\ \text{с другой стороны} \end{array} \right\} \Rightarrow \text{это точно Ba}$$

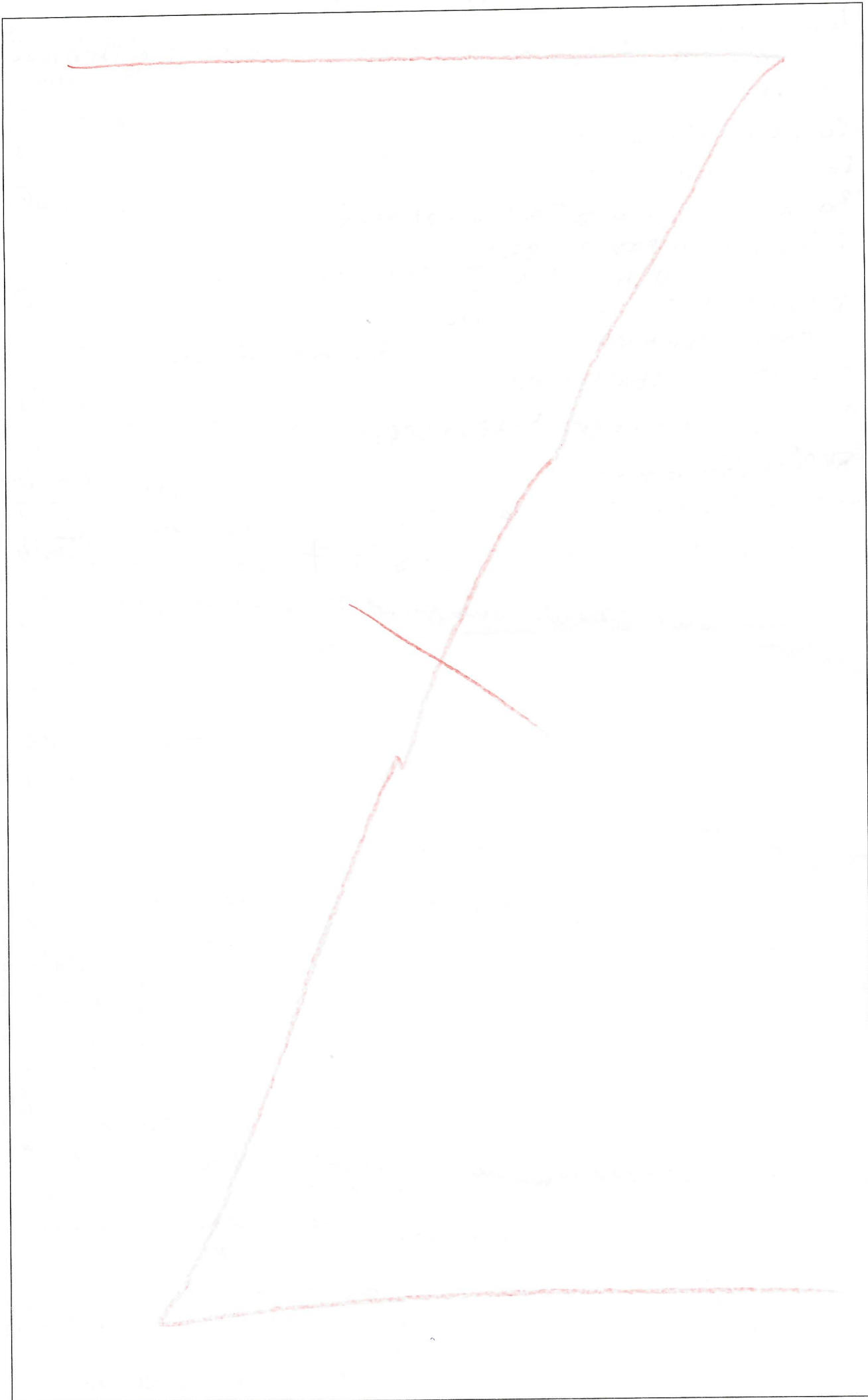
$$n(\text{Ba}(\text{NO}_3)_2) = n(\text{BaCO}_3) = 0,4 \text{ моль}$$



$$n(\text{Cu}) = 3n_{\text{азурита}} = 3 \cdot 0,1 = 0,3 \text{ моль}$$

$$m(\text{Cu}) = n(\text{Cu}) \cdot A_r(\text{Cu}) = 0,3 \cdot 64 = 19,2 \text{ г.}$$

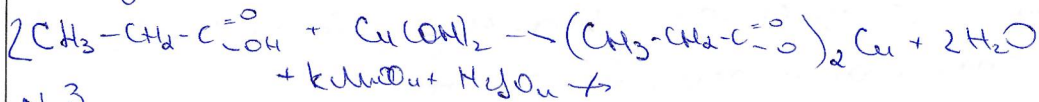
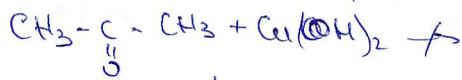
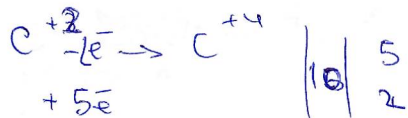
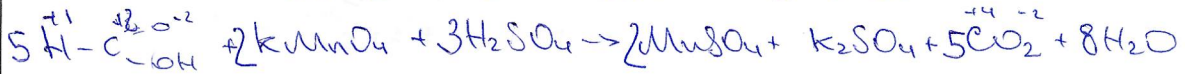
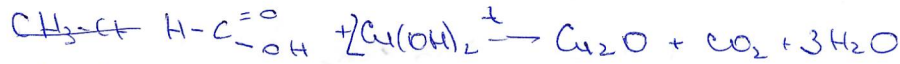
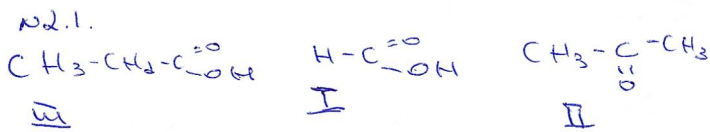
Ответ: Не это Ba $m(\text{Cu}) = 19,2 \text{ г.}$ †



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

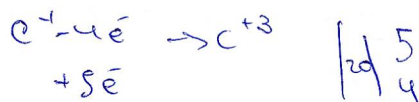
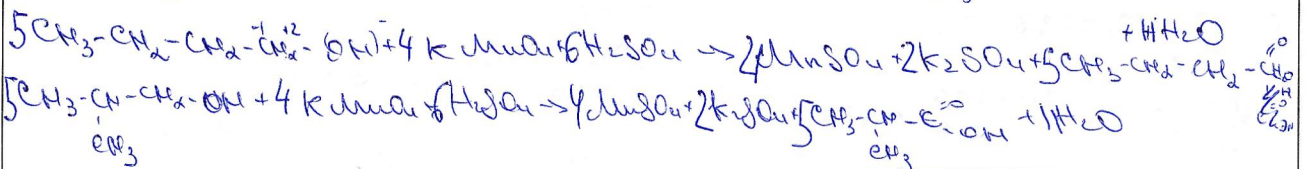
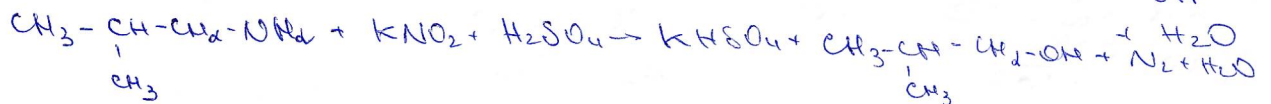
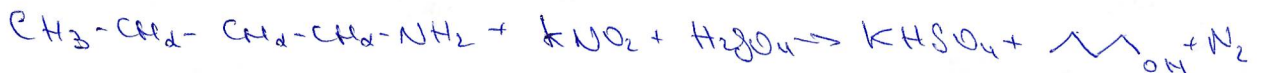
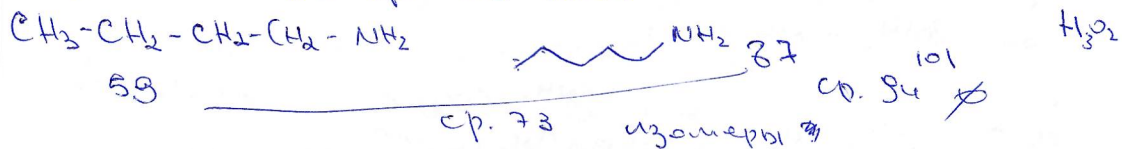
Черновик

Чётный спар. в 5p. > неспар.
 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^2$ Ti: 22 второй
 $1+1+3+1+3+1$ Ti:
 $Ti^{2+} : \dots 4s^0 3d^2$



№3

$D_{N_2} = 2,607$ $M_{гр.} = 73$ г/моль



№4



$Q_{собр.} = 2Q_{обр. CO_2} + 3Q_{обр. H_2O} - Q_{обр. топлива} = 2 \cdot 393,5 + 3 \cdot 285,8 - 84,7$
 $= 1559,7$ кДж/моль

$D(H_2O) = \frac{1179}{18} = 65,5$ моль

$Q = CD\Delta t = 75,31 \cdot 65,5 \cdot (38-24) = 365027$ Дж = 365,03 кДж

$1559,7 \cdot x = 365,03 \rightarrow x = 0,234$ моль

$pV = \nu RT$ Зеркала

$$\left. \begin{aligned} 101,325 = 760 \\ y = 730 \end{aligned} \right\} \Rightarrow y = 97,325$$

$T = 15 + 273 = 288$

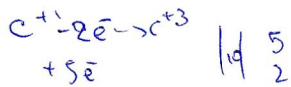
$V = \frac{\nu RT}{P} = \frac{0,234 \cdot 8,314 \cdot 288}{97,325} = 5,76 \text{ л.}$

№ 5.5.

$w(H) = 10,35\%$ $C_n H_{2n} O$ $\frac{2n}{12n+16} = 0,1035$

$1,448n + 1,656 = 2n$

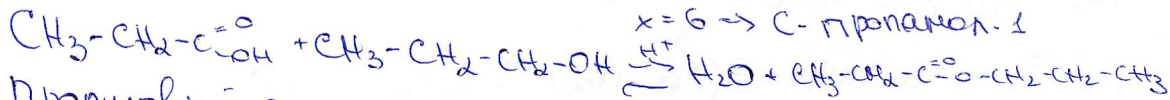
$0,551n = 1,656$



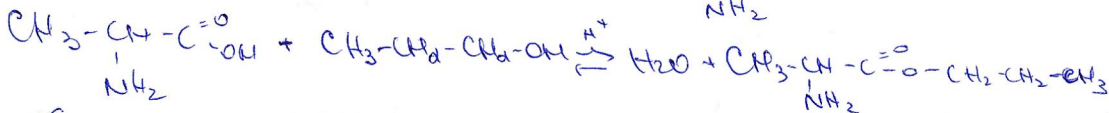
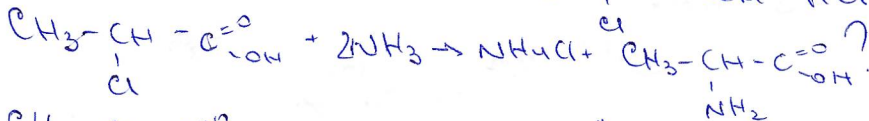
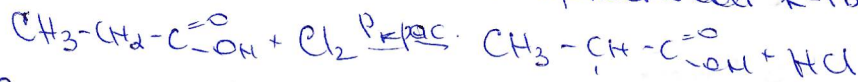
D-эфир $C_x H_{2x} O_2$ $\frac{2x}{14x+32} = 0,1035$

$0,551x = 3,312$

$x = 6 \rightarrow$ С-пропанол-1



Пропиловый эфир 2-аминопропановой к-ты



№ 6

$S = 21,8 \Rightarrow w = \frac{21,8}{121,8} = 0,179$

$0,179 = \frac{0,37x}{x+110,2}$

$0,179x + 19,7258 = 0,37x$

$0,181x = \dots \Rightarrow x = 103,276$

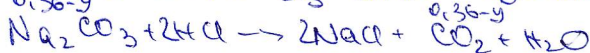
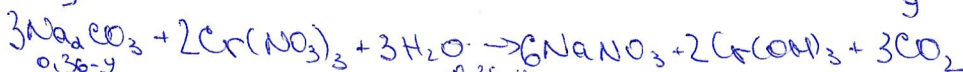
$\nu(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{103,276}{286} = 0,36$



$\frac{286}{286}$

$286 - 106 \Rightarrow a = 0,37x$

$x = a$



$2y = 0,36 - y$

$y = 0,12$

$\nu(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0,24 \text{ моль}$

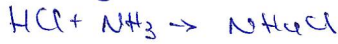
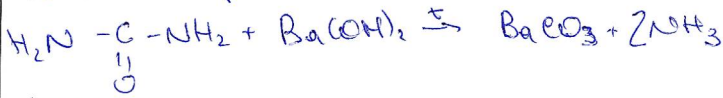
$m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0,24 \cdot 106 = 25,44$

$m \text{ р-ра} = \frac{25,44}{0,178} = 142,12$

$m \text{ кон р-ра} = 142,12 + 120 - 25,44 = 251,56$

$w(\text{NaCl}) = \frac{0,48 \cdot 58,5}{251,56} \cdot 100 = 11,2\%$

N7 Черновик



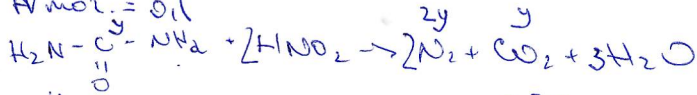
$$D(\text{HCl})_{\text{вх.}} = 0,2 \cdot 1,005 = 0,201$$

$$C(\text{H}^+) = 10^{-\text{pH}} = 10^{-2,3} = 0,005$$

$$D(\text{HCl})_{\text{ост.}} = 0,2 \cdot 0,005 = 0,001$$

$$D(\text{HCl})_{\text{прор.}} = 0,2 = D(\text{NH}_3)$$

$$V_{\text{мол.}} = 0,1$$



$$V_{\text{непогл. газа}} = 2V(\text{NH}_3)$$

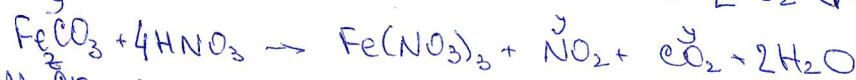
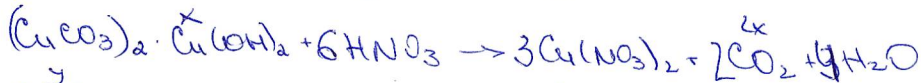
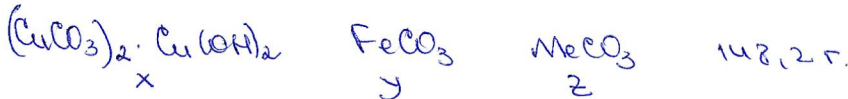
$$2,5y = 2y \quad 2,5y = 2 \cdot 0,2$$

$$y = 0,16$$

$$D_{\text{мол. обм.}} = 0,26$$

$$D = c \cdot V \rightarrow c = \frac{D}{V} = \frac{0,26}{0,13} = 2 \text{ моль/л}$$

N8



$$pV = DRT \rightarrow D = \frac{pV}{RT} = \frac{101,325 \cdot 29,34}{8,314 \cdot 298} = 1,2 \text{ моль}$$

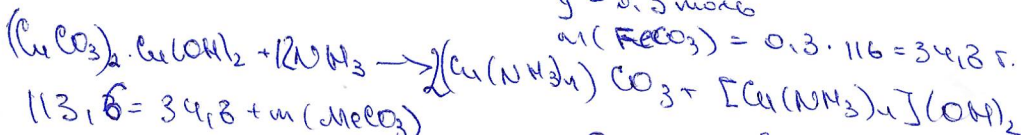
$$M = \frac{m}{\mu} \left\{ \rightarrow D = \frac{pV}{M_2} \Rightarrow M_{\text{ср.}} = \frac{DRT}{p} = \frac{1,2 \cdot 8,314 \cdot 298}{101,325} = 44,5$$

$$m = 1,2 \cdot 44,5 = 53,4 \text{ г.} = (1,2 - y) \cdot 44 + y \cdot 46$$

$$2y = 0,6$$

$$y = 0,3 \text{ моль}$$

$$m(\text{FeCO}_3) = 0,3 \cdot 116 = 34,8 \text{ г.}$$



$$113,6 = 34,8 + m(\text{MgCO}_3)$$

$$78,8$$

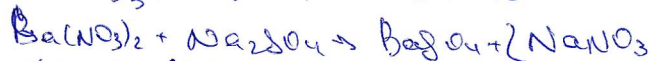
$$D_{\text{азурита}} = \frac{34,8}{346} = 0,1 \text{ моль}$$

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

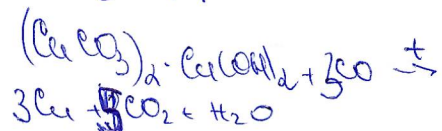
$$0,2 + 0,6 + z = 1,2$$

$$z = 0,4$$

$$M_2 = \frac{78,8}{0,4} = 197 \rightarrow \text{Ba}$$

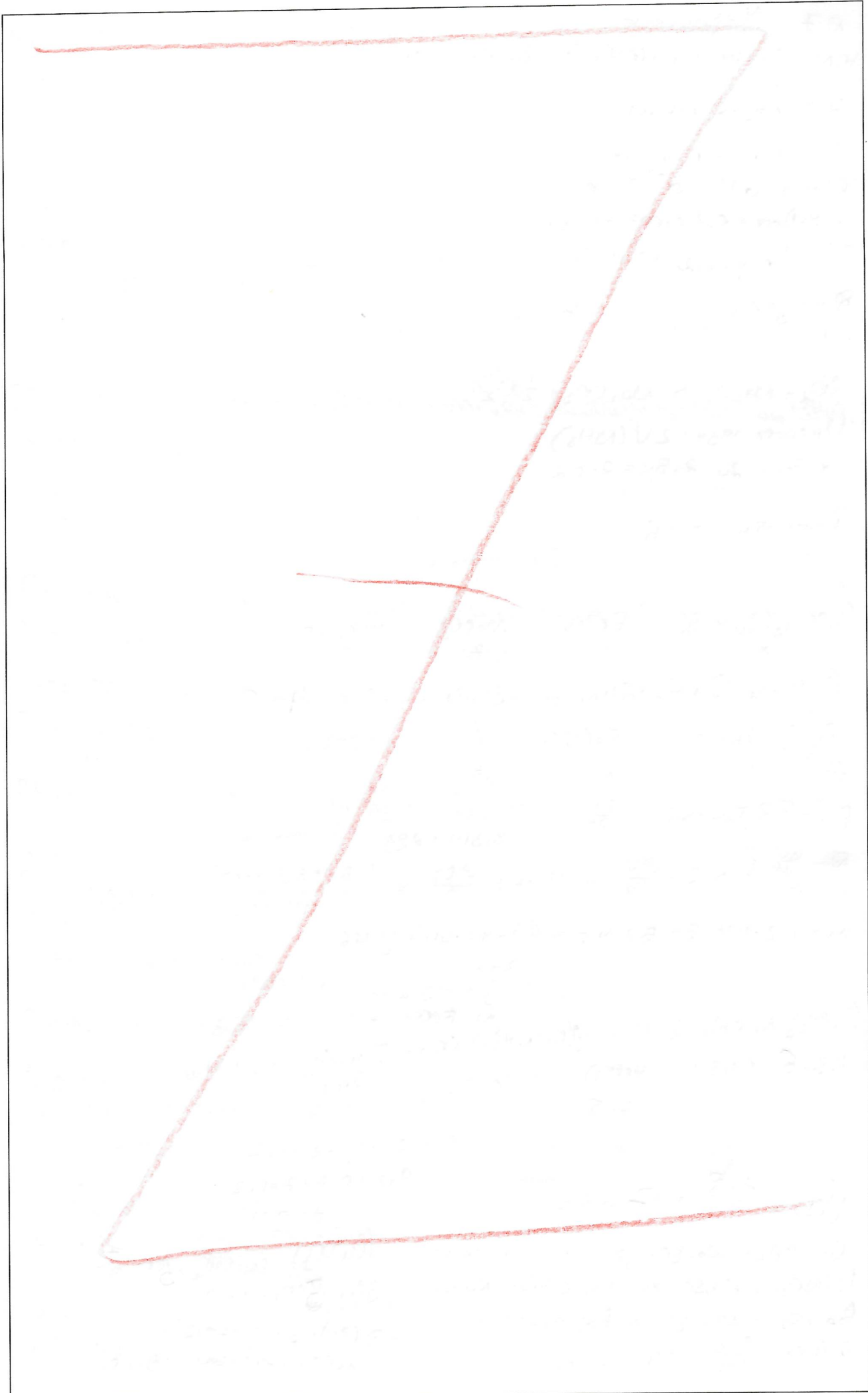


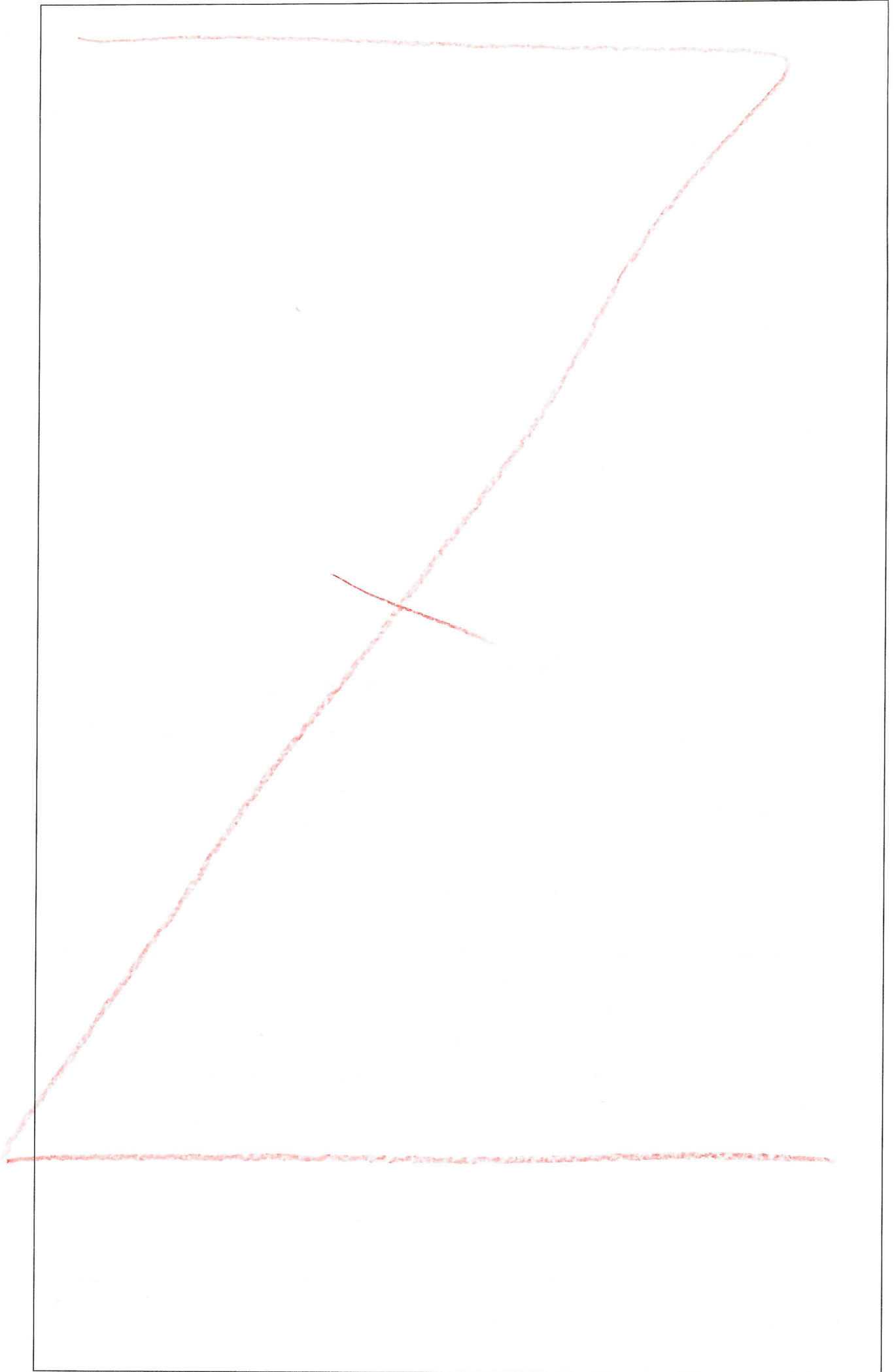
$$D(\text{BaSO}_4) = \frac{93,2}{233} < 0,4 \rightarrow \text{Ba.}$$



$$D(\text{Cu}) = 3 \cdot 0,1 = 0,3$$

$$m(\text{Cu}) = 0,3 \cdot 64 = 19,2 \text{ г.}$$





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

