



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

Вариант 1

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов
наименование олимпиады

по химии
профиль олимпиады

Попова Евгения Викторовича
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата
«12» марта 2023 года

Подпись участника


68-40-39-08
(63.15)

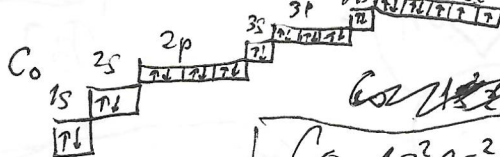
Чистовик Вариант 1

1.6. $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^7$ - в том смысле (конфигурация атома)
 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4 3d^2$ - в том смысле (конфигурация иона)
 число валентных e⁻ равно 12 (2 из них на 3d-подуровне)
 , число невалентных e⁻ равно 3; $\frac{N_{вал. e^-}}{N_{невал. e^-}} = \frac{12}{3} = 4$ - соответ (3 вал. e⁻)
 у 1-го

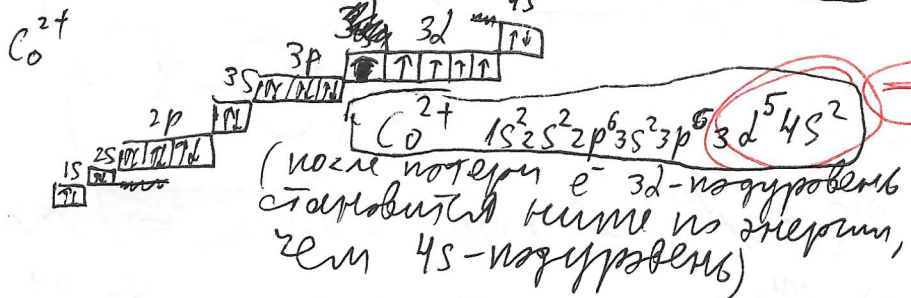
Конфигурация в основном состоянии $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^7$
 имеет атом Co (имеет нег. номер в таблице Менделеева)
 соответ у 1-го -27

=> (X) - Co

Конфигурация
 Co и Co²⁺



Co $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^7$



2.6 | крайний шаг - Cu_2O , обр-ся в р-ции медной зеркала
 с альдегидом => (III) - $\text{H}-\text{C}(=\text{O})-\text{H}$ (фруктовый альдегид)

циклическая к-та реагирует с $NaHCO_3$ с выделением газа
 и с $Cu(OH)_2$ с обр-ем голубого р-ра => (II) - $\text{H}-\text{C}(=\text{O})-\text{OH}$ (циклическая к-та)

диэтан не реагирует с $Cu(OH)_2$ и $NaHCO_3$,
 при нагревании с $Cu(OH)_2$ обр-ся CuO при разложении
 => (I) - $\text{H}-\text{C}(=\text{O})-\text{H}$ (ацетон)

- 1) $Cu(OH)_2 \xrightarrow{t} CuO \downarrow + H_2O$ (1 столбец, 1 ряд) ✓
- 2) $Cu(OH)_2 + 2 \text{H}-\text{C}(=\text{O})-\text{OH} \Rightarrow (\text{H}-\text{C}(=\text{O})-\text{O})_2 Cu^{2+} + 2 H_2O$ (2 столбца, 1 ряд) ✓
- 3) $2 Cu(OH)_2 + \text{H}-\text{C}(=\text{O})-\text{H} \xrightarrow{t} Cu_2O \downarrow + \text{H}-\text{C}(=\text{O})-\text{OH} + 2 H_2O$ (3 столбца, 1 ряд) ✓
- 4) $\text{H}-\text{C}(=\text{O})-\text{OH} + NaHCO_3 \Rightarrow \text{H}-\text{C}(=\text{O})-\text{O}^- Na^+ + CO_2 + H_2O$ (2 столбца, 2 ряда) ✓

1 2 3 4 5 6 7 8
3 8 10 12 14 6 16 18 87

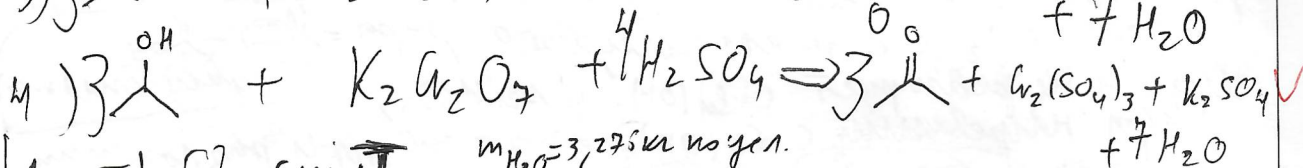
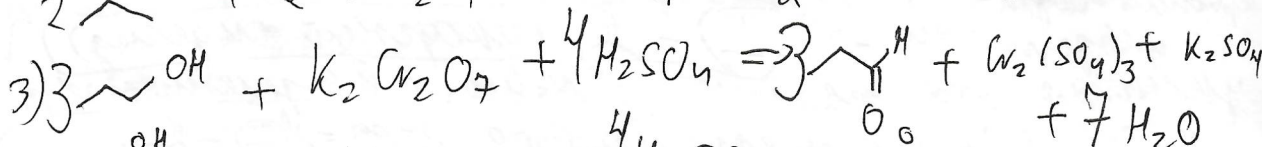
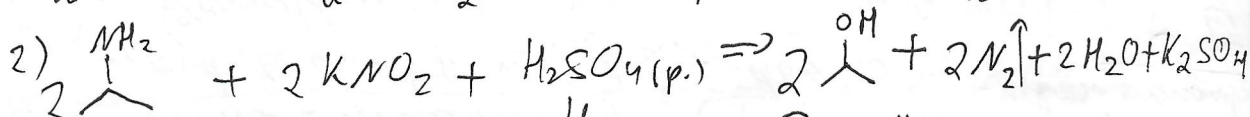
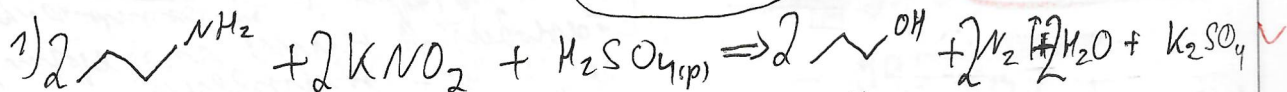
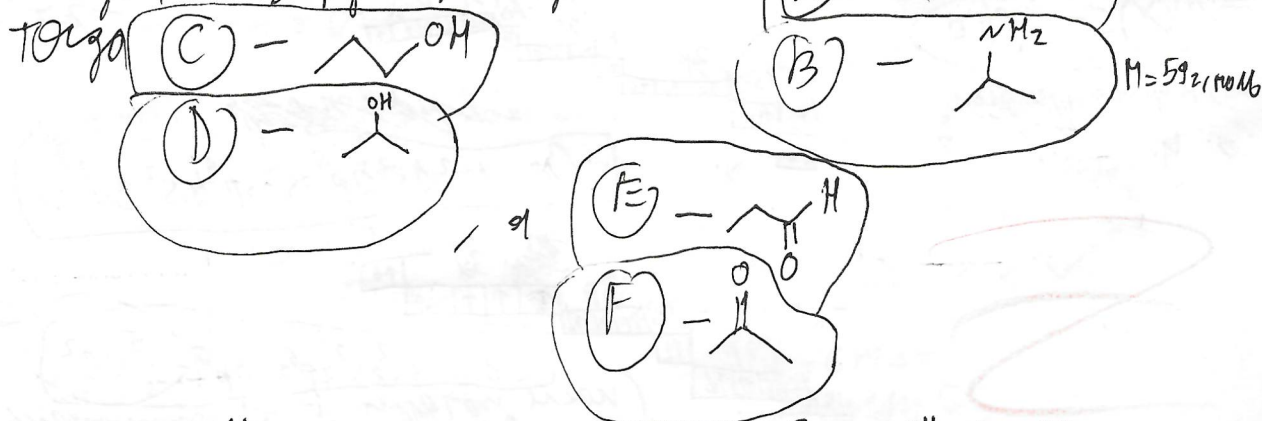
Анализ

87

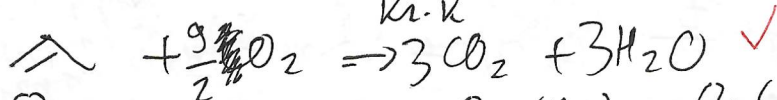
восемьдесят семь

3.2

$D_{\text{в}}^{\text{в}} = 2,107 \Rightarrow M_{\text{в}}^{\text{в}} = M_{\text{N}_2} \cdot D_{\text{в}}^{\text{в}} = 28,014 \cdot 2,107 = 59,21 \text{ г/моль}$
 $\text{KNO}_2 \xrightarrow{\text{H}_2\text{SO}_4}$ получение HNO_2 in situ; HNO_2 ред. с перв. аминами
 с обр-ем спиртов \Rightarrow (А) и (Б) - изомерные спирты,
 ок-ле однос даёт кетон, другое - альдегид (разные классы
 изомеров) \Rightarrow (А) и (Б) - изомерные амины. Их M равны
 и сл-но средняя молярная масса смеси равна
 $M_{\text{А}} = M_{\text{Б}} = 59,21 \text{ г/моль}$. Учитывая, что в (А) и (Б)
 одна $-\text{NH}_2$ группа, получаем, что



4.5 $Q = c m \Delta T$ $m_{\text{H}_2\text{O}} = 3,275 \text{ кг по усл.}$
 $c = 75,31 \text{ Дж/кг}\cdot\text{K}$ $D_{\text{м}} = 4,1838 \text{ Дж/кг}\cdot\text{K}$ $\frac{D_{\text{м}}}{2 \cdot K} = 4183,8 \text{ Дж/кг}\cdot\text{K}$
 $\Delta T = 92^\circ\text{C} - 23^\circ\text{C}$
 $= 365 \text{ K} - 296 \text{ K}$ $Q = 4183,8 \text{ Дж/кг} \cdot 3,276 \text{ кг} = 69 \text{ KJ} \approx 945,723 \text{ KJ}$



$Q_{\text{х.р.}} = 3 Q_{\text{F}}(\text{CO}_2) + 3 Q_{\text{F}}(\text{H}_2\text{O}) - Q_{\text{F}}(\text{C}_3\text{H}_8\text{O}) = 3 \cdot 393,5 \text{ KJ/моль} + 3 \cdot 285,8 \text{ KJ/моль} - (1 \text{ моль} \cdot (-20,44 \text{ KJ/моль})) = 2058,3 \text{ KJ/моль}$

$1 \text{ моль C}_3\text{H}_8\text{O} \rightarrow (2058 \text{ KJ/моль}) \Rightarrow x = \frac{945,723 \text{ KJ/моль} \cdot 1 \text{ моль}}{2058 \text{ KJ/моль}} \approx 0,46 \text{ моль}$

$pV = \nu RT$; $p = \frac{710 \text{ мм рт.ст.} \cdot 101,325 \text{ Па}}{760 \text{ мм рт.ст.}} = 94,66 \text{ Па}$; $T = 30^\circ\text{C} = 303,15 \text{ K}$

$V = \frac{\nu RT}{p} = \frac{0,46 \text{ моль} \cdot 8,314 \text{ Дж/моль}\cdot\text{K} \cdot 303,15 \text{ K}}{94,66 \text{ Па}} = 12,25 \text{ л}$

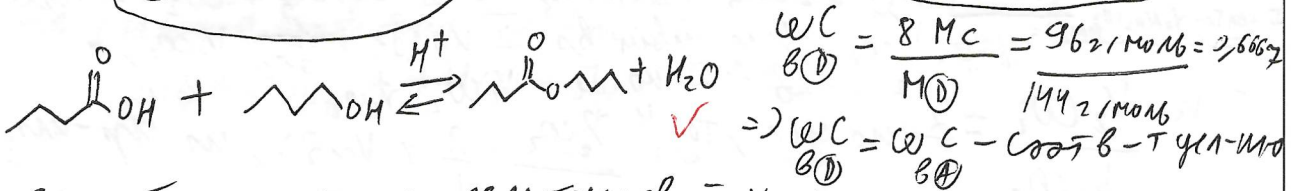
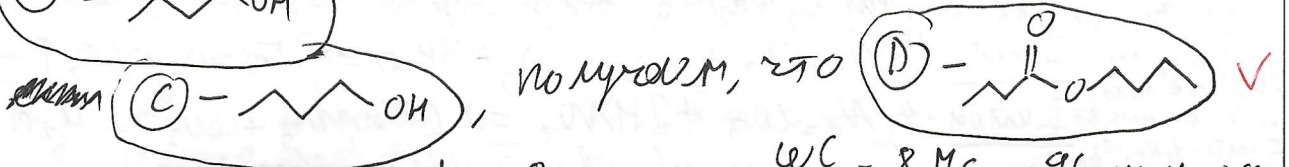
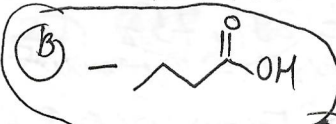
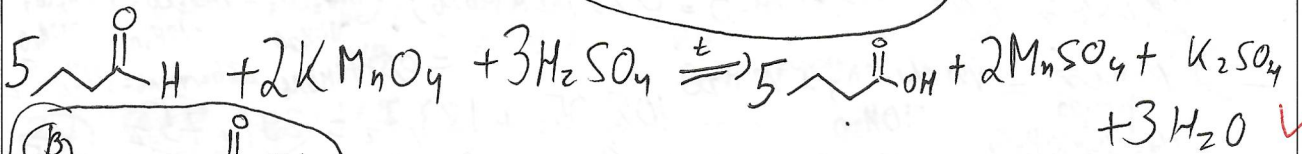
68-40-39-08
(63.15)

[5.1] N_C -кол-во атомов
с в (A)

~~$M(A) = 100$, тогда $M_C = M(A) \cdot \omega_C = 100 \cdot 0,6667 = 66,67$~~

$M(A) = N_C \cdot \frac{M_C}{\omega_C} = N_C \cdot \frac{122,1 \text{ моль}}{0,6667} = N_C \cdot 182,1 \text{ моль}$

При $N_C = 4$ получаем, что $M(A) = 4 \cdot 182,1 \text{ моль} = 722,1 \text{ моль}$
 $= 4M_C + M_O + 8M_H \Rightarrow (A) - \text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CHO}$ $M = 72,1 \text{ моль}$



Способ получения пентамовой К-ТМ:

- 1) $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CHO} + \text{CH}_3\text{Li} \Rightarrow \text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}(\text{O}^-\text{Li}^+)\text{CH}_3$
- 2) $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}(\text{O}^-\text{Li}^+)\text{CH}_3 + \text{H}_2\text{O} \Rightarrow \text{LiOH} + \text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_3$
- 3) $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_3 + \text{SOCl}_2 \Rightarrow \text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}(\text{Cl})\text{CH}_3 + \text{HCl} + \text{SO}_2 \uparrow$
- 4) $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}(\text{Cl})\text{CH}_3 + \text{NH}_3 \Rightarrow \text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}(\text{NH}_3^+\text{Cl}^-)\text{CH}_3$
- 5) $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}(\text{NH}_3^+\text{Cl}^-)\text{CH}_3 + \text{NaOH} \Rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}(\text{NH}_2)\text{CH}_3$
- 6) $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}(\text{NH}_2)\text{CH}_3 + 3 \text{CH}_3\text{I} \text{ (изб-к)} \Rightarrow \left[\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}(\text{N}^+(\text{CH}_3)_3)\text{CH}_3 \right] \text{I}^- + 2 \text{HI}$
- 7) $\left[\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}(\text{N}^+(\text{CH}_3)_3)\text{CH}_3 \right] \text{I}^- + \text{Ag}_2\text{O} \xrightarrow{\pm} 2 \text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}=\text{N}^+(\text{CH}_3)_3 + 2 \text{AgI} + \text{H}_2\text{O}$
- 8) $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}=\text{N}^+(\text{CH}_3)_3 + \text{HBr} \xrightarrow{\text{KO-OK}} \text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}_2\text{N}^+(\text{CH}_3)_3 + \text{HBr}$
- 9) $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}_2\text{N}^+(\text{CH}_3)_3 + \text{NaOH} \xrightarrow{\text{всф.ный p-p}} \text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}_2\text{OH} + \text{NaBr}$ (+)
- 10) $5 \text{ CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}_2\text{OH} + 4 \text{KMnO}_4 + 6 \text{H}_2\text{SO}_4 \xrightarrow{\pm} 5 \text{ CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{COOH} + 4 \text{MnSO}_4 + 2 \text{K}_2\text{SO}_4 + 11 \text{H}_2\text{O}$
 (пентамовая кислота)

6.1

Чистовик

Вариант 1

$$m_{H_2O} = V_{H_2O} \cdot \rho_{H_2O} = 183,7 \text{ мл} \cdot 1,2 \text{ г/мл} = 183,72$$

21,82 Na_2CO_3 — 100% H_2O — по усл.

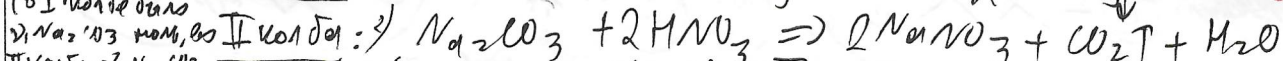
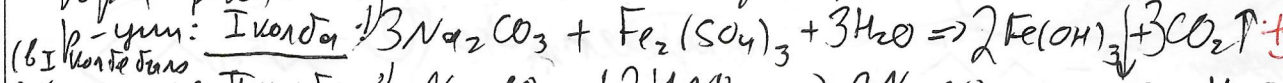
$$x \text{ } Na_2CO_3 \text{ — } 183,72 \text{ } H_2O \Rightarrow x = \frac{183,72 \cdot 21,82}{100} = 40,2$$

$$\nu_{Na_2CO_3} = \frac{m_{Na_2CO_3}}{M_{Na_2CO_3}} = \frac{40,2}{106} \approx 0,3778 \text{ моль}$$

$$\nu_{Na_2CO_3} = \nu_{Na_2CO_3} \cdot 10H_2O = 0,3778 \text{ моль}; m_{Na_2CO_3} = \nu_{Na_2CO_3} \cdot M_{Na_2CO_3} = 0,3778 \text{ моль} \cdot 286,2 \text{ г/моль} = 108,052$$

$$\Rightarrow m_{\text{исх.}} = m_{Na_2CO_3} + m_{H_2O} = 108,052 + 183,72 = 291,752$$

при разв-ии $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$ в воде образ-ся $Na_2CO_3 \rightarrow Na_2CO_3$



в I колде — V_{CO_2} , в II колде — V_2CO_2 , а в I колде — V_1CO_2 и ν_{CO_2}

т.к. $V_2CO_2 = 2$ по усл., то $\nu_{CO_2} = \frac{2}{1} (V_{CO_2})$, по ур-нию

р-ция $\nu_2 Na_2CO_3 = \nu_2 CO_2$; $\nu_1 Na_2CO_3 = \nu_1 CO_2 \Rightarrow \frac{\nu_2 Na_2CO_3}{\nu_1 Na_2CO_3} = \frac{\nu_2 CO_2}{\nu_1 CO_2} = \frac{2}{1}$

$$\nu_{Na_2CO_3} \cdot 10H_2O = \nu_{Na_2CO_3} = 0,3778 \text{ моль}$$

$$\nu_1 Na_2CO_3 + \nu_2 Na_2CO_3 = \nu_{Na_2CO_3} \Rightarrow \frac{\nu_1 Na_2CO_3}{2} = \frac{2}{3} \cdot 0,3778 \text{ моль}$$

по ур-нию р-ция II) $\nu_{NaNO_3} = 2 \nu_2 Na_2CO_3 \approx 0,2519 \text{ моль}$

$$= 0,5037 \text{ моль}$$

$$\Rightarrow m_{NaNO_3} = \nu_{NaNO_3} \cdot M_{NaNO_3} = 0,5037 \text{ моль} \cdot 85 \text{ г/моль} = 42,8172$$

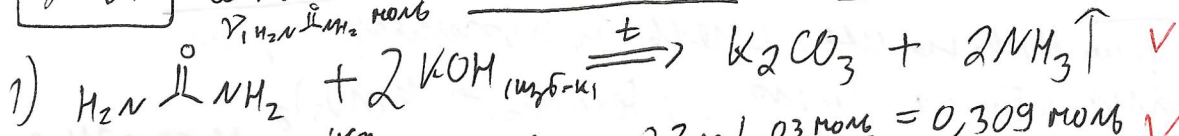
$$m_{\text{конч.}} = m_{\text{исх.}} + m_{HNO_3} - m_{CO_2} = 291,752 + 200 - 11,0822 = 480,6682$$

$$m_{CO_2} = \nu_2 CO_2 \cdot M_{CO_2} = \nu_2 Na_2CO_3 \cdot M_{CO_2} = 0,2519 \text{ моль} \cdot 44 \text{ г/моль} = 11,0822$$

$$\rightarrow \omega_{NaNO_3} = \frac{m_{NaNO_3}}{m_{\text{конч.}}} = \frac{42,8172}{480,6682} = 8,9\%$$

Ответ: 8,9%

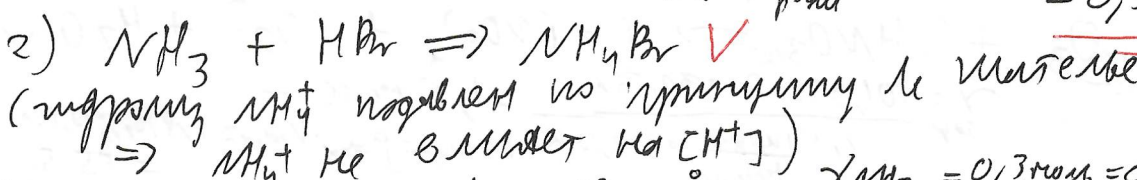
7.2) ^{моль в первой} ^{части было} $\gamma_{H_2N\dot{C}NH_2}$ моль Исходник вариант 1



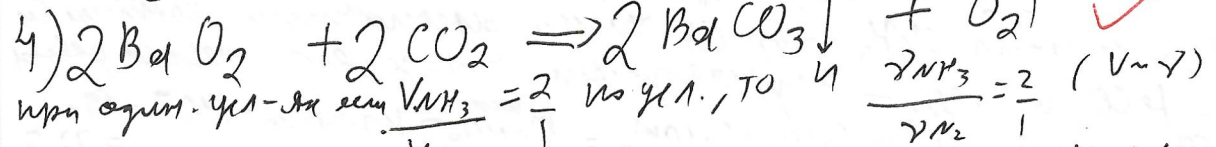
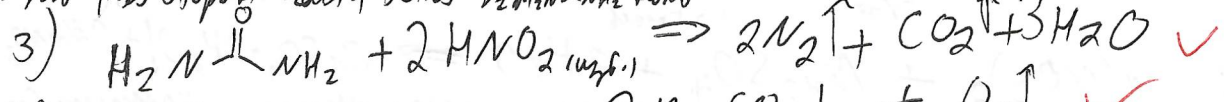
Ⓐ - NH_3 ; $\gamma_{NH_3} = V_{NH_3} \cdot C_{NH_3} = 0,31 \cdot 1,03 \frac{моль}{л} = 0,309 \frac{моль}{л}$ ✓
 HBr - сильный электролит $\Rightarrow \gamma_{H^+} = \gamma_{HBr} = 0,309 \frac{моль}{л}$

$pH = 1,52 \Rightarrow [H^+] = 10^{-1,52} = 0,03 \text{ M} \Rightarrow \gamma_{H^+} = \frac{V_{исх} \cdot [H^+]}{V_{р-ции}} = \frac{0,31 \cdot 0,03 \text{ M}}{HBr} = 0,009 \frac{моль}{л}$

$\Rightarrow \gamma_{H^+}^{исх} = \gamma_{H^+}^{после} = \gamma_{NH_3} = \gamma_{H^+}^{исх} - \gamma_{H^+}^{после} = 0,309 \frac{моль}{л} - 0,009 \frac{моль}{л} = 0,3 \frac{моль}{л}$ ✓



по ур-ию р-ции 1) $\gamma_{H_2N\dot{C}NH_2} = \frac{\gamma_{NH_3}}{2} = \frac{0,3 \frac{моль}{л}}{2} = 0,15 \frac{моль}{л}$ ✓
 моль в первой части было $\gamma_{H_2N\dot{C}NH_2}$ моль



$\Rightarrow \gamma_{N_2} = 0,3 \frac{моль}{л} \cdot \frac{1}{2} = 0,15 \frac{моль}{л}$; по ур-ию р-ции 3)
 возьмем, что $\gamma_{H_2N\dot{C}NH_2} = \frac{\gamma_{N_2}}{2} = \frac{0,15 \frac{моль}{л}}{2} = 0,075 \frac{моль}{л}$

$\gamma_{исх}^{H_2N\dot{C}NH_2} = \gamma_{1 H_2N\dot{C}NH_2} + \gamma_{2 H_2N\dot{C}NH_2} = 0,15 \frac{моль}{л} + 0,075 \frac{моль}{л} = 0,225 \frac{моль}{л}$

$\Rightarrow C_{H_2N\dot{C}NH_2}^{исх} = \frac{\gamma_{исх}^{H_2N\dot{C}NH_2}}{V_{исх}^{H_2N\dot{C}NH_2}} = \frac{0,225 \frac{моль}{л}}{0,2 \text{ л}} = 1,125 \text{ M}$

Ответ: 1,125 M

8.5

Чистовик вариант 1

при р-ции MNO_3 и ие. смесь из нитратов, содержат.

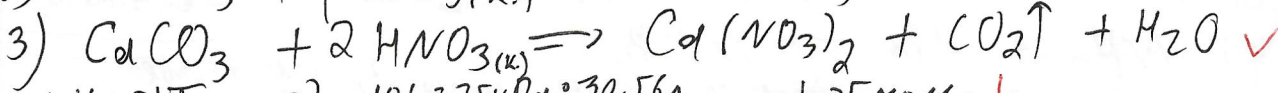
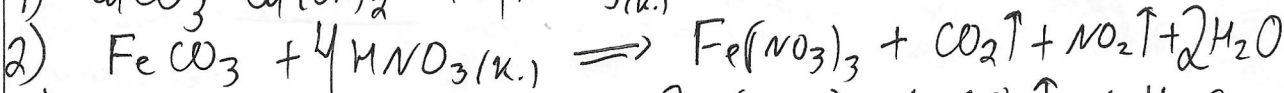
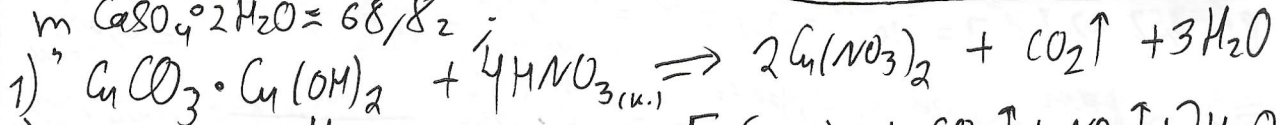
металлы, образ-ся $Cu(NO_3)_2$; $Fe(NO_3)_3$; $Me(NO_3)_2$

по усл. $Me(NO_3)_2$ при р-ции с Na_2SO_4 образ-т $MeSO_4 \cdot 2H_2O$

и $Me - 2уЗМ \Rightarrow Me - Cu$

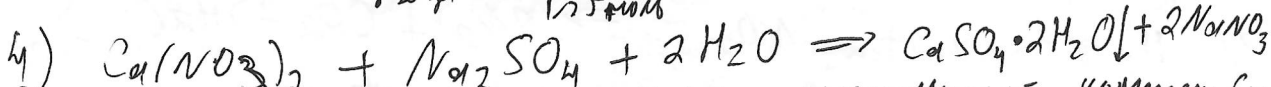
ответ: $m_{Cu} = 44,82$;
 $7CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2 \cdot 5FeCO_3 \cdot 8CaCO_3$

$m_{CaSO_4 \cdot 2H_2O} = 68,82$



$pV = \gamma RT$; $\gamma = \frac{101,375 \text{ кПа} \cdot 30,56 \text{ л}}{8,314 \text{ кПа} \cdot \text{л} \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{К} \cdot 298,15 \text{ К}} = 1,25 \text{ моль}$ +

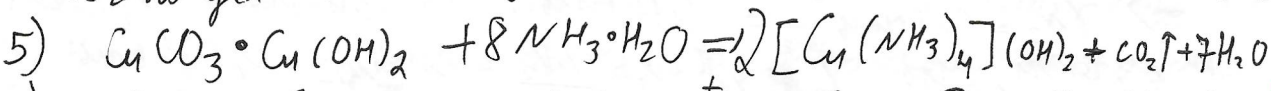
$\Rightarrow M_{CaSO_4 \cdot 2H_2O} = \frac{m_{CaSO_4 \cdot 2H_2O}}{\gamma_{CaSO_4 \cdot 2H_2O}} = \frac{68,82}{1,25 \text{ моль}} = 55,06 \text{ г/моль}$



в усл-ке р-ция NH_3 образ-ся только аммонийный компонент Cu

$FeCO_3$ и $CaCO_3$ — не реагируют. ост-к, его масса равна

$69,2$ по усл. $\Rightarrow m_{CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2} = m_{смеси} - m_{ост-ка} = 146,72 - 69,2 = 77,72$



$m_{CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2} = 77,72$ (см. выше); $\gamma_{CuCO_3} = \frac{m_{CuCO_3}}{M_{CuCO_3}} = \frac{77,72}{222,1} = 0,35 \text{ моль}$; по усл-ию р-ции 6) $\gamma_{Cu(OH)_2} = \frac{m_{Cu(OH)_2}}{M_{Cu(OH)_2}} = \frac{77,72}{222,1} = 0,35 \text{ моль}$

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

$m_{Cu} = \gamma_{Cu} \cdot M_{Cu} = 0,7 \text{ моль} \cdot 64 \text{ г/моль} = 44,82$ ✓

который можно получить при р-ции смеси металлов при в-ции углеродом

Состав минерала:

$\gamma_{CaCO_3} = \frac{m_{CaCO_3}}{M_{CaCO_3}} = \gamma_{CaSO_4 \cdot 2H_2O} = \gamma_{Ca(NO_3)_2} = 0,4 \text{ моль}$

по усл-ию р-ции 4) $\gamma_{CaSO_4 \cdot 2H_2O} = \gamma_{Ca(NO_3)_2}$

по усл-ию р-ции 3) $\gamma_{Ca(NO_3)_2} = \gamma_{CaCO_3}$

$\gamma_{CaSO_4 \cdot 2H_2O} = m_{CaSO_4 \cdot 2H_2O} / 172,1 = 0,4 \text{ моль}$

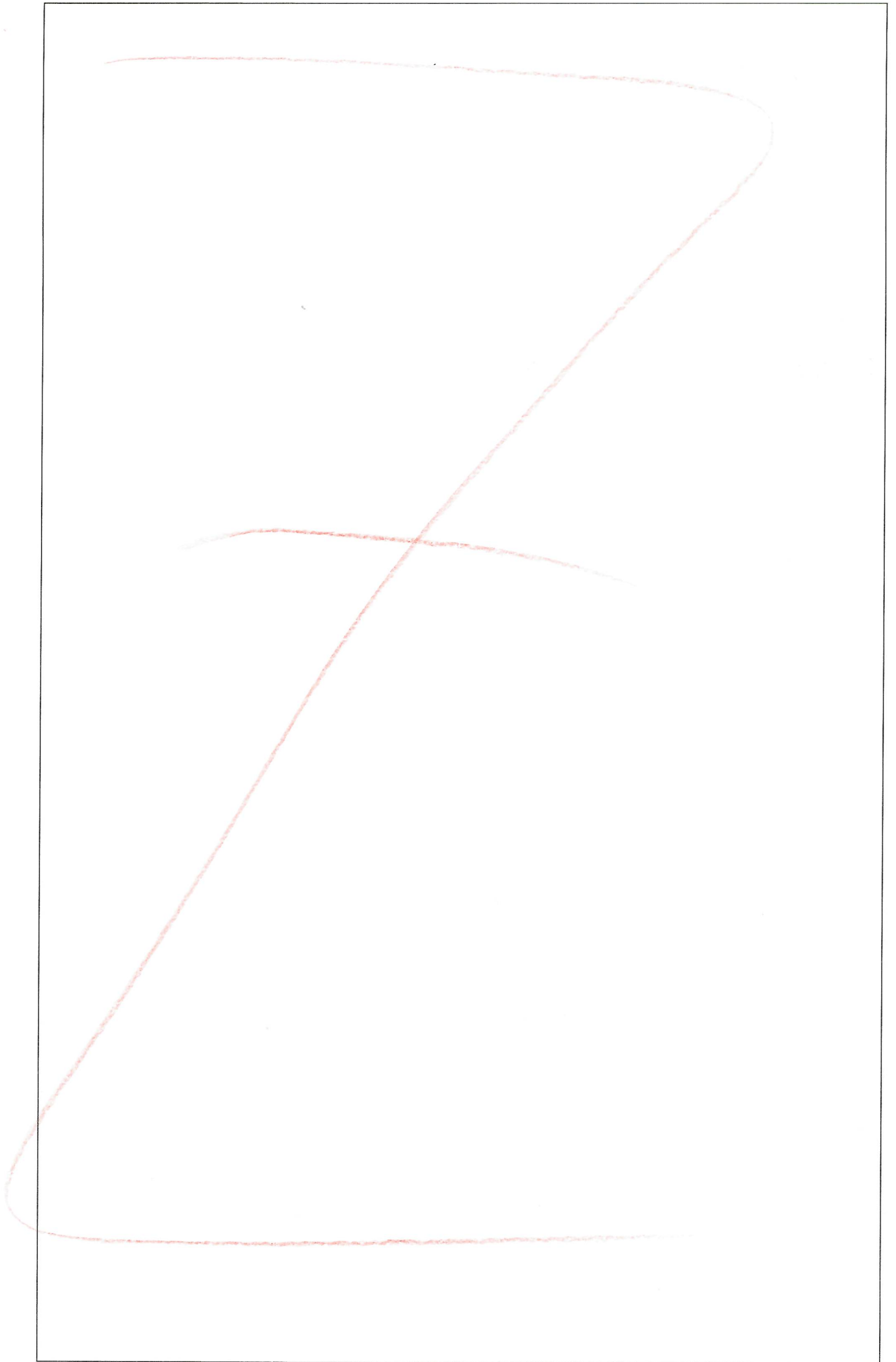
$\gamma_{CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2} = 0,35 \text{ моль}$ — см. выше; $m_{FeCO_3} = m_{смеси} - m_{CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2} - m_{CaCO_3} - m_{CaSO_4 \cdot 2H_2O} = 146,72 - 77,72 - 0,4 \text{ моль} \cdot 100,1 = 29,2$

$\gamma_{FeCO_3} = \frac{m_{FeCO_3}}{M_{FeCO_3}} = \frac{29,2}{116,2} = 0,25 \text{ моль}$

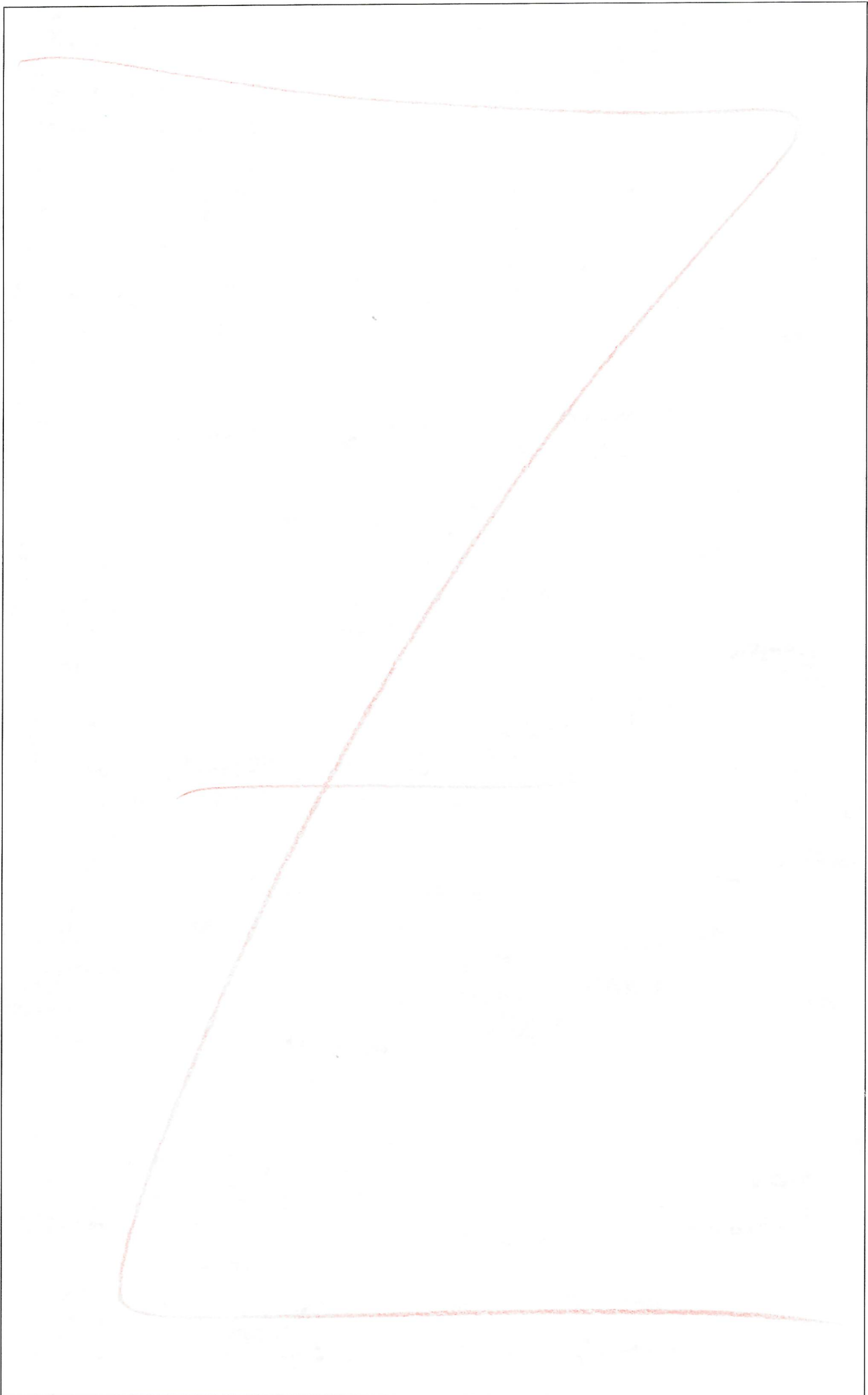
$\Rightarrow \gamma_{CuCO_3} : \gamma_{FeCO_3} : \gamma_{CaCO_3} = 0,35 \text{ моль} : 0,25 \text{ моль} : 0,4 \text{ моль} = 1,4 : 1 : 1,6$

$= 7 : 5 : 8 \Rightarrow$ состав минерала: $7CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2 \cdot 5FeCO_3 \cdot 8CaCO_3$

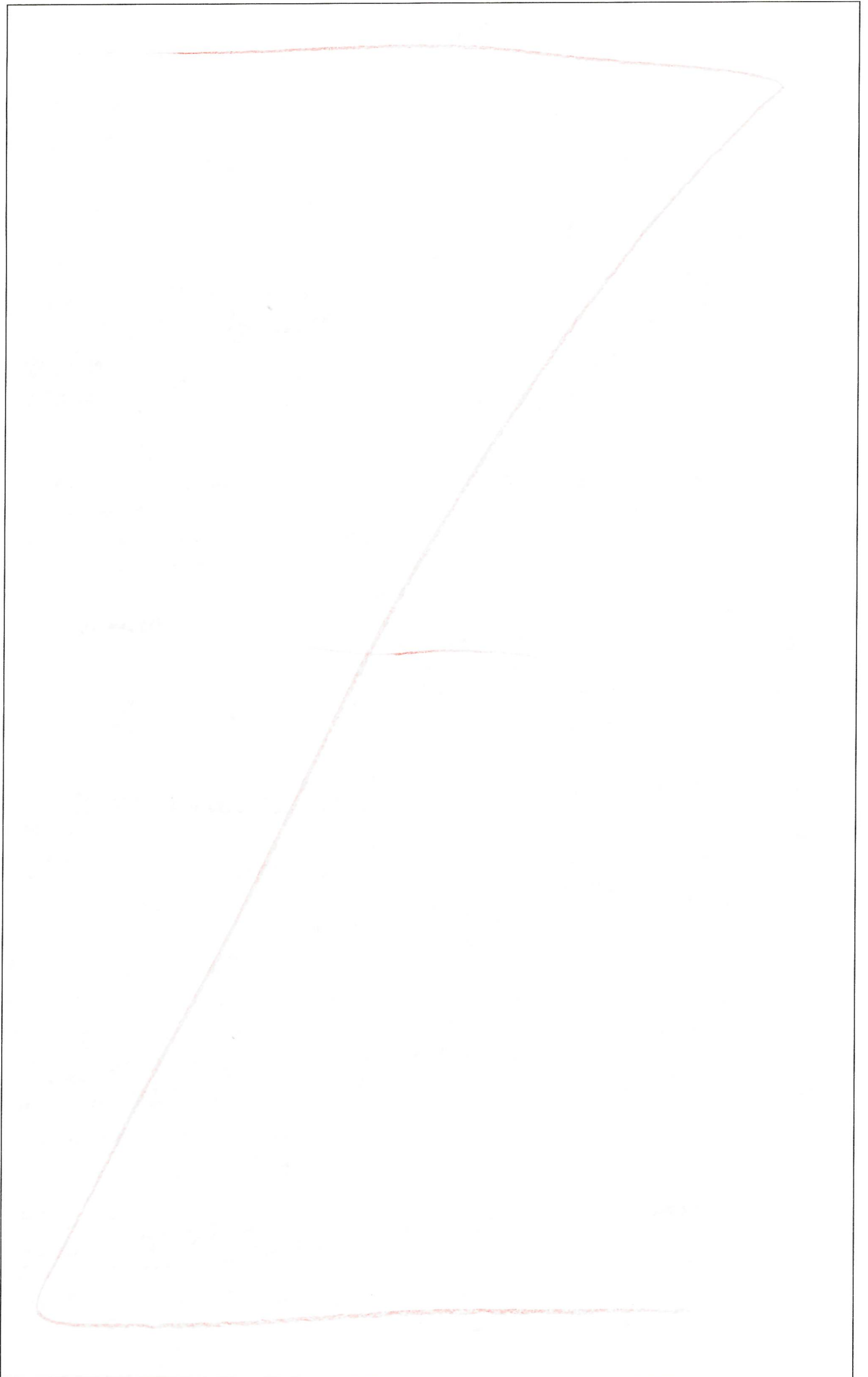
ЛИСТ-ВКЛАДЫШ



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

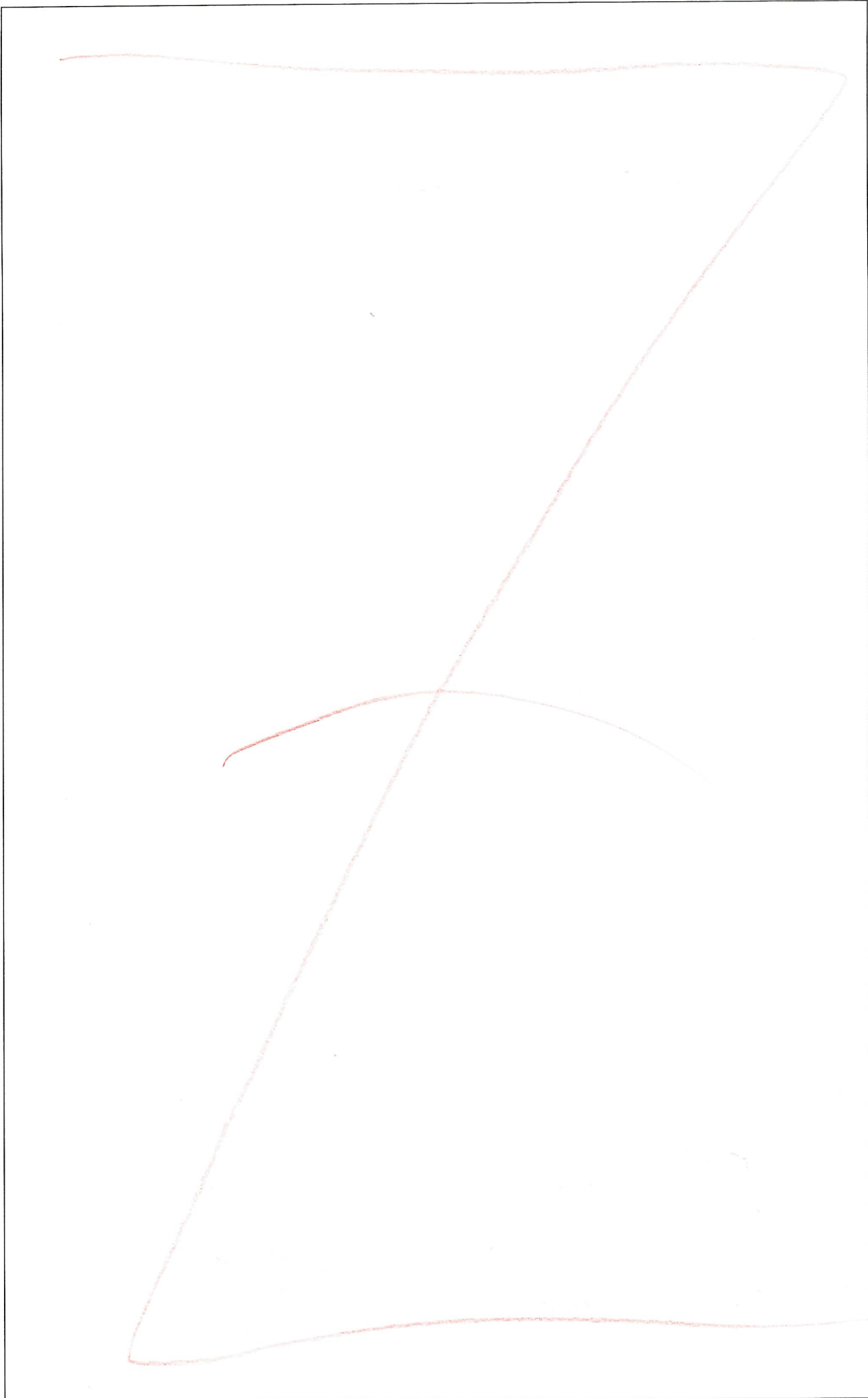


ЛИСТ-ВКЛАДЫШ



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

ЛИСТ-ВКЛАДЫШ



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

Черновик

1s 2s 2p 3s 3p 4s
 1 подур 1 подур 3 подур 1 подур 3 подур 1 подур
 $1s^2 2s^2 2p^6$ $3d$ $5 подур$

