



65-82-61-87
(64.1)



Всего
1300 - 1307

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 2

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников по химии
наименование олимпиады

по химии
профиль олимпиады

Дербенева Вадима Алексеевича
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата
« 12 » марта 2023 года

Подпись участника
[Подпись]

1	2	3	4	5	6	7	8	Σ
3	8	10	12	13	12	13	18	94

65-82-61-87
(64.1)

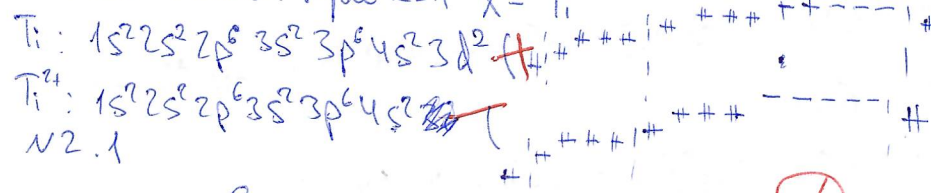
числовой
n 1.4

Финиф

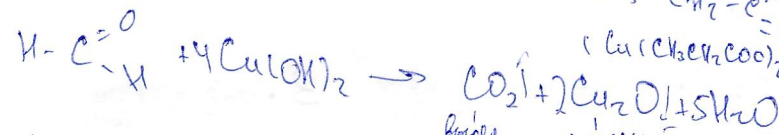
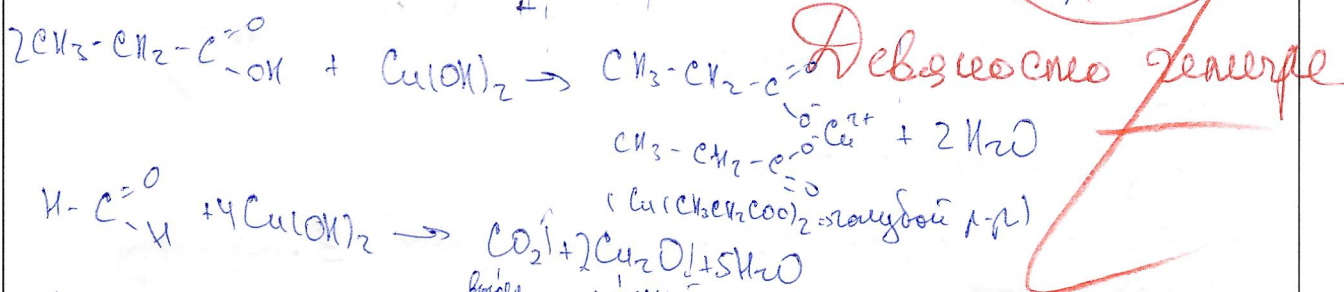
Пусть число нестат. e-х, тогда при ступенчатой - 5x => всего электронов x + 5x * 2 = 11x.

П.х. X имеет чёт. номер, y X- чёт. ком-во e- => x=2k, где k ∈ N (k < 5)

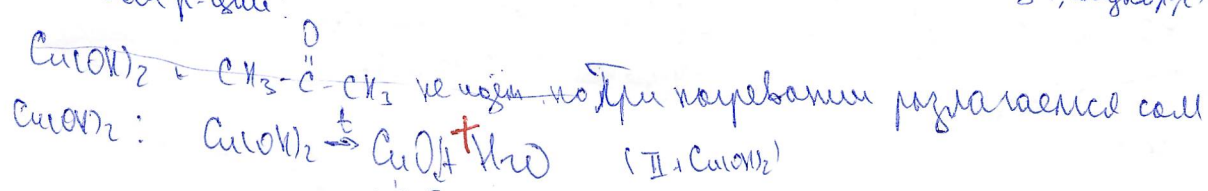
X имеет 22k e-. При k=1 X - Ti



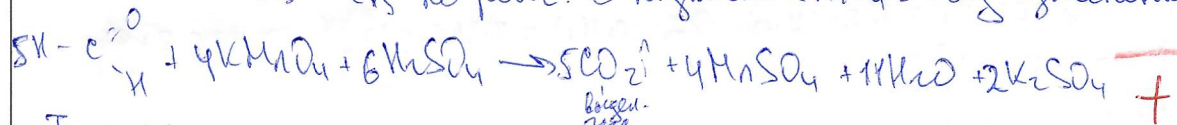
94



Уже сейчас можно ср., что I - H-C(=O)-H (сп. ос., ок.), II - CH₃-CH₂-C(=O)OH (расщ. осадок, голубой р-р)



CH₃-C(=O)-OH и CH₃-C(=O)-CH₃ не реак. с подкисл. KMnO₄ => без изменений



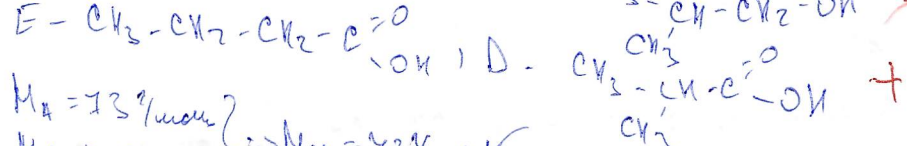
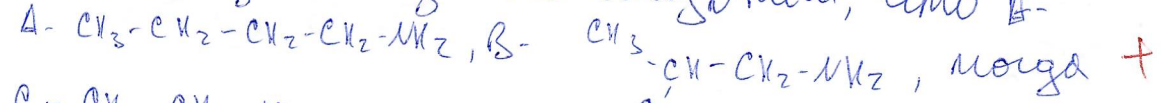
I - формальдегид, II - ацетон, III - пропановая кислота

n 3.6. M_{ср.} = D_{н₂} · M_{н₂} = 2,604 - 28% моль => 13% моль

Предположим кипит как с род. серной к-той доб. для замены H аминорупры на сульфую. Затем сульф. группы окисляются подкисл. перманганатом.

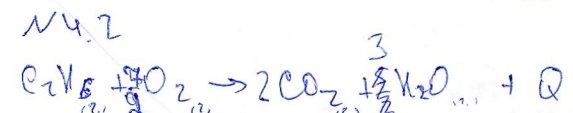
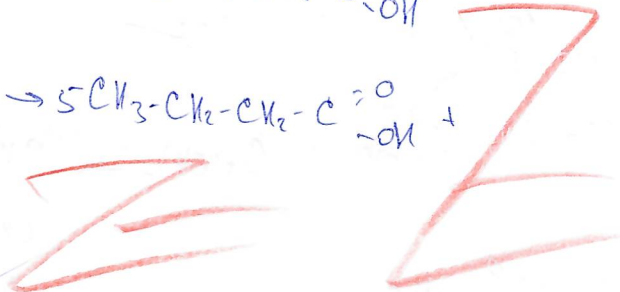
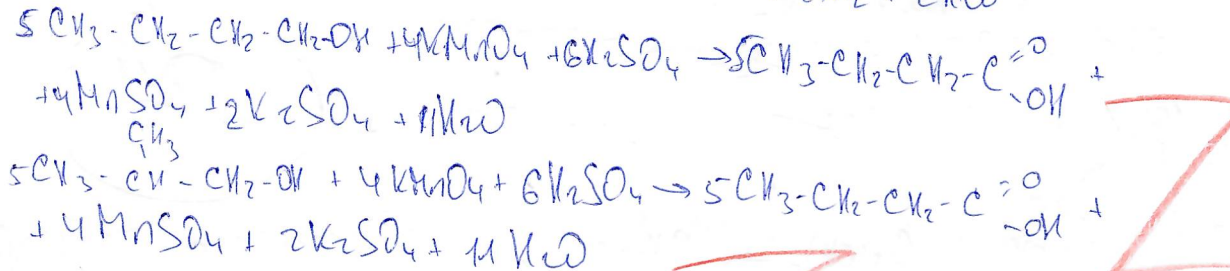
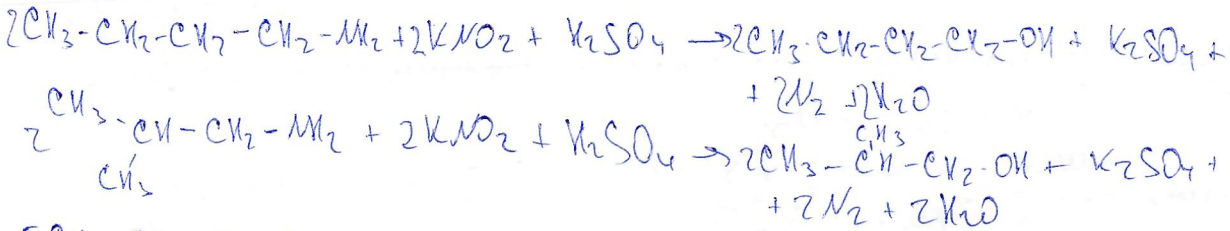
C и D - изомеры, а E и F принадлежат одному классу

Все это позволяет сделать выводом, что F -



M_A = 13% моль }
M_B = 43% моль } => M_{ср.} = 43% моль ✓

числовых



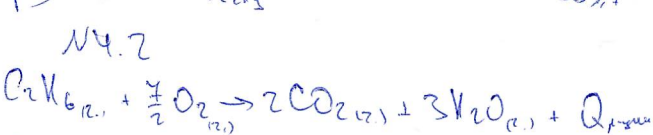
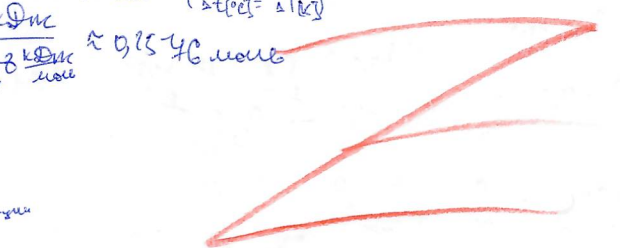
$$Q_{р-гем} = 2Q_{ср.}(CO_2) + \frac{3}{2} Q_{ср.}(H_2O) - Q_{ср.}(C_2H_6) = 2 \cdot 393,5 \frac{kJ}{mole} + \frac{3}{2} \cdot 285,8 \frac{kJ}{mole} - 84,7 \frac{kJ}{mole} = 1559,4 \frac{kJ}{mole}$$

$$Q = Q_{в} \cdot (t_k - t_n) = 155,94 \frac{kJ}{mole}$$

$$Q = C_0 V_0 (t_k - t_n) = C_0 \frac{m_0}{M_0} (t_k - t_n) = 45,31 \frac{kJ}{mole} \cdot \frac{1,175 \cdot 10^3}{18 \frac{g}{mole}} \cdot 74 K \approx 365 \frac{kJ}{mole}$$

$$V_{C_2H_6} \cdot Q_{р-гем} = Q \Rightarrow V_{C_2H_6} = \frac{Q}{Q_{р-гем}} = \frac{365 \frac{kJ}{mole}}{1559,4 \frac{kJ}{mole}} \approx 0,234 \text{ моль}$$

$$pV = \nu RT \Rightarrow V_{C_2H_6} = \frac{\nu RT}{p} = \frac{0,234 \text{ моль} \cdot 8,314 \frac{J}{mole \cdot K} \cdot 288 K}{\frac{730}{460} \cdot 101,32 \text{ кПа}} \approx 5,46 \text{ л} +$$



$$Q_{р-гем} = 2Q_{ср.}(CO_2) + 3Q_{ср.}(H_2O) - Q_{ср.}(C_2H_6) = 2 \cdot 393,5 \frac{kJ}{mole} + 3 \cdot 285,8 \frac{kJ}{mole} - 84,7 \frac{kJ}{mole} = 1559,4 \frac{kJ}{mole}$$

$$Q = C_0 V_0 (t_k - t_n) = C_0 \frac{m_0}{M_0} \Delta t = 45,31 \frac{kJ}{mole} \cdot \frac{1,175 \cdot 10^3}{18 \frac{g}{mole}} \cdot 74 K \approx 365 \frac{kJ}{mole}$$

$$V_{C_2H_6} = \frac{Q}{Q_{р-гем}} = \frac{365 \frac{kJ}{mole}}{1559,4 \frac{kJ}{mole}} \approx 0,234 \text{ моль}$$

$$pV = \nu RT \Rightarrow V_{C_2H_6} = \frac{\nu RT}{p} = \frac{0,234 \text{ моль} \cdot 8,314 \frac{J}{mole \cdot K} \cdot 288 K}{\frac{730}{460} \cdot 101,32 \text{ кПа}} \approx 5,46 \text{ л} +$$

Ответ: $V_{C_2H_6} = 5,46 \text{ л}$



Предположим в соединении A нет элементов кроме C, O, H, тогда

$$A - C_n H_{2n+1} - C(=O)-H \quad (C_n H_{2n+2} O)$$

$$M_n = \frac{2n+7 \cdot M_H}{M_C}$$

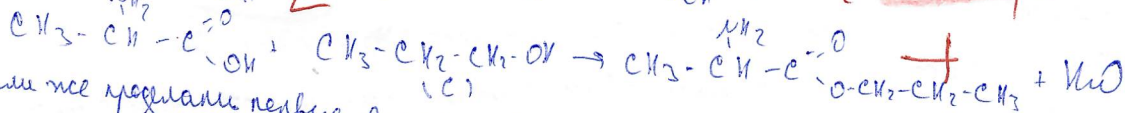
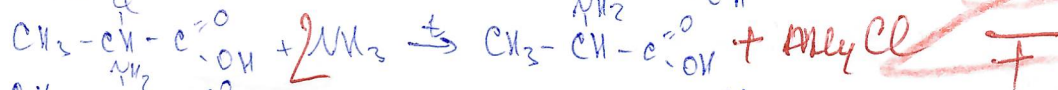
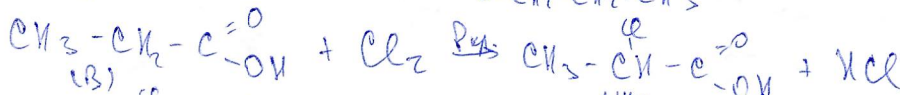
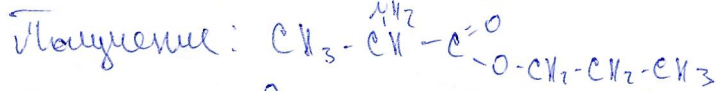
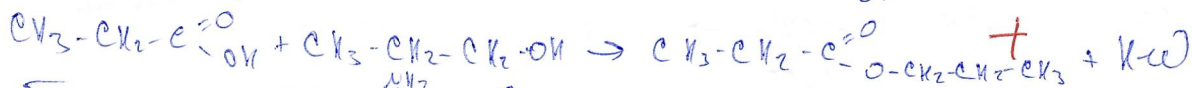
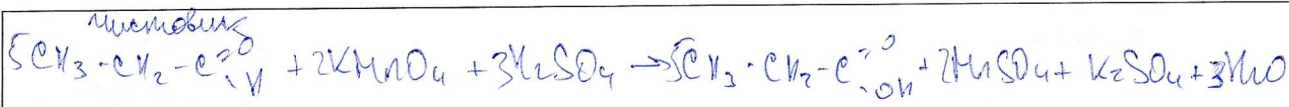
$$0,1055 = \frac{2n+7}{14n+30}$$

$$n \approx 2 \Rightarrow A - C_2H_5 - C(=O)-H +$$

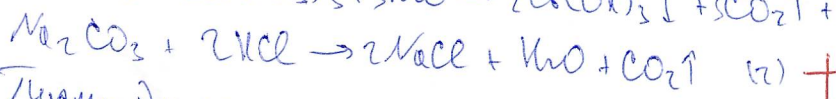
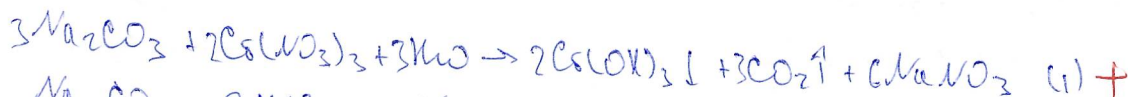
Тогда B - $C_2H_5 - C_2H_4 - C(=O)-OH$

$$M_n(B) = M_n(A) \Rightarrow \text{в соединении B соотношение C:H:O} = 6:3:1 \Rightarrow B - C_2H_5 - C_2H_4 - C(=O)-OH - C_2H_4 - C_2H_4 - C_2H_5$$

($C_6H_{12}O_2, M_n \approx 101,1035$)



или все программы первые две р-ции с Δ-молемолом
 N.B.



Пусть $V_{Na_2CO_3} \cdot 100 \text{ г. р-ра} = x \text{ моль}$

$V_{Na_2CO_3} = V_{Na_2CO_3} \cdot 100 \text{ г. р-ра} = x \text{ моль} \Rightarrow M_{Na_2CO_3} = V_{Na_2CO_3} \cdot M_{Na_2CO_3} = 106x \text{ г}$

$V_{H_2O} \text{ г. р-ра} = 100 - V_{Na_2CO_3} \cdot 100 \text{ г. р-ра} = 100 - x \text{ моль} \Rightarrow M_{H_2O} \text{ г. р-ра} = V_{H_2O} \text{ г. р-ра} \cdot M_{H_2O} = 180 - x \text{ г}$

$M_{р-ра} = \rho_{р-ра} \cdot V_{р-ра} = 110,7 \text{ г. л} \cdot 1 \text{ л} = 110,7 \text{ г}$

$M_{р-ра} = M_{Na_2CO_3} + M_{H_2O} \text{ г. р-ра} + M_{H_2O} \text{ г. р-ра} = 106x + 110,7 (r)$

$\frac{M_{Na_2CO_3}}{M_{р-ра}} = \frac{106x}{110,7}$

$\frac{106x}{110,7} = \frac{21,8}{110,7}$

$x \approx 0,36 \text{ г} +$

Пусть $V_{CO_2(r)} = y \text{ моль}$, $V_{CO_2(r)} = 2V_{CO_2(l)} \Rightarrow V_{CO_2(r)} = 2V_{CO_2(l)} \Rightarrow V_{CO_2(l)} = \frac{y}{2} \text{ моль}$

(1) $V_{Na_2CO_3} = V_{CO_2(l)} = \frac{y}{2} \text{ моль}$
 (2) $V_{Na_2CO_3} = V_{CO_2(r)} = y \text{ моль}$
 $\Rightarrow V_{Na_2CO_3} = V_{Na_2CO_3(l)} + V_{Na_2CO_3(r)} = V_{CO_2(l)} + V_{CO_2(r)} = \frac{3}{2}y \text{ моль}$

$\frac{3}{2}y = 0,36 \Rightarrow y = 0,24 +$

$V_{Na_2CO_3(l)} = 0,24 \text{ моль} \Rightarrow M_{Na_2CO_3(l)} = V_{Na_2CO_3(l)} \cdot M_{Na_2CO_3} = 0,24 \text{ моль} \cdot 106 \text{ г. моль} = 25,44 \text{ г}$

$V_{CO_2(r)} = 0,24 \text{ моль} \Rightarrow M_{CO_2(r)} = V_{CO_2(r)} \cdot M_{CO_2} = 0,24 \text{ моль} \cdot 44 \text{ г. моль} = 10,56 \text{ г}$

$M_{р-ра(r)} = M_{HCl} \text{ г. р-ра} + M_{Na_2CO_3(r)} - M_{CO_2(r)} = 120 \text{ г} + 25,44 \text{ г} - 10,56 \text{ г} = 134,88 \text{ г}$

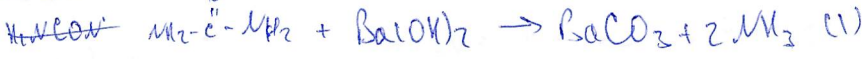
(2) $V_{HCl} = 2V_{Na_2CO_3} = 0,48 \text{ моль} \Rightarrow M_{HCl} = V_{HCl} \cdot M_{HCl} = 0,48 \text{ моль} \cdot 36,5 \text{ г. моль} = 17,52 \text{ г}$

$w_{HCl} = \frac{M_{HCl}}{M_{р-ра(r)}} = \frac{17,52}{134,88} \approx 0,1282$

Ответ: $w_{HCl} = 0,1282$

Численный

№ 1



$V_{KCl} = C \cdot V = 1,005 \frac{моль}{л} \cdot 0,74 = 0,744 моль$

$C_{H^+} = 10^{-pH} = 10^{-7,3} \approx 0,005 M$, $V_{H^+} = C_{H^+} \cdot V_{H^+} = 0,005 M \cdot 0,74 = 0,0037 моль$

$V_{KCl_{ост.}} = V_{H^+} = 0,0037 моль \Rightarrow V_{KCl_{реакт.}} = V_{KCl} - V_{KCl_{ост.}} = 0,744 моль - 0,0037 моль \approx 0,74 моль$

1) $V_{Mn^{2+}} = V_{KCl} = 0,74 моль$

2) $V_{Mn^{2+}(2)} = \frac{1}{2} V_{Mn^{2+}} = 0,37 моль$

Пусть $V_{Mn^{2+}(3)} = x моль$, тогда:

3) $V_{CO_2} = V_{Mn^{2+}(3)} = x моль$

$V_{N_2} = 2 V_{Mn^{2+}(3)} = 2x моль$

4) $V_{O_2} = \frac{1}{2} V_{CO_2} = \frac{x}{2} моль$

$V_{Mn^{2+}(ост.)} = V_{Mn^{2+}} + V_{O_2} = \frac{5}{2} x моль$

$V_{Mn^{2+}(ост.)} = 2 V_{Mn^{2+}(2)} \Rightarrow V_{Mn^{2+}(ост.)} = 2 V_{Mn^{2+}(2)} = 0,74 моль$

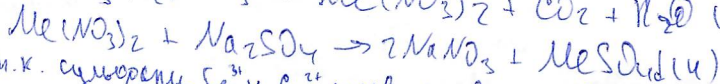
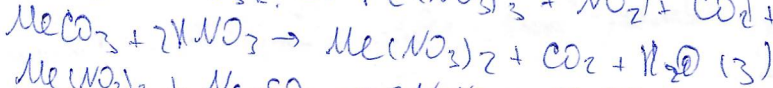
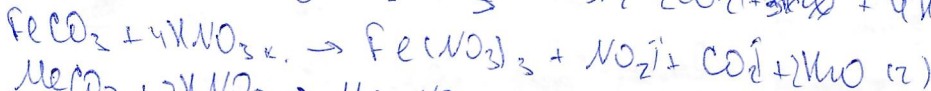
$\frac{5}{2} x = 0,74 \Rightarrow x = 0,296 \Rightarrow V_{Mn^{2+}(3)} = 0,296 моль$

$V_{Mn^{2+}} = V_{Mn^{2+}(2)} + V_{Mn^{2+}(3)} = 0,37 моль + 0,296 моль = 0,666 моль$

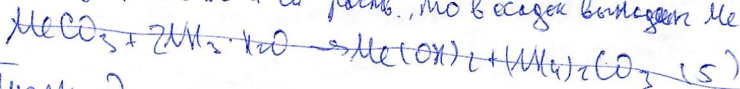
$C = \frac{V_{Mn^{2+}}}{V_{KCl}} = \frac{0,666 моль}{0,74 л} = 0,9 моль/л$

Ответ: $C = 0,9 моль/л$ +

№ 2



(м.к. сульфаты Fe^{3+} и Cu^{2+} расств., но в осадок выпадает $MgSO_4$)



Пусть $V_{CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2} = 2 моль$, $V_{FeCO_3} = 4 моль$, $V_{MgCO_3} = 2 моль$

$PV = \nu RT \Rightarrow \nu_2 = \frac{PV}{RT} = \frac{101,325 \frac{кПа}{м^2} \cdot 29,34 л}{8,314 \frac{Дж}{моль \cdot K} \cdot 298 K} \approx 1,2 моль$

$\frac{P \cdot V}{\nu} = \frac{P \cdot M}{M} RT$

$\frac{P \cdot M}{\nu} = \frac{P \cdot M}{M} RT$

$P \cdot M = \nu RT \Rightarrow M_{см.} = \frac{\nu RT}{P} = \frac{1,2 моль \cdot 8,314 \frac{Дж}{моль \cdot K} \cdot 298 K}{101,325} \approx 44,57 г/моль$

1) $V_{CO_2} = 2 V_{CuCO_3} = 4 моль$

2) $V_{CO_2} = V_{FeCO_3} = 4 моль$

3) $V_{CO_2} = V_{MgCO_3} = 2 моль$

$\Rightarrow V_{CO_2} = 2x + 4 + 2 = 2x + 6$ (моль)

$M_{см.} = 2x \cdot M_{CO_2} + 4x \cdot M_{NO_2} + 2x \cdot M_{NO_2}$

$44,5 = \frac{2x + 4 + 2}{1,2} \cdot 44 + \frac{4}{1,2} \cdot 46$

$53,4 = 88x + 90,4 + 44,2$

$$x + y + z = 1,2 \text{ моль} \Rightarrow y = 1,2 - x - z$$

$$53,4 = 78x + 108 - 90x - 90z + 44z$$

$$54,6 = 2x + 46z \Rightarrow x = 27,3 - 23z$$

$$M(CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2) + M(CuCO_3) + M(CuCO_3) = M_{\text{мш}}$$

$$346x + 116y + (M_{\text{ш}} + 60)z = 143,2$$

$$944x + 8 - 795z + 255z - 3074,6 + z \cdot M_{\text{ш}} + 60z = 143,2$$

$$6270 = 10925,6z + z \cdot M_{\text{ш}}$$

$$z \cdot (M_{\text{ш}} + 96) = 93,2$$

$$M(CuCO_3) \cdot Cu(OH)_2 + M(CuCO_3) + M(CuCO_3) = M_{\text{мш}}$$

$$346x + 116y + z \cdot (M + 60) = 143,2$$

$$M_{CuSO_4} = 93,2$$

$$(M + 96) \cdot z = 93,2$$

$$\begin{cases} x + y + z = 1,2 & y = 0,6 - x - z \\ 78x + 90y + 44z = 53,4 & 78x + 54 - 90x - 45z + 44z = 53,4 \\ 346x + 116y + z(M + 60) = 143,2 & 103,8 - 143z + 34,8 + zM + 60z = 143,2 \\ z \cdot (M + 96) = 93,2 & \end{cases}$$

$$103,8 - 143z + 34,8 + zM + 60z = 143,2$$

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

$$x = 0,3 - \frac{z}{2}$$

$$2M - 113z = 9,6$$

$$2M = 113z + 9,6$$

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

$$113z + 9,6 + 96z = 93,2$$

$$z = 0,4$$

$$x = 0,1$$

$$M = 134$$

Решив систему, получаем: $x = 0,1 \text{ моль}$, $y = 0,3 \text{ моль}$, $z = 0,4 \text{ моль}$

$M_{\text{ш}} = 134 \text{ г/моль} \Rightarrow \text{ш} - \text{Ba} \Rightarrow \text{минерал} - \text{BaCO}_3 +$

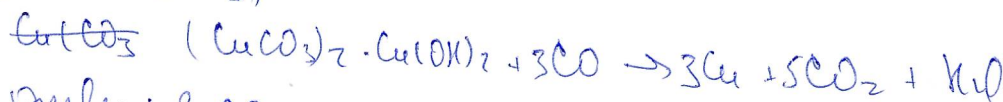
$\nu_{\text{ш}} = 3 \nu(CuCO_3) \cdot Cu(OH)_2 = 3x \text{ моль} = 0,3 \text{ моль} \Rightarrow M_{\text{ш}} = \nu_{\text{ш}} \cdot M_{\text{ш}} = 0,3 \text{ моль} \cdot 134 \text{ г/моль} = 19,2 \text{ г}$

Допишем ур.:



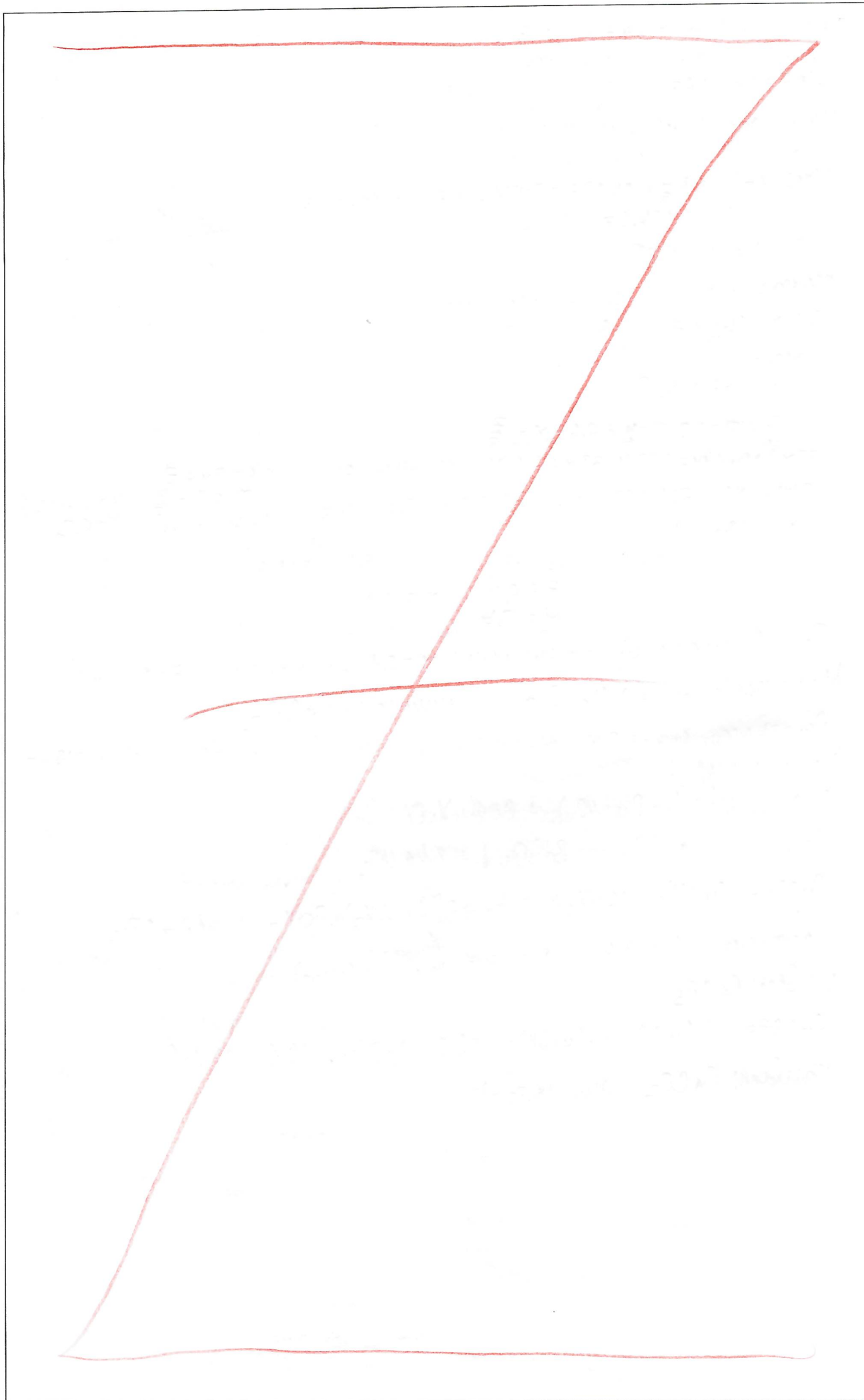
$$M_{CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2} \cdot \nu \cdot n = 34,62 = 143,22 - 113,62 = M_{\text{ш}} \cdot \nu \Rightarrow \text{верно}$$

Эмблем: $BaCO_3$



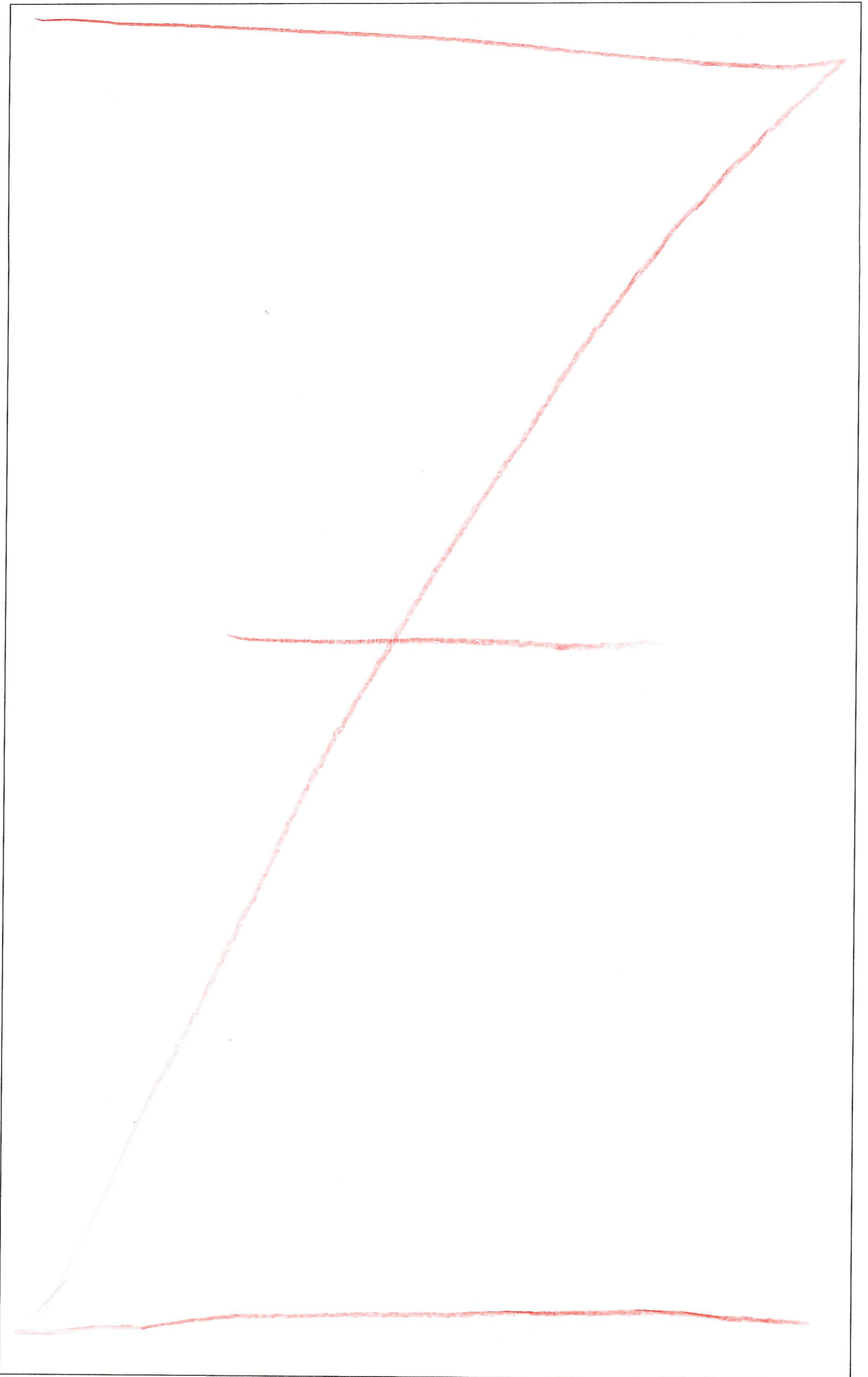
Эмблем: $BaCO_3$, $M_{\text{ш}} = 19,2 \text{ г}$

ЛИСТ-ВКЛАДЫШ



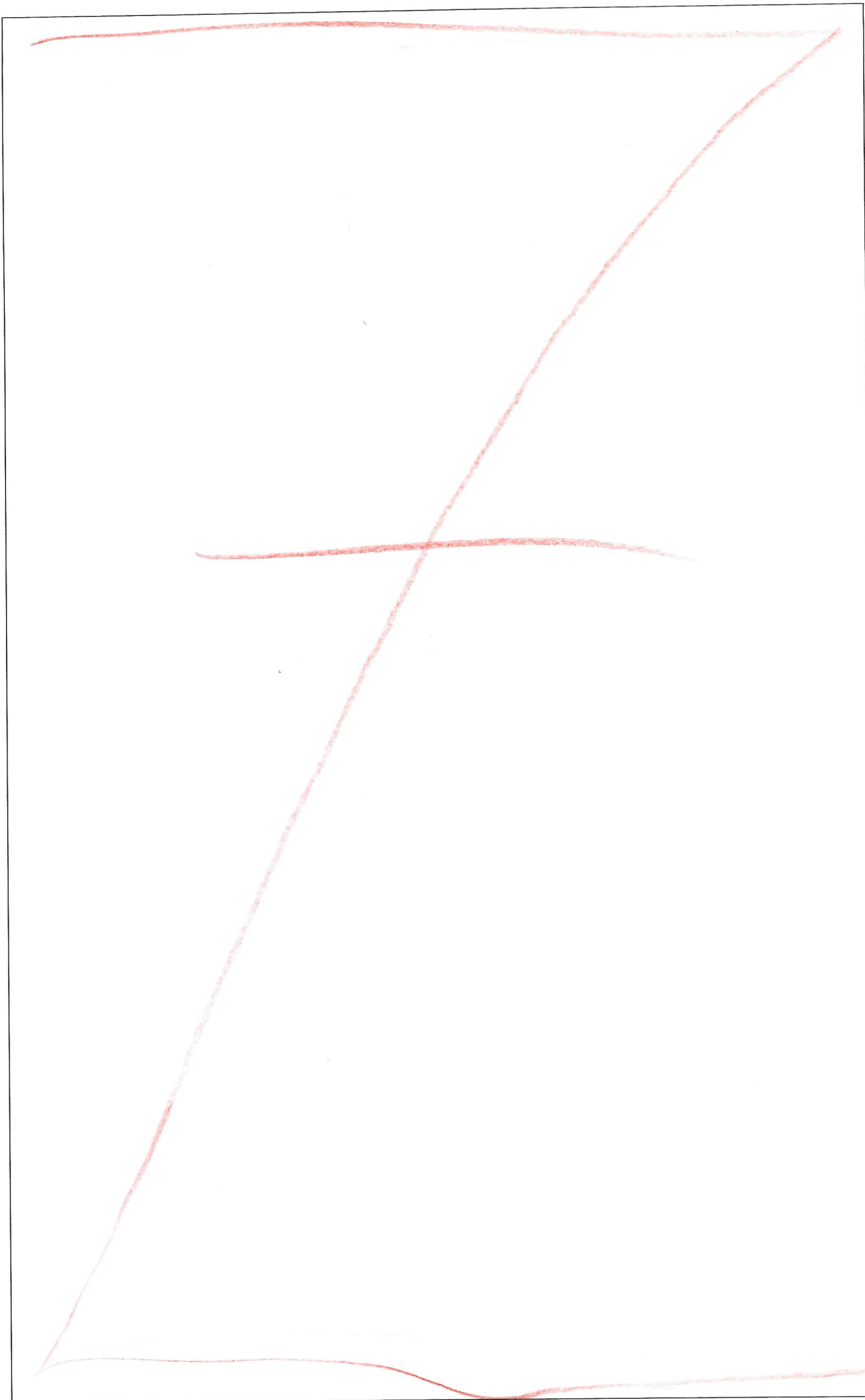
Подписывать лист-вкладыш запрещается! Писать на полях листа-вкладыша запрещается!

ЛИСТ-ВКЛАДЫШ



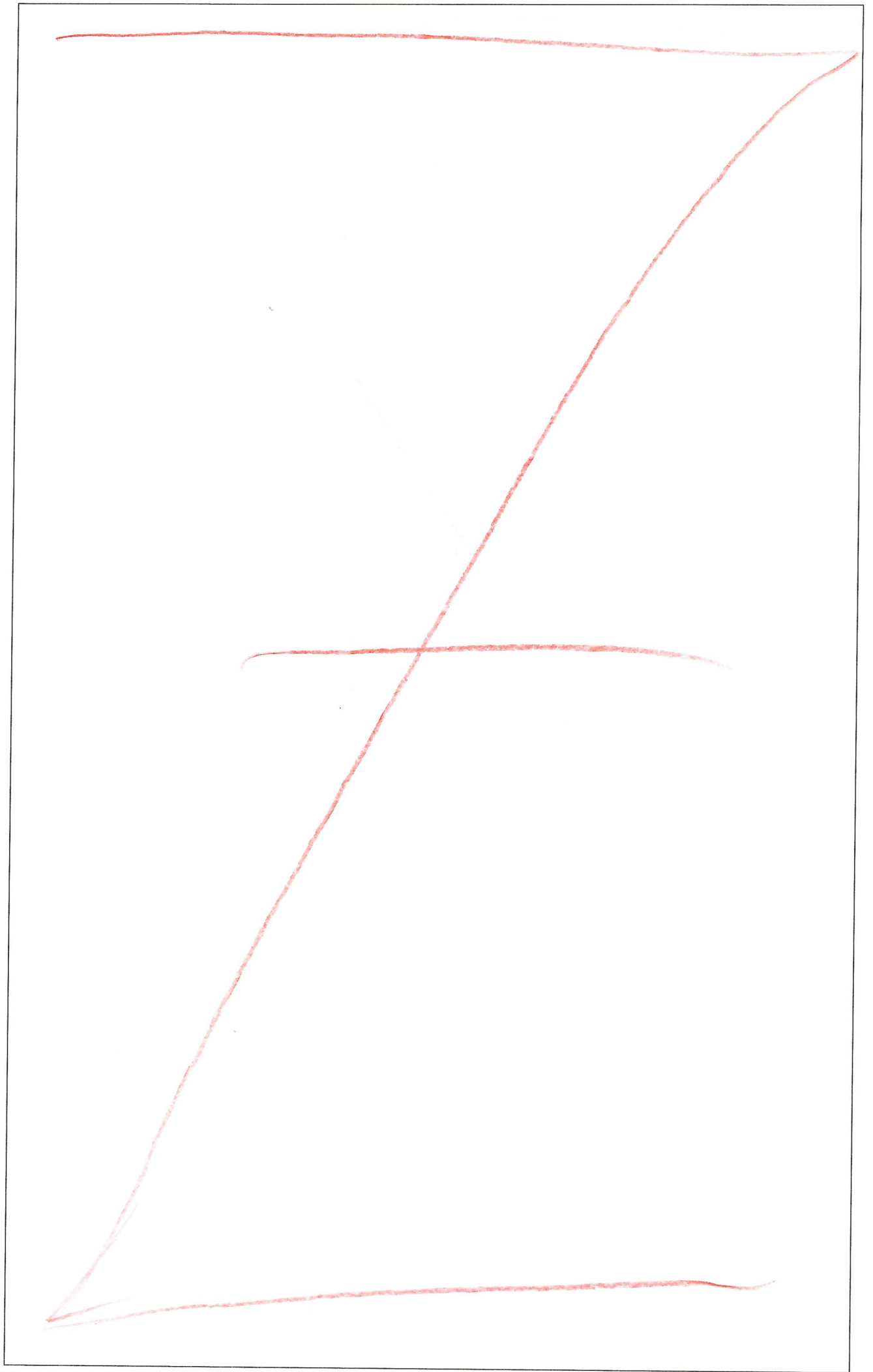
Подписывать лист-вкладыш запрещается! Писать на полях листа-вкладыша запрещается!

ЛИСТ-ВКЛАДЫШ



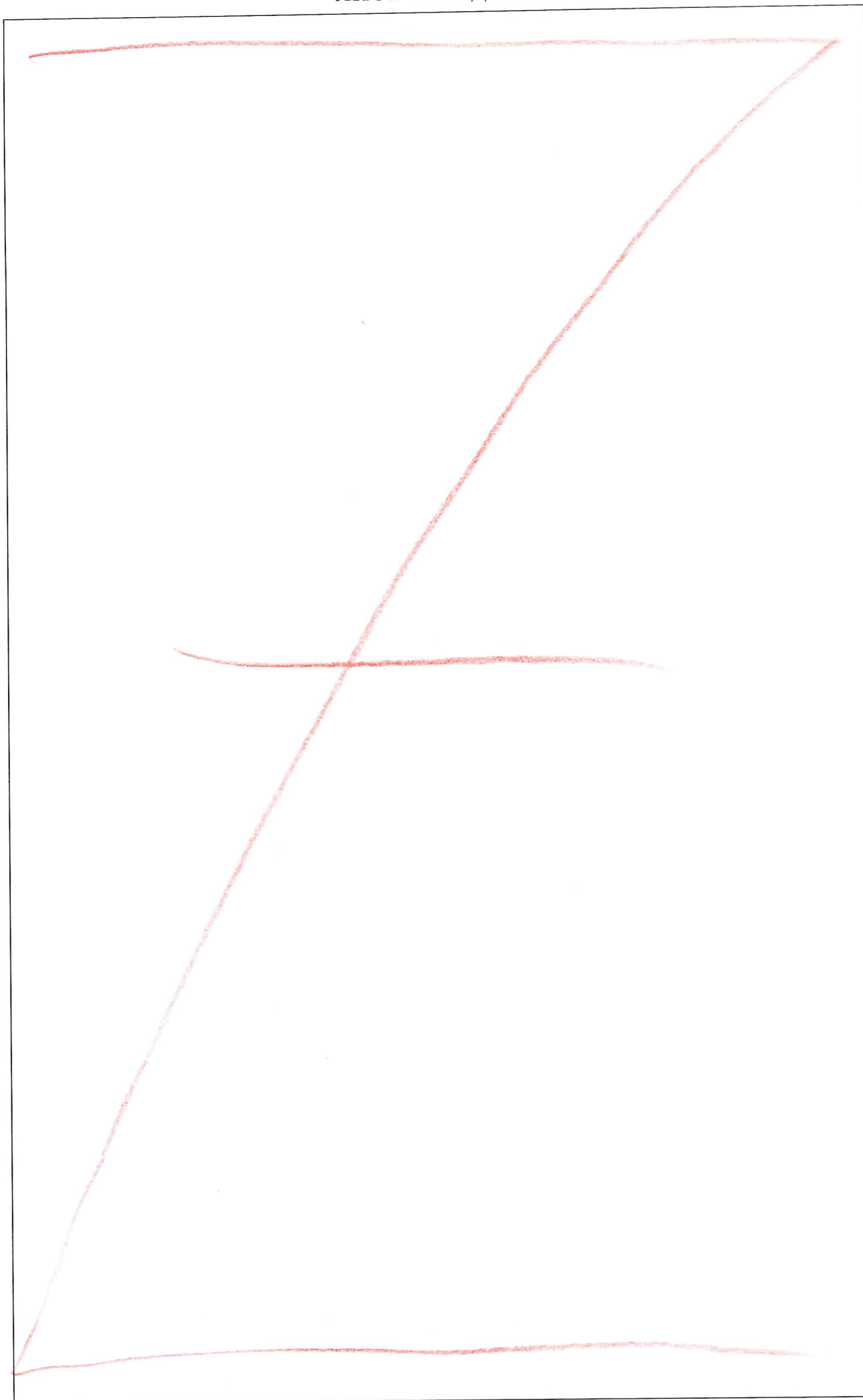
Подписывать лист-вкладыш запрещается! Писать на полях листа-вкладыша запрещается!

ЛИСТ-ВКЛАДЫШ



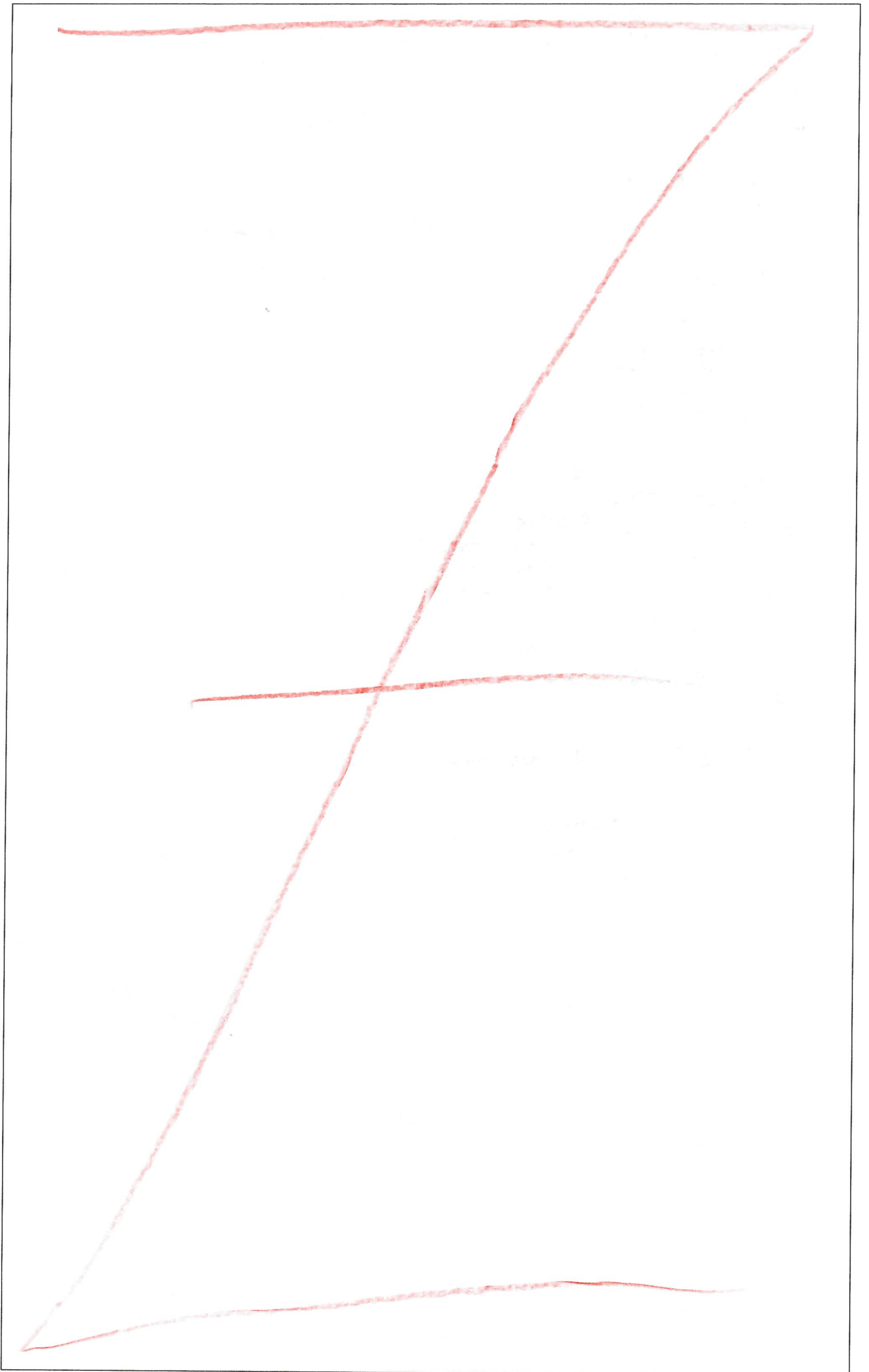
Подписывать лист-вкладыш запрещается! Писать на полях листа-вкладыша запрещается!

ЛИСТ-ВКЛАДЫШ



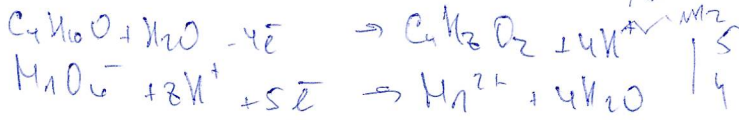
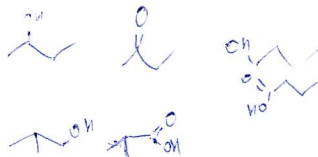
Подписывать лист-вкладыш запрещается! Писать на полях листа-вкладыша запрещается!

ЛИСТ-ВКЛАДЫШ



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

Черновик



$C_n H_{2n+1} - e^- = 0$
 $E: H^+$

$C_{n+1} H_{2n+2} O$
 $\frac{2n+2}{0,105} \cdot \frac{14n+20}{2} = 0,1035$

$C_3 H_6 O$
 $C_6 H_{12} O_2$
 $e_{K_2} - e_{K_2} - e^- = 0$

$e_{K_2} - e_{K_2} - e^- = 0$
 $-O - C_2 H_4$

$Z \cdot (M + 60) = 34,6$

$Z \cdot (M + 96) = 33,2$
 $M + 58,6 = \frac{34,6}{33,2} \cdot (M + 96) \Rightarrow Z = 1$

$\frac{M + 60}{M + 96} = \frac{148,2}{83,2}$
 $\frac{34,6M + 3321,6}{M + 96} = 55,82 + 33,2M$

$D_2 = 2x + 2y + z = 1,2$
 $44,5$

$\frac{7x + 9 + z}{1,2} \cdot 44 + \frac{1}{1,2} \cdot 46 = 44,5$

$\frac{M + 105,6}{M + 96} = 67,275$