



32-27-42-75  
(63.19)



декан

# МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 1

Место проведения Москва  
город

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников "Ломоносов" по химии  
наименование олимпиады

по химии  
профиль олимпиады

Марковой Анастасии Юрьевны  
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата  
«12» марта 2023 года

Подпись участника  
М.М.

~~вариант~~ черновик

вариант №1

N.T.6

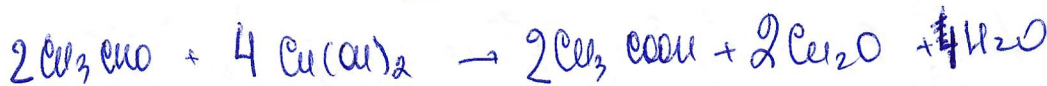
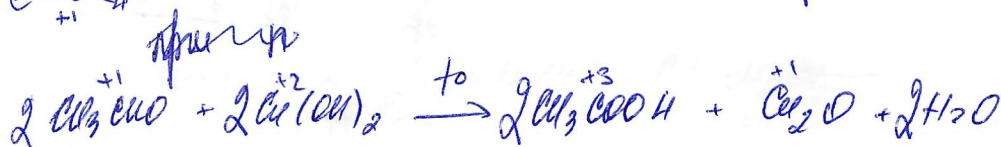
число пар спаренных e в 4 p больше числа неспаренных e ⇒ в атоме мышьяку  $4 \cdot 2 + 1 = 9e$

~~в вопросе есть пункт про конфигурацию иона  $X^{2+}$ .~~

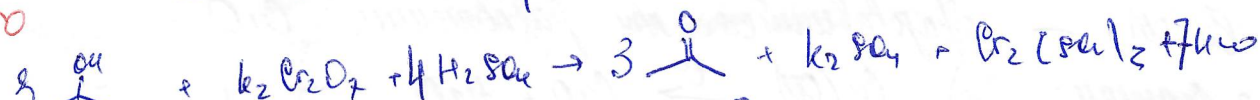
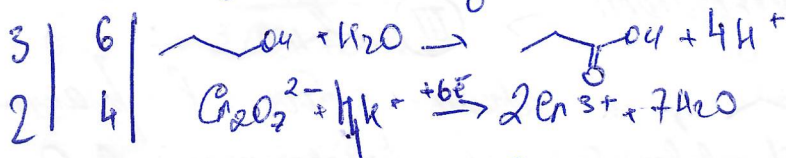
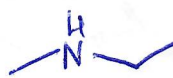
можно рассмотреть ион

удобно брать марганец, т.к у него каноническую конфигурацию  $3d$ -подуровень ( $5e$ ), а оставшиеся  $25-5=20e$  спарены

ион n пар ⇒  
 $e^- \overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{\text{C}}} \overset{\cdot\cdot}{\text{H}}$  всего e  $2n + \frac{n}{4}$



$\text{NH}_2$   
 смесь с M = 59 число



$760 - 101325$   
 $740 - x$   
 $x = 710 \cdot 10^4$

32-27-42-75  
(63.19)

4.8.15

1|2|3|4|5|6|7|8|9  
 3|8|10|12|14|16|18|95

95

Дебелово  
 ня

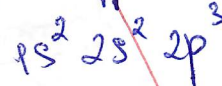
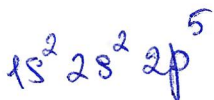


ответы

пусть в атоме  $n$  пар электронов  $\rightarrow$   
 всего электронов  $2n + \frac{n}{4}$

выражение будет давать целочисленный ответ при  
 $n = 4k$ , где  $k \in \mathbb{N}$

первый пример:  $n = 4 \Rightarrow$  всего электронов  $2 \cdot 4 + \frac{4}{4} = 9$   
 это — фтор (удовлетворяет условию при четном номере)



Ответ: фтор; F: 1s<sup>2</sup> 2s<sup>2</sup> 2p<sup>5</sup>;

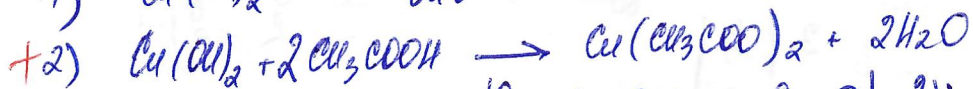
~~F<sup>2+</sup> 1s<sup>2</sup> 2s<sup>2</sup> 2p<sup>3</sup>~~

• у CC(=O)O, CC(=O)C и CC(=O)C с NaHCO3 будет  
 реагировать только кислота  $\Rightarrow$  (II) CC(=O)O

со светлосадыми Ca(OH)2 будет реагировать альде-  
 гид и кислота

выпадение красного осадка — характерный признак Ca2O:  
 реакции с альдегидом  $\Rightarrow$  (III) CC=O

тогда (I) CC(=O)C, а белый осадок в реакции с  
Ca(OH)2 — образовавшийся при разложении CaO



Ответ: I — ацетон; II — уксусная к-та; III — уксусный альдегид

N 3.2

числовая

1) преобразование при 60°C в-ва реагирует с  $KMnO_4$  (продукты р-и в смеси  $KNO_3$  и  $H_2SO_4$ )

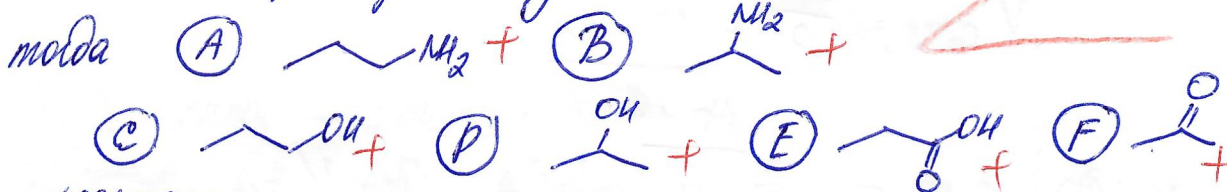
2)  $M_{смеси} = 28 \cdot 2,107 \approx 59$  моль +

нет информации про молярные доли газов в смеси  $\Rightarrow$  можно предположить, что их молярные массы одинаковы + в р-и с  $KMnO_4$  в продуктах молярные в-ва с и р приусаки (1) и (2) — молярная масса — характерны для первичных аминов

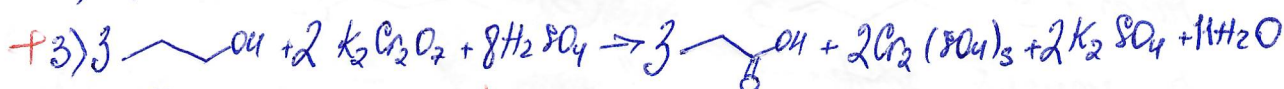
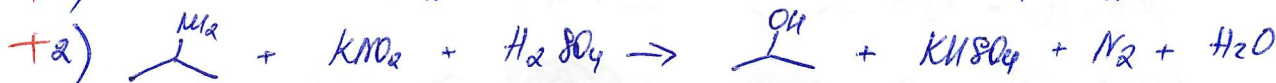
~~тогда~~ A и B — изомеры вида  $R-NH_2$

на R остаётся  $59 - 14 - 2 = 43$  моль

соответствующий радикалу  $C_3H_7-$

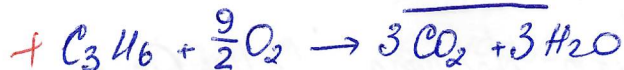


реакции:



Ответ: A — CCCCN; B — CC(C)N; C — CCCCO; D — CC(C)O; E — CCCC(=O)O; F — CC(C)=O

N 4.5



+  $Q = 20,4 + 393,5 \cdot 3 + 3 \cdot 285,8 = 2052,3 \frac{kJ}{моль} = 2052300 \frac{Дж}{моль}$

+  $M_{вода} \text{ для нагрева} = \frac{3,276 \cdot 10^3}{18} = 182 \text{ моль}$

$Q = cD \Delta T$

$\Rightarrow$  на нагрев нужно +  $Q = 45,31 \cdot 182 \cdot (92 - 23) = 945742,98 \text{ Дж}$

в ходе реакции образуется дополнительное количество воды  $\Rightarrow$  часть тепла уходит на её нагрев от  $23^\circ C$  до  $92^\circ C$  (вспомни, что р-ию проводят при  $t = 23^\circ C$ )



пусть прореагировало  $x$  моль пропена  $\Rightarrow$  образовалось цистовик  
 $3x$  моль  $H_2O$

$$\Rightarrow \text{всего нужно тепла } 945742,98 + 45,31 \cdot 3x \cdot (92-23) \\ 945742,98 + 15589,17x$$

$$2058300x = 945742,98 + 15589,17x$$

$$x = \frac{945742,98}{2058300 - 15589,17} \approx 0,463 \text{ моль}$$

$$\Rightarrow V_{C_3H_6} = \frac{pRT}{p} = \frac{0,463 \cdot 8,314 \cdot 303}{94658,9} \cdot 10^3 \approx \underline{12,32 \text{ л}}$$

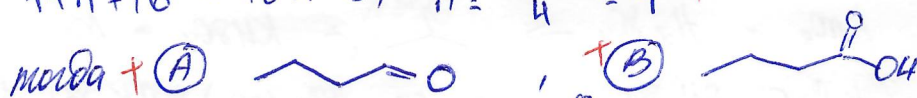
$$p = \frac{10 \cdot 101325}{760} \approx 94658,9 \text{ Па}$$

если не учитывать потери тепла, то  $V'_{C_3H_6} = \frac{945742,98}{2058300} = 0,4595 \text{ моль}$

$$V'_{C_3H_6} = \frac{pRT}{p} \approx \underline{12,23 \text{ л}}$$

A вида  $C_nH_{2n}O \Rightarrow M_A = \frac{12n}{0,6667} = 18n \text{ г/моль}$

$$14n + 16 = 18n \Rightarrow n = \frac{16}{4} = 4 +$$



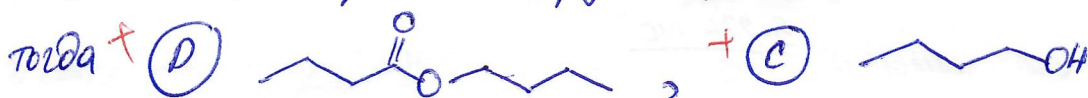
$$\omega_C(A) = 66,67\% ; \omega_H = \frac{8 \cdot 100\%}{72} = 11,11\% ; \omega_O = 22,22\%$$

в D такое же массовое соотношение

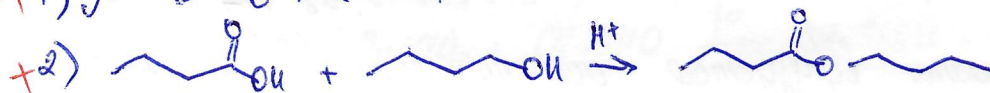
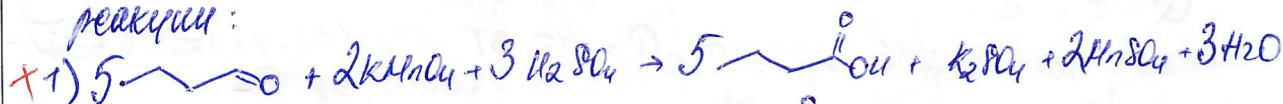
$$D - C_xH_yO_2 \Rightarrow x:y:z = \frac{66,67}{12} : \frac{11,11}{1} : \frac{22,22}{16} = 5,56 : 11,11 : 1,39$$

$$: 1,39 = 4 : 8 : 1$$

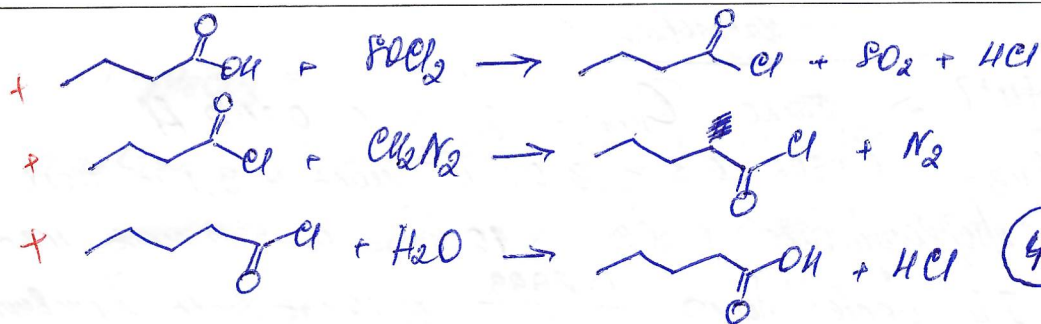
в D 2 кислорода  $\Rightarrow$  брутто-формула  $C_8H_{16}O_2$



реакции:



способ получения:

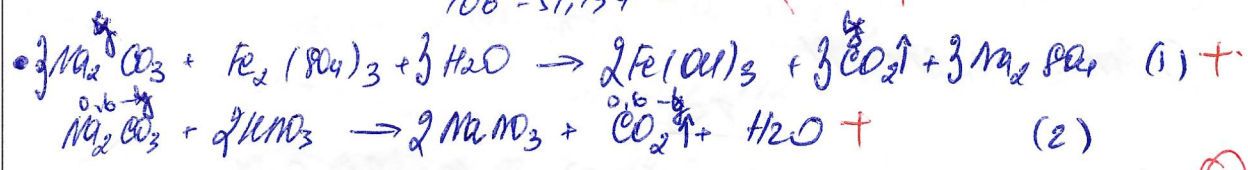


**ЧИСТОБЛИК**

№ 6.1

•  $\omega_{\text{Na}_2\text{CO}_3}$  в массе при  $20^\circ\text{C} = \frac{21,7}{21,8+100} = 0,179 = 17,9\%$   
 пусть взяли  $x$  моль  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  ( $M = 286 \text{ г/моль}$   
 $M_{\text{Na}_2\text{CO}_3} = 106 \text{ г/моль}$ )

$\Rightarrow \frac{106x}{286x + 183,7} = 0,179 +$   
 $106x = 51,194x + 32,88$   
 $x = \frac{32,88}{106 - 51,194} = 0,6 \text{ моль} +$



пред в 1-й колбе  $y$  моль  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \Rightarrow$  во 2-й  $0,6 - x$  моль

это гарв условие:  $2y = 0,6 - x$   
 $x = 0,2 +$

• тогда во 2-ю колбу добавили 0,4 моль  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , что пропорционально  $\frac{2}{3}$  от начальной массы

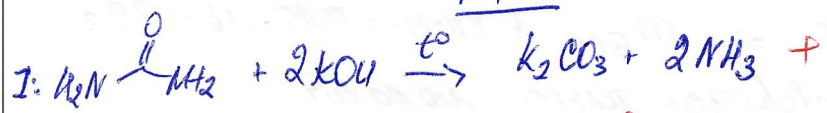
$\Rightarrow m_2 = \frac{2}{3} \cdot (183,7 + 286 \cdot 0,6) \approx 236,92 +$

добавили 200 г р-ра  $\text{KMnO}_4 \Rightarrow m_{\text{обч}} = 436,92$

$m_{\text{KMnO}_3} = 0,4 \cdot 2 \cdot 85 = 68 \text{ г}$   
 потеря массы за счёт  $\text{CO}_2$ :  
 $436,9 - 0,4 \cdot 44 = 419,32$

$\Rightarrow \omega_{\text{KMnO}_3} = \frac{68 \cdot 100\%}{419,3} \approx 16,22\% +$   
 Ответ: ~~15,36%~~  $16,22\%$

№ 7.2



было  $\text{D}_{\text{HBr}} = 0,3 \cdot 1,03 = 0,309 \text{ моль} +$



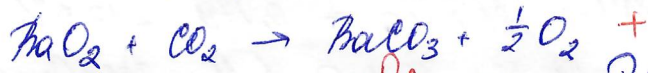
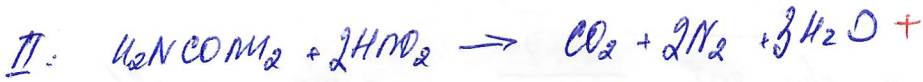
числовые

$$pH = -\lg [H^+] \Rightarrow \text{срало } C_{\text{HBr}} = 10^{-1.52} = 0,0302 \text{ M}$$

$$\Rightarrow V_{\text{HBr}} = 0,0302 \cdot 0,3 = 9,06 \cdot 10^{-3} \text{ моль} \approx 9,1 \cdot 10^{-3} \text{ моль}$$

тогда преобразовало  $0,309 - 9,1 \cdot 10^{-3} = 0,2999 \text{ моль HBr}$

$$\Rightarrow \text{в I в конце было } \frac{0,2999}{2} = 0,14995 \text{ моль мочевины}$$



не помещается  $\text{N}_2 \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \Rightarrow V_{\text{N}_2} = \frac{V_{\text{NH}_3(\text{I})}}{2} = \frac{0,2999}{2} = 0,14995 \text{ моль} +$

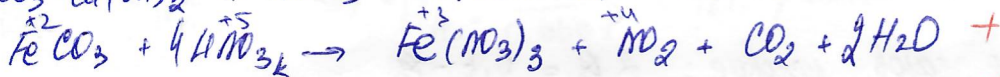
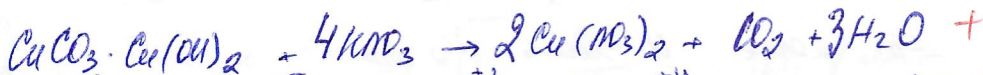
$\Rightarrow V_{\text{мочевины II}} = \frac{0,14995}{2} = 0,074975 \text{ моль} -$

тогда изначально было  $I + II = 0,074975 + 0,14995 \approx 0,2249 \text{ моль}$

$C = \frac{0,2249}{0,2} \approx 1,1245 \text{ M}$  при неверном расчёте  $V_{\text{II}}$ ,  
верный расчёт  $C$

Ответ: 1,1245 M

N 8.5



выделяется смесь газов  $\text{CO}_2 + \text{NO}_2$

$V_{\text{смеси}} = \frac{pV}{RT} = \frac{101325 \cdot 30,56 \cdot 10^{-3}}{8,314 \cdot 298} \approx 1,2498 \text{ моль} +$

$m_{\text{смеси}} = 1,816 \cdot 30,56 = 55,4972 +$

$\Rightarrow M_{\text{см}} = \frac{55,497}{1,2498} = 44,4 \text{ г/моль} +$

цель в смеси молярная доля  $\text{NO}_2 - x \Rightarrow x_{\text{CO}_2} = 1-x$

$46x + 44(1-x) = 44,4$

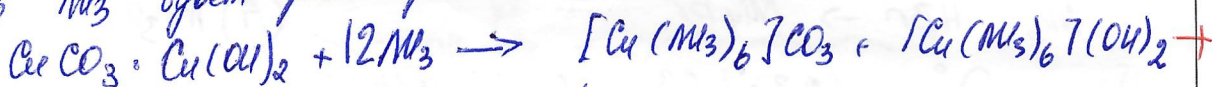
$\Rightarrow x = 0,2$

тогда  $V_{\text{NO}_2} = 0,2 \cdot 1,2498 \approx 0,25 \text{ моль}$

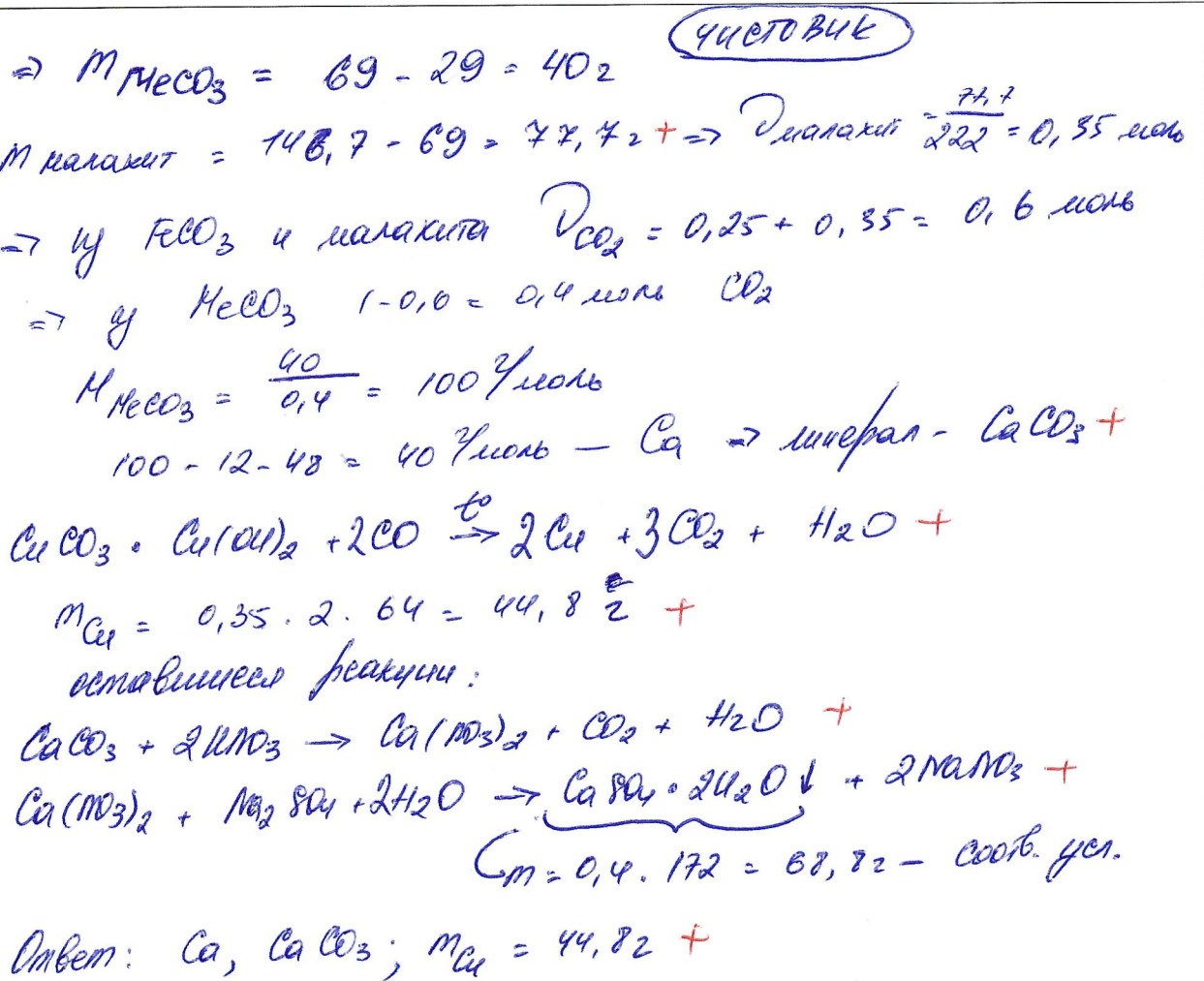
$V_{\text{CO}_2} \approx 1 \text{ моль}$

$\text{NO}_2$  только у  $\text{FeCO}_3 \Rightarrow m_{\text{FeCO}_3}$  в смеси =  $0,25 \cdot 116 = 292 +$

в  $\text{M}_3$  будет растворяться только малякит:

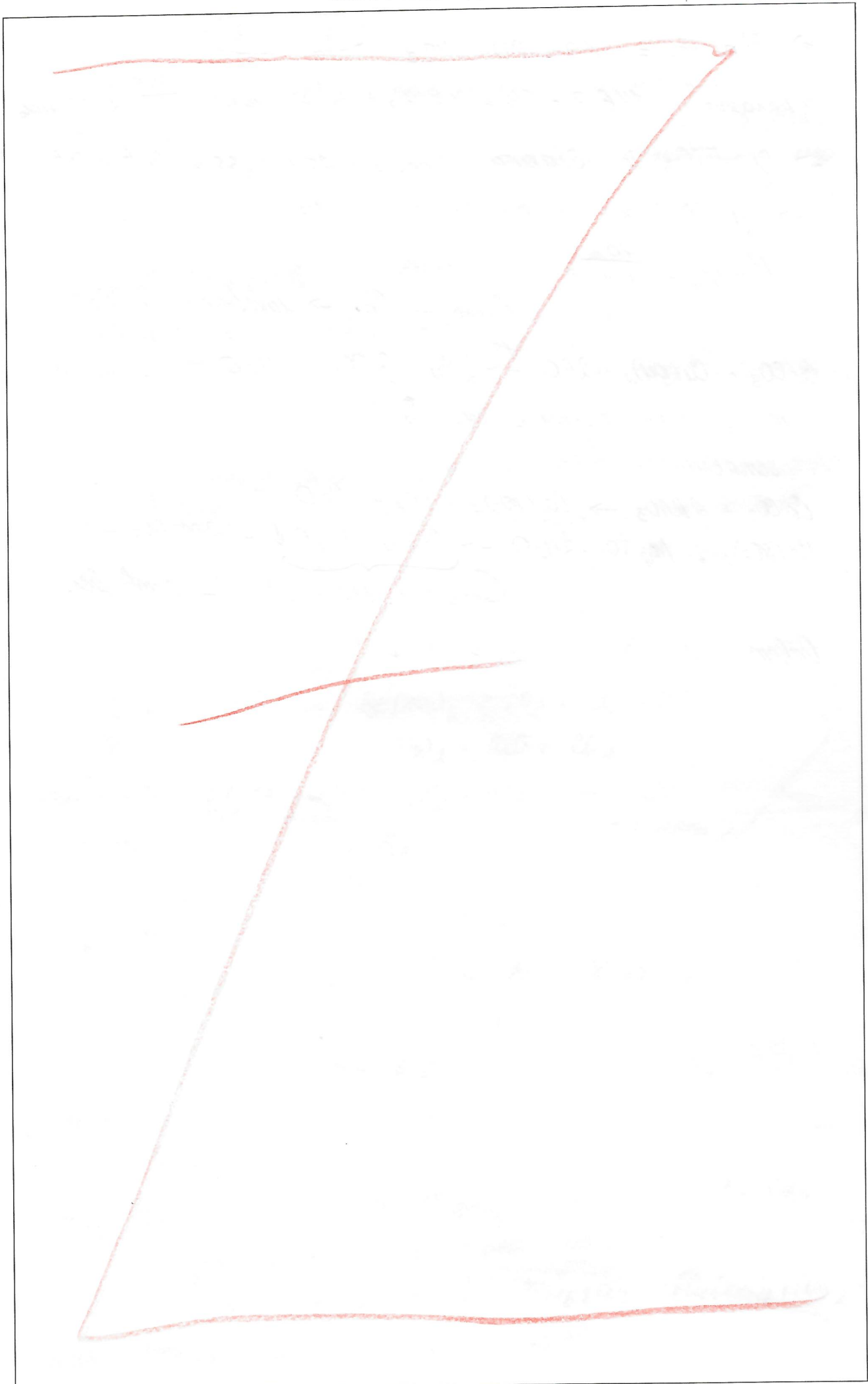


тогда остаток массы — сидерит +  $\text{MnCO}_3$





ЛИСТ-ВКЛАДЫШ

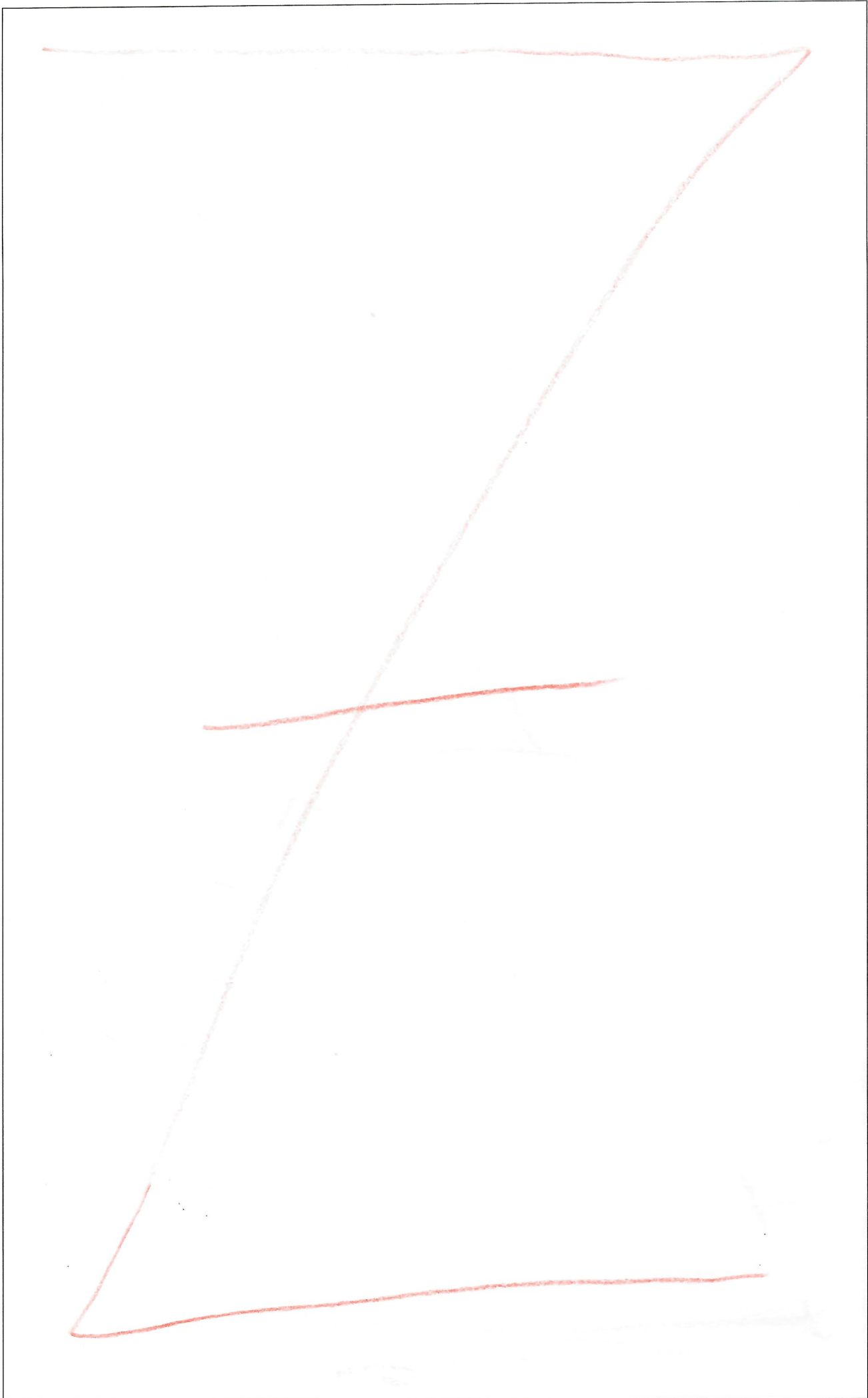


Подписывать лист-вкладыш запрещается! Писать на полях листа-вкладыша запрещается!



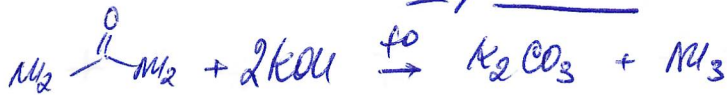


ЛИСТ-ВКЛАДЫШ



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

черновик



формулы

V =

$$X = 0,4585 \text{ моль}$$

$$x - 945742,98$$

$$y - 2058,3 \cdot 10$$

Σ

$$\rightarrow \text{масса } 945742,98 \text{ г/моль}$$

$$n_{H_2O} = 182 \text{ моль}$$

$$Q = \frac{2058,3 \text{ моль}}{2}$$



$$\Rightarrow M_{CaK} \approx 44,4 \text{ г/моль}$$

$$m = 55,4972$$

$$PV = nRT \Rightarrow C = \frac{PV}{nRT} \approx 1,298 \text{ моль}$$

$$\Rightarrow x = 0,6 \text{ моль}$$

$$0,179 = \frac{183,4 + 286x}{100x}$$

100x

$$(M = \frac{286}{2} \text{ г/моль}) \quad (M_{Ca} = 106)$$

$$M_{CaCO_3} \cdot 100 = 100x$$

$$M_{CaCO_3} = \frac{21,8}{21,8+100} \approx 97,9\%$$

~~формулы~~



