

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

Вариант 1

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов
наименование олимпиады

по химии
профиль олимпиады

Сердюкова Игорь Станиславовича
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

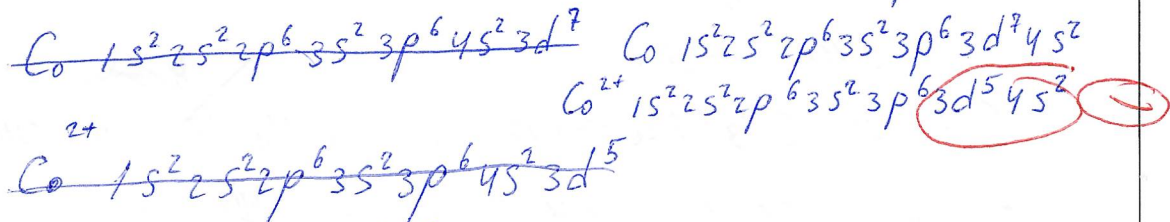
Дата
«12» марта 2023 года

Подпись участника
Игорь

Чистовик

№1,6

X - Co 27-периодный, 3 неспаренных электрона и 12 пар спаренных!



разберём Cu(OH)₂ №2.6.
 в I-й пробирке при нагревании получится CuO, во II-й, возможно, соединение Cu²⁺, в III-й - Cu₂O. Значит в III-й пробирке CH₃COH
 разберём NaHCO₃: в II-й пробирке выделился газ CO₂, такое могло быть только если там CH₃COOH.
 Тогда в I-й пробирке CH₃-C(=O)-CH₃

- I - ацетон CH₃-C(=O)-CH₃ ✓
- II - уксусная кислота CH₃-C(=O)-OH ✓
- III - уксусный альдегид CH₃-C(=O)-H ✓

- (1) Cu(OH)₂ \xrightarrow{t} CuO + H₂O ✓
- (2) Cu(OH)₂ + 2CH₃COOH → (CH₃COO)₂Cu + 2H₂O ✓
- (3) CH₃COH + 2Cu(OH)₂ \xrightarrow{t} CH₃COOH + Cu₂O + 2H₂O ✓
- (4) CH₃COOH + NaHCO₃ → CH₃COONa + H₂O + CO₂ ✓

№3.2
 Cu D - изомеры, значит, A и B - тоже изомеры.

Значит, M(A) = M(B) = M_{ср}}

M_{ср} = M_{N₂} · D_{N₂} (г) = 28^{г/моль} · 2,107 = 59^{г/моль} ✓

A и B реагируют с (KNO₂ + H₂SO₄), значит, A и B - амины. Рассчитаем молярную массу C_nH_{2n+3}N.

Пусть A и B имеют формулу C_nH_{2n+3}N, тогда
 14n + 17 = 59 ⇒ n = 3

26-05-72-94
(03.15)

1 2 3 4 5 6 7 8 Σ
3 18 10 12 14 16 18 91

Аммины

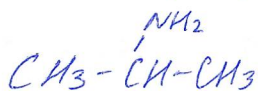
91

девяносто один

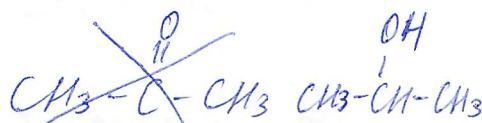
Черно Чистовик

№3.2 (продолжение).

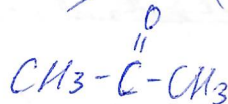
Тогда А и В - это $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2$ и



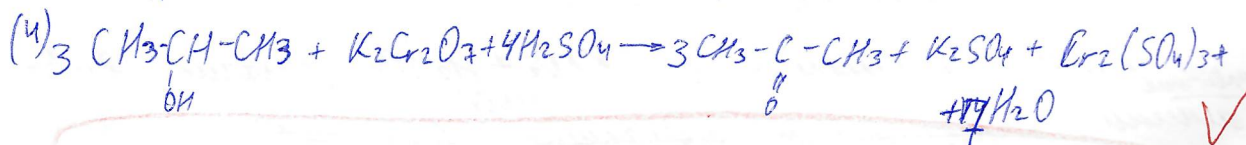
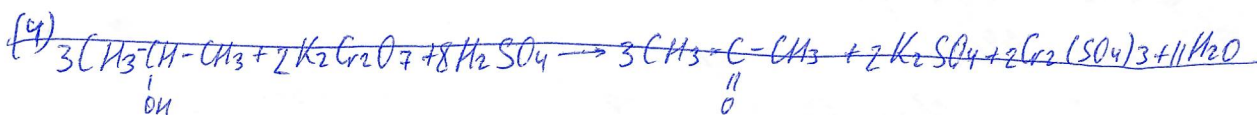
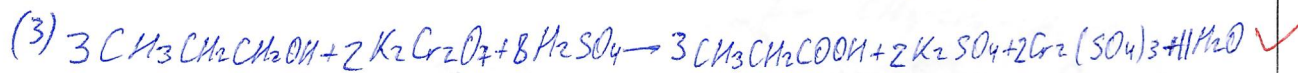
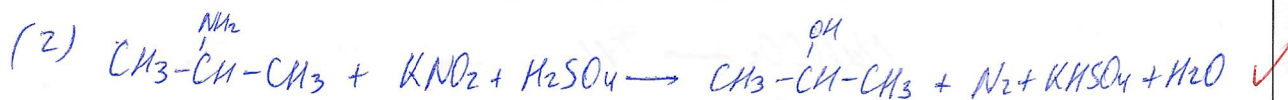
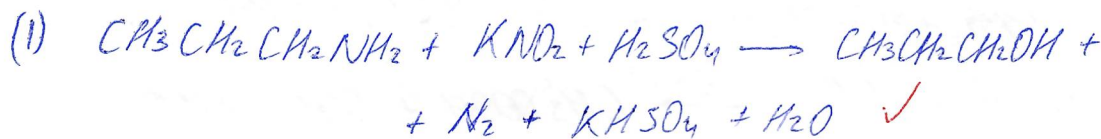
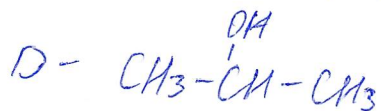
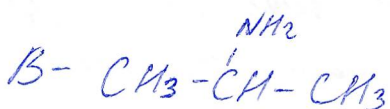
С и D - $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ и



Е и F - $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$ и



Поскольку А и В про различие А и В не сказано, не учитывая общности можно ~~предположить~~, ^{написать} что



Чистовик

№4.5.



~~$$Q = c m \Delta t = c m (t_2 - t_1)$$~~

~~$$Q = \nu Q_{cr}$$~~

$$Q_{cr} = 3 Q_f(CO_2) + 3 Q_f(H_2O) - Q_f(C_3H_6) =$$

$$= 3 \cdot 393,5 \cdot 10^3 \frac{Дж}{моль} + 3 \cdot 285,8 \cdot 10^3 \frac{Дж}{моль} + 204 \cdot 10^3 \frac{Дж}{моль} = 2058,3 \cdot 10^3 \frac{Дж}{моль} \quad \checkmark$$

~~$$c m \Delta t = \nu Q_{cr} \Rightarrow \nu = \frac{c m \Delta t}{Q_{cr}} = \frac{c m (t_2 - t_1)}{Q_{cr}}$$~~

$$Q = C \cdot \nu \cdot (t_2 - t_1) = C \cdot \frac{m}{M} \cdot (t_2 - t_1)$$

$$Q = \nu Q_{cr}$$

$$\Rightarrow C \cdot \frac{m}{M} (t_2 - t_1) = \nu Q_{cr} \Rightarrow \nu = \frac{C m (t_2 - t_1)}{M Q_{cr}} =$$

$$= \frac{75,31 \frac{Дж}{моль \cdot K} \cdot (92 - 23^\circ C) \cdot 3,276 \cdot 10^{-3} \text{ кг}}{18 \cdot 10^{-3} \frac{кг}{моль} \cdot 2058,3 \cdot 10^3 \frac{Дж}{моль}} \approx 0,46 \text{ моль} \quad \checkmark$$

$$pV = \nu RT \Rightarrow V = \frac{\nu RT}{p} = \frac{0,46 \text{ моль} \cdot 8,314 \frac{Дж}{моль \cdot K} \cdot 303 \text{ K}}{101325 \text{ Па} \cdot \frac{710}{760}} \approx$$

$$\approx 0,012242 \text{ м}^3 = 12,242 \text{ л} \quad \checkmark$$

$$\text{Ответ: } V = 12,242 \text{ л} \quad (+)$$

№5.1.

Формула общая формула альдегидов: $C_n H_{2n} O$.

$$\text{Отсюда } \frac{12n}{14n+16} = 0,6667 \quad ; \quad 0,6667 \approx \frac{2}{3} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{12n}{14n+16} = \frac{2}{3} \quad \Rightarrow n = 4$$

D-эфир, в к-ром нет разветвлённых углеводородных радикалов \Rightarrow B-к-та C, тоже не имеющая неразветвлённой цепи \Rightarrow A- тоже с неразветвлённой цепью.

C- тоже неразветвлённый, т.к. от из-за D.

~~$$A - C_4H_8O \Rightarrow B - C \quad \omega(O)_{(A)} = \frac{16 \text{ г/моль}}{72 \text{ г/моль}} = \frac{2}{9} \Rightarrow$$~~

$$\Rightarrow \omega(O)_{(O)} = \frac{2}{9} \quad \left\{ \Rightarrow M(O) = \frac{2M(O)}{\omega(O)_{(O)}} = \frac{32 \text{ г/моль}}{\frac{2}{9}} = 144 \text{ г/моль} \right.$$

D- $C_n H_{2n} O_2$

Чистовик

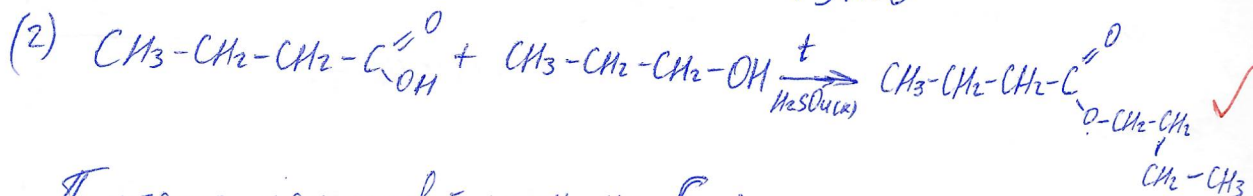
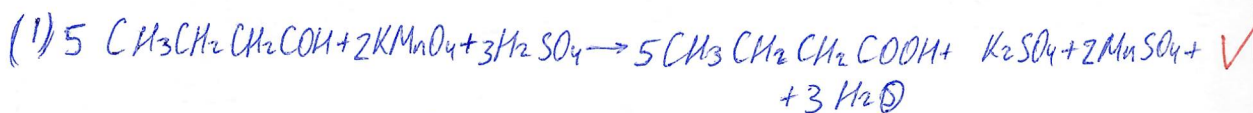
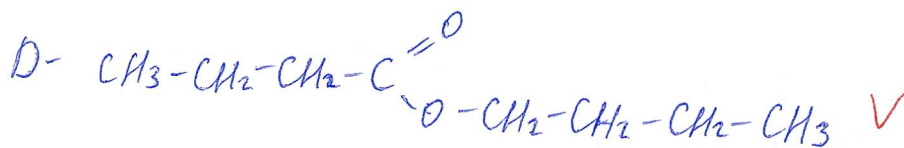
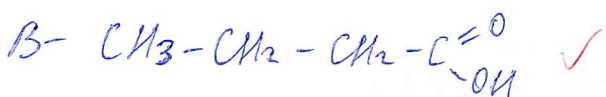
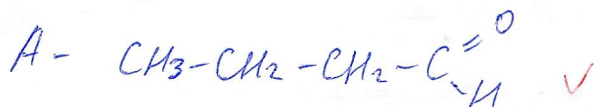
№5.1 (продолжение).

$$14m + 32 = 144 \Rightarrow m = 8$$

D образуется из C и B, в B 4 атома углерода, в

D 8 атомов углерода \Rightarrow в C 4 атома углерода

Таким образом,



Получение пермановой к-ты из C:



Чистовик

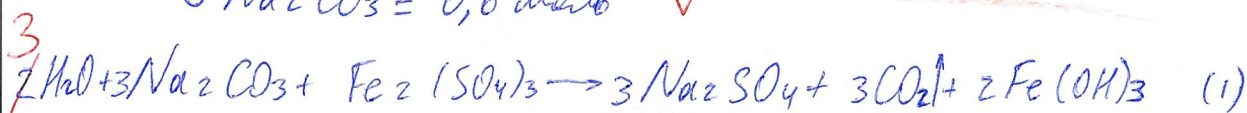
№ 1

Пусть добавили x моль $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, тогда масса Na_2CO_3 составит $(106x)_2$, а масса раствора будет $(286x + 183,7)_2$, т.к. $m_{\text{воды}} = \rho V = 1 \text{ г/мл} \cdot 183,7 \text{ мл} = 183,7 \text{ г}$

Составим ур-ние:

$$\frac{106x}{286x + 183,7} = \frac{21,8}{121,8} \Rightarrow x \approx 0,6 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \nu \text{Na}_2\text{CO}_3 = 0,6 \text{ моль} \quad \checkmark$$



$$\nu \text{CO}_2(2) = 2 \nu \text{CO}_2(1) \Rightarrow \nu \text{CO}_2(2) = 2 \nu \text{CO}_2(1)$$

$$\nu \text{CO}_2(2) = \nu \text{Na}_2\text{CO}_3(2) = y \text{ моль}$$

$$\nu \text{CO}_2(1) = \nu \text{Na}_2\text{CO}_3(1)$$

$$\nu \text{Na}_2\text{CO}_3 = 0,6 \text{ моль}$$

$$\Rightarrow \nu \text{Na}_2\text{CO}_3(1) = (0,6 - y) \text{ моль}$$

$$y = 2 \cdot (0,6 - y) \Rightarrow y = 0,4 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \nu \text{Na}_2\text{CO}_3(2) = 0,4 \text{ моль} \quad (+)$$

$$\nu \text{NaNO}_3 = 2 \nu \text{Na}_2\text{CO}_3(2) = 0,8 \text{ моль}$$

$$m \text{NaNO}_3 = \nu M = 0,8 \text{ моль} \cdot 85 \text{ г/моль} = 68 \text{ г} \quad +$$

$$m_{\text{прк}} = m_{\text{пр}} \text{Na}_2\text{CO}_3(2) + m_{\text{пр}} \text{HNO}_3 - m \text{CO}_2(2)$$

$$= (\nu M) \text{Na}_2\text{CO}_3(2) + \frac{121,8}{21,8} + m_{\text{пр}} \text{HNO}_3 - (\nu M) \text{CO}_2(2) =$$

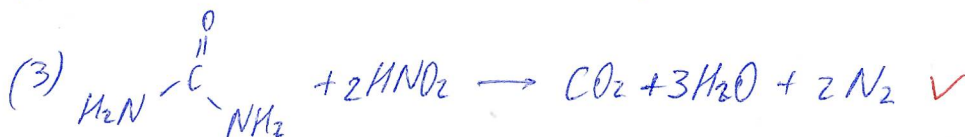
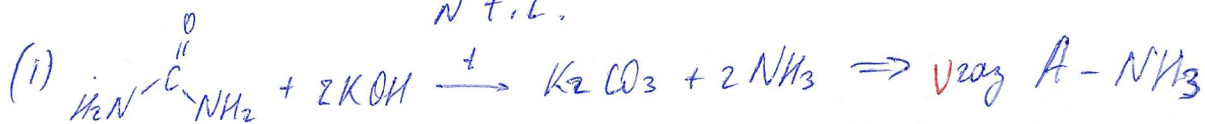
$$= 0,4 \text{ моль} \cdot 106 \text{ г/моль} \cdot \frac{121,8}{21,8} + 200 \text{ г} - 0,4 \text{ моль} \cdot 44 \text{ г/моль} \approx 190 \text{ г} \quad \times$$

$$\omega \text{NaNO}_3 = \frac{m}{m_{\text{прк}}} = \frac{68 \text{ г}}{190 \text{ г}} \approx 0,3579 \text{ или } 35,79\%$$

$$\text{Ответ: } \omega = 0,3579 \text{ или } 37,79\% \quad (-)$$

Чистовик

N 7.7.



$c(\text{HBr})_{\text{осн}} = 10^{-\text{pH}} \Rightarrow \Delta \text{HBr}_{\text{осн}} = 10^{-\text{pH}} \cdot V$

$c(\text{HBr}) \quad \Delta \text{HBr}_{\text{уак}} = V \cdot c(\text{HBr})_{\text{уак}}$

$\Delta \text{NH}_3 = \Delta \text{HBr}_{\text{уак}} = \Delta \text{HBr}_{\text{уак}} - \Delta \text{HBr}_{\text{осн}} =$

$= V \cdot c(\text{HBr})_{\text{уак}} - V \cdot 10^{-\text{pH}} = 0,3 \text{ л} \cdot 1,03 \text{ M} - 0,3 \text{ л} \cdot 10^{-4,52} \text{ M} \approx$

$\approx 0,3 \text{ моль} \quad \checkmark$

$V \text{N}_2 = \frac{1}{2} V \text{NH}_3 \Rightarrow \Delta \text{N}_2 = \frac{1}{2} \Delta \text{NH}_3 = 0,15 \text{ моль}$
но не решим! по реакции (1)!

$\Delta \text{H}_2\text{NCONH}_2 = \Delta \text{H}_2\text{NCONH}_2 (1) + \Delta \text{H}_2\text{NCONH}_2 (3) =$

$= \frac{1}{2} \Delta \text{NH}_3 + \frac{1}{2} \Delta \text{N}_2 = \frac{1}{2} \Delta \text{NH}_3 + \frac{1}{2} \cdot 0,3 \text{ моль} + \frac{1}{2} \cdot 0,15 \text{ моль} = 0,225 \text{ моль} \quad \textcircled{+}$

$c(\text{H}_2\text{NCONH}_2) = \frac{\Delta V}{V} = \frac{0,225 \text{ моль}}{0,2 \text{ л}} = 1,125 \text{ M}$

Ответ: $c = 1,125 \text{ M}$. $\textcircled{+}$

N 8.5.



~~Ищем: $m \text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2 + m \text{FeCO}_3 + m \text{MeCO}_3 = 146,72$~~

Чистовик

N 8.5.

- (1) $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu(OH)}_2 + 4\text{HNO}_3 \rightarrow 2\text{Cu(NO}_3)_2 + \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ ✓
 (2) $\text{FeCO}_3 + 4\text{HNO}_3(\text{к}) \rightarrow \text{Fe(NO}_3)_3 + \text{NO}_2 + \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ ✓
 (3) $\text{MeCO}_3 + 2\text{HNO}_3 \rightarrow \text{Me(NO}_3)_2 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ ✓
 (4) $\text{Me(NO}_3)_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4 \xrightarrow{+\text{H}_2\text{O}} \text{MeSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{NaNO}_3$ ✓
 (5) $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu(OH)}_2 + 8\text{NH}_3 \rightarrow [\text{Cu(NH}_3)_4]\text{CO}_3 + [\text{Cu(NH}_3)_4](\text{OH})_2$

Пусть $\delta \text{ CuCO}_3 \cdot \text{Cu(OH)}_2 = x$ моль

$\delta \text{ FeCO}_3 = y$ моль

$\delta \text{ MeCO}_3 = z$ моль

$M(\text{Me}) = n$ г/моль

Тогда

$$M_r = \frac{\rho V}{\rho}$$

$$\rho V = \rho RT \Rightarrow \rho = \frac{\rho V}{RT} \Rightarrow M_r = \frac{\rho V \cdot \rho}{\rho V} = \frac{\rho RT}{\rho} =$$

$$= \frac{1816 \frac{\text{г}}{\text{м}^3} \cdot 8,314 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 298 \text{К}}{101325 \text{Па}} \approx 44,4 \frac{\text{г}}{\text{моль}} \checkmark$$

$$\delta r = \delta \text{CO}_2 + \delta \text{NO}_2 = (x+y+z) + z = x+y+2z \quad x+2y+z$$

$$M_r = M_{\text{CO}_2} \cdot \varphi_{\text{CO}_2} + M_{\text{NO}_2} \cdot \varphi_{\text{NO}_2} = M_{\text{CO}_2} \cdot \varphi_{\text{CO}_2} + M_{\text{NO}_2} \cdot (1 - \varphi_{\text{CO}_2})$$

$$\varphi_{\text{CO}_2} = \frac{x}{x+y+2z} = \frac{x+y+z}{x+y+2z}$$

$$44,4 = 44 \varphi_{\text{CO}_2} + 46(1 - \varphi_{\text{CO}_2}) \Rightarrow \varphi_{\text{CO}_2} = 0,8 \Rightarrow \varphi_{\text{NO}_2} = 0,2$$

$$\delta r = \frac{\rho V}{RT} = \frac{101325 \text{Па} \cdot 30,56 \cdot 10^{-3} \text{м}^3}{8,314 \cdot 298 \text{К}} \approx 1,25 \text{ моль} \checkmark$$

$$\delta \text{NO}_2 = \delta r - \delta \text{CO}_2$$

$$\varphi_{\text{NO}_2} = \frac{z}{x+y+2z} = \frac{z}{\delta r} = \frac{z}{1,25 - z} = \frac{z}{\delta r} = \frac{y}{\delta r}$$

$$\frac{z}{1,25 - z} = 0,2 \quad \frac{z}{1,25} = 0,2 \Rightarrow z = 0,25$$

$$\varphi_{\text{NO}_2} = \frac{y}{x+2y+z} = \frac{y}{\delta r}$$

$$\frac{y}{1,25} = 0,2 \Rightarrow y = 0,25 \checkmark$$

$$m \text{ FeCO}_3 + m \text{ MeCO}_3 = 69 \text{ г}$$

$$116 y + (n+60) z = 69 \quad ; y=0,25 \Rightarrow (n+60) z = 40$$

$$(\delta M) \text{ MeSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} = (n+132) z = 68,8 \text{ г}$$

Чистовик

№ 8,5 (проект)

$$\begin{cases} (n+60)z=40 \\ (n+132)z=68,8 \end{cases}$$

$$\begin{cases} nz+60z=40 \\ nz+132z=68,8 \end{cases}$$

$$\begin{cases} nz+60z=40 \\ 72z=28,8 \end{cases}$$

$$\begin{cases} z=0,4 \\ 0,4n+24=40 \end{cases}$$

$$\begin{cases} z=0,4 \\ n=40 \end{cases}$$

→ Me = Ca ✓

$$m_{Cu} - (m_{FeCO_3} + m_{CaCO_3}) =$$

$$= 146,72 - 692 = 77,72$$

$$\Delta CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2 = \frac{m}{M} = \frac{77,72}{222 \text{ г/моль}} = 0,35 \text{ моль} \checkmark$$

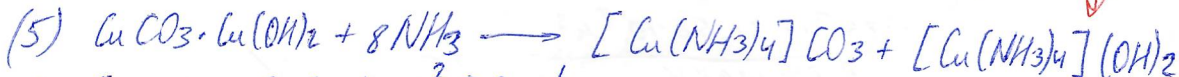
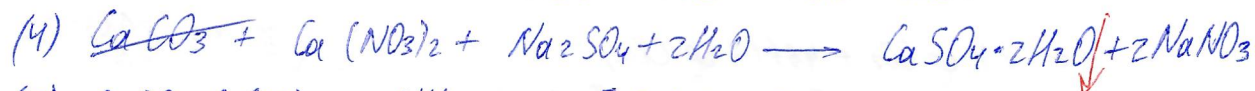
Анализ образцов:

микроанализ - CaCO₃

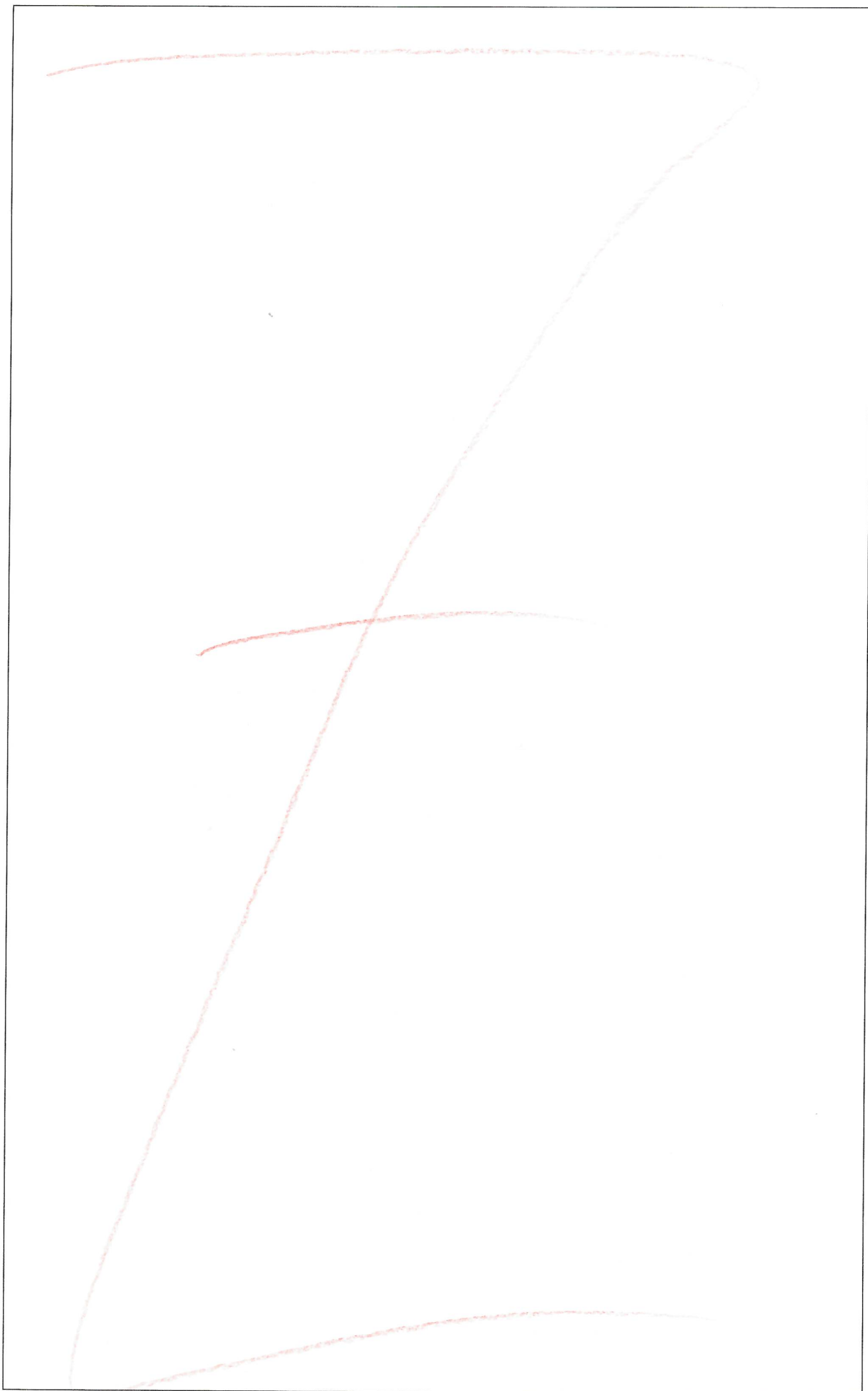
$$\Delta Cu = 2 \Delta CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2 = 0,7 \text{ моль} \rightarrow$$

$$\Rightarrow m_{Cu} = \Delta M = 0,7 \text{ моль} \cdot 64 \text{ г/моль} = 44,8 \text{ г} \checkmark$$

$$m_{Cu} = 44,8 \text{ г}$$

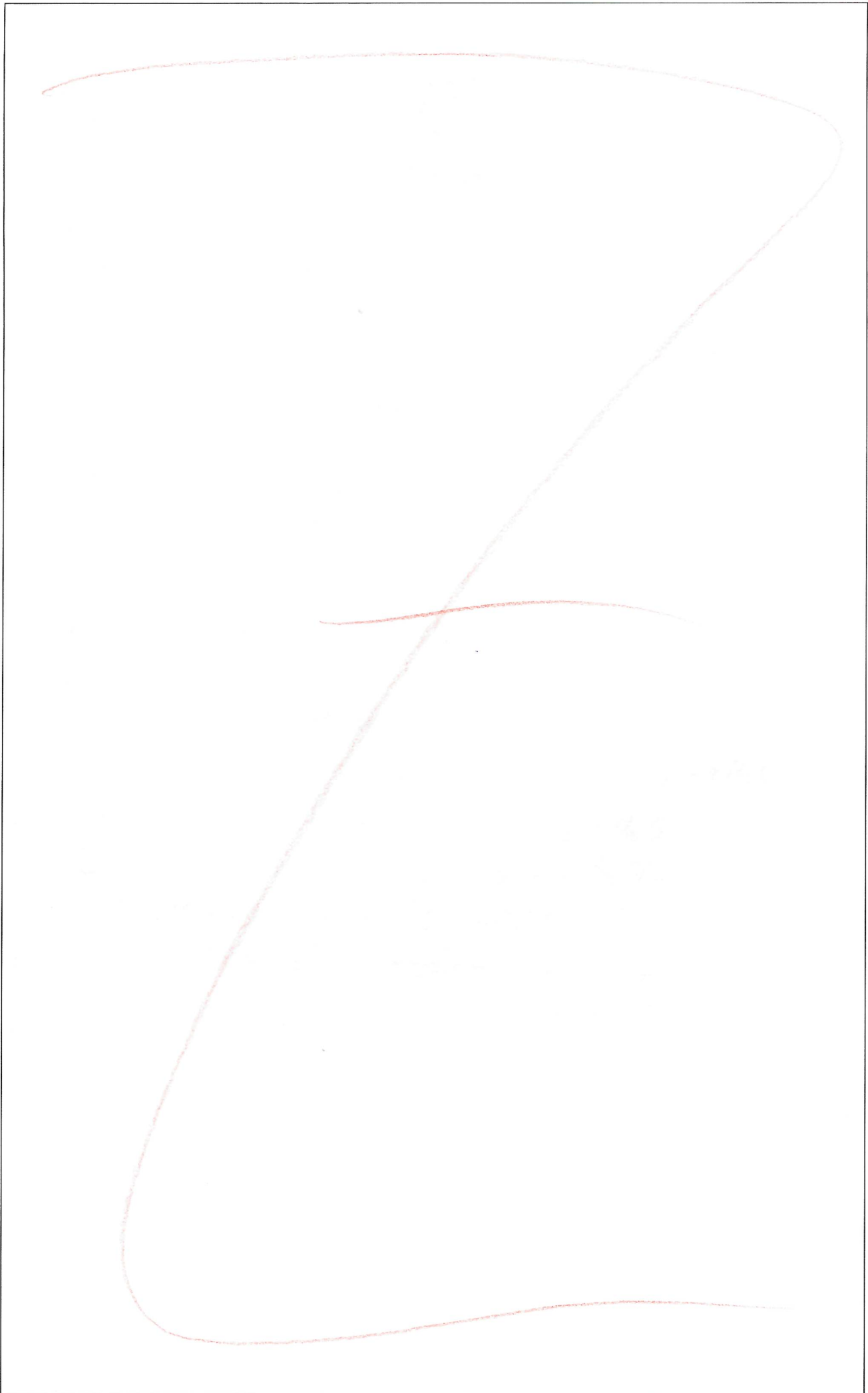


ЛИСТ-ВКЛАДЫШ



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

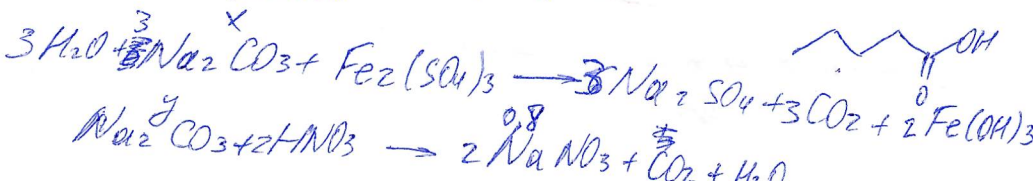
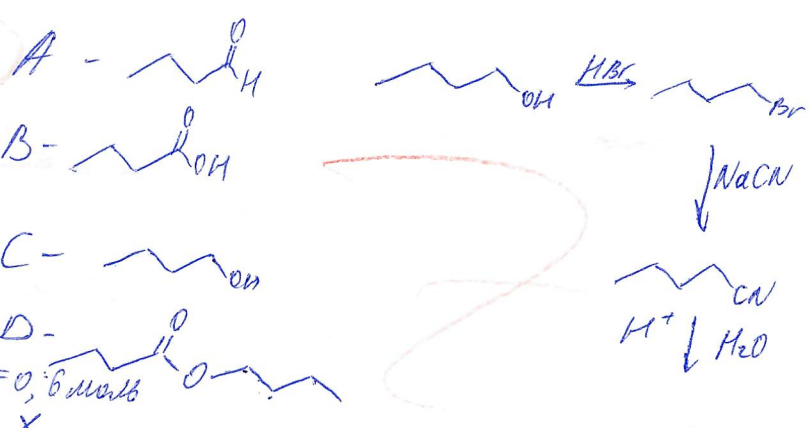
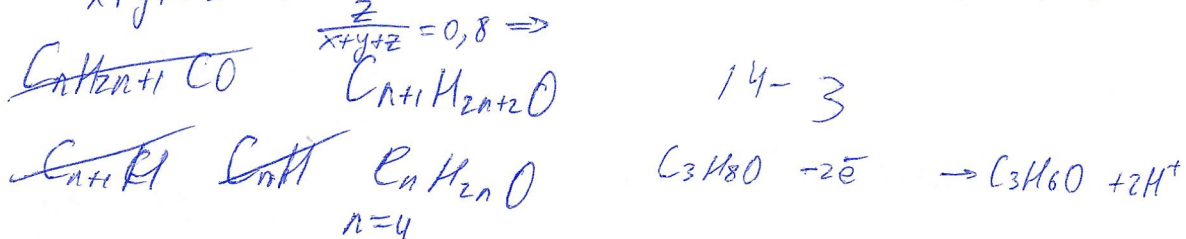
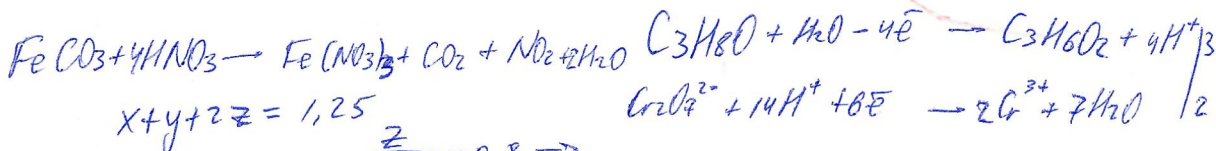
ЛИСТ-ВКЛАДЫШ



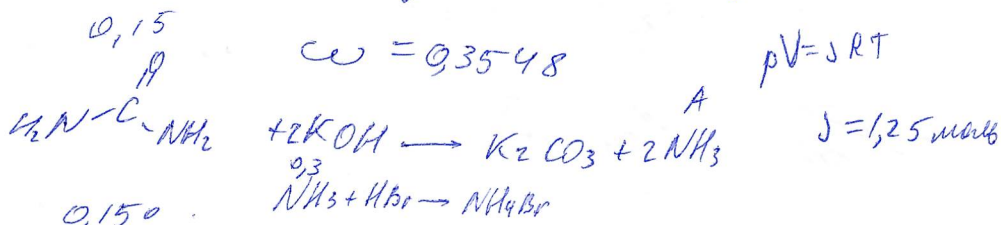
Подписывать лист-вкладыш запрещается! Писать на полях листа-вкладыша запрещается!

Черновик

$p_0 = 760 \text{ мм рт.ст.} \Rightarrow p = 94,94660 \text{ Па}$



$\begin{cases} x+y=0,6 \\ z=2y \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x+y=0,6 \\ y=2x \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x=0,2 \\ y=0,4 \end{cases}$



$2BaO_2 + 2CO_2 \rightarrow 2BaCO_3 + O_2$
 $\begin{cases} y+z=0,9 \\ 116y+(n+60)z=69 \\ (n+132)z=68,8 \\ 104,4z=1 \end{cases} \quad 1,5 \text{ M} \quad \begin{cases} 222x+116y+(n+60)z=146,7 \\ x+y+z=1,25 \\ (n+132)z=68,8 \\ 116y+(n+60)z=69 \end{cases} \quad z=0,55$
 $y=0,35$
 $104,4-116z+nz+60z=69$
 $nz+132z=68,8$
 $104,4-188z=0,2$

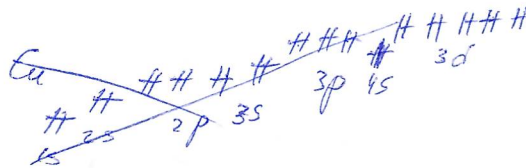
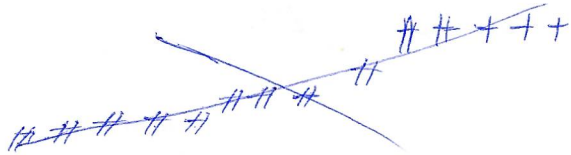
Черновик



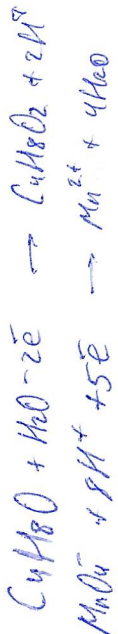
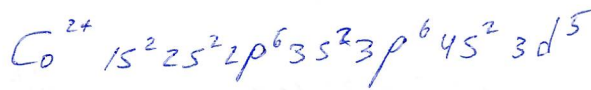
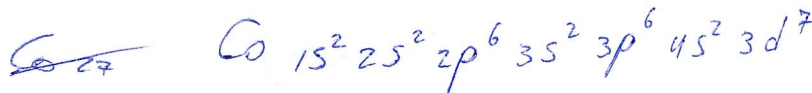
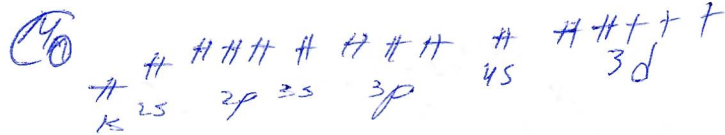
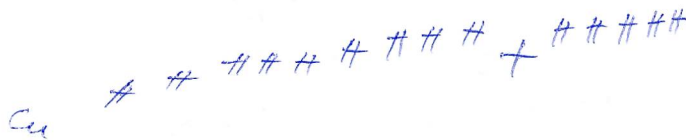
Rh #



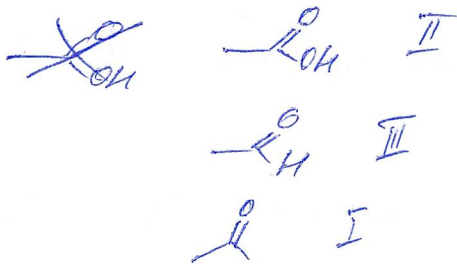
1s	2	1	0	1s
2s	2	2	0	2s
2p	6	2	1	2p
3s	2	3	0	3s
3p	6	3	1	3p
4s	2	4	0	4s
3d	10	3	2	3d
4p	6	4	1	4p
	2	5	0	5s
	10	4	2	4d
	6	5	1	5p
	2	6	0	6s



K + y +



M_{sp} = 592 / моль



- A- CH₃-CH₂-CH₂-NH₂
- B- CH₃-CH(NH₂)-CH₃
- C- CH₃-CH₂-CH₂-OH
- D- CH₃-C(OH)(CH₃)₂
- E- CH₃-CH₂-COOH
- F- CH₃-C(=O)-CH₃