



# 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

Магаровой Виктории Валерьевны  
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

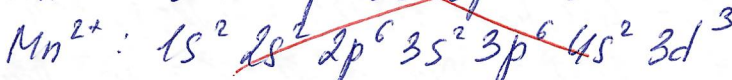
Выход 14:18 Каста  
Возвращение 14:23 Каста

Дата  
«12» марта 2023 года

Подпись участника  
Каста

Чистовик.

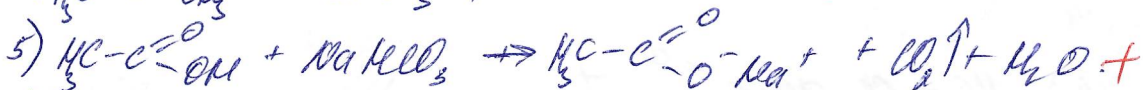
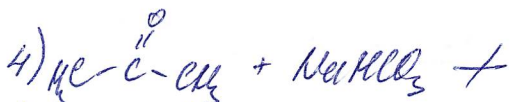
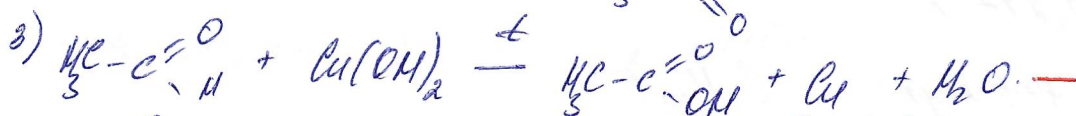
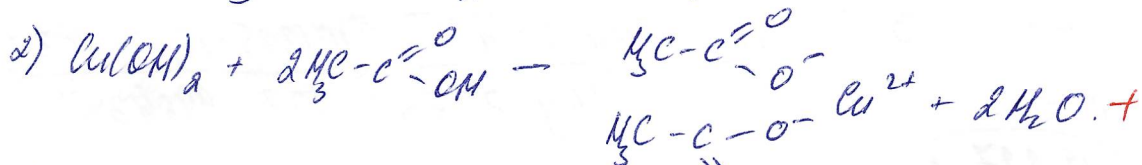
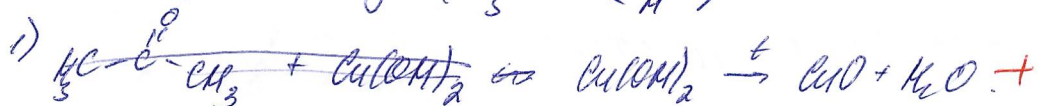
1.6 X - Mn (5 непаре<sup>-</sup> и 20 - парем).



2.6 I - ацетон (H<sub>3</sub>C-C(=O)-CH<sub>3</sub>) +

II - уксусен. к-та (H<sub>3</sub>C-C(=O)-OH) +

III - укс. амид (H<sub>3</sub>C-C(=O)-NH<sub>2</sub>) +

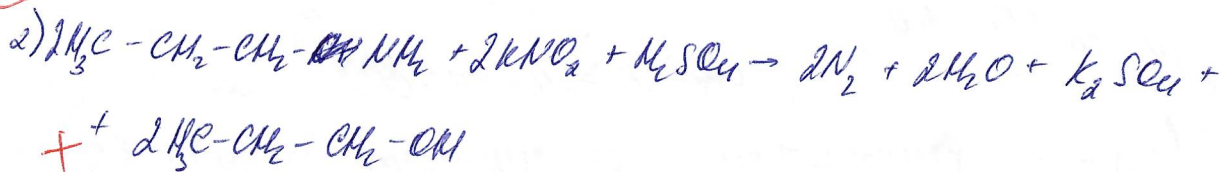
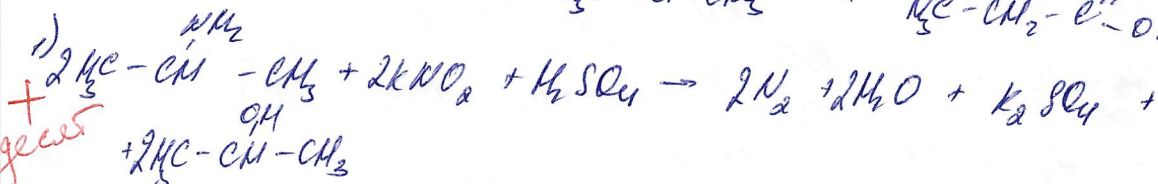
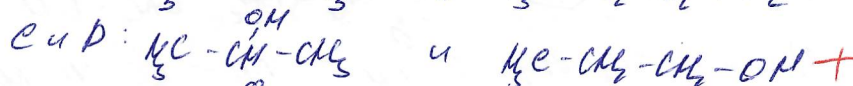


3.2 M<sub>р</sub> = 28 · 2,107 = 59,1/молекула +

исходя из описания, А и В - цисмерные амины, С и D - спирты; Е и F - алдегиды и кетон. и их молекулярная формула аминов: C<sub>n</sub>H<sub>2n+1</sub>NH<sub>2</sub>

14n + 1 + 16 = 59

n = 3.



(см. продолж. после задачи 7.2).

*Handwritten signature*

12/3/4/5/6/7/8/5  
06/10/12/9/14/15/18/184

84

Восемьдесят четыре

(используйте)



Тепловой эффект реакции:

$$Q = 3Q(\text{CO}_2) + 4Q(\text{H}_2\text{O}) - Q(\text{C}_3\text{H}_8) = 3 \cdot 393,5 + 4 \cdot 285,8 + 20,4 = 1180,5 + 1143,2 + 20,4 = 2344,1 \text{ кДж} = 2344,1 \cdot 10^3 \text{ Дж}$$

$$Q = c \rho \Delta t = 75,31 \cdot \frac{3,276 \cdot 10^3}{18} \cdot (92 - 23) = 945,74 \cdot 10^3 \text{ Дж}$$

1 моль  $\sim 2344,1 \text{ кДж}$

$$x = \frac{945,74}{2344,1} = 0,403 \text{ моль}$$

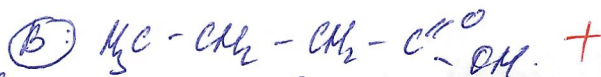
x моль  $\sim 945,74 \text{ кДж}$

$$V(\text{C}_3\text{H}_8)_{\text{н.у.}} = 0,403 \cdot 22,4 = 9,03 \text{ л}$$

$$\frac{p_{\text{н.у.}} \cdot V_{\text{н.у.}}}{T_{\text{н.у.}}} = \frac{p \cdot V}{T}; \quad V = \frac{p_{\text{н.у.}} \cdot V_{\text{н.у.}} \cdot T}{T_{\text{н.у.}} \cdot p} = \frac{101325 \cdot 9,03 \cdot 303}{273 \cdot 94643} = 12,227 \text{ л}$$

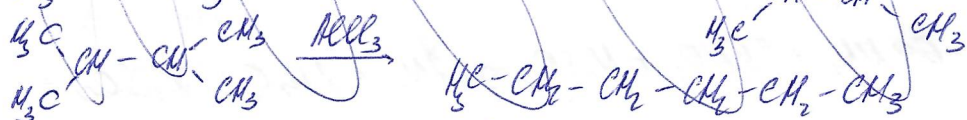
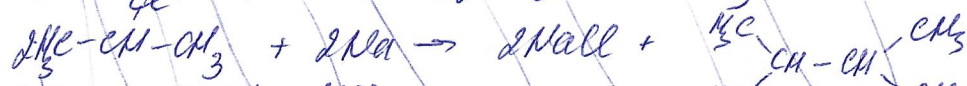
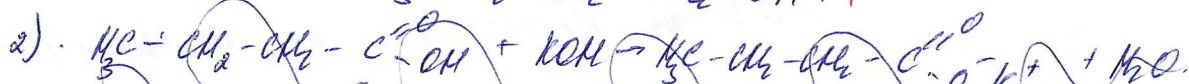
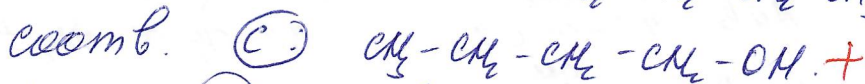
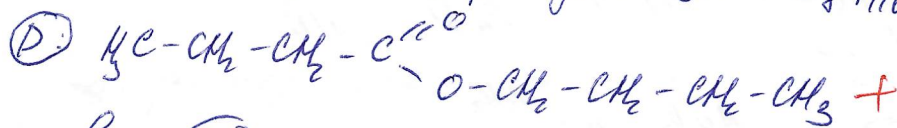
5.1) 1) Общая формула:  $\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}$

$$\frac{2}{3} = \frac{12n}{14n+16}; \quad 36n = 28n + 32; \quad n = 4$$



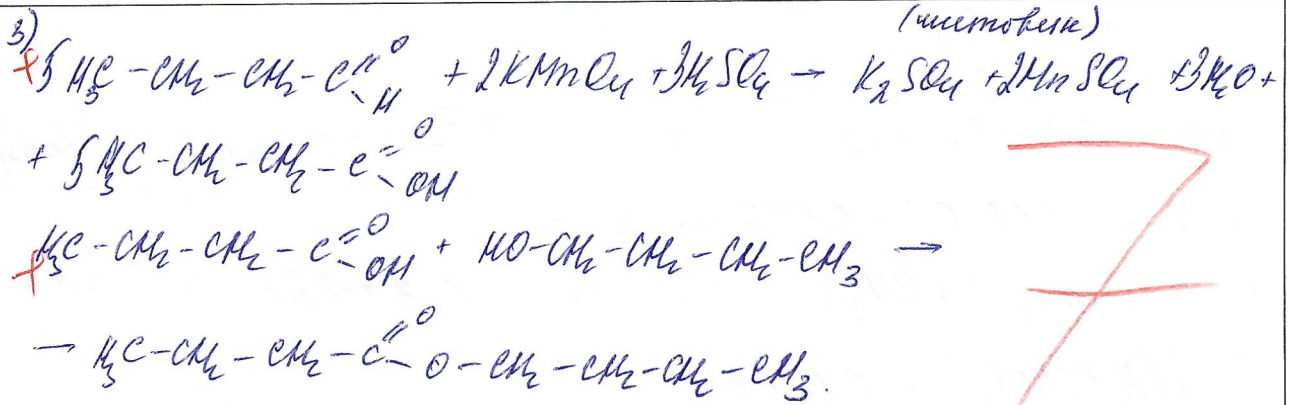
D - вероятнее всего сложившей групп, т.е. содержит 2 атома O, т.к. по ум.  $w(\text{O})_D = w(\text{O})_A$ , т.о.

$M_r(D) = 2M_r(A)$ , а формула D:  $\text{C}_8\text{H}_{16}\text{O}_2$



(синтез пентамальной к-ты см. ниже задание 8.5)

94-47-84-58  
(63.19)



6.1 Пусть  $x = \nu(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = \nu(\text{Na}_2\text{CO}_3)$   
 $21,8 \sim 106x$   
 $106x \sim 183,7 + 180x$  } отсюда  $x = 0,6 \text{ моль} +$

Исходя из этого, посчитаем  $w(\text{Na}_2\text{CO}_3)$  в р-ре:  
 $w(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{0,6 \cdot 106}{0,6 \cdot 106 + 183,7 + 180 \cdot 0,6} = 0,179 \cdot (17,9\%) +$



Пусть  $y = \nu(\text{Na}_2\text{CO}_3)$  в I кюбе;  $z = \nu(\text{Na}_2\text{CO}_3)$  во II кюбе.

тогда:  $\begin{cases} z = 2y \\ z + y = 0,6 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} z = 0,4 \text{ моль} \\ y = 0,2 \text{ моль} \end{cases} +$

Во второй кюбе  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  - недейств.  $\Rightarrow$  считаем по нему

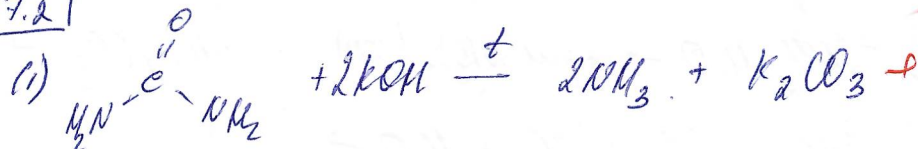
$\nu(\text{NaNO}_3) = 2\nu(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0,8 \text{ моль}$

$m(\text{NaNO}_3) = 0,8 \cdot 85 = 68 \text{ г}$

$m_{\text{р.ра}} = m_{\text{р.ра}}(\text{Na}_2\text{CO}_3) + m(\text{HNO}_3) - m(\text{CO}_2) = \frac{m(\text{Na}_2\text{CO}_3)}{w} + 200 +$   
 $- 44 \cdot 0,4 = 236,87 + 200 - 17,6 = 419,27 \text{ г} +$

$w(\text{NaNO}_3) = \frac{m(\text{NaNO}_3)}{m_{\text{р.ра}}} = \frac{68}{419,27} = 0,1622 = 16,22\% +$

7.2



(исетовая)

$$V(\text{HBr})_0 = 1,03 \cdot 0,3 = 0,309 \text{ моль}$$

$$pH = -\lg[M^+] = 1,52; \quad [M^+] = 10^{-1,52} = 0,03 \text{ моль/л.} = c(\text{HBr})_k$$

$$V(\text{HBr})_k = 0,03 \cdot 0,3 = 0,009 \text{ моль} \Rightarrow$$

$$V(\text{HBr})_{\text{р-ии(2)}} = V(\text{NH}_3) = 0,309 - 0,009 = 0,3 \text{ моль.}$$

$$\Rightarrow V(\text{H}_2\text{NCONH}_2) = 0,15 \text{ моль} +$$

по р-иам (3) и (4) видно, что непомешает.  $\text{CaO}_2$  раз -  $\text{N}_2$

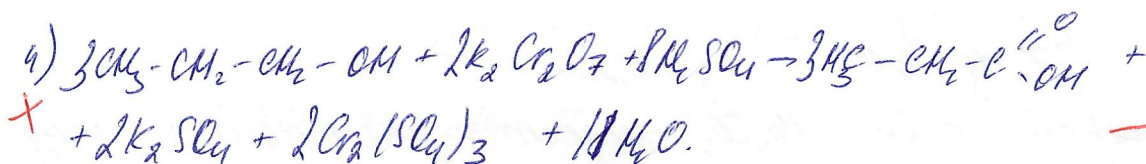
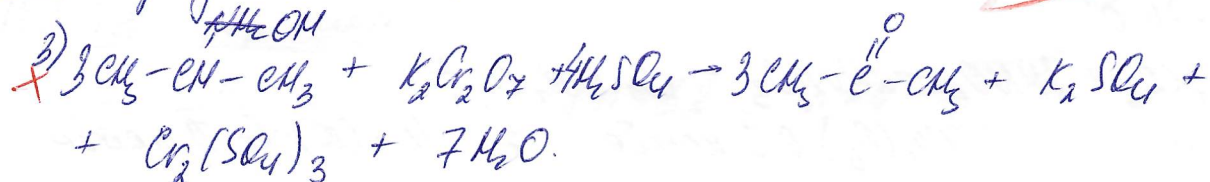
$$V(\text{N}_2) = \frac{V(\text{NH}_3)}{2} = 0,15 \text{ моль} \Rightarrow V(\text{H}_2\text{NCONH}_2) = 0,075 \text{ моль} -$$

$$V(\text{H}_2\text{NCONH}_2) = 0,075 + 0,15 = 0,225 \text{ моль.}$$

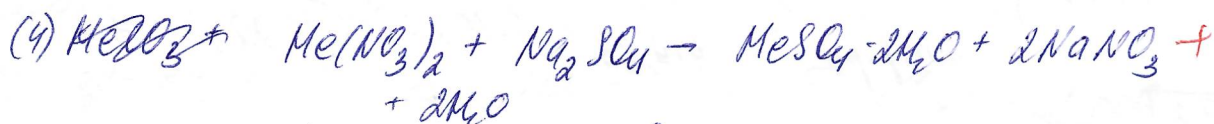
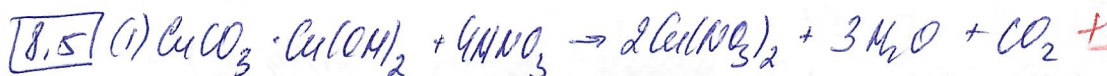
$$c(\text{H}_2\text{NCONH}_2) = \frac{V}{V} = \frac{0,225}{0,2} = 1,125 \text{ моль/л.}$$

~~± расчет  
приведен  
при  $\text{N}_2$   
расчете  
неверно.~~

3.2 (продолжение)



~~2.~~



кумет  $V(\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2) = x \text{ моль}; \quad V(\text{FeCO}_3) = y \text{ моль}$

$$V(\text{MeCO}_3) = z \text{ моль}$$

$$Ar(\text{Me}) = m. \text{ и моль.}$$

по данным задачи на написан. ур. <sup>(система)</sup>  $1-5$ :

$$\begin{cases} 222x + 116y + (m+60)z = 146,72 \\ 44,4 = \frac{(x+y+z)44 + 46y}{x+2y+z} \\ 68,8 = z \cdot (m+132) \\ 69 = z(m+60) + y \cdot 116 \end{cases}$$

\*44,4 во второй ур-нии системы - Мер. зав.:  
 $\frac{30,56}{298} = \frac{V_{H_2O}}{273}$ ;  $V_{H_2O} = 28 л.$   $\rho = \frac{28}{22,4} = 1,25 \text{ моль}.$  +

$m = \rho \cdot V = 1,816 \cdot 30,56 = 55,52.$   
 Мер =  $\frac{m}{\rho} = \frac{55,5}{1,25} = 44,4.$  + (такая Мер. подтверждает, что выделяется не только  $CO_2$  ( $M_r=44$ ), но и  $N_2$  ( $M_r=46$ ))

решаем систему; получаем:

$x = 0,35 \text{ моль}$   
 $y = 0,25 \text{ моль}$   
 $z = 0,4 \text{ моль}$   
 $m = 40 \text{ г/моль} \Rightarrow \text{Me} - \text{Ca}.$  +

$\Rightarrow$  неизвестный минерал -  $CaCO_3$



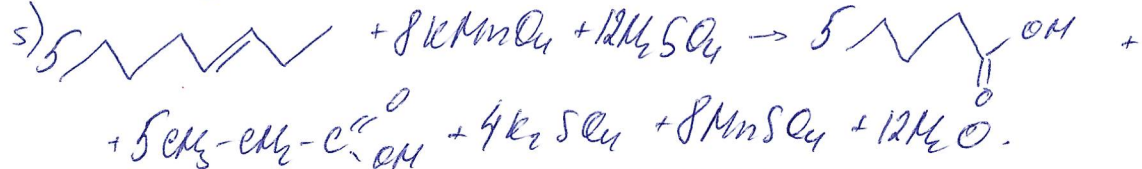
16) уравнение востан.  $CaCO_3 \cdot Ca(OH)_2$  до  $Ca$ .

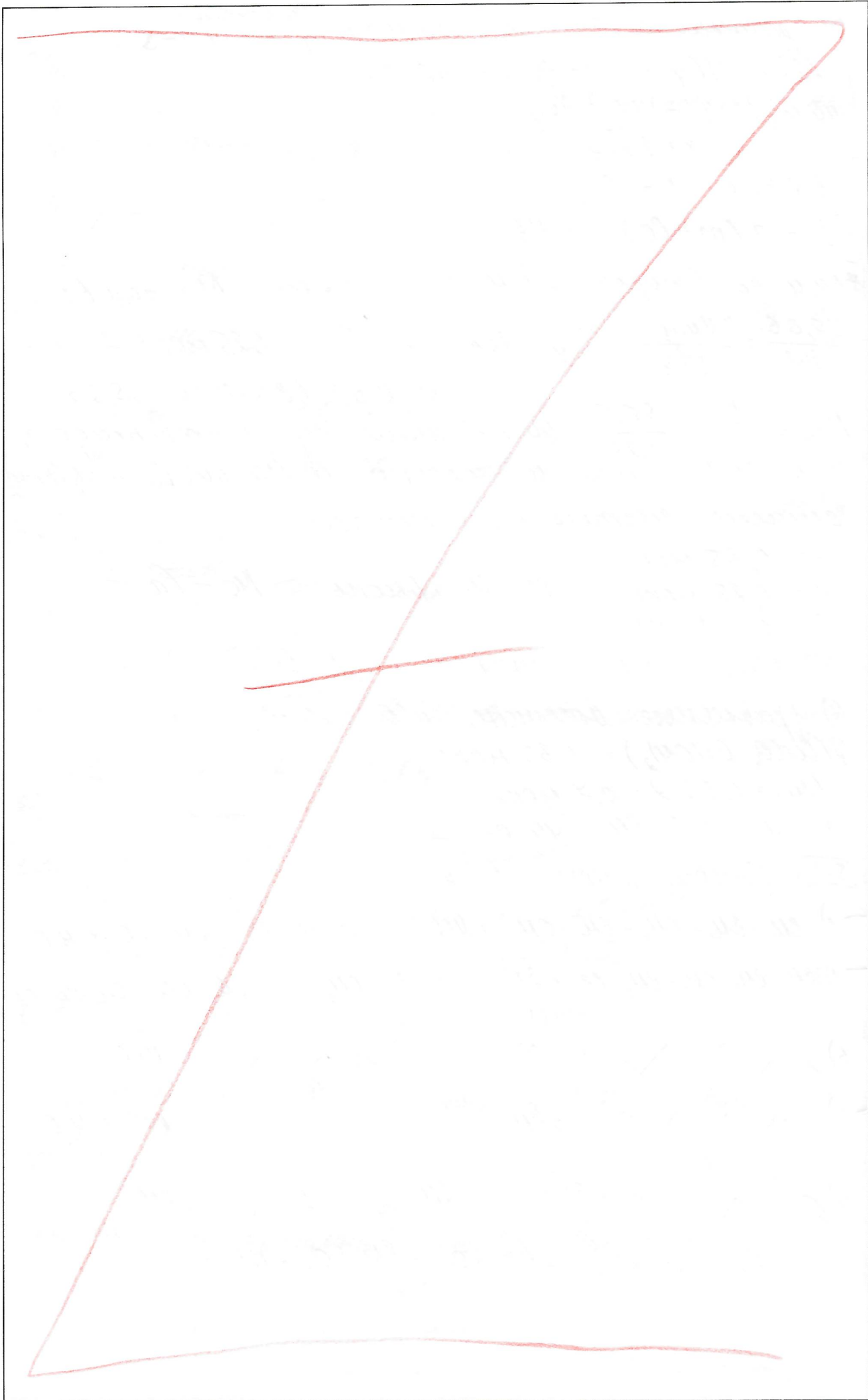
$\rho(CaCO_3 \cdot Ca(OH)_2) = 0,35 \text{ моль}.$

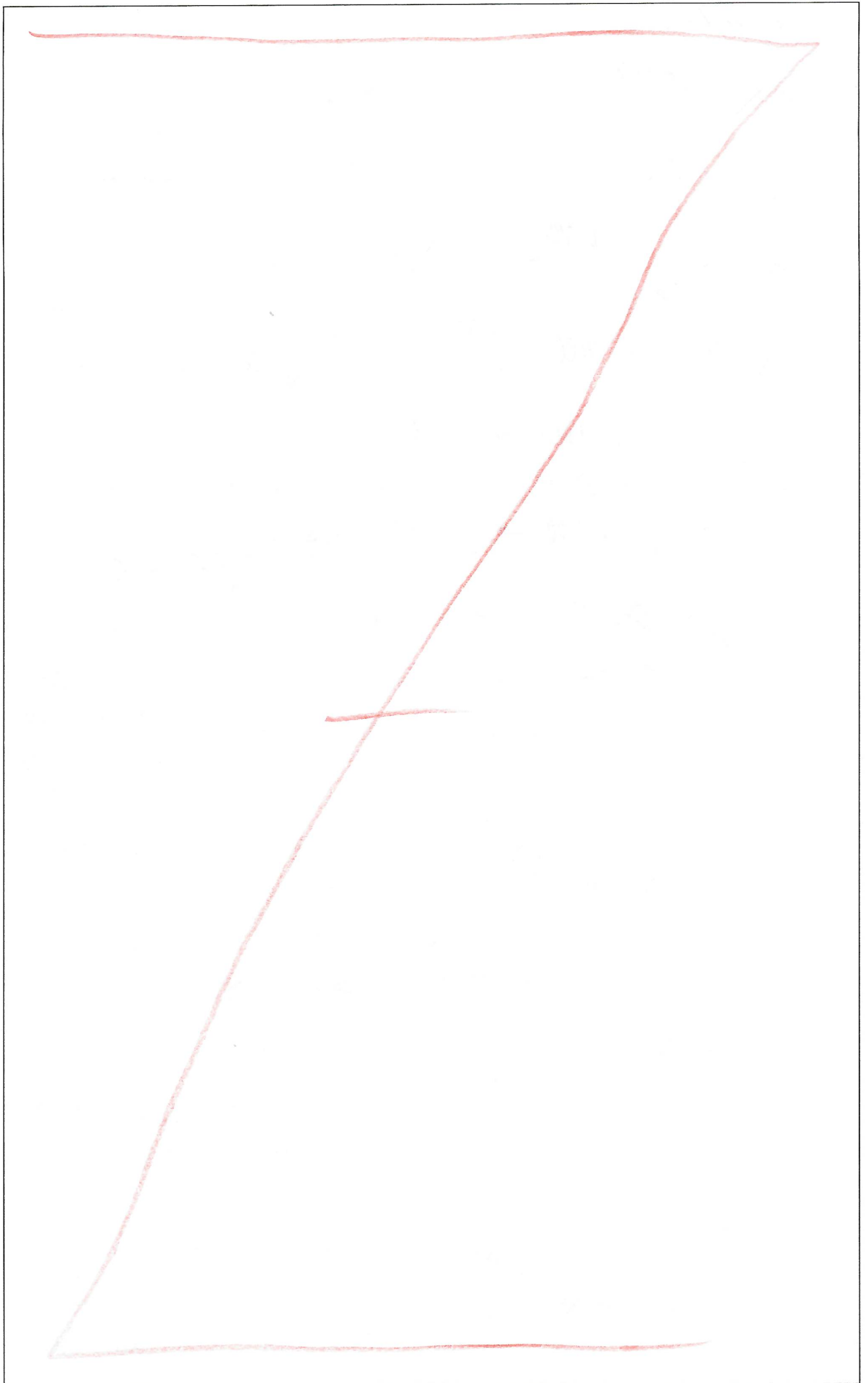
$\rho(Ca) = 0,35 \cdot 2 = 0,7 \text{ моль}.$

$m(Ca) = 0,7 \cdot 64 = 44,8 \text{ г}.$  +

5.1 (Синтез пентамолевой и-тол):

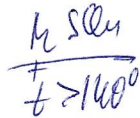
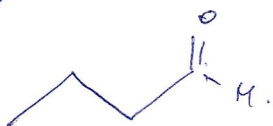
- 1)  $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-OH + HCl \rightarrow CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-Cl + H_2O$
- 2)  $2CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-Cl + 2Na \rightarrow CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3 + 2NaCl$
- 3) 
- 4)   $\xrightarrow{\text{спирт.}}$
- 5) 







Черновик.



Черновик

$pV = \nu RT$

8.5.  $\nu(CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2) = x$

$\nu(FeCO_3) = y$

$\nu(MgCO_3) = z$

$222x + 116y + (Me + 60)z = 146,72$

$\frac{30,56}{288} = \frac{V_{H_2}}{273}$ ;  $V_{H_2} = 28 л.$   $\nu = 1,25 моль.$

$m = 1,816 \cdot 30,56 = 55,6 г.$

$M_{ер} = \frac{55,5}{1,25} = 44,4 г/моль.$  -  $CO_2$  и  $NO_2$

$\nu(CO_2) = x + y + z$   $\nu(NO_2) = y$

$44,4 = \frac{(x+y+z)44 + 46y}{x+2y+z}$

$m(MeSO_4 \cdot 2H_2O) = 68,8 г.$

$\frac{Ba}{Sr}$

$m(MgCl_2) = 69$

$68,8 = z \cdot (Me + 132)$

$69 = z(Me + 60) + y \cdot 116$

$222x + 116y + (Me + 60)z = 146,7$

$44,4x + 88,8y + 44,4z = 44x + 44y + 44z + 46y$

$68,8 = z(Me + 132)$

$69 = z(Me + 60) + 116y$

$32 \rightarrow 10 + 10 + 12$

$0,4x + 0,4z = 1,2y$

$x = 3y - z$

$222x = 77,7$   $x = 0,35 моль.$

$z = 3y - 0,35$

$68,8 = Mez + 132z$   $y = 0,25 моль$

$69 = Mez + 60z + 116y$   $z = 0,4 моль$

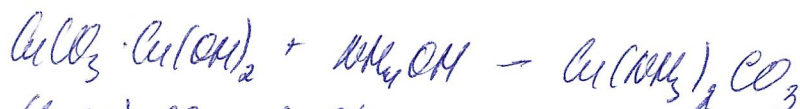
$0,2 = 116y - 72z$

$0,2 = 116y - 216y + 25,2$

$25 = 100y$

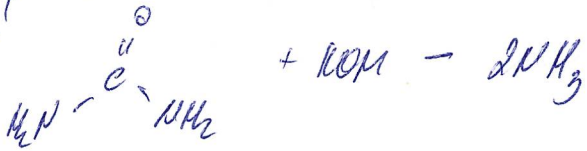
$68,8 = 0,4Me + 52,8$

$16 = 0,4Me$   $Me = Ca$



термовик.

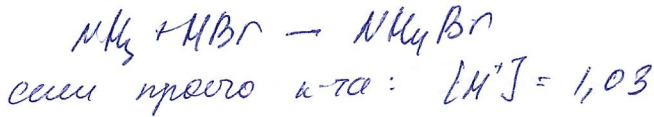
7.2.1



$$pV = \nu RT = \frac{mRT}{M}$$

$$p = \frac{pRT}{M}$$

$$\nu(\text{NH}_3) = 0,309 \text{ моль}$$

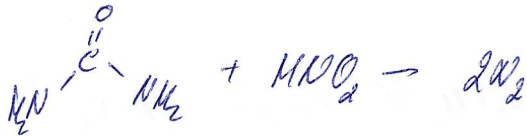


$$p\text{H} = -\lg 1,03$$

$$p\text{H} = -\lg [\text{H}^+] = 1,52; \quad [\text{H}^+] = 0,03 \text{ моль/л}$$

$$\nu(\text{HBr}) = 0,03 \cdot 0,3 = 0,009$$

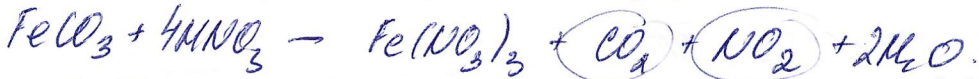
$$\nu(\text{NH}_3) = 0,309 - 0,009 = 0,3 \text{ моль} \Rightarrow \nu_{\text{мол}}, = 0,15 \text{ моль}$$



$$\nu(\text{N}_2) = 0,15 \text{ моль}; \quad \nu_{\text{MnO}_2} = 0,075$$

$$\nu_{\text{мол. солу}} = 0,075 + 0,15 = 0,225$$

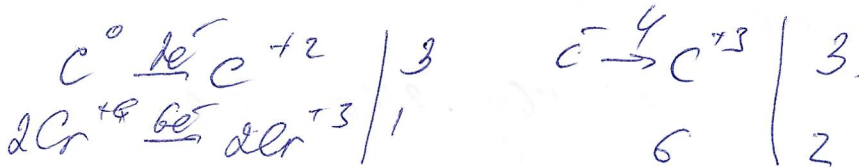
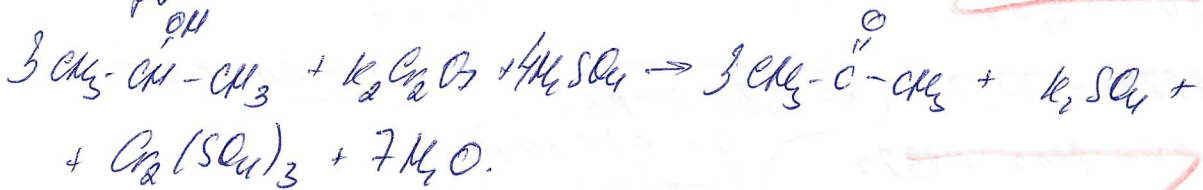
$$c = 1,125 \text{ M}$$



$$3 + 12 \rightarrow 9 + 6$$



$$M = \frac{mRT}{pV_{\text{OH}}}$$



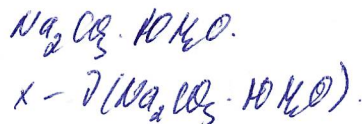
$$9 + 16 \rightarrow 3 + 2x$$

$$6 + 16 = 2x \quad x = 3 + 8 = 11$$

$$3 + 14 \rightarrow 6 + 11$$

черновик.

⊙.  $21,8 \sim 100$  водк.  
 $106x \sim 183,7 + 180x$

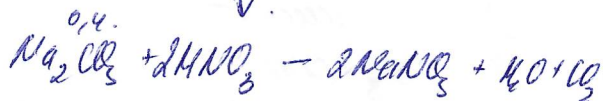
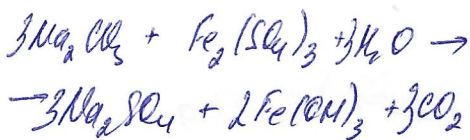


$10600x = 4004,66 + 3924x$   
 $6676x = 4004,66$

$x = 0,6$  моль.

$w(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{0,6 \cdot 106}{0,6 \cdot 106 + 183,7 + 180} = \frac{63,6}{355,3} = 0,179$

7 молекул.



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

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

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

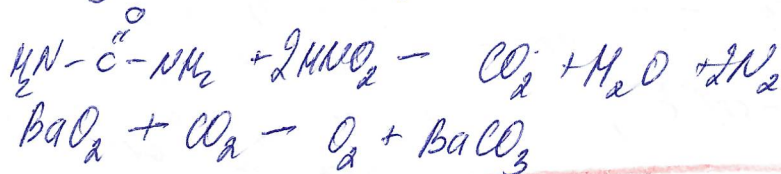
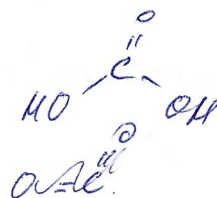
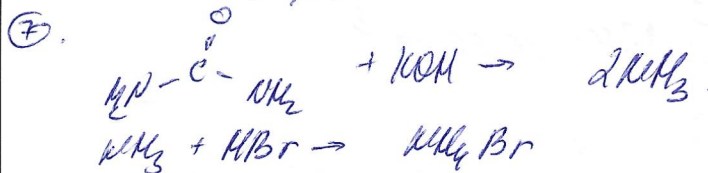
$\text{Na}_2\text{CO}_3$  - медлен => считаем по нему:

$\nu(\text{NaNO}_3) = 2y = 0,8$  моль  $m(\text{NaNO}_3) = 0,8 \cdot 85 = 68$

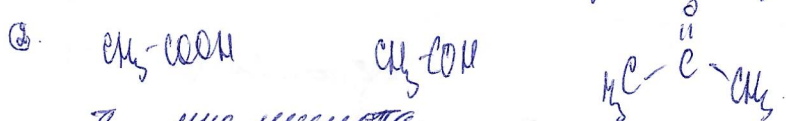
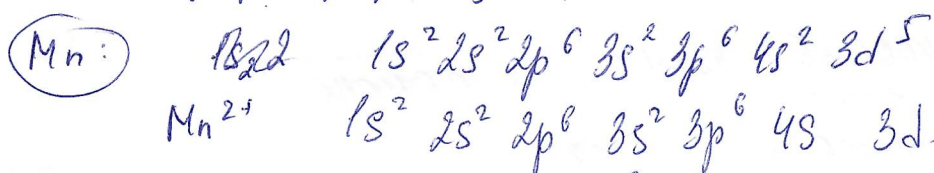
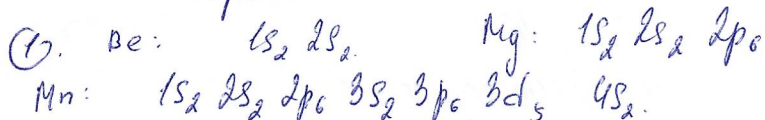
$m_{\text{пра}} (7 \text{ молекул}) = \begin{cases} \frac{m(\text{Na}_2\text{CO}_3)}{w} = \frac{106 \cdot 0,4}{0,179} = 236,872 \end{cases}$

$\begin{cases} m(\text{HNO}_3) = 200 \\ - m(\text{CO}_2) = 0,4 \cdot 44 = 17,6 \end{cases} \Rightarrow 236,87 + 200 - 17,6 = 419,272$

$w(\text{NaNO}_3) = \frac{68}{419,27} = 0,1622$



Черновик.



II - укс. кислота.

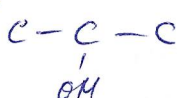
III -  $CH_3COH$ .

I - ацетон.



C и P - спирты?

A и B - амины?



$Q_{р-ции} = 3 \cdot 393,5 + 3 \cdot 285,8 + 20,4 = 1180,5 + 857,4 + 20,4 = 2058,3$  кДж/моль (пропана).

$Q = \rho V \Delta t = 75,31 \cdot \frac{3,276}{1000} \cdot 69 = 945,74$  Дж.

1 моль  $\sim 2058,3 \cdot 10^3$  Дж  
 x моль  $\sim 945,74$

$x = \frac{945,74}{2058,3 \cdot 10^3} = 0,46 \cdot 10^{-3}$

$\Rightarrow V_{кис}(\text{пропана}) = 0,46 \cdot 10^{-3} \cdot 22,4 = 10,29 \cdot 10^{-3}$

$V =$

