



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

Вариант 1

Место проведения Москва  
город

**ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА**

Олимпиада школьников Ломоносов  
наименование олимпиады

по химии  
профиль олимпиады

Илюхина Александра Игоревна  
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Выход 12:53 Каель  
Возвращение 12:59 Каель

Дата  
«12» марта 2023 года

Подпись участника  
Каель

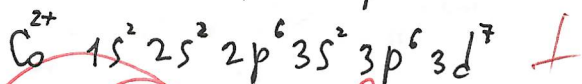
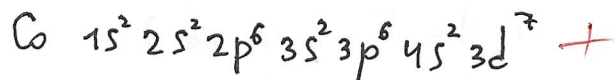
Задание 1.6

1e<sup>-</sup> неспар. 8e<sup>-</sup> спар. Σ = 9e<sup>-</sup> - F - не подходит

2e<sup>-</sup> неспар. 16e<sup>-</sup> спар. Σ = 18e<sup>-</sup> лентный номер

3e<sup>-</sup> неспар. 24e<sup>-</sup> спар. Σ = 27e<sup>-</sup> - Co

Ответ: элемент X - Co

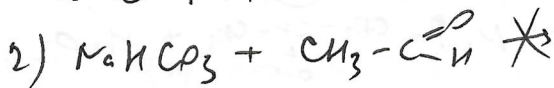
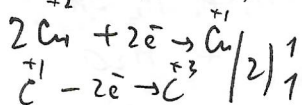
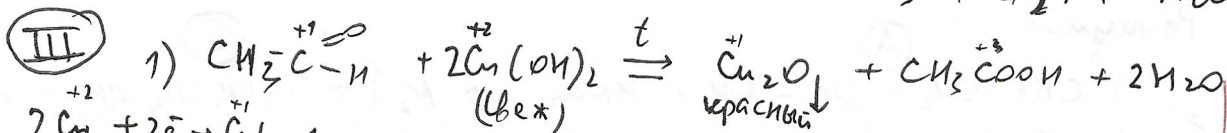
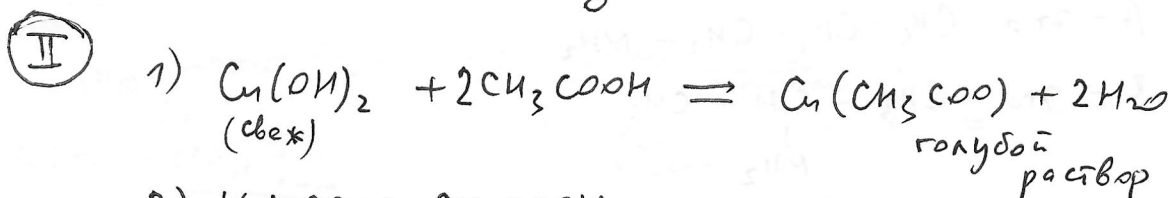
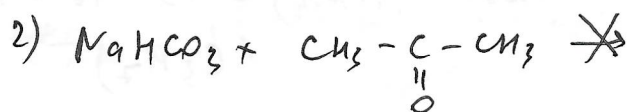
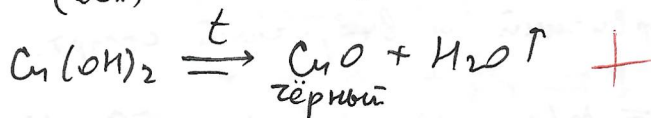
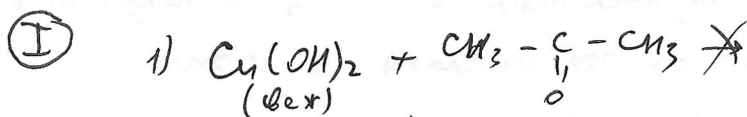


94. девяносто четыре

Задание 2.6

Вещества: CH<sub>3</sub>-COOH ; CH<sub>3</sub>-C(=O)-H ; CH<sub>3</sub>-C(=O)-CH<sub>3</sub>

Номера: II III I



Ответ: I) - CH<sub>3</sub>-C(=O)-CH<sub>3</sub> ; II) - CH<sub>3</sub>-COOH

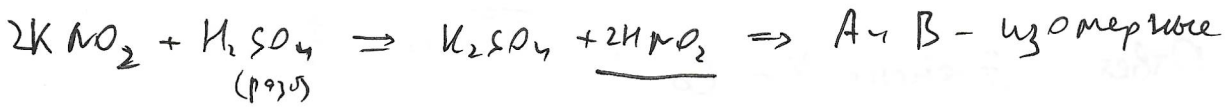
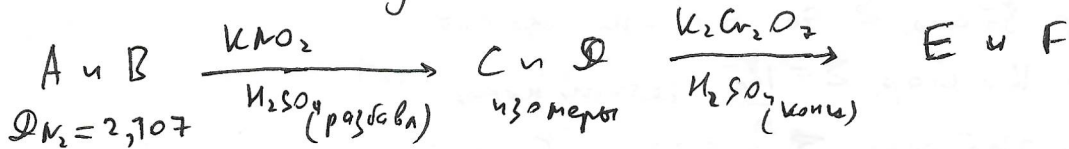
III) - CH<sub>3</sub>-C(=O)-H.

1	2	3	4	5	6	7	8
6	8	10	12	8	14	18	34

См. с. 5.

Алексей

### Задача 3.2



аминов (если C и D - изомеры  $\Rightarrow$  A и B - изомеры)  
первичные

$$M(\text{аминов}) = D_{M_2} \cdot M(M_2) = 2,107 \cdot 28 = 59 \text{ г/моль}$$



При реакции первичных аминов с  $\text{KMnO}_4$  одним из продуктов является спирт.  $\Rightarrow$  C и D - изомерные спирты.

Спирты окисляются подкисленным  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  с получением веществ разных классов  $\Rightarrow$  это кислота и кетон.

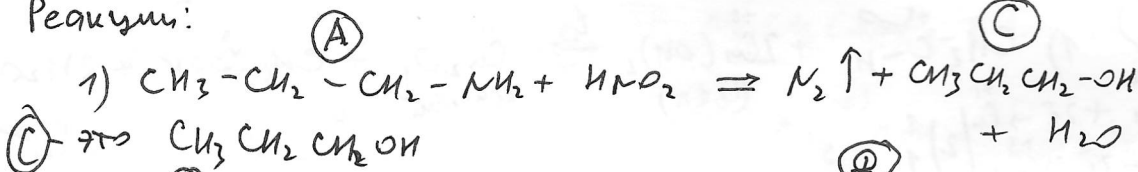
$\Rightarrow$  C и D - первичный и вторичный спирт.

$$M(R_1) = M(R_2) = M(\text{аминов}) - M(\text{NH}_2) = 59 - 16 = 43 \text{ г/моль} \\ (\text{C}_3\text{H}_7)$$

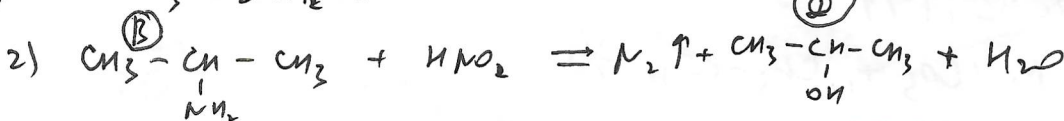
$\Rightarrow$  A - это  $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{NH}_2$

B - это  $\text{CH}_3 - \underset{\text{NH}_2}{\text{CH}} - \text{CH}_3$

Реакции:

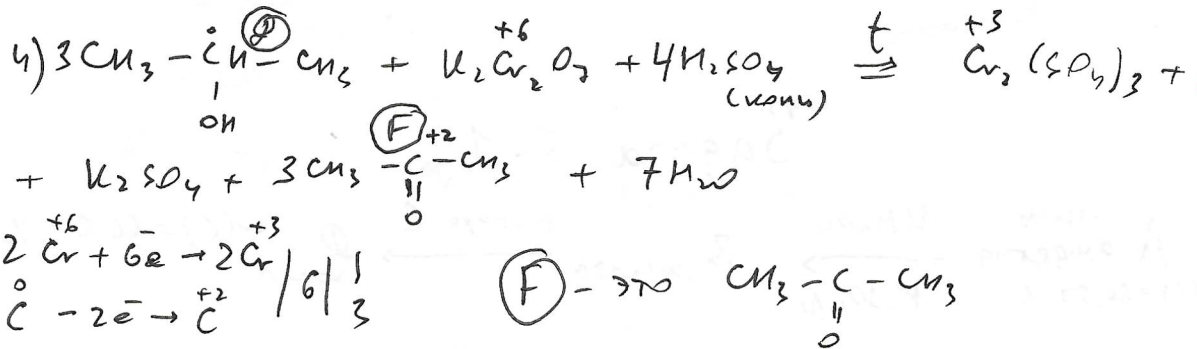
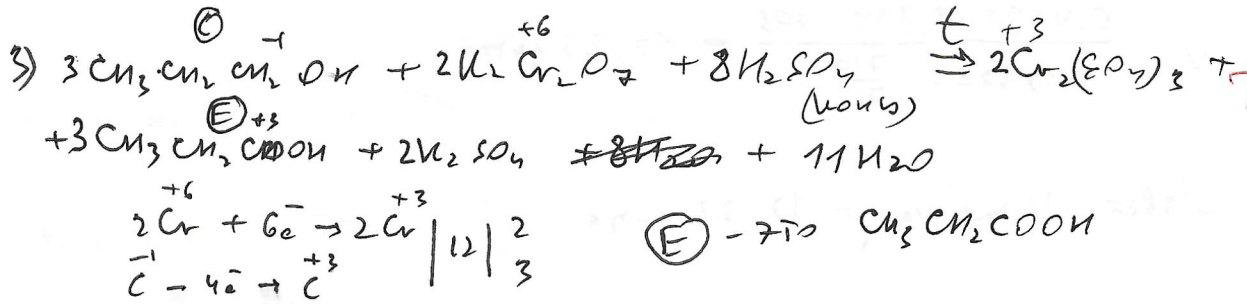


ⓐ - это  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COH}$



ⓓ - это  $\text{CH}_3 - \underset{\text{OH}}{\text{CH}} - \text{CH}_3$



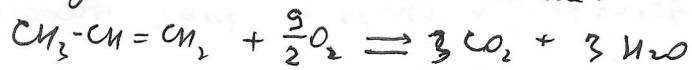


Ответ: А -  $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{NH}_2$ ; В -  $\text{CH}_3-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{CH}_3$ ;  
 С - это  $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{OH}$  Д -  $\text{CH}_3-\text{CH}(\text{OH})-\text{CH}_3$ ;  
 Е -  $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{COOH}$ ; F -  $\text{CH}_3-\overset{\oplus}{\text{C}}(\text{O})-\overset{\oplus}{\text{C}}\text{H}_3$

Дано:  
 $T = 303 \text{ K}$   
 $P = 710 \text{ мм рт.ст.}$   
 $m(\text{H}_2\text{O}) = 3,276 \text{ кг}$   
 $c(\text{H}_2\text{O}) = 75,31 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{K}}$   
 $T_1 = 22^\circ \text{C}$   
 $T_2 = 92^\circ \text{C}$   
 $Q_{\text{огр}}(\text{C}_3\text{H}_8) = -20,4 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$   
 $Q_{\text{огр}}(\text{CO}_2) = 393,5 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$   
 $Q_{\text{огр}}(\text{H}_2\text{O}) = 285,8 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$

Задача 4.5

Решение:



Найдём Q, которую нужно потратить на нагревание воды:

$Q_{\text{нагр}} = c(\text{H}_2\text{O}) \cdot \frac{m(\text{H}_2\text{O})}{M(\text{H}_2\text{O}) \cdot 1000} \cdot (T_2 - T_1) =$   
 $= 75,31 \cdot \frac{3,276}{18 \cdot 1000} \cdot (92 - 22) =$   
 $= 75,31 \cdot 182,69 = 945742,98 \frac{\text{Дж}}{\text{моль}}$   
 $(945,74298 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}})$

$Q_{\text{реакц}} = Q_{\text{огр}}(\text{CO}_2) \cdot 3 + Q_{\text{огр}}(\text{H}_2\text{O}) \cdot 3 - Q_{\text{огр}}(\text{C}_3\text{H}_8) - Q_{\text{огр}}(\text{O}_2) \cdot \frac{9}{2} =$   
 $= 393,5 \cdot 3 + 285,8 \cdot 3 - (-20,4) = 2058,3 \text{ кДж.}$

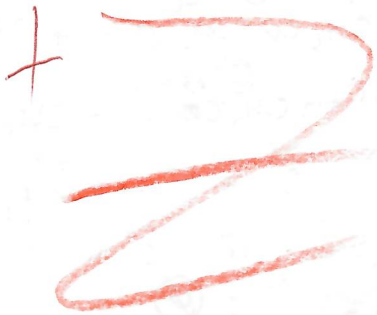
Найдём  $\lambda$  (пропан), который необходим для нагрева воды:

$\lambda(\text{пропан}) = \frac{Q_{\text{нагр}}}{Q_{\text{реакц}}} = \frac{945,74298}{2058,3} = 0,4595 \text{ моль.}$

Найдём V пропана через закон Менделеева - Клапейрона.

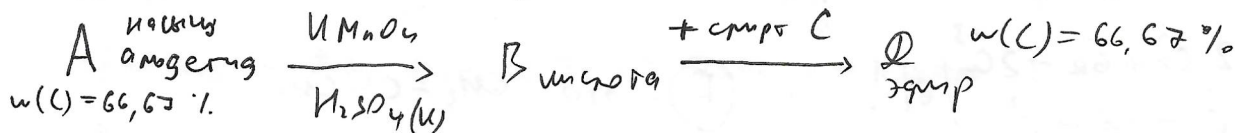
$PV = \lambda RT \quad V = \frac{\lambda RT}{P}$

$$V = \frac{0,4595 \cdot 8,314 \cdot 303}{101,325 \cdot \frac{710}{760}} = 12,23 \text{ литра}$$



Ответ:  $V_{\text{пропана}} = 12,23 \text{ литра}$ .

### Задача 5.1



Формула кальциевого калийманганевого альдегида:

$$C_n H_{2n} O \quad w(\text{C}) = \frac{n \cdot M(\text{C})}{n \cdot M(\text{C}) + 2n \cdot M(\text{H}) + M(\text{O})} = \frac{12n}{12n + 16} = 0,6667$$

$$n = 4$$

$\Rightarrow$  альдегид  $C_4H_8O$

$$12n + 16 = \frac{12n}{0,6667}$$

Если эфир  $D$  не содержит разветвлённых радикалов, то  $\alpha$  альдегид  $A$ , и спирт  $C$  тоже неразветвлённые.

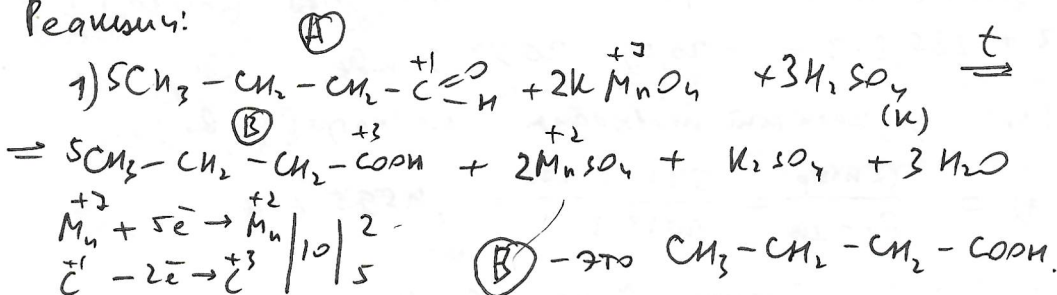


Так как в эфире  $D$   $w(\text{C}) = 66,67\%$ , а общая формула кальциевого эфира  $C_n H_{2n} O_2$ , то это возможно при

$$M = 2n \Rightarrow \text{эфир } C_8H_{16}O_2$$

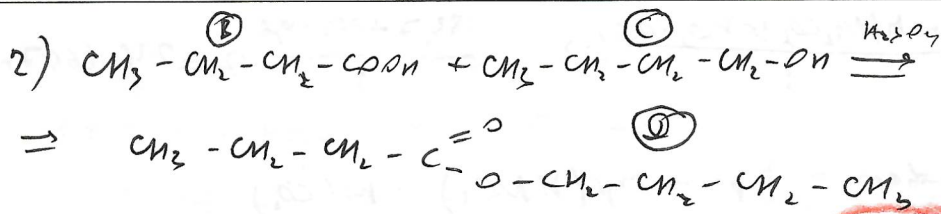
$\Rightarrow$  спирт  $C$  тоже имеет 4 углерода и является кальциевым  $\Rightarrow C$  - это  $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-OH$ .

Реакции:



$\textcircled{B}$  - это  $CH_3-CH_2-CH_2-COOH$ .

18-69-61-08  
(63.10)



- Ответ: А -  $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\overset{\text{O}}{\parallel}\text{C}-\text{H}$   
 Б -  $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{COOH}$   
 С -  $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2\text{OH}$   
 Д -  $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\overset{\text{O}}{\parallel}\text{C}-\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$

СМНТЭ - ? ⊖

### Задача в 6.1

Дано:  
 $V_p = 183,7 \text{ мл}$   
 $\rho_{\text{рр}}(\text{HNO}_3) = 200$   
 $m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 21,8 \text{ г}$   
 $m(\text{H}_2\text{O}) = 100 \text{ г}$

Решение:

Найдем  $w(\text{Na}_2\text{CO}_3)$ , которое должно быть в растворе:

$$w(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{m(\text{Na}_2\text{CO}_3)}{m(\text{H}_2\text{O}) + m(\text{Na}_2\text{CO}_3)} = \frac{21,8}{121,8} = 0,179$$

$w(\text{NaNO}_3)$ ?

Для приготовления нужного раствора понадобится  $a$  моль  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ . Найдем  $a$  с помощью  $w(\text{Na}_2\text{CO}_3)$

$$w(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{M(\text{Na}_2\text{CO}_3) \cdot a}{M_p + M(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O})} = \frac{106a}{183,7 + 286a} = 0,179$$

$183,7 \text{ мл} \rightarrow 183,7 \text{ г H}_2\text{O}$

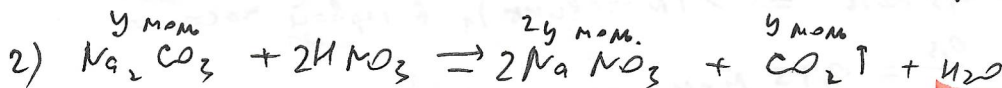
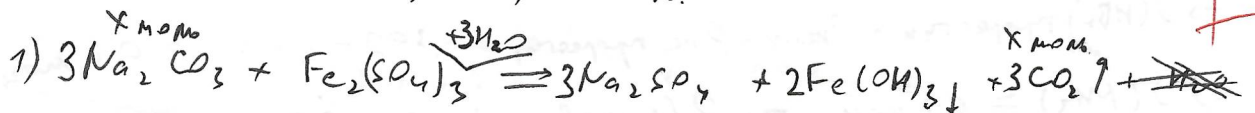
$M(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 106 \text{ г/моль}$

$M(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 286 \text{ г/моль}$

$$\frac{106a}{0,179} = 183,7 + 286a$$

$$a = 0,6 \text{ моль.} \quad +$$

$$\Rightarrow n(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 0,6 \text{ моль.}$$



$$\begin{cases} y = 2x \text{ (по у-н)} \\ x + y = 0,6 \text{ моль} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = 0,2 \text{ моль} \\ y = 0,4 \text{ моль} \end{cases} \quad +$$

$$\Rightarrow n(\text{NaNO}_3) = 2y = 0,4 \cdot 2 = 0,8 \text{ моль.}$$

$\Rightarrow$  первоначальный раствор соли можем в соотношении 1:2  $\Rightarrow$  во второй колбе  $n$  первоначального раствора.




$$m_{p2} = \frac{m_p + M(N_2CO_3 \cdot 10H_2O) \cdot 0,6 \cdot 2}{3} = \frac{183,7 + 286 \cdot 0,6}{3} \cdot 2 = 236,8667 \text{ г}$$

$$m_{\text{концентрация раствора}} = m_{p2} + m_p(KNO_3) - m(CO_2) =$$

$$= 236,8667 + 200 - 44 \cdot 0,4 = 419,2667 \text{ г.}$$

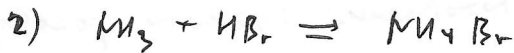
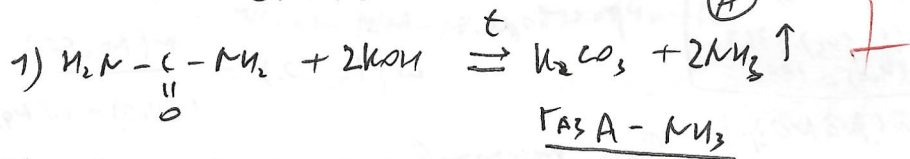
$$w(KNO_3) = \frac{m(KNO_3)}{m_{\text{конц. р}}} = \frac{0,8 \cdot 85}{419,2667} = 0,1622 \text{ (16,22\%)}$$

Ответ:  $w(KNO_3) = 16,22\%$  

### Задача 7.2

Решение:

Дано:  
 $V_p(H_2NCO(NH_2)) = 200 \text{ мл}$   
 $V_p(HBr) = 300 \text{ мл}$   
 $c(HBr) = 1,03 \frac{\text{моль}}{\text{л}}$   
 $pH = 1,52$



$c(H_2NCO(NH_2)) = ?$  Если  $pH = 1,52$ , то  $HBr$  в избытке  
 найдём количество  $HBr$ :  $n(HBr) = V \cdot c = 0,3 \cdot 1,03 = 0,309 \text{ моль}$

По  $pH$  найдём сколько  $HBr$  не прореагировало:

$$pH = -\lg[H] \Rightarrow [H] = 10^{-pH} \quad [H] = 10^{-1,52} \approx 0,03 \text{ моль/л}$$

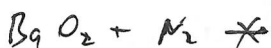
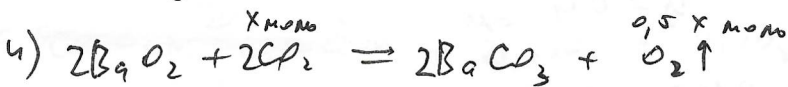
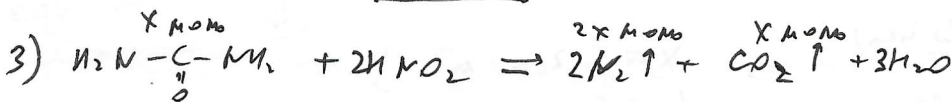
$$\Rightarrow c(HBr)_{\text{не прореагир}} = 0,03 \frac{\text{моль}}{\text{л}}$$

$$n(HBr)_{\text{не прореагир}} = V \cdot c = 0,3 \cdot 0,03 = 0,009 \text{ моль.}$$

$$\Rightarrow n(HBr)_{\text{прореагир}} = n_{\text{исх}} - n_{\text{не прореагир}} = 0,309 - 0,009 = 0,3 \text{ моль}$$

$$\Rightarrow n(NH_3) = 0,3 \text{ моль} \Rightarrow n(\text{могевинка})_1 \text{ в первой части} =$$

$$= \frac{n(NH_3)}{2} = \frac{0,3}{2} = 0,15 \text{ моль}$$



Непоглощённый газ - это  $\text{N}_2$  и  $\text{O}_2$   $\Sigma 2,5 \text{ моль}$

$$D(\text{NH}_3) = 2 \cdot 2,5x \quad (\text{по условию})$$

$$5x = 0,3 \text{ моль} \quad x = 0,06 \text{ моль}$$

$$\Rightarrow D(\text{CO}_2) = 0,06 \text{ моль} \Rightarrow D(\text{молекул})_2 \text{ во второй зачет} = \underline{0,06 \text{ моль}}$$

$$D(\text{молекул})_{\text{общ}} = D_1 + D_2 = 0,15 + 0,06 = 0,21 \text{ моль}$$

$$C(\text{молекул}) = \frac{D_{\text{общ}}}{V_p} = \frac{0,21}{0,200} = 1,05 \text{ моль/л. } \quad \checkmark$$

$$\text{Ответ: } C(\text{молекул}) = 1,05 \text{ моль/л. } \quad \checkmark$$



Задача 8.5

Дано:

$$M_{\text{смеси}} = 146,7 \text{ г}$$

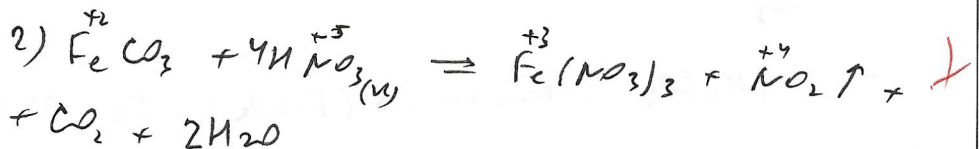
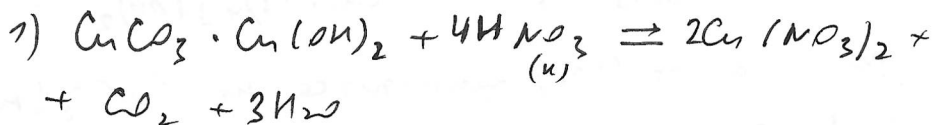
$$p_r = 1,816 \frac{\text{г}}{\text{л}}$$

$$V_r = 30,56 \text{ л}$$

$$P_r = 1 \text{ атм}$$

$$T_r = 298 \text{ К}$$

...



$\text{MgCO}_3$  -!  
 $\text{H}(\text{OH})$  -!

Найдём  $M(\text{газа})$  по закону Менделеева-Клапейрона

$$pV = \nu RT \quad pV = \frac{m}{M} RT \quad M = p \cdot \frac{RT}{p}$$

$$M_{\text{газа}} = p \cdot \frac{RT}{p} = 1,816 \cdot \frac{0,314 \cdot 298}{101,325} = 44,4 \text{ г/моль}$$

Найдём  $D$  газа:  $pV = \nu RT \quad \nu = \frac{pV}{RT}$

$$D_{\text{газа}} = \frac{pV}{RT} = \frac{101,325 \cdot 30,56}{0,314 \cdot 298} = 1,25 \text{ моль}$$

Газ - это смесь  $\text{NO}_2$  и  $\text{CO}_2$   
 $y$  моль  $\quad x$  моль

$$\left\{ \begin{aligned} M &= \frac{x \cdot M(\text{CO}_2) + y \cdot M(\text{NO}_2)}{x + y} = 44,4 \frac{\text{г}}{\text{моль}} & 44,4 &= \frac{44x + 46(1,25-x)}{1,25} \end{aligned} \right.$$

$$x + y = 1,25 \text{ моль} \quad \checkmark$$

$$\begin{aligned} x &= 1 \text{ моль} \\ y &= 0,25 \text{ моль} \end{aligned}$$

$$\Rightarrow D(\text{CO}_2)_{\text{общ}} = 1 \text{ моль}$$

$$D(\text{NO}_2) = 0,25 \text{ моль}$$

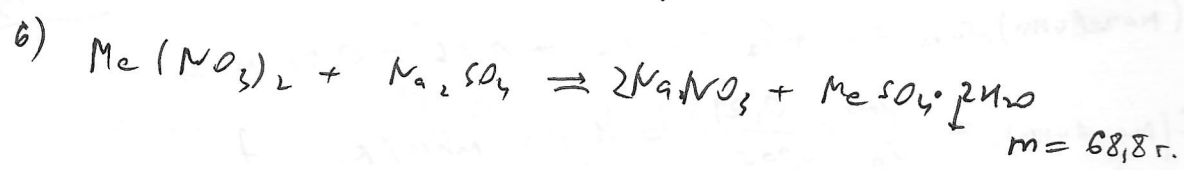
$$\Rightarrow D(\text{FeCO}_3) = 0,25 \text{ моль (по реакции)}$$

$$m(\text{FeCO}_3) = M \cdot D = 925 \cdot 116 = \underline{29 \text{ г}} \quad \checkmark$$

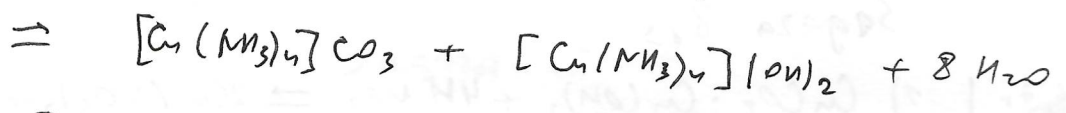
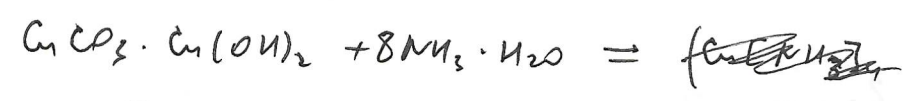
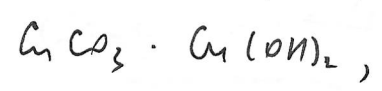


4)  $Cu(NO_3)_2 + Na_2SO_4 \times$ , т.к. все сои растворимы  
~~т.к.~~ в продуктах ~~не~~

5)  $Fe(NO_3)_2 + Na_2SO_4 \times$ , т.к. все сои растворимы  
 в продуктах.



Так как в растворе аммиака растворится только



То м осадка (69 г) приписывается на  $FeCO_3$  (m=25 г)  
 и  $MeCO_3$ .

$\Rightarrow M(MeCO_3) = m_{осадка} - m(FeCO_3) = 69 - 25 = \underline{40 \text{ г}}$

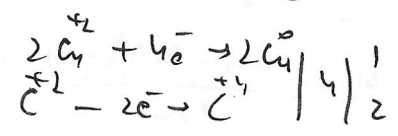
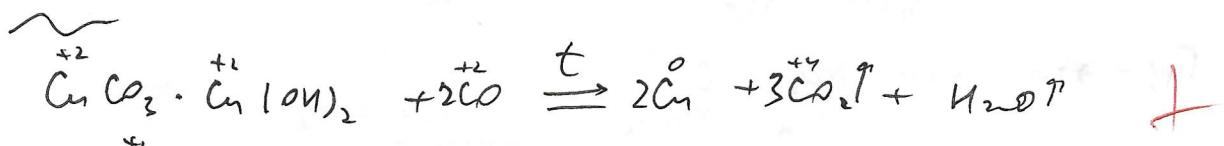
Так как количество  $MeCO_3 =$  количеству  $MeSO_4 \cdot 2H_2O$ ,

$\frac{M(MeCO_3)}{M(MeCO_3)} = \frac{m(MeSO_4 \cdot 2H_2O)}{M(MeSO_4 \cdot 2H_2O)}$

$\frac{40}{Me + 60} = \frac{68,8}{Me + 132}$

$40Me + 5280 = 68,8Me + 4128$   
 $1152 = 28,8Me \quad Me = 40 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$

$\Rightarrow Me$  - это Ca, а вещество - CaCO<sub>3</sub> +



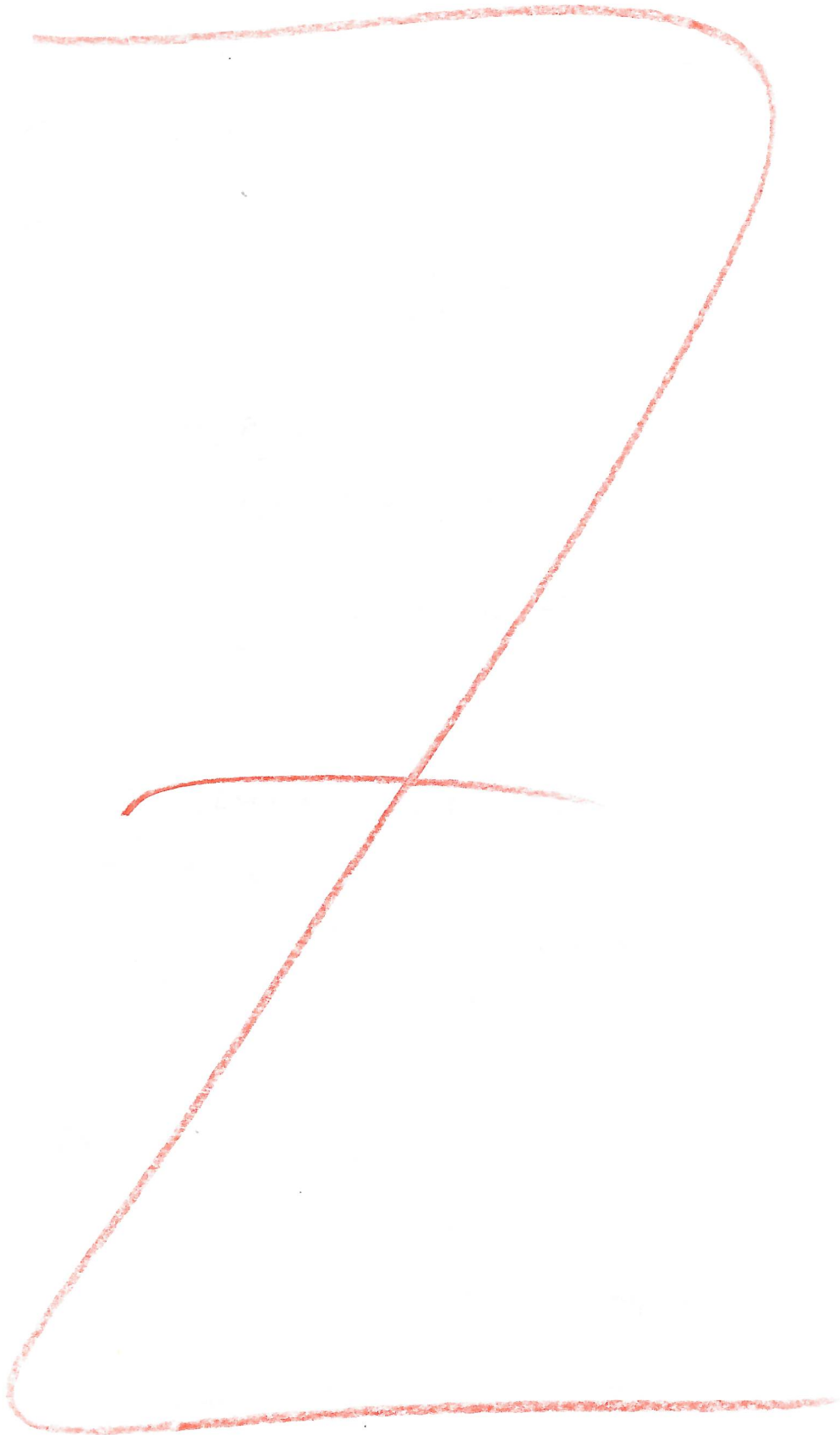
$m(\text{Малахит}) = m_{металл} - m_{осадка} = 146,7 - 69 = 77,7 \text{ г.}$

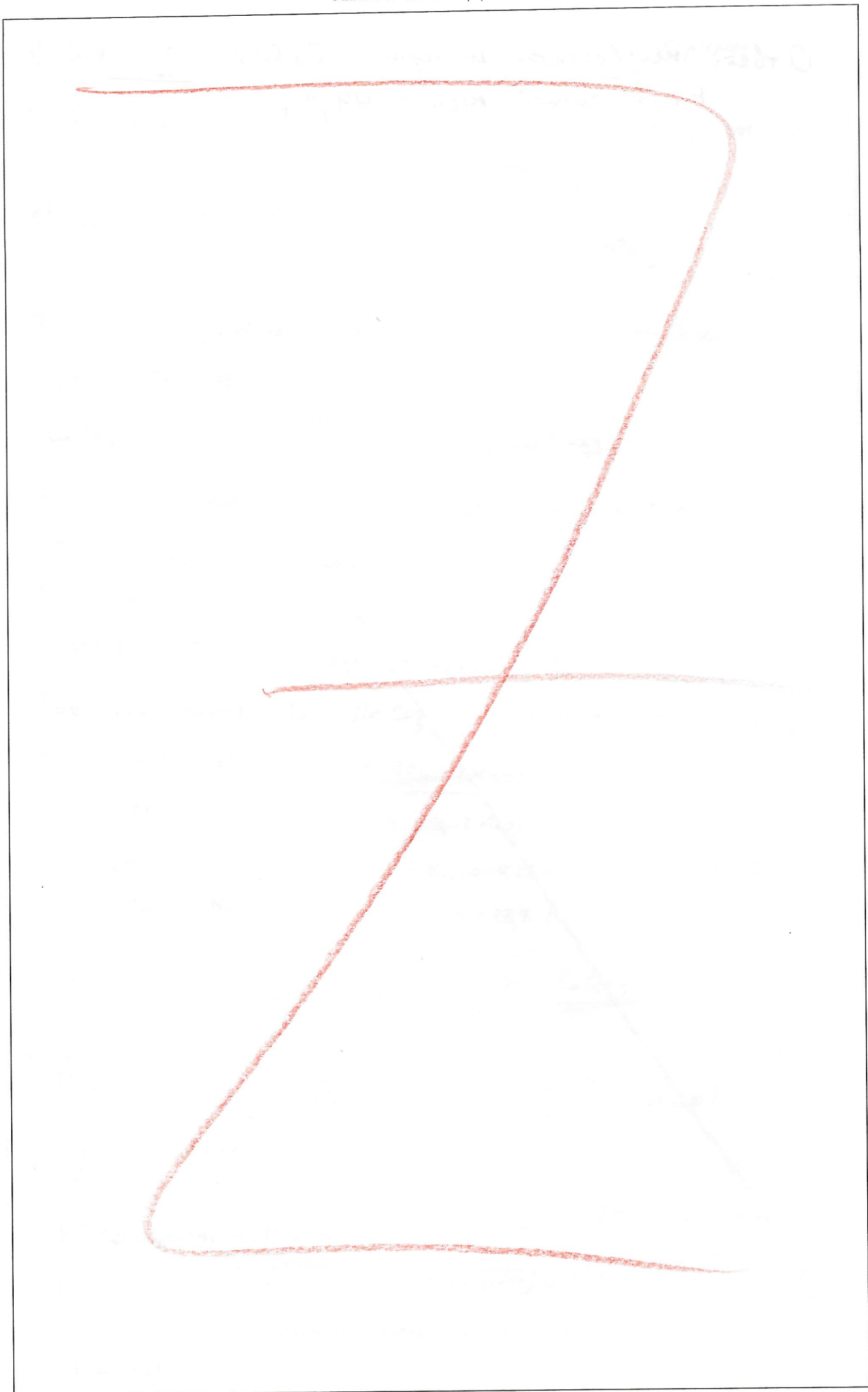
$M(\text{Малахит}) = 222 \text{ г.} \quad \rho(\text{Малахит}) = \frac{m}{M} = \frac{77,7}{222} = 0,35 \frac{\text{моль}}{\text{моль}}$

$\rho(Cu) = 2 \rho(\text{малахит}) = 0,7 \text{ моль} \quad (\text{по реакции})$

$m = \rho \cdot M = 0,7 \cdot 64 = 44,8 \text{ г}$

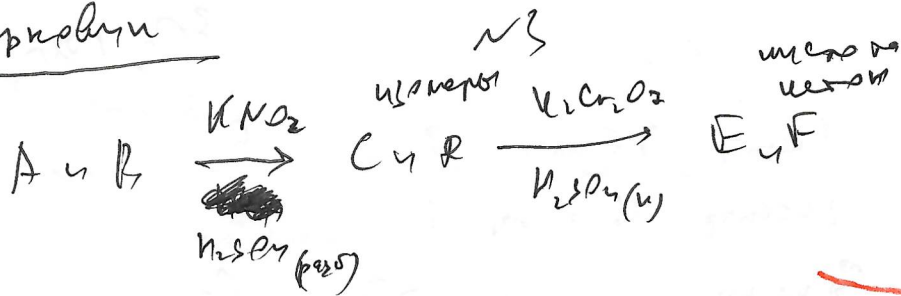
Ответ: неизвестный минерал -  $\text{CaCO}_3$ ;  $+$   
масса этой массы = 44,8 г.



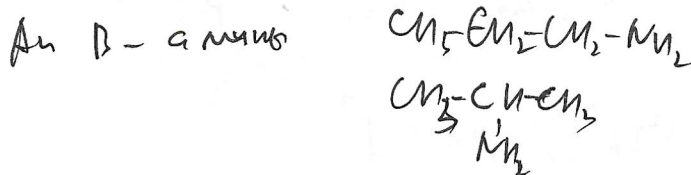




Черкочу



$$M = 59 \text{ г/моль}$$



$$w = \frac{a \cdot M(\text{K}_2\text{CO}_3)}{M_p + M(\text{K}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) \cdot a}$$

$$pV = \rho RT \quad pV = \frac{m}{M} RT$$

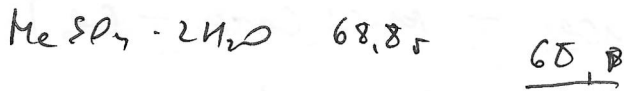
$$M = \rho \cdot \frac{RT}{p}$$

$$\rho = 1,2498 \quad (1,25)$$

$$M = 44,4$$

$$44,4 = \frac{44x + 46(1,25 - x)}{1,25}$$

$$55,5 = 57,5 - 2x$$



$$\frac{68,8}{\text{Me}}$$

Черновик

~1

306, 17889

1 период	2 e <sup>-</sup> слз	2 e <sup>-</sup>	F
2 период	8 e <sup>-</sup> слз	10 e <sup>-</sup>	
3 период	8 e <sup>-</sup> слз	18 e <sup>-</sup>	<u>Co</u>
4 период	18 e <sup>-</sup> слз	36 e <sup>-</sup>	
5 период	18 e <sup>-</sup> слз	45 e <sup>-</sup>	Ph

