

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

Вариант 2

Место проведения Москва  
город

**ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА**

Олимпиада школьников Ломоносов  
наименование олимпиады

по химии  
профиль олимпиады

Симокиной Анастасии Игоревны  
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата  
«12» марта 2023 года

Подпись участника  
Симз

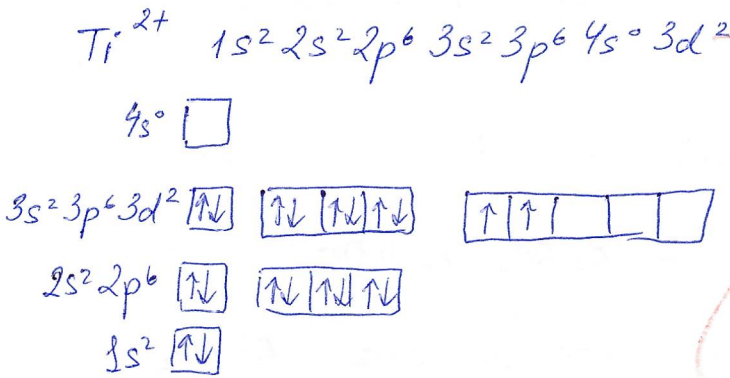
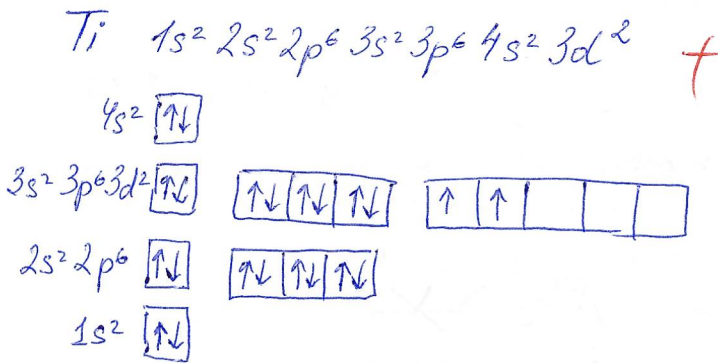
ЧИСТОВИК 1.

N 1.4

Девяносто два

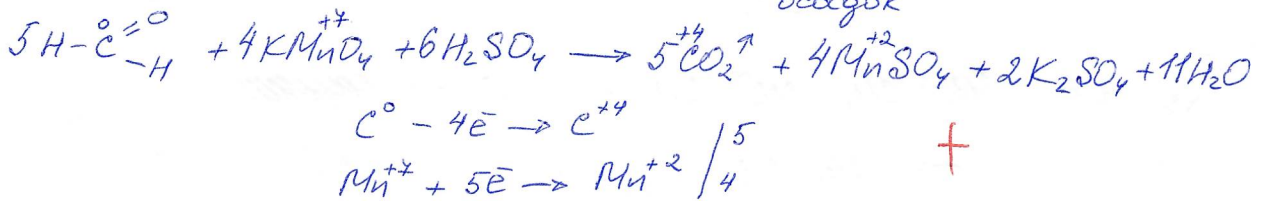
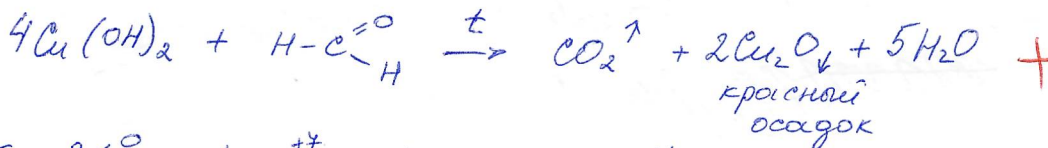
Число пар спаренных электронов в 5 раз превышает число неспаренных → число спаренных e в 10 раз превышает число неспаренных.

Например, у Титана Ti спар. e : неспар. e = 20 : 2 = 10 : 1



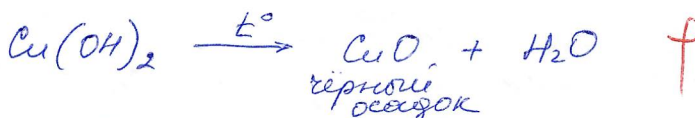
N 2.1

в I пробирке формальдегид:



в II пробирке ацетон:

с Cu(OH)<sub>2</sub> не реагирует, при t<sup>0</sup> происх. разлом-e

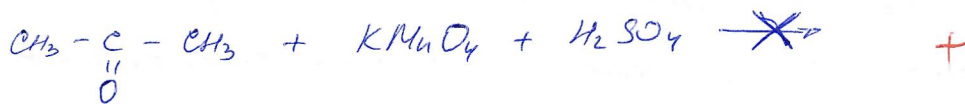


1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20  
 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 | 22 | 24 | 26 | 28 | 30 | 32 | 34 | 36 | 38 | 40 | 42 | 44 | 46 | 48 | 50

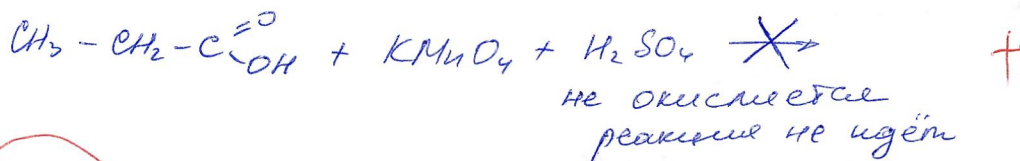
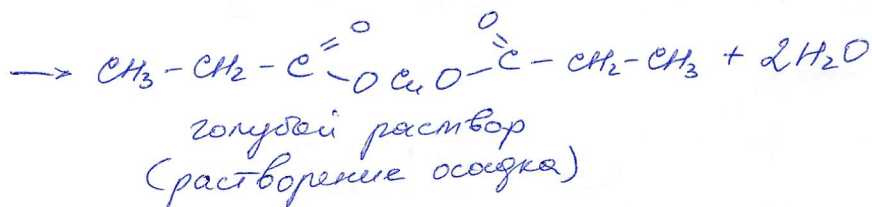
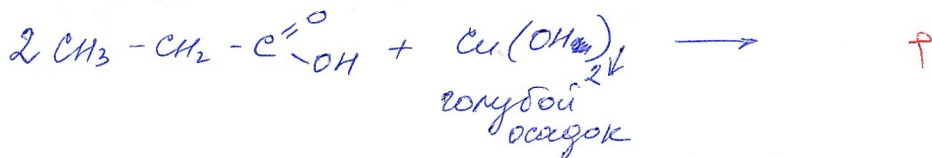
ЧИСТОВИК 2.

продолжение № 2.1

(во II пробирке ацетон с  $KMnO_4$  не реагирует)



в III пробирке пропионовая к-та:



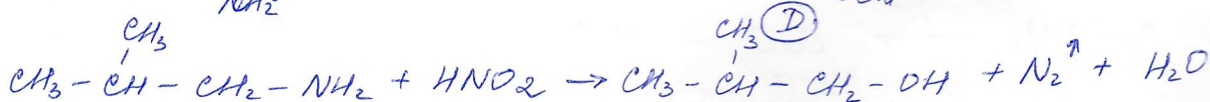
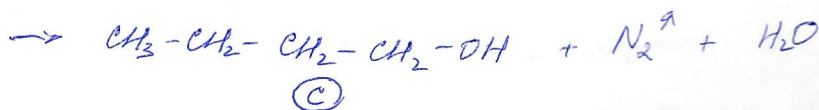
№ 3.6

$$M_{\text{ам.}} = 2,607 \cdot 28 = 73 \text{ г/моль } \textcircled{+}$$

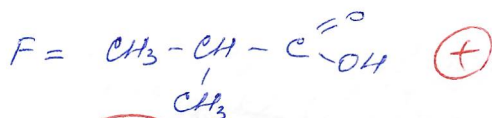
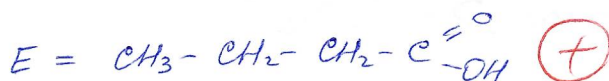
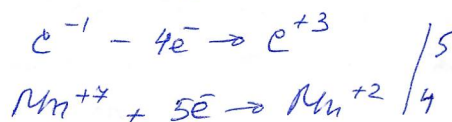
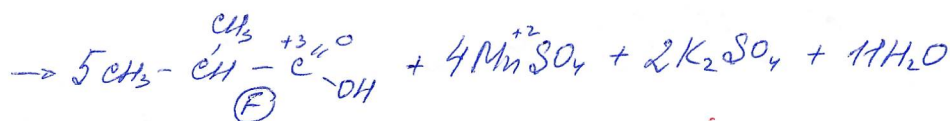
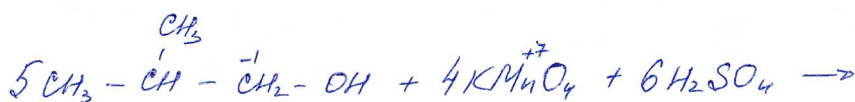
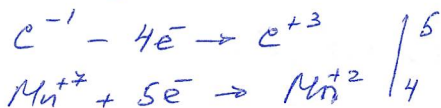
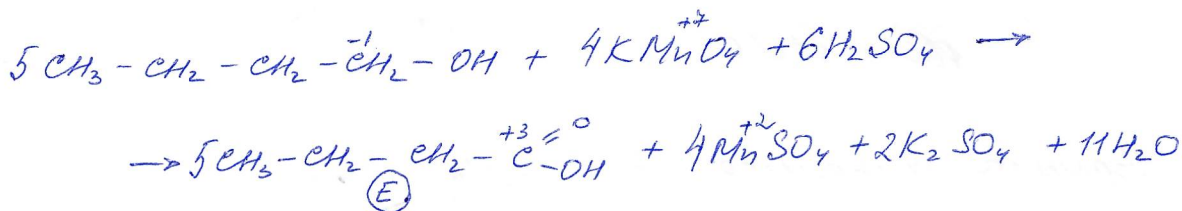
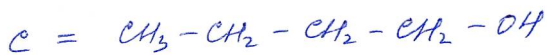


вещ-ва А и В - первичные амины  $R - NH_2$

$$M(R) = 73 - 16 = 57 \text{ г/моль } R = C_4H_9 \textcircled{+}$$



ЧИСТОВИК 3.  
продолжение № 3.6



№ 4.2



$Q_{\text{сгор.}}(\text{C}_2\text{H}_6) = 2 \cdot Q_{\text{сгор.}}(\text{CO}_2) + 3 \cdot Q_{\text{сгор.}}(\text{H}_2\text{O}) - Q_{\text{сгор.}}(\text{C}_2\text{H}_6) - Q_{\text{сгор.}}(\text{O}_2) =$   
 $= 2 \cdot 393,5 + 3 \cdot 285,8 - 84,7 = 787 + 856,5 - 84,7 = 1558,8$   
 к Дж / моль

$Q_{\text{нагр.}} = c \cdot V \cdot (T_2 - T_1) = 75,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{K}} \cdot \frac{1179 \text{г}}{18 \text{г/моль}} \cdot (98 - 24) =$   
 $= 75,31 \cdot 65,5 \cdot 74 = 365027,57 \text{ Дж} = 365,03 \text{ к Дж}$

$V(\text{C}_2\text{H}_6) = \frac{365,03 \text{ к Дж}}{1558,8 \text{ к Дж/моль}} = 0,234 \text{ моль}$  (+)

$V(\text{C}_2\text{H}_6) = \frac{p \cdot V}{R \cdot T} = \frac{0,234 \cdot 8,31 \cdot (15 + 273)}{\frac{730}{760} \cdot 101,325} = 5,8 \text{ л} \approx 6 \text{ л}$   
 ответ

ЧИСТОВИК 4.

N 5.5

Альдеид  $C_n H_{2n} O$

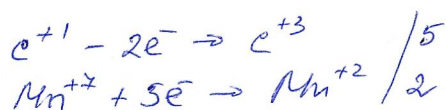
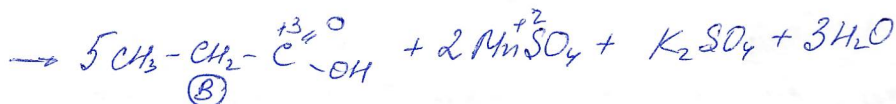
$$w(H) = \frac{2n}{14n+16} = 0,1035$$

$$19,32n = 14n + 16$$

$$5,32n = 16$$

$$n = 3$$

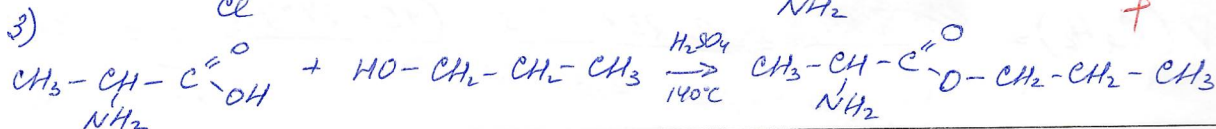
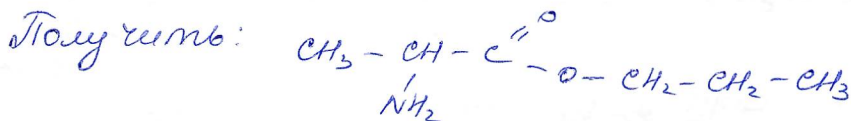
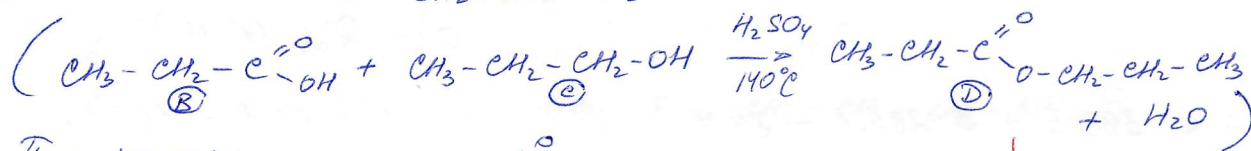
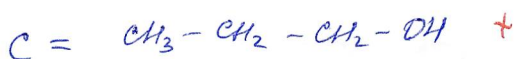
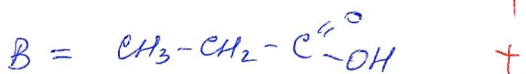
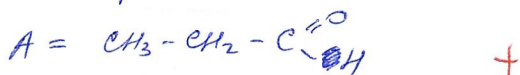
Формула альдеида  $A = C_3 H_6 O$



~~Т.к.~~ Соед-е D- сложной эфир  $C_m H_{2m} O_2$ . Т.к. массовые доли элементов в нем такие же, как в А, то  $m = 2n$ .

Формула сложного эфира  $D = C_6 H_{12} O_2$

Строение всех веш-в А-D:



УЧЕТОВИК 5.

№ 6.6

$$\omega(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{21,8}{121,8} = \cancel{0,179} 0,179$$

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

$$M(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 106 + 180 = 286 \text{ г/моль}$$

Пусть для приготовления раствора понадобилось  $n$  моль  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , тогда

$$\omega(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{106n}{110,2 + 286n} = 0,179$$

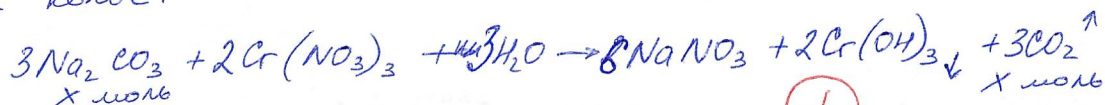
$$592,2n = 110,2 + 286n$$

$$306,2n = 110,2$$

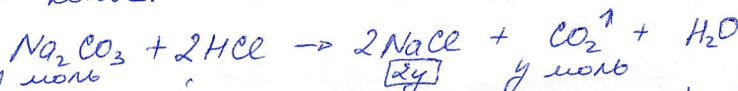
$n = 0,4$  моль  $n = 0,36$  моль

$$m(\text{р-ра Na}_2\text{CO}_3) = 110,2 + 286 \cdot 0,36 = 213,16 \text{ г}$$

в 1<sup>й</sup> колбе:



во 2<sup>й</sup> колбе:



Пусть в 1<sup>й</sup> колбе было  $x$  моль  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , а во 2<sup>й</sup> —  $y$  моль  $\text{Na}_2\text{CO}_3$

Тогда по ур. р-ции 1  $\nu(\text{CO}_2 \text{ в } 1^{\text{й}} \text{ к.}) = x$  моль

по ур. р-ции 2  $\nu(\text{CO}_2 \text{ в } 2^{\text{й}} \text{ к.}) = y$  моль

~~$$\begin{cases} x + y = 0,4 \\ 2x = y \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = 0,4 - y \\ 2(0,4 - y) = y \end{cases}$$~~

$$\begin{cases} x + y = 0,36 \\ 2x = y \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} 3x = 0,36 \\ y = 2x \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = 0,12 \\ y = 0,24 \end{cases}$$

$$m(\text{р-ра Na}_2\text{CO}_3 \text{ в } 2^{\text{й}} \text{ к.}) = \frac{0,24}{0,36} \cdot 213,16 = \frac{2}{3} \cdot 213,16 = 142,1 \text{ г}$$

по ур. р-ции 2  $\nu(\text{NaCl}) = 2\nu(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 2 \cdot y = 0,48$  моль

$$m(\text{NaCl}) = 0,48 \cdot 58,5 = 28,08 \text{ г}$$

$$m(\text{конкр. в } 2^{\text{й}} \text{ к.}) = 142,1 + 120 - m(\text{CO}_2) = 262,1 - 44 \cdot 0,24 = 251,54 \text{ г}$$

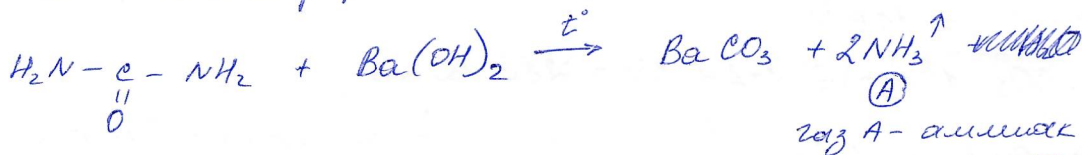
$$\omega(\text{NaCl}) = \frac{28,08}{251,54} = 0,112 \text{ или } 11,2\%$$

Ответ: 11,2%

УЧЕТОВИК 6.

N 7.1

1<sup>ая</sup> часть р-ра мочевины



(+)

$$n(\text{HCl}_{\text{нач.}}) = 0,2 \cdot 1,005 = 0,201 \text{ моль}$$

pH = 2,3 среда кислая HCl в избытке

$$\text{pH} = -\lg[\text{H}^+] \quad [\text{H}^+] = 10^{-2,3} = 0,005 \text{ моль/л}$$

$$[\text{HCl}] = [\text{H}^+] = 0,005 \text{ моль/л}$$

(+)

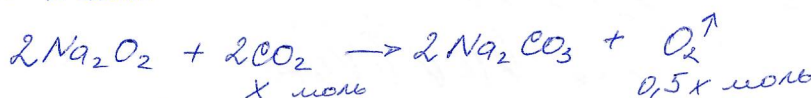
$$n(\text{HCl}_{\text{конеч.}}) = 0,2 \cdot 0,005 = 0,001 \text{ моль}$$

$$n(\text{HCl}_{\text{прореаг.}}) = 0,201 - 0,001 = 0,2 \text{ моль}$$

по ур. р-ции 2  $n(\text{NH}_3) = n(\text{HCl}) = 0,2 \text{ моль}$

по ур. р-ции 1  $n(\text{CO}(\text{NH}_2)_2) = \frac{1}{2} n(\text{NH}_3) = 0,1 \text{ моль}$

2<sup>ая</sup> часть р-ра



Пусть во 2<sup>ой</sup> части р-ра  $x$  моль  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ . Тогда по ур. р-ции  $n(\text{N}_2) = 2x$  моль,  $n(\text{O}_2) = 0,5x$  моль.

$$\Sigma n(\text{кислот. з.}) = 2,5x \text{ моль.}$$

$$2,5x = 2 \cdot n(\text{NH}_3)$$

$$2,5x = 0,4$$

$$x = 0,16 \text{ моль}$$

$$\Sigma n(\text{CO}(\text{NH}_2)_2) = 0,1 + 0,16 = 0,26 \text{ моль}$$

$$c(\text{мочевина}) = \frac{0,26}{0,13} = 2 \text{ моль/л}$$

~~ответ: 2 моль/л~~

(+)

Ответ: 2 моль/л

ЧИСТОВИК 7. ЧЕРНОВИК 1

N 8.2

~~Масса~~

$$PV = \nu RT$$

$$PV = \frac{m}{M} RT$$

$$MP = \frac{m}{V} RT$$

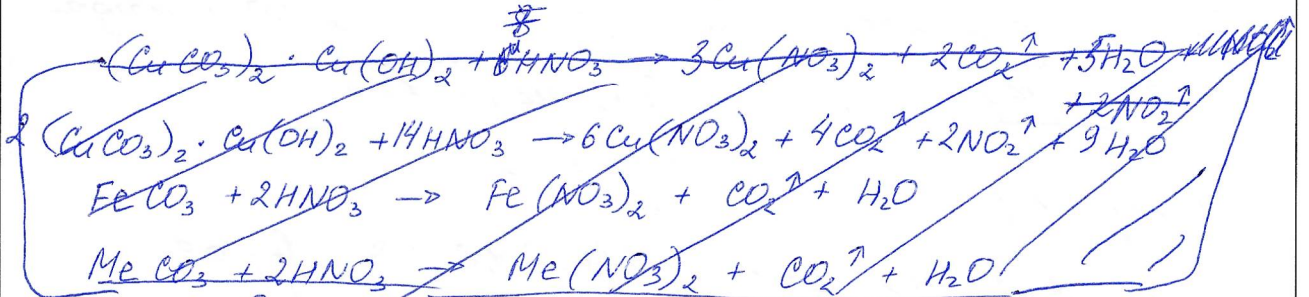
$$M = \frac{PRT}{P}$$

$$\nu(\text{возду}) = \frac{1,82\% \cdot 29,34}{44,5 \text{ г/моль}}$$

$$\nu(\text{возду}) = 1,2 \text{ моль}$$

$$M(\text{возду}) = \frac{1,820\% \cdot 8,314 \cdot (25 + 273)}{101,325 \text{ кПа}} = 44,5 \text{ г/моль} \Rightarrow$$

вошли не только CO<sub>2</sub>, но и NO<sub>2</sub>.



Пусть вошло x моль CO<sub>2</sub> и y моль NO<sub>2</sub>, тогда

$$\begin{cases} 44x + 46y = 44,5 \\ x + y = 1,2 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} 44x + 46y = 53,4 \\ x + y = 1,2 \end{cases} \Leftrightarrow$$

~~44x + 46y = 44,5~~

~~44x + 46y = 53,4~~

~~x + y = 1,2~~

~~y = 1,2 - x~~

~~44x + 55,2 - 46x = 53,4~~

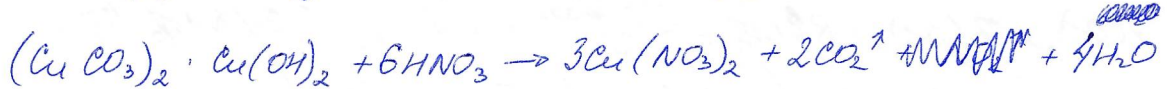
~~2x = 1,8~~

~~x = 0,9~~

~~y = 1,2 - x~~

~~y = 0,3~~

$$\begin{cases} 44x + 55,2 - 46x = 53,4 \\ y = 1,2 - x \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} 2x = 1,8 \\ y = 1,2 - x \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} x = 0,9 \\ y = 0,3 \end{cases}$$



ЧИСТОВИК 7



ЧИСТОВЫК 7.

№ 2

$$PV = \nu RT$$

$$\nu(\text{воздуха}) = \frac{1,82\% \cdot 29,34 \text{ г}}{44,5 \text{ г/моль}} = 1,2 \text{ моль}$$

$$PV = \frac{m}{M} RT$$

$$M = \frac{PRT}{P}$$

$$M(\text{воздуха}) = \frac{1,82\% \cdot 8,314 \cdot (25+273) \text{ К}}{101,325 \text{ кПа}} = 44,5 \text{ г/моль} \Rightarrow$$

(+)

Выделился не только  $\text{CO}_2$ , но и  $\text{NO}_2$ .

Пусть выделилось  $x$  моль  $\text{CO}_2$  и  $y$  моль  $\text{NO}_2$ , тогда

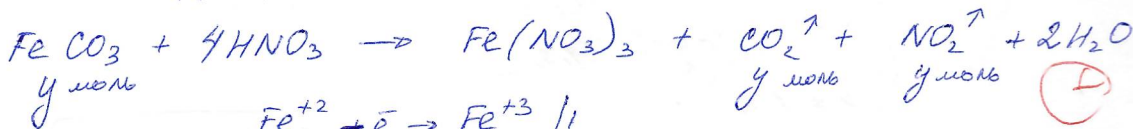
$$\begin{cases} \frac{44x + 46y}{x+y} = 44,5 \\ x+y = 1,2 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} 44x + 46y = 53,4 \\ y = 1,2 - x \end{cases} \Leftrightarrow$$

$$\begin{cases} 44x + 55,2 - 46x = 53,4 \\ y = 1,2 - x \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} 2x = 1,8 \\ y = 1,2 - x \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} x = 0,9 \\ y = 0,3 \end{cases}$$

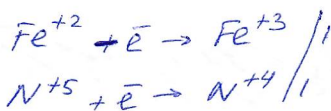
$$\nu(\text{CO}_2) = 0,9 \text{ моль}, \nu(\text{NO}_2) = 0,3 \text{ моль.}$$



(+)



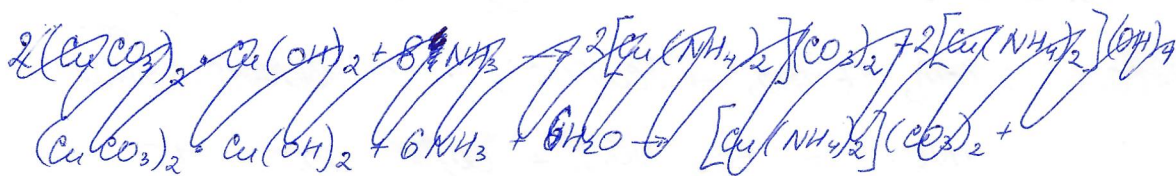
(+)



(+)



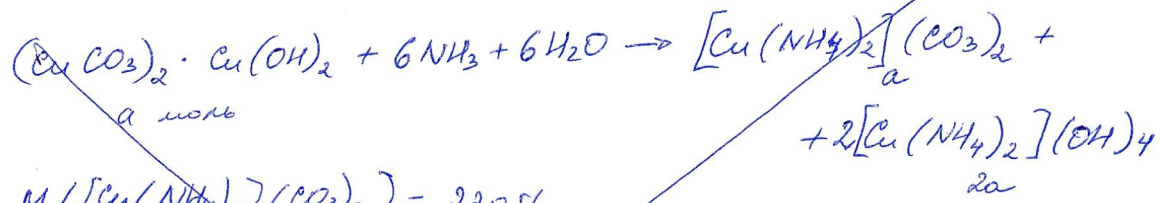
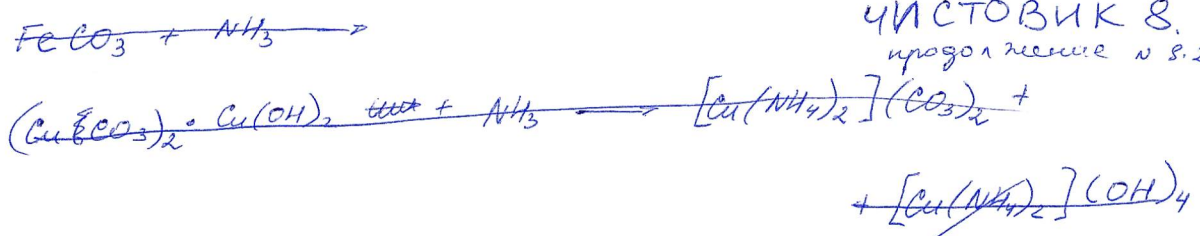
(+)



$$\begin{aligned} 2a + b &= 0,9 - 0,3 \\ 2a + b &= 0,6 \end{aligned}$$



ЧИСТОВИК 8.  
продолжение н.с.2



~~$M([Cu(NH_4)_2](CO_3)_2) = 220 \text{ г/моль}$~~

~~$M([Cu(NH_4)_2](OH)_4) = 168 \text{ г/моль}$~~

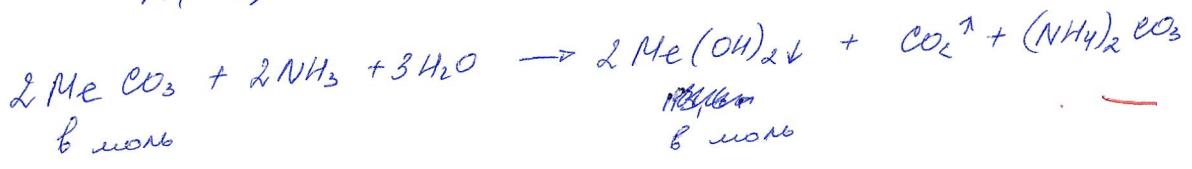
~~$220a + 336a = 113,6$~~

~~$556a = 113,6$~~

~~$a = 0,2 \text{ моль} \Rightarrow b = 0,6 - 2a = 0,2 \text{ моль}$~~

~~$M(MeSO_4) = \frac{93,2}{0,2} = 446 \text{ г/моль}$~~

~~$M(Me) = 446 - 32 - 64 = 350$~~



~~$\begin{cases} 2a + b = 0,6 \\ M \cdot b = 113,6 \\ M \cdot b = 93,2 \end{cases}$~~

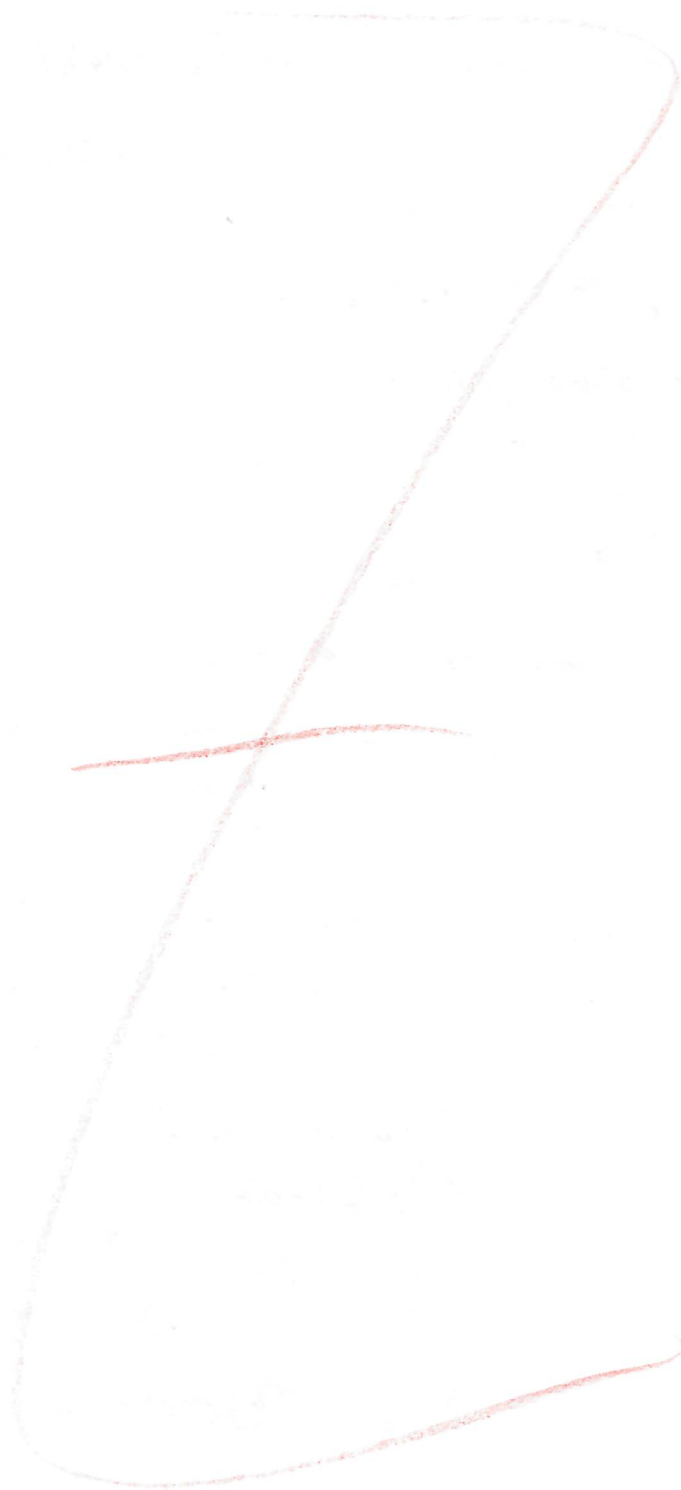
~~$\begin{cases} 220a + 336a + M(Me(OH)_2)b = 113,6 \\ 2a + b = 0,6 \\ (M(Me) + 34)b = 113,6 \\ (M(Me) + 96)b = 93,2 \\ 2a + b = 0,6 \end{cases}$~~

~~$\begin{cases} 113,6 - 34b = 93,2 - 96b \\ 2a + b = 0,6 \end{cases}$~~

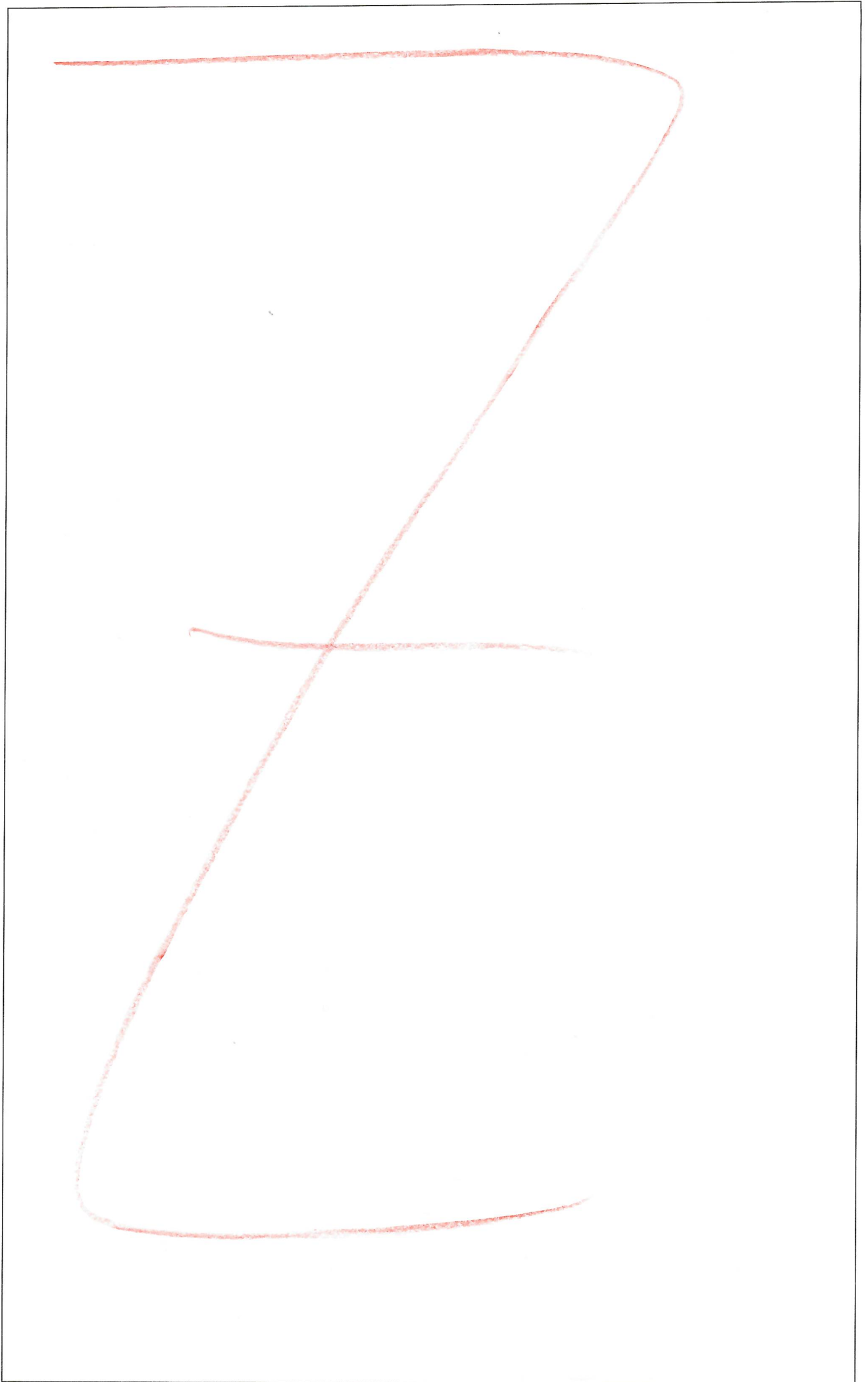
~~$\begin{cases} 62b = 20,4 \\ 2a + b = 0,6 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} b = 0,3 \\ a = 0,15 \end{cases}$~~

~~$M(MeSO_4) = \frac{93,2}{0,3} = 310$~~

~~не подходит~~



ЛИСТ-ВКЛАДЫШ



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

