



0 009714 330007

00-97-14-33

(56.8)



# МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант Л

Место проведения г. Москва  
город

*Выход 14<sup>38</sup>  
вернулся 14<sup>43</sup> Касья*

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов  
наименование олимпиады

по химии  
профиль олимпиады

Жохлова Анастасия Евгеньевна  
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

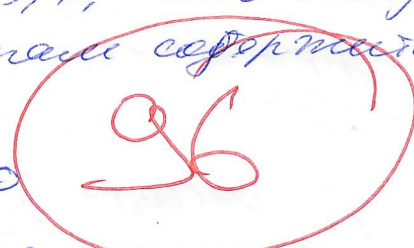
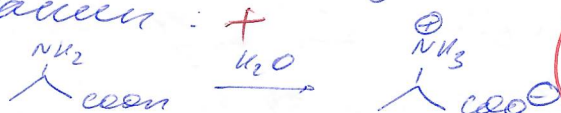
Дата  
«03» марта 2024 года

Подпись участника  
Анастасия

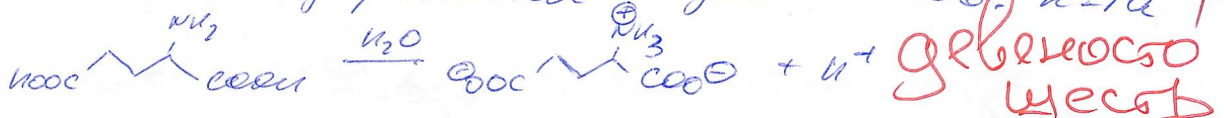
щелочная

1.5

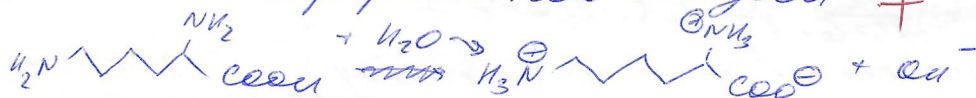
В баке 1 при  $r_{ра} = 5,7$ , что близко к нейтральной  $\rightarrow$  там содержится аммиак:



В баке 2 при  $r_{ра} = 2,9$ , исп. среда  $\rightarrow$  там содержится муравьиная кислота +



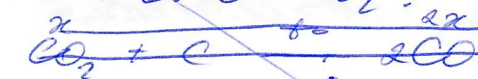
В баке 3 при  $r_{ра} = 9,6$ , осн. среда  $\Rightarrow$  там содержится мочевина +



2.1

Масса =  $D_{NH_2} \cdot m_{NH_2} = 21,2 \cdot 2 = 42,4$  г/моль +

~~с распадающейся углекислотой образуется~~



~~Пусть  $x = V(CO_2)$ ,  $y = V(CO)$  в см<sup>3</sup> смеси.~~

~~тогда:~~

~~$$\frac{2x+y}{x+y} = 4,5; \quad \frac{2x+y}{x+y} = 4,5x + 1,5y$$~~

~~$$0,5x = 0,5y$$~~

~~$$x = y \Rightarrow V(CO_2) = V(CO)$$~~

~~т.к.  $V$  газов пропорциональны количеству вещества~~

~~$$m(CO_2) \cdot V(CO_2) + m(CO) \cdot V(CO) = m_{сер.} = 42,4$$~~

~~$$V_{CO_2} = V_{CO} = 42,4$$~~

~~$$\begin{cases} 44x + 28y = 42,4 \\ x = y \end{cases} \Rightarrow x = y = \frac{42,4}{44+28} \approx 0,589$$~~

~~Имеем газ. смесь состоит только из  $CO$  и  $CO_2$  в ва  $2x+y = 0,589 \cdot 3 = 1,767$  моль~~

пусть  $x(CO_2)_{исх.} = x$ ;  $y(CO)_{исх.} = y$

$$\begin{cases} x+y = 1 \\ 44x+28y = 42,4 \end{cases} \Rightarrow x = 0,9 \Rightarrow y(CO)_{исх.} = 0,9 +$$

газ  $CO_2$  прореаг. с распад. углем:



пусть  $V(CO_2)_{исх.} \text{ реаг.} = a$ . тогда:  $V(CO_2) = 0,9$  моль

$$\frac{1-a+2a}{1} = 1,5 \Rightarrow a = 0,5$$

пусть смесь  $\leftarrow$  моль тогда  $V(CO) = 0,1$  моль (т.к.  $V$  газов пропорциональны их  $V$ )

Антонин

1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20

таблица отражает, состав конечной газовой смеси:

Чистовая

$$n(\text{CO}_2) = 0,9 - 0,5 = 0,4 \text{ моль} +$$

$$n(\text{CO}) = 0,1 + 0,5 \cdot 2 = 1,1 \text{ моль} +$$

$$n(\text{см. вод.}) = 0,4 + 0,11 = 0,51 \text{ моль}$$

$$x(\text{CO}_2) = \frac{0,4}{0,51} = \frac{4}{5,1} ; y(\text{CO}) = \frac{1,1}{1,5} = \frac{11}{15}$$

$$\text{шпр.} = \frac{4}{15} \cdot M(\text{CO}_2) + \frac{11}{15} \cdot M(\text{CO}) = 32,267 \text{ г/моль} +$$

$$D_{\text{H}_2}(\text{см.}) = \frac{\text{шпр.}}{M_{\text{H}_2}} \approx 16,13 +$$

3,5



$$m(\text{NaOH})_{\text{р.}} = 44 + 23 - 47 = 20 \text{ г} +$$

$$n(\text{NaOH})_{\text{р.}} = \frac{20}{23+16+1} = 0,5 \text{ моль} +$$

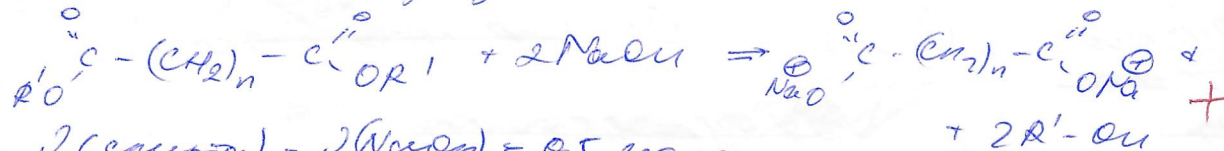
Если предположить, что на  $n(\text{эф.}) = n(\text{NaOH})$ , то

$$M(\text{соли}) = \frac{44}{0,5} = 88 \text{ г/моль} - \text{нет ~~такой~~ с такой M$$

$$M(\text{спирта}) = \frac{23}{0,5} = 46 \text{ г/моль}, \text{ что соотв. ЭвОм} +$$

$$M(\text{соединения}) = \frac{47}{0,5} = 94 \text{ г/моль}$$

можно предположить, что на  $n(\text{эф.})$  при-  
ходится  $2n(\text{NaOH})$ , т.е. к-та, входящая  
в состав А, двухосновная:



$$n(\text{спирта}) = n(\text{NaOH}) = 0,5 \text{ моль}$$

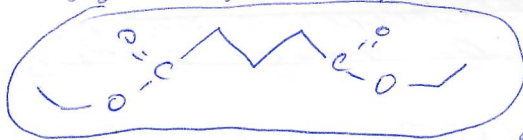
$$M(\text{спирта}) = \frac{23}{0,5} = 46 \text{ г/моль} - \text{ЭвОм}$$

$$M(\text{соли}) = \frac{1}{2} n(\text{NaOH}) = \frac{0,5}{2} = 0,25 \text{ моль}$$

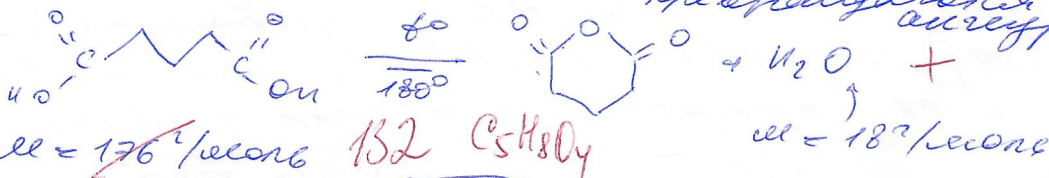
$$M(\text{соли}) = \frac{44}{0,25} = 176 \text{ г/моль} - \text{NaOOC}-\text{C}_4\text{H}_8-\text{COONa} +$$

$$(176 - 23 \cdot 2 - 16 \cdot 4 - 12 \cdot 2) = 47 \text{ г/моль} = 14,3 = M(\text{C}_4\text{H}_8) \text{ (т.к. к-та неразветвл.}$$

сферическая, сл. формул А имеет  
следующее строение:



при нагревании  
двухосновн. орт.-к-ты  
отвердевают и  
превращаются в  
ангидриды:



$$M = 176 \text{ г/моль}$$

$$132 \text{ C}_5\text{H}_8\text{O}_4$$

$$M = 18 \text{ г/моль}$$

$$D_{\text{потери}} = \frac{18}{176} \approx 10,23\% +$$

Термодинамика

4.4

Состав газ. смеси после сгорания  $\text{C}_3\text{H}_6$ :

$$\text{O}_2: 30 - \frac{9}{2} = 25,5 \text{ моль}$$

$$\text{CO}_2: 3 \cdot 1 = 3 \text{ моль}$$

$$\text{H}_2\text{O} \text{ пар}: 3 \cdot 1 = 3 \text{ моль}$$

$$\Delta H_{\text{р.чеш}} = 3 Q_{\text{обр.}}(\text{CO}_2) + 3 Q_{\text{обр.}}(\text{H}_2\text{O}) - Q_{\text{обр.}}(\text{C}_3\text{H}_6) =$$

$$= 393,5 \cdot 3 + 241,8 \cdot 3 - (-20,4) = 1926,3 \text{ кДж} \quad +$$

Иск.  $t_0 = 25^\circ\text{C}$  (298 K)  $\Rightarrow$  в газ. фазе только  $\text{O}_2$  и  $\text{CO}_2$ .

$$\text{обу, теплоёмкость смеси} =$$

$$= 25,5 \cdot 34,7 + 3 \cdot 53,5 = 1045,35 \frac{\text{Дж}}{\text{K}} \quad \text{или } 43 \text{ (H}_2\text{O)} \text{ — ?}$$

 $t_0$  кип.  $\text{H}_2\text{O} = 100^\circ\text{C}$  (373 K). Чтобы нагретьсмесь  $\text{O}_2$  и  $\text{CO}_2$  до такой  $t_0$ , нужно

$$\text{затратить } 1045,35 (373 - 298) = 78,4 \text{ кДж}$$

В  $Q_{\text{обр.}}(\text{H}_2\text{O}(\text{га}))$  "заложена энергия",необратимая для её нагревания до  $t_0$  кип.

$$Q_{\text{ост.}} = 1926,3 - 78,4 = 1848,6 \text{ кДж} = 1848600 \text{ Дж}$$

$$\text{Собу, смеси } \text{H}_2\text{O}, \text{CO}_2 \text{ и } \text{O}_2 = 3 \cdot 43 + 1045,35 =$$

$$= 1174,35 \frac{\text{Дж}}{\text{K}} \quad +$$

$$\Delta T = \frac{1848600 \text{ Дж}}{1174,35} = 1574 \text{ K}$$

$$T_{\text{обу.}} = 373 + 1574 = 1947 \text{ K} = 1674^\circ\text{C} \quad +$$

Тестовые

5.1

$\text{Mg}(\text{OH})_2 \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{Mg}^{2+} + 2\text{OH}^-$ . Пусть  $c(\text{Mg}(\text{OH})_2) = c$   
нал. р.р.

$\text{MP Mg}(\text{OH})_2 = [\text{Mg}^{2+}] \cdot [\text{OH}^-]^2 = c \cdot (2c)^2 = 4c^3 = 7,1 \cdot 10^{-12}$

$c = \sqrt[3]{\frac{7,1 \cdot 10^{-12}}{4}} = 1,2296 \cdot 10^{-4} \text{ моль/л}; [\text{OH}^-] = 2c = 2,4592 \cdot 10^{-4} \text{ моль/л}$

~~$\text{pH} = 14 + \lg[\text{OH}^-] = 13,5$   
 $[\text{OH}^-] = 10^{13,5-14} = 0,0316 \text{ моль/л}$~~

~~$c(\text{Mg}(\text{OH})_2)_{\text{р.р.}} = \frac{1}{2}[\text{OH}^-] = 0,0158 \text{ моль/л}$   
 $\text{pH} = 14 + \lg[\text{OH}^-] = 10,4$~~

из-за эффекта  
 специфического  
 иона р-решимость  
 $\text{Mg}(\text{OH})_2$  в чер. р-ре  
 будет меньше,  
 в числ.  
 все.

$\text{pH} = 14 + \lg[\text{OH}^-] = 13,5$   
 $[\text{OH}^-] = 10^{13,5-14} = 0,0316 \text{ моль/л}$

$\text{MP Mg}(\text{OH})_2 = [\text{Mg}^{2+}] \cdot [\text{OH}^- + 0,0316]^2 = 7,1 \cdot 10^{-12}$

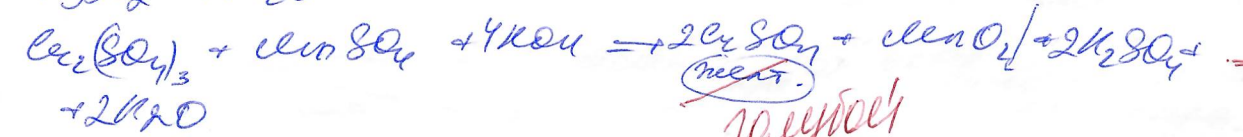
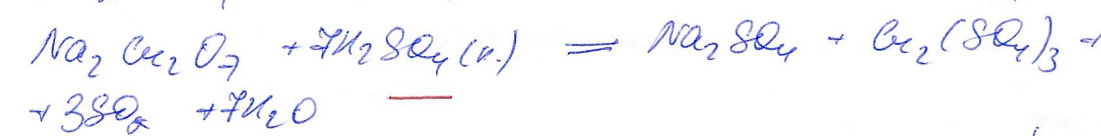
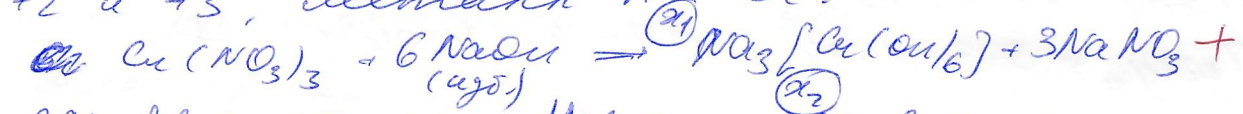
Пусть  $c(\text{Mg}(\text{OH})_2) = a$   
 $a(a + 0,0316)^2 = 7,1 \cdot 10^{-12}$

$a(a^2 + 0,0632a + 0,001) = 7,1 \cdot 10^{-12}$   
 $a^3 + 0,0632a^2 + 0,001a - 7,1 \cdot 10^{-12} = 0$   
 $a > 0$

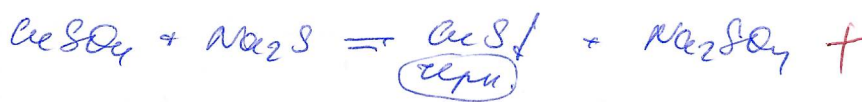
$a = 7,1 \cdot 10^{-9} \text{ моль/л} \rightarrow c(\text{Mg}(\text{OH})_2)_{\text{р.р.}} = 7,1 \cdot 10^{-9} \text{ моль/л}$

6.5.

суть по увеличению содержания и  
 проявляющиеся изменения ок. числ  
 +2 и +3, металл А - Си.

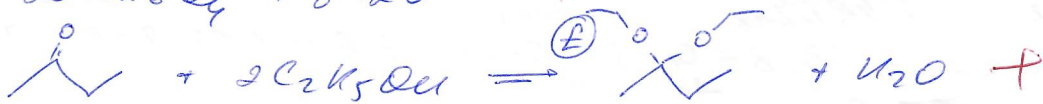
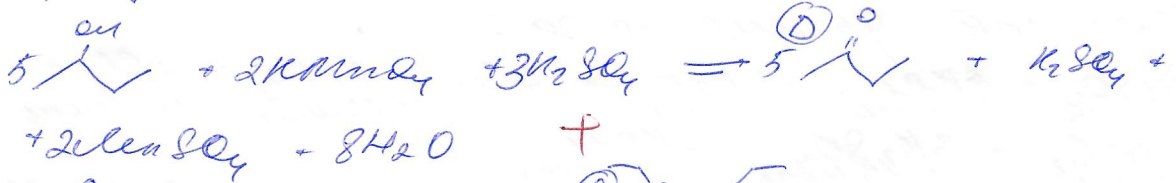
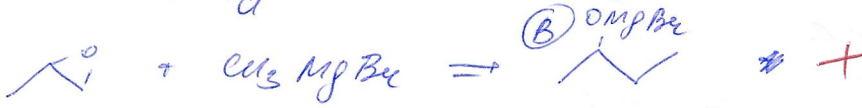
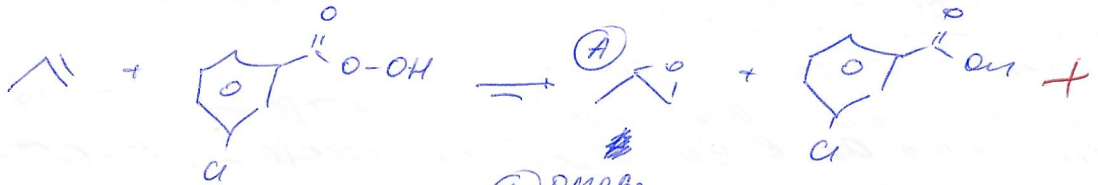


галубый



метанол

2.1



$$J(\text{C}_2\text{H}_5\text{CHO}) = \frac{10,8}{12 \cdot 4 + 16 + 3 + 2 \cdot 3} = 0,15 \text{ моль}$$

$$J(\text{C}_2\text{H}_5\text{COOH}) = 0,75 \cdot 0,15 = 0,1125 \text{ моль}$$

$$m(\text{C}_2\text{H}_5\text{COOH}) = 0,1125 \cdot (12 + 1 + 2 \cdot 16) = 44,325 \text{ г}$$

2.4.

Учитывая, что на катоде начал выделяться  $\text{H}_2$ , а в р-ре были катионы  $\text{Cu}^{2+}$  и  $\text{Zn}^{2+}$  - значит  $\text{Cu}^{2+}$  - это вся соль, которая была в р-ре.

$$J(\text{Cu}) = \frac{9,6}{64} = 0,15 \text{ моль}$$

$$J(\text{CuSO}_4) = J(\text{Cu}) = 0,15 \text{ моль}$$

$$m(\text{CuSO}_4) = 0,15 \cdot (64 + 32 + 16 \cdot 4) = 24 \text{ г}$$

$$m(\text{KCl}) = 53,8 - 24 = 29,8 \text{ г}$$

$$J(\text{KCl}) = \frac{29,8}{39 + 35,5} = 0,4 \text{ моль}$$

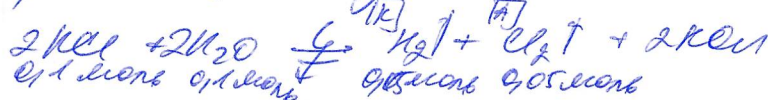
Электролиз такой смеси можно разделить на 3 этапа:

1) Электролиз  $\text{CuCl}_2$



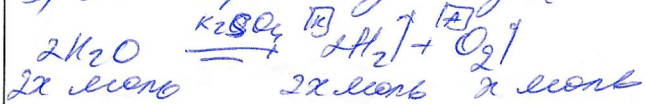
$$J(\text{Cl})_{\text{ост.}} = 0,4 - 0,15 \cdot 2 = 0,1 \text{ моль}$$

2) Электролиз  $\text{KCl}$



3) Электролиз воды

числовое



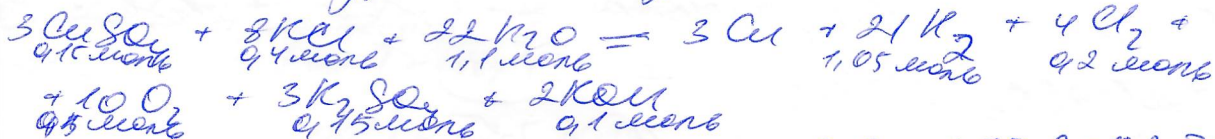
одн. кол-во в.ва газов на катоде = 0,05 + 2x моль

одн. кол-во в.ва газов на аноде = 0,15 + 0,05 + x = 0,2 + x моль

$$\frac{0,2 + x}{0,05 + 2x} = \frac{2}{3} \quad ; \quad x = 0,5$$

$$V(\text{H}_2\text{O})_{\text{электр.}} = 2x = 1 \text{ моль} \quad +$$

Услов. ур-ние э-за:



$$m_{\text{фракт.}} = 53,8 + 0,45 \cdot 1000 - 9,6 - 1,05 \cdot 2 - 0,2 \cdot 71 - 0,5 \cdot 32 = 461,9 \quad +$$

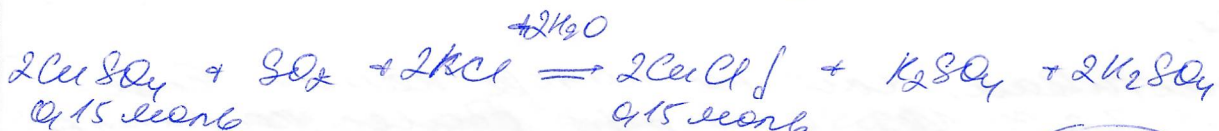
$$m(\text{K}_2\text{SO}_4) = 0,15 \cdot (39 \cdot 2 + 32 + 16 \cdot 4) = 26,1 \quad +$$

$$m(\text{KOH}) = 0,1 \cdot (39 + 16 + 1) = 5,62$$

$$\omega(\text{K}_2\text{SO}_4) = \frac{26,1}{461,9} \approx 5,65\% \quad +$$

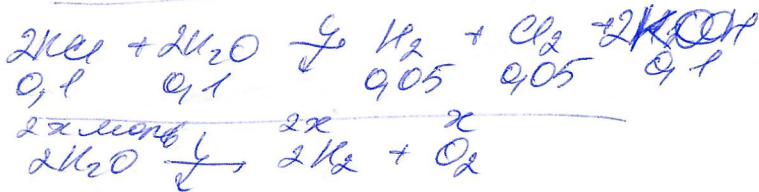
$$\omega(\text{KOH}) = \frac{5,62}{461,9} \approx 1,21\% \quad +$$

$$\omega(\text{H}_2\text{O}) = 100 - 5,65 - 1,21 = 93,14\%$$



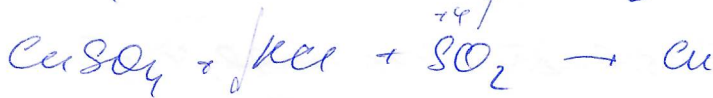
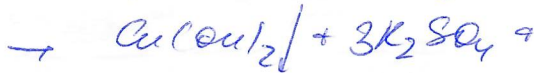
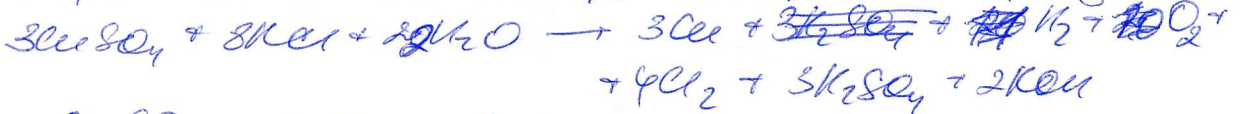
$$m = 0,15 \cdot (64 + 357) = 14,9252 \quad +$$

терновск

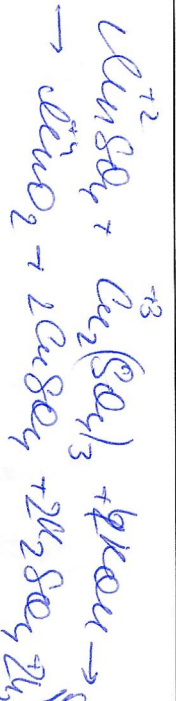
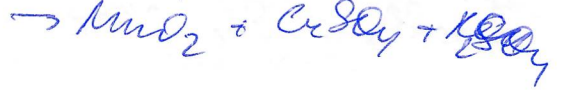
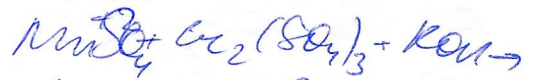
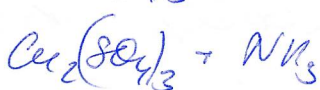
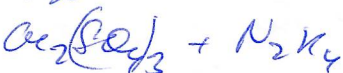
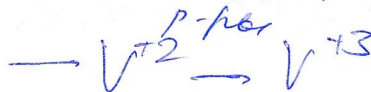


~~$\frac{0,05 + 2x}{0,1 + x} = \frac{0,2 + x}{0,05 + 2x} = \frac{2}{3}$~~

~~0,6 + 3x = 0,1 + 4x       $\frac{0,2 + x}{0,05 + 2x} = \frac{2}{3}$   
0,5 = x                      0,6 + 3x = 0,1 + 4x      21~~



Смеш. в. ред :



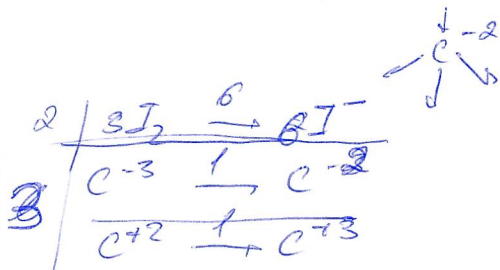
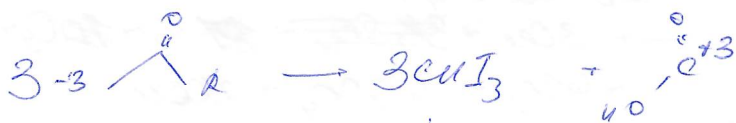
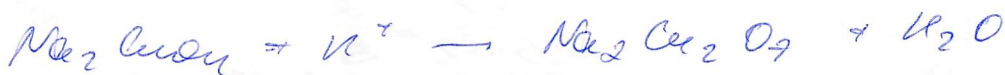


Сернистая



ΔH<sub>р-фазы</sub> =

2984 (373 - 298).



C<sub>вск.</sub> = 1045,35

2500

298 → 373 : 75 K.

78400, 25 Дж = 78,4 кДж

