



54-00-93-82
(64.3)



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант _____

Место проведения Красноярск
город

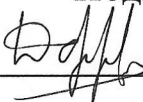
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов 2024
наименование олимпиады

по Химии
профиль олимпиады

Фролякиной Дарьи Тимофеевны
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

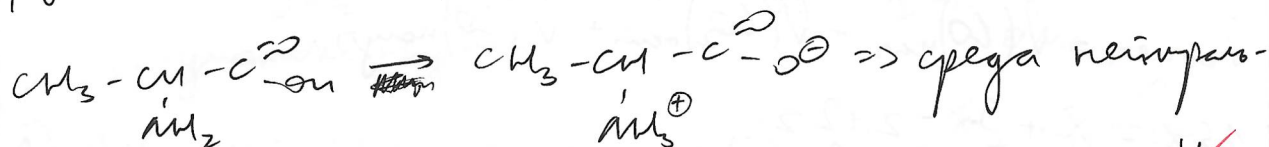
Дата
« 3 » МАРТА 2024 года

Подпись участника


54-00-93-82
(64.3)

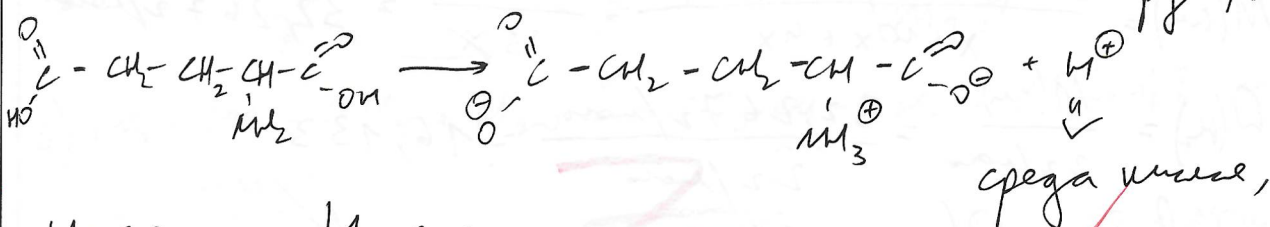
√ 1.5

1 Банка - АЛАНИН, т.к. в р-ре диссоциирует:



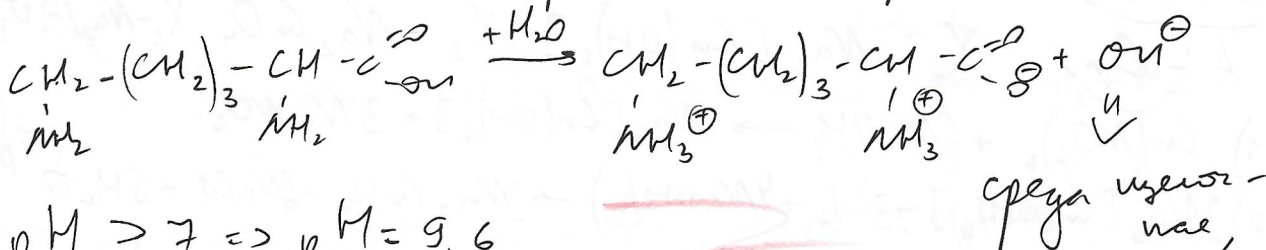
на $\Rightarrow \text{pH} \approx 7$, тогда это самый благоприятный $\text{pH} = 5,7$

2 Банка - ГЛУТАМИНОВАЯ КИСЛОТА, т.к. в р-ре диссоциирует:



$\text{pH} \ll 7 \Rightarrow \text{pH} = 3,9$

3 Банка - ЛИЗИН, в р-ре диссоциирует:



$\text{pH} > 7 \Rightarrow \text{pH} = 9,6$

√ 2.1

$$D(\text{H}_2) = 21,2 = \frac{M(\text{см})}{22 \text{ л/моль}} \Rightarrow M(\text{см}) = 21,2 \cdot 22 \text{ л/моль} = 42,42 \text{ л/моль}$$

$$M(\text{см}) = \frac{m(\text{CO}) + m(\text{CO}_2)}{V(\text{CO}) + V(\text{CO}_2)}$$

Пусть $V(\text{CO}) = x$ л, тогда $m(\text{CO}) = (28x)_2$, $V(\text{CO}_2) = y$ л, тогда $m(\text{CO}_2) = (44y)_2$

$$42,4 = \frac{28x + 44y}{x + y}$$

$$1,6y = 14,4x \Rightarrow y = 9x \Rightarrow V(\text{CO}_2) = (10x) \text{ л}$$

$$\text{CO}_2 + \text{C} \rightleftharpoons 2\text{CO}$$

Пусть прореагировало z моль CO_2 , тогда $V(\text{CO}_2)_{\text{ост}} = 9x - z$, $\frac{V(\text{CO})}{V(\text{CO}_2)} = \frac{2z}{9x - z} = \frac{2}{1} \Rightarrow V(\text{CO}) = 2z$ моль

$$\frac{V_{\text{нар}}}{V_{\text{конт}}} = \frac{V_{\text{нар}} \cdot V_{\text{нар}}}{V_{\text{конт}} \cdot V_{\text{нар}}} = \frac{1}{1,5}$$

смр 1 уг 7

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

$$\frac{10x}{V_{\text{конец}}} = \frac{1}{1,5} \Rightarrow V_{\text{конец}} = (15x) \text{ моль}$$

$$V_{\text{конец}} = V(\text{CO})_{\text{нач}} + V(\text{CO}_2)_{\text{осн}} + V(\text{CO})_{\text{наугр}}$$

$$15x = x + 9x - 2 + 2z$$

$$z = 5x \Rightarrow V(\text{CO}_2)_{\text{осн}} = 9x - 5x = (4x) \text{ моль}$$

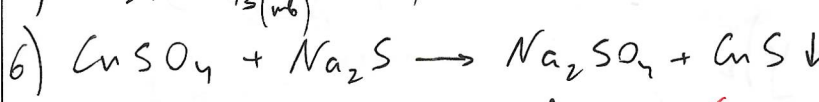
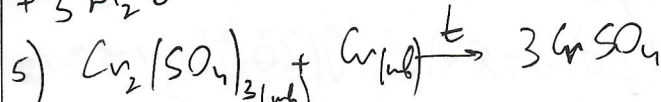
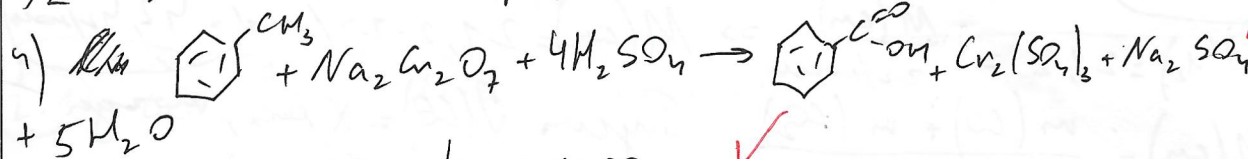
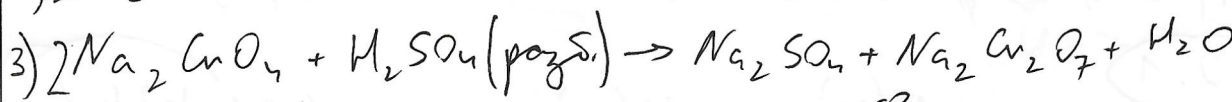
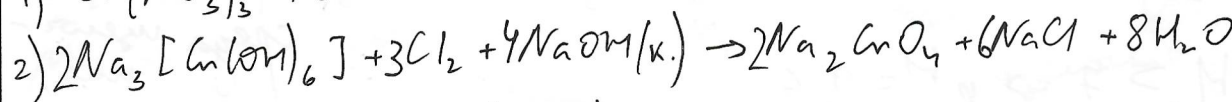
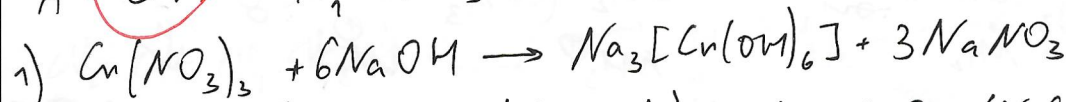
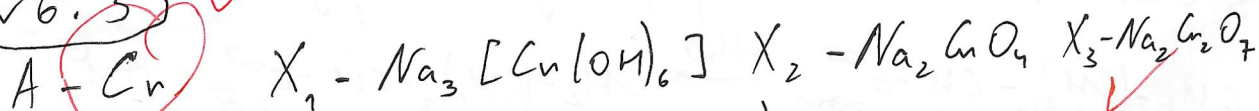
$$V(\text{CO})_{\text{наугр}} = 2 \cdot 5x = (10x) \text{ моль}$$

$$M(\text{см}) = \frac{28 \cdot (x + 10x) + 44 \cdot 4x}{x + 10x + 4x} = \frac{484x}{15x} = 32,267 \text{ г/моль}$$

$$D(\text{H}_2) = \frac{M(\text{см})}{22 \text{ г/моль}} = \frac{32,267 \text{ г/моль}}{22 \text{ г/моль}} = 1,467$$

Ответ: $D(\text{H}_2) = 1,467$

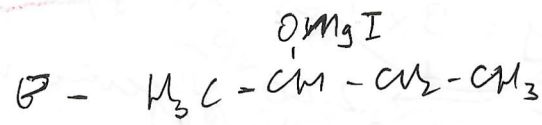
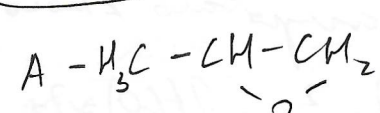
6.5



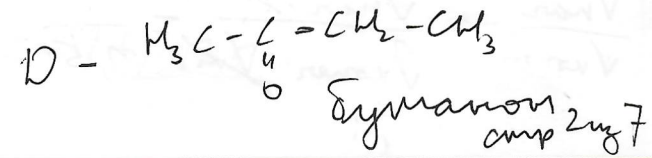
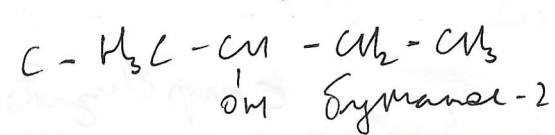
CrSO₄ - р-р синего цвета

CrS ↓ - черный

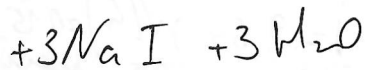
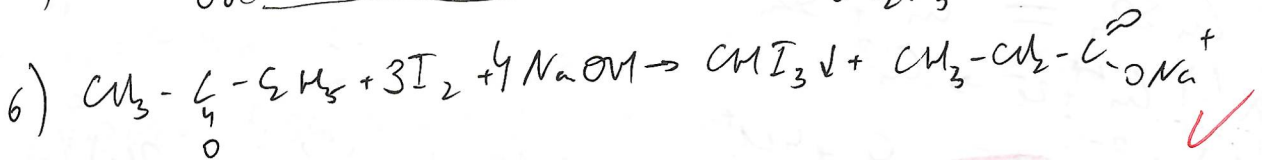
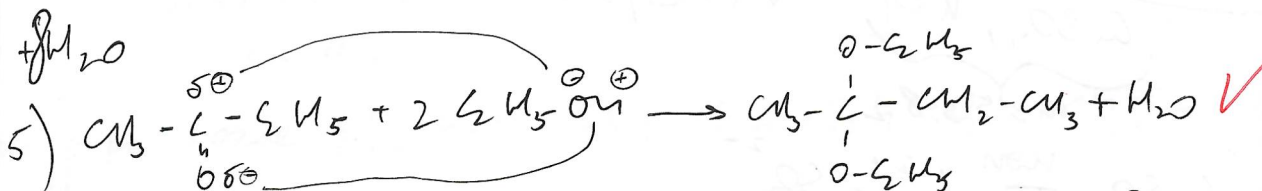
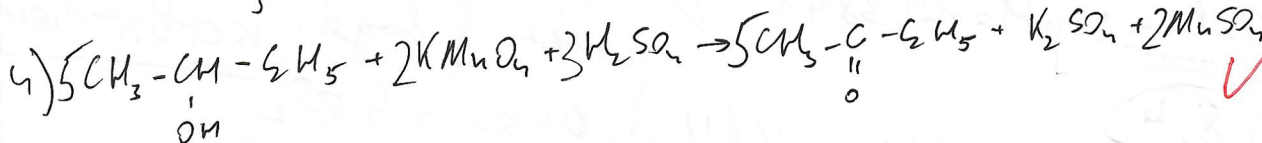
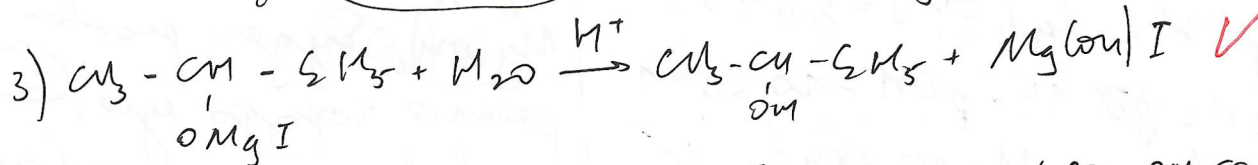
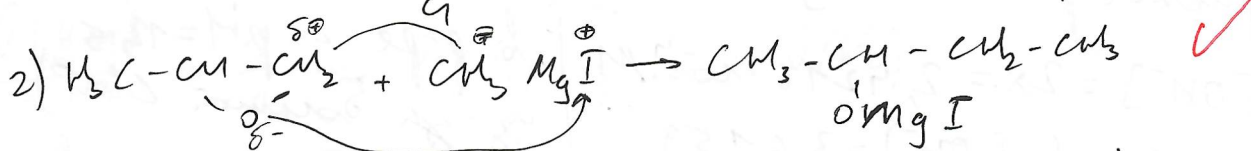
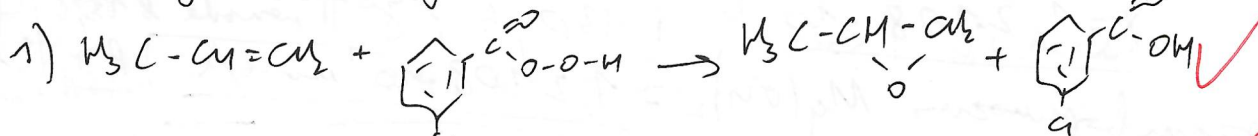
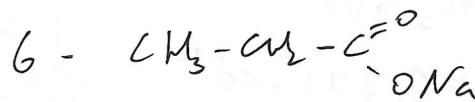
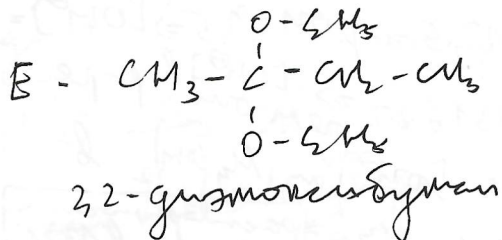
7.1



Этикетка пропущена



54-00-93-82
(04.3)



$\nu(\text{C}_4\text{H}_8\text{O}) = \frac{m}{M} = 0,15 \text{ моль}$

$\frac{\nu(\text{C}_4\text{H}_8\text{O})}{\nu(\text{CHI}_3)} = \frac{1}{1} \Rightarrow \nu(\text{CHI}_3) = 0,15 \text{ моль}$

$\nu_{\text{пр}}(\text{CHI}_3) = 0,15 \text{ моль} \cdot 0,75 = 0,1125 \text{ моль}$

$M(\text{CHI}_3) = 44,325$

Ответ: $m(\text{CHI}_3) = 44,325$ ✓

✓ 5.1



Ищем $[\text{Mg}^{2+}] = x \text{ моль}$ тогда $[\text{Mg}(\text{OH})_2] = x \text{ моль}$, $[\text{OH}^-] = 2x \text{ моль}$

PP = $[\text{Mg}^{2+}] \cdot [\text{OH}^-]^2$ ✓

стр 3 из 7

$$7,1 \cdot 10^{-12} = x \cdot 4x^2$$

$$7,1 \cdot 10^{-12} = 4x^3$$

$$x^3 = 1,775 \cdot 10^{-12}$$

$$x = 1,2108 \cdot 10^{-4}$$

растворимости $Mg(OH)_2 = 1,2108 \cdot 10^{-4}$ моль/л

$$[OH^-] = 2x = 2,4216 \cdot 10^{-4} \text{ M}$$

$$pOH = -\lg [OH^-] = 3,6159$$

$$pH = 14 - pOH = 10,3841$$

Ответ: $pH = 10,3841$

$$pH = 12,5 \Rightarrow pOH = 1,5 \Rightarrow [OH^-] = 0,031622$$

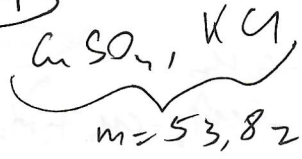
Большее $[OH^-]$ в р-ре $Mg(OH)_2$ в

130,6 раз \Rightarrow растворимости меньше в 130,6 раз

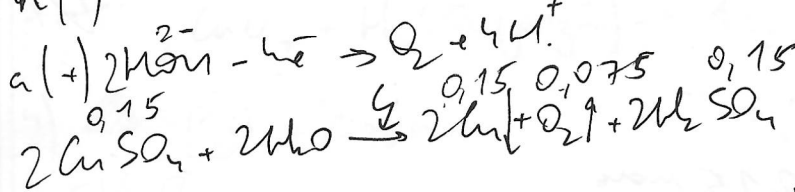
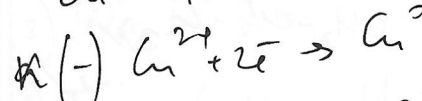
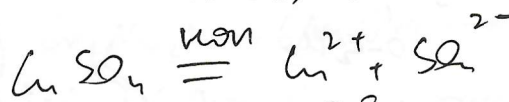
$$130,6 \text{ раз} \Rightarrow \frac{0,031622}{130,6} = 2,4216 \cdot 10^{-4} \text{ моль/л}$$

в р-ре с $pH = 12,5$ из-за большой $[OH^-]$ $Mg(OH)_2$ будет растворяться гораздо хуже, чем в воде. количество?

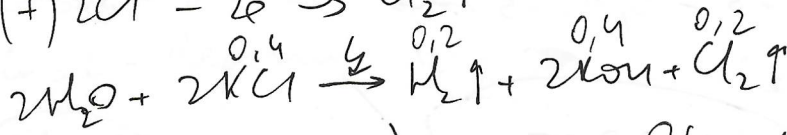
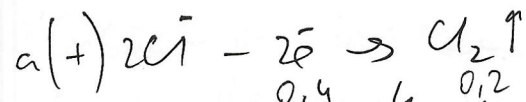
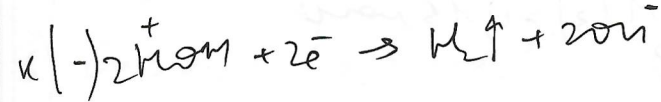
8.4



$$V(H_2O) = 0,451 = 450 \text{ Z}$$



$m(Cu) = 9,62$ $V(Cu) = 0,15$ моль
 $m(CuSO_4) = 24 \text{ Z}$



$$\frac{V(\text{газа на аноде})}{V(\text{газа на катоде})} = \frac{2}{3} = \frac{V(O_2) \cdot V_{\text{кат}}}{V(H_2) \cdot V_{\text{кат}}}$$

$$\frac{2}{3} = \frac{V(O_2) + V(Cl_2)}{V(H_2)}$$

, м.к. $V(Cl_2) = V(H_2)$, но такое соотношение невозможно \Rightarrow стр 4 из 7

идет \downarrow вода, когда все вода разложится
 $2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{x} \text{H}_2 \uparrow + \text{O}_2 \uparrow$
 Пусть $\nu(\text{H}_2) = x$ моль

$$m(\text{KCl}) = 53,82 - 24,2 = 29,82; \nu(\text{KCl}) = 0,4 \text{ моль}$$

$$\frac{\nu(\text{KCl})}{\nu(\text{Cl}_2)} = \frac{2}{1} \rightarrow \nu(\text{Cl}_2) = 0,2 \text{ моль} = \nu(\text{H}_2)$$

$$\frac{2}{3} = \frac{\nu(\text{O}_2) + \nu(\text{Cl}_2) + \nu(\text{CO}_2)}{\nu(\text{H}_2) + \nu(\text{H}_2)} = \frac{0,075 + 0,2 + 0,5x}{0,2 + x}$$

$$0,4 + 2x = 0,825 + 1,5x$$

$$0,5x = 0,425$$

$$x = 0,85$$

$$m(\text{пр-та после } \downarrow) = 450 + 53,8 - 9,6 - 24,4 - 0,4 - 17,2 - 15,3 = 461,92$$



$$\nu(\text{KOH})_{\text{исп}} = 0,1 \text{ моль} \quad m(\text{K}_2\text{SO}_4) = 26,12$$

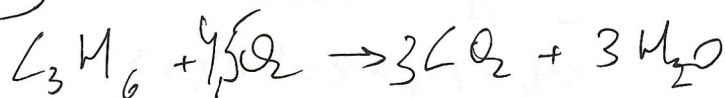
$$m(\text{KOH}) = 5,62$$

$$\omega(\text{KOH}) = \frac{5,62}{461,92} \cdot 100\% = 1,21\%$$

$$\omega(\text{K}_2\text{SO}_4) = \frac{26,12}{461,92} \cdot 100\% = 5,65\%$$

Ответ: $\omega(\text{KOH}) = 1,21\%$; $\omega(\text{K}_2\text{SO}_4) = 5,65\%$.

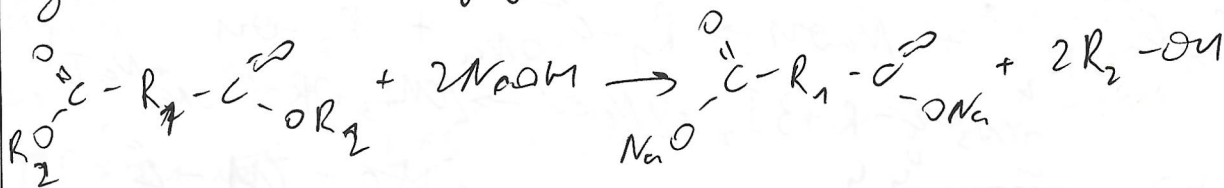
4.4



$$Q_{x.p} = Q_{\text{сгор}}(\text{CO}_2) \cdot 3 + Q_{\text{сгор}}(\text{H}_2\text{O}) \cdot 3 - Q_{\text{сгор}}(\text{C}_3\text{H}_6) = 3 \cdot 393,5 + \text{смп } 5 \text{ и } 7$$

$$\begin{cases} 74,67y - x = 404,33 \\ 44y - 23x = 793 \end{cases} \begin{cases} x = 21 - \text{не суль} \\ y = 29 - \text{C}_2\text{H}_5 \end{cases}$$

знаем что гликолевые:

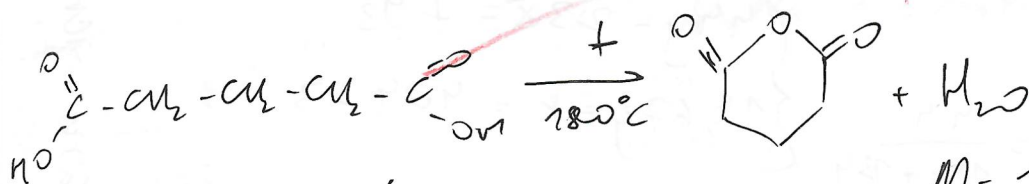
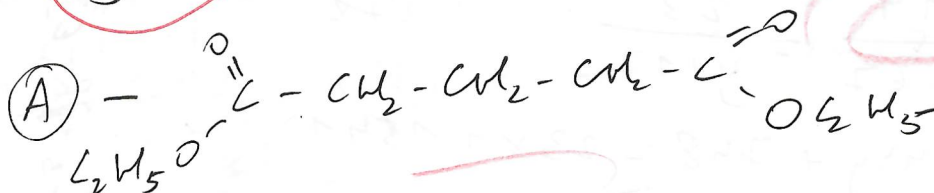


$$\frac{47}{x+2y+88} = \frac{44}{134+x}$$

$$2 \frac{44}{134+x} = \frac{23}{y+17}$$

$$\left(\text{н.к. } \frac{V(\text{кисл})}{V(\text{сирпу})} = \frac{1}{2} \Rightarrow V(\text{кисл}) = 2V(\text{кисл}) \right)$$

$$\begin{cases} x = 42 \Rightarrow -(\text{CH}_2)_3- \\ y = 29 \Rightarrow \text{C}_2\text{H}_5- \end{cases}$$



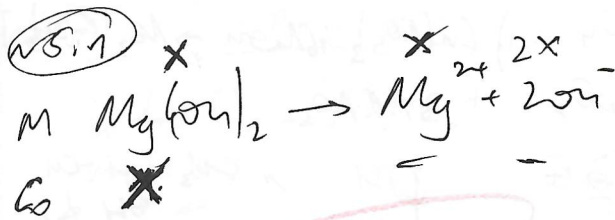
$M = 132 \text{ г/моль}$

$M = 182 \text{ г/моль}$

$$\omega = \frac{18 \text{ г/моль}}{132 \text{ г/моль}} \cdot 100\% = 13,64\%$$

Ответ: 13,64%

сирпу 7 из 7



ЧЕРНОРИК

сурбур
 ср

$PP = 7,1 \cdot 10^{-12} = [Mg^{2+}] \cdot [OH^-]^2$

$7,1 \cdot 10^{-12} = x \cdot 4x^2$

$x = 1,21 \cdot 10^{-4}$

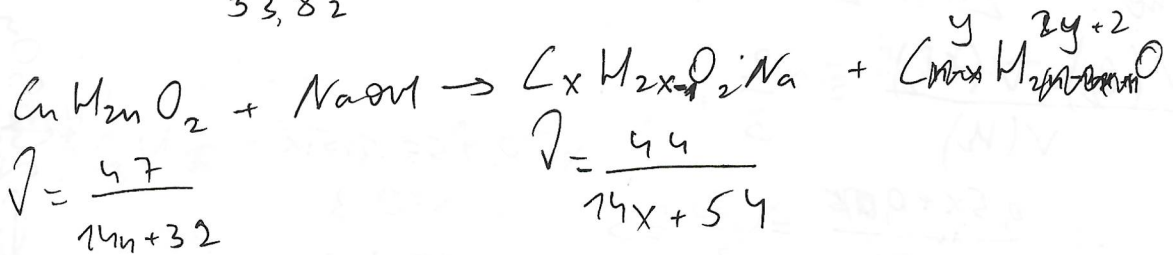
$pH = -\lg [OH^-] = 3,676 \quad ([OH^-] = 2,42 \cdot 10^{-4})$

$pH = 10,384$

$pH = 12,5 \Rightarrow pOH = 1,5 \Rightarrow [OH^-] = 0,03162$

а при развороте

$CaSO_4 + KCl \quad Q = 7062x + 2322x + 28315,2x$
 53,82

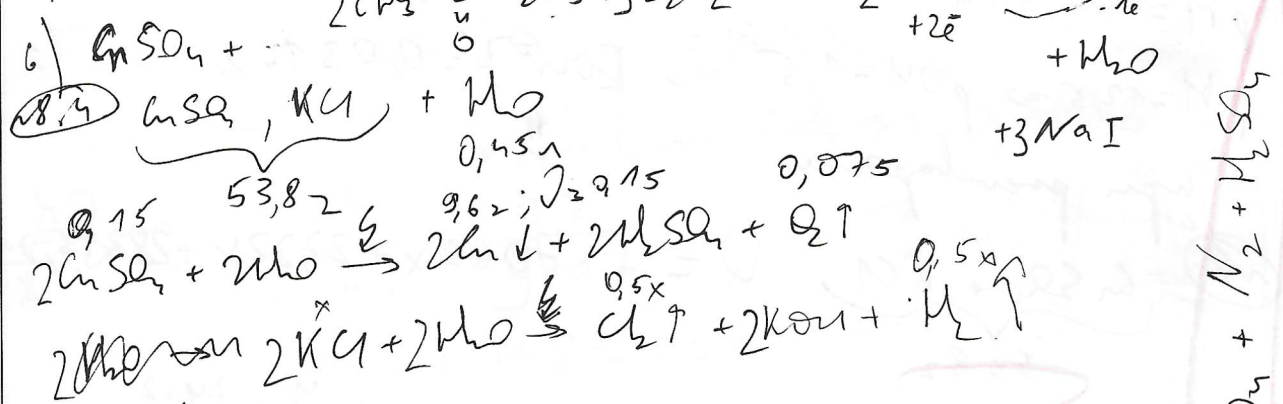
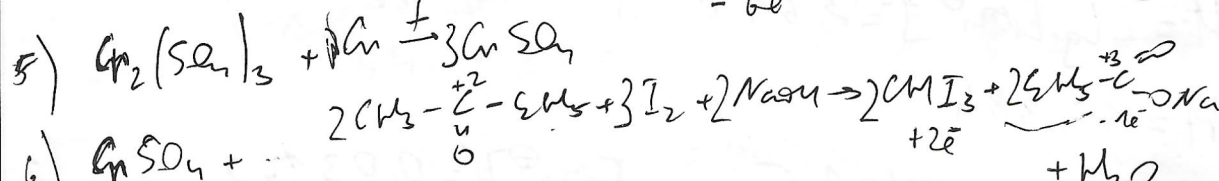
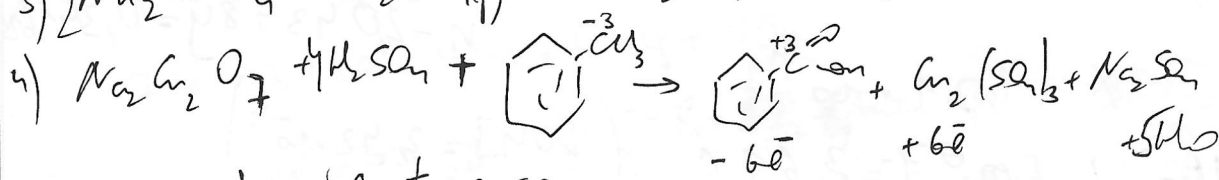
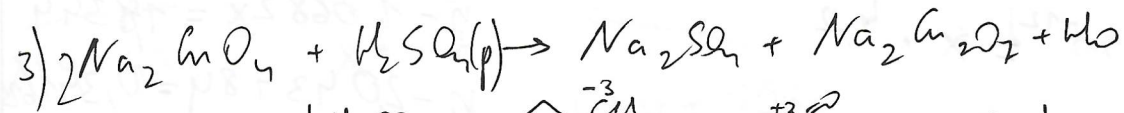
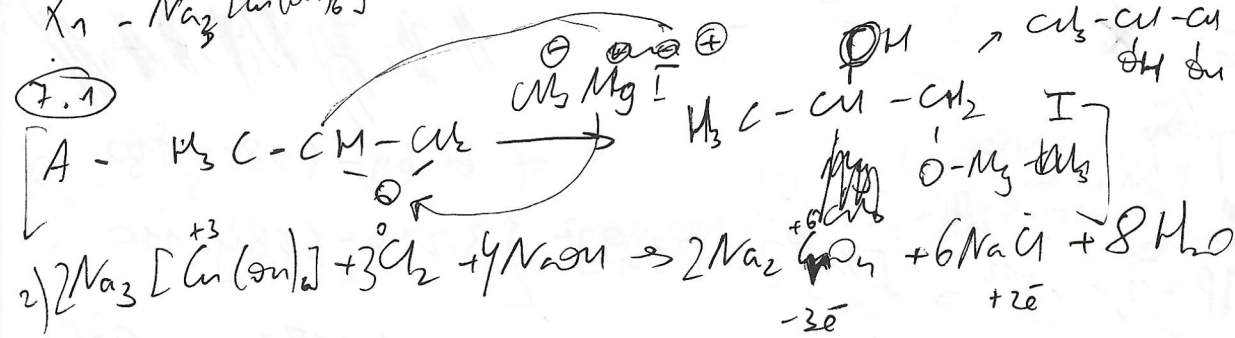
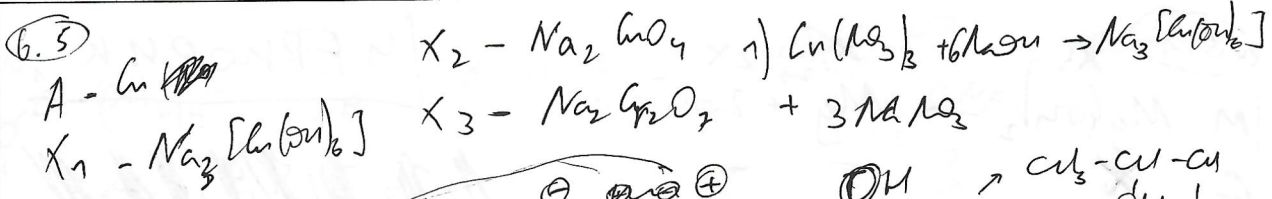


$\frac{47}{14m+32} = \frac{44}{14x+54} \quad 658x + 2538 = 676m + 1408$
 $676m - 658x = 1130$

~~$\frac{47}{14m+32} = \frac{23}{14m-14x+17}$~~

~~$658m - 658x + 799 = 322m + 736$~~
 ~~$336m - 658x =$~~
 $658y + 846 = 322m + 736$
 $658y - 322m =$
 $322m - 658y = 120$

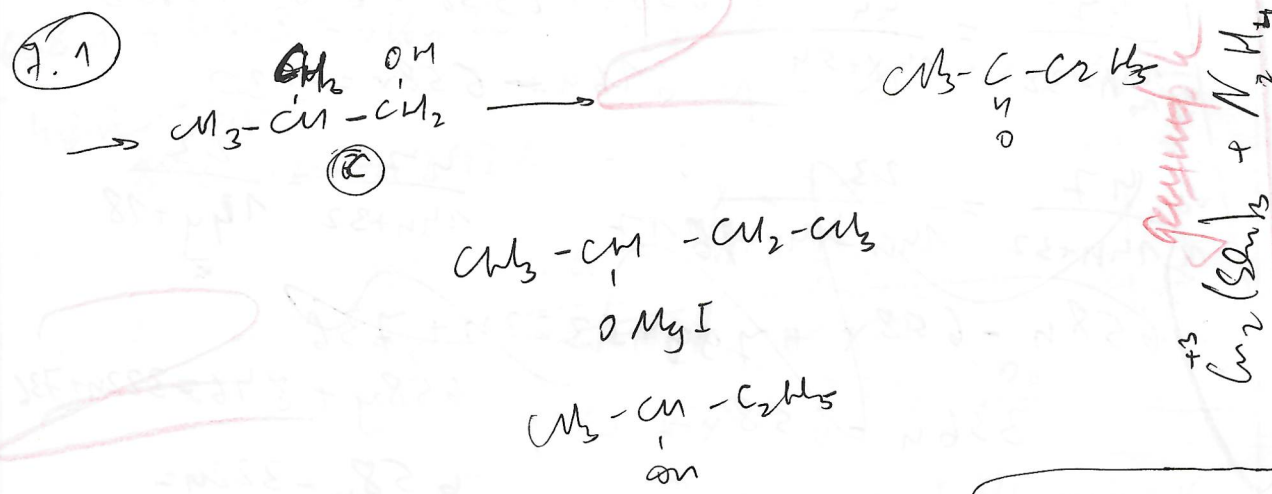
сур 2ср 5



$$\frac{V(O_2) + V(Cl_2)}{V(H_2)} = \frac{2}{3}$$

$$\frac{0,5x + 0,075}{0,5x} = \frac{3}{2} \Rightarrow x = 0,3$$

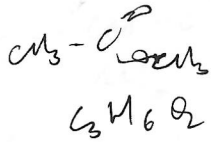
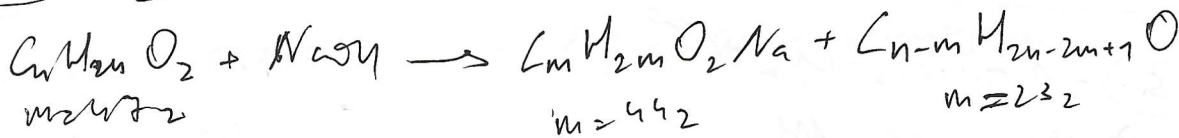
$$m = 22,35$$



сум 3 и 5

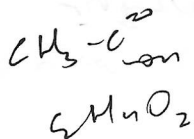
Чертовик

3,5 ЧЕРТОВИК



$$\int(1) = \frac{47}{14n+32}$$

$$\int(2) = \frac{44}{14m+55}$$



$$\int(3) = \frac{23}{14n - 14m + 17}$$

$$658m + 2585n = 676m + 7408$$

$$\frac{47}{14m+32} = \frac{44}{14n+55}$$

$$658m - 676m =$$

$$676m - 658m = 1777$$

$$\frac{23}{14n - 14m + 17} = \frac{44}{14m + 55}$$

$$n = 1,0682m - 1,9107$$

$$676n - 676m + 748 = 322m + 7265$$

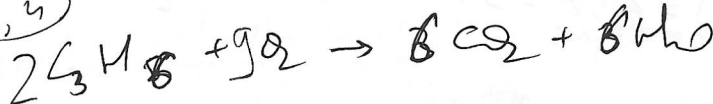
$$676n - 938m = 517$$

$$n = 1,52273m - 0,8393$$

$$0,45453m = 1,0774$$

$$m = 2,36$$

4,4

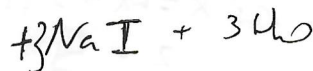
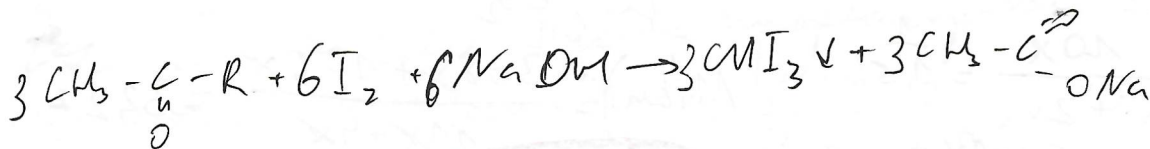


$Q_{exp} = -20,4 - 393,5 \quad 241,8$

$$Q_{exp} = 3853,6 \text{ Дж}$$

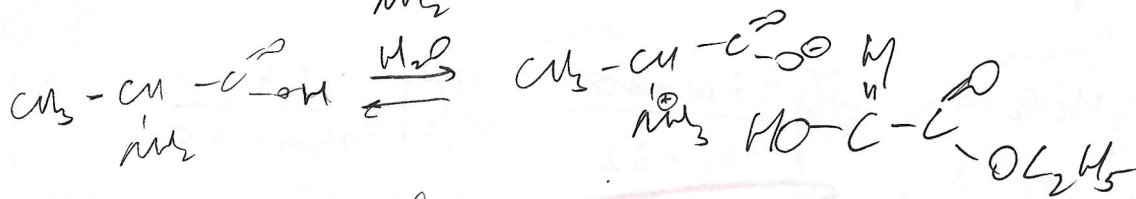
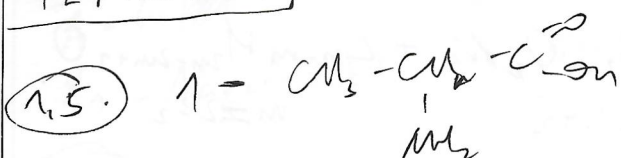
$$\left. \begin{array}{l} \text{2 моль } C_3 H_8 - Q_{x-p} \\ \text{1 моль } C_3 H_8 - Q \end{array} \right\} Q = 1926,3 \text{ кДж}$$

$$Q = C \cdot m \cdot \Delta t = 1,9263 \cdot 10^6 =$$

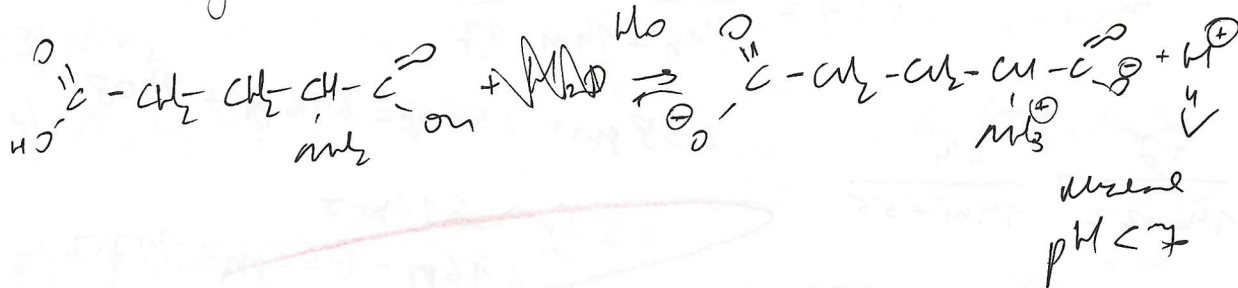


сир 4 сг 5

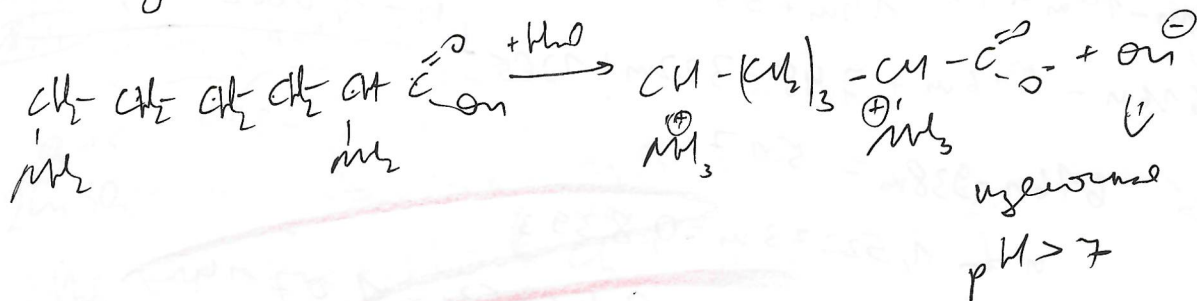
Черновик



2 - муравьиная



3 - музон



2.1 $\overset{x}{\text{CO}}, \overset{y}{\text{CO}_2} \quad D(\text{H}_2) = 21,2 \Rightarrow M = 42,42 / \text{моль}$

$42,4 = \frac{28x + 44y}{x + y}$

$36y = 14,4x$

$y = 0,4x$



$11x \quad 4x$
 CO, CO_2

$\frac{10x}{10x + 2} = \frac{1}{1,5}$

$15x = 10x + 2$

$2 = 5x$

стр 5 из 5

$M(\text{см}) = \frac{308x + 176x}{11x + 4x} = 3327$

$D(\text{H}_2) = \underline{\underline{16,135}}$

$\text{CO}_2 + \text{C} \rightleftharpoons 2\text{CO}$