



64-69-37-63
(57.8)



+ 1 мес

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ М.В.ЛОМОНОСОВА

+ 1 мес [Signature]

Вариант 2

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов
наименование олимпиады

по Химии
профиль олимпиады

Сивришовой Полины Алексеевны
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Вход 1509 - 1514

Дата
«03» марта 2024 года

Подпись участника
[Signature]

Листовик.

Задача № 5.3

ПР $Mi(OH)_2 = 2,0 \cdot 10^{-15}$

Ⓘ



1) ПР = $[Mi^{2+}] \cdot [OH^-]^2 = 2,0 \cdot 10^{-15}$

$V = 1л$

Пусть $[Mi^{2+}] = x$

$[OH^-] = 2x$

$x \cdot (2x)^2 = 2,0 \cdot 10^{-15}$

$4x^3 = 2,0 \cdot 10^{-15} +$

$x = \sqrt[3]{\frac{2,0 \cdot 10^{-15}}{4}}$

$x = 7,937 \cdot 10^{-6}$

$S_{Mi(OH)_2} = 7,937 \cdot 10^{-6} \text{ моль/л} +$

2) $pH + pOH = 14$

$pOH = -\lg [OH^-] \Rightarrow$

$-\lg [OH^-] = 2,7937 \cdot 10^{-6} = 1,5874 \cdot 10^{-5}$

$pOH = -\lg 1,5874 \cdot 10^{-5} = 4,7993$

$pH = 14 - 4,7993 = 9,2007 +$

Ⓢ

$pH = 12,5 \Rightarrow pOH$

$\Rightarrow pOH = 14 - 12,5 = 1,5$

$pOH = -\lg [OH^-] = 1,5$

$\Rightarrow [OH^-] = 10^{-1,5}$

$[OH^-] = 0,0316$

ПР = $[Mi^{2+}] \cdot [OH^-]^2 = 2,0 \cdot 10^{-15}$

$V = 1л$

Пусть

64-69-37-63
(57.8)

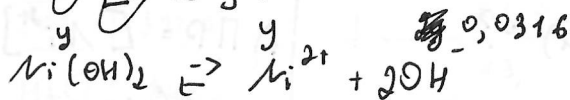
1	2	3	4	5	6	7	8	9
6	10	12	12	14	6	16	15	91

Решение
внимательно

Листовик

$$\sum [Li^{2+}] = 2,0 \cdot 10^{-15}$$

$$\sum [Li^{2+}] = 2,0 \cdot 10^{-15}$$



$$y = \frac{2,0 \cdot 10^{-15}}{(0,0316)^2} \quad ?$$

$$y = 2 \cdot 10^{-12}$$

$$\sum Li(OH)_2 = \underline{2 \cdot 10^{-12} \text{ моль/л}} \quad +$$

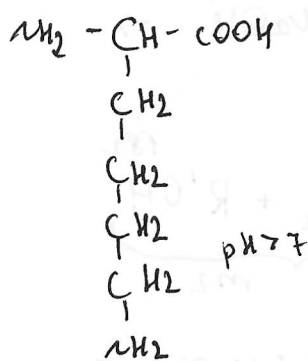
$$\sum Li(OH)_2 = 2 \cdot 10^{-12} \cdot 93 \frac{\text{г}}{\text{моль}} = \underline{1,86 \cdot 10^{-10} \text{ г/л}}$$

Ответ: (I): $S = 7,937 \cdot 10^{-6} \text{ моль/л}$
 $pH = 9,2007$

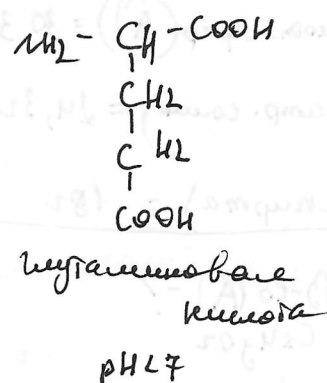
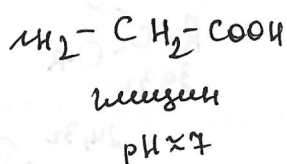
(II): $S = 2 \cdot 10^{-12} \text{ моль/л} = 1,86 \cdot 10^{-10} \text{ г/л}$
~~II~~

Итовки

Задача №1.2.



мизин



pH р-ров аминокислот зависит от их строения.

Среда определяется количеством ~~кислотных~~ карбоксильных групп и амино групп.

В мизине количество амино групп ~~преобладает~~ преобладает над количеством карбоксильных групп
 \Rightarrow среда будет щелочной, а pH будет больше 7.

В мизине кол-во амино групп равно кол-ву карбоксильных групп \Rightarrow среда будет нейтральной, а pH будет стремиться к 7.

В путаминовой кислоте кол-во карбоксильных групп ~~преобладает~~ преобладает над количеством амино групп \Rightarrow среда будет кислой, а pH будет меньше 7.

На основе полученных данных можно сделать след. вывод:

Банка №1 - мизин

Банка №2 - путаминовая кислота

Банка №3 - мизин.



Гистовенек

Задача № 4

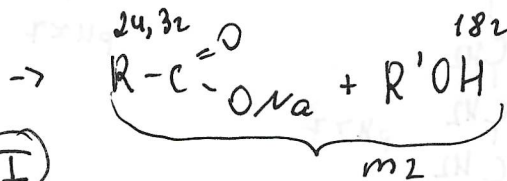
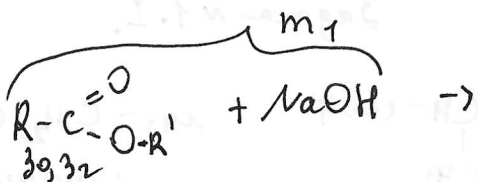
$m(\text{сложн. эфир } \textcircled{A}) = 30,32$

$m(\text{катион. соли}) = 24,32$

$m(\text{спирта}) = 182$

I) В-во \textcircled{A} - ?
 $C_xH_yO_z$

II) ск. % по массе
 потеряет к-та
 при нагрев. до $180^\circ C$ - ?



\textcircled{I}

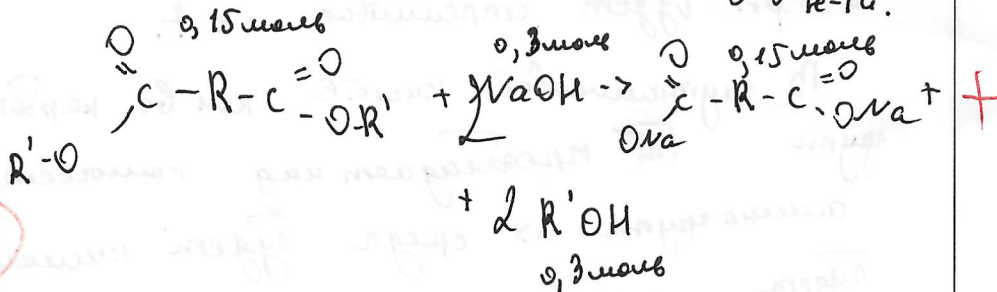
$$\begin{aligned} 1) \quad m_1 = m_2 &\Rightarrow m(NaOH) = \\ &= m_2 - m(\textcircled{A}) = 24,32 + 18 - 30,32 = \\ &= 12 \end{aligned}$$

$$\omega(NaOH) = \frac{12}{40} = 0,3 \text{ массе}$$

$$\omega(NaOH) = \omega(\textcircled{A}) = 0,3 \text{ массе}$$

$$M(\textcircled{A}) = \frac{m}{\omega} = \frac{30,3}{0,3} = 101 \text{ г/моль}$$

M сложного эфира не может быть нечетной \Rightarrow предположим, что в состав сложного эфира входит двухосновная к-та.



$$M(\textcircled{A}) = \frac{30,3}{0,15} = 202 \text{ г/моль}$$

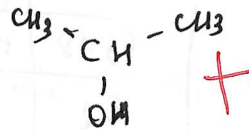
$$2) \quad M(\text{спирта}) = \frac{18}{0,3} = 60 \text{ г/моль}$$

Это предельный спирт $\Rightarrow C_n H_{2n+2} O$

$$\begin{aligned} 12n + 2n + 2 + 16 &= 60 \\ 14n &= 42 \end{aligned}$$

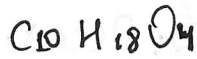
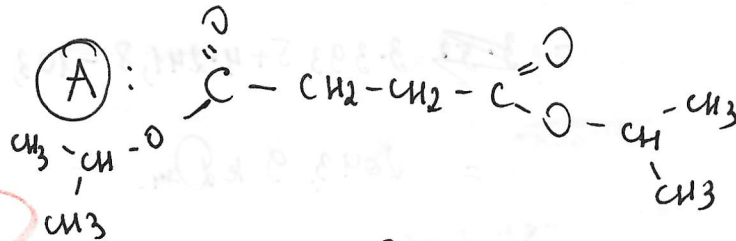
Штобик

$n=3 \Rightarrow C_3 H_7 O_4$

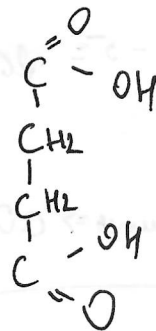


3) $M(\text{натр. соли}) = \frac{24,3}{0,15} = 162 \text{ г/моль}$

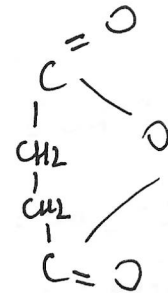
$M(\text{R радикала}) = M(\text{натр. соли}) - 2 \cdot M(\text{COO}) =$
 $= 162 - 67 \cdot 2 = 28 \text{ г/моль} \Rightarrow \text{это } C_2 H_5$



(II)



$180^\circ C$



~~M~~ $M_{\text{к-ти}} = 118 \text{ г/моль}$

$M = 100 \text{ г/моль}$

$118 \text{ г/моль} - 100\%$

$100 \text{ г/моль} - x\%$

$x = \frac{100 \cdot 100}{118}$

$x = 84,75\%$

$100\% - 84,75\% = \underline{\underline{15,25\%}}$

Ответ: (I) $C_{10} H_{18} O_4$

(II) $15,25\%$

Шестовиче
задача 4.5.

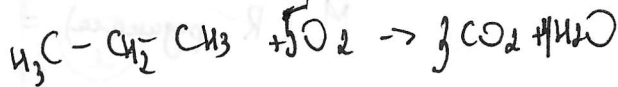
$$\nu(\text{C}_3\text{H}_8) = 1 \text{ моль}$$

$$\nu(\text{O}_2) = 5 \text{ моль}$$

$$t_{\text{нач.}} = 25^\circ\text{C}$$

$t_{\text{конеч.}} = ?$

	Q кДж/моль	c_p Дж/моль·К
C_3H_8	103,8	172,9
O_2	0	24,7
CO_2	393,5	53,5
H_2O	241,8	43,0



$$1) Q_{\text{р-ции}} = (3 \cdot Q_{\text{CO}_2} + 4 \cdot Q_{\text{H}_2\text{O}}) - (Q_{\text{C}_3\text{H}_8} + 5Q_{\text{O}_2}) =$$

$$= 3 \cdot 393,5 + 4 \cdot 241,8 - 103,8 - 5 \cdot 0 =$$

$$= 2043,9 \text{ кДж.} +$$

$$2) \text{CO}_2: \nu(\text{CO}_2) = 3 \text{ моль} \Rightarrow c \cdot \nu = 53,5 \cdot 3 = 160,5 \text{ Дж/К}$$

$$\text{O}_2: \nu = 31 - 5 = 26 \text{ моль} \Rightarrow \nu \cdot c = 26 \cdot 24,7 = 902,2 \text{ Дж/К}$$

$$\text{H}_2\text{O}: \nu = 4 \text{ моль} \Rightarrow c \cdot \nu = 4 \cdot 43,0 = 172 \text{ Дж/К}$$

$$160,5 + 902,2 + 172 = 1234,7 \text{ Дж/К} +$$

$$3) Q = c \cdot \nu \cdot \Delta t \Rightarrow \Delta t = \frac{Q}{c \cdot \nu} = \frac{2043,9 \cdot 1000}{1234,7} =$$

$$= 1655,4 \text{ К} +$$

$$4) t_{\text{конеч.}} = \Delta t + t_{\text{нач.}} = 1655,4 + 25 = 1680,4 \text{ К}$$

$$= \underline{\underline{1680,4 \text{ К.}}}$$

Ответ: 1680,4 К

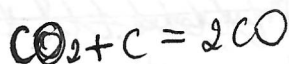
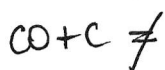
Задача № 2.5

$D_{\text{по He}} = 9,4$

$V_{\text{после р-ции}} = 1,3$

$V_{\text{горючих}}$

$D_{\text{по He (конеч. см.)}} = ?$



1) $M_{\text{см.}} = D_{\text{по He}} \cdot M(\text{He}) = 9,4 \cdot 4 = 37,6 \text{ моль}$

$$M_{\text{см.}} = \frac{D(\text{CO}) \cdot M(\text{CO}) + D(\text{CO}_2) \cdot M(\text{CO}_2)}{D(\text{CO}) + D(\text{CO}_2)}$$

$D(\text{CO}) = x \text{ моль}, D(\text{CO}_2) = y \text{ моль}$

$$37,6 = \frac{28x + 44y}{x+y}$$

$37,6x + 37,6y = 28x + 44y$

$\frac{x}{y} = \frac{1}{1,5}$
 $y = 1,5x$

$\Rightarrow \frac{\text{CO}}{\text{CO}_2} = \frac{1}{1,5}$

	CO_2	C	2CO
б-во	1,5		0
обр/чр.	a		$2a$
ост.	$1,5-a$		$1+2a$

$V_{\text{до р-ции}} \text{ CO}_2: 1,5 \cdot 22,4 = 33,6 \text{ л}$

$\text{CO}: 1 \cdot 22,4 = 22,4 \text{ л}$

$V_{\text{после р-ции}} \text{ CO}_2: (1,5-a) \cdot 22,4$

$\text{CO}: (1+2a) \cdot 22,4$

$1,3 = \frac{(1,5-a) \cdot 22,4 + (1+2a) \cdot 22,4}{33,6 + 22,4}$

$33,6 + 22,4$

$1,3 = \frac{22,4(2,5+a)}{56}$

Листовник

$m(\text{NaOH}) = 24$

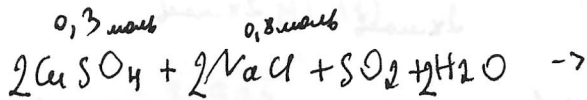
$m(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 42,6$

4) $m(\text{p-pa}) = m(\text{CuCl}_2) + m(\text{H}_2\text{SO}_4) - m(\text{Cu}) - m(\text{O}_2) - m(\text{H}_2) - m(\text{H}_2\text{O}) = 121,8 + 600 - 19,2 - 4,8 - 28,4 - 40,32 = 629,08$

5) $W(\text{NaOH}) = \frac{24}{629,08} \cdot 100\% = 3,815\%$

$W(\text{Na}_2\text{SO}_4) = \frac{42,6}{629,08} \cdot 100\% = 6,772\%$

II



~~$2(\text{CuSO}_4) = 0,3 \text{ моль}$~~

$2(\text{CuCl}_2) = 0,3 \text{ моль}$

$m(\text{CuCl}_2) = 29,852$

Ответ I) 3,815% ; 6,772%

II) 29,852

Чистовик

$$7,8 = 56 + 22, \text{ Чг}$$

$$a = 0,75$$

2) ~~$M_{\text{см. конел.}} = \dots$~~

$$M_{\text{см. конел.}} = \frac{(1,5 - 0,75) \cdot 44 + (1 + 2 \cdot 0,75) \cdot 28}{(1,5 - 0,75) + (1 + 2 \cdot 0,75)}$$

$$= \del{31,7} \quad 31,7 \text{ моль}$$

3) Дюне (конел.) = $\frac{M_{\text{см. конел.}}}{M(\text{He})} = \frac{31,7}{4} = \del{7,925}$

$$= \underline{7,925} \quad + \quad \text{Отв.: } 7,925$$

Задача 8.2

$$m(\text{см. CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O} + \text{NaCl}) = 121,8 \text{ г}$$

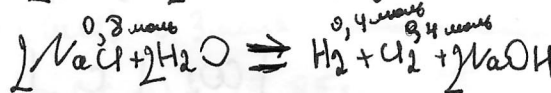
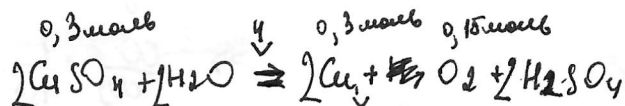
$$\frac{V_{\text{на аноде}}}{V_{\text{на катоде}}} = 1,2$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 600 \text{ г}$$

$$m(\text{Cu}) = 19,2 \text{ г}$$

I) W(б-б, сг. в р-р) - ?

II) масса газа после пропускания SO₂ - ?



I) $\nu(\text{Cu}) = \frac{19,2}{64} = 0,3 \text{ моль}$

$$\nu(\text{O}_2) = 0,3 : 2 = 0,15 \text{ моль}$$

$$\nu(\text{CuSO}_4) = \nu(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O})$$

$$m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 0,3 \cdot 250 =$$

$$= 75 \text{ г}$$

$$m(\text{NaCl}) = 121,8 - 75 = 46,8 \text{ г}$$

$$\nu(\text{NaCl}) = \frac{46,8}{58,5} = 0,8 \text{ моль}$$

+ CuCl₂
+ HCl

Исходные

2) V на аноде: $0,21 \cdot 0,15 \cdot 22,4 = 3,364$

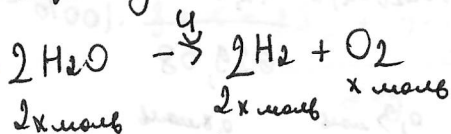
Cl_2 : $0,4 \cdot 22,4 = 8,964$

V на катоде: H_2 : $0,4 \cdot 22,4 = 8,964$

$$\frac{V_{\text{на аноде}}}{V_{\text{на катоде}}} = \frac{3,36 + 8,96}{8,96} = 1,375$$

$1,375 > 1,2 \Rightarrow$ в электролизе участвовала

ещё вода



$$\frac{V_{\text{на аноде}}}{V_{\text{на катоде}}} = \frac{V(O_2) + V(Cl_2) + V(O_2)_{\text{из воды}}}{V(H_2) + V(H_2)_{\text{из воды}}} = 1,2$$

$$\frac{3,36 + 8,96 + x}{8,96 + 2x} = 1,2$$

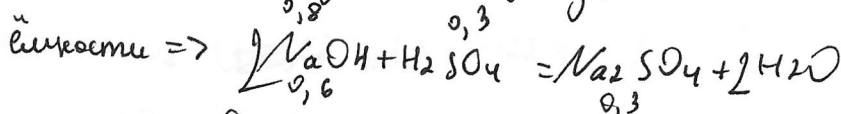
$$10,72 + 2,4x = 12,32 + x$$

$$1,568 = 1,4x$$

$$x = 1,12 \text{ моль } - O_2$$

$$O(H_2) = \frac{1}{2} \cdot 2,24 \text{ моль}$$

3). Р-ция происходит в одной ёмкости \Rightarrow



$O(NaOH) = 0,8$ моль

$O(H_2SO_4) = 0,3$ моль - не остаток

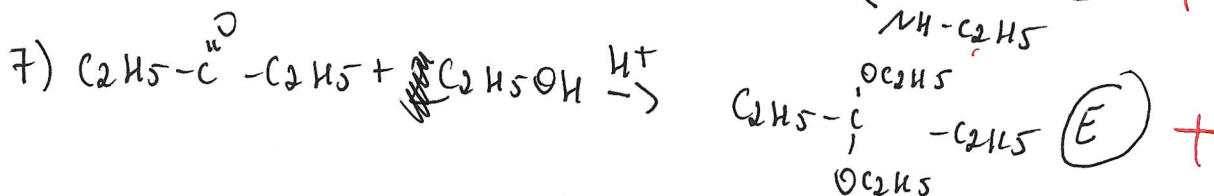
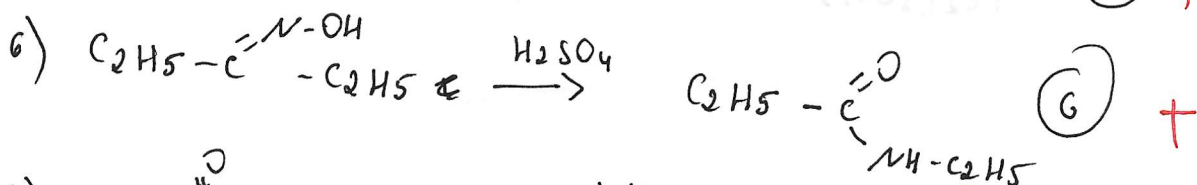
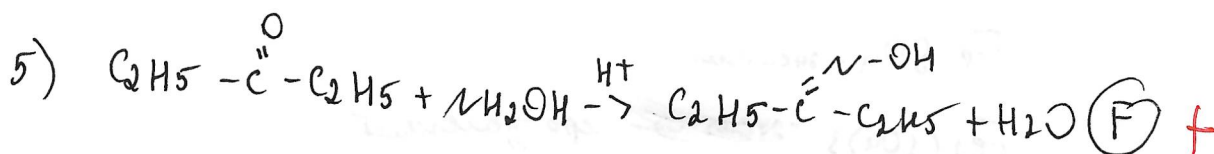
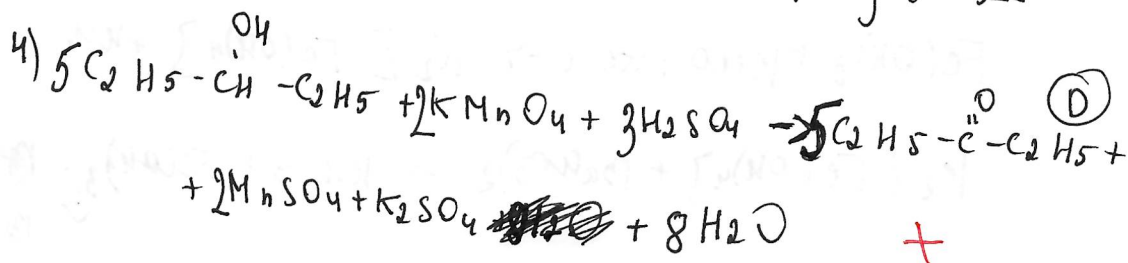
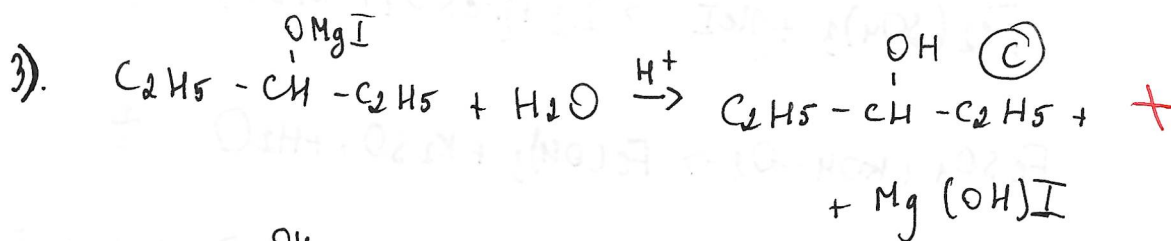
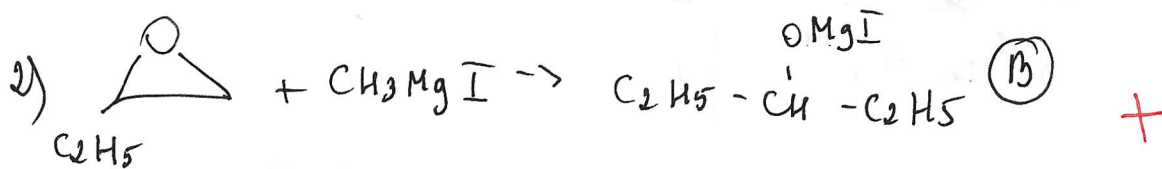
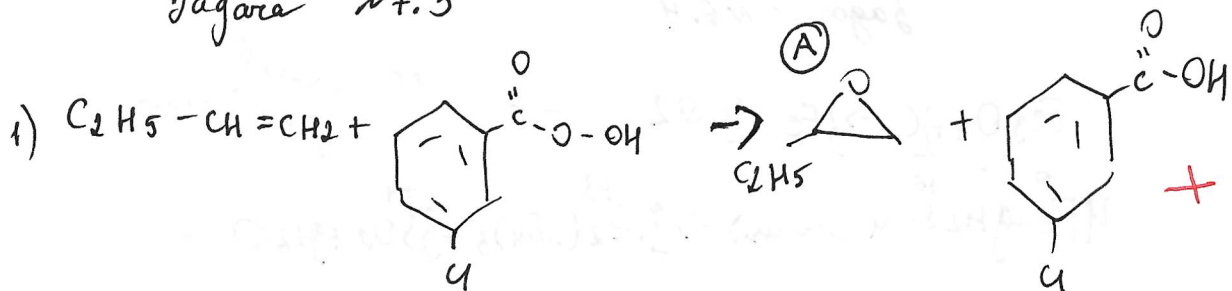
Остаток в-ре: $NaOH, Na_2SO_4$

$O(NaOH)_{\text{ост.}} = 0,8 - 0,3 = 0,5$ моль

$O(Na_2SO_4) = 0,3$ моль

Листовик

Задача №7.3



$$n(D) = \frac{12,9}{86} = 0,15 \text{ моль}$$

$$n(F) = 0,8 \cdot n(D) = 0,8 \cdot 0,15 = 0,12 \text{ моль}$$

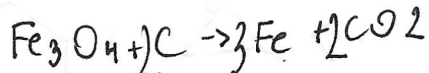
$$n(G) = 0,8 \cdot n(F) = 0,8 \cdot 0,12 = 0,096 \text{ моль}$$

$$m(G) = 0,096 \cdot 101 = \underline{\underline{9,696 \text{ г}}}$$

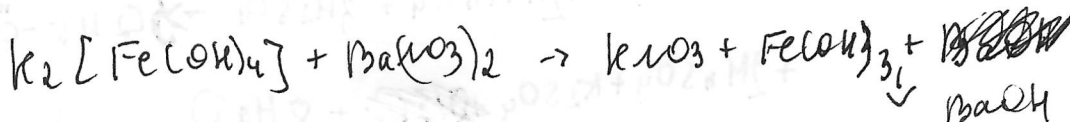
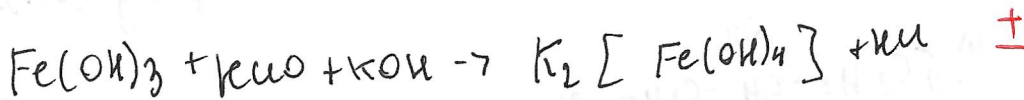
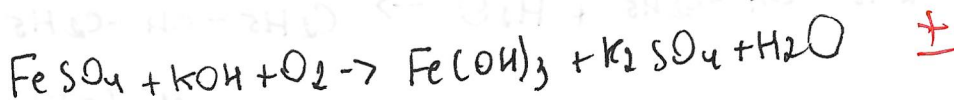
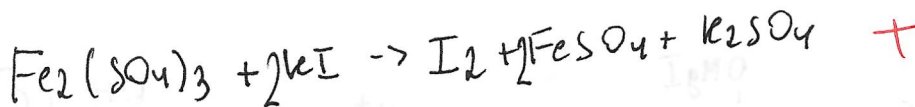
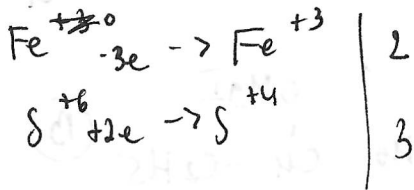
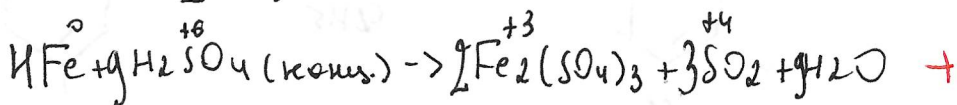
Ответ: 9,696 г. $+$

Листовик

Задача №6.4

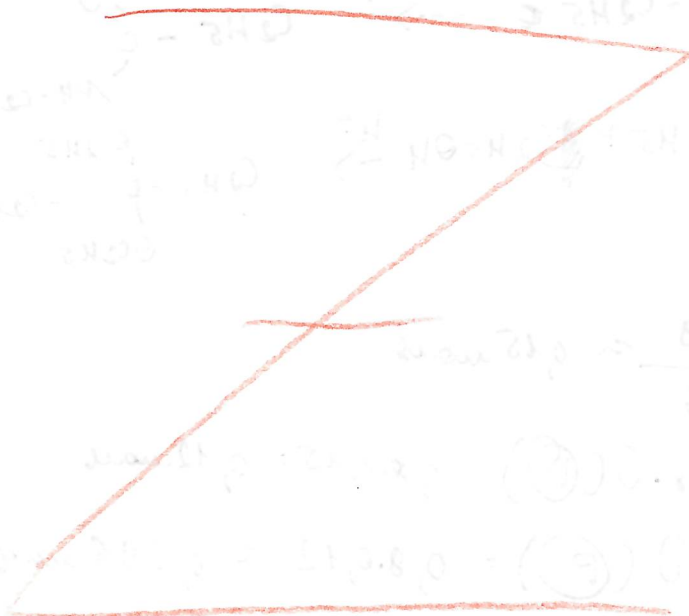


не сеств. условию



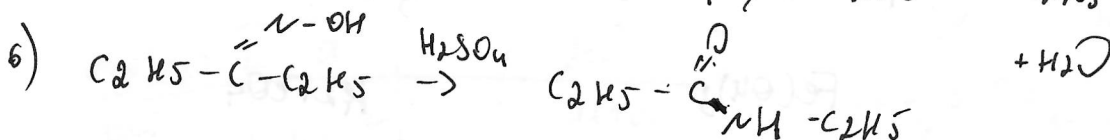
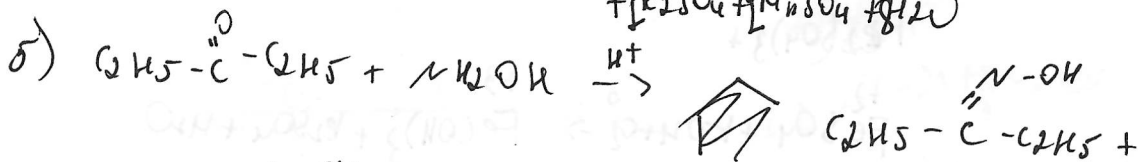
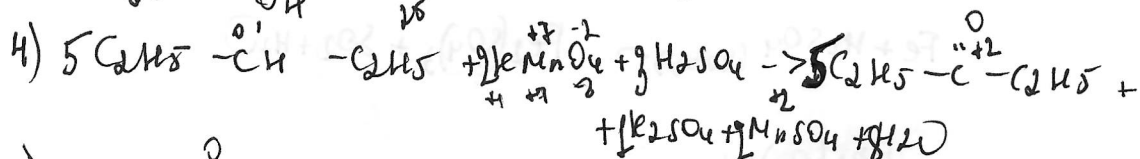
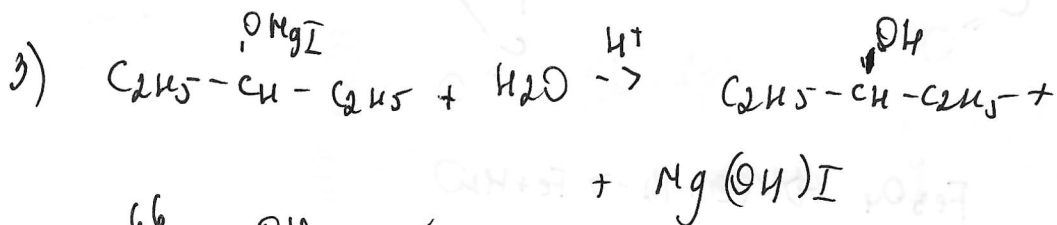
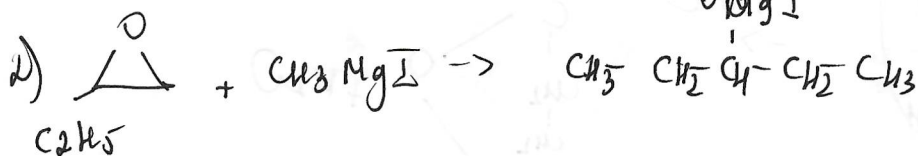
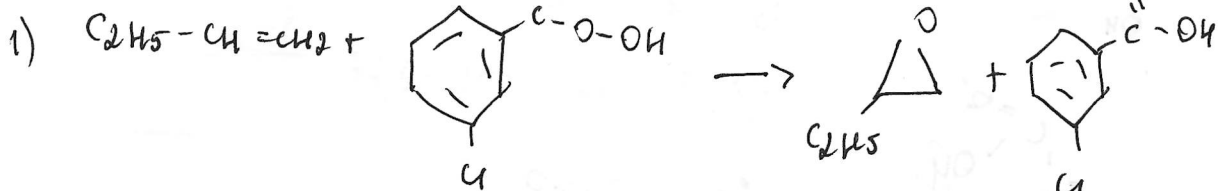
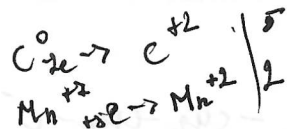
FeSO₄ - желтый

Fe₂(SO₄)₃ - ~~железистый~~ серо-зеленый

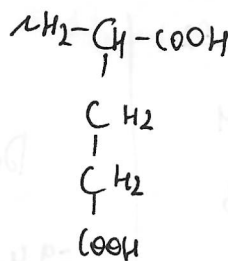
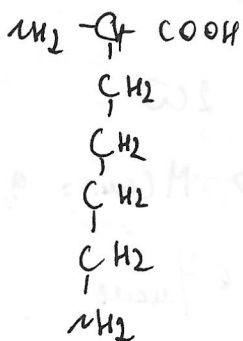


Термовик

М-3.



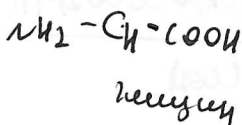
лицин



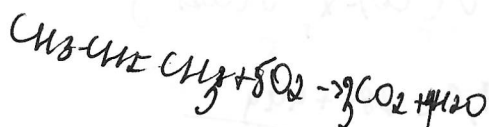
Дан/молев.к.

$\frac{\text{Дан}}{\text{молев.к.}} = \frac{\text{молев.к.}}{1}$

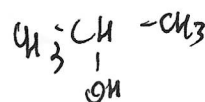
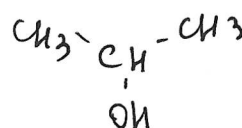
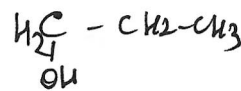
путаминовая к-та



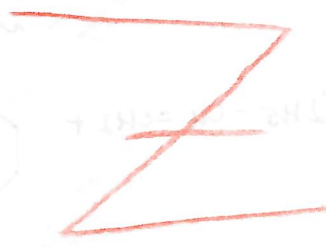
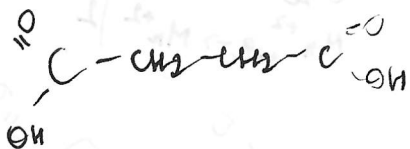
$\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$



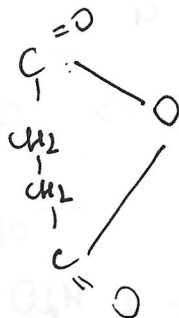
$\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$



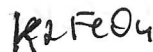
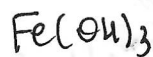
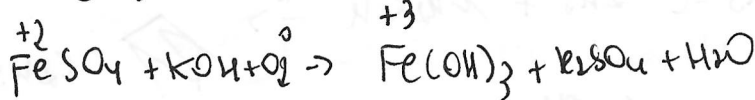
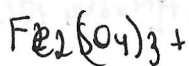
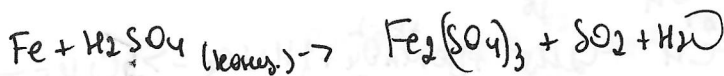
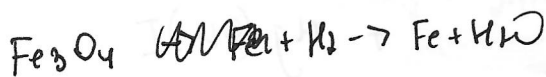
Горючие



180°C
→



+ H₂O



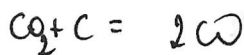
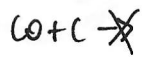
масса CO и CO₂

D_{по He} = 9,4

V_{по He} = 1,3

~~V_{по He} = 1,3~~

D_{по He} конст. →



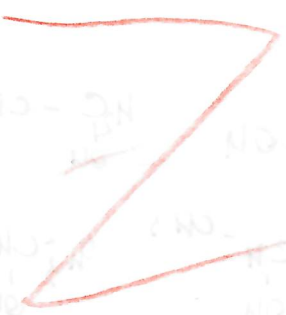
D_{по He} = 9,4 ⇒ M(см.) = 9,4 · M(He) =

= 9,4 · 4 = 37,6 г/моль

M_{см.} = $\frac{2(CO) \cdot M(CO) + 2(CO_2) \cdot M(CO_2)}{2(CO) + 2(CO_2)}$

2(CO) = x, 2(CO₂) = y

37,6 = $\frac{28x + 44y}{x + y}$



Термобик

$$37,6x + 37,6y = 28 + 44y$$

$$37,6x - 28x = 44y - 37,6y$$

$$9,6x = 6,4y$$

$$\frac{x}{y} = \frac{6,4}{9,6}$$

$$\frac{x}{y} = \frac{2}{3}$$

$$\frac{x}{y} = \frac{1}{1,5}$$

$$\Rightarrow \frac{CO}{CO_2} = \frac{1}{1,5}$$

	CO ₂	C	2CO
было	1,5		0
отпустил	a		2a
ост.	1,5-a		1+2a

✓ V_{CO_2} : $1,5 \cdot 22,4 = 33,6$ л

CO: 22,4 л

V_{CO_2} : $(1,5-a) \cdot 22,4$

CO: $(1+2a) \cdot 22,4$

$$1,3 = 22,4 (1,5 - a + 1 + 2a)$$

$$33,6 + 22,4$$

$$= 22,4 (2,5 + a)$$

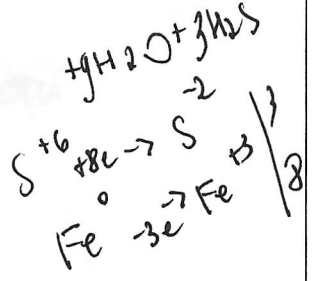
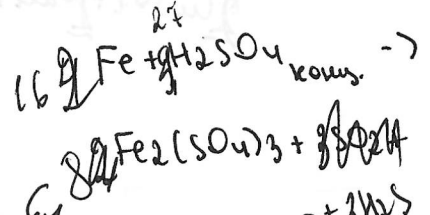
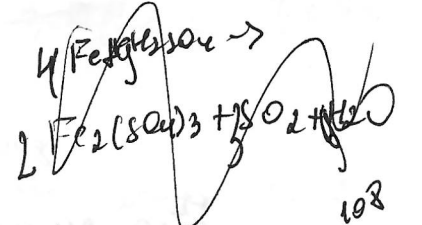
$$56$$



$$y = \frac{9,6x}{6,4} = \frac{3}{2}x$$

$$y = 1,5x$$

$$\frac{x}{y} = \frac{1}{1,5}$$



Термобик

$$1,3 \cdot 56 = 23,4 (25a)$$

$$7,8 = 56 + 23,4a$$

$$23,4a = 16,8$$

$$a = 1,3$$

$$33 + 96 \cdot 10$$

$$3,25$$

~~Дно не конер =~~

$$\text{Мш. конер.} = \frac{(1,5 - a) + (1 + 2a) \cdot 10}{1,5 - a + 1 + 2a}$$

$$\text{Дно не конер.} = \text{Мш. конер.}$$

$$7,8 - 56 = 23,4a$$

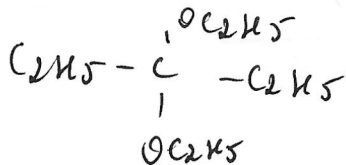
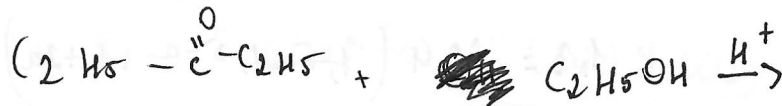
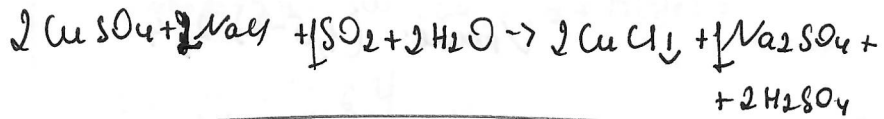
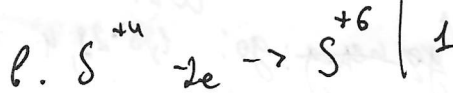
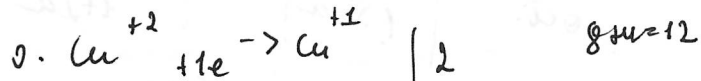
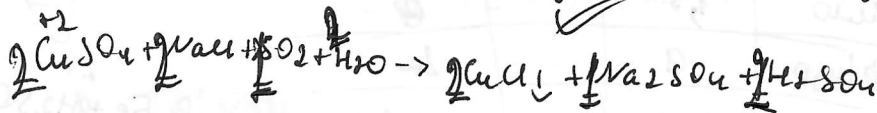
$$16,8 = 23,4a$$

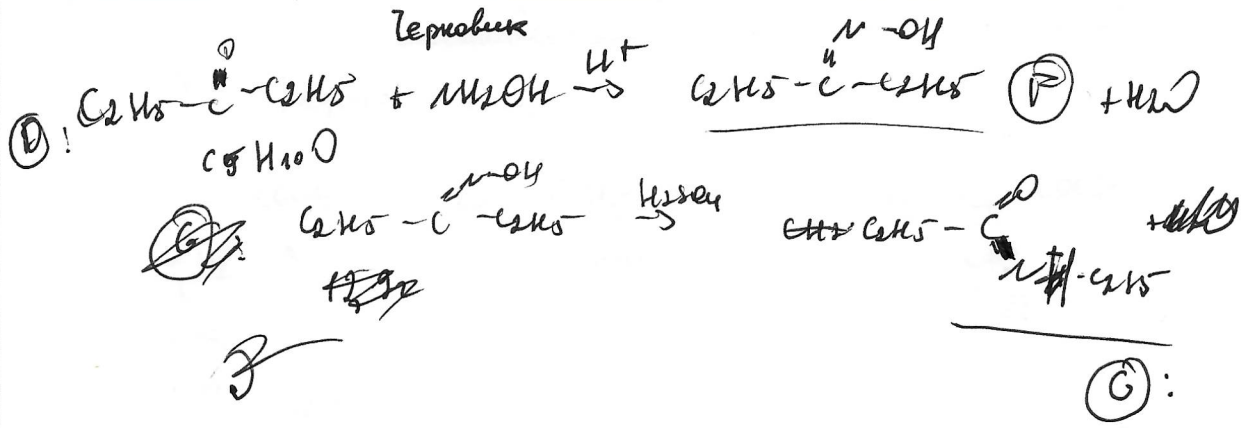
$$\text{Мш.} = \text{Дно} \cdot \text{Мш. (Мш)}$$

$$8 \text{ м} = 12$$

$$a = 0,75$$

$$\text{Дно} = \frac{\text{Мш}}{\text{Мш}}$$





$$\nu(\text{D}) = \frac{12,9}{86} = 0,15 \text{ моль}$$



$$\nu(\text{F}) = 0,8 \cdot \nu(\text{D}) = 0,12 \text{ моль}$$

$$\nu(\text{G}) = 0,8 \cdot \nu(\text{F}) = 0,096 \text{ моль}$$

$$m(\text{G}) = 0,096 \cdot 101 = 9,696 \text{ г}$$

