



41-54-53-37
(57.8)



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 2

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников "Ломоносов"
наименование олимпиады

по Химии
профиль олимпиады

Погольской Дарьи Владимировны
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата
«03» марта 2024 года

Подпись участника
[Подпись]

41-54-53-37
(57.8)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
6	10	12	10	14	12	14	14	14	92

1.2

лизын содержит $-NH_2$ (в радикале)
 тизин содержит $-H$ (в радикале)
 глутаминовая кислота $-COOH$ (в радикале)
 содержит

- 1 - тизин
- 2 - глутаминовая кислота +
- 3 - тизин

2.5

$D_{He} = 9,4 \Rightarrow M_{op}(смеси) = 9,4 \cdot 4 = 37,6 \text{ г/моль}$

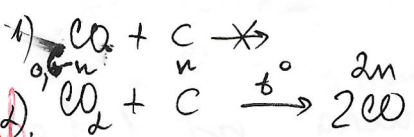
пусть $X(CO) = x$, а $X(CO_2) = y$, тогда

$$\begin{cases} x + y = 1 \\ 28x + 44y = 37,6 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = 1 - y \\ 28 - 28y + 44y = 37,6 \end{cases}$$

$$\Leftrightarrow \begin{cases} x = 1 - y \\ 16y = 9,6 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} x = 0,4 \\ y = 0,6 \end{cases}$$

т.к. объем измерен при одинаковых условиях, то пусть $V_{общ} = 1 \text{ моль}$, $V(CO) = 0,4 \text{ моль}$, а $V(CO_2) = 0,6 \text{ моль}$

Решение
Безмиссия



$PV = \nu RT$

$V_0 = (0,4 + 0,6) \cdot V_m = 1 V_m$

$V_k = 1,3 V_0$

$V_k = (0,4 + 0,6 - n + 2n) \cdot V_m = 1,3 V_0$

$(1 + n) \cdot V_m = 1,3 \cdot V_m$

$1 + n = 1,3$

$n = 0,3 \leftarrow \text{моль прореагировавшего } CO_2$

Т.к. объем измерен при одинаковых условиях, расчет можно вести через массы:

$0,6 - n + 2n + 0,4 = 1,3$
 $n = 0,3$

моль прореагировавшего CO_2 и $\frac{1}{2} \cdot \text{объ } CO$

Тогда конечная смесь содержит $0,4$
 Тогда конечная ^{исходная} смесь содержит $(0,4 + 2 \cdot 0,3)$ моль CO и $(0,6 - 0,3)$ моль $CO_2 \Rightarrow$

$\Rightarrow V_{кон} = 0,4 + 0,3 \cdot 2 + 0,6 - 0,3 = 1,3 \text{ моль}$

мистовик

$$n(\text{CO}) = 1 \text{ моль} \Rightarrow x(\text{CO}) = \frac{1}{1,3} = 0,76923$$

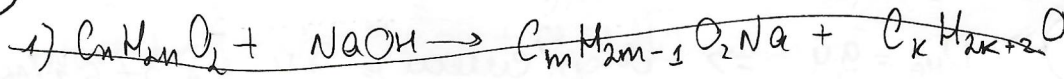
$$n(\text{CO}_2) = 0,3 \text{ моль} \Rightarrow x(\text{CO}_2) = 0,23077$$

$$M_{\text{ср}} = 28 \cdot 0,76923 + 0,23077 \cdot 44 = 31,69232 \text{ г/моль}$$

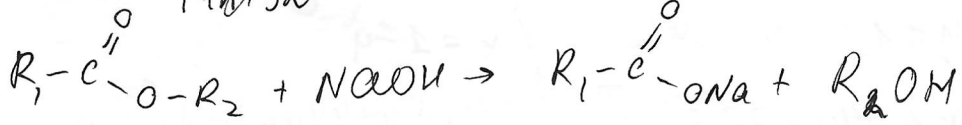
(молярной смеси)

$$D_{\text{не}} (\text{моляр. смеси}) = \frac{31,69232}{4} = 7,92308$$

3.4 Пусть общая формула A \rightarrow $\text{R}_1-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{O}-\text{R}_2$ ~~или $\text{C}_m\text{H}_{2m}\text{O}_2$~~



$n(A) = \frac{30,3}{44+32}$ Предположим, что это сложный эфир однокисл.-к-сп:



$$n_0(A) = \frac{30,3}{R_1+R_2+44} \text{ моль}$$

$$n(\text{соли карб. к-ты}) = \frac{24,3}{R_1+67} \text{ моль}$$

$$n(\text{спирта}) = \frac{18}{R_2+17}$$

Предположим, что р-ция прошла ст 1:1 с NaOH, тогда:

$$\left\{ \begin{aligned} \frac{30,3}{R_1+R_2+44} &= \frac{24,3}{R_1+67} \Rightarrow 30,3R_1 + 2050,1 = 24,3(R_1+R_2) + 1069,2 \\ \frac{30,3}{R_1+R_2+44} &= \frac{18}{R_2+17} \Rightarrow 30,3R_2 + 515,1 = 18(R_1+R_2) + 792 \end{aligned} \right. \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow \begin{cases} 6R_1 = 24,3R_2 - 960,9 \\ 12,3R_2 = 18R_1 + 276,9 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} 6R_1 = 24,3R_2 - 960,9 \quad | \cdot 3 \\ 18R_1 = 12,3R_2 - 276,9 \end{cases}$$

$$60,6R_2 - 2605,8 = 0$$

$R_2 = 43$, что соответствует ~~формуле~~ C_3H_7

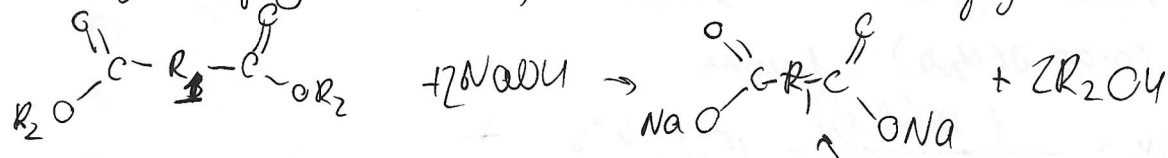
$$R_1 = \frac{24,3 \cdot 43 - 960,9}{6} = 14, \text{ такого радикала нет (алкильного)}$$

41-54-53-37
(57,8)

Мистовик

Тогда предположим, что кислота была

двухосновной



$$\rho(A) = \frac{39,3}{88 + 2R_2 + R_1} \text{ моль}$$

$$\rho(\text{коли карб. к-та}) = \frac{24,3}{134 + R_1} \text{ моль}$$

$$\rho(\text{сирья}) = \frac{18}{R_2 + 17}$$

ног R₁ подразумева-
ется (CH₂)_n, где
просто оформле-
ние написано
в виде такого
сокращения

Тогда:

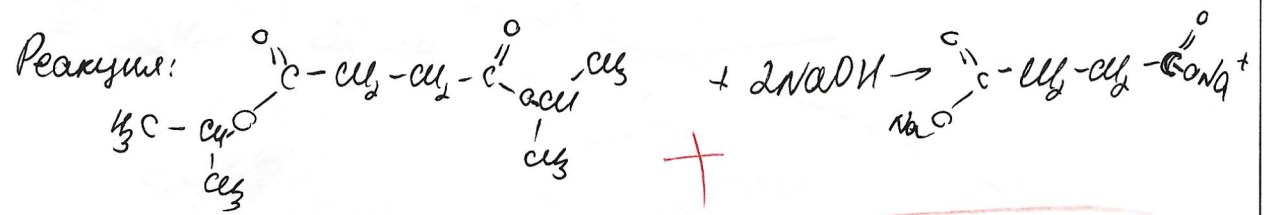
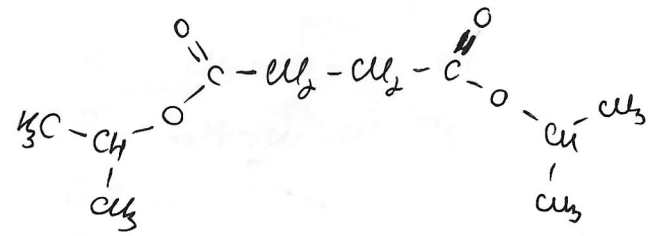
$$\begin{cases} \frac{39,3}{88 + 2R_2 + R_1} = \frac{24,3}{134 + R_1} \\ \frac{39,3}{88 + 2R_2 + R_1} \cdot 2 = \frac{18}{R_2 + 17} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 4060,2 + 39,3R_1 = 2138,4 + 24,3(2R_2 + R_1) \\ 2 \cdot 515,1 + 39,3 \cdot 2 \cdot R_2 = 1584 + 18(2R_2 + R_1) \end{cases}$$

$$\begin{cases} 6R_1 = 48,6R_2 - 1921,8 \\ 24,6R_2 = 553,8 + 18R_1 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} 6R_1 = 48,6R_2 - 1921,8 \quad | \cdot 3 \\ 18R_1 = 24,6R_2 - 553,8 \quad = \end{cases}$$

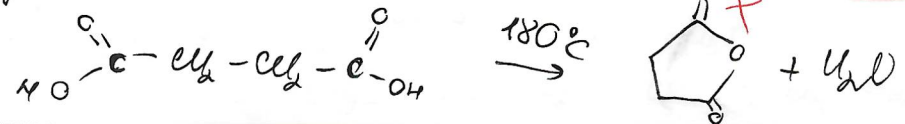
$$\Rightarrow 121,2R_2 - 5211,6 = 0$$

$$R_2 = 43 \text{ моль} \Rightarrow R_1 = \frac{48,6 \cdot 43 - 1921,8}{6} = 282 \text{ моль}$$

Таким образом, ~~формула~~ ^{структура} A: (CH₂-CH₂)_n



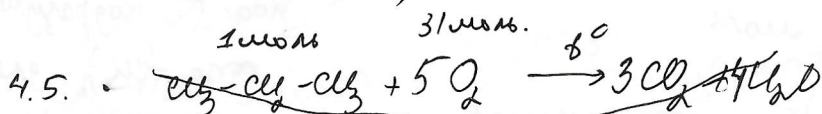
Могли бы мы кислоту:



Пусть ν_0 (кислота) = 1 моль

Тогда $\nu(\text{H}_2\text{O}) = 1$ моль

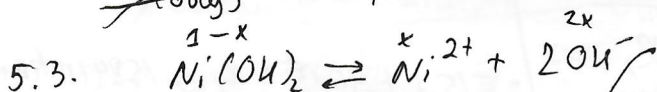
$$\Delta m = \frac{1 \cdot 18 (m(\text{H}_2\text{O}))}{1 \cdot 118 (m(\text{к-тн}))} = 15,254\% \quad \times$$



~~$\Delta Q(\text{р-ции}) = 3 \cdot 393,5 + 4 \cdot 241,8 - 103,8 = 2043,9 \text{ кДж / моль.}$~~

~~$\nu(\text{ос}) (\text{O}_2) = 31 - 5 = 26 \text{ моль.}$~~

~~$C_{\text{ос(ос)}} = 53,53 + 4 \cdot 43 - 172,9 = 347,5 = 181,47$~~



~~$K_p = [\text{Ni}^{2+}] [\text{OH}^-]^2 = 2,0 \cdot 10^{-15}$~~

~~Пусть $\nu(\text{Ni}(\text{OH})_2) = 1$ моль, тогда:~~

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

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

~~$x = 7,937 \cdot 10^{-6} \text{ моль.}$~~

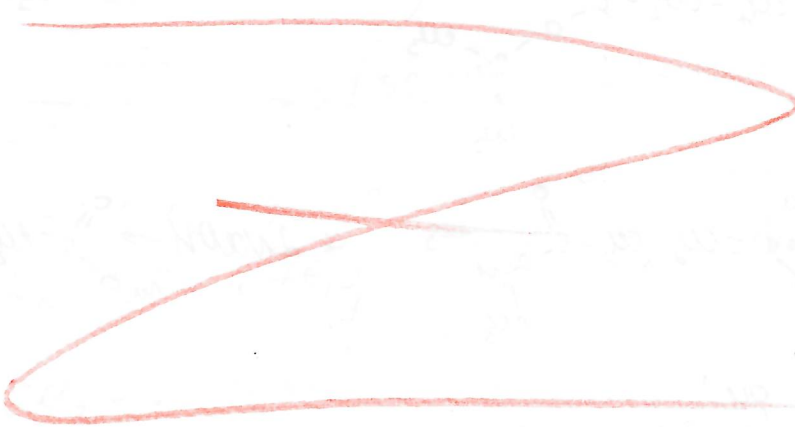
~~Пусть $V = 1 \text{ л.}$~~

~~Тогда $\nu(\text{ос}) (\text{Ni}(\text{OH})_2) = 1 - 7,937 \cdot 10^{-6}$~~

~~В р-ре диссоциирует $7,937 \cdot 10^{-6}$ моль $\text{Ni}(\text{OH})_2$,~~

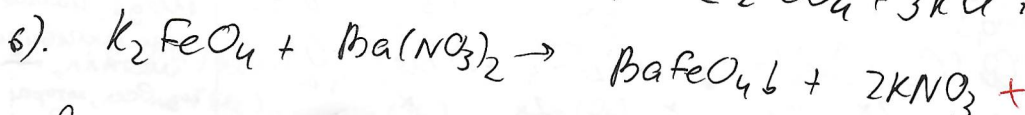
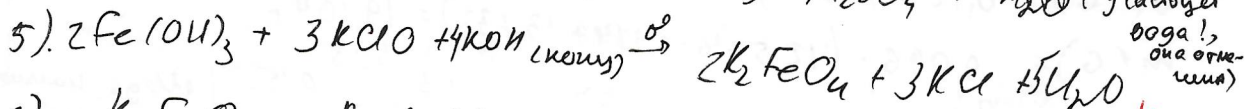
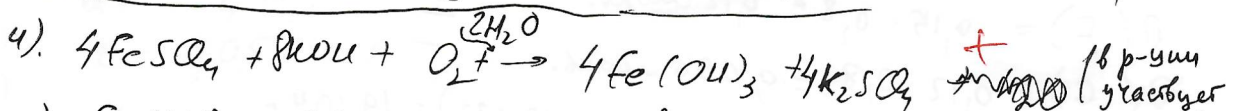
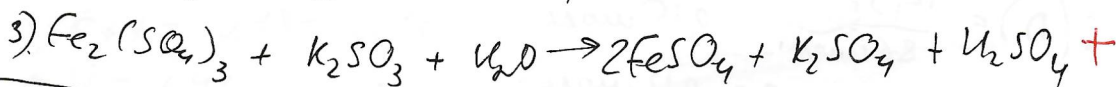
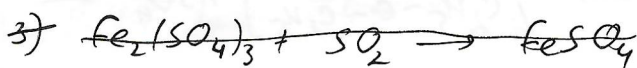
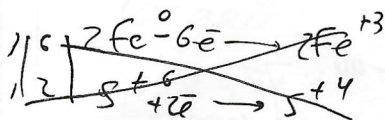
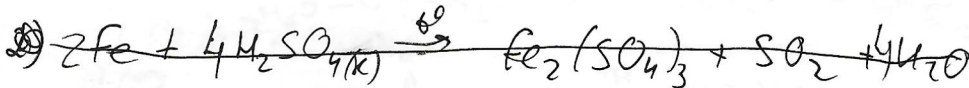
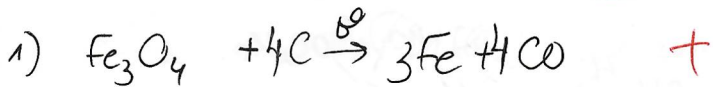
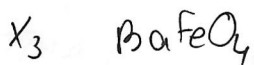
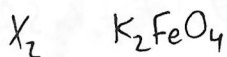
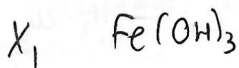
~~значит, р-римость: $\frac{7,937 \cdot 10^{-6} \text{ моль}}{1 \text{ л}} = 7,937 \cdot 10^{-6} \text{ моль/л.}$~~

~~$\text{pH} = -\log_{10}[\text{H}^+]$ (продолжение на гр. странице)~~



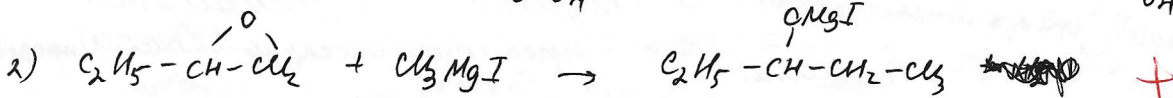
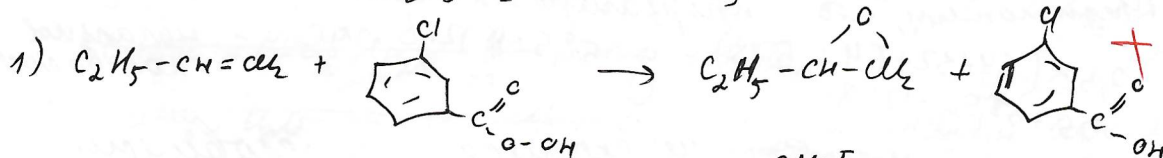
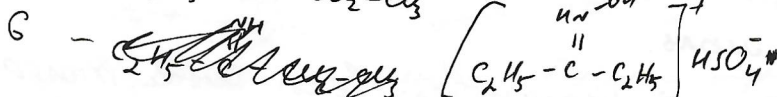
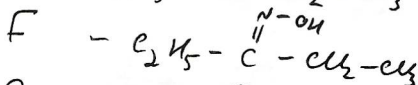
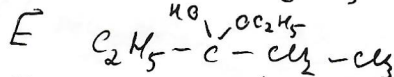
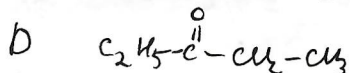
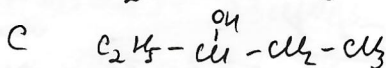
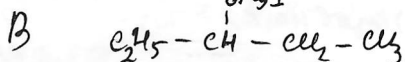
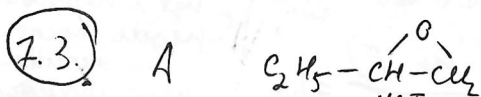
Чистовик

6.4. A - Fe

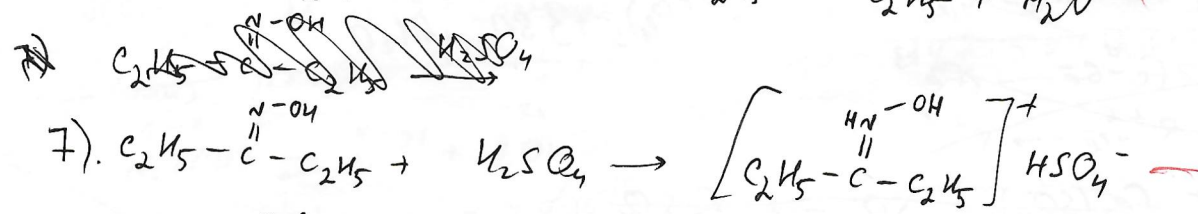
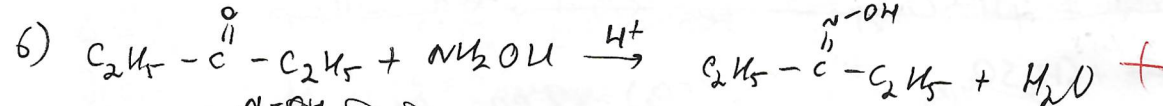
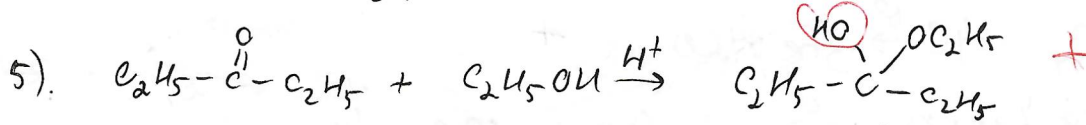
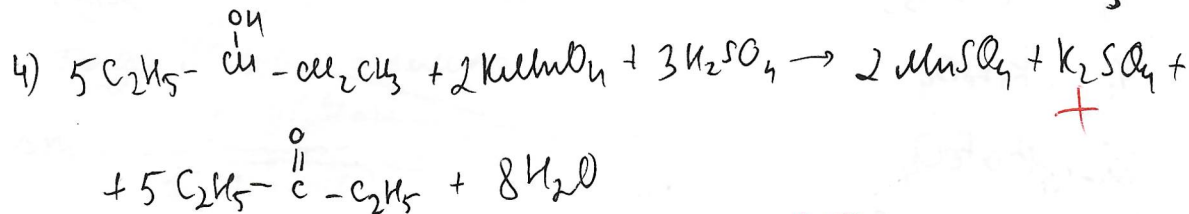
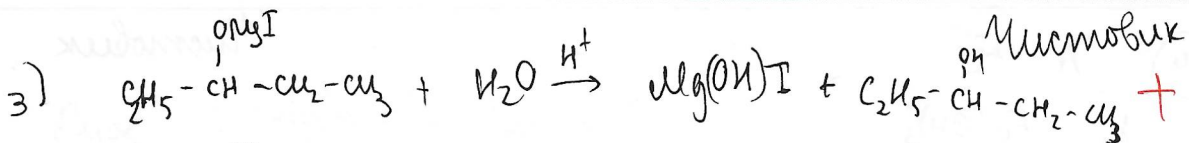


Окраска р-ра Fe₂(SO₄)₃ (если конц.) р-р желтого цвета (если разб.)

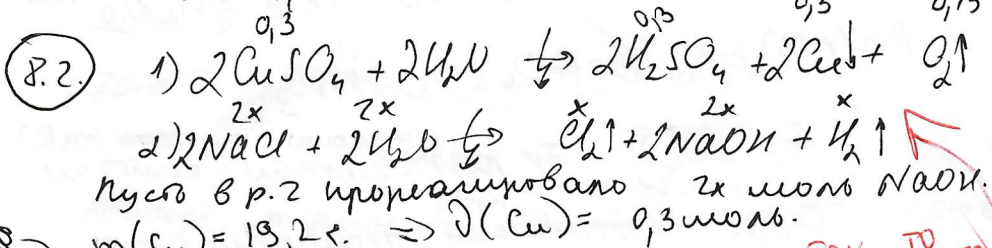
Окраска р-ра FeSO₄ (если конц.) почти бесцветная, когда желтого цвета (если разб.)



почти бесцветная, когда желтого цвета (если разб.) Fe⁺² легко окисляется кислородом воздуха, поэтому в водном р-ре тоже имеет розовый цвет



$\nu(\text{D}) = \frac{12,9 \text{ г}}{86 \text{ г/моль}} = 0,15 \text{ моль}$
 $\nu(\text{F}) = 0,15 \cdot 0,8 = 0,12 \text{ моль}$
 $\nu(\text{G}) = 0,12 \cdot 0,8 = 0,096 \text{ моль}$
 $m(\text{G}) = 0,096 \cdot (12 \cdot 5 + 16 \cdot 5 + 14 + 13 + 32) = 19,104 \text{ г}$



$m(\text{Cu}) = 19,2 \text{ г} \Rightarrow \nu(\text{Cu}) = 0,3 \text{ моль}$
 $\frac{V(\text{газов на аноде})}{V(\text{газов на катоде})} = 1,2 \Rightarrow \frac{\nu(\text{газов на А})}{\nu(\text{газов на К})} = 1,2$
 $\frac{\nu(\text{Cl}_2)_{(1)} + \nu(\text{Cl}_2)_{(2)}}{\nu(\text{H}_2)_{(2)}} = 1,2 \Rightarrow \frac{0,15 + x}{x} = 1,2 \Rightarrow$

$\Rightarrow x \rightarrow 0,15 + x = 1,2x$
 $0,2x = 0,15$
 $x = 0,75 \text{ моль}$

Предположим, что прореагировало все CuCl_2 , тогда:
 $0,3 \cdot (64 + 32 + 64 + 5 \cdot 18) + y \cdot 58,5 = 121,8$ где y - масса NaCl .
 $75 + 58,5y = 121,8$
 $\nu(\text{NaOH}) \rightarrow y = 0,8 \text{ моль}$
 $= 1,5 \text{ моль}$

Может быть более активный металл, чем из всех, которые присутствуют в р-ре => => электроны ей сами будут идти первично, после его окончания эл-ны NaCl , а уже затем эл-ны H_2O

Мисмовик

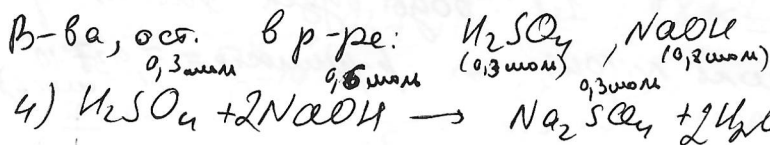
Можно сделать вывод, что
 полностью прошла эл-лиз смеси, NaOH и
 прошедшая эл-лиз вода.
 $2t \quad \frac{4}{6} \rightarrow 2H_2 + O_2 \quad \leftarrow 3$

Тогда: $V_0(NaOH) = 0,8 \text{ моль} \Rightarrow V(O_2)_1 = 0,15 \text{ моль}$
 $V_0(CuSO_4) = 0,3 \text{ моль} \Rightarrow V(Cu)_2 = 0,4 \text{ моль}$
 $V(H_2)_3 = 2t \text{ моль} \Rightarrow V(H_2)_2 = 0,4 \text{ моль}$
 $V(O_2)_3 = t \text{ моль} \Rightarrow V(O_2)_2 = 0,4 \text{ моль}$

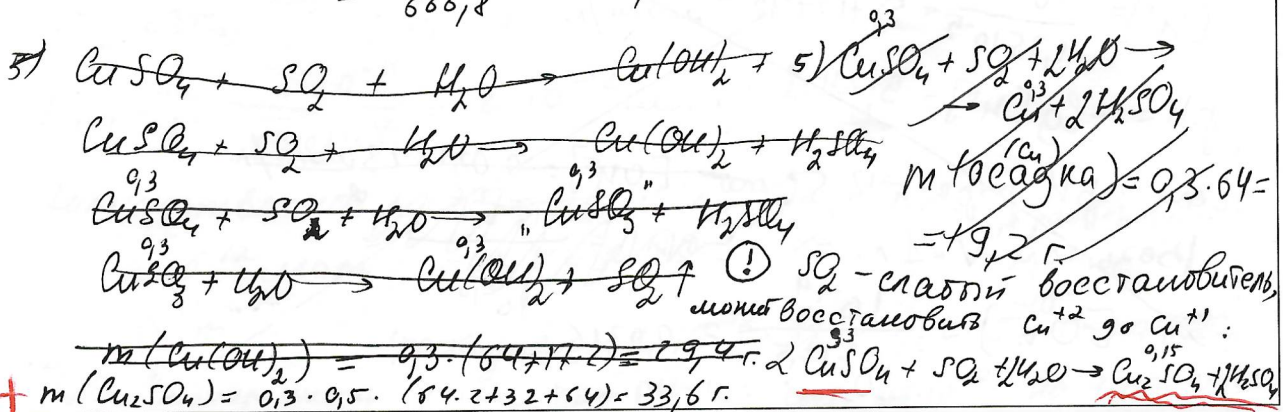
Тогда:
 $\frac{0,15 + 0,4 + t}{0,4 + 2t} = 1,2$
 $0,55 + t = 0,48 + 2,4t$
 $0,07 = 1,4t$
 $t = 0,05 \text{ моль}$

$m(p-pa)_0 = 121,8 + 0,6 \cdot 1000 = 721,8 \text{ г}$

$m(p-pa) \text{ после р-ций } 1, 2, 3 = 721,8 - \overset{m(Cu)}{0,3 \cdot 64} - \overset{m(O_2)}{0,15 \cdot 32} -$
 $- \overset{m(Cu)}{0,4 \cdot 71} - \overset{m(H_2)}{0,4 \cdot 2} - \overset{m(O_2)}{0,05 \cdot 32} - \overset{m(H_2)}{0,05 \cdot 2 \cdot 2} = 666,8 \text{ г}$



$V(NaOH)_{ост} = 0,8 - 0,6 = 0,2 \text{ моль}$
 $V(Na_2SO_4) = 0,3 \text{ моль}$
 $w(NaOH) = \frac{0,2 \cdot 40}{666,8} = 1,1998\% \approx 1,2\%$
 $w(Na_2SO_4) = \frac{0,3 \cdot (119 + 23)}{666,8} = 6,3887\% \approx 6,4\%$



Чистовик

~~4.5.~~

~~$C_3H_8 + 5O_2 \xrightarrow{60} 3CO_2 + 4H_2O$~~

~~$\Delta Q (p-уши) = 3 \cdot 393,5 + 4 \cdot 241,8 - 103,8 = 2043,9 \text{ кДж} = 2043,9 \cdot 10^3 \text{ Дж}$~~

~~Газовой смеси на выходе: 4 моля H_2O , 3 моля CO_2 и 26 моля O_2 .~~

~~Уч. обугале $C = 4 \cdot 43 + 3 \cdot 53,5 + 26 \cdot 34,7 = 1234,7 \text{ Дж/к}$~~

~~При таком кол-ве теплоты произойдет Δt воды по формуле $Q = \rho c \Delta t$~~

~~Тогда $\Delta t = \frac{2043,9 \cdot 10^3}{4 \cdot 43 + 3 \cdot 53,5 + 26 \cdot 34,7} = 1655,38 \text{ К}$~~

~~$t_{max} = 25 + 1655,38 - 273,15 = 1407,23 \text{ }^\circ\text{C}$~~

5.3.

$Ni(OH)_2 \rightleftharpoons Ni^{2+} + 2OH^-$

$KP = [Ni^{2+}][OH^-]^2 = 2 \cdot 10^{-15}$

Пусть $\alpha_0 (Ni(OH)_2) = 1 \text{ моль}$

$V_0 (H_2O) = 1000 \text{ мл}$

Пусть гидролизировал x моль, тогда:

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

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

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

$7,937 \cdot 10^{-6} \text{ моль } Ni(OH)_2 \Rightarrow \text{р-римость} = 7,937 \cdot 10^{-6} \text{ моль/л}$

рН р-ра над осадком, т.е. из массы р-ра вычитаем массу вставшего в осадок $Ni(OH)_2$:

$m(p-ра)_{на ос.} = 1000 - (1 - 7,937 \cdot 10^{-6}) \cdot 93 = 907 \text{ г} \approx 907 \text{ мл} = 0,907 \text{ л}$

$[OH^-] = \frac{2 \cdot 7,937 \cdot 10^{-6}}{0,907} = 1,75 \cdot 10^{-5} \text{ моль/л}$

$[H^+] = \frac{10^{-14}}{1,75 \cdot 10^{-5}} = 5,7137 \cdot 10^{-10} \text{ моль/л}$

$pH = -\lg [H^+] = 9,2439$

Если рН р-ра = 12,5; то $[OH^-] = 0,031623 \text{ моль/л}$

Возьмем $V = 1 \text{ л} \Rightarrow$

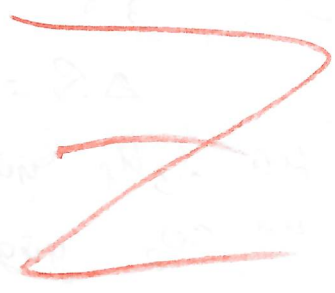
$[OH^-] = \frac{10^{-14}}{10^{-12,5}} = 0,0316 \text{ моль}$

Чистовик

~~0,0158 мм 0,0158 мм 0,0158 мм 0,0158 мм~~



~~$[Ni^{2+}][OH^-]^2 = 2 \cdot 10^{-15}$
 $[Ni^{2+}] \cdot 0,0316^2 = 2 \cdot 10^{-15}$
 $[Ni^{2+}] = 2,003 \cdot 10^{-12}$ моль/л.~~



~~В моль р-римость
 количественная р-римость~~

~~количественная оценка р-римости. в 1 л воды при
 таком рН растворится $2,003 \cdot 10^{-12} \cdot 93 = 1,86229 \cdot 10^{-10}$ г.
 $Ni(OH)_2$.~~

! Расчет рН из осадком:

Вкл р-р 1 л. и 1 моль $Ni(OH)_2$. При добавлении

$Ni(OH)_2$ к воде $m(p-pa) = 1000 + 93 - 93(1 - 7,937 \cdot 10^{-6})$
 $= 1000 г = 1 л.$

$[Ni^{2+}][OH^-]^2 = 2 \cdot 10^{-15}$
 ~~$[OH^-] = 7,937 \cdot 10^{-6}$ (к = $7,937 \cdot 10^{-6}$ моль/л)~~



~~$[OH^-] = 6,3 \cdot 10^{-11}$ моль/л.~~
 $[OH^-] = 2 \cdot 7,937 \cdot 10^{-6} = 1,5874 \cdot 10^{-5}$ моль/л.

$[H^+] = \frac{10^{-14}}{1,5874 \cdot 10^{-5}} = 6,3 \cdot 10^{-10}$ моль/л.

$pH = -\lg[H^+] = 9,2$



Если рН = 12,5:

$[H^+] = 10^{-12,5} \Rightarrow [OH^-] = \frac{10^{-14}}{10^{-12,5}} = 0,0316$ моль/л.

$[Ni^{2+}][OH^-]^2 = 2 \cdot 10^{-15}$
 $[Ni^{2+}] = \frac{2 \cdot 10^{-15}}{(0,0316)^2} = 2 \cdot 10^{-12}$ моль/л.

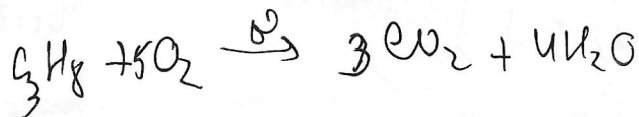


количество ~~$[Ni^{2+}] = 2 \cdot 10^{-12}$~~ $(Ni(OH)_2 \text{ растворим.}) =$
 $= 2 \cdot 10^{-12}$ моль (б.к. $V = 1 л$) \Rightarrow

$\Rightarrow m(Ni(OH)_2 \text{ растворим.}) = 2 \cdot 10^{-12} \cdot 93 = 1,86 \cdot 10^{-10}$ г.

Или растворимость $Ni(OH)_2$ при рН = 12,5 соед. $1,86 \cdot 10^{-10}$ г на 1000 г (вд)

4.5



$$\Delta Q = 3 \cdot 393,5 + 4 \cdot 241,8 - 103,8 = 2043,9 \text{ кДж}$$

на C_3H_8 уйдет ~~103,8~~ 172,9 кДж/к.

на CO_2 уйдет $3 \cdot 53,5$ кДж/к

на H_2O уйдет $4 \cdot 43$ кДж/к

на O_2 уйдет 31 \cdot 34,7 кДж/к

$$\Delta t = \frac{2043,9 \cdot 10^3}{172,9 + 3 \cdot 53,5 + 4 \cdot 43 + 31 \cdot 34,7} = 1292,7 \text{ К} = 1019,7^\circ \text{C}$$

$$T_{\text{кон.}} = 25 + 1019,7 = 1044,7^\circ \text{C}$$

Всё
иск +
всё
продукции
" "
неверно



$$\Delta Q = 2043900 \text{ кДж}$$

Черников

Вещи 26 моль O_2 , CO_2 и H_2O \Rightarrow

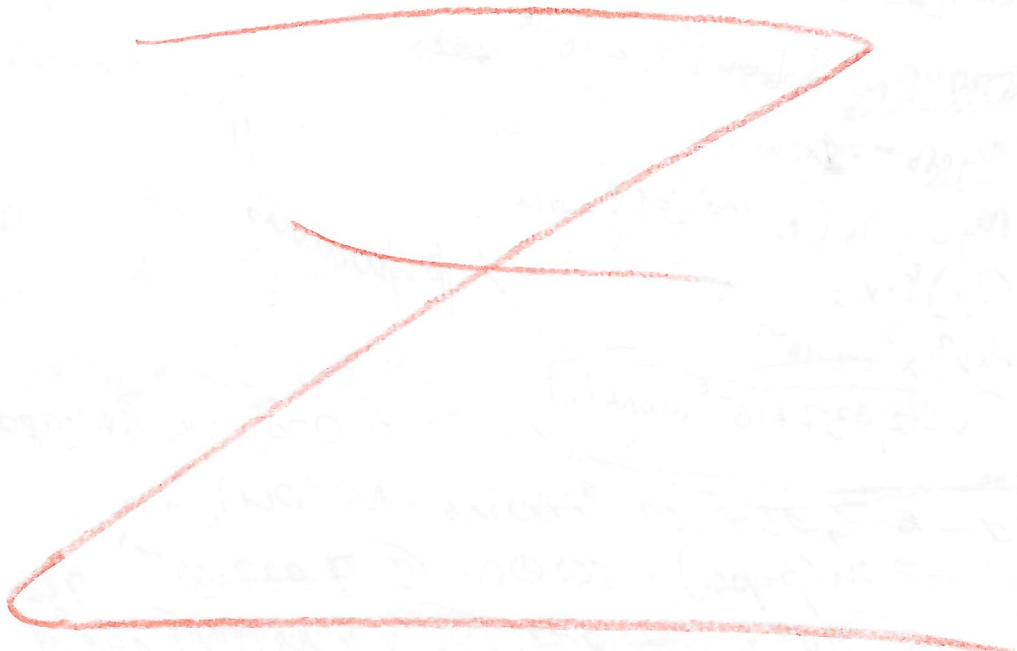
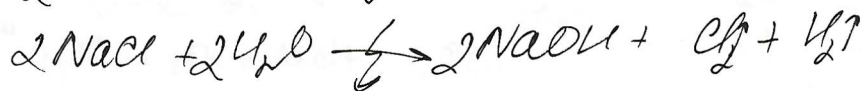
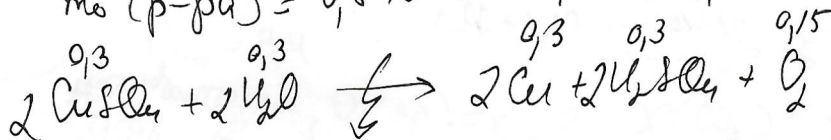
$$\text{f)} T = \frac{2043900}{26 \cdot 34,7 + 3 \cdot 53,5 + 4 \cdot 43} = 1655,382 \text{ K} = 1382,23^\circ \text{C}$$

$$T_k = 25 + 1382 = 1407^\circ \text{C} \quad ?$$

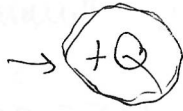
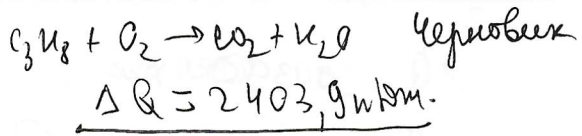
8.2

было: $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ и $NaCl$

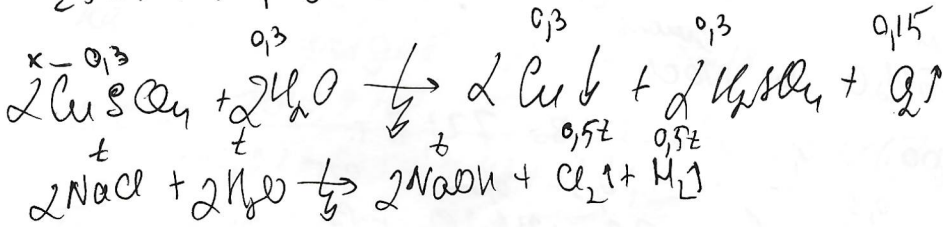
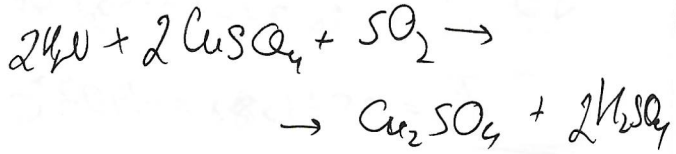
$$m_0 (p-p_0) = 0,6 \cdot 10^3 + 121,8 = 721,8 \text{ г}$$



$Q = cm\Delta t$



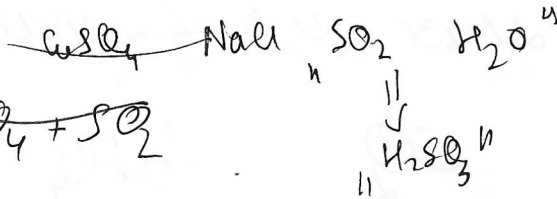
$CuSO_4 \cdot 5H_2O$ - x моль
 $NaCl$ - y моль
 $250x + 585y = 121,8$



$\frac{0,15 + 0,5z}{0,5z} = 1,2$

$0,15 + 0,5z = 0,6z$
 $z = 1,5 \text{ моль}$

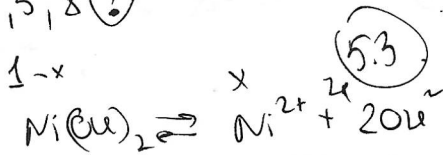
SO_2 восстанавливается



$1000 + 1,93 -$
 $- 93(1 - 7,937 \cdot 10^{-6})$
 $- 1000$

1, 2, 3, 6, 7 (✓)

4, 5, 8 (!)



$[Ni^{2+}][OH^-]^2 = 2 \cdot 10^{-15}$

пусть $V = 1 \text{ л}$.

пусть $z = (Ni(OH)_2) \text{ моль}$.

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

$4x^2 \cdot x = 2 \cdot 10^{-15}$

$x = 7,937 \cdot 10^{-6} \text{ моль/л}$

р-римость

\Rightarrow в осадок выпадет

$1 - 7,937 \cdot 10^{-6} \text{ моль } Ni(OH)_2 \Rightarrow$

$\Rightarrow m(p-p) = 1000 - (1 - 7,937 \cdot 10^{-6}) \cdot 93 =$

$\approx 907 \text{ г} \approx 907 \text{ мл}$, т.к. $Ni(OH)_2$ очень мало, на p он не влияет.

~~р-римость: $\frac{7,937 \cdot 10^{-6}}{9,907} = 8,757 \cdot 10^{-9} \text{ моль/л}$~~

Вновь вынесенной оценке
отказать.

Оценка 92 балла
Зав.
Физик.

Председателю апелляционной комиссии
олимпиады школьников «Ломоносов»
Ректору МГУ имени М.В. Ломоносова
академику В.А. Садовничему
от участника заключительного этапа по
программе «Химия»
Погольской Варии Владимировны

апелляции.

Прошу пересмотреть мой индивидуальный предварительный
результат заключительного этапа, а именно 92 балла,
поскольку считаю, что в задаче 4.5 на черновике
еменно было получено верное изменение температур
($\Delta T = 1655,38 \text{ K}$), однако ошибочно решение оставлено
на черновике. Просьба отнестись с пониманием.

Подтверждаю, что я ознакомлен с Положением об
апелляциях на результаты олимпиады школьников «Ломоносов»
и осознаю, что мой индивидуальный предварительный
результат может быть изменен, в том числе в сторону
уменьшения количества баллов.

23.03.2024г.

В