



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

Вариант 2

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов
наименование олимпиады

по химии
профиль олимпиады

Иванова Артемий Ильич
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Химия

Дата
«03» марта 2024 года

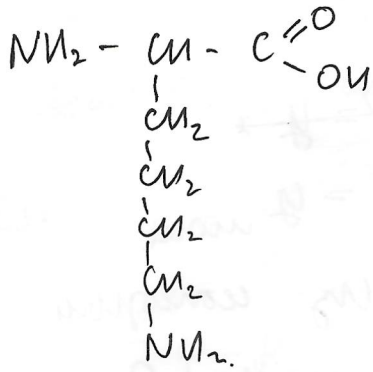
Подпись участника
Иванов

07-67-95-00
(57.2)

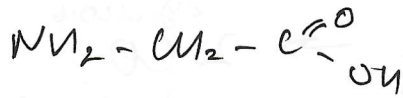
чистовик

N1.2.

лигнит



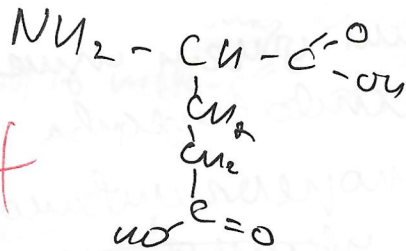
лигнит



1 основная и одна
щелочная группа
среда слабощелочная

Вот
есть 2 основные
аминно группы, а
COOH - одна,
среда щелочная

мультищелочная
кислота



2 щелочные группы,
одна основная,
среда будет ~~слабощелочная~~
кислота.

- Банка с РИ=5,5 (первая) - лигнит.
- Банка с РИ=3,2 (вторые) - мультищелочная кислота.
- Банка с РИ=0,6 (третье) - лигнит.

N2.5.

Пусть молярная доля (CO₂) - x, тогда
молярная доля (CO) будет равна (1-x).
Найдем M_{смеси} (смеси.)

$$M_{\text{смеси}} = D_{\text{норм}} (\text{смеси}) \cdot M(\text{н.к}) = 9,4 \cdot 42 / \text{моль} = 396,62 / \text{моль}$$

M_{норм(смеси)} = Пусть φ(CO₂) - молярная доля CO₂

$$M_{\text{смеси}} = M(\text{CO}_2) \cdot \varphi(\text{CO}_2) + M(\text{CO}) \cdot \varphi(\text{CO})$$

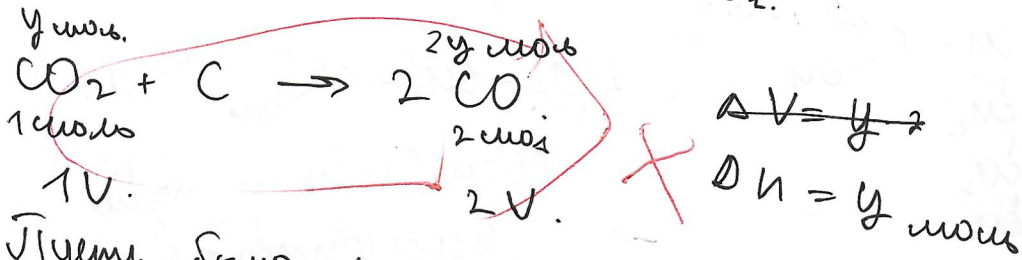
$$396,62 / \text{моль} = 44 / \text{моль} \cdot x + 28 / \text{моль} \cdot (1-x)$$

$$x = 0,6 \text{ моль.}$$

Учет
Соборам У.Р.
12/3/4/5/6/7/8/9
6/10/12/14/16/18/20/22/24/26/28/30

92

$\frac{n(\text{CO}_2)}{n(\text{CO})} = \frac{0,6}{0,4}$ с учетом будет ^{методом} реагирования только CO_2 .



Пусть было 1 моль смеси, из которой было 0,6 моль CO_2 и 0,4 моль CO .

Пусть прореагировало y моль CO_2 , так как в смеси все вещества - газы, то если объем увеличился в 1,3 раза, то количество вещества увеличилось в 1,3 раза. Если прореагировало y моль CO_2 , то объем увеличится на y моль. Так как ко-во вещества увеличилось количество вещества было 1 моль, то конечное будет 1,3 моль (1 моль \cdot 1,3). Составим уравнение

$1 \text{ моль} + y \text{ моль} = 1,3 \text{ моль}$

$y = 0,3 \text{ моль}$

$n(\text{CO}_2)_{\text{ост}} = 0,6 \text{ моль} - 0,3 \text{ моль} = 0,3 \text{ моль}$

$\varphi(\text{CO}_2) = \frac{0,3 \text{ моль}}{1,3 \text{ моль}}$

$n(\text{CO}) = 0,4 \text{ моль} + 0,3 \text{ моль} \cdot 2 = 1 \text{ моль}$

$\varphi(\text{CO}) = \frac{1 \text{ моль}}{1,3 \text{ моль}}$

$M_{\text{а}}(\text{смеси}) = \frac{0,3 \text{ моль} \cdot 44 \frac{\text{г}}{\text{моль}} + 1 \text{ моль} \cdot 28 \frac{\text{г}}{\text{моль}}}{1,3 \text{ моль}}$

$M_{\text{а}}(\text{смеси}) \approx 31,4 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$

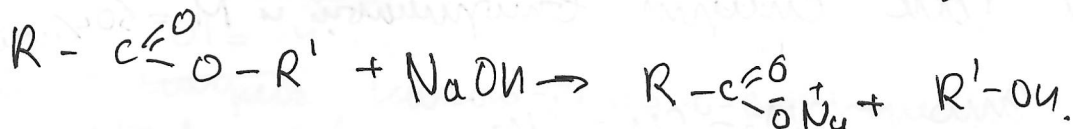
07-67-95-00
(57.2)

$$D_{\text{вещи}} (\text{сущи}) = 31,4 \text{ г/моль} \quad \text{моль} \\ \frac{\text{г/моль}}{\text{г/моль}} = 4,925$$

моль

Ответ: $D_{\text{вещи}} (\text{сущи}) = 4,925$

Напишем уравнение гидролиза в общем виде.



Молекула сущи изменилась только за счет добавления NaOH, то есть.

$$m(R - \overset{\text{O}}{\parallel} C - O^- Na^+) + m(R' - OH) - m(R - \overset{\text{O}}{\parallel} C - O - R') = m(NaOH)$$

Найдем $m(NaOH)$

$$m(NaOH) = 24,32 + 182 - 30,32$$

$$m(NaOH) = 122$$

$$n(NaOH) = \frac{122}{40 \text{ г/моль}} = 0,3 \text{ моль}$$

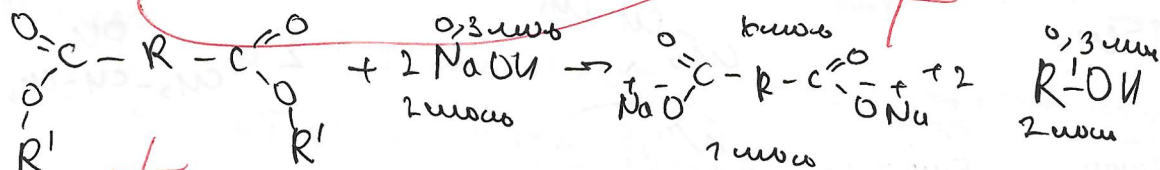
$$M(R' - OH) = \frac{182}{0,3 \text{ моль}} = 602 \text{ г/моль}$$

$$M(R - \overset{\text{O}}{\parallel} C - O^- Na^+) = \frac{24,32}{0,3 \text{ моль}} = 81 \text{ г/моль}$$

$$M(R - \overset{\text{O}}{\parallel} C - O^- Na^+) = M(R - \overset{\text{O}}{\parallel} C - O^- Na^+) - M(Na) + M(H)$$

$$M(R - \overset{\text{O}}{\parallel} C - O^- Na^+) = 81 \text{ г/моль} - 23 \text{ г/моль} + 1 \text{ г/моль} = 59 \text{ г/моль}$$

Можно заметить, что значение 59 г/моль может быть гидролизом сущи.



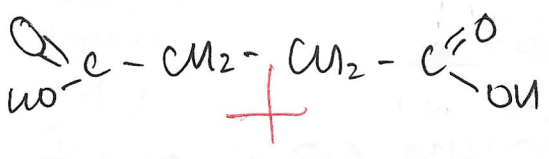
$$\frac{0,3}{2} = \frac{x}{1} \quad x = 0,15 \text{ моль}$$

$$M(\text{O} = \text{C} - \text{R} - \overset{\text{O}}{\parallel} \text{C} - \text{O}^- Na^+) = 24,32 : 0,15 \text{ моль} = 162 \text{ г/моль}$$

$$M(\text{O} = \text{C} - \text{R} - \overset{\text{O}}{\parallel} \text{C} - \text{OH}) = 162 \text{ г/моль} - 2 \cdot 23 \text{ г/моль} + 2 \cdot 1 \text{ г/моль} = 118 \text{ г/моль}$$

$M(R) = 118 \text{ г/моль} - 2(12 \text{ г/моль} + 2 \cdot 16 \text{ г/моль} + 1 \text{ г/моль}) = 28 \text{ г/моль}$ метановые

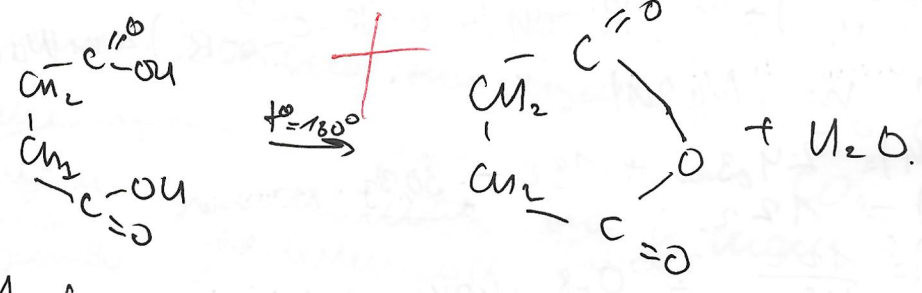
тогда это C_2H_4 , а сама метановая -



Тогда как спирт вторичный и $M = 60 \text{ г/моль}$



Эти вещества при нагревании метаном образуют аллиурин.

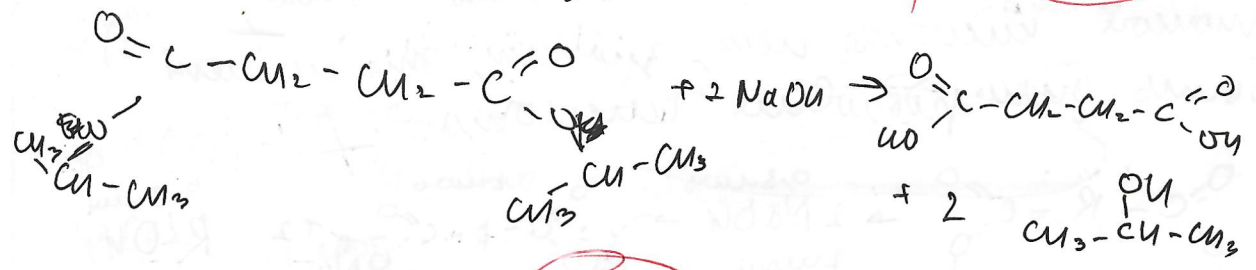


$M(\text{аллиурин}) = 118 \text{ г/моль} - 18 \text{ г/моль} = 100 \text{ г/моль}$

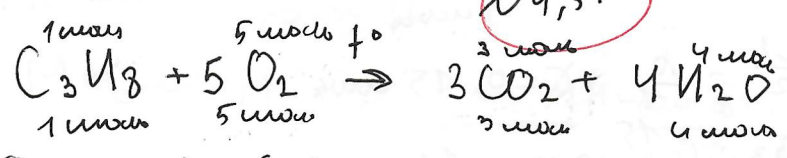
$\frac{M(\text{аллиурин})}{M(\text{метаном})} = \frac{100 \text{ г/моль}}{118 \text{ г/моль}} = 84,4546\%$

потери составляет $= 100\% - 84,4546\% = 15,254\%$

уравнение гидролиза.



14,5



$Q_{p-ч} = Q_{обр}(CO_2) \cdot 3 \text{ моль} + Q_{обр}(H_2O) \cdot 4 \text{ моль} - Q_{обр}(C_3H_8) \cdot 1 \text{ моль}$

$Q_{p-ч} = 393,5 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}} \cdot 3 \text{ моль} + 241,8 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}} \cdot 4 \text{ моль} - 103,9 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$

Умножить

• 1 моль

$$Q_{p-ч} = 1180,5 \text{ кДж} + 9642 \text{ кДж} - 103,8 \text{ кДж}$$

$$Q_{p-ч} = 2043,9 \text{ кДж}, \quad Q = 2043,9 \text{ кДж} \cdot 1 \text{ моль} = 2043,9 \text{ кДж}$$

Определим состав газовой смеси.

$$n(\text{O}_2)_{\text{ост}} = 31 \text{ моль} - 5 \text{ моль} = 26 \text{ моль}$$

$$n(\text{CO}_2) = 3 \text{ моль}$$

$$n(\text{H}_2\text{O}) = 4 \text{ моль}$$

Для нагрева любого-либо в-ва требуется энергия, равная

$$Q = c \cdot m \cdot (t_2 - t_1)$$

Напишем это уравнение для каждого из газов.

$$Q(\text{O}_2) = 26 \text{ моль} \cdot 34,4 \frac{\text{гм}}{\text{моль} \cdot \text{к}} (t_2 - 293,15 \text{ К})$$

$$Q(\text{CO}_2) = 3 \text{ моль} \cdot 53,5 \frac{\text{гм}}{\text{моль} \cdot \text{к}} (t_2 - 293,15 \text{ К})$$

$$Q(\text{H}_2\text{O}) = 4 \text{ моль} \cdot 43,0 \frac{\text{гм}}{\text{моль} \cdot \text{к}} (t_2 - 293,15 \text{ К})$$

$$\text{итого } (t_2 - 293,15 \text{ К}) = \Delta T, \text{ тогда}$$

$$Q(\text{O}_2) = 26 \text{ моль} \cdot 34,4 \frac{\text{гм}}{\text{моль} \cdot \text{к}} \cdot \Delta T$$

$$Q(\text{CO}_2) = 3 \text{ моль} \cdot 53,5 \frac{\text{гм}}{\text{моль} \cdot \text{к}} \cdot \Delta T$$

$$Q(\text{H}_2\text{O}) = 4 \text{ моль} \cdot 43,0 \frac{\text{гм}}{\text{моль} \cdot \text{к}} \cdot \Delta T$$

Нагрев будет максимальным, если все полученное в результате реакции энергией будет потрачено на нагревание. Составим уравнение

$$Q = 26 \text{ моль} \cdot 34,4 \frac{\text{гм}}{\text{моль} \cdot \text{к}} \cdot \Delta T + 3 \text{ моль} \cdot 53,5 \frac{\text{гм}}{\text{моль} \cdot \text{к}} \cdot \Delta T + 4 \text{ моль} \cdot 43,0 \frac{\text{гм}}{\text{моль} \cdot \text{к}} \cdot \Delta T$$

$$2043,9 \text{ кДж} = \Delta T \cdot (26 \text{ моль} \cdot 34,4 \frac{\text{гм}}{\text{моль} \cdot \text{к}} + 3 \text{ моль} \cdot 53,5 \frac{\text{гм}}{\text{моль} \cdot \text{к}} + 4 \text{ моль} \cdot 43,0 \frac{\text{гм}}{\text{моль} \cdot \text{к}})$$

$$2043900 \text{ Дж} = \Delta T (26 \text{ моль} \cdot 34,4 \frac{\text{гм}}{\text{моль} \cdot \text{к}} + 3 \text{ моль} \cdot 53,5 \frac{\text{гм}}{\text{моль} \cdot \text{к}} + 4 \text{ моль} \cdot 43,0 \frac{\text{гм}}{\text{моль} \cdot \text{к}})$$

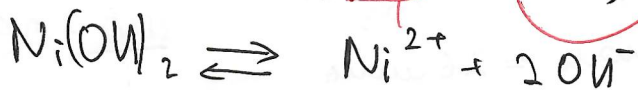
$$2043900 \text{ Дж} = \Delta T (202,2 \frac{\text{гм}}{\text{к}} + 160,5 \frac{\text{гм}}{\text{к}} + 172 \frac{\text{гм}}{\text{к}})$$

$$\Delta T = \frac{2043900 \text{ Дж}}{1234,4 \frac{\text{гм}}{\text{к}}} \quad \Delta T \approx 1655,38 \text{ К}$$

Максимальная температура кипения ^{металлов}

$$298\text{K} + 1655,38\text{K} = 1953,38\text{K} \quad \text{или} \quad 1680,38^\circ\text{C}$$

Ответ: $T_{\text{кип}} = 1953,38\text{K}$ ($T_{\text{кип}} = 1680,38^\circ\text{C}$)



$$K_p = [\text{Ni}^{2+}] [\text{OH}^-]^2$$

по условию

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

Запишем элементарный зарядовый баланс (разницы не имеет заряда).

$$2[\text{Ni}^{2+}] + [\text{H}^+] = [\text{OH}^-] \quad \text{выразим } [\text{Ni}^{2+}]$$

$$2[\text{Ni}^{2+}] = [\text{OH}^-] - [\text{H}^+]$$

$$[\text{Ni}^{2+}] = \frac{[\text{OH}^-] - [\text{H}^+]}{2}$$

подставим в исходное уравнение.

$$\left(\frac{[\text{OH}^-] - [\text{H}^+]}{2}\right) [\text{OH}^-]^2 = 2 \cdot 10^{-15} \quad | \cdot 2$$

$$([\text{OH}^-] - [\text{H}^+]) \cdot [\text{OH}^-]^2 = 4 \cdot 10^{-15}$$

представим левую часть как куб

$$\frac{([\text{OH}^-] - [\text{H}^+]) \cdot [\text{OH}^-]^2 \cdot [\text{H}^+]^2}{[\text{H}^+]^2} = 4 \cdot 10^{-15} \quad [\text{OH}^-] \cdot [\text{H}^+] = K_w = 10^{-14}$$

$$\frac{([\text{OH}^-] - [\text{H}^+]) \cdot K_w^2}{[\text{H}^+]^2} = 4 \cdot 10^{-15} \quad | \cdot K_w^2 (=: 10^{-28})$$

$$\frac{[\text{OH}^-] - [\text{H}^+]}{[\text{H}^+]^2} \cdot K_w = 4 \cdot 10^{13}$$

снова пре

$$\frac{[\text{OH}^-] [\text{H}^+] - [\text{H}^+]^2}{[\text{H}^+]^3} = 4 \cdot 10^{13}$$

$$\frac{K_w - [\text{H}^+]^2}{[\text{H}^+]^3} = 4 \cdot 10^{13}$$

по условию $[\text{H}^+] = x$, тогда

$$\frac{10^{-14} - x^2}{x^3} = 4 \cdot 10^{13} \quad 10^{-14} - x^2 = 4 \cdot 10^{13} x^3$$

$4 \cdot 10^{13} \cdot x^3 + x^2 - 10^{-14} = 0$ методом
 единственным действительным решением уравнения найдем $x = 6,3 \cdot 10^{-10}$
 $[H^+] = 6,3 \cdot 10^{-10}$

$pH = -\lg([H^+]) = -\lg(6,3 \cdot 10^{-10}) = 9,2$

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

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

$\frac{[Ni^{2+}] \cdot K_w^2}{[H^+]^2} = 2 \cdot 10^{-15} \quad | : K_w^2$

$\frac{[Ni^{2+}]}{[H^+]^2} = 2 \cdot 10^{13}$

$[Ni^{2+}] = 2 \cdot 10^{13} \cdot (6,3 \cdot 10^{-10})^2$

$[Ni^{2+}] = 4,938 \cdot 10^{-6}$ моль/л

$\sum_{25^\circ C} [Ni(OH)_2] = 4,938 \cdot 10^{-6}$ моль/л

pH ~~найдено~~ $25^\circ = 9,2$ +

при $pH = 12,5$

$-\lg([H^+]) = 12,5$

$[H^+] = 3,162244 \cdot 10^{-13}$ моль/л +

аналогично

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

$\frac{[Ni^{2+}] \cdot K_w^2}{[H^+]^2} = 2 \cdot 10^{-15}$

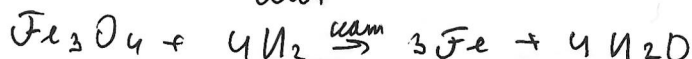
$\frac{[Ni^{2+}]}{[H^+]^2} = 2 \cdot 10^{13}$

$[Ni^{2+}] = 2 \cdot 10^{13} \cdot (3,162244 \cdot 10^{-13})^2$ моль/л

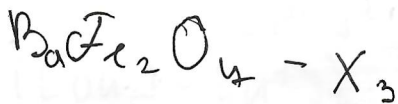
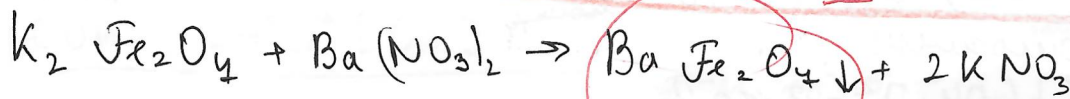
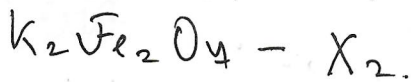
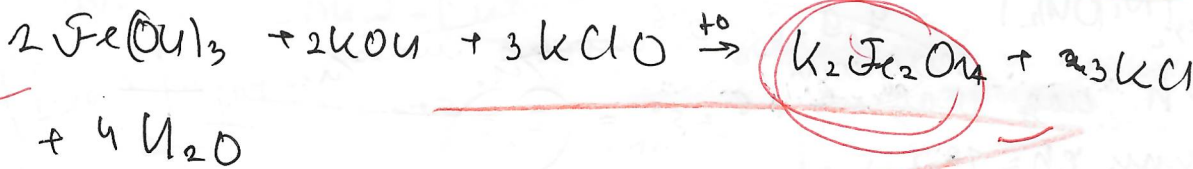
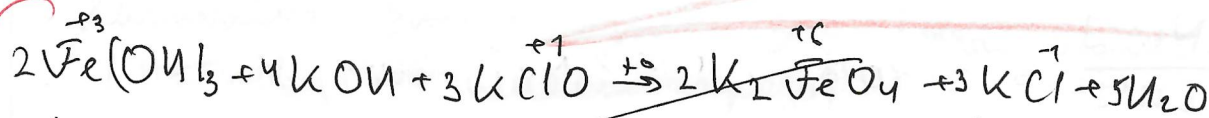
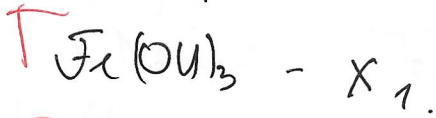
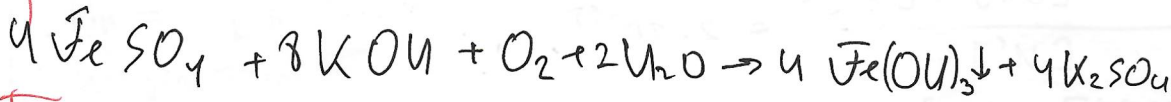
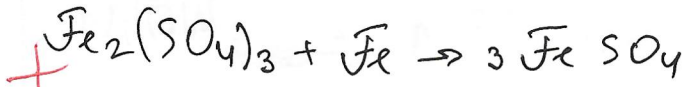
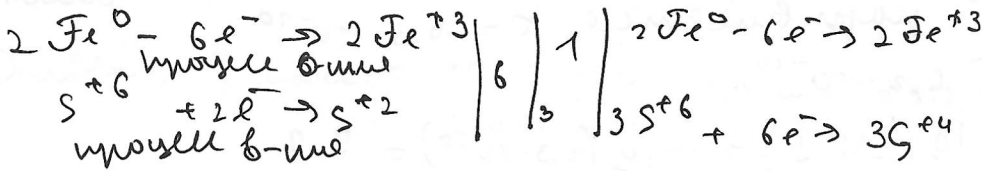
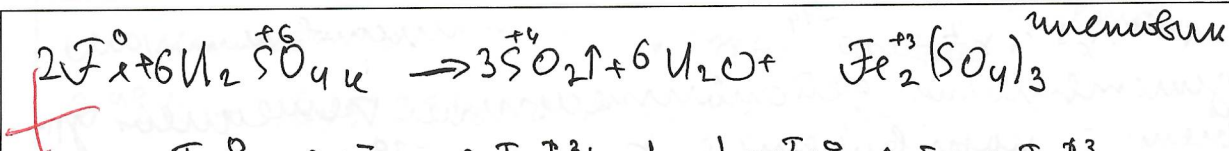
$[Ni^{2+}] = 2 \cdot 10^{-12}$ +

$\sum_{pH=12,5} [Ni(OH)_2] = 2 \cdot 10^{-12}$ моль/л

№ 6.4.



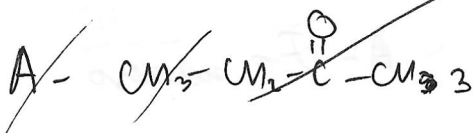
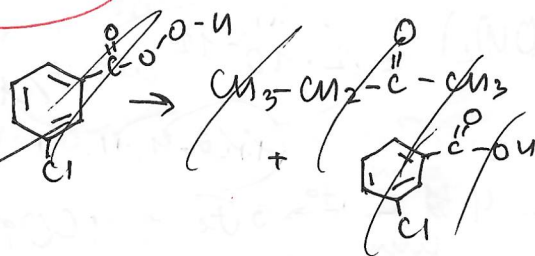
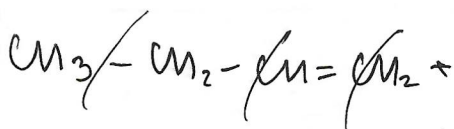
A - Fe металл

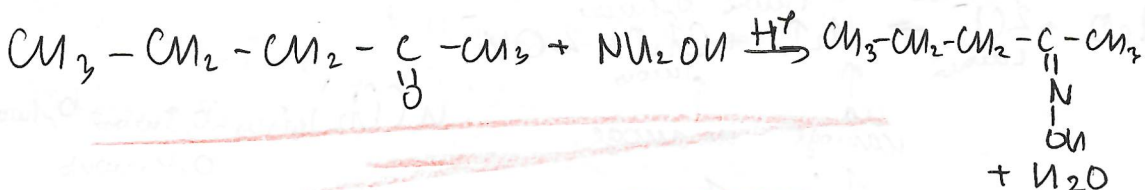
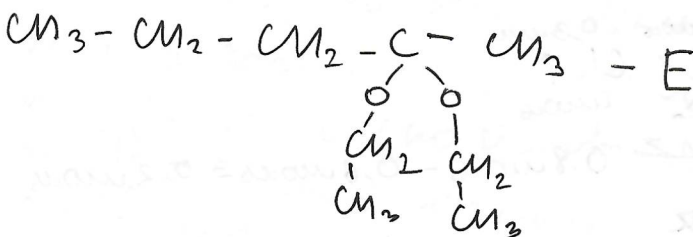
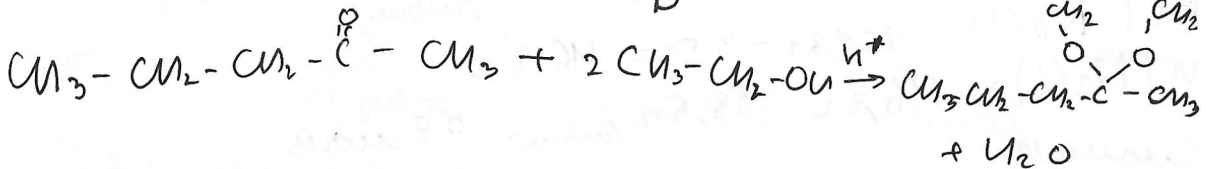
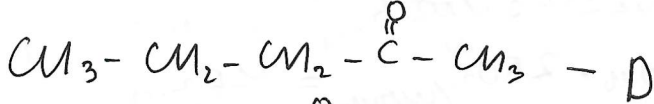
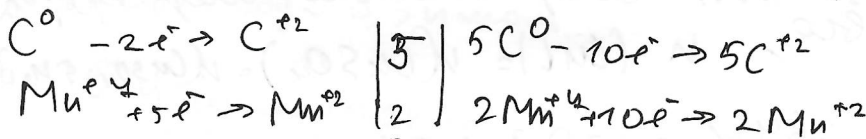
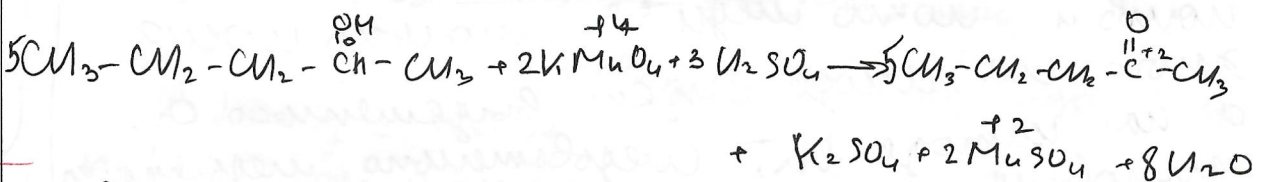
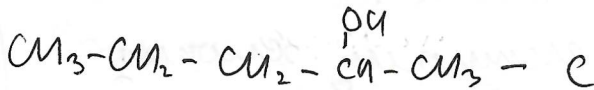
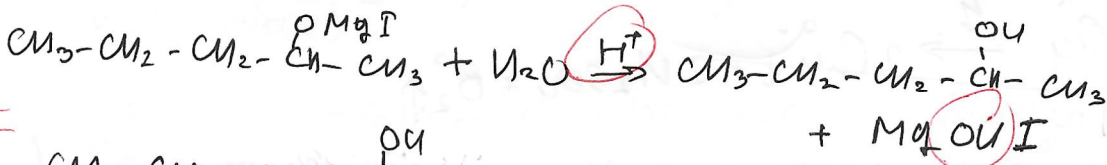
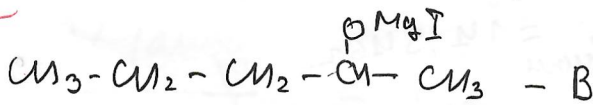
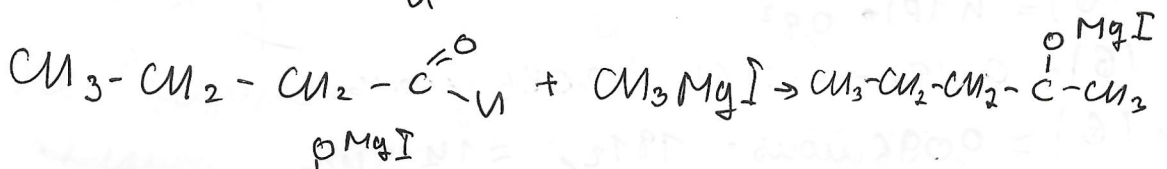
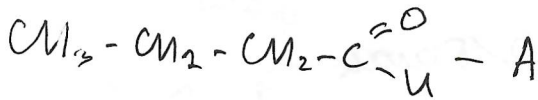
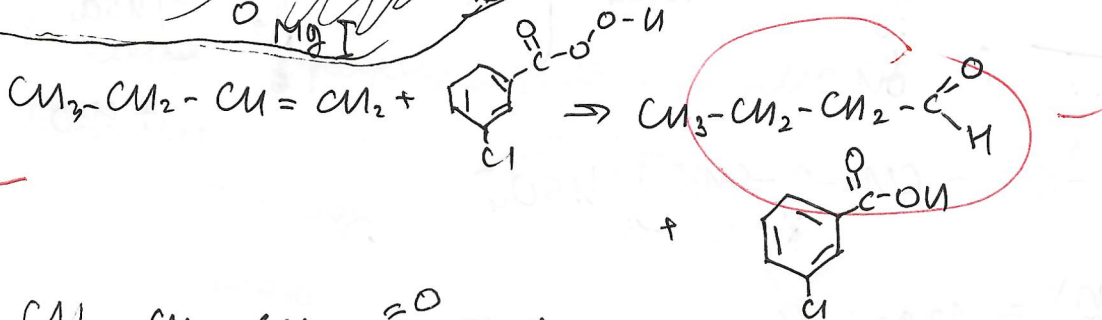
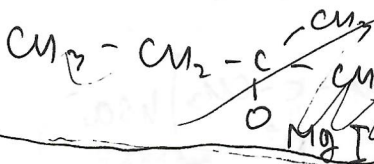
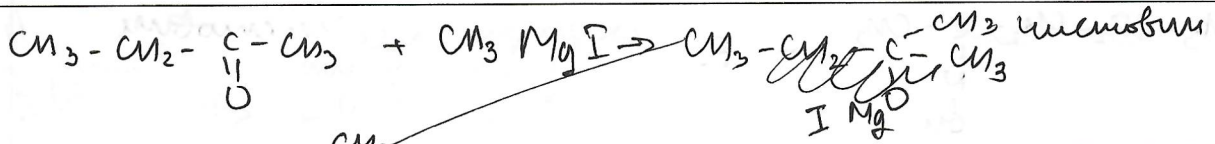


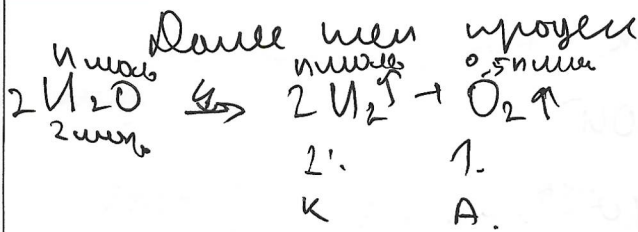
$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ - бурое осадки раствора
(выбеленная - желтая)

FeSO_4 - зеленое осадки раствора.

✓ 4.3







метови

В конце предыдущего процесса соотношение газов будет на катоде

0,1 моль

на аноде

+ 0,4 моль.

Необходимо по условию, чтобы

$$\frac{V(\text{анод})}{V(\text{катод})} = 1,2$$

Значит далее идет процесс гидролиза воды, определим, насколько долго.

Пусть пропороцировано n моль воды, тогда

$$n(\text{H}_2)_{\text{катод}} = n \text{ моль}$$

$$n(\text{O}_2)_{\text{анод}} = 0,5n \text{ моль}$$

$$\frac{0,4 \text{ моль} + 0,5n \text{ моль}}{n \text{ моль} + n \text{ моль}} = 1,2$$

$$n = 0,4 \text{ моль}$$

Значит, образуются, в растворе остаются

0,3 моль Na_2SO_4 , 0,2 моль NaOH

$$m(\text{H-ра})_{\text{дожн.}} = 121,82 + 6002 = 421,82$$

$$m(\text{H}) = 19,22 \text{ (по условию)}$$

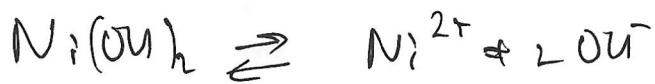
$$m(\text{H}_2) = 0,4 \text{ моль} \cdot 412/\text{моль} = 22,42$$

$$n(\text{H}_2) = 0,1 \text{ моль} + 0,4 \text{ моль} = 0,5 \text{ моль}$$

$$m(\text{H}_2) = 0,5 \text{ моль} \cdot 22/\text{моль} = 12$$

$$m(\text{O}_2) = 0,2 \text{ моль} \cdot 322/\text{моль} = 6,42$$

чернышам.



$$[Ni^{2+}][OH^-]^2 = 2 \cdot 10^{-16}$$

$$[H^+][OH^-] = 10^{-14}$$

$$2[Ni^{2+}] + [H^+] = [OH^-]$$

$$2[Ni^{2+}] = \frac{[OH^-] - [H^+]}{2}$$

$$\frac{([OH^-] - [H^+])[OH^-]^2}{2} = 2 \cdot 10^{-16}$$

$$([OH^-] - [H^+])[OH^-]^2 = 4 \cdot 10^{-16}$$

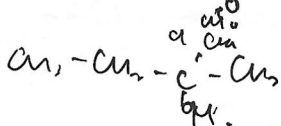
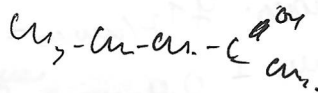
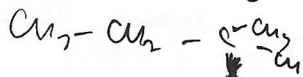
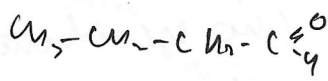
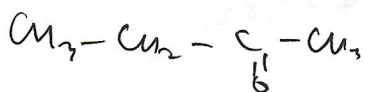
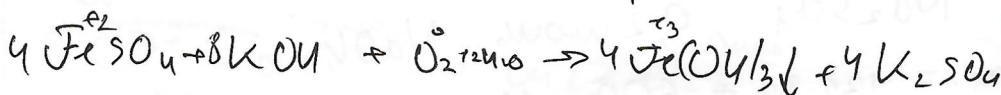
$$\frac{[OH^-] - [H^+]}{[H^+]^2} \cdot (K_w)^2 = 4 \cdot 10^{-16}$$

$$\frac{[OH^-] - [H^+]}{[H^+]^2} = 4 \cdot 10^{13}$$

$$\frac{K_w - [H^+]^2}{[H^+]^3} = 4 \cdot 10^{13} \cdot b^3 + b^2 - 10^{-14}$$

$$\frac{10^{-14} - [H^+]^2}{[H^+]^3}$$

$$4 \cdot 10^{13} X^3 \quad X = 6,3 \cdot 10^{-10}$$



07-67-95-00
(57.2)

$m(\text{NaOH}) = 0,2 \text{ моль} \cdot 40 \frac{\text{г}}{\text{моль}} = 8 \text{ г}$ металлом

$m(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 0,3 \text{ моль} \cdot 142 \frac{\text{г}}{\text{моль}} = 42,6 \text{ г}$

$m(\text{H}_2\text{O})_{\text{ост}} = 421,8 \text{ г} - 19,2 \text{ г} - 28,4 \text{ г} - 12,6 \text{ г}$

$m(\text{H}_2\text{O}) = m(\text{H}_2\text{O})_{\text{до}} - m(\text{Cu} \downarrow) - m(\text{Cl}_2 \uparrow) - m(\text{H}_2 \uparrow) - m(\text{O}_2 \uparrow)$

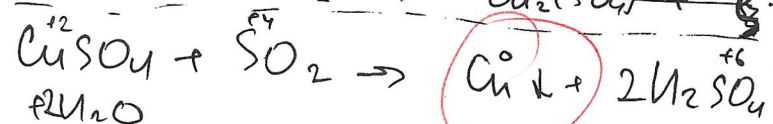
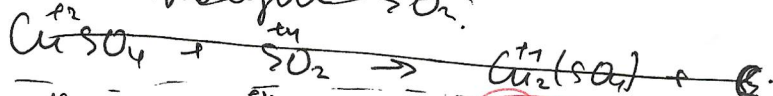
$m(\text{H}_2\text{O}) = 666,8 \text{ г}$

$w(\text{NaOH}) = \frac{8 \cdot 100\%}{666,8} \approx 1,2\%$

$w(\text{Na}_2\text{SO}_4) = \frac{42,6 \cdot 100\%}{666,8} \approx 6,39\%$

$w(\text{H}_2\text{O}) = 100\% - 1,2\% - 6,39\% = 92,41\%$

Окисление SO_2



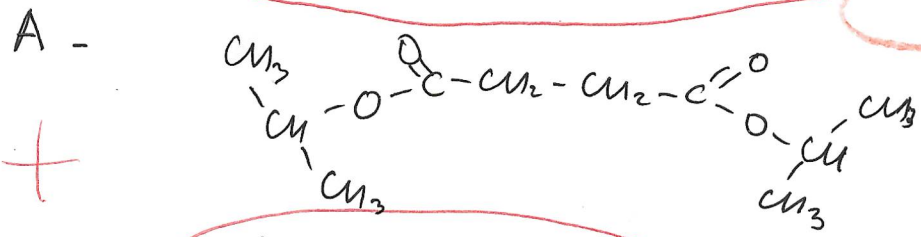
$+ 2\text{H}_2\text{O}$

$m(\text{Cu}) = 19,2 \text{ г}$

Тем продуктам сернистой кислоты.

Σ^0 систем: $w(\text{H}_2\text{O}) = 92,41\%$
 $w(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 6,39\%$
 $w(\text{NaOH}) = 1,2\%$

R задано 3.4.



R задано 8.2

