



0 019552 020008

01-95-52-02

(56.10)



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

Вариант 1

+ 1 лист

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников „Ломоносов“
наименование олимпиады

по Химии
профиль олимпиады

Муковской Ладис Арсланович
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата
« 3 » марта 2024 года

Подпись участника
[подпись]

01-95-52-02
(56.10)

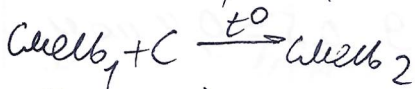
№ 2.1

Чистовик

Дано:

(смесь₁)
смесь CO и CO₂

$$V_{H_2}(\text{смесь}) = 21,2$$



$$\frac{V(\text{смесь}_2)}{V(\text{смесь}_1)} = 1,5$$

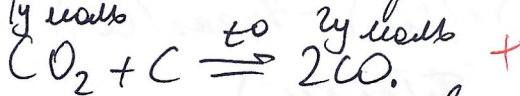
Усл. изм. одинак.

Найти: $V_{H_2}(\text{смесь}_2)$

Ответ:

$$V_{H_2}(\text{смесь}_2) = \frac{16,134}{42,4} = 38,3$$

Решение: 1) Напишем ур-ие р-ии, которая протекает при пропускании смеси через раскалённый уголь.



2) Установим состав смеси с помощью поиска её средней молярной массы через плотность смеси по водороду.

$$\bar{M}(\text{смесь}_1) = V_{H_2}(\text{смесь}_1) \cdot M(H_2) = 21,2 \cdot 2 = 42,4 \text{ г/моль}$$

Вычислим $\nu(CO)$ и $\nu(CO_2)$ в смеси.

Пусть $\nu_1(CO) = x$ моль, а $\nu_1(CO) + \nu_1(CO_2) = 1$ моль \Rightarrow
 $\Rightarrow \nu_1(CO_2) = 1 - \nu_1(CO) = (1 - x)$ моль.

$$\bar{M}(\text{смесь}_1) = \frac{\nu_1(CO) \cdot M(CO) + \nu_1(CO_2) \cdot M(CO_2)}{\nu_1(CO) + \nu_1(CO_2)} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 42,4 = \frac{28x + 44(1-x)}{1} \Rightarrow x = 0,1 \text{ моль} \Rightarrow \nu_1(CO) = 0,1 \text{ моль}$$

$$\nu_1(CO_2) = 1 - \nu_1(CO) = 1 - 0,1 = 0,9 \text{ моль}$$

3) Определим $V(\text{смесь}_2)$ и $V(\text{смесь}_1)$. Пусть усл. изм.

$$V(\text{смесь}_1) = \nu(\text{смесь}_1) \cdot V_m = 1 \cdot 22,4 = 22,4 \text{ л}$$

$$V(\text{смесь}_2) = V(\text{смесь}_1) \cdot 1,5 = 22,4 \cdot 1,5 = 33,6 \text{ л}$$

4) Вычислим $\nu(\text{смесь}_2)$

$$\nu(\text{смесь}_2) = \frac{V(\text{смесь}_2)}{V_m} = \frac{33,6}{22,4} = 1,5 \text{ моль}$$

5) $\nu(\text{смесь}_2) > \nu(\text{смесь}_1)$, т.к. $\nu_{обр}(CO) > \nu_{реак}(CO_2)$.

Определим $\nu(CO_2)$, кот. вступил в р-ию с раскал. углем.

Пусть y моль = $\nu_{реак}(CO_2)$, тогда $2y$ моль = $\nu_{обр}(CO)$.

$$\nu(\text{смесь}_2) = \nu(\text{смесь}_1) - \nu_{реак}(CO_2) + \nu_{обр}(CO) \Rightarrow$$

42 | 34 | 56 | 78
610 | 126 | 1412 | 1616 | 92

Анализ
92
звезда
звезда

$\Rightarrow 1,5 = 1 - y + 2y \Rightarrow y = 0,5 \text{ моль} \Rightarrow \nu_{\text{реаг}}(\text{CO}_2) = 0,5 \text{ моль}$,

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

число

6) Вычислим $\nu(\text{CO})$ и $\nu(\text{CO}_2)$ в смеси 2.

$\nu_2(\text{CO}) = \nu_1(\text{CO}) + \nu_{\text{обр}}(\text{CO}) = 0,1 + 1 = 1,1 \text{ моль}$

$\nu_2(\text{CO}_2) = \nu_1(\text{CO}_2) - \nu_{\text{реаг}}(\text{CO}_2) = 0,9 - 0,5 = 0,4 \text{ моль}$

7) Найдем $M(\text{смесь}_2)$.

$$M(\text{смесь}_2) = \frac{\nu_2(\text{CO}) \cdot M(\text{CO}) + \nu_2(\text{CO}_2) \cdot M(\text{CO}_2)}{\nu_2(\text{CO}) + \nu_2(\text{CO}_2)} = \frac{1,1 \cdot 28 + 0,4 \cdot 44}{1,1 + 0,4} =$$

$= 32,267 \text{ г/моль}$

8) Установим $\nu_{\text{H}_2}(\text{смесь}_2)$.

$$\nu_{\text{H}_2}(\text{смесь}_2) = \frac{M(\text{смесь}_2)}{M(\text{H}_2)} = \frac{32,267}{2} = 16,134$$

№ 3.5

Дано:

A - сложней эф.

$m(A) = 47 \text{ г}$



→ натриевая соль карб.к. + арег. спирт.

Соль карб.к. неразветвл.

$\eta(\text{р-ид}) = 100\%$

$m(\text{натр. соль карб.к.}) = 44 \text{ г}$

$m(\text{спирт}) = 23 \text{ г}$

Кисл., обр. A, $\frac{\text{т.в.}}{100^\circ\text{C}}$

Найти: строение A

$\omega(\text{потеря массы при исп. A})$

эф-ид р-ий

Ответ: эф-ид р-ий обр.

$\omega = 13,64\%$ (потеря массы).



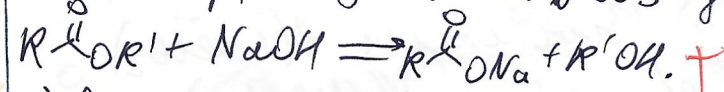
Решение:

A может быть ^{образован из} ~~состоит~~ кислотой одноим., двухим., трехим. кислот. Рассмотрим каждый случай и выберем подходящий.

1. ~~р-ий~~ ~~эф-ид~~ 1. Кислота одноим.

Тогда общая ф. A = $\text{R}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OR}'$, или $-\text{R}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{ONa}$, спирт - $\text{R}'\text{OH}$.

1) Напишем эф-ид р-ий целого гидролиза $\text{R}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OR}'$ в общ. виде



2) Определим $m(\text{NaOH})$.

$m(\text{NaOH}) + m(\text{R}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OR}') = m(\text{R}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{ONa}) + m(\text{R}'\text{OH})$ (по зак. сохранения массы) \Rightarrow

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

$- m(\text{R}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OR}') = 44 + 23 - 47 = 20 \text{ г}$

3) Вычислим $\nu(\text{R}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{ONa})$.

01-95-52-02
(56.10)

$$\nu(\text{NaOH}) = \frac{m(\text{NaOH})}{M(\text{NaOH})} = \frac{20}{40} = 0,5 \text{ моль} + \quad \underline{\text{число}} \quad \text{моль}$$

4) Определим состав спирта.

$$\nu(\text{R}'\text{OH}) = \nu(\text{NaOH}) = 0,5 \text{ моль}$$

$$M(\text{R}'\text{OH}) = \frac{m(\text{R}'\text{OH})}{\nu(\text{R}'\text{OH})} = \frac{23}{0,5} = 46 \text{ г/моль}$$

$$M(\text{R}') = M(\text{R}'\text{OH}) - M(\text{OH}) = 46 - 17 = 29 \text{ г/моль} \Rightarrow$$



5) Определим состав натриевой соли.

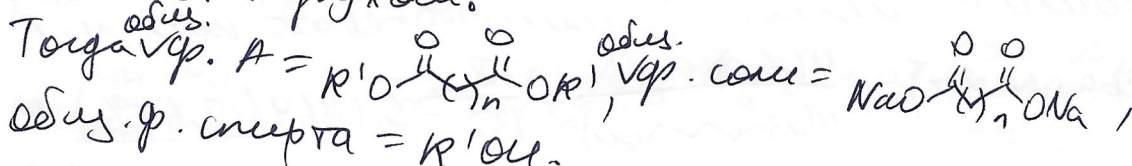
$$\nu(\text{R}'\text{COONa}) = \nu(\text{NaOH}) = 0,5 \text{ моль} +$$

$$M(\text{R}'\text{COONa}) = \frac{m(\text{R}'\text{COONa})}{\nu(\text{R}'\text{COONa})} = \frac{44}{0,5} = 88 \text{ г/моль}$$

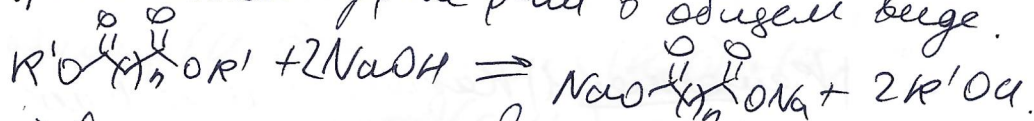
$$M(\text{R}') = M(\text{R}'\text{COONa}) - M(\text{C}) - 2M(\text{O}) - M(\text{Na}) = 88 - 12 -$$

$- 2 \cdot 16 - 23 = 21 \text{ г/моль}$. Углеводородного R с таким значением молярной массы нет \Rightarrow случаи не рассматривать.

2. Кислота двухком.



1) Напишем ур-ие р-ии в общем виде.



2) Определим состав спирта.

$$\nu(\text{R}'\text{OH}) = \nu(\text{NaOH}) = 0,5 \text{ моль}$$

$$M(\text{R}'\text{OH}) = \frac{m(\text{R}'\text{OH})}{\nu(\text{R}'\text{OH})} = \frac{23}{0,5} = 46 \text{ г/моль}$$

$$M(\text{R}') = M(\text{R}'\text{OH}) - M(\text{OH}) = 46 - 17 = 29 \text{ г/моль} \Rightarrow \text{R}' = \text{C}_2\text{H}_5$$



3) Определим состав соли.

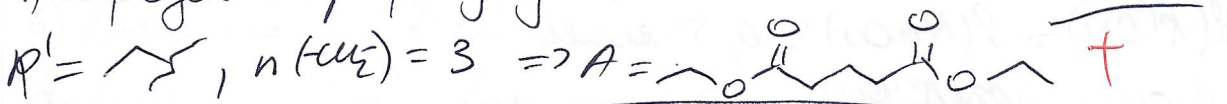
$$\nu(\text{NaO}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{CH}_n-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{ONa}) = \frac{\nu(\text{NaOH})}{2} = \frac{0,5}{2} = 0,25 \text{ моль}$$

$$M(\text{NaO}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{CH}_n-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{ONa}) = \frac{m(\text{NaO}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{CH}_n-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{ONa})}{\nu(\text{NaO}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{CH}_n-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{ONa})} = \frac{44}{0,25} = 176 \text{ г/моль}$$

$$M(\text{CH}_n) = n = \frac{M(\text{NaO}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{CH}_n-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{ONa}) - 2M(\text{Na}) - 2M(\text{C}) - 4M(\text{O})}{M(\text{C}) + 2M(\text{H})} =$$

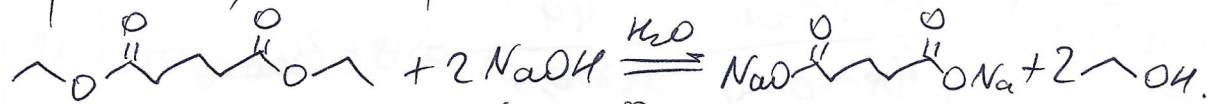
$$\frac{\approx 176 - 2 \cdot 23 - 2 \cdot 12 - 4 \cdot 16}{12 + 2 \cdot 1} = 3 \Rightarrow \text{соль} = \text{NaO} \text{---} \text{C}_6 \text{H}_4 \text{---} \text{CO}_2 \text{Na} \quad +$$

4) Определим формулу А.

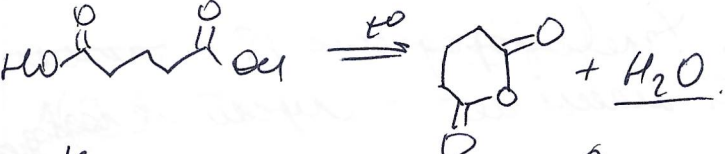


Проверим: $\delta(\text{---CO}_2 \text{---} \text{C}_6 \text{H}_4 \text{---} \text{CO}_2 \text{---}) = \frac{m(\text{---CO}_2 \text{---} \text{C}_6 \text{H}_4 \text{---} \text{CO}_2 \text{---})}{M(\text{---CO}_2 \text{---} \text{C}_6 \text{H}_4 \text{---} \text{CO}_2 \text{---})} =$
 $= \frac{47}{188} = 0,25 \text{ моль} \Rightarrow \delta(\text{---CO}_2 \text{---} \text{C}_6 \text{H}_4 \text{---} \text{CO}_2 \text{---}) = 0,5 \delta(\text{NaO} \text{---} \text{C}_6 \text{H}_4 \text{---} \text{CO}_2 \text{Na})$
 $\Rightarrow A$ окр. верно.

3. Напишем ур-ие р-ии щелочью гидр. А и ионр. карб.кисл., кот обр. А.



Кислота, обр. А, — $\text{HO} \text{---} \text{C}_6 \text{H}_4 \text{---} \text{CO}_2 \text{H}$ +



4. Выясним, сколько % массы теряет ксил при δ .

$$\omega(\text{потеря массы}) = \frac{M(\text{H}_2\text{O})}{M(\text{HO} \text{---} \text{C}_6 \text{H}_4 \text{---} \text{CO}_2 \text{H})} = \frac{18}{132} = 0,1364 (13,64\%) \quad +$$

№4.4

Дано:

$$\delta(\text{C}_3\text{H}_6) = 1 \text{ моль}$$

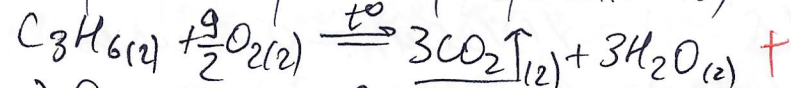
$$\delta(\text{O}_2) = 30 \text{ моль}$$

$$T_1 = 25^\circ\text{C} = 298\text{K}$$

Найти: $T_2(\text{max})$

Ответ: $T_2(\text{max}) = 2225^\circ\text{C}$ ~~2225°C~~

Решение: 1) Напишем ур-ие р-ии сгорания пропана (термохим.)



2) Определим $\delta(\text{CO}_2)$, $\delta(\text{H}_2\text{O})$ и $\delta_{\text{ост}}(\text{O}_2)$.

$$\delta(\text{CO}_2) = 3\delta(\text{C}_3\text{H}_6) = 3 \cdot 1 = 3 \text{ моль}$$

$$\delta(\text{H}_2\text{O}) = 3\delta(\frac{\text{H}_2\text{O}}{\text{C}_3\text{H}_6}) = 3 \cdot 1 = 3 \text{ моль}$$

$$\delta_{\text{ост}}(\text{O}_2) = \delta(\text{O}_2) - \delta_{\text{расч}}(\text{O}_2) = \delta(\text{O}_2) - 4,5\delta(\text{C}_3\text{H}_6) = 30 - 4,5 \cdot 1 = 25,5 \text{ моль}$$

3) Выясним $Q(\text{р-ии})$ на 1 моль C_3H_6 при 298K.

$$Q(\text{р-ии}) = \delta(\text{CO}_2) \cdot Q_{\text{ср}}(\text{CO}_2) + \delta(\text{H}_2\text{O}) \cdot Q_{\text{ср}}(\text{H}_2\text{O}) - \delta(\text{C}_3\text{H}_6) \cdot Q_{\text{ср}}(\text{C}_3\text{H}_6) = 3 \cdot 393,5 + 3 \cdot 241,8 - 1 \cdot (-20,4) = 1926,3 \text{ кДж}$$

4) Температура газовой смеси может быть равна температуре окружающей среды за счёт поступления ей тепла, выделяемого в ходе

~~Р-м. Определим, на сколько K уменьшится температура T_2 максимально при температуре газ. смеси после р-м.~~

~~$Q_{\text{ном}}(\text{CO}_2) = \nu(\text{CO}_2) \cdot C(\text{CO}_2) \cdot (T_2 - T_1)$~~

~~$Q_{\text{ном}}(\text{H}_2\text{O}) = \nu(\text{H}_2\text{O}) \cdot C(\text{H}_2\text{O}) \cdot (T_2 - T_1)$~~

~~$Q_{\text{ном}}(\text{O}_2) = \nu(\text{O}_2) \cdot C(\text{O}_2) \cdot (T_2 - T_1)$~~

Итого:

~~$Q_{\text{р-м}} - Q_{\text{ном}}(\text{CO}_2) - Q_{\text{ном}}(\text{H}_2\text{O}) - Q_{\text{ном}}(\text{O}_2) = 0$~~

~~$\Rightarrow Q_{\text{р-м}} = Q_{\text{ном}}(\text{CO}_2) + Q_{\text{ном}}(\text{H}_2\text{O}) + Q_{\text{ном}}(\text{O}_2)$~~

~~$Q_{\text{нагр}}(\text{CO}_2) = \nu(\text{CO}_2) \cdot C(\text{CO}_2) \cdot (T_1 - T_2)$~~

~~$Q_{\text{нагр}}(\text{O}_2) = \nu(\text{O}_2) \cdot C(\text{O}_2) \cdot (T_1 - T_2)$~~

~~$Q_{\text{нагр}}(\text{H}_2\text{O}) = \nu(\text{H}_2\text{O}) \cdot C(\text{H}_2\text{O}) \cdot (T_1 - T_2)$~~

$Q = C \cdot \Delta T = C(T_2 - T_1)$

~~$-Q_{\text{р-м}} = Q_{\text{нагр}}(\text{CO}_2) + Q_{\text{нагр}}(\text{O}_2) + Q_{\text{нагр}}(\text{H}_2\text{O}) \Rightarrow$~~

~~$\Rightarrow -Q_{\text{р-м}} = \nu(\text{CO}_2) \cdot C(\text{CO}_2) \cdot (T_1 - T_2) + \nu(\text{O}_2) \cdot C(\text{O}_2) \cdot (T_1 - T_2) + \nu(\text{H}_2\text{O}) \cdot C(\text{H}_2\text{O}) \cdot (T_1 - T_2) =$~~
 ~~$-Q_{\text{р-м}} = (T_1 - T_2) \cdot (\nu(\text{CO}_2) \cdot C(\text{CO}_2) + \nu(\text{O}_2) \cdot C(\text{O}_2) + \nu(\text{H}_2\text{O}) \cdot C(\text{H}_2\text{O})) \Rightarrow$~~

~~$\Rightarrow -1926,3 = (298 - T_2) \cdot (3 \cdot 53,5 + 25,5 \cdot 34,7 + 3 \cdot 43)$~~

~~$\Rightarrow T_2 = 300 \text{ K} \Rightarrow T_{\text{max}} = 27^\circ \text{C}$~~

$\nu_{\text{реа}}(\text{O}_2) = 4,5 \text{ моль} (4,5 \nu(\text{C}_3\text{H}_6)) \Rightarrow \nu_{\text{ост}}(\text{O}_2) = \nu(\text{O}_2) - \nu_{\text{реа}}(\text{O}_2) =$
 $30 - 4,5 = 25,5 \text{ моль}$

$Q_{\text{нагр}}(\text{CO}_2) = \nu(\text{CO}_2) \cdot C(\text{CO}_2) \cdot (T_1 - T_2)$

$Q_{\text{нагр}}(\text{O}_2) = \nu(\text{O}_2) \cdot C(\text{O}_2) \cdot (T_1 - T_2)$

$Q_{\text{нагр}}(\text{H}_2\text{O}) = \nu(\text{H}_2\text{O}) \cdot C(\text{H}_2\text{O}) \cdot (T_1 - T_2)$

$Q_{\text{нагр}}(\text{C}_3\text{H}_6) = \nu(\text{C}_3\text{H}_6) \cdot C(\text{C}_3\text{H}_6) \cdot (T_1 - T_2)$

$Q_{\text{р-м}} + Q_{\text{нагр}}(\text{CO}_2) + Q_{\text{нагр}}(\text{H}_2\text{O}) + Q_{\text{нагр}}(\text{O}_2) - Q_{\text{нагр}}(\text{C}_3\text{H}_6) - Q_{\text{реа}}(\text{O}_2) - Q_{\text{реа}}(\text{C}_3\text{H}_6) = 0$

$-Q_{\text{нагр}}(\text{C}_3\text{H}_6) = Q_{\text{р-м}} = 0$

$\Rightarrow Q_{\text{р-м}} + (T_1 - T_2) \cdot (\nu(\text{CO}_2) \cdot C(\text{CO}_2) + \nu(\text{H}_2\text{O}) \cdot C(\text{H}_2\text{O}) + \nu_{\text{ост}}(\text{O}_2) \cdot C(\text{O}_2) - \nu_{\text{реа}}(\text{O}_2) \cdot C(\text{O}_2) - \nu_{\text{реа}}(\text{C}_3\text{H}_6) \cdot C(\text{C}_3\text{H}_6)) = 0$

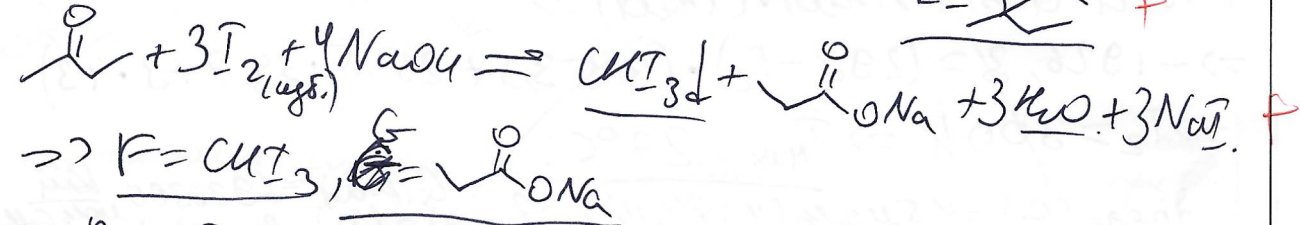
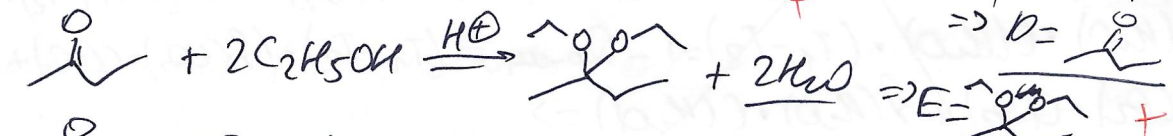
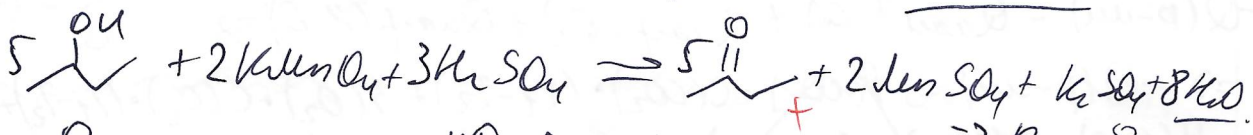
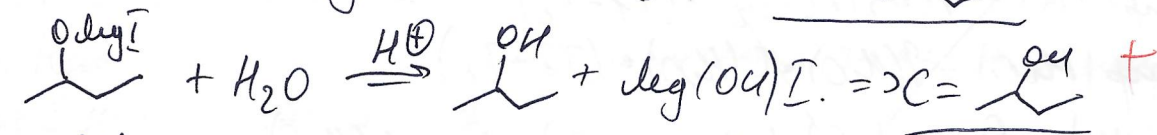
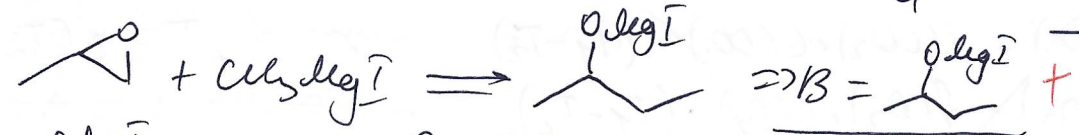
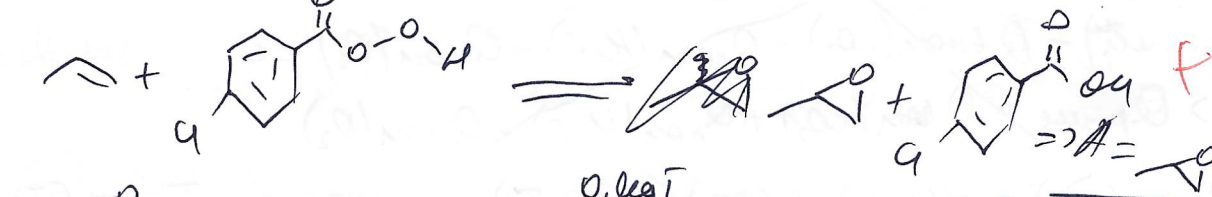
$\Rightarrow 1926300 + (298 - T_2) \cdot (3 \cdot 53,5 + 3 \cdot 43 + 25,5 \cdot 34,7 - 25,5 \cdot 34,7 - 4,5 \cdot 1) = 0$
 $\Rightarrow T_2 = 300 \text{ K} = 27^\circ \text{C}$

(это максимальная возможная T , т.к. необходимо, чтобы $Q_{\text{р-м}}$ было равно 0 при более вы. T)

№ 7.1

Условие

1. Определите неизвестные соединения и напишите урав-ие р-ий.



2. Перейдем к расчету массы CHI3.

1) Определим $\delta(\text{I}_2)$

$$\delta(\text{I}_2) = \frac{m(\text{I}_2)}{M(\text{I}_2)} = \frac{10,8}{72} = 0,15 \text{ моль}$$

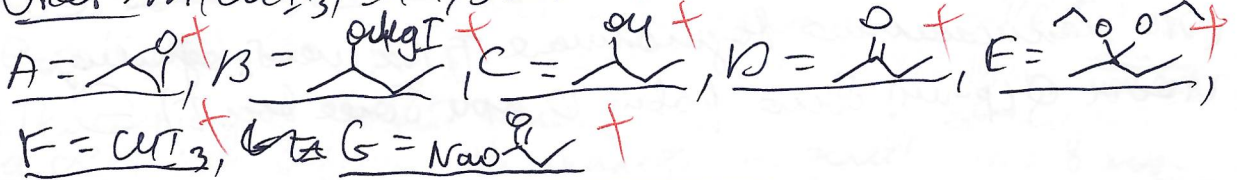
2) Найдем $\delta_{\text{пр}}(\text{CHI}_3)$, кот. действительно получено.

$$\frac{\delta_{\text{пр}}(\text{CHI}_3)}{\delta_{\text{теор}}(\text{CHI}_3)} = \eta(\text{p-ий}) \Rightarrow \delta_{\text{пр}}(\text{CHI}_3) = \delta_{\text{теор}}(\text{CHI}_3) \cdot \eta(\text{p-ий}) = 0,15 \cdot 0,75 = 0,1125 \text{ моль}$$

3) Вычислим $m(\text{CHI}_3)$.

$$m(\text{CHI}_3) = \delta(\text{CHI}_3) \cdot M(\text{CHI}_3) = 0,1125 \cdot 394 = 44,325 \text{ г}$$

Ответ: $m(\text{CHI}_3) = 44,325 \text{ г}$



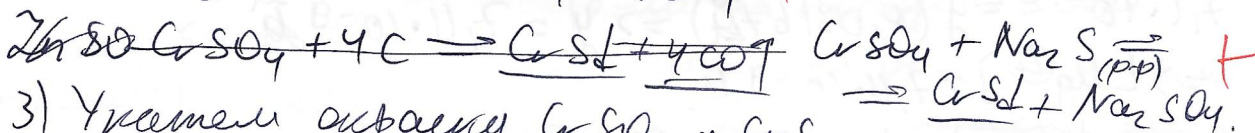
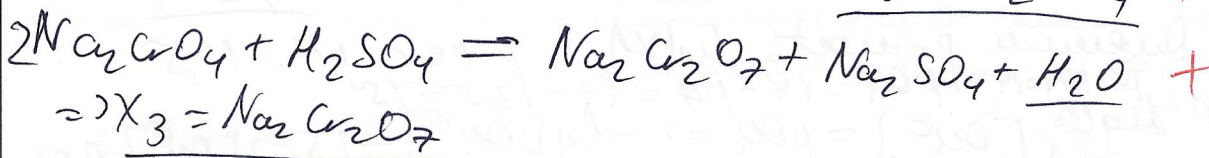
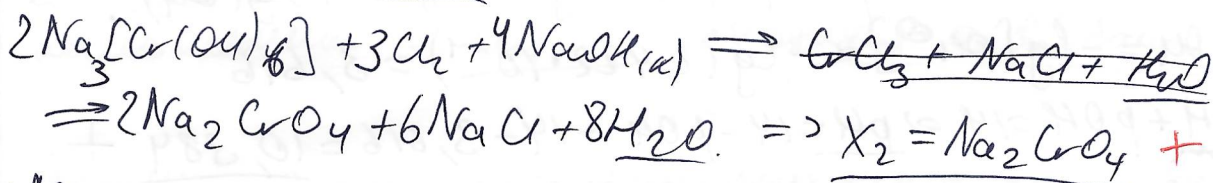
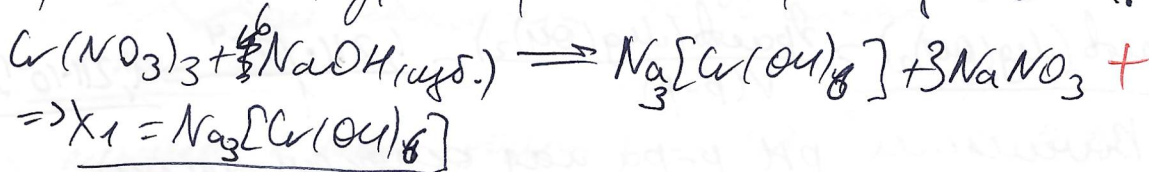
№ 6.5

Чистовик

1) Определим металл А.

Т.к. при р-ии $A(NO_3)_3$ с $NaOH$ обр. жел. р-р; \therefore , следовательно $A = Cr$. Также на это указывает наличие оранжевого р-ва X_3 в цепочке превращений.

2) Напишем ур-ие р-ии и опр. ищ. в-ва.



3) Укажем окраску $CrSO_4$ и CrS .

$CrSO_4$ (р-р) — бесцветный

CrS — серо-зеленый.

№ 5.1

Дано:

$$PP(Mg(OH)_2) = 7,1 \cdot 10^{-12}$$

$$T = 25^\circ C = 298 K$$

$$pH = 12,5 \text{ — разв. ли?}$$

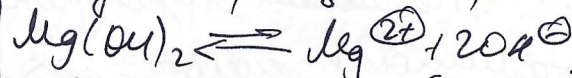
Найти: разв-ность $Mg(OH)_2$,

pH р-ра над осадком;

град кон. ионной формы в дан. р-р

Ответ: pH разв $(Mg(OH)_2) = 1,211 \cdot 10^{-4} \text{ моль/л}$
 pH (над осадком) = 10,31 Ответ на дан. в р-р.

Решение: 1) Напишем ионное ур-ие разв. $Mg(OH)_2$ в воде (незначительное).



2) Определим $[Mg^{2+}]$ и $[OH^-]$.

$$PP(Mg(OH)_2) = [Mg^{2+}] [OH^-]^2$$

Пусть $x = [Mg^{2+}]$, тогда $2x = [OH^-]$

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

$$\Rightarrow x = 1,211 \cdot 10^{-4} \text{ М} +$$

$\Rightarrow [Mg^{2+}] = 1,211 \cdot 10^{-4} M, [OH^{\ominus}] = 2,422 \cdot 10^{-4} M,$

3) Определим ср-ть $(Mg(OH)_2)$. чистовик

Пусть $V(p-p) = 1 л.$

$\nu(Mg^{2+}) = [Mg^{2+}] \cdot V(p-p) = 1,211 \cdot 10^{-4} \cdot 1 = 1,211 \cdot 10^{-4} \text{ моль}$

$\nu_{ср-ть}(Mg(OH)_2) = \nu(Mg^{2+}) = 1,211 \cdot 10^{-4} \text{ моль}$

$ср-ть(Mg(OH)_2) = \frac{\nu_{ср-ть}(Mg(OH)_2)}{V(p-p)} = \frac{1,211 \cdot 10^{-4}}{1} = 1,211 \cdot 10^{-4} M$

4) Вычислим pH p-ра над осадком $Mg(OH)_2$.

$pOH = -\lg [OH^{\ominus}] = -\lg (2,422 \cdot 10^{-4}) = 3,616$

$pH + pOH = 14 \Rightarrow pH = 14 - pOH = 14 - 3,616 = 10,384 +$

5) Определим p-ть $Mg(OH)_2$ в p-ре с $pH = 12,5$

$pH + pOH = 14 \Rightarrow pOH = 14 - pH = 14 - 12,5 = 1,5$
 $pOH = -\lg [OH^{\ominus}] = 1,5 \Rightarrow [OH^{\ominus}] = 0,0316 M.$

$KP = [Mg^{2+}] [OH^{\ominus}]^2 = [Mg^{2+}] ([OH^{\ominus}]_{p-p} + [OH^{\ominus}]_{Mg(OH)_2})^2 \Rightarrow$

$7,1 \cdot 10^{-12} = \text{Пусть } y = [Mg^{2+}], \text{ тогда } 2y = [OH^{\ominus}]_{Mg(OH)_2}$

$7,1 \cdot 10^{-12} = y (0,0316 + 2y)^2 \Rightarrow y = 7,11 \cdot 10^{-9}$

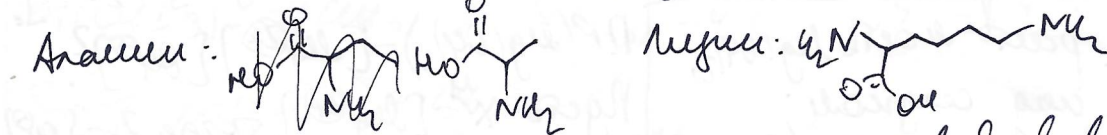
$\Rightarrow [Mg^{2+}] = 7,11 \cdot 10^{-9} M.$

Пусть $V(p-p) = 1 л$, тогда $\nu(Mg^{2+}) = [Mg^{2+}] \cdot V(p-p) = 7,11 \cdot 10^{-9} \cdot 1 = 7,11 \cdot 10^{-9} \text{ моль}$

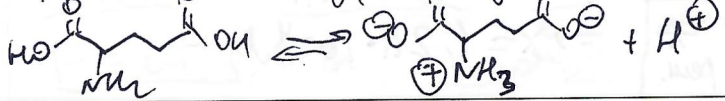
$\nu_{ср-ть}(Mg(OH)_2) = \nu(Mg^{2+}) = 7,11 \cdot 10^{-9} \text{ моль}$

$ср-ть(Mg(OH)_2) = \frac{\nu_{ср-ть}(Mg(OH)_2)}{V(p-p)} = \frac{7,11 \cdot 10^{-9}}{1} = 7,11 \cdot 10^{-9} M +$

5.5. 1) Напишем структурные формулы в-в уга.



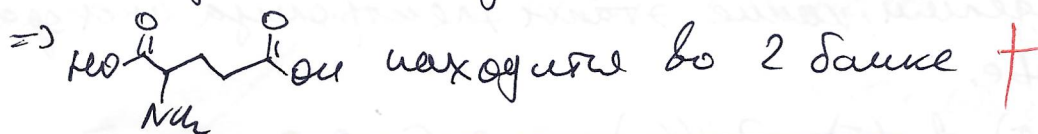
2) Напишем ур-ие диссоциации этих в-в в воде.



Условие

3) Определи pH каждого из 8-в.

Т.к. в муравьино-муравьиной кислоте присутствует 2 соон-группы, то она имеет наименьший pH среды всех веществ (т.к. выделяется больше всего ионов H⁺)



В смеси 2 NH₂-группы ⇒ pH в этом р-ре наибольший ⇒ лиш находится в 3 банке.

Аламин замедляет протекание процесса по сравнению между лишиной и аламинной в плане pH (т.к. в нём 1 NH₂-группа) ⇒ аламин в 1 банке

№8.4

Дано:

Смесь CuSO₄ и KCl

m(смесь) = 53,8 г

+ H₂O → Растворение

V(H₂O) = 0,45 л. ^{анод} = 0,50 м

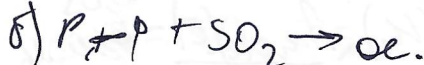
ар-р → Гад(катод) + Гид(анод)...

V(раствор) = $\frac{2}{3}$ анод и катод

V(раствор) = $\frac{1}{3}$ разд. кварр.

Объём смеси в одинак. усл.

m(Cu) = 9,6 г



Найти: состав и m(ос) в б; ур-ие р-ий

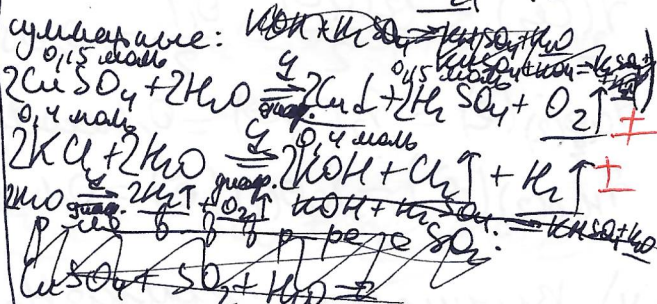
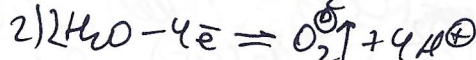
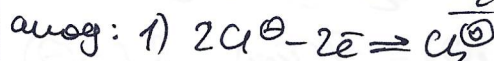
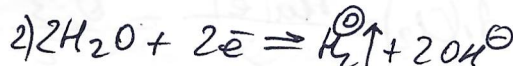
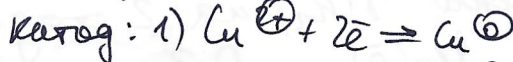
Ответ: ур-ие р-ий в р-е.

w(K₂SO₄) = 5,65% w(KOH) = 1,21%

ос. - Cu(OH)₂ m(Cu(OH)₂) = 14,7 г

Решение: 1) Катод ур-ие р-ий на катоде и аноде,

суммарное ур-ие электролиза, и ур-ие р-ий и ок. р-ра с SO₂



2) Определим δ(CuSO₄) и δ(KCl) в исходной смеси с помощью m(Cu) и m(исх. смесь).

$\gamma(Cu) = \frac{m(Cu)}{m(исх)} = \frac{9,6}{64} = 0,15 \text{ ампер}$

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

Итоголик

$$m(\text{CuSO}_4) = f(\text{CuSO}_4) \cdot M(\text{CuSO}_4) = 0,15 \cdot 160 = 24 \text{ г}$$

$$m(\text{KCl}) = m(\text{исх. смесь}) - m(\text{CuSO}_4) = 53,8 - 24 = 29,8 \text{ г}$$

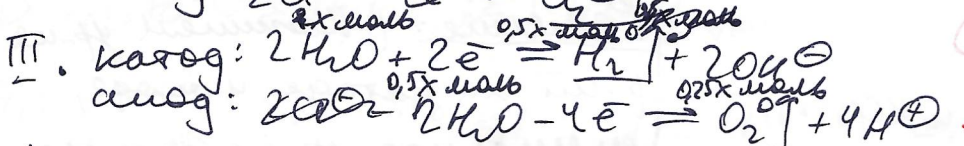
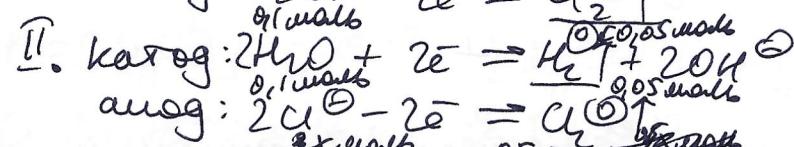
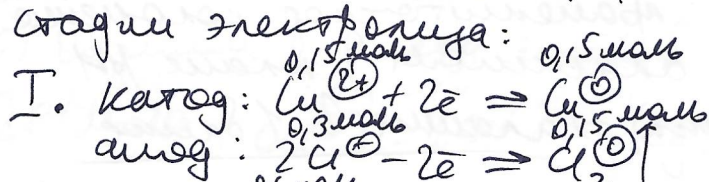
$$f(\text{KCl}) = \frac{m(\text{KCl})}{M(\text{KCl})} = \frac{29,8}{74,5} = 0,4 \text{ моль. } \dagger$$

3) Определим, какие этапы электролиза проходят в растворе.

$$f_{\text{Cu}}(\bar{e}) = 2f(\text{Cu}) = 2 \cdot 0,15 = 0,3 \text{ моль-}\bar{e}.$$

$$\Rightarrow f_{\text{Cl}^-}(\bar{e}) = f_{\text{Cu}}(\bar{e}) = 0,3 \text{ моль.}$$

$f(\text{Cl}^-) = f_{\text{Cl}^-}(\bar{e}) = 0,3 \text{ моль}$. Это меньше условной кол-ва $\text{KCl} \Rightarrow$ в р-ре происходят следующие стадии электролиза:



4) Посчитаем $f(\text{Cl}_2)$ на 1 и 2 стадиях электролиза, а также $f(\text{H}_2)$ на 2 стадиях электролиза.

$$f_1(\text{Cl}_2) = \frac{f_{\text{Cl}^-}(\bar{e})}{2} = \frac{0,3}{2} = 0,15 \text{ моль.}$$

$$f_{\text{анод}}(\text{Cl}^-) = f(\text{KCl}) - f_1(\text{Cl}^-) = 0,4 - 0,3 = 0,1 \text{ моль.}$$

$$f_2(\text{Cl}_2) = \frac{f_2(\text{Cl}^-)}{2} = \frac{0,1}{2} = 0,05 \text{ моль.}$$

$$f_{\text{катод}}(\bar{e}) = f_2(\text{Cl}^-) = 0,1 \text{ моль-}\bar{e}$$

$$f_{\text{като}}(\bar{e}) = f_{\text{анод}}(\bar{e}) = 0,1 \text{ моль-}\bar{e} \Rightarrow f(\text{H}_2) = f_{\text{като}}(\bar{e}) = \frac{0,05}{2} \text{ моль.}$$

4) Выясним, сколько H_2 и O_2 выделится на 3 стадиях электролиза.

$$\frac{V(\text{H}_2)}{V(\text{раств. анод})} = \frac{2}{3} \Rightarrow \frac{f(\text{раств. анод}) \cdot RT}{p} = \frac{2}{3} \Rightarrow \frac{f(\text{раств. анод})}{f(\text{раств. катод})} = \frac{2}{3}$$

01-95-52-02
(56.10)

$\sqrt{8}$ (прод.) Числовик

$$\Rightarrow \frac{\nu_1(\text{Cl}_2) + \nu_2(\text{Cl}_2) + \nu_3(\text{O}_2)}{\nu_2(\text{H}_2) + \nu_3(\text{H}_2)} = \frac{2}{3} +$$

Пусть x моль = $\frac{\nu(\bar{e})}{3}$, тогда $\nu_3(\text{H}_2) = \frac{\nu(\bar{e})}{2} = 0,5x$ моль,
 $\nu_3(\text{O}_2) = \frac{\nu_3(\bar{e})}{4} = 0,25x$ моль

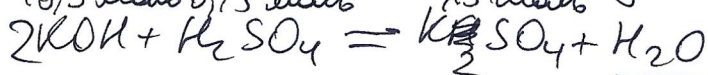
$$\frac{0,15 + 0,05 + 0,25x}{0,05 + 0,5x} = \frac{2}{3} \Rightarrow x = 2 \text{ моль.}$$

$$\Rightarrow \nu_3(\text{H}_2) = 0,5 \cdot 2 = 1 \text{ моль; } \nu_3(\text{O}_2) = 0,25 \cdot 2 = 0,5 \text{ моль}$$

5) Определим массу р-ра. $m(\text{H}_2\text{O}) = V(\text{H}_2\text{O}) \cdot \rho(\text{H}_2\text{O}) = \frac{450 \cdot 1}{1} = 450 \text{ г}$

$$m(\text{p-p}) = m(\text{H}_2\text{O}) + m(\text{смеси мех.}) - m_1(\text{Cl}_2) - m_2(\text{Cl}_2) - m_2(\text{H}_2) - m_3(\text{H}_2) - m_3(\text{O}_2) - m(\text{Cu}) = 450 + 53,8 - 0,15 \cdot 71 - 0,05 \cdot 71 - 0,05 \cdot 2 - 1 \cdot 2 - 0,5 \cdot 32 = 471,8 - 96 = 461,8 \text{ г}$$

6) Напишем ур-ие р-ции, которое произошло в р-ре после электролиза.



7) Определим $\nu_{\text{мех}}(\text{KOH})$ и $\nu_{\text{мех}}(\text{H}_2\text{SO}_4)$

$$\nu_{\text{мех}}(\text{KOH}) = \nu(\text{K}^+) = 0,4 \text{ моль}$$

$$\nu_{\text{мех}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = \nu(\text{CuSO}_4) = 0,15 \text{ моль.}$$

$$\frac{\nu_{\text{мех}}(\text{KOH})}{2} > \nu_{\text{мех}}(\text{H}_2\text{SO}_4) (0,2 > 0,15) \Rightarrow \text{KOH в избытке.}$$

8) Вычислим $m(\text{K}_2\text{SO}_4)$ и $m_{\text{ост}}(\text{KOH})$

$$\nu(\text{K}_2\text{SO}_4) = \nu(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,15 \text{ моль (т.к. H}_2\text{SO}_4 \text{ в недостатке)}$$

$$m(\text{K}_2\text{SO}_4) = \nu(\text{K}_2\text{SO}_4) \cdot M(\text{K}_2\text{SO}_4) = 0,15 \cdot 174 = 26,1 \text{ г}$$

$$\nu_{\text{ост}}(\text{KOH}) = \nu(\text{KOH}) - \nu_{\text{реаг}}(\text{KOH}) = 0,4 - 0,3 = 0,1 \text{ моль}$$

$$(\nu_{\text{реаг}}(\text{KOH}) = 2\nu(\text{H}_2\text{SO}_4) = 2 \cdot 0,15 = 0,3 \text{ моль}).$$

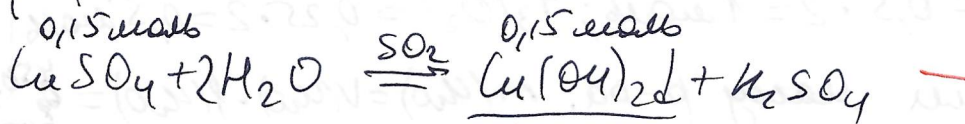
$$m_{\text{ост}}(\text{KOH}) = f_{\text{ост}}(\text{KOH}) \cdot M(\text{KOH}) = 0,1 \cdot 56 = 5,6 \text{ г Чистовое}$$

г) Вычислим $\omega(\text{K}_2\text{SO}_4)$ и $\omega_{\text{ост}}(\text{KOH})$ в сол. р-ре.

$$\omega(\text{K}_2\text{SO}_4) = \frac{m(\text{K}_2\text{SO}_4)}{m(\text{р-р})} = \frac{26,1}{461,9} = 0,0565 (5,65\%) \quad +$$

$$\omega_{\text{ост}}(\text{KOH}) = \frac{m_{\text{ост}}(\text{KOH})}{m(\text{р-р})} = \frac{5,6}{461,9} = 0,0121 (1,21\%) \quad +$$

10) Напишем ур-ие р-ии SO_2 с карбонатами р-ра.



11) Определим состав осадка.

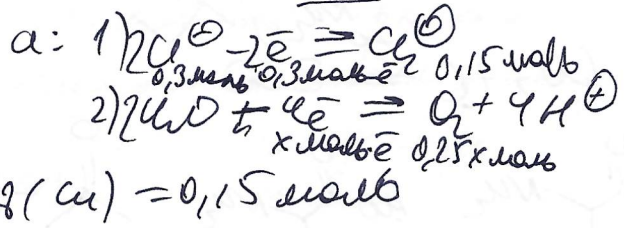
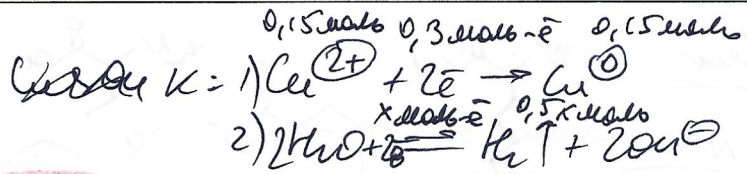
из 10 г. \Rightarrow это Cu(OH)_2 .

12) Определим массу этого осадка.

$$f(\text{Cu(OH)}_2) = f(\text{CuSO}_4) = 0,15 \text{ моль}$$

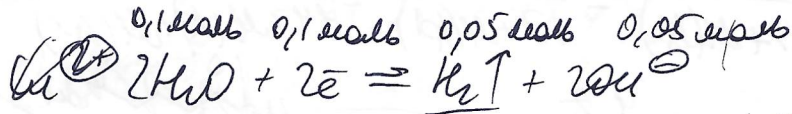
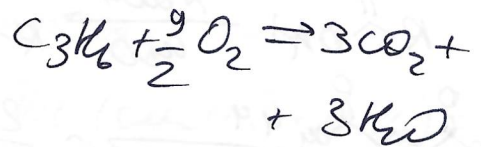
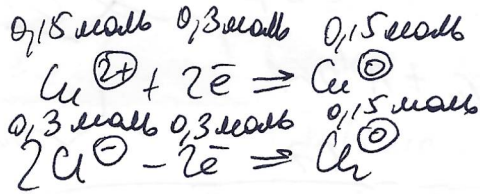
$$m(\text{Cu(OH)}_2) = f(\text{Cu(OH)}_2) \cdot M(\text{Cu(OH)}_2) = 0,15 \cdot 98 = 14,7 \text{ г}$$

Черновик

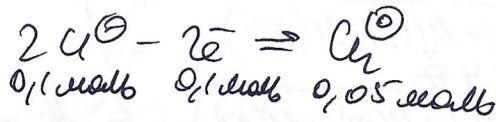


$$\frac{0,15 + 0,25x}{0,5x} = \frac{2}{3}$$

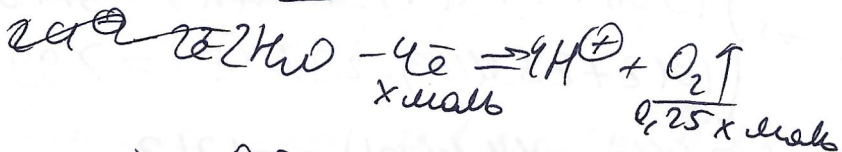
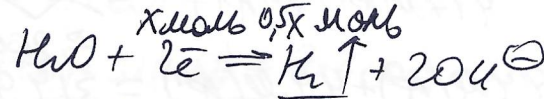
$$x = 1,8 \text{ моль}$$



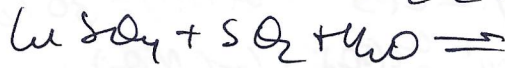
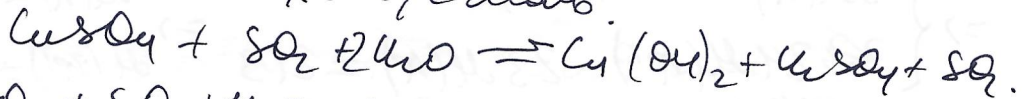
$$1926,3 \frac{\text{Дж}}{\text{моль}}$$



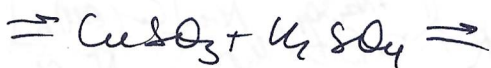
$$1926300 \frac{\text{Дж}}{\text{моль}}$$



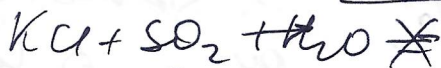
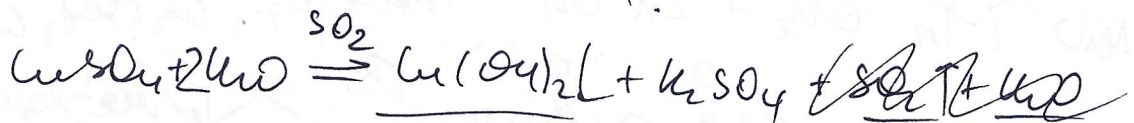
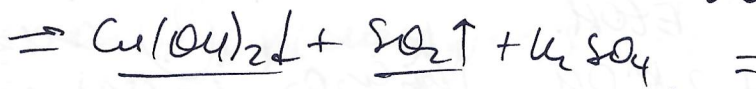
$$x = 0,2 \text{ моль}$$



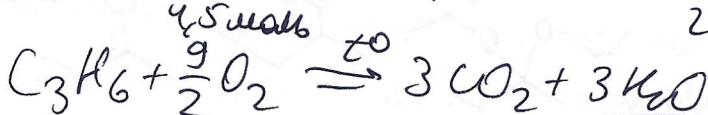
$$- \nu_{\text{CO}_2} C_{\text{CO}_2} \Delta T + \nu_{\text{H}_2\text{O}} C_{\text{H}_2\text{O}} \Delta T -$$



$$- \nu_{\text{C}_3\text{H}_6} C_{\text{C}_3\text{H}_6} \Delta T + \nu_{\text{CO}_2} C_{\text{CO}_2} \Delta T =$$



$$25,5 \text{ моль } \text{O}_2 \text{ ок.}$$



$$Q = 1926300 \frac{\text{Дж}}{\text{моль } \text{C}_3\text{H}_6}$$

Черновик

$\text{CO}_2 + \text{C} \xrightarrow{\text{to}} 2\text{CO}$

$\text{CH}_3\text{COCH}_2\text{COCH}_3 \xrightarrow{\text{I}_2/\text{NaOH}} 2\text{CH}_3\text{COCH}_2\text{COCH}_3 + 2\text{C}_2\text{H}_5\text{COCH}_3 + 2\text{NaI} + 2\text{H}_2\text{O}$

$\text{R}-\text{CO}-\text{OR}' \xrightarrow[\text{H}_2\text{O}]{\text{NaOH}} \text{R}-\text{CO}-\text{ONa} + \text{R}'\text{OH}$

$\text{C}_4\text{H}_9\text{COCH}_2\text{COCH}_2\text{C}_4\text{H}_9 \xrightarrow{\text{I}_2/\text{NaOH}} 2\text{C}_4\text{H}_9\text{COCH}_2\text{COCH}_2\text{C}_4\text{H}_9 + 2\text{C}_2\text{H}_5\text{COCH}_2\text{COCH}_2\text{C}_4\text{H}_9 + 2\text{NaI} + 2\text{H}_2\text{O}$

$\frac{44}{67 + M(R)} = \frac{23}{17 + M(R)}$

$\frac{44}{67 + M(R)} = \frac{47}{44 + M(R) + M(R')}$

$\frac{23}{17 + M(R)} = \frac{47}{44 + M(R) + M(R')}$

$\Rightarrow \begin{cases} 1936 + 44M(R) + 44M(R') = 3149 + 47M(R) \\ 10(2 + 23M(R) + 23M(R')) = 799 + 47M(R') \end{cases}$

$\Rightarrow \begin{cases} 3M(R) - 44M(R') = -1213 \\ 23M(R') - 23M(R) = 213 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} M(R) = 38 \text{ (масл)} \\ M(R') = 30 \text{ (масл)} \end{cases}$

$\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{EtOH} \Rightarrow \text{EtOH}^+ + \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{K}(\text{NO}_3)_3$

$\text{R}-\text{CO}-\text{ONa} + \text{R}'\text{OH} \xrightarrow{\text{EtOH}} \text{R}-\text{CO}-\text{OEt} + \text{Na}[\text{Cr}(\text{OEt})_6] + \text{NaCl}$

$\text{NaO}-\text{C}_2\text{H}_4-\text{CO}-\text{ONa} + 2\text{R}'\text{OH} \xrightarrow{\text{EtOH}} \text{NaO}-\text{C}_2\text{H}_4-\text{CO}-\text{OR}' + 2\text{NaOH}$

$2\text{C}_2\text{H}_5\text{COCH}_2\text{COCH}_2\text{C}_4\text{H}_9 + 3\text{I}_2 + 4\text{NaOH} \Rightarrow 2\text{C}_2\text{H}_5\text{COCH}_2\text{COCH}_2\text{C}_4\text{H}_9 + 2\text{CuI}_3 + 2\text{NaOAc} + 2\text{H}_2\text{O}$

$\text{C}_4\text{H}_9\text{COCH}_2\text{COCH}_2\text{C}_4\text{H}_9 + 3\text{I}_2 + 4\text{NaOH} \Rightarrow \text{C}_4\text{H}_9\text{COCH}_2\text{COCH}_2\text{C}_4\text{H}_9 + 3\text{NaI} + \text{CuI}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$