0 557925 620009

55-79-25-62
(56.10)

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 1

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов
наименование олимпиады

по Химии
профиль олимпиады

Петрова Михаила Валериевича
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

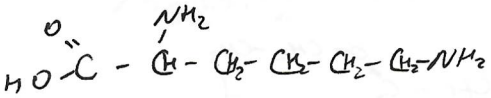
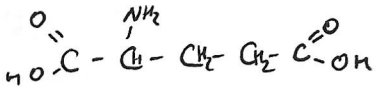
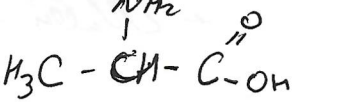
Дата

«03» марта 2024 года

Подпись участника

Петр-

№1.5

	Баллы
Лизин – 	3 +
Глутаминовая к-та – 	2 +
Аланин – 	1 +

№2.1

I $M_{(смеси)} = 21{,}2 \cdot 2 = 42{,}4$ г/моль

Пусть $\nu(CO) = x$ моль

$\nu(CO_2) = y$ моль, тогда

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

$14{,}4x = 1{,}6y$

$9x = y$ +

II $CO_2 + C \to 2CO$

Пусть $\nu(CO_2)_{II}$ было a моль $\Rightarrow \nu(CO)_{II} = 2a$

	CO_2	C	CO
б	9	1	
п	a		
с	9-a	1+2a	

$$\frac{9-a+1+2a}{9+1} = 1{,}5$$ +

$10 + a = 15$

$a = 5$ +

$\nu(CO_2) = 4$ моль

$\nu(CO) = 11$ моль, тогда

$$M_{(смеси)} = \frac{28 \cdot 11 + 4 \cdot 44}{15} = 32{,}27 \text{ г/моль}$$ +

$$D_{(по\ H_2)} = \frac{32{,}27}{2} = 16{,}13$$ +

Ответ: 16,13

№3.5

$A + 2NaOH \xrightarrow{0,5} B + 2C \xrightarrow{0,5}$

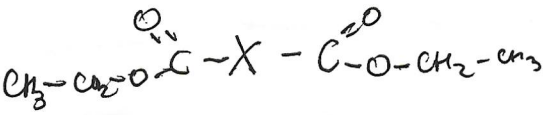
Из закона сохранения масс получаем:

$m(NaOH) = 67 - 47 = 20$ г.

$\nu(NaOH) = \frac{20\text{ г}}{40\text{ г/моль}} = 0{,}5$ моль $= \nu$(спирта)

M(спирта) $= \frac{23}{0{,}5} = 46$ г/моль $\Rightarrow$ формула спирта C_2H_5OH +

$M(A) = \frac{47}{0{,}25} = 188$ г/моль



$M(X) = 188 - 90 - 56 = 42$

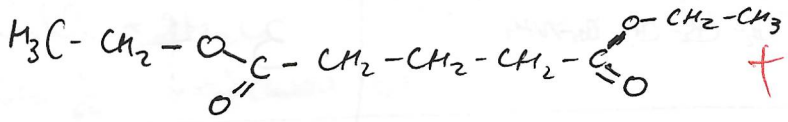
$X = C_3H_6$ +

85

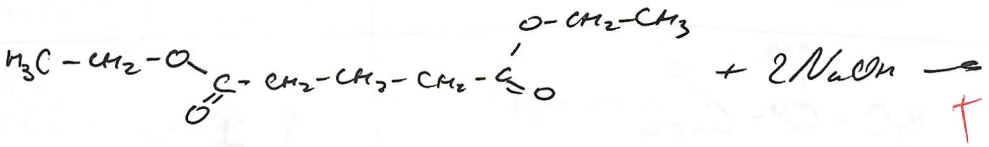
восемьдесят пять

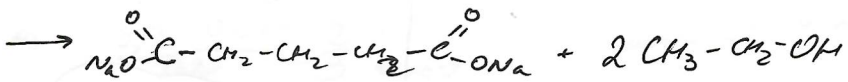
Антиплагиат

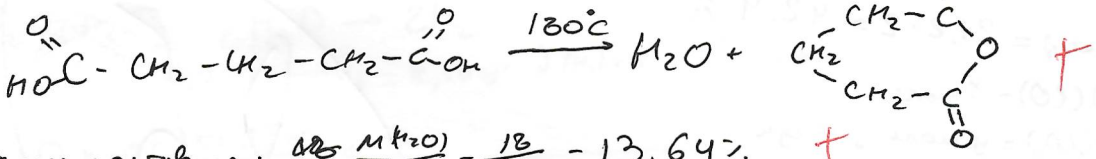
Тогда структурная ф-ла эфира:



Реакция:







Потеря массы составила: $\omega = \frac{M(H_2O)}{M(к-ты)} = \frac{18}{132} = 13,64\%$.

Ответ: 13,64 %

№4.4

$H_3C-CH=CH_2 + 4,5\,O_2 \rightarrow 3CO_2 + 3H_2O$

$Q_{реакции} = Q_{обр}(CO_2)\cdot 3 + 3\,Q_{обр}(H_2O) - Q_{обр}(C_3H_6) = 3\cdot 393,5\frac{кДж}{моль} + 3\cdot 241,8\frac{кДж}{моль} +$

$+ 20,4\frac{кДж}{моль} = 1926,3\frac{кДж}{моль}$

В смеси: 3 моль CO_2
3 моль H_2O
25,5 моль O_2

$C_{(смеси)} = 3\cdot 53,5\frac{Дж}{моль\cdot К} + 3\cdot 43\frac{Дж}{моль\cdot К} + 25,5\cdot 34,7\frac{Дж}{моль\cdot К} = 1174,35\frac{Дж}{моль\cdot К}$

$Q = C\cdot\Delta t$

$\Delta t = \frac{Q}{C} = \frac{1926300\frac{Дж}{моль}}{1174,35\frac{Дж}{моль\cdot К}} = 1640,31\ К$

$t_{max} = 1640,31 + 25 = 1665,31\ ^\circ C$

Ответ: 1665,31 °C

№5.1

I $Mg^{x}(OH)_2 \rightarrow [Mg^{2+}] + 2[OH^-]$

$ПР = x\cdot(2x)^2 = 4x^3$

$x = \sqrt[3]{\frac{3,1\cdot 10^{-12}}{4}} = 1,21\cdot 10^{-4}$

$C = x = 1,21\cdot 10^{-4}\ моль/л$

$S = x\cdot M = 1,21\cdot 10^{-4}\cdot 59,5 = 7,1995\cdot 10^{-3}\ г/л$

II $[OH^-] = 2x = 2\cdot 1,21\cdot 10^{-4} = 2,42\cdot 10^{-4}$

$[H^+] = \frac{10^{-14}}{2,42\cdot 10^{-4}} = 4,13\cdot 10^{-11}$

$pH = -\lg[H^+] = 10,38$

№11

$H^+ = 10^{-12,5}$

$OH^- = 10^{-1,5}$

$Mg(OH)_2 \rightarrow Mg^{2+} + 2OH^-$

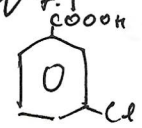
$ПР = y \cdot (10^{-1,5})^2$

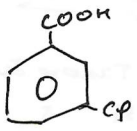
$y = \frac{ПР}{(10^{-1,5})^2} = \frac{7,1 \cdot 10^{-12}}{(10^{-1,5})^2} = 7,1 \cdot 10^{-9}$ +

$C = 7,1 \cdot 10^{-9}$

$S = 7,1 \cdot 10^{-9} \cdot 59,5 = 4,2245 \cdot 10^{-7}$

№7.1



+ $H_3C-CH=CH_2 \rightarrow$ (A) $H_3C-CH(O)-CH_2$ +  +

$H_3C-CH(O)-CH_2 + CH_3MgI \xrightarrow{эфир}$ (B) $H_3C-CH(OMgI)-CH_2-CH_3$ +

$H_3C-CH(OMgI)-CH_2-CH_3 + H_2O \xrightarrow{H^+} Mg(OH)I + H_3C-CH(OH)-CH_2-CH_3$ (C) +

$5\,H_3C-CH(OH)-CH_2-CH_3 + 2KMnO_4 + 3H_2SO_4 \xrightarrow{t^\circ} 5\,H_3C-C(=O)-CH_2-CH_3$ (D) $+ K_2SO_4$ +

$+ 2MnSO_4 + 8H_2O$

$H_3C-C(=O)-CH_2-CH_3 + C_2H_5OH \xrightarrow{H^+} H_3C-C(O-CH_2-CH_3)_2-CH_2-CH_3 + H_2O$ (E) +

$H_3C-C(=O)-CH_2-CH_3 + 4NaOH + 3I_2 \rightarrow$ (F) $CHI_3\downarrow$ + (G) $H_3C-CH_2-C(=O)-ONa +$

$+ 3NaI + 3H_2O$ +

$\nu(D) = \frac{10,8}{72} = 0,15$ моль;

$\eta = 0,75 \Rightarrow \nu(F) = 0,75 \cdot 0,15 = 0,1125$ моль

$m(CHI_3) = 0,1125 \cdot 394 = 44,325$ г. +

Ответ: 44,325 г.

№8.4

I $2CuSO_4 + 2H_2O \xrightarrow{\text{ч}} 2Cu + O_2 + 2H_2SO_4$ ±

$\nu(Cu) = \frac{9,6}{64} = 0,15 \Rightarrow \nu(CuSO_4) = 0,5$ +

$m(CuSO_4) = 0,15 \cdot 160 = 24$ г. +

$m(KCl) = 53,8 - 24 = 29,8$ г +

$\nu(KCl) = \frac{29,8\text{ г}}{74,5\text{ г/моль}} = 0,4$ моль +

II $2KCl + 2H_2O \xrightarrow{\text{ч}} H_2\uparrow + Cl_2\uparrow + 2KOH$ ±

$\frac{0,2 + 0,075}{0,2} = \frac{2}{3}$; Такого быть не может $\Rightarrow$ H_2O идёт в электролиз

$2H_2O \xrightarrow{\text{ч}} O_2 + 2H_2$ +

Пусть $\nu(H_2O)$ в ч = x моль $\Rightarrow$ $\nu(O_2)$ в ч = 0,5x моль а $\nu(H_2)$ в ч = x моль

$$\frac{0,275 + 0,5x}{0,2 + x} = \frac{2}{3}$$

$$(0,275 + 0,5x) \cdot 3 = 2 \cdot (0,2 + x)$$

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

$$x = 0,85$$ +

После ч остались KOH и H_2SO_4, которые будут идти в реакцию друг с другом:

$2KOH + H_2SO_4 \rightarrow K_2SO_4 + 2H_2O$ +

$\nu(K_2SO_4) = 0,15$; $m(K_2SO_4) = 0,15 \cdot 174 = 26,1$ г

$\nu(KOH)_{ост} = 0,1$; $m(KOH)_{ост} = 0,1 \cdot 56 = 5,6$ г.

$m(р\text{-}ра) = m(смеси) + m(H_2O) - m(Cu) - m(H_2) - m(O_2) - m(Cl_2) - m(H_2O)_{в\,ч} =$

$= 53,8 + 450 - 9,6 - 0,4 - 15,3 - 2,4 - 14,2 = 461,9$ г +

$\omega(K_2SO_4) = \frac{26,1\text{ г}}{461,9\text{ г}} \cdot 100\% = 5,65\%$ +

$\omega(KOH)_{ост} = \frac{5,6}{461,9} \cdot 100 = 1,21\%$ +

IV $2CuSO_4 + 2KCl + SO_2 + H_2O \rightarrow 2CuCl + K_2SO_4 + 2H_2SO_4$ ±

$m(CuCl) = 0,15 \cdot 99,5 = 14,925$ г

Ответ: $\omega(K_2SO_4) = 5,65\%$

$\omega(KOH)_{ост} = 1,21\%$

$m(CuCl)_{осадок} = 14,925$ г. +

№3.5

$A + 2NaOH \xrightarrow{0,5} B + 2C$ (0,5)

$NaOH = (B + C) - A$

$m(NaOH) = 67 - 47 = 20$

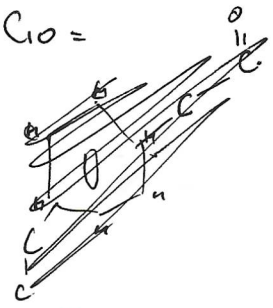
$\nu(NaOH) = \frac{20}{40} = 0,5$ моль

$\nu(NaOH) = 0,5 \Rightarrow \nu(C) = 0,5$

$M_r(спирта) = \frac{23\text{г}}{0,5\text{м}} = 46\ \frac{\text{г}}{\text{м}} \Rightarrow$ спирт – C_2H_5OH

~~$M(A) = \frac{47}{0,5} = 94$~~ $M(A) = \frac{47}{0,25} = 188$

~~$M(B) = 176$~~

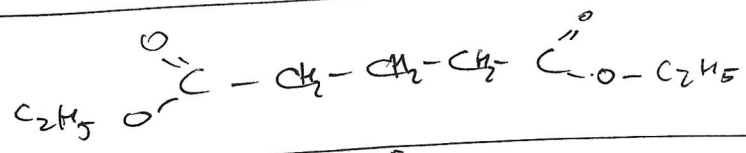
$C_{10} =$ 

$C_2H_5-O-C(=O)-X-C(=O)-O-C_2H_5$

~~$M(X) = 188 - 2(спирта) - (2 \cdot 45 + 28) \cdot 2 =$~~

$188 - 90 = 98$

$X = 98 - 88 = 10$



$A + 2NaOH \xrightarrow{0,5} B + 2C$ (0,5)

~~$\nu(NaOH) = 2$~~

$m(NaOH) = 67 - 47 = 20$

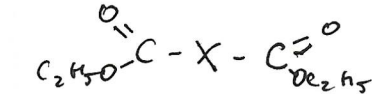
$\nu(NaOH) = \frac{20}{40} = 0,5$ моль.

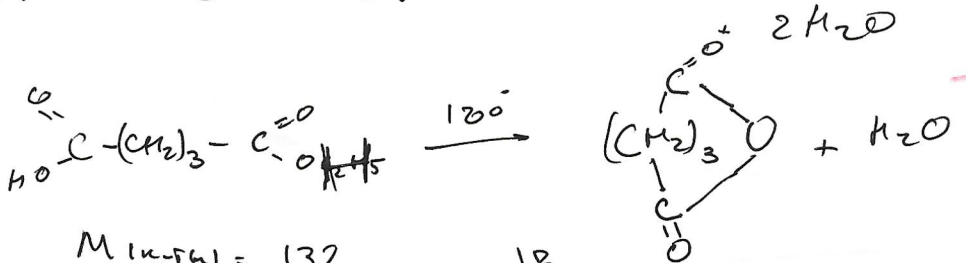
$M(спирта) = \frac{23}{0,5} = 46\ \frac{\text{г}}{\text{м}} \Rightarrow$ спирт – C_2H_5OH

~~$M(A) = \frac{47}{0,25} = 188$~~

$M(X) = 188 - 90 - 56 = 42$

$X = C_3H_6$



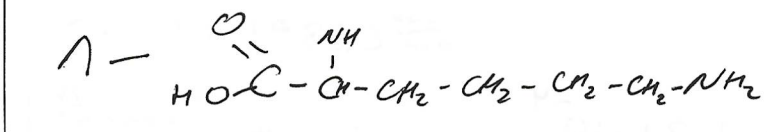


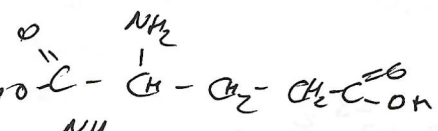
$M(кислоты) = 132$

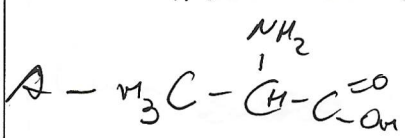
$\frac{18}{132} = 13,64\%$

№1.5

Баллы
3
2
1







~~Задание~~ 6.

№2.1

Дано: $\nu(CO) = x$ моль

$\nu(CO_2) = y$ моль

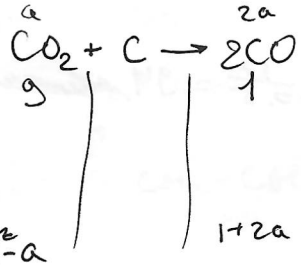
$M_{смеси} = 21,2 \cdot 2 = 42,4$ г/м

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

$$42,4x + 42,4y = 28x + 44y$$

$$14,4x = 1,6y$$

$$9x = y$$



$$\frac{(9-a)+(1+2a)}{9+1} = 1,5$$

$$9 - a + 1 + 2a = 15$$

$$a = 5$$

$\nu(CO_2) = 4$

$\nu(CO) = 11$

$$M_{смеси} = \frac{28 \cdot 11 + 4 \cdot 44}{15} = 32,27$$

$D(по\ H_2) = 16,13$

№ 5.1

I $Mg(OH)_2 \longrightarrow [Mg^{2+}] + 2[OH^-]$ $\quad ПР = 7,1 \cdot 10^{-12}$

$ПР = X \cdot 2x^2 = 4x^3$

$X = \sqrt[3]{\frac{ПР}{4}}$

$X = \sqrt[3]{\frac{7,1 \cdot 10^{-12}}{4}} = \sqrt[3]{1,775 \cdot 10^{-12}} = 1,21 \cdot 10^{-4}$

$C = x = 1,21 \cdot 10^{-4}$ г

$S = x \cdot M = 1,21 \cdot 10^{-4} \cdot 59,5 = 7,1995 \cdot 10^{-3}$ г/л

II

$OH^- = 2x = 2 \cdot 1,21 \cdot 10^{-4} = 2,42 \cdot 10^{-4}$

$H^+ = \frac{10^{-14}}{2,42 \cdot 10^{-4}} = 4,13 \cdot 10^{-11}$

$pH = -\lg[H^+] = 10,38$

III $H^+ = 10^{-12,5}$ $\quad Mg(OH)_2 \longrightarrow Mg^{2+} + 2[OH^-]$

$OH^- = 10^{-1,5}$

$Пр = y \cdot (10^{-1,5})^2$

$y = \frac{ПР}{(10^{-1,5})^2} = \frac{7,1 \cdot 10^{-12}}{(10^{-1,5})^2} = 7,1 \cdot 10^{-9}$

$S = y \cdot M = 7,1 \cdot 10^{-9} \cdot 59,5 = 4,2245 \cdot 10^{-7}$

№ 3.5

$A + NaOH \rightarrow B + C$

Из закона сохранения массы получаем, что:

$m(NaOH) = (44+23) - 47 = 20$ г

$\nu(NaOH) = 0,5$ моль, тогда $\nu(A) = 0,5$ моль.

$\nu = \frac{m}{M}$

$M(A) = \frac{47}{0,5} = 94$

$M(спирта) = \frac{23}{0,5} = 46 \Rightarrow$ молекулярная ф-ла C_2H_5OH

$X - C(=O) - O - C_2H_5$

$X = M(эфира) - (12 \cdot 3 + 32 + 5) = 21$

A - Cr

$Cr(NO_3)_3 + 3NaOH \rightarrow Cr(OH)_3\downarrow + 3NaNO_3$

$Cr(OH)_3 + 3Cl_2 + 8NaOH \xrightarrow{t°} Na_2CrO_4 + 6NaCl + 4H_2O$

$2Cr(OH)_3 + Cl_2 + NaOH \rightarrow 2Na_2CrO_4 + NaCl + H_2O$ + HCl ?

$Cr_2(SO_4)_3 + Cu \rightarrow CuSO_4 + CrSO_4$

$2Na_2CrO_4 + 8H_2SO_4 \rightarrow 2Na_2SO_4 + 2Cr_2(SO_4)_3 + 8H_2O$

№4.4

$H_3C-CH=CH_2 + 4{,}5O_2 \rightarrow 3CO_2 + 3H_2O$

$Q_{реакции} = 3 \cdot (Q_{обр}(CO_2)) + 3 \cdot Q_{обр}(H_2O) + Q_{обр}(C_3H_6) = 3 \cdot 393{,}5 + 3 \cdot 241{,}8 + 20{,}4 = 1926{,}3 \frac{кДж}{моль}$

В смеси: 3 моль CO_2
3 моль H_2O
25,5 моль O_2

С смеси:

$C(CO_2) = 3 \cdot 53{,}5 = 160{,}5 \frac{Дж}{моль \cdot К}$
$C(H_2O) = 3 \cdot 43 = 129 \frac{Дж}{моль \cdot К}$
$C(O_2) = 25{,}5 \cdot 34{,}7 = 884{,}85 \frac{Дж}{моль \cdot К}$

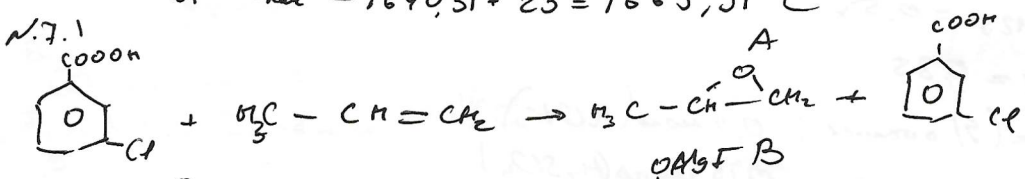
$C_{смеси} = 160{,}5 + 129 + 884{,}85 = 1174{,}35 \frac{Дж}{моль \cdot К}$

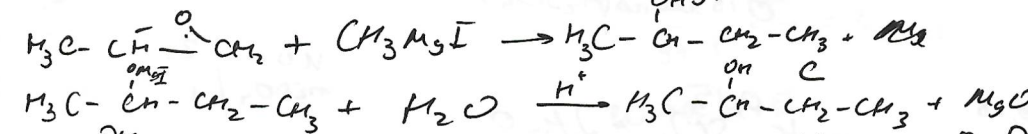
$Q = C \cdot \Delta t$

$\Delta t = \frac{Q}{C} = \frac{1926\,300 \frac{Дж}{моль}}{1174{,}35 \frac{Дж}{моль \cdot К}} = 1640{,}31\ К$

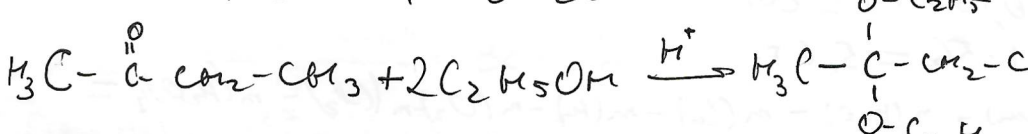
$t_{max} = \Delta t + t_{нач} = 1640{,}31 + 25 = 1665{,}31\ °C$

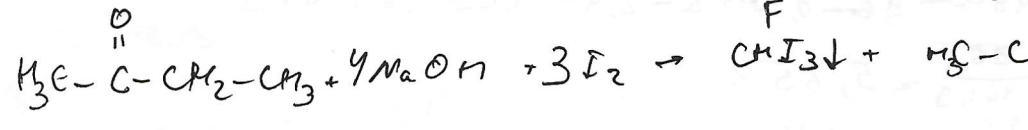
№7.1





$5H_3C-CH(OH)-CH_2-CH_3 + 2KMnO_4 + 3H_2SO_4 \xrightarrow{t°} H_3C-C(=O)-CH_2-CH_3 + K_2SO_4 + 2MnSO_4 + 8H_2O$





$+ 3NaI + 3H_2O$

$\nu(D) = \frac{10{,}8}{72} = 0{,}15$ моль

$\eta = 0{,}75 \Rightarrow \nu(F) = 0{,}75 \cdot 0{,}15 = 0{,}1125$ моль

$m(F) = 0{,}1125 \cdot 394 = 44{,}325$ г

I $2CuSO_4 + 2H_2O \xrightarrow{эл} 2Cu\downarrow + O_2\uparrow + 2H_2SO_4$ (0,15 над $CuSO_4$, 0,075 над O_2)

$\nu(Cu) = \frac{9,6}{64} = 0,15 \Rightarrow \nu(CuSO_4) = 0,15$

$m(CuSO_4) = 0,15 \cdot 160 = 24$ г

$m(KCl) = 53,8 - 24 = 29,8$ г

$\nu(KCl) = \frac{29,8}{74,5} = 0,4$

II $2KCl + 2H_2O \xrightarrow{эл} H_2\uparrow + Cl_2\uparrow + 2KOH$ (0,4 над KCl; 0,2 над H_2; 0,2 над Cl_2; 0,4 над KOH)

$\frac{0,2 + 0,075}{0,2} = \frac{2}{3}$ такого быть не может $\Rightarrow$ 0 электролиз пойдёт вода, тогда

$2H_2O \xrightarrow{x} 2H_2 + O_2$

Пусть $\nu(H_2O)_{эл} = x$, тогда $\nu(H_2) = x$, а $\nu(O_2) = 0,5x$

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

$(0,275 + 0,5x)3 = (0,2 + x)2$

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

$0,425 = 0,5x$

$x = 0,85$

После (5) осталось: 0,4 моль (KOH)

0,15 моль (H_2SO_4)

KOH	2
H_2SO_4	1

$2KOH + H_2SO_4 \longrightarrow K_2SO_4 + 2H_2O$ (0,4 над KOH; 0,15 над K_2SO_4)

0,15 (K_2SO_4).

III $m(H_2SO_4) = 0,15 \cdot 174 = 26,1$ г.

$m(KOH) = 0,1 \cdot 56 = 5,6$ г.

$m_{р-ра} = m(смеси) + m(H_2O) - m(Cu) - m(H_2) - m(O_2) + m(Cl_2) - m(H_2O)_{эл} =$

$= 53,8 + 450 - 9,6 - 0,4 - 15,3 - 2,4 - 14,2 = 461,9$ г

$\omega(K_2SO_4) = \frac{26,1}{461,9} = 5,65\%$

$\omega(KOH)_{ост} = \frac{5,6}{461,9} = 1,21\%$

IV $2CuSO_4 + 2KCl + SO_2 + 2H_2O \rightarrow 2CuCl\downarrow + K_2SO_4 + 2H_2SO_4$ (0,15 над $CuSO_4$, 0,4 над KCl, 0,15 над $CuCl$)

$m(CuCl) = 0,15 \cdot 99,5 = 14,925$ г.