

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

Вариант 1

Место проведения Москва  
город

**ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА**

Олимпиада школьников "Ломоносов"  
наименование олимпиады

по химии  
профиль олимпиады

Игокина Никиты Вадиловича  
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата  
« 3 » марта 2024 года

Подпись участника  
Игокина

37-23-92-76  
(56.15)

Цистовик

95 ~~увеличить~~  
меньше

Задача 1.5.

В структуре лизина помимо одной карбоксильной группы и одной амино группы присутствует дополнительная амино группа, что приводит к увелич. основности  $\Rightarrow$  ~~увелич.~~ увелич. pH

+ Лизин в банке 3

В структуре глутаминовой к-ты прис. дополнительная карбоксильная группа  $\Rightarrow$  увелич. кислотности  $\Rightarrow$  уменьш. pH

+ Глутаминовая к-та в банке 2

Аламин ~~им.~~ имеет только одну амино- и одну карбоксильную группы  $\Rightarrow$  pH будет между лизином и глутаминовой к-той

+ Аламин в банке 1

Задача 2.1.

$$D_{H_2} = \frac{\chi(CO) \cdot M(CO) + \chi(CO_2) \cdot M(CO_2)}{2} = 21,2$$

$$\frac{\chi(CO) \cdot 28 + (1 - \chi(CO)) \cdot 44}{2} = 21,2$$

~~χ(CO) = 0,1~~

χ(CO<sub>2</sub>) = 0,9



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

$$V = V_0 + 2 V(\text{CO})_{\text{обр}} - V(\text{CO}_2)_{\text{расч}} = 1,5 V_0 \quad \left| \text{кислород}$$

$$V(\text{CO})_{\text{обр}} - 0,5 V(\text{CO})_{\text{обр}} = 0,5 V_0$$

$$0,5 V(\text{CO})_{\text{обр}} = 0,5 V_0$$

$$V(\text{CO})_{\text{обр}} = V_0$$

$$X(\text{CO})_{\text{кон}} = \frac{0,1 + 1}{1,5} = \frac{11}{15} \quad +$$

$$X(\text{CO}_2)_{\text{кон}} = \frac{0,9 - 0,5}{1,5} = \frac{4}{15} \quad +$$

$$D_{\text{H}_2} \text{ кон} = \frac{X(\text{CO}) \cdot M(\text{CO}) + X(\text{CO}_2) \cdot M(\text{CO}_2)}{2} =$$

$$= \frac{\frac{11}{15} \cdot 28 + \frac{4}{15} \cdot 44}{2} = 16 \frac{2}{15} \approx 16,133 \quad +$$

Задача 3.5.

~~мол масса~~

$$m(\text{сирта}) + m(\text{соли}) = m(\text{к-ты}) + m(\text{NaOH})$$

$$23 + 44 = 47 + x$$

$$x = 20 \text{ г}$$

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

$$V(\text{сирта}) = V(\text{NaOH}) = 0,5 \text{ моль}$$

$$m(\text{сирта}) =$$

$n$  - основность ~~к-ты~~ к-ты (не может быть больше 2, т.к. к-та не разветвл.)

При  $n=1$ :

$$V(\text{соли}) = V(\text{NaOH}) = 0,5 \text{ моль}$$

$$M(\text{соли}) = \frac{44}{0,5} = 88 \text{ г/моль} \quad \text{не подх.}$$

При  $n=2$ :

$$V(\text{соли}) = \frac{1}{2} V(\text{NaOH}) = 0,25 \text{ моль}$$

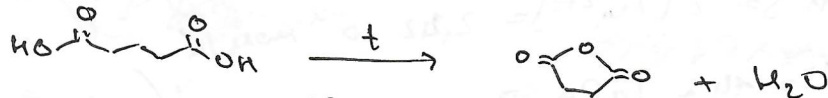
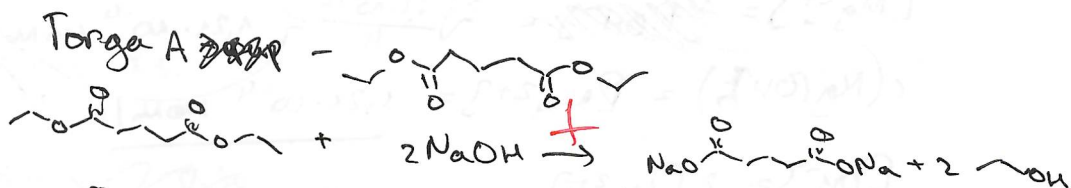
$$M(\text{соли}) = \frac{44}{0,25} = 176 \text{ г/моль} \Rightarrow \text{соли} - \text{NaO}-\overset{\text{O}}{\parallel}\text{C}-\text{CH}_2-\overset{\text{O}}{\parallel}\text{C}-\text{ONa}$$

37-23-92-76  
(56.15)

Тогда  $\nu(\text{спирта}) = \nu(\text{NaOH}) = 0,5 \text{ моль}$

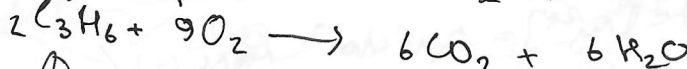
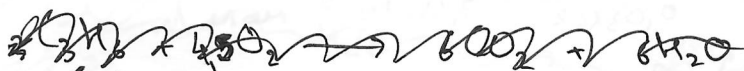
Чистовик

$M(\text{спирта}) = \frac{23}{0,5} = 46 \text{ г/моль} \Rightarrow \text{спирт} - \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$



$\omega_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{18}{132} = 0,1364 = 13,64\%$

Задача 4.4.



$Q = \frac{393,5 \cdot 6 + 241,8 \cdot 6 - (-20,4) \cdot 2}{2} = 1926,3 \text{ кДж/моль}$

(на моль C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>)

В кон. смеси  $\omega_{\text{O}_2}$ :

3 моль CO<sub>2</sub>; 3 моль H<sub>2</sub>O; 25,5 моль O<sub>2</sub>

общ. тем.:  $C = 63,5 \cdot 3 + 45,0 \cdot 3 + 34,7 \cdot 25,5 = 1174,35 \text{ Дж/К}$

$\Delta T = \frac{Q}{C} = \frac{1926300}{1174,35} = 1640,31^\circ$

$T_{\text{max}} = \Delta T + T_0 = 1665,31^\circ \text{ C}$

Задача 5.1.

$AP = [Mg^{2+}] [OH^-]^2 = 7,1 \cdot 10^{-12}$

$[Mg^{2+}] = \frac{1}{2} [OH^-]^2 = \sqrt[3]{7,1 \cdot 10^{-12}} = 1,922 \cdot 10^{-4} \text{ моль/л}$

$\rho_{\text{O}} < (\rho_{\text{OH}^-})_2 \Rightarrow [Mg^{2+}] = 1,922 \cdot 10^{-4} \text{ моль/л}$

$[OH^-] = 2$

Задача 5.1.

$$PP = [Mg^{2+}] [OH^-]^2 = 7,1 \cdot 10^{-12}$$

$$[Mg^{2+}] = \sqrt[3]{\frac{7,1 \cdot 10^{-12}}{4}} = 1,21 \cdot 10^{-4} \text{ моль/л}$$

$$c(Mg(OH)_2) = [Mg^{2+}] = 1,21 \cdot 10^{-4} \text{ моль/л}$$

$$[OH^-] = 2 [Mg^{2+}] = 2,42 \cdot 10^{-4} \text{ моль/л}$$

$$pH = 14 + \lg [OH^-] \approx 10,4$$

2)  $pH = 12,5 \Rightarrow [OH^-] = 0,0316$

$$PP = [Mg^{2+}] [OH^-]^2 = [Mg^{2+}] \cdot 0,0316^2 = 7,1 \cdot 10^{-12}$$

$$[Mg^{2+}] = \frac{7,1 \cdot 10^{-12}}{0,0316^2} = 7,11 \cdot 10^{-9} \text{ моль/л}$$

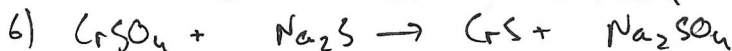
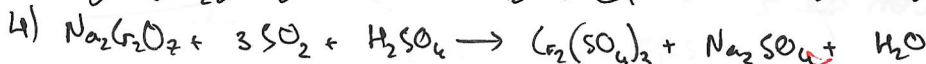
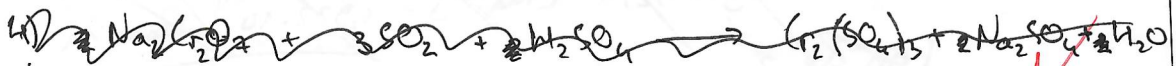
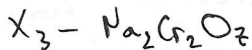
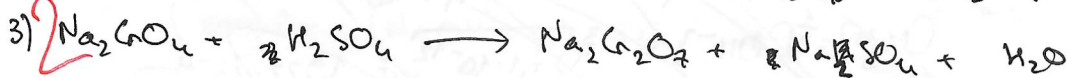
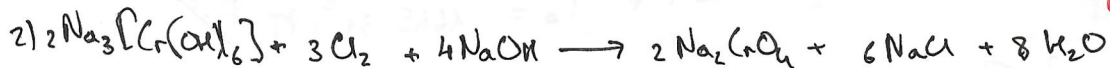
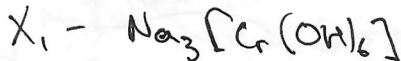
$$c(Mg(OH)_2) = [Mg^{2+}] = 7,11 \cdot 10^{-9} \text{ моль/л}$$

Задача 6.5.

Исходя из условий и р-ний легко понять, что

A - Cr

Тогда



37-23-92-76  
(56.15)

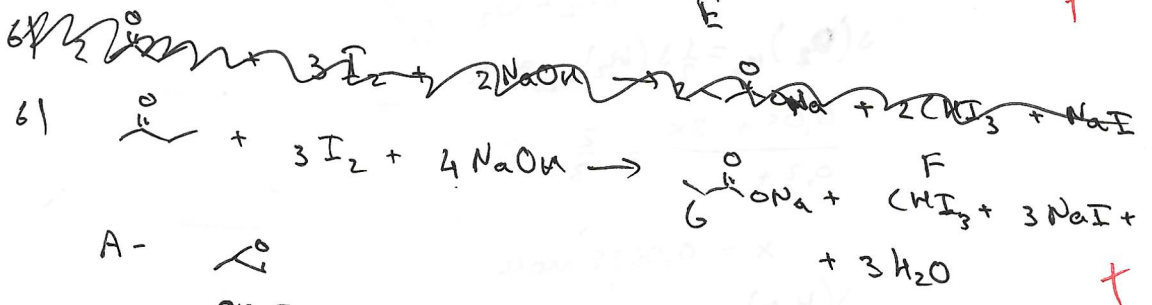
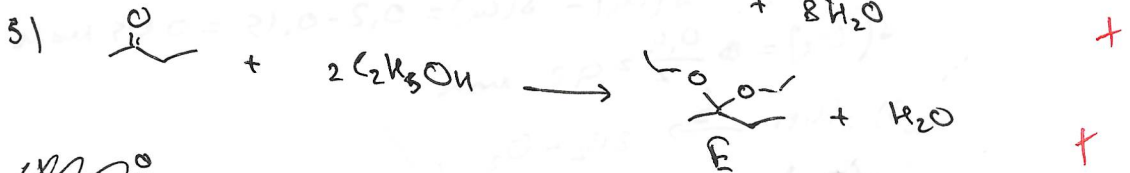
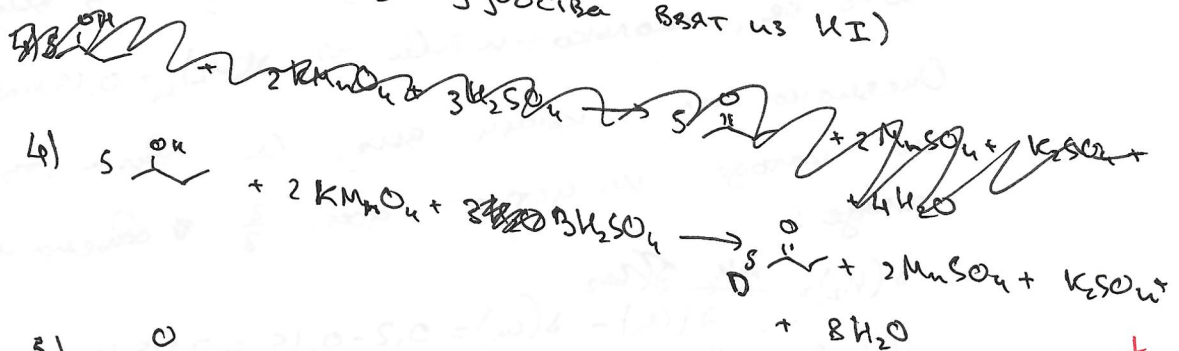
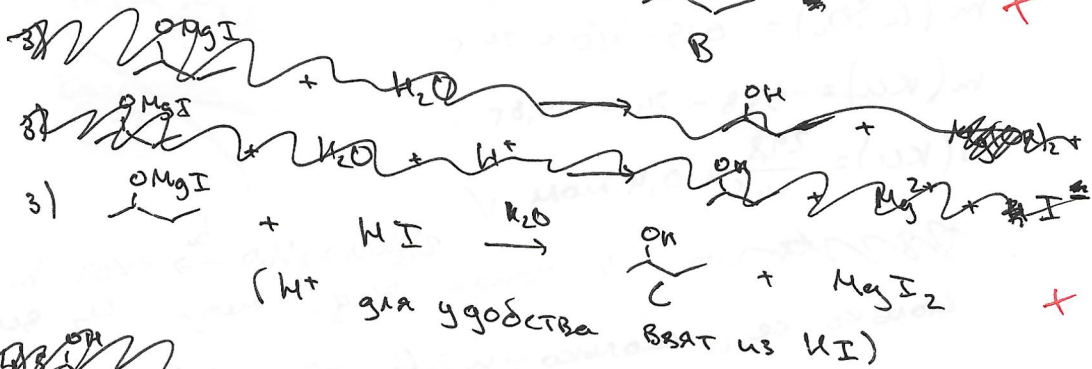
$\text{CrSO}_4$  голубого цвета +

Чистовик

$\text{CrS}$  черный +

В

Задача 7.1.



A -  $\text{C}_6\text{H}_5\text{CO}_2\text{H}$

B -  $\text{C}_6\text{H}_5\text{C}(\text{OH})(\text{CH}_3)\text{CO}_2\text{H}$

C -  $\text{C}_6\text{H}_5\text{C}(\text{OH})(\text{CH}_3)\text{CO}_2\text{H}$

D -  $\text{C}_6\text{H}_5\text{CO}_2\text{H}$

E -  $\text{C}_6\text{H}_5\text{CO}_2\text{H}$

F -  $\text{CHI}_3$

G -  $\text{C}_6\text{H}_5\text{CO}_2\text{H}$

$$j(D) = \frac{10,8}{72} = 0,15 \text{ моль} \quad +$$

Цистовик

~~$$j(D) = 0,15 \text{ моль}$$~~

$$j(F) = j(D) \cdot \eta = 0,15 \cdot 0,75 = 0,1125 \text{ моль}$$

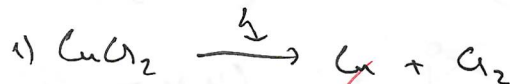
$$m(F) = 0,1125 \cdot M(F) = 0,1125 \cdot 394 = 44,325 \text{ г} \quad +$$

Задача 8.4.

Узнав. на катоде выг. только медь => медь

поместить выделка и прореаг. з. и начал выг.

водород из воды



$$j(\text{CuSO}_4) = j(\text{Cu}) = \frac{9,6}{64} = 0,15 \text{ моль}$$

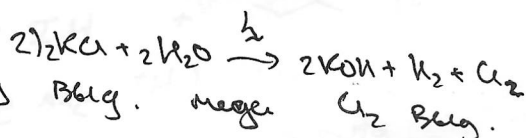
$$m(\text{CuSO}_4) = 0,15 \cdot 160 = 24 \text{ г}$$

$$m(\text{KCl}) = 63,8 - 24 = 29,8 \text{ г}$$

$$j(\text{KCl}) = \frac{29,8}{74,5} = 0,4 \text{ моль} \quad \checkmark$$

~~к концу~~

к концу



медь  $\text{Cl}_2$  выг.

столько же, сколько и  $\text{Cu} \Rightarrow j(\text{Cl}_2)_{\text{Cu}} = 0,15 \text{ моль}$

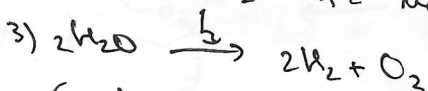
Очевидно, что к концу выг.  $\text{Cl}_2$  объем газа

на катоде не успевает выг.  $\frac{2}{3}$  в объеме и

аноде:

$$j(\text{H}_2) = \frac{2}{3} j(\text{Cl}_2) = \frac{2}{3} (j(\text{Cl}_2) - j(\text{Cu})) = 0,2 - 0,15 = 0,05 \text{ моль}$$

$$j(\text{Cl}_2) = \frac{0,4}{2} = 0,2 \text{ моль}$$



$$j(\text{O}_2)_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{1}{2} j(\text{H}_2)_{\text{H}_2\text{O}} = x$$

$$\frac{0,05 + 2x}{0,2 + x} = \frac{2}{3}$$

$$x = 0,0625 \text{ моль}$$

$$j(\text{H}_2\text{O})_{\text{прореаг}} = 0,0625 \cdot 2 = 0,125 \text{ моль}$$

В р-ре осталось:

$\text{K}_2\text{SO}_4$ ;  $\text{H}_2\text{O}$ ;  $\text{KOH}$

$$j(\text{K}_2\text{SO}_4) = j(\text{CuSO}_4) = 0,15 \text{ моль} \quad m = 26,1 \text{ г}$$

$$j(\text{KOH}) = j(\text{KCl}) - 2j(\text{K}_2\text{SO}_4) = 0,1 \text{ моль} \quad m = 5,6 \text{ г}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 450 - m(\text{H}_2\text{O})_{\text{пор.}} = 450 - 0,125 \cdot 18 = 447,75 \text{ г}$$

$$m_{\text{р-ра}} = 26,1 + 5,6 + 447,75 = 479,45 \text{ г}$$

$$\omega(\text{K}_2\text{SO}_4) = \frac{26,1}{479,45} = 0,0544 = 5,44\%$$

$$\omega(\text{KOH}) = \frac{5,6}{479,45} = 0,0117 = 1,17\%$$

$$\omega(\text{H}_2\text{O}) = 93,39\%$$



$$\nu(\text{CuSO}_3) = \nu(\text{CuSO}_4) = 0,15 \text{ моль}$$

$$m(\text{CuSO}_3) = 0,15 \cdot 144 = 21,6 \text{ г}$$

~~Кусторвик~~

Кусторвик