



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

Вариант 2

Место проведения Москва  
город

**ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА**

Олимпиада школьников Ломоносов  
наименование олимпиады

по химии  
профиль олимпиады

Малашева Сергей Алексеевича  
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата  
« 3 » марта 2024 года

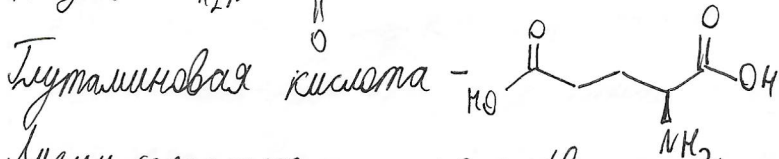
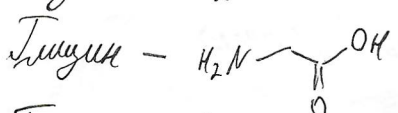
Подпись участника  
Малашев

65-05-83-57  
(57.14)

Чистовик

№ 1.2

86



Лизин содержит доп-ную основную группу (-NH<sub>2</sub>) ⇒ его pK должен быть выше, чем у аминок-ты без подобной групп (глицина).

Глутаминовая к-та сод. доп-ную кислотную гр. (-COOH) ⇒ её pK меньше, чем у глицина.

Тогда, поскольку 3,2 < 5,5 < 9,6, то

банка 1 - глицин -

банка 2 - глутаминовая кислота +

банка 3 - лизин +

Ответ: 1 - глицин; 2 - глутамин. к-та; 3 - лизин

1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9  
6 | 10 | 12 | 12 | 14 | 16 | 16 | 4 | 86

Hand  
Kazov

Чистовик

N 2. 5

Пусть в смеси  $X(\text{CO}) = x$ , тогда  $X(\text{CO}_2) = 1 - x$ . (в начальный момент).

Тогда верно:  $M(\text{CO}) \cdot X(\text{CO}) + M(\text{CO}_2) \cdot X(\text{CO}_2) = M_{\text{He}} \cdot D_{\text{He}}(\text{смеси})$

$$28x + 44(1-x) = 37,6$$

$$16x = 6,4$$

$$x = 0,4$$

Отсюда в начальной смеси 40% CO и 60% CO<sub>2</sub> +



Пусть ~~предположим~~ ~~предположим~~ в смеси 1 моль газов, и прореагировало  $y$  моль CO<sub>2</sub>. Тогда было 0,4 моль CO и 0,6 моль CO<sub>2</sub>. Стало  $(0,4 + 2y)$  моль CO и  $(0,6 - y)$  моль CO<sub>2</sub>. Итого  $0,4 + 2y + 0,6 - y = 1 + y$  моль газов, при этом  $\frac{1+y}{1} = 1 + y = 1,3$  (т.к. по усл. объём увеличился в 1,3 раза)  $\Rightarrow y = 0,3$ . +

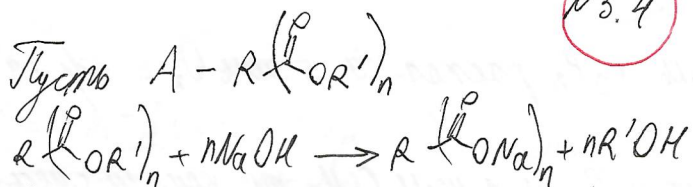
Тогда в конечной смеси  $0,4 + 2 \cdot 0,3 = 1$  моль CO и  $0,6 - 0,3 = 0,3$  моль CO<sub>2</sub>. Плотность смеси  $D_{\text{He}}(\text{смеси}) = \frac{M(\text{CO}) \cdot X(\text{CO}) + M(\text{CO}_2) \cdot X(\text{CO}_2)}{V_{\text{объём}} \cdot M(\text{He})} \approx 7,923$  +

Ответ: 7,293



65-05-83-57  
(57.14)

№3.4  
чистовик



Масса конечных продуктов (общая) - 42,32; масса эфира - 30,32  $\Rightarrow$   
 $\Rightarrow$  прореагировало 122 NaOH, т.е. 0,3 моль

Тогда в соли карбон.к-ты 0,3 моль Na

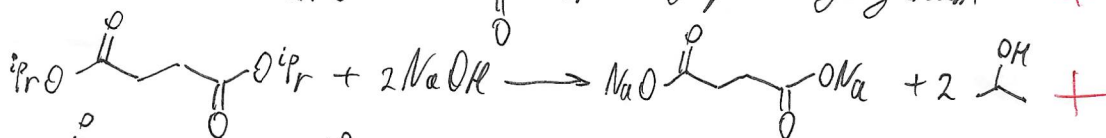
Пусть к-та одноосновная, тогда соли 0,3 моль, откуда  $M(соли) = 81 \frac{г}{моль}$   
 Вычитая массу Na и прибавляя массу H, получ., что  $M(A-COON) = 59 \frac{г}{моль}$   
 т.к. молярная масса нечёткая и меньше 50  $\frac{г}{моль}$ , можно предп-ть, что  
 в состав входит N, что не соотв. условию ( $R-COON$  - карбон.к-та нераз-  
 ветвл. стр.)

Тогда к-та дикарбоновая, и соли 0,15 моль (т.к. в 2 раза меньше NaOH)  
 $\Rightarrow M(соли) = 162 \frac{г}{моль} \Rightarrow M(к-ты) = 118 \frac{г}{моль}$  +

Вычитая массу 2 групп  $-COON$ , получаем  $28 \frac{г}{моль} - C_2H_4$ , т.е. к-та  
 -  $HOOC-CH_2-CH_2-COON$  - этичная к-та +

Тогда спирта  $\sqrt{0,3}$  моль  $\Rightarrow M(R'OH) = 60 \frac{г}{моль}$ , что соотв-ет формуле  
 $C_3H_8O$ . т.к. спирт вторичный,  $R'OH = \overset{OH}{\underset{|}{CH}}-CH_2-CH_3$  - изопропиловый спирт +

Отсюда  $A - iPrO-CO-CH_2-CH_2-CO-OiPr$  - изопропилсукцинат +



потеря массы при дегидратации:  $w = \frac{M(H_2O)}{M(C_5H_8O)} \approx 15,25\%$  +

Ответ:  $A - iPrO-CO-CH_2-CH_2-CO-OiPr$ ;  $w_{потери} \approx 15,25\%$  +

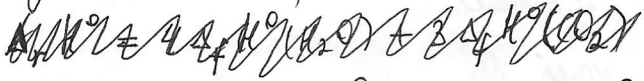
Чистовик

№4,5



Видно, что в р-ции на 1 моль  $C_3H_8$  расход-ся 5 моль  $O_2$  и образ-ся 3 моль  $CO_2$  и 4 моль  $H_2O$ .

П.к. в начальн. смеси 31 моль  $O_2$  и 1 моль  $C_3H_8$ , то конечн. смесь сост. 26 моль  $O_2$ , 3 моль  $CO_2$  и 4 моль  $H_2O$ .



$$Q_{р-ции} = 4Q_{обр}(H_2O) + 3Q_{обр}(CO_2) - Q_{обр}(C_3H_8) = 2043,9 \text{ кДж/моль} \quad +$$

$$Q = Q_{р-ции} \cdot \nu(C_3H_8) = 2043,9 \cdot 1 = 2043,9 \cdot 10^6 \text{ Дж/моль}$$

$$(c(O_2) \cdot \nu(O_2) + c(CO_2) \cdot \nu(CO_2) + c(H_2O) \cdot \nu(H_2O)) \cdot \Delta T = Q \quad +$$

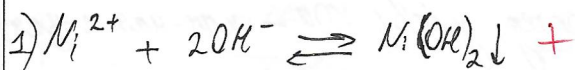
$$\Delta T = \frac{Q}{c(O_2) \cdot \nu(O_2) + c(CO_2) \cdot \nu(CO_2) + c(H_2O) \cdot \nu(H_2O)} = 1655,4 \text{ } ^\circ\text{C} \quad +$$

$$T_{кон} = 1680,4 \text{ } ^\circ\text{C} \quad +$$

Ответ: 1680,4  $^\circ\text{C}$

Чистовик

№ 5. В



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

$$\text{Пусть } [\text{Ni}^{2+}] = c(\text{Ni}(\text{OH})_2)_{\text{р-р}} = x \Rightarrow K_p = x \cdot (2x)^2 = 4x^3$$

$$x = \sqrt[3]{\frac{K_p}{4}} = 4,937 \cdot 10^{-6} \text{ M}$$

$$[\text{OH}^-] = 2x = 1,5874 \cdot 10^{-5} \text{ M}$$

$$\text{pOH} \approx 4,8 \Rightarrow \text{pH} \approx 9,2 = 14 - \text{pOH} +$$

$$2) \text{pH} = 12,5 \Rightarrow \text{pOH} = 1,5 = 14 - \text{pH} \Rightarrow [\text{OH}^-] = 0,031623 \text{ M} = 10^{-1,5}$$

$$K_p = [\text{Ni}^{2+}] [\text{OH}^-]^2 \Rightarrow [\text{Ni}^{2+}] = c(\text{Ni}(\text{OH})_2)_{\text{р-р}} = \frac{K_p}{[\text{OH}^-]^2} = \frac{2 \cdot 10^{-15}}{10^{-3}} = 2 \cdot 10^{-12} \text{ M} +$$

Ответ: 1)  $4,937 \cdot 10^{-6}$  моль/л,  $\text{pH} \approx 9,2$ ; 2)  $2 \cdot 10^{-12}$  моль/л. +

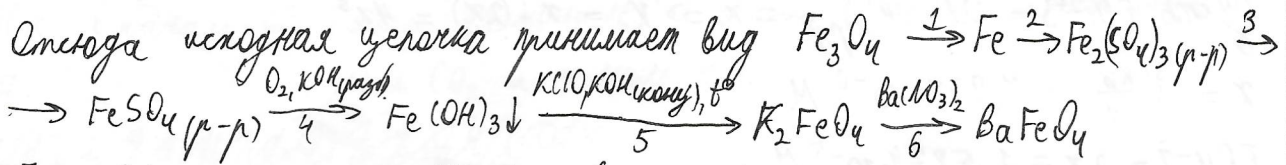


Чистовик

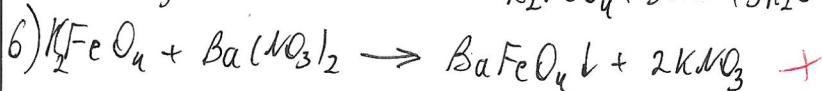
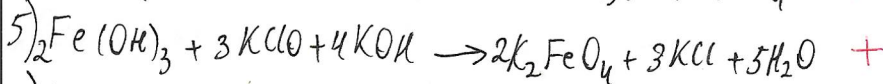
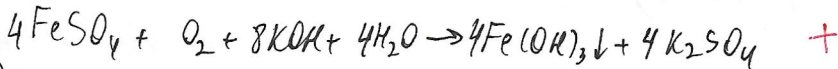
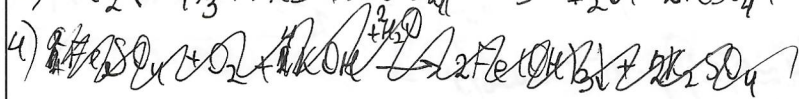
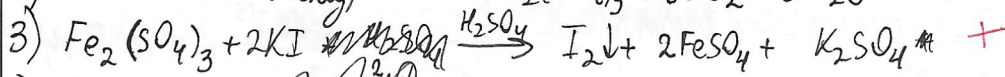
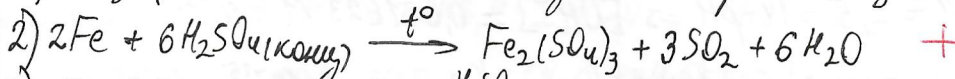
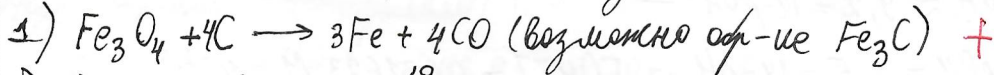
№6.4

Бурый осадок при окислении  $FeSO_4$  и послед. добавл.  $KOH$  - кон-ная р-ция на  $Fe^{2+}$ .

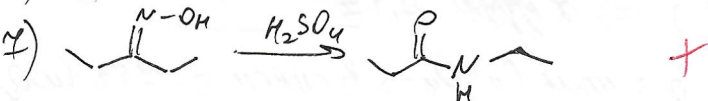
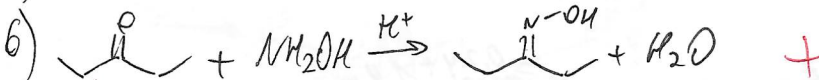
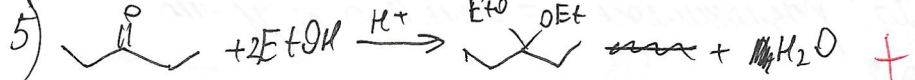
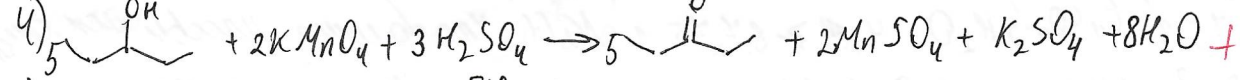
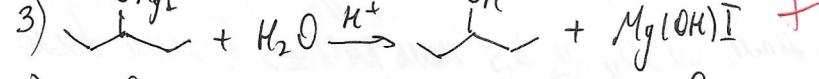
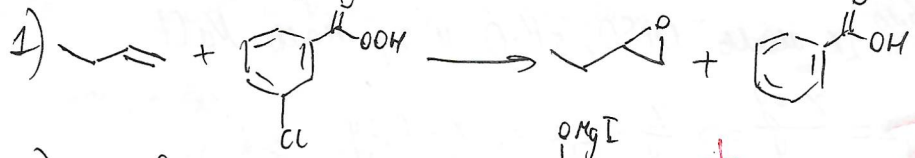
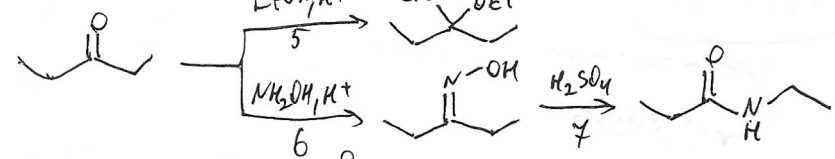
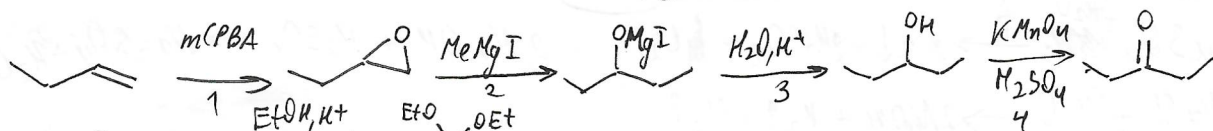
Металлы А - Fe.



$Fe_2(SO_4)_3$  - желтый;  $FeSO_4$  - светло-зеленый.



Чистовик  
№ 3



$m(D) = 12,92 \Rightarrow \nu(D) = 0,15 \text{ моль}$

$\nu(G) = \nu(D) \cdot \eta(F) \cdot \eta(G) = 0,8^2 \cdot \nu(D) = 0,64 \cdot 0,15 = 0,096 \text{ моль}$

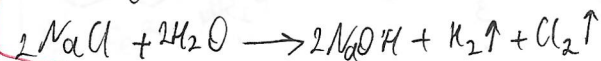
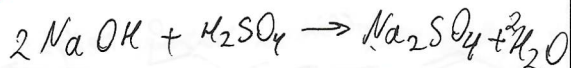
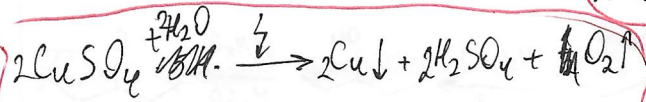
$m(G) = 9,6962$  +

Ответ:  $m(G) = 9,6962$ .



Чистовая

№ 8.2



катод:  $\text{Cu} \downarrow + \text{H}_2 \uparrow$

анод:  $\text{O}_2 \uparrow + \text{Cl}_2 \uparrow$

одновременно  
невозможно

Пусть выделилось  $x$  моль  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  и  $y$  моль  $\text{NaCl}$

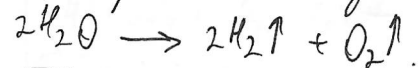
Тогда  $\frac{V_{\text{анод}}}{V_{\text{катод}}} = 1,2 = \frac{x+y}{y} \Rightarrow \frac{x}{y} = 0,2 \Rightarrow x = 0,2y$

Выделилось 19,2 г  $\text{Cu} \Rightarrow x = \frac{m(\text{Cu})}{2M(\text{Cu})} = 0,15 \text{ моль} \Rightarrow y = 0,75 \text{ моль}$

прореагировало 0,3 моль  $\text{CuSO}_4$  и 1,5 моль  $\text{NaCl} \Rightarrow$  в смеси было

7,5 г  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  и  $\geq 87,75$  г  $\text{NaCl}$ , что больше массы исп. смеси

$\Rightarrow$  в процессе эл-за разложилось  $2z$  моль  $\text{H}_2\text{O}$  по ур-ню



Тогда  $\frac{V_{\text{анод}}}{V_{\text{катод}}} = \frac{x+y+z}{y+2z} = 1,2 \Rightarrow x = 0,2y + 1,4z$

$x = 0,15 \text{ моль} \Rightarrow$  прореагировало 0,3 моль  $\text{CuSO}_4 \Rightarrow$  в смеси  $\geq 7,5$  г  $\text{CuSO}_4$

$\cdot 5\text{H}_2\text{O} \Rightarrow \leq 46,8$  г  $\text{NaCl} \Rightarrow \leq 0,8 \text{ моль NaCl} \Rightarrow y \leq 0,4$

$$0,15 = 0,2y + 1,4z \Rightarrow z \geq \frac{0,07}{1,4} = 0,05 \text{ моль}$$

$$0,2y \leq 0,08$$

При этом в смеси было  $\geq 5 \cdot 2x = 3$  моль  $\text{H}_2\text{O}$ , в р-ре 33,33 моль  $\text{H}_2\text{O}$

В процессе эл-за израсход-сь  $2x + 2y + 2z = 0,3 + 2y + 2z$  моль  $\text{H}_2\text{O}$

т.к.  $z \leq \frac{0,15}{1,4} \approx 0,107$  моль, то  $2(y+z) \leq 2 \cdot (0,4 + 0,107) < 1,1$  моль,  $\Rightarrow$

$\Rightarrow$  всего израсход-сь  $\leq 1,4$  моль  $\text{H}_2\text{O}$ .

Очевидно, что однозначного ответа на поставл. вопрос дать нельзя.

Но если допустить, что в силу нек-ых физико-хим. явл. эл-з  $\text{CuSO}_4$  и  $\text{NaCl}$

прошел полностью, то в смеси было 0,3 моль  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ , 0,8 моль  $\text{NaCl}$

и также разложилось 0,1 моль  $\text{H}_2\text{O}$ .

Тогда всего было  $36 \frac{1}{3}$  моль  $\text{H}_2\text{O}$  (в р-ре), т.е. 654 г, или 654 м

$\text{H}_2\text{O}$ , разложилось 0,1 моль, или 1,8 г  $\Rightarrow$  осталось 652,2 г  $\text{H}_2\text{O}$ .

Обр-сь также 0,3 моль  $\text{H}_2\text{SO}_4$  и 0,8 моль  $\text{NaOH}$ , к-ые проеаг-ли и дали

0,3 моль  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , 0,6 моль  $\text{H}_2\text{O}$  и осталось 0,2 моль  $\text{NaOH}$ .

$m(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 35,7$  г;  $m(\text{NaOH}) = 8$  г;  $m(\text{H}_2\text{O}) = 663$  г (652,2 + 0,6 + 18);  $m_{\text{р-ра}} = 706,7$  г

$w(\text{NaOH}) = 1,132\%$ ;  $w(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 5,052\%$

Чистовик

18,2 (стопроцентно)



$$n(\text{Cu}_2\text{SO}_3 + \text{CuSO}_3) = \frac{1}{3} n(\text{CuSO}_4) = 0,1 \text{ моль} \Rightarrow m_{\text{ос}} = 36,8 \text{ г}$$

Ответ: 1)  $w(\text{NaOH}) = 2,132\%$ ;  $w(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 5,052\%$ ; 2)  $m_{\text{ос}} = 36,8 \text{ г}$ .

Черновик

