



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

## **ОЛИМПИАДНАЯ РАБОТА**

Наименование олимпиады школьников: **«Ломоносов»**

Профиль олимпиады: **Химия**

ФИО участника олимпиады: **Ларионов Захар Алексеевич**

Класс: **11**

Технический балл: **95**

Дата проведения: **27 февраля 2022 года**

9167953 Демидова

**95**

8 13 14 20 20 20

1. **8**

2. **13**

Нет объяснения, почему равновесная концентрация фенолят-аниона приравнена к исходной концентрации соли

-3

3. **14**

Нет расчета концентраций (не объяснено, почему в уравнение скорости подставлено количество моль)

-2

4. **20**

5. **20**

6. **20**

# Чистовик Вариант 1.



кислород содержит  $8\bar{e}$  и  $8p$   
 углерод содержит  $6\bar{e}$  и  $6p$   
 водород содержит  $1\bar{e}$  и  $0p$

Итак, пусть формула соединения  $C_xH_yO_z$ , тогда

$$\begin{cases} y + 8z + 6x = 42 \\ 8z + 6x = 32 \end{cases}$$

Вместе с первым уравнением второе и получим  $y = 10$ .

Безусловно, 10 атомов водорода — это примерно, так что разумно предположить, что в молекуле 4 водорода, т.е. если их будет 2, 3 и далее, то это приведет к тому, что не будет углерода, последнее связать такое кол-во атомов водорода  $\Rightarrow$ .

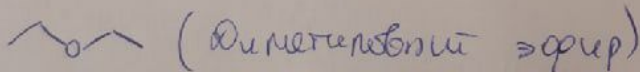
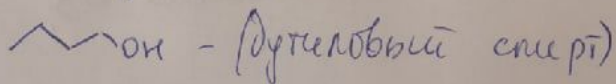
Предположим  $z = 1$ , тогда

$$8 \cdot 1 + 6x = 32$$

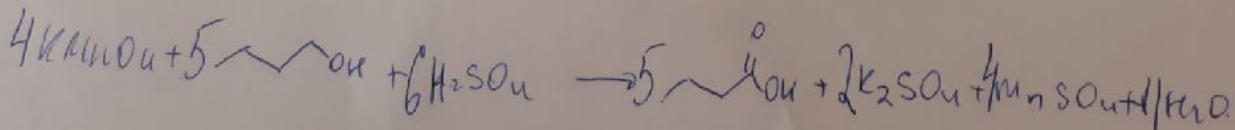
$$6x = 24$$

$x = 4$ , тогда формула соединения —  $C_4H_{10}O$ .

Данной ~~своей~~ формуле могут соответствовать —



Их можно различить добавлением окислителя, например,  $KMnO_4$ , при этом спирт будет окисляться, а эфир — нет.

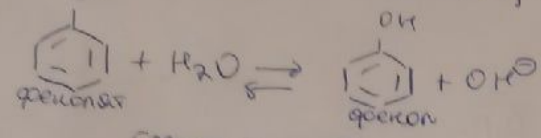


Вариант 1  
 $\sqrt{A^2 - 3}$   
 $n(A)$  проверен

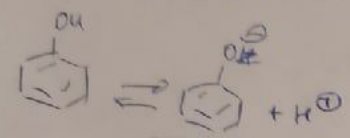
Вариант 1

Чистовик

№ 2. устанавливается в р-ре протекать слр. равновесие:



$$K_2 = \frac{[\text{фрекон}] \cdot [\text{OH}^\ominus]}{[\text{фреколят}]}$$



$$K_{\text{дис}} = \frac{[\text{фреколят}] \cdot [\text{H}^\oplus]}{[\text{фрекон}]}$$

Заметим, что при умножении  $K_2$  на  $\frac{[\text{H}^\oplus]}{[\text{H}^\oplus]}$  (ка ерившзу), получим следующее:

$$K_2 = \frac{[\text{фрекон}] \cdot [\text{OH}^\ominus] \cdot [\text{H}^\oplus]}{[\text{фреколят}] \cdot [\text{H}^\oplus]} = \frac{[\text{фрекон}] \cdot K_w}{[\text{фреколят}] \cdot [\text{H}^\oplus]} = \frac{K_w}{K_{\text{дис}} \cdot [\text{H}^\oplus]} = \frac{10^{-14}}{10^{-10}} = 10^{-4}$$

$\text{pH} = 11 \Rightarrow$

$[\text{H}^\oplus] = 10^{-11}$  ;  $K_w = [\text{H}^\oplus] \cdot [\text{OH}^\ominus] \Rightarrow [\text{OH}^\ominus] = \frac{K_w}{[\text{H}^\oplus]} = \frac{10^{-14}}{10^{-11}} = 10^{-3} \frac{\text{моль}}{\text{л}}$

Понятно, что  $[\text{фреколят}] = [\text{OH}^\ominus]$  верь они вместе образуются в равновесии  $\Rightarrow$  бривои  $\leftarrow$  части

$$K_2 = \frac{[\text{OH}^\ominus]^2}{[\text{фреколят}]}$$

$$10^{-4} = \frac{10^{-3 \cdot 2}}{[\text{фреколят}]} \Rightarrow [\text{фреколят}] = \frac{10^{-6}}{10^{-4}} = 0,01 \text{ M}$$

Чистовик № 3 Вариант 1.

И чтобы найти  $n(B)$  и  $n(A)$  проверим еще условие:

$$\begin{cases} 2n(A) = n(B) \quad (\text{т.к. } B\text{-продукт}) \\ \chi(A) \cdot n(A) + \chi(B) \cdot n(B) = 75,9 \end{cases}$$

$$\chi(A) = \frac{V(A)}{V(A)+V(B)} = \frac{1}{2,86+1} = \frac{1}{2,86} = 0,34965$$

$$\chi(B) = \frac{V(B)}{V(A)+V(B)} = \frac{1,86}{1,86+1} = \frac{1,86}{2,86} = 0,65035$$

⇓

$$\chi(A) \cdot n(A) + \chi(B) \cdot 2n(A) = 75,9$$

$$n(A) \cdot (\chi(A) + 2\chi(B)) = 75,9$$

$$n(A) = \frac{75,9}{\chi(A) + 2\chi(B)} = \frac{75,9}{0,65035 \cdot 2 + 0,34965} = 462 \text{ моль}$$

Можно было сказать, что  $A = NO_2$  т.к. он может редуцироваться и имеет молярную массу 46 г/моль, тогда  $B = N_2O_4$

Заметим, что константа скорости ( $k_1$ ) имеет размерность  $\left(\frac{\text{л}}{\text{моль} \cdot \text{мин}}\right) \Rightarrow$  нужно найти  $V(A)$  и  $V(B)$  при ( $V=1 \text{ л}, T=303 \text{ К}, p=101,3 \text{ кПа}$ )

$$pV = nRT \quad n = \frac{pV}{RT} = \frac{101,3 \cdot 1}{8,314 \cdot 303} = 0,04 \text{ моль}$$

$$V(A) = n \cdot \chi(A) = 0,04 \cdot 0,34965 = 0,014 \text{ моль}$$

$$V(B) = n \cdot \chi(B) = 0,04 \cdot 0,65035 = 0,026 \text{ моль}$$

При равновесии  $2A \xrightleftharpoons[k_{-1}]{k_1} B$  выполняется следующее

условие:

$$k_1 [A]^2 = k_{-1} [B]$$

$$k_1 = 5 \cdot 10^{-3} \frac{\text{л}}{\text{моль} \cdot \text{мин}}$$

$$k_{-1} = \frac{k_1 [A]^2}{[B]} = \frac{5 \cdot 10^{-3} \cdot 0,014^2}{0,026} = 3,769 \cdot 10^{-5} \text{ мин}^{-1}$$

Умовник №4 Вярвания 1.

Если образуются газодразжиные продукты, то можно сказать, что число атомов углерода в смеси не превышает 3-4, т.е. ранее образуются спирты в-в-а.

Кажем под газом:

$$pV = n \omega_2 \frac{RT}{M} \Rightarrow n \omega_2 = \frac{pV}{RT} = \frac{101,3 \cdot 11,15}{(273+180) \cdot 8,314} = 0,3 \text{ моль, пусть } 1 \text{ спирт} -$$

Пусть  $\sqrt{(1-20)} = x$ , тогда  $\sqrt{(2-20)} = 0,3 - x$ . Второго спирта  $C_n H_{2n+2} O$ , тогда!

$$(12n+2n+2+16) \cdot x + (12m+2m+2+16) \cdot (0,3-x) = 15,9. \quad C_m H_{2m+2} O \xrightarrow{K_2O} C_m H_{2m} + H_2O$$

$$(14n+18) \cdot x + (14m+18) \cdot (0,3-x) = 15,9.$$

Предположим, что  $m=2$ , тогда

$$32x + (14m+18)(0,3-x) = 15,9$$

$$32x + 4,2 = 46$$

$$(14n+18)x + 13,8 = 15,9$$

$$(14n+18)x + 9,6 - 32x = 15,9$$

$$(14n+18-32) \cdot x = 6,3$$

$$(14n-14) \cdot x = 6,3 \Rightarrow 2,1$$

Покажем, что можно предположить, что  $n=3$ , тогда.

$$(14 \cdot 3 - 14)x = 21$$

$$14x = 21$$

$$x = 0,15$$

$x$  получили не больше 0,3  $\Rightarrow$  можно сказать, что спирты  $m=2, n=3$  образуются в правильном ответе.

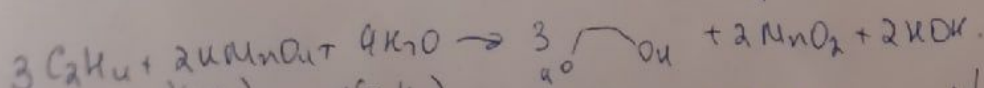
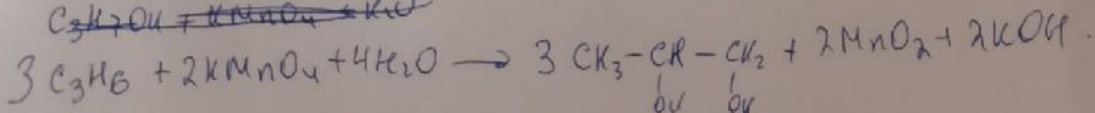
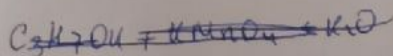
$C_2 H_5 OH$  - первый спирт,  $C_3 H_7 OH$  - второй спирт, тогда

$$m(C_2 H_5 OH) = 0,15 \cdot 46 = 6,9 \text{ г}$$

$$m(C_3 H_7 OH) = 15,9 - 6,9 = 9 \text{ г}$$

$$\omega(C_2 H_5 OH) = \frac{6,9}{15,9} = 0,434$$

$$\omega(C_3 H_7 OH) = \frac{9}{15,9} = 0,566$$



$$V(C_2 H_2) = \frac{\sqrt{C_2 H_2}}{3} \cdot 2 + \frac{\sqrt{C_2 H_4}}{3} \cdot 2 = 0,1 + 0,1 = 0,2 \text{ моль}$$

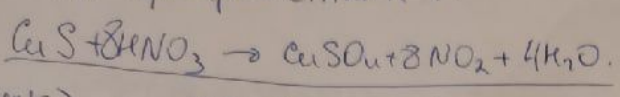
$$V = \frac{0,2}{0,4} = 0,5 = 500 \text{ мл}$$

4/6

Чистовик [№ 5] Вариант 1.

$$n(\text{CuS}) = \frac{9,6}{64+32} = 0,1 \text{ моль. в кр. вром ст. акаа.}$$

1) етап. ~~Продукта~~ ст. акаа 1.



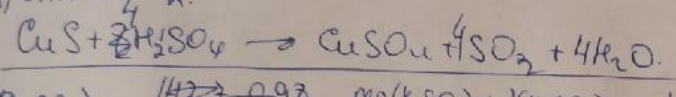
$$n(\text{HNO}_3) = \frac{m_p \cdot w(\text{HNO}_3)}{M(\text{HNO}_3)} = \frac{120 \cdot 0,03}{1+14+16 \cdot 3} = 1,2 \text{ моль} \Rightarrow$$

$\text{HNO}_3$  в изд. б. т. к.  $n(\text{HNO}_3)_{\text{на реакцию}} = 8n(\text{CuS}) = 0,8 \text{ моль} < 1,2 \text{ моль}$ .

$$n(\text{NO}_2) = 8 \cdot n(\text{CuS}) = 0,8 \text{ моль} \Rightarrow n(\text{KNO}_3)_{\text{ост}} = 1,2 - 0,8 = 0,4 \text{ моль}.$$

металлика = 8,  $m(\text{CuS}) + m(\text{KNO}_3) - m(\text{NO}_2) = 9,6 + 120 - 0,8 \cdot 46 = 92,82$ .

2) ст. акаа 2.



$$n(\text{K}_2\text{SO}_4) = \frac{142,7 \cdot 0,98}{2+32+16 \cdot 4} = 1,427 \text{ моль} \Rightarrow$$

$\text{K}_2\text{SO}_4$  в изд. б. т. к.  $n(\text{H}_2\text{SO}_4)_{\text{на р.}} = 4n(\text{CuS}) = 0,4 \text{ моль} < 1,427 \text{ моль}$ .

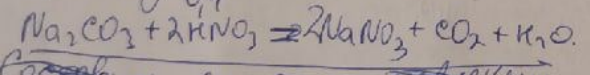
$$n(\text{SO}_2) = 4n(\text{CuS}) = 0,4 \text{ моль}.$$

ст. акаа  $m_p = 142,7 \cdot 0,98 + m(\text{CuS}) - m(\text{SO}_2) = 142,7 + 9,6 - 0,4 \cdot 64 = 126,7$   
 $= 126,72$ .

||

ст. акаа 2 т. а. к. кр.  $126,7 - 92,8 = 33,9 \text{ г}$

3) При г. а. б. н. к. ст. акаау 1  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  ~~пр. а. к. р. а. с. е. л. е. р. м. о. с. e.:~~



с. о. с. т. а. в. и. т. и. ~~у. р. а. в. л. e. н. и.:~~  $n(\text{Na}_2\text{CO}_3)$  к. р. а. к. e. д. л. e. н. e. , т. o. г. р. а. п. р. e. п. o. л. o. ж. e. н. , ч. т. o. в. e. с. e.  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  г. o. a. б. л. e. н. e. к. и. р. e. а. к. и. р. y. e. т. c.  $\text{HNO}_3$  ; т. o. г. р. a. !

$$33,9 = m(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) - \frac{m(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O})}{M(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O})} \cdot M(\text{CO}_2)$$

$$33,9 = m(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) - \frac{m(\text{Na}_2\text{CO}_3) \cdot 44}{286}$$

$$9695,4 = (286 - 44) \cdot m(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O})$$

$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 40 \text{ г}.$$

т. а. к. e. к. a. p. o. с. в. я. з. a. т.ь, ч. т. o. в. э. т. o.м. c. л. y. ч. a.е  $n(\text{Na}_2\text{CO}_3) \leq \frac{2}{8} n(\text{HNO}_3) \Rightarrow n(\text{Na}_2\text{CO}_3) \leq \frac{0,8}{2} = 0,2$

$$n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = n(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = \frac{40}{286} = 0,14 \text{ моль}.$$

$0,14 \text{ моль} < 0,2 \Rightarrow$  в. e. с. e.  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  п. o. л. н. e. н. в. р. e. а. к. и. y. e. т. c.  $\text{HNO}_3$  и м. a. c. c. a. , н. e. o. д. x. o. р. и. т. a.я. г. л. e. y. p. a. в. л. e. н. e. к. и. o. в. e. c. =  $\text{H}_2\text{O}$  ;

$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 40 \text{ г}.$$

Чистовик № 6 Вариант 1

$$M(\text{H}_2\text{SO}_4) \cdot \nu = 98 \cdot 2 = 202 / \text{моль}$$

Судя по тому, что в во 2 в реагирует с  $\text{Cu}(\text{OH})_2$ , можно предположить, что А - альдеид.

Также орто из-в-ва (А, Б) является кислотой, которая при действии  $\text{K}_2\text{SO}_4$  может давать газ.

Можно предположить, что кислота -  $\text{HCOOH}$ , которая при нагревании в серой и-то даёт  $\text{CO}$ , тогда  $M(\text{CO}) = 12 + 16 = 28$ , что означает, что второй газ ~~даёт~~ имеет молярную массу такую же - 28 г/моль.

Тогда можно предположить, что газ 2 -  $\text{C}_2\text{H}_4$ , который может образовываться из спиртов в серой  $\text{K}_2\text{SO}_4$ .

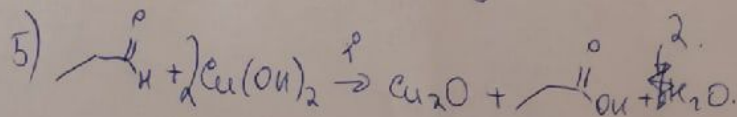
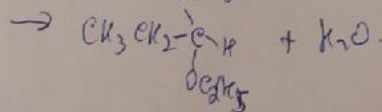
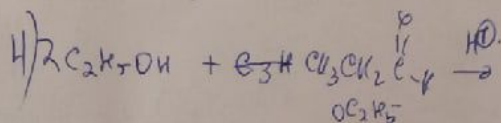
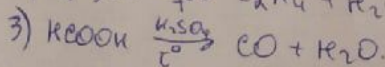
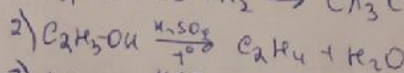
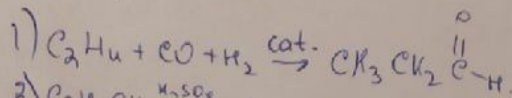
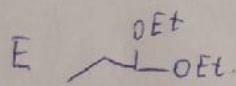
Существует орн из которых получили альдеидов, заключаются в пропускании Ацетона,  $\text{CO}$  и  $\text{H}_2 \Rightarrow$  можно предположить верны:

~~или А -  $\text{HCOOH}$ , Б -  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ , Г -  $\text{C}_2\text{H}_4$ , Д -  $\text{CO}$ .  
А -  $\text{C}_3\text{H}_7\text{COH}$  ( $\text{HCOOH}$ , т.к. не указаны отщепляемые при реакции А и Б)~~

Б -  $\text{HCOOH}$  ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ )

Г -  $\text{CO}$  ( $\text{C}_2\text{H}_4$ )

В -  $\text{C}_2\text{H}_4$  ( $\text{CO}$ )



$$M(\text{Cu}_2\text{O}) = \frac{21,6}{64 \cdot 2 + 16} = 0,15 \text{ моль}$$

$$\nu(\text{Cu}_2\text{O}) = \nu(\text{C}_3\text{H}_7\text{CO}) = 0,15 \text{ моль}$$

$$M(\text{C}_3\text{H}_7\text{CO}) = 0,15 \cdot (12 \cdot 3 + 6 + 16) = 8,72$$