



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

ОЛИМПИАДНАЯ РАБОТА

Наименование олимпиады школьников: **«Ломоносов»**

Профиль олимпиады: **Химия**

ФИО участника олимпиады: **Фокина Анна Алексеевна**

Класс: **11**

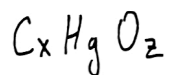
Технический балл: **88**

Дата проведения: **27 февраля 2022 года**

9449355	8	16	6 (нет кинетики)	20	20	18 (масса Д ошибка, т.к. 21.6 это масса оксида меди (1))	88
---------	---	----	------------------	----	----	--	----

Мазо Г.Н.

Чистовик - 1
N1



$$6C + y + 8z = 42$$

$$6C + 8z = 32$$

$$y = 42 - 32$$

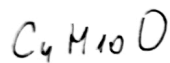
$$y = 10$$

Пусть в соединении количество кислорода = 1, т.е. $z = 1$, тогда:

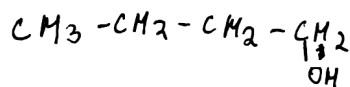
$$6C + 10 + 8 = 42$$

$$6C = 24$$

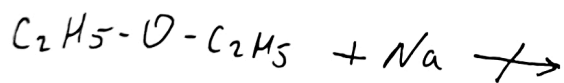
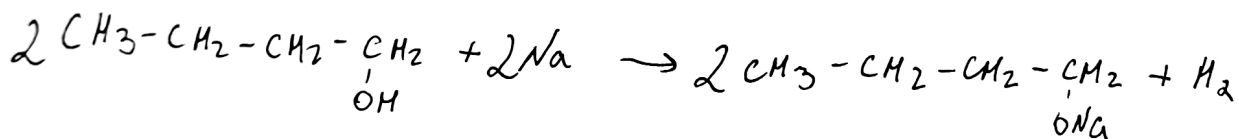
$$C = 4$$



диэтиловый
эфир



бутанол-1

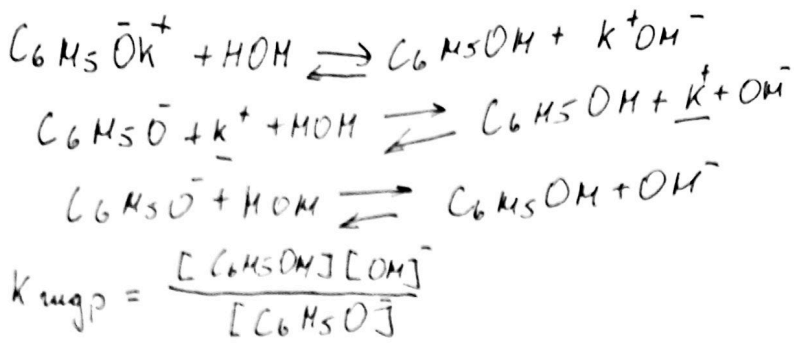


$$pH = 11$$

$$K_a = 10^{-10}$$

№2

Учебник-2



$$K_{\text{гидр}} = \frac{[C_6H_5OH][OH^-]}{[C_6H_5O^-]}$$

Пусть исходная концентрация $C_6H_5OK = a$ моль/л, т.к. $V=1$ л, то $n(C_6H_5OK) = a$ моль. Пусть прореаг. x моль фенолата \Rightarrow образуется x моль C_6H_5OH и x моль OH^- , тогда осталось $(a-x)$ моль фенолата, тогда:

$$K_{\text{гидр}} = \frac{x \cdot x}{a-x} = \frac{x^2}{a-x}$$

$$x = [OH^-] \quad [x^+] \cdot [OH^-] = 10^{-14}$$

$$[OH^-] = \frac{10^{-14}}{[H^+]}$$

т.к. $pH=11$

$$pH = -\lg [H^+] \Rightarrow [H^+] = 10^{-pH} \Rightarrow [H^+] = 10^{-11}$$

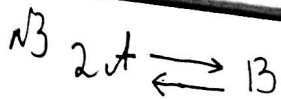
$$[OH^-] = \frac{10^{-14}}{10^{-11}} = 10^{-3}$$

$$K_{\text{гидр}} = \frac{10^{-14}}{K_a} = \frac{10^{-14}}{10^{-10}} = 10^{-4}$$

$$10^{-4} = \frac{(10^{-3})^2}{a - 10^{-3}}$$

$$1000000a - 1000 = 10000$$

$$a = \frac{11}{1000} = 0,011$$



Числовик-3

$V = 1 \text{ л}$ $P = 101,3 \text{ кПа}$ $T = 303 \text{ К}$ $M_{cp} = 75,9 \text{ г/моль}$

$$\eta = \frac{PV}{RT} = \frac{101,3 \cdot 1}{8,31 \cdot 303} = 0,04 \text{ моль}$$

Если $A = 1$ часть, то $B = 1,86$ часть. В сумме:

$$1,86 + 1 = 2,86$$

На одну часть:

$$\frac{0,04}{2,86} = 0,014 \text{ моль} - (B)$$

Тогда А:

$$0,014 \cdot 1,86 = 0,026 \text{ моль} - (A)$$

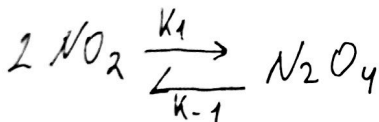
~~$m = 0,04 \cdot 75,9 = 3,036 \text{ г}$~~ $m = 0,04 \cdot 75,9 = 3,036 \text{ г}$

$$m(2A) + m(B) = 3,036$$

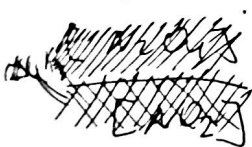
$$2M \cdot 0,026 + M \cdot 0,014 = 3,036$$

$$0,066M = 3,036$$

$$M = 46 \text{ г/моль}$$



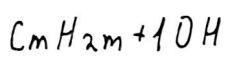
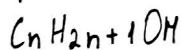
$$K = \frac{k_1}{k_{-1}}$$



$$\frac{k_1 \cdot [\text{NO}_2]^2}{[\text{N}_2\text{O}_4]} = \frac{5 \cdot 10^{-3} \cdot 0,026}{0,014} = 9,009$$

№4

Чистовик-4



- первичные, одноатомные спирты.

$$m = 15,9 \text{ г}$$

$$t = 180 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$T = 180 + 273 = 453 \text{ К}$$

$$V = 11,15 \text{ л}$$

$$P = 101,3 \text{ кПа}$$

$$n = \frac{PV}{RT}$$

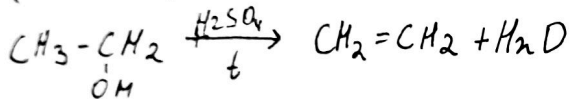
$$n = \frac{101,3 \cdot 11,15}{8,31 \cdot 453} = 0,3 \text{ моль}$$

$$M = \frac{15,9}{0,3} = 53 \text{ г/моль}$$

$$ROH < 53 < R'OH$$

Первый первичный одноатомный спирт - этанол

$$M(C_2H_5OH) = 46 \text{ г/моль} \Rightarrow ROH - \text{этанол}$$



Пусть $n(ROH) = x$ моль, тогда $n(R'OH) = y$ моль, тогда:

$$\begin{cases} x + y = 0,3 \end{cases}$$

$$\begin{cases} (C_n H_{2n+1} OH)_x + (C_m H_{2m+1} OH)_y = 15,9 \end{cases}$$

$$\begin{cases} x = 0,3 - y \end{cases}$$

$$\begin{cases} 46x + (14m + 18)y = 15,9 \end{cases}$$

$$46(0,3 - y) + (14m + 18)y = 15,9$$

$$13,8 - 46y + (14m + 18)y = 15,9$$

$$(14m + 18)y - 46y = 15,9 - 13,8$$

$$y(14m + 18) - 46 = 2,1$$

$$y = \frac{2,1}{14m + 18 - 46}$$

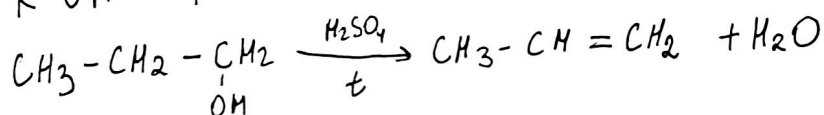
$m \neq 2$ $m = 3$, тогда:

$$y = \frac{2,1}{14} = 0,15 \text{ моль}$$

$$x = 0,3 - 0,15 = 0,15 \text{ моль}$$

N4 R'OH - пропанол-1

Чистовик - 5

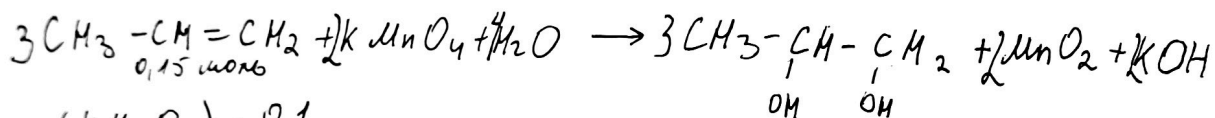
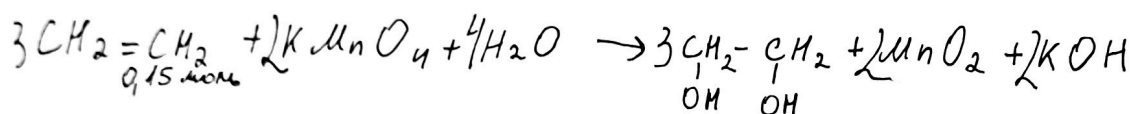


$$m(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 46 \cdot 0,15 = 6,9 \text{ г}$$

$$m(\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}) = 60 \cdot 0,15 = 9 \text{ г}$$

$$w(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = \frac{6,9}{15,9} \cdot 100 = 43,34\%$$

$$w(\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}) = \frac{9}{15,9} = 56,66\%$$



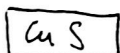
$$n(\text{KMnO}_4) = 0,1$$

$$m(\text{KMnO}_4)_{\text{всего}} = 0,1 \cdot 2 = 0,2 \text{ моль}$$

$$\frac{1}{0,4} = \frac{x}{0,2}$$

$$x = \frac{0,2}{0,4} \quad x = 0,5 \text{ л}$$

NS 120 г 63% HNO_3



142,7 98% H_2SO_4



Чистовик - 6

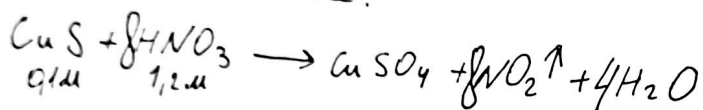
$$m(CuS) = 9,6 \text{ г}$$

$$n(CuS) = \frac{9,6}{96} = 0,1 \text{ моль}$$

$$n(HNO_3) = \frac{120 \cdot 0,63}{63} = 1,2 \text{ моль}$$

$$n(H_2SO_4) = \frac{142,7 \cdot 0,98}{98} = 1,427 \text{ моль}$$

В первом стакане:

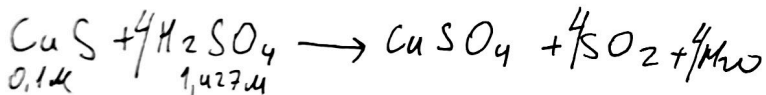


$$n(NO_2) = 0,1 \cdot 8 = 0,8 \text{ моль} \quad m(NO_2) = 0,8 \cdot 46 = 36,8 \text{ г}$$

Масса раствора в первом стакане:

$$9,6 + 120 - 36,82 = \underline{92,78 \text{ г}}$$

Во втором стакане:



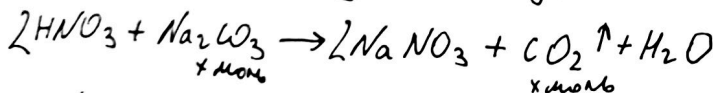
$$n(SO_2) = 0,1 \cdot 4 = 0,4 \text{ моль} \quad m(SO_2) = 64 \cdot 0,4 = 25,6$$

Масса раствора во втором стакане:

$$9,6 + 142,7 - 25,6 = \underline{126,7 \text{ г}}$$

$$\Delta m = 126,7 - 92,78 = 33,92 \text{ г}$$

В 1^{ой} стакане избыток HNO_3 . Добавим в 1^{ой} стакан x моль $Na_2CO_3 \cdot 10 H_2O$, тогда:



$$M(Na_2CO_3 \cdot 10 H_2O) = 286 \text{ г/моль}$$

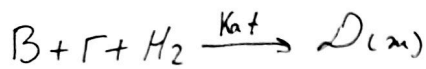
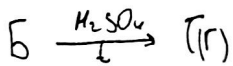
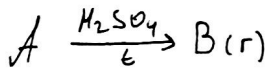
$$92,78 + 286x - 44x = 126,7$$

$$242x = 33,92$$

$$x = 0,14$$

$$m(Na_2CO_3 \cdot 10 H_2O) = 286 \cdot 0,14 = 40,08 \text{ г} - \text{Нужно поместить в 1^{ый} стакан}$$

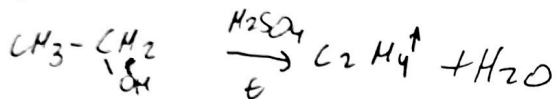
№6



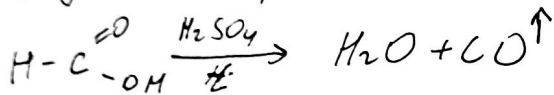
$$M = 32 \cdot 0,875 = 28 \text{ г/моль}$$

$M = 28 \text{ г/моль}$ имеет алкеновые газы: N_2 , C_2H_4 , CO

Пусть в первом сосуде $C_2H_4 - B$, тогда:



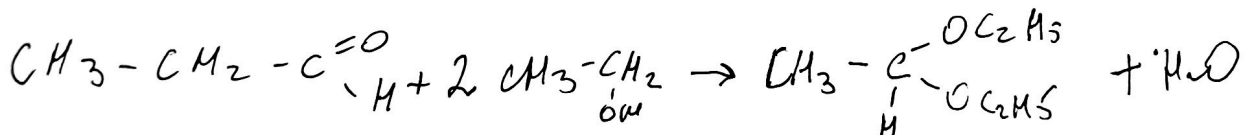
Предположим, что во втором ~~сосуде~~ сосуде CO , тогда



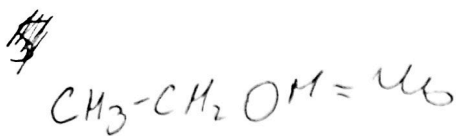
$$n(Cu(OH)_2) = \frac{21,6}{98} = 0,22 \text{ моль}$$

$$n(CH_3-CH_2-\overset{\overset{O}{||}}{C}-H) = \frac{0,22}{2} = 0,11 \text{ моль}$$

$$m(CH_3-CH_2-\overset{\overset{O}{||}}{C}-H) = 0,11 \cdot 58 = 6,38 \text{ г}$$



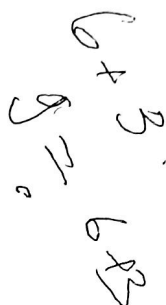
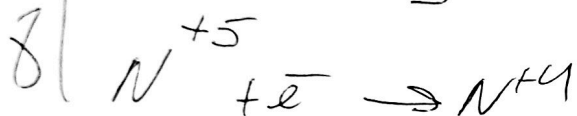
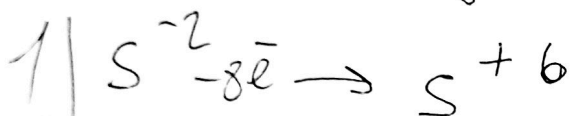
черновик →



14 + 32 = 46

36 + 8 + 16 = 60

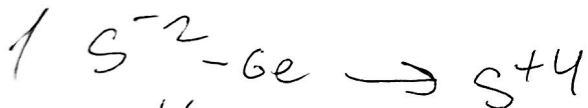
69 + 32 = 101



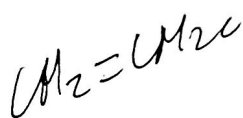
106 +

M = 46 + 12 + 48 = 106

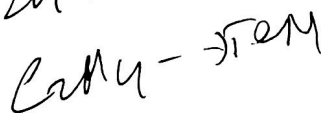
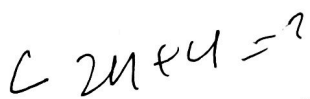
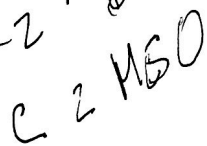
~~CH₄~~

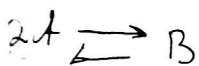


C₃



~~#~~ ~~NO~~





Черновик - 2

$$P = 1 \text{ ат} \quad P = 101,3 \text{ кПа} \quad T = 303 \text{ К}$$

$$n = \frac{PV}{RT} = \frac{101,3 \cdot 1}{8,31 \cdot 303} = 0,04 \text{ моль}$$

$$M_{\text{сред}} = 75,9 \text{ г/моль}$$

Если $A = 1$ моль, то $B = 1,86$ моль. В сумме:
 $1,86 + 1 = 2,86$

$$\frac{0,04}{2,86} = 0,014 \text{ моль} \quad \textcircled{B}$$

Тогда А:

$$0,014 \cdot 1,86 = 0,026 \text{ моль} \quad \textcircled{A}$$

$m(A+B)$

$$n = \frac{m}{M} \quad m = 0,04 \cdot 75,9 = 3,036 \text{ г}$$

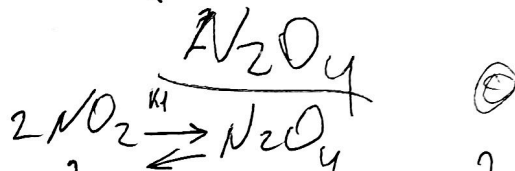
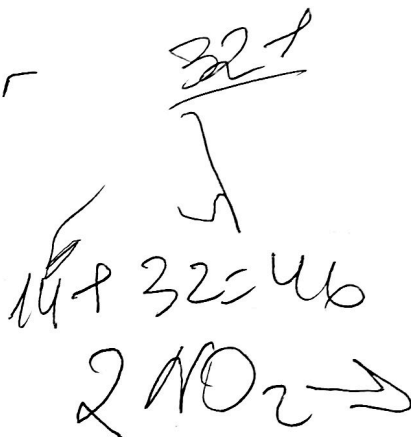
$$M(2A) + M(B) = 3,036$$

$$2M \cdot 0,026 + M \cdot 0,014 = 3,036$$

$$0,052M + 0,014M = 3,036$$

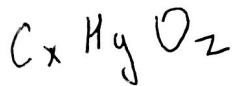
$$0,066M = 3,036$$

$$M = 46 \text{ г/моль}$$



$$K = \frac{k_1}{k_{-1}} = \frac{c(\text{N}_2\text{O}_4)}{c(\text{NO}_2)} = \frac{k_1 \cdot [\text{NO}_2]^2}{[\text{N}_2\text{O}_4]} = \frac{5 \cdot 10^{-3} \cdot (0,026)^2}{0,014}$$

N1



~~32e~~ ~~42e~~ ~~432H~~
42e 432H

Углеродик - 3 $\bar{e} = 6$

C: p=6 n=6 $\bar{e} = 6$
H: p=1 $\bar{e} = 1$

O: p=8 $\bar{e} = 8$ n=8

$6C + y + 8Z = 42$

$6C + 8Z = 32$

$y + 32 = 42$

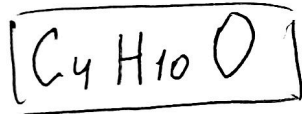
$y = 10$

Число коли-во кислорода в соединении 1, т.е. $Z = 1$, тогда:

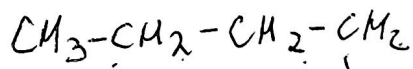
$6C + 10 + 8 = 42$

$6C = 24$

$C = 4$



диэтиловый эфир

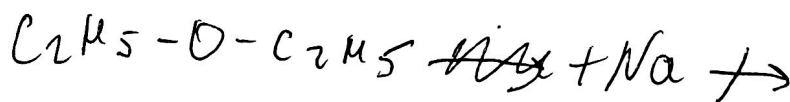
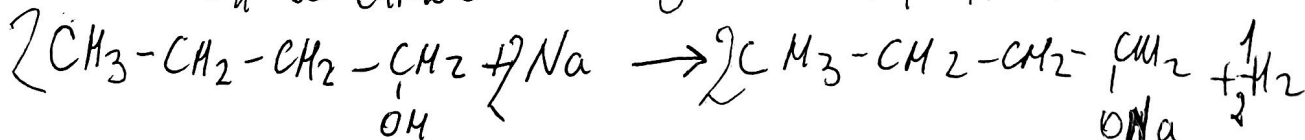
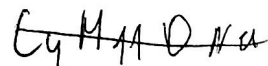


\downarrow
OH

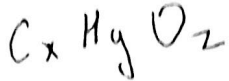
бутанол-1



$C_8 H_{18}$



N1



$$\begin{array}{r} 32x + y + 16z = 42 \\ 420 + 32x \end{array}$$

Углерод: $p=4, n=6, z=1$
Водород: $p=1, n=1, z=1$
Кислород: $p=2, n=2, z=1$

$$6C + y + 8z = 42$$

$$6C + 8z = 32$$

$$y + 32 = 42$$

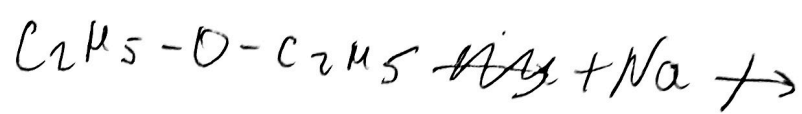
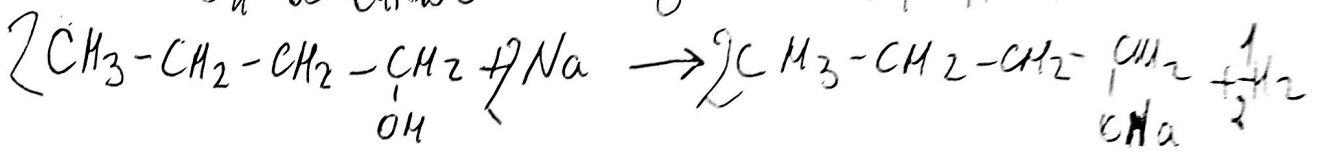
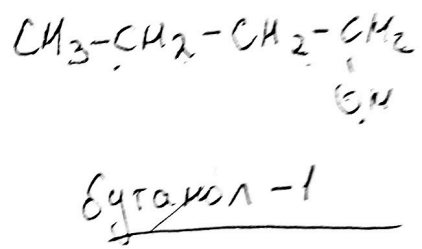
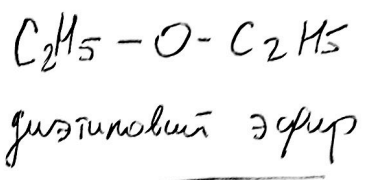
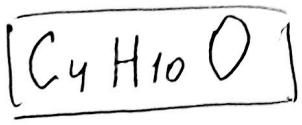
$$y = 10$$

Здесь количество кислорода в соединении 1, т.е. $z=1$, тогда

$$6C + 10 + 8 = 42$$

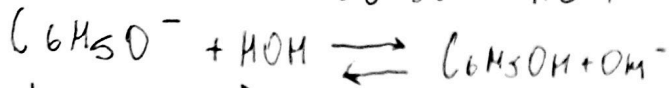
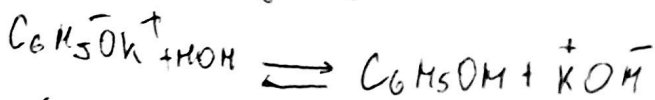
$$6C = 24$$

$$C = 4$$



$$pH = 11 \quad K_g = 10^{-10}$$

Черновик — 4



$$K_{гидр} = \frac{[C_6H_5O_2H][OH^-]}{[C_6H_5O_2^-]}$$

Пусть исходная концентрация $C_6H_5O_2K = a$ моль/л, т.к. $V=1$ л, то и концентрация a моль/л

Пусть гидролизировано x моль фенолата \Rightarrow образовалось x моль $C_6H_5O_2H$ и x моль OH^- и осталось $(a-x)$ моль фенолата фенолата

$$K_{гидр} = \frac{x \cdot x}{a-x} = \frac{x^2}{a-x}$$

$$x = [OH^-] \quad [x^+] \cdot [OH^-] = 10^{-14}$$

$$[OH^-] = \frac{10^{-14}}{[H^+]}$$

т.к. $pH = 11$

$$pH = -\lg [H^+] \Rightarrow [H^+] = 10^{-pH}$$

$$\Rightarrow [H^+] = 10^{-11} \Rightarrow [OH^-] = 10^{-3}$$

$$K_{гидр} = \frac{10^{-14}}{K_g} = \frac{10^{-14}}{10^{-10}} = 10^{-4}$$

$$10^{-4} = \frac{(10^{-3})^2}{a - 10^{-3}} \quad \frac{1}{10^4} = \frac{(10^{-3})^2}{a - 10^{-3}} = \frac{10^{-6}}{a - 10^{-3}} =$$

$$= \frac{10^{-6}}{a - \frac{1}{10^3}} = \frac{1}{a - \frac{1}{10^3} \cdot 10^6} = \frac{1}{10^3 a - 1} \cdot 10^6 = \frac{10^6}{10^3 a - 1}$$

$$\frac{1}{10000} = \frac{1}{\frac{10^3 a - 1}{10^6}} \cdot 10^6 = \frac{1}{(10^3 a - 1) \cdot 10^3} = \frac{1}{(1000 a - 1) \cdot 1000}$$

$$(1000 a - 1) \cdot 1000 = 10000$$

$$1000000 a - 1000 = 10000$$

$$a = \frac{11}{1000} = 0,011$$