



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Вариант 1.

Задача 1.

1) 50мг - ?  
1000мг - 4моль } => ? = (50 \* 4) / 1000 = 0,2 (моль)

v1(NaOH) = 0,2 моль

2) 40мг - ?  
1000мг - 4моль } => ? = (40 \* 4) / 1000 = 0,16 (моль)

v2(NaOH) = 0,16 моль

3) Пусть в ходе нагревания изменился протермина только одна из кислот, тогда: v(кислоты) : v2(к-ты) = (0,2 - 0,16) : 0,16 = 0,04 : 0,16 = 1 : 4

Пусть v1(к-ты) = x моль, тогда v2(к-ты) = 4x моль; каждая из к-т - двухосновная, т.е. каждая содержит как минимум 4 атома кислорода. Пусть каждая содержит 4 атома кислорода.

Возьмем 1 моль к-ты 1, тогда:  
16 \* 4 + 4 \* 16 \* 4 = 0,5063 M (смеси)

=> M(смеси) = 632 (г/моль)

=> M(углерод) = M(смеси) \* 0,4367 = 276 г/моль => 23 атома

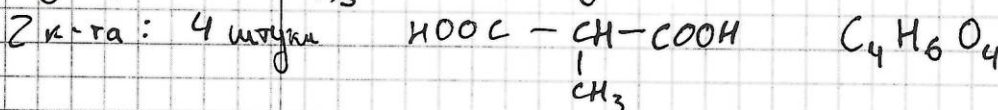
=> M(водород) = M(смеси) \* 0,1111 - 16 \* 20 - 276 = 36 г/моль => 36 атомов водорода.

=> Состав смеси к-т (учитывая их отношение 1:4): C23H36O20  
Каждая из к-т содержит по 2 -COOH группы:

1 к-та: R(COOH)2 } => 10 атомов углерода в -COOH, и  
2 к-та: 4 R(COOH)2 } остальны еще 13 атомов

Примем 2 к-та, содержит кол-во атомов, кратное 4 (по отношению 1:4). Пусть 2 к-та содержит 3 атома углерода, но ~~так~~ по условию каждая из к-т содержит предельный атом; ~~тогда~~ т.е. 1 к-та не подойдет под условие (будет только 1 атом по шиммо ~~к-та~~ -COOH)

~~2 к-та~~ Пусть 1 к-та содержит 2 атома углерода (по шиммо ~~к-та~~ -COOH). Тогда:



Handwritten table with numbers: 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 / 10 | 16 | 11 | 9 | 0 | 46

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача 1 (продолжение)

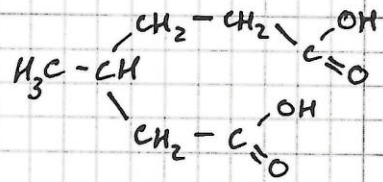
1 к-та :  $C_5H_{10}(COOH)_2$

~~$C_5H_{10}(COOH)_2$~~   $C_7H_{12}O_4$

Ответы на вопросы задачи:

Брутто-формулы:  $C_4H_6O_4$  и  $C_7H_{12}O_4$

Возможные структуры:  $HOOC-CH(CH_3)-COOH$

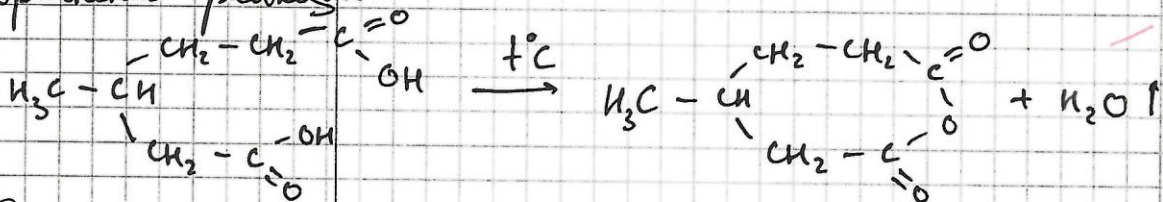


Массовые содержания:

$$w(C_4H_6O_4) = \frac{4 \cdot (12 \cdot 4 + 6 + 16 \cdot 4)}{4(12 \cdot 4 + 6 + 16 \cdot 4) + (12 \cdot 7 + 12 + 16 \cdot 4)} \cdot 100\% = 74,68\%$$

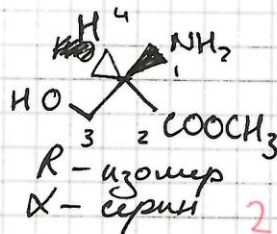
$$w(C_7H_{12}O_4) = 100\% - 74,68\% = 25,32\%$$

Уравнение реакции:



Задача 2.

④ Хранить в закрытом сосуде и чтобы  $CH_3OH$  не испарился  
Хранить при высокой температуре



на рисунке цифрами указано старшинство



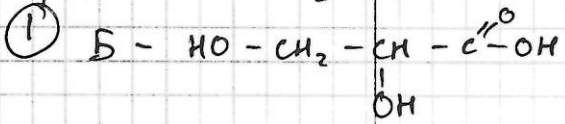
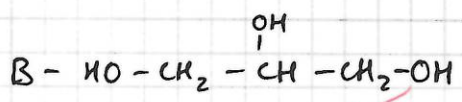
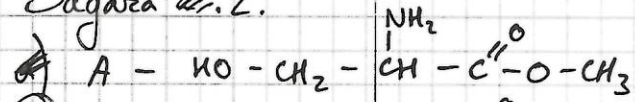
Место для скрепки



11-2-2484

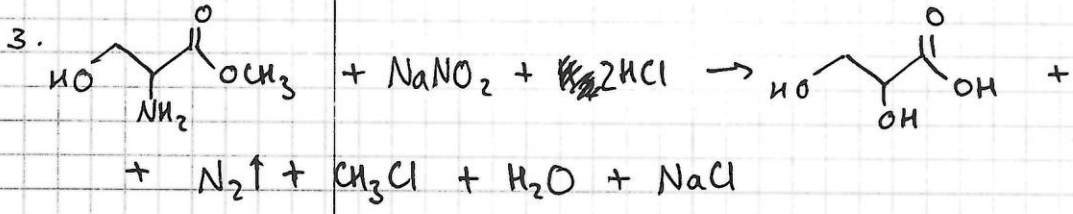
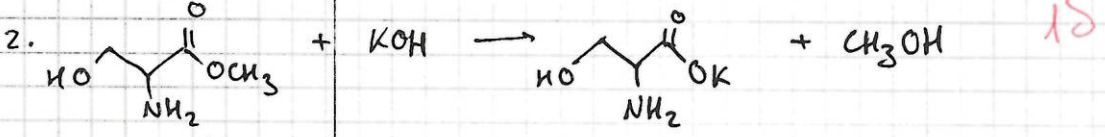
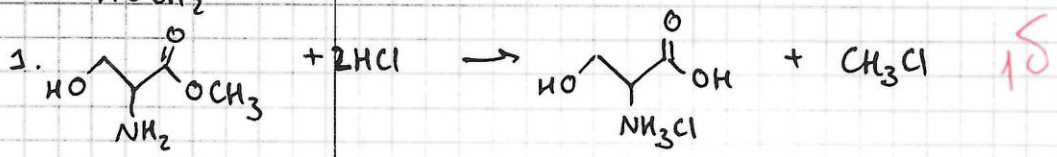
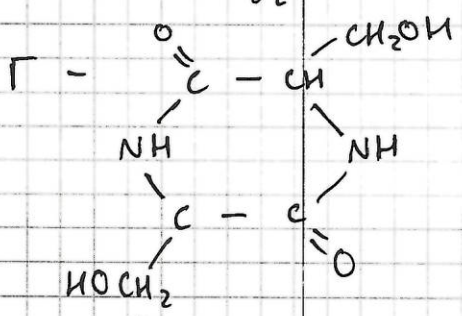
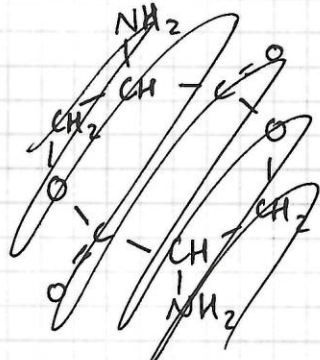
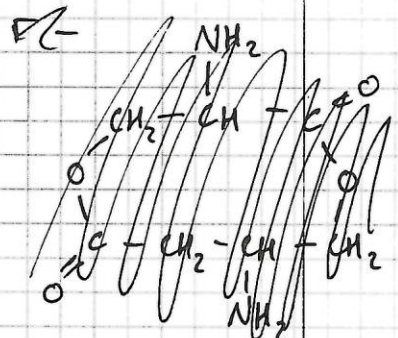
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача № 2.



45

15



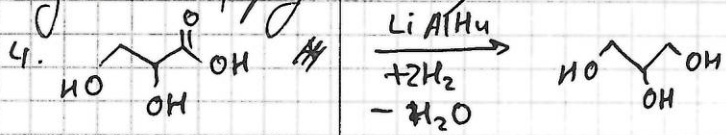
черновик  чистовик  
 (поставьте галочку в нужном поле)

Страница № 3 из 12 стр.  
 (нумеруются только чистовики)

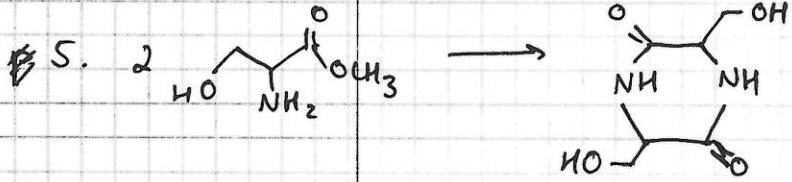


ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача 2 (продолжение)

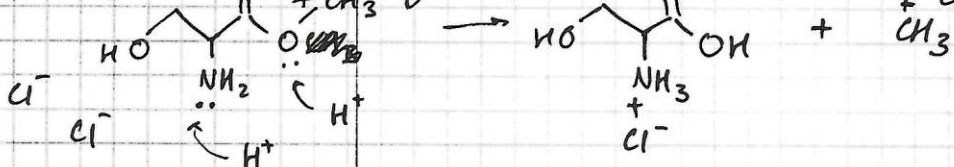


25

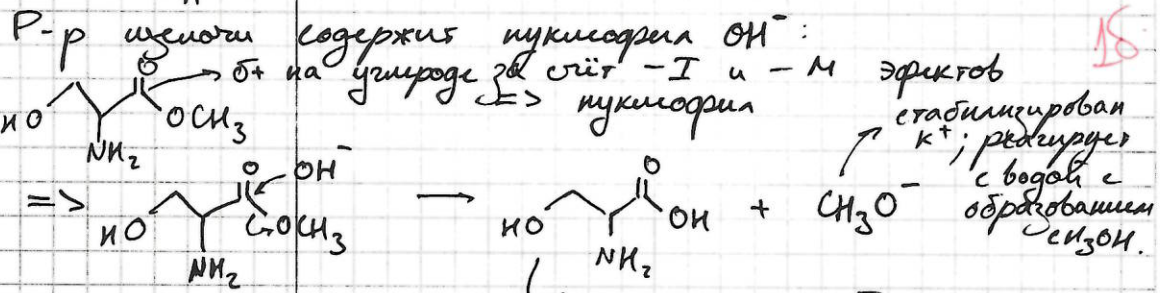


25

2) Азот содержит неподеленную электронную пару, следовательно в кислой среде легко присоединяет  $\text{H}^+$  образуя катион. Кислород тоже содержит неподеленную электронную пару  $\Rightarrow$  тоже присоединяет  $\text{H}^+$ ; (в  $\text{H}^+$  и  $\text{H}_2\text{O}$  и  $\text{H}_2\text{SO}_4$  и т.д. группа (кислая среда содержит много  $\text{H}^+$   $\Rightarrow$  р. идет быстро)



15



15

Для увеличения скорости данной реакции не необходима полярная среда (полярный  $\text{H}^+$ -риганд) и хороший нуклеофил (возможна замена  $\text{OH}^-$  группой на другую, чтобы уходящая группа была стабильней)

3) Иммерин; используется в органическом синтезе (и как реагент, и как растворитель) и в быту (чистящее средство). Промышленный способ получения (кислотный) гидролиз жиров.

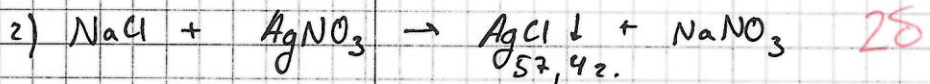
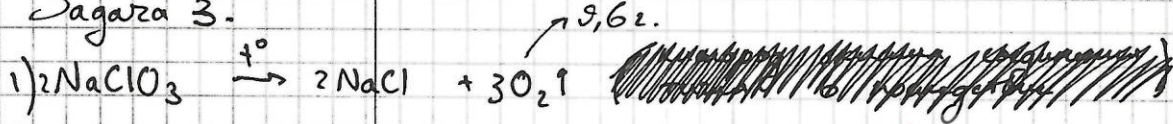
15





ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача 3.



$$\nu(\text{AgCl}) = \nu(\text{NaCl}) = \nu(\text{Na}^+) = \frac{57,4}{108+35,5} = 0,4 \text{ (моль)}$$

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

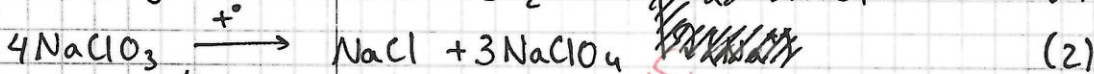
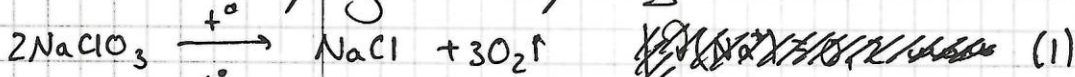
$$\left. \begin{matrix} 340\text{g} - 100\% \\ ? - 40\% \end{matrix} \right\} \Rightarrow ? = \frac{340 \cdot 40}{100} = 136 \text{ (г)} - \text{самого } \text{AgNO}_3 \text{ в р-ре}$$

$$\Rightarrow \nu(\text{AgNO}_3) = \frac{136}{108+14+16 \cdot 3} = 0,8 \text{ (моль)}$$

Т.к.  $\nu(\text{AgNO}_3) > \nu(\text{AgCl})$ , то избыток хлорида серебра  
~~будет результатом реакции:~~



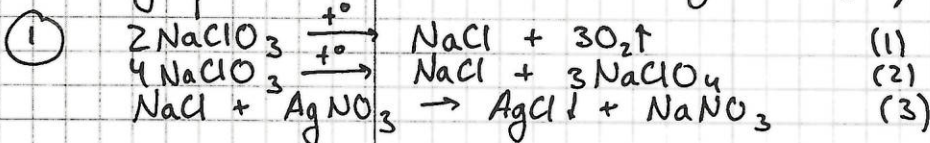
3) Вернемся к реакции из пункта 1 решим.  $\nu(\text{O}_2) = \frac{9,6}{32} = 0,3 \text{ (моль)}$ ; по у.х.р.  $\nu(\text{Na}^+) = \nu(\text{NaClO}_3) = \frac{\nu(\text{O}_2) \cdot 2}{3} = \frac{0,3 \cdot 2}{3} = 0,2 \text{ (моль)}$ . Но из пункта 2 решим  $\nu(\text{Na}^+) = 0,4 \text{ моль}$   
 $\Rightarrow$  В титре произошло 2 реакции:



и затем:



Запишу реакции и ответы к пунктам (вопросам) задачи:



черновик



чистовик



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

② Для реакции (1):  $\nu(\text{CO}_2) = 0,3 \text{ моль} \Rightarrow \nu(\text{NaCl}) = 0,1 \text{ моль}$   
 Для реакции (3):  $\nu(\text{AgCl}) = 0,4 \text{ моль} \Rightarrow \nu_1(\text{NaClO}_3) = 0,2 \text{ моль}$  28  
 $\Rightarrow \nu_2(\text{NaCl}) = \nu_{\text{общее}}(\text{NaCl}) - \nu_1(\text{NaCl}) = 0,4 - 0,1 = 0,3 \text{ (моль)}$

Для реакции (2):  $\nu_2(\text{NaClO}_3) = 4\nu_2(\text{NaCl}) = 4 \cdot 0,3 = 1,2 \text{ (моль)}$   
 $\nu_{\text{общее}}(\text{NaClO}_3) = \nu_1(\text{NaClO}_3) + \nu_2(\text{NaClO}_3) = 0,2 + 1,2 = 1,4 \text{ (моль)}$   
 $m(\text{NaClO}_3) = 1,4 (23 + 35,5 + 16 \cdot 3) = 127,8 \text{ (г)}$

③  $\nu(\text{Ag}^+) = \nu(\text{Ag}^+ \text{ в } \text{AgNO}_3) - \nu(\text{AgCl}) = 0,8 - 0,4 = 0,4 \text{ (моль)}$  28  
 $m(\text{Ag}^+) = 0,4 \cdot 108 = 43,2 \text{ (г)}$

$m(\text{р-ра}) = m(\text{NaCl}) + m(\text{NaClO}_4) + m_{\text{р}}(\text{AgNO}_3) - m(\text{AgCl}) =$   
 $= 0,4 (23 + 35,5) + 3 \cdot 0,3 \cdot (23 + 35,5 + 16 \cdot 4) + 340 + 200 -$   
 $- (108 + 35,5) \cdot 0,4 = 23,4 + 110,25 + 340 + 200 - 57,4 =$   
 $= 616,25 \text{ (г)}$

$m(\text{H}_2\text{O}) = 200 \text{ г}$ , т.к.  $V(\text{H}_2\text{O}) = 200 \text{ мл}$ ;  $\rho = 1 \text{ г/мл}$   
 $w(\text{Ag}^+) = \frac{43,2}{616,25} \cdot 100\% = 7,01\%$

④  $2\text{NaClO}_3 + 2\text{P} + \text{C} \rightarrow 2\text{NaCl} + \text{P}_2\text{O}_5 + \text{CO}_2$   
 $(3\text{NaClO}_3 + 2\text{P} + 2\text{C} \rightarrow 3\text{NaCl} + \text{P}_2\text{O}_5 + 2\text{CO}_2)$  28

$2\text{NaClO}_3 + \text{HO}-\text{C}(=\text{O})-\text{C}(=\text{O})-\text{OH} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2\text{CO}_2 \uparrow +$   
 $+ 2\text{CO}_2 \uparrow + \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$  28



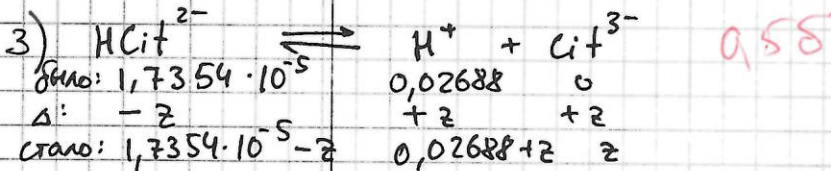




ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача 4 (продолжение)

[H+] = 0,02686 + 1,7354 \* 10^-5 = 0,02688 (моль)



Ka3 = [H+][Cit3-] / [H2Cit2-] = z(0,02688+z) / (1,7354 \* 10^-5 - z) = 10^-6,4

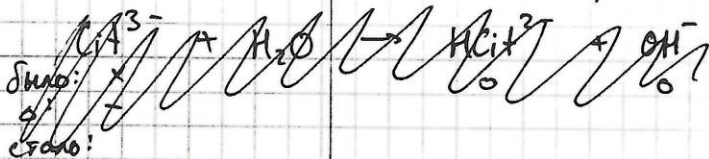
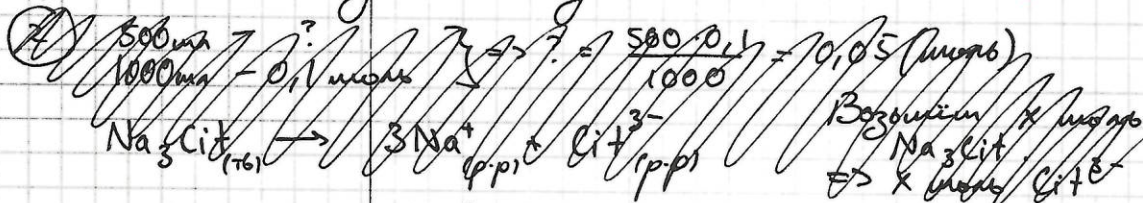
=> 0,02688z + z^2 = 1,7354 \* 10^-5 \* 10^-6,4 - z \* 10^-6,4
z^2 + 0,02688z - 1,7354 \* 10^-11,4 = 0
D = 7,2253 \* 10^-4; D > 0, то 2 корня

z1 = 2,57 \* 10^-10 (моль)

z2 = -0,02688 (моль) - не подходит, т.к. число должно быть положительным

=> [H+] = 0,02688 + 2,57 \* 10^-10 ≈ 0,02688 (М)

pH (H2Cit) = -lg[H+] = -lg 0,02688 = 1,57



2) 500ml - ?
1000ml - 0,1 моль } => ? = (500 \* 0,1) / 1000 = 0,05 (моль)

M(Na3Cit) = M(H2Cit) - 3A(H) + 3 \* A(Na) = 192 - 3 + 23 \* 3 = 258

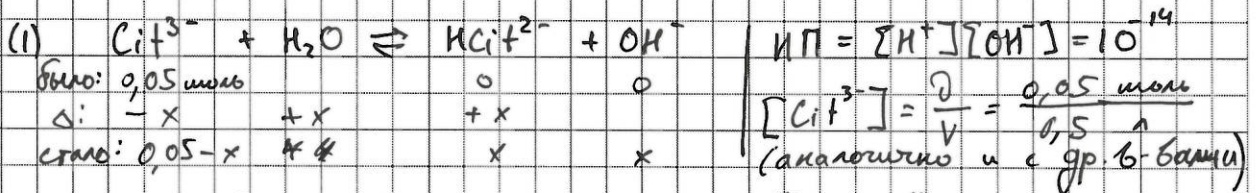
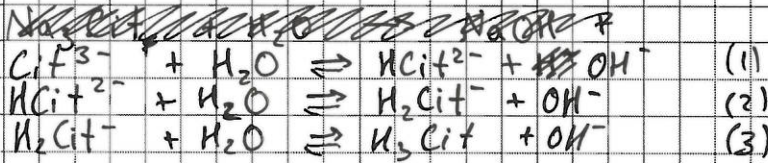
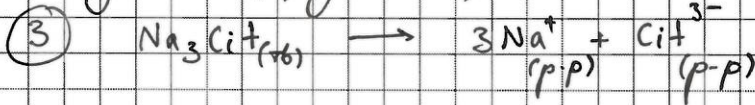
m(Na3Cit) = 0,05 \* 258 = 12,9 (г); Ответ: 12,9 г цитрата.





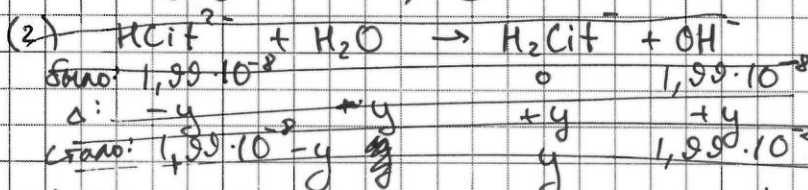
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача 4 (продолжение)



K1 = [HCit2-] [OH-] / [Cit3-] [H2O] = [HCit2-] / [Cit3-] [H+] = 10^14 / (Ka3 \* 10^-14) = 1/Ka3

K1 = x^2 / ((0,05-x) \* 0,5) = 1/Ka3 = 10^6,4
x^2 + 10^6,4 x - 0,05 = 0
D = 6,3096 \* 10^12; D > 0
x1 = 1,99 \* 10^-8 (моль)
x2 = -2511886 (моль) - не подходит, т.к. отрицательное



Аналогично с K1 и Ka3: K2 = 1/Ka3 = 10^4,76 = y(1,99 \* 10^-8 + y) / (1,99 \* 10^-8 - y)
=> y^2 + 57544 y - 1,99 \* 10^-7 = 0
D = 33131825
y1 = 3,458 \* 10^-13 (моль)

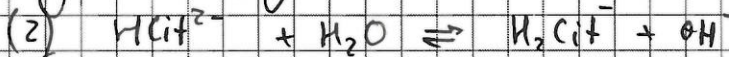
и3 K1 = x^2 / ((0,05-x) \* 0,5) = 1/Ka3 = 10^6,4
x^2 = 0,025 \* 10^6,4 - 0,5 \* 10^6,4 x
x^2 + 0,5 \* 10^6,4 x - 0,025 \* 10^6,4 = 0
D = 1,577 \* 10^12

x1 = 0,05 (моль)
x2 = -1255943 (моль) - не подходит, т.к. отрицательное



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача 4 (продолжение)



было: 0,05  
Δ: -y  
стало: 0,05-y

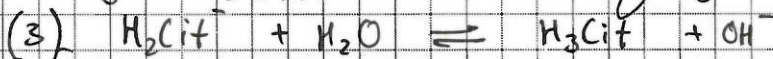
0 +y  
0,05 +y

Аналогично  $K_1$  и  $K_{a2}$ :  $K_2 = \frac{1}{K_{a2}} = 10^{4,76} = \frac{y(y+0,05)}{(0,05-y)0,5}$

$\Rightarrow y^2 + 57544,04373y - 2877,2 = 0$   
 $\Delta = 3311328478$   
 $D = 827836435,3$

$y_1 = 0,05$  (моль)

$y_2 = -2877,2$  (моль) — не подходит, т.к. отрицательное



было: 0,05  
Δ: -z  
стало: 0,05-z

0 +z  
0,1 +z

Аналогично  $K_{a1}$  и  $K_{a3}$ :  $K_3 = \frac{1}{K_{a1}} = 10^{3,13} = \frac{z(0,1+z)}{0,5(0,05-z)}$

$\Rightarrow z^2 + 674,58z - 33,724 = 0$   
 $D = 455193$

$z_1 = 0,05$  (моль)

$z_2 = -674,63$  (моль) — не подходит, т.к. отрицательное

$\Rightarrow [OH^-] = \frac{0,15}{0,5} = 0,3$  (M)

$\Rightarrow [H^+] = \frac{10^{-14}}{0,3} = 3,33 \cdot 10^{-14}$  (M)

$pH = -\lg[H^+] = -\lg(3,33 \cdot 10^{-14}) = 13,477$

4)  $x$  с  $pH = 13,477$   $[H^+] = 3,33 \cdot 10^{-14}$  M  
 $y$  с  $pH = 1,57$   $[H^+] = 0,02688$  M

$\begin{cases} x+y=0,5 \\ 3,33 \cdot 10^{-14}x + 0,02688y = 10^{-5} \end{cases}$

$x = 0,5 - y$

$\Rightarrow 0,83325 \cdot 10^{-14} - 1,6665 \cdot 10^{-14} \cdot y + 0,01344y = 10^{-5}$   
 $y = \frac{10^{-5}}{0,01344} = 7,44 \cdot 10^{-4}$  (M)




**ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА**

Задача 4 (продолжение)

=> р-ра с кислотой следует брать  $7,44 \cdot 10^{-4}$  л.  
р-ра с солью следует брать  $0,499256$  л.

То есть в соотношении: 1 : 671,043 по объёму.

$$\textcircled{5} \quad [\text{H}^+] = \frac{3,33 \cdot 10^{-14} \cdot 15x + 0,02688 \cdot 2x}{2x} = 0,02688 \text{ (M)}$$

$$\text{pH} = -\lg [\text{H}^+] = -\lg 0,02688 = 1,57.$$



черновик



чистовик

(поставьте галочку в нужном поле)

Страница № 11 из 12 стр.

(нумеруются только чистовики)



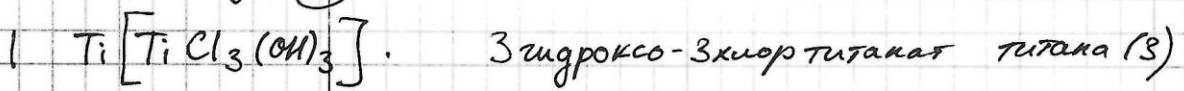
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача 5.

а) Т.к. в р-ре были только  $TiCl_3$  и  $H_2O$ , то можно предположить, что комплексная соль есть  $Ti[TiCl_6]$ ; тогда  $M(крист.) = (100 \cdot (48 \cdot 2 + 35,5 \cdot 6)) : 86,29 = 358 \text{ г/моль}$   
 $M(H_2O) = 358 - (48 \cdot 2 + 35,5 \cdot 6) = 49 \text{ г/моль}$   
 $49 : 18$  не верно  $\Rightarrow$  предположение неверно.  
 $\omega(H_2O) = 100\% - 86,29\% = 13,71\%$

- Пусть кристаллогидрат содержит...
- 1 молекулу воды, тогда  $M(крист.) = 131,29 \text{ (г/моль)}$
  - 2 молекулы воды, тогда  $M(крист.) = 262,58 \text{ (г/моль)}$
  - 3  $H_2O$ , то  $M(крист.) = 393,87 \text{ (г/моль)}$
  - 4  $H_2O$ , то  $M(крист.) = 525,16 \text{ (г/моль)}$

Рассмотрим случай с 3 молекулами воды подробно. Вопросы 2 и 4 наталкивают на мысль, что в-во содержит катион  $Ti^{+3}$  и анион с центральным атомом титана и 6-ью различными лигандами (и крист. воду). Место лиганда могут занимать  $OH^-$  и  $Cl^-$   
 ~~$358 \text{ г/моль} = 48 + 48 + 18 \cdot 3 +$~~



б) Комплекс в форме четырехугольной бипирамиды.  $Sp^3$ -гибридизация.