

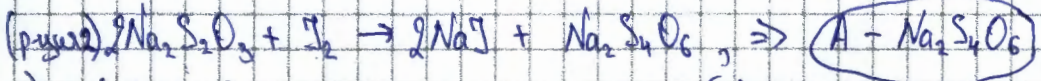
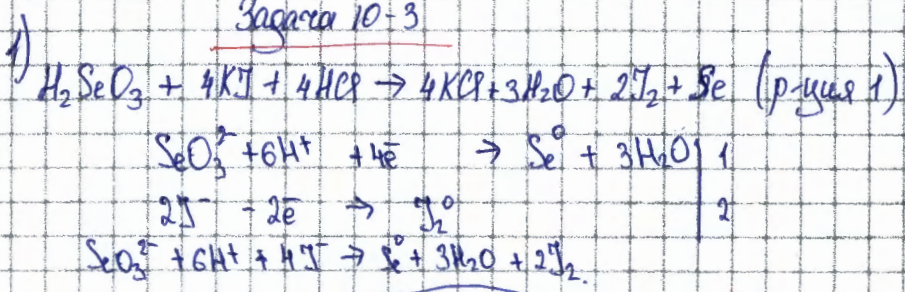
Шифр: _____

10-07

Задача	Балл	Проверяющий
1	0	Момаев
2	13	Момаев
3	18,5	Момаев
4	0	Момаев
5	5,5	Момаев
6	Σ 37,0	

Задача 10-3

ГАОУ ТО ДПО КТОГИРРО
629000, г. Тюмень,
ул. Советская, 56



4,5

2) $V(Na_2S_2O_3) = 0,01005 \text{ л}; C = 0,1310 \text{ М}, \Rightarrow \nu(Na_2S_2O_3) = CV = 0,01005 \text{ л} \cdot 0,1310 \text{ М} = 1,317 \cdot 10^{-3} \text{ моль}$

$\nu(I_2) = \frac{\nu(Na_2S_2O_3)}{2} = \frac{1,317 \cdot 10^{-3} \text{ моль}}{2} = 6,5825 \cdot 10^{-4} \text{ моль}$

$\nu(H_2SeO_3) = \frac{\nu(I_2)}{2} = \frac{6,5825 \cdot 10^{-4} \text{ моль}}{2} = 3,291 \cdot 10^{-4} \text{ моль} - 6 \text{ 10 мл р-ра 1}$

2,0

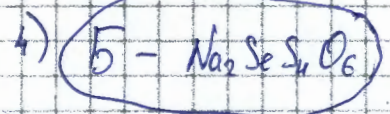
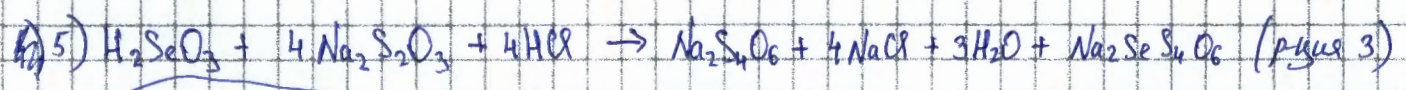
3) $\nu_1(Na_2S_2O_3) = 0,015 \text{ л} \cdot 0,131 \text{ М} = 0,001965 \text{ моль}$

$\nu(I_2) = 0,00895 \text{ л} \cdot 0,03625 \text{ М} = 3,2458 \cdot 10^{-4} \text{ моль}$



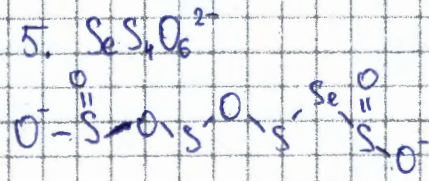
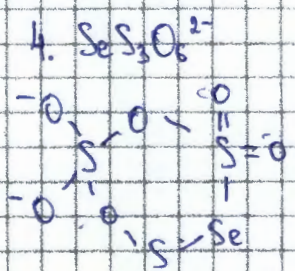
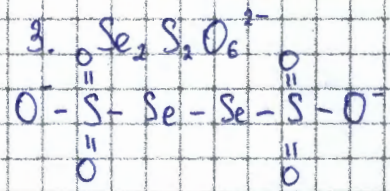
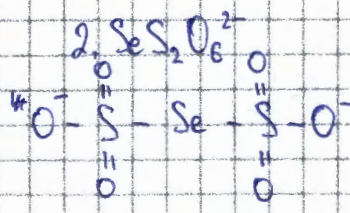
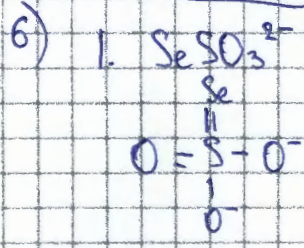
4,5

$\nu_{\text{реакции}}(Na_2S_2O_3) = \nu_1(Na_2S_2O_3) - \nu_2(Na_2S_2O_3) = 0,001965 \text{ моль} - 6,4857 \cdot 10^{-4} \text{ моль} = 1,316 \cdot 10^{-3} \text{ моль}$



4,5

4,5



4,5

$\Sigma 18,5$

Задача 10-2

ГАОУ ТОДПО «ТОГИРРО»
625000, г. Тюмень,
ул. Советская, 56

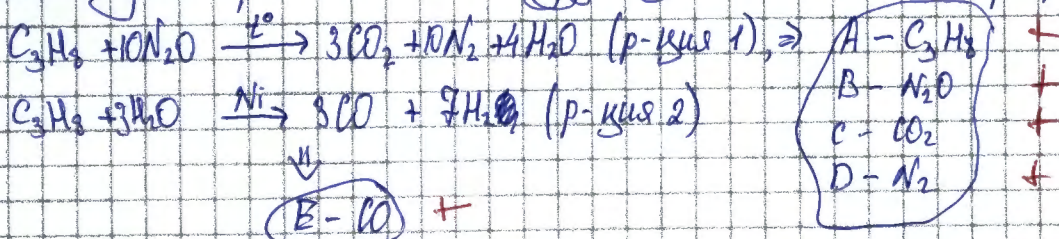
1) $pV = \nu RT$
 $pV = \frac{m}{M} RT = \frac{\nu V}{M} RT \Rightarrow p = \frac{\nu RT}{M} \Rightarrow p = \frac{pM}{RT} \Rightarrow \text{при } \frac{p}{RT} = \text{const}$
 $p_1 = p_2 \Leftrightarrow M_1 = M_2$

при н.ч. газы А, В и С имеют одинаковые плотности тогда и только тогда, когда равны их молярные массы, $\Rightarrow M(A) = M(B) = M(C)$

Найдем известные газы с одинаковой молярной массой:

- 1) N_2O, C_2H_2, CO_2 — 44 г/моль
- 2) N_2, CO, B_2H_6, C_2H_4 — 28 г/моль

В данном случае вероятнее всего это будут газы с $M = 44$ г/моль. Проверим.



Проверим: в условии сказано, что $D_{н.ч.}$ в смеси продуктов равна 4,9.

$D_{н.ч.} = \frac{M_{сер}}{M(N_2)} = \frac{M(CO) \cdot x_1 + M(H_2) \cdot x_2}{M(N_2)} = \frac{28 \text{ г/моль} \cdot 0,3 + 2 \text{ г/моль} \cdot 0,7}{28 \text{ г/моль}} = 4,9$
 $4,9 = 4,9$

Действительно, плотность любой смеси D и E, т.е. N_2 и CO , не зависит от соотношения компонентов, так как их плотности равны

Сказано, что газ F тоже не изменил плотность смеси, $\Rightarrow M(F) = 28$ г/моль, \Rightarrow F - либо B_2H_6 , либо C_2H_4 , но т.к. далее указано, что F можно получить кат. крекингом из A (C_2H_2), то F - C_2H_4 +



Проверим по плотности (в усл. сказано, что $p_{н.ч.} = 0,888$ г/л при $25^\circ C$ и 1 бар); 1 бар = 100 кПа

$M_{сер} = M(C_2H_4) \cdot x_1 + M(C_2H_4) \cdot x_2 = 16 \text{ г/моль} \cdot 0,5 + 28 \text{ г/моль} \cdot 0,5 = 22 \text{ г/моль}$

$D_{н.ч.} = \frac{p M_{сер}}{RT} = \frac{100 \text{ кПа} \cdot 22 \text{ г/моль}}{8,314 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 298 \text{ К}} = 0,888 \text{ г/л}$
 $0,888 \text{ г/л} = 0,888 \text{ г/л}$ +



$D_{сер} = D_{продукт}$, т.к. $M_{сер} = M(N_2O) \cdot x_1 + M(CO) \cdot x_2 = M_{сер} = M(CO_2) \cdot x_3 + M(N_2) \cdot x_4$
 $0,5(44 \text{ г/моль} + 28 \text{ г/моль}) = 0,5(44 \text{ г/моль} + 28 \text{ г/моль})$
 $36 \text{ г/моль} = 36 \text{ г/моль}$ +
 $M_1 = M_2$ 16

Определим формулу аниона I. Сказано, что этот анион является источником газа F, т.е., CO , \Rightarrow анион содержит в себе атомы C и O, \Rightarrow I - $C_x O_y^{n-}$, где $x, y \in \mathbb{Z}$.

$w(O) = 0,5539 \Rightarrow w(C) = 0,4461$

$$\begin{aligned} 0,4468(12x + 16y) &= 12x \\ 5,966x + 2,1488y &= 12x \end{aligned}$$

~~$$7,1488y = 6,6384x$$~~

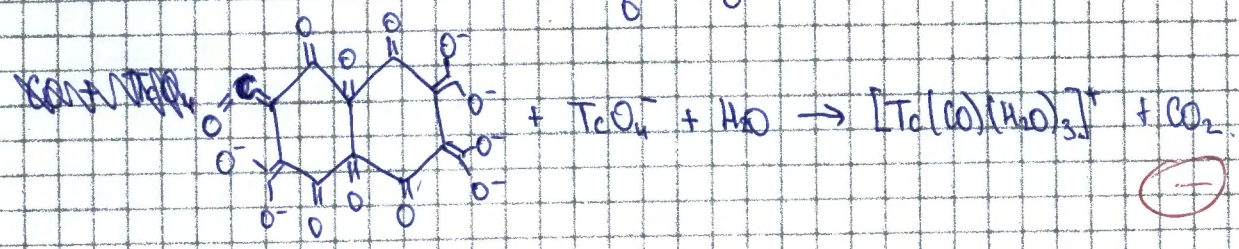
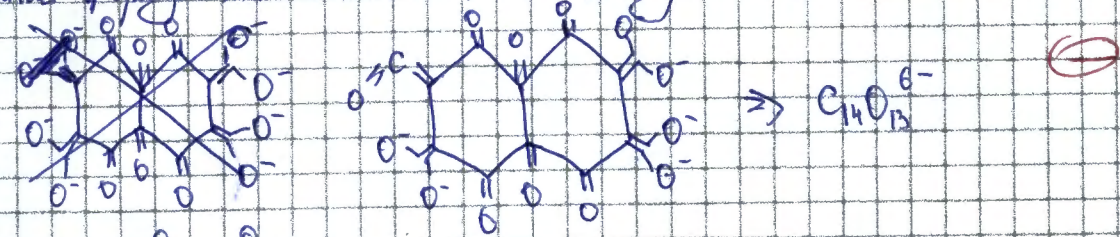
$$x = 1,077y$$

ГАОУ ГО ДПО «ТОГИРРО»
625000, г. Тюмень,
ул. Советская, 56

Т.к. $x, y \in \mathbb{Z}$, \Rightarrow это подряд идущие числа, превышающие 10 методом проб и ошибок.

$$\frac{14}{13} = 1,077 \Rightarrow x:y = \overset{14}{13} = \overset{14}{13} \Rightarrow \text{C}_{13}\text{O}_{14}^{n-}$$

Структурная формула такого аниона может выглядеть так:



$$27,44 \leq M(\text{G}) \leq 28,56$$

~~136.~~
136.

Задача 10-5

ГБОУ ТО ДПО КТОГИРРО
625000, г. Тюмень,
ул. Советская, 56

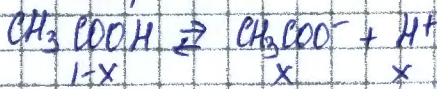
1) Различие в кислотных свойствах обусловлено тем, что энергии связи S-H меньше, чем энергии связи O-H, \Rightarrow атому водорода проще отщепиться от той кислоты, где энергия связи меньше, т.к. энергетически это более выгодно, \Rightarrow та кислота, от которой протону легче отщепиться, и будет обладать более сильными кислотными свойствами. S-H более слабая связь, чем O-H, т.к. она менее полярная, т.к. электроотрицательность кислорода больше, чем серы.

1,5

2) $K_{a1} = \frac{[CH_3COO^-][H^+]}{[CH_3COOH]} = 1,7378 \cdot 10^{-5}$; $K_{a1} = 10^{-pK_{a1}} = 10^{-4,76} = 1,7378 \cdot 10^{-5}$

$K_{a2} = \frac{[CH_2COS^-][H^+]}{[CH_2COSH]} = 4,67735 \cdot 10^{-4}$; $K_{a2} = 10^{-pK_{a2}} = 10^{-3,53} = 4,67735 \cdot 10^{-4}$

Рассчитаем равновесные концентрации:



$\frac{x^2}{1-x} = 1,7378 \cdot 10^{-5}$

$x^2 = 1,7378 \cdot 10^{-5} (1-x)$

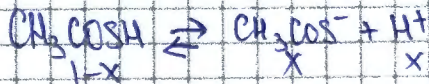
$x^2 + 1,7378 \cdot 10^{-5} x - 1,7378 \cdot 10^{-5} = 0$

$D = b^2 - 4ac = 3,019488 \cdot 10^{-10} + 6,9512 \cdot 10^{-5} = 6,9512 \cdot 10^{-5}$

$x_1 = \frac{-1,7378 \cdot 10^{-5} + 0,008337403}{2} = 0,00416, \Rightarrow$

$\Rightarrow [CH_3COO^-] = [H^+] = 0,00416 \text{ M}; [CH_3COOH] = 1 - 0,00416 \text{ M} = 0,99584 \text{ M}$

0,5



$\frac{x^2}{1-x} = 4,67735 \cdot 10^{-4}$

$x^2 = 4,67735 \cdot 10^{-4} (1-x)$

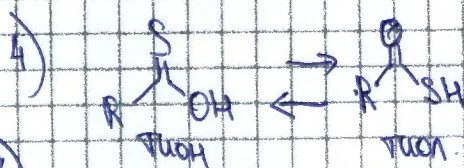
$x^2 + 4,67735 \cdot 10^{-4} x - 4,67735 \cdot 10^{-4} = 0$

$D = 2,18 \cdot 10^{-7} + 1,87094 \cdot 10^{-3} = 1,871158 \cdot 10^{-3}$

$x = \frac{-4,67735 \cdot 10^{-4} + 0,043245213}{2} = 0,02139, \Rightarrow$

$\Rightarrow [CH_2COS^-] = [H^+] = 0,02139 \text{ M}; [CH_2COSH] = 0,97861 \text{ M}$

0,5



1,5

$E_{delocal_{mpg}} - E_{delocal_{ux}} = -22 \text{ kJ/mol}$

5) $\Delta H = \sum E_{delocal_{mpg}} - \sum E_{delocal_{ux}} + E_{delocal_{mpg}} - E_{delocal_{ux}} = E_{C=O} + E_{C-S} + E_{S-H} - E_{C-S} - E_{C=O} - E_{O-H} + E_{delocal_{mpg}} - E_{delocal_{ux}} = 799 \text{ kJ/mol} + 273 \text{ kJ/mol} + 363 \text{ kJ/mol} - 573 \text{ kJ/mol} - 358 \text{ kJ/mol} - 458 \text{ kJ/mol} - 22 \text{ kJ/mol} = 23 \text{ kJ/mol}$

1,5

ГАОУ ГОДНО «ТОГИРРО»
625000, г. Тюмень,
ул. Советская, 56

Т.к. сказано, что ΔS незначительно, \Rightarrow им можно пренебречь,

$$\Rightarrow \Delta G = \Delta H - T\Delta S \Rightarrow \Delta G = \Delta H = 23000 \text{ Дж}$$

Т.к. нам дано, что процесс при $T = 298 \text{ К}$, $\Rightarrow \Delta G = \Delta G^\circ$, \Rightarrow

$$\Rightarrow K = e^{-\frac{\Delta G}{RT}} = e^{-\frac{23000 \text{ Дж}}{8,314 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 298 \text{ К}}} = 9,297 \cdot 10^{-5}$$

25

2) pH = 9

Сначала узнаем, какой был pH у CH_3COOH изначально.

$$K_{\text{ac}} = \frac{[\text{H}^+][\text{CH}_3\text{COO}^-]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} = \frac{[\text{H}^+]^2}{0,02 - [\text{H}^+]} = 1,7378 \cdot 10^{-5}$$

$$[\text{H}^+]^2 = 3,47 \cdot 10^{-7} - 1,7378 \cdot 10^{-5} [\text{H}^+]$$

$$[\text{H}^+]^2 + 1,7378 \cdot 10^{-5} [\text{H}^+] - 3,47 \cdot 10^{-7} = 0$$

$$D = 3,09949 \cdot 10^{-10} + 1,39 \cdot 10^{-6} = 1,39 \cdot 10^{-6}$$

$$[\text{H}^+] = \frac{-1,7378 \cdot 10^{-5} + 1,1792 \cdot 10^{-3}}{2} = 5,209 \cdot 10^{-4} \text{ М}, \Rightarrow \text{pH} = -\lg [\text{H}^+] = 3,286$$

Если конечный pH стал равен 9, $\Rightarrow [\text{H}^+] = 10^{-9}$

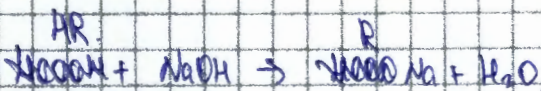
Σ = 6.55

Задача 10.4

VI - пропаналь $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHO}$; VII - муравьиная кислота HCOOH

$$\rho = 0,7887 \text{ г/см}^3 = \frac{m}{V} = \frac{8 \text{ М}}{V}; N = \frac{PV}{R} = \frac{0,7887 \text{ г/мл} \cdot 2,24 \text{ мл}}{0,015 \text{ моль}} = 117,96 \text{ г/моль}$$

$$\sqrt{\frac{0,336 \text{ г}}{22,4 \text{ г/моль}}} = 0,015 \text{ моль}$$



$$\sqrt{\frac{m}{M}} \Rightarrow M = \frac{m}{V} = \frac{0,62}{0,00538} = 115,04$$

$$\sqrt{[\text{NaOH}]} = \sqrt{0,0196 \text{ г} - 0,3 \text{ М}} = 0,00528 \text{ моль}$$

$$\omega(\text{HCOOH}) = \frac{32}{532} = 0,0566$$

$$\sqrt{[\text{HCOOH}]} = \sqrt{[\text{NaOH}]} = 0,00528 \text{ моль}$$

05.

X10-07

ИЗДАНИЕ «ТОГИРРО»
625000, г. Тюмень,
ул. Советская, 56

X10-07

ПАОУ ГО ДПО «ТОГИРРО»
625000, г. Тюмень,
ул. Советская, 56

ГАОУ ТО ДПО КТОГИРРО
625000, г. Тюмень,
ул. Советская, 56

- 1) NaHSO_3 - гидросульфит натрия +
 NaH_2PO_4 - дигидрофосфат натрия +
 KHSO_4 - гидросульфат калия +
 $\text{K}_2\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7$ - дигидропирофосфат калия +

45

$$C = \frac{V}{V_{\text{ра}}} = \frac{\frac{m_{\text{в-ва}}}{M}}{V_{\text{ра}}} = \frac{m_{\text{в-ва}}}{M \cdot V_{\text{ра}}} = \frac{\omega \cdot m_{\text{р-ра}}}{M \cdot V_{\text{ра}}} = \frac{\omega \cdot S}{M}$$

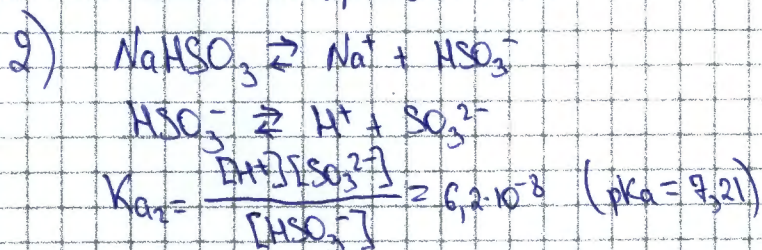
$$C_{\text{NaHSO}_3} = \frac{0,015 \cdot 1000 \text{ г/л}}{104 \text{ г/моль}} = 0,1442 \text{ моль/л} \quad +$$

$$C_{\text{NaH}_2\text{PO}_4} = \frac{0,015 \cdot 1000 \text{ г/л}}{120 \text{ г/моль}} = 0,1250 \text{ моль/л} \quad +$$

$$C_{\text{KHSO}_4} = \frac{0,015 \cdot 1000 \text{ г/л}}{136 \text{ г/моль}} = 0,1103 \text{ моль/л} \quad +$$

$$C_{\text{K}_2\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7} = \frac{0,015 \cdot 1000 \text{ г/л}}{254 \text{ г/моль}} = 0,05906 \text{ моль/л} \quad +$$

45



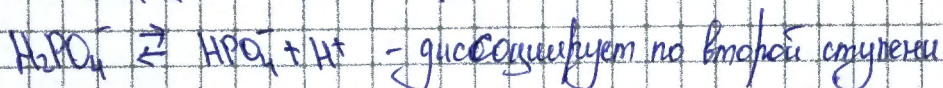
Пк кислота слабо диссоциирует по второй ступени, то:

$$\frac{[\text{H}^+]^2}{1 - [\text{H}^+]} = 6,2 \cdot 10^{-8}$$

$$[\text{H}^+]^2 + 6,2 \cdot 10^{-8} [\text{H}^+] - 6,2 \cdot 10^{-8} = 0$$

$$D = 3,844 \cdot 10^{-15} + 2,48 \cdot 10^{-7} = 2,48 \cdot 10^{-7}$$

$$[\text{H}^+] = \frac{-6,2 \cdot 10^{-8} + 4,98 \cdot 10^{-4}}{2} = 2,4897 \cdot 10^{-4} \text{ M}, \Rightarrow \text{pH} = -\lg [\text{H}^+] = 3,604$$



$$\text{п.к. } K_{a2\text{NaHSO}_3} = K_{a2\text{NaH}_2\text{PO}_4} \Rightarrow \text{pH}_{\text{NaH}_2\text{PO}_4} = \text{pH}_{\text{NaHSO}_3} = 3,604$$



$$K_{a2} = \frac{[\text{H}^+][\text{SO}_4^{2-}]}{[\text{HSO}_4^-]} = 1,2 \cdot 10^{-2} \Rightarrow \frac{[\text{H}^+]^2}{1 - [\text{H}^+]} = 1,2 \cdot 10^{-2}; \text{p}K_a = 1,92$$

ГБОУ ТО «ПОКТОГИРРО»
625000, г. Тюмень,
ул. Советская, 56

$$[H^+]^2 + 1,2 \cdot 10^{-2} [H^+] - 1,2 \cdot 10^{-2} = 0$$

$$\Delta = 1,44 \cdot 10^{-4} + 4,8 \cdot 10^{-2} = 4,814 \cdot 10^{-2}$$

$$[H^+] = \frac{-1,2 \cdot 10^{-2} + \sqrt{4,814 \cdot 10^{-2}}}{2} = 1,037 \cdot 10^{-1} \Rightarrow pH = 0,984$$



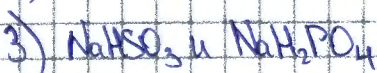
$$K_{a3} = \frac{[H^+][HP_2O_7^{3-}]}{[H_2P_2O_7^{2-}]} = 2 \cdot 10^{-7} \Rightarrow \frac{[H^+]}{1 - [H^+]} = 2 \cdot 10^{-7}$$

$$[H^+]^2 + 2 \cdot 10^{-7} [H^+] - 2 \cdot 10^{-7} = 0$$

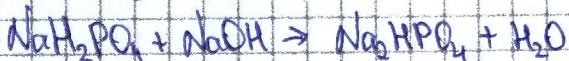
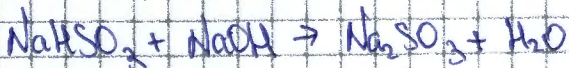
$$\Delta = 4 \cdot 10^{-14} + 8 \cdot 10^{-7} = 8 \cdot 10^{-7}$$

$$[H^+] = \frac{-2 \cdot 10^{-7} + \sqrt{8 \cdot 10^{-7}}}{2} = 4,471 \cdot 10^{-4} \text{ M}, \Rightarrow pH = 3,950$$

По формуле pH:



3) Т.к. все в-ва титруются по одной группе, то NaOH реагирует с ними в отно-
шении 1:1



Рассчитаем объем щелочи, необходимой для нейтрализации каждого из солей

$$C(NaOH) = 0,09891 \text{ M}; V = 0,01 \text{ л}$$

1. $NaHSO_3$

$$V(NaOH) = \frac{V(NaOH)}{C(NaOH)} = \frac{V(NaHSO_3)}{C(NaOH)} = \frac{C(NaHSO_3) \cdot V(NaHSO_3)}{C(NaOH)} = \frac{C(NaHSO_3) \cdot V}{C(NaOH)}$$

$$= \frac{0,1432 \text{ моль/л} \cdot 0,01 \text{ л}}{0,09891 \text{ моль/л}} = 0,014579 \text{ л} \approx 14,579 \text{ мл}$$

2. $KHSO_4$

$$V(NaOH) = \frac{C(KHSO_4) \cdot V}{C(NaOH)} = \frac{0,1103 \text{ M} \cdot 0,01 \text{ л}}{0,09891 \text{ M}} = 0,011152 \text{ л} \approx 11,152 \text{ мл}$$

3. $K_2H_2P_2O_7$

$$V(NaOH) = \frac{C(K_2H_2P_2O_7) \cdot V}{C(NaOH)} = \frac{0,05906 \text{ M} \cdot 0,01 \text{ л}}{0,09891 \text{ M}} = 0,005971 \text{ л} \approx 5,971 \text{ мл}$$

4. NaH_2PO_4

ГАОУ ГО ДПО «ТОГИРРО»
625000, г. Тюмень,
ул. Советская, 56

$$V(\text{NaOH}) = \frac{c(\text{NaH}_2\text{PO}_4) \cdot V}{c(\text{NaOH})} = \frac{0,125 \text{ M} \cdot 0,01 \text{ л}}{0,09891 \text{ M}} = 0,012638 \text{ л} = 12,638 \text{ мл}$$

Результаты титрования

$$V_1 = (11,16 \pm 0,05) \text{ мл}$$

$$V_2 = (11,1 \pm 0,05) \text{ мл}$$

$$V_3 = (11,2 \pm 0,05) \text{ мл}$$

отсюда все же знаем. 11, 12

$$V_{\text{ср}} = \frac{V_1 + V_2 + V_3}{3} = \frac{11,16 \text{ мл} + 11,1 \text{ мл} + 11,2 \text{ мл}}{3} = 11,153 \text{ мл}, \Rightarrow \text{задание в } \text{KOH} - \text{KH}_2\text{SO}_4 \quad 26$$

$c(\text{NaOH}) = 0,09891 \text{ M} \cdot 0,01153 \text{ л} = 0,001103 \text{ моль}$, $\Rightarrow c(\text{KH}_2\text{SO}_4)$ в одной ампуле, т.е. в 10 мл, также равно $0,001103 \text{ моль}$, \Rightarrow

$$c(\text{KH}_2\text{SO}_4) = \frac{c(\text{NaOH})}{V_{\text{ан}}} = \frac{0,001103 \text{ моль}}{0,01 \text{ л}} = 0,1103 \text{ M.}$$

15 δ + 10
здесь берется
15



X10-02

ГАОУ ТОДНО «ТОГИРРО»
625000, г. Тюмень,
ул. Советская, 56

X10-02

ГАОУТО ДПО «ТОГИРРО»
625000, г. Тюмень,
ул. Советская, 56

X10-02

ИЗДАЮТ ПО ДПО «ТОГИРРО»
625000, г. Тюмень,
ул. Советская, 56

X10-02

ПАОУ ГО ДПО «ТОГИРРО»
625000, г. Тюмень,
ул. Советская, 56

X/10-02

ИЗДАНИЕ ПО «ТОГИРРО»
625000, г. Тюмень,
ул. Советская, 56

X10-02

ИЗДАЮТ ДПО «ТОГИРРО»
625000, г. Тюмень,
ул. Советская, 56

X10-02

ГАОУТО ДНО «ТОГИРРО»
625000, г. Тюмень,
ул. Советская, 56