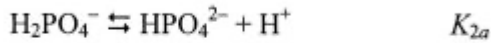


Решение теоретического тура РХО-2008 для 11 класса

№11-1-2008респ.

№11-2-2008респ.

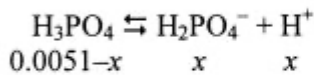
2.1 Основание, сопряженное с ионом  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ , – это ион  $\text{HPO}_4^{2-}$ . Расчет константы его основности:



$$pK_{2a} + pK_{2b} = pK_w = 14$$

$$pK_{2b} = 6.79$$

Возьмем 1 л “Колы”. Концентрация фосфорной кислоты:  $c(\text{H}_3\text{PO}_4) = 0.5 / 98 = 0.0051$  М.



$$0.0051 - x \quad x \quad x$$

$$K_{1a} = 10^{-2.12} = 7.59 \times 10^{-3} = x^2 / (0.0051 - x)$$

$$x = [\text{H}^+] = 3.49 \times 10^{-3}$$

2.2.  $\text{pH} = -\lg(3.49 \times 10^{-3}) = 2.46$

2.3 Обозначим  $\text{PO}_4 = \text{X}$  и мольные доли фосфоросодержащих частиц:  $f_0 = [\text{H}_3\text{X}] / C$ ,  $f_1 = [\text{H}_2\text{X}^-] / C$ ,  $f_2 = [\text{HX}^{2-}] / C$ ,  $f_3 = [\text{X}^{3-}] / C$ , где  $C = 1.00 \times 10^{-3}$  М – исходная концентрация фосфорной кислоты:  $f_0 + f_1 + f_2 + f_3 = 1$ .

$$K_{1a} = [\text{H}_2\text{X}^-] [\text{H}^+] / [\text{H}_3\text{X}] = [\text{H}^+] f_1 / f_0.$$

$$K_{2a} = [\text{HX}^{2-}] [\text{H}^+] / [\text{H}_2\text{X}^-] = [\text{H}^+] f_2 / f_1.$$

$$K_{3a} = [\text{X}^{3-}] [\text{H}^+] / [\text{HX}^{2-}] = [\text{H}^+] f_3 / f_2.$$

Из этих уравнений можно выразить мольные доли:

$$f_0 = [\text{H}^+]^3 / D, f_1 = [\text{H}^+]^2 K_{1a} / D, f_2 = [\text{H}^+] K_{1a} K_{2a} / D, f_3 = K_{1a} K_{2a} K_{3a} / D, \text{ где}$$

$$D = K_{1a} K_{2a} K_{3a} + K_{1a} K_{2a} [\text{H}^+] + K_{1a} [\text{H}^+]^2 + [\text{H}^+]^3.$$

Из значений  $pK$  и  $\text{pH}$  следует:  $K_{1a} = 7.59 \times 10^{-3}$ ,  $K_{2a} = 6.17 \times 10^{-8}$ ,  $K_{3a} = 4.79 \times 10^{-13}$ ,  $[\text{H}^+] = 10^{-7}$ . Отсюда мольные доли фосфоросодержащих частиц при  $\text{pH} = 7$ :

$$\text{H}_3\text{PO}_4: f_0 = 8.10 \times 10^{-6},$$

$$\text{H}_2\text{PO}_4^-: f_1 = 0.618,$$

$$\text{HPO}_4^{2-}: f_2 = 0.382,$$

$$\text{PO}_4^{3-}: f_3 = 1.83 \times 10^{-6}.$$

2.4 Пусть  $S$  – молярная концентрация фосфата цинка в воде, тогда  $[\text{Zn}^{2+}] = 3S$ , общая концентрация фосфоросодержащих частиц –  $2S$ , а  $[\text{PO}_4^{3-}] = f_3 \times 2S$  ( $f_3 = 1.83 \times 10^{-6}$ ).

$$\text{ПР} = 9.1 \times 10^{-33} = [\text{Zn}^{2+}]^3 [\text{PO}_4^{3-}]^2 = (3S)^3 (f_3 \times 2S)^2, \text{ откуда } S = 3.0 \times 10^{-5}.$$

$$[\text{Zn}^{2+}] = 9.0 \times 10^{-5},$$

$$[\text{PO}_4^{3-}] = 1.1 \times 10^{-10}.$$

**№11-3-2008респ.**

**№11-4-2008респ.**

**№11-5-2008респ.**

**№11-6-2008респ.**

**№11-7-2008респ.**

**№11-8-2008респ.**