

Лекція 6. Кислотно-основна рівновага.

План

1. Типові задачі

1. Типові задачі

З а д а ч а 1. Розрахуйте рН 0,001 М розчину HNO_3 .

Р о з в'я з о к. HNO_3 дисоціює повністю, тому

$$[\text{H}^+] = C_{\text{HNO}_3} = 0.001 \text{ М.}$$

Розчин дуже розбавлений, тому припустимо, що

$$[\text{H}^+] = a_{\text{H}^+};$$

$$\text{pH} = -\lg a_{\text{H}^+} = \lg [\text{H}^+] = -\lg 0,001 = 3,0$$

З а д а ч а 2. Розрахуйте рН 0,001 М розчину KOH

Р о з в'я з о к. KOH дисоціює націло, тому

$$[\text{OH}^-] = C_{\text{KOH}} = 0,001 \text{ М.}$$

За формулою (2)

$$[\text{H}^+] = \frac{1 \cdot 10^{-14}}{1 \cdot 10^{-3}} = 1 \cdot 10^{-11}, \text{pH} = -\lg 1 \cdot 10^{-11} = 11,0$$

З а д а ч а 3. Розрахуйте рН 0,001 М розчину оцтової кислоти.

Р о з в'я з о к $\text{CH}_3\text{COOH} \leftrightarrow \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}^+$.

Ступінь дисоціації менше 5%, тому використовує формулу (3):

$$[\text{H}^+] = \sqrt{K_{\text{CH}_3\text{COOH}} \cdot C_{\text{CH}_3\text{COOH}}} = \sqrt{1,75 \cdot 10^{-5} \cdot 1 \cdot 10^{-1}} = 1,3 \cdot 10^{-3} \text{ М, pH}=2,88.$$

З а д а ч а 4. Розрахуйте рН 0,1 М розчину $\text{NH}_4 \text{NO}_3$.

Р о з в'я з о к. $\text{NH}_4^+ \leftrightarrow \text{NH}_3 + \text{H}^+$

$$K_{\text{H}_2\text{O}} \quad 1,0 \cdot 10^{-14}$$

Кислота NH_4^+ - слабка ($K_{\text{NH}_4^+} = \frac{K_{\text{H}_2\text{O}}}{K_{\text{NH}_3}} = \frac{1 \cdot 10^{-14}}{1,8 \cdot 10^{-5}} = 5,5 \cdot 10^{-10}$).

Ступінь дисоціації мала, відповідно

$$[\text{H}^+] = \sqrt{K_{\text{NH}_4^+} \cdot C_{\text{NH}_4^+}} = \sqrt{5,5 \cdot 10^{-10} \cdot 1 \cdot 10^{-1}} = \text{pH} = 7,53 \cdot 10^{-6}, \text{pH} = 5,12$$

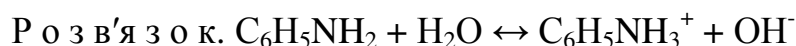
З а д а ч а 5. Розрахуйте pH 0,1 М розчину H_2S .

Р о з в'я з о к. H_2S дисоціює за двома ступенями, але дисоціація за другою ступінню протікає незначною мірою, тому ми нею нехтуємо. В такому разі розв'язок проводиться за формулою (3):



$$[\text{H}^+] = \sqrt{K_{\text{H}_2\text{S}} \cdot C_{\text{H}_2\text{S}}} = \sqrt{1,75 \cdot 10^{-7} \cdot 1,0 \cdot 10^{-2}} = 3,16 \cdot 10^{-5} \text{ М}, \text{pH} = 4,50.$$

З а д а ч а 6. Розрахуйте pH 0,1 М розчину аніліну,

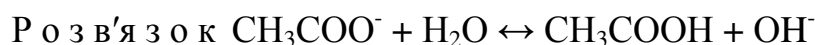


Анілін – слабка основа, використовуємо формулу (4):

$$[\text{H}^+] = \frac{K_{\text{H}_2\text{O}}}{\sqrt{K_{\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2} \cdot C_{\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2}}} = \frac{1 \cdot 10^{-14}}{\sqrt{3,3 \cdot 10^{-10} \cdot 1 \cdot 10^{-1}}} = 1,7 \cdot 10^{-9}$$

pH = 8,76

З а д а ч а 7. Розрахуйте pH 0,1 М розчину ацетата натрію.



$$K_{\text{CH}_3\text{COO}^-} = \frac{K_{\text{H}_2\text{O}}}{K_{\text{CH}_3\text{COOH}}} = \frac{1 \cdot 10^{-14}}{1,75 \cdot 10^{-5}} = 5,7 \cdot 10^{-10}$$

Основа слабка, використовуємо формулу (4):

$$[\text{H}^+] = \frac{K_{\text{H}_2\text{O}}}{K_{\text{CH}_3\text{COO}^-} \cdot C_{\text{CH}_3\text{COO}^-}} = \frac{1 \cdot 10^{-14}}{5,71 \cdot 10^{-10} \cdot 1 \cdot 10^{-1}} = 1,3 \cdot 10^{-9} \text{ М}$$

pH = 8,88

З а д а ч а 8. Розрахуйте pH 0,1 М розчину CH_3COONa в етанолі.

Р о з в'я з о к. Запишемо реакцію дисоціації CH_3COO^- - йона в етанолі:



В результаті автопротоліза етанолу в розчині знаходяться йони $C_2H_5OH_2^+$ і $C_2H_5O^-$ (етилоній та етилат):



$K_{C_2H_5OH} = 1,0 \cdot 10^{-19}$ (константа автопротоліза).

У даному випадку $pH = - \lg [C_2H_5OH_2^+]$ (аналогічно тому, як у водних розчинах $pH = - \lg [H_3O^+]$). Відповідно, (при спрощеному написанні):

$$[H^+] = \frac{K_{C_2H_5OH}}{[C_2H_5O^-]} = \frac{K_{C_2H_5OH}}{\sqrt{K_{CH_3COO^-} \cdot C_{CH_3COO^-}}}.$$

Щоб знайти $K_{CH_3COO^-}$ в етанолі, використаємо константу спряженої кислоти в етанолі:

$$K_{CH_3COO^-} = \frac{K_{C_2H_5OH}}{K_{CH_3COOH}} = \frac{1,0 \cdot 10^{-19}}{1 \cdot 10^{-10,4}} = 1 \cdot 10^{-8,6}.$$

Звідси,

$$[H^+] = \frac{1,0 \cdot 10^{-19}}{1 \cdot 10^{-8,6} \cdot 1 \cdot 10^{-2}} = 10^{-13,7}, pH = 13,7.$$

З а д а ч а 9. Розрахуйте pH 0,1 М розчину NH_3 і 0,2 М розчину NH_4NO_3 .

Р о з в'я з о к. NH_3 – основа, NH_4^+ - спряжена з ним кислота, таким чином, суміш являє собою буферний розчин.

Використовуємо формулу (5):

$$[H^+] = K_{NH_4^+} \cdot \frac{C_{NH_4NO_3}}{C_{NH_3}} = 5,5 \cdot 10^{-10} \cdot \frac{0,2}{0,1} = 1,1 \cdot 10^{-9} \text{ М, } pH = 8,9$$