

05 Roztok slabé zásady –výpočet pH

Určete pH roztoku amoniaku o koncentraci $0,002 \text{ mol dm}^{-3}$ při teplotě 20°C . Konstanta kyselosti iontu NH_4^+ má hodnotu $5,56 \cdot 10^{-10}$ a iontový součin vody $K_v = 6,8 \cdot 10^{-15}$ (standardní stav nekonečné zředění, $c^{\text{st}} = 1 \text{ mol dm}^{-3}$). Předpokládejte, že množství vodíkových iontů, vznikajících autoprotolýzou vody je při této koncentraci zanedbatelně malé a že aktivitní koeficienty je možno považovat za jednotkové.

[pH = 10,345]

Řešení:

Je dána konstanta kyselosti NH_4^+ :

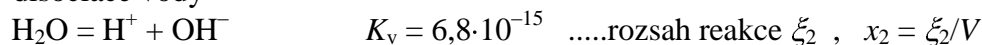


Uvažujeme dvě simultánní reakce:

- zásada NH_3 přijme proton



- disociace vody



Bilance:

$$c_{\text{NH}_3} = c_0 - x_1, \quad c_0 = 0,002 \text{ mol dm}^{-3}$$

$$c_{\text{NH}_4^+} = x_1$$

$$c_{\text{OH}^-} = x_2$$

$$c_{\text{H}^+} = x_2 - x_1 \rightarrow 0 \quad \Rightarrow \quad x_1 \approx x_2 \equiv x$$

$$K_v \approx c_{\text{H}^+} \cdot c_{\text{OH}^-}$$

$$K = \frac{1}{K_{\text{NH}_4^+}} = \frac{c_{\text{NH}_4^+}}{c_{\text{NH}_3} \cdot c_{\text{H}^+}}$$

$$\frac{K_v}{K_{\text{NH}_4^+}} = \frac{c_{\text{NH}_4^+} \cdot c_{\text{OH}^-}}{c_{\text{NH}_3}} = \frac{x^2}{c_0 - x}$$

$$\frac{6,8 \cdot 10^{-15}}{5,56 \cdot 10^{-10}} = \frac{x^2}{0,002 - x}$$

$$1,223 \cdot 10^{-5} \cdot 0,002 - 1,223 \cdot 10^{-5} \cdot x = x^2$$

$$\begin{aligned} x &= -6,115 \cdot 10^{-6} \pm (3,73945 \cdot 10^{-11} + 2,446 \cdot 10^{-8})^{1/2} = \\ &= -6,115 \cdot 10^{-6} + 1,56516 \cdot 10^{-4} = 1,504 \cdot 10^{-4} \text{ mol dm}^{-3} \end{aligned}$$

$$\text{pOH} = -\log 1,504 \cdot 10^{-4} = 3,82275$$

$$\text{pH} = -\log K_v - \text{pOH} = -\log (6,8 \cdot 10^{-15}) - 3,82275 = -(-14,16749) - 3,82275 = 10,3447$$

pH = 10,345

Pozn.: Mezi konstantou kyselosti a disociační konstantou platí:

$$\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{NH}_4^+ + \text{OH}^- \quad K = \frac{K_v}{K_{\text{ac}}(\text{NH}_4^+)} = \frac{c_{\text{NH}_4^+} \cdot c_{\text{OH}^-}}{c_{\text{NH}_3} \cdot c^{\text{st}}} \quad (a_{\text{H}_2\text{O}} = 1)$$