

03 Roztok slabé kyseliny – výpočet koncentrace

Kyselina akrylová ($\text{CH}_2=\text{CHCOOH}$) je slabý elektrolyt, jehož disociační konstanta má pro standardní stav nekonečné zředění, $c^{\text{st}} = 1 \text{ mol dm}^{-3}$, hodnotu $5,5 \cdot 10^{-5}$. Ověřte, zda můžete při daných podmínkách zanedbat autoprotolýzu vody a vypočítejte, kolik gramů kyseliny akrylové je třeba navážit do 100 cm^3 vody, abychom získali roztok, který má při teplotě 20°C $\text{pH} = 4,2$. Předpokládejte, že aktivitní koeficienty jsou rovny jedné. Iontový součin vody má při teplotě 20°C hodnotu $6,8 \cdot 10^{-15}$.

$$[m_0 = 9,763 \cdot 10^{-4} \text{ g}]$$

Řešení:

$$\text{pH} = 4,2$$

$$m_0 = ?$$

$$(1) \quad \text{HA} = \text{H}^+ + \text{A}^- \quad x_1 = x_1/V \quad K_1 = K_{\text{HA}} = \frac{a_{\text{H}^+} \cdot a_{\text{A}^-}}{a_{\text{AH}}}$$

$$(2) \quad \text{H}_2\text{O} = \text{H}^+ + \text{OH}^- \quad x_2 = x_2/V \quad K_2 = K_v = a_{\text{H}^+} \cdot a_{\text{OH}^-}$$

$$c_{\text{HA}} = c_0 - x_1$$

$$c_{\text{A}^-} = x_1$$

$$c_{\text{H}^+} = x_1 + x_2$$

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

$$\text{pH} = 4,2 \Rightarrow a_{\text{H}^+} \approx c_{\text{H}^+} = 10^{-4,2} = 6,309573 \cdot 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3}$$

$$K_v = 6,8 \cdot 10^{-15} = a_{\text{H}^+} \cdot a_{\text{OH}^-} \approx c_{\text{H}^+} \cdot c_{\text{OH}^-}$$

$$(c^{\text{st}} = 1 \text{ mol dm}^{-3}, g_i = 1, a_{\text{H}_2\text{O}} = 1)$$

$$x_2 = c_{\text{OH}^-} = \frac{K_v}{c_{\text{H}^+}} = \frac{6,8 \cdot 10^{-15}}{6,309573 \cdot 10^{-5}} = 1,07773 \cdot 10^{-10} \text{ mol dm}^{-3}$$

$$c_{\text{A}^-} = x_1 = c_{\text{H}^+} - x_2 = 6,309573 \cdot 10^{-5} - 1,07773 \cdot 10^{-10} = 6,309552 \cdot 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3}$$

(autoprotolýza vody je zanedbatelná)

$$K_{\text{HA}} = \frac{a_{\text{H}^+} \cdot a_{\text{A}^-}}{a_{\text{AH}}} = \frac{g_+ \cdot \frac{c_{\text{H}^+}}{c^{\text{st}}} \cdot g_- \cdot \frac{c_{\text{A}^-}}{c^{\text{st}}}}{g_{\text{AH}} \cdot \frac{c_{\text{AH}}}{c^{\text{st}}}} = \frac{g_{\pm}^2 \cdot (x_1 + x_2) \cdot x_1}{c_0 - x_1} \approx \frac{(x_1 + x_2) \cdot x_1}{c_0 - x_1}, \quad c^{\text{st}} = 1 \text{ mol dm}^{-3}$$

$$c_0 = x_1 + \frac{(x_1 + x_2) \cdot x_1}{K_{\text{HA}}} = 6,309552 \cdot 10^{-5} + \frac{(6,309552 \cdot 10^{-5} + 1,07773 \cdot 10^{-10}) \cdot 6,309552 \cdot 10^{-5}}{5,5 \cdot 10^{-5}}$$

$$c_0 = 1,35478 \cdot 10^{-4} \text{ mol dm}^{-3}$$

$$M(\text{CH}_2=\text{CHCOOH}) = 3 \cdot 12,011 + 4 \cdot 1,008 + 2 \cdot 16 = 72,065 \text{ g mol}^{-1}$$

$$V = 100 \text{ cm}^3 = 0,1 \text{ dm}^3$$

$$c_0 = \frac{m_0}{M \cdot V} \Rightarrow m_0 = c_0 \cdot M \cdot V = 1,35478 \cdot 10^{-4} \cdot 72,065 \cdot 0,1 = 9,76324 \cdot 10^{-4} \text{ g}$$