Ve 2 dm^3 vody o konduktivitě $5{,}3\cdot10^{-4}$ S m^{-1} bylo za teploty 25°C a tlaku 100,7 kPa rozpuštěno 420 cm^3 amoniaku. Za uvedených podmínek je možno předpokládat ideální chování plynného amoniaku. Vzniklý roztok měl konduktivitu $1{,}095\cdot10^{-2}$ S m^{-1}. Vypočítejte disociační konstantu amoniaku pro standardní stav nekonečné zředění, $c^{st} = 1$ mol dm^{-3} (aktivitní koeficient nedisociovaného amoniaku v roztoku i střední aktivitní koeficienty iontů považujte za jednotkové). Limitní molární vodivosti:

$$\lambda^\infty(NH_4^+) = 0{,}00737 \text{ S m}^2 \text{ mol}^{-1}\ ,\ \lambda^\infty(OH^-) = 0{,}01976 \text{ S m}^2 \text{ mol}^{-1}.$$

[$K = 1{,}81\cdot10^{-5}$ ($c_0 = 8{,}531\cdot10^{-3}$ mol dm^{-3}, $\alpha = 0{,}045$)]

Řešení:

$$\left.\begin{array}{l} p = 100{,}7 \text{ kPa} \\ T = 298{,}15 \text{ K} \\ V_{NH_3} = 420 \text{ cm}^3 \end{array}\right\} n_{NH_3} = \frac{pV_{NH_3}}{\boldsymbol{R}T} = \frac{100{,}7\cdot420\cdot10^{-3}}{8{,}314\cdot298{,}15} = 17{,}062\cdot10^{-3} \text{ mol rozpuštěno ve 2 dm}^3 \text{ vody}$$

Počáteční koncentrace roztoku je $c_0 = \dfrac{n_{NH_3}}{V_{voda}} = \dfrac{17{,}062\cdot10^{-3}}{2} = 8{,}531\cdot10^{-3}$ mol dm^{-3}

Disociační konstanta reakce

$$NH_3 + H_2O = NH_4^+ + OH^-$$

$$K = \frac{a_{NH_4^+}\cdot a_{OH^-}}{a_{NH_3}} = \frac{\gamma_+\cdot c_{NH_4^+}\cdot\gamma_-\cdot c_{OH^-}}{\gamma_{NH_3}\cdot c_{NH_3}} = \frac{\gamma_\pm^2\cdot c_{NH_4^+}\cdot c_{OH^-}}{c_{NH_3}} = \frac{\gamma_\pm^2\cdot(c_0\cdot\alpha)^2}{c_0\cdot(1-\alpha)}\ ,\quad \gamma_{NH3} = 1,\ \gamma_\pm = 1$$

kde $c_{NH_3} = c_0\cdot(1-\alpha)$

$c_{NH_4^+} = c_0\cdot\alpha$

$c_{OH^-} = c_0\cdot\alpha$

$$\alpha = \frac{\lambda}{\lambda^\infty}\ ,\quad \lambda = \frac{\kappa_{roztok} - \kappa_{voda}}{c_0\cdot10^3}$$

$\kappa_{voda} = 5{,}3\cdot10^{-4}$ S m^{-1}

$\kappa_{roztok} = 1{,}095\cdot10^{-2}$ S m^{-1}

$\lambda^\infty(NH_4^+) = 0{,}00737$ S m^2 mol^{-1} , $\lambda^\infty(OH^-) = 0{,}01976$ S m^2 mol^{-1}.

$$\lambda^\infty = \lambda^\infty_{NH_4^+} + \lambda^\infty_{OH^-} = 0{,}00737 + 0{,}01976 = 0{,}02713 \text{ S m}^2 \text{ mol}^{-1}$$

$$\lambda = \frac{\kappa_{roztok} - \kappa_{voda}}{c_0\cdot10^3} = \frac{1{,}095\cdot10^{-2} - 5{,}3\cdot10^{-4}}{8{,}531\cdot10^{-3}\cdot10^3} = 1{,}221427\cdot10^{-3} \text{ S m}^2 \text{ mol}^{-1}$$

$$\alpha = \frac{1{,}221427\cdot10^{-3}}{0{,}02713} = 0{,}04502$$

$$K = \frac{c_0\cdot\alpha^2}{(1-\alpha)} = \frac{8{,}531\cdot10^{-3}\cdot(0{,}04502)^2}{1-0{,}04502} = 1{,}8105\cdot10^{-5}$$