

Úloha 2-21 Dílčí řady reakce

O reakci



je známo, že řád reakce vzhledem ke složce A je $\alpha = 0,5$. Systém, v němž byla tato reakce sledována, sestával z nasyceného roztoku A, v němž bylo rozpuštěno malé množství B a z tuhé látky A. Rozpustnost A při teplotě pokusu je $1,42 \text{ mol dm}^{-3}$. Byl zjišťován čas, potřebný ke zreagování 1/4 původně přítomného množství látky B. Při počáteční koncentraci B $0,025 \text{ mol dm}^{-3}$ bylo naměřeno $\tau_{1/4} = 32 \text{ min}$, při koncentraci $c_{B0} = 0,04 \text{ mol dm}^{-3}$ bylo $\tau_{1/4} = 20 \text{ min}$. Jaký je řád reakce vzhledem k B a jaká je hodnota rychlostní konstanty k_{cB} ? Napište rychlostní rovnici platnou pro tento případ.

$$[\beta = 2; k_{cB} = 0,35 (\text{mol dm}^{-3})^{-1,5} \text{ min}^{-1}; -\frac{dc_B}{d\tau} = k_{cB} \cdot c_A^{0,5} \cdot c_B^2]$$

Řešení

$$c_A = \text{konst} = 1,42 \text{ mol dm}^{-3}$$

za $\tau_{1/4}$ zreaguje $0,25 c_{B0}$, zbude $c_B = 0,75 c_{B0}$

$$(c_{B0})_1 = 0,025 \text{ mol dm}^{-3}, \quad (\tau_{1/4})_1 = 32 \text{ min}, \quad \text{zreaguje } (c_{B0})_1 - c_{B1} = 0,25 (c_{B0})_1$$

$$(c_{B0})_2 = 0,04 \text{ mol dm}^{-3}, \quad (\tau_{1/4})_2 = 20 \text{ min}, \quad \text{zreaguje } (c_{B0})_2 - c_{B2} = 0,25 (c_{B0})_2$$

$$-\frac{dc_B}{d\tau} = \underbrace{k_{cB} \cdot c_A^\alpha}_{k} \cdot c_B^\beta = k \cdot c_B^\beta$$

$$c_B^{1-\beta} - c_{B0}^{1-\beta} = k \cdot (\beta - 1) \cdot \tau, \quad c_B = 0,75 c_{B0}$$

$$c_{B0}^{1-\beta} \cdot (0,75^{(1-\beta)} - 1) = k \cdot (\beta - 1) \cdot \tau_{1/4}$$

$$\tau_{1/4} = \frac{0,75^{(1-\beta)} - 1}{k \cdot (\beta - 1)} \cdot c_{B0}^{1-\beta}$$

$$\ln \tau_{1/4} = \underbrace{(1-\beta)}_{\text{směrnice}} \cdot \ln c_{B0} + \underbrace{\ln \left[\frac{0,75^{(1-\beta)} - 1}{k \cdot (\beta - 1)} \right]}_{\text{úsek}}$$

$$1 - \beta = \frac{\ln \frac{(\tau_{1/4})_1}{(\tau_{1/4})_2}}{\ln \frac{(c_{B0})_1}{(c_{B0})_2}} = \frac{\ln \frac{32}{20}}{\ln \frac{0,025}{0,04}} = -1 \Rightarrow \beta = 2$$

$$\left[\frac{0,75^{(-1)} - 1}{k \cdot (2 - 1)} \right] = \frac{(\tau_{1/4})_1}{(c_{B0})_1^{(1-2)}} = \frac{32}{(0,75 \cdot 0,025)^{-1}} = 0,8$$

$$k = \frac{4 - 1}{0,8} = 0,4167 (\text{mol dm}^{-3})^{-1} \text{ min}^{-1}$$

$$\alpha = 0,5$$

$$k = k_{cB} \cdot c_A^\alpha \Rightarrow k_{cB} = \frac{k}{c_A^\alpha} = \frac{0,4167}{1,42^{0,5}} = 0,3497 (\text{mol dm}^{-3})^{-1,5} \text{ min}^{-1}$$

$$\left[\frac{(\text{mol dm}^{-3})^{-1,5} \text{ min}^{-1}}{(\text{mol dm}^{-3})^{-0,5}} = (\text{mol dm}^{-3})^{-1} \text{ min}^{-1} \right]$$

Rychlostní rovnice:

$$-\frac{dc_B}{d\tau} = k_{cB} \cdot c_A^{0,5} \cdot c_B^2$$