

Úloha 2-15 Řád reakce a rychlostní konstanta metodou poločasů

Reakce $A(g) = 2 R(g) + 1/2 S(g)$ probíhá při teplotě 540 K v reaktoru o objemu 5 dm^3 . Byl měřen poločas při dvou různých počátečních koncentracích látky A. Při prvním pokusu byly do reaktoru uvedeny 2 moly čisté složky A. Po 18 minutách klesla koncentrace A v reakční směsi na hodnotu $0,2 \text{ mol dm}^{-3}$. Při druhém pokusu byl reaktor při teplotě 540 K naplněn čistou látkou A na tlak 5,387 MPa. Za 2 minuty bylo zjištěno, že parciální tlak složky A má poloviční hodnotu. Vypočítejte řád reakce a hodnotu rychlostní konstanty při uvedené teplotě. Uvažujte ideální chování plynné fáze.

$$[n = 3; k_p = 0,02584 \text{ MPa}^{-1} \text{ min}^{-1}]$$

Řešení

$$V = 50 \text{ dm}^3, T = 540 \text{ K}$$

$$1. (n_{A0})_1 = 2, (c_{A0})_1 = \frac{2}{5} = 0,4 \text{ mol dm}^{-3}$$

$$(p_{A0})_1 = (n_{A0})_1 \cdot \frac{RT}{V} = 2 \cdot \frac{8,314 \cdot 540}{5} = 1795,824 \text{ kPa}$$

$$\tau_1 = (\tau_{1/2})_1 = 18 \text{ min} \dots c_A = 0,2 \text{ mol dm}^{-3} = c_{A0} / 2$$

$$(p_A)_1 = (c_A)_1 \cdot RT = 0,2 \cdot 8,314 \cdot 540 = 897,912 \text{ kPa}$$

Koncentrace poklesne na polovinu $\Rightarrow \tau_1$ je poločas

$$2. (p_{A0})_2 = 5,387 \text{ MPa}$$

$$\tau_2 = (\tau_{1/2})_2 = 2 \text{ min} \dots p_A = p_{A0} / 2$$

$$\tau_{1/2} = \frac{2^{n-1} - 1}{k_p \cdot (n-1)} \cdot p_0^{1-n}$$

$$\ln \tau_{1/2} = \ln \left[\frac{2^{n-1} - 1}{k_p \cdot (n-1)} \right] + (1-n) \cdot \ln p_0$$

$$1 - n = \frac{\ln \frac{(\tau_{1/2})_2}{(\tau_{1/2})_1}}{\ln \frac{(p_{A0})_2}{(p_{A0})_1}} = \frac{\ln \frac{(\tau_{1/2})_2}{(\tau_{1/2})_1}}{\ln \frac{(p_{A0})_2}{(p_{A0})_1}} = \frac{\ln \frac{2}{18}}{\ln \frac{5,387 \cdot 10^3}{1795,824}} = -2$$

$$n = 3$$

$$k_p = \frac{2^{3-1} - 1}{(\tau_{1/2})_2 \cdot (3-1)} \cdot (p_{A0})_2^{1-3} = \frac{2^2 - 1}{2 \cdot 2} \cdot (5,387 \cdot 10^3)^{-2} = 2,584 \cdot 10^{-8} \text{ kPa}^{-2} \text{ min}^{-1}$$
$$= 2,584 \cdot 10^{-2} \text{ MPa}^{-2} \text{ min}^{-1}$$