

### Úloha 5-26 Kaskáda promíchávaných reaktorů

V kaskádě dvou průtočných ideálně promíchávaných reaktorů probíhá za konstantní teploty prakticky jednosměrná reakce  $\mathbf{B} \rightarrow \mathbf{P}$ . Její rychlost je dána rovnicí

$$r/(\text{mol dm}^3 \text{ h}^{-1}) = -\frac{dc_B}{d\tau} = 125 \cdot c_B^2$$

Každý z reaktorů má objem  $100 \text{ dm}^3$ . Do kaskády je nastříkováno  $300 \text{ dm}^3 \text{ h}^{-1}$  směsi o vstupní koncentraci  $2 \text{ mol dm}^{-3}$  látky B. Vypočtete koncentraci látky B na výstupu z druhého členu kaskády.

$$[c_{B2} = 0,0596 \text{ mol dm}^{-3}]$$

Řešení:

$$V_{R1} = V_{R2} = 100 \text{ dm}^3$$

$$F_V = 300 \text{ dm}^3 \text{ h}^{-1}$$

$$c_{B0} = 2 \text{ mol dm}^{-3}$$

$$r_B / (\text{mol dm}^3 \text{ h}^{-1}) = 125 \cdot c_B^2 = 125 \cdot c_{B0}^2 \cdot (1 - \alpha)^2$$

**První reaktor**

$$c_{B1} = c_{B0} - c_{B0} \cdot \alpha_1$$

$$r_{B1} / (\text{mol dm}^3 \text{ h}^{-1}) = 125 \cdot c_{B1}^2 = 125 \cdot c_{B0}^2 \cdot (1 - \alpha_1)^2$$

$$\frac{V_{R1}}{F_V} = \frac{c_{B0} - c_{B1}}{r_{B1}} = \frac{c_{B0} \cdot \alpha_1}{125 \cdot c_{B0}^2 \cdot (1 - \alpha_1)^2}$$

$$(1 - \alpha_1)^2 = \frac{F_V \cdot \alpha_1}{125 \cdot c_{B0} \cdot V_{R1}} =$$

$$(1 - \alpha_1)^2 = \frac{300}{100 \cdot 125 \cdot 2} \cdot \alpha_1 = 0,012 \cdot \alpha_1$$

$$1 - 2 \cdot \alpha_1 + \alpha_1^2 = 0,012 \cdot \alpha_1$$

$$\alpha_1^2 - 2,012 \cdot \alpha_1 + 1 = 0$$

$$\alpha_1 = 1,006 \mp \sqrt{1,006^2 - 1} = 1,006 \mp 0,1097 = 0,8963$$

**Druhý reaktor**

$$c_{B2} = c_{B0} - c_{B0} \cdot \alpha_2$$

$$r_{B2} / (\text{mol dm}^3 \text{ h}^{-1}) = 125 \cdot c_{B2}^2 = 125 \cdot c_{B0}^2 \cdot (1 - \alpha_2)^2$$

$$\frac{V_{R2}}{F_V} = \frac{c_{B1} - c_{B2}}{r_{B2}} = \frac{c_{B0} - c_{B0} \cdot \alpha_1 - c_{B0} + c_{B0} \cdot \alpha_2}{125 \cdot c_{B0}^2 \cdot (1 - \alpha_2)^2} = \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{125 \cdot c_{B0} \cdot (1 - \alpha_2)^2}$$

$$(1 - \alpha_2)^2 = \frac{F_V}{V_{R2} \cdot 125 \cdot c_{B0}} \cdot (\alpha_2 - \alpha_1) = \frac{300}{100 \cdot 125 \cdot 2} \cdot (\alpha_2 - \alpha_1) = 0,012 \cdot (\alpha_2 - \alpha_1)$$

$$1 - 2 \cdot \alpha_2 + \alpha_2^2 = 0,012 \cdot \alpha_2 - 0,012 \cdot \alpha_1$$

$$1 - 2 \cdot \alpha_2 + \alpha_2^2 = 0,012 \cdot \alpha_2 - 0,012 \cdot 0,8963$$

$$\alpha_2^2 - 2,012 \cdot \alpha_2 + 1,0107556 = 0$$

$$\alpha_2 = 1,006 \pm \sqrt{1,006^2 - 1,0107556} = 1,006 \pm 0,03578 = 0,9702$$

$$c_{B2} = c_{B0} - c_{B0} \cdot \alpha_2 = 2 - 2 \cdot 0,9702 = 0,0596 \text{ mol dm}^{-3}$$