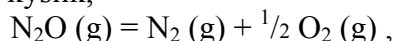


### Úloha 5-7 Jednosměrná reakce druhého řádu v izotermním promíchávaném a ve vsádkovém reaktoru

Rozklad oxidu dusného na dusík a kyslík,



probíhá při teplotě 895°C a konstantním tlaku 100 kPa v průtočném dokonale míchaném izotermním reaktoru objemu 5 dm<sup>3</sup>. Rozklad oxidu dusného probíhá jako reakce druhého řádu a rychlostní konstanta má při dané teplotě hodnotu 0,977 dm<sup>3</sup> mol<sup>-1</sup> s<sup>-1</sup>. Zpětná reakce je zanedbatelná. Vypočítejte, kolik molů čistého oxidu dusného za hodinu má být uváděno do průtočného reaktoru, aby bylo dosaženo stejného stupně přeměny jako v případě kdy rozklad oxidu dusného byl prováděn ve vsádkovém reaktoru při stejné teplotě a počátečním tlaku 100 kPa tak dlouho, až celkový tlak dosáhl hodnoty 140 kPa.

$$[F \cdot (n_{\text{N}_2\text{O}})_0 = 0,0476 \text{ mol h}^{-1}]$$

#### Řešení

$$V_R = 5 \text{ dm}^3 = 5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3,$$

$$T = 1168,15 \text{ K}, \quad p = 100 \text{ kPa},$$

$$k_c = 0,977 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ s}^{-1} = 9,77 \cdot 10^{-4} \cdot 3600 = 3,5172 \text{ m}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ h}^{-1}$$

*Diskontinuální reaktor:*

$$n_{\text{N}_2\text{O}} = (n_{\text{N}_2\text{O}})_0 (1 - \alpha)$$

$$p_{\text{N}_2\text{O}} = (p_{\text{N}_2\text{O}})_0 (1 - \alpha) = \frac{1 - \alpha}{1 + 0,5 \alpha} \cdot p$$

$$n_{\text{N}_2} = (n_{\text{N}_2\text{O}})_0 \cdot \alpha$$

$$p_{\text{N}_2} = (p_{\text{N}_2\text{O}})_0 \cdot \alpha$$

$$n_{\text{O}_2} = 0,5 (n_{\text{N}_2\text{O}})_0 \cdot \alpha$$

$$p_{\text{O}_2} = 0,5 (p_{\text{N}_2\text{O}})_0 \cdot \alpha$$

$$\Sigma n = (n_{\text{N}_2\text{O}})_0 (1 + 0,5 \alpha)$$

$$p = (p_{\text{N}_2\text{O}})_0 (1 + 0,5 \alpha)$$

$$\alpha = 2 \cdot \left( \frac{p_{\text{vsádkový}}}{(p_{\text{N}_2\text{O}})_0} - 1 \right) = 2 \cdot \left( \frac{140}{100} - 1 \right) = 0,8$$

*Průtočný promíchávaný reaktor:*

$$\frac{V_R}{F} = \frac{(n_{\text{N}_2\text{O}})_0 \cdot \alpha}{r}, \quad r = -\frac{dn_{\text{N}_2\text{O}}}{V d\tau} = k'_p \cdot p_{\text{N}_2\text{O}}^2 = k'_p \cdot \left( \frac{1 - \alpha}{1 + 0,5 \alpha} \right)^2 \cdot p^2$$

$$\frac{V_R}{F \cdot (n_{\text{N}_2\text{O}})_0} = \frac{\alpha}{k'_p \cdot \left( \frac{1 - \alpha}{1 + 0,5 \alpha} \right)^2 \cdot p^2}$$

Rychlostní konstanta  $k_p$ :

$$\left. \begin{aligned} -\frac{dn_{\text{N}_2\text{O}}}{V d\tau} &= k'_p \cdot p_{\text{N}_2\text{O}}^2 \\ -\frac{dn_{\text{N}_2\text{O}}}{V d\tau} &= k_c \cdot c_{\text{N}_2\text{O}}^2 = k_c \cdot \left( \frac{p_{\text{N}_2\text{O}}}{RT} \right)^2 \end{aligned} \right\} k'_p = \frac{k_c}{(RT)^2}$$

$$F \cdot (n_{\text{N}_2\text{O}})_0 = \frac{V_R}{\alpha} \cdot \frac{k_c}{(RT)^2} \cdot \left( \frac{1 - \alpha}{1 + 0,5 \alpha} \right)^2 \cdot p^2 = \frac{5 \cdot 10^{-3}}{0,8} \cdot \frac{9,77 \cdot 10^{-4}}{(8,314 \cdot 1168,15)^2} \cdot \left( \frac{1 - 0,8}{1 + 0,5 \cdot 0,8} \right)^2 \cdot (100 \cdot 10^3)^2$$

$$\left[ \frac{\text{m}^3 \cdot (\text{m}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ s}^{-1})}{(\text{N m K}^{-1} \text{ mol}^{-1})^2 \cdot \text{K}^2} \cdot (\text{N m}^{-2})^2 = \text{mol s}^{-1} \right]$$

$$F \cdot (n_{\text{N}_2\text{O}})_0 = 1,321 \cdot 10^{-5} \text{ mol s}^{-1} = 0,0476 \text{ mol h}^{-1}$$