

Kemijska inženirska kinetika - pisni izpit - 27. november 1995

1. Za ravnotežno reakcijo $A(g) + B(g) \leftrightarrow C(g)$ velja naslednja hitrostna enačba:

$$K = \frac{k_c}{k'_c} = \frac{c_C}{c_A \cdot c_B}$$

$$(-r_A) = k_c \cdot c_A \cdot c_B - k'_c \cdot c_C$$

X_A = 0.9
 $E = -\frac{1}{2} = -\frac{1}{2}$

pri čemer sta:

$$k_c = 15 \cdot 10^9 \cdot \exp\left(\frac{-126400}{R \cdot T}\right); k_c = [\text{cm}^3 / (\text{mol} \cdot \text{s})] \text{ in}$$

$$k'_c = 2.2 \cdot 10^{12} \cdot \exp\left(\frac{-279400}{R \cdot T}\right); k'_c = [\text{s}^{-1}]$$

- Izračunajte reakcijski čas, pri katerem bo šnovna pretvorba reaktanta A enaka 90-tim odstotkom ravnotežne konverzije pri $T = 200^\circ \text{C}$. Začetni tlak sistema znaša 1 bar; $c_A^0 = c_B^0, c_C^0 = 0$.

$$t = 2.15 \cdot 10^{-4} \text{ s}$$

2. v CSTR reaktorju vršimo reakcijo, za katero velja: $(-r_A) = k \cdot c_A^2$. Konverzija reaktanta, izračunana na podlagi koncentracije le-tega v kapljevinstem toku, ki zapušča reaktor, znaša 50 %.

- Kolikšna bo konverzija, če reakcijo vodimo v CSTR reaktorju, katerega volumen je 6-krat večji? $X_A = 0.75$
- Kolikšna bo konverzija, če CSTR reaktor prvotnih dimenzij nadomestimo s cevnim reaktorjem z idealnim čepastim tokom enake velikosti? $X_A = 2/3$

2A → B

3. Dimerizacija plinastega butadiena v vinilkloheksen je bila študirana pri $T=326^\circ\text{C}$ v reaktorju s konstantnim volumnom. Izmerjene vrednosti tlaka v sistemu kot funkcijo časa prikazuje naslednja tabela:

| t, min | π, bar | $C_A [M]$ | t, min | π, bar | $C_A [M]$ |
|-----------------|-------------------|--------------------|-----------------|-------------------|------------------|
| 0 | 0.845 | $0,01696 = C_{A0}$ | 60 | 0.645 | $0,00893335$ |
| 5 | 0.815 | $0,015758833$ | 70 | 0.570 | $0,0059221095$ |
| 10 | 0.789 | $0,014714936$ | 80 | 0.617 | $0,0078094545$ |
| 15 | 0.765 | $0,013751338$ | 90 | 0.605 | $0,00732735581$ |
| 20 | 0.745 | $0,012948341$ | 100 | 0.594 | $0,006885707$ |
| 25 | 0.728 | $0,012265792$ | 120 | 0.576 | $0,006163009$ |
| 30 | 0.711 | $0,011582244$ | 140 | 0.561 | $0,0055607604$ |
| 35 | 0.699 | $0,01101445$ | 180 | 0.539 | $0,0046774627$ |
| 40 | 0.685 | $0,010539347$ | 220 | 0.524 | $0,004075214324$ |
| 50 | 0.663 | $0,0096560497$ | 260 | 0.508 | $0,003432816$ |

$n=2$
 $k=0,0204$

- Določite red reakcije in konstanto reakcijske hitrosti.

ic. POŠTBNŠ

glej zvezek št 87!

g.v. 4.

4. Za katalitsko hidrogenacijo ogljikovega dioksida v metan ($\text{CO}_2 + 4\text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$) velja naslednja hitrostna enačba:

$$r_{\text{CH}_4} = \frac{7.0 \cdot p_{\text{CO}_2} \cdot p_{\text{H}_2}^4}{(1 + 0.3 \cdot p_{\text{CO}_2} + 1.73 \cdot p_{\text{H}_2})^5}; \quad (r_{\text{CH}_4}) = \left[\frac{\text{kmol}}{\text{kg}_{\text{cat.}} \cdot \text{h}} \right]$$

Reakcijo izvajamo v reaktorju s strnjanim slojem katalizatorja pri tlaku $P_{\text{tot}}=30 \text{ bar}$ in temperaturi $T=314^\circ\text{C}$. V reaktor vodimo $100 \frac{\text{kmol}}{\text{h}}$ ogljikovega dioksida in stehiometrijsko množino vodika.

- Določite maso katalizatorja, ki je potrebna za 20 %-no konverzijo ogljikovega dioksida.

$r_{\text{CH}_4} = -r_{\text{CO}_2}$
 $\epsilon = \frac{3-5}{5} = -\frac{2}{5} = -0.4$

$p_{\text{CO}_2} = \frac{C_A}{RT} = \frac{C_{A0}}{RT} \left(\frac{1-x_A}{1+\epsilon x_A} \right)$
 $p_{\text{H}_2} = \frac{C_B}{RT} = \frac{4 C_{A0}}{RT} \left(\frac{1-x_A}{1+\epsilon x_A} \right)$

$W = 247 \text{ kg}$

$\frac{W}{F_{A0}} = \int_0^{x_A} \frac{dx}{-r_A}$

$r_{\text{CH}_4} = -r_{\text{CO}_2} = \dots$

$C_{A0} = \frac{P}{RT} = \frac{P_{\text{tot}}}{RT}$