

Kem-40.152 Reaktiotekniikka II

Tentti Keskiviikko 5.9.2007, klo 8-13 Ke1

Teoriaosan (tehtävä 1) aikana ei mitään oheismateriaalia saa olla esillä.

Laskuosassa (tehtävät 2 ja 3) saa olla mukana kirjallisuutta poislukien lasku-
harjoitukset, kotilaskut ja valmiit laskuratkaisut. Materiaalin saa ottaa esiin kun teoria-
osa on tehty ja paperi on palautettu.

TEORIAOSA

1. Reaktion $A + B \rightarrow C$ kinetiikkaa tutkittiin laboratoriomittakaavassa kiinteäkatalyyttisessä differentiaalisesti toimivassa reaktorissa. Reaktio tapahtuu kaasufaasissa ja voidaan olettaa irreversiibeliksi.

Taulukko 1. Koetulokset: reaktionopeudet ja syötössä olevien komponenttien osapaineet.

Ajo	P_A bar	P_B bar	P_C bar	$-r_A \cdot 10^4$ mol/(s*g)
1	4,0	0,0025	0,0	0,09
2	4,0	0,027	0,0	0,90
3	1,0	1,0	1,0	2,0
4	0,75	3,0	0,0	2,0
5	1,0	333	1,0	3,0
6	4,5	1,0	1,0	9,0
7	103	0,01	0,0	9,0
8	53	0,02	0,0	9,0
9	4,0	1,0	0,0	9,0
10	13	0,1	0,0	9,0
11	100	1,0	1,0	200

a) Ehdota koetuloksiin sopiva reaktionopeuslauseke.

3p

b) Esitä mekanismi, joka sopii edelliseen reaktionopeuslausekkeeseen.

3p

c) Kuinka määrittäisit reaktionopeuslausekkeen parametrien arvot?

2p

Sanallinen selvitys riittää.

d) Kuinka reaktionopeuslauseke muuttuu, jos syöttö sisältää inerttiä komponenttia?

1p

e) Kuinka mekanismi muuttuu, jos syöttö sisältää inerttiä komponenttia?

1p

f) Kuinka reaktionopeuslauseke muuttuu, jos syöttö sisältää inhibiittoria?

1p

g) Kuinka mekanismi muuttuu, jos syöttö sisältää inhibiittoria?

1p

LASKUOSA

2. Tuotetta B valmistetaan alkeisreaktiolla $2A \Rightarrow 2B$ nestefaasissa metallikatalyytillä, jonka deaktivoituminen on nollatta kertalukua. Reaktiota ajetaan isotermisesti vakio-tilavuudessa panosreaktorissa. Mikä on konversio 30 minuutin kuluttua? Esitä perusteltu vastaus. Reaktiionopeusvakion arvo kyseisessä lämpötilassa on $0,01 \text{ dm}^6/(\text{g}_{\text{cat}} \cdot \text{Mol} \cdot \text{min})$ ja deaktivoitumisen aikavakion arvo $0,05 \text{ min}^{-1}$. Reaktorin tilavuus on 1 dm^3 ja se sisältää alkutilanteessa 10 g tuotetta katalyyttiä ja 10 mol A:ta.

6p

3. Ensimmäisen kertaluvun kaasufaasireaktio $A \rightarrow B$ halutaan suorittaa pakatussa putkireaktorissa (packed bed reactor). Reaktorin pituus (katalyyttipedin) on 65 cm ja halkaisija 0,05 m sekä puhtaan A:n tilavuusvirta $0,05 \text{ m}^3/\text{s}$, lämpötila on $260 \text{ }^\circ\text{C}$ ja paine 480 kPa. Reaktori on pakattu pyöreillä katalyyttipartikkeleilla, joiden halkaisija on 0,4 cm. Laske kuinka suuri konversio reaktorissa saavutetaan. Erillisissä kokeissa on todettu että katalyyttipartikkelin sisäinen diffuusio rajoittaa reaktiota. Reaktori toimii isotermisesti $260 \text{ }^\circ\text{C}$:ssa.

$$k = \text{reaktiionopeusvakio} = 1 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 / (\text{m}^2 \cdot \text{s})$$

$$D_e = \text{effektiivinen diffuusiokerroin} = 2,66 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$\rho_b = \text{katalyyttipedin tiheys} = 2 \cdot 10^3 \text{ g/m}^3$$

$$S_a = \text{katalyyttipartikkelien sisäpinta-ala} = 400 \text{ m}^2/\text{g}$$

$$\rho_c = \text{katalyyttipartikkelien tiheys} = 8 \cdot 10^4 \text{ g/m}^3$$

$$k_{c,a_c} = \text{ulkoinen aineensiirtokerroin} = 5 \cdot 10^3 \text{ 1/s}$$

6p