

**KE-40.1800 IDEAALIREAKTORIT****Kem-40.150 Reaktiotekniikka I**

Tentti 5.9.2006 8-12 L-sali

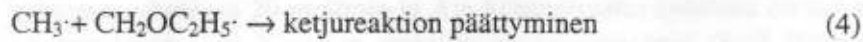
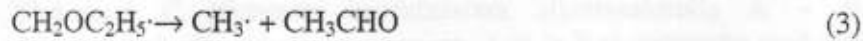
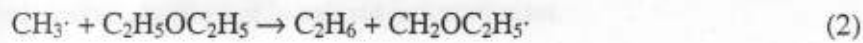
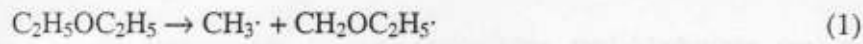
Tentissä saa olla mukana kirjallisuutta (kurssikirja, taulukkokirjoja, ym) poislukien laskuharjoitukset, kotilaskut ja valmiit laskuratkaisut.

1. Yhdistettä C tuotetaan kaasufaasissa alkeisreaktiolla  $A + B \rightarrow C$  jatkuvatoimisessa sekoitusreaktorissa. A:ta ja B:tä syötetään stoikiometrisessä suhteessa yhteensä 20 mol/min ja A:n konsentraatio syötössä on 0,4 mol/dm<sup>3</sup>. Lämpötila on 230 °C:sta ja reaktionopeusvaktion arvo tässä lämpötilassa 2 dm<sup>3</sup>/(mol min). Nykyisessä reaktorissa saavutetaan 90 % konversio. Kuinka suurella putkireaktorilla (PFR) päästään samaan konversioon kuin nykyisellä jatkuvatoimisella sekoitusreaktorilla (CSTR), kun putkireaktori toimii samoissa olosuhteissa?
2. Alla on esitetty kaasumaisen sykloheksyylikloridin hajoamisreaktion alkunopeus sykloheksyylikloridin eri lähtökonsentraatioilla lämpötilassa 334 °C. Määritä reaktion kertaluku ja reaktionopeusvaktion arvo.

$10^3 \cdot C_0$ mol dm <sup>-3</sup>	1,26	1,74	2,94	4,16	6,12	9,05
$10^3 \cdot (-dC/dt)_0$ (mol dm <sup>-3</sup> s <sup>-1</sup> )	4,70	7,31	11,75	16,71	24,02	30,03

3. Kaasufaasireaktio  $A + B \rightarrow C$  tapahtuu isotermisesti putkireaktorissa. Reaktio ei ole alkeisreaktio vaan ensimmäistä kertalukua A:n suhteen ja nollatta kertalukua B:n suhteen. Reaktoriin syötetään 100 mol/s A:ta ja B:tä. Reaktionopeusvaktion arvo 300 °C:ssa on 1,0 s<sup>-1</sup> sekä A:n ja B:n konsentraatiot syötössä ovat 1,0 mol/dm<sup>3</sup>.
  - a) Kuinka suuri reaktori tarvitaan, jotta saavutetaan 50 %:n konversio?
  - b) Kuinka paljon lämpötilaa on nostettava, jos konversiota halutaan kasvattaa 50 % edellisestä? Aktivoitumisenergian arvo on 100 kJ/mol.
4. Kaasufaasireaktio  $2A + B \rightarrow 2C$  suoritetaan isotermisesti ja isobaarisesti. Reaktio on ensimmäistä kertalukua molempien lähtöaineiden suhteen. Reaktoriin syötetään ekvimolaarisessa suhteessa A:ta ja B:tä yhteensä 100 mol/s ja A:n konsentraatio syötössä on 0,5 mol/dm<sup>3</sup>. Reaktionopeusvaktion arvo on 4,0 dm<sup>3</sup>/(mol·s).
  - a) Kirjoita nopeusyhtälö yleisessä muodossa A:n konversion funktiona.
  - b) Minkä tyyppisen reaktorin valitsisit reaktiolle, kun tehtävänä on saavuttaa vähintään 80 %:n konversio?

5. Dietyylieetterin on esitetty hajoavan seuraavan mekanismin mukaan:



Johda ehdotetun mekanismin pohjalta nopeusyht\u00e4l\u00f6 dietyylieetterin hajoamiselle, kun  $\text{CH}_3\cdot$  ja  $\text{CH}_2\text{OC}_2\text{H}_5\cdot$  ovat ep\u00e4stabiileja v\u00e4limuotoja.

$\text{H}_2\text{O}_2$ m\u00e4\u00e4r\u00e4, mol/l	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	5,0
$\text{I}_2$ m\u00e4\u00e4r\u00e4, mol/l	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
$\text{I}^-$ m\u00e4\u00e4r\u00e4, mol/l	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001

3. Kvantitatiivisesti  $\text{A} + \text{B} \rightarrow \text{C}$  tapahtuu toisjärjisen potenssilla. Reaktio ei ole yksivaiheinen vaan tapahtuu kahden vaiheen kautta ja nopeus riippuu molempien reaktanttien konsentraatioista. Reaktio on yksivaiheinen  $100^\circ\text{C}$  ja  $10^\circ\text{C}$  k\u00e4nnyksellä. Reaktioenergiaksi on annettu  $50\text{ kJ/mol}$  ja  $\text{A}$  ja  $\text{B}$  konsentraatiot olivat  $1,0\text{ mol/l}$ .

- Katsoa k\u00e4nnyksen s\u00e4\u00e4nt\u00e4, jotta reaktio on  $50^\circ\text{C}$  ja  $10^\circ\text{C}$  k\u00e4nnyksellä.
- Katsoa nopeus yht\u00e4l\u00f6n s\u00e4\u00e4nt\u00e4, jos  $\text{A}$  ja  $\text{B}$  konsentraatiot ovat  $1,0\text{ mol/l}$  ja  $0,5\text{ mol/l}$  k\u00e4nnyksellä. Aktiivisuusenergia on  $50\text{ kJ/mol}$ .

4. Kvantitatiivisesti  $\text{2A} + \text{B} \rightarrow \text{2C}$  tapahtuu toisjärjisen ja yksivaiheisen reaktion kautta. Reaktio on toisjärjisen potenssilla molempien reaktanttien suhteen. Reaktio on yksivaiheinen k\u00e4nnyksell\u00e4ns\u00e4. Reaktio on yksivaiheinen  $100^\circ\text{C}$  ja  $10^\circ\text{C}$  k\u00e4nnyksellä. Reaktioenergiaksi on annettu  $50\text{ kJ/mol}$  ja  $\text{A}$  ja  $\text{B}$  konsentraatiot olivat  $1,0\text{ mol/l}$  ja  $0,5\text{ mol/l}$ .

- Katsoa nopeusyht\u00e4l\u00f6n s\u00e4\u00e4nt\u00e4, jotta reaktio on  $50^\circ\text{C}$  ja  $10^\circ\text{C}$  k\u00e4nnyksellä.
- Mink\u00e4 nopeus reaktio tapahtuu  $10^\circ\text{C}$  k\u00e4nnyksellä, jos  $\text{A}$  ja  $\text{B}$  konsentraatiot ovat  $1,0\text{ mol/l}$  ja  $0,5\text{ mol/l}$  k\u00e4nnyksellä.