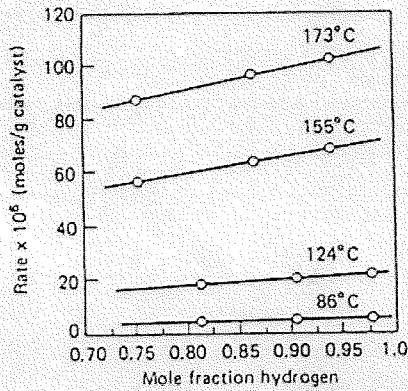


Kem-40.152 Reaktiotekniikka II
Tentti Ma 30.7.2007 10-15 Ke1

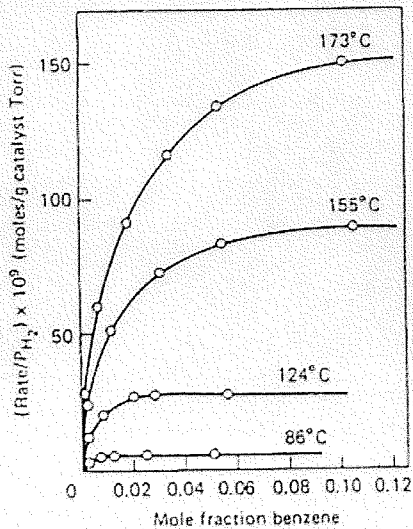
TEORiatehtävät (yhteensä 12p)

Tehtävät 1 ja 2 ovat teoriatehtäviä ja niiden aikana ei materiaalia saa olla esillä. Materiaalin saa ottaa esiin kun tehtävät 1 ja 2 on tehty ja paperi on palautettu.

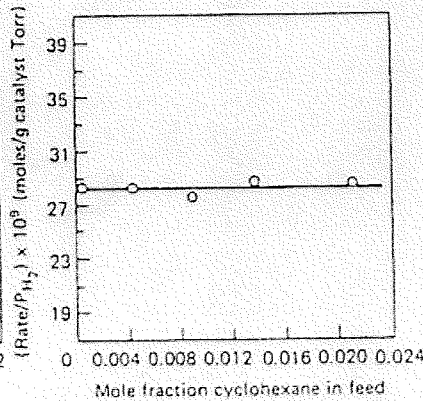
- Oheisissa kuvissa on esitetty kokeellisia tuloksia bentseenin hydrauksesta sykloheksaaniksi nikkeli-kieselguhr katalyytillä suuren vety-ylimäärän vallitessa matalassa lämpötilassa. Bentseenin kiehumispiste normaali paineessa on 80°C ja sykloheksaanin 80.7°C. Erillisissä kokeissa todettiin lisäksi, että ulkoinen ja sisäinen aineensiirto eivät vaikuta reaktionopeuteen. 760 Torr = 101,325 kPa.



(a) Rate of Hydrogenation as a Function of Hydrogen Concentration: P = 760 Torr



(b) Rate of Hydrogenation as a Function of Benzene Concentration: P = 760 Torr



(c) Product Inhibition Effects at Low Conversions: P = 760 Torr, T = 124°C

Initial rate data on benzene hydrogenation over Ni-kieselguhr

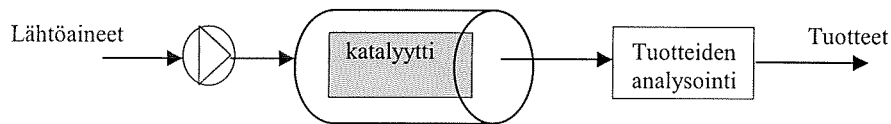
a) Esitä kokeellisten tulosten kanssa yhteensopiva reaktionopeuslauseke?

b) Esitä mekanismi ja reaktionopeutta rajoittava vaihe, mikä on yhteensopiva reaktionopeuslausekkeen kanssa? (Yht. 6 p.)

2. Olet aloittamassa uuden reaktion $A + B \rightarrow C$ tutkimista laboratoriomittakaavassa. Reaktio tapahtuu isotermisesti kaasufaasissa. Käytössäsi on oheisen kuvan mukainen isotermisesti toimiva putkireaktori. Reaktiota katalysoi metallikatalyytti, jonka kantajana on alumiinioksidi. Katalyytti laitetaan täytemateriaalin kanssa reaktoriin ja lähtöaineet syötetään reaktoriin paineen avulla, ja reaktorin poistovirrasta analysoidaan kunkin komponentin konsentraatiot.

Tehtävänäsi on suunnitella esikoesarja, jossa tutkit reaktiosysteemissä tapahtuvia ilmiöitä ja niiden vaikutusta reaktioosi. Millaisia kokeita suorittaisit, ja mitä tietoa katalyytistä ja reaktiosta saat kokeistasi?

6p



LASKUTEHTÄVÄT

Materiaali saa olla esillä ei kuitenkaan ratkaistut laskuharjoitustehtävät.

3. Kaasufaasissa tapahtuva alkeisreaktio $2A \rightarrow R$ suoritetaan isotermisesti putkireaktorissa lämpötilassa $457\text{ }^\circ\text{C}$ ja paineessa 300 kPa . Reaktionopeusvakion arvo käyttölämpötilassa on $k = 0,2\text{ m}^6/(\text{mol}\cdot\text{h}\cdot\text{kg}_{\text{kat.}})$ ja reaktoriin on pakattu 1000 kg katalyyttiä. Kokonaissyöttö reaktoriin on $37,5\text{ m}^3/\text{h}$, ja se sisältää $80\text{ mol-}\%$ A:ta lopun ollessa inerttiä kaasua. Katalyytin deaktivoituminen on konsentraatiosta riippumaton ja noudattaa nollatta kertalukua. Deaktivoitumisen aikavakion arvo käyttölämpötilassa on $k_d = 8,3\cdot 10^{-3}\text{ d}^{-1}$ (d =päivä).

Konversio on alussa täydellinen ja alenee katalyytin deaktivoituessa. Tehtävänäsi on laskea kuinka kauan katalyyttiä voidaan käyttää ennen regeneroimista. Regeneroimisen rajana konversiolle voidaan pitää arvoa 90% . (6p)

4. Nestefaasissa tapahtuvaa irreversiibeliä alkeisreaktiota $A + B \rightarrow C$ ajetaan adiabaattisesti sekoitussäiliöreaktorissa. A:ta ja B:tä syötetään ekvimolaarisessa suhteessa ($C_{A0} = C_{B0} = 0,1\text{ kmol/m}^3$) ja kokonaissyöttö reaktoriin on $2\text{ dm}^3/\text{s}$. Syötön lämpötila on $27\text{ }^\circ\text{C}$. Kuinka suuri reaktori vaaditaan, jotta reaktorissa saavutettaisiin 80% :n konversio?

Mikä on suurin mahdollinen syöttövirran lämpötila, kun tiedetään että syntyvä tuote hajoaa $172\text{ }^\circ\text{C}$:n yläpuolella.

$$C_{pA} = 60\text{ J}/(\text{mol K})$$

$$C_{pB} = 40\text{ J}/(\text{mol K})$$

$$C_{pC} = 120\text{ J}/(\text{mol K})$$

$$\Delta H_R(T_{in}) = -21\text{ kJ/mol}$$

$$k(27\text{ }^\circ\text{C}) = 0,01\text{ dm}^3/(\text{mol s})$$

$$E = 40\text{ kJ/mol}$$

(6 p.)