Herexamen Meerfasen Reactoren (MFR)

Date/Time: 24 April 2009, 8.30 -11.30 h

Location:

Please state the following on the first answer sheet:

- Name
- Address
- Postal code and place of residence
- Student number
- Date of birth

Please state your name on each subsequent answer sheet.

Credits:

1. 30

2. 30

3. 30

Succes!

Geert Versteeg

NB:

This exam is a so-called open book exam. The use of books and other course material is allowed!

Opgave 1

Van een reactie: A(g) → P (g), die irreversibel is en heterogeen wordt gekatalyseerd wil men graag de reactiesnelheidskonstante weten bij 298 K. Men heeft de beschikking over drie verschillende heterogene poreuze katalysatoren;
- bolletjes met een diameter van $0.5.10^{-3}$ m,
- blokjes (kubus) met een ribbe van 2.10^{-2} m,
- ronde staafjes met een diameter van 10^{-3} m en een lengte van 4.10^{-3} m.

Als resultaat wordt gevonden dat de eerste-orde reactie snelheidskonstante gelijk is aan:

$$k_1 = 10\ s^{-1}$$

Gegeven: $D_{A,\,gas} = 10^{-5}\ m^2.s^{-1}$

a) Bereken voor alle drie typen katalysatoren de Thiele-modulus.

b) Welke van de drie genoemde katalysatoren heeft men gebruikt om k_1 te bepalen en waarom?

c) In een gepakt reactor wil men conversiemeting uitvoeren. Hiervoor heeft men alleen de beschikking over de ronde staafjes. Bereken de conversie bij een reactorhoogte van 0.50 m. De gepakt bed reactor is te beschouwen als een propstroom reactor.

Gegeven: $D_{A,\,gas} = 10^{-5}\ m^2.s^{-1}$
$\varepsilon_s = 0{,}40$
$d_{reactor} = 0{,}10$ m
$C_{G,A,in} = 40\ mol.m^{-3}$
$\theta_{gas} = 10^{-3}\ m^3.s^{-1}$
Er wordt zuiver gas gebruikt, de hoeveelheid geproduceerd P mag worden verwaarloosd.

d) Omdat de reactie exotherm is, kan er moeilijk worden gewerkt met een zuiver gas. Daarom wordt A zodanig verdund dat temperatuurseffecten te verwaarlozen zijn. Bereken opnieuw de conversie bij een reactorhoogte van 0.50 m.

Gegeven: $C_{G,A,in} = 0.04\ mol.m^{-3}$
$k_g = 10^{-3}$ m. s^{-1}

Opgave 2

Een filmreactor wordt gebruikt om conversie metingen uit te voeren. De verticale wand waarlangs de film stroomt is niet-poreus maar wel katalytisch actief! Waterstof, H_2, reageert op deze katalytisch aktieve wand met de vloeistof waaruit de film bestaat, deze reactie is veel en veel sneller dan het stoftransport. De stroming van de film kan worden beschouwd als perfecte propstroom.

De reaktie is eerste orde in H_2 en onafhankelijk van de samenstelling van de vloeistoffase.

a) Waarom is het penetratie-model het stofoverdrachtsmodel dat uitermate geschikt is om het transport van H_2 in deze reactor te beschrijven?

b) Wat is de lengte van de film op het moment dat H_2 de katalytische wand ziet.

c) Op welke lengte begint de reactie?

d) Wat is de flux bij een lengte van 0.05 m.

e) Wat is de flux bij een lengte van 0.50 m.

Gegevens: $D_{H2,\ vloeistof} = 1{,}6.10^{-8}\ m^2.s^{-1}$
$V_{film} = 0.10\ m.s^{-1}$
$\delta_{film} = 10^{-3}\ m$

Opgave 3

In een reactor samengesteld uit een gasfase en een vloeistoffase, die beiden goed worden geroerd en doorstroomd en daarom te beschouwen zijn als ideale mengers, wordt de onderstaande reactie uitgevoerd:

$$A(g) + B(l) \rightarrow P(l)$$

De reactie is eerste orde in A én eerste orde in B.
De conversie van B in de vloeistoffase is volledig te verwaarlozen.

Gegevens

$D_{A,\,L} = 10^{-9}\ m^2.s^{-1}$
$k_G = 10^{-3}\ m.\ s^{-1}$
$A_{gas\text{-}vloeistof} = 0.10\ m^2$
$\theta_{gas} = 10^{-3}\ m^3.s^{-1}$
$k_{1,1} = 10^{10}\ m^3.mol^{-1}.s^{-1}$

$D_{B,\,L} = 10^{-9}\ m^2.s^{-1}$
$k_L = 10^{-5}\ m.\ s^{-1}$
$C_{B,L} = 4.000\ mol.m^{-3}$
$m = C_L/C_G = 1$

a) Bepaal het uitgaande gasdebiet van reactant A indien met een zuiver gas wordt gewerkt. De gasfase concentratie van zuiver A mag worden gesteld op $C_{A,G} = 40\ mol.m^{-3}$.

Vervolgens worden er proeven gedaan met een verdund gas. De ingangsconcentratie van A is $0{,}55\ mol.m^{-3}$.

b) Bepaal de uitgaande gasconcentratie van A indien de gasfase weerstand mag worden verwaarloosd.

c) Na uitvoering van de bovenstaande proef blijkt dat de uitgaande concentratie van A gelijk is aan $0{,}50\ mol.m^{-3}$. Verklaar deze uitkomst kwalitatief en kwantitatief.