Herexamen Meerfasen Reactoren (MFR)

Date/Time: **12 juli 2010**, 09:00-12:00 hrs

Location: Tentamenhal 03

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

Tip: Voordat je begint met oplossen probeer voor jezelf duidelijk te krijgen wat voor type proces je hebt: G/L, G/L/S, G/S, L/S, etc. Tevens bepaal of er een homogene of heterogene reactie optreedt. Als laatste is de katalysator poreus of niet-poreus!

Succes!

Geert Versteeg

NB:

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

Opdracht 1

Een olefine (B) wordt gechloreerd in een geroerde tank reactor, de vloeistoffase wordt niet doorstroomd, waarbij zuiver chloor gas (A) door de vloeistof wordt geleid:

A(G) => A(L)
A(L) + B(L) => P(L)

De dampdrukken van respectievelijk het gechloorde olefine en olefine zijn verwaarloosbaar.

Gegeven:
$R_A = -k_{l,l} C_A C_B$ met $k_{l,l} = 9.10^4$ $m^3.kmol^{-1}.s^{-1}$
$D_A = D_B = 10^{-9}$ $m^2.s^{-1}$
$k_L = 10^{-4}$ $m.s^{-1}$
$a = 50$ $m^2.m^{-3}$ vloeistoffase
$C_{Cl2,\,gas} = 0.04$ $kmol.m^{-3}$
$m_{Cl2} = 2{,}50$

De beginconcentratie van B is $C_{B0} = 1$ $kmol.m^{-3}$.
De chlorering wordt gestopt als 90% van B is omgezet.

10 a) Geef een relatie waarmee de absorptie snelheid van chloorgas in de vloeistof kan worden berekend. Werk zoveel mogelijk uit mbv de gegevens.

8 b) Geef een relatie waarmee de conversie van het olefine als funktie van de tijd kan worden berekend. Werk zoveel mogelijk uit mbv de gegevens.

7 c) Wanneer is 90% van B omgezet?

5 d) Klopt het dat na 479,6 seconden alle B is omgezet?

Opdracht 2

Een laagje **O**noplosbaar **O**ngewenst **P**rodukt (OOP) wordt gevormd op de wand van een ideale menger tijdens een proces. Eén keer per maand wordt OOP van de wand verwijderd d.m.v. wassen met een waterige AVM oplossing (**A**lles **V**erdwijnt **M**iddel). OOP is niet oplosbaar in water. Het reactie product van OOP en AVM is daarintegen zeer goed oplosbaar in water. Daarom kan worden gesteld dat de reactie tussen OOP en AVM een opppervlakte reactie is, die aan de buitenkant van de OOP-laag plaats vindt.

De reactiekinetiek is:

$R'' = -k_{I,1} C_{OOP} C_{AVM}$ kmol. $m^{-2}.s^{-1}$

met: C_{AVM} = concentratie AVM nabij de vervuilingslaag, kmol.m^{-3}
$C_{AVM,0}$ = concentratie AVM in de voedingsstroom, kmol.m^{-3}
C_{OOP} = concentratie OOP in de vervuilingslaag (nb de concentratie van OOP is constant in de laag, bestaat uit zuiver OOP!), kmol.m^{-3}
A = wandoppervlak van de reactor, m^2
Φ_v = vloeistofdebiet AVM, $m^3.s^{-1}$
k_{LS} = stofoverdrachts coefficient van vloeistof naar vervuilingslaag, $m.s^{-1}$

5 a) Wat is dimensie van $k_{I,1}$?

16 b) Geef een relatie waarmee de omzetting van kan worden berekend. Werk zoveel mogelijk uit mbv de gegevens.

9 c) Welke drie limietoplossing zijn er en wat is hun fysische betekenis?

Opdracht 3

Vloeibaar α-methylstyreen (B) wordt gehydrogeneerd met waterstof (A) over een poreuze Pd/Aluminakatalysator, die in de vloeistof is gesuspendeerd.

$A(G) \Rightarrow A(L)$
$A(L) + B(L) \Rightarrow P(L)$

De reactie is eerste orde in waterstof en nulde orde in α-methylstyreen. De reactiesnelheid is 16.8 s^{-1} bij 50 °C. De reactie wordt uitgevoerd in een geroerde tankreactor, waarbij de vloeistof niet wordt ververst en waterstof continu wordt toegevoerd. De druk in de reactor is 30 bar en temperatuur is 50 °C.

d_{kat}	= katalysatordiameter	100 μm
$D_{H2,kat}$	= effektieve H_2 siffusiecoefficient	$0.11.10^{-8}$ $m^2.s^{-1}$
d_b	= gemiddelde beldiameter H_2	0.0008 m
ε_g	= gas hold-up in de reactor	0.2 $m^{3gas}.m^{3reactor}$
ε_s	= katalysatorhold-up in de reactor	0.073 $m^{3solid}.m^{3reactor}$
k_L	= stofoverdrachtscoefficient vloeistof	$1.23.10^{-3}$ $m.s^{-1}$
k_{LS}	= stofoverdrachtscoefficient vloeistof-kat	$0.54.10^{-3}$ $m.s^{-1}$
He_{H2}	= Henry coefficient van H_2 in de vloeistof	285 $m^3.bar.kmol^{-1}$

6 a) Bereken de waarde voor de Thiele-modulus en de bijbehorende benuttingsgraad.

12 b) Bereken de waarden van de weerstanden.

6 c) Bereken de omzettingssnelheid van het α-methylstyreen.

6 d) Hoe kan de omzettingssnelheid worden vergroot.