

# **Tentamen Fysische Transportverschijnselen 1**

***Donderdag 24 augustus 2006***

Plaats: 5111.0022

Tijd: 14:00 – 17:00 uur

Schrijf op het eerste blad met je antwoorden:

- Naam
- Adres, postcode, woonplaats
- Geboortedatum
- Studierichting
- Collegekaartnummer

En op alle volgende bladen:

- Naam

**Veel succes!**

**Prof.dr.ir. L.P.B.M. Janssen**

### Vraag 1

In een farmaceutische productie eenheid wordt een hoog visceuze pasta verpompt van een reactor naar een verpakkingseenheid. De relevante procesparameters zijn de volumetrische doorzet ( $\phi_v$ ), de drukopbouw in de pomp ( $\Delta p$ ), de viscositeit van de pasta ( $\eta$ ), het toerental van de rotor in de pomp (N), de diameter van de rotor (d), het warmtegeleidingsvermogen van het product ( $\lambda$ ) en het temperatuurverschil tussen het product en de pomp ( $\Delta T$ ).

- a) Hoeveel dimensieloze groepen zijn nodig om dit probleem te beschrijven en waarom?
- b) Geef een uitdrukking in dimensieloze groepen voor de volumetrische doorzet.

Om de productie te verhogen besluit men een pomp met een twee maal zo grote rotor te monteren. De viscositeit, het warmtegeleidingsvermogen en drukopbouw blijven gelijk. Om de farmaceutische werking van het middel te waarborgen moet het temperatuurverschil tussen product en pomp ook gelijk blijven.

- c) Met welke factor moet het toerental van de pomp veranderd worden?
- d) Hoe verandert de doorzet van de installatie?

## Vraag 2

In een waterzuiveringsinstallatie moet water verpompt worden van een voorraad reservoir naar een behandel tank. Het waterniveau in de behandel tank staat 3 m hoger dan in het voorraadreservoir. Zowel het reservoir als de tank zijn open en ze zijn verbonden door een 15 m lange leiding met een inwendige diameter van 10 cm. De leiding bevat twee scherpe bochten. Voor deze leiding wordt de frictiecoëfficiënt gegeven door

$$f = 0,1 \text{Re}^{-\frac{1}{4}}$$

Het water heeft een viscositeit van  $10^{-3}$  Pa s, een dichtheid van  $1000 \text{ kg/m}^3$  en een soortelijke warmte van  $4,2 \text{ kJ/kg K}$ .

- a) Bereken het te installeren pompvermogen als een debiet van 20 liter per seconde gehaald moet worden.
- b) Bereken de minimale temperatuurstijging van het water.
- c) Hoeveel energie kan bespaard worden door de leiding te vervangen door een perfect gladde buis?

### Vraag 3

je!  
Een lange staafvormige bioreactor is geheel gevuld met een medium waarin een uniforme warmteproductie plaatsvindt door een exotherme reactie. In de reactor treedt geen stroming op. Koeling van de reactor vindt plaats door langsstromende lucht van 20 °C. De reactor is niet geïsoleerd en de warmte weerstand van de reactorwand mag verwaarloosd worden.

- Wat is de temperatuur van de wand van de reactor?
- Wat is de temperatuur in het midden van de reactor?

Gegevens bij vraag 3:

Diameter van de reactor

$$d = 20 \text{ cm}$$

Warmteproductie

$$W = 4 \text{ kW/m}^3$$

Warmtegeleidingsvermogen van het medium

$$\lambda = 0,2 \text{ W/m K}$$

Warmteoverdrachtscoëfficiënt tussen reactor en lucht

$$h = 10 \text{ W/m}^2 \text{ K}$$