

Tentamen Fysische Transportverschijnselen 2

Dinsdag 23 august 2005

Plaats: 5116.0116

Tijd: 09.00–2.00 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

OPGAVE 1

Een heet gas stroomt vanuit een reactor door een gekoelde buis.

a) Wat is de gastemperatuur bij het verlaten van de buis?

Op een bepaalde plek in de buis wordt een bolvormig thermokoppel aangebracht om de gastemperatuur te meten.

b) Geef een warmtebalans over het thermokoppel.

c) Wat is de miswijzing van het thermokoppel als gevolg van straling?

d) Maakt het verschil voor het antwoord op vraag c of het thermokoppel dicht bij de wand zit of op de as van de buis?

A hot gas is flowing from a reactor through a cooled tube.

a) what is the temperature of the gas when leaving the tube?

In order to be able to measure the gas temperature a (spherical) thermocouple is introduced at a certain location in the tube

b) Give a heat balance over the thermocouple

c) What is the thermocouple error due to radiation?

d) Will the answer to question c differ if the thermocouple is attached close to the wall or at the axis of the tube

Gegevens:

w.o. coëfficiënt aan de buiswand	Heat transfer coefficient at tube wall	40 W/mK
w.o. coëfficiënt aan het thermokoppel	Heat transfer coefficient Thermocouple	10 W/mK
lengte buis	Length tube	5 m
diameter buis	diameter tube	20 cm
dichtheid gas	density gas	1 kg/m ³
soortelijke warmte gas	specific heat gas	1 kJ/kgK
gasdebiet	gas throughput	62,8 l/s
wandtemperatuur buis	Wall temperature tube	5 °C
gastemperatuur in de reactor	Gas temperature in reactor	150 °C
temperatuur thermokoppel	Temperature Thermocouple	100 °C
stralings constante	radiation constant	5,67 · 10 ⁻⁸ W/m ² K ⁴

OPGAVE 2

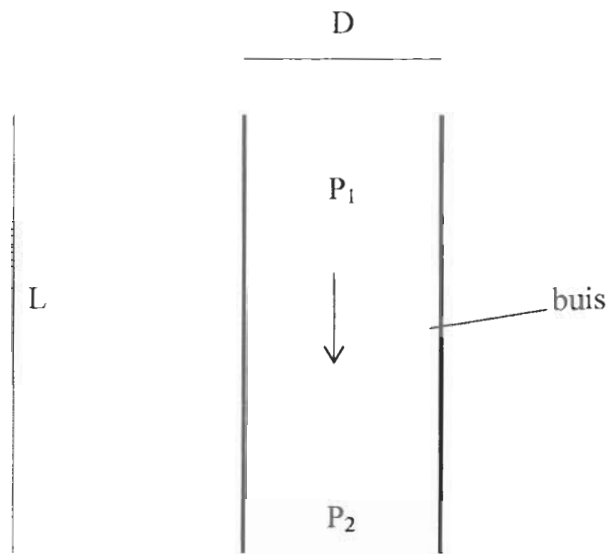
Op tijdstip $t = 0$ worden een laag water en een laag toluen op elkaar aangebracht. In beide lagen is een broomverbinding opgelost met een concentratie van 20 kg/m^3 . De verdelingscoëfficiënt, gedefinieerd als de concentratie in toluen gedeeld door de concentratie in water, is 10. De diffusiecoëfficiënt van de broomverbinding in water is $2,0 \cdot 10^{-9} \text{ m}^2/\text{s}$; in de toluen fase is deze 4 maal zo klein. De waterlaag is 2 cm dik, de toluenlaag 1 cm.

- Beredeneer met behulp van een schets van het concentratieprofiel in de lagen van welke laag naar welke laag er transport van de broomverbinding plaatsvindt.
- Geef voor korte tijden voor beide fasen de uitdrukking voor de massaflux door het grensvlak.
- Bepaal voor korte tijden de grensvlakconcentraties.
- Bereken de tijdstip $t = 3$ uur de broommassaflux door het grensvlak van water en toluen.
- Bepaal in de evenwichtssituatie de concentratie van de broomverbinding in beide fasen.

At time $t = 0$ a layer of water and a layer of toluene are brought into contact. A bromium compound has been dissolved in both layers with a concentration of 20 kg/m^3 . The partition coefficient, defined as the concentration in toluene divided by the concentration in water, equals 10. The diffusion coefficient of the bromium compound in water equals $2,0 \cdot 10^{-9} \text{ m}^2/\text{s}$; in toluene it is four times smaller. The water layer is 2 cm thick, the toluene layer 1 cm.

- argue with the help of a scetch of the concentration profile in which direction mass transport will occure.
- Give for short times for both phases an expression for the flux through the interphase
- What are for short times the concentrations at the interphase?
- Calculate at $t = 3$ hrs the mass flux of the bromium compound through the interphase between water and toluene
- What will be the equilibrium concentrations of the bromium compound in both phases?

OPGAVE 3



Een Bingham-plastic stroomt omlaag door een buis met een lengte L en een interne diameter D onder invloed van de zwaartekracht en een opgelegd drukverschil $\Delta p = p_1 - p_2$ (zie de tekening).

- Als de zwichstspanning van de Bingham-plastic τ_0 is en de viscositeitscoëfficiënt in de Bingham vergelijkingen η_p is, geef dan een uitdrukking voor de radiale snelheidsverdeling (in formulevorm).
- Schets deze snelheidsverdeling.
- Bereken met behulp van onderstaande gegevens de volumestroom van de Bingham-plastic.

A Bingham plastic flows downward through a tube with a length L and an internal diameter D because of gravity and an external pressure difference $\Delta p = p_1 - p_2$ (see drawing).

- If the yield stress of the Bingham plastic is τ_0 and the viscosity coefficient in the Bingham equation is η_p , give an expression for the radial velocity distribution.
- Sketch this velocity distribution
- Calculate, using the data below, the throughput of the Bingham plastic.

Gegevens:

$$D = 0.1 \text{ m}$$

$$p_1 - p_2 = 4000 \text{ Pa}$$

$$L = 1 \text{ m}$$

$$\text{Dichtheid/density Bingham-plastic } (\rho) = 800 \text{ kg/m}^3$$

$$\tau_0 = 195 \text{ Pa}$$

$$\eta_p = 8 \text{ Pa}\cdot\text{s}$$

$$\text{zwaartekrachtversnelling/gravity constant} = 9.81 \text{ m/s}^2$$