

Tentamen Fysische Transportverschijnselen 1

Donderdag 15 juni 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

Voor snelle reacties geldt voor de stofoverdracht naar een omstroomd katalysator-deeltje dat de stofoverdrachtscoëfficiënt (h) afhankelijk is van de diameter (d) van het katalysatorbolletje, van de stroomsnelheid (v) en van de diffusiecoëfficiënt (D), de dichtheid (ρ) en de viscositeit (η) van het stromende medium.

- Met hoeveel dimensieloze kengetallen verwacht u het probleem te kunnen beschrijven en waarom?
- Leidt door middel van dimensieanalyse een uitdrukking af voor de dimensieloze stofoverdrachtscoëfficiënt. Herleidt dit tot gangbare kentallen.
- Voor langzame reacties zal de stofoverdrachtscoëfficiënt ook afhankelijk worden van de reactieconstante k_r . Welk extra kental zal nu ook een rol kunnen gaan spelen?

$$\left(\frac{\rho v d}{\eta}\right)^a \left(\frac{v d}{D}\right)^b$$

$$d^{a+d} v^{a+d} D^{-d} \rho^a \eta^{-a} = d^{-a-d} v^{-a-d} D^d \rho^{-a} \eta^a$$

$$a =$$

$$b = -c - e$$

$$c = c$$

$$d = -e$$

$$e = e$$

$$a - c - e + 2c + 3d = 0$$

$$= a + c + e$$

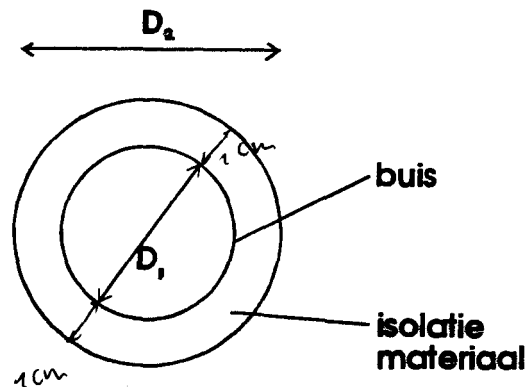
$$a + b + 2c - 3d - e = 0$$

$$b = -c - e$$

$$d = -e$$

Vraag 2

Fig.



Door een leiding met een diameter $D_1 = 6$ cm en een lengte $L = 100$ m stroomt verzadigde stoom. De leiding is geïsoleerd met een mantel isolatiemateriaal met een dikte van 1 cm en een warmtegeleidingscoëfficiënt $\lambda = 0,03$ W/mK. De temperatuur van de stoom bedraagt 100°C , de omgevingstemperatuur bedraagt 20°C . De warmteweerstand ligt geheel in de isolatielaag.

- Geef een uitdrukking voor het temperatuurprofiel in de isolatielaag.
- Geef een uitdrukking voor het Nusseltgetal, betrokken op het buitenoppervlak van de isolatielaag
- Hoeveel stoom condenseert in de leiding per seconde als gegeven is, dat voor verdampingswarmte van water onder de heersende omstandigheden geldt:
 $\Delta H = 2200$ kJ/kg.

(N.B. De isolatielaag mag niet als zeer dun ten opzichte van de buisdiameter worden beschouwd.)

Vraag 3

In een grote ruimte onder atmosferische druk staat een bakje water. De zuurstofconcentratie in het water bedraagt 8 ppm en is in evenwicht met de zuurstofconcentratie in de lucht (23%).

- a) Wat is de evenwichtsconstante voor dit evenwicht?

Men brengt de druk in de ruimte op twee atmosfeer door extra lucht in de ruimte te pompen.

- b) Schets het concentratieverloop van zuurstof in lucht en water, direct na de drukverhoging en geef aan in welke richting het zuurstoftransport plaats vindt.
- c) Wat wordt de nieuwe evenwichtsconcentratie van de zuurstof in het water?

In plaats van lucht wordt nu stikstof gebruikt om de druk op 2 atmosfeer te brengen.

- d) Wat wordt nu de nieuwe evenwichtsconcentratie?
- e) Idem als in plaats van stikstof zuurstof wordt bijgepompt voor de drukverhoging.

$$\dot{\Phi}_A = AD(C_A - C_B) = c_{on}$$
$$\dot{\Phi}_A = \frac{D}{A} \frac{c}{c - c_a} \frac{dc_A}{dx}$$
$$= \frac{D}{A}$$