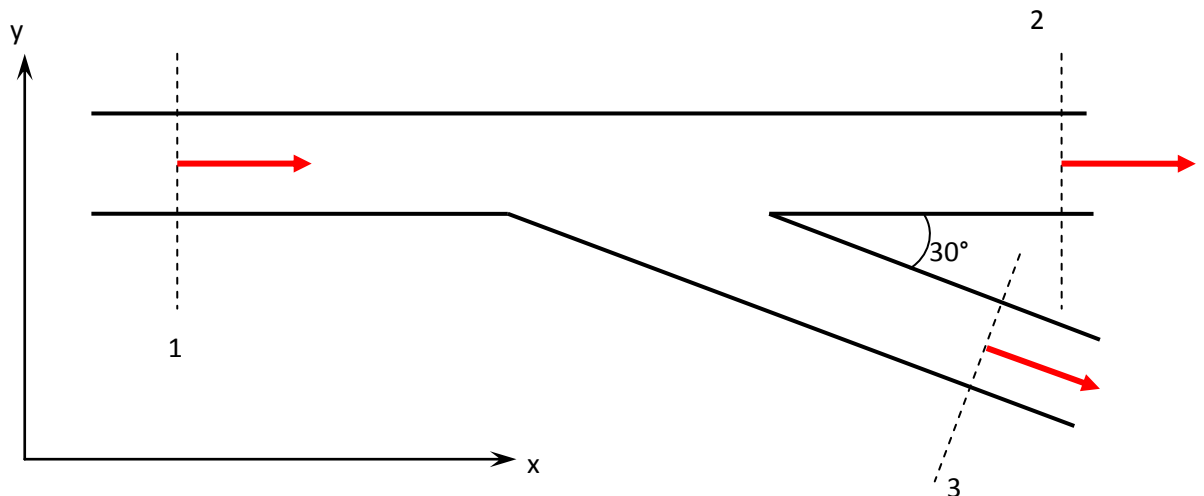


Tentamen 28.06.2011

Gebruik de meegeleverde vellen papier voor het schrijven van de oplossingen van de opgaven. Schrijf je naam, studentnummer en studierichting op de eerste pagina. Nummer alle volgende pagina's. Vergeet niet alle papieren na het examen in te leveren.

1. Een ideaal geroerde tank (volume V) is gevuld met zuiver water. Vanaf tijdstip $t = 0$ wordt de tank doorgestroomd met een oplossing van stof A met concentratie c_0 in water. Het debiet is ϕ_v .
 - a) Stel een differentiaalvergelijking op voor de massabalans en bepaal het verloop van de concentratie van stof A in de tank als functie van de tijd.
 - b) Er wordt een katalysator aan de inhoud van de tank toegevoegd. Hierdoor wordt stof A middels een 1^e order reactie met de reactiesnelheid van k_r [1/s] omgezet in andere stof. Bepaal de stationaire concentratie van stof A na het toevoegen van de katalysator.
 - c) Vind samengestelde uit parameters van het systeem dimensieloze groepen, die het verloop van de tijdafhankelijke concentratie van stof A in de tank met de toegevoegde katalysator bepalen.
2. Een cilindervormige leiding is horizontaal opgesteld. De leiding vertakt zich in twee gelijke leidingen met dezelfde diameter D . De eerste tak gaat in dezelfde richting terwijl de tweede tak vormt de hoek van 30° met de oorspronkelijke richting (zie figuur). Door dit systeem stroomt de vloeistof van dichtheid ρ met snelheid v bij punt 1. De toestand is stationair. De snelheden van vloeistof in punten 2 en 3 zijn gelijk. Dissipatie is verwaarloosbaar. De vloeistof kan als niet-samendrukbaar worden beschouwd.
 - a) Bereken de snelheden van de vloeistof in punten 2 en 3.
 - b) Bepaal de druk op posities 2 en 3 als gegeven is, dat de druk bij punt 1 gelijk aan P is.
 - c) Bereken de kracht, die de vloeistof op de leiding in de y -richting uitoefent.

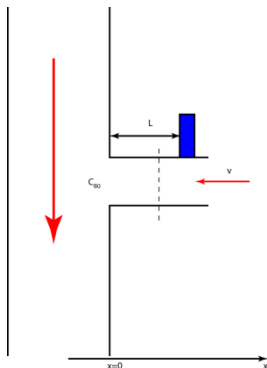


3. Om de vlamtemperatuur in een fornuis te verhogen wordt het verbrandingsmengsel van lucht en aardgas voorverwarmd. Hiervoor wordt het verbrandingsmengsel geleid door een buis met

diameter $d = 20 \text{ cm}$ binnen een hoge druk boiler met water bij een temperatuur van 250°C . De temperatuur van het verbrandingsmengsel is 20°C in het begin en 100°C aan het einde van de buis. Het debiet van het verbrandingsmengsel $\phi_m = 1 \frac{\text{kg}}{\text{s}}$. De totale warmteoverdrachtscoëfficiënt U tussen water en het doorstromende gasluchtmengsel in de pijp is $10 \text{ W/m}^2\text{K}$. De dikte van de pijp kan verwaarloosd worden. De stofconstanten van het verbrandingsmengsel zijn $\rho = 1 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$, $c_p = 10^3 \frac{\text{J}}{\text{kgK}}$, $\mu = 2,4 \cdot 10^{-5} \frac{\text{Ns}}{\text{m}^2}$.

- Hoe lang is de lengte van de buis? (Tip: Zoek geen formules voor de warmteoverdrachtscoëfficiënten op omdat de totale warmteoverdrachtscoëfficiënt U is gegeven!)
- Bereken het Nusselt-getal voor warmteoverdracht door de stroming van het verbrandingsmengsel door de pijp. De warmtegeleidingscoëfficiënt van het verbrandingsmengsel $\lambda = 0,025 \frac{\text{W}}{\text{m}^\circ\text{C}}$.
- In de loop van de tijd heeft de buitenkant van de buis kalkaanslag gekregen. Wegens de verslechterde warmteoverdracht is de temperatuur aan het einde van de pijp verlaagd van 100°C naar 80°C . De warmtegeleidingscoëfficiënt van de kalk $\lambda_k = 0,03 \text{ W/mK}$. De kalklaag kan worden opgevat als een vlakke plaat. Bereken de diepte van de kalklaag.

4. Door een buis stroomt een vloeistof met daarin opgelost een agressieve vloeistof B (concentratie c_{B0}). De druksensor is alleen bestand tegen agressieve stof B indien de concentratie hiervan kleiner is dan $c_{B0}/100$. Dit kan bereikt worden door de sensor in een klein zaakje te plaatsen dat door stikstof doorgespoeld wordt.



- Hoe groot moet de snelheid van inert gas zijn om de concentratie van stof B lager dan $c_{B0}/100$ krijgen op afstand $L = 20 \text{ cm}$ van de verbinding tussen hoofdbuis en zijtak? De diffusiecoëfficiënt voor stikstof in agressieve stof B is $10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$.
 - De gemeten door de sensor druk is $1,0 \cdot 10^5 \text{ Pa}$. Wat is het verschil tussen de gemeten druk en de druk in de hoofdbuis? De temperatuur vlakbij de druksensor is 20°C en het moleculaire gewicht van stikstof is 28 g/mol . De universele gasconstante $R = 8,314 \frac{\text{J}}{\text{mol}\cdot\text{K}}$. De pijpen zijn horizontaal opgesteld en dissipatie voor de stroom in de zijtak is verwaarloosbaar.
- c) Volgens specificaties voor de leiding mogen massa fracties van andere stoffen in leiding niet groter dan 10^{-5} zijn. De massastroom van vloeistof in de hoofdbuis is 1 kg/s . Bereken de maximale doorsnede van de zijtak waarvoor de stikstof concentratie in de hoofdbuis binnen de toegestane limieten blijft.