

dag : woensdag
datum : 15 januari 2003
tijd : 13.15 - 14.55

Toets vak : E52
Klas : K-fase
Periode : 2
Docent : Bka, Ven

Toegestane hulpmiddelen: eenvoudige rekenmachine, boek van A.F.Mills: Heat Transfer, of een copy daarvan, Polytechnisch Zakboekje, **GEEN EIGEN AANTEKENINGEN**

Maximale waardering van de opgaven: open opgave: 12 punten per onderdeel (A t/m E), J/N/?: 1 t/m 30: 30 punten (zie vereeelsleutel aan het begin van de uitspraken) 10 punten bonus

Aantal pagina's: 6

Het tentamen bestaat uit 20 J/N/?-uitspraken en één open opgave. Verdeel je tijd goed over beide types vragen (60 minuten voor de open opgave, 40 minuten voor de J/N/?).

Open opgave

We letten vooral op:

- analyse van het probleem, werk hierbij overzichtelijk: maak tekeningen, orden alle gegeven informatie;
- keuzes van formules, geef duidelijk aan waar ze staan in het boek of in het Polytechnisch Zakboekje, geef geldigheidsgebied aan, enz.;
- plan van aanpak, dus hoe je het probleem zou willen oplossen met wat je bij de twee vorige aandachtstreepjes hebt genoemd;

Het niet voldoen aan bovenstaande eisen kost minimaal 5 punten per vraag.



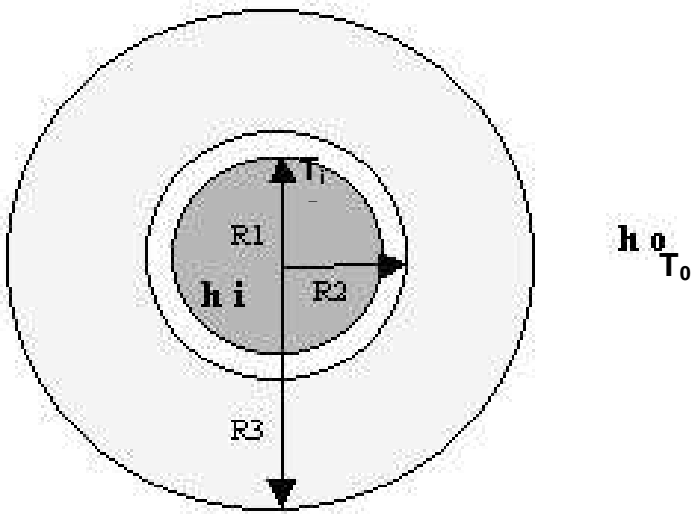
Figuur 1

In de procesindustrie kan veel energie bespaard worden, en wordt al bespaard, als leidingen, waar allerlei procesvloeistoffen en -gassen doorheen stromen, geïsoleerd worden.

De meeste voorkomende isolatiematerialen zijn verschillende types calciumsilicaat en fiberglas. Calciumsilicaat is meer geschikt voor temperaturen boven 225 °C, terwijl fiberglas meer onder 225 °C gebruikt wordt.

Lees verder op blz. 2

Het meest basic model van een geïsoleerde pijp is weergegeven in figuur 2: R_3 is de straal van het isolatiemateriaal.



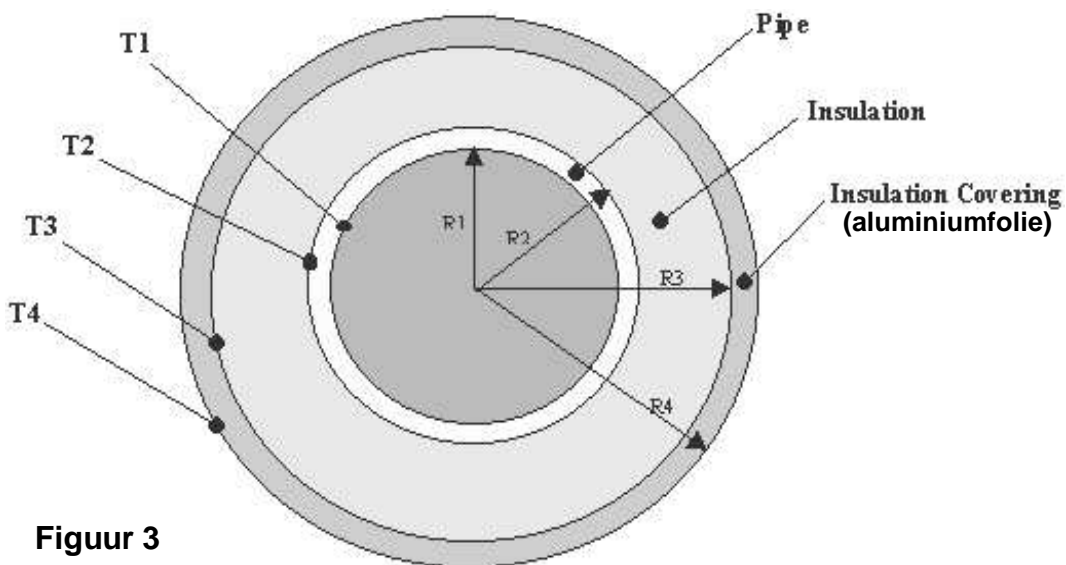
A. Maak een inventarisatie van mogelijke warmteverliezen van een pijp met lengte L , blootgesteld aan weer en wind. In de pijp stroomt een vloeistof met een zodanige snelheid, dat de stroming als turbulent mag worden beschouwd. Maak een duidelijke schets van de pijp en geef daarin de warmte-overdrachten aan, evenals de relevante temperaturen (in letters: T_1 , T_2 , enz., zie figuren 2 en 3)

Figuur 2

- B. Geef in een thermisch circuit aan hoe het zit met de warmteoverdracht van het binnenste van de pijp naar de omgeving, vermeld daarbij de warmteweerstanden, uitgedrukt in de relevante grootheden
- C. Voor de warmteoverdracht naar de omgeving (= warmteverlies) kan geschreven worden:

$$\frac{\dot{Q}}{L} = 2\pi R_3 U \Delta T, \text{ waarbij } \Delta T = T_1 - T_0. \text{ Geef een uitdrukking voor } U \text{ uitgedrukt in de relevante grootheden.}$$

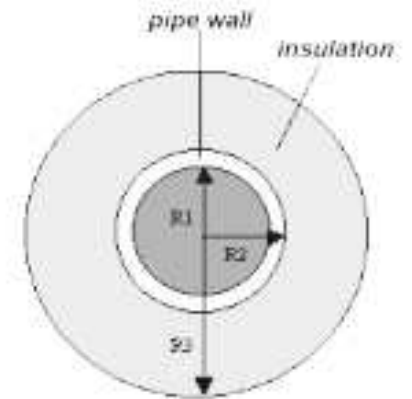
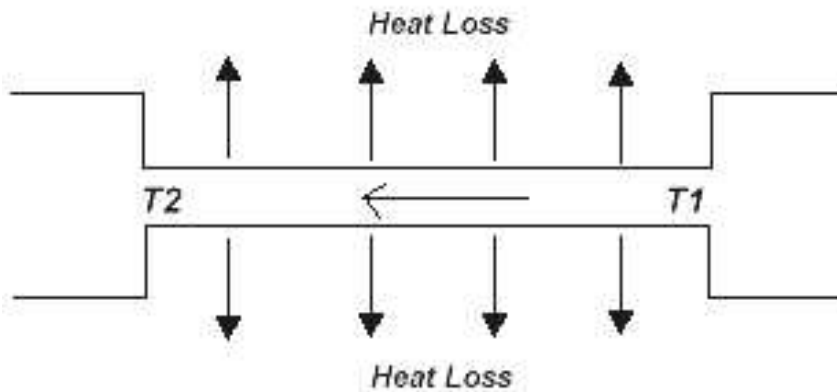
- D. Voorgesteld wordt het isolatiemateriaal "in te pakken" in aluminiumfolie. Zie figuur 3.



Figuur 3

Teken opnieuw het bijbehorende thermische circuit en geef aan wat dit voor voordelen heeft t.o.v. een niet ingepakte pijp.

- E. De temperatuur van de vloeistof in de pijp is een belangrijke procesvariabele. In figuur 4 is geschetst hoe in de praktijk de situatie is: T_1 is bekend en de vraag is wat T_2 is (**let op: dit is een andere T_2 dan in figuur 3**). Daar gaan we jullie tot slot van deze open opgave een uitspraak over laten doen.



situatie Figuur 2

Figuur 3

Om te voorspellen wat T_2 wordt moeten er een aantal aannames gedaan worden.

- noem er 5
- De warmteoverdrachtscoëfficiënt h_i van de vloeistof naar de binnenkant van de buis is van belang. Geef hier een uitdrukking voor, gelet op je aannames.
- Ga na, dat voor T_2 geschreven kan worden:

$$T_2 = (T_1 - T_0) e^{-2\pi R_3 UL / \dot{m} c_p} + T_0$$

lees verder op blz. 4

J/N/?-uitspraken

Hieronder volgen 20-uitspraken, die juist of onjuist kunnen zijn. Soms wordt er informatie vooraf gegeven in een kleiner lettertype. De uitspraken zelf zijn **schuin** gedrukt.

Ga bij de beantwoording als volgt te werk:

Maak op het antwoordpapier een hokje donker

- in de J-kolom, als je vindt dat de uitspraak juist is (= JA)
- in de N-kolom, als je vindt dat de uitspraak onjuist is (= NEE)
- in de ?-kolom, als je niet (zeker) weet of de uitspraak juist of onjuist is

Het aantal punten wordt bepaald m.b.v. de volgende uitdrukking:

Puntenwaardering J/N/?:

$$P = P_{\max} - \frac{\left(F + \frac{1}{2}?\right)}{N} \cdot \frac{P_{\max}}{(100 - C)} \cdot 100 = 30 - (F + \frac{1}{2}?) \cdot 2,14$$

Hierin is:

P_{\max} = maximaal te behalen punten (hier 30)

N = aantal uitspraken (hier 20)

F = aantal foute antwoorden

? = aantal vraagtekens

C = caesuur (grens onvoldoende/voldoende, hier bij een G(oed) - F(out) score van 30 %)

LET OP:

Een niet ingevulde vraag wordt als fout gerekend en niet als vraagteken.

Gokken heeft geen zin, meestal gok je verkeerd en dat kost punten !!

J/N/?-uitspraken:

De volgende uitspraken gaan over de rekenvoorbeelden (EXAMPLES) in Mills: Heat Transfer. Soms worden één of meer gegevens gewijzigd. Het is dan de bedoeling dat je de berekening opnieuw doet en nagaat of de uitspraak juist of onjuist is. Als er een getal in de uitspraak staat is een verschil tussen het door jouw berekende antwoord en het gegeven antwoord pas significant als het verschil groter is dan 1 %. Voorbeeld: in de uitspraak staat een antwoord van 1024 K. Jij krijgt uit je berekening 1033 K. Het verschil is 9 K, dat is minder dan 1 % van 1024 K. Dus moet je de uitspraak als juist aangeven, als je er tenminste van overtuigd bent dat jouw berekening goed is !! Bij twijfel kies je voor het vraagteken.

De uitspraken 1 t/m 3 gaan over EXAMPLE 4.4 (blz. 323 e.v.):

1. Er wordt verondersteld dat het LTC model toegepast mag worden.

Het kengetal van Biot ($\frac{\bar{h}_c L}{k_s}$) moet dan groter zijn dan 0,1, waarbij de karakteristieke lengte

$$L \text{ gelijk is aan } \frac{\frac{4}{3}\pi R^3}{4\pi R^2}.$$

2. *De meeste warmte verliest het druppeltje door straling.*

lees verder op blz. 5

3. *Als het druppeltje een temperatuur van 2623 K had gehad waren q_{conv} en q_{rad} aan elkaar gelijk geweest.*

De uitspraken 4 t/m 6 gaan over EXAMPLE 4.1 (blz. 309 e.v.):

De olie stroomt nu met $1,1 \text{ kg}\cdot\text{s}^{-1}$ en bij een hogere gemiddelde temperatuur: gemiddelde van in- en uitlaattemperatuur is 420 K. Verder dezelfde gegevens.

4. *De stroming is nu turbulent.*
5. *Het gemiddelde kental van Nusselt kan nu berekend worden met vergelijking (4.44).*
6. *De correctiefactor op Nusselt is nu kleiner.*

De uitspraken 7 t/m 10 gaan over EXAMPLE 2.1 (blz. 76 e.v.)

Het isolatiemateriaal wordt tweemaal zo dik gemaakt (dus 10,6 cm); de rest van de gegevens blijft hetzelfde.

7. *De totale warmteweerstand, berekend bij een gemiddelde temperatuur van 400 K, wordt nu $0,105 \text{ K}\cdot\text{W}^{-1}$.*
8. *De warmte-overdracht bedraagt nu 1866 W.*
9. *De berekende gemiddelde temperatuur bedraagt nu 402 K.*
10. *De stralingscomponent zal nu ongeveer 1,4 keer zo groot zijn.*

De uitspraken 11 t/m 14 gaan over EXAMPLE 1.8 (blz. 44 e.v.):

Na een jaar in gebruik te zijn geweest blijkt bij een volgende test dat de condensaatstroom afgenomen is tot $2,52 \text{ kg}\cdot\text{s}^{-1}$. De overige gegevens zijn gelijk gebleven.

11. *De temperatuur van het uitstromende koelwater is nu geworden: $T_{C,out} = 312,0 \text{ K}$.*
12. *Het rendement ε is geworden : $\varepsilon = 0,86$*
13. *De totale overall heat transfer coefficient U is geworden : $1147 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$.*
14. *In de praktijk zijn waarden voor ε tussen 0,6 en 0,9 gebruikelijk.*

De uitspraken 15 t/m 17 gaan over EXAMPLE 1.5 (blz. 28 e.v.):

De gemiddelde h_c is nu $15 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$ (i.p.v. 10), verder dezelfde gegevens.

15. *ε voor pyrex moet nu gecorrigeerd worden.*
16. *De omgevingstemperatuur is nu $T_e = 20 \text{ }^\circ\text{C}$.*

De thermometer wijst nu $15 \text{ }^\circ\text{C}$ aan, h_c is weer $10 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$, de aanwijzing bij het dak blijft $5 \text{ }^\circ\text{C}$.

17. *De omgevingstemperatuur is nu $18 \text{ }^\circ\text{C}$.*

lees verder op blz. 6

De uitspraken 18 t/m 20 gaan over EXAMPLE 1.4 (blz. 26 e.v.):

Alle gegevens zijn hetzelfde, behalve de buitentemperatuur, die is nu -20°C .

18. *De radiation heat transfercoefficient h_r is nu negatief.*

19. *De overall heat transfercoefficient U is kleiner geworden*

20. *De warmtestroom naar buiten is nu gelijk aan $18,52 \text{ W.m}^{-2}$.*

Uitwerking en antwoorden na afloop van het tentamen op internet:

<http://www.fontys.nl/werktuigbouwkunde/medewerker/gbeukema/warmte.html>

E I N D E