

TENTAMEN I TRANSPORTPROCESSER I KEMITEKNIKEN (KAA060)

Fredag 17 december 2010 kl 08.30-13.30 i M.

Anders Rasmuson är anträffbar för frågor på telefonnkn 2940 eller 27 36 06 och kommer att vara i tentamenslokalen vid två tillfällen: kl 9-10 och kl 11-12.

Granskning av tentamensrättningen kan ske tidigast den 11 januari 2011.

Tentamen omfattar:

A. Teori (24 p)

Inga hjälpmedel tillåtna!

B. Problem (36 p)

Tillåtna hjälpmedel:

Valfri kalkylator (nollställd)

3W (Welty, Wicks och Wilson: Fundamentals of Momentum, Heat and Mass Transfer)

Räknetabell (exvis TEFYMA, Nya Formelsamlingen eller BETA)

Physics Handbook

Betygsgränser

Poäng:	0-29	30-39	40-49	50-60
Betyg:	U	3	4	5

Del A måste lämnas in innan del B (med hjälpmedel) får påbörjas!

OBS! Erratalista till kursboken (3W) bifogas tentamenstesen

DEL A. TEORI

A1. Vad är skillnaden mellan en normalspänning (normal stress) och en skjuvspänning (shear stress)? Vilken hör samman med tryck respektive friktion? Motivera! (2p)

A2. I Figur A1 visas Mariotte's flaska. Beräkna trycket i luften i flaskan under hela utströmningsförloppet! Flaskans och utloppets tvärsnittsytor är A1 och A2 respektive. (4p)

A3. Betrakta gränsskiktet (laminärt) vid strömning över en plan platta. (3p)

- Vilken kraft kan försummas utanför gränsskiktet? Motivera!
- Beräkna den lokala skjuvspänningen på plattan om $v_x(x, y)$ är känd! (x längs och y vinkelrätt plattan)
- Hur varierar skjuvspänningen längs plattan? Motivera!

A4. Den instationära värmeledningsekvationen i en dimension skrivs: (3p)

$$\rho c_p \frac{\partial T}{\partial t} = k \frac{\partial^2 T}{\partial x^2}$$

- Vad betyder termerna fysikaliskt?
- Hur ändras utbredningshastigheten av temperaturprofilen, vid en temperaturförändring på ytan, om materialet ändras så att ρc_p ökar? Motivera!
- Hur ändras utbredningshastigheten av temperaturprofilen, vid en temperaturförändring på ytan, om materialet ändras så att k ökar? Motivera!

A5. (3p)

- Vilka dimensionslösa tal används för att beskriva påtvingad och fri konvektion av värme, respektive? Ge talen fysikalisk tolkning!
- Beskriv kopplingen mellan värme- och rörelsemängdstransport för de två fallen!

A6. Vid diagramlösning för instationär värmetransport i serie används relativ tid $X = \alpha t / x_1^2$ och relativ resistans $m = k / hx_1$. Ge analoga uttryck för X och m vid instationär masstransport! (2p)

A7. Visa att $Nu_{AB} = 2$ för fallet med ren diffusion (stationär) från en sfär till en stor stillastående volym fluid. Antag att koncentrationen på ytan av sfären ($r=R$) är $C_{A,R}$ och långt ifrån ($r = \infty$) är $C_{A,\infty}$. (3p)

A8. I Figur A2 visas koncentrationsprofilerna på gas- och vätske-sidan enligt tvåfilmsteorin. (3p)

- Åt vilket håll sker masstransporten? Motivera!
- Vid rening av förorenade rökgaser med absorption i vatten var kapaciteten för dålig. Mätningar visade att $1/k_G = 1$ och $m/k_L = 10$. I vilken fas bör förbättringar genomföras? Motivera!

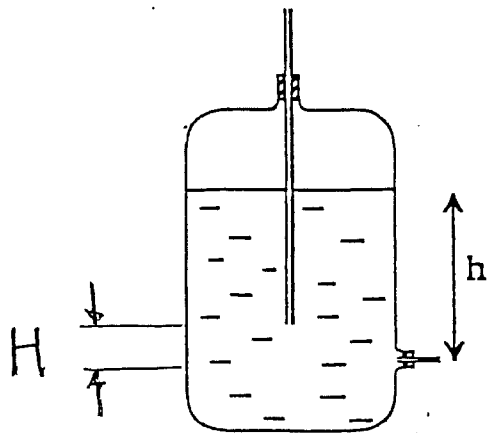


Fig. A1

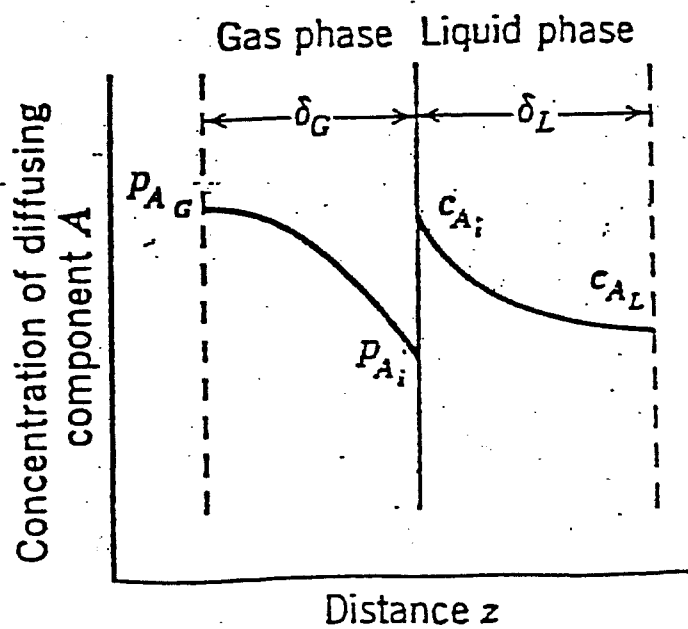


Fig. A2

DEL B. PROBLEM

B1.

I ett horisontellt rör anslutet till en stor behållare strömmar vatten med temperaturen 20°C och hastigheten 0.1m/s . Röret är 5m långt och har diametern 1cm . Jämför skillnaden i tryckfall om flödet antas vara laminärt respektive ovisköst.

Vilket tryckfall borde överensstämma bäst med verkligheten? Motivera ditt svar.

(8 p)

B2.

Det är en varm sommardag på campingen vid hultsfredsfestivalen. Solen ligger på ert tält och där inne är temperaturen 39°C . Oförutseende som ni var ligger er öl där inne och håller då givetvis samma temperatur. För att fixa detta går ni till ett närliggande McDonalds där ni snällt ber om att få is och salt. Efter att ha rivit upp åtskilliga små saltpåsar och blandat innehållet med isen i er uppblåsbara babypool (som ni givetvis alltid har med er på festival) har ni erhållit en ca 20%ig saltlösning vilken därmed håller en temperatur av -16°C i vilken ni vill kyla era ölburkar.

Beräkna hur lång tid ölen bör ligga ner i poolen för att den ska hålla en njutbar temperatur av 6°C .

Antag att saltlösningen har konstant temperatur samt att ölen kan antas vara oändligt lång (ändeffekterna kan försummas). Antag vidare att konvektionen i ölen kan beskrivas med en ekvivalent konduktivitet, att burkplåten är tunn och att hela ölen håller rätt temperatur när den håller rätt temperatur vid dess halva radie. För att bestämma värmeöverföringstalet på burkens utsida bör ett logaritmiskt medelvärde av den drivande temperaturskillnaden vid kylningens början och slut användas.

Givet:

$L_{\text{öl}}$	= 167mm
$D_{\text{öl}}$	= 65mm
$T_{\text{saltlösning}}$	= -16°C
$\mu_{\text{saltlösning}}$	= 0.0535 Pas
$C_{p_{\text{saltlösning}}}$	= 3.15kJ/kgK
$k_{\text{saltlösning}}$	= 0.57W/mK
$\frac{g\beta\rho^2}{\mu^2}_{\text{saltlösning}}$	= $5.1 \cdot 10^4 \text{ K}^{-1}\text{m}^{-3}$
$T_{0,\text{öl}}$	= 39°C
$C_{p_{\text{öl}}}$	= 4.09 kJ/kgK
$\rho_{\text{öl}}$	= 1100 kg/m ³
$k_{\text{ekvivalent,öl}}$	= 6.56 W/(mK)
$T_{\text{öl,önskad}}$	= 6°C

(10 p)

B3.

För att uppskatta diffusionskoefficienten för ett ämne, A, i luft, fyller du en bägare med 200 g ren A i vätskeform och ställer bägaren i ett dragskåp. När du ett dygn senare väger återstående mängd A finns bara 198 g kvar i bägaren. Använd nedanstående data för att räkna fram diffusionskoefficienten för ämne A i luft.

Bägarens höjd:	180 mm
Bägarens diameter:	70 mm
Vätskenivå A:	70 mm (approximeras som konstant)
Mättnadstryck A i 1 atm, 25 °C:	5215 Pa
Molvikt A:	74 g/mol

Tryck i dragskåp = 1 atm
Temperatur i dragskåp = 25 °C.

(8 p)

B4.

Vatten strömmar i ett slätt rör med diametern 20cm och längden 52m. Vattnets temperatur är från början 25°C och det värms upp till 50°C av en extern värmekälla som håller den väldigt tunna rörväggen vid en konstant temperatur av 70°C. Beräkna totala friktionskraften som verkar på rörväggen.

(10 p)

Erratalista till 3W 5:e upplagan

Sidan 141, Exempel 1 Lyftkraften saknas!

Sidan 175, ekv. 13-16 Står: $\frac{\Delta P}{\rho}$ Skall stå: $\frac{\Delta P}{\rho g}$

Sidan 316, ekv. 20-38 Skall stå: $Nu_D = 2 + 0.6Re_D^{1/2} Pr^{1/3}$

Sidan 555, Figur 29.3 Står $p_{A_i} = Hc_{A_i}^*$ Skall stå: $p_{A_i} = Hc_{A_i}$

Sidan 556, Figur 29.5 Står $p_{A_i} = Hc_{A_i}^*$ Skall stå: $p_{A_i} = Hc_{A_i}$

Erratalista till 3W 4:e upplagan

Sidan 151, Figur 12.2: CD-axel

Står 0 Skall stå: 1

Sidan 190, ekv. 14-16 Står: $\frac{\Delta P}{\rho}$ Skall stå: $\frac{\Delta P}{\rho g}$