

TENTAMEN I TRANSPORTPROCESSER I KEMITEKNIKEN (KAA060)

Tisdag 20 augusti 2013 kl 08.30-13.30 i V.

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

Granskning av tentamensrättningen kan ske tidigast den 9 september 2013.

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. Man kan iaktta att strålen från en kökskran smalnar efter utloppet enligt Figur A1. Förklara! (2p)

A2. Den generella rörelsemängdsbalansen över en kontrollvolym kan skrivas:

$$\sum \mathbf{F} = \iint_{c.s.} \mathbf{v}\rho(\mathbf{v} \cdot \mathbf{n})dA + \frac{\partial}{\partial t} \iiint_{c.v.} \rho \mathbf{v} dV$$

- Ge fysikalisk betydelse av varje term!
- Hur förenklas ekvationen vid stationära förhållanden?
- Hur förenklas ekvationen vid fullt utvecklad strömning? (3p)

A3. Strömning runt en fast kropp karakteriseras av följande variabler: kraft (F), hastighet (v), fluidens viskositet (μ), fluidens densitet (ρ), och en karakteristisk längd (L).

Hur många dimensionslösa tal behövs för att beskriva systemet? Motivera! (2p)

A4. (3p)

a) I Figur A2 visas tryckfördelningen runt en cylinder för två olika värden på Reynolds tal. Förklara med hjälp av bilden skillnaden i motståndskraft för de två fallen!

b) Hur stor är motståndskraften för ideal strömning? Motivera!

A5. 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!

A6. (3p)

a) Härledningen av medeltemperaturdifferensen, ΔT_m , vid dimensionering av värmeväxlare bygger på tre uttryck för den överförda effekten. Ställ upp dessa!

b) En värmeväxlare kan kopplas i med- eller motström. Vilken konfiguration ger minst värmeväxlaryta vid samma överförda effekt? Motivera!

A7.

(4p)

a) Vilka dimensionslösa tal karakteriserar konvektiv (påtvingad) massöverföring? Ge talen fysikalisk tolkning!

b) Beskriv hur Chilton-Colburn analogin kan användas för att bestämma massöverföringskoefficienten k_c om värmeöverföringskoefficienten h är känd för motsvarande strömningsfall!

A8. Härled med en differentiell massbalans ett uttryck för koncentrationsprofilen för stationär masstransport i en diffusionscell (Figur A3)! Gasen B är olöslig i vätskan A. (4p)

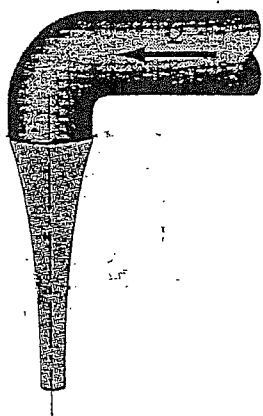


Fig. A1

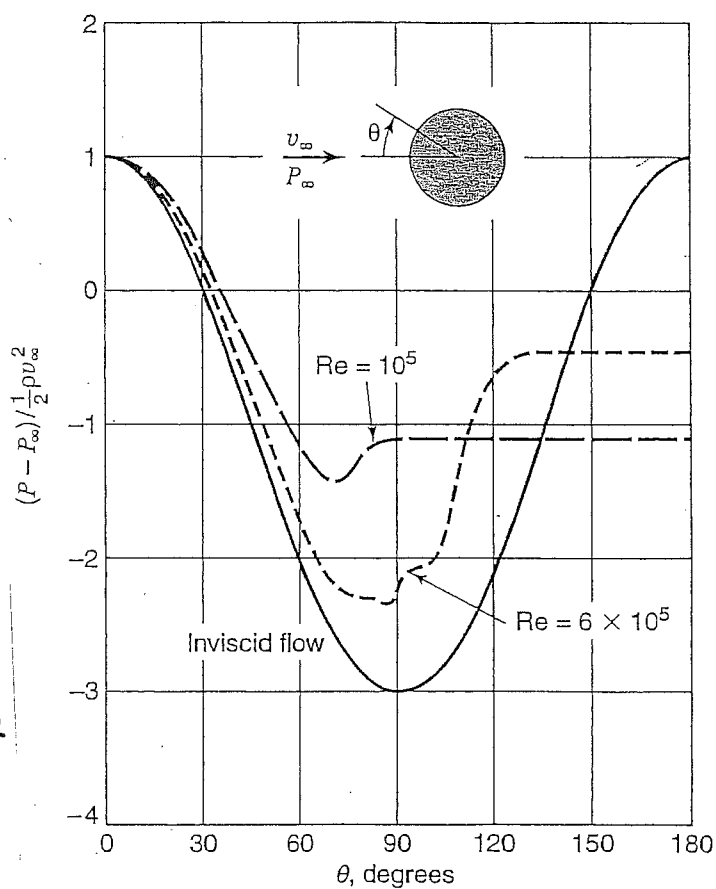


Fig. A2

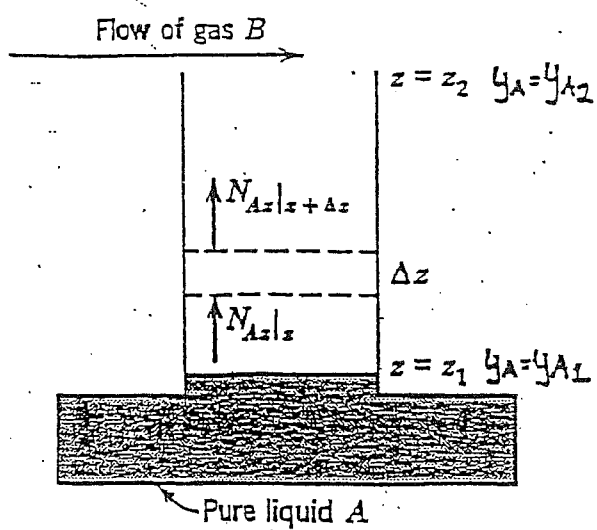
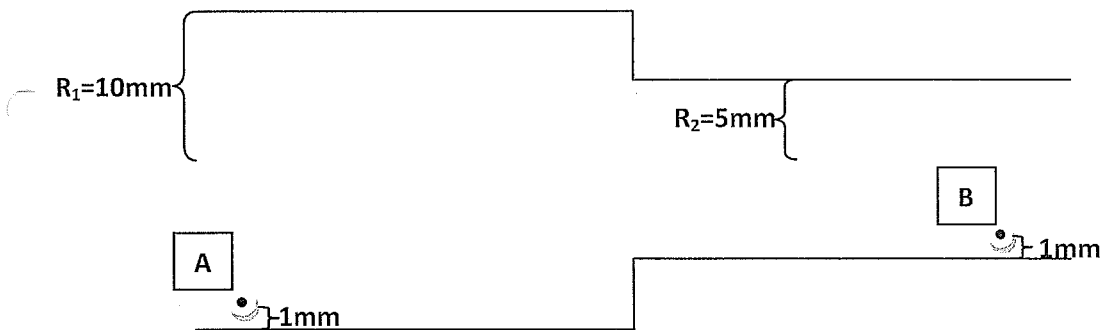


Fig. A3

DEL B. PROBLEM

B1

I en rörsektion med en avsmalning ska flödeseffekter vid väggen studeras. Radien innan avsmalningen är 10 mm och efter avsmalningen är den 5 mm. I röret strömmar vatten (25°C), centrumhastigheten i den tjocka delen av röret är 0.05 m/s. Beräkna hastighetskillnaden mellan punkt A och punkt B som båda är belägna 1 mm från väggen. Fullt utvecklade hastighetsprofiler kan antas i röret vid både punkt A och punkt B.



(8p)

B2

Långa elektroder, (stavar av grafit med ett cirkulära tvärsnitt) sänks ner i smält natriumklorid under en elektrolysprocess på en stor fabrik. En elektrod har en diameter på 32 cm och initialt håller den 24°C och smältan håller en temperatur på 830°C. Värmeöverföringskoefficienten mellan elektrod och smälta har uppskattats till 191 W/m²K. Hur lång tid tar det innan elektroden nått en temperatur på 427°C på ett radiellt avstånd på 22.4 cm från centrum?

Materialdata för grafit:

$$\rho=2140 \text{ kg/m}^3$$

$$k=130 \text{ W/mK}$$

$$C_p=0.71 \text{ kJ/kgK}$$

(8p)

B3

En saltsten för vilt (sfär av NaCl med diameter D och $D > 0.1$ m) har av misstag ramlat ner i en bäck där den sakta löses upp av det strömmande vattnet. Upplösningshastigheten är initialt \dot{m} kg/h. Vattnet har en konstant hastighet av v m/s där $v > 0.1$. D_{AB} för NaCl i vatten är oavsett koncentration lägre än $1.6 \cdot 10^{-9}$ m²/s. Beräkna upplösningshastigheten när storleken av sfären minskat till en diameter av $D/2$. Uttryck svaret i % av initial upplösningshastighet. Du kan anta att sfären helt omströmmas av vatten och att bäckens botten inte påverkar systemet.

(10p)

B4

I en cylindrisk våtväggskolonn strömmar vatten vid 20°C i en tunn film längs rörets insida. Vattnets flödes hastighet är 0.1 m/s . I motsatt rikning genom röret flödar luft med flödet $0.002\text{ m}^3/\text{s}$. Luftens intemperatur är 50°C och dess uttemperatur är 30°C .

Kolonnens längd är 1.5 m , dess inre diameter är 25.4 mm . Vätskefilmen är 1 mm tjock. Ingående luft kan anses helt torr och vattnets temperatur kan antas oförändrad i kolonnen.

- a) Beräkna det konvektiva värmeöverföringstalet för luften **(6p)**
- b) Beräkna tryckfallet (för luften) över kolonnen **(4p)**

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 509 Står $Y = \frac{C_{A,S} - C_A}{C_{A,S} - C_{A,0}}$ Skall stå: $Y = \frac{C_{A,\infty} - C_A}{C_{A,\infty} - C_{A,0}}$

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: $p_{A_i} = Hc_{A_i}$

Sidan 659, Tabell F.9 Står $Y = \frac{C_{A,1} - C_A}{C_{A,1} - C_{A,0}}$ Skall stå: $Y = \frac{C_{A,\infty} - C_A}{C_{A,\infty} - C_{A,0}}$

Sidan 664, Figur F.5 Fel i diagram. Skall vara:

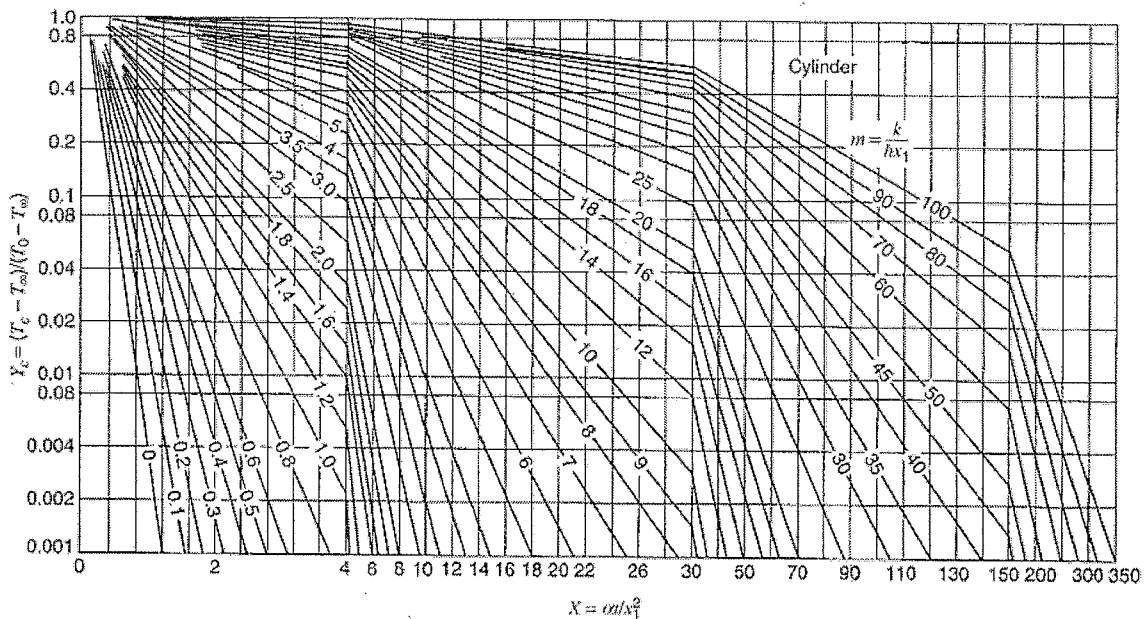


Figure F.5 Center temperature history for an infinite cylinder.

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: $\frac{\Delta P}{\rho g}$

Sidan 541 Står $Y = \frac{C_{A,S} - C_A}{C_{A,S} - C_{A,0}}$ Skall stå: $Y = \frac{C_{A,\infty} - C_A}{C_{A,\infty} - C_{A,0}}$

Sidan 706, Tabell F.9 Står $Y = \frac{C_{A,1} - C_A}{C_{A,1} - C_{A,0}}$ Skall stå: $Y = \frac{C_{A,\infty} - C_A}{C_{A,\infty} - C_{A,0}}$

Sidan 711, Figur F.5 fel i diagram, se erratalista för 3W 5:e upplagan