

TEORI 2013-12-17

A1)

Normal spänning vinkel rätt yta
- | fruk

Skjuvspänning längs yta - friktion

A2) B:s ekv.

$$a) P_1 + \rho g h_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 = P_2 + \rho g h_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2$$

$$P_1 = P_2 = P_{atm}$$

$$h_1 - h_2 = H$$

$$v_1 = 0$$

$$v_2 = ?$$

$$\Rightarrow v_2 = \sqrt{2gH}$$

$$b) P_3 = P_2 - \rho g(H+L)$$

||
P_{atm}

A3)

a) friktion - uppkommer vid plattan

b) trycket \sim konstant
tunt gränsskikt

c) gränsskiktet blir tjockare
och effekter av friktion
minskar \Rightarrow

$Re = \frac{\text{tröghet}}{\text{friktion}}$ ökar \Rightarrow turbulens

A4) Instationär 1D värmeledning

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

enkel uppskattning $d \propto \sqrt{\alpha t} \Rightarrow$
 $t \propto \frac{d^2}{\alpha} \quad \alpha = k / \rho c_p$

A5)

a) Påtvringad

$$Nu = f(Re, Pr)$$

$$Nu = \frac{hL}{k} = \frac{\text{verklig värmeöverföring med konvektion}}{\text{fiktivt fall med enbart ledning}}$$

$$Re = \frac{\rho VL}{\mu}$$

tröghetskraft
frikhetskraft

$$Pr = \frac{V}{\alpha}$$

betydelse i m transport
-||- värme -||-

Fri

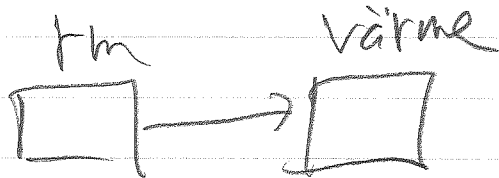
$$Nu = f(Gr, Pr)$$

$$Gr = \frac{\beta g \rho^2 L^3 \Delta T}{\mu^2}$$

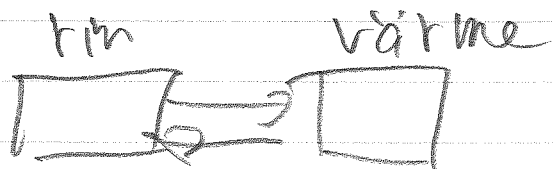
netto lyftkraft
frikhetskraft

b)

påtvringad



fri



B1

a) Figure 12.4 (3W) \Rightarrow
 $\Rightarrow C_D \approx 0,1 \quad Re \approx 1e^6$

fritfalls hastigheten $V_{\infty} = \sqrt{\frac{4(\rho_b - \rho_l)gD_p}{3C_D}}$
in i Re lös ut D_p

b) Bernoulli

$$P_1 + \frac{\rho V_1^2}{2} = P_2$$

$$(\rho g y_1 = \rho g y_2)$$

$$(V_2 = 0)$$

B2 Lösningsförslag:

Lösningsgången som presenteras i appendix F bör användas.

$$X = \frac{\alpha t}{x_1^2} \text{ där } \alpha = \frac{k_{potatis}}{\rho_{potatis} C_{p,potatis}} \text{ och } x_1 = 0.02 \text{ m}$$

$$X=1.375$$

$$Y = \frac{T_{\infty} - T}{T_{\infty} - T_0} = \frac{90 - 82}{90 - 9} = 0.097 \approx 0.1$$

Avläsning i fig F.6 ger $m=1.4$

Värmeöverföringstalet kan då fås ur $h = \frac{k}{mx_1} = 56 \text{ W/m}^2\text{K}$

Svar: $h = 56 \text{ W/m}^2\text{K}$

B4 Lösningsförslag:

Koncentrationen av humlearomer ut från bädden kan beräknas genom en balans över bädden $Q(C_{A,ut} - C_{A,in}) = aN_A$ med $a = V_{bädd} \cdot 300$ (den totala ytarean i bädden) där $V_{bädd} = A_{bädd}H_{bädd}$ och med $C_{A,in} = 0$ ger det

$$C_{A,ut} = \frac{300A_{bädd}H_{bädd}N_A}{Q}$$

Vi har allt utom N_A vilken fås genom

$$N_A = k_c \Delta C_{A,lm} \quad (*)$$

där $\Delta C_{A,lm} = \frac{\Delta C_{A,in} - \Delta C_{A,ut}}{\ln\left(\frac{\Delta C_{A,in}}{\Delta C_{A,ut}}\right)}$ och $\Delta C_{A,in} = C_{A,s} - C_{A,in}$ samt $\Delta C_{A,ut} = C_{A,s} - C_{A,ut}$

Vi saknar alltså k_c och $C_{A,ut}$. k_c kan fås genom Chilton Colburn analogin i och med att vi vet något om värmetransporten (den givna korrelationen). CC analogin säger att

$$\frac{h}{\rho v C_p} (Pr)^{\frac{2}{3}} = \frac{k_c}{v} (Sc)^{\frac{2}{3}}$$

$$\text{Löses } k_c \text{ ut får vi } k_c = \frac{h}{\rho C_p} \left(\frac{Pr}{Sc}\right)^{\frac{2}{3}}$$

och då återstår att beräkna h med hjälp av korrelationen samt ta fram materialdata.

För vatten vid 100°C gäller $\mu = 278 \cdot 10^{-6} \text{ Pa}\cdot\text{s}$, $\rho = 958.4 \text{ kg/m}^3$, $Pr = 1.72$, $k = 0.682 \text{ W/mK}$ och $C_p = 4211 \text{ J/kgK}$

Hastigheten genom bädden beräknas med den givna ekvationen till

$$v = \frac{Q}{A_{bädd} \cdot (1 - \text{packningsgraden})} = 0.017 \text{ m/s}$$

Med en pelletsdiameter på 4 mm fås $Re_d = \frac{\rho v d}{\mu} = 230$, vidare fås

$$Nu_d = 1.82 Re_d^{0.49} Pr^{\frac{1}{3}} = 31.3 \text{ vilket ger } h = \frac{k Nu_d}{d} = 5338 \frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}}$$

$$Sc \text{ beräknas som } Sc = \frac{\mu}{\rho D_{AB}} = 290$$

$$\text{Vilket ger } k_c = 4.33 \cdot 10^{-5}$$

Ok, då saknas bara $C_{A,ut}$ i (*) och i och med att det också är denna vi vill ha ut i slutändan måste vi itterera. Tex, gissa $C_{A,ut} = C_{A,s}/2 = 10 \text{ mol/m}^3$, beräkna $\Delta C_{A,lm} = 14.4 \text{ mol/m}^3$, vilket ger $N_A = 7.8 \cdot 10^{-4} \text{ mol/m}^2\text{s}$ och nya $C_{A,ut} = 4.7 \neq 10 \Rightarrow$ En till iteration ger: $C_{A,ut} = 4.7 \text{ mol/m}^3 \Rightarrow \Delta C_{A,lm} = 17.6 \text{ mol/m}^3 \Rightarrow N_A = 7.6 \cdot 10^{-4} \text{ mol/m}^2\text{s}$ och nya $C_{A,ut} = 4.6 \approx 4.7 \text{ mol/m}^3$. **Svar: $C_{A,ut} = 4.6 \text{ mol/m}^3$**