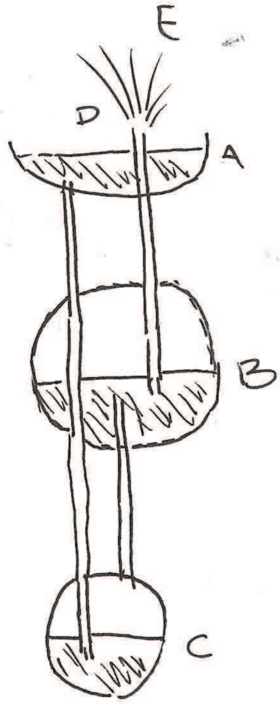
16/3 - 2002

Fre Lv 7

A1 | Herons fontän

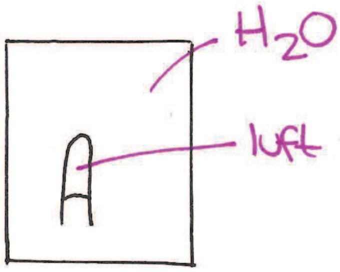


$$\rho_{H_2O}\, g h_{AC} = \rho_L\, g h_{BC} + \rho_{H_2O}\, g h_{BD} + \rho_{H_2O}\, g h_{DE}$$

$$h_{DE} \sim h_{AC} - h_{BD}$$

Blir inte så högt i verkligheten ty tryckförluster / friktionsförluster osv.

A2 |



Vad händer om man trycker på vattenbehållaren?

Sjunker, flyter eller står provröret stilla?

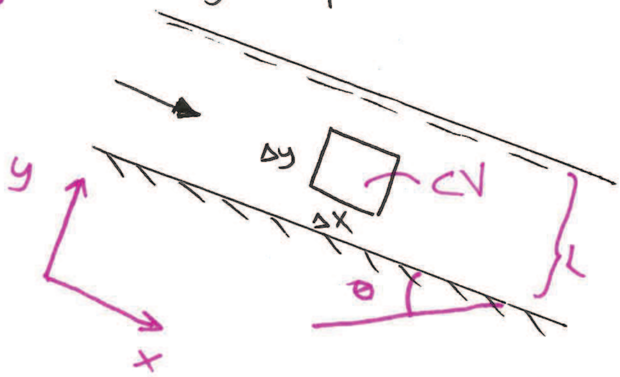
Trycker på flaskan $\rightarrow$ P_{H_2O} stiger (obs! H_2O ≡ inkompress.)

$\rightarrow$ luftbubbla trycks i hop (luft ≃ kompressibelt)

{ Balans mellan tyngd- och lyftkraft på provröret! }

När luften i röret komprimeras $\rightarrow$ volym undanträngd vätska minskar $\rightarrow$ lyftkraft minskar $\rightarrow$ röret sjunker!

A3 Hastighetsprofil sluttande plan.



rörelsemängdsbalans
differentiell

Obs! Ej rörströmning
(endast en vägg)

utnyttja no-slip! $\begin{cases} V_{vägg} = 0 \\ V_{mitten} = V_{max} \end{cases}$

$$\sum F_x = \underbrace{\iint_{cs} V_x \rho (\vec{V} \cdot \vec{n})\, dA}_{0,\ \text{fullt utvecklad. } V = \text{konst.}} + \underbrace{\frac{\partial}{\partial t} \iiint_{cv} \rho V_x \, dV}_{0,\ \text{stationärt}}$$

$\Longrightarrow \sum F_x = 0$

{ Tryck, friktion, gravitation } ⟶ Friktion + gravitation

Tryckkraft kan försummas ty $P_{netto} = 0$
(ingen förändring i tryck längs plattan!)

$$\sum F_x = 0 = P\Delta y\Big|_x - P\Delta y\Big|_{x+\Delta x} + \tau_{yx}\Delta x\Big|_{y+\Delta y} - \tau_{yx}\Delta x\Big|_y + \rho g \Delta x \Delta y \sin\theta$$

Dela med $\Delta x \Delta y \to 0$

$$\sum F_x = -\cancelto{0}{\frac{dP}{dx}} + \frac{d\tau_{yx}}{dy} + \rho g \sin\theta = 0$$

P = konst. ty systemet är öppet.

$$\left\{ \tau_{yx} = \mu \frac{dV_x}{dy} \right\} \longrightarrow \frac{d}{dy}\left(\mu \frac{dV_x}{dy}\right) + \rho g \sin\theta = 0$$

Randvillkor:

$V_x(0) = 0$ no slip

$V_x(L) = V_{max} \iff \tau_{yx}(L) = 0$ (ingen $\overbrace{\text{kraftöverföring}}^{\text{"friktion"}}$ mellan luft/vätska)

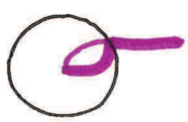
A4

$$Bi = \frac{hL}{K} = \frac{\text{inre (lednings) motstånd}}{\text{yttre (konvektivt) motstånd}}$$

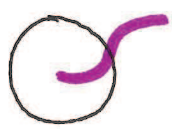
$$\left\{ T_Y \qquad UA = \frac{1}{\sum R} \right\}$$

$Bi \ll 1$ yttre motstånd dominerar

$Bi \gg 1$ inre motstånd dominerar



$Bi \approx 1$ båda motstånd relevanta



A5

Tvärsnittsytan varierar

$$\left.\begin{aligned} q_r &= -kA\frac{dT}{dr} \\ A &= 2\pi r L \end{aligned}\right\} \quad \frac{dq_r}{dr} = 0$$

värmeflödet = konstant

A6

$Nu_{AB} = f(Re, Sc)$ påtvingad konv.

(a)

$$Nu_{AB} = \frac{k_c L}{D_{AB}} = \frac{\text{verklig konvektiv massöverföring}}{\text{fiktivt fall med enbart diffusion}}$$

$$Re = \frac{\rho V L}{\mu} = \frac{\text{tröghetskrafter}}{\text{viskösa krafter}}$$ = friktionskrafter

$$Sc = \frac{\nu}{D_{AB}} = \frac{\text{rörelsemängdsdiffusivitet}}{\text{massdiffusivitet}}$$

$\frac{\text{betydelse av rm-transp.}}{\text{— " — mass-transp.}}$

(b) Analogi

$$j_H = j_D \quad \left\{ \frac{h}{\rho V_\infty c_p} Pr^{\frac{2}{3}} = \frac{k_c}{V_\infty} Sc^{\frac{2}{3}} \right\}$$

Nu, Pr, Re Nu_{AB}, Sc, Re

konvektiv överföring!

A7

Diffusion genom stagnant komponent $N_{B,z} = 0$

$$N_{A,z} = -cD_{AB}\frac{dY_A}{dz} + Y_A(N_{A,z} + \cancel{N_{B,z}})$$

stagnant

tot. A diffusion B strömning

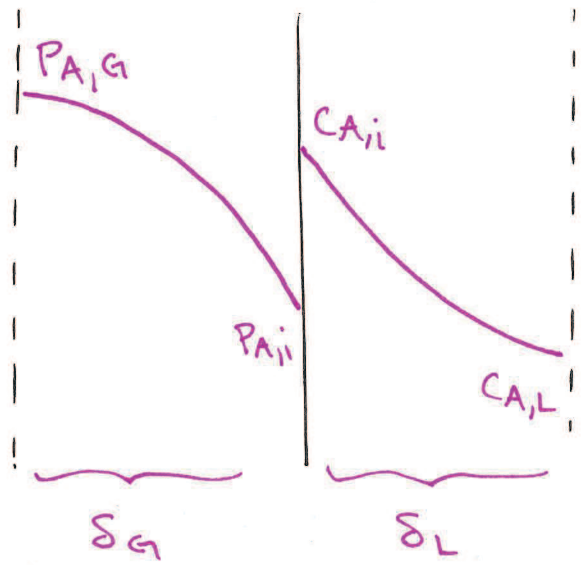
$$N_{B,z} = -cD_{BA}\frac{dY_B}{dz} + Y_B(N_{A,z} + \cancel{N_{B,z}}) \rightarrow 0$$

tot. B diffusion B strömning B.

Visa att diffusion av A = strömning av B

bulk B. $y_B N_{A,z} = cD_{AB} \frac{dy_B}{dz} = \{ y_B = 1 - y_A \} = -cD_{AB} \frac{dy_A}{dz}$ = diff A

A8 Två-filmsteori



$$N_{A,z} = K_G (P_{A,G} - P_{A,i}) =$$

$$= K_L (C_{A,i} - C_{A,L}) =$$

{vet ej $P_{A,i}$, $C_{A,i}$ }

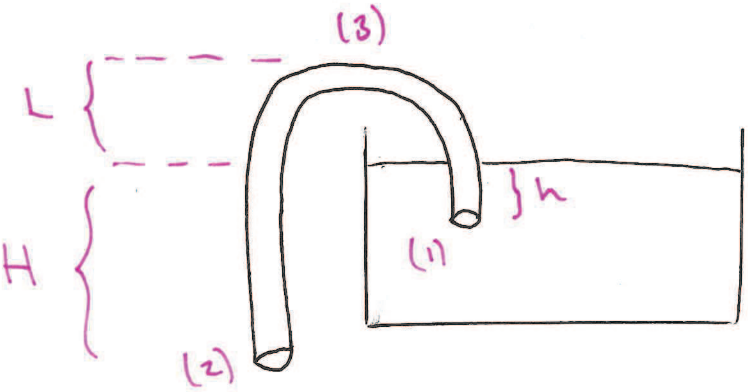
$$N_{A,z} = K_G (P_{A,G} - P_{A,i}) = K_L (C_{A,i} - C_{A,L}) =$$

$$= \underline{K}_G (P_{A,G} - P_A^*) = \underline{K}_L (C_A^* - C_{A,L})$$

$$\left\{ \begin{array}{l} P_A^* = m C_{A,L} \\ C_A^* = \frac{1}{m} P_{A,G} \end{array} \right\} \quad \left\{ \frac{1}{\underline{K}_G} = \frac{1}{k_G} + \frac{m}{k_L} \right\}$$

31/8 - 2002

A1



(a)

Sökt: $V_2 = ?$

punkt 1 vet något

2 sökt

Bernoulli

$$P_1 + \rho g h_1 + \frac{1}{2}\rho V_1^2 = P_2 + \rho g h_2 + \frac{1}{2}\rho V_2^2$$

$P_1 = P_{atm}$, $h_1 = H$, $V_1 \approx 0$, $P_2 = P_{atm}$, $h_2 = 0$

$$\Rightarrow V_2 = \sqrt{2gH}$$

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

A2 Buckhinghams π-theorem

$$\underline{\underline{i = n - r}}$$

A4)

$$\underbrace{\rho c_p \frac{\partial T}{\partial t}}_{\text{ack av energi}} = \underbrace{k \frac{\partial^2 T}{\partial x^2}}_{\text{ledning}}$$

(b) ρc_p ökar $\rightarrow$ hastigheten minskar

(a) k ökar $\rightarrow$ hastigheten ökar

(c) k ökar $\rightarrow$ $q_x = -kA \frac{dT}{dx}$

$$\frac{dq_x}{dx} = 0 \rightarrow \frac{d^2T}{dx^2} = 0$$