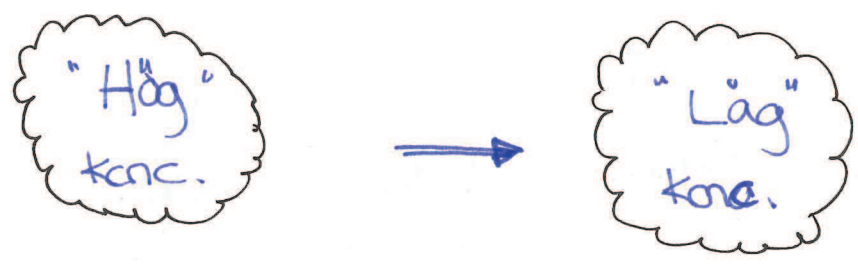


Transport av:

- Rörelsemängd [Ns]
- Värme [Nm]
- Massa [kg]



Transportmekanismer

Rörelsemängd (momentum) [Ns] { strömning
Friktion

Värme (Heat) [Nm] { strömning
ledning
strålning

Massa (mass) [kg] { strömning
diffusion

Generella transportekvationer

Analogi

$$\rho \frac{D\vec{v}}{Dt} = \rho \left(\frac{\partial \vec{v}}{\partial t} + \vec{v} \cdot \nabla \vec{v} \right) = \mu \nabla^2 \vec{v} + \rho \vec{g} - \nabla p$$

ack. strömn. friktion prod.

- Rörelsemängd (ρ, μ konst.)

Vektorvärd!

$$\rho c_p \frac{DT}{Dt} = \rho c_p \left(\frac{\partial T}{\partial t} + \vec{v} \cdot \nabla T \right) = k \nabla^2 T + \dot{q}$$

ack. strömn. ledning prod.

- Värme (ρ, k konst.)

$$\frac{DC_A}{Dt} = \frac{\partial C_A}{\partial t} + \vec{v} \cdot \nabla C_A = D_{AB} \nabla^2 C_A + R_A$$

ack. strömn. diffusion prod.

- Massa (ρ, D_{AB} konst.)

Transport mellan

operation

ånga - vätska

destillation

gas - vätska

absorption

gas - fastfas

torkning, adsorption

vätska - vätska

extraktion

Vätska - fastfas

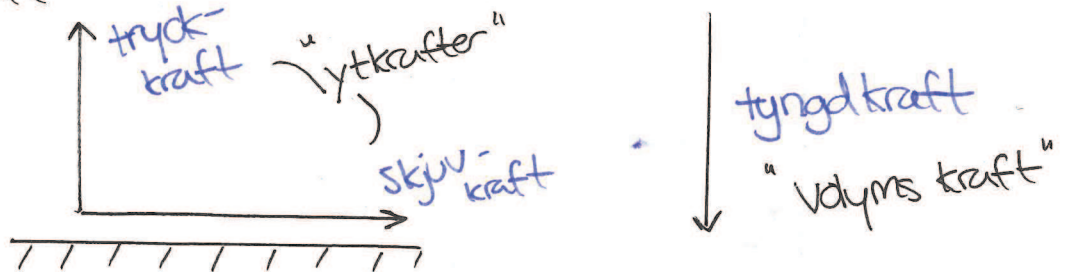
lakning

Fluid

Gas eller vätska

A solid has a volume and shape
a liquid has a volume but no shape
a gas has neither

En fluid deformeras kontinuerligt under inverkan av en skjuvkraft

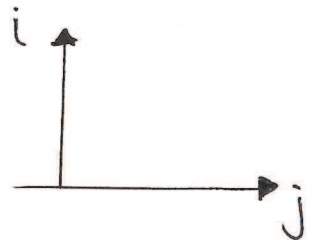


Spänning (stress) = $\frac{\text{kraft}}{\text{yta}}$ [N/m^2]

σ_{ii} normalspänning (tryck-associerad) pos. utåt!

τ_{ij} skjuvspänning

index: 1:a planets normalriktning
2:a kraftens riktning



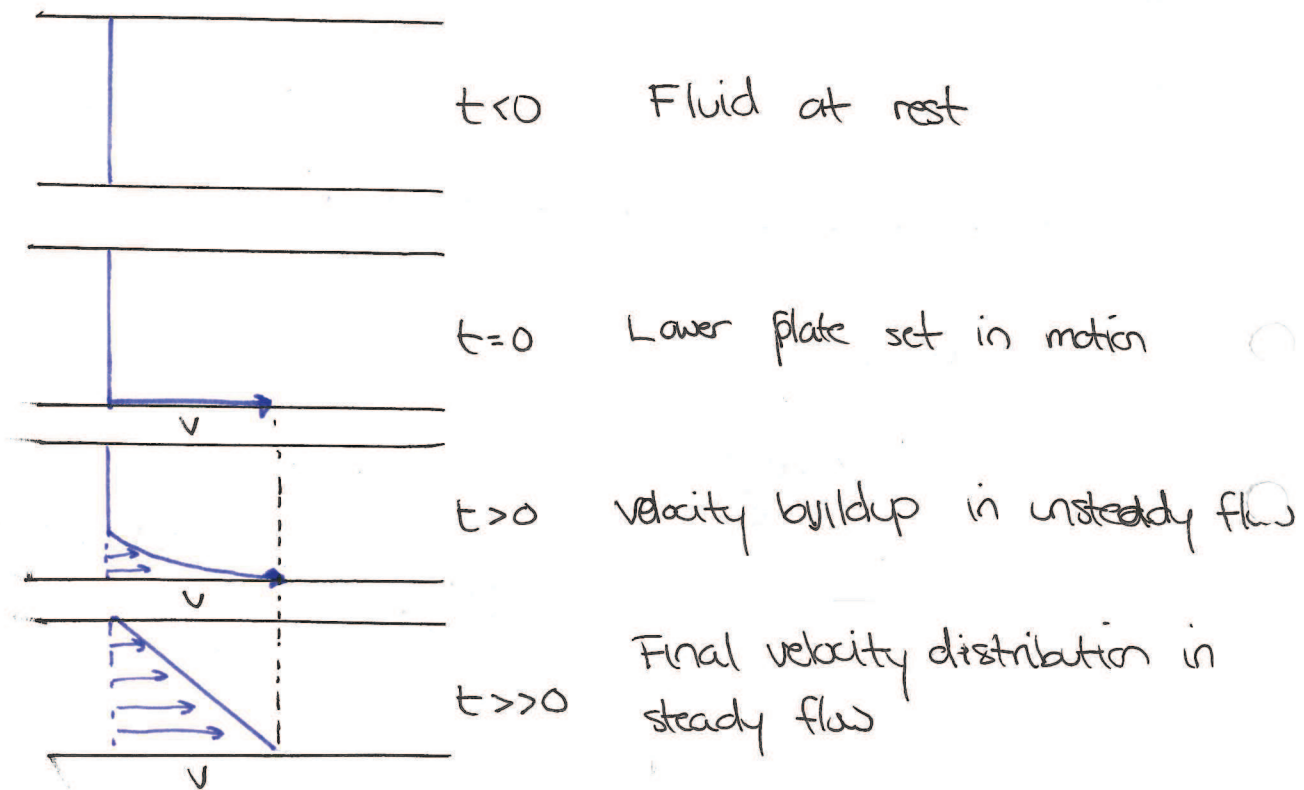
Normalspänningen är oberoende av riktning vid statistiska förhållanden

$$\sigma_{xx} = \sigma_{yy} = \sigma_{zz} = \sigma$$

$$p \equiv -\sigma$$

vid dynamiska förhållanden: liköet gäller ej!

$$p = -\frac{1}{3}(\sigma_{xx} + \sigma_{yy} + \sigma_{zz})$$



No-slip: relativ hastighet fluid-fast yta = 0

$$\frac{F}{A} \propto \frac{\Delta V}{\Delta y} \rightarrow \frac{F}{A} = \underbrace{\mu}_{\substack{\text{skjuvskraft} \\ \text{spänning!}}} \frac{\Delta V}{\Delta y}$$

där μ är viskositeten [Pa s]

$$\text{Låt } \Delta y \rightarrow 0 \rightarrow \frac{F}{A} = \mu \frac{\partial v_x}{\partial y} = \tau_{yx}$$

Motsatspar

{ ideal strömning $\mu = 0 \equiv$ inga friktionsförluster!
verklig strömning $\mu > 0$

{ inkompressibel $\rho = \text{konstant}$ (vätskor, slider)
kompressibel $\rho \neq \text{konstant}$ & gaser

{ stationärt t -oberoende
instationärt

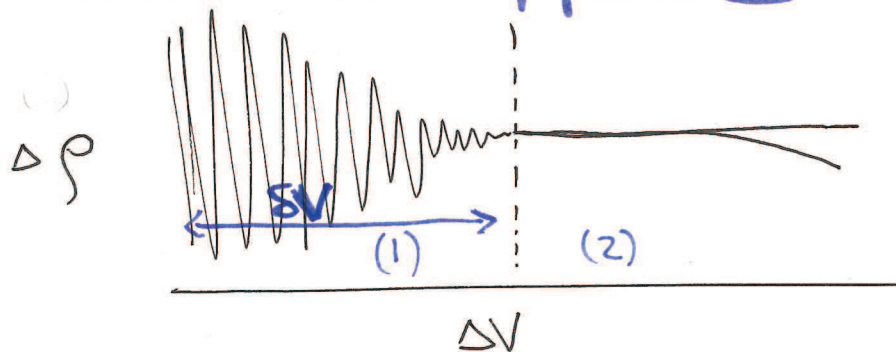
{ statisk stör still
dynamisk i rörelse

{ laminärt "lugn", slät
turbulent kaotisk, svårt att räkna på

t

Kontinuum-hypotesen

$$\left\{ \rho = \frac{m}{V} \right\}$$



(1) molekylär domain

(2) kontinuum domain

{ Ekvationerna gäller endast då vi kommer över en viss volym