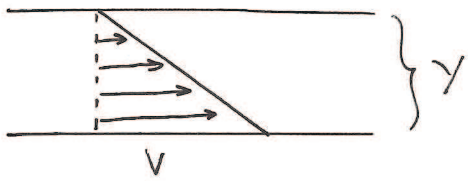
Fre Lv 1

$$\frac{F}{A} \propto \frac{\Delta V}{\Delta y}$$



$$\frac{F}{A} = \mu \frac{\Delta V}{\Delta y}$$

μ - materialegenskap hos fluiden [Pa s]
"hur trögflytande" Viskositet

Låt $\Delta y \to 0$ $\Longrightarrow$ $\frac{F}{A} = \mu \frac{\partial V_x}{\partial y} = \tau_{yx}$ $[N/m^2]$

1:a index : Normal till angreppsytan (y)
2:a index : kraftens riktning (x)

Obs! skjuvspänning ≡ skjuvkraft PER yta!

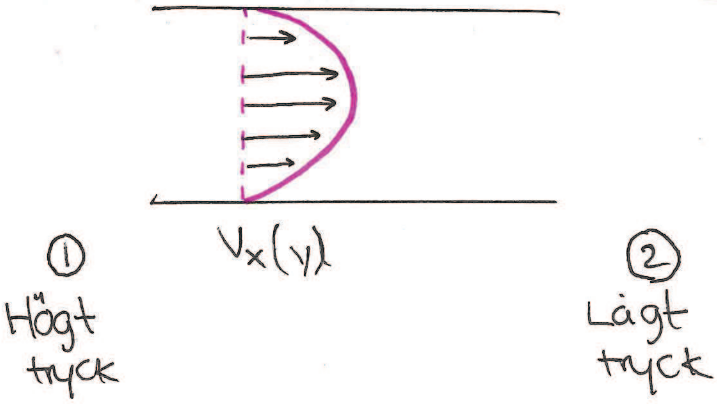
$$\left\{ \begin{array}{l} \mu = \text{viskositet} \\ \nu = \text{kinematisk viskositet} \end{array} \right\} \Longrightarrow \nu = \frac{\mu}{\rho} \quad \left[\frac{m^2}{s}\right]$$

~~För~~ • $\mu(\text{gas}) > \mu(\text{vätska})$

$\mu(\text{vätska})$ är oberoende av P
$\mu(\text{gas})$ — " — " — " —

När trycket ökar så ökar sannolikheten för att molekylerna krockar/kolliderar

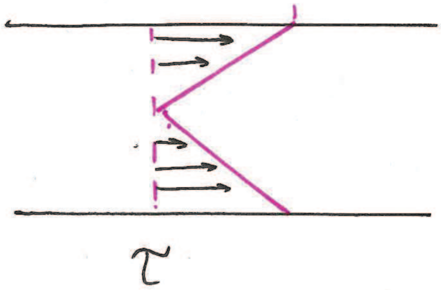
Hastighetsprofil



Hastigheten vid väggarna är noll pga **no-slip**

Högst hastighet i mitten där skjuv-spänningen är som ~~p~~ minst

Skjuvspänningsprofil



Högst skjuvspänning vid väggarna ($V = 0$) och lägst i mitten av fluiden ($V = V_{max}$)

Newtonsk vätska $\rightarrow$ μ = konstant (oberoende av $\frac{\partial V_x}{\partial y}$)

"Vanliga, enkla fluider" kan approximeras som newtonska!

~~Ofta~~

Ofta (för newtonska fluider osv) om vi inte har något skjuvhastighet $\rightarrow$ ingen skjuvspänning!

För ideal och real plaster: en viss skjuvspänning måste tillsättas innan vi får någon skjuvhastighet

Vid beräkningar får vi anta $\mu \equiv$ konst!

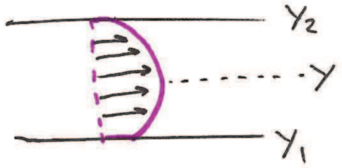
Skalär - storlek ex. c, T

Vektor - storlek, riktning ex. $\vec{V} = \begin{pmatrix} V_x \\ V_y \\ V_z \end{pmatrix}$

Tensor - storlek, riktning, angreppsyta ex. $\vec{\vec{\tau}} = \begin{pmatrix} \tau_{xx} & \tau_{xy} & \tau_{xz} \\ \tau_{yx} & \tau_{yy} & \tau_{yz} \\ \tau_{zx} & \tau_{zy} & \tau_{zz} \end{pmatrix}$

Teckenkonvention: positiv τ om ytnormalens riktning har samma tecken som kraftens riktning

Hagen-Poiseuille's ekv.



laminär strömning i cylindriskt rör
no-slip villkor: $\begin{cases} v_{y_1} = v_{y_2} = 0 \\ v_y = v_{max} \end{cases}$

Antaganden:

① Fluidet $\begin{cases} \text{(a) Newtonsk} & \mu = \text{konst.} \\ \text{(b) kontinuum} \end{cases}$

② strömningen
- (a) laminär "lugn" strömning
- (b) stationär $\frac{\partial}{\partial t} = 0$
- (c) fullt utvecklad bortse från in- och utloppstillstånd
- (d) inkompressibel $\rho = \text{konst}$
- (e) horisontell g kan försummas

Fullt utvecklad: hastighetsprofilen har nått sin "fulla potential"

Friktionskrafter mellan molekylerna vid väggen $(v=0)$ minskar ju längre mitten av röret vi kommer

dvs molekylerna vid väggen : $V_0 = 0$, no-slip utgör en friktionskraft för de som strömmar nära väggen

"$F_{fr} \to \infty$ då $V \to 0$"

Rörelsemängdsbalans:

x-riktning:

In ≡ ut fullt utv.

0, stationärt

$$\sum F_x = \iint_{CS} \cancel{\rho V_x (\vec{v} \cdot \vec{n}) \, dA} + \cancel{\frac{\partial}{\partial t} \iiint_{CV} \rho V_x \, dV}$$

Obs! kontrollvolym