

FYS1001 Innføring i fysikk:

Fluidmekanikk

16.02.2024



UiO : Jonas Boym Flaten

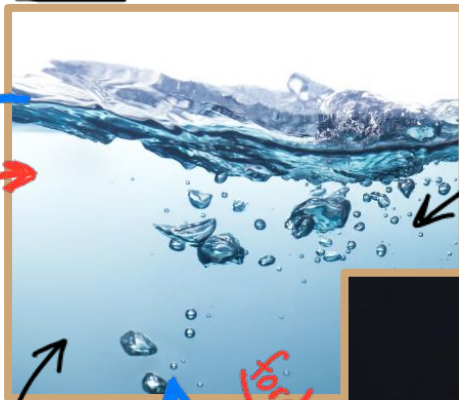


<https://www.menti.com/altpxef3wwde>

Stoffer har ulike
(aggregat)tilstander!
(også kalt faser)

dagens (og neste ukes) tema:
fluidmekanikk
(handler om væsker og gasser)

væske:

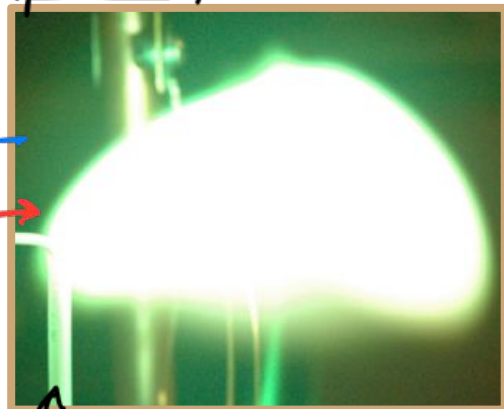


fluid er et
fellesord for
væsker og gasser!

gass:



(plasma:)



(har ingen bindinger overhodet,
selv elektronene er løsrivne!)

(har faste bindinger
mellom molekylene,
fast form
og fast volum)

fast stoff:



(har løse bindinger
mellom molekylene,
løs form,
men fast volum)

F L U I D

(har ingen bindinger
mellom molekylene,
løs form
og løst volum)

dagens (og neste ukes) tema:

fluidmekanikk

$$\# \rho \equiv m/v$$

$$\# p \equiv F/A$$

$$\# \rho = \rho V g$$

$$\# p = p_0 + \rho g d$$

$$\# A_1 v_1 = A_2 v_2$$

$$\# p_1 + \rho g h_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 = p_2 + \rho g h_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2$$

masse tetthet

(masse per volum)

(liten ρ
(gresk bokstav))

$$\rho \equiv \frac{m}{V}$$

(måles i kg/m^3)

$$\Rightarrow m = \rho V$$

hvis du vet tettheten
og vil finne massen!

Væsker har fast volum
og dermed fast masse tetthet!

$$\# \rho_{\text{vann}} \approx 997 \text{ kg}/\text{m}^3$$

Huskeregelen: $1 \text{ L} = 1 \text{ dm}^3$ vann
veier 1 kg .
 $\Rightarrow 1 \text{ m}^3 = 1000 \text{ dm}^3$ veier $\sim 1000 \text{ kg}$!

Gasser har løst volum
og dermed også varierende masse tetthet!

$$\# \rho_{\text{luft}} \approx \begin{cases} 1.29 \text{ kg}/\text{m}^3 & \text{ved } 0^\circ\text{C} \\ 1.18 \text{ kg}/\text{m}^3 & \text{ved } 25^\circ\text{C} \end{cases}$$

(Varm gass er lettere per volum,
fordi molekylene sprer seg mer!)

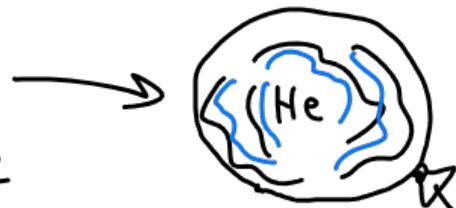
masse tetthet

Faste stoffer har også masse tetthet, men man snakker oftere om tetthet for fluider ettersom de har variabel mengde.



$\rho_{\text{Pb}} \approx 11300 \text{ kg/m}^3$!

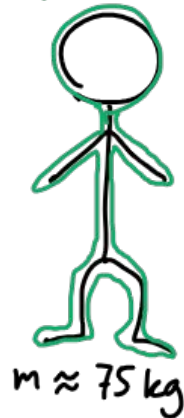
Faste stoffer er generelt tyngre enn væsker, som igjen er tyngre enn gasser!



$\rho_{\text{helium}} \approx 0.17 \text{ kg/m}^3$!

(Man kan finne den tredje hvis man kjenner to av ρ , m og V !)

$V \approx ?$



Kroppen består stort sett av vann!

$$\rightarrow m/V \approx \rho_{\text{vann}}$$

$$\Rightarrow V \approx m/\rho_{\text{vann}}$$

$$\approx 0.075 \text{ m}^3$$

$$\approx 75 \text{ dm}^3$$

$$= \underline{\underline{75 \text{ L}}}$$

trykk
(kraft per areal)

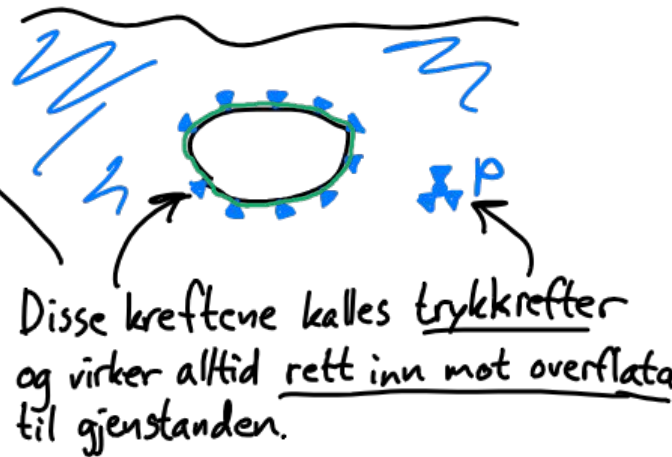
For gjenstander i et fluid er kontaktkreftene med fluidet fordelt over overflata!

$$p \equiv \frac{F}{A}$$

(måles i $\text{N/m}^2 \equiv \text{Pa}$)

→ $F = pA$
hvis du vet trykket og arealet!

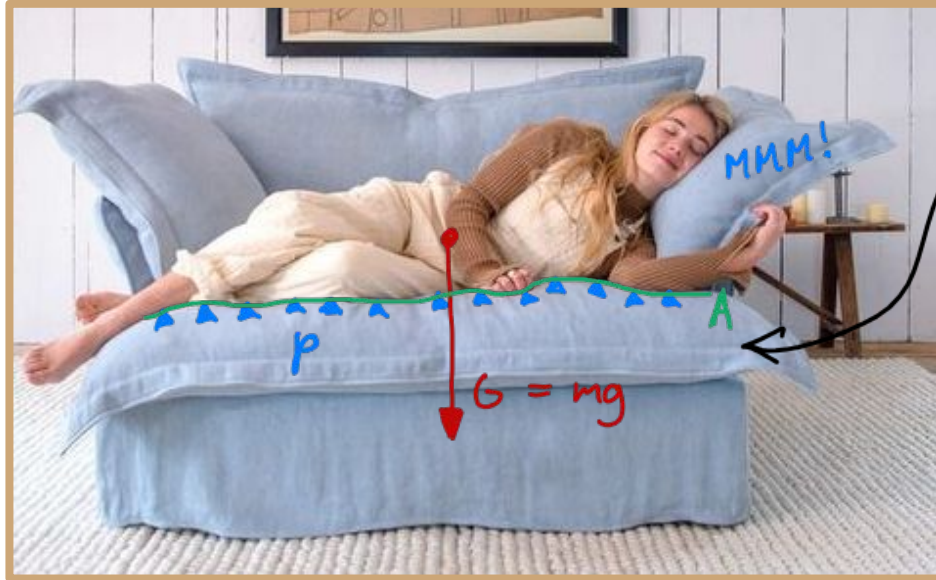
Trykk har ikke retning;
trykkrefter kan virke
i alle retninger
avhengig av overflata!



Lufttrykket ved jordoverflata er
 $p_0 \approx 101 \text{ kPa}$ ($\approx 101 \text{ kN/m}^2$!)

trykk (i en sofa)

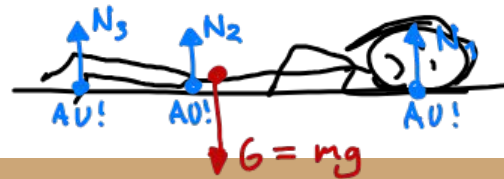
#Også faste gjenstander opplever trykk, hvis krafta er fordelt over ei flate!



Når du ligger i en sofa, fordeler du normalkrafta fra underlaget over ei maksimal flate fordi putene former seg etter kroppen. ↗

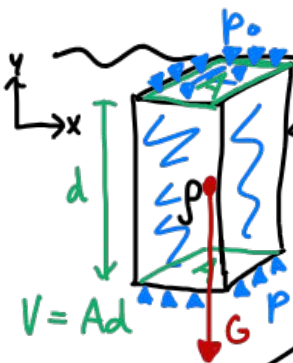
Dette oppleves mer behagelig enn hvis normalkrafta kun er fordelt på noen kontaktpunkter, som når du ligger på bakken.

↪ SLIK VIRKER EN SOFA!



statisk trykk

#Se på et fluid som er i ro (statisk):



En fluidmengde som strekker seg en dybde d ned fra overflata, ligger i ro.

→ Summen av de horisontale kreftene må være null, uansett hvor liten d er.

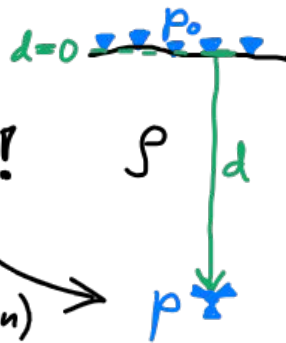
→ Trykket må være likt ved samme dybde!

→ Summen av de vertikale kreftene må også være null.

$$\begin{aligned} pA - p_0A - \rho Vg &= 0 \\ \Rightarrow p - p_0 - \rho g d &= 0 \end{aligned}$$

Trykket i et fluid øker med dybden!

(og minsker med høyden)



$$\begin{aligned} p &= p_0 + \rho g d \\ & (= p_0 - \rho g h) \end{aligned}$$

i et fluid som er i ro!

trykk (for en uer)

(feks hvis du
bestiger et fjell
(høydesyke)
eller dykker
(dykkersyke))

$p_0 \approx 101 \text{ kPa}$ er mye, men kroppen vår har samme trykk
inni, så det går bra. Hvis trykket endrer seg for brått,
kan trykkforskjellen derimot skape problemer! ←



Stakkars uer!



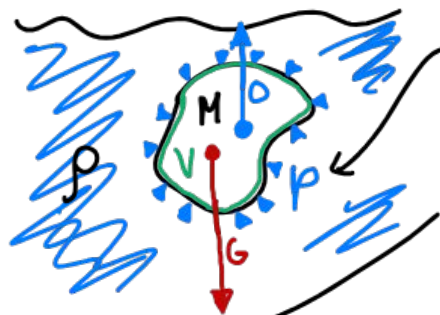
Ver:

lever på over $d \approx 100 \text{ m}$ dyp,
altså i et trykk på mer enn

$$p = p_0 + \rho g d \approx \underline{\underline{1079 \text{ kPa!}}}$$

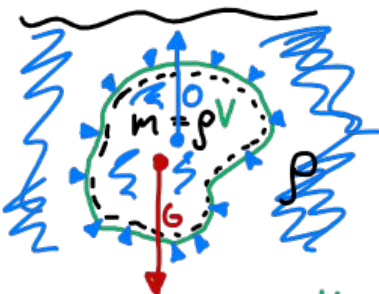
Når den fiskes opp, har den fortsatt
dette trykket inni seg, som gjør at
øynene popper ut og organene eksploserer!

#Se på en gjenstand i et (statisk) fluid:



Siden trykket er større lenger nede, vil den totale trykkrafta peke oppover.

→ Hvis det hadde vært fluid i samme volum, måtte den totale trykkrafta vært lik tyngdekrafta (fordi fluidet er i ro).



$$0 = G = mg = \rho V g$$

→ Men trykkraftene kommer fra fluidet rundt volumet, og har ingenting med hva som er inni volumet!

Derfor må den totale trykkrafta være lik i begge tilfeller!

oppdrift

(krafta som får ting til å stige i fluider)

(kalles Arkimedes' lov)

$$0 = \rho V g$$

(i retning oppover)

for en gjenstand med volum V i et fluid med massetetthet ρ .

#OBS: ρ er massetettheten til fluidet, mens V er volumet til gjenstanden.

($\rho V g$ er lik tyngdekrafta på den fortrengte mengden fluid!)



(Mye trist fisk i dag! :'()

(Dette er makrell, som ikke har svømmeblære, men alltid må svømme for å holde seg flytende.)

oppdrift

Oppdriftskrafta er $\rho V g$ oppover, mens tyngden er $m g$ nedover.

⇓
En gjenstand stiger hvis

$$\rho V g > m g$$

$$\Rightarrow \frac{m}{V} < \rho,$$

altså hvis massetettheten til gjenstanden er mindre enn massetettheten til fluidet!



Fisk:

har svømmeblære som kan fylles med oksygen fra gjellene for å kontrollere tettheten!



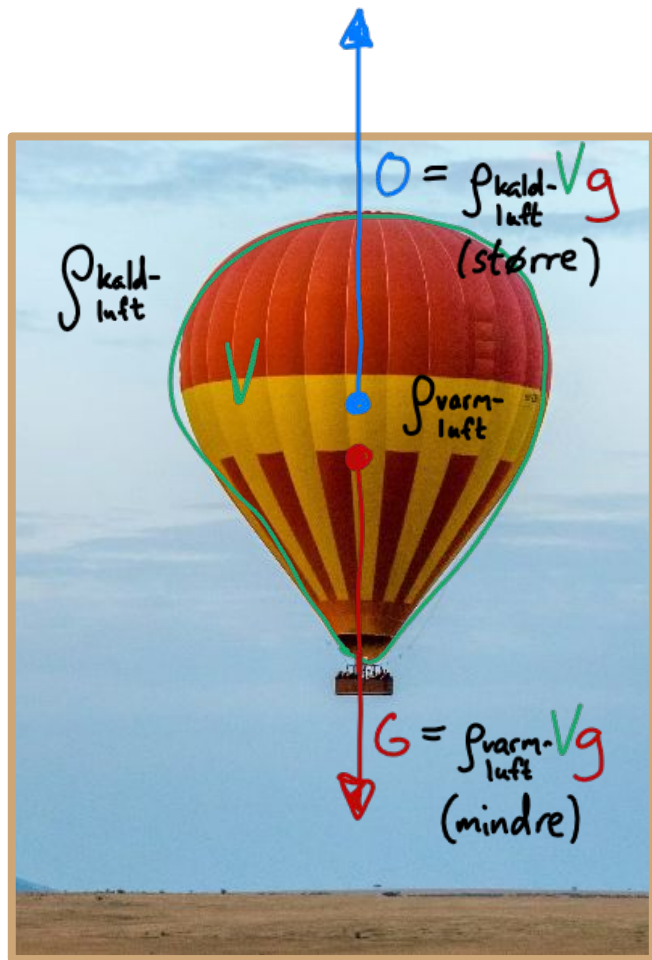
r gass i svømmeblæra gir mindre m/V !

Ubat:

kontrollerer tettheten sin ved å pumpe luft og vann inn og ut av et kammer i veggen!



(mer vann i kammeret gir større m/V)



oppdrift

Hvordan stiger en luftballong?

Det er jo luft både inni og utafor, så tettheten burde være lik!



Nei, for lufta inni er varm,

og varm gass har lavere massetetthet!

$\rho_{\text{varm-luft}} \approx 0.95 \text{ kg/m}^3$ ved 99°C !

(# $\rho_{\text{kald-luft}} \approx 1.29 \text{ kg/m}^3$ ved 0°C)

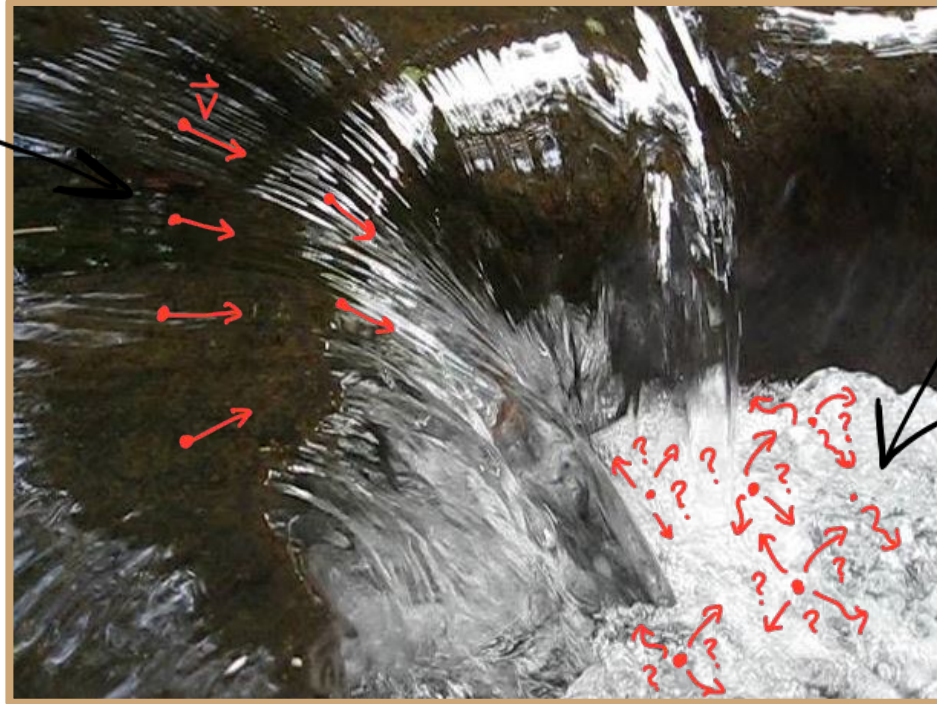
Vi skiller mellom to typer fluidstrøm:

fluidstrøm

(fluid i bevegelse)

laminær strøm:

er kontrollert,
kan beskrives
matematisk,
og skal jobbes med
her i FYS1001!



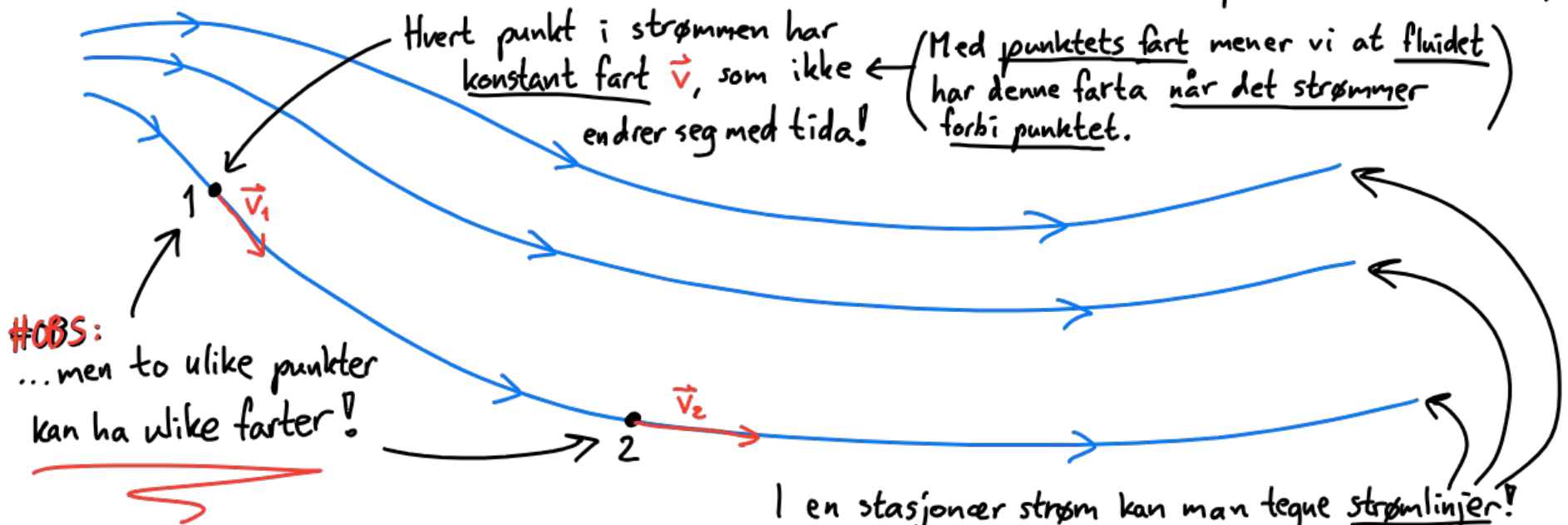
turbulent strøm:

er kaotisk,
kan ikke beskrives
matematisk
(ennå)
og skal ikke
jobbes videre med her!

Stasjonsstrøm:
(en type laminter strøm)

stasjoner fluidstrøm

(har konstant fart for samme punkt i strømmen)



I en stasjonsstrøm kan man tegne strømlinjer!
Retninga på linjene gir retninga på farten, og linjene viser hvordan små fluidmengder beveger seg gjennom strømmen.

Et inkompressibelt fluid
kan ikke endre volum.

(Væsker er typisk inkompressible,
mens gasser kan endre volum.
Men gasser i bevegelse er
tilnærma inkompressible!)



q_{v1}
(volum
per sekund)
inn

Volumstrømmen inn
er $q_{v1} \equiv A_1 v_1$ i punkt 1.

Hvis fluidet er inkompressibelt, må

$$A_1 v_1 = A_2 v_2 !$$



q_{v2}
(volum
per sekund)
ut

Volumstrømmen ut
er $q_{v2} \equiv A_2 v_2$ i punkt 2.

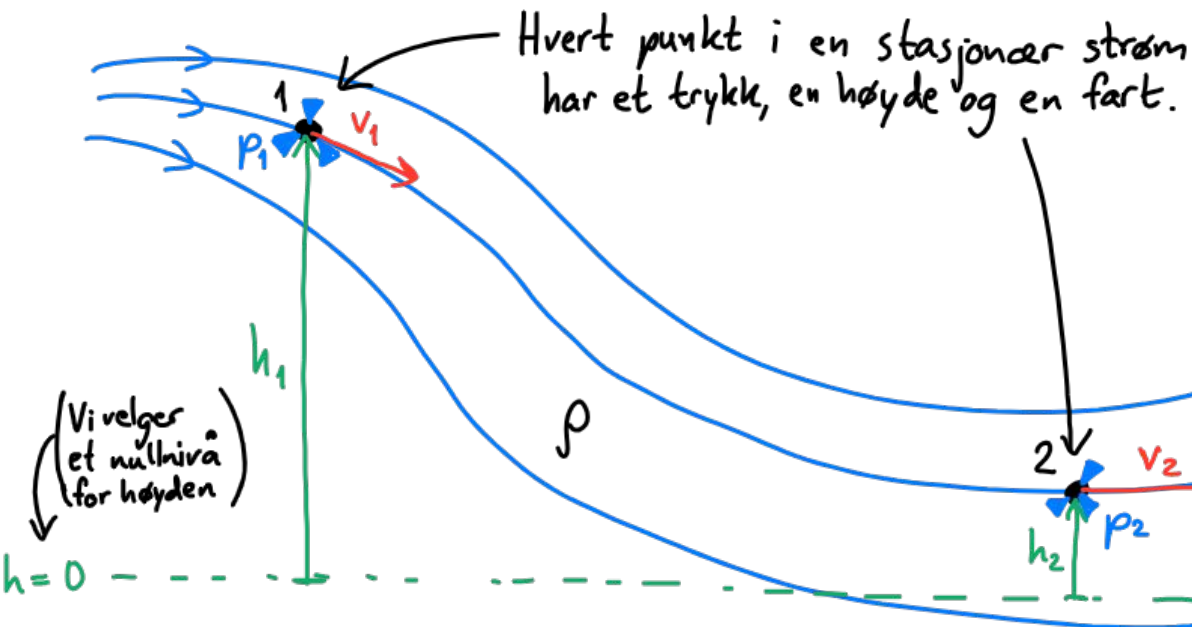
stasjonær
fluidstrøm
(av inkompressible fluider)

$$A_1 v_1 = A_2 v_2$$

i en stasjonær strøm
av et inkompressibelt fluid!

Dette handler om volumbevaring,
og gir en sammenheng mellom fart v
og tverrsnitt A i en stasjonær fluidstrøm!

stasjonær fluidstrøm



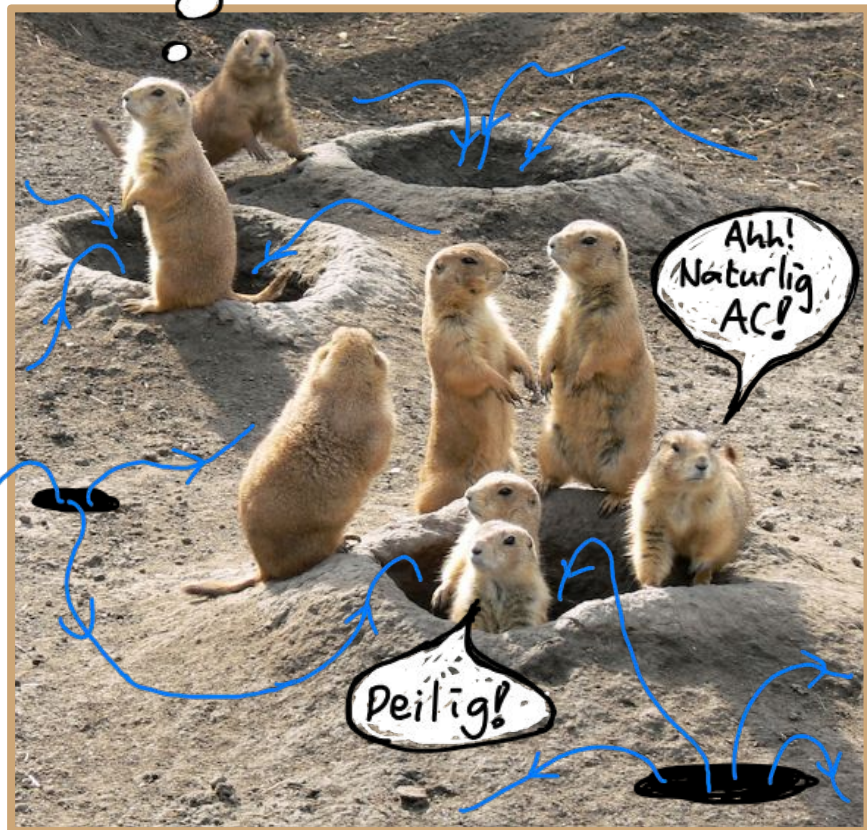
Hvis man ser på energibevaring i en fluidmengde som strømmer stasjonært, får man at

$$p_1 + \rho g h_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 = p_2 + \rho g h_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2$$

Dette gir en sammenheng mellom trykk p , høyde h og fart v i en stasjonær fluidstrøm!

(kalles
Bernoullis lov)

Bernoullis lov, sier du?
Ja, den liker vi også!



stasjoner fluidstrøm

Bernoullis lov sier (med ord) at
der farta er høy, er trykket lavt!

(Brukes i mange sammenhenger)
både av mennesker og dyr!

Præriehunder lager underjordiske hi med både
spisse og butte utganger.

Lufta tringes til å blåse raskere
forbi de spisse utgangene.



Trykket blir lavere
ved de butte
utgangene.

God ventilasjon av hiet!

Oppsummering:

fluidmekanikk

Massetetthet:

$$\# \rho \equiv m/v$$

Oppdriftskraft:

$$\# 0 = \rho V g$$

(i retning oppover)

Trykk:

$$\# p \equiv F/A$$

$$\# p = p_0 + \rho g d$$
$$= p_0 - \rho g h$$

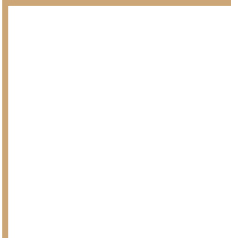
(i statisk fluid)

$$\# q_{v1} \equiv A_1 V_1 = A_2 V_2 \equiv q_{v2}$$

(i stasjonær og inkompressibel strøm)

$$\# p_1 + \rho g h_1 + \frac{1}{2} \rho V_1^2 = p_2 + \rho g h_2 + \frac{1}{2} \rho V_2^2$$

(i stasjonær strøm)



**TAKK
FOR I DAG!**

