

Fysikk, tre-termin

29 aug.

① Info

• Nytt klasserom for timene
tysd. fra 16:30: PI 551.

• Innlevering nr. 1 ute, frist
8. sept. klokke 12:00. Fritale/utsettning?
Ta kontakt med meg snarest.
• Anne?

② Sylinder:

Demo



[?] Kva skjer under komprimering/
eksponisjon?

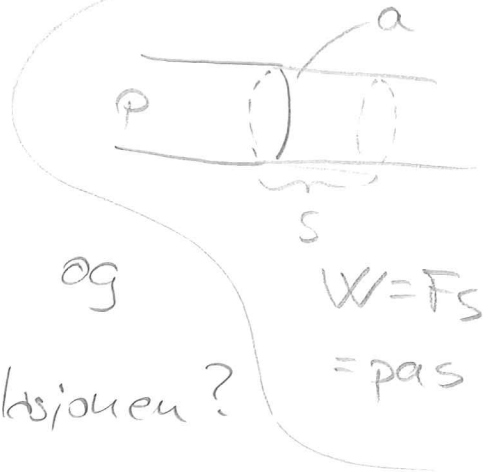
$P, V, T, \dots$

Kven arbeider ved komprimering/
eksponisjon?

Kan stort arbeid blir gjort; hva
gjør gassen "mot"?

Hva skjer hvis eg

- 1) Komprimerer (lodd) og
- 2) Fjerner (varme-) isolasjonen?



NB: Tilstandsligninga fortel oss perre
at $\frac{P}{T}$ aukar når V minskar. Men
 både P og T aukar (inkohærent?)

2) Utan isolasjon vil gassen dugi
varme, T vil auke og V vil
auke (kvifor må P vere konstant
for stabile situasjonar[?]).

Video: Adiabatiske fyrtey (jmf. diesel-
motor)

③ Omgrep [begrep]:

- Varme
- Temperatur

[?] Kva betyr dei?

„Det er varmt“ betyr det same som „temperaturen er høg“?

→ Jo, det gjer jo det.

Av og til skiljer fysikk-språk seg frå dagleg-språk på ein vesentleg måte.

-Vi prøver å unngå „varmt“, adiektiv, og fokuserer på substantivet „varme“.

Dette er uoko anne enn temperatur

Definisjon

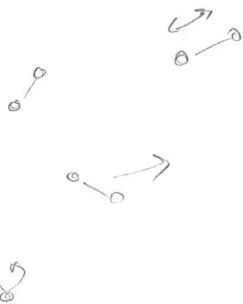
Varme er indre energi som blir overført frå eit system til eit anna på grunn av temperatur-forskjell.

Altså: ein energi, målt i, t.d., Joule.

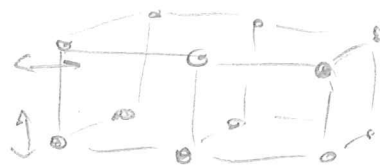
[?] Så hva er "indre energi"?

(En definisjon er lite verd om
en må ty til andre omgrep som
ikke er definerte...)

Gass



Fast stoff



Kvant molekyl/atom har en viss
energi. (fart/brånsasjon, rotasjon, vibrasjon; $E_p = mgh$
er irrelevant her).

Denne er lite, men der er
mange molekyl! (jmf. oppg. 7.04).

Temperaturer kan vi si på
som et mål på den gjennoms-
snittlige kinetiske energien til
molekyla.

Translasjon: $E_k = \frac{3}{2} kT$ (i snitt)

-Ikke definisjonen av temp. - den
er svært abstrakt - men sammen -

hengen gir et oke bilde av hva temp er.

[?] Hva gasser har berre translasjonelle kinetiske energi?

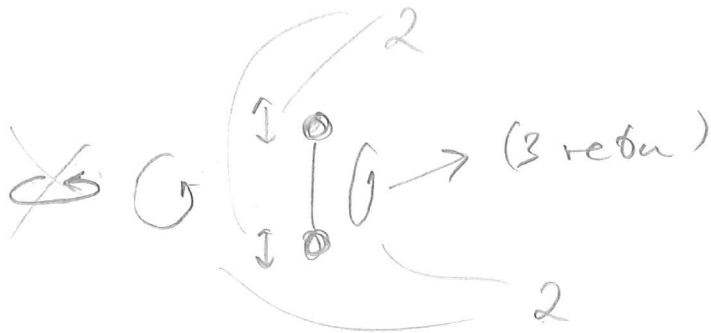
→ Dei monoatomiske - altså edelgassane

$$3D \rightarrow \frac{3}{2} kT$$



(Har så liten utstrekning at vi kan se bort fra rotation)

- Enn ein diatomisk gass, har mange frihetsgrader har den?



$$E_k = \frac{3+2+2}{2} kT \\ = \frac{7}{2} kT$$

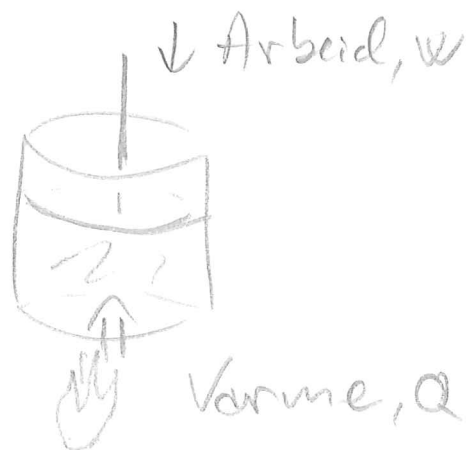
Merke: Systemet har indre energi; likelepe varme. Varme er noko som blir overført - ein prosess.

④ Energireklusket

Vi har hørt at energi er bevart. Så når den indre energien U blir endre, må energien komme fra / gå til en sted.

② Hvorfor kan den indre energien endre seg?

$$\Delta U = Q + W$$



Merk forteikning!

Q og W er positive dersom gassen mottar energi (negative ellers).

- Blir kalla termodynamikkens første lov.
- Er i grunn berre energikonservering for ein gass.

Eksempel

Ein isolert cylinder med låst stempel mottar varmen $Q = 72 \text{ J}$ slik at temperaturen aukar frå 20°C til 50°C .

a) Kor mykje har trykket auka
- i prosent?

Trykket var i utgangspunkte det same som utanfor, $P_0 = 1.01 \cdot 10^5 \text{ Pa}$.

b) Om varmen vart tilført med fritt stempel, ville temperatur-auken ha blitt mindre eller større?

Når vi gjer det, viser det seg at stempelet, som har radius 6.50 cm flyttar seg 2.15 cm .

c) Kor stort arbeid har gassen gjort?

d) Kor mykje har den indre energien til gassen auka?

$$\frac{P_1, T_1, V}{P_2, T_2, V}$$

a) Tilstandslikninga:

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

Løst stempel: $V_1 = V_2$

$$\frac{P_2}{T_2} = \frac{P_1}{T_1}, \quad P_2 = \frac{T_2}{T_1} P_1$$

$$\text{Auke: } P_2 - P_1 = \frac{T_2}{T_1} P_1 - P_1 = P_1 \left(\frac{T_2}{T_1} - 1 \right)$$

Auke i prosent:

$$\frac{\Delta P}{P_1} = \frac{P_2 - P_1}{P_1} = \frac{P_1 \left(\frac{T_2}{T_1} - 1 \right)}{P_1} = \frac{T_2}{T_1} - 1 =$$

$$\frac{(273.15 + 50) \text{ K}}{(273.15 + 20) \text{ K}} - 1 = 0.1024 \approx \underline{10.2\%}$$

b) I a) gjekk all varmen med til å auke den indre energien i gassen – og dermed også temperaturen. Med løst stempel vil gassen kunne utføre eit arbeid ved å sleyve stempelet utover. Dermed går ikkje all varmen med til å auke den

indre energien, og temperatur- auker
blir lågare.



Arbeid: $W = F s$ - kraft ganger veg

Kraft: $F = p a = p \pi r^2$, r : radius

$$p = p_0$$

$$W = \underbrace{p \pi r^2}_{(\Delta V)} s = 1.01 \cdot 10^5 p_0 \cdot \pi \cdot (0.0650 \text{ m})^2 \cdot 0.0215 \text{ m}$$

$$= 28.823 \text{ J} \approx \underline{29 \text{ J}}$$

d) Egentleg er dette arbeidet negativt
- i den forstand at det er gjort
av gassen, ikke på gassen.

$$\text{Endring: } \Delta U = Q + W = 72 \text{ J} - 28.82 \text{ J} = \\ 43.18 \text{ J} \approx \underline{43 \text{ J}}$$

I tillegg:

Ein ser at endring av temperatur
og tilført varme heng saman.

Faktisk er dei proporsjonale.

$$Q = C' \Delta T$$

[?] Kva er C' i a) - og i c)?

- Gå ut frå at $V_1 = 4.3 \text{ L}$

$$a) C' = \frac{Q}{\Delta T} = \frac{72 \text{ J}}{(50-30) \text{ K}} = \underline{2.4 \text{ J/K}}$$

Treng ikkje tenkje på 293.15 når vi ser på differansen.

c) - Må bestemme T_2 for å finne ΔT

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}, \quad P_1 = P_2$$

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}, \quad V_1 T_2 = V_2 T_1, \quad T_2 = \frac{V_2}{V_1} T_1$$

$$\Delta T = T_2 - T_1 = \left(\frac{V_2}{V_1} - 1 \right) T_1 = \underbrace{\left(\frac{V_2 - V_1}{V_1} \right)}_{\Delta V} \frac{T_1}{V_1}$$

$$C' = \frac{Q}{\pi r^2 s \frac{T_1}{V_1}} = \frac{Q V_1}{\pi r^2 s T_1} = \frac{72 \text{ J} \cdot 4.3 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3}{\pi \cdot (0.065 \text{ m})^2 \cdot 0.0215 \text{ m} \cdot (293.15 + 20) \text{ K}}$$
$$= 2.7 \text{ J/K} \quad - \text{ Høgare enn i a)}$$

⑤ Storleiken C kallar vi varme-
kapasitet. (Kap. til å "holde på varme")

Som vi ser av eksemplet, er
varmekap. større ved konstant
trykk enn ved konstant volum for
ein gass.

I vårt kurs sked vi berre sid på
varmekap. for væsker og faste stoff.

Derfor slepp vi å ha med denne
problemstillinga å gjere vidare.

