

Førelsing, fysikk 3-termin

24/9

① Beskjedar

- Midtvegsvaluering: Skjema
- Minne om kollektivegruppe fredag 10:30
- P32: NO20-118
- Gradering av oppgaver
- Innlevering: Forklar

② Den ideelle gass-lova:

$$PV = NkT, \quad N \text{ konst: } \frac{PV}{T} = \text{konst.}$$

Ideell gass: En gass som følger denne lova.

- God tilnærming for tynne gasser
(molekylvekselvirker ikke).

Eksempel

Ein ideell gass er stengt inne i
ein dørleg isolert beholder på 2.0 l.
Trykket i gassen er 1.7 atm og
temperaturen er 20°C. (romtemp.).

- Kor mange molekyler er der?
- Vi komprimerar gassen salte
ned til halvparten. Kor blir
trykket no?

a) Trykk: $p = 1.7 \text{ atm}$

Volum: $V = 2.0 \text{ l}$

Temp.: $T = (20 + 273.15) \text{ K} = 293.2 \text{ K}$

Lov: $pV = NkT$ der N er talet

på molekyl.

$$N = \frac{pV}{kT} = \frac{1.7 \cdot 1.01 \cdot 10^5 \text{ Pa} \cdot 2.0 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3}{1.38 \cdot 10^{-23} \frac{\text{J}}{\text{K}} \cdot 293.2 \text{ K}}$$

$$= 8.487 \cdot 10^{22} \frac{\text{Pa} \cdot \text{m}^3}{\text{J}} \approx \underline{8.5 \cdot 10^{22}}$$

b) Nytt volum: $V_2 = 1.0 \text{ l}$

Dørleg isolering: T uendra.

Nytt trykk: p_2

$$\frac{pV}{T} = \frac{p_2 V_2}{T}$$

$$p_2 = \frac{V}{V_2} p = 2p = 2 \cdot 1.7 \text{ atm} = \underline{3.4 \text{ atm}} \\ (= 3.4 \cdot 10^5 \text{ Pa})$$

② Eksempel fra s. 11 i notat
fra 17/9

③ Midtvegsvaluering.

④ Sammenhengen mellom temp. og indre energi

For monoatomisk ideell gass:

$$U = \frac{3}{2} NkT, \text{ per molekyl/atom: } \bar{E}_u = \frac{3}{2} kT$$

(Hopp gjerne over "utledninga" i 9.4)

Monoatomer: Kan ikke vibrere eller rotere.

U : Indre (kinetisk) energi.

Eksempel

I $V = 5.0 \text{ l}$ er der $m = 0.30 \text{ g}$ He-gass.
med temp. $T = 320 \text{ K}$.

- Kor mange atom er der?
- Kva er den indre kinetiske energien til gassen?
- Kva er gjennomsnittsfarten til kvart atom?
- Kva er trykket?

a) Tabell: Massen til eit He-atom:

$$m_{\text{He}} = 4.00 \text{ u}, \quad 1 \text{ u} = 1.66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

Telet p^o atom:

$$N = \frac{m}{m_{\text{He}}} = \frac{0.30 \text{ g}}{4.00 \text{ u}} = \frac{0.30 \cdot 10^{-3} \text{ kg}}{4.00 \cdot 1.66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}} = 4.518 \cdot 10^{22}$$

NB $\downarrow$ $\approx 4.5 \cdot 10^{22}$

$$b) U = \frac{3}{2} N k T = \frac{3}{2} \cdot 4.518 \cdot 10^{22} \cdot 1.38 \cdot 10^{-23} \frac{\text{J}}{\text{K}} \cdot 320 \text{ K} = 299.3 \text{ J} \approx \underline{3.0 \cdot 10^2 \text{ J}}$$

$$c) \frac{1}{2} m_m \bar{v}^2 = \frac{3}{2} kT, \quad \bar{v}: \text{gjennomsnittsfart}$$

$$\bar{v}^2 = \frac{3kT}{m_m}$$

$$\bar{v} = \sqrt{\frac{3kT}{m_m}} = \sqrt{\frac{3 \cdot 1.38 \cdot 10^{-23} \frac{\text{J}}{\text{K}} \cdot 320 \text{ K}}{4.00 \cdot 1.66 \cdot 10^{-28} \text{ kg}}}$$

$$= 1412.5 \text{ m/s} \approx \underline{1.4 \text{ km/s}}$$

$$\text{Eining: } \sqrt{\frac{\text{J}}{\text{kg}}} = \sqrt{\frac{\text{kg} \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot \text{m}}{\text{kg}}} = \sqrt{\left(\frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2} = \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$d) \text{ Sam for: } pV = NkT$$

$$p = \frac{NkT}{V} = \frac{4.518 \cdot 10^{22} \cdot 1.38 \cdot 10^{-23} \frac{\text{J}}{\text{K}} \cdot 320 \text{ K}}{5.0 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3} =$$

$$39903 \frac{\text{Nm}}{\text{m}^3} \approx \underline{40 \text{ kPa}}$$

Eventuelt:

Ekvipartisjonsprinsippet:

$$U = \frac{s}{2} kT$$

s: Tallet på "grader of frihet" ha energi på

Monatomiske: gass: $E_k = \frac{1}{2} m v^2$ i 3
retninger; $s=3$

Diatomer: $s=7$

[?] Kvibor?

⑤ Energielenskaper

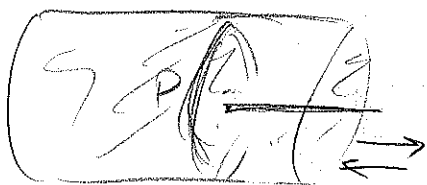
② På hva måter kan vi endre den indre energien u til en gass?

→ Varmer og arbeid

$$\Delta U = Q + W \quad (\text{energielenskaper})$$

- Må velge forteikn

Varmer kan gå frå eller til systemet. Systemet kan utføre eit arbeid eller få eit arbeid utført på seg



Vi set $\Delta U = Q + W$

② Forteknen:

Varmer Q er positiv når systemet får varmer (negativt når det avgir).

Arbeidet W er positivt når det blir gjort på systemet (negativt når det blir gjort av systemet).

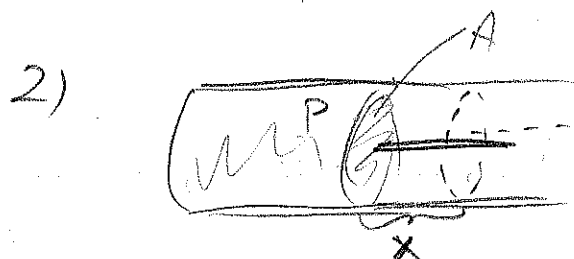
Tre tilfeller:

1) Fikserar volumet

2) Fikserar trykket

3) Varmerisolerert ("adiabatiske")

1) Inga endring i volum, ikkje noko arbeid, $\Delta U = Q$



$p = \text{konst}$

$$W = Fx = pAx$$

$Ax = \Delta V$ - endring i volum

Om V aukar; ΔV er positiv:

Arbeid utført av gassen, W er negativ.

$$W = -p \Delta V$$

NB: Her er boka ute i sylinder;

" ΔV er positiv når gassens volum aukar..." ?!

3) $Q = 0$; $\Delta U = W$

Eksempel

1.00 l av en monoatomisk ideell gass mottar varmen $Q = 100 \text{ J}$. I utgangspunktet er trykket $p = 1.00 \text{ atm}$, stoffmengde $N = 1.00 \cdot 10^{23}$ og temp. er $T = 300 \text{ K}$

a) Når vi held volumet fast, kor mykje aukar temperaturen?

b) Når vi held trykket fast, kor mykje aukar temperaturen?

a) $\Delta U = Q$

$$\Delta U = \frac{3}{2} N k T$$

$$\Delta T = \frac{2 \Delta U}{3 N k} = \frac{2 Q}{3 N k} = \frac{2 \cdot 100 \text{ J}}{3 \cdot 1.00 \cdot 10^{23} \cdot 1.38 \cdot 10^{-23} \frac{\text{J}}{\text{K}}} = \underline{48.3 \text{ K}}$$

b) $\Delta U = Q - p \Delta V$

Vidare:

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}, \quad p_1 = p_2$$

$$V_2 = \frac{T_2}{T_1} V_1 \text{ slik at } \Delta V = V_2 - V_1$$

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

der $\Delta T = T_2 - T_1$

Q p. 107 1.

Her også: $\Delta U = \frac{3}{2} Nk \Delta T$

$$Q - p \Delta V = \frac{3}{2} Nk \Delta T$$

$$Q - p \cdot \frac{V_1}{T_1} \Delta T = \frac{3}{2} Nk \Delta T$$

$$\left(\frac{3}{2} Nk + p \frac{V_1}{T_1} \right) \Delta T = Q$$

$$\Delta T = \frac{Q}{\frac{3}{2} Nk + p \frac{V_1}{T_1}} = 41.55 \text{ K}$$

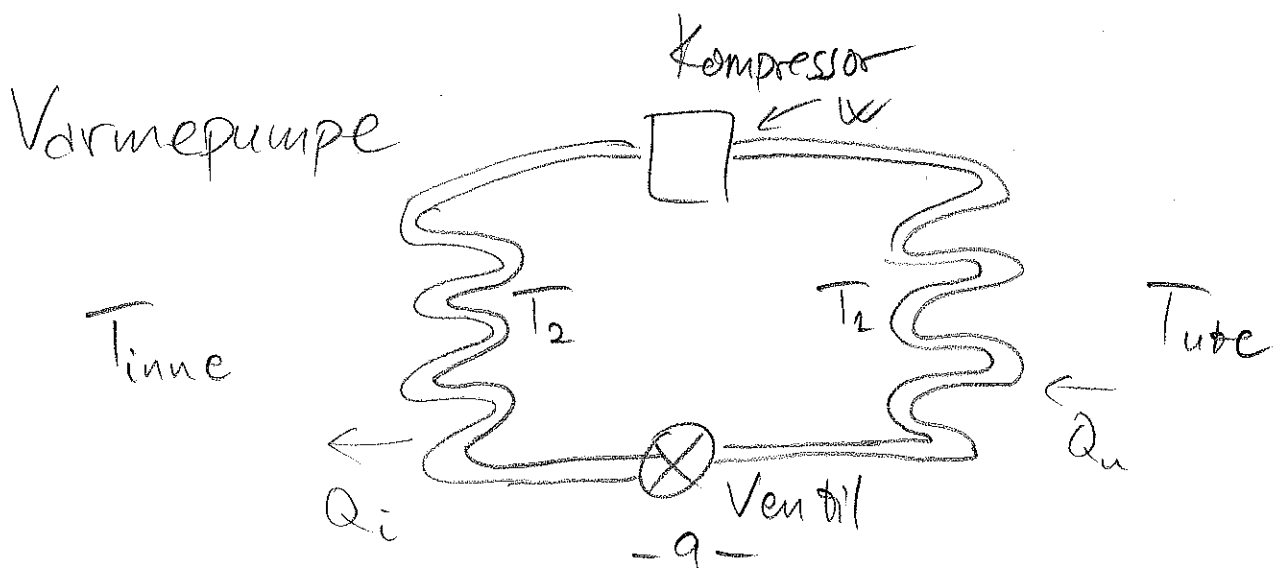
$$\frac{100 \text{ J}}{\frac{3}{2} \cdot 1.00 \cdot 10^{23} \cdot 1.38 \cdot 10^{-23} \frac{\text{J}}{\text{K}} + 1.01 \cdot 10^5 \text{ Pa} \cdot \frac{1.00 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3}{300 \text{ K}}} =$$

$$41.55 \text{ K} \approx \underline{41.6 \text{ K}}$$

[2] Hvor stort ΔT mindre?

$$\Delta V = \frac{V_1}{T_1} \Delta T = \frac{1.00 \text{ L}}{300 \text{ K}} \cdot 41.55 \text{ K} = \underline{1.39 \text{ L}}$$

(6) Kap. 9.6: Læsestoff (viletig læsestoff!)



2) Krav?

$$T_1 < T_{ube} \quad \text{og} \quad T_2 > T_{inne}$$

-Difluor

Kompressor: • Auker p og T slik at
 T blir større enn T_{inne}

• Treng arbeid

Ventil: Reduserer p og T slik at
 T blir mindre enn T_{ube}

I tillegg: Faseovergang.