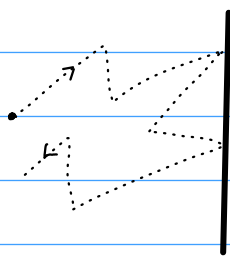
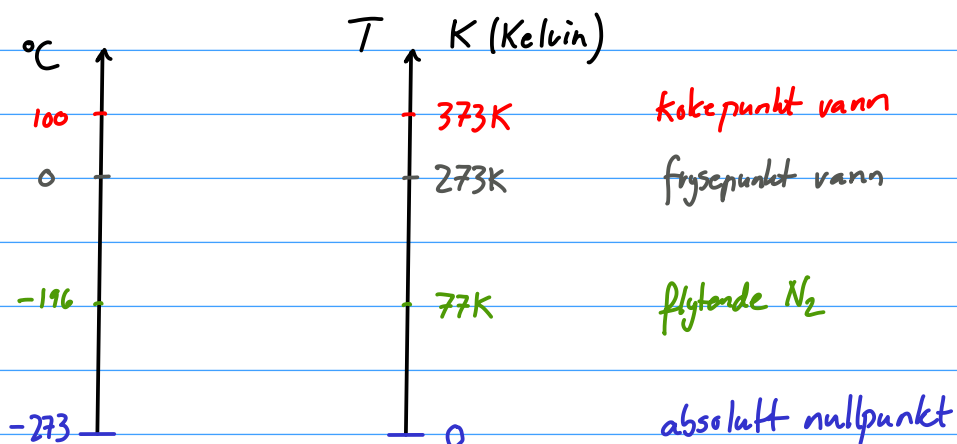


Temperatur



Temperatur: Mål for den gjennomsnittlige (translatoriske) kinetiske energien til molekylene:

$$\bar{E}_k = \frac{3}{2} k T$$

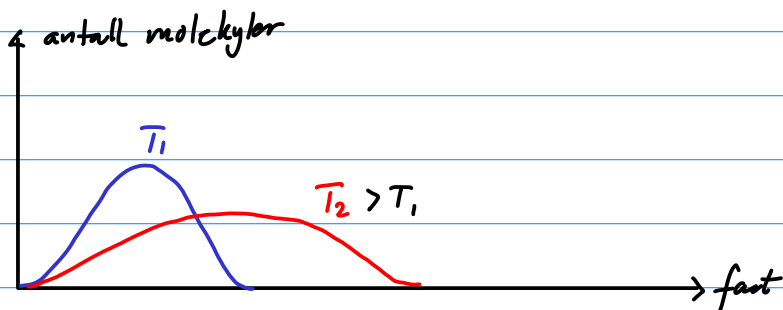
↑ ↑ temp i Kelvin
Boltzmanns konst.
 $1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$

Eks: Hva er farten til molekylene i romtemp.?

$$\frac{1}{2} m \bar{v}^2 = \frac{3}{2} k T \Rightarrow \bar{v}^2 = \frac{3kT}{m}$$

$$\sqrt{\bar{v}^2} = \sqrt{\frac{3kT}{m}} = 513 \frac{\text{m}}{\text{s}}, \text{ brukt at } m = 28u = 28 \cdot 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg} \text{ for } \text{N}_2.$$

Hastighetsfordeling:



Tilstandsligningen

$$pV = NkT \quad \text{eller} \quad pV = nRT \quad (Nk = nR)$$

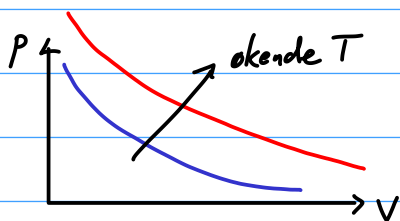
\uparrow tryk \uparrow volum \uparrow antall molekyler
 \uparrow molar gasstøst. $R = 8,31 \text{ J/mol}\cdot\text{K}$
 \uparrow Stoffmengde

$$p_1 V_1 = p_2 V_2$$

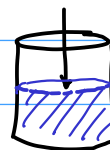
1) Konst. temperatur (isoterm):

$$pV = NkT = \text{konst.}$$

$$p = \frac{\text{konst.}}{V}$$



$$T_1 = T_2$$

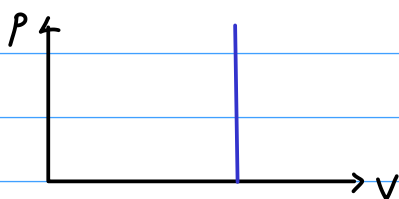


$$V_1 > V_2$$

$$p_1 < p_2$$

2) Konst. volum (isokor):

$$\frac{p}{T} = \frac{Nk}{V} = \text{konst.}$$



$$V_1 = V_2$$



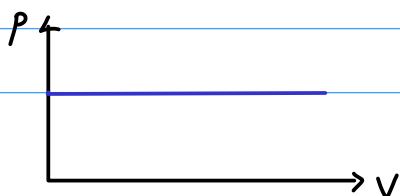
$$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$$

Hvis $T_1 < T_2$

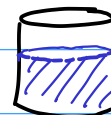
så er $p_1 < p_2$

3) Konst. tryk (isobar):

$$\frac{V}{T} = \frac{Nk}{p} = \text{konst.}$$



$$p_1 = p_2$$



Hvis $V_1 > V_2$

så er $T_1 > T_2$

Indre energi U

- kinetisk (T)
- potensiell

Varme Q

Indre energi som strømmer fra varmt til kaldt legeme pga temperaturforskjell

Termofysikkens 1. lov

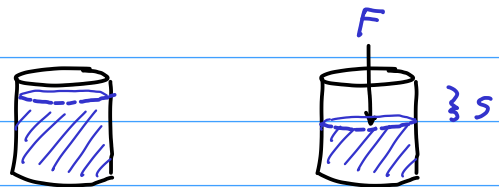


Energibevaring: $Q - W = \Delta U$

↑ ↑ ↑

varme arbeid endring
tilført utført av av indre energi
systemet systemet

Eks: Isoterm kompresjon



$W = -Fs$ hvis F hadde vært konst. under bevegelsen.
fordi det er arbeid utført av systemet.

$$W = - \int_0^s F dx < 0$$

Siden $T = \text{konst.} \Rightarrow \Delta U = 0$ (anta gass hele tiden)
 $\Rightarrow Q = W < 0$. Dvs. varme ut av systemet.

Adiabatisk kompresjon

Adiabatisk = varmeisolert fra omgivelsene, $Q = 0$.

$$\Delta U = \cancel{Q} - W = -W$$

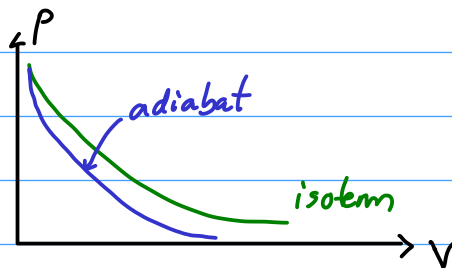
Kan vises (se evt. fysikknett): $pV^\gamma = \text{konst.}$ for adiabatisk prosess.

$$\gamma = \frac{5}{3} \text{ enatomige gasser}$$

$$\gamma = \frac{7}{5} \text{ toatomige gasser}$$

$$p = \frac{\text{konst}}{V^\gamma} \quad \text{adiabatisk}$$

$$\left(p = \frac{\text{konst}}{V} \quad \text{isoterm prosess} \right)$$



Hvor mye stiger temperaturen under adiabatisk kompresjon?

$$\left. \begin{array}{l} p_1 V_1 = NkT_1 \\ p_2 V_2 = NkT_2 \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{p_2 V_2}{p_1 V_1} = \frac{NkT_2}{NkT_1} = \frac{T_2}{T_1}$$

$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{p_1 V_1} = \frac{p_1 \frac{V_1^\gamma}{V_2^\gamma} V_2}{p_1 V_1} = \frac{V_1^\gamma}{V_2^\gamma} \frac{V_2}{V_1} = \frac{V_1^{\gamma-1}}{V_2^{\gamma-1}} = \left(\frac{V_1}{V_2} \right)^{\gamma-1}$$

$$p_1 V_1^\gamma = p_2 V_2^\gamma \Rightarrow p_2 = p_1 \frac{V_1^\gamma}{V_2^\gamma}$$

$$\text{For } \frac{V_1}{V_2} = 2 \text{ (dvs. komprimerer til halve volumet)} : \frac{T_2}{T_1} = 2^{\gamma-1} = 2^{0.4}$$

$$\text{Med } T_1 = 293 \text{ K (romtemp)} \text{ f\u00e5s } T_2 = 387 \text{ K} = \underline{114^\circ \text{C}}$$

↑
luft er toatomig
(N_2, O_2)
 $\gamma = 1.4$

Varmekapasitet C

$$Q = C \Delta T \quad \Rightarrow \quad C = \frac{Q}{\Delta T} = \text{varmekapasitet for legemet}$$

↑ varme for å øke T til et legeme med ΔT

Spesifikk varmekapasitet: $c = \frac{Q}{\Delta T m} \Rightarrow Q = c m \Delta T$

↑ masse

Fasevarme l

$$Q = l \cdot m, \quad l = \text{spesifikk fasevarme} \begin{array}{l} \text{- fordampning} \\ \text{- smelting} \end{array}$$

↑ varme for å endre fasen

Eks: Vann, $c = 4,2 \text{ kJ/kgK}$, $l_s = 334 \text{ kJ/kg}$ (smelting)
 $l_f = 2259 \text{ kJ/kg}$ (fordampning)

Det kreves mye energi for å varme opp vann, smelte is, og ikke minst fordampe vann!

