

## KAP. 6 - Idealgass

$$\frac{pV}{T} = C$$

$C$ : konstant

$C$  er proporsjonal med antall molekyler i gassen.

$$C = kN$$

$k$ : konstant

$N$ : antall molekyler

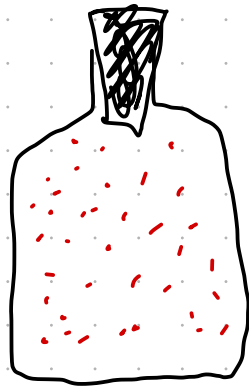
$k$  er den samme for alle gasser

$k$ : Boltzmannkonstanten  $= 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$

Tilstandsligningen for en idealgass med  
Volumet  $V$ , trykket  $p$ , og temperaturen  $T$  er

$$pV = NkT$$

## Eksempel



Flaske med  $O_2$  gass (oksygen)

$$V = 30,0 \text{ dm}^3$$

$$N = 9,4 \cdot 10^{23}$$

$$T = 20^\circ\text{C}$$

Hva er trykket?

$$\cancel{pV} = \frac{NkT}{\cancel{V}}$$

$$p = \frac{NkT}{V} = \frac{9,4 \cdot 10^{23} \cdot 1,38 \cdot 10^{-23} \frac{\text{J}}{\text{K}} \cdot (273+20)\text{K}}{30,0 (10^{-1}\text{m})^3} = 1$$

$$= \frac{9,4 \cdot 1,38 \cdot 293 \text{ J}}{30 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3}$$

$$\text{Enhet: } \frac{\text{J}}{\text{m}^3} = \frac{\text{N} \cdot \text{m}}{\text{m}^3} = \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

$$= \left[ \frac{\text{kraft}}{\text{areal}} \right] = [\text{trykk}] = \text{Pa}$$

$$\underline{p = 1,3 \cdot 10^5 \text{ Pa}}$$

## KAP. 7 TERMOFYSIKK

Termofysikk handler om utveksling av energi ved varme.

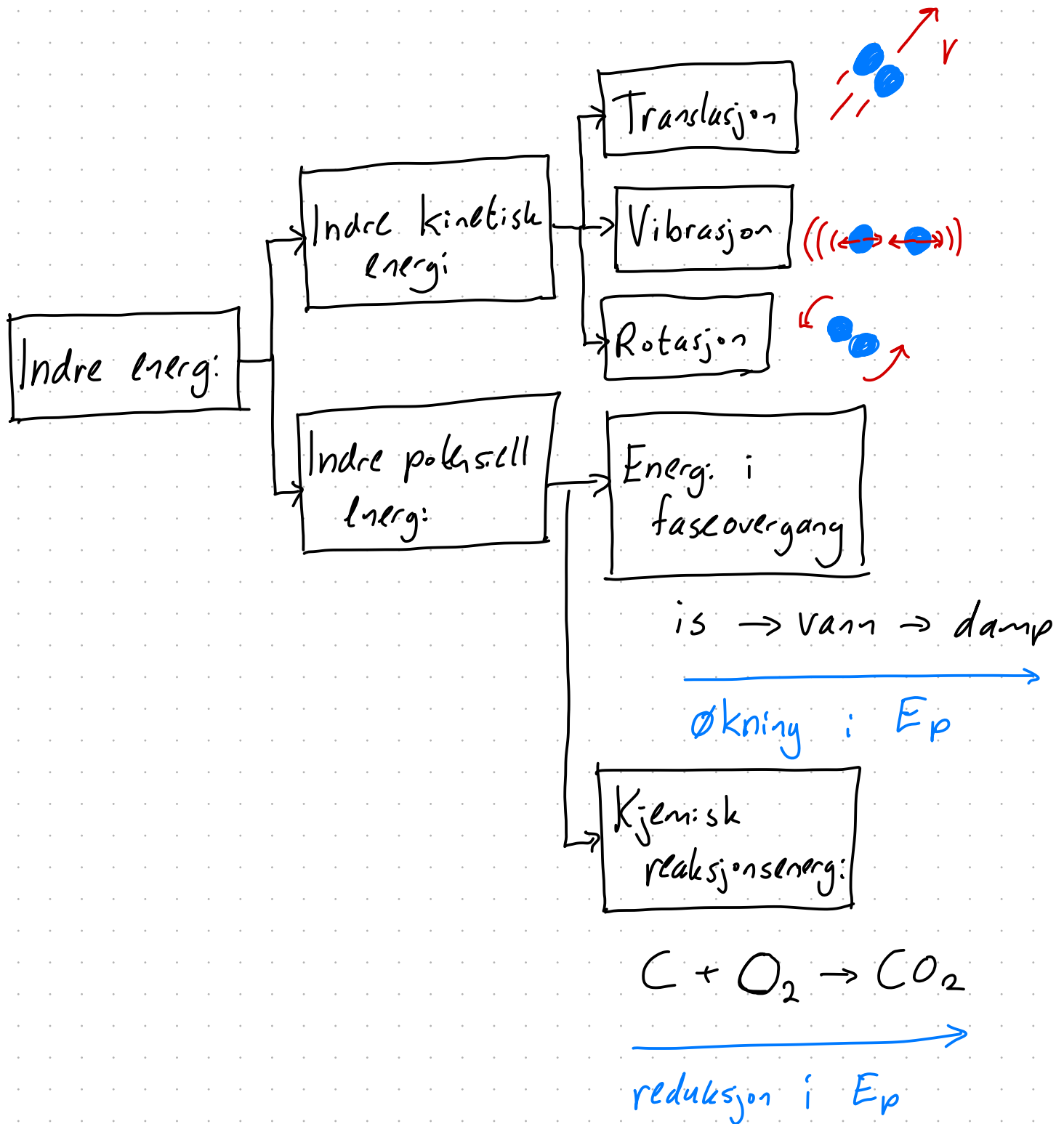
### 7.1 Indre energi

Vi har lært om mekanisk energi. Dette er et eksempel på ytre energi.

Eksempel :  $1 \text{ m}^3$  luft bläser i  $50 \text{ km/h}$ .  
Luften har en kollektiv ordnet bevegelse.  
Ytre kinetisk energi er  $0,12 \text{ kJ}$ .

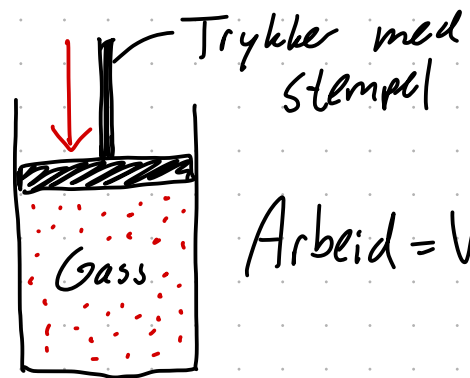
Indre energi er knyttet til molekylers uordnede bevegelse. Indre energi i  $1 \text{ m}^3$  luft ved  $20^\circ\text{C}$  er  $250 \text{ kJ}$ .

Indre energi til et stoff er knyttet til indre bevegelser og indre potensiell energi i stoffet.



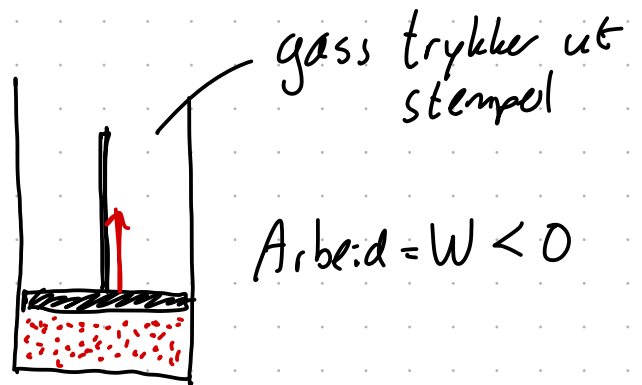
## 2 måter å endre den indre energien

- 1) Omgivelsene gjør et arbeid på et system



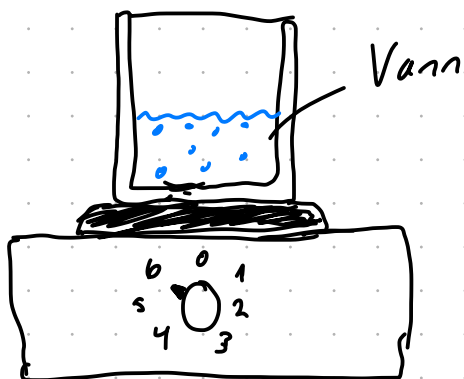
$$\text{Arbeid} = W > 0$$

Systemet gjør et arbeid på omgivelsene



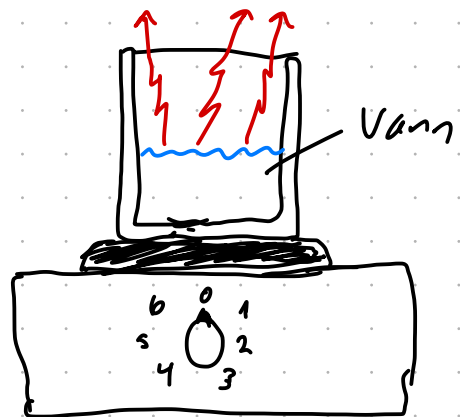
$$\text{Arbeid} = W < 0$$

- 2) Overføring av varme



$Q$ : varme overført til vann i kjele

$$Q > 0$$



$Q$ : varme avgitt fra vann til omgivelsene

$$Q < 0$$

Varme er indre energi som blir overført fra ett system til et annet p.g.a. temperaturskjell

## 7.2 Termofysikkens 1. lov: Energiloven

Endring i den indre energien i et system,  $\Delta U$ , er lik summen av varmen  $Q$  som er tilført og arbeidet  $W$  som er utført på systemet.

$$\Delta U = Q + W$$

$\Delta U > 0$  når indre energi øker

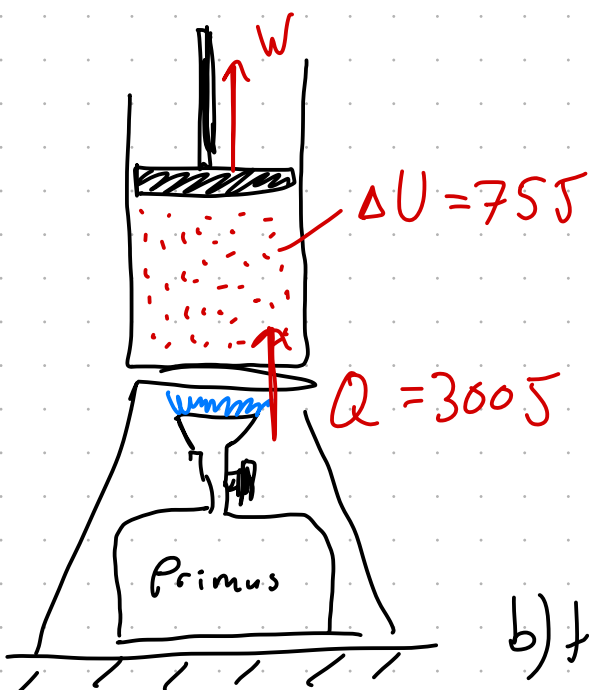
$Q > 0$  når varme tilføres systemet

$Q < 0$  når systemet avgir varme

$W > 0$  når arbeid utføres på systemet

$W < 0$  når systemet utfører et arbeid på omgivelsene

### Eksempel



a) Hvor stort arbeid gjør gassen på stempelen?

$$\Delta U = Q + W$$

$$W = \Delta U - Q = 75 \text{ J} - 300 \text{ J} = -225 \text{ J}$$

$W < 0$ : gassen i beholderen (ikke primus) utfører arbeid på stempelen.

b) Hvordan kan vi øke  $T$  hvis primus fjernes?

Presser ned stempel  $\Rightarrow$  arbeid på gass  $\Rightarrow$  økt indre energi/temper.

## Adiabatisk prosess

En adiabatisk prosess er en prosess hvor

$$Q = 0$$

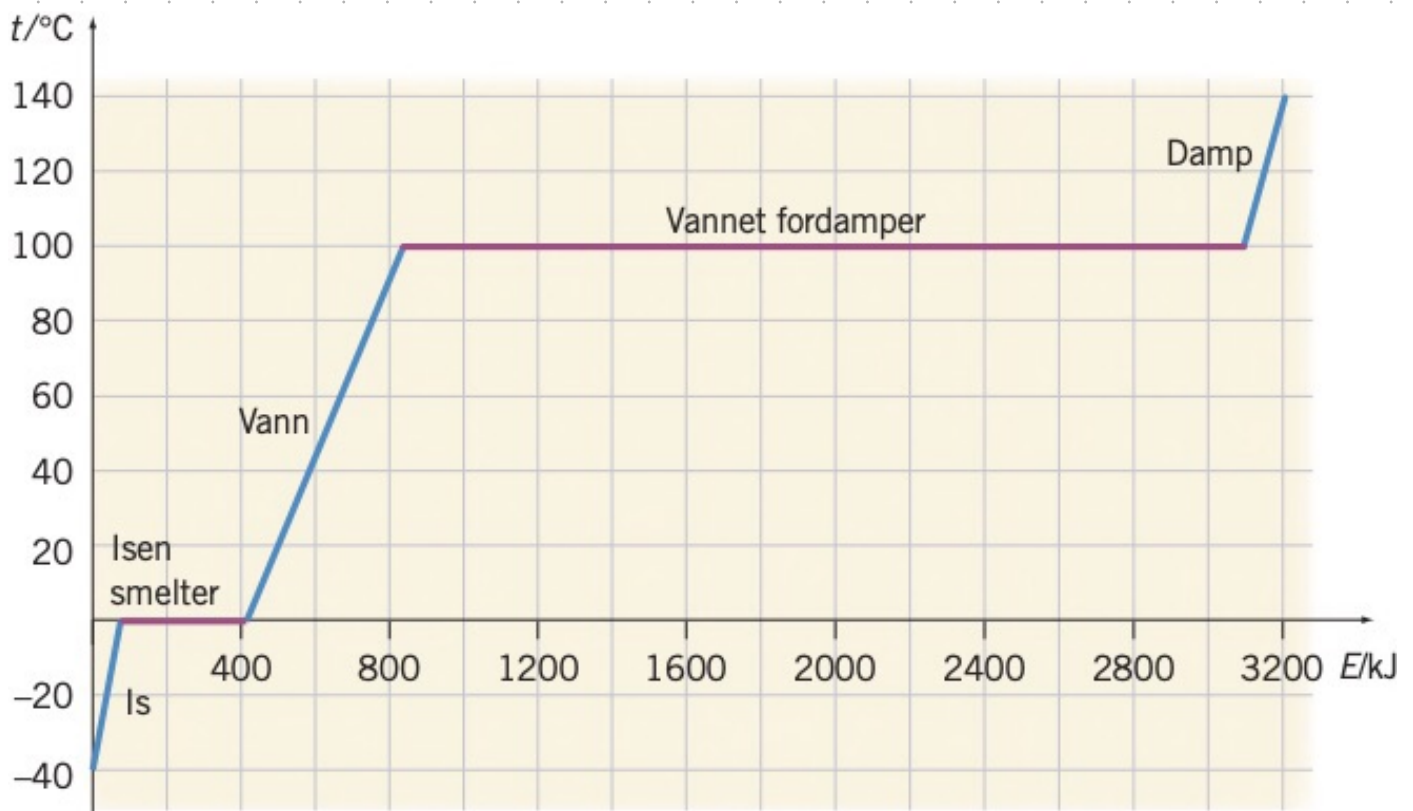
Som betyr at

$$\Delta U = W$$

### Eksempel

- Termisk isolert prosess
- Gass som utvides/komprimeres fort
  - regnvar på Vestlandet
  - blåse på mat med sammenpressede lepper
- Dieselmotor

# Faseovergang



a) Hvor mye varme må tilføres isen (1 kg) ved  $-40^{\circ}\text{C}$  for at den skal bli damp med  $T = 140^{\circ}\text{C}$ ?

- Prosessen krever 3200 kJ (les av diagram)

b) Hvor mye øker den indre  $E_p$  i vannmolekylene i løpet av denne prosessen?

- Indre  $E_p$  øker i faseovergangene:

$$\text{Smelting: } 420 \text{ kJ} - 80 \text{ kJ} = 340 \text{ kJ}$$

$$\text{Fordamping: } 3100 \text{ kJ} - 840 \text{ kJ} = 2260 \text{ kJ}$$

$$\text{Samlet økning i indre } E_p: 2600 \text{ kJ}$$

c) Hvor mye øker indre  $E_k$ ?

$$\begin{aligned} \text{Økning indre } E_k &= \text{Tilført } E - \text{økning indre } E_p \\ &= 3200 \text{ kJ} - 2600 \text{ kJ} = 600 \text{ kJ} \end{aligned}$$



Fra fase-diagram ser vi at indre kinetisk energi er proporsjonal med temperaturen til stoffet.

Men temperaturøkningen varierer fra stoff til stoff.

Eks. Varme som skal til for å øke temperaturen til 1 kg av et stoff med 1 K.

Aluminium	0,90 kJ
Luft	1,0 kJ
Vann	4,2 kJ
Menneskekropp	3,5 kJ

Energiloven

Energi kan ikke bli skapt fra ingenting,  
og energi kan heller ikke forsvinne.  
Den kan bare skifte form

## 7.3 KALORIMETRI

Handler om måling og beregning av varme og indre energi:

Varmekapasitet: mål på hvor mye varme som må tilføres et stoff for å heve temperaturen i stoffet.

$$\text{Enhet: } \frac{\text{J}}{\text{K}}$$

Varmekapasiteten er også avhengig av hvor mye stoff vi varmer opp  $\rightarrow$  spesifikk varmekapasitet.

Spesifikk varmekapasitet

Varmen  $Q$  som trengs for å øke temperaturen i et legeme med  $\Delta t = t_2 - t_1$ , er gitt ved

$$Q = c \cdot m \cdot \Delta t$$

$m$ : massen til legemet

$c$ : spesifikk varmekapasitet til legemet

$$c = \frac{Q}{m \cdot \Delta t} \Rightarrow [c] = \frac{[Q]}{[m][\Delta t]} = \frac{\text{J}}{\text{kg K}} \text{ (enhet)}$$