

# 7. Termofysikk

Ekern og Guldahl, Fysikk for fagskolen. NKI

# Mål

- regne med spesifikk varmekapasitet
- regne med spesifikk smeltevarme
- regne med spesifikk fordampingsvarme
- forstå faseoverganger

# 7.1.1 Indre energi (U)

Er energien som finnes i en lukket mengde med stoff (= system).

Består av

- termisk energi
- kjemisk energi

Termisk energi er den kinetiske energien som materialet har på grunn av uordnede bevegelser til atomer og molekyler.

Symbol: U

SI-enhet: J (joule)

## 7.1.2 Temperatur (T)

Det er et direkte (lineært) forhold mellom den termiske energien og temperaturen. Temperaturen er mao. et mål på bevegelsen til atomene og molekylene i et system.

Symbol: T

SI-enhet: K (kelvin)

## 7.1.3 Varme (Q)

Er energi som **blir overført** fra et system til et annet pga. temperaturforskjell

Symbol: Q

SI-enhet: J (joule)

## 7.2 Termofysikkens første hovedsetning (s. 203)

Den indre energien i et system kan endres ved overføring av

- arbeid (mekanisk energi)
- varme (termisk energi)

$$\Delta U = W + Q$$

*$\Delta$ -tegnet betyr endring.  $\Delta U$  er altså endringen i indre energi (kan være positiv eller negativ).*

*$W$  og  $Q$  er positive når det er energi som føres inn i systemet og negative når det er energi som går ut av systemet.*

Eksempel s. 204

## 7.2.1 Volumarbeid (s. 204)

En gassmengde med konstant trykk som gjennomgår en volumendring  $\Delta V$  gjør et arbeid  $W$  på omgivelsene gitt ved

$$W = -p \cdot \Delta V$$

*I boken brukes ikke minustegnet. Jeg bruker det for å følge regelen fra 7.2 om at  $W$  er positiv når det er arbeid som fører energi inn i systemet.*

*Vi ser at  $W$  er positiv hvis  $\Delta V$  er negativ, dvs. hvis gassvolumet blir mindre. Og omvendt.*

Eksempel s. 205

## 7.2.2 Kalorimetri (s. 205)

Kalorimetri er målingen av varme som føres inn eller ut av et system.

### **Varmekapasitet**

Er en størrelse som forteller hvor mye varme som kreves for å endre temperaturen til en gjenstand med 1 K.

SI-enhet: J/K

Symbol: C

$$Q = C \cdot (t_2 - t_1)$$

Eksempel s. 206



## 7.2.2 Kalorimetri (s. 205)

### **Spesifikk varmekapasitet**

Mens *varmekapasitet* handler om hvor mye varme som kreves for å varme **en gjenstand**, handler *spesifikk varmekapasitet* om hvor mye varme som kreves for å varme **1 kg av et stoff**.

SI-enhet: J/kg·K

Symbol:  $c$

Hvis en gjenstand har en masse  $m$  og er lagd av et stoff med spesifikk varmekapasitet  $c$ , har vi:

$$C = c \cdot m$$

$$Q = c \cdot m \cdot (t_2 - t_1)$$

## 7.2.2 Kalorimetri (s. 207)

**c**                    **J/kg·K**

vann                4180

is                    2100

luft                1000

jern                449

betong            920

eks. s. 207

## 7.2.2 Kalorimetri (s. 207)

### Lukket system

Er et system der det ikke er energioverføring fra eller til omgivelsene.

I et lukket system som består av flere deler med ulik temperatur, blir det utvekslet varme mellom delene i systemet og **summen av varme tilført til delene i systemet er lik 0.**

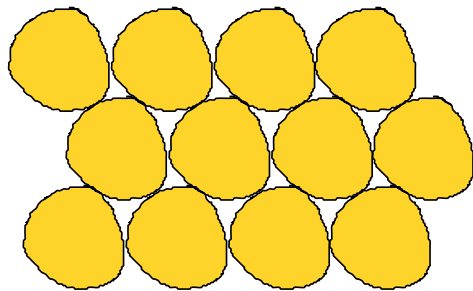
$$Q_1 + Q_2 + \dots = 0$$

*Merk: Formelen er litt annerledes enn i boka. Her er  $Q_i$  positiv hvis delen det gjelder blir tilført varme, dvs. hvis den blir varmere.*

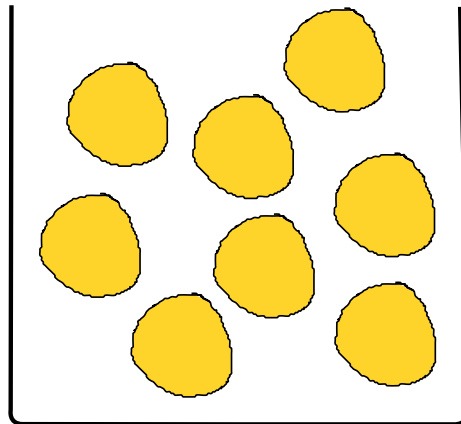
Eksempel s. 208

# 7.3 Faseoverganger

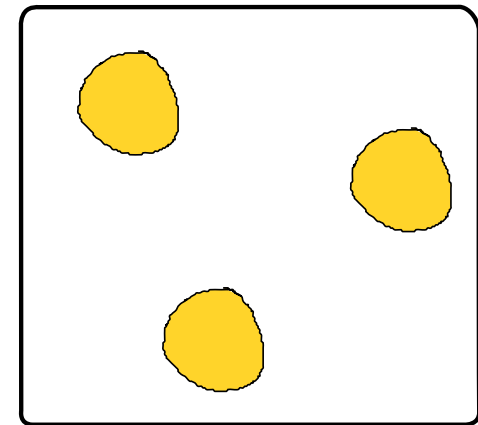
Fase	Beskrivelse
Fast stoff	Molekylene er bundet tett sammen i en fast struktur.
Væske	Molekylene ligger fortsatt tett, men er frie og kan bevege seg.
Gass	Molekylene river seg helt løs fra hverandre.



Fast stoff



Væske



Gass

## 7.3.1 Smeltevarme og spesifikk smeltevarme

Smelting av et stoff krever *smeltevarme*:

$$Q = s \cdot m$$

hvor  $m$  er vekten av gjenstanden og  $s$  er den *spesifikke smeltevarmen* til stoffet den består av.

SI-enhet for  $s$ : J/kg

*Merk: ingen K i enheten fordi smelting skjer på en gitt temperatur, kalt smeltepunktet.*

Motsatt av smelting er størkning. Smeltevarmen blir da frigjort.

# 7.3.1 Spesifikk smeltevarme

<b>s</b>	<b>J/kg</b>
is	334 000
etanol	109 000
kvikksølv	11 700

## 7.3.1 Fordampingsvarme og spesifikk fordampingsvarme

Fordaming av et stoff krever *fordampingsvarme*:

$$Q = d \cdot m$$

hvor  $m$  er vekten av gjenstanden og  $d$  er den *spesifikke fordampingsvarmen* til stoffet den består av.

SI-enhet for  $d$ : J/kg

*Merk: ingen K i enheten fordi fordamping skjer på en gitt temperatur, kalt fordampingspunktet.*

Motsatt av fordamping er kondensering. Fordampingsvarmen blir da frigjort.

# 7.3 Spesifikk fordampingsvarme

<b>d</b>	<b>J/kg</b>
vann	2 260 000
etanol	840 000
bensin	210 000