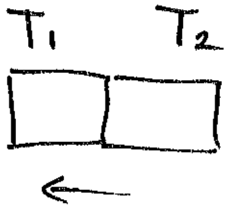
# Varme    FO152A    18.10.2010

Varme er energioverføring fra et system til et annet system grunnet temperaturforskjeller.

"varme er en prosess"

Energimengden $Q$ som overføres kalles også varme.




$T_1 < T_2$

overføring av energi fra varm til kald.

Varme
- Varmeleding (viktig for faste stoff)
- Konveksjon (viktig for væsker og gass)
- Varmestråling (Proporsjonal til $T^4$ i Kelvin)

[ Varmestråling ved $4 \cdot 273\,K = 3 \cdot 273\,°C = 820\,°C$ er $4^4 = 2^8 = 256$ ganger høyere enn ved $273\,K = 0\,°C$ ]

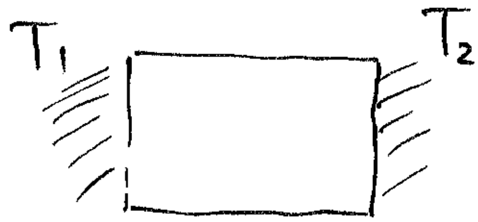
Varme har enhet Joule J (Newton · meter)

En annen enhet er Kalorier

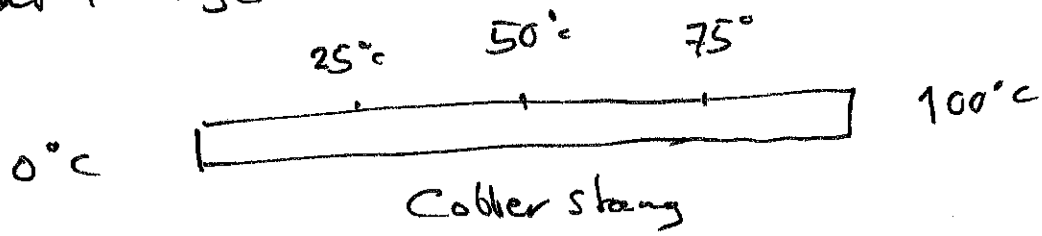
$1\,cal = 4.184\,Joule$

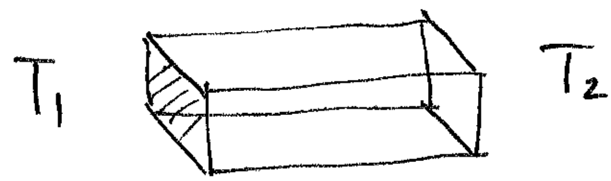
# Varmeleding

Varmestrømmen er $\phi = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$ overføring av energi per tidsenhet




Vi har en stasjonær varmestrøm hvis temperaturen er konstant (m.h.p tiden) i hvert punkt i legemet.




Varmestrømmen $\phi$ er proporsjonal til temperaturdifferansen $\Delta T = T_2 - T_1$ og proporsjonal til tverrsnittarealet $A$ (vinkelrett på varmestrømmen)

$$\phi = -u \cdot A \cdot \Delta T$$

$u$ kalles varmegjennomgangskoeffisienten eller $u$-verdien.

3 Varmestrømmen $\phi$ til en homogen boks er også omvendt proporsjonal til lengden (i retningen til varmestrømmen).

$$\phi = -\frac{k \cdot A \cdot \Delta T}{L}$$

$k$ er tilnærmet konstant for et gitt legeme. $k$ kalles varmeledningsevnen eller termisk konduktivitet

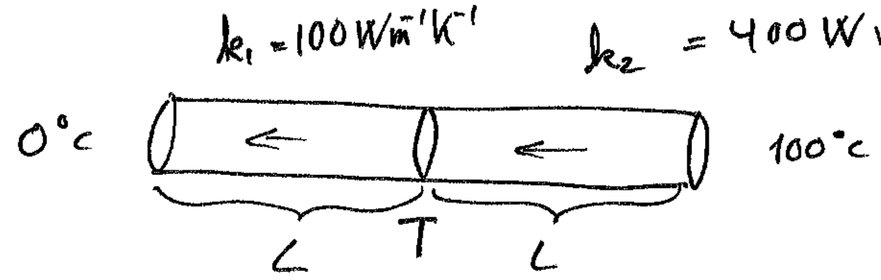
Mer generelt $\phi = -k A(x) \cdot \frac{dT}{dx}$

$\frac{dT}{dx}$ kalles temperaturgradienten.

Eksempler

| Materiale | $k$ $(W m^{-1} K^{-1})$ |
|---|---|
| Al | 205 |
| Cu | 385 |
| Glass | 0.8 |
| tre | $\sim 0.1$ |
| Luft | 0.02 |
| Betong | 0.8 |

Eksempel 4




L = 1.00 meter

Hva er temperaturen ved overgangen mellom blokkene når varmestrømmen er stasjoner.

$\phi_1$ varmestrøm i venstre blokk

$\phi_2$ — høyre —

$$\phi_1 = \phi_2$$

$$\phi_1 = -\frac{k_1 \cdot A}{L} \cdot (T - 0°c)$$

$$\phi_2 = -\frac{k_2 \cdot A}{L} (100°c - T)$$

så

$$\frac{A}{L} k_1 \cdot T = \frac{A}{L} \cdot k_2 (100°c - T)$$

$$k_1 \cdot T = k_2 (100°c - T)$$

$$T = \frac{k_2}{k_1} (100°c - T) = \frac{400}{100} (100°c - T)$$

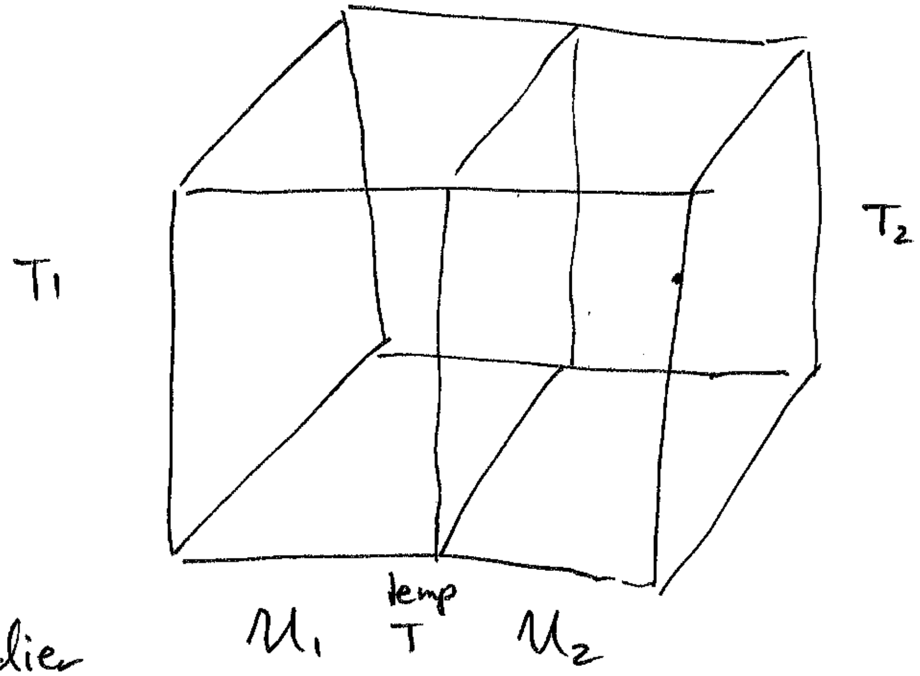
$$T = 400°c - 4T$$

$$5T = 400°C$$

så

$$T = \frac{400}{5} °c = \underline{80°c}$$

5.




Samme tverrsnitt-areal $A$ langs hele lederetningen.

$\Delta T = T_2 - T_1$

u-verdier

u-verdien til det sammensatte objektet er $u$ hvor

$$\frac{1}{u} = \frac{1}{u_1} + \frac{1}{u_2}$$

$$u = \frac{u_1 \cdot u_2}{u_1 + u_2}$$

$$\Phi = -u \cdot A \cdot \Delta T$$

$= \Phi_1 = -u_1 \cdot A \cdot (T - T_1)$ varmestrøm legeme 1

$= \Phi_2 = -u_2 \cdot A \cdot (T_2 - T)$ —— " —— 2

Så $\frac{\Phi_1}{u_1} + \frac{\Phi_2}{u_2} = -A(T_2 - T_1) = -A \cdot \Delta T$

Så $\Phi\left(\frac{1}{u_1} + \frac{1}{u_2}\right) = -A \cdot \Delta T$ (siden $\Phi_1 = \Phi_2 = \Phi$)

Derfor er $u = \left(\frac{1}{u_1} + \frac{1}{u_2}\right)^{-1}$.