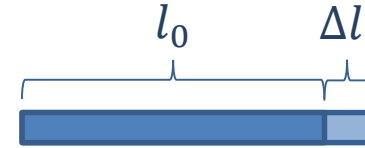


# Lämpölaajeneminen

- Kappaleet laajenevat lämmitessään
- Kappaleen pituuden muutos  $\Delta l$  riippuu
  - Lämpötilan muutoksesta  $\Delta T$ 
    - Muutos on sama kelvin- ( $\Delta T$ ) tai celsiusasteina ( $\Delta t$ ).
  - Alkuperäisestä pituudesta  $l_0$
  - Materiaalista
    - Jokaisella materiaalilla on sille ominainen *pituuden lämpötilakerroin*  $\alpha$
    - $[\alpha] = 1/K$  (tai  $1/^\circ\text{C}$ )
    - Kerroin kuvaa kuinka paljon kappale pitenee lämpötilan noustessa yhdellä asteella (kelvin tai celsius)



- Pituuden muutokselle saadaan siis kaava

$$\Delta l = \alpha l_0 \Delta T$$

- Uusi pituus  $l = l_0 + \Delta l = l_0 + \alpha l_0 \Delta T = l_0 (1 + \alpha \Delta T)$

**t. 8-6, s. 77**

**a)** Kuparin pituuden lämpötilakerroin on  $\alpha = 16,8 \cdot 10^{-6} \frac{1}{\text{K}}$ .

Lämpötilan muutos  $\Delta t = 78 \text{ }^\circ\text{C} - (-12 \text{ }^\circ\text{C}) = 90 \text{ }^\circ\text{C} = \Delta T = 90 \text{ K}$ .

Akselin alkuperäinen pituus on  $l_0 = 912 \text{ mm}$ .

Akselin uusi pituus:  $l = l_0 + \alpha l_0 \Delta T$

$$l = 912 \text{ mm} + 16,8 \cdot 10^{-6} \frac{1}{\text{K}} \cdot 912 \text{ mm} \cdot 90 \text{ K} \approx 913,38 \text{ mm} \\ \approx 913 \text{ mm}$$

**b)** Teräksen pituuden lämpötilakerroin on  $\alpha = 12 \cdot 10^{-6} \frac{1}{\text{K}}$ .

Lämpötilan muutos  $\Delta t = -25 \text{ }^\circ\text{C} - 18 \text{ }^\circ\text{C} = -43 \text{ }^\circ\text{C} = \Delta T = -43 \text{ K}$ .

Kiskon alkuperäinen pituus on  $l_0 = 20 \text{ m}$ .

Kiskon uusi pituus:  $l = l_0 + \alpha l_0 \Delta T$

$$l = 20 \text{ m} + 12 \cdot 10^{-6} \frac{1}{\text{K}} \cdot 20 \text{ m} \cdot (-43 \text{ K}) \approx 19,99 \text{ m}$$

- Vastaavalla periaatteella voidaan laskea pinta-alan tai tilavuuden muutos lämpölaajenemisessa

- Pinta-alan lämpölaajeneminen

$$\Delta A = \beta A_0 \Delta T$$

- Tässä *pinta-alan lämpötilakerroin*  $\beta \approx 2\alpha$

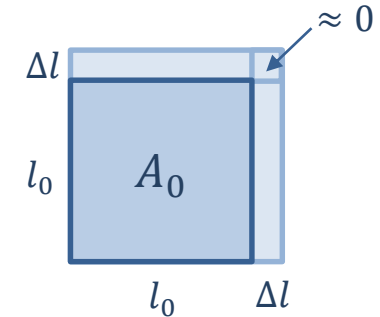
- Tilavuuden lämpölaajeneminen

$$\Delta V = \gamma V_0 \Delta T$$

- Tässä *tilavuuden lämpötilakerroin*  $\gamma \approx 3\alpha$ .

- Lähes kaikkien nesteiden tilavuus kasvaa melko lineaarisesti, kun lämpötila kohoaa (nesteiden kertoimia  $\gamma$  löytyy taulukkokirjasta)

- Vesi käyttäytyy poikkeavasti: Veden tiheys on suurin 4 °C lämpötilassa (ks. s. 76)



**Kertaustehtävä 25, s. 146.**

Öljyn tilavuuden muutos on  $\Delta V = \gamma V_0 \Delta T$

$$\Delta V = 9,0 \cdot 10^{-4} \frac{1}{\text{K}} \cdot 2100 \text{ l} \cdot 35 \text{ K} = 66,150 \text{ l}$$

$$\gamma = 9,0 \cdot 10^{-4} \frac{1}{\text{K}}$$

$$V_0 = 2100 \text{ l}$$

$$\Delta T = 35 \text{ K.}$$

Teräksisen säiliön tilavuuden lämpötilakerroin  $\gamma \approx 3\alpha$ , missä  $\alpha = 12 \cdot 10^{-6} \frac{1}{\text{K}}$ .

Säiliön tilavuuden muutos on  $\Delta V = 3\alpha V_0 \Delta T$

$$\Delta V = 3 \cdot 12 \cdot 10^{-6} \frac{1}{\text{K}} \cdot 2100 \text{ l} \cdot 35 \text{ K} = 2,646 \text{ l}$$

Öllyä valuu ylivuotoputkesta  $66,150 \text{ l} - 2,646 \text{ l} = 63,504 \text{ l} \approx 64 \text{ l}$ .