

# Paineesta ja lämmöstä

Tapio Hansson

# Paine

- ▶ Paine määritellään voimana pinta-alaa kohti, johon voima kohdistuu.

$$p = \frac{F}{A}$$

- ▶ Aineen oma paino aiheuttaa paineen, joka vallitsee tietyllä syvyydellä aineessa. Tätä kutsutaan hydrostaattiseksi paineeksi.

$$p_h = \rho g h,$$

jossa  $\rho$  on väliaineen tiheys,  $h$  tarkastelusyvyys ja  $g$  putoamiskiihtyvyyys.

- ▶ Normaalisti kaikkialla vallitsee ainakin ilmanpaine (ilmakehän hydrostaattinen paine), jonka suuruus on standardiolosuhteissa 101 325 Pa.

# Paineen yksikkö

- ▶ Paineen SI-yksikkö on pascal:

$$1 \text{ Pa} = 1 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = 1 \frac{\text{kg}}{\text{ms}^2}$$

- ▶ Muita yksiköitä baari, mmHg (1 mm korkuisen elohopeapatsaan paine) ja torr.

## Ideaalikaasu tilanyhtälöineen

- ▶ Ideaalikaasu on malli, jolla kuvataan yksinkertaistetusti kaasun käyttäytymistä.
- ▶ Kaasun tila määräytyy tilamuuttujien  $T$ ,  $p$  ja  $V$  arvoista yhtälön

$$pV = nRT$$

mukaan.

- ▶ Reaalikaasuille pätee nk. Van der Waalsin tilanyhtälö, joka huomioi molekyylien reaalisen koon ja niiden väliset vetovoimat:

$$\left(p + \frac{n^2a}{V^2}\right) (V - nb) = nRT,$$

jossa  $a$  ja  $b$  ovat kaasukohtaisia vakioita.

## Lämpömäärä ja lämpökapasiteetti

- ▶ Lämpömäärä kuvaa energiaa joka on sitoutuneena lämpöön.
- ▶ Lämpökapasiteetti on kappalekohtainen suure, joka kuvaa kuinka paljon kappaleeseen tarvitsee tuoda energiaa sen lämpötilan nostamiseksi.
- ▶ Ominaislämpökapasiteetti on ainekohtainen suure, joka kuvaa kuinka paljon energiaa tarvitsee tuoda tietyn aineen massayksikköön sen lämpötilan nostamiseksi.
- ▶ Veden suuren lämpökapasiteetin ja ihmisen suuren vesipitoisuuden vuoksi kudosten ominaislämpökapasiteettina voidaan usein käyttää veden ominaislämpökapasiteettia.
- ▶ Kappaleen lämpötilamuutoksen ja siihen absorboituneen (sen emittoiman) energian välillä on yhteys:

$$Q = C\Delta T = cm\Delta T$$

## Tehtävä 17

5 p

Lääkäri on määrännyt potilaalle hengitettäväksi lääketieteellistä happea potilaan mukana kuljetettavasta painesäiliöstä. Täyden säiliön tilavuus on 10,0 litraa ja paine 20,0 MPa. Oleta kaasun käyttäytyvän ideaalikaasun tavoin.

a) (1 p)

Potilas on säätänyt happikaasun virtauksen happiviiksiinsä lääkärin ohjeen mukaisesti arvoon 1,0 litraa/min, jolloin pullosta virtaa normaalipaineista happikaasua tällä nopeudella. Kuinka paljon normaalipaineista happea kuluu vuorokaudessa?

b) (4 p)

Kuinka moneksi tunniksi täydestä pullosta riittää happea virtausnopeudella 1,5 litraa/min?

Jos alun perin täydestä pullosta on käytetty 450 litraa normaalipaineista happea, mikä on silloin pullon paine, jos lämpötila on pysynyt samana?

## Kotitehtävä

Euroopan unionin alueella ominaisabsorptionopeuden sallittu yläraja pään alueella on  $2,0 \text{ W/kg}$ . Jos oletetaan, että pää painaa  $7 \text{ kg}$  ja on matkapuhelimen kanssa täysin eristetty systeemi, kauanko pitäisi puhua puhelimeen, jonka tämä nk. SAR-luku (specific absorption rate) on suurin EU:n sallima, jotta pään lämpötila nousee yhden asteen. Mikä on tämän mallin suurin ongelma?