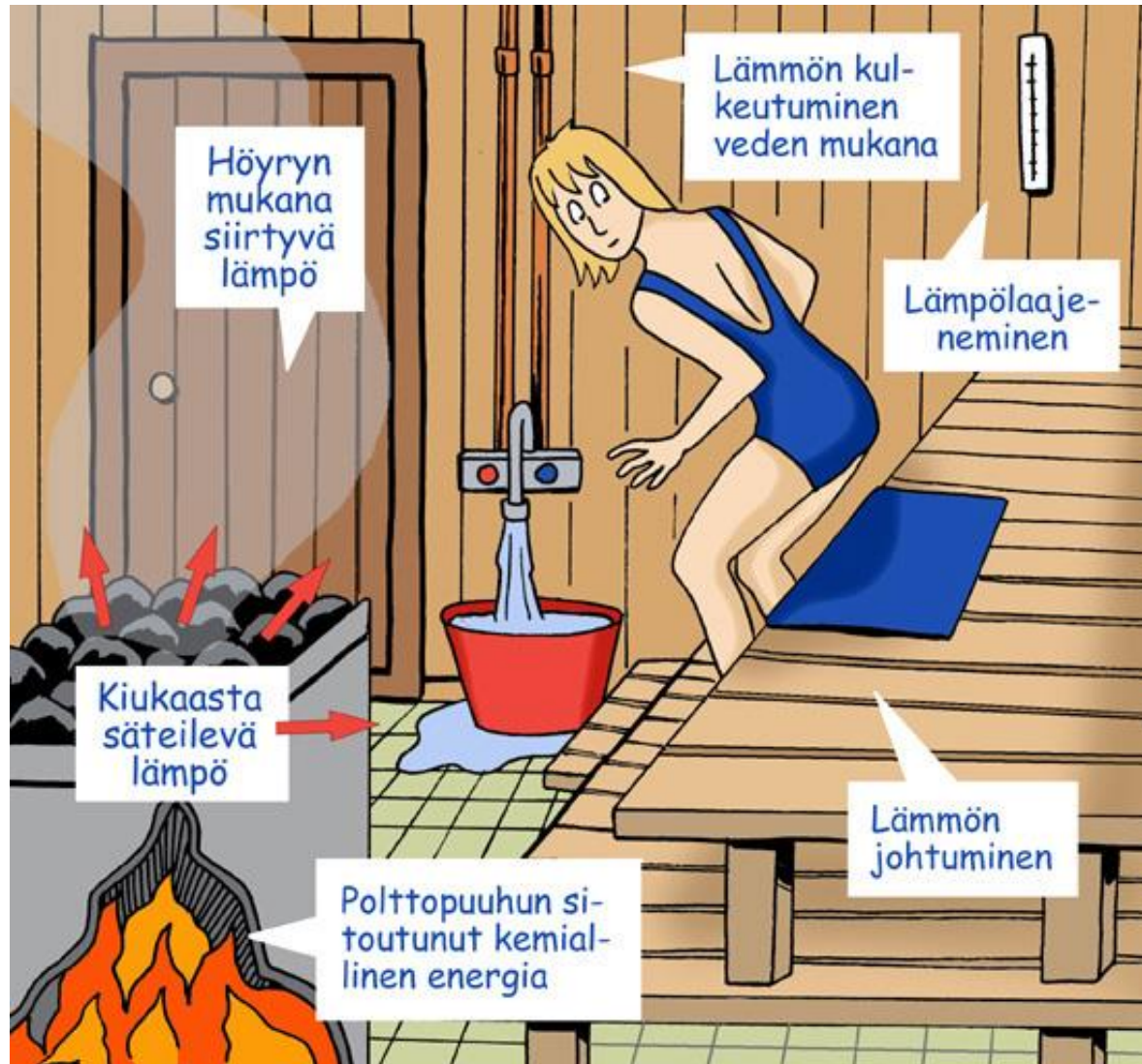


LÄMPÖ ja lämmön siirtyminen



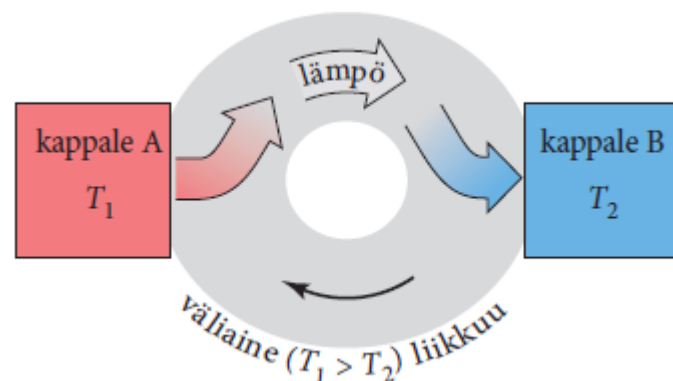
Käsitteitä

- **terminen energia** (lämpöenergia):
 - rakenneosasten (atomit/molekyylit jne.) liike-energia = etenemis-, pyörimis- ja värähtelyliike
- **sisäenergia**:
 - terminen energia + rakenneosasten välinen potentiaalienergia (esim. sähköinen vetovoima vesimolekyylien välillä; vrt. painovoima)
- **lämpö** = kuumemmasta kappaleesta kylmempään siirtyvää energiaa (Q)
 - säteilynä, rakenneosasten liikkeenä tai aineen virtauksena
 - siirtynyt lämpö on yhtä suuri kuin sisäenergian muutos

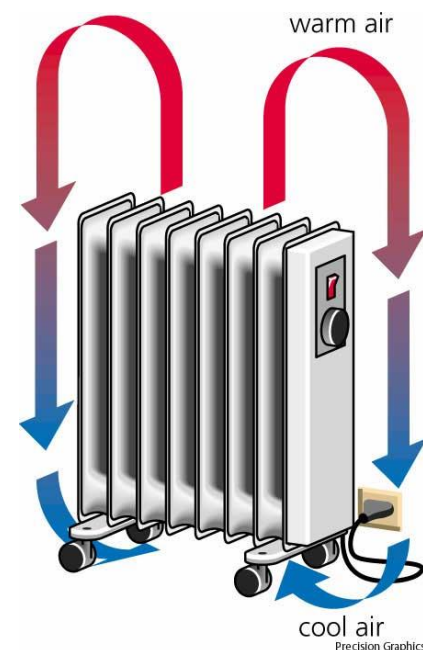
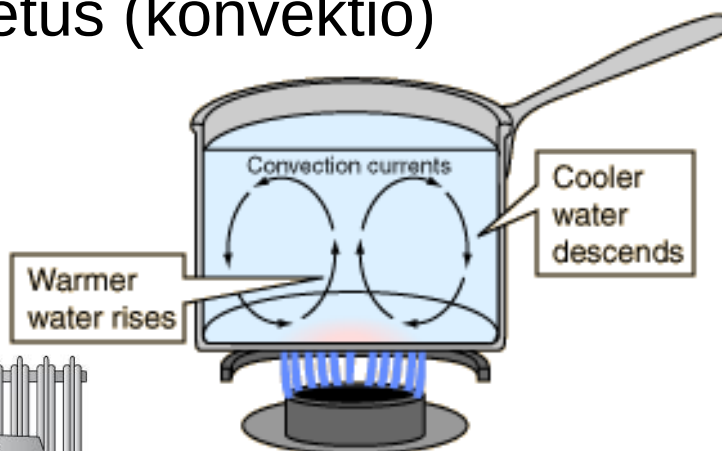
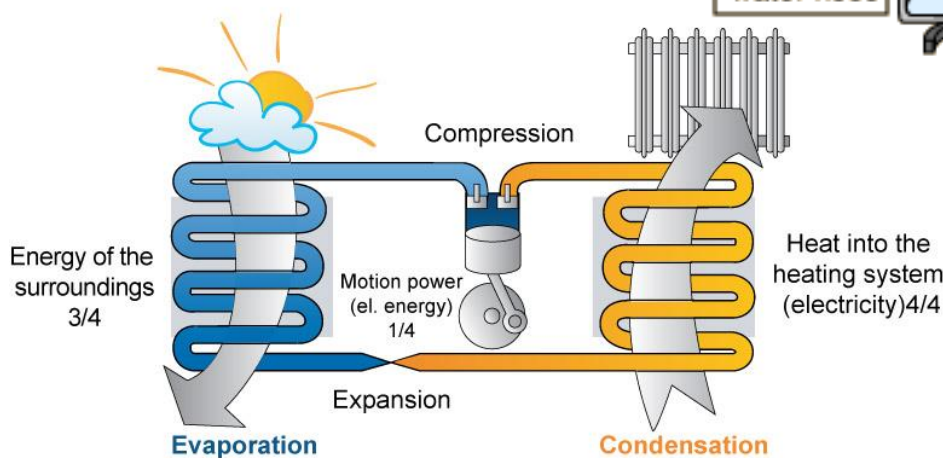
Aine kuljettaa lämpöä mukanaan

- Lämmön kuljettumien eli konvektio
- Esim. Golf-virta, ilmavirtaukset, keskuslämmityksen vesikierto, ilma-maalämpöpumpun tai jääkaapin kylmäneste, auton jäähdytinneste,...

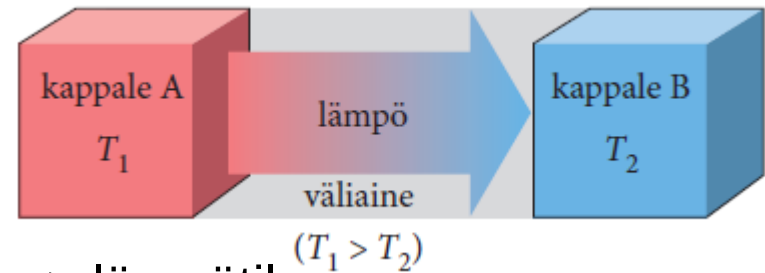
= lämmön kuljetus (konvektio)



Heat pump operation



Lämpö johtuu



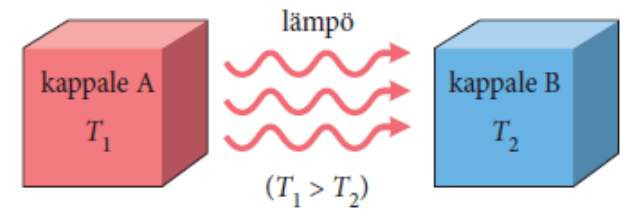
- Keskimääräinen hiukkasten liike-energia => lämpötila
- Lämpö siirtyy väliaineessa siten, että ...
 - Hiukkaset (atomit/ionit/molek.) liikkuvat (diffuusio **kaasussa ja nesteessä**) ja ...
 - ...törmäilevät toisiinsa ja luovuttavat liike-energiaansa hitaammin liikkuville hiukkasille
 - TAI:
 - Paikoilleen sidottujen **kiinteän aineen** atomien/ionien/molek. värähtely saa naapurihiukkaset värähtelemään

= lämmön johtuminen

- Esim. kaksi kaasutilavuutta, eri lämpötila: kun väliseinä poistetaan, lämpö siirtyy molekyylien liike-energiana: [video](#)
- [Kiinteä](#) aine: värähtelyenergia siirtyy
- Metallit: vapaasti liikkuvat ns. valenssielektronit siirtävät energiaa
 - Eri metalleilla erilainen kyky johta lämpöä, esim. kupari > alumiini > rauta (ks. MAOL)
- Nesteet johtavat lämpöä paremmin kuin kaasut (esim. ilma)

Kaikki säteilee

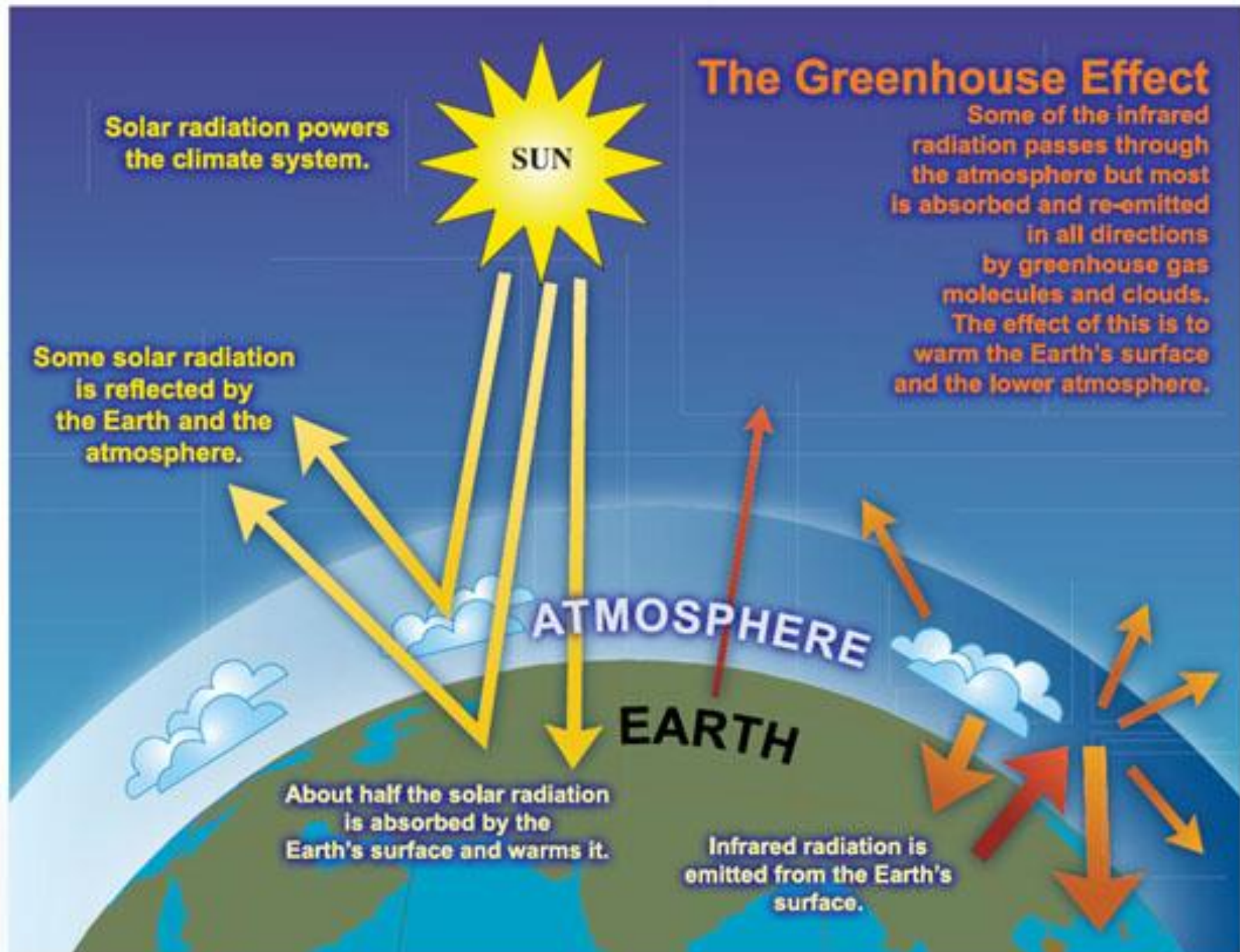
- Kaikki kappaleet säteilevät energiaa ympäristöön sähkömagneettisena säteilynä (paitsi musta aukko tai kappale jonka $T = 0\text{ K}$)
- Huoneenlämpötilassa säteily on näkymätöntä infrapunasäteilyä (IR)
 - Esim. ihminen, huonekalut, seinät...
- Kun lämpötila nousee, aallonpituus lyhenee:
 $\text{IR} < \text{näkyvä valo (pun.} < \text{valk.} < \text{sin.)} < \text{UV}$
 - Esim. hehkuva metalli/hiili, aurinko/tähdet, ...
- Säteily ei tarvitse väliainetta, etenee tyhjiössä
- Jokainen kappale sekä **emitto**i (säteilee) että **absorbo**i (imee itseensä) energiaa säteilynä
- Energia emittoituu/absorboituu elektronien energiaksi tai molekyylin sisäisenä värähtelyenergiana (esim. vesi- tai hiilidioksidimolekyyli)



Carbon Dioxide - Infrared Absorption



Kasvihuoneilmiö



Lämpölaajeneminen

- Kun lämpötila nousee, rakenneosasten liike kasvaa
=> vaatii enemmän tilaa => aine laajenee

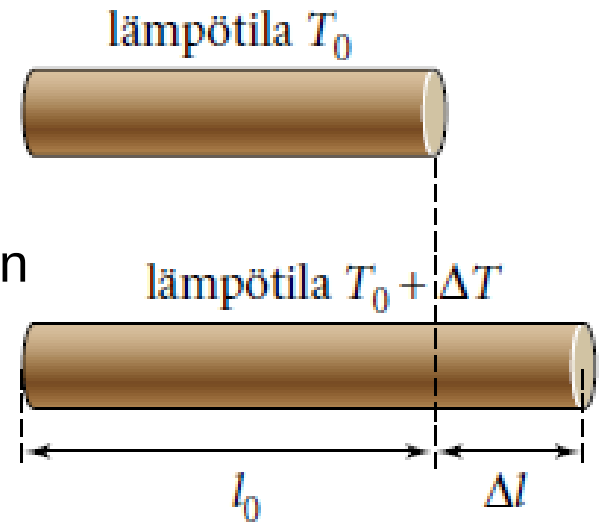
Pituuden muutos

- Kun esim. metallissauvan lämpötila nousee ΔT :n verran, pituuden kasvu Δl voidaan laskea:

$$\Delta l = \alpha l_0 \Delta T, \quad \text{TAI: } l = l_0(1 + \alpha \Delta T)$$

jossa

α on pituuden lämpötilakerroin,
 l_0 on alkuperäinen pituus ja
 ΔT on lämpötilamuutos.

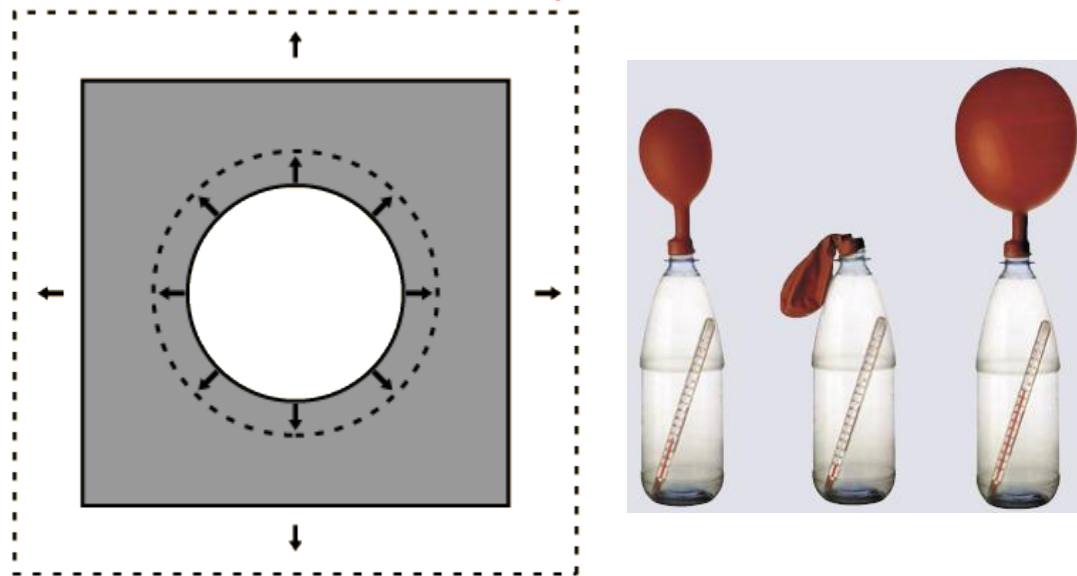


- $[\alpha] = 1/\text{K}$ (tai $1/^\circ\text{C}$)
- pituuden lämpötilakerroin α (alfa) on ainekohtainen
 - (ks. MAOL: Kiinteiden alkuaineiden ominaisuuksia)

Pinta-ala laajenee enemmän

...koska se laajenee kahteen suuntaan:

Huomaa: $\beta \approx 2\alpha$



Tilavuus laajenee eniten

...koska se laajenee kolmeen suuntaan:

$\gamma \approx 3\alpha$

Ks. MAOL: Nesteiden ja kaasujen ominaisuuksia: lämpölaajenemiskerroin

Pinta-alan lämpölaajeneminen

$\Delta A = \beta A_0 \Delta T$, TAI: $A = A_0(1 + \beta \Delta t)$
jossa

A_0 on alkuperäinen pinta-ala,

β on pinta-alan lämpötila-
kerroin ja

Δt on lämpötilan muutos.

Tilavuuden lämpölaajeneminen

$\Delta V = \gamma V_0 \Delta t$, TAI: $V = V_0(1 + \gamma \Delta t)$
jossa

V_0 on alkuperäinen tilavuus,

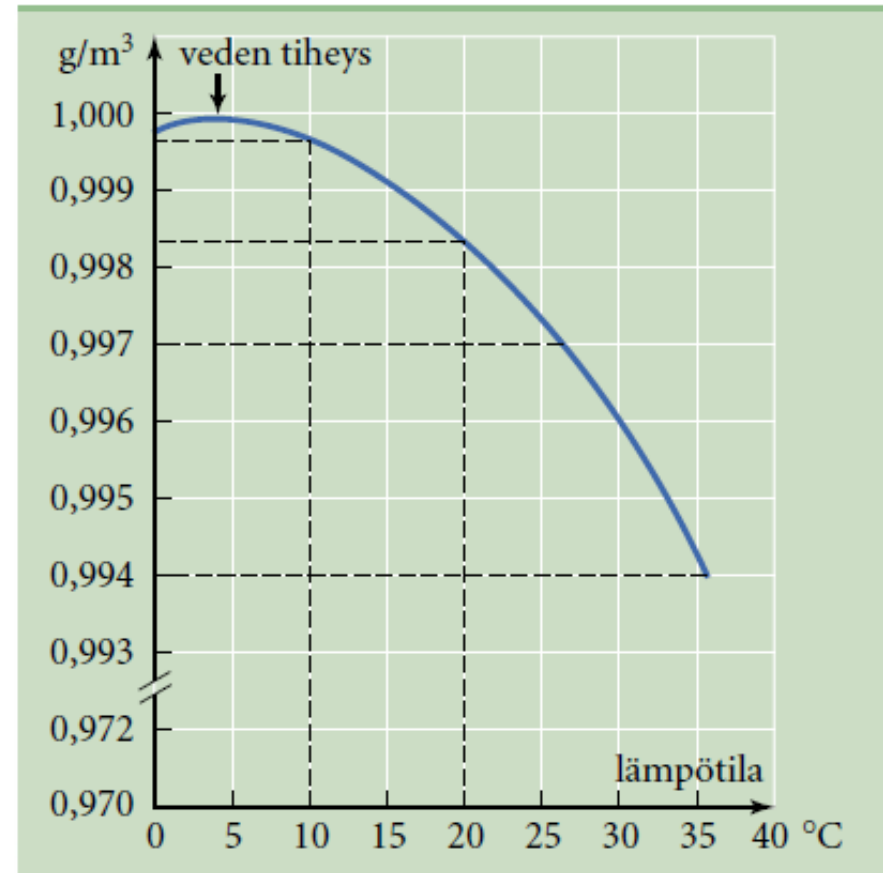
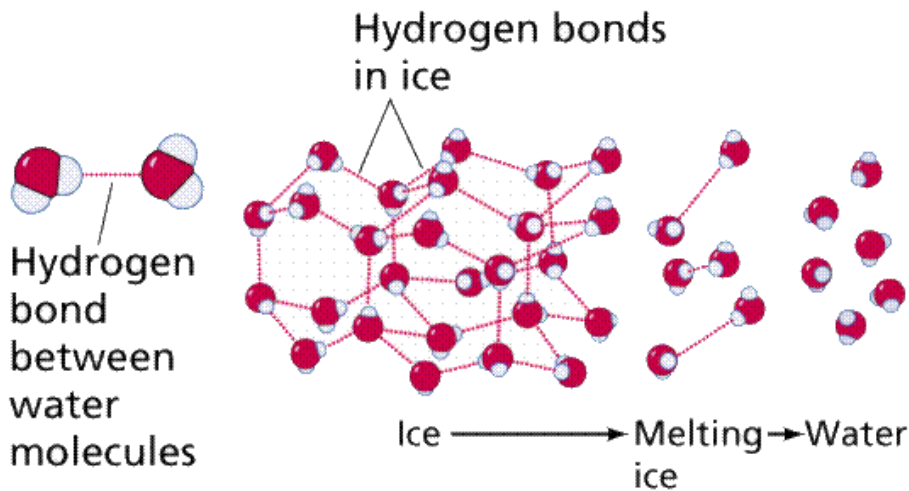
γ on tilavuuden lämpötila-
kerroin ja

Δt on lämpötilan muutos.

Poikkeus: vesi

MAOL: veden ominaisuuksia

- Kiinteässä muodossa (jäässä) molekyylit asettuneet tarkoilte paikoille, väliin jää tilaa
- Nesteinä molekyylit täyttävät tilan tarkemmin



Heat pump operation

