



FYSIIKKA

Lämpöoppi

400013FK Fysikaaliset ja kemialliset ilmiöt ja niiden soveltaminen,
pakollinen (2 osp)

LÄMPÖ

- Lämpö on energiaa, aineen perusosasten (atomien ja molekyylien) liikettä.
- Esimerkiksi vesi on sitä kuumempaa, mitä nopeammin vesimolekyylit liikkuvat.
- SI-järjestelmän mukainen yksikkö on kelvin K.
- 0 K = absoluuttinen nollapiste (-273,15 °C) eli alin mahdollinen lämpötila. Kyseistä lämpötilaa on mahdoton saavuttaa, koska aineissa esiintyy aina jonkin verran rakennehiukkasten liikettä.
- lämpötila kelvineinä (T) = lämpötila celsiusina (t) + 273
- Lämpötila celsiusina (t) = lämpötila kelvininä (T) - 273
- Esim. Celsiuslämpötila $t = 20 \text{ °C}$. Mikä on tätä vastaava absoluuttinen lämpötila?
$$T = (20 + 273) \text{ K} = 293 \text{ K}$$

Hypotermia

- kun ihmisen ruumiinlämpö laskee alle 35 °C, puhutaan hypotermiasta.
- kun sisäelinten lämpötila laskee alle 36 °C, alkaa ilmetä esim. seuraavia oireita: nälkä, huonovointisuus, puhumattomuus, väsymys, huonotuulisuus, sammalteleva puhe, sekavuus
- kun sisäelinten lämpötila laskee alle 30 °C, vaipuu suurin osa ihmisistä tajuttomuuteen
- hermojen johtumishäiriöstä seuraa kuolemaan johtava sydämen kammionvärinä
- hypotermian vastakohta on hypertermia (lämpöhalvaus, joka johtuu siitä, kun ruumiinlämpö nousee yli 39 °C)

Lämpöopin pääsäännöt

- I (Lämpö)energiaa ei synny tyhjästä, eikä se voi hävitä.
 - II Lämpöä siirtyy **kuumasta kappaleesta kylmempään**, kunnes lämpötilaero tasoittuu.
 - III Absoluuttista lämpötilaa (-273 °C) ei voida saavuttaa, koska molekyylien liikettä ei voida kokonaan pysäyttää.
- lämpö voi siirtyä johtumalla, kulkeutumalla tai säteilemällä

Lämmön johtuminen

- lämpö siirtyy aineen sisällä tai kosketuksessa olevien pintojen välillä
- esim. kuumassa vesikupissa oleva lusikka lämpenee myös kohdista, jotka eivät kosketa vettä.
- lämmönjohtumista käytetään hyväksi mm. lämpö- ja kylmähauteissa (lämpö siirtyy lämpimästä kylmempään)
- metallit johtavat hyvin lämpöä,
- esim. puu ja villa ovat eristeitä eli johtavat lämpöä huonosti

Lämmön kulkeutuminen

- lämmön siirtymistä virtaavan aineen (nesteen tai kaasun) mukana
- esim. kaukolämmitys (lämpö siirtyy kulkevan veden mukana), verenkierrrossa veri lämmittää jalkoja
- kun ihmisen iholta lämpö johtuu ilmaan, ilma lämpenee ja nousee ylöspäin ja kuljettaa lämmön pois iholta

Lämpösäteily

- kaikki aineet lähettävät lämpösäteilyä
- esim. aurinko, kynttilä ja ihminen säteilevät
- esim. maastoon kadonnutta ihmistä etsittäessä infrapunakuvauksessa hyödynnetään ihmisestä lähtevää lämpösäteilyä
- infrapunakuvauksella paikannetaan myös esim. kasvaimia ja tulehduksia, koska niissä on voimakkaamman verenkierron vuoksi korkeampi lämpötila

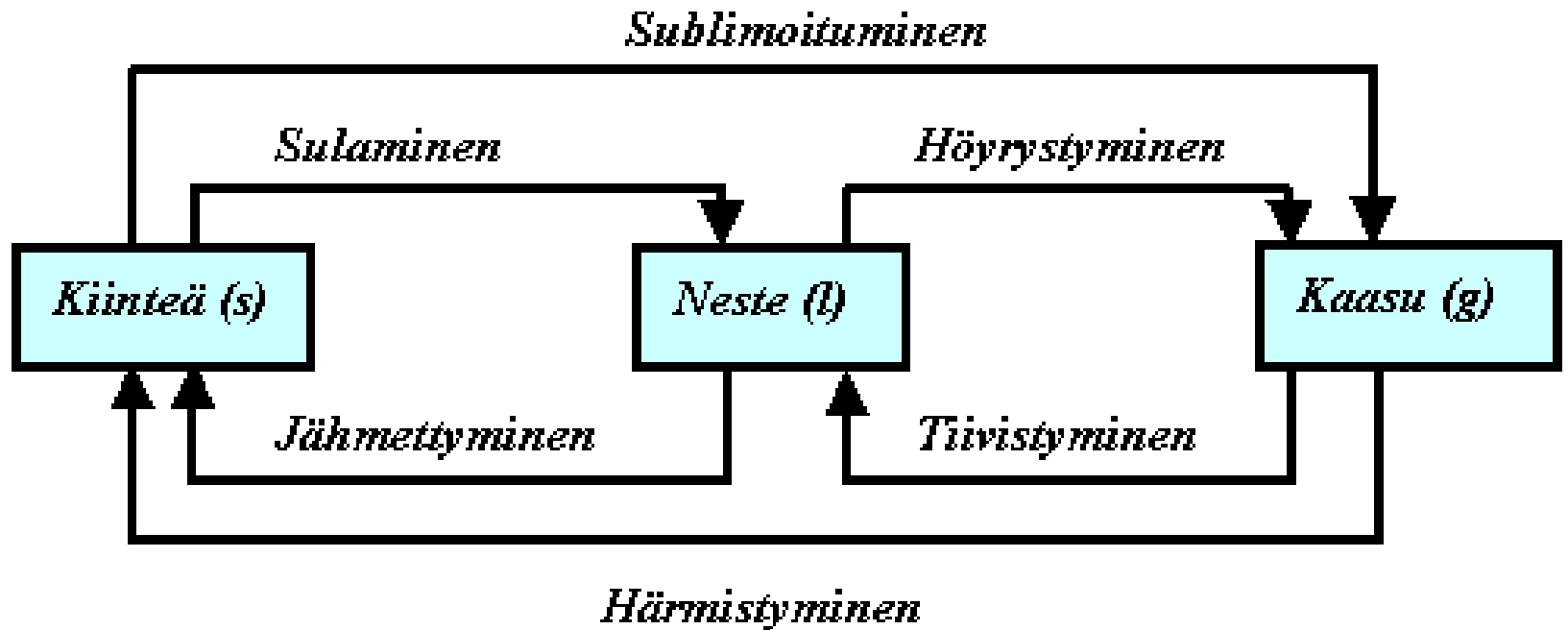
Lämpöä voi eristää

- heijastavilla eristeillä, joilla pyritään estämään säteilyn absorboitumista eli säteilyn lämmön siirtymistä kappaleeseen.
- huonosti lämpöä johtavilla eristeillä, joilla pyritään estämään lämmönjohtumista (esim. villa)
- huonosti lämpöä johtavilla eristeillä tai tyhjiöllä, joilla pyritään estämään lämmön siirtymistä kulkeutumalla.
- esim. termospullossa on sisäpuolella lämpöä heijastava kiiltävä ja sileä lasi- tai metallipinta, sekä pullon sisä- ja ulkokuoren välissä tyhjiö

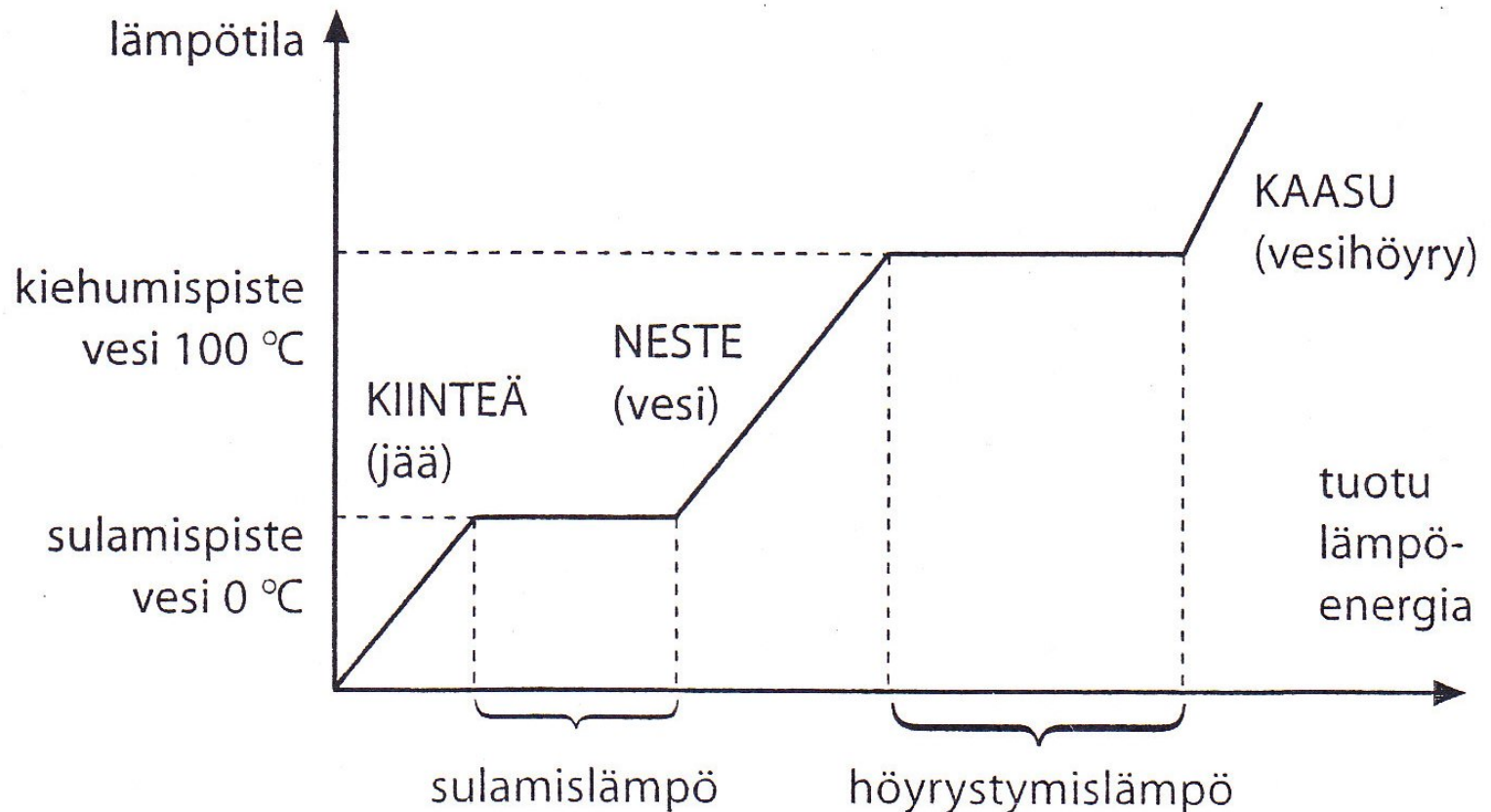
Olomuodot

- aineen olomuoto riippuu lämpötilasta, koska kullakin aineella on tietty sulamis- ja kiehumispiste (normaalipaineessa)
- sulamis- ja kiehumispisteet ovat tarkkoja vain puhtaille aineille
- epäpuhtaudet (esim. suola) alentavat veden sulamispistettä ja nostavat kiehumispistettä
- autojen jäähdytysjärjestelmässä estetään veden jäätyminen lisäämällä joukkoon alkoholia

Olomuodon muutokset



- kun ainetta lämmitetään/jäähdytetään, sen lämpötilan nousu/lasku pysähtyy olomuodon muutoksen ajaksi, koska ne vaativat energiaa



Tarkemmin olomuodoista

- Kiinteässä olomuodossa aineen rakennehiukkaset ovat niin lähellä toisiaan, että lämpöliikkeen ansiosta rakennehiukkaset värähtelevät ainoastaan hieman edestakaisin omilla paikoillaan.
- Nesteessä, lämpötilan nousun seurauksena, lämpöliike on jo niin vilkasta, että nesteen rakennehiukkaset voivat vaihtaa paikkaa toistensa kanssa ja jopa karata astiasta. Nesteen rakennehiukkasten liikkeeseen vaikuttavia tekijöitä ovat mm. hiukkasten koko ja hiukkasten väliset vuorovaikutukset.
- Öljyt voivat olla joko erittäin herkkäliikkeisiä tai erittäin jäykkäliikkeisiä. Tätä nesteiden jäykkyyttä tai juoksevuutta kutsutaan **viskositeetiksi**.
- Kaasumaisessa olomuodossa lämpöliike on jo niin kiivasta, että kaasun rakennehiukkasten liike on täysin satunnaista. Astiassa olevat rakennehiukkaset törmäilevät toisiinsa ja astian seinämiin, jonka seurauksena astiaan aiheutuu paine. Tilavuuden pienentyessä törmäysten lukumäärä astian seinämiin lisääntyy ja paine kasvaa.

SULAMINEN

Kiinteän aineen lämmitessä sulamispisteeseen sen molekyylien lämpöliike tulee niin voimakkaaksi, että kiderakenne rikkoutuu. Tällöin aine sulaa.

Atomien välinen vetovoima ei kuitenkaan päästä niitä etääntymään toisistaan, joten olomuoto muuttuu kiinteästä nesteeksi.

Sulamisen aikana aineen lämpötila ei muutu, koska systeemiin tuotu lämpöenergia kuluu kiderakenteen rikkomiseen. Siten sulaminen vaatii energiaa.

Vastaavasti aineen jähmettyessä molekyylit järjestyvät kiderakenteeseen, ja lämpöenergiaa vapautuu.

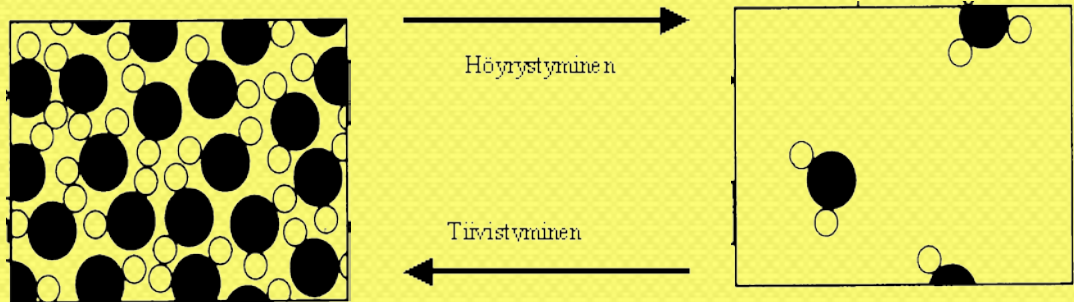


HÖYRYSTYMINEN

Kun neste lämpenee höyrystymispisteeseen, sen rakenneosasten lämpöliike voimistuu niin suureksi, että nopeimmat niistä pystyvät irtautumaan nesteen rakenneosasten välisestä vetovoimakentästä. Tällöin neste höyrystyy.

Höyrystymisen aikana aineen lämpötila ei muutu, koska systeemiin tuotu lämpöenergia kuluu nestemolekyylien irrotustyöhön.

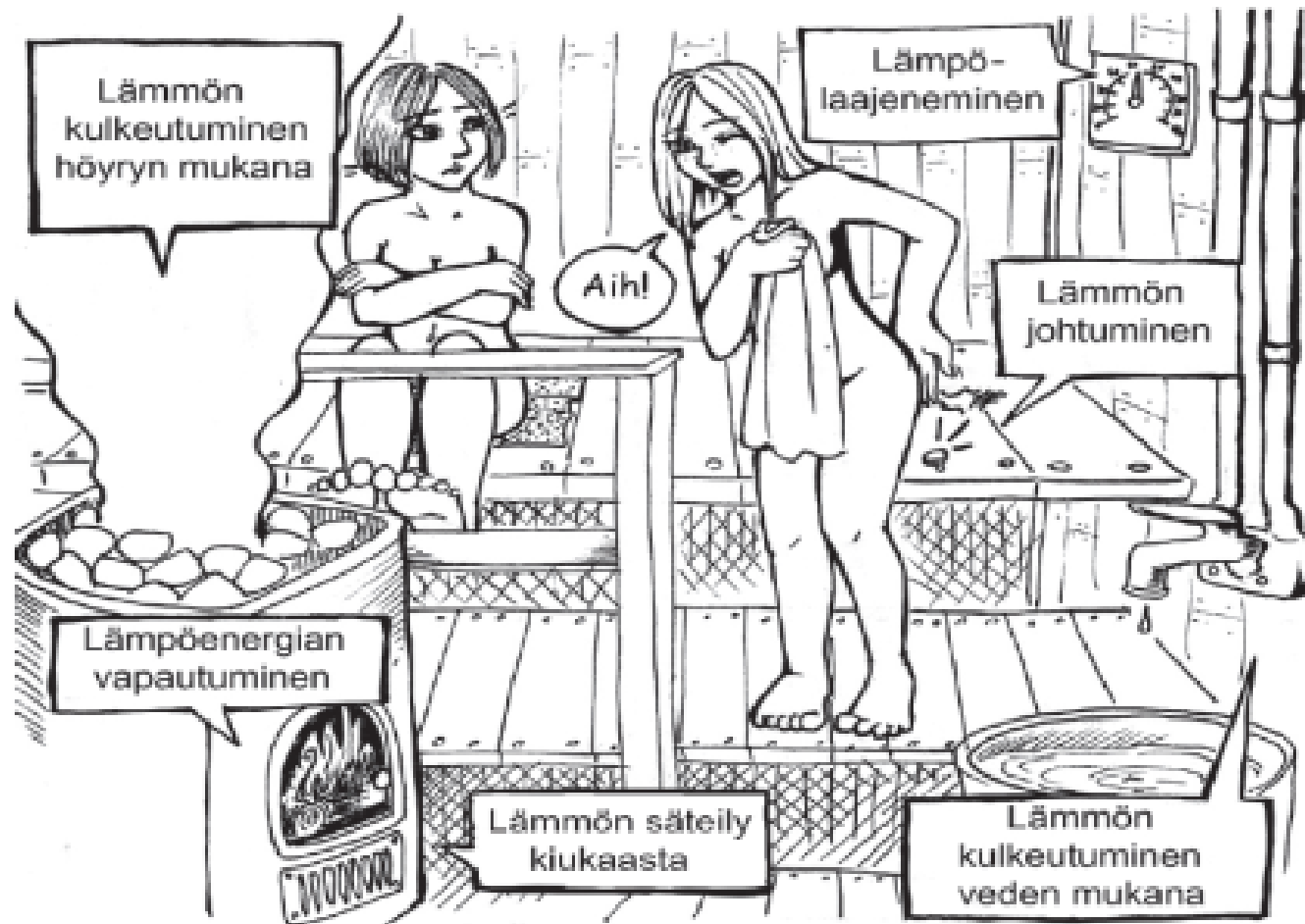
Siten höyrystyminen vaatii energiaa. Vastaavasti höyryn tiivistyessä nesteeksi vapautuu energiaa.



Haihtuminen vai kiehuminen

- Jokainen meistä tietää, että kesähelteellä vesiastiassa olevan veden määrä vähenee (sama tapahtuu toki myös sisätiloissa, mutta hitaammin). Kyseinen ilmiö on nimeltään **haihtuminen**.
- Nesteessä olevat hiukkaset ovat lämpöliikkeessä. Osa hiukkasista saattaa olla lähes levossa ja osalla on suuri nopeus. Saapuessaan oikeassa kulmassa ja oikealla nopeudella nesteen pintaan, hiukkaset pystyvät liike-energiansa turvin karkaamaan astiasta. Tämän takia haihtuminen ja kiehuminen ovat eri ilmiöitä.
- **Haihtumista tapahtuu kaikissa lämpötiloissa nesteen pinnalta, kiehuminen aina vakio­lämpötilassa (kiehumispisteessä) kaikkialta nesteestä.**
- Sekä haihtuminen että kiehuminen ovat höyrystymistä, joten ne vaativat energiaa.
- *Pohdi, miksi uimisen jälkeen märkä iho tuntuu kylmältä aurinkoisellakin säällä – varsinkin jos tuulee?*

Mitä lämpöopin ilmiöitä löydät kuvasta?



Ominaislämpökapasiteetti

- aineen kyky sitoa lämpöenergiaa
- vesi on hyvä lämmönsitoja, koska sillä on suuri ominaislämpökapasiteetti: $4,2 \text{ kJ}/(\text{kg } ^\circ\text{C})$
- jos ominaislämpökapasiteetti on pieni, aine lämpenee (ja jäähtyy) nopeasti

Lämpölaajeneminen

- kappaleen mitat muuttuvat aina lämpötilan muuttuessa
- lämpölaajenemista tapahtuu kaikilla aineilla, kaikissa olomuodoissa (suurinta kaasuissa)
- riippuu aineesta (esim. teräs $\alpha = 0,000\ 012\ \frac{1}{^\circ\text{C}}$ ja alumiini $\alpha = 0,000\ 024\ \frac{1}{^\circ\text{C}}$)
- huomioitava tekniikassa
- Käytetään hyväksi esim. lämpömittareissa

"delta" tarkoittaa muutosta

$$\Delta l = \alpha \cdot l \cdot \Delta t$$

"alfa"

Δl = pituuden muutos

α = pituuden lämpötilakerroin

l = alkuperäinen pituus

Δt = lämpötilan muutos

Esim. Paljonko muuttuu 10,000 m pitkän teräskiskon pituus lämpötilan muuttuessa 30 °C?

$$\Delta l = \alpha \cdot l \cdot \Delta t$$

$$= 0,000012 \frac{1}{^\circ\text{C}} \cdot 10 \text{ m} \cdot 30^\circ\text{C}$$

$$= 0,0036 \text{ m}$$

$$\approx 4 \text{ mm}$$

$$l = 10 \text{ m}$$

$$\Delta t = 30^\circ\text{C}$$

$$\alpha = 0,000012 \frac{1}{^\circ\text{C}}$$



huoneen lämpötila



jäähdyttäminen



lämmittäminen

Kaksoismetalliliuska

Kaksoismetalliliuska koostuu kahdesta metallista, joilla on eri pituuden lämpötilakerroin. Tällöin lämpötilan muuttuessa liuska taipuu, koska metallit laajenevat eri tavalla. Kaksoismetalliliuskoja käytetään hyväksi esim. lämpömittareissa ja termostaateissa.

Ilmankosteus

- veden haihtuessa ilmaan muodostuu vesihöyryä
- ilman vesihöyrypitoisuutta nimitetään ilmankosteudeksi
- ilmankosteus ilmoitetaan yleensä prosentteina (suhteellinen osuus siitä, mikä maksimikosteus voisi olla)
- lämmin ilma voi sisältää enemmän kosteutta kuin kylmä, jolloin ilman kylmetessä vesihöyry alkaa tiivistyä vedeksi
- lämpötilaa, jossa vesihöyry alkaa tiivistyä, sanotaan kastepisteeksi (vertaa kaste maassa ja sumu)