

Fysiikan menetelmät ja kvalitatiiviset mallit

Lämpö ja energia

ISBN:

© Veera Kallunki, Jari Lavonen, Kalle Juuti, Veijo Meisalo, Anniina Mikama, Mika Suhonen, Jukka Lepikkö, Jyri Jokinen

Verkkoversio: <http://www.edu.helsinki.fi/astel-ope>

Taitto: Anniina Mikama

Piirroskuvat: Anniina Mikama

Helsingin yliopiston soveltavan kasvatustieteen laitos
PL 9
00014 Helsingin yliopisto

SISÄLLYS

LÄMPÖ JA ENERGIA

1. Lämpö ja lämpötila
2. Lämpö siirtyy
3. Lämpölaajeneminen
4. Energia siirtyy ja säilyy
5. Energialähteet

LÄMPÖ JA ENERGIA

Mitä lämpö on?

Luonto ympärillämme on täynnä lämpöilmiöitä. Niitä ovat esimerkiksi veden haihtuminen järvistä, pilvet, sumut ja aamu-usvat, vesi-, lumi- ja raesateet, korkea- ja matalapaineiden muodostuminen, järvien jäätyminen ja sulaminen ja veden läheisyyden vaikutukset rannikon ilmastoon, huurre puissa ja jääpuikot räystäillä.

Kemialliset reaktiot sitovat tai luovuttavat lämpöä. Lämpötila vaikuttavat myös reaktion nopeuteen. Esimerkiksi palaminen synnyttää lämpöä ja riittävä kuumuus käynnistävät palamisen.

Elollisessa luonnossa lämpöilmiöillä on keskeinen merkitys. Eläimet ja kasvit ovat sopeutuneet eri tavoin ympäristönsä olosuhteisiin, lämpötilaan, paineeseen ja kosteuteen sekä niiden vaihteluun. Tasa- ja vaihtolämpöisyys, hikoilu, rasva- ja vahakerrokset sekä karvapeitteet ovat niiden erilaisia lämpöopillisiä menetelmiä.



Huudahdukset kertovat erilaisia asioita lämpöilmiöistä. Lämmön siirtyminen voidaan estää lämpimästä kylmään päin esimerkiksi laittamalla "lämpimästi päälle" tai sulkemalla takan pelti tai ulko-ovi talvipakkasilla (Pane lämmintä päälle ja älä päästä lämpöä harakoille).

Joskus halutaan estää jonkin viileän kappaleen lämpeneminen. Esimerkiksi kesällä jäätelöpakkaus laitetaan kuljetuksen ajaksi kylmälaukkuun tai kääritään paksuun sanomalehteen, jotta ympäristöstä ei siirtyisi lämpöä jäätelöön ja sulattaisi sitä. Lämmöllä voidaan tarkoittaa myös tietyn kappaleen lämpötilaa (vähennä keittolevyn lämpö 175 asteeseen ja kuinka lämmintä saunassa on?)



Lämpöön liittyy siis kaksi eri asiaa, lämpö(energia) ja lämpötila. Molemmat käsitteet liittyvät arkikielessä kylmän tai lämpimän kokemiseen.

Lämpö on energiaa. Kappaleet voivat luovuttaa ja vastaanottaa lämpöenergiaa. Lämpöenergiaa voi myös varastoitua. Esimerkiksi lämmitetyn kiukaan kiviin on kiuasta lämmitettäessä varastoitunut lämpöenergiaa. Varastoituneella lämpöenergialla höyrystetään kiukaalle heitetty vesi.

Ihmisen iho tuntee siitä poistuvan tai siihen tulevan lämpöenergian. Ihoon siirtyy lämpöä, kun seisoo lämpöpatterin vieressä tai koskettaa sitä. Pakkasessa seissyt pulkka tuntuu kylmältä, koska ihosta siirtyy lämpöä pulkkaan.

Lämpö on energiaa. Kappaleet voivat luovuttaa ja vastaanottaa (lämpö)energiaa .

Tutkimuksia lämmön aistimisesta

Koskettamalla voimme tuntea, että esimerkiksi vesi on kylmää, viileää, lämmintä tai kuumaa. Lämpöaistin perusteella ei kuitenkaan voida sanoa, kuinka kylmää tai lämmintä jokin kappale on. Tätä varten tarvitaan suure, lämpötila, ja lämpömittari, jolla tämä suure voidaan mitata.

Lämpömittariksi kelpaa periaatteessa mikä tahansa laite, jonka jokin mitattava ominaisuus riippuu lämpötilasta. Tämä ominaisuus ilmaisee silloin lämpömittarin oman lämpötilan.

Välineet:

- kolme astiaa (astiaan pitää mahtua käsi)
- erilämpöisiä vesiä
- lunta tai jäätä
- kynsilakanpoistoainetta tai spriitä
- polkupyörän pumppu tai tuuletin

Koe 1. Lämmön aistiminen kädellä

Täytä yksi astia lämpimällä, yksi kylmällä ja yksi haalealla vedellä. Laita yhtä aikaa toinen käsi kylmään veteen ja toinen lämpimään veteen noin minuutin ajaksi.



Kun minuutti on kulunut, laita molemmat kädet samanaikaisesti haaleaan veteen.



Vertaa käsien lämpöaistimuksia toisiinsa. Pohdi tilanteita, joissa olet kokenut saman ilmiön. Mistä ilmiö johtuu?

Koe 2. Samanlämpöiset kappaleet

Kosketa toisella kädellä huoneessa olevaa metallista tuolin jalkaa ja toisella kädellä puupöytää (molemmat kappaleet ovat saman lämpöisessä ympäristössä ja periaatteessa saman lämpöisiä)

Mitä havaitset?

Mistä ilmiö johtuu?

Koe 3. Viilentävä aine

Pyyhkäise sormeasi kynsilakanpoistoaineella tai sprillä tai tiputa sitä tippa sormelle.

Mitä havaitset?

Mistä ilmiö johtuu?

Pohdi tilanteita, joissa olet kokenut saman ilmiön.

Koe 4 . Viilentävä ilmavirtaus

Pumppaa ilmaa polkupyörän pumpulla ihoon tai käytä tuuletinta.

Mitä havaitset?

Mistä ilmiö johtuu?

Pohdi tilanteita, joissa olet kokenut saman ilmiön. Tee tutkimuksistasi raportti.

Lämpötila ja lämpötilan mittaaminen

Kuinka lämmintä tänään on? Kysymyksen kuulee usein sillä jokapäiväinen sää kiinnostaa meitä. Vastaus ilmoitetaan usein celsiusasteina, eli kysymyksellä tarkoitetaan lämpötilaa. Lämpötilaa voidaan arvioida,

mutta kuten edellisissä tutkimuksissa huomasit, ihmisen iho on varsin huono lämpömittari. Kysymyksen täsmälliseen vastaamiseen tarvitaan lämpömittaria.

Lämpömittari ilmoittaa aina oman lämpötilansa, joten mittarin on oltava kosketuksissa riittävän kauan mitattavan kohteen kanssa.

Kun lämpömittari laitetaan kuumaan veteen, siirtyy vedestä lämpöenergiaa mittariin niin kauan, kunnes mittari ja vesi ovat saavuttaneet saman lämpötilan. Kun energiaa ei enää siirry, lämpömittari näyttää omaa ja veden yhteistä lämpötilaa.

Entä jos vettä on vain vähän ja mittari on kylmä?

Entä jos vesi on kylmää ja mittari kuuma?

Lämpömittarin toimintaperiaate



Nestelämpömittareiden toiminta perustuu aineen laajenemiseen lämpötilan kasvaessa. Nestelämpömittarissa on tavallisesti elohopeaa tai värjättyä etanolia pienessä lasisäiliössä. Lämmitessään neste laajenee ja nousee ohueen suoraan putkeen. Pinnan korkeus putkessa ilmaisee lämpötilan.

Lämpötila-asteikot

Lämpötila-asteikon määrittelyssä käytetään hyväksi aineiden sulamis- ja kiehumispisteitä tai muita lämpötiloja, joissa aineen ominaisuudet muuttuvat jyrkästi. Celsiusasteikon peruspisteet ovat jään sulamispiste 0 °C ja veden kiehumispiste 100 °C. Sen otti käyttöön ruotsalainen tähtitieteilijä Anders Celsius (1701 - 1744).

Englantilainen lordi Kelvin esitti vuonna 1848 absoluuttisen lämpötila-asteikon käyttöönottamista. Sen nollakohta on absoluuttinen nollapiste, lämpötilojen ehdoton ja saavuttamaton alaraja. Absoluuttisen lämpötilan yksikkö, 1 kelvin = 1 K, on nykyisin määritelty siten, että veden kolmoispisteen lämpötila on tasan 273,16 K (= 0,01 °C). Kolmoispisteessä vesi esiintyy samanaikaisesti, jäänä, vetenä ja vesihöyrynä. Celsiusaste yksikkönä on määritelty uudelleen asettamalla 1 °C = 1 K. Absoluuttisen lämpötilan T ja celsiuslämpötilan t välillä on siten yhteys $T / K = t / ^\circ C + 273,15$

Aikojen kuluessa on ollut käytössä monia eri asteikkoja. Esimerkiksi USA:ssa käytetään yhä yleisesti Fah-

renheit-asteikkoa, jossa lämpötilaväli 0 °C...100 °C on 32 °F...212 °F.

Tutkimuksia lämpötilan mittaamisesta

Välineet

- lämpömittareita
- hanavettä
- jääkaappi, pakastin
- kuumaa juomaa
- lunta tai jäätä
- pumpulia
- kynsilakanpoistoainetta tai spriiä

Koe 5. Arviointia ja mittaamista

Tee taulukko ja arvioi erilaisten tilojen ja aineiden lämpötiloja, esim. oma keho, luokkahuone, ulkoilma, hanasta saatava kylmä ja kuuma vesi, kuuma tee tai kaakao, jääkaappi, pakastin jne. keksi itse lisää.

Tutkimuskohde Lämpötila-arvio Mittaustulos

Oma keho
Luokkahuone
Käytävä
Piha (varjo)
Piha (aurinko)
Metalliesine luokassa
Muoviesine luokassa

Mittaa valittujen kohteiden lämpötilat. Pidä mittaria mittauspai-
kassa jonkin aikaa. Kun mittaat nesteen

lämpötilaa, sekoita lämpömittarilla varovasti, älä laita mittaria kiinni astian reunaan tai pohjaan.

Koe 6. Haihtumisen tutkiminen

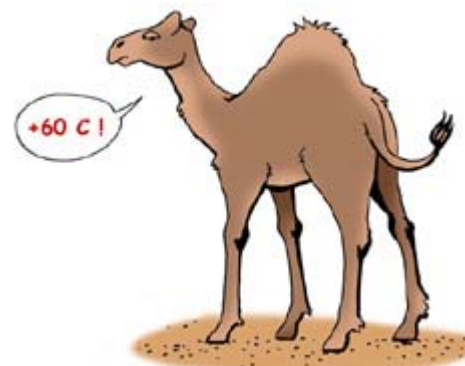
Kasta pumpulitukko kynsilakanpoistoaineeseen tai spriihin ja kiedo pumpuli lämpömittarin säiliön ympärille kuminauhan avulla.



Tarkkaile lämpötilaa. Mitä havaitset?
Mistä ilmiö johtuu?
Tee tutkimuksistasi raportti.

Lämpöilmiöitä ympärillämme

Ilman lämpötila



Maahan saapuva auringon säteily lämmittää maanpintaa. Ilma lämpenee puolestaan siksi, että lämmennyt maa luovuttaa siihen lämpöään. Virallinen lämpötila mitataan aina varjossa, koska auringon säteilemä lämpö lämmittää mittaria, joka ei silloin mittaa ilman lämpötilaa.



Lämpötila maapallon eri osissa voi olla hyvinkin erilainen. Lämpötila voi kohota Saharan autiomaassa jopa

+60 ° C ja samaan aikaan etelämantereella voi mittari näyttää jopa 90 ° C. Suomessa kesän ja talven lämpötilaerot ovat helpostikin 60 astetta.

Lämpötilaan liittyvää tietoa on lisää ilmatieteen laitoksen sivuilla:

http://www.fmi.fi/tutkimus_pohjoinen/pohjoinen_3.html

Tietoa tuulen vaikutuksesta lämpötilaan:

http://www.fmi.fi/tuotteet/kauppa_17.html

Paine ja ilmanpaine

Lämpötilan lisäksi toinen tärkeä sääilmiöiden yhteydessä esiintyvä suure on paine tai tarkemmin ilmanpaine. Lumikengät tai leveät eräsuksat jakavat ihmisen painon tasaisesti laajalle alueelle. Ilman lumikenkiä tai suksia ihminen uppoaisi hankeen. Voiman jakautumista tietylle pinta-alueelle kutsutaan paineeksi. Hankeen kohdistuu lumikenkiä tai suksia käytettäessä vain pieni paine, eikä se enää upota.



SI-järjestelmässä paine on johdannaisuus, jonka yksikkö on $1 \text{ N/m}^2 = 1 \text{ pascal} = 1 \text{ Pa}$. 1 Pa:n paine on hyvin pieni. Tavallinen monistuspaperi painaa alustansa noin 1 Pa:n paineella. Kaasun paine ilmoitetaan usein baareina: $1 \text{ bar} = 100 \text{ kPa}$. Vedestä aiheutuvaa painetta sanotaan hydrostaattiseksi paineeksi. Syväälle sukeltaessa korvat "menevät lukkoon", koska paine kasvaa. Syvän meren tutkimuslaitteiden on kestättävä suuria paineita.



Ilmanpaineen aiheuttaa ilmakehän ilman paino samalla tavalla kuin mereen aiheuttaa paineen veden paino. Maanpinnalla se on noin 1 bar = 100000 Pa. Maan pinta on noin 200 km syvän "ilmameren" pohja. Ilmanpaine pienenee ylöspäin mentäessä.

Ilmanpaine vaihtelee ilmakehän liikkeiden vuoksi. Kun ilmanpaine on normaalipainetta pienempi, puhutaan matalapaineesta, kun se on suurempi puhutaan korkeapaineesta. Paine-erot aiheuttavat ilmassojen liikkumisen korkean paineen alueelta matalamman paineen alueelle eli tuulet.

Ilmanpaine vaikuttaa meihin joka puolelta. Elimistön oman paineen vuoksi emme tavallisesti havaitse sitä.

Säiliö, josta ilmaa pumpataan pois, puristuu kokoon, elleivät sen seinämät ole riittävän vahvat.



Imukuppien, pumppujen ja mehupillin toiminta perustuu ilmanpaineeseen. Ilmanpaine työntää mehun suuhun, johon on aiheutettu imemällä alipaine. Täydestä pullosta ei voi kauan imeä. Vauva oppii nopeasti tasaamaan paine-eron keskeyttämällä imemisen ja päästämällä ilmaa pulloon, kun maito tuttipullossa vähenee. Kun imukuppi painetaan pintaan, ilma sen alta poistuu. Kupin jännittyessä koholle muodostuu alipaine.

Tuulen vaikutus pakkasen purevuuteen

Pakkasella kova tuuli saa ilman tuntumaan vieläkin kylmemmältä, kuin se todellisuudessa on. Tuuli kuljettaa tehokkaasti lämpöä pois iholta, jolloin ilma tuntuu tosi kylmältä. Lämpömittarin lukemaan ei tuuli kuitenkaan vaikuta.

Lämpötilan muutos vaatii tai vapauttaa energiaa

Kappaleen lämmittäminen vaatii lämpöenergiaa. Vastaavasti kappaleen jäähtyessä se luovuttaa lämpöenergiaa. Pienetkin lämpötilan muutokset voivat vaatia paljon energiaa. Esimerkiksi energialla, jolla veden lämpötilaa nostetaan 10 astetta, voidaan sama vesimäärä viedä yli neljän kilometrin korkeuteen.



Lämpötiloja

Sula laava noin $600\text{ }^{\circ}\text{C}$
Paperi palaa noin $300\text{ }^{\circ}\text{C}$
Tinan sulamispiste $232\text{ }^{\circ}\text{C}$
Raudan sulamispiste $1535\text{ }^{\circ}\text{C}$
Kullan sulamispiste $1063\text{ }^{\circ}\text{C}$
Auringon pinta $6000\text{ }^{\circ}\text{C}$
Auringon ydin 15 miljoonaa $^{\circ}\text{C}$
Venuksen lämpötila $480\text{ }^{\circ}\text{C}$
Pluton lämpötila - $230\text{ }^{\circ}\text{C}$

Pullien paistolämpötila $225\text{ }^{\circ}\text{C}$
Jääkaapin pakastelokero - $6\text{ }^{\circ}\text{C}$

Tehtäviä

1. Ihon eri kohdat aistivat lämpötilaa eri tavalla. Kokeile kotona, millä kehon osalla astiassa oleva vesi tuntuu lämpöisimmältä. Kokeile esimerkiksi sormella, kädenselällä, kyynärpäällä, nenällä, polvella ja varpaila.
2. Olet kesäkuumalla uimarannalla ja haluaisit kylmää juotavaa, mutta sinulla on vain lämmin limupullo. Mutta eipä hätää. Kastat pyyhkeesi vedessä ja kiedot märän pyyhkeesi limupullon ympärille ja asetat nyytin aurinkoon. Jonkin ajan kuluttua sinulla on kylmää limua. Miten selität ilmiön?
3. Minkä kohteen lämpötila voisi olla a) 200 astetta b) 18 astetta c) 80 astetta d) 180 astetta e) 2800 astetta?
4. Talvella voit uida jopa $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ vedessä. Onko mahdollista?

VASTAUKSET

Koe 1. Lämmön aistiminen kädellä

Vertaa käsien lämpöaistimuksia toisiinsa.
Kylmässä vedessä ollut käsi aistii haalean veden kuumana ja kuumassa vedessä ollut käsi aistii haalean veden kylmänä.

Pohdi tilanteita, joissa olet kokenut saman ilmiön.
Kun menee kylmällä ilmalla 20-asteiseen järviveteen uimaan, vesi tuntuu lämpimältä ja kun menee uimaan samanlämpöiseen veteen saunasta, vesi voi tuntuu kylmältä.

Mistä ilmiö johtuu?
Iho ei aisti hyvin lämpötilaa, mutta aistii lämpötilan muutoksia. Kun iholta siirtyy lämpöä pois, aistitaan tilanne viileänä. Vastaavasti, kun ihoon siirtyy lämpöä, aistitaan tilanne lämpöisenä.

Koe 2. Samanlämpöiset kappaleet

Mitä havaitset?
Tuolinjalka tuntuu viileältä ja puupöytä jalkaa lämpöisemmältä.

Mistä ilmiö johtuu?
Kun kädellä koskettaa metallista tuolinjalkaa, siirtyy lämpöä kädestä jalkaan. Metallinen jalka johtaa lämpöä ja kädestä voi siirtyä koko ajan lämpö jalkaan. Kun kädellä koskettaa puupöytää, siirtyy lämpöä kä-

destä pöytään. Puu ei kuitenkaan johtaa lämpöä ja kädestä voi siirtyä vain sen aikaa lämpöä puuhun, että puusta tulee saman lämpöinen käden kanssa. Tämän jälkeen lämpöä ei siirry kädestä puuhun ja käsi ei aisti puuta enää viileänä. koko ajan lämpö jalkaan.

Koe 3 . Viilentävä aine

Pyyhkäise sormeasi kynsilakanpoistoaineella tai sprillä tai tiputa sitä tippa sormelle.

Mitä havaitset?
Aine tuntuu viileältä.

Mistä ilmiö johtuu?
Ainetta haihtuu iholta. Haihtuminen tarvitsee energiaa. Energia otetaan iholta. Iho tuntuu siis viileältä, koska se luovuttaa lämpöä.
Pohdi tilanteita, joissa olet kokenut saman ilmiön.
Suihkun jälkeen iho tuntuu viileältä, koska veden haihtumiseen tarvittava energia tulee iholta.

Koe 4 . Viilentävä ilmavirtaus

Pumppaa ilmaa polkupyörän pumpulla ihoon tai käytä tuuletinta.
Mitä havaitset?
Iho tuntuu viileältä.

Mistä ilmiö johtuu?
Iho lämmittää ihon lähellä olevan ilman ihonlämpöiseksi. Aivan ihon lähellä oleva ilma pysyy paikoillaan ihon poimujen ja ihokarvojen vaikutuksesta. Ilma on

myös hyvä lämmön eriste, joten ilman läpi ei siirry lämpöä iholta pois (vesi johtaa lämpöä hyvin iholta pois). Ilmavirta (pumppu, tuuletin) kuljettaa lämpöisen ilman pois ja tilalle tulee viileää ilmaa ja ihosta siirtyy lämpöä tähän viileään ilmaan. Jos ilmaa vaihdetaan jatkuvasti, siirtyy iholta lämpöä jatkuvasti ilmaan.

Pohdi tilanteita, joissa olet kokenut saman ilmiön. Samantapaisen ilmiön voi kohdata esim. tuulisella ilmalla tai polkupyörällä ajaessa. Aina kun ilmaa siirtyy ihon läheltä pois, aistitaan viileyttä.

Lämpömittari

Entä jos vettä on vain vähän ja mittari on kylmä? Lämpöä siirtyy mitattavasta kohteesta lämpömittariin. Kylmä lämpömittari siis viilentää kohdetta ja aiheuttaa virhettä mittaukseen.

Entä jos vesi on kylmää ja mittari kuuma? Lämpöä siirtyy mittarista mitattavaan kohteeseen. Lämmin lämpömittari siis kuumentaa kohdetta ja aiheuttaa virhettä mittaukseen.

Koe 5. Arviointia ja mittaamista

Arvioitavaksi kannattaa ottaa samassa tilassa olevia kappaleita ja eri tilassa olevia kappaleita. Mielenkiintoista on tutkia myös luokkahuoneen ilman lämpötilaa lähellä lattiaa, katon rajassa, ikkunan lähellä, ...

Koe 6. Haihtumisen tutkiminen

Tarkkaile lämpötilaa.

Mitä havaitset?

Lämpömittarin lämpötila laskee voimakkaasti.

Mistä ilmiö johtuu?

Ainetta haihtuu pumpulista. Haihtuminen tarvitsee energiaa. Energia otetaan lämpömittarista. Lämpömittarin lämpötila laskee, koska se luovuttaa lämpöä.

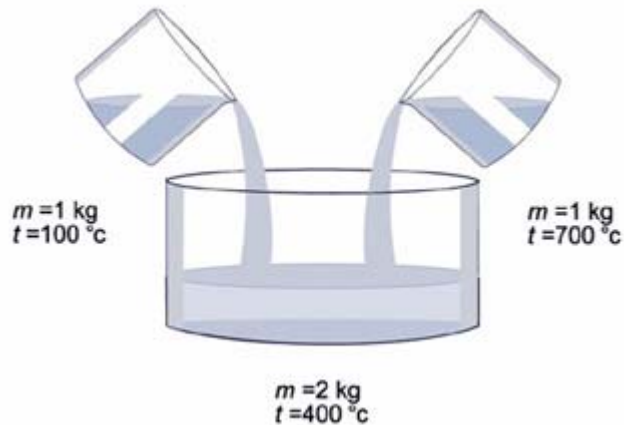
Tehtävien vastauksia

- 1.** Yleensä kynärpää tai kämmenen selkämys on herkkä aistimaan lämpöä.
- 2.** Vesi haihtuu pyyhkeestä. Pyyhe ja limonadi luovuttavat lämpöenergiaa, jotta vesi voisi haihtua.
- 3.** Minkä kohteen lämpötila voisi olla
 - a) 200 astetta: planeetan pinta, esim. Pluto
 - b) 18 astetta: talvella ulkolämpötila, pakastin
 - c) 80 astetta: sauna, uuni
 - d) 180 astetta: keittolevy, uuni
 - e) 2800 astetta: metallisulattamon uuni
- 4.** Ei ole mahdollista, sillä kyseisessä lämpötilassa vesi jäätyy. Järnessä tai lammessa, jään alla vesi on hivenen yli nolla-asteista.

2 LÄMPÖ VARASTOITUU, VA-PAUTUU JA SIIRTYY

Kaikki ilmiöt, joissa kappaleiden lämpötila muuttuu ymmärretään nykyisin sen perusteella, että lämpö on energiaa. Kappale lämpenee, kun siihen siirtyy lämpöenergiaa tai kun jokin muu energialaji muuttuu kappaleessa lämmöksi. Lämpö voi myös muuttua muiksi energialajeiksi, energian kokonaismäärä kuitenkin säilyy.

Lämmön säilyminen



Otetaan kahteen astiaan yhtä paljon, esimerkiksi 1 l, vettä. Toisen lämpötila on $10 \text{ }^\circ\text{C}$, toisen $70 \text{ }^\circ\text{C}$. Kaadetaan vedet yhteen. Saadaan vettä, jonka lämpötila on $40 \text{ }^\circ\text{C}$. Sekoittaessa vesien lämpötilat siis muuttuvat yhtä paljon, toisen nousi toisen laski $30 \text{ }^\circ\text{C}$. Havaitaan, että lämpötilat muuttuvat aina yhtä paljon.

Tehdään sama koe erisuurilla vesimäärillä. Kun kylmempää vettä on 2 l ja lämpimämpää 1 l, loppulämpötilaksi saadaan $30 \text{ }^\circ\text{C}$. Kylmä vesi siis lämpeni $20 \text{ }^\circ\text{C}$, kuuma jäähtyi $40 \text{ }^\circ\text{C}$. Havaitaan, että lämpötilojen muutokset ovat kääntäen verrannolliset vesimääriin.

Nämä kaksi tulosta voidaan tulkita siten, että kokeissa aina tietty määrä lämpöä (lämpöenergiaa) siirtyy kuumasta vedestä kylmään. Lämpötilan muutos ilmaisee kappaleen siirtyvän lämpömäärän. Kun kylmä ja kuuma vesi ovat kosketuksissa, kylmä lämpenee ja kuuma jäähtyy. Lämpöä siirtyy kuumasta kylmään. Mitä enemmän kappaleen lämpötila nousee tai laskee, sitä enemmän lämpöä se saa tai luovuttaa. Jos kylmä kappale on paljon suurempi se lämpenee vain vähän. Sama määrä lämpöä lämmittää suurta kappaletta vähemmän kuin pientä. Suuren kiukaan lämmittäminen vie pidempään kuin pienen kiukaan lämmittäminen. Suureen kivimäärään mahtuu enemmän lämpöä kuin pieneen kivimäärään.

Tehdään vielä kolmas koe. Upotetaan kuparikappale, jonka massa on 200 g ja lämpötila $70 \text{ }^\circ\text{C}$, 200 g:aan vettä, jonka lämpötila on $10 \text{ }^\circ\text{C}$. Veden ja kuparikappaleen yhteiseksi loppulämpötilaksi saadaan $15 \text{ }^\circ\text{C}$. Kuparin lämpötila siis laski $55 \text{ }^\circ\text{C}$ samalla kun veden lämpötila nousi vain $5 \text{ }^\circ\text{C}$. Havaitaan, että eri aineisiin mahtuu eri määrä lämpöä. Tämä tarkoittaa sitä, että samalla lämpöenergian määrällä joidenkin aineiden lämpötila nousee vähemmän ja joidenkin enemmän. Kuparikappale lämpenee paljon nopeammin kuin sama määrä vettä. Sen kyky varastoida lämpöä on pienempi.

Lämmön säilymlaki: Kun kaksi eri lämpötilassa olevaa systeemiä yhdistetään, kylmempi vastaanottaa yhtä suuren lämpömäärän kuin lämpimämpi luovuttaa.

Olomuodon muutokset

Kaikilla aineilla on kolme olomuotoa: kiinteä, neste ja kaasu. Aineen olomuoto riippuu lämpötilasta. Vesi on alle 0 °C lämpötilassa kiinteässä olomuodossa, jäänä), 0 °C - 100 °C lämpötilassa vesi on nesteenä ja yli 100 °C lämpötilassa vesi on läpinäkyvää vesikaasua, vesihöyryä. Olomuotoon vaikuttaa myös paine. Esimerkiksi nestekaasu on huoneen lämpötilassa painesäiliössä (korkea paine) nesteenä. Kun kaasu päästetään säilöstä pois (matala paine), se on kaasuna.

Jo 1700-luvulla todettiin, että aineen sulattamiseen ja höyrystämiseen tarvitaan aina tietty määrä lämpöä, ja että sama määrä lämpöä on poistettava aineesta (kappaletta on jäädytettävä), jotta muutos tapahtuisi vastakkaiseen suuntaan. Sulavan tai kiehuvan aineen lämpötila ei muutu, vaikka sitä lämmitetään, koska tuotu energia kuluu olomuodon muuttamiseen.

Lämmöllä, joka vapautuu, vesihöyryn nesteytyessä ja veden jäätyessä on tärkeä merkitys luonnon lämpötiloissa ja lämmönsäätelyssä. Jäätymisen vapauttama lämpö hidastaa vesien ja maan lämpötilan laskua talven alkaessa. Kasteen ja huurteen muodostuessa vapautuva lämpö suojaa kasveja kylmältä.

Lämmön siirtyminen

Lämpötilaero pyrkii aina tasaantumaan, eli siellä missä on enemmän lämpöenergiaa, siitä siirtyy sinne missä on sitä vähemmän. Se on kaikkien ilmiöiden luonnollinen suunta.

Lämpö siirtyy kolmella eri tavalla :

1. Lämpöä kulkeutuu lämpimän aineen mukana, esimerkiksi ilman tai veden virtauksissa ja eväsrepun termospullossa.

2 . Lämpö johtuu aineessa kappaleen lämpimistä kohdista kylmempiin ja lämpimästä kappaleesta sitä koskettavaan kylmempään kappaleeseen tai kappaletta ympäröivään aineeseen.

3. Kaikki kappaleet lähettävät ja vastaanottavat nk. lämpösäteilyä. Lämmin kappale lähettää sitä enemmän kuin se vastaanottaa kylmästä ympäristöstä.

Lämpöenergia siirtyy aina korkeammasta lämpötilasta matalampaan lämpötilaan.

Kaikki kolme tapaa toimivat rinnan sekä lämmityksessä että jäähtymisessä. Esimerkiksi kaukolämpöjohdoissa lämpö kulkeutuu kuuman veden mukana. Lämpöpatterissa lämpö johtuu vedestä ulkopinnalle ja edelleen ympäröivään ilmaan. Ilman virtaukset kuljettavat ja lämpösäteily siirtää sitä muualle huoneeseen. Eri aineet johtavat lämpöä hyvin eri tavalla. Metallit ovat yleensä hyviä, muovit, puu, lasi, keraamiset aineet ja kaasut huonoja lämmönjohteita. Metalliesine

tuntuu saunassa paljon kuumemmalta, pakkasessa paljon kylmemmältä kuin puu, koska se johtaa lämpöä käteen tai kädestä pois paljon nopeammin.



Saunassa lämpöä siirtyy paikasta toiseen kaikilla kolmella tavalla. Kuuma kiuas säteilee lämpösäteilyä. Kiukaalta kulkeutuu vesihöyryn (löylyn) mukana lämpöä lauteille. Lämpö johtuu pitkin kiukaan metalliosia.

Lämmön johtuminen

Kosketat toisella kädellä pulpetin kantta ja toisella pulpetin jalkaa. Pulpetin jalka tuntuu kylmemmältä, vaikka puisen kannen lämpötila on sama kuin metallisen jalan. Tämä johtuu siitä, että lämpöenergia johtuu nopeammin pois kädestä metallin kuin puun kautta.

Lämpöenergian johtuminen tarkoittaa, että energiaa siirtyy aineessa, vaikka ainetta ei siirry.

Jalkasi ei aisti kivilattian kylmyyttä, jos jalassasi on vaikkapa villasukka. Villa, ilma ja rasva ovat hyviä lämmöneristeitä. Näihin aineisiin perustuu ihmisten ja eläinten lämpimänä pysyminen. Monilla kylmässä elävillä eläimillä on pitkäkarvainen turkki, jonka karvojen välille jää ilmaa.

Saunassa oleva naulankanta tuntuu paljon kuumemmalta kuin laudepuu, koska metalli on hyvä lämmönjohte. Hyvää lämmönjohtokykyä tarvitaan esimerkiksi kattiloissa. Lämmönjohteiksi kutsutaan aineita, joissa lämpöenergia siirtyy helposti. Lämmöneristeiksi kutsutaan aineita, joissa lämpöenergia siirtyy huonosti.

Lämmön säteileminen

Kun loikoilet kauniina kesäpäivänä laiturilla, tunnet auringon lämmön. Kun pilvi tulee auringon eteen, tuntuu viileämmältä, vaikkei ilman lämpötila laskekaan. Pilven mentyä ohi auringon säteily lämmittää taas. Tällaista lämmittävää säteilyä kutsutaan lämpösäteilyksi.

Kun lämpösäteily kohtaa kappaleen, kappale alkaa lämmentä lämpösäteilyn vaikutuksesta. Sanotaan, että kappale imee eli absorboi lämpösäteilyä. Lämpösäteet kulkevat myös avaruudessa, jossa ei ole ainetta. Lämmön siirtymiseen säteilemällä ei siis tarvita väliainetta, kuten johtumiseen.

Lämpösäteilyä kutsutaan myös Infrapunasäteilyksi. Infrapunasäteily on näkyvää valoa pitkäaaltoisempaa sähkömagneettista säteilyä. Sitä lähettää jokainen kappale, jonka lämpötila on yli absoluuttisen nollapisteen ($-273,16\text{ °C}$).

Kappale lähettää sitä enemmän lämpösäteilyä, mitä kuumempi se on. Lämpösäteily voi edetä myös tyhjiössä.

Lämmön kulkeutuminen

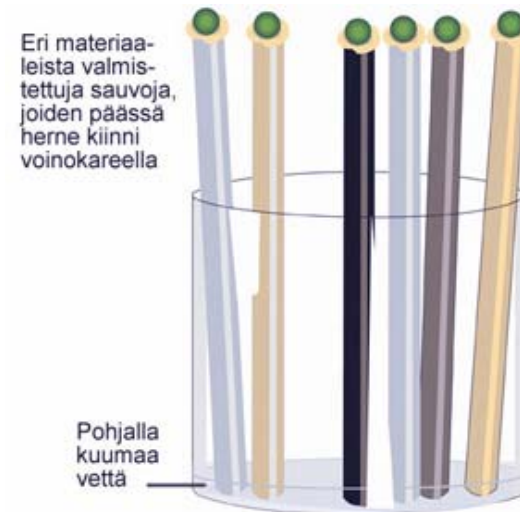
Lämpöä voi kulkeutua lämpimän aineen mukana, esimerkiksi ilman tai veden virtauksissa.

Suomen ilmaston kannalta Golf-virta on olennainen. Se on osa Atlantin kiertoliikettä, jossa lämmintä, suolaista vettä virtaa meren yläosassa pohjoiseen ja vastaava määrä kylmää vettä syvällä kohti etelää. Suomen ilmastoa lämmittävää lämmintä pintavettä tulee mm. Meksikonlahdelta ja Tyyneltämereltä. Virtaus on 100 kertaa Amazonjoen virtausta suurempi ja nostaa lämpötilaa alueellisesti - Suomessa noin 10 astetta.

Suomen ilmastolle on tyypillistä vuodenaikojen ja nopean säävaihtelun ohella yleensä korkeampi lämpötila kuin vastaavilla leveysasteilla muualla. Talvella ilmastoa lauhduttavat lounainen ilmapvirtaus ja Atlantilta saapuvat matalapaineet.

Tutkimuksia lämmön varastoitumisesta ja siirtymisestä

Koe 1. Johtumistutkimus



Välineet:

- vedenkeitin
 - korkea, kiehuva vettä kestävä astia
 - eri aineista valmistettuja yhtä pitkiä sauvoja tai lusiikoita, esimerkiksi teräs, alumiini, kupari, puu, lasi, muovi tai hopealusikka
 - voita tai margariinia
 - kuivattuja herneitä tai pippureita
- Kuumenna vesi vedenkeittimessä.

Aseta korkeaan astiaan pystyyn eri aineista valmistetuja sauvoja. Arvioi mikä materiaaleistasi johtaa parhaiten lämpöä.

Kiinnitä jokaisen sauvan yläpäähän herne tai pippuri pienen voimakareen avulla. Kaada astian pohjalle varovasti muutama cm kuumaa vettä. Tarkkaile, missä järjestyksessä herneet/pippurit putoavat.

Koe 2. Eristystutkimus

Välineet:

- vedenkeitin
- samanlaisia lasipulloja korkkeineen (esim. lääkepulloja)
- tyhjiä maitotölkkejä
- eristysmateriaaleja, kuten superlonia, villaa, pumpulia, vettä, hiekkaa, styroksia, rypistettyä paperia, alumiinifoliota ja teräsvillaa
- lämpömittareita
- suppilo



Leikkaa maitotölkeistä samankokoisia noin 15 cm korkeita purkkeja. Aseta purkkeihin lasiset pullot ja täytä

väliin jäävä tila erilaisilla eristysmateriaaleilla. Jätä yksi pullo eristämättä.

Laita kahteen purkkiin samaa eristettä, mutta toisen pullon ympärille tiukemmin kuin toisen.

Kuumenna vesi vedenkeittimessä. Kaada pulloihin saman verran kuumaa vettä ja sulje korkit tiiviisti. Tee taulukko ja arvioi paras eristejärjestys. (paras olkoon vaikka 1)

materiaali arvio 10 min 20 min 30 min tulos

styroksi 5

vesi 2

hiekkia 1

Mittaa vesien lämpötila sopivin väliajoin (10 minuuttia), ja merkitse lämpötila taulukkoon. Jos lämpömittareita on useita, voit tehdä pullonkorkkeihin reiät mittareita varten. Tiivistä reikä hyvin sinitarralla. Mikä on paras eriste ja mikä huonoin?

Koe 3. Lämpösäteilytutkimus

Välineet :

- tehokas lamppu, esim. piirtoheitin
 - lämpömittareita
 - erivärisiä kankaita, ainakin valkoista ja mustaa
 - sekuntikello
 - kuminauha
 - muita materiaaleja, kuten silkkiä, villaa ja paperia
- 3a. Lampun säteily

Laita käsi hetkeksi tehokkaan lampun eteen.
Mitä havaitset?

Tuleeko lampusta muutakin kuin valoa?

3b. Valkoinen vai musta T-paita?

Laittaisitko kuumalla kesähelteellä mustan vai valkoisen paidan? Tuki ilmiötä ja vastaa sitten kysymyksen.

Peitä kahden lämpömittari päät erivärisillä kangastilkkuilla. Kiinnitä kangas mittariin vaikka kuminauhalla. Aseta mittarit vierekkäin ja suuntaa niihin tehokas valonlähde noin 15 cm:n etäisyydeltä.

Lue mittareiden lämpötilat puolen minuutin väliajoin ja kirjaa tulokset tekemääsi taulukkoon.

.....
aika mustan lämpötila valkoisen lämpötila keltaisen lämpötila punaisen lämpötila

30 s

1 min

1 min 30 s

.....

.....

5 min

.....

Mitä siis pukisit päällesi paahtavassa helteessä?

Tutki myös erilaisia materiaaleja, kuten silkkiä, villaa tai paperia.

Koe 4. Lämmönkulkeutumistutkimuksia

Välineet :

- kynttilä

- lämpömittari

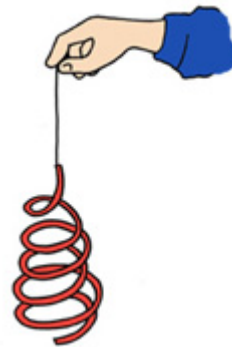
- kaksi pientä lasista limsapulloa

- kylmää ja kuumaa vettä hanasta

- pahvinpala

- väriainetta, esim. elintarvikeväri, vesiväri tai muste

4a. Ilma kuljettaa lämpöä



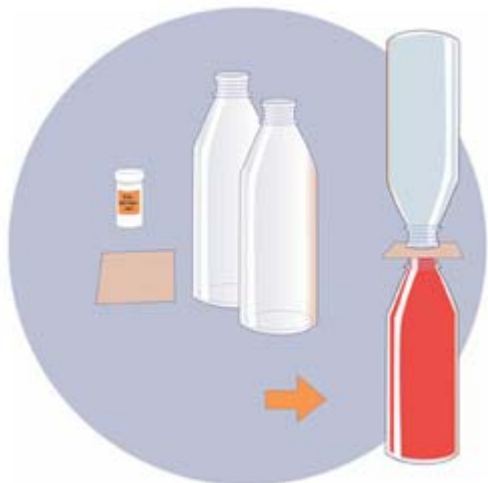
Askartele paperista spiraali ja kiinnitä siihen lanka. Kiinnitä spiraali jonkin lämmönlähteen, esimerkiksi lämpöpatterin yläpuolelle.

Mitä havaitset?

Mikä on syynä ilmiöön?

4b. Vesi kuljettaa lämpöä

Työskentele tiskipöydällä tai suojaa pulpetti hyvin. Täytä toinen pullo ääriään myöden kuumalla värjätyllä vedellä.



Täytä toinen pullo ääriään myöden kylmällä ei värjätyllä vedellä ja laita pullon suulle pala pahvia. Käännä kylmävesipullo varovasti ylösalaisin estämällä pahvin avulla vettä valumasta ulos. Aseta kylmävesipullo kuumavesipullon päälle ja vedä pahvinpala varovasti pois pullojen välistä. Mitä havaitset? Mikä on synnä ilmiöön?

Koe 5. Lämpöenergian säilyminen

Tutki tasapainon muodostumista vesiä sekoitettaessa. Ota samaa nestettä kaksi annosta, joiden määrät ja lämpötilat ovat

Annos 1

a) 100 ml, 20 °C

b) 100 ml, 20 °C

Annos 2

100 ml, 60 °C,

200 ml, 80 °C,

c) mielivaltaiset mitatut määrät ja lämpötilat, ja kaada ne yhteen. Ennusta ensin loppulämpötila ja testaa ennuste tekemällä koe. Mitkä tekijät aiheuttavat virhettä tai epätarkkuutta koetulokseen? Mihin oletuksiin ennusteesi perustuu, ja mitkä tekijät voivat aiheuttaa eroja ennusteen ja koetuloksen välille?



50 ml kuumaa vettä



sekoitus



100 ml kylmää vettä

Lämmön siirtymistä ympärillämme Kuumilla hiilillä kävely

Kuumilla hiilillä kävelyä pidetään ihmisen osoituksena hallita kehoansa, koska hehkuvan hiilen lämpötila on noin 600 – 700 °C . Kyseessä ei kuitenkaan ole magiasta, vaan se perustuu siihen, että hiilestä ei siirry lämpöenergiaa ihoon niin nopeasti, että syntyisi palo-

vamma. Tämä johtuu siitä, että hiilen lämmönjohtokyky on huono. Kävellessä jalka koskettaa hehkuvan hiilen pintaa, joka jäähtyy nopeasti ja uutta lämpöä ei johdu hehkuvan hiilen sisältä jäähtyneeseen pintaan nopeasti. Lisäksi jalan iho koskettaa kerralla hiiltä vain lyhyen ajan.



Pullat uunissa

Kun paistat pullia uunissa, on uunissa olevien pullien, uunipellin ja ilman lämpötila sama. Uunissa oleva ilma ei polta ihoa ja pulliinkin voit jopa koskea, mutta kuuma pelti aiheuttaa välittömästi palovamman. Tämä johtuu siitä, että rauta johtaa lämpöenergiaa 3000 kertaa paremmin kuin ilma. Korkea lämpötila ei siis välttämättä aiheuta palovammoja, vaan kosketuksessa siirtyvän energian määrä ratkaisee palovammojen vakavuuden. Teräksisestä pellistä johtuu uutta lämpöä kosketuskohtaan koko ajan lisää. Käsi ei pysty siis jäähdyttämään peltiä.

Lämpösäteilyä hyödyntäviä laitteita



Uunissa ja leivänpaahtimessa olevat lämpövastukset lähettävät lämpösäteitä, jotka imeytyvät ruokaan ja saavat sen lämpenemään. Torikojuihin ja kotien lasitetuille parvekkeille asetetaan ilmojen viiletessä infrapunalämmittimiä, jotka toimivat samalla periaatteella ja halvan kesämökkisuihkun saat, kun laitot mustan jättesäkin roikkumaan aurinkoiseen paikkaan. Täytä säkki järvisedellä. Illalla pistele säkin pohjaan muutama reikä ja saat lämpimän suihkun.

Tuulet ja merivirrat

Lämmön kulkeutumisessa lämpö virtaa jonkin aineen, nesteen tai kaasun, mukana. Luonnossa lämpö kulkeutuu mm. tuulten ja merivirtojen mukana. Puhutaan lämpimistä etelätuulista ja hyisistä pohjoistuulista. Golfvirta on esimerkki merivirrasta, se on Pohjois- ja Länsi-Euroopan tärkeä lämmönlähde. Ilman sitä olisivat kesämme kylmemmät ja talvemme vieläkin nykyistä kylmempiä.

Asuntojen lämmittäminen

Lämpöpatterit ovat pääasiassa sähköpattereita tai vesikiertopattereita. Molemmat säteilevät lämpöä huoneilmaan. Sähköpattereissa olevat sähkövastukset johtavat lämmön koko patteriin, joka puolestaan lämmittää ilmaa. Vesikiertopattereihin lämpö kulkeutuu veden avulla pannuhuoneesta tai kaukolämpönä. Lämmin vesi johtaa lämmön koko patteriin, joka puolestaan lämmittää ilmaa.

Lattialämmityksessä pinnoituksen alla oleva aine, esimerkiksi betoni, pyritään lämmittämään joko kuuman veden, ilman tai sähkövastuksien avulla. Lämpö säteilee lattiasta huoneilmaan ja johtuu jalkapohjan kautta ihoon. Kattolämmityksessä katossa olevat sähkövastukset säteilevät lämpöä huonekaluihin, esineisiin ja huoneilmaan. Tulisijoista lämpö säteilee suoraan huoneilmaan tulesta sekä tulen lämmittäneestä kivimassasta.

Tulipalo voi levitä nopeasti

Pienestä kynttilänliekistä tai televisiosta alkanut palo voi kehittyä ja levitä nopeasti, jos olosuhteet ovat suotuisat. Syttymislähteen lähistöllä sijaitsevat tekstiilit ja kalusteet voimistavat paloa. Lämmin ilma kohoaa ylös. Pienessä huoneessa katonrajan lämpötila nousee hetkessä 600-asteiseksi, jolloin palo leviää myös kauempana oleviin kohteisiin. Palon etenemiseen vaikuttaa se, pääseekö palo voimistumaan. Jos palo siirtyy esimerkiksi kynttilästä verhoon, olosuhteet voivat kehittyä kestävämmiksi 2–5 minuutissa. Reagointiaika palon mahdolliseen sammuttamiseen, pelastamiseen

ja paikalta poistumiseen on yhdestä kahteen minuuttia.

Tehtävät

1. Millaisista materiaaleista talon ulkoseinät kannattaisi rakentaa? Olisiko esimerkiksi teräsvilla hyvä eriste?
2. Mitä eroa on luokassa olevien puupintojen ja metalliesineiden lämpötiloilla?
3. Miksi linnut pörhistelevät höyheniään talvipakkasilalla?
4. Mistä kaikista kodinlaitteista voit saada säteilylämpöä?
5. Kokeile kylmällä säällä kotona. Ota pieni liuska WC-paperia. Raota ikkunaa hiukan ja riiputa paperia ikkunan raossa. Mihin suuntaan ja missä kohtaa avonaisesta ikkunasta ilma virtaa. Miten selität havaintosi ja sen, että lämpöenergia siirtyy korkeammasta lämpötilasta matalampaan?
6. Miten kotiasi lämmitetään? Pysyykö kotisi lämpimänä lämmön säteilyn, johtumisen vai kulkeutumisen avulla?
7. Miksi vuolukivi on parempi materiaali takan tai leivinuunin rakentamiseen kuin tavallinen kivi tai tiili?

VASTAUKSIA

Koe 1. Johtumistutkimus

Herne tai pippuri putoaa esineestä, joka johtaa parhaiten lämpöä (lämpöenergiaa). Jos esineet ovat likimain samanpaksuisia ja pituisia, vaikuttaa johtumiseen aine. Metallit johtavat parhaiten lämpöä. lasi, puu ja muovi ovat eristeitä eivätkä johda hyvin lämpöä. Metalleista parhaiten lämpöä johtaa hopea, sitten kupari, teräs ja alumiini.

Koe 2. Eristystutkimus

Ilma on paras lämmöneriste (tyhjiö vielä parempi). Sen tähden paras eristävyys saadaan, kun ilma saadaan pysymään hyvin paikallaan eristettävän kohteen lähellä ja kohteen lähellä ei ole materiaalia, joka joltaisi lämpöä pois. Paras eristetulos saadaan todennäköisesti pumpulilla tai styrox-rouheella.

Koe 3. Lämpösäteilytutkimus

3a. Lampun säteily

Laita käsi hetkeksi tehokkaan lampun eteen.

Mitä havaitset?

Kättä alkaa lämmittää.

Tuleeko lampusta muutakin kuin valoa?

Lampusta tulee myös lämpösäteitä, jotka imeytyvät käteen, käsi lämpenee.

3b. Valkoinen vai musta T-paita?

Tumma pinta imee paremmin lämpösäteitä kuin vaalea ja siksi tummapintainen kappale lämpenee nopeammin kuin vaaleapintainen kappale.

Mitä siis pukisit päällesi paahtavassa helteessä?

Helteessä kannattaa pukea päälle vaaleat vaatteet.

Koe 4. Lämmönkulkeutumistutkimuksia

4a. Ilma kuljettaa lämpöä

Mitä havaitset?

Spiraali alkaa pyöriä.

Mikä on syynä ilmiöön?

Lämmin ilma siirtyy lämmönlähteestä ylöspäin. Samalla virtaava ilma saa spiraalin pyörimään.

4b. Vesi kuljettaa lämpöä

Mitä havaitset?

Punainen lämmin vesi alkaa kohota ylöspäin. Tämä on yleinen ilmiö. Lämmin ilma tai vesi kohoaa ylöspäin (vedellä poikkeavaa käytöstä + 4 C:een kohdalla).

Mikä on syynä ilmiöön?

Ilmiö johtuu siitä, että lämmin ilma tai vesi on harvempaa kuin kylmä ilma tai vesi. Lämpimämpi aine ikään kuin kelluu tiheämmän aineen päällä.

TEHTÄVIEN VASTAUKSET

1. Ulkoseinien materiaalin on hyvä estää kosteuden (sateet) kulkeutuminen talon runkoon ja sisälle. Lisäksi ulkoseinä estää lämmön siirtymistä talon sisältä ulospäin. Ulkoseinä estää myös kylmän ilman virtaamisen eristeisiin.
2. Molempien lämpötila on sama.
3. Pörrhistämällä höyheniä, niiden väliin saadaan enemmän lämmön siirtymistä estävää ilmaa.
4. Säteilylämpöä voi saada esimerkiksi leivänpaahtimesta, hehkulampusta, sähkökiukaasta, liedestä, grillistä, uunista, silitysraudasta.
5. Ikkunan yläreunasta siirtyy lämmintä ilmaa ulos ja alareunasta kylmää sisälle.
7. Vuolukivi varastoi enemmän lämpöä ja se luovuttaa lämmön hitaammin kuin muut kivilaadut.

3 LÄMPÖLAAJENEMINEN

Lämpölaajeneminen

Kun laitat lämpömittarin kuumaan veteen, mittarin nestepatsas nousee. Näyttää siltä, että lämpömittariin tulisi lisää nestettä, vaikka se on suljettu. Tämä perustuu siihen, että aine laajenee lämmitessään. Kun laitat lämpömittarin kylmään, nestepatsas laskee, -mittarissa oleva neste kutistuu. Sama määrä ainetta vie suuremman tilavuuden korkeassa lämpötilassa kuin matalassa lämpötilassa. Myös kiinteät aineet laajenevat lämpötilan noustessa. Samaa ainetta olevat kappaleet pitenevät lämmitessään suhteellisesti yhtä paljon. Lämpölaajeneminen otetaan huomioon esimerkiksi siltoja rakennettaessa. Sillan toinen pää lepää rullien päällä, jotka mahdollistavat sillan venymisen kesällä ja supistumisen talvella.

Jokaiselle kiinteällä aineella on ns. *pituuden lämpötilakerroin*, joka ilmoittaa kuinka paljon metrin mittaisen kappaleen pituus muuttuu, kun lämpötila muuttuu yhdellä asteella.

Aine Pituuden lämpötilakerroin

Alumiini 0,000 023
Hopea 0,000 019
Kupari 0,000 017
Rauta 0,000 012
Betoni 0,000 012

Hiili 0,000 009
Lasi 0,000 008
Tiili 0,000 008
Puu 0,000 005 - 0,000 030

Metrin mittaisen alumiinitangon pituus kasvaa yhden asteen lämpötilan nousun seurauksena 0,000 023 metriä, eli 0,0023 cm, eli 0,023 mm. Muutos on varsin vähäinen, mutta jos lämpötila nouseekin sadalla asteella, kasvaa alumiinitanko $100 * 0,023 \text{ mm} = 2,3 \text{ mm}$, jonka jo huomaa silmämääräisesti. 10 metrin tanko kasvaa siis vastaavasti 2,3 cm.

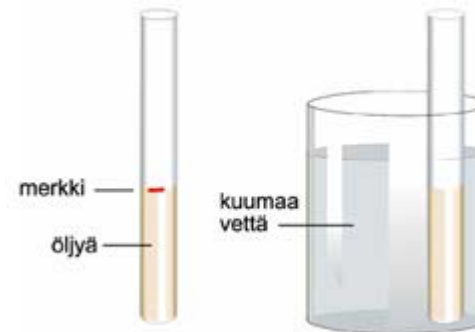
Kiinteiden kappaleiden ja nesteiden tilavuuksia voidaan muuttaa lämmittämällä, mutta vain hyvin vähän. Sen sijaan kaasut, jotka paljon harvempaa ainetta, pyrkivät itsestään laajenemaan. Ne pysyvät koossa vain umpinaisessa säiliössä.

Tutkimuksia: Lämpö laajentaa -kylmä kutistaa

Välineet

- ohut putki, esimerkiksi kardemummaputkilo
- kuumaa vettä kestävä astia
- kylmää ruokaöljyä
- vettä
- vedenkeitin
- spriitussi
- pakastin tai jäämurskaa
- tyhjä 1,5 litran limupullo
- ilmapallo

Koe 1. Nesteen laajeneminen



Kuumenna vesi vedenkeittimessä ja kaada se astiaan. Laita ohueen putkeen noin 5 cm kylmää ruokaöljyä ja merkitse öljyn yläreuna tussilla. Laita putki kuumaan veteen ja pidä sitä siellä.

Mitä havaitset? Mistä ilmiö johtuu?

Koe 2. Kaasun laajeneminen

Laita tyhjä 1,5 litran virvoitusjuomapullo ilman korkkia muutamaksi minuutiksi pakastimeen tai jäämurskan sekaan. Kun pullo on jäähtynyt, pingota sen suulle nopeasti ilmapallo. Valuta hanasta kuuma vettä pullon päälle. Mitä havaitset? Mistä ilmiö johtuu?

Laita pullo ilmapalloineen takaisin kylmään.
Mitä havaitset?

Koe 3. Paukutteleva pullo



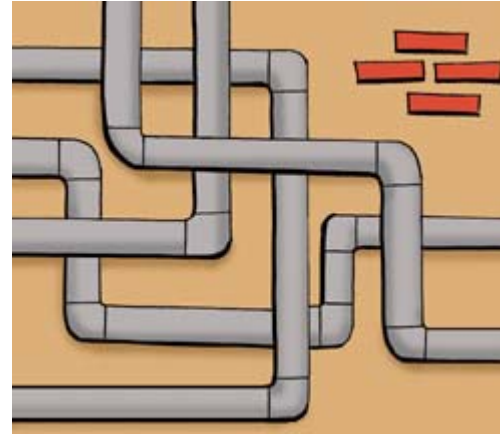
Välineet:

- lasinen virvoitusjuomapullo
- kahden tai yhden euron kolikko
- pakastin

Laita pullo pakastimeen muutamaksi minuutiksi. Ota pullo pakastimesta pöydälle, kostuta sen suu ja aseta kolikko välittömästi sen suulle ikään kuin tulpaksi. Lämmitä pulloa käsillä puristaen. Mitä havaitset? Mistä ilmiö johtuu?

Lämpölaajenemista ympärillämme Mutkat putkissa

Pitkien putkistojen lämpötilan muutoksesta johtuva lämpölaajeneminen on ratkaistu tekemällä putkistoihin kuvan mukaisia mutkia, jolloin putkisto antaa periksi laajenemiselle.



Junan pyörä

Veturin pyörän kiinnittämisessä akseliin käytetään hyväksi lämpölaajenemista. Samassa lämpötilassa akseli on noin prosentin verran suurempi kuin pyörässä oleva reikä. Kun pyörä lämmitetään 240 asteiseksi se laajenee samoin reikä pyörässä myös laajenee. Tällöin akseli sijoitetaan pyörään ja annetaan jäähtyä. Siinä on ja pysyy, koska pyörän jälleen jäähtyessä reikä pienenenee.

Juuttunut korkki

Kiinni juuttuneen lasipurkin metallikanne saa helposti auki, kun lämmittää kantta kuumalla vedellä. Purkin kansi laajenee ja kansi aukeaa helposti.

Veden lämpölaajeneminen

Yleensä aine laajenee lämmitessään, mutta poikkeuksiakin on. Erityisesti 0-asteinen vesi supistuu lämmitessään 4 °C:een asti ja alkaa vasta tämän jälkeen laajeta. Neliasteinen vesi on siten tiheintä ja raskainta. Tällä on tärkeä merkitys luonnossa. Syksyllä järvien vedet alkavat jäähtyä pinnalta. Kylmempi vesi on tiheämpää ja painuu pohjaan. Mutta 4 °C:ssa tämä pystykierto lakkaa, koska vesi alkaakin kevetä jäähtyessään. Näin järvet pääsevät jäätymään vain pinnalta ja veden elämä voi jatkua yli talven. Järvien syvänteissä vesi on pysyvästi neliasteista.

Tehtäviä

1. Jos lasipurkin metallinen kansi ei aukea millään, valuta kannen päälle hetken aikaa kuuma vettä, niin se aukeaa helposti. Mistä ilmiö johtuu?
2. Miksi voimalinjojen johdot roikkuvat enemmän kesäisin kuin talvisin?
3. Tutki miten saunan lämpömittari toimii.

VASTAUKSIA

Koe 1. Nesteen laajeneminen

Mitä havaitset?
Öljyn pinta nousee.

Mistä ilmiö johtuu?
Öljy laajenee, kun se lämpenee. Ainut suunta, johon se voi laajentua on ylöspäin.

Koe 2. Kaasun laajeneminen

Mitä havaitset?
Ilmapallo pullistuu.

Mistä ilmiö johtuu?
Ilma laajenee kun, se lämpenee.
Laita pullo ilmapalloineen takaisin kylmään.

Mitä havaitset?
Ilmapallo palaa entiselleen, koska ilma tiivistyy

Koe 3. Paukutteleva pullo

Mitä havaitset?
Kolikko kohoilee ja laskee.

Mistä ilmiö johtuu?
Ilma laajenee pullossa. Laajentunut ilma pääsee pois, kun kolikko nousee. Tämän jälkeen jäljelle jäänyt ilma laajenee, jne..

TEHTÄVIEN VASTAUKSET

1. Kiinni juuttuneen lasipurkin metallikanne saa helposti auki, kun lämmittää kantta kuumalla vedellä. Purkin kansi laajenee ja kansi aukeaa helposti.
2. Kesällä johdot lämpenevät. Kiinteät kappaleet laajenevat/venyvät, kun ne lämpenevät.
3. Saunan lämpömittarissa on kahdesta eri aineesta valmistettu liuska, esim. rauta ja messinki. Messinki laajenee enemmän kuin rauta. Näistä metalleista valmistettu kaksois metalliliuska taipuu lämmitettäessä ja sitä voidaan käyttää lämpötilan mittaamiseen.

4 ENERGIA VARASTOITUU, SIIRTYY JA SÄILYY

Energian säilyminen

Energia liittyy kaikkiin luonnonilmiöihin ja ilmiöiden hyväksi käyttöön. Energia tai oikeastaan energiavarat ovat julkisen keskustelun yleisin fysiikan käsite. Kaikki tuotanto ja koko maailman talous riippuvat energiasta. Energian riittävyys on ihmiskunnan elinkysymys. Luonnonilmiöissä energiaa varastoituu, siirtyy tai muuntuu lajista toiseen. Energiaa kulkeutuu kappaleiden ja aineen mukana niiden liikkeessa, aaltoliike ja säteily kuljettavat energiaa ja lämpöenergia siirtyy johtumalla siihen suuntaan, missä on kylmempää. Energian kokonaismäärä kuitenkin säilyy muuttumattomana kaikissa ilmiöissä. Energiaa ei synny eikä häviä. Tämä on kaikkia luonnon ilmiöitä koskeva energian säilymlaki.



Energian säilymlaki: Energiaa ei synny eikä häviä

Energialajit luokitellaan sidottuihin ja vapaisiin. Vapaa energia voidaan valjastaa käyttämään ihmiselle hyödyllisiä prosesseja. Vapaita energioita ovat mm. liike-, säteily- ja lämpöenergia. Sidottu energia on ikään kuin varastossa, josta se on vapautettava ennen kuin sitä voidaan käyttää hyväksi. Esimerkiksi ruokaan on sitoutunut kemiallista energiaa joka voidaan ruuansulatuksen ja siihen liittyvien monimutkaisten prosessien avulla muuttaa ihmisessä lämmöksi ja liike-energiaksi. Maasta tietylle korkeudelle nostetulla kivellä on asema- eli potentiaalienergiaa. Kun kivistä päästää irti kiven nopeus alkaa kasvaa.

Energialajien muuntumista toiseksi eri ilmiöissä havainnollistetaan energiakaaviolla. Kaaviossa on kaksi lohkoa, jotka esittävät energian eri lajien määriä tarkasteltavan ilmiön alku- ja lopputilanteessa. Vasen lohko vastaa alkutilaa, oikea lopputilaa. Kutakin energialajia esittää ruutu, jonka korkeus kuvaa energian määrää. Prosesseja, jotka muuntavat energiaa lajista toiseksi esitetään nuolen kärjellä. Energian säilyminen ilmenee siten, että lohkot kokonaisuudessaan ovat yhtä korkeat.

Osa auringon säteilyenergiasta muuntuu vihreiden kasvien fotosynteesissä kemialliseksi energiaksi. Samalla sitä absorboituu kasveihin lämmöksi



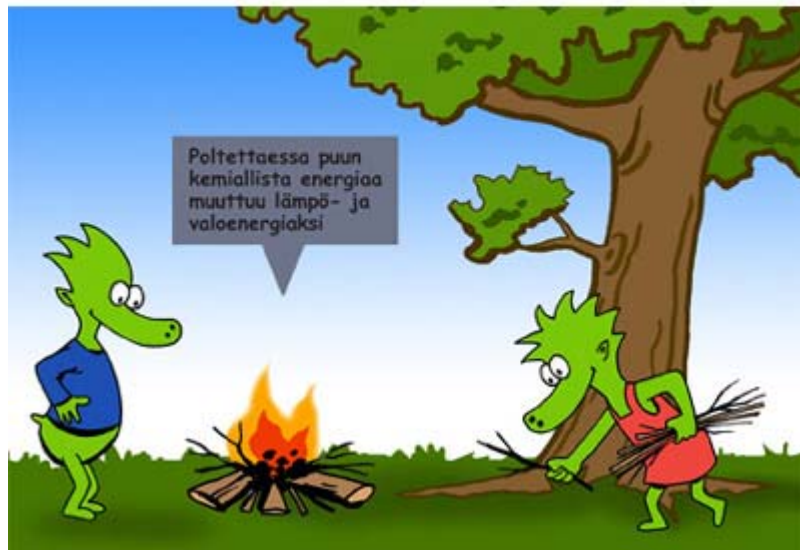
Yhteyttämisessä auringon säteilyenergiaa sitoutuu kemialliseksi energiaksi

Erilaisissa palamisprosesseissa kemiallinen energia muuntuu lämpöenergiaksi, joka lopulta säteilee lämpösäteilynä takaisin avaruuteen.

puun
kemiaalista
energiaa

palaminen

▶ lämpöenergia
▶ valoenergia



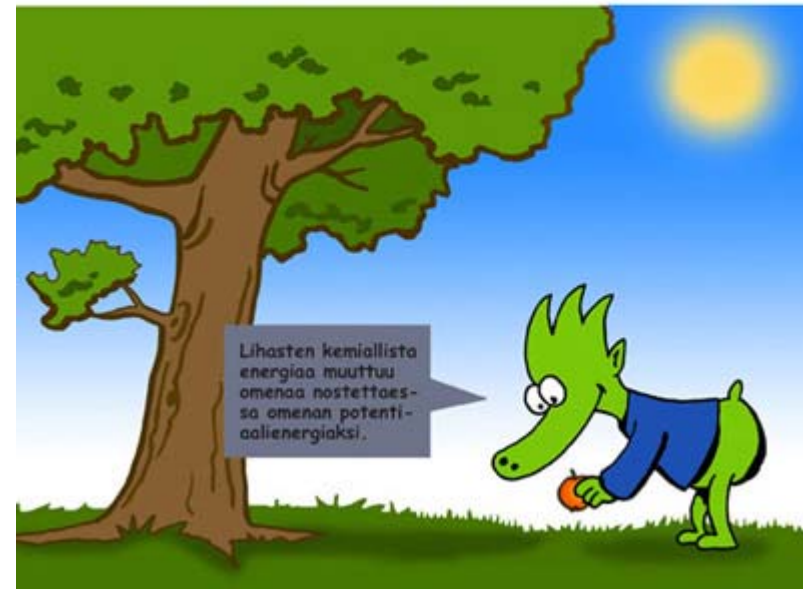
Puun kemiallista energiaa vapautuu puuta poltettaessa. Syntyy valoa ja lämpöenergiaa.

Kun omena nostetaan maasta, osa lihasten kemiallisesta energiasta muuntuu omenan potentiaalienergiaksi. Potentiaalienergia tarkoittaa, että kappaleella on maan pintaan nähden energiaa ja kappale voi esimerkiksi pudota. Energiakaavion alkulohkoon merkitään lihasten kemiallinen energia ja loppulohkoon laukun potentiaalienergia. Nuolen kärkeen merkitään nosto tai nostotyö kuvaamaan ilmiötä. Työ on siis energian siirtoa.

lihasten
kemiaalista
energiaa

nosto

omenan
potentiaali-
energia



Omenaa nostettaessa lihaksissa olevaa kemiallista energiaa muuttuu omenan potentiaalienergiaksi.

Kappaletta työnnettäessä tai vedettäessä kosketusvuorovaikutus siirtää energiaa työntäjästä tai vetäjästä kappaleeseen. Kappaleeseen vaikuttavan voiman tekemä työ ilmaisee siirtyvän energian.

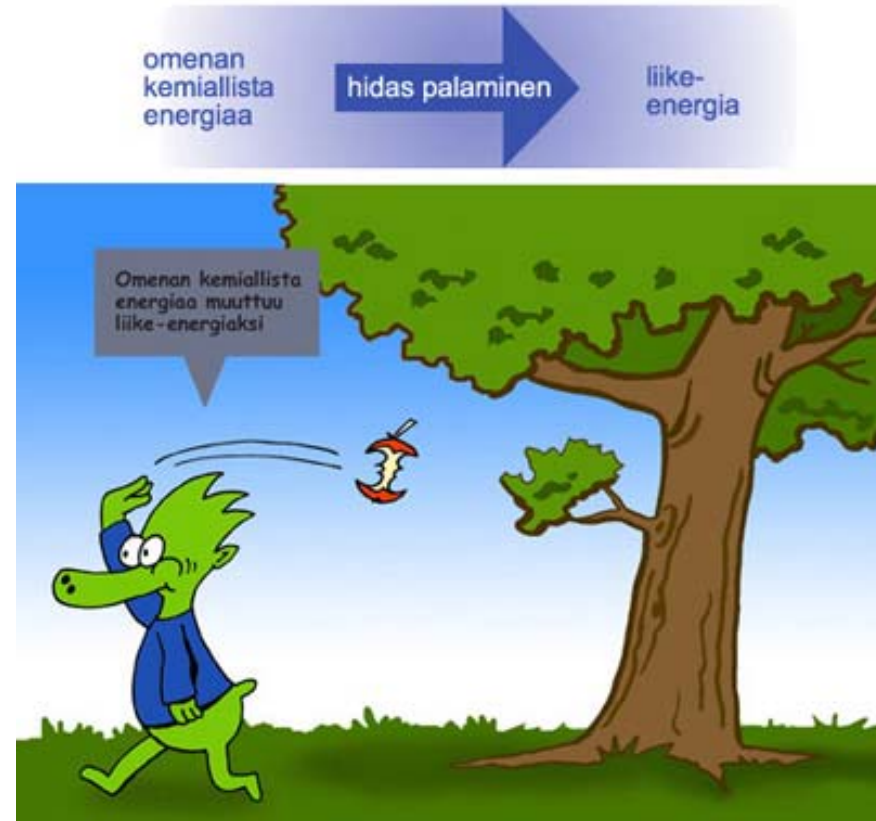
Liike-energia

Kun potkit potkulaudalle lisää vauhtia, lihasten kemiallista energiaa siirtyy sinun ja laudan liike-energiaksi. laudan liikkuaessa erilaiset vastusvoimat pyrkivät hidastamaan liikettä. Liike-energiaa kuluu koko ajan ilmanvastuksen ja tien renkain kohdistamien voimien voittamiseen. Tie ja ilma lämpenevät näissä prosesseissa, vaikka käytännössä lämpenemistä ei huomaa. Jotta haluttu nopeus säilyisi on maan pintaa potkittava jatkuvasti.



Jos laudan kyytiin mahtuisi kaksi henkilöä, olisi saman nopeuden aikaansaamiseen käytettävä lihasten kemiallista energiaa huomattavasti enemmän. Mitä suuremman nopeuden laudalla haluaa sitä enemmän lihasten kemiallista energiaa joutuu käyttämään.

Liikkuvalla kappaleella on liike-energiaa, jonka suuruus riippuu kappaleen massasta ja nopeudesta.



Ihminen saa liikkumiseen tarvittavan energian ravinnosta. Liikkeelle lähdettäessä esimerkiksi omenan kemiallista energiaa muuttuu liike-energiaksi.

Potentiaalienergia

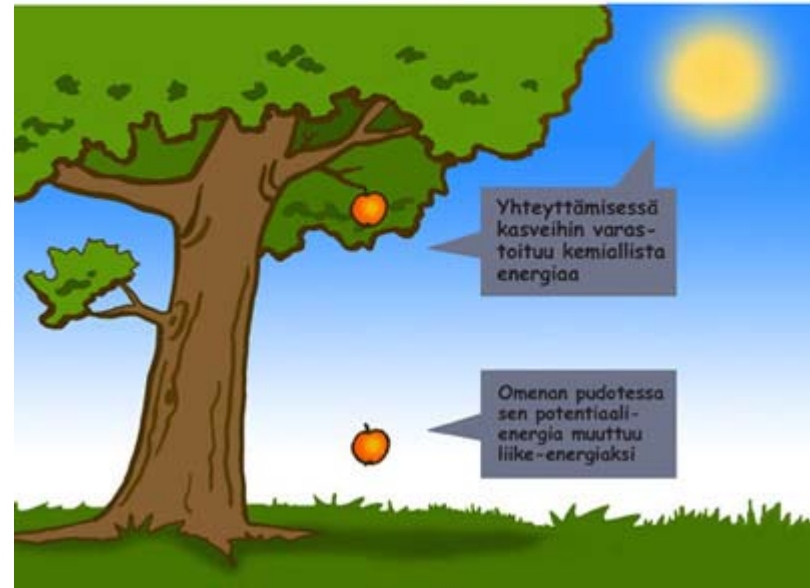
Laskuvarjohyppääjä viedään lentokoneella ylös, jotta hyppääjä voisi hypätä alas. Ylösmeneminen edellyttää, että lentokoneen bensiiniin sitoutunutta kemiallista

energiaa vapautetaan koneen moottoreissa ja saadaan kone nousemaan. Osa tästä kemiallisesta energiasta on siis siirtynyt laskuvarjohyppääjän potentiaalienergiaksi. Mitä korkeammalle hyppääjä viedään tai mitä suurempi on hyppääjän massa, sitä enemmän kemiallista energiaa tarvitaan. Kun hyppy alkaa, potentiaalienergia muuttuu liike-energiaksi.



Hyppääjä saavuttaa nopeasti tietyn rajanopeuden, koska ilmanvastus kasvaa nopeuden kasvaessa. Ilmanvastus aiheutuu siitä, että hyppääjä hankautuu jatkuvasti ilman rakenneosasiin. Tämä hankaus saa ilman lämpenemään samalla tavalla kuin käsiä yhteen hangattaessa kädet lämpenevät. Potentiaalienergiaa muuttuu siis ilman lämpöenergiaksi. Lämpenemine on niin vähäistä, että sitä ei pysty havaitsemaan.

Potentiaalienergia on myöhempää käyttöä varten varastoitua energiaa, jonka suuruus riippuu kappaleen massasta ja asemasta (korkeudesta).



Omenan pudotessa sen potentiaalienergiaa muuttuu liike-energiaksi.

Kemiallinen energia

Kun nostat palloa, lihaksesi tekevät työtä. Tarvitsemansa energian lihakset saavat ravinnosta. Ravintoon varastoitunutta energiaa kutsutaan kemialliseksi energiaksi, jonka ihmisen elimistö muuttaa ihmisen tarvitsemiksi energiaa kuluttaviksi toiminnoiksi, kuten hengittämiseksi, liikkumiseksi ja nostamiseksi. Käytännössä puhutaan lihaksiin varastoituneesta energiasta.

Yhteyttämisessä kasveihin sitoutuu auringon säteilyenergiaa. Sanotaan, että kasvit varastoivat säteilyenergiaa. Yhteyttämisreaktiossa ilman hiilidioksidi ja kasvin maasta ottama vesi reagoivat siten, että syntyy sokerimolekyylejä. Säteilyenergia on siis varastoitunut kasvin rakenneosissa oleviin kemiallisiin yhdisteisiin. Kun kasvi, esimerkiksi puu poltetaan, vapautuu kemiallisiin yhdisteisiin sitoutunut energia. Puuta poltettaessa syntyy jälleen hiilidioksidia ja vettä.

Kemiallinen energia on kemiallisiin yhdisteisiin sitoutunutta tai varastoitunutta energiaa. Yhdisteitä on mm. kasveissa, lihaksissa öljyssä, kivihiilessä ja paristoissa.

Tutkimuksia liike- ja potentiaalienergiasta sekä kemiallisesta ja lämpöenergiasta

Koe 1. Marmorikuulien liike-energia

Välineet

- isoja ja pieniä marmorikuulia
- puupala tai tyhjä tulitikkulaatikko

Seuraavia kokeita varten pyöritä paperista putki, jonka avulla sinun helppo suunnata kuula oikeaan osoitukseen. Suuntaa putki ja aseta kuula putkeen vierimään. Nopeutta saat säädelyä vaihtelemalla putken kaltevuutta eli korkeutta, jolta kuula lähtee liikkeelle.

Aseta puupala lattialle. Vieritä marmorikuula hiljaa kohti puupalaa.

Mitä havaitset? Kokeile eri nopeuksilla.

Mistä ilmiö johtuu?

Ota raskaampi kuula, ja toista edelliset kokeet.

Mitä havaitset?

Mistä ilmiö johtuu?

Koe 2. Marmorikuulien potentiaalienergia

Välineet

- marmorikuulia
- marmorikuulan kokoisia puuhelmiä tai paperipalloja
- vettä astiassa

Pudota marmorikuula eri korkeuksilta veteen.

Mitä havaitset?

Mistä ilmiö johtuu? Pudota marmorikuula ja puuhelmi samalta korkeudelta veteen.

Mitä havaitset?

Mistä ilmiö johtuu?

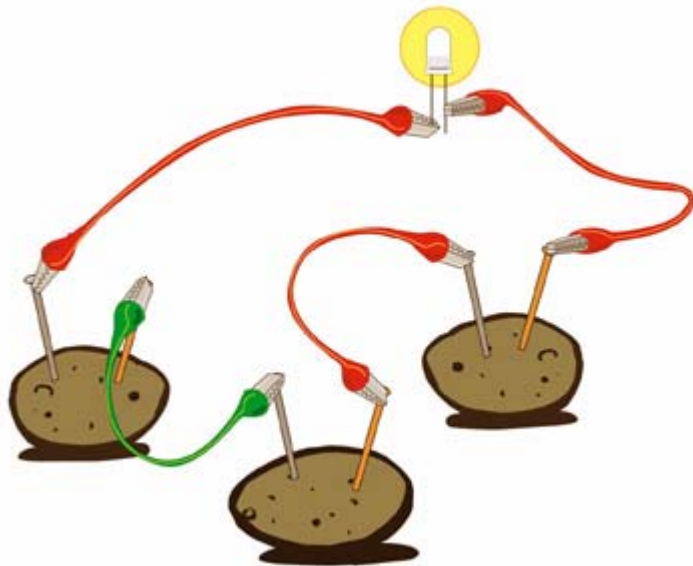
Koe 3. Perunaparisto

Välineet

- 3 -5 raakaa perunaa
- sinkkinauloja
- kuparinauloja
- johtimia hauenleukoineen (klemmari tai teippikin käy kiinnitykseen)
- pienijännitteiden LED (1,7 -1,9 V)



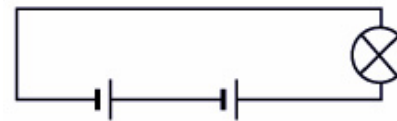
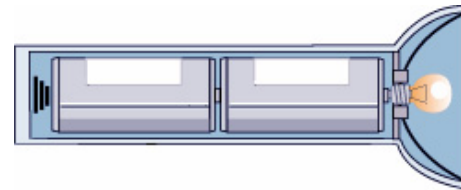
Työnnä sinkki- ja kuparinaulat kolmeen perunaan kuvan mukaisesti. Kytke johtimella keskimmäisen perunan kuparinaula sinkkinaulaan ja sinkkinaula kuparinaulaan. Yhdistä reunimmaisten perunoiden naulat ledin jalkoihin. Jos led ei pala, vaihda lediin tulevat johtimet keskenään. Jos led ei vielääkään pala, lisää kytkentään neljäs peruna. Mitä tapahtuu? Miksi?



Koe 4. Liikkeestä lämpöä

Hiero käsiäsi yhteen. Taputa käsiäsi yhteen. Mihin muotoon lihastesi kemiallinen energia muuttuu? Nouse tuolille seisomaan. Mihin muotoon lihastesi kemiallinen energia nyt muuttuu? Nouse tuolille ja hyppää lattialle nopeasti 20 kertaa peräkkäin. Mihin muotoon lihastesi kemiallinen energia nyt muuttuu?

Energian säilyminen ympäristön ilmiöissä Sähkövirralla siirretään energiaa



Lähes kaikki kotona, kouluissa ja elinkeinoelämässä tarvittava energia saadaan sähkövirran välityksellä. Sähkövirralla voidaan siirtää energiaa pitkienkin matkojen päähän ilman suurta energianhukkaa. Siksi on mahdollista sijoittaa turvallisuussyistä suuret hiili- ja ydinvoimalaitokset kauaksi asutuskeskuksista ja siirtää energia sähkövirran avulla voimalaitoksista energian kuluttajille.

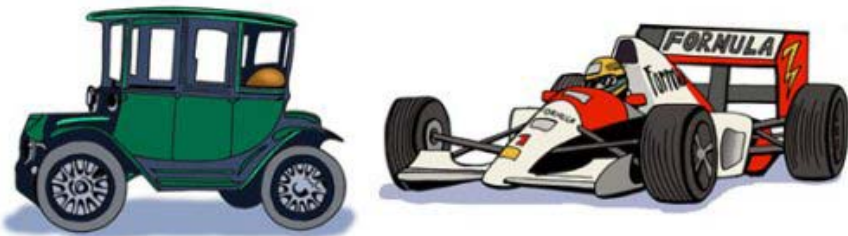
Sähköllä siirretään energiaa myös pienessä mittakaavassa. Paristo ja siihen kytketty lamppu muodostavat taskulampussa yksinkertaisen virtapiirin. Hehkulamppu tuottaa hehkuessaan lämpöä 93 % ja valoa 7 %. Energia on peräisin paristossa tapahtuvista kemiallisista reaktioista.

Pariston ja lampun muodostamasta suljetusta virtapiiristä piirretään energiakaavio seuraavan kolmivaiheisen ohjeen mukaisesti.

1. Paristo syöttää virtapiiriin energiaa. Energia on peräisin paristossa tapahtuvista kemiallisista reaktioista.
2. Lamppu tuottaa hehkuessaan valoa ja lämpöä.
3. Energiakaavioon merkitään nuoli osoittamaan, että energiaa siirtyy sähkövirran välityksellä.

Auton liike-energiaa

Vanhanmallinen auto saattaa olla massaltaan yhtä suuri kuin formula-auto. Formula-autolla on kuitenkin huomattavasti suurempi liike-energia, koska sen nopeus on suurempi.



Vesivoimala

Vesivoimalassa sähköntuotanto perustuu veden potentiaalienergiaan. Mitä korkeammalta vesi putoaa, sitä enemmän sillä on turbiiniin osuessa liike-energiaa. Virratessaan vesi pyörittää turbiinia ja turbiini puolestaan generaattoria. Generaattori synnyttää sähkövirtaa.



Tuulivoimala



Tuulivoimalassa sähkötuotanto perustuu tuulen liike-energiaan.

Sähkön tuottaminen lämmön avulla

Polttoaineita, kuten hiiltä, turvetta, öljyä, kaasua jne. polttamalla kuumennetaan vettä, joka höyrystyy. Liikkuva höyry saa turbiinin ja edelleen generaattorin pyörimään ja tuottamaan sähköä.

Ydinvoima toimii pääosin samalla tavalla. Ydinpolttainetta eli uraania ei polteta, vaan uraaniatomeja törmäytellään, jolloin ne halkeavat. Atomiytimen halkeamisessa vapautuu paljon lämpöä, jolla vesi kuumennetaan höyryksi.

Meteori hankautuu ilmaa vasten

Hankaus kuumentaa kappaleita. Syöksyessään Maan ilmakehään meteori menettää liike-energiaa, koska se hankautuu ilmakehän yläkerrokseen niin voimakkaasti, että se alkaa lämmetä ja hehkua. Hehkuvan kiven lähettämä valo nähdään tähdenlentonä.

Energian määrä ja kulutus

Energian yksikkö on joule (1 J). Joule on varsin pieni määrä, joten usein käytetään yksikkönä kilojoule (kJ) eli 1000 joulea.

Ravintoaineissa oleviin kemiallisiin yhdisteisiin on varastoitunut kemiallista energiaa. Seuraavassa ravintoannoksia, joiden energiasisältö on 400 kilojoulea (400 kJ).

- 1 kuppi kahvia kermalla ja sokerilla
- 2 ruokalusikallista sokeria
- 1 paistettu muna
- 1 iso lasi maitoa
- 35 grammaa juustoa
- 1 iso lasi kokista
- 1 suklaapatukka
- 50 grammaa pihviä
- 6 perunalastua
- 5 ranskanperunaa
- 1 jäätelöpuikko

Vastaavasti ihminen kuluttaa energiaa puolessa tunnissa seuraavasti:

rauhallinen hiihto 1400 kJ

jalkapallo 1100 kJ

rivakka soutu 1500 kJ
pyöräily 1100 kJ
uinti (krooli) 1700 kJ
hölkkä 1400 kJ
kävely 600 kJ



Energiäkäsitteen historiaa

Energian käsite on fysiikassa usean vuosisadan kehityksen tulos. Galilei tutki 1500-luvulla kappaleiden liikettä. Hän sai tuloksia, jotka vastaavat mekaanisen energian säilymislakia. Sen mukaan kappaleella on liike-energiaa ja potentiaalienergiaa, jotka muuttuvat toisikseen kappaleen liikkuessa painovoiman alaisena. Lämpö on energian toinen historiallinen lähtökohta. Englantilainen Brook Taylor tutki 1700-luvun alussa lämpötilan muuttumista, kun erilämpöisiä nesteitä sekoitetaan. Skotlantilainen Joseph Black tulkitsi 1760-luvulla Taylorin tulokset esittämällä, että lämpö määräytyy säilyy lämpöilmiöissä ja että kullakin aineella on sille

ominainen kyky varastoida lämpöä eli ominaislämpökapasiteetti.

Liikettä ja lämpöä tutkittiin aluksi erillisinä ilmiöinä, joilla ei ollut yhteyttä toisiinsa. Lämpöä ja mekaanista energiaa yhteisesti koskevan energian säilymislain esitti saksalainen Julius Mayer vuonna 1842. Laki tunnetaan kuitenkin Joulen lakina. Englantilainen James Joule tutki lämpö-energiaa perusteellisesti vuosina 1840...1850. Hän määritteli ensimmäisenä lämmön ja mekaanisen energian vastaavuuden.

Myöhemmin yleisen energiaperiaatteen piiriin liitettiin myös kemialliset, sähkömagneettiset ja valo-opilliset ilmiöt. Kaikki energian lajit yhdistävän yleisen säilymislain esitti saksalainen Hermann von Helmholtz vuonna 1847.

Kun aineen atomirakenne saatiin selville kaikki energialajit palautuivat mekaaniseksi energiaksi. Ne ovat kappaleiden tai hiukkasten liike-energiaa, kuten lämpö, ja niiden vuorovaikutusten potentiaalienergiaa, kuten kemiallinen energia tai ydinenergia. Yleinen energian säilymislaki siis palautuu muotoon: liike-energian ja potentiaalienergian summa säilyy muuttumattomana.

Merkittävän lisän energian käsitteen luonteeseen toi Albert Einstein. Hänen suppeamman suhteellisuusteorian (1905) mukaisesti massa m voidaan käsittää energiaksi $E = mc^2$. Kappaleen massa koostuu rakenneosasten lepomassoista ja liike-energioista sekä niiden vuorovaikutusten potentiaalienergioista. Tällä tavoin myös kaikki aine kytkeytyy samaan energian käsitteeseen ja energian säilymislakiin.

Tehtäviä

1. Laadi energiakaavio, joka esittää energian siirtymistä ja muuntumista seuraavissa tilanteissa: a) Kynä putoaa pulpetilta. b) Laukku nostetaan pöydälle. c) Teevettä keitetään liedellä. d) Kynttilän palaa pöydällä. e) Käsiä hangataan yhteen.
2. Selvitä energian reitti Auringosta vesivoimalaitoksen kautta teeveden lämmöksi. Esitä tilanteesta energiakaavio.
3. Esitä vapaan luonnon ilmiöitä, joissa a) sitoutuu, b) vapautuu 1) energiaa. Esitä ilmiöistä energiakaavio.
4. Pohdi millaisissa jokapäiväisissä tilanteissa sinulla on liike-energiaa ja missä tilanteissa potentiaalienergiaa.

VASTAUKSIA

Koe 1. Marmorikuulien liike-energia

Mitä havaitset? Kokeile eri nopeuksilla.

Mitä korkeammalta marmorikuulan päästää pyörimään, sitä suuremman nopeuden se saa ja sitä enemmän puupala liikahtaa kuulan törmätessä siihen.

Mistä ilmiö johtuu?

Kokeen perusteella voidaan päätellä, että vierivällä marmorikuulalla on sitä enemmän liike-energiaa, mitä suuremmalla nopeudella se liikkuu. Tulkintojen tekemistä vaikeuttaa se, että marmorikuulan liike-energiaa muuttuu törmäyksessä useaksi muuksi eri

energiamuodoksi, mm. ääneksi ja puupalan liike-energiaksi. Energiaa kuluu myös muodonmuutoksiin. *Ota raskaampi kuula, ja toista edelliset kokeet.*

Mitä havaitset?

Mitä raskaampi kuula, sitä enemmän puupala liiakh-taa.

Mistä ilmiö johtuu?

Kokeen perusteella voidaan päätellä, että vierivällä marmorikuulalla on sitä enemmän liike-energiaa, mitä suurempi on kuulan massa. Tässäkin kokeessa tulkintojen tekemistä vaikeuttaa se, että marmorikuulan liike-energiaa muuttuu törmäyksessä useaksi muuksi eri energiamuodoksi.

Kun havainnot yhdistetään, voidaan päätellä, että kappaleen liike-energian suuruuteen vaikuttavat kappaleen massa ja nopeus.

Koe 2. Marmorikuulien potentiaalienergia

Pudota marmorikuula eri korkeuksilta veteen.

Mitä havaitset?

Mitä korkeammalta kuulan pudottaa, sitä enemmän vesi roiskuu.

Mistä ilmiö johtuu?

Mitä korkeammalta kappaleen pudottaa, sitä enemmän sillä on liike-energiaa. Tulkintojen tekemistä vaikeuttaa se, että törmäyksessä energiaa muuttuu useaksi muuksi eri energiamuodoksi, mm. ääneksi ja vesipisaroiden liike- ja potentiaalienergiaksi.

Pudota marmorikuula ja puuhelmi samalta korkeudelta veteen.

Mitä havaitset?

Mitä raskaamman kuulan pudottaa, sitä enemmän vesi roiskuu.

Mistä ilmiö johtuu?

Mitä suurempi on kappaleen massa, sitä enemmän sillä on potentiaalienergiaa. Tulkintojen tekemistä vaikeuttaa se, että törmäyksessä energiaa useaksi muuksi eri energiamuodoksi, mm. ääneksi ja vesipisaroiden liike- ja potentiaalienergiaksi.

Koe 3. Perunaparisto

Mitä tapahtuu, Miksi?

Ledi alkaa hehkua. Kemiallista energiaa muuttuu valoenergiaksi.

Koe 4. Liikkeestä lämpöä

Hiero käsiäsi yhteen. Taputa käsiäsi yhteen.

Mihin muotoon lihastesi kemiallinen energia muuttuu?

Syntyy lämpöenergiaa ja äänienergiaa

Nouse tuolille seisomaan.

Mihin muotoon lihastesi kemiallinen energia nyt muuttuu?

Lihasten kemiallista energiaa muuttuu potentiaalienergiaksi ja lämpöenergiaksi.

Nouse tuolille ja hyppää lattialle nopeasti 20 kertaa peräkkäin.

Mihin muotoon lihastesi kemiallinen energia nyt muuttuu?

Lihasten kemiallista energiaa muuttuu lattian lämpöenergiaksi.

TEHTÄVIEN VASTAUKSIA

2. Vesi haihtuu Auringon lämmön vaikutuksesta järvistä tai merestä. Ilmassa vesi tiivistyy sadepilviksi. Osa vedestä sataa padon yläpuolella oleville alueille ja päätyy joen yläjuoksun kautta patoon. Padosta virtaa vesi pyörittää turbiinia, joka puolestaan pyörittää generaattoria. Veden virtaus siirretään sähkövirran avulla taloon. Talossa teenkeitin kytketään pistorasiin. Sähkövirta lämmittää teenkeitimen lämpövaikutuksen.

3. a) Energiaa sitoutuu yhteyttämisessä ja veden kiertokulussa. Kun puuta poltetaan vapautuu energiaa.

4. Pyörällä ajettaessa pyörällä on liike-energiaa. Kun pyörä on mäen päällä, sillä on potentiaalienergiaa. Keinussa keinun potentiaalienergia muuttuu liikeenergiaksi ja päinvastoin

5 ENERGIALÄHTEET JA -VARAT



Lähes kaikki energia maapallolla on peräisin Auringosta. Suurin osa Auringosta Maahan tulevasta säteilyenergiasta heijastuu pois ja vain pieni osa läpäisee ilmakehän ja sitoutuu Maassa erilaisiin prosesseihin. Aurinko lämmittää maata ja vesistöjä ja saa aikaan mm. veden kiertokulun, tuulet ja kasvien kasvamisen. Yhteyttämisessä Auringon energiaa on varastoitunut satojen miljoonien vuosien kuluessa kivihiiileen ja öljyyn. Tämä Maahan sitoutunut energia voidaan muuntaa voimalaitoksen generaattorilla sähköksi. Voimalaitokset eroavat periaatteessa toisistaan siinä, miten niiden generaattori saadaan pyörimään

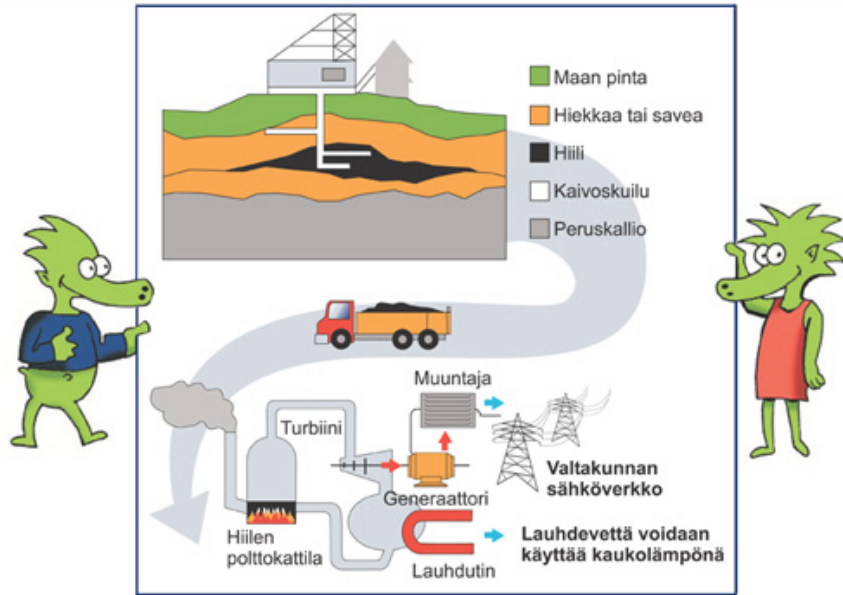
Aurinkoparisto

Maapallolle saapuva auringon säteilyenergia on 20 000 kertaa suurempi kuin ihmisten käyttämä energia.

Säteilyenergian muuntamiseen suoraan sähköksi on kehitetty aurinkopaneeleja. Ne ovat käyttökelpoisia alueilla, joihin valtakunnan sähköverkko ei yllä. Tyyppillinen aurinkopaneeli synnyttää 12 voltin jännitteen. Päivällä järjestelmän akku ladataan ja siihen varastoitua energiaa käytetään esimerkiksi valaisuun, TV:n katseluun, veden pumppaamiseen ja siivoamiseen. Suomessa kesällä yhden vuorokauden säteilyannos riittää pienellä aurinkopaneelilla noin 7 tunnin valaisuun ja 3 tunnin TV:n katseluun.

Lämpövoimalaitos

Hiiltä, maakaasua, öljyä, turvetta, puuta tai haketta käyttävät voimalaitokset toimivat samalla periaatteella ja niitä kutsutaan yhteisellä nimellä lämpövoimalaitoksiksi. Yhteyttämisen kautta polttoaineisiin varastoitunut kemiallinen energia vapautetaan polttokattilassa. Poltossa vapautuvalla lämmöllä höyrystetään kattilassa oleva vesi. Vesihöyry virtaa kohti viileää lauhdutinta, jota jäähdytetään esimerkiksi merivedellä. Lämpöenergia muuttuu liike-energiaksi. Virratessaan höyry pyörittää turbiinia ja turbiini puolestaan generaattoria. Liike-energia muuntuu generaattorissa sähköksi.



Hiilivoimalaitoksen toimintaperiaate

Jos lämpövoimalaitos on lähellä asutusta, lauhdevettä voidaan käyttää kaukolämmitykseen. Kun hiilivoimalaitoksessa poltetaan hiiltä, ympäristöön pääsee rikin ja typen oksideja sekä hiilidioksidiä. Rikin ja typen oksidit happamoittavat maaperää ja hiilidioksidi on "kasvihuonekaasu". Nykyään lämpövoimalaitosten ympäristöhaittoja kyetään vähentämään erilaisilla suodattimilla.

Hiili on yksi maapallon runsaimmista energialähteistä. Kivihiili on peräisin miljoonia vuosia vanhoista saniaismetsistä, joihin auringon energia on sitoutunut. Maan alle hautautuneet metsät muuttuivat kovassa paineessa kivihiileksi. Kivihiili on siis varastonoitunutta

auringon energiaa. Kiinassa kivihiilen käyttö tunnettiin jo 2000 vuotta sitten, Euroopassa vasta keskiajalla. Kivihiiltä saadaan maasta kaivoksia louhimalla. Suomessa ei kivihiiltä esiinny. Nykyisellä noin 3 miljardin tonnin vuosikulutuksella hiilivarojen on arvioitu riittävän noin 300 vuodeksi. Pääosa Suomessa käytettävästä hiilestä tuodaan Venäjältä, Puolasta, Australiasista, Kiinasta ja Etelä-Amerikasta.



Kivihiilen tavoin maaöljyn ja kaasun synty on kestänyt miljoonia vuosia. Muinaisten merien kasviplanktoniin sitoutunut auringon energia siirtyi ravintoketjussa eläinplanktoniin. Kuoltuaan eläinplankton vajosi meren pohjaan ja hautautui sinne. Jäätteiden päälle on kertynyt vuosimiljoonien kuluessa maakerroksia. Kovan paineen seurauksena jäännökset ovat muuttuneet vähitellen maaöljyksi ja kaasuksi. Maaöljyä saadaan poaamalla reikä öljyä sisältämään maahan. Öljyä esiin-

tyy myös matalilla merialueilla, kuten Pohjanmerellä ja Norjan rannikolla. Ensimmäinen öljylähde otettiin käyttöön Yhdysvalloissa vuonna 1859. Siitä lähtien on öljyä kutsuttu nimellä musta kulta. Maaöljy on seos, josta jalostetaan öljynjalostamoissa eri käyttötarkoituksiin sopivia polttoaineita, kuten bensiini, dieselöljy ja lämmitykseen käytettävä kevyt polttoöljy.

Yli puolet maailman tunnetuista öljyesiintymistä sijaitsevat Lähi-idässä: Saudi-Arabiassa ja Iranissa. Arktisilla merialueilla uskotaan olevan puolet maailman öljy- ja kaasuvarannoista. Nykykulutuksella tunnettujen öljyesiintymien arvioidaan riittävän noin 40 vuodeksi. Öljyn hinta on herkkä kansainvälisille tilanteille ja sen saatavuus ja hinta vaihtelevat. Öljyn jalostus, kuljetus ja varastointi sitovat runsaasti pääomaa. Suomessa öljyä käytetään sähkön tuottamisessa lähinnä tasamaan sähkön kulutushuippuja. Öljystä jalostettuja polttoaineita käytetäänkin pääasiassa lämmityksessä, liikenteessä sekä teollisuuden poltto- ja raaka-aineena.

Maakaasu on fossiilisista polttoaineista ympäristöystävällisintä. Se ei sisällä rikkiä. Sitä poltettaessa ilmaan ei pääse kiinteitä aineita. Suomeen kaasu tulee putkea pitkin Venäjältä. Yhtenä vaihtoehtona keskusteltaessa uusista voimalaitoksista on pidetty norjalaisella maakaasulla toimivan suurvoimalaitoksen rakentamista. Tällöin kaasuputki pitäisi rakentaa Ruotsin kautta Suomeen.

Turvetta nostetaan suosta, jossa turvetta on usean metrin paksuinen kerros. Metrin turvekerroksen kehittä-

tymiseen kuluu noin tuhat vuotta. Suurin osa turpeesta käytetään turvevoimaloissa lämmön tuottamiseen.

Vesi- ja tuulivoimalaitos

Vesivoimalaitoksen energialähteenä on padotun veden potentiaalienergia. Vesi virtaa voimalaitoksen turbiinin kautta kohti alajuoksua. Virratessaan vesi pyörittää turbiinia ja turbiini puolestaan generaattoria.

Vesi haihtuu Auringon lämmön vaikutuksesta alajuoksulla olevista järvistä tai merestä. Ilmassa vesi tiivistyy sadepilviksi. Osa vedestä sataa padon yläpuolella oleville alueille ja päättyy joen yläjuoksun kautta padon. Sama vesi kiertää vesistöissä Auringon lämmön vaikutuksesta.



Vesivoimalaitoksen pato

Tuulivoimalaitos on toiminnaltaan samantapainen kuin vesivoimalaitos. Siinä generaattoria pyörittää tuuli.



Tuuli- ja hiilivoimalaitos

Ydinvoimalaitos

Ydinvoimalaitoksen energialähteenä on uraaniytimiin sitoutunut ydinenergia. Uraani on pakattu polttoainesauvaan ja sauvat sijoitettu ydinvoimalaitoksen reaktoriin. Kun ydin halkeaa, syntyy kaksi uutta ydintä, muutama neutroni ja lämpöä. Neutronit voivat halkaista uusia uraaniytimiä, jolloin syntyy ketjureaktio. Ydinten halkeamisessa vapautuvalla lämmöllä höyrystetään reaktorissa oleva vesi. Vesihöyry virtaa kohti viileää lauhdutinta. Lämpöenergia muuttuu liikeenergiaksi. Virratessaan höyry pyörittää turbiinia ja turbiini puolestaan generaattoria.

Ydinvoimalaitoksen toiminnassa syntyy ydinjätettä, joka kapseloidaan ja sijoitetaan kallioperään. On arvioitu, että jätteen aktiivisuus laskee vasta miljoonassa vuodessa alle polttoaineena käytetyn uraanimalkan aktiivisuuden.

Suurimmat uraanimalmiesiintymät ovat Pohjois-Amerikassa, Etelä-Afrikassa ja Australiassa. Uusia ydinvoimalaitoksia ei viime aikoina ole juurikaan ra-

kennettu. Tunnettujen uraaniyesiintymien on arvioitu riittävän noin 65 vuodeksi.

Geoterminen energia

Sammumassa olevien tähtien räjähtäessä supernovina on muodostuu raskaampien alkuaineiden lisäksi pitkäikäisiä radioaktiivisia aineita. Maakuoressa nämä aineet hajoavat, jolloin vapautuu lämpöä. Lämpö varastoituu maakuoressa olevaan veteen. Kuumaa vettä tai vesihöyryä johdetaan porauksilla maan pinnalle, jolloin sitä voidaan käyttää lämmitykseen ja sähköntuotantoon.

Tämän energiamuodon hyödyntäminen rajoittuu tuliperäisille alueille. Kokonaisuudessaan sen merkitys on varsin pieni. Islannissa on runsaasti lämpimiä pohjavesiä ja siellä 75 % taloista lämmitetään geotermisellä energialla. Islantiin on tullut myös paljon energiaa käyttävää teollisuutta mm. alumiini- ja rautatehtaita.

Maalämpö

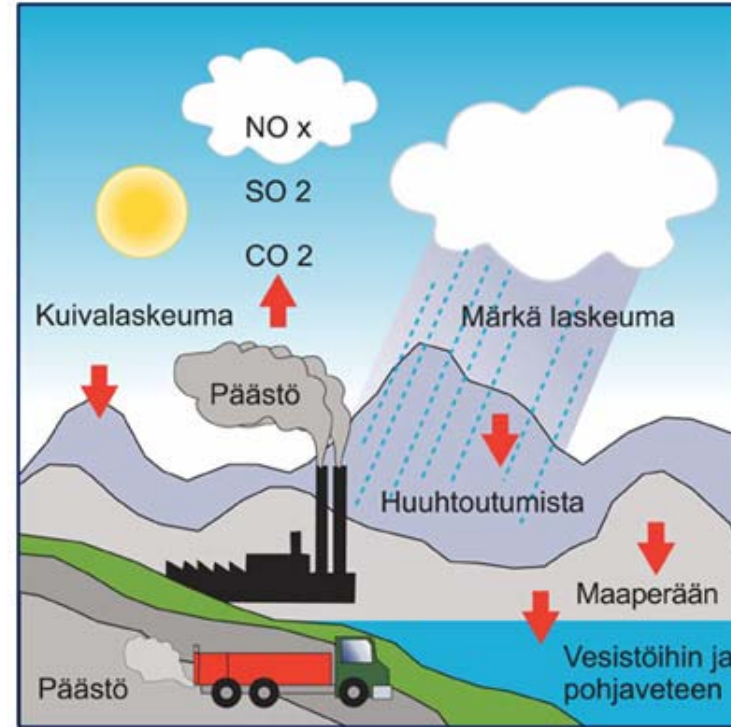
Geoterminen lämpö on maakuoressa syntyvää tai siellä olevaa lämpöä. Maalämpö on peräisin Auringon säteilystä, joka on varastoitunut lämpönä maakuoreen. Tämän lämpövaraston hyödyntämiseen tarvitaan ns. lämpöpumppu.

Lämpöpumppuun kuuluu putkisto, joka upotetaan esim. maaperään. putkistossa kiertäväksi nesteeksi on valittu sellainen jonka höyrystymispiste on niin alhainen, että neste höyrystyy kiertäessään maan alla putkistossa. Lämpöpumpussa höyrystynyt aine puristetaan pumpun avulla suurempaan paineeseen, jolloin

sen lämpötila nousee, lämpö johdetaan lämmönvaihtimen kautta hyödyksi mm. omakotitalon lämmitykseen. Tämän jälkeen aine päästetään alhaisempaan paineeseen, jolloin se nesteytyy ja voidaan johtaa jälleen putkistoon lämpenemään ja höyrystymään. Lämpöpumppua on Suomessa käytetty pientalojen lämmitykseen. Talviaikaan maaperä jäätyy putkiston kohdalta normaalia syvemmillä. Kesällä Auringon säteily sulattaa ja lämmittää maan, jotta energiaa on taas käytettävissä. Maaperän lisäksi lämmönlähteenä voi olla mm. pinta- ja pohjavedet, teollisuuden lämpimät jätevedet.

Energiantuotannon päästöt

Liikenne, teollisuus ja energiantuotanto aiheuttavat päästöjä ilmakehään. Päästöt liikkuvat ilmavirtausten mukana ja laskeutuvat sateiden (märkläskeuma) tai hiukkasten (kuivalaskeuma) mukana luontoon. Päästöt muuttuvat kulkeutumisen aikana. Esimerkiksi rikin ja typen oksidit reagoivat ilmassa olevan vesihöyryn kanssa, jolloin syntyy rikki- ja typpihappoa. Vesihöyry tulee happosateena maahan ja happamoittaa maaperän. Hapan maaperä on kasveille epäedullinen kasvuympäristö. Hapan laskeutuma happamoittaa myös järiveden ja meren, jolloin veden kasvien ja eläinten elämä tulee vaikeaksi. Erityisesti Itämeren tilasta on syytä olla huolissaan.



Noin 2/3 happamoitumisesta aiheutuu rikkidioksidista ja 1/3 typen oksideista. Suurin osa rikin ja typen laskeutumasta tulee Suomeen kaukokulkeutuna lähinnä Venäjältä sekä Itä - ja Keski-Euroopasta.

Energiantuotannon riskit

Minkään voimalaitoksen generaattoria ei saada pyörimään ilman riskejä. Sähköntuotannon riskejä on osattava tarkastella kokonaisvaltaisesti. Riskejä on hyvä tarkastella yksilön terveyden, ympäristön ja yhteiskunnan näkökulmasta.

Toinen tarkastelun näkökulma on sähköntuotannon eri vaiheiden tarkastelu:

- raakaenergian hankinta (hiilen tai uraanimalmin louhinnassa tapahtuneet onnettomuudet),
- voimalaitosten rakentaminen (suuren voimalaitoksen rakentamiseen tarvitaan paljon aikaa, ihmisiä, betonia ja terästä),
- energian tuottaminen (hiilivoimalaitoksen rikkipäästöt, ydinvoimalaitoksen onnettomuusriski, vesivoimalaitoksen vaikutus jäätelänsä, jätteen käsittely (rikin talteenotto, ydinjätteen varastointi).

Yhteiskunnan ei liioin kannata investoida sellaiseen energiantuotantoon, jossa energian saatavuus on epävarmaa tai hinta vaihtelee suuresti.

Energiavarojen kokonaisvaltaista vertailua

Eri energiavaroja arvioitaessa on kiinnitettävä huomiota moniin eri tekijöihin, kuten

1. Riittävyys vaikuttaa määrän ohella nk. uusiutuvuus. Energiavarat on tapana jakaa uusiutumattomiin ja uusiutuviin sen mukaan kuinka hidas niiden luonnollinen muodostumisprosessi on verrattuna niiden kulutukseen. Uusiutumattomia ovat ne, joiden loppuun kuluminen ihmiskunnan tulevaisuudessa on ilmeistä. Niitä ovat ensi sijassa fossiiliset polttoaineet kivihiihi, öljy ja kaasu.

Uusiutuviksi luetaan varat, joita muodostuu luonnossa jatkuvasti käyttökelpoisia määriä. Niitä ovat erityisesti kaikki Auringon säteilyn jatkuvasti ylläpitämät varat.



2. Saatavuuteen vaikuttavat sijainti ja siirrettävyys. Vapaat energiavarat on otettava käyttöön siellä, missä ne esiintyvät. Kemiallinen ja ydinenergia ovat sidotut aineeseen, jota voidaan kuljettaa.

3. Muunnettavuus on keskeinen laatutekijä. Mekaaninen energia on tässä suhteessa arvokkainta. Sen muunnettavuus on maksimaalinen, koska sillä voidaan suoraan käyttää mekaanisia koneita tai sähkögeneraattoria, jolloin hukkaenergia voi jäädä hyvinkin pieneksi.

Lämpö on vastaavasti huonointa, sillä lämpöopin toinen pääsääntö rajoittaa voimakkaasti sen muuntamista muuhun käytettävään muotoon. Kemiallista ja

ydinenergiaa saadaan vapautetuksi suuressa mittakaavassa vain muuttamalla se ensin lämmöksi. Käytön hyötysuhde saadaan sitä paremmaksi mitä korkeamman lämpötilan vapautuva energia aiheuttaa. Myös ympäristön lämpötila vaikuttaa. Esimerkiksi Loviisan voimalaitoksen turbiinien hyötysuhde on talvella vähän parempi kuin kesällä, koska jäähdyttävä merivesi on kylmempää.

4. Näiden tekijöiden merkitys riippuu myös energian käyttötarkoituksesta. Suurteollisuus, pienteollisuus, kotitaloudet ja liikenne asettavat erilaisia vaatimuksia. Toisaalta eri käyttötavoilla on erilainen merkitys eri maissa.

5. Energialähteen puhtaus riippuu sen käyttöönoton, siirtämisen ja käytön riskeistä ja vaikutuksista ihmisiin, ympäristöön ja yhteiskuntaan. Kysymys koskee voimakkaimmin kemiallista ja ydinenergiaa, mutta tähän liittyvät myös esimerkiksi kysymys hakkuiden, kaivostoiminnan ja voimalaitosten rakentamisen välittömistä vaikutuksista ympäristön ekologiaan, maisemaan ja muiden elinkeinojen harjoitukseen.

6. Erityisesti kemiallisen energian eri varantojen käyttöä on arvioitava suhteessa niiden muihin arvoihin ja mahdollisiin käyttötarkoituksiin esimerkiksi raaka-aineena.

7. Lähteen taloudellisuuteen vaikuttavat välittömästi sen käyttöönoton, siirtämisen ja käytön kustannukset, kotimaisuusaste, sekä kaupallisepoliittiset suhdanteet ja siihen vaikutetaan poliittisilla päätöksillä.

Tehtäviä

1. Vertaile eri energiavarantoja ja energianlähteitä toisiinsa energian saatavuuden, riittävyuden, uusiutuvuuden, alkuperän, muunnettavuuden, taloudellisuuden ja ympäristövaikutusten kannalta.

2. Vertaile eri energiavarantojen käyttöä niiden ympäristövaikutusten kannalta.

3. Mikä on nk. kasvihuoneilmiö. Mitä se vaikuttaa, ja miten se kehitys riippuu energiavarojen käytöstä?

4. Mikä merkitys on ilmakehän otsonilla elollisen elämän kannalta? Miten otsonin muodostuminen riippuu energiavarojen käytöstä?

5. Mitä vaikutuksia on polttoaineiden palaessa syntyvillä rikki- ja typpiyhdisteillä? Miten a) niiden päästöjä b) niiden haitallisia vaikutuksia voidaan pienentää?

6. Pohdi, mitä mahdollisuuksia eri energian lajit tarjoavat energian pitkäaikaiseen varastointiin?

7. Miten a) roskaaminen, b) pakkausmateriaalit, c) ostosten kuljetustapa, b) työmatkan kuljetapa vaikuttavat energiankulutukseen? Millaisia toimenpiteitä ehdottaisit ihmisten käyttäytymisen ja valintojen ohjaukseksi näissä suhteissa?