

ENERGIA JA LÄMPÖ

3. MEKAANINEN ENERGIA

4. TYÖ, TEHO JA HYÖTYSUHDE

5. LÄMPÖ JA ENERGIAN SIIRTYMINEN

6. LÄMPÖOPIN I JA II PÄÄSÄÄNTÖ

7. LÄMPÖKONE

3. MEKAANINEN ENERGIA

- Tunnus E ja yksikkö joule (J).
- Kemiallinen energia
 - Liittyy aineen sidoksiin. Esim. Puun palaminen.
- Potentiaalienergia
 - Perustuu sijaintiin.
- Liike-energia
 - Johtuu liikkeestä
- Energia voidaan jakaa sidottuihin ja vapaisiin energiamuotoihin.

ENERGIAN SÄILYMISLAKI:

”Energia voi luonnonilmiössä siirtyä tai muuntua muodosta toiseen. Energian kokonaismäärä säilyy kuitenkin muuttumattomana.”

LIIKE-ENERGIA:

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2$$

m = kappaleen massa

v = kappaleen nopeus (laskuissa m/s)

Kuinka massan ja nopeuden muutokset vaikuttavat liike-energiaan?

ESIM. Autolla, jonka massa on 950 kg, ajettiin nopeudella 100 km/h. Kuinka suuri liike-energia autolla oli?



POTENTIAALIENERGIA:

$$E_p = mgh$$

m = kappaleen massa

g = putoamiskiihtyvyyys ($9,81\text{m/s}^2$)

h = kappaleen paikka valittuun nollassoon nähden

➤ Potentiaalienergian muutosta tarkastellessa nollassoa ei tarvitse valita

ESIM. 5,0 kg kahvakuula nostetaan 1,5 metrin korkeudelle. Kuinka paljon kahvakuulalla on potentiaalienergiaa.

4. TYÖ, TEHO JA HYÖTYSUHDE

TYÖ W :

- Työ muuntaa energiaa muodosta toiseen. Esim. Ostoskärryjen työntäminen muuttaa lihasten kemiallista energiaa kärryjen mekaaniseksi energiaksi.
- Työn yksikkö on joule (J)
- Vakiovoiman kappaleeseen tekemä työ W ilmaistaan voiman F ja kappaleen kulkeman matkan s tulona:
 - 1) $W = Fs$, voima ja liike samaan suuntaan
 - 2) $W = -Fs$, voima ja liike vastakkaissuuntaiset (esim. Kitka)
 - 3) $W = 0$, voiman ja liikkeen suunnat ovat kohtisuorassa

**Esim. Laatikko nostetaan vakionopeudella hyllylle 1,2 m:n korkeudelle.
Laatikon massa on 7,7 kg. Kuinka suuren työn laatikon nostaja tekee?**

Teho (P)

- Teho ilmaisee, kuinka nopeasti voima tekee työtä.
- Energian muuttumisnopeus.
- Tehon yksikkö on watti (W).
- Teho on voiman tekemän työn ja työn tekemiseen käytetyn ajan suhde

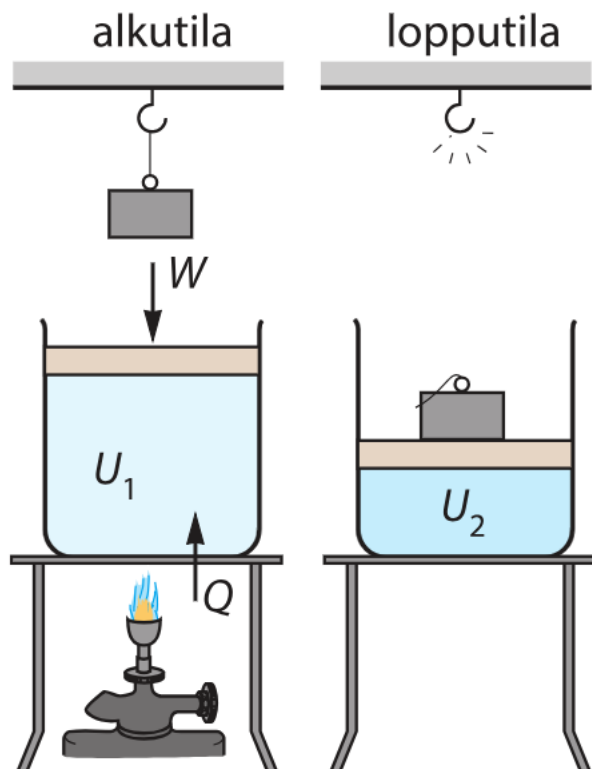
$$P = \frac{W}{t}$$

- Teho voidaan laskea myös: $P = \frac{E}{t}$, jossa E on ajassa t muuttuneen energian määrä.

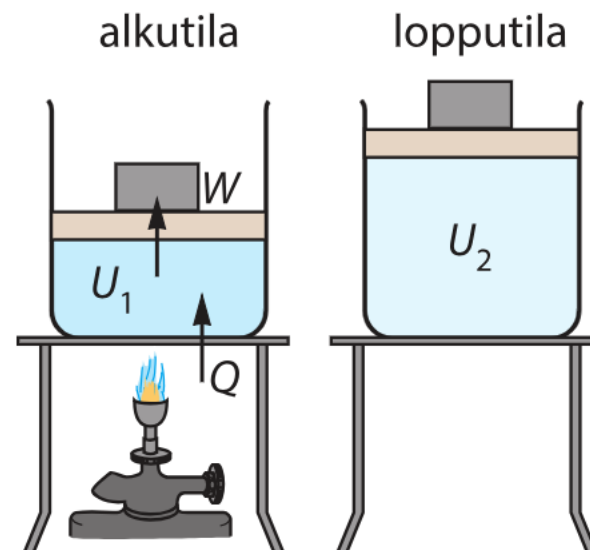
Esim. Steptesti on kestävyystesti, jossa noustaan askeltaen 35 cm:n korkuiselle penkille 6 minuutin ajan. Askelluksen rytmi pidetään tasaisena nousemalla penkille 30 kertaa minuutissa. Testihenkilön massa on 52 kg. Laske testihenkilön teho testin aikana.

6. Lämpöopin I ja II pääsääntö

- Systeemin sisäenergia U on sen rakenneosasten liikkeeseen ja vuorovaikutuksiin liittyvää energiaa.
- Sisäenergiaa voi muuttaa lämmön tai työn avulla.
- Systeemiin tehty mekaaninen työ kasvattaa systeemin sisäenergiaa.
- Systeemin ympäristöön tekemä työ pienentää sisäenergiaa.



Sisäenergian muutos, kun kaasuun siirtyy energiaa tietyn lämpö määrän verran ja kaasuun tehdään työtä:
 $\Delta U = Q + W$, jossa $Q > 0$, $W > 0$.



Sisäenergian muutos, kun kaasuun siirtyy energiaa tietyn lämpö määrän verran ja kaasu tekee työtä:
 $\Delta U = Q + W$, jossa $Q > 0$, $W < 0$.

Merkkisäännöt:

$Q > 0$, kun systeemiin tuodaan energiaa.

$W > 0$, kun ulkoinen voima tekee työtä systeemiin.

$Q < 0$, kun systeemistä poistuu energiaa.

$W < 0$, kun systeemi tekee työtä.

Lämpöopin I pääsääntö

- **Systeemin sisäenergian muutos on**

$$\Delta U = Q + W$$

jossa Q on systeemiin tai systeemistä siirtynyt energia eli lämpömäärä ja W systeemiin tehty työ tai systeemin tekemä työ.

- **Eristetyssä systeemissä energia säilyy.**

Laajenevan kaasun tekemä työ

- Laajeneva kaasu tekee työtä. Esim. lääkeruiskuissa.
- Kun kaasu laajenee niin, että sen paine on vakio, se tekee työn $p\Delta V$. Jossa p on kaasun paine ja ΔV tilavuuden muutos.
- Kaasun tekemä työ pienentää kaasun sisäenergiaa määrällä

$$W_{kaasu} = -p\Delta V$$

- Kaasu tekee siis työtä vain silloin kuin tilavuus muuttuu.

Lämpöopin II pääsääntö

- Lämpöopin II pääsääntö voidaan ilmaista monilla eritavoilla.

Lämpöopin II pääsääntö:

*Kaikki termodynaamiset prosessit
suuntautuvat kohti tasapainoa.*

- Milloin termodynaaminen systeemi on tasapainossa?

- Tasapainotila on systeemin epäjärjestynein tila.
- Epäjärjestyksen kasvaminen tarkoittaa energian ja aineen jakautumista tasaisemmin systeemeissä.
- Epäjärjestyksen määrää kuvaa suure entropia.

Lämpöopin II pääsääntö entropian avulla:

Eristetyn termodynaamisen systeemin entropia kasvaa, kunnes systeemi saavuttaa tasapainotilan.

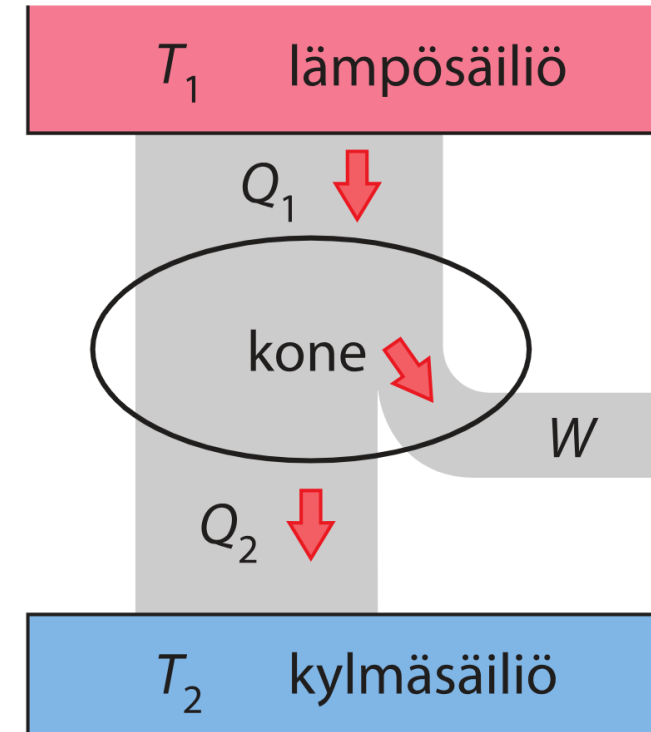
- Kaikissa luonnonilmiöissä entropia ei kasva.
- Kuitenkin tarkastellessa koko ympäristöä epäjärjestys kasvaa.
- Kaikkea systeemin sisäenergiaa ei voi muuttaa mekaaniseksi työksi. Osa muuttuu hyödyttömään muotoon.
- Sanotaan, että energia huononee, kun se muuttuu lämmöksi.

Lämpöopin II pääsääntö lämpövoimakoneen kannalta:

Ei ole olemassa lämpövoimakonetta, joka muuntaisi kaiken lämpönä ottamansa energian mekaaniseksi työksi.

7. Lämpökone

- Lämpökone on kone, joka voi luovuttaa tai vastaanottaa energiaa sekä lämmön, että työn välityksellä
- Lämpövoimakoneessa lämpöenergia muutetaan mekaaniseksi energiaksi. Prosessin aikana lämpötila laskee arvosta T_1 arvoon T_2 .
- Samalla osa systeemin luovuttamasta lämpöenergiasta muuttuu työksi W .



- Lämpövoimakoneen tekemä työ on $W = Q_1 - Q_2$.

Lämpövoimakoneen hyötysuhde

Lämpövoimakoneen hyötysuhde on

$$\eta = \frac{W}{Q_1} = 1 - \frac{Q_2}{Q_1},$$

jossa W on koneen tekemä työ, Q_1 koneen ottama lämpömäärä ja Q_2 koneesta poistuva lämpömäärä.

Carnot-hyötysuhde

Lämpövoimakoneen maksimihyötysuhde on

$$\eta_{\max} = \frac{T_1 - T_2}{T_1} = 1 - \frac{T_2}{T_1}.$$

Esim. Rakenteilla oleva ydinvoimala Olkiluoto 3 on lauhdevoimala, jossa turbiiniin virtaavan höyryn lämpötila tulee olemaan $290\text{ }^{\circ}\text{C}$. Laske ydinvoimalan hyötysuhteen teoreettinen yläraja olettaen, että höyry lauhtuu $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ lämpötilaan.

Palamisessa vapautuva energia

Lämpöarvo

- Aineen palaessa kemiallinen energia muuttuu lämpöenergiaksi.
- Syntyvä lämpöenergian määrää ilmaisee aineen lämpöarvo **H**.
- Lämpöarvo ilmaisee kuinka monta joulea lämpöenergiaa vapautuu yhdestä kilogrammasta aineita **[H] = J/kg**.
- Vapautunut lämpöenergia **Q** voidaan siis laskea kaavasta

$$Q = Hm$$

Lämpöpumppu

- Kaikessa aineessa on lämpöenergiaa. Vaikkapa lumessa on paljon lämpöä, koska sen lämpötila (esim. 263 K) on selvästi yli absoluuttisen nollapisteen.
- Lämpöpumpun avulla lämpöenergiaa saadaan siirrettyä systeemistä toiseen.
- Lämmönsiirto vaatii aina ainakin jonkin verran ulkopuolista työtä **W** .

