

Luku 1: Energia fysiikan käsitteenä

Tehtävien ratkaisut

Tehtävät 1–4 ovat automaattisesti tarkistettavia tehtäviä ja ne ovat digikirjassa.

1-1.

Täydennä

Energia voi esiintyä esimerkiksi ***säteilynä***, kemiallisena energiana sekä kappaleiden liike- ja potentiaalienergiana. Energiamuodot voidaan luokitella ***vapaisiin*** ja sidottuihin energiamuotoihin. ***Sidottu*** energia liittyy aina johonkin perusvuorovaikutukseen, esimerkiksi uraaniytimen sidosenergia liittyy ***vahvaan*** vuorovaikutukseen. Energian säilymislain mukaan energia ei lisäännä eikä ***vähene***, eikä sitä voi ***luoda*** eikä hävittää. Kaikissa laitteissa energian muuntaminen muodosta toiseen perustuu jonkin ***voiman*** tekemään työhön. Aineen massa on yksi ***sidotun*** energian muoto.

Teho ilmaisee ***energian*** muuntumisnopeuden. Kone on ***energialla*** välittävä systeemi. Koneen hyötysuhde ilmoittaa, kuinka suuri osa ***otetusta*** energiasta saadaan ***muunnettua*** halutuksi toiseksi energiamuodoksi.

1-2.

Oikein/väärin väittämät

1. Maailmassa olevan energian määrä vähenee, mutta Suomessa ei, koska Suomessa säästetään energiaa. ***Kyllä//Ei***
 Palaute: Energian säilymislain mukaan energian kokonaismäärä pysyy luonnontapahtumissa muuttumattomana. Energia ei lisäännä eikä vähene, eikä sitä voi luoda eikä hävittää.
2. Energia ei häviä. ***Kyllä//Ei***
3. Aineen massa sisältää energiaa. ***Kyllä//Ei***
 Palaute: Albert Einsteinin suhteellisuusteorian mukaan massa on yksi sidotun energian muoto.
4. Vapaa energia on hyödynnettävissä heti. ***Kyllä//Ei***
5. Sidottu energia pitää vapauttaa, ennen kuin sitä voi hyödyntää. ***Kyllä//Ei***
6. Teho ilmaisee energian muuntumisnopeuden. ***Kyllä//Ei***

1-3.

Monivalintatehtävä. Vaihtoehtoja voi olla oikein yksi tai useampi.

- a) Auringon säteily on
 - sidottua energiaa
 - **vapaata energiaa**
 - ei kumpaakaan edellisistä.
- b) Energiamuodot voidaan luokitella vapaisiin
 - **sidottuihin**
 - suljettuihin
 - **vapaisiin.**
- c) Fysiikassa
 - **voima tekee työtä, kun se siirtää kappaletta**
 - **työ muuntaa energiaa muodosta toiseen**
 - **teho ilmaisee energian muuntumisnopeuden.**
- d) Tehon yksikkö on
 - joule
 - **watti**
 - **kilowatti.**

Luku 1: Energia fysiikan käsitteenä

- e) Koneen hyötysuhde on aina
- **alle yksi**
 - yli yksi
 - **alle 100 %.**

1-4.

Yhdistä.	
energia	joule
kemiallinen energia	aineen rakenneosien sidoksiin liittyvä energia
vapaa energia	tuuli
energian säilymislaki	energian kokonaismäärä on vakio
hyötysuhde	ei yksikköä
teho	watti

1-5.

Energian säilymislain mukaan energian kokonaismäärä pysyy muuttumattomana. Energia voi luonnonilmiöissä siirtyä tai muuntua muodosta toiseen. Energia ei lisäännä eikä vähene, eikä sitä voi luoda eikä hävittää.

1-6.

Vapaa energia on välittömästi hyödynnettävissä esimerkiksi lämmittämään asuntoja tai tuottamaan sähköä. Esimerkiksi Auringon säteilyenergia lämmittää säteilyn kohdetta ja tuulen ja virtaavan veden energia muuntuu sähköksi generaattoreissa.

Sidottu energia pitää vapauttaa ennen kuin se voidaan käyttää hyödyksi. Esimerkiksi puun kemiallinen energia vapautetaan puusta lämmöksi polttamalla.

Vapaita energialajeja ovat esimerkiksi tuulen ja virtaavan veden liike-energia sekä säteilyenergia. Sidottuja energialajeja ovat esimerkiksi massaan sisältyvä energia ($E = mc^2$), kemiallinen energia, atomiytimen sidosenergia ja kappaleiden ja vesivaraston paikkaan liittyvä potentiaalienergia.

1-7.

- Mikään laite ei voi luovuttaa energiaa enempää kuin se vastaanottaa, ei edes samaa määrää. Kaikissa koneissa on liikkuvia osia, joihin liittyvä kitka aiheuttaa koneen osien lämpenemistä, mikä vie osan energiasta. Lisäksi koneissa esiintyy usein ympäristöä korkeampia lämpötiloja, jolloin lämpötilaeron takia energia poistuu koneesta lämpöenergiana.
- Jos laitteen hyötysuhde olisi yksi, laite tuottaisi energiaa yhtä paljon kuin se käyttää. Tällaista laitetta kutsutaan ikiliikkujaksi.
- Jos koneen teho kasvaa, työnteko aika lyhenee.
- Jos sähkömoottorin hyötysuhde on 92 %, vain 92 % sähkömoottorin ottamasta energiasta saadaan hyötykäyttöön, loput eli 8 % menee esimerkiksi moottorin lämpenemiseen.

1-8.

A 10 W	6 ledilamppu
B 90 W	4 televisio
C 950 W	1 pesukone
D 38 MW	3 tuulipuisto
E 200 MW	5 vesivoimalaitos
F 800 MW	2 ydinvoimalaitos

1-9.

Voimalaitos tuottaa energiaa

- vuorokaudessa $E = Pt = 890 \text{ W} \cdot 24 \text{ h} = 21\,360 \text{ Wh} \approx 21 \text{ kWh}$
- vuodessa $E = Pt = 890 \text{ W} \cdot 365 \cdot 24 \text{ h} = 7\,796\,400 \text{ Wh} \approx 7,8 \text{ MWh}$.

Luku 1: Energia fysiikan käsitteenä

1-10.

Energiakaavion mukaan ravinnon kemiallinen energia muuntuu ihmisen juostessa lämpöenergiaksi ja liike-energiaksi.

1-11.

- a) Hyötysuhteen yhtälöstä $\eta = \frac{P_{\text{tuotto}}}{P_{\text{otto}}}$ mukaan moottorin sähköverkosta ottama teho on

$$P_{\text{otto}} = \frac{P_{\text{tuotto}}}{\eta} = \frac{850 \text{ W}}{0,91} = 934,066 \text{ W} \approx 930 \text{ W}.$$

- b) Hukkateho on $P_{\text{otto}} - P_{\text{tuotto}} = 934,066 \text{ W} - 850 \text{ W} = 84 \text{ W}$.

1-12.

- a) Energian yksiköt ovat kilojoule (kJ) ja kilokalori (kcal). Ravintosisällön mukaan energiat 1471 kJ ja 352 kcal vastaavat toisiaan.

Muuntokerroin kcal $\rightarrow$ kJ eli $1471 \text{ kJ} = x \cdot 352 \text{ kcal}$: yhtälöstä $x = \frac{1471 \text{ kJ}}{352 \text{ kcal}} = 4,17898 \text{ kJ/kcal}$

saadaan muuntokertoimeksi $1 \text{ kcal} = 4,18 \text{ kJ}$.

Muuntokerroin kJ $\rightarrow$ kcal eli $352 \text{ kcal} = x \cdot 1471 \text{ kJ}$: yhtälöstä $x = \frac{352 \text{ kcal}}{1471 \text{ kJ}} = 0,239293 \text{ kcal/kJ}$

saadaan muuntokertoimeksi $1 \text{ kJ} = 0,239 \text{ kcal}$.

- b) 11 grammassa leipämargariinia on energiaa $\frac{1471 \text{ kJ}}{100 \text{ g}} \cdot 11 \text{ g} = 161,81 \text{ kJ} \approx 160 \text{ kJ}$ (39 kcal).
- c) Kyseinen leipämargariini sisältää A- ja D-vitamiinia.

1-13.

Aurinkopaneelien kokonaispinta-ala on $32 \cdot 1,6 \text{ m}^2 = 51,2 \text{ m}^2$. Tampereen alueella vuosittainen keskituotto olisi $51,2 \text{ m}^2 \cdot 125 \text{ kWh/m}^2 = 6400 \text{ kWh}$.

Säästyneen energian arvo vuodessa on $6400 \text{ kWh} \cdot 0,14 \text{ €/kWh} = 896 \text{ €}$.

Luku 1: Energia fysiikan käsitteenä

1-14.

- a) Käytä taulukkolaskennan summatoimintoa ohjelmistoissa LibreOffice tai Excel. Maalaa yhteenlaskettavat arvot.

	Kulutus (kWh)
J20	970,93
J20	1368,675
J20	1278,992
J20	631,485
J20	396,931
J20	317,497
J20	307,782
J20	285,635
J20	365,595
J20	470,082
J20	615,429
J20	858,721

Ruutukaappaus: Microsoft Excel

Summa (ja keskiarvo) näkyvät sivun alaosassa.

Keskiarvo: 655,646166666667; Summa: 7867,754

Ruutukaappaus: Microsoft Excel

Vuodessa kulutettu energia on 7867,754 kWh.

- b) Energian hinta on $(0,0413 \text{ €/kWh} + 0,0362 \text{ €/kWh} + 0,0279 \text{ €/kWh}) \cdot 7867,754 \text{ kWh} + 12 \cdot (1,99 \text{ €} + 28,07 \text{ €}) = 1189,98 \text{ €}$.
- c) Energian hinta on $\frac{1189,98 \text{ €}}{7867,754 \text{ kWh}} \approx 0,15 \text{ €/kWh} = 15 \text{ snt/kWh}$.

1-15.

- Energiaa kuluu päivittäin kymmenesosa akun energiasäilytyksestä eli noin 7,5 kWh. Jos energian hinta on 0,14 €/kWh, päivittäiset energiakulut sähköauton käytöstä ovat noin $7,5 \text{ kWh} \cdot 0,14 \text{ €/kWh} \approx 1 \text{ €}$.
- Jos työmatkat ajettaisiin bensiinikäyttöisellä autolla, ja bensiinin keskipäästö on 125 g/km, ja bensiinin hinta on 1,65 €/l, työmatalalla bensiiniä kuluisi $\frac{44 \text{ km}}{100 \text{ km}} \cdot 5,5 \text{ l} = 2,42 \text{ l}$. Bensiinin osalta päivittäiset kulut olisivat $2,42 \text{ l} \cdot 1,65 \text{ €/l} \approx 4 \text{ €}$.
- Jos pikalatauslaitteen teho on 45 kW, työmatalkoihin kuluva 7,5 kWh:n lataamiseen menee aikaa $\frac{7,5 \text{ kWh}}{45 \text{ kW}} = 0,166666 \text{ h} \approx 10 \text{ min}$.
- Hiilidioksidipäästöt ovat $44 \text{ km} \cdot 125 \text{ g/km} = 5,5 \text{ kg}$.

Luku 1: Energia fysiikan käsitteenä

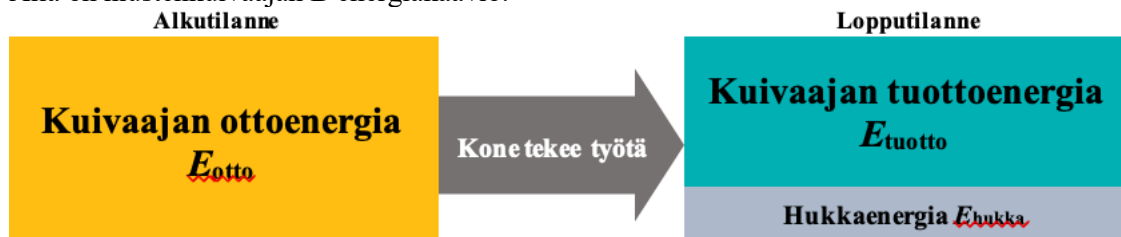
1-16.

Hiustenkuivaaja A:n energiakaavio:



Koska kuivaajan B hyötysuhde on suurempi, on hukkaenergian määrä pienempi ja tuottoenergian suurempi. Siksi kuivaajan B tuottoenergiaa kuvaavan lohkon korkeus on suurempi kuin kuivaajaa A kuvaavassa energiakaaviossa.

Alla on hiustenkuivaajan B energiakaavio.



1-17.

- Keho tarvitsee nukkumisen aikana energiaa esimerkiksi verenkierron, hengityksen, ruuan sulatuksen ja kehon lämpötilan ylläpitämiseen.
- Koska $1 \text{ cal} = 4,1868 \text{ J}$ on $1 \text{ kcal} = 4,1868 \text{ kJ}$.
 $1 \text{ 800 kcal} = 1 \text{ 800} \cdot 4,1868 \text{ kJ} = 7536,24 \text{ kJ} \approx 7,5 \text{ MJ}$.
- Jos vuorokautinen energiankulutus on $7536,24 \text{ kJ}$, kahdessa tunnissa energiankulutus on $628,02 \text{ kJ}$.
 Nyt aivojen energiankulutus kaksinkertaistuu, ja älyllisen ponnistelun osuus on
 $0,20 \cdot 628,02 \text{ kJ} = 125,604 \text{ kJ} \approx 130 \text{ kJ}$.

1-18.

Sydämen hyötysuhde on $\eta = \frac{E_{\text{tuotto}}}{E_{\text{otto}}} = \frac{62 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 1,1 \text{ J}}{350 \text{ kJ}} \approx 0,28$.

1-19.

- Sydämen toimintaan kuluu energiasta $\frac{350 \cdot 10^3 \text{ J}}{14,0 \cdot 10^6 \text{ J}} \cdot 100 \% = 2,5 \%$.

- Hyötysuhde tehojen avulla on $\eta = \frac{P_{\text{tuotto}}}{P_{\text{otto}}}$, josta saadaan ottotehoksi

$$P_{\text{otto}} = \frac{P_{\text{tuotto}}}{\eta} = \frac{1,14 \text{ W}}{0,28} = 4,07143 \text{ W} \approx 4,1 \text{ W}.$$

Hukkatehoksi saadaan $P_{\text{hukka}} = P_{\text{otto}} - P_{\text{tuotto}} = 4,07143 \text{ W} - 1,14 \text{ W} \approx 2,9 \text{ W}$.

- Hukkateho kuluu mm. äänen tuottamiseen.

Luku 1: Energia fysiikan käsitteenä

1-20.

- a) Joonaksen keskimääräinen teho on $P = 78 \text{ kg} \cdot 3,3 \text{ W/kg} = 257,4 \text{ W}$.
 Joonaksen koulupäivän aikana tarvitsema energia on $E = Pt = 257,4 \text{ W} \cdot 5,0 \cdot 3600 \text{ s} \approx 4,6 \text{ MJ}$.
- b) Marian keskimääräinen teho on $P = \frac{E}{t}$ ja ominaisteho (teho massayksikköä kohti) on

$$\frac{P}{m} = \frac{\frac{E}{t}}{m} = \frac{E}{mt} = \frac{12 \text{ MJ}}{57 \text{ kg} \cdot 24 \cdot 3600 \text{ s}} = \frac{12 \cdot 10^6 \text{ J}}{57 \text{ kg} \cdot 24 \cdot 3600 \text{ s}} \approx 2,4 \text{ W/kg}.$$