

TEHTÄVIEN RATKAISUT

- 4-1.** a) Palomiehet jarruttavat vauhtiaan puristamalla metallitankoa käsillään. Kitkan tekemä työ ilmenee käsien mikroskooppisten rakenneosasten liikkeen voimistumisena, joten kädet lämpenevät.
- b) Kun auton pyörät lukkiutuvat, kumi liukuu pitkin tien pintaa. Kitkan tekemä työ ilmenee renkaiden mikroskooppisten rakenneosasten liikkeen voimistumisena, joten renkaat kuumenevat. Jos pyörät eivät pyöri, kitka kuumentaa koko ajan samaa kohtaa renkaan pinnasta, joka voi alkaa savuta.
- 4-2.** a) Vasemmanpuoleinen kuva:
Työtä tekevät työntävä voima, kitka ja ilmanvastus. Voiman tekemä työ on vastakkaismerkkinen kitkan ja ilmanvastuksen tekemään työhön nähden.
Oikeanpuoleinen kuva:
Työtä tekevät paino ja ilmanvastus.
- b) Skootterin jarruttaessa työtä tekee renkaan ja maanpinnan välinen kitka.
- 4-3.** a) Työ on $W = Fs = 25 \text{ N} \cdot 150 \text{ m} \approx 3,8 \text{ kJ}$.
- b) Kaisan käsien kosketusvoima, kitka ja ilmanvastus tekevät työtä kelkkaan.
- 4-4.** a) Työ on $W = Gh = mg\Delta h = 5,0 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 \cdot 0,95 \text{ m} \approx 47 \text{ J}$.
- b) Koska kahvakuula ei liiku käden kosketusvoiman suunnassa, voiman tekemä työ on nolla.
- c) Käden kosketusvoima ei tee työtä, koska voima on kohtisuorassa siirtymää vastaan.

- 4-5.** Koska liikkeen suunta ja voima ovat vastakkaisuuntaiset, jarruttavan voiman tekemä työ on
 $W = Fs = -46 \text{ N} \cdot 5,2 \text{ m} \approx -240 \text{ J}$.
- 4-6.** a) Työ on $W = Gh = mg\Delta h = 42 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 \cdot 1,5 \text{ m} \approx 620 \text{ J}$.
 b) Käden kosketusvoiman suunta on vastakkainen liikkeen suunnalle. Työ on -620 J .
- 4-7.** A4, B3, C2, D7, E5, F6.
- 4-8.** a) 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 lämpönä.
 b) Jos laitteen hyötysuhde olisi yksi, laite tuottaisi energiaa yhtä paljon kuin se käyttää, joten se voisi käyttää luovuttamansa energian uudelleen. Tällaista laitetta kutsutaan ikiliikkujaksi.
 c) Jos koneen teho kasvaa, työnteko-aika lyhenee.
 d) Polttomoottorissa suurin osa polttoaineen kemiallisesta energiasta muuntuu lämmöksi.
 e) Jos lampun hyötysuhde on 60 %, vain 60 % lampun ottamasta energiasta muuntuu valoksi.
- 4-9.** a) Koneen hyötysuhde on

$$\eta = \frac{P_{\text{tuotto}}}{P_{\text{otto}}} = \frac{21 \text{ W}}{54 \text{ W}} \approx 0,39 = 39 \%$$

 b) Koneen ottoteho vastaa 100 % ja tuottoteho on siitä 39 %, joten hukatehon osuus on $100 \% - 39 \% = 61 \%$.

4-10. a) Hyötysuhteen yhtälön $\eta = \frac{P_{\text{tuotto}}}{P_{\text{otto}}}$ mukaan moottorin sähköverkosta

ottama teho on

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

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

4-11. a) Keho tarvitsee nukkumisen aikana energiaa esimerkiksi verenkierron, hengityksen, ruuansulatuksen ja kehon lämpötilan ylläpitämiseen.

b) Koska $1 \text{ cal} = 4,1868 \text{ J}$, on $1 \text{ kcal} = 4,1868 \text{ kJ}$.

$$1800 \text{ kcal} = 1800 \cdot 4,1868 \text{ kJ} = 7536,24 \text{ kJ} \approx 7,5 \text{ MJ}.$$

4-12. Sydämen hyötysuhde on

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

4-13. a) Sydämen toimintaan kuluu energiasta $\frac{350 \cdot 10^3 \text{ J}}{14,0 \cdot 10^6 \text{ J}} \cdot 100 \% = 2,5 \%$.

b) 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

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

c) Hukkateho kuluu mm. elimistön sisäisen energian ja äänen tuottamiseen.

4-14. a) Joonaksen keskimääräinen teho koulupäivän aikana on

$$P = 78 \text{ kg} \cdot 3,3 \text{ W/kg} = 257,4 \text{ W}.$$

Hänen koulupäivän aikana tarvitsemansa 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

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

4-15. a) Urheilijan ominaisteho urheilusuorituksen aikana on

$$\frac{P}{m} = \frac{72 \frac{\text{ml}}{\text{min} \cdot \text{kg}}}{1 \text{ l}} \cdot 21 \text{ kJ} = \frac{72 \frac{\text{ml}}{60 \text{ s} \cdot \text{kg}}}{1000 \text{ ml}} \cdot 21 \cdot 10^3 \text{ J} = 25,2 \text{ W/kg} \approx 25 \text{ W/kg}.$$

b) Urheilusuorituksessa käytetty energia yhden minuutin aikana on

$$E = 25,2 \text{ W/kg} \cdot 60 \text{ s} \cdot 84 \text{ kg} \approx 130 \text{ kJ}.$$

4-16. Oletetaan, että vuorokautinen energiankulutus on 12 MJ. Tällöin kahdessa tunnissa energian kulutus on 1 MJ. Tästä määrästä aivojen osuus on $0,20 \cdot 1 \text{ MJ} = 200 \text{ kJ}$.