

TEHTÄVIEN RATKAISUT

- 6-1.** a) Väite on väärin. Sisäenergia voi muuttua kahden eri prosessin – työn ja lämmön – seurauksena.
- b) Väite on tosi. Veden lämpötilaa voi nostaa sekoittamalla vettä esimerkiksi sähkövatkaimella.
- c) Väite on tosi. Jos vesi jäätyy, veden sisäenergia pienenee ja jäätyvä vesi voi tehdä työtä: kivi halkeaa.
- d) Väite on väärä. Hankaamisen seurauksena käsien lämpötila nousee.
- 6-2.** a) Ilman sisäenergia kasvaa, koska ilmaan tehdään työtä.
- b) Ilman sisäenergia pienenee. Tarkalla mittarilla voi todeta lämpötilan alentumisen. Ilma tekee työtä laajetessaan.
- 6-3.** a) Sähkövatkaimessa energiaa muunnetaan sähkön avulla mekaaniseksi energiaksi. Tehty työ varastoituu taikinan sisäenergiaksi. Sisäenergian muutos $\Delta U > 0$.
- b) Vappuilmapalloja täytettäessä kaasu purkautuu kaasusäiliöstä ja laajenee. Tällöin kaasu tekee työtä ja jäähtyy. Työn tekemiseen tarvittava energia saadaan systeemin sisäenergiasta. Sisäenergian muutos $\Delta U < 0$.
- 6-4.** Energian säilymlaki sallisi sen, että liennut muste muodostaisi itsestään uuden pisaran, mutta lämpöopin II pääsäännön mukaan mustepisara ei voi muodostua uudelleen.
- 6-5.** a) Tasapainotilaan pyrkiminen näkyy esimerkiksi siinä, että lämpötilaerot pyrkivät tasoittumaan.

b) Tarkastellaan esimerkiksi savupiipusta tulevaa savua. Sen ja ympäristön lämpötilaero pyrkii tasoittumaan. Lisäksi savu hajaantuu ja leviää ympäristöön. Savun aineosien pitoisuus kuutiometrissä ilmaa pienenee. Samalla saasteiden puhdistus pois luonnosta käy vaikeaksi.

c) Kaikki luonnon prosessit vähentävät systeemin kykyä tehdä työtä. Tästä käytetään nimitystä energian huononeminen. (Energia ei tee työtä, vaan energia muuntuu työtä tehtäessä muodosta toiseen.)

6-6. Kuuma puuro jäähtyy ja viileä maito lämpenee. Lopulta puuron lämpötila on yhtä suuri joka kohdassa. Lämpöopin toisen pääsäännön vastainen tapahtuma olisi esimerkiksi se, että kuuma puuro kuumenisi entisestään ja viileä maito kylmenisi. Tällainen tapahtuma olisi energian säilymislain mukaan mahdollinen.

6-7. Prosessi on isobaarinen, joten paine pysyy vakiona. Kaasu tekee laajetessaan työn

$$p\Delta V = 4,0 \cdot 10^5 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \cdot (2,0 \text{ m}^3 - 0,5 \text{ m}^3) = 6,0 \cdot 10^5 \text{ J} = 0,60 \text{ MJ}.$$

6-8. Prosessi on isobaarinen. Kaasun tilavuuden kasvu on

$$\Delta V = \frac{1,2 \text{ kJ}}{p} = \frac{1,2 \text{ kJ}}{2,0 \text{ bar}} = \frac{1200 \text{ Nm}}{2,0 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2} = 0,0060 \text{ m}^3 = 6,0 \text{ dm}^3.$$

6-9. Työ on

$$p\Delta V = 1,013 \cdot 10^5 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \cdot 3,5 \text{ m}^3 \approx 350 \text{ kJ}.$$