

Tehtävä: 1. Moottori ottaa kierroksella $1.61 \cdot 10^4 J$ lämpöä ja tekee työtä $3700 J$. Lämpö saadaan bensiinistä, jonka polttolämpö on $4.60 \cdot 10^4 J/g$. (a) Mikä on moottorin terminen hyötysuhde? (b) Paljonko moottori luovuttaa lämpöä kierroksella? (c) Paljonko bensiiniä palaa kierroksella? (d) Jos moottori käy 60.0 kierrosta sekunnissa, mikä on moottorin teho?

Vastaus: (a) $e = \frac{3700 J}{1.61 \cdot 10^4 J} = 0.2298 \approx 0.23$ (b) $1.61 \cdot 10^4 J - 3700 J = 1.24 \cdot 10^4 J$
 (c) $\frac{1.61 \cdot 10^4 J}{4.60 \cdot 10^4 J/g} = 0.35 g$ (d) $P = W/\Delta t = 3700 J \cdot 60.0 / 1 s = 222000 W = 22.2 kW$

Tehtävä: 2. Carnot'in kone ottaa lämpöä $550 J$ lämpötilasta $620 K$ ja luovuttaa $335 J$ matalaan lämpötilaan. (a) Paljonko mekaanista työtä kone tekee yhden kierroksena aikana? (b) Mikä on matala lämpötila? (c) Mikä on koneen terminen hyötysuhde?

Vastaus: (a) $550 J - 335 J = 215 J$ (b) $\frac{Q_L}{Q_H} = -\frac{T_L}{T_H} \Rightarrow T_L = \frac{Q_L T_H}{Q_H} = \frac{335 J \cdot 620 K}{550 J} = 377.6364 \approx 378 K$
 (c) $e = \frac{W}{Q_H} = \frac{215 J}{550 J} = 0.3909 \approx 39\%$

Tehtävä: 3. (a) Ulkolämpötila on $-5^\circ C$ ja sisälämpötila on $17^\circ C$. Montako joulea lämpöä siirtyy huoneilmaan jokaista lämpöpumpun käyttämää joulea kohti? (b) Jos käyttäisit suroaa sähkölämmitystä, paljonko sähköenergiaa tarvittaisiin edelliseen verrattuna? (c) Jos taloa on lämmitettävä $5 kW$ teholla, mikä olisi sähkötehon tarve kohdissa a ja b? (d) Huoneessa ylläpidetään $20^\circ C$. Osoita, että ulkolämpötilan laskiessa saman lämpömäärän siirtäminen huoneilmaan vaatii kasvavan määrän lämpöpumpun käyttämää energiaa.

Vastaus: (a) $CP = \frac{T_H}{T_H - T_L} = 13.1886 \approx 13 \Rightarrow 13 J$ yhtä joulea kohden.
 (b) Jos suoran lämmityksen hyötysuhde on 100% tarvitaan n.12-kertaisesti sähköenergiaa.
 (c) a-kohdassa $5000 W / 13 = 416.667 \approx 417 W$ ja b-kohdassa $5000 w$.
 (d) Jos ulkolämpötila $-10^\circ C \Rightarrow CP = 9.7717$ eli yhtä joulea kohti siirtyisi vain 9.7 joulea.

Tehtävä: 4. Jääkappale, $m = 4.50 kg$ ja $T = 273.15 K$, pudotetaan valtameren, $T = 276.65 K$. Kun jää sulaa, paljonko jääkappaleen, valtameren ja maailman-kaikkeuden entropia muuttuu?

Vastaus: Jäällä $\Delta S = \frac{dQ}{T} = \frac{4.50 kg \cdot 333 kJ/kg}{273.15 K} = 5.486 \approx 5.49 kJ/K$, valtamerellä $\Delta S = \frac{4.50 kg \cdot -333 kJ/kg}{276.65 K} = -5.4166 \approx -5.42 kJ/K$ ja maailmankaikkeudella $\Delta S = 5.486 + -5.4166 = 0.0694 \approx 0.07 kJ/K$

Tehtävä: 5. Kuparikappale, $m = 3.50 kg$ ja $T = 100.0^\circ C$, pudotetaan veteen, $m = 0.800 kg$ ja $T = 0.0^\circ C$. (a) mikä on systeemin loppulämpötila? (b) Paljonko entropia muuttuu?

Vastaus: (a) $T_F = (m_{Cu} \cdot c_{Cu} \cdot T_{Cu} + m_{H_2O} \cdot c_{H_2O} \cdot T_{H_2O}) / (m_{Cu} \cdot c_{Cu} + m_{H_2O} \cdot c_{H_2O}) = 302.0879 K \approx 29^\circ C$
 (b) $\Delta S = m_{Cu} c_{Cu} \cdot \ln\left(\frac{T_2}{T_1}\right) + m_{H_2O} c_{H_2O} \cdot \ln\left(\frac{T_2}{T_1}\right) = -288.3732 + 337.5361 = 49.1629 \approx 49.2 kJ/K$

Tehtävä: 6. (a) Laske entropian muutos kun 1.00kg vettä muutetaan höyryksi, $T = 373.15\text{K}$. (b) Vertaa vastausta esimerkkiin 20.5. Kummassa tapauksessa entropia kasvaa enemmän?

Vastaus: (a) $\Delta S = \frac{dQ}{T} = \frac{1.00\text{kg} \cdot 2260\text{kJ/kg}}{373.15\text{K}} = 6.0656 \approx 6.1\text{kJ/K}$ (b) $6100\text{J/K} > 1220\text{J/K}$ Eli höyrystymisessä on suurempi. Höyrystyminen kasvattaa epäjärjestystä enemmän kuin sulaminen, eli nesteen ja kaasun välinen muutos on suurempi kuin kiinteän ja nesteen.