

5.12 $t = 19^\circ\text{C}$ $\rho = 45\%$ $V = 52\text{ m}^3$
 (4.20) a) $\rho = \rho_{\text{H}_2\text{O}} = 0,45 \cdot 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 450 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$
 [3.25] b) $m = \rho V = 450 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 52\text{ m}^3 = 23400\text{ kg} = 23,4\text{ t}$
 c) $\rho_{\text{H}_2\text{O}} = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \Rightarrow t = 7,5^\circ\text{C} \Rightarrow$ parhaimpi lämpötila: $7,5^\circ\text{C}$

6.12 $m = 250\text{ g}$ $t_1 = 100^\circ\text{C}$ $t_2 = 45^\circ\text{C}$ $c = 0,900 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}\cdot^\circ\text{C}}$
 (5.13) a) $Q = c m \Delta t = 0,900 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}\cdot^\circ\text{C}} \cdot 0,25\text{ kg} \cdot (100^\circ\text{C} - 45^\circ\text{C}) = 12,375\text{ kJ}$
 [4.15] b) Vesi ottaa korkeintaan saman verran energiaa kuin alumiinirappale luovuttaa eli 12 kJ

6.13 Oletetaan että vesi muuttuu eluistossa 37°C :een
 (5.15) a) $m = 0,33\text{ kg}$; $t_1 = 42^\circ\text{C}$; $t_2 = 37^\circ\text{C}$
 [4.18] $Q = c m \Delta t = 4,19 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}\cdot^\circ\text{C}} \cdot 0,33\text{ kg} \cdot (42^\circ\text{C} - 37^\circ\text{C}) = 6,93\text{ kJ}$
 b) $m = 0,33\text{ kg}$; $t_1 = 10^\circ\text{C}$; $t_2 = 37^\circ\text{C}$
 $Q = c m \Delta t = 4,19 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}\cdot^\circ\text{C}} \cdot 0,33\text{ kg} \cdot (37^\circ\text{C} - 10^\circ\text{C}) = 37,3323\text{ kJ} \approx 37\text{ kJ}$

6.16 (5.19) [4.23] $m_1 = 25\text{ kg}$ $t_1 = 31^\circ\text{C}$ $m_2 = ?$ $t_2 = 55^\circ\text{C}$ $m_1 + m_2$ $t = 37^\circ\text{C}$
 Oletetaan että lämpötilat ovat vakaita. Tällöin m_2 :n lämpöä luovuttava energia = m_1 :n lämpöä vastaanottava energia: $Q_1 = Q_2$
 $(\Rightarrow) c m_1 (t - t_1) = c m_2 (t_2 - t) \quad | : (c (t_2 - t_1))$
 $(\Rightarrow) m_2 = \frac{m_1 (t - t_1)}{t_2 - t} = \frac{25\text{ kg} (37^\circ\text{C} - 31^\circ\text{C})}{55^\circ\text{C} - 37^\circ\text{C}} = 8,333\text{ kg} \approx 8,3\text{ kg}$

6.18 $P_{\text{otto}} = 1600\text{ W}$ $m = 1,000\text{ kg}$
 dibavälillä $t = 0\text{ s} \dots 200\text{ s}$ veden lämpötila muuttuu arvosta $\theta_1 = 8^\circ\text{C}$ arvoksi $\theta_2 = 78^\circ\text{C}$. Veden lämmitysteho:
 $P_{\text{otto}} = \frac{Q}{t} = \frac{c m \Delta \theta}{t} = \frac{4,19 \cdot 10^3 \frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot^\circ\text{C}} \cdot 1,000\text{ kg} \cdot (78^\circ\text{C} - 8^\circ\text{C})}{200\text{ s} - 0\text{ s}} = 1466,5\text{ W} \approx 1,5\text{ kW}$
 Sijitysvuokko: $\eta = \frac{P_{\text{otto}}}{P_{\text{otto}}} = \frac{1466,5\text{ W}}{1600\text{ W}} = 0,9166 \approx 0,92$

6.19 (5.21) [4.25a] $C = 72 \frac{\text{J}}{^\circ\text{C}}$ $m_2 = 210\text{ g}$ $t = 24,0^\circ\text{C}$
 $m_1 = 650\text{ g}$ $t_2 = 100^\circ\text{C}$ $t_1 = 21,0^\circ\text{C}$
 Kalorimetri on ympäristöstään hyvin lämpöeristetty, joten energian siirtyminen lämpötila kalorimetriin ja ympäristön välillä on vähäistä. Luovutetut energiat = vastaanotetut energiat:
 $Q_{\text{vesi}} + Q_{\text{alumiini}} = Q_{\text{rappale}}$
 $(\Rightarrow) c_1 m_1 (t - t_1) + C (t - t_1) = c_2 m_2 (t_2 - t) \quad | : (m_2 (t_2 - t))$
 $(\Rightarrow) c_2 = \frac{(c_1 m_1 + C) (t - t_1)}{m_2 (t_2 - t)} = \frac{(4,19 \cdot 10^3 \frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot^\circ\text{C}} \cdot 0,65\text{ kg} + 72 \frac{\text{J}}{^\circ\text{C}}) (24,0^\circ\text{C} - 21,0^\circ\text{C})}{0,21\text{ kg} \cdot (100^\circ\text{C} - 24,0^\circ\text{C})} = 525,47 \frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot^\circ\text{C}} \approx 530 \frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot^\circ\text{C}}$

6.22 $m = 185\text{ g}$
 siinä sulussa on lämpötila t sekä koko energia kuluu alumiinien muuttamiseen \Rightarrow sulamiseen tarvitaan energia:
 $Q = 33\text{ kJ} - 0\text{ kJ} = 33\text{ kJ}$
 Jaisalle sulamiseen vaaditaan energia:
 $Q = \rho m (\Rightarrow) \rho = \frac{Q}{m} = \frac{33\text{ kJ}}{0,185\text{ kg}} = 178,38 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \approx 180 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$

mas: glyseroli $\rho = 1176 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$, $t_n = 17,9^\circ\text{C} \Rightarrow$ glyseroli
 Kuvassa on esitetty sulamisen jälkeinen tila määriteltynä aineen ominaislämpökapasiteetti:
 $c = \frac{Q}{m \Delta t} = \frac{37\text{ kJ} - 33\text{ kJ}}{0,185\text{ kg} \cdot (30^\circ\text{C} - 18^\circ\text{C})} = 1,8018 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}\cdot^\circ\text{C}} \approx 1,8 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}\cdot^\circ\text{C}}$
 mas: glyseroli $c = 2,40 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}\cdot^\circ\text{C}}$

6.23 (5.23) [4.50] $m_1 = 0,50\text{ kg}$ $t_1 = 42^\circ\text{C}$ $c_1 = 4,19 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}\cdot^\circ\text{C}}$ $m_2 = 0,30\text{ kg}$ $t_2 = 0^\circ\text{C}$ $t = ?$
 b) Kaiken jään sulamiseen vaadittava energia:
 $Q_2 = \rho m_2 = 333 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \cdot 0,30\text{ kg} = 99,9\text{ kJ} \approx 100\text{ kJ}$
 a) jos vesi jäähtyy 0°C :een, se luovuttaa energiaa:
 $Q_1 = c_1 m_1 \Delta t_1 = 4,19 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}\cdot^\circ\text{C}} \cdot 0,50\text{ kg} \cdot (42^\circ\text{C} - 0^\circ\text{C}) = 87,99\text{ kJ}$
 $Q_1 < Q_2 \Rightarrow$ vesi jäähtyy 0°C :een ja vain osa jäästä sulaa \Rightarrow vesi luovuttaa energian 88 kJ
 c) degussa on vettä ja jäänä $\Rightarrow t = 0^\circ\text{C}$

6.24 $m_1 = 0,30\text{ kg}$ $t_1 = 26^\circ\text{C}$ $c_1 = 4,19 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}\cdot^\circ\text{C}}$ $m_2 = ?$ $t_2 = -18^\circ\text{C}$ $c_2 = 2,09 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}\cdot^\circ\text{C}}$ $\rho = 333 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$ $m_1 + m_2$ $t = 12^\circ\text{C}$
 Oletetaan, että tarkasteltavan systeemin ja ympäristön välillä ei siirry energiaa lämpöä ja että lämmityskapasiteetti on hyvin pieni. Tällöin luovutetut ja vastaanotetut energiat ovat samat:
 $Q_{\text{vesi}} = Q_{\text{jää lämpöä}} + Q_{\text{jää sulaa}} + Q_{\text{vesi lämpöä}}$
 $(\Rightarrow) c_1 m_1 (t - t_1) = c_2 m_2 (0 - t_2) + \rho m_2 + c_1 m_2 (t - 0)$
 $= m_2 (c_2 t + \rho - c_1 t)$ $| : (c_1 t)$
 $(\Rightarrow) m_2 = \frac{c_1 m_1 (t - t_1)}{c_1 t + \rho - c_2 t} = \frac{4,19 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}\cdot^\circ\text{C}} \cdot 0,30\text{ kg} \cdot (26^\circ\text{C} - 12^\circ\text{C})}{4,19 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}\cdot^\circ\text{C}} \cdot 12^\circ\text{C} + 333 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} - 2,09 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}\cdot^\circ\text{C}} \cdot (-18^\circ\text{C})} = 0,04181\text{ kg}$
 \Rightarrow jääpaloja: $\frac{0,04181\text{ kg}}{0,015\text{ kg}} = 2,79 \Rightarrow$ vähintään 3 paloa

6.25 $A = 4,6\text{ km}^2$, $h = 5,0\text{ cm}$, $S = 320 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$
 a) jään sulamiseen tarvitaan energia:
 $Q = \rho m = \rho S V = 333 \cdot 10^3 \frac{\text{J}}{\text{kg}} \cdot 320 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 4,6 (1000\text{ m}^2) \cdot 0,050\text{ m} = 7,046 \cdot 10^{13}\text{ J} \approx 7,0 \cdot 10^{13}\text{ J}$
 b) $P = 160\text{ W}$, $t = 11\text{ h}$, $A = 1,0\text{ m}^2$
 $Q = P t = \rho m = \rho S V = \rho S A x$
 $(\Rightarrow) x = \frac{P t}{\rho S A} = \frac{160\text{ W} \cdot 11 \cdot 60 \cdot 60\text{ s}}{333 \cdot 10^3 \frac{\text{J}}{\text{kg}} \cdot 320 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 1,0\text{ m}^2} \approx 0,02068\text{ m} \approx 2,1\text{ cm}$

6.26 $m = 0,25\text{ kg}$ $P = 850\text{ W}$
 Veteen siirtyä koki: $P = \frac{Q}{t} = \frac{\rho m}{t} \quad | \cdot \frac{t}{P}$
 $(\Rightarrow) t = \frac{\rho m}{P} = \frac{2260 \cdot 10^3 \frac{\text{J}}{\text{kg}} \cdot 0,25\text{ kg}}{850\text{ W}} = 664,71\text{ s} \approx 11,08\text{ min} \approx 11\text{ min}$