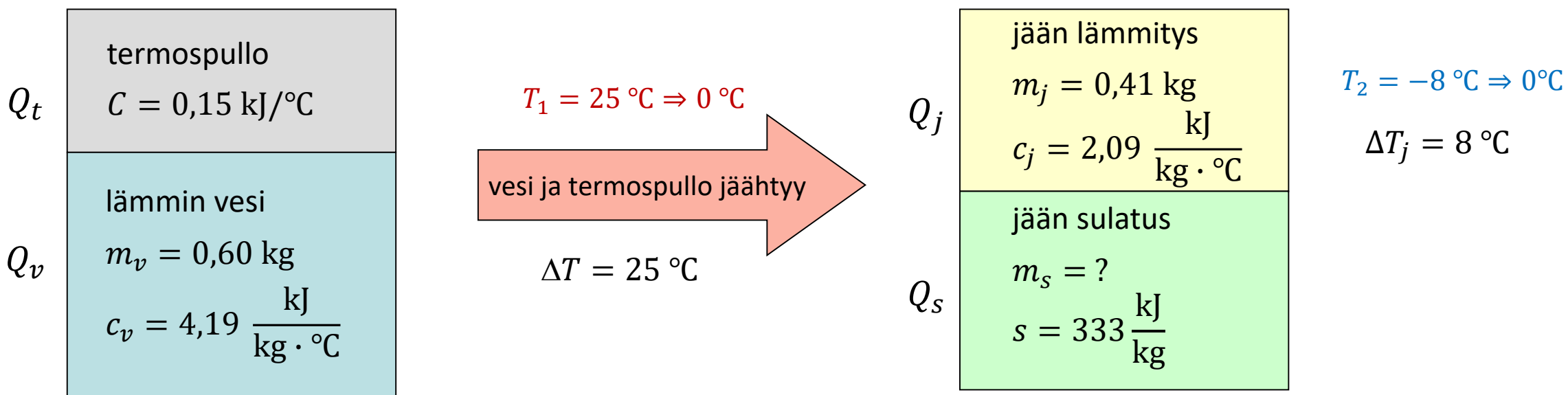


## Tehtävä 11.22 (K2000/4)

a) Termospullon ja termospullon veden lämpö lämmittää jään sulamispisteeseen ja sulattaa osan jäästä.

Oletetaan, että tasapainotila saavutetaan nopeasti, jolloin systeemiä voidaan pitää likimain eristettynä.

Muodostetaan energiakaavio:



Vesi ja termospullo luovuttavat jäähtyessään yhtä paljon energiaa kuin jään lämmittäminen ja osan jäästä sulattaminen vaatii:

$$Q_t + Q_v = Q_j + Q_s$$
$$C\Delta T + c_v m_v \Delta T = c_j m_j \Delta T_j + s m_s$$

Ratkaistaan sulaneen jään massa  $m_s$  yhtälöstä  $C\Delta T + c_v m_v \Delta T = c_j m_j \Delta T_j + s m_s$  laskinohjelmalla.

Tulokseksi saadaan  $m_s \approx 0,1794$  kg.

$$c := \frac{0.15 \cdot \text{kJ}}{\text{°C}} \qquad 150. \cdot \frac{\text{J}}{\text{°C}}$$

$$m_v := 0.6 \cdot \text{kg} \qquad 0.6 \cdot \text{kg}$$

$$c_v := 4.19 \cdot \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{°C}} \qquad 4190. \cdot \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2 \cdot \text{°C}}$$

$$m_j := 0.41 \cdot \text{kg} \qquad 0.41 \cdot \text{kg}$$

$$c_j := 2.09 \cdot \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{°C}} \qquad 2090. \cdot \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2 \cdot \text{°C}}$$

$$s := \frac{333 \cdot \text{kJ}}{\text{kg}} \qquad 333000. \cdot \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}$$

$$t := 25 \cdot \text{°C} \qquad 25. \cdot \text{°C}$$

$$t_j := 8 \cdot \text{°C} \qquad 8. \cdot \text{°C}$$

$$\text{solve}(c \cdot t + c_v \cdot m_v \cdot t - c_j \cdot m_j \cdot t_j + s \cdot m_s, m_s) \qquad m_s = 0.179414 \cdot \text{kg}$$

Sulamatta jäi  $0,41 \text{ kg} - 0,1794 \text{ kg} = 0,2306 \text{ kg} \approx 0,23 \text{ kg}$

Sulamiseen vaaditaan energiamäärä

$$Q = sm = 333 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \cdot 0,2306 \text{ kg} \approx 76,79 \text{ kJ}$$

Lämpöä virtaa systeemiin teholla  $P = 11 \text{ kJ/h}$ . Sulamiseen kuluu aika:

$$t = \frac{Q}{P} = \frac{76,79 \text{ kJ}}{11 \text{ kJ/h}} \approx 7,0 \text{ h}$$

V: Sulamiseen kuluu aikaa 7 tuntia

$m_j - 0,179414 \cdot \text{kg}$

$0,230586 \cdot \text{kg}$

$0,230586 \cdot \text{kg} \cdot s$

$76785,1 \cdot \text{J}$

$\frac{76785,138 \cdot \text{J}}$

$25129,7 \cdot \text{s}$

$\frac{11 \cdot \text{kJ}}$

$\text{hr}$

$25129,681527272 \cdot \text{s} \blacktriangleright \text{hr}$

$6,98047 \cdot \text{hr}$