

Yo-tehtävä K2000/5

Termospullossa on 0,60 kg vettä, jonka lämpötila on 25 °C. Pulloon kaadetaan 0,41 kg jääpaloja, joiden lämpötila on −8,0 °C, ja sekoitetaan. Kuinka paljon jäätä jää sulamatta?

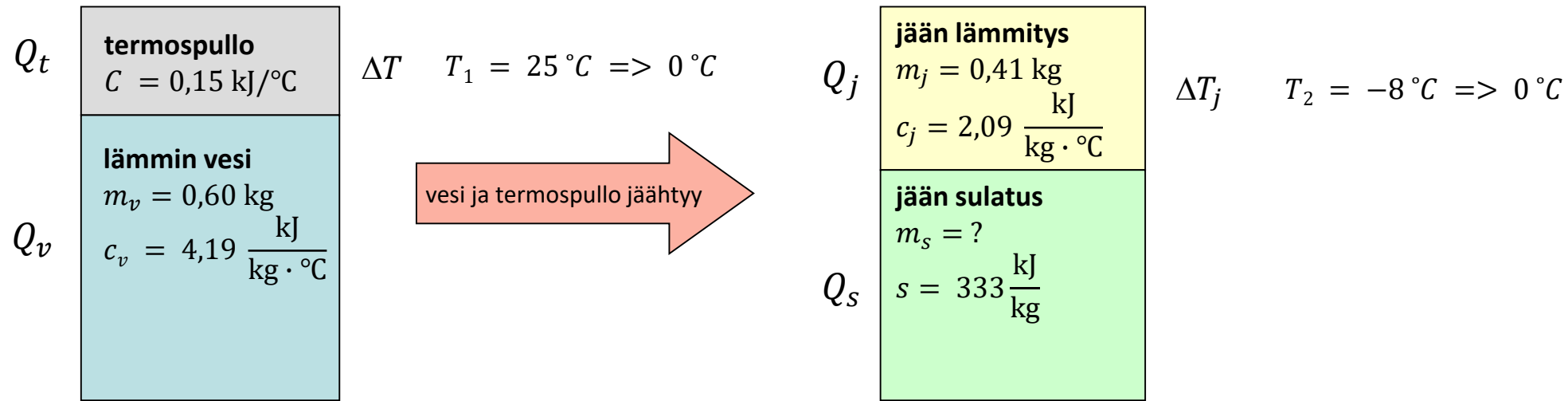
Kuinka pitkän ajan kuluttua jää on kokonaan sulanut, kun ympäristöstä siirtyy pulloon lämpövirta 11 kJ/h?

Termospullon lämpökapasiteetti on 0,15 kJ/°C.

Ratkaisu:

Mieti mitä tapahtuu? Mitä säilymlakia voidaan soveltaa?

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



Tasapainotila saavutetaan käytännössä niin nopeasti, ettei sekoitusaikana pulloon siirtyvää lämpö määrää tarvitse huomioida. Kaavion perusteella saadaan siis yhtälö

$$Q_t + Q_v = Q_j + Q_s$$

$$C\Delta T + c_v m_v \Delta T = c_j m_j \Delta T_j + s m_s$$

$$m_s = \frac{C\Delta T + c_v m_v \Delta T - c_j m_j \Delta T_j}{s}$$

$$m_s = \frac{0,15 \frac{\text{kJ}}{\text{K}} \cdot 25 \text{ K} + 4,19 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot 0,60 \text{ kg} \cdot 25 \text{ K} - 2,09 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot 0,41 \text{ kg} \cdot 8 \text{ K}}{333 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}}$$

$$m_s \approx 0,1794 \text{ kg}$$

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

Sulamiseen vaaditaan energiamäärä

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

$$\text{Lämpöä virtaa systeemiin teholla } P = 11 \text{ kJ/h. Sulamiseen kuluu aika: } t = \frac{Q}{P} = \frac{76,79 \text{ kJ}}{11 \text{ kJ/h}} \approx 7,0 \text{ h}$$

V: Sulamiseen kuluu aikaa 7 tuntia