

Aufgabe

Gegeben sind:

- 0,2l Wasser mit einer Temperatur von 15°C
- 30 g Eis mit einer Temperatur von -10°C

Berechne die Endtemperatur des Getränks mit Hilfe der Energieerhaltung. Als Nullpunkt der Energie wird 0 K verwendet.

Gegebene Werte

$$m_W = 0,2 \text{ kg}$$

$$m_E = 0,03 \text{ kg}$$

$$c_E = 2100 \frac{\text{J}}{\text{kg K}}$$

$$c_W = 4180 \frac{\text{J}}{\text{kg K}}$$

$$L_s = 334000 \frac{\text{J}}{\text{kg}}$$

Temperaturen in Kelvin

$$15^{\circ}\text{C} = 288,15 \text{ K}$$

$$-10^{\circ}\text{C} = 263,15 \text{ K}$$

System S1: Wasser

Anfangsenergie

$$E_{S1} = 0,2 \cdot 4180 \cdot 288,15$$

$$E_{S1} = 240893,4 \text{ J}$$

Endenergie

Am Ende besitzt das Wasser die Temperatur T :

$$E'_{S1} = 0,2 \cdot 4180 \cdot T$$

$$E'_{S1} = 836T$$

System S2: Eis

Anfangsenergie des Eises

$$E_{S2} = 0,03 \cdot 2100 \cdot 263,15$$

$$E_{S2} = 16578,45 \text{ J}$$

Energie zum Erwärmen von -10°C auf 0°C

$$\Delta E_{S2}^{(1)} = 0,03 \cdot 2100 \cdot 10$$

$$\Delta E_{S2}^{(1)} = 630 \text{ J}$$

Schmelzenergie

$$\Delta E_{S2}^{(2)} = 0,03 \cdot 334000$$

$$\Delta E_{S2}^{(2)} = 10020 \text{ J}$$

Energie des geschmolzenen Wassers

Nach dem Schmelzen besitzt das Wasser die Temperatur T :

$$\Delta E_{S2}^{(3)} = 0,03 \cdot 4180 \cdot (T - 273,15)$$

$$\Delta E_{S2}^{(3)} = 125,4T - 34253,01$$

Totale Endenergie von S2

$$E'_{S2} = E_{S2} + \Delta E_{S2}^{(1)} + \Delta E_{S2}^{(2)} + \Delta E_{S2}^{(3)}$$

$$E'_{S2} = 16578,45 + 630 + 10020 + 125,4T - 34253,01$$

$$E'_{S2} = 125,4T - 7024,56$$

Energieerhaltung

Die totale Anfangsenergie ist gleich der totalen Endenergie:

$$E_{S1} + E_{S2} = E'_{S1} + E'_{S2}$$

$$240893,4 + 16578,45 = 836T + 125,4T - 7024,56$$

$$257471,85 = 961,4T - 7024,56$$

$$264496,41 = 961,4T$$

$$T = \frac{264496,41}{961,4}$$

$$T \approx 275,12 \text{ K}$$

Umrechnung in Celsius

$$T = 275,12 - 273,15$$

$$T \approx 1,97^\circ\text{C}$$

Ergebnis

Die Endtemperatur des Getränks beträgt:

$$T \approx 275,12 \text{ K}$$

bzw.

$$T \approx 2^\circ \text{C}$$