

Uitwerkingen extra opgaven hoofdstuk 3

Opgave 3.1

Met de warmte van de steen kun je het water $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ opwarmen en met de warmte van het metaal kun dezelfde hoeveelheid water $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ opwarmen. Je kunt dus zeggen dat de steen 3x zoveel warmte afstaat. Omdat de massa's even groot zijn en de temperatuurdaling bijna even groot moet de soortelijke warmte van de steen groter zijn.

Opgave 3.2

$$20\text{ }^{\circ}\text{C} = 20 + 273 = 293\text{ K}$$

$$100\text{ K} = 100 - 273 = -173\text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$0\text{ }^{\circ}\text{C} = 0 + 273 = 273\text{ K}$$

$$0\text{ K} = 0 - 273 = -273\text{ }^{\circ}\text{C}$$

Opgave 3.3

Gegeven:

$$m = 0,240\text{ kg}; \quad c_{\text{koper}} = 386 \frac{\text{J}}{(\text{kg}\cdot^{\circ}\text{C})}; \quad \Delta T = 300\text{ }^{\circ}\text{C}$$

Gevraagd:

Q_{koper} t.o.v. $0\text{ }^{\circ}\text{C}$

Oplossing:

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T \rightarrow Q = 0,240\text{ kg} \times 386 \frac{\text{J}}{(\text{kg}\cdot^{\circ}\text{C})} \times 300\text{ }^{\circ}\text{C} = 27792\text{ J} = 27,8\text{ kJ}$$

Opgave 3.4

Een hoge soortelijke warmte betekent dat je veel warmte moet toevoeren om $1\text{ kg } 1^{\circ}\text{C}$ op te warmen. Dat betekent dus ook dat er bij afkoelen veel warmte per 1 kg en per 1°C vrijkomt.

Opgave 3.5

Gegeven:

$$V_{\text{water}} = 800\text{ mL}; \quad \rho_{\text{water}} = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 1,000 \frac{\text{kg}}{\text{L}}; \quad c_{\text{water}} = 4180 \frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot^{\circ}\text{C}}; \quad \Delta T = 3,4\text{ }^{\circ}\text{C}$$

Gevraagd:

$Q_{\text{afgestaan}}$ door aluminium blok

Oplossing:

$Q_{\text{afgestaan}}$ door aluminium blok = $Q_{\text{opgenomen}}$ door water

$$m_{\text{water}} = \rho \cdot V = 1 \frac{\text{kg}}{\text{L}} \times 0,8\text{ L} = 0,8\text{ kg}$$

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T \rightarrow Q = 0,8\text{ kg} \times 4180 \frac{\text{J}}{(\text{kg}\cdot^{\circ}\text{C})} \times 3,4\text{ }^{\circ}\text{C} = 11370\text{ J} = 11,4\text{ kJ}$$

Opgave 3.6

Gegeven:

$$V_{\text{water}} = 2,00\text{ L}; \quad \rho_{\text{water}} = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 1,000 \frac{\text{kg}}{\text{L}}; \quad c_{\text{water}} = 4180 \frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot^{\circ}\text{C}}; \quad \Delta T_{\text{water}} = 3,4\text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$c_{\text{Al}} = 880 \frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot^{\circ}\text{C}}; \quad m_{\text{Al}} = 0,400\text{ kg}$$

Gevraagd:

T van het hete aluminium blok

Oplossing:

$Q_{afgestaan}$ door aluminium blok = $Q_{opgenomen}$ door water

$$m_{water} = \rho \cdot V = 1,000 \frac{\text{kg}}{\text{L}} \times 2,00 \text{ L} = 2,00 \text{ kg}$$

$$Q_{water} = m \cdot c \cdot \Delta T \rightarrow Q = 2,00 \text{ kg} \times 4180 \frac{\text{J}}{(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})} \times 3,4 ^\circ\text{C} = 28424 \text{ J}$$

$$Q_{Al} = 0,4 \times 880 \times \Delta T_{Al} = 28424 \rightarrow \Delta T_{Al} = \frac{28424 \text{ J}}{0,4 \text{ kg} \times 880 \frac{\text{J}}{(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})}} = 40,4 ^\circ\text{C}$$

$$T_{Al} = 23,4 + 40,4 = 63,8 ^\circ\text{C}$$

Het aluminium koelt af tot $23,4 ^\circ\text{C}$ en $\Delta T = 40,4 ^\circ\text{C}$, dus begintemperatuur was $63,8 ^\circ\text{C}$

Opgave 3.7

Gegeven:

$$m_{water} = 200 \text{ g}; \quad T_{water,begin} = 20 ^\circ\text{C}; \quad m_{ijs} = 20 \text{ g}; \quad l_s = 334 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}; \quad T_{ijs} = 0 ^\circ\text{C}$$

Gevraagd:

T van het gekoelde water

Oplossing:

$Q_{afgestaan}$ door water = $Q_{opgenomen}$ door smelten van ijs + $Q_{opgenomen}$ door gesmolten ijs

$$Q_{smelten} = 0,020 \text{ kg} \times 334 \cdot 10^3 \frac{\text{J}}{\text{kg}} = 6680 \text{ J}$$

$$Q_{gesmolten ijs} = 0,020 \times 4180 \times x = 83,6x$$

$$16720 - 836x = 6680 + 83,6x \rightarrow 919,6x = 10040 \rightarrow x = \frac{10040}{919,6} = 10,9 ^\circ\text{C}$$

$$T_{water,eind} = 10,9 ^\circ\text{C} \quad \text{afgerond } T_{water,eind} = 11 ^\circ\text{C}$$

Opgave 3.8

Gegeven:

$$m_{water} = 0,200 \text{ kg}; \quad c_{water} = 4180 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}; \quad l_s = 334 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}; \quad \Delta T_{water} = 20 ^\circ\text{C}$$

Gevraagd:

Q

Oplossing:

$$Q = Q_{water} + Q_{ijs}$$

$$Q_{water} = m \cdot c \cdot \Delta T = 0,200 \text{ kg} \times 4180 \frac{\text{J}}{(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})} \times 20 ^\circ\text{C} = 16720 \text{ J}$$

$$Q_{ijs} = 0,200 \text{ kg} \times 334 \frac{\text{J}}{\text{kg}} = 66,8 \text{ kJ}$$

$$Q = 16,7 + 66,8 = 83,5 \text{ kJ}$$

Opgave 3.9

Gegeven:

$$m_{water} = 0,200 \text{ kg}; \quad c_{water} = 4180 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}; \quad l_s = 334 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}; \quad \Delta T_{water} = 20 ^\circ\text{C}; \quad P = 100 \text{ W} = 100 \frac{\text{J}}{\text{s}}$$

Gevraagd:
Tijd van afkoelen en tijd van bevriezen.

Oplossing:

$$Q_{afkoelen} = m \cdot c \cdot \Delta T = 0,200 \text{ kg} \times 4180 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}} \times 20 ^\circ\text{C} = 16720 \text{ J}$$

$$Q_{bevriezen} = 0,200 \text{ kg} \times 334 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} = 66,8 \text{ kJ}$$

$$t_{\text{tijd afkoelen}} = \frac{16720 \text{ J}}{100 \frac{\text{J}}{\text{s}}} = 167 \text{ s}$$

$$t_{\text{tijd bevriezen}} = \frac{66800 \text{ J}}{100 \frac{\text{J}}{\text{s}}} = 668 \text{ s}$$

Opgave 3.10

Gegeven:

$$\rho_{\text{water}} = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}; \quad r_v = 2260 \frac{\text{J}}{\text{kg}}$$

Gevraagd:

Q

Oplossing:

$$m = \rho \cdot V = 1,000 \frac{\text{kg}}{\text{L}} \times 0,200 \text{ L} = 0,200 \text{ kg}$$

$$Q = m \cdot r_v = 0,200 \text{ kg} \times 2260 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} = 452 \text{ kJ}$$

Opgave 3.11

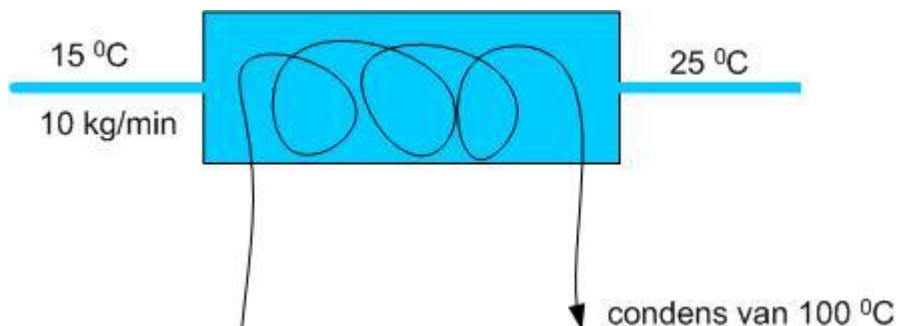
Gegeven:

$$\phi_m = 10 \frac{\text{kg}}{\text{min}}; \quad c_{\text{water}} = 4180 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}; \quad l_v = 2260 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}; \quad \Delta T_{\text{water}} = 10 ^\circ\text{C}$$

Gevraagd:

Hoeveel stoom condenseert er per minuut.

Oplossing:



$$Q_{condens} = Q_{water} = m \cdot c \cdot \Delta T = 10 \frac{\text{kg}}{\text{min}} \times 4180 \frac{\text{J}}{(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})} \times 10 ^\circ\text{C} = 418000 \frac{\text{J}}{\text{min}}$$

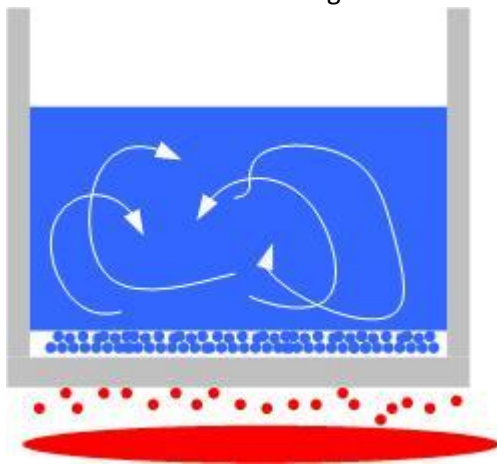
$$l_v = 2260 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$m_{condens} = \frac{418 \frac{\text{kJ}}{\text{min}}}{2260 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}} = 0,18 \frac{\text{kg}}{\text{min}}$$

Opgave 3.12

De warmtestroom ondervindt het meeste weerstand in het gaslaagje onder de bodem omdat de moleculen daar verder uit elkaar zitten.

In het water treedt stroming of convectie op.



Opgave 3.13

Bij verdampen gaan de moleculen uit de vloeistof en gaan zich bewegen in de vrije ruimte.

Bij koken is het verdampen erg sterk en worden in de vloeistof dampbellen gevormd waarbinnen de druk ietsjes groter is dan van de luchtdruk boven de vloeistof. De dampbellen stijgen vervolgens op door de opwaartse kracht.

Opgave 3.14

$$\text{aantal } \lambda = \frac{10 \text{ m}}{0,5 \text{ m}} = 20$$

Per seconde passeren er 20 golflengtes en gaat de dobber dus 20x op en neer.

De frequentie = 20 trillingen per seconde (Hz).

Als de golflengte 0,25 m is, dan komen er 40 golflengtes voorbij per seconde en trilt de dobber met 40 Hz.

Opgave 3.15

De snelheid is 300.000.000 m/s dus 300.000.000.000 golflengtes per seconde.

Op de plaats waar de golven passeren verandert de elektrische kracht

3×10^{11} maal van richting. Dit zorgt voor verwarming.

Opgave 3.16

Gegeven:

$$\varepsilon = 0,91; \quad \sigma = 5,67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}^4; \quad A = 300 \text{ cm}^2; \quad T = 400 \text{ }^\circ\text{C}$$

Gevraagd:

P door straling

Oplossing:

$$P = \varepsilon \cdot \sigma \cdot A \cdot T^4$$

$$P = 0,91 \times 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}^4 \times 300 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \times 673^4 \text{ K}^4 = 317 \text{ W}$$

Opgave 3.17

Een metaal bevat zeer veel vrije elektronen die de energie via onderlinge botsingen doorgeven.

Plastic heeft geen vrije elektronen, alleen atomen en moleculen die aan elkaar vastzitten.

De energie wordt door de trillende atomen doorgegeven en daarvan zijn er veel minder.

Opgave 3.18

Gegeven:

$$\Delta T_{\text{warm-koud}} = 30 \text{ }^\circ\text{C}; \quad \phi_w = 12 \text{ kW}$$

Gevraagd:

R_w

Oplossing:

$$\phi_w = \frac{\Delta T}{R_w} \rightarrow R_w = \frac{\Delta T}{\phi_w} = \frac{30 \text{ }^\circ\text{C}}{12 \times 10^3 \text{ W}} = 2,5 \times 10^{-3} \text{ }^\circ\text{C/W}$$

Opgave 3.19

Gegeven:

$$k = 1,5 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{ }^\circ\text{C)}; \quad A = 10 \text{ m}^2; \quad \Delta T_{\text{warm-koud}} = 20 \text{ }^\circ\text{C}$$

Gevraagd:

a) R_w

b) ϕ_w

Oplossing:

$$a) \quad R_w = \frac{1}{k \cdot A} = \frac{1}{1,5 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{ }^\circ\text{C)} \times 10 \text{ m}^2} = 0,066 \text{ }^\circ\text{C/W}$$

$$b) \quad \phi_w = \frac{\Delta T}{R_w} = \frac{20 \text{ }^\circ\text{C}}{0,066 \text{ }^\circ\text{C/W}} = 300 \text{ W}$$

Opgave 3.20

Gegeven:

$$k = 6 \frac{\text{W}}{(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})}; \quad \Delta T_{\text{warm-koud}} = 19 \text{ } ^\circ\text{C}; \quad \phi_w = 2800 \text{ W}$$

Gevraagd:

Oppervlakte A

Oplossing:

$$R_w = \frac{\Delta T}{\phi_w} = \frac{19 \text{ } ^\circ\text{C}}{2800 \text{ W}} = 6,78 \times 10^{-3} \text{ } ^\circ\text{C/W}$$

$$R_w = \frac{1}{k \cdot A} = \frac{1}{6 \cdot A}$$

$$\frac{1}{6A} = 6,78 \times 10^{-3} \rightarrow 6A = \frac{1}{6,78 \times 10^{-3}} = 147 \rightarrow A = \frac{147}{6} \text{ m}^2 = 24,5 \text{ m}^2$$