

Warmte – weektaak 5

Opgave W501: Aluminiumkogel

a) 14 kJ per 1 minuut

⇒ 52 kJ per 4 minuut

⇒ $Q = 52 \text{ kJ}$

b) $Q = Q_{\text{water}} + Q_{\text{aluminium}}$

* $Q_{\text{water}} = m \cdot \Delta T \cdot c$

* $m = 200 \text{ g}$

* $\Delta T = 80 - 20 = 60 \text{ }^\circ\text{C}$

* $c = 4,18 \text{ J/g}^\circ\text{C}$

⇒ $Q_{\text{water}} = 200 \cdot 60 \cdot 4,18 = 50160 \text{ J}$

* $Q_{\text{aluminium}} = m \cdot \Delta T \cdot c$

* $m = 50 \text{ g}$

* $\Delta T = 80 - 20 = 60 \text{ }^\circ\text{C}$

* $c = 0,80 \text{ J/g}^\circ\text{C}$

⇒ $Q_{\text{aluminium}} = 50 \cdot 60 \cdot 0,80 = 2400 \text{ J}$

⇒ $Q = 50160 + 2400 = 5,3 \cdot 10^4 \text{ J}$

c)

$$\eta = \frac{E_n}{E_t} \cdot 100\%$$

* $E_n = Q_{\text{aluminium}} = 2400 \text{ J}$

* $E_t = Q = 52 \text{ kJ} = 52000 \text{ J}$

$$\Rightarrow \eta = \frac{2400}{52000} \cdot 100\% = 4,6 \%$$

Opgave W502: flessenwarmer II

a) Een soortelijke warmte van $4,18 \text{ J/(g }^\circ\text{C)}$ betekent dat er $4,18 \text{ J}$ aan energie nodig is om 1 g water $1 \text{ }^\circ\text{C}$ in temperatuur te doen stijgen.

b) Een warmtecapaciteit van $150 \text{ J/}^\circ\text{C}$ betekent dat er 150 J aan energie nodig is om de temperatuur van de zuigfles (zonder inhoud) met $1 \text{ }^\circ\text{C}$ te doen stijgen.

c)

$$\eta = \frac{E_{\text{nut}}}{E_{\text{tot}}} \cdot 100\%$$

* $E_{\text{nut}} = Q_{\text{melk}} = m \cdot \Delta T \cdot c$

* $m = 200 \text{ g}$

* $\Delta T = 37 - 7,0 = 30 \text{ }^\circ\text{C}$

* $c = 4,18 \text{ J/g}^\circ\text{C}$

⇒ $E_{\text{nut}} = 200 \cdot 30 \cdot 4,18 = 2,508 \cdot 10^4 \text{ J}$

* $E_{\text{tot}} = P \cdot t$

* $P = 80 \text{ W}$

* $t = 9,0 \text{ min} = 630 \text{ s}$

⇒ $E_{\text{tot}} = 4,32 \cdot 10^4 \text{ J}$

$$\Rightarrow \eta = \frac{2,508 \cdot 10^4}{4,32 \cdot 10^4} \cdot 100\% = 58 \%$$

Opgave W503: frituren

$$a) Q_{\text{opwarmen}} = Q_{\text{toevoer}}$$

$$* Q_{\text{opwarmen}} = Q_{\text{frituurolie}}$$

$$* Q_{\text{frituurolie}} = m \cdot \Delta T \cdot c$$

$$* m = 2,5 \text{ kg}$$

$$* \Delta T = 180 - 20 = 160 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$* c = 1,65 \cdot 10^3 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$$

$$\Rightarrow Q_{\text{frituurolie}} = 2,5 \cdot 160 \cdot 1,65 \cdot 10^3$$

$$\Rightarrow Q_{\text{opwarmen}} = 6,6 \cdot 10^5 \text{ J}$$

$$* Q_{\text{toevoer}} = Q_{\text{element}}$$

$$* Q_{\text{element}} = P \cdot t$$

$$* t = 5,0 \text{ min} = 300 \text{ s}$$

$$\Rightarrow Q_{\text{element}} = P \cdot 300$$

$$\Rightarrow Q_{\text{toevoer}} = P \cdot 300$$

$$\Rightarrow 6,6 \cdot 10^5 = P \cdot 300$$

$$\Rightarrow P = \frac{6,6 \cdot 10^5}{300} = 2,2 \cdot 10^3 \text{ W}$$

- b) Het is het "minimale vermogen", omdat bij de berekening is verondersteld dat alle warmte van het verwarmingselement ten goede komt aan de frituurolie. Dat is natuurlijk niet zo omdat ook de frituurpan zelf warm wordt. Q_{opwarmen} mist bij a) dus nog een term voor $Q_{\text{frituurpan}}$. Daardoor zal het werkelijke vermogen van de frituurpan groter zijn dan bij a) is berekend.

Opgave W504: Sjtasiefestatie

$$Q_{\text{afkoelen}} = Q_{\text{lucht}}$$

$$* Q_{\text{afkoelen}} = Q_{\text{bier}} = m \cdot \Delta T \cdot c$$

$$* m = 560 \text{ g}$$

$$* \Delta T = 11 - 5 = 6 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$* c = 3,75 \text{ J/g}^\circ\text{C}$$

$$\Rightarrow Q_{\text{bier}} = 560 \cdot 6 \cdot 3,75$$

$$\Rightarrow Q_{\text{afkoelen}} = 1,26 \cdot 10^4 \text{ J}$$

$$* Q_{\text{lucht}} = m \cdot \Delta T \cdot c$$

$$* m = 1,3 \text{ kg}$$

$$* c = 1,00 \cdot 10^3 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$$

$$\Rightarrow Q_{\text{lucht}} = 1,3 \cdot \Delta T \cdot 1,00 \cdot 10^3 = 1,3 \cdot 10^3 \cdot \Delta T$$

$$\Rightarrow 1,26 \cdot 10^4 = 1,3 \cdot 10^3 \cdot \Delta T$$

$$\Rightarrow \Delta T = \frac{1,26 \cdot 10^4}{1,3 \cdot 10^3} = 9,7 \text{ }^\circ\text{C}$$

Opgave W505: feestje

Je mag aannemen dat er geen warmte uitwisseling met het vat optreedt, dat betekent dat er geen warmte naar het vat gaat, of van het vat komt. Enkel en alleen het element en het bier zijn van belang voor de berekening.

$$Q_{\text{afkoelen}} = Q_{\text{element}}$$

$$* Q_{\text{afkoelen}} = Q_{\text{bier}} = m \cdot \Delta T \cdot c$$

$$* m = 200 \text{ g}$$

$$* \Delta T = 20 - 4 = 16 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\Rightarrow Q_{\text{bier}} = 200 \cdot 16 \cdot c$$

$$\Rightarrow Q_{\text{afkoelen}} = 3,2 \cdot 10^3 \cdot c$$

$$* Q_{\text{element}} = P \cdot t$$

$$* P = 1,5 \text{ kW} = 1,5 \cdot 10^3 \text{ W}$$

$$* t = 8,0 \text{ s}$$

$$\Rightarrow Q_{\text{element}} = 1,5 \cdot 10^3 \cdot 8,0 = 1,2 \cdot 10^4 \text{ J}$$

$$\Rightarrow 3,2 \cdot 10^3 \cdot c = 1,2 \cdot 10^4$$

$$\Rightarrow c = \frac{1,2 \cdot 10^4}{3,2 \cdot 10^3} = 3,75 \text{ J/g}^\circ\text{C}$$

Opgave W506: zuigfles

Deze opgave is wiskundig lastiger.

In feite krijg je een vergelijking van het type:

$$\begin{aligned}10 + 5x &= 3(x-1) + 15 \\10 + 5x &= 3x - 3 + 15 \\10 + 5x &= 3x + 12 \\5x - 3x &= 12 - 10 \\2x &= 2 \\x &= 1\end{aligned}$$

Het enige verschil is dat nu de getallen lastiger zijn. Tot en met 6 VWO wordt het wiskundig gezien niet lastiger dan dit. Je kunt dus natuurkunde op VWO doen met onderbouw wiskunde. Als je natuurkunde wilt studeren, heb je echter wel wiskunde B nodig.

a) $Q_{\text{opwarmen}} = Q_{\text{toevoer}}$

$$* Q_{\text{opwarmen}} = Q_{\text{melk}} + Q_{\text{zuigfles}}$$

$$* Q_{\text{melk}} = m \cdot \Delta T \cdot c$$

$$* m = 120 \text{ g}$$

$$* \Delta T = T - 8$$

$$* c = 3,9 \text{ J/g}^\circ\text{C}$$

$$\Rightarrow Q_{\text{melk}} = 120 \cdot (T - 8) \cdot 3,9 = 468 \cdot (T - 8) = 468 \cdot T - 3744$$

$$* Q_{\text{melk}} = \Delta T \cdot C$$

$$* \Delta T = T - 8$$

$$* C = 75 \text{ J}^\circ\text{C}$$

$$\Rightarrow Q_{\text{melk}} = (T - 8) \cdot 75 = 75 \cdot T - 600$$

$$\Rightarrow Q_{\text{opwarmen}} = 468 \cdot T - 3744 + 75 \cdot T - 600 = 543 \cdot T - 4344$$

$$* Q_{\text{toevoer}} = Q_{\text{magnetron}}$$

$$* E_n: \quad \eta = \frac{E_n}{E_{\text{magnetron}}} \cdot 100\%$$

$$* \eta = 80\%$$

$$* E_{\text{magnetron}} = P \cdot t$$

$$* P = 360 \text{ W}$$

$$* t = 2,0 \text{ min} = 120 \text{ s}$$

$$\Rightarrow E_{\text{magnetron}} = 360 \cdot 120 = 43200 \text{ J}$$

$$\Rightarrow 80 = \frac{E_n}{43200} \cdot 100$$

$$\Rightarrow E_n = \frac{80 \cdot 43200}{100} = 34560 \text{ J}$$

$$\Rightarrow Q_{\text{toevoer}} = 34560 \text{ J}$$

$$\Rightarrow 543 \cdot T - 4344 = 34560$$

$$\Rightarrow 543 \cdot T = 38904$$

$$\Rightarrow T = \frac{38904}{543} = 72 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$b) Q_{\text{opwarmen}} = Q_{\text{toevoer}}$$

$$* Q_{\text{toevoer}} = Q_{\text{melk}} + Q_{\text{zuigfles}} \quad (\text{de warmte gaat van de melk+fles naar het koude water})$$

$$* Q_{\text{melk}} = m \cdot \Delta T \cdot c$$

$$* m = 120 \text{ g}$$

$$* \Delta T = 71,6 - T$$

$$* c = 3,9 \text{ J/g}^\circ\text{C}$$

$$\Rightarrow Q_{\text{melk}} = 120 \cdot (71,6 - T) \cdot 3,9 = 468 \cdot (71,6 - T) = 33508,8 - 468 \cdot T$$

$$* Q_{\text{melk}} = \Delta T \cdot C$$

$$* \Delta T = 71,6 - T$$

$$* C = 75 \text{ J/}^\circ\text{C}$$

$$\Rightarrow Q_{\text{melk}} = (71,6 - T) \cdot 75 = 5370 - 75 \cdot T$$

$$\Rightarrow Q_{\text{toevoer}} = 33508,8 - 468 \cdot T + 5370 - 75 \cdot T = 38878,8 - 543 \cdot T$$

Daarvan gaat maar 90 % daadwerkelijk naar het water.

$$\Rightarrow Q_{\text{toevoer}} = 0,90 \cdot (38878,8 - 543 \cdot T) = 34990,92 - 488,7 \cdot T$$

$$* Q_{\text{opwarmen}} = Q_{\text{water}}$$

$$* Q_{\text{water}} = m \cdot \Delta T \cdot c$$

$$* m = 80 \text{ g}$$

$$* \Delta T = T - 16$$

$$* c = 4,18 \text{ J/g}^\circ\text{C}$$

$$\Rightarrow Q_{\text{water}} = 80 \cdot (T - 16) \cdot 4,18 = 334,4 \cdot (T - 16) = 334,4 \cdot T - 5350,4$$

$$\Rightarrow Q_{\text{opwarmen}} = 334,4 \cdot T - 5350,4$$

$$\Rightarrow 34990,92 - 488,7 \cdot T = 334,4 \cdot T - 5350,4$$

$$\Rightarrow -488,7 \cdot T - 334,4 \cdot T = -5350,4 - 34990,92$$

$$\Rightarrow -823,1 \cdot T = -40341,32$$

$$\Rightarrow T = \frac{-40341,32}{-823,1} = 49 \text{ }^\circ\text{C}$$