

Warmte – weektaak 2

Let op!

Je kunt bij de eenheid van c zien wat de eenheden van de grootheden Q en m moeten zijn. Zoals je ondertussen weet maakt het voor ΔT geen verschil of je K of $^{\circ}\text{C}$ gebruikt.

Opgave W201: kan

a) $E = Q = P \cdot t$

* $P = 73 \text{ W}$

* $t = 1,5 \text{ min} = 90 \text{ s}$

$\Rightarrow Q = 73 \cdot 90 = 6570 \text{ J}$

b) $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$

* $Q = 6570 \text{ J}$

* $c = 4,18 \cdot 10^3 \text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$

* $\Delta T = 5,0 \text{ }^{\circ}\text{C}$

$\Rightarrow 6570 = m \cdot 4,18 \cdot 10^3 \cdot 5,0$

$\Rightarrow m = \frac{6570}{4,18 \cdot 10^3 \cdot 5,0} = 0,31 \text{ kg}$

Opgave W202: warmtecapaciteit 1

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

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

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

* $\Delta T = 82,5 - 22,3 = 60,2 \text{ }^{\circ}\text{C}$

$\Rightarrow Q_{\text{bakje}} = C \cdot 60,2$

$\Rightarrow Q_{\text{opwarmen}} = C \cdot 60,2$

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

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

* $m = 160 \text{ g} = 0,160 \text{ kg}$

* $c = 2,43 \cdot 10^3 \text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$

* $\Delta T = 90,0 - 82,5 = 7,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$

$\Rightarrow Q_{\text{alcohol}} = 0,160 \cdot 2,43 \cdot 10^3 \cdot 7,5 = 2916 \text{ J}$

$\Rightarrow Q_{\text{toevoer}} = C \cdot 60,2$

$\Rightarrow C \cdot 60,2 = 2916$

$\Rightarrow C = \frac{2916}{60,2} = 48 \text{ J/}^{\circ}\text{C}$

Opgave W203: koelwater

a)

$$\eta = \frac{P_n}{P_t} \cdot 100\%$$

$$* \eta = 40\%$$

$$* P_n = 600 \text{ MW}$$

$$\Rightarrow 40 = \frac{600}{P_t} \cdot 100$$

$$\Rightarrow 40 \cdot P_t = 600 \cdot 100$$

$$\Rightarrow P_t = \frac{600 \cdot 100}{40} = 1500 \text{ MW}$$

60% gaat verloren, dus het verlies bedraagt 900 MW.

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

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

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

$$* \Delta T = 32 - 18 = 14 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$* c = 4,18 \cdot 10^3 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$$

$$\Rightarrow Q_{\text{rivierwater}} = m \cdot 14 \cdot 4,18 \cdot 10^3$$

$$\Rightarrow Q_{\text{opwarmen}} = 5,85 \cdot 10^4 \cdot m$$

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

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

$$* P = 900 \text{ MW} = 900 \cdot 10^6 \text{ W}$$

$$* t = 1 \text{ h} = 3600 \text{ s}$$

$$\Rightarrow Q_{\text{verlieswarmte}} = 900 \cdot 10^6 \cdot 3600 = 3,24 \cdot 10^{12} \text{ J}$$

$$\Rightarrow Q_{\text{toevoer}} = 3,24 \cdot 10^{12} \text{ J}$$

$$\Rightarrow 5,85 \cdot 10^4 \cdot m = 3,24 \cdot 10^{12}$$

$$\Rightarrow m = \frac{3,24 \cdot 10^{12}}{5,85 \cdot 10^4} = 5,54 \cdot 10^7 \text{ kg}$$

$$m = \rho \cdot V$$

$$* m = 5,54 \cdot 10^7 \text{ kg}$$

$$* \rho = 998 \text{ kg/m}^3$$

$$\Rightarrow 5,54 \cdot 10^7 = 998 \cdot V$$

$$\Rightarrow V = \frac{5,54 \cdot 10^7}{998} = 5,55 \cdot 10^4 \text{ m}^3 \quad (= 5,55 \cdot 10^7 \text{ L})$$

Als het water betreft mag je er ook vanuit gaan dat het getal voor de massa in *kilogram* vrijwel hetzelfde is als het getal voor het volume in *liter*. Dan mag je de stap met $m = \rho \cdot V$ overslaan. Bedenk echter dat dat alleen geldt voor water.

Opgave W204: stof A versus stof B

- a) De soortelijke warmte van een stof is de hoeveelheid energie die nodig is om 1 kg van die stof 1 °C in temperatuur te doen stijgen. Dus hoe groter de soortelijke warmte, hoe moeilijker een stof kan worden verarmd.

Het vermogen waarmee de beide stoffen worden opgewarmd is gelijk, maar stof B warmt daarmee minder goed op. Stof B is dus de stof met de grootste soortelijke warmte.

- b) Om te beoordelen of één van beide stoffen water kan zijn, moet je een stoffeigenschap bepalen. In dit geval dus de soortelijke warmte. Als die waarde overeenkomt met die van water, dan is de stof waarschijnlijk water.

Er zijn verschillende manieren om dit aan te pakken.

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

$$* Q_{\text{opwarmen}} = Q_{\text{stof A}}$$

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

$$* m = 150 \text{ g}$$

$$* \Delta T = 65 - 20 = 45 \text{ °C}$$

$$\Rightarrow Q_{\text{stof A}} = 150 \cdot 45 \cdot c$$

$$\Rightarrow Q_{\text{opwarmen}} = 6750 \cdot c$$

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

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

$$* P = 0,12 \text{ kW} = 120 \text{ W}$$

$$* t = 4 \text{ min} = 240 \text{ s}$$

$$\Rightarrow Q_{\text{element}} = 2,88 \cdot 10^4 \text{ J}$$

$$\Rightarrow Q_{\text{toevoer}} = 2,88 \cdot 10^4 \text{ J}$$

$$\Rightarrow 6750 \cdot c = 2,88 \cdot 10^4$$

$$\Rightarrow c = \frac{2,88 \cdot 10^4}{6750} = 4,3 \text{ J/g}^\circ\text{C}$$

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

$$* Q_{\text{opwarmen}} = Q_{\text{stof B}}$$

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

$$* m = 150 \text{ g}$$

$$* \Delta T = 60 - 20 = 40 \text{ °C}$$

$$\Rightarrow Q_{\text{stof B}} = 150 \cdot 40 \cdot c$$

$$\Rightarrow Q_{\text{opwarmen}} = 6000 \cdot c$$

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

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

$$* P = 0,12 \text{ kW} = 120 \text{ W}$$

$$* t = 6 \text{ min} = 360 \text{ s}$$

$$\Rightarrow Q_{\text{element}} = 4,32 \cdot 10^4 \text{ J}$$

$$\Rightarrow Q_{\text{toevoer}} = 4,32 \cdot 10^4 \text{ J}$$

$$\Rightarrow 6000 \cdot c = 4,32 \cdot 10^4$$

$$\Rightarrow c = \frac{4,32 \cdot 10^4}{6000} = 7,2 \text{ J/g}^\circ\text{C}$$

Let op!

Ik heb in bovenstaande berekeningen de massa in g ingevuld. Dan krijg ik de soortelijke warmte ook in J/g°C en niet J/kg°C uit.

Stof A komt tamelijk dicht in de buurt van de waarde voor water. Aangezien we te maken hebben met een zekere afleeson nauwkeurigheid zou dit dus water kunnen zijn.

Een andere mogelijkheid om na te gaan welke stof water zou kunnen zijn, is als je berekent hoe warm water zou zijn, na bijvoorbeeld 6 minuten verwarmen met dit element.

$$\begin{aligned}Q_{\text{opwarmen}} &= Q_{\text{toevoer}} * Q_{\text{opwarmen}} &= Q_{\text{water}} * Q_{\text{water}} &= m \cdot \Delta T \cdot c * m &= 150 \text{ g} * c &= 4,2 \text{ J/g}^\circ\text{C} \\&\Rightarrow Q_{\text{water}} = 150 \cdot \Delta T \cdot 4,2 \\&\Rightarrow Q_{\text{opwarmen}} = 630 \cdot \Delta T * Q_{\text{toevoer}} &= Q_{\text{element}} * Q_{\text{element}} &= P \cdot t * P &= 0,12 \text{ kW} = 120 \text{ W} * t &= 6 \text{ min} = 360 \text{ s} \\&\Rightarrow Q_{\text{element}} = 4,32 \cdot 10^4 \text{ J} \\&\Rightarrow Q_{\text{toevoer}} = 4,32 \cdot 10^4 \text{ J} \\&\Rightarrow 630 \cdot \Delta T = 4,32 \cdot 10^4 \\&\Rightarrow \Delta T = \frac{4,32 \cdot 10^4}{630} = 69 \text{ }^\circ\text{C} \\T &= T_0 + \Delta T = 20 + 69 = 89 \text{ }^\circ\text{C}\end{aligned}$$

Stof A heeft, na 6 minuten verwarmen, inderdaad een temperatuur van ongeveer 89 °C.

Opgave W205: energieomzettingen

- Een verbrandingsmotor verbrandt benzine om de auto in beweging te brengen. Daarbij wordt het motorblok warm.
Dat betekent dat chemische energie wordt omgezet in bewegingsenergie en warmte-energie.
- Een elektromotor draait op elektrische energie en brengt de auto in beweging. Daarbij wordt de elektromotor warm.
Dat betekent dat elektrische energie wordt omgezet in bewegingsenergie en warmte-energie.
- De as van een dynamo wordt rond gedraaid en daardoor produceert de dynamo een elektrische spanning. Daarbij wordt de dynamo warm.
Dat betekent dat bewegingsenergie wordt omgezet in elektrische energie en warmte-energie.
- In een accu vindt een chemische reactie plaats waarbij een elektrische spanning ontstaat. Tevens wordt de accu warm.
Dat betekent dat chemische energie wordt omgezet in elektrische energie en warmte-energie.

Opgave W206: eenheden omrekenen

a) $34 \text{ mJ} = \dots \text{ Wh}$

$$3600000 \text{ J} = 1 \text{ kWh}$$

$$\Rightarrow 1 \text{ J} = 2,78 \cdot 10^{-7} \text{ kWh}$$

$$\Rightarrow 1 \text{ mJ} = 2,78 \cdot 10^{-10} \text{ kWh}$$

$$\Rightarrow 34 \text{ mJ} = 0,44 \cdot 10^{-9} \text{ kWh}$$

$$\Rightarrow 34 \text{ mJ} = 0,44 \cdot 10^{-6} \text{ Wh}$$

b) $\Delta T = 23 \text{ }^\circ\text{C} = 23 \text{ K}$

Let op!

Bij ΔT , dus een temperatuurverandering, maakt het geen verschil.

De stapgrootte in de kelvinschaal is gelijk aan de stapgrootte in de celsiuschaal.

c) $48 \text{ dJ/kg}^\circ\text{C} = \dots \text{ J/g}^\circ\text{C}$

$$48 \text{ dJ} \quad \text{per 1 kg} \quad \text{per 1 }^\circ\text{C}$$

$$\Rightarrow 4,8 \text{ J} \quad \text{per 1 kg} \quad \text{per 1 }^\circ\text{C}$$

$$\Rightarrow 4,8 \text{ J} \quad \text{per 1000 g} \quad \text{per 1 }^\circ\text{C}$$

$$\Rightarrow 0,0048 \text{ J} \quad \text{per 1 g} \quad \text{per 1 }^\circ\text{C}$$

$$\Rightarrow 0,0048 \text{ J/g}^\circ\text{C}$$

d) $67 \text{ J/min} = \dots \text{ kW}$

$$\Rightarrow 67 \text{ J per 1 min}$$

$$\Rightarrow 67 \text{ J per 60 s}$$

$$\Rightarrow 1,117 \text{ J per 1 s}$$

$$= 1,117 \text{ W}$$

$$* \text{ W} \rightarrow \text{ daW} \rightarrow \text{ hW} \rightarrow \text{ kW}$$

$$\Rightarrow 3 \text{ stappen}$$

$$\Rightarrow \text{factor } 10^3$$

$$* \text{ eenheid wordt factor } 10^3 \text{ groter, dus getal wordt factor } 10^3 \text{ kleiner}$$

$$\Rightarrow 1,117 \text{ W} = 0,001117 \text{ kW}$$

e) $789 \text{ MJ} = \dots \text{ kWh}$

$$* \text{ MJ} \rightarrow \text{ kJ} \rightarrow \text{ J}$$

$$\Rightarrow 2 \text{ stappen}$$

$$\Rightarrow \text{factor } 1000^2$$

$$* \text{ eenheid wordt factor } 1000^2 \text{ kleiner, dus getal wordt factor } 1000^2 \text{ groter}$$

$$\Rightarrow 789 \text{ MJ} = 789000000 \text{ J}$$

$$3600000 \text{ J} = 1 \text{ kWh}$$

$$\Rightarrow 1 \text{ J} = 2,78 \cdot 10^{-7} \text{ kWh}$$

$$\Rightarrow 789000000 \text{ J} = 219,2 \text{ kWh}$$

$$\Rightarrow 789 \text{ MJ} = 219,2 \text{ Wh}$$

f) $67,3 \text{ L/s} = \dots \text{ cm}^3/\text{min}$

$$67,3 \text{ L per 1 s}$$

$$\Rightarrow 67,3 \text{ dm}^3 \text{ per 1 s}$$

$$\Rightarrow 67300 \text{ cm}^3 \text{ per 1 s}$$

$$\Rightarrow 4038000 \text{ cm}^3 \text{ per 60 s}$$

$$\Rightarrow 4038000 \text{ cm}^3 \text{ per 1 min}$$

$$\Rightarrow 4038000 \text{ cm}^3/\text{min} \quad (= 4,038 \cdot 10^6 \text{ cm}^3/\text{min})$$