

Overall Natuurkunde 3V

Uitwerkingen

Hoofdstuk 7 Materialen

7.1 Stofeigenschappen

A1

- a Juist, want moleculen zijn opgebouwd uit atomen.
- b Onjuist, want moleculen bewegen langzamer als de temperatuur lager is.
- c Juist, want dichtheid is een eigenschap van een stof.
- d Onjuist, want een vaste stof zweeft in een vloeistof als de dichtheid van de vaste stof gelijk is aan de dichtheid van de vloeistof.

A2

Bij het opzoeken van de dichtheid moet je ook de temperatuur weten, omdat de dichtheid afhankelijk is van de temperatuur.

B3

Dat weet je omdat water niet op lucht drijft, of omdat lucht drijft op water.

B4

Uit $\rho = \frac{m}{V}$ volgt dat $m = \rho \cdot V$

- a De massa van 15 cm³ glas is: $15 \times 2,6 = 39$ g
- b De massa van 35 cm³ brons is: $35 \times 8,9 = 311,5$ g
- c 2 m³ is $2 \times 1\,000\,000 = 2\,000\,000$ cm³. De massa hiervan is: $2\,000\,000 \times 1,8 = 3\,600\,000$ g = 3600 kg.
- d 33 cL is 0,33 L, dus $0,33 \times 1000 = 330$ cm³. De massa van 330 cm³ water is: $330 \times 1 = 330$ g.

B5

- a In kist 1 zitten de meeste ballen; tennisballen zijn de kleinste van de drie.
- b Nee, dat hoeft niet.
- c Van de dichtheid van het materiaal en het volume.

B6

De olie drijft op het water, dus de dichtheid van de olie is dan kleiner dan de dichtheid van water. De dichtheid van water is dus groter.

B7

- a Kies op de horizontale as bijvoorbeeld 25 cm³, de bijbehorende massa is dan 193 g.

De dichtheid is dan $\frac{192}{25} = 7,76$ g/cm³. De dichtheid van staal komt hierbij het meest in de buurt.

- b Bij elke meting maak je een meetfout. Als je het resultaat van meerdere metingen neemt, is de totale meetfout kleiner.

C8

- a Gegeven: $l = 1,0$ m = 100 cm, $A_{\text{vierkant}} = 1,0$ dm² = 100 cm², $m = 6000$ g

Gevraagd: de dichtheid $\rho = ?$

Formule: $\rho = \frac{m}{V}$

Berekenen: $\rho = \frac{6000}{100 \times 100} = 0,6$

Antwoord: De dichtheid is 0,6 g/cm³.

- b** Gegeven: $\rho_{\text{hout}} = 0,6 \text{ g/cm}^3$, $\rho_{\text{water}} = 1,0 \text{ g/cm}^3$

Gevraagd: de relatieve dichtheid = ?

Formule: relatieve dichtheid = $\frac{\rho_{\text{hout}}}{\rho_{\text{water}}} \times 100\%$

Berekenen: relatieve dichtheid = $\frac{0,6}{1,0} \times 100\% = 60\%$

Antwoord: De relatieve dichtheid is 60%.

- c** Gegeven: relatieve dichtheid 60%, $l = 1,0 \text{ m} = 100 \text{ cm}$, $A_{\text{vierkant}} = 1,0 \text{ dm}^2 = 100 \text{ cm}^2$

Gevraagd: Hoeveel cm steekt de balk boven water uit; $h = ?$

Berekenen: 60% van het volume van de balk bevindt zich onder water, 40% van het volume boven water.

40% van $10\,000 \text{ cm}^3 = 4000 \text{ cm}^3$

Bij een lengte van 100 cm is de oppervlakte van het deel boven water 40 cm^2 .

Antwoord: Omdat de breedte 10 cm is steekt 4 cm boven water uit.

- d** Gegeven: $\rho_{\text{hout}} = 0,6 \text{ g/cm}^3$, $\rho_{\text{alcohol}} = 0,8 \text{ g/cm}^3$

Gevraagd: de relatieve dichtheid = ?

Formule: relatieve dichtheid = $\frac{\rho_{\text{hout}}}{\rho_{\text{alcohol}}} \times 100\%$

Berekenen: relatieve dichtheid = $\frac{0,6}{0,8} \times 100\% = 75\%$

Antwoord: De relatieve dichtheid is 75%.

- e** Uit het antwoord bij d volgt dat 25% boven water uitsteekt.
Omdat de breedte 10 cm is, steekt de balk 2,5 cm boven water uit (zie berekening bij c)

C9

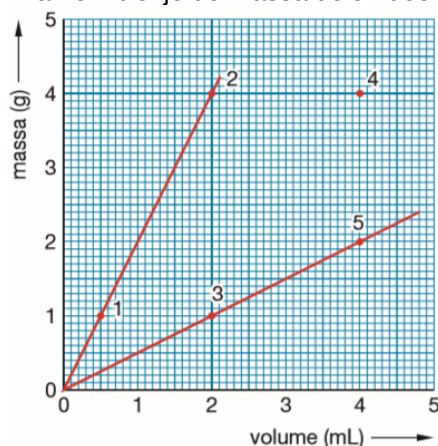
- a** De ballon zweeft in de lucht. De hoogte verandert niet meer en boven en onder de ballon zit nog lucht.
b De dichtheid van de verwarmde lucht in de ballon is kleiner geworden.

C10

- a** De blokjes 2 en 3. Lees op de horizontale as het volume V af. Het volume V is 2 mL.
De blokjes 4 en 5. Lees op de horizontale as het volume V af. Het volume V is 4 mL.
b De blokjes 2 en 4. Lees op de verticale as de massa m af. De massa m is 4 g.
De blokjes 1 en 3. Lees op de verticale as de massa m af. De massa m is 1 g.

c De blokjes 1 en 2 of 3 en 5.

Van elk blokje de massa delen door het volume of rechte lijnen trekken door (0,0).



d Gegeven: $V = 8 \text{ cm}^3$.

Gevraagd: de massa m

Formule: $\rho = \frac{m}{V}$

Berekenen: Om bij een gegeven volume de massa te kunnen berekenen, moet de dichtheid ρ bekend zijn. Uit de grafiek blijkt dat blokje 4 een massa heeft van 4 g en een volume van 4 mL. Omdat $1 \text{ mL} = 1 \text{ cm}^3$ volgt hier uit dat $4 \text{ mL} = 4 \text{ cm}^3$.

$$\rho = \frac{4}{4} = 1. \text{ De dichtheid van blokje 4 is } 1 \text{ g/cm}^3$$

Voor een blokje van 8 cm^3 met een dichtheid van 1 cm^3 geldt:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$1 = \frac{m}{8}$$

$$m = 1 \times 8 = 8$$

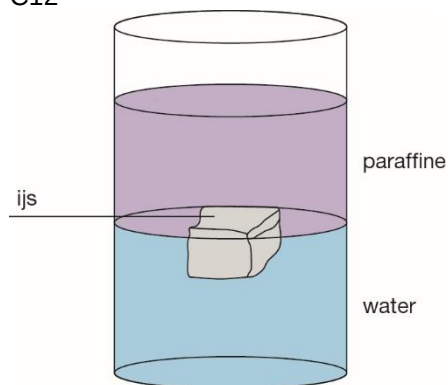
Antwoord: De massa m is 8 g.

Je kan ook zeggen het volume is 2 keer zo groot, dus de massa ook. De massa $m = 8 \text{ g}$.

C11

Zoetwater heeft een kleinere dichtheid dan zoutwater. In zoetwater zal de diepgang van het schip groter worden.

C12



+13

a Gegeven: $d = 5,0 \text{ mm} = 0,5 \text{ cm}$, $r = 3,0 \text{ cm}$, $m = 126 \text{ g}$

Gevraagd: de dichtheid $\rho_{\text{brons}} = ?$

Formule: $\rho = \frac{m}{V}$

Berekenen: $\rho_{\text{brons}} = \frac{m}{\pi \times r^2 \times d}$

$$\rho_{\text{brons}} = \frac{126}{\pi \times 3,0^2 \times 0,5} = 8,9$$

Antwoord: De dichtheid $\rho_{\text{brons}} = 8,9 \text{ g/cm}^3$.

b Gegeven: Brons bestaat voor 90 gewichtsprocenten uit koper en voor 10 gewichtsprocenten uit zink.

$$m = 126 \text{ g}$$

Gevraagd: Volume V aan koper in het brons.

Formule: $\rho = \frac{m}{V}$

Berekenen: De massa aan koper in 126 g brons is $126 \times 0,9 = 113,4 \text{ g}$

$$\rho_{\text{koper}} = \frac{m}{V}$$

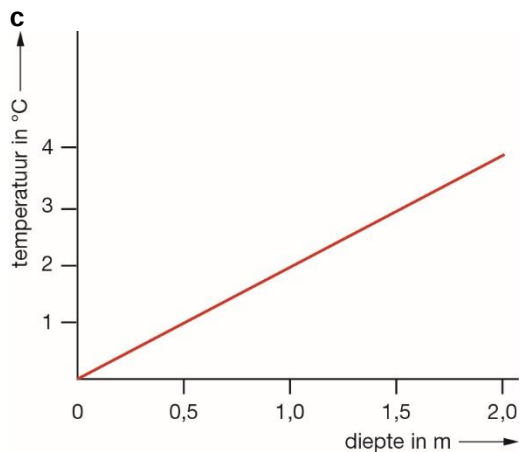
$$8,96 = \frac{113,4}{V}$$

$$V = \frac{113,4}{8,96} = 12,65$$

Antwoord: Het volume aan koper is $12,65 \text{ cm}^3$.

+14

- a** De afstand tussen de moleculen in ijs is groter dan de afstand tussen de moleculen in water.
- b** Water heeft zijn grootste dichtheid bij 4 °C. Onder in de sloot zal het water dus 4 °C zijn.
Naar boven naar het ijs toe zal de temperatuur lager dan 4 °C zijn, want onder de 4 °C neemt de dichtheid af. Water onder 4 °C zal dus stijgen. Als er water is boven de 4 °C, zal dit stijgen en afgekoeld worden door het ijs.



7.2 Warmte

A15

- a Onjuist, want de soortelijke warmte van water is hoog.
- b Onjuist, want temperatuur is een maat voor de snelheid van moleculen.
- c Juist, want door het wegstromen van warmte daalt de temperatuur.
- d Onjuist, want de temperatuurverandering is dan positief. De temperatuur stijgt immers.

A16

- a Wat wordt de temperatuur vandaag?
- b Wol is een stof die goed isoleert.

A17

Temperatuur is een maat voor de beweging van moleculen en warmte is een energiestroom van een plek met een hoge temperatuur naar een lage temperatuur.

B18

- a Gegeven: $V = 450 \text{ mL}$, $\rho_{\text{water}} = 1 \text{ g/cm}^3$, $c_{\text{water}} = 4,2 \text{ J/(g} \cdot ^\circ\text{C)}$

Gevraagd: de hoeveelheid warmte $Q = ?$

Formules: $\rho = \frac{m}{V}$, $\Delta T = T_{\text{eind}} - T_{\text{begin}}$, $Q = c \cdot m \cdot \Delta T$

Berekenen: de massa m van het water volgt uit $\rho = \frac{m}{V}$

$$1 = \frac{m}{450}$$

$$m = 450 \times 1 = 450 \text{ g}$$

$$\text{de temperatuurstijging } \Delta T = T_{\text{eind}} - T_{\text{begin}} = 100 - 18,3 = 81,7 \text{ } ^\circ\text{C}$$

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

$$Q = 4,2 \times 450 \times 81,7 = 154\,413$$

Antwoord: De hoeveelheid warmte $Q = 154\,413 \text{ J}$.

- b Alle energie die naar het water gaat, wordt gebruikt om het water te laten verdampen.

B19

- a Alcohol warmt sneller op, omdat er meer warmte nodig is om water $1 \text{ } ^\circ\text{C}$ te verwarmen dan voor alcohol
- b Door de grote soortelijke warmte van water is er veel warmte nodig om zeewater op te warmen.

B20

Gegeven: $m = 2500 \text{ g}$, $c_{\text{melk}} = 3,9 \text{ J/(g} \cdot ^\circ\text{C)}$, $\Delta T = -75 \text{ } ^\circ\text{C}$

Gevraagd: de hoeveelheid warmte $Q = ?$

Formule: $Q = c \cdot m \cdot \Delta T$

$$\text{Berekenen: } Q = 3,9 \times 2500 \times -75 = -731\,250$$

Antwoord: De hoeveelheid warmte $Q = -731\,250 \text{ J}$

B21

Gegeven: $m = 60 \text{ g}$, $\Delta T = 10 \text{ }^\circ\text{C}$, $Q = 528 \text{ J}$ Gevraagd: soortelijke warmte $c = ?$ Formule: $Q = c \cdot m \cdot \Delta T$ Berekenen: $528 = c \times 60 \times 10$

$$528 = c \times 600$$

$$c = \frac{528}{600} = 0,88$$

Antwoord: De soortelijke warmte $c = 0,88 \text{ J/(g } \cdot ^\circ\text{C)}$. Het materiaal is dus aluminium.

B22

a Gegeven: $m_{\text{melk}} = 20 \text{ g}$, $T_{\text{begin melk}} = 20 \text{ }^\circ\text{C}$, $T_{\text{eind}} = 40 \text{ }^\circ\text{C}$, $c_{\text{melk}} = 3,9 \text{ J/(g } \cdot ^\circ\text{C)}$ Gevraagd: opgenomen warmte door de melk $Q_{\text{opgenomen}} = ?$ Formule: $Q = c \cdot m \cdot \Delta T$ Berekenen: $Q = 3,9 \times 20 \times (40 - 20) = 1560$ Antwoord: De door de melk opgenomen warmte $Q = 1560 \text{ J}$.**b** Gegeven: $Q_{\text{opgenomen}} = 1560 \text{ J}$ Gevraagd: afgestane warmte van de thee $-Q_{\text{thee}} = ?$ Formule: $Q_{\text{opgenomen}} = -Q_{\text{afgestaan}}$ Berekenen: $1560 = -Q_{\text{afgestaan}}$ Antwoord: De door de thee afgestane warmte $Q_{\text{thee}} = -1560 \text{ J}$.**c** Gegeven: $m_{\text{thee}} = 200 \text{ g}$, $T_{\text{eind}} = 40 \text{ }^\circ\text{C}$, $c_{\text{thee}} = 4,2 \text{ J/(g } \cdot ^\circ\text{C)}$, $Q_{\text{afgestaan}} = -1560 \text{ J}$ Gevraagd: $T_{\text{eind thee}} = ?$ Formule: $Q = c \cdot m \cdot \Delta T$ Berekenen: $-1560 = 4,2 \times 200 \times (40 - T_{\text{begin thee}})$

$$\frac{-1560}{4,2 \times 200} = 40 - T_{\text{begin thee}}$$

$$-1,86 = 40 - T_{\text{begin thee}}$$

$$T_{\text{begin thee}} = 40 + 1,86 = 41,86$$

Antwoord: De begintemperatuur van de thee $T_{\text{begin thee}} = 41,86 \text{ }^\circ\text{C}$.

C23

Gegeven: $c_{\text{water}} = 4,2 \text{ (g} \cdot ^\circ\text{C)}, T_{\text{begin}} = 6,6 \text{ } ^\circ\text{C}, T_{\text{eind}} = 19,3 \text{ } ^\circ\text{C}$ hoogte h van het water in de maatcilinder is 17,2 cmoppervlakte A van het water 4,6 cm².Gevraagd: de hoeveelheid opgenomen warmte $Q = ?$ Formule: $V = A \cdot h, \rho_{\text{water}} = \frac{m}{V}, Q = c \cdot m \cdot \Delta T$ Berekenen: $V = 4,6 \times 17,2 = 79,12 \text{ cm}^3$

$$\rho_{\text{water}} = \frac{m}{V}$$

$$m = 79,12 \times 1 = 79,12$$

$$\Delta T = T_{\text{eind}} - T_{\text{begin}} = 19,3 - 6,6 = 12,7 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$Q = 4,2 \times 12,7 \times 79,12 = 4220,3$$

Antwoord: De hoeveelheid warmte $Q = 4220 \text{ J}$

C24

a Controle berekening van je schatting.Gegeven: diameter waterleiding $d = 2,5 \text{ cm}$, lengte waterleiding $l = 10 \text{ m}$.Gevraagd: het watervolume $V = ?$ Formule: $A = \pi \cdot r^2$

Berekenen: de oppervlakte van de doorsnede van de waterleiding bereken je met:

$$A = \pi \times 1,25^2 = 4,9$$

Het volume aan water in de leiding is:

$$V = 4,9 \times 1000 = 4900$$

Antwoord: Het watervolume $V = 4900 \text{ cm}^3$.**b** Gegeven: $V = 4900 \text{ cm}^3, c_{\text{water}} = 4,2 \text{ J/(g} \cdot ^\circ\text{C)}, T_{\text{eind}} = 18 \text{ } ^\circ\text{C}, T_{\text{begin}} = 70 \text{ } ^\circ\text{C}$ Gevraagd: de afgestane warmte $Q = ?$ Formule: $\rho_{\text{water}} = \frac{m}{V}$ Berekenen: $1 = \frac{m}{4900}$

$$m = 1 \times 4900 = 4900$$

de massa m van het water in de leiding is 4900 g.

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

$$\Delta T = T_{\text{eind}} - T_{\text{begin}} = 18 - 70 = -52 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$Q = 4,2 \times 4900 \times -52 = -1\,070\,160$$

Antwoord: De hoeveelheid warmte $Q = -1\,070\,160 \text{ J} = -1070 \text{ kJ}$

C25

a Gegeven: $P = 350 \text{ W}$, $t = 20 \text{ s}$ Gevraagd: de hoeveelheid warmte $E = ?$ Formule: $E = P \cdot t$ Berekenen: $E = 350 \times 20 = 7000$ Antwoord: De hoeveelheid warmte $E = 7000 \text{ J}$ **b** Gegeven: $m = 150 \text{ g}$, $c_{\text{water}} = 4,2 \text{ J/(g} \cdot ^\circ\text{C)}$, $Q = 7000 \text{ J}$ Gevraagd: de eindtemperatuur $T_{\text{eind}} = ?$ Formule: $Q = m \cdot c \cdot (T_{\text{eind}} - T_{\text{begin}})$ Berekenen: $7000 = 150 \times 4,2 \times (T_{\text{eind}} - 20) =$

$$7000 = 630 \times (T_{\text{eind}} - 20), T_{\text{eind}} = \frac{7000}{630} + 20$$

$$T_{\text{eind}} = 31,1$$

Antwoord: De eindtemperatuur is $31,1 ^\circ\text{C}$ **c** Het berekende antwoord geldt bij een rendement van 100%. In de praktijk is het rendement lager omdat er warmteverlies optreedt en niet alle warmte van de dompelaar wordt afgestaan aan het water. Hierdoor zal de temperatuurstijging van het water minder zijn.

C26

Gegeven: $m_{\text{alcohol}} = 0,35 \text{ kg} = 350 \text{ g}$, $P = 25 \text{ W}$, $T_{\text{eind}} = 38 ^\circ\text{C}$, $T_{\text{begin}} = 10 ^\circ\text{C}$ Gevraagd: tijd $t = ?$ Formules: $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$, $E = P \cdot t$,Berekenen: $Q = 350 \times 2,4 \times (38 - 10)$

$$Q = 23\,520$$

uit $E = P \times t$ volgt:

$$23\,520 = 25 \times t$$

$$t = 940,8$$

Antwoord: De tijd voor het opwarmen $t = 940,8 \text{ s} = 15,7 \text{ minuten}$.

C27

Gegeven: $m_{\text{pan}} = 400 \text{ g}$, $V_{\text{water}} = 4,0 \text{ L} = 4000 \text{ mL}$, $T_{\text{eind}} = 100 ^\circ\text{C}$, $T_{\text{begin}} = 20 ^\circ\text{C}$ Gevraagd: toegevoerde hoeveelheid warmte $Q_{\text{opwarmen}} = ?$ Formules: $\rho_{\text{water}} = \frac{m}{V}$, $\Delta T = T_{\text{eind}} - T_{\text{begin}}$, $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$

Berekenen: de massa van het water volgt uit $\rho_{\text{water}} = \frac{m}{V}$

$$m = 4000 \times 1 = 4000 \text{ g}$$

$$\Delta T = 100 - 20 = 80^\circ\text{C}$$

$$Q_{\text{totaal}} = Q_{\text{pan}} + Q_{\text{water}}$$

$$Q_{\text{totaal}} = (400 \times 0,88 \times 80) + (4000 \times 4,2 \times 80)$$

$$Q_{\text{totaal}} = 28\,160 + 1\,344\,000 = 1\,372\,160$$

Antwoord: De benodigde energie $Q = 1\,372\,160 \text{ J} = 1\,372,16 \text{ kJ}$

C28

a Soortelijke warmte van water in $\text{J/kg} \cdot ^\circ\text{C}$ is 1000 keer groter dus $4200 \text{ J/(kg} \cdot ^\circ\text{C)}$

b Met de formule $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$ wordt $Q = 1 \times 4,2 \times 1 = 4,2 \text{ J}$. Dus $1 \text{ cal} = 4,2 \text{ J}$

c $21 \text{ kcal} = 21000 \text{ cal}$, omdat $1 \text{ cal} = 4,2 \text{ J}$ is volgt daaruit dat het $21000 \times 4,2 = 88200 \text{ J} = 88,2 \text{ kJ}$ is.

C29

a De massa van het water volgt uit $\rho_{\text{water}} = \frac{m}{V}$, $m = 4000 \times 1 = 4000 \text{ g}$

$$Q_{\text{afkoelen}} = 4000 \times 4,2 \times (T_{\text{eind}} - 60) = 16\,800(T_{\text{eind}} - 60)$$

b De massa van het water volgt uit $\rho_{\text{water}} = \frac{m}{V}$, $m = 1000 \times 1 = 1000 \text{ g}$

$$Q_{\text{opwarmen}} = 1000 \times 4,2 \times (T_{\text{eind}} - 18) = 4200(T_{\text{eind}} - 18)$$

c Gegeven: $T_{\text{begin}} = 60^\circ\text{C}$, $V_{\text{warm}} = 4,0 \text{ L} = 4000 \text{ mL}$, $c_{\text{water}} = 4,2 \text{ J/(g} \cdot ^\circ\text{C)}$

$$T_{\text{begin}} = 18^\circ\text{C}, V_{\text{koud}} = 1,0 \text{ L} = 1000 \text{ mL}$$

Gevraagd: eindtemperatuur $T_{\text{eind}} = ?$

Formules: $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$, $Q_{\text{opwarmen}} = - Q_{\text{afkoelen}}$

Berekenen: $Q_{\text{opwarmen}} = - Q_{\text{afkoelen}}$

$$4200(T_{\text{eind}} - 18) = - (16800(T_{\text{eind}} - 60))$$

$$4200 T_{\text{eind}} - 75\,600 = - 16\,800 T_{\text{eind}} + 1\,008\,000$$

$$4200 T_{\text{eind}} + 16\,800 T_{\text{eind}} = 1\,008\,000 + 75\,600$$

$$21\,000 T_{\text{eind}} = 1\,083\,600$$

$$T_{\text{eind}} = \frac{1\,083\,600}{21\,000} = 51,6$$

Antwoord: De eindtemperatuur $T_{\text{eind}} = 51,6^\circ\text{C}$

d De kraan is een mengkraan. Door de hendel naar links of rechts te bewegen, regel je de mengverhouding tussen het koude en warme water. Door de hendel omhoog te bewegen, regel je de totale hoeveelheid water.

+30

a Gegeven: $m_{\text{rvs}} = 124 \text{ g}$, $c_{\text{rvs}} = 0,46 \text{ J/(g} \cdot ^\circ\text{C)}$, $T_{\text{begin}} = -7 ^\circ\text{C}$

$$m_{\text{drank}} = 100 \text{ g}, c_{\text{drank}} = 3,5 \text{ J/(g} \cdot ^\circ\text{C)}, T_{\text{begin}} = 22 ^\circ\text{C}$$

Gevraagd: eindtemperatuur $T_{\text{eind}} = ?$

Formules: $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$, $Q_{\text{opwarmen}} = - Q_{\text{afkoelen}}$

Berekenen: Voor de RVS blokjes geldt:

$$Q = 124 \times 0,46 \times (T_{\text{eind}} - -7)$$

$$Q = 57,04(T_{\text{eind}} - -7) = 57,04T_{\text{eind}} + 399,28$$

Voor de drank geldt:

$$Q = 100 \times 3,5 \times (T_{\text{eind}} - 22)$$

$$Q = 350(T_{\text{eind}} - 22) = 350T_{\text{eind}} - 7700$$

omdat $Q_{\text{opwarmen}} = - Q_{\text{afkoelen}}$

$$57,04T_{\text{eind}} + 399,28 = - 350T_{\text{eind}} + 7700$$

$$57,04T_{\text{eind}} + 350T_{\text{eind}} = 7700 - 399,28$$

$$407,04T_{\text{eind}} = 7300,72$$

$$T_{\text{eind}} = \frac{7300,72}{407,04} = 17,94$$

Antwoord: De eindtemperatuur $T_{\text{eind}} = 17,9 ^\circ\text{C}$.

- b** Omdat de soortelijke warmte van ijs groter is dan die van rvs, zullen ijsblokjes meer warmte opnemen van de drank dan rvs blokjes. IJs is dus geschikter dan rvs voor het afkoelen van drank.
- c** Omdat voor het smelten van het ijs veel warmte nodig is, wordt er dus ook veel warmte onttrokken aan de drank. Smeltend ijs is dus geschikter voor het afkoelen van een drankje dan rvs.
- d** De temperatuur van de drank bovenin het glas is hoger dan de temperatuur onderin het glas. Bovenin het glas is dus ook het temperatuurverschil tussen de drank en de blokjes het grootst, en hebben de blokjes het snelste effect. Omdat ijsblokjes drijven in de drank en rvs-blokjes zinken, is ijs geschikter voor het afkoelen van de drank.

+31

a Gegeven: $c_{\text{water}} = 4,2 \text{ J/(g} \cdot ^\circ\text{C)}$, $Q = 10\,000 \text{ J}$, $\Delta T = 6,2 ^\circ\text{C}$

Gevraagd: de massa $m = ?$

Formule: $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$

Berekenen: $10\,000 = m \times 4,2 \times 6,2$

$$10\,000 = m \times 26,04$$

$$m = \frac{10\,000}{26,04} = 384$$

Antwoord: De massa m is 384 g.

- b** Als er meer water was gebruikt, zou er met eenzelfde hoeveelheid warmte een kleiner temperatuurverschil zijn geweest. De grafiek zou dan minder steil zijn.
- c** Omdat er minder warmte naar het water ging, maar hetzelfde temperatuurverschil werd bereikt, moet er dus minder water zijn geweest. Dit betekent dat de massa ook kleiner is.

7.3 Warmtegeleiding

A 32

- a Juist, want stroming kan plaatsvinden in gassen en vloeistoffen.
- b Onjuist, want de warmtegeleidingscoëfficiënt van glas is lager dan van beton.
- c Onjuist, want een dikkere muur verhindert een grote warmtestroom.
- d Onjuist, want warmte stroomt van een plaats met een hoge temperatuur naar een plaats met een lagere temperatuur.

A33

Voor warmtetransport door straling is geen tussenstof nodig.
Voor geleiding en stroming wel.

A34

In een gas bevinden de moleculen zich te ver van elkaar om de trilling door te geven.

B35

De houten lepel geleidt de warmte slecht. Een metalen lepel geleidt de warmte daarentegen erg goed.

B36

Jos heeft gelijk. De jas zal de warmtestroom verminderen, want hij isoleert.

B37

Gegeven: $A = 1,0 \times 1,5 = 1,5 \text{ m}^2$, $T_{\text{buiten}} = 4 \text{ }^\circ\text{C}$, $T_{\text{binnen}} = 19 \text{ }^\circ\text{C}$, $P = -2000 \text{ W}$

Gevraagd: De dikte van de ruit $d = ?$

Formule: $P = \frac{\lambda \cdot A \cdot \Delta T}{d}$

Berekenen: $\Delta T = 4 - 19 = -15^\circ\text{C}$

$$-2000 = \frac{0,9 \times 1,5 \times -15}{d}$$

$$d = \frac{-20,25}{-2000} = 0,010$$

Antwoord: De dikte d van de ruit is 0,010 m.

B38

- a De temperatuur van het water zal tot de temperatuur van de kamer dalen.
- b De temperatuur daalt in het begin sneller, omdat het temperatuurverschil met de kamer dan het grootst is.

B39

Gegeven: $A = 0,20 \times 0,20 = 0,04 \text{ cm}^2$, $d = 0,015 \text{ m}$, $T_{\text{buiten}} = 20 \text{ }^\circ\text{C}$, $T_{\text{binnen}} = 90 \text{ }^\circ\text{C}$

Gevraagd: de warmtestroom P

Formule: $P = \frac{\lambda \cdot A \cdot \Delta T}{d}$

Berekenen: $\Delta T = T_{\text{binnen}} - T_{\text{buiten}} = 90 - 20 = 70 \text{ }^\circ\text{C}$

$$P = \frac{0,035 \times 0,04 \times 70}{0,015} = 6,5$$

Antwoord: De warmtestroom door één wand is 6,5 W.

B40

- a** De spiegelende laag in de glazen fles is reflecterend en voorkomt zo warmteverlies door straling en geleiding van het glas. De luchtlaag tussen de metalen buitenkant en de glazen fles is een slechte warmtegeleider en voorkomt warmteverlies door geleiding en stroming.
- b** De isolerende werking van de thermoskan werkt twee kanten op. Het voorkomt warmtetransport van de warme drank naar buiten, of het voorkomt warmtetransport van buiten naar de koude drank in de thermoskan.

C41

Nanne heeft gelijk. Het stuur en het handvat hebben dezelfde temperatuur. Het handvat en het stuur hebben namelijk de temperatuur van de omgeving. Het handvat geleidt de warmte echter minder goed. Hierdoor verliest je hand minder warmte en voelt het warmer aan.

C42

Gegeven: $A = 2,90 \text{ m}^2$, $d_{\text{glas}} = 0,40 \text{ cm} = 0,004 \text{ m}$, $T_{\text{buiten}} = 26 \text{ }^\circ\text{C}$,
 $P = 3,2 \text{ kW} = 3200 \text{ W}$, $\lambda = 0,9 \text{ W/(m} \cdot \text{ }^\circ\text{C)}$

Gevraagd: $T_{\text{binnen}} = ?$

Formules: $P = \frac{\lambda \cdot A \cdot \Delta T}{d}$, $\Delta T = T_{\text{binnen}} - T_{\text{buiten}}$

Berekenen: $3200 = \frac{0,9 \cdot 2,90 \cdot \Delta T}{0,004}$

$$3200 \times 0,4 = 0,9 \times 2,90 \times \Delta T$$

$$\Delta T = \frac{3200 \times 0,004}{0,9 \times 2,90} = 4,9$$

$$\Delta T = T_{\text{binnen}} - T_{\text{buiten}}$$

$$4,9 = T_{\text{binnen}} - 26$$

Omdat de temperatuur daalt door de airco is T_{binnen} negatief.

$$-T_{\text{binnen}} = 21,1$$

Antwoord: De maximale eindtemperatuur is $T_{\text{binnen}} = 21,1 \text{ }^\circ\text{C}$.

C43

a Gegeven: $A = 3 \times 2,0 \times 1,5 = 9 \text{ m}^2$, $T_{\text{buiten}} = 18 \text{ }^\circ\text{C}$, $T_{\text{binnen}} = 20 \text{ }^\circ\text{C}$
 $d_{\text{raam}} = 0,75 \text{ cm} = 0,0075 \text{ m}$, $\lambda = 0,9 \text{ W/(m} \cdot \text{ }^\circ\text{C)}$

Gevraagd: De warmtestroom $P = ?$

Formules: $\Delta T = T_{\text{binnen}} - T_{\text{buiten}}$, $P = \frac{\lambda \cdot A \cdot \Delta T}{d}$

Berekenen: $\Delta T = 20 - 18 = 2 \text{ }^\circ\text{C}$

$$P = \frac{0,9 \times 9 \times 2}{0,0075}$$

$$P = 2160$$

Antwoord: De warmtestroom $P = 2160 \text{ W} = 2,16 \text{ kW}$.

- b** Met 24 leerlingen die elk een vermogen van 110 W uitstralen zal het totale vermogen $24 \times 110 = 2640 \text{ W}$ bedragen.
- c** Doordat het door de leerlingen uitgestraalde vermogen groter is dan het verlies door de ramen, zal de temperatuur in het lokaal stijgen.

C44

Het glas van de ramen laat de straling van de zon door. Als deze straling op voorwerpen in het huis valt, wordt de stralingsenergie omgezet in warmte (broeikaseffect). Het stralingsvermogen van de zon (naar binnen) is groter dan de warmtestroom door de muren en ramen (naar buiten).

C45

Doordat de mummieslaapzak strakker om je lichaam sluit, is er minder lucht in de slaapzak. Minder lucht betekent minder warmtetransport door stroming. Het kleine beetje lucht in de slaapzak neemt dan snel de temperatuur van je lichaam aan.

C46

De lucht tussen beide ruiten geleidt de warmte slecht. De luchtlaag isoleert beter dan een dikkere ruit.

+47

a Gegeven: $r = 3,5 \text{ cm}$, $h = 8,0 \text{ cm}$

Gevraagd: Oppervlakte $A = ?$

Formules: $A_{\text{wand}} = 2 \cdot \pi \cdot r \cdot h$, $A_{\text{bodem}} = \pi \cdot r^2$, $A_{\text{totaal}} = A_{\text{wand}} + A_{\text{bodem}}$

Berekenen: $A_{\text{totaal}} = (2 \times \pi \times 3,5 \times 8,0) + (\pi \times 3,5^2)$

$$A_{\text{totaal}} = 175,93 + 38,48 = 214,41$$

Antwoord: De oppervlakte van het flesje onder water is 214 cm^2 .

b Gegeven: $A = 214 \text{ cm}^2 = 0,0214 \text{ m}^2$, $T_{\text{begin}} = 24 \text{ }^\circ\text{C}$, $T_{\text{eind}} = 18 \text{ }^\circ\text{C}$

$$d_{\text{glas}} = 3 \text{ mm} = 0,003 \text{ m}, \lambda = 0,9 \text{ W}/(\text{m} \cdot ^\circ\text{C})$$

Gevraagd: De warmtestroom $P = ?$

Formules: $\Delta T = T_{\text{binnen}} - T_{\text{buiten}}$, $P = \frac{\lambda \cdot A \cdot \Delta T}{d}$,

Berekenen: $\Delta T = 24 - 18 = 6 \text{ }^\circ\text{C}$

$$P = \frac{0,9 \times 0,0214 \times 6}{0,003}$$

$$P = 38,52 \text{ W}$$

Antwoord: De warmtestroom $P = 38,5 \text{ W}$.

c Gegeven: $P = 38,5 \text{ W}$, $t = 0,5 \text{ min} = 30 \text{ s}$

Gevraagd: De warmte $Q_t = ?$

Formule: De warmtestroom Q_t is een energiestroom waarvoor geldt: $E = P \cdot t$, dus $E_t = P \cdot t$

Berekenen: $E_t = 38,5 \times 30 = 1155$

Antwoord: De warmte $E_t = 1155 \text{ J}$.

d Gegeven: $Q_t = 1155 \text{ J}$, $V = 308 \text{ mL}$, $c_{\text{water}} = 4,2 \text{ J/(g} \cdot ^\circ\text{C)}$, $T_{\text{begin}} = 24^\circ\text{C}$

Gevraagd: $T_{\text{eind}} = ?$

Formules: $\rho = \frac{m}{V}$, $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$, $\Delta T = T_{\text{eind}} - T_{\text{begin}}$

Berekenen: uit $\rho = \frac{m}{V}$ volgt dat de massa van 308 mL water $m = 308 \text{ g}$ is.

$$1155 = 308 \times 4,2 \times \Delta T$$

$$\Delta T = \frac{1155}{308 \times 4,2} = 0,89$$

Het water in het flesje koelt af, dus ΔT is negatief.

$$-0,89 = T_{\text{eind}} - 24$$

$$T_{\text{eind}} = 23,11$$

Antwoord: De eindtemperatuur na 30 s is $23,1^\circ\text{C}$.

e De berekende warmtestroom gaat uit van een temperatuurverschil van 6°C . Dit is alleen in het begin het geval, na enige tijd koelt de vloeistof in het flesje af en wordt het temperatuurverschil kleiner. De warmtestroom het flesje uit wordt dan ook kleiner. Het antwoord bij d is dus te laag.

+48

Grafiek A geeft op de juiste manier de resultaten van Pauls meting weer.

De temperatuur stijgt steeds minder snel, omdat er bij een hogere temperatuur meer warmte verloren gaat aan de omgeving.

7.4 De sterkte van materialen

A49

- a Juist, want elastische vervorming is niet blijvend.
- b Juist, want trekspanning is kracht gedeeld door oppervlakte-eenheid mm^2
- c Onjuist, want de vloeigrens geeft de overgang van elastische vervorming naar plastische vervorming aan.

A50

- a Je noemt dit punt de vloeigrens.
- b Als de kracht niet groter dan 1000 N wordt, is het staafje elastisch vervormd. Neemt de kracht af, dan keert het staafje terug naar zijn oorspronkelijke lengte en dikte.
- c Het staafje rekt steeds verder uit tot het breekt.

B51

Evert-Jan kan steeds meer gewichten aan één touw hangen totdat het breekt en dit herhalen bij de andere touwen. Het touw dat de meeste gewichten kan dragen, heeft de grootste treksterkte.

B52

Hout en beton zijn de materialen die drukkrachten kunnen opvangen.

B53

- a Ze moet eerlijk kunnen vergelijken en de treksterkte is onder andere afhankelijk van de dikte.
- b De juiste volgorde is: roestvast staal, staal, messing, koper, gietijzer, aluminium.
- c Nee, dat kan je niet. Gietijzer kan ook trekkrachten opnemen, maar het heeft geen grote treksterkte.

B54

- a Bij een uitrekking van 50 N is de vervorming elastisch, omdat de grafiek daar lineair is.
- b Bij ongeveer 120 N is de grafiek niet meer lineair; hier ligt de vloeigrens.

C55

- a Gegeven: aantal poten $n = 4$, lengte $l = 1,0 \text{ cm}$, breedte $b = 1,0 \text{ cm}$

Gevraagd: totale oppervlakte $A_{\text{totaal}} = ?$

Formule: $A_{\text{totaal}} = n \cdot l \cdot b$

Berekenen: $A_{\text{totaal}} = 4 \times 1,0 \times 1,0 = 4,0$

Antwoord: De totale oppervlakte $A_{\text{totaal}} = 4,0 \text{ cm}^2 = 400 \text{ mm}^2$.

- b Gegeven: $A_{\text{totaal}} = 400 \text{ mm}^2$, $\sigma = 400 \text{ N/mm}^2$

Gevraagd: de druksterkte van de stoelpoten $F = ?$

Formule: $\sigma = \frac{F}{A}$

Berekenen: $400 = \frac{F}{400}$,

$$F = 400 \times 400 = 160\,000$$

Antwoord: De druksterkte $F = 160\,000 \text{ N}$.

- c Uit $F = m \cdot g$ volgt dat de maximale massa van een leerling 16310 kg mag zijn. De stoel is dus sterk genoeg.
- d Voor de doorsnede van ronde poten geldt: oppervlakte $A = \pi \cdot r^2$. Omwerken en invullen geeft $r = \sqrt{(1/\pi)} = 0,56 \text{ cm}$. De diameter $d = 2 \times r = 2 \times 0,56 = 1,1 \text{ cm}$.

C56

- a** De oppervlakte A van het staafje is $2 \times 2 = 4 \text{ mm}^2$.
b Gegeven: $A = 4 \text{ mm}^2$, $F = 1000 \text{ N}$

Gevraagd: de trekspanning $\sigma = ?$

Formule: $\sigma = \frac{F}{A}$

Berekenen: $\sigma = \frac{1000}{4} = 250$

Antwoord: De trekspanning $\sigma = 250 \text{ N/mm}^2$.

- c** Een kracht van 1000 N betekent dat je een massa van ongeveer 100 kg kan optillen. Dat is veel, maar niet onmogelijk.
d Gegeven: $\sigma = 250 \text{ N/mm}^2$, $F = 300 \text{ N}$

Gevraagd: De oppervlakte $A = ?$

Formule: $\sigma = \frac{F}{A}$

Berekenen: $250 = \frac{300}{A}$

$$A = \frac{300}{250} = 1,2$$

Antwoord: De oppervlakte is $1,2 \text{ mm}^2$. Het staafje heeft een vierkante doorsnede, dus de lengte en breedte zijn gelijk. De lengte is, evenals de breedte $\sqrt{1,2} = 1,1$. Het staafje heeft de afmeting $1,1 \times 1,1 \text{ mm}$.

C57

- a** Twee in elkaar gedraaide draden hebben een grotere dikte en daardoor een grotere treksterkte.
b De treksterkte wordt dan $4 \times$ zo groot.
 De maximale trekkracht wordt dan $4 \times 440 = 1760 \text{ N}$.
 Dit is net iets sterker dan roestvast staal (1720 N).

C58

- a** De oppervlakte $A = 15 \times 20 = 300 \text{ cm}^2 = 30\,000 \text{ mm}^2$.
b Gegeven: $A = 30\,000 \text{ mm}^2$, $F = 232\,500 \text{ N}$

Gevraagd: De druksterkte $\sigma = ?$

Formule: $\sigma = \frac{F}{A}$

Berekenen: $\sigma = \frac{232\,500}{30\,000} = 7,75$

Antwoord: De druksterkte is $7,75 \text{ N/mm}^2$

c Gegeven: $A = 1 \text{ m}^2 = 1\,000\,000 \text{ mm}^2$, $F = 12\,530\,000 \text{ N}$

Gevraagd: De druksterkte $\sigma = ?$

Formule: $\sigma = \frac{F}{A}$

Berekenen: $\sigma = \frac{12\,530\,000}{1\,000\,000} = 12,53$

Antwoord: De druksterkte is $12,53 \text{ N/mm}^2$. Het beton van Wesley had een druksterkte van $7,75 \text{ N/mm}^2$, dus Asli heeft het sterkste beton getest.

C59

Gegeven: $d = 0,12 \text{ mm}$, $m = 10,7 \text{ kg}$

Gevraagd: De treksterkte $\sigma = ?$

Formules: $F = m \cdot g$, $A = \pi \cdot r^2$, $\sigma = \frac{F}{A}$

Berekenen: $F = 10,7 \times 9,81 = 105,0 \text{ N}$

De oppervlakte van de doorsnede van de draad bereken je met:

$$A = \pi \times 0,12^2 = 0,0113$$

$$A = 0,0113 \text{ mm}^2$$

$$\sigma = \frac{107}{0,0113} = 9281$$

Antwoord: De treksterkte $\sigma = 9281 \text{ N/mm}^2$.

C60

a De zwaartekracht op de lamp trekt aan de groene balk en drukt tegen de rode balk. In de groene balk werken dus trekkrachten en in de rode balk drukkrachten.

b In de groene balk werkt een trekkracht, dus die balk kun vervangen door een touw.

+61

a Gegeven: $d = 1,0 \text{ mm}$, $\sigma = 3300 \text{ N/mm}^2$

Gevraagd: de maximale kracht $F = ?$

Formules: $A = \pi \cdot r^2$, $\sigma = \frac{F}{A}$

Berekenen: de oppervlakte van de doorsnede van de draad bereken je met:

$$A = \pi \times 0,5^2 = 0,7854$$

$$\text{De oppervlakte } A = 0,7854 \text{ mm}^2$$

$$3300 = \frac{F}{0,7854}$$

$$F = 3300 \times 0,7854 = 2592$$

Antwoord: De maximale kracht $F = 2592 \text{ N}$.

b Omdat de dichtheid van dyneema kleiner is dan de dichtheid van water, blijft de lijn drijven.

+62

a Gegeven: $r_1 = 15 \text{ mm}$, $r_2 = 13 \text{ mm}$ Gevraagd: gevraagd de oppervlakte $A = ?$ Formule: $A = \pi \cdot (r_1^2 - r_2^2)$

Berekenen: de oppervlakte van de doorsnede van de stang

$$A = \pi \times (225 - 169) = 175,9$$

Antwoord: De oppervlakte $A = 175,9 \text{ mm}^2$.**b** Gegeven: $A = 175,9 \text{ mm}^2$, $\sigma = 300 \text{ N/mm}^2$ Gevraagd: de maximale massa $m = ?$ Formules: $\sigma = \frac{F}{A}$, $F = m \cdot g$ Berekenen: $300 = \frac{F}{175,9}$

$$F = 300 \times 175,9 = 52\,770$$

$$52770 = m \times 9,81$$

$$m = 5379,2$$

Antwoord: De maximale massa $m = 5397 \text{ kg}$.**c** Nee. Door de ongelijke verdeling zal de drukkracht in de voorkant van de buis groter worden, terwijl aan de achterkant van de buis juist trekkrachten ontstaan. De buis zal gaan vervormen.

+7.5 Supergeleiding

A63

- a** Onjuist, want hoe dunner de draad, hoe groter de weerstand.
- b** Onjuist, want weerstand hangt ook af van de afmeting en dat is geen stoffeigenschap.
- c** Juist, want het metaal heeft door de vele geleidingselektronen een lage soortelijke weerstand.
- d** Onjuist, want kwik wordt supergeleidend bij een temperatuur van 4,2 K.

A64

Hiermee wordt bedoeld dat een gouden draad met een lengte van 1 m en een oppervlakte van de doorsnede van 1 mm² een weerstand van 0,022 Ω heeft.

A65

- a** Twee toepassingen zijn: MRI-scan en zweeftrein.
- b** Bij sterke stromen hoeft de draad dan minder gekoeld te worden.

A66

Bij een PTC neemt de weerstand toe bij stijgende temperatuur.
Bij een NTC neemt de weerstand af bij stijgende temperatuur.

B67

- a** Gegeven: $A = 0,75 \text{ mm}^2$, $l = 2,0 \text{ m}$, $\rho = 0,017 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$

Gevraagd: de weerstand $R = ?$

Formule : $R = \rho \cdot \frac{l}{A}$

Berekenen: $R = 0,017 \times \frac{2,0}{0,75} = 0,045$

Antwoord: De weerstand is 0,045 Ω.

- b** A, De weerstand wordt groter.
- c** De atomen in het rooster gaan bij een hogere temperatuur sneller bewegen en de ruimte tussen de atomen wordt groter. Hierdoor hinderen ze de vrije beweging van elektronen.

B68

Jesse heeft gelijk. Goud heeft een grotere soortelijke weerstand dan koper. Je moet alleen wel eerlijk vergelijken: de kabels moeten dezelfde afmetingen hebben.

B69

- a** De kleinste soortelijke weerstand heeft zilver.
- b** Elektriciteitskabels zijn niet van zilver, omdat dat veel duurder is dan koper.
- c** Aluminium heeft een relatief kleine dichtheid en is relatief goedkoop.

B70

- a** De soortelijke weerstand van een stof is afhankelijk van de temperatuur.
Hoe hoger de temperatuur, hoe groter de soortelijke weerstand.

- b** Gegeven: $A = 0,15 \text{ mm}^2$, $l = 2,5 \text{ m}$, $R = 3,0 \Omega$

Gevraagd: materiaal van de draad

Formule: $R = \rho \cdot \frac{l}{A}$

Berekenen: om het soort materiaal te vinden moet je de soortelijke weerstand ρ berekenen.

$$3 = \rho \times \frac{2,5}{0,15}$$

$$3 = \rho \times 16,7$$

$$\rho = \frac{3}{16,7} = 0,18$$

Antwoord: De soortelijke weerstand $\rho = 0,18 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$. Dit komt overeen met de stof koolstofstaal.

B71

	<i>neemt af</i>	<i>blijft gelijk</i>	<i>neemt toe</i>
Soortelijke weerstand van het koper (ρ)		X	
Weerstand van de draad			X

C72

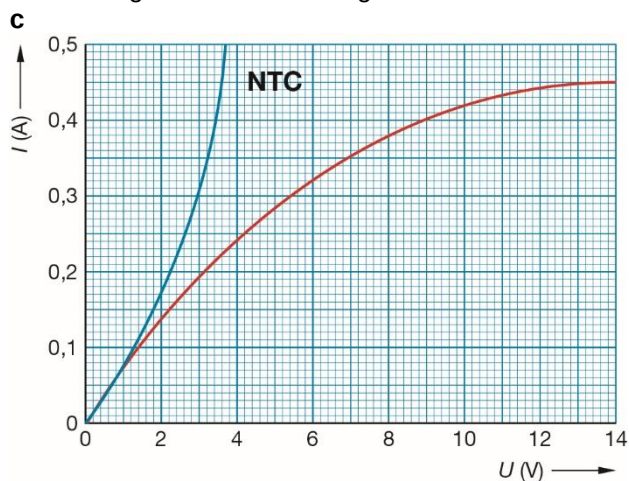
- a** Een even lange en dikke koperdraad als een ijzerdraad heeft een lagere weerstand.
De soortelijke weerstand van koper is lager dan van ijzer.
- b** Een grotere oppervlakte zorgt voor een kleinere weerstand.
Een twee keer zo grote oppervlakte zorgt voor een twee keer zo kleine weerstand.
- c** Twee draadjes naast elkaar betekent dat de oppervlakte ook twee keer zo groot wordt.
Jeanne heeft dus gelijk.

C73

Ja, met een PTC-weerstand kun je ook de temperatuur meten. Bij oplopende temperatuur neemt de weerstand toe en meet de thermometer een andere spanning.

C74

- a** Je kunt dit zien omdat de grafiek niet lineair is.
- b** De weerstand wordt steeds groter bij grotere spanningen en stroomsterktes.
Een hogere spanning betekent een hogere stroomsterkte. Dit zorgt voor een hogere temperatuur, wat voor een hogere weerstand zorgt.



+75

- a** Als gevolg van de temperatuurstijging zal de weerstand van de draad toenemen.
b De lengte neemt toe en dit betekent dat de weerstand toeneemt.
 De draad wordt daarbij ook nog eens dunner.
 Dit betekent dat de weerstand nog meer toeneemt!
c In het afgekoelde deel van de draad daalt de weerstand, waardoor de stroomsterkte toeneemt. Als gevolg van de toenemende stroomsterkte gaat het gloeiende deel van de draad feller gloeien.

+76

- a** Gegeven: $\rho_0 = 0,96 \, \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$, $t = 0 \, ^\circ\text{C}$, $\alpha = 0,93 \cdot 10^{-3} \, \text{K}^{-1}$

Gevraagd: de soortelijke weerstand van kwik bij 0°C , $\rho_{273} = ?$

Formules: $T = 273 + t$, $\rho = \rho_0 (1 + \alpha(T - 293))$

Berekenen: $T = 273 + 0 = 273 \, \text{K}$

$$\rho = 0,96 (1 + 0,93 \cdot 10^{-3} (273 - 293))$$

$$\rho = 0,96 (1 + 0,93 \cdot 10^{-3} \times -20)$$

$$\rho = 0,96 (1 - 0,0186) = 0,942$$

Antwoord: De soortelijke weerstand van kwik bij $0 \, ^\circ\text{C}$, $\rho_{273} = 0,94 \, \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$.

- b** Gegeven: $\rho_0 = 0,96 \, \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$, $T = 4,2 \, \text{K}$, $\alpha = 0,93 \cdot 10^{-3} \, \text{K}^{-1}$

Gevraagd: de soortelijke weerstand van kwik bij $4,2 \, \text{K}$, $\rho_{4,2} = ?$

Formule: $\rho = \rho_0 (1 + \alpha(T - 293))$

Berekenen: $\rho = 0,96 (1 + 0,93 \cdot 10^{-3} (4,2 - 293))$

$$\rho = 0,96 (1 + 0,93 \cdot 10^{-3} \times -288,8)$$

$$\rho = 0,96 (1 - 0,2686) = 0,702$$

Antwoord: De soortelijke weerstand van kwik bij $0 \, ^\circ\text{C}$, $\rho_{4,2} = 0,702 \, \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$.

- c** Volgens bovenstaande berekening is de soortelijke weerstand van kwik bij $4,2 \, \text{K}$ geen $0 \, \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$. Uit laboratoriumproeven blijkt dat dit wel het geval is.
d Nee, dat valt niet te verklaren. Uit de grafiek fig 7.19 blijkt dat de grafiek geen vloeiende kromme is maar bij $4,22$ plots sterk daalt naar $R = 0$ bij $T = 4,2 \, \text{K}$ en voor $T < 4,2 \, \text{K}$ heeft de grafiek de vergelijking $R = 0 \, \Omega$.

Oefentoets**1**

Juist, want elke stof heeft zijn eigen dichtheid.

2

Onjuist, want dit is niet altijd het geval.

3

Juist, want hoe dunner een muur is, hoe meer warmte de muur per seconde doorlaat.

4

Juist, want hoe dikker de draad, hoe groter de oppervlakte van de doorsnede is en hoe groter de trekkracht op de draad kan zijn bij gelijkblijvende spanning.

5

Juist, want hoe hoger de temperatuur, hoe sneller moleculen bewegen.

6Gegeven: afmeting van de dobbelsteen $2,0 \times 2,0 \times 2,0 = 8 \text{ cm}^3$, $\rho_{\text{hout}} = 0,75 \text{ g/cm}^3$

$$\rho_{\text{water}} = 1,0 \text{ g/cm}^3$$

Gevraagd: hoever steekt de dobbelsteen boven water uit. $h = ?$ Formules: relatieve dichtheid = $\frac{\rho_{\text{hout}}}{\rho_{\text{water}}} \times 100\%$, $V = A \times h$ Berekenen: relatieve dichtheid = $\frac{0,75}{1,0} \times 100\% = 0,75\%$

0,25% van de dobbelsteen steekt dan boven water uit.

Volume V van het deel boven water is 25% van $8 \text{ cm}^3 = 2 \text{ cm}^3$

$$A = 2 \times 2 = 4 \text{ cm}^2$$

$$2 = 4 \times h$$

$$h = 0,5$$

Antwoord: 0,5 cm van de dobbelsteen steekt boven water uit.

7/8Gegeven: afmeting van de dobbelsteen $2,0 \times 2,0 \times 2,0 = 8 \text{ cm}^3$, dobbelsteen steekt 0,12 cm boven de olie uit. $\rho_{\text{hout}} = 0,75 \text{ g/cm}^3$ Gevraagd: dichtheid van de olie $\rho_{\text{olie}} = ?$ Formules: relatieve dichtheid = $\frac{\rho_{\text{hout}}}{\rho_{\text{olie}}} \times 100\%$, $V = A \times h$

Berekenen: Volume V van het deel dat boven de olie uitsteekt is

$$V = 4 \times 0,12 = 0,48 \text{ cm}^3$$

$$\text{dit is } \frac{0,48}{8} \times 100\% = 6\%$$

het deel onder de olie is 94 %

de relatieve dichtheid is 94%

$$0,94 = \frac{0,75}{\rho_{\text{olie}}}$$

$$\rho_{\text{olie}} = \frac{0,75}{0,94} = 0,797$$

Antwoord: De dichtheid van de olie $\rho_{\text{olie}} = 0,8 \text{ g/cm}^3$

9

Gegeven: $V = 1,0 \text{ L} = 1000 \text{ mL} = 1000 \text{ cm}^3$

$$\Delta T = 85 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$c_{\text{water}} = 4,2 \text{ J/(g} \cdot \text{ }^\circ\text{C)}$$

Gevraagd: toegevoerde hoeveelheid warmte $Q = ?$

$$\text{Formules: } \rho = \frac{m}{v}, Q = c \times m \times \Delta T$$

Berekenen: Voor de berekening van de hoeveelheid warmte moet de massa m bekend zijn.

$$\text{De dichtheid } \rho_{\text{water}} = 1 \text{ g/cm}^3$$

$$1 = \frac{m}{1000}$$

$$m = 1 \times 1000 = 1000$$

$$Q = 4,2 \times 1000 \times 85 = 357\,000$$

Antwoord: De toegevoerde hoeveelheid warmte is $357\,000 \text{ J} = 357 \text{ kJ}$.

10

Gegeven: $m = 500 \text{ g}$, $T_{\text{begin}} = 20^\circ\text{C}$, $c_{\text{water}} = 4,2 \text{ J/(g} \cdot \text{ }^\circ\text{C)}$, $c_{\text{glas}} = 0,80 \text{ J/(g} \cdot \text{ }^\circ\text{C)}$

Gevraagd: De $T_{\text{eind}} = ?$

$$\text{Formule: } Q_{\text{opwarmen}} = -Q_{\text{afkoelen}}, Q = m \cdot c \cdot \Delta T, \Delta T = T_{\text{eind}} - T_{\text{begin}},$$

Berekenen: Het warme water staat warmte af aan de kan.

$$Q_{\text{opwarmen}} = 500 \times 0,80 \times (T_{\text{eind}} - 20)$$

$$- Q_{\text{afkoelen}} = 1000 \times 4,2 \times (T_{\text{eind}} - 100)$$

$$500 \times 0,80 \times (T_{\text{eind}} - 20) = -(1000 \times 4,2 \times (T_{\text{eind}} - 100))$$

$$0,80(T_{\text{eind}} - 20) = - 8,4(T_{\text{eind}} - 100)$$

$$0,80T_{\text{eind}} - 16 = - 8,4 T_{\text{eind}} + 840$$

$$0,80T_{\text{eind}} + 8,4 T_{\text{eind}} = 840 + 16$$

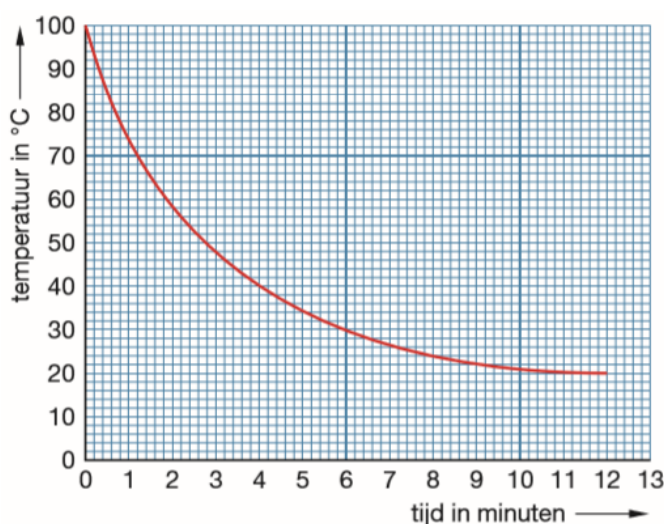
$$9,2 T_{\text{eind}} = 856$$

$$T_{\text{eind}} = 93,04$$



Antwoord: De eindtemperatuur 93,0 °C.

11



12

Doordat er papier verdwijnt, wordt de massa steeds kleiner.

13

Ook het volume wordt steeds kleiner

14

Dichtheid is een stoffeigenschap. De dichtheid van het papier verandert dus niet.

15

Bij het materiaal met de hoogste warmte geleiding zal het kaarsvet het eerst smelten.

16

Door lengte en doorsnede gelijk te nemen is de mate van geleiding alleen afhankelijk van de warmtegeleidingcoëfficiënt.

17

Bij een belasting van 1163 N gaat de staaf plastisch vervormen.

18Gegeven: $A = 1,5 \times 2,0 = 3 \text{ mm}^2$

$$F = 1163 \text{ N}$$

Gevraagd: de trekspanning $\sigma = ?$

$$\text{Berekenen: } \sigma = \frac{F}{A} = \frac{1163}{1,5 \times 2,0} = 388$$

Antwoord: De trekspanning is 388 N/mm^2 **19**Gegeven: $A = 7,0 \times 3,5 = 24,5 \text{ mm}^2$, $\sigma = 388 \text{ N/mm}^2$ Gevraagd: de trekkracht bij de vloeigrens $F_{vl} = ?$

$$\text{Berekenen: } \sigma = \frac{F_{vl}}{A}$$

$$388 = \frac{F_{vl}}{24,5}$$

$$F_{vl} = 388 \times 24,5 = 9506$$

Antwoord: De trekkracht is $9506 \text{ N} = 9,5 \text{ kN}$.**20**

Je kan dit niet uitrekenen, omdat de trekspanning bij de vloeigrens afhankelijk is van het soort materiaal.

21Gegeven: $A = 0,50 \text{ mm}^2$, $R = 0,15 \Omega$, $\rho = 0,017 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ Gevraagd: de lengte l van de draad.

$$\text{Berekenen: } l = R \cdot \frac{A}{\rho}$$

$$l = 0,15 \times \frac{0,50}{0,017} = 4,4$$

Antwoord: De draad is $4,4 \text{ m}$ lang.**22**

C, de weerstand is dan ook de helft.

23

Ja, door het langer worden van de draad en het toenemen van de diameter verandert de weerstand. De soortelijke weerstand van het koper verandert niet.

24

Door de verhoging van de temperatuur neemt de weerstand ook toe. De soortelijke weerstand van het koper verandert niet.

25

Koper heeft een positieve temperatuurcoëfficiënt en gedraagt zich als een PTC.