

Overal Natuurkunde H3

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 ineen 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.

A3

- a Dichtheid is de massa per cm^3 van een stof.
- b De dichtheid bereken je met de formule $\rho = \frac{m}{V}$.

B4

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

B5

Uit $\text{dichtheid} = \frac{\text{massa}}{\text{volume}}$ volgt dat $\text{massa} = \text{dichtheid} \times \text{volume}$

- a De massa van 15 cm^3 glas is: $15 \times 2,6 = 39 \text{ g}$
- b De massa van 35 cm^3 brons is: $35 \times 8,9 = 311,5 \text{ g}$
- c De massa van 2 m^3 baksteen is: $2 \times 1,8 \times 1000 = 3600 \text{ kg}$
- d De massa van 33 cL water is: $33 \times 1 \times 10 = 330 \text{ g}$

B6

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

B7

Water heeft een grotere dichtheid dan olie, want de olie blijft op het water drijven en heeft dus een kleinere dichtheid dan het water.

B8

- a Kies op de horizontale as bijvoorbeeld 25 cm^3 . De bijbehorende massa is dan 193 g .
De dichtheid is dan $\frac{193}{25} = 7,72 \text{ g/cm}^3$. 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.

C9

- a Gegeven: $V = 3,5 \text{ dm}^3$, $m = 2,9 \text{ kg}$

Gevraagd: de dichtheid ρ

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

Berekenen: $\rho = \frac{2,9}{3,5} = 0,83$

Antwoord: De dichtheid is $0,83 \text{ kg/dm}^3$.

b Gegeven: $\rho = 0,83 \text{ kg/dm}^3$

Gevraagd: de dichtheid ρ in g/cm^3

Berekenen: $0,83 \text{ kg/dm}^3 = 0,83 \times 1000 = 830 \text{ g/dm}^3$

$$830 \text{ g/dm}^3 = \frac{830}{1000} = 0,83 \text{ g/cm}^3$$

Antwoord: De dichtheid is $0,83 \text{ g/cm}^3$.

c De massa is voor elk stuk gehalveerd, dus $1,45 \text{ kg}$.

d Het volume is gehalveerd, dus $1,75 \text{ dm}^3$

e De dichtheid verandert niet, want elk stuk blijft dezelfde houtsoort.

C10

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.

C11

a De blokjes 2 en 3. Lees op de horizontale as het volume V af. Het volume V is 2 mL .

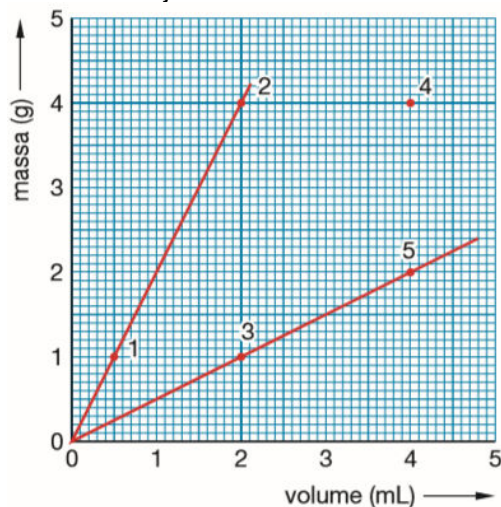
De blokjes 4 en 5. Lees op de horizontale as het volume V af. Het volume V is 4 mL .

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: 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 . $1 \text{ mL} = 1 \text{ cm}^3$, dus $4 \text{ mL} = 4 \text{ cm}^3$.

Met $\rho = \frac{m}{V}$ is de dichtheid te berekenen.

Berekenen: $\rho = \frac{4}{4} = 1$, dus de dichtheid van blokje 4 is 1 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 $m = 8 \text{ g}$.

C12

Zoetwater heeft een kleinere dichtheid dan zeewater, dus in zoetwater zal de diepgang van het schip groter worden.

+13

- a** Je verwacht dat ijs een grotere dichtheid heeft dan water, want een vaste stof heeft een grotere dichtheid. Omdat ijs drijft, heeft het juist een kleinere dichtheid
- b** Als je vanaf 4 graad Celsius verder afkoelt, dan neemt de dichtheid af. Je verwacht dat de dichtheid toeneemt als je afkoelt. Of, de dichtheid neemt toe met stijgende temperatuur, terwijl het normaal gesproken af zou moeten nemen.

+14

- a** De verhouding van de dichtheden van eikenhout en water is $0,78 : 1$. Dit kun je zien in figuur 7.2. Dat betekent dat 78% van het blokje zich onder water bevindt en 22% boven water. Het gedeelte dat boven water uitsteekt is dan $5 \times 0,22 = 1,1 \text{ cm}$.
- b** Door de kleinere dichtheid van de olie zal het blokje minder ver boven de olie uitsteken dan in water.

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: $V = 450 \text{ mL}$,

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

Gevraagd: de massa $m = ?$

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

$$\text{Berekenen: } 1 = \frac{m}{450}$$

$$m = 450 \times 1 = 450$$

Antwoord: De massa is 450 g.

- b De temperatuurstijging $\Delta T = T_{\text{eind}} - T_{\text{begin}} = 100 - 18,3 = 81,7 \text{ }^\circ\text{C}$
- c Gegeven: $m = 450 \text{ g}$

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

$$\Delta T = 81,7 \text{ }^\circ\text{C}$$

Gevraagd: de hoeveelheid warmte $Q = ?$

$$\text{Formule: } Q = c \cdot m \cdot \Delta T$$

$$\text{Berekenen: } Q = 4,2 \cdot 450 \cdot 81,7 = 154\,413$$

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

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

B19

- a Er is meer warmte nodig om water 1 graad Celcius te verwarmen, dus alcohol warmt sneller op dan water.
- b Door de grote soortelijke warmte van water is er veel warmte nodig om zeewater op te warmen.
- c Het water in de ballon neemt de warmte op, waardoor de temperatuur van de ballon niet hoog genoeg wordt om de ballon te laten knappen.

B20

Gegeven: $m = 2500$

$$c_{\text{melk}} = 3,9 \text{ J/(g} \cdot \text{ }^\circ\text{C)}$$

$$\Delta T = -75 \text{ }^\circ\text{C}$$

Gevraagd: de hoeveelheid warmte $Q = ?$

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

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

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

B21

Gegeven: $m = 15 \text{ g}$

$$T_{\text{begin}} = 100 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T_{\text{eind}} = 17 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$Q = -300 \text{ J}$$

Gevraagd: $c_{\text{zilver}} = ?$

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

$$\Delta T = T_{\text{eind}} - T_{\text{begin}}$$

Berekenen: Het temperatuurverschil is $\Delta T = T_{\text{eind}} - T_{\text{begin}} = 17 - 100 = -83^\circ\text{C}$

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

$$-300 = 15 \times c_{\text{zilver}} \times -83$$

$$-300 = c_{\text{zilver}} \times -1245$$

$$c_{\text{zilver}} = \frac{-300}{-1245} = 0,24$$

Antwoord: De soortelijke warmte van zilver is $0,24 \text{ J/(g} \cdot \text{ }^\circ\text{C)}$

B22

Je kan water goed als koelmiddel gebruiken, omdat water veel warmte kan opnemen terwijl het weinig in temperatuur stijgt.

C23

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

$$T_{\text{begin}} = 6,6 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T_{\text{eind}} = 19,3 \text{ }^\circ\text{C}$$

hoogte h van het water in de maatcilinder is $17,2 \text{ cm}$ en oppervlakte A van het water $4,6 \text{ cm}^2$

Gevraagd: de hoeveelheid opgenomen warmte $Q = ?$

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

$$V = A \cdot h$$

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

Berekenen: $V = 4,6 \cdot 17,2 = 79,12 \text{ cm}^3$

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

$$m = 79,12 \cdot 1 = 79,12 \text{ g}$$

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

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

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

$$A = \pi \cdot r^2$$

Berekenen: $A = \pi \cdot 1,25^2 = 4,9 \text{ cm}^2$

Het volume aan water in de leiding is: $V = 4,9 \cdot 1000 = 4900$

Antwoord: Het watervolume V is 4900 cm^3

b Gegeven: $v = 4900 \text{ cm}^3$

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

$$T_{\text{eind}} = 18^\circ\text{C}$$

$$T_{\text{begin}} = 70^\circ\text{C}$$

Gevraagd: de afgestane warmte $Q = ?$

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

Berekenen: $1 = \frac{m}{4900}$

$$m = 1 \cdot 4900 = 4900$$

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

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

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

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

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

C25

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

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 $21\text{ kcal} = 21000\text{ cal}$

1 cal is $4,2\text{ J}$, dus $21000 \times 4,2 = 88200\text{ J} = 88,2\text{ kJ}$.

C26

a Gegeven: $P = 350\text{ W}$

$$t = 20\text{ s}$$

Gevraagd: de hoeveelheid warmte $E = ?$ ($E =$ energie in joule)

$$\text{Formule: } E = P \cdot t$$

$$\text{Berekenen: } E = 350 \cdot 20 = 7000$$

Antwoord: De hoeveelheid warmte $E = 7000\text{ J}$

b Gegeven: $m = 150\text{ g}$

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

$$Q = 7000\text{ J}$$

$$T_{\text{begin}} = 20\text{ }^\circ\text{C}$$

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

$$\text{Formule: } Q = m \cdot c \cdot (T_{\text{eind}} - T_{\text{begin}})$$

$$\text{Berekenen: } 7000 = 150 \times 4,2 \times (T_{\text{eind}} - 20) =$$

$$7000 = 630 (T_{\text{eind}} - 20)$$

$$T_{\text{eind}} - 20 = \frac{7000}{630} = 11,1$$

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

Antwoord: De eindtemperatuur is $31,1\text{ }^\circ\text{C}$

c De pompelaar kan maximaal 350 W leveren en dus maximaal 7000 J toevoegen aan het water. Het water kan daardoor nooit meer dan $31,1\text{ }^\circ\text{C}$ worden.

+27

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

$$Q = 10\,000$$

$$\Delta T = 6,2\text{ }^\circ\text{C}$$

Gevraagd: de massa $m = ?$

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

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

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

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

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 in dat geval 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.

+28

Gegeven: $m = 0,35 \text{ kg} = 350 \text{ g}$

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

$$P = 25 \text{ W}$$

$$T_{\text{eind}} = 38^\circ\text{C}, T_{\text{begin}} = 5^\circ\text{C}$$

Gevraagd: de tijd t in minuten

Formules: Bereken eerst de hoeveelheid warmte Q en daarna met $E = P \cdot t$ de tijd.

$$Q = m \cdot c_{\text{alcohol}} \cdot (T_{\text{eind}} - T_{\text{begin}})$$

$$E = P \cdot t$$

Berekenen: $Q = 350 \cdot 2,4 \cdot (38 - 5) = 27\,720$

$$27\,720 = 25 \cdot t$$

$$t = \frac{27\,720}{25} = 1108,8 \text{ s}$$

Antwoord: De tijd t is 1108,8 s = 18,5 minuten.

7.3 Warmtegeleiding

A 29

- a Juist, want stroming kan plaatsvinden in gassen en vloeistoffen.
- b Onjuist, want de warmtegeleidingscoëfficiënt van glas is lager dan die 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.

A30

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

A31

- a Juist, want glimmende materialen reflecteren de warmte.
- b Juist, want opgesloten lucht bestaat uit gassen en die geleiden de warmte niet.
- c Juist, want hoe groter het temperatuurverschil, hoe groter de warmtestroom.
- d Juist, want isolatie vermindert warmteverlies door straling, stroming en geleiding.

B32

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

B33

Marco heeft gelijk. De warmte verplaatst zich van een hogere temperatuur, de hand, naar een lagere temperatuur, het ijs.

B34

- a Een warmtegeleider heeft een grote warmtegeleidingscoëfficiënt, het voert de warmte snel af. De warmtegeleidingscoëfficiënt geeft aan hoe goed een stof warmte kan geleiden. Hoe hoger de waarde van λ , hoe beter de stof warmte geleidt.
- b Hoe groter het temperatuurverschil, hoe *groter* de warmte stroom.
- c Hoe dikker de wand, hoe *kleiner* de warmte stroom.

B35

Gegeven: $A = 0,20 \cdot 0,20 = 0,04 \text{ m}^2$

$$d = 0,015 \text{ m}$$

$$T_{\text{buiten}} = 20 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T_{\text{binnen}} = 90 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\lambda = 0,035 \text{ W}/(\text{m} \cdot ^\circ\text{C})$$

Gevraagd: de warmtestroom

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

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

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.

B36

- 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.

C37

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

C38

Via stroming door de buizen, via geleiding naar de radiator, via straling en geleiding naar de lucht en via stroming en straling naar de thermostaat.

C39

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

$$T_{\text{buiten}} = 4 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T_{\text{binnen}} = 19 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$P = -2000 \text{ W}$$

$$\lambda = 0,9 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{ }^\circ\text{C})$$

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

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

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

$$-2000 = \frac{0,9 \times 1,5 \times -15}{d}, d = \frac{-20,25}{-2000} = 0,010$$

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

C40

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.

C41

Jos heeft gelijk. De jas zal de warmtestroom verminderen. De jas isoleert.

C42

Hout: $0,40 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{ }^\circ\text{C})$. Baksteen: $0,60 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{ }^\circ\text{C})$. Beton: $1,2 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{ }^\circ\text{C})$.

Hout isoleert het beste, 1,5x zo goed als baksteen. Het baksteen is echter 2 x zo dik. Baksteen is dus de betere keuze. De betonplaten zijn weer 1,5x zo dik als de bakstenen, maar beton isoleert 2x zo slecht. De bakstenen zijn dus de beste keuze.

C43

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

+44

Grafiek A laat het afkoelen van de thee zien. In het begin koelt de thee snel af, omdat het temperatuurverschil groot is.

+45

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

A46

- 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.

A47

- 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.

B48

- a Op een tafelpoot werken vooral drukkrachten.
- b De treksterkte geeft aan in hoeverre een materiaal tegen trekkrachten bestand is.

B49

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.

B50

Hout en beton zijn de materialen die drukkrachten kunnen opvangen.

B51

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

B52

- 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.

C53

- 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 mm². Het staafje heeft een vierkante doorsnede. De lengte en breedte zijn dus gelijk. De lengte is, evenals de breedte, $\sqrt{1,2} = 1,1$. Het staafje heeft de afmeting 1,1 × 1,1 mm.

C54

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

C55

- 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: $\sigma = \frac{F}{A} = \frac{232\,500}{30\,000} = 7,75$

Antwoord: De druksterkte is 7,75 N/mm²

- 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 N/mm²
 Asli heeft dus het sterkste beton getest.

C56

Gegeven: $d = 0,12 \text{ mm}$

$$m = 10,7 \text{ kg}$$

Gevraagd: De treksterkte $\sigma = ?$

Formules: $F = m \cdot g$

De oppervlakte van de doorsnede van de draad bereken je met: $A = \pi \cdot r^2$

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

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

$$A = \pi \times 0,06^2 = 0,011$$

de oppervlakte $A = 0,011 \text{ mm}^2$

$$\sigma = \frac{105}{0,011} = 9281$$

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

C57

a Op de groene balk werkt een trekkracht, omdat de lamp en de rode balk daar aan trekken. Hierdoor wordt de balk uitgerekt. Op de rode balk werkt een drukkracht, omdat deze in elkaar wordt gedrukt door het gewicht van de lamp.

b Omdat in de groene balk een trekkracht werkt, kun je de balk vervangen door een touw.

+58

De trekkracht werkt onderin de balk. Door de buiging rekt dit gedeelte uit. De drukkracht werkt op de bovenkant van de balk. Door de buiging wordt dit stuk korter en met druk belast.

+59

a Gegeven: $A = 0,80 \text{ mm}^2$

$$\rho = 3300 \text{ N/mm}^2$$

Gevraagd: de trekkracht $F = ?$

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

$$\text{Berekenen: } 3300 = \frac{F}{0,80}$$

$$F = 3300 \times 0,80 = 2640$$

Antwoord: De trekkracht is 2640 N.

b Gegeven: $A = 0,80 \text{ mm}^2$

Gevraagd: de diameter $d = ?$

$$\text{Formule: } A = \pi r^2$$

$$\text{Berekenen: } 0,80 = \pi r^2$$

$$r = \sqrt{\frac{0,80}{\pi}}$$

$$r = 0,50$$

Antwoord: De diameter $d = 2 \times 0,50 = 1,0 \text{ mm}$.

c Omdat de dichtheid van Dyneema kleiner is dan de dichtheid van water, blijft de lijn drijven.

+7.5 Supergeleiding

A60

- 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 stofeigenschap.
- 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.

A61

- a Deze elektronen heten geleidingselektronen.
- b De neutrale draad heeft wel (negatieve) geleidingselektronen die vrij kunnen bewegen. Deze zorgen voor de geleiding.

A62

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.

A63

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

B64

- a Gegeven: $A = 0,75 \text{ mm}^2$

$$l = 2,0 \text{ m}$$

$$\rho = 0,017 \text{ } \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$$

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.

C65

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

B66

- a De kleinste soortelijke weerstand heeft zilver.
- b Elektriciteitskabels zijn niet van zilver omdat dat veel duurder is dan koper.

B67

- a Bij een sterke elektromagneet gaat er een grote stroom door de spoel. Door de weerstand in de spoel wordt de spoel erg warm.
- b Alleen bij zeer lage temperaturen worden metalen supergeleidend. Een supergeleidende elektromagneet moet dus gekoeld worden.

C68

- 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 Met twee draadjes naast elkaar wordt de oppervlakte ook twee keer zo groot. Jeanne heeft dus gelijk.

C69

- 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: het materiaal van de draad

Formule: Om het soort materiaal te vinden, moet je de soortelijke weerstand ρ weten.

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

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

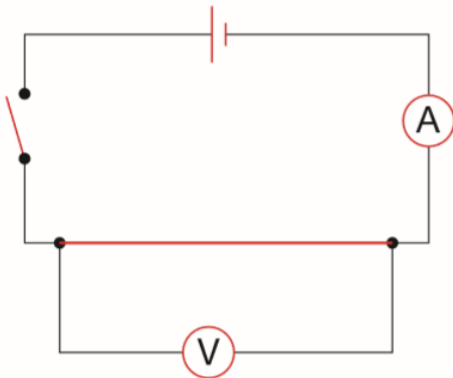
$$3 = \rho \times 16,7$$

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

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

C70

a



- b Gegeven: $U = 0,70 \text{ V}$

$$I = 0,35 \text{ A}$$

Gevraagd: de weerstand $R = ?$

Formule: $U = I \cdot R$

Berekenen: $0,70 = 0,35 \times R$

$$R = \frac{0,70}{0,35} = 2$$

Antwoord: De weerstand is 2Ω .

c Gegeven: $A = 0,026 \text{ mm}^2$

$$l = 0,5 \text{ m}$$

$$R = 2 \Omega$$

Gevraagd: de soortelijke weerstand ρ

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

Berekenen: $2 = \rho \times \frac{0,5}{0,026}$

$$2 = \rho \times 19,2$$

$$\rho = \frac{2}{19,2} = 0,104$$

Antwoord: De soortelijke weerstand is $0,104 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$.

C71

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.

+72

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. Maar de draad wordt ook nog eens dunner. Dit betekent dat de weerstand nog meer toeneemt!

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

Onjuist, want water heeft een grotere soortelijke warmte dan zand:

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

$$c_{\text{zand}} = 0,80 \text{ J}/(\text{g} \cdot ^\circ\text{C})$$

5

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

6

Gegeven: $T_{\text{begin}} = 15 \text{ }^\circ\text{C}$

$$T_{\text{eind}} = 100 \text{ }^\circ\text{C}$$

Gevraagd: Temperatuurverschil $\Delta T = ?$

$$\text{Formule: } \Delta T = T_{\text{begin}} - T_{\text{eind}}$$

$$\text{Berekenen: } \Delta T = 100 - 15 = 85$$

Antwoord: Het temperatuurverschil is $85 \text{ }^\circ\text{C}$

7

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

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

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

Gevraagd: toegevoerde hoeveelheid warmte $Q = ?$

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

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

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

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

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

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

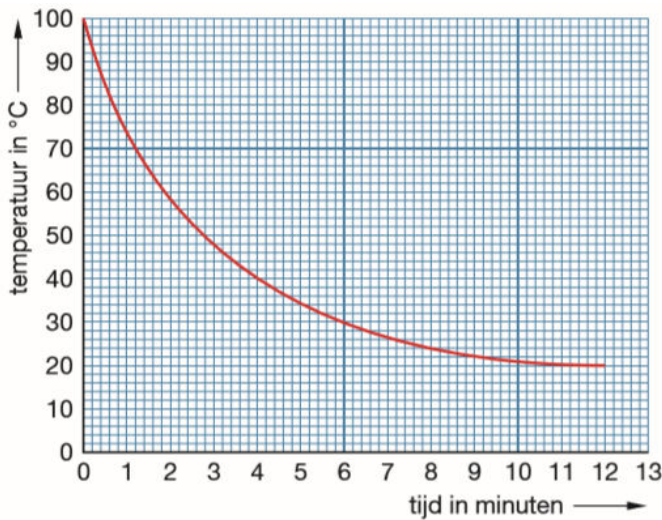
$$Q = 4,2 \times 1000 \times 85 = 357\,000$$

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

8

De temperatuur wordt dan $20 \text{ }^\circ\text{C}$

9



10

Een boot is hol. Daardoor is de totale dichtheid van de boot kleiner dan de dichtheid van water.

11

Doordat er papier verdwijnt, wordt de massa steeds kleiner.

12

Ook het volume wordt steeds kleiner.

13

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

14

Hoeveelheid terpentine die er uit is gestroomd: $m = 30$ g.

Dit is een volume van $V = \frac{m}{\rho} = \frac{30}{0,78} = 38,5$ cm³. Dit is gelijk aan het volume van het blokje.

Gegeven: $m = 303 - 213 = 90$ g.

$$V = 38,5 \text{ cm}^3$$

Gevraagd: De dichtheid $\rho = ?$

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

$$\text{Berekenen: } \rho = \frac{90}{38,5} = 2,34$$

Antwoord: De dichtheid ρ is 2,34 g/cm³.

15

Gegeven: $m = 60$ kg

$$\Delta T = 1,5 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$c_{\text{weefsel}} = 3,5 \text{ J}/(\text{g} \cdot ^\circ\text{C})$$

Gevraagd: benodigde warmte $Q = ?$

$$\text{Formule: } Q = c \cdot m \cdot \Delta T$$

Berekenen: $Q = 3,5 \times 60 \times 1,5 = 315$

Antwoord: Om IJse weer op temperatuur te brengen is 315 J warmte nodig.

16

Omdat er ook warmte verloren gaat aan de omgeving

17

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

18

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

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

Gevraagd: de trekspanning $\sigma = ?$

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

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

Antwoord: De trekspanning is 388 N/mm².

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 $F_{vl} = ?$

Formule: $\sigma = \frac{F_{vl}}{A}$

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

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

Antwoord: De trekkracht is 9506 N = 9,5 kN.

20

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

21

Gegeven: $A = 0,50 \text{ mm}^2$

$$R = 0,15 \Omega$$

$$\rho = 0,017 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$$

Gevraagd: de lengte l van de draad.

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

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

Antwoord: De draad is 4,4 m lang.

22

C. De weerstand is dan ook de helft.

23

C. De soortelijke weerstand blijft hetzelfde; het blijft koper wat nog op de klos zit.