

Hoofdstuk 1 Basisvaardigheden

1.1 Meetvaardigheden

Opgave 1

- a ► Of een waarneming kwantitatief is leid je af door te kijken of de waarneming is uitgedrukt in een getal met (meestal) een eenheid.

De volgende waarnemingen zijn kwantitatief:

- het aantal leerlingen
- het aantal jongens en meisjes
- de gemiddelde leeftijd

- b ► Of een waarneming kwalitatief is leid je af door te kijken of de waarneming is beschreven zonder gebruik te maken van een getal.

De volgende waarnemingen zijn kwalitatief:

- De jongens zijn groter dan de meisjes.
- De jongens zijn zwaarder dan de meisjes.

Opgave 2

- De betekenis van een letter leid je af aan de hand van de plaats van de letter ten opzichte van de eenheid of het cursief zijn van de letter.

- a m = meter (de letter staat na een getal)
- b m = massa (de letter is cursief)
- c m = milli = duizendste (de letter staat voor de eenheid, zie ook Binas tabel 2)

Opgave 3

- a ► De uitdrukkingen noteer je in symbolen met behulp van Binas tabel 4.
- I $I = 1,2 \text{ A}$
- II $F = 80 \text{ N}$
- III $P = 850 \text{ W}$
- IV $V = 450 \text{ m}^3$
- V $L_p = 97 \text{ dB}$ of $L_I = 97 \text{ dB}$ (een van de twee is voldoende)
- b ► Welke eenheid een grondeenheid is leid je af met behulp van Binas tabel 3A.
De eenheid ampère is een grondeenheid.

Opgave 4

- a ► De betekenis van een letter leid je af aan de hand van de plaats van de letter ten opzichte van de eenheid of het cursief zijn van de letter.
De letter C is cursief geschreven
Er staat geen getal voor C .
- b ► Voor de omrekening van A naar mA gebruik je hetzelfde aantal stappen als voor m naar mm.
Bij de omrekening van A naar mA gebruik je drie stappen van 10.
 $5 \text{ Ah} = 5000 \text{ mAh}$

4 havo hoofdstuk 1 uitwerkingen

- c ► De eenheid van capaciteit zet je om naar grondeenheden met behulp van de grondeenheden uit Binas tabel 3 en de omrekeningsfactoren uit Binas tabel 5.
A is een grondeenheid. Dus de omrekeningsfactor is 1.
De grondeenheid bij de tijd is s.
Voor de omrekeningsfactor van h naar s geldt: $1 \text{ h} = 3600 \text{ s}$. (zie Binas tabel 5)
 $5 \text{ Ah} = 5 \text{ A} \times 3600 \text{ s} = 18\,000 \text{ As}$

Opgave 5

- De hoogte van Monique tot het water bereken je met de hoogte op de foto en de lengteschaal.
In figuur 9 meet je dat de afstand van Monique tot het water gelijk is aan 2,4 cm.
- De lengteschaal bepaal je met de lengte van het touw op de foto en de werkelijke lengte van het touw.
De werkelijke lengte van het touw is 175 m.
In figuur 9 meet je dat de lengte van het touw 4,5 cm is.
 $4,5 \text{ cm} \triangleq 1,75 \text{ m}$
 $2,4 \text{ cm} \triangleq h \text{ m}$
$$h = \frac{2,4 \times 1,75}{4,5} = 93,33$$

Afgerond: $h = 93 \text{ m}$.

Opgave 6

- a ► Hoeveel Jan moet betalen zonder btw bereken je met het kruisproduct.
De prijs zonder btw is 100%. De prijs met btw is 121%.
 $€\,620,00 \triangleq 121\%$
 $p \triangleq 100\%$
$$p = \frac{620 \times 100}{121} = €\,512,40$$

Dus Jan betaalt € 512,40.
- b ► Of Jan korting heeft gekregen bereken je met het kruisproduct.
De prijs zonder korting is 100%.
 $€\,620,00 \triangleq 100\%$
 $€\,512,40 \triangleq p \%$
$$p = \frac{512,40 \times 100}{620} = 83\%$$

De korting die Jan heeft gekregen is $100 - 83 = 17\%$.
Dus Jan heeft geen 21% korting gehad.

Opgave 7

Je moet weten wat de massa is van de tomaten in de verschillende verpakkingen. Vervolgens reken je dan de prijzen van de tomaten om naar dezelfde massa, bijvoorbeeld per kg.

1.2 Rekenvaardigheden

Opgave 8

- Machten van 10 reken je om met behulp van de rekenregels in Binas tabel 36D.
- Een wetenschappelijke notatie noteer je met een getal met één cijfer voor de komma ongelijk aan nul en een macht van 10.

- a $10^2 \times 10^4 = 10^{2+4} = 10^6$
- b $10^2 \times 10^{-4} = 10^{2-4} = 10^{-2}$
- c $\frac{10^4}{10^7} = 10^4 \times 10^{-7} = 10^{2-7} = 10^{-3}$
- d $2 \cdot 10^3 \times 3 \cdot 10^4 = (2 \times 3) \times 10^3 \times 10^4 = 6 \cdot 10^{3+4} = 6 \cdot 10^7$
- e $4,4 \cdot 10^5 \times 2,5 \cdot 10^{-3} = (4,4 \times 2,5) \times 10^5 \times 10^{-3} = 11 \cdot 10^5 \times 10^{-3} = 1,1 \cdot 10^1 \times 10^5 \times 10^{-3} = 1,1 \cdot 10^{1+5-3} = 1,1 \cdot 10^3$
- f $254 \times 25,0 = 6,35 \times 1000 = 6,35 \cdot 10^3$
- g $\frac{3,85 \cdot 10^2}{250 \cdot 10^{-4}} = \frac{3,85}{250} \times 10^2 \times 10^4 = 0,0154 \cdot 10^6 = 1,54 \cdot 10^4$
- h $(2 \cdot 10^4)^3 = 2^3 \times (10^4)^3 = 8 \cdot 10^{4 \times 3} = 8 \cdot 10^{12}$

Opgave 9

- a $4506 \text{ m} = 4,506 \times 1000 = 4,506 \cdot 10^3 \text{ m}$
- b $0,00000153 \text{ m} = 1,53 \times 0,000001 = 1,53 \cdot 10^{-6} \text{ m}$
- c $961 \cdot 10^3 \text{ m} = (9,61 \times 100) \times 10^3 = (9,61 \cdot 10^2) \times 10^3 = 9,61 \cdot 10^{2+3} = 9,61 \cdot 10^5 \text{ m}$
- d $0,075 \cdot 10^{-2} \text{ m} = (7,5 \times 0,01) \times 10^{-2} = (7,5 \cdot 10^{-2}) \times 10^{-2} = 7,5 \cdot 10^{-2-2} = 7,5 \cdot 10^{-4} \text{ m}$

Opgave 10

- Een voorvoegsel zet je om naar een macht van tien met behulp van Binas tabel 2.

- a $2,5 \text{ km} = 2,5 \times 10^3 = 2,5 \cdot 10^3 \text{ m}$
- b $0,51 \text{ MPa} = 0,51 \times 10^6 = 5,1 \cdot 10^{-1} \times 10^6 = 5,1 \cdot 10^5 \text{ Pa}$
- c $18,5 \text{ } \mu\text{m} = 18,5 \times 10^{-6} = 1,85 \cdot 10^1 \times 10^{-6} = 1,85 \cdot 10^{-5} \text{ m}$
- d $251 \text{ TJ} = 251 \times 10^{12} = 2,51 \cdot 10^2 \times 10^{12} = 2,51 \cdot 10^{14} \text{ J}$
- e $33 \text{ mbar} = 33 \times 10^{-3} = 3,3 \cdot 10^1 \times 10^{-3} = 3,3 \cdot 10^{-2} \text{ bar}$
- f $25 \text{ nm} = 25 \times 10^{-9} = 2,5 \cdot 10^1 \times 10^{-9} = 2,5 \cdot 10^{-8} \text{ m}$

4 havo hoofdstuk 1 uitwerkingen

Opgave 11

► Een macht van tien zet je om naar een voorvoegsel met behulp van Binas tabel 2.

- a $9,4 \cdot 10^{-6} \text{ A} = 9,4 \mu\text{A}$
- b $6,11 \cdot 10^{12} \text{ s} = 6,11 \text{ Ts}$
- c $1,85 \cdot 10^{-8} \text{ m} = 18,5 \cdot 10^{-1} \times 10^{-8} = 18,5 \cdot 10^{-9} = 18,5 \text{ nm}$
 of
 $1,85 \cdot 10^{-8} \text{ m} = 0,0185 \cdot 10^2 \times 10^{-8} = 0,0185 \cdot 10^{-6} = 0,0185 \mu\text{m}$
- d $2,36 \cdot 10^7 = 23,6 \cdot 10^{-1} \times 10^7 = 23,6 \cdot 10^6 = 23,6 \text{ MW}$
 of
 $2,36 \cdot 10^7 = 0,0236 \cdot 10^2 \times 10^7 = 0,0236 \cdot 10^9 = 0,0236 \text{ GW}$

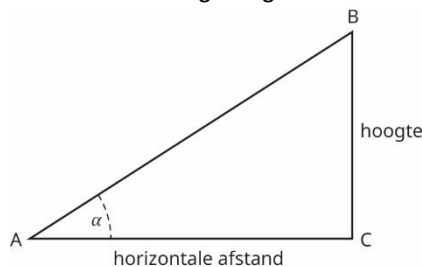
Opgave 12

► De orde van grootte noteer je met uitsluitend een macht van tien.

- a $9,4 \cdot 10^{-6} \text{ A}$ is afgerond $10^1 \times 10^{-6} = 10^{-5} \text{ A}$
- b $6,11 \cdot 10^{12} \text{ s}$ is afgerond $10^1 \times 10^{12} = 10^{13} \text{ s}$
- c $853 \mu\text{m} = 853 \cdot 10^{-6} = 8,53 \cdot 10^2 \times 10^{-6} = 8,53 \cdot 10^{-4}$ is afgerond $10^1 \times 10^{-4} = 10^{-3} \text{ m}$
- d $23,6 \text{ MW} = 23,6 \cdot 10^6 = 2,36 \cdot 10^1 \times 10^6$ is afgerond $10^1 \times 10^6 = 10^7 \text{ W}$

Opgave 13

- a — Zie de uitwerking in figuur 1.1.

**Figuur 1.1**

- ► Dat een stijgingspercentage van 7,2% gelijk is aan de hellingshoek van $4,1^\circ$ toon je aan met de formule voor het stijgingspercentage en een goniometrische verhouding.

$$\text{stijgingspercentage} = \frac{\text{hoogte}}{\text{horizontale afstand}} \times 100\% \text{ en } \frac{\text{hoogte}}{\text{horizontale afstand}} = \tan(\alpha)$$

$$\text{stijgingspercentage} = \tan(\alpha) \times 100\%$$

$$\text{stijgingspercentage} = 7,2\%$$

$$\text{Invullen levert: } 7,2 = \tan(\alpha) \times 100\%$$

$$\tan(\alpha) = \frac{7,2}{100} = 0,072$$

$$\alpha = 4,118^\circ$$

$$\text{Afgerond: } \alpha = 4,1^\circ$$

4 havo hoofdstuk 1 uitwerkingen

- b ► De hoogte bereken je met behulp van de formule van een goniometrische verhouding.

$$\sin(\alpha) = \frac{\text{hoogte}}{\text{lengte helling}} \quad (\text{zie figuur 1.1})$$

$$\alpha = 4,1^\circ$$

$$\text{lengte helling} = 22,5 \text{ km}$$

$$\text{Invullen levert: } \sin(4,1^\circ) = \frac{\text{hoogte}}{22,5}$$

$$\text{hoogte} = 22,5 \times \sin(4,1^\circ) = 1,609 \text{ km}$$

$$\text{Afgerond: hoogte} = 1,6 \text{ km.}$$

Opgave 14

- a ► De dikte d van het linker platinadraadje schat je door de dikte te vergelijken met de lengte van de witte streep met bijschrift $5 \mu\text{m}$.

In de tekening van figuur 14 zie je dat de dikte van het draadje iets groter is dan het tiende deel van de witte streep.

$$\text{Dus } d \text{ is groter dan } 0,5 \mu\text{m} = 0,5 \cdot 10^{-6} \text{ m.}$$

- De orde van grootte noteer je met uitsluitend een macht van tien.

$$\text{De orde van grootte is } 10^{-6} \text{ m.}$$

- b ► De lengte van het groene staafje bereken je met de lengte op de foto en de schaal.

$$\text{De lengte van het groene staafje op de foto is } 76 \text{ mm.}$$

- De schaal bepaal je met de lengte van de witte streep op de foto en de werkelijke lengte.

$$\text{De werkelijke lengte van het witte streepje is } 5 \mu\text{m} = 5 \cdot 10^{-6} \text{ m.}$$

In figuur 14 meet je dat de lengte van het witte streepje op de foto 13 mm is.

$$13 \text{ mm} \triangleq 5 \cdot 10^{-6} \text{ m}$$

$$76 \text{ mm} \triangleq \ell$$

$$\ell = \frac{76 \times 5 \cdot 10^{-6}}{13} = 2,92 \cdot 10^{-5} \text{ m}$$

$$\text{Afgerond: } \ell = 3 \cdot 10^{-5} \text{ m.}$$

Opgave 15

- a ► De hoogte h bereken je met behulp van een goniometrische verhouding.

$$\tan(\alpha) = \frac{h}{\ell}$$

$$\alpha = 34,0^\circ$$

$$\ell = 367 \text{ m}$$

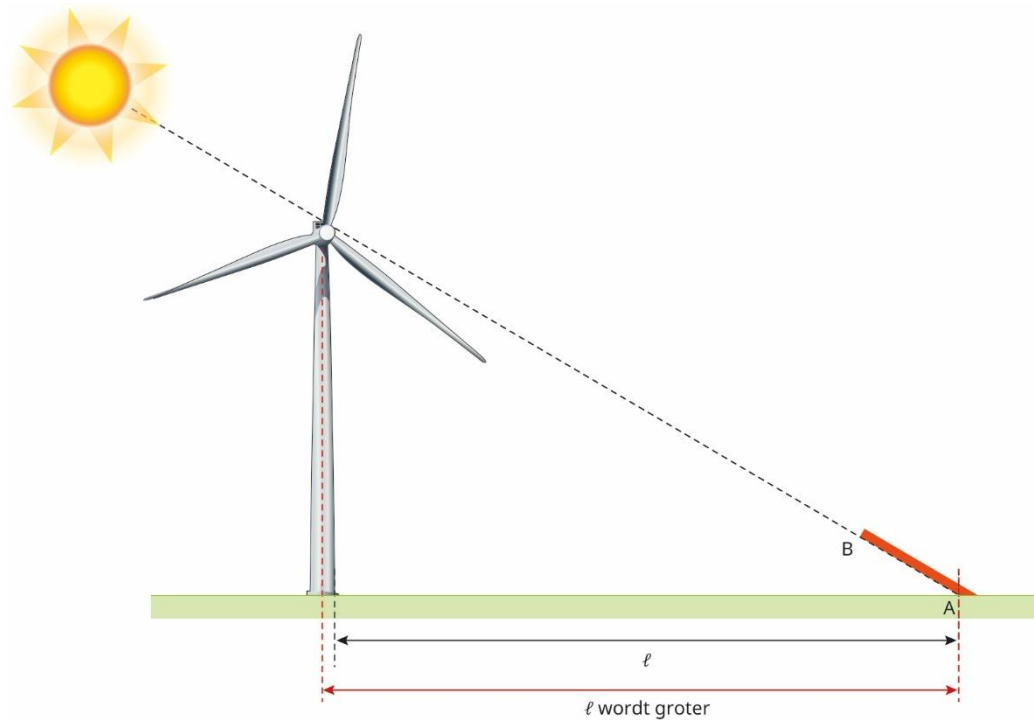
$$\text{Invullen levert: } \tan(34,0^\circ) = \frac{h}{367}$$

$$h = 367 \times \tan(34,0^\circ) = 247,54 \text{ m}$$

$$\text{Afgerond: } h = 248 \text{ m.}$$

- b ► Of de hoogte h te groot of te klein is, beredeneer je met een goniometrische verhouding.

Zie de uitwerking in figuur 1.2.

**Figuur 1.2**

$$\tan(\alpha) = \frac{h}{\ell}$$

α blijft gelijk.

ℓ wordt groter, want je meet tot aan de voet van de mast. Dus is de afstand tot het midden van de mast groter.

Invullen levert: $(\tan(\alpha) \text{ blijft gelijk}) = \frac{h}{(\ell \text{ wordt groter})}$

Dus h wordt groter.

De berekende hoogte is dus te klein.

1.3 Formules en eenheden

Opgave 16

► Om te laten zien dat beide eenheden gelijk zijn gebruik je Binas tabel 5 en Binas tabel 2.

In Binas tabel 5 staat bij de eenheid bar een omrekeningsfactor $\text{bar} = 10^5 \text{ Pa}$.

$$\text{mbar} = 10^{-3} \text{ bar} = 10^{-3} \times 10^5 \text{ Pa} = 10^2 \text{ Pa}$$

$$\text{hPa} = 10^2 \text{ Pa}$$

Adriaan en Ahmed hebben dus beiden gelijk.

Opgave 17

a ► De tabel met voortplantingssnelheden in Binas vind je met behulp van het register.

In Binas tabel 15A staat de voortplantingssnelheid van geluid bij $20^\circ\text{C} = 293 \text{ K}$.

$$v_{\text{geluid}} = 0,343 \cdot 10^3 \text{ m s}^{-1}$$

b $v_{\text{geluid}} = 0,343 \cdot 10^3 \text{ m s}^{-1} = 3,43 \cdot 10^2 \text{ m s}^{-1}$

c ► Om de snelheid uit te drukken in km h^{-1} gebruik je een omrekeningsfactor.

$$3,43 \cdot 10^2 \text{ m s}^{-1} = 3,43 \cdot 10^2 \times 3,6 = 1,23 \cdot 10^3 \text{ km h}^{-1}$$

Opgave 18

► De veerkracht bereken je met de formule voor de veerkracht.

$$F_{\text{veer}} = C \cdot u$$

$$C = 12 \text{ N m}^{-1}$$

$$u = 3,5 \text{ cm} = 3,5 \cdot 10^{-2} \text{ m}$$

$$\text{Invullen levert: } F_{\text{veer}} = 12 \times 3,5 \cdot 10^{-2} = 0,4200 \text{ N}$$

$$\text{Afgerond: } F_{\text{veer}} = 0,42 \text{ N.}$$

Opgave 19

► Bij de omrekening van mph naar km h^{-1} gebruik je de omrekeningsfactor van mijl naar km in Binas.

Ricardo

$$250 \text{ km h}^{-1}$$

Jeroen

$$1 \text{ mijl} = 1,609 \text{ km} \quad (\text{zie Binas tabel 5})$$

$$160 \text{ mph} = 160 \text{ mijl h}^{-1} = 160 \times 1,609 \text{ km h}^{-1} = 257 \text{ km h}^{-1}$$

Iris

► Om de snelheid uit te drukken in km h^{-1} gebruik je een omrekeningsfactor.

$$75 \text{ m s}^{-1} = 75 \times 3,6 = 270 \text{ km h}^{-1}$$

Volgorde aflopende snelheid: Iris, Jeroen, Ricardo.

Opgave 20

► De eenheid van c leid je af met de eenheden van de andere grootheden in de formule.

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

$$[Q] = \text{J}$$

$$[m] = \text{kg}$$

$$[\Delta T] = \text{K}$$

$$\text{Invullen levert: } \text{J} = [c] \cdot \text{kg} \cdot \text{K}$$

$$[c] = \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}} = \text{J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$$

4 havo hoofdstuk 1 uitwerkingen

Opgave 21

- a ► De massa bereken je met de formule voor de dichtheid.

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

$$\rho = 0,090 \text{ kg m}^{-3} \quad (\text{zie Binas tabel 12})$$

- Het volume bereken je met de formule voor het volume van een bol.

$$V = \frac{4}{3} \pi r^3$$

- De straal bereken je met de diameter.

$$r = \frac{1}{2} d$$

$$d = 32 \text{ cm} = 0,32 \text{ m}$$

$$\text{Invullen levert: } r = 0,16 \text{ m}$$

- Invullen van r in de formule van het volume.

$$V = \frac{4}{3} \pi \cdot (0,16)^3 = 1,71 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3$$

- Invullen van ρ en V in de formule voor de dichtheid.

$$0,090 = \frac{m}{1,72 \cdot 10^{-2}}$$

$$m = 0,090 \times 1,72 \cdot 10^{-2} = 1,548 \cdot 10^{-3} \text{ kg}$$

$$\text{Afgerond: } m = 1,5 \cdot 10^{-3} \text{ kg.}$$

- b ► De eenheid van c leid je af met behulp van de eenheden van de andere grootheden in de formule.

$$[F_{w,lucht}] = [c] \cdot [r^2] \cdot [v^2]$$

$$[F] = \text{N} = \text{kg m s}^{-2} \quad (\text{zie Binas tabel 4 bij kracht})$$

$$[r] = \text{m}$$

$$[v] = \text{m s}^{-1}$$

$$\text{Invullen levert: } \text{kg m s}^{-2} = [c] \cdot \text{m}^2 \cdot (\text{m s}^{-1})^2$$

$$\text{kg m s}^{-2} = [c] \cdot \text{m}^4 \text{ s}^{-2}$$

$$[c] = \frac{\text{kg m s}^{-2}}{\text{m}^4 \text{ s}^{-2}} = \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$[c] = \text{kg m}^{-3}$$

- De grootte van constante c bereken je met behulp van de formule voor de luchtwrijvingskracht.

$$F_{w,lucht} = c \cdot r^2 \cdot v^2$$

$$F_{w,lucht} = 86 \text{ mN} = 86 \cdot 10^{-3} \text{ N} = 8,6 \cdot 10^{-2} \text{ N}$$

$$r = 0,16 \text{ m} \quad (\text{zie vraag a})$$

$$v = 2,2 \text{ m s}^{-1}$$

$$\text{Invullen levert: } 8,6 \cdot 10^{-2} = c \cdot (0,16)^2 \times (2,2)^2$$

$$8,6 \cdot 10^{-2} = c \cdot 1,239$$

$$c = \frac{8,6 \cdot 10^{-2}}{1,239} = 0,6941 \text{ kg m}^{-3}$$

$$\text{Afgerond: } c = 0,69 \text{ kg m}^{-3}.$$

Opgave 22

- a ► De formule leid je af met de formules voor het volume V van een cilinder en het verband tussen de diameter d en de straal r .

$$V = 2\pi r^2 \cdot h \text{ en } d = 2r \text{ oftewel } r = \frac{1}{2} d$$

Omdat de diameter d gelijk is aan de hoogte h geldt dus ook $r = \frac{1}{2} h$.

$$\text{Invullen levert: } V = 2\pi \left(\frac{1}{2} h\right)^2 \cdot h = \frac{1}{4} \pi h^2 \cdot h = \frac{1}{4} \pi h^3$$

- b ► De dichtheid bereken je met de formule voor de dichtheid.

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

$$m = 6,68 \text{ kg}$$

- Het volume bereken je met de gegeven formule voor het volume van een cilinder.

$$V = \frac{1}{4} \pi h^3$$

$$h = 10 \text{ cm} = 0,10 \text{ m}$$

$$\text{Invullen levert: } V = \frac{1}{4} \pi (0,10)^3 = 7,85 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$$

- Invullen van m en V in de formule $\rho = \frac{m}{V}$:

$$\rho = \frac{6,68}{7,85 \cdot 10^{-4}} = 8,510 \cdot 10^3 \text{ kg m}^{-3}$$

$$\text{Afgerond: } \rho = 8,5 \cdot 10^3 \text{ kg m}^{-3}.$$

De dichtheid van de legering is $8,5 \cdot 10^3 \text{ kg m}^{-3}$.

In Binas tabel 9 zie je dat de cilinder van messing is gemaakt.

1.4 Meetonzekerheid en significante cijfers

Opgave 23

- a ► Het volume van een vloeistof lees je af aan de onderkant van de meniscus.
De onderkant van de meniscus ligt precies tussen de 74,0 en de 76,0 mL.
 $V = 75,0 \text{ mL}$
- b ► De meetonzekerheid bereken je met $\frac{1}{10}$ van een schaaldeel.
Een schaaldeel is 2 mL. Dus de meetonzekerheid is 0,2 mL.

Opgave 24

- Als significante cijfers tel je alle cijfers behalve de nullen aan het begin van een getal. Machten van tien hebben geen invloed op het aantal significante cijfers.
- a 4
b 3
c 2
d 2
e 3
f 4
- Toelichting bij f
2 is een exacte waarde en geeft $2 \times 3600 = 7200 \text{ s}$ aan.
5 is ook een exacte waarde en geeft $5 \times 60 = 300 \text{ s}$ aan.
Er zijn ook nog 28 s.
Alles bij elkaar optellen levert: $7200 + 300 + 28 = 7528 \text{ s}$.
Dus vier significante cijfers.

Opgave 25

- Bij vermenigvuldigen en delen rond je de uitkomst af op evenveel significante cijfers als de meetwaarde met de minste significante cijfers.
► Bij optellen en aftrekken rond je de uitkomst af op evenveel cijfers achter de komma als de meetwaarde met de minste cijfers achter de komma. Daarbij moeten alle gegevens naar dezelfde eenheid en met dezelfde macht van tien zijn omgerekend.
- a $2,37 \times 3,42 = 8,1054$
Afgerond: 8,11.
- b $6,70 \times 0,35 = 2,345$
Afgerond: 2,3.
- c $6,60 + 2,48 \cdot 10^{-1} = 6,60 + 0,248 = 6,848$
Afgerond: 6,85.
- d $\frac{39,67}{14,7} = 2,698$
Afgerond: 2,70.
- e $76,58 + 23,4 = 99,98$
Afgerond: 100,0.
- f $5,30 \cdot 10^{-1} - 8,5 \cdot 10^{-2} = 0,530 - 0,085 = 0,445$
Afgerond: 0,445.

4 havo hoofdstuk 1 uitwerkingen

g $173,45 - 82,6 = 90,85$
Afgerond: 90,9.

h $\frac{0,48}{1,258} = 0,3815$
Afgerond: 0,38.

Opgave 26

► Eenheden reken je om zonder het aantal significante cijfers te veranderen.

a $4,5 \text{ mg} = 4,5 \cdot 10^{-3} \text{ g}$

b $456,0 \text{ L} = 456,0 \text{ dm}^3 = 456,0 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 = 4,560 \cdot 10^{-1} \text{ m}^3$

c $6,24 \cdot 10^3 \text{ m s}^{-1} = 6,24 \cdot 10^3 \times 3,6 \text{ km h}^{-1} = 2,2464 \cdot 10^4 \text{ km h}^{-1}$
Afgerond: $2,25 \cdot 10^4 \text{ km h}^{-1}$.

De omrekeningsfactor 3,6 is een exact getal en heeft dus geen invloed op het aantal significante cijfers.

d $0,567 \text{ N cm}^{-2} = \frac{0,567 \text{ N}}{1 \text{ cm}^2} = \frac{0,567 \text{ N}}{1 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2} = 0,567 \cdot 10^4 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = 5,67 \cdot 10^3 \text{ N m}^{-2}$

Opgave 27

a ► Het volume bereken je met de formule voor het volume van een balk.

$$V = \ell \cdot b \cdot h$$

$$\ell = 24,2 \text{ cm}$$

$$b = 6,8 \text{ cm}$$

$$h = 3,2 \text{ cm}$$

Invullen levert: $V = 24,2 \times 6,8 \times 3,2 = 526,6 \text{ cm}^3$

Afgerond: $V = 5,3 \cdot 10^2 \text{ cm}^3$.

b ► De dichtheid van het hout bereken je met de formule voor dichtheid.

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

$$m = 311,3 \text{ g} = 0,3113 \text{ kg}$$

$$V = 5,3 \cdot 10^2 \text{ cm}^3 = 5,3 \cdot 10^2 \times 10^{-6} = 5,3 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$$

Invullen levert: $\rho = \frac{0,3113}{5,3 \cdot 10^{-4}} = 5,874 \cdot 10^2 \text{ kg m}^{-3}$

Afgerond: $\rho = 5,9 \cdot 10^2 \text{ kg m}^{-3}$.

► Van welke houtsoort het blok is gemaakt bepaal je met de gegevens uit Binas tabel 10A.

– De dichtheid van vurenhout is volgens Binas tabel 10A gelijk aan $0,58 \cdot 10^3 \text{ kg m}^{-3}$. Dat is bijna gelijk aan de berekende waarde van $5,9 \cdot 10^2 \text{ kg m}^{-3}$. Het verschil komt door de meetonzekerheden in de lengte, breedte en hoogte.

Het blok hout is gemaakt van vurenhout.

4 havo hoofdstuk 1 uitwerkingen

Opgave 28

- a ► De meetonzekerheid bij 5% reading bereken je met het percentage en de meetwaarde.
De meetwaarde is 72,4 V.
De meetonzekerheid is 5% ervan.
De meetonzekerheid is dus $0,05 \times 72,4 = 3,62$ V.
Afgerond: 4 V.
- b ► De meetonzekerheid bij 3% full scale bereken je met het percentage en het meetbereik.
Het meetbereik is 200 V.
De meetonzekerheid is 3% ervan.
De meetonzekerheid is dus $0,03 \times 200 = 6,00$ V.
Afgerond: 6 V.
- c ► De meter die je moet kiezen, bepaal je met de meetonzekerheid voor iedere meter bij 9 V.
Voltmeter 1: meetonzekerheid is 3% van de volledige schaal: 6 V (zie b).
Voltmeter 2: meetonzekerheid is 5% van 9 V. Dit is $0,05 \times 9 = 0,45$ V.
Dus je moet voltmeter 2 kiezen, want deze geeft de kleinste meetonzekerheid bij de meting van 9 V.
- d ► De spanning waarbij de meetonzekerheden gelijk zijn bereken je met de meetonzekerheid in voltmeter 1 en de spanning waarbij voltmeter 2 dezelfde meetonzekerheid geeft als voltmeter 1.
De meetonzekerheid bij meter 1 is altijd 6 V.
De meetonzekerheid in meter 2 is dus ook 6 V.
Bij meter 2 is dat gelijk aan 5% van de meetwaarde.
 $5\% \triangleq 6 \text{ V}$
 $100\% \triangleq U$
$$U = \frac{6 \times 100}{5} = 120 \text{ V}$$

4 havo hoofdstuk 1 uitwerkingen

1.5 Van meting naar diagram

Opgave 29

- In de gegeven grafiek liggen alle meetpunten vrij dicht bij de getekende vloeiende lijn. Er liggen evenveel meetpunten boven als onder de grafiek. Het meetpunt bij 6 V wordt hierbij niet meegenomen, omdat dit erg afwijkt van de lijn. Dit punt is dus een meetfout. De getekende lijn is juist.
- Het meetpunt bij 6 V wijkt erg af van de getekende grafiek. Bij deze meting is er waarschijnlijk verkeerd afgelezen.
De grafiek van een ohmse weerstand hoort door (0,0) te gaan. De grafiek van de meetwaarden gaat niet door (0,0). Bij de spanning van 0 V heeft de stroommeter niet op 0 A gestaan.

Opgave 30

- a Het eerste diagram voldoet niet aan de eis dat de grafiek het gehele diagram moet vullen.
- b ► Waarom de grafiek een rechte lijn moet zijn leg je uit met de formule voor de dichtheid. Het verband tussen massa en volume is recht evenredig. Dus is de grafiek een rechte lijn door de oorsprong.
- Of een diagram goed is, beoordeel je aan de hand van de eisen voor de standaardvorm van een diagram en het recht evenredige verband tussen massa en volume.
Diagram a is fout, want de grafiek is een geen rechte lijn. (Je mag de meetpunten niet met rechte lijntjes verbinden.)

Diagram b is goed. (De meting bij $V = 4 \text{ cm}^3$ is waarschijnlijk niet goed gegaan.) Er is een rechte lijn door de oorsprong getekend: je weet zeker dat $m = 0 \text{ g}$ bij $V = 0 \text{ cm}^3$. De rechte lijn is zo getekend dat er evenveel punten boven als onder de lijn liggen.

Diagram c is fout, omdat er niet evenveel punten boven als onder de lijn liggen: vier punten liggen boven de lijn en maar één eronder.

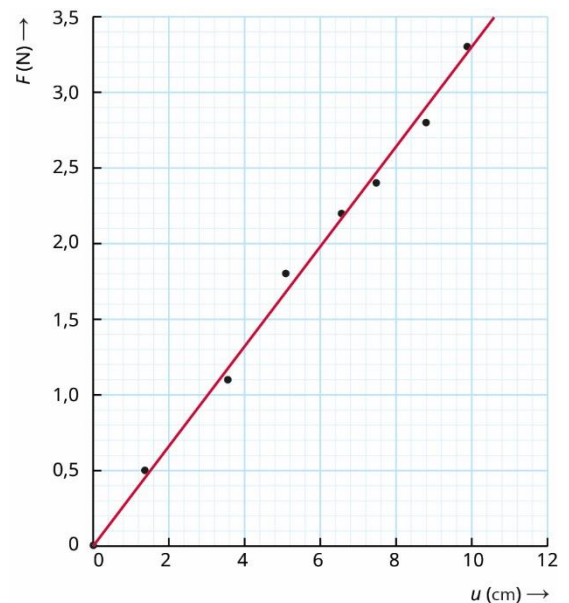
Diagram d is fout, omdat deze lijn niet door het punt (0,0) gaat, zoals je verwacht bij een recht evenredig verband.

Opgave 31

- a Zie de uitwerking in figuur 1.3.

Toelichting

Een grafiek moet het diagram 'vullen'. Dat is het geval als het laatste meetpunt ongeveer in de rechter bovenhoek komt.



Figuur 1.3

4 havo hoofdstuk 1 uitwerkingen

- b ► De trekkracht lees je in figuur 1.3 af op de grafiek bij de uitrekking van 5,0 cm. Vanaf 5,0 cm teken je een lijn loodrecht omhoog. Deze lijn snijdt de grafiek in een punt. Bij dit punt lees je de kracht af. $F = 1,65 \text{ N}$.
- c Bij een recht evenredig verband is de grafiek een rechte lijn door de oorsprong. Dat is in figuur 1.3 het geval. Dus de trekkracht is recht evenredig met de uitrekking.
- d ► De constante C bepaal je met de gegeven formule.

$$F = C \cdot u$$
 Om de invloed van meetonzekerheden bij het aflezen zo klein mogelijk te houden gebruik je een punt op de grafiek waarvan de coördinaten zo groot mogelijk en gemakkelijk af te lezen zijn. In figuur 1.3 lees je af dat bij $F = 3,5 \text{ N}$ geldt dat de uitrekking $u = 10,6 \text{ cm} = 10,6 \cdot 10^{-2} \text{ m}$.
 Invullen levert: $3,5 = C \cdot 10,6 \cdot 10^{-2}$

$$C = \frac{3,5}{10,6 \cdot 10^{-2}} = 33,02 \text{ N m}^{-1}$$
 Afgerond: $C = 33 \text{ N m}^{-1}$.

Opgave 32

- Een omgekeerd evenredig verband toon je aan door na te gaan of de ene grootte n keer zo klein wordt als de andere grootte n keer zo groot wordt.
- In het diagram in figuur 46 lees je af: bij een afstand van L tot de lens van 30 cm is de afstand van het scherm tot de lens gelijk aan 60 cm.
- Is de afstand van L tot de lens 90 cm, dan moet bij een omgekeerd evenredig verband de afstand tot het scherm 20 cm zijn. In figuur 46 lees je af dat de afstand tot het scherm 26 cm is.
- De afstand van L tot de lens is dus niet omgekeerd evenredig met de afstand van het scherm tot de lens.

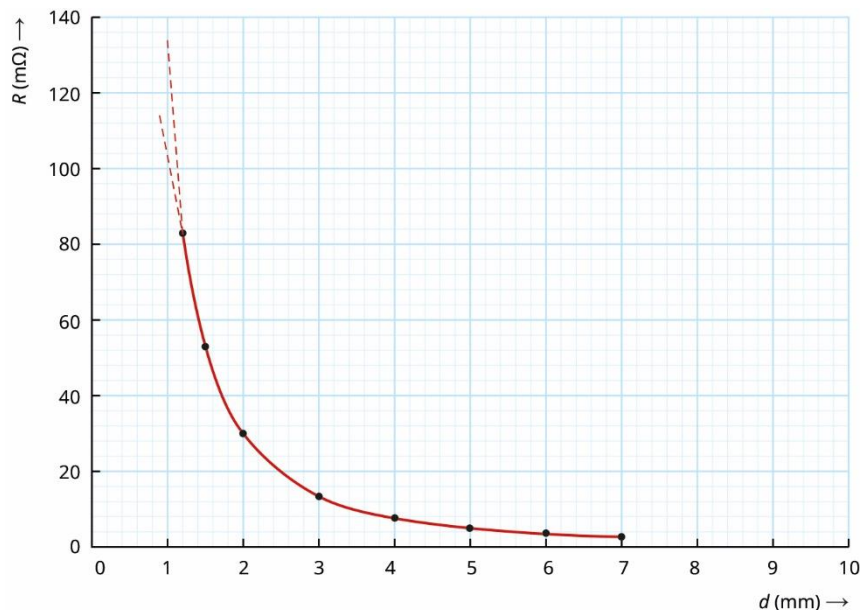
Opgave 33

- a ► Een omgekeerd kwadratisch evenredig verband toon je aan door na te gaan of de ene grootte n^2 keer zo klein wordt als de andere grootte n keer zo groot wordt.
- Bij $d = 2,0 \text{ mm}$ lees je in het diagram in figuur 47 af dat $R = 30 \text{ m}\Omega$ en bij $d = 4,0 \text{ mm}$ hoort $R = 8 \text{ m}\Omega$.
 Is de diameter twee keer zo groot, dan is R bij een omgekeerd kwadratisch verband $2^2 = 4\times$ zo klein.

$$\frac{30}{4} = 7,5 \text{ m}\Omega$$
, dus dit klopt behoorlijk.
- Bij $d = 3,0 \text{ mm}$ lees je in figuur 47 af dat $R = 13 \text{ m}\Omega$ en bij $d = 6,0 \text{ mm}$ hoort dan $R = 3 \text{ m}\Omega$.
 Is de diameter twee keer zo groot, dan is R bij een omgekeerd kwadratisch verband $3,25 \text{ m}\Omega$.
 In beide voorbeelden is d twee keer zo groot en R (ongeveer) vier keer zo klein.
 Dus de weerstand R is omgekeerd kwadratisch evenredig met de diameter d van de draad.
- b ► De weerstand R_B bepaal je met het omgekeerd kwadratisch evenredig verband.
 Bij $d = 8,0 \text{ mm}$ is de diameter vier keer zo groot als $d = 2,0 \text{ mm}$.
 Dus R_B is dan zestien keer zo klein als $30 \text{ m}\Omega$.
 Bij $d = 8,0 \text{ mm}$ hoort dus afgerond $R_B = 1,9 \text{ m}\Omega$.
- c ► De weerstand R_C bepaal je met het omgekeerd kwadratisch evenredig verband.
 Bij $d = 1,0 \text{ mm}$ is de diameter twee keer zo klein als $d = 2,0 \text{ mm}$.
 Dus R_C is dan vier keer zo groot als $30 \text{ m}\Omega$.
 Bij $d = 1,0 \text{ mm}$ hoort dan $R_C = 120 \text{ m}\Omega$.

4 havo hoofdstuk 1 uitwerkingen

- d De lijn extrapoleren naar $d = 1$ mm kan niet nauwkeurig: de spreiding is erg groot. Zie de uitwerking in figuur 1.4. Een kleine afwijking in het doortrekken levert een verschil op van minstens $5 \text{ m}\Omega$ ten opzichte van de berekende waarde van $120 \text{ m}\Omega$.
Het goede antwoord is dus IV: $10 \text{ m}\Omega$.



Figuur 1.4

Opgave 34

- a ► Het verband $t \cdot v = a$ toon je aan door voor een aantal punten op de grafiek het product van t en v te berekenen.

Zie tabel 1.

In de tabel zie je dat het product steeds dezelfde waarde oplevert. Dus $t \cdot v = a$.

t (uur)	v (km h ⁻¹)	$t \cdot v$
1,0	30	30
1,5	20	30
3,0	10	30

Tabel 1

- b Zie tabel 1 bij vraag a.
Wanneer t anderhalf keer zo groot wordt, wordt v anderhalf keer zo klein.
Wanneer t drie keer zo groot wordt, wordt v drie keer zo klein.
Het is dus een omgekeerd evenredig verband.
- c ► De waarde van a bepaal je met behulp van tabel 1 bij vraag a.
 $a = 30$
- De betekenis van de constante a leid je af uit de eenheid van a .
► De eenheid van a bepaal je met de gegeven formule en de eenheden van t en v .
 $t \cdot v = a$
[t] = uur met symbool h
[v] = km h⁻¹
[a] = h × km h⁻¹ = km
 $a = 30 \text{ km}$
De betekenis van a is de afstand.

1.6 Examenwerkwoorden

Opgave 35

- De hoogte h van de molen bepaal je met de hoogte van de molen op de foto en de schaal van de foto.

In de foto van figuur 49 meet je dat de hoogte van de molen 55 mm is.

- De schaal van de foto bepaal je met de lengte van een persoon vlak bij de molen en een schatting van de werkelijke lengte van die persoon.

In de foto van figuur 49 meet je dat de lengte van de lange man 9 mm is. (Aan de rode pijlen figuur 1.5 zie je wat bedoeld wordt met de hoogte van de molen en de lengte van de lange man.)

De werkelijke lengte van de persoon schat je op 2,0 m.

$$h \triangleq 55 \text{ mm}$$

$$2,0 \text{ m} \triangleq 9 \text{ mm}$$

$$h = \frac{2,0 \times 55}{9} = 12,26 \text{ m}$$

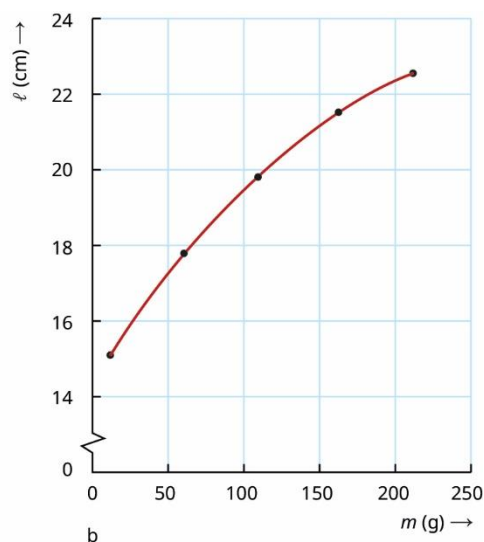
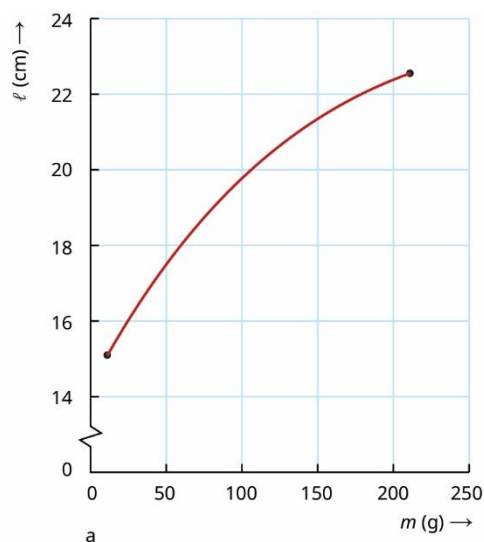
Afgerond: $h = 12 \text{ m}$.



Figuur 1.5

Opgave 36

- a ► Het verband schets je door het begin- en eindpunt en de vorm van de grafiek aan te geven. Zie de uitwerking in figuur 1.6a. De grafiek is een kromme waarbij de toename van de lengte (per 50 g) steeds kleiner wordt.



Figuur 1.6

4 havo hoofdstuk 1 uitwerkingen

- b ► Het verband teken je met een vloeiende lijn die zo goed mogelijk het verband tussen alle meetpunten in het diagram weergeeft.
Zie de uitwerking in figuur 1.6b.

Opgave 37

- Of de tijd T tijdens het afspelen toeneemt, afneemt of gelijk blijft beredeneer je met de gegeven formule.

$$v = \frac{2\pi R}{T}$$

v blijft gelijk.

R wordt groter tijdens het afspelen, want het afspelen gebeurt van binnen naar buiten.

Invullen levert: (v blijft gelijk) $= \frac{2\pi (R \text{ wordt groter})}{T}$

Dus neemt T toe tijdens het afspelen.

Opgave 38

- a ► Dat de oppervlakte gelijk is aan $84,9 \text{ cm}^2$ toon je aan door een berekening uit te voeren met de formule voor de oppervlakte van een cirkel.

$$A = \frac{1}{4} \pi d^2$$

$$d = 10,4 \text{ cm}$$

$$\text{Invullen levert: } A = \frac{1}{4} \pi (10,4)^2 = 84,949 \text{ cm}^2$$

$$\text{Afgerond: } A = 84,9 \text{ cm}^2.$$

- b ► De hoogte h van het water in de cilinder bereken je met de formule voor het volume van een cilinder.

$$V = A \cdot h$$

$$V = 2,5 \text{ L} = 2,5 \text{ dm}^3 = 2,5 \cdot 10^3 \text{ cm}^3 \text{ (afstemmen van eenheden)}$$

$$A = 84,9 \text{ cm}^2$$

$$\text{Invullen levert: } 2,5 \cdot 10^3 = 84,9 \times h$$

$$h = \frac{2,5 \cdot 10^3}{84,9} = 29,45 \text{ cm}$$

$$\text{Afgerond: } h = 29 \text{ cm.}$$

Opgave 39

- a ► Of de jan-van-gent een vleugelslag heeft gemaakt bepaal je door de snelheid bij een val van 30 m hoogte te vergelijken met de gemeten snelheid.

$$v_{\text{gemeten}} = 100 \text{ km h}^{-1}$$

- De snelheid bij alleen vallen bereken je met de gegeven formule.

$$v^2 = 19,6h$$

$$h = 30 \text{ m}$$

$$\text{invullen levert: } v^2 = 19,6 \times 30 = 588$$

$$v = \sqrt{588} = 24,25 \text{ m s}^{-1} = 24,25 \times 3,6 = 87,30 \text{ km h}^{-1}$$

Dit is kleiner dan de v_{gemeten} van 100 km h^{-1} .

Dus heeft de jan-van-gent een vleugelslag gemaakt.

4 havo hoofdstuk 1 uitwerkingen

- b ► De eenheid van 19,6 leid je af met de eenheden van de snelheid v en de hoogte h .

$$[v]^2 = [19,6] \cdot [h]$$

$$[v] = \text{m s}^{-1}$$

$$[h] = \text{m}$$

$$\text{Invullen levert: } (\text{m s}^{-1})^2 = [19,6] \cdot \text{m}$$

$$\text{m}^2 \text{s}^{-2} = [19,6] \cdot \text{m}$$

$$[19,6] = \frac{\text{m}^2 \text{s}^{-2}}{\text{m}} = \text{m s}^{-2}$$

Opgave 40

- a ► De stopafstand bepaal je met behulp van het diagram (en niet met de formule).

Aflesen in het diagram in figuur 53 bij 50 km h^{-1} levert 23 m op.

- b ► De stopafstand bereken je met de gegeven formule (en niet met het diagram).

$$s = 0,06v^2 + 0,8v$$

$$v = 120 \text{ km h}^{-1} = \frac{120}{3,6} = 33,33 \text{ m s}^{-1}$$

$$\text{Invullen levert: } s = 0,06 \times (33,33)^2 + 0,8 \times 33,33 = 93,317 \text{ m}$$

$$\text{Afgerond: } s = 93 \text{ m.}$$

4 havo hoofdstuk 1 uitwerkingen

1.7 Afsluiting

Opgave 41

- a ► De tijd bereken je met de formule voor de snelheid.

$$s = v \cdot t$$

$$s = 67,5 \text{ m}$$

$$v = 2,998 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1} \text{ (zie Binas tabel 7A)}$$

$$\text{Invullen levert: } 67,5 = 2,998 \cdot 10^8 \cdot t$$

$$t = \frac{67,5}{2,998 \cdot 10^8} = 2,2515 \cdot 10^{-7} \text{ s}$$

$$\text{Afgerond: } t = 2,25 \cdot 10^{-7} \text{ s} = 2,25 \cdot 10^{-1} \cdot 10^{-6} \text{ s} = 2,25 \cdot 10^{-1} \mu\text{s}.$$

- b ► De hoogte van de zuidertoren toon je aan met een goniometrische verhouding.

$$\tan(\alpha) = \frac{h}{\ell}$$

$$\alpha = 25,0^\circ$$

$$\ell = 67,5 \text{ m}$$

$$\text{Invullen levert: } \tan(25,0^\circ) = \frac{h}{67,5}$$

$$h = 67,5 \times \tan(25,0^\circ) = 31,476 \text{ m}$$

$$\text{Afgerond: } h = 31,5 \text{ m}.$$

- c ► Hoeveel procent p de Noordertoren groter is dan de Zuidertoren bereken je met het verschil in percentage van de torens.

$$p = p_{\text{noord}} - p_{\text{zuid}}$$

$$p_{\text{zuid}} = 100\%$$

- Hoeveel procent groter de Noordertoren is ten opzichte van de Zuidertoren bereken je door de hoogte van de Zuidertoren op 100% te stellen.

$$31,5 \text{ m} \triangleq 100\%$$

$$h_{\text{noord}} \triangleq p_{\text{noord}} \%$$

- De hoogte van de Noordertoren bereken je met een goniometrische verhouding.

$$\tan(\alpha) = \frac{h_{\text{noord}}}{\ell}$$

$$\alpha = 25,0^\circ$$

$$\ell = 77,2 \text{ m}$$

$$\text{Invullen levert: } \tan(25,0^\circ) = \frac{h_{\text{noord}}}{77,2}$$

$$h = 77,2 \times \tan(25,0^\circ) = 36,0 \text{ m}$$

- Invullen van h_{noord} in het kruisproduct:

$$31,5 \text{ m} \triangleq 100\%$$

$$36,0 \text{ m} \triangleq p_{\text{noord}} \%$$

$$p_{\text{noord}} = \frac{36,0 \times 100}{31,5} = 114,3\%$$

- Invullen van p_{noord} en p_{zuid} in de formule $p = p_{\text{noord}} - p_{\text{zuid}}$:

$$114,3 - 100 = 14,3\%$$

Afgerond: de Noordertoren is 14,3% groter ten opzichte van de Zuidertoren.

- d ► De tijdstippen lees je af in het diagram in figuur 69 bij $\alpha = 25,0^\circ$.

$$t_1 = 10.00 \text{ uur en } t_2 = 17.00 \text{ uur}$$

4 havo hoofdstuk 1 uitwerkingen

Opgave 42

- a ► De omtrek van het meetwiel bereken je met de formule voor de omtrek.

$$O = 2\pi r$$

- De straal bereken je met de diameter.

$$r = \frac{1}{2} d$$

$$d = 32,0 \text{ cm} = 0,320 \text{ m}$$

$$\text{Invullen levert: } r = \frac{1}{2} \times 0,320 = 0,160 \text{ m}$$

Invullen van r in de formule $O = 2\pi r$:

$$O = 2\pi \times 0,160 = 1,0053 \text{ m}$$

$$\text{Afgerond: } O = 1,01 \text{ m.}$$

- b ► De snelheid v van het geluid in lucht bepaal je met de formule voor de snelheid.

$$s = v \cdot t$$

- De afstand s en tijd t bepaal je met de grafiek 'door' de meetpunten van Wende in figuur 58. Zie de uitwerking in figuur 1.7.

- Om de invloed van meetonzekerheden bij het aflezen zo klein mogelijk te houden gebruik je een punt op de grafiek waarvan de coördinaten zo groot mogelijk en gemakkelijk af te lezen zijn.

In figuur 1.7 lees je af dat bij een afstand van $s = 300 \text{ m}$ de tijd t gelijk is aan $0,90 \text{ s}$.

$$\text{Invullen levert: } 300 = v \cdot 0,90$$

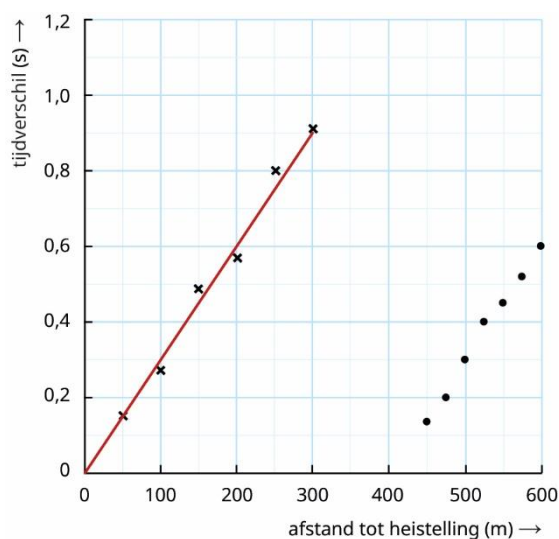
$$v = \frac{300}{0,90} = 333,3 \text{ m s}^{-1}$$

$$\text{Afgerond: } v = 3,3 \cdot 10^2 \text{ m s}^{-1}.$$

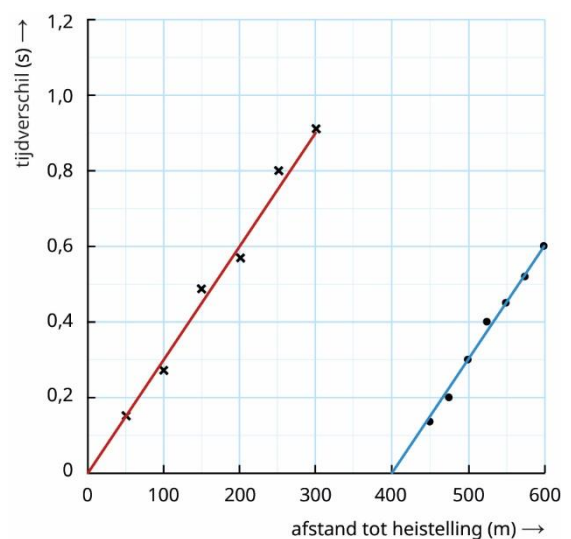
- c ► De afstand tot de heistelling bepaal je als het tijdverschil tussen het zien en het waarnemen van geluid 0 s is.

Zie de uitwerking in figuur 1.8.

Als het tijdverschil 0 s is, snijdt de grafiek van Nick de horizontale as bij 400 m .



Figuur 1.7



Figuur 1.8