

1 Meten en rekenen

vwo

1.2 Grootheid en eenheid

Hoe je moet afronden leer je in paragraaf 1.5 en is nu nog niet van belang.

1**

a Hoeveel seconden doet de duif er over?

- iedere seconde wordt 5 meter afgelegd
- 40 miljoen meter duurt $\frac{40.000.000}{5} = 8.000.000 = 8$ miljoen seconden

b Hoeveel dagen doet de duif er over?

- 1 minuut = 60 seconden | 1 uur = 60 minuten | 1 dag = 24 uur
- 1 dag heeft $24 \cdot 60 \cdot 60 = 86400$ seconden
- aantal dagen $\frac{8.000.000}{86400} = 92,5926 = 93$ dagen

c Leg uit of de duif gelijk heeft.

- het is windstil dus de lucht draait met de aarde mee
- de snelheid van de duif is gemeten ten opzichte van de lucht
- het maakt niet uit in welke richting de duif vliegt
- de duif heeft geen gelijk

2**

a Hoeveel meter leg je per seconde af?

- 1 dag heeft $24 \cdot 60 \cdot 60 = 86400$ seconden
- in 86400 seconden leg je 40.000.000 meter af
- per seconde leg je $\frac{40.000.000}{86400} = 462,963 = 463$ meter af

b Hoeveel kilometer per uur is dit?

- iedere seconde leg je 462,963 meter af
- een uur heeft $60 \cdot 60 = 3600$ seconden
- in een uur leg je $462,963 \cdot 3600 = 1.666.666$ meter af
- $1.667.000$ meter = 1666,667 km
- je snelheid is 1667 km per uur

c Leg uit waarom je er niets van merkt.

- alles om je heen draait met dezelfde snelheid
- je ziet niets bewegen
- voor jou staat alles stil

3****a** In hoeveel seconden is het bad gevuld?

- in 1 minuut 15 liter water
- het vollopen duurt $\frac{120}{15} = 8$ minuten
- 8 minuten is $8 \cdot 60 = 480$ seconden

b Hoeveel liter water stroomt er per seconde weg?

- 120 liter loopt weg in 5 minuten
- per minuut loopt er $\frac{120}{5} = 24$ liter water weg
- per seconde loopt er $\frac{24}{60} = 0,40$ liter water weg

c Hoeveel kilogram water stroomt er per minuut weg?

- 1 liter water heeft een massa van 1 kg
- per minuut loopt er 24 liter water weg
- per minuut loopt er 24 kilogram water weg

4****a** Wat mag je hieruit concluderen?

- bij hetzelfde volume heeft platina-iridium meer massa dan water

b Wat mag je hieruit concluderen?

- in 1/20 van het volume zit evenveel massa
- per volume eenheid heeft platina-iridium 20 keer meer massa dan water

Omrekenen van eenheden

5****a** Hoeveel meter is dit?

- Binas 5 opzoeken: $1 \text{ inch} = 2,54 \cdot 10^{-2} \text{ m}$
- $28 \text{ inch} = 28 \cdot 2,54 \cdot 10^{-2} = 0,7112 \rightarrow \ell = 0,71 \text{ m}$

b Hoeveel voet is dit?

- Binas 5 opzoeken: $1 \text{ voet} = 3,048 \cdot 10^{-1} \text{ m}$
- $\frac{\text{lengte in meter}}{\text{lengte 1 voet}} \rightarrow \frac{0,7112}{0,3048} = 2,33333 \rightarrow \ell = 2,33 \text{ voet}$

OOK GOED

- verhoudingstabel

meter	0,3048	0,7112
voet	1	x
- $0,3048 \cdot x = 0,7112 \rightarrow x = 2,33333 \rightarrow \ell = 2,33 \text{ voet}$

OOK GOED

- Binas 5 opzoeken: $1 \text{ voet} = 12 \text{ inch}$
- verhoudingstabel

voet	1	x
inch	12	28
- $12 \cdot x = 28 \rightarrow x = 2,33333 \rightarrow \ell = 2,33 \text{ voet}$

6**

a Hoeveel pascal is de optimale bovendruk?

- Binas 5 opzoeken: $1 \text{ mmHg} = 1,33322 \cdot 10^2 \text{ Pa}$
- $120 \text{ mmHg} = 120 \cdot 1,33322 \cdot 10^2 = 1,599864 \cdot 10^4 = 1,60 \cdot 10^4 \text{ Pa}$
- $80 \text{ mmHg} = 80 \cdot 1,33322 \cdot 10^2 = 1,066576 \cdot 10^4 = 1,07 \cdot 10^4 \text{ Pa}$

b Hoeveel newton per vierkante meter is één pascal?

- Binas 4 opzoeken: $1 \text{ Pa} = 1 \text{ Nm}^{-2}$

c Hoeveel pound per square inch (psi) is de optimale onderdruk?

- Binas 5 opzoeken: $1 \text{ mmHg} = 1,33322 \cdot 10^2 \text{ Pa}$
- $80 \text{ mmHg} = 80 \cdot 1,33322 \cdot 10^2 = 1,066576 \cdot 10^4 \text{ Pa}$
- Binas 5 opzoeken: $1 \text{ psi} = 6,89 \cdot 10^3 \text{ Pa}$
- $\frac{\text{druk in pascal}}{\text{druk 1 psi}} \rightarrow \frac{1,066576 \cdot 10^4}{6,89 \cdot 10^3} = 1,548 \rightarrow \text{druk} = 1,5 \text{ psi}$

7**

a Op hoeveel astronomische eenheden staat Neptunus van de zon?

- Binas 5 opzoeken: $1 \text{ AE} = 1,49598 \cdot 10^{11} \text{ m}$
- $\frac{\text{lengte in meter}}{\text{lengte 1 AE}} \rightarrow \frac{4,498 \cdot 10^{12}}{1,49589 \cdot 10^{11}} = 30,06906 \rightarrow \text{afstand} = 30,07 \text{ AE}$

OOK GOED

- verhoudingstabel

meter	$1,49589 \cdot 10^{11}$	$4,498 \cdot 10^{12}$
AE	1	x

- $1,49589 \cdot 10^{11} \cdot x = 4,498 \cdot 10^{12} \rightarrow x = 30,06906 \rightarrow \text{afstand} = 30,07 \text{ AE}$

b Hoeveel lichtjaar is dit?

- Binas 5 opzoeken: $1 \text{ lichtjaar} = 9,461 \cdot 10^{15} \text{ m}$
- $\frac{\text{lengte in meter}}{\text{lengte 1 lichtjaar}} \rightarrow \frac{4,498 \cdot 10^{12}}{9,461 \cdot 10^{15}} = 4,75425 \cdot 10^{-4} \rightarrow s = 4,754 \cdot 10^{-4} \text{ lichtjaar}$

OOK GOED

- verhoudingstabel

meter	$9,461 \cdot 10^{15}$	$4,498 \cdot 10^{12}$
lichtjaar	1	x

- $9,461 \cdot 10^{15} \cdot x = 4,498 \cdot 10^{12} \rightarrow x = 4,75425 \cdot 10^{-4} \rightarrow s = 4,754 \cdot 10^{-4} \text{ lichtjaar}$

8**

a Hoe groot is de lengte van het bad in voet?

- Binas 5 opzoeken: $1 \text{ voet} = 3,048 \cdot 10^{-1} \text{ m}$
- $\frac{\text{lengte in meter}}{\text{lengte 1 voet}} \rightarrow \frac{50}{0,3048} = 164,042 \rightarrow \text{lengte} = 164 \text{ voet}$

OOK GOED

- verhoudingstabel

meter	0,3048	50
voet	1	x

- $0,3048 \cdot x = 50 \rightarrow x = 164,042 \rightarrow \ell = 164 \text{ voet}$

b Hoeveel gallon (US) water bevat zo'n zwembad?

- het zwembad bevat $50 \times 25 \times 2 = 2500 \text{ m}^3$ water
- Binas 5 opzoeken: 1 gallon (US) = $3,78541 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$
- $\frac{\text{volume in m}^3}{\text{volume 1 gallon}} \rightarrow \frac{2500}{3,78541 \cdot 10^{-3}} = 6,6043 \cdot 10^5 \rightarrow \text{volume} = 6,604 \cdot 10^5 \text{ gallon}$

OOK GOED

- verhoudingstabel

m^3	$3,78541 \cdot 10^{-3}$	2500
gallon	1	x
- $3,78541 \cdot 10^{-3} \cdot x = 2500 \rightarrow x = 6,60430 \cdot 10^5 \rightarrow \text{volume} = 6,604 \cdot 10^5 \text{ gallon}$

c Hoeveel ton water bevat een zwembad met olympische afmetingen

- het zwembad bevat $50 \times 25 \times 2 = 2500 \text{ m}^3$ water
- massa 2500 m^3 water is $2500 \cdot 10^3 = 2,5 \cdot 10^6 \text{ kg}$
- $\frac{\text{massa in kg}}{\text{massa 1 ton}} \rightarrow \frac{2,5 \cdot 10^6}{1000} = 2,5 \cdot 10^3 \rightarrow \text{massa} = 2,5 \cdot 10^3 \text{ ton}$

9**

a Hoeveel inch zitten er in één voet?

- Binas 5 opzoeken: 1 voet = 12 inch

b Hoe lang is deze vrouw in meter?

- 7 voet en 7,25 inch = $7 \cdot 12 + 7,25 = 91,25 \text{ inch}$
- Binas 5 opzoeken: 1 inch = $2,54 \cdot 10^{-2} \text{ m}$
- $91,25 \text{ inch} = 91,25 \cdot 2,54 \cdot 10^{-2} = 2,31775 \rightarrow \ell = 2,32 \text{ m}$

1.3 Lengte, oppervlakte en volume

Hoe je moet afronden leer je in paragraaf 1.5 en is nu nog niet van belang.

1**

a Bereken de straal van de bol.

- de ribbe van de kubus heeft een lengte van 1,0 m
- de ribbe van een kubus is gelijk aan de diameter van de bol die erin past
- de straal van de bol is 0,5 m

b Bereken het volume van de bol.

- $r = 1,0 \text{ m} \quad | \quad V = \dots \text{m}^3$
- $V = \frac{4}{3}\pi \cdot r^3$
- $V = \frac{4}{3}\pi \cdot 0,5^3 = 0,5236 = 0,52 \text{ m}^3$

2**

a Bereken de straal van de bol.

- de diameter van de bol is straal van de bol is $\sqrt{3} = 1,73205 \text{ m}$
- de straal van de bol is $\frac{\sqrt{3}}{2} = 0,866025 = 0,87 \text{ m}$

b Bereken het volume van de bol.

- $r = 0,866025 \text{ m} \quad | \quad V = \dots \text{m}^3$
- $V = \frac{4}{3}\pi \cdot r^3$
- $V = \frac{4}{3}\pi \cdot 0,866025^3 = 2,720699 = 2,72 \text{ m}^3$

3***

a Bereken de oppervlakte van A3 formaat papier.

- oppervlakte is lengte $\times$ breedte
- A4 formaat: $A = 29,7 \cdot 21 = 623,7 \text{ cm}^2$
- A3 formaat: $A = 2 \cdot 623,7 = 1247,4 \text{ cm}^2$

b Bereken de oppervlakte van A0-formaat papier.

- A4 $\rightarrow$ A3: oppervlakte is $2 \times$ A4-formaat
- A3 $\rightarrow$ A2: oppervlakte is $2 \times 2 \times$ A4-formaat
- A2 $\rightarrow$ A1: oppervlakte is $2 \times 2 \times 2 \times$ A4-formaat
- A1 $\rightarrow$ A0: oppervlakte is $2 \times 2 \times 2 \times 2 \times$ A4-formaat
- oppervlakte is A0 is $2 \times 2 \times 2 \times 2 \times$ A4-formaat $= 16 \times$ A4-formaat
- oppervlakte is A0 is $16 \cdot 623,7 = 9979,2 \text{ cm}^2 = 1,00 \text{ m}^2$

c Bereken van A4-formaat papier de verhouding tussen de lange en de korte zijde.

- verhouding $\frac{\text{lange zijde}}{\text{korte zijde}} = \frac{29,7}{21} = 1,414$

d Bereken van A5-formaat papier de verhouding tussen de lange en de korte zijde.

- de afmetingen van A5-formaat is 21 cm lang en $\frac{29,7}{2} = 14,85$ cm breed.
- verhouding $\frac{\text{lange zijde}}{\text{korte zijde}} = \frac{21}{14,85} = 1,414$

e Wat valt je op?

- de verhouding tussen de lange en de korte zijde van A4 en A5 papier is hetzelfde
- dit geldt voor de hele reeks $A0 \rightarrow A1 \rightarrow A2 \rightarrow A3 \rightarrow A4 \rightarrow \dots$

f Toon aan dat hieruit volgt: $L = \sqrt{2} \cdot K$

- $\frac{L}{K} = \frac{K}{0,5 \cdot L}$
- kruislings vermenigvuldigen: $K^2 = 0,5 \cdot L^2 \rightarrow L^2 = 2 \cdot K^2$
- links en rechts wortel trekken: $L = \sqrt{2} \cdot K$

4***

a Bereken de oppervlakte van deze buis.

- 4 vlakken van $1,0 \times 0,1 \rightarrow 4 \cdot (1,0 \times 0,1) = 0,40 \text{ m}^2$
- 2 vlakken van $0,1 \times 0,1 \rightarrow 2 \cdot (0,1 \times 0,1) = 0,02 \text{ m}^2$
- totaal $0,4 + 0,02 = 0,42 \text{ m}^2$

b Bereken het volume van deze buis.

- volume is lengte $\times$ breedte $\times$ diepte
- volume is $1,0 \cdot 0,1 \cdot 0,1 = 0,01 \text{ m}^3$

c Bereken de diameter van deze ronde buis.

- $V = 0,010 \text{ m}^3 \mid \ell = 1,0 \text{ m} \mid r = \dots \text{ m}$
- $V = \pi r^2 \cdot \ell$
- $0,01 = \pi r^2 \cdot 1 \rightarrow r = 0,056419 \text{ m}$
- diameter is $d = 2 \cdot r = 2 \cdot 0,056419 = 0,112838 = 0,11 \text{ m}$

d Bereken het oppervlakte van deze ronde buis.

- $\ell = 1,0 \text{ m} \mid r = 0,056419 \text{ m} \mid A = \dots \text{ m}^2$
- $A = 2\pi r \cdot \ell + 2 \cdot \pi r^2$
- $A = 2\pi \cdot 0,0564189 \cdot 1 + 2\pi \cdot 0,0564189^2 = 0,35449 + 0,02 = 0,37449 = 0,37 \text{ m}^2$

e Leg uit welke buis het minste materiaal kost om te maken.

- de ronde buis heeft minder oppervlakte
- de ronde buis kost minder materiaal

5****

a Bewijs dat het volume van de bol $2/3$ keer het volume van de cilinder is.

- volume bol: $V_{\text{bol}} = \frac{4}{3} \pi \cdot r^3$
- volume cilinder: $V_{\text{cilinder}} = \pi r^2 \cdot \ell$
- bol zit in de cilinder $\rightarrow r_{\text{cilinder}} = r_{\text{bol}}$ en $\ell = 2 \cdot r$
- $$\frac{V_{\text{bol}}}{V_{\text{cilinder}}} = \frac{\frac{4}{3} \pi \cdot r^3}{\pi r^2 \cdot 2r} = \frac{\frac{4}{3} \pi \cdot r^3}{2\pi \cdot r^3} = \frac{\frac{4}{3}}{2} = \frac{2}{3}$$

b Bewijs dat de oppervlakte van de bol $2/3$ keer de oppervlakte van de cilinder is.

- oppervlakte bol: $A_{\text{bol}} = 4\pi \cdot r^2$
- oppervlakte cilinder: $A_{\text{cilinder}} = 2\pi r \cdot \ell + 2 \cdot \pi r^2$
- bol zit in de cilinder $\rightarrow r_{\text{cilinder}} = r_{\text{bol}}$ en $\ell = 2 \cdot r$
- $$\frac{A_{\text{bol}}}{A_{\text{cilinder}}} = \frac{4\pi \cdot r^2}{2\pi r \cdot 2r + 2 \cdot \pi r^2} = \frac{4\pi \cdot r^2}{4\pi \cdot r^2 + 2\pi \cdot r^2} = \frac{4\pi \cdot r^2}{6\pi \cdot r^2} = \frac{4}{6} = \frac{2}{3}$$

1.4 Rekenen met machten van 10

Hoe je moet afronden leer je in paragraaf 1.5 en is nu nog niet van belang.

1** Bereken en geef het antwoord in de wetenschappelijke notatie.

$$\begin{array}{lll} 15.000.000 \times 20.000 & = 300.000.000.000 & = 3,0 \cdot 10^{11} \\ 56.000 \times 7000 & = 392.000.000 & = 3,92 \cdot 10^8 \end{array}$$

$$\begin{array}{lll} 0,0003 \times 0,02 & = 0,000006 & = 6,0 \cdot 10^{-6} \\ 0,07 \times -0,0000005 & = -0,000000035 & = -3,5 \cdot 10^{-8} \end{array}$$

$$\begin{array}{lll} 600000 \times 0,00002 & = 12 & = 1,2 \cdot 10^1 \\ 210.000.000 \times -0,000007 & = -1470 & = -1,47 \cdot 10^3 \end{array}$$

2** Bereken en geef het antwoord in de wetenschappelijke notatie.

$$\begin{array}{lll} 80.000 / -40 & = -2000 & = -2,0 \cdot 10^3 \\ 16.000.000 / 20.000 & = 800 & = 8,0 \cdot 10^2 \end{array}$$

$$\begin{array}{lll} 0,04 / 8000 & = 0,000005 & = 5,0 \cdot 10^{-6} \\ 0,0005 / -20000 & = -0,000000025 & = -2,5 \cdot 10^{-8} \end{array}$$

$$\begin{array}{lll} 0,08 / -0,0016 & = -50 & = -5,0 \cdot 10^1 \\ 0,009 / 0,00000003 & = 300000 & = 3,0 \cdot 10^5 \end{array}$$

3** Bereken en geef het antwoord in de wetenschappelijke notatie.

$$\begin{array}{lll} 2 \cdot 10^{-27} \times 7 \cdot 10^{40} & = 14 \text{ met 13 nullen} & = 1,4 \cdot 10^{14} \\ 900 \cdot 10^{15} \times 0,3 \cdot 10^{-12} & = 270.000 & = 2,7 \cdot 10^5 \\ 600 \cdot 10^9 \times 0,004 \cdot 10^9 & = 24 \text{ met 18 nullen} & = 2,4 \cdot 10^{18} \end{array}$$

$$\begin{array}{lll} 6 \cdot 10^5 / 2 \cdot 10^{12} & = 0,0000003 & = 3,0 \cdot 10^{-7} \\ 9 \cdot 10^3 / 3 \cdot 10^{-4} & = 30.000.000 & = 3,0 \cdot 10^7 \\ 2 \cdot 10^{16} / 4 \cdot 10^{-6} & = 50 \text{ met 21 nullen} & = 5,0 \cdot 10^{21} \\ 0,6 \cdot 10^{-12} / 20 \cdot 10^8 & = 22 \text{ nullen en 3} & = 3,0 \cdot 10^{-22} \end{array}$$

4**

- grootheid → massa → **m** = ... kg
- eenheid → meter → **ℓ** = ... **m**
- voorvoegsel → milli → V = ... **ml**

5**

- grootheid → oppervlakte (area) → **A** = ... **m**³
- eenheid → ampère → **I** = ... **A**

- 6**
- grootheid → volume → $V = \dots \text{m}^3$
 - eenheid → volt → $U = \dots \text{V}$

7** Geef een voorbeeld voor het gebruik van K (hoofdletter) en voor het gebruik van k (kleine letter).

- hoofdletter K → kelvin (eenheid van temperatuur)
- kleine letter k → kilo (factor 1000)

8** Vervang de voorvoegsels door een macht van 10 en noteer in de standaardvorm.

$$\begin{aligned} 86 \text{ MW} &= 8,6 \cdot 10^7 \text{ W} \\ 1487 \text{ km} &= 1,487 \cdot 10^6 \text{ m} \\ 57,98 \text{ GJ} &= 5,798 \cdot 10^{10} \text{ J} \\ 6,0 \text{ THz} &= 6,0 \cdot 10^{12} \text{ Hz} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 3,7 \text{ nm} &= 3,7 \cdot 10^{-9} \text{ m} \\ 0,079 \text{ pV} &= 7,9 \cdot 10^{-14} \text{ V} \\ 792 \text{ }\mu\text{A} &= 7,92 \cdot 10^{-4} \text{ A} \\ 7982 \text{ mm} &= 7,982 \cdot 10^0 \text{ m} \end{aligned}$$

9** Vervang het voorvoegsel door een ander voorvoegsel.

$$\begin{aligned} 7,8 \text{ km} &= 7,8 \cdot 10^{12} \text{ nm} \\ 320 \text{ }\mu\text{A} &= 0,32 \text{ mA} \\ 87360 \text{ kJ} &= 87,360 \text{ MJ} \\ 5,6 \text{ MW} &= 5,6 \cdot 10^9 \text{ mW} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 0,05 \text{ mV} &= 50 \text{ }\mu\text{V} \\ 0,0043 \text{ ns} &= 4,3 \text{ ps} \\ 0,6 \text{ m} &= 600 \text{ mm} \\ 0,0002 \text{ }\mu\text{J} &= 0,2 \text{ nJ} \end{aligned}$$

1.5 Meetonzekerheid

1** Bereken de snelheid van de fiets door de afstand te delen door de tijd.

- $v_{\text{gem}} = \frac{100}{25} = 4 \rightarrow v_{\text{gem}} = 4,0 \text{ m/s}$ 2 significante cijfers

2** Bereken de snelheid van de auto door de afstand te delen door de tijd.

- $v_{\text{gem}} = \frac{100}{5} = 20 \rightarrow v_{\text{gem}} = 2 \cdot 10^1 \text{ m/s}$ 1 significant cijfer

3** Bereken de snelheid van het vliegtuig door de afstand te delen door de tijd.

- $v_{\text{gem}} = \frac{1000}{4,75} = 210,526 \rightarrow v_{\text{gem}} = 2,11 \cdot 10^2 \text{ m/s}$ 3 significant cijfers

4** Bereken de oppervlakte van deze kamer.

- $A = 1400 \cdot 450 = 630.000 \rightarrow A = 6,30 \cdot 10^5 \text{ cm}^2$ 3 significante cijfers

5** Bereken de weerstand door de spanning te delen door de stroomsterkte.

- weerstand: $R = \frac{6}{0,45 \cdot 10^{-3}} = 13333 \rightarrow R = 1 \cdot 10^4 \Omega$ 1 significant cijfer

6** Bereken hoe snel de temperatuur per seconde verandert.

- verandering van temperatuur: $\Delta T = 35 - 15 = 20 \text{ }^\circ\text{C}$
- $t = 5 \text{ minuten is } 300 \text{ seconden}$
- $\frac{20}{300} = 0,06666 = 7 \cdot 10^{-2} \text{ }^\circ\text{C/s}$ 1 significant cijfer

7** Bereken de afstand die geluid aflegt in 12 seconden door de snelheid te vermenigvuldigen met de tijd.

- afstand: $s = 343 \cdot 12 = 4116 \rightarrow s = 4,1 \cdot 10^3 \text{ m}$ 2 significante cijfers

8*** Bereken de massa van de tafel, het boek en de balpen samen.

- reken alle massa's om naar kg
- tafel = 23,4 kg | boek = 0,7316 kg | balpen = 0,0028794 kg
- totale massa = $23,4 + 0,7316 + 0,0028794 = 24,1344794 \text{ kg}$

- de tafel heeft maar 1 cijfer achter de komma → eindantwoord ook
- totale massa afgerond: $m = 24,1 \text{ kg}$ 1 decimaal

9***

Bereken de massa van de auto.

- massa auto met chauffeur is $1,50 \cdot 10^3 \text{ kg}$ | massa chauffeur is $0,0752 \cdot 10^3 \text{ kg}$
- massa auto is: $1,50 \cdot 10^3 - 0,0753 \cdot 10^3 = 1,4247 \cdot 10^3$
- auto met chauffeur heeft 2 cijfers achter de komma → eindantwoord ook
- massa auto is: $1,42 \cdot 10^3 \text{ kg}$ 2 decimalen

10***

Bereken de procentuele meetonzekerheid van deze waarde.

- meetonzekerheid is $0,5 \text{ m/s}$
- procentuele meetonzekerheid is $\frac{0,5}{343} \cdot 100\% = 0,14577 = 0,15\%$ max 2 s.c.

11***

Bereken de procentuele meetonzekerheid van deze waarde.

- meetonzekerheid is $0,5 \text{ m/s}$
- procentuele meetonzekerheid is $\frac{0,5}{2,99792458 \cdot 10^8} \cdot 100\% = 1,66782 \cdot 10^{-7} = 1,7 \cdot 10^{-7}\%$ max 2 s.c.

1.6 Diagrammen

GEEN OPGAVEN

1.7 Formules

De eenheid afleiden

1**

a Leid de eenheid van C af.

- eenheden invullen: $F = C \cdot u \rightarrow N = [C] \cdot m$
- $[C] = \frac{N}{m} = N \cdot m^{-1}$

b Leid de eenheid van F af uitgedrukt in basiseenheden.

- eenheden invullen: $F = m \cdot a \rightarrow [F] = kg \cdot \frac{m}{s^2} = kg \cdot m \cdot s^{-2}$

c Leid de eenheid van C af uitgedrukt in basiseenheden.

- $[C] = \frac{N}{m}$ en $N = kg \cdot \frac{m}{s^2}$
- invullen $\rightarrow [C] = \frac{kg \cdot \frac{m}{s^2}}{m} = \frac{kg}{s^2}$

2***

a Leid de eenheid van C af uitgedrukt in basiseenheden.

- eenheden invullen: $T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{m}{C}} \rightarrow s = \sqrt{\frac{kg}{[C]}}$
- $s^2 = \frac{kg}{[C]} \rightarrow [C] = \frac{kg}{s^2}$

3***

a Leid de eenheid van G af uitgedrukt in basiseenheden.

- eenheden invullen: $kg \cdot \frac{m}{s^2} = [G] \cdot \frac{kg \cdot kg}{m^2}$
- $[G] = \frac{m^3}{kg \cdot s^2}$

4**

a Leid de eenheid van ρ af (Ω als eenheid van weerstand mag blijven staan).

- eenheden invullen: $R = \rho \cdot \frac{\ell}{A} \rightarrow \Omega = [\rho] \cdot \frac{m}{m^2}$
- $[\rho] = \Omega \cdot m$

5*** a Leid de eenheid van μ af uitgedrukt in basiseenheden.

- eenheden invullen: $F_w = 6\pi \cdot \mu \cdot r \cdot v \rightarrow \text{kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = [\mu] \cdot \text{m} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}}$
- $[\mu] = \frac{\text{kg}}{\text{m} \cdot \text{s}}$

6**** a Toon aan dat c_w geen eenheid heeft.

- eenheden invullen: $F_w = \frac{1}{2} \cdot c_w \cdot \rho \cdot A \cdot v^2 \rightarrow \text{kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = [c_w] \cdot \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot \text{m}^2 \cdot \left(\frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2$
- $\text{kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = [c_w] \cdot \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot \text{m}^2 \cdot \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2} \rightarrow \text{kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = [c_w] \cdot \text{kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$
- $[c_w] = 1 \rightarrow$ geen eenheid

Een formule ombouwen

7** a Bouw de formule om: $v = \dots$

- $2 \cdot E_K = m \cdot v^2$ aan beide kanten vermenigvuldigen met 2
- $v^2 = \frac{2 \cdot E_K}{m}$ aan beide kanten delen door m
- $v = \sqrt{\frac{2 \cdot E_K}{m}}$ aan beide kanten de wortel nemen

8*** a Bouw de formule om: $r = \dots$

- $F_{\text{mpz}} \cdot r = m \cdot v^2$ aan beide kanten vermenigvuldigen met r
- $r = \frac{m \cdot v^2}{F_{\text{mpz}}}$ aan beide kanten delen door F_{mpz}

b Bouw de formule om: $v = \dots$

- $F_{\text{mpz}} \cdot r = m \cdot v^2$ aan beide kanten vermenigvuldigen met r
- $v^2 = \frac{F_{\text{mpz}} \cdot r}{m}$ aan beide kanten delen door m
- $v = \sqrt{\frac{F_{\text{mpz}} \cdot r}{m}}$ aan beide kanten de wortel nemen

9***

a Bouw de formule om: $\ell = \dots$

- $v_{\text{golf}}^2 = \frac{F_s \cdot \ell}{m}$ aan beide kanten kwadrateren
- $m \cdot v_{\text{golf}}^2 = F_s \cdot \ell$ aan beide kanten vermenigvuldigen met m
- $\ell = \frac{m \cdot v_{\text{golf}}^2}{F_s}$ aan beide kanten delen door F_s

b Bouw de formule om: $m = \dots$

- $v_{\text{golf}}^2 = \frac{F_s \cdot \ell}{m}$ aan beide kanten kwadrateren
- $m \cdot v_{\text{golf}}^2 = F_s \cdot \ell$ aan beide kanten vermenigvuldigen met m
- $m = \frac{F_s \cdot \ell}{v_{\text{golf}}^2}$ aan beide kanten delen door v_{golf}^2

10***

a Bouw de formule om: $a = \dots$

- $s - v_0 \cdot t = \frac{1}{2} a \cdot t^2$ aan beide kanten $v_0 \cdot t$ aftrekken
- $2 \cdot (s - v_0 \cdot t) = a \cdot t^2$ aan beide kanten vermenigvuldigen met 2
- $a = \frac{2 \cdot (s - v_0 \cdot t)}{t^2}$ aan beide kanten delen door t^2

b Bouw de formule om: $v_0 = \dots$

- $s - \frac{1}{2} a \cdot t^2 = v_0 \cdot t$ aan beide kanten $\frac{1}{2} a \cdot t^2$ aftrekken
- $v_0 = \frac{s - \frac{1}{2} a \cdot t^2}{t}$ aan beide kanten delen door t

Een formule afleiden

11**

a Leid een formule af voor de relatie tussen P, I en R.

- $U = I \cdot R$ en $P = U \cdot I$
- $P = (I \cdot R) \cdot I \rightarrow P = I^2 \cdot R$ vervang U door I·R

12***

a Toon aan dat $v_{\text{ontsnap}} = \sqrt{\frac{2 \cdot G \cdot M}{r}}$.

- $E_K = -E_G \rightarrow \frac{1}{2} m \cdot v^2 = G \cdot \frac{M \cdot m}{r}$

- $\frac{1}{2} \cdot v^2 = G \cdot \frac{M}{r}$ aan beide kanten delen door m
- $v^2 = \frac{2 \cdot G \cdot M}{r}$ aan beide kanten vermenigvuldigen met 2
- $v = \sqrt{\frac{2 \cdot G \cdot M}{r}}$ aan beide kanten de wortel nemen

13**** a Toon aan dat $r = \frac{m \cdot v}{B \cdot q}$.

- $F_L = F_{mpz} \rightarrow B \cdot q \cdot v = m \cdot \frac{v^2}{r}$
- $B \cdot q = m \cdot \frac{v}{r}$ aan beide kanten delen door v, rechts $v^2 \rightarrow v$
- $r \cdot B \cdot q = m \cdot v$ aan beide kanten vermenigvuldigen met r
- $r = \frac{m \cdot v}{B \cdot q}$ aan beide kanten delen door B · q

b Toon aan dat $T = \frac{2\pi \cdot m}{B \cdot q}$.

- $s = v \cdot t$ met $s = 2\pi \cdot r \rightarrow 2\pi \cdot r = v \cdot T$ omtrek $2\pi \cdot r$ in T seconde
- $v = \frac{2\pi \cdot r}{T}$
- $r = \frac{m \cdot v}{B \cdot q} \rightarrow r = \frac{m}{B \cdot q} \cdot \frac{2\pi \cdot r}{T}$ de formule voor v invullen
- $1 = \frac{m}{B \cdot q} \cdot \frac{2\pi}{T}$ aan beide kanten delen door r
- $T = \frac{2\pi \cdot m}{B \cdot q}$ aan beide kanten vermenigvuldigen met T

c Leg uit of Sophie gelijk heeft.

- voor de omlooptijd T geldt: $T = \frac{2\pi \cdot m}{B \cdot q}$
- in deze formule komt de snelheid v niet voor
- T is niet afhankelijk van de snelheid en Sophie heeft dus geen gelijk