

## ALGEMEEN – HAVO

Foton is een opgavenverzameling voor het nieuwe eindexamenprogramma natuurkunde.

Foton is gratis te downloaden via [natuurkundeuitgelegd.nl/foton](http://natuurkundeuitgelegd.nl/foton).

Uitwerkingen van alle opgaven staan op [natuurkundeuitgelegd.nl/uitwerkingen](http://natuurkundeuitgelegd.nl/uitwerkingen)

Videolessen over de theorie zijn te vinden op [natuurkundeuitgelegd.nl/videolessen](http://natuurkundeuitgelegd.nl/videolessen)

Theorie bij dit hoofdstuk wordt behandeld in onderstaande videolessen:

[Grootheden & eenheden](#)

[Afronden](#)

[Verbanden](#)

[Wetenschappelijke notatie](#)

[Afronden bij optellen](#)

[Toepassen verbanden](#)

[Meetonzekerheid](#)

[Grafieken & Tabellen](#)

[BINAS](#)

[Voorvoegsels](#)



### 1 Meter

De meter is afgeleid van de grootte van de aarde. Oorspronkelijk is de meter gelijk aan één tienmiljoenste van de afstand van de noordpool tot de evenaar, gemeten over Parijs. Eind 18<sup>e</sup> eeuw is deze afstand in opdracht van Napoleon gemeten en is er een “standaardmeter” gemaakt van platina. Deze standaardmeter wordt nog steeds in Parijs bewaard.

- Van welke grootte is de meter de eenheid?
- Wat zou de omtrek van de aarde zijn als de aarde een perfecte bol zou zijn?
- In werkelijkheid is de omtrek van de aarde gemeten langs de evenaar meer dan 50 km groter dan je zou verwachten. Waarom wijkt dit af van je antwoord op de vorige vraag.

### 2 Kilogram

Liter is een ander woord voor  $\text{dm}^3$ .

- Van welke grootte is liter een eenheid?
- Hoeveel liter gaan er in een kubieke meter?
- Een liter water weegt een kilogram. Dit is geen toeval maar heeft te maken met de oorspronkelijk definitie van de kilogram. Wat is de definitie van de kilogram?
- Van welke grootte is de kilogram de eenheid?

### 3 SI eenheden

Hieronder staan de symbolen, SI eenheden en afkortingen van een aantal natuurkundige

grootheden. Vul de lege plaatsen in de tabel in. Gebruik BINAS tabel 4.

Grootheid	Symbool grootheid	SI eenheid	Symbool eenheid
Weerstand		Ohm	$\Omega$
	T	Kelvin	
			kg
Kracht			
	U	Volt	
Frequentie			Hz
Energie			
		Watt	
Druk			

#### 4 Paardenkrachten

Gebruik bij de volgende opgave BINAS tabel 5

Soms worden er eenheden gebruikt die niet bij het SI-stelsel horen, zoals de paardenkracht (pk) voor vermogen. Meestal moeten deze eenheden worden omgerekend naar SI eenheden voordat ze gebruikt kunnen worden bij berekeningen. Reken de volgende waarden om. Je hoeft je antwoord niet af te ronden. *Tip: Maak er een gewoonte van jezelf te controleren.*

Aan het eind van elk hoofdstuk staan de uitkomsten van alle rekenopgaven.

- 10 pk (hp) = ..... W
- 1000 calorie = ..... J
- 7 dagen = ..... s
- 12 inch = ..... m

#### 5 Basiseenheden

Gebruik bij de volgende opgave BINAS tabel 4

Zoek van onderstaande eenheden hoe ze worden geschreven in basiseenheden.

- De eenheid van kracht (N)
- De eenheid van energie (J)
- De eenheid van vermogen (W)

#### 6 Zelfde eenheid

Gebruik bij de volgende opgave BINAS tabel 4

Hieronder staan een aantal verschillende eenheden. Twee van deze eenheden zijn hetzelfde. Zoek uit welke twee dit zijn. Aanwijzing: schrijf alle eenheden eerst in basiseenheden.

$$\text{N}\cdot\text{m}^{-1}$$

$$\text{J}\cdot\text{s}^{-1}$$

$$\text{V}\cdot\text{A}$$

$$\text{N}\cdot\text{m}$$

$$\text{A}\cdot\text{s}$$

## 7 Kloppende formule

Karlijn en Daan bedenken wat er gebeurt als er gedurende een korte tijd een kracht op een stilliggend voorwerp wordt uitgeoefend. Ze zijn het erover eens dat de snelheid die het voorwerp krijgt afhankelijk is van de grootte van de kracht en van de tijd dat deze kracht werkt. Ze stellen de volgende formule op voor deze snelheid:

$$v = F \cdot t$$

F = kracht (N)  
 t = tijdsduur (s)  
 v = snelheid ( $\text{ms}^{-1}$ )

- Schrijf aan de linkerkant en aan de rechterkant alle eenheden uit.
- Waarom zie je dat deze formule niet kan kloppen?
- Karlijn bedenkt dat ook de massa van het voorwerp een rol speelt. Ze verwacht dat als de massa groter is de snelheid kleiner zal zijn en past de formule aan (zie onder).  
Laat zien dat deze formule wél klopt op basis van de eenheden.
- Dat de eenheden kloppen wil niet automatisch ook zeggen dat de formule ook goed is.  
Leg uit wat Karlijn en Daan zouden moeten doen om de formule te testen

$$v = \frac{F \cdot t}{m}$$

F = kracht (N)  
 t = tijdsduur (s)  
 v = snelheid ( $\text{ms}^{-1}$ )  
 m = massa (kg)

## 8 Groter of kleiner

Gebruik bij deze opgave BINAS tabel 2

Omcirkel telkens het goede antwoord.

- 50 dm is *langer/korter* dan 3 meter.
- 2 GHz is *grotere/kleinere* frequentie dan 800 MHz
- 25  $\mu\text{g}$  is een *kleiner/grotere* massa dan 4000 mg
- 30000 s is een *langere/kortere* tijd dan 1 week

## 9 Voorvoegsels

Gebruik bij deze opgave BINAS tabel 2

Reken om

- 125 g = ..... kg
- 3443 nm = .....  $\mu\text{m}$
- 720,550 kN = ..... N
- 25,227 GHz = ..... MHz

## 10 Exponent

Bepaal telkens welk getal er op de plaats van de **x** moet komen te staan.

- a  $1733 \text{ km} = 1,733 \cdot 10^x \text{ m}$   
 b  $12 \cdot 10^4 \text{ Hz} = 1,2 \cdot 10^x \text{ Hz}$   
 c  $0,34 \text{ ms} = 3,4 \cdot 10^x \text{ s}$   
 d  $7,1 \text{ g} = 7,1 \cdot 10^x \text{ kg}$

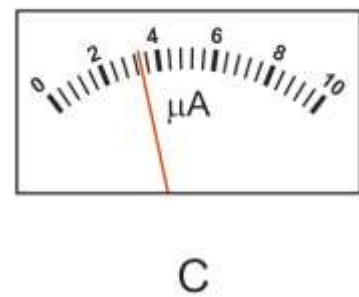
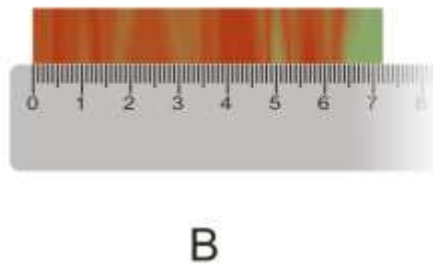
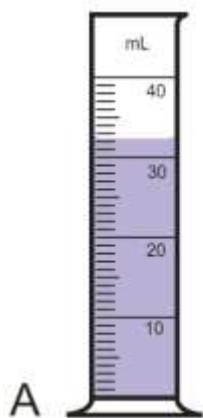
## 11 Schatten

Soms moet je voor het oplossen van een opgave iets schatten. Schatten kan ook handig zijn om te snel te zien of het resultaat van een berekening enigszins klopt of niet. Stel bijvoorbeeld dat je de hoogte van een gebouw moet uitrekenen en je komt op een hoogte van 23 cm dan weet je, ook zonder in het antwoordboek te kijken, dat je fout zit. Het gaat bij schatten niet om, om zo nauwkeurig mogelijk te zijn. Je mag er met je antwoord een factor 2 naast zitten. Bepaal met een schatting...

- a De lengte van je pen  
 b De massa van je rekenmachine  
 c De hoogte van je schooltafel  
 d De massa van de planeet Venus (gebruik BINAS tabel 6)

## 12 Aflezen

In elk van onderstaande situatie kun je een meetwaarde aflezen. Schrijf de meetwaarden op in de standaard SI eenheid voor de betreffende grootheid zónder voorvoegsel. Let ook op dat je het goede aantal significante cijfers opschrijft. Dit betekent dat je alleen cijfers opschrijft waarvan je zeker bent.



## 13 Weerstand

Guus meet met een spanningsmeter de elektrische spanning over een voorwerp. Tegelijk meet hij met een stroommeter de stroomsterkte door het voorwerp. Hij herhaalt dezelfde metingen een aantal keer met onderstaande resultaten. Geef je antwoord op onderstaande

vragen met de juiste nauwkeurigheid. Dat wil zeggen: schrijf alleen cijfers op waarvan je zeker bent.

- Hoe groot is de spanning over het voorwerp?
- Hoe groot is de stroomsterkte door het voorwerp?
- Hoe groot is de weerstand van het voorwerp (gebruik onderstaande formule).

Meting	U(V)	I(A)
1	3,098	0,11
2	3,134	0,10
3	3,127	0,11
4	3,149	0,09
5	3,109	0,10

$$R = \frac{U}{I}$$

R = weerstand ( $\Omega$ )

U = spanning (V)

I = stroom (A)

### 14 Binas

Zoek onderstaande waarden op in BINAS. Gebruik hierbij de inhoudsopgave of de index achterin om snel te vinden wat je zoekt. Let goed op de eenheid en het aantal cijfers waarmee de waarden in BINAS staan.

- De voortplantingssnelheid van geluid in zeewater.
- De frequentie van de muzieknoot c1.
- De halveringsdikte van water voor een energie van 2,0 MeV.
- De brekingsindex van diamant voor geel licht.

### 15 Significante cijfers

Hieronder staat een afstand van drie meter steeds op een andere manier opgeschreven. Uit hoeveel significante cijfers bestaat iedere notatie?

- 3,0 m
- $30 \cdot 10^{-1}$  m
- 0,003 km
- 300 cm

### 16 Spanning

Suzanne heeft bij een meting een spanning van 3,2 kV afgelezen. Ze moet haar antwoord geven in Volt en ze schrijft op  $U = 3200$  V.

- Welke fout maakt Suzanne hierbij?
- Hoe zou Suzanne haar antwoord op moeten schrijven?

### 17 Precisie

Zoek in BINAS tabel 7A de constanten g en  $a_0$ .

- Met hoeveel significante cijfers staat g in BINAS?

- b Met hoeveel significante cijfers staat  $a_0$  in BINAS?
- c In BINAS kun je de constante  $g$  ook in tabel 30B vinden. Hoe nauwkeurig kun je  $g$  schatten voor jouw woonplaats. (Roodeschool ligt helemaal in het noorden van NL, Vaals ligt in het zuiden van NL)

### 18 Afronden

Rond de volgende waarden af op het aangegeven aantal significante cijfers. Geef je antwoord steeds in standaardnotatie zonder voorvoegsels.

- a 250 km afgerond op 2 significante cijfers
- b 35,455 s afgerond op 2 significante cijfers.
- c 3000 N afgerond op 3 significante cijfers.
- d 546 nm afgerond op 1 significant cijfer.

### 19 Berekeningen

Bereken en rond af op het goede aantal significante cijfers. Geef je antwoord in standaardnotatie en denk ook aan de eenheid van het antwoord.

- a 7,0 m / 34 s
- b  $5,1 \text{ m}^3 \cdot 1,03 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$
- c  $351 \text{ N} / 5,00 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$
- d  $9,2 \text{ s} + 2,66 \text{ s}$

### 20 Cilinder

*Gebruik bij deze opgave de formules van BINAS tabel 36B. Geef je antwoord telkens in m, m<sup>2</sup>, of m<sup>3</sup>. Denk aan het afronden op het juiste aantal cijfers.*

Een cirkel heeft een diameter van 30 cm.

- a Bereken de omtrek van de cirkel.
- b Bereken het oppervlak van de cirkel.
- c De cirkel vormt samen met een andere identieke cirkel de afsluiting van een cilinder met een hoogte van 40 cm. Bereken het totale buitenoppervlak van de cilinder
- d Bereken de inhoud van de cilinder.

### 21 Sinaasappels

*Gebruik bij deze opgave de formules van BINAS tabel 36B. Denk aan het afronden op het juiste aantal cijfers.*

Een (bolvormige) sinaasappel heeft een diameter van 8,0 cm.

- a Bereken de oppervlakte van de sinaasappel. Bepaal hiervoor eerst de straal ( $r$ ).
- b Bereken de inhoud van de sinaasappel.
- c Een tweede sinaasappel is een stuk groter en heeft een diameter van 12 cm. Hoeveel keer zo groot is de diameter van deze sinaasappel vergeleken met de andere?

- d Bereken aan de hand van de formule hoeveel keer groter het oppervlak en de inhoud zijn van deze sinaasappel.
- e Bereken met je antwoord op vraag d het oppervlak en het volume van de grote sinaasappel

## 22 Omschrijven

Schrijf de volgende formules om:

- a  $F_{\text{veer}} = C \cdot u$        $u = \dots\dots$
- b  $E_{\text{kin}} = \frac{1}{2} m v^2$        $v = \dots\dots$
- c  $F_x = F \cdot \sin \alpha$        $F = \dots\dots$
- d  $F = f \cdot q \cdot Q / r^2$        $r = \dots\dots$

## 23 Magneetveld

Voor de sterkte van een magneetveld binnen een spoel geldt onderstaande formule. Ook zonder dat je de precieze betekenis kent van alle begrippen kun je de formule gebruiken. Lees goed de aanwijzingen in de tekst en gebruik de uitleg van de symbolen bij de formule.

- a Door een spoel met 240 windingen en een lengte van 20 cm loopt een stroom van 7,0 A. Bereken met de formule de sterkte van het magneetveld.
- b Hoe groot moet de stroomsterkte worden om in deze spoel een magneetveld met een sterkte van 0,020 T op te wekken?

$$B = \mu \frac{N \cdot I}{\ell}$$

B = sterkte magneetveld (T)

$$\mu = 1,25664 \cdot 10^{-6} \text{ Hm}^{-1}$$

N = aantal windingen

I = stroomsterkte (A)

$\ell$  = lengte spoel (m)

## 24 Gravitatieformule

Gravitatiekracht is de kracht die ervoor zorgt dat massa's elkaar aantrekken. Deze kracht hangt af van de twee massa's en van de onderlinge afstand.

- a Zoek de formule voor de gravitatiekracht op in BINAS tabel 35-A5.
- b In de formule komen naast de gravitatiekracht ( $F_g$ ) en een constante G, ook de symbolen r, m en M voor. Bedenk voor elk van deze symbolen wat ze zouden kunnen betekenen.
- c Bereken de gravitatiekracht tussen de aarde en de maan. Gebruik hierbij BINAS tabel 31 voor de gegevens. De constante G kun je vinden in BINAS tabel 7. Geef je antwoord in standaardnotatie en rond af op het goede aantal significante cijfers.

## 25 Interpoleren

In een waterkoker wordt de watertemperatuur gemeten nadat de waterkoker is aangezet.

De resultaten zijn in onderstaande tabel gezet.

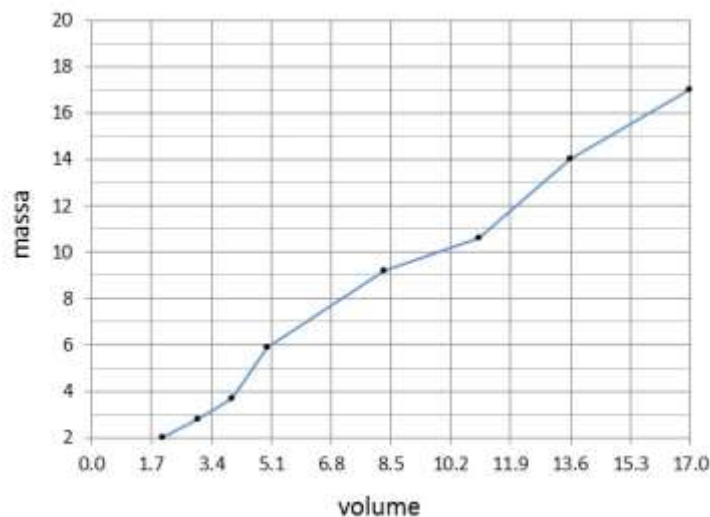
- Met hoeveel °C stijgt de temperatuur per seconde?
- Bepaal door interpolatie de temperatuur op  $t = 50$  s.
- Bepaal door extrapolatie de temperatuur op  $t = 120$  s.

Tijd (s)	Temperatuur (°C)
0,00	20,5
30,0	39,3
90,0	76,9

## 26 Grafiek

Van verschillende hoeveelheden van een bepaalde vloeistof is steeds de massa gemeten. De meetwaarden zijn uitgezet in onderstaande grafiek.

- Welke grootte is de onafhankelijk grootte?
- Aan deze grafiek valt nogal wat te verbeteren. Noem minstens 3 verbeterpunten.



## 27 Onbekende vloeistof

Loubna en Vera willen aan de hand van de dichtheid van een onbekende vloeistof bepalen om welke stof het gaat. Ze meten hiervoor eerst een hoeveelheid vloeistof af en wegen de vloeistof daarna op een nauwkeurige weegschaal. Hun meetresultaten staat hieronder. De massa's zijn steeds gecorrigeerd voor de massa van de lege maatcilinder.

- Wat is de onafhankelijk grootte en wat de afhankelijkte?
- Maak in het diagram hieronder een grafiek van de meetresultaten.
- Trek een rechte lijn die zo goed mogelijk bij de meetpunten past.
- Zoek de formule voor dichtheid op in BINAS tabel 35-C1.
- Volgens Loubna kunnen ze voor de berekening van de dichtheid het beste de grootste



meetwaarde gebruiken omdat hier de fout relatief het kleinst is. Volgens Vera kunnen ze de dichtheid het beste bepalen door de lijn in de grafiek af te lezen. Leg uit wie er gelijk heeft en bepaal zo nauwkeurig mogelijk de dichtheid van de vloeistof.

- f De vloeistof die Loubna en Vera hebben gemeten is water, alcohol, aceton, glycerol of spiritus. Bepaal aan de hand van BINAS tabel 11 welke vloeistof ze gemeten hebben.

Volume (mL)	Massa (g)
10	7,7
25	21,7
40	29,3
60	46,5
100	83,7
150	117,2
200	157,4
250	193,2



## 28 Verbanden

Het verband tussen twee grootheden kun je vaak ook door logisch nadenken bepalen.

Bepaal voor van onderstaande verbanden of ze recht evenredig of omgekeerd evenredig zijn.

- Het aantal moleculen in een hoeveelheid stof en de massa.
- De snelheid waarmee je rijdt en de tijd die je nodig hebt voor het afleggen van 1,0 km.
- Het volume dat je in een waterkoker doet en de tijd die nodig is voordat het kookt.
- De massa van een voorwerp en de snelheidstoename als je er een kracht op uitoefent.

## 29 Kinetische energie

Van een metalen bal is bij verschillende snelheden de kinetische energie gemeten. De resultaten zijn uitgezet in onderstaande grafiek.

- Zoek de formule voor kinetische energie op in BINAS (tabel 35-A4). Wat voor soort verband bestaat er tussen kinetische energie ( $E_k$ ) en snelheid ( $v$ )?
- Er is een parabool getekend die zo goed mogelijk met de meetpunten overeenkomt. Leg uit waarom een parabool in dit geval een goede keus is.
- De meeste meetpunten liggen niet precies op de parabool, maar bij het trekken van de parabool is ervoor gezorgd dat het punt (0,0) wél precies op de parabool ligt. Leg uit waarom.

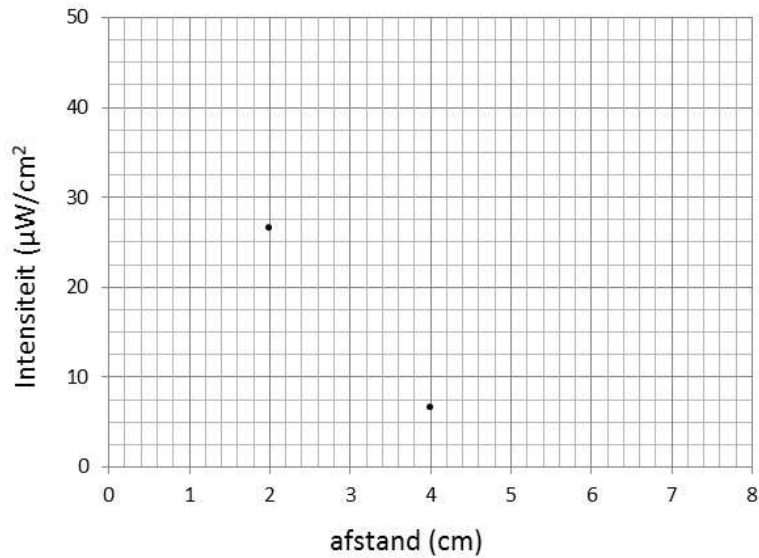
d Bepaal aan de hand van de grafiek de massa van de metalen bal.



### 30 Lichtintensiteit

Marieke meet op twee afstanden met een lichtmeter de intensiteit van een lamp. De resultaten hiervan staan in de grafiek hieronder. Marieke vermoedt dat er tussen de afstand en de intensiteit een omgekeerd kwadratisch verband bestaat.

- Voor een omgekeerd kwadratisch verband geldt: als de ene grootte  $n$  keer zo groot wordt, wordt de andere grootte  $n^2$  keer zo klein. Laat met een berekening zien dit inderdaad ook geldt voor de meetwaarden van Marieke.
- Bepaal de intensiteit op een afstand van 8,0 cm en op een afstand van 3,0 cm.
- Bereken bij welke afstand de intensiteit  $50 \mu\text{Wcm}^{-2}$  is.
- Complementeer de grafiek met behulp van de resultaten van vraag b en c.



## ANTWOORDEN VAN DE REKENOPGAVEN

Uitwerkingen en uitleg van alle opgaven zijn te vinden op

[natuurkundeuitgelegd.nl/uitwerkingen](http://natuurkundeuitgelegd.nl/uitwerkingen)

### 1 Meter

- b 40000 km

### 2 Kilogram

- b 1000

### 4 Paardekrachten

- a 7457 W  
b 4184 J  
c 604800 s  
d 0,3048 m

### 5 Basiseenheden

- a  $\text{kg}\cdot\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$   
b  $\text{kg}\cdot\text{m}^2\cdot\text{s}^{-2}$   
c  $\text{kg}\cdot\text{m}^2\cdot\text{s}^{-3}$

### 8 Groter of kleiner

- a langer  
b grotere

- c kleinere

- d kortere

### 9 Voorvoegsels

- a 0,125 kg  
b 3,443  $\mu\text{m}$   
c 720550 N  
d 25227 MHz

### 10 Exponent

- a 3  
b 5  
c -4  
d -3

### 13 Weerstand

- a 3,1 V  
b 0,1 A  
c  $3\cdot 10^1 \Omega$

### 14 Binas

- a  $1,51\cdot 10^3 \text{ms}^{-1}$

- b  $2,6163\cdot 10^2 \text{Hz}$

- c  $1,41\cdot 10^{-1} \text{m}$

- d 2,417

### 15 Significante cijfers

- a 2  
b 2  
c 1  
d 3

### 16 Spanning

- b  $3,2\cdot 10^3 \text{V}$

### 17 Precisie

- a 3  
b 11

### 18 Afronden

- a  $2,5\cdot 10^5 \text{m}$   
b  $3,5\cdot 10^1 \text{s}$

- c  $3,00 \cdot 10^3 \text{ N}$
- d  $5 \cdot 10^{-7} \text{ m}$

### 19 Berekeningen

- a  $2,1 \cdot 10^{-1} \text{ ms}^{-1}$
- b 5,3 kg
- c  $7,02 \cdot 10^5 \text{ Nm}^{-2}$
- d  $1,19 \cdot 10^1 \text{ s}$

### 20 Cilinder

- a  $9,4 \cdot 10^{-1} \text{ m}$
- b  $7,1 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2$
- c  $5,2 \cdot 10^{-1} \text{ m}^2$
- d  $2,8 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3$

### 21 Sinaasappels

- a  $2,0 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2$
- b  $2,7 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$
- c 1,5 keer
- d 2,25 en 3,375 keer
- e  $4,5 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2 / 9,0 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$

### 23 Magneetveld

- a  $1,1 \cdot 10^{-2} \text{ T}$
- b 13 A

### 24 Gravitatieformule

- c  $1,98 \cdot 10^{20} \text{ N}$

### 25 Interpoleren

- a  $0,63 \text{ } ^\circ\text{Cs}^{-1}$
- b  $52 \text{ } ^\circ\text{C}$
- c  $96 \text{ } ^\circ\text{C}$

### 27 Dichtheid

- d  $0,78 \cdot 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$

### 29 Kinetische energie

- d 1,6 kg

### 30 Lichtintensiteit

- b  $1,7 \text{ Wm}^{-2}$  en  $12 \text{ Wm}^{-2}$
- c 1,5