

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

Aan het juiste antwoord op een meerkeuzevraag wordt 1 scorepunt toegekend.

## Lassen

1 C

2 maximumscore 3

voorbeeld van een berekening:

Voor de elektrische weerstand geldt:

$$R = \frac{\rho \ell}{A} = \frac{1,05 \cdot 10^{-7} \cdot 1,8 \cdot 10^{-3}}{6,4 \cdot 10^{-5}} = 2,95 \cdot 10^{-6} \Omega.$$

Hieruit volgt:

$$I = \frac{U}{R} = \frac{0,20}{2,95 \cdot 10^{-6}} = 6,8 \cdot 10^4 \text{ A (= 68 kA)}.$$

- gebruik van  $\rho = \frac{RA}{\ell}$  met  $\rho = 1,05 \cdot 10^{-7} \Omega\text{m}$  1
- gebruik van  $U = IR$  1
- completeren van de berekening 1

3 maximumscore 5

uitkomst:  $t = 0,31 \text{ s}$

voorbeeld van een berekening:

Voor de warmte die het ijzer heeft opgenomen geldt:

$$Q = cm\Delta T = 0,46 \cdot 10^3 \cdot 9,1 \cdot 10^{-4} \cdot (1811 - 293) = 6,35 \cdot 10^2 \text{ J.}$$

Voor de warmte die de elektroden leveren geldt:

$$Q = E = \eta Pt = \eta UI t$$

$$6,35 \cdot 10^2 = 0,15 \cdot 0,20 \cdot 68 \cdot 10^3 \cdot t \rightarrow t = \frac{6,35 \cdot 10^2}{2,04 \cdot 10^3} = 0,31 \text{ s.}$$

- gebruik van  $Q = cm\Delta T$  met  $c = 0,46 \cdot 10^3 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$  1
- inzicht dat geldt  $\Delta T = 1811 \text{ K} - 293 \text{ K}$  1
- gebruik van  $E = Pt$  en  $P = UI$  1
- juist gebruik van de factor 0,15 1
- completeren van de berekening 1

*Opmerking*

*Als er verkeerd is omgerekend van °C naar K vervalt de tweede deelscore en is de laatste deelscore nog wel te behalen.*

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

**4 maximumscore 2**

voorbeeld van een antwoord:

Met iedere extra las wordt de geleidbaarheid  $G$  tussen de plaatjes groter. Er geldt  $I = GU$ . De stroom  $I$  neemt toe (bij een gelijke spanning  $U$ ).

- inzicht dat  $G$  toeneemt (of  $R$  afneemt) bij meerdere lussen 1
- consequente conclusie over de stroomsterkte door de elektroden 1

**5 maximumscore 2**

voorbeeld van een antwoord:

Tijdens het toenemen van de lastijd neemt de temperatuur in de las toe. Volgens de figuur neemt de weerstand van het materiaal dan ook toe. Dit is een eigenschap van PTC-materiaal.

- inzicht dat de temperatuur én de weerstand toenemen gedurende de lastijd 1
- consequente conclusie 1

**6 maximumscore 2**

Het heet worden van de elektroden wordt veroorzaakt door:	waar	niet waar
het hoge smeltpunt van het koper van de elektroden		X
de elektrische weerstand van de koperen elektroden	X	
de grote kracht die de elektroden uitoefenen op de ijzeren platen		X

- indien drie antwoorden goed 2
- indien twee antwoorden goed 1
- indien één of geen antwoord goed 0

**7 maximumscore 2**

uitkomst:  $F = 2,2 \cdot 10^4$  N

voorbeeld van een berekening:

Er geldt:  $F = \sigma A = 3,5 \cdot 10^8 \cdot 6,4 \cdot 10^{-5} = 2,2 \cdot 10^4$  N.

- gebruik van  $\sigma = \frac{F}{A}$  met  $\sigma = 3,5 \cdot 10^8$  Pa 1
- completeren van de berekening 1

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

## De maan Europa

**8 maximumscore 3**

uitkomst:  $v = 1,374 \cdot 10^4 \text{ m s}^{-1}$

voorbeeld van een berekening:

De omlooptijd van Europa is  $3,551 \cdot 24 \cdot 3600 = 3,0681 \cdot 10^5 \text{ s}$   
(Binas-tabel 31 of Sciencedata-tabel 3.3a).

Er geldt: 
$$v = \frac{2\pi r}{T} = \frac{2\pi \cdot 670,9 \cdot 10^6}{3,0681 \cdot 10^5} = 1,374 \cdot 10^4 \text{ m s}^{-1}.$$

- opzoeken van de omlooptijd van Europa 1
- gebruik van  $v = \frac{2\pi r}{T}$  1
- completeren van de berekening 1

**9 maximumscore 3**

uitkomst:  $f = 1,79 \cdot 10^{13} \text{ Hz}$

voorbeeld van een berekening:

Er geldt:  $\lambda_{\text{max}} T = k_{\text{W}} \rightarrow \lambda_{\text{max}} = \frac{2,898 \cdot 10^{-3}}{173} = 1,675 \cdot 10^{-5} \text{ m}.$

Dus:  $f = \frac{c}{\lambda} = \frac{2,998 \cdot 10^8}{1,675 \cdot 10^{-5}} = 1,79 \cdot 10^{13} \text{ Hz}.$

- gebruik van  $\lambda_{\text{max}} T = k_{\text{W}}$  met opzoeken van  $k_{\text{W}}$  1
- gebruik van  $c = f \lambda$  met opzoeken van  $c$  1
- completeren van de berekening 1

**10 maximumscore 2**

uitkomst: figuur II

voorbeeld van een antwoord:

Voor de gravitatiekracht geldt:  $F_g = G \frac{Mm}{r^2}$ . De gravitatiekracht op een

massa  $m$  wordt dus kleiner als de afstand  $r$  tot Jupiter groter wordt. (Europa wordt dus harder aangetrokken in punt a dan in punt b.) Dit komt het best overeen met figuur II.

- inzicht dat  $F_g$  kleiner wordt als  $r$  groter wordt of omgekeerd 1
- consequente keuze voor de figuur 1

**11 A of B**

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

**12 maximumscore 4**

voorbeeld van een berekening:

methode 1

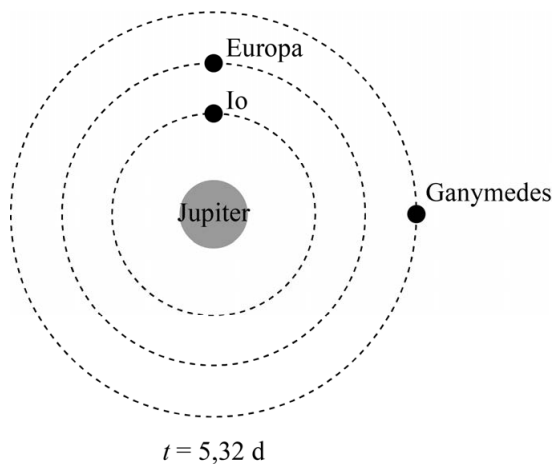
De omlooptijd van Io is  $\frac{3,55}{2,0} = 1,78$  d. Hieruit volgt voor Europa een

omlooptijd van  $2 \cdot 1,78 = 3,55$  d en voor Ganymedes  $4 \cdot 1,78 = 7,10$  d.

Voor het aantal omwentelingen op  $t = 5,32$  d geldt dan voor Io  $\frac{5,32}{1,78} = 3,0$ ;

voor Europa  $\frac{5,32}{3,55} = 1,5$  en voor Ganymedes  $\frac{5,32}{7,10} = 0,75$ .

Tegen de klok in draaiend levert dat:



- inzicht dat  $T_{\text{maan}} = \frac{3,55}{2,0}$  · verhoudingsfactor 1
- inzicht dat aantal omwentelingen =  $\frac{t}{T_{\text{maan}}}$  1
- completeren van de berekening 1
- standen van de drie manen consequent en tegen de klok in ingetekend 1

of

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

methode 2

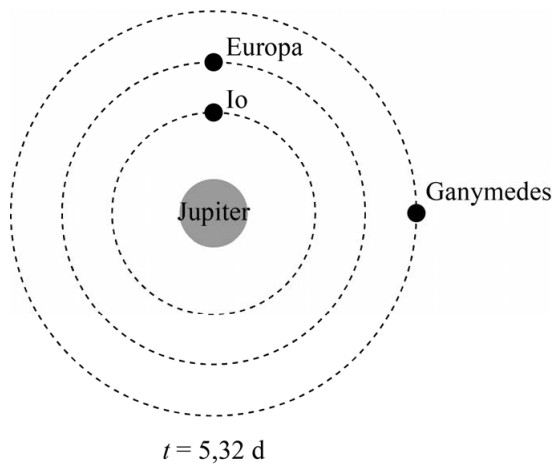
De omlooptijden  $T_{Io}$ ,  $T_{Europa}$  en  $T_{Ganymedes}$  hebben de verhouding 1:2:4. Dat betekent dat het aantal omwentelingen in een bepaalde tijd de omgekeerde verhouding 4:2:1 heeft.

Na 3,55 d heeft Io 2,0 omwentelingen gemaakt, dus tussen 3,55 d en 5,32 d is dat nog 1,0 omwenteling extra.

In diezelfde tijd heeft Europa nog  $\frac{1,0}{2} = 0,5$  omwenteling extra gemaakt en

Ganymedes  $\frac{1,0}{4} = 0,25$  omwenteling extra.

Tegen de klok in draaiend levert dat:



- inzicht dat de verhouding in omloofrequentie omgekeerd evenredig is aan de verhouding in omlooptijd 1
- inzicht dat vanuit het aantal omlopen van Io (of Europa) het aantal omlopen van de andere manen kan worden berekend 1
- completeren van de berekening 1
- standen van de drie manen consequent en tegen de klok in ingetekend 1

*Opmerkingen*

- *Er hoeft geen rekening gehouden te worden met significantie.*
- *Als wordt uitgegaan van  $T_{Io} : T_{Europa} : T_{Ganymedes} = f_{Io} : f_{Europa} : f_{Ganymedes}$  maximaal 2 scorepunten toekennen.*
- *Als voor vraag 8 een verkeerde waarde is gebruikt voor de omlooptijd van Europa en er hier mee is verder gerekend: niet opnieuw aanrekenen.*

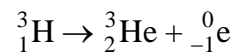
Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

## Kitmarker

---

**13 maximumscore 3**

voorbeeld van een antwoord:



- bètadeeltje rechts van de pijl 1
- He als vervalproduct, mits verkregen via kloppende atoomnummers 1
- aantal nucleonen links en rechts gelijk 1

**14 maximumscore 3**

uitkomst:  $f = 6,0 \cdot 10^{14}$  Hz

voorbeeld van een berekening:

$$\text{Er geldt: } f = \frac{E}{h} = \frac{2,5 \cdot 1,60 \cdot 10^{-19}}{6,63 \cdot 10^{-34}} = 6,0 \cdot 10^{14} \text{ Hz.}$$

- gebruik van  $E_f = hf$  met opzoeken van  $h$  1
- omrekenen van eV naar J 1
- completeren van de berekening 1

**15 D**

**16 B**

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

**17 maximumscore 4**

uitkomst:  $d_{\frac{1}{2}} = 14 \text{ mm}$

voorbeeld van een bepaling:

Zonder aluminium is de intensiteit van de kitmarker gelijk aan

$6,00 \cdot 10^3 - 1,00 \cdot 10^3 = 5,00 \cdot 10^3$  pulsen per minuut. Na een halvering is dat

$$\frac{5,00 \cdot 10^3}{2} = 2,50 \cdot 10^3 \text{ pulsen per minuut.}$$

Het diagram moet afgelezen worden bij

$2,50 \cdot 10^3 + 1,0 \cdot 10^3 = 3,50 \cdot 10^3$  pulsen per minuut. Hieruit volgt dat de

halveringsdikte voor aluminium gelijk is aan 1,43 mm.

De halveringsdikte voor menselijk weefsel is dan gelijk aan

$$1,43 \cdot 10 = 14 \text{ mm.}$$

- inzicht dat de achtergrondstraling twee keer juist verrekend moet worden 1
- consequent bepalen van  $d_{\frac{1}{2}}$  van aluminium (met een marge van 0,1 mm) 1
- juist gebruik van de factor 10 1
- completeren van de bepaling 1

*Opmerkingen*

- *Als de achtergrondstraling eenmaal juist wordt toegepast vervalt alleen de eerste deelscore.*
- *Als er geen rekening wordt gehouden met de achtergrondstraling of als deze twee keer onjuist wordt verrekend vervallen de eerste en de laatste deelscore.*
- *Er hoeft geen rekening gehouden te worden met significantie.*

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

**18 maximumscore 4**

voorbeeld van een antwoord:

methode 1

Voor de energie die de bestraalde lichaamsmassa in een jaar absorbeert geldt:

$$E_{\text{totaal}} = E_f \cdot A \cdot t = 1,6 \cdot 10^{-15} \cdot 1,25 \cdot 10^3 \cdot (365 \cdot 8,0 \cdot 3600) = 2,10 \cdot 10^{-5} \text{ J.}$$

Voor het jaarlijkse dosisequivalent geldt dan:

$$H = w_R D = w_R \frac{E}{m} = 1 \cdot \frac{2,10 \cdot 10^{-5}}{0,15} = 1,4 \cdot 10^{-4} \text{ Sv} (= 0,14 \text{ mSv}).$$

Dit is minder dan de jaarlijkse equivalente dosislimiet.

- inzicht dat geldt  $E_{\text{totaal}} = E_f \cdot A \cdot t$  1
- gebruik van  $H = w_R D$  en  $D = \frac{E}{m}$  1
- completeren van de berekening 1
- consequente conclusie 1

of

methode 2

Voor het dosisequivalent van een foton geldt:

$$H_f = w_R D = w_R \frac{E_f}{m} = 1 \cdot \frac{1,6 \cdot 10^{-15}}{0,15} = 1,07 \cdot 10^{-14} \text{ Sv.}$$

Voor het jaarlijkse dosisequivalent geldt dan:

$$H_{\text{totaal}} = H_f \cdot A \cdot t = 1,07 \cdot 10^{-14} \cdot 1,25 \cdot 10^3 \cdot (365 \cdot 8,0 \cdot 3600) = 1,4 \cdot 10^{-4} \text{ Sv} (= 0,14 \text{ mSv}).$$

Dit is minder dan de jaarlijkse equivalente dosislimiet.

- gebruik van  $H_f = w_R D$  en  $D = \frac{E_f}{m}$  1
- inzicht dat geldt  $H_{\text{totaal}} = H_f \cdot A \cdot t$  1
- completeren van de berekening 1
- consequente conclusie 1

*Opmerkingen*

- *Het gebruik van  $H = w_R D$  mag ook impliciet.*
- *Er hoeft geen rekening gehouden te worden met significantie.*



Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

## Sprong van Luke Aikins

### 19 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

$$[k] = \frac{[F_w]}{[A][v^2]} = \frac{\text{N}}{\text{m}^2(\text{ms}^{-1})^2} = \frac{\text{Ns}^2}{\text{m}^4} = \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}.$$

- invullen van een correcte SI-eenheid voor  $F_w$ ,  $A$  en  $v$  1
- vereenvoudigen tot  $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$  1

### 20 maximumscore 2

uitkomst:  $k = 0,32 \text{ (kg m}^{-3}\text{)}$

voorbeeld van een berekening:

Er geldt:  $F_w = (-)F_z$ .

$$\text{Hieruit volgt: } k = \frac{mg}{Av^2} = \frac{75 \cdot 9,81}{0,80 \cdot 54^2} = 0,32 \text{ (kg m}^{-3}\text{)}.$$

- inzicht dat  $F_w = (-)F_z$  1
- completeren van de berekening 1

*Opmerking*

*Als er een verkeerde eenheid is vermeld voor  $k$ : dit niet aanrekenen.*

### 21 maximumscore 4

uitkomsten:  $t = 19 \text{ s}$  en  $s = 25 \text{ m}$

voorbeeld van een berekening:

$$- t = \frac{h}{v_v} = \frac{1,0 \cdot 10^3}{54} = 19 \text{ s.}$$

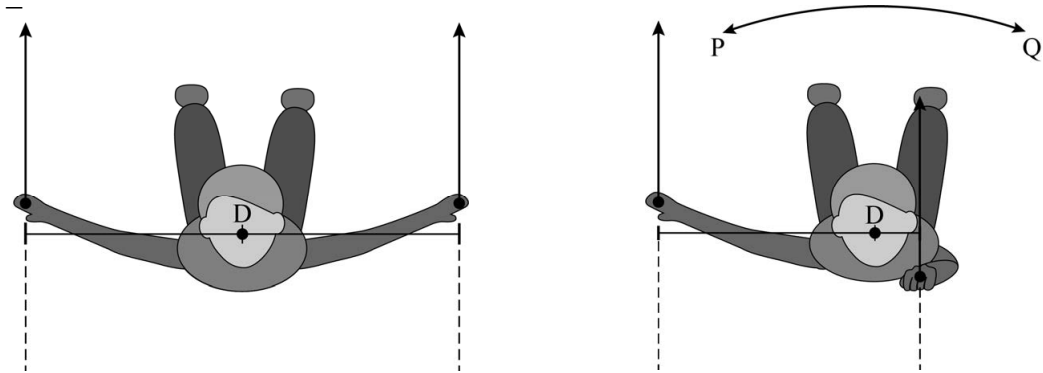
$$- s = v_h t_h = \left( \frac{4,9}{3,6} \right) \cdot 19 = 25 \text{ m.}$$

- gebruik van  $s = v \cdot t$  1
- inzicht dat  $t_h$  gelijk is aan de valtijd 1
- omrekenen van  $\text{km h}^{-1}$  naar  $\text{m s}^{-1}$  1
- completeren van de berekeningen 1

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

22 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:



- inzicht dat alle krachtvectoren vanuit de handen recht naar boven gericht zijn 1
  - inzicht dat alle krachtvectoren even lang zijn 1
  - inzicht dat iedere arm de kortste afstand tussen D en werklijn is 1
- Doordat Aikins één hand naar zich toe buigt, wordt het moment van de luchtweerstandskracht op die hand **kleiner**.  
Aikins begint hierdoor te draaien in de richting van **Q**.
- beide zinnen juist 1

*Opmerking*

*Wanneer een kandidaat bij de laatste deelvraag heeft gekozen voor een andere dan de gegeven oplossing en deze is consequent met de getekende krachtvectoren uit de eerste deelvraag, mag de laatste deelscore worden toegekend.*

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

**23 maximumscore 4**

uitkomst:  $E_{\text{net}} = 1,4 \cdot 10^5 \text{ J}$

voorbeeld van een berekening:

Er geldt:

$$E_{\text{net}} = \frac{1}{2}mv^2 + mgh$$

$$E_{\text{net}} = \frac{1}{2} \cdot 75 \cdot 54^2 + 75 \cdot 9,81 \cdot 37$$

$$E_{\text{net}} = 1,4 \cdot 10^5 \text{ J}$$

- inzicht dat  $E_{\text{net}} = E_{\text{k}} + E_{\text{z}}$  1
- gebruik van  $E_{\text{k}} = \frac{1}{2}mv^2$  1
- gebruik van  $E_{\text{z}} = mgh$  1
- completeren van de berekening 1

*Opmerking*

*Als het inzicht, genoemd in de eerste deelscore, ontbreekt, vervalt ook de laatste deelscore.*

**24 maximumscore 2**

oplossing in ontwerp	natuurkundig concept
Het net is hoog opgehangen.	remafstand
Het net scheurt niet.	treksterkte
Het net veert niet terug.	plastische vervorming

- indien drie antwoorden juist 2
- indien twee of één antwoord(en) juist 1
- indien geen antwoorden juist 0

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

**25 maximumscore 4**

uitkomsten:  $a = 54,5 \text{ ms}^{-2}$  (met een marge van  $2 \text{ ms}^{-2}$ )

$$\Delta t = 0,72 \text{ s (binnen het bereik } 0,64 \text{ s} \leq \Delta t \leq 0,77 \text{ s)}$$

- voorbeeld van een bepaling:

Met behulp van een raaklijn in het steilste deel van de  $(v,t)$ -grafiek kan de grootte en de duur van de vertraging bepaald worden. Hiervoor geldt:

$$a = \left( \frac{\Delta v}{\Delta t} \right)_{\text{raaklijn}} = \frac{60,0}{88,60 - 87,50} = 54,5 \text{ ms}^{-2}.$$

De tijdsduur van deze vertraging is  $88,44 - 87,72 = 0,72 \text{ s}$ .

- voorbeeld van een antwoord:

In het tweede diagram is te zien dat de maximale veilige vertraging bij  $0,72 \text{ s}$  gelijk is aan  $93 \text{ ms}^{-2}$  of dat de maximale vertraging van  $54,5 \text{ ms}^{-2}$  veel langer mag duren dan  $0,72 \text{ s}$ . Het afremmen van Aikins was dus veilig voor hem.

- gebruik van  $a = \left( \frac{\Delta v}{\Delta t} \right)_{\text{raaklijn}}$  1
- inzicht dat de tijdsduur van het steile, rechte deel van het  $(v,t)$ -diagram bepaald moet worden 1
- completeren van beide bepalingen 1
- consequente conclusie met behulp van het tweede diagram 1

*Opmerking*

*Er hoeft voor de derde deelscore geen rekening gehouden te worden met significantie.*

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

## Cicaden

### 26 maximumscore 2

Het geluid gaat van een cicade-mannetje naar een cicade-vrouwje via een **lopende** golf in de lucht.

Deze golf is **longitudinaal**.

per juist alternatief

1

### 27 maximumscore 3

uitkomst:  $f = 4,4 \cdot 10^2$  Hz

voorbeeld van een bepaling:

methode 1

In de tijd van 4,0 periodes op de klok worden 17,5 periodes van de uit-klik gemaakt.

Hieruit volgt:  $T = \frac{4,0 \cdot 10 \cdot 10^{-3}}{17,5} = 2,29 \cdot 10^{-3}$  s.

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{2,29 \cdot 10^{-3}} = 4,4 \cdot 10^2 \text{ Hz.}$$

- gebruik van  $f = \frac{1}{T}$  1
- bepalen van de trillingstijd binnen het interval  $2,15 \text{ ms} < T < 2,45 \text{ ms}$  1
- completeren van de bepaling 1

of

methode 2

In de tijd van 4,0 periodes op de klok worden 17,5 periodes van de uit-klik gemaakt, dus  $f = \frac{17,5}{4,0 \cdot 10 \cdot 10^{-3}} = 4,4 \cdot 10^2$  Hz.

- inzicht dat geldt  $f = \frac{\text{aantal periodes}}{\text{benodigde tijd}}$  1
- bepalen van de frequentie binnen het interval  $4,1 \cdot 10^2 \text{ Hz} < f < 4,7 \cdot 10^2 \text{ Hz}$  1
- completeren van de bepaling 1

*Opmerking*

*Als gebruikgemaakt is van  $T = 10$  ms: maximaal 1 scorepunt toekennen.*

*Wanneer een kandidaat voor één periode van de klok heeft gerekend met 20 ms in plaats van 10 ms, dit niet aanrekenen.*

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

28 **maximumscore 1**  
resonantie/resoneren

29 **D**

30 **maximumscore 3**  
uitkomst:  $f = 4 \cdot 10^3$  Hz

voorbeeld van een bepaling:

Met figuur 2 kan de lengte van deze cicade met vleugels bepaald worden op 4,8 cm. De diameter van de boom kan daarmee geschat worden op 10 cm.

Hieruit volgt:  $\lambda = 0,1$  m  $\rightarrow f = \frac{v}{\lambda} = \frac{350}{0,1} = 4 \cdot 10^3$  Hz.

- schatten van de dikte van de boom tussen 8 en 15 cm 1
- gebruik van  $v = f\lambda$  met  $343 \text{ ms}^{-1} \leq v \leq 355 \text{ ms}^{-1}$  1
- completeren van de bepaling 1

*Opmerking*

*Er hoeft geen rekening gehouden te worden met significantie.*

## Bronvermeldingen

Sprong van Luke Aikins      foto's van Luke Aikins