

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

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

## Superaarde?

### 1 maximumscore 3

uitkomst:  $3,2 \cdot 10^3$  K

voorbeeld van een berekening:

$$\text{Er geldt: } T = \frac{k_w}{\lambda_{\max}} = \frac{2,898 \cdot 10^{-3}}{9,2 \cdot 10^{-7}} = 3,2 \cdot 10^3 \text{ K.}$$

- inzicht dat de hoogste temperatuur volgt uit de kleinste gemeten waarde voor  $\lambda_{\max}$  1
- gebruik van  $\lambda_{\max} T = k_w$  1
- completeren van de berekening 1

### 2 C

### 3 maximumscore 3

voorbeeld van een berekening:

Voor de oppervlakte van het cirkelvormige aanzicht van de planeet geldt:

$$A_{\text{GJ1214b}} = 0,0150 \cdot 6,487 \cdot 10^{16} = 9,731 \cdot 10^{14} \text{ m}^2.$$

Hieruit volgt voor de straal  $r$  van GJ1214b:

$$A_{\text{GJ1214b}} = \pi r^2 \rightarrow r_{\text{GJ1214b}} = \sqrt{\frac{A_{\text{GJ1214b}}}{\pi}} = \sqrt{\frac{9,731 \cdot 10^{14}}{\pi}} = 1,760 \cdot 10^7 \text{ m.}$$

$$\text{Hieruit volgt } \frac{r_{\text{GJ1214b}}}{r_{\text{aarde}}} = \frac{1,760 \cdot 10^7}{6,371 \cdot 10^6} = 2,76.$$

- juist gebruik van de factor 0,0150 1
- gebruik van  $A = \pi r^2$  1
- inzicht dat factor =  $\frac{r_{\text{GJ1214b}}}{r_{\text{aarde}}}$  en completeren van de berekening 1

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

**4 maximumscore 4**

uitkomst:  $g = 8,38 \text{ m s}^{-2}$

voorbeeld van een antwoord:

–  $F_z = F_g \rightarrow mg = G \frac{mM}{r^2} \rightarrow g = \frac{GM}{r^2}$ .

– Er geldt:

$$g_{\text{GJ1214b}} = \frac{GM_{\text{GJ1214b}}}{r_{\text{GJ1214b}}^2} = \frac{G \cdot 6,50M_{\text{aarde}}}{(2,76r_{\text{aarde}})^2} = \frac{6,674 \cdot 10^{-11} \cdot 6,50 \cdot 5,972 \cdot 10^{24}}{(2,76 \cdot 6,371 \cdot 10^6)^2} = 8,38 \text{ m s}^{-2}.$$

- inzicht dat  $mg = G \frac{mM}{r^2}$  1
- inzicht dat  $g_{\text{GJ1214b}} = \frac{G \cdot 6,50M_{\text{aarde}}}{(2,76r_{\text{aarde}})^2}$  1
- opzoeken van waarden voor  $G$  en  $M_{\text{aarde}}$  of inzicht  $g_{\text{GJ1214b}} = \frac{6,50}{2,76^2} g_{\text{aarde}}$  1
- completeren van de afleiding en de berekening en significantie 1

*Opmerking*

*Afhankelijk van de gekozen methode volgt voor de uitkomst  $g = 8,37 \text{ m s}^{-2}$  of  $g = 8,38 \text{ m s}^{-2}$ .*

**5 E**

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

**6 maximumscore 3**

voorbeeld van een antwoord:

methode 1

Uranus is  $\frac{86,8 \cdot 10^{24}}{5,972 \cdot 10^{24}} = 14,5 \times$  zo zwaar als de aarde.

GJ1214b valt met  $6,5M_{\text{aarde}}$  dus binnen de kwalificatie voor superaarde.

- inzicht dat de factor  $\frac{M_{\text{Uranus}}}{M_{\text{aarde}}}$  berekend moet worden 1
- opzoeken  $M_{\text{Uranus}}$  1
- completeren van de berekening en consequente conclusie 1

of

methode 2

Exoplaneet GJ1214b heeft een massa van  $6,50 \cdot 5,972 \cdot 10^{24} = 38,8 \cdot 10^{24}$  kg.

(Dit is groter dan de massa van de aarde). De massa van Uranus is  $86,8 \cdot 10^{24}$  kg en daarmee groter dan de massa van GJ1214b. GJ1214b valt dus binnen de kwalificatie voor superaarde.

- inzicht dat de massa van GJ1214b berekend moet worden 1
- opzoeken  $M_{\text{Uranus}}$  1
- completeren van de berekening en consequente conclusie 1

*Opmerking*

*Wanneer de kandidaat hier dezelfde foutieve waarde voor  $M_{\text{aarde}}$  gebruikt als in vraag 4: niet opnieuw aanrekenen.*

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

## Concertharp

### 7 maximumscore 2

	transversale golven	longitudinale golven
golven in de snaar	X	
golven in de lucht		X

- eerste rij juist 1
- tweede rij juist 1

### 8 maximumscore 3

uitkomst:  $v = 3,34 \cdot 10^2 \text{ m s}^{-1}$

voorbeeld van een berekening:

De snaar trilt in de grondtoon, dus er geldt:

$$\ell = \frac{1}{2} \lambda \rightarrow \lambda = 2 \cdot 0,379 = 0,758 \text{ m.}$$

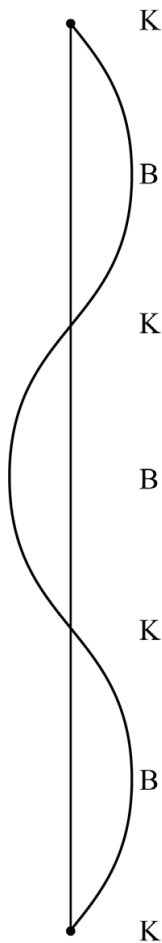
Hieruit volgt:

$$v = f \lambda = 440 \cdot 0,758 = 3,34 \cdot 10^2 \text{ m s}^{-1}.$$

- inzicht  $\ell = \frac{1}{2} \lambda$  1
- gebruik van  $v = f \lambda$  1
- completeren van de berekening 1

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

9 maximumscore 2



- een knoop aan beide uiteindes van de snaar 1
- resterende patroon van knopen en buiken correct 1

*Opmerkingen*

- *Wanneer het patroon alleen is getekend zonder aangeven van knopen K en buiken B: maximaal 1 punt toekennen.*
- *Wanneer de knopen en buiken niet gelijkmatig verdeeld zijn: dit niet aanrekenen.*

10 D

11 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

Door het intrappen van het pedaal wordt de trillende lengte  $\ell$  van de snaar (en dus de bijpassende golflengte  $\lambda$ ) korter. Bij gelijke golfsnelheid  $v$  wordt de frequentie  $f$  van de grondtoon dan hoger. De toon klinkt dan hoger.

- inzicht dat lengte  $\ell$  korter wordt 1
- consequente conclusie over de hoogte van de toon 1

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

**12 maximumscore 4**

uitkomst:  $f = 2,2 \cdot 10^2$  Hz (met een marge van  $0,1 \cdot 10^2$  Hz)

voorbeeld van een bepaling:

– Er zijn 4,0 trillingen gemaakt in  $9,2 \cdot 2,0 \cdot 10^{-3} = 0,0184$  s. Hieruit volgt:

$$T = \frac{0,0184}{4,0} = 4,6 \cdot 10^{-3} \rightarrow f = \frac{1}{T} = \frac{1}{4,6 \cdot 10^{-3}} = 2,2 \cdot 10^2 \text{ Hz.}$$

- inzicht  $T = \frac{\text{benodigde tijd}}{\text{aantal trillingen}}$  en gebruik  $f = \frac{1}{T}$  1
- completeren van de bepaling en significantie 1

voorbeeld van een antwoord:

– Op het scherm is geen zuivere sinus zichtbaar. Deze snaar brengt dus naast de grondtoon ook boventonen voort.

- inzicht dat er geen sprake is van een sinusoïde 1
- consequente conclusie 1

## Wielrennen met een motor

**13 maximumscore 4**

uitkomst:  $\Delta t = 33$  s

voorbeeld van een berekening:

De arbeid die geleverd moet worden is gelijk aan

$$W = E_z = mgh = 80 \cdot 9,81 \cdot 64 = 5,02 \cdot 10^4 \text{ J.}$$

Zonder motor kost deze beklimming  $t_z = \frac{W}{P} = \frac{5,02 \cdot 10^4}{4,0 \cdot 10^2} = 126$  s.

Met motor kost deze beklimming  $t_m = \frac{W}{P} = \frac{5,02 \cdot 10^4}{(1,4 \cdot 10^2 + 4,0 \cdot 10^2)} = 93$  s.

De tijdswinst is  $126 - 93 = 33$  s.

- gebruik van  $E_z = mgh$  1
- gebruik van  $W = Pt$  1
- inzicht  $\Delta t = t_z - t_m$  1
- completeren van de berekening en significantie 1

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

**14 maximumscore 2**

voorbeeld van een antwoord:

NiCd levert maximaal  $200 \text{ W kg}^{-1}$ . De gegeven accu kan dus  $200 \cdot 0,80 = 1,6 \cdot 10^2 \text{ W}$  vermogen leveren. Dat is onvoldoende voor de gebruikte motor. Dus het maximaal vermogen per kilogram maakt NiCd onbruikbaar.

- inzicht dat moet gelden:  $P_{\text{accu}} \geq P_{\text{motor}}$  1
- consequente conclusie 1

*Opmerking*

*Bij een eventuele rekenfout de tweede deelscore niet toekennen.*

**15 maximumscore 3**

uitkomst:  $t = 0,88 \text{ h} (= 3,2 \cdot 10^3 \text{ s})$

voorbeeld van een berekening:

De accu heeft een capaciteit van  $220 \cdot 0,80 = 176 \text{ Wh}$ .

De motor kan hiermee gedurende  $t = \frac{E}{P} = \frac{176}{2,0 \cdot 10^2} = 0,88 \text{ h} (= 3,2 \cdot 10^3 \text{ s})$  van

energie worden voorzien.

- inzicht capaciteit =  $m_{\text{accu}} \cdot \text{energiedichtheid}$  1
- gebruik  $E = Pt$  1
- completeren van de berekening 1

**16 maximumscore 5**

uitkomst:  $t = 4 \text{ s}$

voorbeeld van een berekening:

De aluminium buis heeft een massa van

$$m = \rho V = 2,70 \cdot 10^3 \cdot 48 \cdot 10^{-6} = 0,130 \text{ kg.}$$

De motor levert  $2,0 \cdot 10^2 - 1,4 \cdot 10^2 = 0,6 \cdot 10^2 \text{ Js}^{-1}$  aan warmte.

Voor de warmte die de aluminium buis moet opnemen geldt:

$$\text{Binas: } Q = cm\Delta T = 0,88 \cdot 10^3 \cdot 0,130 \cdot 2,0 = 228 \text{ J.}$$

De buis is daarmee in  $t = \frac{Q}{P} = \frac{228}{0,6 \cdot 10^2} = 4 \text{ s}$  opgewarmd.

of

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

Sciencedata:  $Q = cm\Delta T = 0,897 \cdot 10^3 \cdot 0,130 \cdot 2,0 = 233 \text{ J}$ .

De buis is daarmee in  $t = \frac{Q}{P} = \frac{233}{0,6 \cdot 10^2} = 4 \text{ s}$  opgewarmd.

- gebruik van  $\rho = \frac{m}{V}$  met opzoeken  $\rho$  1
- gebruik van  $Q = cm\Delta T$  met opzoeken  $c$  1
- inzicht  $P_{\text{warmte}} = P_{\text{elektrisch}} - P_{\text{mechanisch}}$  1
- gebruik  $t = \frac{Q}{P}$  1
- completeren van de berekening en significantie 1

17 A

18 **maximumscore 3**

voorbeeld van een antwoord:

De medewerker zou op één wedstrijddag een equivalente dosis ontvangen van  $D = \frac{E}{m} = \frac{0,72}{85} = 8,5 \cdot 10^{-3} \text{ Gy} = 8,5 \text{ mGy}$ . Dat is al bijna de helft van de jaarlijks toegestane equivalente dosis van 20 mGy.

- gebruik van  $D = \frac{E}{m}$  1
- completeren van de berekening 1
- inzicht dat  $D_{1\text{dag}}$  en  $D_{\text{norm}}$  in dezelfde orde van grootte liggen of dat  $D_{\text{jaar}}$  veel groter is dan  $D_{\text{norm}}$  1

19 **maximumscore 2**

De fiets is **bestraald** tijdens de scan.

Het aluminium van het frame heeft een **grotere** halveringsdikte dan het materiaal waarvan de ketting is gemaakt.

Een buis met motor zou **donkerder** op de foto te zien zijn geweest dan een buis zonder motor.

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



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

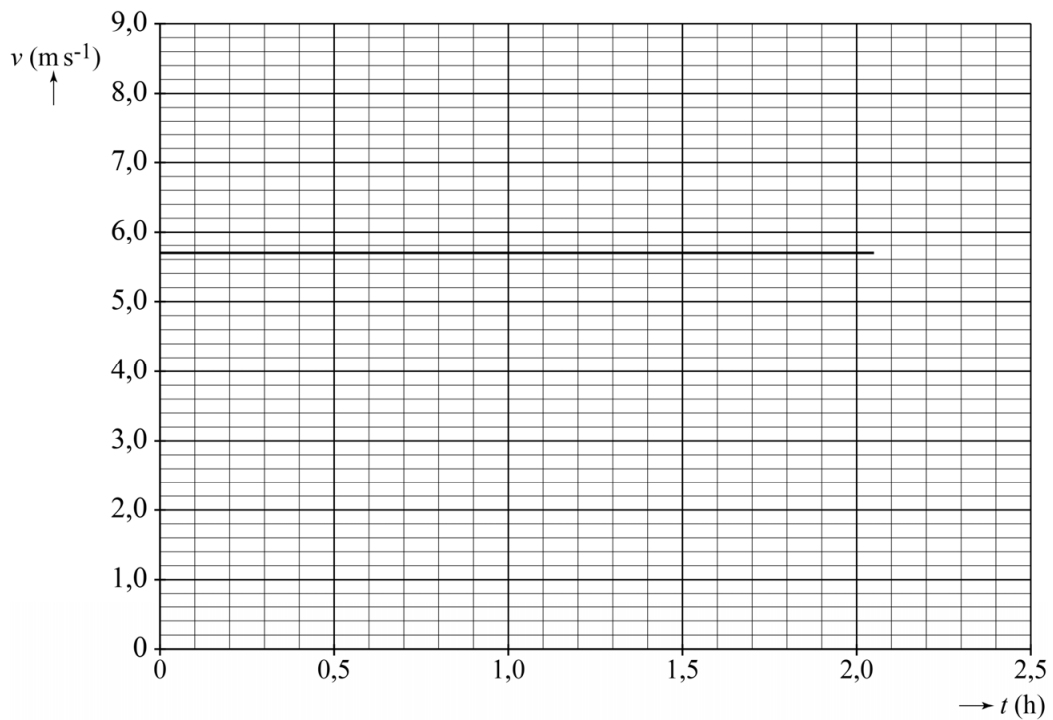
### Marathon onder de twee uur

**20 maximumscore 3**

voorbeeld van een antwoord:

Voor het record uit 2014 geldt  $v_{\text{gem}} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{42195}{7377} = 5,720 \text{ ms}^{-1}$ .

In het  $(s,t)$ -diagram is te zien dat deze snelheid constant is. Hieruit volgt het  $(v,t)$ -diagram van het record uit 2014:



- gebruik van  $v_{\text{gem}} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$  1
- completeren van de berekening van de waarde van  $v_{\text{gem}}$  1
- consequent tekenen van de  $(v,t)$ -grafiek met een horizontale lijn op  $v = v_{\text{gem}}$  tot  $t = t_{\text{eind}}$  met een marge van  $0,1 \text{ ms}^{-1}$  en  $0,05 \text{ h}$  1

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

**21 maximumscore 2**

In het  $(v,t)$ -diagram voor de lopers die onder de twee uur wilden lopen:

- is de looptijd **korter dan** die van het oude wereldrecord.
- is de gemiddelde snelheid **hoger dan** die van het oude wereldrecord.
- is de oppervlakte onder de grafiek **gelijk aan** de oppervlakte onder de  $(v,t)$ -grafiek van het oude wereldrecord.

indien drie antwoorden juist	2
indien twee antwoorden juist	1
indien één of geen antwoord juist	0

**22 maximumscore 2**

voorbeeld van een antwoord:

Beide rechte stukken zijn even lang. De lagere snelheid tegen de wind in moet dus langer worden volgehouden dan de hogere snelheid met wind mee. De gemiddelde snelheid is dus niet het gemiddelde van de twee snelheden, maar deze valt lager uit. De looptijd voor een hele ronde wordt daarmee langer, Bert heeft gelijk.

- inzicht dat langer gelopen moet worden met de lagere snelheid en/of korter met de hogere snelheid 1
- consequente keuze voor Bert 1

**23 maximumscore 3**

voorbeeld van een antwoord:

Een haas heeft een grotere luchtweerstand  $F_w$  dan Kipchoge. De snelheid  $v$  van de haas is gelijk aan die van Kipchoge. Uit  $P = F_w v$  volgt dat de haas dus met een groter vermogen loopt dan Kipchoge.

- inzicht dat geldt  $P = F_w v$  1
- inzicht dat  $v$  voor een haas en Kipchoge hetzelfde is 1
- inzicht dat  $F_w$  voor een haas groter is dan voor Kipchoge 1

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

**24 maximumscore 4**

uitkomst: segment ea

voorbeeld van een antwoord:

Kipchoge had 25 s te veel nodig. In deze tijd heeft hij een afstand afgelegd van  $s = vt = 5,84 \cdot 25 = 1,5 \cdot 10^2$  m.

Ieder segment van het circuit is  $\frac{2,4 \cdot 10^3}{5} = 4,8 \cdot 10^2$  m lang.

Kipchoge was dus (al) in segment ea.

- gebruik van  $s = vt$  1
- berekenen van de lengte van één segment of inzicht dat  $s < s_{\text{segment}}$  1
- completeren van de berekening 1
- consequente keuze voor het segment 1

## Theaterverlichting

---

**25 maximumscore 4**

uitkomst:  $F_{\text{II}} = 3,7 \cdot 10^2$  N

voorbeeld van een antwoord:

Voor de hefboom geldt:

$$F_1 r_1 = F_2 r_2 \rightarrow F_{\text{II}} = \frac{r_z}{r_{\text{II}}} F_z = \frac{22}{134} \cdot (230 \cdot 9,81) = \frac{22}{134} \cdot 2256 = 3,7 \cdot 10^2 \text{ N.}$$

- gebruik van  $F_1 r_1 = F_2 r_2$  1
- gebruik van  $F_z = mg$  1
- bepalen van  $r_z$  en  $r_{\text{II}}$  (met een marge van 2 mm) 1
- completeren van de bepaling en significantie 1

**26 maximumscore 2**

voorbeeld van een antwoord:

De draad moet zo ver mogelijk uitrekken als de staalkabel uitrekt. De draad in de sensor moet dus in dezelfde richting staan als de staalkabel. Dat is het geval bij methode 1.

- inzicht dat de draad moet mee rekken met het uitrekken van de staalkabel 1
- consequente keuze voor methode 1 1

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

**27 maximumscore 3**

voorbeeld van een antwoord:

De weerstand van de rekstrook wordt groter met het uitrekken.

In een serieschakeling neemt de spanning over een weerstand toe met het toenemen van die weerstand (ten opzichte van de andere weerstand).

De spanning wordt dus gemeten over de rekstrook.

- inzicht dat de weerstand van de rekstrook toeneemt met de rek 1
- inzicht dat in een serieschakeling de spanningen zich verhouden zoals de weerstanden 1
- consequente conclusie 1

**28 maximumscore 4**

voorbeeld van een bepaling:

Bij een sensorspanning van 2,520 V is  $\varepsilon = 0,081 \%$ . Voor de staalkabel geldt dan:

Binas:  $\sigma = \varepsilon E = 8,1 \cdot 10^{-4} \cdot 0,20 \cdot 10^{12} = 1,6 \cdot 10^8 \text{ Nm}^{-2}$ .

of

Sciencedata:  $\sigma = \varepsilon E = 8,1 \cdot 10^{-4} \cdot 210 \cdot 10^9 = 1,7 \cdot 10^8 \text{ Nm}^{-2}$ .

De hoogst belaste kabel zit nog onder de maximaal toegelaten belasting.

Beide staalkabels zitten dus nog in het veilige gebied.

- aflezen van  $\varepsilon$  bij  $U = 2,520 \text{ V}$  met een marge van 0,001 % 1
- gebruik van  $E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$  met opzoeken van  $E$  1
- completeren van de bepaling 1
- inzicht dat de hoogste elektrische spanning bepalend is voor de veilige belasting en consequente conclusie 1

*Opmerkingen*

- Als een kandidaat met Sciencedata heeft gerekend met  $E = 195 \cdot 10^9 \text{ Pa}$  (roestvrij staal): dit niet aanrekenen.
- Als een kandidaat voor  $\varepsilon$  de waarde 0,08% noteert: dit niet aanrekenen.