

Beoordelingsmodel

Vraag

Antwoord

Scores

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

Muzikale schelp

1 maximumscore 3

uitkomst: $f = 455 \text{ Hz}$ (met een marge van 2 Hz)

voorbeeld van een antwoord:

Er worden 9 trillingen gemaakt in 19,8 ms. Hieruit volgt:

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{(19,8 \cdot 10^{-3}) / 9} = 455 \text{ Hz.}$$

- inzicht dat geldt $T = \frac{\text{benodigde tijd}}{\text{aantal trillingen}}$ en gebruik van $f = \frac{1}{T}$ 1
- inzicht dat de trilling met de grootste periode moet worden gebruikt 1
- completeren van de bepaling en significantie 1

2 maximumscore 3

uitkomst: $1 = 0,61 \text{ m}$

voorbeeld van een antwoord:

$$\text{Er geldt: } v = f\lambda \rightarrow \lambda = \frac{v}{f} = \frac{343}{2,8 \cdot 10^2} = 1,225 \text{ m.}$$

Bij de grondtoon is de afstand tussen twee buiken gelijk aan een halve golflengte, dus $1 = \frac{1}{2}\lambda = 0,61 \text{ m.}$

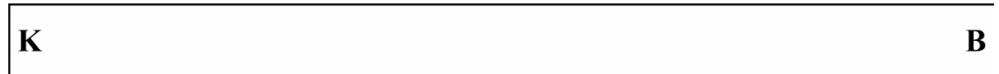
- gebruik van $v = f\lambda$ met opzoeken van v 1
- inzicht dat $1 = \frac{1}{2}\lambda$ 1
- completeren van de berekening 1

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

3 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

De buis heeft nu een open en een gesloten uiteinde met een buik en een knoop:



De golflengte van de grondtoon is daardoor langer geworden. Dat betekent dat (bij gelijkblijvende geluidssnelheid) de frequentie is afgangen/de toon lager is geworden.

- een schets waaruit het inzicht van een knoop bij het gesloten einde en een buik bij het open einde blijkt 1
- inzicht dat de golflengte van de grondtoon is toegenomen 1
- consequente conclusie 1

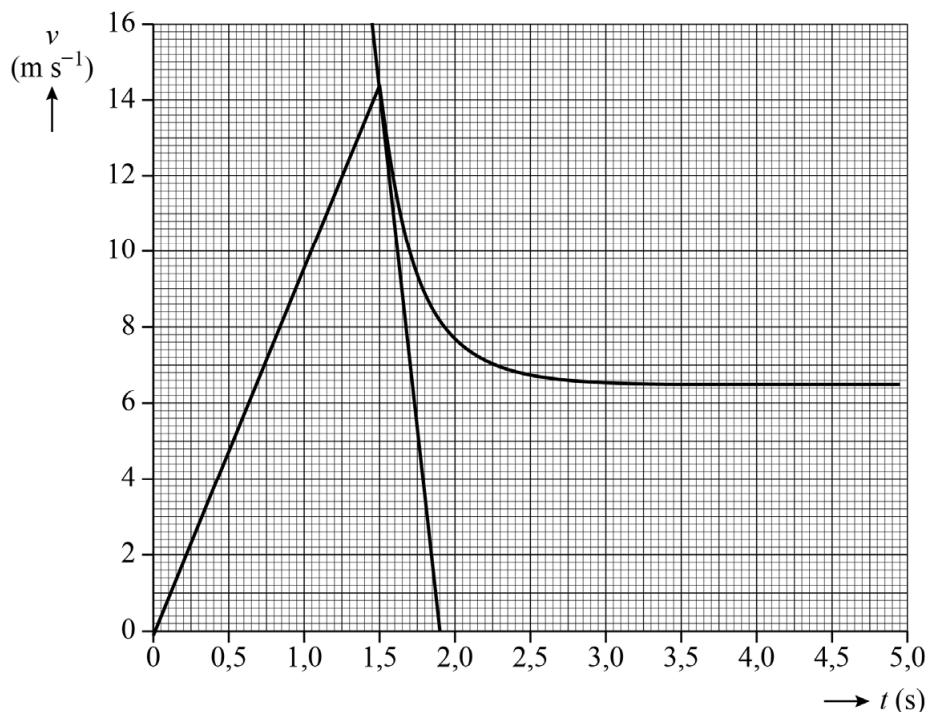
Veilig ontsnappen

4 B

5 maximumscore 3

uitkomst: $a_{\max} = 35,6 \text{ ms}^{-2}$ (met een marge van $12,0 \text{ ms}^{-2}$)

voorbeeld van een antwoord:



Uit de raaklijn aan de grafiek vlak na het openen van de parachute volgt:

$$a = \left(\frac{\Delta v}{\Delta t} \right) = \frac{16,0}{1,90 - 1,45} = 35,6 \text{ ms}^{-2}. \text{ Dat is lager dan de veiligheidseis.}$$

- tekenen van een raaklijn direct na $t = 1,5 \text{ s}$ of gebruik van een relevant recht deel in de grafiek 1
- gebruik van $a = \left(\frac{\Delta v}{\Delta t} \right)_{\text{raaklijn}}$ 1
- completeren van de bepaling en consequente conclusie 1

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

6 maximumscore 5

uitkomst: $m = 1,4 \text{ kg}$

voorbeeld van een antwoord:

Voor de warmte die in de remschijf wordt opgenomen geldt:

$$Q = \eta E_z = \eta mgh = 0,85 \cdot 280 \cdot 9,81 \cdot 150 = 3,50 \cdot 10^5 \text{ J}.$$

Voor de massa van de remschijf geldt:

$$\text{Binas: } m = \frac{Q}{c\Delta T} = \frac{3,50 \cdot 10^5}{0,46 \cdot 10^3 \cdot (600 - 50)} = 1,4 \text{ kg.}$$

$$\text{Sciencedata: } m = \frac{Q}{c\Delta T} = \frac{3,50 \cdot 10^5}{0,449 \cdot 10^3 \cdot (600 - 50)} = 1,4 \text{ kg.}$$

- gebruik van $E_z = mgh$ 1
- inzicht dat $Q = \eta E_z$ 1
- gebruik van $Q = cm\Delta T$ 1
- completeren van de berekening 1
- significantie 1

7 maximumscore 4

uitkomst: $F_{\text{res}} = 1,4 \cdot 10^3 \text{ N}$

$$v = 2,0 \text{ ms}^{-1}$$

voorbeeld van een antwoord:

- Tijdens een veilige landing is de maximale resulterende kracht op de monteur gelijk aan $F_{\text{res}} = ma = 140 \cdot 10 = 1,4 \cdot 10^3 \text{ N}$.
- Er geldt:

$$E_k = W \rightarrow \frac{1}{2}mv^2 = F_{\text{res}}s \rightarrow v = \sqrt{\frac{2F_{\text{res}}s}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 1,4 \cdot 10^3 \cdot 0,20}{140}} = 2,0 \text{ ms}^{-1}.$$

- gebruik van $F = ma$ 1
- gebruik van $W = Fs$ 1
- gebruik van $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ 1
- completeren van de berekeningen 1

Uraniumkubus

8 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

Het volume van de kubus is gelijk aan $V = (5,08 \cdot 10^{-2})^3 = 1,31 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$.

De dichtheid van de kubus is daarmee gelijk aan

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{2,27}{1,31 \cdot 10^{-4}} = 17,3 \cdot 10^3 \text{ kg m}^{-3}$$

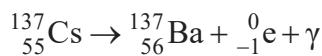
De dichtheid van puur uraan is

$19 \cdot 10^3 \text{ kg m}^{-3}$ (Binas tabel 8, Sciencedata tabel 8.1), dus de kubus bestaat niet volledig uit uraan.

- gebruik van $V = l \cdot b \cdot h$ 1
- gebruik van $\rho = \frac{m}{V}$ 1
- completeren van de berekening en consequente conclusie 1

9 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:



- alleen Cs-137 links van de pijl, β en γ rechts van de pijl 1
- Ba rechts van de pijl (mits verkregen via kloppende atoomnummers) 1
- aantal nucleonen links en rechts gelijk 1

10 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

Voor de energie van de gammafotonen geldt:

$$E = hf = h \frac{c}{\lambda} = 6,626 \cdot 10^{-34} \frac{2,998 \cdot 10^8}{1,875 \cdot 10^{-12}} = 1,059 \cdot 10^{-13} \text{ J}$$

Dit komt overeen

$$\text{met een foton-energie van } \frac{1,059 \cdot 10^{-13}}{1,602 \cdot 10^{-19}} = 661 \cdot 10^3 \text{ eV} = 661 \text{ keV}$$

Bij deze

foton-energie is er geen piek zichtbaar in het diagram van figuur 3.

- gebruik van $E = hf$ en $c = f\lambda$ 1
- omrekenen van eV naar J of vice versa 1
- vergelijken met figuur 3 en completeren van de berekening 1

11 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

Cs-137 heeft een halveringstijd van 30 jaar. Sinds 1945 zijn dus pas een paar halveringstijden verstreken en niet genoeg om alle Cs-137 te laten vervallen.

- opzoeken van de halveringstijd van Cs-137 1
- inzicht dat sinds 1945 nog lang niet alle Cs-137 heeft kunnen vervallen 1

12 maximumscore 1

waarneming	aanname
De lijn begint in de oorsprong.	2
De lijn stijgt.	1
De maximale waarde is kleiner dan 1,0.	3

- alle rijen goed 1

13 maximumscore 5

$$\text{uitkomst: } N_{\text{Th-230}} = 6,5 \cdot 10^{16}$$

voorbeeld van een antwoord:

$$\text{De massa van de U-234-atomen is } \frac{0,0055}{100} \cdot 2,27 = 1,25 \cdot 10^{-4} \text{ kg.}$$

$$\text{Het aantal U-234-atomen is dan } N_{\text{U-234}} = \frac{1,25 \cdot 10^{-4}}{234 \cdot 1,66 \cdot 10^{-27}} = 3,22 \cdot 10^{20}.$$

$$\text{De verhouding na 75 jaar is } \frac{N_{\text{Th-230}}}{N_{\text{U-234}}} = \frac{20,3 \cdot 10^{-5}}{1}.$$

$$\text{Het aantal Th-230-atomen is dan } N_{\text{Th-230}} = 20,3 \cdot 10^{-5} \cdot 3,22 \cdot 10^{20} = 6,5 \cdot 10^{16}.$$

- inzicht dat $m_{\text{U-234}} = 5,5 \cdot 10^{-5} \cdot m_{\text{kubus}}$ 1
- inzicht dat $N_{\text{U-234}} = \frac{m_{\text{U-234}}}{u \cdot 1,66 \cdot 10^{-27}}$ 1
- bepalen van de verhouding op $t = 75$ jaar met een marge van $0,2 \cdot 10^{-5}$ 1
- inzicht dat $N_{\text{Th-230}} = \text{verhouding} \cdot N_{\text{U-234}}$ 1
- completeren van de bepaling en significantie 1

Verwarmde inlegzolen

14 maximumscore 3

	juist	onjuist
Het temperatuurverschil tussen de binnenkant van de voet (I) en de buitenkant van de schoenzool (IV) is in beide situaties gelijk.	X	
Het temperatuurverschil tussen de inlegzool (II) en de buitenkant van de schoenzool (IV) is in beide situaties gelijk.		X
De warmtestroom tussen de rand van de inlegzool (III) en de buitenkant van de schoenzool (IV) is groter als de verwarming is uitgeschakeld.		X
Als de verwarming is ingeschakeld, is er geen warmtestroom tussen de binnenkant van de voet (I) en de inlegzool (II).	X	

- indien vier antwoorden juist 3
 indien drie antwoorden juist 2
 indien twee antwoorden juist 1
 indien één of geen antwoord juist 0

15 maximumscore 5

$$\text{uitkomst: } A = 0,02 \text{ m}^2$$

voorbeeld van een antwoord:

- Er geldt: $P = \lambda A \frac{\Delta T}{d} \rightarrow 5 = 0,15 \cdot A \cdot \frac{35}{1,8 \cdot 10^{-2}} \rightarrow A = 0,02 \text{ m}^2$.
- Dit komt overeen met een inlegzool van 0,1 m breed en 0,2 m lang. Dat is een realistische schatting die past bij een schoenzool.

- gebruik van $P = \lambda A \frac{\Delta T}{d}$ 1
- opzoeken van λ_{rubber} 1
- completeren van de berekening 1
- inzicht dat de berekende oppervlakte vergeleken moet worden met de maten van een zool 1
- consequente conclusie 1

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

16 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

Uit de soortelijke weerstand volgt:

$$\rho = \frac{RA}{l} \rightarrow 1,65 \cdot 10^{-4} = \frac{5,5 \cdot A}{0,30} \rightarrow A = 9,0 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2.$$

Voor de breedte van de tape geldt: $b = \frac{A}{d} = \frac{9,0 \cdot 10^{-6}}{0,6 \cdot 10^{-3}} = 1,5 \cdot 10^{-2}$ m. Ze moet dus de smalle tape kiezen.

- gebruik van $\rho = \frac{RA}{l}$ 1
- inzicht dat $b = \frac{A}{d}$ 1
- completeren van de berekening en consequente conclusie 1

17 maximumscore 3

In schakeling 1 zijn de twee weerstanden **serie** geschakeld.

In schakeling 2 zijn de twee weerstanden **parallel** geschakeld.

De vervangingsweerstand van schakeling 1 is **groter dan** de vervangingsweerstand van schakeling 2.

De stroomsterkte die bij gelijke spanning loopt in schakeling 1 is **kleiner dan** de stroomsterkte in schakeling 2.

Het elektrisch vermogen van schakeling 1 is bij een gelijke spanning **kleiner dan** het elektrisch vermogen van schakeling 2.

- zinnen 1 en 2 beide goed 1
- zinnen 3 en 4 beide consequent met zinnen 1 en 2 1
- zin 5 consequent met zin 4 1

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

18 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

methode 1

$$\text{Er loopt een stroomsterkte } I = \frac{P}{U} = \frac{5,0}{3,7} = 1,35 \text{ A.}$$

$$\text{Dus voor de tijd geldt: } t = \frac{3,4}{1,35} = 2,5 \text{ h.}$$

Dit is langer dan de gestelde tijd van 2,0 h.

- gebruik van $P = UI$ 1
- inzicht dat $t = \frac{\text{capaciteit}}{I}$ 1
- completeren van de berekening en consequente conclusie 1

of

methode 2

Om aan de gestelde eis te voldoen is er voor de zool een batterij nodig met een energie-inhoud van $E = Pt = 5,0 \cdot 2,0 = 10 \text{ Wh}$.

$$\text{Dit komt overeen met een capaciteit van } \frac{E}{U} = \frac{10 \text{ Wh}}{3,7 \text{ V}} = 2,7 \text{ Ah.}$$

Dit is minder dan de echte capaciteit van de batterij, dus de batterij heeft voldoende capaciteit.

- gebruik van $E = Pt$ 1
- inzicht dat capaciteit $= \frac{E}{U}$ 1
- completeren van de berekening en consequente conclusie 1

Vloeibare telescoop

19 maximumscore 2

De baansnelheid v van het water is op plek I ten opzichte van plek II:

twee keer zo klein

De benodigde middelpuntzoekende kracht is op plek I ten opzichte van plek II:

twee keer zo klein

per goed antwoord

1

20 maximumscore 4

uitkomst: $v = 0,42 \text{ ms}^{-1}$

voorbeeld van een antwoord:

Uit figuur 5 volgt dat hoek α gelijk is aan 30 graden. Uit figuur 6 blijkt dat de omlooptijd 0,90 s is. Dan geldt voor de baansnelheid:

$$v = \frac{2\pi r}{T} = \frac{2\pi \cdot 6,0 \cdot 10^{-2}}{0,90} = 0,42 \text{ ms}^{-1}.$$

- bepalen van hoek α (met een marge van 2 graden) 1
- consequent bepalen van de omlooptijd (met een marge van 0,1 s) 1
- gebruik van $v = \frac{2\pi r}{T}$ 1
- completeren van de bepaling en significantie 1

21 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

Op de maan is de valversnelling g kleiner. (Hoek α en straal r blijven constant, dus) uit formule (1) volgt dat v kleiner moet zijn. Bob heeft gelijk.

- inzicht dat de valversnelling op de maan kleiner is 1
- consequente conclusie 1

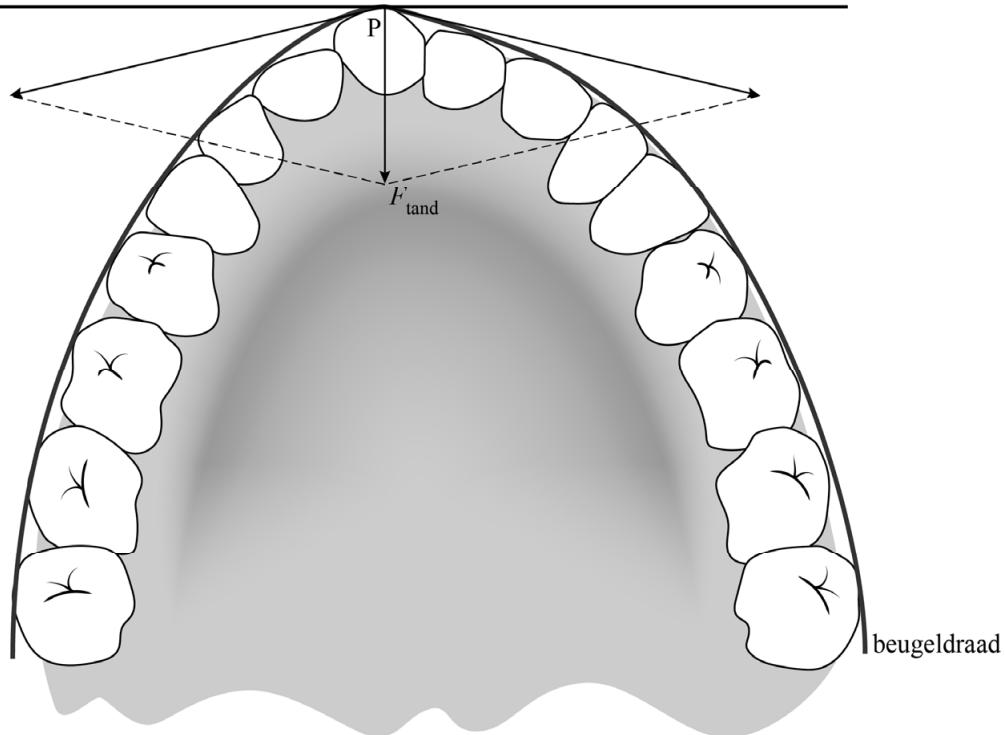
Beugel

22 maximumscore 5

uitkomst: $F_s = 28 \text{ N}$ (met een marge van 3 N)

voorbeeld van een antwoord:

-



Uit de grootte van F_{tand} volgt voor de schaal: $1,0 \text{ cm} \triangleq 5,7 \text{ N}$.

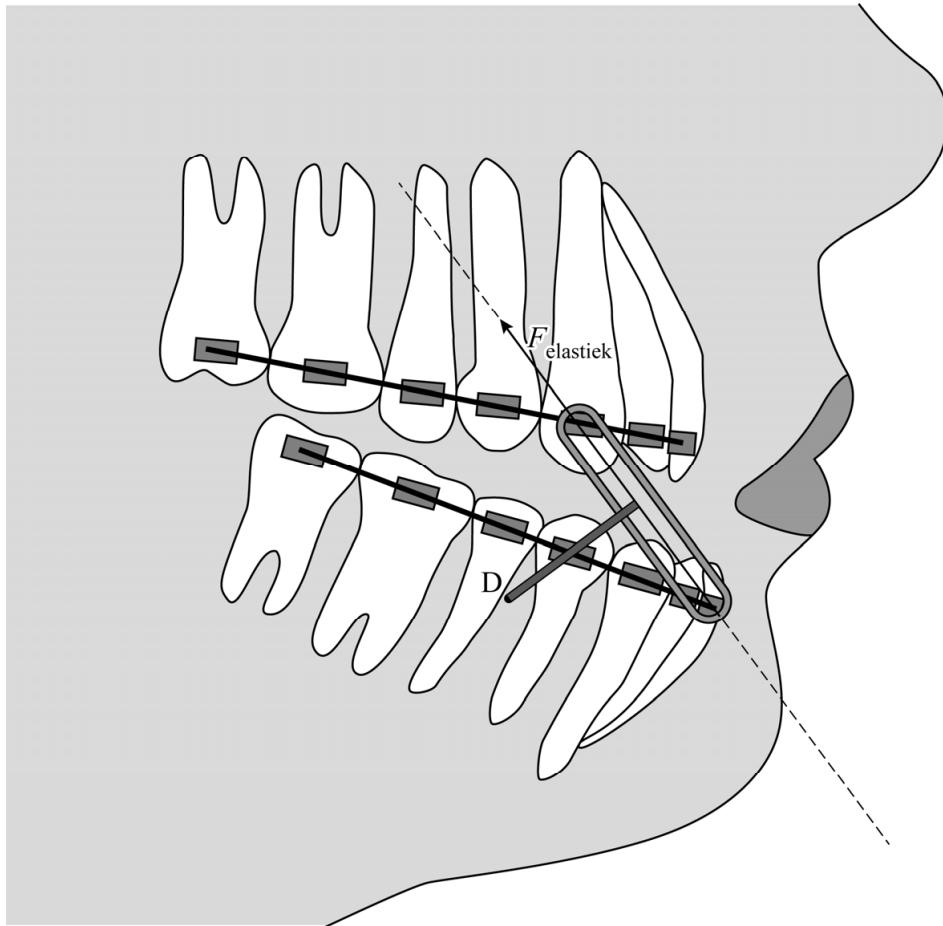
Uit de lengte van de pijl F_s volgt $F_s = 4,9 \cdot 5,7 = 28 \text{ N}$.

- Kracht F_{tand} op de tand wordt kleiner met het naar binnen bewegen van de tand.
- inzicht dat kracht F_{tand} ontbonden moet worden langs de stippellijnen 1
- toepassen van een juiste constructie 1
- bepalen van de schaal 1
- completeren van de bepaling en significantie 1
- consequente conclusie over de grootte van F_{tand} 1

23 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

-



- De lengte van de arm is 2,1 cm. Hieruit volgt voor het moment:

$$F_1 r_1 = F_2 r_2 \rightarrow 37 \cdot 10^{-3} = F_2 \cdot 2,1 \cdot 10^{-2} \rightarrow F_2 = 1,8 \text{ N}. \text{ Hiervoor is elastiekje 4 nodig.}$$

- intekenen van de arm 1
- gebruik van $F_1 r_1 = F_2 r_2$ met r_2 consequent bepaald (met een marge van 2 mm) 1
- completeren van de bepaling en consequente conclusie 1

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

24 maximumscore 3

De mond gaat bij de kiezen **minder ver** open dan bij de voortanden.

Om bij de kiezen een even grote kracht uit te oefenen als bij de voortanden, moet bij de kiezen dus gekozen worden voor een elastiek met een **grotere** veerconstante dan bij de voortanden.

Bij de kiezen moet **elastiekje I** worden gebruikt.

- eerste zin juist 1
- tweede zin consequent met de eerste 1
- derde zin consequent met de tweede 1

Bronvermeldingen

Muzikale schelp

figuur 1 Shutterstock 145334029, door Angelo Giampiccolo

Veilig ontsnappen

figuur 1 Shutterstock 1368464129, door Terry Kent

Uraniumkubus

figuur 1 Shutterstock 2228731171, door KevinCupp

figuur 2 door Timothy Koeth, 2021

Beugel

figuur 1 Shutterstock 119131489, door auleena

Alle overige figuren: Stichting Cito Instituut voor Toetsontwikkeling, 2025