

Beoordelingsmodel

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

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

Gasniveau meten

1 maximumscore 4

uitkomst: $t = 5,6 \text{ h} (= 2,0 \cdot 10^4 \text{ s})$

voorbeeld van een antwoord:

Er geldt: $E_{\text{ch}} = r_{\text{m}} m = 13,8 \cdot 6,1 = 84,2 \text{ kWh}$.

De tijd dat de barbecue hier op kan branden is

$$t = \frac{E}{P} = \frac{84,2}{15} = 5,6 \text{ h} (= 2,0 \cdot 10^4 \text{ s}).$$

- gebruik van $E_{\text{ch}} = r_{\text{m}} m$ 1
- gebruik van $E = Pt$ 1
- completeren van de berekening 1
- significantie 1

2 maximumscore 2

- De faseovergang van vloeibaar naar gasvormig propaan in de fles heet **verdampen** 1
- De faseovergang van waterdamp naar waterdruppels op de buitenzijde van de fles heet **condenseren** 1

3 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

In figuur 2 is te zien dat de gemeten frequentie van de toon afneemt tijdens het vullen.

Echter, in figuur 3 is te zien dat de golflengte van een staande golf in het propaangas zou afnemen tijdens het vullen.

Hoe korter de golflengte, hoe hoger de frequentie van het geluid moet worden (bij gelijkblijvende geluidssnelheid).

- inzicht dat de frequentie afneemt bij het vullen van de fles 1
- inzicht dat bij het vullen van de fles de golflengte kleiner zou worden 1
- inzicht in het verband tussen frequentie en golflengte 1

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

4 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:

Er passen 2 golflengtes op de omtrek van de fles.

$$\text{Dus: } \lambda = \frac{\ell}{2} = \frac{0,72}{2} = 0,36 \text{ m.}$$

$$\text{Hieruit volgt } v = f\lambda = 1,50 \cdot 10^3 \cdot 0,36 = 5,4 \cdot 10^2 \text{ ms}^{-1}.$$

De voortplantingssnelheid van geluid in staal is $5,1 \cdot 10^3 \text{ m s}^{-1}$ (Binas) of $5,79 \cdot 10^3 \text{ m s}^{-1}$ (Sciencedata).

De golfsnelheid is dus niet gelijk aan de voortplantingssnelheid in staal.

- inzicht dat $\lambda = \frac{\ell}{2}$ 1
- gebruik van $v = f\lambda$ 1
- opzoeken van v_{staal} 1
- completeren van de berekening en consequente conclusie 1

5 maximumscore 3

uitkomst: 45(%) (met een marge van 4%)

voorbeeld van een antwoord:

Er worden 20,5 trillingen geproduceerd tussen 4,0 ms en 20,0 ms, dus

$$T = \frac{20,0 \cdot 10^{-3} - 4,0 \cdot 10^{-3}}{20,5} = 7,80 \cdot 10^{-4} \text{ s.}$$

$$\text{Voor de frequentie geldt: } f = \frac{1}{T} = \frac{1}{7,80 \cdot 10^{-4}} = 1,28 \cdot 10^3 \text{ Hz.}$$

Aflezen in de ijkgrafiek levert een vulstand van 45%.

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

Noodstopstrook

6 maximumscore 3

uitkomst: $s = 1,6 \cdot 10^2$ m (met een marge van $0,2 \cdot 10^2$ m)

voorbeelden van een antwoord:

methode 1

De lengte komt overeen met de oppervlakte onder de grafiek tot $t = 9,0$ s.

De bepaling van de oppervlakte levert 31,5 grote hokjes.

Elk hokje komt overeen met $5,0 \cdot 1,0 = 5,0$ m.

Dus de lengte is $31,5 \cdot 5,0 = 1,6 \cdot 10^2$ m.

- inzicht dat de lengte overeenkomt met de oppervlakte onder de grafiek 1
- gebruik van een correcte methode om de oppervlakte te bepalen 1
- completeren van de bepaling en significantie 1

of

methode 2

Voor de lengte geldt: $s = v_{\text{gem}} t$. De gemiddelde snelheid is te bepalen

uit de grafiek. Dit levert $17,5 \text{ m s}^{-1}$.

Dus voor de lengte geldt: $s = 17,5 \cdot 9,0 = 1,6 \cdot 10^2$ m

- inzicht dat $s = v_{\text{gem}} t$ 1
- gebruik van een correcte methode om de gemiddelde snelheid te bepalen 1
- completeren van de bepaling en significantie 1

Opmerking

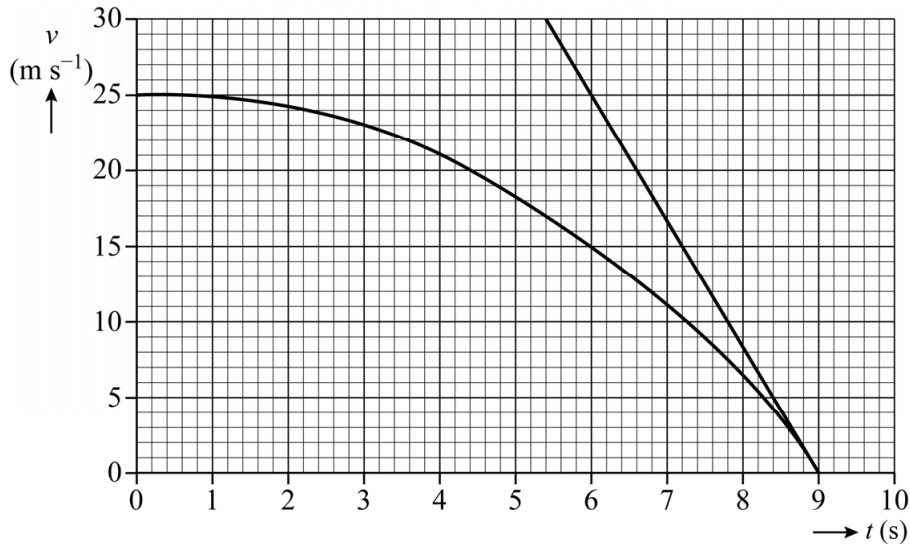
Aan een antwoord uitgaande van $s = v_{\text{begin}} t$ geen scorepunten toekennen.

7 maximumscore 5

voorbeeld van een antwoord:

$$\text{Er geldt: } a = \left(\frac{\Delta v}{\Delta t} \right)_{\text{raaklijn}} .$$

De vertraging is het grootste op het steilste deel van de grafiek, dus op $t = 9,0$ s.



$$\text{Hieruit volgt: } a = \left(\frac{\Delta v}{\Delta t} \right)_{\text{raaklijn}} = \frac{30,0 - 0}{9,0 - 5,4} = 8,3 \text{ ms}^{-2}.$$

$$\text{Dit is gelijk aan } \frac{8,3}{9,81} \cdot g = 0,85 \cdot g.$$

Deze vertraging is lager dan de ontwerp-eis.

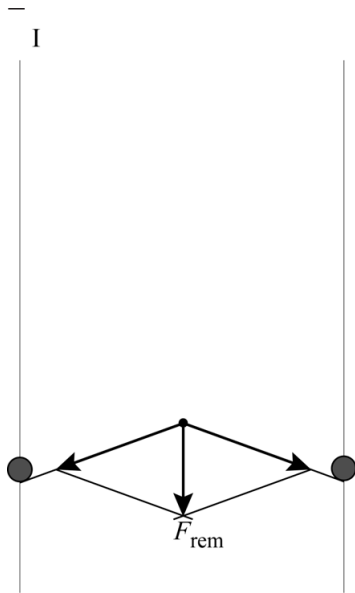
- tekenen van een raaklijn aan de grafiek op $t = 9,0$ s 1
- gebruik van $a = \left(\frac{\Delta v}{\Delta t} \right)_{\text{raaklijn}}$ 1
- bepalen van de versnelling tussen $a = 6,5 \text{ ms}^{-2}$ en $a = 10 \text{ ms}^{-2}$ 1
- inzicht dat $\frac{a}{g}$ of $0,90 \cdot g$ moet worden berekend 1
- completeren van de bepaling en consequente conclusie 1

8 maximumscore 2

- de schets begint bij $v = 25 \text{ ms}^{-1}$ en toont een in de tijd voortdurend toenemende vertraging en langere remtijd 1
- uit de schets blijkt het inzicht dat de oppervlakte onder de grafiek groter is dan die van de oorspronkelijke grafiek 1

9 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:



- In situatie II maken de spankrachten een kleinere hoek met elkaar. De resultante van deze krachten wordt daardoor groter. De remkracht F_{rem} wordt dus groter als de vrachtwagen verder het net inrijdt, (net als bij het grind).

- constructie van F_{rem} in situatie I 1
- inzicht dat in situatie II de resultante groter is (of: construeren van F_{rem} in situatie II) 1
- consequente conclusie 1

Opmerking

Als in situatie I alleen de hulplijnen zijn ingetekend, maar vector F_{rem} is niet getekend, de eerste deelscore niet toekennen.

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

10 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:

Voor de spanning in de stalen band geldt:

$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{2,0 \cdot 10^4}{5,0 \cdot 10^{-2} \cdot 3,0 \cdot 10^{-3}} = 1,33 \cdot 10^8 \text{ Nm}^{-2}.$$

De elasticiteitsmodulus van roestvrij staal is $0,20 \cdot 10^{12}$ Pa.

De relatieve rek in de kabel is dan gelijk aan $\varepsilon = \frac{\sigma}{E} = \frac{1,33 \cdot 10^8}{0,20 \cdot 10^{12}} = 6,67 \cdot 10^{-4}$.

Dit komt overeen met een relatieve rek van $6,7 \cdot 10^{-2} \%$, dus veel minder dan 10%.

- gebruik van $\sigma = \frac{F}{A}$ 1
- inzicht dat $A = \text{breedte band} \cdot \text{dikte band}$ 1
- gebruik van $\varepsilon = \frac{\sigma}{E}$ met opzoeken van E 1
- completeren van de berekening en consequente conclusie 1

Opmerking

Sciencedata geeft $E_{\text{rvs}} = 195 \cdot 10^9$ Pa.

11 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

Voor de tweede wet van Newton geldt: $F_{\text{res}} = ma$. Vrachtwagens met een kleine massa m ondervinden dus een grote vertraging. Door de remkracht van het eerste net kleiner te maken, wordt voorkomen dat bij kleine vrachtwagens de vertraging boven de maximaal toegestane a komt.

- inzicht dat uit de tweede wet van Newton volgt dat (bij gelijke F_{rem}) vrachtwagens met een kleine massa een grotere vertraging ondervinden/ dat (bij een bepaalde a_{max}) vrachtwagens met een kleine massa door een kleinere remkracht moeten worden afgeremd 1
- inzicht dat minder trommels voor een kleinere F_{rem} door het eerste vangnet zorgen 1

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

12 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:

De vrachtwagen heeft een kinetische energie van

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \cdot 60 \cdot 10^3 \cdot 24^2 = 1,73 \cdot 10^7 \text{ J.}$$

Eén trommel kan een arbeid verrichten van

$$W = Fs = 2,0 \cdot 10^4 \cdot 61 = 1,22 \cdot 10^6 \text{ J.}$$

Hieruit volgt: $n_{\text{trommels}} = \frac{1,73 \cdot 10^7}{1,22 \cdot 10^6} = 14,2$. Dit is minder dan 16 trommels.

De drie netten kunnen de vrachtwagen stoppen.

- gebruik van $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ 1
- gebruik van $W = Fs$ 1
- inzicht dat $n_{\text{trommels}} = \frac{E_k}{W_{\text{trommel}}}$ 1
- completeren van de berekening en consequente conclusie 1

Kosmische explosie

13 A

14 maximumscore 5

voorbeeld van een antwoord:

Voor de golflengte van de fotonen geldt:

$$E = hf = \frac{hc}{\lambda} \rightarrow \lambda = \frac{hc}{E} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 3,00 \cdot 10^8}{1,0 \cdot 1,60 \cdot 10^{-19}} = 1,24 \cdot 10^{-6} \text{ m.}$$

Voor de grootte die de lensdiameter van Hubble moet hebben om de twee sterren afzonderlijk te kunnen zien, geldt:

$$\frac{1,22 \cdot \lambda}{D} = \frac{d}{\ell} \rightarrow D = \frac{1,22 \cdot \lambda \cdot \ell}{d} = \frac{1,22 \cdot 1,24 \cdot 10^{-6} \cdot 1,70 \cdot 10^{19}}{4,18 \cdot 10^9} = 6,2 \cdot 10^3 \text{ m.}$$

Deze benodigde diameter is veel groter dan de echte diameter, dus Hubble kan de twee sterren niet afzonderlijk waarnemen.

- gebruik van $E = hf$ en $c = f\lambda$ 1
- omrekenen van eV naar J 1
- gebruik van $\frac{1,22 \cdot \lambda}{D} = \frac{d}{\ell}$ 1
- completeren van de berekening 1
- consequente conclusie 1

Opmerking

Als een kandidaat voor het bepalen van de golflengte gebruik maakt van Binas tabel 19B of Sciencedata tabel 5.1c, kunnen de eerste en tweede deelscore worden toegekend.

15 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

Uit het verband $\frac{d^3}{T^2} = k$ volgt dat wanneer de waarde voor d kleiner wordt

(en k constant is) de waarde voor T ook afneemt. Als T afneemt volgt (uit

$f = \frac{1}{T}$) dat de waargenomen frequentie toeneemt.

- inzicht dat uit formule (2) volgt dat de omlooptijd T afneemt 1
- consequente conclusie 1

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

16 **maximumscore 4**
uitkomst: periode 2

voorbeeld van een antwoord:
methode 1

$$\text{Er geldt: } \Delta t = \frac{s}{v} = \frac{s}{c} = \frac{1,70 \cdot 10^{19}}{2,998 \cdot 10^8} = 5,67 \cdot 10^{10} \text{ s.}$$

$$\text{Dit is } \frac{5,67 \cdot 10^{10}}{365 \cdot 24 \cdot 3600} = 1798 \text{ jaar.}$$

De samensmelting zou dan volgens de voorspelling hebben plaatsgevonden rond het jaar $2023 - 1798 = 225$, dus in periode 2.

- gebruik van $s = vt$ met $v = c$ 1
- omrekenen van seconde naar jaar 1
- inzicht dat geldt: jaartal = $2023 - t$ 1
- completeren van de berekening en consequente conclusie 1

of

methode 2

De afstand tot de dubbelster kan uitgedrukt worden in lichtjaar. Hiervoor geldt:

$$s = \frac{1,70 \cdot 10^{19}}{9,461 \cdot 10^{15}} = 1797 \text{ lichtjaar. Het licht is dus 1797 jaar onderweg geweest.}$$

De samensmelting heeft dan volgens de voorspelling plaatsgevonden rond het jaar $2023 - 1797 = 226$, dus in periode 2.

- inzicht dat $s_{\text{lichtjaar}} = \frac{s_m}{9,461 \cdot 10^{15}}$ 1
- inzicht dat licht in een jaar een afstand aflegt van een lichtjaar 1
- inzicht dat geldt: jaartal = $2023 - t$ 1
- completeren van de berekening en consequente conclusie 1

Radioactieve rook

17 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

De halveringstijden van alle isotopen tot aan Pb-210 zijn veel korter dan twee jaar, terwijl Pb-210 zelf een heel lange halveringstijd heeft. Die isotopen vervallen dus snel tot Pb-210, terwijl dat zelf maar langzaam vervalt in de volgende isotoop.

- inzicht dat het verval tot aan Pb-210 snel gaat door relatief korte halveringstijden 1
- inzicht dat Pb-210 langzaam vervalt door een relatief lange halveringstijd 1

18 maximumscore 3

uitkomst: massapercentage Po-210 = $8 \cdot 10^{-15}$ (%)

voorbeeld van een antwoord:

De massa van Po-210 in een sigaret is

$$m_{\text{totaal Po}} = N \cdot m_{\text{Po}} = 2 \cdot 10^5 \cdot 210 \cdot 1,66 \cdot 10^{-27} = 7,0 \cdot 10^{-20} \text{ kg.}$$

$$\frac{m_{\text{totaal Po}}}{m_{\text{totaal}}} = \frac{7,0 \cdot 10^{-20}}{0,90 \cdot 10^{-3}} = 8 \cdot 10^{-17}. \text{ Dit is } 8 \cdot 10^{-15} \text{ \%.}$$

- inzicht dat $m_{\text{totaal Po}} = N \cdot m_{\text{Po}}$ 1
- inzicht dat de verhouding $\frac{m_{\text{totaal Po}}}{m_{\text{totaal}}}$ gevraagd wordt 1
- completeren van de berekening 1

19 maximumscore 3

Voorbeeld van een antwoord:

Volgens formule (1) is Po-210 in de longen zo gevaarlijk omdat:

- 1 De α -straling een grote weegfactor heeft.
- 2 De bestraalde massa klein is.
- 3 De tijd van het bestralen lang is.

- inzicht dat α -straling een (relatief) grote weegfactor w_R heeft 1
- inzicht dat (door de hotspots) de bestraalde massa m klein is 1
- inzicht dat (door het vastplakken) de tijd van het bestralen Δt lang is 1

Zelfbouw zaklamp

20 maximumscore 4

uitkomst: 3 accu's

voorbeeld van een antwoord:

– Voor de spanning over de led geldt:

$$U = \frac{P}{I} = \frac{1,0 \cdot 10^2}{3,0} = 33,3 \text{ V.}$$

Om deze spanning te bereiken zijn $\frac{33,3}{11,1} = 3$ accu's nodig.

– De accu's staan in serie.

- gebruik van $P = UI$ 1
- inzicht dat $n_{\text{accu's}} = \frac{U_{\text{led}}}{U_{\text{accu}}}$ 1
- completeren van de berekening 1
- keuze voor serie 1

21 maximumscore 4

uitkomst: $t = 13$ (minuten)

voorbeeld van een antwoord:

Voor de tijd dat het accupakket 1 led kan voeden geldt:

$$t_{\text{led}} = \frac{\text{capaciteit}}{I_{\text{led}}} = \frac{5,0}{3,0} = 1,67 \text{ h.}$$

Voor 8 leds geldt:

$$t = \frac{t_{\text{led}}}{8} = \frac{1,67}{8} = 0,21 \text{ h.}$$

Dit komt overeen met $0,21 \cdot 60 = 13$ minuten.

- inzicht dat $t = \frac{\text{capaciteit}}{I}$ 1
- toepassen van de factor 8 1
- omrekenen van uren naar minuten 1
- completeren van de berekening 1

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

22 maximumscore 5

uitkomst: $t = 32$ s

voorbeeld van een antwoord:

Voor de warmte die het water in één koelblok heeft opgenomen zodra het kookt geldt:

$$Q = cm\Delta T = 4,18 \cdot 10^3 \cdot 25 \cdot 10^{-3} \cdot (100 - 20) = 8,36 \cdot 10^3 \text{ J.}$$

De 4 leds op een koelblok leveren per seconde een warmte van:

$$P_{\text{warmte}} = 4 \cdot (1,00 - 0,35) \cdot 1,0 \cdot 10^2 = 2,60 \cdot 10^2 \text{ W.}$$

Voor de tijd geldt:

$$t = \frac{Q}{P_{\text{warmte}}} = \frac{8,36 \cdot 10^3}{2,60 \cdot 10^2} = 32 \text{ s.}$$

- gebruik van $Q = cm\Delta T$ met opzoeken van c 1
- inzicht dat $P_{\text{warmte}} = (1 - \eta) \cdot P_{\text{led}}$ 1
- toepassen van factor 4 1
- inzicht dat $t = \frac{Q}{P}$ 1
- completeren van de berekening 1

23 maximumscore 2

plek	situatie	belangrijkste vorm van warmtetransport
I	warmtetransport door de wand van het koelblok	geleiding
II	warmtetransport van koelblok naar radiator	stroming
III	warmtetransport van de radiator naar de omgeving door het draaien van de ventilator	stroming

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

24 B

25 B

Bronvermeldingen

Gasniveau meten

figuur 1 Shutterstock 144992224 door Tab62

Noodstopstrook

figuur 1 <https://nl.m.wikipedia.org/wiki/Bestand:A7-Notbremsweg.jpg> door Presse03

figuren 3, 4, 7 Impact Absorption

Kosmische explosie

figuur 1 Shutterstock 194177834 door Marcel Clemens

Radioactieve rook

figuur 1 Shutterstock 239133820 door Marcin Jucha

Zelfbouw zaklamp

figuren 3 en 4 Samm Sheperd

Alle overige figuren: Stichting Cito Instituut voor Toetsontwikkeling, 2023