Beoordelingsmodel

Vraag	Antwoord	Scores

Opgave 1 Onderwatergeluid

1 **maximumscore 3**

uitkomst: 3,28 km

voorbeeld van een berekening:

Uit Binas volgt: $v_{\text{zeewater}} = 1{,}51 \cdot 10^3 \text{ m s}^{-1}$.

Het geluid heeft afgelegd: $s = v_{\text{zeewater}} t = 1{,}51 \cdot 10^3 \cdot 4{,}35 = 6{,}569 \cdot 10^3$ m.

De afstand van het schip tot de rots is dan: $\dfrac{6{,}569 \cdot 10^3}{2} = 3{,}28$ km.

- opzoeken van de geluidssnelheid in zeewater 1
- gebruik van $s = vt$ 1
- completeren van de berekening 1

2 **maximumscore 3**

voorbeeld van een antwoord:

$$v = \lambda f \rightarrow \lambda = \frac{v}{f} = \frac{1{,}51 \cdot 10^3}{2{,}0 \cdot 10^3} = 0{,}76 \text{ m.}$$

De golflengte is groter dan de afmetingen van de vis, daarom zal er buiging om de vis optreden. Er vindt dus minder (geen) terugkaatsing plaats. Een afzonderlijke vis kan hiermee minder goed (niet) opgespoord worden.

- gebruik van $v = \lambda f$ 1
- berekenen van λ 1
- inzicht dat er vanwege buiging minder terugkaatsing optreedt omdat de afmeting van het voorwerp kleiner is dan de golflengte 1

Opmerking

Dezelfde foutieve geluidssnelheid gebruikt als in de vorige vraag: geen aftrek.

Vraag	Antwoord	Scores

3 **maximumscore 3**

uitkomst: $P_{\text{bron}} = 1{,}1 \cdot 10^8$ W

voorbeeld van een berekening:

Voor het geluids(druk)niveau geldt: $L = 10 \log\left(\dfrac{I}{I_0}\right) \rightarrow 160 = 10 \log\left(\dfrac{I}{10^{-12}}\right)$.

Hieruit volgt dat $I = 1{,}0 \cdot 10^4$ Wm^{-2}, dus dat

$P_{\text{bron}} = I \cdot 4\pi r^2 = 1{,}0 \cdot 10^4 \cdot 4\pi \cdot 30^2 = 1{,}1 \cdot 10^8$ W.

- gebruik van $L = 10 \log\left(\dfrac{I}{I_0}\right)$ met $I_0 = 10^{-12}$ Wm^{-2} 1
- gebruik van $I = \dfrac{P_{\text{bron}}}{4\pi r^2}$ 1
- completeren van de berekening 1

Vraag	Antwoord	Scores

4 **maximumscore 4**

voorbeelden van een antwoord:

methode 1

De afstand is $\dfrac{1{,}0\cdot 10^6\ \text{m}}{30\ \text{m}} = 3{,}33\cdot 10^4$ keer zo groot geworden.

De intensiteit is $\left(3{,}33\cdot 10^4\right)^2 = 1{,}11\cdot 10^9$ keer zo klein geworden.

Het geluids(druk)niveau is met $10\cdot\log(1{,}11\cdot 10^9) = 90\ \text{dB}$ afgenomen.
Er blijft over: $160 - 90 = 70$ dB.
Dat is meer dan 50 dB, dus ze hebben er last van.

- inzicht dat de intensiteit van het geluid afneemt met het kwadraat van de afstand — 1
- berekenen van de afname van het geluids(druk)niveau — 1
- berekenen van het geluids(druk)niveau — 1
- conclusie — 1

methode 2

$$L = 10\log\left(\frac{I}{I_0}\right) = 10\log\left(\frac{\frac{P_{\text{bron}}}{4\pi r^2}}{10^{-12}}\right) = 10\log\left(\frac{\frac{1{,}13\cdot 10^8}{4\pi\cdot 1{,}0\cdot 10^{12}}}{10^{-12}}\right) = 70\ \text{dB}.$$

Dat is meer dan 50 dB, dus ze hebben er last van.

- gebruik van $L = 10\log\left(\dfrac{I}{I_0}\right)$ met $I_0 = 10^{-12}\ \text{Wm}^{-2}$ — 1
- gebruik van $I = \dfrac{P_{\text{bron}}}{4\pi r^2}$ — 1
- completeren van de berekening — 1
- conclusie — 1

Opmerkingen
Wanneer gebruik gemaakt wordt van een foutief antwoord voor P_{bron} in de vorige vraag: geen aftrek.

Vraag	Antwoord	Scores

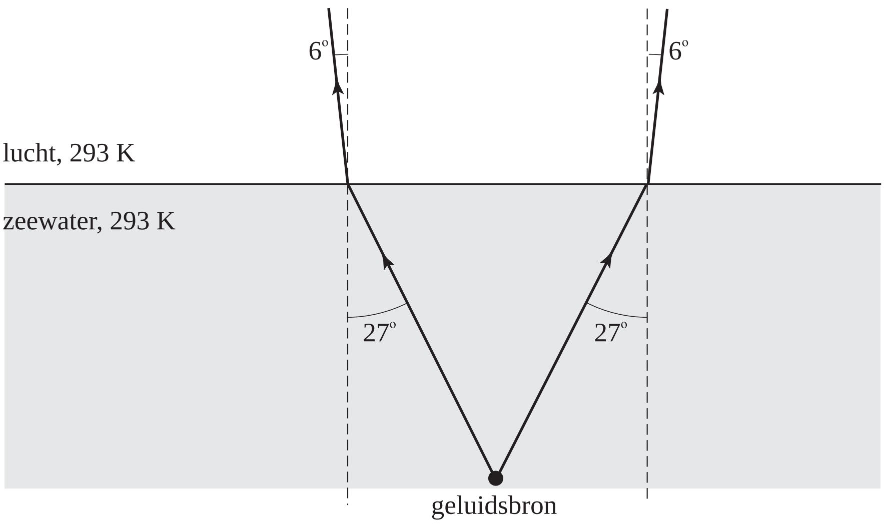
5 **maximumscore 5**

voorbeeld van een antwoord:

Voor de brekingsindex geldt: $n = \dfrac{v_{\text{zeewater}}}{v_{\text{lucht}}} = \dfrac{1{,}51 \cdot 10^3}{343} = 4{,}40.$

Opmeten: $i = 27^{\text{o}}$.

Er geldt: $\dfrac{\sin\ i}{\sin\ r} = n$. Invullen van i en n levert: $r = 5{,}9^{\text{o}}$.



- berekenen van de brekingsindex — 1
- opmeten van de invalshoek (met een marge van 2°) — 1
- gebruik van $\dfrac{\sin\ i}{\sin\ r} = n$ — 1
- berekenen van r — 1
- tekenen van de gebroken geluidstralen — 1

Opmerkingen

1 *Slechts één van de twee geluidstralen getekend: 1 punt aftrek.*

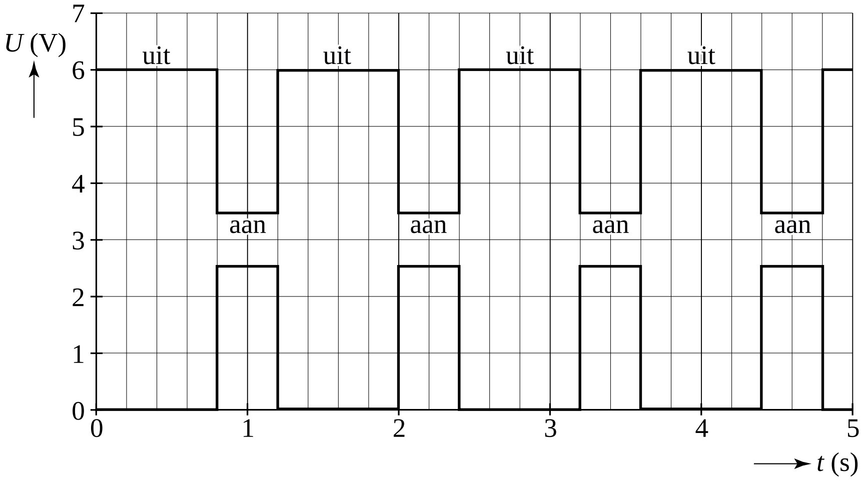
2 *Dezelfde foutieve geluidssnelheid gebruikt als in vraag 1: geen aftrek.*

Vraag	Antwoord	Scores

Opgave 2 Knipperlampje

6 maximumscore 3

antwoord:



- tekenen van een blokfunctie met dezelfde intervallen als die van het lampje 1
- inzicht dat de spanning 0 V is als het lampje uit is 1
- inzicht dat de spanning 2,5 V is als het lampje aan is 1

7 maximumscore 3

uitkomst: $R = 6,3\ \Omega$

voorbeelden van een berekening:

methode 1

Bij een serieschakeling geldt: $R_{\text{totaal}} = R_{\text{lampje}} + R$,

Dus $\dfrac{6,00}{0,400} = \dfrac{3,5}{0,400} + R$, hieruit volgt $R = 6,3\ \Omega$

- inzicht dat $R_{\text{totaal}} = R_{\text{lampje}} + R$ 1
- berekenen van R_{lampje} en R_{totaal} 1
- completeren van de berekening 1

Vraag	Antwoord	Scores

methode 2

Voor de weerstand R geldt: $R = \dfrac{U_R}{I}$, waarin $U_R = 2{,}5$ V en $I = 0{,}400$ A.

Hieruit volgt dat $R = \dfrac{2{,}5}{0{,}400} = 6{,}3\ \Omega$.

- inzicht dat $R = \dfrac{U_R}{I}$ 1
- inzicht dat $U_R = 2{,}5$ V en $I = 0{,}400$ A 1
- completeren van de berekening 1

Opmerkingen

– *Als bij de beantwoording van vraag 1 het inzicht ontbrak dat* $U_R = 2{,}5$ V *en dat inzicht ook hier ontbreekt of de foutieve waarde van vraag 1 is overgenomen, mag de tweede deelscore niet worden toegekend.*

– *Een oplossing in de trant van* $R = \dfrac{6{,}00}{0{,}400} = 15{,}0\ \Omega$*: 1 punt.*

8 maximumscore 5

uitkomst: $\Delta T = 90$ K

voorbeeld van een berekening:

Bij één keer knipperen is het lampje 0,40 s aan.

Voor de elektrische energie geldt: $E = UIt$, waarin $U = 3{,}5$ V, $I = 0{,}400$ A en $t = 0{,}40$ s. Hieruit volgt dat $E = 3{,}5 \cdot 0{,}400 \cdot 0{,}40 = 0{,}56$ J.

$$Q = \left(c_{\text{messing}} \cdot m_{\text{messing}} + c_{\text{roestvrijstaal}} \cdot m_{\text{roestvrijstaal}}\right)\Delta T$$

$$Q = 0{,}3E$$

$$0{,}3 \cdot 0{,}56 = \left(0{,}38 \cdot 10^3 \cdot 2{,}5 \cdot 10^{-6} + 0{,}46 \cdot 10^3 \cdot 2{,}0 \cdot 10^{-6}\right)\Delta T$$

$$\Delta T = 90\ \text{K}$$

- inzicht dat het lampje 0,40 s van één periode aan is 1
- inzicht dat $E = UIt$ 1
- inzicht dat $Q = cm\Delta T$ en $Q = 0{,}3E$ 1
- opzoeken in BINAS de waarden van c_{messing} en $c_{\text{roestvrijstaal}}$ 1
- completeren van de berekening 1

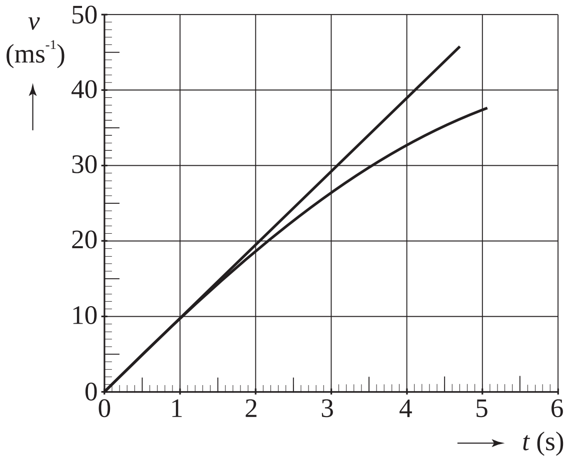
Vraag	Antwoord	Scores

9 **maximumscore 2**
voorbeeld van een antwoord:
Er wordt in het lampje minder warmte per minuut ontwikkeld (omdat de spanning over / de stroom door het lampje kleiner is). Daardoor stijgt de temperatuur van het bimetaal langzamer en wordt de temperatuur waarbij het contact verbroken wordt later bereikt.

- constatering dat er per minuut minder warmte wordt ontwikkeld in het lampje 1
- inzicht dat het daardoor langer duurt voordat het contact verbroken wordt 1

Opgave 3 Valtoren

10 **maximumscore 4**
voorbeeld van een antwoord:



De tijdsduur voor 110 m vallen volgt uit:
$s = \frac{1}{2}gt^2 \rightarrow 110 = \frac{1}{2} \cdot 9{,}81 \cdot t_{\text{eind}}{}^2 \rightarrow t_{\text{eind}} = 4{,}736$ s.
Voor de eindsnelheid geldt: $v_{\text{eind}} = gt_{\text{eind}} = 9{,}81 \cdot 4{,}736 = 46{,}5$ m s^{-1}.
De grafiek is dus een rechte vanaf het punt (0;0) tot punt (4,7;46,5).

- gebruik van $s = \frac{1}{2}gt^2$ of inzicht dat $E_z = E_k$ 1
- berekenen van t_{eind} 1
- berekenen van v_{eind} 1
- tekenen van een rechte lijn door (0;0) en tot $(t_{\text{eind}};v_{\text{eind}})$ 1

Vraag	Antwoord	Scores

11 **maximumscore 4**
uitkomst: $m_{\text{lucht}} = 1,4 \cdot 10^3$ kg

voorbeeld van een berekening:

$$V_{\text{lucht}} = \pi r^2 h = \pi \left(\frac{3,5}{2}\right)^2 \cdot 120 = 1,15 \cdot 10^3 \text{ m}^3$$

$$pV_{\text{lucht}} = nRT \rightarrow 1025 \cdot 10^2 \cdot 1,15 \cdot 10^3 = n \cdot 8,31 \cdot (273 + 20) \rightarrow n = 4,84 \cdot 10^4 \text{ mol}$$

$$m_{\text{lucht}} = n \cdot molaire\ massa = n \cdot 28,8 \cdot 10^{-3} = 1,4 \cdot 10^3 \text{ kg}$$

- inzicht dat $V_{\text{lucht}} = \pi r^2 h$ — 1
- gebruik van $pV = nRT$ met R opgezocht — 1
- inzicht dat m = aantal mol·molaire massa — 1
- completeren van de berekening — 1

12 **maximumscore 3**
uitkomst: $F_{\text{gew}} = 7,5 \cdot 10^{-9}$ N

voorbeeld van een berekening:
Voor het gewicht geldt: $F_{\text{gew}} = mg \cdot 10^{-6}$.
De massa is gelijk aan: $m = \rho V = 0,76 \cdot 10^3 \cdot 1,0 \cdot 10^{-6} = 7,6 \cdot 10^{-4}$ kg.
Hieruit volgt $F_{\text{gew}} = 7,6 \cdot 10^{-4} \cdot 9,81 \cdot 10^{-6} = 7,5 \cdot 10^{-9}$ N.

- inzicht dat $F_{\text{gew}} = mg \cdot 10^{-6}$ — 1
- inzicht dat $m = \rho V$ en opzoeken van ρ — 1
- completeren van de berekening — 1

13 **maximumscore 2**
voorbeeld van een antwoord:
Zolang (vrijwel) alleen de zwaartekracht op de capsule werkt, is de vloeistof (vrijwel) gewichtloos, dus van $t = 0,0$ tot $t = 9,5$ s.

- inzicht dat de tijdsduur van gewichtloosheid gelijk is aan de tijdsduur dat op de capsule vrijwel alleen de zwaartekracht werkt — 1
- consequente conclusie — 1

14 **maximumscore 5**

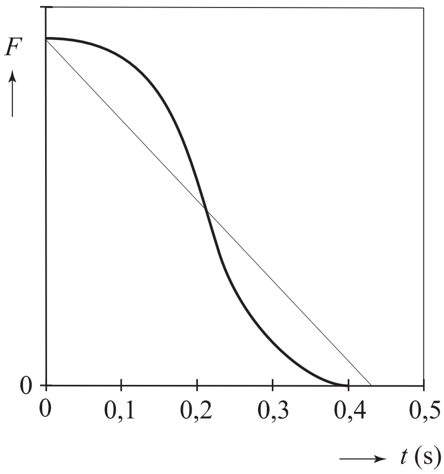
uitkomst: $F_{\text{katapult,max}} = 2{,}8 \cdot 10^4\ \text{N}$ (met een marge van $0{,}3 \cdot 10^4\ \text{N}$)

voorbeeld van een bepaling:
Tijdens het wegschieten geldt: $F_{\text{katapult,gem}}\, \Delta t - F_{\text{z}}\, \Delta t = m\, \Delta v$.

De waarde van $F_{\text{katapult,gem}}\, \Delta t$ is gelijk aan de oppervlakte onder de (F,t)-grafiek.

De snelheid die de capsule krijgt, is gelijk aan de snelheid waarmee hij neerkomt. Deze snelheid kan op tenminste drie manieren bepaald/berekend worden:
– deze snelheid is gelijk aan de steilheid van de raaklijn aan de (h,t)-grafiek op t = 0 s;
– de snelheid kan berekend worden met behulp van $mg\Delta h = \frac{1}{2} mv^2$;
– de snelheid kan berekend worden met behulp van $s = \frac{1}{2} gt^2$ en $v = gt$.

De snelheid die de capsule krijgt, is gelijk aan 46,5 m s^{-1}.
De oppervlakte onder de grafiek kan benaderd worden met een driehoek:



De oppervlakte van deze driehoek is $\frac{1}{2} F_{\text{katapult,max}} \cdot 0{,}43$.

Invullen geeft:
$\frac{1}{2} F_{\text{katapult,max}} \cdot 0{,}43 - 120 \cdot 9{,}81 \cdot 0{,}40 = 120 \cdot 46{,}5 \rightarrow F_{\text{katapult,max}} = 2{,}8 \cdot 10^4$ N.

- inzicht dat $F_{\text{katapult,gem}}\, \Delta t - F_{\text{z}}\, \Delta t = m\, \Delta v$ — 1
- inzicht dat $F_{\text{katapult,gem}}\, \Delta t$ overeenkomt met de oppervlakte onder het (F,t)-diagram — 1
- inzicht in het bepalen/berekenen van de snelheid op het tijdstip dat de capsule loskomt van de katapult — 1
- bepaald of berekend dat deze snelheid gelijk is aan 46,5 m s^{-1} met een marge van 4 m s^{-1} — 1
- completeren van de bepaling — 1

Vraag	Antwoord	Scores

Opmerking
Wanneer een foutief berekende snelheid uit vraag 10 is gebruikt of dezelfde foutieve berekening van de snelheid als in vraag 10 is herhaald: geen aftrek.

Opgave 4 Quantumneus

15 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:
Het elektron kan zich alleen in A bevinden als zijn energie gelijk is aan een energieniveau van A. Volgens figuur 12 heeft het elektron in D een energie die met geen enkel energieniveau van A overeenkomt. Het moet dus energie opnemen of kwijtraken.

- inzicht dat het elektron een energie moet hebben die overeenkomt met een energieniveau van A — 1
- inzicht dat zijn energie in D met geen enkel energieniveau van A overeenkomt — 1

16 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:
Een energieniveau is volledig bezet als het een even aantal (meestal twee) elektronen bevat. Omdat in de grondtoestand de niveaus vanaf het laagste niveau volledig worden gevuld, blijft er dus voor het hoogst bezette niveau een oneven aantal elektronen over. Dit niveau is dus niet volledig bezet.

- gebruik van het Pauliverbod — 1
- inzicht dat je moet opvullen vanaf het laagste niveau totdat alle elektronen op zijn en conclusie — 1

17 maximumscore 3

uitkomst: $\Delta E = 2{,}32 \cdot 10^{-20}$ J (0,145 eV)

voorbeeld van een berekening:
Het kleinste energieverschil hoort bijvoorbeeld bij de overgang van $n = 1$ naar $n = 2$. Dus

$$\Delta E = \left[h\left(2\cdot 2-1\right) f_1\right] - \left[h\left(2\cdot 1-1\right) f_1\right] = 2\cdot hf_1$$

$$\Delta E = 2\cdot 6{,}63\cdot 10^{-34}\cdot 1{,}75\cdot 10^{13} = 2{,}32\cdot 10^{-20} \text{ J } (0{,}145 \text{ eV})$$

- inzicht dat het kleinste verschil hoort bij een overgang met $\Delta n = 1$ — 1
- afleiden dat $\Delta E = 2hf_1$ — 1
- completeren van de berekening — 1

Vraag	Antwoord	Scores

18 **maximumscore 4**

uitkomst: $n_{max} = 12$

voorbeeld van een berekening:

Bij de overgang van toestand n naar de grondtoestand is $\Delta E = (2n-2)hf_1$.

Omdat de minimale golflengte λ_{min} van infraroodstraling gelijk is aan 750 nm, is maximale energie van infraroodstraling gelijk aan

$$E_{max} = \frac{hc}{\lambda_{min}} = \frac{6,63\cdot10^{-34}\cdot3,0\cdot10^{8}}{7,50\cdot10^{-7}} = 2,65\cdot10^{-19}\ \text{J}.$$

Uit $\Delta E = E_{max}$ volgt nu: $2n-2 = \dfrac{2,65\cdot10^{-19}}{6,63\cdot10^{-34}\cdot1,75\cdot10^{13}} \rightarrow n = 12,4$.

Dus is $n_{max} = 12$.

- inzicht dat $\Delta E = E_n - E_1$ — 1
- berekenen of opzoeken van de maximale energie van infraroodstraling — 1
- completeren van de berekening — 1
- consequente keuze van een geheel getal voor n_{max} — 1

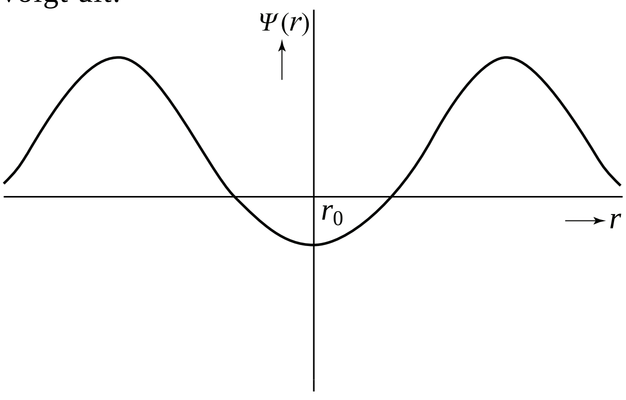
Opmerking

Als gebruik gemaakt van $\Delta E = (2n-1)hf_1$*: maximaal 2 punten.*

19 **maximumscore 3**

voorbeeld van een antwoord:

$n = 3$, want er zijn 3 maxima in de kansfunctie. De golffunctie ziet er als volgt uit:



- inzicht in de juiste waarde voor n — 1
- golffunctie zowel onder als boven de as met $\Psi = 0$ — 1
- het dal is minder diep dan de twee bergen — 1

Opmerking

Golffunctie gespiegeld ten opzichte van de as met $\Psi = 0$*: goed rekenen.*

Golffunctie eindigt aan beide randen op $\Psi = 0$*: goed rekenen.*

Vraag	Antwoord	Scores

20 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

Hoe verder van het midden af, hoe groter de potentiële energie, dus hoe kleiner de kinetische energie van de trillende atomen. Als de kinetische energie afneemt, wordt de golflengte groter (de kromming van de golffunctie wordt kleiner) en daarmee neemt dus ook de breedte van de piek toe.

- inzicht dat met het toenemen van de potentiële energie de kinetische energie afneemt 1
- inzicht dat dit betekent dat de golflengte groter is naarmate je verder van het midden af zit 1

Opgave 5 Vliegwiel

21 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

De deeltjes van het vliegwiel die zich dichter bij de as bevinden, hebben een kleinere (baan)snelheid dan deeltjes aan de buitenrand. Daarom hebben ze ook een kleinere kinetische energie. Daarom is de totale kinetische energie bij rotatie dus kleiner dan $\frac{1}{2}mv_{\text{rand}}^2$.

- inzicht dat deeltjes dichter bij de as een kleinere (baan)snelheid hebben dan op de rand 1
- inzicht dat dus de rotatie-energie kleiner is dan $\frac{1}{2}mv_{\text{rand}}^2$ 1

22 maximumscore 3

uitkomst: $\text{toerental} = 1{,}19 \cdot 10^4\ (\text{min}^{-1})$

voorbeeld van een berekening:

Voor de omloopstijd T geldt: $T = \dfrac{2\pi r}{v} = \dfrac{2\pi \cdot \frac{1}{2} \cdot 1{,}60}{1000} = 5{,}027 \cdot 10^{-3}$ s.

Voor de frequentie geldt dan: $f = \dfrac{1}{T} = \dfrac{1}{5{,}027 \cdot 10^{-3}} = 198{,}9$ Hz.

Het toerental is dan: $199 \cdot 60 = 1{,}19 \cdot 10^4\ (\text{min}^{-1})$.

- inzicht dat $T = \dfrac{2\pi r}{v}$ 1
- gebruik van $f = \dfrac{1}{T}$ en inzicht dat $\text{toerental} = f \cdot 60$ 1
- completeren van de berekening 1

Vraag	Antwoord	Scores

23 **maximumscore 3**

uitkomst: $\dfrac{F_{\text{mpz}}}{F_{\text{z}}} = 1{,}27 \cdot 10^5$

voorbeeld van een berekening:
De hechtende kracht moet minstens gelijk zijn aan de middelpuntzoekende kracht F_{mpz}.

$$F_{\text{mpz}} = \frac{mv^2}{r}$$

$$\frac{F_{\text{mpz}}}{F_{\text{z}}} = \frac{mv^2}{rmg} = \frac{v^2}{rg} = \frac{(1000)^2}{\frac{1}{2} \cdot 1{,}60 \cdot 9{,}81} = 1{,}27 \cdot 10^5$$

- inzicht dat de hechtende kracht gelijk is aan F_{mpz} — 1
- gebruik van $F_{\text{mpz}} = \dfrac{mv^2}{r}$ en $F_{\text{z}} = mg$ — 1
- completeren van de berekening — 1

Opmerking

Wanneer de waarde van $\dfrac{F_{\text{z}}}{F_{\text{mpz}}}$ *als uitkomst gegeven is: geen aftrek.*

Vraag	Antwoord	Scores

24 **maximumscore 4**

uitkomst: $v_{\text{rand,eind}} = 3,4 \cdot 10^2 \text{ m s}^{-1}$

voorbeeld van een berekening:
Aangezien de snelheid van de trein gelijk blijft, wordt blijkbaar rotatie-energie van het vliegwiel omgezet in zwaarte-energie van de gehele trein.
Voor de toename van de zwaarte-energie geldt: $\Delta E_z = E_{\text{rot,begin}} - E_{\text{rot,eind}}$.
De toename van de hoogte bedraagt: $\Delta h = 3,2 \cdot 10^3 \cdot \sin 4,0^\circ = 223$ m.
Voor de toename van de zwaarte-energie geldt dan:
$\Delta E_z = mg\Delta h = 2,4 \cdot 10^5 \cdot 9,81 \cdot 223 = 5,25 \cdot 10^8$ J.
De rotatie-energie aan het begin van de helling bedraagt:
$E_{\text{rot,begin}} = \frac{1}{4} \cdot 8,6 \cdot 10^3 \cdot 600^2 = 7,74 \cdot 10^8$ J.
Voor de rotatie-energie aan het eind van de helling geldt dan:
$E_{\text{rot,eind}} = E_{\text{rot,begin}} - \Delta E_z = 7,74 \cdot 10^8 - 5,25 \cdot 10^8 = 2,49 \cdot 10^8$ J.
Dus $\frac{1}{4} m v_{\text{rand,eind}}^2 = 2,49 \cdot 10^8$ zodat $v_{\text{rand,eind}} = 3,4 \cdot 10^2 \text{ m s}^{-1}$.

- inzicht dat $\Delta E_z = E_{\text{rot,begin}} - E_{\text{rot,eind}}$ 1
- berekenen van Δh 1
- gebruik van $\Delta E_z = mg\Delta h$ en $E_{\text{rot}} = \frac{1}{4} m v_{\text{rand}}^2$ 1
- completeren van de berekening 1