

Beoordelingsmodel

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

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

Vleermuisdetector

1 maximumscore 2

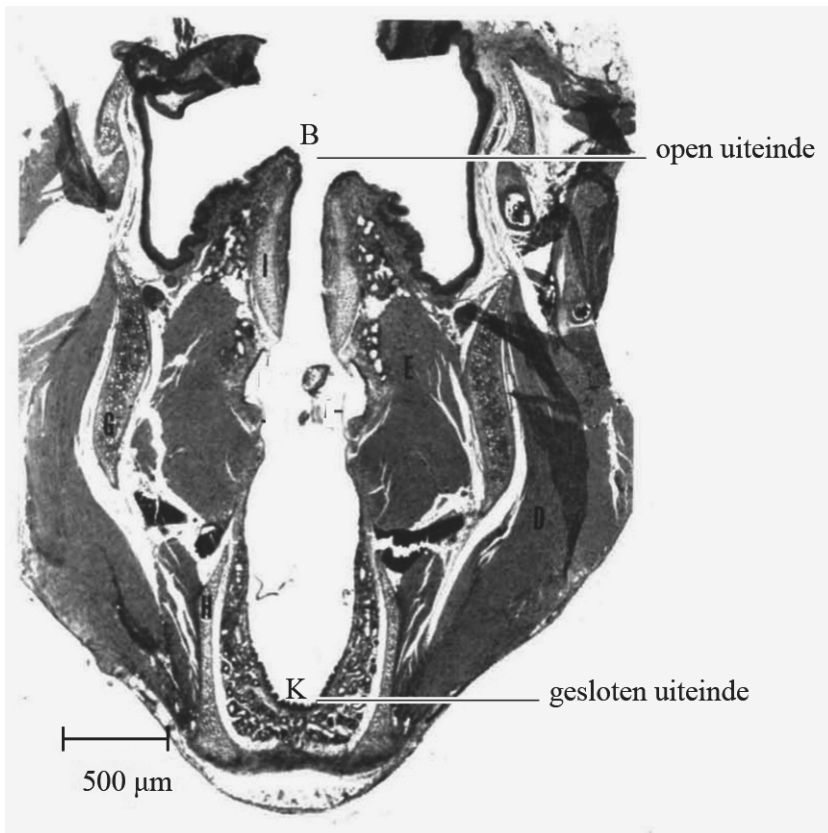
voorbeeld van een antwoord:

Uit het (u,t) -diagram blijkt dat de periode van de trilling aan het einde van de puls groter wordt en de frequentie dus afneemt. Uit het sonogram volgt dat alleen de dwergvleermuis een afnemende frequentie heeft.

- inzicht dat in het (u,t) -diagram de frequentie afneemt 1
- consequente conclusie 1

2 maximumscore 5

voorbeeld van een antwoord:



– Uit de opgemeten lengte van de luchtkolom en de schaal volgt:

$$\ell = 5,1 \cdot 500 \cdot 10^{-6} = 2,55 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

$$\lambda = 4\ell = 4 \cdot 2,55 \cdot 10^{-3} = 1,02 \cdot 10^{-2} \text{ m}$$

$$f = \frac{v}{\lambda} = \frac{343}{1,02 \cdot 10^{-2}} = 34 \cdot 10^3 \text{ Hz. (Dit is hoger dan de hoogste toon die een mens kan horen.)}$$

- aangeven van het juiste patroon van B en K 1
- bepalen van de echte lengte van de luchtkolom (met een marge van $0,2 \cdot 10^{-3} \text{ m}$) 1
- inzicht in het verband tussen λ en ℓ 1
- gebruik van $f = \frac{v}{\lambda}$ met opzoeken van v_{geluid} 1
- completeren van de bepaling 1

Opmerkingen

- Wanneer het patroon alleen is getekend zonder aangeven van knopen K en buiken B, vervalt de eerste deelscore.
- De derde deelscore kan alleen worden toegekend als deze consequent is met het patroon.

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

3 maximumscore 3

uitkomst: $f_{\text{TE detector}} = 14 \cdot 10^3 \text{ Hz}$ en $R = 5,9$

voorbeeld van een antwoord:

– Uit het (u,t) -diagram van de detector volgt:

$$T = \frac{212 \cdot 10^{-6}}{3} = 7,1 \cdot 10^{-5} \text{ s} \rightarrow f_{\text{TE detector}} = \frac{1}{7,1 \cdot 10^{-5}} = 14 \cdot 10^3 \text{ Hz.}$$

– Uit formule (1) volgt:

$$R = \frac{f_{\text{vleermuis}}}{f_{\text{TE detector}}} = \frac{83 \cdot 10^3}{14 \cdot 10^3} = 5,9.$$

- bepalen van de trillingstijd (met een marge van $0,1 \cdot 10^{-5} \text{ s}$) 1
- gebruik van $f = \frac{1}{T}$ 1
- gebruik van formule (1) en completeren van de bepalingen 1

4 maximumscore 2

uitkomst: $\Delta f_{\text{instel}} = 25 \text{ kHz}$ (met een marge van 1 kHz)

voorbeeld van een antwoord:

Er geldt: $\Delta f_{\text{instel}} = f_{\text{vleermuis}} - f_{\text{HD detector}} = 35 - 10 = 25 \text{ kHz.}$

- inzicht dat het verschil tussen de twee weergeven frequentiegebieden bepaald moet worden 1
- completeren van de bepaling 1

5 maximumscore 3

Het geluid van de dwergvleermuis bevat frequenties van 29 kHz tot 90 kHz.

Het verschil tussen de hoogste en laagste frequentie van de roep van de dwergvleermuis is **groter** dan het verschil tussen de hoogste en laagste frequentie van het hoorbare gebied.

Om de roep van de dwergvleermuis volledig hoorbaar te maken, kunnen de frequenties dus **verkleind** worden.

Om de roep van de dwergvleermuis volledig hoorbaar te maken **is alleen de TE-detector** geschikt.

- bepalen van de frequenties (met een marge van 2 kHz) 1
- tweede zin consequent met het bereik 1
- derde en vierde zin consequent met de tweede 1

Noodstroom voor de Arena

6 maximumscore 5

uitkomst: 13(%)

voorbeeld van een antwoord:

De zonnepanelen leveren in totaal een elektrisch vermogen van:

$$P_{\text{zonnepanelen}} = 7,20 \cdot 10^3 \cdot 7,5 \cdot 10^2 \cdot 0,18 = 9,72 \cdot 10^5 \text{ W} = 972 \text{ kW.}$$

Per jaar leveren de panelen dan een energie van:

$$E = Pt = 972 \cdot 1,2 \cdot 10^3 = 1,17 \cdot 10^6 \text{ kWh.}$$

Dit komt overeen met $\frac{1,17 \cdot 10^6}{9,0 \cdot 10^6} \cdot 100 = 13\%$.

- inzicht dat $P_{\text{zonnepanelen}} = A_{\text{zonnepanelen}} \cdot I_{\text{zon}}$ 1
- juist gebruik van de factor 0,18 1
- gebruik van $E = Pt$ 1
- inzicht dat percentage = $\frac{E_{\text{zonnepanelen}}}{E_{\text{totaal}}} \cdot 100$ 1
- completeren van de berekening en significantie 1

7 maximumscore 4

uitkomst: $V = 1,3 \cdot 10^2 \text{ (L)}$

voorbeeld van een antwoord:

$$- E_{\text{ch}} = r_V V \rightarrow V = \frac{E_{\text{ch}}}{r_V} = \frac{1,3 \cdot 10^3 \cdot 3,6 \cdot 10^6}{36 \cdot 10^9} = 0,13 \text{ m}^3 = 1,3 \cdot 10^2 \text{ L.}$$

- Er is nog geen rekening gehouden met het rendement van de generatoren/er gaat energie verloren in andere vormen.

- gebruik van $E_{\text{ch}} = r_V V$ 1
- omrekenen van kWh naar J 1
- completeren van de berekening 1
- geven van een correcte reden voor het hogere dieselverbruik 1

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

8 maximumscore 3

De totale weerstand van de schakeling (zie figuur 2) **neemt toe** wanneer de accu wordt overgeplaatst van de auto naar de superbatterij.

De stroomsterkte in deze schakeling **neemt dan af**.

De spanning over R_{int} in deze schakeling **neemt dan af**.

De warmteontwikkeling in R_{int} **neemt dan af**.

- eerste zin goed 1
- tweede zin consequent met de eerste zin 1
- derde en vierde zin consequent met de tweede zin 1

9 maximumscore 4

uitkomsten: $E_{\text{accu}} = 18 \text{ kWh}$ en $n = 1,6 \cdot 10^2$

voorbeelden van antwoorden:

– Er geldt: $3,0 \text{ V} \cdot 31 \text{ Ah} = 93 \text{ Wh} = 0,093 \text{ kWh}$. Voor de autoaccu is de opslag dan gelijk aan $192 \cdot 0,093 = 18 \text{ kWh}$.

– Voor de Arena zijn dan in totaal $\frac{2,8 \cdot 10^3}{18} = 1,6 \cdot 10^2$ accu's nodig.

- inzicht dat $E_{\text{cel}} = U \cdot I \cdot t$ 1
- inzicht dat $E_{\text{accu}} = 192 \cdot E_{\text{cel}}$ 1
- inzicht dat $n = \frac{E_{\text{Arena}}}{E_{\text{accu}}}$ 1
- completeren van beide berekeningen 1

Opmerking

Als een kandidaat de factor 192 niet of niet juist toepast, kan deelscore vier nog wel behaald worden.

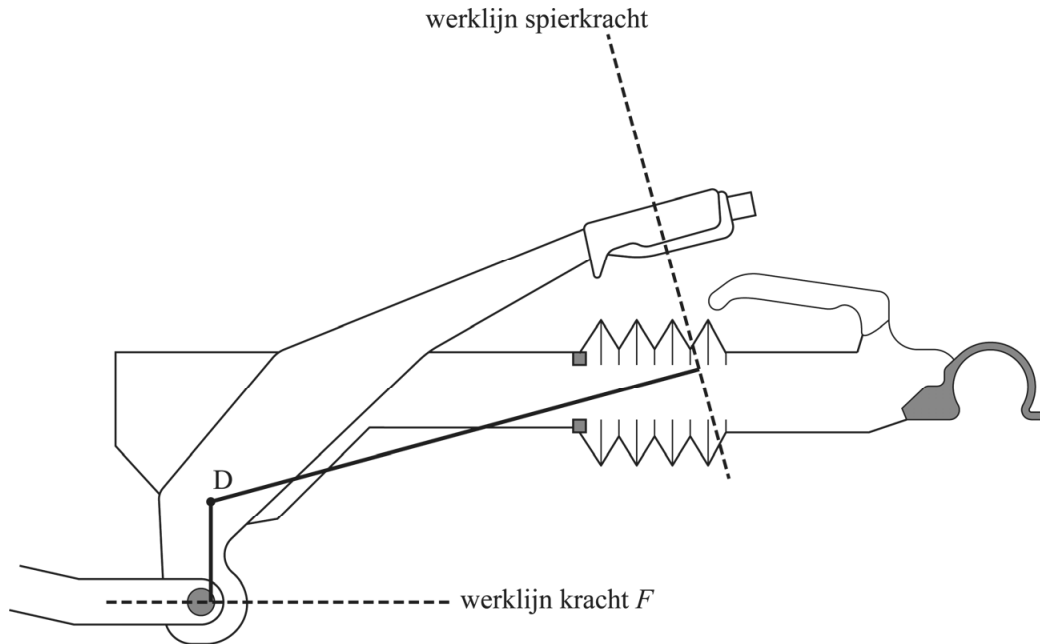
Caravanremmen

10 maximumscore 4

uitkomst: $F_{\text{spier}} = 6,9 \cdot 10^2 \text{ N}$

voorbeeld van een antwoord:

–



– Uit de hefboomwet volgt:

$$F_1 r_1 = F_2 r_2 \rightarrow 3,5 \cdot 10^3 \cdot 1,4 = F_{\text{spier}} \cdot 7,1 \rightarrow F_{\text{spier}} = 6,9 \cdot 10^2 \text{ N.}$$

- tekenen van beide armen 1
- gebruik van $F_1 r_1 = F_2 r_2$ 1
- bepalen van de lengte van beide getekende armen (met een marge van 2 mm) 1
- completeren van de bepaling 1

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

11 maximumscore 4

uitkomst: $d = 3,3 \cdot 10^{-3}$ m

voorbeeld van een antwoord:

Uit het diagram volgt dat de kabel breekt bij een spanning

$\sigma = 410 \cdot 10^6 \text{ N m}^{-2}$. De staalkabel moet een doorsnede hebben met een

oppervlakte $A = \frac{F}{\sigma} = \frac{3,5 \cdot 10^3}{410 \cdot 10^6} = 8,5 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$. De kabel heeft een diameter

$$d = \sqrt{\frac{4A}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 8,5 \cdot 10^{-6}}{\pi}} = 3,3 \cdot 10^{-3} \text{ m.}$$

- inzicht dat $\sigma = 410 \cdot 10^6 \text{ N m}^{-2}$ 1
- gebruik van $\sigma = \frac{F}{A}$ 1
- gebruik van $A = \frac{1}{4}\pi d^2$ of $A = \pi r^2$ met $d = 2r$ 1
- completeren van de bepaling 1

12 maximumscore 1

voorbeeld van een antwoord:

De afstand is te bepalen door de oppervlakte onder de grafiek te bepalen.

- inzicht dat de oppervlakte onder de grafiek bepaald moet worden 1

13 maximumscore 5

uitkomst: $F = 2,5 \cdot 10^3 \text{ N}$

voorbeeld van een antwoord:

Uit de wet van behoud van arbeid en energie volgt:

$$E_{\text{tot, in}} = E_{\text{tot, uit}} \rightarrow mgh = Fs \rightarrow F = \frac{3,0 \cdot 10^3 \cdot 9,81 \cdot 370}{4,3 \cdot 10^3} = 2,5 \cdot 10^3 \text{ N.}$$

- inzicht dat $E_z = Q$ of $W_z + W_{\text{rem}} = 0$ 1
- gebruik van $E_z = mgh$ 1
- inzicht dat $Q = Fs$ of $W_{\text{rem}} = -Fs$ 1
- completeren van de berekening 1
- significantie 1

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

14 maximumscore 3

uitkomst: $F = (-)2,7 \cdot 10^3 \text{ N}$

voorbeeld van een antwoord:

Uit de helling van de grafiek tussen 550 s en 560 s volgt:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{0 - 9,0}{560 - 550} = (-)0,90 \text{ ms}^{-2}.$$

Voor de remkracht geldt dan:

$$F = ma = 3,0 \cdot 10^3 \cdot -0,90 = -2,7 \cdot 10^3 \text{ N}.$$

- gebruik van $a = \left(\frac{\Delta v}{\Delta t} \right)_{\text{raaklijn}}$ 1
- gebruik van $F = ma$ 1
- completeren van de bepaling 1

Opmerking

Als een kandidaat rekent met $\Delta v = 9,0 \text{ ms}^{-1}$ en $\Delta t = 20 \text{ s}$, dit goed rekenen.

15 maximumscore 5

uitkomst: $P = 1,4 \cdot 10^3 \text{ W}$

voorbeeld van een antwoord:

- De remmen hebben energie opgenomen in de vorm van warmte. Voor het opgewekte warmtevermogen geldt:

$$P = \frac{E}{t} = \frac{cm\Delta T}{t} = \frac{0,46 \cdot 10^3 \cdot 5,2 \cdot (175 - 120)}{545 - 450} = 1,4 \cdot 10^3 \text{ W}.$$

- In werkelijkheid is er tijdens het remmen ook warmte afgestaan aan de omgeving.

- gebruik van $P = \frac{E}{t}$ 1
- gebruik van $Q = cm\Delta T$ met opzoeken van c 1
- completeren van de berekening 1
- significantie 1
- inzicht dat er warmte is afgestaan aan de omgeving van de remmen 1

Aluminium

16 maximumscore 3

uitkomst: 2,91:1,00

voorbeeld van een antwoord:

- IJzer heeft een dichtheid van $7,87 \cdot 10^3 \text{ kg m}^{-3}$, aluminium een dichtheid van $2,70 \cdot 10^3 \text{ kg m}^{-3}$. Hieruit volgt de verhouding $7,87 : 2,70 \rightarrow 2,91 : 1,00$.

- De treksterkte van aluminium is veel lager dan van ijzer.

- opzoeken van dichtheden van ijzer en aluminium 1
- completeren van de berekening 1
- inzicht dat de treksterkte van aluminium verschilt van die van ijzer 1

17 maximumscore 3

Bij een gegeven temperatuur van de elektronica hangt de hoeveelheid warmte die het koellichaam per seconde afstaat aan de omgeving af van de **warmtegeleidingscoëfficiënt** van het gebruikte materiaal.

De waarde van deze stofeigenschap is voor aluminium **kleiner** dan voor koper.

Een elektrisch onderdeel in een computer bereikt daardoor een lagere temperatuur als het wordt gekoeld met een koellichaam van **koper**.

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

Opmerking

Bij een fout in de eerste zin komt ook de derde deelscore te vervallen.

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

18 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:

De halveringsdikte van aluminium bij 50 keV is 0,70 cm. Hieruit volgt voor de doorgelaten intensiteit:

$$I = I_0 \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{d}{d_{\frac{1}{2}}}} = I_0 \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{1,4}{0,70}} = 0,25 \cdot I_0$$

Aluminium zou 25% van de straling doorlaten. Omdat er slechts 17% wordt doorgelaten, is het geen aluminium en moet het dus niet worden weggeblazen.

- gebruik van $I = I_0 \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^n$ en $n = \frac{d}{d_{\frac{1}{2}}}$ 1
- opzoeken van $d_{\frac{1}{2}}$ van aluminium bij $E = 50$ keV 1
- completeren van de berekening 1
- consequente conclusie 1

19 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:

De straling levert een energie van $E = Pt = 15 \cdot 10^3 \cdot 0,1 = 1,5 \cdot 10^3$ J. Hiervan wordt 25% geabsorbeerd.

Uit $H = w_R D$ en $D = \frac{E}{m}$ volgt:

$$H = w_R \frac{E}{m} = 1 \cdot \frac{0,25 \cdot 1,5 \cdot 10^3}{0,50} = 8 \cdot 10^2 \text{ Sv. (Deze waarde ligt ver boven de$$

jaarlijkse beschermingsnorm).

- gebruik van $D = \frac{E}{m}$ en $H = w_R \cdot D$ met $w_R = 1$ 1
- gebruik van $E = Pt$ 1
- juist toepassen van de factor 0,25 1
- completeren van de berekening 1

OSIRIS-REX**20 maximumscore 3**

voorbeeld van een antwoord:

Op het oppervlak van Bennu geldt:

$$F_z = F_g \rightarrow mg = \frac{GMm}{r^2} \rightarrow g = \frac{6,674 \cdot 10^{-11} \cdot 7,329 \cdot 10^{10}}{(2,45 \cdot 10^2)^2} = 8,14 \cdot 10^{-5} \text{ ms}^{-2}.$$

Dus:

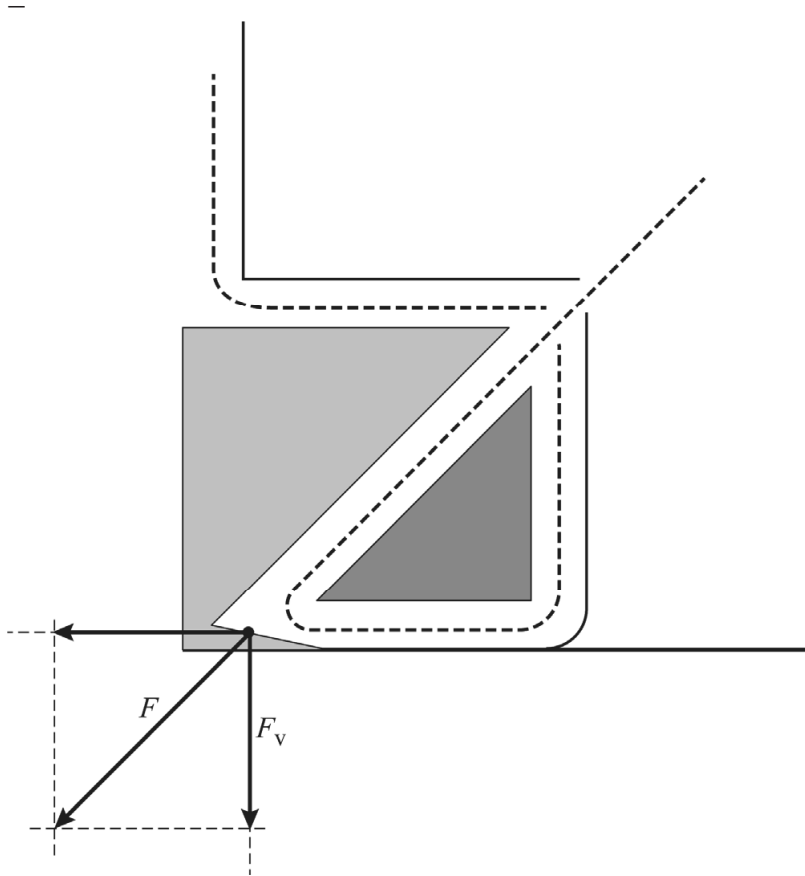
$$\frac{g}{g_B} = \frac{9,81}{8,14 \cdot 10^{-5}} = 1,2 \cdot 10^5$$

- gebruik van $F_g = G \frac{Mm}{r^2}$ met opzoeken van G 1
- inzicht dat $g = \frac{F_g}{m}$ 1
- completeren van de berekening 1

21 maximumscore 4

uitkomst: $F_v = 0,24 \text{ N}$ (met een marge van 0,02 N)

voorbeeld van een antwoord:



Uit de constructie en de schaal volgt $F_v = \frac{3,3 \cdot 10^{-1}}{3,6} \cdot 2,6 = 0,24 \text{ N}$.

- Uit (de symmetrie in) figuur 2 volgt dat de gasstromen links en rechts even groot zijn, maar niet in dezelfde richting staan. De krachten in horizontale richting zijn links en rechts even groot, maar tegengesteld gericht. De nettokracht in horizontale richting (en dus de versnelling) is dan gelijk aan 0.

- gebruik van een juiste methode om de kracht te ontbinden 1
- completeren van de bepaling 1
- inzicht dat de horizontale krachten tegengesteld gericht zijn 1
- inzicht dat de nettokracht in horizontale richting gelijk is aan 0 1

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

22 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

Op de massa m werkt een middelpuntzoekende kracht, dus er geldt:

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

De staal r is bekend en constant en de massa m moet worden bepaald, dus baansnelheid v (of omlooptijd T) moet worden gemeten.

- gebruik van $F_{\text{mpz}} = \frac{mv^2}{r}$ 1
- inzicht dat de baansnelheid of omlooptijd moet worden gemeten 1

23 maximumscore 2

eigenschap	zo groot mogelijk	zo klein mogelijk
dikte van het hitteschild	X	
oppervlak van het hitteschild		X
warmtegeleidingscoëfficiënt van het materiaal		X

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

Bronvermeldingen

Vleermuisdetector

figuur 3 Suthers and Fattu, 1973

figuur 4 Wikipedia door Nbentall

Noodstroom voor de Arena

figuur 3 Shutterstock 744766768 door petrmalinak

Aluminium

figuur 1 Shutterstock 1160082190 door MMXeon

OSIRIS-REx

figuur 1 NASA

figuur 3 Shutterstock 1159098589 door Raymon Cassel

Alle overige figuren: Stichting Cito Instituut voor Toetsontwikkeling, 2023