

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

## Opgave 1 Parasaurolophus

### 1 maximumscore 1

antwoord: resonantie

### 2 maximumscore 3

voorbeeld van een berekening:

Voor de grondtoon bij een halfgesloten pijp geldt dat de lengte  $\ell$  van de pijp gelijk is aan  $\frac{1}{4}\lambda$ . De golflengte van de grondtoon is dan gelijk aan  $\lambda = 4\ell = 4 \cdot 1,8 = 7,2$  m. De frequentie van de grondtoon is dus

$$f = \frac{v_{\text{geluid}}}{\lambda} = \frac{343}{7,2} = 47,6 = 48 \text{ Hz.}$$

- inzicht dat  $\ell = \frac{1}{4}\lambda$  1
- gebruik van  $f = \frac{v_{\text{geluid}}}{\lambda}$  met  $v_{\text{geluid}} = 343 \text{ m s}^{-1}$  1
- completeren van het antwoord 1

### 3 maximumscore 3

voorbeeld van antwoord:

De hoorn van de dino is halfgesloten, zodat de frequenties van de boventonen zich verhouden als 1:3:5: etc. De verhouding van de gegeven frequentie van  $2,4 \cdot 10^2$  Hz ten opzichte van de grondtoon van 48 Hz is gelijk aan  $\frac{240}{48} = 5$ . Het gaat in dit geval dus om de tweede boventoon.

- inzicht dat de frequenties zich verhouden als 1:3:5 1
- berekenen van de verhouding  $\frac{f_{\text{boventoon}}}{f_{\text{grondtoon}}}$  1
- completeren van het antwoord 1

*Opmerking*

Wanneer als antwoord gegeven wordt:  $\frac{240}{48} = 5$ , dus de vijfde of vierde boventoon: maximaal 1 scorepunt.

Vraag	Antwoord	Scores
4	<p><b>maximumscore 2</b></p> <p>voorbeeld van een antwoord: De hoorn van het vrouwelijk dier is korter, zodat de golflengte van de grondtoon kleiner is. De frequentie van de grondtoon is dus hoger (omdat geldt <math>f = \frac{v}{\lambda}</math>).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• inzicht dat de golflengte van de vrouwelijke hoorn kleiner is</li> <li>• completeren van het antwoord</li> </ul>	<p>1</p> <p>1</p>
5	<p><b>maximumscore 3</b></p> <p>voorbeeld van een antwoord: De frequentie van de grondtoon is lager dan de frequentie van de boventonen. De golflengte van de grondtoon is dus groter dan de golflengte van de boventonen. Er is gegeven dat het geluid de boom kan passeren als de golflengte van het geluid groter is dan de breedte van een boom, zodat grote golflengtes en derhalve lage frequenties hiervoor geschikt zijn. Dus zijn grondtonen beter geschikt om te communiceren dan boventonen.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• inzicht dat de grondtoon een grotere golflengte heeft dan een boventoon</li> <li>• inzicht dat de golflengte van het geluid groter moet zijn dan de breedte van de boom</li> <li>• consequente conclusie</li> </ul>	<p>1</p> <p>1</p> <p>1</p>

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

## Opgave 2 RTO

### 6 maximumscore 3

uitkomst:  $a = 4,9 \text{ m s}^{-2}$  (met een marge van  $0,5 \text{ m s}^{-2}$ )

voorbeeld van een bepaling:

Op  $t = 4,0 \text{ s}$  is de snelheid  $v = 70 \text{ km h}^{-1} = 19,4 \text{ m s}^{-1}$ . De versnelling

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{19,4}{4,0} = 4,85 = 4,9 \text{ m s}^{-2}.$$

- snelheid omrekenen van  $\text{km h}^{-1}$  naar  $\text{m s}^{-1}$  1
- gebruik van  $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$  1
- completeren van het antwoord 1

### 7 maximumscore 3

voorbeelden van een antwoord:

methode 1

De afstand  $s$  die het vliegtuig aflegt is gelijk aan de oppervlakte onder het  $(v,t)$ -diagram. Deze oppervlakte kan benaderd worden door de oppervlakte van twee geschikte driehoeken bij elkaar op te tellen, of door ‘hokjes te tellen’ onder het gegeven  $(v,t)$ -diagram.

De afgelegde afstand is ongeveer gelijk aan  $3,4 \cdot 10^3 \text{ m}$ . Dit is minder dan de gegeven baanlengte van  $4,00 \text{ km}$ , dus de test kan op deze baan worden uitgevoerd.

- inzicht dat de oppervlakte onder het  $(v,t)$ -diagram gelijk is aan de afgelegde afstand 1
- bepalen van de oppervlakte door ‘hokjes te tellen’ of door de oppervlakte te benaderen 1
- completeren van de bepaling en conclusie 1

Vraag	Antwoord	Scores
	<p>methode 2</p> <p>Als 4,00 km in 67 s wordt afgelegd, is</p> $v_{\text{gem}} = \frac{s}{t} = \frac{4,00 \cdot 10^3}{67} = 59,7 \text{ m s}^{-1} = 215 \text{ km u}^{-1}.$ <p>Uit figuur 2 blijkt dat deze gemiddelde snelheid hoger is dan de werkelijke gemiddelde snelheid van het vliegtuig. De afstand die het vliegtuig aflegt is daarom minder dan 4,00 km. De baan is dus lang genoeg voor het uitvoeren van deze test.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• berekenen van de gemiddelde snelheid bij 4,00 km en 67 s</li> <li>• inzicht dat het vliegtuig een lagere gemiddelde snelheid heeft</li> <li>• conclusie</li> </ul> <p><i>Opmerking</i>  Als er gerekend is met <math>v_{\text{gem}} = \frac{1}{2}v_{\text{max}}</math> : maximaal 1 scorepunt.</p>	<p>1</p> <p>1</p> <p>1</p>
<b>8</b>	<p><b>maximumscore 2</b></p> <p>voorbeeld van een antwoord:</p> <p>De kinetische energie <math>E_k = \frac{1}{2}mv_{\text{max}}^2 = \frac{1}{2} \cdot 5,9 \cdot 10^5 \cdot \left(\frac{325}{3,6}\right)^2 = 2,4 \cdot 10^9 \text{ J}.</math></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• gebruik van <math>E_k = \frac{1}{2}mv_{\text{max}}^2</math></li> <li>• completeren van het antwoord</li> </ul>	<p>1</p> <p>1</p>
<b>9</b>	<p><b>maximumscore 3</b></p> <p>uitkomst: <math>1,7 \cdot 10^2 \text{ (L)}</math></p> <p>voorbeeld van een berekening:</p> <p>Bij het verbranden van <math>1 \text{ m}^3</math> kerosine komt <math>35,5 \cdot 10^9 \text{ J}</math> vrij, waarvan <math>0,4 \cdot 35,5 \cdot 10^9 = 14,2 \cdot 10^9 \text{ J}</math> in de vorm van kinetische energie.</p> <p>Er is <math>2,4 \cdot 10^9 \text{ J}</math> nodig om het vliegtuig tot de maximale snelheid te versnellen. Hiervoor wordt <math>\frac{2,4 \cdot 10^9}{14,2 \cdot 10^9} = 0,169 \text{ m}^3 = 1,7 \cdot 10^2 \text{ liter}</math> kerosine gebruikt.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• juist gebruik van rendement</li> <li>• omrekenen van <math>\text{m}^3</math> naar liter</li> <li>• completeren van het antwoord</li> </ul>	<p>1</p> <p>1</p> <p>1</p>

Vraag	Antwoord	Scores
<b>10</b>	<b>maximumscore 4</b>	
	uitkomst: $F = 1,1 \cdot 10^5$ N	
	voorbeeld van een bepaling:	
	Er geldt: $Fs = \Delta\left(\frac{1}{2}mv^2\right)$ met $\Delta\left(\frac{1}{2}mv^2\right) = 2,4 \cdot 10^9$ J. De remweg $s$ is met figuur 2 te bepalen als de oppervlakte onder het $(v,t)$ -diagram.	
	Dit oppervlak is gelijk aan $\frac{1}{2} \cdot \frac{325}{3,6} \cdot (67 - 43) = 1,1 \cdot 10^3$ m. De totale	
	remkracht is dan gelijk aan $F = \frac{2,4 \cdot 10^9}{1,1 \cdot 10^3} = 2,2 \cdot 10^6$ N. De remkracht die per	
	wiel wordt uitgeoefend is dan gelijk aan $\frac{2,2 \cdot 10^6}{20} = 1,1 \cdot 10^5$ N.	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• gebruik van <math>Fs = \Delta\left(\frac{1}{2}mv^2\right)</math></li> </ul>	1
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• bepalen van de remweg met een marge van <math>0,1 \cdot 10^3</math> m</li> </ul>	1
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• gebruik van de factor 20</li> </ul>	1
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• completeren van het antwoord</li> </ul>	1
<b>11</b>	<b>maximumscore 5</b>	
	voorbeeld van antwoorden:	
	1 Bij het afremmen <b>blijft de remkracht gelijk</b> , want (voor de remkracht geldt $F = ma$ ) uit figuur 2 blijkt dat de vertraging constant is.	
	2 Bij het afremmen <b>neemt het vermogen van de remmen af</b> , want (voor het vermogen geldt $P = Fv$ , de kracht $F$ is constant ) de snelheid neemt af.	
	3 De remmen van de wielen worden zeer heet omdat er <b>meer</b> energie per seconde aan de remmen wordt <b>toegevoerd</b> dan er per seconde door de remmen wordt <b>afgestaan</b> aan de omgeving.	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• remkracht blijft gelijk</li> </ul>	1
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• juiste verklaring voor gelijke remkracht</li> </ul>	1
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• vermogen neemt af</li> </ul>	1
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• juiste verklaring voor het afnemen van het vermogen</li> </ul>	1
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• derde zin helemaal correct</li> </ul>	1

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

### Opgave 3 Gloeilamp van Edison

#### 12 maximumscore 2

antwoord:

Zodra de gloeilamp op een geschikte **spanning** wordt aangesloten, gaat door de gloeidraad een **stroom(sterkte)** lopen, waardoor de gloeidraad een zeer hoge **temperatuur** bereikt, zodat de gloeidraad licht gaat uitzenden.

indien drie grootheden juist ingevuld

2

indien twee, één of geen grootheden juist ingevuld

0

#### 13 maximumscore 4

uitkomst:  $\rho = 33 \cdot 10^{-6} \Omega \text{ m}$

voorbeeld van een bepaling:

Voor de weerstand van een draad geldt:  $R = \frac{\rho \ell}{A}$ .

Uit de figuur op de uitwerkbijlage blijkt dat lengte  $\ell$  van de gloeidraad 6,1 cm is. De doorsnede is gelijk aan  $2,0 \cdot 10^{-3} \text{ mm}^2 = 2,0 \cdot 10^{-9} \text{ m}^2$ .

De weerstand  $R$  van de draad is  $1,0 \cdot 10^3 \Omega$ .

Invullen geeft:  $1,0 \cdot 10^3 = \rho \cdot \frac{6,1 \cdot 10^{-2}}{2,0 \cdot 10^{-9}}$ . Hieruit volgt dat  $\rho = 33 \cdot 10^{-6} \Omega \text{ m}$ .

- gebruik van  $R = \frac{\rho \ell}{A}$  1
- opmeten van de lengte van de gloeidraad met een uitkomst tussen 6,1 cm en 6,7 cm 1
- omrekenen van  $\text{mm}^2$  naar  $\text{m}^2$  1
- completeren van het antwoord 1

#### 14 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

De weerstand van de gloeidraad (NTC) wordt naar verloop van tijd kleiner omdat de temperatuur van de gloeidraad stijgt. De stroomsterkte door de gloeidraad neemt dan toe. (Er geldt:  $I = \frac{U}{R}$ .) De stroomsterkte is dus het grootst als de lamp al een tijdje brandt.

- inzicht dat weerstand afneemt als de temperatuur stijgt 1
- inzicht dat de stroomsterkte toeneemt (gebruik van  $I = \frac{U}{R}$ ) 1
- completeren van het antwoord 1

Vraag	Antwoord	Scores
15	<p><b>maximumscore 3</b></p> <p>uitkomst: <math>E = 8,6 \cdot 10^7</math> (J)</p> <p>voorbeeld van een berekening:            Voor de elektrische energie geldt: <math>E = Pt</math>.            Het vermogen <math>P = 16</math> W, <math>t = 1500 \cdot 3600 = 5,4 \cdot 10^6</math> s, zodat <math>E = 8,6 \cdot 10^7</math> J.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• gebruik van <math>E = Pt</math></li> <li>• omrekenen van uur naar seconde</li> <li>• completeren van het antwoord</li> </ul>	<p>1</p> <p>1</p> <p>1</p>

16 **maximumscore 3**

voorbeeld van een antwoord:

Een dunne plek in de draad heeft een hoge weerstand (want  $R = \rho \frac{\ell}{A}$ ).

De warmteontwikkeling per seconde is gelijk aan  $I^2R$ . De stroomsterkte  $I$  in de hele draad is gelijk, zodat er in het deel met de grootste weerstand de meeste warmte ontwikkeld zal worden (en de draad juist op die plek stuk zal gaan). Dit is op de plek waar de gloeidraad dun is geworden.

- inzicht dat de weerstand op een dunne plek in de draad hoog is
- inzicht dat de stroomsterkte door de hele draad gelijk is
- completeren van het antwoord

1

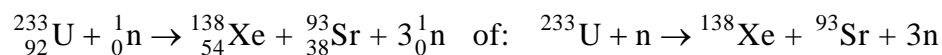
1

1

## Opgave 4 Rubbia-centrale

17 **maximumscore 3**

antwoord:



- één neutron links en drie neutronen rechts van de pijl
- Xe en Sr als splijtingsproducten (mits verkregen via kloppende atoomnummers)
- aantal nucleonen links en rechts gelijk

1

1

1

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

**18 maximumscore 5**

uitkomst:  $8,4 \cdot 10^{18}$  (of  $8,5 \cdot 10^{18}$ )

voorbeeld van een berekening:

Voor het rendement van de centrale geldt:  $\eta = \frac{P_{\text{elektrisch}}}{P_{\text{reactor}}} \cdot 100\%$ ,

waarin  $\eta = 36\%$  en  $P_{\text{elektrisch}} = 100$  MW.

$$\text{Dus } P_{\text{reactor}} = \frac{P_{\text{elektrisch}}}{\eta} \cdot 100\% = \frac{100}{0,36} = 278 \text{ MW.}$$

Voor de energie die vrijkomt bij een splijting geldt:  $E_{\text{splijting}} = mc^2$ ,

waarin  $m = 0,22 \text{ u} = 0,22 \cdot 1,661 \cdot 10^{-27} = 3,65 \cdot 10^{-28} \text{ kg}$  en  $c = 3,00 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$ .

Dus  $E_{\text{splijting}} = 3,65 \cdot 10^{-28} \cdot (3,00 \cdot 10^8)^2 = 3,29 \cdot 10^{-11} \text{ J}$ .

Het aantal splijtingen per seconde is gelijk aan

$$\frac{P_{\text{reactor}}}{E_{\text{splijting}}} = \frac{278 \cdot 10^6}{3,29 \cdot 10^{-11}} = 8,4 \cdot 10^{18}.$$

- inzicht dat  $P_{\text{reactor}} = \frac{P_{\text{elektrisch}}}{0,36}$  1
- gebruik van  $E = mc^2$  1
- omrekenen van u naar kg 1
- inzicht dat het aantal splijtingen per seconde gelijk is aan  $\frac{P_{\text{reactor}}}{E_{\text{splijting}}}$  1
- completeren van het antwoord 1

**19 maximumscore 2**

voorbeeld van een antwoord:

Er vinden dan per seconde steeds meer splijtingen plaats.

Daardoor komt (per seconde) steeds meer energie vrij. / Daardoor loopt de kettingreactie uit de hand.

- inzicht dat er dan per seconde steeds meer splijtingen plaatsvinden 1
- inzicht dat daardoor (per seconde) steeds meer energie vrijkomt / de kettingreactie uit de hand loopt 1

*Opmerking*

*Het inzicht bij de eerste deelscore kan ook impliciet uit het gegeven antwoord blijken.*



Vraag	Antwoord	Scores
<b>20</b>	<p><b>maximumscore 2</b> uitkomst: <math>k = 0,95</math></p> <p>voorbeeld van een bepaling: Uit de informatie in het kader blijkt dat 37% van de gemiddeld per splijting vrijkomende neutronen zorgt voor een nieuwe splijting van U-233. Hieruit volgt dat <math>k = 0,37 \cdot 2,57 = 0,95</math>.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>selecteren van de juiste informatie</li> <li>completeren van het antwoord</li> </ul>	<p>1</p> <p>1</p>
<b>21</b>	<p><b>maximumscore 2</b> voorbeeld van een antwoord: Het versnellen van de protonen kost energie. Als het vermogen van de versneller niet veel kleiner is dan dat van de centrale zou het rendement/de energieopbrengst van de centrale te laag zijn.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>inzicht dat het versnellen van de protonen energie kost</li> <li>inzicht dat anders het rendement/de energieopbrengst van de centrale te laag zou zijn</li> </ul>	<p>1</p> <p>1</p>

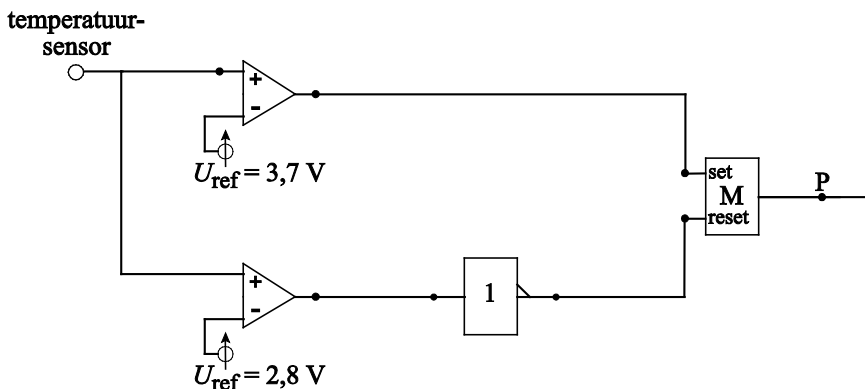
## Opgave 5 Automatisch dakraam

<b>22</b>	<p><b>maximumscore 3</b> uitkomst: <math>6,9 \cdot 10^{-2} \text{ V } ^\circ\text{C}^{-1}</math> (met een marge van <math>0,2 \cdot 10^{-2} \text{ V } ^\circ\text{C}^{-1}</math>)</p> <p>voorbeeld van een bepaling: De gevoeligheid van de sensor is gelijk aan <math>\frac{\Delta U}{\Delta T} = \frac{5,0}{72} = 6,9 \cdot 10^{-2} \text{ V } ^\circ\text{C}^{-1}</math>.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>inzicht dat de gevoeligheid van de sensor gelijk is aan de steilheid van de gegeven grafiek</li> <li>aflezen van <math>\Delta U</math> en bijbehorende <math>\Delta T</math></li> <li>completeren van het antwoord</li> </ul>	<p>1</p> <p>1</p> <p>1</p>
-----------	--	----------------------------

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

**23 maximumscore 3**

voorbeeld van een antwoord:



- juist gebruik van een geheugencel 1
- juist gebruik van een invertor 1
- beide referentiespanningen juist (met een marge van 0,1 V) 1

**24 maximumscore 3**

uitkomst:  $f = 3,19 \cdot 10^{14}$  Hz

voorbeeld van een berekening:

$$\text{Er geldt: } f = \frac{c}{\lambda} = \frac{3,00 \cdot 10^8}{940 \cdot 10^{-9}} = 3,19 \cdot 10^{14} \text{ Hz.}$$

- inzicht dat  $f = \frac{c}{\lambda}$  1
- opzoeken van  $c$  1
- completeren van het antwoord 1

**25 maximumscore 3**

voorbeeld van een antwoord:

Voor de grenshoek  $g$  voor infrarood licht in deze situatie geldt:

$$\sin g = \frac{1}{1,48} = 0,676. \text{ Hieruit volgt dat } g = 42,5^\circ. \text{ De invalshoek van het}$$

infrarode licht is gelijk aan  $45^\circ$ . Dit is groter dan de grenshoek, dus er vindt volledige terugkaatsing plaats.

- gebruik van  $\sin g = \frac{1}{n}$  1
- berekenen van de grenshoek 1
- juiste conclusie 1

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

**26 maximumscore 3**

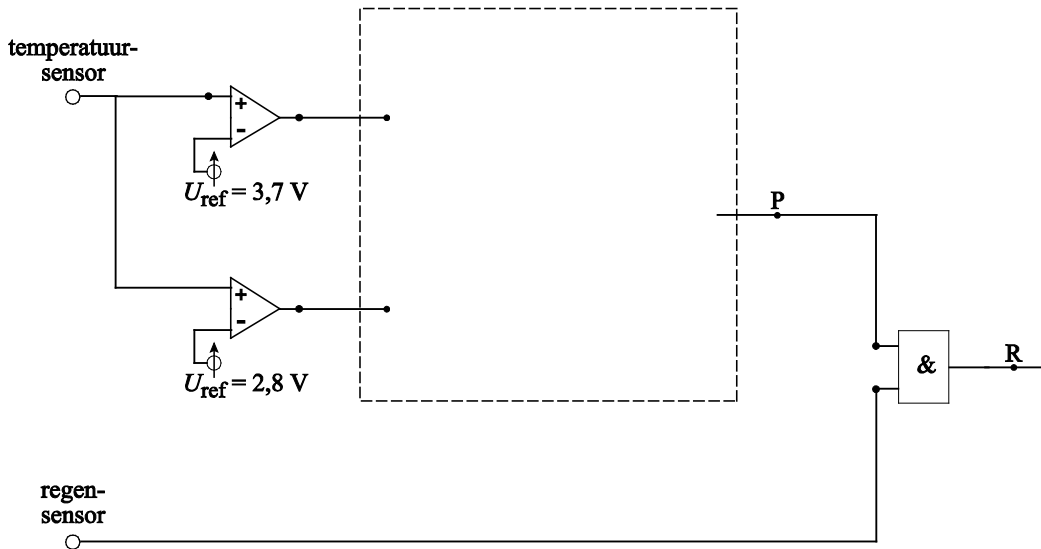
voorbeeld van een antwoord:

Er treedt breking op naar een optisch minder dichte stof. Het licht zal dan van de normaal af breken, de hoek van breking is groter dan de hoek van inval. Dit is het geval bij lichtstraal D.

- inzicht dat er breking plaatsvindt naar een optisch minder dichte stof 1
- inzicht dat er breking van de normaal af plaatsvindt 1
- juiste conclusie 1

**27 maximumscore 3**

voorbeeld van een schakeling:



- regensensor rechtstreeks aansluiten op een EN-poort 1
- P verbinden met de EN-poort 1
- uitgang van de EN-poort aansluiten op R 1

*Opmerking*

*Als de referentiespanningen niet zijn ingevuld, of foutief zijn ingevuld: geen aftrek.*