

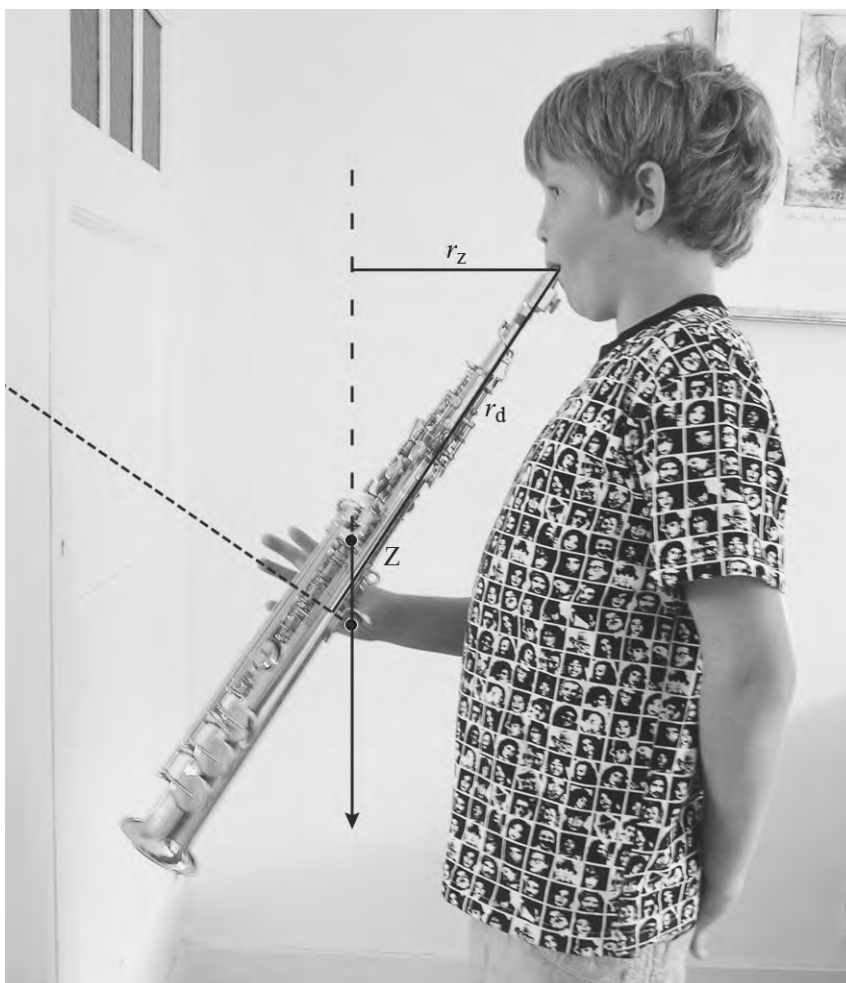
**Beoordelingsmodel**

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

**Opgave 1 Sopraansaxofoon**

1 **maximumscore 4**  
 uitkomst:  $F_d = 7,1 \text{ N}$

voorbeeld van een bepaling:



Er geldt:  $F_z r_z = F_d r_d$ . Opmeten in de figuur levert:  
 $r_z = 2,7 \text{ cm}$  en  $r_d = 5,4 \text{ cm}$ . Invullen levert:  $1,44 \cdot 9,81 \cdot 2,7 = F_d \cdot 5,4$ .  
 Dit geeft  $F_d = 7,1 \text{ N}$ .

- gebruik van de momentenwet 1
- keuze van het draaipunt en tekenen van de krachtarmlen 1
- opmeten van de krachtarmlen in de figuur (met een marge van 2 mm) 1
- completeren van de bepaling 1

Vraag	Antwoord	Scores
<b>2</b>	<p><b>maximumscore 3</b>                      voorbeeld van een antwoord:</p> <p>In figuur 2 is af te lezen dat 9 trillingen 0,042 s duren.                      Eén trilling duurt dus <math>\frac{0,042}{9} = 4,67 \cdot 10^{-3}</math> s.</p> <p>Dus geldt <math>f_{\text{gemeten}} = \frac{1}{T} = \frac{1}{4,67 \cdot 10^{-3}} = 2,1 \cdot 10^2</math> Hz.</p> <p>In figuur 3 is af te lezen dat bij een buislengte van 66 cm voor een open-open buis <math>f = 1,3 \cdot 10^2</math> Hz en voor een gesloten-open buis <math>f = 2,6 \cdot 10^2</math> Hz. (Dus beide hypothesen worden tegengesproken.)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• bepalen van de trillingstijd uit figuur 2 <span style="float: right;">1</span></li> <li>• aflezen van de frequenties bij een buislengte van 66 cm <span style="float: right;">1</span></li> <li>• completeren van de berekening van <math>f_{\text{gemeten}}</math> <span style="float: right;">1</span></li> </ul>	
<b>3</b>	<p><b>maximumscore 3</b>                      voorbeeld van een antwoord:</p> <p>Uit figuur 4 blijkt dat de frequenties van de boventonen een geheel aantal maal de grondtoon is (1 : 2 : 3 : 4...).</p> <p>De frequentie van de boventonen van een open-open buis is een geheel aantal maal de grondfrequentie (1 : 2 : 3 : 4...) en de frequentie van de boventonen een gesloten-open buis is een oneven aantal maal de grondfrequentie (1 : 3 : 5 : 7...).</p> <p>(Dus hypothese a wordt tegengesproken en hypothese b wordt gesteund.)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• constateren dat bij de saxofoon de frequenties van de boventonen een geheel aantal maal de grondtoon is (1 : 2 : 3 : 4...) <span style="float: right;">1</span></li> <li>• inzicht dat de frequenties van de boventonen van een open-open buis een geheel aantal maal de grondfrequentie is (1 : 2 : 3 : 4...) <span style="float: right;">1</span></li> <li>• inzicht dat bij een gesloten-open buis de frequenties van de boventonen een oneven aantal maal de grondfrequentie is (1 : 3 : 5 : 7...) <span style="float: right;">1</span></li> </ul>	

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

**4 maximumscore 3**

voorbeeld van een antwoord:

Opmeten in de figuur levert voor de akoestische lengte:

$$L = \frac{13,2}{10,5} \cdot 0,66 = 0,83 \text{ m. Dus } \lambda = 2 \cdot 0,83 = 1,66 \text{ m.}$$

Er geldt  $v = \lambda f$ . Invullen levert  $f = \frac{343}{1,66} = 207 \text{ Hz.}$

(Dit komt overeen met de metingen van figuur 2.)

- bepalen van de akoestische lengte  $L$  in de figuur 1
- gebruik van  $v = \lambda f$  met  $332 \text{ ms}^{-1} \leq v \leq 354 \text{ ms}^{-1}$  1
- completeren van de berekening van  $f$  1

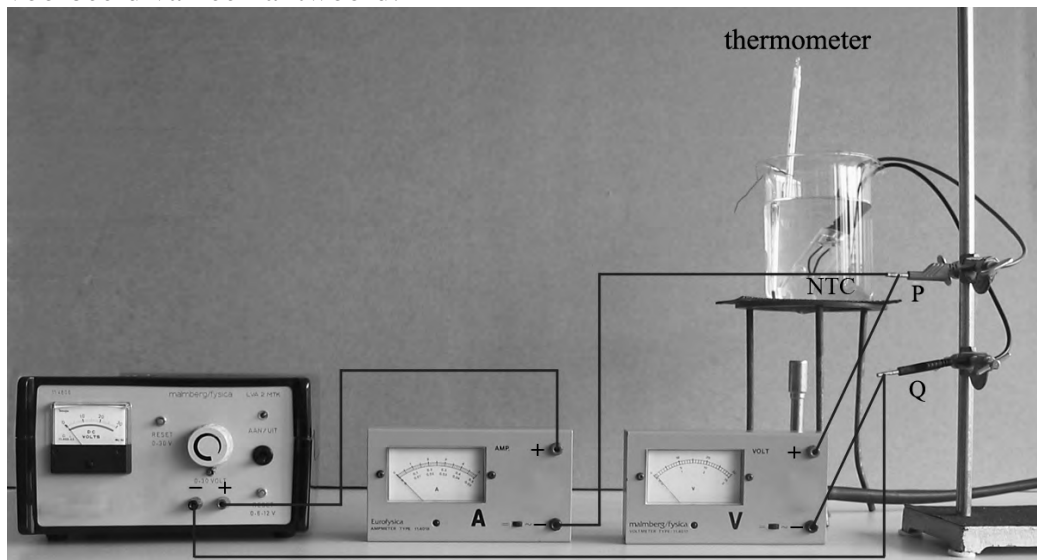
*Opmerking*

*Als bij de beantwoording van vraag 2 een foute waarde voor de grondtoon is verkregen en die waarde hier wordt gebruikt: geen aftrek.*

## Opgave 2 WaarschuwingsLED

**5 maximumscore 3**

voorbeeld van een antwoord:



- tekenen van een gesloten kring van de spanningsbron en de NTC 1
- opnemen van ampèremeter in serie in deze kring 1
- opnemen van de voltmeter parallel aan de NTC of aan de spanningsbron 1

*Opmerking*

*Bij deze opgave hoeft geen rekening gehouden te worden met de polariteit van de meters.*

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

**6 maximumscore 4**

voorbeeld van een uitleg:

Bij een lage temperatuur is de weerstand van de NTC groot. Hierdoor is de spanning over de NTC groot en de spanning over de LED dus klein. Als de spanning over de LED kleiner is dan 1,5 V brandt de LED niet. (Bij een hogere temperatuur brandt de LED dus wel.)

- inzicht dat bij een lage temperatuur  $R_{\text{NTC}}$  groot is 1
- inzicht dat  $U_{\text{NTC}}$  groot is als  $R_{\text{NTC}}$  groot is 1
- inzicht dat  $U_{\text{LED}}$  klein is als  $U_{\text{NTC}}$  groot is 1
- completeren van de uitleg 1

**7 maximumscore 5**

uitkomst:  $R = 3,0 \cdot 10^2 \Omega$

voorbeeld van een bepaling:

Aflezen in figuur 2: bij  $20^\circ\text{C}$  geldt  $R_{\text{NTC}} = 5,9 \cdot 10^2 \Omega$ .

Aflezen in figuur 3: bij 1,0 mA geldt  $U_{\text{LED}} = 1,5 \text{ V}$ .

Daaruit volgt:  $U_{\text{NTC}} = 5,0 - 1,5 = 3,5 \text{ V}$ .

Er geldt  $I_{\text{NTC}} = \frac{U_{\text{NTC}}}{R_{\text{NTC}}} = \frac{3,5}{5,9 \cdot 10^2} = 5,93 \cdot 10^{-3} \text{ A}$ .

$I_{\text{LED}} = 1,0 \text{ mA}$  zodat  $I_{\text{R}} = 5,93 \cdot 10^{-3} - 1,0 \cdot 10^{-3} = 4,93 \cdot 10^{-3} \text{ A}$ .

Voor  $R$  van de variabele weerstand geldt nu:

$$R = \frac{U_{\text{R}}}{I_{\text{R}}} = \frac{1,5}{4,93 \cdot 10^{-3}} = 3,0 \cdot 10^2 \Omega.$$

- bepalen van  $R_{\text{NTC}}$  (met een marge van  $20 \Omega$ ) en bepalen van  $U_{\text{LED}}$  1
- inzicht dat  $U_{\text{NTC}} = U_{\text{bron}} - U_{\text{LED}}$  1
- inzicht dat  $I_{\text{NTC}} = \frac{U_{\text{NTC}}}{R_{\text{NTC}}}$  1
- inzicht dat  $I_{\text{R}} = I_{\text{NTC}} - I_{\text{LED}}$  1
- completeren van de bepaling 1

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

### Opgave 3 Buckeye Bullet

**8 maximumscore 4**

voorbeeld van een antwoord:

Uit de figuur volgt dat de maximale versnelling gelijk is aan de helling van de grafiek op tijdstip nul. Aflezen uit de grafiek geeft:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{160}{51} = 3,14 \text{ ms}^{-2}.$$

(Op tijdstip  $t = 0$  s geldt:  $F_{\text{motor}} = F_{\text{res}}$ . Dus geldt:)

$$\frac{F_{\text{motor}}}{F_z} = \frac{ma}{mg} = \frac{a}{g} = \frac{3,14}{9,81} = 0,32.$$

Dit is gelijk aan één derde / net iets kleiner dan één derde.  
Dus de vuistregel geldt.

- inzicht dat de maximale versnelling gelijk is aan de helling van de raaklijn op  $t = 0$  s 1
- bepalen van  $a$  (met een marge van  $0,1 \text{ ms}^{-2}$ ) 1
- gebruik van  $F = ma$  / inzicht dat  $\frac{F_{\text{motor}}}{F_z} = \frac{a}{g}$  1
- completeren van de berekening en consequente conclusie 1

*Opmerking*

*Als de grafiek tot  $t = 20$  s opgevat is als een rechte lijn: goed rekenen.*

**9 maximumscore 2**

voorbeeld van een uitleg:

Er geldt  $P = F_{\text{motor}}v = \text{constant}$ .

De snelheid  $v$  neemt toe. (Het vermogen  $P$  is constant.)

Dus neemt  $F_{\text{motor}}$  af.

- inzicht dat  $P = Fv = \text{constant}$  1
- inzicht dat de snelheid  $v$  toeneemt 1

Vraag	Antwoord	Scores
<b>10</b>	<p><b>maximumscore 4</b> uitkomst: 56(%)</p> <p>voorbeeld van een bepaling: Het motorvermogen wordt gebruikt om de luchtweerstand te overwinnen en de kinetische energie te laten toenemen. Dus <math>P_{\text{motor}} = P_{\text{lucht}} + P_{\text{kinetische-energie}}</math>.</p> <p>Op tijdstip <math>t = 50</math> s geldt: <math>F_{\text{motor}} = 3,2</math> kN en <math>F_{\text{lucht}} = 1,4</math> kN.</p> <p>Op dat tijdstip geldt: <math>\frac{P_{\text{lucht}}}{P_{\text{motor}}} = \frac{F_{\text{lucht}}}{F_{\text{motor}}}</math>.</p> <p>Dus wordt van het motorvermogen <math>\frac{1,4}{3,2} = 0,44 = 44\%</math> gebruikt voor het opheffen van de luchtwrijvingskracht. Dus wordt <math>100\% - 44\% = 56\%</math> gebruikt om de kinetische energie te laten toenemen.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• inzicht dat <math>P_{\text{motor}} = P_{\text{lucht}} + P_{\text{kinetische-energie}}</math> <span style="float: right;">1</span></li> <li>• inzicht dat op een tijdstip geldt <math>\frac{P_{\text{lucht}}}{P_{\text{motor}}} = \frac{F_{\text{lucht}}}{F_{\text{motor}}}</math> <span style="float: right;">1</span></li> <li>• aflezen van de krachten op <math>t = 50</math> s (met een marge van 0,1 kN) <span style="float: right;">1</span></li> <li>• completeren van de bepaling <span style="float: right;">1</span></li> </ul>	
<b>11</b>	<p><b>maximumscore 4</b> uitkomst: <math>v = 1,5 \cdot 10^2 \text{ ms}^{-1}</math></p> <p>voorbeeld van een bepaling: Er geldt: <math>F_{\text{lucht}} = kv^2</math>. De waarde van constante <math>k</math> kan bepaald worden door aflezen in het <math>(F, t)</math>- en het <math>(v, t)</math>-diagram op hetzelfde tijdstip.</p> <p>Dit levert op <math>t = 70</math> s: <math>F_{\text{lucht}} = 1,8</math> kN en <math>v = 133 \text{ ms}^{-1}</math>.</p> <p>Hieruit volgt dat de waarde van <math>k = \frac{1,8 \cdot 10^3}{133^2} = 0,102</math>.</p> <p>Extrapoleren levert dat op topsnelheid geldt: <math>F_{\text{motor}} = F_{\text{lucht}} = 2,3</math> kN.</p> <p>Voor de topsnelheid geldt: <math>2,3 \cdot 10^3 = 0,102v^2</math>. Dit levert <math>v = 1,5 \cdot 10^2 \text{ ms}^{-1}</math>.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• aflezen van motorkracht en snelheid op hetzelfde tijdstip <span style="float: right;">1</span></li> <li>• bepalen van de waarde van <math>k</math> <span style="float: right;">1</span></li> <li>• inzicht dat op topsnelheid geldt <math>F_{\text{motor}} = F_{\text{lucht}}</math> en schatten van de kracht op topsnelheid (met een marge van 0,1 kN) <span style="float: right;">1</span></li> <li>• completeren van de bepaling <span style="float: right;">1</span></li> </ul>	

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

**12 maximumscore 3**

voorbeeld van een antwoord:

De gemiddelde snelheid over ‘Mile 5’ bedraagt 308,317 mph.

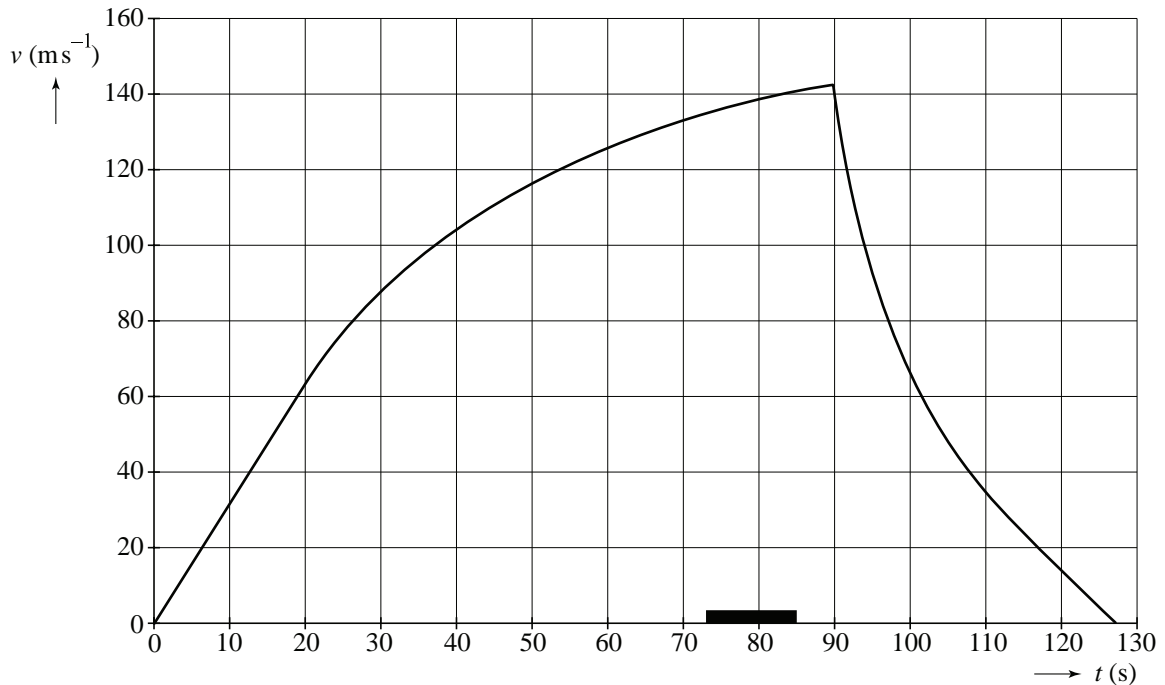
$$\text{Dit is } 308,317 \cdot 1,609344 = 496,188 \text{ kmh}^{-1} = \frac{496,188}{3,6} = 137,83 = 137,8 \text{ ms}^{-1}.$$

Voor de tijd dat de auto over deze mijl doet, geldt:  $s = v_{\text{gem}} t$ .

$$\text{Invullen levert: } 1609,344 = 137,8 \cdot t.$$

$$\text{Dit geeft: } t = 11,7 \text{ s.}$$

Tekenen in de grafiek levert:



- omrekenen van mph naar  $\text{ms}^{-1}$  1
- berekenen van de tijdsduur 1
- aangeven van het tijdsinterval in het  $(v,t)$ -diagram (met het midden van het tijdsinterval tussen  $t = 77 \text{ s}$  en  $t = 80 \text{ s}$ ) 1

*Opmerking*

*Als het tijdsinterval niet op de tijdas is aangegeven maar erboven: geen aftrek.*

Vraag	Antwoord	Scores
<b>13</b>	<p><b>maximumscore 3</b></p> <p>uitkomst: De remweg bedraagt 1,9 km (met een marge van 0,2 km).</p> <p>voorbeeld van een bepaling: De remweg is gelijk aan de oppervlakte onder de grafiek vanaf <math>t = 90</math> s. Hokjes tellen levert: <math>s = 1,9</math> km.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>inzicht dat de remweg gelijk is aan de oppervlakte onder de grafiek vanaf <math>t = 90</math> s</li> <li>bepalen van de oppervlakte onder de grafiek (door hokjes tellen of afschatten)</li> <li>completeren van de bepaling</li> </ul>	<p>1</p> <p>1</p> <p>1</p>

## Opgave 4 Protonentherapie

<b>14</b>	<p><b>maximumscore 3</b></p> <p>uitkomst: tot een indringdiepte van 22,5 cm (met een marge van 1,5 cm)</p> <p>voorbeeld van een bepaling: De stopping power is gelijk aan de helling van de grafiek. Voor een indringdiepte van 22,5 cm is de helling gelijk aan <math>10 \text{ MeV cm}^{-1}</math>. Voor waarden kleiner dan 22,5 cm is de stopping power kleiner dan <math>10 \text{ MeV cm}^{-1}</math>.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>inzicht dat de stopping power gelijk is aan de helling van de grafiek</li> <li>bepalen van het punt waar de helling gelijk is aan <math>10 \text{ MeV cm}^{-1}</math></li> <li>completeren van de bepaling</li> </ul>	<p>1</p> <p>1</p> <p>1</p>
<b>15</b>	<p><b>maximumscore 3</b></p> <p>voorbeeld van een antwoord: Waar de helling van de figuur het grootst is, is ook de stralingsdosis het grootst. Dus ontvangt het water een kleine stralingsdosis, de tumor een grote stralingsdosis en ontvangt de plaat helemaal geen straling.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>inzicht dat de stralingsdosis groot is als de helling van figuur 1 groot is</li> <li>inzicht dat na 26 cm geen straling geabsorbeerd wordt</li> <li>completeren van de uitleg</li> </ul>	<p>1</p> <p>1</p> <p>1</p>
<b>16</b>	<p><b>maximumscore 2</b></p> <p>uitkomst: <math>E = 150 \text{ MeV}</math></p>	

*Opmerking*

*Alle antwoorden van 150 MeV tot en met 155 MeV: goed rekenen.*



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

**17 maximumscore 2**

voorbeeld van een antwoord:

Bij een stopping power van  $800 \text{ MeV cm}^{-1}$  en een energieverlies per botsing van 72 eV is de afstand tussen twee botsingen gelijk aan

$$\frac{72}{800 \cdot 10^6} = 9 \cdot 10^{-8} \text{ cm} = 9 \cdot 10^{-10} \text{ m} = 0,9 \text{ nm. Dus een DNA-keten met een}$$

breedte van 3 nm wordt op ongeveer drie plaatsen geraakt.

- berekenen van de afstand tussen twee botsingen 1
- completeren van het antwoord 1

**18 maximumscore 1**

voorbeelden van een antwoord:

- Bij fotonen wordt de meeste energie opgenomen in het gebied voor de tumor en bij protonen niet.
- Bij fotonen wordt ook energie opgenomen in het gebied achter de tumor en bij protonen niet.
- Bij protonen wordt de meeste energie opgenomen in de tumor.

**19 maximumscore 4**

uitkomst:  $U = 4,2 \cdot 10^5 \text{ V}$

voorbeeld van een berekening:

Voor de kinetische energie van een proton geldt:

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \cdot 1,67 \cdot 10^{-27} (9,0 \cdot 10^6)^2 = 6,76 \cdot 10^{-14} \text{ J.}$$

$$\text{Dus voor de spanning geldt: } U = \frac{\Delta E_k}{q} = \frac{6,76 \cdot 10^{-14}}{1,60 \cdot 10^{-19}} = 4,2 \cdot 10^5 \text{ V.}$$

- gebruik van  $E_k = \frac{1}{2}mv^2$  1
- gebruik van  $\Delta E_k = qU$  1
- opzoeken van de massa en de lading van een proton 1
- completeren van de berekening 1

**20 maximumscore 1**

uitkomst:  $E = 0,42 \text{ (MeV)}$

*Opmerking*

*Als bij de beantwoording van vraag 19 een foute waarde voor de spanning is verkregen en die waarde hier wordt gebruikt: geen aftrek.*

Vraag	Antwoord	Scores
21	<p><b>maximumscore 3</b></p> <p>voorbeeld van een antwoord:                      De stroomrichting is gelijk aan de bewegingsrichting van de protonen.                      De lorentzkracht is gericht naar het middelpunt van de cirkel.                      Hieruit volgt dat het magnetisch veld gericht is loodrecht op het vlak van tekening, van de lezer af (het papier in).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• aangeven van de stroomrichting</li> <li>• aangeven van de richting van de lorentzkracht</li> <li>• completeren van de bepaling</li> </ul>	<p>1</p> <p>1</p> <p>1</p>
22	<p><b>maximumscore 4</b></p> <p>uitkomst: <math>B = 0,031 \text{ T}</math></p> <p>voorbeeld van een berekening:                      Voor de cirkelbaan geldt: <math>F_L = F_{\text{mpz}}</math>. Invullen levert: <math>Bqv = \frac{mv^2}{r}</math>.                      Hieruit volgt: <math>B = \frac{mv}{qr}</math>.                      Invullen van <math>B = \frac{mv}{qr}</math> levert: <math>B = \frac{1,67 \cdot 10^{-27} \cdot 9,0 \cdot 10^6}{1,60 \cdot 10^{-19} \cdot 3,0} = 0,031 \text{ T}</math>.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• inzicht dat <math>F_L = F_{\text{mpz}}</math></li> <li>• gebruik van <math>F_L = Bqv</math></li> <li>• gebruik van <math>F_{\text{mpz}} = \frac{mv^2}{r}</math></li> <li>• completeren van de berekening</li> </ul>	<p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p>

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

## Opgave 5 Waterlens

### 23 maximumscore 2

voorbeeld van een uitleg:

Bij een oog verandert bij het scherpstellen de sterkte (bolling) van de lens (en blijft de beeldstand gelijk). Bij een gewone camera verandert bij het scherpstellen de beeldafstand (en blijft de sterkte van de lens gelijk). (Dus lijkt het scherpstellen van de waterlens meer op het scherpstellen van het oog.)

- inzicht dat bij het scherpstellen van het oog de sterkte (bolling) van de lens verandert 1
- inzicht dat bij het scherpstellen van een gewone camera de beeldafstand verandert 1

### 24 maximumscore 3

uitkomst:  $R = 17 \text{ mm}$

voorbeeld van een berekening:

$$S = \frac{1}{f} = \frac{1}{0,025} = 40 \text{ dpt. Invullen in de formule levert: } 40 = (n-1) \left( \frac{2}{R} \right).$$

Met  $n = 1,330$  voor rood licht levert dit:

$$R = (1,330 - 1) \cdot \frac{2}{40} = 1,65 \cdot 10^{-2} \text{ m} = 17 \text{ mm.}$$

- gebruik van  $S = \frac{1}{f}$  1
- inzicht dat  $R_1 = R_2$  en opzoeken van de brekingsindex van water bij rood licht 1
- completeren van de berekening 1

### 25 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

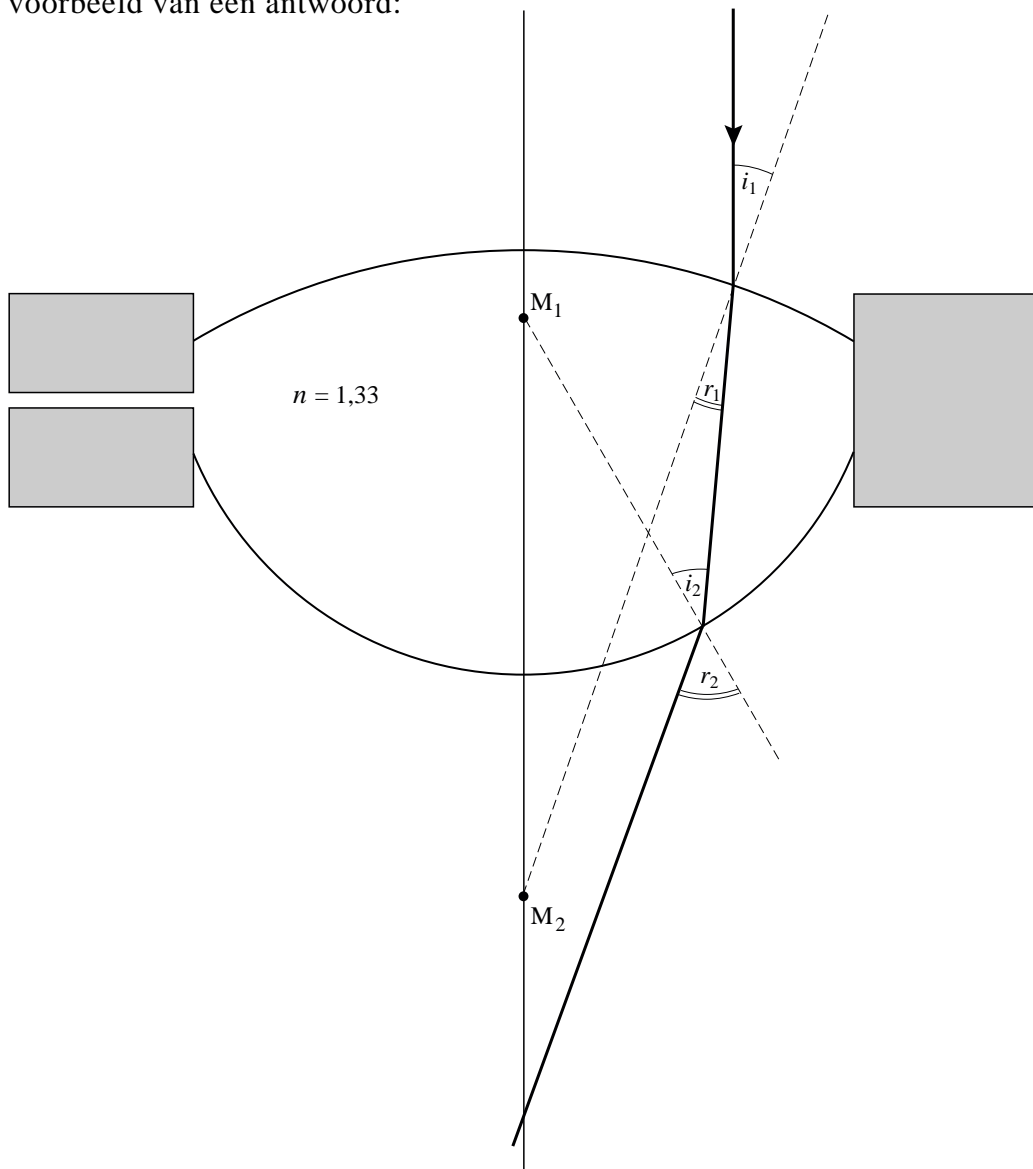
Het getal tussen haakjes was  $\left( \frac{2}{R} \right)$  en wordt  $\left( \frac{1}{2R} + \frac{2}{R} \right) = \left( \frac{5}{2R} \right)$  en dit is

groter dan  $\left( \frac{2}{R} \right)$ . Dus de lens wordt sterker.

- inzicht in de verandering van de factor tussen haakjes 1
- completeren van het antwoord 1

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

26 **maximumscore 5**  
voorbeeld van een antwoord:



Bepaling van de brekingshoek:  $i_1 = 19^\circ$  en  $\frac{\sin i_1}{\sin r_1} = 1,33$  zodat  $r_1 = 14^\circ$ .

Bepaling van de brekingshoek:  $i_2 = 35^\circ$  en  $\frac{\sin i_2}{\sin r_2} = \frac{1}{n}$  zodat  $r_2 = 50^\circ$ .

- tekenen van de normaal richting  $M_2$  en opmeten van de invalshoek  $i_1$  (met een marge van  $1^\circ$ ) 1
- gebruik van  $\frac{\sin i_1}{\sin r_1} = n$  1
- tekenen van de lichtstraal in de waterlens 1
- bepalen van  $r_2$  1
- tekenen van de uitgaande straal tot aan de hoofdas 1