

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

## Opgave 1 Lichtpracticum

### 1 maximumscore 2

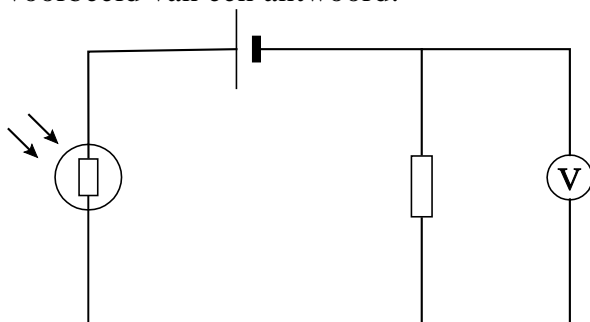
voorbeeld van een antwoord:

- De buis is aan beide kanten afgesloten om licht van buitenaf te voorkomen.
- De buis is van binnen zwart gemaakt om reflecties van het licht in de buis te voorkomen.

- inzicht dat licht van buitenaf tegengehouden moet worden 1
- inzicht dat reflecties van het licht in de buis voorkomen moeten worden 1

### 2 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:



De weerstanden verhouden zich als de spanningen over de weerstanden. Omdat de som van twee spanningen gelijk is aan de batterijspanning, is hiermee de weerstand van de LDR te bepalen.

- tekenen van een circuit met een spanningsbron, de weerstand en de LDR in serie 1
- tekenen van de spanningsmeter parallel aan de weerstand of de LDR 1
- inzicht dat de weerstanden zich verhouden als de spanningen over die weerstanden 1
- completeren van de uitleg 1

#### Opmerkingen

- De LDR hoeft niet met het juiste symbool uit Binas getekend te worden.
- Als er meer elementen in de schakeling gebruik zijn: maximaal 2 punten toekennen

Vraag	Antwoord	Scores
<b>3</b>	<p><b>maximumscore 4</b></p> <p>voorbeeld van een antwoord:</p> <p>Bij <math>x = 4</math> cm geldt voor de weerstand van de LDR: <math>R_4 = 4,0 \text{ k}\Omega</math>.</p> <p>Uit de ijkgrafiek volgt een verlichtingssterkte van 160 lux.</p> <p>Bij <math>x = 8</math> cm volgt voor de weerstand van de LDR: <math>R_8 = 10,5 \text{ k}\Omega</math>.</p> <p>Uit de ijkgrafiek volgt een verlichtingssterkte van 40 lux.</p> <p>De afstand is 2 keer zo groot dus de verlichtingssterkte zou volgens de kwadratenwet <math>\frac{1}{2^2} = 0,25</math> keer zo groot moeten zijn. Uit de metingen volgt voor de verhouding van de verlichtingssterkten: <math>\frac{40}{160} = 0,25</math>.</p> <p>(Dus klopt de kwadratenwet voor deze metingen.)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• aflezen van de weerstand van de LDR bij <math>x = 4</math> cm en <math>x = 8</math> cm (met een marge van <math>0,2 \text{ k}\Omega</math>) <span style="float: right;">1</span></li> <li>• aflezen van de bijbehorende verlichtingssterkten uit de ijkgrafiek (met een marge van 5 lux) <span style="float: right;">1</span></li> <li>• inzicht in de kwadratenwet <span style="float: right;">1</span></li> <li>• completeren van het antwoord <span style="float: right;">1</span></li> </ul>	

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

## Opgave 2 Zweefmolen

### 4 maximumscore 4

uitkomst:  $P = 5,4 \cdot 10^4$  W

voorbeelden van een berekening:

methode 1

De massa van de lege zweefmolen wordt gecompenseerd door het contragewicht.

De massa van de passagiers is  $m = 22 \cdot 60 = 1,32 \cdot 10^3$  kg.

Voor het benodigde vermogen voor het omhoog brengen geldt:

$$P = \frac{E_z}{t} = \frac{mgh}{t} = \frac{1,32 \cdot 10^3 \cdot 9,81 \cdot 30}{8,0} = 4,86 \cdot 10^4 \text{ W.}$$

Het rendement van de elektromotor is 90%.

$$\text{Uit } \eta = \frac{P_{\text{nuttig}}}{P_{\text{in}}} \text{ volgt: } P_{\text{in}} = \frac{4,86 \cdot 10^4}{0,90} = 5,4 \cdot 10^4 \text{ W.}$$

- gebruik van  $P = \frac{E}{t}$  1
- gebruik van  $E_z = mgh$  met  $m = 22 \cdot 60$  kg 1
- in rekening brengen van het rendement 1
- completeren van de berekening 1

methode 2

De massa van de lege zweefmolen wordt gecompenseerd door het contragewicht.

De massa van de passagiers is  $m = 22 \cdot 60 = 1,32 \cdot 10^3$  kg.

Voor het benodigde vermogen voor het omhoog brengen geldt:

$$P = Fv = mg \frac{h}{t} = \frac{1,32 \cdot 10^3 \cdot 9,81 \cdot 30}{8,0} = 4,86 \cdot 10^4 \text{ W.}$$

Het rendement van de elektromotor is 90%.

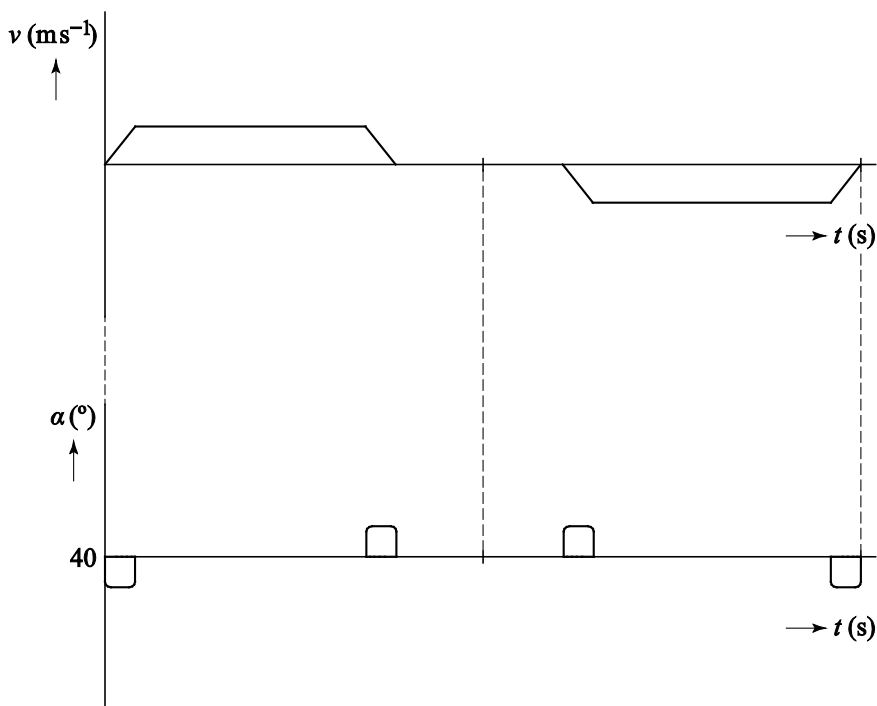
$$\text{Uit } \eta = \frac{P_{\text{nuttig}}}{P_{\text{in}}} \text{ volgt: } P_{\text{in}} = \frac{4,86 \cdot 10^4}{0,90} = 5,4 \cdot 10^4 \text{ W.}$$

- gebruik van  $P = Fv$  1
- inzicht dat benodigde kracht  $F$  gelijk is aan de zwaartekracht op de passagiers 1
- in rekening brengen van het rendement 1
- completeren van de berekening 1

Vraag	Antwoord	Scores
<b>5</b>	<p><b>maximumscore 2</b></p> <p>voorbeeld van een antwoord:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vóór <math>t = 5</math> s moet de elektromotor arbeid leveren om de passagiers met de zweefmolen de kinetische energie van de ronddraaiende beweging te geven (en na <math>t = 5</math> s niet meer).</li> <li>- Na <math>t = 5</math> s, als de molen met constante snelheid draait, is er nog vermogen nodig om de wrijving te overwinnen.</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• inzicht in de toename van de kinetische energie in het begin <span style="float: right;">1</span></li> <li>• inzicht dat er later vermogen nodig is om de wrijving te overwinnen. <span style="float: right;">1</span></li> </ul>	
<b>6</b>	<p><b>maximumscore 3</b></p> <p>voorbeeld van een uitleg:</p> <p>De zweefmolen is verder van de cameralens verwijderd dan de lantaarnpaal. De voorwerpsafstand van de mast is dus groter.</p> <p>Voor de lineaire vergroting geldt: <math>N = \frac{b}{v}</math>.</p> <p>De lineaire vergroting van de zweefmolen is dus kleiner dan van de lantaarnpaal. Dus wordt de zweefmolen kleiner weergegeven dan de lantaarnpaal. Dus is de conclusie onjuist.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• inzicht dat de voorwerpsafstand van de zweefmolen groter is dan de voorwerpsafstand van de lantaarnpaal <span style="float: right;">1</span></li> <li>• inzicht dat de zweefmolen met een andere lineaire vergroting wordt afgebeeld dan de lantaarnpaal <span style="float: right;">1</span></li> <li>• completeren van de uitleg <span style="float: right;">1</span></li> </ul>	
<b>7</b>	<p><b>maximumscore 3</b></p> <p>voorbeeld van een antwoord:</p> <p>Uit de figuur blijkt dat: <math>\tan \alpha = \frac{F_{\text{mpz}}}{F_z} = \frac{\frac{mv^2}{r}}{mg} = \frac{v^2}{rg}</math>.</p> <p>Hieruit volgt dat <math>\alpha</math> onafhankelijk is van <math>m</math>.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• inzicht dat <math>\tan \alpha = \frac{F_{\text{mpz}}}{F_z}</math> <span style="float: right;">1</span></li> <li>• gebruik van <math>F_z = mg</math> en <math>F_{\text{mpz}} = \frac{mv^2}{r}</math> <span style="float: right;">1</span></li> <li>• completeren van het antwoord <span style="float: right;">1</span></li> </ul>	

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

8 **maximumscore 3**  
 voorbeeld van antwoord:



- inzicht dat hoek  $\alpha$  gelijk is aan  $40^\circ$  als de snelheid constant is 1
- inzicht dat hoek  $\alpha$  kleiner is dan  $40^\circ$  bij het versnellen omhoog en groter dan  $40^\circ$  bij het vertragen omhoog. 1
- inzicht dat dit bij de beweging omlaag tegengesteld is 1

*Opmerking*

*Als de grafiek niet blokvormig is: niet aanrekenen.*

### Opgave 3 Absorptie van gammastraling

9 **maximumscore 3**  
 voorbeeld van een uitleg:

Het eerste plaatje absorbeert 5% van de inkomende straling. Er komt dus 95% door het eerste plaatje. Het tweede plaatje absorbeert 5% van de overgebleven straling en dat is minder dan 5% van de beginstraling. Dus na 5 plaatjes is minder dan 25% geabsorbeerd.

- inzicht dat elk plaatje 5% van de inkomende straling absorbeert 1
- inzicht dat elk volgend plaatje absoluut minder straling absorbeert 1
- completeren van de uitleg 1

Vraag	Antwoord	Scores
<b>10</b>	<p><b>maximumscore 3</b> uitkomst: <math>x = 28</math> cm</p> <p>voorbeeld van een berekening:</p> <p>Er geldt: <math>I(x) = I(0) \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{x}{d_1}}</math>. Invullen levert:</p> $0,01 = \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{x}{0,042}} \rightarrow x = 0,042 \cdot \frac{\log 0,01}{\log 0,5} = 0,279 \text{ m} = 28 \text{ cm.}$ <ul style="list-style-type: none"> <li>• gebruik van <math>I(x) = I(0) \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{x}{d_1}}</math> <span style="float: right;">1</span></li> <li>• inzicht dat <math>\frac{I(x)}{I(0)} = 0,01</math> <span style="float: right;">1</span></li> <li>• completeren van de berekening <span style="float: right;">1</span></li> </ul>	
<b>11</b>	<p><b>maximumscore 2</b> voorbeeld van een uitleg:</p> <p>Er geldt: <math>[n_e] = [\rho] \cdot \frac{[Z]}{[m_{\text{at}}]}</math>. Hierbij is <math>[\rho] = \text{kg m}^{-3}</math>, <math>[Z] = 1</math> en <math>[m_{\text{at}}] = \text{kg}</math>.</p> <p>Invullen levert: <math>[n_e] = \text{kg m}^{-3} \frac{1}{\text{kg}} = \text{m}^{-3}</math>.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• invullen van de eenheden in de formule <span style="float: right;">1</span></li> <li>• completeren van de uitleg <span style="float: right;">1</span></li> </ul>	

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

**12 maximumscore 4**

uitkomst:  $\sigma = 2,1 \cdot 10^{-29} \text{ m}^2$

voorbeeld van een berekening:

Er geldt:  $d_{\frac{1}{2}} = \frac{\ln 2}{\sigma} \cdot \frac{1}{n_e}$  en:  $n_e = \rho \cdot \frac{Z}{m_{\text{at}}}$ .

Invullen van de gegevens voor aluminium levert:

$$n_e = 2,70 \cdot 10^3 \cdot \frac{13}{27,0 \cdot 1,66 \cdot 10^{-27}} = 7,83 \cdot 10^{29} \text{ m}^{-3}.$$

Uit  $d_{\frac{1}{2}} = \frac{\ln 2}{\sigma} \cdot \frac{1}{n_e}$  volgt:  $\sigma = \frac{\ln 2}{d_{\frac{1}{2}}} \cdot \frac{1}{n_e}$ .

Invullen levert:  $\sigma = \frac{\ln 2}{0,042} \cdot \frac{1}{7,83 \cdot 10^{29}} = 2,1 \cdot 10^{-29} \text{ m}^2$ .

- invullen van de formule  $n_e = \rho \cdot \frac{Z}{m_{\text{at}}}$  met  $\rho = 2,70 \cdot 10^3 \text{ kg m}^{-3}$  1
- inzicht dat  $m_{\text{at}} = A \cdot u$  1
- opzoeken van  $Z$  en  $A$  van aluminium 1
- completeren van de berekening 1

**13 maximumscore 3**

voorbeeld van een uitleg:

Uit tabel 28E van Binas blijkt dat de halveringsdikte afhangt van de energie van de gammafotonen. Er geldt:  $d_{\frac{1}{2}} = \frac{\ln 2}{\sigma} \cdot \frac{1}{n_e}$ .

De elektronendichtheid  $n_e$  hangt niet af van de energie van de gammafotonen. Dus hangt de trefoppervlakte  $\sigma$  wel af van de energie van de gammafotonen.

- inzicht dat de halveringsdikte afhangt van de energie van de gammafotonen 1
- inzicht dat de elektronendichtheid niet afhangt van de energie van de gammafotonen 1
- completeren van de uitleg 1

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

## Opgave 4 Getijdenresonantie

### 14 maximumscore 3

uitkomst:

$$v_{\max} = 3,7 \text{ (centimeter per minuut) (met een marge van 0,5 (centimeter per minuut))}$$

voorbeelden van een antwoord:

methode 1

Er geldt:  $v = \frac{\Delta u}{\Delta t}$ .

Aflezen uit de grafiek levert:

$$v = \frac{\Delta u}{\Delta t} = \frac{20}{16-7} = 2,22 \text{ m h}^{-1} = 3,7 \text{ centimeter per minuut.}$$

- inzicht dat de snelheid overeenkomt met de helling van de grafiek 1
- tekenen van de raaklijn bij  $u = 0$  1
- completeren van de bepaling 1

methode 2

Voor de maximale snelheid geldt:

$$v_{\max} = \frac{2\pi A}{T} = \frac{2\pi \cdot 4,4}{12,4} = 2,23 \text{ m h}^{-1} = 3,7 \text{ centimeter per minuut.}$$

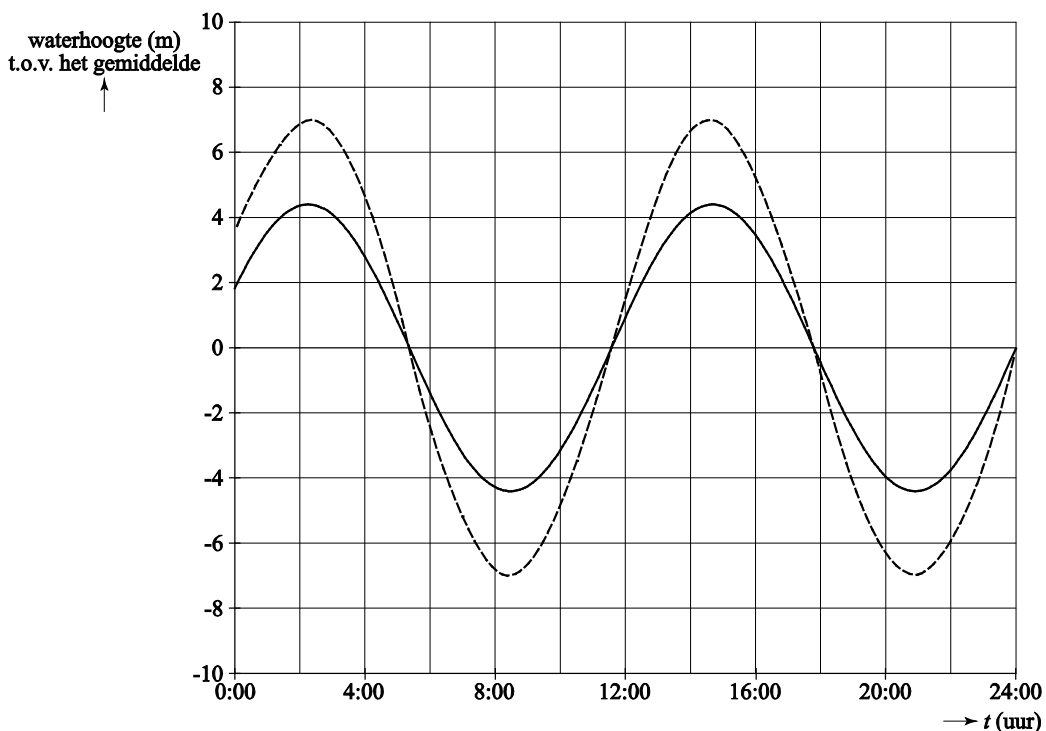
- inzicht dat  $v_{\max} = \frac{2\pi A}{T}$  1
- aflezen van  $A$  en  $T$  1
- completeren van de berekening 1



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

**15 maximumscore 3**

voorbeeld van een antwoord:



- de grafiek gaat op dezelfde tijdstippen door de nul als de gegeven grafiek 1
- de grafiek heeft de toppen op dezelfde tijdstippen als de gegeven grafiek 1
- de grafiek heeft een grotere amplitude dan de gegeven grafiek 1

*Opmerking*

*Als de grafiek niet sinusvormig is: niet aanrekenen.*

**16 maximumscore 2**

voorbeeld van een uitleg:

De baailengte is gelijk aan de afstand tussen een knoop en een buik en deze afstand komt overeen met een kwart golflengte. Dus is de golflengte 4 maal de baailengte

- inzicht dat de afstand tussen een knoop en een buik gelijk is aan een kwart golflengte 1
- completeren van de uitleg 1

Vraag	Antwoord	Scores
<b>17</b>	<p><b>maximumscore 3</b>                      uitkomst: <math>v = 26,9 \text{ ms}^{-1}</math></p> <p>voorbeeld van een bepaling:                      Voor de golflengte geldt: <math>\lambda = 4 \cdot 300 \text{ km} = 1,20 \cdot 10^6 \text{ m}</math>.                      Voor de trillingstijd uit figuur 1 geldt: <math>T = 12,4 \text{ h} = 4,46 \cdot 10^4 \text{ s}</math>.                      Invullen van <math>\lambda = vT</math> levert: <math>v = \frac{\lambda}{T} = \frac{1,20 \cdot 10^6}{4,46 \cdot 10^4} = 26,9 \text{ ms}^{-1}</math>.</p>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• aflezen van <math>T</math> (met een marge van 0,2 h)</li> <li>• gebruik van <math>\lambda = vT</math></li> <li>• completeren van de bepaling</li> </ul>	<p>1 1 1</p>
	<p><i>Opmerking</i>                      Als de kandidaat bij vraag 14, methode 2 de tijd <math>T</math> fout bepaald heeft en deze hier opnieuw gebruikt: niet aanrekenen.</p>	
<b>18</b>	<p><b>maximumscore 2</b>                      voorbeeld van een antwoord:                      Voor een aan één kant gesloten systeem treedt de tweede resonantie op bij <math>L = \frac{3}{4} \lambda</math>. De waarde van <math>L</math> bij het tweede maximum is dus drie keer zo groot als bij het eerste maximum. (Dus geldt: <math>L = 3 \cdot 300 = 900 \text{ km}</math>.)</p>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• inzicht dat de tweede resonantie ligt bij <math>L = \frac{3}{4} \lambda</math></li> <li>• completeren van het antwoord</li> </ul>	<p>1 1</p>
<b>19</b>	<p><b>maximumscore 3</b>                      voorbeeld van een uitleg:                      Doordat bij stijgen van de zeespiegel de golfsnelheid <math>v</math> toeneemt, wordt ook de resonantielengte <math>L = \frac{1}{4} \lambda = \frac{1}{4} vT</math> groter. Het maximum (verschuift dus naar rechts en) komt dichterbij de werkelijke lengte van 325 km van de Fundybaai. Hierdoor zal de versterkingsfactor in de Fundybaai toenemen, waardoor het getijdenverschil groter wordt. De bewoners aan de baai maken zich dus terecht ongerust.</p>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• inzicht dat bij grotere golfsnelheid de resonantielengte toeneemt</li> <li>• inzicht dat de resonantielengte dichterbij de werkelijke baailengte komt</li> <li>• completeren van de uitleg</li> </ul>	<p>1 1 1</p>

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

## Opgave 5 LHC

### 20 maximumscore 3

uitkomst:  $1,5 \cdot 10^2$  keer

voorbeeld van een berekening:

Er geldt:  $qU = \Delta\left(\frac{1}{2}mv^2\right)$ .

Invullen levert:  $1,602 \cdot 10^{-19} \cdot x \cdot 5,0 \cdot 10^3 = \frac{1}{2} \cdot 1,673 \cdot 10^{-27} (1,2 \cdot 10^7)^2$ .

Dit geeft:  $x = 1,5 \cdot 10^2$ .

- inzicht dat  $qU = \Delta\left(\frac{1}{2}mv^2\right)$  1
- opzoeken van  $q$  en  $m$  1
- completeren van de berekening 1

*Opmerking*

*Het antwoord 151 ook goed rekenen.*

### 21 maximumscore 3

uitkomst: 0,004(%)

voorbeeld van een berekening:

Voor de snelheid van een proton geldt:

$$v = \frac{s}{t} = \pi df = \pi \cdot 8485,8 \cdot 11245 = 2,99780 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1}.$$

Het verschil is  $2,99792 \cdot 10^8 - 2,99780 \cdot 10^8 = 1,2 \cdot 10^4 \text{ ms}^{-1}$ .

Dit is  $\frac{1,2 \cdot 10^4}{2,99792 \cdot 10^8} \cdot 100\% = 0,004\%$  van de lichtsnelheid.

- inzicht dat  $v = \pi df$  1
- opzoeken van de lichtsnelheid in minstens 6 significante cijfers 1
- completeren van de berekening 1

### 22 maximumscore 2

voorbeeld van een uitleg:

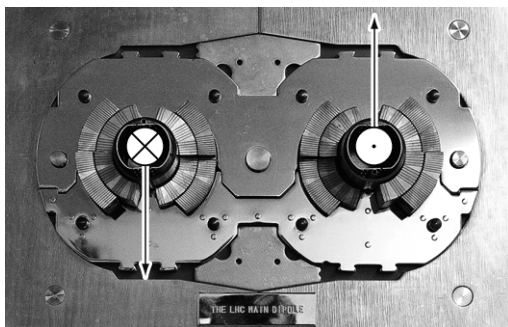
Als  $v$  de lichtsnelheid nadert, wordt de massa van een proton heel groot. De benodigde energie om de lichtsnelheid te bereiken is dus oneindig groot.

- inzicht dat bij de lichtsnelheid de kinetische energie van een proton heel groot is 1
- completeren van de uitleg 1

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

**23 maximumscore 2**

voorbeeld van een antwoord:



- één pijl naar boven en één pijl naar beneden 1
- richting van beide pijlen juist 1

**24 maximumscore 4**

uitkomst:  $B = 5,5 \text{ T}$

voorbeeld van een berekening:

$$F_{\text{mpz}} = \frac{E}{r} = \frac{7,0 \cdot 10^{12} \cdot 1,60 \cdot 10^{-19}}{4242,9} = 2,64 \cdot 10^{-10} \text{ N.}$$

Er geldt:  $F_{\text{mpz}} = Bqv$ .

Invullen levert:  $2,64 \cdot 10^{-10} = B \cdot 1,60 \cdot 10^{-19} \cdot 2,998 \cdot 10^8$ .

Dit levert:  $B = 5,5 \text{ T}$ .

- inzicht dat  $F_{\text{mpz}} = F_{\text{L}}$  1
- gebruik van  $F_{\text{L}} = Bqv$  1
- omrekenen van 7,0 TeV naar J 1
- completeren van de berekening 1

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

**25 maximumscore 4**uitkomst:  $n = 1,15 \cdot 10^{11}$ 

voorbeeld van een berekening:

Er geldt:  $I = \frac{Q}{t}$ . Omdat de protonen 11245 maal per seconde een omloopmaken, geldt voor één omwenteling:  $t = \frac{1}{11245}$  s. Dit levert voor de ladingin één omloop:  $Q = It = 0,582 \cdot \frac{1}{11245} = 5,176 \cdot 10^{-5}$  C.Omdat één proton een lading heeft van  $q = 1,602 \cdot 10^{-19}$  C, volgt hieruitvoor het aantal protonen dat rondgaat:  $n = \frac{Q}{q} = \frac{5,176 \cdot 10^{-5}}{1,602 \cdot 10^{-19}} = 3,231 \cdot 10^{14}$ .Dat is per groepje:  $\frac{3,231 \cdot 10^{14}}{2808} = 1,15 \cdot 10^{11}$ .

- gebruik van  $I = \frac{Q}{t}$  1
- inzicht dat  $t = \frac{1}{11245}$  s 1
- inzicht dat  $Q = nq$  met  $n =$  het aantal protonen in één buis 1
- completeren van de berekening 1

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

**26 maximumscore 3**

voorbeelden van een antwoord:

methode 1

Er geldt:  $E = mc^2$ . Voor de orde van grootte van de energie die nodig is om een Higgs-deeltje te maken, geldt:

$$E = 1 \cdot 10^{-25} \cdot (3 \cdot 10^8)^2 = 9 \cdot 10^{-9} \text{ J. Dit is } 5,6 \cdot 10^{10} \text{ eV} = 0,056 \text{ TeV.}$$

Deze energie is minder dan de energie van (één van) de protonen.

- inzicht dat de energie die overeenkomt met de massa van het deeltje vergeleken moet worden met de energie van één of twee protonen 1
- gebruik van  $E = mc^2$  1
- uitrekenen van  $E$  en consequente conclusie 1

methode 2

Er geldt:  $E = mc^2$ . Invullen van de energie van één proton levert:

$$7,0 \cdot 10^{12} \cdot 1,60 \cdot 10^{-19} = m(3,0 \cdot 10^8)^2. \text{ Dit levert: } m = 1,2 \cdot 10^{-23} \text{ kg.}$$

Deze massa is veel groter dan de geschatte massa van het Higgs-deeltje.

- inzicht dat de massa van het deeltje vergeleken moet worden met de massa die overeenkomt met de energie van één of twee protonen 1
- gebruik van  $E = mc^2$  1
- uitrekenen van  $m$  en consequente conclusie 1