

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

## Opgave 1 Tsunami

### 1 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:

Voor de zwaarte-energie van de waterberg geldt:  $E_z = mgh$ .

Voor de massa van het water geldt:  $m = \rho V$ .

Voor het volume van de waterberg geldt:  $V = \ell bh$ .

Invullen levert:  $V = 1200 \cdot 10^3 \cdot 150 \cdot 10^3 \cdot 1,8 = 3,24 \cdot 10^{11} \text{ m}^3$ .

De hoogte van het zwaartepunt ligt op 0,90 m.

Dus geldt:  $E_z = mgh = 1,0 \cdot 10^3 \cdot 3,24 \cdot 10^{11} \cdot 9,81 \cdot 0,90 = 2,9 \cdot 10^{15} \text{ J} = 2,9 \text{ PJ}$ .

(Dus de energie overschrijdt de waarde van 0,5 PJ.)

- gebruik van  $E_z = mgh$  1
- inzicht dat  $m = \rho V$  met  $V = \ell bh$  1
- inzicht dat het zwaartepunt van de waterberg op de halve hoogte ligt 1
- completeren van de berekening en uitkomst vergelijken met 0,5 PJ 1

#### Opmerkingen

- Voor de dichtheid mag ook ingevuld worden:  $0,998 \cdot 10^3 \text{ kg m}^{-3}$  (water) en  $1,024 \cdot 10^3 \text{ kg m}^{-3}$  (zeewater), (zoals aangegeven in BINAS tabel 11).
- Om te vergelijken moet de uitkomst en/of de grenswaarde naar dezelfde eenheid zijn omgerekend.

Vraag	Antwoord	Scores
<b>2</b>	<p><b>maximumscore 2</b> voorbeeld van een uitleg:</p> <p>methode 1 In figuur 3 moet de hoeveelheid opgestuwd water / de energie zich over een steeds grotere breedte van de golf verdelen (waardoor de amplitude kleiner wordt). In figuur 4 blijft de golf (nagenoeg) even breed, waardoor de amplitude (bijna) niet afneemt.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• inzicht dat in figuur 3 de hoeveelheid opgestuwd water / de energie over een steeds grotere breedte verdeeld wordt</li> <li>• inzicht dat in figuur 4 de golf (nagenoeg) even breed blijft</li> </ul> <p>methode 2 De hoeveelheid opgestuwd water / de energie die in de golven zit, is (nagenoeg) constant. Als de golf steeds breder wordt, wordt deze verdeeld (waardoor de amplitude kleiner wordt). Dit is het geval in figuur 3 en niet in figuur 4.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• inzicht dat de hoeveelheid opgestuwd water / de energie constant is</li> <li>• inzicht dat die bij een bredere golf verdeeld wordt</li> </ul> <p><i>Opmerking</i> <i>Een antwoord gebaseerd op demping: geen scorepunten toekennen.</i></p>	<p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p>
<b>3</b>	<p><b>maximumscore 3</b> voorbeeld van een antwoord: Doordat de diepte kleiner wordt, wordt de golfsnelheid kleiner. Uit <math>v = f\lambda</math> volgt (omdat de frequentie niet verandert,) dat de golflengte kleiner wordt en dus de golfberg smaller. Omdat de energie behouden blijft, wordt de golfberg hoger.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• inzicht dat de golfsnelheid kleiner wordt</li> <li>• inzicht in <math>v = f\lambda</math></li> <li>• inzicht in energiebehoud</li> </ul> <p><i>Opmerkingen</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– <i>Het eerste en tweede scorepunt mogen ook beantwoord worden met het inzicht dat de voorkant van de golf minder snel gaat dan de achterkant.</i></li> <li>– <i>Bij het tweede scorepunt hoeft niet expliciet vermeld te worden dat de frequentie gelijk blijft.</i></li> <li>– <i>Het derde scorepunt mag ook beantwoord worden met behulp van het continuïteitsprincipe dat de hoeveelheid water behouden blijft.</i></li> <li>– <i>Een antwoord gebaseerd op de gedachte dat het gaat over de waterkolom vanaf de bodem: geen scorepunten toekennen.</i></li> </ul>	<p>1</p> <p>1</p> <p>1</p>

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

**4 maximumscore 4**uitkomst:  $t = 4,0$  h

voorbeeld van een berekening:

De geluidssnelheid in steen bedraagt  $3,6 \cdot 10^3 \text{ ms}^{-1}$ . Dus de voortplantingssnelheid van schokgolven bedraagt  $7,2 \cdot 10^3 \text{ ms}^{-1}$ .

Voor de tijd van de schokgolf door de aardkorst geldt:

$$s = v_1 t_1 \rightarrow 2,5 \cdot 10^6 = 7,2 \cdot 10^3 \cdot t_1 \rightarrow t_1 = 347 \text{ s.}$$

Voor de snelheid van de tsunami geldt:

$$v = \sqrt{gd} = \sqrt{9,81 \cdot 3,0 \cdot 10^3} = 1,72 \cdot 10^2 \text{ ms}^{-1}.$$

Voor de tijd die de tsunami nodig heeft, geldt:

$$s = v_2 t_2 \rightarrow 2,5 \cdot 10^6 = 1,72 \cdot 10^2 \cdot t_2 \rightarrow t_2 = 14573 \text{ s.}$$

Voor de tijd tussen het waarnemen van de schokgolf en de komst van de tsunami geldt:  $t = 14573 - 347 = 14226 \text{ s} = 4,0 \text{ h.}$ 

- gebruik van  $s = vt$  1
- opzoeken van de geluidssnelheid in steen 1
- gebruik van  $v = \sqrt{gd}$  1
- completeren van de berekening 1

*Opmerking**De uitkomst mag uiteraard ook in een andere eenheid gegeven worden.***5 maximumscore 2**

voorbeeld van een antwoord:

Eerst (vanaf  $t = 9$  min) neemt de diepte af. De tsunami is dus voorafgegaan door een golfdal (waardoor het water zich eerst van het strand terugtrok).

- inzicht dat eerst de diepte kleiner wordt 1
- consequente conclusie 1

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

**6 maximumscore 3**  
uitkomst:  $\lambda = 13$  km

voorbeeld van een bepaling:

Aflezen levert dat de periode gelijk is aan 20 min.

Dit levert:  $T = 20 \cdot 60 = 1200$  s.

Voor de snelheid geldt:  $v = \sqrt{gd} = \sqrt{9,81 \cdot 12} = 10,8 \text{ m s}^{-1}$ .

Dus geldt:  $\lambda = vT = 10,8 \cdot 1200 = 13 \cdot 10^3 \text{ m} = 13 \text{ km}$ .

- aflezen van  $T$  1
- gebruik van  $\lambda = vT$  met  $v = \sqrt{gd}$  1
- completeren van de bepaling 1

*Opmerkingen*

*Om het laatste scorepunt te krijgen:*

- moet de waarde van periode  $T$  liggen tussen 10 en 28 min;
- moet de waarde van diepte  $d$  liggen tussen 10 en 14 m.

## Opgave 2 (G-)Krachtmetingen in een attractiepark

**7 maximumscore 3**

voorbeeld van een uitleg:

Als de kracht op de drukweerstand groter wordt, wordt de weerstandswaarde van deze weerstand kleiner.

De spanning tussen de punten A en B (de spanning over de drukweerstand) wordt dan kleiner.

Omdat de totale spanning gelijk blijft, wordt de spanning tussen de punten B en C (de spanning over de weerstand R) groter.

- inzicht dat kleiner worden van de weerstandswaarde van de drukweerstand samengaat met groter worden van de sensorspanning 1
- inzicht dat de spanning over de weerstand kleiner wordt als de weerstandswaarde kleiner wordt 1
- inzicht in de spanningsdeling van een serieschakeling 1

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

**8 maximumscore 3**

uitkomst:  $R = 4,0 \cdot 10^2 \Omega$  (met een marge van  $0,2 \cdot 10^2 \Omega$ )

voorbeeld van een bepaling:

methode 1

Neem voor de kracht op de drukweerstand  $0,50 \text{ N}$ .

Bij deze kracht hoort een sensorspanning van  $3,0 \text{ V}$ . Bij deze kracht heeft de drukweerstand een waarde van  $800 \Omega$ .

Voor de spanning geldt:  $U_{AB} + U_{BC} = 9,0 \text{ V}$ . Dus:  $U_{AB} = 9,0 - 3,0 = 6,0 \text{ V}$ .

Voor de stroomsterkte door de serieschakeling geldt:  $I = \frac{U_{AB}}{R_{\text{druk}}}$ .

Dus geldt:  $I = \frac{6,0}{800} = 7,50 \cdot 10^{-3} \text{ A}$ .

Voor de weerstandswaarde van R geldt dan:  $R = \frac{U_{BC}}{I}$ .

Dus geldt:  $R = \frac{3,0}{7,50 \cdot 10^{-3}} = 4,0 \cdot 10^2 \Omega$ .

- aflezen van de sensorspanning en de waarde voor de drukweerstand bij dezelfde kracht 1
- inzicht dat  $U_{AB} + U_{BC} = 9,0 \text{ V}$  1
- completeren van de bepaling 1

*Opmerking*

*De sensorspanning mag uiteraard ook bij een andere waarde voor de kracht worden afgelezen.*

methode 2

Als de weerstandswaarde  $R_{\text{druk}}$  gelijk is aan  $R$ , dan is de sensorspanning gelijk aan  $4,5 \text{ V}$ .

Bij een sensorspanning van  $4,5 \text{ V}$  is de kracht gelijk aan  $1,0 \text{ N}$ . Bij die kracht geldt voor de grootte van de weerstand:  $R = R_{\text{druk}} = 4,0 \cdot 10^2 \Omega$ .

- inzicht dat bij een sensorspanning van  $4,5 \text{ V}$  geldt  $R = R_{\text{druk}}$  2
- completeren van de bepaling 1

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

**9 maximumscore 3**

voorbeeld van een antwoord:

Schakeling c is juist. Voor de andere schakelingen geldt:

a	onjuist	In deze schakeling is er sprake van een serieschakeling. De sensorspanning mag niet beïnvloed worden. Een deel van de batterijspanning zal echter over de LED komen te staan, waardoor de spanning beïnvloed wordt.
b	onjuist	De schakelaar staat opgenomen in de paralleltak van de schakeling waarin alleen de LED is opgenomen. De schakelaar zorgt er dus uitsluitend voor dat de LED wordt in- en uitgeschakeld, maar hij schakelt de sensorschakeling als geheel niet in en uit.

- keuze van de juiste schakeling 1
- verklaring dat een andere onjuist is 1
- verklaring dat nog een andere onjuist is 1

**10 maximumscore 2**

voorbeelden van een uitleg:

methode 1

Uit de formule blijkt dat de 'G-kracht' gelijk is aan de verhouding van de normaalkracht en de zwaartekracht / hoeveel maal groter de normaalkracht is dan de zwaartekracht. Dus heeft de 'G-kracht' geen eenheid en is dus een factor. (Om deze reden is de benaming 'G-factor' beter.)

- inzicht dat de 'G-kracht' de verhouding tussen twee krachten is 1
- inzicht dat een factor dimensieloos is 1

methode 2

De eenheid N voor de zwaartekracht en de normaalkracht staat zowel boven als onder de deelstreep in de formule voor de 'G-kracht'. De 'G-kracht' heeft derhalve geen eenheid.

De term 'G-kracht' suggereert de eenheid N.

- inzicht dat de 'G-kracht' die volgt uit de formule geen eenheid heeft 1
- inzicht dat de naam 'G-kracht' suggereert dat die de eenheid N heeft 1

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

**11 maximumscore 6**

uitkomst: 'G-kracht' = 2,4

voorbeeld van een bepaling:

**manier 1**

Voor de baansnelheid van de G-Force geldt:  $v = \frac{2\pi r}{T}$ .

Aflezen van de omlooptijd uit figuur 8 en invullen levert:

$$v = \frac{2\pi \cdot 4,7}{3,7} = 7,98 \text{ m s}^{-1}.$$

In het laagste punt van de baan geldt:  $F_{\text{mpz}} = F_{\text{n}} - F_{\text{z}}$ .

Hieruit volgt:

$$F_{\text{n}} = F_{\text{mpz}} + F_{\text{z}} = \frac{mv^2}{r} + mg = \frac{0,050 \cdot (7,98)^2}{4,7} + 0,050 \cdot 9,81 = 1,17 \text{ N}.$$

Voor de 'G-kracht' geldt dan:

$$\text{'G-kracht'} = \frac{F_{\text{n}}}{F_{\text{z}}} = \frac{F_{\text{n}}}{mg} = \frac{1,17}{0,050 \cdot 9,81} = 2,4.$$

**manier 2**

De sensorspanning in het laagste punt van de baan bedraagt 5,1 V.

Uit figuur 4 volgt een normaalkracht van 1,2 N.

Voor de gemeten 'G-kracht' geldt dan:

$$\text{'G-kracht'} = \frac{F_{\text{n}}}{F_{\text{z}}} = \frac{F_{\text{n}}}{mg} = \frac{1,2}{0,050 \cdot 9,81} = 2,4.$$

- gebruik van  $v = \frac{2\pi r}{T}$  en aflezen van  $T$  (met een marge van 0,2 s) 1
- inzicht dat in het laagste punt geldt:  $F_{\text{mpz}} = F_{\text{n}} - F_{\text{z}}$  1
- gebruik van  $F_{\text{mpz}} = \frac{mv^2}{r}$  1
- gebruik van de formule voor de 'G-kracht' 1
- aflezen van sensorspanning op het laagste punt van de baan (met een marge van 0,2 V) en gebruik van de ijkgrafiek 1
- completeren van de bepalingen 1

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

### Opgave 3 Bepaling van de brekingsindex

#### 12 maximumscore 2

uitkomst:  $i = 25,0^\circ$

voorbeeld van een berekening:

Voor de invalshoek geldt:  $\tan i = \frac{c}{a-b} = \frac{12,4}{35,1-8,5}$ . Daaruit volgt:  $i = 25,0^\circ$ .

- inzicht dat voor de invalshoek geldt:  $\tan i = \frac{c}{a-b}$  1
- completeren van de berekening 1

#### 13 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

In punt II zijn  $\sin i$  en  $\sin r$  groter dan in punt I. De foutmarges zijn bij punt I en punt II gelijk. Vergeleken met de waarde van  $\sin i$  en  $\sin r$  is bij punt II de foutmarge kleiner.

De waarde van de brekingsindex zal bij punt II dus een kleinere foutmarge hebben dan bij punt I. Dus Frank moet punt II gebruiken.

- inzicht dat de foutmarges bij punt II vergeleken met de waarden van  $\sin i$  en  $\sin r$  kleiner zijn dan bij punt I 1
- inzicht dat de waarde van de brekingsindex bij punt II een kleinere foutmarge heeft dan bij punt I en conclusie 1

*Opmerking*

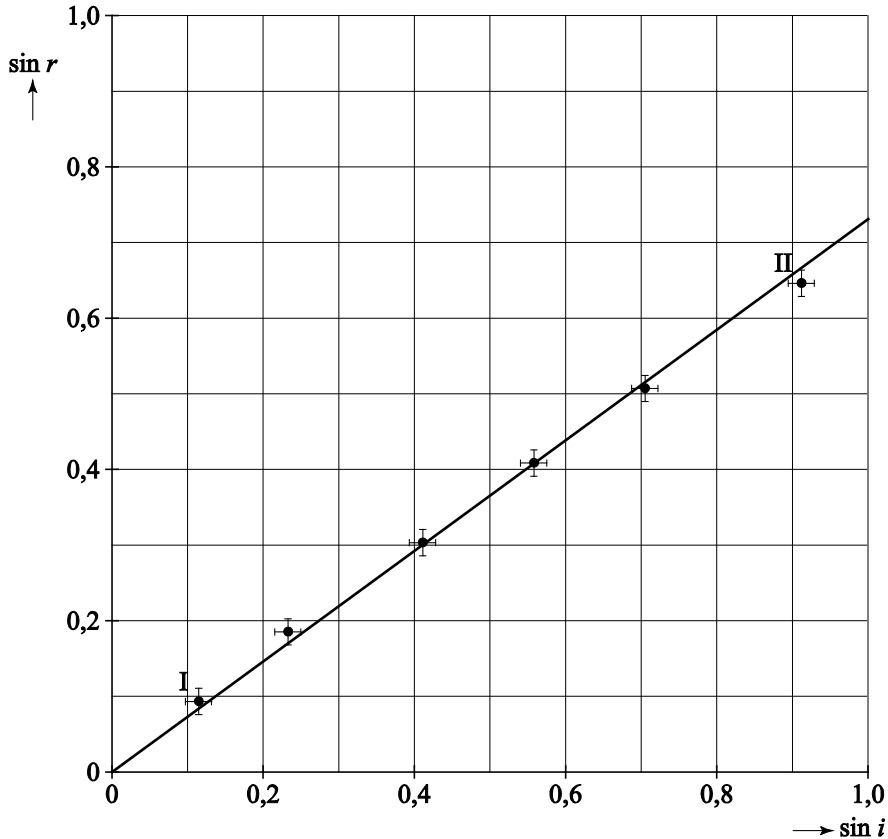
*Als de kandidaat  $i$  en  $r$  gebruikt in plaats van  $\sin i$  en  $\sin r$ : niet aanrekenen.*



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

## 14 maximumscore 5

voorbeeld van een antwoord:



- Er geldt:  $n = \frac{\sin i}{\sin r}$ . Dus geldt een recht evenredig verband tussen  $\sin i$  en  $\sin r$ . Dus moet er een rechte lijn getekend worden door de foutmarges van de punten **en** door de oorsprong.
  - De helling van deze lijn is 0,730. Deze helling is gelijk aan  $\frac{1}{n}$ .
  - Dit geeft voor de brekingsindex:  $n = \frac{1}{0,730} = 1,37$ .
  - Deze methode geeft een kleinere foutmarge dan die van Frank, omdat de invloed van de foutmarges in de zes meetpunten uitgemiddeld wordt.
- tekenen van een rechte lijn door de foutmarges van de meetpunten 1
  - deze lijn gaat door de oorsprong 1
  - bepalen van de helling van de getekende lijn (met een marge van 0,005) 1
  - inzicht dat de helling gelijk is aan  $\frac{1}{n}$  en completeren 1
  - inzicht dat bij deze methode de invloed van de foutmarges uitgemiddeld wordt / rekening gehouden wordt met alle meetpunten 1

*Opmerking*

*Het derde scorepunt wordt verkregen voor de lijn die de kandidaat getekend heeft, ook als de lijn niet voldoet aan de voorwaarden om de eerste twee scorepunten te verkrijgen.*

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

### Opgave 4 Strategiebepaling bij wielrennen

**15 maximumscore 5**

uitkomst:  $P = 5,9 \cdot 10^2 \text{ W}$

voorbeelden van een bepaling:

methode 1

Voor het vermogen geldt:  $P = Fv$ .

Een schatting voor de gemiddelde kracht levert:  $F_{\text{gem}} = 1,9 \cdot 10^2 \text{ N}$ .

Voor de snelheid van de voet in één omwenteling geldt:  $v = \frac{2\pi r}{T}$ .

De omlooptijd is af te lezen uit figuur 2. Dit levert  $T = 0,71 \text{ s}$ .

Invullen levert voor twee voeten:

$$P = F_{\text{gem}} v = 2 \cdot 1,9 \cdot 10^2 \cdot \frac{2\pi \cdot 0,175}{0,71} = 5,9 \cdot 10^2 \text{ W}.$$

- gebruik van  $P = Fv$  1
- schatten van  $F_{\text{gem}}$  (met een marge van  $0,4 \cdot 10^2 \text{ N}$ ) 1
- inzicht dat  $v = \frac{2\pi r}{T}$  1
- aflezen van  $T$  uit figuur 2 (met een marge van  $0,03 \text{ s}$ ) 1
- completeren van de bepaling 1

Vraag	Antwoord	Scores
	<p>methode 2</p> <p>Voor de arbeid geldt: <math>W = Fs</math>.</p> <p>Een schatting voor de gemiddelde kracht levert: <math>F_{\text{gem}} = 1,9 \cdot 10^2 \text{ N}</math>.</p> <p>Voor de afstand van de voet in één omwenteling geldt: <math>s = 2\pi r</math>.</p> <p>Voor het vermogen geldt: <math>P = \frac{W}{t}</math> met <math>t = \text{omlooptijd } T</math>.</p> <p>De omlooptijd is af te lezen uit figuur 2. Dit levert <math>T = 0,71 \text{ s}</math>.</p> <p>Invullen levert: <math>P = \frac{W}{T} = \frac{2F_{\text{gem}} \cdot 2\pi r}{T} = \frac{2 \cdot 1,9 \cdot 10^2 \cdot 2\pi \cdot 0,175}{0,71} = 5,9 \cdot 10^2 \text{ W}</math>.</p>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• gebruik van <math>P = \frac{W}{t}</math> met <math>W = Fs</math></li> <li>• schatten van <math>F_{\text{gem}}</math> (met een marge van <math>0,4 \cdot 10^2 \text{ N}</math>)</li> <li>• inzicht dat <math>s = 2\pi r</math></li> <li>• aflezen van <math>T</math> uit figuur 2 (met een marge van <math>0,03 \text{ s}</math>)</li> <li>• completeren van de bepaling</li> </ul>	<p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p>

**16 maximumscore 4**uitkomst:  $s = 2,9 \text{ km}$ 

voorbeeld van een bepaling:

Aflezen uit het diagram geeft dat bij een totaal geleverd vermogen van  $0,60 \text{ kW}$  een snelheid hoort van  $6,5 \text{ ms}^{-1}$ .

Omdat Alberto dit  $7,5$  minuut volhoudt, geldt voor de afstand:

$$s = vt = 6,5 \cdot 7,5 \cdot 60 = 2,9 \cdot 10^3 \text{ m} = 2,9 \text{ km}.$$

- inzicht dat snelheid afgelezen moet worden waarbij de som van de vermogens gelijk is aan  $0,60 \text{ kW}$
- aflezen van de snelheid (met een marge van  $0,3 \text{ ms}^{-1}$ )
- gebruik van  $s = vt$
- completeren van de bepaling

*Opmerking*

*Als de leerling bij  $600 \text{ W}$  de snelheid van  $8,4 \text{ ms}^{-1}$  afleest en daarmee verder rekent: maximaal 2 scorepunten toekennen.*

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

## Opgave 5 Onderzoek aan $\beta^-$ -straling

### 17 maximumscore 5

uitkomst:  $t = 1,7 \cdot 10^2$  dag (0,47 jaar)

voorbeelden van een berekening:

methode 1

Voor de activiteit geldt:  $A(t) = \frac{\ln 2}{t_{\frac{1}{2}}} N(t)$ .

Voor het aantal deeltjes bij de productie geldt:

$$N(0) = \frac{\text{massa van de bron}}{\text{massa van één deeltje}}.$$

$$\text{Invullen levert: } N(0) = \frac{1,0 \cdot 10^{-3}}{32,0 \cdot 1,66 \cdot 10^{-27}} = 1,88 \cdot 10^{22}.$$

Dit levert voor de activiteit bij de productie:

$$A(0) = \frac{\ln 2}{t_{\frac{1}{2}}} N(0) = \frac{0,693}{14,3 \cdot 3600 \cdot 24} 1,88 \cdot 10^{22} = 1,05 \cdot 10^{16} \text{ Bq.}$$

$$\text{Voor de activiteit geldt: } A(t) = A(0) \left( \frac{1}{2} \right)^{\frac{t}{t_{\frac{1}{2}}}}.$$

$$\text{Invullen levert: } 2,5 \cdot 10^{12} = 1,05 \cdot 10^{16} \left( \frac{1}{2} \right)^{\frac{t}{14,3}}.$$

Dit levert:  $t = 1,7 \cdot 10^2$  dag = 0,47 jaar.

- gebruik van  $A(t) = \frac{\ln 2}{t_{\frac{1}{2}}} N(t)$  1
- inzicht dat  $N(0) = \frac{\text{massa van de bron}}{\text{massa van één deeltje}}$  of dat  $N(0) = \frac{1}{32} N_A$  1
- opzoeken van halveringstijd en omrekenen naar seconde 1
- inzicht dat  $A(t) = A(0) \left( \frac{1}{2} \right)^{\frac{t}{t_{\frac{1}{2}}}}$  1
- completeren van de berekening 1

Bij vraag 17 moeten altijd 5 scorepunten worden toegekend, ongeacht of er wel of geen antwoord gegeven is, en ongeacht het gegeven antwoord.

### Toelichting

Bij vraag 17 is een benodigde formule niet vermeld.

Vraag	Antwoord	Scores
	<p>methode 2</p> <p>Voor de activiteit geldt: <math>A(t) = \frac{\ln 2}{t_{\frac{1}{2}}} N(t)</math>.</p> <p>Invullen levert: <math>2,5 \cdot 10^{12} = \frac{0,693}{14,3 \cdot 3600 \cdot 24} N(t)</math>.</p> <p>Dit levert: <math>N(t) = \frac{2,5 \cdot 10^{12} \cdot 14,3 \cdot 3600 \cdot 24}{0,693} = 4,46 \cdot 10^{18}</math>.</p> <p>Voor het aantal deeltjes bij de productie geldt:</p> $N(0) = \frac{\text{massa van de bron}}{\text{massa van één deeltje}}$ <p>Invullen levert: <math>N(0) = \frac{1,0 \cdot 10^{-3}}{32,0 \cdot 1,66 \cdot 10^{-27}} = 1,88 \cdot 10^{22}</math>.</p> <p>Er geldt: <math>N(t) = N(0) \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{t_{\frac{1}{2}}}}</math>.</p> <p>Invullen levert: <math>4,46 \cdot 10^{18} = 1,88 \cdot 10^{22} \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{14,3}}</math>.</p> <p>Dit levert: <math>t = 1,7 \cdot 10^2</math> dag = 0,47 jaar.</p>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• gebruik van <math>A(t) = \frac{\ln 2}{t_{\frac{1}{2}}} N(t)</math> <span style="float: right;">1</span></li> <li>• inzicht dat <math>N(0) = \frac{\text{massa van de bron}}{\text{massa van één deeltje}}</math> of dat <math>N(0) = \frac{1}{32} N_A</math> <span style="float: right;">1</span></li> <li>• opzoeken van halveringstijd en omrekenen naar seconde <span style="float: right;">1</span></li> <li>• inzicht dat <math>N(t) = N(0) \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{t_{\frac{1}{2}}}}</math> <span style="float: right;">1</span></li> <li>• completeren van de berekening <span style="float: right;">1</span></li> </ul>	

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

**18 maximumscore 3**

uitkomst: 0,038 (3,8%)

voorbeeld van een berekening:

De bron produceert per seconde  $2,5 \cdot 10^{12}$  elektronen.

Een stroom van  $0,015 \mu\text{A}$  komt overeen met

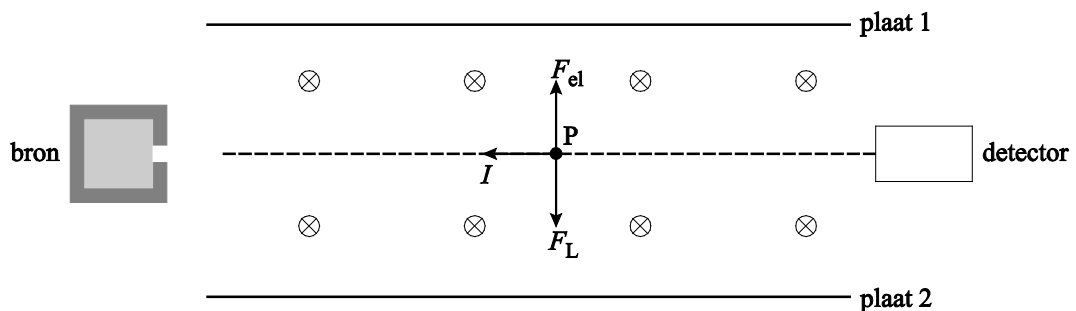
$$\frac{0,015 \cdot 10^{-6}}{1,60 \cdot 10^{-19}} = 9,38 \cdot 10^{10} \text{ elektronen per seconde.}$$

Dus verlaat  $\frac{9,38 \cdot 10^{10}}{2,5 \cdot 10^{12}} = 0,038 = 3,8\%$  van de geproduceerde deeltjes de bron door de opening.

- inzicht dat de bron per seconde  $2,5 \cdot 10^{12}$  elektronen produceert 1
- inzicht dat  $I = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$  1
- completeren van de berekening 1

**19 maximumscore 4**

voorbeeld van een antwoord:



(De snelheidsrichting in punt P is naar rechts.) De stroomrichting in punt P is (dus) naar links.

De richting van het magneetveld is het papier in gericht, loodrecht op het vlak van tekening. Dus is de lorentzkracht naar beneden gericht. Om de elektronen rechtdoor te laten bewegen moet de elektrische kracht naar boven zijn gericht.

Daarom (moet het E-veld naar beneden zijn gericht. Omdat het E-veld van positief naar negatief gericht is,) moet plaat 1 op de positieve pool worden aangesloten en plaat 2 op de negatieve pool.

- aangeven van de stroomrichting in punt P 1
- consequent aangeven van de richting van de lorentzkracht 1
- tekenen van de elektrische kracht, tegengesteld aan de lorentzkracht 1
- consequent aangeven van de polariteit van plaat 1 en plaat 2 1

Vraag	Antwoord	Scores
<b>20</b>	<p><b>maximumscore 3</b></p> <p>voorbeeld van een antwoord:  Als het elektron rechtdoor beweegt, geldt: <math>F_{\text{el}} = F_{\text{L}}</math>.</p> <p>Invullen van <math>F_{\text{el}} = qE = q \frac{U}{d}</math> en van <math>F_{\text{L}} = Bqv</math> levert: <math>v = \frac{U}{Bd}</math>.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• inzicht dat <math>F_{\text{el}} = F_{\text{L}}</math> <span style="float: right;">1</span></li> <li>• gebruik van <math>F_{\text{el}} = qE</math> en van <math>F_{\text{L}} = Bqv</math> <span style="float: right;">1</span></li> <li>• completeren van het antwoord <span style="float: right;">1</span></li> </ul>	
<b>21</b>	<p><b>maximumscore 3</b></p> <p>voorbeeld van een berekening:  De (klassieke) formule voor kinetische energie luidt: <math>E_{\text{k}} = \frac{1}{2}mv^2</math>.</p> <p>BINAS geeft: <math>E_{\text{k}} = 1,72 \text{ MeV}</math>.</p> <p>Invullen levert: <math>1,72 \cdot 1,6 \cdot 10^{-13} = \frac{1}{2} \cdot 9,11 \cdot 10^{-31} v^2</math>.</p> <p>Dit levert: <math>v = 7,8 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1}</math>. (Dit is niet gelijk aan de meest voorkomende snelheid.)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• gebruik van <math>E_{\text{k}} = \frac{1}{2}mv^2</math> <span style="float: right;">1</span></li> <li>• opzoeken van de massa van het elektron en omrekenen van MeV naar J <span style="float: right;">1</span></li> <li>• completeren van de berekening <span style="float: right;">1</span></li> </ul>	
<b>22</b>	<p><b>maximumscore 2</b></p> <p>voorbeeld van een antwoord:  De energie die vrijkomt, wordt verdeeld over het elektron en het antineutrino. Dus bij elke waarde van <math>n</math> is de som van de bijbehorende energieën gelijk aan 1,72 MeV.  Dus is grafiek d de juiste.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• inzicht dat bij elke <math>n</math> de som van de energieën gelijk is aan 1,72 MeV <span style="float: right;">1</span></li> <li>• keuze voor grafiek d <span style="float: right;">1</span></li> </ul>	