

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

Opgave 1 Duimpiano

1 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

Uit figuur 3 kan de trillingstijd bepaald worden.

Dit levert: $10T = 0,019 \rightarrow T = 0,0019 \text{ s}$.

Voor de frequentie geldt: $f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0,0019} = 526 \text{ Hz}$.

Dus de opname is van strip 2 (C'').

- aflezen van de trillingstijd uit de figuur 1
- gebruik van $f = \frac{1}{T}$ 1
- completeren van de bepaling en consequente conclusie 1

2 maximumscore 4

uitkomst: $v = 61 \text{ ms}^{-1}$

voorbeeld van een bepaling:

De lengte van strip 3 kan bepaald worden in de figuur op de uitwerkbijlage:

$l = 44 \text{ mm}$.

Er geldt hier: $l = \frac{1}{4}\lambda$. Dit levert: $\lambda = 4 \cdot 0,044 = 0,176 \text{ m}$.

Voor de golfsnelheid geldt dan: $v = \lambda f = 0,176 \cdot 349 = 61 \text{ ms}^{-1}$.

- opmeten van de lengte van strip 3 (met een marge van 1,0 mm) 1
- inzicht dat geldt: $l = \frac{1}{4}\lambda$ 1
- gebruik van $v = \lambda f$ 1
- completeren van de bepaling 1

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

3 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:

De toonhoogten van strip 3 en strip 4 “liggen één octaaf uit elkaar”. Dit betekent dat de frequentie van strip 4 twee keer zo hoog is als de frequentie van strip 3. Zie hiervoor ook de tabel.

Voor de frequenties geldt de verhouding: $\frac{f_4}{f_3} = \frac{698}{349} = 2,00$.

Er geldt een omgekeerd evenredig verband tussen de frequentie en de golflengte. Als de golfsnelheden gelijk zijn, moet dus gelden: $\frac{f_4}{f_3} = \frac{\lambda_3}{\lambda_4}$.

Opmeten in de figuur op de uitwerkbijlage van de lengtes van strip 3 en 4 levert: $l_3 = 44$ mm en $l_4 = 30$ mm.

Voor de verhouding van de golflengten geldt dan: $\frac{\lambda_3}{\lambda_4} = \frac{\frac{1}{4}\lambda_3}{\frac{1}{4}\lambda_4} = \frac{l_3}{l_4} = \frac{44}{30} = 1,5$.

De verhoudingen zijn niet gelijk. Dus zijn de golfsnelheden niet gelijk.

- inzicht dat geldt $\frac{f_4}{f_3} = 2,00$ 1
- inzicht dat bij gelijke golfsnelheid geldt $\frac{f_4}{f_3} = \frac{\lambda_3}{\lambda_4} = \frac{l_3}{l_4}$ 1
- opmeten van de lengtes van strip 3 en strip 4 op de uitwerkbijlage 1
- completeren van het antwoord 1

4 maximumscore 2

voorbeeld van een uitleg:

De grootheden langs de assen van een grafiek zijn recht evenredig met elkaar als de lijn door de punten een rechte lijn door de oorsprong is. Alleen in grafiek 4c is hiervan sprake. Er is dus een recht evenredig verband tussen v en \sqrt{f} .

- inzicht dat een recht evenredig verband in grafiekvorm een rechte lijn door de oorsprong betekent 1
- completeren van de uitleg 1

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

Opgave 2 Ouderdomsbepaling

5 maximumscore 3

uitkomst: $t = 34 \cdot 10^3$ jaar

voorbeeld van een berekening:

Voor de activiteit van het 'oude' hout geldt:

$$A(t) = \frac{326}{24 \cdot 3600} = 3,77 \cdot 10^{-3} \text{ Bq.}$$

Er geldt $A(t) = A(0) \left(\frac{1}{2} \right)^{\frac{t}{t_{\frac{1}{2}}}}$. Hierin is $t_{\frac{1}{2}} = 5,7 \cdot 10^3$ jaar.

Voor de activiteit van het verse hout geldt: $A(0) = 0,231 \text{ Bq.}$

Invullen levert: $t = 34 \cdot 10^3$ jaar.

- inzicht dat $A(t) = A(0) \left(\frac{1}{2} \right)^{\frac{t}{t_{\frac{1}{2}}}}$ met $t_{\frac{1}{2}} = 5,7 \cdot 10^3$ jaar 1
- inzicht dat voor de activiteit van het oude hout geldt $A(t) = \frac{326}{24 \cdot 3600}$ 1
- completeren van de berekening 1

6 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

De reactievergelijking van de kernreactie is: ${}^{14}_7\text{N} + {}^1_0\text{n} \rightarrow {}^{14}_6\text{C} + {}^1_1\text{p}$.

(Dus het atoom waarmee de reactie plaatsvindt is N.)

- neutron links van de pijl, ${}^{14}_6\text{C}$ rechts van de pijl 1
- proton rechts van de pijl 1
- kloppende reactievergelijking 1

Vraag	Antwoord	Scores
<p>7 maximumscore 3</p> <p>voorbeeld van een antwoord: De tijd van 3,9 miljard jaar komt overeen met 3 halveringstijden. Na die tijd zijn er van 1000 K-atomen $\left(\frac{1}{2}\right)^3 = \frac{1}{8}$ deel = 125 K-atomen over. Van de vervallen K-atomen is 11% omgezet in Ar. Dit zijn $0,11 \cdot 875 = 96$ atomen. Dus geldt: $\frac{\text{aantal gevormde Ar-40 atomen}}{\text{aantal nog aanwezige K-40 atomen}} = \frac{96}{125} = 0,77$. (Dus is de ouderdom van het gesteente ongeveer 3,9 miljard jaar.)</p> <ul style="list-style-type: none"> • inzicht dat de leeftijd overeenkomt met 3 halveringstijden • inzicht dat 11% van de vervallen K-atomen omgezet is in Ar-atomen • completeren van het antwoord 		<p>1</p> <p>1</p> <p>1</p>
<p>8 maximumscore 2</p> <p>voorbeeld van een antwoord: Koolstof-14-methode: het materiaal is te oud, er zal geen meetbare hoeveelheid C-14 meer over zijn. Kalium-argon-methode: eierschalen zijn geen hard gesteente en houden argon niet vast / de halveringstijd van deze methode is veel te groot vergeleken met de geschatte ouderdom, om nauwkeurig de leeftijd te bepalen.</p> <ul style="list-style-type: none"> • inzicht dat het materiaal veel te oud is voor de C-14-methode • inzicht dat argon niet in de eierschalen blijft / dat de halveringstijd van de kalium-argon-methode te groot is voor een nauwkeurige bepaling 		<p>1</p> <p>1</p>

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

Opgave 3 Rekstrookje

9 maximumscore 3

uitkomst: $l = 0,98$ m

voorbeeld van een berekening:

Voor de weerstand geldt: $R = \rho \frac{l}{A}$ met $A = \pi r^2$.

Invullen levert: $350 = 0,45 \cdot 10^{-6} \frac{l}{\pi(\frac{1}{2} \cdot 40 \cdot 10^{-6})^2}$.

Dit levert: $l = 0,98$ m.

- gebruik van $R = \rho \frac{l}{A}$ en opzoeken van ρ 1
- gebruik van $A = \pi r^2$ met $r = \frac{1}{2}d$ 1
- completeren van de berekening 1

10 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

Als het rekstrookje uitrekt, wordt l groter en A kleiner. (Hierdoor wordt R groter.)

- inzicht dat l groter wordt 1
- inzicht dat A kleiner wordt 1

11 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

Als de beide weerstanden gelijk zijn aan 350Ω , is de spanning die de voltmeter aangeeft gelijk aan $2,50$ V.

Als de weerstand van het rekstrookje toeneemt met $1,0 \Omega$, geldt voor de spanning die de spanningsmeter aangeeft: $U_{\text{nieuw}} = \frac{350}{701} \cdot 5,00 = 2,4964$ V.

De spanningsafname bedraagt: $0,0036$ V.

Dit is een afname van $\frac{0,0036}{2,50} = 0,0014 = 0,14\%$.

(Dit is minder dan een half procent.)

- inzicht in de spanningsdeling / inzicht dat $I_{\text{nieuw}} = \frac{5,00}{701}$ 1
- inzicht dat $U_{\text{nieuw}} = \frac{350}{701} \cdot 5,00$ / gebruik van $U_{\text{nieuw}} = I_{\text{nieuw}} R$ 1
- completeren van de berekening 1

Vraag	Antwoord	Scores
<p>12 maximumscore 2 voorbeeld van een uitleg: Als er geen spanningsverschil tussen A en B is, geldt: $U_{CA} = U_{CB}$ en $U_{AD} = U_{BD}$. Omdat geldt: $R_{CB} = R_{BD}$, moet ook gelden: $R_{CA} = R_{AD}$. (Ofwel $R_1 = R_2 = 350 \Omega$.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • inzicht dat $U_{CA} = U_{CB}$ en dat $U_{AD} = U_{BD}$ • inzicht dat uit $R_{CB} = R_{BD}$ volgt dat $R_{CA} = R_{AD}$ 	<p>1 1</p>
<p>13 maximumscore 2 voorbeeld van een uitleg: Als de weerstand van 350Ω naar 351Ω toeneemt, verandert in figuur 3 de spanning van 0 V naar $3,55 \text{ mV}$. Omdat dit een verandering ten opzichte van 0 V is, is de verandering relatief heel groot.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • aflezen van de spanning bij een weerstandstoename van 1Ω • inzicht dat de relatieve spanningsverandering bij de schakeling van figuur 3 veel groter is 	<p>1 1</p>
<p><i>Opmerking</i> Als de kandidaat de vraag beantwoordt met een berekening: uiteraard goed rekenen.</p>		
<p>14 maximumscore 3 uitkomst: $U = 4,7 \text{ mV}$ (met en marge van $0,1 \text{ mV}$)</p> <p>voorbeeld van een bepaling: Een uitrekking van de kabel van 12 cm geeft voor het rekstrookje een uitrekking: $u = \frac{0,12}{198} \cdot 0,061 = 37 \cdot 10^{-6} \text{ m} = 37 \mu\text{m}$.</p> <p>Uit figuur 5 volgt dat de weerstand dan $351,3 \Omega$ is. Uit figuur 4 volgt dan dat het alarm afgaat bij $4,7 \text{ mV}$.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • inzicht dat $u = \frac{0,12}{198} \cdot 0,061$ • aflezen van de weerstand in figuur 5 • aflezen van de spanning in figuur 4 	<p>1 1 1</p>

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

Opgave 4 Hijskraan

15 maximumscore 4

uitkomst: $h_{\text{kraan}} = 22$ m (met een marge van 1 m)

voorbeeld van een bepaling:

Er geldt: $S = \frac{1}{f} = 62,7$. Hier uit volgt: $f = \frac{1}{62,7} = 0,016$ m.

De voorwerpsafstand is veel groter dan de brandpuntsafstand, dus geldt:

$$N = \frac{b}{v} = \frac{f}{v} = \frac{0,016}{30,0} = 5,33 \cdot 10^{-4}.$$

De totaal gefotografeerde hoogte bedraagt: $h = \frac{15,0 \cdot 10^{-3}}{5,3 \cdot 10^{-4}} = 28,1$ m.

De hoogte van de kraan is dan in verhouding tot de foto:

$$h_{\text{kraan}} = \frac{8,3}{10,5} \cdot 28,1 = 22 \text{ m.}$$

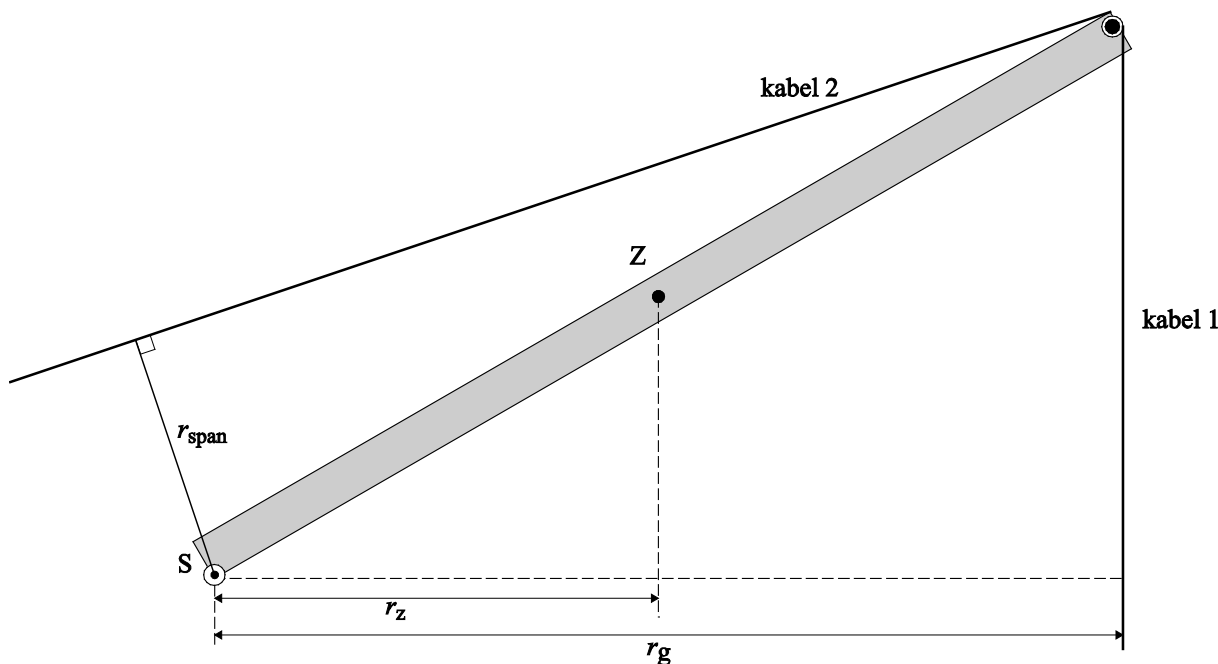
- inzicht dat $b = f$ of gebruik van de lenzenformule 1
- gebruik van $N = \frac{b}{v}$ 1
- toepassen van een schaalfactor op de foto 1
- completeren van de bepaling 1

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

16 maximumscore 5

uitkomst: $F_{\text{span}} = 3,0 \cdot 10^4 \text{ N}$ (met een marge van $0,2 \cdot 10^4 \text{ N}$)

voorbeeld van een bepaling:



Opmeten in de figuur levert:

De arm van de zwaartekracht is: $r_z = 5,9 \text{ cm}$.

De arm van de gewichtskracht is: $r_g = 12,0 \text{ cm}$.

De arm van de spankracht is: $r_{\text{span}} = 3,3 \text{ cm}$.

Toepassen van de momentenwet levert op: $\sum M = 0$.

$$F_z r_z + F_g r_g - F_{\text{span}} r_{\text{span}} = 0$$

of

$$m_{\text{kraan}} g r_z + m_{\text{last}} g r_g - F_{\text{span}} r_{\text{span}} = 0$$

Invullen levert: $880 \cdot 9,81 \cdot 0,059 + 420 \cdot 9,81 \cdot 0,12 - F_{\text{span}} \cdot 0,033 = 0$.

Dit levert: $F_{\text{span}} = 3,0 \cdot 10^4 \text{ N}$.

- tekenen van de armen van de zwaarte- en de gewichtskracht 1
- tekenen van de arm van de spankracht 1
- opmeten van de armen 1
- inzicht dat $F_z r_z + F_g r_g - F_{\text{span}} r_{\text{span}} = 0$ 1
- completeren van de bepaling 1

Vraag	Antwoord	Scores
17	<p>maximumscore 3</p> <p>voorbeeld van een antwoord:</p> <p>Door de hefboom te verdraaien worden de arm van de zwaartekracht en de arm van de gewichtskracht kleiner. De momenten van deze twee krachten worden dientengevolge ook kleiner.</p> <p>Het moment van de spankracht zal ook kleiner moeten worden om evenwicht te behouden. De arm van de spankracht blijft gelijk en dus zal de grootte van de spankracht in kabel 2 afnemen.</p> <ul style="list-style-type: none">• inzicht dat de armen van de zwaarte- en gewichtskracht kleiner worden• inzicht dat de arm van de spankracht gelijk blijft• completeren van het antwoord	<p>1</p> <p>1</p> <p>1</p>

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

18 maximumscore 3

uitkomst: $F_{\text{span}} = 2,4 \cdot 10^3 \text{ N}$ (met een marge van $0,2 \cdot 10^3 \text{ N}$)

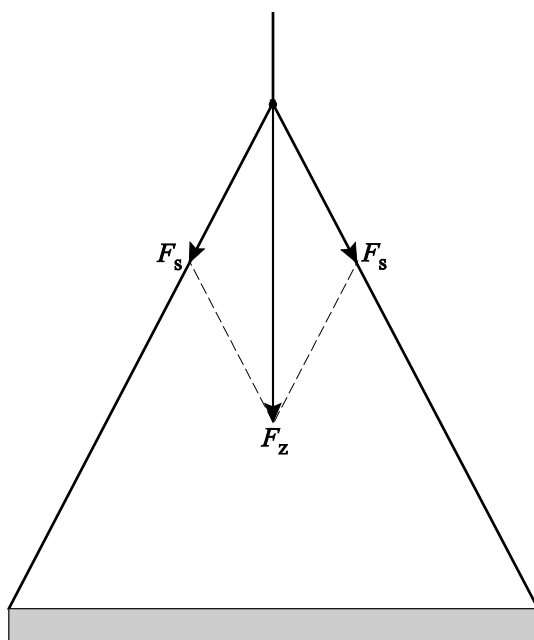
voorbeeld van een bepaling:

methode 1

Voor de zwaartekracht geldt: $F_z = 420 \cdot 9,81 = 4,12 \cdot 10^3 \text{ N}$.

De zwaartekrachtsvector kan verplaatst worden naar het knooppunt van de kabels. Deze vector kan ontbonden worden in de richting van beide kabels.

Dit levert voor de spankracht: $F_{\text{span}} = 2,4 \cdot 10^3 \text{ N}$.



- inzicht dat de lengte van de vector van F_z overeenkomt met $4,12 \cdot 10^3 \text{ N}$ 1
- ontbinden van de zwaartekrachtsvector in de richting van de kabels 1
- completeren van de bepaling 1

of

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

methode 2

Voor de zwaartekracht geldt: $F_z = 420 \cdot 9,81 = 4,12 \cdot 10^3 \text{ N}$.

De zwaartekrachtsvector kan verplaatst worden naar het knooppunt van de kabels. Deze vector kan ontbonden worden in de richting van beide kabels.

Voor de spankracht in een kabel geldt: $F_s = \frac{0,5F_z}{\cos \alpha}$.

Opmeten uit de figuur levert: $\alpha = 29^\circ$.

Invullen levert: $F_s = \frac{0,5 \cdot 4,12 \cdot 10^3}{\cos 29} = 2,4 \cdot 10^3 \text{ N}$.

- inzicht dat de lengte van de vector van F_z overeenkomt met $4,12 \cdot 10^3 \text{ N}$ 1
- inzicht dat $F_s = \frac{0,5F_z}{\cos \alpha}$ 1
- completeren van de bepaling 1

19 maximumscore 3

uitkomst: $P_{el} = 7,0 \cdot 10^3 \text{ W}$

voorbeeld van een berekening:

Voor het vermogen dat geleverd moet worden om de last op te hijsen geldt:

$$P = \frac{E_z}{t} = \frac{mgh}{t} = mgv = 420 \cdot 9,81 \cdot 1,2 = 4,94 \cdot 10^3 \text{ W}.$$

Het opgenomen elektrisch vermogen volgt uit het rendement: $\eta = \frac{P_{nuttig}}{P_{in}}$.

Invullen levert: $0,71 = \frac{4,94 \cdot 10^3}{P_{el}}$.

Dit levert: $P_{el} = 7,0 \cdot 10^3 \text{ W}$.

- inzicht dat $P = mgv$ 1
- gebruik van $\eta = \frac{P_{nuttig}}{P_{in}}$ met $P_{in} = P_{el}$ 1
- completeren van de berekening 1

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

20 maximumscore 3

voorbeeld van een uitleg:

De richtingscoëfficiënt van (de raaklijn aan) het (v,t) -diagram is gelijk aan de versnelling. Op tijdstip $t = 0$ s is de versnelling in situatie A veel groter dan de versnelling in situatie B. De kracht in de hijskabel in situatie A kan hierdoor erg groot worden (waardoor de kabel mogelijk breekt).

Daarom gebruikt men in de praktijk situatie B.

- inzicht dat de spankracht in de kabel beschouwd moet worden 1
- inzicht dat de versnelling in situatie A groter is dan in situatie B 1
- completeren van de uitleg 1

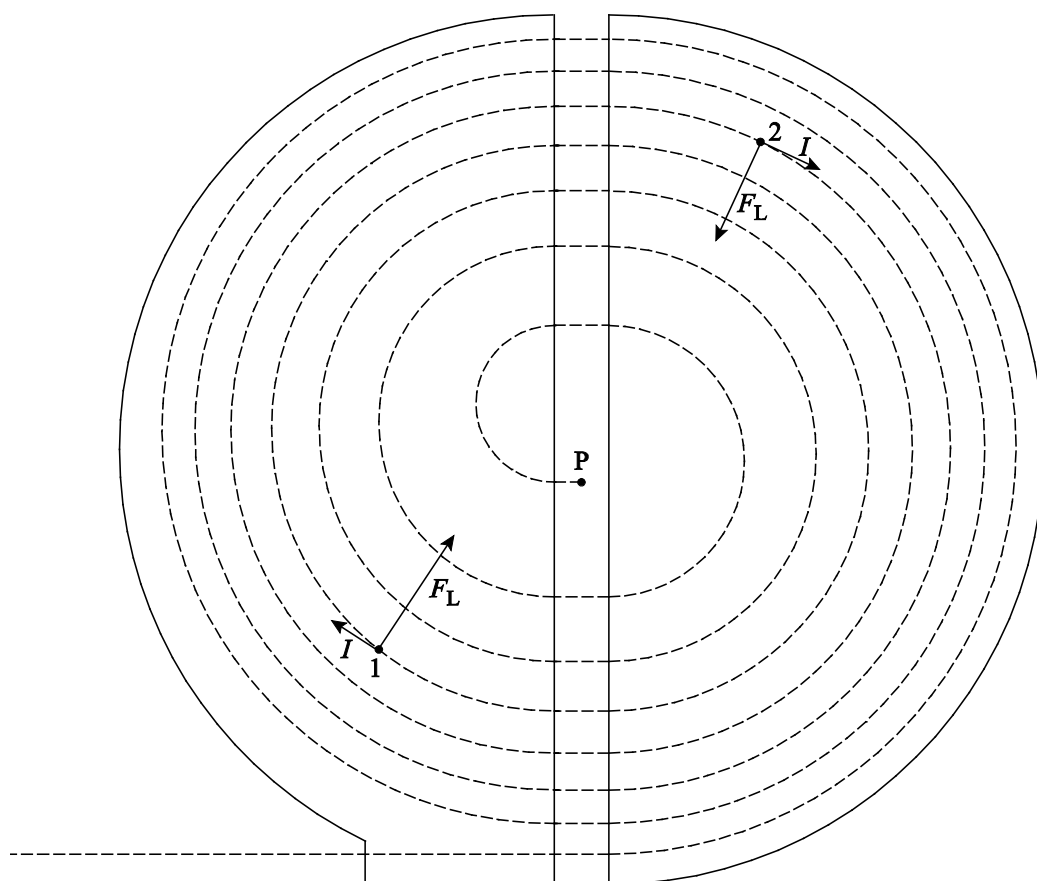
Opmerking

Een antwoord dat niet ingaat op de verschillen in versnelling, niet goed rekenen.

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

Opgave 5 Cyclotron

- 21 maximumscore 3
voorbeeld van een antwoord:



De stroomrichting is gelijk aan de richting van de protonenstroom. De lorentzkracht (heeft de functie van middelpuntzoekende kracht en) is gericht naar het midden van de (halve) cirkel. Uit een richtingsregel volgt dat in beide halve cirkels het magneetveld in dezelfde richting staat (namelijk het papier uit gericht).

- tekenen van de beide richtingen van de stroom als raaklijn aan de baan 1
- tekenen van de beide richtingen van de lorentzkracht loodrecht op de baan 1
- completeren van het antwoord 1

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

22 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

De richting van de elektrische kracht is gelijk aan de bewegingsrichting van het proton. Dus geldt: $\alpha = 0$ en $\cos \alpha = 1$. (Dus is de arbeid van de elektrische kracht ongelijk aan 0.)

De lorentzkracht staat loodrecht op de bewegingsrichting van het proton. Dus geldt $\alpha = 90^\circ$ en $\cos \alpha = 0$. (Dus is de arbeid van de lorentzkracht gelijk aan 0.)

- inzicht dat bij de elektrische kracht geldt: $\alpha = 0$ en $\cos \alpha = 1$ 1
- inzicht dat bij de lorentzkracht geldt: $\alpha = 90^\circ$ en $\cos \alpha = 0$ 1

23 maximumscore 4

voorbeeld van een afleiding:

Voor de tijd die een proton doet over een halve cirkel geldt: $t = \frac{\pi r}{v}$.

Omdat de lorentzkracht de functie van de middelpuntzoekende kracht heeft,

geldt: $Bqv = \frac{mv^2}{r}$. Omschrijven levert: $r = \frac{mv}{Bq}$.

Invullen in $t = \frac{\pi r}{v}$ levert: $t = \frac{\pi mv}{Bqv} = \frac{\pi m}{Bq}$.

- inzicht dat voor een halve cirkel geldt: $t = \frac{\pi r}{v}$ 1
- gebruik van $F_L = Bqv$ en van $F_{mpz} = \frac{mv^2}{r}$ 1
- completeren van de afleiding 2

Opmerking

De 2 scorepunten voor het completeren van de afleiding mogen alleen worden toegekend als de afleiding helemaal goed is. In alle andere gevallen mogen geen scorepunten worden toegekend voor het completeren van de afleiding.

Vraag	Antwoord	Scores
24	<p>maximumscore 3</p> <p>voorbeeld van een uitleg: Uit de formule volgt dat de omlooptijd niet afhangt van de straal en/of de snelheid van de baan. Bij elke overgang krijgt een proton er eenzelfde hoeveelheid kinetische energie bij. Aangezien geldt: $v \sim \sqrt{E_k}$, is de snelheidstoename bij een grotere snelheid kleiner dan bij een kleinere snelheid.</p> <ul style="list-style-type: none"> • constateren dat de tijd voor een halve cirkelbaan niet afhangt van r en/of v • inzicht dat $v \sim \sqrt{E_k}$ • completeren van de uitleg 	<p>1</p> <p>1</p> <p>1</p>
25	<p>maximumscore 3</p> <p>uitkomst: $f = 2,3 \cdot 10^7$ Hz</p> <p>voorbeeld van een berekening: Invullen van de formule levert: $t = \frac{\pi m}{Bq} = \frac{\pi 1,67 \cdot 10^{-27}}{1,5 \cdot 1,60 \cdot 10^{-19}} = 2,19 \cdot 10^{-8}$ s. Er geldt: $f = \frac{1}{T}$ met $T = 2t$. Dit levert: $f = 2,3 \cdot 10^7$ Hz.</p> <ul style="list-style-type: none"> • invullen van $t = \frac{\pi m}{Bq}$ en opzoeken van m en q • gebruik van $f = \frac{1}{T}$ met $T = 2t$ • completeren van de berekening 	<p>1</p> <p>1</p> <p>1</p>