

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 dat $f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0,0019} = 526 \text{ Hz}$.

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.

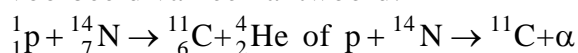
- inzicht dat geldt $\frac{f_4}{f_3} = 2,00$ 1
- inzicht dat bij gelijke golfsnelheid geldt $\frac{f_4}{f_3} = \frac{\lambda_3}{\lambda_4} = \frac{l_3}{l_4}$ 1
- opmeten van de lengtes van strip 3 en 4 op de uitwerkbijlage 1
- completeren van het antwoord 1

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

Opgave 2 PET-scan

4 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:



- proton en N-14 voor de pijl 1
- C-11 en α -deeltje na de pijl 1

5 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

Er ontstaat een neutrino. Het positron heeft leptongetal -1 . Volgens de wet van behoud van leptongetal moet dus ook een deeltje met leptongetal $+1$ ontstaan. (Dat is het neutrino.)

- inzicht in de wet van behoud van leptongetal 1
- conclusie dat een neutrino ontstaat 1

6 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

Het positron en het elektron staan (nagenoeg) stil. Dus de totale impuls vóór de reactie is (nagenoeg) gelijk aan 0. Volgens de wet van behoud van impuls moet de totale impuls na de reactie dan ook gelijk zijn aan 0. Dit kan alleen als de twee fotonen in tegengestelde richting bewegen.

- inzicht in de wet van impulsbehoud 1
- inzicht dat na de reactie de totale impuls gelijk aan 0 is 1

7 maximumscore 3

uitkomst: $f = 1,24 \cdot 10^{20}$ Hz

voorbeeld van een berekening:

Bij de reactie wordt de massa van het positron en het elektron omgezet in de energie van de twee gamma-fotonen.

Dus voor één foton geldt: $E = mc^2 = hf$.

Invullen levert: $E = 9,11 \cdot 10^{-31} (3,00 \cdot 10^8)^2 = 6,63 \cdot 10^{-34} f$.

Dit levert: $f = 1,24 \cdot 10^{20}$ Hz.

- inzicht dat twee elektronmassa's omgezet worden in twee fotonen 1
- inzicht dat voor één foton geldt $E = mc^2 = hf$ 1
- completeren van de berekening 1

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

8 maximumscore 3

uitkomst: De orde van grootte van Δt is $1,0 \cdot 10^{-9}$ s (of $1,0 \cdot 10^{-10}$ s).

voorbeeld van een berekening:

De diameter van het hoofd wordt geschat op 20 cm.

$$\text{Er geldt dan: } \Delta t = \frac{\Delta x}{c} = \frac{0,2}{3,0 \cdot 10^8} = 0,7 \cdot 10^{-9} \text{ s.}$$

Dus de orde van grootte Δt is $1,0 \cdot 10^{-9}$ s (of $1,0 \cdot 10^{-10}$ s).

- inzicht dat $\Delta t = \frac{\Delta x}{c}$ 1
- schatten van de diameter van een hoofd tussen 15 cm en 30 cm 1
- completeren van de berekening 1

9 maximumscore 4

uitkomst: $D = 2 \cdot 10^{-2}$ Gy

voorbeeld van een bepaling:

$$\text{Voor de stralingsdosis geldt: } D = \frac{E}{m}$$

Voor de totaal geabsorbeerde energie geldt: $E = NE_p$. Hierbij is N gelijk aan het totaal aantal positronen en E_p de geabsorbeerde energie per positron.

N is uit de grafiek te bepalen door de oppervlakte onder de grafiek te schatten. (In de tijd gelijk aan de halveringstijd, vervallen evenveel deeltjes als in de rest van de tijd.)

$$\text{Dit levert: } N = 2 \cdot 300 \cdot 10^6 \cdot 15 \cdot 60 = 5,4 \cdot 10^{11}$$

$$\text{Invullen levert: } D = \frac{5,4 \cdot 10^{11} \cdot 0,4 \cdot 10^6 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}}{1,5} = 2 \cdot 10^{-2} \text{ Gy.}$$

- gebruik van $D = \frac{E}{m}$ 1
- inzicht dat $E = NE_p$ 1
- bepalen van het aantal deeltjes uit de oppervlakte onder de grafiek (met een marge van $1 \cdot 10^{11}$) 1
- completeren van de bepaling 1

10 maximumscore 1

voorbeeld van een antwoord:

Een deel van de C-11-isotopen verlaten gedurende de tijd de hersenen.

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

Opgave 3 Rekstrookje

11 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

12 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

13 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
14	<p>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 $U_{AD} = U_{BD}$ 	1
	<ul style="list-style-type: none"> inzicht dat uit $R_{CB} = R_{BD}$ volgt dat $R_{CA} = R_{AD}$ 	1
15	<p>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 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 	1
	<ul style="list-style-type: none"> inzicht dat de relatieve spanningsverandering bij de schakeling van figuur 3 veel groter is 	1
	<p><i>Opmerking</i> Als de kandidaat de vraag beantwoordt met een berekening: uiteraard goed rekenen.</p>	
16	<p>maximumscore 3 uitkomst: $U = 4,7 \text{ mV}$ (met en marge van $0,1 \text{ mV}$)</p>	
	<p>voorbeeld van een bepaling:</p>	
	<p>Een uitrekking van de kabel van 12 cm geeft voor het rekstrookje een</p>	
	<p>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.</p>	
	<p>Uit figuur 4 volgt dan dat het alarm afgaat bij $4,7 \text{ mV}$.</p>	
	<ul style="list-style-type: none"> inzicht dat $u = \frac{0,12}{198} \cdot 0,061$ 	1
	<ul style="list-style-type: none"> aflezen van de weerstand in figuur 5 	1
	<ul style="list-style-type: none"> aflezen van de spanning in figuur 4 	1

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

Opgave 4 Kruissnelheid

17 maximumscore 3

uitkomst: $v = 44 \text{ ms}^{-1}$

voorbeeld van een berekening:

Er geldt: $F_L = F_z \rightarrow 7,0kv^2 = mg \rightarrow 7,0 \cdot 0,44v^2 = 620 \cdot 9,81 \rightarrow v = 44 \text{ ms}^{-1}$.

- inzicht dat $F_L = F_z$ 1
- inzicht dat $F_L = 7,0kv^2$ of dat $F_w = \frac{1}{7}F_L \rightarrow kv^2 = \frac{1}{7}mg$ 1
- completeren van de berekening 1

18 maximumscore 3

uitkomst: $t = 1,6 \cdot 10^4 \text{ s} = 4,3 \text{ h}$

voorbeeld van een berekening:

$E_{\text{chem}} = 75 \cdot 33 \cdot 10^6 = 2,48 \cdot 10^9 \text{ J} \rightarrow W_{\text{motor}} = \eta E_{\text{chem}} = 0,24 \cdot 2,48 \cdot 10^9 = 5,94 \cdot 10^8 \text{ J}$.

$W_{\text{motor}} = Pt \rightarrow 5,94 \cdot 10^8 = 3,8 \cdot 10^4 t \rightarrow t = \frac{5,94 \cdot 10^8}{3,8 \cdot 10^4} = 1,6 \cdot 10^4 \text{ s} = 4,3 \text{ h}$.

- berekening van W_{motor} met gebruik van rendement 1
- gebruik van $W_{\text{motor}} = Pt$ 1
- completeren van de berekening 1

19 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

De energie $E_m = F_m s$ is minimaal als F_w minimaal is. De liftkracht F_L is constant gelijk aan de zwaartekracht F_z . De verhouding $\frac{F_L}{F_w} = f$ is dan maximaal.

- inzicht dat de liftkracht constant is 1
- inzicht dat F_w minimaal is en conclusie 1

Vraag	Antwoord	Scores
20	maximumscore 2 voorbeeld van een antwoord: In de formule $L = \frac{mg}{A}$ wordt m bepaald door het volume $V = lbh$. Als de afmetingen 2 keer zo groot worden, wordt V en dus m $2^3 = 8 \times$ zo groot. $A = lb$ wordt slechts $2^2 = 4 \times$ zo groot. Hierdoor wordt $L = \frac{8}{4} = 2 \times$ zo groot.	
	<ul style="list-style-type: none">inzicht dat de massa toeneemt met een factor $2^3 = 8$	1
	<ul style="list-style-type: none">completeren van het antwoord	1

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

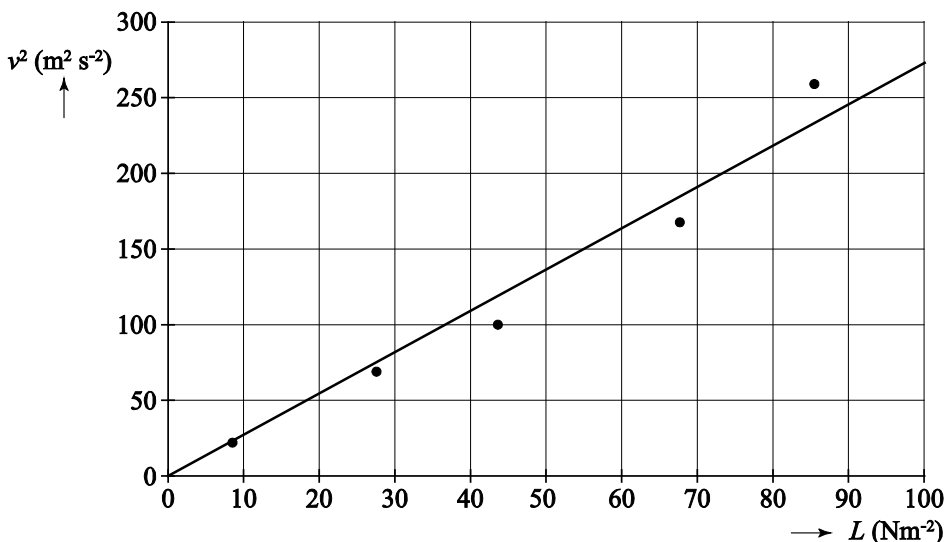
21 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:

invullen van de tabel:

type/soort	$L \text{ (Nm}^{-2}\text{)}$	$v \text{ (ms}^{-1}\text{)}$	$v^2 \text{ (m}^2\text{s}^{-2}\text{)}$
kerkuil	9,0	4,9	24
boomvalk	28	8,5	72
buizerd	44	10	100
spreeuw	68	13	169
havik	85	16	256

tekenen van de grafiek:



De best passende rechte lijn door de oorsprong levert op dat $v^2 = 2,72L$.

Dus het verband is: $v = 1,65\sqrt{L}$.

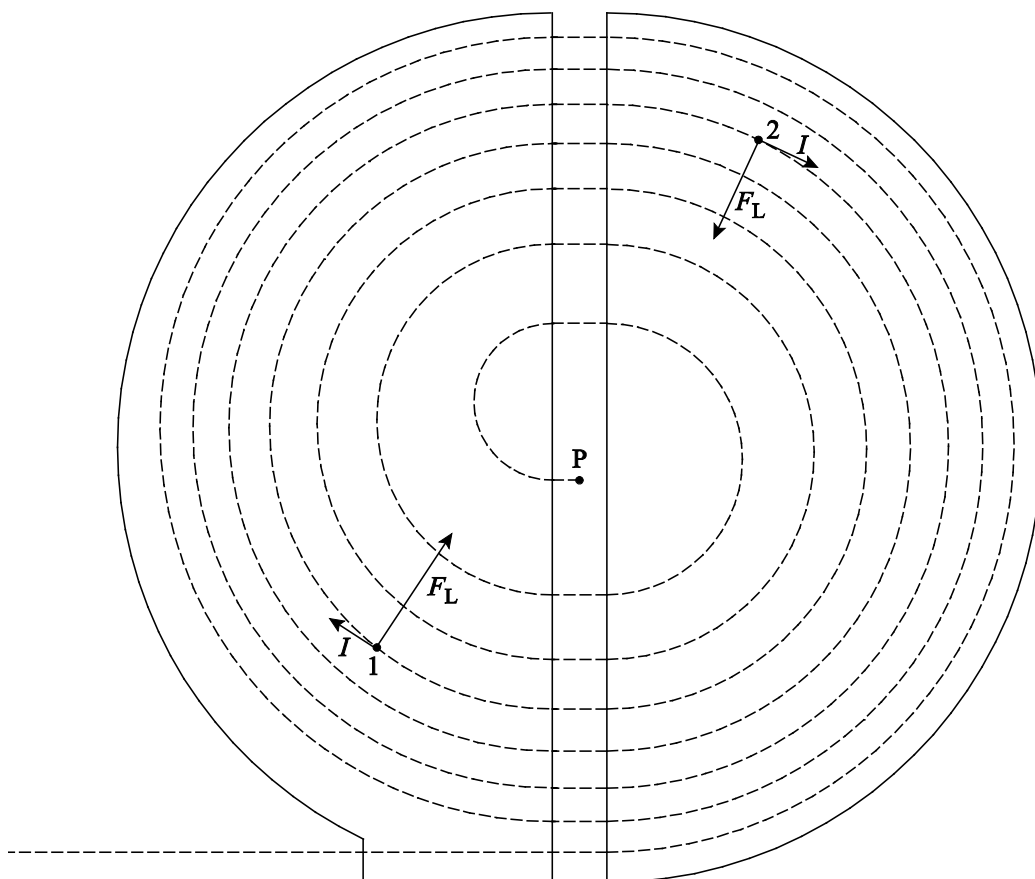
- uitrekenen van de waarden voor v^2 en tekenen van de punten in het diagram 1
- tekenen van een rechte lijn door de oorsprong die het beste past bij de punten (en niet door het verste punt) 1
- bepaling van de helling van de lijn (met een marge van 0,10) 1
- completeren van het antwoord 1

Vraag	Antwoord	Scores
22	<p>maximumscore 2</p> <p>voorbeeld van een antwoord:</p> <ul style="list-style-type: none"> – De luchtdichtheid op grote hoogte is lager, waardoor de kruissnelheid toeneemt. – Als de massa daalt, gaat de kruissnelheid omlaag. <ul style="list-style-type: none"> • inzicht dat de kruissnelheid op grote hoogte toeneemt omdat de dichtheid lager wordt • inzicht dat de kruissnelheid afneemt als de massa afneemt 	<p>1</p> <p>1</p>
23	<p>maximumscore 3</p> <p>uitkomst: $v = 35 \text{ km h}^{-1}$</p> <p>methode 1</p> <p>Invullen van de formule levert: $v = \sqrt{\frac{33m}{\rho A}} = \sqrt{\frac{33 \cdot 75}{1,3 \cdot 20}} = 9,8 \text{ m s}^{-1} = 35 \text{ km h}^{-1}$.</p> <ul style="list-style-type: none"> • opzoeken van de dichtheid van lucht • schatting van m (tussen 60 en 100 kg) • completeren van de berekening <p>methode 2</p> <p>Voor de vleugelbelasting geldt: $L = \frac{mg}{A} = \frac{75 \cdot 9,81}{20} = 36,8 \text{ N m}^{-2}$.</p> <p>Aflezen uit de grafiek of invullen van het verband levert dan een kruissnelheid van $9,8 \text{ m s}^{-1} = 35 \text{ km h}^{-1}$.</p> <ul style="list-style-type: none"> • gebruik van $L = \frac{mg}{A}$ • gebruik van de grafiek of het verband uit vraag 21 • completeren van de bepaling 	<p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p>

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

Opgave 5 Cyclotron

- 24 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
-------	----------	--------

25 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

26 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
27	<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 1 • inzicht dat $v \sim \sqrt{E_k}$ 1 • completeren van de uitleg 1 	
28	<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 1 • gebruik van $f = \frac{1}{T}$ met $T = 2t$ 1 • completeren van de berekening 1 	