

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

Opgave 3 Formule van Einstein

13 maximumscore 2

voorbeeld van een uitleg:

De lorentzkracht staat voortdurend loodrecht op de richting van de snelheid. Deze kracht is constant. (Daarom is de baan cirkelvormig.)

- inzicht dat de lorentzkracht voortdurend loodrecht op de richting van de snelheid blijft staan 1
- inzicht dat de kracht constant is 1

Opmerking

Als de kandidaat bij het tweede scorepunt zegt dat de snelheid constant is, dit scorepunt niet toekennen.

14 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

Voor de omlooptijd geldt: $T = \frac{2\pi r}{v}$. Dus $f = \frac{v}{2\pi r}$.

Voor een cirkelbaan geldt: $F_L = F_{\text{mpz}}$ zodat $Bqv = \frac{mv^2}{r}$.

Hieruit volgt: $r = \frac{mv}{Bq}$.

Invullen geeft: $f = \frac{v}{2\pi \frac{mv}{Bq}}$ zodat $f = \frac{Bq}{2\pi m}$.

- inzicht dat $f = \frac{v}{2\pi r}$ of $T = \frac{2\pi r}{v}$ met $f = \frac{1}{T}$ gebruikt moet worden 1
- inzicht dat $F_L = F_{\text{mpz}}$ met $F_L = Bqv$ en $F_{\text{mpz}} = \frac{mv^2}{r}$ 1
- completeren van de afleiding 1

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

15 maximumscore 2

uitkomst: $f = 4,5$ MHz (Si-29) of $4,7$ MHz (Si-28)

voorbeeld van een berekening:

Er geldt: $f = \frac{Bq}{2\pi m}$.

Invullen levert: $f = \frac{8,5 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}}{2\pi \cdot 28 \cdot 1,66 \cdot 10^{-27}} = 4,7$ MHz.

of $f = \frac{8,5 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}}{2\pi \cdot 29 \cdot 1,66 \cdot 10^{-27}} = 4,5$ MHz.

- invullen van de juiste massa in $f = \frac{Bq}{2\pi m}$ 1
- completeren van de berekening 1

16 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

Er geldt: $E = hf$.

Voor de frequentie geldt: $f = \frac{c}{\lambda} = \frac{2,9979246 \cdot 10^8}{3,5031716 \cdot 10^{-13}} = 8,5577441 \cdot 10^{20}$ Hz.

Dus geldt:

$E = 6,6260690 \cdot 10^{-34} \cdot 8,5577441 \cdot 10^{20} = 5,6704203 \cdot 10^{-13}$ J = 3539198,3 eV.

(Dit komt overeen met de gegeven energie.)

- gebruik van $E = hf$ met $f = \frac{c}{\lambda}$ 1
- omrekenen van J naar eV 1
- completeren van de berekening 1

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

17 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

De formule van Einstein luidt $E = mc^2$. Invullen levert:

$$E = 9,0967794 \cdot 10^{-3} \cdot 1,6605388 \cdot 10^{-27} \cdot (2,9979246 \cdot 10^8)^2 = 1,35761961 \cdot 10^{-12} \text{ J} \\ = 8473595,8 \text{ eV.}$$

Afgerond op 7 significante cijfers geeft dit $E = 8473596 \text{ eV}$.

De energie van de fotonen is in 7 significante cijfers afgerond hieraan gelijk. 7 significante cijfers betekent een nauwkeurigheid van 1 op 10^7 oftewel 1 op 10 miljoen.

- gebruik van $E = mc^2$ 1
- vergelijken van de uitkomst met de gegeven energie van de fotonen 1
- inzicht dat 7 significante cijfers overeenkomt met een nauwkeurigheid van 1 op 10 miljoen 1

Opmerkingen

- *Als een kandidaat zegt dat de getallen in 8 significante cijfers staan en dat daarmee de nauwkeurigheid van het experiment 1 op 10 miljoen is: geen scorepunten toekennen.*
- *Als een kandidaat rekent uitgaande van $u = 931,49 \text{ MeV}$: maximaal 1 scorepunt toekennen.*

18 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

Om de golflengte van de gamma-fotonen te meten, moet de reactie plaatsvinden. Hiervoor zijn neutronen nodig. Dat gebeurde in het Institut Laue-Langevin in Grenoble.

- inzicht dat neutronen nodig zijn om de fotonen te produceren 1
- consequente conclusie 1