

Compton

18 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:

- Voor de botsing geldt de wet van behoud van energie:

$$E_{f, \text{voor}} = E_{f, \text{na}} + E_{k, \text{elektron}}$$

Hieruit volgt dat moet gelden: $E_{f, \text{na}} < E_{f, \text{voor}}$

$$\text{Dit levert: } \frac{hc}{\lambda'} < \frac{hc}{\lambda} \Leftrightarrow \lambda' > \lambda$$

- Voor de impuls van het foton geldt: $p = \frac{h}{\lambda}$.

Als de golflengte toeneemt zal de impuls van het foton dus afnemen.

- inzicht dat $E_{f, \text{na}} < E_{f, \text{voor}}$ 1
- gebruik van $E_f = \frac{hc}{\lambda}$ 1
- gebruik van $p = \frac{h}{\lambda}$ 1
- completeren van de uitleg 1

19 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

De linker piek in figuur 4 zal op dezelfde plaats blijven. Deze piek wordt immers veroorzaakt door de fotonen die geen verandering in golflengte laten zien.

Als de hoek φ kleiner wordt dan 135° zal de factor $\cos \varphi$ veranderen. De factor $(1 - \cos \varphi)$ wordt daarbij kleiner. Volgens de formule

$$\Delta\lambda = \lambda' - \lambda = \frac{h}{mc}(1 - \cos \varphi)$$

zal het verschil in golflengte $\Delta\lambda$ dan kleiner worden. De rechter piek verplaatst daarmee naar links.

- inzicht dat de plaats van de linker piek niet verandert 1
- inzicht dat de factor $(1 - \cos \varphi)$ kleiner wordt bij afnemende hoek 1
- consequente conclusie 1

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

20 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

De comptongolflengte is gelijk aan de factor $\frac{h}{mc}$.

Voor de eenheid geldt: $\frac{[h]}{[m][c]} = \frac{\text{J} \cdot \text{s}}{\text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1}} = \frac{\text{N} \cdot \text{m} \cdot \text{s}}{\text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1}} = \frac{\text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{m} \cdot \text{s}}{\text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1}} = \text{m}$.

- inzicht in de eenheden voor h , m en c 1
- inzicht dat $\text{J} = \text{N} \cdot \text{m} = \text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{m}$ 1
- completeren van de afleiding 1

21 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:

– Op de horizontale as staat de waarde $(1 - \cos \varphi)$ uitgezet en op de verticale as $\Delta \lambda$. Volgens de formule van Compton is $\Delta \lambda$ evenredig met $(1 - \cos \varphi)$, dus moet de bijhorende grafiek een rechte lijn door de oorsprong zijn.

– De comptongolflengte $\frac{h}{mc}$ is de evenredigheidsconstante en volgt dus uit de steilheid van de grafiek. Voor de steilheid van de grafiek geldt:

$$\frac{\Delta(\Delta \lambda)}{\Delta(1 - \cos \varphi)} = \frac{0,0040 \cdot 10^{-9}}{1,7} = 2,4 \cdot 10^{-12} \text{ m}$$

Voor de theoretische waarde van de factor $\frac{h}{mc}$ geldt:

$$\frac{h}{mc} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34}}{9,11 \cdot 10^{-31} \cdot 3,00 \cdot 10^8} = 2,43 \cdot 10^{-12} \text{ m}$$

De experimentele waarde wijkt dus $\frac{2,43 - 2,4}{2,43} = 1\%$ van de theoretische waarde. (Dit is inderdaad minder dan 5%.)

- inzicht in het recht evenredige verband tussen $\Delta \lambda$ en $(1 - \cos \varphi)$ 1
- inzicht dat de steilheid van de lijn in figuur 5 gelijk is aan de comptongolflengte 1
- gebruik van $\lambda_{\text{compton}} = \frac{h}{mc}$ met opzoeken van h , m en c 1
- completeren van de bepaling, de berekening en de vergelijking en significantie 1