

Extra opgaven deeltjes en impuls

Absorptie van een foton

Stel dat een stilstaand vrij elektron een foton zou absorberen met een golflengte van 500 nm.

- 1 Bereken de energie die het elektron hierdoor zou krijgen.
- 2 Toon door een berekening aan of het elektron door absorptie van het foton een relativistische snelheid zou krijgen.
- 3 Bereken de impuls die elektron zou krijgen met behulp van de impuls van het foton.

In werkelijkheid kan een vrij elektron niet zondermeer een foton absorberen. De kinetische energie en de impuls die het elektron van het foton krijgt zijn namelijk niet met elkaar in overeenstemming.

- 4 Laat zien dat de impuls van het elektron die volgt uit zijn snelheid (zie vraag 2) niet overeenstemt met de impuls die het elektron krijgt van het foton (zie vraag 3).

Eéndimensionale botsing (klassiek)

Elektron A beweegt met een snelheid van 1,0 km/s naar rechts en botst tegen elektron B dat met een snelheid van 2,0 km/s naar links beweegt. Beide elektronen bewegen voor en na de botsing in de richting van de x -as.

- 5 Laat zien dat de wet van behoud van impuls voor deze botsing een vergelijking oplevert met twee onbekenden.

Bij de botsing blijft de kinetische energie behouden.

- 6 Laat zien dat de wet van behoud van (kinetische) energie voor deze botsing een vergelijking oplevert met twee onbekenden.

Het oplossen van deze twee vergelijkingen met twee onbekenden levert op dat A en B elkaars snelheid (inclusief de richting) overnemen. Dat is altijd de uitkomst bij een eendimensionale volkomen elastische botsing tussen twee voorwerpen met dezelfde massa.

Eéndimensionale botsing (relativistisch)

Elektron C beweegt met een energie van 2,0 MeV naar rechts en botst tegen elektron D dat met een energie van 3,0 MeV naar links beweegt. Beide elektronen bewegen voor en na de botsing in de richting van de x -as.

- 7 Welke fundamentele wisselwerking is ervoor verantwoordelijk dat de elektronen bij de botsing een kracht op elkaar uitoefenen? Wat is het wisselwerkingsdeeltje dat hierbij een rol speelt?
- 8 Toon door een berekening aan of de snelheid van elektron C relativistisch is.
- 9 Bereken de snelheid van elektron C uitgedrukt in c . (Deze vraag kost vrij veel rekenwerk.)
- 10 Laat zien dat de eenheid MeV/ c een (handige) eenheid is voor de impuls. *Gebruik de formule.*
- 11 Bereken de impuls van beide elektronen vóór de botsing MeV/ c .
- 12 Leg uit waarom het niet mogelijk is dat één van de elektronen als gevolg van deze botsing een energie krijgt van 5,0 MeV.

Hans beweert dat de grootte van de impuls van de elektronen na de botsing als volgt zal zijn:

- $p_{C,na} = 2,5 \text{ MeV}/c$ (naar links)
- $p_{D,na} = 1,5 \text{ MeV}/c$ (naar rechts)

- 13 Laat zien of de bewering van Hans voldoet aan de wet van behoud van impuls.
- 14 Laat zien of de bewering van Hans voldoet aan de wet van behoud van energie.

Tweedimensionale botsing

Elektron E beweegt met een energie van 5,0 MeV naar rechts en botst tegen elektron F dat met een energie van 3,0 MeV naar links beweegt. De elektronen bewegen voor de botsing niet precies in één lijn, waardoor ze elkaar 'schampen'. Elektron E beweegt na de botsing verder met een energie van 4,4 MeV onder een hoek van 54° met de oorspronkelijke bewegingsrichting (naar beneden).

De wet van behoud van impuls kun je afzonderlijk toepassen in de x -richting en de y -richting.

- 15** Bereken en teken de hoek waaronder elektron F verder beweegt na de botsing. Bereken daartoe eerst de impuls die elektron F krijgt in de x -richting (horizontaal) en in de y -richting (verticaal).