

Opgave 3 Absorptie van gammastraling

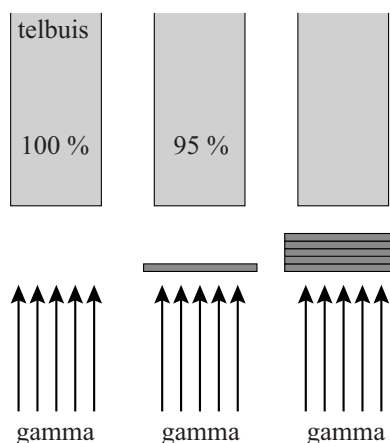
Gammastraling heeft een veel groter doordringend vermogen dan alfa- en bètastraling. Bovendien laat gammastraling zich niet volledig afschermen: er komt altijd nog wel iets door de afscherming heen.

Om de halveringsdikte van aluminium voor gammastraling te bepalen, worden plaatjes aluminium van gelijke dikte tussen een gammabron en een telbuis gestapeld. Zie figuur 1. De hoeveelheid gemeten straling zonder plaatjes noemen we 100%.

Bij één plaatje wordt 95% gemeten: het plaatje heeft dus 5% geabsorbeerd.

- 3p 10 Leg uit of de absorptie van de stapel van 5 plaatjes kleiner, even groot of groter is dan 25%.

figuur 1



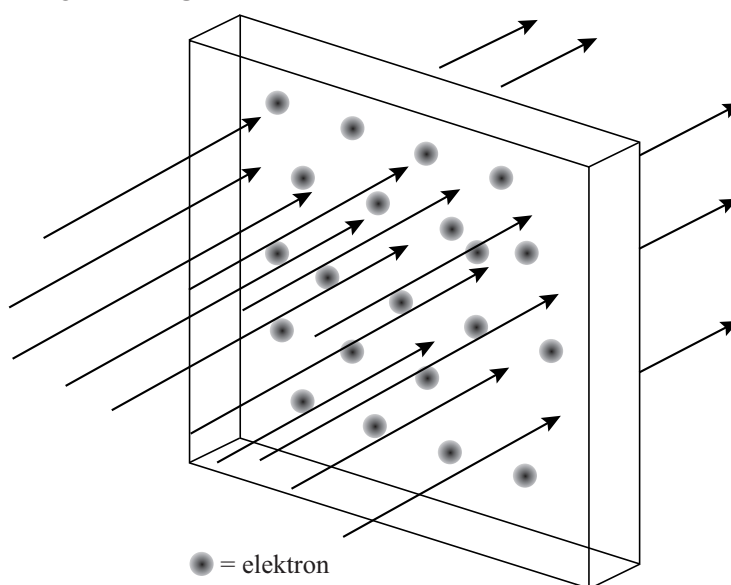
De waarde van de halveringsdikte voor deze gammastraling met een energie van 1 MeV vind je ook in Binas tabel 28E. Uit deze tabel blijkt dat niet alle stoffen gammastraling in gelijke mate absorberen.

De absorptie van gammastraling is uitgebeeld in figuur 2. Deze figuur is niet op schaal.

In de figuur is een bundel gammafotonen weergegeven die op een plaatje valt. Als een gammafoton een elektron tegenkomt, verdwijnt het uit de bundel en is het geabsorbeerd.

Bij een grotere elektronendichtheid worden dus meer gammafotonen geabsorbeerd.

figuur 2



Voor de elektronendichtheid in het materiaal geldt:

$$n_e = \rho \cdot \frac{Z}{m_{\text{at}}} \quad (1)$$

Hierin is:

- n_e de elektronendichtheid;
- ρ de dichtheid van het materiaal;
- Z het atoomnummer;
- m_{at} de massa van het atoom.

2p 11 Leg uit met behulp van formule 1 dat de eenheid van n_e gelijk is aan m^{-3} .

Het verband tussen de halveringsdikte $d_{\frac{1}{2}}$ van het materiaal en de elektronendichtheid n_e wordt gegeven door de formule:

$$d_{\frac{1}{2}} = \frac{\ln 2}{\sigma} \cdot \frac{1}{n_e} \quad (2)$$

Hierin is:

- $d_{\frac{1}{2}}$ de halveringsdikte van het materiaal;
- σ de effectieve trefoppervlakte van de elektronen in het materiaal.

4p 12 Bereken de effectieve trefoppervlakte σ van de elektronen in aluminium voor gammafotonen van 1 MeV.

3p 13 Leg uit met behulp van formule (2) en gegevens uit Binas of de effectieve trefoppervlakte σ afhangt van de energie van de gebruikte gammafotonen.

Om na te gaan of de waarde van σ van elektronen in verschillende materialen hetzelfde is of niet, is de grafiek van figuur 3 gemaakt.

Hierin is $d_{\frac{1}{2}}$ voor gammafotonen met een bepaalde energie uitgezet tegen $\frac{1}{n_e}$.

Door de punten is een trendlijn getrokken. Over de conclusie zijn drie beweringen gedaan:

- 1 Bij stoffen met een grotere $d_{\frac{1}{2}}$ neemt σ af;
- 2 Bij stoffen met een grotere $d_{\frac{1}{2}}$ blijft σ gelijk;
- 3 Bij stoffen met een grotere $d_{\frac{1}{2}}$ neemt σ toe.

3p 14 Leg uit met behulp van figuur 3 welke bewering juist is.

figuur 3

