

Halveringsdikte van aluminium voor γ -straling

VOORKENNIS – FYSISCH ACHTERGROND

In materie is er een wisselwerking tussen γ -straling en materie. Bij die wisselwerking verandert de energie van de γ -straling niet, toch neemt de intensiteit af. De kans van absorptie is constant langs de baan van de straling: de verloren fractie van de intensiteit dI/I in een laag ds van materie is: $dI/I = -\mu ds$. Dat leidt tot een exponentiële vermindering van het aantal β^- -deeltjes, als functie van de diepte s :

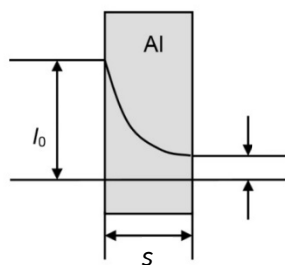
$$I = I_0 \cdot e^{-\mu \cdot s}$$

waar I_0 de intensiteit van de invallende straling is; μ is de **absorptiecoëfficiënt** en heeft dimensies van 1/lengte. De dikte van een stof waarvoor de intensiteit van de straling van een bepaalde energie tot de helft herleid is, noemt men de **halveringsdikte** $d_{1/2}$ van die stof. Je kan gemakkelijk afleiden dat

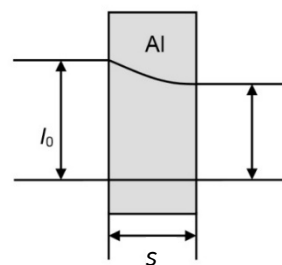
$$d_{1/2} = \frac{\ln 2}{\mu}$$

De absorptie van γ -straling wordt niet alleen bepaald door het absorptiemateriaal en de dikte daarvan, maar ook door de energie van de γ -straling zelf. In de figuur hieronder is te zien dat de absorptie van laagenergetische (of zachte) γ -straling groter is dan de absorptie van hoogenergetische (of harde) γ -straling.

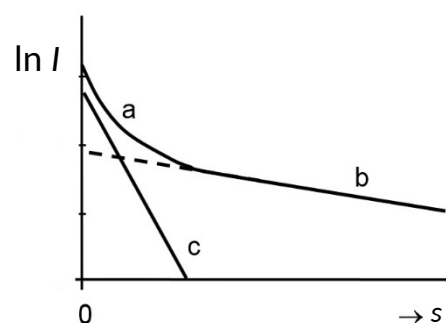
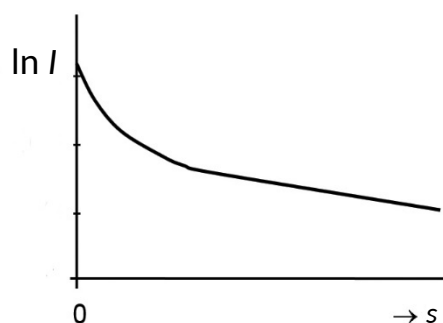
laagenergetische γ -straling



hoogenergetische γ -straling



De bron americium-241 (^{241}Am) bij dit experiment zendt naast α -straling ook γ -straling uit met een foton-energie E_f van 27 keV en 60 keV. De natuurlijke logaritme van de intensiteit I van de totale doorgelaten γ -straling als functie van de dikte s is weergegeven in het diagram hieronder (links). De 27 keV γ -straling is al bij een relatief kleine dikte volledig geabsorbeerd. Het laatste deel van de kromme – de rechte lijn (b) – geeft dus de absorptie van alleen de 60 keV γ -straling weer. Deze rechte lijn (b) kunnen we extrapoleren naar een dikte nul. De bijdrage van de 27 keV γ -straling (c) is nu te vinden door deze geëxtrapoleerde lijn (b) af te trekken van de oorspronkelijke kromme (a). Uit de twee rechte lijnen (b en c) is de absorptiecoëfficiënt μ – en daaruit de halveringsdikte $d_{1/2}$ – voor de 60 keV en 27 keV γ -straling te bepalen.

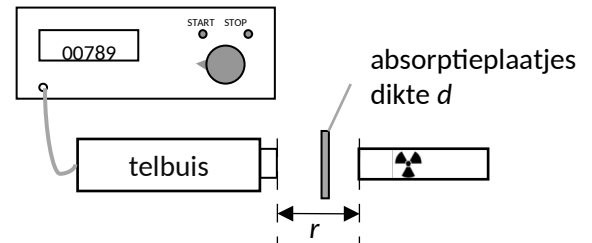


DOELSTELLING VAN DE PROEF

Meten van het verband tussen de dikte van het absorberende materiaal en de intensiteit van de doorgelaten straling. Bepalen van de halveringsdikte van aluminium voor 60 keV en 27 keV γ -straling uit een ^{241}Am -bron.

GEBRUIKTE APPARATUUR

De opstelling bestaat uit een Geiger-Müller telbuis met pulsenteller. De telbuis staat op een rechte lijn tegenover de bron. Tussen de ^{241}Am bron en de telbuis worden plaatjes aluminium van verschillende dikte geplaatst.



OPGAVE

Meet eerst de achtergrondstraling, zonder de bron. Bereken het gemiddelde aantal achtergrondtellingen in 10 s met een fout kleiner dan 1 telling.

Haal de ^{241}Am bron uit de container. Plaats de bron op ongeveer 1 cm afstand van de telbuis. Je kan die afstand gemakkelijk instellen door een plexiglas plaatje van 1 cm dikte tussen de telbuis en de bron te plaatsen. Plaats de houder voor de aluminiumfolie blaadjes in de opstelling. Op die manier staat er ook al een papieren scherm klaar voor de americium-bron. Dat papier absorbeert de α -straling die in deze proef niet bestudeerd wordt.

Meet dan de intensiteit van de γ -straling uit bron (tellingen in 10 s) en de fout erop, zonder aluminium plaatjes tussen bron en telbuis. Hou rekening mee met de achtergrondstraling.

1. Meet de intensiteitsvermindering van de γ -straling als er verschillende diktes aluminium tussen bron en telbuis worden geplaatst.
Gebruik eerst de dunne aluminium blaadjes (0,05 mm). Werk per twee blaadjes (telkens 0,10 mm) tot je alle blaadjes gebruikt hebt. Meet telkens het aantal tellingen. Herhaal de metingen als nodig om de fout op het gemiddelde aantal tellingen beperkt te houden (zeker onder 10%).
Neem de blaadjes weg en ga verder met aluminium plaatjes (1 mm en 5 mm). Zorg dat je metingen hebt over het ganse gebied, tot ten hoogste 9 mm (omwille van de houder). Meet telkens het aantal tellingen.
2. **Verwerking** – Maak een grafiek (zie figuur bij de inleiding) van het gemiddelde aantal tellingen (intensiteit I) als functie van de dikte van aluminium (neem ook het aantal tellingen zonder materiaal mee). Gebruik en logaritmische schaal om de twee gebieden te onderscheiden.
Beschouw de data in het gebied waar absorptie kleiner is, en maak een fit om de absorptiecoëfficiënt μ_{60} voor de 60-keV straling (en zijn fout) te bepalen. Bereken de halveringsdikte $d_{1/2}$ en de fout erop.
3. **Verwerking** – Zoals in de inleiding is beschreven, trek de bijdrage van de 60-keV straling af van de data, om de bijdrage van de 27-keV straling te vinden.
Maak een fit om de absorptiecoëfficiënt μ_{27} voor de 27-keV straling (en zijn fout) te bepalen. Bereken de halveringsdikte $d_{1/2}$ en de fout erop.