

Kwalitatieve identificatie van de stralingen van een radioactieve bron: ^{22}Na

VOORKENNIS – FYSISCHE ACHTERGROND

De drie soorten ioniserende straling (α , β^- en β^+ , γ) hebben een verschillend ioniserend vermogen en daardoor een verschillend doordringend vermogen. Zo hebben de α -deeltjes een groot ioniserend vermogen, maar slechts een klein doordringend vermogen. Voor γ -straling geldt precies het omgekeerde. Omwille van het verschil in doordringend vermogen is het mogelijk om met eenvoudige middelen de verschillende stralingssoorten van elkaar te onderscheiden.

α -straling bestaat uit deeltjes: heliumkernen. Door de lading, de grote massa en de relatieve lage snelheid van de α -deeltjes is hun doordringend vermogen niet erg groot. Een dun blad papier of enkele cm lucht zullen de invallende α -deeltjes volledig absorberen. β^- - en γ -straling worden nauwelijks geabsorbeerd door een blad papier.

β^- -straling bestaat uit deeltjes: snelle elektronen. Ze hebben een groter doordringend vermogen dan α -deeltjes van ongeveer dezelfde energie, omdat ze veel sneller bewegen en dus weinige interacties ondergaan. Een plaatje aluminium van 4 mm dikte zal de β^- -deeltjes volledig absorberen (en de α -deeltjes uiteraard ook).

β^+ -straling bestaat uit deeltjes: snelle positronen, dat zijn antideeltjes van elektronen. Ze hebben een kleiner doordringend vermogen dan β^- -deeltjes, omdat ze mogen **annihileren** wanneer ze in de materie met de aanwezige elektronen botsen. Bij dit proces verdwijnen de beide deeltjes en ontstaat γ -straling. Een dik stuk papier zal al een groot deel van de β^+ -straling absorberen. Een plaatje aluminium van 1 mm dikte zal de β^+ -straling volledig absorberen (maar de extra γ -straling van de annihilatie doorlaten).

γ -straling is elektromagnetische straling met een zeer groot doordringend vermogen. Geen enkel materiaal zal γ -straling volledig absorberen. Er is alleen sprake van verzwakking van de invallende γ -straling. De mate van verzwakking wordt gegeven door de **halveringsdikte** $d_{1/2}$ van het absorberende materiaal. Dit is de dikte van het materiaal waarbij de helft van de invallende γ -straling wordt geabsorbeerd. Voor de γ -straling van de beschikbare bronnen is de halveringsdikte van lood ongeveer 12 mm. Een plaatje lood van 4 mm dikte zal de γ -straling dus voor meer dan de helft doorlaten.

De halveringsdikte van lood hangt ook nog af van de energie van de invallende γ -straling: voor laagenergetische γ -straling is de halveringsdikte kleiner dan voor hoogenergetische γ -straling.

Door de intensiteit van de doorgelaten straling te meten met als absorberend materiaal achtereenvolgens lucht, papier, aluminium en lood, kunnen we iets te weten komen over de soort(en) straling die de radioactieve bron uitzendt.

DOELSTELLING VAN DE PROEF

Identificatie van de soorten ioniserende straling van een radioactieve bron, op basis van hun verschillende absorptie in de materie.

GEBRUIKTE APPARATUUR

De opstelling bestaat uit een Geiger-Müller (GM) telbuis met pulsenteller, dun en dik papier en enkele absorptieplaatjes van aluminium en lood. Gebruik de radioactieve bron: ^{22}Na .

De GM telbuis zendt een elektrische puls uit telkens één α -deeltje, of één β -deeltje, of één γ -straling wordt in de telbuis opgevangen.

De telbuis wordt op een houder geplaatst. Neem het beschermkap kapje van de telbuis wanneer je met de metingen begint, en plaatst die terug als je klaar bent. *Pas op voor de membraan van de telbuis: die is zeer kwetsbaar, niet met scherpe voorwerpen in de buurt komen en zeker niet aanraken!*

De positie van de telbuis kan bepaald worden m.b.v. een meetlat, waarop de houder staat. Gebruik daarvoor een plaatje plexiglas om de uitlijning tussen de voorkant van de GM telbuis en de houder te controleren. Hou rekening mee met het feit dat het venster van de telbuis ongeveer 1 mm achter de rand van de telbuis ligt.

De pulsenteller kan worden gesteld ofwel

- om voor een bepaalde tijd te meten: 1s, 10s, 60s, 100s. Dan begint het tellen met het START knopje en stop automatisch; ofwel
- om oneindig te meten (∞). Dan begint het tellen met het START knopje en stop met het STOP knopje; ofwel
- om automatisch, na een START, om de 10s een meting van tellingen te heropstarten.

De pulsenteller heeft ook een RESET knopje en een knopje om het "geluid" van een telling te horen, ook wanneer de meting niet gestart is.

De bron is ingekapseld. De naam van de isotoop (en een kleurcode voor de identificatie) staat op de bron-buis. De bron wordt ook op een houder geplaatst, gelijkaardig aan die van de telbuis; de uitlijning met de voorkant van de houder, om de positie op de meetlat uit te lezen, gebeurt ook op dezelfde manier. Hou rekening mee met het feit dat het radioactieve materiaal ongeveer 8 mm diep in de bron-buis ligt. De uitlijning van de bron en de telbuis gebeurt met het oog.

De voorkant van de bron-buis, zoals de telbuis, is kwetsbaar. *Niet met scherpe voorwerpen in de buurt komen en zeker niet aanraken!*

Wanneer je de bron gebruikt, leven het ALARA-principe na: hou de bestraling "As Low As Reasonably Achievable" (zo laag als redelijk mogelijk is). Neem de bron achteraan vast (afstand houden); plaats die in de container terug als je klaar met de metingen bent (tijd beperken, beschermen).

OPGAVE

Meet eerst de **achtergrondstraling** in de telbuis, door tellingen in een tijdsinterval op te nemen zonder bronnen in de buurt.

1. Welke soort kansverdeling verwacht je dat tellingen in een bepaald tijdsinterval best zal beschrijven?
2. Bepaal het gemiddelde aantal achtergrondtelling binnen 10 s, met een fout ($1-\sigma$) erop die kleiner is dan 1 telling. Hoe ga je aan het werk?

Neem de bron uit de container en plaats ze op ongeveer **1 cm afstand** van de telbuis. Je kan die afstand gemakkelijk instellen door 1 plexiglas plaatje van 1 cm dikte tussen de bron en de telbuis te plaatsen. De exacte waarde van de afstand is hier niet van belang.

3. Meet de totale tellingen in de telbuis, eerst zonder en dan met de gegeven absorberende materialen tussen telbuis en bron (blaadjes papier, plaatjes aluminium en lood). Bepaal telkens het gemiddelde aantal tellingen binnen 10 s met een fout ($1-\sigma$) die kleiner is dan 5%. Hoe ga je aan het werk?
4. Hou nu rekening met de achtergrondstraling mee en bereken, voor elke meting (lucht, blaadjes, plaatjes), het gemiddelde netto **intensiteit** (in tellingen/10 s) van de doorgelaten straling, *met de fout erop*. Zet de resultaten in een tabel.
5. Bepaal, op basis van de meetresultaten en de informatie die je over straling beschikt, welke soort(en) straling de bron uitzendt. Motiveer je antwoord.

