



### Experiment 5

## Absorptie van $\beta$ -deeltjes in aluminium en perspex

Lees eerst de inleiding op pg. 7 van het boekje *ISP Experimenten* over de absorptie van  $\beta$ -straling.

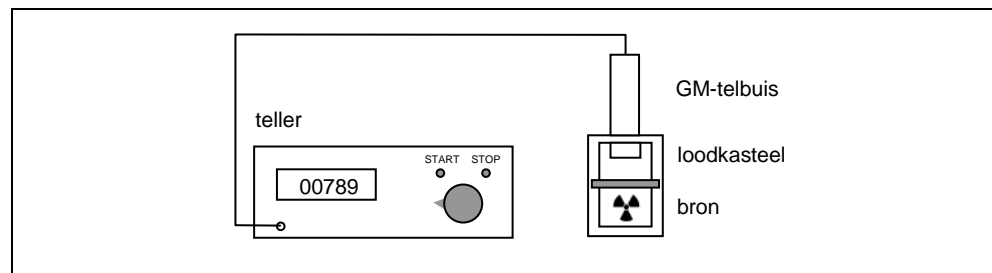
#### Doel

- Meten van het verband tussen de dikte van het absorberend materiaal en de intensiteit van de doorgelaten  $\beta$ -straling.
- Bepalen van de dracht en de universele dracht van  $\beta$ -deeltjes in aluminium en perspex.
- Bepalen van de maximale energie van  $\beta$ -deeltjes uit een bron met strontium-90.

#### Meetopstelling

De opstelling bestaat uit een Geiger-Müller telbuis met pulsenteller. De telbuis is ingebouwd in een loodkasteel met een strontium-90 bron ( $^{90}\text{Sr}$ ). De pulsenteller is in te stellen op een automatische meettijd van 10 s of op 'continu'. In dat laatste geval telt de teller na het starten door tot op de stopknop gedrukt wordt. Voor het bepalen van de meettijd is dan een stopwatch nodig.

Tussen de bron en de telbuis zijn plaatjes aluminium en perspex in het loodkasteel te schuiven. De beschikbare plaatjes aluminium hebben een verschillende dikte. De dikte van het absorberende aluminium is verder nog te variëren door plaatjes van verschillende dikte te combineren. De beschikbare plaatjes perspex hebben dezelfde dikte. De dikte van het absorberende perspex is dus te variëren door plaatjes te combineren.



Met deze meetopstelling is de intensiteit  $I$  van de doorgelaten  $\beta$ -straling (in pulsen per tijdseenheid) te meten als functie van de dikte  $d$  van het absorberende materiaal.

#### Onderzoeksvraag

- Formuleer een onderzoeksvraag die past bij het doel en de meetopstelling van dit experiment.

#### Hypothese

- Stel een beargumenteerde hypothese op over het verband tussen de intensiteit  $I$  van de doorgelaten  $\beta$ -straling en de dikte  $d$  van het absorberende materiaal, zowel voor aluminium als voor perspex.
- Geef deze hypothese ook in de vorm van een schets van het verband tussen deze grootheden in een  $I, d$ -diagram.

#### Werkplan

- Maak een werkplan voor het experimenteel onderzoek met de gegeven meetopstelling.
- Geef in dat werkplan aan welke grootheden je op welke manier gaat variëren en meten om het wel of niet juist zijn van de opgestelde hypothese te kunnen controleren.
- Geef aan hoe je de metingen gaat corrigeren voor de achtergrondstraling.
- Maak alvast een (lege) tabel voor het noteren van de meetresultaten.
- Geef in het werkplan ook aan of het uitvoeren van het experiment een bijdrage levert aan de stralingsbelasting tijdens het practicum, en zo ja: hoe je er dan voor zorgt dat die stralingsbelasting zo laag mogelijk blijft.
- Bespreek je onderzoeksvraag, de opgestelde hypothese en het bijbehorende werkplan met je docent of de TOA.
- Stel de onderzoeksvraag, de hypothese en/of het werkplan zo nodig bij.

#### Onderzoek

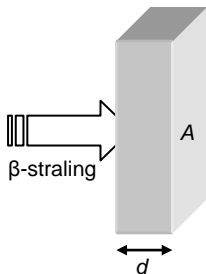
- Voer het experimenteel onderzoek uit volgens je werkplan. Zorg bij die uitvoering voor voldoende stralingsbescherming.

## Verwerking

- Verwerk de meetresultaten om de opgestelde hypothese te controleren en de onderzoeksvraag te beantwoorden. In het kader hieronder staan enkele aanwijzingen voor die verwerking.

### Aanwijzingen

- Geef de meetresultaten in de vorm van een diagram.
  - > Bepaal uit het diagram van de metingen de dracht  $R$  van  $\beta$ -deeltjes in aluminium en perspex.
  - In het boekje *ISP Experimenten* staat op pg. 31-32 informatie over het zo nauwkeurig mogelijk bepalen van grootheden uit een grafiek op enkellogaritmisch grafiekpapier.
  - > Maak een grafiek van de meetresultaten op enkellogaritmisch grafiekpapier. Zet de (niet voor de achtergrondstraling gecorrigeerde) intensiteit  $I$  uit langs de logaritmische as (verticaal) en de dikte  $d$  langs de lineaire as (horizontaal). Doe dit voor aluminium en perspex in hetzelfde diagram. Teken in het diagram ook een horizontale lijn die de intensiteit van de achtergrondstraling weergeeft.
- Door het gebruik van het enkellogaritmisch grafiekpapier zal het eerste deel van de beide grafieken lineair zijn. Het laatste deel vertoont afwijkingen vanwege de gemeten remstraling (zie het oranje boekje *ISP Experimenten*, pg. 35) en statistische meetfouten. Die meetresultaten laat je bij het tekenen van de grafieken buiten beschouwing.
- > Bepaal uit dit diagram de dracht  $R$  van  $\beta$ -deeltjes in aluminium en perspex door het lineaire deel te extrapoleren naar de lijn die de intensiteit van de achtergrondstraling weergeeft.



- Maak – weer op enkellogaritmisch grafiekpapier, en weer voor de intensiteit  $I$  die niet voor de achtergrondstraling gecorrigeerd is – een grafiek van je meetresultaten, maar zet nu langs de lineaire as niet de dikte  $d$  maar de massa per oppervlakte-eenheid  $m/A$  uit. Voor deze massa per oppervlakte-eenheid geldt (zie ook de figuur hiernaast):

$$\frac{m}{A} = \frac{\rho \cdot V}{A} = \frac{\rho \cdot A \cdot d}{A} = \rho \cdot d$$

In deze formule is  $\rho$  de dichtheid van het materiaal:  $2700 \text{ mg/cm}^3$  voor aluminium en  $1200 \text{ mg/cm}^3$  voor perspex. Met de dichtheid  $\rho$  in de eenheid  $\text{mg/cm}^3$  en de dikte  $d$  in de eenheid  $\text{cm}$  krijgt de massa per oppervlakte-eenheid  $m/A$  de eenheid  $\text{mg/cm}^2$ .

- > Wat valt je op als – in hetzelfde diagram – beide grafieken getekend zijn?
- Afhankelijk van hun energie leggen de  $\beta$ -deeltjes een bepaalde afstand af waarin ze al hun energie aan het absorberend materiaal afgeven. Deze afstand is de *dracht*  $R$ . De waarde van deze dracht is voor elk materiaal verschillend. Maar als we kijken naar de massa per oppervlakte-eenheid  $m/A$  (en niet naar de dikte  $d$ ) van het absorberend materiaal, dan zie je dat elk materiaal bij ruwweg dezelfde waarde van  $m/A$  de  $\beta$ -deeltjes volledig heeft geabsorbeerd. We noemen deze waarde van  $m/A$  de *universele dracht*  $R_u$ . Zie ook de achtergrondinformatie op de ISP website: [www.fisme.science.uu.nl/isp](http://www.fisme.science.uu.nl/isp) > leerlingen > achtergrondinformatie > universele dracht.
- > Bepaal uit de getekende grafieken de universele dracht  $R_u$  van  $\beta$ -deeltjes door het lineaire deel te extrapoleren naar de lijn die de intensiteit van de achtergrondstraling weergeeft.
- Met de universele dracht  $R_u$  en de dichtheid  $\rho$  van een materiaal is de dracht  $R$  van  $\beta$ -deeltjes in dat materiaal te bepalen.
- > Bereken de dracht  $R$  van  $\beta$ -deeltjes in aluminium, perspex en het menselijk lichaam, en vergelijk het resultaat – voor zover mogelijk – met de eerdere meetresultaten.
- De universele dracht  $R_u$  in materie hangt af van de maximale energie  $E$  van de  $\beta$ -deeltjes. Hiervoor geldt de volgende formule:  $R_u$  (in  $\text{mg/cm}^2$ ) =  $500 \cdot E$  (in MeV).
- > Bereken de maximale energie van de  $\beta$ -deeltjes uit de bron met  $^{90}\text{Sr}$ .

## Verslag

- Schrijf een verslag van dit onderzoek in de vorm van een *meetrapport*. In dat meetrapport staan je *onderzoeksvraag*, de opgestelde *hypothesen*, de (verwerkte) *meetresultaten* en de daaruit getrokken *conclusies* over het al dan niet juist zijn van die hypothesen.