

Om het hoekje

Niels voert een practicum uit waarin hij het gedrag van bètadeeltjes in de lucht onderzoekt. Hij gebruikt een radioactief preparaat als bron voor β^- -deeltjes. Neem aan dat deze bron bij de start van het practicum maar één isotoop bevat. Tijdens het vervalproces van deze isotoop ontstaat Yttrium-90 als vervalproduct. Bij dit vervalproces komt geen gammastraling vrij.

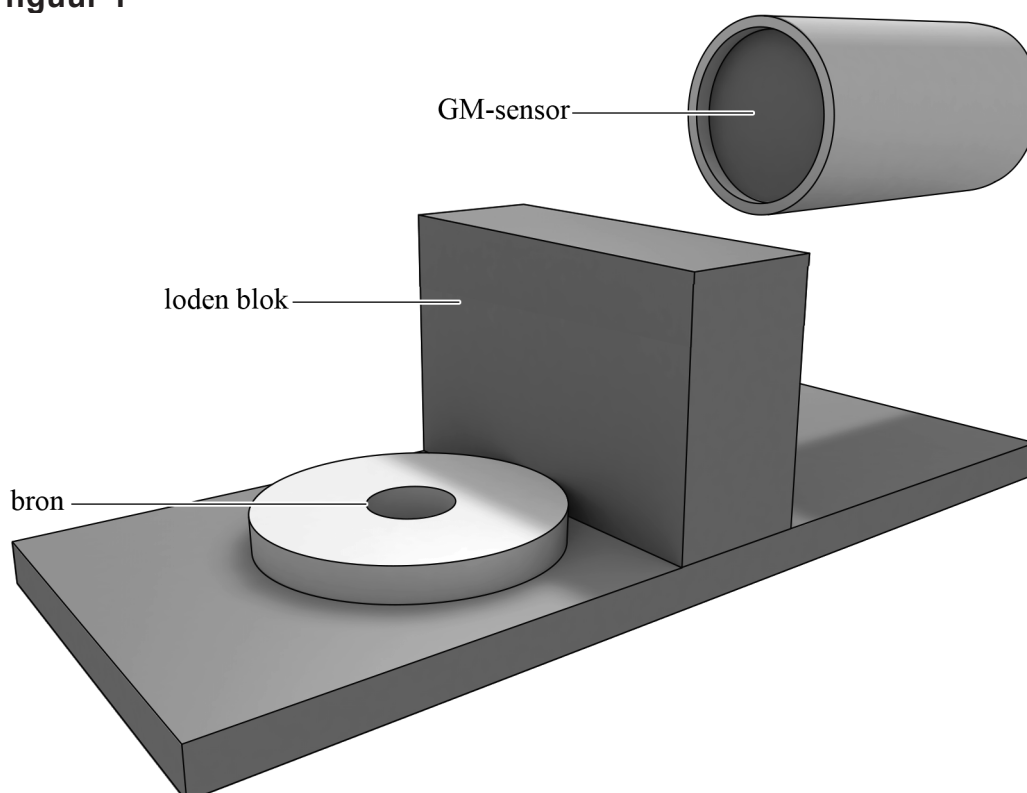
3p **16** Geef de vervalvergelijking van dat vervalproces.

Toch komt er gammastraling vrij uit de bron.

1p **17** Geef aan hoe het mogelijk is dat er gammastraling uit de bron vrijkomt.

Niels bouwt de opstelling zoals weergegeven in figuur 1. Een loden blok is zó geplaatst dat straling niet in een rechte lijn van de bron naar de Geiger-Müller-sensor (GM-sensor) kan bewegen.

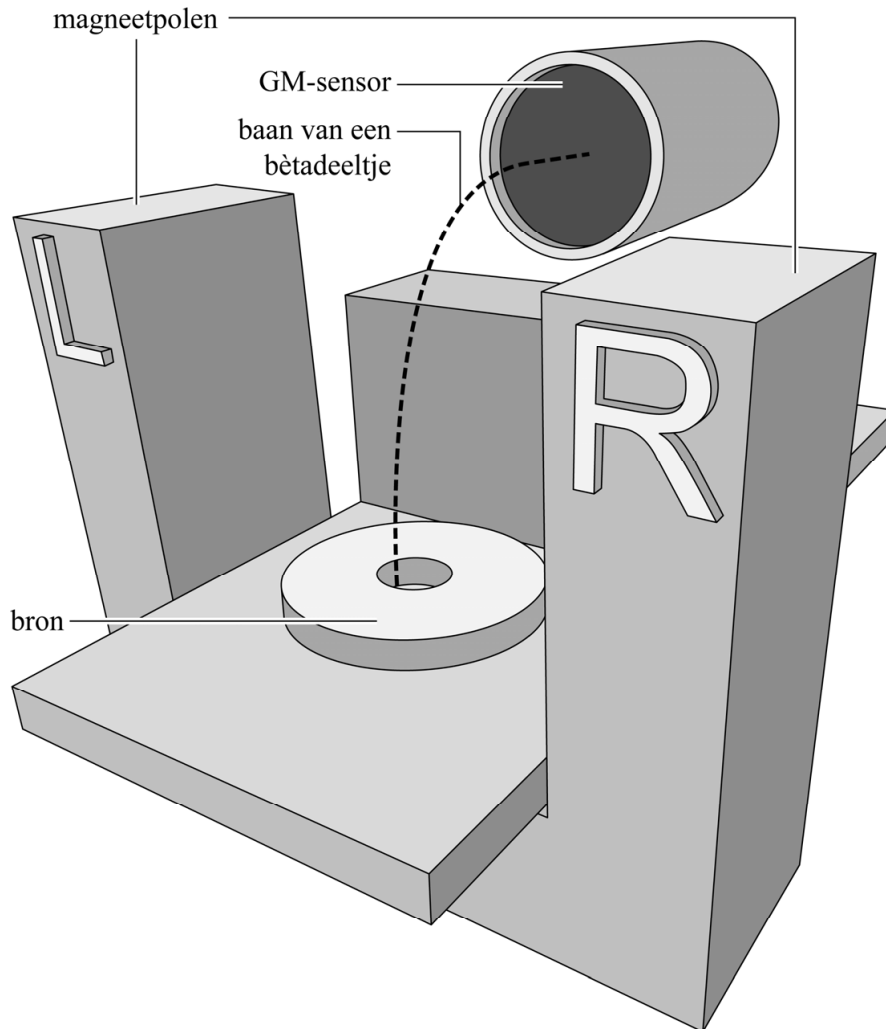
figuur 1



Verwaarloos bij het vervolg van deze opgave de eventuele invloed van de gammastraling op de metingen.

Met behulp van een sterke hoefijzermagneet wil Niels bètadeeltjes om het blok heen afbuigen richting de GM-sensor. Dit is weergegeven in figuur 2.

figuur 2



- 3p **18** Leg uit aan welke kant (L of R) van de hoefijzermagneet zich de noordpool bevindt.

Niels wil met zijn opstelling de snelheid van de bètadeeltjes bepalen. Hij neemt aan dat in deze situatie de zwaartekracht op de bètadeeltjes verwaarloosd mag worden. Verder neemt hij aan dat het magneetveld homogeen is en dat de bètadeeltjes dus een cirkelbeweging uitvoeren. Met behulp van formules uit het informatieboek leidt Niels de volgende formule af voor de snelheid v van een bètadeeltje:

$$v = \frac{Bqr}{m} \quad (1)$$

Hierin is:

- B de sterkte van het magnetisch veld
- q de lading van het bètadeeltje
- r de straal van de cirkelbaan
- m de massa van het bètadeeltje

3p **19** Leid formule (1) af met behulp van formules uit het informatieboek.

Wanneer de snelheid van een deeltje groter is dan 10% van de lichtsnelheid, moet er rekening gehouden worden met zogenaamde relativistische effecten.

Het magnetisch veld tussen de polen is 0,1 T . Niels bepaalt de gemiddelde straal van de cirkelbaan van de bètadeeltjes die op de GM-sensor vallen en vindt 0,20 m .

3p **20** Leg uit of er in deze situatie rekening gehouden moet worden met relativistische effecten. Bereken daartoe eerst de snelheid van de bètadeeltjes volgens de methode van Niels.

Voordat Niels de bron en de magneet in de opstelling plaatst, doet hij eerst driemaal een meting met de GM-sensor (figuur 3, reeks 1). Vervolgens plaatst Niels de bron in de opstelling zonder magneet en doet hij weer drie metingen (reeks 2). Ten slotte plaatst Niels ook de hoefijzermagneet in de opstelling en doet hij nogmaals drie metingen (reeks 3).

figuur 3

reeks 1 zonder bron zonder magneet (tellen per minuut)	reeks 2 met bron zonder magneet (tellen per minuut)	reeks 3 met bron met magneet (tellen per minuut)
34	160	479
27	155	497
31	165	486

- 1p **21** Geef aan hoe het kan dat Niels in de eerste meetreeks straling meet.

In de tweede meetreeks worden de bètadeeltjes nog niet afgebogen door de magneet. Toch meet de GM-sensor al meer straling dan in de eerste meetreeks.

- 1p **22** Geef hiervan een mogelijke oorzaak.