

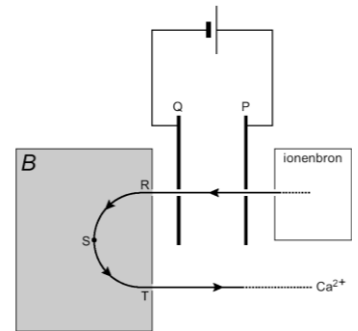
Zelftoets

Hoofdstuk 12

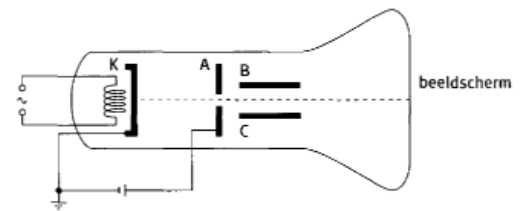
- 1 In een ionenbron worden calciumionen geproduceerd. Deze ionen worden eerst in een elektrisch veld versneld en daarna in een magnetisch veld afgebogen (zie figuur). Binnen de linker rechthoek heerst een homogeen magnetisch veld B dat loodrecht op het vlak van tekening staat.

Het Ca^{2+} -ion verlaat de ionenbron met een verwaarloosbare snelheid. De spanning tussen de platen P en Q is 2,40 kV. De afstand RT bedraagt 52,6 cm. De massa van het Ca^{2+} -ion bedraagt $6,65 \cdot 10^{-26}$ kg.

- a Leid af dat voor de straal r van de baan geldt: $B \cdot q \cdot r = m \cdot v$
 b Bereken de grootte van het magneetveld B .



- 2 De beeldbuis van een oscilloscoop is in figuur hiernaast weergegeven. De wisselspanningsbron zorgt voor het verhitten van de kathode K. De elektronen komen met een verwaarloosbaar kleine snelheid uit de kathode vrij. De gelijkspanningsbron zorgt voor het versnellen van de elektronen tussen de kathode K en de anode A. De spanning van deze gelijkspanningsbron is zo ingesteld dat de elektronen de anode passeren met een snelheid v_A van $1,00 \cdot 10^7$ m/s.



- a Bereken de spanning van de gelijkspanningsbron.

Als er over de afbuigplaten B en C geen spanning staat, komt de elektronenbundel in het midden van het scherm terecht. Op die plaats licht het scherm op.

- b Leg uit wat er gebeurt met de helderheid van de lichtstip op het scherm als de spanning van de wisselspanningsbron groter wordt gemaakt.

- 3 Een radioactieve stof zendt alfastraling uit. De energie van de uitgezonden alfa-deeltjes is kenmerkend voor de radioactieve stof. Deze energie is te bepalen uit een meting van de snelheid van de alfa-deeltjes. De opstelling voor het meten van de snelheid is weergegeven in figuur hiernaast. In deze opstelling doorloopt het alfa-deeltje een ruimte met een homogeen elektrisch veld en een homogeen magnetisch veld.



De richting en de sterkte van deze twee velden worden zo ingesteld dat de baan van het alfa-deeltje rechtlijnig is. De alfa-deeltjes die door het gat in plaat 1 de ruimte met het elektrisch en magnetisch veld binnenkomen, zullen deze ruimte dan door het gat in plaat 2 weer verlaten. De elektrische veldsterkte tussen de elektroden A en B is $5,0 \cdot 10^5$ N/C.

- a Hoe groot zijn de massa m en de lading q van een alfa-deeltje? Welk teken heeft deze lading?

Het magneetveld B is naar voren gericht.

- b Teken de twee krachten F_{el} en F_{lor} die in de ruimte op het alfa-deeltje werken. Geef ook uitleg.

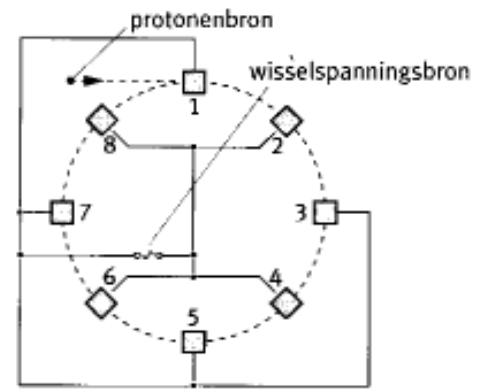
Bij een bepaalde bron hebben de alfa-deeltjes een energie van 4,8 MeV.

- c Bereken de snelheid van de alfa-deeltjes in m/s.
 d Bereken de sterkte van het magneetveld waarbij de deeltjes rechtdoor gaan.

Het elektrische veld tussen de platen wordt uitgeschakeld. De alfa-deeltjes beschrijven nu een (gedeelte van een) cirkelbaan.

- e Bereken de straal van de cirkelbaan die de deeltjes beschrijven.
 f Beschrijf de vorm van de baan die de alfa-deeltjes volgen als alleen het elektrische veld is ingeschakeld.

- 4 Bij een lineaire deeltjesversneller zijn de buizen in een rechte lijn geplaatst. De buizen zijn aangesloten op een wisselspanningsbron met een vaste frequentie. Als gevolg daarvan moet de lengte van de buizen toenemen in de richting waarin de deeltjes door de versneller bewegen. Bij een circulaire deeltjesversneller zijn de buizen opgesteld in een cirkel, zoals weergegeven in figuur 4. In de versneller doorlopen de deeltjes onder invloed van een homogeen magnetisch veld een aantal malen een cirkelbaan. De buizen zijn, net als bij een lineaire deeltjesversneller, aangesloten op een wisselspanningsbron. Maar in een circulaire deeltjesversneller zijn de buizen even lang. De circulaire deeltjesversneller in figuur 4 wordt gebruikt voor het versnellen van protonen.



Figuur 4 Circulaire protonenversneller

- a Leg uit welke richting het magnetisch veld moet hebben in deze circulaire protonenversneller?

In de circulaire protonenversneller kan niet met een vaste frequentie van de wisselspanning worden gewerkt: de wisselspanningsfrequentie moet worden gestuurd met een computer omdat de snelheid van de deeltjes steeds groter wordt. De energie van het deeltje is evenredig met het aantal cirkels dat het deeltje heeft afgelegd.

- b Beredeneer hoe de frequentie van de wisselspanning moet toenemen met het aantal cirkelomlopen.

Niet alleen de wisselspanningsfrequentie, maar ook de sterkte van het homogeen magnetisch veld B moet in de loop van het versnelproces veranderen.

- c Leg uit waarom niet met een vaste magnetische inductie kan worden gewerkt.
d Beredeneer hoe de sterkte van het magneetveld B moet toenemen met het aantal cirkelomlopen.

De straal van de cirkelbaan bedraagt 5,0 m. De maximale sterkte van het magneetveld bedraagt 5,2 mT.

- e Bereken de maximale kinetische energie van de protonen in keV.