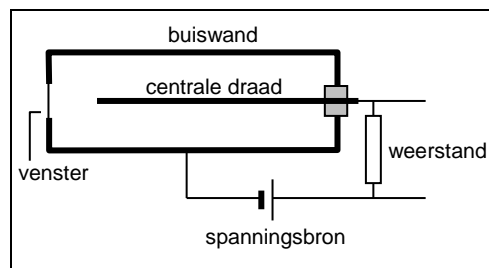


Achtergrondinformatie

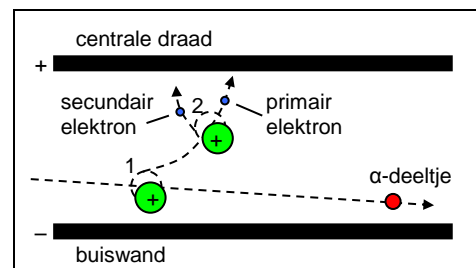
Experiment 6

Geiger-Müller telbuis

De Geiger-Müller telbuis (afgekort: GM-telbuis) meet het aantal invallende energierijke deeltjes: α - en β -deeltjes, maar ook röntgen- en γ -fotonen. Deze detector bestaat uit een metalen buis met een dunne wand, met op de as een metalen draad (zie figuur 1). Door de wand kan β -, röntgen- en γ -straling binnendringen. Voor α -straling is de buiswand te dik: invallende α -straling wordt volledig door de wand geabsorbeerd. Voor het detecteren van α -deeltjes is de buis daarom aan één kant afgesloten met een zeer dun (en dus kwetsbaar) venster van aluminium of mica. De buis is gevuld met een gasmengsel onder lage druk. Over de draad en de buiswand staat een gelijkspanning van zo'n 500 V.



Figuur 1 – De GM-telbuis.



Figuur 2 – Het lawine-effect in de GM-telbuis.

Werking

Als een energierijk geladen deeltje of foton in de buis binnendringt, zal het een klein aantal atomen van het gasmengsel *ioniseren*. Er ontstaan dus enkele positief geladen gas-ionen en negatief geladen elektronen in de buis. De positief geladen gas-ionen worden aangetrokken door de negatief geladen buiswand, en bewegen onder invloed van deze elektrische kracht naar de buiswand. De negatief geladen elektronen worden aangetrokken door, en bewegen dus naar de positief geladen centrale draad. Dit is weergegeven in figuur 2: een α -deeltje (rood) ioniseert een gas-atoom (1), waardoor een gas-ion (groen) en een elektron (blauw) ontstaan. Dit elektron noemen we een *primair elektron*. De beweging van het primair elektron naar de centrale draad onder invloed van de elektrische kracht is versneld. Tijdens de beweging neemt dus de snelheid, en daarmee de kinetische energie van het primair elektron toe. Deze toename van de kinetische energie hangt af van de spanning over de buis: hoe groter de spanning is, des te groter is de toename van de kinetische energie. Als de spanning over de buis groot genoeg is, kan een primair elektron onderweg naar de centrale draad dan op zijn beurt gas-atomen ioniseren. Ook dit is weergegeven in figuur 2: het primair elektron ioniseert een gas-atoom (2), waardoor een gas-ion en een elektron ontstaan. Dit elektron noemen we een *secundair elektron*. Er ontstaat zo een *lawine-effect* (of *sneeuwbaaleffect*): één binnendringend energierijk deeltje maakt een aantal primaire elektronen vrij, die op hun beurt elk weer een aantal secundaire elektronen vrijmaken. Zo ontstaat een stroom van miljoenen elektronen naar de centrale draad toe. Nadat deze elektronen op de centrale draad zijn aangekomen, bewegen ze verder via een weerstand en de spanningsbron naar de buiswand. Daar *recombineren* de elektronen en de gas-ionen, zodat het gasmengsel weer volledig uit atomen bestaat. Dit alles gebeurt in een zeer korte tijd: zo'n 10^{-4} s.

In die zeer korte tijd loopt er dus een stroom door de weerstand. Dat veroorzaakt een spanningspuls over de weerstand. Die spanningspuls wordt versterkt en met een elektronische teller geregistreerd. Als de versterkte spanningspuls aan een luidspreker wordt toegevoerd, is deze te horen als een tik.

Dode tijd

Als in de buis het lawine-effect optreedt, is de buis gedurende een bepaalde tijdsduur 'ongevoelig' voor een nieuw binnendringend energierijk deeltje. Zo'n deeltje zal wel een klein aantal gas-atomen ioniseren en daarmee een lawine van elektronen en dus een spanningspuls veroorzaken. Maar die spanningspuls is niet te onderscheiden van de spanningspuls die er al is als gevolg van het eerder binnengedrongen deeltje. De GM-

telbuis detecteert dus slechts een deel van de invallende straling.
De tijdsduur waarin de GM-telbuis 'ongevoelig' is voor een nieuw binnendringend deeltje noemen we de *dode tijd*. De grootte-orde van deze dode tijd is de tijdsduur van het lawine-effect: zo'n 10^{-4} s.