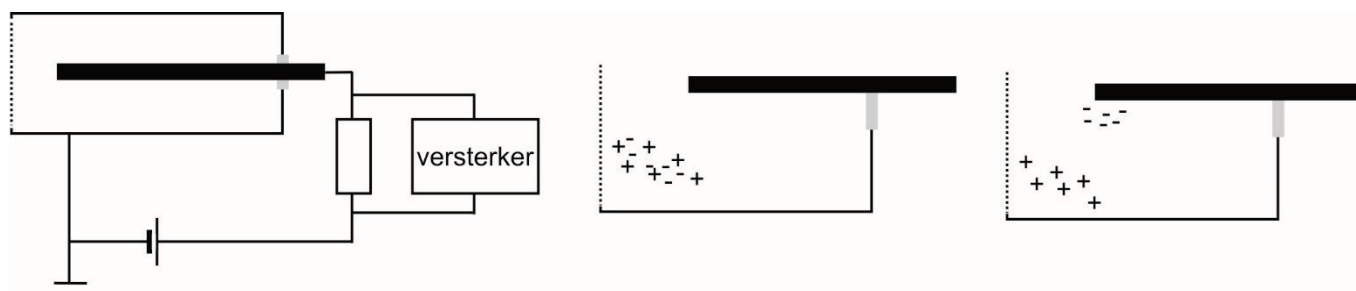


Detectie van ioniserende straling

Opgave: Gasgevulde ionisatiekamers

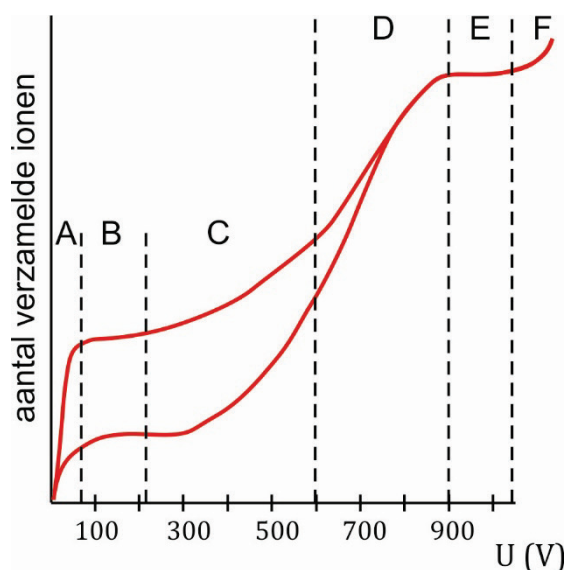


- a) Als een stralingsdeeltje de ionisatiekamer binnendringt, creëert het daar een ionisatiespoor. Als er een spanning tussen de mantel en de draad wordt aangelegd zullen de ionen naar de mantel en de elektronen naar de draad bewegen. Als de spanning te laag is zullen veel ionen en elektronen recombineren tot neutrale atomen en nooit gemeten worden. Naarmate de spanning stijgt, zullen er steeds meer ionen worden verzameld (ze krijgen niet meer de tijd om te recombineren). Dit is gebied A.

Om een gegeven moment is de spanning zo groot dat alle ionen die door het oorspronkelijke stralingsdeeltje waren gecreëerd zijn ingevangen.

Als de spanning nog verder wordt opgevoerd zal dit niet leiden tot een toename van het aantal ingevangen ionen (je hebt ze al allemaal). Dit is het plateau in gebied B.

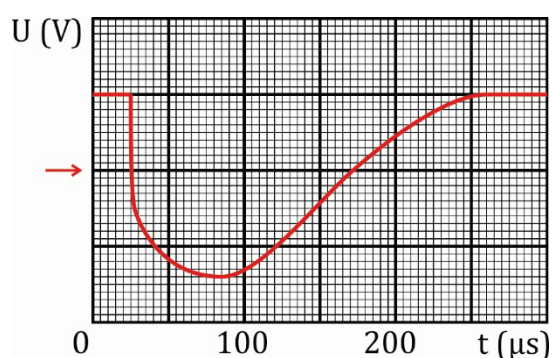
- b) Als de elektronen op weg naar de draad steeds sneller worden en dus meer kinetische energie krijgen, zal op een gegeven moment deze kinetische energie zo groot zijn, dat als de elektronen tegen een gasmolecuul botsen ze in staat zijn dit molecuul te ioniseren. Ook deze "secundaire" elektronen worden op weg naar de draad versneld en kunnen voldoende kinetische energie krijgen om op hun beurt weer gasmoleculen te ioniseren. Dit lawine effect zorgt ervoor dat er meer ionen kunnen worden ingevangen dan dat er oorspronkelijk door het stralingsdeeltje gecreëerd waren. Dit effect neemt toe naarmate de spanning die is aangelegd tussen mantel en draad groter is. Dit is gebied C.



- c) Op een gegeven moment is de spanning zo groot dat het lawine effect vrijwel het gehele volume tussen het oorspronkelijke ionisatiespoor en de draad omvat. Het lawine effect is dan maximaal. De ionisatiekamer detecteert het maximaal mogelijke aantal ionen dat de buis kan opwekken ten gevolge van het oorspronkelijke stralingsdeeltje.
Als de spanning nog verder wordt opgevoerd komt de lawine al op gang zonder een stralingsdeeltje. Dit effect treedt door de gehele ionisatiekamer op. Er treedt spontane ontlading van de buis op (de buis slaat door). Deze toestand kan de buis permanent beschadigen.
- d) α -straling heeft een groter ioniserend vermogen dan β -straling en zal dus op zijn route door de ionisatiekamer meer ionen creëren. Er kunnen dan ook meer ionen worden ingevangen, zodat de bovenste lijn bij α -straling hoort.

Opgave: Geiger-Müller telbuis

- a) De winst in kinetische energie is gelijk aan $q \cdot U$ en dus van dezelfde grootteorde als die van een ion. Een elektron is echter veel lichter dan een ion waardoor zijn snelheid dus veel groter wordt. Daarnaast is de beginsnelheid die het elektron bij de ionisatie door het stralingsdeeltje krijgt sowieso al veel groter.



- b) Er verstrijken eerst een paar microseconden voordat de eerste ionen/elektronen de mantel/draad bereiken.
De ladingsscheiding die optreedt in het elektrisch veld tussen mantel en draad geeft op zichzelf weer aanleiding tot de vorming van een elektrisch veld dat precies tegengesteld is aan het veld van de buis, hierdoor zwakt de spanning over de buis af.
Als de spanning over de buis onder een bepaalde drempelwaarde zakt zullen de elektronen niet meer voldoende versneld worden om op hun beurt weer ionisatie te veroorzaken (het lawine-effect werkt niet meer). De spanning over de buis zal weer herstellen (alle elektronen en ionen worden verzameld op de mantel en de draad).
- c) De dode tijd is de tijd gedurende welke de buis geen nieuw stralingsdeeltje kan detecteren.
De spanning over de buis moet dus weer hersteld zijn tot aan de drempelwaarde. De dode tijd is daarmee gelijk aan $175 \mu\text{s}$.
We vinden met deze GM-teller 5000 pulsen per minuut.
- d) Gedurende de dode tijd zijn er ook stralingsdeeltjes aangekomen. Deze zijn echter niet gemeten.
Per minuut is de buis gedurende $5000 \cdot 175 \mu\text{s} = 0,875 \text{ s}$ blind geweest.
De 5000 pulsen zijn dus niet per 60 s, maar per 59,125 s gedetecteerd.
Het werkelijke aantal pulsen per minuut is dus $(5000/59,125) \cdot 60 = 5074$ pulsen per minuut.