

Opgave 4 Rookmelder

Een rookmelder (zie figuur 6) is een apparaatje dat een alarmsignaal geeft als er rook in komt, bijvoorbeeld bij brand.

Een bepaald type rookmelder bevat een kleine hoeveelheid van de radioactieve isotoop americium-241. Het americium zendt bij verval α -straling uit.

figuur 6



- 3p **14** □ Geef de vervalvergelijking van americium-241.

Voor de activiteit van een radioactieve stof geldt de volgende formule:

$$A = \frac{0,693N}{\tau}$$

Hierin is:

- A de activiteit van de radioactieve stof (in Bq);
- N het aantal kernen in de radioactieve stof;
- τ de halfwaardetijd (in s).

De wettelijk toegestane activiteit van het americium-241 in een rookmelder bedraagt 37 kBq. De massa van een atoom americium-241 is $4,00 \cdot 10^{-25}$ kg.

- 3p **15** □ Bereken de massa van het americium-241 dat in de rookmelder mag zitten om binnen de wettelijke grens te blijven.

De uitgezonden α -deeltjes hebben elk een energie van 5,6 MeV.

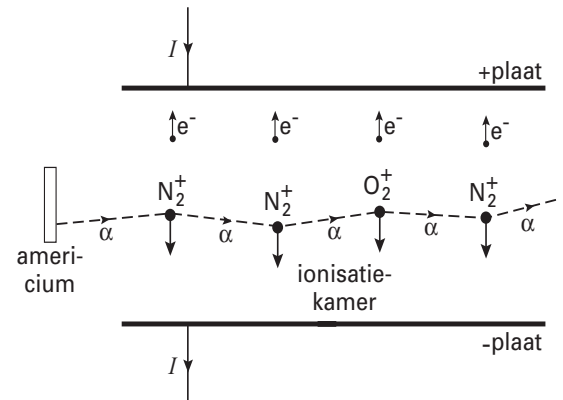
- 4p **16** □ Bereken de snelheid van zo'n α -deeltje.

In de rookmelder bevindt zich een ionisatiekamer. Dat is de ruimte tussen de twee platen in figuur 7. Deze ruimte staat in open verbinding met de omgeving.

In figuur 7 is ook te zien dat het americium voor een opening in de ionisatiekamer is aangebracht.

figuur 7

- 2p **17** □ Noem twee oorzaken waarom niet alle α -deeltjes in de ionisatiekamer terechtkomen.

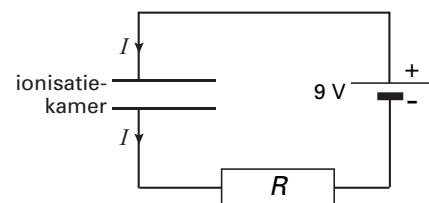


Een α -deeltje dat in de ionisatiekamer terechtkomt, botst een flink aantal keren tegen de zuurstof- en stikstofmoleculen van de lucht. Bij elke botsing vindt een ionisatie plaats. Daarbij wordt uit een molecuul een elektron (e^-) losgemaakt en blijft een positief ion (N_2^+ of O_2^+) over.

Zie nogmaals figuur 7.

Omdat de positieve ionen naar de $-$ plaat worden getrokken en de elektronen naar de $+$ plaat, loopt er een kleine elektrische stroom door de schakeling waarin de ionisatiekamer is opgenomen (zie figuur 8).

figuur 8



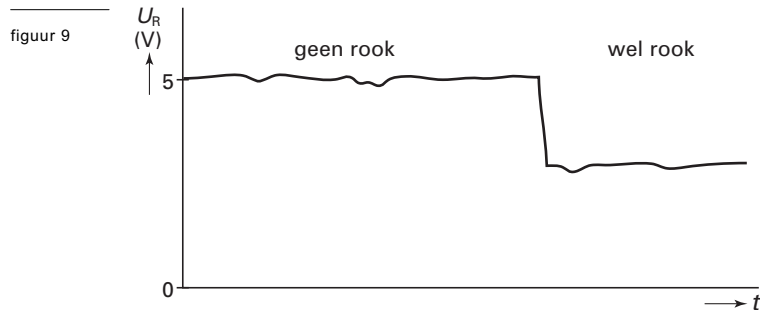
Voor de ionisatie van één molecuul is gemiddeld 34 eV nodig.

Je mag aannemen dat de α -deeltjes hun energie van 5,6 MeV in zijn geheel door ionisaties binnen de ionisatiekamer verliezen en dat alle vrijgekomen elektronen de $+$ plaat bereiken. Per seconde bereiken $5,0 \cdot 10^3$ α -deeltjes de ionisatiekamer.

- 4p **18** □ Bereken de stroomsterkte I . Bereken daartoe eerst het aantal elektronen dat per seconde in de ionisatiekamer uit moleculen wordt vrijgemaakt.

Eindexamen natuurkunde 1-2 havo 2006-I

In de normale situatie zonder rook in de ionisatiekamer staat over de weerstand R een constante spanning van 5 V. Wanneer er rook in de ionisatiekamer komt, hechten de ionen zich aan de rookdeeltjes. Hierdoor daalt de stroomsterkte en dus ook de spanning over R . Zie figuur 9.



In de rookmelder is een automatische schakeling opgenomen die een alarm geeft als er rook gedetecteerd wordt. In figuur 10 zijn de ingang en de uitgang van deze schakeling getekend. Hetingangssignaal is de spanning over de weerstand R . Als het signaal bij A hoog is, gaat het alarm aan.

figuur 10



Figuur 10 staat ook op de uitwerkbijlage.

3p 19 □ Teken in de figuur op de uitwerkbijlage de noodzakelijke verwerkers en verbindingen.

Uitwerkbijlage bij vraag 19

Vraag 19

