

## Opgave 4 Rookmelder

Een rookmelder (zie figuur 7) 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 radium-226. Het radium zendt bij verval  $\alpha$ -straling uit.

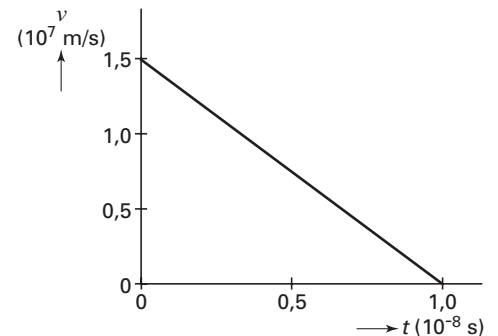
figuur 7



3p **13** □ Geef de vervalvergelijking van radium-226.

De  $\alpha$ -deeltjes verlaten de kern met een snelheid van  $1,5 \cdot 10^7$  m/s. Ze botsen tegen de in de lucht aanwezige moleculen en komen in  $1,0 \cdot 10^{-8}$  s tot stilstand.

figuur 8

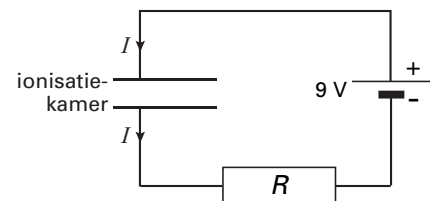


In figuur 8 is het  $(v,t)$ -diagram van een  $\alpha$ -deeltje getekend.

3p **14** □ Bepaal de afstand die dit  $\alpha$ -deeltje aflegt.

In de rookmelder bevindt zich een ionisatiekamer. De  $\alpha$ -deeltjes botsen daar tegen zuurstof- en stikstofmoleculen van de lucht die daardoor worden geïoniseerd. Daardoor loopt er een kleine elektrische stroom door de schakeling die in figuur 9 is getekend.

figuur 9



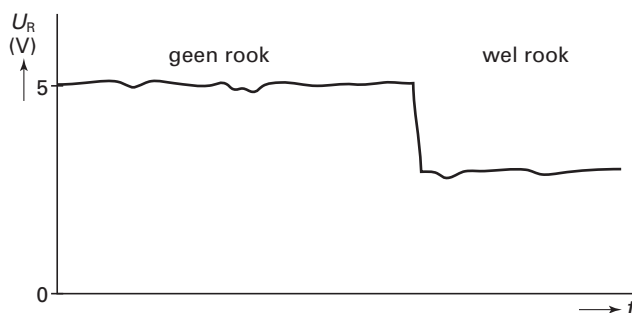
In de normale situatie zonder rook in de ionisatiekamer staat over de weerstand  $R$  een constante spanning van 5,0 V.

De weerstand  $R$  heeft een waarde van  $3,8 \cdot 10^{10} \Omega$ .

2p **15** □ Bereken de stroomsterkte  $I$  in deze situatie.

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 10.

figuur 10



# Eindexamen natuurkunde 1 havo 2006-I

havovwo.nl

In de rookmelder is een automatische schakeling opgenomen die een alarm geeft als er rook gedetecteerd wordt. In figuur 11 zijn de ingang en de uitgang van deze schakeling getekend. Het ingangssignaal is de spanning over de weerstand  $R$ . Als het signaal bij A hoog is, gaat het alarm aan.

figuur 11



Figuur 11 staat ook op de uitwerkbijlage.

- 3p 16  Teken in de figuur op de uitwerkbijlage de noodzakelijke verwerkers en verbindingen.

Sinds 2005 mag dit type rookmelder niet meer worden verkocht. In de buurt van de rookmelder is de straling namelijk sterker dan de achtergrondstraling. Dat wordt niet veroorzaakt door  $\alpha$ -straling, want die dringt niet door het omhulsel van de rookmelder heen.

- 2p 17  Verklaar waarom in de buurt van de rookmelder de straling toch sterker is dan de achtergrondstraling.

Een ander nadeel van dit type rookmelder is dat in geval van brand het radioactieve materiaal kan vrijkomen. Mensen in de omgeving zouden dat dan kunnen inademen. Voor de equivalente dosis (het dosisequivalent)  $H$  geldt:

$$H = Q \frac{E}{m}$$

Hierin is:

- $H$  de equivalente dosis (in Sv);
- $Q$  de zogenaamde weegfactor;  $Q = 20$  voor  $\alpha$ -straling;
- $E$  de totale hoeveelheid energie die door het bestraalde weefsel wordt geabsorbeerd (in J);
- $m$  de massa (in kg).

Stel dat iemand bij een brand een hoeveelheid radium-226 binnen krijgt met een activiteit van 10 Bq.

Neem aan dat deze activiteit gedurende een jaar constant is.

- 2p 18  Leg uit waarom het een redelijke aanname is dat de activiteit in die tijd constant blijft.

Het  $\alpha$ -deeltje dat door radium-226 wordt uitgezonden, heeft een energie van  $7,7 \cdot 10^{-13}$  J. Deze  $\alpha$ -deeltjes bestralen een hoeveelheid weefsel van 5,0 gram.

- 4p 19  Bereken de equivalente dosis die het bestraalde weefsel door deze  $\alpha$ -deeltjes in een jaar zou oplopen.

**Uitwerkbijlage bij de vragen 11, 12 en 16**

**Vraag 16**

