

Stralingsdetectie

In een ziekenhuis wordt vaak gewerkt met radioactieve isotopen. Medewerkers moeten daarbij goed in de gaten houden dat ze geen te grote stralingsdosis oplopen. Hiervoor bestaan verschillende vormen van stralingsdetectie.

Een van de isotopen waarmee wordt gewerkt is kobalt-60. Op de uitwerkbijlage staat een (N,Z) -diagram. Hierin is Z het aantal protonen en N het aantal neutronen in een kern.

Kobalt-60 zendt β - en γ -straling uit.

4p 21 Voer de volgende opdrachten uit:

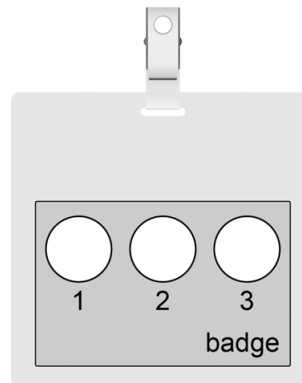
- Geef de vergelijking van de vervalreactie van kobalt-60.
- Geef op de uitwerkbijlage deze reactie in het (N,Z) -diagram aan met een pijl.

Bij een bepaalde methode van stralingsdetectie wordt gebruikt gemaakt van een zogenaamde badge. Deze wordt door een medewerker aan de kleding bevestigd. Zie figuur 1.

figuur 1



figuur 2



Een badge registreert hoeveel ioniserende straling er op valt. In een bepaalde badge zit filmmateriaal dat steeds donkerder wordt naarmate er meer ioniserende straling op valt. Vóór de film zijn drie verschillende 'vensters' naast elkaar aangebracht. Zie figuur 2. Deze vensters zijn ieder van een ander materiaal gemaakt:

- 1 mica
- 2 karton
- 3 lood

De badge wordt geraakt door γ -straling afkomstig van een bepaalde bron. Lood heeft een halveringsdikte van 0,061 cm voor deze fotonen. Karton heeft een grotere halveringsdikte. Het karton en het lood hebben elk een dikte van 0,183 cm.

- 3p **22** Beantwoord de volgende vragen:
- Bereken het percentage van de γ -straling dat door het lood wordt doorgelaten.
 - Leg uit of het percentage doorgelaten γ -straling bij het karton groter is dan, kleiner is dan of even groot is als bij het lood.

Na verloop van tijd wordt de badge geopend en is uit de kleur van het filmmateriaal af te leiden welke soort straling de badge heeft geraakt. Gegeven is dat α -straling alleen door mica heen gaat en β -straling zowel door mica als karton.

Op de uitwerkbijlage staan twee badges die ieder gedurende langere tijd door één soort straling geraakt zijn.

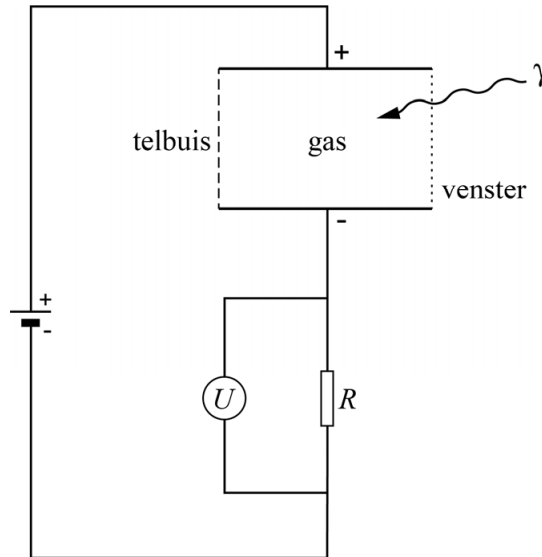
- 1p **23** Omcirkel voor iedere badge de soort straling die de film op deze manier heeft gekleurd.

De badge wordt tegenwoordig vaak vervangen door een modernere stralingsdetector, de draagbare geiger-müllerteller (GMT). Zie figuur 3.

figuur 3



figuur 4



Een GMT bevat een serieschakeling van een telbuis en een weerstand R . Zie figuur 4. De telbuis is gevuld met een niet-geleidend gas. Over de telbuis staat een spanning. Zolang er geen ioniserende straling op de telbuis valt, werkt deze telbuis als een open schakelaar in de serieschakeling. Wanneer ioniserende straling door het venster valt en het gas raakt, wordt een deel van de gasatomen gesplitst in ionen en elektronen.

Op de uitwerkbijlage staat een tabel over de beweging van de deeltjes in de telbuis.

- 2p **24** Geef met een kruisje in iedere rij aan in welke richting de deeltjes bewegen.

Door de ioniserende straling werkt de telbuis even als een gesloten schakelaar. Hierdoor verandert de spanning U over weerstand R . Zie figuur 4. Dit wordt door een teller geregistreerd.

- 2p **25** Leg uit wat er gebeurt met de spanning U over weerstand R zodra de telbuis geraakt wordt door ioniserende straling.

De GMT van figuur 3 wordt gedragen door een werknemer (ouder dan 18 jaar) die beroepshalve te maken heeft met straling. Deze werknemer leest de meetwaarde af van het scherm. Zie figuur 3.

- 3p **26** Leg met een berekening uit of deze werknemer met deze stralingsbelasting het risico loopt om over de jaarlijkse dosislimiet voor werknemers te gaan.

De GMT heeft als technisch ontwerp voordelen ten opzichte van de badge als het gaat om de bescherming van de medewerker.

1p 27 Geef een voordeel van de GMT ten opzichte van de badge.

Bronvermelding

Een opsomming van de in dit examen gebruikte bronnen, zoals teksten en afbeeldingen, is te vinden in het bij dit examen behorende correctievoorschrift, dat na afloop van het examen wordt gepubliceerd.