

Opgave 4 Antistatische borstel

Sommige fotografen gebruiken een antistatische borstel om de lens van hun fotoestel stofvrij te maken. Zo'n borstel bevat een heel kleine hoeveelheid radioactief polonium-210. Het polonium-210 zendt alfadeeltjes uit.

figuur 1



3p 14 Geef de vervalvergelijking van polonium-210.

Er zitten stofdeeltjes op een lens omdat de lens door statische elektriciteit positief geladen kan zijn. De alfadeeltjes zorgen ervoor dat de lading op de lens verdwijnt.

2p 15 Leg dit uit.

Het polonium is verwerkt in zilverfolie dat weer bedekt is met een heel dun laagje goud. Het folie zit achter de gaten in de borstel boven de haren van de borstel. Zie figuur 1.

1p 16 Waarom moet het laagje goud heel dun zijn? Geef een natuurkundig argument.

De activiteit van het polonium-210 in de borstel moet bij de verkoop minimaal $9,0 \cdot 10^6$ Bq zijn. De borstels liggen vaak enige tijd in een magazijn. Bij de productie van de borstels wordt daar rekening meegehouden. Daarom heeft elke borstel bij de productie een activiteit van $7,2 \cdot 10^7$ Bq.

3p 17 Bepaal hoeveel tijd hierna de borstel nog verkocht mag worden.

Bij het verval van polonium-210 komt gemiddeld één keer per honderdduizend vervalreacties ook nog een γ -foton vrij. Werknemers die werken in een magazijn waar heel veel antistatische borstels zijn opgeslagen, ontvangen daardoor een extra stralingsdosis.

We veronderstellen nu het volgende:

- een werknemer absorbeert ieder seconde $1,2 \cdot 10^3$ γ -fotonen;
- ieder γ -foton heeft een energie van 0,80 MeV;
- de werknemer brengt per jaar 1000 uur in het magazijn door;
- de massa van de werknemer is 70 kg.

Voor de equivalente dosis (het dosisequivalent) die de werknemer ontvangt, geldt:

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

Hierin is:

- H de equivalente dosis (in Sv);
- Q de weegfactor (kwaliteitsfactor); $Q = 1$ voor een γ -foton;
- E de energie die de werknemer absorbeert (in J);
- m de massa van de werknemer (in kg).

- 5p **18** Bereken de equivalente dosis die de werknemer per jaar ontvangt door deze γ -fotonen en ga na of daardoor de stralingsbeschermingsnormen overschreden worden. Gebruik voor je antwoord ook de gegevens uit tabel 27G uit Binas.