

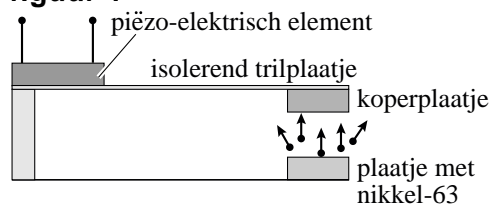
## Opgave 4 Nucleaire batterijen

Nucleaire batterijen zijn spanningsbronnen die  $\beta^-$ -straling gebruiken om elektrische energie op te wekken. Door hun zeer kleine afmetingen zijn ze bijzonder geschikt voor microprocessors in computers en in pacemakers. De  $\beta^-$ -straling komt uit een radioactieve bron die bestaat uit een plaatje met nikkel-63.

- 2p 15 Geef de reactievergelijking voor het verval van nikkel-63.

Het principe van een nucleaire batterij wordt toegelicht met behulp van figuur 1.

figuur 1



Een aantal  $\beta^-$ -deeltjes uit het plaatje met nikkel-63 treft een koperplaatje en wordt daar geabsorbeerd. Het koperplaatje is bevestigd aan een isolerend trilplaatje dat goed kan buigen. Aan het isolerend trilplaatje is ook een piëzo-elektrisch element bevestigd. Dit element geeft bij vervorming een elektrische spanning af.

- 3p 16 Leg uit dat het trilplaatje gaat trillen.

Voor de activiteit geldt de volgende formule:

$$A(t) = \frac{\ln 2}{t_{\frac{1}{2}}} N(t)$$

Hierin is:

- $A$  de activiteit;
- $N$  het aantal aanwezige radioactieve kernen;
- $t_{\frac{1}{2}}$  de halveringstijd.

De activiteit van het nikkel-63 in het plaatje is op een gegeven moment  $5,0 \cdot 10^{10}$  Bq.

- 4p 17 Bereken de massa van het nikkel-63 in het plaatje, uitgedrukt in kg.

Bij het verval van een nikkel-63-kern komt per vervalreactie 62 keV aan (kern)energie vrij. Het rendement van de omzetting van (kern)energie naar elektrische energie is bij dit proces 4,0%.

- 4p 18 Bereken het elektrisch vermogen van de batterij op dat moment.

Een nucleaire batterij is toegepast in een pacemaker. Zolang het vermogen van de nucleaire batterij meer dan 90% is van het vermogen bij de productie, kan hij worden gebruikt. Het rendement blijft bij het teruglopen van het vermogen gelijk.

- 3p 19 Bereken hoe lang na de productie de nucleaire batterij vervangen moet worden.