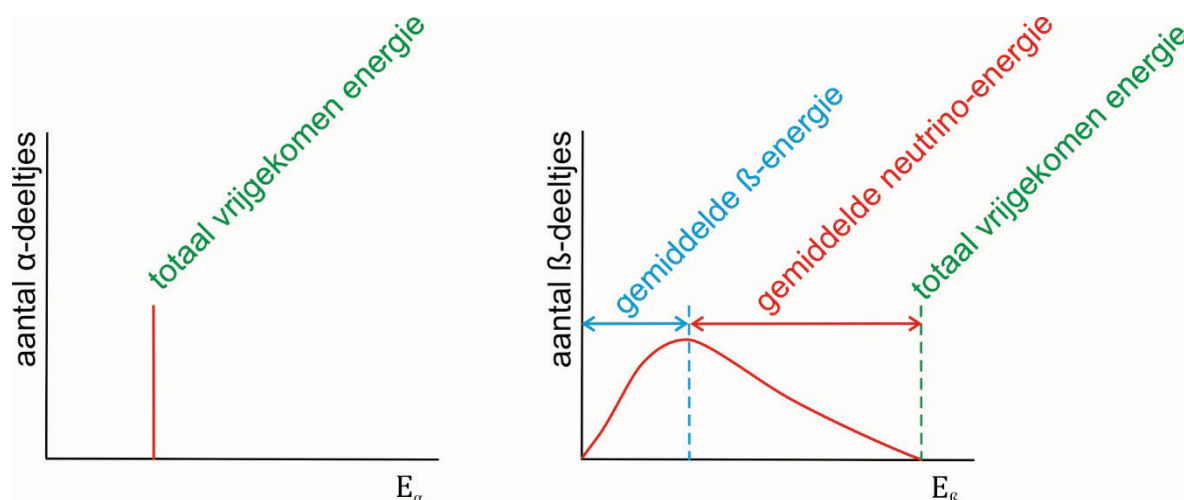


Detectie van ioniserende straling

Opgave: Wilson vat

- Alleen de ionen in het ionenspoor van de ioniserende straling moeten als condensatiekernen dienen. Stofdeeltjes zouden ook als condensatiekern kunnen dienen en als een soort ruis zichtbaar worden.
- α -deeltjes zijn veel zwaarder dan β -deeltjes. Ten gevolge van massatraagheid is het dus veel moeilijker om α -deeltjes van richting te doen veranderen.
- De sporen ontstaan rond het ionenspoor dat het oorspronkelijke stralingsdeeltje creëert. Bij iedere botsing verliest het stralingsdeeltje een deel van zijn kinetische energie. Zodra de resterende kinetische energie te klein is om nog meer gasmoleculen te ioniseren stopt het ionenspoor. De lengte van een spoor wordt dus bepaald door de kinetische energie van het stralingsdeeltje.
Bij α -verval ontstaat een nieuwe nuclide en een α -deeltje. De bij het verval vrijkomende energie wordt vrijwel geheel aan het α -deeltje meegegeven in de vorm van kinetische energie. Omdat de vrijkomende energie een bepaalde vaste waarde heeft en het α -deeltje vrijwel al deze energie krijgt hebben alle deeltjes dezelfde kinetische energie. Het energiespectrum ziet er dan uit zoals weergegeven in het linker onderstaande diagram.



Bij β -verval ontstaat een nieuwe nuclide, een β -deeltje en een (anti)neutrino. De bij β -verval vrijkomende energie heeft weliswaar, net als bij α -verval, een **bepaalde vaste waarde**, maar in dit geval wordt deze energie vrijwel geheel verdeeld tussen het β -deeltje en het (anti)neutrino en wel in een wisselende verhouding. De verhouding is steeds anders omdat het β -deeltje en het (anti)neutrino steeds in een andere richting ten opzichte van elkaar wegschieten. Het energiespectrum ziet er dan uit zoals weergegeven in het rechter bovenstaande diagram.

Om de precieze verdeling te kunnen berekenen heb je naast energiebehoud ook impulsbehoud nodig.

Als je hierin geïnteresseerd bent, kijk dan eens naar de module "Impuls" van de vierde klas.

d) Voor de straal geldt:

$$1) F_r = F_{mpz} = \frac{mv^2}{r}$$

$$2) F_r = F_l = Bqv$$

$$\Rightarrow \frac{mv^2}{r} = Bqv$$

$$\Rightarrow r = \frac{mv}{Bq}$$

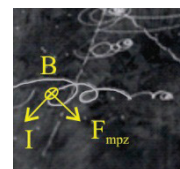
De massa, de magnetische inductie en de lading zijn constant, dus de straal wordt bepaald door de snelheid van het stralingsdeeltje. Onderweg verliest het stralingsdeeltje kinetische energie zodat zijn snelheid afneemt. Daarmee wordt de straal kleiner.

e) Zoals blijkt uit de redenering bij vraag d) neemt de straal af. Het stralingsdeeltje beweegt dus van links naar rechts.

f) De richting van de magnetische inductie volgt op basis van de linkerhand regel.

Bedenk dat het om een negatief deeltje gaat. De richting van I is dus tegengesteld aan de richting van v .

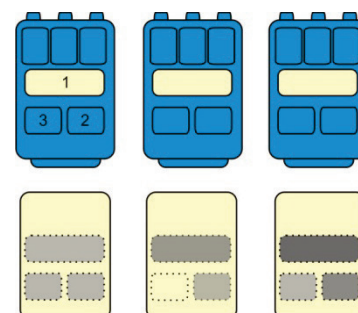
De magnetische inductie is dus omlaag gericht.



Opgave: Filmbadge

- a) α -straling heeft een vrij korte dracht. Een α -deeltje komt in lucht ongeveer 1 cm ver per MeV kinetische energie. Dat betekent dat de α -straling een persoon in de buurt van een bron niet eens bereikt. Mocht een persoon de bron vastpakken dan is het doordringend vermogen van α -straling zo klein dat de α -straling niet door de buitenste dode huidlaag heen kan dringen. Maar zelfs als een persoon de bron vastpakt zal de α -straling de badge waarschijnlijk niet bereiken. Concluderend kan dus worden gezegd dat, zolang de bron buiten het lichaam blijft, α -straling geen gevaar vormt.
- b) Uitgaande van gemiddelde waarden (noch bijzonder zachte γ -straling, noch bijzonder harde β -straling):

- De vensters 1 t/m 3 laten γ -straling gewoon door, dus zullen alle drie de vensters dezelfde zwarting krijgen.



- Venster 1 is open zodat hier de zwarting het grootst is.

Het filter voor venster 2 schermt β -straling gedeeltelijk af waardoor de zwarting iets minder zal zijn dan de zwarting voor venster 1.

Het filter voor venster 3 schermt β -straling geheel af waardoor er geen zwarting op zal treden.

- Als zowel β -straling als γ -straling op de badge treft zal het zwartingspatroon van de eerdere twee situaties bij elkaar moeten worden opgeteld. Dit is overigens niet zomaar een optelling omdat de zwarting geen lineair verband met de dosis vertoont (zie de ijkgrafiek bij de opgave).

Samenvattend betekent dit dat als venster 3 zwarting vertoont er blootstelling aan γ -straling heeft plaatsgevonden. Verder kan uit de verhoudingen van de zwartingen in de verschillende vensters worden afgeleid hoeveel straling de badge heeft opgelopen. Gebruik makende van een aantal aannamen kan hieruit een goede schatting voor de effectieve dosis worden gegeven.

Aannamen zoals:

- de persoon heeft een gemiddelde massa van 70 kg.
 - de persoon wordt homogeen aangestraald.
- c) De gevoeligheid komt in dit diagram overeen met de steilheid van de raaklijn. De steilheid neemt af. Dit betekent dat bij hogere doses de gevoeligheid afneemt.
- d) Er geldt:

$$I = I_0 \left(\frac{1}{2}\right)^{d/d_1} \Rightarrow \frac{I}{I_0} = \left(\frac{1}{2}\right)^{d/d_1}$$

$$* \frac{I}{I_0} = 0,15$$

$$* d_1 = 0,0106 \text{ cm}$$

$$\Rightarrow 0,15 = \left(\frac{1}{2}\right)^{d/0,0106}$$

$$\Rightarrow d = 0,29 \text{ mm}$$