

Een kitmarker is een permanente lichtbron die aan een sleutelbos gehangen kan worden. Zie figuur 1. Zo zijn sleutels in het donker terug te vinden. Een kitmarker heeft geen batterij. Het is een glazen buisje met daarin gasvormig H-3 (tritium). Tritium is een β -straler.

3p 13 Geef de vergelijking van de vervalreactie van tritium.

figuur 1

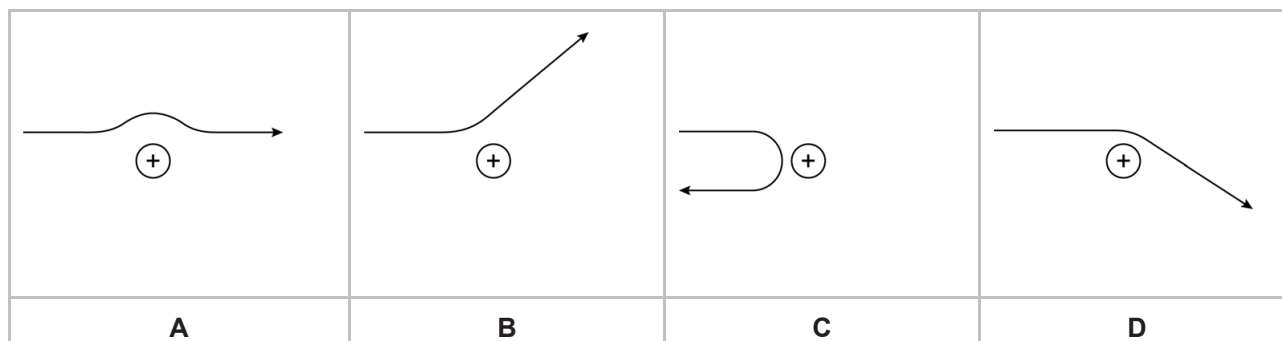


De binnenkant van de glazen buis is voorzien van een speciale verflaag. De vrijgekomen straling uit het tritiumverval zorgt ervoor dat de verflaag groenblauw licht gaat uitzenden. De fotonen van dit zichtbare licht hebben een energie van 2,5 eV.

3p 14 Bereken de frequentie van deze fotonen.

De uitgezonden β -deeltjes passeren de positieve kernen van het tritium. Hierbij verandert de richting van de baan van het β -deeltje.

1p 15 In welke figuur is een mogelijke verandering van de richting van de baan juist weergegeven?



Bij de verandering van de baan van een β -deeltje komt energie vrij. Deze energie komt vrij als een foton met een energie van $1,0 \cdot 10^{-2}$ MeV. Dit foton wordt ook door de kitmarker uitgezonden.

1p 16 Welke soort elektromagnetische straling is dit?

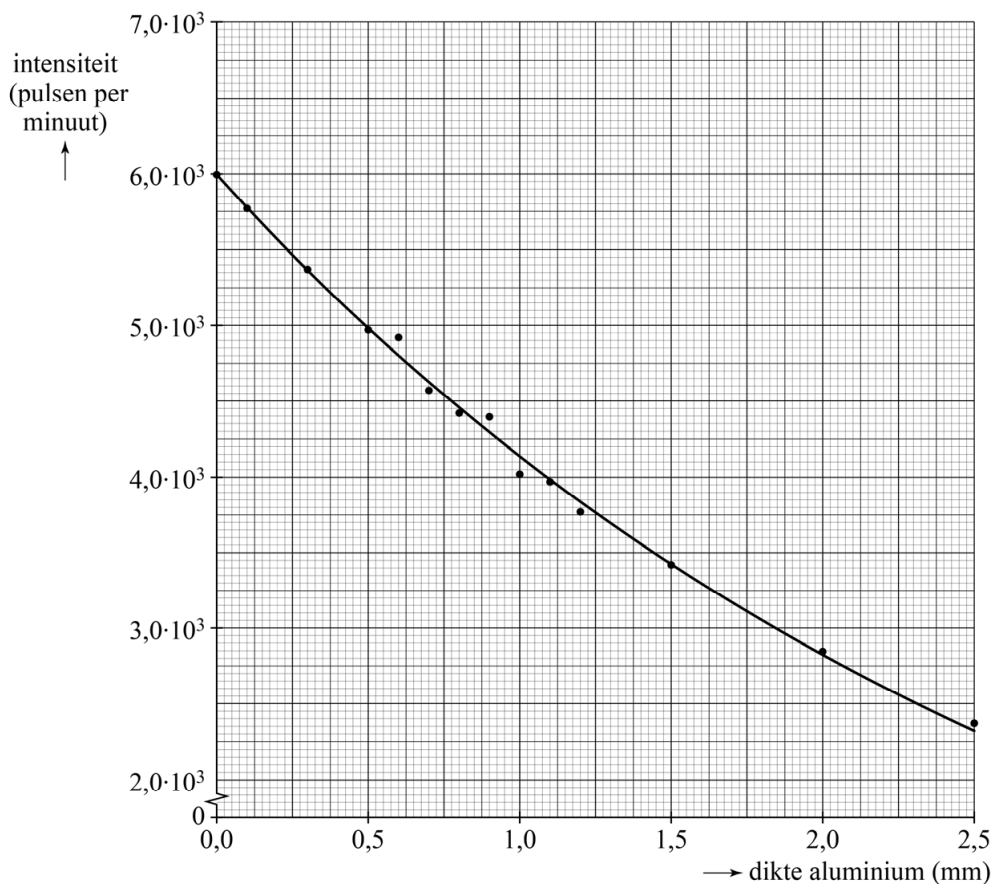
- A ultraviolette straling
- B röntgenstraling
- C zachte gammastraling
- D harde gammastraling

Sleutels worden vaak meegenomen in een broekzak. De kitmarker wordt dan langdurig tegen het lichaam gedragen. Een onderzoeker wil het risico hiervan onderzoeken. Hij wil veilig de halveringsdikte voor deze fotonen in menselijk lichaamsweefsel bepalen. In plaats van menselijk weefsel gebruikt hij aluminium en hanteert hij daarbij de volgende vuistregel:

De halveringsdikte van menselijk lichaamsweefsel voor dit soort straling is 10 keer zo groot als de halveringsdikte van aluminium.

Achter aluminium plaatjes van diverse diktes meet de onderzoeker de intensiteit van de straling afkomstig van de kitmarker. Hij meet met een GM-teller het aantal pulsen per minuut. Zijn metingen zijn uitgezet in een diagram. Zie figuur 2.

figuur 2



Ten slotte heeft hij de achtergrondstraling bepaald. Deze is $1,00 \cdot 10^3$ pulsen per minuut. Figuur 2 is ook op de uitwerkbijlage weergegeven.

- 4p 17 Bepaal met behulp van de figuur op de uitwerkbijlage de halveringsdikte voor de straling van de kitmarker in menselijk lichaamsweefsel.

De onderzoeker neemt aan dat iemand de kitmarker 8,0 uur per dag in zijn zak heeft. De bestraalde lichaamsmassa is $1,5 \cdot 10^2$ gram. Deze massa absorbeert per seconde de energie van $1,25 \cdot 10^3$ fotonen.

De weegfactor voor deze straling is 1. Ieder foton heeft een energie van $1,6 \cdot 10^{-15}$ J. De equivalente dosislimiet voor dit deel van het lichaam is 50 mSv per jaar.

- 4p **18** Toon met een berekening aan of de opgelopen straling beneden de jaarlijkse equivalente dosislimiet blijft.