

Noteer niet uitsluitend de antwoorden, maar ook je redeneringen (in correct Nederlands) en de formules die je gebruikt hebt! Maak daar waar nodig een schets van de situatie. Maak de opgaven in de juiste volgorde en werk netjes.

Opgave 1

Gammastraling heeft een veel groter doordringend vermogen dan alfa- en bètastraling. Bovendien laat gammastraling zich niet volledig afschermen: er komt altijd nog wel iets door de afscherming heen.

Om de halveringsdikte van aluminium voor gammastraling te bepalen, worden plaatjes aluminium van gelijke dikte tussen een gammabron en een telbuis gestapeld. Zie nevenstaande afbeelding. De hoeveelheid gemeten straling zonder plaatjes noemen we 100%.

Bij één plaatje wordt 95% gemeten: het plaatje heeft dus 5% geabsorbeerd.

a) **Leg uit** of de absorptie van de stapel van 5 plaatjes kleiner, even groot of groter is dan 25%.

Met dit experiment wordt vastgesteld dat de halveringsdikte van aluminium voor gammastraling van 1 MeV gelijk is aan 4,2 cm.

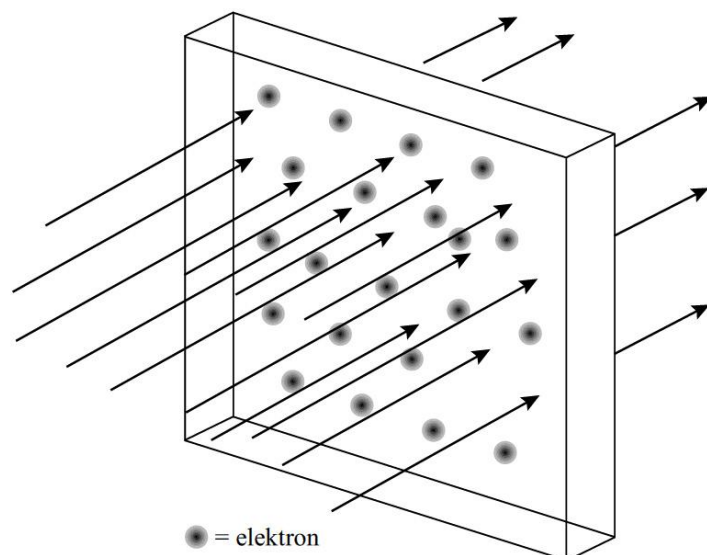
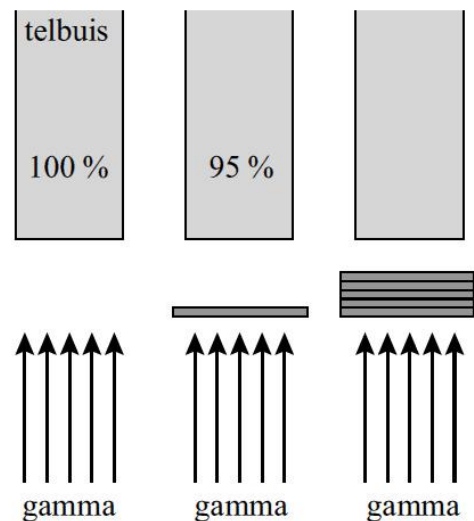
b) **Bereken** de dikte van een laag aluminium die nodig is om 99% van deze gammastraling te absorberen.

De waarde van de halveringsdikte voor gammastraling met een energie van 1 MeV vind je ook in BiNaS tabel 28F. Uit deze tabel blijkt dat niet alle stoffen gammastraling in gelijke mate absorberen.

De absorptie van gammastraling is uitgebeeld in nevenstaande afbeelding. Deze afbeelding is niet op schaal.

In de afbeelding is een bundel gammafotonen weergegeven die op een plaatje valt. Als een gammafoton een elektron tegenkomt, verdwijnt het uit de bundel en is het geabsorbeerd.

Bij een grotere elektronendichtheid worden dus meer gammafotonen geabsorbeerd. Voor de elektronendichtheid in het materiaal geldt:



$$n_e = \rho \cdot \frac{Z}{m_{\text{at}}}$$

Hierin is:

- n_e de elektronendichtheid;
- ρ de dichtheid van het materiaal;
- Z het atoomnummer;
- m_{at} de massa van het atoom.

c) **Leg uit** met behulp van formule 1 dat de eenheid van n_e gelijk is aan m^{-3} . Het verband tussen de halveringsdikte d van het materiaal en de elektronendichtheid n_e wordt gegeven door de formule:

$$d_{1/2} = \frac{\ln(2)}{\sigma} \cdot \frac{1}{n_e} \quad (2)$$

Hierin is:

- d de halveringsdikte van het materiaal;
- σ de effectieve trefoppervlakte van de elektronen in het materiaal.

- d) **Bereken** de effectieve trefoppervlakte σ van de elektronen in aluminium voor gammafotonen van 1 MeV.
- e) **Leg uit** met behulp van de formules en gegevens uit BiNaS uit of de effectieve trefoppervlakte σ met toenemende de energie van de gebruikte gammafotonen toeneemt, gelijk blijft, of afneemt.

Opgave 2

In een laboratorium wordt gebruik gemaakt van loodstenen om een radioactieve bron af te schermen. De straling van de bron bestaat uit γ -straling met een energie van 1,0 MeV.

Lood is een giftige stof en zware stof. Een student komt op het idee om de loodafscherming te vervangen door een afscherming van aluminium.

Bereken hoeveel keer zo dik de afscherming moet zijn om een gelijke bescherming te bieden tegen de γ -straling van die bron.



Opgave 3

Het zilver van een munt bestaat voor ongeveer de helft uit ^{107}Ag en voor de rest uit ^{109}Ag .

a) **Bereken** het aantal neutronen in een ^{107}Ag -kern.

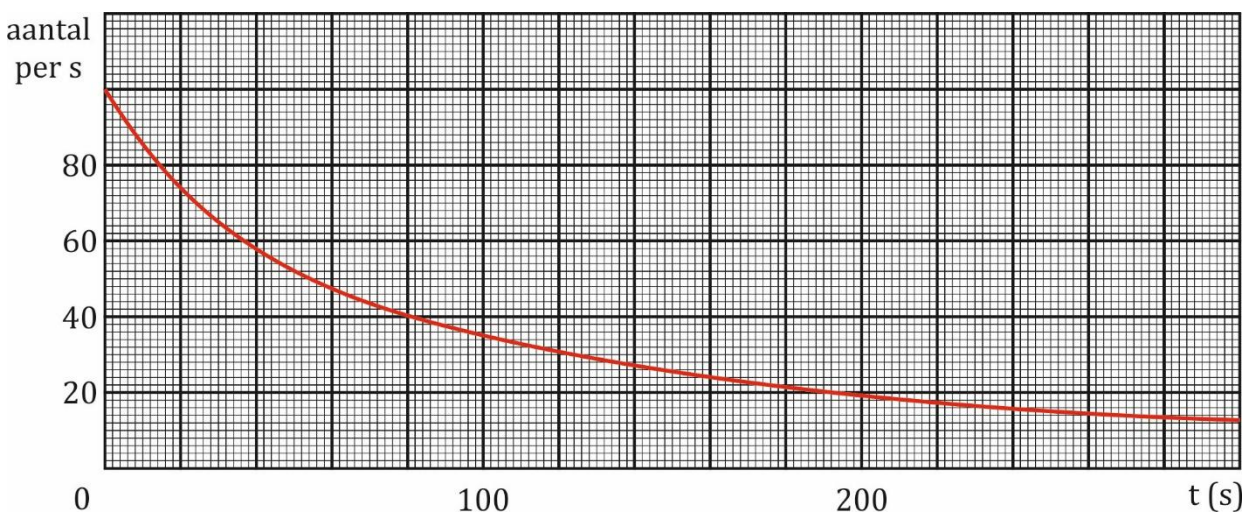
De zilveren munt houdt men voor een Geiger-Müller-telbuis. De telbuis is in werking en registreert geen enkele activiteit.

Vervolgens wordt de munt enige tijd bestraald met neutronen terwijl hij voor de telbuis blijft staan.

Zowel ^{107}Ag als ^{109}Ag kan door opname van een neutron overgaan in een radioactieve isotoop die een β -deeltje uitzendt.

b) **Leg uit** welke isotoop uiteindelijk ontstaat nadat een ^{109}Ag -kern, die een neutron heeft opgenomen, vervalt door uitzenden van een β -deeltje.

Op zeker moment ($t = 0$) wordt de bestraling van de munt met neutronen gestopt. Op datzelfde moment begint de telbuis opnieuw te registreren. De resultaten van deze registratie zijn in de onderstaande grafiek weergegeven.



De radioactieve isotopen, die ontstaan door bestraling van ^{107}Ag en ^{109}Ag met neutronen, hebben een nogal verschillende halveringstijd. De ene heeft een halveringstijd van 24 s, de andere een veel grotere.

Op $t = 144$ s is een groot deel van de oorspronkelijke kernen van de isotoop met halveringstijd 24 s vervallen.

c) **Bereken** hoeveel procent van deze kernen op $t = 144$ s nog niet is vervallen.

d) **Bepaal** met behulp van bovenstaand diagram de halveringstijd van de langstlevende isotoop. Noteer jouw antwoord in twee significante cijfers.