Activiteit

Telkens een kern in een hoeveelheid radioactief materiaal vervalt, wordt een α- of β-deeltje uitgezonden. Hoe meer kernen per seconde vervallen, hoe meer straling het materiaal dus uitzendt. De grootheid die dat weergeeft, is 'de activiteit'.

Als het aantal kernen op tijdstip t_1 gelijk is aan N_1 en op een later tijdstip t_2 gelijk is aan N_2 is het aantal kernen die vervallen zijn in het tijdsverloop Δt

$$N_1 - N_2 = -\left(N_2 - N_1\right) = -\Delta N.$$

Definitie 1. De gemiddelde activiteit A_g van een hoeveelheid radioactief materiaal in een tijdsverloop Δt is de verhouding van het aantal kernen die vervallen tot de tijdsduur Δt:

$$A_g = -\frac{\Delta N}{\Delta t}$$

De eenheid van activiteit is 'aantal atomen die vervallen per s' (= aantal desintegraties per s). De eenheid noemt men de becquerel (Bq)

1 Bq = 1 desintegratie/s

Naast de gemiddelde activiteit A_g kunnen we ook de ogenblikkelijke activiteit A beschouwen.

Een ogenblik is een oneindig kort tijdsinterval. Vandaar de definitie:

Definitie 2. De activiteit A op een ogenblik t is

$$A(t) = \lim_{\Delta t \to 0} \left(-\frac{\Delta N}{\Delta t}\right).$$

Men kan aantonen dat dit betekent dat

$$A(t) = 0,693 \cdot \frac{N(t)}{T}.$$

De activiteit hangt af van het aantal kernen en van de halveringstijd. Hoe meer kernen er zijn en hoe korter de halveringstijd, hoe groter de activiteit van het materiaal. Vermits het aantal kernen daalt met de tijd volgens de vervalwet neemt de activiteit van een hoeveelheid radioactief materiaal af met de tijd.

Opmerking 1. De activiteit is een maat voor de helling van de grafiek van $N(t)$: hoe steiler de grafiek op een bepaald ogenblik, hoe groter de activiteit op dat ogenblik.

Eigenschap 1. Door de definitie van activiteit te combineren met de definitie van de vervalwet, bekom je een interessante formule die het verband legt tussen de huidige activiteit van een radioactieve stof en de oorspronkelijke activiteit.

$$\begin{aligned} A(t) = 0,693 \cdot \frac{N(t)}{T} &= 0,693 \cdot \frac{N_0 \cdot 2^{\frac{-t}{T}}}{T} \\ \Rightarrow A(0) = 0,693 \cdot \frac{N(0)}{T} &= 0,693 \frac{N_0}{T} \\ \Rightarrow A(t) &= A(0) \cdot 2^{\frac{-t}{T}} \end{aligned}$$

Oefening 1 (Koolstofdatering)**.** Archeologen die opgravingen doen in een oud jagerskamp hebben op een plaats van een kampvuur een stukje houtskool van $5,0$ g ontdekt. De $\mathrm{C}-14$ activiteit van dit stukje bedraagt $0,06$ Bq. Als je mag veronderstellen dat de oorspronkelijke natuurlijke activiteit van het hout $0,23$ Bq bedroeg, hoe oud is het kamp dan ongeveer? (Hint: de halfwaardetijd T van

CC BY-NC-SA 4.0

Activiteit

C – 14 is 5730 jaar).

Uitwerking: De activiteit A per gram van koolstof op het ogenblik t dat men het stukje houtskool, wordt gegeven door

$$A(t) = A(0) \cdot 2^{\frac{-t}{T}}.$$

Bij het begin van het afsterven van het organisch materiaal (de houtskool) was

$$A(0) = 0,23 \text{ Bq}.$$

De tijd t waarvoor $A(t) = 0,06$ Bq geeft de ouderdom van het stukje houtskool.

We bekomen de volgende vergelijking:

$$0,06 \text{ Bq} = 0,23 \text{ Bq} \cdot 2^{\frac{-t}{5730j}}.$$

Omrekenen naar t levert ons

$$\frac{0,06}{0,23} = 2^{\frac{-t}{5730j}}.$$

Hieruit volgt dat

$$t = \frac{T}{-\ln(2)} \cdot \ln\left(\frac{0,06}{0,23}\right) = \frac{5730j}{-0,693} \cdot \ln\left(\frac{0,06}{0,23}\right) = 11 \cdot 10^3 j.$$

Je vindt dan $t = 11 \cdot 10^3$ jaar.

Op het moment van de vondst was het stukje houtskool ongeveer 11 000 jaar oud.

CC BY-NC-SA 4.0