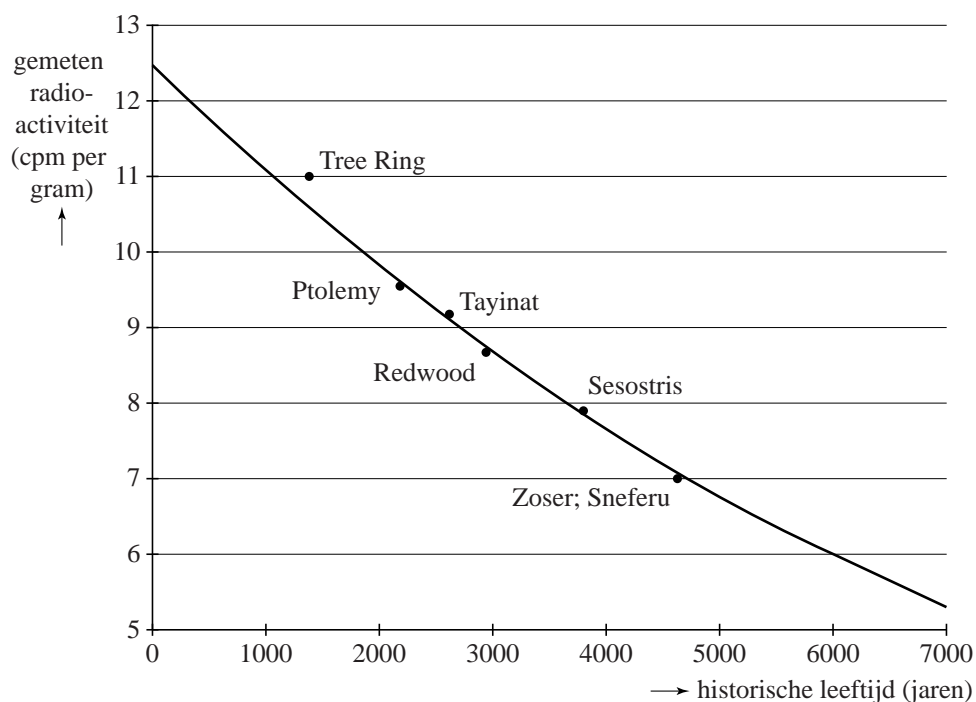


Archeologie

In de archeologie gebruikt men de C14-methode bij het vaststellen van de historische leeftijd (ouderdom) van bepaalde vondsten. Deze methode werd in 1949 ontwikkeld door de Amerikaanse scheikundige Libby, die hiervoor de Nobelprijs gekregen heeft. Volgens de theorie neemt de radioactiviteit van dood organisch materiaal exponentieel af en daarom kun je door de radioactiviteit te meten bepalen hoe oud een voorwerp is. De figuur hieronder komt uit een artikel van Libby uit 1949. Libby testte de C14-methode door deze te gebruiken op zes verschillende voorwerpen waarvan de historische leeftijd op een andere manier bekend was.

figuur



Langs de verticale as staat de gemeten radioactiviteit in cpm (counts per minute) per gram materiaal. Dit is een maat voor de hoeveelheid C14. Langs de horizontale as staat de historische leeftijd van het voorwerp in jaren.

Volgens de theorie neemt de gemeten radioactiviteit exponentieel af. De grafiek gaat door de punten (0; 12,5) en (6000; 6). Hiermee kan men de groeifactor berekenen.

- 3p 17 Bereken met deze punten de groeifactor per jaar in 7 decimalen nauwkeurig.

Voor het vervolg van de opgave gaan we uit van de formule:

$$N = 12,5 \cdot 0,999878^t$$

Hierin is N de gemeten radioactiviteit van het voorwerp in cpm per gram en t is de historische leeftijd volgens de C14-methode van het voorwerp in jaren.

De punten in de figuur stellen de metingen aan de voorwerpen voor. Het punt 'Ptolemy' hoort bij een stuk hout van een doodskist van een Egyptische mummie. Deskundigen schatten dat deze doodskist uit ongeveer 200 voor Chr. dateert. Voor dit hout werd in 1949 een radioactiviteit van 9,5 cpm per gram gemeten.

- 4p **18** Bereken het verschil tussen de historische leeftijd volgens de C14-methode en de schatting van de deskundigen.

Het punt 'Sesostris' in de figuur betreft een meting aan een plank van een begrafenisboot uit het oude Egypte, daterend uit 1843 voor Chr. Toen de meting werd gedaan was de plank dus 3792 jaar oud.

De metingen van Libby waren niet nauwkeurig, daarom deed hij meerdere metingen aan de plank. Hierdoor kreeg Libby verschillende bijbehorende historische leeftijden van de plank.

We nemen aan dat historische leeftijden onafhankelijk zijn en normaal verdeeld zijn met een gemiddelde van 3792 jaar en een standaardafwijking van 310 jaar.

Als er meerdere metingen worden gedaan en van de bijbehorende historische leeftijden het gemiddelde wordt genomen, zal de kans dat het gemiddelde van deze historische leeftijden minder dan 100 jaar van de werkelijke historische leeftijd afwijkt, groter worden.

Onderzoekers willen graag dat deze kans groter is dan 0,75.

- 5p **19** Laat zien dat er dan minstens 13 metingen nodig zijn.