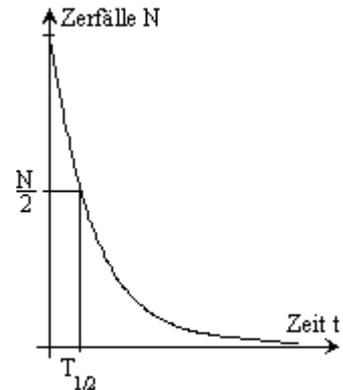


3. Radioaktiver Zerfall

3.1 Die Halbwertszeit

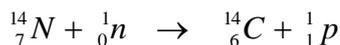
Die Halbwertszeit gibt die Dauer an, in welcher die Anzahl der am Anfang vorhandenen strahlenden Kerne auf die Hälfte reduziert wurde. Die Palette der Halbwertszeiten reicht von 10^{-7} s bis $5 \cdot 10^{14}$ a. Man nutzt sie zur Bestimmung extrem hoher Alter von Gesteinen.



Beispiele für $T_{\frac{1}{2}}$: ${}^{238}_{92}\text{U}$: $4,5 \cdot 10^9$ a
Jod131: 8 d

Die C-14-Methode zur Altersbestimmung (Radiokarbonmethode)

Ein kleiner Anteil des Kohlenstoffs im Kohlendioxid der Luft, das C-14-Isotop, ist radioaktiv und bleibt in seiner Konzentration durch Neubildung gleich. Es wird von allen organischen Stoffen bis zu deren Ableben aufgenommen. Ab dann zerfällt es mit einer Halbwertszeit von 5730 Jahren. Misst man die Radioaktivität von organischen Fundstücken, so lässt sich dadurch deren Alter bestimmen.



3.2 Die Aktivität

Die Aktivität einer radioaktiven Substanz drückt aus, wie viele Zerfallsakte in einer Zeiteinheit stattfinden:

$$A = \frac{\text{Anzahl der Zerfälle}}{\text{Zeit}}; \quad [A] = \frac{1}{\text{s}} = 1 \text{ Bq (Becquerel)}$$

1 Bq bedeutet 1 Zerfallsakt pro Sekunde.

Die Aktivität wird in der Regel auf die Masse (Bq/kg), die Fläche (Bq/m²) und bei Gasen und Flüssigkeiten auf das Volumen (Bq/m³ ; Bq/l) bezogen.

3.3 Das Zerfallsgesetz

Ein Zeitpunkt für den Zerfall eines Atomkerns lässt sich nicht angeben. Jedoch für sehr viele Atome kann man eine Gesetzmäßigkeit mit statistischem Charakter feststellen, das Zerfallsgesetz:

$$N_t = N_0 \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T}}$$

N_0 : Anzahl der Atome zur Zeit $t_0 = 0$

N_t : Anzahl der zur Zeit t noch nicht zerfallenen Atome

T : Halbwertszeit

Berechnungsbeispiel:

Das Caesium 137-Isotop hat eine Halbwertszeit von 30,1 a. Nach wie vielen Jahren sind nur noch 1% der ursprünglichen Menge vorhanden?

$$0,01 = \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{30,1a}}$$

$$\Leftrightarrow \log_{0,5} 0,01 = \frac{t}{30,1a}$$

$$\Leftrightarrow t = 30,1a \cdot \log_{0,5} 0,01$$

$$\Leftrightarrow t = 200a$$

3.4. Zerfallsreihen

In der Regel ist das Produkt bei einem radioaktiven Zerfall selbst radioaktiv, so dass bis zu einem stabilen Endprodukt eine Kette, eine Zerfallsreihe, entsteht.

Beispiel: (Alle Alpha- und Beta-Strahlen werden von Gamma-Strahlen begleitet)

