Radioaktivt sönderfall

Vi tänker oss att vi har en viss mängd av ett radioaktivt ämne X. Vi låter N stå för antalet radioaktiva atomer. Allt eftersom atomerna sönderfaller så minskar antalet X-atomer. På en viss tid Δt så minskar antalet X-atomer med

$$\Delta N = -\lambda N \Delta t$$

Här är λ *sönderfallskonstanten*. Enheten för λ är s^{-1}. Den är olika för olika radioaktiva ämnen. Vi dividerar med Δt och får då

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

Om Δt är litet så gäller då i vanlig ordning att

$$\frac{\mathrm{d}N}{\mathrm{d}t} = -\lambda N \qquad (1)$$

Detta är en differentialekvation som har lösningen

$$N = N_0 e^{-\lambda t} \qquad \textit{Sönderfallslagen}$$

där N_0 är integrationskonstanten. Vid tiden $t = 0$ så är antalet X-atomer $N = N_0$. Vi kan därför betrakta N_0 som startvärdet för antalet X-atomer vid $t = 0$. Efter en viss tid T så är antalet X-atomer hälften av startvärdet dvs $N_0/2$. Detta ger

$$N_0/2 = N_0 e^{-\lambda T} \quad \Rightarrow \quad \tfrac{1}{2} = e^{-\lambda T} \quad \Rightarrow \quad e^{\lambda T} = 2 \quad \Rightarrow \quad \lambda T = \ln 2$$

Tiden T kallas *halveringstiden*. Enligt uträkningen ovan kan vi uttrycka halveringstiden med hjälp av sönderfallskonstanten som

$$T = \frac{\ln 2}{\lambda}$$

Antalet sönderfall per tidsenhet kallas för *aktiviteten* (‘decay rate’). Den ges av $R = -\mathrm{d}N/\mathrm{d}t$. Men enligt ekvation (1) får vi då att $R = \lambda N$. Med hjälp av sönderfallslagen kan vi skriva om detta som $R = \lambda N_0 e^{-\lambda t}$. Denna relation kan i sin tur förenklas lite om vi noterar att aktiviteten vid tiden $t = 0$ är $R_0 = \lambda N_0$ vilket ger

$$R = R_0 e^{-\lambda t}$$

Aktiviteten lyder alltså samma matematiska lag som antalet X-atomer. Eftersom $R = \lambda N$ så har R samma enhet som λ (N är ju ett antal och har därför ingen enhet). Enheten brukar kallas för becquerel och skrivs 1Bq = $1s^{-1}$ = ett sönderfall/sekund (jämför 1Hz = $1s^{-1}$).

Kjell Rosquist