

Esimerkki 2.37 Radioaktiivisen isotoopin (esim. strontium 90) atomit pysyvät vakaina satunnaisen ajan, jonka jälkeen ne hajoavat (muuttuvat joksikin toisenlaiseksi atomiksi) ja lähettävät samalla säteilyä tai partikkeleita. Tällaisen atomin elinaikaa T (eli aikaa ennen hajoamista) voidaan kuvata $\text{Exp}(\lambda)$ -jakaumalla; parametriä λ sanotaan isotoopin *hajoamisnopeudeksi*. Radioaktiivisen isotoopin *puoliintumisaika* h on se aika, jonka kuluessa puolet isotoopeista on hajonnut, eli se aika, jonka atomi korkeintaan elää ti:llä $1/2$. Puoliintumisaika saadaan siis yhtälöstä $P(T \leq h) = 1 - e^{-\lambda h} = \frac{1}{2}$. Näin ollen $e^{-\lambda h} = \frac{1}{2}$, joten $-\lambda h = \ln\left(\frac{1}{2}\right) = -\ln(2)$. Näin ollen $h = \frac{\ln(2)}{\lambda}$.

Strontium 90:n puoliintumisaika on noin 28 vuotta. Hajoamisnopeus saadaan yhtälöstä $\frac{\ln(2)}{\lambda} = 28$, joten $\lambda = \frac{\ln(2)}{28} = 0.0248$. Isotoopin keskimääräinen elinaika on $E(T) = \frac{1}{\lambda} = 40.4$ vuotta. Isotoopin atomi pysyy hajoamatta ainakin 50 vuotta todennäköisyydellä $P(T \geq 50) = e^{-0.0248 \cdot 50} = 0.2894$ (tämä on myös niiden isotooppien suhteellinen osuus koko ainemäärästä, jotka kestävät ainakin 50 vuotta.) Montako vuotta pitää kulua atomipommin räjäyttämisen jälkeen, jotta 99 prosenttia strontium 90:stä olisi hajonnut? Tämä aika saadaan yhtälöstä $P(T > t) = e^{-0.0248 t} = 0.01$. Näin ollen $-0.0248 t = \ln(0.01)$, joten $t = -\frac{\ln(0.01)}{0.0248} = 186.03$ vuotta. ■