# Hajoamislaki

Otetaan käyttöön uusi suure Aktiivisuus (A), joka ilmaisee kuinka monta hajoamista tapahtuu jossakin ajassa. Jos ajan yksiköksi valiaan sekunti, niin aktiivisuuden yksikkö on Bq (Beqcuerel). Matemaattisesti:

$$A = \frac{\Delta N}{\Delta t} = \frac{dN}{dt}$$

Jokainen isotooppi hajoaa omalla ominaisella tavallaan
-> Jokaisella isotoopilla on ns. hajoamisvakio ( $\lambda$ ), joka ilmaisee kuinka paljon ytimien määrä pienenee
-> Aktiivisuus voidaan esittää myös muodossa:

$$A = \lambda N$$

Voidaan muodostaa ns. differentiaaliyhtälö

$$A = A$$

$$\frac{dN}{dt} = -\lambda N$$

$$-> \ \frac{1}{N}dN = -\lambda dt$$

$$\int_{N_0}^{N} \frac{1}{N}dn = \int_{0}^{t} -\lambda dt$$

$$\int_{N_0}^{N} \ln N = \int_{0}^{t} -\lambda t$$

$$\ln N - \ln N_0 = -\lambda t$$

$$\ln \frac{N}{N_0} = -\lambda t$$

$$\frac{N}{N_0} = e^{-\lambda t}$$

$N = N_0 e^{-\lambda t}$ MAFY

Johda hajoamislaista puoliintumisajalle kaava:
Puoliintumisajan jälkeen ytimiä on puolet alkuperäisestä

$N = \frac{1}{2}N_0$ sij hajoamislakiin

$$\frac{1}{2}N_0 = N_0 e^{-\lambda t}$$

$$-> \ \frac{1}{2} = e^{-\lambda t} \ \| \ \ln \ \text{tästä ratkaistaan t}$$

$$\ln \frac{1}{2} = \ln e^{-\lambda t}$$

$$\ln \frac{1}{2} = -\lambda t \ \ln e$$

$$\ln \frac{1}{2} = -\lambda t$$

$$\ln 2^{-1} = -\lambda t$$

$$-\ln 2 = -\lambda t$$

$$\ln 2 = \lambda t$$

$$-> \ t = \frac{\ln 2}{\lambda} \ \text{MAFY}$$

| | | |
|---|---|---|
| aktiivisuus | $A = \lambda N$ | $A =$ aktiivisuus<br>$\lambda =$ isotoopin hajoamisvakio<br>$N =$ isotoopin atomien lukumäärä |
| MAFY<br>hajoamislaki | $N = N_0 e^{-\lambda t}$<br>$A = A_0 e^{-\lambda t}$ | $N =$ ydinten lukumäärä<br>$N_0 =$ ydinten lukumäärä alussa<br>$\lambda =$ hajoamisvakio<br>$t =$ aika<br>$A =$ aktiivisuus<br>$A_0 =$ alkuaktiivisuus |
| hajoamisvakio | $\lambda = \frac{\ln 2}{T_{1/2}}$ | $\lambda =$ hajoamisvakio<br>$T_{1/2} =$ puoliintumisaika |

Puoliintumisajat löytyvät isotooppitaulukoista

**10-7.** Toriumisotooppi $^{232}_{90}\mathrm{Th}$ syntyy alfahajoamisen seurauksena uraanista.

**a)** Kirjoita hajoamisyhtälö.

**b)** Laske toriumnäytteen aktiivisuus, kun toriumia on 25,0 g.

$$^{236}_{92}\mathrm{U} \longrightarrow {}^{4}_{2}\mathrm{He} + {}^{232}_{90}\mathrm{Th}$$

$$^{232}_{90}\mathrm{Th} \longrightarrow ^{4}_{2}\mathrm{He} + ^{228}_{88}\mathrm{Ra}$$

Thoriumia on 25 g muutetaan se hiukkasten lukumääräksi'

Taulukosta Thoriumin moolimassa on 232,04 g/mol

Thoriumia on mooleina

$$n = \frac{m}{M} = \frac{25\ g}{232{,}04\ \frac{g}{mol}}$$

Ytimien määrä saadaan kertomalla moolit Avogadron vakiolla

$$N = N_A \cdot n = N_A \cdot \frac{m}{M} = 6{,}022\,140\,76 \cdot 10^{23}\ \frac{1}{\mathrm{mol}} \cdot \frac{25\ g}{232{,}04\ \frac{g}{mol}}$$

Tänään opittiin, että aktiivisuus on

$$A = \lambda N = \frac{\ln 2}{T_{1/2}} \cdot N_A \cdot \frac{m}{M} = \frac{\ln 2}{1{,}40 \cdot 10^{10}\ \cdot 365 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60\ s} \cdot 6{,}022\,140\,76 \cdot 10^{23}\ \frac{1}{\mathrm{mol}} \cdot \frac{25\ g}{232{,}04\ \frac{g}{mol}}$$

$$= 101\,863{,}56\ldots\ Bq \approx 100\,000\ Bq$$