

LASKE AURINKOKUNNAN IKÄ (YO-K89-9)

Erään teorian mukaan aurinkokuntamme on saanut alkunsa supernovaräjähdyksestä. - Oletetaan, että supernovassa oli uraani-isotooppeja ^{235}U ja ^{238}U yhtä runsaasti. Nykyisin suhteelliset runsaudet maan päällä ovat 0,72 % (^{235}U) ja 99,3 % (^{238}U). Laske tämän perusteella aurinkokunnan ikä, kun ^{235}U -isotoopin puoliintumisaika on $7,04 \cdot 10^8$ a ja ^{238}U -isotoopin $4,47 \cdot 10^9$ a.

Ratkaisu

$$\begin{array}{l} ^{238}\text{U}: \quad T_1 = 4,47 \cdot 10^9 \text{ a} \\ ^{235}\text{U}: \quad T_2 = 7,04 \cdot 10^8 \text{ a} \end{array} \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{hetkellä } t = 0 \\ \frac{N_{10}}{N_{20}} = 1 \end{array} \right. \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{hetkellä } t = ? \\ \frac{N_1}{N_2} = \frac{0,993}{0,0072} \end{array} \right.$$

Hajoamislaki $N = N_0 e^{-\lambda t}$, $\lambda = \frac{\ln 2}{T}$

$$\left. \begin{array}{l} N_1 = N_{10} e^{-\lambda_1 t} \\ N_2 = N_{20} e^{-\lambda_2 t} \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{N_1}{N_2} = \frac{N_{10}}{N_{20}} \frac{e^{-\lambda_1 t}}{e^{-\lambda_2 t}} = e^{(\lambda_2 - \lambda_1)t} \Rightarrow$$

$$\ln \frac{N_1}{N_2} = (\lambda_2 - \lambda_1)t \Rightarrow t = \frac{\ln(N_1/N_2)}{\lambda_2 - \lambda_1} = \frac{\ln(N_1/N_2)}{\ln 2 \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)}$$
$$= 5,9 \cdot 10^9 \text{ a}$$

=====

LASKE MAAPALLON IKÄ

Luonnossa olevassa uraanimalmissa on uraanin isotooppeja 238 ja 235 suhteessa 138:1. Oletetaan, että maapallon syntyhetkellä uraanimalmissa oli kumpaakin uraani-isotooppia yhtä paljon. Laske arvio maapallon iälle hajoamislain $N = N_0 e^{-\lambda t}$ avulla.

Ratkaisu

Sijoitetaan hajoamislakiin $N = N_0 e^{-\lambda t}$ hajoamisvakio $\lambda = \frac{\ln 2}{T_{1/2}}$ ja saadaan $N = N_0 2^{-\frac{t}{T_{1/2}}}$.

Sijoitetaan isotooppien puoliintumisajat ja nykyinen suhde 1:138, jolloin saadaan

$$\left\{ \begin{array}{l} N = N_0 2^{-\frac{t}{7,038 \cdot 10^8 \text{ a}}} \\ 138N = N_0 2^{-\frac{t}{4,468 \cdot 10^9 \text{ a}}} \end{array} \right. . \text{ Ratkaistaan yhtälöpari laskimella, jolloin saadaan maapallon iäksi}$$

$$5938396595 \text{ a} \approx 5,9 \cdot 10^9 \text{ a} .$$

V: $5,9 \cdot 10^9$ a