

Tehtävä 501

Ydinfissioreaktiossa vapautuu keskimäärin 203 MeV energiaa. Olkiluoto 3 voimalaitoksen teho on 1,72 GW. Voimalaitoksen hyötysuhde on 0,37. Kuinka suuri massa uraani-235-isotooppia hajoaa fissioreaktioissa yhden vuoden aikana?

Lähtötiedot:

$$E_{fissio} = 203 \text{ MeV} = 203 \cdot 10^6 \cdot 1,602 \, 176 \, 634 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 3,2524185670 \cdot 10^{-11} \text{ J}$$

$$P = 1,72 \text{ GW}$$

$$\eta = 0,37$$

$$t = 1a = 31,536 \cdot 10^6 \text{ s}$$

$$P = \frac{E_{hyöty}}{t}$$

$$E_{hyöty} = P \cdot t$$

$$\eta = \frac{E_{hyöty}}{E_{koko}}$$

$$E_{koko} = \frac{E_{hyöty}}{\eta} = \frac{P \cdot t}{\eta} = \frac{1,72 \cdot 10^9 \text{ W} \cdot 31,536 \cdot 10^6 \text{ s}}{0,37} = 1,46599783783783784 \cdot 10^{17} \text{ J}$$

Hajoavien ydinten lukumäärä:

$$N = \frac{E_{koko}}{E_{fissio}} = \frac{1,46599783783783784 \cdot 10^{17} \text{ J}}{3,2524185670 \cdot 10^{-11} \text{ J}} = 4,50740827980528196658 \cdot 10^{27} \text{ kpl}$$

Tarvittava uraanin massa:

$$N = \frac{m_U}{m_{U-235}}$$

$$\begin{aligned} m_U &= N \cdot m_{U-235} = 4,50740827980528196658 \cdot 10^{27} \cdot 235,043925 \cdot 1,66053906660 \cdot 10^{-27} \text{ kg} \\ &= 1759,2397 \text{ kg} \approx 1800 \text{ kg} \end{aligned}$$