

Tfy-56.4221 Ydinreaktoritekniikan perusteet, 1. välikoe 23.10.2012

Sallitut apuvälineet: laskin ja jaettava moniste "Reaktorifysiikan matemaattisia apuneuvoja".

- Selitä lyhyesti käsitteet
 - hajoamisvakio
 - moderaattori
 - neutronikaappaus
 - viivästynyt neutroni
 - polttoaineen hyötäminen
 - itsevarjostus.
- β^- -emitteriä ^{28}Al ($T_{1/2} = 2.24$ min) voidaan tuottaa säteilyttämällä ^{27}Al -kohtiota neutroneilla. Reaktio-vaikutusala on 0.23 b ($E = 0.0253$ eV). Asetetaan pieni alumiinikohtio ($m = 0.01$ g) neutronisuihkuun, jonka intensiteetti on $3 \cdot 10^8$ 1/cm²s. Suihku osuu koko kohtioon. Neutronin massa on $1.675 \cdot 10^{-27}$ kg, Avogadron luku on $6.022 \cdot 10^{23}$ 1/mol, ^{27}Al :n atomimassa on 26.982 g/mol ja 1 b = 10^{-28} m. Laske a) neutronitiheys suihkussa, b) ^{28}Al :n tuottonopeus sekä c) suurin saavutettavissa oleva aktiivisuus.
- Neutronin, jonka energia on E , minimienergia elastisen törmäyksen jälkeen on $E_{\min} = \alpha E$. a) Johda törmäysparametrin lauseke $\alpha = [(A - 1)/(A + 1)]^2$, jossa A on kohtioytimen massaluku. b) Mikä on neutronin maksimienergia törmäyksen jälkeen? c) Jos oletetaan, että jokaisen törmäyksen jälkeen neutronin energia on $(E_{\max} + E_{\min})/2$, montako törmäystä grafiittimoderaattorissa ($A = 12$) vaaditaan fissiossa 2 MeV:n energialla syntyneen neutronin termalisoimiseen (energiaan $E = 25$ meV)?
- Mikä on ydinreaktorin heijastimen tarkoitus?
 - Millaiset materiaalit soveltuvat heijastimeksi parhaiten, ja miksi?
 - Mitä tarkoitetaan heijastinsäästöllä? Anna esimerkki haluamassasi geometriassa.
- Kuvaile yleisellä tasolla uraanipolttoaineen valmistuksen vaiheet. Mitä uraanin kemiallisia yhdisteitä käytetään prosessin eri vaiheissa ja miksi?

$$\frac{dN}{dt} = -N\lambda(t)$$

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

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

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

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

$$t = \frac{\ln 2}{\lambda} = T_{1/2}$$