

Tfy-56.4211 Ydinenergiatekniikan perusteet, 1. välikoe 23.10.2012

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

1. Selitä lyhyesti käsitteet

- | | |
|---------------------|----------------------------|
| a) hajoamisvakio | b) viivästynyt neutroni |
| c) moderaattori | d) polttoaineen hyötäminen |
| e) neutronikaappaus | f) itsevarjostus. |

2. β^- -emitteriä ^{28}Al ($T_{1/2} = 2.24$ min) voidaan tuottaa säteilyttämällä ^{27}Al -kohtiota neutroneilla. Reaktion 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.

3. 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 fission 2 MeV:n energialla syntyneen neutronin termalisoimiseen (energiaan $E = 25$ meV)?

4. U-235:tä on tasaisesti sekoitettu grafiittiin (seoksen tiheys $\rho = 1700$ kg/m³) atomisuhteella $N_C/N_{25} = 10^4$ ja siitä on tehty pallomainen reaktori. Laske 1-ryhmädiffuusioteoriaa käyttäen pallon kriittinen säde ja massa

a) paljaalle pallolle

b) pallolle, jota ympäröi ääretön grafiittiheijastin.

(Alaindeksit: C=hiili, 25=uraani. $\sigma_{f,25} = 582$ b, $\sigma_{\gamma,25} = 99$ b, $\sigma_{a,C} = 0.003$ b, $M_C = 12.011$ g/mol, $M_{25} = 235.04$ g/mol, $\nu = 2.05$, $\bar{D}_C = 0.0084$ m, $\eta_T = 2.065$, 1 barn = 10^{-28} m, $N_A = 6.022 \cdot 10^{23}$ 1/mol. Vihje: $B_m^2 = (k_\infty - 1)/L_T^2$, $L_T^2 = \bar{D}/\bar{\Sigma}_a$; voit olettaa $\epsilon = p = 1$ ja että $\bar{D}_{core} \approx \bar{D}_C$).

5. Esitä lyhyesti perustellen heterogeenisuuden vaikutukset kasvutekijän k_∞ eri osatekijöihin.