

Tfy-56.4211 Ydinenergiateknikan perusteet, tentti 20.12.2010

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

1. Selitää lyhyesti käsitteet

- a) neutronikaappaus
- b) itsevarjostus
- c) reaktoriperiodi
- d) säätösauva
- e) konvektiolämänsiirto
- f) PUREX-prosessi.

2. Kaksiryhmädiffuusioteoriaa sovellettaessa nopeiden neutronien lähdetermin on $s_1 = (k_\infty/p)\bar{\Sigma}_a\phi_T$ ja termisten $s_T = p\Sigma_1\phi_1$. Kirjoita reaktoriyhtälöt, oleta sekä termisen että nopean vuon toteuttavan $\nabla^2\phi + B^2\phi = 0$ ja johda termisen reaktorin kriittisyyssesto

$$\frac{k_\infty}{(1 + B^2 L_T^2)(1 + B^2 \tau_T)} = 1.$$

Termisten neutronien diffuusiopituitta on merkitty suurella L_T ja nopeiden neutronien Fermi-ikää suurella τ_T . Selosta kriittisyyssehdon eri termien fysikaalinen merkitys (myös k_∞ :in neljä osatekijää).

3. a) Reaktiivisuuden kerkeään lämpötilakertoimeen α_{prompt} vaikuttaa lähiin lämpötilan T mukana muuttuva resonanssinvälttämistodennäköisyys p . Sille on empiirisesti osoitettu kaava $p = \exp(-N_F V_F I / (\zeta_M \sum_{sM} V_M))$, missä ainoastaan resonanssiintegraali $I = I(300\text{K}) \cdot (1 + \beta_I [\sqrt{T} - \sqrt{300\text{K}}])$ riippuu lämpötilasta (β_I on polttoaine-elementtien dimensioista ja materiaaleista riippuva taulukoitu suure). Lähtien lämpötilakertoimen määritelmästä $\alpha = d\rho/dT$ johda lauseke lämpötilakerroimelle α_{prompt} .
- b) Mihin kasvutekijän k termeihin nestemäisen vesimoderaattorin lämpötila vaikuttaa, ja mikä niistä yleensä hallitsee moderaattorin lämpötilakerrointa α_{mod} ?
- c) Mikä on kolmas, erityisesti kiehutusreaktoreissa reaktiivisuuteen vaikuttava lämpötilataaksinkytken, ja minkä kasvutekijän termin kautta se pääasiassa vaikuttaa?
4. Tarkastellaan H :n pituista sylinterimäistä polttoainesauva, jonka säde on a ja joista ympäröi b :n paksuinen suojaakuori. Kirjoita lämmönjohtumisyhtälöt polttoaineen ja suojaureen alueella ja ratkaise sauvan lämpötila $T(r)$ välillä $r = 0 \dots a + b$, kun polttoaineen lämpötilä on T_{ext} ja suojaureen lämpötilä T_{inner} .