

Tfy-56.126 Ydinenergiatekniikan perusteet (Tf), 2. välikoe 11.12.2006

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

1. Selitä lyhyesti seuraavat käsitteet:
 - a) keskimääräinen diffuusioaika t_d
 - b) kerkeä kriittisyys
 - c) moderaattorin lämpötilakerroin α_{mod}
 - d) reaktorin lämpötiladefekti
 - e) Newtonin jäähtymislaki
 - f) kriittinen lämpövu.

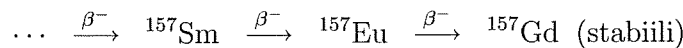
2. Äärettömän homogeenisen reaktorin aikakäyttäytymistä kuvaavat yhtälöt:

$$t_d \frac{d\Phi(t)}{dt} = [(1 - \beta)k_\infty - 1]\Phi(t) + \frac{p}{\Sigma_a} \sum_{i=1}^6 \lambda_i C_i(t)$$

$$\frac{dC_i(t)}{dt} = \beta_i \frac{k_\infty}{p} \Sigma_a \Phi(t) - \lambda_i C_i(t)$$

Selosta suureiden ja termien merkitys ja johda näistä reaktiivisuusyhtälö. Kuvaile reaktiivisuusyhtälön ratkaisun asymptoottista käyttäytymistä.

3. Fissiomyrkyin ^{157}Gd terminen kaappausvaikutusala on $\bar{\sigma}_{aG} = 2.5 \cdot 10^5$ barnia. ^{157}Gd on stabiili ja sitä syntyy β^- -hajoamisketjusta:



^{157}Sm :n puoliintumisaika on 8 min ja sitä syntyy $6 \cdot 10^{-5}$ atomia per ^{235}U -fissio. ^{157}Eu :n puoliintumisaika on 15.2 h ja sitä syntyy suoraan fissiosta erittäin vähän.

a) Mikä on ^{157}Gd :n reaktiivisuusvaikutus tasapainotilassa, kun reaktorin keskimääräinen terminen vuo on $\Phi_T = 2.5 \cdot 10^{13} \text{ cm}^{-2}\text{s}^{-1}$?

b) Jos reaktori on ollut päällä pitkään em. keskimääräisellä vuolla, mikä on ^{157}Gd :n aiheuttama maksimireaktiivisuus sammutuksen jälkeen? Oletetaan puhdas ^{235}U -polttoaine, jolloin $p = \epsilon = 1$, $\nu = 2.42$ ja $\beta = 0.0065$.

4. Loviisan reaktorin primääripiirin, jossa on kuusi pääkiertopumppua, paine on 123 bar, veden lämpötila kuumahaarassa 296°C ja kylmähaarassa 267°C . a) Laske 1375 MW termisen tehon poistoon tarvittava jäähdytteen massavirta, kun ko. paineessa veden ominaislämpö $c_p = 5270 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$. b) Jos yksi pumppu pysähtyy, paljonko kuumahaaran lämpötila nousee, kun reaktorin terminen teho pysyy ennallaan? c) Kohdassa b reaktiivisuuden lämpötilariippuvuus on jätetty huomiotta. Miten tämä vaikuttaisi lämpötilan nousuun?

5. Piirrä PWR-voimalaitoksen periaatekaavio ja selosta lyhyesti sen tärkeimpien komponenttien toiminta.