

PHYS-E0562 Ydinenergiatekniikan jatkokurssi

Tentti 16.9.2014

Kirjoita jokaisen vastauspaperin ylälaitaan

- kurssin numero ja nimi

- tentti 16.9.2014

- nimesi ja opiskelijanumerosi

Graafinen laskin muisti tyhjennettynä on sallittu apuväline. Kirjaa eikä luentomateriaaleja ei saa käyttää kokeessa.

1. Valitse oikea vaihtoehto.

- (a) Monte Carlo -menetelmä neutroniikkaratkaisijana soveltuu erityisesti
A) kevytvesireaktorin polttoainepin suunnitteluun B) reaktorin kokosydänlaskuihin C) kriittisyysturvallisuusanalyysiin D) mikroskooppisten vaikutusalojen generointiin.
- (b) Mikä seuraavista voi aiheuttaa merkittävän positiivisen tehotransientin LWR:ssä
A) jäähdytteen booripitoisuuden lasku PWR:ssä B) säätösauvojen absorbaattorin kulumisen käytön aikana C) jäähdytteen booripitoisuuden lasku BWR:ssä D) generaattorin pikasulku.
- (c) Doppler -takaisinkytkentä on käytännössä aina negatiivinen. Tämä johtuu
A) fissiomyrkköjen synnystä B) väliaineen ytimien lämpöliikkeen muutoksesta C) moderoinnin heikentymisestä D) moderaattorin lämpötilan kasvusta.
- (d) Mikä seuraavista vapautumisesteistä on uloimpana Suomen ydinjätteen loppusijoituskonseptissa?
A) valurauta B) bentoniitti C) polttoaineen suojakuori D) kupari.
- (e) Mikä seuraavista radioaktiivisista jätteistä on korkea-aktiivista?
A) paineastia B) ioninvaihtohartsit C) käytetty polttoaine D) uraanikaivoksen hylkykivi.
- (f) Noin puolet suomalaisen keskimääräisestä säteilyannoksesta aiheutuu
A) röntgendiagnostiikasta B) ydinvoiman tuotannosta C) Tšernobylin laskeumasta D) huoneilman radonista.
- (g) YVL-ohjeen mukaan vakavassa reaktorionnettomuudessa ulkoilmaan vapautuvan ^{137}Cs -päästön ($T_{1/2} = 30 \text{ a}$) raja on
A) 100 TBq B) 31 kg C) 200 manSv D) 200 mSv.
- (h) Edellisen kohdan päästö vastaa
A) 100 MBq B) 31 g C) 200 000 manSv D) 200 μSv .
2. (a) Onnettomuusrisikin hallinta ydinvoimalaitoksilla
- (b) Esittele lyhyesti kaksi fysikaalista ilmiötä, jotka edistävät radionuklidien kulkeutumista loppusijoitustilasta elinympäristöön.
- (c) Esittele lyhyesti kaksi fysikaalista ilmiötä, jotka estävät radionuklidien kulkeutumista loppusijoitustilasta elinympäristöön.

KÄÄNNÄ!

3. Laske 370 cm korkean, halkaisijaltaan 340 cm olevan sylinterimäisen painevesireaktorin kasvutekijä käyttäen kaksiryhmädiffuusioteoriaa.

Ryhmävakio	Ryhmä 1	Ryhmä 2
$\nu\Sigma_f$ (cm ⁻¹)	0.008476	0.1851
Σ_f (cm ⁻¹)	0.003320	0.07537
Σ_a (cm ⁻¹)	0.01207	0.1210
$\Sigma_{r,g}$ (cm ⁻¹)	0.02619	0.1210
D (cm)	1.2627	0.3543

4. Oletetaan, että $1/v$ -absorboijaa lisätään yhtäkkiä äärettömään väliaineeseen, jossa on energiajakaumaltaan Maxwellinen neutronipopulaatio.
- (a) Osoita, että väliaineen neutronien kokonaistiheys vähenee ajan kuluessa, mutta energiajakauma ei muutu.
- (b) Selitä kvalitatiivisesti, miten energiajakauma muuttuu $ei-1/v$ -absorboijan tapauksessa.
5. Pienellä teholla toimiva reaktori saatetaan kerkeästi kriittiseksi 3 \$:n reaktiivisuusli säyksellä. Johda lauseke pulssin maksimilämpötilalle. Oleta pistekinetiikka, jossa viivästyneiden neutronien osuus tehon kasvuun on vähäinen. Reaktiivisuuden lämpötilatakasinkytKentä on lineaarinen ja lämpöä siirtyy pois polttoaineesta vakiomäärä aikayksikössä.