

Tfy-56.126/128 Ydinenergiatekniikan/ydinreaktoritekniikan perusteet

1. välikoe 25.10.2006

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

1. Selitä lyhyesti käsitteet

a) radioaktiivisen hajoamisen laki	d) sentrifugirikastus
b) $1/v$ -absorbaattori	e) Fermi-ikä
c) fissioituva isotooppi	f) itsevarjostus

2. Luolamies Grok tarjosi kollegalleen luolamies Grökille ensimaistiaiset graavimammutista, jonka oli valmistanut hangesta löytämästään ruhosta. Paljon myöhemmin arkeologit löysivät mammutinruhon sekä Grok-paran, joka oli joutunut tekemään tuttavuutta ison nuijan kanssa. Löydösten hiili-14 -pitoisuudeksi todettiin Grokin osalta 23.4% ja mammutin osalta 19.1% ilmakehän ^{14}C -pitoisuudesta. Olettaen ilmakehän hiilidioksidin ^{14}C -pitoisuuden pysyneen vakiona esitä perustellen arviosi tapahtumien aikataulusta ja kulusta. β^- -aktiivisen ^{14}C :n puoliintumisaika on 5730 a.

3. Tarkastellaan neutroneja absorboivaa homogeenista systeemiä, jonka tilavuus on V ja jossa neutronien lähdeitiheys on s . Laadi neutronipopulaatiota kuvaava jatkuvuusyhtälö ja johda siitä Fickin lakia soveltaen aikariippumaton 1-ryhmädiffuusioyhtälö. Esitä myös vastaavat 2-ryhmädiffuusioyhtälöt olettaen kaikkien neutronien syntyvän nopeina, ei absorptiota nopeassa ryhmässä ja energiasironta ainoaksi termisten neutronien tuottotavaksi. Millä yleisillä edellytyksillä diffuusiomalli soveltuu neutronipopulaation käyttäytymisen kuvaamiseen?

4. Esitä esim. kaavakuvana *äärellisen* termisen reaktorin neutronikierto sukupolvesta seuraavaan lähtien liikkeelle tilanteesta, jossa reaktorissa on n_0 termistä neutronia. Heterogeenisuuden vaikutuksia ei tarvitse huomioida. Millä ehdolla reaktori on kriittinen?

5. U-235:tä on tasaisesti sekoitettu grafiittiin (seoksen tiheys $\rho = 1700 \text{ kg/m}^3$) atomisuhteella $N_C/N_{25} = 10^4$ ja siitä on tehty pallomainen reaktori. Laske 1-ryhmädiffuusioteoriana käyttäen pallon kriittinen säde ja massa
 - a) paljaalle pallolle
 - b) pallolle, jota ympäröi ääretön grafiittiheijastin.
 (Alaindeksit: C=hiili, 25=uraani. $\sigma_{f,25} = 582 \text{ b}$, $\sigma_{\gamma,25} = 99 \text{ b}$, $\sigma_{a,C} = 0.003 \text{ b}$, $M_C = 12.011 \text{ g/mol}$, $M_{25} = 235.04 \text{ g/mol}$, $\nu = 2.05$, $\overline{D}_C = 0.0084 \text{ m}$, $\eta_T = 2.065$, $1 \text{ barn} = 10^{-28} \text{ m}^2$, $N_A = 6.022 \cdot 10^{23} \text{ 1/mol}$. Vihje: $B_m^2 = (k_\infty - 1)/L_T^2$, $L_T^2 = \overline{D}/\overline{\Sigma}_a$; voit olettaa $\epsilon = p = 1$ ja että $\overline{D}_{core} \approx \overline{D}_C$).