

Elméleti kérdések

1. Alapfogalmak

1. Egy x irányban x_0 vastagságú, y és z irányban végtelen kiterjedésű lemez céltárgyon mennyit gyengül a rá merőlegesen érkező I_0 intenzitású párhuzamos neutronnyaláb, ha a közegnek csak az abszorpciós hatáskeresztmetszete különbözik nullától?
2. Miből áll a hatáskeresztmetszetek kettős additivitása?
3. Definiálja a szögfüggetlen neutronfluxust! Mi a fizikai tartalma?
4. Definiálja a szögfüggő neutronfluxust! Mi a fizikai tartalma?
5. Definiálja a neutronáram-sűrűség vektort!
6. Definiálja a neutronáramot!
7. Hogyan határozható meg egy zárt V térfogatból kiáramló neutronok száma?
8. Ismertesse a szögfüggő fluxus Ω változó szerinti sorfejtését az első két tagig!
9. Mi a parciális áramok (J^+, J^-) kapcsolata a szögfüggő fluxussal és a neutronárammal, mi a fizikai tartalmuk?

2. Pontkinetika

1. Csak a prompt neutronok figyelembevételével hogyan írható le a neutronfluxus időfüggése? Diszkutálja a kapott eredményt!
2. Vezesse le a pontkinetikai egyenletrendszer! (az egycsoport diffúzióegyenletből)
3. Vezesse le a reciprokorra egyenletet!
4. Vázzolja fel a reciprokorra-egyenlet megoldásait grafikusán! Milyen az egyes időálladók előjele pozitív, negatív és nulla reaktivitás esetén? Jelölje be az ábrán a $\rho = 0,5\%$ és $-0,5\%$ reaktivitásokhoz tartozó időállandókat!
5. Mi a prompt kritikusság és a dollárban kifejezett reaktivitás? Milyen tartományban lehet biztonságosan reaktort üzemeltetni, és miért?
6. Állandósult állapotú kritikus reaktorba ugrásszerűen 1% -nál kisebb pozitív reaktivitást viszünk be. Hogyan fog változni az idővel a reaktor teljesítménye? Rajzolja fel grafikusán a neutronsámot mint az idő függvényét és jelölje be az ábrán az asszimptotikus viselkedést!
7. Oldja meg a pontkinetikai egyenletrendszer *szubkritikus* reaktor esetében, ha reaktorban időben állandó külső forrás van jelen! Milyen az asszimptotikus fluxus?
8. Oldja meg a pontkinetikai egyenletrendszer *kritikus* reaktor esetében, ha reaktorban időben állandó külső forrás van jelen!
9. Forrásmentes reaktorban vészleállás történik, jellemezze a fluxus időbeli változását! A kvázi-stacioner állapotban lévő fluxus nagysága hogyan függ a reaktivitáscsökkenéstől (kezdeti állapotban a reaktor kritikus volt)?

3. Reaktivitásmérés

1. Ismertesse a szuperkritikus reaktor esetében használatos reaktivitásmérési módszereket!

2. Milyen kísérleti módszerrel lehet biztonságosan megközelíteni egy reaktor kritikus állapotát? Ismertesse az eljárás matematikai hátterét (szubkritikus sokszorozás) és veszélyeit!
3. Ismertesse a pulzált neutronforrással történő reaktivitásmérés elvét!

4. Transzportegyenlet és diffúzió

1. Vezesse le a transzport magfüggvényt izotrop szórás esetében!
2. Írja fel az időben állandó transzportegyenlet integrális alakját egy energiacsoporttal, izotróp szórással és szögfüggetlen fluxussal! Adja meg a benne szereplő mennyiségek jelentését!
3. Vezesse le a diffúzióegyenletet az időfüggetlen, izotróp szórású, egycsoport transzportegyenlet integrális formájából! A szükséges határozott integrálokat nem kell kiszámolni, azok értékét a mellékelt segédletből vegye!
4. Vezesse le a Fick-törvényt az időfüggetlen, izotróp szórású, egycsoport transzportegyenlet integrális formájából! A szükséges határozott integrálokat nem kell kiszámolni, azok értékét a mellékelt segédletből vegye!
5. Írja fel a neutronok időbeli mérlegét a kifolyási tag levezetésével egycsoport diffúziós közelítésben!
6. Milyen peremfeltételek alkalmazhatóak a transzportegyenlet és a diffúzióegyenlet esetében? Mi az extrapolációs távolság?
7. Írja fel az energia és időfüggő általános diffúzióegyenletet!

5. Diffúzióelmélet

1. Mi a kinetikus és a sztatikus sajátérték (általánosan)?
2. Mi a reaktorelmélet alaptétele? Miért hasznos?
3. Vezesse le az egycsoport diffúzióegyenletet az energiában folytonos diffúzióegyenletből!
4. Ismertesse a csoportállandók számításának összefüggéseit az egycsoport-modellhez! Miért nem jelenik meg a totális hatáskeresztmetszet csoportállandója az egycsoport diffúzióegyenletben?
5. Adjon módszert a diffúziós hossz mérésére!
6. Határozza meg és jellemezze a kinetikus sajátértékeket egycsoport közelítésben, homogén közegben! Aszimptotikusan melyik módus (sajátfüggvény) lesz a domináns és miért? Mi ennek a következménye?
7. Mi az anyagi és a geometriai görbületi paraméter (részletesen)?
8. Adjon feltételeket matematikai formában a kritikusságra! (legalább hármat)
9. Határozza meg és jellemezze a sztatikus sajátérték az egycsoport diffúzióelméletben? Mi a kritikussági egyenlet?
10. Oldja meg az egycsoport-diffúzióegyenletet egy a vastagságú, mindkét oldalán végtelen vastag reflektorral ellátott reaktorra! A megoldást vázolja fel grafikusán! (a sztatikus sajátértékegyenletet) Hogyan lehet meghatározni a kritikus méretet ebben az esetben? Mi a reflektor-megtakarítás?
11. Definiálja és jellemezze az albedót! Milyen jelentősége van a gyakorlatban?

6. Lassuláselmélet

1. Írja fel energia-változóban a lassulási egyenlet azon alakját, amely nem tartalmaz hasadási forrást! Milyen feltétel mellett igaz az egyenlet?
2. Mi a Watt-spektrum és a sztatikus hasadási spektrum? Ha lehet adja meg a konkrét alakját is!
3. Vezesse le a szórési magfüggvényt letargia- és energia-változóban izotrop szórást feltételezve! Mi az átlagos logaritmikus energiacsökkenés, és hogyan függ a szóró mag tömegszámától?
4. Mi a lassulási és a szórési sűrűség? Milyen kapcsolat van a két mennyiség között? A forrástól távoli letargián mi a lassulási sűrűség és a spektrum kapcsolata?
5. Oldja meg a lassulási egyenletet végtelen, abszorpció mentes közegre, valamint hidrogénre! (vezesse le a spektrumot és a lassulási sűrűséget)
6. Oldja meg a általánosan a lassulási egyenletet! Milyen határesetnek felel meg a Fermi- és a Groeling-Goertzel-modell?
7. Ismertesse részletesen a lassulás Wigner-modelljét!
8. Mi a rezonanciaintegrál? Mi a végtelen hígítású rezonanciaintegrál? Mi a kapcsolatuk a rezonanciakikerülési valószínűséggel?
9. Ismertesse a magányos rúd esetében a rezonanciaintegrálra vonatkozó ekvivalencia-tételt! Mi a Dancoff-faktor?
10. Mi a reaktorfizikai Doppler-effektus? Adja meg az $\eta(x, \theta)$ függvényt!
11. Milyen tulajdonságai vannak Doppler-kiszéledésnek?
12. Véges reaktor esetén, hogyan módosul a rezonanciakikerülési valószínűség (Wigner-modellt alkalmazva)? Hogy jelenik meg a Fermi-kor?
13. Ismertesse az effektív későneutron-hányad elvi számítási módszerét!
14. Igazolja, hogy a termalizáció során a neutronspektrum a Maxwell-spektrum! Milyen feltételek mellett igaz az előző állítás? Mik az eltérés okai?

7. Többcsoport módszerek

1. Definiálja a csoportfluxust és a csoportállandókat G energiacsoportot feltételezve! Írja fel a többcsoport diffúzióegyenletet, a removal hatáskeresztmetszetet alkalmazva!
2. Oldja meg a csupasz, egy dimenziós, $x=-a$ és $x=a$ síkokkal határolt rendszer kétcsoport diffúzióegyenletét! (határozza meg a csoportfluxusokat és a kritikussági feltételt)
3. Oldja meg a 2. feladatban szereplő kétcsoport diffúzióegyenletet reflektált esetben, azaz a $x < -a$ és $x > a$ tartományokon végtelen reflektor van!
4. Határozza meg az x - y koordinátákban diszkretizált többcsoport diffúzióegyenlet!
5. Végesdifferencia-egyenletek megoldása: ismertesse a belső és külső iteráció lépéseit, hogyan határozható meg k_{eff} ?
6. Bizonyítsa be, hogy a belső iteráció konvergens!
7. Bizonyítsa be, hogy a külső iteráció konvergens, és hogy az alaplómódushoz tart!

8. *Termikus Reaktorok*

1. Mit értünk moderáltság alatt?
2. Hogyan változik a végtelen sokszorozási tényező a moderátor/üzemanyag magaránytól? Miért?
3. Általánosan hogyan definiálhatók a reaktivitás-tényezők? Mi az inherens biztonság feltétele?
4. Mi a Doppler-tényező? Milyen az előjele?
5. Mi a moderátor hőfoktényező? Milyen az előjele?
6. Ismertesse a megszaladás Fuchs-Hansen modelljét!

9. *Kiegészítés*

1. Írja fel az aktivációs termékek (transzuránok) anyagmennyiségét megadó általános differenciálegyenletet! Mit jelentenek az egyes tagok? Mi a fluencia?
2. Írja fel az urán izotópok időfüggését a fluencia függvényében!
3. Írja fel a legfontosabb plutónium izotópok fluenciára vonatkozó egyszerűsített differenciálegyenletét és adja meg ezek közelítő megoldását! Mi a közelítés feltétele?
4. Írja fel a hasadási termékek anyagmennyiségét megadó általános differenciálegyenletet! Mit jelentenek az egyes tagok?
5. Mi a konverziós tényező? Mi a kezdeti konverziós tényező?
6. Írja fel és jellemezze a ^{135}Xe izotóp egyensúlyi mennyiségét! Ha egy kritikus reaktor hirtelen leáll, hogyan alakul a ^{135}Xe mennyisége az idő függvényében?