

Záróvizsga tételek

Fizikus MSc mesterszakos, Nukleáris Technika szakirányos hallgatók számára

A tételsor két részből áll, egy „általános” tételsor, és „speciális” tételsorok. Minden záróvizsgázó hallgató a záróvizsgán húz egy tételt az általános tételsorból, és egy tételt az egyik speciális tételsorból. A speciális tételsor címét a diplomamunka kiírásakor kell rögzíteni.

Általános tételsor

1. A reaktorfizika alapmennyiségei (neutronfluxusok, neutronáramok). A transzportegyenlet differenciális és integrális alakja. A diffúziós közelítés feltételei, Fick-törvény, diffúzió egyenlet általános alakja. Sztatikus és kinetikus sajátértékek. Kritikusság fogalma és feltételei. Helmholtz-egyenlet, görbületi paraméterek.
2. A pontkinetikai egyenletrendszer és a reciprokorra egyenlet. Az egyenletek tulajdonsága, a megoldás módja forrás nélküli esetben. A sajátértékek jellemzése. A reaktivitás mérési módszerei.
3. A lassuláselmélet alapjai, fogalmi, aszimptotikus lassulási egyenlet. Az izotróp szórás magfüggvénye, letargia, átlagos logaritmikus energiacsökkenés. A lassulási egyenlet megoldása nem abszorbens közegre és hidrogénre, és általános esetben.
4. Rezonanciaintegrál, rezonancia kikerülési valószínűség. Reaktorfizikai Doppler-effektus és tulajdonságai. Fermi-kor és a Fermi-féle koregyszerlet. Migrációs terület.
5. Fontosabb reaktivitástényezők ismertetése. A kiégés fogalma, fontosabb hasadási termékek, transzuránok ill. kiégési egyenleteik. Konverziós tényező. Xe és Sm időbeli változása, tulajdonságaik.
6. Nyomottvizes atomerőművek hőkapcsolása; primer és szekunderköri főberendezései, üzembiztonsági hűtőrendszerek; a befogadó épületek (vezénylőterem, villamos-, szellőző-, hűtővízellátó) rendszerek kialakításának szempontjai; földrengésvédelem alapelvei. Primer- és szekunderköri berendezések eróziója, korróziója; vízüzem. Atomerőművek telepítésének szempontjai.
7. Biztonsági elemzések fajtái, célja. Elfogadási kritériumok. Az elemzések feltételezései, módszerei. Kezdeti eseménycsoportok, ezek jellegzetességei; burkoló események. BEPU és PSA elemzések módszerei, eszközei, fő eredményei.
8. Fűtőelemek viselkedése és sérülése normál üzemben. Száraz és nedves fűtőelem tárolás. Fűtőelemek viselkedése üzembiztonsági folyamatokban.
9. Nukleáris detektorok működési elvei és alkalmazásai: gáztöltésű, szcintillációs és félvezető detektorok. Hatásfok, felbontóképesség, holtidő, kiszökési és pile-up jelenség. Nukleáris spektrométerek felépítése, az elektronikus jelfeldolgozás alapeszközei és jellemző mérés-technikai tulajdonságaik, működési elveik.

10. A külső és belső sugárterhelés dózisfogalmai, kapcsolatuk egymással, mérési és számítási módszereik. Az ionizáló sugárzások egészségkárosító hatásai. A külső és a belső sugárterhelés csökkentésének módjai, védelmi anyagok tervezése.

11. A természetes radioaktivitás összetevői, sugárvédelmi jelentőségük, mérési eljárásaik, megkülönböztetésük a mesterséges radioaktivitástól monitorozás során. A környezeti terjedés modellezésének módszerei, a számítások eredményeinek összevetése a monitorozási adatokkal.

12. A radioaktív hulladékok csoportosítása, a nukleáris létesítmények működése során folyamatosan keletkező hulladékok kibocsátásának, a működés során összegyűjtött és a végleges lerakóban elhelyezett hulladék környezeti szerepének jellemzése modellszámításokkal és mérési módszerekkel. A hulladékok feldolgozásának szerepe a kezelők sugárterhelésének, illetve a hosszú távú radiotoxicitásnak csökkentésében.

Speciális tételsorok

„A” Atomenergia

A1. A transzportegyenlet közelítő megoldásai: S_N és P_1 módszer, kapcsolat a diffúziós közelítéssel. Aszimptotikus elmélet. Megoldás Green-függvénnyel.

A2. Lassulási egyenlet megoldása Placzek-tranziensekkel. Lassulási modellek: Greuling-Goertzel modell, Fermi-modell, Wigner-modell. A termalizáció alapjai.

A3. Diffúzióegyenlet diszkrét alakja: diszkretizálás energia szerint, csoportállandók, sok-csoport, kevés-csoport. A diffúzió egyenlet megoldásának modern módszerei: gyenge megoldás, nodális-módszer, végeselem-módszer.

A4. Neutronértékesség. Az adjungált függvény és alkalmazásai, adjungált egyenlet. Perturbációelmélet.

A5. Reaktivitás-visszacsatolások üzemvitelre gyakorolt hatása: üzemanyag és moderátor hőfoktényezője, izotermikus hőfoktényező, teljesítménytényező; a reaktor önszabályozó képessége. A reaktor jellemzőinek kampány alatti változása. Kampány-nyújtás lehetőségei.

A6. Az atomreaktor, mint hőforrás: a reaktorfizikai és hőtechnikai jellemzők közötti kapcsolat; közvetlenül és közvetve mérhető mennyiségek; a fűtőelemeken belüli axiális és radiális hőmérséklet-eloszlás; fűtőelem-kötegek közötti, kötegen belüli és axiális hőforrás-eloszlás; hőtechnikai korlátok; üzemzavar-elemzések elfogadási kritériumai; zónán belüli aszimmetriák és ezek okai.

A7. A radioaktív izotópok forrásai az atomerőművekben: hasadóanyagok, transzmutációs termékek, hasadási termékek, aktiválási termékek. A fűtőelem-meghibásodások típusai, meghatározásuk módszerei. Az atomerőművek radioanalitikai módszerei, a primerköri és a szekunderköri vízüzem fontosabb jellemzői, vízkezelés.

A8. Az atomerőművek szerkezeti anyagainak korróziója, sugártűrése. Kontamináció az atomerőművekben, dekontaminálási eljárások. Radioaktív izotópok kibocsátása az atomerőműből a környezetbe, a kibocsátás ellenőrzése. Atomerőművi hulladékok kezelése, feldolgozása, vegyszeti ellenőrzés, üzemi és hatósági környezetellenőrzés.

„F” Fúziós plazmafizika

F1. A fúziós energiatermelés magfizikai alapjai, reakciók, hatáskeresztmetszetek, üzemanyagciklus, tenyészköpeny, az energiaháztartást jellemző paraméterek, kapcsolódó kritériumok, a termonukleáris fúzió koncepciója.

F2. A békés célú termonukleáris fúziós energiatermelés koncepcióinak (tehetetlenségi és mágneses összetartás) összehasonlító elemzése. A tehetetlenségi összetartás legfontosabb kritériumai, változatok meghajtásra és begyújtásra, legfontosabb fizikai problémák.

F3. Mágneses összetartás, töltött részecskék mozgása mágneses térben, a mágneses tér geometriája a különböző koncepciókban: lineáris berendezés, sztellarátor, tokamak, RFP. Fúziós berendezések telepítése és fő komponensei.

F4. A plazma definíciója, legfontosabb fizikai tulajdonságai, kinetikus elmélet, többfolyadék elmélet, magnetohidrodinamika, az MHD egyensúly alapegyenletei és főbb tulajdonságai.

F5. Laboratóriumi kísérletek mágneses összetartású berendezésekkel, kapcsolódó technológiai rendszerek. Plazma előállítás, anyagutánpótlás, fűtés, plazma-fal kapcsolat, áramhajtás, kísérlet menete.

F6. Részecske- és hőtranszport fúziós plazmákban, mikroturbulencia, L-H átmenet. Üzemeltetés szempontjából fontos instabilitások: $q=2$ limit, Greenwald-limit, profilmerevség, fűrészfog instabilitás, NTM, ELM.

F7. A plazmadiagnosztikák főbb típusai. Diagnosztikák csoportosítása, mágneses-, mikrohullámú-, optikai- és részecske-diagnosztikák, Langmuir-szonda, atomnyaláb diagnosztikák. Kapcsolódó fizikai jelenségek: plazmahullámok, plazma sugárzása, rátaegyenletek.

F8. Az ITER tokamak építésének célja, részegységei, fontosabb paraméterei, fő komponensei, üzemeltetésének scénáriói. IFMIF, DEMO, út a fúziós energiatermelés felé.

„N” Nukleáris módszerek

N1. Nukleáris kormeghatározási módszerek. Műszeres analitikai eljárások az anyagok összetételének elemzésére: neutronaktivációs analitika, röntgen fluoreszcencia analízis, tömegspektrometria. ICP-MS.

N2. Nukleáris módszerek a kémiai tulajdonságok vizsgálatára: Mössbauer-spektroszkópia, gamma-sugárzás szögkorrelációja, pozitron annihiláció, müon kémia, abszorpciós röntgenspektrometria.

N3. A radioaktív izotópok forrásai az atomerőművekben: hasadóanyagok, transzmutációs termékek, hasadási termékek, aktiválási termékek. A fűtőelem-meghibásodások típusai,

meghatározásuk módszerei. Az atomerőművek radioanalitikai módszerei, a primerkörü és a szekunderkörü vízüzem fontosabb jellemzői, vízkezelés.

- N4. Az atomerőművek szerkezeti anyagainak korróziója, sugártűrése. Kontamináció az atomerőművekben, dekontaminálási eljárások. Radioaktív izotópok kibocsátása az atomerőműből a környezetbe, a kibocsátás ellenőrzése. Atomerőművi hulladékok kezelése, feldolgozása, vegyszeti ellenőrzés, üzemi és hatósági környezetellenőrzés.
- N5. Röntgenforrások főbb típusai, jellemzőik, alkalmazásaik az anyagok elemi összetétele, szerkezete és kémiai tulajdonságaik vizsgálatában. Nukleáris részecskegyorsító berendezések és működésük, szinkrotronsugárzás előállítása, fizikai tulajdonságai.
- N6. Röntgenoptikai eszközök, röntgenmikroszkópia, totálreflexiós röntgenspektrometria, elektronsugaras mikroanalízis, részecske indukált röntgenfluoreszcencia analízis. A gamma- és röntgenspektrumok szerkezete, kvantitatív kiértékelési módszerek.
- N7. A beavatkozás-mentes műszaki diagnosztika. Fluktuációk elemzésén alapuló módszerek: korrelációs függvények, spektrumok, koherencia-, átviteli- és fázisfüggvények módszertana és alkalmazása reaktorokban és nukleáris mérésekben. Radiográfiai módszerek, izotóp és röntgenátvilágításos anyagvizsgálati módszerek.
- N8. Atomreaktorok műszerezése és szabályozása. Atomerőművekben használt mérési módok és eszközök, mérőláncok és mérőrendszerek, monitorozó rendszerek. Mélységi védelem elve, szabályozók és hatóságok szerepe, ember gép kapcsolat, ergonómia szerepe a reaktor bizottságában. Biztonsági skálák és fokozatok, szabályozási alapelvek, kockázatelemzés alapjai.