

Tantárgyi adatlapok

a 2022/23 tanév őszi félévében indítandó Reaktortechnika Szakmérnök / Szakember szakirányú továbbképzés számára

Alkalmazott matematika

Tantárgy neve
magyarul
Alkalmazott matematika
angolul
Applied mathematics
Tantárgykód
BMETE80SR30
Óraszám (előadás / gyakorlat / labor)
12/0/12
Tanulmányi teljesítményértékelés (minőségi értékelés) típusa
félévközi érdemjegy
Kreditszám
5
Tantárgyfelelős
neve
Dr. Kis Dániel Péter
A tantárgy tantervi szerepe
kötelező

Részletes tantárgyprogram (részletes tematika)

Közönséges lineáris differenciálegyenletek. Megoldási módszereik (Laplace- transzformáció, változók szétválasztása stb.)

Lineáris másodrendű differenciálegyenletek. Kezdeti és peremérték feladatok megoldása a Fourier-módszerrel. Hullámegyenlet, diffúzióegyenlet, hővezetés egyenlete.

Lineáris vektor-vektor függvény: tenzor és mátrixa. Mátrixok algebrája. Mátrixok sajátértékei és sajátvektorai. Főtengely-transzformáció. Ortononális bázistranszformáció. Mátrixok invertálása, ennek numerikus problémái. Hiper mátrixok. Mátrixok függvényei.

A valószínűségelmélet alapfogalmai, legegyszerűbb tételei.

Valószínűségi változó. Eloszlás- és sűrűségfüggvény. Várhatóérték, szórás, kovariancia, korrelációs együttható. Csebisev-egyenlőtlenség. Schwarz- féle egyenlőtlenség.

Nevezetes eloszlások

A matematikai statisztika alapjai. Cramér-Rao egyenlőtlenség. Pontbecslések tulajdonságai (torzítatlanság, hatékonyság, konzisztencia). Maximális valószínűségek módszere. Legkisebb négyzetek módszere. A becslt paraméterek szórásának a becslése.

Hipotézisek vizsgálata. Első és másodfajú hiba. Konfidencia intervallumok.
Intervallumbecslés

Reaktorfizika 1

Tantárgy neve
magyarul
Reaktorfizika 1
angolul
Reactor Physics 1
Tantárgykód
BMETE80SR31
Óraszám (előadás / gyakorlat / labor)
18/6/0
Tanulmányi teljesítményértékelés (minőségi értékelés) típusa
vizsga érdemjegy
Kreditszám
5
Tantárgyfelelős
neve
Dr. Kis Dániel Péter
A tantárgy tantervi szerepe
kötelező

Részletes tantárgyprogram (részletes tematika)

Magfizikai alapok.

A radioaktív bomlás általános törvényei. Alfa-bomlás, béta-bomlás, bomlási sorok, gamma-sugárzás.

Magreakciók. A hatáskeresztmetszet fogalma. Megmaradási törvények. A magreakciók általános tulajdonságai, $1/v$ törvény. Magreakció mechanizmusok, közbenső mag, rezonanciák, direkt magreakciók.

Magsugárzások kölcsönhatása az anyaggal. Nehéz töltött részecskék, béta-részecskék, és gamma-sugárzás kölcsönhatásai.

Neutronfizika. A neutronok általános tulajdonságai, neutronforrások, neutronok kölcsönhatása az anyaggal.

Maghasadás. A hasadás energetikai feltétele. Hasadási termékek, hasadási neutronok.

Reaktorfizikai alapok. Magfüggvények. Fluxus fogalma. Neutronlassulás rugalmas ütközések révén. Neutronspektrum. Csoportállandók. Moderáltság. Doppler-effektus.

Sokszorozási tényező, reaktivitás, pontkinetikai egyenletrendszer.

Az egycsoport diffúzióegyenlet megoldásai egyes esetekben. Hasáb és henger alakú reaktorok neutronfluxus-eloszlása, Helmholtz-egyenlet.

A kritikusság feltétele. Reaktivitástényezők.

Reaktormérgek, kiegész alapjai.

Reaktorfizika 2

Tantárgy neve
magyarul
Reaktorfizika 2
angolul
Reactor Physics 2
Tantárgykód
BMETE80SR37
Óraszám (előadás / gyakorlat / labor)
12/12/0
Tanulmányi teljesítményértékelés (minőségi értékelés) típusa
vizsga érdemjegy
Kreditszám
5
Tantárgyfelelős
neve
Dr. Kis Dániel Péter
A tantárgy tantervi szerepe
kötelező

Részletes tantárgyprogram (részletes tematika)

Alapfogalmak: neutronfluxus, neutronáram, parciális áramok

A transzportegyenlet differenciális és integrális alakja. k_{eff} mint sajátérték. Kinetikus sajátérték.

A diffúzióegyenlet (folytonos energiaváltozóval, többcsoport alakban). Fick-törvény. peremfeltételek.

Az egycsoport diffúzióegyenlet megoldásai egyes esetekben. Hasáb és henger alakú reaktorok neutronfluxus-eloszlása. A reaktorfizika alaptétele, Helmholtz-egyenlet. Sajátértékek egycsoportban.

A pontkinetikai egyenlet levezetése és megoldása forrásos és forrásmentes esetekben. Szabályozhatóság, prompt-kritikusság.

Reaktivitástényezők. A reaktor megszaladása. Heterogén zóna és moderáltság.

Abszorbensek, a reaktor szabályozása

Nukleáris mérés technika 1

Tantárgy neve
magyarul
Nukleáris mérés technika 1
angolul
Nuclear Measurement Techniques 1
Tantárgykód
BMETE80SR32
Óraszám (előadás / gyakorlat / labor)
16/0/8
Tanulmányi teljesítményértékelés (minőségi értékelés) típusa
vizsga érdemjegy
Kreditszám
5
Tantárgyfelelős
neve
Dr. Szalóki Imre
A tantárgy tantervi szerepe
kötelező

Részletes tantárgyprogram (részletes tematika)

Bevezetés: a tárgy jelentősége, felhasználhatósága, alkalmazhatóságok;

Néhány - a tárgyhoz szükséges - alapfogalom átisméltése: radioaktivitás, magreakciók, bomlássémák;

Magsugárzások főbb jellemzői;

Radioaktív sugárzások kölcsönhatása az anyaggal a detektálás szempontjai szerint;

Általános detektor jellemzők (érzékenység, response, energiafelbontás, hatásfok, holtidő);

Detektor típusok (gáz, szcintillációs, félvezető, egyebek pl. TLD, film, szilárdtest, spd. stb.);

Jelfeldolgozó és kiértékelő elektronikus egységek; (erősítők, diszkriminátorok, analizátorok, koincidencia körök, stb.)

Nukleáris mérés technika 2

Alapadatok
Tantárgy neve
magyarul
Nukleáris mérés technika 2
angolul
Nuclear Measurement Techniques 2
Tantárgykód
BMETE80SR38
Óraszám (előadás / gyakorlat / labor)
20/0/4
Tanulmányi teljesítményértékelés (minőségi értékelés) típusa
vizsga érdemjegy
Kreditszám
5
Tantárgyfelelős
neve
Dr. Szalóki Imre
beosztása
A tantárgy tantervi szerepe
kötelező

Részletes tantárgyprogram (részletes tematika)

Bevezetés: a tárgy jelentősége, felhasználhatósága, alkalmazhatóságok;

A tárgyhoz szükséges alapfogalmak ismétlése: radioaktivitás, magreakciók, radioaktív sugárzások kölcsönhatása anyaggal;

Nukleáris spektrometriai ismeretek; Anyagszerkezeti és atomi összetétel elemzésének korszerű módszerei: NAA, CT, NMR, SPECT, ICP-MS, SIMS, XRF, forróatom kémiai jelenségek és szakterületi alkalmazási lehetőségeik.

Termohidraulika 1

Tantárgy neve
magyarul
Termohidraulika 1
angolul
Thermal hydraulics 1
Tantárgykód
BMETE80SR33
Óraszám (előadás / gyakorlat / labor)
18/6/0
Tanulmányi teljesítményértékelés (minőségi értékelés) típusa
vizsga érdemjegy
Kreditszám
5
Tantárgyfelelős
neve
Dr. Aszódi Attila
beosztása
A tantárgy tantervi szerepe
kötelező

Részletes tantárgyprogram (részletes tematika)

Atomerőmű típusok és felépítésük fő jellemzői. A hőelvonás technológiai megvalósítása különböző reaktortípusokban.

A hőtermelés folyamata és térbeli eloszlása a könnyűvízes atomreaktorokban. A hőtermelés és a neutronfluxus-eloszlás kapcsolata. A hőtermelés egyenlőtlenségi tényezői.

A hőtermelés időbeli változása tranziens folyamatokban, remanens hőfejlődés.

A hővezetés általános differenciálegyenlete és megoldása az üzemanyag - burkolat rendszerben.

Egyfázisú hidraulika: az impulzus-megmaradás egyenlete egydimenziós áramlásban; a súrlódási veszteség számítása; hirtelen átmenetek hidraulikai ellenállása; a sebességeloszlás és a transzportfolyamatok modellezése a reaktorban; keveredés, kritikus áramlás.

Kétfázisú hidraulika: áramlási formák, térfogati gőztartalom; kétfázisú áramlások modellezése; nyomásesés kétfázisú áramlásban; keveredés, kritikus kiömlés.

Egyfázisú hőcsere számítása természetes és kényszerített áramlásban.

Kétfázisú hőcsere számítása. Forrásgörbe, forráskrízisek, kritikus hőfluxus.

Termohidraulika 2

Tantárgy neve
magyarul
Termohidraulika 2
angolul
Thermal hydraulics 2
Tantárgykód
BMETE80SR39
Óraszám (előadás / gyakorlat / labor)
18/6/0
Tanulmányi teljesítményértékelés (minőségi értékelés) típusa
vizsga érdemjegy
Kreditszám
5
Tantárgyfelelős
neve
Dr. Aszódi Attila
A tantárgy tantervi szerepe
kötelező

Részletes tantárgyprogram (részletes tematika)

A nyomottvizes reaktor termohidraulikai számítása: megmaradási egyenletek; fűtőelem hőmérséklet-eloszlása; a hűtőközeg jellemzőinek számítása; tervezési limitek, forrócsatorna tényezők. Az aktív zóna újranedvesítésének hőfizikai problémái

Termohidraulikai számításokban alkalmazott számítógépi programok áttekintése.

Szubcsatorna analízist végző programok és alkalmazásuk.

Rendszerkódok és azok validációja.

Atomerőművi üzemzavarok és balesetek. Az üzemzavarok és balesetek kategorizálása különböző szempontok szerint. Az emberi tényező szerepe a biztonságos üzemelésben.

Jellegzetes üzemzavari folyamatok és elemzésük: áramlás elvesztése által kiváltott tranziensek; reaktivitás tranziensek; hűtőközegvesztéses tranziensek; gőzfejlesztő csőlyukadás; főgőzkollektor törés; bórsav hígulásos tranziensek; méretezési balesetek.

Modern számítási apparátus alkalmazása a nyomottvizes atomerőművek tranziens folyamatainak analizésére. Az APROS termohidraulikai rendszerkód megismerése és alkalmazása üzemzavarok elemzésére.

A primer kör sérülésekor a hermetikus térben lejátszódó folyamatok áttekintése.

A primer, valamint a primer és szekunder kör együttes dinamikai viselkedésének analizése.

Betekintés a háromdimenziós termohidraulikai programok alkalmazási lehetőségeibe.

Zónaolvadáshoz vezető, tervezési alapon túli súlyos balesetek legfontosabb folyamatai és számításuk.

Irányítástechnika 1

Tantárgy neve	
magyarul	
Irányítástechnika 1	
angolul	
Control Technology 1	
Tantárgykód	
BMETE80SR40	
Óraszám (előadás / gyakorlat / labor)	
24/0/0	
Tanulmányi teljesítményértékelés (minőségi értékelés) típusa	
vizsga érdemjegy	
Kreditszám	
5	
Tantárgyfelelős	
neve	
Dr. Szentannai Pál	
A tantárgy tantervi szerepe	
kötelező	

Részletes tantárgyprogram (részletes tematika)

Az irányítástechnika feladata és felosztása. Szabályozás, vezérlés. A szabályozási kör felépítése és működése. Szabályozástechnikai alapfogalmak (jel, tag, hatásvázlat, szabályozók, szabályozószervek, stb.).

Időtartománybeli leírás. Tipikus vizsgáló jelfüggvények és válaszfüggvények. Lineáris, koncentrált paraméterű tagok leírása differenciálegyenletekkel. Tagok csoportosítása dinamikus tulajdonságaik szerint. (P, I, D, PI, PD, PID-tagok.)

Transzformált tartománybeli leírás. Fourier és Laplace transzformáció. Frekvencia és átviteli függvény. A frekvenciafüggvény helygörbéje, Bode-diagramok.

Szabályozott szakaszok dinamikai vizsgálata és identifikációja. Zárt szabályozási körök stabilitásvizsgálata és optimális behangolása.

Többváltozós szabályozási rendszerek leírása: állapotter modell, átviteli mátrix, átviteli rendszermodell és kapcsolatai.

Irányítástechnika 2

Tantárgy neve
magyarul
Irányítástechnika 2
angolul
Control Technology 2
Tantárgykód
BMETE80SR45
Óraszám (előadás / gyakorlat / labor)
24/0/0
Tanulmányi teljesítményértékelés (minőségi értékelés) típusa
vizsga érdemjegy
Kreditszám
5
Tantárgyfelelős
neve
Dr. Szentannai Pál
A tantárgy tantervi szerepe
kötelező

Részletes tantárgyprogram (részletes tematika)

Atomerőművek irányítástechnikája: Az erőművi automatizálás feladatköre és felosztása. Az atomerőművi irányítástechnika speciális sajátosságai, a biztonság növelésének eszközei. Erőművi blokkok teljesítményszabályozása. A blokk főberendezései együttműködésének feltételei, az ezzel kapcsolatos szabályozási feladatok. A blokk-szintű teljesítményszabályozás lehetőségei, különös tekintettel az atomerőművekre. Reaktorszabályozás. Az atomreaktorok teljesítmény szabályozásának elvi lehetőségei. A különböző

szabályozási módok értékelése a szakasztulajdonságok és a blokk rugalmassága szempontjából. Reaktorok dinamikai tulajdonságai, az eredő átviteli tulajdonságot meghatározó folyamatok és azok matematikai leírása. A reaktor önszabályozásának, illetve stabilitásának vizsgálata. A reaktorszabályozás eszközei, szabályozórudak, bóros szabályozás. Atomerőművek járulékos szabályozási feladatai: primer-köri nyomásszabályozás, a térfogatkompenzátor vízszintszabályozása, a gőzfejlesztők vízszintszabályozása. A reaktorvédelem feladata, felépítése és működése. A Paksi Atomerőműben alkalmazott megoldások ismertetése.

Turbinaszabályozás: A turbinaszabályozás feladatköre. Szabályozott jellemzők és beavatkozási lehetőségek. A fordulatszám-szabályozás alapkapszolása. Teljesítmény, frekvencia-teljesítmény és csereteljesítmény-szabályozás. A turbinaszabályozás alapismeretei. A gőznyelés módosításának lehetőségei, mennyiségi, fojtásos és vegyes rendszerű szabályozási módok. A fordulatszám-szabályozás alapfogalmai. A gőzturbina dinamikai viselkedése normálüzemben, induláskor és teherledobáskor. A tároló terek szerepe a különböző üzemmódoknál. Szigetüzemű és együttműködő gépcsoportok, a rendszer jelleggörbéje és frekvenciatényezője. A turbinák szabályozásával szemben támasztott követelmények, a szabályozás javításának lehetőségei. A Paksi Atomerőmű gőzturbináinak szabályozási rendszere. Az eredeti hidraulikus ill. az új elektronikus szabályozási rendszer ismertetése.

Sugárvédelem, dozimetria és radioaktív hulladékok

Tantárgy neve
magyarul
Sugárvédelem, dozimetria és radioaktív hulladékok
angolul
Radiation protection, dosimetry and radioactive wastes
Tantárgykód
BMETE80SR34
Óraszám (előadás / gyakorlat / labor)
24/0/0
Tanulmányi teljesítményértékelés (minőségi értékelés) típusa
vizsga érdemjegy
Kreditszám
5
Tantárgyfelelős
neve
Dr. Zagyvai Péter
A tantárgy tantervi szerepe
kötelező

Részletes tantárgyprogram (részletes tematika)

A nukleáris sugárzások és az anyagi közegek közti kölcsönhatások. Dozimetriai és sugárvédelmi alapfogalmak. Egyszerű dózisszámítási modellek. Az ionizáló sugárzások biológiai hatásai. A kockázat értelmezése, kapcsolata a sugárvédelem alapelveivel. A sugárvédelem nemzetközi és hazai szabályozási rendszere, hatósági normái. Az emisszió és az immisszió korlátozása. A műszaki (munkahelyi) sugárvédelem elemei. Radioaktív hulladékok keletkezése, osztályozása, kezelése, átmeneti és végleges elhelyezésük. Nukleáris létesítmények leszerelése.

Nukleáris üzemanyagciklus

Tantárgy neve
magyarul
Nukleáris üzemanyagciklus
angolul
Nuclear fuel cycle
Tantárgykód
BMETE80SR41
Óraszám (előadás / gyakorlat / labor)
24/0/0
Tanulmányi teljesítményértékelés (minőségi értékelés) típusa
vizsga érdemjegy
Kreditszám
5
Tantárgyfelelős
neve
Dr. Szieberth Máté
A tantárgy tantervi szerepe
kötelező

Részletes tantárgyprogram (részletes tematika)

A tárgy célja átfogó képet adni a nukleáris üzemanyagciklusról és annak stratégiai kérdéseiről.

Bevezetés, történelmi háttér. A nukleáris üzemanyagciklus felépítése (front-end, back-end). Uránforrások, termelés és fogyasztás. Uránbányászat, -feldolgozás és átalakítás. Dúsítási eljárások. Üzemanyaggyártás. Atomerőművi üzemanyag viselkedése, kiégés. Üzemanyag konverzió és tenyésztés termikus és gyorsreaktorokban. A kiégett üzemanyag kezelése és reprocesszálása. Átmeneti tárolás.

Reprocessálási eljárások. Elválasztás és transzmutáció. Fejlett elválasztási technológiák. Transzmutációs lehetőségek különböző reaktortípusok és gyorsítóval hajtott szubkritikus rendszerek (ADS-ek) esetén. Nukleáris üzemanyagciklus-opciók: nyílt üzemanyagciklus, zárt üzemanyagciklus, kétszeresen zárt üzemanyagciklus. Kevert atomerőművi rendszerek, szimbiotikus atomerőművi rendszerek. A különböző reaktortípusok és üzemanyagciklusok uránhasznosítási jellemzői. A különböző üzemanyagciklus-típusok hulladékformái. Végleges mélygeológiai elhelyezés.

Nukleáris biztonság, védelem és biztosítéki rendszer

Tantárgy neve
magyarul
Nukleáris biztonság, védelem és biztosítéki rendszer
angolul
Nuclear safety, security and safeguards
Tantárgykód
BMETE80SR46
Óraszám (előadás / gyakorlat / labor)
24/0/0
Tanulmányi teljesítményértékelés (minőségi értékelés) típusa
vizsga érdemjegy
Kreditszám
5
Tantárgyfelelős
neve
Boros Ildikó
A tantárgy tantervi szerepe
kötelező

Részletes tantárgyprogram (részletes tematika)

A nukleáris biztonság menedzsmentje és a kockázatalapú döntéshozatal; a biztonság-irányítás folyamatos szem előtt tartása az irányítási rendszerek esetén. Megfelelő működési feltételek, a balesetek megelőzése, a balesetek következményeinek enyhítése a munkavállalók, a lakosság és a környezet sugárzás veszélyeitől történő védelme érdekében. A sugárzás forrásai, azok elhelyezkedése és veszélyei; a

nukleáris létesítményekben a sugárzási veszélyek megfelelő felügye-
letéhez, a radioaktív hulladékkezeléshez és a radioaktív anyagok
szállításához szükséges ismeretek. Vezetői szerepek és felelőségek a
hatékony döntési és munkafolyamatok biztosítása érdekében, megfe-
lelő szervezeti erőforrások és elszámoltathatóság biztosítása olyan
módon, hogy a biztonsági kérdésekkel kiemelten foglalkozzon; a koc-
kázatok kezelése normál üzemi körülmények között, valamint akár
radiológiai kibocsátáshoz is vezető események és körülmények ese-
tén. Az emberi tényező szerepe a nukleáris létesítmények biztonságos
üzemeltetésében.

A fizikai védelemmel kapcsolatos kérdések, tevékenységek (lopás,
szabotázs, illetéktelen hozzáférés, illegális transzfer vagy nukleáris
anyagokat, egyéb radioaktív anyagokat vagy egyéb rosszindulatú te-
vékenységeket megakadályozó és felfedező, illetve ezekre reagáló)
nemzeti és nemzetközi keretei, normák, kötelezettségek és megköze-
lítési módszerek. A safeguards rendszerhez kapcsolódó létesítmé-
nyek és szervezetek, nemzeti és nemzetközi kérdések, keretek, nor-
mák, kötelezettségek; tiltakozások, demonstrációk kezelése,
kibertámadások és terrorizmus veszélyei; a nukleáris létesítményekre
gyakorolt hatásuk.

A nukleáris anyagok békés felhasználásának ellenőrzése az atomso-
rompó-szerződés keretében; a nemzetközi egyezmények gyakorlati
végrehajtása és azok hatása a nukleáris létesítményekre. Nemzetközi
szerződések, megállapodások és jegyzőkönyvek. A nukleáris anya-
gok nyilvántartási és ellenőrzési rendszere. A biztosítéki rendszerrel
(safeguards), eszközökkel és az exportellenőrzéssel kapcsolatos fo-
galmak, felépítésük és kapcsolódó kérdések; a biztosítéki rendszer
(safeguards) és az atomsorompó egyezmény fontossága, valamint
azok rendelkezései általában a nukleáris ipar számára, azon belül a
nukleáris létesítmények számára; biztosítéki (safeguards) követelmé-
nyi értékelés egy adott nukleáris technológia vonatkozásában; a
Nemzetközi Atomenergia-ügynökség szerepe és az Ügynökség által
biztosított képzési és útmutatási anyagok.

Biztonsági kultúra

Tantárgy neve
magyarul
Biztonsági kultúra
angolul

Safety Culture
Tantárgykód
BMETE80SR52
Óraszám (előadás / gyakorlat / labor)
12/0/0
Tanulmányi teljesítményértékelés (minőségi értékelés) típusa
félévközi érdemjegy
Kreditszám
2
Tantárgyfelelős
neve
Dr. Aszódi Attila
A tantárgy tantervi szerepe
kötelező

Részletes tantárgyprogram (részletes tematika)

Különböző tényezők hatása szervezeti biztonságra és teljesítményre: a szervezeti kulturális értékek és normák, az egyénileg megosztott hiedelmek és felfogások; módszerek a pozitív szervezeti kultúra kialakításához; új alkalmazottak képzése a biztonsági kultúrával kapcsolatban; a munkavállalók biztonság-tudatosságának proaktív elősegítése; biztonsági kultúra, mint a szervezeti kultúra kulcsfontosságú eleme; a folyamatos részvétel és párbeszéd követelménye.

Környezetvédelem

Tantárgy neve
magyarul
Környezetvédelem
angolul
Environmental protection
Tantárgykód
BMETE80SR53
A tantárgy meghirdetett nyelve
magyar
Óraszám (előadás / gyakorlat / labor)
12/0/0
Tanulmányi teljesítményértékelés (minőségi értékelés) típusa
félévközi érdemjegy
Kreditszám
2

Tantárgyfelelős
neve
Dr. Zagyvai Péter
A tantárgy tantervi szerepe
kötelező

Részletes tantárgyprogram (részletes tematika)

A környezetvédelem célja és eszközei. Az energiatermelés, az ipar és a környezet kölcsönhatásai. A légkör összetétele és szerkezete. Légszennyező anyagok. Terjedésszámítás, emisszió, immisszió. Atomerőművek üzemidő-hosszabbításának illetve új nukleáris létesítmény építésének környezeti hatástanulmánya.

Reaktortechnika

Tantárgy neve
magyarul
Reaktortechnika
angolul
Reactor technology
Tantárgykód
BMETE80SR47
A tantárgy meghirdetett nyelve
magyar
Óraszám (előadás / gyakorlat / labor)
24/0/0
Tanulmányi teljesítményértékelés (minőségi értékelés) típusa
vizsga érdemjegy
Kreditszám
5
Tantárgyfelelős
neve
Dr. Kiss Attila
A tantárgy tantervi szerepe
kötelező

Részletes tantárgyprogram (részletes tematika)

Reaktoranyagok és dozimetriájuk

Sugárzás és anyag kölcsönhatása, a kölcsönhatásból eredő fizikai és kémiai tulajdonság-változások fémekben, vegyületekben, amorf anyagokban, félvezetőkben. A kölcsönhatásokból eredő besugárzási

dózisok számítása, mérése. Sugárkárosodási jellemzők meghatározása.

Reaktorokban alkalmazott anyagok. Üzemanyagok (urániumvegyületek, plutóniumvegyületek) tulajdonságai; üzemanyag gyártás és újrafeldolgozás. Energetikai és kutatóreaktorokban alkalmazott burkolatanyagok (cirkónium és acél) tulajdonságai; gyártási, ellenőrzési kérdések. A burkolatanyagok hűtőközeggel kapcsolatos problémái. Hűtőközegek (víz, gázalakú hűtőközegek) nukleáris alkalmazás szempontjából legfontosabb jellemzői; korróziós problémák. A primer vízkör kialakításának elvi alapjai; szabályozóanyagok (bór és vegyületei, egyéb szabályozóanyagok, szilárd és folyékony halmazállapotú szabályozóanyagok) alkalmazásának feltételei; kiegészítő mérgek. Szerkezeti anyagok (szénacélok és rozsdamentes acélok).

Az időszakos roncsolásmentes vizsgálatok és fejlődési irányai.

A reaktorszerkezeti anyagok (reaktortartály, hegesztési varratok, stb.) sugárkárosodása. A reaktortartály felügyelete és élettartam-gazdálkodása. A reaktortartály üzem közbeni állapotellenőrzése. Az elridegedett reaktortartály hőkezelési lehetőségei. A reaktortartály élettartama.

Atomreaktorok üzemtana

Tantárgy neve	magyarul
Atomreaktorok üzemtana	angolul
Operation of nuclear reactors	Tantárgykód
BMETE80SR48	Óraszám (előadás / gyakorlat / labor)
24/0/0	Tanulmányi teljesítményértékelés (minőségi értékelés) típusa
vizsga érdemjegy	Kreditszám
5	Tantárgyfelelős
neve	Dr. Czifrus Szabolcs
beosztása	A tantárgy tantervi szerepe
kötelező	

Részletes tantárgyprogram (részletes tematika)

A reaktivitástényezők definíciója és egymással való kapcsolatuk. A reaktivitástényezők és az atomreaktor belső (inherens) biztonságának összefüggése. Az atomreaktor önszabályozó képessége. A reaktivitástényezők mérési lehetőségei.

A xenonmérgezettség üzemviteli vonatkozásai, különös tekintettel a tranziens üzemviszonyokra. A teljesítményreaktorok xenonlengése: lengésformák, csillapított és csillapítatlan lengések és azok elfojtási lehetőségei. A szamáriummérgezettség üzemviteli vonatkozásai.

A hőtechnikai ill. üzemi korlátok. Az üzemi tartalék meghatározása. A teljesítmény aktív zónán belüli eloszlása, az eloszlást befolyásoló tényezők. A szimmetria fontossága, az aszimmetria lehetséges műszaki és üzemeltetési okai. Áramláseloszlás a reaktoron belül. A termohidraulika üzemi vonatkozásai. Az üzem közbeni monitorozás rendszere, reaktoron belüli és kívüli neutrondetektorok és azok átviteli függvényei.

A névleges és rejtett reaktivitástartalék és a reaktor egyéb jellemzőinek alakulása a kiegészítő ciklus alatt. A ciklusnyújtás lehetőségei és műszaki, gazdasági értékelése. A reaktorszabályozás megoldásai és üzemi vonatkozásai.

A fűtőelemek üzem közbeni viselkedése, az üzem közbeni meghibásodásának lehetőségei. A fűtőelemek állapotellenőrzése üzem közben.

A reaktor manőverező képessége, valamint annak reaktorfizikai és technológiai korlátai.

A reaktorok indítása és teljesítményválttatása. Állandósult és menetrendtartó üzem. A reaktor leállítása. Mérgezetlen és mérgezett reaktor újraindítása.

A fűtőelemgazdálkodás. Zónatervezés. A fűtőelemátrakás elméleti kérdései és műszaki megvalósítása

Diplomamunka

Tantárgy neve
magyarul
Diplomamunka
angolul
Thesis work
Tantárgykód
BMETE80SR61
Óraszám (előadás / gyakorlat / labor)
0/36/0

Tanulmányi teljesítményértékelés (minőségi értékelés) típusa
félévközi érdemjegy
Kreditszám
10
Tantárgyfelelős
neve
Dr. Czifrus Szabolcs
A tantárgy tantervi szerepe
kötelező

Részletes tantárgyprogram (részletes tematika)
A hallgató önállóan ír egy diplomamunkát, melynek témája kapcsolódik a nukleáristechnológia-menedzsment tanulmányokhoz. A diplomamunka elkészítését konzultációk keretében kiválasztott egyetemi oktató és iparági szakember segíti és irányítja. A hallgatónak be kell mutatnia és sikeresen meg kell védenie a diplomamunkáját a záróvizsga során, az Egyetem idevonatkozó szabályainak megfelelően.

Villamos berendezések, hálózatok

Tantárgy neve
magyarul
Villamos berendezések, hálózatok
angolul
Electronic instruments, networks
Tantárgykód
BMETE80SR61
Óraszám (előadás / gyakorlat / labor)
12/0/0
Tanulmányi teljesítményértékelés (minőségi értékelés) típusa
félévközi érdemjegy
Kreditszám
3
Tantárgyfelelős
neve
Dr. Ladányi József
A tantárgy tantervi szerepe
kötelező

Részletes tantárgyprogram (részletes tematika)
--

Villamos generátorok felépítése, működése, karbantartása. Villamos hajtások felépítése, működése, karbantartása, öregedéskezelése. Villamos hálózatok felépítése, működése. Hazai és nemzetközi villamosenergia-rendszer felépítése. Villamosenergia-rendszer üzemtana. A villamosenergia-termelés rendszerszintű jellemzői

Atomerőművek 1

Tantárgy neve
magyarul
Atomerőművek 1
angolul
Nuclear power plants 1
Tantárgykód
BMETE80SR42
Óraszám (előadás / gyakorlat / labor)
12/0/0
Tanulmányi teljesítményértékelés (minőségi értékelés) típusa
félévközi érdemjegy
Kreditszám
3
Tantárgyfelelős
neve
Boros Ildikó
beosztása
A tantárgy tantervi szerepe
kötelező

Részletes tantárgyprogram (részletes tematika)

Bevezetés a hagyományos erőművek termodinamikájába.

II., III. és IV. generációs atomerőművek bemutatása. A különböző reaktorgenerációk biztonsági elveinek összehasonlítása. Nemzeti infrastruktúra és jogi keret új atomerőművi beruházások sikeres megvalósításához. Új nukleáris létesítmények engedélyezése. Projektmenedzsment aspektusok, aktuális új atomerőművi beruházási projektek tapasztalatai.

Vízűtűs reaktorokkal szerelt atomerőművek primer és szekunder köre. . Telített gőzös erőművi körfolyamat (gőzszáritás, újrahevítés, tápvízelőmelegítés), a telített gőzös turbinák felépítése, speciális kér-

dései (erózió, a telített gőz expanziójának sajátosságai, belső vízleválasztás, kialakítás). Kondenzátor és hűtőrendszer. Telített gőzturbinák dinamikai folyamatai (indítás, leállítás és a terhelésváltoztatás).

Atomerőművek 2

Tantárgy neve	magyarul
Atomerőművek 2	angolul
Nuclear power plants 2	Tantárgykód
BMETE80SR49)	A tantárgy meghirdetett nyelve
magyar	Óraszám (előadás / gyakorlat / labor)
28/0/0	Tanulmányi teljesítményértékelés (minőségi értékelés) típusa
vizsga érdemjegy	Kreditszám
6	Tantárgyfelelős
neve	Boros Ildikó
A tantárgy tantervi szerepe	kötelező

2.4 Részletes tantárgyprogram (részletes tematika)

Primer kör, primer körű főberendezések vízhűtésű energetikai reaktorok esetén. A primer körű főkeringető szivattyú üzemi jellemzői. Primerkörű vízkezelő rendszer. Bórsavas rendszer. Pótvízrendszer. Felmelegítő és lehűtő rendszer. Biztonsági és üzemzavari hűtőrendszerek.

A beton technológiája és ellenőrzése. Dekontaminálható burkolatok. Atomerőművek épületeinek funkcionális kialakítása, építészet, épületek öregedése.

Atomerőművek belső elrendezése, vízhűtésű atomerőművek berendezéseinek elhelyezése (diszpozíció). A biológiai védelmi falak rendszere, a dolgozók sugárvédelme.

Az ellenőrzött zóna kialakítása. Primer körű cső-, kábel- és hajtásátvezetések. Konténment és hermetikus üzembiztos lokalizációs rendszer felépítése.

Atomerőművek szellőző rendszere, beépített levegőszűrők.

Földrengésvédelem, külső környezeti hatásokkal szembeni védelem.

Atomerőművek 3

Tantárgy neve
magyarul
Atomerőművek 3
angolul
Nuclear power plants 3
Tantárgykód
BMETE80SR54
Óraszám (előadás / gyakorlat / labor)
36/0/0
Tanulmányi teljesítményértékelés (minőségi értékelés) típusa
vizsga érdemjegy
Kreditszám
8
Tantárgyfelelős
neve
Boros Ildikó
A tantárgy tantervi szerepe
kötelező

Részletes tantárgyprogram (részletes tematika)

Egyéb (nem nyomottvízes) atomerőművi reaktorok technológiája. Forralóvízes reaktorok. Nehésvíz, illetve grafitmoderátoros reaktorok. Korszerű reaktortechnológiák (SMR – Small Modular Reactor, úszó atomerőmű, egzotikus reaktortípusok).

Atomerőművek építése – építőipari, gépészeti technológiák. Telephely előkészítése. Atomreaktorok leszerelése.

Atomerőművek villamos rendszere. Atomerőművi villamos berendezések, kábelek tervezése és öregedéskezelése.

Az atomerőmű üzembehelyezése. Fizikai indítás, energetikai indítás, áttérés tartós üzemre. Az üzemanyag manipuláció és tárolás rendszere. Fűtőelem átrakás, kiegészített fűtőelemek hermetikussági és kiegészi ellenőrzése, illetve vizsgálata.

Atomerőművek állapotellenőrzése. Az állapotellenőrzés feladata, módszerei és eszközei. Az állapotellenőrzés szervezése.

Atomerőművek karbantartása. A karbantartás szerepe az öregedés-kezelésben és élettartam-gazdálkodásban. Atomerőművi karbantartás speciális feltételei és szempontjai, a karbantartás végrehajtása.

Vízüzem. A fémek elektrokémiai és áramlás által támogatott korróziója, a korróziótermékek transzportja. Vízhűtésű atomerőművek gőzfejlesztőjének felépítése. A gőzfejlesztőben lejátszódó hőtechnikai folyamatok elemzése, cseppleválasztás, lerakódások. A szekunderkör vízüzeme. A berendezések meghibásodására vezető "lassú" vízüzemi folyamatok, ezek elkerülése és korai felismerése. Atomerőművi vízkémia (bórsavas vízüzem, speciális vízüzemek).

Üzemanyagok viselkedése normál üzemben és üzemzavari helyzetben. Üzemanyagsérülések. Atomerőművi radiokémia: radioizotópok a zónában és a hűtővízben; fűtőelem tömörség vizsgálatok; korróziós termékek és kontamináció. Radiokémia baleseti körülmények között (tervezési baleset, súlyos baleset); radioizotópok viselkedése és kémiaja súlyos balesetek során.

Fenntartható fejlődés és atomenergia

Tantárgy neve
magyarul
Sugárvédelem, dozimetria és radioaktív hulladékok
angolul
Radiation protection, dosimetry and radioactive wastes
Tantárgykód
BMETE80SR36
A tantárgy meghirdetett nyelve
magyar
Óraszám (előadás / gyakorlat / labor)
12/0/0
Tanulmányi teljesítményértékelés (minőségi értékelés) típusa
félévközi érdemjegy
Kreditszám
2
Tantárgyfelelős

neve
Dr. Aszódi Attila
A tantárgy tantervi szerepe
kötelező

Részletes tantárgyprogram (részletes tematika)
<p>Globális és lokális energetikai lehetőségek és piacok, fő kérdések, trendek, nemzetközi ellátás és fogyasztás az atomenergiára vonatkozóan.</p> <p>Energia-elosztó rendszerek és azok geopolitikai kihívásai; a villamosenergia-rendszer lehetőségei és üzemmódjai (csúcs/alap); villamosenergia-termelési módok, kapcsolatuk a hálózattal, különös tekintettel a megbízhatóságra; termelési költség, alaperőművi ellátás, a terheléskövetés és a tartalékok jelentősége.</p> <p>A villamosenergia-elosztó hálózat infrastruktúra-igényei; a megbízható hálózat műszaki kihívásai; villamosenergia-rendszer meghibásodásainak tapasztalatai.</p> <p>A villamosenergia-termelés költségei. Az atomerőművi villamos energia és a nukleáris üzemanyag árának globális gazdasági hajtóerői (általános költségmérleg, üzemanyagciklusok gazdaságossága, bányászat, konverzió, villamosenergia-egységköltség, tőkeköltség új atomerőmű építéskor, leállás költségei, karbantartás); az üvegházhatású gázok kibocsátási piacának figyelembe vétele.</p> <p>Nukleáris létesítmények életciklusa, legfontosabb atomerőmű-beruházási projektek, trendek.</p>

Laboratóriumi gyakorlat 1

Tantárgy neve
magyarul
Laboratóriumi gyakorlat 1
angolul
Laboratory measurements 1
Tantárgykód
BMETE80SR43
A tantárgy meghirdetett nyelve
magyar
Óraszám (előadás / gyakorlat / labor)
0/0/12
Tanulmányi teljesítményértékelés (minőségi értékelés) típusa
félévközi érdemjegy

Kreditszám
2
Tantárgyfelelős
neve
Dr. Czifrus Szabolcs

Részletes tantárgyprogram (részletes tematika)
A laboratóriumi gyakorlatok részben mérések, részben szimulátor-gyakorlatok formájában zajlanak, és az alábbi tématerületekhez csatlakoznak: Reaktorfizika Reaktortechnika Sugárvédelem Nukleáris mérés technika Szabályozástechnika Termohidraulika
A gyakorlatok a BME NTI Oktatóreaktorában és laboratóriumaiban kerülnek lebonyolításra.

Laboratóriumi gyakorlat 2

Tantárgy neve
magyarul
Laboratóriumi gyakorlat 2
angolul
Laboratory measurements 2
Tantárgykód
BMETE80SR50
A tantárgy meghirdetett nyelve
magyar
Óraszám (előadás / gyakorlat / labor)
0/0/20
Tanulmányi teljesítményértékelés (minőségi értékelés) típusa
félévközi érdemjegy
Kreditszám
4
Tantárgyfelelős
neve
Dr. Czifrus Szabolcs

Részletes tantárgyprogram (részletes tematika)

A laboratóriumi gyakorlatok részben mérések, részben szimulátor-gyakorlatok formájában zajlanak, és az alábbi tématerületekhez csatlakoznak:

Reaktorfizika

Reaktortechnika

Sugárvédelem

Nukleáris mérés technika

Szabályozástechnika

Termohidraulika

A gyakorlatok a BME NTI Oktatóreaktorában és laboratóriumaiban kerülnek lebonyolításra.

Laboratóriumi gyakorlat 3

1	Alapadatok
1.1	Tantárgy neve
1.1.1	magyarul
	Laboratóriumi gyakorlat 3
1.1.2	angolul
	Laboratory measurements 3
1.2	Tantárgykód
	BMETE80SR55
1.3	A tantárgy meghirdetett nyelve
	magyar
1.4	Óraszám (előadás / gyakorlat / labor)
	0/0/24
1.5	Tanulmányi teljesítményértékelés (minőségi értékelés) típusa
	félévközi érdemjegy
1.6	Kreditszám
	4
1.7	Tantárgyfelelős
1.7.1	neve
	Dr. Czifrus Szabolcs
1.11	A tantárgy tantervi szerepe
	kötelező

	2.4 Részletes tantárgyprogram (részletes tematika)
--	--

A laboratóriumi gyakorlatok részben mérések, részben szimulátor-gyakorlatok formájában zajlanak, és az alábbi tématerületekhez csatlakoznak:

Reaktorfizika
Reaktortechnika
Sugárvédelem
Nukleáris mérés technika
Szabályozástechnika
Termohidraulika

A gyakorlatok a BME NTI Oktatóreaktorában és laboratóriumaiban kerülnek lebonyolításra.

Monte-Carlo módszerek

Tantárgy neve
magyarul
Monte-Carlo-módszerek
angolul
Monte Carlo methods
Tantárgykód
BMETE80SR56
A tantárgy meghirdetett nyelve
magyar
Óraszám (előadás / gyakorlat / labor)
12/0/12
Tanulmányi teljesítményértékelés (minőségi értékelés) típusa
vizsga érdemjegy
Kreditszám
4
Tantárgyfelelős
neve
Dr. Czifrus Szabolcs
A tantárgy tantervi szerepe
kötelezően választható

Részletes tantárgyprogram (részletes tematika)

1. „Valódi véletlen” és kvázi-véletlen számok. Fizikai és algoritmi-
kus véletlenszám-generátorok, előnyeik, hátrányaik. Egyenletes

- eloszlású véletlen számok generálása. Négyzetközép-, szorzatközép-módszer, multiplikatív és kevert kongruenciális eljárás, egyéb (újabb) algoritmusok. A véletlenszám-sorozat periodicitása és aperiodikus szakasza.
2. Véletlen számsorozat adott eloszlásnak való megfelelését vizsgáló próbák (illeszkedésvizsgálat, χ^2 -próba). Empirikus próbák a véletlen számsorozat egyenletességének és függetlenségének vizsgálatára. Egy- és többdimenziós gyakoriság-próbák. Számjegygyakoriság-teszt. Póker-próba, hézag-próba, futam-próba. Részsorozat-próbák.
 3. Diszkrét eloszlású valószínűségi változók mintavételezése Monte-Carlo-módszerrel. Technikák a mintavételezés gyorsítására.
 4. Valószínűség-sűrűségfüggvénnyel adott folytonos eloszlású valószínűségi változók mintavételezésére szolgáló különféle eljárások. Az eloszlásfüggvény invertálásának módszere, Neumann-féle elfogadás-elvetés (rejekciós) módszer. A rejekciós eljárás hatásfoka, hatásfok-javítási technikák. Kompozíciós módszer és annak alkalmazása közelítőleg egyenletes eloszlású valószínűségi változók hatékony mintavételezésére. Táblázatos mintavételezési módszerek és az általuk megvalósított közelítés értékelése az inverz-eloszlásfüggvény analógia alapján.
 5. Az általánosított rejekciós módszer és annak alkalmazása a normális eloszlás mintavételezésére. A normális eloszlás közelítő mintavételezése kanonikus eloszlású véletlen számok összegzésén keresztül. Box és Muller eljárása normális eloszlású számpárok előállítására.
 6. Térben izotróp irányeloszlás mintavételezése (1) a gömb ekvidisztáns síkokkal való szeletelésére vonatkozó tétel alapján; (2) normális eloszlású iránykomponensek felhasználásával; (3) az egységsugarú gömböt érintő kockán belüli térben egyenletesen eloszló pontok gömbön kívüli hányadának rejekciójával; (4) Marsaglia módszerével. A sík normálisához képest koszinuszos irányeloszlás mintavételezése.
 7. Síkban izotróp irányeloszlás mintavételezésére szolgáló eljárások. A rejekciós eljárás gyorsítása a duplaszögek módszerével.
 8. A részecske-transzport szimulálása Monte-Carlo-módszerrel. Analóg és nem analóg lejátás. A részecskéhez rendelt Monte Carlo paraméterek. A részecsketranszport-program főbb komponensei. A részecsketranszport-szimuláció ütközési rutinja, ütközés utáni irány sorsolása.
 9. Szabad úthossz modellezése homogén, szakaszosan homogén és inhomogén közegben (Woodcock-módszer).

10. A Compton-szóródás modellezése Monte-Carlo-módszerrel. A Klein-Nishina szögeloszlás transzformálása a foton energiavesztésének arányára. Kahn és Koblinger módszere.
11. Szóráscsökkentő eljárások a részecske-transzport szimulációjánál. A statisztikai súly, a térbeli fontosság, az orosz rulett és a trajektóriák felhasításának módszere.

Reaktorfizikai számítások

Tantárgy neve
magyarul
Reaktorfizikai számítások
angolul
Reactor Physics Calculations
Tantárgykód
BMETE80SR57
Óraszám (előadás / gyakorlat / labor)
12/0/12
Tanulmányi teljesítményértékelés (minőségi értékelés) típusa
vizsga érdemjegy
Kreditszám
4
Tantárgyfelelős
neve
Dr. Szieberth Máté
A tantárgy tantervi szerepe
kötelező

2.4 Részletes tantárgyprogram (részletes tematika)

Kevéscsoport diffúzióelmélet végesdifferencia közelítésben, 1D geometriák, R-Z és R- Θ geometria, pálcakódok, peremfeltételek. Végesdifferencia-egyenletek pontossága, külső és belső iteráció. Sokcsoportmódszerek, rezonancia-önárnyékolás és korrekciója, cellahomogenizáció, csoportállandók előállítása. Reaktorfizikai problémák számítási sémája, kódrendszerek.

PL egyenleket általánosan, sorfejtés gömbfüggvények szerint, PL egyenletek 1D-ban, transzverzális áram.

SN közelítés, Gauss-kvadratúrák, szegmensok választása, kapcsolat a PL közelítéssel.

Bevezetés a CFD módszerekbe

Tantárgy neve
magyarul
Bevezetés a CFD módszerekbe
angolul
Introduction to CFD Methods
Tantárgykód
BMETE80SR58
A tantárgy meghirdetett nyelve
magyar
Óraszám (előadás / gyakorlat / labor)
12/0/12
Tanulmányi teljesítményértékelés (minőségi értékelés) típusa
vizsga érdemjegy
Kreditszám
4
Tantárgyfelelős
neve
Dr. Tóth Sándor
A tantárgy tantervi szerepe
kötelezően választható

Részletes tantárgyprogram (részletes tematika)

Computational Fluid Dynamics (CFD) alapjai.
Anyag-, impulzus- és energiamegmaradás egyenletei. Peremfeltételek. Megmaradási egyenletek általános alakja.
Turbulens áramlások jellemzői, leírásuk.
Reynolds-átlagolt Navier-Stokes-egyenletek. k -epsilon turbulenciamodell.
Differenciasémák. Konvekció-diffúzió-egyenlet megoldása a véges térfogatok módszerével.
CFD elemzések hibái és bizonytalanságai. Best Practice Guidelines (BPG).
ANSYS CFX és ICEM kódok használatának alapjai.
Szubcsatornában kialakuló áramlás modellezése.
T-idomban történő közeg keveredés vizsgálata.

Termohidraulikai rendszerelemzés

Alapadatok

Tantárgy neve
magyarul
Termohidraulikai rendszerelemzés
angolul
Thermal hydraulic system codes
Tantárgykód
BMETE80SR59
Óraszám (előadás / gyakorlat / labor)
12/0/12
Tanulmányi teljesítményértékelés (minőségi értékelés) típusa
félévközi érdemjegy
Kreditszám
4
Tantárgyfelelős
Neve
Csige András
A tantárgy tantervi szerepe
Kötelező

Részletes tantárgyprogram (részletes tematika)

A rendszerkód használatának célja, szerepe az atomerőművek biztonságának megalapozásában és növelésében. Történelmi áttekintés: a Flash-tól a RELAP7-ig.

Mérlegegyenletek: kontinuitás, impulzus, energia. Térbeli és időbeli átlagolás. Gőz- és vízfázis kölcsönhatásának kérdései, az egyenletek száma. Redukálás 1 dimenzióra, diszkretizáció. Numerikus sémák.

Lezáró egyenletek. Áramlási térképek. Nyomáskereső és hőátadás modellezése. CCFL, forráskrízis. Speciális komponens modellek: FKSZ, hidroakkumulátor, szeparátor.

A rendszerkódok ellenőrzése: verifikáció és validáció. OECD NEA CSNI teszt mátrix. Kísérleti berendezések: SET, ITF. Nyomottvízes reaktorokhoz készített teszt berendezések: Semiscale, LOFT, PKL, Paks Modell Kísérlet.

Bizonytalanságok kezelése: Konzervatív kódok és peremfeltételek, BEPU.

Teljes atomerőmű rendszermodell bemutatása konkrét példán keresztül.

A tantárgyhoz tartozó labormunka során egy atomerőmű rendszermodellt készítenek el a hallgatók, amivel tranziens számítást végeznek.

Nukleáris mérések

Alapadatok
Tantárgy neve
magyarul
Nukleáris mérések
angolul
Nuclear Measurements
Tantárgykód
BMETE80SR60
Óraszám (előadás / gyakorlat / labor)
12/0/12
Tanulmányi teljesítményértékelés (minőségi értékelés) típusa
vizsga érdemjegy
Kreditszám
4
Tantárgyfelelős
neve
Dr. Szalóki Imre
A tantárgy tantervi szerepe
kötelező

Részletes tantárgyprogram (részletes tematika)

Bevezetés: a tárgy jelentősége, felhasználhatósága, alkalmazhatóságok;

Nukleáris ipari anyagvizsgálatok, radioanalitikai elemzési módszerek atomerőművekben (gamma-, béta- és alfa-spektrometria), in-situ nukleáris mérés technika, atomerőművi radioaktív hulladékok elemzése, dekontamináció. Nukleáris analitikai laboratórium minőségbiztosítása, dozimetriai eszközök és módszerek atomreaktorokban.