

Fizika BSc záróvizsga tematika

Alap tematika

(Alapismeretek a kötelező tárgyakból)

1. A mechanika alaptörvényei

Newton-axiómák. Tömegpont mozgása konzervatív erőterben, energiamegmaradás. Mozgás centrális erőterben, Kepler-törvények. Tömegpontrendszerek (tömegközéppont és mozgásegyenlete, impulzus, impulzusmomentum).

2. Lagrange- és Hamilton-féle dinamika

Potenciálban mozgó részecske Lagrange- és Hamilton-formalizmusban. Lagrange- és Hamilton-függvény, mozgásegyenletek. Legkisebb hatás elve. Liouville-tétel.

3. Időfüggetlen elektromos és mágneses terek

Statikus töltéeloszlások és áramok által keltett elektromos és mágneses terek. Polarizáció és dielektromos eltolás. Ohm-törvény, és annak mikroszkopikus megalapozása a Drude-modell segítségével. Vektorpotenciál, mértékszabadság. Statikus mágneses tér anyagban, mágnesezettség, mágneses térerősség.

4. Időfüggő elektromágneses terek

Elektromágneses indukció, Faraday törvénye, kölcsönös és önindukciós együtthatók. Eltolási áram, teljes időfüggő Maxwell-egyenletek. Elektromágneses mező energiája és impulzusa, Poynting-vektor. Elektromágneses hullámok vákuumban és lineáris közegben. Polarizáció, csoport- és fázissebesség, törésmutató. Interferencia, diffrakció.

5. Optika

Fény reflexiója és transzmissziója sík határfelületen. Teljes visszaverődés, elhaló hullám. A fény terjedése anizotrop közegben, kettőtörés. Interferencia, koherencia. Skalárdiffrakció, Fraunhofer- és Fresnel- közelítés. Rayleigh-kritérium. Alapvető optikai eszközök és azok felbontása.

6. Egyszerű kvantummechanikai rendszerek

Időfüggő és időfüggetlen Schrödinger-egyenlet. Valószínűség-sűrűség és áramsűrűség. Megoldások egyszerű rendszerekre: dobozba zárt részecske, harmonikus oszcillátor, szórás egy dimenzióban, rezonanciaszórás, alagúteffektus.

7. A kvantummechanika elvei

Fizikai mennyiségek és operátoraik. Hely-, impulzus-, impulzusmomentum- és spinoperátorok, Hamilton-operátor. Mérések, határozatlansági reláció. Ehrenfest-tétel, korrespondenciaelv.

8. Elektronok atomokban

Centrális erőter, hidrogénatom. Atomi energianívók osztályozása (kvantumszámok). Pauli-elv. Periódusos rendszer.

9. A szilárdtestfizika alapjai

Szilárdtestek szerkezete: kristályrács és reciprokrács, kristályszerkezet meghatározása Röntgen-szórással. Atomi nívók kiszélesedése energiasávokká szilárdtestekben, szilárdtestek osztályozása betöltöttség alapján (szigetelők, fémek, félvezetők).

10. Termodinamika és statisztikus fizika alapjai

A termodinamika főtételei, entrópia. Mikro- és makroállapotok, az egyenlő valószínűségek elve, mikrokanonikus sokaság. Az entrópia Boltzmann-féle definíciója és alaptulajdonságai. Hőmérséklet, nyomás és kémiai potenciál statisztikus fizikai definiálása. A főtételek statisztikus fizikai értelmezése.

11. Kvantumos sokrészecske-rendszerek

Részecskék megkülönböztethetlensége, bozonok és fermionok. Bose–Einstein-statisztika, feketetest-sugárzás, rácsrezgések fajhője. Elektron-gáz, Fermi–Dirac-statisztika, a Fermi-energia fogalma.

Fizikus modulok

(1 db. 6 tétel modul választandó)

Haladó mechanika (Mechanika 1-2)

M1. Egyensúly körüli kis rezgések

A Lagrange-függvény egyensúly körüli alakja, általános mozgásegyenletek. Két harmonikusan csatolt tömegpont mozgása, normál koordináták, 0-módusok. Molekulák rezgési módusai.

M2. Relativisztikus mechanika

Lorentz-transzformációk, Minkowski-tér, sajátidő, négyessebesség, négyesimpulzus, négyesvektorok, Einstein-reláció, transzverzális és longitudinális tömeg. Szabad és elektromágneses térben mozgó részecske hatása, Lagrange- és Hamilton-függvénye, mozgásegyenlete.

M3. Folyadékok mechanikája

Sebességmező, feszültségtenzor, Lagrange- és Euler-féle mozgásegyenlet. Newtoni folyadék feszültségtenzora, Navier–Stokes-egyenlet, lamináris Poiseuille-áramlás.

M4. Deformálható testek Lagrange-mechanikája

Deformációtenzor és Hooke-törvény. Izotrop közeg Lagrange-sűrűsége, Euler–Lagrange-egyenletei. Rugalmas hullámok izotrop közegben. Energiasűrűség és energia mérlegegyenlete. Kanonikus impulzussűrűség, Hamilton-sűrűség.

M5. Szimmetriák, kanonikus mechanika és integrálhatóság

Noether-tétel és megmaradó mennyiségek. Poisson-zárójelkelek, időfejlődés, infinitezimális kanonikus transzformációk, megmaradó mennyiségek és szimmetriák.

M6. Hamilton–Jacobi-formalizmus és integrálhatóság

Kanonikus transzformációk és generátorfüggvények. A Hamilton–Jacobi-egyenlet, hatás-szög változók, integrálhatóság.

Haladó elektrodinamika (Elektrodinamika 1-2)

E1. Potenciálmélet

Green-függvény módszer, kapacitás, tükörtlöltések módszere. Poisson-egyenlet Green-függvénye, multipólus-kifejtés. Mágneses skalárpotenciál.

E2. Kvázistacionárius jelenségek

Kvázistacionárius mezők fémekben. Relaxációs idő. Skineffektus, felületi jelenségek vezetőkben. Effektív felületi áramsűrűség, veszteségi teljesítmény.

E3. Hullámvezetők

Hullámvezető általános leírása, TEM, TE és TM módusok. Energiasűrűség és -áram, fázis- és csoportsebesség. Üregrezonátor. Jóság tényező, Lorentz-görbe.

E4. Elektromágneses sugárzások

Retardált és avanszált megoldások. Lokalizált oszcilláló töltésrendszerek tere. Dipól- és kvadrupólsugárzások jellemzői. Gyorsuló töltések sugárzása, Larmor-formula. Relativisztikus sugárzási jelenségek kvalitatív jellemzése.

E5. Elektromágneses hullámok szórása

Elektromos dipólszórás: frekvenciafüggés, szögeloszlás, polarizáció. Thomson-szórás. Alakfaktor. Szórás szabályos kristályon. Szórás sűrűség-ingadozásokon. Az ég kék színe, polarizációja. Kritikus opaleszcencia.

E6. Hullámterjedés frekvenciafüggő közegben

Frekvenciafüggő dielektromos állandó és törésmutató; abszorpció. A polarizálhatóság mikroszkopikus modellje, plazmafrequencia. Kramers–Kronig-reláció. Dielektromos állandó és vezetőképesség.

Haladó kvantummechanika (Kvantummechanika 1-2)

Q1. Időfejlődés a kvantummechanikában

Időfejlesztő operátor. Schrödinger-, Heisenberg- és Dirac-kép. Időfüggő perturbációszámítás, spontán emisszió és abszorpció, Fermi-féle aranyszabály.

Q2. Kölcsönható elektronok

Impulzusmomentum összeadás szabályai, szinglet és triplet kételektron spinállapotok. He atom alapállapota (para-hélium) és első gerjesztett szintjének felhasadása (ortho-hélium), direkt és kicserélődési Coulomb-integrálok.

Q3. Szóráselmélet

Lippmann–Schwinger-egyenletek, Born-közelítés. Szórásamplitúdó és hatáskeresztmetszet. Összetett target, alakfaktor, szerkezeti tényező. Parciális hullámok módszere, fázistolás. Optikai tétel.

Q4. *Mozgás elektromágneses térben*

Kinetikus impulzus. Paramágneses és diamágneses energiagagok. Kontinuitási egyenlet. A hullámfüggvény mértéktranszformációja. Aharonov–Bohm-effektus. Fluxuskvantálás szupravezetőkben. Landau-nívók.

Q5. *Relativisztikus kvantummechanika 1*

Klein–Gordon-egyenlet. Dirac-egyenlet, gamma-mátrixok. Csatolás külső elektromágneses térhez, mértékinvariancia. Kontinuitási egyenlet. Dirac-vákuum, pozitron.

Q6. *Relativisztikus kvantummechanika 2*

A Dirac-egyenlet Lorentz-invarianciája, spin és teljes impulzusmomentum. Nemrelativisztikus határeset és $1/c^2$ energiakorrekciók: relativisztikus tömegnövekedés, spin-pálya kölcsönhatás, Darwin-tag (Zitterbewegung). Spinmágneszettségi áramsűrűség.

Szilárdtestfizika (Szilárdtestfizika alapjai, Elméleti szilárdtestfizika)

Sz1. *Kristályok szerkezete*

Kristályrács és reciprokrács, kristályok szimmetriái. Diffrakció elmélete, Bragg-feltétel. Szerkezetmeghatározás röntgen-szórással.

Sz2. *Rácsrezgések, fononok*

Rácsrezgések harmonikus közelítésben. Fononok energiája, impulzusa. Diszperziós reláció akusztikus és optikai fononágak esetén. Diszperziós reláció kísérleti meghatározása. Fonon-állapotsűrűség és -fajhő.

Sz3. *Szilárdtestek elektronszerkezete*

Szabadelektron-gáz kvantummechanikai leírása, fajhő, szuszceptibilitás. Elektronok periodikus potenciálban, Bloch-tétel. Sávszerkezet közel szabad elektron és szoros kötésű közelítésben, effektív tömeg. Elektron-állapotsűrűség ezen közelítésekben. Fotoelektron-spektroszkópia.

Sz4. *Kváziklasszikus dinamika*

Bloch-elektron mozgása külső erő hatására. Kváziklasszikus közelítés feltételei. Kváziklasszikus dinamika homogén elektromos és mágneses térben. Kváziklasszikus mozgás Hamilton-formalizmusa.

Sz5. *Fémek vezetése*

Boltzmann-egyenlet. Ütközési tag. Relaxációsido-közelítés. Egyenáramú vezetőképesség, szabad úthossz, mozgékonyág, hővezetés, Peltier- és Seebeck-együtthatók. Fémek ellenállásának hőmérsékletfüggése. Hall-effektus.

Sz6. *Félvezetők sávszerkezete és vezetése*

A félvezetők sávszerkezete (Ge, Si, GaAs), effektív tömeg, állapotsűrűség. Töltéshordozók tiszta és szennyezett félvezetőkben, sekély donor- és akceptornívók. A p-n átmenet, dióda, tranzisztor, térvezérlésű tranzisztor (MOSFET), alagútdióda, félvezető lézer, LED.

Alkalmazott fizika modulok

(2db 3 tételes modul választandó)

Alkalmazott plazmafizika

A1. Plazma definíciója és jellemző paraméterek (Debye-hossz, plazmaparaméter, plazmafrekvencia). Klasszikus és kvantumoz plasmák összehasonlítása. Akusztikus hullám a plazmában. Transzportjelenségek.

A2. Gázkisülések, gerjesztett és önfenn tartó kisülés, Paschen-törvény. Alapvető kisülési formák. Gázkisülésben lejátszódó folyamatok: ionizáció, rekombináció, gerjesztés, elektródfolyamatok, termikus elektronemisszió, téremisszió, szekunder emisszió.

A3. Plazma definíciója, klasszikus és kvantumoz plasmák összehasonlítása. Alkalmazások: fúziós energiatermelés távlatai, fényforrások, lézer, ionforrás, plazmahegesztés, plazmareaktorok, CVD, Langmuir-szonda.

Biofizika alapjai

B1. A biofizikai rendszerek kölcsönhatása sugárzással. Fényelnyelés biológiai makromolekulákban, a fotogerjesztett molekulák viselkedése, a fény biológiai hatásai (hatásmechanizmus, jellemző fizikai paraméterek, folyamatok). Az ionizáló sugárzás dózis-hatás aránytalanságának jelentősége és lehetséges modelljei (csak röviden: találatelmélet, vízaktywálási elmélet, molekuláris elmélet).

B2. Az élő szervezet energia- és anyagforgalma. A szervezet hőháztartása és hőszabályozása, a sejtszintű energiaátalakítás kérdései (fotoszintézis, respiráció, az ATP szerepe az élő rendszerekben). Transzportfolyamatok leírása, ideális és reális folyadékok lamináris és turbulens áramlása. A diffúzió speciális esetei élő szervezetekben: ozmózis, passzív és közvetített diffúzió, aktív transzport.

B3. Biológiai membránok. A membrán mint diffúziós közeg tulajdonságai, az ingerelhető membrán. Elektromos jelenségek: nyugalmi membránpotenciál, a sejtmembrán elektromos és funkcionális modellje, az ionszatórnák.

Membránpotenciál-változások az ingerküszöb alatt, akciós potenciál, ingerületterjedés.

Spektroszkópia

SP1. Spektroszkópia célja, fogalma, felosztása. Tömegspektrométerek feladata, típusai, működéseik. Gamma és béta spektroszkópia. Szcintillációs detektor működése.

SP2. Emissziós, abszorpciós és fluoreszcencia optikai spektroszkópia. Diszperziós és diffrakciós bontóelemek, felbontóképesség. Gyakorlati megvalósítások.

SP3. Nagy felbontású optikai spektroszkópia és alkalmazásai. Fabry-Pérot-, Fourier-, heterodyn, Raman- és vonalalak-spektroszkópia, kétfotonos spektroszkópia.

Szilárdtestfizika

ASz1. Szilárdtestek elektronszerkezete

Szabadelektron-gáz kvantummechanikai leírása. Elektronok periodikus potenciálban, Bloch-tétel. Sávszerkezet közel szabad elektron és szoros kötésű közelítésben, effektív tömeg.

ASz2. Fémek vezetése

Nemegyensúlyi eloszlásfüggvény, Boltzmann-egyenlet. Az ütközési tag relaxációs idő-közelítésben. Egyenáramú vezetőképesség, szabad úthossz, hővezetés, Peltier- és Seebeck-együtthatók. Fémek ellenállásának hőmérsékletfüggése.

ASz3. Félvezetők

A félvezetők sávszerkezete (Ge, Si, GaAs), effektív tömeg, állapotsűrűség. Töltéshordozók tiszta és szennyezett félvezetőkben, sekély donor- és akzeptornívók. Félvezető eszközök: p-n átmenet, dióda, bipoláris tranzisztor, tervezérlésű tranzisztor (MOSFET), félvezető lézer, LED.

Lézertechnika

L1. Fény és anyag kölcsönhatása, spontán emisszió, abszorpció, indukált emisszió. Koherens optikai erősítő. Gerjesztési módok a gyakorlatban. Az erősítés telítődése. Inhomogén és homogén erősítésű közegek eltérő tulajdonságai.

L2. Visszacsatoló rendszer: optikai rezonátor jellemzői, módusok meghatározása a diffrakcióelmélet alapján, a rezonátor stabilitása. A TEM₀₀ Gauss-nyaláb tulajdonságai: nyalábsugár, divergencia, fázisfelület. Gauss-nyaláb terjedése optikai rendszeren keresztül (ABCD mátrixok).

L3. Lézerműködés feltételei: erősítési és fázisfeltétel. Lézerfény sávzélessége, egymódusú működés. Impulzusüzemű lézerműködés: erősítés és Q-kapcsolás, móduscsatolás. Tipikus lézeralkalmazások.

Mikro- és nanotechnológiák

MN1. A rétegleválasztás és rétegnövekedés fizikai alapjai. Fizikai (porlasztás, párologtatás) és kémiai (gázfázisú, folyadékfázisú) vékonyréteg-leválasztási módszerek valamint a vastagréteg-technológia összehasonlítása.

MN2. Adalékolás (diffúzió és ionimplantáció), litográfia (fotolakkok, foto-, röntgensugaras, elektronsugaras, ionsugaras litográfia), rétegtávoltási technológiák (nedves ill. száraz marás).

MN3. Rétegek minősítésére alkalmas eljárások és módszerek: röntgendiffrakció, transzmissziós elektronmikroszkópia, pásztázó elektronmikroszkópia, szekunderion-tömegspektrometria, röntgen-fotoelektron-spektroszkópia, Auger-elektron-spektroszkópia, pásztázó alagútmikroszkópia, atomerő-mikroszkópia.

Reaktorfizika

R1. A reaktorfizika alapegyenletei: a transzportegyenlet általános alakja, peremfeltételek; a diffúzióegyenlet általános alakja, peremfeltételek; kinetikus és statikus sajátértékek általában és az egycsoport elméletben; a fluxus helyfüggése, görbületi paraméterek, kritikusság.

R2. Időfüggő jelenségek: késő neutronok és a pontkinetikai egyenletrendszer; a homogén megoldás jellegzetességei, reciprokára egyenlet, az időállandók szerkezete; forrásos megoldások; prompt kritikusság és szabályozhatóság; reaktivitás mérési módszerei; a kiegészítő jellegzetességei (transzuránok és hasadási termékek időbeli alakulása).

R3. Spektrális jellegzetességek: aszimptotikus lassulási egyenlet, neutronspektrum és a lassulási sűrűség; lassulási egyenlet egzakt megoldásai és a lassulási modellek; rezonanciaintegrál és a rezonancia kikerülési valószínűség; reaktorfizikai Doppler-effektus; moderáltság és annak hatása a k_{eff} -re.

Termohidraulika

(Atomerőművek termohidraulikája)

T1. A nukleáris üzemanyag hőtechnikai jellemzői: Az UO₂ anyagjellemzőinek alakulása a hőmérséklet és egyéb jellemzők függvényében. Atomreaktorok nukleáris üzemanyagának felépítése. A hővezetés differenciálegyenlete, valamint annak analitikus megoldása sík és hengeres üzemanyag geometria esetén. Hengeres üzemanyagpálca teljes hőátvitelének leírása. Üzemanyag, burkolat és hűtőközeg hőmérsékletének axiális és radiális alakulása a zónában.

T2. Hidraulika és hőátvitel: Az áramló folyadék egyenletei (Navier–Stokes-egyenlet). Veszteséges Bernoulli-egyenlet. Csövek, csőszerelvények áramlási veszteségei. Hasonlóságelmélet a hidraulikai egyenletrendszer megoldására. Hasonlósági számok. Kétfázisú áramlás formái csövekben. Áramlási térképek. Kétfázisú áramlások leírása. A konvektív hőátadás leírása. Kondenzációs hőátadás jellemzői. Forrásos hőátadás jellemzői. Forrásgörbe, forráskrizisek. Tervezési és üzemeltetési feltételek a DNBR-re.

T3. Tervezési üzemzavarok és súlyos balesetek

A reaktorbiztonság alapjai. Determinisztikus üzemzavar elemzések. Tervezési alap, tervezési üzemzavarok. A LOCA fogalma. Különböző méretű hűtőközeg-vesztéses üzemzavarok osztályozása, fő jellemzőik. A zóna tervezésénél alkalmazott biztonsági korlátok. A tervezési alapon túli balesetek fogalma. Egy súlyos baleset során a zónában lejátszódó legfontosabb fizikai folyamatok, jellemző hőmérsékletei. A reaktortartály sérüléséhez vezető folyamatok, a tartálysérülés következményei, azok enyhítési lehetőségei. A TMI-2, a Csernobil-4 balesetének okai, lefolyása és következményei.

Sugárvédelem

(Sugárvédelem és jogi szabályozása)

S1. Dózismennyiségek

A dózismennyiségek definíciói, a fizikai és biológiai dózismennyiségek közötti összefüggések, kapcsolatok. Az ionizáló sugárzások egészségkárosító hatásai. A dózis- és dózisteljesítmény-mérés elméleti alapjai és mérés-technikai megoldásai. A belső sugárterhelés meghatározásának mérési és számítási módszerei.

S2. Sugárvédelmi szabályozás

A sugárvédelem axiómái. A sugárvédelmi szabályozás rendszere. A tervezési folyamat elemei. A sugárvédelem alapelvei, dóziskorlátozási rendszer. Lakossági és munkavállalói dóziskorlátok. Az immisszió és emisszió korlátozása. Baleseti helyzetek kezelése.

S3. Természetes és mesterséges radioaktivitás

A természetes radioaktivitás összetevői. A kozmikus és teresztriális külső sugárterhelés. Belső sugárterhelés. A radon jelentősége, meghatározási módszerei. Környezeti monitorozás, a természetes és mesterséges komponensek megkülönböztetése. A mesterséges radioaktivitás forrásai.

Orvosi képalkotás
(Orvosi képalkotó rendszerek)

OF1. Planáris leképezések az orvosi képalkotásban

Az orvosi képalkotásban használt elsődleges és másodlagos képminőségi jellemzők, felismerési modellek – Rose-modell, planáris képalkotás konvolúciós modellje, orvosi fizikában használatos planáris képalkotó eszközök működési elve és fizikai alapjai (planáris röntgenfelvétel, gamma kamera).

OF2. Tomográfias leképezések az orvosi képalkotásban

Radon-transzformált, inverz Radon-transzformált, a szűrt visszavetítés (FBP) eljárásának szűrési és visszavetítési tagja, Maximum likelihood becslés az izotópdiaosztikában és az ML-EM algoritmus; tomográfias eszközök működési elvei (CT, PET, SPECT) és a mért adatok kapcsolata a rekonstrukciós technikákkal.

OF3. Orvosi képalkotó rendszerek fizikai alapjai

Röntgen képalkotás fizikája (forrás, detektor, a vizsgált objektum által adott jel oka és tulajdonságai, felbontás). Izotópdiaosztika (források, detektortípusok, leképező rendszerek fajtái, felbontás). Mágneses rezonancias képalkotás (MRI; a vizsgált objektum által adott jel oka és tulajdonságai, mérési szekvenciák, mérési elrendezések). Ultrahangos diagnosztika (források, detektorok, a vizsgált objektum által adott jel oka és tulajdonságai, felbontás).

Fúziós energiatermelés
(Bevezetés a fúziós plazmafizikába)

F1. A fúziós energiatermelés fizikai alapjai

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

F2. Mágneses összetartású fúziós berendezések

A plazma definíciója, töltött részecskék mozgása mágneses térben, a mágneses tér geometriája a különböző koncepciókban: lineáris berendezés, sztelátor, tokamak; plazma előállítása, anyagutánpótlás, fűtés, plazma-fal kapcsolat, áramhajtás.

F3. Út a fúziós energiatermelés felé

Nyitott fizikai és technológiai kérdések, az ITER tokamak építésének célja, részegységei, fontosabb paraméterei, fő komponensei, üzemeltetésének scenáriói. IFMIF, DEMO, Fúziós Útiter.

Monte-Carlo-módszerek

M1. Diszkrét és folytonos eloszlások mintavételezése Monte-Carlo-módszerrel

Diszkrét eloszlású valószínűségi változók mintavételezése Monte-Carlo-módszerrel. Technikák a mintavételezés gyorsítására. Valószínűség-sűrűségfüggvénnyel adott folytonos eloszlású valószínűségi változók mintavételezésére szolgáló különféle eljárások. Inverz-eloszlásfüggvény módszer, Neumann-féle elfogadás-elvetés (rejekciós) módszer. A rejekciós eljárás határfoka, határfokjavítási technikák. Kompozíciós módszer. Táblázatos mintavételezési módszerek.

M2. Síkbeli és térbeli irányeloszlások modellezése

Síkban izotrop irányeloszlás mintavételezésére szolgáló eljárások. A rejekciós eljárás gyorsítása a duplaszögek módszerével. Térben izotrop irányeloszlás mintavételezése (1) a gömb ekvidisztáns párhuzamos síkokkal való szeletelésére vonatkozó tétel alapján; (2) normális eloszlású iránykomponensek felhasználásával; (3) az egység sugarú gömböt érintő kockán belüli térben egyenletesen eloszló pontok segítségével; (4) Marsaglia módszerével. A sík normálisához képest koszinuszos irányeloszlás mintavételezése.

M3. Részecske-transzport szimulálása Monte-Carlo-módszerrel

Analóg és nem analóg lejátszás. A részecskéhez rendelt Monte-Carlo-paraméterek. A részecsketranszport program főbb komponensei. A részecsketranszport-szimuláció ütközési rutinja, ütközés utáni irány sorsolása. Szabad úthossz modellezése homogén, szakaszosan homogén és inhomogén közegben (Woodcock-módszer). Szóráscsökkentő eljárások a részecsketranszport szimulációjánál. Statisztikai súly, implicit befogás. Forrásparáméterek torzítása. Térbeli fontosság módszere. Orosz rulett. A trajektóriák felhasításának módszere.

Nukleáris mérés technika és radiokémia
(Nukleáris mérés technika, Radiokémia és nukleáris kémia)

- N1. Elektromágneses sugárzás, töltött részecskék és anyag atomjai között lejátszódó, a detektálás alapjait jelentő fizikai kölcsönhatások. Gáztöltésű és szcintillációs detektorok működési elvei és alkalmazásai. LSC detektorteknika. Detektorok általános mérés technikai tulajdonságai: hatásfok, felbontóképesség, holtidő, kiszökési és pile-up jelenségek. Neutrondetektálás.
- N2. Félvezető detektorokban lejátszódó elektronfizikai folyamatok. A félvezető-detektorok működése és főbb típusai: HPGe, Si(Li), SDD és alkalmazásai. Speciális detektálási technikák: Cserenkov-számláló, szilárdtest-nyomdetektor, termolumineszcens detektor, köd- és diffúziós kamrák. Nukleáris spektrométerek és az elektronikus jelfeldolgozás alapeszközei, analóg-digitális konverzió.
- N3. Izotópok keletkezési elmélete, a periódusos rendszer, α -, β - és γ sugárzások, izotópeffektus. Analitikai eljárások: tömegspektrometria, SIMS, röntgenfluoreszcencia analízis, NAA, Mössbauer- és Raman-spektroszkópia, LIBS. A radioanalitika alapjai: kémiai nyomjelzés, kémiai elválasztási eljárások.