

FIȘA DISCIPLINEI
Spectroscopie nucleară

Anul universitar 2025

1. Date despre program

1.1. Instituția de învățământ superior	Universitatea Babeș-Bolyai, Cluj-Napoca
1.2. Facultatea	de Fizică
1.3. Departamentul	Fizică Biomoleculară,
1.4. Domeniul de studii	Fizică
1.5. Ciclul de studii	Licență
1.6. Programul de studii / Calificarea	Fizică Tehnologică
1.7. Forma de învățământ	Cu frecvență

2. Date despre disciplină

2.1. Denumirea disciplinei	Spectroscopie nucleară			Codul disciplinei	FLR5704
2.2. Titularul activităților de curs	Lect. Dr. Horia PAȘCA				
2.3. Titularul activităților de seminar	Lect. Dr. Horia PAȘCA				
2.4. Anul de studiu	IV	2.5. Semestrul	VII	2.6. Tipul de evaluare	E
				2.7. Regimul disciplinei	DS

3. Timpul total estimat (ore pe semestru al activităților didactice)

3.1. Număr de ore pe săptămână	4	din care: 3.2. curs	2	3.3. seminar/ laborator/ proiect	2
3.4. Total ore din planul de învățământ	56	din care: 3.5. curs	28	3.6 seminar/laborator	28
Distribuția fondului de timp pentru studiul individual (SI) și activități de autoinstruire (AI)					ore
Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe (AI)					24
Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate și pe teren					5
Pregătire seminare/ laboratoare/ proiecte, teme, referate, portofolii și eseuri					8
Tutoriat (consiliere profesională)					3
Examinări					2
Alte activități					-
3.7. Total ore studiu individual (SI) și activități de autoinstruire (AI)				42	
3.8. Total ore pe semestru				98	
3.9. Numărul de credite				4	

4. Precondiții (acolo unde este cazul)

4.1. de curriculum	Disciplinele care trebuie promovate pentru ca să fie studiat cu succes cursul de "Detectori, Dozimetrie și Radioprotecție" sunt: "Fizica Nucleară", "Electricitate și magnetism", "Mecanică cuantică", "Fizica atomului și moleculei", "Electronică".
4.2. de competențe	Studentii trebuie să fie capabili să efectueze calcule utilizând adecvat principiile generale ale fizicii, cu un aparat matematic bazat pe rezolvarea ecuațiilor algebrice, a celor diferențiale omogene și a integralelor. Ei trebuie să cunoască conceptele de bază ale fizicii ca metode de bază în rezolvarea de probleme, pentru explicarea fenomenelor. Trebuie să știe filozofia calculatorului, programe de prelucrare de date, și modulele electronice, și să prezinte o stare bună de sănătate și abilități pentru a lucra în laborator cu surse radioactive.

5. Condiții (acolo unde este cazul)

5.1. de desfășurare a cursului	Sală de curs cu tablă (amfiteatru) și videoprojector cu calculator.
--------------------------------	---

	Cursul se predă clasic efectuând calcule pe tablă, este ilustrat cu material didactic (prezentări PowerPoint, detectori, componente electronice), cu grafice și imagini, prin experimente frontale.
5.2. de desfășurare a seminarului/ laboratorului	<p>Sală de seminar cu tablă în laborator. La seminarii se rezolvă probleme de tehnică nucleară privind prelucrarea semnalelor detectorilor, calculul a ecranelor de protecție și a dozelor de radiații, analiza spectrelor și caracteristicilor radioizotopilor, aplicații medicale, etc..</p> <p>Dotarea - laborator de Fizica Nucleului, autorizat ca Unitate Nucleară nivel II de către CNCAN București cu Autorizația pentru desfășurarea de activități în domeniul nuclear Nr. IO 023/2009 și Autorizație Sanitară, echipat cu aparatură de măsurare a proprietăților radiației nucleare, de toate tipurile și surse de radiații standard, GAMMA Chamber cu sursă de Co-60 pentru iradiere γ și inclusiv surse izotopice de neutroni pentru activarea izotopilor folosiți în medicina nucleară. La lucrările practice studenții învață să măsoare fluxuri de diferite tipuri de radiații, prin spectroscopie gamma, beta sau alfa, utilizând spectrometre cu semiconductori GeHp, detectori PIPS pentru radiație alfa, sau scintilatori cu cristale de NaI(Tl) sau plastici.</p> <p>Laboratorul este echipat cu aparate de măsură, dozimetre portabile de radiații tip Gammarad (fabr,Ro) și tip FH 40G-L pentru radiații gamma și X, echipat și cu sondă externă detectoare de neutroni cu BF3, tip FHT 752, (fabricație Thermo Scientific-Ge), module NIM și montaje, detectori, majoritatea achiziționate în anul 2001 de la Firma Leybold, Germania, și din 2007 de la Canberra Int.Ltd. Laboratorul este echipat și cu două calculatoare performante ce rulează softurile de analizor multicanal Genie 2000 și softul de preluare digitală a spectrelor gamma și beta, plus accesul al baze de date nucleare.</p>

6.1. Competențele specifice acumulate¹

Competențe profesionale/esențiale	<p>C1. Utilizarea adecvată a fundamentelor teoretice ale științelor ingineresti aplicate.</p> <p>C2. Utilizarea sistemelor informatice de prelucrare și gestiune a datelor.</p> <p>C3. Asigurarea de activități și suport pentru cercetare.</p> <p>C4. Utilizarea aparaturii standard de laborator de cercetare sau industriale pentru efectuarea de experimente de cercetare.</p> <p>C5. Utilizarea pentru activități de producție, expertiză și monitorizare a fundamentelor fizicii tehnologice, a metodelor și instrumentelor specifice.</p> <p>C6. Coordonarea de structuri organizaționale având ca obiect de activitate proiectarea, fabricarea sau întreținerea de echipamente specifice.</p>
Competențe transversale	<p>CT1. Aplicarea, în contextul respectării legislației, a drepturilor de proprietate intelectuală (inclusiv transfer tehnologic), a metodologiei de certificare a produselor, a principiilor, normelor și valorilor codului de etică profesională în cadrul propriei strategii de muncă riguroasă, eficientă și responsabilă.</p> <p>CT2. Identificarea rolurilor și responsabilităților într-o echipă și aplicarea de tehnici de relaționare și muncă eficientă în cadrul echipei.</p> <p>CT3. Identificarea oportunităților de formare continuă și valorificarea eficientă a resurselor și tehnicilor de învățare pentru propria dezvoltare. ală.</p>

¹ Se poate opta pentru competențe sau pentru rezultatele învățării, respectiv pentru ambele. În cazul în care se alege o singură variantă, se va șterge tabelul aferent celeilalte opțiuni, iar opțiunea păstrată va fi numerotată cu 6.

6.2. Rezultatele învățării

Cunoștințe	Studentul cunoaște: Terminologia și tehnici de bază în domeniul radioprotecției și spectroscopiei pentru a putea efectua măsurători relevante în domeniu, identificare de radioizotopi. Legislația în vigoare.
Aptitudini	Studentul este capabil să efectueze măsurători dozimetrice/spectroscopice conform legislației în vigoare / protocoalelor specifice domeniului / instituției, efectuarea calculelor relevante privind radioprotecția (doza primită, timpul maxim de expunere, grosimea ecranelor de protecție, etc.).
Responsabilități și autonomie	Studentul are capacitatea de a lucra independent pentru a efectua măsurători dozimetrice / spectroscopice, de a efectua calcule referitoare la mărimile operaționale..

7. Obiectivele disciplinei (reieșind din grila competențelor acumulate)

7.1 Obiectivul general al disciplinei	Înșușirea metodelor experimentale privind determinarea mărimilor caracteristice radiațiilor nucleare. Se studiază proprietățile fundamentale și detecția particulelor ce constituie radiația nucleară: α , β , γ și neutroni. Se face tratarea diferitelor modele privind emisia acestor particule nucleare în teoria dezintegrărilor, conform schemelor de dezintegrare a radionuclizilor și legilor de conservare. Se descriu mecanismele producerii semnalelor în detectorii de radiații nucleare, tipurile și clasificarea lor, precum și metodele de măsurare și prelucrare a semnalelor.
7.2 Obiectivele specifice	Prin însușirea acestor noțiuni studenții vor fi capabili să înțeleagă și să aprofundeze domenii ca: <i>Detecția și măsurarea radiației nucleare, Dozimetria radiațiilor, Medicina Nucleară</i> , în general toate cele legate de fizica radiațiilor. Totodată, ei vor aprofunda metodele de măsurare a radiațiilor α , β , γ și a neutronilor, determinarea unor parametri nucleari ca: secțiunea eficace, schema de dezintegrare, absorbția radiațiilor în substanță și aplicațiile în medicina nucleară. După absolvirea cursului studenții rămân cu cunoștințe privind producerea și măsurarea radiațiilor nucleare, metode nucleare de analiză, spectroscopia nucleară a radiațiilor menționate mai sus.

8. Conținuturi

8.1 Curs	Metode de predare	Observații (bibliografia)
1. INTERACȚIA RADIAȚIEI CU SUBSTANȚA: interacția radiației gamma și a neutronilor cu materia.	Oral la tablă,	[1]: 11-45
2. INTERACȚIA RADIAȚIEI CU SUBSTANȚA: interacția particulelor încărcate cu materia, puterea de stopare	Oral la tablă,	[1]: 11-45
3. STATISTICA MĂSURĂTORILOR ȘI PROPAGAREA ERORILOR: calculul erorilor de măsură. Distribuția Poisson.	Oral la tablă,	[1]: 11-45
4. DETECTORI DE RADIAȚIE (1): Detectori bazați pe colectarea ionilor în gaze. Forma pulsurilor. Limitarea statistică.	Oral la tablă,	[1]: 56-81, 82-101
5. DETECTORI DE RADIAȚIE (2): Detectori cu scintilație. Clasificare. Forma pulsurilor. Limitarea statistică.	Oral la tablă,	[1]: 107-136, 141-150, [14].

6. DETECTORI DE RADIAȚIE (3): Detectori cu semiconductori. Principii. Clasificare. Forma impulsurilor. Limitarea statistică.	Oral la tablă,	[1]: 165-183
7. LANȚUL SPECTROMETRIC: formarea, amplificarea și discriminarea impulsurilor. Spectrul teoretic al radiației γ .	Oral la tablă,	[1] : 120-126
8. CÂMPUL DE RADIAȚII: mărimile de câmp bazate pe numărul particulelor sau bazate pe energia particulelor. Mărimile dozimetrice	Oral la tablă,	[5] : 18-34 [2] : 276-282
9. PRINCIPIUL DE CALCUL AL MĂRIMILOR DOZIMETRICE. CALCULUL ECRANELOR DE PROTECȚIE.	Oral la tablă,	[5] : 65-118 [6]: 29-56
10. DETECȚIA NEUTRONILOR (1): detecția neutronilor lenți. Dozimetria neutronilor.	Oral la tablă,	[3]: 211-214 [3]: 197-206
11. DETECȚIA NEUTRONILOR (2): detecția neutronilor rapizi. Metoda timpului de zbor, metoda protonilor de recul. Instrumentația pentru reactori	Oral la tablă,	[3]: 206-241, [3]: 95-106 [3]: 211-214 [3]: 197-206
12. Experimente cu radiații nucleare: măsurători de secțiuni eficace, studii experimentale privind reacția (n,n' γ). Spectrul neutronilor	Oral la tablă,	[3]: 254-269 [3]: 211-214 [3]: 197-206
13. Spectrometria de electroni: de conversie internă, Spectrometria β , metoda prelucrării spectrelor β . Diagrama Fermi-Kurie	Oral la tablă,	[4] : 265-301
14. Analiza prin activare cu neutroni o aplicație a spectroscopiei gamma.	Oral la tablă,	[2] : 414-451

Bibliografie:

- [1] O. Cozar, Detectori de radiații, Spectroscopie gama, p. Ed. Presa Universitară, Cluj-Napoca, p. 11-45,56-101, 107-136, 120-126, 140-150, 165-183, (2007)
- [2] L. Daraban, Fizica Nucleară, curs tiparit UBB Cluj, p. 49-52, 276-282, 414-451, Ed. 2007
- [3] N.Ghiordănescu, INTRODUCERE ÎN FIZICA EXPERIMENTALĂ A NEUTRONILOR, Fac. de Fizică, Univ. București, curs, p. 95-106, 211-214 (1982)
- [4] M. Ion-Mihai, G. Vlăducă, SPECTROSCOPIE NUCLEARĂ-carte de laborator- Ed. Fac. de Fizică, Univ. București, p. 189-227, 229-264, 265-301 (1984)
- [5] G. Damian, SURSE DE RADIAȚII NUCLEARE, Ed. Casa cărții de Știință, Cluj-Napoca, p.18-34, 37-48, 65-118 (2005)
- [6] I. E. Teodorescu, *Generatoare de Neutroni, principii și utilizări*, p.29-56,228, Ed.Acad., București (1976).
- [7] C. Cosma, Radonul și si mediul inconjurator, Ed.Dacia, p. 153-208 Cluj-Napoca (1996)
- [8] A. Berinde și al., Probleme rezolvate de tehnică Nucleară, p. 75-76, 106-107, 109-116, Ed. Tehnică, București,
- [9] F.Fodor, V. Znamirovski, O. Cozar, Lucrări practice de fizica atomului, nucleului și moleculei, Univ. B-B. Cluj, (1973)
- [10] C. Cosma, F. Koch, Lucrări practice de fizică atomică și nucleară, Univ. B-B. Cluj 119-121(1985)
- [11] V. Znamirovski, O. Cozar, C. Cosma, T. Fiat, LUCRĂRI PRACTICE de interacțiuni nucleare și metode experimentale în fizica nucleară, Ed. UBB Cluj, p. 61-64 (1983)
- [12] E. Borca, O.G. Dului, Aplicațiile radiațiilor nucleare: exemple practice, Ed. Tehnică, București p.1-56, 57-73 (1997)
- [13] O. Cozar, L. Daraban, C. Cosma, V. Chis, Detecția radiațiilor si spectroscopie nucleară, Ed. Univ. B-B, p. 82-103, 104-113, Cluj-Napoca (1996)
- [14] S. Deme, Semiconductor Detectors for Nuclear Radiation Measurements, Ed.Acad. Kiado, Budapest (1971)

8.2 Seminar	Metode de predare	Observații (2 ore/la 2 sapt.) bibliog.
1. Aplicații ale legii dezintegrării și acumulării radioactive. Datarea. Probleme	Rezolvări de Probleme la tablă	[12] : 1-56
2. Măsurarea activității surselor radioactive. Calcule de corecție. Probleme.	Rezolvări de Probleme la tablă	[12]: 57-73 [8]: 109-116,
3. Determinarea fluxurilor de neutroni. Probleme	Rezolvări de Probleme la tablă	[8]: 75-76,
5. Calculul eficacității detectorilor. Probleme	Rezolvări de Probleme la tablă	[8]: 106-107
6. Reacții nucleare cu neutroni și particule încărcate. Calculul activității radioizotopului format. Probleme.	Rezolvări de Probleme la tablă	[8] : 109-116
7. Cinematica reacțiilor nucleare. Probleme	Rezolvări de Probleme la tablă	[4], referat
Bibliografie: [4] M. Ion-Mihai, G. Vlăducă, SPECTROSCOPIE NUCLEARĂ-carte de laborator- Ed. Fac. de Fizică, Univ. București, p. 189-227, 229-264, 265-301 (1984) [8] A. Berinde și al., Probleme rezolvate de tehnică Nucleară, p. 75-76, 106-107, 109-116, Ed. Tehnică, București (1972) [12] E. Borca, O.G. Dului, Aplicațiile radiațiilor nucleare: exemple practice, Ed. Tehnică, București p.1-56, 57-73 (1997)		
8.3 Laborator	Metode de predare	Observații (2 ore/la 2 sapt.), bibliogr.
1. Determinarea timpului de înjumătățire al unui radioizotop format prin reacția (n,γ)	Efectuarea de experiențe	[11]: 61-64 [10]:119-121
2. Producerea ⁶⁴ Cu și studiul emisiei de pozitroni prin spectrometrie γ în concidență	Efectuarea de experiențe	Referat
3. Spectrometria β a radioizotopului ¹²⁸ I, aplicând tehnica diagramelor Fermi-Kurie	Efectuarea de experiențe	[4]: 232-301
4. Măsurarea fluxului de neutroni termici și rapizi cu ajutorul contoarelor cu scintilație	Efectuarea de experiențe	[3]: 95-106
5. Spectrometria gama de înaltă rezoluție cu detector GeHp și analizor multicanal aplicată la studiul familiilor radioactive	Efectuarea de experiențe	Referat[13] : 82-103
6. Determinarea schemei de dezintegrare a unui radionuclid	Efectuarea de experiențe	[13]: 104-113
7. Studiul semnalelor detectoarelor și prelucrarea lor pe lanțul spectrometric cu module NIM	Efectuarea de experiențe	Referat [1]: 165-183

Bibliografie:

- [1] O. Cozar, Detectori de radiații, Spectroscopie gama, p. Ed. Presa Universitară, Cluj- Napoca, p 165-183, (2007)
- [3] N.Ghiordănescu, INTRODUCERE ÎN FIZICA EXPERIMENTALĂ A NEUTRONILOR, Fac. de Fizică, Univ. București, p. 95-106, 211-214 (1982)
- [4] M. Ion-Mihai, G. Vlăducă, SPECTROSCOPIE NUCLEARĂ-carte de laborator- Ed. Fac. de Fizică, Univ. București, p. 189-227, 229-264, 265-301 (1984)
- [10] C. Cosma, F. Koch, Lucrări practice de fizică atomică și nucleară, Univ. B-B. Cluj 119-121(1985)
- [11] V. Znamirovski, O. Cozar, C. Cosma, T. Fiat, LUCRĂRI PRACTICE de interacțiuni nucleare și metode experimentale în fizica nucleară, Ed. UBB Cluj, p. 61-64 (1983)
- [13] O. Cozar, L. Daraban, C. Cosma, V. Chis, Detecția radiațiilor și spectroscopie nucleară, Ed. Univ. B-B, p. 82-103, 104-113, Cluj-Napoca (1996)

9. Coroborarea conținuturilor disciplinei cu așteptările reprezentanților comunității epistemice, asociațiilor profesionale și angajatori reprezentativi din domeniul aferent programului


Conținutul disciplinei este în concordanță cu ceea ce se studiază în alte centre universitare din țară (Facultatea de Fizică a Univ. București) și străinătate (Vrije Universiteit Brussel, Belgia sau Universitatea Debrețin, Hu). Pentru adaptarea la cerințele impuse de piața de muncă, conținutul disciplinei a fost armonizat cu cerințele impuse de specificul învățământului preuniversitar, al institutelor de cercetare și al mediului de afaceri.

10. Evaluare

Tip activitate	10.1 Criterii de evaluare	10.2 metode de evaluare	10.3 Pondere din nota finală
10.4 Curs	Calcul complet a efectelor și modelelor teoretice de generare a semnalelor	Examen scris cu 3 teme teoretice și o problemă	75 %
	Descrierea detectorilor și instalațiilor		
10.5 Seminar / Laborator	Rezolvări de probleme	Probleme cu aplicație practică de determinare a unor parametri sau mărimi	10 %
	Prezentarea unor aplicații practice cu detectori		
	Dexteritate experimentală în măsuratori, calcule de determinare a mărimilor fizice.	Prezentare de referate cu rezultatele experiențelor	15 %
	Efectuarea de experiențe: Spectroscopie gamma și beta		

10.6 Standard minim de performanță: Studentul trebuie să cunoască formulele de bază din fizica nucleară, și spectroscopie, experimentele importante de detecție a radiațiilor nucleare, determinarea unor mărimi specifice; să cunoască metodele de spectroscopie nucleară pentru toate tipurile de radiație și prelucrarea spectrelor.

11. Etichete ODD (Obiective de Dezvoltare Durabilă / Sustainable Development Goals)²

	Eticheta generală pentru Dezvoltare durabilă							

Data completării:
17.03.2025

Semnătura titularului de curs



Semnătura titularului de seminar



Data avizării în departament:
16.04.2025

Semnătura directorului de departament



² Păstrați doar etichetele care, în conformitate cu [Procedura de aplicare a etichetelor ODD în procesul academic](#), se potrivesc disciplinei și ștergeți-le pe celelalte, inclusiv eticheta generală pentru *Dezvoltare durabilă* - dacă nu se aplică. Dacă nicio etichetă nu descrie disciplina, ștergeți-le pe toate și scrieți "*Nu se aplică*".