

FIȘA CURSULUI DE SPECTROSCOPIE NUCLEARĂ

1. Date despre program

1.1 Instituția de învățământ superior	Universitatea Babeș-Bolyai, Cluj-Napoca
1.2 Facultatea	de Fizică
1.3 Departamentul	Fizică Biomedicală, Teoretică și Spectroscopie Moleculară
1.4 Domeniul de studii	științe ingineresti aplicate
1.5 Ciclul de studii	Licență
1.6 Programul de studiu	Fizică Tehnologică

2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei	Spectroscopie Nucleară						
2.2 Titularul activităților de curs	Conf.dr. Liviu Daraban						
2.3 Titularul activităților de seminar	Conf.dr. Liviu Daraban						
2.4 Titularul activităților de laborator	Conf.dr. Liviu Daraban						
2.5 Anul de studiu	IV	2.6 Semestrul	VII	2.7 Tipul de evaluare	E	2.8 Regimul disciplinei	S

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	1	3.4 laborator	1		
3.5 Total ore din planul de învățământ	56	Din care:					
3.6 curs	28	3.7 seminar	14	3.8 laborator	14		
Distribuția fondului de timp:							ore
Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe							24
Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate și pe teren							5
Pregătire seminarii/laboratoare, teme, referate, portofolii și eseuri							8
Tutoriat							3
Examinări							2
Alte activități:							–
3.9 Total ore studiu individual	42						
3.10 Total ore pe semestru	98						
3.11 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 Spectroscopie Nucleară sunt: Fizica Nucleului, Electricitate și magnetism, Mecanică cuantică, Fizica atomului și moleculei, Analiza matematica, Electronică.
4.2 de competențe	Să știe 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. Să cunoască conceptele de bază ale fizicii ca metode de bază în rezolvarea de probleme, pentru explicarea fenomenelor, să știe manevra calculatorul și să prezinte o stare bună de sanătate și abilități pentru a lucra în laborator cu radiații nucleare.

5. Condiții (acolo unde este cazul)

5.1 de desfășurare a cursului	Sală de curs cu tablă (amfiteatru) și videoproiector cu calculator. Cursul se predă clasic efectuând calcule pe tablă, este ilustrat cu material didactic (detectori, componente electronice), cu grafice și imagini, prin
--------------------------------------	--

	experimente frontale.
5.2 de desfășurare a seminarului	Sală de seminar cu tablă în laborator. La seminarii se rezolvă probleme de tehnică nucleară privind prelucrarea semnalelor detectorilor, calcul a ecranelor de protecție și a dozelor, analiza spectrelor și caracteristicilor radioizotopilor, aplicații medicale, etc..
5.3 de desfășurare a laboratorului	Dotarea -un 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 iradierii și inclusiv surse izotopice de neutroni pentru activarea izotopilor. 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. Laboratorul este echipat cu aparate de măsură, dozimetre portabile tip Gammarad (fabr,Ro) și tip FH 40G-L pentru radiații gamma și X, echipat și cu sondă externă detectoare de neutroni cu BF ₃ , tip FHT 752, (fabricație Thermo Scientific-Ge), module NIM și montaje electronice, 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 pentru preluarea digitală a spectrelor gamma și beta, plus accesul al baze de date nucleare.

6. Competențele specifice acumulate

Competențe profesionale	<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 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.</p>

7. Obiectivele disciplinei (reieșind din grila competențelor acumulate)

7.1 Obiectivul general al disciplinei	<p>Însușirea 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.</p>
7.2 Obiectivele specifice	<p>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.</p>

8. Conținuturi

8.1 Curs- prezența FACULTATIVĂ	Metode de predare	Observații, (bibliografia)
1. INTERACȚIA RADIAȚIEI CU SUBSTANȚA: Interacția particulelor încărcate, puterea de stopare, interacția radiației gamma și a neutronilor cu materia.	Oral la tablă,	[1]: 11-45
2. DETECTORI DE RADIAȚIE: cu gaz și cu scintilație anorganici și organici	Oral la tablă,	[1]: 56-81, 82-101
3. DETECTORI DE RADIAȚIE: cu semiconductori, tipuri, mărimi caracterisite: rezoluția și eficacitatea	Oral la tablă,	[1]: 107-136, 141-150, [14].
4. Lanțul spectrometric, amplificatoare, discriminatoare, analizoare multicanal	Oral la tablă,	[1]: 165-183
5. Spectroscopia nucleară: <i>reguli de selecție, conservarea parității, analiza în energie a radiației gama. Schema de dezintegrare.</i>	Oral la tablă,	[1] : 120-126
6. Caracteristicile surselor radioactive: <i>legile dezintegrării și acumulării, viața medie, Activitatea și fluxul de radiații. Cinetica dezintegrărilor radioactive succesive, Echilibru secular.</i>	Oral la tablă,	[5] : 18-34 [2] : 276-282
7. <i>Surse radioizotopice α, β, γ, surse izotopice de neutroni. Surse de particule încărcate: serii radioactive. Calculul intensității fasciculelor de radiații.</i>	Oral la tablă,	[5] : 65-118, [6]: [5]: 37-48, [6]: 29-56
8. Reacții utilizate în detecția neutronilor, <i>Detectoare de neutroni rapizi, Dozimetria fasciculelor de neutroni,</i>	Oral la tablă,	[3]: 211-214 [3]: 197-206
9. Spectrometria neutronilor: <i>metoda nucleelor de recul, spectrometrul cu cristal, metoda timpului de zbor, metoda activării,</i>	Oral la tablă,	[3]: 206-241, [3]: 95-106
10. Experimente cu radiații nucleare: <i>măsurători de secțiuni eficace, studii experimentale privind reacția $(n,n'\gamma)$</i>	Oral la tablă,	[3]: 254-269
11. Spectrometria de electroni: <i>de conversie internă, Spectrometria β, metodica prelucrării spectrelor β. Diagrama Fermi-Kurie</i>	Oral la tablă,	[4] : 265-301
12. Spectrul teoretic al radiațiilor gama, <i>Etalonarea spectrometrului γ Diminuarea efectului Compton, Calculul ariei picului. Aplicații.</i>	Oral la tablă,	[1] : 183-206, [4]: 189-227
13. Spectrometria gama: <i>Determinarea factorilor de schemă și de ramificare, Scheme de dezintegrare, Spectre de coincidență γ-γ pentru radioizotopii β^+. Aplicație: PET.</i>	Oral la tablă,	[4] : 229-265 [2] : 49-53
14. <i>Analiza prin activare cu neutroni o aplicație a spectroscopiei gamma.</i>	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 și 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- prezența obligatorie în proporție de minimum 75%, nu se pot recupera	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- prezența obligatorie în proporție de 90% - nu se recuperează	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, Detectia radiatiilor si spectroscopie nucleara,

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 Debreen, 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	Calculul complet a efectelor și modelelor teoretice de generare a semnalelor	Examen scris cu 3 teme teoretice și o problemă	45 %
	Descrierea detectorilor și instalațiilor		
10.5 Seminar	Rezolvări de probleme	Probleme cu aplicatie practică de determinare a unor parametri sau mărimi	10 %
	Prezentarea unor aplicații practice cu detectori		
10.6 Laborator	Dexteritate experimentală în măsuratori, calcule de determinare a mărimilor fizice.	Prezentare de referate cu rezultatele experiențelor	15 %
	Efectuarea de experiențe: Spectroscopie gamma și beta		
10.7 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. Studentul nu poate participa la examen daca nu are nota minimă 5 la seminar, respectiv laborator.			

Semnătură titular curs
Conf.dr. Liviu Daraban

Semnătură titular seminar
Conf.dr. Liviu Daraban

Semnătură titular laborator
Conf.dr. Liviu Daraban

Data completării
14.09.2012

Data avizării în departament

Semnătură director de departament