

## FIȘA CURSULUI: DETECTORI, DOZIMETRIE, RADIOPROTECȚIE

### 1. Date despre program

<b>1.1 Instituția de învățământ superior</b>	Universitatea Babeș-Bolyai, Cluj-Napoca
<b>1.2 Facultatea</b>	de Fizică
<b>1.3 Departamentul</b>	Fizică Biomoleculară,
<b>1.4 Domeniul de studii</b>	Științe Inginerești Aplicative
<b>1.5 Ciclul de studii</b>	Licență
<b>1.6 Programul de studiu</b>	Fizică Tehnologică

### 2. Date despre disciplină

<b>2.1 Denumirea disciplinei</b>	Detectori, dozimetrie și radioprotecție						
<b>2.2 Titularul activităților de curs</b>	Lector dr. Horia Pașca						
<b>2.3 Titularul activităților de seminar</b>	Lector dr. Horia Pașca						
<b>2.4 Titularul activităților de laborator</b>	Lector dr. Horia Pașca						
<b>2.5 Anul de studiu</b>	IV	<b>2.6 Semestrul</b>	VIII	<b>2.7 Tipul de evaluare</b>	E	<b>2.8 Regimul disciplinei</b>	S

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

<b>3.1 Număr de ore pe săptămână</b>	4	<b>Din care:</b>				
<b>3.2 curs</b>	2	<b>3.3 seminar</b>	1	<b>3.4 laborator</b>	1	
<b>3.5 Total ore din planul de învățământ</b>	56	<b>Din care:</b>				
<b>3.6 curs</b>	28	<b>3.7 seminar</b>	14	<b>3.8 laborator</b>	14	
<b>Distribuția fondului de timp:</b>						<b>ore</b>
<b>Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe</b>						34
<b>Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate și pe teren</b>						11
<b>Pregătire seminarii/laboratoare, teme, referate, portofolii și eseuri</b>						14
<b>Tutoriat</b>						3
<b>Examinări</b>						2
<b>Alte activități:</b>						–
<b>3.9 Total ore studiu individual</b>	64					
<b>3.10 Total ore pe semestru</b>	120					
<b>3.11 Numărul de credite</b>	5					

### 4. Precondiții (acolo unde este cazul)

<b>4.1 de curriculum</b>	Disciplinele care trebuie promovate pentru ca să fie studiat cu succes cursul de Detectori, Dozimetrie și Radioprotecție sunt: Fizica Nucleului, Electricitate și magnetism, Mecanică cuantică, Fizica atomului și moleculei, Electronică.
--------------------------	--

<b>4.2 de competențe</b>	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 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)

<b>5.1 de desfășurare a cursului</b>	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.
<b>5.2 de desfășurare a seminarului</b>	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 de radiații, analiza spectrelor și caracteristicilor radioizotopilor, aplicații medicale, etc..
<b>5.3 de desfășurare a laboratorului</b>	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 $\gamma$ 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. 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 BF <sub>3</sub> , 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 la baze de date nucleare.

## 6. Competențele specifice acumulate

<b>Co mp ete nțe pro fesi ona le</b>	C1. Identificarea și utilizarea adecvată a principalelor legi și principii fizice într-un context dat.
	C2. Utilizarea de pachete software pentru analiza și prelucrarea de date.
	C3. Efectuarea experimentelor de fizică, biofizică, fizică medicală și evaluarea rezultatelor pe baza modelelor teoretice.
	C4. Utilizarea de pachete software pentru analiza și prelucrarea datelor experimentale în vederea optimizării diagnosticului și tratamentului medical.
	C5. Interpretarea informațiilor cu caracter fizico-medical și transmiterea lor într-o formă coerentă și accesibilă.
	C6. Participarea în echipe interdisciplinare (medici, fizicieni, biologici, chimiști) pentru stabilirea diagnosticului și tratamentului adecvat.
<b>Co mp ete nțe tra nsv ers ale</b>	CT1. Realizarea sarcinilor profesionale în mod eficient și responsabil cu respectarea legislației deontologice specifice domeniului sub asistență calificată.
	CT2. Aplicarea tehnicilor de muncă eficientă în echipă multidisciplinară pe diverse paliere ierarhice.
	CT3. Utilizarea eficientă a surselor informaționale și a resurselor de comunicare și formare profesională asistată, atât în limba română, cât și într-o limbă de circulație internațională.

## 7. Obiectivele disciplinei (reieșind din grila competențelor acumulate)

<b>7.1 Obiectivul general al disciplinei</b>	Pregătirea studentului pentru însușirea metodelor experimentale privind determinarea mărimilor caracteristice radiațiilor nucleare. Se studiază proprietățile fundamentale și detecția particulelor ce constituie radiația nucleară: $\alpha$ , $\beta$ , $\gamma$ și neutroni. Se prezintă mecanismele producerii semnalelor în detectorii de radiații nucleare, tipurile și clasificarea lor, precum și metodele de măsurare a radiațiilor nucleare și prelucrarea semnalelor în vederea trasării spectrelor. În continuare se prezintă mărimile și unitățile de măsură dozimetrice, metodele de măsurare a dozelor, tipuri de dozimetre, stabilirea izodozelor la iradierile din oncologie și calculul ecranelor de protecție.
--	---

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, Radioprotecția</i>, în general toate legate de fizica radiațiilor și Medicina Nucleară. Totodată, ei vor aprofunda metodele de măsurare a radiațiilor <math>\alpha</math>, <math>\beta</math>, <math>\gamma</math> și a neutronilor, determinarea unor parametri nucleari ca: activitatea sursei, măsurarea intensității radiației emise, corecțiile și absorbția radiațiilor în substanță și aplicațiile în medicina nucleară și la calculul ecranelor de protecție. După absolvirea cursului studenții rămân cu cunostințe privind măsurarea radiațiilor nucleare menționate mai sus, dozimetria radiațiilor, radioprotecția bolnavilor și spectroscopia nucleară a radiațiilor.</p>
---------------------------	---

## 8. Conținuturi

8.1 Curs- prezența FACULTATIVĂ	Metode de predare	Observații (BIBLIOGRAFIE)
1. TEORIA INTERACȚIEI RADIAȚIEI CU SUBSTANȚA: Interacția particulelor încărcate, puterea de stopare. Interacția radiației X, gamma și a neutronilor cu materia.	Oral la tablă,	[1]: 11-45. [2]: 37-71, [3]: 211-214.
2.. I. DETECȚIA RADIAȚIEI NUCLEARE: <b>detectorii cu gaz</b> (colectare), camerele de ionizare, contorii proporționali, contorii Geiger-Muller).	Oral la tablă, ilustrare cu material didactic	[1]: 56-81 [2]: 101-134
3.II. DETECȚIA RADIAȚIEI NUCLEARE: <b>detectorii cu scintilație</b> anorganici și organici, conversia radiație-semnal. Scintigraful.	Oral la tablă, ilustrare cu material didactic	[1]: 82-101, [8]: 7-83.
4. III: DETECȚIA RADIAȚIEI NUCLEARE: <b>detectorii semiconductori</b> , tipuri de detectori, mărimi caracteristice: rezoluția și eficacitatea	Oral la tablă, ilustrare cu material didactic	[1]: 107-136
5. Lanțul spectrometric, amplificatoare, discriminatoare, analizoare multicanal, spectrometria gamma high resolution.	Oral la tablă, ilustrare cu material didactic	[1]: 165-183, 183-206, [4]: 189-227. [5]: 308-314
6. Dozimetria radiațiilor: TLE, mărimi dozimetrice, unități de măsură,	Oral la tablă	[2]: 28-35, 67-71, 85-99,
7. I. METODELE DOZIMETRIEI: dozimetria prin ionizarea gazelor: contoarele cu descărcare în gaz. Aplicații.	Oral la tablă, demonstrații practice	[2]:101-134.
8. II. METODELE DOZIMETRIEI: dozimetria chimică și fotografică. Componentele fotodozimetrului. Detectori de urme pt Rn.	Oral la tablă	[2]: 145-166 [6]: 153-208
9. III. METODELE DOZIMETRIEI: dozimetria cu corp solid, termoluminișcența, variația conductanței, RES.	Oral la tablă	[2]: 168-190, 200-216

10. Calculul Mărimilor Dozimetrice- pe diferite tipuri de surse, Iradierea internă,	Oral la tablă	[2]: 220-264
11. RADIOPROTECȚIA: echivalentul dozei, dozimetria mediului înconjurător,	Oral la tablă	[2]: 266-281
12. ECRANAREA RADIAȚIILOR X ȘI GAMMA: principiul ecranării, calculul grosimii ecranelor, ecranarea radiației X de frânare.	Oral la tablă	[2]: 282-293
13. Dozimetria fasciculelor de neutroni, Detectoare de neutroni rapizi și termici, <i>metoda nucleelor de recul, metoda timpului de zbor, metoda activării</i> , Terapia cu neutroni aplicată la tumorile cerebrale.	Oral la tablă, videoproiecție power-point	[3]: 197-214 [3]: 206-241, [3]: 95-106, [1]: 87-89, [10]
14. Legislația privind principiile Radioprotecției: Legea nr. 111/1996(r), H.G., Reglementări CNCAN privind: Monitorarea și expunerea individuală, Sisteme dozimetrice, Autorizarea unităților nucleare.	Oral la tablă, videoproiecție power-point	Site CNCAN.ro Legea 111/1996 (r) Monitorul Oficial.

### **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] M. Oncescu, I. Panaitescu, Dozimetria și ecranarea radiație X și gamma, pp.37-71, 101-134, 28-35, 67-71, 85-99, 145-166, 168-216, 220-264, 266-281, Ed. Academiei Române, București, 1992
- [3] N.Ghiordănescu, INTRODUCERE ÎN FIZICA EXPERIMENTALĂ A NEUTRONILOR, Fac. de Fizică, Univ. București, curs, p. 211-214 (1982)
- [4] M. Ion-Mihai, G. Vlăducă, SPECTROSCOPIE NUCLEARĂ-carte de laborator- Ed. Fac. de Fizică, Univ. București, p. 189-227 (1984)
- [5] L. Daraban, Fizica Nucleară, curs tiparit UBB Cluj, p. 308-314, Ed. 2007
- [6] C. Cosma, Radonul și si mediul inconjurator, Ed.Dacia, p. 153-208 Cluj-Napoca (1996)
- [7] N. Ghilezan, Cobaltoterapia, p.7-83, Ed.Tehnica, 1978
- [8] T. Pop, Medicina Nucleară, pp.7-83, Ed. Tehnică, 1976
- [9] A. Ordean, N. Sas, CANCERUL, Tehnica radiodiagnosticului, Colecția Enciclopedia Oncologică, vol 18, Cluj-Napoca, 1987
- [10] O.K. Herling, J.A. Bernard, R.G. Zamenhof, *Neutron beam design, development and performance for neutron capture therapy*, p.38,45,62,131,162,211,259,315,330, Plenum Press, N.Y., London, 1989.
- [11] T. Jurcuț. Mihaela. Pop, Biofizică Medicală, pp.243-256,Ed.Univ. Oradea, 1997

<b>8.2 Seminar-</b> prezența OBLIGATORIE, în proporție 75% minimum	<b>Metode de predare</b>	<b>Observații(2 ore/la 2 sapt.), bibliogr.</b>
--	--------------------------	--

1. Măsurarea și calculul activității surselor radioactive. Calcule de corecție. Probleme.	Rezolvări de Probleme la tablă	[12]: p.18-34, 37-48, [13]: 57-73
2. Calculul eficacității detectorilor. Probleme	Rezolvări de Probleme la tablă	[14]: 106-107
3. Determinarea fluxurilor de neutroni și a dozelor. Probleme	Rezolvări de Probleme la tablă	[14]: 75-76,
4. Calculul Mărimilor Dozimetrice- pe diferite tipuri de surse: punctiforme, filiforme, placă. Probleme	Rezolvări de Probleme la tablă	[14]: 220-264
5. Calculul grosimii ecranelor, ecranarea radiației X de frânare, probleme	Rezolvări de Probleme la tablă	[14]: 282-293
6. Rezolvări de probleme de tehnică nucleară privind: Metrologia radiațiilor	Rezolvări de Probleme la tablă	[14]: 71-160
7. Radioprotecția personalului, regulamente, teste CNCAN din Normele de radioprotecție și Legea nr.111/2006	Referate și teste	Teste site CNCAN.ro

#### **Bibliografie:**

[12] G. Damian, SURSE DE RADIAȚII NUCLEARE, Ed. Casa cărții de Știință, Cluj-Napoca, p.18-34, 37-48, 65-118 (2005)

[13] E. Borca, O.G. Dului, Aplicațiile radiațiilor nucleare: exemple practice, Ed. Tehnică, București p. 1-56, 57-73 (1997)

[14] A. Berinde și al., Probleme rezolvate de tehnică Nucleară, p. 75-76, 106-107, 109-116, Ed. Tehnică, București,

<b>8.3 Laborator</b> - prezența OBLIGATORIE în proporție de 90%, nu se recuperează.	<b>Metode de predare</b>	<b>Observații (2 ore/ la 2 sapt.), bibliogr.</b>
1. Determinarea coeficientului de absorbție a radiației gamma în oase pentru densitometrie	Efectuarea de experiențe	Referat, [14]
2. Ridicarea caracteristicii de numărare și determinarea timpului mort la contorul proporțional și camera de ionizare	Efectuarea de experiențe	[16]: 61- 71
3. Determinarea perioadei de înjumătățire al unui element radioactiv folosit în scintigrafie.	Efectuarea de experiențe	Referat, [15], [17].
4. Spectrometria $\beta$ a radioizotopului $^{128}\text{I}$ , aplicând tehnica diagramei Fermi-Kurie	Efectuarea de experiențe	[4]: 232-301, [13]
5. Dozimetria radiației gamma și a neutronilor	Efectuarea de experiențe	referat
6. Producerea $^{64}\text{Cu}$ și studiul emisiei de pozitroni prin spectrometrie $\gamma$ în concidență	Efectuarea de experiențe	referat

7. Determinarea curentului de ionizare produs de substanțe $\alpha$ , $\beta$ radioactive, etalonarea camerei de ionizare.	Efectuarea de experiențe	[16]: 52-57
<b>Bibliografie</b>		
[14] Al. Berinde, și al. Probleme Rezolvate de Tehnică Nucleară, p. 75-76, 106-107, 109-116 Ed. Tehnică, București (1972)		
[15] F.Fodor, V. Znamirovski, O. Cozar, Lucrări practice de fizica atomului, nucleului și moleculei, Univ. B-B. Cluj, (1973)		
[16] C. Cosma, F. Koch, Lucrări practice de fizică atomică și nucleară, pp. 119-121 Univ. B-B. Cluj (1985)		
[4] M. Ion-Mihai, G. Vlăduță, SPECTROSCOPIE NUCLEARĂ-carte de laborator- Ed. Fac. de Fizică, Univ. București, p. 189-227, 229-264, 265-301 (1984)		
[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)		
[17] V. Znamirovski, O. Cozar, C. Cosma, T. Fiat, LUCRĂRI PRACTICE de interacțiuni nucleare și metode experimentale în fizică nucleară, Ed. UBB Cluj, p. 61-64 (1983)		

### 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 Universității București) și străinătate (Vrije Universiteit Brussel, Fac de Safe). Pentru adaptarea la cerințele impuse de piața de muncă, conținutul disciplinei a fost armonizat cu cerințele impuse de specificul învățământului universitar, al institutelor de cercetare și al mediului de afaceri.

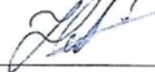
### 10. Evaluare

Tip activitate	10.1 Criterii de evaluare	10.2 metode de evaluare	10.3 Pondere din nota finală
<b>10.4 Curs</b>	Descrierea detectorilor și instalațiilor	Examen scris cu 3 teme teoretice și o problemă	55 %
	Noțiuni de dozimetrie, mărimi și unități.		
<b>10.5 Seminar</b>	Rezolvări de probleme	Probleme cu aplicație practică de determinare a unor parametri sau mărimi dozimetrice	15 %
	Cunoașterea legislației pt.U.N.	Prezentare	

		2 verificări pe parcurs = 30%
<p><b>10.7 Standard minim de performanță</b> 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 dozimetrie pentru toate tipurile de radiație și prelucrarea rezultatelor de radioprotecție. Studentul nu poate participa la examen dacă nu are nota minimă 5 la seminar, respectiv laborator.</p>		

Semnătură titular curs

Lector dr. Horia Pașca



Semnătură titular seminar

Lector dr. Horia Pașca



Semnătură titular laborator

Lector dr. Horia Pașca



Data completării

Data avizării în departament

Semnătură director de departament