

## DI.104 Metode experimentale în Fizică

### 1. Date despre program

1.1. Instituția de învățământ superior	Universitatea din București
1.2. Facultatea	Facultatea de Fizică
1.3. Departamentul	Electricitate, Fizica solidului și Biofizică
1.4. Domeniul de studii	Fizică
1.5. Ciclul de studii	Master
1.6. Programul de studii / Calificarea	Fizica materialelor avansate și nanostructuri
1.7. Forma de învățământ	Învățământ cu frecvență

### 2. Date despre disciplină

2.1. Denumirea disciplinei	<b>Metode experimentale în Fizică</b>							
2.2. Titularul activităților de curs	Conf. dr. Vasile Bercu							
2.3. Titularul activităților de seminar								
2.4. Titularul activităților de laborator	Conf. dr. Vasile Bercu							
2.5. Anul de studiu	1	2.6. Semestrul	1	2.7. Tipul de evaluare	E	2.8. Regimul disciplinei	Conținut <sup>1)</sup>	DA
							Obligativitate <sup>2)</sup>	DI

<sup>1)</sup> disciplină de aprofundare (DA), disciplină de sinteză (DS);

<sup>2)</sup> disciplină obligatorie (DI), disciplină opțională (DO), disciplină facultativă (DFac)

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

3.1. Număr de ore pe săptămână	5	din care: curs	2	Seminar/laborator	0/3
3.2. Total ore pe semestru	70	din care: curs	28	seminar/laborator	0/42
Distribuția fondului de timp					ore
3.2.1. Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe					25
3.2.2. Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate și pe teren					25
3.2.3. Pregătire seminare/ laboratoare/ proiecte, teme, referate, portofolii și eseuri					26
3.2.4. Examinări					4
3.2.5. Alte activități					
3.3. Total ore studiu individual	76				
3.4. Total ore pe semestru	150				
3.5. Numărul de credite	6				

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

4.1. de curriculum	Parcursarea cursurilor: Electricitate și magnetism, Optică, Fizica solidului I, Electrodinamică, Mecanică cuantică
4.2. de competențe	<ul style="list-style-type: none"><li>Utilizarea de pachete software pentru analiza și prelucrarea de date</li></ul>

### 5. Condiții (acolo unde este cazul)

5.1. de desfășurare a cursului	Sală cu dotări multimedia (videoproector)
5.2. de desfășurare a seminarului/ laboratorului/ proiectului	- infrastructură de cercetare pentru caracterizări morfologice, structurale și optice; PC

## 6. Competențe specifice acumulate

Competențe profesionale	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilizarea metodelor moderne de caracterizare morfologică, structurală, magnetică și optică</li> <li>• Înțelegerea particularităților interacției radiației electromagnetice cu materia condensată</li> <li>• Aplicarea în mod creativ a cunoștințelor dobândite în vederea caracterizării morfologice, structurale și optice a materialelor</li> <li>• Comunicarea și analiza informațiilor cu caracter științific și de popularizare din domeniul fizicii</li> <li>• Utilizarea unor instrumente software specifice</li> </ul>
Competențe transversale	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilizarea eficientă a surselor informaționale și a resurselor de comunicare și formare profesională, inclusiv într-o limbă de circulație internațională</li> <li>• Realizarea sarcinilor profesionale în mod eficient și responsabil cu respectarea legislației, eticii și deontologiei specifice domeniului.</li> </ul>

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

7.1. Obiectivul general al disciplinei	Prezentarea unor metode moderne de caracterizare structurală, morfologică și optică a sistemelor fizice
7.2. Obiectivele specifice	<p>Studiul proprietăților magnetice ale materialelor.            Studii de morfologie a suprafețelor prin AFM            Înțelegerea proprietăților optice ale straturilor subțiri            Punerea în evidență la fiecare temă abordată a problemelor esențiale necesare înțelegerii fenomenelor care să permită studentului să-și formeze un mod de a gândi și dezvolta creativ problemele de soluționat.</p>

## 8. Conținuturi

8.1. Curs [capitolele de curs]	Metode de predare	Observații
Microscopia cu forță atomică – principii fizice. Modul de lucru fără contact. Modul de lucru cu contact. Caracterizarea morfologiei suprafețelor prin AFM. Microscopia de forță magnetică. Microscopia bazată pe efectul tunel. Aplicații	Expunere sistematică - prelegere. Exemple	6 ore
Rezonanța electronică de spin. Interacția hiperfină. Investigarea defectelor în semiconductori	Expunere sistematică - prelegere. Studii de caz. Exemple	6 ore
Elipsometria. Principii fizice. Coeficienți optici ai filmelor subțiri semiconductoare/dielectrice	Expunere sistematică - prelegere. Exemple	6 ore
Proprietăți magnetice ale sistemelor condensate. Tehnici de măsurare cu VSM (Vibrating Sample Magnetometer) și punți de susceptibilitate magnetică la temperatura camerei. Caracterizarea proprietăților magnetice în funcție de temperatură	Expunere sistematică – prelegere. Exemple	4 ore
Tehnici de caracterizare a sistemelor condensate cu fascicule de ioni (RBS, ERDA, PIXE). Principii fizice. Aplicații.	Expunere sistematică – prelegere. Exemple	6 ore
Bibliografie: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. M. Nastasi, J.W. Mayer, Y. Wang, <i>Ion beam analysis – Fundamentals and applications</i> (CRC Press, Boca Raton, USA, 2015).</li> <li>2. M. Fox, <i>Optical properties of solids</i> (Oxford University Press, Oxford, UK, 2001).</li> <li>3. C. Necula, <i>Determinarea proprietăților magnetice ale rocilor pe baza histerezisului magnetic</i> (Ars Docendi, București, 2017),</li> <li>4. J.A. Weil, J.R. Bolton, <i>Electron paramagnetic resonance</i> (Wiley, New Jersey, USA, 2007)</li> </ol>		

<b>8.2. Seminar</b> [temele dezbătute în cadrul seminariilor]	Metode de predare-învățare	Observații
Bibliografie:		
<b>8.3. Laborator</b> [temele de laborator, proiecte etc, conform calendarului disciplinei]	Metode de transmitere a informației	Observații
AFM în mod contact și non-contact. Caracterizări de morfologie a suprafețelor	Activitate practică dirijată	6 ore
Experimente MFM	Activitate practică dirijată	3 ore
Identificarea domeniilor magnetice utilizând măsurări FORC (First Order Reversal Curves) și diagrame Preisach cu sistemul PMC VSM 3900. Distribuții de particule magnetice utilizând măsurări de susceptibilitate în frecvențe multiple. Interpretarea rezultatelor.	Activitate practică dirijată	6 ore
Determinarea temperaturilor de blocare și a variației forței coercitive cu temperatura utilizând sistemul MPMS (Quantum Design). Interpretarea rezultatelor.	Activitate practică dirijată	6 ore
Măsurări elipsometrice. Determinarea dispersiei coeficienților optici ai filmelor subțiri semiconductoare	Activitate practică dirijată	6 ore
Rezonanța electronică de spin. Caracterizarea defectelor structurale în semiconductori	Activitate practică dirijată	6 ore
Caracterizarea microstructurii sistemelor condensate cu fascicule de ioni (RBS, ERDA, PIXE)	Activitate practică dirijată	9 ore
Bibliografie:		
<b>8.4. Proiect</b> [doar pentru disciplinele la care exista proiect semestrial normat in planul de invatamant]	Metode de predare-învățare	Observații
Bibliografie:		

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

În vederea schțării conținuturilor, alegerii metodelor de predare/învățare, dată fiind importanța deosebită a disciplinei pentru aplicații în tehnologia modernă, titularul disciplinei a consultat conținutul unor discipline similare predate la universități din țară și străinătate. Conținutul disciplinei este conform cerințelor de angajare în institute de cercetare în fizica și știința materialelor și în învățământ (în condițiile legii).

#### 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>	- Claritatea, coerența și concizia expunerii; - Utilizarea corectă a modelelor, formulelor și relațiilor de calcul; - Capacitatea de exemplificare;	Examen scris și evaluare orală	50%
<b>10.5.1. Seminar</b>			
<b>10.5.2. Laborator</b>	- Cunoașterea și utilizarea tehnicilor experimentale; - Interpretarea rezultatelor;	Rapoarte de laborator	50%
<b>10.5.3. Proiect</b> [doar pentru disciplinele la care exista proiect semestrial]			

norrmat in planul de invatamant]			
<b>10.6. Standard minim de performanță</b>			
<b>Obținerea mediei 5</b>			
Finalizarea tuturor lucrărilor de laborator			
Expunerea corectă a subiectelor indicate pentru obținerea punctajului 5/10 la examenul final.			

Data completării	Semnătura titularului de curs	Semnătura de seminar/laborator
24.05.2019	Conf. dr. Vasile Bercu	Prof. dr. Alexandru Jipa Conf. dr. Vasile Bercu Conf. dr. Cristian Necula Lect. dr. Adriana Bălan Lect. dr. Ovidiu Toma
Data avizării în departament		Director de departament
10.06.2019		Conf. dr. Petrică Cristea

## DI\_109.FANPEAA-Ob.113.FM - Aparatură electronică medicală

### 1. Date despre program

1.1. Instituția de învățământ superior	Universitatea din București
1.2. Facultatea	Facultatea de Fizică
1.3. Departamentul	Electricitate, Fizica solidului și Biofizică
1.4. Domeniul de studii	Fizică
1.5. Ciclul de studii	Master
1.6. Programul de studii / Calificarea	Fizica Medicală
1.7. Forma de învățământ	Învățământ cu frecvență

### 2. Date despre disciplină

2.1. Denumirea disciplinei	<b>Aparatură electronică medicală</b>							
2.2. Titularul activităților de curs	Conf. dr. Mihai Dincă							
2.3. Titularul activităților de seminar	Conf. dr. Mihai Dincă							
2.4. Titularul activităților de laborator								
2.5. Anul de studiu	1	2.6. Semestrul	2	2.7. Tipul de evaluare	E	2.8. Regimul disciplinei	Conținut <sup>1)</sup>	DA
							Obligativitate <sup>2)</sup>	DI

<sup>1)</sup> disciplină de aprofundare (DA), disciplină de sinteză (DS);

<sup>2)</sup> disciplină obligatorie (DI), disciplină opțională (DO), disciplină facultativă (DFac)

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

3.1. Număr de ore pe săptămână	4	din care: curs	2	Seminar/laborator	0/2
3.2. Total ore pe semestru	56	din care: curs	28	seminar/laborator	0/28
Distribuția fondului de timp					ore
3.2.1. Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe					30
3.2.2. Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate și pe teren					30
3.2.3. Pregătire seminare/ laboratoare/ proiecte, teme, referate, portofolii și eseuri					30
3.2.4. Examinări					4
3.2.5. Alte activități					
3.3. Total ore studiu individual	90				
3.4. Total ore pe semestru	150				
3.5. Numărul de credite	6				

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

4.1. de curriculum	Parcurgerea cursurilor: Electricitate și magnetism, Electronică, Optică
4.2. de competențe	<ul style="list-style-type: none"><li>Utilizarea de pachete software pentru analiza și prelucrarea de date</li></ul>

### 5. Condiții (acolo unde este cazul)

5.1. de desfășurare a cursului	Sală cu dotări multimedia (videoproiector)
5.2. de desfășurare a seminarului/ laboratorului/	Aparatură de laborator: surse de alimentare, generatoare de semnal, osciloscop, placă de achiziție, calculator.

proiectului	
-------------	--

## 6. Competențe specifice acumulate

Competențe profesionale	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificarea și utilizarea adecvată a principalelor legi și principiilor fizicii într-un context dat; identificarea și utilizarea noțiunilor și legilor specifice fizicii sistemelor mezoscopice</li> <li>• Rezolvarea problemelor de fizică în condiții impuse</li> <li>• Aplicarea în mod creativ a cunoștințelor dobândite în vederea înțelegerii și modelării proceselor și proprietăților fizice ale sistemelor mezoscopice/nanestructurilor</li> <li>• Comunicarea și analiza informațiilor cu caracter didactic, științific și de popularizare din domeniul fizicii</li> <li>• Utilizarea/dezvoltarea unor instrumente software specifice</li> </ul>
Competențe transversale	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilizarea eficientă a surselor informaționale și a resurselor de comunicare și formare profesională, inclusiv într-o limbă de circulație internațională</li> <li>• Realizarea sarcinilor profesionale în mod eficient și responsabil cu respectarea legislației, eticii și deontologiei specifice domeniului.</li> </ul>

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

7.1. Obiectivul general al disciplinei	Prezentarea aparaturii electronice medicale
7.2. Obiectivele specifice	<p>Studiul principiilor de funcționare a instrumentației pentru măsurarea diferitelor mărimi fiziologice.</p> <p>Analiza cantitativă a funcționării aparaturii electronice medicale..</p> <p>Reguli de securitate pentru utilizarea aparaturii electronice medicale.</p>

## 8. Conținuturi

8.1. Curs [capitolele de curs]	Metode de predare	Observații
<b>Concepte de bază în aparatura electronică medicală.</b> Terminologie, structură, constrângeri, clasificări..	Expunere sistematică - prelegere. Exemple	4 ore
<b>Senzori.</b> Senzori de deplasare, senzori rezistivi, circuite punte, senzori inductivi, senzori piezoelectrice, senzori capacitivi, măsurarea temperaturii.	Expunere sistematică - prelegere. Studii de caz. Exemple	4 ore
<b>Amplificare și procesarea semnalelor analogice.</b> Oamplificatoare operaționale,ampliicatoare de instrumentație, filtre pasive și active, sisteme de control automat.	Expunere sistematică - prelegere. Exemple	6 ore
<b>Măsurarea potențialelor bioelectrice.</b> Originea lor, electrozi, amplificatoare pentru biopotențiale, zgomote și interferență	Expunere sistematică – prelegere. Exemple	4 ore
<b>Măsurarea presiunii sîngelui și a zgomotelor inimii.</b> Dmăsurări directe, analiza armonică a variațiilor presiunii sîngelui, caracterizarea dinamică asistemelor de măsurare a presiunii, sunetele inimii, fonocardiografia, tonometria.	Expunere sistematică – prelegere. Exemple	4 ore
<b>Măsurarea debitului și volumului sanguin.</b>	Expunere sistematică –	4 ore

Debitmetre electromagnetice, debitmetre ultrasonice, plentismografia de impedanță electrică.	prelegere. Exemple	
<b>Măsurători asupra sistemului respirator.</b> Măsurarea presiunii, măsurarea debitului de gaz, plentismografia respiratorie.	Expunere sistematică – prelegere. Exemple	2 ore
<b>Dispozitive terapeutice și proteze. Therapeutic and prosthetic devices</b> Stimulatoare de ritm cardiac și alte stimulatoare electrice, defibrilatoare.	Expunere sistematică – prelegere. Exemple	2 ore
<b>Măsurări de securitate electrică.</b> Efectele fiziologice ale șocurilor electrice, pericolul microșocurilor, metode de protecție împotriva șocurilor electrice.,.	Expunere sistematică – prelegere. Exemple	2 ore

**Bibliografie:**

1. John D. Enderle, Joseph D. Bronzino, and Susan M. Blanchard, *Introduction to biomedical engineering*, Elsevier Academic Press, 2005.
2. J.G . Webster, *Medical Instrumentation Application and Design*, Houghton Mifflin, 1994

<b>8.3. Laborator</b> [temele de laborator, proiecte etc, conform calendarului disciplinei]]	Metode de predare-învățare	Observații
Circuite electronice pentru procesarea semnalelor analogice.	Activitate practică dirijată	4 ore
Amplificatoare operaționale și amplificatoare de instrumentație .	Activitate practică dirijată	4 ore
Interederențe electromagnetice, ecranare și legare la pământ..	Activitate practică dirijată	4 ore
Măsurarea biopotențialelor.	Activitate practică dirijată	4 ore
Senzori de presune, măsurarea presiunii arteriale ..	Activitate practică dirijată	4 ore
Senzori de temperatură, măsurarea temperaturii.	Activitate practică dirijată	4 ore
Sistem de control a temperaturii asistat de calculator..	Activitate practică dirijată	4 ore

**Bibliografie:**

1. J.G. Webster, *Medical Instrumentation Application and Design*, Houghton Mifflin, 1994
2. P.Horowitz & W. Hill, *The art of electronics*, Cambridge University Press, 3<sup>rd</sup> edition, 2015.

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

În vederea schțării conținuturilor, alegerii metodelor de predare/învățare, dată fiind importanța deosebită a disciplinei pentru aplicații în medicină și cercetarea medicală, titularii disciplinei au consultat conținutul unor discipline similare predate la universități din țară și străinătate (The University of Adelaide Australia, Boston University USA, Ryerson University Canada, etc.). Conținutul disciplinei este conform cerințelor de angajare în institute de cercetare și laboratoare medicale (în condițiile legii).

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>	- Claritatea, coerența și concizia expunerii; - Utilizarea corectă a modelelor, formulelor și relațiilor de calcul; - Capacitatea de exemplificare;	Examen scris și evaluare orală	60%
<b>10.5.1. Seminar</b>			
<b>10.5.2. Laborator</b>	- Cunoașterea și utilizarea tehnicilor experimentale; - Interpretarea rezultatelor;	Colocviu de laborator	40%
<b>10.5.3. Proiect</b> [doar pentru disciplinele la care exista proiect semestrial normat in planul de invatamant]			
<b>10.6. Standard minim de performanță</b>			
<b>Obținerea mediei 5</b> Finalizarea tuturor lucrărilor de laborator și nota 5 la colocviu de laborator!!! Expunerea corectă a subiectelor indicate pentru obținerea punctajului 5 la examenul final.			

Data completării  
24.06.2019

Semnătura titularului de curs  
Conf dr. Mihai Dincă

Semnătura de seminar/laborator  
Conf dr. Mihai Dincă

Data avizării în  
departament  
19.09.2019

Director de departament  
Conf. dr. Petrică Cristea

## DI.101 Fizică statistică cuantică

### 1. Date despre program

1.1. Instituția de învățământ superior	Universitatea din București
1.2. Facultatea	Facultatea de Fizică
1.3. Departamentul	Fizică teoretică, Matematici, Optică, Plasmă, Laseri
1.4. Domeniul de studii	Fizică
1.5. Ciclul de studii	Master
1.6. Programul de studii / Calificarea	Fizică teoretică și computațională
1.7. Forma de învățământ	Învățământ cu frecvență

### 2. Date despre disciplină

2.1. Denumirea disciplinei		Fizică statistică cuantică						
2.2. Titularul activităților de curs		Prof. dr. Virgil Băran						
2.3. Titularul activităților de seminar		Lect. dr. Victor Dinu						
2.4. Titularul activităților de laborator								
2.5. Anul de studiu	1	2.6. Semestrul	1	2.7. Tipul de evaluare	E	2.8. Regimul disciplinei	Conținut <sup>1)</sup>	DA
							Obligativitate <sup>2)</sup>	DI

<sup>1)</sup> disciplină de aprofundare (DA), disciplină de sinteză (DS);

<sup>2)</sup> disciplină obligatorie (DI), disciplină opțională (DO), disciplină facultativă (DFac)

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

3.1. Număr de ore pe săptămână	4	din care: curs	2	Seminar/laborator	2/0
3.2. Total ore pe semestru	56	din care: curs	28	seminar/laborator	28/0
Distribuția fondului de timp					ore
3.2.1. Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe					30
3.2.2. Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate și pe teren					30
3.2.3. Pregătire seminare/ laboratoare/ proiecte, teme, referate, portofolii și eseuri					30
3.2.4. Examinări					4
3.2.5. Alte activități					
3.3. Total ore studiu individual	90				
3.4. Total ore pe semestru	150				
3.5. Numărul de credite	6				

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

4.1. de curriculum	Parcursarea cursurilor: Mecanica cuantică, Mecanica statistică clasică, Ecuațiile fizicii matematice
4.2. de competențe	Cunoștințe de: mecanică, termodinamică, algebră, rezolvarea ecuațiilor diferențiale

### 5. Condiții (acolo unde este cazul)

5.1. de desfășurare a cursului	Sală cu dotări multimedia (videoprojector)
5.2. de desfășurare a seminarului/ laboratorului/ proiectului	-

## 6. Competențe specifice acumulate

Competențe profesionale	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificarea și utilizarea corectă a principalelor legi și principii fizice într-un context dat: utilizarea conceptelor de fizică cuantică statistică</li> <li>• Rezolvarea problemelor fizicii în condiții impuse</li> <li>• Utilizarea principiilor și legilor fizice pentru rezolvarea problemelor teoretice sau practice cu îndrumare calificată</li> <li>• Cunoștințe riguroase de teorie cuantică, concepte, noțiuni și probleme despre sisteme de mai multe corpuri la temperatura finită</li> <li>• Abilitatea de a aplica aceste cunoștințe în diverse ramuri ale fizicii</li> </ul>
Competențe transversale	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilizarea eficientă a surselor informaționale și a resurselor de comunicare și formare profesională, inclusiv într-o limbă de circulație internațională</li> <li>• Realizarea sarcinilor profesionale în mod eficient și responsabil cu respectarea legislației, eticii și deontologiei specifice domeniului.</li> </ul>

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

7.1. Obiectivul general al disciplinei	Înțelegerea aspectelor fundamentale legate de studiul fizicii statistice cuantice
7.2. Obiectivele specifice	<p>Asimilarea formalismului teoriei statistice cuantice: concepte, metode pentru ansambluri statistice, distribuții cuantice.</p> <p>Explicarea fenomenelor specifice domeniului cuantic, care nu au analog clasic.</p> <p>Dobândirea abilităților de a descrie și calcula proprietățile fizice ale sistemelor cuantice cu condiții fizice diferite.</p>

## 8. Conținuturi

8.1. Curs [capitolele de curs]	Metode de predare	Observații
Stări cuantice. Conceptele de microstare și macrostare ale unui sistem cuantic. Operator statistic (densitate): definiție și proprietăți. Evoluția temporală.	Expunere sistematică - prelegere. Exemple	2 ore
Entropie cuantică. Formula Boltzmann-von Neumann. Interpretare fizică. Principiul de maxim al entropiei statistice. Distribuții de echilibru. Operator statistic la echilibru. Formula Boltzmann-Gibbs.	Expunere sistematică - prelegere. Studii de caz. Exemple	4 ore
Funcții de partiție (suma de stare): definiție și proprietăți. Entropia de echilibru termodinamic, variabile naturale. Ansambluri statistice de echilibru. Valori medii. Ansambluri canonice, grand-canonice și microcanonice.	Expunere sistematică - prelegere. Exemple	4 ore
Indiscernabilitatea particulelor cuantice. Reprezentarea numărului de ocupare. Principiul Pauli. Aplicații.	Expunere sistematică – prelegere. Exemple	6 ore
Funcții de partiție grand-canonice pentru sisteme de fermioni independenți. Statistici Fermi-Dirac. Aplicații.	Expunere sistematică – prelegere. Exemple	2 ore
Funcții de partiție grand-canonice pentru sisteme de bosoni independenți. Statistici Bose-Einstein. Aplicații.	Expunere sistematică – prelegere. Exemple	2 ore
Radiația de echilibru, legea Planck. Radiația corpului	Expunere sistematică – prelegere. Exemple	4 ore

negru. Aplicații.		
Lichide cuantice. Heliiu trei. Heliiu patru și condensată Bose-Einstein.	Expunere sistematică – prelegere. Exemple	4 ore
Bibliografie: 1. R. Balian, From Microphysics to Macrophysics Vol. 1, 2, Springer 2006 2. L.D. Landau, E.E. Lifshitz, Fizică Statistică, Editura Tehnică 3. K. Huang, Statistical Mechanics, John Wiley & sons, 1987 4. Radu Paul Lungu, Elemente de mecanica statistica cuantica, Editura UB, 2017		
<b>8.2. Seminar</b> [temele dezbătute în cadrul seminariilor]	Metode de predare-învățare	Observații
Termodinamica statistică a gazului fermionic ideal. Stele pitice albe. Stele neutronice.	Prelegere. Rezolvare de probleme	6 ore
Termodinamica statistică a gazului bosonic ideal.	Prelegere. Rezolvare de probleme	6 ore
Mecanica statistică a vibrațiilor în rețea. Fononi. Modelul Debye.	Prelegere. Rezolvare de probleme	4 ore
Modelul Heisenberg și aplicații.	Prelegere. Rezolvare de probleme	4 ore
Modelul Landau pentru două fluide. Spectrul Maxon-roton.	Prelegere. Rezolvare de probleme	4 ore
Răspuns liniar. Teorema fluctuație-disipare.	Prelegere. Rezolvare de probleme	4 ore
Bibliografie: 1. R. Balian, From Microphysics to Macrophysics Vol. 1, 2, Springer 2006 2. D. Dalvit, J. Frastai, I. Lawrie, <i>Problems on statistical mechanics</i> , IOP 1999 3. Radu Paul Lungu, Elemente de mecanica statistica cuantica, Editura UB, 2017		
<b>8.3. Laborator</b> [temele de laborator, proiecte etc, conform calendarului disciplinei]	Metode de transmitere a informației	Observații
<b>8.4. Proiect</b> [doar pentru disciplinele la care exista proiect semestrial normat in planul de invatamant]	Metode de predare-învățare	Observații
Bibliografie:		

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

Această unitate de curs dezvoltă competențe teoretice fundamentale pentru un student de master în domeniul fizicii moderne, corespunzând standardelor naționale și internaționale. Conținutul este în conformitate cu cerințele principalilor angajatori ai institutelor de cercetare și universităților.

#### 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>	- Claritatea, coerența și concizia expunerii; - Utilizarea corectă a modelelor, formulelor și relațiilor de calcul;	Examen scris și evaluare orală	60%

	- Capacitatea de exemplificare;		
<b>10.5.1. Seminar</b>	- Aplicarea metodelor specifice de rezolvare pentru problema dată;	Teme pe parcurs	40%
<b>10.5.2. Laborator</b>			
<b>10.5.3. Proiect</b> [doar pentru disciplinele la care exista proiect semestrial normat in planul de invatamant]			
<b>10.6. Standard minim de performanță</b>			
<b>Obținerea mediei 5</b> Cel puțin 50% din punctaj la examenul final și la temele din timpul semestrului.			

Data completării  
10.06.2019

Semnătura titularului de curs

Prof. dr. Virgil Băran

Semnătura de seminar/laborator

Lect. dr. Victor Dinu

Data avizării în  
departament

Director de departament  
Prof.dr. Virgil BĂRAN

**DI.102. Interacția radiațiilor ionizante cu materia****1. Date despre program**

1.1. INSTITUȚIA DE ÎNVĂȚĂMÂNT SUPERIOR	UNIVERSITATEA DIN BUCUREȘTI
1.2. Facultatea	FACULTATEA DE FIZICĂ
1.3. DEPARTAMENTUL	STRUCURA MATERIEI, FIZICA ATMOSFEREI SI PAMANTULUI, ASTROFIZICA
1.4. Domeniul de studii	FIZICĂ
1.5. Ciclul de studii	MASTER
1.6. Programul de studii / Calificarea	FIZICA ATOMULUI, NUCLEULUI, PARTICULELOR ELEMENTARE, ASTROFIZICA SI APLICATII
1.7. Forma de învățământ	ÎNVĂȚĂMÂNT CU FRECVENȚĂ

**2. Date despre disciplină**

2.1. Denumirea disciplinei	<b>Interacția radiațiilor ionizante cu materia</b>							
2.2. Titularul activităților de curs	<b>Prof. Dr. Ionel Lazanu</b>							
2.3. Titularul activităților de seminar								
2.4. Titularul activităților de laborator	<b>Prof. Dr. Ionel Lazanu, Lect.univ.dr.Oana RISTEA, Asist. univ. drd. Mihaela PARVU</b>							
2.5. Anul de studiu	1	2.6. Semestrul	1	2.7. Tipul de evaluare	E	2.8. Regimul disciplinei	Conținut <sup>1)</sup>	<b>DS</b>
							Obligativitate <sup>2)</sup>	<b>DI</b>

<sup>1)</sup> disciplină de aprofundare (DA), disciplină de sinteză (DS);

<sup>2)</sup> disciplină obligatorie (DI), disciplină opțională (DO), disciplină facultativă (DFac)

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

3.1. Număr de ore pe săptămână	<b>4</b>	din care: curs	<b>2</b>	Seminar/laborator	<b>2/0</b>
3.2. Total ore pe semestru	<b>56</b>	din care: curs	<b>28</b>	seminar/laborator	<b>28/0</b>
<i>Distribuția fondului de timp</i>					<b>ore</b>
3.2.1. Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe					<b>44</b>
3.2.2. Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate și pe teren					<b>18</b>
3.2.3. Pregătire seminare/ laboratoare/ proiecte, teme, referate, portofolii și eseuri					<b>28</b>
3.2.4. Examinări					<b>4</b>
3.2.5. Alte activități					
3.3. Total ore studiu individual	<b>90</b>				
3.4. Total ore pe semestru	<b>150</b>				
3.5. Numărul de credite	<b>6</b>				

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

4.1. de curriculum	Analiza matematica, Algebra, Geometrie, Ecuatiile fizicii matematice, Electricitate, Fizica atomica, Fizica nucleara, Optică, Fizica cuantică, Fizica statistica
4.2. de competențe	• Limbaje de programare, Prelucrarea datelor fizice si metode numerice

**5. Condiții (acolo unde este cazul)**

5.1. de desfășurare a cursului	Sală de curs (de preferat, dar nu obligatoriu, dotari multimedia)
5.2. de desfășurare a seminarului/ laboratorului/ proiectului	Setup-urile experimentale din Laboratorul de fizica nucleara, Laboratorul de dozimetrie, Retea de calculatoare (sau laptopuri individuale) Filme obtinute la camera cu bule de 81 cm/CERN expusa la un fascicul de $\pi^-$ de 2,2 GeV /c la acceleratorul de 28GeV Filme obtinute la camera cu bule de 2 m/CERN umpluta cu hidrogen Filme obtinute la camera cu stramer de inalta presiune – JINR-Dubna, umpluta cu $^3\text{He}$ expuse la fascicule de $\pi^{+/-}$ la energii cinetice de 100, 120, 145 si 180 MeV

## 6. Competențe specifice acumulate

Competențe profesionale	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificarea și utilizarea adecvată a principalelor legi și principiilor fizicii într-un context dat; identificarea și utilizarea noțiunilor</li> <li>• Rezolvarea problemelor de fizică în condiții impuse</li> <li>• Aplicarea în mod creativ a cunoștințelor dobândite în vederea înțelegerii și modelării proceselor și proprietăților fizice</li> <li>• Comunicarea și analiza informațiilor cu caracter didactic, științific și de popularizare din domeniul fizicii</li> <li>• Utilizarea/dezvoltarea unor instrumente software specifice</li> </ul>
Competențe transversale	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilizarea eficientă a surselor informaționale și a resurselor de comunicare și formare profesională, inclusiv într-o limbă de circulație internațională</li> <li>• Realizarea sarcinilor profesionale în mod eficient și responsabil cu respectarea legislației, eticii și deontologiei specifice domeniului.</li> </ul>

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

7.1. Obiectivul general al disciplinei	Investigarea principalelor surse de radiație, a mecanismelor prin care diferitele tipuri de radiații interacționează cu materia funcție de tipul de particulă, energie. Aplicații majore specifice în fizica nucleară, particule, astrofizică și domeniul aplicațiilor medicale
7.2. Obiectivele specifice	Punerea în evidență la fiecare temă abordată a problemelor esențiale necesare înțelegerii fenomenelor care să permită studentului să-și formeze un mod de a gândi și dezvolta creativ problemele de soluționat.

## 8. Conținuturi

8.1. Curs [capitolele de curs]	Metode de predare	Observații
<b>Surse de radiații și radioactivitate:</b> a) Raze cosmice primare: particule încărcate, neutrini, gamma, raze X caracteristici, modele; b) Raze cosmice secundare; interacțiile cu atmosfera terestră (naturale și artificiale); d) Surse de natură geo-terestră	componenta de origine, sistematică - prelegere. c) Radiații Exemple	4 ore
<b>I. Interacții ale particulelor cu electronii atomici</b> <b>a) Pierderile de energie electronice ale particulelor încărcate grele – particule și ioni grei:</b> secțiuni eficace, putere de stopare funcție de domeniul de energie, electroni de knock-on electroni (electroni $\delta$ ); ecuația Bethe-Bloch, pierderile de energie în straturi subțiri de material; fluctuații în pierderile de energie, cazul amestecurilor și compusilor, randament de ionizare, împrăstieri multiple la unghiuri mici, efectul Cerenkov și radiația de tranziție <b>b) Interacțiile fotonilor și electronilor în materie:</b> lungime de radiație, pierderi de energie pentru electroni, energie critică; pierderile de energie ale fotonilor (împrăstiere Rayleigh, Thomson, Compton, efect fotoelectric), bremsstrahlung și producerea de perechi la energii mari, producerea de cascade electromagnetice la energii mari <b>c) Pierderile de energie ale muonilor</b> <b>d) Pierderile de energie ale neutrinelor</b>	Expunere sistematică - prelegere. Studii de caz. Exemple	14 ore
<b>II. Interacțiile cu nucleeele</b> <b>a) Interacțiile particulelor încărcate grele – modelul Lindhard</b> <b>b) Interacțiile neutronilor</b> <b>c) Interacții fotonucleare și electronucleare la energii mari</b>	Expunere sistematică - prelegere. Exemple	6 ore

<b>III. Principii de detectie specifice dupa tipul de particule si domeniul de energie considerat</b>	Expunere sistematica – prelegere. Exemple	4 ore
Bibliografie: 1) M. Nastasi, J. Mayer, J. Hirvonen, Ion-solid interactions: fundamentals and applications, Cambridge University Press 20041. 2) G.F. Knoll, Radiation Detection and Measurement, Wiley, 2000 3) W.R.Leo, Techniques for Nuclear and Particle Physics Experiments, (Springer-Verlag, Berlin, 1987 and 2003). 4) Claus Grupen, Astroparticle Physics, Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2005 5) Particle Data Group, <a href="http://pdg.lbl.gov">http://pdg.lbl.gov</a> (27. Passage particles through Matter) 6) I. Lazanu, Oana Ristea, INTERACTIILE PARTICULELOR CU MATERIA - Caiet de laborator si aplicatii numerice – versiune electronica		
8.2. Seminar [temele dezbătute în cadrul seminariilor]	Metode de predare-învățare	Observații
a) Aplicatii numerice	Rezolvare de probleme	8 ore
<b>8.3. Laborator</b> [temele de laborator, proiecte etc, conform calendarului disciplinei]		
b) Masurarea razelor cosmice cu detectori scintilatori si calculul spectrului	Activitate practică dirijată	2 ore
c) Studiarea experimentală a interacțiilor particulelor alpha, electroni, neutroni, gamma in diverse tipuri de detector	Activitate practică dirijată	10 ore
d) Calculul pierderilor de energie pentru particule de energie mare (electronilor, pozitronilor si electronilor delta ) utilizand informatii obtinute in camera cu bule si streamer - determinarea experimentală a ecuatiei Bethe-Bloch	Activitate practică dirijată	4 ore
e) Simulari MC ale interacțiilor ionilor in diverse medii (contributii electronice, nucleare, fononi) utilizand coduri specifice (ex SRIM) - 4 ore	Activitate practică dirijată	4 ore
Bibliografie: I. Lazanu, Oana Ristea, INTERACTIILE PARTICULELOR CU MATERIA - Caiet de laborator si aplicatii numerice – versiune electronica		

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

În vederea schțării conținuturilor, alegerii modelelor de predare/învățare, dată fiind importanța deosebită a disciplinei pentru aplicații în fizica și tehnologia modernă, titularii disciplinei au consultat conținutul unor discipline similare predate la universități din țară și străinătate (Heidelberg, University of Cambridge, University of Gent, Laussane). Conținutul disciplinei este conform cerințelor de angajare în institute de cercetare în fizica și inginerie nucleară, laboratoare medicale care utilizează în investigație și tratament metode nucleare (în condițiile legii).

#### 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>	- Claritatea, coerența și concizia expunerii; - Utilizarea corectă a modelelor, formulelor și relațiilor de calcul; - Capacitatea de exemplificare; - Alicare aprofundată a cunoștințelor	Examen scris	70%
<b>10.5.1. Seminar</b>	- Aplicarea metodelor specifice de rezolvare pentru problema dată;	Teme pe parcurs	10%
<b>10.5.2. Laborator</b>	- Cunoașterea și utilizarea tehnicilor experimentale;	Colocviu de laborator	20%

	- Interpretarea rezultatelor;		
<b>10.5.3. Proiect</b> [doar pentru disciplinele la care exista proiect semestrial normat in planul de invatamant]			
<b>10.6. Standard minim de performanță</b>			
<b>Obținerea mediei 5</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Efectuarea tuturor activitatilor pe parcursul semestrului</li> <li>• Obținerea notei 5 prin insumarea punctelor obținute la activitatile de pe parcurs si examen, in acord cu ponderile specificate</li> </ul>			

Data completării  
24.06.2019

Semnătura titularului de curs  
Prof. dr. Ionel LAZANU

Semnătura de seminar/laborator  
Prof. dr. Ionel LAZANU

Data avizării în  
departament

Director de departament  
Prof. Dr. Alexandru JIPA



## 409.2 Mari experimente în fizica nucleară, fizica particulelor elementare și astrofizica

### 1. Date despre program

1.1. INSTITUȚIA DE ÎNVĂȚĂMÂNT SUPERIOR	UNIVERSITATEA DIN BUCUREȘTI
1.2. Facultatea	FACULTATEA DE FIZICĂ
1.3. DEPARTAMENTUL	STRUCURA MATERIEI, FIZICA ATMOSFEREI SI PAMANTULUI, ASTROFIZICA
1.4. Domeniul de studii	FIZICĂ
1.5. Ciclul de studii	MASTER
1.6. Programul de studii / Calificarea	FIZICA ATOMULUI, NUCLEULUI, PARTICULELOR ELEMENTARE, ASTROFIZICA SI APLICATII
1.7. Forma de învățământ	ÎNVĂȚĂMÂNT CU FRECVENȚĂ

### 2. Date despre disciplină

2.1. Denumirea disciplinei	Mari experimente în fizica nucleară, fizica particulelor elementare și astrofizica							
2.2. Titularul activităților de curs	Prof. Dr. Ionel Lazanu, prof. Dr. Alexandru Jipa, Lect. Dr. Oana Ristea, Lect. Dr. Marius Calin							
2.3. Titularul activităților de seminar								
2.4. Titularul activităților de laborator	Prof. Dr. Ionel Lazanu, Prof. Dr. Alexandru Jipa, Lect.univ.dr.Oana RISTEA, Asist. univ. drd. Mihaela PARVU							
2.5. Anul de studiu	1	2.6. Semestrul	2	2.7. Tipul de evaluare	E	2.8. Regimul disciplinei	Conținut <sup>1)</sup>	DS
							Obligativitate <sup>2)</sup>	DO

<sup>1)</sup> disciplină de aprofundare (DA), disciplină de sinteză (DS);

<sup>2)</sup> disciplină obligatorie (DI), disciplină opțională (DO), disciplină facultativă (DFac)

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

3.1. Număr de ore pe săptămână	4	din care: curs	2	Seminar/laborator	2/0
3.2. Total ore pe semestru	56	din care: curs	28	seminar/laborator	28/0
<i>Distribuția fondului de timp</i>					<b>Ore</b>
3.2.1. Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe					44
3.2.2. Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate și pe teren					18
3.2.3. Pregătire seminare/ laboratoare/ proiecte, teme, referate, portofolii și eseuri					28
3.2.4. Examinări					4
3.2.5. Alte activități					
3.3. Total ore studiu individual					90
3.4. Total ore pe semestru					150
3.5. Numărul de credite					6

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

4.1. de curriculum	Ecuatiile fizicii matematice, Electricitate, Fizica atomica, Fizica nucleara, Optică, Fizica cuantică, Fizica statistica
4.2. de competențe	Prelucrarea datelor fizice si metode numerice

### 5. Condiții (acolo unde este cazul)

5.1. de desfășurare a cursului	Sală de curs (de preferat, dar nu obligatoriu, dotari multimedia)
5.2. de desfășurare a seminarului/ laboratorului/ proiectului	Setup-urile experimentale din Laboratorul de fizica nucleara, Laboratorul de spectroscopie nucleara si detectori

### 6. Competențe specifice acumulate

Competențe profesionale	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificarea și utilizarea adecvată a principalelor legi și principiilor fizicii într-un context dat; Rezolvarea problemelor de fizică în condiții impuse</li> <li>• Aplicarea în mod creativ a cunoștințelor dobândite în vederea înțelegerii și modelării proceselor și proprietăților fizice ale sistemelor</li> <li>• Comunicarea și analiza informațiilor cu caracter didactic, științific și de popularizare din domeniul fizicii</li> <li>• Utilizarea/dezvoltarea unor instrumente software specifice</li> </ul>
Competențe transversale	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilizarea eficientă a surselor informaționale și a resurselor de comunicare și formare profesională, inclusiv într-o limbă de circulație internațională</li> <li>• Realizarea sarcinilor profesionale în mod eficient și responsabil cu respectarea legislației, eticii și deontologiei specifice domeniului.</li> </ul>

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

7.1. Obiectivul general al disciplinei	Investigarea principalelor proprietati ale detectorilo; a mecanismelor prin care diferitele tipuri de radiatii interactioneaza cu materia functie de tipul de particula, energie. Clase de detectori; aplicatii specifice in fizica nucleara, particule, astrofizica si alte domenii
7.2. Obiectivele specifice	Punerea în evidență la fiecare temă abordată a problemelor esențiale necesare înțelegerii fenomenelor care să permită studentului să-și formeze un mod de a gândi și dezvolta creativ problemele de soluționat.

### 8. Conținuturi

8.1. Curs [capitolele de curs]	Metode de predare	Observații
<b>Experimente de astrofizica in subteran</b> Scopul acestor experimente: a) Cautarea materiei intunecate si energiei intunecate din Univers: b) Dezintegrari beta duble fara neutrini, c) Fizica neutrinilor: c1) Surse de neutrini: supernove, soare, atmosferici, geoneutrini, acceleratori, (fascicule, fabrici de neutrini), reactori, neutrini relicva; c2) Oscilatiile neutrinilor. Experimente cu baza de distanta diferite de la zeci de cm la mii km.; c3) Cautarea directa a masei d) Stabilitatea materiei – dezintegrarea protonului	Metode de predare: cautari directe si indirecte Expunere sistematică - prelegere. Exemple	14 ore
Principii de detectie: ionizare, radiatie Cerenkov, scintilatii, temperatura (fononi), bule, microbule, tracking	Expunere sistematica - prelegere. Studii de caz. Exemple	4 ore
Tehnologii: calorimetrie bolometrica, calorimetrie in cristale semiconductori si in scintilatori, calorimetrie in lichide /gaze, camera cu proiectie temporală, camera cu bule, alte tehnici	Expunere sistematica - prelegere. Exemple. Aplicatii. Studii de caz.	4 ore
Principalele experimente Problema fondului radioactiv in subteran	Expunere sistematica - prelegere. Exemple. Aplicatii. Studii de caz.	6 ore
Bibliografie: 1) G.F. Knoll, Radiation Detection and Measurement, Wiley, 2000 2) W.R.Leo, Techniques for Nuclear and Particle Physics Experiments, (Springer-Verlag, Berlin, 1987 and 2003). 3) Claus Grupen, Astroparticle Physics, Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2005 4) Particle Data Group, <a href="http://pdg.lbl.gov">http://pdg.lbl.gov</a> 5) <a href="http://www.aspera-eu.org/images/stories/Roadmap/brussels-petronzio.pdf">http://www.aspera-eu.org/images/stories/Roadmap/brussels-petronzio.pdf</a> 6) OECD Global Science Forum, Report of the Working Group on Astroparticle Physics, MARCH 2011 <a href="http://www.oecd.org/sti/scienceandtechnologypolicy/47598026.pdf">http://www.oecd.org/sti/scienceandtechnologypolicy/47598026.pdf</a> 7) L. Pandola, Overview of the European Underground Facilities, arXiv:1102.020		

8.2. Seminar [temele dezbătute în cadrul seminariilor]	Metode de predare-învățare	Observații
<b>8.3. Laborator</b> [temele de laborator, proiecte etc, conform calendarului disciplinei]	Metode de transmitere a informației	Observații
a) <b>Aplicatii numerice:</b> a1) Calculul ratei de evenimente in experimente de cautare directa a materiei intunecate; a2) Calculul probabilitatilor de oscilatie pentru neutrino in diferite ipoteze teoretice	Activitate practică dirijată	4 ore
b) <b>Calculul pierderilor de energie pentru particule de energie mare</b> (electronilor, pozitronilor si electronilor delta ) utilizand informatii obtinute in camera cu bule si streamer - determinarea experimentală a ecuației Bethe-Bloch	Activitate practică dirijată	4 ore
c) <b>Simulari</b> utilizand FLUKA si sau GEANT pentru procese particulare specifice unor experimente din aceasta clasa (vor fi specificate la inceputul cursului)	Activitate practică dirijată	6 ore
<b>Masuratori de muoni atmosferici</b> in IFIN-HH si in laboratorul subteran de la Slanic-Prahova.	Activitate practică dirijată	14 ore
<b>8.4. Proiect</b> [doar pentru disciplinele la care exista proiect semestrial normat in planul de invatamant]		Observații
Bibliografie: ) I. Lazanu, Mihaela Parvu, Detectori de particule - Îndrumar de laborator, aplicatii numerice și probleme – forma electronica		

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

În vederea schțării conținuturilor, alegerii metodelor de predare/învățare, dată fiind importanța deosebită a disciplinei pentru aplicații în fizica și tehnologia modernă, titularii disciplinei au consultat conținutul unor discipline similare predate la universități din țară și străinătate (Heidelberg, University of Cambridge, University of Gent, MIT, Laussane). Conținutul disciplinei este conform cerințelor de angajare în institute de cercetare în fizica și inginerie nucleară, laboratoare medicale care utilizează în investigație și tratament metode nucleare (în condițiile legii).

#### 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>	- Claritatea, coerența și concizia expunerii; - Utilizarea corectă a modelelor, formulelor și relațiilor de calcul; - Capacitatea de exemplificare; - Alicare aprofundată a cunoștințelor	Examen scris	60%
<b>10.5.1. Seminar</b>			
<b>10.5.2. Laborator</b>	- Cunoașterea și utilizarea tehnicilor experimentale; - Interpretarea rezultatelor;		40%
<b>10.5.3. Proiect</b> [doar pentru disciplinele la care exista proiect semestrial normat in planul de invatamant]			
<b>10.6. Standard minim de performanță</b>			
<b>Obținerea mediei 5</b>			

- Efectuarea tuturor activitatilor pe parcursul semestrului
- Obținerea notei 5 prin însumarea punctelor obținute la activitățile de pe parcurs și examen, în acord cu ponderile specificate

	Semnătura titularului de curs	Semnătura de seminar/laborator
Data completării 24.06.2019	<i>Prof. Dr. Ionel Lazanu, Prof. Dr. Alexandru Jipa Lect. Dr. Oana Ristea, Lect. Dr. Marius Calin</i>	<i>Prof. Dr. Ionel Lazanu, Prof. Dr. Alexandru Jipa Lect. Dr. Oana Ristea, Lect. Dr. Marius Calin Asist.Lect. drd. Mihaela Parvu</i>
Data avizării în departament		Director de departament Prof. Dr. Alexandru JIPA

## 502 Fenomenologia particulelor elementare. Elemente de cosmologie si fizica astroparticulelor

### 1. Date despre program

1.1. INSTITUȚIA DE ÎNVĂȚĂMÂNT SUPERIOR	UNIVERSITATEA DIN BUCUREȘTI
1.2. Facultatea	FACULTATEA DE FIZICĂ
1.3. DEPARTAMENTUL	STRUCURA MATERIEI, FIZICA ATMOSFEREI SI PAMANTULUI, ASTROFIZICA
1.4. Domeniul de studii	FIZICĂ
1.5. Ciclul de studii	MASTER
1.6. Programul de studii / Calificarea	FIZICA ATOMULUI, NUCLEULUI, PARTICULELOR ELEMENTARE, ASTROFIZICA SI APLICATII
1.7. Forma de învățământ	ÎNVĂȚĂMÂNT CU FRECVENȚĂ

### 2. Date despre disciplină

2.1. Denumirea disciplinei	<i>Fenomenologia particulelor elementare. Elemente de cosmologie si fizica astroparticulelor</i>							
2.2. Titularul activităților de curs	<b>Prof. Dr. Ionel Lazanu</b>							
2.3. Titularul activităților de seminar								
2.4. Titularul activităților de laborator	<b>Prof. Dr. Ionel Lazanu, Asist. univ. drd. Mihaela PARVU</b>							
2.5. Anul de studiu	1	2.6. Semestrul	1	2.7. Tipul de evaluare	E	2.8. Regimul disciplinei	Conținut <sup>1)</sup>	<b>DS</b>
							Obligativitate <sup>2)</sup>	<b>DI</b>

<sup>1)</sup> disciplină de aprofundare (DA), disciplină de sinteză (DS);

<sup>2)</sup> disciplină obligatorie (DI), disciplină opțională (DO), disciplină facultativă (DFac)

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

3.1. Număr de ore pe săptămână	<b>4</b>	din care: curs	<b>2</b>	Seminar/laborator	<b>2/0</b>
3.2. Total ore pe semestru	<b>56</b>	din care: curs	<b>28</b>	seminar/laborator	<b>28/0</b>
<i>Distribuția fondului de timp</i>					<b>Ore</b>
3.2.1. Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe					<b>44</b>
3.2.2. Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate și pe teren					<b>18</b>
3.2.3. Pregătire seminare/ laboratoare/ proiecte, teme, referate, portofolii și eseuri					<b>28</b>
3.2.4. Examinări					<b>4</b>
3.2.5. Alte activități					
3.3. Total ore studiu individual	<b>90</b>				
3.4. Total ore pe semestru	<b>150</b>				
3.5. Numărul de credite	<b>6</b>				

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

4.1. de curriculum	Matematici superioare, Mecanica cuantica, Fizica statistica, Fizica atomica, Fizica nucleara si particule elementare,
4.2. de competențe	Limbaje de programare si metode numerice.

### 5. Condiții (acolo unde este cazul)

5.1. de desfășurare a cursului	Sală de curs (de preferat, dar nu obligatoriu, dotari multimedia)
5.2. de desfășurare a seminarului/ laboratorului/ proiectului	Setup-urile experimentale din Laboratorul de fizica nucleara, Laboratorul de dozimetrie, Retea de calculatoare (sau laptopuri individuale) Filme obtinute la camera cu bule de 81 cm/CERN expusa la un fascicul de $\pi^-$ de 2,2 GeV /c la acceleratorul de 28GeV

	Filme obtinute la camera cu bule de 2 m/CERN umpluta cu hidrogen Filme obtinute la camera cu stramer de inalta presiune – JINR-Dubna, umpluta cu $^3\text{He}$ expuse la fascicule de $\pi^{+/-}$ la energii cinetice de 100, 120, 145 si 180 MeV
--	--

## 6. Competențe specifice acumulate

Competențe profesionale	<ul style="list-style-type: none"> <li>Identificarea și utilizarea adecvată a principalelor legi și principiilor fizicii într-un context dat; identificarea și utilizarea noțiunilor</li> <li>Rezolvarea problemelor de fizică în condiții impuse</li> <li>Aplicarea în mod creativ a cunoștințelor dobândite în vederea înțelegerii și modelării proceselor și proprietăților fizice</li> <li>Comunicarea și analiza informațiilor cu caracter didactic, științific și de popularizare din domeniul fizicii</li> <li>Utilizarea/dezvoltarea unor instrumente software specifice</li> </ul>
Competențe transversale	<ul style="list-style-type: none"> <li>Utilizarea eficientă a surselor informaționale și a resurselor de comunicare și formare profesională, inclusiv într-o limbă de circulație internațională</li> <li>Realizarea sarcinilor profesionale în mod eficient și responsabil cu respectarea legislației, eticii și deontologiei specifice domeniului.</li> </ul>

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

7.1. Obiectivul general al disciplinei	Investigarea principalelor surse de radiație, a mecanismelor prin care diferitele tipuri de radiații interacționează cu materia funcție de tipul de particulă, energie. Aplicații majore specifice în fizica nucleară, particule, astrofizica și domeniul aplicațiilor medicale
7.2. Obiectivele specifice	Punerea în evidență la fiecare temă abordată a problemelor esențiale necesare înțelegerii fenomenelor care să permită studentului să-și formeze un mod de a gândi și dezvolta creativ problemele de soluționat.

## 8. Conținuturi

8.1. Curs [capitolele de curs]	Metode de predare	Observații
<b>Particule elementare (7 sapt.)</b>  <b>Elemente de cinematica relativista</b> <b>Proprietatile si interactiile particulelor elementare:</b> Formularea conceptului de antiparticula, Numere cuantice (numar barionic, numere leptonice, straneitate, izospin; alte sarcini specifice), Relatia Gell-Mann Nishijima, Producerea si dezintegrarea rezonantelor, Determinarea spinului, Violari ale numerelor cuantice.	Expunere sistematica, prelegere. Exemple	4 ore
<b>Simetrii:</b> Aspecte fenomenologice, Fundamentele modelului cuarc , Continutul in cuarci pentru mezoni si barioni. Culoarea, simetrie de culoare, extinderea modelului cuarc. Simetrii ascunse. Confirmari experimentale. <b>Simetrii discrete.</b>	Expunere sistematica - prelegere. Studii de caz. Exemple	4 ore
<b>Formularea modelului standard:</b> Constituentii fundamentali: cuarci, gluoni, leptoni; Conceptele de cuarci de valenta si de "mare de cuarci" pentru hadroni. Mecanisme. Bozoni de etalonare. Dinamica particulelor de etalonare. Ruperea spontana a simetriei <b>Confruntarea modelului standard cu datele experimentale.</b> <b>Fizica deasupra modelului standard.</b> Reproducerea conditiilor Universului in momentele primordiale ale marii explozii (big-bang). Noi facilitati de accelerare <b>Legatura Fizicii particulelor cu Fizica nucleară</b>	Expunere sistematica - prelegere. Exemple	6 ore
<b>Cosmologie și Astroparticule (7 sapt.)</b>	Expunere sistematica – prelegere.	4 ore

<b>Universul expansionist:</b> Aspecte observationale despre Univers, Cosmologie newtoniana, Elemente de geometrie curbilinie.	Exemple	
Ecuatiile Einstein, Dinamica cosmica, Elemente de nucleosinteza primordiala, Tranzitii de faza in universul timpuriu. Era Planck. Estimari ale parametrilor cosmici. Scenarii ale tranzitiilor de faza. Bariogeneza si asimetria materie-antimaterie pentru univers. Alte aspecte.	Expunere sistematica – prelegere. Exemple	7 ore
<b>Particule cosmice:</b> Neutrinii. Unde gravitationale (Detectie; experimente). Gauri negre clasice si aspecte cuantice. Radiatia Hawking. <b>Materia intunecata si energia intunecata a universului:</b> Surse de materie intunecata. Cautari, experimente, rezultate. Idei noi	Expunere sistematica – prelegere. Exemple	3 ore
Bibliografie: F.E. Close An introduction to quarks and partons, Academic Press 1979 A. Das, T. Ferbel, Introduction to nuclear and particle physics, World Scientific 2005 D. Griffiths, Introduction to elementary particles, JohnWiley & Sons 1987 K. Gottfried, V. Weisskopf, Subnuclear Phenomena (in Concepts of Particle Physics), Oxford University Press 1984 I. Lazanu, Particule elementare, astroparticule si elemente ale universului timpuriu (aplicatii numerice si probleme rezolvate), Ed. Univ. din Bucuresti 2002 Ray Hagedorn – Relativistic Kynematics, Academic Press, 1968 B.R.Martin – Statistics for Physicists, Plenum Press, 1971 Claus Grupen, Astroparticle Physics, Springer 2005 R. D. Peccei –Physics at the interface of particle physics and cosmology – hep-ph/9808418 Ian R. Kenyon – General relativity, Oxford Univ. Press 1990 Donald Perkins - Particle Astrophysics (Oxford Master Series in Particle Physics, Astrophysics, and Cosmology), Oxford Univ. Press 2005 I. Lazanu – Cosmologie si particule elementare, Ed. Univ. din Bucuresti 1999		
<b>8.2. Seminar [temele dezbătute în cadrul seminariilor]</b>	Metode de predare-învățare	Observații
a) Seminar particule elementare	Rezolvare de probleme	4 ore
b) Aplicatii numerice si discutii –cosmologie		2 ore
<b>8.3. Laborator [temele de laborator, proiecte etc, conform calendarului disciplinei]</b>		
	Metode de transmitere a informației	Observații
c) Determinarea experimentală a unor proprietăți ale particulelor elementare (sarcina electrică, masă, impuls, energie, timp de viață), identificare, interacții fundamentale	Activitate practică dirijată	4 ore
d) Analiza și interpretarea datelor cu tehnica diagramelor Dalitz și stabilirea unor numere cuantice pe baza unor considerente teoretice.	Activitate practică dirijată	2 ore
e) Interferența rezonantelor. Studiu teoretic și numeric	Activitate practică dirijată	4 ore
f) Investigarea legii lui Hubble utilizând măsurători reale de galaxii cu telescoape de 2- 4 m și spectrele de emisie/absorbție pentru mai multe elemente și estimarea vârstei Universului.	Activitate practică dirijată	6 ore
g) Programarea numerică a fenomenului de oscilații ale neutrinilor pentru diferite baze de distanță (4 ore)	Activitate practică dirijată	4 ore
h) Determinarea masei neutrinilor din datele experimentale obținute de la supernova 1987A	Activitate practică dirijată	2 ore
Bibliografie: I. Lazanu, Particule elementare, astroparticule și elemente ale universului timpuriu (aplicatii numerice și probleme rezolvate), Ed. Univ. din Bucuresti 2002		

Ray Hagedorn – Relativistic Kynematics, Academic Press, 1968  
 B.R.Martin – Statistics for Physicists, Plenum Press, 1971  
 Claus Grupen, Astroparticle Physics, Springer 2005  
 Ian R. Kenyon – General relativity, Oxford Univ. Press 1990  
 Donald Perkins - Particle Astrophysics (Oxford Master Series in Particle Physics, Astrophysics, and Cosmology), Oxford Univ. Press 2005  
 I. Lazanu – Cosmologie si particule elementare, Ed. Univ. din Bucuresti 1999

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

În vederea schițării conținuturilor, alegerii metodelor de predare/învățare, dată fiind importanța deosebită a disciplinei pentru aplicații în fizica și tehnologia modernă, titularii disciplinei au consultat conținutul unor discipline similare predate la universități din țară și străinătate (Heidelberg, University of Cambridge, University of Gent, Laussane). Conținutul disciplinei este conform cerințelor de angajare în institute de cercetare în fizica și inginerie nucleară, laboratoare medicale care utilizează în investigație și tratament metode nucleare (în condițiile legii).

#### 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>	- Claritatea, coerența și concizia expunerii; - Utilizarea corectă a modelelor, formulelor și relațiilor de calcul; - Capacitatea de exemplificare; - Alicaie aprofundată a cunoștințelor	Examen oral	70%
<b>10.5.1. Seminar</b>	- Aplicarea metodelor specifice de rezolvare pentru problema dată;	Teme pe parcurs	10%
<b>10.5.2. Laborator</b>	- Cunoașterea și utilizarea tehnicilor experimentale; - Interpretarea rezultatelor;	Referate de laborator	20%
<b>10.5.3. Proiect</b> [doar pentru disciplinele la care există proiect semestrial normat în planul de învățământ]			
<b>10.6. Standard minim de performanță</b>			
<b>Obținerea mediei 5</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>Efectuarea tuturor activităților pe parcursul semestrului</li> <li>Obținerea notei 5 prin însumarea punctelor obținute la activitățile de pe parcurs și examen, în acord cu ponderile specificate</li> </ul>			

Data completării  
24.06.2019

Semnătura titularului de curs

Prof. dr. Ionel LAZANU

Semnătura de seminar/laborator

Prof. dr. Ionel LAZANU  
Asist. Drd. Mihaela PARVU

Data avizării în  
departament

Director de departament  
Prof. Dr. Alexandru JIPA

## DI.103. Teoria grupurilor și aplicații în Fizică

### 1. Date despre program

1.1. Instituția de învățământ superior	Universitatea din București
1.2. Facultatea	Facultatea de Fizică
1.3. Departamentul	Fizică teoretică, Matematici, Optică, Plasmă, Laseri
1.4. Domeniul de studii	Fizică
1.5. Ciclul de studii	Master
1.6. Programul de studii / Calificarea	Fizică teoretică și computațională
1.7. Forma de învățământ	Învățământ cu frecvență

### 2. Date despre disciplină

2.1. Denumirea disciplinei		Fizică statistică cuantică						
2.2. Titularul activităților de curs				Lect. dr. Victor Dinu				
2.3. Titularul activităților de seminar				Lect. dr. Victor Dinu				
2.4. Titularul activităților de laborator								
2.5. Anul de studiu	1	2.6. Semestrul	1	2.7. Tipul de evaluare	E	2.8. Regimul disciplinei	Conținut <sup>1)</sup>	DA
							Obligativitate <sup>2)</sup>	DI

<sup>1)</sup> disciplină de aprofundare (DA), disciplină de sinteză (DS);

<sup>2)</sup> disciplină obligatorie (DI), disciplină opțională (DO), disciplină facultativă (DFac)

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

3.1. Număr de ore pe săptămână	4	din care: curs	2	Seminar/laborator	2/0
3.2. Total ore pe semestru	56	din care: curs	28	seminar/laborator	28/0
Distribuția fondului de timp					ore
3.2.1. Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe					30
3.2.2. Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate și pe teren					25
3.2.3. Pregătire seminare/ laboratoare/ proiecte, teme, referate, portofolii și eseuri					35
3.2.4. Examinări					4
3.2.5. Alte activități					
3.3. Total ore studiu individual	90				
3.4. Total ore pe semestru	150				
3.5. Numărul de credite	6				

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

4.1. de curriculum	Parcursarea cursurilor: Algebra liniară, Mecanica cuantică
4.2. de competențe	Cunoștințe de: mecanică, fizică atomică, fizică în stare solidă, fizică nucleară

### 5. Condiții (acolo unde este cazul)

5.1. de desfășurare a cursului	Sală cu dotări multimedia (videoproiector)
5.2. de desfășurare a seminarului/ laboratorului/ proiectului	-

## 6. Competențe specifice acumulate

Competențe profesionale	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abilitatea de a utiliza cunoștințe despre teoria grupurilor în diverse ramuri ale fizicii.</li> <li>• Capacitatea de a analiza și interpreta datele experimentale, de a formula concluzii teoretice riguroase.</li> <li>• Abilitatea de a folosi modele matematice bazate pe simetrii pentru a descrie fenomenele fizice.</li> <li>• Abilitatea de a evidenția relația dintre reprezentările ireductibile și subspațiile invariante ale spațiului Hilbert; de a dovedi conexiunea dintre spectrul energetic și reprezentările ireductibile.</li> </ul>
Competențe transversale	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilizarea eficientă a surselor informaționale și a resurselor de comunicare și formare profesională, inclusiv într-o limbă de circulație internațională.</li> <li>• Realizarea sarcinilor profesionale în mod eficient și responsabil cu respectarea legislației, eticii și deontologiei specifice domeniului.</li> </ul>

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

7.1. Obiectivul general al disciplinei	Înțelegerea aspectelor fundamentale legate de studiul simetriilor în fizică. Expunerea proprietăților fundamentale ale grupurilor și ale reprezentărilor matriceale. Studiul rolului teoriei grupurilor în mecanica cuantică.
7.2. Obiectivele specifice	Asimilarea formalismului teoriei grupurilor: concepte, metode, reprezentări. Dobândirea abilităților de a descrie și calcula proprietățile fizice ale sistemelor fizice pe baza simetriilor.

## 8. Conținuturi

8.1. Curs [capitolele de curs]	Metode de predare	Observații
Noțiuni introductive: simetrii ale unui sistem fizic, rolul teoriei grupurilor în fizică, clasificarea grupurilor.	Expunere sistematică - prelegere. Exemple	1 oră
Axiome ale grupului, tabel de multiplicare, subgrupuri, clase de grupuri, produs direct al grupurilor.	Expunere sistematică – prelegere. Exemple	1 oră
Elemente conjugate, clase de echivalență, subgrupuri invariante	Expunere sistematică - prelegere. Exemple	1 oră
Reprezentarea matriceală a unui grup, reprezentări echivalente, reprezentare ireductibilă. Lema lui Schur	Expunere sistematică – prelegere. Exemple	1 oră
Relații de ortogonalitate pentru reprezentări ireductibile ale unui grup finit, reprezentări neechivalente pentru grupuri finite, caractere și relațiile lor de ortogonalitate, tabel de caractere	Expunere sistematică – prelegere. Exemple	2 ore
Teoria grupurilor și mecanica cuantică. De la degenerare la reprezentări de grup: clasificarea valorilor proprii și a stărilor proprii ale energiei în funcție de reprezentările ireductibile ale grupului de simetrie. Aplicații.	Expunere sistematică - prelegere. Studii de caz. Exemple	2 ore
Simetrii discrete. Grup de rotație în mecanica cuantică. Operatori tensoriali. Teorema Wigner-Eckart. Aplicații în fizica atomică și nucleară.	Expunere sistematică - prelegere. Studii de caz. Exemple	4 ore

Bibliografie:		
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. J.F. Corwell, <i>Group theory in physics. An Introduction</i>. Academic Press, 1997.</li> <li>2. A. Zee, <i>Group theory in a nutshell for physicist</i>, Princeton University Press, 2017</li> <li>3. W.K. Tung, <i>Group theory in physics</i>, World Scientific, 1985</li> <li>4.</li> </ol>		
<b>8.2. Seminar</b> [temele dezbătute în cadrul seminariilor]	Metode de predare-învățare	Observații
Teoria grupurilor – noțiuni introductive. Aplicații.	Prelegere. Rezolvare de probleme	1 oră
Reprezentări de grupuri discrete.	Prelegere. Rezolvare de probleme	1 oră
Grupuri ale permutărilor. Grupuri diedre.	Prelegere. Rezolvare de probleme	2 ore
Teorie de grup și mișcare armonică.	Prelegere. Rezolvare de probleme	2 ore
Reprezentări unitare pentru rotații, matrice Wigner, tensori sferici.	Prelegere. Rezolvare de probleme	4 ore
Translații discrete.	Prelegere. Rezolvare de probleme	2 ore
Bibliografie:		
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. A. Zee, <i>Group theory in a nutshell for physicist</i>, Princeton University Press, 2017</li> <li>2. W.K. Tung, <i>Group theory in physics: Problems and solutions</i>, World Scientific, 1991</li> <li>3. S. Sternberg, <i>Group theory and physics</i>, Cambridge University Press, 1994</li> </ol>		
<b>8.3. Laborator</b> [temele de laborator, proiecte etc, conform calendarului disciplinei]	Metode de transmitere a informației	Observații
<b>8.4. Proiect</b> [doar pentru disciplinele la care exista proiect semestrial normat in planul de invatamant]	Metode de predare-învățare	Observații
Bibliografie:		

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

Prima unitate de curs dezvoltă competențe teoretice fundamentale pentru un student de master în domeniul fizicii moderne, corespunzând standardelor naționale și internaționale. Conținutul este în conformitate cu cerințele principalilor angajatori ai institutelor de cercetare și universităților.

#### 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>	- Claritatea, coerența și concizia expunerii; - Utilizarea corectă a modelelor, formulelor și relațiilor de calcul; - Capacitatea de exemplificare;	Examen scris și evaluare orală	60%
<b>10.5.1. Seminar</b>	- Aplicarea metodelor specifice de	Teme pe parcurs	40%

	rezolvare pentru problema dată;		
<b>10.5.2. Laborator</b>			
<b>10.5.3. Proiect</b> [doar pentru disciplinele la care exista proiect semestrial norrmat in planul de invatamant]			
<b>10.6. Standard minim de performanță</b>			
<b>Obținerea mediei 5</b> Cel puțin 50% din punctaj la examenul final și la temele din timpul semestrului.			

Data completării  
10.06.2019

Semnătura titularului de curs

Lect. dr. Victor Dinu

Semnătura de seminar/laborator

Lect. dr. Victor Dinu

Data avizării în  
departament

Director de departament  
Prof.dr. Virgil BĂRAN

## DI.104. Metode experimentale în Fizică

### 1. Date despre program

1.1. Instituția de învățământ superior	Universitatea din București
1.2. Facultatea	Facultatea de Fizică
1.3. Departamentul	Structura Materiei, Fizica Atmosferei și a Pământului, Astrofizică
1.4. Domeniul de studii	Interdisciplinar (Fizică, Chimie)
1.5. Ciclul de studii	Master
1.6. Programul de studii / Calificarea	Surse de energie regenerabile si alternative
1.7. Forma de învățământ	Cu frecvență

### 2. Date despre disciplină

2.1. Denumirea disciplinei	<b>Nanomateriale pentru energii verzi I</b>							
2.2. Titularul activităților de curs								
2.3. Titulari activități de laborator								
2.4. Anul de studiu	1	2.5. Semestrul	2	2.6. Tipul de evaluare	E	2.7. Regimul disciplinei	Conținut <sup>1</sup>	DS
							Obligativitate <sup>2)</sup>	DO

<sup>1)</sup> disciplină de aprofundare (DA), disciplină de sinteză (DS);

<sup>2)</sup> disciplină obligatorie (DI), disciplină opțională (DO), disciplină facultativă (DFac)

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

3.1. Număr de ore pe săptămână	<b>5</b>	din care: curs	<b>2</b>	Laborator/seminar/L practice	<b>3</b>
3.2. Total ore pe semestru	<b>70</b>	din care: curs	<b>28</b>	laborator/seminar/Luc practice	<b>42</b>
Distribuția fondului de timp					<b>ore</b>
3.2.1. Studiul după suport de curs, bibliografie și notițe – nr. ore SI					<b>25</b>
3.2.2. Documentare suplimentară în bibliotecă, pe site 3nanosae, pe platformele electronice OpenWare Courses					<b>25</b>
3.2.3. Pregătire seminare/ laboratoare/ proiecte, teme, referate, portofolii și eseuri					<b>26</b>
3.2.4. Examinări					<b>4</b>
3.2.5. Alte activități					
3.3. Total ore studiu individual	<b>76</b>				
3.4. Total ore pe semestru	<b>150</b>				
3.5. Numărul de credite	<b>6</b>				

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

4.1. de curriculum	Noțiuni de matematică, fizică, chimie nivel mediu
4.2. de competențe	Cunoștințe de folosire a programelor de reprezentare grafică, prelucrare date.

### 5. Condiții (acolo unde este cazul)

5.1. de desfășurare a cursului	Sală de curs cu dotări multimedia; Bibliografie recomandată.
5.2. de desfășurare a seminarului/ laboratorului/ proiectului	Laborator cu dotare modernă care permite efectuarea experimentelor fundamentale; Calculatoare și interfețe de achiziție care permit efectuarea experimentelor asistate de calculator;

### 6. Competențe specifice acumulate

Competențe profesionale	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Însușirea și înțelegerea conceptelor teoretice care descriu fenomenele care stau la baza realizării nanomaterialelor pentru energii verzi;</li> <li>• Însușirea terminologiei specifice utilizată de disciplină;</li> <li>• Dezvoltarea capacității de a conecta rezultatele domeniului cu alte discipline fundamentale (electricitate, electronică, fizica polimerilor, chimie);</li> <li>• Capacitatea de a folosi eficient în situații specifice de interes practic, noțiunile din domeniu;</li> <li>• Dezvoltarea abilităților de experimentator; capacitatea de a proiecta un experiment de laborator</li> <li>• Dezvoltarea abilităților privind management-ul informației (abilitatea de a colecta și analiza informații din diverse surse)</li> </ul>
Competențe transversale	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cultivarea preocupării pentru perfecționarea profesională prin antrenarea abilităților de abstractizare și a celor de testare experimentală a teoriilor științifice;</li> <li>• Dezvoltarea tendinței de implicare în activități științifice (elaborarea unor articole și studii de specialitate)</li> <li>• Dezvoltarea capacității de adaptare și răspuns rapid unor situații noi</li> <li>• Preocuparea pentru obținerea unei finalități a muncii depuse</li> <li>• Abilități de comunicare specifice</li> <li>• Preocuparea pentru obținerea calității și menținerea unui mediu curat</li> </ul>

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

7.1. Obiectivul general al disciplinei	Asimilarea fundamentelor teoretice și experimentale asociate cu realizare și caracterizarea nanomaterialelor pentru energii verzi.
7.2. Obiectivele specifice	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Familiarizarea cu conceptele și modelele fundamentale din domeniu;</li> <li>- Însușirea metodelor științifice de analiză;</li> <li>- Descrierea și înțelegerea fenomenelor de conversie a energiei solare în energie chimică;</li> <li>- Descrierea și înțelegerea proprietăților nanomaterialelor folosite în conversia energiei;</li> <li>- Cunoașterea principiilor specifice nanotehnologiilor</li> <li>- Dezvoltarea abilității de a analiza cantitativ cazuri specifice;</li> <li>- Dezvoltarea abilităților experimentale.</li> </ul>

### 8. Conținuturi

8.1. Curs [capitolele de curs]	Metode de predare	Observații
Microscopie de forțe atomice (AFM)- scurt istoric, principiu de funcționare, forțe van der Waals, elemente componente (sistem de detecție forțe-deplasare, amplificator lock-in, scanner piezoelectric), moduri de operare, aplicații	Expunere sistematică - prelegere. Exemple	4 ore
Elipsometria optica. Aspecte fundamentale (elipsa stării optice de polarizare, ecuațiile fundamentale ale elipsometriei).  Elipsometria cu lumina monocromatică (SWE). Configurații elipsometrice clasice (PSCA, PCSA).  Elipsometria spectroscopică (SE). Principiul de măsurare pentru unghiurile elipsometrice	Expunere sistematică - prelegere. Exemple	4 ore

( $\Psi, \Delta$ ).		
Tipuri de elipsometre folosite in elipsometria spectroscopica (RAE, RAEC, RCE, PME)		
<p><b>Spectroscopia de pozitroni</b></p> <p><b>Tehnici de spectroscopie de pozitroni</b></p> <p>Spectroscopia de timp de viață  Spectroscopia de lărgire Doppler a liniei de anihilare  Corelația timp de viață – impuls (Age-momentum correlation – AMOC)  Corelația unghiulară a radiației de anihilare (Angular correlation of annihilation radiation – ACAR)  Aplicatii  Metale  Semiconductori  Polimeri</p>	Expunere sistematică - prelegere. Exemple	
<p>Tomografia cu raze X</p> <p>Algoritmul Filtered Backprojection.  Elemente de matematică aplicată în tomografia computerizată</p> <p>Aplicatii</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• industrie</li> <li>• arheometrie</li> </ul>	Expunere sistematică - prelegere. Exemple	
<p>Metode de analiza atomica si elementare :</p> <p>Spectrometrie de masa cu plasma cuplata inductiv, Microscopie electronica cu scanare (SEM) cuplat cu un sistem despectroscopie de raze X cu dispersie de energie (EDX/EDS)</p> <p>Aplicatii  Arheometrie</p>	Expunere sistematică - prelegere. Exemple	
<p>Surse de ioni multiplu ionizati de tip ECR</p> <p>Principiu de functionare  Producerea de ioni metalici  Aplicatii ca implantator de suprafata</p>	Expunere sistematică - prelegere. Exemple	
<p><b>Bibliografie:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Paul E. West, Ph.D., An introduction to Atomic Force Microscopy: Teory, Practice, Applications.</li> <li>2. G. Binnig and H. Rohrer, Scanning Tunneling Microscopy – From Birth to Adolescence, Rev. of Mod. Phys, Vol 59, No. 3, Part 1 1987, P 615</li> </ol>		

3. G. Binnig, C.F. Quate, Ch. Geber, Atomic Force Microscope, Phys. Rev. Letters, Vol. 56, No 9, 1986 p 930
4. J.E. Sader, J.W.M. Chon and P. Mulvaney, Rev. Sci. Instrum., 70, 3697(1999)
5. H.G. Tompkins, E. A. Irene, *Handbook of Ellipsometry*, Springer Verlag, New York, 2005.
6. H. Fujiwara, *Spectroscopic Ellipsometry, Principles and Applications*, John Wiley & Sons, London, 2007.
7. Coleman P.G., *Experimental Techniques in Positron Spectroscopy in Principles and Applications of POSITRON & POSITRONIUM CHEMISTRY*, eds. Y. C. Jean, P. E. Mallon & D. M. Schrader, (World Scientific Publishing, 2003)
8. A. C. Kak, M. Slaney, *Principles of Computerized Tomographic Imaging*, Society of Industrial and Applied Mathematics, 2001. (<http://www.slaney.org/pct/pct-toc.html>).

<b>8.2. Seminar</b> [temele dezbătute în cadrul seminariilor]	Metode de predare-învățare	Observații
<b>8.3. Laborator</b> [temele de laborator, proiecte etc, conform calendarului disciplinei]		Observații
AFM: calibrare/verificare senzori piezoelectrice, analiza probe standard	Activitate practică dirijată	3 ore
AFM: analiză probă- nanoparticule în suspensie (preparare probe- depunere pe substrat de mică, investigare suprafață în mod semicontact)	Activitate practică dirijată	3 ore
Elipsometria de nul (NE). Aplicație: măsuratori de indici de refracție la filme subțiri.	Activitate practică dirijată	3 ore
Analiza datelor în elipsometria spectroscopică. Construcția de modele optice	Activitate practică dirijată	3 ore
<p>Tehnici de spectroscopie de pozitroni            Spectroscopia de timp de viață            Spectroscopia de lărgire Doppler a liniei de anihilare            Corelația timp de viață – impuls (Age-momentum correlation – AMOC)            Corelația unghiulară a radiației de anihilare (Angular correlation of annihilation radiation – ACAR)</p> <p><b>Aplicații</b>            Metale            Semiconductori            Polimeri</p>	Activitate practică dirijată	

Tomografia cu raze X. Algoritmul Filtered Backprojection Aplicatii in industrie si arheometrie	Activitate practică dirijată	
Analize fizico-chimice pe obiecte de patrimoniu. Tehnici analitice bazate pe fenomene atomice și nucleare (SEM, LA-ICP-MS) utilizate în studiul obiectelor de artă și arheologice	Activitate practică dirijată	
Surse de ioni multiplu ionizati de tip ECR. Aplicatii ca implantator de suprafata	Activitate practică dirijată	
Bibliografie:		
<b>8.4. Proiect</b> [doar pentru disciplinele la care există proiect semestrial normat in planul de invatamant]	Metode de predare-învățare	Observații
Bibliografie:		

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

Disciplina răspunde cerințelor actuale de dezvoltare și evoluție pe plan național și internațional ale învățământului superior în domeniul fizicii și al surselor de energie.

Programa disciplinei este adaptată nivelului cunoașterii și cerințelor actuale ale cercetării științifice și ale activităților tehnologice, fiind corelată cu programe de studii similare din universitățile europene (University of Copenhagen, University of Gothenburg, Czech Technical University, University of British Columbia)

În contextul actual de dezvoltare tehnologică, domeniile de activitate vizate sunt multiple (mediu, energie) posibilități angajatori fiind atât din mediul educațional, administrativ, cât și din mediul industrial și de cercetare – dezvoltare;

Se asigură masteranzilor competențe adecvate cu necesitățile calificărilor actuale, o pregătire științifică și tehnică corespunzătoare nivelului de master, care să le permită inserția rapidă pe piața muncii după absolvire, dar și posibilitatea continuării studiilor prin programe de doctorat;

Masteranzii au posibilitatea să participe activ la elaborarea și implementare a noilor politici naționale energetice și de mediu.

### 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>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Capacitatea de a înțelege și de a expune corect principalele rezultate experimentale și teoretice;</li> <li>- Capacitatea de argumentare științifică, capacitatea de susținere matematică a principalelor rezultate;</li> <li>- Capacitatea de a exemplifica relevant ideile expuse;</li> <li>- Capacitatea de a extrage consecințe practice semnificative din rezultate teoretice;</li> <li>- Capacitatea de a recunoaște erorile importante;</li> </ul>	Probă susținută prin dialog cu profesorul examinator ( <b>examen oral</b> )	40%

	- Capacitatea de a folosi cunoștințele teoretice în rezolvarea problemelor test	Test de rezolvare a unor probleme specifice alese de examinator ( <b>examen scris</b> )	30%
<b>10.5.1. Seminar</b>	Corectitudinea calculelor și a metodei de rezolvare a problemelor; activitatea la seminar; rezolvarea temelor de casă și de seminar;	Notarea temei de casa	
<b>10.5.2. Laborator</b>	- Capacitatea de a descrie și de a reface experimente de laborator; - Abilitatea de a utiliza aparatura specifică din laborator; - Participarea fără excepție la toate ședințele de laborator; - Interpretarea rezultatelor și prelucrarea în timp util a datelor experimentale, concretizată în prezentarea referatelor de laborator.	Evaluare prin <b>colocviu practic de laborator</b>	30%
<b>10.5.3. Proiect</b> [doar pentru disciplinele la care exista proiect semestrial normat în planul de învățământ]			
<b>10.6. Standard minim de performanță</b>			
<b>Obținerea mediei 5 (cinci):</b> Finalizarea tuturor lucrărilor de laborator și nota 5 la colocviu Rezolvarea temei de casa pentru obținerea notei 5. Expunerea corectă a subiectelor indicate pentru obținerea punctajului 5 la examenul final.			

Data completării  
24.09.2019

Semnătura titularului de curs

Semnătura seminar/laborator

Data avizării în  
departament

Director de departament  
Prof. dr. Alexandru JIPA

## DI.105. Deontologie academică

### 1. Date despre program

1.1. Instituția de învățământ superior	Universitatea din București
1.2. Facultatea	Facultatea de Fizică
1.3. Departamentul	Structura Materiei, Fizica Atmosferei și a Pământului, Astrofizică
1.4. Domeniul de studii	Fizică
1.5. Ciclul de studii	Master
1.6. Programul de studii / Calificarea	+++++
1.7. Forma de învățământ	Învățământ cu frecvență

### 2. Date despre disciplină

2.1. Denumirea disciplinei	Deontologie academică							
2.2. Titularul activităților de curs	Conf. dr. Cătălin Berlic							
2.3. Titularul activităților de seminar								
2.4. Titularul activităților de laborator								
2.5. Anul de studiu	1	2.6. Semestrul	1	2.7. Tipul de evaluare	V	2.8. Regimul disciplinei	Conținut <sup>1)</sup>	DC
							Obligativitate <sup>2)</sup>	DO

<sup>1)</sup> disciplină de aprofundare (DA), disciplină de sinteză (DS); disciplină complementară (DC)

<sup>2)</sup> disciplină obligatorie (DI), disciplină opțională (DO), disciplină facultativă (DFac)

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

3.1. Număr de ore pe săptămână	1	din care: curs	1	Seminar/laborator	0
3.2. Total ore pe semestru	14	din care: curs	14	seminar/laborator	0
Distribuția fondului de timp					ore
3.2.1. Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe					20
3.2.2. Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate și pe teren					21
3.2.3. Pregătire seminare/ laboratoare/ proiecte, teme, referate, portofolii și eseuri					10
3.2.4. Examinări					10
3.2.5. Alte activități					
3.3. Total ore studiu individual	61				
3.4. Total ore pe semestru	75				
3.5. Numărul de credite	3				

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

4.1. de curriculum	
4.2. de competențe	

### 5. Condiții (acolo unde este cazul)

5.1. de desfășurare a cursului	Sală cu dotări multimedia (Calculator, videoprojector) Legatura la internet Bibliografie recomandată
5.2. de desfășurare a seminarului/ laboratorului/ proiectului	-

## 6. Competențe specifice acumulate

Competențe profesionale	<ul style="list-style-type: none"> <li>• C1 – Capacitatea de a aplica normele existente în colectarea și procesarea datelor pe parcursul unei cercetări științifice în domeniul științe exacte</li> <li>• C2 – Capacitatea de utilizare corectă a surselor de informare într-un proiect de cercetare științifică în domeniul științe exacte</li> <li>• C3 – Capacitatea de realizare corectă din punct de vedere metodologic și deontologic a lucrărilor de laborator implicate în cercetarea științifică din domeniul științe exacte</li> <li>• C4 - Capacitatea de redactare corectă a unei lucrări de prezentare a rezultatelor unei cercetări științifice în domeniul științe exacte</li> <li>• C5 – Capacitatea de a participa eficient într-un proiect de echipă de cercetare științifică în domeniul științe exacte</li> </ul>
Competențe transversale	<ul style="list-style-type: none"> <li>• CT1- Dezvoltarea de către cursanți a unei culturi a responsabilității în munca intelectuală.</li> <li>• CT2 – Manifestarea de către cursanți de solidaritate, reactivitate și suport pentru consolidarea integrității academice.</li> </ul>

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

7.1. Obiectivul general al disciplinei	Formarea de comportamente și atitudini adecvate din punct de vedere deontologic în munca intelectuală a studenților din Universitatea din București.
7.2. Obiectivele specifice	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deprinderea noțiunilor de bază ale deontologiei academice.</li> <li>• Cunoașterea normelor explicite (texte cu valoare normativă) sau implicite (cutume, practici) care reglementează conduita academică a muncii intelectuale a studenților în activitățile desfășurate în cadrul programelor de studii ale UB.</li> <li>• Înțelegerea acestora (rațiunea lor, specificitatea în raport cu normele altor instituții similare, corelarea lor cu alte norme deontologice etc.).</li> <li>• A asimilarea acestora (raportarea lor nemijlocită la activitatea academică desfășurată de către fiecare dintre cursanți în cadrul programelor de studii ale UB).</li> <li>• Asumarea acestora în activitatea academică a cursanților.</li> <li>• Aplicarea cunoștințelor dobândite în raport cu specializările și nivelurile de studii ale cursanților.</li> <li>• Internalizarea bunelor practici de conduită intelectuală.</li> </ul>

## 8. Conținuturi

8.1. Curs [capitolele de curs]	Metode de predare	Observații
1. Fundamente ale eticii academice	Expunere sistematică, prelegere, discuție, studiu de caz. Analize critice. Exemple	2 ore
2. Dialogul științific și originalitatea rezultatelor cercetării și a lucrărilor științifice	Expunere sistematică, prelegere, discuție, studiu de caz. Analize critice. Exemple	1 oră
3. Deontologia muncii de echipă în cercetarea științifică	Expunere sistematică, prelegere, discuție, studiu de caz. Analize critice. Exemple	1 oră

5. Rezultatele muncii de cercetare în echipă – diseminarea rezultatelor	Expunere sistematică, prelegere, discuție, studiu de caz. Analize critice. Exemple	1 oră
6. Relativitatea/ambiguitatea rezultatelor urmărite prin cercetarea științifică – dileme etice în cercetare	Expunere sistematică, prelegere, discuție, studiu de caz. Analize critice. Exemple	1 oră
7. Standarde și reglementări	Expunere sistematică, prelegere, discuție, studiu de caz. Analize critice. Exemple	1 oră
8. Deontologia metodelor de cercetare.	Expunere sistematică, prelegere, discuție, studiu de caz. Analize critice. Exemple	1 oră
9. Plagiatul	Expunere sistematică, prelegere, discuție, studiu de caz. Analize critice. Exemple	2 ore
10. Autoplagiatul	Expunere sistematică, prelegere, discuție, studiu de caz. Analize critice. Exemple	1 oră
11. Mijloace electronice de verificare a lucrărilor: avantaje, limite, aplicație practică	Expunere sistematică, prelegere, discuție, studiu de caz. Analize critice. Exemple. Activitate practică dirijată	3 ore
<b>Total</b>		<b>14 ore</b>

**Bibliografie:**

**Acte normative**

Legea nr. 206/2004 privind buna conduită în cercetarea științifică, dezvoltarea tehnologică și inovare, cu modificările și completările ulterioare. Accesibilă online la: <http://www.lex.ro/Legea-206-2004-42874.aspx>

Legea educației naționale nr.1/2011, cu modificările și completările ulterioare. Accesibilă online la <http://legislatie.just.ro/Public/DetailDocument/125150>

OMENCȘ nr.3485 din 24 martie 2016 privind lista programelor recunoscute de Consiliul Național de Atestare a Titlurilor, Diplomelor și Certificatelor Universitare și utilizate la nivelul instituțiilor de învățământ superior organizatoare de studii universitare de doctorat și al Academiei Române, în vederea stabilirii gradului de similitudine pentru lucrările științifice.. Accesibil online la <http://www.cnatdcu.ro/documente-de-infiintare/>

Codul de Etică al Universității din București. Accesibil online la [http://www.unibuc.ro/n/despre/Codul\\_de\\_etica\\_al\\_Universitatii\\_din\\_Bucuresti.php](http://www.unibuc.ro/n/despre/Codul_de_etica_al_Universitatii_din_Bucuresti.php)

International Ethical Guidelines for Health-related Research Involving Humans. Prepared by the Council for International Organizations of Medical Sciences (CIOMS) in collaboration with the World Health Organization (WHO), Geneva: CIOMS, 2016. Accesibil online la <https://cioms.ch/wp-content/uploads/2017/01/WEB-CIOMS-EthicalGuidelines.pdf>

**Lucrări generale**

BRETAG, Tracey Ann (ed.) - *Handbook of Academic Integrity*, Singapore: Springer Verlag, 2016.

MACFARLANE, Bruce - *Researching with Integrity. The Ethics of Academic Enquiry*, London: Routledge, 2009.

SHAMOO, Adil and RESNIK, David - *Responsible Conduct of Research* (3<sup>rd</sup> ed), Oxford, UK: Oxford University Press, 2015.

STEBBINS, Leslie F. - *Student Guide to Research in the Digital Age: How to Locate and Evaluate Information Sources*, Westport, CT: Libraries Unlimited, 2006.

SUTHERLAND-SMITH, Wendy - <i>Plagiarism, the Internet and Student Learning: Improving Academic Integrity</i> . New York: Routledge, 2008.		
<b>8.2. Seminar</b> [temele dezbătute în cadrul seminariilor]	Metode de predare-învățare	Observații
<b>Bibliografie</b>		
<b>8.3. Laborator</b> [temele de laborator, proiecte etc, conform calendarului disciplinei]	Metode de transmitere a informației	Observații
<b>Bibliografie:</b>		
<b>8.4. Proiect</b> [doar pentru disciplinele la care exista proiect semestrial normat in planul de invatamant]	Metode de predare-învățare	Observații
<b>Bibliografie:</b>		

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

Cursul vizează creșterea nivelului de integritate în munca intelectuală a studenților, nu numai în vederea consolidării spațiului academic și a comunităților științifice ci și pentru a răspunde așteptărilor viitorilor potențiali angajatori. Temele cursului vizează aspecte de acut interes pentru învățământul superior actual deopotrivă în România cât și pe plan internațional.

#### 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>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Claritatea, coerența și concizia expunerii.</li> <li>- Documentarea și interesul temei alese.</li> <li>- Capacitatea de exemplificare.</li> <li>- Verificarea referatului cu un soft antiplagiat.</li> </ul>	Examinare finală. Realizarea unui referat de 6000-10000 de semne, axat pe un studiu de caz în domeniul deontologiei academice	50%
<b>10.5.1. Seminar</b>			
<b>10.5.2. Laborator</b>			
<b>10.5.3. Proiect</b> [doar pentru disciplinele la care exista proiect semestrial normat in planul de invatamant]			
<b>10.6. Standard minim de performanță</b>			
Forma de evaluare este Verificare și se notează cu calificativele ADMIS / RESPINS.			
Prezența la curs în proporție de 50% este condiție obligatorie			
<b>Obținerea mediei 5</b>			

Data completării  
24.06.2019

Semnătura titularului de curs  
Prof. dr. Lucian Ion

Semnătura de seminar/laborator  
Prof. dr. Lucian Ion

Data avizării în  
departament

Director de departament  
Conf. dr. Petrică Cristea

## DI.106.FANPEAA Practică de cercetare

### 1. Date despre program

1.1. Instituția de învățământ superior	Universitatea din București
1.2. Facultatea	Facultatea de Fizică
1.3. Departamentul	Structura materiei, fizica atmosferei și Pământului, astrofizică
1.4. Domeniul de studii	Fizică
1.5. Ciclul de studii	Masterat
1.6. Specializarea de studii de masterat	Fizica atomului, nucleului, particulelor elementare, Astrofizică și aplicații
1.7. Forma de învățământ	Învățământ cu frecvență

### 2. Date despre disciplină

2.1. Denumirea disciplinei	<b>Practica profesională</b>							
2.2. Titularul activităților de curs								
2.3. Titularul activităților de laborator	Prof.dr. Alexandru Jipa, Prof. dr. Ionel Lazanu							
2.4. Anul de studiu	2	2.5. Semestrul	1	2.6. Tipul de evaluare	V	2.7. Regimul disciplinei	Conținut <sup>1)</sup>	<b>DS</b>
							Obligaivitate <sup>2)</sup>	<b>Ob.</b>

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

3.1. Număr de ore pe săptămână	4	din care: curs		Seminar/laborator	
3.2. Total ore pe semestru (minim)	56	din care: curs	0	seminar/laborator	
Distribuția fondului de timp					<b>Ore</b>
3.2.1. Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe – nr. ore SI					
3.2.2. Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate și pe teren					
3.2.3. Pregătire seminare/ laboratoare/ proiecte, teme, referate, portofolii și eseuri					
3.2.4. Examinări					2
3.2.5. Alte activități					
3.3. Total ore studiu individual					
3.4. Total ore pe semestru	56				
3.5. Numărul de credite	3				

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

4.1. de curriculum	Parcursarea cursurilor din planul de învățământ din anii I și II
4.2. de competențe	Cunoștințe de matematică, fizică, Limbaje de programare și metode numerice

### 5. Condiții (acolo unde este cazul)

5.1. de desfășurare a cursului	)
5.2. de desfășurare a seminarului/ laboratorului/ proiectului	Laborator

### 6. Competențe specifice acumulate

Competențe profesionale	<p>C1: Identificarea și utilizarea adecvată a principalelor legi și principii fizice într-un context dat.</p> <p>C1.1: Deducerea de formule de lucru pentru calcule cu mărimi fizice utilizând adecvat principiile și legile fizicii.</p> <p>C1.2: Descrierea sistemelor fizice, folosind teorii și instrumente specifice (modele experimentale și teoretice, algoritmi, scheme etc.)</p> <p>C1.3: Aplicarea principiilor și legilor fizicii în rezolvarea de probleme teoretice sau practice, în condiții de asistență calificată.</p> <p>C1.4: Aplicarea corectă a metodelor de analiză și a criteriilor de alegere a soluțiilor adecvate pentru atingerea performanțelor specificate</p> <p>C3: Rezolvarea problemelor de fizică în condiții impuse, folosind metode numerice și statistice</p> <p>C3.1: Utilizarea adecvată în analiza și prelucrarea unor date specifice fizicii a metodelor numerice și de statistică matematică</p> <p>C3.3: Corelarea metodelor de analiză statistică cu problematică dată (realizarea de măsurători/calcul, prelucrare date, interpretare).</p> <p>C3.4: Evaluarea gradului de încredere al rezultatelor și compararea acestora cu date bibliografice sau valori calculate teoretic, folosind metode de validare statistică și/sau metode numerice</p> <p>C4: Aplicarea cunoștințelor din domeniul fizicii atât în situații concrete din domenii conexe, cât și în cadrul unor experimente, folosind aparatura standard de laborator.</p> <p>C6: Abordarea interdisciplinară a unor teme din domniul fizicii</p> <p>C6.1: Realizarea conexiunilor necesare utilizării fenomenelor fizice, utilizând cunoștințe de bază din domenii apropiate (Chimie, Biologie, etc.)</p> <p>C6.4: Realizarea de conexiuni între cunoștințe de Fizică și alte domenii (Chimie, Biologie, Informatică, etc.)</p>
Competențe transversale	<p>CT2: Aplicarea tehnicilor de muncă eficientă în echipă multidisciplinară pe diverse paliere ierarhice.</p> <p>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.</p>

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

7.1. Obiectivul general al disciplinei	Prezentarea noțiunilor fundamentale ale domeniului, familiarizarea cu aspectele specifice și integrarea într-o activitate concretă de cercetare
7.2. Obiectivele specifice	Înțelegerea aspectelor specifice fenomenelor, abilitatea de a opera cu acestea, dezvoltarea capacității de a lucra într-o echipă de cercetare, în cadrul unor experimente, folosind aparatura standard de laborator. Dezvoltarea de abilități experimentale specifice domeniului.

## 8. Conținuturi

<b>8.1. Curs</b> [capitolele de curs]	Metode de predare	Observații
<b>8.2. Seminar</b> [temele dezbătute în cadrul seminariilor]	Metode de predare-învățare	Observații
În acord cu tematica aleasă pentru desfășurarea practicii. Tematicile vor conduce la definirea unor subiecte de licență în acord cu propunerile existente.	Activitate practică dirijată	
<b>8.3. Laborator</b> [temele de laborator, proiecte etc, conform calendarului disciplinei]	Metode de transmitere a informației	Observații
În acord cu tematica aleasă pentru desfășurarea practicii. Tematicile vor conduce la definirea unor subiecte de	Activitate practică dirijată	

licență în acord cu propunerile existente.		
Examinare (colocviu laborator)		2ore
<b>8.4. Proiect</b> [doar pentru disciplinele la care exista proiect semestrial normat in planul de invatamant]	Metode de predare-învățare	Observații
<p><b>Teme de cercetare</b></p> <p><u>(Coordonator: Prof.univ.dr. Alexandru JIPA)</u></p> <p>1) Investigarea proprietăților materiei nucleare fierbinți și dense în ciocniri nucleare relativiste în experimentele BRAHMS și CBM</p> <p>2) Condiții de formare și semnale experimentale ale fazelor și tranzițiilor de fază în materia nucleară fierbinte și densă</p> <p>3) Metode experimentale în Fizica nucleară, Fizica particulelor elementare și Fizica astroparticulelor</p> <p>4) Aplicații ale Fizicii nucleare în diferite domenii</p> <p>5) Izotopi radioactivi pentru aplicații medicale și dozimetria radiațiilor nucleare</p> <p><u>(Coordonator: Prof.univ.dr. Ionel LAZANU)</u></p> <p>6) Studii de fond radioactiv în experimente subterane pentru procese rare</p> <p>7) Studii legate de procese tranzitorii la interacțiile particulelor incidente (neutrini, miuoni, mezoni) în materiale utilizate ca detector în Fizica particulelor și astroparticulelor (argon gazos, lichid și solid, xenon, semiconductori)</p> <p>8) Mecanisme de producere a izotopului Ar-39 în Ar-40</p> <p>9) Fizica neutrinilor solari și neutrinilor din supernove</p> <p>10) Procese fizice și canale de reacție pentru leptoni deasupra/peste Modelului Standard</p> <p>11) Utilizarea detectorilor pasivi în determinări de fond radioactiv</p> <p><u>(Coordonator: Prof.univ.dr. Anabella TUDORA)</u></p> <p>12) Modelări ale emisiei de neutroni prompți și cuante gamma prompte în fisiunea nucleară</p> <p>13) Investigarea distribuțiilor de masă, sarcină și energie cinetică pentru fragmentele de fisiune și pentru produșii inițiali de fisiune nucleară</p> <p>14) Studiul periodicității proprietăților nucleare ale radionuclizilor</p> <p>15) Efecte par-impare în fisiunea nucleară</p> <p>Aceste teme de cercetare necesită echipamente de calcul performante (rețea de computere și posibilități de stocare și accesare a bazelor de date nucleare). Ele pot fi asigurate de laboratoarele de calcul ale departamentului.</p> <p><u>(Coordonator: Prof.univ.dr. Mihaela SIN)</u></p> <p>16) Calculul secțiunilor eficace pentru reacțiile induse de neutroni pe izotopi ai plutoniului (<math>^{238}\text{Pu}</math>-<math>^{242}\text{Pu}</math>) în domeniul energetic 10 keV – 30 MeV</p> <p>17) Calculul secțiunilor de foto-fisiune pentru <math>^{230}\text{Th}</math>, <math>^{232}\text{Th}</math> în domeniul energetic 3 - 30 MeV</p> <p>18) Analiza comparativă a secțiunilor de foto-absorbție calculate cu funcțiile de forță gama incluse în RIPL (Biblioteca de referință a parametrilor de intrare) în cazul actinidelor</p>		

(Coordonator: Conf.univ.dr. Vasile BERCU)

- 19) Studiul radicalilor liberi generați de radiația ionizantă
- 20) Studii de arheofizică
- 21) Studii ale ionilor paramagnetici în diferite sisteme de interes opto-electronic

(Cprrdonator: lect.univ.dr. Oana RISTEA)

- 22) Studiul interacției radiației cu materia folosind GEANT4
- 23) Analiza parametrilor constructivi ai calorimetrelor electromagnetice segmentate folosind GEANT4
- 24) Studiul interacției coulombiene în ciocniri nucleare relativiste
- 25) Determinarea parametrilor de îngheț termic din analiza spectrelor de impuls transversal folosind modelul de „undă de șoc” („blast-wave”)
- 26) Analiza parametrilor de îngheț chimic folosind modelul THERMUS

(Coordonator: Lect.univ.dr. Marius CĂLIN)

- 27) Obținerea unor hărți dozimetrice a zonelor din București situate în vecinătatea CET-urilor
- 28) Influența dozei absorbite asupra evoluției ulterioare a unor semințe provenite de la diferite plante supuse acțiunii sursei de neutroni și de radiație gamma
- 29) Analiză prin spectroscopie gamma de înaltă rezoluție a unor probe de mediu (sol, vegetație, apă de suprafață) pentru identificarea unor eventuali radionuclizi gamma
- 30) Determinarea concentrației de radon în clădirile aparținând unităților de învățământ superior din București și dependența acesteia de vechimea, gradul de deteriorare, structura pereților (cărămidă, beton, lemn), poziție pe harta orașului, gradul de ventilație al încăperilor, cu accent pus pe spațiile de depozitare din subsoluri.
- 31) Aplicarea codurilor de simulare (FLUKA) pentru obținerea unei hărți a dozelor posibil prezente în jurul unor surse radioactive date (emitente doar de un singur tip de radiație sau de mai multe tipuri)
- 32) Folosirea codurilor de simulare pentru diferite experimente de Fizică nucleară, Fizica particulelor elementare și Fizica astroparticulelor
- 33) Arheologie nucleară

(Coordonator: Asist.univ.dr. Alecsandru Vladimir CHIROȘCA)

- 34) Dozimetrie și detecția radiației; modelarea parametrilor de detecție pentru toate tipurile de radiație
- 35) Dozimetria și aplicațiile neutronilor
- 36) Modelarea transportului radiației folosind codurile GEANT și Fluka
- 37) Dozimetrie în terapia cu radiații la acceleratorii liniari (GEANT, Gamos)
- 38) Procesarea statistică a datelor (Python, ROOT)
- 39) Microcontrolere și IoT
- 40) Utilizarea sistemelor de inteligență artificială în procesarea datelor
- 41) Modelarea proceselor de producere a câmpurilor de radiație la laserii de mare putere (1PW). Modelare numerică și PIC (Particle In Cell)

(Coordonator: Asist.univ.drd. Mihaela PĂRVU) 42) Studii de fond radioactiv în experimente subterane pentru procese rare 43) Studii legate de procese tranzitorii la interacțiile particulelor incidente (neutrini, miuoni, mezoni) în materiale utilizate ca detector în Fizica particulelor și astroparticulelor (argon gazos, lichid și solid, xenon, semiconductori) 44) Mecanisme de producere a izotopului Ar-39 în Ar-40 45) Fizica neutrinelor solari și neutrinelor din supernove 46) Procese fizice și canale de reacție pentru leptoni deasupra/peste Modelului Standard 47) Utilizarea detectorilor pasivi în determinări de fond radioactiv		
Bibliografie:		

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

În vederea schițării conținuturilor, alegerii metodelor de predare/învățare, dată fiind importanța deosebită a disciplinei pentru aplicațiile în tehnologia modernă, titularii disciplinei au consultat conținutul unor discipline similare predate la universități din țară și străinătate (University of Oxford <https://www.ox.ac.uk/admissions/undergraduate/courses-listing?wssl=1>, University of Parma <http://www.difest.unipr.it/it/didattica/laurea-triennale-fisica/calendario-didattico>, Universitatea Padova, <http://en.didattica.unipd.it/didattica/2015/SC1158/2014>). Conținutul disciplinei este conform cerințelor de angajare în institute de cercetare în fizica și știința materialelor și în învățământ (în condițiile legii).

### 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>			
<b>10.5.1. Seminar</b>	- Aplicarea metodelor specifice de rezolvare pentru problema data; - Claritatea, coerența și concizia expunerii	Verificare	0-100% (dupa caz)
<b>10.5.2. Laborator</b>	- Aplicarea metodelor specifice de rezolvare pentru problema data; - Interpretarea rezultatelor; - Claritatea, coerența și concizia expunerii.	Verificare	0-100% (dupa caz)
<b>10.5.3. Proiect</b> [doar pentru disciplinele la care există proiect semestrial normat în planul de învățământ]			
<b>10.6. Standard minim de performanță</b> Înțelegerea corectă a conceptelor și fenomenelor, capacitatea de a opera cu ele și de a obține rezultate numerice corecte pe subiecte impuse.			
<b>Obținerea notei 5</b> Finalizarea tuturor cerințelor Expunerea corectă a subiectelor indicate pentru obținerea punctajului 5.			

Data completării  
14.04.2016

Semnătura titularului de curs

Semnătura de seminar/laborator

Prof.dr. Alexandru Jipa  
Prof.dr.Ionel Lazanu

Data avizării în  
departament

Director de departament  
Prof. dr. Alexandru Jipa

**DI.108. SURSE DE RADIAȚII, DOZIMETRIE ȘI PROTECȚIE RADIOLOGICĂ****1. Date despre program**

1.1. INSTITUȚIA DE ÎNVĂȚĂMÂNT SUPERIOR	UNIVERSITATEA DIN BUCUREȘTI
1.2. Facultatea	FACULTATEA DE FIZICĂ
1.3. DEPARTAMENTUL	STRUCURA MATERIEI, FIZICA ATMOSFEREI ȘI A PĂMÂNTULUI, ASTROFIZICĂ
1.4. Domeniul de studii	FIZICĂ
1.5. Ciclul de studii	MASTER
1.6. Programul de studii / Calificarea	FIZICA ATOMULUI, NUCLEULUI, PARTICULELOR ELEMENTARE, ASTROFIZICĂ ȘI APLICAȚII
1.7. Forma de învățământ	ÎNVĂȚĂMÂNT CU FRECVENȚĂ

**2. Date despre disciplină**

2.1. Denumirea disciplinei	<b>Surse de radiații, dozimetrie și protecție radiologică</b>							
2.2. Titularul activităților de curs	<b>Prof. Univ. Dr. Alexandru JIPA</b>							
2.3. Titularul activităților de seminar								
2.4. Titularul activităților de laborator	<b>Prof. Univ. Dr. Alexandru JIPA, Lect.univ.dr.Marius CĂLIN, Asist. univ. dr. Alecsandru CHIROȘCA</b>							
2.5. Anul de studiu	1	2.6. Semestrul	2	2.7. Tipul de evaluare	E	2.8. Regimul disciplinei	Conținut <sup>1)</sup>	<b>DA</b>
							Obligativitate <sup>2)</sup>	<b>DI</b>

<sup>1)</sup> disciplină de aprofundare (DA), disciplină de sinteză (DS);

<sup>2)</sup> disciplină obligatorie (DI), disciplină opțională (DO), disciplină facultativă (DFac)

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

3.1. Număr de ore pe săptămână	<b>4</b>	din care: curs	<b>2</b>	Seminar/laborator	<b>0/2</b>
3.2. Total ore pe semestru	<b>56</b>	din care: curs	<b>28</b>	seminar/laborator	<b>0/28</b>
<i>Distribuția fondului de timp</i>					<b>ore</b>
3.2.1. Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe					<b>44</b>
3.2.2. Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate și pe teren					<b>18</b>
3.2.3. Pregătire seminare/ laboratoare/ proiecte, teme, referate, portofolii și eseuri					<b>28</b>
3.2.4. Examinări					<b>4</b>
3.2.5. Alte activități					
3.3. Total ore studiu individual	<b>94</b>				
3.4. Total ore pe semestru	<b>150</b>				
3.5. Numărul de credite	<b>6</b>				

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

4.1. de curriculum	Analiza matematică, Algebră, Geometrie, Ecuațiile fizicii matematice, Electricitate, Fizica atomică, Fizica nucleară, Optică, Fizica cuantică, Fizica statistică
4.2. de competențe	Limbaje de programare, Prelucrarea datelor fizice și metode numerice

**5. Condiții (acolo unde este cazul)**

5.1. de desfășurare a cursului	Sală de curs (de preferat, dar nu obligatoriu, dotări multimedia)
5.2. de desfășurare a seminarului/ laboratorului/ proiectului	Modulele experimentale din Laboratorul de fizică nucleară, Laboratorul de dozimetrie, Rețea de calculatoare (sau laptopuri individuale)

## 6. Competențe specifice acumulate

Competențe profesionale	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cunoaștere și înțelegere (cunoașterea și utilizarea adecvată a noțiunilor specifice disciplinei)</li> <li>• Explicare și interpretare (explicarea și interpretarea unor idei, proiecte, procese, precum și a conținuturilor teoretice și practice ale disciplinei)</li> <li>• Proiectarea, conducerea și evaluarea activităților practice specifice; utilizarea unor metode, tehnici și instrumente de investigare</li> <li>• Abilitați experimentale</li> <li>• Abilitați computaționale</li> <li>• Investigare bibliografică</li> <li>• Identificarea și utilizarea adecvată a principalelor legi și principii ale fizicii într-un context dat; identificarea și utilizarea noțiunilor</li> <li>• Rezolvarea problemelor de fizică în condiții impuse</li> <li>• Aplicarea în mod creativ a cunoștințelor dobândite în vederea înțelegerii și modelării proceselor și proprietăților fizice</li> <li>• Comunicarea și analiza informațiilor cu caracter didactic, științific și de popularizare din domeniul fizicii</li> <li>• Utilizarea/dezvoltarea unor instrumente software specifice</li> </ul>
Competențe transversale	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilizarea eficientă a surselor informaționale și a resurselor de comunicare și formare profesională, inclusiv într-o limbă de circulație internațională</li> <li>• Realizarea sarcinilor profesionale în mod eficient și responsabil cu respectarea legislației, eticii și deontologiei specifice domeniului.</li> <li>• Capacitatea de a lucra în echipă</li> <li>• Capacitatea de a transpune în practică cunoștințele dobândite</li> <li>• Capacitatea de organizare și planificare</li> </ul>

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

7.1. Obiectivul general al disciplinei	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigarea principalelor surse de radiație, a mecanismelor prin care diferitele radiații interacționează cu materia în funcție de tip și de energie.</li> <li>• Efectele radiației asupra materiei vii, analiza principalelor mărimi dozimetrice utilizate și a diferitelor modalități de protecție radiologică</li> <li>• Aplicații majore specifice în fizica nucleară și în special în domeniul aplicațiilor medicale</li> </ul>
7.2. Obiectivele specifice	Punerea în evidență la fiecare temă abordată a problemelor esențiale necesare înțelegerii fenomenelor care să permită studentului să-și formeze un mod de a gândi și dezvolta creativ problemele de soluționat.

## 8. Conținuturi

8.1. Curs [capitolele de curs]	Metode de predare	Observații
<b>Radiația nucleară</b> <b>Câmpul de radiație și surse de radiație</b> <b>Sumar al principalelor mecanisme de interacție a radiației cu materia</b> (interacții cu electronii atomici, cu nucleul, cu câmpul nuclear): a) particule încărcate: excitare, ionizare, pierderi radiative de energie – analiza comparativă între particule încărcate grele și ușoare; b) interacțiile neutronilor; c) interacțiile fotonilor: împrăștiere Rayleigh, Thomson, Compton, efect fotoelectric, producerea de perechi <b>Mărimi caracteristice:</b> pierdere de energie pe unitatea de parcurs, parcurs, LET, curba Bragg, atenuarea radiațiilor X și gamma: coeficient de atenuare liniar și masic	Expunere sistematică - prelegere. Exemple	4 ore
<b>Detecția radiațiilor</b> <b>Principiile radioprotecției;</b> Aspecte specifice ale ecranării <b>Mărimi și unități dozimetrice pentru radioprotecție</b> (KERMA, doza absorbită, expunere, echivalent de doză, doza efectivă)	Expunere sistematică - prelegere. Studii de caz. Exemple	14 ore

<b>Aplicații:</b> a) Efectele biologice ale radiațiilor; răspuns la doza in vivo și vitro; distrugerii clusterizate b) Principii ale metodelor de investigare și tratament cu radiații c) Dozimetrie la acceleratori de energie mare și misiuni spațiale	Expunere sistematică - prelegere. Exemple	10 ore
Bibliografie: 1) G.F. Knoll, Radiation Detection and Measurement, Wiley, 2000 2) W.R.Leo, Techniques for Nuclear and Particle Physics Experiments, (Springer-Verlag, Berlin, 1987 and 2003). 3) Daniel Cussol, Nuclear Physics and Hadrontherapy, 4) Malte C. Frese s.al., Int J Radiation Oncol. Biol. Phys, Vol. 83, No. 1, pp. 442e450, 2012 5) IAEA-TECDOC-1560, Dose Reporting in Ion Beam Therapy, 2007 6) IAEA, Jointly sponsored by the IAEA and ICRU Technical Reports Series 461 7) M. Oncescu, Dozimetria și ecranarea radiațiilor Roentgen și gamma, Ed. Academiei, 1992 8) T. Angelescu s. al., 177 de probleme de dozimetrie, Ed. Ars Docendi 9) A. Jipa, M. Călin, A. Chiroșca, Probleme de dozimetrie, surse de radiații și radioprotecție – versiune electronică		
8.2. Seminar [temele dezbătute în cadrul seminariilor]	Metode de predare-învățare	Observații
<b>8.3. Laborator</b> [temele de laborator, proiecte etc, conform calendarului disciplinei]	Metode de transmitere a informației	Observații
a) Dozimetria câmpurilor de neutroni (detectori cu “microbule” și sonde standard)	Activitate practică dirijată	2 ore
b) Dozimetrie de termoluminescență (TLD)	Activitate practică dirijată	2 ore
c) Dozimetria radonului	Activitate practică dirijată	2 ore
d) Studii pentru parcursul particulelor încărcate în diferite medii	Activitate practică dirijată	2 ore
e) Dozimetrie de corp uman (în laboratorul IFIN de dozimetria radiațiilor)	Activitate practică dirijată	2 ore
f) Simulări Monte Carlo ale interacțiilor ionilor și rad. X și gamma în diverse medii (contribuții electronice, nucleare, fononi) utilizând coduri specifice	Activitate practică dirijată	4 ore
g) Simulări și reprezentări 2D și 3D ale traiectoriilor ionilor grei în apă, la diferite energii, în comparație cu protoni de aceeași energie – simulări cu SRIM (C-12, Ar-40, Fe-56 – alegere adecvată funcție de LET și RBE)	Activitate practică dirijată	4 ore
h) Aplicarea practică a unui algoritm pentru estimarea RBE a protonilor și ionilor de carbon pentru aplicații în terapia cu radiații	Activitate practică dirijată	2 ore
Probleme și aplicații numerice	Rezolvare de probleme	8 ore
Bibliografie:		

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

În vederea schțării conținuturilor, alegerii metodelor de predare/învățare, dată fiind importanța deosebită a disciplinei pentru aplicații în fizica și tehnologia modernă, titularii disciplinei au consultat conținutul unor discipline similare predate la universități din țară și străinătate. Conținutul disciplinei este conform cerințelor de angajare în institute de cercetare în fizica și inginerie nucleară și laboratoare medicale care utilizează în investigare și tratament metode nucleare (în condițiile legii).

## 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>	- Claritatea, coerența și concizia expunerii; - Utilizarea corectă a modelelor, formulelor și relațiilor de calcul; - Capacitatea de exemplificare; - Aplicare aprofundată a cunoștințelor	Examen scris	70%
<b>10.5.1. Seminar</b>			
<b>10.5.2. Laborator</b>	- Cunoașterea și utilizarea tehnicilor experimentale; - Interpretarea rezultatelor;	Colocviu de laborator	30%
<b>10.5.3. Proiect</b> [doar pentru disciplinele la care există proiect semestrial normat în planul de învățământ]			
<b>10.6. Standard minim de performanță</b>			
<b>Obținerea mediei 5</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>Efectuarea tuturor activităților pe parcursul semestrului</li> <li>Obținerea notei 5 prin însumarea punctelor obținute la activitățile de pe parcurs și examen, în acord cu ponderile specificate</li> </ul>			

Data completării  
06.09.2019

Semnătura titularului de curs  
Prof. Univ. Dr. Alexandru JIPA

Semnătura de seminar/laborator  
Lect. Univ. Dr. Marius CĂLIN  
Asist. Univ. Dr. Alecsandru CHIROȘCA

Data avizării în  
departament

Director de departament  
Prof. Dr. Alexandru JIPA

## DI.112.FANPEAA Practică de cercetare

### 1. Date despre program

1.1. Instituția de învățământ superior	Universitatea din București
1.2. Facultatea	Facultatea de Fizică
1.3. Departamentul	Structura materiei, fizica atmosferei și Pământului, Astrofizică
1.4. Domeniul de studii	Fizică
1.5. Ciclul de studii	Masterat
1.6. Specializarea de studii de masterat	Fizica atomului, nucleului, particulelor elementare, Astrofizică și aplicații
1.7. Forma de învățământ	Învățământ cu frecvență

### 2. Date despre disciplină

2.1. Denumirea disciplinei	<b>Practica profesională</b>							
2.2. Titularul activităților de curs								
2.3. Titularul activităților de laborator	Prof.dr. Alexandru Jipa, Prof. dr. Ionel Lazanu							
2.4. Anul de studiu	1	2.5. Semestrul	2	2.6. Tipul de evaluare	V	2.7. Regimul disciplinei	Conținut <sup>1)</sup>	<b>DS</b>
							Obligativitate <sup>2)</sup>	<b>Ob.</b>

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

3.1. Număr de ore pe săptămână	4	din care: curs		Seminar/laborator	30
3.2. Total ore pe semestru (minim)	56	din care: curs	0	seminar/laborator	90
Distribuția fondului de timp					<b>Ore</b>
3.2.1. Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe – nr. ore SI					
3.2.2. Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate și pe teren					
3.2.3. Pregătire seminare/ laboratoare/ proiecte, teme, referate, portofolii și eseuri					
3.2.4. Examinări					2
3.2.5. Alte activități					
3.3. Total ore studiu individual					
3.4. Total ore pe semestru	56				
3.5. Numărul de credite	3				

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

4.1. de curriculum	Parcursarea cursurilor din planul de învățământ din anii I și II
4.2. de competențe	Cunoștințe de matematică, fizică, Limbaje de programare și metode numerice

### 5. Condiții (acolo unde este cazul)

5.1. de desfășurare a cursului	)
5.2. de desfășurare a seminarului/ laboratorului/ proiectului	Laborator

### 6. Competențe specifice acumulate

Competențe profesionale	<p>C1: Identificarea și utilizarea adecvată a principalelor legi și principii fizice într-un context dat.</p> <p>C1.1: Deducerea de formule de lucru pentru calcule cu mărimi fizice utilizând adecvat principiile și legile fizicii.</p> <p>C1.2: Descrierea sistemelor fizice, folosind teorii și instrumente specifice (modele experimentale și teoretice, algoritmi, scheme etc.)</p> <p>C1.3: Aplicarea principiilor și legilor fizicii în rezolvarea de probleme teoretice sau practice, în condiții de asistență calificată.</p> <p>C1.4: Aplicarea corectă a metodelor de analiză și a criteriilor de alegere a soluțiilor adecvate pentru atingerea performanțelor specificate</p> <p>C3: Rezolvarea problemelor de fizică în condiții impuse, folosind metode numerice și statistice</p> <p>C3.1: Utilizarea adecvată în analiza și prelucrarea unor date specifice fizicii a metodelor numerice și de statistică matematică</p> <p>C3.3: Corelarea metodelor de analiză statistică cu problematică dată (realizarea de măsurători/calculare, prelucrare date, interpretare).</p> <p>C3.4: Evaluarea gradului de încredere al rezultatelor și compararea acestora cu date bibliografice sau valori calculate teoretic, folosind metode de validare statistică și/sau metode numerice</p> <p>C4: Aplicarea cunoștințelor din domeniul fizicii atât în situații concrete din domenii conexe, cât și în cadrul unor experimente, folosind aparatura standard de laborator.</p> <p>C6: Abordarea interdisciplinară a unor teme din domniul fizicii</p> <p>C6.1: Realizarea conexiunilor necesare utilizării fenomenelor fizice, utilizând cunoștințe de bază din domenii apropiate (Chimie, Biologie, etc.)</p> <p>C6.4: Realizarea de conexiuni între cunoștințe de Fizică și alte domenii (Chimie, Biologie, Informatică, etc.)</p>
Competențe transversale	<p>CT2: Aplicarea tehnicilor de muncă eficientă în echipă multidisciplinară pe diverse paliere ierarhice.</p> <p>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.</p>

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

7.1. Obiectivul general al disciplinei	Prezentarea noțiunilor fundamentale ale domeniului, familiarizarea cu aspectele specifice și integrarea într-o activitate concretă de cercetare
7.2. Obiectivele specifice	Înțelegerea aspectelor specifice fenomenelor, abilitatea de a opera cu acestea, dezvoltarea capacității de a lucra într-o echipă de cercetare, în cadrul unor experimente, folosind aparatura standard de laborator. Dezvoltarea de abilități experimentale specifice domeniului.

## 8. Conținuturi

<b>8.1. Curs</b> [capitolele de curs]	Metode de predare	Observații
<b>8.2. Seminar</b> [temele dezbătute în cadrul seminariilor]	Metode de predare-învățare	Observații
În acord cu tematica aleasă pentru desfășurarea practicii. Tematicile vor conduce la definirea unor subiecte de licență în acord cu propunerile existente.	Activitate practică dirijată	
<b>8.3. Laborator</b> [temele de laborator, proiecte etc, conform calendarului disciplinei]	Metode de transmitere a informației	Observații
În acord cu tematica aleasă pentru desfășurarea practicii. Tematicile vor conduce la definirea unor subiecte de	Activitate practică dirijată	

licență în acord cu propunerile existente.		
Examinare (colocviu laborator)		2ore
<b>8.4. Proiect</b> [doar pentru disciplinele la care exista proiect semestrial normat in planul de invatamant]	Metode de predare-învățare	Observații
<p><b>Teme de cercetare</b></p> <p><u>(Coordonator: Prof.univ.dr. Alexandru JIPA)</u></p> <p>1) Investigarea proprietăților materiei nucleare fierbinți și dense în ciocniri nucleare relativiste în experimentele BRAHMS și CBM</p> <p>2) Condiții de formare și semnale experimentale ale fazelor și tranzițiilor de fază în materia nucleară fierbinte și densă</p> <p>3) Metode experimentale în Fizica nucleară, Fizica particulelor elementare și Fizica astroparticulelor</p> <p>4) Aplicații ale Fizicii nucleare în diferite domenii</p> <p>5) Izotopi radioactivi pentru aplicații medicale și dozimetria radiațiilor nucleare</p> <p><u>(Coordonator: Prof.univ.dr. Ionel LAZANU)</u></p> <p>6) Studii de fond radioactiv în experimente subterane pentru procese rare</p> <p>7) Studii legate de procese tranzitorii la interacțiile particulelor incidente (neutrini, miuoni, mezoni) în materiale utilizate ca detector în Fizica particulelor și astroparticulelor (argon gazos, lichid și solid, xenon, semiconductori)</p> <p>8) Mecanisme de producere a izotopului Ar-39 în Ar-40</p> <p>9) Fizica neutrinilor solari și neutrinilor din supernove</p> <p>10) Procese fizice și canale de reacție pentru leptoni deasupra/peste Modelului Standard</p> <p>11) Utilizarea detectorilor pasivi în determinări de fond radioactiv</p> <p><u>(Coordonator: Prof.univ.dr. Anabella TUDORA)</u></p> <p>12) Modelări ale emisiei de neutroni prompti și cuante gamma prompte în fisiunea nucleară</p> <p>13) Investigarea distribuțiilor de masă, sarcină și energie cinetică pentru fragmentele de fisiune și pentru produșii inițiali de fisiune nucleară</p> <p>14) Studiul periodicității proprietăților nucleare ale radionuclizilor</p> <p>15) Efecte par-impare în fisiunea nucleară</p> <p>Aceste teme de cercetare necesită echipamente de calcul performante (rețea de computere și posibilități de stocare și accesare a bazelor de date nucleare). Ele pot fi asigurate de laboratoarele de calcul ale departamentului.</p> <p><u>(Coordonator: Prof.univ.dr. Mihaela SIN)</u></p> <p>16) Calculul secțiunilor eficace pentru reacțiile induse de neutroni pe izotopi ai plutoniului (<math>^{238}\text{Pu}</math>-<math>^{242}\text{Pu}</math>) în domeniul energetic 10 keV – 30 MeV</p> <p>17) Calculul secțiunilor de foto-fisiune pentru <math>^{230}\text{Th}</math>, <math>^{232}\text{Th}</math> în domeniul energetic 3 - 30 MeV</p> <p>18) Analiza comparativă a secțiunilor de foto-absorbție calculate cu funcțiile de forță gama incluse în RIPL (Biblioteca de referința a parametrilor de intrare) în cazul actinidelor</p>		

(Coordonator: Conf.univ.dr. Vasile BERCU)

- 19) Studiul radicalilor liberi generați de radiația ionizantă
- 20) Studii de arheofizică
- 21) Studii ale ionilor paramagnetici în diferite sisteme de interes opto-electronic

(Cprrdonator: lect.univ.dr. Oana RISTEA)

- 22) Studiul interacției radiației cu materia folosind GEANT4
- 23) Analiza parametrilor constructivi ai calorimetrelor electromagnetice segmentate folosind GEANT4
- 24) Studiul interacției coulombiene în ciocniri nucleare relativiste
- 25) Determinarea parametrilor de îngheț termic din analiza spectrelor de impuls transversal folosind modelul de „undă de șoc” („blast-wave”)
- 26) Analiza parametrilor de îngheț chimic folosind modelul THERMUS

(Coordonator: Lect.univ.dr. Marius CĂLIN)

- 27) Obținerea unor hărți dozimetrice a zonelor din București situate în vecinătatea CET-urilor
- 28) Influența dozei absorbite asupra evoluției ulterioare a unor semințe provenite de la diferite plante supuse acțiunii sursei de neutroni și de radiație gamma
- 29) Analiză prin spectroscopie gamma de înaltă rezoluție a unor probe de mediu (sol, vegetație, apă de suprafață) pentru identificarea unor eventuali radionuclizi gamma
- 30) Determinarea concentrației de radon în clădirile aparținând unităților de învățământ superior din București și dependența acesteia de vechimea, gradul de deteriorare, structura pereților (cărămidă, beton, lemn), poziție pe harta orașului, gradul de ventilație al încăperilor, cu accent pus pe spațiile de depozitare din subsoluri.
- 31) Aplicarea codurilor de simulare (FLUKA) pentru obținerea unei hărți a dozelor posibil prezente în jurul unor surse radioactive date (emitente doar de un singur tip de radiație sau de mai multe tipuri)
- 32) Folosirea codurilor de simulare pentru diferite experimente de Fizică nucleară, Fizica particulelor elementare și Fizica astroparticulelor
- 33) Arheologie nucleară

(Coordonator: Asist.univ.dr. Alecsandru Vladimir CHIROȘCA)

- 34) Dozimetrie și detecția radiației; modelarea parametrilor de detecție pentru toate tipurile de radiație
- 35) Dozimetria și aplicațiile neutronilor
- 36) Modelarea transportului radiației folosind codurile GEANT și Fluka
- 37) Dozimetrie în terapia cu radiații la acceleratorii liniari (GEANT, Gamos)
- 38) Procesarea statistică a datelor (Python, ROOT)
- 39) Microcontrolere și IoT
- 40) Utilizarea sistemelor de inteligență artificială în procesarea datelor
- 41) Modelarea proceselor de producere a câmpurilor de radiație la laserii de mare putere (1PW). Modelare numerică și PIC (Particle In Cell)

(Coordonator: Asist.univ.drd. Mihaela PĂRVU) 42) Studii de fond radioactiv în experimente subterane pentru procese rare 43) Studii legate de procese tranzitorii la interacțiile particulelor incidente (neutrini, miuoni, mezoni) în materiale utilizate ca detector în Fizica particulelor și astroparticulelor (argon gazos, lichid și solid, xenon, semiconductori) 44) Mecanisme de producere a izotopului Ar-39 în Ar-40 45) Fizica neutrinelor solari și neutrinelor din supernove 46) Procese fizice și canale de reacție pentru leptoni deasupra/peste Modelului Standard 47) Utilizarea detectorilor pasivi în determinări de fond radioactiv		
Bibliografie:		

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

În vederea schițării conținuturilor, alegerii metodelor de predare/învățare, dată fiind importanța deosebită a disciplinei pentru aplicațiile în tehnologia modernă, titularii disciplinei au consultat conținutul unor discipline similare predate la universități din țară și străinătate (University of Oxford <https://www.ox.ac.uk/admissions/undergraduate/courses-listing?wssl=1>, University of Parma <http://www.difest.unipr.it/it/didattica/laurea-triennale-fisica/calendario-didattico>, Universitatea Padova, <http://en.didattica.unipd.it/didattica/2015/SC1158/2014>). Conținutul disciplinei este conform cerințelor de angajare în institute de cercetare în fizica și știința materialelor și în învățământ (în condițiile legii).

### 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>			
<b>10.5.1. Seminar</b>	- Aplicarea metodelor specifice de rezolvare pentru problema data; - Claritatea, coerența și concizia expunerii	Verificare	0-100% (după caz)
<b>10.5.2. Laborator</b>	- Aplicarea metodelor specifice de rezolvare pentru problema data; - Interpretarea rezultatelor; - Claritatea, coerența și concizia expunerii.	Verificare	0-100% (după caz)
<b>10.5.3. Proiect</b> [doar pentru disciplinele la care există proiect semestrial normat în planul de învățământ]			
<b>10.6. Standard minim de performanță</b> Înțelegerea corectă a conceptelor și fenomenelor, capacitatea de a opera cu ele și de a obține rezultate numerice corecte pe subiecte impuse.			
<b>Obținerea notei 5</b> Finalizarea tuturor cerințelor Expunerea corectă a subiectelor indicate pentru obținerea punctajului 5.			

Data completării  
14.04.2016

Semnătura titularului de curs

Semnătura de seminar/laborator

Prof.dr. Alexandru Jipa  
Prof.dr.Ionel Lazanu

Data avizării în  
departament

Director de departament  
Prof. dr. Alexandru Jipa

## **DI.201 Fizică nucleară relativistă. Stări anormale și tranziții de fază în materia nucleară**

### **1. Date despre program**

1.1. Instituția de învățământ superior	Universitatea din București
1.2. Facultatea	Facultatea de Fizică
1.3. Departamentul	Structura materiei, fizica atmosferei și a pământului, astrofizica
1.4. Domeniul de studii	Fizică
1.5. Ciclul de studii	Master
1.6. Programul de studii / Calificarea	Fizica atomului, nucleului, particulelor elementare, Astrofizică și aplicații (FANPEAA)
1.7. Forma de învățământ	Învățământ cu frecvență

### **2. Date despre disciplină**

2.1. Denumirea disciplinei	<b>Fizică nucleară relativistă. Stări anormale și tranziții de fază în materia nucleară</b>							
2.2. Titularul activităților de curs	Prof. Dr. Alexandru JIPA Lect. Dr. Oana RISTEA							
2.3. Titularul activităților de seminar	Prof. Dr. Alexandru JIPA Lect. Dr. Oana RISTEA							
2.4. Titularul activităților de laborator	Prof. Dr. Alexandru JIPA Lect. Dr. Oana RISTEA							
2.5. Anul de studiu	2	2.6. Semestrul	1	2.7. Tipul de evaluare	E	2.8. Regimul disciplinei	Conținut <sup>1)</sup> Obligativitate <sup>2)</sup>	DA DI

<sup>1)</sup> disciplină de aprofundare (DA), disciplină de sinteză (DS);

<sup>2)</sup> disciplină obligatorie (DI), disciplină opțională (DO), disciplină facultativă (DFac)

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

3.1. Număr de ore pe săptămână	<b>4</b>	din care: curs	<b>2</b>	Seminar/laborator	0.4/1.6
3.2. Total ore pe semestru	<b>56</b>	din care: curs	<b>28</b>	seminar/laborator	6/22
Distribuția fondului de timp					<b>ore</b>
3.2.1. Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe					<b>20</b>
3.2.2. Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate și pe teren					<b>20</b>
3.2.3. Pregătire seminare/ laboratoare/ proiecte, teme, referate, portofolii și eseuri					<b>25</b>
3.2.4. Examinări					<b>4</b>
3.2.5. Alte activități					<b>0</b>
3.3. Total ore studiu individual	<b>65</b>				
3.4. Total ore pe semestru	<b>125</b>				
3.5. Numărul de credite	<b>5</b>				

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

4.1. de curriculum	Fizică nucleară și a particulelor elementare, Astrofizica, Mecanică cuantică, Termodinamica și Fizică statistică, Electrodinamica și teoria relativității, Metode experimentale în Fizica nucleară
4.2. de competențe	Noțiuni de programare și de metode numerice, utilizarea de coduri de calcul/simulare și

	analiza a datelor
--	-------------------

### 5. Condiții (acolo unde este cazul)

5.1. de desfășurare a cursului	Sală/Amfiteatru cu dotări multimedia (videoproiector, acces la internet)
5.2. de desfășurare a seminarului/ laboratorului/proiectului	Sală cu dotări multimedia (videoproiector, acces la internet), calculatoare, coduri de simulare specifice, (HIJING, AMPT, GEANT, UrQMD, PITHYA etc.), Software pentru analiza datelor experimentale (Minuit, Origin, etc)

### 6. Competențe specifice acumulate

Competențe profesionale	<p>C1: Identificarea și utilizarea adecvată a principalelor legi și principii fizice într-un context dat.</p> <p>C1.1: Deducerea formulelor de lucru pentru calculul marimilor fizice folosind principii și legi fizice adecvate.</p> <p>C1.2: descrierea sistemelor fizice, folosind diverse teorii (modele teoretice și experimentale, algoritmi, scheme etc.)</p> <p>C1.3: Aplicarea principiilor și legilor fizicii în rezolvarea problemelor teoretice sau practice.</p> <p>C1.4: aplicarea corectă a metodelor de analiză și a criteriilor pentru selectarea soluțiilor adecvate pentru a atinge performanțele specificate</p> <p>C3: Stabilirea condițiilor fizice necesare folosind metode numerice și statistice</p> <p>C3.1: Prin utilizarea analizei și procesării datelor adecvate metodelor numerice specifice fizicii și statisticilor matematice</p> <p>C3.3: Corelarea metodelor de analiză statistică folosite în prezent (pentru măsurați ob măsurători / calcule, prelucrarea datelor, interpretare).</p> <p>C 3.4: Evaluarea fiabilității rezultatelor și compararea lor cu date bibliografice sau valori teoretice calculate utilizând metode statistice de validare și/sau metode numerice</p>
Competențe transversale	<p>CT1: Aplicarea tehnicilor unei echipe multidisciplinare eficientă care lucrează la diferite niveluri ierarhice.</p> <p>CT2: Utilizarea eficientă a surselor de informații și a resurselor de comunicare și asistență de formare, atât în limba română, cât și în limba străină.</p>

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

7.1. Obiectivul general al disciplinei	Prezentarea bazelor fizicii nucleare relativiste
7.2. Obiectivele specifice	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Înțelegerea aspectelor specifice ale Fizicii la scară subnucleară</li> <li>- Capacitatea de a opera cu aceste concepte și fenomene.</li> <li>- Dezvoltarea deprinderilor experimentale specifice domeniului.</li> <li>- Cunoașterea proprietăților plasmei de cuarci și gluoni și a semnalele sale experimentale</li> <li>- Înțelegerea experimentelor de căutare a specificității structurii, elementarității și interacțiunilor fundamentale ale materiei.</li> </ul>

### 8. Conținuturi

<b>8.1. Curs</b> [capitolele de curs]	Metode de predare	Observații
<b>Introducere în fizica nucleară relativă. Definiții.</b> Apariția termenilor, etapele dezvoltării, marimi fizice	Expunere sistematică - prelegere. Conversație euristică. Exemple.	4 ore

specifice		
<b>Metode experimentale în fizica nucleară relativistă.</b> Sisteme de accelerare, sisteme de detectie. Mari laboratoare mari și experimente majore		
<b>Marimi fizice cu semnificație dinamică.</b> Imaginea participanți-spectatori. Rapiditate și pseudorapiditate, distribuții asociate și semnificație fizică, multiplicitate și distribuții de multiplicitate, momente asociate, secțiuni eficace, nucleoni participanți, spectre de impuls și de energie, distribuții unghiulare, caracteristici spațiale și temporale ale sursei de particule. Evoluția unei ciocniri nucleare relativiste, etapele evoluției, observabile, parametrii.	Expunere sistematică - prelegere. Conversație euristică. Exemple.	4 ore
<b>Modelarea dinamicii ciocnirilor nucleare relativiste.</b> Complexitatea interacțiunilor și diversitatea conceptelor. Necesitatea modelării și clasificării modelelor. Modele clasice. Modele bazate pe ecuația Vlasov, pe ecuația Vlasov - Uenling - Uhlenbeck și ecuația Boltzmann. Modele de cascadă intranucleară. Modele termodinamice. Modele hidrodinamice. Modele hibride, etc.	Expunere sistematică - prelegere. Conversație euristică. Exemple.	4 ore
<b>Condiții pentru formarea stărilor anormale ale materiei și pentru apariția tranzițiilor de fază în materia nucleară.</b> Tipuri de stări anormale ale materiei și de faze de materie nucleară. Diagrama de fază a materiei nucleare. Tranziția de fază la plasma de cuarci și gluoni (proprietățile cuarcilor și gluonilor, libertatea asimptotică, potențialul de interacție dintre cuarci). Rețeaua QCD (lattice QCD).	Expunere sistematică – prelegere. Conversație euristică. Exemple.	4 ore
<b>Legături cu procesele cosmologice.</b> Marea explozie primordială. Scenarii de evoluție. Etapele de evoluție care pot fi obținute prin ciocniri nucleare relativiste. Plasma de cuarci și gluoni și procesul de hadronizare.	Expunere sistematică – prelegere. Conversație euristică. Exemple.	2 ore
<b>Semnalele experimentale ale producerii plasmei de cuarci și gluoni.</b> Reducerea numărului de particule cu impuls transversal mare. Funcții de distribuție partonice. Funcții de fragmentare. Efecte nucleare (efectele stării inițiale și finale). Rezultate experimentale.	Expunere sistematică – prelegere. Exemple.	2 ore
<b>Producerea de cuarci grei.</b> Potențialul de interacție dintre doi cuarci. Ecranarea Debye. Suprimarea secvențială a stărilor legate de cuarci grei în plasma de cuarci și gluoni și procesul de recombinare. Efecte nucleare. Rezultate experimentale.	Expunere sistematică – prelegere. Exemple.	2 ore
<b>Semnale electromagnetice.</b> Producerea de fotoni și de dileptoni. <b>Cresterea de stranietate</b> <b>Curgerea colectivă</b> (transversala radială și anizotropică)	Expunere sistematică – prelegere. Exemple	4 ore

<b>Rezultate experimentale țihbte în ciocniri nucleare la energii relativiste și ultrarelativiste.</b> Multiplicități și distribuții de multiplicitate. Parametrul de impact și centralitatea ciocnirii. Modelul Glauber. Distribuții de rapiditate și de pseudorapiditate. Modelele Landau vs Bjorken. Estimarea densității energiei pe baza modelului Bjorken. Etapa de îngheț chimic. Parametrii experimentali. Modele statistice. Etapa de îngheț (termic). Parametrii experimentali. Modelul Blast-wave.	Expunere sistematică – prelegere. Exemple	2 ore
--	--	-------

**Bibliografie:**

1. A Das and T. Ferbel, Introduction to Nuclear and Particle Physics, World Scientific, Second edition, 2005
2. Ray Hagedorn – Relativistic Kynematics, Academic Press, 1968
3. B.R.Martin – Statistics for Physicists, Plenum Press, 1971
4. C.Wong – Relativistic Heavy Ion Collisions, World Scientific, 1996
5. Ramona Vogt – Ultrarelativistic Heavy Ion Collisions, Elsevier Publishing, 2007
6. Al.Jipa, C.Beșliu – Elemente de Fizică nucleară relativistă. Note de curs, Editura Universității din București, 2002
7. C.Beșliu, Al.Jipa – Elemente de Fizică nucleară relativistă. Note de seminar și îndrumător de laborator, Editura Universității din București, 1999
8. Al.Jipa – Culegere de probleme de Fizică nucleară relativistă (formă electronică)
9. The Physics of the Quark-Gluon Plasma, S. Sarkar et all, Springer Verlag, 2010
10. Quark-Gluon Plasma 3, R. C. Hwa, X. N. Wang, World Scientific, 2004

<b>8.2. Seminar</b> [temele dezbătute în cadrul seminariilor]	Metode de predare-învățare	Observații
Aplicarea notiunilor de cinematica relativista în rezolvarea de probleme	Exemple. Rezolvare de probleme	6 ore

**Bibliografie:**

1. Al.Jipa – Culegere de probleme de Fizică nucleară relativistă (formă electronică)

<b>8.3. Laborator</b> [temele de laborator, proiecte etc, conform calendarului disciplinei]	Metode de transmitere a informației	Observații
Studiul distribuțiilor de rapiditate/pseudorapiditate și pentru diferite ciocniri nucleu-nucleu la energii relativiste și ultrarelativiste	Activitate practica	4 ore
Determinarea multiplicităților și a distribuțiilor de multiplicitate în diferite ciocniri nucleu-nucleu la energii relativiste și ultrarelativiste	Activitate practica	4 ore
Determinarea numărului de nucleoni participanți în ciocniri nucleu-nucleu la energii relativiste și ultrarelativiste	Activitate practica	2 ore
Determinarea temperaturilor aparente din analiza spectrelor de impuls transversal ale particulelor produse în ciocniri nucleare relativiste	Activitate practica	4 ore
Determinarea vitezei de curgere colectiva și a temperaturii de freeze-out termic în ciocniri nucleare relativiste	Activitate practica	2 ore

Studiul coeficienților curgerii anizotrope (v2, v3) din analiza datelor simulate cu diverse coduri de simulare din domeniu		4 ore
Studiul interacției coulombiene în ciocniri nucleare relativiste folosind rapoartele de pioni	Activitate practica	2 ore
Bibliografie: <a href="https://root.cern.ch/">https://root.cern.ch/</a>		
<b>8.4. Proiect</b> [doar pentru disciplinele la care exista proiect semestrial normat în planul de invatamant]	Metode de predare-învățare	Observații

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

Aceast curs formează/dezvoltă unele competențe și abilități teoretice și/sau practice care sunt importante/fundamentale pentru un student absolvent în domeniul fizicii moderne, corespunzând standardelor naționale și europene/internaționale. Conținutul și metodele de predare au fost selectate după o analiză detaliată a conținutului unităților de curs similare din programul altor universități din România sau din Uniunea Europeană străinătate (Universitatea din Oxford

<https://www.ox.ac.uk/admissions/undergraduate/courses-listing?wssl=1>, Universitatea din Parma

<http://www.difest.unipr.it/it/didattica/laurea-triennale-fisica/calendario-didattico>, Universitatea Padova,

<http://en.didattica.unipd.it/didattica/2015/SC1158/2014>).

Conținutul cursului este în acord cu cerințele/așteptările potențialilor angajatori (industrie, cercetare, învățământ preuniversitar).

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>	- Abordarea corectă a subiectului; - Claritatea și coerența expunerii; - Utilizarea corectă a modelelor, formulelor și relațiilor de calcul; - Capacitatea de analiza/exemplificare.	Examen oral	50%
<b>10.5.1. Seminar</b>	- Aplicarea metodelor specifice de rezolvare pentru problema dată;	Examen oral. Teme pe parcurs	20%
<b>10.5.2. Laborator</b>	- Abilitatea de a analiza datele experimentale/simulate și de a interpreta rezultatele obținute.	Referate	20%
<b>10.5.3. Proiect</b> [doar pentru disciplinele la care exista proiect semestrial normat în planul de invatamant]	- Claritatea și coerența expunerii; - Utilizarea corectă a modelelor, formulelor și relațiilor de calcul; - Capacitatea de a prezenta și discuta rezultatele obținute.	Raport	10%
<b>10.6. Standard minim de performanță</b>			
Noțiuni de bază din conținutul cursului, îndeplinirea cerințelor laboratorului și verificarea lucrărilor de laborator			
<b>Obținerea mediei 5</b>			
Cunoașterea subiectelor din tematica cursului.			

Data completării

Semnătura titularului de curs,  
Prof. Dr. Alexandru JIPA  
Lect. Dr. Oana RISTEA

Semnătura de seminar/laborator,  
Prof. Dr. Alexandru JIPA  
Lect. Dr. Oana RISTEA

Data avizării în  
departament

Director de departament  
Prof. dr. Alexandru Jipa

## ***DI.202. Fenomenologia particulelor elementare. Elemente de cosmologie și Fizica astroparticulelor***

### **1. Date despre program**

1.1. INSTITUȚIA DE ÎNVĂȚĂMÂNT SUPERIOR	UNIVERSITATEA DIN BUCUREȘTI
1.2. Facultatea	FACULTATEA DE FIZICĂ
1.3. DEPARTAMENTUL	STRUCURA MATERIEI, FIZICA ATMOSFEREI SI PAMANTULUI, ASTROFIZICA
1.4. Domeniul de studii	FIZICĂ
1.5. Ciclul de studii	MASTER
1.6. Programul de studii / Calificarea	FIZICA ATOMULUI, NUCLEULUI, PARTICULELOR ELEMENTARE, ASTROFIZICA SI APLICATII
1.7. Forma de învățământ	ÎNVĂȚĂMÂNT CU FRECVENȚĂ

### **2. Date despre disciplină**

2.1. Denumirea disciplinei		<i>Fenomenologia particulelor elementare. Elemente de cosmologie si fizica astroparticulelor</i>						
2.2. Titularul activităților de curs		<b>Prof. Dr. Ionel Lazanu</b>						
2.3. Titularul activităților de seminar								
2.4. Titularul activităților de laborator		<b>Prof. Dr. Ionel Lazanu, Asist. univ. drd. Mihaela PARVU</b>						
2.5. Anul de studiu	1	2.6. Semestrul	1	2.7. Tipul de evaluare	E	2.8. Regimul disciplinei	Conținut <sup>1)</sup>	DS
							Obligativitate <sup>2)</sup>	DI

<sup>1)</sup> disciplină de aprofundare (DA), disciplină de sinteză (DS);

<sup>2)</sup> disciplină obligatorie (DI), disciplină opțională (DO), disciplină facultativă (DFac)

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

3.1. Număr de ore pe săptămână	4	din care: curs	2	Seminar/laborator	2/0
3.2. Total ore pe semestru	56	din care: curs	28	seminar/laborator	28/0
<i>Distribuția fondului de timp</i>					<b>Ore</b>
3.2.1. Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe					44
3.2.2. Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate și pe teren					18
3.2.3. Pregătire seminare/ laboratoare/ proiecte, teme, referate, portofolii și eseuri					28
3.2.4. Examinări					4
3.2.5. Alte activități					
3.3. Total ore studiu individual	90				
3.4. Total ore pe semestru	150				
3.5. Numărul de credite	6				

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

4.1. de curriculum	Matematici superioare, Mecanica cuantica, Fizica statistica, Fizica atomica, Fizica nucleara si particule elementare,
4.2. de competențe	Limbaje de programare si metode numerice.

### **5. Condiții (acolo unde este cazul)**

5.1. de desfășurare a cursului	Sală de curs (de preferat, dar nu obligatoriu, dotari multimedia)
5.2. de desfășurare a seminarului/ laboratorului/ proiectului	Setup-urile experimentale din Laboratorul de fizica nucleara, Laboratorul de dozimetrie, Retea de calculatoare (sau laptopuri individuale) Filme obtinute la camera cu bule de 81 cm/CERN expusa la un fascicul de $\pi^-$ de 2,2 GeV /c la acceleratorul de 28GeV Filme obtinute la camera cu bule de 2 m/CERN umpluta cu hidrogen Filme obtinute la camera cu stramer de inalta presiune – JINR-Dubna, umpluta cu

	<sup>3</sup> He expuse la fascicule de $\pi^{+/-}$ la energii cinetice de 100, 120, 145 si 180 MeV
--	--

## 6. Competențe specifice acumulate

Competențe profesionale	<ul style="list-style-type: none"> <li>Identificarea și utilizarea adecvată a principalelor legi și principiilor fizicii într-un context dat; identificarea și utilizarea noțiunilor</li> <li>Rezolvarea problemelor de fizică în condiții impuse</li> <li>Aplicarea în mod creativ a cunoștințelor dobândite în vederea înțelegerii și modelării proceselor și proprietăților fizice</li> <li>Comunicarea și analiza informațiilor cu caracter didactic, științific și de popularizare din domeniul fizicii</li> <li>Utilizarea/dezvoltarea unor instrumente software specifice</li> </ul>
Competențe transversale	<ul style="list-style-type: none"> <li>Utilizarea eficientă a surselor informaționale și a resurselor de comunicare și formare profesională, inclusiv într-o limbă de circulație internațională</li> <li>Realizarea sarcinilor profesionale în mod eficient și responsabil cu respectarea legislației, eticii și deontologiei specifice domeniului.</li> </ul>

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

7.1. Obiectivul general al disciplinei	Investigarea principalelor surse de radiație, a mecanismelor prin care diferitele tipuri de radiații interacționează cu materia funcție de tipul de particulă, energie. Aplicații majore specifice în fizica nucleară, particule, astrofizică și domeniul aplicațiilor medicale
7.2. Obiectivele specifice	Punerea în evidență la fiecare temă abordată a problemelor esențiale necesare înțelegerii fenomenelor care să permită studentului să-și formeze un mod de a gândi și dezvolta creativ problemele de soluționat.

## 8. Conținuturi

8.1. Curs [capitolele de curs]	Metode de predare	Observații
<b>Particule elementare (7 sapt.)</b>  <b>Elemente de cinematica relativista</b> <b>Proprietățile și interacțiile particulelor elementare:</b> Forțe fundamentale sistematice, reproducerea conceptului de antiparticulă, Numere cuantice (număr barionic, număr leptonice, straniețe, izospin; alte sarcini specifice), Relația Gell-Mann Nishijima, Producerea și dezintegrarea rezonanțelor, Determinarea spinului, Violări ale numerelor cuantice.	Expunere sistematică, prelegere, studii de caz. Exemple	4 ore
<b>Simetrii:</b> Aspecte fenomenologice, Fundamentele modelului cuarc , Continutul în cuarci pentru mezoni și barioni. Culoarea, simetrie de culoare, extinderea modelului cuarc. Simetrii ascunse. Confirmări experimentale. <b>Simetrii discrete.</b>	Expunere sistematică - prelegere. Studii de caz. Exemple	4 ore
<b>Formularea modelului standard:</b> Constituenții fundamentali: cuarci, gluoni, leptoni; Conceptele de cuarci de valență și de "mare de cuarci" pentru hadroni. Mecanisme. Bozoni de etalonare. Dinamica particulelor de etalonare. Ruperea spontană a simetriei <b>Confruntarea modelului standard cu datele experimentale.</b> <b>Fizica deasupra modelului standard.</b> Reproducerea condițiilor Universului în momentele primordiale ale marii explozii (big-bang). Noi facilități de accelerare <b>Legătura Fizicii particulelor cu Fizica nucleară</b>	Expunere sistematică - prelegere. Exemple	6 ore
<b>Cosmologie și Astroparticule (7 sapt.)</b>  <b>Universul expansionist:</b>	Expunere sistematică – prelegere. Exemple	4 ore

Aspecte observationale despre Univers, Cosmologie newtoniana, Elemente de geometrie curbilinie.		
Ecuatiile Einstein, Dinamica cosmica, Elemente de nucleosinteza primordiala, Tranzitii de faza in universul timpuriu. Era Planck. Estimari ale parametrilor cosmici. Scenarii ale tranzitiilor de faza. Bariogeneza si asimetria materie-antimaterie pentru univers. Alte aspecte.	Expunere sistematica – prelegere. Exemple	7 ore
<b>Particule cosmice:</b> Neutrinii. Unde gravitationale (Detectie; experimente). Gauri negre clasice si aspecte cuantice. Radiatia Hawking. <b>Materia intunecata si energia intunecata a universului:</b> Surse de materie intunecata. Cautari, experimente, rezultate. Idei noi	Expunere sistematica – prelegere. Exemple	3 ore
Bibliografie: F.E. Close An introduction to quarks and partons, Academic Press 1979 A. Das, T. Ferbel, Introduction to nuclear and particle physics, World Scientific 2005 D. Griffiths, Introduction to elementary particles, John Wiley & Sons 1987 K. Gottfried, V. Weisskopf, Subnuclear Phenomena (in Concepts of Particle Physics), Oxford University Press 1984 I. Lazanu, Particule elementare, astroparticule si elemente ale universului timpuriu (aplicatii numerice si probleme rezolvate), Ed. Univ. din Bucuresti 2002 Ray Hagedorn – Relativistic Kynematics, Academic Press, 1968 B.R.Martin – Statistics for Physicists, Plenum Press, 1971 Claus Grupen, Astroparticle Physics, Springer 2005 R. D. Peccei –Physics at the interface of particle physics and cosmology – hep-ph/9808418 Ian R. Kenyon – General relativity, Oxford Univ. Press 1990 Donald Perkins - Particle Astrophysics (Oxford Master Series in Particle Physics, Astrophysics, and Cosmology), Oxford Univ. Press 2005 I. Lazanu – Cosmologie si particule elementare, Ed. Univ. din Bucuresti 1999		
8.2. Seminar [temele dezbătute în cadrul seminarilor]	Metode de predare-învățare	Observații
a) Seminar particule elementare	Rezolvare de probleme	4 ore
b) Aplicatii numerice si discutii –cosmologie		2 ore
<b>8.3. Laborator</b> [temele de laborator, proiecte etc, conform calendarului disciplinei]		
c) Determinarea experimentală a unor proprietăți ale particulelor elementare (sarcina electrică, masă, impuls, energie, timp de viață), identificare, interacții fundamentale	Activitate practică dirijată	4 ore
d) Analiza și interpretarea datelor cu tehnica diagramelor Dalitz și stabilirea unor numere cuantice pe baza unor considerente teoretice.	Activitate practică dirijată	2 ore
e) Interferența rezonantelor. Studiu teoretic și numeric	Activitate practică dirijată	4 ore
f) Investigarea legii lui Hubble utilizând măsurători reale de galaxii cu telescoape de 2- 4 m și spectrele de emisie/absorbție pentru mai multe elemente și estimarea vârstei Universului.	Activitate practică dirijată	6 ore
g) Programarea numerică a fenomenului de oscilații ale neutrinilor pentru diferite baze de distanță (4 ore)	Activitate practică dirijată	4 ore
h) Determinarea masei neutrinilor din datele experimentale obținute de la supernova 1987A	Activitate practică dirijată	2 ore
Bibliografie: I. Lazanu, Particule elementare, astroparticule și elemente ale universului timpuriu (aplicatii numerice și probleme rezolvate), Ed. Univ. din Bucuresti 2002 Ray Hagedorn – Relativistic Kynematics, Academic Press, 1968 B.R.Martin – Statistics for Physicists, Plenum Press, 1971		

Claus Grupen, Astroparticle Physics, Springer 2005  
 Ian R. Kenyon – General relativity, Oxford Univ. Press 1990  
 Donald Perkins - Particle Astrophysics (Oxford Master Series in Particle Physics, Astrophysics, and Cosmology), Oxford Univ. Press 2005  
 I. Lazanu – Cosmologie si particule elementare, Ed. Univ. din Bucuresti 1999

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

În vederea schțării conținuturilor, alegerii metodelor de predare/învățare, dată fiind importanța deosebită a disciplinei pentru aplicații în fizica și tehnologia modernă, titularii disciplinei au consultat conținutul unor discipline similare predate la universități din țară și străinătate (Heidelberg, University of Cambridge, University of Gent, Laussane). Conținutul disciplinei este conform cerințelor de angajare în institute de cercetare în fizica și inginerie nucleară, laboratoare medicale care utilizează în investigație și tratament metode nucleare (în condițiile legii).

#### 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>	- Claritatea, coerența și concizia expunerii; - Utilizarea corectă a modelelor, formulelor și relațiilor de calcul; - Capacitatea de exemplificare; - Alicaie aprofundată a cunoștințelor	Examen oral	70%
<b>10.5.1. Seminar</b>	- Aplicarea metodelor specifice de rezolvare pentru problema dată;	Teme pe parcurs	10%
<b>10.5.2. Laborator</b>	- Cunoașterea și utilizarea tehnicilor experimentale; - Interpretarea rezultatelor;	Referate de laborator	20%
<b>10.5.3. Proiect</b> [doar pentru disciplinele la care există proiect semestrial normat în planul de învățământ]			
<b>10.6. Standard minim de performanță</b>			
<b>Obținerea mediei 5</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>Efectuarea tuturor activităților pe parcursul semestrului</li> <li>Obținerea notei 5 prin însumarea punctelor obținute la activitățile de pe parcurs și examen, în acord cu ponderile specificate</li> </ul>			

Data completării  
24.06.2019

Semnătura titularului de curs  
Prof. dr. Ionel LAZANU

Semnătura de seminar/laborator  
Prof. dr. Ionel LAZANU  
Asist. Drd. Mihaela PARVU

Data avizării în  
departament

Director de departament  
Prof. Dr. Alexandru JIPA

## DI.205 FANPEAA Practică de cercetare

### 1. Date despre program

1.1. Instituția de învățământ superior	Universitatea din București
1.2. Facultatea	Facultatea de Fizică
1.3. Departamentul	Structura materiei, fizica atmosferei și Pământului, astrofizică
1.4. Domeniul de studii	Fizică
1.5. Ciclul de studii	Masterat
1.6. Specializarea de studii de masterat	Fizica atomului, nucleului, particulelor elementare, Astrofizică și aplicații
1.7. Forma de învățământ	Învățământ cu frecvență

### 2. Date despre disciplină

2.1. Denumirea disciplinei	<b>Practica profesională</b>							
2.2. Titularul activităților de curs								
2.3. Titularul activităților de laborator	Prof.dr. Alexandru Jipa, Prof. dr. Ionel Lazanu							
2.4. Anul de studiu	1	2.5. Semestrul	1	2.6. Tipul de evaluare	V	2.7. Regimul disciplinei	Conținut <sup>1)</sup>	<b>DS</b>
							Obligativitate <sup>2)</sup>	<b>Ob.</b>

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

3.1. Număr de ore pe săptămână	6	din care: curs		Seminar/laborator	
3.2. Total ore pe semestru (minim)	84	din care: curs	0	seminar/laborator	
Distribuția fondului de timp					<b>Ore</b>
3.2.1. Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe – nr. ore SI					
3.2.2. Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate și pe teren					
3.2.3. Pregătire seminare/ laboratoare/ proiecte, teme, referate, portofolii și eseuri					
3.2.4. Examinări					<b>2</b>
3.2.5. Alte activități					
3.3. Total ore studiu individual					
3.4. Total ore pe semestru		<b>84</b>			
3.5. Numărul de credite		<b>4</b>			

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

4.1. de curriculum	Parcursarea cursurilor din planul de învățământ din anii I și II
4.2. de competențe	Cunoștințe de matematică, fizică, Limbaje de programare și metode numerice

### 5. Condiții (acolo unde este cazul)

5.1. de desfășurare a cursului	)
5.2. de desfășurare a seminarului/ laboratorului/ proiectului	Laborator

### 6. Competențe specifice acumulate

Competențe profesionale	<p>C1: Identificarea și utilizarea adecvată a principalelor legi și principii fizice într-un context dat.</p> <p>C1.1: Deducerea de formule de lucru pentru calcule cu mărimi fizice utilizând adecvat principiile și legile fizicii.</p> <p>C1.2: Descrierea sistemelor fizice, folosind teorii și instrumente specifice (modele experimentale și teoretice, algoritmi, scheme etc.)</p> <p>C1.3: Aplicarea principiilor și legilor fizicii în rezolvarea de probleme teoretice sau practice, în condiții de asistență calificată.</p> <p>C1.4: Aplicarea corectă a metodelor de analiză și a criteriilor de alegere a soluțiilor adecvate pentru atingerea performanțelor specificate</p> <p>C3: Rezolvarea problemelor de fizică în condiții impuse, folosind metode numerice și statistice</p> <p>C3.1: Utilizarea adecvată în analiza și prelucrarea unor date specifice fizicii a metodelor numerice și de statistică matematică</p> <p>C3.3: Corelarea metodelor de analiză statistică cu problematică dată (realizarea de măsurători/calculare, prelucrare date, interpretare).</p> <p>C3.4: Evaluarea gradului de încredere al rezultatelor și compararea acestora cu date bibliografice sau valori calculate teoretic, folosind metode de validare statistică și/sau metode numerice</p> <p>C4: Aplicarea cunoștințelor din domeniul fizicii atât în situații concrete din domenii conexe, cât și în cadrul unor experimente, folosind aparatura standard de laborator.</p> <p>C6: Abordarea interdisciplinară a unor teme din domniul fizicii</p> <p>C6.1: Realizarea conexiunilor necesare utilizării fenomenelor fizice, utilizând cunoștințe de bază din domenii apropiate (Chimie, Biologie, etc.)</p> <p>C6.4: Realizarea de conexiuni între cunoștințe de Fizică și alte domenii (Chimie, Biologie, Informatică, etc.)</p>
Competențe transversale	<p>CT2: Aplicarea tehnicilor de muncă eficientă în echipă multidisciplinară pe diverse paliere ierarhice.</p> <p>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.</p>

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

7.1. Obiectivul general al disciplinei	Prezentarea noțiunilor fundamentale ale domeniului, familiarizarea cu aspectele specifice și integrarea într-o activitate concretă de cercetare
7.2. Obiectivele specifice	Înțelegerea aspectelor specifice fenomenelor, abilitatea de a opera cu acestea, dezvoltarea capacității de a lucra într-o echipă de cercetare, în cadrul unor experimente, folosind aparatura standard de laborator. Dezvoltarea de abilități experimentale specifice domeniului.

## 8. Conținuturi

<b>8.1. Curs</b> [capitolele de curs]	Metode de predare	Observații
<b>8.2. Seminar</b> [temele dezbătute în cadrul seminariilor]	Metode de predare-învățare	Observații
În acord cu tematica aleasă pentru desfășurarea practicii. Tematicile vor conduce la definirea unor subiecte de licență în acord cu propunerile existente.	Activitate practică dirijată	
<b>8.3. Laborator</b> [temele de laborator, proiecte etc, conform calendarului disciplinei]	Metode de transmitere a informației	Observații
În acord cu tematica aleasă pentru desfășurarea practicii. Tematicile vor conduce la definirea unor subiecte de	Activitate practică dirijată	

licență în acord cu propunerile existente.		
Examinare (colocviu laborator)		2ore
<b>8.4. Proiect</b> [doar pentru disciplinele la care exista proiect semestrial normat in planul de invatamant]	Metode de predare-învățare	Observații
<p><b>Teme de cercetare</b></p> <p><u>(Coordonator: Prof.univ.dr. Alexandru JIPA)</u></p> <p>1) Investigarea proprietăților materiei nucleare fierbinți și dense în ciocniri nucleare relativiste în experimentele BRAHMS și CBM</p> <p>2) Condiții de formare și semnale experimentale ale fazelor și tranzițiilor de fază în materia nucleară fierbinte și densă</p> <p>3) Metode experimentale în Fizica nucleară, Fizica particulelor elementare și Fizica astroparticulelor</p> <p>4) Aplicații ale Fizicii nucleare în diferite domenii</p> <p>5) Izotopi radioactivi pentru aplicații medicale și dozimetria radiațiilor nucleare</p> <p><u>(Coordonator: Prof.univ.dr. Ionel LAZANU)</u></p> <p>6) Studii de fond radioactiv în experimente subterane pentru procese rare</p> <p>7) Studii legate de procese tranzitorii la interacțiile particulelor incidente (neutrini, miuoni, mezoni) în materiale utilizate ca detector în Fizica particulelor și astroparticulelor (argon gazos, lichid și solid, xenon, semiconductori)</p> <p>8) Mecanisme de producere a izotopului Ar-39 în Ar-40</p> <p>9) Fizica neutrinilor solari și neutrinilor din supernove</p> <p>10) Procese fizice și canale de reacție pentru leptoni deasupra/peste Modelului Standard</p> <p>11) Utilizarea detectorilor pasivi în determinări de fond radioactiv</p> <p><u>(Coordonator: Prof.univ.dr. Anabella TUDORA)</u></p> <p>12) Modelări ale emisiei de neutroni prompți și cuante gamma prompte în fisiunea nucleară</p> <p>13) Investigarea distribuțiilor de masă, sarcină și energie cinetică pentru fragmentele de fisiune și pentru produșii inițiali de fisiune nucleară</p> <p>14) Studiul periodicității proprietăților nucleare ale radionuclizilor</p> <p>15) Efecte par-impare în fisiunea nucleară</p> <p>Aceste teme de cercetare necesită echipamente de calcul performante (rețea de computere și posibilități de stocare și accesare a bazelor de date nucleare). Ele pot fi asigurate de laboratoarele de calcul ale departamentului.</p> <p><u>(Coordonator: Prof.univ.dr. Mihaela SIN)</u></p> <p>16) Calculul secțiunilor eficace pentru reacțiile induse de neutroni pe izotopi ai plutoniului (<math>^{238}\text{Pu}</math>-<math>^{242}\text{Pu}</math>) în domeniul energetic 10 keV – 30 MeV</p> <p>17) Calculul secțiunilor de foto-fisiune pentru <math>^{230}\text{Th}</math>, <math>^{232}\text{Th}</math> în domeniul energetic 3 - 30 MeV</p> <p>18) Analiza comparativă a secțiunilor de foto-absorbție calculate cu funcțiile de forță gama incluse în RIPL (Biblioteca de referință a parametrilor de intrare) în cazul actinidelor</p>		

(Coordonator: Conf.univ.dr. Vasile BERCU)

- 19) Studiul radicalilor liberi generați de radiația ionizantă
- 20) Studii de arheofizică
- 21) Studii ale ionilor paramagnetici în diferite sisteme de interes opto-electronic

(Coordonator: lect.univ.dr. Oana RISTEA)

- 22) Studiul interacției radiației cu materia folosind GEANT4
- 23) Analiza parametrilor constructivi ai calorimetrelor electromagnetice segmentate folosind GEANT4
- 24) Studiul interacției coulombiene în ciocniri nucleare relativiste
- 25) Determinarea parametrilor de îngheț termic din analiza spectrelor de impuls transversal folosind modelul de „undă de șoc” („blast-wave”)
- 26) Analiza parametrilor de îngheț chimic folosind modelul THERMUS

(Coordonator: Lect.univ.dr. Marius CĂLIN)

- 27) Obținerea unor hărți dozimetrice a zonelor din București situate în vecinătatea CET-urilor
- 28) Influența dozei absorbite asupra evoluției ulterioare a unor semințe provenite de la diferite plante supuse acțiunii sursei de neutroni și de radiație gamma
- 29) Analiză prin spectroscopie gamma de înaltă rezoluție a unor probe de mediu (sol, vegetație, apă de suprafață) pentru identificarea unor eventuali radionuclizi gamma
- 30) Determinarea concentrației de radon în clădirile aparținând unităților de învățământ superior din București și dependența acesteia de vechimea, gradul de deteriorare, structura pereților (cărămidă, beton, lemn), poziție pe harta orașului, gradul de ventilație al încăperilor, cu accent pus pe spațiile de depozitare din subsoluri.
- 31) Aplicarea codurilor de simulare (FLUKA) pentru obținerea unei hărți a dozelor posibil prezente în jurul unor surse radioactive date (emitente doar de un singur tip de radiație sau de mai multe tipuri)
- 32) Folosirea codurilor de simulare pentru diferite experimente de Fizică nucleară, Fizica particulelor elementare și Fizica astroparticulelor
- 33) Arheologie nucleară

(Coordonator: Asist.univ.dr. Alecsandru Vladimir CHIROȘCA)

- 34) Dozimetrie și detecția radiației; modelarea parametrilor de detecție pentru toate tipurile de radiație
- 35) Dozimetria și aplicațiile neutronilor
- 36) Modelarea transportului radiației folosind codurile GEANT și Fluka
- 37) Dozimetrie în terapia cu radiații la acceleratorii liniari (GEANT, Gamos)
- 38) Procesarea statistică a datelor (Python, ROOT)
- 39) Microcontrolere și IoT
- 40) Utilizarea sistemelor de inteligență artificială în procesarea datelor
- 41) Modelarea proceselor de producere a câmpurilor de radiație la laserii de mare putere (1PW). Modelare numerică și PIC (Particle In Cell)

(Coordonator: Asist.univ.drd. Mihaela PĂRVU) 42) Studii de fond radioactiv în experimente subterane pentru procese rare 43) Studii legate de procese tranzitorii la interacțiile particulelor incidente (neutrini, miuoni, mezoni) în materiale utilizate ca detector în Fizica particulelor și astroparticulelor (argon gazos, lichid și solid, xenon, semiconductori) 44) Mecanisme de producere a izotopului Ar-39 în Ar-40 45) Fizica neutrinelor solari și neutrinelor din supernove 46) Procese fizice și canale de reacție pentru leptoni deasupra/peste Modelului Standard 47) Utilizarea detectorilor pasivi în determinări de fond radioactiv		
Bibliografie:		

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

În vederea schițării conținuturilor, alegerii metodelor de predare/învățare, dată fiind importanța deosebită a disciplinei pentru aplicațiile în tehnologia modernă, titularii disciplinei au consultat conținutul unor discipline similare predate la universități din țară și străinătate (University of Oxford <https://www.ox.ac.uk/admissions/undergraduate/courses-listing?wssl=1>, University of Parma <http://www.difest.unipr.it/it/didattica/laurea-triennale-fisica/calendario-didattico>, Universitatea Padova, <http://en.didattica.unipd.it/didattica/2015/SC1158/2014>). Conținutul disciplinei este conform cerințelor de angajare în institute de cercetare în fizica și știința materialelor și în învățământ (în condițiile legii).

### 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>			
<b>10.5.1. Seminar</b>	- Aplicarea metodelor specifice de rezolvare pentru problema data; - Claritatea, coerența și concizia expunerii	Verificare	0-100% (dupa caz)
<b>10.5.2. Laborator</b>	- Aplicarea metodelor specifice de rezolvare pentru problema data; - Interpretarea rezultatelor; - Claritatea, coerența și concizia expunerii.	Verificare	0-100% (dupa caz)
<b>10.5.3. Proiect</b> [doar pentru disciplinele la care există proiect semestrial normat în planul de învățământ]			
<b>10.6. Standard minim de performanță</b> Înțelegerea corectă a conceptelor și fenomenelor, capacitatea de a opera cu ele și de a obține rezultate numerice corecte pe subiecte impuse.			
<b>Obținerea notei 5</b> Finalizarea tuturor cerințelor Expunerea corectă a subiectelor indicate pentru obținerea punctajului 5.			

Data completării  
14.04.2016

Semnătura titularului de curs

Semnătura de seminar/laborator

Prof.dr. Alexandru Jipa  
Prof.dr.Ionel Lazanu

Data avizării în  
departament

Director de departament  
Prof. dr. Alexandru Jipa

## DI.208 FANPEAA Practică de cercetare

### 1. Date despre program

1.1. Instituția de învățământ superior	Universitatea din București
1.2. Facultatea	Facultatea de Fizică
1.3. Departamentul	Structura materiei, fizica atmosferei și Pământului, Astrofizică
1.4. Domeniul de studii	Fizică
1.5. Ciclul de studii	Masterat
1.6. Specializarea de studii de masterat	Fizica atomului, nucleului, particulelor elementare, Astrofizică și aplicații
1.7. Forma de învățământ	Învățământ cu frecvență

### 2. Date despre disciplină

2.1. Denumirea disciplinei	<b>Practica profesională</b>							
2.2. Titularul activităților de curs								
2.3. Titularul activităților de laborator	Prof.dr. Alexandru Jipa, Prof. dr. Ionel Lazanu							
2.4. Anul de studiu	2	2.5. Semestrul	2	2.6. Tipul de evaluare	V	2.7. Regimul disciplinei	Conținut <sup>1)</sup>	<b>DS</b>
							Obligativitate <sup>2)</sup>	<b>Ob.</b>

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

3.1. Număr de ore pe săptămână	7	din care: curs		Seminar/laborator	
3.2. Total ore pe semestru (minim)	70	din care: curs	0	seminar/laborator	
Distribuția fondului de timp					<b>Ore</b>
3.2.1. Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe – nr. ore SI					
3.2.2. Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate și pe teren					
3.2.3. Pregătire seminare/ laboratoare/ proiecte, teme, referate, portofolii și eseuri					
3.2.4. Examinări					2
3.2.5. Alte activități					
3.3. Total ore studiu individual					
3.4. Total ore pe semestru	70				
3.5. Numărul de credite	10				

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

4.1. de curriculum	Parcursarea cursurilor din planul de învățământ din anii I și II
4.2. de competențe	Cunoștințe de matematică, fizică, Limbaje de programare și metode numerice

### 5. Condiții (acolo unde este cazul)

5.1. de desfășurare a cursului	)
5.2. de desfășurare a seminarului/ laboratorului/ proiectului	Laborator

### 6. Competențe specifice acumulate

Competențe profesionale	<p>C1: Identificarea și utilizarea adecvată a principalelor legi și principii fizice într-un context dat.</p> <p>C1.1: Deducerea de formule de lucru pentru calcule cu mărimi fizice utilizând adecvat principiile și legile fizicii.</p> <p>C1.2: Descrierea sistemelor fizice, folosind teorii și instrumente specifice (modele experimentale și teoretice, algoritmi, scheme etc.)</p> <p>C1.3: Aplicarea principiilor și legilor fizicii în rezolvarea de probleme teoretice sau practice, în condiții de asistență calificată.</p> <p>C1.4: Aplicarea corectă a metodelor de analiză și a criteriilor de alegere a soluțiilor adecvate pentru atingerea performanțelor specificate</p> <p>C3: Rezolvarea problemelor de fizică în condiții impuse, folosind metode numerice și statistice</p> <p>C3.1: Utilizarea adecvată în analiza și prelucrarea unor date specifice fizicii a metodelor numerice și de statistică matematică</p> <p>C3.3: Corelarea metodelor de analiză statistică cu problematică dată (realizarea de măsurători/calculare, prelucrare date, interpretare).</p> <p>C3.4: Evaluarea gradului de încredere al rezultatelor și compararea acestora cu date bibliografice sau valori calculate teoretic, folosind metode de validare statistică și/sau metode numerice</p> <p>C4: Aplicarea cunoștințelor din domeniul fizicii atât în situații concrete din domenii conexe, cât și în cadrul unor experimente, folosind aparatura standard de laborator.</p> <p>C6: Abordarea interdisciplinară a unor teme din domniul fizicii</p> <p>C6.1: Realizarea conexiunilor necesare utilizării fenomenelor fizice, utilizând cunoștințe de bază din domenii apropiate (Chimie, Biologie, etc.)</p> <p>C6.4: Realizarea de conexiuni între cunoștințe de Fizică și alte domenii (Chimie, Biologie, Informatică, etc.)</p>
Competențe transversale	<p>CT2: Aplicarea tehnicilor de muncă eficientă în echipă multidisciplinară pe diverse paliere ierarhice.</p> <p>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.</p>

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

7.1. Obiectivul general al disciplinei	Prezentarea noțiunilor fundamentale ale domeniului, familiarizarea cu aspectele specifice și integrarea într-o activitate concretă de cercetare
7.2. Obiectivele specifice	Înțelegerea aspectelor specifice fenomenelor, abilitatea de a opera cu acestea, dezvoltarea capacității de a lucra într-o echipă de cercetare, în cadrul unor experimente, folosind aparatura standard de laborator. Dezvoltarea de abilități experimentale specifice domeniului.

## 8. Conținuturi

<b>8.1. Curs</b> [capitolele de curs]	Metode de predare	Observații
<b>8.2. Seminar</b> [temele dezbătute în cadrul seminariilor]	Metode de predare-învățare	Observații
În acord cu tematica aleasă pentru desfășurarea practicii. Tematicile vor conduce la definirea unor subiecte de licență în acord cu propunerile existente.	Activitate practică dirijată	
<b>8.3. Laborator</b> [temele de laborator, proiecte etc, conform calendarului disciplinei]	Metode de transmitere a informației	Observații
În acord cu tematica aleasă pentru desfășurarea practicii. Tematicile vor conduce la definirea unor subiecte de	Activitate practică dirijată	

licență în acord cu propunerile existente.		
Examinare (colocviu laborator)		2ore
<b>8.4. Proiect</b> [doar pentru disciplinele la care exista proiect semestrial normat in planul de invatamant]	Metode de predare-învățare	Observații
<p><b>Teme de cercetare</b></p> <p><u>(Coordonator: Prof.univ.dr. Alexandru JIPA)</u></p> <p>1) Investigarea proprietăților materiei nucleare fierbinți și dense în ciocniri nucleare relativiste în experimentele BRAHMS și CBM</p> <p>2) Condiții de formare și semnale experimentale ale fazelor și tranzițiilor de fază în materia nucleară fierbinte și densă</p> <p>3) Metode experimentale în Fizica nucleară, Fizica particulelor elementare și Fizica astroparticulelor</p> <p>4) Aplicații ale Fizicii nucleare în diferite domenii</p> <p>5) Izotopi radioactivi pentru aplicații medicale și dozimetria radiațiilor nucleare</p> <p><u>(Coordonator: Prof.univ.dr. Ionel LAZANU)</u></p> <p>6) Studii de fond radioactiv în experimente subterane pentru procese rare</p> <p>7) Studii legate de procese tranzitorii la interacțiile particulelor incidente (neutrini, miuoni, mezoni) în materiale utilizate ca detector în Fizica particulelor și astroparticulelor (argon gazos, lichid și solid, xenon, semiconductori)</p> <p>8) Mecanisme de producere a izotopului Ar-39 în Ar-40</p> <p>9) Fizica neutrinilor solari și neutrinilor din supernove</p> <p>10) Procese fizice și canale de reacție pentru leptoni deasupra/peste Modelului Standard</p> <p>11) Utilizarea detectorilor pasivi în determinări de fond radioactiv</p> <p><u>(Coordonator: Prof.univ.dr. Anabella TUDORA)</u></p> <p>12) Modelări ale emisiei de neutroni prompti și cuante gamma prompte în fisiunea nucleară</p> <p>13) Investigarea distribuțiilor de masă, sarcină și energie cinetică pentru fragmentele de fisiune și pentru produșii inițiali de fisiune nucleară</p> <p>14) Studiul periodicității proprietăților nucleare ale radionuclizilor</p> <p>15) Efecte par-impare în fisiunea nucleară</p> <p>Aceste teme de cercetare necesită echipamente de calcul performante (rețea de computere și posibilități de stocare și accesare a bazelor de date nucleare). Ele pot fi asigurate de laboratoarele de calcul ale departamentului.</p> <p><u>(Coordonator: Prof.univ.dr. Mihaela SIN)</u></p> <p>16) Calculul secțiunilor eficace pentru reacțiile induse de neutroni pe izotopi ai plutoniului (<math>^{238}\text{Pu}</math>-<math>^{242}\text{Pu}</math>) în domeniul energetic 10 keV – 30 MeV</p> <p>17) Calculul secțiunilor de foto-fisiune pentru <math>^{230}\text{Th}</math>, <math>^{232}\text{Th}</math> în domeniul energetic 3 - 30 MeV</p> <p>18) Analiza comparativă a secțiunilor de foto-absorbție calculate cu funcțiile de forță gama incluse în RIPL (Biblioteca de referință a parametrilor de intrare) în cazul actinidelor</p>		

(Coordonator: Conf.univ.dr. Vasile BERCU)

- 19) Studiul radicalilor liberi generați de radiația ionizantă
- 20) Studii de arheofizică
- 21) Studii ale ionilor paramagnetici în diferite sisteme de interes opto-electronic

(Coordonator: lect.univ.dr. Oana RISTEA)

- 22) Studiul interacției radiației cu materia folosind GEANT4
- 23) Analiza parametrilor constructivi ai calorimetrelor electromagnetice segmentate folosind GEANT4
- 24) Studiul interacției coulombiene în ciocniri nucleare relativiste
- 25) Determinarea parametrilor de îngheț termic din analiza spectrelor de impuls transversal folosind modelul de „undă de șoc” („blast-wave”)
- 26) Analiza parametrilor de îngheț chimic folosind modelul THERMUS

(Coordonator: Lect.univ.dr. Marius CĂLIN)

- 27) Obținerea unor hărți dozimetrice a zonelor din București situate în vecinătatea CET-urilor
- 28) Influența dozei absorbite asupra evoluției ulterioare a unor semințe provenite de la diferite plante supuse acțiunii sursei de neutroni și de radiație gamma
- 29) Analiză prin spectroscopie gamma de înaltă rezoluție a unor probe de mediu (sol, vegetație, apă de suprafață) pentru identificarea unor eventuali radionuclizi gamma
- 30) Determinarea concentrației de radon în clădirile aparținând unităților de învățământ superior din București și dependența acesteia de vechimea, gradul de deteriorare, structura pereților (cărămidă, beton, lemn), poziție pe harta orașului, gradul de ventilație al încăperilor, cu accent pus pe spațiile de depozitare din subsoluri.
- 31) Aplicarea codurilor de simulare (FLUKA) pentru obținerea unei hărți a dozelor posibil prezente în jurul unor surse radioactive date (emittente doar de un singur tip de radiație sau de mai multe tipuri)
- 32) Folosirea codurilor de simulare pentru diferite experimente de Fizică nucleară, Fizica particulelor elementare și Fizica astroparticulelor
- 33) Arheologie nucleară

(Coordonator: Asist.univ.dr. Alecsandru Vladimir CHIROȘCA)

- 34) Dozimetrie și detecția radiației; modelarea parametrilor de detecție pentru toate tipurile de radiație
- 35) Dozimetria și aplicațiile neutronilor
- 36) Modelarea transportului radiației folosind codurile GEANT și Fluka
- 37) Dozimetrie în terapia cu radiații la acceleratori liniari (GEANT, Gamos)
- 38) Procesarea statistică a datelor (Python, ROOT)
- 39) Microcontrolere și IoT
- 40) Utilizarea sistemelor de inteligență artificială în procesarea datelor
- 41) Modelarea proceselor de producere a câmpurilor de radiație la laserii de mare putere (1PW). Modelare numerică și PIC (Particle In Cell)

(Coordonator: Asist.univ.drd. Mihaela PĂRVU) 42) Studii de fond radioactiv în experimente subterane pentru procese rare 43) Studii legate de procese tranzitorii la interacțiile particulelor incidente (neutrini, miuoni, mezoni) în materiale utilizate ca detector în Fizica particulelor și astroparticulelor (argon gazos, lichid și solid, xenon, semiconductori) 44) Mecanisme de producere a izotopului Ar-39 în Ar-40 45) Fizica neutrinelor solari și neutrinelor din supernove 46) Procese fizice și canale de reacție pentru leptoni deasupra/peste Modelului Standard 47) Utilizarea detectorilor pasivi în determinări de fond radioactiv		
Bibliografie:		

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

În vederea schițării conținuturilor, alegerii metodelor de predare/învățare, dată fiind importanța deosebită a disciplinei pentru aplicațiile în tehnologia modernă, titularii disciplinei au consultat conținutul unor discipline similare predate la universități din țară și străinătate (University of Oxford <https://www.ox.ac.uk/admissions/undergraduate/courses-listing?wssl=1>, University of Parma <http://www.difest.unipr.it/it/didattica/laurea-triennale-fisica/calendario-didattico>, Universitatea Padova, <http://en.didattica.unipd.it/didattica/2015/SC1158/2014>). Conținutul disciplinei este conform cerințelor de angajare în institute de cercetare în fizica și știința materialelor și în învățământ (în condițiile legii).

### 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>			
<b>10.5.1. Seminar</b>	- Aplicarea metodelor specifice de rezolvare pentru problema data; - Claritatea, coerența și concizia expunerii	Verificare	0-100% (dupa caz)
<b>10.5.2. Laborator</b>	- Aplicarea metodelor specifice de rezolvare pentru problema data; - Interpretarea rezultatelor; - Claritatea, coerența și concizia expunerii.	Verificare	0-100% (dupa caz)
<b>10.5.3. Proiect</b> [doar pentru disciplinele la care există proiect semestrial normat în planul de învățământ]			
<b>10.6. Standard minim de performanță</b> Înțelegerea corectă a conceptelor și fenomenelor, capacitatea de a opera cu ele și de a obține rezultate numerice corecte pe subiecte impuse.			
<b>Obținerea notei 5</b> Finalizarea tuturor cerințelor Expunerea corectă a subiectelor indicate pentru obținerea punctajului 5.			

Data completării  
14.04.2016

Semnătura titularului de curs

Semnătura de seminar/laborator

Prof.dr. Alexandru Jipa  
Prof.dr.Ionel Lazanu

Data avizării în  
departament

Director de departament  
Prof. dr. Alexandru Jipa

## DI.209 FANPEAA Activitate de cercetare pentru lucrarea de disertație

### 1. Date despre program

1.1. Instituția de învățământ superior	Universitatea din București
1.2. Facultatea	Facultatea de Fizică
1.3. Departamentul	Structura materiei, fizica atmosferei și Pământului, astrofizică
1.4. Domeniul de studii	Fizică
1.5. Ciclul de studii	Masterat
1.6. Specializarea de studii de masterat	Fizica atomului, nucleului, particulelor elementare, Astrofizică și aplicații
1.7. Forma de învățământ	Învățământ cu frecvență

### 2. Date despre disciplină

2.1. Denumirea disciplinei	<b>Practica profesională</b>							
2.2. Titularul activităților de curs								
2.3. Titularul activităților de laborator	Prof.dr. Alexandru Jipa, Prof. dr. Ionel Lazanu							
2.4. Anul de studiu	2	2.5. Semestrul	2	2.6. Tipul de evaluare	V	2.7. Regimul disciplinei	Conținut <sup>1)</sup>	<b>DS</b>
							Obligativitate <sup>2)</sup>	<b>Ob.</b>

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

3.1. Număr de ore pe săptămână	7	din care: curs		Seminar/laborator	
3.2. Total ore pe semestru (minim)	28	din care: curs	0	seminar/laborator	
Distribuția fondului de timp					<b>Ore</b>
3.2.1. Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe – nr. ore SI					
3.2.2. Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate și pe teren					
3.2.3. Pregătire seminare/ laboratoare/ proiecte, teme, referate, portofolii și eseuri					
3.2.4. Examinări					2
3.2.5. Alte activități					
3.3. Total ore studiu individual					
3.4. Total ore pe semestru	28				
3.5. Numărul de credite	10				

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

4.1. de curriculum	Parcurgerea cursurilor din planul de învățământ din anii I și II
4.2. de competențe	Cunoștințe de matematică, fizică, Limbaje de programare și metode numerice

### 5. Condiții (acolo unde este cazul)

5.1. de desfășurare a cursului	)
5.2. de desfășurare a seminarului/ laboratorului/ proiectului	Laborator

### 6. Competențe specifice acumulate

Competențe profesionale	<p>C1: Identificarea și utilizarea adecvată a principalelor legi și principii fizice într-un context dat.</p> <p>C1.1: Deducerea de formule de lucru pentru calcule cu mărimi fizice utilizând adecvat principiile și legile fizicii.</p> <p>C1.2: Descrierea sistemelor fizice, folosind teorii și instrumente specifice (modele experimentale și teoretice, algoritmi, scheme etc.)</p> <p>C1.3: Aplicarea principiilor și legilor fizicii în rezolvarea de probleme teoretice sau practice, în condiții de asistență calificată.</p> <p>C1.4: Aplicarea corectă a metodelor de analiză și a criteriilor de alegere a soluțiilor adecvate pentru atingerea performanțelor specificate</p> <p>C3: Rezolvarea problemelor de fizică în condiții impuse, folosind metode numerice și statistice</p> <p>C3.1: Utilizarea adecvată în analiza și prelucrarea unor date specifice fizicii a metodelor numerice și de statistică matematică</p> <p>C3.3: Corelarea metodelor de analiză statistică cu problematică dată (realizarea de măsurători/calculare, prelucrare date, interpretare).</p> <p>C3.4: Evaluarea gradului de încredere al rezultatelor și compararea acestora cu date bibliografice sau valori calculate teoretic, folosind metode de validare statistică și/sau metode numerice</p> <p>C4: Aplicarea cunoștințelor din domeniul fizicii atât în situații concrete din domenii conexe, cât și în cadrul unor experimente, folosind aparatura standard de laborator.</p> <p>C6: Abordarea interdisciplinară a unor teme din domniul fizicii</p> <p>C6.1: Realizarea conexiunilor necesare utilizării fenomenelor fizice, utilizând cunoștințe de bază din domenii apropiate (Chimie, Biologie, etc.)</p> <p>C6.4: Realizarea de conexiuni între cunoștințe de Fizică și alte domenii (Chimie, Biologie, Informatică, etc.)</p>
Competențe transversale	<p>CT2: Aplicarea tehnicilor de muncă eficientă în echipă multidisciplinară pe diverse paliere ierarhice.</p> <p>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.</p>

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

7.1. Obiectivul general al disciplinei	Prezentarea noțiunilor fundamentale ale domeniului, familiarizarea cu aspectele specifice și integrarea într-o activitate concretă de cercetare
7.2. Obiectivele specifice	Înțelegerea aspectelor specifice fenomenelor, abilitatea de a opera cu acestea, dezvoltarea capacității de a lucra într-o echipă de cercetare, în cadrul unor experimente, folosind aparatura standard de laborator. Dezvoltarea de abilități experimentale specifice domeniului.

## 8. Conținuturi

<b>8.1. Curs</b> [capitolele de curs]	Metode de predare	Observații
<b>8.2. Seminar</b> [temele dezbătute în cadrul seminariilor]	Metode de predare-învățare	Observații
În acord cu tematica aleasă pentru desfășurarea practicii. Tematicile vor conduce la definirea unor subiecte de licență în acord cu propunerile existente.	Activitate practică dirijată	
<b>8.3. Laborator</b> [temele de laborator, proiecte etc, conform calendarului disciplinei]	Metode de transmitere a informației	Observații
În acord cu tematica aleasă pentru desfășurarea practicii. Tematicile vor conduce la definirea unor subiecte de	Activitate practică dirijată	

licență în acord cu propunerile existente.		
Examinare (colocviu laborator)		2ore
<b>8.4. Proiect</b> [doar pentru disciplinele la care exista proiect semestrial normat in planul de invatamant]	Metode de predare-învățare	Observații
<p><b>Teme de cercetare</b></p> <p><u>(Coordonator: Prof.univ.dr. Alexandru JIPA)</u></p> <p>1) Investigarea proprietăților materiei nucleare fierbinți și dense în ciocniri nucleare relativiste în experimentele BRAHMS și CBM</p> <p>2) Condiții de formare și semnale experimentale ale fazelor și tranzițiilor de fază în materia nucleară fierbinte și densă</p> <p>3) Metode experimentale în Fizica nucleară, Fizica particulelor elementare și Fizica astroparticulelor</p> <p>4) Aplicații ale Fizicii nucleare în diferite domenii</p> <p>5) Izotopi radioactivi pentru aplicații medicale și dozimetria radiațiilor nucleare</p> <p><u>(Coordonator: Prof.univ.dr. Ionel LAZANU)</u></p> <p>6) Studii de fond radioactiv în experimente subterane pentru procese rare</p> <p>7) Studii legate de procese tranzitorii la interacțiile particulelor incidente (neutrini, miuoni, mezoni) în materiale utilizate ca detector în Fizica particulelor și astroparticulelor (argon gazos, lichid și solid, xenon, semiconductori)</p> <p>8) Mecanisme de producere a izotopului Ar-39 în Ar-40</p> <p>9) Fizica neutrinilor solari și neutrinilor din supernove</p> <p>10) Procese fizice și canale de reacție pentru leptoni deasupra/peste Modelului Standard</p> <p>11) Utilizarea detectorilor pasivi în determinări de fond radioactiv</p> <p><u>(Coordonator: Prof.univ.dr. Anabella TUDORA)</u></p> <p>12) Modelări ale emisiei de neutroni prompți și cuante gamma prompte în fisiunea nucleară</p> <p>13) Investigarea distribuțiilor de masă, sarcină și energie cinetică pentru fragmentele de fisiune și pentru produșii inițiali de fisiune nucleară</p> <p>14) Studiul periodicității proprietăților nucleare ale radionuclizilor</p> <p>15) Efecte par-impare în fisiunea nucleară</p> <p>Aceste teme de cercetare necesită echipamente de calcul performante (rețea de computere și posibilități de stocare și accesare a bazelor de date nucleare). Ele pot fi asigurate de laboratoarele de calcul ale departamentului.</p> <p><u>(Coordonator: Prof.univ.dr. Mihaela SIN)</u></p> <p>16) Calculul secțiunilor eficace pentru reacțiile induse de neutroni pe izotopi ai plutoniului (<math>^{238}\text{Pu}</math>-<math>^{242}\text{Pu}</math>) în domeniul energetic 10 keV – 30 MeV</p> <p>17) Calculul secțiunilor de foto-fisiune pentru <math>^{230}\text{Th}</math>, <math>^{232}\text{Th}</math> în domeniul energetic 3 - 30 MeV</p> <p>18) Analiza comparativă a secțiunilor de foto-absorbție calculate cu funcțiile de forță gama incluse în RIPL (Biblioteca de referință a parametrilor de intrare) în cazul actinidelor</p>		

(Coordonator: Conf.univ.dr. Vasile BERCU)

- 19) Studiul radicalilor liberi generați de radiația ionizantă
- 20) Studii de arheofizică
- 21) Studii ale ionilor paramagnetici în diferite sisteme de interes opto-electronic

(Cprrdonator: lect.univ.dr. Oana RISTEA)

- 22) Studiul interacției radiației cu materia folosind GEANT4
- 23) Analiza parametrilor constructivi ai calorimetrelor electromagnetice segmentate folosind GEANT4
- 24) Studiul interacției coulombiene în ciocniri nucleare relativiste
- 25) Determinarea parametrilor de îngheț termic din analiza spectrelor de impuls transversal folosind modelul de „undă de șoc” („blast-wave”)
- 26) Analiza parametrilor de îngheț chimic folosind modelul THERMUS

(Coordonator: Lect.univ.dr. Marius CĂLIN)

- 27) Obținerea unor hărți dozimetrice a zonelor din București situate în vecinătatea CET-urilor
- 28) Influența dozei absorbite asupra evoluției ulterioare a unor semințe provenite de la diferite plante supuse acțiunii sursei de neutroni și de radiație gamma
- 29) Analiză prin spectroscopie gamma de înaltă rezoluție a unor probe de mediu (sol, vegetație, apă de suprafață) pentru identificarea unor eventuali radionuclizi gamma
- 30) Determinarea concentrației de radon în clădirile aparținând unităților de învățământ superior din București și dependența acesteia de vechimea, gradul de deteriorare, structura pereților (cărămidă, beton, lemn), poziție pe harta orașului, gradul de ventilație al încăperilor, cu accent pus pe spațiile de depozitare din subsoluri.
- 31) Aplicarea codurilor de simulare (FLUKA) pentru obținerea unei hărți a dozelor posibil prezente în jurul unor surse radioactive date (emitente doar de un singur tip de radiație sau de mai multe tipuri)
- 32) Folosirea codurilor de simulare pentru diferite experimente de Fizică nucleară, Fizica particulelor elementare și Fizica astroparticulelor
- 33) Arheologie nucleară

(Coordonator: Asist.univ.dr. Alecsandru Vladimir CHIROȘCA)

- 34) Dozimetrie și detecția radiației; modelarea parametrilor de detecție pentru toate tipurile de radiație
- 35) Dozimetria și aplicațiile neutronilor
- 36) Modelarea transportului radiației folosind codurile GEANT și Fluka
- 37) Dozimetrie în terapia cu radiații la acceleratorii liniari (GEANT, Gamos)
- 38) Procesarea statistică a datelor (Python, ROOT)
- 39) Microcontrolere și IoT
- 40) Utilizarea sistemelor de inteligență artificială în procesarea datelor
- 41) Modelarea proceselor de producere a câmpurilor de radiație la laserii de mare putere (1PW). Modelare numerică și PIC (Particle In Cell)

(Coordonator: Asist.univ.drd. Mihaela PĂRVU)		
42) Studii de fond radioactiv în experimente subterane pentru procese rare		
43) Studii legate de procese tranzitorii la interacțiile particulelor incidente (neutrini, miuoni, mezoni) în materiale utilizate ca detector în Fizica particulelor și astroparticulelor (argon gazos, lichid și solid, xenon, semiconductori)		
44) Mecanisme de producere a izotopului Ar-39 în Ar-40		
45) Fizica neutrinelor solari și neutrinelor din supernove		
46) Procese fizice și canale de reacție pentru leptoni deasupra/peste Modelului Standard		
47) Utilizarea detectorilor pasivi în determinări de fond radioactiv		
Bibliografie:		

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

În vederea schițării conținuturilor, alegerii metodelor de predare/învățare, dată fiind importanța deosebită a disciplinei pentru aplicațiile în tehnologia modernă, titularii disciplinei au consultat conținutul unor discipline similare predate la universități din țară și străinătate (University of Oxford <https://www.ox.ac.uk/admissions/undergraduate/courses-listing?wssl=1>, University of Parma <http://www.difest.unipr.it/it/didattica/laurea-triennale-fisica/calendario-didattico>, Universitatea Padova, <http://en.didattica.unipd.it/didattica/2015/SC1158/2014>). Conținutul disciplinei este conform cerințelor de angajare în institute de cercetare în fizica și știința materialelor și în învățământ (în condițiile legii).

### 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>			
<b>10.5.1. Seminar</b>	- Aplicarea metodelor specifice de rezolvare pentru problema data; - Claritatea, coerența și concizia expunerii	Verificare	0-100% (dupa caz)
<b>10.5.2. Laborator</b>	- Aplicarea metodelor specifice de rezolvare pentru problema data; - Interpretarea rezultatelor; - Claritatea, coerența și concizia expunerii.	Verificare	0-100% (dupa caz)
<b>10.5.3. Proiect</b> [doar pentru disciplinele la care există proiect semestrial normat în planul de învățământ]			
<b>10.6. Standard minim de performanță</b>			
Înțelegerea corectă a conceptelor și fenomenelor, capacitatea de a opera cu ele și de a obține rezultate numerice corecte pe subiecte impuse.			
<b>Obținerea notei 5</b>			
Finalizarea tuturor cerințelor			
Expunerea corectă a subiectelor indicate pentru obținerea punctajului 5.			

Data completării  
14.04.2016

Semnătura titularului de curs

Semnătura de seminar/laborator

Prof.dr. Alexandru Jipa  
Prof.dr.Ionel Lazanu

Data avizării în  
departament

Director de departament  
Prof. dr. Alexandru Jipa

## FIȘA DISCIPLINEI OPȚIONALE

**DO.207.2**

### *Fizica plasmei în studierea proceselor nucleare, astrofizice și cosmologice*

Denumirea disciplinei	<b><i>Fizica plasmei în studierea proceselor nucleare, astrofizice și cosmologice</i></b>			Codul Disciplinei <b>Ob.507</b>	<b>Ob.II.5_1 Ob.507</b>
Anul de studiu	<b>II</b>	Semestrul*	<b>II</b>	Tipul de evaluare (E/V/C)	<b>C</b>
Categoría formativă a disciplinei: <i>DF – fundamentală, DG – generală, DS – de specialitate, DE – economică/managerială, DU – umanistă</i>					<b>DS</b>
Regimul disciplinei: <i>Ob – obligatorie, Op – opțională, F – facultativă</i>				<b>Op</b>	Număr de credite <b>6</b>
Total ore din planul de învățământ	<b>40</b>	Total ore studiu individual	<b>40</b>	Total ore pe semestru	<b>80</b>
Titularul disciplinei	<b>CSIII dr. Ovidiu TEȘILEANU, CS III dr. Mihai STRATICIUC, Prof.univ.dr. Alexandru JIPA, Lect.univ.dr. Oana RISTEA</b>				

\* Dacă disciplina are mai multe semestre de studiu, se completează câte o fișă pentru fiecare semestru

Facultatea	<b>FIZICĂ</b>	<b>Numărul total de ore (pe semestru) din planul de învățământ</b>  (Ex: 28 la C dacă disciplina are curs de 14_saptamanix2_h_curs pe săptămână)				
Catedra	<b>Fizică atomică și nucleară</b>					
Domeniul fundamental de știință, artă, cultură	<b>Știință</b>					
Domeniul pentru studii universitare de MASTERAT	<b>FIZICĂ</b>					
Direcția de studiu	<b>FANPEAA</b>	<b>40</b>	<b>C**</b>	<b>S</b>	<b>L</b>	<b>P</b>
		<b>40</b>	<b>20</b>		<b>20</b>	

\*\* C-curs, S-seminar, L-activități de laborator, P-proiect sau lucrări practice

Discipline anterioare	Obligatorii (condiționate)	Toate disciplinele obligatorii anterioare, cu focalizare pe cele legate de Fizica nucleară, Fizica particulelor elementare, Astrofizică, noțiunile de bază de matematici superioare, programare și utilizare de coduri de simulare, elemente de Mecanică și Fizică cuantică, Termodinamică și Fizică statistică, Electrodinamică și Teoria relativității, metode experimentale				
	Recomandate	Fizica ionilor grei, Spectroscopie nucleară și mecanisme de reacții nucleare				
Estimați timpul total (ore pe semestru) al activităților de studiu individual pretinse studentului (completați cu zero activitățile care nu sunt cerute)						
1. Descifrarea și studiul notițelor de curs		<b>10</b>		8. Pregătire prezentări orale		<b>5</b>
2. Studiul după manual, suport de curs		<b>10</b>		9. Pregătire examinare finală		<b>30</b>

3. Studiul bibliografiei minimale indicate	<b>15</b>		10. Consultații	<b>10</b>
4. Documentare suplimentară în bibliotecă	<b>15</b>		11. Documentare pe teren	<b>0</b>
5. Activitate specifică de pregătire SEMINAR și/sau LABORATOR	<b>10</b>		12. Documentare pe INTERNET	<b>10</b>
6. Relizarea de teme, referate, eseuri, traduceri, programe etc.	<b>10</b>		13. Alte activități ...	<b>2</b>
7. Pregătire lucrări de control	<b>3</b>			
<b>TOTAL ore studiu individual (pe semestru) = 130</b>				
<b>Competențe generale</b> (competențele generale sunt menționate în fișa specializării)				
<i>Competențe specifice disciplinei</i>	<b>1. Cunoaștere și înțelegere</b> (cunoașterea și utilizarea adecvată a noțiunilor specifice disciplinei) <b>■ cunoașterea, intelegerea si utilizarea adecvata a notiunilor specifice disciplinei</b>			
	<b>2. Explicare si interpretare</b> (explicare a si interpretarea unor idei, proiecte, procese, precum si a continuturilor teoretice si practice ale disciplinei) <b>■ explicare a si interpretarea unor fenomene, procese, modelarea lor matematica, explicarea continuturilor teoretice si practice ale disciplinei</b>			
	<b>3. Instrumental – aplicative</b> (proiectarea, conducerea și evaluarea activităților practice specifice; utilizarea unor metode, tehnici, și instrumente de investigare si de aplicare) <b>■proiectare si modelizare matematica a fenomenelor fizice specifice, utilizarea de metode, tehnici si instrumente de investigare</b>			

	<p><b>4. Atitudinale</b> ( manifestarea unei atitudini pozitive si responsabile fata de domeniul stiintific/cultivarea unui mediu stiintificcentrat pe valori si relatii democratice/ promovarea unui sistem de valori culturale, morale si civice/ valorificarea optima si creativa a propriului potential in activitatile stiintifice/ implicarea in dezvoltarea institutionala si promovarea inovatiilor stiintifice/angajarea in relatii de parteneriat cu alte persoane- institutii cu responsabilitati similare/participarea la propria dezvoltare profesionala)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>manifestarea unei atitudini pozitive si responsabile fata de domeniul stiintific</b></li> <li>■ <b>valorificarea optima si creativa a propriului potential in activitatile stiintifice</b></li> <li>■ <b>participarea la propria dezvoltare profesionala</b></li> </ul>
<p><b>Conținut</b> (<i>tabla de materii</i>)</p>	<p><u>Curs</u> <b>Fizica plasmei in studierea proceselor nucleare astrofizice si cosmologice</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Introducere. Plasma       <ol style="list-style-type: none"> <li>1.1 Componente</li> <li>1.2 Parametri</li> <li>1.3 Conditii</li> </ol> </li> <li>2. Producerea plasmelor: strapungere; amorsare (breakdown; ignition)</li> <li>3. Dinamica particulelor plasmei</li> <li>4. Unde si instabilitati in plasma       <ol style="list-style-type: none"> <li>4.1 Oscilatii si unde autoexcitate si/sau excitate</li> <li>4.2 Instabilitatile plasmelor</li> </ol> </li> <li>5. Fizica plasmei spatiului       <ol style="list-style-type: none"> <li>5.1 Procese de baza in sistemul solar</li> <li>5.2 Microprocese</li> </ol> </li> <li>6. Plasme gravitationale       <ol style="list-style-type: none"> <li>6.1 Piticele albe</li> </ol> </li> <li>7. O revista a fizicii plasmei de fuziune       <ol style="list-style-type: none"> <li>7.1 Sisteme Tokamak</li> <li><b>7.2 Criteriul Lawson</b></li> <li><b>7.3 Conexiuni cu procese cosmologice. Explozia primordială (Big Bang). Scenarii de evoluție. Etape din evoluție regășibile prin ciocniri nucleare relativiste. Plasma de cuarci și gluoni și inițierea procesului de hadronizare. Conexiuni între proprietățile plasmei de cuarci și gluoni și proprietățile plasmelor clasice. Compararea parametrilor specifici în cele două cazuri</b></li> </ol> </li> </ol> <p><u>Laborator</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Plasma, a patra stare a materiei</li> <li>2. Strapungerea gazelor in campuri electrice si magnetice</li> <li>3. Reactoare cu plasma</li> <li>4. Diagnosticarea plasmei. Metode optice si electrice</li> </ol>
<p><b>Bibliografia minimală</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. R. Dendy – Plasma Physics: an Introductory Course Cambridge University Press, 1966</li> </ol>

	<p>2. Diagnosticarea plasmei – lucrari de laborator , Covlea V.,Andrei H., Editura Universitatii din Bucuresti, 2001</p> <p>3. Elemente de fizica nucleara , Jipa Al.,Besliu C.,Editura Universitatii din Bucuresti, 2002</p> <p>4. <i>Optica, Popescu I.I., Toader E.</i> Editura stiintifica, Bucuresti 1989</p> <p>5. Gaze ionizate – lucrari de laborator , Ciobotaru D., Covlea V., Biloiu C., Editura Universitatii dinn Bucuresti, 1992</p> <p>6. <i>Lucrari practice de cinetica si dinamica plasmei, Toader E.</i> Editura Universitatii din Bucuresti 1982</p> <p>7. <i>Bazele spectroscopiei plasmei, Iova I., Popescu I.I., Toader E.</i> Editura Stiintifica, Bucuresti 1987</p> <p>8. <i>Cinetica si dinamica plasmei, Toader E.,Popescu I.I.</i> Editura Stiintifica, Bucuresti 1983</p> <p>9. <i>Fizica plasmei si aplicatii, Toader E et al.</i> Editura Stiintifica, Bucuresti 1981</p> <p>10. <i>Metode experimentale in fizica plasmei , Bratescu, G.G., and Toader E.</i> Editura Universitatii din Bucuresti</p> <p>11 L.Tonks, I.Langmuir, Phys.Rev. 34, 876, (1929); L. Tonks Am. J. Phys. 35, 857 (1967)</p>
<b>Lista materialelor didactice necesare</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sisteme de vid</li> <li>- Surse dc, ac RF</li> <li>- Multimetre digitale</li> <li>- Osciloscoape</li> <li>- Regulate de presiune</li> <li>- Recipiente de gaz</li> <li>- Un reactor cu plasma (minim)</li> <li>- Computere</li> </ul>
La stabilirea notei finale se iau în considerare	Ponderea în notare, exprimată în % { <i>Total=100%</i> }
- răspunsurile la examen/colocviu (evaluarea finală)	<b>40</b>
- răspunsurile finale la lucrările practice de laborator	<b>10</b>
- testarea periodică prin lucrări de control	<b>0</b>
- testarea continuă pe parcursul semestrului	<b>20</b>
- activitățile gen teme/referate/eseuri/traduceri/proiecte/programe de calcul etc	<b>30</b>
- alte activități (precizati):	
<b>Descrieti modalitatea practica de evaluare finala, E/V.</b> { de exemplu: lucrare scrisa ( descriptiva si /sau test grila si /sau probleme etc.), examinare orala cu bilete, colocviu individual ori in grup, proiect etc. }	
<i>Examinare orala cu bilete și evaluare continuă pe durata semestrului</i>	
Cerinte minime pentru nota 5 ( sau cum se acorda nota 5)	Cerinte pentru nota 10 (sau cum se acorda nota 10)
<b>Notiuni de baza din continutul cursului, indeplinirea cerintelor de laborator si a verificarii insusirii acestuia</b>	<b>Cunoasterea temeinica a tuturor subiectelor din continutul cursului</b>

Director de departament,

Titular curs,

Prof.univ.dr. Alexandru JIPA

CS III Dr. Ovidiu TEȘILEANU

## DO.107.1 Modele de structură nucleară, reacții nucleare și fotonucleare

### 1. Date despre program

1.1. Instituția de învățământ superior	Universitatea din București
1.2. Facultatea	Facultatea de Fizică
1.3. Departamentul	Structura materiei, fizica atmosferei și a pământului, astrofizica
1.4. Domeniul de studii	Fizică
1.5. Ciclul de studii	Master
1.6. Programul de studii / Calificarea	Fizica atomului, nucleului, particulelor elementare, Astrofizică și aplicații (FANPEAA)
1.7. Forma de învățământ	Învățământ cu frecvență

### 2. Date despre disciplină

2.1. Denumirea disciplinei	<b>Modele de structură nucleară, reacții nucleare și fotonucleare</b>							
2.2. Titularul activităților de curs	Prof. dr. Mihaela Sin							
2.3. Titularul activităților de seminar	Prof. dr. Mihaela Sin							
2.4. Titularul activităților de laborator								
2.5. Anul de studiu	1	2.6. Semestrul	2	2.7. Tipul de evaluare	E	2.8. Regimul disciplinei	Conținut <sup>1)</sup>	<b>DS</b>
							Obligativitate <sup>2)</sup>	<b>DO</b>

<sup>1)</sup> disciplină de aprofundare (DA), disciplină de sinteză (DS);

<sup>2)</sup> disciplină obligatorie (DI), disciplină opțională (DO), disciplină facultativă (DFac)

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

3.1. Număr de ore pe săptămână	<b>4</b>	din care: curs	<b>2</b>	Seminar/laborator	<b>2/0</b>
3.2. Total ore pe semestru	<b>56</b>	din care: curs	<b>28</b>	seminar/laborator	<b>28/0</b>
Distribuția fondului de timp					<b>ore</b>
3.2.1. Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe					<b>20</b>
3.2.2. Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate și pe teren					<b>20</b>
3.2.3. Pregătire seminare/ laboratoare/ proiecte, teme, referate, portofolii și eseuri					<b>25</b>
3.2.4. Examinări					<b>4</b>
3.2.5. Alte activități					
3.3. Total ore studiu individual	<b>65</b>				
3.4. Total ore pe semestru	<b>125</b>				
3.5. Numărul de credite	<b>5</b>				

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

4.1. de curriculum	Fizică nucleară, Interacțiunile radiațiilor ionizante cu materia, Matematici superioare, Fizică cuantică, Fizică statistică
4.2. de competențe	Elaborare și utilizarea de coduri de calcul și analiza a datelor, utilizarea diferitelor surse de informare

### 5. Condiții (acolo unde este cazul)

5.1. de desfășurare a cursului	Sală cu dotări multimedia (videoproiector, acces la internet)
5.2. de desfășurare a seminarului/ laboratorului/ proiectului	Sală cu dotări multimedia (videoproiector, acces la internet), calculatoare, coduri de calcul specifice

## 6. Competențe specifice acumulate

Competențe profesionale	<ul style="list-style-type: none"> <li>- cunoașterea etapelor procesului de modelare în fizica nucleară;</li> <li>- interpretarea corectă și corelarea informațiilor experimentale pentru stabilirea ipotezelor care stau la baza modelelor și pentru testarea performanțelor și limitărilor acestora;</li> <li>- identificarea adecvata a metodelor matematice, a elementelor din diferite domenii ale fizicii (fizica nucleară, mecanica cuantică, fizica statistică ) necesare descrierii comportamentului ansamblurilor de nucleoni și integrarea lor într-un formalism;</li> <li>- raportarea permanentă la principiile fizicii și la legile de conservare;</li> <li>- abilitatea de a implementa modele fizice în coduri de calcul;</li> <li>- capacitatea de a estima acuratețea și incertitudinile predicțiilor teoretice asupra observabilelor și de a le aduce cât mai aproape de valorile impuse de aplicații prin identificarea și diminuarea principalelor surse de incertitudine</li> </ul>
Competențe transversale	<ul style="list-style-type: none"> <li>- capacitatea de a aborda subiecte complexe</li> <li>- stabilirea legăturii dintre fizica fundamentală și cea aplicată</li> <li>- abilitatea de a identifica și utiliza resursele informaționale adecvate</li> <li>- adoptarea și diseminarea unei imagini realiste a lumii înconjurătoare</li> <li>- tratarea cu responsabilitate a unor subiecte cu impact major asupra planetei și societății</li> <li>- capacitatea de a gândi independent, logic și rațional</li> <li>- capacitatea de a comunica sintetic, clar și riguros</li> <li>- atitudine profesionistă, ce respectă normele deontologice</li> </ul>

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

7.1. Obiectivul general al disciplinei	Prezentarea modelării structurii și interacției nucleare
7.2. Obiectivele specifice	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Parcurgerea etapelor procesului de modelare.</li> <li>- Tratarea subiectelor definitorii pentru fizica nucleară la energii joase: alcatuirea nucleului atomic, dezintegrarea radioactivă și reacțiile nucleare.</li> <li>- Evidențierea rolului datelor experimentale în formularea și validarea modelelor.</li> <li>- Evidențierea rolului modelelor nucleare atât pentru fizica fundamentală, cât în special pentru aplicații.</li> <li>- Prezentarea și utilizarea surselor de informație și instrumentelor de lucru specifice, inclusiv baze de date și coduri de calcul.</li> </ul>

## 8. Conținuturi

8.1. Curs [capitolele de curs]	Metode de predare	Observații
Recapitularea notiunilor de fizica nucleară și mecanică cuantică ce intervin în modelarea structurii și interacției nucleare. Legi de conservare în procesele nucleare.	Expunere sistematică - prelegere. Conversație euristică. Exemple.	2 ore
Forțe nucleare. Potențialul nuclear.	Expunere sistematică - prelegere. Conversație euristică. Exemple.	2 ore
Modele de structură. Ipoteza particulelor independente. Modele colective. Modelul unificat. Construirea schemelor de nivele.	Expunere sistematică - prelegere. Conversație euristică. Exemple.	6 ore
Elemente de teoria dezintegrărilor alfa, beta, gamma.	Expunere sistematică – prelegere. Conversație euristică. Exemple.	4 ore

Reacții nucleare: clasificare, observabile, elemente de cinematică.	Expunere sistematică – prelegere. Conversație euristică. Exemple.	2 ore
Mecanisme de interacție: interacția directă, emisia de preechilibru, formarea și dezintegrarea nucleului compus. Argumente experimentale.	Expunere sistematică – prelegere. Exemple.	2 ore
Modelarea reacțiilor nucleare. Matricea de împrăștiere. Analiza rezonanțelor izolate. Modele statistice: modelul optic și modelul Hauser-Feshbach.	Expunere sistematică – prelegere. .	4 ore
Coeficienți de transmisie pentru particule, dezintegrare radiativă și fisiune. Parametri de model.	Expunere sistematică – prelegere. Exemple	4 ore
Reacții fotonucleare. Fotoabsorbție, funcții de forță, rezonante gigant.	Expunere sistematică – prelegere.	2 ore
Bibliografie: 1. G.Vlăducă, Elemente de fizică nucleară I, Ed.Univ.Buc., 1989 2. G.Vlăducă, Elemente de fizică nucleară II, Ed.Univ.Buc., 1990 3. G.Vlăducă, Reacții nucleare și fisiune nucleară, Ed.Univ.Buc., 1981 4. M. Sin, Note de curs 5. capitole recomandate din cursuri și cărți accesibile on-line		
<b>8.2. Seminar</b> [temele dezbătute în cadrul seminariilor]	Metode de predare-învățare	Observații
Aplicarea legilor de conservare în fizica nucleară. Reguli de selecție.	Exemple. Rezolvare de probleme	2 ore
Compararea predicțiilor modelelor de structură cu datele experimentale.	Exemple.Utilizarea bazelor de date. Rezolvare de probleme	4 ore
Compararea predicțiilor teoriilor de dezintegrare cu datele experimentale.	Exemple.Utilizarea bazelor de date. Rezolvare de probleme	4 ore
Calculul mărimilor cinematice în reacțiile nucleare.	Exemple. Rezolvare de probleme	2 ore
Parametrii de intrare pentru calculul mărimilor de reacție. Utilizarea bibliotecii RIPL.	Prelegere. Exemple. Utilizarea bazelor de date	4 ore
Calcularea mărimilor ce caracterizează reacțiile nucleare induse de neutroni și particule încărcate pe nuclee medii.	Exemple.. Utilizarea codurilor de reacție.	4 ore
Calcularea mărimilor ce caracterizează reacțiile nucleare induse de neutroni și fotoni pe nuclee fisionabile. Alte exemple de reacții fotonucleare.	Exemple.. Utilizarea codurilor de reacție.	4 ore
Studii de sensibilitate. Estimarea incertitudinilor și corelațiilor mărimilor de reacție. Calculul matricelor de covarianță.	Prelegere. Exemple. Utilizarea codurilor de reacție.	4 ore
Bibliografie: 1. G.Vlăducă, Reacții nucleare – probleme, Ed.Univ.Buc., 1979 2. G.Vlăducă, Probleme avansate de fizică nucleară, Ed.Univ.Buc., 1997 3. www-nds.iaea.org: ENSDF, Live Chart of Nuclides, ENDF, EXFOR, RIPL, EMPIRE, Photonuclear		
<b>8.3. Laborator</b> [temele de laborator, proiecte etc, conform calendarului disciplinei]	Metode de transmitere a informației	Observații
<b>8.4. Proiect</b> [doar pentru disciplinele la care există proiect semestrial normat în planul de învățământ]	Metode de predare-învățare	Observații

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

Tematica acestei discipline este importantă pentru fizica nucleară teoretică și experimentală, precum și pentru toate domeniile care beneficiază de tehnici și metode nucleare, de la energetica nucleară, medicină și astrofizică, la monitorizarea mediului, geologie, control nedistructiv și fizica materialelor. De aceea, subiectele sunt tratate din perspectivă teoretică, experimentală, de calcul/simulare, precum și din cea a utilizatorului de date nucleare. Această abordare este rezultatul experienței didactice și de cercetare, al studiului cursurilor similare și al interacției cu institute de cercetare și agenții internaționale care coordonează activitățile din domeniul nuclear. Conținutul cursului este în acord cu cerințele/așteptările potențialilor angajatori.

#### 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>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Abordarea corectă a subiectului;</li> <li>- Claritatea, coerența și concizia expunerii;</li> <li>- Utilizarea corectă a modelelor, formulelor și relațiilor de calcul;</li> <li>- Capacitatea de exemplificare.</li> </ul>	Examen oral	50%
<b>10.5.1. Seminar</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aplicarea metodelor specifice de rezolvare pentru problema dată;</li> <li>- Abilitatea de a analiza și interpreta rezultatele.</li> </ul>	Examen oral. Teme pe parcurs	50%
<b>10.5.2. Laborator</b>			
<b>10.5.3. Proiect</b> [doar pentru disciplinele la care exista proiect semestrial normat în planul de învățământ]			
<b>10.6. Standard minim de performanță</b>			
<b>Obținerea mediei 5</b> Expunerea corectă a subiectelor indicate pentru obținerea punctajului 5 la examenul final.			

Data completării  
24.08.2019

Semnătura titularului de curs,  
Prof. dr. Mihaela Sin

Semnătura de seminar/laborator,  
Prof. dr. Mihaela Sin

Data avizării în  
departament

Director de departament  
Prof. dr. Alexandru Jipa

**FIȘA DISCIPLINEI OPȚIONALE**  
**DO.107.2 Fizica experimentală a ionilor grei la energii joase**

Denumirea disciplinei	<i>Fizica experimentală a ionilor grei la energii joase</i>			Codul disciplinei	<i>D.I.3_2</i>
Anul de studiu	<i>IM</i>	Semestrul*	<i>II</i>	Tipul de evaluare (E/V/C)	<i>E</i>
Categoriza formativa a disciplinei <i>FDS - Disciplina fundamentala cu caracter stiintific</i>					<i>FDS</i>
Regimul disciplinei : Ob – obligatorie, Op – opțională, F - facultativă				<i>Op</i>	Numar de credite <i>5</i>
Total ore din planul de invatamant	<i>56</i>	Total ore studiu individual		<i>69</i>	Total ore semestru <i>125</i>
Titularul disciplinei	<i>Prof.univ.dr. Mihaela SIN, Prof.univ.dr. Alexandru JIPA, Lect.univ.dr. Marius CĂLIN, Lect.univ.dr. Oana RISTEA</i>				

- dacă disciplina are mai multe semestre de studiu, se completează câte o fișă pentru fiecare semestru

Facultatea	<i>FIZICĂ</i>	Numarul total de ore ( pe semestru) din  <b>planul de învățământ</b>  (Ex:28 la C dacă disciplina are curs de 14_saptamanix2_h_curs pe saptamana)				
Catedra	<i>Fizică atomică și nucleară</i>					
Domeniul fundamental de știință, arta, cultura	<i>Științe exacte</i>					
Domeniul pentru studii universitare de masterat	<i>Fizică</i>					
Directia de specializare	<i>FANPEAA</i>	TOTAL	C**	S	L	P
		<i>56</i>	<i>28</i>		<i>28</i>	

\*\* C-curs, S-seminar, L-activități de laborator, P-proiect sau lucrări practice

Discipline anterioare	Obligatorii (conditionate)	Analiză matematică, Mecanică analitică, Optică, Bazele Fizicii nucleare, Fizică nucleară și particule elementare, Fizică atomică, Electrodinamică, Fizică statistică, Metode experimentale în Fizica nucleară			
	Recomandate	Limbaje de programare FORTRAN, C++ ; MatLab, Programe de prelucrare de imagini și serii temporale; Metode numerice			
Estimați timpul total ( ore pe semestru) al activităților de studiu individual pretinse studentului ( completați cu zero activitățile care nu sunt cerute)					
1. Descifrarea și studiul notițelor de curs	<b>10</b>		8. Pregătire prezentări orale.	<b>3</b>	
2. Studiul după manual, suport de curs	<b>5</b>		9. Pregătire examinare finală	<b>15</b>	
3. Studiul bibliografiei minimale indicate	<b>5</b>		10. Consultatii	<b>2</b>	
4. Documentare suplimentară în bibliotecă	<b>5</b>		11. Documentare pe teren	<b>0</b>	
5. Activitate specifică de pregătire SEMINAR și/sau LABORATOR	<b>9</b>		12. Documentare pe INTERNET	<b>10</b>	
6. Relizarea teme, referate, eseuri, traduceri etc.	<b>5</b>		13. Alte activități...	<b>0</b>	
7. Pregătire lucrări de control	<b>0</b>		14. Alte activități....	<b>0</b>	
<b>TOTAL ore studiu individual ( pe semestru) = 69</b>					

Competente generale ( <b>competentele generale sunt mentionate in fisa specializarii</b> )	
<b>Competente specifice disciplinei</b>	<p><b>1. Cunoastere si intelegere ( cunoasterea si utilizarea adecvata a notiunilor specifice disciplinei)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Capacitate de analiza si sinteza</li> <li>■ Cunostiinte generale de baza</li> <li>■ Cunosttinte de baza necesare profesiei</li> <li>■ Cunoasterea unei limbi straine</li> <li>■- capacitatea de a utiliza diferite cunoștințe de la diferite cursuri</li> </ul>
	<p><b>2. Explicare si interpretare (explicare a si interpretarea unor idei, proiecte, procese, precum si a continuturilor teoretice si practice ale disciplinei)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Comunicare orala si scrisa in limba materna</li> <li>■ Capacitatea de a invata</li> <li>■ Abilitatea de a colecta si analiza informatii din diverse surse abilitatea de a gândi la scara universului și integrarea noilor descoperiri în ansamblul teoriilor</li> </ul>
	<p><b>3. Instrumental – aplicative (proiectarea, conducerea si evaluarea activitatilor practice specifice; utilizarea unor metode, tehnici, si instrumente de investigare si de aplicare)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■Capacitatea de a transpune in practica cunostiintele dobandite</li> <li>■Capacitatea de organizare si planificare</li> <li>■Capacitatea de a lucra in echipa</li> <li>- abilitatea de a mânui instrumente de observație astronomică și aparatura electronica de masuratori a marimilor fizice</li> </ul>
	<p><b>4. Atitudinale ( manifestarea unei atitudini pozitive si responsabile fata de domeniul stiintific/cultivarea unui mediu stiintific centrat pe valori si relatii democratice/ promovarea unui sistem de valori culturale, morale si civice/ valorificarea optima si creativa a propriului potential in activitatile stiintifice/ implicarea in dezvoltarea institutionala si promovarea inovatiilor stiintifice/angajarea in relatii de parteneriat cu alte persoane- institutii cu responsabilitati similare/participarea la propria dezvoltare profesionala)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■Preocuparea pentru obtinerea calitatii</li> <li>■Vointa de a reusi</li> <li>■Capacitatea de evaluare si auto evaluare</li> <li>■Curiozitatea</li> <li>■Capacitatea de a lucra experimental si de a face observatii</li> </ul>

<p style="text-align: center;"><b>CONTINUT</b> ( tabla de materii)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Primele experimente cu ioni grei, descoperirea izomerilor de fisiune, teoria lui Strutinski, cautarea elementelor supergrele in natura si laborator, perfectionarea formulei masei din modelul picatura de lichid pentru explicarea sintezei elementelor in Univers</li> <li>- Cinematica reactiilor nucleare , particularitati ale reactiilor cu ioni grei, functia de deflectie in campul unei sarcini electrice punctiforme si al unei sarcini electrice extinse, traiectorii razante si clasificarea reactiilor cu ioni grei dupa parametrul de ciocnire, aplicatii ale reactiilor cu ioni grei in analiza elementala ( metoda atomilor de recul in analiza impuritatilor intr-o placuta de Si)</li> <li>- Elementele unui experiment cu ioni grei la Tandemul INFIN-HH Bucuresti-Magurele : sursa de ioni grei, acceleratorul Tandem, tinte nucleare pentru reactiile cu ioni grei, sistemul telescop pentru detectia produsilor de reactie</li> <li>- Reactii cu fascicule radioactive, nuclee exotice, studiul acestor nuclee prin metoda propusa de prof. M.Petrascu, rezultatele obtinute la RIKEN de grupul roman.</li> <li>- Potentiale folosite in studiul reactiilor cu ioni grei</li> <li>- Fuziunea ionilor grei, pentru ce sisteme de ioni grei este posibila, date experimentale, mecanismul de reactie si interpretarea teoretica a dependentei de energie a sectiunii eficace de fuziune.</li> <li>- Reactii profund inelastice, studiul datelor experimentale, forte conservative si forte disipative, formarea sistemului dublu-nuclear, formalismul Lagrange, modelul Gross si Kalinovsky</li> <li>- Imprastierea elastica a ionilor grei, modelul clasic ( functia de deflectie), modele difractive ( Fresnel si Fraunhofer), modelul optic (potential nuclear complex).</li> </ul> <p><u>Lucrari de laborator</u>: producerea tintelor nucleare ( Tandem), dispozitivul experimental in studiul reactiilor cu ioni grei ( Tandem), studiul traiectoriilor ionilor grei in camp electric ( program de calcul si folosirea programelor PAW si ROOT din biblioteca CERN pentru reprezentarea grafica a rezultatelor), studiul traiectoriilor ionilor grei in camp electric + nuclear ( program de calcul, PAW, ROOT, obtinerea functiei de deflectie), studiul potentialului nuclear pentru diferite sisteme de ioni grei, studiul reactiilor de fuziune a ionilor grei ( fitul datelor experimentale asupra sectiunii de fuziune), studiul sectiunii de imprastiere elastica a ionilor grei ( programul SCAT2)</p>
<p style="text-align: center;"><b>Bibliografia</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- A.Constantinescu, Reactii nucleare cu ioni grei, Ed. Univ. Buc., 1993</li> <li>- The Computer Code SCAT2, O.Bersillon, CEA-N-2227, 1981</li> <li>- I.Tanihata et al - Phys.Lett.,<b>160B</b>, 380 (1985)</li> <li>- M.Petrascu et al – Nucl.Phys. A790, 235c-240c (2007)</li> <li>- K.Heyde – Basic Ideas and Concepts in Nuclear Physics – IOP Bristol and Philadelphia , 1999</li> </ul>
<p style="text-align: center;"><b>Lista materialelor didactice necesare</b></p>	<p>Laboratorul de calcul din cadrul Catedrei de Fizică atomică și nucleară  Laboratorul Tandem din IFIN-HH,  Laboratorul de Astrofizică din cadrul Catedrei de Fizică atomică și Nucleară  Conexiune la internet</p>

<b>La stabilirea notei finale se iau in considerare</b>	<b>Ponderea in notare, exprimata in % {Total=100%}</b>
- raspunsurile la examen	<b>40</b>
- raspunsurile finale la colocviile lucrarilor practice de laborator precum si la fiecare lucrare in parte prin verificarea individuala pe parcursul semestrului	<b>15</b>
- testarea periodica prin lucrari de control	<b>10</b>
- testarea continua pe parcursul semestrului	<b>15</b>
- activitatile gen teme/referate/eseuri/traduceri/proiecte etc	<b>5</b>
- alte activitati ( precizati) <i>realizare de programe de calcul pentru teme date</i>	<b>15</b>
<b>Descrieti modalitatea practica de evaluare finala, E/V.</b> { de exemplu: lucrare scrisa (descriptiva si /sau test grila si /sau probleme etc.), examinare orala cu bilete, colocviu individual ori in grup, proiect etc. }  <p style="text-align: center;"><i>Examinare orală</i></p>	

<b>Cerinte minime pentru nota 5</b> (sau cum se acorda nota 5)	<b>Cerinte pentru nota 10</b> (sau cum se acorda nota 10)
Obtinerea notei 5 ca medie la testarii finale si pe parcursul semestrului	Prezenta activa la toate lucrarile de laborator, prezenta peste 50% la curs si media peste 9,50 la toate verificările și la examinarea finală

Director de Departament,

Prof.univ.dr. Alexandru JIPA

Titulari curs,

Prof.univ.dr. Mihaela SIN

**DO.110.1. Metode de detecție în Fizica atomului, nucleului, particulelor elementare și Astrofizică**

**1. Date despre program**

1.1. INSTITUȚIA DE ÎNVĂȚĂMÂNT SUPERIOR	UNIVERSITATEA DIN BUCUREȘTI
1.2. Facultatea	FACULTATEA DE FIZICĂ
1.3. DEPARTAMENTUL	STRUCURA MATERIEI, FIZICA ATMOSFEREI SI PAMANTULUI, ASTROFIZICA
1.4. Domeniul de studii	FIZICĂ
1.5. Ciclul de studii	MASTER
1.6. Programul de studii / Calificarea	FIZICA ATOMULUI, NUCLEULUI, PARTICULELOR ELEMENTARE, ASTROFIZICA SI APLICATII
1.7. Forma de învățământ	ÎNVĂȚĂMÂNT CU FRECVENȚĂ

**2. Date despre disciplină**

2.1. Denumirea disciplinei	<i>Metode de detecție în Fizica atomului, nucleului, particulelor elementare și Astrofizică</i>							
2.2. Titularul activităților de curs	<i>Prof. Dr. Ionel Lazanu, Lect. Dr. Oana Ristea, Lect. Dr. Marius Calin</i>							
2.3. Titularul activităților de seminar								
2.4. Titularul activităților de laborator	<i>Prof. Dr. Ionel Lazanu, Lect.univ.dr.Oana RISTEA, Asist. univ. drd. Mihaela PARVU</i>							
2.5. Anul de studiu	1	2.6. Semestrul	2	2.7. Tipul de evaluare	E	2.8. Regimul disciplinei	Conținut <sup>1)</sup>	DS
							Obligativitate <sup>2)</sup>	DO

<sup>1)</sup> disciplină de aprofundare (DA), disciplină de sinteză (DS);

<sup>2)</sup> disciplină obligatorie (DI), disciplină opțională (DO), disciplină facultativă (DFac)

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

3.1. Număr de ore pe săptămână	4	din care: curs	2	Seminar/laborator	2/0
3.2. Total ore pe semestru	56	din care: curs	28	seminar/laborator	28/0
<i>Distribuția fondului de timp</i>					<b>Ore</b>
3.2.1. Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe					<b>44</b>
3.2.2. Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate și pe teren					<b>18</b>
3.2.3. Pregătire seminare/ laboratoare/ proiecte, teme, referate, portofolii și eseuri					<b>28</b>
3.2.4.Examinări					<b>4</b>
3.2.5. Alte activități					
3.3. Total ore studiu individual	<b>90</b>				
3.4. Total ore pe semestru	<b>150</b>				
3.5. Numărul de credite	<b>6</b>				

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

4.1. de curriculum	Ecuatiile fizicii matematice, Electricitate, Fizica atomica, Fizica nucleara, Optică, Fizica cuantică, Fizica statistica
4.2. de competențe	Prelucrarea datelor fizice si metode numerice

**5. Condiții (acolo unde este cazul)**

5.1. de desfășurare a cursului	Sală de curs (de preferat, dar nu obligatoriu, dotari multimedia)
--------------------------------	---

5.2. de desfășurare a seminarului/ laboratorului/ proiectului	Setup-urile experimentale din Laboratorul de fizica nucleara, Laboratorul de spectroscopie nucleara si detectori
---	--

## 6. Competențe specifice acumulate

Competențe profesionale	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificarea și utilizarea adecvată a principalelor legi și principiilor fizicii într-un context dat; Rezolvarea problemelor de fizică în condiții impuse</li> <li>• Aplicarea în mod creativ a cunoștințelor dobândite în vederea înțelegerii și modelării proceselor și proprietăților fizice ale sistemelor</li> <li>• Comunicarea și analiza informațiilor cu caracter didactic, științific și de popularizare din domeniul fizicii</li> <li>• Utilizarea/dezvoltarea unor instrumente software specifice</li> </ul>
Competențe transversale	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilizarea eficientă a surselor informaționale și a resurselor de comunicare și formare profesională, inclusiv într-o limbă de circulație internațională</li> <li>• Realizarea sarcinilor profesionale în mod eficient și responsabil cu respectarea legislației, eticii și deontologiei specifice domeniului.</li> </ul>

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

7.1. Obiectivul general al disciplinei	Investigarea principalelor proprietati ale detectorilo; a mecanismelor prin care diferitele tipuri de radiatii interactioneaza cu materia functie de tipul de particula, energie. Clase de detectori; aplicatii specifice in fizica nucleara, particule, astrofizica si alte domenii
7.2. Obiectivele specifice	Punerea în evidență la fiecare temă abordată a problemelor esențiale necesare înțelegerii fenomenelor care să permită studentului să-și formeze un mod de a gândi și dezvolta creativ problemele de soluționat.

## 8. Conținuturi

8.1. Curs [capitolele de curs]	Metode de predare	Observații
<b>1) Proprietati generale ale detectorilor</b>	Expunere sistematica - prelegere. Exemple	4 ore
<b>2) Principalele fenomene fizice utilizate pentru detectia particulelor si clase constructive de detectori: Ionizare</b> in gaze: detectori fara amplificare, contoare proportionale, numaratoare Geiger, detectori cu streamer, in lichide si in mediu solid; contori cu <b>scintilatie</b> , <b>fotomultiplicatori si fotodiode</b> , efect si detectori <b>Cerenkov</b> , <b>radiatia de tranzitie</b> si detectori; <b>alte principii</b> : camera cu ceata, cu bule, streamer, cu scanteie, emulsii nucleare, cristale cu halogenuri, termoluminescenta, plastici, fluorescenta, detectia radio, detectori bolometrici la temperaturi criogenice (mKelvin)	Expunere sistematica - prelegere. Studii de caz. Exemple	10 ore
<b>3) Clase de detectori:</b> <b>a) Detectori de urme:</b> camere proportionale multifire, camere planare de drift, camere cu fire cilindrice (proportionale, camere cu proiectie temporala), detectori gazosi, detectori de urma semiconductori, fibre scintilatoare. <b>b) Calorimetre:</b> electromagnetice, hadronice, criogenice, alte aplicatii; <b>c) Identificari de particule:</b> particule incarcate (prin timp	Expunere sistematica - prelegere. Exemple. Aplicatii. Studii de caz.	14 ore

de zbor, prin pierderi de energie prin ionizare, Cerenkov, radiatie de tranzitie); identificari cu calorimetre, detectia neutronilor, <b>d) Detectori pentru neutrini;</b> <b>e) Detectia muonilor;</b> <b>f) Detectia jerbelor de energie ultra inalta;</b> <b>g) Detectori criogenici pentru materia intunecata</b>		
Bibliografie: 1) G.F. Knoll, Radiation Detection and Measurement, Wiley, 2000 2) W.R.Leo, Techniques for Nuclear and Particle Physics Experiments, (Springer-Verlag, Berlin, 1987 and 2003). 3) C. Grupen, B. A. Swartz, Particle Detectors, Cambridge University Press 2008 4) Claus Grupen, Astroparticle Physics, Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2005 4) Particle Data Group, <a href="http://pdg.lbl.gov">http://pdg.lbl.gov</a> 5) I. Lazanu, Mihaela Parvu, Detectori de particule - Îndrumar de laborator, aplicatii numerice și probleme – forma electronica		
8.2. Seminar [temele dezbătute în cadrul seminariilor]	Metode de predare-învățare	Observații
Aplicatii numerice si simulari		6 ore
<b>8.3. Laborator</b> [temele de laborator, proiecte etc, conform calendarului disciplinei]		
	Metode de transmitere a informației	Observații
1) Investigarea si analiza semnalelor in sisteme de detectie cu gaz, scintilatori si semiconductori si in module de electronica asociata (4 ore)	Activitate practică dirijată	4 ore
2) Determinarea experimentală a caracteristicilor de detectie pentru diferite tipuri de detectori	Activitate practică dirijată	12 ore
3) Testarea unui lant spectrometric detector scintilator de tip cu "phoswich" (detector sandwich capabil de discriminarea semnalului gamma de neutroni (rapizi si lenti)	Activitate practică dirijată	4 ore
4) Corelatii spatiale si temporale pentru radiatii gamma investigate cu detectori scintilatori (2 ore)	Activitate practică dirijată	2 ore
<b>8.4. Proiect</b> [doar pentru disciplinele la care exista proiect semestrial normat in planul de invatamant]		Observații
Bibliografie: I. Lazanu, Mihaela Parvu, Detectori de particule - Îndrumar de laborator, aplicatii numerice și probleme – forma electronica		

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

În vederea schțării conținuturilor, alegerii metodelor de predare/învățare, dată fiind importanța deosebită a disciplinei pentru aplicații în fizica și tehnologia modernă, titularii disciplinei au consultat comunitățile unor discipline similare predate la universități din țară și străinătate (Heidelberg, University of Cambridge, University of Gent, MIT, Lausanne). Conținutul disciplinei este conform cerințelor de angajare în institute de cercetare în fizică, inginerie nucleară, laboratoare medicale care utilizează în investigație și tratament metode nucleare (în condițiile legii).

#### 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>	- Claritatea, coerența și concizia	Examen scris	70%

	expunerii; - Utilizarea corectă a modelelor, formulelor și relațiilor de calcul; - Capacitatea de exemplificare; - Alicare aprofundată a cunoștințelor		
<b>10.5.1. Seminar</b>	- Aplicarea metodelor specifice de rezolvare pentru problema dată;	Teme pe parcurs	10%
<b>10.5.2. Laborator</b>	- Cunoașterea și utilizarea tehnicilor experimentale; - Interpretarea rezultatelor;	Colocviu de laborator	20%
<b>10.5.3. Proiect</b> [doar pentru disciplinele la care există proiect semestrial normat în planul de învățământ]			
<b>10.6. Standard minim de performanță</b>			
<b>Obținerea mediei 5</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Efectuarea tuturor activităților pe parcursul semestrului</li> <li>• Obținerea notei 5 prin însumarea punctelor obținute la activitățile de pe parcurs și examen, în acord cu ponderile specificate</li> </ul>			

Data completării  
24.06.2019

Semnătura titularului de curs

*Prof. Dr. Ionel Lazanu,  
Lect. Dr. Oana Ristea,  
Lect. Dr. Marius Calin*

Semnătura de seminar/laborator

*Prof. Dr. Ionel Lazanu,  
Lect. Dr. Oana Ristea,  
Asist.Lect. drd. Mihaela Parvu*

Data avizării în  
departament

Director de departament  
Prof. Dr. Alexandru JIPA

## DO.110.2. Mari experimente în Fizica nucleară, Fizica particulelor elementare și Astrofizică

### 1. Date despre program

1.1. INSTITUȚIA DE ÎNVĂȚĂMÂNT SUPERIOR	UNIVERSITATEA DIN BUCUREȘTI
1.2. Facultatea	FACULTATEA DE FIZICĂ
1.3. DEPARTAMENTUL	STRUCURA MATERIEI, FIZICA ATMOSFEREI SI PAMANTULUI, ASTROFIZICA
1.4. Domeniul de studii	FIZICĂ
1.5. Ciclul de studii	MASTER
1.6. Programul de studii / Calificarea	FIZICA ATOMULUI, NUCLEULUI, PARTICULELOR ELEMENTARE, ASTROFIZICA SI APLICATII
1.7. Forma de învățământ	ÎNVĂȚĂMÂNT CU FRECVENȚĂ

### 2. Date despre disciplină

2.1. Denumirea disciplinei	Mari experimente în fizica nucleară, fizica particulelor elementare și astrofizica							
2.2. Titularul activităților de curs	Prof. Dr. Ionel Lazanu, prof. Dr. Alexandru Jipa, Lect. Dr. Oana Rîstea, Lect. Dr. Marius Calin							
2.3. Titularul activităților de seminar								
2.4. Titularul activităților de laborator	Prof. Dr. Ionel Lazanu, Prof. Dr. Alexandru Jipa, Lect.univ.dr.Oana RISTEA, Asist. univ. drd. Mihaela PARVU							
2.5. Anul de studiu	1	2.6. Semestrul	2	2.7. Tipul de evaluare	E	2.8. Regimul disciplinei	Conținut <sup>1)</sup>	DS
							Obligativitate <sup>2)</sup>	DO

<sup>1)</sup> disciplină de aprofundare (DA), disciplină de sinteză (DS);

<sup>2)</sup> disciplină obligatorie (DI), disciplină opțională (DO), disciplină facultativă (DFac)

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

3.1. Număr de ore pe săptămână	4	din care: curs	2	Seminar/laborator	2/0
3.2. Total ore pe semestru	56	din care: curs	28	seminar/laborator	28/0
<i>Distribuția fondului de timp</i>					<b>Ore</b>
3.2.1. Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe					<b>44</b>
3.2.2. Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate și pe teren					<b>18</b>
3.2.3. Pregătire seminare/ laboratoare/ proiecte, teme, referate, portofolii și eseuri					<b>28</b>
3.2.4.Examinări					<b>4</b>
3.2.5. Alte activități					
3.3. Total ore studiu individual	<b>90</b>				
3.4. Total ore pe semestru	<b>150</b>				
3.5. Numărul de credite	<b>6</b>				

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

4.1. de curriculum	Ecuatiile fizicii matematice, Electricitate, Fizica atomica, Fizica nucleara, Optică, Fizica cuantică, Fizica statistica
4.2. de competențe	Prelucrarea datelor fizice si metode numerice

### 5. Condiții (acolo unde este cazul)

5.1. de desfășurare a cursului	Sală de curs (de preferat, dar nu obligatoriu, dotari multimedia)
5.2. de desfășurare a seminarului/	Setup-urile experimentale din Laboratorul de fizica nucleara, Laboratorul de

laboratorului/ proiectului	spectroscopie nucleara si detectori
----------------------------	-------------------------------------

## 6. Competențe specifice acumulate

Competențe profesionale	<ul style="list-style-type: none"> <li>Identificarea și utilizarea adecvată a principalelor legi și principiilor fizicii într-un context dat; Rezolvarea problemelor de fizică în condiții impuse</li> <li>Aplicarea în mod creativ a cunoștințelor dobândite în vederea înțelegerii și modelării proceselor și proprietăților fizice ale sistemelor</li> <li>Comunicarea și analiza informațiilor cu caracter didactic, științific și de popularizare din domeniul fizicii</li> <li>Utilizarea/dezvoltarea unor instrumente software specifice</li> </ul>
Competențe transversale	<ul style="list-style-type: none"> <li>Utilizarea eficientă a surselor informaționale și a resurselor de comunicare și formare profesională, inclusiv într-o limbă de circulație internațională</li> <li>Realizarea sarcinilor profesionale în mod eficient și responsabil cu respectarea legislației, eticii și deontologiei specifice domeniului.</li> </ul>

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

7.1. Obiectivul general al disciplinei	Investigarea principalelor proprietati ale detectorilo; a mecanismelor prin care diferitele tipuri de radiatii interactioneaza cu materia functie de tipul de particula, energie. Clase de detectori; aplicatii specifice in fizica nucleara, particule, astrofizica si alte domenii
7.2. Obiectivele specifice	Punerea în evidență la fiecare temă abordată a problemelor esențiale necesare înțelegerii fenomenelor care să permită studentului să-și formeze un mod de a gândi și dezvolta creativ problemele de soluționat.

## 8. Conținuturi

8.1. Curs [capitolele de curs]	Metode de predare	Observații
<b>Experimente de astrofizica in subteran</b> Scopul acestor experimente: a) Cautarea materiei intunecate si energiei intunecate din Univers: cautari directe si indirecte b) Dezintegrari beta duble fara neutrini, c) Fizica neutrinilor: c1) Surse de neutrini: supernove, soare, atmosferici, geoneutrini, acceleratori. (fascicule, fabrici de neutrini), reactori, neutrini relicva; c2) Oscilatiile neutrinilor. Experimente cu baza de distanta diferite de la zeci de cm la mii km.; c3) Cautarea directa a masei d) Stabilitatea materiei – dezintegrarea protonului	Expunere sistematică - prelegere. Exemple	14 ore
Principii de detectie: ionizare, radiatie Cerenkov, scintilatii, temperatura (fononi), bule, microbule, tracking	Expunere sistematica - prelegere. Studii de caz. Exemple	4 ore
Tehnologii: calorimetrie bolometrica, calorimetrie in cristale semiconductori si in scintilatori, calorimetrie in lichide /gaze, camera cu proiectie temporala, camera cu bule, alte tehnici	Expunere sistematica - prelegere. Exemple. Aplicatii. Studii de caz.	4 ore
Principalele experimente Problema fondului radioactiv in subteran	Expunere sistematica - prelegere. Exemple. Aplicatii. Studii de caz.	6 ore

Bibliografie: 1) G.F. Knoll, Radiation Detection and Measurement, Wiley, 2000 2) W.R.Leo, Techniques for Nuclear and Particle Physics Experiments, (Springer-Verlag, Berlin, 1987 and 2003). 3) Claus Grupen, Astroparticle Physics, Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2005 4) Particle Data Group, <a href="http://pdg.lbl.gov">http://pdg.lbl.gov</a> 5) <a href="http://www.aspera-eu.org/images/stories/Roadmap/brussels-petronzio.pdf">http://www.aspera-eu.org/images/stories/Roadmap/brussels-petronzio.pdf</a> 6) OECD Global Science Forum, Report of the Working Group on Astroparticle Physics, MARCH 2011 <a href="http://www.oecd.org/sti/scienceandtechnologypolicy/47598026.pdf">http://www.oecd.org/sti/scienceandtechnologypolicy/47598026.pdf</a> 7) L. Pandola, Overview of the European Underground Facilities, arXiv:1102.020		
8.2. Seminar [temele dezbătute în cadrul seminariilor]	Metode de predare-învățare	Observații
<b>8.3. Laborator</b> [temele de laborator, proiecte etc, conform calendarului disciplinei]	Metode de transmitere a informației	Observații
a) <b>Aplicatii numerice:</b> a1) Calculul ratei de evenimente in experimente de cautare directa a materiei intunecate; a2) Calculul probabilitatilor de oscilatie pentru neutrino in diferite ipoteze teoretice	Activitate practică dirijată	4 ore
b) <b>Calculul pierderilor de energie pentru particule de energie mare</b> (electronilor, pozitronilor și electronilor delta ) utilizand informatii obtinute in camera cu bule si streamer - determinarea experimentală a ecuației Bethe-Bloch	Activitate practică dirijată	4 ore
c) <b>Simulari</b> utilizand FLUKA si sau GEANT pentru procese particulare specifice unor experimente din aceasta clasa (vor fi specificate la inceputul cursului)	Activitate practică dirijată	6 ore
<b>Masuratori de muoni atmosferici</b> in IFIN-HH si in laboratorul subteran de la Slanic-Prahova.	Activitate practică dirijată	14 ore
<b>8.4. Proiect</b> [doar pentru disciplinele la care exista proiect semestrial norrmat in planul de invatamant]		Observații
Bibliografie: ) I. Lazanu, Mihaela Parvu, Detectori de particule - Îndrumar de laborator, aplicatii numerice și probleme – forma electronica		

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

În vederea schțării conținuturi lor, alegerii metodelor de predare/învățare, dată fiind importanța deosebită a disciplinei pentru aplicații în fizica și tehnologia modernă, titularii disciplinei au consultat conținutul unor discipline similare predate la universități din țară și străinătate (Heidelberg, University of Cambridge, University of Gent, MIT, Lausanne). Conținutul disciplinei este conform cerințelor de angajare în institute de cercetare în fizica și inginerie nucleară, laboratoare medicale care utilizează în investigație și tratament metode nucleare (în condițiile legii).

#### 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>	- Claritatea, coerența și concizia expunerii; - Utilizarea corectă a modelelor, formulelor și relațiilor de calcul;	Examen scris	60%

	- Capacitatea de exemplificare; - Alicare aprofundata a cunostiintelor		
<b>10.5.1. Seminar</b>			
<b>10.5.2. Laborator</b>	- Cunoașterea și utilizarea tehnicilor experimentale; - Interpretarea rezultatelor;		40%
<b>10.5.3. Proiect</b> [doar pentru disciplinele la care exista proiect semestrial normat în planul de invatamant]			
<b>10.6. Standard minim de performanță</b>			
<b>Obținerea mediei 5</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Efectuarea tuturor activitatilor pe parcursul semestrului</li> <li>• Obținerea notei 5 prin insumarea punctelor obținute la activitatile de pe parcurs si examen, in acord cu ponderile specificate</li> </ul>			

Semnătura titularului de curs

Semnătura de seminar/laborator

Data completării  
24.06.2019

*Prof. Dr. Ionel Lazanu,  
Prof. Dr. Alexandru Jipa  
Lect. Dr. Oana Ristea,  
Lect. Dr. Marius Calin*

*Prof. Dr. Ionel Lazanu,  
Prof. Dr. Alexandru Jipa  
Lect. Dr. Oana Ristea,  
Lect. Dr. Marius Calin  
Asist.Lect. drd. Mihaela Parvu*

Data avizării în  
departament

Director de departament  
Prof. Dr. Alexandru JIPA

## DO.111.1 Radionuclizi, radioactivitatea mediului și managementul deșeurilor nucleare

### 1. Date despre program

1.1. Instituția de învățământ superior	Universitatea din București
1.2. Facultatea	Facultatea de Fizică
1.3. Departamentul	FANPEAA
1.4. Domeniul de studii	Fizică
1.5. Ciclul de studii	Master
1.6. Programul de studii / Calificarea	Fizica nucleara
1.7. Forma de învățământ	Învățământ cu frecvență

### 2. Date despre disciplină

2.1. Denumirea disciplinei		Radionuclizi, radioactivitatea mediului și managementul deșeurilor nucleare						
2.2. Titularul activităților de curs		Prof. dr. Anabella Tudora						
2.3. Titularul activităților de seminar		Prof. dr. Anabella Tudora						
2.4. Titularul activităților de laborator								
2.5. Anul de studiu	1	2.6. Semestrul	2	2.7. Tipul de evaluare	E	2.8. Regimul disciplinei	Conținut <sup>1)</sup>	DS
							Obligativitate <sup>2)</sup>	DO

<sup>1)</sup> disciplină de aprofundare (DA), disciplină de sinteză (DS);

<sup>2)</sup> disciplină obligatorie (DI), disciplină opțională (DO), disciplină facultativă (DFac)

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

3.1. Număr de ore pe săptămână	4	din care: curs	2	Seminar/laborator	2/0
3.2. Total ore pe semestru	56	din care: curs	28	seminar/laborator	28/0
Distribuția fondului de timp					ore
3.2.1. Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe					20
3.2.2. Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate și pe teren					20
3.2.3. Pregătire seminare/ laboratoare/ proiecte, teme, referate, portofolii și eseuri					25
3.2.4. Examinări					4
3.2.5. Alte activități					
3.3. Total ore studiu individual	65				
3.4. Total ore pe semestru	125				
3.5. Numărul de credite	5				

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

4.1. de curriculum	Toate cursurile obligatorii din ciclul de licență, cu accent pe cursurile de Fizica nucleara , Matematici avansate, Metode numerice, Ecuatiile fizicii matematice, Limbaje de programare.
4.2. de competențe	Cunoașterea a cel puțin unul din limbajele de programare adecvate cercetării științifice, cunoașterea unor pachete software pentru prelucrarea datelor și reprezentări grafice.

### 5. Condiții (acolo unde este cazul)

5.1. de desfășurare a cursului	Sală cu dotări multimedia (videoprojector etc.)
5.2. de desfășurare a seminarului/ laboratorului/ proiectului	Computere legate în rețea și acces la internet pentru accesarea bazelor de date nucleare din bibliotecile de date nucleare ale IAEA-NDS și ale altor centre de date nucleare

## 6. Competențe specifice acumulate

Competențe profesionale	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificarea și utilizarea adecvată a principalelor legi și principii ale fizicii într-un context dat; identificarea și utilizarea noțiunilor și legilor specifice fizicii subatomice</li> <li>• Rezolvarea problemelor de fizică în condiții impuse</li> <li>• Aplicarea în mod creativ a cunoștințelor dobândite în vederea înțelegerii și modelării proceselor aferente fizicii nucleare</li> <li>• Comunicarea și analiza informațiilor cu caracter didactic și științific din domeniul fizicii</li> <li>• Utilizarea/dezvoltarea unor instrumente software specifice</li> </ul>
Competențe transversale	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilizarea eficientă a surselor informaționale și a resurselor de comunicare și formare profesională, inclusiv într-o limbă de circulație internațională</li> <li>• Realizarea sarcinilor profesionale în mod eficient și responsabil, cu respectarea legislației, eticii și deontologiei specifice domeniului.</li> </ul>

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

7.1. Obiectivul general al disciplinei	Prezentarea proprietăților fundamentale ale radionuclizilor și a periodicității comportării acestora. Noțiuni de bază privind radioactivitatea naturală și artificială, serii radioactive. Elemente de bază privind transportul radionuclizilor în atmosferă și în hidrosferă. Ciclul combustibilului nuclear și gestionarea deșeurilor radioactive de tip A, B, C provenite din aplicațiile pe baza de radionuclizi și fisiune.
7.2. Obiectivele specifice	Cunoașterea principalelor mărimi fizice ce caracterizează nucleele radioactive, determinarea experimentală și calculul acestora pentru nucleele sistemului periodic. Radioactivitatea naturală, legea dezintegrării radioactive pentru izotopi generici legați. Serii radioactive cu studiul principalilor radionuclizi. Radioactivitatea artificială, explozii nucleare, produși de fisiune, depuneri radioactive. Evacuarea efluenților în caz normal și de incident. Ecuația de difuzie pentru diferite cazuri. Modelări ale transportului radionuclizilor.

## 8. Conținuturi

8.1. Curs [capitolele de curs]	Metode de predare	Observații
Energia de legătură (totală și per nucleon), energia de separare a unei particule dintr-un nucleu, energia de imperechere. Deformări ale nucleelor, efecte de pături. Comportarea tuturor acestora pentru toate nucleele sistemului periodic (naturale și artificiale). Evidențierea periodicității acestor comportări.	Expunere sistematică - prelegere. Exemple	8 ore
Caracterul statistic al legii dezintegrării radioactive, distribuții Poisson și Gauss, radionuclizi generici legați.	Expunere sistematică - prelegere. Exemple	2 ore
Seriile radioactive, echilibrul secular, aplicații.	Expunere sistematică - prelegere. Exemple	4 ore
Radioactivitatea naturală. Uraniul. Thoriul. Ra-226. Radonul, toronul și descendenții lor. Radionuclizi cosmogenici. Radiocarbonul $^{14}\text{C}$ și aplicațiile sale. Tritiul. Beriliu, Fosfor, Sulf, Clor, Sodiu și alți radionuclizi.	Expunere sistematică - prelegere. Exemple	4 ore
Radioactivitatea artificială. Explozii nucleare, bomba de fisiune, produșii de fisiune. Bomba de fuziune. Depuneri	Expunere sistematică - prelegere. Exemple	2 ore

radioactive din explozii nucleare.		
Evacuari de efluenti in diverse cazuri.	Expunere sistematica – prelegere. Exemple	2 ore
Deducerea ecuatiei difuziei. Rezolvarea ecuatiei difuziei in atmosfera pentru o sursa instantanee. Ecuatia de difuziune a radonului si toronului in atmosfera.	Expunere sistematica – prelegere. Exemple	4 ore
Experiment de dispersie la o centrala nucleara. Modele de transport al radionuclizilor.	Expunere sistematica – prelegere. Exemple	2 ore

**Bibliografie:**

1. G.Vladuca « Elemente de fizica nucleara, partea I », Ed.Univ.Buc., 1988.
2. G.Vladuca « Elemente de fizica nucleara, partea a II-a », Ed.Univ.Buc., 1990.
3. O. Sima, Note de curs Radioactivitatea mediului.
4. A.Tudora, E.Sartori “Biblioteci de date nucleare si coduri de calcul din domeniul nuclear », Ed.Univ. Buc.1999.
5. V. Valcovic, Radioactivity in the environment, Elsevier, 2000.
6. M. Eisenbud, T. Gessel, Environmental radioactivity, Academic Press, 1997
7. M. L’Anunziata, Handbook of Radioactivity Analysis, Academic Press 2012
8. Report of the United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR), editiile din 1988, 1993, 1996, 2000, 2008, 2010 etc.; <http://www.unscear.org/unscear/en/publications.html>
9. V.Cuculeanu “Fizica si calculul reactorilor nucleari cu neutroni rapizi”, Ed.Teh.,Buc., 1982
10. Reveica Ion-Mihai, Radioactivitatea si circuitul izotopilor radioactivi in mediu, Ed. Univ.Buc., 1998.
11. O.Duliu, Aplicatiile radioatiilor nucleare, Ed.Univ.Buc., 1993.

<b>8.2. Seminar</b> [temele dezbătute în cadrul seminariilor]	Metode de predare-învățare	Observații
Calculul energiei medii per nucleon si al energiilor de separare a neutronului, protonului, deuteronului, particulei alpha pentru toate nuclee sistemului periodic pentru care exista excese de masa (folosind baza de date Audi si Wapstra a exceselor de masa din RIPL). Evidentierea comportarilor sistematice.	Indrumarea privind realizarea codului de calcul pentru obtinerea energiilor se separare, folosind ca input excesele de masa din baza de date a RIPL	2 ore
Calculul energiei de imperechere pentru toate nucleele sistemului periodic folosind diferite modele. Evidentierea comportarilor sistematice si obtinerea unor expresii analitice ale energiei de imperechere	Indrumarea privind realizarea de coduri de calcul aferent folosind ca input excesele de masa din baza de date a RIPL.	2 ore
Aplicatii privind seriile radioactive si echilibrul secular	Prelegere. Indrumarea privind realizarea de coduri de calcul.	1 ore
Deformari ale nucleelor si efecte de paturi.	Prelegere. Indrumarea privind realizarea codurilor de calcul aferente.	2 ore
Probleme ce ilustreaza aplicatiile in datare ale C-14, ale Tritiului etc.	Prelegere. Rezolvarea de probleme	4 ore
Rezolvarea de cazuri ale ecuatiei de difuzie	Prelegere. Rezolvarea de probleme	3 ore

**Bibliografie:**

1. G.Vladuca « Elemente de fizica nucleara, partea I », Ed.Univ.Buc., 1988.
2. G.Vladuca « Elemente de fizica nucleara, partea a II-a », Ed.Univ.Buc., 1990.
3. A.Tudora, E.Sartori “Biblioteci de date nucleare si coduri de calcul din domeniul nuclear », Ed.Univ. Buc.1999.
4. O. Sima, Note de curs Radioactivitatea mediului.
5. Reveica Ion-Mihai, Radioactivitatea si circuitul izotopilor radioactivi in mediu, Ed. Univ.Buc., 1998.

6. O.Duliu, Aplicațiile radioațiilor nucleare, Ed.Univ.Buc., 1993.		
7. IAEA (www.iaea.org), IAEA Nuclear Data Section (www-nds.iaea.org): bibliotecile de date nucleare RIPL și EXFOR.		
<b>8.3. Laborator</b> [temele de laborator, proiecte etc, conform calendarului disciplinei]	Metode de transmitere a informației	Observații
Calculul energiilor de legatură per nucleon, de separare a diferitelor particule din toate nucleele sistemului periodic.	Activitate practică dirijată	2 ore
Calculul energiilor de împerechere pentru toate nucleele sistemului periodic.	Activitate practică dirijată	2 ore
Calculul efectelor de paturi	Activitate practică dirijată	2 ore
Calculul radioactivității remanente (număr de nuclee, activitate) după un număr de cicluri în cazul iradierii ciclice. Probleme privind echilibrul secular. Aplicații.	Activitate practică dirijată	1 ore
Efectuarea unei vizite de documentare la Institutul de Cercetări Nucleare de la Pitești Mioveni (cu vizitarea reactorului TRIGA, a camerelor fierbinti etc.).	Activitate practică dirijată	7 ore
<b>8.4. Proiect</b> [doar pentru disciplinele la care există proiect semestrial normat în planul de învățământ]		
	Metode de predare-învățare	Observații
Bibliografie:		

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

Dată fiind importanța deosebită a disciplinei pentru aplicațiile în domeniul fizicii nucleare (aplicații multiple în toate domeniile, industrii, medicina, agricultura, energia etc.) în vederea întocmirii conținuturilor și a alegerii metodelor de predare/învățare, titularii disciplinei au consultat conținutul disciplinelor similare predate la universități din străinătate (Université de Bordeaux, Université Paris-Sud, Université Catholique Louvain-la-Neuve etc.). Conținutul disciplinei este în conformitate cu cerințele de angajare în institutele de cercetare în domeniul fizicii nucleare și a reactorilor nucleari, la centralele nucleare și în învățământul superior (în condițiile legii).

#### 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>	- Claritatea, coerența și concizia expunerii; - Utilizarea corectă a modelelor, formulelor și relațiilor de calcul; - Capacitatea de exemplificare;	Examinare orală	40%
<b>10.5.1. Seminar</b>	- Aplicarea metodelor specifice de rezolvare pentru tema dată;	Teme pe parcurs	30%
<b>10.5.2. Laborator</b>	a) Cunoașterea și utilizarea limbajelor de programare și a metodelor numerice necesare realizării programelor de calcul și de prelucrare a datelor experimentale;	a) Verificarea programelor de calcul realizate pe tot parcursul duratei cursului (un semestru)	30%

	b) Interpretarea rezultatelor	b) examinare orala asupra notiunilor acumulate in timpul vizitei de documentare la ICN Pitesti-Mioveni	
<b>10.5.3. Proiect</b> [doar pentru disciplinele la care exista proiect semestrial normat in planul de invatamant]			
<b>10.6. Standard minim de performanță</b>			
<b>Obținerea mediei 5</b> Finalizarea temelor din timpul activitatii de seminar si laborator Expunerea corectă a subiectelor indicate pentru obtinerea punctajului 5 la examenul final.			

Data completării  
24.06.2019

Semnătura titularului de curs  
Prof. dr. Anabella TUDORA

Semnătura de seminar/laborator  
Prof. dr. Anabella TUDORA

Data avizării în departament

Director de departament  
Prof.. dr. Alexandru JIPA

**FIȘA DISCIPLINEI OPȚIONALE**  
**DO111.2 Aplicații ale Fizicii nucleare în Științele vieții și Medicină**

Denumirea disciplinei	<b>Aplicații ale Fizicii nucleare în Științele vieții și Medicină</b>			Codul Disciplinei	<b>Op.111.2</b>
Anul de studiu	II	Semestrul*	1	Tipul de evaluare (E/V/C)	E
Categorizația formativă a disciplinei DF – fundamentala, DG – generala, DS – de specialitate, DE – economica/manageriala, DU- umanista					<b>DS</b>
Regimul disciplinei {Ob – obligatorie, Op- opționala, F – facultativă}				Op	Numar de credite
					<b>5</b>
Total ore din planul de învățământ	<b>56</b>	Total ore studiu individual		<b>69</b>	Total ore semestru
Titularul disciplinei		Prof.univ.dr. Octavian SIMA, Conf.univ.dr. Mihaela SIN, Prof.univ.dr. Anabella TUDORA, Lect.univ.dr. Simona TALPOȘ			

- dacă disciplina are mai multe semestre de studiu, se completează câte o fișă pentru fiecare semestru

Facultatea	<b>FIZICA</b>	Numarul total de ore ( pe semestru) din				
CATEDRA	<b>Fizica Atomica si Nucleara</b>	<b>planul de învățământ</b>				
Domeniul fundamental de știință, arta, cultura	<b>Știință</b>	(Ex:28 la C dacă disciplina are curs de 14_saptamanix2_h_curs pe saptamana)				
DOMENIUL PENTRU STUDII universitare de MASTERAT	<b>Fizica</b>	TOTAL	C**	S	L	P
		L				
Directia de specializare	<b>FANPEAA</b>	<b>56</b>	<b>28</b>		<b>28</b>	

\*\* C-curs, S-seminar, L-activități de laborator, P-proiect sau lucrări practice

Discipline anterioare	Obligatorii (conditionate)	Toate disciplinele obligatorii anterioare (cu focalizare pe fizica nucleara, notiunile de baza de matematici superioare, elemente de fizica cuantica si fizica statistica, limbaje de programare)
	Recomandate	Fiziune si fuziune nucleara, reactori nucleari si energetica nucleara. Spectroscopie nucleara. Mecanisme de reactii nucleare

Estimati timpul total ( ore pe semestru) al activitatilor de studiu individual pretinse studentului ( completati cu zero activitatile care nu sunt cerute)				
1. Descifrarea si studiul notitelor de curs	<b>10</b>		8. Pregatire prezentari orale.	<b>6</b>
2. Studiul dupa manual, suport de curs	<b>10</b>		9. Pregatire examinare finala	<b>15</b>
3. Studiul bibliografiei minimale indicate	<b>5</b>		10. Consultatii	<b>2</b>
4. Documentare suplimentara in biblioteca	<b>5</b>		11. Documentare pe teren	<b>0</b>

5. Activitate specifica de pregatire SEMINAR si/sau LABORATOR	5		12. Documentare pe INTERNET	9
6. Relizarea teme, referate, eseuri, traduceri, programe etc.	2		13. Alte activitati...	0
7.Pregatire lucrari de control	0			
TOTAL ore studiu individual ( pe semestru) = 69				
Competente generale ( <b>competentele generale sunt mentionate in fisa specializarii</b> )				
Competente specifice disciplinei	<b>1. Cunoastere si intelegere ( cunoasterea si utilizarea adecvata a notiunilor specifice disciplinei)</b> Cunoasterea adecvata a problemelor privind radioactivitatea si iradierea Intelegerea relatiei intre iradiere si efecte Cunoasterea contributiei relative a iradierii naturale, respective artificiale, la iradierea populatiei			
	<b>2. Explicare si interpretare (explicare a si interpretarea unor idei, proiecte, procese, precum si a continuturilor teoretice si practice ale disciplinei)</b> Interpretarea corecta a riscurilor iradierii provenite din diferite surse			
	<b>3. Instrumental – aplicative ( proiectarea, conducerea si evaluarea activitatilor practice specifice; utilizarea unor metode, tehnici, si instrumente de investigare si de aplicare)</b> Insusirea metodelor de masurare a radioactivitatii probelor de mediu Insusirea tehnicilor de calcul si de interpretare necesare pentru rezolvarea problemelor privind radioactivitatea mediului.			
	<b>4. Atitudinale</b> ■ <b>manifestarea unei atitudini pozitive si responsabile fata de domeniul stiintific</b> ■ <b>valorificarea optima si creativa a propriului potential in activitatile stiintifice</b> ■ <b>participarea la propria dezvoltare profesionala</b> Manifestarea unei atitudini realiste, bazate pe date corecte si nu pe reactii emotionale, fata de beneficiile si riscurile iradierii, in particular fata de perspectivele energeticii nucleare.			

CONTINUT ( tabla de materii)	<b>Metoda autoradiografica</b> Autoradiografia si microautoradiografia Radionuclizi folositi in autoradiografie: $^{14}\text{C}$ , $^{32}\text{P}$ , $^{35}\text{S}$ si $^{125}\text{I}$ . Filmul radiografic – detector de tip mozaic pentru radiatia nucleara Detectorii cu descarcare in gaz folositi in autoradiografia digitala Radiofarmaceutice si trasori folositi in autoradiografie Performante si limitari. Cinci exemple reprezentative de folosire a autoradiografiei si a microradiografiei in studiul receptorilor opiacei, al cromosomilor si al starii functionale <b>Imagistica nucleara emisiva</b> Camera gamma (Anger)
---------------------------------	--

	<p>Radionuclizii <math>^{99m}\text{Tc}</math>, <math>^{123}\text{I}</math>, <math>^{201}\text{Tl}</math> si radiofarmaceuticele asociate          Constructie, achizitia de imagini scitigrafice          Performanta si limitari          Tomografia emisiva unifotonica (SPEC) – extensie 3D a camerei gamma          Performante și limitări          Radionuclizii emitori de radiatii beta-plus compatibili cu țesuturile: <math>^{11}\text{C}</math>, <math>^{13}\text{N}</math>, <math>^{15}\text{O}</math>, <math>^{18}\text{F}</math>, <math>^{82}\text{Ru}</math>          si radiofarmaceuticele asociate          Tomografia emisiva pozitronica (PET)          Performante și limitări          Zece exemple reprezentative de folosire a camerei gamma și a tomografiei unifotonice și pozitronice în medicina si biologie: perfuzia miocardica, whole body scann, scintigrafia hepatica si tiroidina, determinarea clearance-ului renal, etc.  <b>Tehnici analitice nucleare in medicina</b>          Radioimunologia          Performante si limitari          Cinci exemple reprezentative: concentratia plasmatica a hormonilor umani, dozarea digoxinei la pacientii digitalizati, identificarea prezentei antigenului HbsAg al hepaitei B, etc.  <b>Probleme speciale de dozimetrie si radioprotectie in medicina nucleara</b>          Iradierea interna si calculul dozelor echivalente efective pentru emițători gama si beta (plus si minus).          Masurarea <i>in-situ</i> a dozelor absorbite (TLD si microcamere de ionizare).  <b>Asigurarea calitatii in medicina nucleara</b>          Criterii privind asigurarea calității in cazul medicinei exploratorii si curative          Standardul ISO/IEC 17025 privind criteriile generale de calitate ale laboratoarelor de testare si analiza  <b>Metode de radioimunoanaliză și alte metode de investigare a stufanței vii</b></p>
<b>Bibliografia</b>	<p>Rogers, A. W (1979). <i>Techniques of Autoradiography</i> (3rd ed.). New York: Elsevier North Holland. <a href="#">ISBN 0-444-80063-8</a>.</p> <p>*** (1982) Quality Assurance in Nuclear Medicine, World Health Organization, ISBN: 92-4-154165-2</p> <p>Hatzialekou, U., Henshaw, D.L., Fewes, A.P. (1982) Automated image analysis of alpha-particle autoradiographs of human bone, <i>Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment</i>, 263, 504-514</p> <p>Chard, T. (1995) An Introduction to Radioimmunoassay and Related Techniques, Fifth Edition, Elsevier Science, ISBN: 978-0444821195</p> <p>Petegnief Y, Aubineau-Laniece I, Kerrou K, Jourdain JR, Talbot JN. (2001) Advanced radionuclide detection techniques for in vitro and in vivo animal imaging. <i>Cell and Molecular Biology</i> (Noisy-le-Grand). 47, 443-51.</p> <p>Khan, T. S., Sundin, A., Juhlin, C., Långström, B., Bergström, M., Eriksson, B. (2003). "<math>^{11}\text{C}</math>-metomidate PET imaging of adrenocortical cancer". <i>European</i></p>

	<p>Journal of Nuclear Medicine and Molecular Imaging 30 (3): 403–410. doi:10.1007/s00259-002-1025-9</p> <p>Bailey, D.L, Townsend, D.W., Valk, P.E., Maisey, M.N. (2005). Positron Emission Tomography: Basic Sciences. Springer-Verlag. Heidelberg, ISBN 1-85233-798-2.</p> <p>Brix, G., Lechel, U., Glatting, G., et al. (2005). "Radiation exposure of patients undergoing whole-body dual-modality 18F-FDG PET/CT examinations". Journal of Nuclear Medicine 46, 608–613</p> <p>Phelps, M.E. (2006). PET: physics, instrumentation, and scanners. Springer-Verlag, Heidelberg. ISBN 0-387-34946-4</p> <p>Bushberg, J.T., Seibert, J.A., Leidholdt Jr., E.M., Boone, J.M. (2012) The Essential Physics of Medical Imaging, Third Edition, Lippincott Williams and Wilkins, Philadelphia, ISBN-13: 978-0781780575</p> <p>Hörtnagl, H., Tasan, R.O., Wieselthaler, A., Kirchmair, E., Sieghart, W., Sperk, G. (2013) Patterns of mRNA and protein expression for 12 GABAA receptor subunits in the mouse brain, Neuroscience, (In Press) disponibil on-line pe ScienceDirect.</p>
<b>Lista materialelor didactice necesare</b>	<p>Detectori de radiatii cu semiconductori pentru radiatii alfa si beta; lanturi de masura aferente.</p> <p>Detectori pentru masurarea radioactivitatii probelor de mediu. Detectori pentru radon.</p> <p>Surse radioactive.</p> <p>Coduri de calcul pentru masurarea radioactivitatii probelor de activitate mica.</p> <p>Coduri de calcul pentru masurarea activitatii descendentei radonului si toronului.</p> <p>Coduri de calcul pentru estimarea dozelor si a riscurilor asociate.</p>

<b>La stabilirea notei finale se iau in considerare</b>	<b>Ponderea in notare, exprimata in % {Total=100%}</b>
- raspunsurile la examen/colocviu ( evaluarea finala)	<b>50</b>
-raspunsurile finale la lucrarile practice de laborator	<b>20</b>
-testarea periodica prin lucrari de control	<b>10</b>
-testarea continua pe parcursul semestrului	<b>10</b>
- activitatile gen teme/referate/eseuri/traduceri/proiecte etc	<b>10</b>
- alte activitati ( precizati).....	
<b>Descrieti modalitatea practica de evaluare finala, E/V. { de exemplu: lucrare scrisa ( descriptiva si /sau test grila si /sau probleme etc.), examinare orala cu bilete, colocviu individual ori in grup, proiect etc. }</b>	
Examinare orala cu bilete, proiect	

<b>Cerinte minime pentru nota 5</b> ( sau cum se acorda nota 5)	Cerinte pentru nota 10 (sau cum se acorda nota 10)
<b>Notiuni de baza privind radioactivitatea mediului, efectele iradierii, contributia relativa a surselor de iradiere la riscurile asociate</b>	<b>Cunoasterea temeinica a tuturor subiectelor din continutul cursului</b>

Director de Departament,  
Prof.univ.dr. Alexandru JIPA

**Titulari curs,**  
Prof.univ.dr. Alexandru JIPA  
Lect.univ.dr. Marius CĂLIN  
Asist.univ.dr. Alecsandru Vladimir CHIROȘCA

## DO.203.1. Fisiune și fuziune nucleară. Reactori nucleari. Energetică nucleară

### 1. Date despre program

1.1. Instituția de învățământ superior	Universitatea din București
1.2. Facultatea	Facultatea de Fizică
1.3. Departamentul	FANPEAA
1.4. Domeniul de studii	Fizică
1.5. Ciclul de studii	Master
1.6. Programul de studii / Calificarea	Fizica nucleara
1.7. Forma de învățământ	Învățământ cu frecvență

### 2. Date despre disciplină

2.1. Denumirea disciplinei	<b>Fisiune și fuziune nucleară. Reactori nucleari. Energetică nucleară</b>							
2.2. Titularul activităților de curs	Prof. dr. Anabella Tudora							
2.3. Titularul activităților de seminar	Prof. dr. Anabella Tudora							
2.4. Titularul activităților de laborator								
2.5. Anul de studiu	2	2.6. Semestrul	1	2.7. Tipul de evaluare	E	2.8. Regimul disciplinei	Conținut <sup>1)</sup>	DS
							Obligativitate <sup>2)</sup>	DO

<sup>1)</sup> disciplină de aprofundare (DA), disciplină de sinteză (DS);

<sup>2)</sup> disciplină obligatorie (DI), disciplină opțională (DO), disciplină facultativă (DFac)

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

3.1. Număr de ore pe săptămână	4	din care: curs	2	Seminar/laborator	2/0
3.2. Total ore pe semestru	56	din care: curs	28	seminar/laborator	28/0
Distribuția fondului de timp					ore
3.2.1. Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe					20
3.2.2. Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate și pe teren					20
3.2.3. Pregătire seminare/ laboratoare/ proiecte, teme, referate, portofolii și eseuri					25
3.2.4. Examinări					4
3.2.5. Alte activități					
3.3. Total ore studiu individual	65				
3.4. Total ore pe semestru	125				
3.5. Numărul de credite	5				

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

4.1. de curriculum	Toate cursurile obligatorii din ciclul de licență, cu accent pe cursurile de Fizica nucleară, Matematici avansate, Metode numerice, Ecuațiile fizicii matematice, Limbaje de programare. Cursul de Modele de structura și reacții nucleare din anul I al ciclului de master.
4.2. de competențe	Cunoașterea a cel puțin unul din limbajele de programare adecvate cercetării științifice, cunoașterea unor pachete software pentru prelucrarea datelor și reprezentări grafice, gestionarea bazelor de date nucleare.

### 5. Condiții (acolo unde este cazul)

5.1. de desfășurare a cursului	Sală cu dotări multimedia (videoproiector etc.)
5.2. de desfășurare a seminarului/ laboratorului/ proiectului	Computere legate în rețea și acces la internet pentru accesarea bazelor de date nucleare din bibliotecile de date nucleare ale IAEA-NDS și ale altor centre de date nucleare

## 6. Competențe specifice acumulate

Competențe profesionale	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificarea și utilizarea adecvată a principalelor legi și principii ale fizicii într-un context dat; identificarea și utilizarea noțiunilor și legilor specifice fizicii subatomice</li> <li>• Rezolvarea problemelor de fizică în condiții impuse</li> <li>• Aplicarea în mod creativ a cunoștințelor dobândite în vederea înțelegerii și modelării proceselor aferente fizicii nucleare</li> <li>• Comunicarea și analiza informațiilor cu caracter didactic și științific din domeniul fizicii</li> <li>• Utilizarea/dezvoltarea unor instrumente software specifice</li> </ul>
Competențe transversale	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilizarea eficientă a surselor informaționale și a resurselor de comunicare și formare profesională, inclusiv într-o limbă de circulație internațională</li> <li>• Realizarea sarcinilor profesionale în mod eficient și responsabil, cu respectarea legislației, eticii și deontologiei specifice domeniului.</li> </ul>

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

7.1. Obiectivul general al disciplinei	Prezentarea trasaturilor de baza ale fisiunii nucleare, și a aplicațiilor aferente fisiunii (reactori nucleari). Elemente de baza ale fuziunii nucleare și posibile aplicații. Noțiuni de baza privind gestionarea deșeurilor nucleare.
7.2. Obiectivele specifice	<p>Cunoașterea desfășurării în timp a procesului de fisiune. Principalele caracteristici ale marimilor fizice specifice procesului de fisiune.</p> <p>Noțiuni de baza privind tehnicile experimentale utilizate în studiul fisiunii nucleare.</p> <p>Modelări teoretice ale fisiunii nucleare (partile pre și post sciziune).</p> <p>Elemente de baza privind filierele de reactori nucleari de fisiune.</p> <p>Punerea în evidență la fiecare temă abordată a problemelor esențiale necesare înțelegerii fenomenelor care să permită studentului să-și formeze modul de gândire logic științific și să abordeze în mod creativ problemele de soluționat.</p>

## 8. Conținuturi

8.1. Curs [capitolele de curs]	Metode de predare	Observații
Desfășurarea în timp a procesului de fisiune (partea post-sciziune). Bilanțul energetic în fisiune (energia eliberată în fisiune, energia cinetică a fragmentelor de fisiune, energia de excitație a fragmentelor de fisiune la accelerarea totală etc.)	Expunere sistematică - prelegere. Exemple	4 ore
Distribuțiile de masă și sarcină ale fragmentelor de fisiune, ale produsilor inițiali și finali. Distribuții ale energiei cinetice a fragmentelor de fisiune	Expunere sistematică - prelegere. Exemple	4 ore
Marimile fizice de caracterizează fragmentele de fisiune, emisia de neutroni prompti și cuante gamma prompte, proprietăți ale acestora. Determinări experimentale	Expunere sistematică - prelegere. Exemple	4 ore
Partitionarea energiei de excitație între fragmentele total accelerate, bazate pe modelări la sciziune.	Expunere sistematică – prelegere. Exemple	2 ore
Modelări ale emisieii prompte în fisiune.	Expunere sistematică – prelegere. Exemple	4 ore
Noțiuni de baza privind partea pre-sciziune a fisiunii indusă de neutroni. Tratatul statistic al canalului de fisiune în competiție cu celelalte canale de reacție. Bariere de fisiune. Densități de nivele la deformările nucleului compus pe	Expunere sistematică – prelegere. Exemple	4 ore

calea de fisiune. Sectiuni eficace de fisiune.		
Notiuni de baza privind procesul de fuziune nucleara. Principiul de functionare al Tokamak si elemente privind programul ITER.	Expunere sistematica – prelegere. Exemple	2 ore
Generatii si tipuri de reactori nucleari, principii de functionare. Notiuni de baza privind criticitatea, moderatorul, combustibilul, agentul de racire etc..	Expunere sistematica – prelegere. Exemple	4 ore
<b>Bibliografie:</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>G.Vladuca « Elemente de fizica nucleara, partea a II-a », Ed.Univ.Buc., 1990.</li> <li>C.Wagemans (editor) “The nuclear fission process” CRC Press, USA, 1991.</li> <li>A.Berinde, G.Vladuca « Reactii nucleare neutronice in reactor » Ed.Teh.Buc., 1978.</li> <li>A.Tudora, E.Sartori “Biblioteci de date nucleare si coduri de calcul din domeniul nuclear », Ed.Univ. Buc.1999.</li> <li>G.Vladuca « Reactii nucleare si fisiune nucleara », Ed.Univ.Buc., 1981.</li> <li>D.G.Madland, J.R.Nix, Nucl.Sci.Eng. (1982) 213-271</li> <li>A.Tudora and F.-J.Hambsch, Eur.Phys.J.A 53 (2017) 159</li> <li>OECD-Nuclear Energy Agency: The nuclear energy today / L’<i>énergie nucléaire aujourd’hui</i>, 2008.</li> <li>R.Schulten, W.Guth “Fizica reactorilor nucleari”, Ed.The.Buc.,1975.</li> <li>V.Cuculeanu “Fizica si calculul reactorilor nucleari cu neutroni rapizi”, Ed.Teh.,Buc., 1982</li> <li>A.Berinde “Elemente de Fizica si calculul reactorilor nucleari” Ed.Teh.Buc.1977</li> <li>I.Purica, “Teoria reactoarelor nucleare” Ed.Polith.Buc., 1982</li> <li>B.Comby “Energia nucleara si mediul”, Ed.TNR, 2001</li> <li>R.Capote et al. « Prompt fission neutron spectra of actinides », Nucl.Data Sheets 131 (2016) 1-106</li> </ol>		
<b>8.2. Seminar</b> [temele dezbătute în cadrul seminariilor]	<b>Metode de predare-învățare</b>	<b>Observații</b>
Aplicatii bazate pe distributiile fragmentelor de fisiune I. Calculul distributiilor unidimensionale $Y(A)$ , $Y(TKE)$ , $TKE(A)$ pornind de la o distributie experimentală $Y(A,TKE)$ .	Indrumarea privind realizarea unor coduri de calcul pentru obtinerea distributiilor unidimensionale avand ca input datele experimentale $Y(A,TKE)$ .	2 ore
Aplicatii bazate pe distributiile fragmentelor de fisiune II. Determinarea de valori medii ale marimilor fizice ce caracterizeaza fragmentele de fisiune (energia eliberata in fisiune, energia cinetica totala etc.)	Indrumarea privind realizarea de coduri de calcul pentru rezolvarea temelor date.	2 ore
Aplicatii bazate pe distributiile fragmentelor de fisiune III. Construirea domeniului fragmentarilor si distributia izobara de sarcina bazata pe polarizarea de sarcina. Evidentierea efectelor par-impare.	Prelegere. Realizarea de coduri de calcul pentru rezolvarea temelor date	2 ore
Calculul multiplicitatii neutronilor prompti emisi in fisiune pe baza unor modelari actuale I	Prelegere. Indrumarea privind realizarea primei parti a codului de calcul (subrutinele pentru partitionarea energiei de excitatie)	2 ore
Calculul multiplicitatii neutronilor prompti emisi in fisiune pe baza unor modelari actuale II	Prelegere. Indrumarea privind realizarea celei de a doua parti a codului de calcul (subrutinele pentru calculul emisiei prompte)	2 ore
Fitul datelor experimentale ale spectrului energetic al neutronilor prompti cu un spectru Maxwell sau Watt	Indrumarea privind realizarea codului de calcul aferent. Aplicatie pentru mai multe seturi de spectre experimentale	2 ore
Modelarea spectrului neutronilor prompti folosind	Prelegere.	2 ore

aproximatia celei mai probabile fragmentari si sectiune constanta a formarii nucleului compus in procesul invers evaporarii neutronilor din fragmentele total accelerate.	Indrumarea privind realizarea codului de calcul aferent acestui model.	
<b>Bibliografie:</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. C.Wagemans (editor) "The nuclear fission process" CRC Press, USA, 1991.</li> <li>2. G.Vladuca « Elemente de fizica nucleara, partea a II-a », Ed.Univ.Buc., 1990.</li> <li>3. A.Berinde, G.Vladuca « Reactii nucleare neutronice in reactor » Ed.Teh.Buc., 1978.</li> <li>4. A.Tudora, E.Sartori "Biblioteci de date nucleare si coduri de calcul din domeniul nuclear », Ed.Univ. Buc.1999</li> <li>5. D.G.Madland, J.R.Nix, Nucl.Sci.Eng. (1982) 213-271.</li> <li>6. A.Tudora and F.-J.Hambsch, Eur.Phys.J.A 53 (2017) 159.</li> <li>7. IAEA (www.iaea.org), IAEA Nuclear Data Section (www-nds.iaea.org): bibliotcile de date nucleare EXFOR, RIPL, ENDF</li> </ol>		
<b>8.3. Laborator</b> [temele de laborator, proiecte etc, conform calendarului disciplinei]	Metode de transmitere a informației	Observații
Aplicatii bazate pe distributiile fragmentelor de fisiune I.	Activitate practică dirijată	2 ore
Aplicatii bazate pe distributiile fragmentelor de fisiune II	Activitate practică dirijată	2 ore
Aplicatii bazate pe distributiile fragmentelor de fisiune III	Activitate practică dirijată	2 ore
Calculul multiplicitatii neutronilor prompti emisi in fisiune pe baza unor modelari actuale I	Activitate practică dirijată	2 ore
Calculul multiplicitatii neutronilor prompti emisi in fisiune pe baza unor modelari actuale II	Activitate practică dirijată	2 ore
Fitul datelor experimentale ale spectrului energetic al neutronilor prompti cu un spectru Maxwell sau Watt	Activitate practică dirijată	2 ore
Modelarea spectrului neutronilor prompti folosind aproximatia celei mai probabile fragmentari	Activitate practică dirijată	2 ore
<b>8.4. Proiect</b> [doar pentru disciplinele la care exista proiect semestrial normat in planul de invatamant]	Metode de predare-învățare	Observații
<b>Bibliografie:</b>		

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

Data fiind importanta deosebită a disciplinei pentru aplicatiile in domeniul energiei si propulsiei, in medicina, in aplicatii legate de spatiul cosmic etc., in vederea intocmirii continuturilor si a alegerii metodelor de predare/învățare, titularii disciplinei au consultat continutul disciplinelor similare predate la universitati din străinătate (Ecole Polytechnique de Paris, Université de Bordeaux, Université Paris-Sud, Université Catholique Louvain-la-Neuve etc.). Continutul disciplinei este in conformitate cu cerintele de angajare în institutele de cercetare în domeniul fizicii nucleare si a reactorilor nucleari, la centralele nucleare si în învățământul superior (în conditiile legii).

#### 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>	- Claritatea, coerenta si concizia expunerii; - Utilizarea corectă a modelelor, formulelor si relatiilor de calcul; - Capacitatea de exemplificare;	Examinare orală	40%
<b>10.5.1. Seminar</b>	- Aplicarea metodelor specifice de	Teme pe parcurs	30%

	rezolvare pentru tema dată;		
<b>10.5.2. Laborator</b>	a) Cunoasterea si utilizarea limbajelor de programare si a metodelor numerice necesare realizarii programelor de calcul si de prelucrare a datelor experimentale;  b) Interpretarea rezultatelor	a) Verificarea programelor de calcul realizate pe tot parcursul duratei cursului (un semestru)  b) examinare orala	30%
<b>10.5.3. Proiect</b> [doar pentru disciplinele la care exista proiect semestrial normat in planul de invatamant]			
<b>10.6. Standard minim de performanță</b>			
<b>Obținerea mediei 5</b> Finalizarea temelor din timpul activitatii de seminar si laborator Expunerea corectă a subiectelor indicate pentru obtinerea punctajului 5 la examenul final.			

Data completării  
24.06.2019

Semnătura titularului de curs  
Prof. dr. Anabella TUDORA

Semnătura de seminar/laborator  
Prof. dr. Anabella TUDORA

Data avizării în  
departament

Director de departament  
Prof.. dr. Alexandru JIPA

**FIȘA DISCIPLINEI OPȚIONALE**  
**DO.203.2. Fascicule radioactive, condensare bosonică nucleară și noi**  
**tipuri de nuclee**

Denumirea disciplinei	<b>Fascicule radioactive, condensare bosonică nucleară și noi tipuri de nuclee</b>			Codul Disciplinei	<b>DF3</b>	
Anul de studiu	<b>II</b>	Semestrul*	<b>I/II</b>	Tipul de evaluare (E/V/C)	<b>C</b>	
Categoría formativă a disciplinei: <i>DF – fundamentală, DG – generală, DS – de specialitate, DE – economică/managerială, DU - umanistă</i>						
Regimul disciplinei: <i>Ob – obligatorie, Op – opțională, F – facultativă</i>				<b>F</b>	Număr de credite	<b>5</b>
Total ore din planul de învățământ	<b>56</b>	Total ore studiu individual	<b>69</b>	Total ore pe semestru	<b>125</b>	
Titularul disciplinei	<b>Prof.univ.dr. Mihaela SIN, Prof.univ.dr. Anabella TUDORA, Prof.univ.dr. Ionel LAZANU, Prof.univ.dr. Alexandru JIPA</b>					

\* Dacă disciplina are mai multe semestre de studiu, se completează câte o fișă pentru fiecare semestru

Facultatea	<b>FIZICĂ</b>	<b>Numărul total de ore (pe semestru) din planul de învățământ</b>  (Ex: 28 la C dacă disciplina are curs de 14_saptamanix2_h_curs pe săptămână)				
Catedra	<b>Fizică atomică și nucleară</b>					
Domeniul fundamental de știință, artă, cultură	<b>Știință</b>					
Domeniul pentru studii universitare de MASTERAT	<b>FIZICĂ</b>					
Direcția de studiu	<b>FANPEAA</b>	<b>Total</b>	<b>C**</b>	<b>S</b>	<b>L</b>	<b>P</b>
		<b>56</b>	<b>28</b>		<b>28</b>	

\*\* C-curs, S-seminar, L-activități de laborator, P-proiect sau lucrări practice

Discipline anterioare	Obligatorii (condiționate)	Toate disciplinele obligatorii anterioare, cu focalizare pe cele legate de Fizica nucleară, Fizica particulelor elementare, Astrofizică, Metode experimentale			
	Recomandate	Fizica nucleara, Radionuclizi si radioactivitatea mediului, Metode moderne de accelerare a ionilor			
Estimați timpul total (ore pe semestru) al activităților de studiu individual pretinse studentului (completați cu zero activitățile care nu sunt cerute)					
1. Descifrarea și studiul notițelor de curs	<b>10</b>		8. Pregătire prezentări orale	<b>3</b>	
2. Studiul după manual, suport de curs	<b>10</b>		9. Pregătire examinare finală	<b>10</b>	
3. Studiul bibliografiei minimale indicate	<b>5</b>		10. Consultații	<b>3</b>	
4. Documentare suplimentară în bibliotecă	<b>5</b>		11. Documentare pe teren	<b>0</b>	
5. Activitate specifică de pregătire SEMINAR și/sau LABORATOR	<b>5</b>		12. Documentare pe INTERNET	<b>10</b>	

6. Relizarea de teme, referate, eseuri, traduceri, programe etc.	5		13. Alte activități ...	0
7. Pregătire lucrări de control	3			
<b>TOTAL ore studiu individual (pe semestru) = 69</b>				
<b>Competențe generale</b> (competențele generale sunt menționate în fișa specializării)				
<i>Competențe specifice disciplinei</i>	<b>1. Cunoaștere și înțelegere</b> (cunoașterea și utilizarea adecvată a noțiunilor specifice disciplinei) <b>■ cunoașterea, intelegerea si utilizarea adecvata a notiunilor specifice disciplinei</b>			
	<b>2. Explicare și interpretare</b> (explicare a și interpretarea unor idei, proiecte, procese, precum și a conținuturilor teoretice și practice ale disciplinei) <b>■ explicare a si interpretarea unor fenomene, procese, modelarea lor matematica, explicarea conținuturilor teoretice si practice ale disciplinei</b>			
	<b>3. Instrumental – aplicative</b> (proiectarea, conducerea și evaluarea activităților practice specifice; utilizarea unor metode, tehnici, și instrumente de investigare și de aplicare) <b>■ proiectare si modelizare matematica a fenomenelor fizice specifice, utilizarea de metode, tehnici si instrumente de investigare</b>			
	<b>4. Atitudinale</b> (manifestarea unei atitudini pozitive și responsabile față de domeniul științific/cultivarea unui mediu științificcentrat pe valori și relații democratice/ promovarea unui sistem de valori culturale, morale și civice/ valorificarea optimă și creativă a propriului potențial în activitățile științifice/ implicarea în dezvoltarea instituțională și promovarea inovațiilor științifice/angajarea în relații de parteneriat cu alte persoane- institutii cu responsabilitati similare/participarea la propria dezvoltare profesională) <b>■ manifestarea unei atitudini pozitive si responsabile fata de domeniul stiintific</b> <b>■ valorificarea optima si creativa a propriului potential in activitatile stiintifice</b> <b>■ participarea la propria dezvoltare profesionala</b>			
	Tipuri de nuclee radioactive. Fascicule radioactive. Surse de ioni. Modalități de obținere a fasciculelor radioactive.			

<b>Conținut</b> ( <i>tabla de materii</i> )	<p>Experimente cu fascicule radioactive (ISOLDE, R3B etc).  Nuclee exotice. Spectroscopia nucleelor exotice  Aplicatii in Fizica Nucleara (spectroscopie nucleara si reactii nucleare),  Astrofizica, Fizica Solidului si Medicina  Clusterizare nucleara. Condensare bozonica  Condensarea particulelor alfa in sisteme nucleare  Stele neutronice</p>	
<b>Bibliografia minimală</b>	<p>- Nuclear Structure from a Simple Perspective, Richard F. Casten, 2001 ( ISBN-13: 9780198507246; DOI: 10.1093/acprof:oso/9780198507246.001.0001  - Y.G. Ma et al, <a href="http://arxiv.org/ftp/nucl-ex/papers/0410/0410019.pdf">http://arxiv.org/ftp/nucl-ex/papers/0410/0410019.pdf</a>  - K. Hagino, Tanihata et al., <a href="http://arxiv.org/1208.1583">http://arxiv.org/1208.1583</a>  - Al.Jipa, C.Beșliu – Elemente de Fizică nucleară relativistă. Note de curs, Editura Universității din București, 2002  - C.Beșliu, Al.Jipa – Elemente de Fizică nucleară relativistă. Note de seminar și îndrumător de laborator, Editura Universității din București, 1999  - D. Blaschke, N.K. Glendenning, A. Sedrakian, Physics of Neutron Star Interiors, Springer Verlag, 2001</p>	
<b>Lista materialelor didactice necesare</b>	<p>Computere performante conectate in rețele naționale și internaționale  Soft pentru fitarea datelor experimentale si grafica (minuit, origin, grafmatica)  Culegeri de probleme</p>	
La stabilirea notei finale se iau în considerare		Ponderea în notare, exprimată în % { <i>Total=100%</i> }
- răspunsurile la examen/colocviu (evaluarea finală)		<b>40</b>
- răspunsurile finale la lucrările practice de laborator		<b>10</b>
- testarea periodică prin lucrări de control		<b>10</b>
- testarea continuă pe parcursul semestrului		<b>15</b>
- activitățile gen teme/referate/eseuri/traduceri/proiecte/ programe de calcul etc		<b>25</b>
- alte activități (precizati)		<b>0</b>
<p><b>Descrieti modalitatea practica de evaluare finala, E/V.</b> {de exemplu: lucrare scrisa (descriptiva si /sau test grila si /sau probleme etc.), examinare orala cu bilete, colocviu individual ori in grup, proiect etc.}</p> <p style="text-align: center;"><b>Prezentarea unei lucrări pe o temă dată și discuții legate de conținuturi</b></p>		
Cerinte minime pentru nota 5 (sau cum se acorda nota 5)		Cerinte pentru nota 10 (sau cum se acorda nota 10)
<b>Notiuni de baza din continutul cursului, indeplinirea cerintelor de laborator si a verificarii insusirii acestuia</b>		<b>Cunoasterea temeinica a tuturor subiectelor din continutul cursului</b>

Director de Departament,  
Prof.univ.dr. Alexandru JIPA

Titular curs,  
Prof. Dr. Alexandru JIPA

# DO.204.1 Rezonanță magnetică. Principii fizice și aplicații

## 1. Date despre program

1.1. Instituția de învățământ superior	Universitatea din București
1.2. Facultatea	Facultatea de Fizică
1.3. Departamentul	Structura Materiei, Fizica Atmosferei și a Pământului, Astrofizică
1.4. Domeniul de studii	Fizică
1.5. Ciclul de studii	Master
1.6. Programul de studii / Calificarea	Fizica atomului, nucleului, particulelor elementare, astrofizică și aplicații
1.7. Forma de învățământ	Învățământ cu frecvență

## 2. Date despre disciplină

2.1. Denumirea disciplinei	Rezonanță magnetică. Principii fizice și aplicații							
2.2. Titularul activităților de curs	Conf.dr. Vasile Bercu							
2.3. Titularul activităților de laborator	Conf.dr. Vasile Bercu							
2.4. Anul de studiu	II	2.5. Semestrul	I	2.6. Tipul de evaluare	Sumativă	2.7. Regimul disciplinei	Conținut <sup>1)</sup>	DA
							Obligativitate <sup>2)</sup>	DO

<sup>1)</sup> disciplină de aprofundare (DA), disciplină de sinteză (DS);

<sup>2)</sup> disciplină obligatorie (DI), disciplină opțională (DO), disciplină facultativă (DFac)

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

3.1. Număr de ore pe săptămână	4	din care: curs	2	Laborator	2
3.2. Total ore pe semestru	56	din care: curs	28	Laborator	28
Distribuția fondului de timp					ore
3.2.1. Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe					30
3.2.2. Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate					24
3.2.3. Pregătire aboratoare, referate					40
3.2.4. Examinări					4
3.2.5. Alte activități					
3.3. Total ore studiu individual	94				
3.4. Total ore pe semestru	150				
3.5. Numărul de credite	6				

## 4. Precondiții (acolo unde este cazul)

4.1. de curriculum	Parcursarea cursurilor: Fizică atomului și moleculei, Mecanică cuantică, Optică, Spectroscopie
4.2. de competențe	Utilizarea de pachete software pentru analiza și prelucrarea de date

## 5. Condiții (acolo unde este cazul)

5.1. de desfășurare a cursului	Sală cu dotări multimedia (videoproiector)
5.2. de desfășurare a seminarului/ laboratorului/ proiectului	-

## 6. Competențe specifice acumulate

Competențe profesionale	<p>1) Identificarea și utilizarea adecvată a principalelor legi și principiilor fizicii într-un context dat; identificarea și utilizarea noțiunilor și legilor specifice rezonanței magnetice</p> <p>2) Rezolvarea problemelor de fizică în condiții impuse</p> <p>3) Aplicarea în mod creativ a cunoștințelor dobândite în vederea înțelegerii și modelării proceselor și proprietăților fizice ale sistemelor ce pot fi analizate cu tehnica de rezonanță magnetică</p> <p>4) Comunicarea și analiza informațiilor cu caracter didactic, științific și de popularizare din domeniul fizicii</p> <p>5) Utilizarea/dezvoltarea unor instrumente software specifice</p>
Competențe transversale	<p>1) Utilizarea eficientă a surselor informaționale și a resurselor de comunicare și formare profesională</p> <p>2) Realizarea sarcinilor profesionale în mod eficient și responsabil cu respectarea legislației, eticii și deontologiei specifice domeniului.</p>

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

7.1. Obiectivul general al disciplinei	Prezentarea principiilor fizice și aplicațiile rezonanței magnetice
7.2. Obiectivele specifice	<p>Descrierea principiilor rezonanței magnetice și a caracteristicilor aparaturii folosite în rezonanța electronică paramagnetică.</p> <p>Descrierea interacțiilor ce compun hamiltonianul de spin.</p> <p>Punerea în evidență a specificității sistemelor de spini cu înțelegerea fenomenelor de relaxare precum și aplicații ale acestei metode în dozimetrie și datare.</p> <p>Abordarea unor probleme fundamentale necesare înțelegerii fenomenelor care să permită studentului să-și formeze un mod de a gândi și dezvolta creativ problemele de soluționat.</p>

## 8. Conținuturi

8.1. Curs [capitolele de curs]	Metode de predare	Observații
Bazele fizicii rezonanței magnetice: descrierea macroscopică a rezonanței magnetice, tratarea cuantică a sistemelor de spini în câmp magnetic, Interacțiile spin-spin și spin-rețea și timpii de relaxare corespunzători.	Expunere sistematică - prelegere.	6 ore
Procese de relaxare în rezonanța magnetică: ecuațiile Bloch, mecanisme de relaxare, linia de rezonanță	Expunere sistematică – prelegere.	4 ore
Interacții locale ale centrilor paramagnetici electronici cu vecinătatea: Hamiltonianul de spin: interacția Zeeman, interacția cu câmpul electric cristalin (structura fină a spectrelor de rezonanță), interacția cu momentele magnetice ale nucleelor proprii și ale nucleelor atomilor vecini (structura hiperfină și super-hiperfină a spectrelor de rezonanță), interacția dipolară.	Expunere sistematică - prelegere. Exemple	4 ore
Rezonanța electronică paramagnetică a ionilor metalelor de tranziție și a pământurilor rare: teorema Kramers, despicarea în câmp cristalin, ioni cu $S=1/2$ , ioni cu $S>1$	Expunere sistematică - prelegere. Exemple	4 ore
Aplicații curente ale rezonanței electronice paramagnetice: Dozimetria retrospectivă în medicină, geochronologie și științele alimentare	Expunere sistematică – prelegere. Studiu de caz	4 ore
Tehnici avansate de rezonanță electronică paramagnetică: EPR la câmpuri și frecvențe multiple, EPR în pulsuri	Expunere sistematică – prelegere.	4 ore
Interacții locale ale centrilor magnetici nucleari: Deplasarea chimică și interacția nucleară dipolară indirectă	Expunere sistematică – prelegere.	2 ore
<b>Bibliografie</b>		

A. Carrington, A.D.McLachlan, Introduction to magnetic resonance with applicayion to chemistry and chemical physics, Harper & Row, 1967  
 J.R. Bolton, J.A.Weil, Electron paramagnetic resonance : elementary theory and practical aplications, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, 2007  
 C.P. Slichter, Principle of magnetic resonance, Springer Verlag Berlin Heidelberg GmbH, 1978  
 A. Abragam, B. Bleaney, Electron Paramagnetic Resonance of Transition Ions, Oxford University Press, 1970  
 M. Ikeya, New applications of electron spin resonance: Dating, Dosimetry and Microscopy, World Scientific, 1993  
 R.G. Saifutdinov, L.I. Larina, T.I. Vakul'skaya, M.G. Voronkov, Electron Paramagnetic Resonance in Biochemistry and Medicine, Kluwer Academic Publisher, 2002  
 G.R. Eaton, S.S. Eaton, D.P. Barr, R.T. Weber, (eds.) Quantitative EPR, Springer, 2010  
 A. Lund, M. Shiotani (eds.) Applications of EPR in Radiation Research, Springer, 2014

<b>8.2. Laborator</b>	Metode de predare-învățare	Observații
Măsurii de siguranță și protecția. Spectrometru de rezonanță electronică paramagnetică, forma liniei spectrale	Interactiv	2 ore
Setarea spectrometrului de rezonanță electronică paramagnetică: dependența semnalului de amplitudinea de modulație, de puterea radiației de microunde	Interactiv	4 ore
Analiza radicalilor liberi generati prin iradiere cu radiație ionizantă: alimente iradiate	Interactiv	2 ore
Analiza radicalilor liberi în lichide	Interactiv	2 ore
Analiza ionului de $Mn^{2+}$ în carbonat de calciu	Interactiv	2 ore
Analiza ionului de $Pb^{3+}$ în carbonat de calciu	Interactiv	2 ore
Tratarea atomului de H în câmp magnetic extern	Interactiv	4 ore
Procesarea și simularea spectrelor de rezonanță electronică paramagnetică	Interactiv	6 ore
Analiza ionului de $Cu^{2+}$ la câmpuri multiple și prin tehnica în pulsuri	Interactiv	4 ore

#### **Bibliografie**

A. Carrington, A.D.McLachlan, Introduction to magnetic resonance with applicayion to chemistry and chemical physics, Harper & Row, 1967  
 J.R. Bolton, J.A.Weil, Electron paramagnetic resonance : elementary theory and practical aplications, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, 2007  
 C.P. Slichter, Principle of magnetic resonance, Springer Verlag Berlin Heidelberg GmbH, 1978  
 A. Abragam, B. Bleaney, Electron Paramagnetic Resonance of Transition Ions, Oxford University Press, 1970  
 M. Ikeya, New applications of electron spin resonance: Dating, Dosimetry and Microscopy, World Scientific, 1993  
 A. Schweiger, G. Jeschke, Principles of Pulse Electron Paramagnetic Resonance, Oxford University Press, 2001  
 C.D. Negut,M. Cutrubinis, ESR Standard Methods for Detection of Irradiated Food, în: A. K. Shukla (ed.) Electron Spin Resonance in Food Science, Elsevier, Academic Press (2017)  
 O.G. Dului, V. Bercu, ESR Investigation of the Free Radicals in Irradiated Foods, în: A. K. Shukla (ed.) Electron Spin Resonance in Food Science, Elsevier, Academic Press (2017)  
 O.G. Dului, V. Bercu, D. Neaguț,  $Mn^{2+}$  EPR spectroscopy for the provenance study of natural carbonates, în: A. K. Shukla (ed.) Electron Magnetic Resonance - Applications in Physical Sciences and Biology, Elsevier, Academic Press (2019)

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

Pentru identificarea conținuturilor și a alegerii metodelor de predare/învățare titularii disciplinei au consultat conținutul unor discipline similare predate la universitati din țară și străinătate precum Swiss Federal Institute of Technology din Zurich (ETH Zurich), Universita degli studi di Padova, University of Southen California. Conținutul disciplinei este conform cerințelor de angajare în institute de cercetare în fizica și în învățământ.

### **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>	- Claritatea, coerența și concizia expunerii;	Examen scris	50%

	- Utilizarea corectă a modelelor, formulelor și relațiilor de calcul; - Capacitatea de exemplificare;		
<b>10.5.1. Seminar</b>			
<b>10.5.2. Laborator</b>	- Cunoașterea și utilizarea tehnicilor experimentale; - Interpretarea rezultatelor;	Colocviu de laborator	50%
<b>10.5.3. Proiect</b> [doar pentru disciplinele la care exista proiect semestrial normat in planul de invatamant]			
<b>10.6. Standard minim de performanță</b>			
<b>Obținerea mediei 5</b> Finalizarea tuturor lucrărilor de laborator cu obținerea notei 5 la colocviu și nota 5 la examenul scris.			

Data completării  /2019	Semnătura titularului de curs	Semnătura titularilor de seminar/laborator
Data avizării în departament  /2019		Director de Departament

## FIȘA DISCIPLINEI OPȚIONALE DO.204.2 Clusteri atomici și moleculari

Denumirea disciplinei	<b>Clusteri atomici și moleculari</b>			Codul Disciplinei	<i>Op. 504_D.II.2_2</i>		
Anul de studiu	II	Semestrul*	I	Tipul de evaluare (E/V/C)			E
Categoria formativa a disciplinei							DS
DF – fundamentala, DG – generala, DS – de specialitate, DE – economica/manageriala, DU- umanista							
Regimul disciplinei {Ob – obligatorie, Op- optionala, F – facultativa}				Op	Numar de credite	5	
Total ore din planul de invatamant		56	Total ore studiu individual		69	Total ore semestru	125
Titularul disciplinei		<b>Conf.univ.dr. Vasile BERCU</b>					
Facultatea		<b>FIZICA</b>	<b>Numarul total de ore ( pe semestru) din planul de invatamant</b>  (Ex:28 la C daca disciplina are curs de 14_saptamanix2_h_curs pe saptamana)				
<i>Catedra</i>		<b>Fizica Atomica si Nucleara</b>					
<u>Domeniul fundamental de stiinta, arta, cultura</u>		<b>Științe exacte</b>					
<u>Domeniul pentru studii universitare de MASTERAT</u>		<b>Fizica</b>					
<u>Directia de specializare</u>		<b>IANPEAA</b>					
			<b>Total</b>	<b>C**</b>	<b>S</b>	<b>L</b>	<b>P</b>
			<b>56</b>	<b>28</b>		<b>28</b>	

\*\* C-curs, S-seminar, L-activitati de laborator, P-prioeect sau lucrari practice

Discipline anterioare	Obligatorii (conditionate)	Fizica Atomului si Moleculei, Optica , mecanica cuantica, corp solid Electronica
	Recomandate	Fizica Solidului, Programare, Electricitate si Magnetism, Electrodinamica, Fizica Statistica

<b>Estimati timpul total ( ore pe semestru) al activitatilor de studiu individual pretinse studentului ( completati cu zero activitatile care nu sunt cerute)</b>			
1. Descifrarea si studiul notitelor de curs	<b>6</b>	8. Pregatire prezentari orale.	<b>8</b>
2. Studiul dupa manual, suport de curs	<b>4</b>	9. Pregatire examinare finala	<b>10</b>
3. Studiul bibliografiei minimale indicate	<b>9</b>	10. Consultatii	<b>4</b>
4. Documentare suplimentara in biblioteca	<b>6</b>	11. Documentare pe teren	
5. Activitate specifica de pregatire SEMINAR si/sau LABORATOR	<b>8</b>	12. Documentare pe INTERNET	<b>5</b>
6. Relizarea teme, referate, eseuri, traduceri etc.	<b>4</b>	13. Alte activitati...	
7.Pregatire lucrari de control	<b>5</b>	14. Alte activitati....	
<b>TOTAL ore studiu individual ( pe semestru) = 69</b>			

<b>Competente generale ( competentele generale sunt mentionate in fisa specializarii)</b>	
	Cunoastere si intelegere ( cunoasterea si utilizarea adecvata a notiunilor specifice disciplinei) <b>■ cunoasterea, intelegerea si utilizarea adecvata a notiunilor specifice disciplinei</b>
	Explicare si interpretare (explicare a si interpretarea unor idei, proiecte, procese, precum si a continuturilor teoretice si practice ale disciplinei) <b>■ explicare a si interpretarea unor fenomene, procese, modelarea lor matematica, explicarea continuturilor teoretice si practice ale disciplinei</b>

Competente specifice disciplinei	Instrumental – aplicative ( proiectarea, conducerea si evaluarea activitatilor practice specifice; utilizarea unor metode, tehnici, si instrumente de investigare si de aplicare) <b>■proiectare si modelizare matematica a fenomenelor fizice specifice, utilizarea de metode, tehnici si instrumente de investigare</b>
	Atitudinale ( manifestarea unei atitudini pozitive si responsabile fata de domeniul stiintific/cultivarea unui mediu stiintificcentrat pe valori si relatii democratice/ promovarea unui sistem de valori culturale, morale si civice/ valorificarea optima si creativa a propriului potential in activitatile stiintifice/ implicarea in dezvoltarea institutionala si promovarea inovatiilor stiintifice/angajarea in relatii de parteneriat cu alte persoane- institutii cu responsabilitati similare/participarea la propria dezvoltare profesionala) <b>■ manifestarea unei atitudini pozitive si responsabile fata de domeniul stiintific</b> <b>■ valorificarea optima si creativa a propriului potential in activitatile stiintifice</b> <b>■ participarea la propria dezvoltare profesionala</b>
Continut ( tabla de materii)	Metode de obtinere a clusterilor atomici. Caracterizarea speciilor de clusteri prin spectrometrie de masa. Descrierea clusterilor atomici privind structura electronica, energia de legatura, numere magice bazate pe modele de tip “jelium”, metode semiempirice si asociate densitatii functionale de sarcina. Clustere moleculare, formare in medii gazda, tranzitii optice, asamblare si formare de nanosisteme complexe, aplicatii actuale in biofizica si conversia energiei. Excitari colective in clusteri metalici si semiconductori, plasmoni, aplicatii de spectrometrie moleculara in caracterizarea probelor biologice si agregatelor celulare. <b>Lucrari de laborator</b> <b>1.</b> Configuratii de echilibru pentru clusterii de Na, C si Si. Calculul energiei de legatura. <b>2.</b> Modele de analiza dinamica a clusterilor bazate pe potentiale semiempirice. <b>3.</b> Tranzitii optice in ansambluri mari de atomi metalici. Plasmoni in nanopulberi de Au si Ag in matrice organica. Analiza formei liniei de absorbtie - aplicatii <b>4.</b> Spectrometrie plasmoni pe probe biologice in prezenta naopulberilor, prin tehnica “on chip spectrometry” <b>5.</b> Analiza benzilor de absorptie ale agregatelor formate din molecule de apa in medii mezo-poroase si in geluri-SiOx functie de temperatura. <b>6.</b> Studiul formarii clusterelor moleculare ale surfactantilor cu ajutorul sondelor spectrofotometrice. <b>7.</b> Agregate moleculare de apa in hidrocarburi in domeniul 20-90C. <b>8.</b> Modele de tip cluster atomic in analiza vibrationala pentru sticle fososilicice biocompatibile. Determinarea populatiilor de legaturi P=O si P-O. <b>9.</b> Investigarea proceselor de clusterizare prin tehnica “on chip spectrometry” pentru surfactanti si bio-celule. <b>10.</b> Procese de imprastiere a luminii pe bio-celule – extractia de parametrii optici si geometrici
Bibliografia	1.Brandsen B., Joachain C.J. Physics of Atoms and Molecules 2.V.Greu, A.Ionescu, Fizica Moleculei, Univ.Bucuresti 3. I.G. Murgulescu, Introducere in Chimia Fizica, Ed Academiei 4. Atomic and Molecular Clusters, Ray.Johnston Tayler&Francis 2002 5. Colectivul catedrei de Fizica Atomica si Nucleara, Lucrari practice de Fizica Moleculei, 1988
Lista materialelor didactice necesare	Setup-urile necesare experimentale: s - pectrometru UV-Vis Hytachi, - REP in banda X- ADANI - spectrometru TL. - spectrometru UV-Vis-NIR Cintra 10e; - Spectrometru FTIR DigiLab; - pachete de programe didactice originale HF,MD si de simulare a spectrelor UV-Vis / IR. Retea de calculatoare cu operare pe Linux si Vista.
<i>La stabilirea notei finale se iau in considerare</i>	
<i>Ponderea in notare, exprimata in %</i> <i>{Total=100%}</i>	
- raspunsurile la examen	<b>40</b>

- raspunsurile finale la colocviile lucrarilor practice de laborator precum si la fiecare lucrare in parte prin verificarea individuala pe parcursul semestrului	<b>25</b>
- testarea continua pe parcursul semestrului	<b>10</b>
- activitatile gen teme/referate/ proiecte etc	<b>25</b>
- alte activitati ( precizati).....	
<b>Descrieti modalitatea practica de evaluare finala, E/V.</b> { de exemplu: lucrare scrisa (descriptiva si /sau test grila si /sau probleme etc.), examinare orala cu bilete, colocviu individual ori in grup, proiect etc. }	
Lucrare scrisa cu intrebari si probleme (nedescriptiva)+ examinare orala	
<u>Cerinte minime pentru nota 5</u> (sau cum se acorda nota 5)	Cerinte pentru nota 10 (sau cum se acorda nota 10)
- Prezenta la toate lucrarile de laborator Obtinerea notei 5 la verificarea individuala pe parcursul semestrului a fiecarei lucrari de laborator in parte - Obtinerea notei 5 ca medie la testarii finale si pe parcursul semestrului	Prezenta activa la toate lucrarile de laborator, prezenta peste 50% la curs si media peste 9,50 la toate lucrarile de verifica, colocvii si testare finala

**Director Departament**

Prof. univ. dr. Alexandru JIPA

**Titulari curs,**

Conf.univ.dr. Vasile BERCU

## ***DI.206.1 Metode și tehnici spectroscopice pentru investigarea sistemelor nucleare și subnucleare***

### **1. Date despre program**

1.1. Instituția de învățământ superior	Universitatea din București
1.2. Facultatea	Facultatea de Fizică
1.3. Departamentul	Structura materiei, fizica atmosferei și a pământului, astrofizica
1.4. Domeniul de studii	Fizică
1.5. Ciclul de studii	Master
1.6. Programul de studii / Calificarea	Fizica atomului, nucleului, particulelor elementare, Astrofizică și aplicații (FANPEAA)
1.7. Forma de învățământ	Învățământ cu frecvență

### **2. Date despre disciplină**

2.1. Denumirea disciplinei		Metode și tehnici spectroscopice pentru investigarea sistemelor nucleare și subnucleare						
2.2. Titularul activităților de curs		Prof. Octavian Sima, Prof. Mihaela Sin, Dr. Dan Filipescu						
2.3. Titularul activităților de seminar		Prof. Octavian Sima, Prof. Mihaela Sin, Dr. Dan Filipescu						
2.4. Titularul activităților de laborator								
2.5. Anul de studiu	2	2.6. Semestrul	2	2.7. Tipul de evaluare	E	2.8. Regimul disciplinei	Conținut <sup>1)</sup>	<b>DS</b>
							Obligativitate <sup>2)</sup>	<b>DO</b>

<sup>1)</sup> disciplină de aprofundare (DA), disciplină de sinteză (DS);

<sup>2)</sup> disciplină obligatorie (DI), disciplină opțională (DO), disciplină facultativă (DFac)

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

3.1. Număr de ore pe săptămână	<b>4</b>	din care: curs	<b>2</b>	Seminar/laborator	<b>0/2</b>
3.2. Total ore pe semestru	<b>56</b>	din care: curs	<b>28</b>	seminar/laborator	<b>0/28</b>
Distribuția fondului de timp					<b>ore</b>
3.2.1. Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe					<b>20</b>
3.2.2. Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate și pe teren					<b>20</b>
3.2.3. Pregătire seminare/ laboratoare/ proiecte, teme, referate, portofolii și eseuri					<b>25</b>
3.2.4. Examinări					<b>4</b>
3.2.5. Alte activități					
3.3. Total ore studiu individual	<b>65</b>				
3.4. Total ore pe semestru	<b>125</b>				
3.5. Numărul de credite	<b>5</b>				

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

4.1. de curriculum	Fizică nucleară, Interacțiunile radiațiilor ionizante cu materia, Metode de detecție în Fizica Atomică și Nucleară, Modele nucleare de structură și reacție, Fizică cuantică
4.2. de competențe	Cunoștințe despre modele nucleare, utilizarea aparaturii nucleare, analiza și procesarea datelor, identificarea surselor de informare.

### **5. Condiții (acolo unde este cazul)**

5.1. de desfășurare a cursului	Sală cu dotări multimedia (videoprojector, acces la internet)
5.2. de desfășurare a seminarului/ laboratorului/ proiectului	Laborator cu aparatură nucleară specifică

## 6. Competențe specifice acumulate

Competențe profesionale	<ul style="list-style-type: none"> <li>- înțelegerea proprietăților sistemelor nucleare;</li> <li>- familiarizarea cu metodele experimentale folosite în spectrometrie;</li> <li>- interpretarea și corelarea predicțiilor teoretice a marimilor de interes pentru proiectarea adecvată a experimentelor de măsurare a acestora;</li> <li>- identificarea adecvată a performanțelor și limitărilor diferitelor metode și aranjamente experimentale;</li> <li>- abilitate în achiziția, procesarea și analiza datelor experimentale;</li> <li>- priceperea de a aplica metode spectrometrice în diferite domenii care pot beneficia de performanțele acestora.</li> </ul>
Competențe transversale	<ul style="list-style-type: none"> <li>- capacitatea de a aborda subiecte complexe</li> <li>- stabilirea legăturii dintre fizica fundamentală și cea aplicată</li> <li>- abilitatea de a identifica și utiliza resursele informaționale adecvate</li> <li>- adoptarea și diseminarea unei imagini realiste a lumii inconjurătoare</li> <li>- tratarea cu responsabilitate a unor subiecte cu impact major asupra planetei și societății</li> <li>- capacitatea de a gândi independent, logic și rațional</li> <li>- capacitatea de a comunica sintetic, clar și riguros</li> <li>- atitudine profesionistă, ce respecta normele deontologice.</li> </ul>

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

7.1. Obiectivul general al disciplinei	Prezentarea metodelor și tehnicilor folosite în spectrometria nucleară
7.2. Obiectivele specifice	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Descrierea principiilor care stau la baza diferitelor metode spectrometrice.</li> <li>- Cunoașterea aspectelor specifice ale metodelor utilizate pentru măsurarea deriților parametri nucleari.</li> <li>- Cunoașterea lanțurilor spectrometrice, a metodelor de calibrare și a modurilor de achiziție a datelor.</li> <li>- Dezvoltarea capacității de a realiza/priecta experimente.</li> <li>- Capacitatea de a realiza analiza de spectre și de a extrage informații despre mărimile de interes.</li> <li>- Evidențierea rolului datelor experimentale în formularea și validarea modelelor.</li> <li>- Evidențierea rolului spectrometriei nucleare în diferite domenii.</li> <li>- Prezentarea și utilizarea surselor de informație și instrumentelor de lucru specifice, inclusiv baze de date și coduri de calcul.</li> </ul>

## 8. Conținuturi

8.1. Curs [capitolele de curs]	Metode de predare	Observații
<b>Introducere</b> – mărimi care caracterizează stările nucleare.	Expunere sistematică - prelegere. Conversație euristică. Exemple.	2 ore
<b>Tipuri de metode și tehnici spectroscopice.</b> Principii de bază	Expunere sistematică - prelegere. Conversație euristică. Exemple.	2 ore
<b>Mase nucleare.</b> Măsurarea cu ajutorul spectrometrului magnetic. Evaluare indirectă (dezintegrări radioactive, reacții nucleare).	Expunere sistematică - prelegere. Conversație euristică. Exemple.	4 ore
<b>Spinul nuclear și paritatea.</b> Proprietăți generale, legi de conservare, reguli de selecție. Măsurători de spin prin metoda corelațiilor unghiulare $\gamma$ - $\gamma$ și a distribuțiilor unghiulare $\gamma$ . Informații despre spin din analiza dezintegrărilor radioactive și a reacțiilor nucleare. Măsurarea spinului din numărarea despicărilor nivelelor nucleare în câmp magnetic. Asignarea parității.	Expunere sistematică – prelegere. Conversație euristică. Exemple.	4 ore

<b>Momentul magnetic dipolar.</b> Proprietăți generale. Evaluări bazate pe analiza spectrelor de structură hiperfină, efectul Mössbauer effect, devierea fasciculelor în câmpuri magnetice neomogene. Evaluări bazate pe efecte de rezonanță (Rabi, Rezonanță magnetică nucleară). Corelații unghiulare perturbate.	Expunere sistematică – prelegere. Conversație euristică. Exemple.	4 ore
<b>Momentul electric quadrupolar.</b> Proprietăți generale. Evaluări bazate pe efecte de rezonanță.	Expunere sistematică – prelegere. Exemple.	4 ore
<b>Timpul de înjumătățire al nivelelor nucleare.</b> Metoda curbei de dezintegrare. Metoda coincidențelor întârziate. Metoda deplasării Doppler. Alte metode.	Expunere sistematică – prelegere. .	4 ore
Aplicații ale spectroscopiei nucleare: de la radioactivitatea naturală și studiul izotopilor exotici la medicină, geologie, știința materialelor și criminalistică.	Expunere sistematică – prelegere. Exemple	4 ore
Bibliografie: 1. G.Vlăducă, Elemente de fizică nucleară I, II , Ed.Univ.Buc., 1989, 1990 2. G. Vlăducă, R. Ion-Mihai, Spectroscopie nucleara, Ed. Universitatii din Bucuresti 3. G.F. Knoll, Radiation Detection and Measurement, John Wiley&Sons Inc., New York, 1989 4. W.R. Leo, Techniques for Nuclear and Particle Physics Experiments, Springer, Berlin-Heidelberg, 1994 5. J. Kantele, Handbook of Nuclear Spectrometry, Academic Press, 1995 6. Note de curs 7. capitole recomandate din cursuri și cărți accesibile on-line		
<b>8.2. Seminar</b> [temele dezbătute în cadrul seminariilor]	Metode de predare-învățare	Observații
<b>8.3. Laborator</b> [temele de laborator, proiecte etc, conform calendarului disciplinei]	Metode de transmitere a informației	Observații
Spectrometrie nucleară. Metode experimentale.	Prelegere. Exemple	2
Detectori NaI(Tl), HPGe – proprietăți, parametri.	Activitate practică	2
Electronică nucleară utilizată în spectrometrie.	Activitate practică	2
Calibrări în energie și eficacitate.	Activitate practică	4
Evaluarea schemei de nivele a $^{133}\text{Ba}$ – măsurări ale unei surse punctuale cu detector HPGe: evaluarea probabilităților de emisie, construirea schemei de nivele (coeficienți de conversie evaluați sau preluați din baze de date).	Activitate practică	4
Spectrometrie alfa cu detectori cu semiconductor – proprietăți, parametri, calibrare.	Activitate practică	2
Evaluarea spectrelor alfa – surse de calibrare, produși ai dezintegrării radonului.	Activitate practică	2
Analiza spectrelor obținute din reacții nucleare.	Activitate practică	2
Experimente nucleare și sisteme de detecție complexe (fascicul gamma de la ELI-NP, sistem de detecție ROSPHERE-IFIN).	Activitate practică	8
Bibliografie: 1. G.F. Knoll, Radiation Detection and Measurement, John Wiley&Sons Inc., New York, 1989 2. W.R. Leo, Techniques for Nuclear and Particle Physics Experiments, Springer, Berlin-Heidelberg, 1994 3. J.W. D. Hamilton, ed., The electromagnetic interaction in nuclear spectroscopy 4. Romanian Reports in Physics 68 (2016) Supplement – ELI-NP Technical Design Reports		

www-nds.iaea.org: ENSDF, Live Chart of Nuclides

**8.4. Proiect** [doar pentru disciplinele la care exista proiect semestrial normat în planul de învățământ]

Metode de predare-învățare

Observații

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

Metodele spectrometrice, în general, și spectroscopia gama, în particular, au un rol determinant în fizica nucleară experimentală, precum și pentru toate domeniile care beneficiază de tehnici și metode nucleare. Conținutul cursului este rezultatul experienței didactice și de cercetare, al studiului cursurilor similare și al interacției cu institute de cercetare și organizații profesionale internaționale, fiind de asemenea în acord cu cerințele/așteptările potențialilor angajatori.

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>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Abordarea corectă a subiectului;</li><li>- Claritatea, coerența și concizia expunerii;</li><li>- Utilizarea corectă a modelelor, formulelor și relațiilor de calcul;</li><li>- Capacitatea de exemplificare.</li></ul>	Examen oral	50%
<b>10.5.1. Seminar</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Aplicarea metodelor specifice de rezolvare pentru problema dată;</li><li>- Abilitatea de a utiliza aparatură și metode experimentale specifice, de a realiza/proiecta experimente de a analiza, prezenta și interpreta rezultatele.</li></ul>	Colocviu de laborator	50%
<b>10.5.2. Laborator</b>			
<b>10.5.3. Proiect</b> [			
<b>10.6. Standard minim de performanță</b>			
<b>Obținerea mediei 5</b> Expunerea corectă a subiectelor indicate pentru obținerea punctajului 5 la examenul final.			

Data completării  
24.08.2019

Semnătura titularului de curs,  
Prof. dr. Mihaela Sin

Semnătura de seminar/laborator,  
Prof.dr.Octavian Sima  
Prof. dr. Mihaela Sin  
Dr. Dan Filipescu

Data avizării în  
departament

Director de departament  
Prof. dr. Alexandru Jipa

## FISA DISCIPLINEI OPȚIONALE DO 206.2. Proprietăți ale sistemelor atomice și moleculare. Modele și tehnici experimentale

Denumirea disciplinei	<b>Proprietati ale sistemelor atomice si moleculare. Modele si tehnici experimentale.</b>			Codul Disciplinei	Op. 504_D.II.2_1											
Anul de studiu	II	Semestrul*	I	Tipul de evaluare (E/V/C)		E										
Categoria formativa a disciplinei						DS										
DF – fundamentala, DG – generala, DS – de specialitate, DE – economica/manageriala, DU- umanista																
Regimul disciplinei { Ob – obligatorie, Op- optionala, F – facultativa }				Op	Numar de credite	5										
Total ore din planul de invatamant		56	Total ore studiu individual		69	Total ore semestru 125										
Titularul disciplinei		<b>Conf. univ. dr. Vasile BERCU</b>														
Facultatea		<b>FIZICA</b>	<b>Numarul total de ore ( pe semestru) din planul de invatamant</b>  (Ex:28 la C daca disciplina are curs de 14_saptamanix2_h_curs pe saptamana)  <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;"><i>Total</i></td> <td style="text-align: center;"><i>C**</i></td> <td style="text-align: center;"><i>S</i></td> <td style="text-align: center;"><i>L</i></td> <td style="text-align: center;"><i>P</i></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><b>56</b></td> <td style="text-align: center;"><b>28</b></td> <td></td> <td style="text-align: center;"><b>28</b></td> <td></td> </tr> </table>				<i>Total</i>	<i>C**</i>	<i>S</i>	<i>L</i>	<i>P</i>	<b>56</b>	<b>28</b>		<b>28</b>	
<i>Total</i>	<i>C**</i>	<i>S</i>					<i>L</i>	<i>P</i>								
<b>56</b>	<b>28</b>						<b>28</b>									
Catedra		<b>Fizica Atomica si Nucleara</b>														
<u>Domeniul fundamental</u> de stiinta, arta, cultura		<b>Stiinte exacte</b>														
<u>Domeniul pentru studii universitare de MASTERAT</u>		<b>Fizica</b>														
<u>Directia de specializare</u>		<b>IANPEAA</b>														

\*\* C-curs, S-seminar, L-activitati de laborator, P-prioect sau lucrari practice

Discipline anterioare	Obligatorii (conditionate)	Fizica Atomului si Moleculei, Fizica cuantica, Electronica
	Recomandate	Fizica Solidului, Programare, Electricitate si Magnetism, Electrodimamica, Fizica Statistica

<b>Estimati timpul total ( ore pe semestru) al activitatilor de studiu individual pretinse studentului ( completati cu zero activitatile care nu sunt cerute)</b>				
1. Descifrarea si studiul notitelor de curs	<b>6</b>		8. Pregatire prezentari orale.	<b>8</b>
2. Studiul dupa manual, suport de curs	<b>4</b>		9. Pregatire examinare finala	<b>10</b>
3. Studiul bibliografiei minimale indicate	<b>9</b>		10. Consultatii	<b>4</b>
4. Documentare suplimentara in biblioteca	<b>6</b>		11. Documentare pe teren	
5. Activitate specifica de pregatire SEMINAR si/sau LABORATOR	<b>8</b>		12. Documentare pe INTERNET	<b>5</b>
6. Relizarea teme, referate, eseuri, traduceri etc.	<b>4</b>		13. Alte activitati...	
7. Pregatire lucrari de control	<b>5</b>		14. Alte activitati....	
			TOTAL ore studiu individual ( pe semestru) = 69	

<b>Competente generale ( competentele generale sunt mentionate in fisa specializarii)</b>	
Competent	Cunoastere si intelegere ( cunoasterea si utilizarea adecvata a notiunilor specifice disciplinei) <b>■ cunoasterea, intelegerea si utilizarea adecvata a notiunilor specifice disciplinei</b>
	Explicare si interpretare (explicare a si interpretarea unor idei, proiecte, procese, precum si a continuturilor teoretice si practice ale disciplinei) <b>■ explicare a si interpretarea unor fenomene, procese, modelarea lor matematica, explicarea continuturilor teoretice si practice ale disciplinei</b>
	Instrumental – aplicative ( proiectarea, conducerea si evaluarea activitatilor practice specifice; utilizarea unor metode, tehnici, si instrumente de investigare si de aplicare) <b>■ proiectare si modelizare matematica a fenomenelor fizice specifice, utilizarea de metode, tehnici si instrumente de investigare</b>

e specifice disciplinei	<p>Atitudinale ( manifestarea unei atitudini pozitive si responsabile fata de domeniul stiintific/cultivarea unui mediu stiintificcentrat pe valori si relatii democratice/ promovarea unui sistem de valori culturale, morale si civice/ valorificarea optima si creativa a propriului potential in activitatile stiintifice/ implicarea in dezvoltarea institutionala si promovarea inovatiilor stiintifice/angajarea in relatii de parteneriat cu alte persoane- institutii cu responsabilitati similare/participarea la propria dezvoltare profesionala)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ manifestarea unei atitudini pozitive si responsabile fata de domeniul stiintific</li> <li>■ valorificarea optima si creativa a propriului potential in activitatile stiintifice</li> <li>■ participarea la propria dezvoltare profesionala</li> </ul>
-------------------------	---

Continut ( tabla de materii)	<p>Modelarea sistemelor atomice si moleculare: Dinamica moleculara, metoda Hartree Fock si DFT. Interactiunea foton-molecula si analiza spectrelor moleculare in domeniul UV-Vis , IR si microunde. Aplicatii actuale privind modelarea sistemelor atomice ce configureaza structuri nanometrice, si metode de analiza.</p> <p>Procese de termoluminescenta , dozimetria retrospectiva si geocronologie. Interactiunea ionilor cu solidul – retroimprastierea Rutherford</p> <p><b>Lucrari de laborator</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Metoda Hartree Fock: Calculul integralelor multi-electronice, criteriile de convergenta, analiza functiilor de unda, calculul distributiei densitatii totale de sarcina in sisteme cu strat inchis.</li> <li>2. Calculul potentialului de interactiune intre doi atomi in aproximatia Oppenheimer si frecventa fundamentala de vibratie in cazul starilor legate.</li> <li>3. Tranzitii optice in molecula de benzen; calculele HF si spectrele moleculare.</li> <li>4. Analiza vibrationala a ansamblurilor atomice ce formeaza nanosisteme prin dinamica moleculara. Vibratii ale nanotuburilor de carbon evidentiata prin dinamica moleculara si spectrometria Raman.</li> <li>5. Modele de tip cluster atomic pentru analiza spectrelor FTIR asociate vibratiilor locale ale C in Si. Corelare cu masuratori directe.</li> <li>6. Modele de tip cluster atomic pentru simularea interactiei atomilor si moleculelor de hidrogen cu suprafata grafitului.</li> <li>7. Emisia de termoluminescenta a defectelor induse de radiatia ionizanta in TiO<sub>2</sub>.</li> <li>8. Emisia de termoluminescenta a defectelor induse in probe geologice si metode de datare.</li> <li>9. Caracterizarea ionilor implantati in Si prin tehnici complementare: spectrometria UV-Vis si retroimprastierea Rutherford.</li> </ol>
Bibliografia	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Bransden B., Joachain C.J. Physics of atoms and molecules</li> <li>2. Erza G.S., Symmetry principles of molecules, Springer</li> <li>3. Cowen R.D. The theory of the atomic structure and spectra, Berkeley</li> <li>4. Colectivul catedrei de Fizica Atomica si Nucleara, Lucrari practice de Fizica Moleculi, 1988</li> </ol>
Lista materialele or didactice necesare	<p>Setup-urile necesare experimentale: spectrometru UV-Vis Hytachi, REP in banda X- ADANI, spectrometru TL. spectrometru UV-Vis-NIR ; Spectrometru FTIR DigiLab; pachete de programe didactice originale HF,MD si de simulare a spectrelor UV-Vis / IR.</p> <p>Retea de calculatoare cu operare pe Linux si Vista.</p>

<u>La stabilirea notei finale se iau in considerare</u>	<u>Ponderea in notare, exprimata in %</u> <u>{Total=100%}</u>
- raspunsurile la examen	<b>40</b>
- raspunsurile finale la colocviile lucrarilor practice de laborator precum si la fiecare lucrare in parte prin verificarea individuala pe parcursul semestrului	<b>25</b>
- testarea continua pe parcursul semestrului	<b>10</b>
- activitatile gen teme/referate/ proiecte etc	<b>25</b>
- alte activitati ( precizati).....	
<b>Descrieti modalitatea practica de evaluare finala, E/V.</b> { de exemplu: lucrare scrisa (descriptiva si /sau test grila si /sau probleme etc.), examinare orala cu bilete, colocviu individual ori in grup, proiect etc. }	
Lucrare scrisa cu intrebari si probleme (nedescriptiva)+ examinare orala	

<u>Cerinte minime pentru nota 5</u> (sau cum se acorda nota 5)	Cerinte pentru nota 10 (sau cum se acorda nota 10)
<p>- Prezenta la toate lucrarile de laborator</p> <p>Obtinerea notei 5 la verificarea individuala pe parcursul semestrului a fiecarei lucrari de laborator in parte</p> <p>- Obtinerea notei 5 ca medie la testarii finale si pe parcursul semestrului</p>	<p>Prezenta activa la toate lucrarile de laborator, prezenta peste 50% la curs si media peste 9,50 la toate lucrarile de verifica, colocvii si testare finala</p>

**Director Departament**  
Prof. univ. dr. Alexandru JIPA

**Titulari curs,**  
Conf.univ.dr. Vasile BERCU

## ***DO.207.1 Lasere, plasmă și metode de accelerare. Aplicații experimentale la ELI-NP***

### **1. Date despre program**

1.1. INSTITUȚIA DE ÎNVĂȚĂMÂNT SUPERIOR	UNIVERSITATEA DIN BUCUREȘTI
1.2. Facultatea	FACULTATEA DE FIZICĂ
1.3. DEPARTAMENTUL	STRUCURA MATERIEI, FIZICA ATMOSFEREI SI PAMANTULUI, ASTROFIZICA
1.4. Domeniul de studii	FIZICĂ
1.5. Ciclul de studii	MASTER
1.6. Programul de studii / Calificarea	FIZICA ATOMULUI, NUCLEULUI, PARTICULELOR ELEMENTARE, ASTROFIZICA SI APLICATII
1.7. Forma de învățământ	ÎNVĂȚĂMÂNT CU FRECVENȚĂ

### **2. Date despre disciplină**

2.1. Denumirea disciplinei	<b><i>Lasere, plasmă și metode de accelerare. Aplicații experimentale la ELI-NP</i></b>							
2.2. Titularul activităților de curs	CS3 dr. Mihai STRATICIUC CS2 dr. Ovidiu TESILEANU							
2.3. Titularul activităților de seminar								
2.4. Titularul activităților de laborator	CS3 dr. Mihai STRATICIUC CS2 dr. Ovidiu TESILEANU							
2.5. Anul de studiu	2	2.6. Semestrul	2	2.7. Tipul de evaluare	E	2.8. Regimul disciplinei	Conținut <sup>1)</sup>	<b>DS</b>
							Obligativitate <sup>2)</sup>	<b>DO</b>

<sup>1)</sup> disciplină de aprofundare (DA), disciplină de sinteză (DS);

<sup>2)</sup> disciplină obligatorie (DI), disciplină opțională (DO), disciplină facultativă (DFac)

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

3.1. Număr de ore pe săptămână	<b>4</b>	din care: curs	<b>2</b>	Seminar/laborator	<b>1/1</b>
3.2. Total ore pe semestru	<b>56</b>	din care: curs	<b>20</b>	seminar/laborator	<b>20</b>
<i>Distribuția fondului de timp</i>					<b>Ore</b>
3.2.1. Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe					<b>44</b>
3.2.2. Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate și pe teren					<b>25</b>
3.2.3. Pregătire seminare/ laboratoare/ proiecte, teme, referate, portofolii și eseuri					<b>12</b>
3.2.4. Examinări					<b>4</b>
3.2.5. Alte activități					
3.3. Total ore studiu individual	<b>81</b>				
3.4. Total ore pe semestru	<b>125</b>				
3.5. Numărul de credite	<b>5</b>				

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

4.1. de curriculum	
4.2. de competențe	

### **5. Condiții (acolo unde este cazul)**

5.1. de desfășurare a cursului	Sală de curs cu dotări multimedia
5.2. de desfășurare a seminarului/ laboratorului/ proiectului	

## 6. Competențe specifice acumulate

Competențe profesionale	<ul style="list-style-type: none"> <li>Identificarea și utilizarea adecvată a principalelor legi și principiilor fizicii într-un context dat; identificarea și utilizarea noțiunilor</li> <li>Rezolvarea problemelor de fizică în condiții impuse</li> <li>Aplicarea în mod creativ a cunoștințelor dobândite în vederea înțelegerii și modelării proceselor și proprietăților fizice</li> <li>Comunicarea și analiza informațiilor cu caracter didactic, științific și de popularizare din domeniul fizicii</li> <li>Utilizarea/dezvoltarea unor instrumente software specifice</li> </ul>
Competențe transversale	<ul style="list-style-type: none"> <li>Utilizarea eficientă a surselor informaționale și a resurselor de comunicare și formare profesională, inclusiv într-o limbă de circulație internațională</li> <li>Realizarea sarcinilor profesionale în mod eficient și responsabil cu respectarea legislației, eticii și deontologiei specifice domeniului.</li> </ul>

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

7.1. Obiectivul general al disciplinei	Familiarizarea cu domeniul acceleratoarelor de particule și cu noile dezvoltări legate de utilizarea pulsurilor laser pentru accelerare
7.2. Obiectivele specifice	<p>Înțelegerea fundamentelor teoretice ale accelerării de ioni și electroni, precum și a unor experimente în care acestea sunt utilizate.</p> <p>Dobândirea unor competențe pentru:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- calculul unor parametri de fascicul</li> <li>- utilizarea unor coduri de simulare numerică</li> <li>- determinări experimentale utilizând fascicule accelerate</li> </ul>

## 8. Conținuturi

8.1. Curs [capitolele de curs] 20 ore	Metode de predare	Observații
Scurt istoric și stadiul actual al dezvoltării acceleratoarelor de particule: clasificări, aplicații: industrie, medicină	Expunere sistematică – prelegere. Exemple	4 ore
Surse de particule (electroni, ioni)	Expunere sistematică – prelegere. Exemple	2 ore
Dinamică transversală de fascicul (emitanța)	Expunere sistematică – prelegere. Exemple	2 ore
Dinamică longitudinală de fascicul	Expunere sistematică – prelegere. Exemple	2 ore
Prezentarea proiectului ELI-NP. Descrierea fasciculelor generate și a echipamentelor mari	Expunere sistematică – prelegere. Exemple	2 ore
Pulsurile laser ca acceleratoare de particule	Expunere sistematică – prelegere. Exemple	2 ore
Experimente de fizică și astrofizică cu particule accelerate cu ajutorul pulsurilor laser. Aplicații.	Expunere sistematică – prelegere. Exemple	2 ore
Experimente cu fotoni gama generați prin Laser Compton Scattering (LCS). Aplicații.	Expunere sistematică – prelegere. Exemple	2 ore
Detectori dezvoltați la ELI-NP. Obținerea unor niveluri de vid extrem de înalte	Expunere sistematică – prelegere. Exemple	2 ore

### Bibliografie:

E. Wilson, *An Introduction to Particle Accelerators*, Oxford University Press, 2001  
H. Wiedemann, *Particle Accelerator Physics, 3rd Edition*, Springer Berlin Heidelberg New York, 2007  
S. Baird, *Accelerators for Pedestrians*, AB-Note-2007-014 OP, 2007  
CERN Accelerator School Proceedings [http://cas.web.cern.ch/cas/CAS\\_Proceedings.html](http://cas.web.cern.ch/cas/CAS_Proceedings.html)  
B. Wolf, *Handbook of Ion Sources 1st Edition*, CRC Press, 1995  
Dabu, Razvan, *Lumina extrema. Lasere de mare putere*, Ed. Academiei Romane, 2015  
McMahon, *Quantum Field Theory Demystified* McGraw-Hill Companies 2008  
Vacuum Technology - <http://www-eng.lbl.gov/~shuman/NEXT/REFs/Vacuum-Technology.pdf>

<b>8.2. Seminar</b> [temele dezbătute în cadrul seminariilor] <b>10 ore</b>	Metode de predare-învățare	Observații
Utilizarea fasciculelor de ioni la analize elementale și simularea unui experiment de radiobiologie cu ajutorul codului de calcul Fluka	Rezolvare de probleme	4 ore
Generarea de pulsuri laser ultra-scurte – sistemul HPLS de la ELI-NP	Rezolvare de probleme	2 ore
Teorii fizice pentru câmpuri ultra-intense de radiație	Rezolvare de probleme	4 ore
<b>8.3. Laborator</b> [temele de laborator, proiecte etc, conform calendarului disciplinei] <b>10 ore</b>	Metode de transmitere a informației	Observații
Determinarea compoziției elementale a unui obiect de artă utilizând metoda PIXE (Emisia de raze X caracteristice indusă de particule încărcate)	Activitate practică dirijată	3 ore
Măsurarea grosimii filmelor subțiri cu ajutorul metodei spectrometrice de retroîmprăștiere Rutherford (RBS)	Activitate practică dirijată	3 ore
Tehnici de simulare numerică pentru accelerarea de electroni cu pulsuri laser	Activitate practică dirijată	4 ore
<b>Bibliografie:</b> <i>M. Nastasi, J. Mayer, Y. Wang, Ion Beam Analysis, Fundamentals and Applications, 2015</i> <i>J. R. Bird, J. S. Williams, Ion Beams for Materials Analysis, 1989</i> <i>S. Johansson, J. Campbell, K. Malmqvist, Particle-Induced X-ray Emission Spectrometry (PIXE), 1995</i> <i>Dabu, Razvan, Lumina extrema. Lasere de mare putere, Ed. Academiei Romane, 2015</i> <i>Greiner, Reinhardt, Quantum Electrodynamics, Springer 2009</i> <i>Peskin, Schroder, An introduction to QFT, Perseus Books 1995</i> <i>Schwartz, Quantum Field Theory and the Standard Model, Cambridge University Press, 2014</i> <i>Lahiri, Pal, A First Book of QFT, Narosa, 2004</i> <i>McMahon, Quantum Field Theory Demystified McGraw-Hill Companies 2008</i>		

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

În vederea schțării conținuturilor, alegerii metodelor de predare/învățare, dată fiind importanța deosebită a disciplinei pentru aplicații în fizica și tehnologia modernă, titularii disciplinei au consultat conținutul unor discipline similare predate la universități din țară și străinătate (Heidelberg, University of Cambridge, University of Gent, Laussane). Conținutul disciplinei este conform cerințelor de angajare în institute de cercetare în fizica și inginerie nucleară, laboratoare medicale care utilizează în investigație și tratament metode nucleare (în condițiile legii).

#### 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>	- Claritatea, coerența și concizia expunerii; - Utilizarea corectă a modelelor, formulelor și relațiilor de calcul; - Capacitatea de exemplificare; - Aplicare aprofundată a cunoștințelor	Examen oral	70%
<b>10.5.1. Seminar</b>	- Aplicarea metodelor specifice de rezolvare pentru problema dată;	Teme pe parcurs	10%
<b>10.5.2. Laborator</b>	- Cunoașterea și utilizarea tehnicilor experimentale; - Interpretarea rezultatelor;	Referate de laborator	20%
<b>10.5.3. Proiect</b> [doar pentru disciplinele la care există proiect semestrial normat în planul de învățământ]			
<b>10.6. Standard minim de performanță</b>			

**Obținerea mediei 5**

- Efectuarea tuturor activitatilor pe parcursul semestrului
- Obținerea notei 5 prin insumarea punctelor obținute la activitățile de pe parcurs și examen, în acord cu ponderile specificate

Data completării  
24.06.2019

Semnătura titularului de curs

CS3 dr. Mihai STRATICIUC  
CS2 dr. Ovidiu TESILEANU

Semnătura de seminar/laborator

CS3 dr. Mihai STRATICIUC  
CS2 dr. Ovidiu TESILEANU

Data avizării în  
departament

Director de departament  
Prof. Dr. Alexandru JIPA