

## FIȘA DISCIPLINEI

### 1. Date despre program

<b>1.1 Instituția de învățământ superior</b>	Universitatea Babeș-Bolyai, Cluj-Napoca
<b>1.2 Facultatea</b>	Facultatea de Fizică
<b>1.3 Departamentul</b>	Școala Doctorală de Fizică
<b>1.4 Domeniul de studii</b>	Fizică
<b>1.5 Ciclul de studii</b>	Doctorat
<b>1.6 Programul de studiu</b>	Fizică

### 2. Date despre disciplină

<b>2.1 Denumirea disciplinei</b>	<b>Metode avansate în studiul stării condensate</b>						
<b>2.2 Titularul activităților de curs</b>	Prof.dr. Romulus Tetean, Prof.dr. Aurel Pop, Prof.dr. Iosif Deac, Prof.dr. Simion Simon, Prof.dr. Ioan Grosu						
<b>2.3 Titularul activităților de seminar</b>	Prof.dr. Romulus Tetean, Prof.dr. Aurel Pop, Prof.dr. Iosif Deac, Prof.dr. Simion Simon, Prof.dr. Ioan Grosu						
<b>2.4 Titularul activităților de laborator</b>							
<b>2.5 Anul de studiu</b>	I	<b>2.6 Semestrul</b>	I	<b>2.7 Tipul de evaluare</b>	Ex	<b>2.8 Regimul disciplinei</b>	DS

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

<b>3.1 Număr de ore pe săptămână</b>	3	<b>Din care:</b>					
<b>3.2 curs</b>	2	<b>3.3 seminar</b>	1	<b>3.4 laborator</b>	0		
<b>3.5 Total ore din planul de învățământ</b>	42	<b>Din care:</b>					
<b>3.6 curs</b>	28	<b>3.7 seminar</b>	14	<b>3.8 laborator</b>	0		
<b>Distribuția fondului de timp:</b>							<b>ore</b>
<b>Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe</b>							28
<b>Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate și pe teren</b>							14
<b>Pregătire seminarii/laboratoare, teme, referate, portofolii și eseuri</b>							28
<b>Tutoriat</b>							14
<b>Examinări</b>							4
<b>Alte activități:</b>							-
<b>3.9 Total ore studiu individual</b>	72						
<b>3.10 Total ore pe semestru</b>	132						
<b>3.11 Numărul de credite</b>	10						

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

<b>4.1 de curriculum</b>	
<b>4.2 de competențe</b>	

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

<b>5.1 de desfășurare a cursului</b>	Sală adecvată, tablă, videoproiector, computer, soft dedicat
<b>5.2 de desfășurare a seminarului</b>	Sală adecvată, tablă, videoproiector, acces internet, soft dedicat
<b>5.3 de desfășurare a laboratorului</b>	

## 6. Competențele specifice acumulate

<b>Competențe profesionale</b>	<p>C1. Utilizarea de cunoștințe avansate de fizică, matematică și chimie a solidelor pentru studii în fizica stării condensate și știința materialelor. Capacitatea de analiză și sinteză a datelor fizice, abilitatea de a modela fenomene complexe.</p> <p>C2. Capitalizarea fundamentelor fizice, a metodelor și instrumentelor fizicii stării solide și a științei materialelor pentru activități specifice de producție, expertiză și monitorizare. Dobândirea unui mod de gândire multi- și interdisciplinar.</p> <p>C3. Planificarea și efectuarea de experimente pentru a evalua incertitudinea și interpretarea rezultatelor. Utilizarea echipamentelor de laborator pentru cercetare fundamentală, echipamente și laboratoare industriale pentru efectuarea de experimente de cercetare. Planificarea și implementarea experimentelor independente sau investigațiilor experimentale și evaluarea rezultatelor</p> <p>C4. Comunicarea ideilor științifice complexe, a concluziilor sau a rezultatelor unui experiment științific. Abilitatea de a obține și argumenta rezultatele științifice, capacitatea de a produce lucrări științifice și de a face legătura cu colegiul de redacție al revistelor științifice din domeniu. Identificarea și utilizarea adecvată a principalelor legi și principii fizice într-un context dat.</p>
<b>Competențe transversale</b>	<p>CT1. Realizarea sarcinilor profesionale în mod eficient și responsabil cu respectarea legislației și a deontologiei specifice domeniului sub asistență calificată. Execuția responsabilă a îndatoririlor profesionale în ceea ce privește luarea deciziilor pe baza autoevaluării.</p> <p>CT2. Muncă eficientă în echipe multidisciplinare pe diverse paliere ierarhice. Identificarea rolurilor și responsabilităților într-o echipă și aplicarea de tehnici de relaționare și muncă eficientă în cadrul echipei, pe bază de dialog, atitudine pozitivă, respect reciproc, diversitate și multiculturalism precum și o îndunătățire continuă a activității.</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. Identificarea oportunităților de formare continuă și valorificarea eficientă a resurselor și tehnicilor de învățare pentru propria dezvoltare și adaptare la cerințele pieței muncii.</p>

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

<b>7.1 Obiectivul general al disciplinei</b>	Înșușirea noțiunilor teoretice și experimentale privind folosirea metodelor avansate în studiul stării condensate
<b>7.2 Obiectivele specifice</b>	<p>Înșușirea noțiunilor legate de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Determinarea structurii cristaline a diferitelor clase de materiale, atât masive cât și nanostructurate.</li> <li>- Determinarea proprietăților termice ale materialelor.</li> <li>- Determinarea structurilor magnetice, a momentelor magnetice respective determinarea proprietăților magnetice locale inclusive în probe cu amestec de faze.</li> <li>- Analiza defectelor de la suprafața</li> <li>- Cunoașterea proprietăților specifice ale suprafețelor și rolul acestora în aplicații practice</li> <li>- Studiarea efectului câmpurilor magnetice intense asupra conductivității electrice; măsurarea magnetorezistenței</li> <li>- Determinarea suprafeței Fermi (prin efect de Haas van Alphen,) și a structurii electronice (XPS și ARPES),</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Măsurarea susceptibilității magnetice în curent alternativ pentru determinarea proprietăților magnetice dinamice, a transformărilor de fază, utilizând componentele nelineare ale susceptibilității complexe.</li> <li>- Inregistrarea și interpretarea spectrelor RPE,</li> <li>- Introducerea centrilor paramagnetici în matrici solide ca senzori structurali,</li> <li>- Alegerea metodelor de analiza structurală funcție de caracteristicile probelor sintetizate și corelarea celor obținute prin RPE cu cele obținute prin alte metode de analiza structurală</li> <li>- Inregistrarea și interpretarea spectrelor RMN,</li> <li>- Selectarea celor mai eficiente metode de analiza RMN funcție de tipul nucleelor prezente în probele sintetizate</li> <li>- Alegerea metodelor de analiza structurală funcție de caracteristicile probelor sintetizate și corelarea celor obținute prin RMN cu cele obținute prin alte metode de analiza structurală</li> <li>- Scrierea în două cuantificare a unei serii de operatori și grupuri de operatori.</li> <li>- Folosirea metodei ecuației de mișcare pentru determinarea spectrului energetic, în cazul unor sisteme din multe particule cu interacții.</li> <li>- Determinarea unor proprietăți a sistemelor de multe particule, în aproximațiile Hartree și Hartree-Fock.</li> <li>- Alegerea tipului de măsurătoare ținând cont de specificitatea și sensibilitatea metodei</li> <li>- Prelucrarea și interpretarea rezultatelor experimentale.</li> <li>- Valorificarea datelor obținute prin publicații.</li> <li>- Analiza posibilităților aplicații tehnologice.</li> </ul>
--	--

## 8. Conținuturi

8.1 Curs	Metode de predare	Observații
Determinarea structurii cristaline cu ajutorul razelor X: Difractia de raze X. Surse de raze X. Difractia la unghiuri mari. Materiale cristaline respectiv necristaline. Aspecte particulare la sistemele de dimensionalitate redusă.	Prelegerea, demonstrația, discuția, și prezentări pe calculator	2 ore
Spectroscopia de absorbție de raze X. XANES, EXAFS. Extractia semnalului EXAFS. Măsurători termice. Calduri specifice. Conductivitate termică. Analiza termică diferențială		2 ore
Măsurători magnetice dc. Analiza curbelor de magnetizare. Determinarea temperaturilor de tranziție respectiv a momentelor magnetice la saturare și efective. Difractia de electroni. Difractia de neutroni, Rotatia și relaxarea de spin a muonului în materiale magnetice.		2 ore
Elemente de fizică suprafeței.		2 ore
Metode avansate pentru caracterizarea suprafeței solidului		2 ore
Fenomene de transport în câmpuri magnetice intense.		2 ore
Metode experimentale de determinare a structurii electronice.		2 ore
Susceptibilitatea magnetică complexă		2 ore
Rezonanța paramagnetică electronică.		3 ore
Rezonanța magnetică nucleară.		3 ore
Cuantificarea a doua, fermioni și bosoni. Operatori în cuantificarea a doua, interacțiunea biparticulă.		2 ore
Reprezentări. Metoda ecuației de mișcare.		2 ore
Aproximațiile Hartree și Hartree-Fock		2 ore
<b>Bibliografie</b>		

1. C. Kittel, Introduction to Solid State Physics (7ed., Wiley, 1996)
2. N. W. Ashcroft, N. D. Mermin, *Solid State Physics*, Saunders, 1976
3. U. Mizutani, Introduction to the Electron Theory of Metals, Cambridge University Press 2001.
4. E. Burzo, "Fizica Fenomenelor Magnetice" vol. 1-3, Editura Academiei Române 198-1987, 1255 pag.
5. H. Alloul, Introduction to the Physics of Electrons in Solids, Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2
6. Z. L. Wang (editor), Characterization of Nanophase Materials, Ed. Wiley-VCH, Weinheim, New York, Chichester, Brisbane, Singapore, Toronto, 2000
7. F.J.Himpfel, J.E.Ortega, G.J.Mankey, R.F.Willis, Magnetic nanostructures, Advances in Phys, Vol.47, Nr. 4, 511-597, 1998
8. Z.I.Wang, Elastic and Inelastic Scattering in Electron Diffraction and Imaging, Plenum Pub.Co, New York, 1995
9. Hans Luth, Surface and Interfaces of Solids by Springer-Verlag 2001 (4th. Edition)
10. Harald Ibach, Physics of Surfaces and Interfaces, Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2006.
11. K. Oura et al., Surface Science, Springer Verlag, 2003
12. J. M. D. Coey, M. Viret, and S. von Molnar, Mixed-valence manganites, Adv. Phys. 48, 167 (1999)
13. E. Dagotto, Nanoscale Phase Separation and Colossal Magnetoresistance, Springer, 2003
14. D. C. Tsui, de Haas—van Alphen Effect and Electronic Band Structure of Nickel, Phys. Rev. **164**, 669 – Published 10 December 1967
15. Andrea Damascelli, Probing the Electronic Structure of Complex Systems by ARPES, Physica Scripta. Vol. T109, 61–74, 2004
16. F. Gömöry, Characterization of High-Temperature Superconductors by AC Susceptibility Measurements, Superconductor Science and Technology 10(8):523 · January 1999.
17. A.H. Morrish, The Physical Principles of Magnetism, John Wiley & Sons (New York, 1965).
18. M. S. Suzuki, I. S. Suzuki, <https://www.researchgate.net/publication/269929759>
19. Principles of Nuclear Magnetic Resonance in One and Two Dimensions by Richard R. & Geoffrey Bodenhausen & Alex, Oxford Science Publication 1987
20. Principles of Magnetic Resonance, Charles P. Slichter, Springer, 2013
21. D. Pines, P. Nozieres, "The Theory of Quantum Liquids", vol.I, Benjamin, New York, (1966)
22. I.Tifrea, I.Grosu, M.Crisan, "Metode cuantice pentru studiul sistemelor cu multe particule. Aplicatii la sisteme fermionice si bosonice", Presa Universitara Clujeana, (2005)
23. 11. I.Grosu, I.Tifrea, "Teoria materiei condensate. Probleme", Casa Cartii de Stiinta, Cluj, (2006)

<b>8.2 Seminar</b>	<b>Metode de predare</b>	<b>Observații</b>
Aspecte particulare ale difracției de raze X la sistemele de dimensionalitate redusă.	Prezentări. Corelarea dintre datele experimentale și modelele teroretice, Discuții.	2 ore
Structuri magnetice. Ordine locală respectiv ordine la distanță.		1 oră
Metode de caracterizare a suprafețelor		2 ore
Interpretarea structurilor electronice în solide.; Interpretarea rezultatelor măsurătorilor de susceptibilitate complexă		3 ore
Interpretarea spectrelor RPE respectiv RMN		3 ore
Operatori în cuantificarea a doua, interacțiunea biparticula.		3 ore

<b>8.3 Laborator</b>	<b>Metode de predare</b>	<b>Observații</b>

### **Bibliografie**

1. E. Burzo, "Fizica Fenomenelor Magnetice" vol. 1-3, Editura Academiei Române 198-1987, 1255 pag.
2. H. Alloul, Introduction to the Physics of Electrons in Solids, Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2
3. Z. L. Wang (editor), Characterization of Nanophase Materials, Ed. Wiley-VCH, Weinheim, New York, Chichester, Brisbane, Singapore, Toronto, 2000

4. F.J.Himpsel, J.E.Ortega, G.J.Mankey, R.F.Willis, Magnetic nanostructures, Advances in Phys, Vol.47, Nr. 4, 511-597, 1998
5. Harald Ibach, Physics of Surfaces and Interfaces, Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2006.
6. K. Oura et al., Surface Science, Springer Verlag, 2003
7. U. Mizutani, Introduction to the Electron Theory of Metals, Cambridge University Press 2001.
8. A P Ramirez, Colossal magnetoresistance, J. Phys.: Condens. Matter 9 (1997) 8171–8199
9. S. Kundu and T. K. Nath, Probing the magnetic state by linear and non linear ac magnetic susceptibility measurements in under doped manganite  $Nd_{0.8}Sr_{0.2}MnO_3$ , [arxiv](#).
10. Principles of Nuclear Magnetic Resonance in One and Two Dimensions by Richard R. & Geoffrey Bodenhausen & Alex, Oxford Science Publication 1987
11. Principles of Magnetic Resonance, Charles P. Slichter, Springer, 2013
12. I.Tifrea, I.Grosu, M.Crisan, “Metode cuantice pentru studiul sistemelor cu multe particule. Aplicatii la sisteme fermionice si bosonice”, Presa Universitara Clujeana, (2005)
13. 11. I.Grosu, I.Tifrea, “Teoria materiei condensate. Probleme”, Casa Cartii de Stiinta, Cluj, (2006)

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

Conținutul disciplinei este în concordanță cu ceea ce se studiază în alte centre universitare din țară și străinătate. Pentru adaptarea la cerințele impuse de piața de muncă, conținutul disciplinei a fost armonizat cu cerințele impuse de specificul institutelor de cercetare, a economiei și a pieței muncii.

### 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>	Cunoștințe dobândite	Prezența la curs. Intrebări, discuții.	50 %
<b>10.5 Seminar</b>	Activitate	Prezentare a unei teme legate de curs	50%
<b>10.6 Laborator</b>	Activitate		
<b>10.7 Standard minim de performanță</b>			
Alegerea unei metode experimentale pentru un anumit fel de caracterizare.			

Semnătură titular curs  
Prof.dr. Romulus Tetean

Semnătură titular seminar  
Prof.dr. Romulus Tetean

Semnătură titular laborator  
Prof.dr.

Semnătură titular curs  
Prof.dr. Aurel Pop

Semnătură titular seminar  
Prof.dr. Aurel Pop

Semnătură titular laborator  
Prof.dr.

Semnătură titular curs  
Prof.dr. Iosif Deac

Semnătură titular seminar  
Prof.dr. Iosif Deac

Semnătură titular laborator  
Prof.dr.

Semnătură titular curs  
Prof.dr. Simion Simon

Semnătură titular seminar  
Prof.dr. Simion Simon

Semnătură titular laborator  
Prof.dr.

Semnătură titular curs

Semnătură titular seminar

Semnătură titular laborator

Prof.dr. Ioan Grosu

Prof.dr. Ioan Grosu

Prof.dr.

---

Data completării

---

Data avizării în departament

---

Semnătură director de  
departament

1.10.2018

5.10.2018

---