

FIȘA DISCIPLINEI

Denumirea disciplinei	S.02.O.5. Fenomene/teorii și tendințe contemporane în domeniul fizicii aplicate - Fizica interacțiunilor luminii cu materia					
Titularul disciplinei	Tamara POTLOG, conf.univ., dr. În științe fizico-matematice					
Ciclul III, DOCTORAT	Domeniul științific – 1. Științe ale naturii; Ramura științifică – 13. Științe fizice; Profil științific - 134. Fizică aplicată; specialitatea - 134.03. Fizica nanosistemelor și nanotehnologiilor					
		Numărul de ore			Nr. de credite	Forma de evaluare
Total	Prelegeri	Seminare	Lucrul individual			
180	6	4	170	6	Examen	
Fundamentar e	Scopul disciplinei - Fenomene/teorii și tendințe contemporane în domeniul fizicii aplicate , compartimentul "Fizica interacțiunilor luminii cu materia" constă în însușirea proceselor care au loc la interacțiunea radiațiilor electromagnetice cu materia, consolidarea noțiunilor de bază ale fizicii atomului și moleculei, cum sunt cuantificarea unor mărimi fizice (energia, moment cinetic, etc.), structura nivelelor energetice ale atomilor și moleculelor, aproximația dipolară, reguli de selecție în aproximația dipolară, rata de tranziție pentru absorbție, coeficienții Einstein, intensitatea liniilor spectrale, spectre atomice; spectre moleculare; legea Lambert Beer, importanța, determinărilor cantitative în analiza materialelor, teoriei fluorescenței și fosforescenței, producerii stărilor excitate, variabilelor care influențează fluorescența și fosforescența, diagramei Jablonski, stărilor electronice excitate, tranzițiilor radiative și neradiative, tranzițiilor singlet-triplet, originii spectrelor moleculare în IR, modelelor moleculare, tipurilor de vibrații, factorilor care influențează frecvențele caracteristice de grup.					
Competențele obținute	<p>CP 1. Operarea cu legile și principiile fizice privind interacția radiației electromagnetice cu substanța la toate nivelele;</p> <p>CP 2. Planificarea și realizarea, în mod independent a experimentelor sau investigațiilor experimentale și evaluarea gradului de incertitudine al rezultatelor;</p> <p>CP 3. Descrierea principalelor fenomene și teorii de propagare a radiațiilor electromagnetice;</p> <p>CP 4. Explicarea pe baza modelelor propuse modul în care apar și se desfășoară fenomenele electromagnetice;</p> <p>CP 5. Însușirea principiilor, metodelor și tehnicilor experimentale ale diferitelor tipuri de spectroscopii cu formarea unor abilități de laborator specific;</p> <p>CP 6. Furnizarea de cunoștințe necesare interpretării spectrelor și utilizarea acestora în caracterizarea proprietăților materialelor;</p> <p>CP 7. Comunicarea ideilor științifice complexe a rezultatelor unui proiect științific.</p>					
Conținutul disciplinei	<ol style="list-style-type: none"> Natura corpusculară a radiației electromagnetice. Efectul fotoelectric, Interpretarea legilor efectului fotoelectric, Spectrul continuu al radiației X, Efectul Compton. Natura ondulatorie a radiației electromagnetice. Teoria lui Broglie. Relația de nedeterminare a lui Heisenberg. Ecuația lui Schrödinger. Particula în groapa de potențial, trecerea particulei prin bariera de potențial, efectul tunel. Oscilatorul armonic. Natura discontinuă a materiei. Natura discretă a substanței și a cantității de electricitate (Atomul – particula compusă, Electronul. Cuantificarea sarcinii electrice, Determinarea sarcinii electronului, Masa atomilor. Izotopi); Caracterul corpuscular al radiației. Radiația termică. Legile corpului negru, Ipoteza cuantelor. Legea de distribuție a lui Planck. Modele atomice clasice și semiclasice. Modele atomice clasice (Thomson, Rutherford). Modelul atomic Bohr. Diagrama nivelurilor energetice pentru atomii hidrogenoizi. Modelul Bohr Sommerfeld. Momentul magnetic orbital al atomului. Modelul atomic spațial al atomului. Deficiențele modelului Bohr. Modelul vectorial al atomului. Numere cuantice. Momente cinetice și magnetice ale atomului. Spinul electronului. Momentul unghiular total. Atomul cu mai mulți electroni. Aproximația câmpului central. Cuplajul Russel-Saunders Cuplajul jj. Teoria Hartree. Metoda câmpului self-consistent. Rezultatele teoriei Hartree. Sistemul periodic al elementelor. Spectre de radiație X. Corecția relativistă. Interacțiunea spin-orbită. Corecția totală. Despicarea Lamb. Interacția atomului cu radiația electromagnetică. Aproximația dipolară. Rata de tranziție pentru absorbție. Coeficienții Einstein. Intensitatea liniilor spectrale. Reguli de selecție în aproximația dipolară. Structura fină a nivelurilor energetice și a liniilor spectrale ale atomilor. Atomul în câmp magnetic. Efectul Zeeman. Tranziții de rezonanță magnetică. Atomii în câmp electric. Efectul Stark. Structura moleculei. Proprietăți generale ale legăturii chimice. Valența elementelor chimice în metoda perechilor de electroni. Legături σ și π. Hibridizarea. Combinații chimice ale atomului de carbon, Valența dirijată și structura spațială a moleculelor. Evaluarea aproximativă a mărimii diferitelor tipuri de energie ale moleculei. Aproximația adiabatică (Born-Oppenheimer). Spectrele moleculelor. Spectre de rotație. Spectre de vibrație. Spectre de vibrație – rotație. Spectre 					

	<p>electronice. Principiul Franck - Condon.</p> <ol style="list-style-type: none"> 11. Spectre electronice. Absorbția și emisia în UV-Vis. Legea Lambert-Beer. Factori structurali care determina poziția benzilor de absorbție UV-Vis. Spectre de absorbție moleculară în UV – VIS. Tranziții electronice moleculare. 12. Fluorescența. Mecanisme de apariție și stingere a fluorescenței. Parametrii structurali care influențează fluorescența. Parametrii experimentali care influențează fluorescența. Transfer intramolecular de protoni în stare excitată. Emisie indusă de agregare. Transferul fotoindus de electroni. Transferul Förster de energie de rezonanță. Stingerea fluorescenței datorită agregării moleculare. Stingerea fluorescenței în prezența unui centru paramagnetic. 13. Tranziții de relaxare energetică a moleculelor. Diagrama Jablonski. Starile electronice excitate. Tranziții radiative și neradiative. Tranziții singlet-triplet. Fosforescența. Luminiscența. Variabilele care influențează fluorescența și fosforescența. 14. Bazele fizice ale rezonanței magnetice nucleare (RMN). Ecuațiile lui Bloch pentru evoluția magnetizării. Evoluția magnetizării după un impuls de radiofrecvență. Evoluția magnetizării în prezența unui gradient de câmp. Sisteme de spini în echilibru. Excitarea sistemelor de spini și relaxarea. Mecanisme de relaxare nucleară. Relaxarea nucleară în sisteme eterogene. Difuzia moleculară. 15. Absorbția și difuzia moleculară a radiației infraroșii (IR). Absorbția radiației de către molecule. Originea spectrelor moleculare în IR. Modele moleculare. Tipuri de vibrații. Factori care influențează frecvențele caracteristice de grup (influența cuplajului vibrațiilor, influența asocierii prin legături de hidrogen, influența efectelor electronice, influența efectelor sterice). Avantajele transformatei Fourier în spectroscopia IR. 16. Imprastierea Raman. Tipuri de imprastiere (Stokes, anti-Stokes și Rayleigh). Tranziții de vibrație moleculară. Difuzia radiației. Introducere în tehnicile spectroscopice vibraționale Raman. 17. Rezonanță electronică de spin. Electronul în câmp magnetic, Absorbția de rezonanță pentru un ansamblu de spini. Rezonanța electronică de spin. Factorul giromagnetic. Introducere în spectroscopia de rezonanță electronică de spin.
<p>Bibliografia minimală</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Richard F. W. Bader. Atoms in Molecules: A Quantum Theory. Clarendon Press, 1994. 2. White, H. E. Introduction to Atomic and Nuclear Physics, D. Van Nostrand Co., Princeton, 1964. 2. G. Borcia, Introducere în teoria cuantică a atomului și moleculei, Editura Sedcom Libris, Iași, 2006 3. S. Ramusch, Fundamentals of UV-visible spectroscopy, Hewlett-Packard Group, 2003. 4. J. R. Lakowicz, Principles of fluorescence spectroscopy, Springer Science, 1999 5. P. Suetens. Fundamentals of Medical Imaging, 2nd Edition (Cambridge University Press, Cambridge, 2009). 6. L. David, O. Cozar, C. Crăciun, V. Chiș. Rezonanță Electronică de Spin - Principii, Metode, Aplicații. Cluj-Napoca, 2001. 7. Martin Kessinger. Excited States and Photochemistry of Organic Molecules. Wiley-VCH Verlag GmbH, 1995 8. B. Valeur, Molecular Fluorescence, Wiley-VCH, 2002, Weinheim. 9. G.E. Pake, T.L. Estle, The Physical Principles of Electron Paramagnetic Resonance, Benjamin Cummings, Menlo Park, CA, 1970. 10. Vincenzo Balzani, Paola Ceroni, et al. Photochemistry and Photophysics: Concepts, Research, Applications. Wiley-VCH, 2014. 11. David L Andrews and Robert H Lipson. Molecular Photophysics and Spectroscopy. IOP Publishing Ltd, 2021