

**FIȘA DISCIPLINEI****2022/2023****1. Date despre program**

| | |
|---------------------------------------|--|
| 1.1 Instituția de învățământ superior | Universitatea “Alexandru Ioan Cuza” din Iași |
| 1.2 Facultatea | Facultatea de Fizică |
| 1.3 Departamentul | Fizică |
| 1.4 Domeniul de studii | Fizică |
| 1.5 Ciclul de studii | Licență |
| 1.6 Programul de studii / Calificarea | Fizică medicală |

2. Date despre disciplină

| | | | | | | | |
|---|--|--------------|---|---------------------|---|--------------------------|----|
| 2.1 Denumirea disciplinei | Fizica atomului și moleculei | | | | | | |
| 2.2 Titularul activităților de curs | Prof. dr. habil. Gabriela BORCIA | | | | | | |
| 2.3 Titularul activităților de seminar/lab. | Prof. dr. habil. Gabriela BORCIA/ Conf. dr. habil. Ionuț TOPALĂ | | | | | | |
| 2.4 An de studiu | III | 2.5 Semestru | 5 | 2.6 Tip de evaluare | E | 2.7 Regimul disciplinei* | OB |

* OB – Obligatoriu / OP – Opțional

3. Timpul total estimat (ore pe semestru și activități didactice)

| | | | | | |
|--|----|--------------------|----|-----------------------|-------|
| 3.1 Număr de ore pe săptămână | 7 | din care: 3.2 curs | 3 | 3.3 seminar/laborator | 2/2 |
| 3.4 Total ore din planul de învățământ | 98 | din care: 3.5 curs | 42 | 3.6 seminar/laborator | 28/28 |
| Distribuția fondului de timp | | | | | ore |
| Studiu după manual, suport de curs, bibliografie și altele | | | | | 20 |
| Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate și pe teren | | | | | 10 |
| Pregătire seminarii/laboratoare, teme, referate, portofolii și eseuri | | | | | 12 |
| Tutoriat | | | | | 6 |
| Examinări | | | | | 4 |
| Alte activități | | | | | – |
| 3.7 Total ore studiu individual | | | | | 52 |
| 3.8 Total ore pe semestru | | | | | 150 |
| 3.9 Număr de credite | | | | | 6 |

4. Precondiții (dacă este cazul)

| | |
|-------------------|---|
| 4.1 De curriculum | — |
| 4.2 De competențe | — |

5. Condiții (dacă este cazul)

| | |
|--|---|
| 5.1 De desfășurare a cursului | — |
| 5.2 De desfășurare a seminarului/ laboratorului | Laborator de fizica atomului și moleculei |



6. Competențe specifice acumulate

| | |
|--------------------------------|--|
| Competențe profesionale | <p>C1. Deducerea de formule de lucru pentru calcule cu mărimi fizice utilizând adecvat principiile și legile fizicii. Descrierea sistemelor fizice, folosind teorii și instrumente specifice (modele experimentale și teoretice, algoritmi, scheme etc.)</p> <p>C2. Aplicarea principiilor și legilor fizicii în rezolvarea de probleme teoretice sau practice, în condiții de asistență calificată</p> <p>C3. Identificarea și utilizarea adecvată a metodelor numerice și de statistică matematică în analiza și prelucrarea unor date specifice fizicii</p> <p>C4. Aprecierea comparativă a rezultatelor teoretice oferite de literatura de specialitate și ale unui experiment realizat în cadrul unui proiect profesional</p> <p>C5. Întocmirea de grafice și rapoarte în scopul explicării și interpretării rezultatelor fizice obținute prin metode statistice</p> <p>C6. Corelarea metodelor de analiză statistică cu problematica dată (realizarea de măsurători/ calcule, prelucrare date, interpretare)</p> <p>C7. 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>C8. Utilizarea adecvată în comunicarea profesională a noțiunilor, teoriilor și metodelor specifice modelării fizice</p> <p>C9. Explicarea și interpretarea fenomenelor fizice prin formularea de ipoteze și operaționalizarea conceptelor cheie și utilizarea adecvată a aparaturii de laborator</p> <p>C10. Utilizarea computerelor pentru controlul unor experimente sau procese și pentru achiziția de date</p> <p>C11. Realizarea de dispozitive experimentale capabile să valideze un model fizic</p> <p>C12. Analiza critică a unui referat de specialitate, comunicare științifică cu grad de dificultate mediu în domeniul fizicii medicale</p> |
| Competențe transversale | <p>CT1. Realizarea sarcinilor profesionale în mod eficient și responsabil cu respectarea normelor specifice domeniului sub asistență calificată</p> <p>CT2. Aplicarea tehnicilor de muncă eficientă în echipă pe diverse paliere ierarhice</p> <p>CT3. Utilizarea eficientă a surselor informaționale și a resurselor de comunicare și formare profesională asistată</p> <p>CT4. Elaborarea, tehnoredactarea și susținerea în limba română și / sau într-o limbă de circulație internațională a unei lucrări de specialitate, pe o temă actuală în domeniu</p> |

7. Obiectivele disciplinei (din grila competențelor specifice acumulate)

| | |
|----------------------------------|---|
| 7.1 Obiectivul general | <ol style="list-style-type: none">1. Însușirea noțiunilor fundamentale ale fizicii sistemelor atomice2. Capacitatea de a aplica cunoștințele de Fizica atomului și moleculei în situații practice3. Capacitatea de a căuta, prelucra și analiza informații dintr-o varietate de surse bibliografice și întocmirea unui referat cu o temă dată4. Abilitatea de a lucra în echipă pentru a rezolva probleme experimentale |
| 7.2 Obiectivele specifice | <p>La finalizarea cu succes a acestei discipline, studenții vor fi capabili să:</p> <ul style="list-style-type: none">▪ Identifice și utilizeze adecvat principalele legi și principii fizice într-un context dat▪ Rezolve problemele de fizică în condiții impuse, folosind metode numerice și statistice▪ Aplice cunoștințele din domeniul fizicii atât în situații concrete din domenii conexe, cât și în cadrul unor experimente, folosind aparatura standard de laborator▪ Analizeze și interpreteze datele obținute în urma măsurătorilor sau simulărilor numerice▪ Utilizeze eficient sursele informaționale și resursele de comunicare și formare profesională asistată, atât în limba română, cât și într-o limbă de circulație internațională▪ Interpreteze informațiile cu caracter fizico-medical și să le transmită într-o formă coerentă și accesibilă |

8. Conținut



| 8.1 | Curs | Metode de predare | Observații (ore și referințe bibliografice) |
|-----|---|--|---|
| 1. | Cap. I. Natura discontinuă a materiei – Natura discretă a substanței și a cantității de electricitate (Atomul – particulă 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) | Expunerea magistrală, problematizarea, dialogul cu studenții | 3 ore, ref. 1, 4, 5 |
| 2. | Cap. I. Natura discontinuă a materiei – Dovezi experimentale privind natura corpusculară a radiației (Efectul fotoelectric, Interpretarea legilor efectului fotoelectric, Spectrul continuu al radiației X, Efectul Compton) | | 4 ore, ref. 1, 4, 5 |
| 3. | Cap. II. Modele atomice clasice și semiclassical – Modele atomice clasice (Thomson, Rutherford), Modelul atomic Bohr | | 3 ore, ref. 1, 4, 5 |
| 4. | Cap. II. Modele atomice clasice și semiclassical – Modelul Bohr. Generalizări (Diagrama nivelurilor energetice pentru atomii hidrogenoizi, Modelul Bohr-Sommerfeld, Momentul magnetic orbital al atomului, Modelul atomic spațial al atomului, Deficiențele modelului Bohr) | | 3 ore, ref. 1, 4, 5 |
| 5. | Cap. III. Modelul cuantic-ondulatoriu al atomului – Natura ondulatorie a particulelor (Ipoteza lui de Broglie, Confirmarea experimentală a ipotezei lui de Broglie, Interpretarea statistică a funcției de undă, Relațiile de incertitudine, Ecuația Schrödinger) | | 4 ore, ref. 1, 4, 5 |
| 6. | Cap. III. Modelul cuantic-ondulatoriu al atomului – Modelul cuantic-ondulatoriu al atomului cu un electron (Funcții și valori proprii ale atomului cu un electron, Distribuția radială și unghiulară a densității de probabilitate a atomului cu un electron) | | 3 ore, ref. 1, 2, 4, 5 |
| 7. | Cap. IV. Momente cinetice și magnetice ale atomului – Spinul electronului, Modelul vectorial al atomului (cu un electron, cu mai mulți electroni), Structura fină a nivelurilor energetice și a liniilor spectrale ale atomilor | | 3 ore, ref. 1, 2, 4, 5 |
| 8. | Cap. IV. Momente cinetice și magnetice ale atomului – Atomul în câmp magnetic și electric (Atomul în câmp magnetic. Efectul Zeeman, Tranziții de rezonanță magnetică, Atomii în câmp electric. Efectul Stark) | | 3 ore, ref. 1, 2, 4, 5 |
| 9. | Cap. V. Atomi cu mai mulți electroni – Modelul atomilor cu mai mulți electroni (Teoria Hartree, Metoda câmpului self-consistent, Rezultatele teoriei Hartree, Tabelul periodic al elementelor, Spectre de radiație X) | | 4 ore, ref. 1, 4, 5 |
| 10. | Cap. VI. Legătura chimică. 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 | | 6 ore, ref. 1, 2, 3 |



| | | | |
|--|---|--|---|
| 11. | Cap. VII. Spectrele moleculelor – Spectrul radiației electromagnetice și aplicații, Stări de mișcare în moleculă, Spectre de rotație, Spectre de oscilație- rotație, Spectre electronice, Fluorescența și fosforescența | | 6 ore, ref. 1, 2, 3 |
| <p>Bibliografie Referințe principale: 1. G. Borcia, Fizica atomului și moleculei, Editura Sedcom Libris, Iași, 2014 2. G. Borcia, Introducere în teoria cuantică a atomului și moleculei, Editura Sedcom Libris, Iași, 2006 3. G. Borcia, Fizica atomului și moleculei: note de curs și aplicații, Editura Sedcom Libris, Iași, 2006 Referințe suplimentare: 4. M. Țibu, Fizica atomului și moleculei, P. I, fasc. I și fasc. II, P. a II-a, Univ. Al. I. Cuza Iași, 1985 5. I.A. Rusu, Bazele fizicii atomului, Editura Universității „Alexandru Ioan Cuza” Iași, 2010</p> | | | |
| 8.2a | Seminar | Metode de predare | Observații (ore și referințe bibliografice) |
| 1. | Mișcarea particulelor încărcate în câmp electric și câmp magnetic. Spectrul radiației electromagnetice și aplicații | Problematizarea, dialogul, explicația, demonstrația, rezolvare de probleme | 3 ore, ref. 1, 2, 3, 4 |
| 2. | Radiația termică, legile corpului negru | | 1 oră, ref. 1, 2, 3, 4 |
| 3. | Efectul fotoelectric, generarea și spectrul radiației X, efectul Compton | | 3 ore, ref. 1, 2, 3, 4 |
| 4. | Modelul atomic Bohr și generalizări | | 3 ore, ref. 1, 2, 3, 4 |
| 5. | Lungimea de undă de Broglie, relațiile de incertitudine, funcții de undă, numere cuantice, energii, momente cinetice | | 3 ore, ref. 1, 2, 3, 4 |
| 6. | Modelul vectorial, structura fină a nivelurilor energetice, atomii în câmp magnetic, efectul Zeemann, tranziții de rezonanță magnetică | | 3 ore, ref. 1, 2, 3, 4 |
| 7. | Modelul atomilor cu mai mulți electroni. Tabelul periodic al elementelor | | 2 ore, ref. 4, 5 |
| 8. | Legătura chimică, valența, legături σ și π , hibridizarea, structura spațială a moleculelor | | 6 ore, ref. 4, 5, 6 |
| 9. | Spectrele moleculelor | | 4 ore, ref. 4, 5, 6 |
| <p>Bibliografie 1. E. Lozneau, E. Tereja, A. Vlahovici, Culegere de probleme de fizică atomică, Editura Universității Alexandru Ioan Cuza, 1980 2. N. Avram, N. Damsescu, S. Floruta, S. Goian, Probleme de fizică atomică și nucleară, Editura Universității din Timisoara, 1986 3. F. Koch, C. Cosma, Fizică atomică și nucleară – culegere de probleme, Editura Universității din Cluj Napoca, 1983 4. W. Demtröder – Atoms, Molecules and Photons. An Introduction to Atomic-, Molecular- and Quantum Physics, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2010 5. G. Borcia, Fizica atomului și moleculei: note de curs și aplicații, Editura Sedcom Libris, Iași, 2006 6. V. Chis, V. Simon, N. Leopold, Probleme de fizica moleculei, Editura Universității din Cluj Napoca, 2001</p> | | | |
| 8.2b | Laborator | Metode de predare | Observații (ore și referințe bibliografice) |
| 1. | Protecția muncii Prezentarea aparatului folosit și a modului de | Discuții, activitate practică | 2 ore |



| | | | |
|-----|---|---|------------------|
| | desfășurare a activităților Prezentarea metodelor statistice de analiză a datelor experimentale Programe de reprezentare și analiză a datelor | | |
| 2. | Determinarea sarcinii electronului folosind metoda de tip Millikan | Problematizarea, observația, dialogul, explicația, demonstrația. Pregătirea aranjamentului experimental și a strategiei de lucru. Activitate practică. Prelucrarea datelor experimentale. Interpretare și extrapolare | 3 ore, ref. 1, 2 |
| 3. | Determinarea sarcinii specifice a electronului: metoda focalizării în câmp magnetic longitudinal (metoda Busch), metoda deviației în câmp magnetic transversal omogen și filtrul Wien | | 3 ore, ref. 1, 2 |
| 4. | Radiația termică – Studiul legilor radiației termice de echilibru folosind un model al corpului negru | | 2 ore, ref. 1, 2 |
| 5. | Efectul fotoelectric extern. Determinarea constantei Planck prin metoda câmpului întârziator | | 2 ore, ref. 3 |
| 6. | Modele atomice – Modelul atomic Bohr. Determinarea lungimilor de undă ale liniilor atomilor hidrogenoizi și calcularea constantei Rydberg | | 2 ore, ref. 3, 4 |
| 7. | Determinarea potențialului de ionizare al atomilor. Evidențierea experimentală a nivelurilor energetice prin metoda Franck-Hertz | | 3 ore, ref. 2 |
| 8. | Proprietăți magnetice ale moleculelor – Determinarea susceptibilității magnetice și a momentului magnetic al moleculelor | | 3 ore, ref. 1, 3 |
| 9. | Spectre de rezonanță magnetică – Obținerea spectrelor de rezonanță electronică de spin (RES) și determinarea factorului giromagnetic de spin | | 2 ore, ref. 3 |
| 10. | Spectrele moleculelor – Spectre electronice de absorbție | | 2 ore, ref. 3 |
| 11. | Spectrele moleculelor – Analiza spectrelor de rotație și oscilație-rotatie ale moleculei de acid clorhidric (HCl) | | 2 ore, ref. 3 |
| 12. | Evaluarea finală a activității. Discuția rapoartelor de laborator | Dialogul, explicația, demonstrația | 2 ore |

Bibliografie

1. M. Țibu ș.a., Fizica atomului și moleculei, Lucrări practice, Editura Universității „Alexandru Ioan Cuza” Iași, 1985
2. A. Chiper, I. Topală, Fizica atomului - lucrări de laborator, „.pdf”
<https://www.plasma.uaic.ro/didactica/course/index.php?categoryid=2>
3. G. Borcia, coordonator, Lucrări de laborator - Fizica atomului și moleculei, autori A. Chiper, C. Borcia, I. Topală, G. Borcia, Editura Universității „Alexandru Ioan Cuza” Iași, 2014
4. M. Toma ș.a., Lucrări practice de fizica atomului. Modele atomice, Editura Universității „Alexandru Ioan Cuza” Iași, 1996

**9. Coroborarea conținutului disciplinei cu așteptările reprezentanților comunității, asociațiilor profesionale și angajatorilor reprezentativi din domeniul aferent programului**

Disciplina se dorește a fi un „curs practic”, în sensul de a cuprinde principalele concepte, relații și proprietăți din fizica sistemelor atomice, într-o prezentare simplă din punct de vedere didactic și clară din punct de vedere matematic, în care se pune accent pe rezultatele abordării teoretice, sensul lor fizic și corelația cu alte domenii ale fizicii. Subiectele abordate sunt consolidate prin aplicații de laborator și seminar, cu exemplificare explicită a elementelor cu caracter fizico-medical (tehnici, aparatură, protocoale experimentale, interpretare de date etc.). Disciplina dezvoltă, astfel, capacitatea de raționament a studenților în domeniul fizicii, dar și în domenii conexe, precum și aptitudini practice cu largă aplicabilitate.

10. Evaluare

| Tip activitate | 10.1 Criterii de evaluare | 10.2 Metode de evaluare | 10.3 Pondere în nota finală (%) |
|--|---|---|---------------------------------|
| 10.4 Curs | 1. Prezentarea unor subiecte teoretice din conținutul cursului 2. Analiza și interpretarea unor fenomene fizice din domeniu și corelarea cu modelele fizice propuse 3. Rezolvarea unor aplicații selectate (întrebări, exerciții, probleme) | Examen | 60% |
| 10.5a Seminar | Rezolvarea unor aplicații (întrebări, exerciții, probleme) la orele de seminar | Evalare individuală pe parcurs | 10% |
| 10.5b Laborator | 1. Rezultatele testelor la orele de laborator 2. Notele acordate rapoartelor de laborator predate de către student pentru fiecare lucrare practică | Teste pe parcurs, rapoarte de laborator | 30% |
| 10.6 Standard minim de performanță | | | |
| Elaborarea unui raport privind identificarea și utilizarea principalelor legi și principii fizice dintr-un context real Interpretarea fizică a rezultatelor unor măsurători experimentale sau calcule teoretice, prin utilizarea unor metode numerice sau statistice adecvate Evaluarea critică a unui dispozitiv experimental pentru aplicarea unui model corespunzător unei situații – problemă date Aplicarea unui algoritm pentru o aplicație software de complexitate medie (achiziția și prelucrarea de date, modelarea unor fenomene fizice) | | | |

Data completării
26/09/2022Titular de curs
Prof. dr. habil. Gabriela BORCIATitular de seminar/laborator
Prof. dr. habil. Gabriela BORCIA

Conf. dr. habil. Ionuț TOPALĂ

Data avizării în departament

Director de departament
Conf. dr. Iordana AȘTEFĂNOAEI

**FIȘA DISCIPLINEI****2022/2023****1. Date despre program**

| | |
|---------------------------------------|--|
| 1.1 Instituția de învățământ superior | Universitatea “Alexandru Ioan Cuza” din Iași |
| 1.2 Facultatea | Facultatea de Fizică |
| 1.3 Departamentul | Fizică |
| 1.4 Domeniul de studii | Fizică |
| 1.5 Ciclul de studii | Licență |
| 1.6 Programul de studii / Calificarea | Fizică medicală |

2. Date despre disciplină

| | | | | | | | |
|--|--|--------------|---|---------------------|---|--------------------------|----|
| 2.1 Denumirea disciplinei | Radiologie și imagistică medicală | | | | | | |
| 2.2 Titularul activităților de curs | Conf. dr. Cătălin Borcia, Fiz. Dr. Cristin Constantin | | | | | | |
| 2.3 Titularul activităților de seminar | Conf. dr. Cătălin Borcia, Fiz. Dr. Cristin Constantin, | | | | | | |
| 2.4 An de studiu | 3 | 2.5 Semestru | 1 | 2.6 Tip de evaluare | E | 2.7 Regimul disciplinei* | OB |

* OB – Obligatoriu / OP – Opțional

3. Timpul total estimat (ore pe semestru și activități didactice)

| | | | | | |
|--|----|--------------------|----|-----------------------|-----|
| 3.1 Număr de ore pe săptămână | 4 | din care: 3.2 curs | 2 | 3.3 seminar/laborator | 2 |
| 3.4 Total ore din planul de învățământ | 56 | din care: 3.5 curs | 28 | 3.6 seminar/laborator | 28 |
| Distribuția fondului de timp | | | | | ore |
| Studii după manual, suport de curs, bibliografie și altele | | | | | 22 |
| Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate și pe teren | | | | | 10 |
| Pregătire seminarii/laboratoare, teme, referate, portofolii și eseuri | | | | | 8 |
| Tutoriat | | | | | |
| Examinări | | | | | 4 |
| Alte activități | | | | | - |
| 3.7 Total ore studiu individual | | | | | 44 |
| 3.8 Total ore pe semestru | | | | | 100 |
| 3.9 Număr de credite | | | | | 4 |

4. Precondiții (dacă este cazul)

| | |
|-------------------|--|
| 4.1 De curriculum | Electricitate și magnetism, Fizica atomului și moleculei, Fizică nucleară, Detectori, dozimetrie și radioprotecție |
| 4.2 De competențe | - |

5. Condiții (dacă este cazul)

| | |
|--|---|
| 5.1 De desfășurare a cursului | - |
| 5.2 De desfășurare a seminarului/ laboratorului | Laborator de Fizica radiațiilor / Fizica nucleară, Laborator Fizica laserilor, Spitalul Clinic “Prof. dr. Nicolae Oblu” |



6. Competențe specifice acumulate

| | |
|--------------------------------|---|
| Competențe profesionale | <p>C1 Identificarea și analiza proceselor și fenomenelor fizico-medicale pentru rezolvarea problemelor de diagnostic și tratament medical.</p> <p>C2 Interpretarea datelor clinice, fizico-medicale pe baza formulării de ipoteze și concepte</p> <p>C3 Corelarea metodelor de analiza statistică și informatică în prelucrarea unor date clinice pentru diagnostic și tratament medical</p> <p>C4 Estimarea gradului de incertitudine a rezultatelor experimentale obținute și a implementării modelelor fizice în probleme de diagnostic și tratament medical.</p> <p>C5 Implementarea modelelor fizice pentru asigurarea bunei funcționări a aparaturii medicale în diagnosticare, investigație clinică, tratament medical.</p> <p>C6 Participarea la unele experimente concrete de diagnostic și tratament medical.</p> <p>C7 Prezentarea de seminarii științifice și de popularizare a unor noțiuni de biofizică, fizică medicală, radioterapie, dozimetrie etc.</p> <p>C8 Elaborarea și prezentarea unor referate privind principiile fizice de funcționare a unor aparate moderne utilizate în diagnosticul (imagerie RMN, PET, endoscopie) și tratamentul medical (radioterapie, ultrasonare etc.) în fața unui public avizat.</p> <p>C9 Analiza critică a unui referat de specialitate, comunicare științifică cu grad de dificultate mediu în domeniul fizicii medicale.</p> <p>C10 Redactarea și prezentarea unor rapoarte științifice din domeniul Fizicii medicale, a unor rezultate semnificative din unități medicale dotate cu aparatură modernă, performantă.</p> <p>C11 Definirea conceptelor de bază din domenii apropiate (Fizică, Biologie, Biochimie, Medicină) în vederea utilizării adecvate în echipe complexe.</p> <p>C12 Întreținerea și repararea aparaturii medicale, inclusiv în situații ce impun o abordare interdisciplinară.</p> <p>C13 Organizarea proprie a programului și timpului de lucru pentru efectuarea unor studii de caz, în care se urmărește efectul unor îmbunătățiri fizice ale aparaturii sau procedurilor medicale pentru realizarea unei metodologii de cercetare/studiu științific.</p> <p>C14 Realizarea de conexiuni între cunoștințe din domeniul fizico-medical și din domenii apropiate (fizică, informatică, biologie, chimie) în vederea obținerii de noi rezultate utile, atât pentru diagnostic cât și pentru tratament medical.</p> <p>C15 Efectuarea de stagii de cercetare în diverse unități medicale în vederea familiarizării și operării cu aparatură medicală modernă, obținerea de rezultate interesante și elaborarea de rapoarte asupra activității desfășurate.</p> |
| Competențe transversale | <p>CT1 Realizarea sarcinilor profesionale în mod eficient și responsabil cu respectarea legislației deontologiei specifice domeniului sub asistență calificată</p> <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 (din grila competențelor specifice acumulate)

| | |
|-------------------------------|---|
| 7.1 Obiectivul general | <p>Efectuarea experimentelor de fizică, biofizică, fizică medicală și evaluarea rezultatelor pe baza modelelor teoretice</p> <p>Interpretarea informațiilor cu caracter fizico-medical și transmiterea lor într-o formă coerentă și accesibilă.</p> <p>Participarea în echipe interdisciplinare (medici, fizicieni, biologici, chimiști) pentru stabilirea diagnosticului și tratamentului adecvat.</p> |
|-------------------------------|---|



| | |
|----------------------------------|--|
| 7.2 Obiectivele specifice | <p>La finalizarea cu succes a acestei discipline, studenții vor fi capabili să:</p> <ul style="list-style-type: none">▪ Identifice și utilizeze adecvat principalele legi și principii fizice într-un context dat▪ Rezolve problemele de fizică în condiții impuse, folosind metode numerice și statistice▪ Aplice cunoștințele din domeniul fizicii medicale atât în situații concrete din domenii conexe, cât și în cadrul unor experimente, folosind aparatura standard de laborator▪ Analizeze și interpreteze datele obținute în urma măsurărilor sau simulărilor numerice▪ Utilizeze eficient sursele informaționale și resursele de comunicare și formare profesională asistată, atât în limba română, cât și într-o limbă de circulație internațională |
|----------------------------------|--|

8. Conținut

| 8.1 | Curs | Metode de predare | Observații (ore și referințe bibliografice) |
|-----|--|--|--|
| 1. | Elemente generale de imagistică medicală. Producerea radiațiilor X în instalații de radio-diagnostic | Expunerea magistrală problematizarea, dialogul cu studenții | 2 ore, ref. 1, 2, 6 |
| 2. | Obținerea imaginilor în radiologia prin proiecție; factori care influențează calitatea imaginii | Expunerea magistrală problematizarea, dialogul cu studenții | 2 ore, ref. 2, 6 |
| 3. | Tehnici speciale de imagistică cu radiații X: fluoroscopia, angiografia | Expunerea magistrală problematizarea, dialogul cu studenții | 2 ore, ref. 1 |
| 4. | Tehnici speciale de imagistică cu radiații X: mamografia. Elemente de imagistică digitală | Expunerea magistrală problematizarea, dialogul cu studenții | 2 ore, ref. 1 |
| 5. | Elemente de tomografie computerizată cu radiații X | Expunerea magistrală problematizarea, dialogul cu studenții | 2 ore, ref. 1 |
| 6. | Elemente de imagistica de rezonanță magnetică | Expunerea magistrală problematizarea, dialogul cu studenții | 2 ore, ref. 1, 6 |
| 7. | Elemente de medicină nucleară. | Expunerea magistrală problematizarea, dialogul cu studenții | 2 ore, ref. 3-5 |
| 8. | Rolul fizicianului medical în laboratorul de radiologie și imagistica medicală | Expunerea magistrală problematizarea, dialogul cu studenții | 2 ore, ref. 5-7 |
| 9. | Proiectarea unui laborator de radiologie. | Expunerea magistrală problematizarea, dialogul cu studenții | 2 ore, ref. 5,6 |
| 10. | Elemente de protecție radiologică în imagistica medicală | Expunerea magistrală problematizarea, dialogul cu studenții | 2 ore, ref. 6-9 |
| 11. | Dozimetria în tomografia computerizată. Tehnici de reducere a dozei de radiații | Expunerea magistrală problematizarea, dialogul cu studenții | 2 ore, ref. 6 |
| 12. | Norme și noțiuni legislative privind activitatea fizicianului medical în practica imagistică | Expunerea magistrală problematizarea, dialogul cu studenții | 2 ore, ref. 7 |
| 13. | Dozimetria de arie într-un laborator de angiografie. | Expunerea magistrală problematizarea, dialogul cu studenții | 2 ore, ref. 1,8 |



| | | | |
|--|---|---|---|
| 14 | Rolul fizicianului medical in imagistica de rezonanta magnetica nucleara | Expunerea magistrală problematizarea, dialogul cu studenții | 2 ore, ref. 1,9 |
| Bibliografie: Referințe principale: 1. W. R. Hendee, E. R. Ritenour, <i>Medical Imaging Physics</i> , Ed. Wiley-Liss (2002) New York 2. H. E. Johns, J. R. Cunningham, <i>The Physics of Radiology</i> (Fourth Edition), C. C Thomas Publisher (1983). 3. J. G. Webster editor, <i>Medical Physics and Biomedical Engineering</i> , Taylor and Francis Group LLC, 1999 4. <i>Introduction to Physics in Modern Medicine</i> , Taylor and Francis Group LLC, 2005 5. H. Chrysikopoulos, <i>Errors in Imaging</i> , Springer, 2020 6. E. M. Hussein, <i>Computed Radiation Imaging</i> , Elsevier, 2011. 7. Norme de bază de securitate radiologică - http://www.cncan.ro/despre-noi/legislatie/norme/norme-de-securitate-radiologica . 8. D. R. Dance, <i>Diagnostic Radiology Physics</i> , Vienna: IAEA, 2014. Referințe suplimentare: 9. C. Borcia, <i>Surse de radiații ionizante si protecția radiologica</i> , Editura Universității Alexandru Ioan Cuza, 2003. | | | |
| 8.2 | Seminar / Laborator | Metode de predare | Observații (ore și referințe bibliografice) |
| 1. | Calitatea imaginii: contrast, rezoluție, neclaritate, zgomot | discuții activitate practică | 2 ore, ref. 1, 2 |
| 2. | Studiul spectrelor de radiații X emise de tuburi utilizate în imagistica medicală | discuții activitate practică, vizită în serviciul de radiologie | 2 ore, ref. 1, 2 |
| 3. | Filmul radiologic | discuții activitate practică, vizită în serviciul de radiologie | 2 ore, ref. 1, 3 |
| 4. | Reconstrucția imaginii în tomografia computerizată | discuții activitate practică | 2 ore, ref. 1, 2 |
| 5. | Simularea unui dispozitiv de tomografie computerizată | discuții activitate practică, vizită în serviciul de radiologie | 2 ore, ref. 1 |
| 6. | Simularea unui dispozitiv de imagistica de rezonanță magnetică | discuții activitate practică, vizită în serviciul de radiologie | 2 ore, ref. 1 |
| 7. | Simularea unor dispozitive SPECT și PET | discuții activitate practică | 2 ore, ref. 1, 2 |
| 8. | Funcționarea și operarea unei instalații de radiodiagnostic clasic | discuții activitate practică, vizită în serviciul de radiologie | 2 ore, ref. 4,5 |
| 9. | Funcționarea și operarea unei instalații de angiografie | discuții activitate practică, vizită în serviciul de radiologie | 2 ore, ref. 4,5 |
| 10. | Funcționarea și operarea unui compter tomograf (CT) | discuții activitate practică, vizită în serviciul de radiologie | 2 ore, ref. 4,5 |
| 11. | Funcționarea și operarea unei instalații de rezonanță magnetică (IRM) | discuții activitate practică, vizită în serviciul de imagistică | 2 ore, ref. 5,6 |
| 12. | Funcționarea și operarea unei instalații de radiodiagnostic mobile la patul pacientului si de tip C-arm | discuții activitate practică, vizită în serviciul de imagistică | 2 ore, ref. 4,5 |
| 13. | Realizarea calcului de radioprotecție pentru un laborator de radiologie | discuții activitate practică, vizită în serviciul de imagistică | 2 ore, ref. 7 |
| 14. | Realizarea masuratorilor dozimetrice de arie intr-un laborator de radiologie | discuții activitate practică | 2 ore, ref. 7 |

**Bibliografie:**

1. H. E. Johns, J. R. Cunningham, *The Physics of Radiology* (Fourth Edition), C. C Thomas Publisher (1983).
2. C. Borcia, *Surse de radiații ionizante și protecția radiologică*, Editura Universității Alexandru Ioan Cuza,
3. J. G. Webster editor, *Medical Physics and Biomedical Engineering*, Taylor and Francis Group LLC, 1999
4. P. Sprawls Jr., *Physical principles of medical imaging* (second edition), Medical Physics Publishing, Madison, Wisconsin
5. Bushberg Jerrold T., *The Essential Physics of Medical Imaging*, Lippincott Williams & Wilkins, 2021.
6. P. Sprawls, *Magnetic resonance imaging*, Medical Physics Publishing, Madison, Wisconsin
7. DIN 6812. Instalatii Rongen medicale pana al 300 kV

9. Coroborarea conținutului disciplinei cu așteptările reprezentanților comunității, asociațiilor profesionale și angajatorilor reprezentativi din domeniul aferent programului

Acest curs își propune să pregătească studenții pentru a lucra ca fizicienii medicali în domeniul imagisticii medicale. Acesta oferă bazele necesare susținerii examenelor profesionale, în scopul de a obține autorizarea ca lucrători calificați în domeniul Fizicii medicale de către Comisia Națională pentru Controlul Activităților Nucleare. Absolvenții vor putea folosi cunoștințele lor în diferite domenii acoperind imagistica medicală și protecția împotriva radiațiilor ionizante.

10. Evaluare

| Tip activitate | 10.1 Criterii de evaluare | 10.2 Metode de evaluare | 10.3 Pondere în nota finală (%) |
|--|--|-------------------------|---------------------------------|
| 10.4 Curs | Rezolvarea în scris a unor teme utilizând noțiuni teoretice din curs | Examen scris | 60% |
| 10.5 Seminar/ Laborator | Rezolvarea în scris a unor probleme cu accent pe partea practică | Colocviu laborator | 40% |
| 10.6 Standard minim de performanță | | | |
| Realizarea unui dispozitiv experimental cu posibile aplicații medicale, diagnoza, tratament. Optimizarea calității în imageria computerizată, utilizând software adecvat. Realizarea unui proiect de cercetare prin colaborare cu medici, biologi, biochimisti și informaticieni, utilizând cunoștințele de bază din domeniu | | | |

Data completării

Titular de curs

Titular de seminar

21.09.2022

Conf. dr. Cătălin Borcia
Fizician dr. Cristin ConstantinConf. dr. Cătălin Borcia
Fizician dr. Cristin Constantin

Data avizării în departament

Director de departament

Conf. dr. Iordana Aștefănoaei

**FIȘA DISCIPLINEI****2022-2023****1. Date despre program**

| | |
|---------------------------------------|--|
| 1.1 Instituția de învățământ superior | Universitatea “Alexandru Ioan Cuza” din Iași |
| 1.2 Facultatea | Facultatea de Fizică |
| 1.3 Departamentul | Fizică |
| 1.4 Domeniul de studii | Fizică |
| 1.5 Ciclu de studii | Licență |
| 1.6 Programul de studii / Calificarea | Fizică Medicală |

2. Date despre disciplină

| | | | | | | | |
|--|--|--------------|---|---------------------|-----|--------------------------|----|
| 2.1 Denumirea disciplinei | Modelarea numerică și analogică a proceselor biologice | | | | | | |
| 2.2 Titularul activităților de curs | Prof.univ.dr.Tudor LUCHIAN | | | | | | |
| 2.3 Titularul activităților de seminar | Prof.univ.dr.Tudor LUCHIAN | | | | | | |
| 2.4 An de studiu | III | 2.5 Semestru | 1 | 2.6 Tip de evaluare | EVP | 2.7 Regimul disciplinei* | OB |

* OB – Obligatoriu / OP – Opțional

3. Timpul total estimat (ore pe semestru și activități didactice)

| | | | | | |
|--|----|--------------------|----|-----------------------|-----|
| 3.1 Număr de ore pe săptămână | 4 | din care: 3.2 curs | 2 | 3.3 seminar/laborator | 2 |
| 3.4 Total ore din planul de învățământ | 56 | din care: 3.5 curs | 28 | 3.6 seminar/laborator | 28 |
| Distribuția fondului de timp | | | | | ore |
| Studiu după manual, suport de curs, bibliografie și altele | | | | | 20 |
| Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate și pe teren | | | | | 15 |
| Pregătire seminarii/laboratoare, teme, referate, portofolii și eseuri | | | | | 5 |
| Tutoriat | | | | | 2 |
| Examinări | | | | | 2 |
| Alte activități | | | | | - |
| 3.7 Total ore studiu individual | | | | | 44 |
| 3.8 Total ore pe semestru | | | | | 100 |
| 3.9 Număr de credite | | | | | 4 |

4. Precondiții (dacă este cazul)

| | |
|-------------------|---|
| 4.1 De curriculum | Ecuții diferențiale și ecuațiile fizicii matematice; Prelucrarea datelor fizice; Biofizică Generală |
| 4.2 De competențe | |

5. Condiții (dacă este cazul)

| | |
|---|--|
| 5.1 De desfășurare a cursului | |
| 5.2 De desfășurare a seminarului/ laboratorului | Sunt necesare computere cu softuri specifice instalate (LabVIEW, QuB). |

**6. Competențe specifice acumulate**

| | |
|--------------------------------|--|
| Competențe profesionale | <p>C2. Utilizarea de pachete software pentru analiza și prelucrarea de date.</p> <p>C3. Efectuarea experimentelor de fizică, biofizică, fizică medicală și evaluarea rezultatelor pe baza modelelor teoretice.</p> <p>C4. Utilizarea de pachete software pentru analiza și prelucrarea datelor experimentale în vederea optimizării diagnosticului și tratamentului medical.</p> |
|--------------------------------|--|

7. Obiectivele disciplinei (din grila competențelor specifice acumulate)

| | |
|----------------------------------|---|
| 7.1 Obiectivul general | <ol style="list-style-type: none"> Înțelegerea necesității modelării proceselor biologice și însușirea metodelor, tehnicilor, a aparatului matematic și a unor pachete software necesare elaborării și validării modelelor. Utilizarea computerelor pentru interfațarea unor aparate și dispozitive în vederea achiziționării de date rezultate în urma studiului proceselor biologice și a prelucrării acestora. Capacitatea de a aplica în practică cunoștințele dobândite. |
| 7.2 Obiectivele specifice | <p>C2.3 Utilizarea computerelor pentru controlul unor experimente sau procese și pentru achiziția de date obținute în studiul proceselor biologice.</p> <p>C2.4 Compararea rezultatelor date de modelele numerice sau de simulările proceselor biologice cu date furnizate de literatură și/sau de măsurători experimentale.</p> <p>C2.5 Dezvoltarea algoritmilor de complexitate medie pentru automatizarea și vizualizarea unor procese biologice, achiziția, prelucrarea și interpretarea datelor.</p> <p>C3.1 Identificarea și analiza proceselor și fenomenelor biologice pentru rezolvarea problemelor de diagnostic și tratament medical.</p> <p>C3.3 Corelarea metodelor de analiza statistica și informatica în prelucrarea unor date clinice pentru diagnostic și tratament medical.</p> <p>C4.2 Prelucrarea datelor experimentale într-un mod logic și adecvat medicului curant contribuind în mod efectiv la actul de diagnostic și tratament medical.</p> <p>C4.3 Utilizarea computerelor pentru interfațarea unor aparate medicale în vederea achiziționării de date medicale și prelucrării acestora într-o formă accesibilă medicului curant.</p> |

8. Conținut

| 8.1 | Curs | Metode de predare | Observații (ore și referințe bibliografice) On -site |
|-----|--|---|--|
| 1. | Necesitatea modelării proceselor și fenomenelor fizice. Clasificarea modelelor (discrete vs. continue, deterministe vs. stocastice, etc.). Schema logică a unui proces de modelare matematică. | Prelegere magistrală, Dezbateri, Problematizare | 2 ore |
| 2. | Modelul continuu al creșterii exponențiale a unei populații. Modelul logistic al creșterii populațiilor. Ecuația logistică diferențială. Aplicații. | Prelegere magistrală, Dezbateri, Problematizare | 2 ore |
| 3. | Modelarea dinamică cu ecuații cu diferențe. Modelul Malthusian al creșterii exponențiale a unei populații. Modele neliniare; ecuația logistică discretă. Aplicații. | Prelegere magistrală, Dezbateri, Problematizare | 2 ore |
| 4. | Modele discrete. Metoda „pânzei de păianjen”. Dinamică neliniară. Sisteme oscilante. Ceasul biologic, fractali și haos. | Prelegere magistrală, Dezbateri, Problematizare | 2 ore |
| 5. | Modele deterministe. Legea acțiunii maselor. Modelarea matematică a interacțiunilor dintre molecule mici (liganzi) și macromolecule biologice. Curbe de asociere pentru interacțiuni simple (un singur situs de legare). | Prelegere magistrală, Dezbateri, Problematizare | 2 ore |



| | | | |
|-----|---|---|-------|
| 6. | Modelarea interacțiunilor dintre molecule mici (liganzi) și macromolecule biologice cu situsuri de legare multiple, independente sau în interacțiune. | Prelegere magistrală, Dezbateri, Problematizare | 2 ore |
| 7. | Situsuri de legare multiple, în interacțiune. Cooperativitate totală și reală. Modele de cooperativitate: Modelul MWC, Monod-Wyman-Changeaux și modelul KNF, Koshland-Nemethy-Filmer. | Prelegere magistrală, Dezbateri, Problematizare | 2 ore |
| 8. | Modelarea matematică a interacțiunilor dintre liganzi și rețele liniare cu situsuri de legare nesuprapuse. Situsuri de legare suprapuse.. | Prelegere magistrală, Dezbateri, Problematizare | 2 ore |
| 9. | Modelarea matematică a cineticii de asociere reversibilă a moleculelor. Întâlnirea colizională a moleculelor; asocierea reversibilă într-un singur pas; asocierea în pași multipli consecutivi. Modelarea matematică a cineticii reacțiilor paralele. Competiția. | Prelegere magistrală, Dezbateri, Problematizare | 2 ore |
| 10. | Modelarea matematică a reacțiilor de autoasamblare. Analiza teoretică a polimerizării liniare. | Prelegere magistrală, Dezbateri, Problematizare | 2 ore |
| 11. | Modele stocastice. Variabile stocastice. Valoare medie și varianță. Funcții de distribuție a probabilității. Distribuții Poisson, distribuții statistice exponențiale, chi-pătrat, și de tip Gauss. | Prelegere magistrală, Dezbateri, Problematizare | 2 ore |
| 12. | Descrierea și modelarea cu elemente de circuit pasive a unei biomembrane în regim liniar. Tehnica „voltage clamp” de monitorizare a semnalelor electrice la nivelul membranelor biologice. | Prelegere magistrală, Dezbateri, Problematizare | 2 ore |
| 13. | Canale ionice. Modelul stocastic al curenților ionici prin canale membranare. Matricea tranzițiilor de probabilitate. Timpii medii de viață ai stărilor canalelor ionice. | Prelegere magistrală, Dezbateri, Problematizare | 2 ore |
| 14. | Simularea stocastică a comportamentului canalelor ionice. Metoda Monte Carlo și metoda Gillespie. | Prelegere magistrală, Dezbateri, Problematizare | 2 ore |

Bibliografie/ Referințe:

1. L. Mereuta, 'Metode Actuale în Biofizica Moleculară' 2017, Editura Universității „Alexandru Ioan Cuza”– Iasi, ISBN 978-606-714-369-0
2. T. Luchian, *Introducere în biofizica moleculară și celulară*, 'Alexandru I. Cuza' University Publishing House, Iasi, 2001
3. Sara Billey, *Discrete Mathematical Modeling*, University of Washington, 2011
4. Gerhard Dangelmayr and Michael Kirby, *Mathematical Modeling, A Comprehensive Introduction*, PRENTICE HALL, Upper Saddle River, New Jersey 07458
5. Tinoco, Sauer, Wang & Puglisi, *Physical Chemistry: Principles and Applications in Biological Sciences (4th ed.)*, Prentice Hall ISBN 0-13-095943-X, 2002
6. N. G. Van Kampen, *Stochastic processes in physics and chemistry*, North-Holland, 1992
7. Christopher P. Fall, Eric S. Marland, John M. Wagner, John J. Tyson, *Computational Cell Biology* Springer-Verlag, 2002.

| 8.2 | Seminar / Laborator | Metode de predare | Observații (ore și referințe bibliografice) On-site |
|-----|---|---|---|
| 1. | Introducere în mediul grafic LabVIEW. Instrumente virtuale. Panelul frontal și Diagrama bloc. Funcții. Indicatori și controale numerice. Generarea și reprezentarea grafică a semnalelor. | Problematizare/Activitate practică asistată/ Interpretare | 2 ore |
| 2. | Operații cu semnale. Simularea unui oscilator liniar armonic în mediul grafic LabVIEW. Reprezentarea grafică a elongației, accelerației, energiei cinetice, potențiale și totale. | Problematizare/Activitate practică asistată/ Interpretare | 2 ore |



| | | | |
|-----|--|--|-------|
| 3. | Șiruri (arrays), bucle (loops) și reprezentări grafice în LabVIEW. Reprezentarea grafică a curbei de creștere exponențială a unei populații și a ecuației logistice. | Problematizare/Activitate practică asistată/ Interpretare | 2 ore |
| 4. | Reprezentarea grafică în mediul de programare LabVIEW a curbelor de legare a liganzilor la macromolecule proteice cu un singur situs de legare (curba simplă, liniarizarea curbei de legare, diagrama Hill, curba de titrare) | Problematizare/Activitate practică asistată/ Interpretare | 2 ore |
| 5. | Reprezentarea grafică în mediul de programare LabVIEW a curbelor de legare a liganzilor la macromolecule proteice folosind diagrama Scatchard pentru un singur situs de legare, respectiv pentru mai multe situsuri de legare independente. | Problematizare/Activitate practică asistată/ Interpretare | 2 ore |
| 6. | Derivarea și integrarea semnalelor. Simularea în mediul grafic LabVIEW a curectului ionic printr-un bistrat lipidic membranar modelat folosind elemente de circuit pasive. | Problematizare/Activitate practică asistată/ Interpretare | 2 ore |
| 7. | Spectrul de putere al unui semnal și tipuri de filtrări în LabVIEW. Filtrarea semnalelor electrice provenind din sisteme biofizice. Utilitate și interpretare, cu relevanță pentru biofizică și fizică medicală. | Problematizare/Activitate practică asistată/ Interpretare | 2 ore |
| 8. | Prezentarea modului de funcționare al unor instrumente utilizate pentru înregistrarea și măsurarea curenților electrice și a diferențelor de potențial, cu aplicații în transportul ionic. | Problematizare/Activitate practică asistată/ Interpretare | 2 ore |
| 9. | Mediul grafic de programare LabVIEW și utilitatea lui în analiza numerică a semnalelor și a achiziției de semnale analogice. Realizarea unui instrument virtual pentru achiziția și analiza statistică automată a unor fluctuații de tensiune electrică. | Problematizare/Activitate practică asistată/ Interpretare | 2 ore |
| 10. | Prelucrarea și analiza semnalelor analogice cu ajutorul unei plăci de sunet. | Problematizare/Activitate practică asistată/ Interpretare | 2 ore |
| 11. | Simularea cineticii stocastice a canalelor ionice, cu scheme de reacție alese de utilizator (QuB) | Problematizare/Activitate practică asistată/ Interpretare | 2 ore |
| 12. | Simularea în mediul grafic LabVIEW a curentului ionic mediat de un canal ionic care execută tranziții stocastice între două stări: închis și deschis. | Problematizare/Activitate practică asistată/ Interpretare | 2 ore |
| 13. | Descrierea conceptelor esențiale necesare pentru utilizarea unor pachete software utile în analiza statistică a datelor fizice și modelare (Origin, Mathematica) | Problematizare/Activitate practică asistată/ Interpretare | 2 ore |
| 14. | Analiza statistică în mediul de programare 'Origin'; | Problematizare/Activitate practică asistată/ Interpretare | 2 ore |

Bibliografie:

1. LabVIEW® Tutorial Manual, January 1996 Edition, Part Number 320998A-01, National Instruments Corporation
2. J. S. Bendat, A. G. Piersol, *Random data: Analysis and measurement procedure*, Wiley Interscience, 1971
3. The Axon Guide for Electrophysiology & Biophysics Laboratory Techniques, Axon Instruments, Inc.

**9. Coroborarea conținutului disciplinei cu așteptările reprezentanților comunității, asociațiilor profesionale și angajatorilor reprezentativi din domeniul aferent programului**

Conținutul disciplinei asigură pregătirea studenților în utilizarea instrumentelor, dispozitivelor și a pachetelor software necesare achiziției, simulării și prelucrării datelor fizice de interes în biofizică și fizică medicală. Le formează capacitatea de înțelegere și abstractizare a sistemelor fizice cu care interacționează și abilitatea de a modela adecvat aceste sisteme pe baza aparatului matematic cunoscut și a schemelor analogice.

10. Evaluare

| Tip activitate | 10.1 Criterii de evaluare | 10.2 Metode de evaluare | 10.3 Pondere în nota finală (%) |
|---|--|---|---------------------------------|
| 10.4 Curs | - abilitatea de a rezolva aplicații concrete pe baza noțiunilor teoretice studiate. | Colocviu (scris) | 50% |
| 10.5 Seminar/ Laborator | Evaluare pe parcurs: - utilizarea noțiunilor teoretice studiate în realizarea unor aplicații concrete folosind pachete software specifice; Colocviu de laborator: - realizarea unei aplicații specifice și interpretarea adecvată a rezultatelor. | Evaluare pe parcurs/ Colocviu de laborator | 20%/ 30% |
| 10.6 Standard minim de performanță | | | |
| <ol style="list-style-type: none">1. Realizarea unui algoritm pentru o aplicație software de complexitate medie (achiziția și prelucrarea de date, modelarea unor fenomene fizice).2. Realizarea unui dispozitiv experimental cu posibile aplicații medicale, diagnostică, tratament.3. Prelucrarea de date pentru soluționarea de cazuistici medicale și/sau realizarea unor dispozitive experimentale cu posibile aplicații medicale, diagnostică, tratament. | | | |

Data completării

Titular de curs

Titular de seminar

27.09.2022

Prof.univ.dr.Tudor LUCHIAN

Prof.univ.dr.Tudor LUCHIAN

Data avizării în departament

Director de departament

Conf.univ.dr. Iordana ASTEFANOAEI

**FIȘA DISCIPLINEI****2022/2023****1. Date despre program**

| | |
|---------------------------------------|--|
| 1.1 Instituția de învățământ superior | Universitatea “Alexandru Ioan Cuza” din Iași |
| 1.2 Facultatea | Facultatea de Fizică |
| 1.3 Departamentul | Fizică |
| 1.4 Domeniul de studii | Fizică |
| 1.5 Ciclul de studii | Licență |
| 1.6 Programul de studii / Calificarea | Fizică medicală |

2. Date despre disciplină

| | | | | | | | |
|--|------------------------------------|--------------|---|---------------------|---|--------------------------|----|
| 2.1 Denumirea disciplinei | Termodinamică și fizică statistică | | | | | | |
| 2.2 Titularul activităților de curs | Lect. univ. dr. RADU Daniel | | | | | | |
| 2.3 Titularul activităților de seminar | Lect. univ. dr. RADU Daniel | | | | | | |
| 2.4 An de studiu | 3 | 2.5 Semestru | 5 | 2.6 Tip de evaluare | E | 2.7 Regimul disciplinei* | OB |

* OB – Obligatoriu / OP – Opțional

3. Timpul total estimat (ore pe semestru și activități didactice)

| | | | | | |
|--|----|---------------------|----|-------------|-----|
| 3.1 Număr de ore pe săptămână | 4 | din care: 3.2. curs | 2 | 3.3 seminar | 2 |
| 3.4 Total ore din planul de învățământ | 56 | din care: 3.5. curs | 28 | 3.6 seminar | 28 |
| Distribuția fondului de timp | | | | | ore |
| Studiu după manual, suport de curs, bibliografie și altele | | | | | 33 |
| Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate și pe teren | | | | | 12 |
| Pregătire seminarii/laboratoare, teme, referate, portofolii și eseuri | | | | | 8 |
| Tutoriat | | | | | 12 |
| Examinări | | | | | 4 |
| Alte activități | | | | | |
| 3.7 Total ore studiu individual | | | | | 69 |
| 3.8 Total ore pe semestru | | | | | 125 |
| 3.9 Număr de credite | | | | | 5 |

4. Precondiții (dacă este cazul)

| | |
|-------------------|---|
| 4.1 De curriculum | Teoria mulțimilor, analiză matematică, ecuații diferențiale, mecanică analitică, electrodinamică, mecanică cuantică |
| 4.2 De competențe | Utilizarea calculatorului, stăpânirea la nivel mediu a unui program de calcul analitic și/sau numeric |

5. Condiții (dacă este cazul)

| | |
|----------------------------------|--------------------------------------|
| 5.1 De desfășurare a cursului | Computer personal; tabletă personală |
| 5.2 De desfășurare a seminarului | Computer personal; tabletă personală |

**6. Competențe specifice acumulate**

| | |
|--------------------------------|--|
| Competențe profesionale | C1. Deducerea de formule de lucru pentru calcule cu mărimi fizice utilizând adecvat principiile și legile fizicii C2. Descrierea sistemelor fizice, folosind teorii și instrumente specifice (modele experimentale și teoretice, algoritmi, scheme etc.) C3. Aplicarea principiilor și legilor fizicii în rezolvarea de probleme teoretice sau practice, în condiții de asistență calificată C4. Identificarea și utilizarea adecvată a metodelor numerice și de statistică matematică în analiza și prelucrarea unor date specifice fizicii C5. Corelarea metodelor de analiză statistică cu problematica dată (realizarea de măsuratori/calculare, prelucrare date, interpretare) C6. Realizarea conexiunilor necesare utilizării fenomenelor fizice, utilizând cunoștințe de bază din domeniul apropiate (Chimie, Biologie etc.) |
| Competențe transversale | CT1. Aplicarea cunoștințelor fundamentale de termodinamică și fizică statistică la soluționarea unor probleme teoretice sau practice din domeniul fizicii; CT2. Capacitatea de analiză și sinteză; CT3. Capacitatea de autoinstruire, în vederea dezvoltării profesionale în specializarea aleasă |

7. Obiectivele disciplinei (din grila competențelor specifice acumulate)

| | |
|----------------------------------|---|
| 7.1 Obiectivul general | Identificarea și utilizarea adecvată a principalelor legi și principii fizice într-un context dat, rezolvarea problemelor de fizică în condiții impuse, folosind metode numerice și statistice și abordarea interdisciplinară a unor teme din domeniul fizicii |
| 7.2 Obiectivele specifice | La finalizarea cu succes a acestei discipline, studenții vor fi capabili să: <ul style="list-style-type: none">▪ Explice fenomene și procese fizice conexe cu disciplina;▪ Descrie fenomene și procese fizice conexe cu disciplina;▪ Utilizeze aparatul matematic specific termodinamicii axiomatică și respectiv fizicii statistice pentru a modela procese și/sau fenomene fizice specifice disciplinei, cât și de graniță/transdisciplinare▪ Analizeze fenomene și procese fizice conexe cu disciplina;▪ Calculeze valori ale mărimilor fizice care intervin în fenomenele și procesele fizice conexe cu disciplina, cât și de graniță/interdisciplinare |

8. Conținut

| 8.1 | Curs | Metode de predare | Observații (ore și referințe bibliografice) |
|------------|---|---|---|
| 1. | Noțiuni fundamentale de termodinamică. Lucrul mecanic. Cantitatea de căldură. Energia internă | Prelegerea, problematizarea, conversația euristică, dezbaterea, descoperirea dirijată, explicația | 2h, Ref. 1+2 |
| 2. | Principiile termodinamicii. Funcții caracteristice și potențiale termodinamice | Idem | 2h, Ref. 1+2 |
| 3. | Sisteme cu număr variabil de particule. Potențialul chimic. Regula fazelor a lui | Idem | 2h, Ref. 1+2 |



| | | | |
|--|---|--|---|
| | Gibbs | | |
| 4. | Teoria termodinamică a transformărilor de fază | Idem | 2h, Ref. 1+2 |
| 5. | Obiectul fizicii statistice. Stări microscopice și stări macroscopice. Postulatele de bază ale fizicii statistice | Idem | 2h, Ref. 3 + Ref. supl. |
| 6. | Spațiul fazelor. Valori medii. Teorema Liouville | Idem | 2h, Ref. 3 + Ref. supl. |
| 7. | Matricea densității în reprezentarea energiei. Funcția de distribuție statistică în statistica cuantică | Idem | 2h, Ref. 3 + Ref. supl. |
| 8. | Entropia și temperatura în fizica statistică cuantică | Idem | 2h, Ref. 3 + Ref. supl. |
| 9. | Teoria ansamblurilor a lui Gibbs: distribuțiile statistice microcanonică și canonică (Gibbs) | Idem | 2h, Ref. 3 + Ref. supl. |
| 10. | Teoria ansamblurilor a lui Gibbs: distribuția statistică macrocanonică | Idem | 2h, Ref. 3 + Ref. supl. |
| 11. | Distribuțiile Maxwell și Boltzmann. Principiul indiscernabilității particulelor identice în mecanica cuantică | Idem | 2h, Ref. 3 + Ref. supl. |
| 12. | Distribuțiile Fermi-Dirac și Bose-Einstein. Gazele Fermi și Bose ale particulelor elementare | Idem | 2h, Ref. 3 + Ref. supl. |
| 13. | Gazul electronic degenerat și gazul Bose degenerat. Radiația termică | Idem | 2h, Ref. 3 + Ref. supl., online |
| 14. | Corpuri solide la temperaturi joase și înalte. Formula de interpolare a lui Debye | Idem | 2h, Ref. 3 + Ref. supl., online |
| Bibliografie | | | |
| Referințe principale: | | | |
| 1. George C. Moisil, <i>Termodinamica</i> , Editura Academiei RSR, București (1988); | | | |
| 2. Șerban Țițeica, <i>Termodinamica</i> , Editura Academiei RSR, București (1982); | | | |
| 3. L.D. Landau, E.M. Lifshitz, <i>Fizică statistică</i> , Editura Tehnică, București (1988). | | | |
| Referințe suplimentare: | | | |
| 1. D. Trevena, <i>Statistical Mechanics</i> , Oxford (1993); | | | |
| 2. A.M. Guenanlt, <i>Statistical Physics</i> , London (1988); | | | |
| 3. K. Huang, <i>Statistical Mechanics</i> , J. Wiley (1995); | | | |
| 4. O. Gherman, L. Saliu, <i>Fizică statistică</i> , București (1976); | | | |
| 5. R. Kubo, M. Toda, N. Saito, <i>Statistical Physics</i> , Springer (1992). | | | |
| 8.2 | Seminar / Laborator | Metode de predare | Observații (ore și referințe bibliografice) |
| 1. | Forme Pfaff. Ecuația Pfaff. Factor integrant. Forme Pfaff olonome și neolonome | Problematizarea, conversația euristică, dezbateră, descoperirea dirijată, explicația | 2h, Ref. 1 - 3 |
| 2. | Principiile termodinamicii: aplicații I | Idem | 2h, Ref. 1 - 3 |



| | | | |
|-----|---|------|------------------------|
| 3. | Principiile termodinamicii: aplicații II | Idem | 2h, Ref. 1 – 3 |
| 4. | Aplicațiile termodinamicii la studiul proprietăților electrice și magnetice ale sistemelor fizice | Idem | 2h, Ref. 1 – 3 |
| 5. | Referate studenți I | Idem | 2h, Ref. 1 – 3 |
| 6. | Referate studenți II | Idem | 2h, Ref. 1 – 3 |
| 7. | Referate studenți III | Idem | 2h, Ref. 1 – 3 |
| 8. | Referate studenți IV | Idem | 2h, Ref. 1 – 3 |
| 9. | Elemente de teoria probabilităților: aplicații | Idem | 2h, Ref. 1 – 3 |
| 10. | Aplicații ale teoriei ansamblurilor statistice I (distribuția microcanonică) | Idem | 2h, Ref. 1 – 3 |
| 11. | Aplicații ale teoriei ansamblurilor statistice II (distribuția Gibbs) | Idem | 2h, Ref. 1 – 3 |
| 12. | Aplicații ale teoriei ansamblurilor statistice III (distribuția macrocanonică) | Idem | 2h, Ref. 1 – 3 |
| 13. | Aplicații ale teoriei ansamblurilor statistice IV (distribuția macrocanonică) | Idem | 2h, Ref. 1 – 3, online |
| 14. | Lucrul mecanic maxim efectuat de un corp care se află într-un mediu exterior. Fluctuații și corelații | Idem | 2h, Ref. 1 – 3, online |

Bibliografie

- 1) M. Ignat, *Intrebări și exerciții de termodinamică și fizică statistică*, EDP, București (1982);
- 2) M. Ignat, S. Opreșan, I. Bena, *Probleme de termodinamică*, Ed. Univ. Iași (2002);
- 3) S. Opreșan, M. Ignat, *Metode numerice aplicate în Fizica teoretică (Termodinamică și fizică statistică)*, Ed. Univ. Iași (1999).

9. Coroborarea conținutului disciplinei cu așteptările reprezentanților comunității, asociațiilor profesionale și angajatorilor reprezentativi din domeniul aferent programului

Conținutul disciplinei a fost astfel conceput și realizat, încât să răspundă principalelor cerințe și așteptări ale comunității, asociațiilor profesionale și angajatorilor reprezentativi din domeniul aferent programului

10. Evaluare

| Tip activitate | 10.1 Criterii de evaluare | 10.2 Metode de evaluare | 10.3 Pondere în nota finală (%) |
|----------------|-------------------------------------|-------------------------|---------------------------------|
| 10.4 Curs | Prezența + participare la dezbateri | Examen | 50 % |



| | | | |
|--|--|--|------|
| 10.5 Seminar/ Laborator | Prezența + activitate la seminar + elaborare referat | Notă referat + notă pentru activitatea de la seminar | 50 % |
| 10.6 Standard minim de performanță: Nota finală 5 | | | |

Data completării

Titular de curs

Titular de seminar

22.09.2022

Lect. univ. dr. Daniel RADU

Lect. univ. dr. Daniel RADU

Data avizării în departament

Director de departament

Conf. univ. dr. Iordana AȘTEFĂNOAEI

**FIȘA DISCIPLINEI****2022/2023****1. Date despre program**

| | |
|---------------------------------------|--|
| 1.1 Instituția de învățământ superior | Universitatea “Alexandru Ioan Cuza” din Iași |
| 1.2 Facultatea | Facultatea de Fizică |
| 1.3 Departamentul | Fizică |
| 1.4 Domeniul de studii | Fizică |
| 1.5 Ciclul de studii | Licență |
| 1.6 Programul de studii / Calificarea | Fizică Medicală |

2. Date despre disciplină

| | | | | | | | |
|--|--|--------------|----------|---------------------|----------|--------------------------|-----------|
| 2.1 Denumirea disciplinei | ELECTRONICA SI APARATURA MEDICALA | | | | | | |
| 2.2 Titularul activităților de curs | Lect.dr. AVĂDĂNEI Ovidiu Gabriel | | | | | | |
| 2.3 Titularul activităților de laborator/ seminar | Lect. dr. AVĂDĂNEI Ovidiu Gabriel | | | | | | |
| 2.4 An de studiu | 3 | 2.5 Semestru | 1 | 2.6 Tip de evaluare | E | 2.7 Regimul disciplinei* | OB |

* OB – Obligatoriu / OP – Opțional

3. Timpul total estimat (ore pe semestru și activități didactice)

| | | | | | |
|--|-----------|------------------------------|-----------|--|-------------|
| 3.1 Număr de ore pe săptămână | 4 | din care: 3.2 curs online | 2 | 3.3 seminar/laborator Online/onsite | 0/2 |
| 3.4 Total ore din planul de învățământ | 56 | din care: 3.5 curs | 28 | 3.6 seminar/laborator | 0/28 |
| Distribuția fondului de timp | | | | | ore |
| Studiu după manual, suport de curs, bibliografie și altele | | | | | 19 |
| Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate și pe teren | | | | | 12 |
| Pregătire seminarii/laboratoare, teme, referate, portofolii și eseuri | | | | | 9 |
| Tutoriat | | | | | |
| Examinări | | | | | 4 |
| Alte activități | | | | | |
| 3.7 Total ore studiu individual | | | | | 44 |
| 3.8 Total ore pe semestru | | | | | 100 |
| 3.9 Număr de credite | | | | | 4 |

4. Precondiții (dacă este cazul)

| | |
|-------------------|--------------------------------------|
| 4.1 De curriculum | Cursuri : Electricitate, Electronica |
| 4.2 De competențe | |

5. Condiții (dacă este cazul)

| | |
|--|---|
| 5.1 De desfășurare a cursului | Sală de curs cu videoproiector, ecran și calculator |
| 5.2 De desfășurare a seminarului/ laboratorului | Laborator de electronică |



6. Competențe specifice acumulate

| | |
|--------------------------------|--|
| Competențe profesionale | <p>C3.1 Identificarea și analiza proceselor și fenomenelor fizico-medice pentru rezolvarea problemelor de diagnostic și tratament medical.</p> <p>C3.2 Interpretarea datelor clinice, fizico-medice pe baza formulării de ipoteze și concepte</p> <p>C3.4 Estimarea gradului de incertitudine a rezultatelor experimentale obținute și a implementării modelelor fizice în probleme de diagnostic și tratament medical.</p> <p>C3.5 Implementarea modelelor fizice pentru asigurarea bunei funcționări a aparaturii medicale în diagnosticare, investigație clinică, tratament medical.</p> <p>C4.1 Identificarea principiilor constructive și de funcționare a aparaturii medicale și explicarea modului de utilizare a acestora în beneficiul bolnavilor.</p> <p>C4.2 Prelucrarea datelor experimentale într-un mod logic și adecvat medicului curant contribuind în mod efectiv la actul de diagnostic și tratament medical.</p> <p>C4.3 Utilizarea computerelor pentru interfațarea unor aparate medicale în vederea achiziționării de date medicale și prelucrării acestora într-o formă accesibilă medicului curant.</p> <p>C5.1 Participarea la unele experimente concrete de diagnostic și tratament medical.</p> <p>C5.4 Analiza critică a unui referat de specialitate, comunicare științifică cu grad de dificultate mediu în domeniul fizicii medicale.</p> <p>C5.5 Redactarea și prezentarea unor rapoarte științifice din domeniul Fizicii medicale, a unor rezultate semnificative din unități medicale dotate cu aparatură modernă, performantă.</p> <p>C6.1 Definirea conceptelor de bază din domenii apropiate (Fizică, Biologie, Biochimie, Medicină) în vederea utilizării adecvate în echipe complexe.</p> <p>C6.2 Întreținerea și repararea aparaturii medicale, inclusiv în situații ce impun o abordare interdisciplinară.</p> <p>C6.3 Organizarea proprie a programului și timpului de lucru pentru efectuarea unor studii de caz, în care se urmărește efectul unor îmbunătățiri fizice ale aparaturii sau procedurilor medicale pentru realizarea unei metodologii de cercetare/studiu științific.</p> <p>C6.4 Realizarea de conexiuni între cunoștințe din domeniul fizico-medical și din domenii apropiate (fizică, informatică, biologie, chimie) în vederea obținerii de noi rezultate utile, atât pentru diagnostic cât și pentru tratament medical.</p> <p>C6.5 Efectuarea de stagii de cercetare în diverse unități medicale în vederea familiarizării și operării cu aparatură medicală modernă, obținerea de rezultate interesante și elaborarea de rapoarte asupra activității desfășurate.</p> |
| Competențe transversale | <p>Utilizarea adecvată în comunicarea profesională a terminologiei specifice domeniului fizica medicală dar și a domeniilor înrudite.</p> <p>Realizarea de conexiuni între domeniul fizica medicală și alte domenii.</p> <p>Aplicarea tehnicilor de muncă eficientă în echipă multidisciplinară pe diverse paliere ierarhice.</p> <p>Utilizarea computerelor pentru controlul unor experimente sau procese și achiziția de date.</p> |

7. Obiectivele disciplinei (din grila competențelor specifice acumulate)

| | |
|-------------------------------|--|
| 7.1 Obiectivul general | <p>C3 Efectuarea experimentelor de fizică, biofizică, fizică medicală și evaluarea rezultatelor pe baza modelelor teoretice.</p> <p>C4 Utilizarea de pachete software pentru analiza și prelucrarea datelor experimentale în vederea optimizării diagnosticului și tratamentului medical.</p> <p>C5 Interpretarea informațiilor cu caracter fizico-medical și transmiterea lor într-o formă coerentă și accesibilă.</p> <p>C6 Participarea în echipe interdisciplinare (medici, fizicieni, biologi, chimiști) pentru stabilirea diagnosticului și tratamentului adecvat.</p> |
|-------------------------------|--|



| | |
|----------------------------------|---|
| 7.2 Obiectivele specifice | <p>La finalizarea disciplinei, studenții vor putea:</p> <ul style="list-style-type: none">• Sa cunoasca principiile de funcționare, structura constructiva si aplicatiile echipamentelor din electronica medicala.• Sa aiba baza necesara de cunostiinte pentru a intelege functionarea unor aparate si echipamente care nu au fost studiate in cadrul activitatilor la aceasta disciplina.• Sa utilizeze aparatura medicala in conditii de siguranta.Sa cunoasca masurile de protectie ale muncii pe care o desfasoara.• in cadrul unor activitati de cercetare-dezvoltare medicala sa poata proiecta configuratii experimentale noi folosind aparatura disponibila si sa cunoasca procedurile de a comanda spre achizitie alte echipamente si softul necesar acestora. |
|----------------------------------|---|

8. Conținut

| 8.1 | Curs | Metode de predare | Observații (ore și referințe bibliografice) |
|-----|---|---|--|
| 1. | Semnale biologice si biomedicale. Caracteristici, tipuri de semnale. | Prelegerea, Dezbateră și Problematizarea. | 4 ore, referințe bibliografice 1,2,4 |
| 2. | Culegerea semnalelor bioelectrice, electrozi. | Prelegerea, Dezbateră și Problematizarea. | 2 ore, referințe bibliografice 1,2,4 |
| 3. | Senzori si traductoare pentru semnale biomedicale | Prelegerea, Dezbateră și Problematizarea. | 4 ore, referințe bibliografice 1,2,4 |
| 4. | Amplificarea semnalelor biomedicale electrice. Amplificatoare de instrumentatie izolatoare. Zgomote in procesul de amplificare. Filtrarea semnalelor. | Prelegerea, Dezbateră și Problematizarea. | 4 ore, referințe bibliografice 1,2,4 |
| 5. | Investigarea sistemului cardiovascular. ECG, electrocardiografie si vectorcardiografie, aparatura de masura TA, defibrilatorul, pace-makerul. | Prelegerea, Dezbateră, Problematizarea. | 4 ore, referințe bibliografice 1,2,4 |
| 6. | Aparate pentru investigarea sistemului respirator. Inregistrarea si interpretarea datelor. | Prelegerea, Dezbateră, Problematizarea. | 2 ore, referințe bibliografice 3,4 |
| 7. | Investigarea electrica a sistemului nervos,EEG. Prelucrarea semiautomata si automata a electroencefalogramei. | Prelegerea, Dezbateră, Problematizarea. | 4 ore, referințe bibliografice 3,4 |
| 8. | Electromiografie. Audiometrie | Prelegerea, Dezbateră, Problematizarea. | 2 ore, referințe bibliografice 3,4 |
| 9. | Organismul ca receptor de energie. | Prelegerea, Dezbateră, Problematizarea. | 2 ore, referințe bibliografice 3,4 |

Bibliografie

Referințe principale:

1. Herman, Sonia, Aparatura medicala.Principiile fizice ale aparaturii medicale moderne,Ed Teora,2000
2. Rodica Strungaru Electronica Medicala Ed.Did.si Ped.Bucuresti 1985
3. P.Borza, I.Matlac, M.Nicu, "Aparatura biomedicala", Edit. Tehnica Bucuresti,1996
4. Fl.M.Tufescu, "Dispozitive și circuite electronice" partea 2, Edit.Univ.Al.I.Cuza" Iași 2005
5. Radu Negoescu, Instrumentatia electronica biomedicala, Editura tehnica Bucuresti 1985

Referințe suplimentare:

1. H.N. Teodorescu - "Electronică Medicală", Note de curs, UT Iași, 2001
2. O.G.Avadanei, Fl.M.Tufescu, „Electronica , Culegere de probleme” , Edit.Univ,“Al.I.Cuza”, Iasi,2008
3. Sonia Herman,Aparatura medicala Principiile fizice ale aparaturii medicale moderne,Editura Teora 2000



| 8.2 | Seminar / Laborator | Metode de predare | Observații (ore și referințe bibliografice) |
|-----|--|--|--|
| 1. | Sisteme de adaptarea impedanței. Repetoare. | Descoperirea dirijată, Experimentul dirijat frontal | 2 ore, referințe bibliografice 1-3 |
| 2. | Studiul unui amplificator selectiv cu circuit integrat. | Descoperirea dirijată, Experimentul dirijat | 2 ore, referințe bibliografice 1-3 |
| 3. | Studiul unui amplificator izolator in varianta discreta realizat cu optocuplor. | Descoperirea dirijată, Experimentul dirijat | 2 ore, referințe bibliografice 1-3 |
| 4. | Comparatoare de tensiune. Comparatorul cu fereastră și comparatorul cu histerezis. | Descoperirea dirijată, Experimentul dirijat | 2 ore, referințe bibliografice 1-3 |
| 5. | Studiul circuitului cu calare de faza (PLL) si a aplicatiilor in prelucrarea semnalelor slabe. | Descoperirea dirijată, Experimentul dirijat | 2 ore, referințe bibliografice 1-3 |
| 6. | Sistem de masurare a temperaturii. | Descoperirea dirijată, Experimentul dirijat | 2 ore, referințe bibliografice 1-3 |
| 7. | Studiul unui amplificator de instrumentatie.Determinarea parametrilor principali. | Descoperirea dirijată, Experimentul dirijat | 2 ore, referințe bibliografice 1-3 |
| 8. | Proiect experimental : Studiul si proiectarea unui amplificator pentru semnale EEG cu circuite integrate. Sistem de control a temperaturii Corector de ton Baxendall. | Proiect experimental Descoperirea dirijată, | 10 ore, referințe bibliografice 1,4 |
| 9. | Recuperari si completari ale lucrarilor de laborator. | Descoperirea dirijată, Experimentul dirijat | 2 ore, referințe bibliografice 1-4 |
| 10. | Evaluarea activitatii de laborator – colocviu. | | 2 ore, |

Bibliografie

1. Florin Mihai Tufescu, Electronica fizica Îndrumar de lucrări practice, Editura Univerității Alexandru Ioan Cuza Iași 2003
2. <http://home.uaic.ro/~ftufescu/3>.
3. Referate existente la fiecare lucrare.
4. www.ti.com/medical

9. Coroborarea conținutului disciplinei cu așteptările reprezentanților comunității, asociațiilor profesionale și angajatorilor reprezentativi din domeniul aferent programului

Cunoasterea aplicata a notiunilor studiate pentru ca absolventii sa se integreze rapid in activitatea comunitatii asigurand competenta in evaluarea si solutionarea problemelor concrete.

10. Evaluare

| Tip activitate | 10.1 Criterii de evaluare | 10.2 Metode de evaluare | 10.3 Pondere în nota finală |
|----------------|---------------------------|-------------------------|-----------------------------|
|----------------|---------------------------|-------------------------|-----------------------------|



| | | | (%) |
|---|---|--|-----|
| 10.4 Curs | Cunoașterea temelor dezbătute în cadrul disciplinei. Capacitatea de a evalua și a se documenta în domeniu. Rezolvarea unor probleme și aplicații practice din cadrul tematicii. | Examen scris și oral: 50% din care 25% partea teoretică și 25% probleme. Evaluarea primelor 7 cursuri în timpul semestrului : 25% Condiții necesare pentru promovarea disciplinei: La fiecare din probe nota să fie ≥ 5 . Toate lucrările de laborator să fie efectuate în întregime. La curs și seminar să existe în total minimum 20 prezente. | 75% |
| 10.5 Seminar/ Laborator | Rezolvarea unor probleme din tematica seminarului. Efectuarea lucrărilor de laborator parcurse. | Activitate de laborator: 15% Proiectul realizat. 10% Colocviu din lucrările de laborator . | 25% |
| 10.6 Standard minim de performanță: Cunoașterea noțiunilor de bază analizate în cadrul cursului. Promovarea colocviului de laborator. Realizarea și prezentarea proiectului experimental. | | | |
| | | | |

Data completării
24.09.2022

Titular de curs
Lect.dr. Ovidiu Gabriel Avădănei

Titular de seminar
Lect.dr.Ovidiu Gabriel Avădănei

Data avizării în departament

Director de departament
Conf. dr. Iordana AȘTEFĂNOAEI

**FIȘA DISCIPLINEI****2022/2023****1. Date despre program**

| | |
|---------------------------------------|--|
| 1.1 Instituția de învățământ superior | Universitatea “Alexandru Ioan Cuza” din Iași |
| 1.2 Facultatea | Facultatea de Fizica |
| 1.3 Departamentul | Fizica |
| 1.4 Domeniul de studii | Fizica |
| 1.5 Ciclul de studii | Licenta |
| 1.6 Programul de studii / Calificarea | Fizica Medicala |

2. Date despre disciplină

| | | | | | | | |
|--|----------------------------------|--------------|---|---------------------|-----|--------------------------|----|
| 2.1 Denumirea disciplinei | Radiobiologie | | | | | | |
| 2.2 Titularul activităților de curs | Conf.dr.Loredana Mereuta | | | | | | |
| 2.3 Titularul activităților de seminar | Fiz. dr. Pricop Daniela Angelica | | | | | | |
| 2.4 An de studiu | III | 2.5 Semestru | I | 2.6 Tip de evaluare | EVP | 2.7 Regimul disciplinei* | OP |

* OB – Obligatoriu / OP – Opțional

3. Timpul total estimat (ore pe semestru și activități didactice)

| | | | | | |
|--|----|--------------------|----|-----------------------|-----|
| 3.1 Număr de ore pe săptămână | 4 | din care: 3.2 curs | 2 | 3.3 seminar/laborator | 2 |
| 3.4 Total ore din planul de învățământ | 56 | din care: 3.5 curs | 28 | 3.6 seminar/laborator | 28 |
| Distribuția fondului de timp | | | | | ore |
| Studiu după manual, suport de curs, bibliografie și altele | | | | | 15 |
| Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate și pe teren | | | | | 15 |
| Pregătire seminarii/laboratoare, teme, referate, portofolii și eseuri | | | | | 10 |
| Tutoriat | | | | | |
| Examinări | | | | | 4 |
| Alte activități | | | | | |
| 3.7 Total ore studiu individual | | | | | 44 |
| 3.8 Total ore pe semestru | | | | | 100 |
| 3.9 Număr de credite | | | | | 4 |

4. Precondiții (dacă este cazul)

| | |
|-------------------|-------------------------------------|
| 4.1 De curriculum | Fizica generala, biofizica generala |
| 4.2 De competențe | |

5. Condiții (dacă este cazul)

| | |
|---|---|
| 5.1 De desfășurare a cursului | Sala de curs cu tabla clasica si sisteme de proiectie video |
| 5.2 De desfășurare a seminarului/ laboratorului | Sala de laborator cu sisteme PC, microscop, spectrofotometru, vascozimetru, picnometru, balanta semianalitica, etc. |

**6. Competențe specifice acumulate**

| | |
|--------------------------------|---|
| Competențe profesionale | C1. Identificarea și utilizarea adecvată a principalelor legi și principii fizice într-un context dat. C3. Efectuarea experimentelor de fizică, biofizică, fizică medicală și evaluarea rezultatelor pe baza modelelor teoretice C4. B Efectuarea experimentelor de fizica si biofizica si evaluarea rezultatelor pe baza modelelor teoretice. C5 B Interpretarea informatiilor cu caracter fizic/ biofizic si didactic si transmiterea lor într-o forma coerenta C6 Participarea în echipe interdisciplinare (medici, fizicieni, biologici, chimiști) pentru stabilirea diagnosticului și tratamentului adecvat |
| Competențe transversale | C4.1. Precizarea principiilor si legilor fundamentale ale fizicii si biofizicii C4.2. Interpretarea proceselor biofizice utilizand modele experimentale si teoretice C4.3. Utilizarea bazelor de date, a literaturii de specialitate pentru identificarea metodelor de determinare a unor marimi biofizice C4.4. Evaluarea rezultatelor experimentale si compararea lor cu predictiile teoretice si datele din literatura de specialitate C5.1. Identificarea bibliografiei aferente, a terminologiei specifice domeniului Biofizica dar si a domeniilor inrudite (in special biochimie) |

7. Obiectivele disciplinei (din grila competențelor specifice acumulate)

| | |
|----------------------------------|---|
| 7.1 Obiectivul general | Formarea abilitatilor de abordare fizica a problemelor legate de efectele biologice ale radiatiilor; dobandirea competentelor de operare cu conceptele radiobiologiei pentru intelegerea specificului interactiunii radiatiilor cu structurile vii; dezvoltarea aptitudinilor de abordare multidisciplinara a fenomenelor declansate de absorbtia radiatiilor in biomolecule, celule, tesuturi si organisme vii; formarea aptitudinilor practice de efectuare a unui experiment privind masurarea efectelor radiatiilor la nivel biologic |
| 7.2 Obiectivele specifice | La finalizarea cu succes a acestei discipline, studenții vor fi capabili să: <ul style="list-style-type: none">▪ Explice fenomenele de la interactiunea radiatiilor cu materia vie▪ Descrie fazele interactiunii radiatiilor cu celulele si tesuturile: fizica, biochimica, biologica▪ Utilizeze conceptele de baza ale radiobiologiei medicale▪ Analizeze date experimentale prin prisma modelelor raspuns doza▪ Calculeze parametrii curbelor efect-doza utilizati in radioterapia tumorilor |

8. Conținut

| 8.1 | Curs | Metode de predare on site | Observații (ore și referințe bibliografice) |
|------------|---|--|--|
| 1. | Notiuni fundamentale aplicate in Radiobiologie. Criterii de clasificare a radiatiilor ionizante si a interactiunilor acestora cu materia vie . | Expunere video; discutii interactive | 2 |
| 2. | Teoria tinteii si distributia Poisson; curbele efect doza exponentiale, notiunea de radiosensibilitate; | Demonstratie pe baza de algoritmi matematici | 2 |
| 3. | Curbele efect-doza sigmoidale si conceptul matematic de doza cvasiprag; curbele efect doza sigmoidale cu punct unghiular si tipurile de neomogenitate din populatiile de celule iradiate; curbe efect doza patratice si liniar patratice; | Expunere Interpretare matematica a graficelor din literatura de specialitate | 2 |
| 4. | Sectiuni eficace integrale ale fenomenelor fundamentale din etapa fizica a interactiunii radiatiilor cu materia vie si coeficienti de atenuare liniari si masici; sectiuni eficace diferentiale | Prezentarea si discutarea relatiilor matematice cu interpretare specifica | 2 |



| | | | |
|-----|--|---|---|
| 5. | Interacțiuni prin efect Cerenkov, fenomen de Bremstrahlung; ecuații matematice diferențiale | Prezentare ilustrativă și discutarea relațiilor matematice aferente | 2 |
| 6. | Transferul liniar de energie în medii complexe cu număr atomic echivalent și relația Bragg-Bragg | Expunere video; discuții interactive | 2 |
| 7. | Radioliza apei; formarea ROS – specii reactive cu oxigen; | Prezentarea subiectului cu sliduri video și discuții | 2 |
| 8. | Radicali liberi; integrarea ecuației diferențiale de la radioliza aminoacizilor | Expunere Demonstrație pe baza de algoritmi matematici | 2 |
| 9. | Integrarea ecuației diferențiale de la activarea tesuturilor prin bombardament cu neutroni; aplicații în analiza cantitativă | Expunere Demonstrația relațiilor matematice și interpretarea graficelor | 2 |
| 10. | Efectele radiațiilor asupra funcțiilor celulare integrate; legea Bergonier-Tribondeau; | Prezentarea subiectului cu sliduri video și discuții legate de aplicații în radioterapie | 2 |
| 11. | Fenomenele de refacere numerică a tesuturilor iradiate; curbele de la incidența cancerelor în populații iradiate; | Expunere Demonstrația relațiilor matematice și interpretarea graficelor | 2 |
| 12. | Refacerea leziunilor ADN-ului iradiat; influența condițiilor de iradiere asupra efectelor biologice ale radiațiilor; | Expunere Prezentarea subiectului cu sliduri video și discuții legate de aplicații în radioterapie | 2 |
| 13. | Iradierea fracționată în radioterapie și iradierea selectivă a tumorilor | Demonstrația relațiilor matematice și interpretarea acestora | 2 |
| 14. | Efectele radiațiilor ultraviolete asupra bazelor azotate din structura ADN-ului; spectrele de acțiune ale efectelor induse de radiațiile ultraviolete; radioprotectorii și radiosensibilizatorii | Expunere video; discuții interactive | 2 |

Bibliografie**Referințe principale:**

HALL, E. J., "Radiobiology for the radiologist", Lippincott, Philadelphia, Pennsylvania, U.S.A. (2000).

NIAS, A.W., "An introduction to radiobiology", Wiley, New York, New York, U.S.A. (1998).

STEEL, G.G., "Basic clinical radiobiology", Arnold, London, United Kingdom (2002).

BEYZADEOGLU, M.; OZYIGIT, G.; RBRULI, C. "Basic Radiation Oncology" 2010; <http://www.springer.com/978-3-642-11665-0>**Referințe suplimentare:**

Elemente de radiobiologie, D. Creanga, Ed. Cermi, 2005,

Introduction to Radiobiology, Maurice Tubiana, J. Dutreix, A. Wambersie, Taylor&Francis, 1990

| 8.2 | Seminar / Laborator | Metode de predare on site | Observații (ore și referințe bibliografice) |
|-----|---|---|---|
| 1. | Trasarea unei curbe efect-doza la iradierea unei populații de microorganisme și evaluarea radiosensibilității; | Măsurători în laborator; reprezentări grafice și analiza statistică a datelor | 4 |
| 2. | Efectul radiațiilor asupra tensiunii superficiale a serului sangvin; | Măsurători în laborator; reprezentări grafice și analiza statistică a datelor | 4 |
| 3 | Influența radiațiilor asupra biosintezei pigmentilor fotosintetizatori; | Extracția pigmentilor din materialul iradiat; citirea spectrală; aplicarea formulelor de calcul | 4 |
| 4 | Influența dozelor mici de radiații asupra dinamicii lungimilor la plantule iradiate în stadii ontogenetice timpurii; | Măsurători în laborator și analiza statistică prin reprezentări box-chart | 2 |
| 5 | Modificarea vâscozității unei soluții coloidale de gelatină (produs de degradare al colagenului) sub acțiunea dozelor mici de radiații; | Măsurători în laborator; reprezentări grafice și analiza statistică a datelor | 4 |



| | | | |
|---|---|--|---|
| 6 | Studiul efectelor descărcării corona asupra plantulelor de graminee | Extractia selectiva din probe iradiate si citirea spectrala cu calcule si grafice | 4 |
| 7 | Studierea genotoxicitatii radiatiilor asupra embrionilor vegetali | Observarea mitozelor normale si anormale; estimari procentuale pe preparate microscopice | 2 |
| 8 | Variatia indicelui mitotic si a indicelui aberatiilor cromosomiale in meristeme radiculare iradiate | Trasarea graficelor comparative si discutarea acestora | 2 |
| 9 | Influenta radiatiilor ultraviolete asupra indicelui de refractie a sucurilor vegetale; | Masuratori in laborator si interpretarea rezultatelor | 2 |

Bibliografie

D. Creanga, LUCRARI PRACTICE DE RADIOBIOLOGIE, Ed .Univ. Al. I. Cuza-Iasi, 2003

9. Coroborarea conținutului disciplinei cu așteptările reprezentanților comunității, asociațiilor profesionale și angajatorilor reprezentativi din domeniul aferent programului

Pregatirea fizicianului medical ce va lucra in clinicile de imagistica medicala si de radioterapie. Formarea abilitatilor de abordare fizica a problemelor legate de efectele biologice ale radiatiilor; dobandirea competentelor de operare cu conceptele radiobiofizicii pentru intelegerea specificului interactiunii radiatiilor cu structurile vii; dezvoltarea aptitudinilor de abordare multidisciplinara a fenomenelor declansate de absorbtia radiatiilor in biomolecule, celule, tesuturi si organisme vii; formarea aptitudinilor practice de efectuare a unui experiment privind masurarea efectelor radiatiilor la nivel biologic

10. Evaluare

| Tip activitate | 10.1 Criterii de evaluare | 10.2 Metode de evaluare | 10.3 Pondere în nota finală (%) |
|--|---------------------------|-------------------------|---------------------------------|
| 10.4 Curs | | Colocviu scris | 50% |
| 10.5 Seminar/ Laborator | | Colocviu de laborator | 50% |
| 10.6 Standard minim de performanță Efectuarea in mod independent de masuratori experimentale conform unei fise puse la dispozitie. Comunicarea informatiilor din domeniul fizicii si biofizicii; prezentarea de rapoarte profesionale cu grad de dificultate mediu | | | |

Data completării

Titular de curs

Titular de seminar.laborator

22.09.2022

Conf.dr.Loredana Mereuta

Fiz. dr. Pricop Daniela Angelica

Data avizării în departament

Director de departament

Conf. univ. dr. Iordana Astefanoaei

**FIȘA DISCIPLINEI****2022/2023****1. Date despre program**

| | |
|---------------------------------------|--|
| 1.1 Instituția de învățământ superior | Universitatea “Alexandru Ioan Cuza” din Iași |
| 1.2 Facultatea | Facultatea de Fizică |
| 1.3 Departamentul | Fizică |
| 1.4 Domeniul de studii | Fizică |
| 1.5 Ciclul de studii | Licență |
| 1.6 Programul de studii / Calificarea | Fizică medicală |

2. Date despre disciplină

| | | | | | | | |
|--|------------------------------------|--------------|---|---------------------|-----|--------------------------|----|
| 2.1 Denumirea disciplinei | Etică și integritate academică | | | | | | |
| 2.2 Titularul activităților de curs | Prof. univ. dr. Cristian ENĂCHESCU | | | | | | |
| 2.3 Titularul activităților de seminar | Prof. univ. dr. Cristian ENĂCHESCU | | | | | | |
| 2.4 An de studiu | 3 | 2.5 Semestru | 1 | 2.6 Tip de evaluare | EVP | 2.7 Regimul disciplinei* | OP |

* OB – Obligatoriu / OP – Opțional

3. Timpul total estimat (ore pe semestru și activități didactice)

| | | | | | |
|--|----|--------------------|----|-----------------------|-----|
| 3.1 Număr de ore pe săptămână | 2 | din care: 3.2 curs | 1 | 3.3 seminar/laborator | 1 |
| 3.4 Total ore din planul de învățământ | 28 | din care: 3.5 curs | 14 | 3.6 seminar/laborator | 14 |
| Distribuția fondului de timp | | | | | ore |
| Studiu după manual, suport de curs, bibliografie și altele | | | | | 23 |
| Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate și pe teren | | | | | 15 |
| Pregătire seminarii/laboratoare, teme, referate, portofolii și eseuri | | | | | 5 |
| Tutoriat | | | | | 2 |
| Examinări | | | | | 2 |
| Alte activități | | | | | |
| 3.7 Total ore studiu individual | | | | | 47 |
| 3.8 Total ore pe semestru | | | | | 75 |
| 3.9 Număr de credite | | | | | 3 |

4. Precondiții (dacă este cazul)

| | |
|-------------------|----|
| 4.1 De curriculum | Nu |
| 4.2 De competențe | Nu |

5. Condiții (dacă este cazul)

| | |
|--|---|
| 5.1 De desfășurare a cursului | - |
| 5.2 De desfășurare a seminarului/ laboratorului | - |

6. Competențe specifice acumulate



| | |
|--------------------------------|--|
| Competențe profesionale | C1. Experiză avansată în domeniu C2. Competențe de a identifica, implementa și oferi soluții problemelor de cercetare |
| Competențe transversale | CT1. Competențe de comunicare orală și scrisă CT2. Folosirea mijloacelor IT și a tehnologiilor informaționale CT3. Lucrul în echipă și abilități sociale |

7. Obiectivele disciplinei (din grila competențelor specifice acumulate)

| | |
|----------------------------------|---|
| 7.1 Obiectivul general | Înșușirea de cunoștințe privind metodologia și etica cercetării științifice |
| 7.2 Obiectivele specifice | La finalizarea cu succes a acestei discipline, studenții vor fi capabili să: <ul style="list-style-type: none">▪ Prelucraze și analizeze informații în mod corect dintr-o varietate de surse bibliografice▪ Cunoască metodologia cercetării științifice▪ Cunoască principiile fundamentale ale cercetării științifice▪ Cunoască ce este un plagiat▪ Cunoască obligațiile pe care le au cercetătorii▪ Cunoască responsabilitățile ce revin autorilor unui articol științific▪ Identifice elementele unei conduite necorespunzătoare în cercetare |

8. Conținut

| 8.1 | Curs | Metode de predare | Observații (ore și referințe bibliografice) |
|-------|---|--------------------------|--|
| 1 | Considerații istorice și filozofice asupra eticii | Prelegere, exemplificare | 1 ora |
| 2 | Principiile fundamentale ale cercetării științifice | Prelegere, exemplificare | 1 ora |
| 3 | Etica cercetării | Prelegere, exemplificare | 1 ora |
| 4 | Conduita necorespunzătoare în cercetare | Prelegere, exemplificare | 1 ora |
| 5 | Etică și comunicare științifică. Autorii și rolul lor | Prelegere, exemplificare | 1 ora |
| 6-7 | Plagiat și auto-plagiat | Prelegere, exemplificare | 2 ore |
| 8-9 | Citarea și referințele bibliografice | Prelegere, exemplificare | 2 ore |
| 10-11 | Mentoratul și colaborările științifice | Prelegere, exemplificare | 2 ore |
| 12 | Managementul datelor | Prelegere, exemplificare | 1 ora |



| | | | |
|----|-------------------------------------|--------------------------|-------|
| 13 | Reglementarea eticii în România | Prelegere, exemplificare | 1 ora |
| 14 | Știință și responsabilitate socială | Prelegere, exemplificare | 1 ora |

Bibliografie

1. Roy Jensen, Communicating Science-an introductory guide for conveying scientific information to academic and public audiences, Second edition, ISBN 978-0-9937397-3-6 (electronic edition), 2016.
2. Jaime A. Teixeira da Silva and Judit Dobra'nszki, Multiple Authorship in Scientific Manuscripts: Ethical Challenges, Ghost and Guest/Gift Authorship, and the Cultural/Disciplinary Perspective, Sci. Eng. Ethics 22 (2016) 1457–1472.
3. Karen Englander, Writing and Publishing Science Research Papers in English-A Global Perspective, Springer Dordrecht Heidelberg NewYork London, 2014.
4. B. L. N. Kennet, Planning and Managing Scientific Research- A guide for the beginning researcher, ANU Press, The Australian National University Canberra, 2014.
5. John D'Angelo, Ethics in Science- Ethical Misconduct in Scientific Research, CRC Press, Taylor & Francis, Boca Raton London New York, 2012.
6. A. Yavuz Oruç, Handbook of Scientific Proposal Writing, CRC Press, Taylor & Francis, Boca Raton London New York, 2012.
7. L. Scott Montgomery, The Chicago guide to communicating science, The University of Chicago Press, Chicago and London, 2003.
8. Ivan Valiela, Doing Science-Design, Analysis, and Communication of Scientific Research, Oxford University Press, New York, 2001.
9. European Commission, Ethics for researchers – Facilitating Research Excellence, Bruxelles, 2013
10. "On Being a Scientist: Responsible Conduct in Research"; National Academy Press, Washington D.C, 2009
11. S. Florea, Plagiul și încălcarea drepturilor de autor, Dezbateri juridice, <https://www.juridice.ro/467536/plagiul-si-incalcarea-drepturilor-de-autor.html>
13. Legea nr. 206 din 27 mai 2004
14. Codul de etică al UAIC
15. Ghidul de integritate CNECSTDI
16. Ghidul anti-plagiul SNSPA

| 8.2 | Seminar / Laborator | Metode de predare | Observații (ore și referințe bibliografice) |
|-------|--|-----------------------|--|
| 1 | Principiile fundamentale ale cercetării științifice | Conversație euristică | 1 ora |
| 2-3 | Etica cercetării în contextul legislației și reglementărilor actuale românești și europene | Conversație euristică | 2 ore |
| 4 | Conduita necorespunzătoare în cercetare | Conversație euristică | 1 ora |
| 5 | Autorii și rolul lor | Conversație euristică | 1 ora |
| 6-7 | Plagiul și auto-plagiul | Conversație euristică | 2 ore |
| 8-9 | Citarea și referințele bibliografice | Conversație euristică | 2 ore |
| 10-11 | Mentoratul și colaborările științifice | Conversație euristică | 2 ore |
| 12-13 | Managementul datelor | Conversație euristică | 2 ore |
| 14 | Știință și responsabilitatea socială | Conversație euristică | 1 ora |

9. Coroborarea conținutului disciplinei cu așteptările reprezentanților comunității, asociațiilor

**profesionale și angajatorilor reprezentativi din domeniul aferent programului**

În contextul actual, cunoașterea noțiunilor de etică și integritate este esențială pentru asigurarea corectitudinii activităților desfășurate de studenți și pentru activitatea viitorilor cercetători.

10. Evaluare

| Tip activitate | 10.1 Criterii de evaluare | 10.2 Metode de evaluare | 10.3 Pondere în nota finală (%) |
|---|---------------------------|---|---------------------------------|
| 10.4 Curs | | | |
| 10.5 Seminar/ Laborator | | Probe practice, discutarea unor studii de caz | 100% |
| 10.6 Standard minim de performanță | | | |
| <ul style="list-style-type: none">• Studenții trebuie să fie capabili să înțeleagă și să aplice regulile de etică în cercetarea științifică | | | |

Data completării
23.09.2022

Titular de curs
Prof.dr. Cristian Enăchescu

Titular de seminar
Prof.dr. Cristian Enăchescu

Data avizării în departament

Director de departament
Conf.dr. Iordana Aștefănoaei