

FIȘA DISCIPLINEI

Mecanica Cuantica II

Anul universitar 2025-2026

1. Date despre program

| | |
|--|---|
| 1.1. Instituția de învățământ superior | Universitatea "Babeș-Bolyai" Cluj-Napoca |
| 1.2. Facultatea | Facultatea de Fizică |
| 1.3. Departamentul | Departamentul de Fizică Biomoleculară |
| 1.4. Domeniul de studii | Fizică / Științe Inginerești Aplicate |
| 1.5. Ciclul de studii | Licență |
| 1.6. Programul de studii / Calificarea | Fizică, Fizică informatică, Fizică medicală, Fizica tehnologica |
| 1.7. Forma de învățământ | Zi |

2. Date despre disciplină

| | | | | | | | |
|---|-----------------------------|----------------|---|------------------------|---|--------------------------|---|
| 2.1. Denumirea disciplinei | Mecanică Cuantică II | | | Codul disciplinei | | | |
| 2.2. Titularul activităților de curs | Dr. Liviu Zarbo | | | | | | |
| 2.3. Titularul activităților de seminar | Dr. Liviu Zarbo | | | | | | |
| 2.4. Anul de studiu | II | 2.5. Semestrul | 4 | 2.6. Tipul de evaluare | E | 2.7. Regimul disciplinei | F |

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

| | | | | | |
|--|----|---------------------|----|--------------|------------|
| 3.1. Număr de ore pe săptămână | 2 | din care: 3.2. curs | 1 | 3.3. seminar | 1 |
| 3.4. Total ore din planul de învățământ | 28 | din care: 3.5. curs | 14 | 3.6 seminar | 14 |
| Distribuția fondului de timp pentru studiul individual (SI) și activități de autoinstruire (AI) | | | | | ore |
| Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe (AI) | | | | | 30 |
| Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate și pe teren | | | | | 16 |
| Pregătire seminare/ laboratoare/ proiecte, teme, referate, portofolii și eseuri (mai mare sau egal cu nr. total ore prevăzut în calendarul disciplinei pentru temele de control) | | | | | 16 |
| Tutoriat (consiliere profesională) | | | | | 5 |
| Examinări | | | | | 2 |
| Alte activități [de ex.: comunicare bidirecțională cu titularul de disciplină / tutorele] | | | | | |
| 3.7. Total ore studiu individual (SI) și activități de autoinstruire (AI) | | | | 70 | |
| 3.8. Total ore pe semestru | | | | 98 | |
| 3.9. Numărul de credite | | | | 4 | |

4. Precondiții (acolo unde este cazul)

| | |
|--------------------|---|
| 4.1. de curriculum | Promovarea cursurilor de Algebră liniară, Analiză matematică și Mecanică Cuantică I |
| 4.2. de competențe | |

5. Condiții (acolo unde este cazul)

| | |
|--|--|
| 5.1. de desfășurare a cursului | |
| 5.2. de desfășurare a seminarului/ laboratorului | |

6.1. Competențele specifice acumulate¹

¹ Se poate opta pentru competențe sau pentru rezultatele învățării, respectiv pentru ambele. În cazul în care se alege o singură variantă, se va șterge tabelul aferent celeilalte opțiuni, iar opțiunea păstrată va fi numerotată cu 6.

| | |
|--|---|
| Competențe profesionale/esențiale | <ul style="list-style-type: none"> • Studenții vor asimila conceptele de bază, principiile și formalismul mecanicii cuantice, și vor fi capabili să rezolve prin metode exacte sau aproximative probleme fundamentale de mecanică cuantică. • Studenții își vor dezvolta deprinderi de utilizare a metodelor generale ale fizicii teoretice și în particular ale ecuațiilor fizicii matematice, operând cu ecuații și funcții speciale. • Studenții vor dobândi deprinderi de aplicare a metodelor mecanicii cuantice în domenii ale fizicii, chimiei sau biofizicii în care se utilizează formalismul cuantic. • 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. • Abordarea interdisciplinară a unor teme din domeniul fizicii. |
| Competențe transversale | <ul style="list-style-type: none"> • Studenții vor asimila cunoștințe interdisciplinare. • Studenții vor dobândi deprinderi de lucru analitic cu formalisme teoretice complexe și de documentare individuală. • Studenții vor dobândi abilități de lucru în grup, de argumentare a unor modalități de rezolvare a problemelor și de identificare a soluțiilor optime. • Studenții își vor dezvolta spiritul de competiție și cel de echipă. • Realizarea sarcinilor profesionale în mod eficient și responsabil cu respectarea legislației deontologice specifice domeniului sub asistență calificată. Aplicarea strategiilor de muncă eficientă și responsabilă, de punctualitate, seriozitate și răspundere personală, pe baza principiilor, normelor și a valorilor codului de etică profesională. Aplicarea, în contextul respectării legislației, a drepturilor de proprietate intelectuală (inclusiv transfer tehnologic), a metodologiei de certificare a produselor, a principiilor, normelor și valorilor codului de etică profesională în cadrul propriei strategii de muncă riguroasă, eficientă și responsabilă. • 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. Documentarea în limba română și cel puțin într-o limbă străină, pentru dezvoltarea profesională și personală, prin formare continuă și adaptarea eficientă la noile descoperiri științifice. Identificarea oportunităților de formare continuă și valorificarea eficientă a resurselor și tehnicilor de învățare pentru propria dezvoltare. |

6.2. Rezultatele învățării

| | |
|--------------------------------------|--|
| Cunoștințe | Studentul cunoaște: metodele și principiile de bază ale mecanicii cuantice, formalismul matematic pentru studiul sistemelor cuantice continue și discrete. Modelele matematice pentru sistemele cele mai simple din mecanica cuantică: sistemul cu 2 nivele, particula liberă, oscilatorul armonic linear, atomul de hidrogen. |
| Aptitudini | Studentul este capabil să aplice principiile de bază ale mecanicii pentru: i) calcularea nivelelor energetice și stărilor proprii ale celor mai simple sisteme din mecanica cuantică, ii) analiza evoluției în timp a sistemelor cuantice, iii) rezolvarea unor probleme de mecanica cuantică în mod aproximativ iv) calculul valorilor așteptate ale mărimilor fizice asociate cu sisteme cuantice simple, v) calculul probabilităților de tranziție pentru sisteme cuantice. |
| Responsabilități și autonomie | Studentul are capacitatea de a lucra independent pentru a se pregăti pentru teste și examene; pentru a rezolva temele pentru acasă oferite în cadrul cursului. |

7. Obiectivele disciplinei (reieșind din grila competențelor acumulate)

| | |
|--|--|
| 7.1 Obiectivul general al disciplinei | <ul style="list-style-type: none">Însușirea conceptelor, formalismului matematic și metodelor mecanicii cuantice. |
| 7.2 Obiectivele specifice | <ul style="list-style-type: none">Dezvoltarea deprinderilor de operare cu formalismul cuantic în rezolvarea unor probleme fundamentale ale fizicii, chimiei și biofizicii. |

8. Conținuturi

| 8.1 Curs | Metode de predare | Observații |
|---|--|------------|
| 1. CONCEPTE DE BAZA IN MECANICA CUANTICA Postulatele mecanicii cuantice. Masuratori in mecanica cuantica. Entanglement in sisteme cuantice. Decoerenta sistemelor cuantice. | Expunere. Ilustrare grafică. Dezbatere context interdisciplinar. | [5] |
| 2. EVOLUȚIA SISTEMELOR CUANTICE Operatori unitari infinitezimali. Operatorul de evoluție. Formulări ale mecanicii cuantice (Schrödinger, Heisenberg, de interacție). | Expunere. Ilustrare grafică. | |
| | Dezbatere context interdisciplinar. | [5] |
| 3. MANIPULAREA SISTEMELOR CUANTICE Oscilații Rabi. Pomparea optica. | Expunere. Dezbatere context interdisciplinar. | [5], [7] |
| 4. TEORIA PERTURBAȚIILOR DEPENDENTE DE TIMP Probabilitatea de tranziție, aplicații. Reguli de selecție. Regula lui Fermi. | Expunere. Ilustrare grafică. Dezbatere context interdisciplinar. | [5], [7] |
| 5. ENTANGLEMENT Modele simple de sisteme entanglate: spini cuplați. Modelul Jaynes Cummings. Particula unidimensională cu spin. | Expunere. Ilustrare grafică. Dezbatere context interdisciplinar. | [5], [7] |
| 6. DECOERENȚA IN SISTEME CUANTICE. Ecuațiile Bloch pentru sistemul cu două nivele și pentru oscilatorul armonic. Timpul de coerență și timpul de defazare. | Expunere. Ilustrare grafică. Dezbatere context interdisciplinar. | [5], [7] |
| 7. SISTEME DE PARTICULE IDENTICE Operatorul de permutare. Stări simetrice și antisimetrice. Sisteme de bozoni și fermioni. Interacțiunea de schimb. | Expunere. Dezbatere context interdisciplinar. | [5], [7] |

Bibliografie

- [1] T. A. Beu, "Quantenmechanik I", (Universitatea "Babeș-Bolyai", Cluj-Napoca, 2000), <http://www.phys.ubbcluj.ro/~titus.beu/teaching.html>.
- [2] D. D. Fitts, "Principles of Quantum Mechanics" (Cambridge University Press, 2002).
- [3] P. W. Atkins, R. S. Friedman, „Molecular Quantum Mechanics” (Oxford University Press, 2003).
- [4] B. H. Bransden, C.J. Joachain, "Introduction to Quantum Mechanics" (Longman, Harlow, 1994).
- [5] A. Messiah, "Mecanică cuantică" (Editura Științifică, București, 1973).
- [6] C. Cohen-Tannoudji, B. Diu, F. Laloe, "Quantum Mechanics", Wiley-VCH, Berlin, 1997).
- [7] M. Cristea, "Mecanică cuantică" (Universitatea din Cluj-Napoca, 1985).

| 8.2 Seminar | Metode de predare | Observații |
|--|--|------------|
| 1. CONCEPTE DE BAZA IN MECANICA CUANTICA Postulatele mecanicii cuantice. Masuratori in mecanica cuantica. Entanglement in sisteme cuantice. Decoerenta sistemelor cuantice. | Rezolvare probleme frontal / subgrupe. | [5] |
| 2. EVOLUȚIA SISTEMELOR CUANTICE Operatori unitari infinitesimali. Operatorul de evoluție. Formulări ale mecanicii cuantice (Schrödinger, Heisenberg, de interacție). | Rezolvare probleme frontal / subgrupe. | [5] |
| 3. MANIPULAREA SISTEMELOR CUANTICE Oscilatii Rabi. Pomparea optica. | Rezolvare probleme frontal / subgrupe. | [5], [7] |
| 4. TEORIA PERTURBAȚIILOR DEPENDENTE DE TIMP Probabilitatea de tranziție, aplicații. Reguli de selectie. Regula lui Fermi. | Rezolvare probleme frontal / subgrupe. | [5], [7] |
| 5. ENTANGLEMENT Modele simple de sisteme entanglate: spini cuplati. Modelul Jaynes Cummings. Particula unidimensională cu spin. | Rezolvare probleme frontal / subgrupe. | [5], [7] |
| 6. DECOERENTA IN SISTEME CUANTICE. Ecuatiile Bloch. Timpul de coerenta si timpul de defazare. | Rezolvare probleme frontal / subgrupe. | [5], [7] |
| | subgrupe. | |
| 7. SISTEME DE PARTICULE IDENTICE Operatorul de permutare. Stări simetrice și antisimetrice. Sisteme de bozoni și fermioni. Interacțiunea de schimb. | Rezolvare probleme frontal / subgrupe. | [5], [7] |
| Bibliografie [1] T. A. Beu, "Quantenmechanik I", (Universitatea "Babeș-Bolyai", Cluj-Napoca, 2000), http://www.phys.ubbcluj.ro/~titus.beu/teaching.html . [2] D. D. Fitts, "Principles of Quantum Mechanics" (Cambridge University Press, 2002). [3] P. W. Atkins, R. S. Friedman, „Molecular Quantum Mechanics” (Oxford University Press, 2003). [4] B. H. Bransden, C.J. Joachain, „Introduction to Quantum Mechanics” (Longman, Harlow, 1994). [5] A. Messiah, "Mecanică cuantică" (Editura Științifică, București, 1973). [6] C. Cohen-Tannoudji, B. Diu, F. Laloe, "Quantum Mechanics", Wiley-VCH, Berlin, 1997). [7] M. Cristea, "Mecanică cuantică" (Universitatea din Cluj-Napoca, 1985). | | |

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

| |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Conținutul informațional și caracterul formativ al cursului sunt compatibile cu practicile din principalele universități din țară și din universități de prestigiu din străinătate. • În vederea creșterii șansei de absorbție pe piața muncii a absolvenților (în cercetare, industrie, sau învățământ), cursul prezintă pe lângă temele fundamentale clasice și teme de actualitate, cu aplicabilitate directă. • Pentru adaptarea la cerințele impuse de piața de muncă, conținutul disciplinei a fost armonizat cu cerințele impuse de specificul învățământului preuniversitar, al institutelor de cercetare și al mediului de afaceri |
|---|

10. Evaluare

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

| | | | |
|---|-----------------------------------|-------------------------|-----|
| 10.4 Curs | Verificare scrisa | Lucrare scrisă | 60% |
| 10.5 Seminar/laborator | Verificare scrisa, Tema; prezență | Verificari scrise, teme | 40% |
| 10.6 Standard minim de performanță | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Condiție de prezentare la examen: prezența la minim 75% din activitățile de seminar. • Verificări scrise pe parcurs la curs și seminar – minim media 5 • Examen final la sfârșitul semestrului cu pondere de 45%. | | | |

11. Etichete ODD (Obiective de Dezvoltare Durabilă / Sustainable Development Goals)²

| | | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| | Eticheta generală pentru Dezvoltare durabilă | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

Data completării:
03.04.2025

Semnătura titularului de curs

Zerbo Liviu

Semnătura titularului de seminar

Zerbo Liviu

Data avizării în departament:
03.04.2025

Semnătura directorului de departament

[Signature]

² Păstrați doar etichetele care, în conformitate cu [Procedura de aplicare a etichetelor ODD în procesul academic](#), se potrivesc disciplinei și ștergeți-le pe celelalte, inclusiv eticheta generală pentru Dezvoltare durabilă - dacă nu se aplică. Dacă nicio etichetă nu descrie disciplina, ștergeți-le pe toate și scrieți "Nu se aplică".