

FIȘA DISCIPLINEI

Mecanica Cuantica I

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 I			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	3	2.6. Tipul de evaluare	E/C /V	2.7. Regimul disciplinei	F

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

3.1. Număr de ore pe săptămână	4	din care: 3.2. curs	2	3.3. seminar/ laborator/ proiect	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 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					3
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				126	
3.9. Numărul de credite				5	

4. Precondiții (acolo unde este cazul)

4.1. de curriculum	Promovarea cursurilor de Algebră liniară și Analiză matematică
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 rezolvarea 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 deontologiei 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 baza ale mecanicii cuantice, formalismul matematic pentru studiul sistemelor cuantice continue și discrete. Modelele matematice pentru sistemele cele mai simple din mecanica cuantica: sistemul cu 2 nivele, particula liberă, oscilatorul armonic linear, atomul de hidrogen.
Aptitudini	Studentul este capabil să aplice principiile de baza ale mecanicii pentru: i) calcularea nivelelor energetice și stărilor proprii ale celor mai simple sisteme din mecanica cuantica, ii) analiza evoluției în timp a sistemelor cuantice, iii) rezolvarea unor probleme de mecanica cuantica 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"> Înșușirea 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. ORIGINILE TEORIEI CUANTICE. Radiația corpului negru, efectul fotoelectric, efectul Compton. Spectre atomice și modelul Bohr al atomului de hidrogen. Experimentul Stern-Gerlach. Experimentul cu 2 fante. Ipoteza lui L. de Broglie, unde asociate particulelor. Dualismul undă-corpusul.	Expunere. Ilustrare grafică. Dezbateri context interdisciplinar.	[1] p. 5-19 [2] p. 13-50 [3] p. 19-57 [4] p. 1-7, 23-33
2. FUNCȚIA DE UNDĂ ȘI VECTORII DE STARE. ECUAȚIA SCHRODINGER Funcții de undă și vectori de stare. Operatori, prima cuantificare. Variabile compatibile și observabile comutative. Variabile complementare și observabile necomutative. Relațiile de nedeterminare ale lui Heisenberg. Ecuația Schrodinger.	Expunere. Ilustrare grafică. Dezbateri context interdisciplinar.	[5] [6]
3. SISTEMUL CU 2 NIVELE. Vectori, valori proprii, matricile Pauli, relații de comutare, valori așteptate, despicarea Zeeman. Precesia în câmp magnetic. Relații de incertitudine pentru spin.	Expunere. Ilustrare grafică. Dezbateri context interdisciplinar.	[5] [6]
4. PARTICULA LIBERĂ/PARTICULA LEGATĂ Unde și pachete de unde. Moduri. Prima cuantificare. Variabile dinamice și operatori. Distribuția rezultatelor măsurătorilor. Relațiile lui Heisenberg pentru particula liberă.	Expunere. Ilustrare grafică. Dezbateri context interdisciplinar.	[5] [6]
5. PARTICULA LIBERĂ/PARTICULA LEGATĂ. Stări legate, stări libere. Imprăștierea pe un potențial, efectul tunel. Pachete de unde.	Expunere. Ilustrare grafică. Dezbateri context interdisciplinar.	[5] [6]
6. PARTICULA LIBERĂ/PARTICULA LEGATĂ. Mișcări finite unidimensionale. Particula în groapa de potențial dreptunghiulară. Potențialul periodic. Groapa de potențial tridimensională. Degenerare accidentală.	Expunere. Ilustrare grafică. Dezbateri context interdisciplinar.	[5] [6]
7. OSCILATORUL ARMONIC. Oscilatorul armonic liniar (metoda polinomială). Ecuația adimensională.	Expunere. Ilustrare grafică.	[5] [6]

Analiză asimptotică. Metoda dezvoltării în serie (stări pare/impare). Polinoame Hermite. Elemente de matrice ale coordonatei.	Dezbateri context interdisciplinar.	
8. OSCILATORUL ARMONIC Operatori de creare și anihilare. Reprezentarea energetică. Elemente de matrice și reguli de selecție.	Expunere. Ilustrare grafică. Dezbateri context interdisciplinar.	[5] [6]
9. MOMENTUL CINETIC ORBITAL. Operatorul momentului cinetic orbital. Componente carteziene, relații de comutare.	Expunere. Ilustrare grafică. Dezbateri context interdisciplinar.	[5] [6]
10. MOMENTUL CINETIC ORBITAL. Valorile și funcțiile proprii ale lui L^2 și L_z . Proprietăți ale armonicilor sferice.	Expunere. Ilustrare grafică. Dezbateri context interdisciplinar.	[5] [6]
11. MIȘCĂRI ÎN CÂMP CENTRAL. Problema celor două corpuri. Separarea ecuației lui Schrödinger în coordonate sferice. Ecuația radială. Comportarea soluției în vecinătatea originii.	Expunere. Ilustrare grafică. Dezbateri context interdisciplinar.	[5] [6]
12. ATOMI HIDROGENOIZI. Interacțiunea coulombiană: atomul hidrogenoid. Metoda dezvoltării în serie. Funcții hipergeometrice confluențe și polinoame Laguerre.	Expunere. Ilustrare grafică. Dezbateri context interdisciplinar.	[5] [6]
13. METODE DE APROXIMAȚIE. Teoria perturbațiilor independente de timp. Perturbația unui nivel energetic Valorile și funcțiile proprii ale lui L^2 și L_z .	Expunere. Ilustrare grafică.	[5] [6]
10. MOMENTUL CINETIC ORBITAL. Valorile și funcțiile proprii ale lui L^2 și L_z . Proprietăți ale armonicilor sferice.	Rezolvare probleme frontal / subgrupe.	[5] [6]
11. MIȘCĂRI ÎN CÂMP CENTRAL. Problema celor două corpuri. Separarea ecuației lui Schrödinger în coordonate sferice. Ecuația radială. Comportarea soluției în vecinătatea originii.	Rezolvare probleme frontal / subgrupe.	[5] [6]
12. ATOMI HIDROGENOIZI. Interacțiunea coulombiană: atomul hidrogenoid. Metoda dezvoltării în serie. Funcții hipergeometrice confluențe și polinoame Laguerre.	Rezolvare probleme frontal / subgrupe.	[5] [6]
13. METODE DE APROXIMAȚIE. Teoria perturbațiilor independente de timp. Perturbația unui nivel energetic nedegenerat. Perturbația unui nivel energetic degenerat. Metoda variațională. Teoria perturbațiilor dependente de timp.	Rezolvare probleme frontal / subgrupe.	[5] [6]

Bibliografie

- [1] T. A. Beu, "Quantenmechanik I", (Universitatea "Babeş-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

- 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 scrisă	Lucrare scrisă	60%
10.5 Seminar/laborator	Verificare scrisă, Tema; prezență	Verificări 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
---	--

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".

								
---	--	--	--	--	--	--	--	--

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]