

FIȘA DISCIPLINEI

1. Date despre program

1.1 Instituția de învățământ superior	Universitatea de Vest din Timișoara
1.2 Facultatea / Departamentul	Facultatea de Fizică și Matematică
1.3 Departamentul	Fizică
1.4 Domeniul de studii	Fizică
1.5 Ciclul de studii	Master
1.6 Programul de studii / Calificarea	Fizică Aplicată în Medicină

2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei	Aplicații ale Mecanicii Cuantice în Tehnologie FAM1202						
2.2 Titularul activităților de curs	Lect. univ. dr. Gabriel Pascu						
2.3 Titularul activităților de seminar	Lect. univ. dr. Gabriel Pascu						
2.4 Anul de studiu	1	2.5 Semestrul	2	2.6 Tipul de evaluare	E	2.7 Regimul disciplinei	DS/DOB

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

3.1 Număr de ore pe săptămână	3	din care: 3.2 curs	2	3.3 seminar/laborator	1
3.4 Total ore din planul de învățământ	42	din care: 3.5 curs	28	3.6 seminar/laborator	14
Distribuția fondului de timp:					ore
Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe					30
Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate / pe teren					40
Pregătire seminare / laboratoare, teme, referate, portofolii și eseuri					30
Tutorat					2
Examinări					3
Alte activități					3
3.7 Total ore studiu individual	105				
3.8 Total ore pe semestru	150				
3.9 Numărul de credite	6				

4. Precondiții (acolo unde este cazul)

4.1 de curriculum	• Complemente de Fizică Teoretică.
4.2 de competențe	• Interpretare de text.

5. Condiții (acolo unde este cazul)

5.1 de desfășurare a cursului	- dialogul are loc în grup, sarcinile sunt rezolvate individual, urmate de o discuție colectivă; - materiale: tablă, marker, proiector, laptop, acces la internet, caiete/foi pentru notițe, pix.
5.2 de desfășurare a seminarului / laboratorului	studenții sunt împărțiți în echipe de lucru, sarcinile sunt rezolvate în grupuri.
5.3 de lucru cu platformele online	- accesul pe platformele online se va face doar pe baza credențialelor e-uvt (adresele instituționale de e-mail @e-uvt.ro); - comunicarea oficială se va desfășura doar prin canalele instituționale oficiale (Gmail, Google Classroom - după caz) și strict între conturi asociate adreselor instituționale de e-mail @e-uvt.ro; - suportul de curs și bibliografia vor fi disponibile pe platforma Google Classroom (https://classroom.google.com), iar studenții sunt obligați să utilizeze această platformă pentru a obține materialele de studiu puse la dispoziție; - temele date studenților (referate, proiecte, rapoarte etc.) vor fi predate exclusiv în format electronic, prin intermediul platformei Google Classroom; - pentru scanarea materialelor scrise de mână și generarea de fișiere pdf, se recomandă utilizarea aplicațiilor mobile Microsoft Lens / Adobe Scan sau a unui scanner de PC.

6. Obiectivele disciplinei - rezultate așteptate ale învățării la formarea cărora contribuie parcurgerea și promovarea disciplinei

Cunoștințe	C1. Să definească conceptele fundamentale de abstractizare aplicabile în fizica medicală; C3. Să explice principiile matematicii avansate utilizate în calcule analitice; C5. Să relateze principiile de funcționare ale aparatelor de cercetare științifică; C27. Să descrie conceptele de bază ale dozimetriei în radioterapie; C28. Să explice tipurile de tratamente bazate pe radiații și particule energetice; C34. Să relateze concepte fundamentale din domenii conexe aplicabile interdisciplinar.
Abilități	A1. Să utilizeze concepte abstracte pentru a construi modele teoretice în fizica medicală; A2. Să analizeze informații complexe pentru a formula concluzii relevante; A3. Să utilizeze metode matematice și software pentru rezolvarea problemelor; A15. Să formuleze întrebări de cercetare și metode originale; A18. Să rezolve probleme complexe în domeniul fizicii medicale; A42. Să coreleze modele fizico-matematice cu date clinice.
Responsabilitate și autonomie	RA1. Să decidă asupra cadrelor conceptuale aplicabile în rezolvarea problemelor noi; RA2. Să argumenteze concluzii prin sinteza critică a informațiilor; RA3. Să verifice aplicarea riguroasă a calculelor analitice; RA4. Să gestioneze aplicarea metodelor științifice în cercetare.

7. Conținuturi

Platforma prin care pot fi accesate suportul de curs în format electronic și alte resurse de învățare/bibliografice: Google Classroom

7.1 Curs	Metode de predare	Observații
Bazele mecanicii cuantice pentru tehnologie (Postulate, superpoziție, entanglement, măsurare, sisteme cu două niveluri ca resurse cuantice)	expoziție/ dialog	2h
Qubiți, stări și circuite cuantice (Sfera Bloch, stări cu mai mulți qubiți, seturi universale de porți, principii de construcție a circuitelor)	expoziție/ dialog	2h
Framework-uri cuantice și instrumente de simulare (Qiskit, Cirq; simularea stărilor cuantice, modele de zgomot, rularea de circuite simple)	expoziție/ dialog	2h
Modelul Jaynes–Cummings și interacția lumină–materie (Cuplajul atom–cavitate, oscilații Rabi, stări „îmbrăcate”, rolul în hardware-ul cuantic)	expoziție/ dialog	2h
Sisteme cuantice deschise, decoerență și ecuația Lindblad (Canale de zgomot, matrici de densitate, ecuația master Lindblad, implicații pentru fidelitatea hardware-ului)	expoziție/ dialog	2h
Realizări fizice I: Qubiți fotonici și optică cuantică (Surse de fotoni individuali, interferometre, fonică integrată, sisteme cu variabile continue)	expoziție/ dialog	2h
Realizări fizice II: Dot-uri cuantice și qubiți de spin în semiconductori (Qubiți de sarcină/spin, control optic/electric, cuplarea la cavități, provocări de scalare)	expoziție/ dialog	2h
Realizări fizice III: Ioni capturați și atomi neutri (Capcane de ioni, manipulare cu laser, atomi Rydberg, perspective pentru simularea cuantică)	expoziție/ dialog	2h
Realizări fizice IV: Qubiți cu rezonanță magnetică – spini nucleari și defecte în sisteme cu stare solidă (Ansamble NMR, centre NV, spini de donator, ioni de pământuri rare, aplicații hibride de detecție)	expoziție/ dialog	2h
Realizări fizice V: Circuite supraconductoare și qubiți Josephson (Transmoni, qubiți de flux/de sarcină, QED de circuit, scalabilitate industrială)	expoziție/ dialog	2h
Algoritmi cuantici I: Exemple fundamentale (Deutsch–Jozsa, căutarea Grover, estimarea de fază ca primitive algoritmice)	expoziție/ dialog	2h
Algoritmi cuantici II: Algoritmul lui Shor și simularea cuantică (Factorizarea numerelor prime, simularea Hamiltonianului, algoritmul HHL)	expoziție/ dialog	2h
Comunicare cuantică și criptografie cuantică (Teleportare cuantică, BB84, distribuția cheilor bazată pe entanglement)	expoziție/ dialog	2h

Perspective și aplicații emergente ale tehnologiilor cuantice (Dispozitive NISQ, metode hibride cuantic-clasice, detecție, metrologie, perspective de viitor)	expoziție/ dialog	2h
Bibliografie: [1] Nielsen M.A., Chuang I.L., Quantum Computation and Quantum Information, Cambridge University Press, 2010. [2] Kaye P., Laflamme R., Mosca M., An Introduction to Quantum Computing, Oxford University Press, 2007. [3] Yamamoto Y., Imoto N., Principles of Quantum Computation and Information - Vols. I & II, World Scientific, 2005. [4] Haroche S., Raimond J.M., Exploring the Quantum: Atoms, Cavities, and Photons, Oxford University Press, 2006. [5] Wendin G., Quantum Information Processing with Superconducting Circuits: A Review, Reports on Progress in Physics, 80(10), 106001, 2017.		

7.2 Seminar	Metode de predare	Observații
Interacția radiației cu materia — absorbție și împrăștiere elastică (regimul nerelativist): efectul fotoelectric și împrăștierea Thomson	problematizarea	2h
Interacția radiației cu materia — împrăștierea radiației la energii înalte (regimul relativist): împrăștierea Compton și producerea de perechi	problematizarea	2h
Detecția radiației și măsurare cuantică: fotodetecție, contorizare și aplicații în imagistică și spectroscopie	problematizarea	2h
Imagistică cuantică de înaltă precizie — limite fundamentale: tomografie de coerență optică și limita Heisenberg	problematizarea	2h
Grade interne de libertate — spin și momente magnetice: spinul cuantic și procese de măsurare	problematizarea	2h
Formalismul cuantic al RMN/IRM (Hamiltonian de spin, precesie, relaxare, secvențe)	problematizarea	2h
Sisteme cu multe particule și ansambluri: descriere statistică cuantică și relevanță biomedicală	problematizarea	2h
Bibliografie: [1] DiVincenzo D.P., Loss D. (eds.), Experimental Aspects of Quantum Computing, Springer, 2005. [2] Vandersypen L.M.K., Chuang I.L., NMR techniques for quantum control and computation, Reviews of Modern Physics, 76, 1037, 2004.		

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

Cursul <i>Aplicații ale mecanicii cuantice în tehnologie</i> este conceput pentru a oferi o înțelegere teoretică riguroasă a mecanismelor fizice fundamentale care stau la baza principiilor de funcționare ale dispozitivelor medicale moderne. Cursul se adresează studenților interesați de legătura dintre modelele cuantice ale materiei și radiației și aplicațiile tehnologice din imagistica medicală, radioterapie și metode spectroscopice. Accentul este pus pe formularea matematică a mecanicii cuantice, pe analiza interacțiilor cuantice radiație-materie și pe derivarea relațiilor esențiale utilizate în descrierea proceselor de detecție, imagistică și dozimetrică. Sunt discutate, din perspectivă teoretică, mecanismele cuantice care guvernează funcționarea unor tehnologii precum rezonanța magnetică nucleară, tomografia
--

computerizată, precum și procesele fundamentale implicate în interacția fotonilor și particulelor energetice cu materia.

Cursul îmbină studiul modelării teoretice și al rezolvării de probleme cu interpretarea fizică a rezultatelor, urmărind formarea capacității de a lega formalismul mecanicii cuantice de principiile de funcționare ale dispozitivelor medicale, fără a insista asupra aspectelor de exploatare practică sau clinice. Prin această abordare, studenții dobândesc o bază solidă pentru înțelegerea tehnologiilor medicale moderne și pentru continuarea studiilor sau activităților de cercetare la interfața dintre fizica teoretică și aplicațiile tehnologice..

9. Utilizarea instrumentelor bazate pe inteligența artificială generativă

Pentru realizarea sarcinilor definite la secțiunea de evaluare la curs și laborator este permisă utilizarea IIAgen (Instrumente de Inteligență Artificială generativă) pentru generarea de idei / slogan / design / imagini / rescriere de text / editare / review / etc.

Exemplele cele mai cunoscute de instrumente IIAgen includ, dar nu se rezumă la: ChatGPT, Google Gemini, Copilot pentru text sau MidJourney pentru imagini.

Fiecare student va preciza, într-o declarație redactată distinct pentru fiecare sarcină de lucru, conform modelului din anexa 3 a [Regulamentului privind utilizarea inteligenței artificiale generative în procesul educațional la UVT](#), instrumentul pe care l-a utilizat, modul în care a fost utilizat și partea din sarcină în care acesta a fost utilizat. Declarația va fi menționată de student la începutul sarcinii de lucru elaborate.

10. Evaluare

Tip activitate	10.1 Criterii de evaluare	10.2 Metode de evaluare	10.3 Pondere din nota finală
10.4 Curs	Examen scris constând în 3 subiecte din tematica parcursă la curs (unul de dificultate scăzută, unul de dificultate medie și unul de dificultate ridicată), fiecare notat cu 3 puncte (total 10 puncte, incluzând 1 punct acordat din oficiu).	scrisă, sumativă	50%
10.5 Seminar / laborator	Teme și activitate pe parcursul semestrului, constând în realizarea de sarcini și participarea la discuții pe temele abordate.	verificare pe parcurs, portofoliu	50%
10.6 Standard minim de performanță			
Curs: tratarea integrală a unui subiect și parțială a altui subiect dintre cele 3 de la examenul scris. Seminar: realizarea a cel puțin jumătate dintre sarcini și participarea activă la cel puțin jumătate dintre ședințe.			

Data completării
30.09.2025

Titular de disciplină
Lect. univ. dr. Gabriel Pascu

Data avizării în departament

Director de departament
Conf. univ. dr. Nicoleta Adina Ștefu