

FIȘA DISCIPLINEI

1. Date despre program

1.1 Instituția de învățământ superior	Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca
1.2 Facultatea	Automatica si Calculatoare
1.3 Departamentul	Calculatoare
1.4 Domeniul de studii	Calculatoare si Tehnologia Informatiei
1.5 Ciclul de studii	Licență
1.6 Programul de studii / Calificarea	Calculatoare si Tehnologia Informatiei
1.7 Forma de învățământ	IF – învățământ cu frecvență
1.8 Codul disciplinei	103

2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei	Bazele Informatiei Cuantice				
2.2 Titularul de curs	CS1 Dr. Liviu Zarbo – liviu.zarbo@itim-cj.ro				
2.3 Titularul/Titularii activităților de seminar/laborator/proiect	CS Levente Mathe – levente.mathe@itim-cj.ro AC Larisa Pioras-Timbolmas – larisa.timbolmas@itim-cj.ro				
2.4 Anul de studiu	2	2.5 Semestrul	1	2.6 Tipul de evaluare (E – examen, C – colocviu, V – verificare)	C
2.7 Regimul disciplinei	DF – fundamentală, DD – în domeniu, DS – de specialitate, DC – complementară DI – impusă, DO – opțională, DFac – facultativă				DFac

3. Timpul total estimat

3.1 Număr de ore pe săptămână	3	din care:	Curs	2	Seminar	0	Laborator	1	Proiect	0
3.2 Număr de ore pe semestru	42	din care:	Curs	28	Seminar	0	Laborator	14	Proiect	0
3.3 Distribuția fondului de timp (ore pe semestru) pentru:										
(a) Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe										10
(b) Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platforme electronice de specialitate și pe teren										10
(c) Pregătire seminarii / laboratoare, teme, referate, portofolii și eseuri										10
(d) Tutoriat										0
(e) Examinări										3
(f) Alte activități:										0
3.4 Total ore studiu individual (suma (3.3(a))...3.3(f)))	33									
3.5 Total ore pe semestru (3.2+3.4)	75									
3.6 Numărul de credite	3									

4. Precondiții (acolo unde este cazul)

4.1 de curriculum	Algebra Liniara Analiza Matematica Programare Fizica
4.2 de competențe	

5. Condiții (acolo unde este cazul)

5.1. de desfășurare a cursului	
5.2. de desfășurare a seminarului / laboratorului / proiectului	

6. Competențele specifice acumulate

6.1 Competențe profesionale	•Cunostinte de baza de fizica generala la nivel de liceu, sau primul an de facultate: mecanica, electricitate si magnetism, optica •Cunostinte de baza de algebra liniara, calcul diferential si integral, la nivelul primului an de facultate. •Cunostinte de baza de programare, la nivelul primului an de facultate.
6.2 Competențe transversale	

7. Obiectivele disciplinei

7.1 Obiectivul general al disciplinei	Dezvoltarea de competente si acumularea de cunostinte relevante pentru aplicatii in domeniul calculului cuantic si al comunicatiilor cuantice.
7.2 Obiectivele specifice	1. Dobandirea notiunilor de baza de calcul cuantic: qubiti, porti cuantice, circuite cuantice, algoritmi cuantici. 2. Dobandirea unor deprinderi de baza necesare pentru dezvoltarea de algoritmi cuantici. 3. Dobandirea unor notiuni de baza privind protocoalele de comunicatii cuantice.

8. Conținuturi

8.1 Curs	Nr.ore	Metode de predare	Observații
1. Notiuni introductive. • Introducere istorica: de la calculatoare clasice la calculatoare cuantice. • Comportamentul dual al obiectelor cuantice. • Tunelarea cuantica. • Experimentul cu 2 fante	2	Expunere la tablă, prezentare cu videoproiector, discuții pe marginea unor exemple, rezolvare probleme.	
2. Stari cuantice. • Notatie • Probabilitati • Reprezentarea matriceala si vectoriala a starilor cuantice • Qubiti • Stari pure si mixte.	2		
3. Observabile cuantice si masuratori 1 • Observabile si operatori • Principiul lui Heisenberg • Masuratori proiective • Experimentul Stern-Gerlach	2		
4. Observabile cuantice si masuratori 2. • Staric cuantice. • Observabile si operatori, matricea densitate. • Probabilitati, valori asteptate. • Masuratori partiale.	2		
5. Qubiti. • Sistemul cu doua nivele in laborator • Porti cuantice • Superpozitia si entanglarea qubitilor • Sfera Bloch.	2		
6. Controlul qubitilor • Precesia Larmor. • Oscilatii Rabi. • Principiul de functionare al portilor cuantice.	2		
7. Aplicatii ale masuratorilor cuantice 1 • Imposibilitatea clonarii starilor cuantice • Teleportarea cuantica • Senzori cuantici • Tomografie cuantica	2		
8. Aplicatii ale masuratorilor cuantice 2. • Generarea cuantica de numere aleatoare • Protocoale de comunicatii cuantice	2		
9. Comunicatii cuantice • Protocoale de comunicatii cuantice • Retele de comunicatii cuantice	2		
10. Calcul cuantic si simulari cuantice • Tipuri de calculatoare cuantice: digital si analog.	2		

• Conceptul de simulare cuantica. • Aplicatii ale simularilor cuantice.			
11. Circuite cuantice si algoritmi • Platforma Uranium • Utilizarea resurselor aflate online pentru calcul cuantic	2		
12. Algoritmi cuantici 1 • Algoritmul Deutsch-Josza • Algoritmul Grover	2		
13. Algoritmi cuantici 2 • Transformata Fourier cuantica • RSA si algoritmul lui Shor	2		
14. Platforme fizice pentru calcul cuantic • Qubiti supraconductori • Atomi reci • Capcane cu ioni.	2		
Bibliografie (<i>bibliografia minimală a disciplinei conținând cel puțin o lucrare bibliografică de referință a disciplinei, care există la dispoziția studenților într-un număr de exemplare corespunzător</i>) 1. Nielsen and Chuang, Quantum Computation and Quantum Information, Cambridge University Press (2010). 2. Ioan Burda, Introduction to Quantum Computation, Universal Publishers (2005). 3. David McIntyre, Quantum Mechanics: A Paradigms Approach, Pearson Addison-Wesley (2012). 4. Cohen-Tannoudji, Quantum Mechanics, Wiley-VCH; 2nd edition (2019).			
8.2 Aplicații (seminar/laborator/proiect)*	Nr.ore	Metode de predare	Observații
1. Vizualizarea operatiilor pe qubiti: sfera Bloch, porti cuantice simple (X, Y, Z, etc.), interferenta constructiva si distructiva (Quantum Odyssey)/	2	Lucrari efectuate in laborator: experimente cuantice cu fotoni, Operatii cu qubiti folosind platforma Uranium (TC-ITIM) si Quantum Odyssey.	
2. Circuite cuantice in Q. Odyssey: vectori, valori proprii, schimbare de baze.	2		
3. Generarea de entanglement in circuite cuantice (porti cuantice: CNOT, SWAP, Toffoli). Vizualizare in Q. Odyssey, design de algoritmi pe platforma Uranium.	2		
4. Evolutia temporală a bitilor cuantici si a cantitatilor fizice asociate acestora. Vizualizare in Python.	2		
5. Platforma de calcul TQ-ITIM: crearea de circuite cuantice pentru mai multi qubiti, operatii si masuratori cuantice	2		
6. Oracol cuantic, algoritmul lui Grover (Uranium, Q. Odyssey)	2		
7. Factorizarea numerelor intregi folosind algoritmul lui Shor.	2		
Bibliografie (<i>bibliografia minimală pentru aplicații conținând cel puțin o lucrare bibliografică de referință a disciplinei care există la dispoziția studenților într-un număr de exemplare corespunzător</i>) 1. Nielsen and Chuang, Quantum Computation and Quantum Information, Cambridge University Press (2010). 2. Ioan Burda, Introduction to Quantum Computation, Universal Publishers (2005). 3. David McIntyre, Quantum Mechanics: A Paradigms Approach, Pearson Addison-Wesley (2012). 4. Cohen-Tannoudji, Quantum Mechanics, Wiley-VCH; 2nd edition (2019).			

*Se vor preciza, după caz: tematica seminarilor, lucrările de laborator, tematica și etapele proiectului.

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

--

10. Evaluare

Tip activitate	Criterii de evaluare	Metode de evaluare	Pondere din nota finală
Curs	Rezolvarea a 2 probleme și răspunsuri la un set de întrebări din teorie	Probă scrisă	60%
Seminar			

Laborator		Verificare pe parcurs prin teste de laborator	40%
Proiect			
Standard minim de performanță: Cunoștințe minimale: - Cunoasterea conceptelor: qubit, stare cuantica, observabila, masuratoare cuantica. - Cunoasterea conceptelor de superpozitie, interferenta, entanglement. Competențe minimale: - Sa poata preciza efectul unor porti cuantice pentru un singur qubit asupra unui sistem cu mai multi qubiti. - Sa poata preciza efectul portilor cuantice care creaza entanglement asupra unui sistem cu mai multi qubiti. - Sa poata construi circuite cuantice cu sisteme de pana la 3 qubiti. - Sa poata efectua un experiment in care sa demonstreze superpozitia starilor cuantice. Nivel cantitativ: - Efectuarea tuturor lucrărilor de laborator - Notele la examen și laborator să fie minim 5.			

Data completării:	Titulari	Titlu Prenume NUME	Semnătura
14.01.2025	Curs	Dr. Liviu Zarbo	
	Aplicații	Levente Mathe	
		Larisa Pioras - Timbolmas	

Data avizării în Consiliul Departamentului Automatica	Director Departament Prof.dr.ing. Honoriu Valean
Data aprobării în Consiliul Facultății Automatica si Calculatoare	Decan, Prof.dr.ing. Vlad Muresan