UNIVERSITÀ DI PISA

QUANTUM COMPUTING AND TECHNOLOGIES

OLIVER MORSCH

Academic year	2023/24
Course	FISICA
Code	376BB
Credits	9

Modules	Area	Type	Hours	Teacher(s)
QUANTUM COMPUTING AND TECHNOLOGIES	FIS/03	LEZIONI	54	ROBERTO CAPPUCCIO OLIVER MORSCH

Obiettivi di apprendimento

Conoscenze
Computazione quantistica: basi della computazione quantistica, della manipolazione dei qubit e dei principali algoritmi (Deutsch, Grover, Shor); programmazione quantistica usando i linguaggio Microsoft e IBM

Simulazione quantistica: concetti di base, realizzazione fisica su diverse piattaforme

Comunicazione quantistica: principali protocolli di quantum key exchange, teleportazione quantistica

Metrologia quantistica: principi di base, implementazione con NV centres e atomi freddi

Modalità di verifica delle conoscenze
Gli studenti verranno coinvolti dai docenti durante le lezione per controllare le conoscenze acquisite.

Capacità
Al termine del corso lo studente sarà in grado di seguire la letteratura scientifica nell'ambito delle tecnologie quantistiche e di intraprendere il lavoro di tesi di laurea/dottorato.

Modalità di verifica delle capacità
Le capacità veranno controllate tramite interrogazione durante le lezioni.

Comportamenti
Gli studenti impareranno a ragionare in maniera "quantistica", cioè analizzare un problema tecnologico usando le proprietà della meccanica quantistica.

Modalità di verifica dei comportamenti
Il "ragionamento quantistico" verrà controllato tramite interrogazione durante le lezioni.

Prerequisiti (conoscenze iniziali)
E' consigliata una buona conoscenza di base della meccanica quantistica e dei principali aree della fisica classica (in particolare elettromagnetismo).

Programma (contenuti dell'insegnamento)
Computazione quantistica:

- Qubit e porte quantistiche: rotazioni di singolo qubit, Hadamard, CNOT, Toffoli

- Algoritmi quantistici: Deutsch e Deutsch-Josza, Grover, Shor

- Processi di decoerenza (operatori di Kraus)

- Quantum error correction (bit-flip, phase-flip e bit/phase-flip)

- implementazioni fisiche: ioni intrappolati, giunzioni di Josephson, atomi freddi, fotoni, quantum dots

- programmazione quantistica usando i linguaggi di Microsoft e IBM e programmazioni in rete del computer quantistico IBM (se disponibile)

Simulazioni quantistica:

- l'idea di Feynman del 1980

- simulazione quantistica analogica e digitale; espansione di Trotter

- implmentazioni fisiche con atomi freddi e ioni intrappolati

Comunicazione quantistica:

- protocolli BB84 e Ekert90

- entanglement e teletrasporto quantistico

- quantum dense coding

- capacità dei canali quantistici

Metrologia quantistica:

- il limite di Heisenberg

- implementazioni fisiche con NV centres e atomi freddi
- applicazioni

Bibliografia e materiale didattico

Nielsen and Chuang, "Quantum Computation and Quantum Information", CUP
Kaye, Laflamme and Mosca, "An Introduction to Quantum Computing", OUP

Modalità d'esame

Esame finale: breve seminario su un articoli scientifico da concordare (circa 20 minuti); interrogazione sugli argomenti del corso

Ultimo aggiornamento 12/09/2023 15:49