



# UNIVERSITÀ DI PISA

---

## QUANTUM COMPUTING AND TECHNOLOGIES

**OLIVER MORSCH**

Anno accademico 2022/23  
CdS FISICA  
Codice 376BB  
CFU 9

Moduli	Settore/i	Tipo	Ore	Docente/i
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 linguaggi 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*

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

#### *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
- implementazioni fisiche con atomi freddi e ioni intrappolati

Comunicazione quantistica:

- protocolli BB84 e Ekert90
- entanglement e teletrasporto quantistico



## UNIVERSITÀ DI PISA

---

- quantum dense coding

- capacità dei canali quantistici

Metrologia quantistica:

- il limite di Heisenberg

- implementazioni fisiche con NV centres e atomi freddi

- applicazioni

### Modalità d'esame

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

*Ultimo aggiornamento 16/08/2022 15:41*