UNIVERSITÀ DI PISA

# ENTANGLEMENT: ADVANCED THEORETICAL CONCEPTS AND APPLICATIONS IN QUANTUM TECHNOLOGIES

## COSTANTINO BUDRONI

| | |
|---|---|
| Anno accademico | 2023/24 |
| CdS | FISICA |
| Codice | 426BB |
| CFU | 3 |

| Moduli | Settore/i | Tipo | Ore | Docente/i |
|---|---|---|---|---|
| ENTANGLEMENT: ADVANCED THEORETICAL CONCEPTS AND APPLICATIONS IN QUANTUM TECHNOLOGIES | FIS/03 | LEZIONI | 18 | COSTANTINO BUDRONI |

### Obiettivi di apprendimento

*Conoscenze*

Il corso si concentra sulla teoria dell'entanglement per sistemi quantistici bipartiti e multipartiti. L'entanglement è una risorsa per la manipolazione dell'informazione quantistica alla base delle nuove tecnologie quantistiche. Il corso presenta metodi geometrici per la caratterizzazione dell'entanglement e delle correlazioni quantistiche associate, come ad esempio la nonlocalità di Bell, discute la possibilità della sua verifica sperimentale basata su diversi livelli di assunzioni (o fiducia) negli apparati sperimentali. Infine, si discutono applicazioni di tali correlazioni nelle tecnologie quantistiche.

### Prerequisiti (conoscenze iniziali)

Conoscenze di base di meccanica quantistica. Il corso "Quantum Computing and Technologies" è consigliato (ma non obbligatorio)

### Programma (contenuti dell'insegnamento)

- Definizione di entanglement per stati puri e misti, cenni di geometria convessa, nozione di entanglement witness, witness lineari e non lineari. Esempi di witness costruibili con metodi di programmazione semidefinita (SDP)
- Caratterizzazione completa degli stati separabili/entangled tramite metodi di SDP.

- Entanglement e disuguaglianze di Bell. Ripasso definizioni di base. Politopo delle correlazioni e interpretazione geometrica delle disuguaglianze di Bell. Metodi sistematici di derivazione di tutte le disuguaglianze di Bell (condizioni necessarie e sufficienti per esistenza di modello a variabili nascoste) e caratterizzazione del politopo tramite metodi di programmazione lineare (LP).
- Caratterizzazione delle correlazioni in meccanica quantistica. Disuguaglianza di Tsirelson  e caratterizzazione geometrica completa tramite metodo della matrice dei momenti (Navascués-Pironio-Acin SDP hierarchy).
- Rilevamento dell'entanglement in sistemi a molti corpi tramite misure collettive.

- Esperimenti loophole-free di violazione delle disuguaglianze di Bell. Conseguenze e applicazioni per l'informazione quantistica device-independent (quantum-key distribution, randomness, self-testing).

### Modalità d'esame

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

*Ultimo aggiornamento 13/11/2023 18:13*