



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI DI BARI  
ALDO MORO



# Quantum Correlation and Quantum Applications

GIOVANNI SCALA

Dottorato di Ricerca in Fisica - XXXIII Ciclo  
Dipartimento Interateneo di Fisica “M. Merlin”

[giovanni.scala@uniba.it](mailto:giovanni.scala@uniba.it)

Lo studio delle correlazioni, nell’ambito della teoria della coerenza ottica, in generale, consente di sviluppare delle tecniche in grado di far emergere effetti che non posso essere ottenuti mediante i momenti al primo ordine di un generico processo stocastico. A tal proposito, si possono fare esempi sulla teoria della coerenza ottica al secondo ordine come la ricostruzione dell’immagine di un oggetto utilizzando la correlazione presente nella sorgente di luce. Dunque si ottiene il noto *effetto Hambury Brown–Twiss*, il ghost imaging con fotoni entangled e con luce caotica. Durante il mio lavoro di tesi magistrale ho già condotto studi sulla funzione di correlazione delle fluttuazioni al fine di controllare il rapporto segnale rumore su un setup sperimentale che applica una tecnica ottica detta *Correlation Plenoptic Imaging* (CPI).

L’obiettivo che si vuole perseguire durante il lavoro di dottorato è estendere e generalizzare i risultati già ottenuti al fine di conseguire delle tecniche generali di analisi dei sistemi fisici in senso astratto.

Una volta acquisite le abilità sulla funzione a due punti dello spazio-tempo della funzione che correla le fluttuazioni, si vogliono applicare queste tecniche su sistemi dinamici quantistici a molti corpi, nella fattispecie su atomi ultrafreddi.

In particolare si vogliono analizzare la radiazione emessa da insiemi di atomi freddi e di determinarne le proprietà collettive e l’entanglement attraverso le correlazioni della radiazione emessa o diffusa.

Gli atomi ultrafreddi hanno potenzialmente una varietà di applicazioni grazie alle loro proprietà quantistiche uniche e al grande controllo sperimentale disponibile in tali sistemi. Per esempio, sono stati proposti come piattaforma per il calcolo quantistico e la simulazione quantistica. La simulazione quantistica è di grande interesse nel contesto della fisica della materia condensata in quanto può fornire preziose informazioni sulle proprietà dei sistemi quantistici interagenti.

Gli atomi ultrafreddi sono importanti perchè vengono utilizzati anche in esperimenti per misurazioni di precisione rese possibili dal basso rumore termico. Oltre a potenziali applicazioni tecniche, tali misurazioni di precisione possono servire come test della nostra attuale comprensione della fisica.