



**Politecnico
di Torino**

COMUNICATO STAMPA

Come quantificare l'Entanglement: dallo studio del Politecnico di Torino nuovi passi avanti nella comprensione del sorprendente fenomeno di meccanica quantistica

*Pubblicata dal gruppo editoriale Nature sulla rivista npj Quantum Information
la ricerca del professor Davide Girolami del DISAT dimostra un nuovo metodo
per quantificare il legame fra le particelle*

Torino, 5 luglio 2024

Il Premio Nobel della Fisica 2022 ha premiato una serie di spettacolari esperimenti che hanno confermato l'esistenza dell'**Entanglement**, un fenomeno che trova spiegazione nella **meccanica quantistica**. L'Entanglement – o correlazione quantistica – rappresenta infatti la **quantità di informazione aggiuntiva che possono condividere due particelle quantistiche**, per esempio due fotoni, **rispetto a quanto predetto dalla fisica classica**. Il termine "Entanglement" (in inglese, "groviglio", "intreccio") è stato coniato da Erwin Schrödinger nel 1935 e in meccanica quantistica indica un legame fra particelle; è definito da una funzione, chiamata funzione d'onda di un sistema, che descrive le proprietà delle particelle come fossero un unico oggetto, anche se le particelle si trovano ad enorme distanza. Questa correlazione permette quindi alla prima particella di influenzare la seconda istantaneamente, e viceversa. Ma non tutte le particelle sono "entangled", ovvero aggrovigliate: affinché questa correlazione abbia luogo, cioè per far sì che le due particelle abbiano stati quantici correlati, devono essere prodotte simultaneamente da un'interazione fisica.

Nonostante l'importanza del fenomeno, è stato tuttavia dimostrato come sia impossibile, matematicamente, costruire strumenti che quantifichino direttamente l'Entanglement, come è invece possibile misurare, ad esempio, la nostra altezza con un metro o la durata di un evento con un cronometro. Occorre quindi inventare metodi indiretti, che associno la quantità di Entanglement presente in un sistema fisico con grandezze effettivamente osservabili. Il ragionamento è analogo a quello che portò, ad esempio, all'invenzione del termometro a liquido di uso casalingo che riuscì a determinare la nostra temperatura, non misurabile direttamente, dall'osservazione diretta dell'altezza della colonna di mercurio.

Il recente studio sviluppato al Politecnico di Torino fa proprio questo: progetta e dimostra sperimentalmente un **nuovo metodo per quantificare l'Entanglement in modo indiretto**. La ricerca è stata pubblicata il 15 giugno scorso sulla rivista **NPJ Quantum Information** – pubblicata dal gruppo editoriale **Nature** – dal titolo **["Quantification of entanglement and coherence with purity detection"](#)**. Autore dell'articolo, **Davide Girolami**, docente al

Dipartimento di Scienza Applicata e Tecnologia-DISAT del Politecnico di Torino, insieme a ricercatori provenienti dall'IBM, dall'Institute for Quantum Computing di Waterloo (Canada), dalla Shandong University, dall'University of Hong Kong, dalla Tsinghua University e dalla Peking University (Cina).

*“L'identificazione e la quantificazione dell'Entanglement è uno dei temi di ricerca più affascinanti della quantum information science e in generale della fisica moderna – commenta **Davide Girolami** – il fenomeno dell'Entanglement ha infatti conseguenze pratiche sorprendenti, per esempio permette di realizzare il teletrasporto d'informazione, risultando così una potente risorsa computazionale. Allo stesso tempo, però, il suo studio è estremamente complesso sia su carta che in laboratorio per via dell'elevato numero di parametri da conoscere per descrivere sistemi quantistici”.*

*“Per risolvere questo problema abbiamo dimostrato che l'Entanglement fra due particelle può essere stimato creando una loro copia e misurando una singola quantità, chiamata purezza – conclude **Girolami** – L'algoritmo è stato infatti realizzato sperimentalmente creando e manipolando fotoni, per poi quantificare con successo l'Entanglement fra le loro polarizzazioni mediante misure di purezza. L'obiettivo a lungo termine del nostro lavoro è permettere di verificare la creazione di Entanglement in macchine costituite da milioni di unità (qubits), al fine di valutare se effettivamente tale hardware sia davvero quantistico, ovvero abbia capacità computazionali superiori ai nostri laptop”.*