

STUDIARE L'ENTANGLEMENT AGLI ACCELERATORI DI PARTICELLE



L'entanglement, ossia la correlazione, l'"intreccio" che a livello quantistico esiste tra le proprietà dei sistemi fisici dopo che questi hanno interagito tra di loro, è stato verificato in fisica atomica misurando la violazione di quella che viene chiamata 'disuguaglianza di Bell', dal nome del fisico J. S. Bell. Fu Bell, infatti, a rendersi conto per primo che per sistemi in cui le

proprietà sono localmente predeterminate, e che quindi possono essere divisi nelle loro parti senza alcun intreccio, esiste una relazione matematica - una disuguaglianza - tra i valori della misura di queste proprietà che non può mai essere violata. Ma in meccanica quantistica, dove questi valori sono probabilità intrecciate tra loro, la disuguaglianza è, appunto, violata.

Un lavoro recentemente [pubblicato su Physical Review D](#), e selezionato tra i suggerimenti di lettura dell'editore, mostra che è possibile studiare l'intreccio quantistico e la violazione della disuguaglianza di Bell attraverso esperimenti agli acceleratori di particelle. Il gruppo teorico autore del lavoro, di cui fanno parte anche ricercatori dell'INFN, ha utilizzato le analisi dell'esperimento LHCb al *Large Hadron Collider* del CERN sulla polarizzazione delle particelle coinvolte in alcuni decadimenti per calcolare l'intreccio tra i prodotti finali di questi eventi. I risultati confermano che la disuguaglianza di Bell è violata, in accordo con i principi generali della meccanica quantistica. "Queste ricerche ci aiutano a capire non tanto di quali cose - elettroni, quark o materia oscura - sia fatto il mondo fisico ma di come si comportino, qualsiasi sia la loro natura", commenta Roberto Floreanini, ricercatore della Sezione INFN di Trieste tra gli autori dello studio appena pubblicato.

L'estensione dello studio dell'intreccio quantistico al campo della fisica delle particelle non rappresenta solo una riformulazione a energie più elevate di quanto studiato in fisica atomica, ma è di interesse più ampio, perché coinvolge anche nuovi aspetti, come la sperimentazione della meccanica quantistica con interazioni deboli e forti, e in presenza di stati più complicati dei fotoni. Questo risultato conferma che gli studi di meccanica quantistica agli acceleratori sono non solo possibili ma rappresentano un nuovo filone di ricerca, agli inizi ma già in rapido sviluppo, anche con l'introduzione di nuovi e sofisticati osservabili per il confronto tra i dati sperimentali e le predizioni del Modello Standard, la teoria che descrive le particelle elementari e le loro interazioni fondamentali.