

Titolo dell'elaborato:
Sistemi quantistici aperti e decoerenza
Open quantum systems and decoherence

Candidato: Eliana Fiorelli

Relatore: Dott.ssa Paola Verrucchi
Correlatore: Prof. Alessandro Cuccoli

Lo studio di un qualsiasi fenomeno fisico richiede prima di tutto la specifica definizione del sistema sul quale vogliamo concentrare la nostra attenzione, o *sistema principale*. Quando di tale sistema fanno parte tutti i componenti che hanno un ruolo nella trattazione, il sistema è consistentemente detto *isolato*. D'altra parte, se l'analisi richiede che vengano prese in considerazione anche componenti che non fanno parte del sistema principale, quest'ultimo non può essere considerato isolato e, nell'ambito della Meccanica Quantistica, è detto *sistema quantistico aperto*. Lo studio dei sistemi quantistici aperti ha ricevuto grande impulso, negli ultimi decenni, in relazione allo sviluppo di tecniche ed apparati sperimentali che hanno permesso di controllare e fare uso di proprietà esclusive di tali sistemi, al fine di realizzare dispositivi per l'implementazione di protocolli di comunicazione, o algoritmi di computazione quantistici. La proprietà forse più rilevante fra quelle di cui sopra è la possibilità che un sistema quantistico aperto sviluppi un tipo di correlazione puramente quantistica, detta *entanglement*, con l'ambiente che lo circonda. Poiché l'entanglement può essere generato dinamicamente, per effetto dell'interazione fra i due sistemi, tale tipo di correlazione emerge come elemento fondamentale nello studio della dinamica dei sistemi quantistici aperti. In particolare, la generazione dinamica di entanglement è alla base di un processo che caratterizza significativamente i sistemi quantistici aperti: la decoerenza.

Questo lavoro di tesi è dedicato allo studio del processo di decoerenza, affrontato mediante il formalismo basato sull'introduzione dell'operatore densità ridotto. In tale formalismo la decoerenza è definita dall'annullarsi degli elementi fuori diagonale della forma matriciale dell'operatore densità ridotto, rispetto ad una specifica base per lo spazio di Hilbert del sistema principale, detta base dei *pointer states*. L'annullamento dei termini fuori diagonale implica la perdita di informazione riguardo alla relazione di fase fra le diverse componenti che, sovrapposte, definiscono lo stato iniziale del sistema principale. Tale perdita, che risulta deleteria per il funzionamento dei dispositivi quantistici, avviene su scale di tempo che dipendono dai dettagli dell'interazione fra sistema principale e ambiente e può arrivare ad essere irreversibile, quando quest'ultimo ha un comportamento sostanzialmente classico. Per analizzare questi aspetti del fenomeno di decoerenza, occorre far riferimento a specifici modelli di interazione fra sistema principale e ambiente. In particolare in questo lavoro abbiamo considerato il caso in cui il primo è un sistema quantistico con spazio di Hilbert di dimensione due, mentre il secondo è costituito da un campo bosonico a singolo modo.