

Phase squeezing con bosoni ultrafreddi in una doppia buca di potenziale

Riassunto

Gli stati phase squeezed sono una particolare categoria di stati entangled. Il loro impiego in un interferometro atomico permette il superamento del limite del rumore shot; in altre parole, detto N il numero di particelle coinvolte, la fase può essere stimata con un'incertezza minore di $\Delta\theta_{SN} = 1/\sqrt{N}$. In questo lavoro di tesi abbiamo svolto uno studio teorico volto a dimostrare la possibilità di realizzare stati di questo tipo tramite un gas di atomi ultrafreddi in un potenziale a doppia buca.

Abbiamo iniziato richiamando i concetti di *spin squeezing* e *Quantum Fisher Information* e il ruolo che essi hanno nel quantificare il livello di entanglement di uno stato. Successivamente abbiamo studiato, sia numericamente che tramite modelli analitici, l'andamento di queste quantità al variare dell'interazione tra gli atomi; ciò che è emerso è l'esistenza di un regime di phase squeezing per interazioni attrattive.

Abbiamo definito un protocollo sperimentale per la misura del parametro di spin squeezing di Wineland. Il metodo proposto richiede la formazione di una figura di interferenza, prodotta dall'espansione dei condensati confinati inizialmente in ciascuna delle due buche e la misura delle funzioni di correlazione del numero di particelle nei vari siti del rivelatore.

Abbiamo poi studiato l'evoluzione temporale dello stato con un'hamiltoniana dipendente dal tempo. Abbiamo dimostrato la possibilità di mantenere un comportamento adiabatico agendo direttamente sulle interazioni. Questo potrà essere realizzato sperimentalmente grazie all'impiego delle recenti tecniche che consentono, sfruttando le risonanze Feshbach, di controllare la lunghezza di scattering fra gli atomi. La conseguenza è quella di poter raggiungere un regime di maggior phase squeezing rispetto all'azione sull'altro grado di libertà accessibile: l'altezza della barriera di potenziale fra le due buche.

Infine, partendo dai dati di un reale esperimento e risolvendo numericamente l'equazione di Gross-Pitaevskij, si sono calcolati i valori dei parametri caratteristici dell'hamiltoniana: l'energia di interazione e la frequenza di tunneling fra le due buche.

Candidato: Michele De Regis (michdr86@yahoo.it)

Relatore: Dott. Luca Pezzé (luca.pezze@ino.it)

Correlatore: Prof. Augusto Smerzi (augusto.smerzi@ino.it)