

Titolo dell'elaborato: Incremento della coerenza in un interferometro con rumore mediante atomi interagenti

Candidato: Dario Balestri

Relatore: Dott. Marco Fattori (fattori@lens.unifi.it)

Correlatore: Prof. Giovanni Modugno (modugno@lens.unifi.it)

In questo lavoro di tesi studiamo teoricamente la sensibilità di un interferometro che utilizza condensati di Bose-Einstein intrappolati in un potenziale a doppia buca in presenza di rumore. La nostra analisi mostra che, contrariamente a quanto accade in un interferometro ideale, cioè privo di rumore, la presenza di interazione permette di mitigare l'instabilità del potenziale di trappola e quindi aumentare la sensibilità dello strumento. Durante la prima fase di beam-splitting, ossia di separazione della nuvola in due modi spaziali, le fluttuazioni della profondità relativa delle due buche inducono un leggero sbilanciamento nella popolazione nei due modi. Per un'opportuna scelta dei parametri sperimentali, quali la lunghezza di scattering collisionale, il numero delle particelle condensate e il tempo di separazione, dimostriamo che gli effetti di tali fluttuazioni possono essere quasi completamente compensati dall'energia di interazione tra gli atomi. Sebbene l'interazione dia comunque origine al fenomeno di dispersione della fase, la sensibilità finale del dispositivo risulta di gran lunga superiore a quella che si ha nel caso non interagente. L'analisi si è concentrata sui parametri caratteristici di un apparato sperimentale in fase di sviluppo presso un laboratorio di fisica atomica del Dipartimento di Fisica dell'Università di Firenze. In particolare, l'impiego di un condensato di Bose-Einstein di ^{39}K offre un controllo accurato della lunghezza di scattering e la possibilità di investigare contemporaneamente le prestazioni di un interferometro in presenza o in assenza di interazione. La trattazione è stata svolta in primo luogo per via analitica, sfruttando l'approssimazione a due modi per un sistema a molti atomi interagenti. In questo modo siamo in grado di descrivere lo stato del sistema durante le diverse fasi di una sequenza interferometrica, valutando le fluttuazioni quantistiche di fase e numero di atomi. In seguito, attraverso un modello numerico determiniamo i parametri dell'Hamiltoniana al variare dell'altezza della barriera di potenziale. Possiamo così eseguire un'analisi teorica completa dell'apparato, in grado di studiarne la sensibilità in presenza di rumore. Lo studio eseguito farà da guida per l'attività sperimentale volta a massimizzare le prestazioni dell'apparato in fase di sviluppo, ovvero permetterà di determinare i parametri sperimentali ottimali per compensare la decoerenza prodotta dallo sbilanciamento incontrollato del potenziale. Il confronto con i risultati sperimentali permetterà di verificare la validità delle ipotesi fatte e di approfondire la conoscenza sulla tipologia di rumore presente nel dispositivo.