

Produzione di potenziali ottici con maschere di fase per l'intrappolamento di atomi ultrafreddi

Candidato: Andrea Amico, Matr. N. 4938370 (amico.andrea.90@gmail.com)

Relatore: Dott. Giacomo Roati (roati@lens.unifi.it)

Correlatore: Prof. Massimo Inguscio (inguscio@lens.unifi.it)

La ricerca svolta è parte integrante di un progetto a lungo termine che si propone di studiare il comportamento di un gas di fermioni confinato in due dimensioni.

In particolare in questo periodo di tesi ho lavorato alla produzione di due tipologie di potenziali ottici utilizzabili per l'intrappolamento di atomi ultrafreddi. Questi potenziali sono indotti da luce laser fuori risonanza rispetto alla transizione atomica e vengono opportunamente modellati mediante l'utilizzo di maschere di fase (in inglese *phase plate*). La prima tipologia permette di ottenere un profilo di intensità luminosa adatto ad un confinamento quasi bidimensionale di un gas di atomi ultrafreddi. La seconda consente di generare un profilo di intensità ideale per intrappolare questi atomi in due dischi quasi bidimensionali a distanza variabile. Quest'ultimo genere di struttura permette lo studio di fenomeni puramente quantistici come l'interferenza di onde di materia e l'effetto Josephson con atomi ultrafreddi.

Lo schema della tesi è il seguente. Nel primo capitolo ho discusso come un profilo di intensità luminosa, generato da un laser, induca un potenziale su un atomo e come questo possa essere utilizzato per confinare spazialmente un gas di atomi ultrafreddi.

Nel secondo capitolo ho introdotto alcuni concetti di ottica su cui si basa il resto della tesi, tra i quali, la propagazione di luce monocromatica ed alcune notazioni riguardanti i fasci gaussiani. In particolare ho illustrato la proprietà di una lente convergente di formare, sul piano focale, la trasformata di Fourier della distribuzione di campo elettrico presente nel fascio di luce incidente.

Nel capitolo 3 ho affrontato il principio di funzionamento di due tipologie di maschera di fase dal punto di vista teorico. In concreto ho studiato analiticamente come viene modificata una distribuzione di campo elettrico da una maschera di fase a gradino e da una a barriera. Ho infine riportato le simulazioni, effettuate al computer, delle due distribuzioni. Questo ha reso possibile un confronto tra teoria e dati sperimentali.

Nel quarto capitolo ho descritto il lavoro che ho svolto in laboratorio, nello specifico, la produzione dei profili di intensità e i metodi utilizzati per la modellazione (*shaping*) di un fascio gaussiano. Ho inoltre ho esposto in dettaglio i procedimenti di misura, calibrazione e acquisizione dei dati.

Questo lavoro è il primo del suo genere a Firenze e fa parte di un esperimento condotto al LENS. Tale esperimento si propone utilizzare un gas di fermioni ultrafreddo, in confinamento quasi bidimensionale, per simulare e studiare fenomeni di superconduttività ad alte temperature.