

Realizzazione di un reticolo ottico ad ampio passo per l'intrappolamento di atomi fermionici di litio in due dimensioni

Candidata: **Eleonora Lippi** (eleonora.lippi@stud.unifi.it)

Relatore: **Dr. Francesco Scazza** (scazza@lens.unifi.it)

I sistemi fisici con dimensionalità ridotta mostrano un comportamento unico che è la conseguenza della combinazione di effetti di statistica, dimensionalità di forti interazioni tra le particelle. Ne sono un esempio materiali come i superconduttori ad alta temperatura ed il grafene. I gas ultrafreddi rappresentano una piattaforma molto versatile per lo studio della fisica a bassa dimensionalità grazie alla loro possibilità di confinare il moto degli atomi in sole due dimensioni spaziali attraverso all'impiego di potenziali ottici.

L'obiettivo principale della mia tesi è stato quello di realizzare un reticolo ottico unidimensionale per confinare atomi fermionici di Litio in due dimensioni. La scelta di un reticolo ottico prodotto a partire dall'intersezione di fasci laser, presenta come vantaggio una sorprendente flessibilità: variando l'angolo di intersezione tra i fasci e la loro intensità, è possibile variare in maniera continua l'accoppiamento tra le funzioni d'onda relative alle nuvole di atomi confinati nei minimi del potenziale e di scegliere il numero di piani da popolare. Tale reticolo è stato creato a partire da un laser con una lunghezza d'onda di 532 nm, che fornisce un potenziale *blue-detuned* per gli atomi di Litio. Il singolo fascio viene separato da uno speciale prisma polarizzante che produce due fasci paralleli e coerenti tra loro, fatti poi interferire nel fuoco di una lente dove saranno posizionati gli atomi. In particolare, tutto il set-up è studiato per minimizzare lo *shift* di fase tra i due fasci.

Il mio lavoro di tesi ha riguardato la progettazione, realizzazione e caratterizzazione del reticolo ottico. In particolare si è articolato in

1. una parte computazionale, legata alla modellizzazione delle proprietà del potenziale ottico e alla simulazione numerica del trasferimento degli atomi nel reticolo,
2. una parte sperimentale legata all'implementazione ed alla caratterizzazione del set-up ottico, nonché allo studio della stabilità della fase reticolare e del rumore di intensità e di posizione delle frange di interferenza.

Il reticolo prodotto ha un passo di 4.3 μm e produrrà frequenze di confinamento assiali di 7.5 kHz con fasci alla potenza di 1W, realizzando la condizione di quasi-bidimensionalità prevista dalle simulazioni numeriche. Questi parametri permettono sia di caricare gli atomi direttamente in un singolo minimo del potenziale di reticolo che di esplorare regimi a più layer, regolando il tunnelling tra essi tramite l'intensità dei fasci.