

## Produzione e Osservazione di Gas Quantistici Degeneri di Atomi Fermionici di ${}^6\text{Li}$

Durante il mio lavoro di tesi, ho partecipato alla realizzazione di una nuova ed efficiente tecnica sperimentale per la produzione di gas superfluidi di atomi fermionici di litio ( ${}^6\text{Li}$ ). Inoltre, ho prima disegnato e poi implementato uno schema ottico semplice e versatile per fare *imaging* degli atomi fermionici in tutti i regimi di interazione tra i suoi stati di spin. Tale interazione è stata controllata grazie alla presenza di risonanze di Feshbach.

In particolare, il mio lavoro di tesi è stato focalizzato sui tre seguenti argomenti principali:

- L'implementazione e caratterizzazione (per la prima volta su atomi di  ${}^6\text{Li}$ ) di una tecnica di raffreddamento *Sub-Doppler* basata su una melassa ottica detunata sul blu della transizione ottica  $D_1$  del litio. Questo nuovo schema di raffreddamento permette di ottenere densità nello spazio delle fasi un ordine di grandezza maggiori rispetto a quelle ottenute con metodi di raffreddamento standard. Abbiamo dimostrato l'efficienza di questa tecnica anche in presenza di una trappola di dipolo di alta intensità (con intensità massime di alcuni  $\text{MW}/\text{cm}^2$ ).
- La produzione e caratterizzazione di gas quantistici di  ${}^6\text{Li}$  in due stati di spin diversi. In particolare, abbiamo esplorato diversi regimi fisici di interazione ottenuti variando il campo magnetico Feshbach. Nel lato repulsivo della risonanza, ho osservato la formazione di un condensato di Bose-Einstein di molecole, mentre al centro della risonanza (il regime BEC-BCS), ho studiato la presenza di un condensato di coppie di fermioni. Nel regime di interazione debole abbiamo invece prodotto gas di Fermi ultra degeneri ( $T/T_F < 0.1$ ).
- La progettazione ed implementazione di un nuovo schema ottico per fare *imaging* dei gas atomici quantistici di litio in tutti i diversi regimi di interazione. Questo permette di osservare gli atomi sia a campi magnetici bassi che alti in maniera semplice e versatile. In particolare, ho costruito un *offset-lock loop* a 1 GHz, capace di agganciare due sorgenti laser diverse in modo stabile e con alta tunabilità. Inoltre, ho costruito un amplificatore di luce laser (*tapered amplifier*) in modo da produrre la luce risonante di potenza sufficiente per la realizzazione dell'*imaging* del campione atomico lungo tre direzioni.

**Candidato:** Klejdja Khani

**Relatore:** Dr. Giacomo Roati

**Correlatore:** Dr.ssa Chiara Fort