

Riassunto

Titolo tesi: Misura dell'equazione di stato di gas fermionici superfluidi di atomi di ${}^6\text{Li}$

Nel mio lavoro di tesi riporto la misura sperimentale dell'equazione di stato di un gas quantistico ultrafreddamente interagente, composto da coppie di atomi fermionici di ${}^6\text{Li}$, in due differenti stati di spin. L'equazione di stato è stata estratta direttamente analizzando, in maniera non triviale, le immagini in assorbimento del campione atomico. La mia tesi si compone di una parte sperimentale (progetto e implementazione dell'apparato ottico e acquisizione dati) e di una parte di analisi (scrittura del codice per estrarre l'equazione di stato dalle immagini ottenute). Ho infine mostrato l'evidenza sperimentale della transizione a superfluido nel nostro campione. La mia tesi è strutturata in 5 capitoli:

1. Nel primo capitolo ho introdotto alcuni concetti basilari sulla termodinamica di un gas ideale di fermioni. Ho presentato i risultati principali della teoria dello scattering nel caso di atomi ultrafreddi e ho mostrato come sia possibile controllare sperimentalmente le interazioni tra essi sfruttando una risonanza di Fano-Feshbach. Grazie a questa risonanza è possibile infatti studiare la regione detta di "crossover", dove la termodinamica del sistema diventa "universale".
2. Nel secondo capitolo ho descritto come collegare le quantità termodinamiche studiate a quantità misurabili sperimentalmente: la densità ottica e il potenziale di trappola. Questa connessione è possibile grazie alla "local density approximation" e all'utilizzo della trasformata inversa di Abel, che permette di ricostruire la densità tridimensionale della nuvola a partire dal profilo integrato.
3. Nel terzo capitolo ho descritto l'apparato sperimentale col quale siamo in grado di ottenere un gas di fermioni superfluido di atomi di ${}^6\text{Li}$. Mi sono concentrato soprattutto sulla parte riguardante l'apparato di imaging che ho progettato, testato ed in fine caratterizzato.
4. Nel quarto capitolo ho presentato i risultati sperimentali ottenuti, riportando la misura dell'equazione di stato di un gas di fermioni all'unitarietà. Dal picco presente sia nella compressibilità, che nel calore specifico, si evince la presenza di una transizione di fase del second'ordine a gas superfluido nel nostro sistema. Ho mostrato in oltre la stima effettuata della temperatura critica di tale transizione. Il valore ottenuto di $T_C/T_F = 0.14(3)$ è in buon accordo con i recenti risultati presenti in letteratura.
5. Nel quinto capitolo ho discusso le possibili fonti di errore (statistico e sistematico) che influenzano la misura effettuata. Ho infine descritto il metodo con cui ho validato il codice che ho scritto per l'analisi dati.

Candidato: Andrea Amico (amico.andrea.90@gmail.com)

Matricola: 5535076

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

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