

Studio della distribuzione di velocità atomica in un interferometro Raman

Candidato: Leonardo Salvi, *Relatore:* Guglielmo M. Tino

In questa tesi presentiamo le misure di caratterizzazione della distribuzione di velocità nella fontana atomica dell'interferometro Raman dell'esperimento MAGIA, svolte presso il Dipartimento di Fisica e Astronomia di Firenze.

In questo esperimento, gli atomi vengono caricati in una trappola magneto-ottica e lanciati in direzione verticale con la tecnica della melassa ottica viaggiante. Attraverso una opportuna combinazione di impulsi laser, i pacchetti d'onda atomici vengono divisi, riflessi e ricombinati. La fase accumulata nei due percorsi dell'interferometro permette di misurare il segnale del campo gravitazionale generato da un sistema di masse che circondano l'interferometro.

Un aspetto particolarmente critico nello studio della fase dell'interferometro riguarda la cinematica del moto degli atomi. Per questo motivo è necessario fornire una misura accurata della distribuzione di velocità, sia nella direzione verticale che nella direzione orizzontale.

Due fasci laser contropropaganti, accordati in modo che la differenza di frequenza sia risonante con la separazione fra due livelli iperfini dello stato fondamentale di un atomo alcalino, provocano transizioni Raman selettive in velocità. Selezionando velocità atomiche diverse e determinando il numero di atomi selezionati è quindi possibile ricostruire l'andamento della distribuzione di velocità.

In questa tesi abbiamo determinato la configurazione sperimentale che ottimizza le prestazioni di questa tecnica. In particolare abbiamo riscontrato che i limiti geometrici dell'apparato possono complicare di molto la misura e che una accurata scelta dei campi magnetici durante la selezione di velocità permette di ottimizzare il segnale degli atomi selezionati.

Abbiamo quindi studiato la dipendenza della distribuzione di velocità dal processo di raffreddamento che avviene nella fase del lancio degli atomi. In particolare abbiamo determinato la dipendenza della temperatura atomica dal disaccordo dei laser di raffreddamento della trappola magneto-ottica, confermando che la temperatura scala come l'inverso del disaccordo. Abbiamo poi determinato l'andamento della temperatura in funzione dei campi magnetici di compensazione della trappola magneto-ottica. In questo modo abbiamo studiato la configurazione che minimizza la temperatura e abbiamo trovato che una variazione dei campi di compensazione può indurre componenti orizzontali nella velocità di lancio.

Sulla base delle nostre misure concludiamo che la distribuzione di velocità nella fontana atomica è in buona approssimazione isotropa e che il valore minimo della temperatura vale $3.5 \mu\text{K}$. Questo valore per la temperatura è in accordo con alcune misure di tempo di volo svolte separatamente.