

# Studio di transizioni Bragg su atomi di stronzio ultrafreddi: verso un nuovo gravimetro atomico ad elevata sensibilità

*Candidato:* **Giulia Del Pace**

*Relatore:* **Nicola Poli**

nicola.poli@unifi.it

In questo lavoro di tesi viene presentato uno studio delle transizioni Bragg e della loro applicazione all'interno di un gravimetro atomico, realizzato presso il LENS di Sesto Fiorentino.

L'esperimento consiste nella realizzazione di un interferometro atomico su atomi di  $^{88}\text{Sr}$  ad elevata sensibilità. Gli atomi vengono caricati all'interno di una trappola magneto-ottica in cui sono raffreddati fino a temperature di  $1.5\mu\text{K}$ , dopo di che ha inizio la sequenza interferometrica. Per separare, riflettere e ricombinare le funzioni d'onda atomiche all'interno dell'interferometro vengono utilizzate le transizioni Bragg.

Per realizzare un gravimetro atomico ad elevata sensibilità è necessario ottimizzare gli impulsi  $\pi$  e  $\pi/2$  che compongono la sequenza interferometrica.

In questo lavoro di tesi le transizioni Bragg sono state dapprima studiate da un punto di vista teorico, differenziando i diversi regimi che si instaurano a seconda della durata dell'interazione del sistema atomico con la radiazione. Questi differiscono per il numero di stati di impulso che vengono popolati dagli atomi.

Impulsi  $\pi$  e  $\pi/2$  ottimali si ottengono nel caso in cui la popolazione atomica oscilla tra due soli stati. Uno studio dell'efficienza delle transizioni, per quanto riguarda le perdite di popolazione atomica negli stati di impulso indesiderati, è stato quindi effettuato tramite una simulazione numerica. In questo modo il comportamento del sistema è stato studiato per diversi andamenti temporali dell'impulso di radiazione inviato sugli atomi e diversi valori del disaccordo tra frequenza del laser e quella della transizione atomica. I risultati così ottenuti sono stati confrontati con delle misure della frequenza di Rabi efficace che caratterizza le oscillazioni della popolazione atomica tra i due stati di impulso desiderati. In entrambi i casi si ottiene una maggiore efficienza degli impulsi con profilo temporale gaussiano, piuttosto che rettangolare, e con valori più elevati del disaccordo.

Si è poi studiato il comportamento di un interferometro atomico con transizioni Bragg utilizzato come gravimetro, con particolare attenzione alla sua sensibilità. Una misura della sensibilità dello strumento è stata effettuata andando a misurare la varianza di Allan della fase atomica all'uscita dell'interferometro, in funzione del tempo di integrazione. In questo modo è stata ottenuta la sensibilità su una possibile misura di  $g$  di  $3 \times 10^{-8}$ , per un tempo di integrazione di 1024 s e un tempo di interferometro di 23 ms.