

# Stabilizzazione di un laser ultra-stretto con collegamento in fibra ottica a grande distanza per esperimenti con gas ultrafreddi di Itterbio.

Candidato: Francesco Poggiali

Relatore: Leonardo Fallani, fallani@lens.unifi.it

## Sommario

Questo lavoro di tesi magistrale è stato condotto all'interno di un esperimento attivo presso l'Università di Firenze-Laboratorio Europeo di Spettroscopia Non Lineare (UNIFI-LENS) che ha come oggetto l'implementazione e lo studio di tecniche di simulazione quantistica con atomi neutri ultrafreddi di Itterbio. In questo contesto l'argomento di questa tesi è lo sviluppo di una tecnica innovativa per la stabilizzazione di un laser ultra-stretto con emissione a 578 nm, utilizzato per eccitare la transizione dell'Itterbio  $^1S_0 \rightarrow ^3P_0$  doppiamente proibita per esperimenti eseguiti con gas di Fermi degeneri intrappolati in reticoli ottici tridimensionali. Per questo scopo ho utilizzato l'infrastruttura costituita dal collegamento in fibra ottica a grande distanza proveniente dall'Istituto Nazionale di Ricerca Metrologica (INRIM).

Dopo aver mostrato le principali proprietà e possibilità di ricerca offerte sia da un esperimento di simulazione quantistica su gas ultrafreddi di Itterbio che dalla presenza di un sistema di distribuzione di standard di frequenza a grande distanza quale il collegamento in fibra ottica, il mio elaborato di tesi si sviluppa esponendo il lavoro svolto per la stabilizzazione del laser, a sua volta diviso in due parti: una di caratterizzazione della deriva residua in frequenza del laser e l'altra di implementazione del setup sperimentale per la sua correzione attraverso la programmazione di un controllo digitale Proporzionale-Integratore (PI) che attua la correzione attraverso un *Direct Digital Synthesizer*. Per entrambe queste parti ho utilizzato le tecniche di misura di frequenza per mezzo di un *frequency comb*, in particolare sfruttando il segnale ottico di frequenza assoluta proveniente da INRIM come riferimento per la stabilizzazione. Il sistema implementato ha portato a un miglioramento della stabilità a 1000 s della sorgente laser di oltre due ordini di grandezza.

Col nuovo setup sperimentale si è poi proceduto alla misura della frequenza assoluta della transizione doppiamente proibita  $^1S_0 \rightarrow ^3P_0$  per  $^{173}\text{Yb}$ , effettuando la caratterizzazione anche di incertezze sistematiche quali lo *Zeeman shift* quadratico e l'*ac-Stark shift*. La misura ha portato alla stima della frequenza di transizione  $\nu_{abs} = 518\,294\,576\,845\,245 \pm 10$  Hz. Questa stima risulta compatibile con quella misurata presente in letteratura e la sua incertezza risulta inferiore di oltre due ordini di grandezza rispetto a quella precedente. Questo risultato è particolarmente importante anche perché è stato conseguito con un setup sperimentale non progettato specificamente per la spettroscopia di precisione e rappresenta quindi un notevole punto di contatto tra questo campo di ricerca, ivi compresa la parte relativa alla distribuzione di riferimenti in frequenza, e quello della simulazione quantistica con atomi ultrafreddi.

Infine, proprio la disponibilità di una sorgente ultra-stabile in grado di eccitare la transizione  $^1S_0 \rightarrow ^3P_0$  ultra-stretta apre nuove possibilità per lo studio di sistemi di simulazione quantistica con gas fermionici ultrafreddi di Itterbio, dove il controllo coerente del grado di libertà elettronico dato da questo sistema a due livelli gioca un ruolo fondamentale, quali lo studio di simmetrie  $SU(N)$  di spin e della superfluidità fermionica in sistemi formati da atomi in diversi stati elettronici.

### Questionario di valutazione del percorso formativo per laureandi

Leggi con attenzione tutte le seguenti istruzioni.  
Rispondi alle domande con molta attenzione premendo il tasto "Prova adesso a rispondere al quiz".

Quando hai finito di rispondere a tutte le domande

1. premi il pulsante in fondo alla pagina "Invia tutto e termina"
2. stampa la schermata successiva come attestato di compilazione del questionario e trasmettila al Presidente del tuo Corso di Studi via posta elettronica.

Quiz disponibile: mercoledì, 27 maggio 2015, 12:00

Chiusura: lunedì, 27 maggio 2019, 12:00

#### Riepilogo dei tuoi tentativi

Tentativo	Completato
1	martedì, 13 ottobre 2015, 22:20

**Non sono permessi ulteriori tentativi**

[Continua](#)