

Costruzione e caratterizzazione di un sistema laser per esperimenti di fisica atomica

Candidato: Louise Wolswijk louise.wolswijk@stud.unifi.it
Relatore: Dott. Carlo Sias carlo.sias@ino.it
Correlatore: Prof. Leonardo Fallani fallani@lens.unifi.it

Negli esperimenti di fisica atomica hanno un ruolo di fondamentale importanza le sorgenti laser, utilizzate sia per spettroscopia che per manipolazione degli atomi. Esse devono soddisfare alcuni requisiti spettrali: frequenza di emissione corrispondente alla transizione atomica considerata e larghezza spettrale paragonabile con la larghezza di riga della transizione; tali proprietà devono mantenersi stabili nel tempo per garantire la ripetibilità delle misure. Poiché il numero di laser utilizzati in un esperimento è tendenzialmente elevato, sono requisiti importanti, inoltre, anche la facilità di manutenzione dei sistemi utilizzati, e la loro economicità.

Nel presente lavoro di tesi, che si inserisce all'interno di un progetto di ricerca presso il Dipartimento di Fisica dell'Università di Firenze, in collaborazione con il LENS, nel quale si lavora con gas ultrafreddi di Itterbio (Yb), si è realizzato un sistema laser che consentirà di eccitare la transizione dallo stato metastabile 3P_0 dell'Itterbio allo stato 3S_1 a 649 nm.

Come sorgente è stato utilizzato un diodo laser commerciale, molto economico, avente lunghezza d'onda di emissione dell'ordine dei 658 nm, tunabile in un range di ± 10 nm, e una larghezza di riga di alcune decine di GHz. Essendo tale larghezza di riga troppo grande rispetto a quella della transizione atomica (1.5 MHz), è stato necessario costruire una cavità estesa che permettesse di stringere la riga di emissione del laser, selezionando la frequenza desiderata. Si è inoltre implementato un sistema di controllo per mantenere stabile la temperatura.

Si sono introdotte alcune innovazioni rispetto ai design precedentemente utilizzati dal gruppo di ricerca, facendo sì che il sistema fosse di facile manutenzione, permettendo una più agevole sostituzione del diodo in caso di danneggiamenti, e una migliore regolazione della collimazione del fascio.

È stata caratterizzata l'emissione sia del diodo libero che in cavità estesa, mostrando che grazie a quest'ultima è possibile far emettere stabilmente il laser a singolo modo e tunare la lunghezza d'onda di emissione variando la temperatura del sistema o la corrente di alimentazione.

È stata inoltre realizzata una cavità di controllo, anch'essa con un design innovativo per il gruppo di ricerca, che è stata utilizzata come strumento per la verifica dell'emissione a singolo modo del laser.