

Candidato:

Filippo Borselli

Relatore:

Dott.ssa Chiara Fort

Titolo della tesi:

Caratterizzazione di una trappola ottica di dipolo per atomi ultrafreddi

Riassunto del lavoro di tesi

In questo lavoro di tesi, svolto presso un laboratorio del LENS dell'Università di Firenze, è stata realizzata una trappola ottica di dipolo per atomi ultrafreddi di ^{87}Rb nella fase di condensato di Bose-Einstein. Il potenziale ottenuto sfrutta l'interazione di dipolo esistente fra atomi e radiazione laser. Esso risulta proporzionale al rapporto I/Δ , dove I è l'intensità della radiazione laser e il *detuning* $\Delta = \omega_L - \omega_A$ è definito come la differenza fra la frequenza del laser ω_L e la frequenza della transizione atomica ω_A . Se il *detuning* è negativo, il potenziale risulta attrattivo. In questo caso, quindi, adoperando un fascio laser Gaussiano focalizzato, è possibile confinare gli atomi nel fuoco.

Nella prima parte della tesi abbiamo caratterizzato le proprietà geometriche del fascio, ovvero le sue dimensioni trasverse (*waist*) e la sua divergenza. A tal fine abbiamo utilizzato due metodi indipendenti: nel primo adoperiamo una telecamera a CCD con cui acquisiamo l'immagine del profilo d'intensità trasverso del fascio. L'immagine viene quindi elaborata tramite un programma di fit che utilizza una funzione Gaussiana e fornisce il valore della dimensione trasversa w rispetto all'asse lungo cui si propaga il fascio. Il valore di w dipende dalla posizione x lungo l'asse di propagazione, secondo la formula $w(x) = w_0\sqrt{1 + cx^2}$, dove w_0 è il *waist* del fascio e c una costante che dipende dalla divergenza del fascio. Questa misura viene quindi ripetuta per diverse posizioni della telecamera, al fine di stimare il *waist* del fascio e la sua divergenza eseguendo un fit con la suddetta funzione.

Il secondo metodo di misura, fa uso di una lama oscurante posta su un traslatore micrometrico con cui si schermano porzioni sempre maggiori della sezione trasversa del fascio, mentre si misura la potenza trasmessa al di là della lama. Da questi dati ricaviamo il valore della dimensione trasversa w tramite un programma di fit. Con procedura analoga a quella usata nel metodo precedente, a partire dai valori della dimensione trasversa del fascio in varie posizioni lungo l'asse di propagazione, si è quindi stimato il valore del *waist* w_0 e della divergenza con un ulteriore fit.

Di questi due valori si è calcolata la media pesata con il relativo errore, al fine di ottenere una stima unica.

Una volta noto il *waist*, abbiamo potuto calcolare il valore del potenziale di dipolo atteso dalla teoria in funzione della potenza del fascio dato. Per verificare l'esattezza delle nostre ipotesi di lavoro, abbiamo infine caratterizzato il potenziale di dipolo prodotto dal fascio in corrispondenza del *waist* w_0 nella direzione trasversa alla propagazione del fascio, inducendo oscillazioni del centro di massa di un condensato in esso intrappolato. Utilizzando l'approssimazione armonica, valida per piccole ampiezze dell'oscillazione, abbiamo ricavato il valore della frequenza di oscillazione tramite un fit sinusoidale. La misura è stata ripetuta per diversi valori della potenza del fascio, al fine di estrarre il parametro B che lega tale potenza con la frequenza angolare ω dell'oscillazione. Il risultato ottenuto è in accordo con il risultato fornito dalla teoria dell'interazione di dipolo.