

Candidato: Giulio D'Amico, giuliolupo12007@gmail.com

Relatore: Francesco Saverio Cataliotti, fsc@lens.unifi.it

Titolo: Oscillazioni di Rabi in un sistema atomico a cinque livelli

Rabi oscillations in a five levels atomic system

La tesi riporta i risultati di un esperimento basato su di un condensato di Bose-Einstein di Rubidio, prodotto in una microtrappola magnetica ed è strutturata in cinque capitoli, più un capitolo introduttivo.

Nell'introduzione si riportano i passi fondamentali, teorici e sperimentali, per la realizzazione di un condensato di Bose-Einstein (BEC). Successivamente si descrive l'esperimento effettuato nel Dipartimento di Fisica e Astronomia dell'Università di Firenze e il fenomeno delle oscillazioni Rabi, cioè l'argomento principale dell'elaborato.

Nel primo capitolo si introduce la struttura iperfine degli atomi alcalini, con particolare riferimento al Rubidio (^{87}Rb). Successivamente si descrivono anche gli effetti dell'interazione di un atomo neutro con un campo magnetico, andando quindi a determinare lo shift Zeeman lineare dei livelli energetici dell'atomo. Si accenna anche al caso di Zeeman shift quadratico.

Nel secondo capitolo si riportano le principali caratteristiche di un BEC, per poi andare ad introdurre i principali metodi sperimentali usati per il raggiungimento della condensazione. Prima si introducono le due tecniche fondamentali di raffreddamento, cioè il Doppler cooling e il raffreddamento evaporativo forzato. Successivamente si descrivono le principali tecniche di intrappolamento, cioè la MOT, la trappola magnetica e la trappola dipolare e le loro varianti usate nell'esperimento, cioè la mirror-MOT e le micro-trappole magnetiche realizzate grazie ad un chip che funge da specchio e provvede i campi magnetici necessari al confinamento.

Il terzo capitolo tratta l'argomento principale della tesi, cioè le oscillazioni di Rabi. Inizialmente si riporta una derivazione teorica, semiclassica del fenomeno, andando ad analizzare un sistema atomico a due livelli che interagisce con un campo di radiazione monocromatico. Si ricava in modo analitico, la frequenza di Rabi e le espressioni che regolano l'andamento della popolazione fra i due livelli atomici. Successivamente si ricava in modo numerico l'andamento della popolazione per un sistema atomico a cinque livelli come quello usato nell'esperimento, che è costituito dalle cinque proiezioni di spin del sottostato $F = 2$ dello stato fondamentale del ^{87}Rb . Questo sarà l'andamento teorico che andremo a confrontare con i risultati sperimentali. Successivamente si introduce il metodo sperimentale che viene seguito durante la procedura di misura dividendolo in tre passi fondamentali, cioè preparazione dello stato iniziale (realizzazione del BEC), manipolazione del BEC tramite impulsi di radiofrequenza e rivelazione della popolazione in ognuno dei sottolivelli. Si conclude il capitolo con un ulteriore accenno agli effetti dello Zeeman splitting quadratico.

Nel capitolo quattro si riportano i dati sperimentali di tre misurazioni, effettuate in condizioni differenti e si verifica che gli andamenti ottenuti sperimentalmente rispecchino quelli che ci aspettavamo teoricamente, ricavati nel capitolo precedente. In particolare per ognuna delle tre configurazioni che abbiamo analizzato riusciamo ad osservare almeno un'oscillazione Rabi completa.

L'ultimo capitolo è dedicato ad alcune osservazioni conclusive. L'osservazione dello Zeeman shift quadratico, dandone una derivazione numerica e riportando anche una misura che mette bene in risalto questo fenomeno. La conclusione dell'elaborato analizza poi le prospettive dell'apparato, utilizzato per la realizzazione di un interferometro atomico integrato.