

Candidato: **Leonardo Masi**

**Titolo: Dinamica Rabi e Josephson con un condensato di Bose-Einstein in un potenziale a doppia buca**

Relatore: Dr. Marco Fattori (fattori@lens.unifi.it)

Correlatore: Prof. Giovanni Modugno (modugno@lens.unifi.it)

In questo lavoro di tesi si è studiata la dinamica di una giunzione Josephson bosonica realizzata con un condensato di Bose-Einstein di  $^{39}\text{K}$  con interazione accordabile in un potenziale a doppia buca. L'effetto Josephson é uno dei più importanti esempi di fenomeno quantistico macroscopico e ad oggi è stato studiato in svariati sistemi fisici, ma sempre in regimi di forte interazione e debole energia di tunneling. Tuttavia, grazie allo straordinario controllo dei parametri microscopici e alla possibilità di accordare l'interazione del nostro sistema, siamo riusciti a caratterizzare la dinamica Josephson in regimi mai esplorati fin'ora, con tunneling dominante ed interazione via via crescente.

Partendo da interazione nulla, abbiamo ottenuto oscillazioni di Rabi fra i modi spaziali di due condensati macroscopici; per valori positivi e crescenti della lunghezza di scattering  $a_s$  abbiamo mostrato l'incremento della frequenza di oscillazione e successivamente il verificarsi del fenomeno noto come macroscopic quantum self trapping, in cui gli atomi nonostante la repulsione reciproca rimangono localizzati maggiormente in una delle due buche di potenziale. Per valori negativi di  $a_s$  abbiamo osservato una diminuzione della frequenza di oscillazione in corrispondenza di una transizione di fase quantistica, recentemente osservata dal mio gruppo.

Da uno studio dei modelli teorici presenti in letteratura e dalla realizzazione di simulazioni numeriche adattate ai nostri parametri sperimentali abbiamo identificato la giusta descrizione teorica del nostro sistema nei differenti regimi. L'ottimo accordo tra teoria ed esperimento è stato permesso dal lavoro di ottimizzazione dell'apparato sperimentale svolto in questo lavoro di tesi. La difficoltà principale è consistita nel migliorare il setup sperimentale per la produzione di campi magnetici più stabili in modo da controllare in maniera precisa l'interazione.

Infine i risultati presentati confermano la possibilità di descrivere il nostro sistema in regimi di debole interazione mediante un'Hamiltoniana a molti corpi studiata intensamente in letteratura dal punto di vista teorico. Questa possibilità offre numerose prospettive future al nostro sistema per l'osservazione di nuovi fenomeni quantistici tra cui la creazione di stati fortemente entanglati e il collapse e revival della coerenza tra due condensati interagenti.