

Levitazione di una “goccia quantistica” in una mistura di atomi ultra-freddi.

I sistemi di atomi ultrafreddi si trovano comunemente nella fase gassosa: rilasciati dai potenziali che li confinano infatti espandono all’infinito. È stato recentemente scoperto che in particolari condizioni, gli atomi in una mistura bosonica possano formare “gocce” che rimangono confinate anche in assenza di intrappolamenti esterni, assumendo quindi proprietà simili ad un liquido. Come in tutti i sistemi autolegati, questa nuova fase si origina dal bilanciamento di due termini di interazione, uno attrattivo e uno repulsivo. In una mistura atomica questi due termini sono dati dall’interazione di Campo Medio (MF) e dal primo termine correttivo alla teoria MF, ovvero il cosiddetto termine di Lee, Huang e Yang (LHY). Nella condizione in cui l’interazione attrattiva interspecie è maggiore dell’interazione media repulsiva tra le singole specie, la teoria MF prevede il collasso del condensato. Tuttavia in queste condizioni il contributo repulsivo di LHY arresta il collasso e stabilizza il sistema.

Nella prima parte di questa tesi introduco la teoria utile alla descrizione delle “gocce quantistiche”, partendo dalla teoria di Campo Medio fino a introdurre le correzioni che ne determinano la formazione. Nella seconda parte presento il sistema atomico utilizzato nell’esperimento, mostrando come le peculiari proprietà di scattering del ^{39}K lo rendano un candidato ideale per lo studio di questa nuova fase quantistica.

Per poter osservare e manipolare tali sistemi è necessario sostenere gli atomi contro la gravità. Trattandosi di una mistura in cui le due specie hanno diverso momento magnetico, non è possibile adottare la tecnica di levitazione standard che utilizza un gradiente magnetico. Mi sono quindi occupata di progettare e costruire un sistema ottico di compensazione della gravità, utilizzando un singolo fascio modulato nel tempo. Con questa tecnica è infatti possibile disegnare profili arbitrari per il potenziale mediato nel tempo. In questo caso otteniamo un profilo lineare che produce una forza opposta alla gravità senza introdurre effetti di confinamento.

Nell’ultima parte della tesi presento le misure preliminari effettuate sul sistema atomico per osservare e caratterizzare le “gocce quantistiche”. Tali misure rappresentano la prima evidenza di questa nuova fase, gettando quindi le basi per gli studi futuri. Ci troviamo infatti di fronte ad un sistema completamente nuovo, per il quale la teoria prevede proprietà non banali come ad esempio l’autoevaporazione e pone domande fondamentali come ad esempio quella riguardo la sua natura superfluida.

Candidata: *Chiara Mazzinghi*
Relatore: *Prof. Marco Fattori (marco.fattori@unifi.it)*