

Caratteristiche distintive dei cristalli magnetici in un sistema “three-leg ladder” in presenza di campi di gauge sintetici

Candidato: Michele Pini

Relatore: Dr. Davide Rossini (davide.rossini@sns.it)

Correlatore: Prof. Leonardo Fallani (fallani@lens.unifi.it)

L’obiettivo di questo lavoro di tesi è uno studio teorico-computazionale di un sistema di atomi fermionici alcalino-terrosi in un reticolo ottico unidimensionale (1D), che simula il comportamento degli elettroni in solidi bidimensionali (2D) quando sono sottoposti a forti campi magnetici: il cosiddetto effetto Hall Quantistico. Lo studio è stato svolto per mezzo di simulazioni basate su metodi di diagonalizzazione esatta e sull’algoritmo “density matrix renormalization group”, che è uno dei più potenti metodi numerici per simulare lo stato fondamentale di sistemi quantistici fortemente correlati su reticolo 1D.

L’idea alla base del sistema studiato è l’utilizzo del grado di libertà interno di spin degli atomi come una *dimensione reticolare sintetica*, in cui ciascuna proiezione dello spin nucleare può essere interpretata come un diverso sito di tale reticolo sintetico. Gli atomi possono dunque muoversi in un reticolo 2D ibrido, con una dimensione reale, formata dal reticolo ottico 1D, e una dimensione sintetica, formata dagli stati di spin atomici. In particolare, in questa tesi è stato studiato il caso con tre siti nella dimensione sintetica, la cui geometria reticolare è chiamata solitamente “three-leg ladder”. Accoppiando in modo coerente gli stati di spin con delle transizioni Raman, è possibile sia consentire il tunneling nella direzione sintetica, sia ingegnerizzare un *campo magnetico sintetico* a cui gli atomi sono soggetti. Inoltre è possibile anche realizzare un sistema con condizioni periodiche al contorno nella dimensione sintetica, ed è questo il caso su cui ci siamo concentrati in questa tesi. In questa configurazione, il sistema diventa isolante ed esibisce una intera gerarchia di stati protetti da un gap che presentano un ordine sia in densità che in magnetizzazione, e vengono pertanto chiamati *cristalli magnetici*. Questi stati sono direttamente collegati agli stati elettronici nell’effetto Hall quantistico intero e frazionario. In questa tesi, è riportata una caratterizzazione dettagliata di questi cristalli.

Per prima cosa, abbiamo individuato e caratterizzato due diversi tipi di cristalli: i *cristalli a filling intero*, che possono essere spiegati semplicemente con il modello non-interagente, e i *cristalli a filling frazionario*, che si formano solo in presenza di interazioni tra gli atomi. Abbiamo inoltre osservato che i cristalli a filling frazionario si formano solamente quando la forza delle interazioni supera un certo valore critico U_c , che siamo stati in grado di calcolare. Dopodiché, abbiamo calcolato il gap energetico per i vari tipi di cristalli al variare del parametro di interazione, mostrando che, per le temperature attualmente raggiungibili negli esperimenti, solo i cristalli a filling intero presentano un gap abbastanza ampio da prevalere sulle eccitazioni termiche. Infine, abbiamo caratterizzato il comportamento del sistema in presenza di un potenziale di trappola armonico, mostrando che, fino ad un certo numero critico di particelle N_c , un cristallo si forma al centro della trappola senza sostanziali modifiche rispetto al caso senza trappola.



PINI MICHELE

Data di nascita 25/6/1991

Luogo di nascita BAGNO A RIPOLI

Codice fiscale PNIMHL91H25A564B

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI FIRENZE

Corso di Laurea Magistrale in Scienze Fisiche e Astrofisiche

Tipo corso: Laurea magistrale

Classe di laurea: fisica (LM-17)

Username AlmaLaurea: MICHELE.PINI

Tipo questionario: Fine corso

Consenso al trattamento dei dati personali

per le finalità e nelle modalità indicate di seguito:

SI

Dichiaro di acconsentire al trattamento dei dati per le finalità e nelle modalità indicate di seguito:

Informativa all'interessato ai sensi dell'art. 13 del Codice in materia di protezione dei dati personali

La informiamo che il Consorzio AlmaLaurea garantisce che ogni trattamento è conforme alla normativa vigente e ai sensi dell'art. 13 del Codice in materia di protezione dei dati personali informa che:

i) i dati sono trattati esclusivamente per la finalità di inserimento nel mondo del lavoro e di formazione professionale; ii) i dati sono trattati con modalità informatiche al fine di consentire la ricerca attraverso diverse chiavi quali, ad esempio, la facoltà e il voto di laurea; iii) i dati, resi anonimi, sono utilizzati anche in forma aggregata al fine di elaborazione dei Rapporti statistici sui laureati; iv) i dati possono essere trattati per effettuare eventuali ulteriori rilevazioni, così da monitorare a distanza di tempo la condizione di studio e lavoro degli studenti e dei laureati; v) i dati evidenziati nel questionario da uno sfondo di colore più scuro sono divulgati solo in forma aggregata e tale da garantire l'anonimato; vi) il conferimento dei dati è facoltativo per l'inserimento nella banca dati AlmaLaurea; vii) la mancata compilazione del questionario comporta il mancato inserimento, nella banca dati AlmaLaurea, dei dati non forniti; in questo caso sono inseriti nella banca dati AlmaLaurea esclusivamente i dati amministrativi detenuti dalla segreteria dell'Università in linea con quanto previsto dal Codice in materia di protezione dei dati personali; viii) se non vuole essere inserito nella banca di dati AlmaLaurea neppure con i dati amministrativi deve inviare una comunicazione scritta al Consorzio Interuniversitario AlmaLaurea; ix) destinatari della comunicazione dei dati possono essere AlmaLaurea srl (società unipersonale di proprietà esclusiva del Consorzio AlmaLaurea, autorizzata all'attività di ricerca e selezione personale dal Ministero del Welfare con autorizzazione del 30/9/05 n.1517/RS), in qualità di responsabile del trattamento, i soggetti (pubblici e privati, italiani ed esteri) e le Associazioni di Categoria che dichiarano espressamente di essere interessati ai dati per l'avviamento nel mondo del lavoro e di formazione professionale; x) i dati sono comunicati via internet; xi) i dati non saranno oggetto di diffusione; xii) l'interessato può esercitare i diritti di cui all'art. 7 del Codice in materia di protezione dei dati personali, fra cui il diritto di ottenere la conferma, l'aggiornamento e la cancellazione dei dati; xiii) titolari autonomi del trattamento dei dati sono il Consorzio Interuniversitario AlmaLaurea ed il Suo Ateneo. Responsabile del trattamento dei dati effettuato per il Consorzio Interuniversitario AlmaLaurea è altresì il Cineca, via Magnanelli, 6/3 - 40033 Casalecchio di Reno (BO). Nel sito www.almalaurea.it è indicato il responsabile del trattamento a cui rivolgersi per esercitare i diritti dell'interessato.

22/09/2016

(data di compilazione)

Michele Pini.....

(firma per esteso)