

شبیه سازی کوانتومی دینامیک غیر تعادلی نارسانا های توپولوژیکی به وسیله آرایه های اپتیکی-مکانیکی

رئیزی، صادق؛ مارکوادت، فلوریان

¹موسسه ماکس پلانک نور، ارلانگن، آلمان

چکیده

در این کار روشی برای شبیه سازی کوانتومی یک نارسانای توپولوژیکی ساده به نام SSH ارائه می دهیم. در این روش روش قابلیت تغییر دینامیکی پارامترهای مدل وجود دارد و همین به ما این امکان را می دهد که با تغییرات سریع، سیستم را از حالت تعادل خارج کنیم. به این وسیله، این شبیه ساز، قابلیت شبیه سازی و مطالعه دینامیک غیر تعادلی این نارسانای توپولوژیکی را دارد. ما چند نمونه خاص از آزمایش هایی که می شود با این شبیه ساز انجام داد را مطالعه می کنیم و به بررسی رژیم های مناسب برای انجام آزمایش می پردازیم. این روش به سادگی قابل تعمیم برای مدل ای پیچیده تر است و پنجره جدیدی برای شبیه سازی کوانتومی و همچنین کاربردی نوین برای استفاده از آرایه های اپتیکی مکانیکی به ما می دهد.

Quantum Simulation of non-equilibrium Dynamics of Topological Insulators Using Optomechanical Arrays

Sadegh Raeisi; Florian Marquardt

University of Erlangen-Nuremberg, Max-Planck Institute for the science of light

Abstract

We propose a quantum simulator based on arrays of optomechanical cavities. Our Quantum simulator is designed to simulate the Su-Schrieffer-Heeger model which describes the simplest topological insulator. We can dynamically change the parameters of the quantum simulator using the power and the frequency of the laser drive. This enables the quantum simulator to emulate the non-equilibrium dynamics of the SSH model. We propose some example tasks that can be simulated on the quantum simulator and study the expected results of these experiments. Our proposal can be easily adopted for other models and provides a powerful tool for quantum simulation of non-equilibrium dynamics.

PACS No.

آزمایش این سامانه ها، معیار مناسبی از امکان پیاده سازی پدیده

مقدمه

های کوانتومی ارائه می کند.

کاواک های اپتیکی-مکانیکی سیستم هایی متشکل از یک کاواک اپتیکی هستند که قالب، فرکانس کاواک وابسته به حالت یک نوسانگر مکانیکی است. در سال های اخیر، این سیستم ها توجه زیادی را به خود جلب کرده اند. علاوه بر کاربرد این سیستم ها در ساخت حسگرهای کوانتومی، برای مطالعه مبانی بنیادی مکانیک کوانتومی و ایجاد اثرهای کوانتومی در ابعاد بالا نیز بسیار تاثیر کارا هستند. همچنین با پیشرفت فناوری های کوانتومی، ساخت و

مطالعه و پیاده سازی آزمایشگاهی کاواک های اپتیکی-مکانیکی پیشرفت های فراوانی در سال های اخیر داشته است و اکنون این سیستم ها یکی از کاندید های اصلی برای مطالعه پدیده های کوانتومی و ایجاد فناوری های کوانتومی هستند.

یکی از ابتدایی ترین کاربردهای یک سیستم کوانتومی که آزمون مناسبی هم از میزان توانایی سیستم می دهد، قابلیت شبیه سازی کوانتومی است. به عبارت دیگر، این که تا چه حد امکان استفاده از این سیستم برای مطالعه یک مدل کوانتومی وجود دارد، نشان

می‌دهد که این سیستم‌ها تا چه حد پیشرفت داشته‌اند و تا چه حد قابلیت نمایش آثار کوانتومی دارند.

در این کار، ما طرحی برای استفاده از آرایه‌های اپتیکی-مکانیکی برای شبیه‌سازی کوانتومی یک مدل ساده نارسنا توپولوژیکی به نام *Su-Schrieffer-Heeger (SSH)* آرایه می‌دهیم.

پارامترهای کاواک‌های اپتیکی-مکانیکی را می‌توان به صورت دینامیکی به واسطه فرکانس و توان لیزر تغییر داد. از همین رو می‌توان این سیستم‌ها را از حالت تعادل خارج کرد. ما از این ابزار برای مطالعه آثار غیر تعادلی در مدل SSH استفاده می‌کنیم.

در بخش ابتدایی کار، طرح شبیه‌سازی و جزئیات پیاده‌سازی آن را ارائه می‌دهیم و نشان می‌دهیم که با قابلیت‌های آزمایشگاهی، امکان پیاده‌سازی این وجود دارد.

در ادامه، ما به بررسی دینامیک مدل SSH و دینامیک غیر تعادلی این مدل می‌پردازیم. شبیه‌سازی و بررسی‌های این بخش، معیارها انتظارات ما برای شبیه‌ساز را مشخص می‌کنند. به صورت خاص، ما به ایجاد برانگیختگی در حالت‌های لبه در این مدل نگاه می‌کنیم و این که در یک کونچ ناگهانی و یا پیوسته، این برانگیختگی‌ها چگونه تغییر می‌کند.