



دانشگاه رازی

دانشکده علوم

جلسه دفاع از پایان نامه دکتری

عنوان:

مطالعه ی پدیده های غیرخطی در سیستم های اپتومکانیکی هیبریدی

ارائه دهنده: حمیدرضا فروغی

زمان: ۱۴۰۵/۰۵/۱۱ ساعت ۱۰:۰۰



ایجناب حمیدرضا فروغی، موفق به اخذ مدرک کارشناسی فیزیک حالت جامد در سال ۱۳۸۰ از دانشگاه بوعلی سینا همدان و نیز مقطع کارشناسی ارشد رشته فیزیک، گرایش اتمی و مولکولی در سال ۱۳۹۵ از دانشگاه رازی کرمانشاه شدم. و در حال حاضر دانشجوی مقطع دکتری فیزیک گرایش اپتیک و لیزر از دانشگاه رازی کرمانشاه می باشم. ایجناب در زمینه اپتیک غیرخطی، دوپاداری نوری، سیستم های اپتومکانیک و

برنامه نویسی متلب، ممتیک و پایتون دارای مهارت می باشیم. اینجانب در این سالها از محضر اساتید برجسته ی گروه فیزیک، بخصوص استاد ارجمند دکتر نادر دانش فر بهره ها برده ام.

ردیف	نام و نام خانوادگی	سمت
۱	دکتر نادر دانش فر	استاد راهنما
۵	دکتر طیبیه ناصری	داور
۶	دکتر رعد چگل	داور
۷	دکتر علی بهاری (از دانشگاه لرستان)	داور خارجی
۸	دکتر افشین مرادی (از دانشگاه صنعتی کرمانشاه)	داور خارجی
۹	دکتر مریم مهرابی	نماینده تحصیلات تکمیلی

چکیده :

در این پایان نامه، ما به بررسی دوپایداری نوری در سیستم های اپتومکانیکی هیبریدی شامل مولکول های نقطه کوانتومی و محیط های غیرخطی کر در پیکربندی های دو کاواکی و سه کاواکی می پردازیم. برای این منظور، ابتدا مفاهیم اساسی اپتیک خطی و غیرخطی مرور می شوند و خواص مولکول های نقطه کوانتومی به عنوان یک نانو ساختار بسیار مهم و قابل تنظیم معرفی می شوند. در ادامه، مفهوم اساسی فشار تابشی مورد بحث قرار می گیرد و سیستم های اپتومکانیکی از دیدگاه های کلاسیک و کوانتومی مورد مطالعه قرار می گیرند. برای تجزیه و تحلیل دوپایداری نوری در سیستم های اپتومکانیکی پیشنهادی و در نظر گرفتن تأثیر اتلاف محیطی، از رهیافت هایزنبرگ-لانژوین استفاده می شود. بر اساس این رویکرد، معادلات دینامیکی حاکم بر ساختار های اپتومکانیکی هیبریدی استخراج می شوند. با اعمال تقریب میدان میانگین و در نظر گرفتن رژیم حالت پایدار، یک معادله تحلیلی برای تعداد میانگین فوتون های درون کاواک بدست می آید. با توجه به ماهیت غیرخطی این معادله، رفتار دوپایداری نوری سیستم متعاقباً بررسی می شود. علاوه بر این، اثرات پارامترهای مختلف سیستم، از جمله نامیزانی فرکانس، قدرت جفت شدگی اپتومکانیکی، قدرت جفت شدگی بین کاواکی و قدرت جفت شدگی تونل زنی مولکول های نقطه کوانتومی، در ایجاد دوپایداری نوری، آستانه های کلیدزنی بالا و پایین و دامنه دوپایداری به طور سیستماتیک بررسی می شوند. این ویژگی ها برای تحقق کلیدهای تمام نوری، حافظه های نوری، ترانزیستورهای نوری و یکسوکننده های نوری از اهمیت قابل توجهی برخوردارند. علاوه بر این، سیستم های اپتومکانیکی هیبریدی پیشنهادی، برای محاسبات تمام نوری، محاسبات کوانتومی و اندازه گیری های فوق دقیق بکار می روند.

Abstract:

In this thesis, we investigate optical bistability in hybrid optomechanical systems involving quantum dot molecules and nonlinear Kerr media in two-cavity and three-cavity configurations. For this purpose, first, the basic concepts of linear and nonlinear optics are reviewed and the properties of quantum dot molecules as a very important and tunable nanostructure are introduced. Next, the basic concept of radiation pressure is discussed and optomechanical systems are studied from classical and quantum perspectives. To analyze optical bistability in the proposed optomechanical systems and to consider the effect of environmental dissipation, the Heisenberg-Langevin approach is used. Based on this approach, the dynamic equations governing the hybrid optomechanical structures are derived. By applying the mean-field approximation and considering the steady-state regime, an analytical equation for the average number of photons inside the cavity is obtained. Due to the nonlinear nature of this equation, the optical bistability behavior of the system is subsequently investigated. Furthermore, the effects of various system parameters, including frequency detuning, optomechanical coupling strength, intercavity coupling strength, and quantum dot molecule tunneling coupling strength, on the optical bistability, upper and lower switching thresholds, and bistability amplitude are systematically investigated. These features are of considerable importance for the realization of all-optical switches, optical memories, phototransistors, and photorectifiers. Furthermore, the proposed hybrid optomechanical systems are used for all-optical computing, quantum computing, and ultra-precision measurements.