



دانشگاه رازی

دانشکده علوم

جلسه دفاع از پایان نامه دکتری

عنوان:

بررسی جذب اپتیکی غیرخطی نقاط کوانتومی در نانومولکول های هیبریدی

ارائه دهنده: مینا عباسی مقدم

زمان: ۱۴۰۵/۰۷/۲۹ ساعت ۱۰:۰۰



ایجناب مینا عباسی مقدم، موفق به اخذ مدرک کارشناسی فیزیک در سال ۱۳۹۲ از دانشگاه شهید چمران اهواز و نیز مقطع کارشناسی ارشد در 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، جذب چند فوتونی و تولید باند های جانبی در سیستم های پیریدی و برنامه نویسی متلب و تمستیکا دارای مهارت می باشم. ایجناب در این سالها از محضر اساتید برجسته ی گروه فیزیک از جمله استاد بزرگوار دکتر نادر دانش فر بهره باردم.

ردیف	نام و نام خانوادگی	سمت
۱	دکتر نادر دانش‌فر	استاد راهنما
۲	دکتر طیبیه ناصری	داور
۳	دکتر رعد چگل	داور
۴	دکتر علی بهاری (از دانشگاه لرستان)	داور خارجی
۵	دکتر سروش حاصلی (از دانشگاه صنعتی ارومیه)	داور خارجی
۶	دکتر نصراله رستگارپویانی	نماینده تحصیلات تکمیلی

چکیده :

مطالعه‌ی برهم‌کنش نور با سیستم‌های نانو متری، بخشی اساسی و حیاتی از زمینه‌ی مطالعات نانو اپتیک و نانوفوتونیک است. در این زمینه، نانو ذرات فلزی، نقاط کوانتومی و مولکول‌های زیستی به عنوان نمونه‌هایی از مؤلفه‌های سازنده ساختارهای نانومتری شناخته می‌شوند که دارای کاربردهایی همچون آشکار سازهای نوری، روش‌های تصویربرداری، حسگرهای زیستی و ... است. در این پایان‌نامه، ویژگی‌های اپتیکی غیرخطی نانو سیستم‌های هیبریدی همچون سطح مقطع جذب دوفوتونی و سه‌فوتونی در ساختارهای هترو دایمر و هترو تریمر نقطه‌ی کوانتومی- نانوذره‌ی فلزی مطالعه شده است. علاوه بر این، پاسخ نوری غیرخطی یک سامانه هیبریدی متشکل از یک نقطه‌ی کوانتومی متصل به مولکول‌های دی‌ان‌ای و جفت‌شده با نانوذرات و نانوپوسته‌های پلاسمونیک در حضور میدان‌های لیزری (یک میدان کنترل قوی و یک میدان سیگنال ضعیف) بررسی شده است. در این مدل، نقطه‌ی کوانتومی به‌صورت یک سیستم کوانتومی در نظر گرفته می‌شود و درجات آزادی ارتعاشی مولکول‌های دی‌ان‌ای با استفاده از مدهای ارتعاشی مؤثر در هامیلتونی سامانه وارد شده و برهم‌کنش میان نقطه‌ی کوانتومی، دی‌ان‌ای و ساختار پلاسمونیک در چارچوب معادلات حرکت هایزنبرگ مورد مطالعه قرار گرفته است. با استفاده از این رهیافت، پذیرفتاری‌های اپتیکی غیرخطی مرتبه‌ی سوم و پنجم و همچنین مؤلفه‌های تولید باندهای جانبی مطالعه شده است. اثر پارامترهای هندسی سیستم همچون اندازه نانوذرات، فاصله‌ی بین اجزاء، شدت میدان کنترل و ... بررسی شده است. نتایج حاصل از این پژوهش نشان می‌دهند که پاسخ اپتیکی نانومولکول‌های هیبریدی را می‌توان از طریق مهندسی هندسی و دینامیکی اجزای سامانه کنترل کرد.

Abstract:

The study of light-matter interaction in nanoscale systems is a fundamental aspect of research in nano-optics and nanophotonics. In this field, metal nanoparticles, quantum dots, and biomolecules are recognized as key building blocks of nanoscale structures, with applications in optical detectors and spectroscopy, imaging techniques, biosensors, and other optoelectronic and sensing technologies. In this thesis, the nonlinear optical properties of hybrid nanosystems are investigated, with particular emphasis on the two-photon and three-photon absorption cross-sections of quantum dot-metal nanoparticle heterodimer and heterotrimer structures. In addition, the nonlinear optical response of a hybrid system consisting of a quantum dot coupled to DNA molecules and plasmonic nanoparticles or nanoshells is studied in the presence of laser fields, including a strong control field and a weak signal field. In the theoretical model, semiconductor quantum dots are considered as quantum systems, and the vibrational degrees of freedom of the DNA molecules are incorporated into the system Hamiltonian through effective vibrational modes. The interactions among the quantum dot, DNA molecules, and plasmonic nanostructure are then investigated within the framework of the Heisenberg equations of motion. Using this approach, under the rotating wave approximation, the third- and fifth-order nonlinear optical susceptibilities, as well as the corresponding contributions to sideband generation, are studied. The effects of various

system parameters, including nanoparticle size, intercomponent separation, and control-field intensity, on the optical response of the system are shown and investigated. The results demonstrate that the nonlinear optical response of hybrid nanomolecular systems can be controlled through the geometric and dynamical engineering of their constituent components.