

بسم الله الرحمن الرحيم



دانشگاه حکیم سنواری

دانشکده‌ی علوم پایه

پایان‌نامه جهت دریافت درجه کارشناسی ارشد

رشته‌ی فیزیک گرایش حالت جامد

# شبهه سازی برهم کنش گرمایی پرتو لیزر با نانو ذرات کلوئیدی

استادان رهنما:

دکتر جواد باعدی

دکتر احسان کوشکی

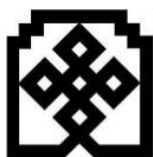
استاد مشاور:

دکتر حسین رهنمایی علی‌آباد

پژوهشگر:

علیرضا ابراهیمی

اسفندماه ۱۴۰۱



دانشگاه حکیم سبزواری

## سوگندنامه دانش آموختگان دانشگاه حکیم سبزواری

کزین برتر اندیشه بر نگذرد

به نام خداوند جان و خرد

اینک که به خواست آفریدگار پاک، کوشش خویش و بهره‌گیری از دانش استادان و سرمایه‌های مادی و معنوی این مرز و بوم، توشه‌ای از دانش و خرد گردآورده‌ام، در پیشگاه خداوند بزرگ سوگند یاد می‌کنم که در به کارگیری دانش خویش، همواره بر راه راست و درست گام بردارم. خداوند بزرگ، شما شاهدان، دانشجویان و دیگر حاضران را به عنوان داورانی امین گواه می‌گیرم که از همه دانش و توان خود برای گسترش مرزهای دانش بهره‌گیرم و از هیچ کوششی برای تبدیل جهان به جایی بهتر برای زیستن، دریغ نورزم. پیمان می‌بندم که همواره کرامت انسانی را در نظر داشته باشم و هم‌نوعان خود را در هر زمان و مکان تا سر حد امکان یاری دهم. سوگند می‌خورم که در به کارگیری دانش خویش به کاری که با راه و رسم انسانی، آیین پرهیزگاری، شرافت و اصول اخلاقی برخاسته از ادیان بزرگ الهی، به ویژه دین مبین اسلام، مبادینت دارد دست نیازم. همچنین در سایه اصول جهان شمول انسانی و اسلامی، پیمان می‌بندم از هیچ کوششی برای آبادانی و سرافرازی میهن و هم‌میهن‌انم فروگذاری نکنم و خداوند بزرگ را به یاری طلبم تا همواره در پیشگاه او و در برابر وجدان بیدار خویش و ملت سرافراز، بر این پیمان تا ابد استوار بمانم.



علیرضا ابراهیمی

## تاییدیه‌ی صحت و اصالت نتایج

بسمه تعالی

این جانب علیرضا ابراهیمی به شماره دانشجویی ۹۹۴۳۷۴۰۵۹۳ رشته فیزیک گرایش حالت جامد مقطع تحصیلی کارشناسی ارشد تأیید می‌نمایم که کلیه نتایج این پایان نامه حاصل کار اینجانب و بدون هرگونه دخل و تصرف و موارد نسخه برداری شده از آثار دیگران را با ذکر کامل مشخصات منبع ذکر کرده ام در صورت اثبات خلاف مندرجات فوق به تشخیص دانشگاه مطابق با ضوابط و مقررات حاکم (قانون حمایت از حقوق مولفان و مصنفان، قانون ترجمه و تکثیر کتب و نشریات و آثار صوتی ضوابط و مقررات آموزشی پژوهشی و انضباطی...) با این جانب رفتار خواهد شد. و حق هرگونه اعتراض در خصوص احقاق حقوق مکتسب و تشخیص و تعیین تخلف و مجازات را از خویش سلب می‌نمایم. در ضمن مسئولیت هرگونه پاسخ‌گویی به اشخاص اعم از حقیقی و حقوقی و مراجع ذیصلاح (اعم از اداری و قضایی) به عهده‌ی این جانب خواهد بود و دانشگاه هیچ‌گونه مسئولیتی در این خصوص نخواهد داشت.



علیرضا ابراهیمی

**تقدیم به:**

به پدر و مادر عزیزم

که در تمام مراحل این کار و در تمام سختی‌های کار کنارم بودند و من را حمایت کردند. دست آنها را می‌بوسم و با کمال افتخار در خدمت ایشان هستم.

**تقدیر و تشکر**

کمال تشکر و قدردانی را از اساتید راهنمای عزیزم جناب دکتر جواد باعدی و دکتر احسان کوشکی که مشوق و راهنمای اینجانب در این طرح بودند، و جناب آقای دکتر حسین رهنمایی علی آباد که زحمت مشاوره این پایان نامه را بر عهده داشتند دارم. امید که بتوانم لطف این عزیزان را جبران کنم.

از ویراستار محترم جناب آقای محمد زارع که زحمت ویراستاری این پایان نامه را بر عهده گرفتند نیز سپاسگزارم

## فهرست مطالب

چکیده: ..... ۱

### فصل اول: مقدمه‌ای فرایندهای گرما و جذب نور

۱-۱. رسانش ..... ۲

۲-۱. مقاومت گرمایی برای رسانش (مقدار R) ..... ۴

۳-۱. همرفت ..... ۶

۴-۱. تابش ..... ۶

### فصل دوم: عدسی حرارتی و کاربردهای آن

۲-۲. توصیف ..... ۹

۳-۲. نظریه اسکن  $\bar{z}$  برای جابجایی فاز غیرخطی بزرگ و طول نمونه‌ای محیط محدود بی‌ضرر ..... ۱۱

۵-۲. تغییر شکل دادن نظریه اسکن  $\bar{z}$  ..... ۱۷

۶-۲. نتایج تجربه: ..... ۲۰

۶-۲. نتایج کلی ..... ۲۱

### فصل سوم: مدل کلاسیک عدسی حرارتی و حل معادلات آن

۱-۳. تعریف ..... ۲۲

۲-۳. واکنش حرارت نوری در حالت ناپایدار ..... ۲۳

۳-۳. آزمایش‌ها و بحث ..... ۲۶

۴-۳. نتیجه ..... ۳۰

۵-۳. حل عددی معادلات دیفرانسیل جزئی انتقال حرارت ..... ۳۰

## فصل چهارم: اثر عدسی حرارتی نور القائی : مدل نظری جدید

- ۴-۱. تعریف ..... ۳۳
- ۴-۲. تیوری ..... ۳۴
- ۴-۳. آزمایش: ..... ۴۴
- ۴-۴. نتیجه گیری: ..... ۵۲
- فهرست منابع ..... ۵۳

## فهرست جداول

جدول ۱-۱. برخی از رسانندگی های گرما..... ۳

جدول ۱-۴. ثابت های گرما نوری چهار نمونه..... ۴۶

## فهرست شکل‌ها

- شکل ۱-۱. رسانش گرمایی. انرژی به صورت گرما از طریق یک بره ی رساننده..... ۳
- شکل ۱-۲. گرما یا آهنگ پایا از بره ی مرکبی انتقال می‌یابد..... ۵
- شکل ۱-۲. منحنی های محاسباتی اسکن  $z$  برای طول ضخیم و همینطور ضریب های غیرخطی..... ۱۴
- شکل های ۲-۲. نشان دهنده ای نتایج محاسبات همبستگی همه مدل استادانه می باشد:..... ۱۵
- شکل ۲-۳. تیوری منحنی اسکن  $z$  برای گرما نوری اثرات نمونه با جذب غیرخطی..... ۱۸
- شکل ۲-۴. تیوری منحنی اسکن  $z$  برای اثرات گرما نوری نمونه کاملاً خطی و غیرخطی..... ۱۹
- شکل ۲-۵. اثر تجربی اسکن  $z$   $0.67 \text{ mg} / \text{mol}$  دوپ شده است استوکیومتری دیوید شده..... ۲۱
- شکل ۳-۱. تجربه منبع اندازه گیری زمان آرامش می باشد..... ۲۷
- شکل ۳-۲. (a) منحنی عددی  $g(r)$  در  $r=1\text{cm}$  (که نامتناهی فرض می شود)..... ۲۸
- شکل ۳-۳. منحنی های عددی (a)  $g(r)+c$  و (b)  $0.26k0(r)$ ..... ۲۹
- شکل ۴-۱. مولفه های عدسیه..... ۳۵
- شکل ۴-۲. توزیع حرارت در لنز حرارتی در چندین زمان..... ۳۶
- شکل ۴-۳. نمایش می دهد معنی نمادها را..... ۳۸
- شکل ۴-۴. صفحه فرودی: (a) در غیاب محیطی عدسی. (b) با حضور محیط عدسی..... ۴۰
- شکل ۴-۶. چیدمان نوری مدار های الکترونیکی..... ۴۵
- شکل ۴-۷.  $[It - I\infty]I(\infty)$  در مقابل  $t$  دیتا و بهترین منحنی مناسب برای یک نمونه آب..... ۴۹
- شکل ۴-۸.  $\theta$  در مقابل  $bdkdndT$  دیتا و بهترین منحنی برای نمونه های آب  $1grk2HP02$ ..... ۴۹





دانشگاه حکیم سنزوری

فرم چکیده‌ی پایان‌نامه‌ی دوره‌ی تحصیلات تکمیلی

مدیریت تحصیلات تکمیلی

نام خانوادگی دانشجو: ابراهیمی	نام: علیرضا	شماره دانشجویی: ۹۹۴۳۷۴۰۵۹۳
استاد راهنما: دکتر جواد باعدی دکتر احسان کوشکی	استاد مشاور: دکتر حسین رهنمایی علی آباد	
دانشکده: علوم پایه	رشته: فیزیک	گرایش: حالت جامد
مقطع: کارشناسی ارشد	تاریخ دفاع: ۱۴۰۱/۰۶/۲۸	تعداد صفحات: ۵۳

عنوان پایان‌نامه: شبیه سازی برهم کنش گرمایی پرتو لیزر با نانو ذرات کلونیدی

کلیدواژه‌ها: برهم کنش گرمایی، پرتو لیزر، نانوذرات کلونیدی

چکیده:

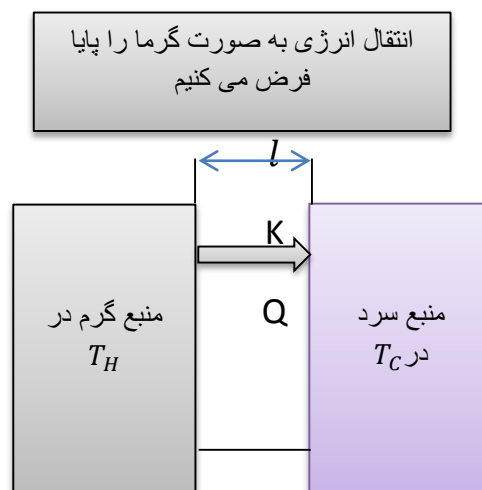
زمانیکه پرتو لیزر به یک محلول کلونیدی می‌تابد جذب می‌شود، گرمایی نقطه‌ای ایجاد می‌کند، که باعث انبساط موضعی شده، پروفایل گرما توسط نرم افزار شبیه سازی می‌شود و توسط آزمایش روبش  $Z$  بسته می‌توان آنرا اندازه‌گیری نمود. مطالعه پروفایل گرما داخل یک نانو محلول می‌تواند گام اصلی فوتواکوستیک و اپتیک غیرخطی باشد، مشخصه‌یابی خواص نوری غیرخطی مواد در بیش‌تر زمینه‌های فیزیک در هر دو شاخه بنیادی و کاربردی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. تا اکنون مطالعات بسیاری برای محاسبه پذیرفتاری نوری غیرخطی مرتبه سوم، که مسئول پدیده تولید هم‌هنگ سوم و مزدوج فاز نوری است صورت گرفته است. پایداری همراه با پذیرفتاری درجه سوم برزگ و پاسخ فوق سریع نانو ذرات فلزی نوید بخش استفاده ساخت ابزار فوتونیک می‌باشند، ویژه‌گی اصلی نانو ذرات فلزی تشدید پلاسمون سطحی آن‌ها است که از یک سو به شکل، اندازه و نوع نانو ذرات و از سوی دیگر به مولفه دی‌الکتریک محیط پرامون آن‌ها وابسته است. نانو ذرات طلا و نقره دارای باند جذب تشدید پلاسمون سطحی ( $SPR$ ) وسیعی در ناحیه مرئی بیناب الکترومقناطیس هستند، همچنین با تغییر اندازه امکان کوک پذیری مکان قله جذب  $SPR$  در سرتاسر بیناب مرئی وجود دارد. در اندرکنش غیرخطی متفاوت از جمله غیرخطیت الکترونی، باز جهت‌گیری‌های غیرخطیت‌های گرمایی به طور هم زمان اتفاق می‌افتند که منجر به پاسخ غیرخطی منفرد می‌شوند، بنابراین آزمایش‌ها و کاربرد های مواد غیرخطی نوری با رقابت سازنده یا مخرب دو یا چند پدیده غیر خطی، که با مشخصه خواص نوری غیرخطی محیط و میدان لیزر اعمالی تعیین می‌شوند، اغلب پیچیده می‌شود، نوع و قدرت هر اثر غیر خطی به ویژه گی های نور و ماده بستگی دارد.

## فصل اول: مقدمه‌ای فرایندهای گرما و جذب نور

### ۱-۱. رسانش

اگر سربیک میله فلزی را به مدتی کافی در آتش قرار دهید، دسته‌ی آن گرم می‌شود انرژی از طریق رسانش (گرمایی) در طول میله از آتش به دسته‌ی آن انتقال پیدا میکند به دلیل دمای زیاد آتش، دامنه‌های ارتعاش اتم‌ها و الکترونها فلز سر میله که در آتش قرار گرفته است، نسبتاً زیاد میشود. این دامنه‌های ارتعاشی افزایش یافته، و در نتیجه انرژی مربوط به آن‌ها، در حین برخورد بین اتم‌های مجاور، از اتمی به اتم دیگر در طول میله منتقل میشوند. به این ترتیب، ناحیه‌ای که دمایش افزایش یافته، در طول میله تا دسته‌ی آن گسترش می‌یابد.

بره‌ای به مساحت وجه  $A$  و ضخامت  $l$  را در نظر بگیرید، که هر وجه آن مانند شکل ۱-۱، توسط یک منبع گرم و یک منبع سرد در دماهای  $T_H$  و  $T_C$  نگه داشته شده است.  $Q$  را انرژی‌ای بگیرد که به صورت گرما در زمان  $t$  از وجه گرم بره به وجه سرد آن در طول بره منتقل می‌شود. آزمایش نشان می‌دهد که آهنگ رسانش  $P$  (مقدار انرژی انتقال یافته بر واحد زمان) عبارت است از



$$T_H > T_C$$

شکل ۱-۱. رسانش گرمایی. انرژی به صورت گرما از طریق یک بره ی رساننده به ضخامت  $L$  و رساننده گی گرمایی  $k$ ، از منبعی با دمای  $T_H$  به منبعی سردتر با دمای  $T_C$  منتقل می شود.

$$P_{\text{(رسانش)}} = \frac{Q}{t} = kA \frac{T_H - T_C}{L} \quad (1-1)$$

که در آن  $k$ ، موسوم به رسانندگی گرمایی، ثابتی است که به جنس ماده ی بره بستگی دارد. ماده ای که انرژی را به سرعت از طریق رسانش انتقال دهد، یک رسانای خوب گرمایی است و مقدار  $k$  ی بالای دارد. جدول ۱-۱ رسانندگی گرمایی چند فلز، گاز و مواد ساختمانی مشهور را به دست می آورد.

جدول ۱-۱. برخی از رسانندگی های گرما

ماده  $k$  (w/m.k)

فلزات	
فولادزنگزن	۱۴
سرب	۳۵
آهن	۶۷
برنج	۱۰۹
آلومینیوم	۲۳۵
مس	۴۰۱
نقره	۴۲۸
گازها	
هوا(خشک)	۰,۰۲۶

۰,۱۵	هلیوم
۰,۱۸	هیدروژن
	مواد ساختمانی
۰,۰۲۴	اسفنج پلی یورتان
۰,۰۴۸	پشم شیشه
۰,۱۱	کاج سفید
۱,۰	شیشه ی پنجره

## ۲-۱. مقاومت گرمایی برای رسانش (مقدار R)

اگر بخواهید منزل خود را عایق بندی کنید یا قوطی های نوشابه را در یک پیک نیک سرد نگه دارید، بیشتر سراغ رسانایی ضعیف گرمایی میروید. به همین دلیل، مفهوم مقاومت گرمایی  $R$  در امور مهندسی وارد شده است. مقدار  $R$  یک بره با ضخامت  $L$  چنین تعریف میشود

$$R = \frac{l}{k} \quad (۲-۱)$$

هرچه رسانندگی گرمایی ماده ای که بره از آن ساخته شده است کمتر باشد، مقدار  $R$  آن بره بزرگتر است. بنابراین موادی که مقدار  $R$  بزرگتری دارند، رسانایی ضعیف گرمایی یا در نتیجه عایق گرمایی خوب هستند. توجه کنید که  $R$  مشخصه ی بره ای با ضخامت معین است، نه مشخصه ی ماده ی سازنده ی آن. یکای متداولی که برای  $R$  به کار می رود (که البته، دست کم، در ایالات متحده تقریباً هیچ گاه بیان نمی شود) فوت مربع - درجه ی فارنهایت - ساعت بریکای بریتانیایی گرما  $(ft^2 \cdot F^0 \cdot \frac{h}{Btu})$  است. (اکنون در می یابید که چرا این یکا به ندرت بیان میشود.)

رسانش از طریق یک بره ی مرکب شکل ۱-۲ بره ی مرکبی را نشان می دهد که از دو ماده با ضخامت های  $L_1$  و  $L_2$  و رسانندگی گرمایی  $k_1$  و  $k_2$  ساخته شده است. دمایی سطوح بیرونی این بره،  $T_H$  و  $T_C$ ، و مساحت هر یک از این دو سطح  $A$  است. می خواهیم با فرض آنکه انتقال انرژی با زمان تغییری نمی کند

از طریق وابستگی  $t_c$  به  $\omega(Z_1)$  [معادله (۷) را ببینید] و وابستگی  $\frac{[I(t)-I(\infty)]}{I(\infty)}$  به  $Z_1$  هر دو دامنه و وابستگی زمانی اثرهای عدسی‌های حرارتی به مکان سلول  $Z_1$  نسبت به حلقه انتهای است، با مشتق از معادله (۳۵) نسبت  $\xi$  و مساوی قرار دادن آن به صفر منجر به پیش بینی می‌شود که این اثر بهینه می‌شود هنگامیکه  $\xi = \pm\sqrt{3}$  یا سلول در مکان  $\sqrt{3}$  قرار می‌گیرد فاصله کانونی در جلوی یا پشت حلقه انتهایی می‌باشد، این موضوع در شکل ۵ نشان داده است، که یک برآزش در معادله (۳۵) است، در بعضی از مقادیر اندازه‌گیری شده  $\frac{[I(t)-I(\infty)]}{I(\infty)}$  بر حسب  $Z_1$  است. توجه کنید وقتیکه سلول در حلقه انتهای است هیچ اثری عدسی قابل پیش بینی نمی‌شود، وقتیکه آن در پشت انتهای حلقه قرار دارد مقدار  $Z_1$  منفی میشود. در صورتیکه سلول  $Z_1 = \sqrt{3}Z_c$  عبارت (۳۴) برای تغییرات شدت نسبی در مرکز اشعه در میدان دور بدین صورت بیان می‌شود.

$$\frac{[I(t)-I(\infty)]}{I(\infty)} = \frac{1 - \theta \tan^{-1}\left(\frac{0.57}{1 + \frac{t_c}{t}}\right)}{1 - \theta(0.524)} - 1 \quad (36-4)$$

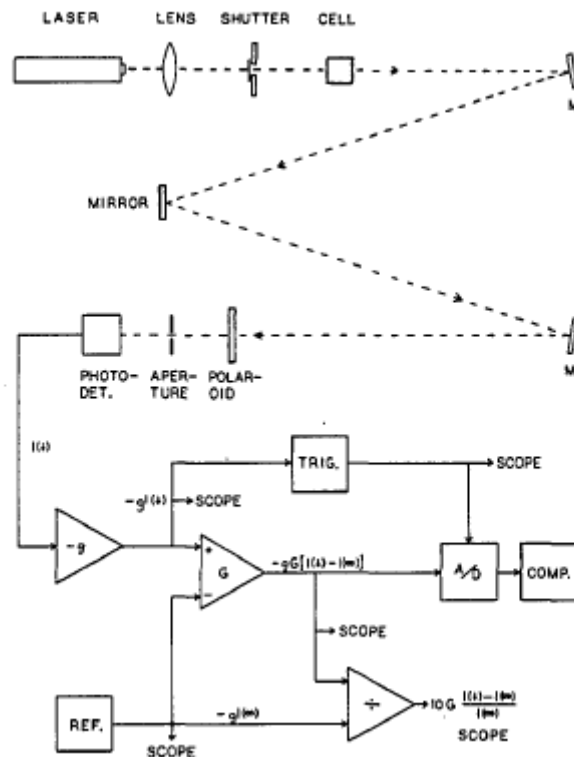
۴-۳. آزمایش:

آزمایش طراحی شده بود برای امتحان معادلات (۳۵) و (۳۶)، این معادله‌های عدسیه حرارتی وقتیکه همه پارامترهای هر دو نمونه و اشعه شناخته شده باشند این سه پارامتر در معادله  $\theta$  بدین صورت است.

$$\theta = \frac{0.24Pl}{\lambda} \frac{b}{k} \frac{dn}{dT} \quad (37-4)$$

جاییکه  $t_c$  است زمان ثابت

$$t_c = \frac{\omega^2 c_p}{\epsilon k} = \frac{\omega^2}{\epsilon k} \quad (38-4)$$



شکل ۴-۶. چیدمان نوری مدار های الکترونیکی.

و پارامترهای هم کانون پرتو  $Z_c$  که در آن داریم.

$$Z_c = \frac{\pi \omega_0^2}{\lambda_c} \quad (۴-۳۹)$$

ثابت های حرارتی نوری  $b$ ،  $\frac{dn}{dT}$ ،  $k$ ،  $c$  و  $\rho$  متغیرهای وابسته به نمونه هستند. و پارامترهای  $P$ ،  $l$ ،  $\lambda$  و  $Z_c$  و  $\theta$  و  $t_c$  و  $Z_c$  ثابت های سیستم هستند. هنگامیکه معادله های (۳۵) و (۳۶) برای داده ها پردازش می شوند مقداری  $\theta$  و  $t_c$  و  $Z_c$  از آنچنانکه ثابت های سیستم محاسبه شده بدست می آید. اینها با مقدارهای مورد انتظار مقایسه می شود. چیدمان نوری و منحنی های ابزاری الکترونیکی در شکل ۶ نشان داده است. این لیزر یک لیزر  $He-Ne$  است که در طول موج  $6328 \text{ \AA}$  در مد  $TEM_{00}$  با یک منبع تغذیه  $9.5 \text{ mW}$  تنظیم شده است، و به وسیله طیف فیزیکی مدل  $4018$ ، توان سنج  $6328 \text{ \AA}$  این اشعه از میان یک لنز با فاصله کانونی  $20.7 \text{ cm}$  ابتداء عبور کرده، سپس از میان یک نمونه سلولی که آن سلول جاذب  $1 \text{ cm}$  است، این دیاگراف (یونیلیز) مدل  $122$ ، خارج از عدسی در انتهای اشعه نصب شده است، این اشعه پس از رفت و برگشت سه بار توسط

آئینه تا جدایی لازم بین سلول و آشکارساز  $cm^3 \times 10^4$  ایجاد شده است، آئینه سومی پیچ تنظیم شده، بطوریکه زاویه کجی اش بتواند اجازه ای عبوری اشعه های با فرکانس مختلف عبور دهد تا وارد شود به مرکز دیتکتور، صفحه پولاروید (صفحه گزینش قطبیش) در مقابل آشکارساز نصب شده است که می تواند برای انجام تنظیمات شدت پرتو درست بچرخد، یک دیافراگم به اندازه در قطعه الیاژ شیم (لایه فلزی) روزانه ایجاد کرده، تا ساخته شود یک مجموعه آشکارسازی نوری فتودیتکتور، این آشکارساز نوری شامل یک دایود  $MRD500$  و یک ترانزیستوری تقویت کننده جریان می باشد. یک آشکارساز تقویت کننده فرستاده می شود به تقویت کننده جریان ولتاژ به تغییرات بهره که خروجی آن متناسب  $I_{bc}(t)$  است همچنین در مدار ولتاژ منبع مرجع با  $5V$  قرار دارد، بهره تقویتی سیگنال  $g$  تنظیم شده بطوریکه  $I_{bc}(\infty)$  تقریباً مساوی به  $5V$  تراز مرجع است. وقتی که موج ولتاژ مرجع در تقویت کننده ترکیب می شوند یک خروجی متناسب  $I(t) - I(\infty)$  بدست می آید، بطوریکه در تقسیم کننده، به آنالوگ ارسال می شود.

جدول ۴-۱. ثابت های گرما نوری چهار نمونه

نمونه	$c$	$\rho$	$k$ $\times 10^4$	$\kappa = k/c\rho$ $\times 10^4$	$-(dn/dT)$ $\times 10^4$
آب	1.0	1.0	14.2	14.2	0.8
میتانول	0.609	0.79	4.83	10.04	3.9
ایتانول	0.586	0.791	4.00	8.63	3.9
کاربین تیتراکلوراید	0.206	1.59	2.46	7.51	5.8

سیگنال تولید شده توسط تقسیم کننده آنالوگ فقط استفاده می شود برای (مشاهده و برای) در اسیلوسکوپ، سیگنال از جمع تقویت کننده است همینطور ارسال می کند تبدیل آنالوگ را به دیجیتال و برنامه های در بازه های زمانی تنظیم شده است، این داده ها در  $I(t)$  هستند و ارسال می شود به کامپیوتر

$$\frac{[I(t) - I(\infty)]}{I(\infty)}$$

برای تجزیه و تحلیل مقدارهای بدست آمده ای.

آزمایش با باز و بسته شدن دیافراگ آغاز می شود. لبه جلوی سیگنال با جریان تحریک روشن می شود در نوبه خود هر دو مراحل نمونه اندازه گیری از  $ADC$  را شروع کرده و دنبال می کند حرکت محور قائم اوسیلوسکوپ را، دیافراگ باز نگهداشته میشود برای زمانی کافی تا اینکه حالت پایدار ایجاد شود برای عدسی حرارتی بطوری کامل پردازش صورت گیرد، نمونه آخر فقط قبل از بسته دیافراگ استفاده می شود

$I(t)$  محاسبه می‌شود به مقداری  $\frac{[I(t)-I(\infty)]}{I(\infty)}$  برای هر یک نمونه داده‌ها. این مقادیر در یک آرایه طبقه بندی می‌شود با بسته شدن دیافراگ یک آزمایش کامل می‌شود چندین آزمایش در نمونه درست شده انجام می‌گیرد بطوریکه از مقادیر  $\frac{[I(t)-I(\infty)]}{I(\infty)}$  بدست می‌آید، سپس از نتایج بدست آمده توسط کامپیوتر متوسط گیری می‌شود، چهار نمونه آزمایش انتخاب می‌شود بطوریکه ثابت‌های نوری حرارتی معین می‌گردد، آنها انتخاب شدند برای محدوده گسترده از نفوذ پذیر حرارتی بازه‌ای با تغییرات کم، این انتخاب‌ها توسط داده‌های قابل دسترس محدود شده‌اند، آنها شامل کاربن تتراکلوراید، میتانول، ایتانول و آب هستند، این ثابت فهرست شده در جدول ۱. با افزودن رنگ آبی این جاذب‌ها با مقادیر دلخواه تنظیم شده بود قبل از گرفتن هر نوع داده‌ای آن نیاز بود تا در مکان انتهایی حلقه و اندازه‌گیری شعاع پرتو  $\omega_0$  در انتهای حلقه پرتو. یک روزانه  $25\mu m$  روی خروجی توان سنج  $4018$  ایجاد شد (در مرکز پرتو) و حرکت داده شد به سمت در امتداد محور پرتو این توان به عنوان تابع از مکان رسم شد، این مکان که آن ماکزیمم مقدار است به عنوان انتهایی حلقه در نظر گرفته، این شعاع پرتو  $\omega_0$  در مرحله بعد بدست می‌آید، روزانه  $4018$  مونتاژ در امتداد محور پرتو منتقل شد، و منبع تغذیه در چندین مقادیر مرتبط با انتهایی حلقه تنظیم می‌شود این توان شعاع دوم پرتو  $\omega_0^2(Z)$  در هر نقطه از توان خوانده شده و روی چگالی روی سطح بردار عمودی روزانه تا توان کل اشعه با بهره‌گیری از کمترین مربعات از یک خط مستقیم تا  $\omega^2$  برای داده‌های برحسب  $Z^2$  بر گرفته از رابطه ۲۴ می‌دهد یک برآورد از  $\omega_0^2 = (9.06 \pm 1.93) \times 10^{-5} cm^2$  که به ازای مقدار  $Z_c = 4.74 \pm 0.96 cm$  محاسبه شده بودند. عدم قطعیت بزرگ نسبی این مقادیر منتج از تغییرات فرض شده روی روزانه به مقدار  $\pm 1\mu m$  بدست می‌آید. با پارامترهای  $\omega_0$  و  $\lambda$  و موقعیت حلقه انتهایی این اشعه کاملاً مشخص می‌شود این نمونه از میتانول و میتلین آبی آمده شده در پرتو این  $\frac{[I(t)-I(\infty)]}{I(\infty)}$  خوانش شد برقرار است جای در مرکز از ۱۱- به  $15cm$  نسبت به حلقه انتهایی بیست آزمایش انجام شد، در هر نقطه داده‌های متوسط‌گیری شده، با ذخیره این داده در کامپیوتر بصورت برنامه برداشش شده منحنی بود که محاسبه می‌کند یک برداشش کمترین مربعات را از معادله (۳۵) با داده‌های تنظیم شده‌ای سیگما نقاط داده برای کاهش توان مربع جی ۱، این پارامترهای بهینه شده‌ای از برازش می‌گیرند  $\theta = 0.0984 \pm 0.0006$  و  $Z_c = 4.97 \pm 0.08 cm$ . این داده‌ها و بهترین منحنی‌های برازش شده در شکل ۵ رسم شده است، این مقدار  $Z_c$  از برازش بدست می‌آید و در تطابق خوبی است با مقداری انتظاری بدست آمده توسط مدل



روزانه است، با استفاده از  $Z_c$  بدست آمده از برازش معادله (۳۵) برای داده‌های مکان موقعیت بهینه شده سلول تعیین شده است، این سلول در این موقعیت و وابستگی  $\theta$  و  $t_c$  را می‌توانیم مطالعه کرد، برای اندازه‌گیری وابسته  $\theta$  محلول‌های آب با بروموتیمول آبی و  $\frac{1gr}{li}$   $K_p HPO_4$  استفاده میشود. جذب  $b$  در این نمونه نشان دهنده، مجموع حلال  $b_s$  و جذب رنگ یا  $b_d$  است.

$$b = b_s + b_d \quad (۴-۴۰)$$

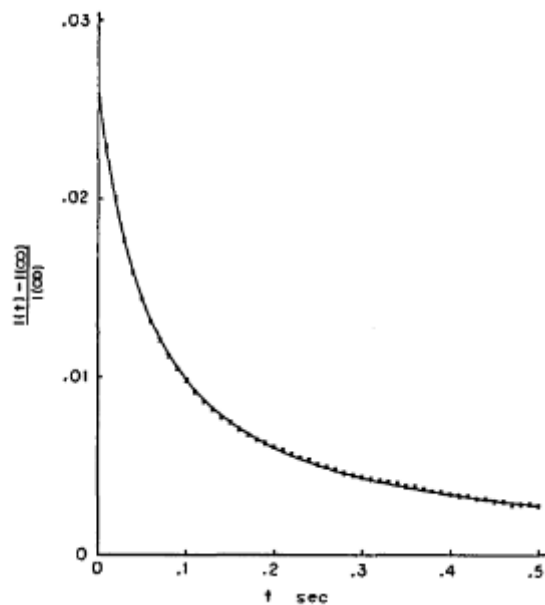
یک شروع حل شدن آماده شده که دارد  $b_d \sim 0.5cm^{-1}$  همچنان که در طیف نوری  $DU$  بکم‌اندازه گیری شده، با استفاده از حلال  $H_2O - K_p HPO_4$  به عنوان یک مرجع، عمل رقیق کردن با شروعی حل شدن انجام می‌شود، تا مقادیر مختلف  $b_d$  داده شود، هر نمونه در دستگاه عدسی حرارتی قرار گرفته و در حدود پنج بار از هر سی آزمایش گرفته میشود، آزمایش ADC برنامه ریزی شده تا نمونه در یک آهنگ حدودی پنجاه نمونه بر ده ثابت زمانی. چندین بار در طول حرکت، موقعیت سرعت سلول کمی تغییر کرد تا اثرات بی‌نظمی‌های سطحی روی سلول به طور متوسط کاهش یابد و پرتو در صورت انحراف دوباره روی آشکارساز برعکس قرار گیرد. به نظر میرسد که این در بدست آوردن مقادیر قابل تکرار برای  $t_c$  بسیار مهم است. برازش کمترین مربعات از معادله ۳۶ در ابتدا پنجاه مقدار داده را بدست آورد یا خارج در حدودی ده ثابت زمانی که محصول مقادیر  $\theta$  و  $t_c$  است. شکل ۷ نشان می‌دهد داده و بهترین منحنی برازش را برای یک از این نمونه‌ها، این است یک رابطه خطی و  $b_d$  که استفاده می‌شود در معادله (۳۱) و (۳۶) که اینگونه بیان شد

$$\theta = \left( \frac{0.24Pl}{\lambda} \right) \frac{b_d}{k} \frac{dn}{dT} + \frac{0.24Plb_s}{k\lambda} \frac{dn}{dT} \quad (۴-۴۱)$$

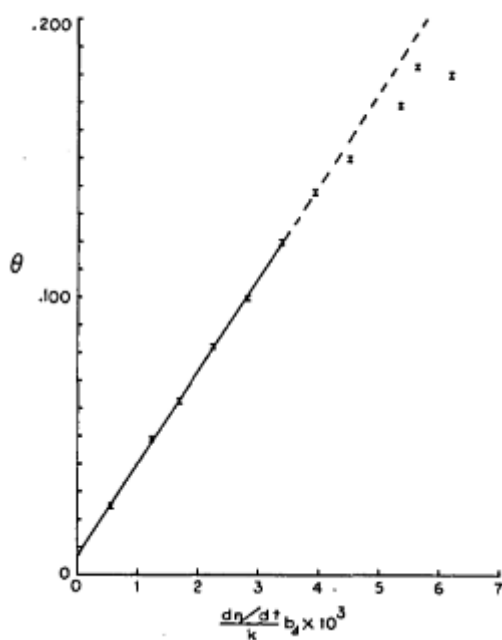
که  $\theta$  است متغیر وابسته و  $\frac{b_d}{k} \frac{dn}{dT}$  یک متغیر مستقل است. کمیت داخل پرانتز است شیب منحنی و ثابت سیستم مورد نظر می‌باشد. جمله دوم در عرض محور مختصات است و در ارتباط با جذب خالص  $b_s$  است. برازش کمترین مربعات معادله (۳۸) برای  $\theta$  بر حسب داده‌های  $\frac{b_d}{k} \frac{dn}{dT}$  مقدار می‌دهد.

$\frac{0.24Pl}{\lambda} = (33.4 \pm 0.4) \text{ Cal.sec}^{-1}$  این با مقدار مورد انتظار ۳۱٫۷ که با اندازه‌گیری  $p$  با توان سنج ۴۰۱۸ به دست آید مطابقت خوبی داشته که امکان کاهش انعکاس در سطح جلویی سلول را فراهم می‌کند

کرد. این داده با بهترین خطی مستقیم برازش شده در شکل ۸ رسم شده است، این برازش فقط برای شش نقطه اول درست شده است که یک رفتار کاملاً خطی نشان می‌دهد.



شکل ۷-۴.  $\frac{[I(t) - I(\infty)]}{I(\infty)}$  در مقابل  $t$  دیتا و بهترین منحنی مناسب برای یک نمونه آب  $\frac{1gr}{k_{HPO}}$  و بروموتیمول آبی.



شکل ۸-۴.  $\theta$  در مقابل  $\left(\frac{b_d}{k}\right) \left(\frac{dn}{dT}\right)$  دیتا و بهترین منحنی برای نمونه های آب  $\frac{1gr}{k_{HPO}}$  و بروموتیمول آبی.

این خط از این طریق باقی مانده، تا نقاط برون یابی شود و نشان دهد انحراف از خطی بودن اتفاق می افتد و قتیکه  $\theta$  مجموعاً خیلی بزرگ است یا و قتیکه تقریباً (۲۸) خوب نیست. یک میانگین وزنی از مقادیر  $t_c$  از شش نمونه اول بدست می آید در قسمت‌های بعدی آزمایش استفاده می‌شود. سپس با دستگاه لنز حرارتی اندازه گیری شد تا مقادیر  $t_c$  برای کاربن تتراکلوراید با رنگ سیاه سودان و برای میتانول و ایتانول هردو با رنگ میتلن آبی به دست می‌آید. وابستگی زمان لنز حرارتی یک نمونه فقط به میزان انتشار حرارتی آن  $k = \frac{k}{c\rho}$  مربوط می‌شود: بنابراین نیازی به دانستن میزان جذب در اینجا مانند نمونه‌های آب نبود. رنگ‌ها فقط برای اینکه جذب‌ها به اندازه ای بزرگ باشند که سیگنال‌هایی به راحتی قابل اندازه‌گیری تولید کنند، اضافه شدند. رابطه خطی بین  $t_c$  و  $1/k$  وجود دارد که می‌توانیم بیان کنیم.

$$t_c \left( \frac{\omega^2}{4} \right) = \frac{1}{k} \quad (4-42)$$

در اینجا  $t_c$  و  $1/k$  متغیرهای وابسته و مستقل هستند و  $\frac{\omega^2}{4}$  شیب است و یکی ثابت‌های سیستم می‌باشد. در نظر بگیرد  $\omega$  شعاع پرتو در سلول است. یک برازش کمترین مربعات از یک خط مستقیم به  $t_c$  برحسب داده  $\frac{1}{k}$  دیتا را بدست می‌آوریم  $cm^2 \times 10^{-5} = (8.62 \pm 0.1)$   $\frac{\omega^2}{4}$  همچنان مقایسه می‌کنیم با مقداری مورد انتظار  $\frac{\omega^2}{4} = (9.55 \pm 0.2) \times 10^{-5}$  که با استفاده  $Z_1 \sqrt{3} = Z_c$  و  $10^{-5} cm^2 \times (9.54 \pm 1.93) = \omega_0^2$  در معادله (24) بدست می‌آید.

معادلات عدسیه حرارتی در اینجا بر اساس معادلات (34)، (35) و (36) توسعه یافت. آنها بر اساس تئوری انحراف و این فرض می‌شود که جذب  $b$  کوچک است، شعاع آشکارساز در داخل نمونه  $\omega$  تقریباً ثابت است. آشکارساز در مرکز پرتو میدان دور قرار می‌گیرد به طوریکه  $Z_1 \ll Z_c$  می‌باشد و پارامتر  $\theta$  است ۰،۱۲ یا کمتر از آن، همانطور در شکل ۸ نشان داده است. به برازش معادلات برای داده گرفته شده روی نمونه با تعیین شناخت خواص شان این نتایج از اعتبار شان بوده باشند، مقادیری را برای ثابت‌های سیستم  $Z_c \frac{0.24Pl}{\lambda}$  و  $\frac{\omega^2}{4}$  بدست آوریم که 10% مقدار مورد انتظار آنها می‌باشد، این نتایج از اعتبار معادلات پشتیبانی می‌کند و سودمندی آنها را مشخص می‌کند. تکرار پذیری در  $\theta$  عالی می‌باشد، اما در  $t_c$  اغلب ضعیف بوده. همانطور که ذکر شد، عوامل دخیل در این به نظر می‌رسد موقعیت سلول جانبی، مرکز پرتو و نویز فضایی بر روی پرتو بوده است. به نظر می‌رسد نویز فضایی منبع اصلی خطاها بوده است. با این حال

زمانیکه به میزان معادله (به نظر می‌رسد نویز فضایی منبع اصلی خطاها بوده است. با این حال زمانیکه به میزان معادله (36) با دیتاها بسیار خوب بود، هردو  $\theta$  و  $t_c$  کاملاً قابل تکرار و بسیار نزدیک به مقادیر مورد انتظار شان می‌باشد. در صورتیکه این معادلات بر اساس ماهیت حضور عدسی حرارتی قرار داشته باشد، آنها قادر خواهند بود تا پیش بینی کمی را انجام دهند که توسط معادلات بر اساس تقریب عدسی سهمی یا نازک هستند بنابراین سازوکار این عدسی های حرارتی ابزاری دقیق و همچنین ساده برای اندازه گیری خواص ترموپتیکی مواد با جذب ضعیف است.

#### ۴-۴. نتیجه گیری:

در اینجا به این نتیجه رسیدیم، یکی از راه‌های مطالعه‌های خواص اپتیکی با استفاده از پرتولیزر و محاسبات عددی می‌باشد، زمانیکه پرتو لیزر به محلول کلوئیدی می‌تابد جذب می‌شود، گرمایی نقطه‌ای ایجاد می‌کند، که باعث انبساط موضعی شده، پروفایل گرما را توسط نرم افزار شبیه سازی کردیم و آنرا توسط روبش Z اسکن اندازه گیری کردیم و خطاهای محاسبات عددی بسیار پائین می باشد..

- [1] E.Koushki, A.Farzaneh, S.H. Mousavi, Applied Physics B 99 (2010) 565.
- [2] G. Tsigaridas, M. Fakis, I. Polyzos, P. Persephonis, V. Giannetas, Optics communications 225 (2003) 253.
- [3] L. Yin, G.P. Agrawal, Optics letters 32 (2007) 2031.
- [4] L. Palfalvi, J. Hebling, Applied Physics B 78 (2004) 775.
- [5] M.H. Majles Ara, E. Koushki, S.H. Mousavi, H. Haratizadeh, Current Applied Physics 11 (2011) 116.
- [6] Sheik-Bahae Mansoor, Michael P. Hasselbeck, Third Order Optical Nonlinearities Preprint of OSA Handbook of Optics, Vol. IV, 2000, Chapter 17.
- [7] E. Koushki, A. Farzaneh, Optics Communications 285 (2012).
- [8] J.P. Gordon, R. C. C. Leite, R. S. Moore, S.P.S. Porta, and J.R. Whinnery, J. Appl. Phys. 36,3 (1965).
- [9] C. Hu and J. R. Whinnery, Appl. Opt. 12, 72 (1973).
- [10] H. Li, F. Zhou, X. Zhang, W. Ji: Appl. Phys. B 64, 659 (1997)
- [11] U. Schlarb, K. Betzler: Phys Rev. B 48, 15613 (1993)
- [12] P.P. Banerjee, R.M. Mirsa, M. Maghraoui: J. Opt. Soc. Am. B 8, 1027 (1991).



دانشگاه حکیم سبزواری

## Hakim Sabzevari University

### An Outline of (M.A) Thesis

<b>Surname:</b> Ebrahimi	<b>Name:</b> Alireza	<b>Student no:</b> 9943740593
<b>Supervisor:</b> Dr. Javad Baedi Dr. Ehsan Koushki,	<b>Advisor:</b> Dr. Hossein Rahnomaei Aliabad	
<b>Faculty:</b> Science	<b>Department:</b> Physic	
<b>Program:</b> Master	<b>Field of study:</b> Solid state	

**Title:** Simulation of thermal interaction of laser beam with colloidal nanoparticles

**Keywords:** Thermal interaction, laser beam, colloidal nanoparticles

**Abstract:**

When the laser beam is absorbed into a colloidal solution, it creates a spot heat, which causes local expansion, the heat profile is simulated by the software and can be measured by the closed z-scan experiment. Studying the heat profile inside a nano solution can be done by photoacoustics and nonlinear optics, characterizing the nonlinear optical properties of materials is of special importance in most fields of physics in both fundamental and applied branches. Until now, many studies have been carried out to calculate the nonlinear third-order optical absorption, which is responsible for the phenomenon of third-order coherent production and optical phase conjugate. The stability along with the third-order absorption of Berzeg and the ultra-fast response of metal nanoparticles are promising for the use of photonic devices, especially The main feature of metal nanoparticles is their surface plasmon resonance, which depends on the shape, size and type of nanoparticles on the one hand, and on the dielectric component of their permon environment on the other hand. Gold and silver nanoparticles have a surface plasmon resonance (SPR) absorption band. are wide in the visible region of the electromagnetic interferometer, also by changing the size, it is possible to tune the location of the SPR absorption peak throughout the visible interferometer. In different nonlinear interaction, including electronic nonlinearity, reorientations of thermal nonlinearities occur at the same time, which lead to a single nonlinear response, so experiments and applications of optical nonlinear materials with constructive or destructive competition of two or more nonlinear phenomena, which with Characteristic nonlinear optical properties of the environment and the applied laser field are determined, it is often complicated, the type and strength of each nonlinear effect depends on the characteristics of light and material.



Hakim Sabzevari University

Faculty of Science

Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the  
Requirements for the Degree of Master of Science (M.Sc)  
in Physics – solid state

## **Simulation of thermal interaction of laser beam with colloidal nanoparticles**

### **Supervisor:**

Dr. Javad Baedi

Dr. Ehsan Koushki

### **Advisor:**

Dr. Hossein Rahnomaei Ali Abadi

### **By:**

Alireza Ebrahimi

March 2023