واحد بین الملل

پایان نامه کارشناسی ارشد رشته فیزیک گرایش اپتیک لیزر:

بررسی پارامترهای محیط روی پراکندگی القایی بریلوئن

توسط :
نرگس شفیعی موسوی

استادان:
دکتر حمید نادگران
دکتر جمشید صباغ زاده

اسفند ۱۳۸۸

بسم الله الرحمن الرحیم

اظهار نامه

اینجانب نرگس شفیعی موسوی (۸۶۴۰۰۴) دانشجوی رشته فیزیک گرایش اپتیک لیزر دانشکده علوم اظهار می کنم که این پایان نامه حاصل پژوهش خودم بوده و جاهایی که از منابع دیگران استفاده کرده ام نشانی دقیق و مشخصات کامل آن را نوشته ام همچنین اظهار می کنم که تحقیق و موضوع پایان نامه ام تکراری نیست و تعهد می نمایم که بدون مجوز دانشگاه دستاوردهای آن را منتشر ننموده و یا در اختیار غیر قرار ندهم.کلیه حقوق این اثر مطابق با آئن نامه مالکیت فکری و معنوی متعلق به دانشگاه شیراز است.

نام و نام خانوادگی نرگس شفیعی موسوی

تاریخ و امضا: ۱۳۸۸/۱۲/۸

به نام خدا

بررسی پارامترهای محیط روی پراکندگی القایی بریلوئن

به وسیله:

نرگس شفیعی موسوی

پایان‌نامه

ارائه شده به تحصیلات تکمیلی دانشگاه به عنوان بخشی

از فعالیت‌های تحصیلی لازم برای اخذ درجه کارشناسی ارشد

در رشته‌ی

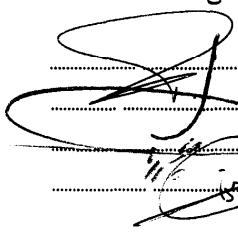
فیزیک

از دانشگاه شیراز

شیراز

جمهوری اسلامی ایران

ارزیابی شده توسط کمیته پایان‌نامه با درجه: عالی



دکتر حمید نادگران دانشیار بخش فیزیک (رئیس کمیته) .....

دکتر جمشید صباغ‌زاده دانشیار بخش فیزیک.....

دکتر عبدالناصر ذاکری استاد بخش فیزیک .....

دکتر محمود حسینی فرزاد، استادیار بخش فیزیک .....

اسفند ماه 1388

تقدیم به پدر و مادر عزیزم

که مسیر سر بلندی را به بهترین روش به من آموختند

تقدیم به مادربزرگ گرامی ام

به پاس توجه و مهربانی ایشان

تقدیم به برادر مهربانم

به پاس لطف و کمک های بی در یغ ایشان

سپاسگزاری

خداوند مهربان و بخشنده را شکر می گویم که در سایه رحمت بی پایانش این رساله را انجام و به پایان رساندم.خداوندا همیشه نیکی تو به من می رسد.

بر خود می دانم مراتب قدر دانی ویژه خود را از استاد فرزانه جناب آقای دکتر نادگران که هدایت این رساله را به عهده داشتند و با رهنمود های ارزشمند خود مرا در انجام این رساله یاری کردند ؛ بیان نمایم.

از استاد فرزانه جناب آقای دکتر صباغ زاده به پاس مساعدت های ایشان ، کمال تشکر و قدردانی دارم.از اساتید گرامی،دکتر عبدالناصر ذاکری،دکتر محمود حسینی فرزاد و دکتر زبرجد که وقت ارزشمند خود را در اختیار اینجانب قرار دادند،سپاسگزاری نمایم.

از دوستان و همکاران گرامی خود کمال تشکر و قدردانی می نمایم.از همدلی و تشویق های خاله فقیدم سپاسگزارم و از خدا برای ایشان علو درجات را آرزو مندم.

در پایان از پدر و مادر عزیزم ، برادر مهربانم و مادر بزرگ گرامی ام که مشوق و همراه من بودند و همیشه مدیون آنها هستم ، تشکر و سپاسگزاری می نمایم.امیدوارم که قدردان زحمات این عزیزان باشم.

چکیده

بررسی پارامترهای محیط بر پراکندگی القایی بریلوئن

به کوشش :

نرگس شفیعی موسوی

در پراکندگی القایی بریلوئن تاثیر طول عمر فونون و ضریب بریلوئن محیط روی توان لازم برای تقویت سیگنال استوکس مورد بررسی قرار گرفته است..با استفاده از پارامترهای چهار محیط CS_2،$GeCL_4$،CCl_4 واستن ، شکل موج استوکس برای مقادیر مختلف توان دمش شبیه سازی شده است. اندازه میدان استوکس در محیط های متفاوت با تغییر ضریب بهره و نیز با تغییر طول عمر فونون بررسی میشود.تغییرات پرتو استوکس در طول محیط نیز با توجه به جای تمرکز نور در محیط های مختلف بر حسب طول های متفاوت مورد مطالعه قرار گرفته است.زمانی که محیطی با طول عمر فونون کوتاه و ضریب بهره کوچک استفاده شود،بیشترین محدوده توان قابل استفاده جهت تقویت استوکس بدست می آید.

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل ۱: مقدمه

۱-۱ مقدمه ۲

۱-۲ اپتیک غیر خطی..... ۳

۱-۳- تاریخچه پراکندگی القایی بریلوئن (SBS) ۴

۱-۴-کاربرد SBS ۴

۱-۵-آن چه در این پایان نامه بررسی شده است ۵

فصل ۲: انواع پراکندگی وپراکندگی القایی بریلوئن

۲-۱- پراکندگی ۷

۲-۲-پراکندگی خود به خودی نور ۹

۲-۳-پراکندگی خود به خودی بریلوئن ۱۲

فصل ۳: پراکندگی القایی بریلوئن و معادلات حاکم بر آن

۳-۱-پراکندگی القایی بریلوئن ۱۶

۳-۲-الکتروتنگش ۱۷

عنوان **صفحه**

۳-۳- محیط های پراکندگی القایی بریلوئن ۱۸

۳-۴-معادله موج و قطبش پذیری ۲۳

۳-۵- معادلات پراکندگی القایی بریلوئن ۲۵

فصل ۴:بررسی اثر پارامترهای محیط روی آستانه SBS

۴-۱مقدمه ۳۰

۴-۲-معادلات SBS ۳۱

۴-۳-روش حل معادلات ۳۲

۴-۴دامنه استوکس و تغییرات ضریب بهره (g) ۳۸

۴-۵-دامنه استوکس و تغییرات طول عمر فونون ۴۱

۴-۶-دامنه استوکس و اثر توانهای دمش متفاوت در محیطهای مختلف ۴۵

۴-۷-دامنه استوکس و اثر میزان فوکوس در محیط CCL_4 با طولهای مختلف ۵۰

۴-۸-دامنه استوکس و اثر میزان فوکوس در محیط CS_2 با طولهای مختلف ۵۴

۴-۹-دامنه استوکس و اثر میزان فوکوس در محیط $GeCL_4$ با طولهای مختلف ۵۸

۴-۱۰-دامنه استوکس و اثر میزان تمرکز نور در محیط استن با طولهای مختلف ۶۲

۴-۱۱-نتیجه گیری و جمع بندی ۶۶

۴-۱۲-پیشنهادات ۶۷

ضمیمه ۶۸

منابع ۱۰۲

فهرست جداول

عنوان **صفحه**

جدول شماره ی ۱: فرایند پراکندگی نور با نسبت تغییرات انرژی فوتون $\Delta E/E$ ۸

جدول شماره ی ۲: مواد انتخابی برای SBS ۱۹

جدول شماره ی ۳: پارامترهای چهار محیط مختلف ۳۵

جدول شماره ی ۴: اندازه دامنه پرتو استوکس در انتهای محیط برحسب تغییرات ضریب بهره (g) ۳۹

جدول شماره ی ۵: اندازه دامنه پرتو استوکس در انتهای محیط برحسب تغییرات طول عمر فونون ۴۲

جدول شماره ی الف: مقادیر پرتو استوکس CCL_4 در امتداد طول محیط با توجه توان دمش های متفاوت mJ۲۵،۱۸،۱۳،۱۰ ..... ۶۸

جدول شماره ی ب: مقادیر پرتو استوکس CS_2 در امتداد طول محیط با توجه به توان دمش های متفاوت: ۱۰، ۱۳، ۱۸ ،۲۵ mJ ۷۰

جدول شماره ی پ: مقادیر پرتو استوکس $GeCL_4$ در امتداد طول محیط با توجه توان دمش های متفاوت ۲۵،۱۸،۱۳،۱۰ mJ ۷۳

جدول شماره ی د: مقادیر پرتو استوکس استن در امتداد طول محیط با توجه به توان دمش های متفاوت ۲۵،۱۸،۱۳،۱۰ mJ ۷۶

جدول شماره ی (ه): تغییرات دامنه استوکس در طو ل محیط CCL4 (L= ۳۰cm) با توجه به نقطه فوکوس ۷۹

عنوان **صفحه**

جدول شماره ی (و): تغییرات دامنه استوکس در طو ل محیط CCL4 (L= ۶۰cm)
با توجه به نقطه فوکوس ۸۰

جدول شماره ی (ز): تغییرات دامنه استوکس در طو ل محیط CCL4 (L= ۱۰۰cm)
با توجه به نقطه فوکوس ۸۱

جدول شماره ی (ح): تغییرات دامنه استوکس در طو ل محیط CS2 (L= ۳۰cm)
با توجه به نقطه فوکوس ۸۵

جدول شماره ی (ج): تغییرات دامنه استوکس در طو ل محیط CS2 (L= ۶۰cm)
با توجه به نقطه فوکوس ۸۶

جدول شماره ی (چ): تغییرات دامنه استوکس در طو ل محیط CS2 (L= ۱۰۰cm)
با توجه به نقطه فوکوس ۸۷

جدول شماره ی (خ): تغییرات دامنه استوکس در طو ل محیط GeCL4 (L= ۳۰cm)
با توجه به نقطه فوکوس ۹۰

جدول شماره ی (ص): تغییرات دامنه استوکس در طو ل محیط GeCL4 (L= ۶۰cm)
با توجه به نقطه فوکوس ۹۱

جدول شماره ی (ض): تغییرات دامنه استوکس در طول محیط GeCL4 (L= ۱۰۰cm)
با توجه به نقطه فوکوس ۹۳

جدول شماره ی (ط): تغییرات دامنه استوکس در طو ل محیط استن (L= ۳۰cm)
با توجه به نقطه فوکوس ۹۶

جدول شماره ی (ظ): تغییرات دامنه استوکس در طول محیط استن (L= ۶۰cm)
با توجه به نقطه فوکوس ۹۷

جدول شماره ی (ع): تغییرات دامنه استوکس در طول محیط استن (L= ۱۰۰cm)
با توجه به نقطه فوکوس ۹۸

فهرست اشکال

عنوان **صفحه**

شکل شماره ی۱- انواع پراکندگی ها ۸

شکل شماره ی۲- پراکندگی خودبخودی نور ۹

شکل شماره ی۳- طیف فرکانس پراکندگی خودبخودی نور.فرکانس های مربوط به

فرکانس کمتر (جابجایی استوکس) و فرکانس بالاتر (جابجایی آنتی استوکس) ۱۰

شکل شماره ی۴- طیف فرکانس پراکندگی خودبخودی نور از انتشار افت و خیزهای

چگالی؛الف)پراکندگی خود بخودی استوکس در زاویه θ ؛ب) پراکندگی خود بخودی

آنتی استوکس ۱۳

شکل شماره ی۵- طرحی از بر هم کنش امواج درپراکندگی القایی بریلوئن ۱۶

شکل شماره ی۶- طرحی از پراکندگی القایی بریلوئن ۳۰

شکل شماره ی۷- طرحی از آینه همیوغ فازی ۳۰

شکل شماره ی۸- توزیع گاوسی b ۳۶

شکل شماره ی۹- توزیع گاوسی نوفه CCl_4 ..... ۳۶

شکل شماره ی۱۰- توزیع گاوسی نوفه استن ۳۷

شکل شماره ی۱۱- توزیع گاوسی نوفه CS_2 ..... ۳۷

شکل شماره ی۱۲- توزیع گاوسی نوفه $GeCL_4$ ۳۸

عنوان **صفحه**

شکل شماره ی۱۳- الف- تغییرات دامنه پرتو استوکس محیط CCL_4،تغییرات

ضریب بهره در $\tau_P = 1.0ns$ و L= ۶۰ cm ۳۹

شکل شماره ی۱۳- ب- تغییرات دامنه پرتو استوکس محیط CS_2، تغییرات ضریب بهره

در $\tau_P = 1.0ns$و L= ۶۰ cm ۴۰

شکل شماره ی۱۳- ج- تغییرات دامنه پرتو استوکس محیط $GeCL_4$، تغییرات ضریب بهره

در $\tau_P = 1.0ns$و L= ۶۰ cm ۴۰

شکل شماره ی۱۳- د- تغییرات دامنه پرتو استوکس محیط استن،تغییرات ضریب بهره

در $\tau_P = 1.0ns$و L= ۶۰ cm ۴۱

شکل شماره ی۱۴- الف- تغییرات دامنه استوکس محیط استن،:نسبت به تغییرات طول

عمر فوتون ۴۲

شکل شماره ی۱۴- ب- تغییرات دامنه استوکس محیط CCL_4، نسبت به تغییرات طول

عمر فوتون ۴۳

شکل شماره ی۱۴- ج- تغییرات دامنه استوکس محیط $GeCL_4$، نسبت به تغییرات طول

عمر فوتون ۴۳

شکل شماره ی۱۴- د- تغییرات دامنه استوکس محیط CS_2،نسبت به تغییرات طول

عمر فوتون ۴۴

شکل شماره ی ۱۵- تغییرات دامنه استوکس محیط های مختلف: استن،CCL_4 ،CS_2،

$GeCL_4$نسبت به تغییرات طول عمر فوتون در L= ۶۰ cm ۴۴

عنوان **صفحه**

شکل شماره ی۱۶- الف- پرتو استوکس در محیط CCL_4 ؛با توان دمش های متفاوت:

۱۰، ۱۳، ۱۸، ۲۵ mJ ۴۵

شکل شماره ی۱۶- ب- پرتو استوکس در محیط استن ؛با توان دمش های متفاوت:

۱۰، ۱۳، ۱۸، ۲۵ mJ ۴۶

شکل شماره ی۱۶- ج- پرتو استوکس در محیط CS_2؛با توان دمش های متفاوت:

۱۰، ۱۳، ۱۸، ۲۵ mJ ۴۶

شکل شماره ی۱۶- د- پرتو استوکس در محیط $GeCL_4$با توان دمش های متفاوت

: ۱۰، ۱۳، ۱۸، ۲۵ mJ ۴۷

شکل شماره ی۱۷- الف- پرتو استوکس در توان دمش ۱۰mJ در محیط های

مختلف به طول ۶۰ سانتی متر ۴۸

شکل شماره ی۱۷- ب- پرتو استوکس در توان دمش ۱۳mJ در محیط های مختلف به

طول ۶۰ سانتی متر ۴۸

شکل شماره ی۱۷- ج- پرتو استوکس در توان دمش ۱۸mJ در محیط های مختلف به

طول ۶۰ سانتی متر ۴۹

شکل شماره ی ۱۷- د- پرتو استوکس در توان دمش ۲۵mJ در محیط های مختلف

به طول ۶۰ سانتی متر ۴۹

شکل شماره ی ۱۸- تغییرات پرتو استوکس در طو ل محیط CCL_4 $(L=۳۰cm)$

با توجه به نقطه شروع فوکوس ۵۱

عنوان **صفحه**

شکل شماره ی۱۹- میزان تغییرات اندازه پرتو استوکس در انتهای محیطCCL_4
($L= ۳۰cm$) با توجه به نقطه شروع استوکس ۵۱
شکل شماره ی ۲۰- تغییرات پرتو استوکس در طو ل محیط CCL_4 ($L= ۶۰cm$)
با توجه به نقطه شروع فوکوس ۵۲
شکل شماره ی ۲۱- میزان تغییرات اندازه پرتو استوکس در انتهای محیط CCL_4
($L= ۶۰cm$) با توجه به نقطه شروع استوکس ۵۲
شکل شماره ی ۲۲- تغییرات پرتو استوکس در طو ل محیط CCL_4 ($L= ۱۰۰cm$)
با توجه به نقطه شروع فوکوس..... ۵۳
شکل شماره ی ۲۳- میزان تغییرات اندازه پرتو استوکس در انتهای محیط CCL_4
($L= ۱۰۰cm$)با توجه به نقطه شروع استوکس ۵۳
شکل شماره ی ۲۴- تغییرات دامنه استوکس در طو ل محیط CS_2 با توجه به
نقطه شروع فوکوس در توان پمپ ورودی ۱۸ mJ ۵۵
شکل شماره ی ۲۵- تغییرات دامنه استوکس در انتهای محیط CS_2 ($L= ۳۰cm$)
با توجه به نقطه فوکوس در توان پمپ ورودی ۱۸ mJ ۵۵
شکل شماره ی ۲۶- تغییرات دامنه استوکس در طو ل محیط CS_2 با توجه به
نقطه شروع فوکوس در توان پمپ ورودی ۱۸ mJ ۵۶
شکل شماره ی ۲۷- تغییرات دامنه استوکس در انتهای محیط CS_2 با توجه به
نقطه فوکوس در توان پمپ ورودی ۱۸ mJ ۵۶

عنوان **صفحه**

شکل شماره ی ۲۸- تغییرات دامنه استوکس در طو ل محیط CS_2 با توجه به
نقطه فوکوس در توان پمپ ورودی ۱۸ mJ ۵۷
شکل شماره ی ۲۹- تغییرات دامنه استوکس در انتهای محیط CS_2 با توجه به
نقطه فوکوس در توان پمپ ورودی ۱۸ mJ ۵۷
شکل شماره ی ۳۰- تغییرات دامنه استوکس در طو ل محیط $GeCL_4$ (L= ۳۰cm)
با توجه به نقطه فوکوس در توان پمپ ورودی ۱۸ mJ ۵۹
شکل شماره ی ۳۱- تغییرات دامنه استوکس در انتهای محیط $GeCL_4$ (L= ۳۰cm)
با توجه به نقطه فوکوس در توان پمپ ورودی ۱۸ mJ ۵۹
شکل شماره ی ۳۲- تغییرات دامنه استوکس در طو ل محیط $GeCL_4$ (L= ۶۰cm)
با توجه به نقطه فوکوس در توان پمپ ورودی ۱۸ mJ ۶۰
شکل شماره ی ۳۳- تغییرات دامنه استوکس در انتهای محیط $GeCL_4$ (L= ۶۰cm)
با توجه به نقطه فوکوس در توان پمپ ورودی ۱۸ mJ ۶۰
شکل شماره ی ۳۴- تغییرات دامنه استوکس در طو ل محیط $GeCL_4$ (L= ۱۰۰cm)
با توجه به نقطه فوکوس در توان پمپ ورودی ۱۸ mJ ۶۱
شکل شماره ی ۳۵- تغییرات دامنه استوکس در انتهای محیط $GeCL_4$ (L= ۱۰۰cm)
با توجه به نقطه شروع استوکس ۶۱
شکل شماره ی ۳۶- تغییرات دامنه استوکس در طو ل محیط استن (L= ۳۰cm)
با توجه به نقطه فوکوس در توان پمپ ورودی ۱۸ mJ ۶۳
شکل شماره ی ۳۷- تغییران دامنه استوکس در انتهای محیط استن (L= ۳۰cm)
با توجه به نقطه فوکوس در توان پمپ ورودی ۱۸ mJ ۶۳

عنوان **صفحه**

شکل شماره ی ۳۸- تغییرات دامنه استوکس در طو ل محیط استن (L= ۶۰cm)
با توجه به نقطه فوکوس در توان پمپ ورودی ۱۸ mJ ۶۴

شکل شماره ی ۳۹- تغییرات دامنه استوکس در طو ل محیط استن (L= ۶۰cm)
با توجه به نقطه فوکوس در توان پمپ ورودی ۱۸ mJ ۶۴

شکل شماره ی ۴۰- میزان تغییرات استوکس در طو ل محیط استن (L= ۱۰۰cm)
با توجه به نقطه فوکوس در توان پمپ ورودی ۱۸ mJ ۶۵

شکل شماره ی ۴۱- تغییرات دامنه استوکس در انتهای محیط استن (L= ۱۰۰cm)
با توجه به نقطه فوکوس در توان پمپ ورودی ۱۸ mJ ۶۵

فصل اول

مقدمه

۱- مقدمه:

در این فصل اپتیک غیر خطی و تاریخچه پراکندگی القایی بریلوئن و کاربرد SBS بیان خواهد شد.

۱-۱- مقدمه:

برهم کنش تابش الکترومغناطیسی با ماده در اندازه میکروسکوپی به مقیاس تغییرات فضایی میدان الکتریکی به اندازه اتم ها و مولکولهای تشکیل دهنده ماده مورد نظر بستگی دارد. مطالعات این برهم کنش از معادلات ماکسول به صورت زیر شروع شد [۱]:

$$\nabla \bullet \vec{D} = \circ \qquad (۱)$$

$$\nabla \bullet \vec{B} = \circ \qquad (۲)$$

$$\nabla \bullet \vec{E} = -\frac{1}{c}\frac{\partial \vec{B}}{\partial t} \qquad (۳)$$

$$\nabla \bullet \vec{H} = \frac{1}{c}\frac{\partial \vec{D}}{\partial t} \qquad (۴)$$

۱-۲- اپتیک غیر خطی :

برهم کنش ماده با تابش با شدت های بالا،موضوع اپتیک غیر خطی است.ممان دوقطبی بر واحد حجم، یا قطبش[۱] (P(t)) ماده،به شدت میدان اپتیکی (E(t)) به کاربرده شده بستگی دارد.در اپتیک خطی رابطه قطبش به صورت زیر است :

$$\tilde{p}(t) = \chi^{(1)}\tilde{E}(t) \qquad (۵)$$

$\chi^{(1)}$ ضریب پذیرفتاری خطی است. ولی در حالت کلی قطبش به صورت زیر بیان می شود:

$$\tilde{p}(t) = \chi^{(1)}\tilde{E}(t) + \chi^{(2)}\tilde{E}^2(t) + \chi^{(3)}\tilde{E}^3(t) + \ldots = \tilde{p}^{(1)}(t) + \tilde{p}^{(2)}(t) + \tilde{p}^{(3)}(t) \qquad (۶)$$

برهم کنش های اپتیک غیر خطی مرتبه دوم تنها می تواند در کریستالهای بدون تقارن مرکزی[۲] رخ دهد،در این کریستالها تقارن وارونگی[۳] وجود ندارد.مایعات،گازها،جامدات آمورف (مانند شیشه)، وحتی خیلی از کریستالها تقارن وارونگی دارند در اینصورت $\chi^{(2)}$ برای این مواد حدود صفر است و در نتیجه بر هم کنش اپتیک غیر خطی مرتبه دوم را نمی توانند بروز دهند.برهم کنش های اپتیکی مرتبه سوم که باضریب پذیرفتاری $\chi^{(3)}$بیان می شود می تواند برای موادی با تقارن مرکزی و هم بدون تقارن مرکزی رخ دهد[۲].

به طور کلی پدیده هایی که منجر به تغییر ضریب شکست محیط می شوند مربوط به قطبش از مرتبه سوم می باشند.پراکندگی بریلوئن[۴] وقتی رخ می دهد که نور با محیط جامد و مایع یا گاز برهم کنش کرده و از روی امواج صوتی ایجاد شده پراکنده شود.امواج صوتی ناشی از انتشار تغییرات فشار یا چگالی است[۳]. ساز و کار بدین صورت است که تغییرات فشار در محیط به صورت یک موج صوتی رونده عامل پراکندگی است.به عبارت دیگر چگالی محیط در اثر

---

[1] - Palarization

[2] Noncenterosymmetric

[3] Inversion symmetry

[4] - Brillouin Scatering