پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد "M.Sc."

فیزیک-حالت جامد

عنوان :

بررسی تجربی اثر پارامتر های لیزر عرضی ضربانی فشار اتمسفری گاز کربنیک برروی پلیمر پلی سولفون

اساتید محترم راهنما :

دکتر سعید جلوانی(عضو هئیت علمی پژوهشگاه علوم و فنون هسته ای)

دکتر حسین بیانی

استاد مشاور :

دکتر هدیه پازکیان

نگارش:

سمیه مرادی فریسار

بهمن 90

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

تقدیم به پدرعزیزم

از تو هر چه می گویم باز هم کم می آورم

خورشیدی شدی و از روشنایی ات جان گرفتم و در ناامیدی ها نازم را

کشیدی و لبریزم کردی از شوق

اکنون حاصل دستان خسته ات رمز موفقیتم شد

و مادرمهربانم

تو فرشته ای بودی که از خواسته هایت گذشتی، سختی ها را به جان خریدی

و خود را سپر بلای مشکلات و ناملایمات کردی،

تا من به جایگاهی که اکنون در آن ایستاده ام برسم

وهمسرم

که سایه مهربانیش سایه سار زندگیم می باشد،

وصفایش مایه آرامش من است.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

بسمه تعالی

تاسیس ۱۳۰۷ دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی	**تأییدیه هیأت داوران**	**شماره:** تاریخ:

هیأت داوران پس از مطالعه پایان‌نامه و شرکت در جلسه دفاع از پایان‌نامه تهیه شده تحت عنوان :

بررسی تجربی اثر پارامترهای لیزر عرضی فشار اتمسفری گاز کربنیک برروی پلیمر پلی اتر سولفون

توسط خانم **سمیه سوادی قویسار** صحت و کفایت تحقیق انجام شده را برای اخذ درجه کارشناسی **ارشد** رشته **فیزیک** گرایش **حالت جامد** در تاریخ **۱۳۹۰/۱۱/ ۲۵** مورد تأیید قرار می‌هند.

۱- **استاد** راهنمای اول	جناب آقای دکتـــر حسین بیانی	امضاء
۲- استاد راهنمای دوم	**جناب آقای دکتـــر سعید جلوانی**	امضاء
۳- **استاد** مشاور	سرکار خانم دکتر هدیه پاژکیان	امضاء
۳- ممتحن داخلی	**جناب آقای دکتر مجید واعظ زاده**	امضاء
۴- ممتحن خارجی	جناب آقای دکتر محمود ملا باشی	امضاء
۵- نماینده تحصیلات تکمیلی دانشکده	**جناب آقای دکتر مجید واعظ زاده**	امضاء

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

بسمه تعالی

تاسیس ۱۳۰۷ دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی	اظهارنامه دانشجو	شماره: تاریخ:

اینجانب **سمیه مرادی فریسار** دانشجوی کارشناسی‌ارشد رشته **فیزیک** گرایش **حالت جامد**

دانشکده علوم دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی گواهی می‌نمایم که تحقیقات ارائه شده در پایان‌نامه با عنوان

بررسی تجربی اثر پارامترهای لیزر عرضی فشار اتمسفری گاز کربنیک برروی پلیمر پلی اتر سولفون

با راهنمایی استاد محترم جناب آقایان **دکتر حسین بیانی و دکتر سعید جلوانی** ومشاوره **سرکار خانم دکتر هدیه پازکیان** توسط شخص اینجانب انجام شده و صحت واصالت مطالب نگارش شده در این پایان‌نامه مورد تأیید می‌باشد، و در مورد استفاده از کار دیگر محققان به مرجع مورد استفاده اشاره شده است. بعلاوه گواهی می‌نمایم که **مطالب مندرج در پایان نامه تا کنون برای دریافت هیچ نوع مدرک یا امتیازی توسط اینجانب یا فرد دیگری در هیچ جا ارائه نشده است و در تدوین متن پایان‌نامه چارچوب (فرمت)** مصوب دانشگاه را بطور کامل رعایت کرده‌ام.

امضاء دانشجو:

تاریخ:

۹۰/۱۱/۲۵

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

بسمه تعالی

تاسیس ۱۳۰۷ دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی	**حق طبع و نشر و مالکیت نتایج**	شماره: تاریخ:

۱- حق چاپ و تکثیر این پایان‌نامه متعلق به نویسنده آن می‌باشد. هرگونه کپی برداری بصورت کل پایان‌نامه یا بخشی از آن تنها با موافقت نویسنده یا کتابخانه دانشکده علوم دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی مجاز می‌باشد.

ضمناً متن این صفحه نیز باید در نسخه تکثیر شده وجود داشته باشد.

۲- کلیه حقوق معنوی این اثر متعلق به دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی می‌باشد و بدون اجازه کتبی دانشگاه به شخص ثالث قابل واگذاری نیست.

همچنین استفاده از اطلاعات و نتایج موجود در پایان نامه بدون ذکر مراجع مجاز نمی‌باشد.

* توجه:

این فرم می‌بایست پس از تکمیل، در نسخ تکثیر شده قرار داده شود.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

تشکر و قدردانی:

خداوندا جان ما را صفای خود ده و دل ما را هوای خود ده، و چشم ما را ضیای خود ده، و ما را از فضل و کرم خود آن ده که آن به

سپاس و ستایش خدای را جل و جلاله که آثار قدرت او بر چهره روز روشن، تابان است و انوار حکمت او در دل شب تار، درفشان. آفریدگاری که خویشتن را به ما شناساند و درهای علم را بر ما گشود و عمری و فرصتی عطا فرمود تا بدان، بنده ضعیف خویش را در طریق علم و معرفت بیازماید.

از خانواده گرامی‌ام، به خصوص پدر و مادر عزیزم که لحظه به لحظه زندگیم با مهر و محبت و فداکاری های بی شمارشان رونق گرفته است، تشکر می کنم. همچنین از همسر مهربانم که در به سرانجام رسیدن این پایان نامه مرا یاری نمود و این راه سخت را بر من سهل نمود تشکر می نمایم.

از اساتید ارجمندم جناب آقای دکتر سعید جلوانی و دکتر حسین بیانی بخاطر راهنمایی ها و زحماتشان تشکر و قدردانی می کنم و از مشاورم خانم دکتر هدیه پازکیان به خاطر راهنمایی،زحمات و محبت های دلسوزانه و ارزشمندشان سپاسگزارم. و از همه دوستانی که در به ثمر رساندن این پروژه مرا یاری کردند کمال تشکر را دارم.

زندگی سرشار از موفقیت و سعادت در سایه الطاف پروردگار مهربان را برای کلیه دوستان و عزیزانم، آرزومندم.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

چکیده :

در این پایان نامه اثر لیزر CO_2 را روی ساختار و مورفولوژی سطح پلی اتر سولفون مورد بررسی قرار گرفت و همچنین روشی برای بهبود زیست سازگاری این پلیمر انجام گرفت. پلی اتر سولفون یک پلیمر مهندسی است که در سال های اخیر مصرف گسترده ای در کاربردهای پزشکی از جمله ساخت فیلتر های دیالیز، ساخت دریچه ی مصنوعی قلب داشته است.

فصل اول توضیحاتی در باره لیزر CO_2 و خصوصیات آن آورده شده است.

فصل دوم توضیحاتی درباره پلی اتر سولفون ،خصوصیات و کاربردهای آن آورده شده است.

فصل سوم این رساله به فیزیک بر هم کنش لیزر با پلیمر ها و مکانیسم های مختلف بر هم کنش اختصاص یافته است.در این فصل آستانه کنندگی پلیمر با لیزر CO_2 به دست آمد، و ساختار های به وجود آمده بر اثر تابش لیزر مورد بررسی قرار گرفت، تعیین مکانیسم بر هم کنش و آستانه کنندگی پلیمر در بر هم کنش با لیزر های مختلف این امکان را می دهد که بتوان بهینه شرایط را برای بهبود ویژگی های سطح فیلم پلیمر و در نتیجه زیست سازگاری به دست آورد.

فصل چهارم این رساله به تعیین و ارائه نتایج به دست آمده جهت تغییر زیست سازگاری پلی اتر سولفون پرداخته است در این فصل آزمایشات گوناگونی همانند اندازه گیری زاویه تماس، چسبندگی پلاکت روی پلیمر قبل و بعد از تابش انجام شده است.

واژه های کلیدی : پلی اتر سولفون، لیزر، مکانیسم بر هم کنش، آستانه کنندگی، زیست سازگاری.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

فهرست مطالب

مقدمه و تعریف پروژه: ۱

فصل اول: ۳

اساس کار لیزر CO_2 ..... ۳

1-1- ماده ی فعال لیزری 4

1-1-1- لیزر های گازی 4

1-2-1-مد های ارتعاشی و چرخشی 5

1-2-2-دمش به روش تخلیه الکتریکی 7

1-2-3-دینامیک لیزر CO_2 8

1-2-4-عملکرد لیزر های CO_2 در تولید پرتو 8

1-2-5-آینه ها و نصب آنها در لیزرCO_2 10

1-2-6-خنک سازی لیزرCO_2 11

1-3-1- لیزر با لوله بسته 12

1-3-2-لیزر موجبر 13

1-3-4 لیزر های CO_2 گاز دینامیکی 14

1-3-5- لیزر های CO_2 با جریان تند 15

1-3-6- لیزر های CO_2 با جریان طولی تند 15

1-3-7-لیزر های CO_2 با جریان عرضی تند 16

1-4-1- تخلیه ی خود نگهدار 18

1-4-2-شکل و جنس الکترودها 18

1-4-4-تندی چرخش گاز 20

1-4-5-خنک کننده 21

1-4-7- بازده اپتیکی 21

1-4-8-چشمه های آشفتگی چگالی گاز 22

فصل دوم: ۲٤

آشنایی با پلیمر پلی اتر سولفون ۲٤

2-1- تاریخچه 25

2- 2-پلیمر 26

2-2-1-شاخه‌های پلیمر 28

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

2-2-2 پلیمر های گرما نرم 29
2-2-3 پلیمر های گرما سخت 30
2-2-4-پلیمر های مهندسی 30
2-2-5-آلیاژ سازی پلیمرها 31
2-3- پلی سولفون 32
2-4-کاربردهای پلی سولفون 33
2-4-1-دانستنی هایی راجع به غشا 33
2-4-2-غشای الیاف تو خالی پلی سولفون 34
2-4-3-فیلتر تصفیه آب 35
2-4-4-پایلوت غشایی چند منظوره تصفیه فاضلاب های پالایشگاهی 35
2-4-5-ساخت تجهیزاتی که به مقاومت بالا نیاز دارند 35

فصل سوم: ۳۷

بر هم کنش لیزر با فیلم ۳۷

پلی اتر سولفون ۳۷

3-1-مقدمه 38
3-2-تاریخچه کندگی پلیمر 39
3-3-خلاصه ای از مکانیسم های کندگی لیزری 40
3-4- مدل های ارائه شده برای کندگی پلیمر ها 41
3-4-1-مدل فتو شیمیایی 43
3-4-2-مدل فتوحرارتی 44
3-5- فیزیک برهمکنش لیزری 46
3-6-روش تهیه فیلم 49
3-7-چیدمان آزمایش 50
3-8- بررسی مورفولوژی نمونه ها قبل و بعد از آزمایش با استفاده از SEM 52
3-8-1-اثر شاریدگی روی کندگی 54
3-8-2- تعیین شاریدگی آستانه 54
3-9- بررسی تاثیر شرایط مختلف همانند اثر تعداد پالس، شاریدگی، نرخ تکرار پالس و روی ساختارهای ایجاد شده 56
3-9-1- اثر تعداد پالس روی ساختار ایجاد شده 57
3-9-2- اثر شاریدگی 59
3-9-3-اثر نرخ تکرار پالس 61

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

3-10-کندگی و ایجاد ساختارهای مختلف در شاریدگی بالای آستا نه 62

3-11- جمع بندی نتایج 64

فصل چهارم: ٦٥

برهم کنش لیزر با پلیمر پلی اتر سولفون جهت بهبود زیست سازگاری ٦٥

4-1-مقدمه 66

4-2 مشخصه های سطح زیست مواد 66

4-2-1 روش های بهینه سازی سطوح زیست مواد 67

4-2-2 بهینه سازی با پلاسما 68

4-2-3 بهینه سازی با پرتو فرابنفش 69

4-2-4 بهینه سازی با پرتو الکترونی 69

4-2-5 بهینه سازی با پرتو یونی 69

4-2-6 بهینه سازی با لیزر 70

4-2-6-1 کندگی با لیزر CO_2 70

4-2-6-2-پیوند زنی با لیزر 71

4-3- بهینه سازی سطح پلیمرها برای کاربردهای پزشکی 71

4-3-1-زیست سازگاری 72

4-3-2-خون سازگاری 72

4-4-پلی اترسولفون و کاربردهای پزشکی آن 73

4-5-بررسی اثر لیزر CO_2 روی زیست سازگاری پلی اترسولفون 74

4-5-1-انجام آزمایش 74

4-6-بررسی چسبندگی پلاکت 83

4-6-1- بررسی چسبندگی پلاکت قبل و بعد از تابش از روش لاکتات دی هیدروژناز (LDH) 83

4-7- نتیجه گیری و جمع بندی: 86

مرجع ها و ماخذها 88

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

فهرست اشکال:

شکل 1-1-لیزر با لوله بسته 12

شکل 1-2- لیزر موجبر 13

شکل 1-3-لیزربا جریان گاز 14

شکل1-4-لیزرTEA 16

شکل2-1-فیلتر دیالیز.....33

شکل 3-1، طیف عبوری پلی اتر سولفون..... 50

شکل 3-2، نمودار تغییرات انرژی لیزر (الف)با وجود لنز و (ب) بدون وجود لنز.....51

شکل3-3 چیدمان کلی آزمایش.....52

شکل 3-4 نمونه فیلم پلی‌اترسولفون قبل از تابش با لیزر با برزرگنمایی(الف) 500 برابر و (ب) 2000 برابر(پ)10000برابر و (ت)15000 برابر.....53

شکل3-5 تصاویرمیکروسکوپ الکترونی برای نمونه‌های تابش دیده با (الف)$F=74.35 mJ/cm^2$ و (ب)$F= 122 mJ/cm^2$ و (پ)$F=750 mJ/cm^2$ و (ت)$F= 2040 mJ/cm^2$ و (ث)$F=3500 mJ/cm^2$ و $F=6100 mJ/cm^2$.....55

شکل 3-6 تصاویر میکروسکوپ الکترونی برای نمونه‌های تابش دیده بافرکانس10HZ (الف)$F=169 mJ/cm_2$ و (ب)$F= 290 mJ/cm_2$ و (پ)$F=488 mJ/cm_2$ 56

شکل 3-7 تصاویر میکروسکوپ الکترونی برای نمونه‌های تابش دیده با شاریدگی $F=74.37 mJ/cm2$ و (الف)1000 پالس و (ب) 2000 پالس.....57

شکل 3-8- تصاویر میکروسکوپ الکترونی برای نمونه‌های تابش دیده با شاریدگی $F=3062 mJ/cm^2$ و نرخ تکرارHZ 1 (الف)1 پالس و (ب) 2 پالس (پ)5 پالس (ت)10 پالس (ث)20 پالس 58

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

شکل 3-9- تصاویر میکروسکوپ الکترونی برای نمونه‌های تابش دیده با شاریدگی $765\ mJ/cm^2$ F= نرخ تکرار10HZ (الف)50پالس (ب) 100پالس (پ)200پالس (ت)500 پالس. 59

شکل 3-10- نمونه های تابش داده شده با فلوئنس‌ها و تعداد پالس‌های مختلف الف) 200 پالس $765\ mJ/cm^2$ ب) 1000پالس $488\ mJ/cm^2$ ، پ) 2000 پالس $290\ mJ/cm^2$، ت) 6000 پالس $169 mJ/cm^2$..... 61

شکل 3-11-تصاویر میکروسکوپ الکترونی برای نمونه‌های تابش دیده با $F=169 mJ/cm^2$ و 5000 پالس الف)نرخ تکرار10 Hz ب)نرخ تکرار1 Hz 62

شکل 3-12- تصاویر میکروسکوپ الکترونی برای نمونه‌های تابش دیده الف)$F=70\ mJ/cm^2$ نرخ تکرار10 Hz و 500 پالس لیزر Xecl،ب) $F=765\ mJ/cm^2$ نرخ تکرار10 Hz و 500 پالس لیزرCO_2 پ) $F=70\ mJ/cm^2$ نرخ تکرار10 Hz و 1500 پالس لیزر Xecl،ب) $F=765\ mJ/cm^2$ نرخ تکرار10 Hz و 1500 پالس لیزرCO_2 63

شکل 4-1-چیدمان آزمایش.....75

شکل 4-2- تصاویر میکروسکوپ الکترونی و قطره آب برای نمونه‌های تابش دیده با 10 پالس الف)$F= 3062\ mJ/cm^2$،ب) $F=4062\ mJ/cm^2$ پ)$F=4791\ mJ/cm^2$ ،ت) $F=5343\ mJ/cm^2$ 76

شکل 4-3-نمودارتغییرات آبدوستی بر حسب شاریدگی 77

شکل 4-4-طیف FTIR نمونه ها.....78

شکل 4-5- تصاویر قطره آب روی پلیمر در شاریدگی های گوناگون.....79

شکل 4-6- نمودار زاویه تماسی آب بر حسب شاریدگی.....80

شکل 4-7-تصاویر قطره آب روی پلیمر در شاریدگی $F= 225\ mJ/cm^2$ وتعداد پالس های متفاوت.....81

شکل 4-8- نمودار زاویه تماسی آب در نمونه‌ها با شاریدگی $F= 225\ mJ/cm^2$ وتعداد پالس های متفاوت.....82

شکل 4-9- نمودار زاویه تماسی آب در نمونه‌ها با شاریدگی های متفاوت 84

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

شکل 4-10- نمودار میزان چسبندگی پلاکت در نمونه‌ها با شاریدگی $F= 225\ mJ/cm^2$ وتعدادپالسهای متفاوت..... 85

شکل 4-11- نمودار میزان چسبندگی پلاکت در نمونه‌ها با شاریدگی های متفاوت.....86

فهرست جدول ها:

جدول 3-1: مقادیر شاریدگی آستانه محاسبه شده براساس مدل حرارتی و تجربی.....45

جدول4-1 : زاویه تماس قطره آب در نمونه‌ها با شاریدگی های مختلف و خیلی بالا.....77

جدول4-2 : زاویه تماس قطره آب در نمونه‌ها با شاریدگی های مختلف.....80

جدول4-3 : زاویه تماس قطره آب در نمونه‌ها با شاریدگی $F= 225\ mJ/cm^2$ وتعداد پالس های متفاوت.....82

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

مقدمه و تعریف پروژه:

پلی سولفون یک مادۀ پلیمری است که غشاء های ساخته شده از آن به طور وسیع در همودیالیز استفاده می شود. پلی سولفون به دلیل پایداری حرارتی ، قدرت مکانیکی و پایداری شیمیایی یکی از چند مادۀ زیست سازگار است که می تواند در برابر تمام تکنیکهای استریلیزاسیون مثل بخار، اکسید اتیلن و تابش گاما مقاومت کند. غشاهای پلی سولفون می توانند در حد میکرون برای جداسازی سلولهای خونی از پلاسما استفاده شوند. این پلیمر یک مادۀ گرمانرم یا ترموپلاستیک ، چرم مانند با استحکام بالا وشفاف بوده و مشخصات خود را در دمای 100- تا 150 درجه حفظ می کند.

علارغم محبوبیت این ماده به عنوان غشاء، طبیعت آب گریز بودن پلی سولفون یک نقص در کاربردهای پزشکی مثل دیالیز و شمارش سلولهای خونی محسوب می شود. جذب پروتئین های خون روی غشای پلی سولفون حین دیالیز محصول خونی را کاهش داده و می تواند باعث ایجاد خطرات جدی و تهدید مرگ برای بیماران شود.

تا کنون کارهای زیادی برای اصلاح ویژگی های سطح پلی سولفون و آب دوست کردن آن انجام شده که شامل متدهای شیمیایی و فیزیکی است.

از میان روش های متفاوتی که تاکنون برای بهبود خواص سطحی پلیمرها به کاربرده شده است،روش پرتودهی بیشتر از روش های دیگر مورد توجه قرار گرفته است. ولی استفاده از منابع پر انرژی برای این منظور باعث ایجاد صدماتی در توده پلیمر می شود. ضمن اینکه هزینه ی این روش ها نیز بسیار زیاد است. امروزه نور لیزر به علت نداشتن اثرات سوء بر توده پلیمر، کارامد ترین روش برای پرتودهی سطح پلیمرها در نظر گرفته می شود. تغییرات حاصل از پرتو لیزر محدود به سطح پلیمر است و خواص مکانیکی پلیمر ها حفظ می شود.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

با توجه به تحقیقات به عمل آمده در زمینهٔ بهینه سازی فیلم های پلیمری با لیزر مشخص شده است که کندگی حاصل از پرتودهی لیزری با تغییرات شیمیایی و فیزیکی سطح و ایجاد گروههای عاملی جدید همراه است و ساختار منظمی که در نواحی تابش دیده ایجاد می گردد باعث بهبود زیست سازگاری پلیمر می شود. مطالعات اخیر نشان می دهند که سلول های حیاتی نسبت به خواص شیمیایی و فیزیکی حساس هستند. مورفولوژی سطح پلیمر و گروههای عاملی روی آن در چسبندگی، رشد و جهت گیری سلول های حیاتی بسیار مهم اند و می توانند باعث تغییر زیست سازگاری پلیمرها شوند. محدود بودن ساختارهای حاصل از پرتو لیزر به یک لایه میکرونی نازک در سطح و منظم بودن ویکنواختی شکل هندسی آنها در کل نواحی تابش دیده از ویژگی های این روش به شمار می رود که بر اهمیت آن به عنوان وسیله ای برای اصلاح خواص سطحی پلیمرهای زیست سازگار می افزاید.کندن سطح توسط لیزر[1] به عنوان ابزاری برای اصلاح سطح پلیمر باعث تغییر در مورفولوژی، شیمی و بافت سطح می شود.

میزان اصلاح توسط پرتودهی لیزر به چند فاکتور اساسی از جمله طول موج، انرژی تابشی بر واحد سطح(فلوئنس)، ضریب جذب پلیمردر طول موج لیزر و اتمسفری که برای محیط به کار می رود، بستگی دارد. تاثیر تابش لیزر روی سطح به مکانیسم کندگی[2] ماده بستگی دارد.

هدف از این پروژه بررسی تغییرات ایجاد شده روی سطح پلیمر پلی‌اترسولفون جهت بهبود زیست‌سازگاری آن است.

---

[1] laser ablation
[2] ablation

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

فصل اول:

اساس کار لیزر CO_2

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

1-1- ماده ی فعال لیزری

در قلب هر لیزر ماده فعالی وجود دارد که باعث ایجاد خروجی لیزر در باریکه ای از طول موجها می شود. در حقیقت لیزر ها با نام ماده فعال آنها شناخته می شوند. به طور کلی ماده های متفاوتی به عنوان ماده فعال لیزری مورد استفاده قرار می گیرند. به طور مثال اولین لیزر در سال 1960 با استفاده از کریستال صورتی یاقوت ساخته شد.

امروزه تعداد و انواع مواد استفاده شده به عنوان ماده فعال لیزری افزایش یافته است به طوری که انسان احساس می کند از هر ماده ای میتواند با استفاده از روش دمش خاص برای لیزر استفاده کند.

به طور کلی لیزر ها را با توجه به نوع ماده فعال آن ها به چهار دسته اصلی تقسیم می کنند:

1 - لیزر های آلائیده شده با عایق

2 - لیزر های نیمه هادی

3 - لیزر های گازی

4 - لیزر های رنگ

1-1-1- لیزر های گازی

40 سال بعد از معرفی گسیل القاییتوسط انیشتین، چالز تاونز میزر را با گاز آمونیاک ساخت . در سال 1961 علی جوان اولین لیزر گازی هلیوم نـئون را ساخت.

به طور کلی به لیزر هایی که ماده فعال آنها گاز است ، لیزر های گازی می گویند . لیزر های گازی معمولا حجیم هستند و هر چه پر قدرت تر باشند ، اندازه آنها بزرگتر خواهد بود.

نکته مهم در رابطه با لیزر های گازی این است که چون گازها بسیار یکنواخت تر و همگن تر از جامدات هستند، می توان برای پر کردن و خنک نمودن آنها از یک مدار بسته استفاده کرد.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

از آنجا که اتم ها خطوط جذبی بسیار باریکی در گازها دارند ، تقریبا غیر ممکن است بتوان به کمک دمش نوری در آنها انرژی آزاد کرد. بنابر این در لیزر های گازی برای ایجاد کردن جمعیت وارون از روش دمش تخلیه الکتریکی استفاده می شود.

لیزر های گازی خود به سه دسته تقسیم می شوند:

1- لیزر های اتمی

2- لیزر های یونی

3- لیزر های مولکولی

با توجه به نوع لیزر، گزار لیزری بین دو تراز انرژی اتم ،یون و یا مولکول به وقوع می پیوندد.

یکی از مهمترین انواع لیزر های گازی، لیزر مولکولی CO_2است .

1-2-لیزر گازی CO_2 (دی اکسید کربن) و انواع آن

لیزرCO_2برای اولین بار توسط پاتل در سال 1964 گزارش شد. این لیزر دارای توان حدود 1 میلی وات بوده است که امروزه 42 سال از اختراع این لیزر می گذرد[10].

لیزرCO_2از نظر کاربرد فنی ، در رده ی مهمترین لیزر ها دسته بندی می شود. این لیزر با بهره خروجی بالا و امکان استخراج توان در حد مگا وات کاربرد های فراوانی در صنعت و پزشکی دارد.

1-2-1-مد های ارتعاشی و چرخشی

مولکولCO_2یک مولکول متقارن خطی با محور تقارن عمود بر این محور است. مولکول فقط دو درجه آزادی چرخشی و بنابراین 5-3*3 =Nیا 4درجه آزادی ارتعاشی دارد. مد خمشی دارای تبهگنی دوگانه بوده و بنابراین در حالت کلی سه مد ارتعاشی برای مولکولCO_2معرفی می شود:

1- مد کششی متقارن

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

2- مد کششی نا متقارن

3- مد خمشی

مولکولCO_2بسیار شبیه نوسانگر ساده رفتار می کند. بنابراین ترازهای انرژی ارتعاشی آن را می توان با رابطه $E = (V + \frac{1}{2})\mathbf{h}w$ نشان داد.که در آن Vعدد کوانتومی ارتعاشی و w فرکانس ارتعاش است. از آنجایی که هر مد دارای نوسان مستقل از دیگر مدهاست، ترازهای انرژی مربوط به خود را نیز داراست.

مد های متقارن ، خمشی و نا متقارن را به ترتیب با اندیس های V_1, V_2, V_3 نشان می دهند.

مثلا اولین تراز انرژی مد متقارن را با (100) ، اولین تراز مد خمشی را با (010) و اولین تراز مد نا متقارن را با (001) نمایش می دهند. مولکولCO_2 همچنین می تواند چرخش انجام دهد. انرژی مد های چرخشی کمتر از انرژی مد های ارتعاشی است.

چند نوع گذار مجاز بین ترازهای چرخشی وجود دارد.گذارهای مجاز شامل گذارهایی هستند که در آنها عدد کوانتومی چرخشی یک واحد تغییر کند. بنابراین گذارها دارای انرژی دقیقا زیر E_0و یا بالای E_0 هستند. گذارهایی که در آن $\Delta J = +1$را شاخه Pو گذارهایی که در آن $\Delta J = -1$را شاخه R می نامند.

مولکول ها در تراز های چرخشی طبق توزیع ماکسول بولتزمن قرار گرفته اند.با افزایش انرژی جمعیت بصورت نمایی کاهش می یابد:

$$N(J) = g(J)\exp(-\frac{E}{KT}) \qquad (1\text{-}1)$$

انرژی چرخشی E، ثابت بولتزمن k ،دما بر حسب کلوین ، Jتبهگنی تراز $g(J) = 2J + 1$ است[۳].

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com