طرح و ساختمان و طرز کار یک لیزر هلیوم ـ نئون

یوسف کهن‌زاده
علی‌اصغر یراقچی
سیاوش مشفق همدانی*

مرکز تحقیقات هسته‌ای سازمان انرژی اتمی ایران

چکیده

لیزر هلیوم ـ نئون را می‌توان اولین لیزر مرئی با پرتو مداوم دانست که در ایران با وسایل ابتدایی موجود در این مرکز ساخته شده و کار کرده است.

اولین لیزر هلیوم ـ نئون پس از مدتی کمتر از یکسال کوشش به کار افتاد، سپس چندین نمونهٔ دیگر از این لیزر پیاپی شروع به کار کردند، لیکن به علت کمبود وسایل و امکانات کافی بزرگترین طول عمر آنها حدود ۴۰۰ ساعت بوده است. اکنون کوشش می‌شود برخی از نقصهایی که رفع آنها تا اندازه‌ای میسر است برطرف گردد تا طول عمر این لیزرها با انواع مشابه خارجی آنها که حدود ۱۰۰۰۰ ساعت است قابل مقایسه باشد. قدرت مداوم این لیزرهای مرئی حدود ۱/۵ میلی وات و از نوعی است که دارای آینه‌های خارجی‌اند. تمام قسمتهای این لیزر در مرکز تحقیقات هسته‌ای ساخته و تهیه شده‌اند، بجز آینه‌ها و پنجره‌های آن که آنها نیز در آینده جزء طرحهای اجرایی آزمایشگاه اپتیک، در این مرکز، تهیه خواهندشد.

---

* *این مقاله توسط آقایان یوسف کهن‌زاده و علی‌اصغر یراقچی تهیه شده و آقای سیاوش مشفق همدانی ضمن مرور مجدد، مطالبی به آن افزوده‌اند.*

مقدمه

اولین لیزر هلیوم ــ نئون در سال ۱۹۶۰ توسط پروفسور علی جوان وهمکاران کشف شد (۱) وآن ، لیزر هلیوم ــ نئون با طول موج مادون قرمز ۱/۱۵ میکرون بود . دوطول موج دیگر نیز برای همین مخلوط گازها ، یکی مادون قرمز ۳/۳۹ میکرون ودیگری مرئی بطول موج ۶۳۲۸ انگستروم بعدا" کشف شدکه امروزه بیشتر لیزر هلیوم ــ نئون با پرتوهای مرئی آن برای استفاده های گوناگون در آزمایشگاهها وکارهای ساختمانی و غیره به کار گرفته می‌شود . این لیزر امروزه پر فروش‌ترین و رایج ترین لیزر است وطی سالهای گذشته فن شناسی کاملا" پیشرفته‌ای‌رابه وجود آورده است .

بااستفاده از لیزرهلیوم ــ نئون با طول موج مرئی می‌توان آزمایشهای بسیارآموزنده‌ای را درزمینه بصری به سهولت‌انجام داد . ازاین جهت این لیزر به عنوان یک وسیله آموزشی پیشرفته در دبیرستانها ودانشگاهها موارد استفاده بسیار زیادی دارد . دراین مقاله سعی شده است فن ساختمان این لیزر به صورت هرچه ساده تر عرضه شود تادانشجویان پیشرفته و علاقه‌مندان بتوانند باپیروی ازاین اطلاعات نمونه‌ای ازآن را درآزمایشگاههای خودبسازند .

ساختمان لیزر هلیوم ــ نئون مانند همه لیزرهای دیگر شامل سه قسمت اساسی به شرح زیراست :

۱ــ ماده پرتوزا ، یعنی مخلوط گاز هلیوم ــ نئون

۲ــ منبع انرژی ، یعنی تخلیه الکتریکی درمخلوط گازها

۳ــ حفره بصری که از دو آیینه در دوطرف لوله شیشه‌ای پلاسمای شامل مخلوط گازها و الکترودها تشکیل شده است .

دراین گزارش پس از شرح مختصری دربارهٔ تئوری لیزر هلیوم ــ نئون ، در مورد طرح و ساختن آن درمرکزتحقیقات هسته‌ای وسپس برخی مشکلات موجود درتهیهٔ لیزر با طول عمر کافی بحث خواهدشد .

تئوری لیزر هلیوم ــ نئون

همانطور که پیشتر اشاره شد هر لیزر ازسه قسمت اصلی تشکیل شده است که اینک درمورد لیزر هلیوم ــ نئون هریک ازقسمتهای آن به تفصیل شرح داده می‌شود :

۱ــ مادهٔ پرتوزا یامخلوط گاز هلیوم ــ نئون

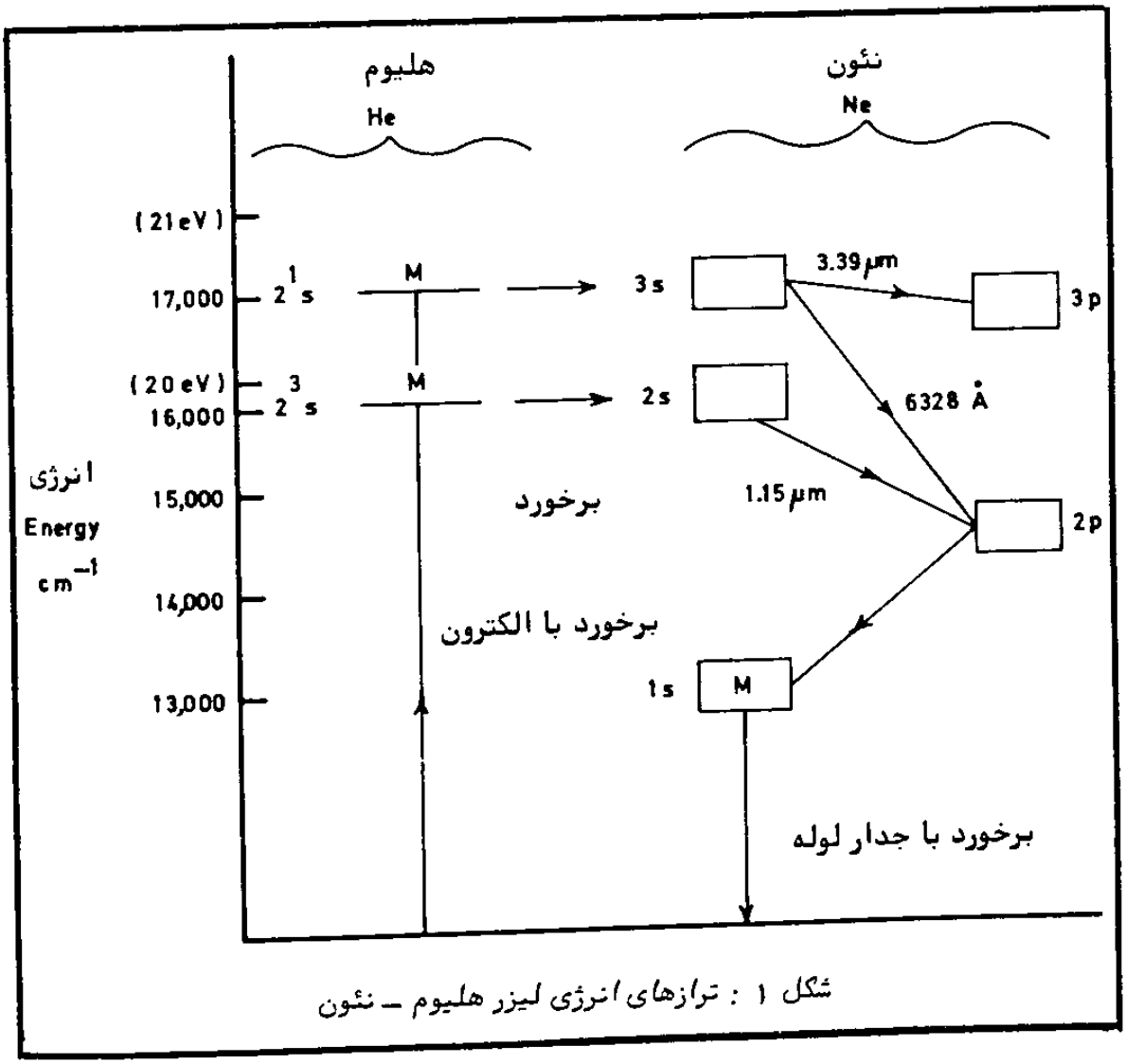
نسبت مخلوط گازهای هلیوم ــ نئون بین ۵ تا ۷ برابر است . گازها بایدکاملا" خالص باشند ، یعنی خلوصی درحدود ۹۹/۹ درصد لازم است . این گازها بافشاری حدود۲ تا ۳ میلیمتر جیوه (Torr ــ تور) درلوله شیشه‌ای ، به قطر یک تا یک ونیم میلیمتر ، قرار دارند

که دارای دو الکترود ولتاژ بالا برای تخلیهٔ الکتریکی در گاز است .

برای عمل لیزر هلیوم ــ نئون فشار داخل لوله با قطر شیشه دارای رابطهٔ شناخته شده زیر است :

$$P = \frac{3/6}{\text{قطر لوله به میلیمتر } D} \qquad (1)$$

فشار مخلوط گازها به Torr پس از تخلیهٔ الکتریکی در گاز، بر اثر وجود میدان الکتریکی بسیار شدید ، الکترونهای کاتد با اتمهای هلیوم که تعدادشان به مراتب بیش از نئون است با سرعتهای زیاد برخورد می‌کنند و قسمتی از انرژی حرکتی خود را به اتمهای هلیوم می‌دهند و در نتیجه الکترونهای اتم هلیوم به ترازهای بالاتر انرژی صعود می‌کنند . شکل ۱ ترازهای انرژی اتمهای هلیوم و نئون را نشان می‌دهد .



شکل ۱ : *ترازهای انرژی لیزر هلیوم ــ نئون*

همانطور که در شکل دیده می‌شود چندین تراز اتمهای نئون به موازات ترازهای انرژی اتمهای هلیوم‌اند . پس اتمهای نئون نیز به نوبه خود در برخورد با اتمهای هلیوم همان انرژی را از آنها جذب کرده و الکترونهایش به ترازهای بالا صعود می‌کنند . اینگونه اتمها را اتمهای تحریک شده (Excited Atoms) می‌نامند . چون مدت حضور اتمها در این

ترازهای انرژی نسبتا " زیاداست بدین ترتیب اتمهای نئون تحریک شده به اندازه کافی وجود خواهند داشت تاتشکیل جمعیت معکوس(۲) (Population Inversion)رادرماده بدهند . نزول این الکترونهاازطبقه‌های بالایی انرژی به طبقه های زیرین همراه با ازدست دادن انرژی به صورت پرتواست .

جهش الکترونها ازطبقه های بالایی به طبقه‌های زیرین می‌تواندبه سه صورتی که درشکل (۱) نشان داده شده است انجام پذیردکه هرکدام باطول موج خاصی همراه است وبدینگونه است که این لیزر سه طول موج مختلف دارد .

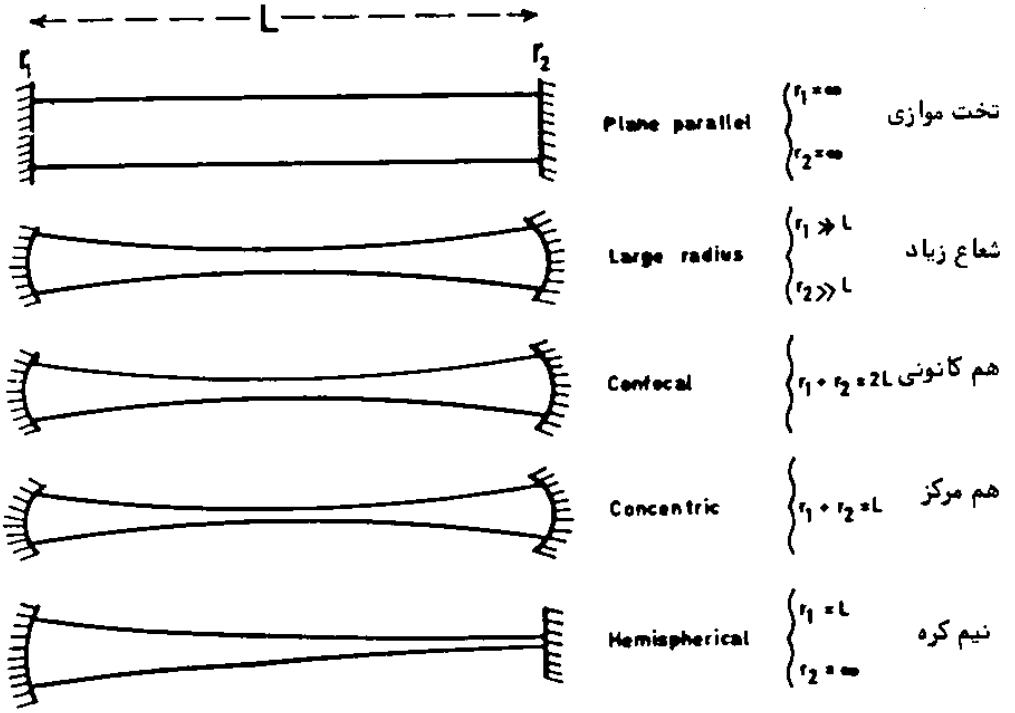
۲ـ پمپ انرژی

برای آنکه بتوان ماده پرتوزا یعنی اتمهای نئون رابه حالت تحریک شده رسانید به یک منبع انرژی نیازاست که درمورد لیزر هلیوم ـ نئون همان تخلیه الکتریکی است که قبلا "در موردآن توضیح داده شد . جریان الکتریکی و ولتاژ لازم به فاصله بین الکترودها ، تعدادآنها وقطرداخلی لوله بستگی دارد . ضمنا " یک مقامت متعادل کننده(Ballast Resistor) که باتخلیه الکتریکی سری باشد نیزلازم است ومنبع بایدبتواند درمخلوط گازتخلیه الکتریکی ایجادکندواین تخلیه را ، باجریان به حالت مطلوب نگهدارد .

۳ـ حفره نوری (Optical Cavity)

چنانچه ماده پرتوزا ، یعنی گازنئون ، تحریک شده ودرآن جمعیت‌معکوس بوجودآمده باشد امکان پرتوپراکنی ساده درهمه جهات وجود دارد واین عمل باهیچگونه کنترل یا استفاده به صورت مفیدی انجام نخواهدگرفت لیکن اگر این ماده تحریک شده درحفره نوری متشکل از دوآیینه‌ای که مدار نوری بسته‌ای راتشکیل می‌دهند قرارگیرد (شکل ۲) ، پرتوپراکنی سازنده‌ای صورت می‌پذیرد ونور حاصل عمود برآیینه‌ها ، در اثر عبور مکرر ازماده ، تقویت می‌شودوعمل لیزر انجام می‌گیرد (۲) .

آیینه های حفره می‌توانندصاف ، مقعریامحدب باشند ، تنها به شرط‌آنکه مداربسته‌نوری تشکیل دهند . ضریب انعکاس این آیینه ها حدود۹۹ درصداست وتنها دریک طول موج معین این ضریب می‌تواند بهتراز ۹۹ درصد نیزباشد . اینگونه انعکاس توسط چندین لایه‌نازک از عایقهاانجام می‌گیرد . درهرحال چون آیینه‌ها ۱۰۰ درصد انعکاس ندارند مقداری‌ازنور لیزر ازآنهاعبورمی‌کندکه همان پرتو لیزر مفید موردنظر ماست . پس ازقدری تامل پی می‌بریم که یک حالت تعادل بین پرتوپراکنی ماده ونورخارج شده ازحفره باید برای لیزرهای باامواج مداوم (Continuous Waves) بوجود آید ، به عبارت دیگر مقدارانرژی ازدست رفته (خارج شده) ازحفره نوری بایدتوسط تشعشع ماده جبران شود . برای لیزرهای باپرتومداوم



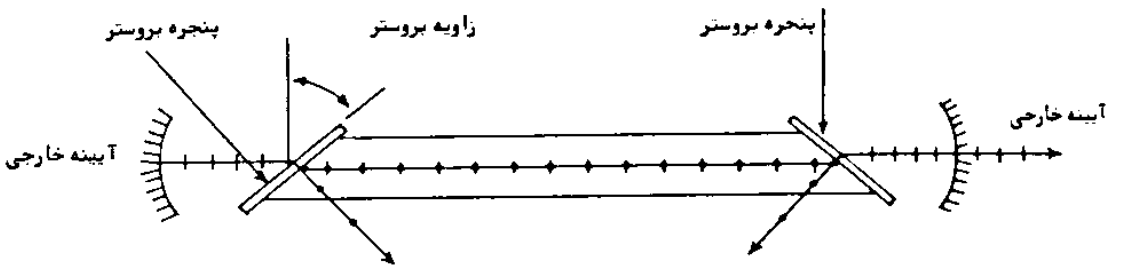
شکل ۲ : چند مدار نوری بسته

انرژی بر واحد زمان ، یعنی قدرت ، گویاتر از انرژی است . قدرت لیزر با طول مادهٔ تحریک‌شده رابطه مستقیم نمایی دارد و برای‌لیزرهلیوم– نئون ، با طولی در حدود ۳۰ سانتیمتر ، قدرتی در حدود ۱ الی ۲ میلی وات عادی است .

طرح وساخت لیزر هلیوم ـ نئون

دو نوع لیزر هلیوم ـ نئون به طرزی ساده در شکلهای ۳ و ۴ نشان داده شده‌اند . نوع‌اول (شکل ۳) دارای لوله‌ای شیشه‌ای است که دو انتهای آن به زاویه بروستر بریده شده‌اند و دارای آیینه‌های جدا از لوله‌اند و بدین سبب آنها را از نوع آیینه‌های خارجی می‌نامند . این طرح ، تنظیم آیینه‌ها را جدا از ساختمان لولهٔ شامل مخلوط‌گازها میسر می‌سازد و ضمنا "کارباآیینه‌های مختلف و تشکیل حفره‌های نوری مختلف را نیز ممکن می‌کند .

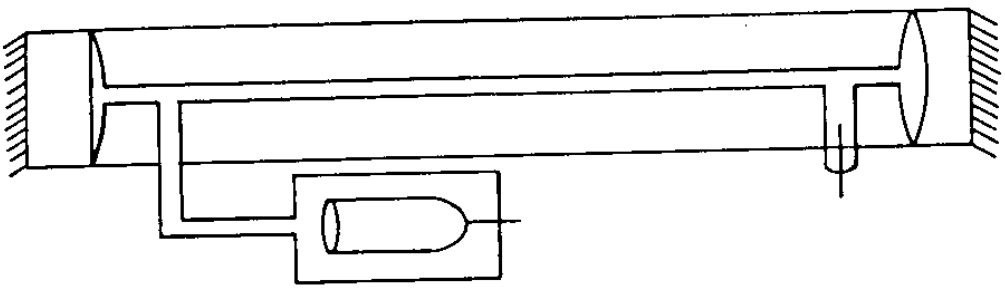
در طرح دیگر که در شکل ۴ نشان داده شده است پنجره‌های بروستر حذف شده و در عوض آیینه‌ها مستقیما " بر لوله قرار گرفته‌اند لیکن عمل میزان آنها ، قبل از انجام عمل لیزر درلوله ، باید کاملا " صحیح انجام گیرد و چون این عمل با وسایل موجود در مرکز تحقیقات‌هسته‌ای ممکن نبود بنابراین طرح ساختمان اول (شکل ۳) در نظر گرفته شد .



شکل ۳ : لیزر با آینه‌های خارجی

لولهٔ شیشه‌ای لیزر از شیشه‌های صاف فابریکی موجود در مرکز انتخاب شده است . قطر داخلی شیشه ۱ تا ۲ میلیمتر و قطر خارجی آن ۹ تا ۱۱ میلیمتر است . پس از انتخاب لولهٔ شیشه‌ای بزرگترین اشکال ، تعبیه الکترودها به روی آن است زیرا جوش فلز به شیشه در مرکز ممکن نبود و با وجود کوشش فراوان برای جوش مس به پیرکس این کار آنچنان که بتواند خلایی بهتر از ۱۰-۵ میلیمتر جیوه را نگهدارد امکان پذیر نبود . بالاخره در پایان جوش تنگستن‌به‌پیرکس مورد عمل قرار گرفت . البته این مورد نیز به علت کمبود و گرانی فلز تنگستن در ایران کاری دشوار است ، گر چه جوش تنگستن به پیرکس برای آند کاملا " کافی و رضایت بخش است‌لیکن‌کاتد احتیاج به سطح بسیار زیادی دارد و باید از جنس‌آلومینیوم انتخاب شود . همچنین کاتد باید متشکل از یک قطعه باشد تا در لیزر آلودگی ایجاد نکند ، و باز جوش‌آلومینیوم به شیشه یا جوش تمیز فلز دیگری به آلومینیوم امکان پذیر نبوده است . این مطلب هنوز یکی ازمهمترین‌اشکالهای ساختن لیزرهای بسته مانند هلیوم ـ نئون می‌باشد . مسئله دیگر برش دو انتهای لولهٔ شیشه به زاویه بروستر است که با استفاده از دستگاه مرز کارگاه برش، زاویه مورد نظر نه چندان دقیق ولی تا اندازه‌ای مورد اطمینان ، در دو طرف لوله شیشه‌ای ایجاد شد . زاویه بروستر برای پنجره‌های بروستر ، که از جنس کوارتز با ضریب شکست ۱/۵۴ است ، حدود ۳۳ تا ۳۴ درجه است . در حال حاضر برش لوله به صورت دقیق در آزمایشگاه اپتیک توسط ماشینهای مخصوص برش شیشه و منشور انجام می‌گیرد .

مرحله بعدی در ساختن لیزر هلیوم ـ نئون تعبیه گتر (Getter) در داخل لوله است که برای تمیز کردن لوله لیزر از هر گونه گازهای زاید مانند CO_2 بخار آب ، نیتروژن ، CO و غیره که بعد از خلاء در شیشه باقی می‌ماند کاملا " ضروری است . گتر حلقه‌ای است با یک شیار داخلی پر از باریوم (Barrium) که بر اثر گرم شدن می‌تواند گازهای یاد شده‌راجذب‌کند . اشکال اصلی در این مورد موجود نبودن دستگاه تولید حرارت ، با فرکانس رادیویی (RE Generator) ، بود زیرا اکثر گترهای موجود دایره‌ای بوده که با RF گرم می‌شوند . برای این منظور از شرکت ترانس پیک (سازنده تلویزیون) کمک خواسته شد و لی از آنجا که



شکل ۴ : لیزر بدون پنجره‌های بروستر

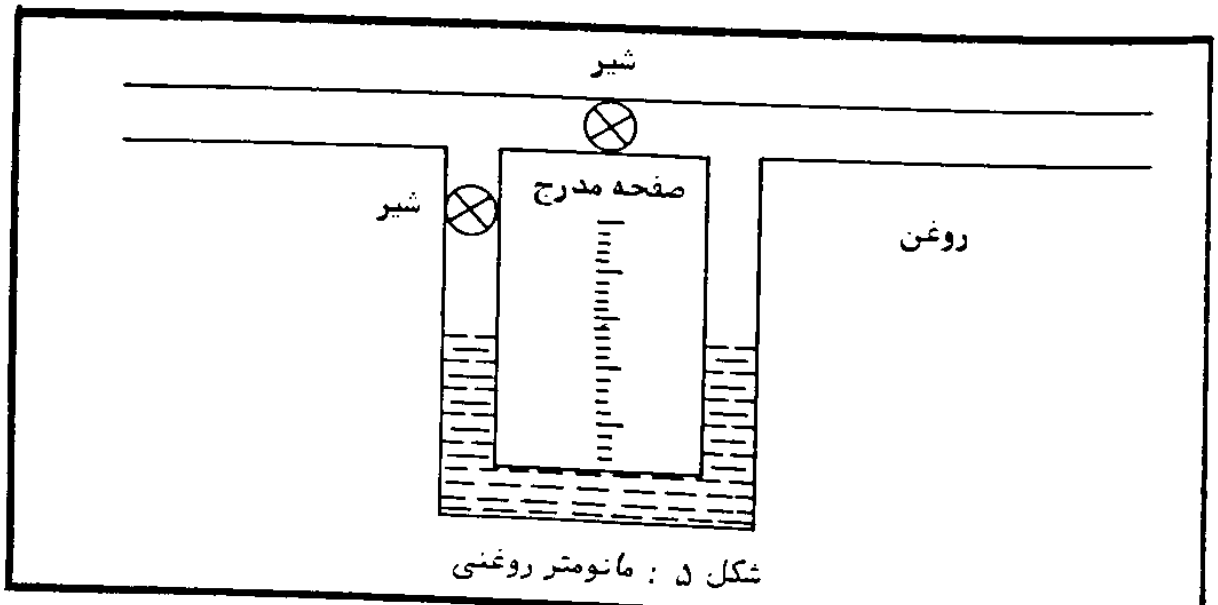
وسایل آنها نیز کافی نبود بالاخره برای به کار انداختن گترها از جریان الکتریکی استفاده شد بدین ترتیب که گترهای دایره‌ای در نقطه‌ای قطع و دو سر آنها به الکترودهای خارجی یک ترانسفورماتور، با جریان زیاد، در حدود ۵ تا ۱۰ آمپر و ولتاژ پایین در حدود ۶ ولت، متصل شد. البته تعبیه گتر در داخل لوله با دو سر الکترودهای گرم کننده آن خود نیز خالی ازاشکال نبود زیرا پس از جوش تنگستن به شیشه اتصال گتر به تنگستن بدون گرم کردن گتر و سوزاندن مادهٔ فعال گیرنده گاز آن، یعنی اکسید باریوم، امکان پذیر نیست بدین سبب گترها ابتدا اجبارا" به میله‌های باریک الکونیکل و سپس به تنگستن تعبیه شده در شیشه جوش داده شد. این مسئله هنوز تولید اشکال می‌کند زیرا میله‌های باریک الکونیکل خود دارای مقاومتی بیش از مقاومت گترهایند و در نتیجه قبل از گتر، سرخ و ذوب شده و بالاخره از هم جدا می‌شوند. به همین علت اجبارا" سیمهای مسی جایگزین میله‌های الکونیکل شدند و فعلا" به صورت رضایت‌بخشی عمل می‌کنند. در مراحل بعدی با استفاده از دستگاه RF بخش فیزیک پلاسما و گترهای دایره‌ای این مسئله به صورت رضایت‌بخشی حل شد لکن مسئله جوش گتر به تنگستن به صورت تمیز هنوز باقی است و در نظر است این مسئله در آینده به کمک جوشکاری با لیزر حل شود.

شستشوی داخلی شیشه‌ها برای تمیز کردنشان از این نظر که حداقل آلودگی را داشته باشند بسیار مهم است. پس از آزمایشهای فراوان برای شستشو روش فعلی مورد توجه قرار گرفت. شستشو را با مواد قلیایی شروع می‌کنند سپس با اسید نیتریک ـ الکل متیلیک ـ استون ودر پایان با آب مقطر به ترتیب ادامه می‌دهند. مرحلهٔ مهم آن است که پس از شستشو با آب مقطر باید لوله را فورا" با پمپ تخلیه و حرارت خشک کرد.

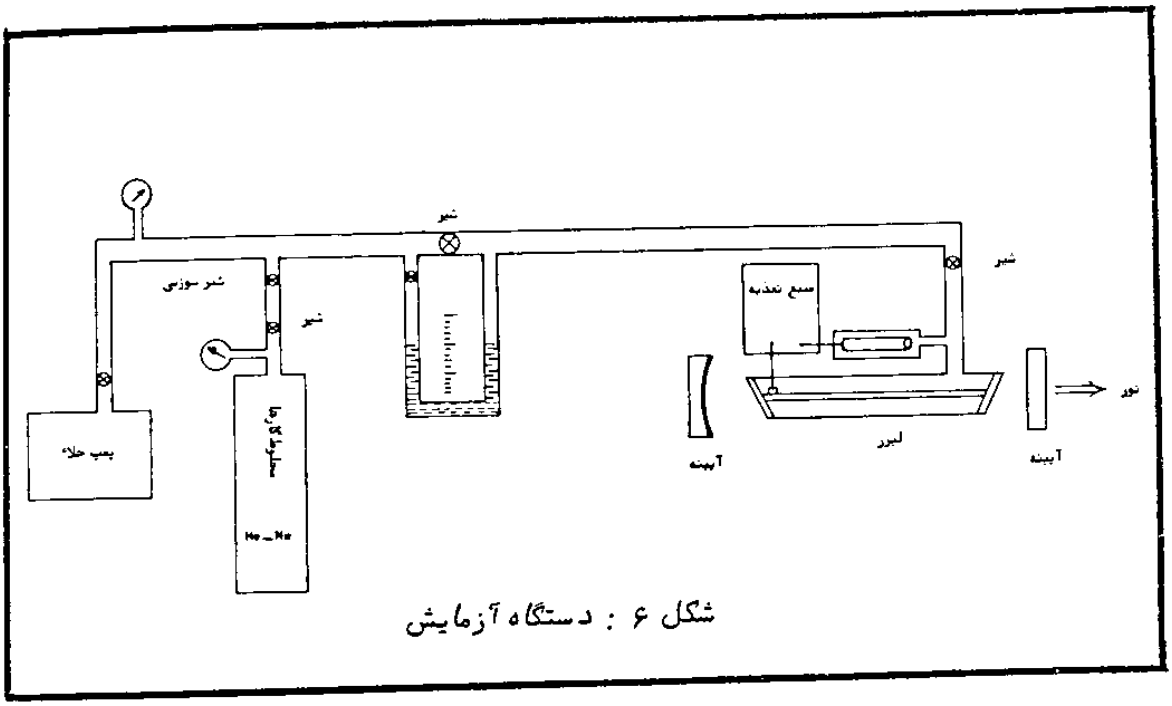
پس از آنکه لوله لیزر کاملا" آماده شد با قرار دادن پنجره‌های بروستر (Brewster Windows) برد و انتهای آن لوله را به دستگاه خلاء متصل می‌کنند و پس از یک امتحان مقدماتی از شایستگی زاویه بروستر لوله پنجره‌ها را با چسب اپاکسی خلاء (Vacuum Epoxy) به لوله می‌چسبانند. ایجاد خلاء مطلوب تا مدتی با اشکالهای زیادی روبه‌رو بوده است زیرا دستگاه خلاء مناسب وجود نداشت و بدست آوردن خلاء بهتر از

10^{-2} میلیمتر جیوه (Torr) به وسیله پمپ‌های کوچک عملی نمی‌شد. همچنین دستگاهی که بتواند گازهای موجود هلیوم خالص و نئون مورد استفاده در لامپ‌های نئون را مخلوط کندنبود. برای رفع این مشکل مخلوط‌آماده گازها با خلوص بسیار عالی ۹۹/۹۸درصد لازم برای لیزر با نسبت حجمی صحیح و همچنین پمپ خلاء بالا (High Vacuum PUMP) خریداری شد. با وجود پمپ خلاء بالا هنوز اشکالهایی وجود دارند که برخی هنوز کاملا" برطرف نشده‌اند. از جمله در محل اتصال‌ها (محل اتصال پنجره‌های بروستر به لوله پلاسما و غیره) و از لوله‌های لاستیکی که برای اتصال قسمتها به کار می‌روند هوا به داخل نفوذ می‌کند. این عیب با تعویض چسب پنجره‌های بروستر در دو طرف لوله پلاسما تا اندازه زیادی برطرف شده است، زیرا چسب‌های عادی اپاکسی در خلاء‌های پایین منفذ داشت یا در درجه حرارت حاصل از تخلیه الکتریکی، در لوله پلاسما، خشک می‌شد و هوا نفوذ می‌کرد. با صیقل دادن لوله‌ٔ شیشه‌ای در محل تعبیه پنجره بروستر از این حیث کیفیت مطلوبتری حاصل گردید.

پس از آماده ساختن لوله‌ٔ پلاسما و چساندن پنجره‌های بروستر به آن لوله را چندین بار تا میزان 4×10^{-6} میلیمترجیوه(Torr) از هوا تخلیه و سپس آن را با مخلوط گازهلیوم- نئون با فشاری بین ۲ تا ۳ میلیمتر جیوه (Torr) پر می‌کنند. برای تعیین دقیق فشار داخل‌لوله پلاسما از فشارسنج روغنی به شکل U، به نام مانومتر (Manometer)، استفاده شد زیرا در فشارهای ۲ تا ۳ میلیمتر جیوه دستگاه فشارسنج دایم حساسی موجود نیست. مانومتر یاد شده از لوله‌ای شیشه‌ای به قطر یک سانتیمتر (شکل ۵) با شیرهایی برای کنترل، در کارگاه شیشه‌گری، ساخته و در آن روغن تمیز سنگینی ریخته شد. شکل ۶ محل این مانومتر را در دستگاه خلاء و آزمایش نشان می‌دهد. با گذاردن صفحه مدرجی در پشت لوله آنچنان که بتوان تفاوت سطوح روغن را در دو شاخه مانومتر اندازه گرفت و با دانستن یا اندازه‌گیری‌چگالی روغن می‌توان فشار گازها را مستقیما" و بطور دایم در لوله پلاسمای متصل به این مانومتر



شکل ۵ : مانومتر روغنی



شکل ۶ : دستگاه آزمایش

خواند . البته هر اندازه چگالی روغن بیشتر باشد اختلاف سطحها کمتر خواهد بود و در نتیجه در موقع ایجاد خلاء از لوله بالا نمی‌کشد . حداکثر فشاری که این مانومتر با روغنش می‌تواند اندازه‌گیری کند بستگی به طول‌های U شکل دارد و مانومتر روغنی مورد بحث تا ۱۰ میلیمتر جیوه را می‌تواند اندازه‌گیری کند . بر اساس آزمایش، هر ۱/۵ سانتیمتر اختلاف سطوح روغن برابر با یک میلیمتر جیوه یا یک Torr بوده است . خطای مانومتر در حدود ۱۰درصد تخمین زده می‌شود . برای کنترل دقیق مقدار کم گازی که از فشار زیاد در مخزن گازها باید به دستگاه وارد شود به شیرهای بسیار حساسی به نام شیرهای سوزنی (Needle Valve) احتیاج است که با جست و جوی فراوان یک عدد از آن پیدا شد و مورد استفاده قرار گرفت .

پس از پر کردن لولهٔ پلاسما از مخلوط گازها ، به فشاری در حدود ۲ تا ۳ میلیمتر جیوه، در آن تخلیه الکتریکی ایجاد کرده و رنگ آن را مشاهده می‌کنند . پس دوباره آن را تا ۴×۱۰^{-۶} میلیمتر جیوه از هوا تخلیه می‌کنند . این عمل چندین بار تکرار می‌شود تا رنگ تخلیه الکتریکی به رنگ تمیز تخلیه مخلوط گازها در آید . بار آخر پس از آنکه خلاء ۴×۱۰^{-۶} (Torr) بدست آمد گترراده توسط ترانسفورماتوری تغذیه می‌شود روشن می‌کنند تا گازهای باقیمانده مانند بخار آب ، گازکربنیک ، CO ، ازت و اکسیژن باقیمانده در لوله پلاسما جذب شود . سپس شیر پمپ را بسته گاز مخلوط هلیوم ـ نئون را با فشاری معادل فرمول داده شده وارد سیستم کرده شیر مربوط به لیزر را می‌بندیم حال لیزر کاملا " آماده استفاده است و می‌توان اتصال آنرا به خلاء قطع کرد . برای مشاهده نور لیزر لازم است که لوله را در حفره اپتیکی قرار داد و حفره را با لوله آنچنان تنظیم کرد که محور لوله با مرکزهای دو آئینه تشکیل خط کاملا " راستی بدهد تا نور بتواند بدون هیچگونه مانعی بگذرد و در نتیجه تقویت نور مداوم لیزر را تولید کند ، یا به اصطلاح فنی لیزر کند .

نورساطع شده دارای رنگ قرمزنارنجی ، به طول موج ۶۳۲۸ انگستروم‌است . حفره اپتیکی از دوآیینه بر روی جا آیینه‌هایی تشکیل شده است . این جاآیینه ها (Mirror Mount) دارای دوکنترل حول دو محور افقی وعمودی اندکه ازمرکز آیینه می‌گذرند وبااستفاده از نور لیزر دیگری می‌توان آیینه ها راآنچنان میزان کرد که نور لیزر کمکی کاملا" برخودش منطبق گرددواز داخل لوله لیزر آزمایشی نیزبگذرد .

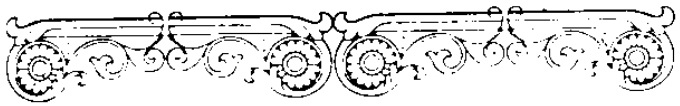
حفره سیستم این لیزرهای مرکزتحقیقات هسته‌ای شامل دوآیینه یکی باشعاع $R_1 = ۶۰$ سانتیمتر وضریب عبور $T_1 = ۰/۰۴\%$ ودیگری با شعاع $R_2 = ۱۲۰$ سانتیمتر و ضریب عبور $T_2 = ۲/۳\%$ است . واضح است که نور خروجی از لیزر ازآیینه دوم ساطع می‌شود. عمل تخلیه الکتریکی توسط منبع تغذیه‌ای که دراین مرکز ساخته شده انجام می گیرد . این منبع دارای قدرتی بین ۳۴ تا ۶۰ وات است که ازیک ترانسفورماتور لامپهای نئون استفاده می کند ومی‌تواند حدود KV ۹ با ۲۵ میلیمتر قدرت خروجی ارائه دهد که برای تخلیه لوله پلاسمای لیزر کافی است .

قدرت لیزر که توسط یک قدرت سنج (Power Meter) وهمچنین فوتودایود (PIN) اندازه‌گیری شده حدود ۱/۵ میلی وات است . اولین لیزری که دراین مرکزشروع‌به کارکرد حدود یک ساعت لیز کرد وسپس خاموش شد . علت این امر نداشتن کاتد بود . بدین معنی که سیستم تنگستن که گتر بر آن سوار شده بود خود نیز به عنوان کاتد عمل می کرد ولی چون به سطح بزرگی از کاتد نیاز است وهمچنین به علت پخش دود و ذرات از گتر ،لوله آلوده شد ولیزر از کار افتاد . پس از اولین لیزر تا به‌حال چهار لیزر هلیوم ـ نئون دیگر دراین مرکزشروع به کار کرده‌اندکه هر یک اندکی بهتر از دیگری بوده و بسیاری از مسایل ومشکلات نمونه های قبلی را نداشته است . بهترین لیزر حدود ۴۰۰ ساعت کار کرد وفعلا" مرکز در تکاپوی ساختن لیزری است که بتواند طول عمری مشابه بانمونه های خارجی یعنی ۱۰٫۰۰۰ ساعت داشته باشد . بیشتر مشکلات موجود در ساختن وبه کار انداختن لیزر درحین گزارش قسمتهای دیگر مورد بحث قرار گرفت و راه حلهای آنها نیزگفته شد .

بررسی نتایج

یکی ازحساسترین مرحله‌های ساخت لیزر هلیوم ـ نئون تعیین نسبت مناسب هلیوم به نئون است . از روشهایی که در این مورد بسیار مثمر ثمر قرار گرفت طیف نگاری ازتخلیه الکتریکی ، پس ازپرکردن لوله ، بود . چنانچه شدت‌خطوط $۵۸۵۲/۵\ A^{\circ}$ نئون و $۵۸۷۵/۶\ A^{\circ}$ هلیوم را توسط طیف نگاری مشخص کنیم دریک مخلوط خوب نسبت شدت خط اولی به دومی باید بین ۰/۷ تا ۱/۵ باشد . همچنین از آنجا که حضور کمترین مقدار هیدروژن در مخلوط سبب از کار افتادن لیزر می شود می‌توان با طیف نگاری شدت خط‌آبی $۴۸۶۱/۳\ A^{\circ}$ هیدروژن‌را اندازه‌گیری کرد .

به عنوان مثال در یک لیزر سالم که مورد مطالعه قرار گرفت نسبت دو خط اولی حـــدود ۰/۷ و خط طیفی هیدروژن بکلی غایب بود لکن در یک لیزر از کار افتاده نسبت مورد نظـــر حدودا " ۰/۵ و شدت خط طیفی هیدروژن از خط طیفی مربوط به نئون بیشتر بود . در ایـــن لیزر با روشن کردن مجدد گتر آن مقداری از هیدروژن از بین برده شد و شدت خط آبی پس از این عمل از شدت خط نئون کمتر شد و نسبت مورد نظر نیز به ۰/۸ تغییر پیدا کرد لکن هنـــوز وجود مقدار زیادی هیدروژن در مخلوط گازی مانع از عمل لیزر می‌گردید . با توجه به نتیجه‌های بالا به نظر می‌رسد که تکنیکهای ساختمان و کنترل کیفی نتایج تا حد پیشرفته و قابل قبولی در دست است و امکان ساختن نمونه‌هایی ، با طول عمر مشابه ، با نمونه‌های تجارتی خارجـــی ، در آینده نزدیک را نوید می‌دهد .



References:

1- A. Javan, W.B.Bennett, Jr, and D.R.Herriot,
Phys. Rev.Lett. 6, 106-110, Fed, 1961

2- A.E.Siegman, An Introduction to Lasers and Masers
Mc. Graw - Hill, 1971

Design, Construction and Performance of a He- Ne Laser

A. Yaraghci
Y. Kohanzadeh
S.M. Hamedani
Laser Department,
A.E.O.I. Tehran, Iran.

Abstract

The He - Ne Laser is the first visible continuous wave laser that has been designed, constructed and operated in Iran. The first He - Ne operated after less than a year effort.

Afterward, a few lasers have lased one after another. However, the longest life time has been opproximately 400 hours. Due to many shortcomings such as availability of clean space and knowledgeable glass blowers, longer lifetimes have not been achieved yet.

The continuous wave (CW) power of these lasers is about 1.5 mW.

These lasers are of the Brewster window type with external mirrors. Except for the Brewster windows and the dielectric coated laser mirrors, the rest of the system was all built in this center and it is hoped that the other two parts also will be manufactured in the optics shop in the near future.