



وب سایت تخصصی برق و الکترونیک ECA

عنوان :

لیزر و کاربردهای آن

نگارش :

امیرارسلان

فروردین ۸۹

دید کلی

لیزر مخفف عبارت *light amplification by stimulated emission of radiation* می باشد و به معنای تقویت نور توسط تشعشع تحریک شده است. لیزر دسته نوری است که می تواند بدون اینکه از شدت آن در اثر انتشار کاسته شود، بطور موازی منتشر گردد. سالیان درازی است که در این خصوص بحث و گفتگو می شود و حتی هر روز شاهد اختراعات جدید هستیم و پیش بینی می شود که در آینده چندین کیلومتر از درختان جنگلی برای ایجاد جاده در یک چشم بر هم زدن قطع شوند یا با بیماری سرطان بطور قطعی مبارزه شود. در روزگار ما در نتیجه پیشرفت تکنولوژی دامنه استفاده از برخی اختراعات و اکتشافات چنان گسترش یافته که می توان گفت انقلابی بزرگ در علم و صنعت پدید آورده است

نگاه اجمالی

لیزر کشفی علمی می باشد که به عنوان یک تکنولوژی در زندگی مدرن جا افتاده است. لیزرها به مقدار زیاد در تولیدات صنعتی، ارتباطات، نقشه برداری و چاپ مورد استفاده قرار می گیرند. همچنین لیزر در پژوهشهای علمی و برای محدوده وسیعی از دستگاههای علمی، موارد مصرف پیدا کرده است. برتری لیزر در این است که از منبعی برای نور و تابشهای کنترل شده، تکفام و پرتوان تولید می کند. تابش لیزر، با پهنای نوار طیفی باریک و توان تمرکزیابی شدید، چندین برابر درخشانتر از نور خورشید است

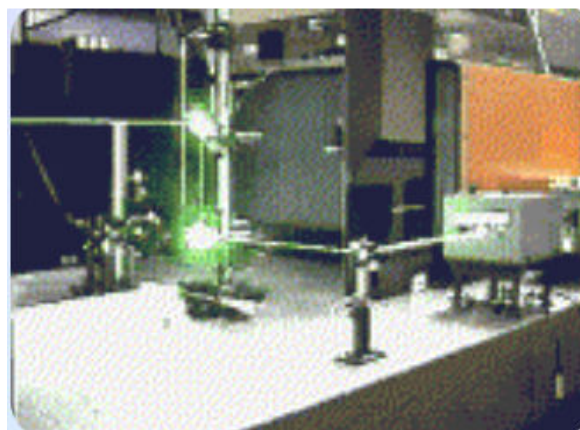
سرگذشت لیزر

با اینکه نظریه انیشتن در مورد امکان تابش اجباری از خیلی قبل بیان شده و معلوم بود، لیکن پس از چندین دهه و در سال ۱۹۵۴ اولین بار دانشمندان شوروی سابق ه.گ. باسوف و آ.ام. پروخوف همزمان با دانشمندان آمریکایی ج. تائونس امکان پیدا کردند، تابش اجباری را مشاهده کنند. پانزده سال قبل از آن در سال ۱۹۳۹ فیزیکدان جوان مسکوئی و.آ. فابریکانت در تز دکترای خود استدلال کرد که می توان محیطهای فعالی برای ایجاد تابش اجباری بوجود آورد و اشعه تقویت شده تهیه کرد. شروع جنگ موجب تعطیلی این کار شد. ولی در سال ۱۹۵۱ و.آ. فابریکانت با عده ای از دستیاران خود بیانیه ای منتشر ساخته و اختراع خود را به نام در اصول صنعتی تقویت تابش الکترومغناطیسی پیشنهاد کرد. این اصول قبلا از نظر تئوری در سال ۱۹۱۷ توسط انیشتین بیان شده بود. این پیشنهاد شامل راههای تقویت اشعه فرابنفش، مرئی، فروسرخ و امواج رادیویی بود. در این زمان در انستیتوی فیزیک آکادمی علوم شوروی سابق شاگرد و معلم آ.م. پروخوف، و. گباسوف روی تقویت امواج بطور آزمایش کار می کردند

انواع لیزر

لیزر حالت جامد

در این نوع لیزر ، ماده فعال ایجاد کننده لیزر ، یک یون فلزی است که با غلظت کم در شبکه یک بلور یا درون شیشه ، به صورت ناخالصی قرار داده شده است .فلزاتی که برای این منظور بکار می‌روند عبارتند از :



اولین سری فلزات واسطه

لانتانیدها

آکتینیدها

ازمهمترین لیزرهای حالت جامد می‌توان از لیزر یاقوت که یک لیزر سه تراز است و لیزرهای نئودیمیوم ($Nd:glass$, $Nd:YAG$) می‌توان نام برد

لیزر گازی

ماده فعال در این سیستمها یک گاز است که به صورت خالص یا همراه با گازهای دیگر مورد استفاده قرار می‌گیرند. بعضی از این مواد عبارتند از :نئون به همراه هلیوم(لیزر هلیوم_نئون) ، دی اکسید کربن به همراه نیتروژن و هلیوم ، آرگون ، کریپتون ، هگزا فلورئید و ...

لیزر مایع

از مایعات بکار رفته در این نوع لیزرها اغلب به منظور تغییر طول موج یک لیزر دیگر استفاده می‌شود(اثر رامان) بعضی از این مواد عبارتند از :تولون ، بنزن و نیتروبنزن .گاهی محیط فعال برخی از این لیزرها را

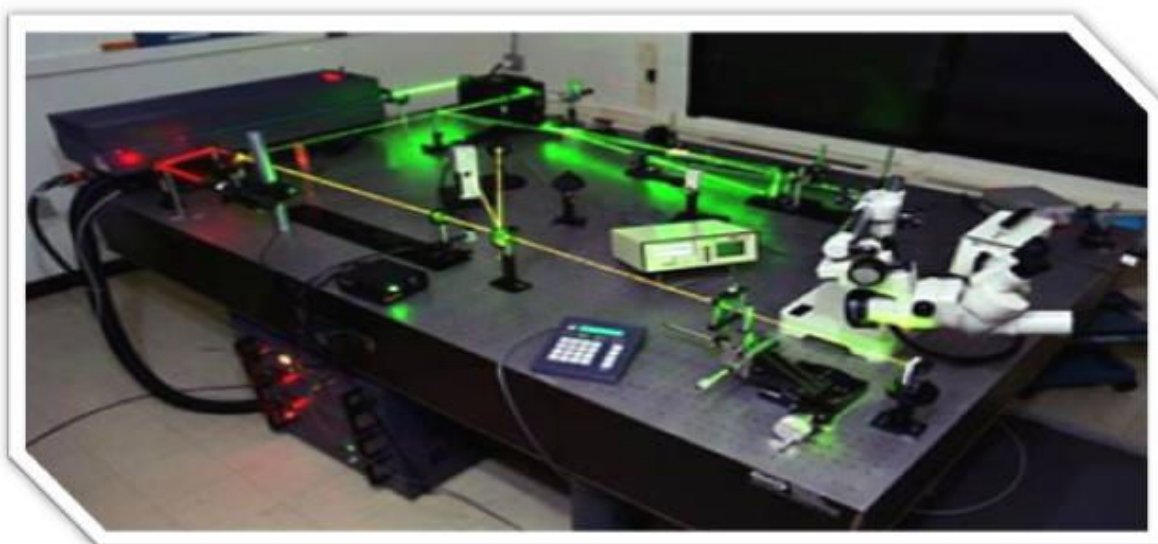
محلولهای برخی ترکیبات آلی رنگین از قبیل مایعاتی نظیر اتانول ، متانول یا آب تشکیل می‌دهد. این رنگها اغلب جز رنگهای پلی‌متین یا رنگهای اگزانتین و یا رنگهای کومارین هستند

لیزر نیم رسانا

این نوع لیزرها به لیزر دیود و یا لیزر تزریقی نیز معروفند. نیم رساناها از دو ماده که یکی کمبود الکترون داشته ، (نیم رسانای نوع p و دیگری الکترون اضافی دارد، (نیم رسانای نوع n تشکیل شده‌اند. وقتی این دو به یکدیگر متصل می‌شوند، در محل اتصال ناحیه‌ای به نام منطقه اتصال p_n بوجود می‌آید. آن منطقه جایی است که عمل لیزر در آن رخ می‌دهد الکترونهای آزاد از ناحیه n و از طریق این منطقه به ناحیه p مهاجرت می‌کنند. الکترون هنگام ورود به منطقه اتصال ، انرژی کسب می‌کند و هنگامی که می‌خواهد به ناحیه p وارد شود، این انرژی را به صورت فوتون از دست می‌دهد. اگر ناحیه p به قطب مثبت و ناحیه n به قطب منفی یک منبع الکتریکی وصل شود، الکترونها از ناحیه n به ناحیه p حرکت کرده و باعث می‌شوند تا در منطقه اتصال ، غلظت زیادی از مواد فعال بوجود آید. با از دست دادن فوتون ، تابش الکترومغناطیسی حاصل می‌گردد. چنانچه دو انتهای منطقه اتصال را صیقل دهند، آنگاه یک کاواک لیزری بوجود خواهد آمد. اصولاً این نوع لیزرها را طوری می‌سازند که با استفاده از ضریب شکست دو جز p و n ، کار تشدید پرتو لیزر انجام شود. یکی از نقاط ضعف لیزرهای نیم رسانا همین است، زیرا با تغییر دما ، میزان ضریب شکست و به دنبال آن خواص پرتو حاصله ، تفاوت خواهد کرد. به همین دلیل لیزرهای دیودی نسبت به تغییرات دما بسیار حساس هستند. در یک نوع از این لیزرها از بلور گالیم_آرسنید استفاده می‌شود که در آن تلوریم و روی به عنوان ناخالصی وارد می‌شوند. هنگامی که در بلور فوق بجای برخی از اتمهای آرسنیک ، اتم تلوریم قرار داده شود، جسم حاصل نیم رسانایی از نوع n برده و وقتی که اتمهای روی مستقر می‌گردند، ماده بدست آمده از خود خاصیت نیم رسانای p را نشان خواهد داد

لیزر شیمیایی

در این نوع لیزرها ، تغییرات انرژی حاصل از یک واکنش شیمیایی باعث برانگیزش بعضی از فرآورده‌ها و در نتیجه وارونگی جمعیت می‌شود که به دنبال آن عمل لیزر اتفاق می‌افتد. تجزیه هالید نیتروزیل و توسط نور را می‌توان به عنوان مثال ذکر نمود. در تجزیه هالید نیتروزیل و در تجزیه ، برانگیخته می‌شود می‌تواند کلر یا برم باشد



لیزر کی لیتی

به دلیل وجود تابشهای فلورسانس پر شدت حاصل از بعضی ترکیبات کی لیتی لانتانیدها ، استفاده از این سیستمها چندان مورد توجه نبوده است . این ترکیبات ایجاد پرتو لیزر را ممکن ساخته است. یکی از مکانیسمهای پیشنهادی برای این فرآیند آن است که ابتدا لیگاند برانگیخته شده و سپس یک جهش بدون تابش درون مولکولی به تراز برانگیخته فلز صورت گیرد و به دنبال آن یون فلزی با گسیل تابش فلورسانس به تراز پایه برمی گردد این تابش سرچشمه پرتو نور لیزر است - β دی کتونها از جمله لیگاندهایی هستند که با لانتانیدها تولید ترکیبات کی لیتی می نمایند. در چنین سیستمهایی می توان با استفاده از یونهای فلزی گوناگون ، لیزرهای کنترل شده) بدست آورد. لکن نیاز به درجه حرارت پایین جهت تامین کارایی خوب ، از توجه و مطالعه در مورد این سیستمها کاسته است

کشف اولین مولد

اولین مولد توسط پروخوف و باسوف در سال ۱۹۵۴ کشف شد که توانستند با آمونیاک اولین مولد امواج فرکانس بالا را بسازند. در این مولد ، مواد فعال را مولکولهای تحریک شده آمونیاک تشکیل می دادند که از مولکولهای تحریک نشده بوسیله میدان الکتریکی غیر یکنواخت جدا می شدند. دستگاه فوق هنوز مولد کوانتایی اشعه مرئی و یا لیزر نبود. ولی مولد میکرو موجها یعنی میزر بود و به مولد ساخته شده توسط ه.گ. باسوف و /م. پروخوف شبیه بود. همچنین دانشمندان آمریکایی آ.اشا و الوف و ج.تائونس در سال ۱۹۵۸ محرز ساختند که می توان اشعه مرئی را از طریق مولدهای فوق بدست آورد و اولین مولد نیرو با نیروی محرکه داخلی توسط ت. میمن بوسیله یاقوت ساخته شد

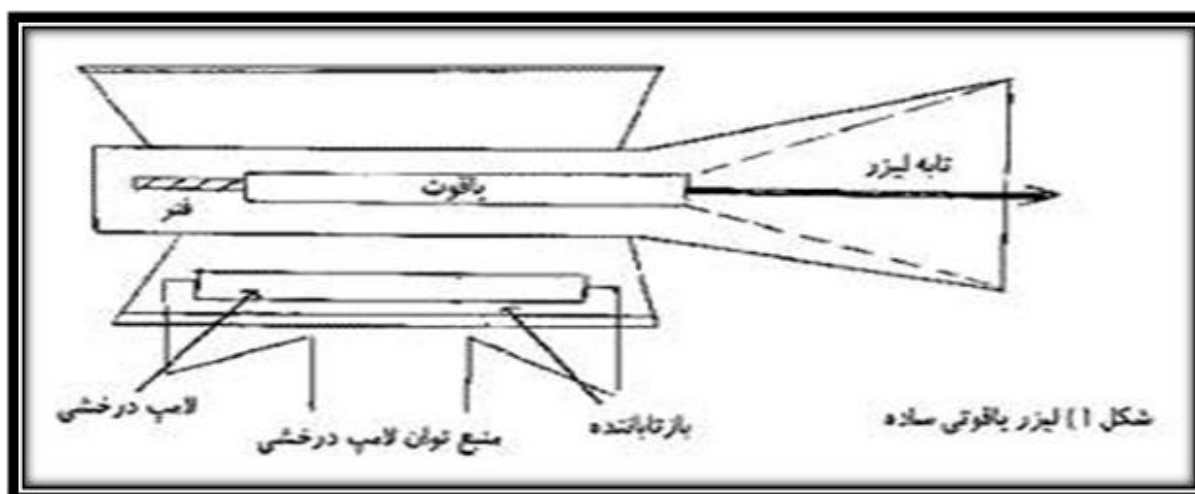


مولفه‌های مختلف لیزر

۱: پمپ انرژی یا چشمه انرژی: که ممکن است این پمپاژ اپتیکی یا شیمیایی و یا حتی یک لیزر دیگر باشد

۲: ماده پایه و فعال که نامگذاری لیزر بواسطه ماده فعال صورت می‌گیرد

۳: مشدد کننده اپتیکی: شامل دو آینه بازتابنده کلی و جزئی می‌باشد



کشف اولین مولد گازی

در پایان سال ۱۳۶۱ علی جوان اولین مولد گازی دائمی را ساخت علی جوان از انستیتو تکنولوژی ماساچوست ، یکی از پژوهنده‌های نخستین در زمینه توسعه لیزر گازی بود. روز بعد او لیزر گازی را بوسیله فرستادن پیغامی تلفنی امتحان کرد (در آزمایشگاه بل تلفن). چهل سال بعد ارتباطات بوسیله لیزر بصورت خیلی عادی در آمده و از آن در صنایع اینترنتی استفاده‌های بسیار می شود. شاید لیزر یکی از بزرگترین اختراعات تکنولوژی امروزه باشد. دکتر علی جوان هنوز هم بطور زیادی درگیر در اختراعات جدید است و پیش بینی می‌کند که روزی بجای مگاهرتز رادیویی ، جای آنرا گیگاهرتزهای لیزری خواهند گرفت ایشان از والدینی اهل آذربایجان (تبریز) در شهر تهران متولد شد و در سال ۱۹۴۹ به آمریکا آمد و چندی بعد دکترای خود را از دانشگاه کلمبیا در شهر نیویورک گرفت. از سال بعد هم در شوروی سابق و هم در آمریکا اولین مولدهای نوری با نیم هادیها مورد استفاده قرار گرفتند .عده‌ای از دانشمندان که در ایجاد اشعه لیزر موفق شدند، در سال ۱۹۶۴ موفق به دریافت جایزه لنین شدند .

تکامل لیزر

دانشمندان شوروی سابق در پیشبرد اثر جدید ، فعالیت‌های بیشتر می‌کردند. پروخوف همچنین تائومنس برای کارهای اولیه که در خصوص الکترونیک کوانتایی انجام دادند، جایزه نوبل گرفتند. الکترونیک کوانتایی با ایجاد اشعه لیزر در محلول بلورهای آبی به موفقیت عظیمی نائل شدند. در سالهای بعد لامپهای مخصوص از این مواد ساخته شد. در پایان سال ۱۹۶۷ در آزمایشگاه ب.ای.اپستانوف برای تولید اشعه لیزر بیش از ۵۰ نوع بلور مورد استفاده واقع شد. این کوششها امکانات بزرگی از لحاظ تولید لیزر با طول موجهای مختلف از فرابنفش گرفته تا مرز فرو سرخ را میسر ساخت



لیزر در فیزیک و شیمی

اختراع لیزر و تکامل آن وابسته به معلومات پایه‌ای است که در درجه اول از رشته فیزیک و بعد از شیمی گرفته شده‌اند. بنابراین طبیعی است که استفاده از لیزر در فیزیک و شیمی از اولین کاربردهای لیزر باشند. رشته دیگری که در آن لیزر نه تنها امکانات موجود را افزایش داده بلکه مفاهیم کاملاً جدیدی را عرضه کرده است طیف نمایی است. اکنون با بعضی از لیزرها می‌توان پهنای خط نوسانی را تا چند ده کیلوهرتز باریک کرد (هم در ناحیه مرئی و هم در ناحیه فرو سرخ) و با اینکار اندازه گیریهایی مربوط به طیف نمایی با توان تفکیک چند مرتبه بزرگی (۳ تا ۶) بالاتر از روشهای معمولی طیف نمایی امکان پذیر می‌شوند. لیزر همچنین باعث ابداع رشته جدید طیف نمایی غیر خطی شد که در آن تفکیک طیف نمایی خیلی بالاتر از حدی است که معمولاً با اثرهای پهن شدگی دوپلر اعمال می‌شود. این عمل منجر به بررسیهای دقیقتری از خصوصیات ماده شده است.

در زمینه شیمی از لیزر هم برای تشخیص و هم برای ایجاد تغییرات شیمیایی برگشت ناپذیر استفاده شده است. (فوتو شیمی لیزری) بویژه در فنون تشخیص باید از روشهای (پراکندگی تشدید رامن) و (پراکندگی پاد استوکس همدوس رامن) (CARS) نام ببریم. بوسیله این روشها می توان اطلاعات قابل ملاحظه ای درباره خصوصیات مولکولهای چند اتمی بدست آورد (یعنی فرکانس ارتعاشی فعال رامن - ثابتهای چرخشی و ناهماهنگ بودن فرکانس).

روش CARS همچنین برای اندازه گیری غلظت و دمای یک نمونه مولکولی در یک ناحیه محدود از فضا بکار می رود. از این توانایی برای بررسی جزئیات فرآیند احتراق شعله و پلاسما (تخلیه الکتریکی) بهره برداری شده است. شاید جالبترین کاربرد شیمیایی (دست کم بالقوه) لیزر در زمینه فوتو شیمی باشد. اما باید در نظر داشته باشیم بخاطر بهای زیاد فوتونهای لیزری بهره برداری تجاری از فوتوشیمی لیزری تنها هنگامی موجه است که ارزش محصول نهایی خیلی زیاد باشد. یکی از این موارد جداسازی ایزوتوپها است.

اصول کلی تابش لیزر

وقتی که الکترون در یکی از مدارهای مجاز یا حالت پایه قرار دارد هیچ انرژی توسط اتم ساطع نمی شود. هر یک از این مدارهای مجاز به یک تراز انرژی معین یا حالت انرژی معین مربوط می شوند. الکترونها و اتم ها با حرکت از یک مدار با انرژی بالاتر (دور تر از هسته) به یک مدار با انرژی کمتر (نزدیکتر به هسته)، انرژی از دست می دهند. این انرژی به صورت یک فوتون با انرژی است.

در اتمها مدارهای مجزا و متعددی وجود دارد و بنابر این انتقالات مختلفی ممکن اسن انجام شود. از این رو یک اتم انرژی های مختلفی را می تواند گسیل کند. به طور کلی هر اتم تمایل دارد در حالت انرژی های پایین تر قرار گیرد از این رو برای ایجاد طیف اتمی الکترونها را با تحریک کردن به تراز های بالاتر میفرستند. این عمل در لوله های تخلیه و به کمک حرارت یا برخورد الکترونهای دیگر و یا به کمک تابش با طول موجهای مناسب انجام پذیر است. هر طول موجی که توسط اتم در حال تحریک گسیل شود، میتواند توسط آن وقتی که در تراز های پایین انرژی قرار دارد جذب شود. البته انرژی فوتون های برخورد کننده باید خیلی نزدیک به اختلاف انرژی بین دو تراز انرژی اتم درگیر باشد. این حالت را جذب تشدید می گویند. اگر اتم در یک تراز پایین تر تحت تابش با فرکانس قرار بگیرد، احتمال بسیار زیادی وجود دارد که اتم با جذب این فوتون تحریک شده و به تراز بالاتر برود. این فرآیند را جذب برانگیخته می گویند.

اتم بلافاصله (چند نانو ثانیه) بعد از تحریک شدن به تراز بالاتر انرژی می رود و با گسیل فوتونی با انرژی به تراز پایین انرژی باز می گردد . فرآیند گسیل پرتو می تواند به دو صورت خود به خودی یا تحریکی انجام شود.

دو نکته در رابطه با گسیل تحریکی وجود دارد :

۱ - فوتونی که با گسیل برانگیخته تولید می شود دارای همان انرژی و فرکانس فوتون تحریک کننده است

۲ - امواج نوری مربوط به هر دو فوتون هم فازند و دارای پولاریزاسیون مشابه هستند

به این معنی که در اتمی که به صورت برانگیخته مجبور به تابش نوری می شود ، موجی که باعث ایجاد فرآیند شده به فوتون اضافه می شود به طوری که یکدیگر را تقویت می کنند و دامنه های آنها افزایش میابد پس ما امکان تقویت نور به وسیله گسیل های تحریکی تابش را خواهیم داشت.

تابش های تحریک شده همدوس هستند. یعنی همه امواج سازنده چنین تابش هایی هم فاز هستند . این فرایند با گسیل خود به خودی تفاوت اساسی دارد. چون در آنجا اتمها کاملا به صورت اتفاقی گسیل می کنند به طوری که رابطه خاص فازی بین امواج وجود ندارد و اینگونه تابش ها غیر همدوس هستند.

دمش

فرآیند تحریک ماده لیزری برای تغییر تراز و آزاد کردن انرژی را دمش می گویند. عمل دمش از طریق چندین راه امکان پذیر است از قبیل : دمش اپتیکی - دمش به کمک تخلیه الکتریکی - دمش به کمک آزاد کردن انرژی شیمیایی .

با توجه به لیزر های متفاوت و نوع ماده لیزری از روش های متفاوت دمش استفاده می شود. به طور مثال در لیزر های گازی مانند لیزر CO_2 از روش تخلیه الکتریکی استفاده می شود.

تشدید کننده های نوری

برای داشتن پرتو خروجی از لیزرها و انرژی بهینه و با توان بالا نیاز داریم که پرتو های تحریک کننده جهت تحریک ماده لیزری و افزایش انرژی را تقویت کنیم.

در بیشتر حالات تقویت کلی توسط قرار دادن آینه هایی با درصد بازتابش بالا در دو انتهای کاواک لیزر انجام می شود . پرتوی نوری بیش از حدود ۱۰۰ بار بین دو آینه رفت و برگشت می کند و به این ترتیب طول موثر ماده افزایش می یابد. آینه ها تشکیل یک کاواک نوری یا تشدید کننده می دهند و به همراه ماده فعال

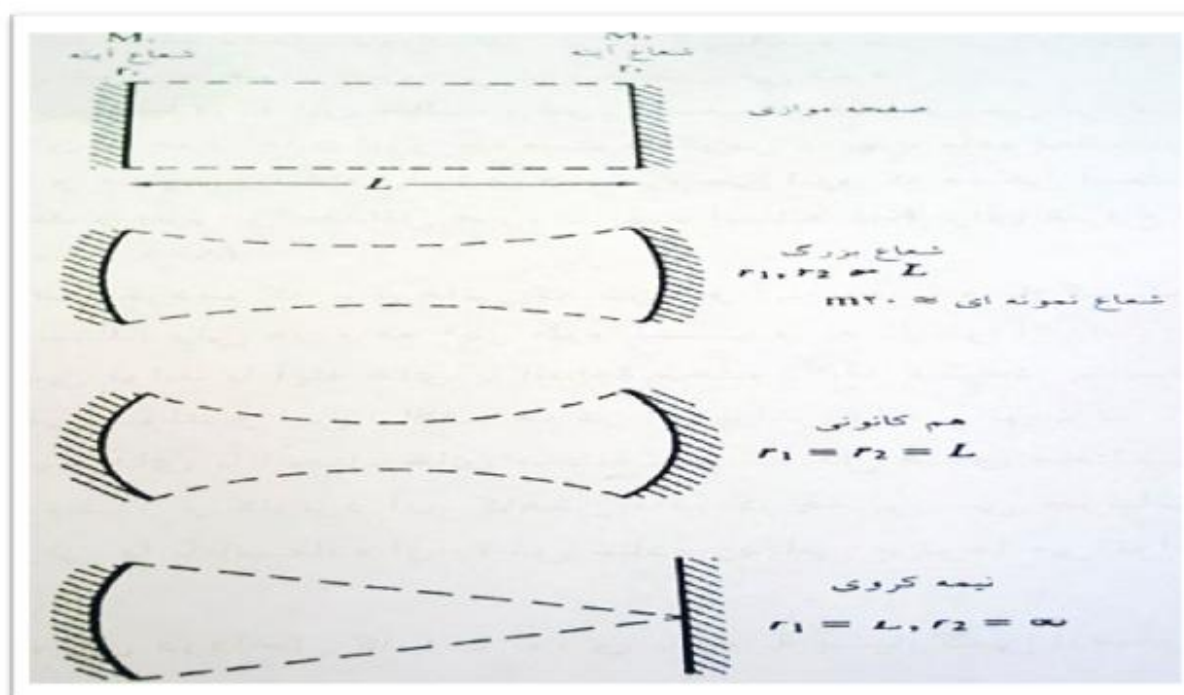
لیزری یک نوسان کننده می سازند . آینه ها در اصل مانند یک بازخور نوری از ماده تقویت کننده عمل می کنند. اساسا گسیل خود به خودی یک تغییر کوچک در فرکانس عبوری از ماده ایجاد می کند و آن را به دلیل گسیل برانگیخته تقویت می کند.

در برخورد با آینه های انتهایی اکثر انرژی به داخل کاواک باز می گردد . این نور تقویت شده مجددا با برخورد به آینه دیگر بیشتر تقویت می شود و این برآیند مدام تکرار می شود. این تغییرات تا این نوسانات به یک حالت پایدار برسند افزایش می یابد . در این حالت رشد دامنه امواج داخل کاواک افزایش می یابد و هر انرژی که به دلیل گسیل برانگیخته ظاهر میشود به عنوان خروجی لیزر منظور می گردد.

تا اینجا فرض بر این بود پرتوهایی که بین دو آینه رفت و برگشت می کنند موازی هستند . ولی در واقع اینطور نیست. به دلیل اثرات پراش در لبه آینه ها یک باریکه کاملاً موازی نمی تواند با اندازه محدود ابقا شود چون بخشی از تابش از کناره های آینه ها پخش می شود و این اتلاف ها در اثر پراش را می توان با استفاده از آینه های مقعر و در عمل با آینه های با انحنای متفاوت و شکل های مختلف، بسته به نوع لیزر ، کاهش داد، به اینگونه سیستم ها کاواک پایدار گفته می شود.

برخی از سیستمهای کاواک پایدار در شکل زیر نشان داده شده است.

کاواکهای پایدار علاوه بر پایدار نگه داشتن پرتو ویژگی دیگری نیز دارند و آن تنظیم خروجی لیزر است. این عمل به سادگی و با تغییر فاصله آینه ها و بدین ترتیب با تغییر دادن مقدار تابش در طرف آینه کوچکتر که خروجی لیزر را می سازد ممکن خواهد بود



لیزر های واقعی

در قلب هر لیزر ماده فعالی وجود دارد که باعث ایجاد خروجی لیزر در باریکه ای از طول موجها است. 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 گیرد. به طور مثال اولین لیزر در سال ۱۹۶۰ 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:

۱ - لیزر های آلائیده شده با عایق

۲ - لیزر های نیمه هادی

۳ - لیزر های گازی

۴ - لیزر های رنگ

لیزر های گازی

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

نکته مفید در رابطه با لیزر های گازی این است که از آنجا که 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.

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

لیزر های گازی خود به سه دسته تقسیم می شوند:

۱- لیزر های اتمی

۲- لیزر های یونی

۳- لیزر های مولکولی

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

لیزر دی اکسید کربن (CO_2)

لیزر دی اکسید کربن از مهمترین لیزر ها در نوع خود است و از نظر کاربرد فنی آن را در زمره مهمترین لیزر ها دسته بندی می کنند. این لیزر با کارایی بالا (۳۰٪) و توان خروجی زیاد و پیوسته حدود چندین کیلو ولت ساخته می شود .

لیزر های دی اکسید کربن کاربرد های زیادی در زمینه های مختلف از جمله جوشکاری ، برش استیل،الگوبری،جوش هسته ای و کاربردهای متنوع نظامی دارند

عملکرد لیزر های دی اکسید کربن در تولید پرتو :

تحریک مولکول های در دو مرحله انجام می گیرد. در لیزر های از گاز نیتروژن به عنوان گاز کمکی به منظور تحریک استفاده می شود. بعضی تراز های نیتروژن که کاملاً نزدیک به ترازهای هستند به راحتی در تخلیه الکتریکی دمش می شوند . وقتی نیتروژن تحریک شده به اتمهای که در حالت پایه قرار دارند برخورد کند ، ممکن است انرژی خود را به آنها بدهد و آنها را تحریک کند و به تراز تحریکی مورد نظر بفرستد. ترازهای نیتروژن و دقیقاً بر روی هم منطبق نیستند ولی اختلاف آنها خیلی کم است .این اختلاف با انرژی جنبشی اتمها در تبادل انرژی تقریباً جبران می شود. اتمهای تحریک شده با بازگشت به تراز خود انرژی آزاد کرده و یک فوتون ایجاد میکند که این فوتون دارای طول موجی بین ۹.۲ تا ۱۰.۸ میکرون است و قوی ترین طول موج آن طول موج ۱۰.۶ میکرون می باشد.

فوتون آزاد شده با توجه به جهت میدان الکتریکی که از آنود به کاتود است به طرف آینه حرکت می کند و با برخورد به آینه ای که در سمت آنود قرار دارد منعکس شده با برخورد مجدد به مولکول های آنها را تحریک کرده و یک فوتون دیگر آزاد می کند

این دو فوتون با برخورد مجدد به آینه ها و بازتابش خود فوتونهای بیشتری آزاد می کنند و این عمل تا آنجا ادامه می یابد که روند تولید فوتون به یک مقدار پایدار برسد که در آن موقع خروجی بهینه لیزر آغاز می شود . لازم به ذکر است که قبل از رسیدن به حد آستانه نیز از لیزر پرتو هایی خارج می شود که به دلیل ضعیف بودن قوت چندانی ندارد و ناکارآمد است.

دمش به روش تخلیه الکتریکی :

همان طور که بحث شد تحریک در لیزر های دی اکسید کربن طی دو مرحله است که ابتدا تحریک نیتروژن انجام می شود در لیزر های دی اکسید کربن تحریک به کمک تخلیه الکتریکی با ولتاژ های بالا انجام می شود. کاواک لیزر دارای کاتد و آندی از جنس آلومینیوم است

با اعمال ولتاژ بالا در قسمت کاتد ، الکترون های مربوط به لایه سطحی آلومینیوم و یا الکترونهای مربوط به اکسید روی سطح کاتد جدا شده و در جهت میدان الکتریکی به سمت آند حرکت می کنند و در مسیر خود به اتم های نیتروژن برخورد کرده و آنها را تحریک می کنند و به تراز های بالاتر انرژی می فرستند. اتمهای نیتروژن نیز در بازگشت به تراز های قبلی خود انرژی خود را به مولکول های CO_2 منتقل می کنند و ان ها را تحریک می نمایند و به همین روند پرتو ها تقویت شده تا خروجی لیزر آغاز گردد

انواع لیزر های دی اکسید کربن

۱ - لیزر با لوله بسته

۲ - لیزر با جریان گاز

۳ - لیزر های با تخلیه عرضی در فشار اتمسفر

۱ - لیزر با لوله بسته

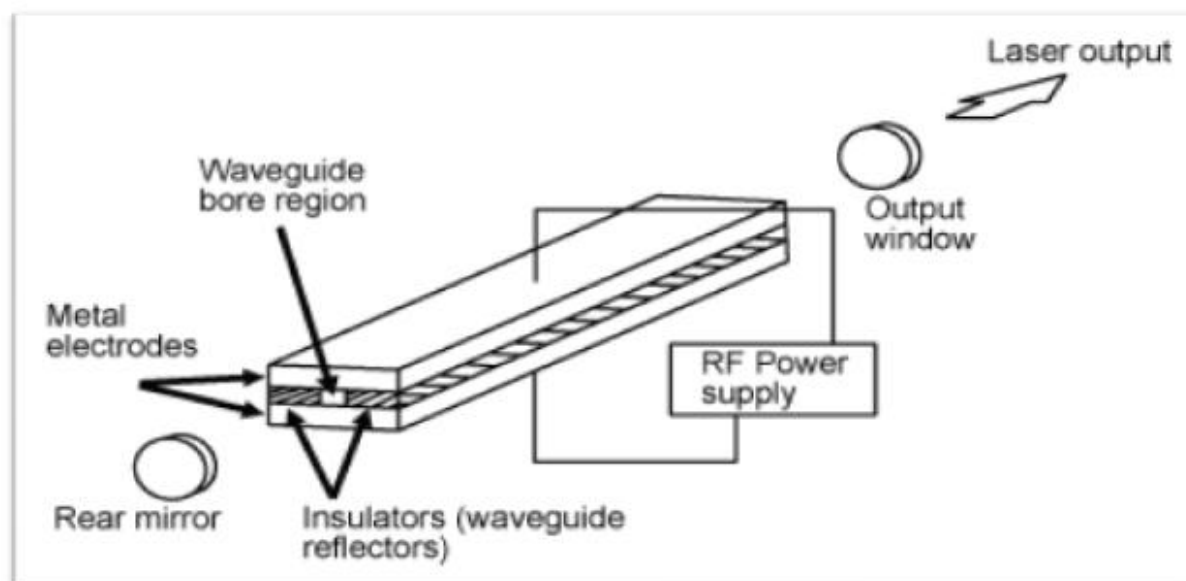
در این گونه لیزر ها گاز و نیتروژن در لوله های تخلیه قرار دارند. مشکلی که برای این لیزر ها وجود دارد این است که در جریان تخلیه الکتریکی مولوکول ها به تبدیل می شوند . این واکنش خیلی سریع است و اگر تمهیداتی به کار گرفته نشود ، عمل لیزر پس از چند دقیقه متوقف می شود. یکی از راهها این است که هیدروژن یا بخار آب به مخلوط گاز اضافه کنیم تا با ترکیب مجدد را به تبدیل کند.

سرد کردن گاز در این گونه لیزر ها از دیگر مشکلاتی است که می تواند توان لیزر را به ۱۰۰ وات محدود کند .طرح های لوله بسته خیلی مرسوم نیستند ولی در طرح های موجبر ب کار برده می شوند . در موجبر

ها ابعاد داخلی لوله کوچک (در حد میلیمتر) است و موجبر دی الکتریک را به وجود می آورد. کیفیت پرتوی عالی و خروجی نسبتا زیاد با توجه به قطر های کوچک لوله بدست می آید.

تحریک به کمک میدان الکتریکی قوی یا میدان آر-اف که به داخل ماده موجبر هدایت می شود انجام می گیرد

لیزر با لوله بسته



۲ - لیزر های با جریان گاز

دو مشکل تجزیه و سرد کردن گاز را می توان با حرکت دادن گاز در سر تا سر لوله برطرف کرد. در طرح های ساده جریان گاز و تخلیه الکتریکی هر دو در سر تا سر لوله لیزر انجام می شود. اگر اقدامی برای تبدیل گاز انجام نشود، گاز باید به طور مداوم به بیرون جریان یابد. ولی از آنجا که فشار گاز پایین است مقدار گاز مصرفی زیاد نخواهد بود. توان خروجی این لیزرها به طور خطی با افزایش طول لوله افزایش می یابد. حدود ۶۰ وات به ازای هر متر. ولی برای توان های بیشتر از چند کیلو ولت به طول های بزرگ نیاز داریم.

افزایش ماکزیمم توان خروجی، با جریان عرضی و سریع ممکن خواهد بود. تخلیه الکتریکی را نیز می توان هم جهت با جریان گاز انجام داد. این طرح امکان توان تا حدود ده ها کیلو ولت و به صورت مداوم را ممکن می سازد. خروجی های بیشتر نیز امکان پذیر است اما ابعاد بزرگ لیزر و منابع تغذیه مورد نیاز، کاربرد آن را در صنعت با مشکل رو برو می کند.

۳ - لیزر های با تخلیه عرضی در فشار اتمسفر

تا کنون برای افزایش توان خروجی لیزر طول تیوپ و سرعت جریان گاز را افزایش دادیم . اما یک راه دیگر برای افزایش توان لیزر افزایش فشار است .

متأسفانه با افزایش فشار به ولتاژ های بزرگی برای تخلیه الکتریکی و تحریک دی اکسید کربن نیاز است و تجهیزات مورد نیاز عظیم می باشد . لذا در این روش تخلیه در لوله های به طول چند متر مشکل خواهد بود. از طرفی تخلیه الکتریکی عرضی برای حدود ۱۰ میلیمتر یا این حدود قابل قبول تر است . عمل لیزر به طور مداوم به دلیل عدم پایداری تخلیه در فشار های بالاتر از ۱۰۰ میلیمتر جیوه مشکلاتی به همراه خواهد داشت . بنابر این لیزر های با فشار گار بالا باید به صورت ضربانی کار کنند و به صورت عرضی تخلیه شوند . چنین لیزر هایی با تخلیه عرضی در فشار اتمسفر، نامیده می شوند . گرچه فشار گاز ممکن است متغیر و حدود چند اتمسفر باشد، اما توسط این لیزر ها می توان ضربان هایی با توان بالا و دوره های حدود ۵۰ نانو ثانیه و با انرژی ۱۰۰ ژول به دست آورد .

خواص نور لیزر و کاربرد آن

از نخستین روزهای بررسی تکنولوژی لیزر ، پی برده شد که نور لیزر خواص مشخصه ای دارد که آن را از نورهای ایجاد شده از سایر منابع متمایز می کند. در این بخش ، به چگونگی ظهور این خواص از ماهیت فرایند لیزر می پردازیم و به اختصار مثالهایی را از چگونگی استفاده از آنها برای کاربردهای ویژه لیزر ، در نظر می گیریم. واضح است که چنین مباحثی باید بسیار گزینشی باشد و مثالهای ارایه شده در اینجا بیشتر برای نشان دادن تنوع و گوناگونی کاربردهای لیزر انتخاب شده اند تا هر دلیل دیگری.

همدوسی

همدوسی خاصیتی است که به بهترین وجه نور لیزر را از سایر انواع نور متمایز می کند و بازهم این خاصیت ، نتیجه ماهیت فرایند نشر القایی است. اغلب، نور حاصل از منابع معمول گرمایی که توسط نشر خودبه خودی کار می کنند، به نور آشفته موسوم است، معمولاً در این موارد، هیچ همبستگی بین فاز فوتونهای گوناگون و جود ندارد و در اثر تداخلهای اساساً تصادفی بین آنها، افت و خیز محسوسی در شدت پدید می آید . در مقابل در لیزر، فوتونهایی که توسط محیط برانگیخته لیزر نشر می شوند، با سایر فوتونهای موجود در حفره، همفازند.

تکفامی

آخرین مشخصه بارز نور لیزر و خاصیتی که بیشترین ارتباط را با کاربردهای شیمیایی دارد. تکفامی اساسی آن است. این خاصیت از آن حقیقت منشا می گیرد که تمام فوتونها در اثر گذار بین دو تراز انرژی اتمی یا مولکولی مشابه، نشر می شوند و بنابراین تقریباً فرکانسهای دقیقاً یکسانی دارند. با وجود این، همواره گستره کوچکی از توزیع فرکانسها وجود دارد که ممکن است چندین فرکانس یا طول موج گسسته را در بر گیرد و باعث برقراری شرط موج ایستا شود. نتیجه آن است که تعداد کمی از فرکانسها با فواصل اندک از یکدیگر، ممکن است در عمل لیزر حضور داشته باشند، به طوری که برای رسیدن به تکفامی بهینه، باید وسیله اضافی دیگری را برای گزینش فرکانس در لیزر تعبیه کرد. معمولاً برای این کار از یک سنج استفاده می شود که عنصری اپتیکی است که درون حفره لیزر قرار می گیرد و به گونه ای تنظیم می شود که تنها یک طول موج معین بتواند بین دو آینه انتهایی، به طور نامتناهی به جلو و عقب حرکت کند

آرایش دستگاههای لیزری

دستگاههای لیزر را محیط فعال، آینههای لیزر و وسیله دمش (پمپاژ) تشکیل می دهند. بطور کلی ساختار یک لیزر نوعی به صورت زیر است: آینههای مورد استفاده در لیزر، با روشهای مختلف و پیشرفته لایه گذاری ساخته می شوند، بطوری که آینه خروجی دستگاه که باریکه لیزری از آن خارج می شود نیمه بازتاب و آینه اولی کاملاً بازتاب کننده می باشد. آینههای لیزری به دو صورت می توانند روی سیستم سوار شوند:

آینههای داخلی: روی تیوپ نصب می شوند.

آینههای خارجی: آینههای خارجی دارای مزایایی بر آینههای داخلی هستند: در تماس با محیط خارجی فعال (بخصوص در لیزرهای گازی) فرسایش نمی یابند و قابلیت انعطاف بیشتری دارند.

روشهای دمش (پمپاژ) لیزری

دمش نوری لیزر: لامپ فلاش - نور لیزر (در لیزرهای حالت جامد به خاطر پهنای گذار تابشی)

دمش الکتریکی لیزر (در لیزرهای گازی)

خود دمش لیزری با طرحهای مختلفی انجام می گیرد. برای درک مفاهیم عمل لیزر، لازم است که عبارات مهم نشر القایی، تجمع معکوس و همدوسی و جهت مندی کاملاً تشریح شوند.

نشر القایی

بنا به نظریه کوانتومی مدارهای الکترون (ترازهای انرژی) محدود به اندازه‌های منفصلی می‌باشند (غیر از این هم ممکن نیست) و انرژی که هر اتم یا مولکول می‌تواند داشته باشد، به یکی از این مقادیر محدود می‌شود. به عبارت دیگر، انرژی اتم یا مولکول و یا یون بر حسب اینکه الکترون چه مداری را اشغال کند، مقادیر منفصلی به خود می‌گیرد. به علاوه وقتی انرژی اتم با حرکت الکترون به مدارهای مجاز، کاهش می‌یابد، فوتونی منتشر می‌شود

نشر به دو طریق می‌تواند صورت بگیرد:

۱- با تغییر اتم به حالت پایینتر بطور اتفاقی، که این عمل نشر خودبخودی نامیده می‌شود.

۲- اندرکنش اتم با فوتونی که دارای انرژی برابر با اختلاف انرژی دو تراز که اتم در حالت بالایی آن قرار دارد، سبب می‌شود که اتم به سطح پایین تغییر کرده و ایجاد اتم ثانوی نماید. این عمل معکوس عمل جذب بوده و به نام نشر تحریکی یا نشر القایی شناخته می‌شود. نشر خودبخودی مستقل از هر گونه عامل خارجی می‌باشد. حال به بیان دو نقطه مهم تحریکی می‌پردازیم که خواص لیزری به آنها بستگی دارد. اول اینکه فوتون حاصل از نشر تحریکی تقریباً هم انرژی با فوتون ایجاد کننده نشر تحریکی است و از اینرو فرکانس آنها تقریباً باید مساوی باشد. ثانیاً امواج نوری مربوط به این دو فوتون همفاز هستند و همدوس گفته می‌شود. در حالت نشر خودبخودی تولید اتفاقی فوتونها امواجی با فاز اتفاقی شده که نور ناهمدوس گفته می‌شوند

تجمع معکوس

دو سیستم انرژی دو تراز در نظر بگیرید که در یکی از آنها اتمی در حالت برانگیخته (بالا) و دیگری در حالت پایه (پایینی) باشد. فرض کنید فوتونی با انرژی برابر اختلاف بین دو تراز به این اتمها نزدیک شود. احتمال وقوع کدام یک از پدیده جذب یا نشر تحریکی بیشتر است؟ انیشتین نشان داد که تحت شرایط معمولی احتمال اتفاق هر دو پدیده یکی است. بنابراین واضح است که در سیستمی که تعداد زیادی اتم (یا مولکول) وجود دارد، پدیده غالب بستگی به تعداد نسبی اتمهای موجود در حالت بالایی و پایینی خواهد داشت.

انواع همدوسی

۱- همدوسی فضایی

از مشخصات تحریکی این است که امواج برانگیخته با موج برانگیزنده در یک فاز قرار دارند، یعنی تغییرات فضایی و زمانی میدان الکتریکی دو موج باهم یکسان هستند. بنابراین در یک لیزر ایده‌آل انتظار داریم که میدان الکتریکی با زمان تغییر کند، به مانند هر نقطه دیگری سطح مقطع پرتو چنین پرتوی دارای همدوس فضایی کامل است

۲- همدوس زمانی

همدوس زمانی به ارتباط فازی نسبی میدان الکتریکی بر حسب زمان بستگی دارد. اگر فاز بطور یکنواخت با زمان تغییر کند، پرتو از نظر همدوس زمانی کامل است. دو مقدار مفیدی که به همدوس زمانی مربوطند عبارتند از زمان همدوسی و طول همدوسی

برای درک این موضوع، پرتوی را به دو قسمت مساوی تقسیم می‌کنند و مجدداً پس از طی مسافت مختلف آنها را باهم ترکیب می‌کنند، این فرآیند اساس وسیله‌ای به نام تداخل سنج مایکلسون است

جهتمندی (Directionality)

یک منبع نور معمولی (مانند لامپهای تخلیه و ...) در تمام جهات دلخواه تابش می‌کند و نور حاصل از آنها جهتمند نیست. این در حالی است که خروجی یک لیزر ممکن است خیلی نزدیک به یک موج تخت باشد که واگرایی آن فقط بخاطر اثرات پراش است

خصوصیات جهتمندی، درخشایی، و تکفامی لیزر باعث کاربردهای مفید زیادی برای اندازه‌گیری و بازرسی در رشته‌مهندسی سازه و فرایندهای صنعتی کنترل ابزار ماشینی شده است. در این بخش تعیین فاصله بین دو نقطه و بررسی آلودگی را نیز مد نظر قرار می‌دهیم.

کاربرد لیزر در اندازه گیری و بازرسی

۱- مسافت سنجی

از لیزر برای اندازه گیری مسافت هم استفاده شده است. روش استفاده از لیزر بستگی به بزرگی طول مورد نظر دارد. برای مسافتهای کوتاه تا ۵۰ متر روشهای تداخل سنجی به کار گرفته می شوند که در آن ها از یک لیزر هلیوم - نئون پایدار شده فرکانسی به عنوان منبع نور استفاده می شود. برای مسافتهای متوسط تا حدود ۱ کیلومتر روشهای تله متری شامل مدوله سازی دامنه به کار گرفته می شود. برای مسافت های طولانی تر می توان زمان در راه بودن تپ نوری را که از لیزر گسیل شده است و از جسمی بازتابیده می شود اندازه گیری کرد.

۲- سرعت سنجی

درجه بالای تکفامی لیزر امکان استفاده از آن را برای اندازه گیری سرعت مایعات و جامدات به روش سرعت سنجی دوپلری فراهم می سازد. در مورد مایعات می توان باریکه لیزر را به مایع تابانده و سپس نور پراکنده شده از آن را بررسی کرد. چون مایع روان است فرکانس نور پراکنده شده به خاطر اثر دوپلر کمی با فرکانس نور فروودی تفاوت دارد. این تغییر فرکانس متناسب با سرعت مایع است. بنابراین با مشاهده سیگنال زنش بین دو پرتو نور پراکنده شده و نور فروودی در یک آشکار ساز می توان سرعت مایع را اندازه گیری بدون تماس انجام می شود. و نیز به خاطر تکفامی بالای نور لیزر برای برد وسیعی از سرعتها خیلی دقیق است

۲- دیسکهای تصویری و صوتی

کاربرد مصرفی دیگر و یا به عبارت بهتر کاربرد مصرفی واقعی عبارت از دیسک تصویری و دیسک صوتی است. یک دیسک ویدئو حامل یک برنامه ویدئویی ضبط شده است که می توان آن را بر روی دستگاه تلویزیون معمولی نمایش داد. سازندگان دیسک ویدئویی اطلاعات را با استفاده از یک ساینده روی آن ضبط می کنند که این اطلاعات به وسیله لیزر خوانده می شود. یک روش معمول ضبط شامل برشهای شیاری با طول ها و فاصله های مختلف است عمق این شیارها $1/4$ طول موج لیزری است که از آن در فرایند خواندن استفاده می شود. در موقع خواندن باریکه لیزر طوری کانونی می شود که فقط بر روی یک شیار بیفتد. هنگامی که شیار در مسیر لکه باریکه لیزر واقع شود بازتاب به خاطر تداخل ویرانگر بین نور بازتابیده از دیوارهای شیار و به آن کاهش پیدا می کند. به عکس نبودن شیار باعث یک بازتاب قوی می شود. بدین طریق می توان اطلاعات تلویزیونی را به صورت رقمی ضبط کرد.

نوشتن و خواندن اطلاعات

کاربرد دیگر لیزرها نوشتن و خواندن اطلاعات در حافظه نوری در کامپیوترهاست لطف ای حافظه نوری هم در توان دسترسی به چگالی اطلاعات حدود مرتبه طول موج است. تکنیک ضبط عبارت است از ایجاد سوراخ های کوچکی در یک ماده مات یا نوعی تغییر خصوصیت عبور و بازتاب ماده زیر لایه که با استفاده از لیزرهای با توان کافی حاصل می شود. و حتی می تواند فیلم عکاسی باشد. اما هیچ یک از این زیر لایه ها را نمی توان پاک کرد. حلقه های قابل پاک کردن بر اساس گرما مغناطیسی فروالکتریک و فوتوکرومیک ساخته شده اند. همچنین حافظه های نوری با استفاده از تکنیک تمام نگاری نیز طراحی شده اند. نتیجتاً اگر چه از لحاظ فنی امکان ساخت حافظه های نوری به وجود آمده است ولی ارزش اقتصادی آن ها هنوز جای بحث دارد.

گرافیک لیزری

آخرین کاربردی که در این بخش اشاره می کنیم گرافیک لیزری است. در این تکنیک ابتدا باریکه لیزر بوسیله یک سیستم مناسب روبشگر بر روی یک صفحه حساس به نور کانونی می شود و در حالی که شدت لیزر به طور همزمان با روبش از نظر دامنه مدوله می شود به طوری که بتوان آن را بوسیله کامپیوتر تولید کرد. (مانند سیستم های چاپ کامپیوتری بدون تماس) و یا آنها را به صورت سیگنال الکتریکی از یک ایستگاه دور دریافت کرد (مانند پست تصویری). در مورد اخیر می توان سیگنال را به وسیله یک یک سیستم خواننده مناسب با کمک لیزر تولید کرد. وسیله خواندن در ایستگاه دور شامل لیزر با توان کم است که باریکه کانونی شده آن صفحه ای را که باید خوانده شود می روبد. یک آشکارساز نوری باریکه پراکنده از نواحی تاریک و روشن روی صفحه را کنترل می کند و آن را به سیگنال الکتریکی تبدیل می کند. سیستم های لیزری رونوشت اکنون به طور وسیعی توسط بسیاری از ناشران روزنامه ها برای انتقال رونوشت صفحات روزنامه به کار برده می شود.

کاربرد لیزر در فیزیک و شیمی

اختراع لیزر و تکامل آن وابسته به معلومات پایه ای است که در درجه اول از رشته فیزیک و بعد از شیمی گرفته شده اند. بنابراین طبیعی است که استفاده از لیزر در فیزیک و شیمی از اولین کاربردهای لیزر باشند رشته دیگری که در آن لیزر نه تنها امکانات موجود را افزایش داده بلکه مفاهیم کاملاً جدیدی را عرضه کرده است طیف نمایی است. اکنون با بعضی از لیزرها می توان پهنای خط نوسانی را تا چند ده کیلوهرتز باریک کرد (هم در ناحیه مرئی و هم در ناحیه فرورسرخ) و با این کار اندازه گیری های مربوط به طیف نمایی با توان تفکیک چند مرتبه بزرگی (۳ تا ۶) بالاتر از روش های معمولی طیف نمایی امکان پذیر می شوند. لیزر

همچنین باعث ابداع رشته جدید طیف نمایی غیر خطی شد که در آن تفکیک طیف نمایی خیلی بالاتر از حدی است که معمولاً با اثرهای پهن شدگی دوپلر اعمال می شود. این عمل منجر به بررسیهای دقیقتری از خصوصیات ماده شده است.

کاربرد در زیست شناسی

از لیزر به طور روزافزونی در زیست شناسی و پزشکی استفاده می شود. اینجا هم لیزر می تواند ابزار تشخیص و یا وسیله برگشت ناپذیر مولکولهای زنده یک سلول و یا یک بافت باشد. (زیست شناسی نوری و جراحی لیزری) در زیست شناسی مهمترین کاربرد لیزر به عنوان یک وسیله تشخیصی است. ما در اینجا تکنیک های لیزری زیر را ذکر می کنیم :

الف) فلوئورسان القایی به وسیله تپهای فوق العاده کوتاه لیزر در ترکیب رنگی و مواد رنگی موثر در فتوسنتز *DNA* پیچیده

ب) پراکندگی تشدید رامن به عنوان روشی برای مطالعه ملکولهای زنده مانند هموگلوبین و یا رودوپسین (عامل اصلی در سازوکار بینایی)

ج) طیف نمایی همبستگی فوتونی برای بدست آوردن اطلاعاتی در مورد ساختار و درجه انبوهش انواع ملکولهای زنده

د) روشهای تجزیه فوتونی درخشی پیکوثانیه ای برای کاوش رفتار دینامیکی مولکولهای زنده در حالت برانگیخته به ویژه باید از روشی موسوم به میکروفلوئومتر جریان یاد کرد. در اینجا سلولهای پستانداران در حالت معلق مجبور می شوند که از یک اتاقک مخصوص جریان عبور کنند که در آنجا ردیف می شوند و سپس یکی یکی از باریکه کانونی شده لیزر یونی آرگون عبور می کنند .

ارتباط نوری

استفاده از باریکه لیزر برای ارتباط در جو به خاطر دو مزیت مهم اشتیاق زیادی برانگیخت :

الف) اولین علت دسترسی به پهنای نوار نوسانی بزرگ لیزر است

ب) علت دوم طول موج کوتاه تابش است

دید کلی

نابود نمودن دشمن از راه دور ، با جریانی از ماده‌ای مرگبار ، مدتها موضوع داستانهای علمی - تخیلی بوده است. آیا می‌توان آن را به واقعیت درآورد؟ فیزیک نیرنگ باز است، اما سرمایه‌گذاریهای ارتش ایالات متحده حاکی از آن است که آنها تصمیم گرفته‌اند سلاحهای تشعشعی را بوسیله کلیفورنیا به واقعیت در آورند. در دهه 70 میلادی ، زمانی که کاپیتان کرک ستاره تلویزیون بود، فن آوران معتقد بودند که تا سال ۱۹۹۷ تخیلات علمی به آن واقعیاتی علمی تبدیل می‌شوند و سلاحهای دستی لیزری ، تولید خواهند شد



کاربرد نظامی لیزر

از زمان اختراع لیزر در سال ۱۹۶۰، کاربردهای نظامی انرژیهای هدایت شده ، طراحان دفاعی را به دلیل ویژگیهایی همچون نامحدود بودن مهمات و توانایی تخریب فراوان و کنترل از راه دور ، هیجان زده ساخت. همراه با روند تکامل لیزرها ، مجموعه‌ای از کاربردها از چاقوهای جراحی لیزری گرفته تا دستگاههای خودکار پخش موسیقی با دیسکهای فشرده ، ساخته شدند .البته هنوز هم سلاحهای تشعشعی که بتوانند تانکها را ذوب کنند، صورت واقعیت به خود نگرفته‌اند و هم اکنون استفاده نظامی از لیزرها ، محدود به هدف گیری و اندازه گیری مسافت به منظور افزودن بر دقت گلوله‌های تفنگ و توپ و نیز بمبهاست



لیزر به عنوان سلاح

لیزرهای ضد اسکاد

لیزرهای ضد اسکاد نیروی هوایی ایالات متحده اشعه‌ای به ضخامت یک تیر تلگراف دارد. به نظر میلز هولومن رئیس علوم تسلیحاتی فرماندهی موشکی ارتش آمریکا، لیزرهای شیمیایی آنقدرها هم کارآمد نیستند. قدرت اشعه آنها یک دهم انرژی مورد نیاز برای پمپ سلاح است و همین امر موجب بزرگی دستگاهها می‌شود. اشعه لیزر، بعد از طی چند کیلومتر متلاشی و تجزیه می‌شود و این امر در مسافتهای طولانی مشکلاتی را بوجود می‌آورد. با این حال برنامه‌هایی در حال اجراست تا لیزرها را به کاربردهای نظامی وارد سازند. اولین هواپیمایی که به سلاحهای تشعشعی مجهز می‌شود چیزی جز جنگنده استیلت خواهد بود و برای این منظور هواپیمای بولینگ ۷۴۷ ترجیح داده می‌شود

کاربردهای عملی دیگر

در اواخر دهه ۸۰ میلادی، ارتش آمریکا به مطالعه لیزرهای پوتوتیپ میان انرژی و کم انرژی پرداخت. این لیزرها برای نابود ساختن سیستم اپتیکی تانکهای دشمن و خیره کردن چشمان خلبانان و تک تیراندازانی که با استفاده از دوربین سلاحهای خود در حال هدف گیری هستند بکار می‌رود. ارتش آمریکا حتی در زمان جنگ خلیج فارس یک لیزر میان انرژی به نام استینج ری را بر خودروی پیاده نظام برادلی سوار کرده بود. این سلاح عدسی سیستمهای اپتیکی تانکها و خودروهای دشمن را با ایجاد شکافی هرمی نابود می‌ساخت. البته این سلاح هرگز مورد استفاده قرار نگرفت. به عقیده جان الکساندر، پژوهشگر سابق آزمایشگاه ملی لس آلاموس "پنتاگون چون نگران عکس العمل منفی مردم بود از استینج ری استفاده نکرد." علت چیست؟ شاید اینکه استینج ری نه تنها لنز پریسکوپها را نابود می‌کند بلکه موجب کور شدن فردی که از آن پریسکوپ استفاده می‌کند نیز می‌شود.

تفاوت پرتو لیزر با نور معمولی

پرتو لیزر دارای چهار خاصیت مهم است که عبارتند از: شدت زیاد، مستقیم بودن، تکفامی و همدوسی. لیزرها در اشکال گوناگون وجود دارند. ممکن است تصور شود که پرتو لیزر همانند گاما، اشعه ایکس مادون قرمز، جایگاهی معین در طیف الکترومغناطیسی ماورا بنفش و را داراست، حال آنکه این پرتو می‌تواند هر کدام از فرکانسهای محدوده طیف نامبرده را در برگیرد، با این تفاوت که دارای مشخصاتی از قبیل تکفامی، همدوسی و شدت زیاد است.

اینکه چگونه می‌توان پرتو لیزری با فرکانسهای دلخواه را تولید نمود، کار دشواری است که عملاً با آن روبرو هستیم. مشکل دیرپا در تابش لیزری، فقدان پوشش گسترده طول موجی در آن است. به دلیل اینکه لیزرها به خودی خود فاقد قابلیت تنظیم طول موج هستند، پوشش کل طیف نورانی نیاز به ابزارهای متعدد و جداگانه دارد.

نمونه‌هایی از لیزرهای متداول

لیزرهای متداول مادون قرمز

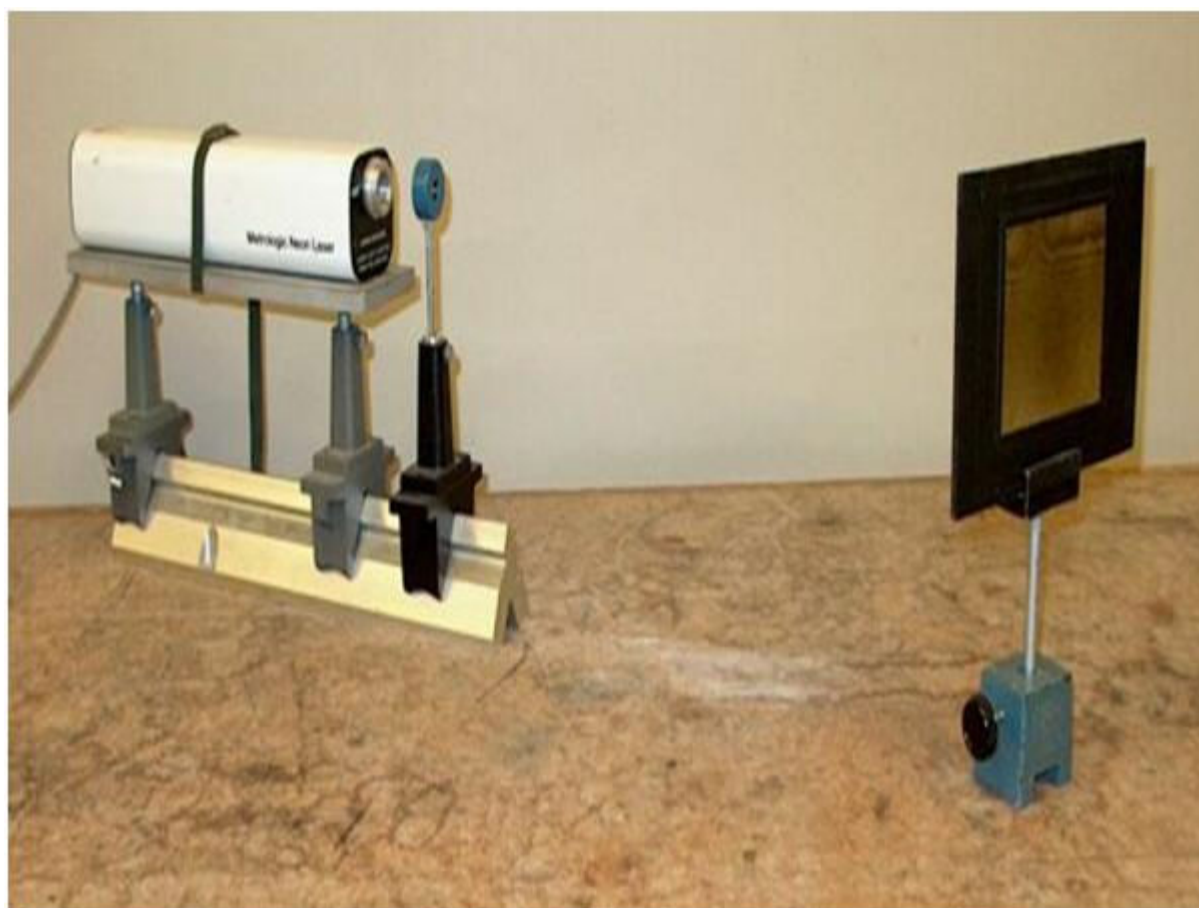
لیزرهای محدوده نامرئی ($400 - 700nm$)

لیزرهای محدوده ماورای بنفش ($200 - 400nm$)

هولوگرام

هولوگرام یک تصویر سه بعدی است که با استفاده از لیزر ایجاد می شود . نور دستگاه لیزر به دو پرتو می شکند . یکی از پرتوها با انعکاس از روی یک آینه از روی شی به صفحه عکاسی می تابد . پرتو دیگر به وسیله آینه دیگری بدون برخورد به شی به صفحه عکاسی فرستاده می شود . صفحه عکاسی در جایی قرار داده می شود که دو پرتو تلاقی می کنند . سپس صفحه عکاسی ظاهر می شود و ، در صورتی که به طریق صحیح به آن نور تابانده شود ، هولوگرام را پدیدار می کند .

چگونگی ایجاد این دو دسته تا حدود زیادی بستگی به ساختار درونی محیط تولید لیزر ، مکانیزم ایجاد لیزر و پارامترهای دیگر دارد که بررسی آنها خارج از این مقوله است. از لحاظ کاربردی ، لیزرهای پالسی با مدت پالس 10-12 ثانیه در دسترس هستند. چنین لیزرهایی در جهت پژوهش در فرایندهایی که در گازها و مایعات ، با سرعتهای بسیار بسیار سریع رخ می دهد، بکار برده می شوند .



نور لیزر برای روشنایی

لیزرهای حالت جامد و لیزرهای تزریقی درخشهای کوتاه بسیار روشنی تولید می‌کند که برای عکسبرداری بسیار سریع، ایده‌آل است. ما در عصری هستیم که سالانه میلیون‌ها پوند صرف ساختن هوانوردهای سریع - اعم از موشک‌های بالستیکی، قاره‌پیما یا هواپیما می‌شود. باید دانست که سرعت‌های زیاد چه بر سر اجسام متحرک می‌آید و یکی از بهترین راههای این کار عکسبرداری از جسم در حال حرکت است. سرعت بعضی از پرتابه‌ها بقدری زیاد است که اغلب چندین کیلومتر در ثانیه که حتی عکسی که به کمک سریعترین فلاشهای متداول از آنها گرفته می‌شود، چیزی جز تصویری محو نیست. از آنجایی که حتی سریعترین پرتابه‌ها هم در این مدت فاصله بسیار کمی را خواهند پیمود، عکسی که با درخشش لیزری از اجسام تیز پرواز گرفته می‌شود، واضح و دقیق خواهد بود. ارتش آمریکا سرگرم آزمایش با تلویزیون لیزری برای استفاده در گشتهای شبانه مخفی با هواپیماست و طراحان نظامی درصدد ساختن کلاهک بمب‌هایی هستند که هدف را با استفاده از پرتو لیزری نامرئی مادون قرمز پیدا کنند.

استفاده از لیزر در فاصله‌یابی

یافتن فاصله هدف مورد نظر از مشکلات دائمی توپچیها و ضدهوایی‌ها بوده است. فاصله‌یاب لیزری، اساساً از یک لیزر، یک منبع توان، یک سلول فتوالکتریک و یک کامپیوتر رقمی کوچک تشکیل می‌شود. پرتویی که لیزر می‌فرستد، پس از برخورد به هدف بازتابیده می‌شود و وارد سلول فتوالکتریک می‌گردد. از روی زمان رفت و برگشت فاصله هدف، توسط کامپیوتر محاسبه و بر حسب هر واحدی که بخواهد ثبت می‌شود.

استفاده از لیزر در هوانوردی و دریانوردی

یکی از بدیع‌ترین وسایل لیزری، ژيروسکوپ لیزری است. ژيروسکوپ معمولی اساساً چرخ دواری است که با سرعت می‌چرخد. به دلیل این چرخش، محور چرخ همواره در یک صفحه باقی می‌ماند. محور ژيروسکوپ چرخنده همیشه در یک راستا باقی می‌ماند و تغییر مسیر کشتی تأثیری بر آن ندارد. این محور، کار یک ((خط مبنا)) را انجام می‌دهد که تغییرات جهت کشتی را از روی آن می‌توان تشخیص داد. سفینه‌های فضایی که غالباً بی‌سرنشینند تنها به کمک ژيروسکوپ مسیر خود را حفظ می‌کنند. این ژيروسکوپ متشکل است از یک لیزر گازی مثلاً لیزر هلیوم، نئون که از هر دو انتهایش نور همدوس خارج می‌شود. با نصب این ژيروسکوپ به سفینه فضایی، انحراف سفینه از مسیر، قابل تشخیص است.

استفاده از لیزر در پزشکی

لیزر بعنوان یک منبع قوی انرژی ، در پزشکی نیز بکار گرفته شده است بخصوص در امریکا که زادگاه لیزر بود و هنوز هم موطن آن است . به عقیده برخی جراحان ، لیزر برای بریدن اعضای که رگهای خونی بسیار پیچیده دارد - مانند مغز - فوق العاده مناسب است. تابه لیزر در حین قطع کردن رگهای خونی ، با سوزاندن، دهانه آنها را می بندند . برخی از چشم پزشکان لیزر را برای جوش دادن جداسدگی شبکیه چشم ، مفید یافته اند .

سلاحهای لیزری و نحوه مقابله با سلاحهای لیزری

غیر قابل اجتناب است که میدان جنگ لیزری به طور محسوسی سالهای آینده جنگ را تهدید نکند . این نتیجه نه تنها توسعه و استفاده از سلاحهای لیزری مفید است بلکه نتیجه شمار فزاینده ای از وسائل لیزری از قبیل مسافت یاب و هدف یاب می باشد . بنابراین در نیروهای مسلح لازم است که از حساسه ها و توسط اقدامات عامل و غیر عامل الکترومغناطیسی حفاظت شود . تهدید اولیه لیزری از خود سلاحهای لیزری بوجود می آید . نگهداری و نحوه مقابله با سلاحهای لیزری مسائل مشکلی است که تاکنون حل نشده باقی مانده اند.