



دانشگاه علوم پزشکی تهران
معاونت توسعه مدیریت و برنامه ریزی منابع

دوره آموزشی:

لیزر و کاربردهای آن در پزشکی

فهرست

- ۱- اهداف رفتاری..... ۳
- ۲- مقدمه..... ۴
- ۳- فیزیک لیزر..... ۵
- ۴- مشخصه های موج..... ۶
- ۵- برهم کنش نور با ماده..... ۶
- ۶- رفتار متفاوت انواع تابش در برخورد با مواد..... ۷
- ۷- تولید لیزر..... ۷
- ۸- اجزاء مولد لیزر..... ۹
- منبع انرژی
- ماده ی واسط
- فضای اپتیک
- سیستم انتقال انرژی
- ۹- انواع لیزر..... ۱۱
- لیزرهای حالت جامد
- لیزر یاقوت
- لیزرهای نیمه رسانا
- لیزر اگزایمر
- لیزرهای اتمی و یونی
- لیزر هلیوم - نئون
- لیزر آرگون
- لیزر بخار مس
- لیزرهای گازی مولکولی
- لیزر کربن دیوکسید

- لیزر نیتروژن

- لیزرهای شیمیایی

- لیزر ید

- لیزرهای رنگی

- لیزر الکترون آزاد

۱۰- کاربردهای لیزر ۱۹

- نور لیزر برای روشنایی

- استفاده از لیزر در فاصله‌یابی

- استفاده از لیزر در هوانوردی و دریانوردی

- کاربرد لیزری در نوسازی صنعت

- پاکسازی دیوار نوشته‌ها به کمک لیزر

- استفاده از لیزر در پزشکی

- لیزرهای برطرف کننده موهای زائد

- رفع چین و چروک پوست

۱۱- موارد منع استفاده از لیزر در پزشکی ۲۷

۱۲- لینک‌های مفید ۲۸

۱۳- کلید واژگان ۲۹

۱۴- خودآزمایی ۳۰

۱۵- پاسخنامه ۳۰

۱۶- منابع ۳۱

اهداف رفتاری

پس از پایان این دوره از فراگیران انتظار می‌رود:

- ۱- مبانی لیزر را بیان کنند.
- ۲- روش تولید لیزر را توضیح دهند.
- ۳- کاربرد انواع لیزر را در مصارف غیرپزشکی نام ببرند.
- ۴- کاربرد انواع لیزر را در مصارف پزشکی نام ببرند.
- ۵- خصوصیات انواع لیزر را بیان کنند.
- ۶- مزایا و معایب استفاده از لیزر در برخی از مصارف پزشکی را شرح دهند.

مقدمه

درسالیان خیلی دور انسان بطور اتفاقی آتش را کشف کرد و به مرور زمان با یادگیری استفاده از آتش و بکار بردن آن در مراحل مختلف زندگی، کیفیت زندگی خود را متحول کرده بود. چند صد قرن زمان لازم بود تا انسان بتواند با اختراع الکتریسیته منبع قویتری برای تولید نور و روشنایی در شب داشته باشد. به فاصله زمانی نسبتاً کوتاهی انسان توانست این منبع نورانی را متحول کرده و با استفاده از آن ابزار قدرتمند و کارآمدی به نام لیزر را بسازد. شروع اختراع لیزر به زمان آلبرت انیشتن و نظریه نشر القایی بازمی‌گردد (۱۹۱۷) ولی شاید خود انیشتن هم نمیتوانست در ذهن کاربردی به این وسعت برای لیزر در نظر بگیرد تا اینکه بعد از سالها مطالعه و تلاش، اولین لیزر و استفاده از تئوری نشر القایی در ۱۹۶۰ مطرح گردید. بدلیل هزینه‌های خیلی سنگین در راه تولید لیزرهای پرتوان، لیزر در سالهای اولیه کاربرد زیادی نداشت و استفاده از نور لیزر محدود به مراکز دانشگاهی و آزمایشگاههای تحقیقاتی بود. ولی به تدریج با پیدا کردن کاربردهای جدید و سرمایه‌گذاری در تولید صنعتی آن بتدریج هزینه‌ها کاسته شده و با گذشت کمتر از نیم قرن از ساخت اولین لیزر، این تکنولوژی به کارآمدترین ابزار مورد استفاده بشر در آمده است. امروزه لیزر با زندگی بشر متمدن آمیخته شده به ترتیبی که در کلیه مراحل زندگی بشر بصورت غیرقابل انکاری وابسته به لیزر شده است. بعنوان مثال می‌توان از دستگاههای CD-ROM و DVD-ROM در مصارف خانگی و یا دستگاههای بارکدخوان در فروشگاههای زنجیره‌ای یا فیبرهای نوری در مخابرات و بمبهای لیزری در صنایع نظامی نام برد.

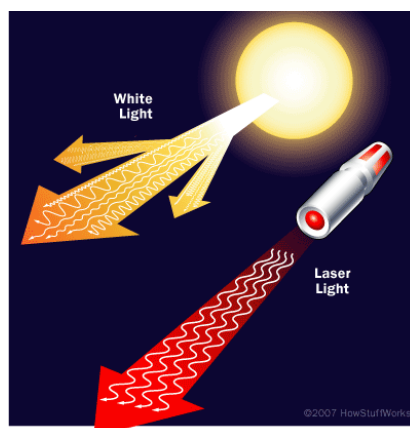
جدیدترین وسیله تولید نور لیزر دیودهای لیزر هستند که با طول‌موجهای متفاوت و توانهای از ۰.۵ میلی وات تا ۵۰ وات بیشترین کاربرد را در صنعت و پزشکی پیدا کرده‌اند. بعلت سهولت کار با این دیودها، قیمت نسبتاً مناسب و حجم کوچک آنها، امکان بهره‌گیری از این کشف بزرگ در جای جای زندگی بشر فراهم شده است. امروزه لیزرهای قدرتمندی در حد ده‌ها و حتی صدها وات ساخته شده که در صنعت کاربردهای فراوان دارد. از جمله سوراخکاری و برش فلزات ضخیم تا قطر ۲ سانتیمتر و در مواردی هم در جوشکاری و اتصال سخت بین فلزات بکار میروند. اولین لیزر حالت جامد (یاقوتی) در سال ۱۹۶۰ توسط دانشمند آمریکایی میمن (Maiman) و اولین لیزر گازی (هلیوم - نئون) بوسیله دانشمند ایرانی علی جوان ساخته شدند.

لیزر یک چشمه نوری خاص است و بطور کلی با نور لامپهای معمولی، چراغ برق، نور فلورسانت و غیره تفاوت فاحش دارد این نور خصوصیات نظیر تک رنگی، جهت مستقیم، قدرت بسیار و کوهرنه (همدوست) بودن را دارد، که این نور را از سایر منابع نوری متفاوت می‌سازد.

لیزر را می‌توان در مقایسه با سایر مولدهای نوری که فقط نور را منتشر می‌کنند، یک فرستنده نوری پنداشت. تا قبل از ظهور لیزر محدوده فرکانس امواج رادیویی و محدوده نوری از نقطه نظر هم‌دوستی با یکدیگر اختلاف داشتند.

فیزیک لیزر

نام Laser برگرفته از حروف اول عبارت Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation (تقویت نور از طریق تحریک انتشار موج القایی) می‌باشد. ماهیت امواج لیزر از نوع امواج الکترومغناطیسی همانند امواج رادیویی و مایکروویو (در محدوده نامرئی امواج الکترومغناطیسی) و امواج نور مرئی هستند. نور لیزر از نوع امواج غیر یونیزان بوده و رفتار آن با امواج یونیزه کننده مثل موج گاما و x تفاوت دارد. تفاوت‌های موجود بین امواج مرئی و امواج لیزر باعث اثرات ویژه و منحصر بفرد آن می‌شود.



این تفاوت‌ها عبارتند از: تک رنگ، طول موج و مستقیم بودن لیزر

- ۱- نور لیزر تک رنگ یا مونوکروم است، ولی نور مرئی نور معمولی از همه طول موج‌های ناحیه مرئی طیف الکترومغناطیسی تشکیل شده ولی نور لیزر تنها از یک طول موج تشکیل شده (تک‌رنگ) است. از ترکیب چند رنگ تشکیل شده است. اگر نور مرئی مثلاً نور خورشید را از یک منشور عبور دهیم در طرف دیگر منشور طیف رنگی (هفت رنگ اصلی) تشکیل دهنده آن قابل تشخیص است در حالی که در مورد نور لیزر بعد از عبور از منشور تنها یک رنگ مشاهده می‌شود.
- ۲- نور لیزر ماهیت یگانه و همجنس دارد یعنی از امواج فقط با یک طول موج و هم فاز تشکیل شده است، در حالی که نور مرئی متشکل از امواج با طول موجها و در فازهای مختلف تشکیل شده و از ماهیت یگانه‌ای برخوردار نیست.
- ۳- فوتون‌های نور معمولی بسیار ناهم‌دوس و واگرا هستند، بطوریکه در جهات مختلف منتشر می‌شوند. در حالی که فوتون‌های نور لیزر بسیار هم‌دوسند و متمرکز منتشر می‌شوند، نور معمولی در همه جهات منتشر می‌شود ولی نور لیزر در یک راستای خاص منتشر می‌شود.

مشخصه های موج

نور چهار مشخصه اصلی دارد:

طول موج : فاصله دو نقطه هم ارز موج (مشخص کننده رنگ موج)، به عنوان مثال طول موج های کوتاه در طیف مرئی در ناحیه بین آبی و فوق بنفش قرار می گیرد در حالیکه رنگ قرمز دارای طول موج های بلندتری می باشد. فاصله بین این قله های موج آن چنان کوچک است که واحد آن را نانومتر (ده به توان منفی نه) یا میکرون (ده به توان منفی شش) قرار داده اند. تشعشع الکترومغناطیسی طیف طولانی از طول موج های بلند رادیویی تا طول موج های کوتاه اشعه ایکس را شامل می شود.

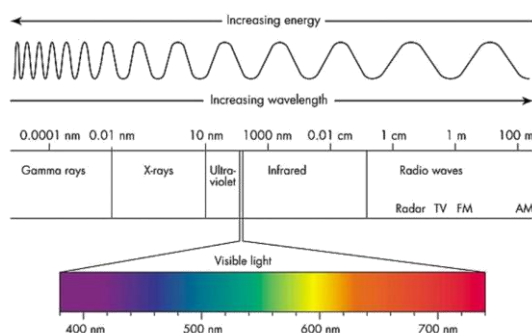
فرکانس: تعداد موجها، یا تکرار نقاط هم ارز موج در واحد زمان (ثانیه)، واحد آن سیکل بر ثانیه یا هرتز Hz می باشد. فرکانس و طول موج به سرعت موج وابسته اند. طول موج های بلند تر از قبیل نور قرمز در فرکانس های پایین تر از نور آبی قرار دارند ولی فرکانس در کل خیلی بالا است (ده به توان چهارده هرتز).

دامنه: بیشترین فاصله از سطح انتشار را دامنه یا شدت موج می نامند.

سرعت: سرعت موج تعیین کننده تندی عبور موج از یک محیط مشخص می باشد. به عنوان مثال سرعت عبور نور در خلاء سیصد هزار کیلو متر در ثانیه می باشد. سرعت در محیط هایی مثل شیشه یا آب کاهش می یابد.

بر هم کنش نور با ماده

پرتوهای الکترومغناطیسی، در واقع مقداری انرژی است که در ترکیبی از یک میدان الکتریکی و میدان مغناطیسی نوسانی عمود بر هم ، در جهت عمود بر هر دو میدان در فضا انتشار می یابد . بسیاری از تظاهرات فیزیکی مهم، مثل پرتو X و γ ، امواج ماوراء بنفش، نور پرتوهای مادون قرمز، و سرانجام امواج رادیویی و رادار و لیزر همگی از جنس پرتوهای الکترومغناطیسی هستند. این پرتوها فاقد بار و جرم بوده و بدنبال آن تحت تاثیر میدانهای الکتریکی و مغناطیسی قرار نمی گیرند.



مقایسه طول موج و انرژی امواج مرئی، و غیرمرئی

رفتار متفاوت انواع تابش در برخورد با مواد

با توجه به خصوصیات یاد شده انواع تابش، همدوس و غیر همدوس در برخورد با ماده رفتار متفاوتی را بروز می دهند. انتقال انرژی این پرتوها در برخورد با مواد تحت فرایندهای خاصی صورت می گیرد که بر این اساس به آنها پرتوهای یونیزه کننده (یونیزان) و غیر یونیزان گفته می شود.

پرتوهای یونیزان پرتو هایی هستند که قادرند با جداسازی یکی از الکترونهاي ظرفیت در اتم آنرا یونیزه کنند. اتم باقیمانده که یک الکترون از دست داده به یون مثبت و الکترون آزاد به یون منفی تبدیل می شود. برای مثال پرتوهای ایکس از جمله پرتوهای یونیزان بوده و اشعه ماوراء بنفش و تشعشعات میکروویو و لیزر، که قادر به ایجاد یون نیستند در زمره پرتوهای غیر یونیزان قرار می گیرند.

بطور کلی موج نوری در برخورد با ماده ۴ رفتار مهم را بروز می دهد.

۱- پخش یا پراکنده شدن (Scattering) موج نور از مسیر اصلی منحرف میشود.

۲- انعکاس (Reflection) موج به داخل محیطی خارج از ماده برمیگردد.

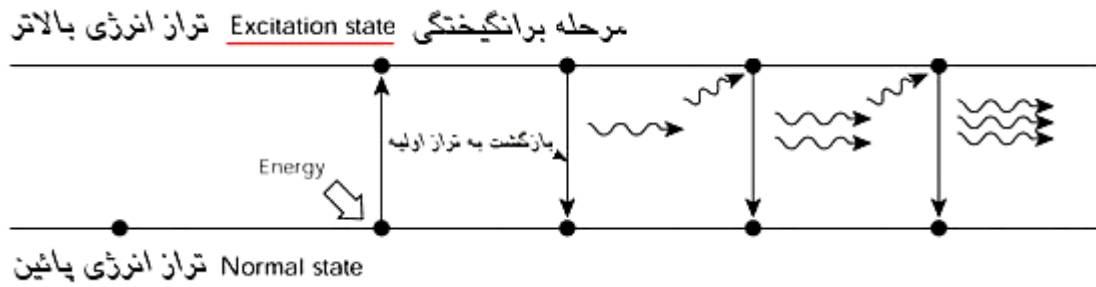
۳- انتقال (Transmission) موج از ماده با کمترین تغییر شدت عبور می نماید.

۴- جذب (Absorption) مهمترین برهمکنش جذب یا انتقال انرژی به ماده است، که انرژی موج نور در ماده باقی می ماند. مقدار زیادی از انرژی باعث ایجاد حرارت و تغییر در خواص ماده می شود.

تولید لیزر

یکی از روشهای مرسوم برای تولید پرتو های نوری تک فرکانسی برانگیختن الکترون اتم مواد شفاف مانند کریستالها، گازها و برخی از مایعات می باشد. در این روش با دادن انرژی به الکترون مواد، این الکترون ها به مدار های حرکتی دور تر از هسته اتم منتقل می شوند و به واسطه میل دائمی اتم به پایداری، سریعا به مدار اولیه خود باز گشته و انرژی دریافتی را به صورت فوتون آزاد می کند و این فوتون ها در حقیقت همان اجزا تشکیل دهنده پرتو های نوری تک فرکانسی می باشند.

بر طبق تئوری نشر القایی، الکترون های لایه ی خارجی بعضی مواد (به صورت مولکول یا اتم) می توانند با جذب انرژی (به صورت نور) برانگیخته شده و به مدار بالاتری از لحاظ سطح انرژی بروند. این حالت ماده را حالت برانگیخته می نامند. برای برانگیختن الکترون ها نیز می توان از انرژی سایر پرتو ها یا انرژی الکتریکی و یا روشهای شیمیایی استفاده کرد.



این مدار بالاتر (از لحاظ سطح انرژی) خیلی پایدار نبوده و الکترون می‌تواند با از دست دادن انرژی (به صورت فوتون نوری) به سطح اولیه و پایدار خود باز گردد.

این پدیده در مورد بعضی الکترون ها خود به خودی صورت می‌گیرد که به آن نشر خود به خودی یا Spontaneous Emission می‌گویند.

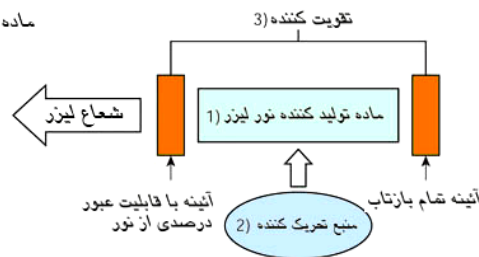
فوتون های حاصل از نشر خود به خودی به هر سمت و جهتی ممکن است منتشر شوند (درست مثل فوتون های نور معمولی) ولی در هنگام حرکت اگر با الکترون برانگیخته ای که در سطح بالاتری از انرژی قرار دارد برخورد کنند، آن را وادار با از دست دادن انرژی به صورت فوتون نوری و بازگشت به سطح Ground State می‌کنند. این حالت را نشر القایی یا Emission Induced می‌نامند.

در نشر القایی از برخورد یک فوتون به یک الکترون برانگیخته دو فوتون که در تمام خصوصیات با هم مشابه هستند به وجود می‌آید. یعنی این دو فوتون از لحاظ سطح انرژی و طول موج کاملاً با هم یکسان بوده با هم هم جهت بوده و هم فاز نیز هستند. این مرحله ی اول تقویت موج نور بوده، نور حاصل دو برابر نور اولی قدرت دارد. ولی برای تبدیل شدن این نور به نور لیزر هنوز راه زیادی در پیش است.

هرگاه بتوان به وسیله ای این فوتون های نوری را میلیون ها بار یا یکدیگر ترکیب و تقویت نماییم. ساده ترین روش برای تقویت پرتو های نوری، استفاده از دو آینه موازی روبه روی هم است بنابر این چنانچه منبع تولید نور در میان این دو آینه قرار گیرد پرتو های تولید شده مدام روی همدیگر بازتاب شده و هر دفعه بر انرژی هم می‌افزایند.

سه بخش اصلی یک منبع لیزر

- 1) ماده تولید کننده نور لیزر
- 2) منبع تحریک کننده
- 3) تقویت کننده



نور حاصل از قدرت و توانی فوق العاده برخوردار خواهد شد و بدین ترتیب موفق به ساخت نور لیزر خواهیم شد. پیدا کردن راهی برای انجام این مهم سالیان سال در دستور کار آزمایشگاه های تحقیقاتی فیزیک و دانشمندان این رشته قرار داشت. در سال ۱۹۶۰ یک دانشمند آمریکایی بنام میمن با استفاده از کریستال یاقوت موفق به انجام این کار شد و برای اولین بار نور لیزر را در آزمایشگاه تولید کرد. در این روش نور حاصل از انتشار القایی را میلیون ها بار بین دو آینه ی موزی به حرکت در آورده و عمل تقویت را تا رسیدن به نتیجه ی نهایی ادامه می دهند.

اجزاء مولد لیزر

در ساختمان یک لیزر چهار جزء اصلی وجود دارد که عبارتند از: منبع انرژی، ماده واسط، فضای اپتیک، سیستم انتقال انرژی.

دمنده یا منبع انرژی

منبع انرژی (Laser Head) ممکن است نور حاصل از یک فلش لامپ (Flash Lamp) انرژی حاصل از تخلیه ی بار الکتریکی و یا حتی نور یک لیزر دیگر باشد. وظیفه ی منبع انرژی تحریک الکترون های ماده ی واسط و انتقال آنها به سطح انرژی بالاتر از طریق فوتون های نوری پر قدرت است.

ماده ی واسط

ماده ایست که لیزر در آن انتشار می یابد و می تواند از نوع گاز (Co_2)، یا مایع (Dye)، یا جامد (Nd-Yag Alexindrite) باشد. ماده ی واسط باید خصوصیات ویژه ای داشته باشد از جمله این که باید قابلیت عبور دادن نور را داشته باشد (شفاف باشد) و از طرفی در ساختمان مولکولی خود الکترون هایی داشته باشد که قابلیت تحریک شدن توسط فوتون و افزایش سطح انرژی را دارا باشند.

فضای اپتیک

فضای مطلوبی برای تشدید و تقویت نور است. عبارتی فضایی که منبع انرژی و ماده ی واسط را در داخل آن قرار می دهند تا نور تولید شده توسط منبع انرژی به طور تقریباً کامل به تابانده شود و به اصطلاح برای ایجاد راندمان بیشتر طراحی شده است.

سیستم انتقال انرژی

سیستم انتقال انرژی (Delivery System) عمل جمع آوری انرژی حاصل و هدایت آن تا محل مصرف را به عهده دارد و ممکن است از نوع فیبر نوری، بازوی هدایت کننده یا متحرک (Articulated Arm) و عدسی های متمرکز کننده متعدد باشد.

در یک منبع انرژی، الکترون های موجود در مولکول های ماده ی واسط را تحریک کرده و به صورت برانگیخته در می آورد. تعدادی از الکترون ها به صورت خود بخود ی به مدار اولیه برگشته و از خود فوتون آزاد می کنند.

این فوتون ها در طول ماده واسط به حرکت در آمده و با برخورد به الکترون های دیگر که در حالت برانگیخته قرار دارند آنها را وادار با از دست دادن و برگشت به حالت اولیه می کنند. بنابراین از برخورد یک فوتون به الکترون پر انرژی دو فوتون به وجود می آید.

در یک انتهای ماده واسط، آینه ی کامل (Max Reflector) قرار گرفته که ۱۰۰٪ نوری را که به آن برخورد می کند منعکس می نماید و در انتهای دیگر نیمه آینه (Partial Reflector) قرار دارد که ۷۰٪ نور را منعکس کرده و ۳۰٪ آن را از خود عبور می دهد. فوتون های حاصل از نشر القایی هزاران بار بین این دو آینه حرکت کرده و هر بار با برخورد با الکترون های برانگیخته شده آنها را وادار به از دست دادن انرژی می کنند و این روند به صورت واکنش زنجیره ای تا جایی که الکترونی در حالت برانگیخته وجود داشته باشد ادامه پیدا می کند.

۳۰ درصد انرژی نورانی که از سمت نیمه آینه خارج می شود همان نور لیزر بوده که با حرکت بین این دو آینه توان و قدرت فوق العاده زیادی پیدا کرده و سه ویژگی نور لیزر را دارا می باشد. تک رنگ است، به صورت موازی منتشر شده و ماهیتی یکسان دارد.

با کمی دقت می توان متوجه شد که چرا این ویژگی ها در نور لیزر وجود دارد:

۱- نور لیزر تک رنگ است زیرا تمام فوتون های تشکیل دهنده ی آن از یک واسطه خارج شده اند به عبارت دیگر تمام الکترون ها در ماده واسط تراز تحریک شده و تراز پایدار مشابهی داشته و در برگشت به حالت پایه فوتون هایی با طول موج مشابه تولید می کنند که علاوه بر آن هم فاز هم هستند بنابراین این اثر تجمعی داشته و در هر رفت و برگشت به قدرت و توان آنها اضافه می شود. دسته پرتو حاصل همدوس و تک رنگ است.

۲- نور لیزر به صورت موازی منتشر می شود زیرا تنها، فوتون هایی که جهت حرکت آنها در امتداد محور طولی ماده واسط قرار داشته باشد شانس این را داشته اند که در طول این مسیر میلیون ها بار حرکت کرده و در هر رفت و برگشت قدرت آنها تقویت شود.

به عبارت دیگر در انتشار خود به خودی و انتشار القایی فوتون هایی هم به وجود می آیند که مسیر حرکت آنها در جهت محور طولی واسطه ی لیزر نبوده و بعد از چند رفت و برگشت از محدوده محور طولی واسطه ی لیزر خارج شده باشند و آنقدر عمل تقویت در آنها صورت نمی گیرد که تبدیل به نور لیزر شوند.

به طور کلی لیزر ها از نظر تولید نور لیزر به دو دسته ی اصلی پیوسته (Continuous) و پالسی (Pulsed) تقسیم می شوند. در نوع اول منبع انرژی به صورت متناوب عمل کرده (مثل فلاش دوربین عکاسی) و نور لیزر فقط در کسری از ثانیه تولید می شود. در حالی که در نوع دوم تولید نور توسط منبع انرژی و در نتیجه تولید نور لیزر به صورت ممتد ادامه دارد.

بعد از تولید نور لیزر در منبع لیزر نور حاصل توسط لنزهای مخصوصی بنام عدسی های متمرکز کننده جمع آوری شده و به کمک سیستم انتقال انرژی (آینده های متعدد نصب شده در داخل بازوی متحرک) به محل مصرف آن انتقال داده می شود.

انواع لیزر

۱. لیزرهای حالت جامد
۲. لیزرهای نیمه رسانا
۳. لیزرهای اتمی و یونی
۴. لیزرهای گازی مولکولی
۵. لیزرهای شیمیایی
۶. لیزرهای رنگی
۷. لیزرهای الکترون آزاد

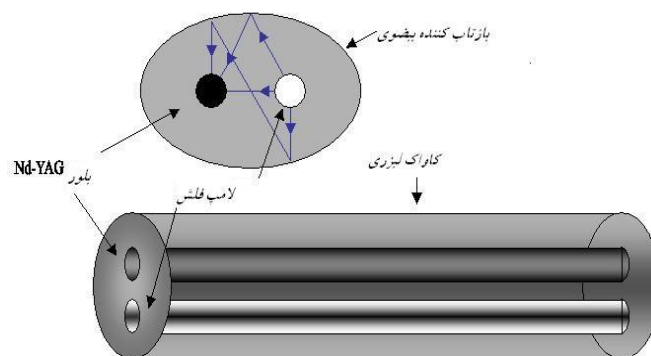
لیزرهای حالت جامد

به استثنای لیزرهای نیم رسانا، معمولاً محیط فعال (ماده واسط) در لیزرهای حالت جامد، بلور یا شیشه ای شفاف است که درون آن مقدار کمی فلزات واسطه، همفاز شده است، گذارهای انجام شده در یونهای فلزات واسطه، مسؤل عمل لیزرند. متداولترین فلزات همفاز کننده عبارت اند از کروم در لیزرهای یاقوت و الکساندریت، و نئودیوم در لیزرهای Nd:YAG Nd. لیزر یاق در حال حاضر، کاربردی ترین لیزر حالت جامد است که برای پردازش و ماشین کاری مواد بکار می رود، لیزر یاق از بلور سنگ آلومینیوم ایتزیم که به آن ۰.۱ تا ۱ درصد یون نئودیوم اضافه شده است، ساخته می شود. وجود یک بی قاعدگی

طبیعی در نیمرخ زمانی هر تپ، که به عنوان تیزشدگی شناخته می شود، این نوع لیزر را به ویژه برای برش و سوراخکاری کارآمد می کند. از انواع متداول لیزر جامد می توان به لیزر یاقوت، یاق، ایربیوم اشاره نمود.

لیزر یاقوت

لیزر یاقوت معروفترین لیزر حالت جامد است و به عنوان نخستین نوع لیزر ساخته شده ، موقعیت مهمی در تاریخ لیزرها دارد، به عنوان مثال جالبی از طنزهای علوم، مقاله اولیه تئودور اچ. میمن که نخستین لیزر را توصیف می کرد، توسط Review Letters Physical رد شد؛ زیرا فرض شد که این کار، چندان جالب نیست! از نظر ساختاری، لیزرهای یاقوت جدید شامل یک میله یاقوت تجارتي با قطری بین ۳ تا ۲۵ میلی متر و طول تا ۲۰ سانتی متر است. یونهای کروم یاقوت با نشر نوار پهن حاصل از لامپ درخشی برانگیخته می شوند یا لامپ درخشی به دور میله یاقوت پیچیده است یا درون یک بازتابنده بیضوی به موازات آن، قرار گرفته است.

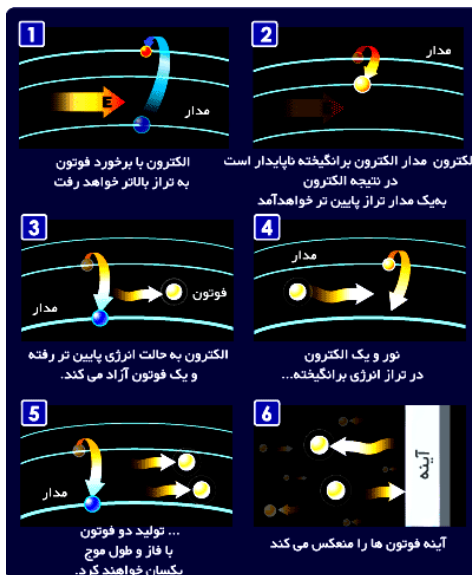


این واقعیت که لیزر یاقوت نور سرخ نشر می کند، ممکن است چندان شگفت آور نباشد، مگر بیاد آوریم که دلیل سرخ رنگ بودن یاقوت آن است که یاقوت در ناحیه سبز و بنفش طیف جذب دارد، به همین دلیل نور سرخ را عبور می دهد (یا بازتاب می کند).

لیزرهای نیمه رسانا

به این نوع لیزرها، لیزر دیود و یا لیزر تزریقی نیز گفته می شود. نیمه رساناها تشکیل شده اند از دو ماده که یکی کمبود الکترون داشته و دیگر الکترون اضافی دارد. ماده اول را نوع p و ماده دوم را نوع n می گویند. وقتی که این دو به یکدیگر متصل می شوند در محل اتصال ناحیه هایی به نام منطقه اتصال p - n به وجود می آید و آن جایی است که عمل لیزر در آن رخ می دهد. الکترونهای آزاد از ناحیه n و از طریق این منطقه به ناحیه p مهاجرت می کنند. الکترون هنگام ورود به منطقه اتصال، انرژی کسب می نماید و هنگامی که می خواهد به ناحیه p داخل شود، این انرژی را به صورت فوتون از دست می

دهد. اگر ناحیه p به قطب مثبت و ناحیه n به قطب منفی یک منبع الکتریکی وصل شود، الکترونها از ناحیه n به طرف ناحیه p حرکت کرده و باعث می شوند تا در منطقه اتصال، غلظت زیادی از مواد فعال به وجود آید. با از دست دادن فوتون، یک تابش الکترومغناطیس حاصل می گردد.



چنانچه دو انتهای منطقه اتصال را صیقل دهند آنگاه یک کاواک لیزری به وجود خواهد آمد. اصولاً این نوع لیزرها به گونه ای ساخته می شوند که با استفاده از ضریب شکست دو جزء p و n، کار تشدید پرتو لیزر انجام می شود. یکی از نقاط ضعف لیزرهای نیم رسانا همین است، زیرا با تغییر دما، میزان ضریب شکست و بالطبع خواص پرتو حاصله تفاوت خواهد کرد. به همین دلیل لیزرهای دیودی نسبت به تغییرات دما بسیار حساس هستند. لیزرهای نیم رسانا به طریقی خیلی شبیه به دیودهای نورگسیل (LED) که به گستردگی در وسایل الکترونیکی به کار می روند، کار می کنند. با اعمال یک پتانسیل الکتریکی روی اتصال ساده دیودی بین بلور نوع p و n الکترونهای روی مرز نیم رسانا از نوار والانس فرو می افتند و در این فرایند تابش نشر می شود. نشر عمدتاً در حد مادون قرمز است و خواص نوری بلور در چنین طول موجهایی را فراهم می آورد که دو وجه انتهایی بلور، محدوده حفره تشدید را تعیین کنند. یکی از مزیت‌های این نوع لیزر اندازه بسیار کوچک آن است که معمولاً به نیم میلی متر می رسد، ولی این مسئله باعث موازی شدن بسیار کمی می شود. واگرایی به اندازه ۱۰ به هیچ وجه نامعمول نیست و بدین ترتیب نیاز به ابزار اپتیکی تصحیح کننده را در کاربردهای زیادی، الزامی می کند. معمولاً توان خروجی لیزرهای نیم رسانای پیوسته برحسب میلی وات سنجیده می شود. لیزرهای دیودی برای طیف سنجی زیر قرمز با تفکیک زیاد نیز خیلی مناسب اند، زیرا پهنای خط آن آقدر کم است که می توان ساختار چرخشی را برای بسیاری از مولکولهای کوچک از گذارهای ارتعاشی جدا کرد. ارزش این روش خصوصاً در مشخص کردن واسطه های کوتاه عمر در

واکنشهای شیمیایی، اثبات شده است. با ظهور لیزرهای دیودی که درانتهای قرمز طیف مرئی نشر می کنند، می توان کاربردهای متنوعتری را انتظار داشت. می توان توقع داشت که با کاهش قیمتها، لیزرهای دیودی، لیزرهای هلیم - نئون را از بسیاری از کاربردهای سنتی آنها کنار بگذارند.

لیزر اگزایمر یا لیزر اکسیپلکس

لیزر اگزایمر یا لیزر اکسیپلکس (Excimer laser) گونه‌ای لیزر ماورا بنفش است که معمولاً از آن در جراحی چشم و ساخت نیمه‌رساناها استفاده می‌شود. واژه «اگزایمر» از عبارت «دیمر تحریک شده» بدست آمده است که یعنی یک مولکول دو اتمی وقتی در حالت تحریکی واقع است پایدار است و در حالت پایه ناپایدار است. چنین مواردی مشخصاً عباتند از هالوژن‌های گازهای نادر مانند ArF ، KrF و XeCl . اگر نمودار انرژی بر حسب فاصله بین مولکولی را برای حالت پایه یک مولکول معمولی رسم کنیم منحنی با یک انرژی کمینه در حالت جدایی در حالت پایه مولکول بدست می‌آوریم. چنین منحنی‌هایی را می‌توان برای حالت‌های تحریکی بدست آورد. ولی برای دیمرها گرچه حالت‌های تحریکی دارای مینیمم است ولی حالت پایه دارای مینیمم نیست.

لیزر اگزایمر از دستاوردهای مهم تکنولوژی در لیزرهای پوستی است. محدوده طیف ماورا بنفش (UV) از قدیم یکی از درمان‌های موثر بیماری‌های ویتیلیگو و پسوریازیس بوده است که در قالب کابین‌های دارای لامپ‌های مخصوص (UV) به بیماران ارائه می‌شده و حال لیزر اگزایمر این نور (UV) را به فرم لیزر بر روی ضایعات بیمار متمرکز می‌کند و بدین ترتیب بدون اینکه پوست سالم بیمار تحت تاثیر اشعه (UV) قرار گیرد تنها ضایعات سفید رنگ ویتیلیگو و قرمز رنگ پسوریازیس است که تحت تاثیر قرار خواهد گرفت. امروزه موفقیت لیزر اگزایمر در بهبود بیماری‌های ویتیلیگو (پسی یا برص) و پسوریازیس (صدف) و همچنین تصحیح لکه‌ها و خطوط سفید پوست (مثلاً ناشی از حاملگی) سبب شده تا این لیزر جایگاه ویژه‌ای را در میان سایر لیزرهای پوستی برای خود داشته باشد.

لیزرهای اتمی و یونی

رده‌ای از لیزرها که محیط فعال آنها یک گاز باشد، انواع گسترده‌ای از وسایل را در بر می‌گیرد. معمولاً این گاز یا تک اتمی بوده یا از مولکولهای بسیار ساده تشکیل شده است. در هر دو مورد، چون نشر لیزر از وقوع گذارهای نوری در اتمها یا مولکولهای آزاد ناشی می‌شود، پهنای خط نشر می‌تواند بسیار کم باشد. معمولاً گاز درون لوله‌ای سربسته است و برانگیختگی اولیه با تخلیه الکتریکی انجام می‌شود، بدین ترتیب در بسیاری از موارد، بخش درونی لیزر شباهتی نمادین به لامپ فلئورسنت معمولی دارد.

لوله لیزر می تواند از مواد مختلفی تهیه کرد و الزاماً نیازی به شفاف بودن آن نیست. متأسفانه معمولاً فلزات مورد استفاده قرار نمی گیرند، زیرا باعث ایجاد اتصال کوتاه در وسیله می شوند. به طور معمول از سیلیس و همچنین از بریلیم اکسید که برای منابع پر توان با رسانایی گرمایی زیاد مناسب است، استفاده می شود. داشتن یک لوله لیزری با مخلوطی از دو گاز، که یکی در مرحله دمش و دیگری در نشر لیزر به کار می رود، امری بسیار عادی است معمولاً چنین لیزرهای گازی بسیار اعتماد پذیرند، زیرا برخلاف لیزرهای حالت جامد، در اینجا امکان آسیب گرمایی محیط فعال وجود ندارد و برای مقاصد معمولی، پرمصرفترین لیزرند.

لیزر هلیوم - نئون

لیزر هلیوم - نئون، نخستین لیزری بود که در ۱۹۶۲، به طور تجاری در دسترس قرار گرفت. محیط فعال، مخلوطی از دو گاز است که در فشار پایین در لوله شیشه ای قرار گرفته اند. ویژگی اصلی این لیزر آن است که از هر لیزر سبز دیگری ارزانتر است. لیزرهای هلیوم - نئون به طور پیوسته کار می کنند و علی رغم توان خروجی پایین، از دو ویژگی کوچکی و ارزانی نسبی سود می برند. بدین ترتیب می توان آنها را بیش از هر لیزر دیگری در کاربردهای مختلف پیدا کرد. در جایی که توان چندان اهمیتی نداشته باشد، عملیات مبتنی بر پهنای نازک باریکه لیزر، کاربرد اصلی است. انواع پیمایشگرهای نوری که برای کنترل کیفیت و اندازه گیری در صنعت به کار می روند، مثالی از کاربرد مذکورند. به علاوه پیمایشگرهای هلیوم - نئون در سیستمهای دیسکهای ویدیویی نوری، وسایل بازخونی رمزهای میله ای در فروشگاهها و تجهیزات بازساخت نوری حروف، نیز به کار برده می شوند. چاپ الکترونیکی و همراستاسازی نوری، از جمله سایر کاربردهای این لیزر است. خط آبی ویژه برای کاربردهای با تفکیک بالا در صنعت چاپ و نشر، بسیار مناسب است.

لیزر آرگون

لیزر آرگون، معروفترین مثال از خانواده لیزرهای یونی است که در آنها محیط فعال یک گاز بی اثر تک جزئی است. چون چند طول موج با این لیزر ایجاد می شود، معمولاً برای گزینش یک طول موج خاص برای تقویت، در بین دو آینه انتهایی، منشور پراکنده کننده قرار می دهند. لیزرهای آرگون به نسبت گران و شکننده اند و معمولاً طول عمر لوله آنها به ۱۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰ ساعت محدود می شود. سایش دیواره های لوله توسط پلاسما که باعث ته نشینی غبار روی پنجره های خروجی بروسر می شود یکی از دلایل اساسی طول عمر محدود لیزرهاست. خود آرگون نیز در اثر یونهایی که جذب دیواره های لوله می شوند، اندک اندک از بین می رود. با وجود این معایب، این گونه لیزرها، در شیمی و فیزیک و به ویژه در قلمرو طیف بینی که در آنجا معمولاً برای دمش لیزرهای رنگینه ای به کار می روند، کاربردهای پژوهشی گسترده ای پیدا کرده اند.

همچنین لیزرهای آرگون تاثیر به سزایی در صنعت چاپ و نشر داشته اند و در پزشکی و به ویژه در درمان لیزر چشم، نقش مهم و رو به افزایشی دارند. نمایشهای بصری و سرگرمی، جنبه دیگری از کاربرد آنهاست که ذکر آن لازم به نظر می رسد. معمولاً در این کاربرد به نسب کم اهمیت ولی به حد کافی عجیب و بدون شک مهیج است که بیشتر مردم برای نخستین بار نور لیزر را می بینند.

لیزر بخار مس

لیزر بخار مس یکی از جدیدترین لیزرهاست که باید تاثیر به سزایی روی بازار لیزر داشته باشد. با وجود این، لیزر مذکور ویژگیهایی دارد که آن را بدل به رقیبی بسیار جالب در برخی کاربردها می کند این لیزر متعلق به رده لیزرهای بخار فلز است که در آنها گذار در اتمهای آزاد فلز بدون بار، به نشر لیزر منجر می شود. کاربرد اصلی لیزر مس، جداسازی ایزوتوپ اورانیوم است که هنوز عمدتاً در مرحله تحقیق و توسعه است. همچنین علاقه هایی به استفاده از این لیزر در عکاسی و تمام نگاری و نیز نورپردازی زیر آب وجود دارد، در اینجا طول موجهای نشری به ویژه برای مینیمم کردن تضعیف مناسب اند. همچنین کاربردهایی در پوست پزشکی در دست بررسی است، زیرا نشر 578 nm به طرز مفیدی به پیک جذبی هموگلوبین در 577 nm نزدیک است.

لیزر طلا تنها لیزر بخار فلز دیگری است که تا به حال از مرحله پژوهش به مرحله تولید رسیده است و طول موج اصلی 628 nm را با توان چند وات نشر می کند. کارایی زیاد این لیزر برای نور درمانی سرطان به اثبات رسیده است.

لیزرهای گازی مولکولی

لیزر کربن دیوکسید CO_2

لیزر کربن دیوکسید اولین مثال از لیزری است که در آن گذارهای مسئول نشر القایی در مولکولهای آزاد رخ می دهد. در واقع، ترازهای انرژی CO_2 درگیر لیزر الکترونی نیستند بلکه ترازهای چرخشی - ارتعاشی اند و لذا نشر در طول موجهای بسیار بالاتر، کاملاً در زیر قرمز انجام می شود.

لیزرهای کربن دیوکسید به طور گسترده ای در زمینه واکنشهای شیمیایی القا شده با لیزر کاربرد دارند و کاربردهای صنعتی آنها در زمینه مواد و کارهایی مانند سوراخکاری، جوشکاری، برش و عملیات روی سطح قطعه است. علی رغم این واقعیت که فلزات به ویژه در ناحیه طول موج عملیاتی این لیزرها کاملاً بازتاباننده اند، شدت بسیار زیادی که لیزرهای CO_2 در حالت متمرکز ایجاد میکنند، بیش از مقدار لازم برای جبران این مشکل است. همچنین شایان ذکر است که مقدار کل گرمای

انتقال یافته به فلز از باریکه لیزر، مینیمم است. به دلیل کاربردهای این حالت، لیزرهای کربن دیوکسید بیشترین سهم فروش لیزرهای تجارتي را به خود اختصاص داده اند.

در پزشکی، یکی دیگر از جنبه های مهم کاربرد لیزرهای CO₂ در روشهای جراحی هستند. سلولهای سازنده بافت زنده عمدتاً از آب تشکیل شده اند و می توان آب را توسط هر باریکه توانمند لیزر CO₂ در یک چشم برهم زدن تبخیر کرد، به علاوه گرمای اعمال شده به بافت پیرامونی، زخم را داغ و از خونریزی که معمولاً با جراحی همراه است، جلوگیری می کند. بنا به همین دلایل، تعداد فزاینده ای از عملهای جراحی، مقبولیت تابش لیزر CO₂ به جای چاقوی جراحی به اثبات رسیده است. تابش نه تنها روش بسیار تمیزی برای ایجاد شکاف است، بلکه در سایر موارد می توان از آن برای برداشتن قسمتهای بزرگی از بافت به طور کامل استفاده کرد. پیشرفتهای اخیر در زمینه ساخت کاتتر موج بر انعطاف پذیر برای تابش لیزر CO₂، چشم انداز کاربردهای این نوع لیزر را گسترش می دهد.

لیزر نیتروژن

لیزر نیتروژن، لیزر گازی دیگری بر پایه یک گونه مولکولی ساده و پایدار شیمیایی است. در واقع لیزر نیتروژن قادر است به طرز موفقیت آمیزی بدون هیچ آینه ای کار کند، هر چند در عمل برای جهت دادن به باریکه خروجی، آینه ای در انتهای حفره قرار می گیرد.

لیزر نیتروژن یکی از توانمندترین منابع تجاری تابش فرابنفش است و اغلب از آن در مطالعات نور شیمی استفاده می شود. همچنین این لیزر، به طور متداول برای دمش لیزرهای رنگینه ای به کار برده می شود، هر چند در این مورد طول موجهای توانمندتر حاصل از لیزرهای اکسی پلکس یا هماهنگی لیزر Nd:YAG جایگزین آن شده اند.

لیزرهای شیمیایی

در تمام لیزرهایی که تاکنون بررسی کردیم، مکانیسم دمش مورد استفاده برای آغاز وارونگی جمعیت، یک منبع نیروی خارجی را شامل می شد. برخلاف آن، در یک لیزر شیمیایی، وارونگی جمعیت به طور مستقیم از طریق یک واکنش شیمیایی گرمازا یا سایر روشهای شیمیایی ایجاد می شود. به بیان بهتر، می توان لیزری شیمیایی طرح کرد که مثلاً در آن واکنش شیمیایی برگشت ناپذیر، چرخه لیزر را انجام می دهد. این تعریف، از آنچه سایر نویسندگان عنوان می کنند، تا حدی محدودتر است، لذا لیزرهای ید و اکسی پلکس را از این رده جدا می کند. چون واکنش شیمیایی می تواند مقادیر زیادی انرژی آزاد کند، مفهوم لیزر شیمیایی میتواند مقادیر زیادی انرژی آزاد کند، مفهوم لیزر شیمیایی بسیار جالب توجه است. بدین معنی که اگر عملیات لیزر کارآمد باشد، این وسیله قادر است انرژی خروجی بسیار بالایی را به صورت نور ایجاد کند.

لیزر هیدروژن کلرید، یکی از قدیمترین مثالهای لیزر شیمیایی است. نتیجه این توالی واکنشها، انتقال برخوردی انرژی ارتعاشی به مولکولهای کربن دیوکسید است، بدین ترتیب شرایطی فراهم می‌شود که در آن نشر لیزر می‌تواند درست مانند لیزر کربن دیوکسید که پیش از این مورد بحث قرار گرفت، ایجاد شود. اصولاً چنین لیزری منبع نیرو را در درون خود دارد و به راحتی می‌توان با باز کردن یک شیر برای مخلوط کردن گازهای واکنش دهنده، آن را به کار انداخت. بدین لحاظ، لیزر مذکور نیاز به منبع برتری دارد. برای لیزرهای شیمیایی موج پیوسته با بالاتر، نسبتاً حجم زیادی از گازهای واکنش دهنده باید سریعاً در سرعتهای فراصوتی با هم مخلوط شوند و برای رسیدن به خروجی پایدار باید در ناحیه اختلاط، همگنی فضایی بسیار بالایی وجود داشته باشد.

لیزرهای رنگی

اصولاً این لیزرها با انواعی که تاکنون بررسی کردیم تفاوت بنیادی دارند. تمام تفاوتها را می‌توان ناشی از ماهیت نامتعرف محیط فعال دانست که محلولی از رنگینه آبی است. زیاد الکترون تشکیل می‌شوند. پرمصرفترین مثال در این زمینه رنگینه ای که معمولاً به نام رودآمین شناخته شده است. یک عیب لیزر رنگینه ای آن است که در مقایسه با لیزر گازی پایداری کمتری در دامنه دارد، به طوری که روشهای طیف بینی غیر مستقیم مانند فلوئورسانی یا اثر فوتوآکوستیکی، اغلب مناسبترین کاربردهای آن هستند. تغییری جالب در مفهوم لیزر رنگینه ای، لیزر رنگینه ای حلقه ای است که در آن تابش لیزر به جای حرکت رفت و برگشتی ساده بین دو آینه، دور ساعت و خلاف آن حرکت می‌کنند حضور داشته باشند، معمولاً فرکانس آنها یکسان است. با این حال، هرگونه چرخاندن خود لیزر، باعث ایجاد اختلاف کوچکی بین این دو فرکانس می‌شود و از آشکار سازی این اختلاف می‌توان به عنوان مبنایی برای اندازه گیری بسیار دقیق چرخش استفاده کرد، در واقع این طرز کار ژيروسکوپ لیزر حلقه ای است.

لیزر الکترون آزاد

در این لیزر، محیط فعال به سادگی تنها از باریکه ای از الکترونهاي آزاد تشکیل شده است و در اثر افزایش و کاهش شتاب این الکترونها در میدان مغناطیسی، گذارهای نوری که عمل لیزر مبتنی بر آنهاست، انجام می‌شوند. این لیزر شامل عبور باریکه ای از الکترونهاي بسیار پرانرژی حاصل از یک شتابدهنده از بین قطبهای تعدادی آهنربا با قطبیت متناوب است که به فواصل منظم از هم قرار دارند. فاصله آهنرباها باید چند سانتی متر باشد. در نتیجه، الکترونها مرتباً در راستای عمود بر حرکت شتاب می‌گیرند و آن را از دست می‌دهند و همان طور که ملاحظه می‌شود یک مسیر نوسانی ایجاد می‌شود. به همین علت معمولاً به این آهنرباها عنوان آهنرباهای تکان دهنده اطلاق می‌شود. اثر این فرایند، ایجاد نشر تابش ترمزی (برمزشترالونگ)

در طول محور لیزر است که سپس بین آینه های موازی به دام می افتد و طبق روش معمول باعث برانگیزش بیشتر نشر می شود.

چون انرژی الکترونیهای خروجی از شتابدهنده می تواند به طور پیوسته تغییر کند، باز هم لیزری با توانایی کوک پذیری خواهیم داشت. با وجود این برخلاف لیزر رنگینه ای، در اصل هیچ محدودیتی در کوک پذیری در گستره زیر قرمز، مرئی و فرابنفش طیف الکترومغناطیسی وجود ندارد. به علاوه، این نوع لیزر قادر به ایجاد توانهای متوسط زیاد و کارایی معقولی است. به طور معمول کارایی نور مرئی و فرابنفش به مراتب کمتر است و تلاشهای پژوهشی زیادی در راستای حل این مسئله در حال انجام است. نه تنها از لحاظ نیازمندیهای توان بالا و حجم زیاد یک شتاب دهنده الکترون مناسب بلکه به دلایل بسیاری، لیزر الکترون آزاد به طور تجاری تولید نمی شود و احتمالاً در این ایام جزء ابزار پژوهشی بسیار تخصصی باقی خواهد ماند. در جدول زیر تعدادی از لیزرها را همراه طول موج گسیلشان آورده شده است:

طول موج (نانومتر)	ماده واسط / نوع لیزر
۱۹۳	فلورئورید آرگون (UV)
۲۴۸	فلورئورید کریپتون (UV)
۳۰۸	کلرید زنون (UV)
۳۳۷	نیتروزن (UV)
۴۸۸	آرگون (آبی)
۵۱۴	آرگون (سبز)
۵۴۳	نئون هلیوم (سبز)
۶۳۳	نئون هلیوم (قرمز)
۶۵۰-۵۷۰	رودامین ۶۶ رنگی (تنظیم پذیر)
۶۹۴	یاقوت (قرمز) (CrAlO ₃)
۱۰۶۴	Nd:Yag (NIR)
۱۰۶۰۰	دی اکسید کربن (FIR)

کاربردهای لیزر

نور لیزر برای روشنایی

لیزرهای حالت جامد و لیزرهای تزریقی درخشهای کوتاه بسیار روشنی تولید می کند که برای عکسبرداری بسیار سریع، ایده آل است. ما در عصری هستیم که سالانه میلیونها پوند صرف ساختن هوانوردهای سریع - اعم از موشک های بالستیک، قاره پیما یا هواپیما می شود. باید دانست که سرعتهای زیاد چه بر سر اجسام متحرک می آید 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. نوعی فاصله‌یاب لیزری که برای ناتو ساخته شده، به اندازه یک تفنگ نسبتاً بزرگی است که منبع توان و کامپیوتر آن را می‌توان در بسته‌ای روی پشت حمل کرد. فاصله‌یابهای لیزری تا مسافت ۱۱ کیلومتر را با دقتی حدود ۴/۵ متر تعیین کرده‌اند.

استفاده از لیزر در هوانوردی و دریانوردی

یکی از بدیعترین وسایل لیزری، ژيروسکوپ لیزری است. ژيروسکوپ معمولی اساساً چرخ دواری است که بسرعت 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.

کاربرد لیزری در نوسازی صنعت

گسترش تکنولوژی لیزر در دهه گذشته در تمامی شاخه‌های زندگی رشد فزاینده‌ای داشته است یکی از شاخه‌هایی که لیزر از ابتدای اختراع آن بیش از دیگر زمینه‌های کاربردی مورد توجه محققین و متخصصین قرار گرفت، کاربرد صنعتی لیزر بوده است. اثربخشی لیزر در تمامی زیرشاخه‌های صنعت امری محسوس و غیرقابل انکار است. برای مثال برش کاری، سخت کاری،

سوراخکاری، علامت‌زنی، بیشترین کاربردها را در خانواده صنعت عهده‌دار بوده است. از دیگر مزایای بکارگیری لیزر در برش کاری می‌توان به افزایش سرعت کار، دقت بالا، کمترین خسارت حرارتی به قطعه کار اشاره کرد. در زمینه جوشکاری نیز بکارگیری لیزر مزایای قابل‌ملاحظه‌ای را در صنعت بدنبال داشته است. با استفاده از لیزر این امکان فراهم شده است که فلزات غیرهمنام را نیز بتوان به یکدیگر جوش داد. لیزر در کنار یک CNC یک سیستم کامل لیزر جوش را ایجاد می‌کند که با کمک آن صنعت‌گران قادرند با سرعت زیاد، دقت بالا و حداقل هزینه مصرفی از قابلیت‌های آن استفاده نمایند. امروزه با کمک لیزر می‌توان عمل سخت‌کاری بر روی لایه‌های سطحی فلزات انجام داد. به گونه‌ای که طول عمر آنها به میزان قابل توجهی افزایش پیدا کند. علامت‌زنی بر روی قطعات مختلف با مواد مختلف از نکات حائز اهمیت حوزه صنعت بشمار می‌رود بسیاری از تولیدکنندگان مایلند جهت جلوگیری از سوءاستفاده محصولات تقلبی به گونه‌ای محصولات اصلی را از نمونه تقلبی متمایز نمایند.

پاکسازی دیوار نوشته‌ها به کمک لیزر

ایده استفاده از لیزر جهت پاک کردن حروف چاپی از روی کاغذ سالها پیش به مرحله عمل درآمده بود. تمام روشهایی که در حال حاضر برای زدودن دیوار نوشته‌ها بکار می‌رود نواقصی دارند. رنگهای «سند بلاست» مقدار زیادی ذرات ماسه و رنگ را از طریق هوا منتقل می‌کنند. روشهای شیمیایی همچون پاشیدن سودا (بیکربنات سدیم) مقدار زیادی ضایعات مایع از خود به جا می‌گذارد که مستلزم صرف زمان زیادی برای پاکسازی آنها می‌باشد. وجود سطوح خشن زیرین رنگ و همچنین بکار بردن روشهایی که با ملایمت با این مساله برخورد می‌کنند؛ هر دو به شکست منجر می‌شوند، چرا که مستلزم مراقبتهای مضاعف می‌باشند.

اصل اساسی استفاده از سیستم لیزر در رنگ زدایی کندن رنگ بوسیله فشار امواج «فوتو اکوستیک» است. هنگامی که اشعه لیزر از نظر قدرت و پالس تنظیم گشته و به سطح رنگی می‌تابد انرژی حاصله بصورت گرما و امواج صوتی تغییر شکل می‌دهد. امواج صوتی از میان لایه رنگ عبور کرده و به سطح محکم زیرین برخورد می‌نماید و بر می‌گردد. امواج بازگشتی با امواج ورودی برخورد نموده تداخل مخربی را در لایه رنگ ایجاد می‌نمایند که در نهایت منجر به انفجار لایه رنگ و تبدیل آن به پودر می‌شود

استفاده از لیزر در پزشکی

پس از آن جهان طب شاهد تکامل سریع و غیر منتظره در تولید انواع لیزر طبی و ارائه شدن نسلهای مختلف لیزر به جامعه پزشکی بوده به رغم اشکال متنوع و چند کاره بودن دستگاه لیزر در حوزه‌های مختلف پزشکی یک اصل اساسی از ابتدا تا کنون هرگز تغییر نکرده و آن بکارگیری بهینه از انرژی حاصل از لیزر در حوزه‌های مختلف علمی، پزشکی، جراحی و

زیباسازی پوست می‌باشد. لیزر بعنوان یک منبع قوی انرژی، در پزشکی نیز بکار گرفته شده است. به عقیده برخی جراحان، لیزر برای بریدن اعضای که رگهای خونی بسیار پیچیده دارد (مانند مغز) فوق‌العاده مناسب است. تابش لیزر در حین قطع کردن رگهای خونی، با عمل سوزاندن، دهانه آنها را می‌بندند. در چشم پزشکی، استفاده از لیزر در تصحیح دید (برش قرنیه) و برای جوش دادن جداسدگی شبکیه چشم، نیز در نزد بسیاری از چشم پزشکان انتخاب سودمندی است.

درمان سوختگیها و زخمهای مقاوم به درمان آکنه، اکزما، پسوریازیس، ضایعات و اقدامات پیشگیرانه مثل جلوگیری از پیر شدن پوست توسط لیزر امکان پذیر شده است.

بیماریهای عضلانی - اسکلتی و ارتوپدی: در درمان کشیدگیهای تاندونی آرتريت روماتوئید، رفع اختلالات موجود در اتصالات عضلانی کمر دردها و کشیدگیها بکار می‌رود.

بیماریهای دهان و دندان: درمان پوسیدگیهای دندانی پرپودنتیتها بیماریهای مخاط دهان اختلالات جویدن و ... توسط لیزر صورت می‌پذیرد.

در حوزه عصبی: درمان سردردها و میگرن توسط لیزر امکان پذیر می‌باشد.

انواع مختلف لیزر در درمان بیماریهای پوستی و زیبایی کاربرد دارد که بطور اختصار شامل:

• بیماریهای عروقی: درمان واریسهای وریدی ضایعات عروقی حاصله از بدو تولد و ...

درمان ضایعات و خالهای عروقی که رنگ اینها معمولاً قرمز می باشد که شامل: رگ های واریسی، رگهای قرمز زیر پوستی که معمولاً روی صورت و در اثر آفتاب سوختگی مکرر و یا به هر دلیلی که پوست نازک شده باشد بوجود می آیند، ماه گرفتگی، آنژیوم عنکبوتی، گرانولوم پیوژنیکوم و غیره ... در این بیماریها نقطه هدف پرتو لیزر هموگلوبین می باشد که در گلبولهای قرمز وجود دارد.

• درمان انواع ضایعات رنگی و رنگدانه ای پوست که شامل: خال و خالکوبی. در اینجا نقطه هدف پرتو لیزر ملانین و رنگ های خالکوبی می باشد.

• درمان و کاهش موهای زائد و نا خواسته. در اینجا نیز نقطه هدف ملانین است که در ساقه و ریشه مو وجود دارد. پس موهای رنگ روشن و سفید که فاقد ملانین هستند با لیزر از بین نمی رود و نیاز به درمان های دیگر مثل الکترولیز دارند.

• کاهش چین و چروک، فرورفتگی ها و جای زخم و جوش

• درمان بعضی بیماریهای پوستی مانند: زگیل، کلونید یا گوشت اضافه، ترک های پوستی ناشی از حاملگی و چاقی و ترمیم زخم، پیسی و غیره ...

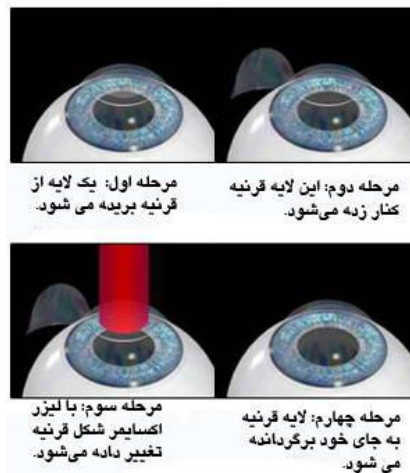
• گاهی از لیزر برای برش بافت و یا برش در مواقع جراحی مشابه تیغ جراحی استفاده میکنند. در روش لیزر خونریزی کمتر است.

باید توجه داشت که روش های دیگری نیز بجز لیزر برای درمان بیماری های پوستی و زیبایی وجود دارد که کم هزینه تر هستند. بنابراین در صورت عدم موفقیت سایر روش ها می توان نتایج لیزر را هم امتحان کرد.

لیزیک

لیزیک یک اقدام جراحی است که می تواند وابستگی فرد به عینک یا لنز تماسی را کاهش دهد. این روش برای همیشه شکل قرنیه (لایه شفاف ظریف جلوی قرنیه) را عوض می کند. برای دید خوب، قرنیه چشم و لنز باید اشعه های نورانی را به طرز مناسب خم کنند (انکسار)، طوری که تصاویر روی شبکیه متمرکز شوند. اگر اشعه های نور به درستی روی شبکیه متمرکز نشوند، تصاویری که می بینید تار خواهند بود.

این تاری بنام «عیب انکساری» شناخته می شود. این مساله بواسطه شکل نامناسب چشم، قرنیه، یا لنز ایجاد می شود. لیزیک از اشعه لیزر اگزومر (لیزر فرابنفش) برای برداشتن دقیق بافت قرنیه به منظور اصلاح شکل و تمرکز بهتر آن استفاده می کند.



جراحی لیزیک چشم بیشتر برای افراد دچار نزدیک بینی (میوپ) بکار می رود، به این معنی که این افراد فقط اجسام نزدیک را می بینند، همه چیز را با لبه و دور تار می بینند. لیزیک بیشتر اوقات برای افرادی که عینک یا لنز برای میوپ (نزدیک بینی) استفاده می کنند بکار می رود. گاهی برای تصحیح دور بینی بکار می رود. ممکن است آستیگماتیسم را هم تصحیح کند.

سازمان دارو و غذا (FDA) لیزر اگزومر را برای تصحیح نزدیک بینی تا ۱۲- دیوپتر با ۴- دیوپتر آستیگمات، و دوربینی از ۱+ تا ۶+ با ۱ دیوپتر آستیگمات تأیید کرده است. (دیوپتر، معیار سنجش عیب انکساری است. دیوپتر منفی به منزله نزدیک بینی و دیوپتر مثبت به منزله دور بینی است.)

سازمان دارو و غذا (FDA) با همکاری انجمن چشم پزشکی آمریکا، موارد زیر را برای لیزیک مناسب می داند:

- باید حداقل ۱۸ ساله باشید (برای برخی لیزرها ۲۱)، زیرا دید افراد زیر ۱۸ سال معمولاً تغییر می کند. یک استثنا در کودکان کوچک با یک چشم خیلی نزدیک بین و یک چشم طبیعی است. استفاده لیزیک در درمان چشم خیلی نزدیک بین ممکن است از تنبلی چشم جلوگیری کند.

- نباید حامله یا شیرده باشید، زیرا این وضعیت می تواند میزان انکسار اندازه گیری شده چشم را تغییر دهد.

- نباید برخی داروها مثل آکوتان یا پردنیزولون خوراکی مصرف کنید.

- چشمانتان باید سالم و شماره عینکتان ثابت باشد. اگر نزدیک بین هستید، باید عمل لیزیک را تا زمان ثابت شدن شماره چشمتان به تأخیر بیندازید، زیرا نزدیک بینی ممکن است در برخی بیماران تا اواسط یا حتی اواخر دهه ۲۰ زیاد شود.

- سلامت عمومی شما باید خوب باشد. لیزیک در بیماران مبتلا به قند خون، روماتیسم مفصلی، لوپوس، گلوکوم، عفونتهای هرپس چشم، یا کاتاراکت توصیه نمی شود. باید این مسائل را با پزشکتان در میان بگذارید.

- منافع و مضرات آنرا بسنجید. اگر از داشتن عینک یا لنز راضی هستید، ممکن است بخواهید آنها را بر جراحی مقدم دارید.

انتظارات خود را از جراحی بدانید. آیا این انتظارات منطقی هستند؟

- برای بیماران مبتلا به پیر چشمی، لیزیک تصحیح کننده عیب انکساری نیست زیرا یک چشم هر دو فاصله دور و نزدیک را می بیند. با وجود این لیزیک را می توان برای تصحیح یک چشم برای دور و دیگری برای نزدیک بکار برد. اگر بتوانید این شکل تصحیح را بکار برید، ممکن است نیاز شما برای عینک مطالعه کمتر باشد. در برخی مواقع، تنها جراحی یک چشم لازم است. اگر پزشکتان فکر می کند شما کاندید این کار هستید، در مورد جنبه های مثبت و منفی آن سؤال کنید.

خطرات:

- درمان بیش از حد یا کمتر از معمول ممکن است رخ دهد، که به جراحی دیگر، لنز تماسی یا عینک نیاز باشد. سایر عوارض که در زیر آمده است بسیار نادر هستند.

- عینک مطالعه ممکن است همچنان بعد از عمل لازم باشد.

- برخی بیماران گرچه ممکن است بعد از عمل لیزیک نسبت به قبل از آن بدون عینک بهتر باشند، ولی ممکن است برای دید خوب همچنان به عینک نیاز داشته باشند.

- اشکالاتی در دید شب یا اشکالات بینایی مثل نور زیاد و هاله نور
- اختلالاتی بصورت کاهش دقت تمایز، و حتی با دید ۱۰/۱۰ اشیاء ممکن است تاری یا قهوه ای بنظر برسند.
- عفونت قرنیه
- اسکار قرنیه، انحراف دائم قرنیه و ناتوانی در مصرف لنزهای تماسی.
- از دست دادن دید - عدم دید کافی حتی با عینک یا لنز نسبت به قبل از جراحی.
- کوری دائم.
- عواض مربوط به فلاپ.
- حساسیت به نور.
- خشکی.
- خراشیدگی.
- مناطق قرمز یا صورتی در منطقه سفید چشم.
- کاهش فاصله دید در ارتفاعات.

لیزک (LASEK)

فرآیندیست که در آن تغییرات دائمی قرنیه با استفاده از لیزر اگزایمر برای برداشتن مقدار کمی از بافت جلوی چشم، بافتی که درست زیر لایه خارجی اپیتلیوم قرار دارد انجام می‌شود. بر خلاف لیزیک در این فرایند اپیتلیوم از پرده قرنیه برداشته نمی‌شود و اپیتلیوم باعث حفاظت از چشم در طی انجام این فرآیند شده و بعدها بصورت یک بانداژ طبیعی برداشته می‌شود. از آنجایی که بر خلاف لیزیک در این فرایند از چاقو/میکروکرماتور یا لیزر برنده استفاده نمیشود، پایداری قرنیه کاملاً بدون تغییر باقی می‌ماند اما درد بیشتر و بهبودی دید آهسته تر از فرآیند لیزیک خواهد بود. در لیزک خطر جابجا شدن پرده‌های قرنیه که ممکن است به کرات در اثر ضربه حتی سالها بعد از فرآیند لیزیک رخ دهد وجود ندارد.

لیزرهای برطرف کننده موهای زائد

استفاده از لیزر در برطرف ساختن موهای زاید روشی ایمن، سریع و راحت است که بوسیله سازمان غذا و دارو (FDA) تایید شده است. به طور کلی روشهایی که برای برطرف کردن موهای زاید استفاده می‌شوند عبارتند از :

- ۱- روشهای مکانیکی که تنها نتایج موقت دارند. این روشها مو را از بین می‌برند ولی فولیکولهای مو را بر جا می‌گذارند و لذا موها طی یک تا چند هفته بعد مجدداً رشد خواهند کرد.

۲- الکترولیز روشی است که با استفاده از الکتریسیته موها را به مدت طولانی از بین می برد. در این روش یک سوزن در داخل هر کدام از فولیکولها قرار می گیرد و با استفاده از الکتریسیته آن را از بین می برد. این روش دردناک، زمان بر و گران است. استفاده از آن می تواند باعث التهاب فولیکولها، عفونت و یا ایجاد اسکار شود. برای موفقیت این روش درمانهای متعدد مورد نیاز است.

۳- روش دیگر استفاده از لیزرهای پزشکی است که به صورت موثر فولیکولهای مو را با استفاده از نور لیزر از بین می برند. در این روش بدون آسیب رساندن به پوست ناحیه مورد نظر فولیکولهای مو را از بین می برند. این روش ایمن، سریع و موثر است و در ضمن بسیار راحت می باشد.

مکانیسم این روش به این صورت است که نور تابیده شده از لیزر توسط ملانین موجود در فولیکولهای مو جذب می شود. در این روش از پالسهای بسیار کوتاه لیزر استفاده می شود که فولیکولهای مو را از بین برده ولی باعث افزایش دمای پوست اطراف نمی شود.

نور لیزر استفاده شده باعث سوختگی پوست نخواهد شد. فولیکولهای مو بهترین پاسخ به درمان لیزر را وقتی می دهند که در فاز فعال باشند. همواره ۵۰ تا ۸۵٪ فولیکولها در فاز فعالند لذا چند هفته پس از درمان کمی مو در ناحیه مورد نظر رشد خواهد کرد. ولی موهای رشد کرده نرم تر، روشن تر و نازک تر خواهند بود. درمان را فواصل ۴ تا ۸ هفته ای ادامه می یابد و حدود ۳ تا ۵ جلسه درمان (یا بیشتر) مورد نیاز است.

پاسخ به این روش طولانی مدت خواهد بود ولی همیشگی بودن آن را نمی توان تضمین کرد و قطعیت آن برای چند سالی باقی است. تحقیقات نشان داده اند که نتیجه خوبی از درمان برای بیشتر از ۲ سال به دست خواهد آمد. بعد از انجام این درمان پوست کمی سرخ خواهد شد (مشابه آفتاب سوختگی خفیف) این حالت تنها چند ساعت تا نهایتاً یک روز باقی خواهد ماند. لیزر باعث بریده شدن پوست نخواهد شد و هیچگونه بانداژی انجام نمی گیرد. استفاده از لیزر ممکن است باعث حالت آفتاب سوختگی، تیره شدن یا روشن شدن موقت پوست شود. این حالت در حدود ۳ تا ۶ هفته باقی خواهد ماند. در برخی موارد این حالت شدید ۳ تا ۶ ماه باقی باشد. بسیاری از مردم بلافاصله به فعالیتهای عادی زندگی خود باز میگردند.

رفع چین و چروک پوست

تابش نور خورشید بطور مکرر و طولانی مدت باعث پیری پوست و ایجاد چین و چروک در پوست می شود که یکی از بهترین روشهای درمانی آن لیزر درمانی است. بنابر ادعای متخصصین زیبایی پوست ارایه شد، تابش نور خورشید به پوست انسان باعث خرابی فیبرهای کلاژن و فیبرهای ارتجاعی پوست می شود. بر اساس تحقیقات انجام شده لیزرهای متعددی برای درمان پیری پوست به کار رفته است که مهمترین آنها لیزرهای ساینده و غیر ساینده است. در حال حاضر بهترین لیزری برای از بین

بردن چین و چروک صورت، کاربرد دارد لیزر است که نکته مهم در موفقیت درمانی با این لیزر مراقبت بعد از عمل و CO₂ تسریع ترمیم زخم و جلوگیری از عوارض آن می‌باشد. برداشتن پوست به روش لیزری معمولاً به نام «لیزر پیل» نامیده می‌شود. تابش لیزر بیشتر برای نواحی که بیشتر چین و چروک وجود دارد مثل پلک تحتانی پشت لب و غیره لیزر انجام می‌شود که عوارض و حساسیت کمتری هم دارد و فقط بی‌حسی موضعی برای آن کافی است.

موارد منع استفاده از لیزر در پزشکی

تقریباً هیچ موردی در منع استفاده از لیزر وجود نداشته و فقط به هنگام حاملگی به علت عدم وجود اطلاعات کافی بهتر است این وسیله با احتیاط استفاده شود.

در مورد انواع مختلف پوست و یا داروهایی که فرد مورد استفاده قرار می‌دهد باید لیزر را با احتیاط بیشتری بکار برد. برای مثال استفاده از هیپارین و وارفارین (داروهایی که معمولاً برای رقیق کردن خون بکار می‌روند) منعی در استفاده از لیزر ندارند.

لینک‌های مفید

۱. http://www.mebook.ir/laser_medical.html
۲. <http://daneshnameh.roshd.ir>
۳. <http://fa.wikipedia.org>
۴. <http://www.hawking.ir>

کلید واژگان

Transmission	انتقال
Reflection	انعکاس
Interaction	برهمکنش
Pulsed	پالسی
Scattering	پراکنده
Continuous	پیوسته
Max Reflector	تمام انعکاسی
Excitation State	حالت برانگیخته
Ground State	حالت پایه
Amplitude	دامنه
Velocity	سرعت
Delivery System	سیستم انتقال
Wave Length	طول موج
Frequency	فرکانس، بسامد
Collimated	متمرکز
Articulated Arm	مفصل، بند بند
Spontaneous Emission	نشر خود به خودی
Partial Reflector	نیم انعکاسی

خودآزمایی

- ۱- نور لیزر از چه جهت یک دسته نور خاص محسوب می شود؟
 الف) تک رنگ است
 ب) جهت مستقیم الخط بودن
 ج) قدرت بسیار و کوهرنیت (همدوست) بودن
 د) همه موارد فوق
- ۲- مولد نور لیزر را در مقایسه با سایر مولدهای نوری که فقط نور را منتشر می کنند، می توان
 الف) یک منبع نور تصور کرد
 ب) یک چشمه نوری چند رنگ در نظر گرفت
 ج) یک فرستنده نوری پنداشت
 د) هیچکدام
- ۳- نام Laser برگرفته از چیست؟
 الف) عبارت Light Attitude by Stimulated Emission of Radiation
 ب) عبارت Light Amplification by Satisfication Emission of Radiation
 ج) عبارت Light Amplification by Stimulated Emission of Rays
 د) عبارت Light Amplification by Stimulated Emosion of Radiation
- ۴- معنی لغوی کلمه Laser کدام است؟
 الف) تقویت نور از طریق القاء
 ب) تقویت نور از طریق تحریک انتشار موج القایی
 ج) نشر نور تقویت شده
 د) تقویت نور القایی نشر شده از لامپ مولد
- ۵- تفاوت نور لیزر با نور مرئی کدام است؟
 الف) نور لیزر، تک موج، تک رنگ یا مونوکروم است.
 ب) فوتون های نور معمولی بسیار ناهمدوسند.
 ج) نور لیزر بطور موازی منتشر می شود.
 د) همه موارد

پاسخنامه:

۱. د
 ۲. ج
 ۳. الف
 ۴. ب
 ۵. د

منابع

۱. تارازوف، م. فیزیک لیزر. ترجمه حسن جوادی. انتشارات مهر. ۱۳۶۶.
۲. بیزلی، م. ج. لیزر و کاربردهای آن، ترجمه حبیب تجلی. انتشارات ذوقی + مرکز نشر دانشگاهی. ۱۳۶۹.
۳. ویسلون، ج؛ هاوکز، ج. ف. ب. لیزر، اصول و کاربردها. ترجمه عباس بهجت. انتشارات

"پایان دوره آموزشی"