پريسا سامي
رضايي

ليزر

ليزر چيست؟

نور ليزر نوع كاملاً جديدي از نور است درخشانتر و شديدتر از هر چه كه در طبيعت يافت مي‌شود. مي‌توان نور ليزري آن چنان قوي توليد كرد كه هر ماده شناخته شده روي زمين را در كسري از ثانيه بخار كند. مي‌تواند سخت‌ترين فلزات را سوراخ كند يا به راحتي جسم سختي مثل الماس را سوراخ كند و از آن بگذرد.

برعكس، باريكه‌هاي كم قدرت و فوق‌العاده دقيق انواع ديگر ليزر را مي‌توان براي انجام دادن كارهاي بسيار ظريف مثل جراحي روي چشم انسان به كار برد. نور ليزر را مي‌توان خيلي دقيق كنترل كرد و به صورت باريكه مداومي به نام موج ـ پيوسته يا انفجارهاي سريعي به نام تپ (پالس) در آورد.

اگر چه اصول بنيادي ليزر از ٤٠ سال پيش شناخته شده بود، نمايش اولين ليزر دريچه‌اي را به طرف يكي از هيجان انگيزترين و پردامنه ترين پيشرفتهاي تكنولوژيهاي قرن بيستم گشود. در ظرف چند سال پس از نمايش اولين ليزر، انواع بسيار گوناگوني از ليزرها به صورت ابزارهاي عملي به صور گوناگون به كار گرفته شدند، و همان طور كه خواهيم ديد، ليزرها تكنولوژي واقعاً انقلابي جديدي را پديد آورده‌اند و تاثير آنها بر زندگي ما در آينده نيز ادامه خواهد داشت.

امروزه، گستره وسيعي از ليزرها در همه جا به كار گرفته شده‌اند. فروشگاههاي بزرگ و بسياري از انبارهاي بزرگ خرده فروشي براي جستجوي خود به خود، ثبت قيمتها و صورت بردراي از اقلام خريداري شده در قسمت حساب كننده از ليزر بهره مي‌گيرند. در دستگاههاي ويدئويي از نور ليزر براي «خواندن» ديسكهاي ويدئويي و ايجاد تصوير متحرك همراه با صدا استفاده مي‌كنند. مقدار زيادي اطلاعات را روي

ديسكهاي ليزري ضبط مي‌كنند تا بعداً روي صفحه كامپيوتر خوانده شوند يا توسط چاپگرهاي ليزري به شكل نسخه سخت روي كاغذ چاپ شوند.

در پزشكي، از نور ليزر به عنوان نوع جديدي «چاقوي جراحي» بدون خونريزي استفاده مي‌شود و وقتي كه نسجي مثل قسمت معيوب كيسه صفرا در خلال جراحي برداشته مي‌شود رگهاي خوني بسته مي‌شوند. كارهاي دندانپزشكي با ليزر درد كمتري دارند و براي روكش و پل دندان از ليزر استفاده مي‌شود.

در صنعت از ليزرها براي عمليات گرمايي فلزات، جوش دادن قسمتها به يكديگر، و وسايل همترازي دقيق استفاده ميشود. ليزرها را براي اندازه‌گيري دقيق فاصله‌هاي خيلي بزرگ و نيز فاصله هاي خيلي كوچك به كار مي‌برند. افزون بر اينها، ليزرها را همراه با تارهاي نوري براي انتقال بهتر داده‌ها و بهبود ارتباط تلفني به كار مي‌گيرند. ليزرها در حال تغيير دادن نحوه پژوهش دانشمندان هستند. ليزرها مي‌توانند چشمه جديدي از قدرت الكتريكي بيافرينند، مشابه فرايندي كه در خورشيد ما براي ايجاد انرژي به وجود مي‌آيد.

ليزر چگونه كار مي‌كند؟

هر ليزر قسمتهاي اساسي مشخصي دارد. اول اينكه بايد يك چشمه انرژي وجود داشته باشد. اغلب چشمه انرژي الكتريسيته است، ولي بجاي آن مي‌توان يك چشمه پرقدرت نور معمولي واكنش شيميايي، يا حتي ليزر ديگر نيز به كار برد.

قسمت لازم ديگر ليزر به محيط فعال موسوم است. محيط فعال ماده‌اي است كه مي تواند انرژي را جذب و آزاد كند. اين محيط مي‌تواند جامد باشد، مثل ياقوت يا بلورهاي ديگر، مايع باشد، مثل بعضي رنگينه ها يا گاز باشد، مثل دي اكسيد كربن. باريكه ليزر در واقع در محيط فعال توليد مي شود.

آخرين قسمت اساسي ليزرساز و كارپسخوراند است. ساز و كارپسخوراند از دو آينه يا سطوح بازتابنده ديگر تشكيل شده است كه در دو انتهاي محيط فعال قرار مي‌گيرند. يكي از آينه ها به نام جفتگر خروجي باز تابنده جزئي است.

عمل ليزري در چند مرحله انجام مي‌گيرد. چشمه انرژي، درخشي از نور گسيل مي‌دارد و محيط فعال آن را جذب مي‌كند. انرژي جذب شده، بعضي از اتمهاي محيط فعال را برمي‌انگيزد و آنها با تراز انرژي زيادتر مي‌پرند. درخشهاي مكرر نور به برانگيزش يا پمپ اتمهاي محيط فعال ادامه مي‌دهد. وقتي كه در محيط فعال تعداد اتمهاي برانگيخته يعني انرژي زياد بيشتر از اتمهاي انرژي كم باشد، وارووني جمعيت به وجود مي‌آيد. پديد آمدن وارووني جمعيت براي عمل ليزري ضروري است.

در حين عمل ليزري، اتمهاي با انرژي زياد، در حال برگشتن به تراز انرژي كم، انرژي اضافي خود را به صورت مقادير نوري ظريفي به اسم فوتون تابش مي‌كنند. اين نور به نوبه خود، اتمهاي ديگري را در محيط فعال بر مي‌انگيزد و همين اتمها نيز نور آزاد مي‌كنند.

به اين ترتيب اتمهاي بيشتر و بيشتري از محيط فعال فوتون تابش مي‌كنند و واكنش زنجيره اي افزايش انرژي راه مي افتد. اين پديده به گسيل القايي موسوم است.

آينه‌هاي دو سر ليزر نور گسيل شده را به محيط فعال برمي‌گردانند و نور باز هم پر شدت‌تر مي‌شود، فرايندي كه تقويت نام دارد. با بيشتر و بيشتر شدن شدت، نور ايجاد شده در ليزر آنقدر قوي مي شود كه از جفتگر خروجي كه به طور جزئي نقره اندود است به صورت نور ليزر به بيرون مي‌گريزد.

معمولاً ليزرها را برحسب محيط فعالشان نامگذاري مي‌كنند. مثلاً، در ليزر ياقوت محيط فعال تكه جامدي از ياقوت است. در ليزر رودامين از رودامين استفاده مي‌كنند. رودامين مايع رنگينه فلوئورساني است كه به عنوان محيط فعال به كار مي‌رود. در ليزر گازي هليم نئون از مخلوط گازهاي هليم و نئون استفاده مي‌شود. در ليزرهاي نيمرسانا يا ديودي، بلورها كه بخش كوچكي از وسايل كوچك الكترونيكي را تشكيل مي‌دهند محيطهاي فعال هستند.

نور ليزر شكل مي‌گيرد

ليزرها نور به خصوصي ايجاد مي‌كنند كه با نور سفيدي كه در طبيعت يافت مي‌شود يا از چشمه‌هايي مثل چراغ قوه يا شمع به دست مي آيد متفاوت است. نور سفيد معمولي آميزه بي نظمي از طول موجهاي نوري بسيار متفاوتي است كه در هم آميخته اند و در جهتهاي مختلف حركت مي كنند، درست مثل آميزه مغشوش صداهاي درهم كه ما به صورت نوفه مي‌شنويم. به اين دليل اين نور را نور ناهمدوس مي‌نامند.

نظير يك نواي موسيقي، نورگسيلي از ليزر همه طول موج يكسان دارند و از اين رو گاهي به آن نور «خالص» نيز مي‌گويند. به علاوه، امواج نوري ليزر همزمان با هم گام بر مي‌دارند يا همفاز حركت مي كنند. قله هر موج با قله امواج ديگر منطبق است. به اين دليل نور ليزر منظم است و نور همدوس ناميده مي‌شود.

ويژگي ديگر نور ليزر راستايي بودن آن است. ليزر با باريكه هاي مستقيم حركت مي‌كند و نظير نور معمولي پخش نمي‌شود. مثلاً، باريكه نور چراغ قوه كه بر ديواري در فاصلة حدود ۳۲۰ متر مي‌افتد دايره‌اي به قطر ۶۵ متر را روشن مي‌كند. ولي، باريكه ليزر بر همين ديوار و در همين فاصله دايره‌اي به قطر ۰/۳ متر را مي‌پوشاند.

چنين امواج نور گسيلي از ليزر همه طول موج يا بسامد يكسان دارند، اين نور تكرنگ يا تكفام است. نور معمولي با عبور از منشور به رنگين كماني از رنگهاي جوراجور طيف مرئي تجزيه مي‌شود. ولي نور ليزر با گذشتن از منشور به همان صورت باريكه مستقيم تكفام وارد شده خارج مي‌شود.

ليزرهاي جامد

براي اينكه بلور جامدي بتواند در فرايند ليزري مورد استفاده قرار گيرد لازم است مشخصه‌هاي خاصي را دارا باشد. بلور بايد شفاف باشد تا نور بتواند بر اي برانگيزش محيط فعال وارد آن شود و خود باريكه ليزر بتواند از آن بگريزد. افزون بر آن، اتمهاي محيط فعال بايد بتوانند طول موجهاي مورد نظر را به وجود آورند.

بلورهايي كه براي ايجاد ليزر به كار مي‌روند معمولاً حاوي مقدار كمي ناخالصي هستند كه در بلور خالص وجود ندارد. بلور خالص ماده ميزبان، و فرايند افزودن ناخالصي آلايش ناميده مي‌شود. در ليزر ياقوت ماده ميزبان اكسيد آلومينيم و ماده آلاينده يا ناخالصي اكسيد كروم است. علاوه بر ياقوت، از بلورهايي نظير ياقوت كبود و لعل مي‌توان براي ساخت ليزرهاي جامد استفاده كرد. مثالهاي ديگري از بلورهاي ميزبان مفيد عبارتند از تركيبات تنگستن و اكسيژن يا موليبدن و اكسيژن. براي ساخت ليزرهاي بلوري در اين تركيبات مي‌توان با باريم، استرونسيم، كلسيم، يا كروم ناخالصي به وجود آورد. به علاوه در شيشه خيلي خالص مي‌توان با نئوديميم ناخالصي ايجاد كرد. با تركيب ماده ميزبان پودر شده و گرد ماده آلاينده نيز ميتوان بلورهاي ليزري ساخت. اين دو پودر را با هم مخلوط و در كاسه‌اي مقاوم در مقابل گرما به نام بوته مي‌ريزند و در دماهاي بسيار بالا (۵۰۰C تا ۱۷۰۰C) ذوب مي‌كنند.

دانه بلور كوچكي از ماده ميزبان را به آخر ميله‌اي وصل مي‌كنند. اين ميله مثل مته با سرعت بالا مي‌چرخد. دانه بلور را به داخل ماده مذاب داغ فرو مي‌برند. همين طور كه ميله مي‌چرخد، ماده مذاب لايه به لايه روي دانه بلور سفت مي‌شود. گرماي ماده مذاب و سرعت چرخش ميله به دقت كنترل مي‌شوند. با شكل گرفتن بلور ميله چرخان را به تدريج از ماده مذاب خارج مي‌كنند، به اين طريق بلوري با قطر يكنواخت به دست مي‌آيد.

در فرايند رشد بلور گرز شوشه ايجاد مي‌شود. گرز را پس از سرد كردن و باز پختن يا عمليات حرارتي به شكل مناسب مي‌برند و صيقل مي‌دهند. بسته به موادي كه به كار رفته است، بلور ليزر حاصل ممكن است فقط به اندازه يك خودنويس تا حدود متر درازا داشته باشد. قبل از پايان سال ۱۹۶۰ نوع ديگري ليزر جامد اختراع شد پيتر سوروكين و استيونسن در شركت آي بي ام ليزري را ساختند كه

در آن کلسیم فلوراید با ناخالصي اورانیم به کار رفته بود.

در ۱۹۶۱ جانسون و ناسو لیزر نئودیمیم را به معرض نمایش گذاردند. در این لیزر از تگستنات کلسیم به عنوان ماده میزبان و نئودیمیم را به عنوان ناخالصي استفاده شده بود. اولین لیزر نئودیمیم ـ شیشه نیز در ۱۹۶۱ توسط نیتزر در اپتیکال امریکن به معرض تماشا گذاشته شد. سه سال بعد، گزیك، ماركوس، و وان اوترت لیزر جامد به وقوع مي‌پیوندند گرما ایجاد مي‌كنند. براي اینكه لیزرهاي جامدوقت سرد شدن داشته باشند، معمولاً بر خلاف لیزرهاي گازي كه باریكه نوري پیوسته‌اي به وجود مي‌آورند به صورت تپ كار مي‌كنند. از طرف دیگر، لیزرهاي جامد مي‌توانند تپهاي فوق‌العاده قدرتمندي از نور لیزر ایجاد كنند. مثلاً، بزرگترین لیزرهاي نئودیمیم در یك تپ مي‌توانند توانی به اندازه ۲۵ تریلیون وات به وجود آورند. (یك اسب بخار معادل ۷۶۵ وات و ۲۵ تریلیون وات حدود ۳۳،۵۱۲،۱۰۰،۰۰۰ اسب بخار است.)

لیزرهاي گازي

در لیزرهاي گازي نوع خاصي گاز داخل یك اتاقك شفاف بي‌درز شبیه به علائم نئوني یا لامپهاي فلئورسنت در جریان است. وقتي كه گاز جریان مي‌یابد، از دو الكترود مي‌گذرد، یكي با بار مثبت و دیگري با بار منفي. الكترونهایي كه بین الكترودها جریان دارند الكترونهاي داخل اتمهاي گاز در حال جریان را به ترازهاي انرژي بالا پمپ مي‌كنند.

برخلاف جامد، گاز مي‌تواند جریان یابد یا حركت كند. با جریان گاز در داخل لوله، اتمهاي برانگیخته موقع دور شدند از الكترودها به تراز انرژي پایینتر مي‌افتند. الكترونهاي اتمهاي گاز برانگیخته با افتادن به تراز انرژي پایینتر فوتونهایي گسیل مي‌دارند. این فوتونها بین آینه‌ها به جلو و عقب بازتاب مي‌كنند و درست مثل لیزر جامد یاقوت تقویت مي‌شوند. وقتي كه نور لیزري در سطح قابل استفاده برقرار شد، باریكه از طریق آینه خروجي نیم شفاف خارج مي‌شود. اكنون

ليزر گازي هليم ـ نئون يكي از معمولترين ليزرهاي گازي است. همان‌طور كه از اسم آن بر مي‌آيد. محيط فعال شامل مخلوطي از تقريباً ده قسمت گاز هليم و يك قسمت گاز نئون است. در ليزر گازي هليم ـ نئون باريكه ليزري توسط اتمهاي نئون ايجاد مي‌شود.

دانشمندان در كوششهاي اوليه براي ساختن ليزرهاي نئون با مشكلاتي مواجه شدند زيرا پژوهشگران براي يافتن راهي جهت پمپ اتمهاي نئون به حالت برانگيخته با مسائلي روبه‌رو بودند. اين مسائل توسط دانشمندان گروه پژوهش بل تلفن با افزودن گاز هليم و سپس برانگيزش آن با فرستنده راديويي كوچك حل شد. اين ليزر طول موجهايي را در ناحيه نامرئي و نزديك فرو سرخ طيف الكترو مغناطيسي گسيل مي‌دارد.

بعداً، دانشمندان ديگر كشف كردند كه ليزر هليم ـ نئون مي‌تواند طول موج ديگر ۶۳۲/۸ نانومتر (يك نانومتر يك ميليارديم متر است) كه نور سرخ مرئي است نيز گسيل دارد. اين طول موج سرخ به صورت استاندارد براي ليزرهاي هليم ـ نئون در آمده است.

ليزر هليم ـ نئون بر خلاف ليزر جامد ياقوت كه تپهاي نوري ايجاد مي‌كند مي تواند باريكه ليزري پيوسته يا تپهاي تابشي ايجاد كند؛ اگر توان خروجي ليزر هليم ـ نئون معمولاً با هزارم وات اندازه‌گيري مي‌شود (بسيار كمتر از ليزر ياقوت)، ولي باريكه پيوسته اي كه گسيل مي‌دارد تقريباً همدوس كامل است. از آنجا كه ليزر هليم ـ نئون را با دقت زياد مي‌توان كنترل كرد اين ليزر به خصوص براي مخابرات بسيار مفيد است.

ليزرهاي گازي هليم ـ نئون آنقدر ايمن هستند كه در مدارس و آزمايشگاهها براي آزمايش به كار مي‌روند. از ديگر مصارف اين ليزرها در صنايع ساختماني و نمايشهاي هنري است. اندازه ليزرهاي هليم ـ نئون كوچك و نسبت به ساير ليزرها ارزانترند. يكي از ليزرهاي چند كاره موجود در بازار (كه امروزه در دسترس است) ليزر گازي كربن دي‌اكسيد است.

چندين نوع ليزر گازي كربن دي اكسيد نيز وجود دارد، ولي در همه آنها محيط فعال معمولاً مخلوطي از كربن دي اكسيد، نيتروژن تقريباً يكسان است ولي گاز غالب موجود هليم است. در گاز مخلوط، تقريباً ۱۰ درصد كربن دي اكسيد، ۱۰ درصد نيتروژن و بقيه ۸۰ درصد هليم است. هر يك از سه گاز موجود در ليزر گازي كربن دي اكسيد براي منظور خاصي به كار مي‌رود، ولي اين كربن دي اكسيد است كه نور ليزري را گسيل مي‌دارد. گاز نيتروژن انرژي را جذب مي‌كند و سپس با انتقال اين انرژي به مولكولهاي كربن دي اكسيد در موقع برخورد كمك مي‌كند تا مولكولهاي كربن دي اكسيد برانگيخته شوند. گاز هليم به انتقالهاي گرمايي كمك مي‌كند. هم چنين كمك مي‌كند تا مولكولهاي كربن دي اكسيد، به ترازهاي انرژي عادي يا حالت پايه خود برگردند.

ليزرهاي گازي كربن دي اكسيد در مقايسه با انواع ديگر ليزرها بازده بيشتري دارند. در صورتي كه مخلوط گاز را در داخل لوله ليزر در حركت نگهداريم و با خنك كننده‌اي سرد كنيم مي‌توان ليزر گازي كربن دي اكسيد را مدام به كار گرفت. ليزرهاي گازي كربن دي اكسيد بزرگ مي‌توانند تپهايي از نور ليزري به قدرت ميلياردها وات ايجاد كنند. قدرت خروجي خارق العاده آنها قادر است هر ماده‌اي را كه تاكنون شناخته شده است چنان بخار كند كه به صورت هواي رقيق نا پديد شود.

انواع ديگر ليزرهاي كربن دي اكسيد ساختارهاي متفاوت دارند. مثلاً در بعضي از ليزرهاي گازي كربن دي اكسيد، جريان گاز به محور لوله عمود است و گاز با آهنگ بسيار سريعتري نسبت به وقتي كه گاز از يك انتهاي لوله به انتهاي ديگر جريان مي‌يابد به داخل كاواك ليزر وارد و خارج مي‌شود. اين آرايش باعث مي‌شود كه گرماي اضافي به سرعت گرفته شود. اين ليزرهاي كربن دي اكسيد با جريان عرضي به صورت تجاري وارد بازار شده اند و مي‌توانند توان ليزري در مرتبه ۱۵ كيلووات ايجاد كنند.

ليزرهاي برانگيزش عرضي در فشار جو يا TEA نزديك فشار جو كار مي‌كنند. همان طور كه از اسم آنها بر مي‌آيد، خيلي شبيه ليزر كربن دي اكسيد عرضي ساخته مي‌شوند. ولتاژ الكتريكي كه براي برانگيزش گاز در ليزر TEA به كار مي‌رود در امتداد طول لوله ليزر اعمال مي‌شود. اندازه ليزرهاي TEA در گستره از مدلهاي روميزي تا ليزرهاي بسيار بزرگ قرار دارد. ليزرهاي TEA تپهاي شديد و كوتاهي با مدت زمان ميكروثانيه ايجاد مي‌كنند.

در ليزرهاي كربن دي اكسيد موجبر قطر داخلي لوله ليزر كربن دي اكسيد فقط حدود ۲ ميليمتر است. ليزرهاي كربن دي اكسيد موجبر مي توانند باريكه هاي ليزري موج پيوسته را با توان از زير يك وات تا حدود ۵۰ وات توليد كنند. اين ليزرها را مي توان تنظيم كرد تا طول موجهاي نا پيوسته كه توسط ترازهاي انرژي موجود در مولكولهاي گاز كربن دي‌اكسيد گسيل مي‌شوند به دست آيند. مزيت عمده اين ليزرها اندازه كوچك و قيمت كم آنهاست.

بعضي از ليزرهاي گازي كربن دي اكسيد به ليزرهاي گاز ـ ديناميك معروفند. در اين ليزرها مولكولهاي كربن دي اكسيد موقعي كه گاز داغ در فضاي نزديك به خلأ به سرعت منبسط و سرد شد با قرار گرفتن زير فشار زياد برانگيخته مي‌شوند.

بعضي از ليزرها به جاي چشمه انرژي خارجي با واكنشهاي شيميايي تحريك مي‌شوند. در بيشتر ليزرهاي شيميايي اغلب از گاز به عنوان محيط فعال استفاده مي‌شود و آنها از نظر طرح شبيه ليزر گاز ـ ديناميك هستند. در واكنشهاي شيميايي خاصي، فرآورده هاي آخري واكنش درحالتهاي انرژي برانگيخته هستند و قادرند فوتون گسيل دارند. بعضي از ليزرهاي شيميايي مي توانند تپهاي انرژي عظيم همچون ۲۰۰ جيگا وات ايجاد كنند. يك جيگا وات برابر ۱ ميليارد وات است .

بعضي ليزرهاي گازي ليزرهاي يوني ناميده مي‌شوند. اين اصطلاح به ليزرهايي اطلاق مي‌شود كه

در آنها به عنوان محيط فعال از گازهاي نادر يونيده استفاده مي‌شود.

معمولترين گازها براي اين ليزرها آرگون و كريپتون است. نئون و گزنون يونيده نيز براي ايجاد عمل ليزري به نمايش گذاشته شده اند، ولي خيلي معمول نيستند.

هر گاه اتمي به قدري برانگيخته شود كه يك (تعداد بيشتري) از الكترونهايش خارج شود، يونيده مي‌شود. در اين حالت اتم يون مثبت است زيرا پروتنهاي باردار مثبت در هسته بيشتر از الكترونهاي باردار منفي در مدارهاي گرد هسته هستند. (اتمهايي كه الكترونهايي را به دست آورند و در نتيجه بار منفي داشته باشند نيز يون ناميده مي‌شوند.)

گازهاي داخل ليزر يوني با تخليه الكتريكي برانگيخته مي‌شوندو از آنجا ك گازهاي يونيده فوق العاده گرمند و جريان الكتريكي خيلي بالاست، مي‌شوند. از آنجا كه گازهاي يونيده فوق العاده گرمند و جريان الكتريكي خيلي بالاست، ماده اي كه لوله ليزر را تشكيل مي‌دهد و الكترودهايي كه جريان را برقرار مي‌سازند زود خراب مي‌شوند. به اين دلايل، طراحي ليزرهاي يوني با مشكلاتي مواجه است كه بازده و استفاده از آنها را محدود مي‌سازد. ليزرهاي گازي آرگون و كريپتون مي‌توانند نور ليزر موج ـ پيوسته (CW) با گستره توان از چند ميلي وات تا ۱۰ يا ۲۰ وات را توليد كنند. ليزرهاي گازي آرگون مي‌توانند تابش فرابنفش و فرو سرخ و هم چنين تابش آبي، سبز، سرخ و حتي نور سفيد ايجاد كنند. توان خروجي ليزرهاي كريپتون از ليزرهاي آرگون ضعيفتر است ولي از اين نظر مفيدند كه مي‌توانند گستره وسيعتري از طول موجهاي نور مرئي را نيز گسيل دارند.

ليزر اگزيمر به دسته‌اي از ليزرهاي گازي تعلق دارد كه تپهاي قدرتمندي به طول زماني نانو ثانيه در طول موجهاي نزديك يا داخل بخش فرابنفش طيف الكترو مغناطيسي توليد مي‌كند.

در اين ليزرها از مخلوطي از گازها استفاده مي‌شود. بيشتر گاز مخلوط گازي نظير هليم يا نئون است كه به انتقال انرژي كمك مي‌كند. گاز نادري چشمه عمل ليزري است و معمولاً نصف تا ۱۲ درصد كل مخلوط را تشكيل مي‌دهد. مهمترين گازهاي ليزرهاي اگزمير كريپتون فلورايد، گزنون فلورايد، آرگون فلورايد، و گزنون كلرايد هستند. ليزر اگزيمتر تپهاي با توان بيشتر از يك ميليارد وات ايجاد مي‌كند.

ليزرهاي مايع

ليزرهايي كه از مايعات به عنوان محيط فعال استفاده مي‌كنند اين مزيت را دارند كه از گازها متراكمترند و مايعات را مي‌توان به گردش انداخت و خنك ساخت. در ۱۹۶۶ سوروكين و لانكارد در شركت IBM در مركز تحقيقات واتسون اولين ليزر رنگينه اي مايع را به معرض تماشا گذاشتند. از آن به بعد صدها رنگينه فلوئورسنت پيدا كرده اند كه عمل ليزري ايجاد مي‌كنند. رنگينه ها مي‌توانند باريكه هاي ليزري را در گستره وسيعي از طول موجها گسيل دارند و اين مزيت بزرگ را دارند كه قابل تنظيم اند. استفاده كننده مي‌تواند از گستره طول موجهاي قابل تنظيم ظريف موجود مناسبترين را براي منظور خود انتخاب كند.

ليزرهاي رنگينه اي مايع مي‌توانند باريكه هاي ليزري را از حدود ۲۵۰ نانومتر در فرابنفش و تمام طيف مرئي تا ۱۸۰۰ نانومتر در فرو سرخ گسيل دارند.

در ليزر رنگينه اي مايع رنگينه محيط فعال است. رنگينه معمولاً در مايع حلالي مثل الكل يا اتيلن گلوكول (ضديخ) حل مي‌شود. چشمه انرژي در ليزر رنگينه اي مايع معمولاً لامپ درخش يا يك ليزر ديگر است. ليزر رودامينG ٦ محيط فعال است و وقتي كه نور بر آن بتابد فلوئورسان مي‌شود . از ليزر يوني آرگون يا كريپتون مي‌توان به عنوان چشمه انرژي استفاده كرد.

نوري كه ليزر رودامينG ٦ گسيل مي‌كند در گستره وسعي از بسامدها از ٥٧٠ نانومتر تا ٦٥٥ نانومتر است كه نور نارنجي رنگ ٥٩٠ نانومتر را كه رنگينه به طور طبيعي در آن فلوئورسان است نيز شامل مي‌شود. ليزرهاي رنگينه اي مثل رودامين G ٦ با استفاده از عدسيهاي نوري و منشورها روي طول موج مطلوب قابل تنظيم اند.

ليزرهاي رنگينه اي مايع مي‌توانند تپهاي از نور ليزري فوق العاده كوتاه گسيل دارند كه با فمتوثانيه ($1fs = 10^{-15} s$) اندازه‌گيري مي‌شوند. اين امر امكان بررسي فرايندهاي سريع موجود در طبيعت، مانند واكنشهاي شيميايي را فراهم مي‌آورد و مثل اين است كه حركت مولكولها بر فيلم به طور موثري منجمد مي‌شود. ليزرهاي رنگينه اي مايع در طيف نمايي نيز به كار گرفته مي‌شوند، روشي كه براي بررسي فرايندها فيزيكي و ترازهاي انرژي داخل اتمها و مولكولها مورد استفاده قرار مي‌گيرد.

ليزرهاي نيمرسانا

با نيمرسانا ليزرهايي به كوچكي دانه هاي نمك مي توان ساخت. بعضي مواد مثل مس، آلومينيم، طلا و ساير مواد نظير پلاستيك، شيشه و لاستيك نمي‌گذارند الكتريسيته از آنها عبور كند اينها نارسانا هستند. نيمرسانا نه نارساناي خوب و نه رساناي خوب الكتريسيته است. خواص آن بين اين دو است. به اين دليل، در شرايط خاصي نيمرسانا مي‌تواند به صورت نارسانا يا رسانا عمل كند.

در ليزر نيمرسانا كه ليزر دود نيز ناميده مي‌شود، از الكتريسيته به عنوان چشمه انرژي استفاده مي‌شود. ساختار آن با ساير ليزرهاي جامد بسيار متفاوت است ولي خيلي شبيه نوع ديگري ليزر نيمرسانا به نام ديود نور گسيل يا LED است. در ليزر نيمرسانا دو نوع ماده نيمرسانا با خواص مختلف كنار هم قرار مي‌گيرند تا يك پيوندگاه تشكيل دهند. يك ماده با اتمهاي باردار منفي آلاييده مي‌شود و نوع n نام دارد. ماده ديگر كه با اتمهاي باردار مثبت آلاييده مي‌شود نوع p خوانده مي‌شود.

دو سطح بلور نيمرسانا چنان صاف بريده مي‌شوند كه بازتاب دهنده باشند. با اندودها نيز مي توان بازتاب را زياد كرد. وقتي جريان الكتريكي از ليزر نيمرسانا بگذرد، الكترونهاي برانگيخته در پيوندگاه از ماده نوع n به طرف ماده نوع p حركت مي‌كنند و فوتونهايي گسيل مي‌شوند. برخلاف LED ليزر نيمرسانا دو انتهاي آينه مانند فوتونها را باز مي‌تابانند و به داخل نيمرسانا بر مي‌گردانند. عمل ليزري وقتي انجام مي‌گيرد كه جريان الكتريكي آنقدر قوي باشد كه ليزر نيمرسانا را پمپ كند.

نوع معمولي ليزر نيمرسانا را از گاليوم آلومينيم ارسانايد (GaAlAs) مي‌سازند. اين ليزر نوري قابل تنظيم را با طول موجهاي بين ۷۵۰ و ۹۰۰ نانومتر و با توان ميلي وات گسيل مي‌دارد. نور گسيلي مي‌تواند يا به صورت تپ يا موج پيوسته باشد. گاهي تعدادي ليزر نيمرسانا با باريكه هاي خروجي همفاز را به هم وصل مي‌كنند. اين آرايه جفت شده فازي مي‌تواند تا يك وات توان خروجي ايجاد كند.

ارتباطات:

گوش دادن به نور

در ۱۸۸۰ ، الكساندر گراهام بل فكري را كه به عنوان طريق جديد در ارتباطات در ذهن خود داشت به مورد آزمايش گذاشت. تلفني را كه او چهار سال قبل اختراع كرده بود از تپهاي الكتريسيته استفاده مي‌كرد كه براي انتقال صداي انسان در فواصل دور از سيمهاي مسي مي‌گذشتند. وسيله جديد او از باريكه نور خورشيد كه در هوا حركت مي‌كند بهره مي‌گرفت تا صدا را از محلي به محل ديگر انتقال دهد.

تلفن نوري

تلفن نوري از چند قسمت تشكيل شده بود. در طرف فرستنده امواج صوتي كه با صداي انسان ايجاد مي‌شدند آينه‌اي را به ارتعاش در مي‌آوردند. باريكه اي از نور خورشيد كه از آينه بازتابيده

شده بود به همان ترتيب ارتعاش مي‌كرد. آينه ديگر در طرف گيرنده تلفن نوري، باريكه نوري مرتعش را بر ماده حساس به نور سلنيم بازتاب مي‌داد. سلنيم ارتعاشهاي نوري را به تپهاي الكتريكي تبديل مي‌كرد كه همانند تلفن معمولي بلندگو را به ارتعاش در مي‌آورد و صداي شخص شنيده مي‌شد.

مشكلات تلفن نوري در اين بود كه درمواقع شب نمي‌توانست مورد استفاده قرار گيرد و به وضع هوا بستگي داشت. باران، برف، غبار يا مه جلوي ارتعاشهاي باريكه نوري را مي‌گرفت و انتقال ناممكن مي‌شد. با وجود اين، الكساندر گراهام بل فكر مي‌كرد كه تلفن نوري يكي از بهترين نظرات اوست و وي بر اين باور بود كه بالاخره روزي بشر از باريكه‌هاي نوري براي ارتباط در فواصل دور استفاده خواهد كرد.

هم نور و هم الكتريسته به صورت ارتعاش يا موج حركت مي‌كنند. البته، امواج نوري نسبت به امواج الكتريكي طول موجهاي بسيار كوتاهتر و بسامدهاي بسيار بالاتري دارند. هر چه بسامد بالاتر باشد جا براي انتقال اطلاعات بيشتر است. به اين دليل، با استفاده از امواج نوري نسبت به الكتريسته كه در سيمهاي مسي حركت مي‌كند اطلاعات بسيار بيشتري را در ثانيه مي‌توان انتقال داد.

به عنوان مقايسه اي ديگر امواج الكترومغناطيسي اطلاعات را در هوا به صورت ارتباط راديويي يا تلويزيوني انتقال مي‌دهند. امواج راديويي AM استاندارد، ارتباط را در بسامد چند هزار هرتز صورت مي‌پذيرد. برعكس بسامد نور حدود ۱۰۰ ميليون بار بزرگتر از امواج راديويي در ارتباط راديويي FM است.

در سالهاي ۱۹۶۰ و ۱۹۷۰ ارتباطات راه دور با باريكه نوري ممكن شد. با اختراع ليزر يك چشمه نور درخشان و همدوس در دسترس قرار گرفت كه مي‌توانست سيگنالها را به ماه، سيارات دور، و حتي دورتر به فضا بفرستد. همچنين در اين دوره تارهاي نوري كامل شدند كه مي توانستند نور ليزر را بدون اعوجاج

يا اتلاف روشنايي، روي زمين به فواصل دور بفرستند.

ارتباط ليزري در فضاي خارج بدون جو خيلي كارآمد شده است. مثلاً سازمان ملي هوانوردي و فضايي امريكا (ناسا) ليزر گازي آرگون را تكامل بخشيد كه مي توانست سيگنالهايي به ماهواره اي بفرستد كه در مداري مي‌چرخيد و به آشكار ساز باريكه ليزري مجهز بود، يعني كاشف ٣٦ كه در ژانويه ١٩٦٨ پرتاب شده بود. ليزر در مركز پروازهاي فضايي گودارد در شهر گرين بلت، ايالت مريلند مستقر بود و اطلاعات را باريكه هاي نور ليزري از طريق فضا به آشكار ساز ماهواره مي‌فرستاد. پيامها به شكل باريكه هاي ليزري دريافت و پس از تبديل به بسامدهاي راديويي به زمين مخابره مي‌شد.

نيروي هوايي امريكا ارتباطات ليزري با ماهواره را چنان تكامل بخشيد كه مي‌توانست جابه جايي داده ها را با آهنگ يك ميليون بايت اطلاعات در ثانيه انجام دهد. اين امر داراي اين مزيت است كه پارازيت انداختن در آن ناممكن مي‌شود و براي انتقال اطلاعات مهم يا محرمانه ايمني كامل را فراهم مي‌آورد. داده ها مي‌توانند بين ماهواره ها، زمين و ماهواره، از ماهواره به زمين يا كشتي به كشتي انتقال يابند.

تارهاي نوري را چگونه مي‌سازند؟

تار نوري شيشه اي را از سيليسيم مي‌سازند، همان ماده اي كه براي ساختن ريز تراشه اي به كار مي‌رود. سيليسيم جزء اصلي ماسه است و از اين رو به وفور يافت مي‌شود. تار نوري نغزي از شيشه در داخل و لايه اي به نام غلاف در خارج دارد.
غلاف نيز از شيشه است كه كمي با مغزي تفاوت داردم. غلاف مثل آينه عمل مي‌كند و باريكه نوري را كه در تار نوري حركت مي كند با بازتاب كلي به داخل مغزي تار بر مي گرداند. باريكه نور ليزر كه در تار نوري حركت مي كند روشناييش تلف نمي شود.

تارهاي نوري بر سيمهاي مسي كه براي حمل صدا و اطلاعات يا انتقال داده ها به كار مي‌روند مزيتهاي زيادي دارند. اطلاعاتي كه توسط باريكه ليزر در طول يك تار نوري ميتوان فرستاد خيلي بيش از اطلاعاتي است كه مي توان توسط الكتريسته در طول يك سيم مسي ارسال داشت . يك تار نوري نتها همان مقدار اطلاعاتي را مي تواند حمل كند كه يك كابل تلفن حاوي ٢٥٦ جفت سيم حمل مي‌كند. يك قرقره تار نوري با حدود ٢ كيلوگرم (٤/٥ پوند) وزن مي تواند همان تعداد پيامي را بفرستد كه ٢٠٠ قرقره سيم مسي به وزن بيشتر از ٨ تن مي‌فرستند!

تارهاي نوري را در اتاقهاي تميز خاصي تهيه مي كنند كه در آنجا هوا پاكيزه و كوچكترين ذرات غبار آن گرفته شده است. فرايند ساخت به اصلاح شده نشست شيميايي بخار معروف است. يك لوله شيشه اي توخالي روي ماشيني سوار مي‌شود كه آن را حول محور درازش مي‌چرخاند. مشعلي در امتداد لوله له جلو و عقب حركت و آن را تا ١٦٠٠C گرم مي كند.

در همين زمان گاز خاصي وارد لوله مي‌شود. لايه نازكي از گاز روي رويه داخلي ديواره لوله مي نشيند. براي افزودن لايه هاي مورد نظر روي شيشه، گازهايي از انواع متفاوت را وارد لوله مي‌كنند. وقتي كه اين فرايند كامل شد، گاز را از لوله خارج مي‌كنند. گرماي شعله مشعل را تا ٢٠٠٠C بالا مي‌برند، و لوله تو خالي فرو مي‌ريزد و به شكل ميله شيشه اي توپر به نام پيش ساخت در مي‌آيد.

پيش ساخت، پس از سد شدن براي يافتن هرگونه نقص احتمالي با ليزر مورد بررسي قرار مي‌گيرد. اگر پيش ساخت بي نقص بود در كوره خاصي دوباره تا C ٢٢٠٠ گرم مي‌شود. پيش ساخت ذوب مي‌شود و مي‌تواند به تار نوري نازكي مثل تار عنكبوت كشيده شود. براي محافظت تار آن را فوري با پلاستيك پوشش مي‌دهند. تار نوري كشيده شده ممكن است تا بيشتر از ١٠ كيلومتر درازا داشته باشد. تار روي قرقره اي پيچانده مي‌شود و توسط مهندسين كنترل كيفيت قبل از انبار شدن مورد امتحان قرار مي‌گيرد.

اگر چه تار نوري شكستني به نظر مي‌رسد، ولي از فولاد مقاومتر است و مي تواند تا بيشتر از ٦٠٠،٠٠٠ پوند بر اينچ مربع نيروي كششي را تحمل كند. بر خلاف شيشه معمولي، تارهاي نوري شكننده نيستند و به آساني شكسته نمي‌شوند. تار نوري آنقدر قابل انعطاف است كه اگر به آن گره شلي رده شود باز هم نور ليزري را بدون هيچ نقطه ضعفي عبور مي‌دهد.

از اوايل دهه ١٩٧٠ ليزرهاي ديودي نيمرساناي حالت جامد ظاهر شدند. اين ليزرها را از بلور هاي گاليم ارسنايد مي‌سازند. اين بلورها از سر سنجاق كوچكترند، در واقع آنقدر كوچك كه دانشمندان در مورد استنشاق تصادفي آنها شوخي مي‌كنند . اين بلورهاي ظريف وجوه صيقل شده دارند كه به جاي آينه هاي تشديدكننده ليزرهاي بزرگتر است. ليزر ديود نيمرسانا باريكه پيوسته اي از نور ليزر ايجاد مي كند كه مي تواند با تار نوري به نازكي مو متصل شود. اين ليزري است كه در بيشتر دستگاههاي مخابراتي با تار نوري مورد استفاده قرار مي‌گيرد.

مزيت تارهاي نوري در ارتباطات

دستگاه ارتباطات با تارهاي نوري مزيتهاي زيادي دارد. سيگنالهاي الكتركي كه در سيمهاي مسي معمول در خطوط تلفن انتقال مي‌يابند به علت تداخل ساير وسايل التريكي ، نوفانهاي آذرخشي با خطوط قدرت دچار اشكال مي‌شوند. اين امر مي تواند باعث نوفه استايتك و ساير نوفه اي در خط تلفني شود كه « ارتباط ضعيف» را سبب مي‌شود كه همه گاهي آنرا آزموده ايم . امواج نوري تحت تاثير وسايل الكتركي مجاور قرار نمي‌گيرد. و از اين رو صوت بدون تداخل انتقال مي يابد.

تاسيسات خطوط تلفني با تار نوري كم هزينه ار از دستگاه با سيم مسي است تارهاي نوري فقط به تكرار كننده هايي نياز دارد كه تقريبا هر ١١٠ كيلومتر يكبار سيگنالها را تقويت كنند. در دستگاه با سيم مسي، در هر ١/٦ كيلومتر به اين تكرار كننده ها احتياج است تا سيگنالها را در طول خط

تقويت كنند. به علاوه، از آنجا كه در يك جفت تار نوري نخ مانند مي توان به همان اندازه دسته اي از ۲۵٦ جفت سيم مسي اطلاعات را منتقل كرد دستگاههاي با تار نوري به فضاي كمتري نياز دارند. دستگاههاي تار نوري همچنين سبكترند و كار كردن با آنها براي كارگران آسانتر است.

براي انتقال اطلاعات حياتي يا سري دستگاههاي ارتباطات تار نوري بر دستگاههاي سيم برتري دارند. مثلاً، در اطلاعات نظامي كه به اين طريق ارسال شود نمي توان بدون آشكار شدن پارازيت انداخت يا به آنها گوش داد، و خطوط انتقال برقرار شده را دشمن نمي‌تواند با آشكار سازهاي فلزي نظير دستگاه سيم مسي جايابي كند همچنين دستگاهها تار نوري را مي توان در محلي نزديك تداركات جنگي يا نواحي مخازن سوخت قرار داد بدون اينكه از ايجاد جرقه كه گاهي با الكتريسته جاري در سيمهاي مسي پيش مي‌آيد ترسي وجود داشته باشد.

در تجهيزات مخابراتي مركز فضايي كندي در فلوريدا از تارهاي نوري استفاده شده است. اين امر شامل مركز كنترل شاتل فضايي و ساختمانها عملياتي براي مجتمعهاي پرتاب نيز مي‌شود. كامپيوترهاي فرماندهي دفاع هوايي امريكاي شمالي واقع در چين مانتين كلرادو با تارهاي نوري به هم متصلند و اطلاعات راداري از اكناف دنيا پردازش مي‌يابند. به علاوه، ارتش امريكا در دستگاههاي مخابراتي زميني نيز از تارهاي نوري استفاده مي كند.

بسياري از دستگاهها براي ارتباط داخلي محوطه هاي كامپيوتري به دستگاههايي با تار نوري مجهزند. در دانشگاه پيتزبورگ، دانشجويان مي توانند اطلاعاتي را از ساير كامپيوترها،كلاسها، يا كتابخانه توسط شبكه تار نوري كه براي اين مقاصد مستقر شده است به دست آورند.

روشن است كه تركيب تكنولوژي ليزرها و تارهاي نوري دنياي مخابراتي ما را به مقدار زيادي گسترش داده است.

ليزرها جراحي را دگرگون مي‌كنند

يكي از مهمترين استفاده هاي امروزي ليزر در جراحي است. ليزرها به واقع بسياري از عملهاي سنتي را دگرگون كرده اند، به علاوه روشهاي كاملاً جديدي را براي درمان توسط جراحي امكانپذير ساخته اند. چند عارضه جدي چشم انسان از جمله آب مرواريد، آب سياه و انواع مختلفي از آسيبهاي شبكيه مي توانند باعث كوري شوند. امروزه بسياري از اين عارضه ها را مي توان با جراحي توسط ليزر تصحيح كرد. همچنين، ليزرها جراحان را قادر ساخته اند تا با ضايعات و ناراحتي بسيار كمتري براي بيمار انواع زيادي از عملهاي جراحي را روي تقريباً هر قسمتي از بدن انسان انجام دهند.

جراحي ليزري چشم:
بازگرداندن نعمت بينايي

ليزرها وسايل دقيقي هستند كه مي توانند بدون بريدن يا اخلال در ساير قسمتهاي چشم براي دستيابي به بافتهاي عمقي داخل چشم به كار مي‌روند. كوچكترين چاقوي جراحي معمولي برشهايي به پهناي سر سنجاق ايجاد مي كنند و اين به بافتهاي مجاور صدمه ميزند. باريكه ليزري مي تواند برشي به باريكي پهناي يك سلول ايجاد كند. چون وسيله عملاً با محل جراحي ظريف تماس ندارد. به بافتهاي مجاور آسيب نمي‌رساند. تپهاي ليزر چنان سريع اند شايد هزار تا در ثانيه به طوري كه بيمار براي مژه زدن و احساس درد فرصت پيدا نمي كند.

چشم پزشكاني كه جراحي روي چشم را انجام مي دهند به مردمك به منزله يك دريچه طبيعي نگاه مي‌كنند كه نور ليزر از آن مي تواند وارد شود. به علت اينكه احتياجي نيست كه خود چشم بريده و باز شود، خطر احتمالي عفونت و درد كم است. معمولاً جراحي ليزري روي چشم را مي توان در مطب دكتر يا به طور سرپايي در بيمارستان انجام داد. اغلب بيماران در همان روز مي توانند فعاليتهاي عادي خود را از سر گيرند.

يكي از ناراحتيهاي جدي چشم آب مرواريد است كه باعث تيره شدن عدسي روشن و شفاف چشم مي‌شود.

بيمار نشانه هاي آن را مثل «نگاه كردن از پشت پنجره اي كه روي آن آب صابون ريخته باشند» توصيف مي‌كند.

در جراحي سنتي آب مرواريد، به جاي عدسي چشم عدسي مصنوعي قرار ميدهند. يك برش ميكروسكوپي نيم دايره اي در لبه پوشش عدسي داده مي شود. عدسي به آرامي تعويض و دهانه با بخيه هاي ظريفي دوخته مي‌شود.

در بعضي از بيماران آب مرواريد، ممكن است بخش عقب پرده اي كه عدسي تعويض شده را احاطه كرده است چند بار پس از جراحي اصلي تيره شود. با روشي كه به پوشش برداري خلفي معروف است. با دوازده تا چيزي بيشتر يا كمتر خال سوز يك ميلياردم ثانيه‌اي نور فروسرخ شديد از ليزر نئوديميم: ايتريم آلومينيم گارنت (Nd:YAG) روزنه اي در پرده تار پديد مي‌آورند و ديد واضح را بر ميگردانند.

در اين شكل تكميل جراحي آب مرواريد فقط نوك باريكه ليزر فروسرخ كه به دقت كانوني شده باشد آن قدر انرژي دارد كه سولهاي تيره شده را بخار كند و به ساير بافتهاي چشم آسيب نرساند. در پرده پشت عدسي چشم وجود ندارد و از اين رو بيمار در جريان عمل دردي را حس نمي كند.

آب سياه، نوعي بيماري است كه بنابر ارزيابي انجمن علمي چشم پزشكان امريكا از هر صد نفر امريكايي بالاي ۳۵ سال دو نفر به آن مبتلا مي‌شوند، اين بيماري علت اصلي كوري در امريكاست. مشخصه بيماري اين است كه فشار مايع در چشم بيش از حد زياد مي‌شود. معمولاً مايع روشن داخل چشم در كانالهاي باز به طور مداوم جريان دارد. در بيماري كه آب سياه دارد اين كانالها مسدود و مايعات جمع مي‌شوند. اگر بيماري درمانشود فشار اضافي مايع به عصب بينايي صدمه مي‌زند. اين عصب راهي است كه آنچه را كه مي‌بينيم براي تفسير به مغز هدايت مي كند.

چشم پزشك مي تواند با استفاده از ليزر Nd:YAG روزنه اي باز كند تا مايعات داخل چشم تخليه

شوند. كاستند فشار زيادي از روي عصب بينايي مانع آسيبي مي شود كه مسبب كوري ناشي از آب سياه است.

استحاله لكه اي بيماري ديگري است كه عمده ترين علت كوري در اشخاص بالاتر از سن ٦٥ سال است. اين بيماري چند ميليون امريكايي را مبتلا كرده است و با بالاتر رفتن سن متوسط در امريكا اين بيماري بيشتر به چشم مي‌خورد.

جدار داخلي و خلفي چشم انسان با بافت ظريف حساس به نور به نام شبكيه پوشيده شده است. تصاويري كه مي بينيم روي شبكيه تشكيل مي شوند و اعصابي كه مي توانند تصوير را حس كنند اطلاعات را توسط عصب بينايي به مغز مي فرستند.

حساسترين بخش شبكيه لكه است . اين بخش به جزئيات بصري صد بار حساستر از بخشهاي ديگر شبكيه است. گر چه قطر لكه از ٠/٢٥ سانتيمتر كمتر است ولي براي ديد مستقيم كه براي مشاهده كامل موقع انجام كارهاي ظريف لازم است مثل خوانده حروف ريز يا خياطي، راندن اتومبيل يا حتي تشخيص صورت اشخاص بسيار اهميت دارد.

استحاله لكه اي ديد مركزي را از بين مي‌برد. افرادي كه دچار اين بيماري اند از كم شدن تدريجي ديد مركزي واضح و كانوني رنج مي‌برند درحاليكه ديد محيطي يا كناري آنها بي‌عيب مي ماند . نتيجه اين مي شود كه خطوط مستقيم كج و تغيير شكل يافته و تار به نظر مي‌آيند و در مركز ديد بيمار ناحيه تاريكي ظاهر مي شود.

استحاله لكه اي به دو شكل است. يكي شكل خشك نام دارد و فعلاً معالجه ندارد. ولي حدود ١٠ درصد بيماران استحاله لكه اي دچار شكل مرطوب اين بيمار هستند. به دلايلي كه هنوز شناخته نشده اند، در اين شكل بيماري رگهاي خوني جديدي زير شبكيه رشد مي‌كنند. اين رگهاي خوني جديد گاهي نشت مي كنند و باعث تخريب و زخم شدن لكه مي شوند.

با يافته هاي اخير، علل استحاله لكه اي به شكل مرطوب را اغلب با جراحي با ليزر آرگون مي

توان برطرف کرد. باریکه سبز لیزر آرگون به خوبي توسط اجسام سرخ رنگ از جمله سلولهاي خون جذب مي‌شود. باریکه به جاي تبخیر بافت آن را گرم مي کند. از این رو باریکه لیزر با انعقاد نوري یا جوش دادن رگهاي خوني غیر عادي نشت را که به آسیب غیر قابل برگشت لکه منجر شود متوقف مي کند.

در بیماراني که رگهاي خوني غیر عادي در پشت لکه پراکنده نشده اند. نازکي باریکه لیزر آرگون امکان مي دهد که جراح بدون آشفته کردن بیشتر شبکیه یا سایر قسمتهاي چشم فقط رگهاي خوني غیر عادي را ردمان کند. جراحي فقط چند دقیقه وقت مي گیرد و تنها به بیهوشي موضعي نیاز دارد.

در حدود سه تا از چهار بیمار مبتلا به شکل مرطوب استحاله لکه اي، تکثیر رگهاي خوني غیر عادي پشت لکه آنچنان پراکنده است که چشم پزشك نمي تواند تصمیم بگیرد که باریکه لیزر را کجا متوجه کند هر بار که باریکه لیزر به شبکیه برخوردکند، تکه کوچکي از پرده را از بین مي برد. وقتي که رگهاي خوني غیر عادي خیلي پراکنده باشند، درمان با لیزر آرگون آسیب زیدي به دید بیمار مي زند و توصیه نمي شود.

دو تا از پژوهشگران دانشکده پزشکي دانگاه جان هپکینز درگیر این مسئله بوده اند. نیل برسلر و سزان برسلر سعي کرده اند که با استفاده اي لیزر کریپتون و لیزر رنگینه اي قابل تنظیم به درمان آزمایشي نقش شبکه مانند روي شبکیه دست بزنند. باریکه لیزري را متوجه نقاط ریز میکروسکوپي روي شبکیه مي کنند که فقط ۱۵۰ میکرون از هم فاصله دارند. این نوع درمان که شبیه میخکوبي به تخته است به تعداد قابل توجهي از رگهاي خوني غیر عادي حمله مي کند ولي به بیشتر شبکیه آسیب نمي رساند.

برسلرها از نتایج این آزمایش روي بیمارانشان دلگرم شدند. در بعضي از بیماران آنها نشت از رگهاي خوني غیر عادي کاملاً متوقف شد. با وجود این باید این درمان آزمایشي را روي بیماران خیلي زیادي امتحان کرد تا سودمند بودن آن اثبات شود.

علاوه بر اينكه استحاله لكه اي به سن مربوط است، بيماري ديگري به نام عارضه قارچي چشم نيز مي تواند سبب رشد غير عادي رگهاي خوني پشت شبكيه شود و به لكه آسيب رساند. اين بيماري در بخشهاي جنوب شرقي و غرب امريكا كه قارچهاي مسبب آن وجود دارند پيش مي‌آيد. اگر تشخيص و ليزر درماني زود انجام گيرد مي توان از آسيب جدي ديد جلوگيري كرد. تخمين زده مي شود كه اگر قبل از اينكه لكه آسيب زيادي ببيند بيماري تشخيص داده مي شود حدود ۲۰۰۰ مورد در سال را مي توان با ليزر آرگون با موفقيت درمان كرد.

علت عمده ديگر كوري رتينوپاتي ديابتي (عارضه غير آماسي ديابتي شبكيه) است. بنابر آمار انسيتوي ملي چشم امريكا تقريباً نيمي از بيماران مبتلاً به مرض قند حداقل از عارضه ديابتي شبكيه به طور خفيف رنج مي برند. با پيشرفت بيماري در مبتلايان مرض قند ممكن است رگهاي خوني روي شبكيه يا درون آن رشد كنند و وقتي كه اين رگها خونريزي كردند، بيمار با خرابي و زخم شديد شبكيه روبه رو مي‌شود. در اينصورت نيز درمان فوري با ليزر مي تواند خونريزي را بند بياورد و مانع كم شدن ديد بيمار شود.

ليزر آرگون براي اصلاح انفصالها و پاره گيهاي شبكيه نيز مفيد است. پاره گيهاي شبكيه‌اي وقتي پيشش مي‌آيد كه بخشي از شبكيه از پرده نگهدارنده در عقب چشم جدا شود. پاره گيهاي شبكيه اي سوراخهايي به شكل نعل اسب در شبكيه است . اينها بر اثر حادثه يا ضربه به سر پيش مي‌آيند. انفصالها يا پاره گيها ديد عدي را مختل مي كنند و ممكن است به بخش مركزي پر از مايع خونريزي كنند. هم ليزر آرگون و هم ليزر كريپتون گرما توليد مي كنند و با اسفاده از آنها و با خال جوش مي توان شبكيه را به جايش برگرداند و مانع خونريزي شد.

پوشش شفاف جلوي چشم قرنيه نام دارد. نوري كه وارد چشم عادي مي شود با قرنيه و عدسي چشم طوري خميدهمي شود كه تصوير تشكيل شده وقتي به شبكيه در عقب چشم مي‌خورد كاملاً واضح است. ولي بسياري از

افراد نزديك بين يا دور بين هستند يا آستيگماتيسم دارند . به اين دلايل، براي تصحيح به عينك يا عدسيهاي تماسي احتياج دارند.
افراد نزديك بين براي ديدن اجسام دور در زحمت اند. پرتوهاي نوري كه وارد چشم آنها مي شود به جاي اينكه مستقيماً روي سطح حساس به نور كانوني شود در جلوي شبكيه كانوني مي‌شود. اين وضع به اين علت است كه انحناي عدسي يا قرنيه چشم آنها شيب زيادي دارد يا كره چشم خيلي دراز است. دروبيني درست عكس اين است. افراد دوربين مشكل واضح ديدن اجسامي را دارند كه نزديك آنهاست. در اين مورد انحناي قرنيه يا عدسي شيب كافي ندارد يا كره چشم خيلي كوتاه است . نور يكه وارد چشم مي شود به جاي اينكه مستقيماً روي سطح شبكيه كانوني شود پشت آن كانوني مي شود.
در روشي به نام برش شعاعي قرنيه چاقوي معمولي براي ايجاد چندين برش كوچك در قرنيه به كار مي رود. شكافهاي ظريف انحناي قرنيه را كمي تخت مي كنند. اميد اين است كه به اين ترتيب نزديك بيني بيمار تصحيح شود. ولي، مطالعات منتشر شده در شماره ۲۲ فوريه ۱۹۹۰ مجله انجمن پزشكي امريكا حاكي از اين است كه در بيش از نيمي از موارد چشمهاي مورد درمان، بيش از حد لازم يا كمتر از حد لازم تصحيح مي شوند.
مشكلات برخورد شده در برش شعاعي قرنيه به اين دليل پيش مي‌آيند كه با چاقوي جراحي نمي توان برشهاي با اندازه و شكل كاملاً مناسب و سازگار ايجاد كرد. به علاوه بافت تشكيل شده درجاي زخم در طول التيام برش جراحي ممكن است شكل نهايي مورد نظر براي قرنيه را تغيير دهد.
هم اكنون ليزرهاي اگزيمر فرابنفش سرد را براي شكل دادن به سطح قرنيه فقط يك چشم در افراد نزديك بين به كار گرفته اند ، ولي اين امر در مراحل آزمايشي است. اين روش برش قرنيه با شكست نور ناميده مي شود. (چشم ديگر بايد با پذيرش اداره غذا و دارو منتظر نتايج اين روش بماند) برشهايي كه توسط اين نوع باريكه ليزر پرانرژي

ايجاد مي‌شود مي تواند بدون ايجاد گرما ذراتي با اندازه سلول را از بافت بردارد. شكافهاي حاصل در قرنيه كاملاً در جاي خود قرار دارند و دقيقاً يك شكل اند. از آنجا كه ليزر اگزيمر آسيب بسيار كمي در بافت اطراف ايجاد مي كند، تشكيل بافت جاي زخم در طول التيام به حداقل مي رسد.

جراحي عملي شكل دهي قرنيه با ليزر اگزيمر كمتر از يك دقيقه طول مي كشد و بي درد است. در مركز چشم پزكي دانشگاه لوئيزيانا در نيوارلئان زمان آماده شدن حدود ١٥ دقيقه است. پس از اينكه بيمار كمي آرام گرفت، كامپيوتر متصل به ليزر با شكل قرنيه بيمار برنامه ريزي مي شود.

پزشكان از ليزرهاي اگزيمر براي ايجا تعدادي شكاف لازم و در جاي كاملاً معين در قرنيه براي تكميل عمل استفاده مي كنند. قرنيه ممكن است پس از اين عمل يك روز درد كند و بستن چشم نيز براي ٢٤ تا ٤٨ ساعت پس از جراحي ضروري است.

پژوهشگران دانشگاه جان هاپكينز در بالتيمور ونيز مركز چشم پزشكي دانشگاه ايالتي لوئيزيانا بيماران نزديك بين را به وسيله تراش با ليزر اگزيمر درمان كرده اند. اگر چه نتايج تجربي دلگرم كننده به نظر مي رسد، ولي مطالعات بيشتري بايد انجام گيرد تا مؤثر بودن و ايمني اين روش تضمين شود. دكتر والتر اشتارك از دانشكده پزشكي جان هاپكينز مي گويد كه استفاده خيلي وسيع از ليزرها در تصحيح نزديك بيني و دور بيني هنوز عجولانه است زيرا مطالعات اوليه مبين اين است كه قرنيه هاي تارش داده شده بيشتر به شكل پيشين خود بر مي گردند.

بنابر گزارش دكتر اشتارك چندين بيمار داراي زخمهاي قرنيه اي با موفقيت با ليزر اگزيمر درمان شده اند. در بعضي از بيماران، تنها راه ديگر پيوند قرنيه است، كه عملي پر هزينه است و دهندگان مناسب با قرنيه هاي سالم نيز بسيار كم اند.

به علاوه در آينده، بنا به گفته مارگريت مك دونالد از مركز چشم پزشكي LSU امكان برش قرنيه

به طوري كه اجسام دور را از بالا و اجسام نزديك را از زير كانوني كند و نوعي كره چشم دو كانوني به وجود آورد نيز وجود دارد.

آستيگماتيسم از به وجود آمدن فرورفتگيها و برآمديگيهاي ريز بر سطح قرنيه عارض مي‌شود. در اين وضع ديد تار مي شود زيرا نامنظميهاي سطح قرنيه پرتو هاي وارد به چشم را خميده مي كند و مانع مي شود كه آنها تصوري كاملاً واضحي روي شبكيه تشكيل دهند. دانشمندان در امريكا و آلمان جراحي با ليزر اگزيمر را روي بيماران انجام مي دهند تا برآمدگيها و فرورفتگيهاي روي قرنيه بيماران را كه باعث آستيگماتيسم مي‌شود صاف كنند. ثابت شده است كه يك رشته برش به شكل T كه با ليزر انجام گيرد در صاف كردن نامنظميهاي قرنيه مؤثر است . همه نتايج هنوز گزارش نشده است و قبل از اينكه اين روش عمل متداول شود به ازمايشهاي كلينيكي بيشتري احتياج است.

ثبت با ليزر

ديسكهاي فشرده (CD) و ديسكهاي ويدئويي فشرده (CDV) روشهاي جديد انقلابي براي ذخيره سازي و انتقال صدا، تصاوير و اطلاعاتند. در اين تكنولوژي از باريكه هاي ليزر هم براي ثبت يا رمز گذاري اطلاعات روي ديسكها فشرده و هم جهت «خواندن» يا بازنواخت اطلاعات ذخيره شده استفاده مي‌شود.

CD و CDV

ديسك فشرده از جهاتي شبيه صفحه گرامافون و از جهاتي بسيار متفاوت است. مثلاً شيار روي صفحه گرامافون مارپيچ مداومي است كه موقع پخش صفحه از ابتدا تا انتهاي آن توسط سوزن گرامافون تعقيب مي شود. ديسك فشرده اطلاعات يا موسيقي را روي دايره هاي هم مركزي با ميلياردهي دست اندز به نام رگه (پيت) رمز گذاري مي كند. رگه ها توسط ليزر بر ديسك حك مي شوند و بعداً موقع پخش ديسك آنها باريكه ليزري باهوشي را كه به ديسك مي تابد قطع و وصل مي كنند.

رگه روي CD فقط ۰/۰۰۰۰۵ سانتيمتر پهنا و ۰/۰۰۰۰۰۱ سانتيمتر عمق دارد. رگه هاي ظريف توسط باريكه ليزري نازك و بسيار دقيق «خوانده» مي شوند. چون رگه ها فوق العاده كوچكند، مي توانند در فضاي كوچكتر شامل اطلاعات بسيار بيشتري باشند. در ديسك فشرده پنج ويك چهارم اينچ در داخل شعاع ۳۳ ميليمتري بيشتر از ۲۰،۰۰۰ رد از رگه ها وجود دارد. به اين دليل نام فشرده براي CD ها با اسم مسمي اي است و اندازه آنها فقط يك ششم اندازه صفحه هاي گرامافون است. در يك طرف CD مي توان تا ۷٤ دقيقه موسيقي يا اطلاعات ضبط كرد.

مثل ارتباطات راه نوري رگه هاي روي CD معرف اطلاعات به شكل رمزهاي دودويي اند. براي ثبت اطلاعات، موسيقي يا تصاوير ويدئويي روي ديسك آنها رقمي مي‌شوند. در مورد موسيقي، صدا با آهنگ ٤٤۱۰۰ مرتبه در ثانيه نمونه برداري مي شود (بيشتر از دو برابر ۲۰۰۰۰ كه بالاترين بسامد قابل شنيدن توسط گوش انسان است) و هر نمونه ۱٦ رقم دودويي يا بايت مي شود. اگر موسيقي با دو كانال استريو ضبط شود، هر ثانيه صدا نمايانگر ۱/٤ ميليون بيت اطلاعات روي CD است. دقت حيرت آور ضبط صدا روي CD به آن دليل ممكن است كه ميليونها بيت اطلاعات را مي تواند نگهدارد.

وقتي كه CD پخش مي شود، باريكه ليزر از پايين به ديسك مي تابد و از لايه شفاف و نازك محافظ روي ديسك مي گذرد و روي لايه نازك آلومينيمي بازتابدهنده يا سطح سيگنال كانوني مي شود. روي سطح كه در آنجا بيت ها ثبت شده اند قطر باريكه ليزري فقط ۱/۷ ميكرون است. حتي اگر لايه شفاف روي ديسك غبار آلود يا خراشدار باشد، باريكه ليزري چنان ظريف كانوني مي‌شود كه بيشتر اين آلايشها بر يفيت پخش اثري ندارند زيرا آنها كانوني نيستند.

ديسكهاي فشرده با رمز تصحيح خطاي داخلي ساخته مي شوند. خطاها ممكن است كاتوره اي باشند. مثل آنهايي كه موقع توليد ديسك در وقت برش ديسك يا پوشش روي ديسك پيش مي‌آيند و دقيق نيستند. خطاها ممكن است از خراشهاي شديد يا غبار سنگين

روي ديسك ناشي شوند. با فرايندي به نام درونيابي، بيت هاي نادرست اطلاعات موجود در پس و پيش دسته بيت هاي اطلاعاتي بر آورد مي شوند.

سطح ديسك فشرده بايد كاملا به باريكه ليزري كه آن را مي خواند عمود باشد. در غير اينصورت صدا به علت اينكه نور ليزر كج مي رود اعوجاج خواهد داشت. كج رفتن گاهي ناشي از اين است كه ديسك با جذب رطوبت تاب بر ميدارد. به اين دليل ديسكهاي فشرده با ماده اي كه در مقابل لطمه رطوبت كمتر آسيب پذير باشد به طور تزريقي ريخته مي‌شود.

پخش كننده ديسك فشرده صدا را با سرعتا ۱/۲ متر بر ثانيه پخش مي كند و براي اينكه اين سرعت ثابت بماند، وقتي كه ليزر نزديك مركز ديسك را «مي‌خواند»، صفحه گردان پخشCD ، ٤٥٨ دور در دقيقه مي گردد. وقتي كه باريكه ليزري به طرف خارج حركت ميكند. سرعت صفحه گردان به تدريج تا ۱۹۷ دور در دقيقه كند مي شود.

CD ها علاوه بر صافي صدا مزاياي زياد ديگري نيز دارند. چون ليزر بدون اينكه با ديسك تماس داشته باشد CD را از ميان پوشش شفاف «مي‌خواند» ، CD ها مثل صفحه‌هاي گرامافون معمولي كه با سوزن كار مي كنند زود خراب نمي شوند. افزون بر آن نوفه سطحي، خش‌خش، صداي بامب بامب، يا تلق تلق يا اعوجاج صدا در اثر نشستن خاك روي ديسك وجود ندارد . خود ليزر نيز دهها بار بيشتر از الماس پيكاپ گراكافون دوام دارد.

CDVها ديسكهاي فشرده اي هستند كه هم صدا و هم تصوير را ضبط مي كنند. ۱۲CDV اينچي نيز شبيه صفحه گرامافون است ولي عملاً با آن بسيار متفاوت است . اطلاعاتي كه بايد ضبط شود در رگه ها كوچك ميروسكوپي در شارهاي هم مركز روي CDV با باريكه ليزر آرگون رمز گذاري مي شود. در اين مورد داده ها بايد به صورت سه نوار جداگانه ثبت شوند: دو تا براي صداي استريوفونيك و يكي براي تصوير ويدئويي رنگي. وقتي كه CDV با ۱۸۰۰ دور در دقيقه مي چرخد، باريكه ليزر رگه هاي روي ديسك را

«مي‌خواند» و اطلاعات رمز گذاري شده براي ايجاد صدا و تصاوير رنگي ضبط شده روي ديسك به سيگنالهاي الكتريكي تبديل مي شوند. CDV حفاظ مضاعف دارد تا از آسيب رطوبت در امان باشد. CDV همان مزاياي دقت و عمر طولاني CD را دارد.

مزيت ديگر CDها و CDV ها در اين است كه شنونده مي تواند با دقت بسيار از يك آهنگ روي CD به آهنگ ديگر پرش كند . در مورد CDVها استفاده كننده مي تواند به طور دقيق به همان نماي ويدئويي و صوتي كه رها كرده بود برگردد. ديسكهاي ويدئويي مزايايي دارد مثل جدول محتويات با فهرست فصلها به طوري كه استفاده بتواند به طور دقيق محل مورد نظر را روي ديسك پيدا كند.

ليزر در صنعت

ليزرها ابزار قدرتمندي هستند كه كاربردهاي زيادي در صنعت دارند. ليزرها براي برش دادن، سوراخ كردن، جوش دادن، قلمزني، و عمل آوردن گرمايي تعداد زيادي از مواد به كار مي روند. از لاستيك نرم تا سراميكها شكننده و حتي سخت ترين ماده شناخته شده يعني الماس جزء اين مواد قرار دارند. تمركز توان زياد و دقت عمل باريكه ليزري بسيار كارها را موثرت و ارزانتر از هر روش ديگري انجام مي دهد.

رشد برق آساي حجم كار

لزوم ايجاد سوراخ در صنعت امر پيش پا افتاده اي است. ايجاد سوراخ در اقلامي به نرمي پستانك بطري نوزاد با نور ليزر صورت مي گيرد. بسيار از اقلام به سوراخهايي نياز دارند كه استفاده كننده بتواند آنها را با پيچها يا ميخهايي يه هم سوار كند. به علاوه در صنايع چرم و كاغذ سوراخ كردن كار روزمره است. ليزرها مي توانند سوراخهايي صاف، كاملاً گرد، بدون خرده يا دندانه بوجود آورند.

تپهاي ليزر ياقوت، با سرعت بدون رقيب، مي توانند در الماس سوراخهايي با اندازه هاي دقيق ايجاد كنند . اين سوراخها را به عنوان قالب براي كشيدن فلز و تبديل آن به سيم به كار مي‌برند. به

طور عادي اين فرايند بسيار وقت گير است زيرا سرهاي مته پر سرعت بايد زود به زود تعويض شود و نيز بايد صبر كرد تا وسيله خنك شود. كندن سوراخ در فلزات سنگين با مته هاي كار بيدي يا مته هايي با سر الماس صورت مي گيرد. باز هم، اين روش ساعتها وقت مي گيرد و اغلب بايد براي سرد كردن ماشين آلات و تعويض سرهاي مته بارها دستگاه را متوقف كرد. باريكه ليزري پرتوان اين كار با بدون اصطكاك انجام مي دهد. سوراخ اغلب چنان به سرعت كامل مي شود كه گرماي باريكه ليزري از محل كار دورتر نمي رود و در بقيه فلز تاثير نمي گذارد.

باريكه هاي ليزري براي ايجاد سوراخهايي در پلاستيك مثل روزنه هاي فواره اي براي افشانه هاي آئروسل (پراكندگي مايع در گاز) به كار مي رود. باريكه هاي ليزري براي ايجاد سوراخهاي ظريف در لبه هاي عدسيهاي تماسي نيز به كار مي‌روند تا اجازه دهند كه مايعات آزادانه روي سطح چشم حركت كنند. علاوه بر ايجاد سوراخهاي ظريف، با ليزرها عكس برگردانها نازك و نقش دار درست مي كنند كه براي تزيين اتومبيلها و كاميونها به كار مي روند. نور ليزر براي برش پارچه در كارگاههاي لباس دوزي به كار مي رود. آلوين تافلر در كتاب موج سوم توصيف مي كند كه ليزرها در فرايند برش چنان كارايي دارند كه برش اقلام لباس به صورت يكي يكي امكانپذير و اقتصادي است. روشهاي توليد انبوه جاري تا ۵۰۰ لباس با اندازه مشابه را در يك زمان برش ميدهد.

در آينده، خريدار مي تواند اندازه هايش را توسط خطوط تلفني با تارهاي نوري به توليد كننده بفرستد. داده ها مستقيماً به كامپوتري داده مي شود كه يك ماشين برش ليزري را كنترل مي كند و لباسي با اندازه مشتري توليد مي شود. به اين ترتيب اتلاف لباس به سبب برش با اندازه استاندارد از بين مي رود. (كافي است لباسهايي را در نظر آوريد كه در جا لباسيهاي مغازه آويزانند و در انتظار شخصي با اندازه درست اند تا پيدا

شود و آنرا بخرد!) به علاوه، گرماي ليزر لبه هاي بريده شده پارچه هاي مصنوعي مثل نايلون را طوري مي سوزاند كه ساييده يا خراب نمي شوند.

جوش دادن يا متصل كردن دو فلز به يكديگر، خواه كوچكترين سيمها وخواه صفحه هاي فولادي عظيم يكي ديگر از كاربردهاي انرژي ليزري است. جوشهاي ايجاد شده با ليزر محكمتر از جوشهاي قوسي معمولي است، قسمتي به آن علت كه باريكه هاي ليزري چنان دقيقند كه در اثر فرايند گرما كمترين مقدار فلز تغيير شكل مي دهد. جوشكاري دقيق در بسياري از فرايندهاي توليدي صنعتي حائز اهميت است مثل جوشكاري چرخ دنده هايي كه براي همزمان كردن ساز و كار انتقال در اتومبيل به كار مي روند.

شركت فولاد براي جوشكاري قسمت زير اتومبيلهايش از دستگاه ليزري استفاده مي كند. دستگاه ليزري جوش پيوسته اي به دست مي دهد كه از روشهاي جوش نقطه اي به مراتب محكمتر است. جوشكاري با سرعت ۲۱ سانتيمتر در ثانيه (۵۰۰ اينچ در دقيقه) انجام ميگيرد. با استفاده از دستگاه ليزري، جوش دادن چهار صفحه بزرگ به همديگر براي ساخت زير اتومبيل فقط يك دقيقه وقت مي گيرد.

ليزرهاي گازي كربن دي اكسيد كه تا ۱۵۰۰ وات توان دارند مي توانند هر ماده اي را ببرند. باريكه نور ليزر كه با سرعت زياد حركت مي كند مي تواند نقشها، اعداد، يا حروف را روي فلزاتي به سختي فولاد حك كند. اگر باريكه ليزري آهسته تر حركت كند، عمق بيشتري را در فلزات مي برد. بر خلاف برشهايي كه با تيغه هاي اره اي در فلزات ايجاد مي شوند، برشهاي انجام گرفته با باريكه ليزري صافتر و عاري از واپيچش اند. اغلب برشهاي ليزري كه در مواد نوري انجام مي گيرند چنان صافند كه به صيقل دادن بيشتر احتياج ندارند.

كاربرد صنعتي ديگر ليزرهاي آلياژ كاري سطحي است. آلياژكاري سطحس روشي از پردازش ماده است كه يك ماده سطحي را با ماده داخلي ديگري با عمليات حرارتي توسط باريكه ليزري به هم وصل مي كند. بر خلاف پوشش دادن ساده ماده اي روي سطح ماده ديگر،

در این روش دو ماده بر اثر گرماي شديد حاصل از باريكه ليزري تپي در يكديگر ذوب مي شوند و در سطح ماده به شكل آلياژ در مي آيند.

آلياژكاري سطحي براي يكسان سازي مقاومت در برابر خوردگي در موادي مفيد است كه مقاومت فقط در سطح لازم است. آلياژهاي سطحي مي توانند مقاومت گرمايي و سايشي موادي را كه در شرايط كشش زياد به كار مي‌روند افزايش دهند. مثلاً در مورد تيغه اره معمولي با آلياژكاري سطحي مي توان دندانه هاي اره را مستحكمتر كرد بدون اينكه عمليات روي تمام تيغه لازم باشد. در بعضي كاربردها، موادي كه براي ايجاد خواص مورد نظر روي فلز لازمند كمياب يا بسيار گرانند. در اين موارد با آلياژكاري سطحي مي توان از هزينه هاي هنگفت كاست و جنس را براي توليد كننده به قيمت مناسب تمام كرد.

عمليات گرمايي فلزات براي سختي بخشيدن به آنها در توليد اتومبيلهاي، هواپيماها و كشتيها حائز اهميت است. روي محفظه فلزي واحدهاي فرمان هيدروليكي كاميونهاي جنرال موتور با ليزرهاي گرانقيمت كار مي شود. براي اينكه ليزرها خودكار عمل كنند با كامپيوتر كنترل مي شوند. چرخ دنده ها و سطوحي كه سيلندر هاي موتور اتومبيلها را مي پوشانند با گرما عمل مي‌آورند زيرا به علت گرما و تماس پياپي با ساير سطوح تحت كشش اند.

براي عمليات گرمايي قطعات فلزي مثل قسمتهاي اتومبيل ليزرها به خصوص مناسبند زيرا در زمان كوتاه گرماي شديد آنها فقط در نواحي انتخاب شده اثر مي گذارد فلزاتي كه با ليزر عمل آمده باشند تغيير شكل خيلي كمي را متحمل مي شوند و استحكامشان را حفظ مي كنند. از ليزرها براي قلمزني نقشها در سطوح فلزي عمل آمده با گرما كه خاك مي گيرند استفاده مي شود و به اين ترتيب از خسارت به برآمدگي سطح فلز جلوگيري مي‌شود.

استفاده هاي ديگر ليزرها

امروزه از ليزرها به راههاي از قرار معلوم بي شماري استفاده مي كنند تا كيفيت يا بازده بسياري از كارهاي عادي روزانه را بهبود بخشند. ليزر را در انجام كارهايي نيز به كار گرفته اند كه قبلاً تصور آن ناممكن بود.

اندازه گيري فواصل و حركت

ليزرها را براي اندازه گيري دقيق از فواصل كوچك زير ميكروسكوپي تا فوق العاده بزرگ به كار مي برند. مثلاً باريكه ليزري كه از ليزر گازي هليم نئون توليد مي شود مي تواند تغيير مكاني به كوچكي بيست و پنج ميليونيم سانتيمتر را اندازه بگيرد. در آزمايشي كه در اداره ملي استانداردها با ليزر انجام گرفت مشخص شد كه متر استاندارد جهاني در واقع ۱/۰۰۰۰۰۰۹۸ متر طول دارد.

اندازه گيري فواصل فوق العاده كوچك را با استفاده از وسيله اي به نام تداخل سنج مي‌توان انجام داد. در اين وسيله آينه تقسيم كننده باريكه ، باريكه ليزري را به دو قسمت مي‌كند. يك قسمت باريكه را آينه بدون حركت يا ثابت مجموعه به طرف آشكارساز نوري بازتاب مي دهد. قسمت دوم باريكه نور قبل از رسيدن به آشكارساز نوري به باريكه ليزري قسمت اول مي پيوندد.

اگر حركتي صورت نگيرد، دو قسمت باريكه ليزر تقسيم شده همفاز وارد آشكارساز نوري مي شوند (قله هاي امواج يك قسمت باريكه ليزر دقيقاً با قله هاي امواج قسمت دوم باريكه ليزر منطبق مي شوند) و در شدت نور تغييري به وجود نمي آيد. ولي اگر شيء غير ساكن حركت كند، باريكه هاي ليزري دو نيم مي شوند و با فاز مقابل به آشكار ساز نوري مي رسند. آشكار ساز نقش شدت متغيير، يعني يك در ميان روشن و تاريك را ثبت مي‌كند. از مقايسه تغييرات شدت با طول موج باريكه ليزر، با تداخل سنج مي توان حركتهاي فوق‌العاده كوچك را اندازه گرفت.

فاصله هاي بسيار بزرگ را نيز مي توان با باريكه هاي ليزري به دقت اندازه گرفت.

فضانوردان در ماموريتهاي آپولو ١١ (١٩٦٩) و آپولو ١٤ (١٩٧١) بر سطح ماه وسايل بازتابدهنده نور دائمي جا گذاشتند. هر وسيله رديفي دريافت كنند و به آن بازتاب دهند.

دسته نازكي از تپها از يك ليزر گاز آرگون و از طريق تلسكوپ به سمت ماه فرستاده مي‌شد. اين نور فاصله ٣٨٤،٠٠٠ كيلومتر با ماه را طي مي كرد و فقط در دايره اي به قطر حدود ٣ كيلومتر پخش مي شد. برخلاف نور معمولي كه در اين صورت خيلي پخش مي‌شود و كار ساز نيست، تپهاي ليزر هنوز آنقدر قوي بودند كه بازتاب كنند و به طرف زمين برگردند.

دانشمندان زماني را كه طول مي كشيد تا باريكه ليزر به زمين برگردد اندازه گرفتند و با معلوم بودن سرعت نور كه ٣٠٠،٠٠٠ كيلومتر بر ثانيه (١٨٦٠٠٠ مايل بر ثانيه) است فاصله ماه تا زمين را با دقت حدود ١٠ سانتيمتر اندازه گرفتند.

ماهواره هايي كه بازتاب باريكه هاي ليزري را به زمين بر مي گردانند مي توانند حركت قاره هاي را نيز آشكار كنند. وقتي كه تخته هاي عظيم پوسته زمين به نام صفحه هاي زمين ساخت به آرامي برخورد مي كنند ممكن است جزايري به وجود آيند، آتشفشانها فوران كنند، يا بخشهايي از زمين به لرزه در آيند. ليزرها براي اندازه گيري حركت پوسته زمين در گسل سان آندريس دركاليفرنيا مورد استفاده قرار گرفته اند. اين منطقه عمده زمين لرزه در اتصال تخته هاي پاسفيك و امريكاي شمالي قرار دارد. اين منطقه محل سكونت بيش از هشت درصد جمعيت كشور و مركز استقرار بعضي از تكنولوژيهاي پيشرفته و حياتي است. به اين دلايل، دانشمندان به دقت اين گسل را زير نظر دارند با اين اميد كه بتوانند هر زمين لرزه عمده اي را پيش بيني كنند.

لاژئوس (ماهواره ژئوديناميك ليزري) اولين ماهواره اي بود كه سازمان ناسا فقط براي اندازه گيري حركتهاي پوسته زمين توسط باريكه ليزر طراحي كرد. اين ماهواره در ٤ مه ١٩٧٦ از كيپ كاناورال با موشك دلتا پرتاب شد. سطح آن شامل ٤٢٦

بازتابدهنده بود كه مي توانست باريكه هاي ليزري را كه از زمين به آن بر مي خوردند برگرداند.

وقتي كه لاژئوس درمدار زمين قرار گرفت، بازتابدهنده هاي آن باريكه ليزري را به سه ايستگاه زميني كه در دو طرف گسل سان آندريس قرار داشتند بر مي گرداندند. اندازه گيريهايي كه در طي ماهها يا سالها انجام گرفت در فاصله و جهتي را كه تخته هاي پاسفيك و امريكاي شمالي جابه جا مي شدند به دست داد. اين اطلاعات مهم ممكن است براي پيش بيني زمين لرزه هاي آتي مفيد باشد.

ليزرها در نقشه برداريهاي امروزي انقلابي پديد آورده اند. مثلاً، نقشه برداري ليزري اخيراً توسط دكتر برادفورد واشبرن و همكارانش به كار گرفته شده است تا با دقت بيشتري از تمامي عرصه متعلق به رياست جمهوري و وايت مانتين نشنال فارست در نيوهمشاير نقشه برداري شود، آينه هايي كه در نقاط مهم نظامي در كوهستانها قرار داده بودند باريكه هاي ليزري را به فاصله ياب باز مي تاباندند و فاصله تا آن نقاط توسط دستگاه خود به خود محاسبه مي شد.

ژيروسكوپ ليزري پيشرفت تكنولوژيكي ديگري است كه در آن از ليزرها استفاده مي شود. ژيروسكوپها حركت زاويه اي را اندازه مي گيرند و براي آشكار سازي و اندازه گيري دوران، مثل پيچ و تاب كشتيها و هواپيماها در طي كشتيراني يا هواپيمايي به كار مي روند.

بوئينگ ۷۵۷ و هواپيماي ۷۶۷ و دستگاههاي نظامي. نمونه محلهايي هستند كه در آنها از اين ژيروسكوپها استفاده مي كنند.

در ژيروسكوپ ليزري، سه لوله ليزر طوري آرايش يافته اند كه از امتداد آنها مثلثي به دست مي آيد. دو باريكه ليزر د رجهتهاي مخالف (ساعتگرد و پادساعتگرد) مرتب در مسير مثلثي لوله هاي ليزر دور مي زنند، مسيري در هر گوشه مثلث به آينه اي مجهز است. در يك گوشه از مثلث، بخشي از باريكه ليزري از آينه بازتابدهنده مي گذرد و بر پرده آشكارساز مي افتد. اگر حركتي وجود نداشته باشد،

دو باريكه نقش تداخلي معمولي بر پرده ايجاد مي كند. ولي، اگر ژيروسكوپ حتي مقدار جزئي بچرخد، نقش تداخلي روي پرده به مقداري كه قابل آشكار كردن است تغيير مي كند.

ژيروسكوپهاي ليزري نسبت به ژيروسكوپهاي معمولي قديمتر كه از چرخاي گردان استفاده مي كنند كوچك و سبك اند. اين ژيروسكوپها قابل اعتمادتر و دقيقترند زيرا قسمتهاي مكانيكي متحرك ندارند و بدون اصطحكاكند. ژيروسكوپهاي ليزري چنان حساس اند كه مي توانند تغيير در سرعت نور را كه از دوران زمين ناشي مي شود اندازه بگيرند.

در ارتش از ليزرها در فاصله يابها استفاده مي شود. ليدار مشابه رادار است بجز اينكه رادار از تپهاي ميكروموج استفاده مي كند در حالي كه ليدار از تپهاي نور ليزر بهره مي گيرد.

ليدار فاصله تا شيء را با اندازه گيري زمان دوسره اي كه تپ نور ليزر در رفتن به شيء و آمدن از شئ طول ميكشد، تعيين مي كند. چون سرعت نور ثابت معمولي است، فاصله تا شي را مي توان محاسبه كرد.

در ارتش از ليدار براي تعيين ميزان دوري هدفهاي دشمن استفاده مي شود. بسياري از وسايل فاصله ياب امروزي آن قدر جمع و جور و قابل حمل اند كه مي توان آنها با مستقيماً به ميدان نبرد آورد . ليزر فرو سرخ باريكه نامرئي گسيل مي كند كه از هدف بازتابيده مي‌شود. فاصله ياب يك آشكار ساز فروسرخ در خود دارد. كامپيوتر ريز تراشه درون وسيله ،فاصله تا هدف را بر اساس زماني كه طول مي كشد تا باريكه فروسرخ به فاصله ياب برگردد به طور خودكار اندازه مي گيرد. باريكه ليزر چنان باريك است كه نمي توان راه آن را بند آورد مگر اينكه چيزي مستقيماً در مسيرش قرار گيرد. ليزر فروسرخ در طي روز براي دشمن نامرئي است و پس از تاريكي نيز مي توان آن را بكار برد.

در عمليات نظامي زميني تانكها و ساير وسايل موتوري از فاصله يابهاي ليزري ياقوت يا Nd :YAG استفاده مي كنند. تانكهاي M^1 از يك دستگاه ديد

مستقيم فروسرخ (FLIR) براي ديد شب و فاصله ياب ليزري استفاده مي كنند تا تانكهاي دشمن را بيابند و آنها را قبل از اينكه متوجه آشكار شدن شوند يا شانس تبادل آتش داشته باشند از بين ببرند. دستگاهاي FLIR مي توانند براي كاربردهايي نظير ناوبري، مراقبت و ايمني، آشكار سازي و فرود هواپيما نيز به كار روند.

در ۱۹۹۱، در خلال عملياتي به نام عمليات توفان صحرا در خاورميانه، در اخبار تلويزيون عكسهايي از سلاحهاي با هدايت ليزري (LGW) را نشان دادند كه به هدفها ميزان شده بودند و حتي از درهاي ساختمانها و بادكش انبارها با دقت فوق العاده وارد مي شدند. بمبهاي باهوش و موشكهاي هدايت شونده با استفاده از هدف ياب خودشان به سمت هدفها حركت مي كنند . باريكه ليزري فروسرخ هدف را نشانه مي گيرد و به آن مي خورد. بمب يا موشكي كه به آشكار ساز مجهز است با باريكه ليزري فروسرخ كه هدف را علامتگذاري مي كند قفل مي شود و باريكه را تا هدف دنبال مي كند.

از ليدار به عنوان روشي براي مراقبت زميني نيز استفاده مي شود. مثلا از ليدار براي مطالعه توده هاي غبار و ساير مواد آلوده كننده كه از مراكز صنعتي و آتشفشاني برمي خيزند بهره ميگيرند. ذرات يا ابرهاي موجود در جو بالايي تپهاي نور ليزر را پراكنده مي كنند و بازتاب مي دهند. نوري كه به ليدار بر ميگردد مورد مطالعه قرار ميگيرد و موقعيت و ميزان آلودگي موجود درهوا را اندازه مي گيرند.بعضي دستگاههاي ليزري رنگينه ـ سديم مي توانند تا ارتفاع حدود ۸۰ كيلومتر بالاي سطح زمين را مورد كاوش قرار دهند.

در انستيتوي ماكس پلانك براي نورشناسي كوانتومي آلمان، دستگاه ليداري كه با ليزر اگزيمر كار مي كند در كشتي قرار داده شده است تا ترازهاي ازون جو بالايي در اقيانوسهاس شمالگان و جنوبگان را بررسي كند.

چاپگرهاي ليزري

در چاپگرهاي ليزري براي تشكيل تصاويب حروف الفبا و ساير علامتها روي استوانه گردان از ليزر هاي كم توان استفاده مي كنند. گرد جوهر مانند خشكي به تصاوير تشكيل شده روي استوانه مي چسبد، كه بعد براي چاپ نوشته مورد نظر روي كاغذ انتقال مي يابد.

چاپگرهاي ليزري از ساير چاپگرها بي صداترند و مي توانند متجاوز از ۱۳۰۰۰ خط را در دقيقه يا ۱۰۰۰۰ ورقه كاغذ با اندازه حروف را در يك ساعت چاپ كنند. كيفيت حروف چاپ خسلي عاليتر از چاپگرها با ماتريس نقطه اي است و خيلي شبيه به كيفيت حروفي است كه جداگانه روي كاغذ با كيفيت عالي چاپ شده باشند.

پرتو افشاني تازه بر هنر ديرينه و تاريخ

ليزرها براي مرمت گنجينه هاي هنر ديرينه به كار گرفته شده اند. دكتر جان آسموس فيزيكدان سان ديه گو در سفري به ونيز ايتاليا در ۱۹۷۱ در يافت كه مي توان كارهاي با ارزش هنري را با ليزر مرمت و محافظت كرد. لايه هاي خال نشسته برمجسمه هاي مرمرين را كه در معرض هواي شورد، آلودگي ، پاشيدن آب، و فضولات پرندگان هستند مي توان با سوزاندين باريكه ليزري پاك كرد بدون اينكه به خود اثر هنري آسيبي وارد شود.

از آن موقع دكتر آسموس نقاشيهايي را تميز و مرمت كرده است، از جمله نقاشيهاي صخره هندي كه در ۱۹۷۹ در يوتا خراب شده بودند، نقاشيهاي ديواري آبرنگ روي گچ قرن ١٤در ايتاليا،نقاشيهايديواري در كاليفرنيا و همين طور ساختمانها و بناهاي يادبود ديگر.

راه ديگري كه ليزرها به برگرداندن گذشته كمك مي كنند بازسازي واقع بينانه شكلهاي تاريخي است. در شهر يورك در شمال انگلستان يك طرح ، نوسازي زندگي در يك دهكده اسكانديناوي در سال ۹٤۸ را نشان مي دهد. در ميان چيزهاي نشان داده شده پيكره اي است به نام آيموند از اسكلت وايكينيگي

بازسازي شده كه از حفاري باستان شناختي در فيشرگيت به دست آمده است.
جمجمه آيموند بر ميزگرداني قرار گرفت و با ليزر كم توان پويده شد. با چرخش جمجمه ، باريكه ليزري باز تابيده با يك دوربين ويدئويي كه به كامپيوتر قدرتمندي وصل بود ثبت شد. كامپيوتر تمام اطلاعات مربوط به شكل و اندازه جمجمه را ذخيره كرد.
مرحله بعدي در فرايند بازسازي پويش ليزري مرد زنده اي با همان سن و هيكل آيموند بود. باز كامپيوتر تمام داده ها را ثبت كرد . كامپيوتر اين دو دسته داده را تركيب كرد و صورت شخص زنده را به دور جمجمه وايكينگ شكل داد.
بعداً، يك ماشين تراش كه با كامپيوتر كنترل مي شد اسفنج سختي را به صورت سر سه بعدي شكل داد . افزون بر اينها، عكسهايي كه با كامپيوتر درست شده بود توسط پيكر تراش به كار گرفته شد تا احساس زنده بودن و رنگ صورت آيموند به آن اضافه شود.
به اين ترتيب آيموند بازسازي شد تا نمايشي چنان واقعي را به وجود آورد كه دكتر دومينيك توايدل باستانشناس معروف گفت «وقتي من ابتدا او را ديدم از طبيعي بودن او حيرت زده شدم. من مطمئن هستم كه اگر يكي از وايكينيگهاي همزمان آيموند امروزه زنده بود او را مي شناخت.»
پژوهشگران دريافته اند كه جمجمه و عضلات مربوط به صورت، شكل صورت شخص را مشخص مي كنند. آنها معلوم كرده اند كه در بازسازي با پويش ليزري انسان تاريخي به نظر مي رسد نه انسان امروزي. دليل اين امر يافته هاي پزشكي قانوني است.
صورت بازسازي شده قربانيان جنايت وقتي كه جمجمه ها با اين روش به حال اول بازگردانده شوند توسط خويشاوندانشان شناخته مي شوند.

ليزرها: چراغ راهنماي پژوهشهاي علمي

ليزرها در بسياري از زمينه هاي پژوهش علمي به طور وسيع به كار مي روند. ليزرها ابزارهاي توانمندي هستند كه براي بررسي سساختار اتمها و

مولکولها و نیز طبیعت واکنشهاي شیمیایي مورد استفاده قرار مي گیرند. در مطالعات زیست شناختي ، نور لیزر در ناحیه مرئي با مواد آلي مثل رنگدانه هاي کلروفیل (رنگ سبز نباتات) ، هموگلوبین (رنگ قرمز خون)، و ملانین (رنگ قهوه اي پوست) بر همکنش مي کند. نور لیزر فرابنفش توسط پروتئینها و اسیدهاي نوکلئیك سلول جذب مي شود.

پژوهش در شیمي و زیست شناسي

طیف نمایي لیزري روشي است که براي بررسي واکنشها در فرایند هاي زیست شناختي و نیز مطالعه تغییرات در ساختار مولکولها به کار مي رود. یك نوع طیف نمایي لیزري که به تجزیه نوري درخش معروف است، مي تواند واکنشهاي شیمیایي خیلي سریع را که با نانو ثانیه (10^{-9} ثانیه) یا پیکو ثانیه (10^{-12} ثانیه) اندازه گیري مي شوند مورد بررسي قرار دهد. لیزرها مي توانند تپهاي نوري شدید با مدت خیلي کم ایجاد کنند و این واکنشها را که با سرعتهاي زیر اتمي انجام مي گیرند و مطالعه آنها قبلاً به هیچ وجه ممکن نبود مورد مطالعه قرار دهند. نمونه هایي از فرایندهاي مطالعه شده با این روش عبارتند اي سنتز نوري (تولید غذا توسط گیاهان سبز) و بینایي. به علاوه حالتهاي برانگیخته مولکولهاي اسید دئوکسي ریبونوکلئیك (DNA) و مولکولهایي که در واکنشهاي میتوکندریونهاي سلول شرکت مي‌کنند مورد مطالعه قرار گرفته اند . DNA ماده اي است که ژنها را مي سازد و آدمیان از والدینشان به ارث مي برند. میتوکندریونها گاهي نیروگاه سلول نامیده مي شوند زیرا آنها محل تولید انرژیند. آنها در سلولها و در خارج هسته قرار دارند.

نوع دیگري از طیف نمایي به طیف نمایي رامان موسوم است که لیزرها به آن قدرت تازه اي بخشیده اند و در آن تحول اساسي ایجاد کرده اند. در ۱۹۲۸ رامان فیزیکدان هندي متوجه شد نوري که از مولکولهاي محلول بگذرد طول موجش تغییر مي کند . از مشاهده تغییرات در طول مدج مي توان اظلاعاتي درمورد ساختار مولکولها را نتیجه گرفت.

در دسترس بودن نور ليزري شديد حساسيت تفكيك بالاي اطلاعاتي را كه مي توان با طيف نمايي رامان در مورد مولكولها به دست آورد به ميزان زيادي افزايش داده است. ليزرهاي قابل تنظيم حتي كاوش در ارتعاشهاي درون مولكولها را امكانپذير ساخته اند.

با ليزرها به عنوان چشمه هاي دقيقاً متمركز طول موجهاي تكفاز نور، در مورد ساختار مولكولها حتي چيزهاي بيشتري مي توان آموخت. دكتر آرتور شاولو از دانشگاه استانفورد در مقاله اي در مجله ساينس نوشت كه «خلوص» نورگسيلي از ليزرها «تفكيك بي نظيري را در ساختار فوق ريز امكانپذير ساخته است. با ليزر ها امكانات و راههاي جديد بسياري براي كاوش در عمق طبيعت ماده فراهم آمده است».

طرز كار سلول را مي توان با تغيير بخشهاي خاصي از آن در آزمايشگاه مورد مطالعه قرار داد. ليزر را مي توان از طريق ميكروسكوپ روي قسمتهاي كوچك مثل ميتوكندريونها يا كروموزومها متمركز كرد. اين روش ريز تابشدهي ناميده شده است.

در سلولهايي كه رنگدانه ندارند، براي رنگ كردن قسمتهاي سلول از رنگينه هاي انتخابي استفاده مي شود. با يك ريز باريكه ليزري مثلاًمي توان قسمتهاي ظريفي از كروموزوم را برداشت. با اين مطالعات ژنتيكي با تنظيم ظريف، پژوهشگران از سرز كار ژنها در ناحيه خاصي از كروموزوم آگاهي مي يابند.

جداسازي ايزوتوپها و شكافت

راه ديگر استفاده از ليزرهاي راه انداختن واكنشهاي شيميايي است. علاوه بر اطلاع از ساختار اتمها و مولكولها، پژوهشگران مايلند كه بتوانند آهنگ وقوع بعضي از واكنشها را سرعت بخشند. يك كاربرد مهم جداسازي ايزوتوپهاست.

اتمها در خود تعداد مشخصي پروتون و الكترون دارند. ولي، بخشي اتمهاي يك عنصر ممكن است در هسته

تعداد نوترونهاي متفاوت داشته باشند. مثلاً اتمهاي كربن معمولي شش پروتون، شش نوترون و شش الكترون دارند، در حالي كه اتمهاي كربن ١٤ هشت نوترون در هسته دارند. كربن ١٤ ايزوتوپ اتم كربن است. يم ايزوتوپ به همان تعداد عنصر عادي پروتون دارد ولي تعداد نوترونهايش متفاوت است. از آنجا كه كربن ١٤ پرتوزا (راديواكتيو) است، مي توانديراي تعيين سن فسيلها (سنگواره ها) و سنگهايي كه در آنها وجود دارد به كار رود.

عنصر اورانيم پرتوزايU ٢٣٨ نسبت به ايزوتوپU ٢٣٥ بسيار فراوانتر است. ايزوتوپ U ٢٣٥ سوخت شكافت باشد. شكافت واكنش زنجيري است و براي توليد توان اتمي يا انفجار بمب اتمي لازم است .ولي در عمل U ٢٣٨ مانع چنين فرايندي مي شود. روشهاي معمول جداسازي دو نوع اورانيم بسيار پر هزينه اند و مي توان فقط حدود نيمي از U ٢٣٥ موجود در نمونه را جدا ساخت.

از ليزرها ترجيحاً مي توان براي تفكيك مولكولهاي ايزوتوپ خاصي استفاده كرد. در ژانويه ١٩٩٠، وزير انرژي امريكا طرح اداره انرژي براي توجيه، تحول و گسترش تكنولوژي جداسازي ايزوتوپي بخار اتمي اورانيم توسط ليزر را به كنگره ارائه داد (U.AVLIS).

اين طرح برنامه اي است كه به ساخت نيروگاهي جهت غني سازي اورانيم با جداسازي ايزوتوپي بخار اتمي اورانيم توسط ليزر منجر مي شود. اگر اين طرح موفقيت آميز باشد تهيه U ٢٣٥ به عنوان منبع انرژي هسته اي به طور مؤثري افزايش مي يابد وامريكا را در بازار جهاني پر رقابت اورانيم به عنوان تهيه كننده پر سود نگه مي دارد.

آزمايشگاه ملي لورنس ليورمور و دو شريك صنعتي : شركت مارتين ماريتا انرژي سيستمز و وستينگهاوس ايداهونوكلئر كمپاني با هم كار مي كنند تا تكنولوژي AVLIS را براي استفاده تكامل بخشند.

دو نوع ليزري كه در طرح AVLIS به كار ميروند عبارتند از ليزرهاي پرتوان بخار مس و ليزرهاي

رنگينه اي . كاربرد هاي ديگر عبارت است از خالص سازي مواد براي توليد نيمرساناها و چشمه هاي پرتو ايكس كه امكان ساخت ريز تراشه هايي كه دسترسي تصادفي مستقيم به حافظه (DRAM) را فراهم مي آورند . اين ريز تراشه ها قابليت ذخيره اي دارند كه ظرفيت حافظه آنها را به جيگا بيت ميرساند. (١ جيگا مساوي 10^9 است).

ايمني ليزرها

ليزرها باريكه هاي بسيار قدرتمندي را به وجود مي آورند و مي توانند براي اشخاصي كه با آنها كار مي كنند مخاطره آميز باشند. مجموعه قواعدي كه ليزرها را به بنابر خطراتشان طبقه بندي مي كند بين سالهاي ١٩٦٥ و ١٩٧٢ تهيه شده است.

در امريكا، طبقه بندي ليزرها بر مبناي استانداردهايي صورت گرفته است كه از طرف موسسه استانداردهاي ملي امريكا (ANSI) و اداره بهداشت پرتو شناختي (BRH) وابسته به اداره كل غذا و داروي امريكا منتشر شده است. استانداردها وضع شده توسط اين دو منبع بسيار مشابهند.

دسته اول يا ليزرها يبي خطر براي كساني كه با آن كار مي كنند هيچ خطر شناخته شده اي ندارند. ليزرهايي كه در پوينده هاي كنترل در فروشگاههاي بزرگ و در پخشهاي ديسك ويدئويي قرار دارند از اين دسته اند. اگر افرادي حتي براي چندين ساعت به ليزر دسته اول نگاه كنند چشمهايشان آسيبي نمي بيند. بنابراين، براي استفاده كننده ها ليزرهاي دسته اول هيچ دستور ايمني وجود ندارد.

گروه بعدي، دسته دوم ، ليزرهاي كم خطرند و در صورتي كه افرادي براي مدت طولاني به طور مستقيم به آنها نگاه كنند به چشمهايشان آسيب مي رسانند . ليزرهاي هليم- نئون نمونه هايي از ليزرهاي دسته دوم اند كه اغلب آنها را در كلاسهاي درس به نمايش مي گذارند. روي اين ليزرها علامت « احتياط» با زنگ زرد وجود دارد و به استفاده كننده ها توجه مي دهد كه مستقيما به باريكه خيره نشوند.

دسته سوم، يا ليزرهاي با خطر متوسط مي توانند باريكه اي آنچنان قدرتمند ايجاد كنند كه به شبكيه چشم صدمه بزند. اين صدمه در لكهه هاي كور ريز داخل چشم صورت مي‌گيرد. ليزرهاي اين دسته قبل از اينكه شخص فرصت پلك زدن داشته باشد باعث صدمه شبكه اي مي شوند. اين ليزرها علامت« خطر» به رنگ قرمز و سفيد دارند و به افراد اخطار مي كند كه باريكه نبايد مستقيما وارد چشم شود.

گروه چهارم ليزرها، دسته چهارم، ليزرهاي پرخطرند كه حتي بازتابهاي پخش شده باريكه اصلي به چشم آسيب جدي مي رساند. به علاوه، اگر پوست در معرض انرژي باريكه قرار گيرد به سختي مي سوزد.

ليزرهاي دسته چهارم معمولاً در آزمايشگاههاي پژوهشي و كارگاههاي محافظت شده به كار مي روند و استفاده كنندگان به دقت تحت مراقبت قرار دارند. اين ليزرهاي در قفسه اي قرار دارند كه موقع كار ليزر آزمايشگر را از اينكه در معرض باريكه ليزر قرار گيرد محفوظ مي دارد. به علاوه ، يك وسيله حفاظتي مانع مي شود كه در موقع برداشتن سرپوش حفاظتي ليزر كار كند. ليزرهاي دسته چهارم علامت «خطر» دارند كه اطلاعاتي در مورد طول موج، محيط ليزري ، دوام تپ، و ماكزيمم خروجي تابش ليزر را در بر دارد.

اگر چه بهترين راه براي كنترل كردن خطر ليزرها اين است كه دستگاه ليزر پر خطر را كاملا محصور كنيم، ولي اين كار هميشه ميسر نيست. عينكهاي حفاظتي تجارتي، معمولا براي جلوگيري از رسيدن طول موج خاصي به چشم طراحي شده اند و بايد با علامتي گسترده طولهاي موجهايي را كه براي آنها موثرند مشخص كنند. استفاده كنندگان دسته چهارم، يعني ليزرهاي پر خطر بايد عينك مخصوص حافظ چشم داشته باشند.

نتيجه گيري

تاكنون، ليزرها توانايي خود را به ثبوت رسانده اند. وقتي كه براي اولين بار در دسترس قرار گرفتند بعضي از شكاكان گفتند ليزرها «راه حلي در جستجوي مسئله اند» ولي از آنچه كه تاكنون پيش

آمده ارزش آنها به وضوح ديده مي شود. از جراحي ظريف چشم كه ديد انساني را نجات مي دهد، تا امور سنگيني مثل جوشكاري ماشينهاي صنعتي، سريعترين راه ارتباطي، خالصترين نور براي پژوهش علمي، ليزرها به يكي از مهمترين و انقلابيترين ابزارهاي زمان ما تبديل شده اند.

در آينده، موارد استفاده خيلي بيشتري براي ليزرهاي پيدا خواهد شد. در شماره بهار تابستان ۱۹۷۹ مجله استانفورد دكتر آرتور شاولو درباره توانايي ليزرها گفته است:

با پيشرفت ليزرها، گستره كاربرد آنها هم وسيعتر شده است هر چه قدر بيشتر درباره چگونگي ساخت و كاربرد هوشمندانه توان آنها ياد بگيريم، به طور اجتناب ناپذيري شان و مقام بيشتري در تكنولوژي و حتي هنر به دست خواهند آورد.

در آينده ليزرها مي توانند خدماتي انجام دهند به نحوي كه تخيلات علمي هرگز جرات تصور آنها را نداشتند... ليزرهايي كه كاملا جديد و اساساً در انواع متفاوت به وجود خواهند آمد، و با رشد دانش ما درباره نور و ماده ليزرها كارهايي انجام خواهند داد كه امروزه به زحمت قابل انجام است و امكاناتي را فراهم خواهند آورد كه حتي رويايي آن را نيز نديده ايم.