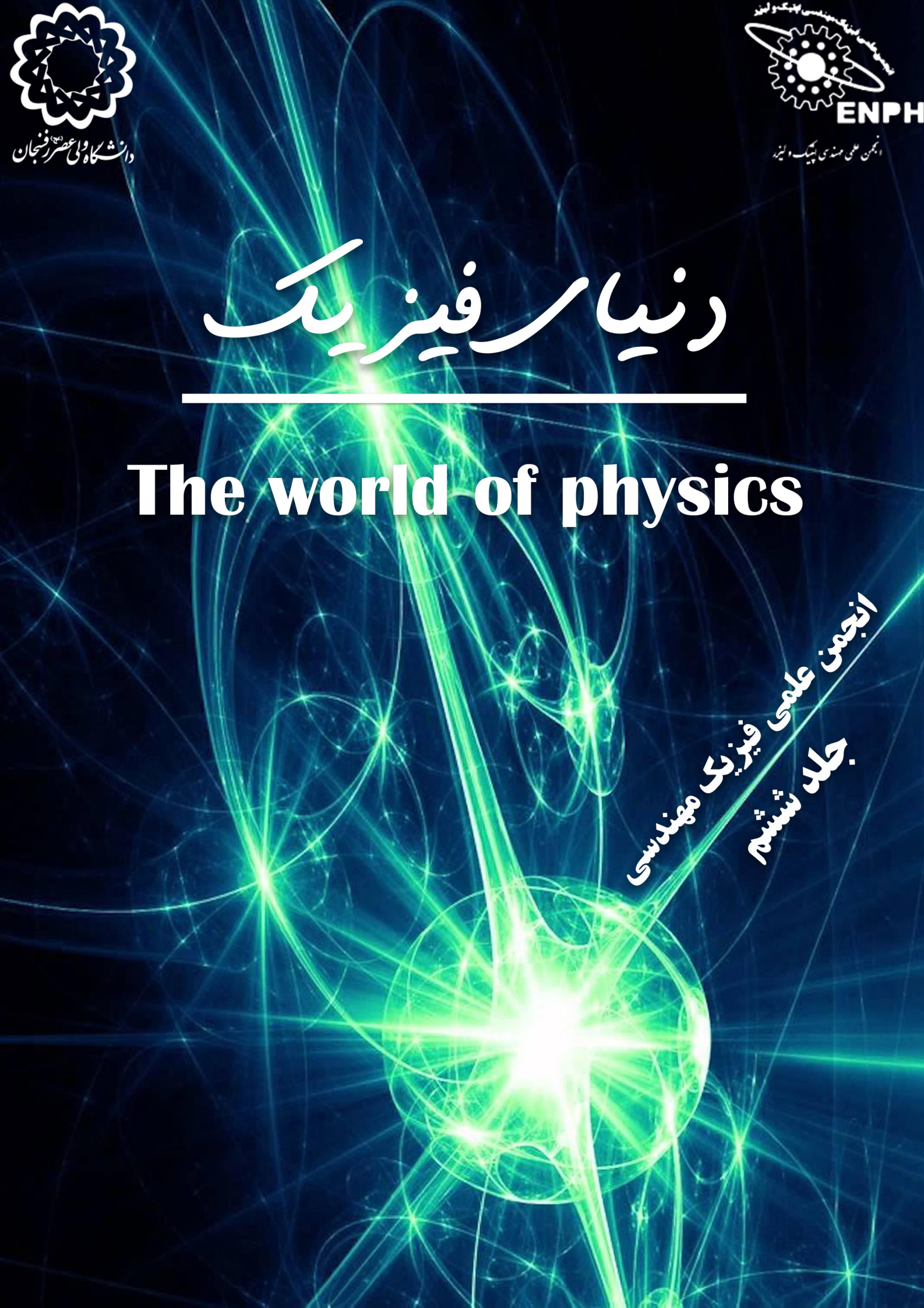

دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان
ENPH
انجمن علمی مهندسی پلیمر و الیاف
دنیای فیزیک
The world of physics
انجمن علمی فیزیک مهندسی
جلد ششم

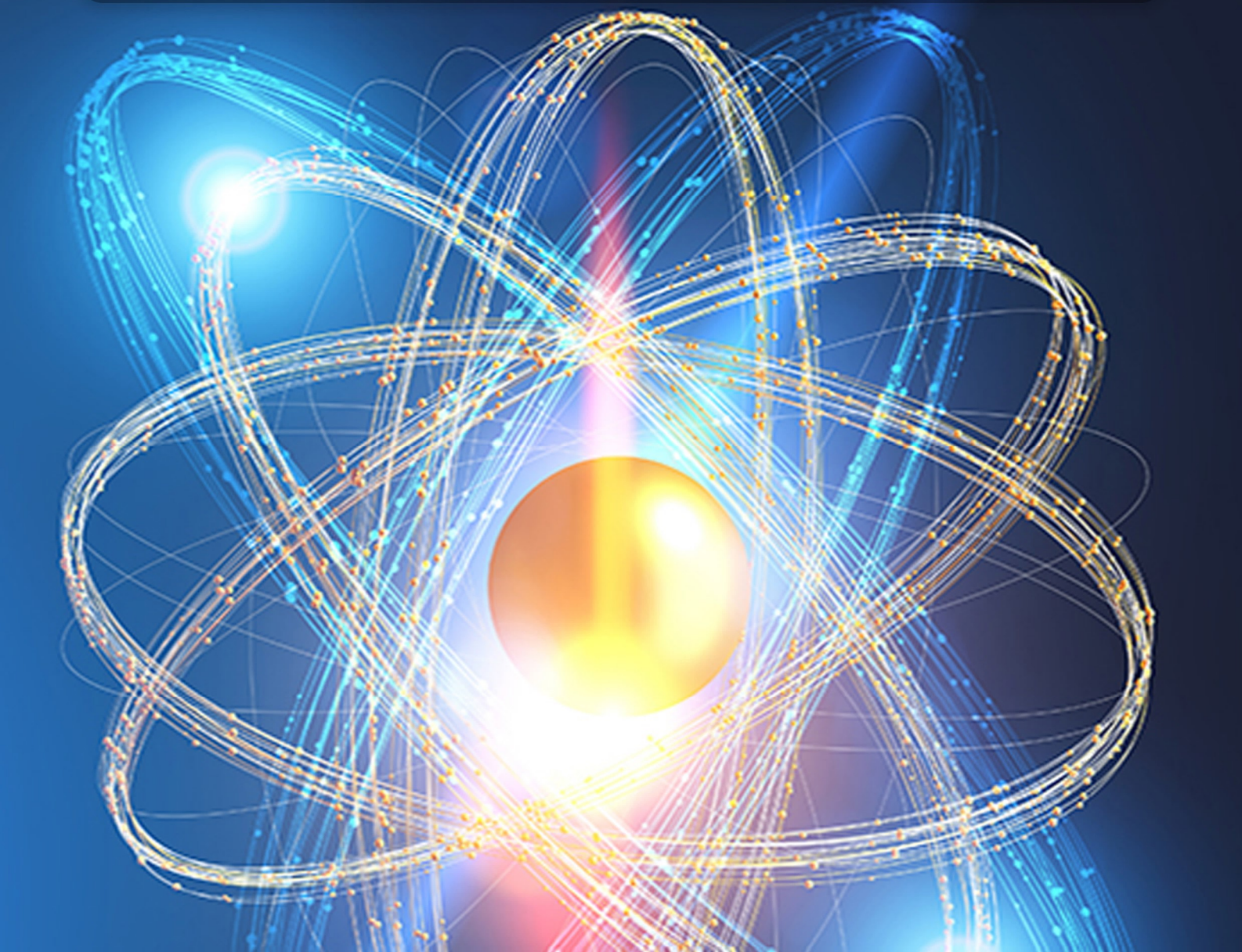
انجمن علمی فیزیک مهندسی دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان

امیرحسین شکوه (صاحب امتیاز و نویسنده)

الناز عاقبتی (مدیرمسئول و نویسنده)

ابوالفضل عرب بافرانی (سردبیر و نویسنده)

فاطمه رسولی (نویسنده)



فهرست مطالب

مقدمه - سخن مدیر مسئول

صفحه ۱ - ۵ اصول و مبنای فیبر نوری

صفحه ٦ - ۹ حسگرهای ساخت فناوران ایرانی به کمک نفت و گاز

صفحه ۱۰ - ١٦ لیزر های حالت جامد

صفحه ۱۷ - ۱۸ درخشان ترین لیزر پرتو ایکس جهان

صفحه ۱۹ - ۲- معرفی کتاب جهان در پوست گردو

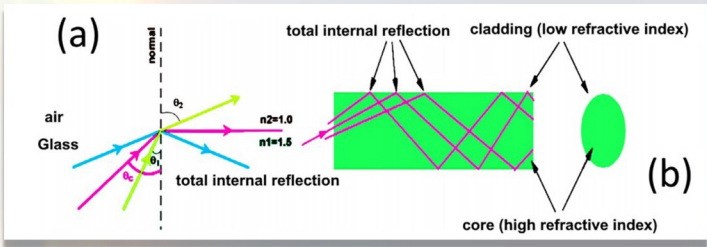
سخن مدیرمسئول

پدر هیاهوی زندگی دریافتم چه دویدن هایی که فقط پاهایم را از من گرفت , درحالیکه گویی ایستاده بودم.
چه غصه هایی که فقط باعث سپیدی موهایم شد , در حالیکه قصه ای کودکانه بیش نبود.
دریافتم کسی هست که اگر بخواهد میشود و اگر نه نمیشود.
به همین سادگی ;
کاش نه میدویدم و نه غصه میخوردم و فقط او را میخواندم.
پس اینک او را میخوانم و به یادش و به یاریش قلمم را تکان میدهم , و این بار نیز با لطف وعنایتش باز هم در این فصلنامه مهمان لحظاتتان هستیم. باشد که بی سبب کاغذها را سیاه نسازیم.
دنیای فیزیک یه نشریه دانشجویی که این روزها به علت عدم استقبال دانشجویان برای همکاری با مشکلاتی مواجه شده و برای ادامه حیاتش نیاز به دانشجویان فعال دارد. برای همین اگر فکر میکنید وقت هایی را میوانید با همفکری کردن با دانشجوهای دیگه در راستای علمی , به رشد فضای علمی دانشکده کمک کنید خوشحال میشیم اگر به جمع دنیای فیزیک ما اضافه بشید.

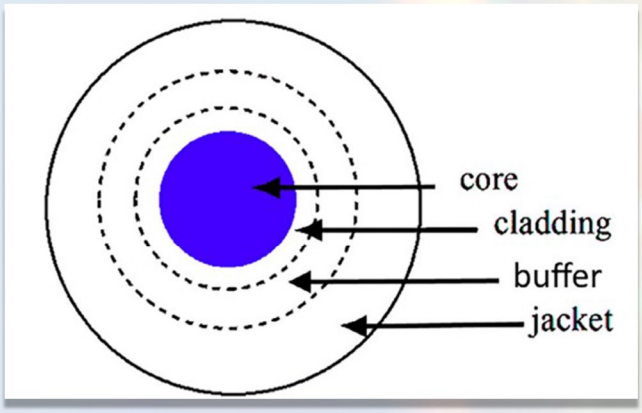
باتشکر

اصول و مبنای فیبر نوری:

اساس و مبنای فیبر های نوری را میتوان به طور کلی پدیده بازتاب داخلی دانست که میان هسته مرکزی فیبر و روکش آنرخ میدهد، بنابراین موضوع نور پس از کوپلاژ به درون فیبر تنها براثر بازتاب های پی درپی و مبنی بر حالات خاص از زاویه تابشی،منتشر میشود که در ادامه به تفضیل به آن خواهیم پرداخت؛ در صورتی که پس از کوپلاژ نور به داخل فیبر زاویه تابشی بیشتر از زاویه حد محیط شفاف فیبر باشد، انوار بازتابی از فیبر خارج نخواهند شد به عبارتی بازتاب های صورت گرفته در طی خط انتشار فیبر متناسب است با زاویه فرودی اولیه و همچنین ضرایبشکست محیط های هسته و روکش فیبر.(شکل۱)



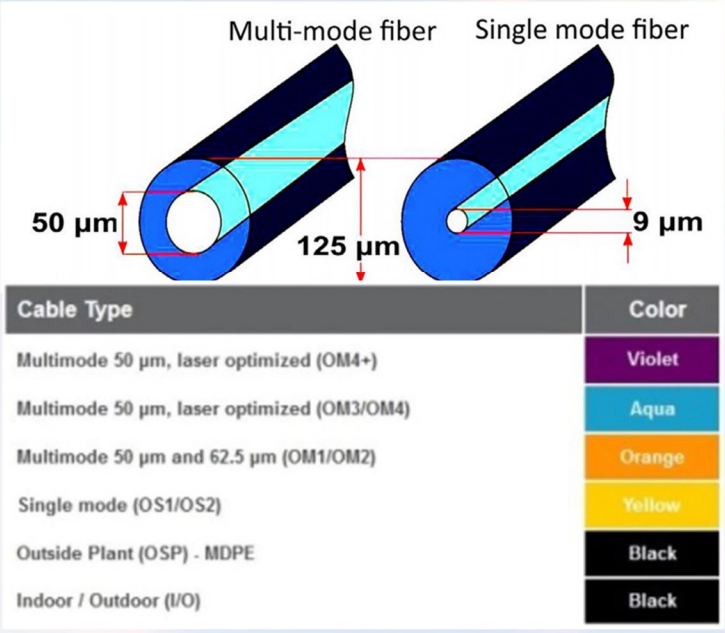
همانطور که در شکل a-۱ مشخص است، درصورتی که زاویهتابش نور در طی انتشار (θ_i) کمتر از زاویه حد(θ_c) محیط هوا عبور خواهد کرد و در صورتی که (i>θ_c_ ⟦θ⟧) پرتو به درون هسته فیبر بازگشت خورده طی بازتاب¬های متوالی ادامه می یابد؛ مطابق شکلb، دو محیط شفاف با ضرایب شکست متفاوت درساختار فیبر به¬کار رفته است، سطح مقطعی از هسته فیبر که دارای ضریب شکست بالاتری است پرتوها را بر طبق اثر بازتاب داخلی کلی منتقل می¬کند، بنابراین موضوع همان اتفاق که درشکل a تشریح شد رخ خواهد داد.کابل¬های فیبر نوری به طور کلی متشکل از بخش مرکزی و بخش پوششی می¬باشند و براساس نوع و اندازه هسته و پوشش کد بندی شده و بر روی لایه خارجی درج می¬شود باشد از (یک کد کسری: (قطرهسته)/(قطرغلاف))



مطابق با شکل ۲ که مقطعی از یک رشته فیبر نوری است؛ ساختمان فیبر نوری از چهار قسمت تشکیل می-شود: هسته -غلاف - بافر بخش مرکزی سیستم فیبر نوری، هسته نام دارد که از مواد دی الکتریک با ضرایب شکست خاص ساخته و طراحی می¬شود؛ این ناحیه توسط پوششی که عموما از جنس پلاستیک

اصول و مبنای فیبر نوری:

یا شیشه با ضریب شکستی کمتر از هسته مرکزی است و روکش نامیده می¬شود، انحصار داده می¬شود؛ لایه روکش برروسی هسته وظیفه کاهش میزان اتلاف در اثر خروج نور از هسته را برعهده دارد؛ پس از روکش هسته لایه ای از جنس مواد کشسان لایه های اصلی و زیرین (هسته و روکش) را در برمیگیرد و بافر نامیده میشود، این لایه اجرای مرکزی ساختمان فیبر را در قبال آسیب های فیزیکی مانند خم شدن و یا شکسته شدن مصونیت می¬بخشد؛ در آخرین لایه از یک رشته کابل فیبر نوری غلاف یا پوشش قرار می-گیرد که در برگیرنده کل ساختمان فیبر بوده و مشخصات کدگزاری شده فیبر بر روی آن درج می¬گردد. به طور کلی فیبرهای نوری را می¬توان موجبرهایی استوانه ای درنظرگرفت که از مواد دی الکتریک مانند شیشه سیلیکا (sio_۲) یا کوارتز با درصدخلوص بالا در طراحی هسته مرکزیش استفاده می¬شود. مطابق با اصول عملکردی موجبرها، در این ساختار نیز امواج نوری به صورت مدهایی با ثابت انتشار، سرعت گروه ،توزیع فضایی عرضی و یک قطبش خاص در طول فیبرانتشار می¬یابد. در موجبرهای تخت هر مد به صورت مجموعی از بازتاب های چندگانه ناشی از یک موج با قطبش TE می¬باشد که به صورت صفحه ای با یک زاویه انحصاری. خاص انتشار می¬یابند؛ در این موجبرها هنگامی که قطر هسته فیبرکوچک باشد (در یک ابعاد خاص طراحی شود) تنها یک حالت مجاز یا یک مد اجازه انتشار و عبور از فیبر را دارد و فیبر حاصله را فیبر تک مدی یا single-mode می نامند، همچنین فیبر هایی با قطر هسته بزرگتر توانایی عبور مد های بیشری رادارند را فیبر های چند مدی یا multi-mode نامیده می¬شوند؛گرچه عوامل دیگری مانند طول موج کوپلاژشده، طول کابل فیبرو نوع اطلاعات قابل انتقال نیز در انتخاب نوع فیبر های تک مدی یا چند مدی موثراند

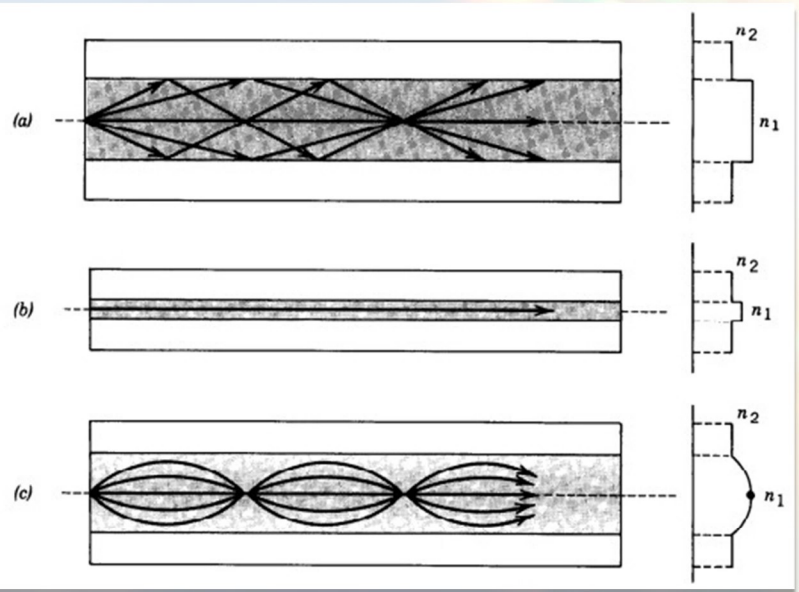


Cable Type	Color
Multimode 50 µm, laser optimized (OM4+)	Violet
Multimode 50 µm, laser optimized (OM3/OM4)	Aqua
Multimode 50 µm and 62.5 µm (OM1/OM2)	Orange
Single mode (OS1/OS2)	Yellow
Outside Plant (OSP) - MDPE	Black
Indoor / Outdoor (I/O)	Black

(شکل ۳).نمایی از فیبر های تک و چند مدی با شاخص رنگ پوشش در نوع مد فیبر

اصول و مبنای فیبر نوری:

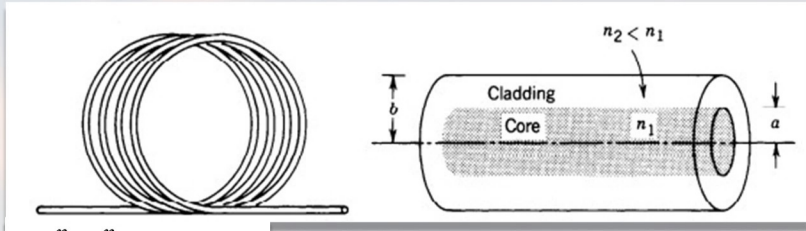
یکی از محدودیت¬های انتشارنور در فیبر های مولتی مد، بروز تمایز میان سرعت گروه¬های مدهاست که نتیجه آن ایجاد تاخیر در زمان پرواز(زمان گسیل) و پهن شدگی هرپالس می¬شود و همچنین با محدود سازی سرعت پالس¬های مجاور در طی انتشار، سرعت انتقال داده¬ها نیزب طور چشم گیر افت می¬کند؛ این پدیده را پهن شدگی مدی می¬نامند. پدیده پراکندگی مدی را می¬توان با تقسیم و درجه بندی ضریب شکست هسته فیبر با حداکثر در مرکز و حداقل در لایه زیرین روکش به طرز چشم گیری کاهش داد و با این عمل سیستم فیبر اصلاح شده نهایی را اصطلاحا (Graded index-fiber) یا فیبر با ضریب درجه بندی شده، نام گزارده اند؛ لازم به ذکر است که در حالت عادی یک فیبر با ضریب شکست ثابت و بدون اعمال این تغییرات را (Step index-fibers) می¬نامیم. در حالت اول(Graded index)، سرعت پالس¬ها با فاصله از محور مرکزی هسته فیبر، افزایش و به همان میزان از ضریب شکست محیط شفاف فیبر کاسته می¬شود، بدین ترتیب پرتوهایی که در حواشی فیبر و دورتراز محور مرکزی در حال انتشار هستند با سرعت بیشتری نسبت به پرتوهای پیرا محوری حرکت می¬کنند، بنابراین تاخیر در زمان گسیل پرتو ها که ذکر شد، در این حالت خنثی شده واز این طریق پالس¬های انتشاری در فیبر تعدیل می¬شوند، درنتیجه می ¬توان سیستم عملکرد فیبرها را به دو زیر شاخه دیگر فیبرهای درجه بندی شده (Graded index) و فیبرهای شاخص (Step index)، نیزطبقه بندی کرد؛ لازم به ذکر است که حالت فیبر¬های شاخص هم شامل فیبرهای تک مدی و هم شامل فیبرهای چند مدی می¬شود.



در فیبر های استپ ایندکس، می¬توان سیستم را یک موجبر دی الکتریک استوانه ای با ضرایب شکست n۱ برای هسته و n۲ برای غلاف با شعاع¬های داخلی و خارجی

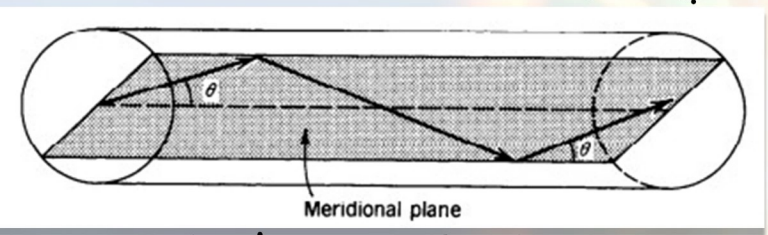
اصول و مبنای فیبر نوری:

a و b درنظرگرفت؛ شاخص ضریب شکست در این نوع فیبر ها به این صورت خواهد بود:



$$\Delta = \frac{n_1 - n_2}{n_1} \quad s.t \quad \Delta \ll 1$$

تقریبا اکثر فیبر هایی که در سیستم¬های ارتباطی اپتیکی بکار برده می¬شوند از ماده سیلیس با درصد خلوص بالا در ساخت هسته¬های مرکزیشان استفاده می¬شود، گرچه می¬توان با افزودن مقادیری ناخالصی مانند تیتانیم، ژرمانیم یا برم ضریب شکست را تا حدودی دستخوش تغییر کرد. مطابق با رابطه اخیر ضریب شکست ۱_n عموما در بازه ۱/٤٤ تا ۱/٤٦ (بسته به نوع طول موج مورد استفاده) و Δ مقادیر در حدود ۰/۰۰۱ تا ۰/۰۲ خواهد داشت. همانطور که ذکر شد درصورتی که ضرایب شکست پرتو در مرز میانی هسته و روکش بزرگتر از زاویه حد محیط غلیظ (هسته) باشد، [حد زاویه:sin^-۱(۲_n/۱_n)] توسط موجبر حمل میشود و در غیر این صورت از سیستم فیبر خارج نخواهد شد؛ شکل زیر شرایط هدایت پرتو را در طی مسیر فیبر برای یک پرتو نصف النهاری نشان میدهد، ای پرتو ها با محور مرکزی فیبر متقاطع شده وبدون تغییر حالت و در هما نصفحه بازتابش میکند(همانطور که از یک موجبر تخت انتظار میرود)؛ در صورتی که زاویه پرتو های نصف النهاری با محور فیبر (θ) کوچکتر از متمم زاویه حد [θ_c=cos-۲/θ_c=π(۱-)^θ_c=cos-۲/θ_c=π(۱-)] (۱_n/۲_n)]، شود پرتو های نصف النهاری در طی فیبر هدایت خواهند شد، به طوری که در اینجا (۲_n≈۱_n) وθ_c زاویه پرتو هایی خواهند بود که نسبت به حالت اولیه شان پیرا محوری تر شده اند.



در صورتی که زاویه محور فیبر کمتر از θ_c باشد، پرتو ها از هسته به سمت خارج از محیط فیبر شکسته میشوند؛ با اعمال قانون اسنل در ناحیه مرزی میان هوا وهسته، زاویه θ_a در محیط هوا متناسب خواهد بود با θ_c، که به طریق زیر خواهد بود:

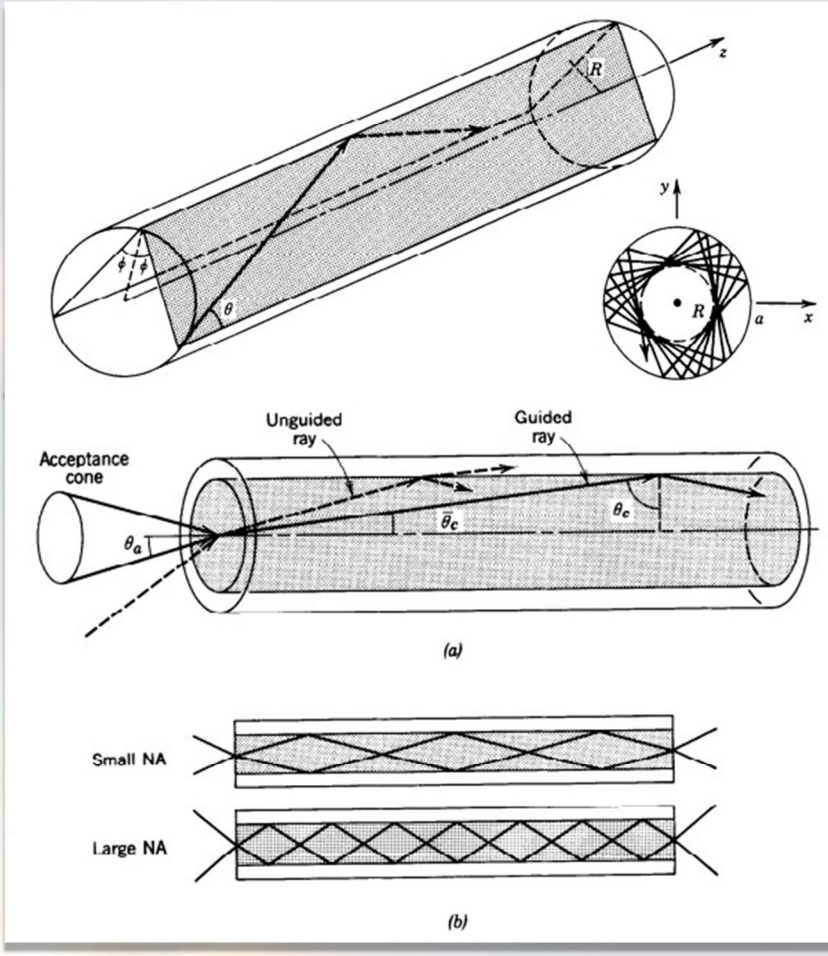
$$۱ \times \sin\theta_a = n_1 \sin\bar{\theta}_c$$

$$\rightarrow \sin\theta_a = n_1 (1 - cos^2\bar{\theta}_c)^{\frac{1}{2}} = n_1 \left(1 - \left(\frac{n_2}{n_1}\right)^2\right)^{\frac{1}{2}} = (n_1^2 - n_2^2)^{\frac{1}{2}}$$

$$\rightarrow \theta_a = \sin^{-1} NA$$

$$\Rightarrow NA = (n_1^2 - n_2^2)^{\frac{1}{2}} = \frac{n_1}{(2\Delta)^{\frac{1}{2}}}$$

اصول و مبنای فیبر نوری:

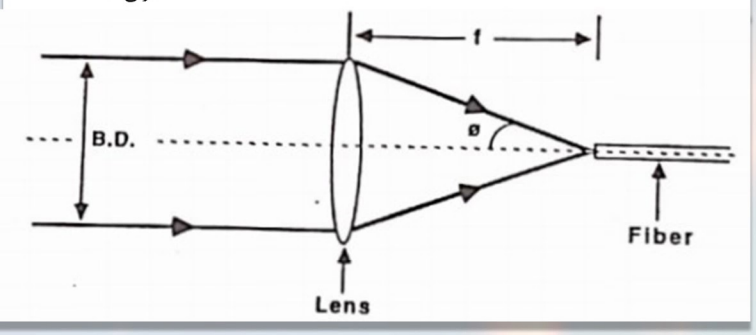


مطابق با روابط فوق θ_a را زاویه پذیرش فیبر نوری مینامیم که در حقیقیت زاویه ای است که فیبر پرتو ها را از منبع کوپلاژ به دورن خود می پذیر و همچنین برابر است با زاویه مخروط پرتویی کوپل شده به داخل فیبر ؛ پرتو هایی که در زوایای بیشتر ازθ_a شکل میگیرند، به درون فیبر بازگشته و تنها میتوانند برای مسیر های کوتاه بازهدایت شوند، با این تفاسیر مقدار روزنه عددی (NA) را میتوان ظرفیت جمع آوری نور توسط فیبر توصیف کرد که با در نظر گرفتن ملاحظات هندسی میتوان

تعریفی دقیق تر از میزان روزنه عددی مطرح کرد؛

مطابق شکل $\tan\theta = \sin\theta = NA = \frac{BD}{2f}$ در نتیجه:

$$NA = \frac{\text{قطر لکه لیزری روی پرده}}{\text{فاصله کانونی} \times 2}$$



مطابق با رابطه محاسبه شده دو نکته مد نظر است، اول اینکه درصورتی که (میزان روزنه عددی پرتو ها ≥ روزنه عددی فیبر) و همچنین (قطر لکه لیزری ≥ قطر هسته) در این دو صورت میتوان اظهار داشت که تمامی نور لیزر به درون فیبر کوپل شده و اتلافی در محل کوپلاژ نداریم.

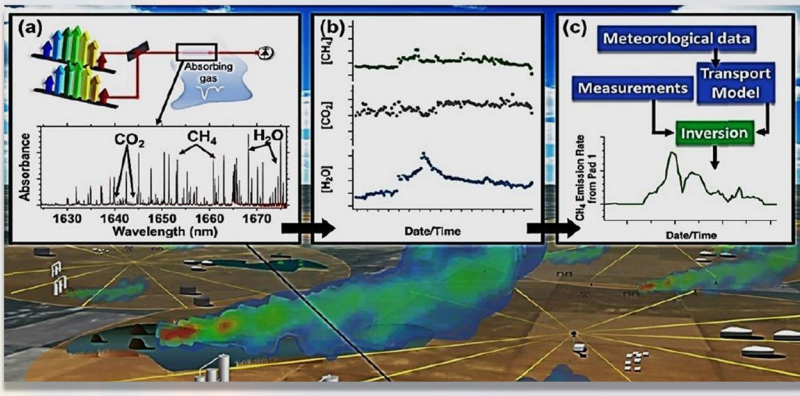
خسارت های ناشی از خوردگی تأسیسات نگهداری و انتقال نفت و گاز بسیار زیاد است. در ایران نیز چون اقتصاد مبتنی بر نفت است واهمیت بالایی دارد، تلاش بر افزایش عمر و بهبود تجهیزات و تأسیسات نفتی می‌باشد.

شرکت دانش بنیان (فنون ریزه تراشه میزان) به تازگی موفق به ساخت حسگرهای گازی و الکتروشیمیایی مورد نیاز در صنایع نفت و گاز کشور شده است. این شرکت دانش بنیان، اولین شرکت خصوصی ارائه دهنده مجموعه خدمات ساخت ابعاد میکرونی در ایران است. حسگر گاز H_2S که توسط این شرکت ساخته شده است، اکنون در مرحله پایانی تجاری سازی قرار دارد و قیمت آن نصف قیمت نمونه خارجی است. حسگرهای گازی در اکتشافات و تولید پالایشگاه ها ، پتروشیمی، کنترل خطوط لوله های انتقال، حمل‌ونقل وتوضیع، کاربرد فراوان دارد. همچنین از این حسگرها میتوان برای نشت یابی سولفید هیدروژن، خوردگی تجهیزات و بررسی وضعیت مخازن استفاده کرد.سامانه نشت‌یاب لیزری ایران برای اولین بار در کشور توسط شرکت دانش بنیان (بهینه سازان فناوری سلامت) و با حمایت ستاد توسعه فناوری های فوتونیک، لیزر، مواد پیشرفته و ساخت معاونت علمی و فناوری بومی سازی شد. سامانه نشت یاب لیزری در صنایع مختلف کاربرد دارد. سامانه ساخته شده توسط شرکت بهینه سازان فناوری، سامانه ارتقاء یافته نشت یاب از راه دور لیزری است که قابلیت پیدا کردن نشتی گاز متان را از راه دور دارد.

این سامانه پرکاربرد ترین نشت یاب گاز متان، قابلیت نصب بر روی پهپاد ها(unmanned aerial vehicle) و پیمایش خودکار را دارا است.

این محصول که ساخت ایران می باشد، بر اساس طیف سنجی جذبی لیزری کار می‌کند و دارای یک فرستنده و گیرنده پالس های نوری است. این سامانه با سرعت بالایی که در دریافت نشتی های احتمالی دارد، مدت زمان نشت‌یابی را کاهش می دهد.حساسیت این سامانه تا ppm۵۰ بر متر افزایش و ارتقاء یافته استو می‌تواند از فاصله ۵۰ متری نشتی ها را با دقت بالایی تشخیص درهد که توسعه ای سامانه می‌تواند برای شناسایی سایر گاز ها در میادین نفتی و گازی صورت گیرد.

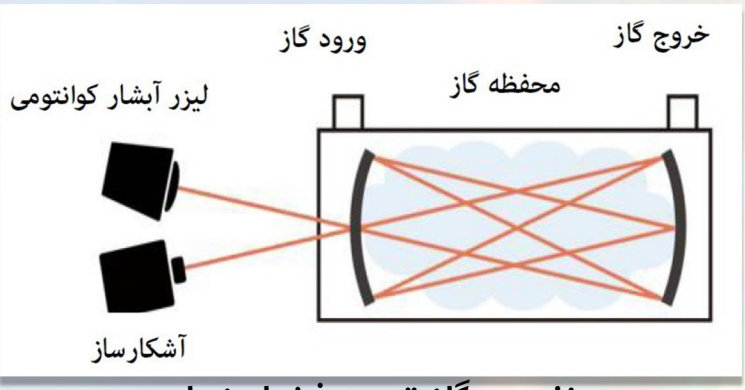
در شکل زیر نحوه کار یک نشت‌یاب لیزری نشان داده شده است که با توجه به طیف جذبی بدست آمده، می‌توان گازها را شناسایی کرد.



تجزیه و تحلیل گاز به کمک لیزر:

شرکت ژاپنی هوریبا، با استفاده از فناوری لیزر موفق به ساخت چهار محصول جدید برای تشخیص گاز در صنایع مختلف از جمله نفت و گاز شده است. فناوری تجزیه و تحلیل اختصاصی گاز با استفاده از لیزر مادون قرمز (Infrared Laser Absorption Modulation) که به اختصار IRLAM نامیده می‌شود، قادر به تشخیص انواع گاز در شرایط محیطی مختلف است. الگوریتم اختصاصی محاسبه گاز غلظت هوریبا با استفاده از تجزیه داده های لیزری توسط فناوری هوش مصنوعی، میزان غلظت گاز را با دقت و سرعت بالایی در اختیار کاربر قرار می‌دهد.

ساختار اصلی استفاده شده در محصولات سنجش گاز هوریبا شامل یک لیزر آبشاری کوانتومی، دو آینه بازتابنده کامل لیزر نور و یک آشکارساز است. این ساختار مسیر عبور نور از درون گاز را افزایش می دهد و توانایی شناسایی گاز با کمترین غلظت را دارد. همچنین لیزر آبشار کوانتمی با طول موج های مختلف ناحیه مادون قرمز که متناسب با قله جذب گازهای مختلف است، امکان تشخیص انواع گازها را فراهم می کند.



صنعت نفت و گاز تحت فشار زیادی برای کاهش انتشار متان قرار دارد. این فشار صنعت را در وضعیتی غیر قابل تحمل قرار داده است. زیرا تا کنون هیچ فناوری مناسبی برا تصویر برداری و اندازه گیری این گاز نامرئی به شیوه ای مطمئن، حساس و مقرون به صرفه در یک سطح وسیع وجود نداشته است.

نقشه برداری گاز به کمک فناوری لیدار (Gas Mapping LiDAR) یک ایده جدید است که توسط شرکت آمریکایی (Bridger photonic) توسعه داده شده است. این فناوری که نام اختصاری آن GML است، شناسایی گازهای متان و بهبود ایمنی کلی را برای صنعت نفت و گازف مقرن به صرفه می‌کند.فناوری GML با جاروب هوایی زیرساخت های نفت و گاز، منابع نشت متان را تشخیص داده و میزان انتشار آن را تعیین می کند. این فرایند نقشه‌ای را ایجاد می کند که نقطه به نقطه منطقه مورد نظر را پوشش می‌دهد و تنها در صورت تشخیص نشتی، نیروی انسانی در محل مورد نظر حاضر می شوند.در تصاویر زیر هواپیمای جهز به تابش لیزری بر فراز منطقه مورد تظر بدون آگاهی قبلی از منابع انتشار متان توانست با دقت بالایی این منابع را آشکار سازی کند.آزمایش تحقیقاتی انرژی دانشگاه کارلتون با همکاری شرکت Bridger، فناوری GML را در تأسیسات فعال نفت و گاز کلمبیا آزماش کرد. نتایج موفقیت آمیز این آزمایش در مجله (Remote Sending of Environment) به چاپ رسیده است.

حسگرهای فیبر نوری در منابع نفتی زیر دریا:

شرکت (silixa) که در شمال لندن قرار دارد به کمک حسگر های فیبر نوریف دسترسی به تأسیسات نفت و گاز در اعماق دریاها را امکان‌پذیر کرده است. سامانه فیبر نوری مهندسی شده، امکان جمع آوری دادنه های لرزه‌ای با دقت بالا را در چاه های نفتی زیر دریا فراهم می کند. حسگر های آکوستیکی فیبر نوری با جذب لرزه ها و پردازش داده‌های آن بسیاری از هزینه های صنعت نفت و گاز زیر آب را کاهش می دهد و مدیریت بهتر مخازن نفتی را از راه دور ممکن می‌سازد.این سامانه دارای نوع خاص فیبرهای نوری است که هسته مرکزی آنها از گذردهی بالایی برای امواج بازگشتی برخوردار است.

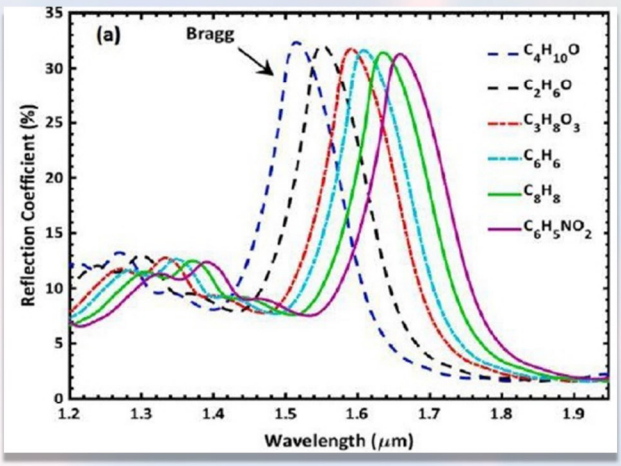
سامانه حسگری آکوستیکی فیبر نوری شرکت سیلیکسا در دو چاه دریایی، در فاز ۳ میدان نفتی آتلانتیس نصب شده است و گزارش‌ها از دستیابی به لرزه‌نگاری موفقیت‌آمیز این سامانه خبر می‌دهد و در تهیه تصاویر لرزه‌نگاری منابع نفتی زیر آب کمک شایانی به صنعت نفت و گاز خواهد کرد.

حسگر نوری متشکل از نانولوله‌های کربنی در تعین ضریب شکست مشتقات نفتی

پژوهشگران دانکده مهندسی برق و کامپیوتر دانشگاه تربیت مدرس، برای اولین بار در کشور یک حسگر نوری جدید مبتنی بر بلورهای فوتونیکی جهت تعیین ضریب شکست مواد نفتی طراحی کرده‌اند. ساختار این حسگر نوری متشکل از آرایه منظم دو بعدی نانو لوله های کربنی چند جداره (MWCNTs) است.

براساس نتایج این پژوهش، تعادل موج نوری با مشتقات نفتی افزایش می‌یابد که در اثر کاهش سرعت گروه امواج نوری در مواد نفتی در مواد نفتی رخ می دهد. در این حالت طول نوری مؤثر بر برهم کنش نور با ماده میزبان افزایش می یابد. ساختار این حسگر نوری از لحاظ هندسی دارای نقص خطی است که در اثر از دست رفتن برخی ردیف های عناصر MWCNT در بلورفوتونیکی ایجاد شده است. با حذف یک یا دو ردیف MWCNT و ایجاد نقص خطی در ساختار حسگر، مشتقات نفتی به ناحیه نقص تزریق می‌شوند. تفاوت ضریب شکست ماده تزریق شده موجب جابجایی قله طیف بازتابی به سمت طول موج‌های بلندتر می‌شوند در اثر این جابجایی قله طیف بازتابی به سمت طول موج های بلندتر، به حساسیت nm/RIU۸۷۰ دست پیدا کنند.

این حسگر نوری برای اندازه گیری ضریب شکست مشتقات نفتی نظیر بوتانول(C_٤ H_١٠ O) و نیتروبنزن(C_٦ H_٥ NO_٢) استفاده شد. با توجه به نتایج قابل قبول این حسگر نوری، می‌توان به طور گسترده ای از آن برای تشخیص ضریب شکست مواد زیستی و شیمیایی مختلف استفاده کرد. این حسگر پیشنهادی با ساختار غیرواکنشی متشکل از MWCNT ها، می‌تواند در محیط‌هایی با دما و فشار بالا مانند پالایشگاه نفت و سایر صنایع فرآیندهای شیمیایی، در طیف گسترده‌ای از شرایط مختلف واکنش، استفاده شود. نتایج ساخت این حسگر نوری، ژوئن ۲۰۲۱ در مجله Optic & Laser Technology منتشر شده است.



لیزر های حالت جامد

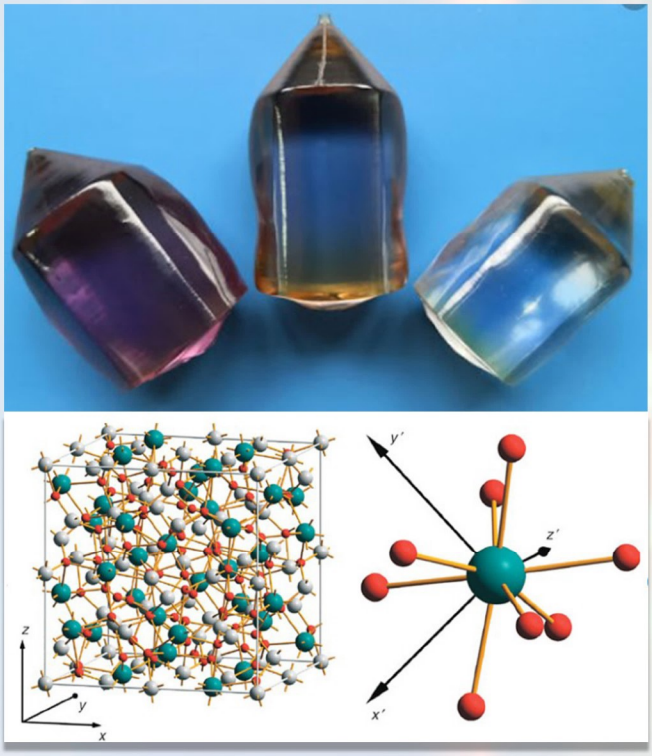
لیزرهای حالت جامد ابزارهای اصلی و متعارف در دنیای پیشرفته کنونی¬اند که از نظر اندازه، عملکرد و کاربرد با لیزرهای نمیرسانای دیودی متفاوت اند؛ لیزرهای حالت جامد لیزرهایی هستند که محیط فعال به¬کاررفته در آنها متشکل از مقادیری از یک یون به عنوان میزبان که همان کریستال مورد استفاده است می باشد، حدود ۱٪ از این کریستال ازگونه¬های مختلف یونی مانند نئودیوم $[Nd]^{+3}$ (شکل۱) تشکیل می شود ک در ساختارکریستال جامد به عنوان میزبان دوپ یا تخدیر می شود. در برخی از کاربردهای خاص کریستال میزبان یک قطعه شیشه است که از مهم ترین آن می¬توان به یون اربیوم ($[Er]^{+3}$) اشاره کرد، این قطعه شیشه در نهایت با یک لایه فیبر نازک پوشانده می شود

و می تواند در سیستم¬های مخابراتی مورد استفاده قرار گیرد؛ لیزرهای حالت جامد از دمش اپتیکی توسط دیود پمپ ها یا لامپ های تخلیه در تولید طیف گسترده ای از سیستم های لیزری بهره می برند.

وارونگی جمعیت رخ داده در لیزرهای حالت جامد هنگامی ایجاد می¬شود که محیط فعال فوتون¬ها را از یک منبع اپتیکی که همان پمپ لیزری است، جذب کند. همانطور که اشاره شد یک سیستم لیزری حالت جامد از منابع دیود لیزرها در فرایند دمش اپتیکی استفاده می¬کند که ممکن است متشکل از یک آرایه کوچک از دیودهای نیمرسانا قرار گرفته روی یک تراشه باشد و یا حتی ممکن است دسته ای از دیود لیزرها باشند که درتولید چندین کیلووات توان مورد استفاده قرارگیرند.

پیش ازظهور دیودهای لیزری (می دانیم که دیودهای لیزری می¬توانند انرژی دریافتی را مستقیما به نور تبدیل کنند) لیزرهای حالت جامد یاتوسط فلش لامپ¬ها پمپ می شدند ویا به طور پیوسته به عنوان لیزری با قدرت متوسط کارمی¬کردند، با این وجود فلش لامپ های پالسی برای انرژی خروجی لیزربا تولید یک ژول انرژی به ازای هر پالس، مورد

استفاده قرارمی¬گرفتند، البته از آنجا که تعداد آرایه¬های دیود مورد نیاز برای تامین لیزر یک ژول به ازای هرپالس است، فلش لامپ ها همچنان در تجارت لیزرهای حالت جامد نقشی اساسی ایفا می کنند. ماده فعال لیزر حالت جامد از کریستال غیر فعال و یک یون فعال تشکیل شده است و در کل این اجزای سازنده معرف نام لیزر خواهند بود؛ به عنوان نمونه لیزر Nd:YAG (نئودیوم-یگ) که تشیل شده است از کریستال گارنت آلومینیوم ایتریوم (YAG)،که مقدار اندکی یون نئودیوم به عنوان ناخالصی به آن افزوده شده است. (این یون Nd^{3+} است که به شکل Nd_2O_3 به مواد برای ساختن تک بلور اضافه می شود) در کریستال منجر به وقوع پدیده وارونگی جمعیت شده و فرایند لیزینگ را آغاز می کند؛ به طور معمول در یون¬های لیزر از۰/۰۱٪ تا۱٪ از یون های فلزی کریستال یا شیشه میزبان وجود دارد، با این حال مواردی وجوددارد که درآنها نام میزبان یون فعال در لیزرحالت جامد به عنوان نام لیزر معرفی می شود.Nd:YAG را اغلب لیزرYAG نیز می-نامند و دلیل این نامگزاری به زمانی مربوط می شود که تنها لیزری که عملکرد مطلوب را ارائه می داد لیزری بود که از YAG با درصد اندکی نئودیوم ساخته می شد. امروزه لیزرهای حالت جامدی وجود دارند که از YAG به عنوان میزبان برای Yb (اتربیوم لیزر با طول موج ۱/۰۳ میکرومتر)، Ho (هولومیوم لیزر با طول موج ۲/۱ میکرومتر)،Tm (تولیوم لیزر)



شکل۲. ماده YAG و ساختار شیمایی آن

میزبان عموما به شکل یک استوانه ساده پیکربندی می شود که از یک بلور رشد یافته یا یک شیشه در آنها استفاده می شود؛ یکی از مهم ترین موادی که در ساخت محیط های فعال استفاده می شود Er:glass است که تشکیل شده است از

کریستال شیشه با درصدی از عنصر اربیوم که با لایه نشانی فیبر برروی آن می توان از آن به عنوان تقویت کننده ها در سیستم های فیبر استفاده کرد.

به لحاظ تاریخی می توان اظهار داشت نخستین لیزر حالت جامد، لیزر یاقوت سرخ بود، در این لیزر از یک منبع پمپ فلش برای ایجاد وارونگی جمعیت در یک میله استوانه ای (شکل ۳) برش خورده از تک بلور های Al_2O_3 که حاوی مقادیری اندک ناخالصی به شکل Cr_2O_3 است، به کاررفته. این ماده دارای نام عمومی یاقوت سرخ است که مدت ها قبل از شناخته شدن ترکیبات شیمیایی آن و یا به طور کلی استفاده آن در سیستم های اپتیکی به ماده طبیعی یعنی گوهر شاخته می شد و پس از این که لیزر حالت جامد آن مورد تحقیق و بررسی قرارگرفت سایر ترکیبات یون و میزبان آن نیز مورد بررسی قرار گرفت.

شکل۲. کریستال یاقوت سرخ وساختار آن

شکل۳. میله لیزری یاقوت سرخ

(لیزر حالت جامد Nd:YAG):

لیزر Nd:YAG رایج ترین لیزر حالت جامد امروزی است که می توان از آن در کاربرد های بسیار زیادی مانند جوشکاری صنایع فلزات سنگین، جراحی های ظریف، آزمایشگاه های تحقیقاتی، در طیف سنجی و حتی توپوگرافی ماهواره ای مورد استفاده قرار می گیرد؛ می توان به برخی از این کاربرد ها اشاره کرد: به عنوان مثال لیزری که در جوشکاری مورد استفاده قرارمی گیرد یک سیستم لیزری پپ شده با دیود لیزرهاست که ابعاد کوچکی دارد، لیزر های طیفسنجی نیز می تواند یک سیستم پمپاژ دیودی باشد که با استفاده از رزوناتورهای خاص پهناهای طیفی خاص را از خود عبور داده و می توان آنها را بررسی کرد و یا در فرایندهای توپوگرافیکی می توان به سیستم های لیزی Q سوییچ شده اشاره کرد که حول محور مدار مریخ گردش می کند و با تولید پالس¬های

کوتاه فواصل مورد نظر را اندازه می گیرد.

یون نئودیوم را می توان به عنوان ناخالصی به ساختار شیشه افزود ولیزر حالت جامد Nd:glass را تولید کرد، اگرچه یون Nd^{+3} هم در لیزر Nd:glass و هم در لیزر Nd:YAG وجود دارد اما این دو لیزر اشتراک های بسیار کمی با یکدیگر دارند (طول موج های دو لیزر متفاوت است - Nd:glass درذخیره انرژی بسیار بهتر از Nd:YAG عمل می کند) و بنابراین از لیزرهای Nd:glass عموما در کاربردهای با انرژی بالا وQ سوییچینگ استفاده می ¬شود، همچنین لیزرهای بزرگ Nd:glass توانایی تولید پالسهایی به بزرگی ۱۰۰ژول وحتی بیشتر را دارند درصورتی که لیزرهای Nd:YAG از یک رزوناتور منفرد Qسوییچ شده تشکیل می شوند و نهایتا سطح انرژی خروجی ازآنها به ۱ژول خواهد رسید، از طرف دیگر هدایت حرارتی شیشه بسیار کمتر از YAG است که به صورت متوالی به هم اتصال یافته اند و می توانند توان چندین کیلووات را تولید کنند.

هدایت حرارتی مکانیزمی برای حذف گرمای هدر رفته (اتلاف شده) از فضای داخلی میله لیزری است، طی این فرایند یک سیال برودتی گرما را از میله لیزری جذب می کند، درصورتی که انتقال حرارت به اندازه کافی سریع از فضای اطراف کریستال خارج نشود امکان دارد کریستال صدمع دیده و مخدوش شود؛ در لیزرهای YAG طول موج اطع شده ۲/۹ میکرومتر بوده و نور تولید شده از این لیزر برای چشم بی خطر است (البته به منبع پمپ نیز بستگی دارد) جذب شدید نور با طول موج ۳ میکرومتر توسط بافت های بدن سبب می شود تا لیزرهای حالت جامد Er^{+3}:YAG در کاربردهای پزشکی نقشی عمده ایفا کنند.

(لیزرهای حالت جامد Nd:YVO٤):

اصطلاح وانادات عموما در شناخت لیزرهایی بکار می رود که با استفاده از کریستال های نئودیوم-وانادات دوپ یا تخدیر شده اند، به طور خاص این گونه لیزرهارا می توان Nd:YVO٤ (ایتریوم وانادات)، Nd:GdVO٤(گادولینیوم وانادات) و Nd:LuVO٤(وانادات لوتیوم) نام برد، این خانواده از وانادات هارا با نام ارتووانادات (orthovanadates) می شناسند. مواد ذکر شده برای مدت طولانی است که شناخته شده بودند

اما به علت دشوار بودن در ساخت و پردخت آنها با کیفیت و کمیت های مطلوب اپتیکی، از استفاده از آنها سرباز زده می شد؛ گذشته از بحث چگونگی ساخت و تبلور کریستالها، باظهور دیود لیزرها و مطرح شدن آنها در زمینه پمپ های اپتیکی، استفاده از این خانواده از بلورها نیز مورد توجه بسیار قرارگرفت چراکه دیودهای لیزری پمپ کننده در ابعاد کوچک ساخته و تولید می شوند لذا نیاز به ابعاد بزرگی از ین بلورها در ساخت یک سیستم لیزری نبود و همین موضوع مده ضعف وانادات ها را به نقطه قوت آنها بدل کرد، در استفاده های گستره موجود از کریستال های وانادات می¬توان تخدیر شدن آنهارا با یون هایی نظیر اتربیوم، اربیوم، تولیوم و هولیوم یافت لذا باتوجه به اندازه¬های مشابه این یون ها با ایتریوم، گادولینیوم یا لوتریوم، می توان آنهارابدون بروز هیچگونه اثر جانبی برساختارهای شبکه بلورهای نام برده جایگزین کرد؛

شکل٤
.کریستال Nd:YVO٤

این موردیست بسیارمهم که به طور مثال در حفظ پیوستگی انتقال حرارت همرفتی میان مواد تخدیر شده با محیط و جلوگیری از بروزآسیب به کریستال از اهمیت ویژه ای برخوردار است.

کریستال¬های وانادات به طور طبیعی دوشکستی هستند که باتوجه به این موضوع می توانند منجر به کاهش و از بین رفتن ساختار قطبیده در اثر حرارت های تولید شده در لیزرهای توان بالا شوند، همچنین در این کریستالها بهره لیزری و همچنین نیزان جذب پمپ به قطبش نور دریافتی بستگی دارد(البته در طول موج های بخصوص از پمپ) که ممکن است باعث بروز مشکلاتی شود؛ طول موج های تابش لیزر Nd:YVO٤ با لیزر YAG یکسان است (١٠٦٤ نانومتر) گرچه طول موج های مهم دیگری نیز توسط لیزرهای Nd:YVO٤وجود دارد مانند٩١٤ و ١٣٤٢ نانومتر؛ طول موج دوم (١٣٤٢) نسبت به طول موج ١/٣ میکرومتری لیزر YAG بسیار قوی¬تر است لذا عملکرد لیزر Nd:YVO٤در این طول موج نسبت به لیزر YAG افضلیت دارد. لیزرهای Nd:YVO٤ عموما با دیود لیزرها پمپ می شوند اما با این وجود امکان استفاده از پمپ¬های لامپ تخلیه

نیزوجود دارد؛ در مقایسه با لیزرهای Nd:YAG، لیزرهای Nd:YVO٤ از جذب پمپ و بهره کاواک بالاتری برخوردار هستند همچنین لیزر خروجی از پهن شدگی (حدود۱nm)، دامنه طول موجی برای پمپاژ، طول عمر تراز کمتر(حدود ۱۰۰ میکروثانیه برای نئودیوم غلظت بالا)، ضریب شکست بالاتر و همچنین از هدایت حرارتی کمتری برخوردار هستند، این تفاوت ها در کاربردهای مختلف استفاده از لیزر های Nd:YVO٤ دارای اثراتی نیز است که می توان بهبرخی از آنها اشاره کرد:

• درعملکرد های مداوم، عملکرد Nd:YVO٤ در تولید توان¬های بالا و متوسط مشابه با Nd:YAG است، به طوری که در این حالت رسانایی گرمایی نامطلوب است، ضریب دمایی ضریب شکست کوچکتر است و بنابراین فرایند Thermal lensing به خوبی محقق نمی¬شود، همچنین به دلیل بالابودن ضریب بهره لیزر Nd:YVO٤ برای لیزرهایی باقدرت آستانه پمپ کم نسبت به لیزر های YAG برتری دارد.

• Nd:YVO٤ برای استفاده در لیزرهای مدلاک شده با نرخ تناوب بسیار بالا مناسب است، این خصوصیت عمدتا از بزرگ بودن سطح کاواک وهمچنین بالابودن توان جذب پمپ نشات میگیرد.

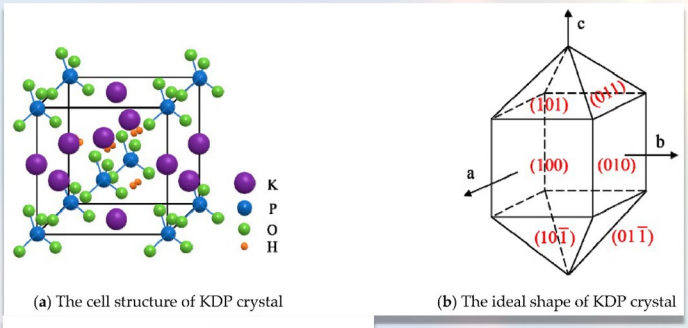
• در لیزرهای Q سوییچ شده، استفاده از Nd:YVO٤ از افزایش انرژی پالسها (افزایش انرژی در حد لیزر YAG) جلوگیری می کند، چراکه به دلیل پایین بودن طول عمرتراز و همچنین بیشتر بودن بهره آن نسبت به Nd:YAG ذخیره انرژی کمتری در آن صورت می¬گیرد، از طرفی استفاده از Nd:YVO٤ در تولید پالسهای بانرخ تناب بالا مناسب است، این بدین معناست که Nd:YVO٤ اجازه تولید پالس های Q سوییچ شده بسیار کوتاه را می دهد.

Property	Value
chemical formula	$Nd^{3+}:YVO_4$
crystal structure	tetragonal
mass density	4.22 g/cm^3
Moh hardness	5–6
Young's modulus	133 GPa
tensile strength	53 MPa
melting point	1810 °C
thermal conductivity	≈ 5 W / (m K) (values around 9–12 are also found in the literature)
thermal expansion coefficient	11×10^{-6} K^{-1} (*c* direction), 4.4×10^{-6} K^{-1} (*a* direction)
transparency range	0.3–2.5 µm
birefringence	positive uniaxial
refractive index at 1064 nm	2.17 for *c* polarization (extraordinary), 1.96 ordinary index
temperature dependence of refractive index	3×10^{-6} K^{-1} in *c* direction, 8.5×10^{-6} K^{-1} in the *a* direction
Nd density for 1% at. doping	1.24×10^{20} cm^{-3}
fluorescence lifetime	90 µs
absorption cross section at 808 nm	60×10^{-20} cm^2 (*c* polarization)
emission cross section at 1064 nm	114×10^{-20} cm^2 (*c* polarization)
gain bandwidth	1 nm

شکل۵. مشخصات Nd:YVO٤

کریستال KDP:

درسال های اخیر، توجه ویژه ای به اکتشافات در زمینه اپتیک غیر خطی و مواد غیرخطی صورت گرفته است، برخی از این مواد غیر خطی کریستال هایی مانند{(KTP) یا (LBO)، KTiOPO یا LiB_۳ O_۵، (BBO) یا β-BaB_۲ O_٤ و KBBF }که در فرایند ها و مکانیزم¬های لیزری نقش بسزایی ایفا می¬کنند؛ پتاسیم دی هیدروژن فسفات یا KDP و دی سولفات پتاسیم دی هیدروژن فسفات یا DKDP از جمله همین کریستال های غیر خطی هستند که از طریق محلول های آبی متبلور می شوند؛ باتوجه به ضرایب الکترواپتیکی واپتیکی بسیار بزرگی که دارند و همچنین میزان سختی بسیار بالایی که دارند، می توانند در فناوری¬های تبدیل فرکانسی و سوییچ های الکترواپتیکی بکار برده شوند. با رشد توسعه تکنولوژی لیزری از این بلورها در مقیاس های گسترده تر(به دلیل ویژگی های انحصاری آنها) در سیستم های همجوشی اینرسیایی نقطه ای (ICF) نیز بکاربرده می-شوند؛ اثرات اپتیک غیرخطی که شامل مدولاسیون فاز، اثر سلف فوکسینگ، پراکندگی ویا جذب غیرخطی، تغییر ضریب شکست، هستند می توانند با به کارگیری این کریستال ها در ساختارهای لیزری نمایان شوند؛ به طور خاص در مدولاسیون فاز که به ضریب شکست غیرخطی کریستال مربوط می شود ممکن است به محدود شدن وارونگی فرکانسی شود و یا در فرایند سلف فوکسینگ که در بکارگیری همین کریستال ها رخ میدهد، جذب چند فوتونی و وقوع پدیده ضرب بهمنی ممکن است باعث بروز آسیب های ساختاری درون کریستال و محدود شدن طول عمر آنها شود به منظور درک بهتر از اثرات غیرخطی کریستال های KDP وDKDP لازم است ضریب شکست غیرخطی آنها را در بررسی فرایند سلف فوکسینگ مورد بررسی قرار دهیم



(a) The cell structure of KDP crystal

(b) The ideal shape of KDP crystal

شکل٤.

ساختار کریستال KDP

درخشان ترین لیزر پرتو ایکس جهان

درخشان ترین لیزر پرتو ایکس جهان موسوم به " LCLS-II" که در آمریکا در دست ساخت است , قادر خواهد بود از اتم ها یک میلیون بار در ثانیه عکس ثبت کند.

به نقل از ایسنا دانشمندان آزمایشگاه ملی شتاب دهنده اسلک (SLAK) در حال انجام کارهای پایانی برای اتمام ساخت درخشان ترین لیزر پرتوی ایکس جهان هستند. این لیزر که اختصارا "LCLS-II" نامیده میشود, پس از عملیاتی شدن ۱۰ هزار برابر درخشان تر از درخشان ترین لیزر پرتو ایکس کنونی خواهد بود.

آزمایشگاه ملی شتاب دهنده اسلک یک مرکز علمی فدرال در ایالت کالیفرنیا آمریکا است. این آزمایشگاه متعلق به وزارت انرژی آمریکا است و توسط دانشگاه " استنفورد" اداره میشود.این لیزر درحال حاضر در حدود ۹ متر زیرزمین در نزدیکی دانشگاه "استنفورد" در حال ساخت است که به فیزیکدانان کمک میکند تا برخی از ناشناخته های اساسی جهان ما را دریابند. این دستگاه لیزری به طول حدود ۳،۲ کیلومتر در یک تونل حفاری ویژه گسترش میابد

نسخه پیشین آن موسوم به "LCLS-II" در سال ۲۰۰۹ فعال شد و قادر به ایجاد پرتویی با ۱۲۰ پالس یا شلیک نور در ثانیه است . با این حال " LCLS-II" این رکورد را با توانایی تولید یک میلیون شلیک در ثانیه به شکل چشمگیری میشکند.

دکر "جیمز کریان " دانشمند این پروژه گفت : << من فکر میکنم کاملا منصفانه است که بگوییم "LCLS-II" دوره جدیدی از علم را آغاز خواهد کرد. این لیزر قادر به ایجاد پالس هایی تا زیر یک فمتو ثانیه (یک میلیون میلیاردیوم ثانیه برابر با ۱۰ به توان منفی ۱۵ ثانیه) است . توانایی شلیک بسیار سریع و خارق العاده این لیزر دانشمندان را قادر میسازد تا آزمایشاتی را انجام دهند که تا به حال تصور نمیشد.>>

کمی شبیه یک میکروسکوپ اما با وضوحی در سطح اتمی "LCLS-II" عمل میکند. در قلب این دستگاه یک شتاب دهنده ذرات قدرتمند قرار دارد که ذرات باردار را سرعت میبخشد و آنها را به یک پرتوی بسیار قدرتمند هدایت میکند.

این پرتو سپس از طریق یک سری آهنرباهای متناوب (به نام موج ساز) میگذرد تا اشعه ایکس تولید کند. دانشمندان میتوانند از آن اشعه ایکس برای ایجاد آنچه که آنها را " فیلم های مولکولی "مینامند,استفاده کنند.

میتوانید این تصاویر را به عنوان عکس های فوری از اتم ها یا مولکول ها در حال حرکت در نظر بگیرید که هر تصویررا در چند کوادریلیونم ثانیه ثبت میکند و مانند یک فیلم به هم متصل میشوند.

نسخه پیشین این لیزر اگرچه در گرفتن این عکس های فوری کندتر بود , اما دانشمندان در سراسر جهان را قادر ساخت تا اکتشافات بسیار جالب و مهمی را انجام دهند. این اکتشافات شامل مواردی مانند مشاهده واکنش های شیمیایی در زمان وقوع نشان دادن رفتار اتم ها درون ستاره ها و تولید عکس های فوری زنده است که جزئیات فرآیند فتوسنتز را نشان میدهد.

به گفته " اندرو بوریل " مدیر آزمایشگاه SLAC توانایی گرفتن تصاویر در فواصل فمتوثانیه با این لیزر جدید یک تغییر دهنده بازی بسیار مهم خواهند بود. وی میگویند : اگر به یک صفحه متشکل از چراغ های ال ای دی فکر کنید که ۱۲۰ بار در ثانیه خاموش و روشن میشود, شاهد یک تصویر خواهید بود. حال اگر در یک ثانیه میلیون ها بار خاموش و روشن شود , تصویر بسیار متفاوتی دریافت میکنید . بنابراین میتوانید فیلم بسیار بهتری بسازید.

به گفته دانشمندان این لیزر جدید هیولایی کاملا متفاوت از نسل قبلی خود است. زیرا سرعتی که " LCLS-II" قادر به گرفتن عکس های فوری در سطح اتمی است تنها تفاوت بین این لیزر جدید ونسل قبلی آن نیست.

در حالی که هر دو دستگاه الکترون ها را تقریبا به سرعت نور شتاب ,اما هر کدام به روشی متفاوت این کاررا انجام میدهند, اما هر کدام به روشی متفاوت این کار را انجام میدهند. برای مثال "LCLS-II" الکترون ها را در دمای اتاق به سمت لوله های مسی هدایت میکند مه این کار برای شلیک های کوتاه خوب است اما برای عملکرد مداوم ایده آل نیست.

این جایی است که لیزر جدید خودش را نشان میدهد.عملکرد مداوم از نوع مورد نیاز برای "LCLS-II" گرمای زیادی تولید میکند. حفره های مسی معمولی , همانطور که در "LCLS-I" استفاده میشود, مقدار زیادی از این گرما را از بین میبرد , بنابراین مهندسان به یک شتاب دهنده ابررسانای جدید روی آورند.

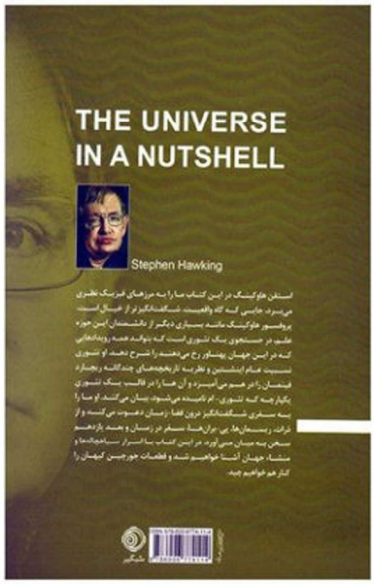
این ماده شدید ده ها دستگاه به طول ۱۲ متر به نام " کریوماژول " (cryomodules) است که برای کار در دو درجه بالاتر از صفر مطلق (منفی

۲۳۵ درجهسانتی گراد) طراحی شده است. آنها توسط یک کارخانه عظیم برودتی در بالای زمین در دمای عملیاتی نگه داشته میشوند.

به گفته " کریان" تمام این سیستم به دانشمندان این امکان را میدهد که به سوالات اساسی مانند اینکه انتقال انرژی درون سیستم های مولکولی چگونه اتفاق می افتد؟ انتقال بار چگونه اتفاق می افتد ؟ و... پاسخ دهند.

وی افزود : وقتی برخی ار این اصول را فهمیدیم , میتوانیم شروع به استفاده از آنها کنیم تا بفهمیم چگونه میتوانیم فتوسنتز مصنوعی انجام دهیم یا چگونه میتوانیم سلول های خورشیدی بهتر بسازیم.

دانشمندان این پروژه امیدوارند که بتوانند این لیزر جدید را در سال جدید میلادی روشن کنند و امیدوارند اولین اشعه ایکس را در تابستان تولید کنند. بنابراین جالب خواهدبود که ببینیم "LCLS-II" در سال ۲۰۲۲ و پس از آن از چه رازهایی از جهان رونمایی پرده برداری خواهد بود.



معرفی کتاب جهان در پوست گردو

عجیب تر و شگفت انگیزتر از خیال خود را به نمایش میگذارد.

هاوکینگ همانند دانشمندان بسیار دیگر در این حیطه به دنبال تئوری ای بود که به کمک آن بتوان تمامی رخدادهای این جهان پهناور را شرح و تفسیر کرد. او نظریه نسبیت عام انیشتین و تئوری تاریخچه های چندگانه ریچارد فینمان را با یکدیگر می آمیزد و این دو را به صورت یک نظریه یکپارچه به نام تئوری -ام بازگو میکند.هاوکینگ شما را به یک سفر هیجان انگیز درون فضا-زمان میبرد و از ریسمان ها, ذرات , پی-بران , سفر در زمان و بعد یازدهم سخن میگوید. در این کتاب جهان در پست گردو (the universe in a nutshell) شما با راز و رمزهای سیاهچاله ها و

منشا دنیا آشنا خواهید شدو تکه های جورچین جهان هستی را در کنار هم خواهید چید.

از استیون بیشتر بدانیم:

استیون هاوکینگ فیزیکدان , کیهان شناس و نویسنده انگلیسی و مدیر تحقیقات مرکز کیهان شناسی نظری دانشگاه کمبریج در هشتم ژانویه سال ۱۹۴۲ در انگلیس متولد شد. او عضویت ثابت جامعه استقفان دانشمند را داشت و در سال ۲۰۰۹ مدال آزادی ریاست جمهوری آمریکا را دریافت کرد.

او از سال ۱۹۷۹ تا سال ۲۰۰۹ به مدت سی سال صاحب کرسی ریاضیات لوکاس بود. عمده شهرت ا به دلیل کیهان شناسی و گرانش کوانتومی به خصوص در مورد سیاه چاله بود. معروف ترین کتاب وی با نام تاریخچه زمان که به مدت ۲۳۷ هفته پرفروش ترین کتاب در بریتانیا به شمار میرفت. شهرت بیشتر او را به همراه داشت. دیگر کتاب وی با نام طرح بزرگ که در سال ۲۰۱۰ منتشر شد , به سرعت به یکی از پرفروش ترین کتاب های سایت آمازون تبدیل شد.او به بیماری اسکلروز جانبی آمیوتروفیک دچار بود و هیچگونه حرکتی نداشت. نه قادر به نشستن بود و نه راه رفتن و ایستادن .

حتی نمیتوانست دست و پای خود را به حرکت درآورد یا بدنش را خم کند و یا سخن بگوید. او سرانجام در سال ۲۰۱۸ در سن ۷۶ سالگی در خانه اش در گذشت.

در بخشی از کتاب جهان در پوست گردو میخوانیم:

تئوری نسبیت عام انیشتین زمان و فضا را از پس زمینه ای منفعل که رویدادها در آن به وقوع میپیوندند به کنشگری فعال در سازوکارهای جهان تبدیل کرد. این امر منجربه مشکلی بزرگ شد که در صف مقدم مشکلات فیزیک در قرن بیست و یکم باقی میماند. جهان آکنده از ماده است و ماده فضا را چنان تاب میدهد که اجرام بریکدیگر سقوط میکنند.

انیشتین دریافت که معادلاتش پاسخی ندارند برای آنکه جهانی ایستا را که با گذر زمان تغییر نکند شرح دهند. او به جای دست برداشتن از جهانی دیرپا, که او و بسیاری افراد دیگر آن را باور داشتند , معادلات را دستکاری کرد و عبارتی به نام ثابت کیهان شناختی به آن افزود. ثابت کیهان شناختی فضا زمان را در جهت متضاد تاب میداد به گونه ای که اجرام از یکدیگر دور میشدند.