

Optics and Photonics
Society of Iran



OPSI

ماهنامه علمی تخصصی انجمن اپتیک و فوتونیک ایران

مهر ۱۳۹۹

• شماره هفتم

• سال ششم

اندازه گیری سرعت چرخش زمین با استفاده از ژيروسکوپ لیزری
پالس های لیزر ۱۰۰ برابر سریعتر از لیزرهای فوق سریع
نانو ذره سیلیکون گزینه ای جدید برای ترانزیستور فوق سریع تمام نوری

ماهنامه علمی تخصصی انجمن اپتیک و فوتونیک ایران

Optics and Photonics Society of Iran (OPSI) Newsletter



صاحب امتیاز :

انجمن علمی اپتیک و فوتونیک ایران

مدیر مسئول :

سیده مهري حميدي سنگدهي (عضو هیئت علمی دانشگاه شهید بهشتی)

گرافیسٲ، صفحه آرا و تهیه خبر:

سعید خزائی

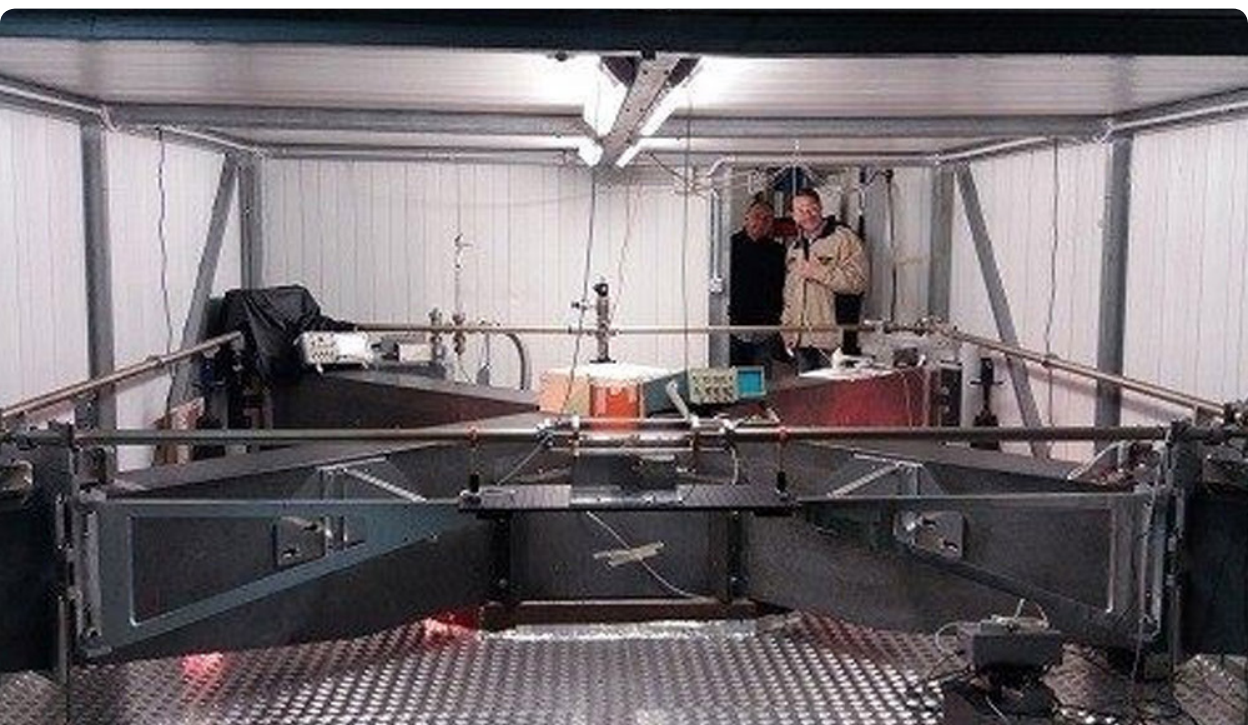
-
- | | |
|----|---|
| ۱ | اندازه گیری سرعت چرخش زمین با استفاده از ژيروسکوپ لیزری |
| ۴ | کنترل نانوربات های زیستی بوسیله انبرک های هولوگرافی نوری |
| ۷ | نانو ذره سیلیکون گزینه ای جدید برای ترانزیستور فوق سریع تمام نوری |
| ۱۰ | پالس های لیزر ۱۰۰ برابر سریعتر از لیزرهای فوق سریع |
| ۱۴ | عکس منتخب این شماره |
| ۱۶ | معرفی کتاب |
| ۱۷ | پوستر |

اندازه گیری سرعت چرخش زمین با استفاده از ژیروسکوپ لیزری

مرجع که اطلاعات چرخشی اینرسی را نتیجه میدهد. جزئیات این کار در مقاله AIP's Review of Scientific Instruments آورده شده است.

گروهی از مؤسسه ملی فیزیک هسته‌ای ایتالیا در یک برنامه تحقیقاتی با هدف اندازه گیری دقت ژیروسکوپ زمینی در نتیجه اثرات نسبیتی، با نام اثر لنز ترینگ، در حال کار هستند. در این برنامه که ژیروسکوپ در نسبیت عام (GINGER) نام گذاری شده است از آرایه ای از RLG های با

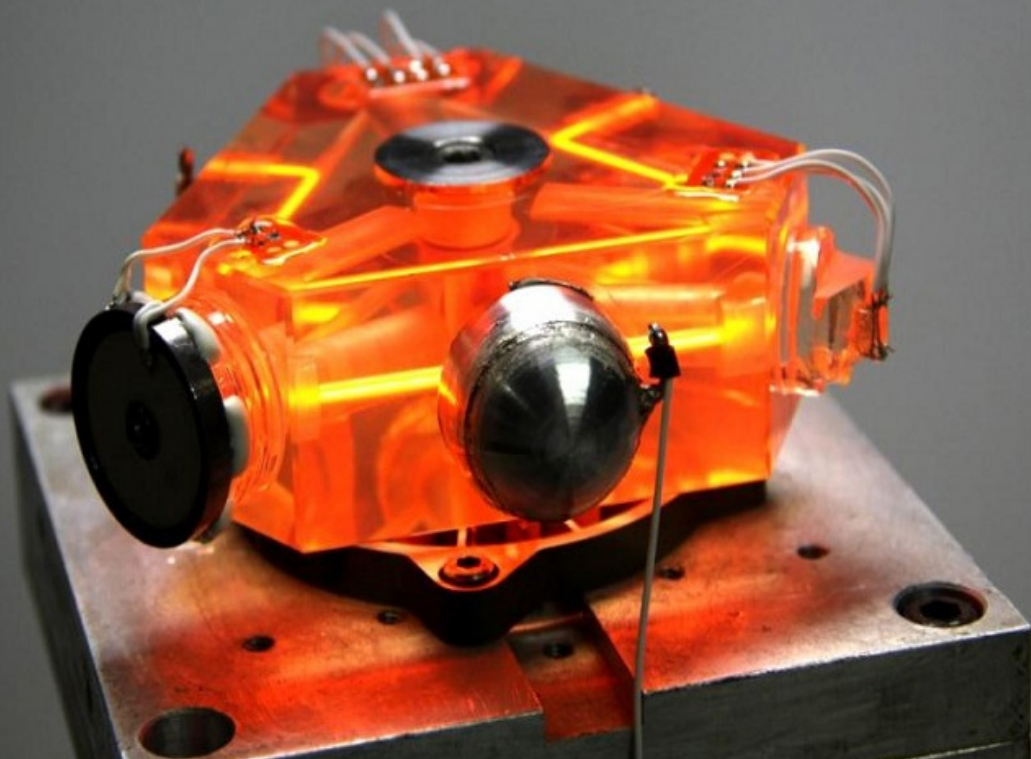
محققین ایتالیایی امیدوارند با استفاده از یک ژیروسکوپ لیزری که در اعماق زمین قرار گرفته است، چرخش زمین را با دقت آزمایشگاهی بالایی اندازه گیری کنند و قسمتهای قابل اندازه گیری تئوری نسبیت عام انیشتین را نشان دهند. محققین بر این باورند با استفاده از تکنولوژی ژیروسکوپ لیزر حلقوی (RLG)، مولفه های زمینی اندازه گیری شده و افت و خیزهای سرعت چرخش در چارچوب مرجع زمینی مشخص میشود؛ برخلاف در نظر گرفتن اجرام آسمانی به عنوان



بهرتر از یک قسمت در میلیارد جهت مشاهده اثر لنز ترینگ محاسبه کند.

جاکوب بلفی محقق برجسته ای که در حال کار در بخش پیزا در مؤسسه ملی فیزیک هسته ای ایتالیا است میگوید: "این اثر به صورت یک اختلاف کوچک بین سرعت چرخش زمین محاسبه شده با استفاده از مشاهده گر در چارچوب زمینی با مقدار محاسبه شده در چارچوب مرجع لخت است. این اختلاف کوچک ناشی از جرم زمین و تکانه زاویه ای است و از قبل توسط تئوری

حساسیت بالا استفاده شده است. تا کنون آنها با موفقیت توانسته اند یک نمونه اولیه، GINGERino، که نیازمند یک سکوی اندازه گیری ارتعاشات زمین لرزه است عرضه کنند. این گروه نصب موفقیت آمیز تجهیزات تک محوره GINGERino را درون آزمایشگاه زیرزمینی LNGS در مؤسسه ملی فیزیک هسته ای ایتالیا و توانایی آن برای ثبت موضعی حرکت چرخشی زمین گزارش داده اند. در نهایت، هدف GINGER این است که بردار سرعت چرخش زمین را با دقت نسبی



پذیری بیشینه ۳۰ پیکورادیان بر ثانیه را اندازه گیری کند.

بلفی در ادامه میگوید: "یک ویژگی عجیب دستگاه GINGERino این است که به عمد در قسمتهای با ارتعاش بالای مرکز ایتالیا قرار گرفته است و برخلاف دستگاه های بزرگ RLG دیگر، GINGERino در واقع میتواند چرخشهای وابسته به ارتعاش که بوسیله زمین لرزه های نزدیک به آن روی میدهند را کاوش کند. هم اکنون GINGERino همراه با تجهیزات لرزه نگار مؤسسه ایتالیایی ژئوفیزیک و آتش فشان شناسی به عنوان رصدخانه لرزه نگار چرخشی در حال کار است. GINGERino به همراه یک زلزله سنج این امکان را میدهد که تنها با یک ایستگاه، اطلاعات مورد نیاز مربوط به سرعت فاز موج سطحی بدست آید؛ این در حالی است که در زلزله شناسی های استاندارد از آرایه های بزرگی از زلزله سنجها استفاده می شود."

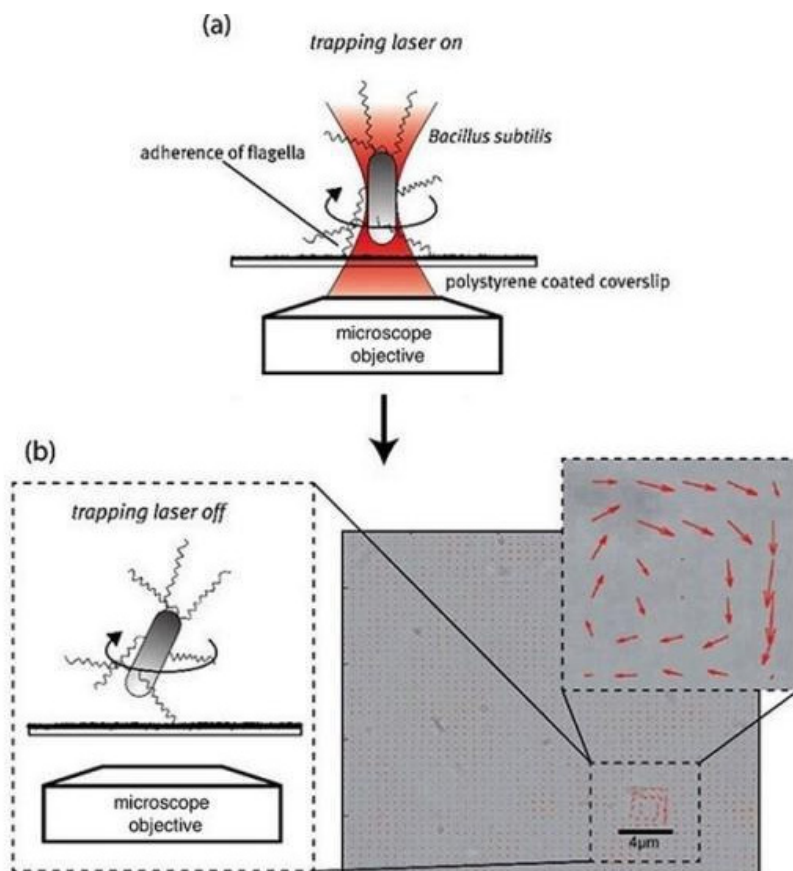
منبع: laserfocusworld

نسبیت عام انیشتین پیش بینی شده است. از نقطه نظر تجربی نیاز است که بردار سرعت چرخش زمین را با دقت نسبیتی بهتر از یک بر میلیارد که متناظر با تفکیک پذیری سرعت چرخش مطلق ۱۰ تا ۱۴ رادیان بر ثانیه است، محاسبه کرد."

دلیل قرار گرفتن این سیستم در زیر زمین برای اندازه گیری پارامترهای حساس، دور بودن از اختلالات خارجی مثل آب های سطحی و تغییرات دما یا فشار هوا است. انتظار میرود که این نمونه اولیه، اطلاعات منحصر به فردی را در مورد فیزیک زمین نتیجه دهد. همچنین براساس گفته بلفی "نصب سیستم RLG بزرگ در زیر زمین میتواند اطلاعات مفیدی را در حوزه زمین سنجی یعنی شاخه ای از علم که با شکلهای و سطوح زمین در ارتباط است، فراهم آورد."

بلفی همچنین متذکر میشود که "RLG ها در واقع تداخل سنج های اپتیکی فعال در چیدمان حلقوی هستند. این تداخل سنج ها معمولاً از ۳ یا ۴ آینه تشکیل شده اند که یک مسیر بسته را برای دو باریکه در حال انتشار در راستای حلقه و در جهات مخالف یکدیگر، ایجاد میکنند. به دلیل اثر سنگنک، تداخل سنج حلقوی، یک آشکارساز سرعت زاویه ای بسیار دقیق، یا در واقع همان ژيروسکوپ، است."

این گروه توانست با نصب اولین چارچوپ RLG با حساسیت بالا در قسمتهای عمیق زمین، سرعت چرخش زمین با تفکیک



کنترل نانوربات های زیستی بوسیله انبرک های هولوگرافی نوری

شما تیک قسمت (a) نشان دهنده نشان میدهد. در چند سال اخیر روشهای مختلفی برای بهره‌برداری از حرکت نانوموتور باکتریایی استفاده شده است. به عنوان مثال، از باکتری-های خودران، مانند اشرشیاکلیو باسیلوس سویتیلیس (*Bacillus subtilis*)، متصل بر روی سطوح جامد (فرش باکتریایی)، برای پمپ مایعات و به منظور بهبود روند مخلوط کردن در سیستمهای میکروسیال استفاده

شما تیک قسمت (a) نشان دهنده نشان میدهد. فرآیند چسبندگی یک باکتری خودران بر روی یک سطح پوشش داده شده بر اساس یک موجین هولوگرافی (HOT) است.

تصویر زمینه نشان میدهد که چندین باسیلوس سویتیلیس (*Bacillus subtilis*) متصل به یک سطح پوشش داده شده هستند و (b) فلشهای قرمز در تصویر جریان مایع محیطی ناشی از تحریک باکتریایی را

شده است. همچنین از میکروسفرهای متداول تا اشیاء پیچیده تر غیر جاندارمانند چرخ دنده‌های میکروسکوپی، برای حمل و نقل و چرخش میکروذرات استفاده شده است.

یک پیش نیاز برای استفاده منطقی از چنین موتورهای بیولوژیکی بطور کارآمد، روش اتصال است (اتصال یک و یا انبوهی از سلولهای بیولوژیکی به یک سطح خاص و یا میکروذرات به شیوه‌ای تعریف شده) که به بهترین کنترل ممکن از مکان و وضعیت هر سلول میانجامد.

فرآیند الگودهی میکروبی (micropatterning) و مونتاژ میکروبی (microassembly) نیاز به تلاش نسبتاً زیاد، مواد مناسب و دانش ضمنی استفاده از این مواد و تجهیزات دارد. علاوه بر این، فرایند کنترل باکتریها بسیار محدود است، و این رویکرد فاقد ویژگیهایی چون انعطاف-پذیری و قابلیت شکل پذیری مجدد با توجه به آرایشهای جدید است.

کرنلیا دنز، آوارو باروسو، فلوریان هورنر، و لاندورساز از موسسه فیزیک کاربردی (IAP) در دانشگاه مونستر آلمان، یک راه حل کلی برای این مشکل مطرح کرده‌اند که شامل استفاده از انبرکهای نوری هولوگرافی است (HOT). در این روش، میتوان دهها تله نوری برای کنترل مونتاژ تک باکتریها در مکان-های خاص ایجاد کرد.

برای دستیابی به چشم انداز ایجاد

دامهای نوری، تیم تحقیق یک پرتو لیزر را با استفاده از مدولاتور نور فضایی تک فاز (SLM)، مدوله میکند. این کار برای تولید انبرکهای نوری در صفحه‌ی نمونه است. هر یک از تله‌های نوری میتواند به طور مستقل در زمان حقیقی کنترل شود به طوری که چندین سلول باکتریایی و ذرات را می توان به طور همزمان دستکاری کرد.

علاوه بر این، انتخاب مناسب طول موج لیزر (در اینجا ۱۰۶۴ نانومتر)، میزان توان، و مدت زمان در معرض تابش قرار گرفتن تضمین میکند که نور جذب شده توسط نمونه‌های بیولوژیکی برای آسیبهای جدی در هنگام مونتاژ ناکافی است.

این محققان با ترکیب سه بعدی HOT باکتریهای متعدد و سطوح پیوست کنترل شده که با نقشهای مشخص تدارک دیده شده بودند، تحریک میکروسیستمها توسط باکتری خودران را نشان داده‌اند.

در طرح اول، آنها از لحاظ نوری به دام افتادند، حرکت کردند و آرایه های چندین سلول باکتریایی به صورت کنترل شده بر روی صفحات همگن و ارزان قیمتی که دارای پوشش پلی استیرین بودند، پیوست شدند (شکل را مشاهده کنید).

همانطور که در تصویر بنابر موقعیت نسبی مرتبط آنها در تصویر نشان داده شده است، پس از اعمال پرتو لیزر به عنوان دام، باکتری شروع به چرخش میکند. معمولا در فرکانسهای پایین (چند هرتز)، حول یک

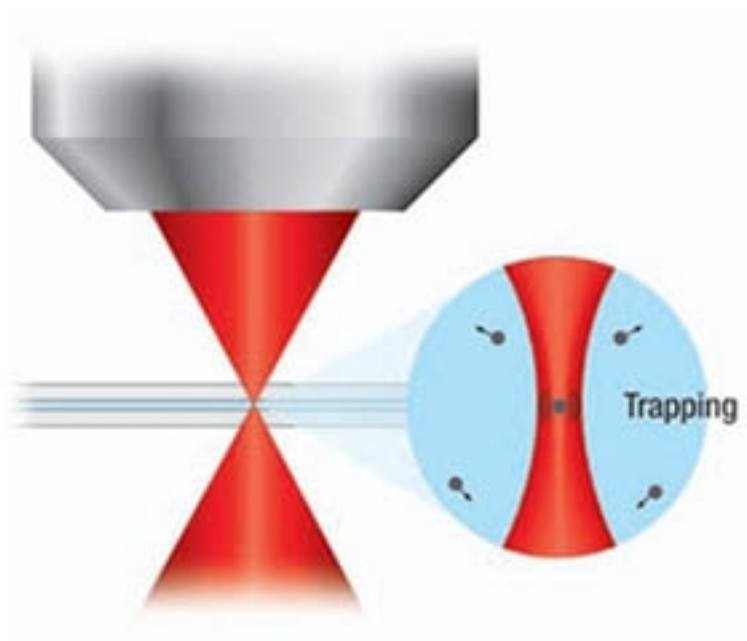
محور چرخش در مجاورت جسم سلولی است. این باکتریها به وضوح متحرک هستند اما نکته جالب آن است که با تبعیت از یک مدل مکانیکی ساده تنها توسط یک تازک به سطح متصل شدهاند.

به این طریق، چرخش باکتریهای میکروسیستم (Microsystem) باعث ایجاد یک جریان پیوسته است که می تواند باعث مخلوط شدن مایعات و یا ایجاد حرکت-هایی در مایعات، بعنوان سیال پویا، شود.

تیم تحقیقاتی مذکور در جهت مونتاژ میکرورباتهای زیست-ترکیبی شامل یک تک باکتری خودران و یک تک ذره حمل بار، با بکارگیری توانایی HOT، کنترل پویا و ترتیب و آرایش دادن دهها ذره نانو کروی (nonspherical) در هر پیکربندی و آرایش

مطلوب را به انجام رساندند. نیروی محرکه مونتاژ نوری میکرورباتها، پتانسیل این روش را به عنوان یک استراتژی قدرتمند برای ساخت میکرورباتهای زیست-ترکیبی نشان میدهد. که میتواند به عنوان وسیلهای برای حمل و انتقال در زمینهی انتقال دارو به مکانهای غیر قابل دسترس مفید واقع شود.

در آینده، این گروه قصد استفاده از ظروف و قالبهای نانوی (nanocontainers) تدارک دیده شده با مولکولهای زیستی را دارد. زیرا قالبهای مذکور برای تعامل با سطح سلول شناخته شده هستند. این مرحله، فرصتهای آینده را برای ساخت سیستمهای میکروربات زیست-پزشکی فراهم خواهد کرد.



نانو ذره سیلیکون گزینه ای جدید برای ترانزیستور فوق سریع تمام نوری

حالی است که در نسل بعدی کامپیوترهای نوری، که در آنها فوتونها حامل سیگنال موثر هستند، مقدار اطلاعات منتقل شده از ترانزیستور در هر ثانیه به شدت افزایش می یابد. به همین دلیل، مساله ساخت یک ترانزیستور تمام نوری فشرده و فوق سریع مطرح میشود که در زمینه توسعه محاسبات نوری مفید واقع شود. با استفاده از چنین نانو ابزاری دانشمندان، قادر به کنترل انتشار پرتو سیگنالهای نوری با استفاده از پرتو کنترلی خارجی در عرض چند پیکوثانیه می-شوند.

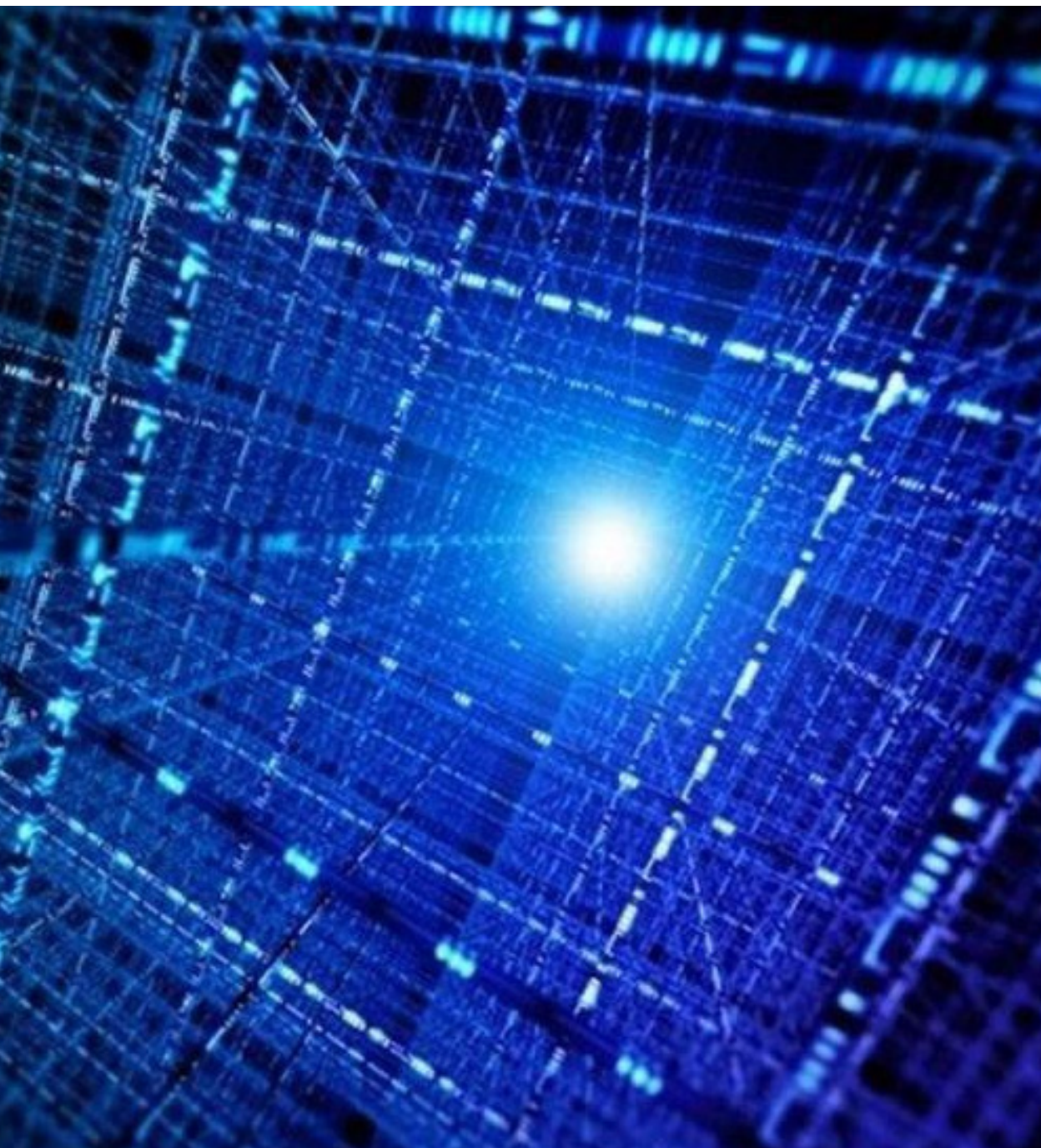
در این مطالعه، محققان با طرح رویکردی کاملاً جدید در طراحی این ترانزیستور نوری و تنها با استفاده از یک نانوذره سیلیکان یک نمونه اولیه از این ترانزیستورها را ساختند. دانشمندان دریافتند که میتوانند با تابش یک پالس لیزر شدید و بسیار کوتاه، به طور چشمگیری خواص نانوذرات سیلیکان را تغییر دهند. بنابراین لیزر به عنوان یک پرتو کنترلی عمل میکند که با تحریک اپتیکی پلاسمای

این تصویر همراه با اخبار دانشگاه ITMO مبنی بر تشریح چگونگی کاربرد نانوذرات سیلیکان بعنوان ترانزیستور تمام نوری منتشر شده است.

در تحقیقی که در مجله Nano Letters توسط فیزیکدانان دانشکدهی نانوفوتونیک و فرامواد دانشگاه ITMO (سن پترزبورگ، روسیه) منتشر شده امکان طراحی یک ترانزیستور آنالوگ نوری با استفاده از نانوذره سیلیکان واحد تشریح شده است.

از آنجا که ترانزیستور از اساسی ترین اجزای مدارهای محاسباتی است، نتایج این مطالعه اهمیت حیاتی برای توسعه کامپیوتر نوری دارد. چرا که در این نسل از کامپیوترها، ترانزیستور باید بسیار کوچک و فوق سریع باشد.

عملکرد کامپیوتر های مدرن، که در آنها الکترون حامل سیگنال است، تا حدود زیادی به دلیل زمان مورد نیاز برای تریگر(تحریک اولیه) ترانزیستور(معمولاً بین ۱ تا ۱۰ نانوثانیه) محدود شده است. این در



چگال، ضریب گذردهی دی- الکترونیک سیلیکان را برای چندپیکوثانیه تغییر میدهد.

بنابر گفتهی سرگئی ماکاروف، نویسنده ارشد این مقاله و محقق ارشد در دانشکدهی نانو فوتونیک و فرا مواد " به طور کلی، محققان در این زمینه بر روی طراحی ترانزیستور تمام نوری در مقیاس نانو با استفاده از کنترل جذب نانو ذرات متمرکز شده اند که در اصل، به طور کامل منطقی است. در وضعیت جذب بالا، سیگنال نور بوسیلهی نانوذرات جذب میشود و نمیتواند عبور کند؛ در حالیکه در خارج از این وضعیت نور می تواند از نانوذرات عبور کند و انتشار یابد. اگرچه این روش منجر به نتیجه قطعی نشد."

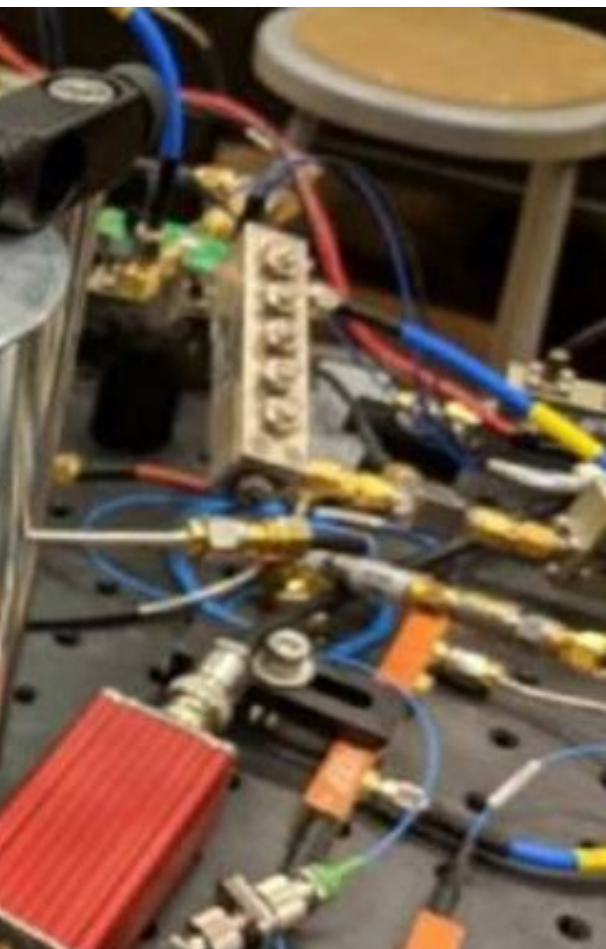
"ایده ما از این جهت متفاوت است که به جای کنترل خواص جذب نانوذرات، نمودارپراکندگی آن را کنترل میکنیم. شاید بهتر باشد بگوییم این نانوذره به طور معمول تقریباً تمام نور تابشی را رو به عقب پراکنده میکند، اما زمانی که ما آن را تحت تشعشع یک پالس کنترلی قرار میدهیم، مجدداً شکل گیری شده و رو به جلو پراکنده می شود."

انتخاب سیلیکان به عنوان یک ماده برای ترانزیستور نوری اتفاقی نبود. برای ساخت یک ترانزیستور نوری به مواد ارزان قیمت نیاز داریم که پاسخگوی تولید انبوه باشد و در عین حال قادر به تغییر خواص اپتیکی خود در چند پیکوثانیه (در رژیم پلاسماي چگال الکترون-حفره) بدون گرم شدن بیش از حد باشد.



پالس های لیزر ۱۰۰ برابر سریعتر از لیزرهای فوق سریع

تثبیت شده و فیلتر شده اند، گفت: "ما نور را با یک قوطی آلومینیومی رام کردیم."



فیزیکدانان مؤسسه ملی استاندارد و فناوری (NIST) از الکترونیک رایج برای ساخت یک لیزر استفاده می کنند که تپش پالسی ۱۰۰ برابر بیشتر از لیزرهای معمولی فوق سریع دارد. پیشرفت می تواند مزایای دانش فوق سریع را به برنامه های جدیدی مانند تصویربرداری بلادرنگ از مواد بیولوژیکی گسترش دهد.

تکنولوژی برای ساخت لیزرهای الکترواپتیکی حدود پنج دهه است که وجود داشته است و این ایده به نظر می رسد به طور فریبنده ای جذاب بوده باشد. اما تا به حال محققان قادر نبوده اند که سوئیچ نور را روشن کنند تا پالس های فوق سریع بسازند و نویز یا تداخل الکترونیکی را حذف کنند.

همانطور که در شماره ۲۸ سپتامبر مجله Science توضیح داده شده است، دانشمندان NIST یک روش فیلترینگ برای کاهش تداخل القای گرمایی ایجاد کرده اند که در غیر این صورت سبب خراب کردن استحکام نوری که به صورت الکترونیکی ترکیب شده است می شد.

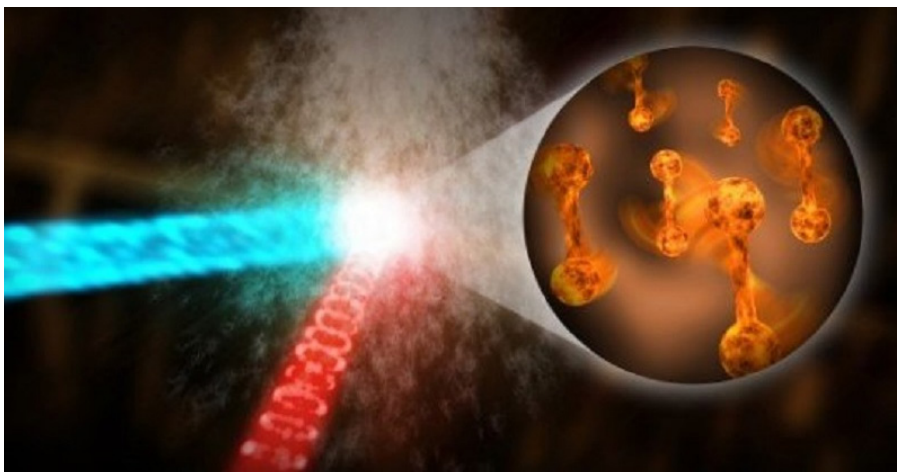
اسکات پاپ، رهبر پروژه، با اشاره به "حفره" که در آن سیگنال های الکترونیکی

است، که چند سال پیش با نانوتکنولوژی به فرهنگ لغت معرفی شده است (نانو ثانیه یک بیلیونم ثانیه است). منبع مرسوم نور فوق سریع یک شانه فرکانس اپتیکی است که یک "خط کش" دقیق برای نور است. شانه ها معمولا با لیزرهای "حالت قفل شده" پیشرفته ساخته می شوند که پالس هایی از رنگ های مختلف امواج نور که همپوشانی دارند

همانطور که سیگنالها در داخل چیزی مانند یک قوطی نوشابه عقب و جلو می جهند، امواج ثابت در قویترین فرکانس بیرون می آیند و فرکانسهای دیگر را مسدود یا فیلتر می کنند.

فوق سریع به رویدادهایی که در حد چند پیکو ثانیه (تریلیونم ثانیه) تا چند فمتو ثانیه (کوادرلیونم ثانیه) طول می کشند اشاره می کند. این سریعتر از رژیم نانومقیاس





پاپ گفت: "تصویربرداری شیمیایی و بیولوژیکی نمونه خوبی از کاربردهای این نوع لیزر است." "کاوش نمونه های بیولوژیکی با پالس های فوق سریع، هم اطلاعات تصویری و هم اطلاعات آرایش شیمیایی را فراهم می کند. با استفاده از تکنولوژی ما این نوع تصویربرداری می تواند به طور چشمگیری سریعتر رخ دهد. بنابراین تصویربرداری ماوراء طیفی که در حال حاضر یک دقیقه طول می کشد می تواند به صورت بلادرنگ اتفاق افتد."

برای ساخت لیزر الکترو اپتیکی، محققین NIST با یک لیزر موج پیوسته مادون قرمز شروع می کنند و پالس ها را با یک نوسان ساز تثبیت شده توسط حفره ایجاد می کنند که معادل یک حافظه را برای اطمینان از اینکه همه پالس ها یکسان هستند فراهم می کند. لیزر پالس های نوری را با نرخ میکروویو تولید می کند و هر پالس هدایت می شود به میان یک ساختار موجبر

تشکیل می دهند و موجب ایجاد ارتباط بین فرکانس های نوری و میکروویو می شوند. همکاری سیگنال های نوری و میکروویو موجب پیشرفت های جدید در ارتباطات، زمانبندی و سیستم های سنجش کوانتومی می شود.

در مقابل، لیزر الکترواپتیکی جدید NIST، ارتعاشات الکترونیکی میکروویو را بر روی یک لیزر موج پیوسته که در فرکانس های نوری عمل می کند، تحمیل می کند و به طور مؤثر، پالس ها را به نور تبدیل می کند. دیوید کارلسون، نویسنده ارشد مقاله، گفت: "در هر لیزر فوق سریع، هر پالس برای حدود مثلاً ۲۰ فمتو ثانیه طول می کشد." "در لیزرهای حالت قفل شده، پالس ها در هر ۱۰ نانو ثانیه بیرون می آیند. در لیزر الکترو اپتیکی ما پالس ها در هر ۱۰۰ پیکو ثانیه بیرون می آیند، بنابراین افزایش سرعتی در این جا داریم - پالس های فوق سریعی که ۱۰۰ بار سریعتر یا بیشتر وارد می شوند."

میکرو تراشه تا رنگ های خیلی بیشتری را در شانه فرکانس تولید کند.

همانطور که سیگنالها در داخل چیزی مانند یک قوطی نوشابه عقب و جلو می جهند، امواج ثابت در قویترین فرکانس بیرون می آیند و فرکانسهای دیگر را مسدود یا فیلتر می کنند.

پاپ گفت: لیزر الکترو اپتیکی سرعت بی سابقه ای در ترکیب با دقت و پایداری ارائه می دهد که با لیزر قفل شده ای حالت قابل مقایسه است. لیزر با استفاده از اجزای مخابراتی تجاری و میکروویو ساخته شد و سیستم ساخته شده بسیار قابل اعتماد بود. ترکیبی از قابلیت اطمینان و دقت، شانه های الکترو اپتیکی را برای اندازه گیری های طولانی مدت شبکه های ساعت اپتیکی یا ارتباطات یا سیستم های حسگر، که در آن داده ها باید سریعتر از آنچه که در حال حاضر امکان پذیر است به دست آورده شوند، جذاب می سازد.

سریعترین عکس های فوری جهانی از پراکندگی الکترونی حرکت های اتمی در گازها دانشمندان پیشرفت قابل توجهی در زمینه ساخت فیلم های فرآیند اتمی بسیار سریع با کاربردهای بالقوه در تولید انرژی، شیمی، پزشکی، علوم مواد و غیره حاصل کرده اند. محققان با استفاده از یک دوربین الکترونی با وضوح بالا و با رزولوشن بالا، که یک ابزار جدید برای پراش الکترونی فوق سریع (UED) است، سریع ترین تصاویر

UED از مولکول های نیتروژن در حال چرخش در یک گاز را با یک رکورد سرعت شاتر ۱۰۰ کوادریلیونم ثانیه گرفته اند. این نشان از پتانسیل تکنولوژی برای ساخت فیلم های مولکولی واکنش شیمیایی به صورت بلادرنگ دارد.

لیزر الکترو اپتیکی جدید ۱۰۰ برابر سریعتر از نور معمولی فوق سریع تپش دارد توضیح تصویر: در آزمایش خود، دانشمندان ابتدا مولکول ها را که در آنها دو اتم نیتروژن از طریق پیوند شیمیایی قوی به هم وصلند با نور لیزر (قرمز) همخط کردند. سپس آنها چرخش بعدی مولکول ها را با گرفتن عکس های فوق سریع با پرتو الکترونی (آبی) بررسی کردند. اعتبار: آزمایشگاه شتاب دهنده ملی

SLAC

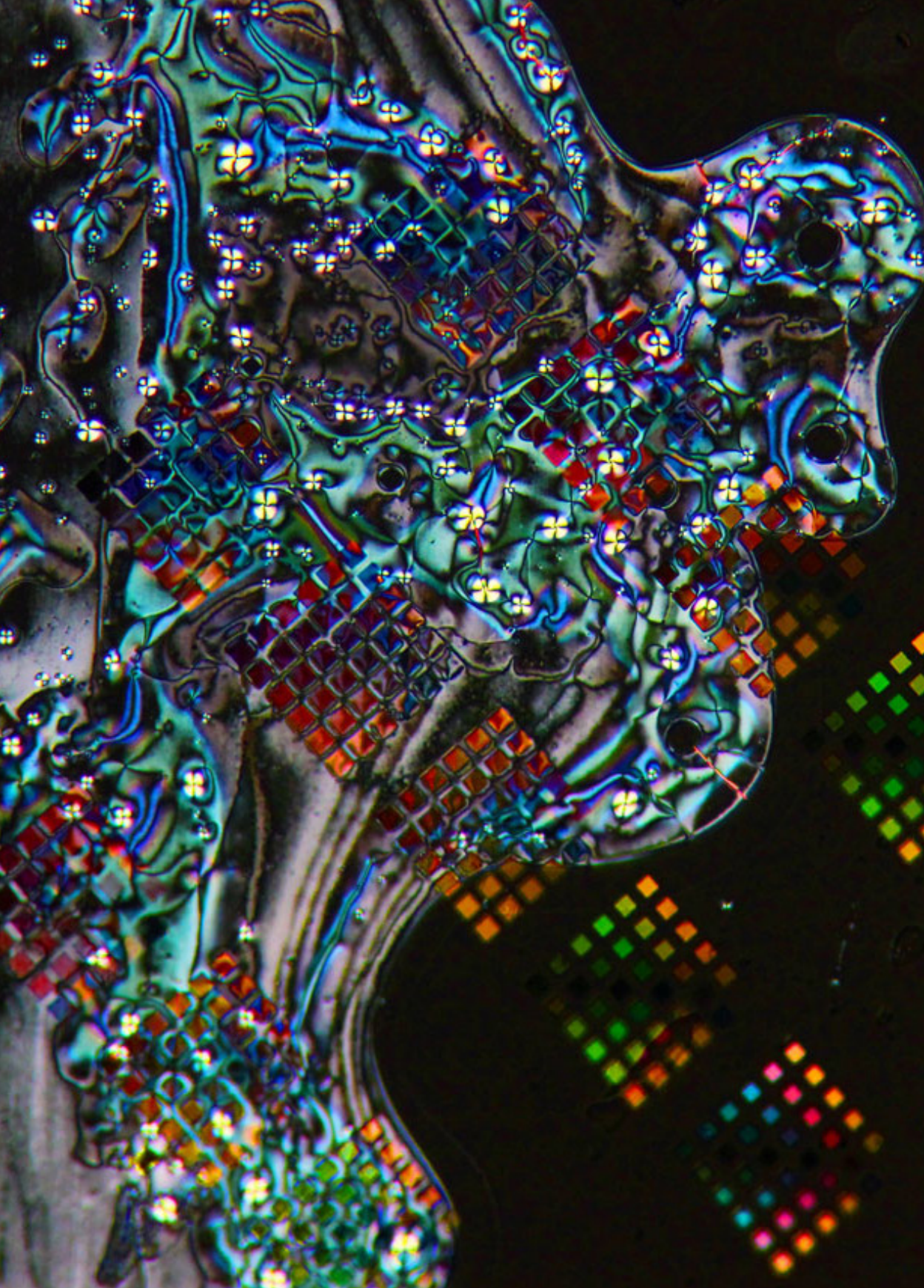
دانشمندان به زودی رویای حس کوچکترین و سریع ترین پدیده های طبیعت را به صورت بلادرنگ تعبیر می کنند. به عنوان مثال، تماشای زیست مولکول ها، انجام واکنش های شیمیایی پایدار در طول زندگی را با سرعت بالا تسهیل می کند و در جزئیات اتمی می تواند به دانشمندان راه های جدیدی برای تولید کاتالیزورهای شیمیایی کارآمد را آموزش دهد. با این حال، بیشترین تکنیک های موجود یا در سرعت و یا در جزئیات تفوق دارند، نه در هر دو.

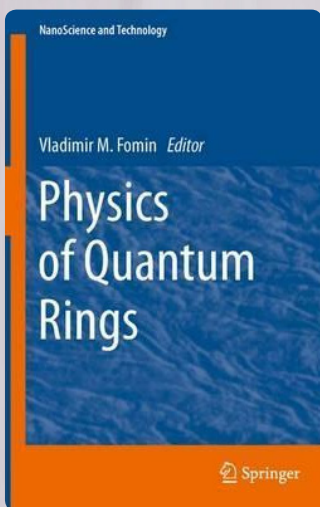
منبع: rasekhoon.net

عکس منتخب این شماره

انکسار مضاعف از کریستال‌های مایع بر روی نانوساختار آرایه‌های پیکسل (در زیر میکروسکوپ نوری) ترتیبات رنگ غیر معمول را نمایش می‌دهد.

منبع عکس: Calum Williams, University of Cambridge, U.K.





معرفی کتاب

Physics of Quantum Rings

فیزیک حلقه‌های کوانتومی

انتشارات: Springer-Verlag Berlin Heidelberg

نویسندگان: Vladimir M. Fomin

سال انتشار: ۲۰۱۴

قیمت: ۱۱۸ دلار

تعداد صفحات: ۴۸۷

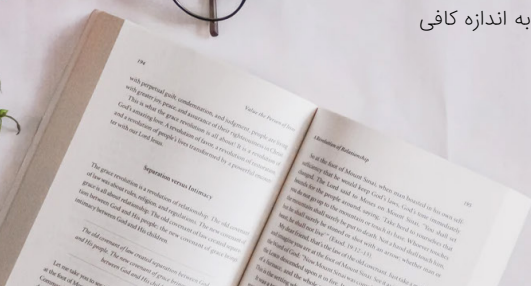
چکیده کتاب:

نشان دهد. یافته‌های ارائه شده در این کتاب به توسعه کم هزینه با کارایی بالا الکترونیکی، اسپینترونیک، اپتوالکترونیک و دستگاه‌های پردازش اطلاعات بر اساس حلقه‌های کوانتوم کمک می‌کند.

این کتاب به کلاس جدیدی از مواد، حلقه‌های کوانتوم می‌پردازد. پیشرفت‌های نوآورانه اخیر در فیزیک تجربی و نظری حلقه‌های کوانتوم بر اساس پیشرفته‌ترین تکنیک‌های ساخت و خصوصیات پیشرفته و همچنین روش‌های نظری است.

تلاش‌های آزمایشی امکان بدست آوردن کلاس جدیدی از حلقه‌های کوانتومی نیمه هادی را دارد که با درپوش گذاشتن نقاط کوانتومی خود سازمان یافته رشد یافته توسط اپیتاکسی پرتو مولکولی تشکیل شده است. ویژگی‌های نوری و مغناطیسی جدید حلقه‌های کوانتوم با توپولوژی غیر پیش پا افتاده در مقیاس نانو مرتبط است. توصیف کافی حلقه‌های کوانتومی بر اساس روش‌های مدرن توصیف ساختارهای نانو، مانند میکروسکوپ تونل زنی اسکن، امکان پذیر است.

سطح بالایی از پیچیدگی نشان داده شده است که برای یک مدل نظری اختصاصی مورد نیاز است تا ویژگی‌های خاص حلقه‌های کوانتوم را به اندازه کافی



INTERNATIONAL WEBINAR ON OPTICS, LASERS & PHOTONICS TECHNOLOGY

THEME:

A new discipline that is focused on science



OCTOBER 29-30, 2020

International Conference on Optics, Lasers & Photonics Technology provides a stage to broaden the invention by introducing among scholastic associations and learning exchange from analysis to the business. Optics, Lasers & Photonics Technology Conference gains new information which is able to be valuable for growth within the field of generating new plans and ideas to reinforce yourself and your skilled profession.

Scan Here
For Details

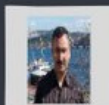


f Conference-mind
 ConferenceMind
 in company/conferencemind-conference

Organising
committee :-



Osman Adiguzel
Professor
Ankara University,
TURKEY



Ahmet Altuncu
Professor
Dumlupinar University,
TURKEY



Andrei Ivanov
Head of the Department
Optical Physics ITMO University,
RUSSIA



Günter Kuno Paul Nimtz
Professor
University of Cologne,
GERMANY

<https://www.conferencemind.com/conference/opticslasersphotonictchnology>

+91 7735912022 academic@conferencemind.com