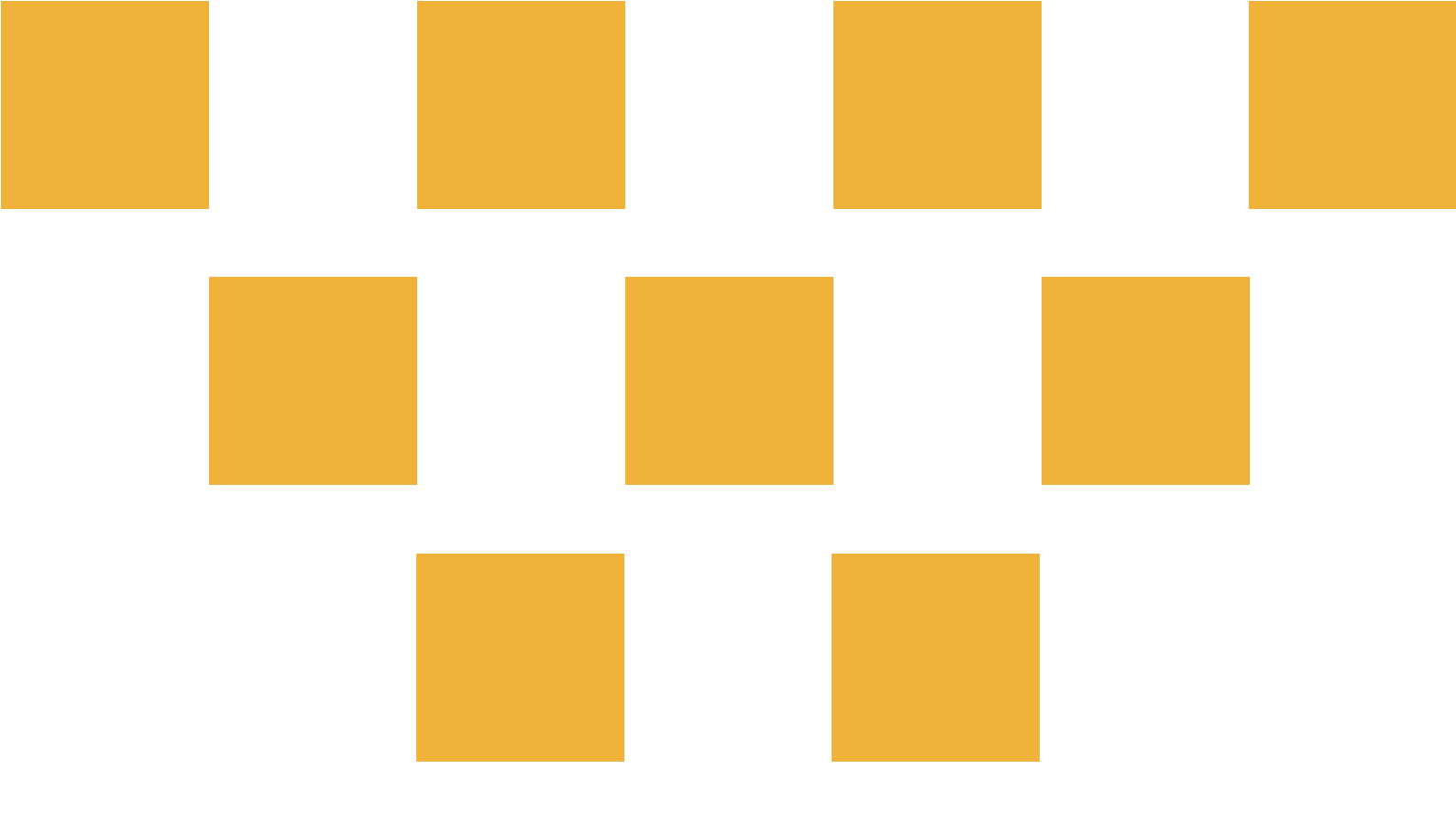




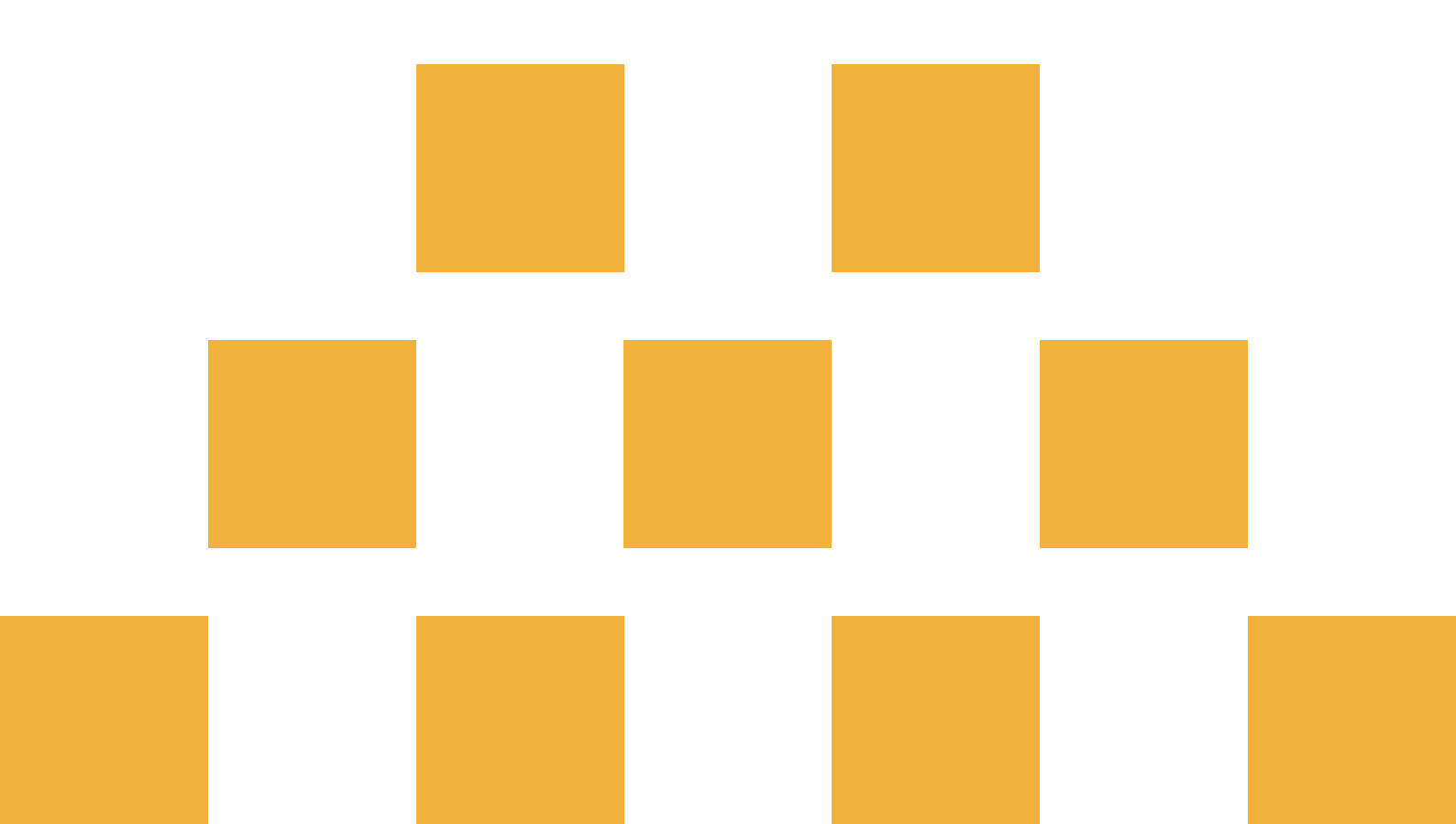
چالش

ماهنامه فوتونیک دانشگاه تبریز
سال چهارم / شماره بیست و چهارم / اسفند ۱۴۰۳





بنام خالق هستی بخش



بسم الله الرحمن الرحيم



ماهنامه علمی دانشجویی چالش رشته فوتونیک

سال چهارم / شماره بیست و چهارم / اسفند ۱۴۰۳

صاحب امتیاز: انجمن علمی دانشجویی فوتونیک دانشگاه تبریز

استاد مشاور: دکتر آذر وفارد

مدیر مسئول: امیر محمد جامبر

شورای سردبیران: ایمان سرام - سارا تخمه چیان - حانیه پورفرش

هیئت تحریریه: مهرداد بهمن زیاری - امیر محمد جامبر - پوریا جباری نژاد

پرینا خراسانی - سجاد صبوری - مبینا سیدی

شماره مجوز: ۹۷۳ ک.ن.ت

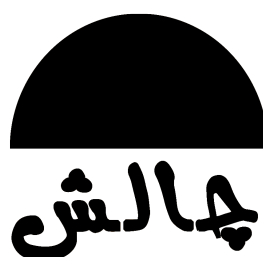
ویراستار: امیر محمد جامبر

طراح و صفحه آرا: امیر محمد جامبر

با تشکر از سرکار خانم دکتر آذر وفارد، استاد مشاور انجمن

های علمی دانشکده فیزیک، و اساتید دانشکده فیزیک

که ما را در تهیه نشریه یاری نمودند.



راه های ارتباطی

 photonic.of.2021@gmail.com

  photonic_of_tabrizuniversity

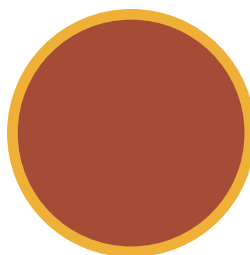
سخن آغازین ۴

نظریه ریسمان ۵

کاربرد لیزر در از بین بردن باکتری ها ۷

انحراف رعد و برق با لیزر ۱۰

آشنایی با پاد ماده ۱۲



Polarisation von Licht15

Arten von Lasern17

Lidar19

Introduction to Photon States22

سخن آغازین

بنام خداوند آفریننده نور

ضمن عرض سلام به همه خوانندگان محترم نشریه چالش نشریه چالش در سال ۱۴۰۰ مجوز شروع به فعالیت خود را گرفته است و با تلاش دانشجویان علاقمند به رشته فوتونیک برای معرفی هر چه بهتر این رشته قدم برمی دارد. خوشحالیم که خداوند این توفیق را برای ما داد تا در آخرین شماره سال ۱۴۰۳ نشریه چالش در خدمت شما عزیزان باشیم. در سالی که گذشت نشریه چالش توانست در هفدهمین جشنواره بین المللی حرکت خوش بدرخشد و رتبه شایسته تقدیر را کسب نماید. همچنین در این سال توانستیم بعد از تبدیل فصلنامه به ماهنامه چالش، نشریه را بطور منظم منتشر نماییم. امیدواریم تا در سال پیش رو نیز با انتشار موضوعات جدید و سرفصل هایی بارویکرد جدید نظر مخاطبان را بیش از پیش جذب نماییم. در این شماره مطالبی که مطالعه می کنید شامل آشنایی با نظریه ریسمان، کاربرد لیزر در از بین بردن باکتری ها، انحراف رعد و برق با لیزر و آشنایی با پادماده می باشد. و در نهایت، این شماره هم طبق روال گذشته با مقاله های زبان خارجی که در مورد مباحث مختلف فوتونیک می باشد خاتمه می یابد.

در نهایت وظیفه خود می دانم از تمامی عزیزانی که ما را در تهیه نشریه یاری نمودند به ویژه از جناب آقای دکتر بهروز رضائی، استاد مشاور سابق انجمن، سرکار خانم دکتر آذر وفافرد، استاد مشاور انجمن و اعضای هیئت تحریریه نشریه نهایت قدردانی را بجا آورده باشم.

امیرمحمد جامبر
مدیر مسئول نشریه چالش

نظریه ریسمان

پلی میان نسبیت و مکانیک کوانتومی

میناسیدی / دانشجوی کارشناسی
فیزیک مهندسی / دانشگاه تبریز

مقدمه

در دنیای علم، یکی از چالش‌های بزرگ فیزیکدانان این بوده است که قوانین طبیعت را در قالب یک نظریه واحد توضیح دهند. نسبیت عام اینشتین به طور فوق‌العاده‌ای گرانش و رفتار جهان در مقیاس بزرگ، مانند سیارات و کهکشان‌ها، را توضیح می‌دهد. از سوی دیگر، مکانیک کوانتومی دنیای ذرات زیراتمی را که در مقیاس بسیار کوچک رخ می‌دهد، به طور دقیق توصیف می‌کند. اما این دو نظریه با یکدیگر سازگار نیستند و هنگام تلاش برای ترکیب آن‌ها، نتایج به بن‌بست می‌رسند. نظریه ریسمان به عنوان یک ایده انقلابی وارد صحنه شد تا این شکاف را پر کند. در این مقاله به توضیح اصول اساسی نظریه ریسمان و اهمیت آن می‌پردازیم.

نظریه ریسمان چیست؟

در فیزیک کلاسیک، ذرات بنیادی مانند الکترون، کوارک و فوتون به عنوان نقاط بدون ابعاد در نظر گرفته می‌شوند. اما نظریه ریسمان یک رویکرد کاملاً متفاوت را ارائه می‌دهد. این نظریه بیان می‌کند که این ذرات در واقع رشته‌های بسیار کوچک و ارتعاش پذیر هستند که طول آن‌ها در حد متر است. این ریسمان‌ها ممکن است به شکل حلقه یا خطوط باز باشند و نحوه لرزش آن‌ها تعیین می‌کند که چه نوع ذره‌ای مشاهده می‌شود. به زبان ساده، هر ریسمان مانند یک سیم گیتار است که ارتعاشات مختلف آن منجر به ایجاد صداهای متفاوتی می‌شود. در اینجا، ارتعاشات مختلف ریسمان‌ها منجر به تشکیل ذرات مختلف می‌شود.

ابعاد اضافی در نظریه ریسمان

یکی از مفاهیم شگفت‌انگیز این نظریه، پیش‌بینی وجود ابعاد بیشتر از چهار بعد (سه بعد مکانی و یک بعد زمانی) است. این نظریه ادعا می‌کند که جهان ما دارای ده یا یازده بعد است. اما چرا ما این ابعاد اضافی را نمی‌بینیم؟ پاسخ این است که این ابعاد به قدری کوچک و در هم پیچیده هستند که فقط در مقیاس‌های بسیار کوچک و در شرایط خاص قابل تشخیص هستند. برای تصور این موضوع، می‌توان یک سیم برق را مثال زد. از دور، سیم به صورت یک خط دیده می‌شود، اما از نزدیک مشخص می‌شود که سطح سیم دارای پیچیدگی‌های بیشتری است.

یکپارچه‌سازی نیروهای طبیعت

یکی از مهم‌ترین دستاوردهای نظریه ریسمان، توانایی آن در یکپارچه‌سازی نیروهای بنیادین طبیعت است. در حال حاضر، چهار نیروی اصلی در طبیعت شناخته شده‌اند: نیروی گرانش، نیروی الکترومغناطیسی، نیروی هسته‌ای قوی و نیروی هسته‌ای ضعیف. نظریه ریسمان می‌تواند تمام این نیروها را در قالب یک نظریه واحد توضیح دهد و به همین دلیل به (نظریه همه چیز) نیز معروف شده است. به طور خاص، نسخه‌ای از نظریه ریسمان که به نظریه (ابرریسمان) معروف است، وجود ذرات فرمیونی (مانند الکترون) و بوزونی (مانند فوتون) را توضیح می‌دهد و میان آن‌ها ارتباط برقرار می‌کند.



چالش‌ها و محدودیت‌ها

با وجود جذابیت‌های نظریه ریسمان، این نظریه هنوز تایید تجربی نشده است. آزمایش‌های تجربی برای اثبات این نظریه نیازمند انرژی‌هایی بسیار بالاتر از توانایی شتاب‌دهنده‌های کنونی مانند برخورددهنده هادرونی بزرگ هستند. علاوه بر این، برخی دانشمندان معتقدند که نظریه ریسمان بیش از حد به ریاضیات پیچیده وابسته است و ممکن است هرگز قابلیت آزمایش مستقیم را نداشته باشد. با این حال، این نظریه الهام‌بخش پیشرفت‌های زیادی در فیزیک نظری و ریاضیات بوده است.

نتیجه‌گیری

نظریه ریسمان یکی از جسورانه‌ترین تلاش‌های علمی برای درک طبیعت و ماهیت جهان است. اگرچه هنوز در مراحل تحقیقاتی و نظری قرار دارد، اما افق‌های جدیدی را برای فهم عمیق‌تر از کیهان باز کرده است. این نظریه نه تنها می‌تواند به ما کمک کند که دو نظریه بزرگ قرن بیستم را متحد کنیم، بلکه ممکن است پاسخ‌هایی برای پرسش‌های بی‌پاسخ در مورد آغاز و سرانجام جهان ارائه دهد.

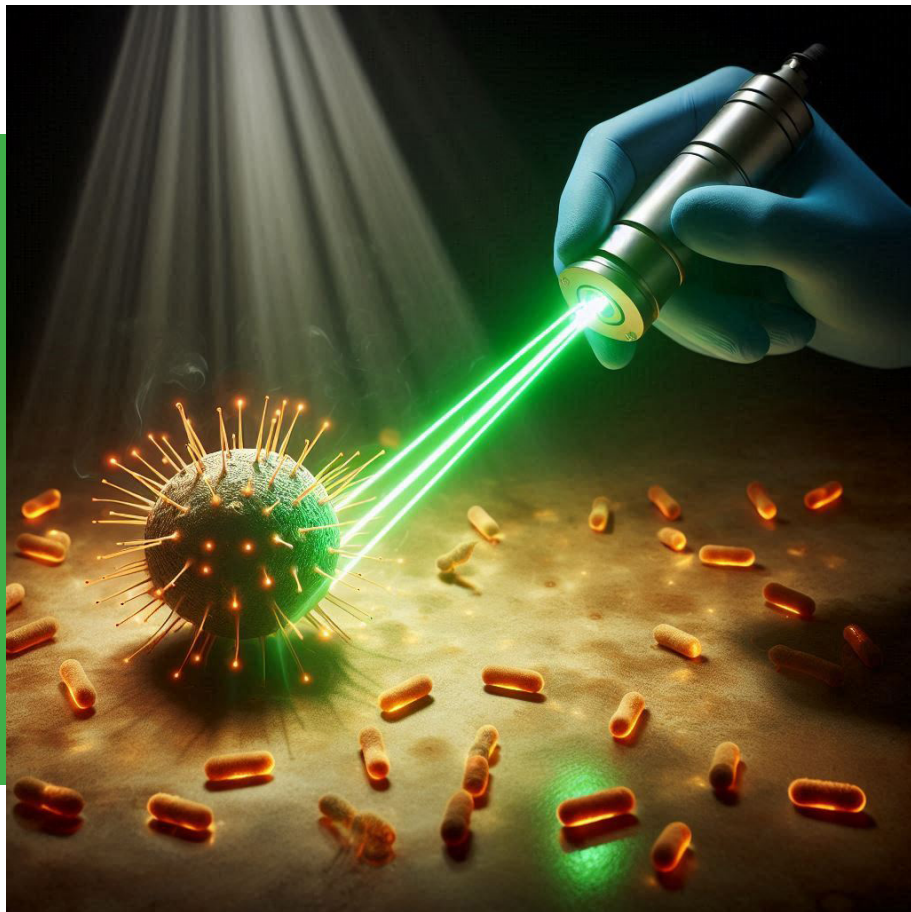
در نهایت، نظریه ریسمان نمادی از کنجکاوی بشر برای درک ناشناخته‌هاست. حتی اگر این نظریه کامل یا درست نباشد، مسیر تحقیقاتی آن نشان می‌دهد که علم همواره در حال پیشرفت است و هر پاسخ جدید، پنجره‌ای به سوی پرسش‌های جدیدتر باز می‌کند.

منابع

1. Greene, B. (1999). The Elegant Universe: Superstrings, Hidden Dimensions, and the Quest for the Ultimate Theory. W. W. Norton & Company.
2. Kaku, M. (2005). Parallel Worlds: A Journey Through Creation, Higher Dimensions, and the Future of the Cosmos. Anchor.
3. Polchinski, J. (1998). String Theory. Cambridge University Press.
4. Randall, L. (2005). Warped Passages: Unraveling the Mysteries of the Universe's Hidden Dimensions. Harper Perennial.
5. Zwiebach, B. (2004). A First Course in String Theory. Cambridge University Press.

استفاده از فناوری لیزر برای مبارزه با عفونت های باکتریایی

پوریا جباری نژاد / دانشجوی کارشناسی
فیزیک مهندسی / دانشگاه تبریز



مکانیسم‌های تخریب باکتری

۱. **تخریب حرارتی:** برخی از لیزرها، به ویژه لیزرهای موجود در طیف مادون قرمز، می توانند هنگام جذب توسط سلول های باکتری، گرما تولید کنند. این گرما می تواند پروتئین ها را دناتوره کند و ساختار سلولی را مختل کند و منجر به مرگ باکتری شود.

۲. **درمان فوتودینامیک (PDT):** این روش شامل استفاده از لیزر همراه با عوامل حساس کننده به نور است. هنگامی که این عوامل توسط نور لیزر فعال می شوند، ROS تولید می کنند که می تواند آسیب قابل توجهی به سلول های باکتریایی وارد کند و غشاء و عملکرد متابولیک آن ها را مختل کند.

۳. **هدف گیری انتخابی:** محققان در حال بررسی راه هایی برای افزایش گزینش پذیری لیزر برای سلول های باکتریایی بر روی سلول های انسانی هستند. با استفاده از طول موج های خاص یا ترکیب لیزر با عوامل هدف، ممکن است بتوان آسیب به بافت های سالم اطراف را به حداقل رساند.

مقدمه

افزایش باکتری های مقاوم به آنتی بیوتیک به یکی از نگرانی های اصلی در پزشکی نوین تبدیل شده است و محققان را بر آن داشته تا روش های جایگزین برای مبارزه با عفونت ها را بررسی کنند. یکی از رویکردهای نوآورانه که مورد توجه قرار گرفته، استفاده از فناوری لیزر برای از بین بردن باکتری ها است. این مقاله به علم پشت این روش، کاربردهای بالقوه آن و آینده لیزر در ریشه کنی میکروبی می پردازد.

آشنایی با اصول

لیزرها که پرتوهای متمرکز نور ساطع می کنند، می توانند انرژی تولید کنند که بر مواد زیستی تاثیر می گذارد. وقتی لیزرها به سمت باکتری ها هدایت می شوند، بسته به طول موج و زمان قرار گرفتن در معرض می توانند اثرات مختلفی را ایجاد کنند. مکانیسم های اولیه شامل تخریب حرارتی، آسیب ناشی از فوتودینامیک یا تولید گونه های فعال اکسیژن (ROS) است که می تواند منجر به مرگ سلول های باکتریایی شود.

کاربردها در پزشکی

کاربرد فناوری لیزر در محیط های پزشکی شامل موارد زیر است:
روش های جراحی: لیزر را می توان برای استریل کردن وسایل جراحی و نواحی درمانی استفاده کرد و خطر عفونت های بعد از عمل را کاهش داد.

ترمیم زخم: لیزر درمانی ممکن است با هدف قرار دادن و از بین بردن باکتری ها و در عین حال تحریک ترمیم بافت، باعث بهبود زخم های عفونی شود.

درمان های دندانپزشکی: لیزرها قبلا در دندانپزشکی برای درمان لثه ها و حفره های عفونی استفاده می شوند و اثربخشی خود را در ریشه کنی باکتری های موضعی نشان می دهند.

چالش ها و محدودیت ها

علیرغم وعده فناوری لیزر در از بین بردن باکتری ها، چندین چالش باقی مانده است:

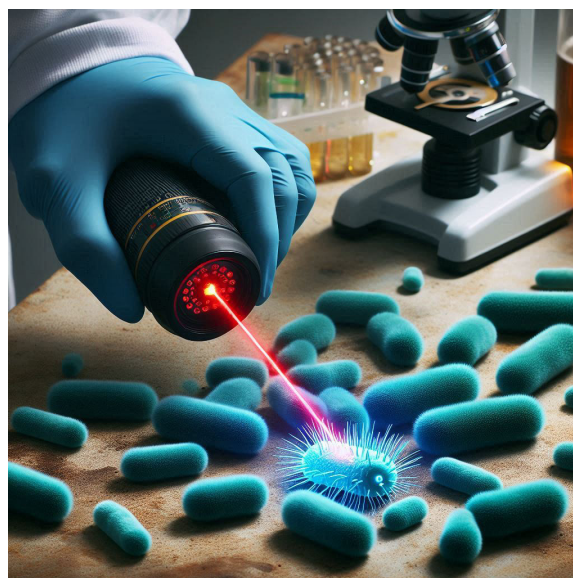
عمق نفوذ: اثر لیزر ممکن است با عمق بافت کاهش یابد و استفاده از آن ها در درمان عفونت های عمیق تر محدود شود.

تغییر پذیری در پاسخ باکتری: گونه های مختلف باکتریایی سطوح مختلفی از حساسیت را نسبت به درمان با لیزر نشان می دهند که نیاز به رویکردهای مناسب برای عفونت های مختلف دارد.

نگرانی های ایمنی: احتمال آسیب جانبی به بافت های سالم باید به دقت مدیریت شود و نیاز به کنترل دقیق بر پارامترهای لیزر دارد.

چشم انداز آینده

تحقیقات در زمینه فناوری باکتری کشی لیزری ادامه دارد، با پیشرفت هایی در طراحی و سیستم های تحویل لیزر که عملی بودن آن ها را در محیط های بالینی افزایش می دهد. همانطور که درک ما از رفتار باکتری ها و تعاملات لیزری بهبود می یابد، این فناوری می تواند نحوه برخورد ما با کنترل عفونت را متحول کند و جایگزینی قدرتمند برای آنتی بیوتیک های سنتی ارائه دهد.



علم برهمکنش لیزر با باکتری

برای درک اثربخشی لیزر در از بین بردن باکتری ها، بررسی نحوه تعامل لیزرها با ساختارهای سلولی در سطح مولکولی ضروری است. باکتری ها از اجزای مختلفی از جمله دیواره های سلولی، غشاهای محتویات سیتوپلاسمی تشکیل شده اند. نور لیزر می تواند تغییراتی را در این ساختارها ایجاد کند و منجر به مرگ سلولی شود.

۱. **آسیب دیواره سلولی:** انرژی لیزر می تواند یکپارچگی دیواره سلولی باکتری را که به عنوان یک مانع محافظ عمل می کند، مختل کند. این می تواند باعث نشت محتویات سلول شود و منجر به لیز سلولی (ترکیدن) و متعاقب آن مرگ شود.

۲. **اختلال غشا:** لیزرها می توانند اثرات حرارتی ایجاد کنند که باعث بی ثباتی لایه فسفولیپیدی غشای باکتریایی می شود. این اختلال می تواند تنفس سلولی و حمل و نقل مواد مغذی را مختل کند و بیشتر زنده ماندن باکتری ها را به خطر بیندازد.

۳. **آسیب مواد ژنتیکی:** لیزرهای با شدت بالا می توانند باعث آسیب مستقیم به DNA باکتری شوند. این آسیب می تواند منجر به جهش یا شکست کامل تکثیر شود و به طور موثر توانایی باکتری را برای تولید مثل و گسترش خنثی کند.

انواع لیزرهای مورد استفاده در تخریب باکتری

بسته به کاربرد خاص و نوع باکتری مورد هدف می توان از انواع مختلفی از لیزرها استفاده کرد:

لیزرهای دیود: این لیزرها که معمولا در محیط های بالینی استفاده می شوند، همه کاره هستند و می توانند برای طول موج های مختلف تنظیم شوند و آن ها را برای اهداف مختلف باکتریایی مناسب می کند. **لیزرهای Nd:YAG:** لیزرهای گارنت آلومینیوم ایتريوم آلائیده شده با نئودیمیم (Nd:YAG) نور مادون قرمز ساطع می کنند و برای نفوذ عمیق تر بافت موثر هستند و در درمان عفونت هایی که به راحتی قابل دسترسی نیستند مفید هستند.

لیزرهای اگزایمر: این لیزرها نور فرابنفش ساطع می کنند و به ویژه برای استریل کردن سطوح و درمان بیوفیلم ها که دسته ای از باکتری ها هستند که به سطوح می چسبند و اغلب در برابر آنتی بیوتیک ها مقاوم هستند، موثر هستند.

مطالعات موردی و کار آزمایی های بالینی

آزمایش های بالینی اخیر برای برجسته کردن کارایی لیزر در درمان عفونت های باکتریایی آغاز شده اند:

مدیریت زخم مزمن: مطالعات نشان داده اند که لیزر درمانی می تواند بار باکتریایی را در زخم های مزمن به میزان قابل توجهی کاهش دهد و باعث بهبود سریع تر و کاهش نیاز به آنتی بیوتیک شود.

درمان پریودنتال: تحقیقات نشان می دهد که درمان پریودنتال با کمک لیزر می تواند به طور موثر باکتری های بیماری زا را در پاکت های پریودنتال کاهش دهد و منجر به بهبود سلامت لثه شود.

عفونت های دستگاه اداری: مطالعات اولیه در حال بررسی استفاده از لیزر برای هدف قرار دادن و از بین بردن باکتری ها در دستگاه اداری است که جایگزین بالقوه ای برای درمان های معمولی است.

ادغام با سایر فناوری ها

آینده فناوری لیزر در تخریب باکتری هانیز ممکن است در ادغام آن با سایر روش های درمانی باشد. برخی از این موارد عبارتند از: لیزر و نانوفناوری: از نانوذرات می توان برای افزایش اثربخشی درمان های لیزری استفاده کرد. به عنوان مثال، نانوذرات طلا می توانند انرژی لیزر را جذب کرده و آن را به گرما تبدیل کنند و یک درمان موضعی ارائه کنند که تخریب باکتری ها را افزایش می دهد و در عین حال آسیب به بافت های اطراف را به حداقل می رساند. لیزر و عوامل ضد میکروبی: ترکیب لیزر با درمان های ضد میکروبی می تواند یک اثر هم افزایی ایجاد کند، جایی که لیزر نفوذ و اثربخشی آنتی بیوتیک های سنتی را افزایش می دهد و به طور بالقوه بر مقاومت غلبه می کند.

ملاحظات قانونی و اخلاقی

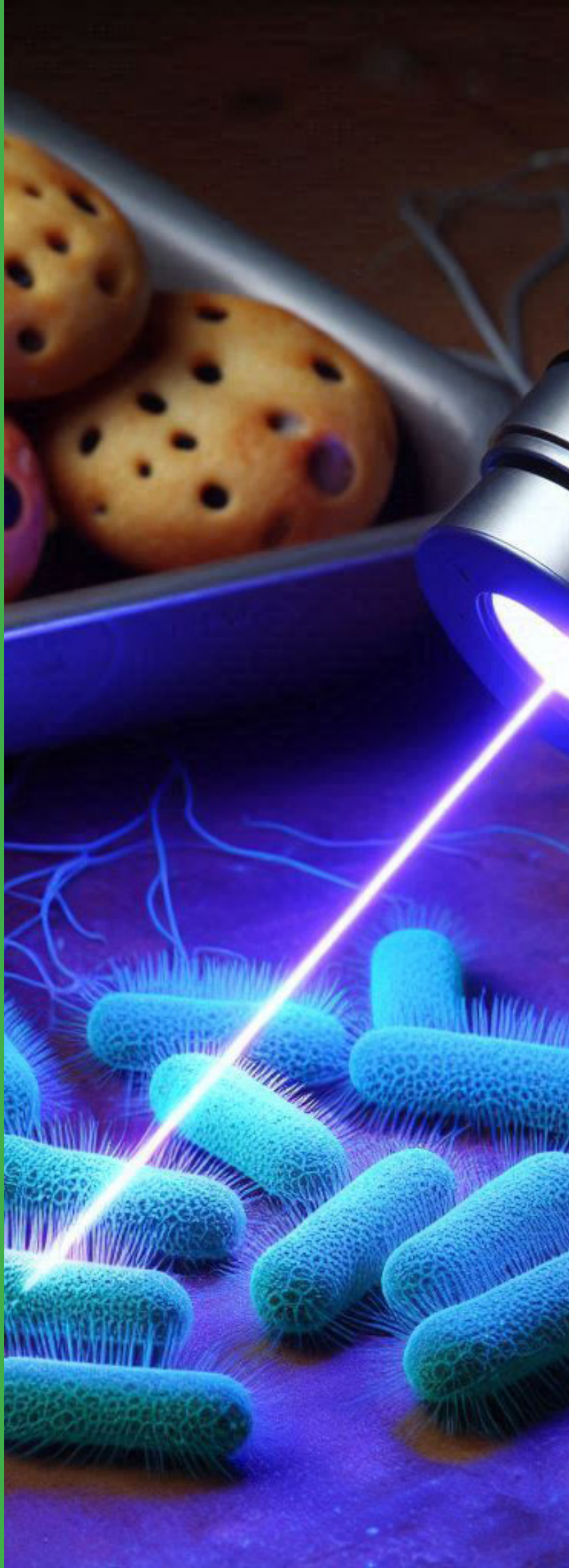
مانند هر فناوری در حال ظهور، استفاده از لیزر در پزشکی باید مسیرهای نظارتی و ملاحظات اخلاقی را دنبال کند: استانداردهای ایمنی: نهادهای نظارتی مانند FDA باید ایمنی و کارایی دستگاه های لیزر را برای درمان باکتری ها ارزیابی کنند و اطمینان حاصل کنند که رفاه بیمار در اولویت قرار دارد. رضایت آگاهانه: بیماران باید به اندازه کافی در مورد خطرات و مزایای درمان های لیزری مطلع شوند.

نتیجه گیری

فناوری لیزر یک مرز امیدوارکننده در مبارزه با عفونت های باکتریایی است، به ویژه در دورانی که مقاومت آنتی بیوتیکی چالش های مهمی را ایجاد می کند. ادامه تحقیق و توسعه در استفاده از این پتانسیل حیاتی خواهد بود و راه را برای درمان های ایمن تر و موثرتر هموار می کند که می تواند به طور چشمگیری نتایج بیماران را در آینده بهبود بخشد.

منابع

1. Boehm, T. K., & Ciancio, S. G. (2011). Diode laser activated indocyanine green selectively kills bacteria. *Journal of the International Academy of Periodontology*, 13(2), 58–63.
2. Dobson, J., & Wilson, M. (1992). Sensitization of oral bacteria in biofilms to killing by light from a low-power laser. *Archives of Oral Biology*, 37(11), 883–887.
3. Wilson, M., & Yianni, C. (1999). Killing of methicillin - resistant *Staphylococcus aureus* by low-power laser light. *J. Med. Microbiol*, 42, 62–66.



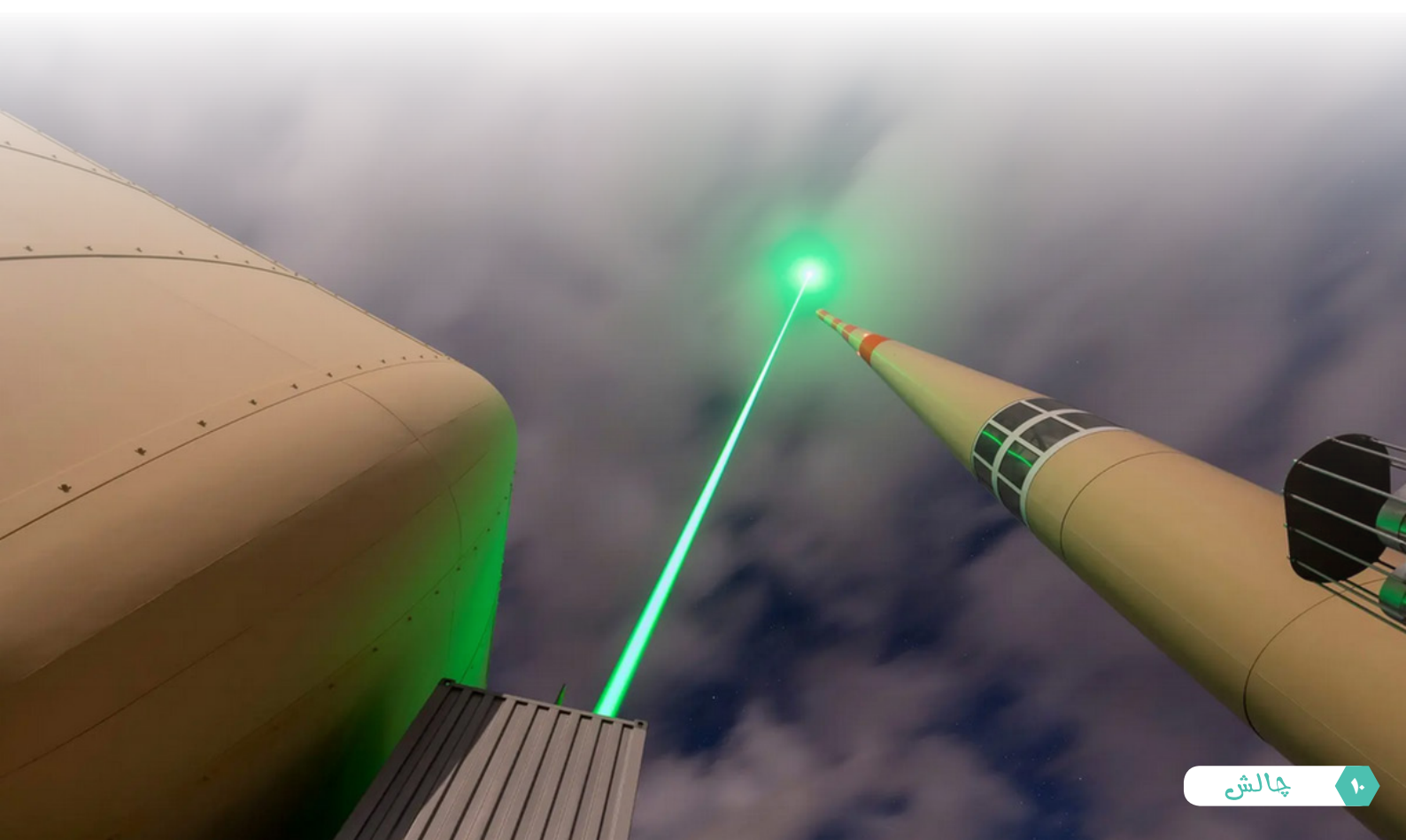
انحراف رعد و برق با لیزر

پرنیا خراسانی / دانشجوی کارشناسی / فیزیک مهندسی / دانشگاه تبریز

مقدمه

توسعه حفاظت رعد و برق مبتنی بر لیزر برای فرودگاه‌ها، سکوها، پرتاب یا زیرساخت‌های بزرگ است. رعد و برق از زمان‌های بسیار قدیم بشر را مجذوب و وحشت کرده است. بر اساس داده‌های ماهواره‌ای، نرخ کل رعد و برق در سراسر جهان، از جمله رعد و برق ابر به زمین و ابر، بین ۴۰ تا ۱۲۰ فلاش در ثانیه تخمین زده می‌شود. تعداد مستند تلفات صاعقه بسیار بالاتر از ۴۰۰۰ است و خسارت صاعقه به میلیاردها دلار در سال می‌رسد. پرکاربردترین محافظ خارجی در برابر برخورد مستقیم صاعقه هنوز هم میله صاعقه است که به عنوان میله فرانکلین یا صاعقه رسان نیز شناخته می‌شود. صاعقه گیر که اختراع آن در قرن هجدهم به بنجامین فرانکلین نسبت داده می‌شود، از یک دکل رسانای نوک تیز متصل به زمین تشکیل شده است. با ایجاد نقطه برخورد ترجیحی برای رعد و برق و هدایت جریان الکتریکی آن به طور ایمن به زمین، از ساختمان‌ها و محیط اطراف آن‌ها محافظت می‌کند.

تخلیه صاعقه بین ابرهای باردار و سطح زمین مسئول خسارات و تلفات قابل توجهی است. بنابراین، توسعه روش‌های حفاظتی بهتر علاوه بر میله سنتی فرانکلین بسیار مهم است. در تابستان ۲۰۲۱ یک کمپین آزمایشی در کوه سانتس در شمال شرقی سوئیس با لیزر تراوات با سرعت تکرار بالا انجام شد. هدایت رعد و برق منفی به سمت بالا در فاصله ۵۰ متری توسط دو دوربین مجزا با سرعت بالا ثبت شد. هدایت رعد و برق‌های منفی توسط رشته‌های لیزری در سه مورد دیگر با اندازه‌گیری‌های تداخل سنجی با فرکانس بسیار بالا تایید شد و تعداد انفجارهای پرتو ایکس شناسایی شده در طول رویدادهای رعد و برق هدایت شده به شدت افزایش یافت. اگرچه این میدان تحقیقاتی بیش از ۲۰ سال است که بسیار فعال بوده است، اما این اولین نتیجه میدانی است که رعد و برق هدایت شده توسط لیزر را به صورت تجربی نشان می‌دهد. این کار راه را برای کاربردهای جوی جدید لیزرهای اولترا کوتاه هموار می‌کند و گام مهمی به جلو در



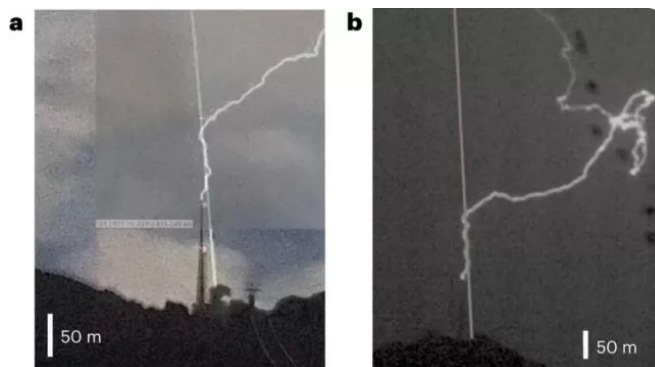
در کمپین آزمایشی که در تابستان ۲۰۲۱ انجام شد، یک لیزر کریستال (Yb:YAG) که پالس‌هایی با مدت پیکوثانیه و انرژی ۵۰۰ میلی ژول ساطع می‌کند در طول موج ۱۰۳۰ نانومتر و با سرعت تکرار ۱ کیلوهرتز در مجاورت یک دستگاه مخابراتی m1-24 نصب شد. برج واقع در بالای کوه سنتیس (Säntis) در شمال شرقی سوئیس که حدود ۱۰۰ بار در سال مورد اصابت صاعقه قرار می‌گیرد، مجهز به حسگرهای متعددی برای ثبت جریان صاعقه، میدان‌های الکترومغناطیسی در فواصل مختلف، پرتو ایکس و منابع پرتوهای تخلیه صاعقه است. پالس‌های لیزر به سمت بالا هدایت می‌شدند، با یک مسیر انتشار که از مجاورت نوک برج، که مجهز به میله فرانکلین است (شکل ۲) عبور می‌کرد. با تکیه بر نتایج یک کمپین انتشار افقی اولیه در آزمایشگاه، شرایط لیزر به گونه‌ای تنظیم شد که شروع رفتار رشته‌ای نزدیک، بالای نوک برج شروع شد و طول آن حداقل ۳۰ متر بود.



شکل ۲: برج مخابراتی Säntis (سوئیس) به ارتفاع ۱۲۴ متر

منابع

1. <https://www.nature.com/articles/s41566-022-01139-z>
2. <https://digiato.com/science/bending-lightning-with-laser-for-the-first-time>



شکل ۱: تصویر دو دوربین سرعت بالا در اطراف محل قرارگیری لیزر. صاعقه تقریباً از ۶۰ متر پیش از برخورد به برق‌گیر برج وارد کانال لیزر شده است

روشی برای شروع تخلیه رعد و برق با یک موشک کوچک که یک سیم رسانای طولانی و زمینی را دنبال می‌کند توسط نیومن و همکاران نشان داده شد. در سال ۱۹۶۵ برخلاف میله صاعقه کلاسیک، که برای برخورد صاعقه ای که به سازه محافظت شده نزدیک می‌شود، در نظر گرفته شده است، روش موشک و سیم برای ایجاد رعد و برق مصنوعی در نظر گرفته شده است. قرار دادن سریع یک سیم در میدان‌های الکتریکی قوی نزدیک زمین در زیر یک ابر رعد و برق، منجر به ایجاد میدانی در نوک سیم می‌شود که به اندازه کافی برای ایجاد شکست الکتریکی افزایش می‌یابد. اگر موشک کوچک در لحظه مناسب شلیک شود که شرایط رعد و برق فراهم است، این روش می‌تواند رعد و برق را با موفقیت تا ۹۰ درصد آغاز کند. با این حال، به راکت‌ها و سیم‌های قابل مصرف نیاز دارد که سقوط آوار آن‌ها خطری را ایجاد می‌کند. ایده استفاده از لیزر برای ایجاد رعد و برق اولین بار توسط Ball6 مطرح شد. اولین تلاش برای تحریک و هدایت رعد و برق طبیعی با لیزر توسط اوچیدا و همکاران در سال ۱۹۹۹ انجام شد که با استفاده از ترکیبی از سه لیزر با انرژی کیلوژول یک جرقه پلاسمایی به طول ۲ متر را تشکیل داد. سازوکار علمی پشت این ایده ساده است. اگر شلیک‌های لیزر قدرت کافی داشته باشند، می‌توانند دمای هوا را چنان بالا ببرند که مولکول‌ها الکترون‌های خود را آزاد کنند. این باعث می‌شود در مسیر لیزر یک کانال رسانای مملو از الکترون ایجاد شود. از آنجا که برق صاعقه مسیر با کمترین مقاومت بین ابرها و زمین را پیدا می‌کند، وارد این کانال خواهد شد. مشکل این است که این کانال عمر بسیار کمی دارد و شلیک‌های لیزر نیز سوسو می‌زنند. دانشمندان پیش‌تر صاعقه را در آزمایشگاه منحرف کرده اما هیچ‌گاه این کار را در شرایط واقعی انجام نداده بودند. پژوهشگران دانشگاه‌های ژنو و EPEL در سوئیس، مدرسه پلی‌تکنیک فرانسه و موسسه لیزرهای علمی TRUMPE در آلمان یک لیزر برای حل این مشکل تولید کردند. لیزر آن‌ها می‌تواند در هر ثانیه ۱۰۰۰ پالس به هوا شلیک کند.



آشنایی با پاد ماده

پوریا جباری نژاد / دانشجوی کارشناسی
فیزیک مهندسی / دانشگاه تبریز

پادذرات در نظریه فراوان هستند، اما در جهان قابل مشاهده نادر هستند. این عدم تقارن بین ماده و پادماده یکی از معماهای مهم در فیزیک است. درک اینکه چرا جهان ما عمدتاً از ماده تشکیل شده است تا پادماده، می تواند بینشی در مورد فرایندهای فیزیکی اساسی و شرایط جهان اولیه ارائه دهد.

برنامه های کاربردی

ضد ذرات کاربردهای عملی دارند، به ویژه در تصویربرداری پزشکی. اسکن های توموگرافی انتشار پوزیترون (PET) از پوزیترون ها برای ایجاد تصاویر دقیق از فرایندهای درون بدن استفاده می کنند و به تشخیص و نظارت بر بیماری ها کمک می کنند.

مبانی نظری

چارچوب نظری برای پادذرات از مکانیک کوانتومی و نسبیت خاص پدید آمده است. معادله پل دیراک، که رفتار فرمیون ها (ذراتی با اسپین نیمه صحیح) را توصیف می کند، وجود پادذرات را به عنوان یک نتیجه طبیعی نیاز به فرمول بندی نسبیتهای مکانیک کوانتومی پیش بینی کرد. این معادله پیشنهاد می کند که برای هر ذره، باید یک پادذره متناظر وجود داشته باشد که منجر به مفهوم جفت ذره-پاد ذره می شود.

کشف تجربی

اولین شواهد تجربی برای ضد ذرات با کشف پوزیترون در سال ۱۹۳۲ توسط کارل اندرسون به دست آمد. او این ذره را در پرتوهای کیهانی در حین مطالعه ردیابی ذرات باردار در یک محفظه ابر مشاهده کرد. رفتار پوزیترون با پیش بینی دیراک مطابقت داشت و وجود پادذرات را تایید می کرد.

به دنبال پوزیترون، آنتی پروتون ها در سال ۱۹۵۵ در دانشگاه کالیفرنیا، برکلی، توسط امیلیو سگره و اوون چمبرلین کشف شد. آزمایش های آن ها شامل برخورد پروتون های پرانرژی بود که پادپروتون ها را تولید کرد و مفهوم پادماده را بیشتر مستحکم کرد.

پادذرات اجزای اساسی جهان هستند که نقش مهمی در زمینه فیزیک ذرات دارند. یک پادذره با هر ذره مرتبط است و دارای جرم یکسان است اما بار و اعداد کوانتومی مخالف. مفهوم پادذرات اولین بار توسط فیزیکدان پل دیراک در دهه ۱۹۲۰ مطرح شد که منجر به پیش بینی پوزیترون، پاد ذره الکترون شد.

ضد ذرات را می توان در محیط های پر انرژی، برای مثال در هنگام برخورد ذرات در شتاب دهنده ها یا در پرتوهای کیهانی تولید کرد. همچنین وقتی یک ذره با پاد ذره خود برخورد می کند، می توانند یکدیگر را نابود کنند و جرم خود را به انرژی، به طور معمول به شکل پرتوهای گاما، تبدیل کنند.

ویژگی های کلیدی ضد ذرات

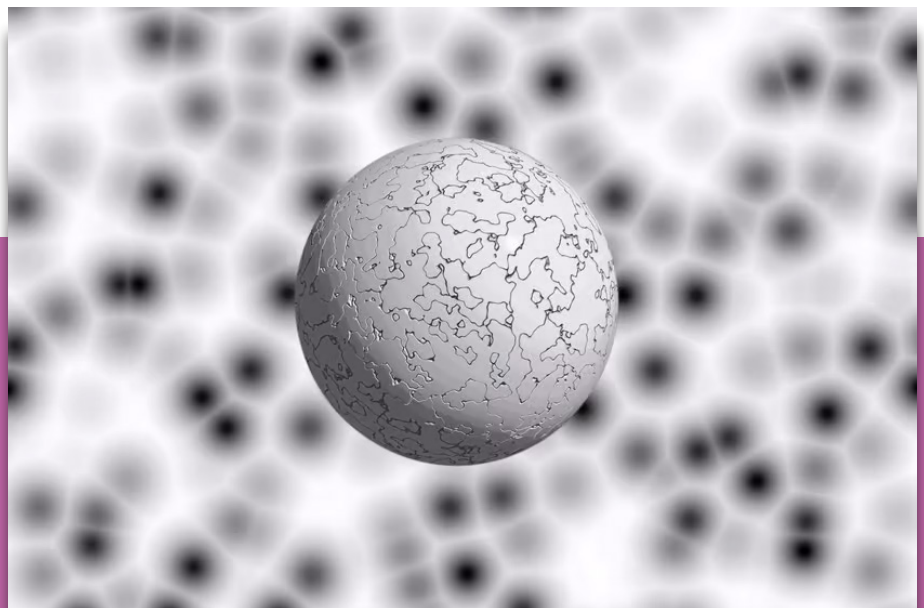
۱. بار: بارزترین تفاوت بین یک ذره و ضد ذره آن بار است. به عنوان مثال، پوزیترون (ضد ذره الکترون) حامل بار مثبت است، در حالی که الکترون دارای بار منفی است.

۲. اعداد کوانتومی: پادذرات دارای اعداد کوانتومی مخالف هستند. به عنوان مثال، یک پروتون (که دارای بار مثبت و عدد بار یونی یک است) دارای پادذره ای به نام پادپروتون است که دارای بار منفی و عدد باریونی منفی یک است.

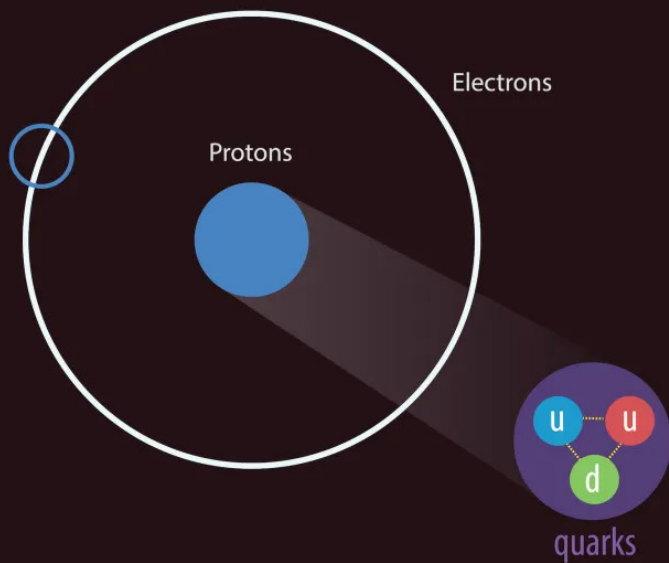
۳. جرم: ضد ذرات جرمی برابر با ذرات مربوط به خود دارند، به این معنی که جرم پوزیترون به اندازه الکترون است.

خلق و فنا

ضد ذرات را می توان در محیط های پر انرژی، مثلاً در هنگام برخورد ذرات در شتاب دهنده ها یا در فعل و انفعالات پرتوهای کیهانی ایجاد کرد. هنگامی که یک ذره با پاد ذره خود برخورد می کند، آن ها می توانند یکدیگر را از بین ببرند و در نتیجه انرژی را به شکل فوتون آزاد می کنند، معمولاً پرتوهای گاما. این فرایند توسط معادله معروف انیشتین، $E=mc^2$ ، که تبدیل جرم به انرژی را نشان می دهد، توصیف می شود.

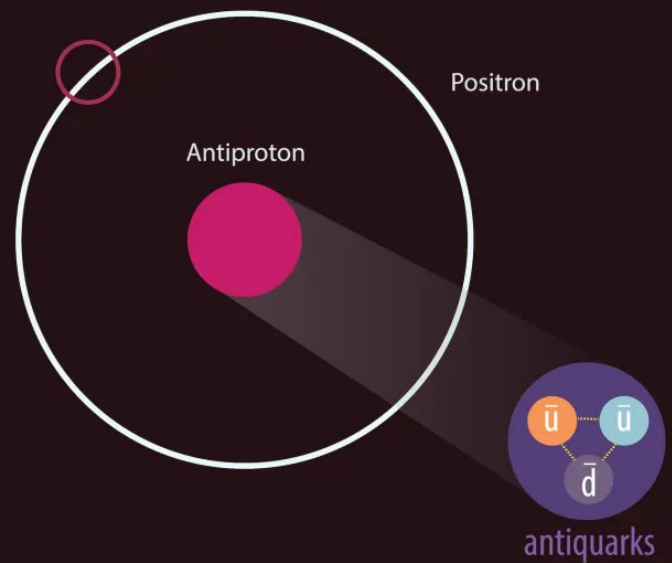


Matter



Hydrogen

Antimatter



Antihydrogen

تحقیقات و فناوری های آینده

تحقیقات در مورد پادماده همچنان یک زمینه پر جنب و جوش در فیزیک است. یکی از زمینه های مورد علاقه پتانسیل استفاده از پادماده به عنوان منبع انرژی است. اگرچه هزینه فعلی تولید پادماده بسیار زیاد است، اما مطالعات نظری نشان می دهد که اگر بتوان آن را در مقادیر کافی تولید کرد، می تواند به عنوان یک منبع انرژی بسیار کارآمد عمل کند، با توجه به اینکه نابودی ماده و پادماده انرژی فوق العاده ای به همراه دارد.

علاوه بر این، پیشرفت ها در شتاب دهنده ها و آشکارسازهای ذرات، توانایی ما را برای مطالعه ویژگی های پادذرات افزایش می دهد و فرصتهایی را برای کشف سوالات اساسی در مورد جهان، از جمله ماهیت ماده تاریک و نیروهای اساسی حاکم بر فعل و انفعالات ذرات فراهم می کند.

نتیجه گیری

ضد ذرات صرفاً ساختارهای نظری نیستند. آن ها نقش اساسی برای درک ماهیت اساسی جهان هستند. همانطور که محققان به کشف اسرار پیرامون پادماده ادامه می دهند، ممکن است پاسخ برخی از عمیق ترین سوالات در فیزیک را باز کنند، از جمله اینکه چرا جهان عمدتاً از ماده تشکیل شده است، ویژگی های ماده تاریک، و اصول زیربنایی برهم کنش ذرات. مطالعه ضد ذرات نه تنها درک ما از کیهان را غنی می کند، بلکه این پتانسیل را نیز دارد که به فناوری های پیشگامانه در آینده منجر شود.

منابع

1. <https://www.britannica.com/science/antiparticle>
2. <https://www.sciencedirect.com/topics/chemistry/antiparticle>

ضد ماده در طبیعت

اگرچه ضد ذرات را می توان در محیط های آزمایشگاهی و رویدادهای کیهانی پرانرژی تولید کرد، اما در جهان قابل مشاهده بسیار نادر هستند. این کمبود پادماده سوالات عمیقی را در مورد تقارن جهان ایجاد می کند. نظریه ها حاکی از آن است که در طول انفجار بزرگ، ماده و پادماده به مقدار مساوی ایجاد شده اند. با این حال، برخی از فرایندها در فیزیک ذرات ممکن است منجر به اضافه شدن جزئی ماده شده باشد که در نتیجه جهان تحت سلطه ماده که امروزه مشاهده می کنیم، شده است.

نقض CP

یک توضیح بالقوه برای عدم تقارن ماده-ضد ماده در پدیده ای به نام نقض CP نهفته است. تقارن بار (C) و برابری (P) تقارن های اساسی در فیزیک ذرات هستند و نقض آن ها نشان می دهد که فرایندهای خاصی شامل ذرات و پادذرات با سرعت های متفاوتی رخ می دهند. آزمایش ها، به ویژه آزمایش هایی که در تاسیساتی مانند CERN و سازمان تحقیقاتی شتاب دهنده انرژی بالا KEK در ژاپن انجام شده اند، شواهدی برای نقض CP نشان داده اند، اما هنوز برای توضیح کامل تسلط مشاهده شده بر ماده کافی نیست.

پادماده در اخترفیزیک

ضد ماده در اخترفیزیک نیز نقش دارد. پرتوهای کیهانی که از ذرات پرانرژی از فضا تشکیل شده اند، گاهی اوقات ضد ذرات را نیز در بر می گیرند. مطالعه این پرتوهای کیهانی می تواند بینشی در مورد ماهیت رویدادهای کیهانی و فرایندهای اساسی در حال وقوع در جهان ارائه دهد. علاوه بر این، وجود انفجارهای پرتو گاما، که می توانند فوتون های پرانرژی ناشی از نابودی ذره-ضد ذره را ساطع کنند، بر علاقه به درک پادماده در پدیده های کیهانی می افزاید.



Polarisation von Licht

Übersetzer

**Mehrdad Bahman Ziari /Bachelor Student
Deutsche Sprache und Literatur/ Universität Teheran**

Zusammenfassung

Polarisation ist eine Eigenschaft einer Querwelle, die die geometrische Richtung der Lichtschwingung angibt. Licht ist auch eine elektromagnetische Welle. Die elektromagnetischen Wellen sind Querwellen, deren elektrische - und magnetische Felder sinusförmig schwingen. Diese Felder stehen senkrecht zueinander, und diese beiden Felder stehen wiederum senkrecht zur Ausbreitungsrichtung des Lichts. Wenn wir die Schwingungsrichtung des elektrischen Felds des Lichts (oder der elektromagnetischen Welle) auf eine bestimmte Richtung beschränken, sprechen wir von polarisiertem Licht.

Natürliches Licht, das von Lichtquellen wie der Sonne oder Lampen und Kerzen usw. ausgestrahlt wird, ist unpolarisiertes Licht. Dies bedeutet, dass die Richtung des elektrischen Felds des Lichts keine bestimmte Richtung hat und sich kreisförmig ändert. Wenn wir dieses Licht durch einen Polarisator leiten, erhalten wir polarisiertes Licht.

Zu den Arten der Polarisation von Licht gehören lineare, zirkulare und elliptische Polarisation.

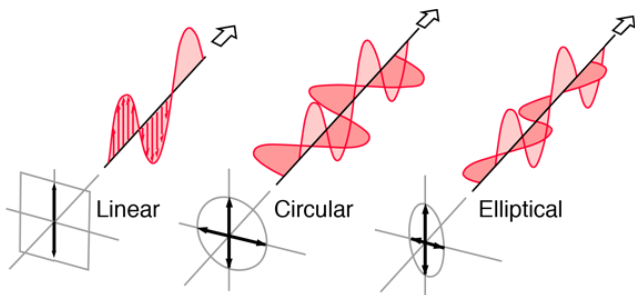


Abbildung 1: Arten der Lichtpolarisation

Was verursacht Polarisation?

Die Komponenten des elektrischen Felds des Lichts können in zwei senkrechte Richtungen aufgelöst werden. Die Polarisation ergibt sich aus der Phasendifferenz zwischen diesen beiden Komponenten des oszillierenden elektrischen Felds.

Lineare Polarisation

Wenn diese Phasendifferenz Null oder ein ganzzahliges Multipel von $\pm 2\pi$ ist, was bedeutet, dass die beiden Wellen zusammen ihr Maximum erreichen, oder wenn sie ein ganzzahliges Vielfaches von $\pm \pi$ ist, was bedeutet, dass eine ihr Maximum und die andere ihr Minimum erreicht, ist dies das Ergebnis einer linearen Polarisation. Das heißt, das kombinierte elektrische Feld, das aus diesen beiden senkrechten Wellen gewonnen wird, schwingt entlang einer geraden Linie. Die lineare Polarisation ist unten dargestellt.

Zirkulare Polarisation

Wenn die Amplituden dieser senkrechten Wellen gleich sind und die Phasendifferenz zwischen ihnen $((\pm\pi))/2$ beträgt, ist dies das Ergebnis einer zirkularen Polarisation, was bedeutet, dass die Enden des elektrischen Feldvektors während der Schwingung einen Kreis überstreichen.

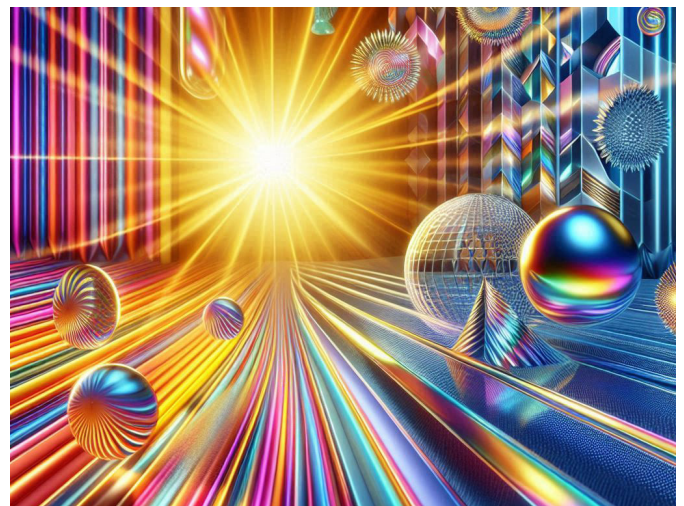
Elliptische Polarisation

Wenn die Phasendifferenz zwischen zwei senkrechten Wellen beträgt, die Amplituden jedoch nicht gleich sind, ist dies eine elliptische Polarisation. Das heißt, das Ende des elektrischen Felds des Lichts überstreicht während der Schwingung eine Ellipse. Eine andere Möglichkeit, elliptische Polarisation zu erzeugen, besteht darin, eine Phasendifferenz von keinem der oben genannten Werte zu haben. In diesem Fall tritt ebenfalls elliptische Polarisation auf.

Polaroid

Ein Polaroid ist ein Gerät, das natürliches Licht in linear polarisiertes Licht umwandelt. Das heißt, es lässt die Komponenten des elektrischen Felds von natürlichem Licht durch, die in Richtung der Polaroidachse verlaufen, und absorbiert den Rest.

Wenn eine Person zwei Polaroids so hält, dass ihre Achsen senkrecht zueinander stehen. Das heißt, natürliches Licht wird linear polarisiert, wenn es durch eines hindurchgeht, und wenn es das zweite Polaroid erreicht, absorbiert das Polaroid es, da die Polarisation des einfallenden Lichts nicht entlang seiner Achse verläuft. Infolgedessen ist in der Mitte ein dunkler Fleck zu sehen.



Quellenangaben

1. <https://byjus.com/physics/polarization-of-light/>
2. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK592424/>
3. <https://www.edmundoptics.com/knowledge-center/application-notes/optics/introduction-to-polarization/>
4. <https://www.physicsclassroom.com/class/light/lesson-1/polarization>

Festkörperlaser

Festkörperlaser sind Laser, deren aktives Medium normalerweise eine kleine Menge eines Ions in einem Festkörpersystem ist, und der Wirt ist oft ein Einkristall. Etwa 1 Prozent des Kristalls besteht aus verschiedenen Ionenarten, wie Neodymionen, die in die feste Kristallstruktur, den sogenannten Wirt, dotiert oder eingelagert sind. Festkörperlaser verwenden optisches Pumpen durch Laser oder andere Lampen, um eine breite Palette von Lasergeräten herzustellen. Eine Besetzungsinversion (ein Zustand, in dem die Atombesetzung eines höheren Energiezustands größer ist als die Atombesetzung eines niedrigeren Energiezustands) tritt bei Festkörperlasern auf, wenn das aktive Medium Photonen aus einer intensiven Lichtquelle absorbiert.

Vor dem Aufkommen von Laserdioden (Laserdioden können elektrische Energie direkt in Licht umwandeln) wurden Festkörperlaser entweder durch Lampen gepumpt oder kontinuierlich als Laser mittlerer Leistung betrieben. Es wurden jedoch auch gepulste Blitzlampen für eine Laserausgangsenergie von 1 Joule pro Impuls verwendet. Da jedoch die Anzahl der Diodenarrays, die zur Erzeugung eines Lasers mit 1 Joule pro Puls erforderlich

sind, teuer ist, spielen Lampen im Festkörperlasergeschäft immer noch eine wichtige Rolle. Das aktive Medium eines Festkörperlasers besteht aus einem passiven Wirtskristall und einem aktiven Ion, und diese Komponenten sind es, die dem Festkörperlaser seinen Namen geben.

Anwendungen von Festkörperlasern

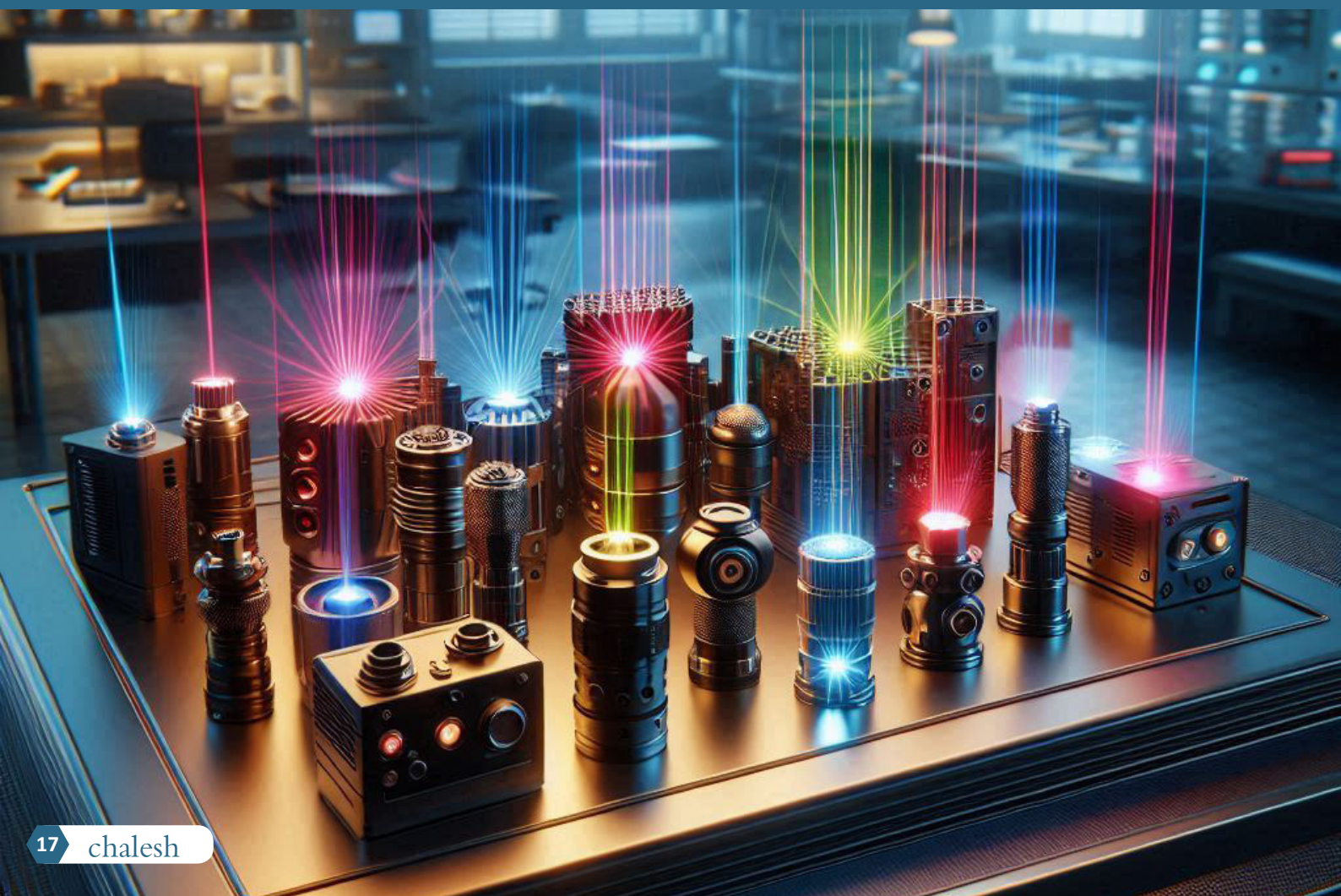
Lasertechnologien (Schweißen, Schneiden usw.), Technologien für elektronische Geräte, Medizin, Lidar (eine Methode zur Messung von Entfernungen und Reichweiten durch Aussenden und Empfangen eines Laserstrahls mit einem Sensor), Überwachungssysteme für Luftschadstoffe, Optische Informationsverarbeitung, Integrierte Glasfaser, Laserspektroskopie, Laserplasmaerkennung und kontrollierte nukleare thermische Fusion, Laserchemie und Laserisotopentrennung, Nichtlineare Optik, Ultrahochgeschwindigkeitsfotografie, Lasergyroskop, Seismographen und andere physikalische Instrumente im Zusammenhang mit Seismographie.

Faserlaser

Eine Faserlasermaschine ist eine Art Maschine, die Bearbeitungsvorgänge durchführt, indem sie einen Laserstrahl mithilfe einer Glasfaser auf ein Werkstück richtet. Diese Maschine wird in verschiedenen Typen und Größen

Arten von Lasern

Übersetzer: Mehrdad Bahman Ziari /Bachelor Student Deutsche Sprache und Literatur/ Universität Teheran



hergestellt und in zwei Kategorien unterteilt: numerisch gesteuerte Faserlasermaschinen und tragbare Faserlasermaschinen. Dieses Gerät wird im Allgemeinen zum Schneiden, Gravieren und Rostentfernen verwendet, wobei Laserschneid- und Lasergravurmaschinen normalerweise numerisch gesteuert werden und Rostentferner manuell sind.

Die am weitesten verbreitete Anwendung von Lasergeräten ist das Laserschneiden, das durch das Schmelzen dünner Linien auf Metallblechen erfolgt. Die Dicke der Schnittlinien beim Laserschneiden beträgt normalerweise weniger als 0,2 der Dicke des Metallblechs. Diese Geräte gibt es auch als Markierungsgerät, das zum Gravieren von Metallen verwendet wird. Faserlaserschneidgeräte bestehen aus mehreren Hauptteilen, nämlich:

1. Optisches System einschließlich Laserquellen, optischer Faser zur Laserübertragung und Schneidköpfe
2. Elektronisches System einschließlich Steuern (Controller) und Treibern
3. Mechanisches System einschließlich Untergestelle (Chassis), Schienen, Zahnstangen und Ritzeln sowie Motoren

Kryptonlaser

Ein Kryptonlaser ist ein Ionenlaser, der Ionen des Edelgases Krypton als Verstärkermedium verwendet. Der Laser wird durch eine elektrische Entladung gepumpt. Kryptonlaser werden häufig in der wissenschaftlichen Forschung verwendet, und in kommerziellen Anwendungen erzeugt Krypton, wenn es mit Argon gemischt wird, weiße Laser, die für Laserlichtanzeigen nützlich sind. Kryptonlaser werden auch in der Medizin (z. B. zur Netzhautkoagulation), zur Herstellung von Sicherheitshologrammen und für viele andere Zwecke verwendet.

Kryptonlaser können nahezu sichtbares Licht bei mehreren verschiedenen Wellenlängen emittieren.

Stickstofflaser

Ein Stickstofflaser ist ein Gaslaser, der im ultravioletten Bereich arbeitet und auf reinem Stickstoff, einer Helium-Stickstoff-Mischung und manchmal Luft (mit geringerer Effizienz) basiert. Die Emission erfolgt am häufigsten bei einer Wellenlänge von 337,1 nm. Die hohe Effizienz dieser Laser bedeutet, dass sie auch ohne Laserresonator relativ gute Superlumineszenz emittieren können. Stickstofflaser sind relativ einfach zu konstruieren und wurden von vielen Bastlern ohne Laborausstattung gebaut.

Stickstofflaser können in einem Resonatorhohlraum betrieben werden, aber aufgrund der typischen Verstärkung von 2 in 20 mm arbeiten sie oft ausschließlich mit Superlumineszenz, obwohl normalerweise an einem Ende gegenüber dem Laserausgang ein Spiegel angebracht ist. Dieser Laser benötigt keine konkave Linse oder Neu-

fokussierungslinsen, und die Strahlqualität verbessert sich entlang des Verstärkungsmediums. Die Höhe des gepumpten Volumens kann nur 1 mm betragen, sodass nach 0,3 m eine Neufokussierungslinse erforderlich ist. Eine einfache Lösung besteht in der Verwendung runder Elektroden mit großem Radius.

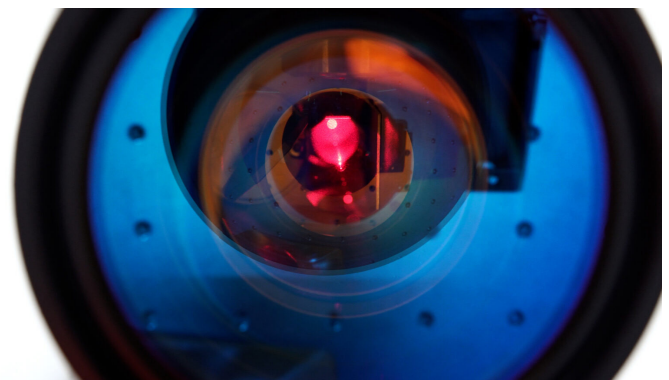
Das aktive Medium wird normalerweise durch eine transversale elektrische Entladung gepumpt. Wenn der Druck gleich oder höher als der Atmosphärendruck ist, wird die Konfiguration als TEA-Laser bezeichnet, was für transversale elektrische Entladung von Gas bei Atmosphärendruck steht.

Nachteile des Stickstofflasers

1. Die Qualität des Stickstofflaserstrahls ist schlecht.
2. Die Divergenz des Stickstofflasers ist im Vergleich zur Divergenz anderer Laser hoch.
3. Die Ausgangsleistung ist gering.
4. Die Effizienz des Stickstofflasers ist gering.
5. Anwendungen des Stickstofflasers
6. Pumpen von Farbstofflasern
7. Messung der Luftverschmutzung (LIDAR)
8. Wissenschaftliche Forschung
9. Spektroskopische - und Fluoreszenzstudien
10. Hochgeschwindigkeitsfotografie

Laserschneiden mit Stickstoffgas

Im Gegensatz zu Sauerstoff wird Stickstoffgas für Metalle mit geringerer Dicke verwendet. Die Schneidgeschwindigkeit mit diesem Gas ist jedoch um ein Vielfaches höher als beim Sauerstofflaserschneiden. Bei dieser Methode sind die Schnittkanten sauber und zum Schweißen und Lackieren geeignet. Stickstoff verhindert Rostbildung, wodurch die Verwendung dieses Gases die Nachbearbeitung reduziert. Je höher die Stickstoffmenge, desto höher die Geschwindigkeit und Leistung, und dickere Metalle können mit Stickstoff geschnitten werden.



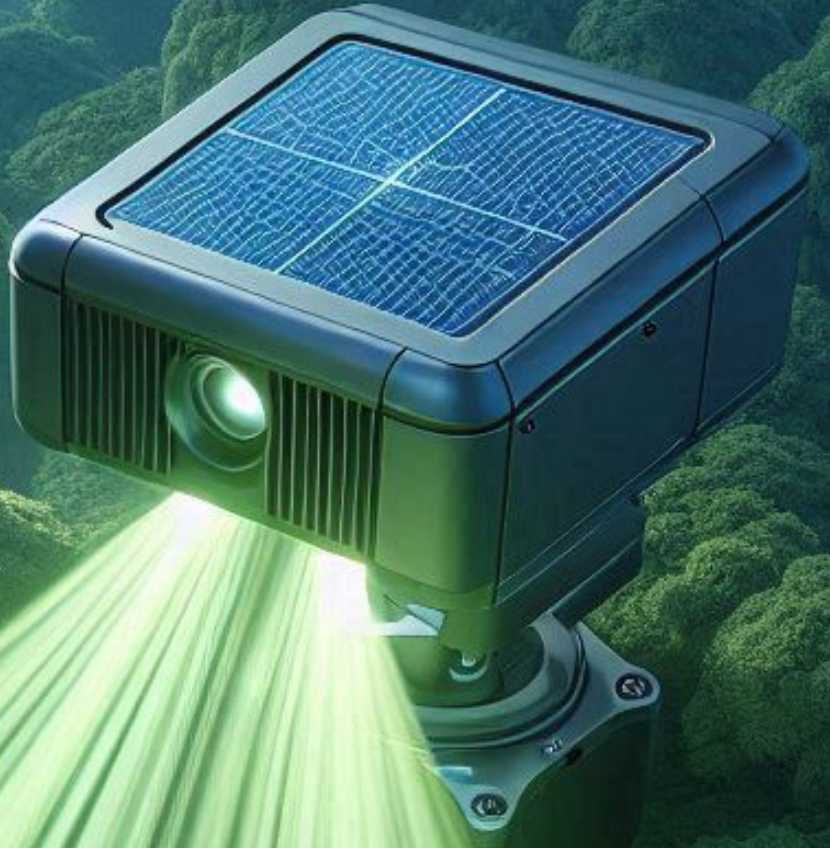
Quellenangaben

1. <https://www.laserax.com/blog/types-lasers>
2. <https://baisonlaser.com/blog/5-basic-types-of-lasers-and-applications/>
3. <https://www.lasitlaser.com/types-of-lasers-and-differences/>

Lidar

Çevirmen

Sajjad Sabouri /lisans öğrencisi
Türk edebiyatı / Tebriz Üniversitesi



Giriş

Lidar, kelime anlamıyla ışık algılama ve mesafe ölçme (ölçeklendirme) anlamına gelir ve “Light Detection and Ranging” ifadesinin kısaltmasıdır. Lidar kelimesi, radar (radyo dalgaları ile navigasyon veya algılama ve ölçme) ve sonar (ses dalgaları ile navigasyon) kelimelerine dilbilgisel olarak çok benzer. Lidar sistemlerinde, algılama, mesafe ölçme, haritalama ve 3D ortam taraması gibi işlemler ışık veya daha doğrusu lazerler aracılığıyla gerçekleştirilir. Lidar ve radar arasındaki temel fark, kullanılan dalga boylarıdır. Radar, radyo dalgaları bölgesindeki dalga boylarını kullanırken, lidar lazer dalga boylarını kullanır. Lidar, daha küçük dalga boylarına sahip elektromanyetik dalgalar kullanır. Lidar genellikle görünür, yakın kızılötesi veya ultraviyole dalga boylarını kullanır. Bu nedenle, lidar hava veya sıvı içindeki koloidal parçacıklara ve bulut parçacıklarına duyarlıdır ve meteoroloji ve atmosfer araştırmalarında geniş uygulama alanına sahiptir.

Küçük Ölçekli Lidar Uygulamaları

Metal ve parlak nesneler, radar dalgalarını (radyo veya mikrodalga) çok iyi yansıtır. Ancak, metaller dışındaki maddeler, örneğin yağmur ve taş, daha zayıf yansımalar oluşturur ve bazı nesneler hiç algılanabilir bir yansımaya sahip olmayabilir. Bu, bazı nesnelerin veya bileşiklerin radar dalgaları ile görünmez ve algılanamaz olduğu anlamına gelir. Bu durum özellikle çok küçük nesneler için geçerlidir. Lazer, bu soruna bir çözüm sunar; ışın yoğunluğu ve koherensi (tutarlılığı) çok yüksektir. Ayrıca, dalga boyları radyo sistemleri tarafından erişilebilecek olandan çok daha küçüktür, 10 milimetre ile ultraviyole arasında değişir. Bu dalga boylarındaki dalgalar, küçük nesnelerden

iyi yansır. Bu tür yansıma, ters saçılma olarak adlandırılır. Lidar için farklı uygulamalarda çeşitli saçılma türleri kullanılır. Yaygın olanlar, Mie, Rayleigh, Raman ve floresan saçılmalarıdır. Farklı ters saçılma türlerine bağlı olarak, lidar Mie lidar, Rayleigh lidar, Raman lidar ve floresan lidar olarak adlandırılabilir. Bu dalga boyları, duman, sis ve diğer hava parçacıklarını ölçmek için uygundur ve idealdir.

Tasarım

Genel olarak, lidar için iki tür algılama tasarımı vardır: koherensiz veya doğrudan enerji algılama ve koherensli veya dolaylı algılama. Koherens sistemler genellikle heterodin optik algılama kullanır. Heterodin, iki alternatif akımı birleştirerek, iki akımın frekanslarının toplamı veya farkı olan bir akım üretir ve bu, doğrudan algılamadan çok daha hassastır ve daha az güç tüketilmesine izin verir, ancak alıcı ve verici cihazların maliyeti çok daha yüksektir. Hem koherens hem de koherensiz lidar sistemlerinde iki tür darbe örneği vardır: mikro darbe lidar sistemleri ve yüksek enerjili sistemler. Mikro darbe lidar sistemleri, bilgisayar teknolojisinin ve lazer teknolojisinin sürekli ilerlemesiyle geliştirilmiştir. Bu sistemler çok az enerji tüketir, lazer özellikle bir mikrojoule seviyesinde çalışır ve genellikle göz için zararlı değildir. Yüksek güçlü sistemler, atmosfer araştırmalarında yaygın olarak kullanılır ve atmosferik ölçümler için geniş çapta kullanılır. Örneğin, bulut yüksekliği, katmanlaşma ve yoğunluk, bulut parçacıklarının özellikleri (soğurma katsayısı, ters saçılma katsayısı, polarizasyon), sıcaklık, basınç, rüzgar, nem, gaz yoğunluğu (ozon, metal, azot, karbon monoksit vb.) gibi parametreler ölçülür.

LiDAR Scanner

Lidar Sistemlerinin Bileşenleri

Lazer: 600 ila 1000 nanometre dalga boylarına sahip lazerler, bilimsel olmayan uygulamalarda çok yaygındır. Bu lazerler ucuzdur, ancak kolayca odaklanabildikleri için göz tarafından kolayca emilirler. Bu nedenle, göz için güvenli hale getirmek için güçleri sınırlıdır. 1550 nanometre dalga boyuna sahip lazerler, göz için güvenli oldukları için yaygın bir alternatiftir, çünkü bu dalga boyu göz tarafından odaklanmaz, ancak algılama teknolojisi daha az gelişmiştir. Bu nedenle, bu dalga boyu daha uzun menzillerde ve daha düşük doğrulukta ve ayrıca askeri uygulamalarda kullanılır.

Tarayıcı: Görüntülerin ne kadar hızlı geliştirilebileceği, sistemin ne kadar hızlı taranabileceği ile ilgilidir. Yön ve yüksekliği taramak için çeşitli yöntemler vardır, bunlar arasında çift salımlı ayna, çokgen ayna kombinasyonu, çift eksenli tarayıcı vb. bulunur. Optik seçenekler, algılanabilir açısız ve menzil çözünürlüğünü etkiler. Geri dönen sinyali toplamak için boşluk yansıtıcıları veya ışın ayırıcılar kullanılabilir.

Optik Algılayıcı ve Elektronik Alıcı: Lidar'da iki ana optik algılama teknolojisi kullanılır: katı hal optik algılayıcılar, örneğin fotodiyotlar. Alıcı hassasiyeti, lidar tasarımında dikkate alınması gereken bir diğer faktördür.

Konumlandırma ve Navigasyon Sistemleri: Lidar sensörleri, uçaklar ve uydular gibi hareketli nesneler üzerine yerleştirildiğinde, sensörün mutlak konumunu ve yönünü belirlemek için araçlara ihtiyaç duyar. Bu tür cihazlar genellikle GPS alıcılarını içerir.

Lidar teknolojisi, atmosfer araştırmaları ve meteoroloji alanında geniş çapta kullanılmaktadır. 1980'lerde GPS teknolojisinin gelişmesiyle birlikte uçakların kesin konumlandırılması mümkün hale gelmiştir. GPS, haritalama teknolojisine dayalı olarak, hava haritalama ve haritalama uygulamalarını mümkün ve uygulanabilir kılmıştır. Lidar'ın uçaklar ve uydularda kullanımı büyük ilerlemeler kaydetmiştir.

Kaynaklar

1. <https://oceanservice.noaa.gov/facts/>
2. <https://www.neonscience.org/resources/learning-hub/tutorials/lidar-basics>
3. <https://www.usgs.gov/faqs/what-lidar-data-and-where-can-i-download-it>
4. <https://www.lidarfinder.com/>





Introduction to Photon States

**Amir Mohammad Jambor /PhD Candidate
Photonics/ University of Tabriz**

Abstract

Photon states are fundamental to understanding the quantum nature of light and its applications in modern science and technology. This article provides an introduction to photon states, exploring their theoretical underpinnings, various types, methods of generation, and their pivotal role in quantum technologies. By delving into the quantum mechanical description of light, we aim to elucidate the significance of photon states in advancing fields such as quantum computing, communication, and sensing.

1. Theoretical Foundations

1.1. Quantum Nature of Light

Light exhibits both wave-like and particle-like properties, a duality that is central to quantum mechanics. The particle aspect of light is characterized by photons, which are quanta of electromagnetic radiation. Photons have no mass, travel at the speed of light, and carry energy and momentum proportional to their frequency.

1.2. Quantization of the Electromagnetic Field

The quantization of the electromagnetic field is a cornerstone of quantum optics. This process involves expressing the classical electromagnetic field in terms of quantum harmonic oscillators. The field is described by creation and annihilation operators, which respectively add and remove photons from the field. The vacuum state $|0\rangle$ represents the state with no photons, while $|n\rangle$ denotes a state with n photons.

1.3. Wave-Particle Duality

Photons exhibit wave-particle duality, meaning they can display both wave-like and particle-like properties depending on the experimental setup. This duality is a fundamental aspect of quantum mechanics and is crucial for understanding phenomena such as interference and diffraction at the quantum level.

2. Types of Photon States

2.1. Fock States

Fock states, or number states, are the simplest type of photonic states. A Fock state $|n\rangle$ represents a state with exactly n photons. These states form a complete orthonormal basis for the Hilbert space of the electromagnetic field. The vacuum state $|0\rangle$ is the state with no photons.

2.2. Coherent States

Coherent states are quantum states that closely resemble classical electromagnetic waves. They are eigenstates of the annihilation operator and are characterized by a complex amplitude α . Coherent states have a well-defined phase and amplitude, making them useful in classical communication and laser physics.

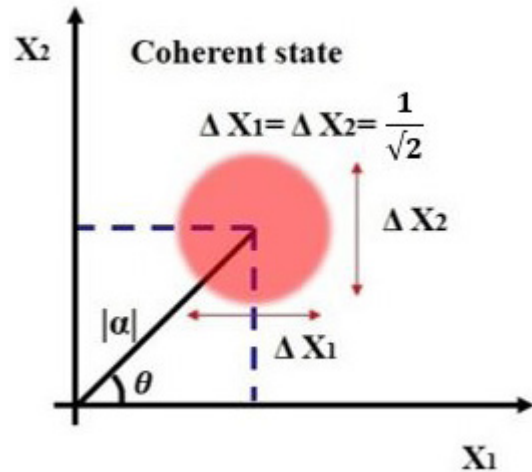


Fig 1. Schematic of Coherent States

2.3. Squeezed States

Squeezed states are quantum states where the uncertainty in one quadrature (e.g., amplitude) is reduced at the expense of increased uncertainty in the conjugate quadrature (e.g., phase). These states are useful in precision measurements, such as gravitational wave detection, where they can improve the signal-to-noise ratio.

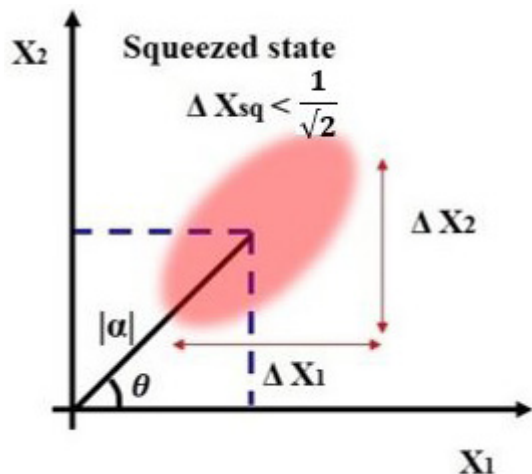


Fig 2. Schematic of Squeezed States

2.4. Entangled States

Entangled photonic states are quantum states of two or more photons that exhibit correlations stronger than those possible in classical physics. These states are essential for quantum communication protocols, such as quantum key distribution (QKD) and quantum teleportation.

2.5. Single-Photon States

Single-photon states are states with exactly one photon. These states are crucial for quantum cryptography and quantum computing, where single photons can serve as qubits, the fundamental units of quantum information.

3. Generation of Photonic States

3.1. Spontaneous Parametric Down-Conversion (SPDC)

SPDC is a nonlinear optical process where a high-energy photon (pump) splits into two lower-energy photons (signal and idler) in a nonlinear crystal. This process is widely used to generate entangled photon pairs and single photons, essential for quantum communication and computing.

3.2. Four-Wave Mixing (FWM)

FWM is another nonlinear process where two pump photons interact in a medium to produce two new photons. This process can also generate entangled photon pairs and is used in optical fibers and integrated photonic circuits.

3.3. Quantum Dots

Quantum dots are semiconductor nanostructures that can emit single photons when excited. They serve as on-demand single-photon sources, crucial for quantum cryptography, quantum computing and quantum communication applications.

3.4. Cavity Quantum Electrodynamics (CQED)

CQED involves the interaction of photons with atoms or quantum dots inside an optical cavity. This setup allows for the generation and manipulation of photon states with high precision, enabling advanced quantum optics experiments.

4. Applications of Photonic States

4.1. Quantum Computing

Photonic states are used as qubits in quantum computing. Photonic qubits can be manipulated using linear optical elements and detected with high efficiency, making them a promising platform for scalable quantum computing.

4.2. Quantum Communication

Quantum communication relies on the transmission of photonic states over long distances. Entangled photon pairs are used in QKD to ensure secure communication, while single photons can be used to transmit quantum information.

4.3. Quantum Sensing

Photonic states are used in quantum sensing to achieve

measurements with precision beyond the classical limit. Squeezed states, for example, are used in interferometers to detect minute changes in distance, such as those caused by gravitational waves.

4.4. Quantum Metrology

Quantum metrology uses photonic states to improve the accuracy of measurements. Techniques such as quantum-enhanced imaging and spectroscopy leverage the properties of photonic states to achieve higher resolution and sensitivity.

5. Challenges and Future Directions

5.1. Decoherence and Loss

One of the main challenges in working with photonic states is decoherence and loss. Photons can be easily lost or scattered, leading to errors in quantum communication and computing. Developing robust error correction and loss mitigation techniques is an active area of research.

5.2. Scalability

Scaling up photonic quantum systems to a large number of qubits is a significant challenge. Integrated photonic circuits and advanced fabrication techniques are being developed to address this issue.

5.3. New Materials and Technologies

Research into new materials, such as topological insulators and 2D materials, as well as new technologies like on-chip quantum optics, holds promise for the future of photonic states. These advancements could lead to more efficient and compact quantum devices.

Conclusion

Photonic states are at the heart of quantum optics and quantum information science. Their unique properties enable a wide range of applications, from quantum computing to secure communication and precision sensing. Despite the challenges, ongoing research and technological advancements continue to push the boundaries of what is possible with photonic states, paving the way for a quantum-enabled future.

References

1. Gerry, C. C., & Knight, P. L. (2005). *Introductory Quantum Optics*. Cambridge University Press.
2. Nielsen, M. A., & Chuang, I. L. (2010). *Quantum Computation and Quantum Information*. Cambridge University Press.
3. Kok, P., & Lovett, B. W. (2010). *Introduction to Optical Quantum Information Processing*. Cambridge University Press.
4. Gisin, N., & Thew, R. (2007). Quantum communication. *Nature Photonics*, 1(3), 165-171.
5. Ladd, T. D., Jelezko, F., Laflamme, R., Nakamura, Y., Monroe, C., & O'Brien, J. L. (2010). Quantum computers. *Nature*, 464(7285), 45-53.

Chalesh

University of Tabriz Photonics Journal

No.24, Winter 2025



University of Tabriz



انجمن علمی دانشجویی فوتونیک
دانشگاه تبریز

۱۳۹۶