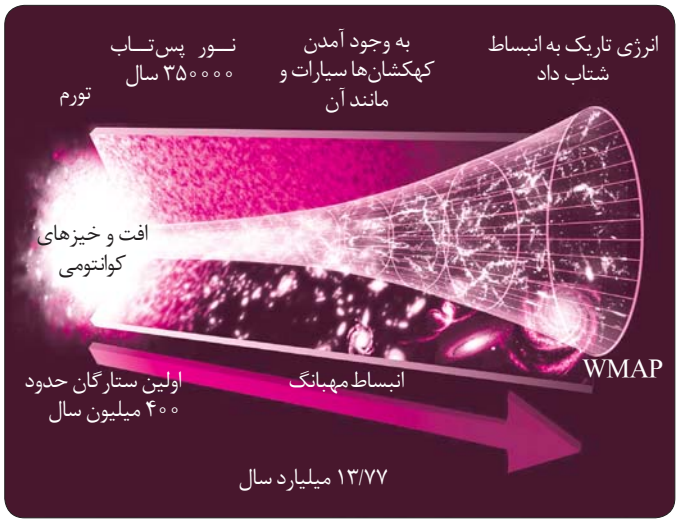
مرزهای فیزیک

تازه‌ترین اخبار پژوهشی

دکتر منیژه رهبر

پیش از مهبانگ

پیتر روئل[1]



بررسی خلاصه پیشنهادهای جدید برای کاوش عالم آغازین

اغلب افراد علاقه‌مند به نجوم و کیهان با «مهبانگ» آشنا هستند؛ این فکر که عالم به‌طور باورنکردنی داغ و چگال به چیزی تبدیل شد که امروز می‌شناسیم. اما دربارهٔ آنچه پیش از آن وجود داشت چه می‌دانیم؟

در پی حل معماهایی که در شرایط اولیه مهبانگ وجود داشت، دانشمندان نظریه‌هایی را برای توصیف عالم آغازین مطرح کرده‌اند که موفق‌ترین آن‌ها ـ موسوم به تورم کیهانی ـ بیان می‌کند چگونه اندازه عالم در کسر کوتاهی از یک ثانیه درست پیش از مهبانگ به سرعت زیاد شد.

گرچه نظریهٔ تورمی بسیار موفق بوده، بحث‌های زیادی در این مورد طی سال‌ها وجود داشته است.

برخی از دانشمندان نظریه‌های بسیار متفاوتی را برای توجیه نتایج تجربی یکسان با نظریهٔ تورمی به وجود آورده‌اند. در برخی از این نظریه‌ها، عالم آغازین به جای انبساط، منقبض می‌شده است، در نتیجه مهبانگ بخشی از یک جهش بزرگ بوده است.

بعضی پژوهشگران ـ از جمله اوی لوب[2]، فرانک بی. برد[3] استاد بخش علوم و اخترشناسی هاروارد ـ نگرانی‌هایی را دربارهٔ این نظریه مطرح و گفته‌اند که این انعطاف‌پذیری ظاهراً بی‌پایان آزمون آن را ناممکن می‌سازد.

لوب می‌گوید: «وضعیت کنونی تورم را می‌توان این‌طور بیان کرد که انعطاف‌پذیری ایده بطلان تجربی آن را ناممکن می‌سازد» و «هر نتیجه‌ای که افراد با اندازه‌گیری به دست آوردند را می‌توان با استفاده از مدل‌هایی از تورم توصیف کرد». بنابراین، آزمایش‌ها فقط می‌توانند جزئیاتی را در چارچوب مدل تورمی تثبیت کنند، اما قادر به آزمودن اعتبار خود چارچوب نیستند. با این همه، ابطال‌پذیری باید ویژگی هر نظریهٔ علمی باشد. در اینجاست که شینگنگ چن[4] وارد صحنه می‌شود.

چن دانشیار اخترشناسی و همکارانش طی سال‌ها ایدهٔ استفاده از چیزی موسوم به «ساعت استاندارد آغازین» را به‌عنوان کاوند عالم آغازین بسط داده‌اند. او همراه با لوب و ژونگ ژی شیانیو[5]، یک پژوهشگر پسادکتری در بخش فیزیک پس از آگاهی از یک بحث در مورد اینکه آیا نظریهٔ تورمی اصلاً پیش‌بینی انجام می‌دهد در سال ۲۰۱۷، این ایده را در مورد نظریه‌های غیرتورمی به‌کار برد. در مقاله‌ای که در فیزیکال ریویو لترز[6] به پیشنهاد سردبیر چاپ شد، این گروه روشی را برای اثبات بطلان تجربی نظریهٔ تورمی مطرح کردند.

در تلاش جهت یافتن ویژگی‌هایی که می‌تواند تورم را از دیگر نظریه‌ها جدا کند، گروه شروع به شناسایی مشخصات نظریه‌های مختلف مانند تاریخچه تحول اندازه عالم آغازین کرد. شیانیو می‌گوید: «مثلاً در برخی نظریه‌ها اندازهٔ عالم به‌صورت نمایی رشد می‌کند، و در برخی نظریه‌ها اندازهٔ آن به‌طور آرام یا بسیار سریع منقبض می‌شود.

مشاهده‌پذیرهای معمولی پیشنهادشده این مشکل را دارند که به کمک آن‌ها نمی‌توان نظریه‌های مختلف را از هم تمیز داد، زیرا مستقیماً به این ویژگی مربوط نیستند. بنابراین می‌خواستیم مشاهده‌پذیرهایی را بیابیم که بتوان آن‌ها را به ویژگی‌های تعیین‌کننده ربط داد».

سیگنال‌های تولیدشده توسط ساعت استاندارد آغازین را می‌توان برای این منظور به‌کار برد.

چن می‌گوید: این ساعت هر نوع ذرهٔ بنیادی با جرم زیاد در عالم آغازین پرانرژی است. این ذرات باید در هر نظریه وجود داشته باشند، و آن‌ها درست مثل آونگ یک ساعت با بسامد منظم نوسان می‌کنند.

عالم آغازین کاملاً یکنواخت نبود. افت و خیزهای کوانتومی بذرهای ساختار بزرگ مقیاس عالم کنونی و کلید اطلاعاتی شدند که فیزیک‌دانان امروز می‌توانند در مورد آنچه پیش از مهبانگ رخ داد به آن تکیه کنند. نظریه‌ای که چن مطرح می‌کند آن است که تیک‌های ساعت استاندارد سیگنال‌هایی را تولید کرد که در ساختار این افت و خیزها نقش بسته است و چون ساعت‌های استاندارد در عالم‌های آغازین مختلف طرح‌های سیگنال متفاوت داشته‌اند، می‌توانند تعیین کنند که کدام‌یک از نظریه‌های مربوط به عالم آغازین از همه درست‌تر است.

چن می‌گوید: «اگر همهٔ اطلاعاتی که تاکنون درباره آنچه پیش از مهبانگ رخ داده است را حلقه‌های فیلم در نظر بگیریم، ساعت استاندارد به ما می‌گوید چطور باید آن را به‌کار بیندازیم. بدون این ساعت نمی‌توانیم بدانیم فیلم را باید جلو ببریم یا عقب، کند حرکت دهیم یا تند ـ درست مثل اینکه نمی‌دانیم عالم آغازین منبسط می‌شده است یا منقبض، و این کار با چه سرعتی انجام می‌گرفته است. مسئله این است. ساعت استاندارد تعیین می‌کند که هریک از این فریم‌ها مربوط به چه زمانی پیش از مهبانگ است و فیلم دربارهٔ چیست».

این گروه محاسبه کرده است که چگونه باید به این سیگنال‌های ساعت استاندارد در نظریه‌های غیرتورمی نگریست و چطور باید آن‌ها را در رصدهای اخیر فیزیکی جست‌وجو کرد. شیانیو می‌گوید: «اگر طرحی از سیگنال‌های نشانگر عالم منقبض‌شونده یافته شود، کل نظریهٔ تورمی، بدون توجه به مدل‌هایی که بر مبنای آن ساخته شده است، باطل می‌شود».

موفقیت این ایده وابسته به آزمایش است. به گفته چن، «آشکارسازی این سیگنال‌ها کاری بسیار ظریف است. پیشنهاد ما این است که باید نوعی میدان‌های عظیم وجود داشته باشند که این نقش‌ها را تولید کنند و ما طرح آن‌ها را محاسبه کرده‌ایم، اما بزرگی آن‌ها و دامنه این سیگنال‌ها را نمی‌دانیم. شاید آن‌ها بسیار ضعیف و آشکارسازی‌شان بسیار دشوار باشد، پس باید آن‌ها را در بسیاری از مکان‌های مختلف جست‌وجو کنیم. یکی از این مکان‌ها تابش زمینهٔ کیهانی است.

توزیع کهکشان‌ها شق دیگر است. ما قبلاً این جست‌وجو را شروع کرده‌ایم و نامزدهای جالبی هم وجود دارند، ولی به اطلاعات بیشتری نیاز داریم».

پی‌نوشت‌ها

1. Peter Reuell
2. Avi Loeb
3. Frank B. Baird
4. Xingang Chen
5. Zhong-Zhi Xianyu
6. Physical Review Letters

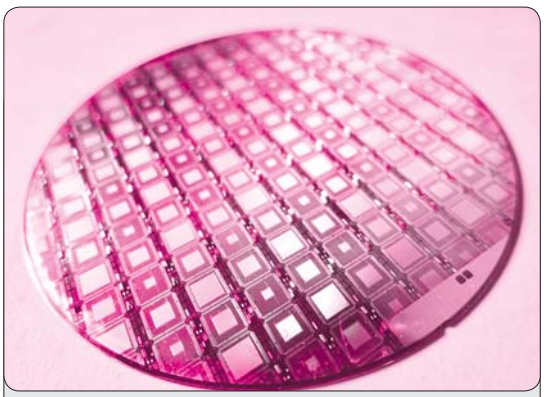
منبع

The Harvard Gazette

رایانهٔ کوانتومی چیست؟

جیمز مک دونالد[1]

پژوهشگران مدعی آن هستند که زمان را در یک رایانهٔ کوانتومی به عقب برگردانده‌اند، اما بیشتر ما هنوز در پی شناخت مفهوم این جمله هستیم.



▲ نانکی از آخرین رایانه‌های کوانتومی موج ـ D

دهه‌هاست که چیزهایی را دربارهٔ توان بالقوهٔ باورنکردنی رایانه‌های کوانتومی می‌شنویم. اکنون، پژوهشگران مدعی آن هستند که در یک ماشین کوانتومی **زمان را به عقب برگردانده‌اند**. این وسیله‌ها، که اکنون فقط به‌صورت نمونهٔ اولیه وجود دارند، توان بالقوهٔ این را دارند که بسیار سریع‌تر از رایانه‌های فعلی باشند. اما یک رایانهٔ کوانتومی چیست؟

رایانه کوانتومی به جای ریزتراشه‌ها و مدارها، متکی بر اصول مکانیک کوانتومی است. به‌ویژه، متکی به **درهم‌تنیدگی کوانتومی**، یا توانایی تأثیرگذاری یک ذرهٔ زیراتمی بر ذرات زیراتمی متفاوت در فاصلهٔ دور است. این تأثیرگذاری درواقع آنی است و در نتیجه توانایی افزایش سرعت محاسبه را دارد، **درواقع، رایانهٔ کوانتومی تمام نتایج ممکن یک محاسبه را بلافاصله حساب می‌کند.**

رابرت اف. سرویس[2] در مجلهٔ *ساینس* می‌نویسد که **رایانه‌های کوانتومی درست مثل رایانه‌های معمولی، اطلاعات را به‌صورت ۰ ها و ۱ های معروف به بیت‌ها ذخیره می‌کنند.** اما، یکی از اصول مکانیک کوانتومی آن است که ذرات زیراتمی هم‌زمان در تمام شرایط، یا حالت‌ها، وجود دارند. ذره فقط وقتی در یک حالت مستقر می‌شود که مشاهده شود. چون ذرات منتقل‌کنندهٔ اطلاعات هم‌زمان در چند حالت هستند، بیت‌های کوانتومی (کوبیت‌ها) می‌توانند هم‌زمان تا حدودی ۰ و تا حدودی ۱ باشند. این بیت‌های دورگهٔ عجیب می‌توانند اصولاً هر مقدار درصدی از مقادیر بین ۰ و ۱ را در هر زمان اختیار کنند. درواقع، یک رایانهٔ کوانتومی تمام نتایج ممکن محاسبه را بلافاصله حساب می‌کند. با دارا بودن این توان، رایانه کوانتومی برای محاسبه هر چیز به تعداد بسیار زیادی بیت نیاز ندارد.

اما هنوز چند مشکل وجود دارد. یکی از آن‌ها شکننده بودن حالت‌های چندگانه و درهم‌تنیدگی بین آن‌هاست، به طوری

که کوبیت‌ها می‌توانند در یک فرایند موسوم به واهمدوسی در هم شکسته شوند. برای مقابله با واهمدوسی، کوبیت‌های اضافی به‌عنوان پشتیبان ضروری هستند.

به گفتـــهٔ چارلز. کیو. چو[3]، **فیزیک محاسبهٔ کوانتومی به خوبی شناخته شده است.** مسئله ساخت ماشینی است که بتواند نه‌تنها کوبیت‌ها بلکه چندین کوبیت متصل به هم توسط مدارهای موسوم به دریچه‌های منطقی کوانتومی را کنترل کند. مهندسان رهیافت‌های گوناگون استفاده از لیزرها، ذرات یونیدهٔ به‌دام‌افتاده در میدان‌های مغناطیســـی، و ابررساناها را امتحان کرده‌اند. اما، به‌رغم سال‌ها امتحان کردن، هنوز هیچ‌کس یک رایانه کوانتومی نساخته است که در آن کوبیت‌ها بیش از یک یا دو ثانیه دوام بیاورند. بستن کوبیت‌ها به هم یا متصل کردن آن‌ها به یک رایانه متعارف که بتواند اطلاعات را به خروجی قابل استفاده تبدیل کند هم دشوار بوده است.

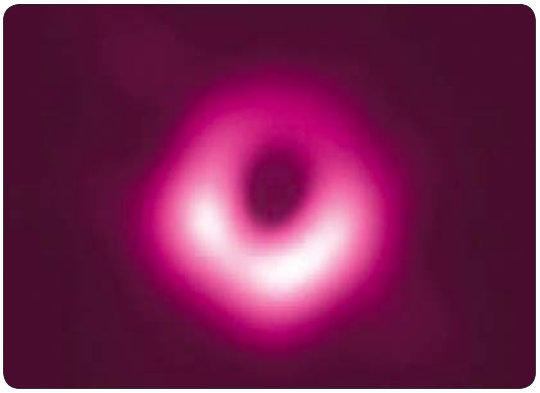
اما به‌رغم چالش‌های مهندسی، برخی افراد اطمینان دارند که یک رایانه کوانتومی عملی درواقع محقق خواهد شد. با توجه به هزینـــه و انرژی زیاد مورد نیاز، روی میز قرار گرفتن رایانه‌های کوانتومی در آینده نزدیک نامحتمل است.

پی‌نوشت‌ها
1. James Mas Donald
2. Robert F. Servise
3. Charles Q. Choi

منبع
http://daily.Jstor.org/what-is-a-quantum-computer/

اولین تصویر از یک سیاهچاله

پالاب گوش[1]



اخترشناسان اولین تصویر را از سیاهچاله‌ای گرفته‌اند که در یک کهکشان دوردست قرار دارد.

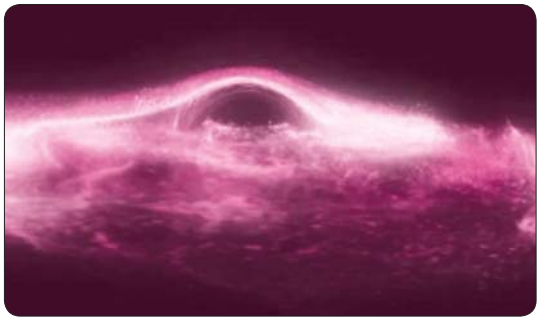
عرض این سیاهچاله ۴۰۰ میلیارد کیلومتر ـ یعنی سه میلیون برابـــر اندازهٔ زمین ـ اســـت و دانشـــمندان آن را «یک هیولا» توصیف کرده‌اند.

فاصلهٔ این سیاهچاله از زمین ۵۰۰ میلیون تریلیون کیلومتر است و شبکه‌ای متشکل از هشت تلسکوپ در سراسر جهان از آن عکس‌برداری کرده است.

جزئیات این کار در مجله *استروفیزیکال جورنال لترز*[2] چاپ شده است. این تصویر را تلسکوپ افق رویداد[3] (EHT)، شبکه‌ای متشکل از هشت تلســـکوپ رادیویی متصل به یکدیگر گرفته است.

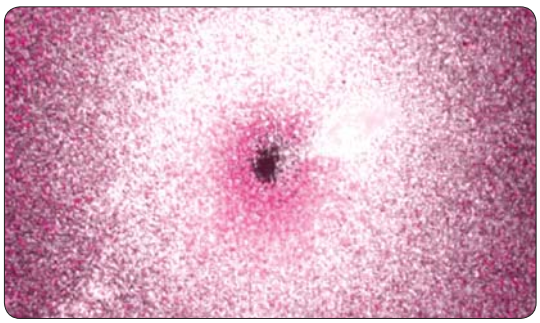
پروفسور هانیو فالکه[4]، از دانشـــگاه رادبود[5] در هلند، که این آزمایش را پیشـــنهاد کرد گفت: «این سیاهچاله در کهکشان موسوم به MAV قرار دارد و آنچه مشاهده می‌کنیم بزرگ‌تر از کل منظومهٔ شمسی است».

«جرم این ســـیاهچاله ۶/۵ میلیارد برابر خورشـــید و یکی از سنگین‌ترین سیاهچاله‌هایی است که گمان می‌کنیم وجود دارد. این یک هیولای واقعی و قهرمان ســـنگین‌وزن سیاهچاله‌های موجود در عالم است.»



به گفته پروفسور هانیو فالکه «هنوز باید بفهمیم این نور چگونه تولید شده است». تصویر یک «حلقهٔ آتش» بسیار درخشان را نشـــان می‌دهد که حلقهٔ تاریک دایره‌ای را احاطه کرده است. هاله درخشان را گاز بسیار گرمی تولید کرده است که در حفره فرو می‌افتد. این نور درخشان‌تر از مجموع نور میلیاردها ستارهٔ موجود در کهکشان است. به این دلیل توانسته‌ایم آن را در این فاصلهٔ دور از زمین مشاهده کنیم.

لبـــهٔ دایره تاریک در مرکز نقطه‌ای اســـت که در آن گاز وارد حفره می‌شود و جسمی است که چنان کشش گرانشی شدیدی دارد که حتی نور نمی‌تواند از آن بگریزد.



به گفتهٔ دکتر زیری یونسی[6] از «یونیورسیتی کالج» لندن و یکی از اعضای گروه EHT «گرچه سیاهچاله‌ها اجسام نسبتاً ساده‌ای هستند، اما پرسش‌های پیچیده‌ای را دربارهٔ سرشت فضا و زمان، و سرانجام موجودیت خود ما مطرح می‌کنند. شگفت اینکه تصویر مشاهده‌شده بسیار شبیه چیزی است که از محاسبه‌های نظری به دست می‌آید. تاکنون به نظر می‌رسد که اینشتین همواره حق داشته است».

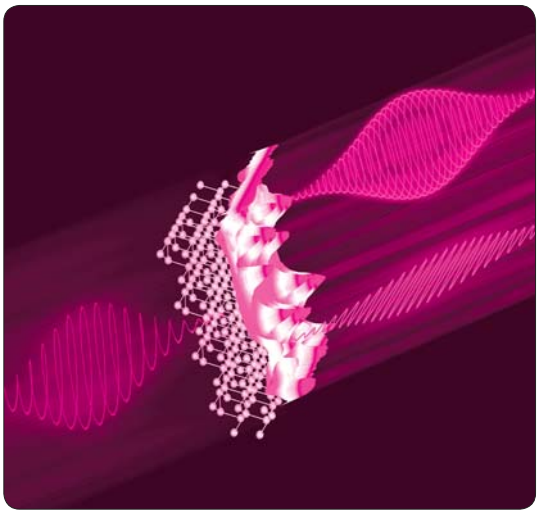
اما در اختیار داشتن اولین تصویر به پژوهشگران امکان می‌دهد که چیزهای بیشتری را دربارهٔ این اجسام اسرارآمیز یاد بگیرند. آن‌ها علاقه‌مند به جست‌وجوی مواردی هستند که باعث می‌شود سیاهچاله با آنچه در فیزیک از آن انتظار داریم تفاوت داشته باشد. هیچ‌کس واقعاً نمی‌داند حلقه درخشان اطراف سیاهچاله چطور به وجود آمده است. هیجان‌انگیزتر از آن، پرسش مربوط به سرنوشت یک جسم پس از فرو افتادن در سیاهچاله است.

پی‌نوشت‌ها
1. Pallab Ghosn
2. Astrophysical Journal Letters
3. Event Horizon Telescope
4. Heino Falcke
5. Radboud
6. Ziri Younesi

منبع
www.bbc.co.uk/news/science

دست‌آموز کردن پیچ نوری

اولیور موکه[1]، جنی ویت[2]



وقتی یک میدان لیزری قوی (موج طرف چپ) با جامد بلورین (سفید) برهم‌کنش کند، میدان‌های هماهنگی مرتبهٔ بالاتر (در طرف راست) گسیل می‌شوند که حالت قطبش آن‌ها (خطی، بیضوی یا دایره‌ای) را تقارن بلور تعیین می‌کند و می‌توان آن‌ها را با دینامیک میدان قوی کنترل کرد. طرح رنگی شکل بیضوی بودن هماهنگ نهم سیلیسیم را نشان می‌دهد.

دانشمندان DESY[3] و MPSD[4] هماهنگ‌های مرتبهٔ بالاتر جامدات را با کنترل حالت‌های قطبش و با استفاده از تقارن بلور و دینامیک الکترونیک اتوثانیه (10^{-18} s) به دست آورده‌اند. این روش می‌تواند کاربردهای جالب توجهی در الکترونیک پتاهرتز (10^{15} HZ) یا بررسی‌های اسپکتروسکوپی مواد کوانتومی جدید داشته باشد.

فرایند تولید غیرخطی هماهنگ‌های مرتبهٔ بالا در گازها (HHG) یکی از پایه‌های علوم اتوثانیه را تشکیل می‌دهد. یک اتوثانیه یک میلیاردیم میلیاردیم ثانیه است و در بسیاری از حوزه‌های علم، از جمله فیزیک، شیمی و زیست‌شناسی به‌کار می‌رود. این پدیده میدان قوی بسیاری از فوتون‌های کم‌انرژی یک تپ لیزری شدید را به فوتون با انرژی بیشتر تبدیل می‌کند. در حالی‌که فرایند HHG در گازهای اتمی و مولکولی کاملاً شناخته نشده است، اما در مورد سازوکار تبدیل بسامد در **مواد جامد** هنوز جر و بحث‌های زیادی وجود دارد.

دانشمندان با استفاده از آزمایش‌های HHG و شبیه‌سازی‌های نظری پیشرفته اکنون توانسته‌اند شناخت عمیق‌تری از الکترونیک و دینامیک ساختاری در مقیاس‌های کوتاه‌تر از یک نوسان میدان نور به دست آورند. این کار در مجله *نیچر کامیونیکیشنز*[5] چاپ شده است.

میدان‌های هماهنگ گسیل‌شده می‌توانند به‌طور خطی نوسان کنند، یا به‌طور بیضوی یا دایره‌ای در جهت ساعتگرد یا پادساعتگرد (درست مثل یک پیچ نوری) بچرخند. دانشمندان اکنون نشان داده‌اند که چگونه هماهنگ‌های **حالت‌های قطبش** و دستگردی آن‌ها اطلاعات با ارزشی در مورد **ساختار بلور** و دینامیک بسیار سریع میدان‌های قوی در اختیار می‌گذارد، و چگونه می‌توان این هماهنگ‌های حالت‌های قطبش را کنترل کرد.

به علاوه، چون این هماهنگ‌ها در یک دورهٔ میدان محرک فرودی به وجود می‌آیند، این روش دارای توان تفکیک زمانی کوچک‌تر از چیزی است که بتوان با چشم غیرمسلح دید.

این کار مواد سیلیسیم و کوارتز را برای به وجود آوردن روش‌های اسپکتروسکوپی جدید بررسی می‌کند. اما روشی چندمنظوره است و انتظار می‌رود کاربردهای مهمی در بررسی‌های آتی مواد کوانتومی جدید مانند مواد همبسته قوی، عایق‌های توپولوژیک و مواد مغناطیسی داشته باشد.

پی‌نوشت‌ها
1. Oliver Mücke
2. Jenny Witt
3. German Electron Synchrotron DESY
4. Max Planck Institute for Structure and Dynamics of Matter
5. *Nature Communications*

منبع
Max Planck Institute for the Structure and Dynamics of Matter