

TRANSLATION 1

Для цього експеримент складається з двох обсерваторій у США, кожна з яких має два плечі довжиною 4 кілометри, розташовані перпендикулярно одне одному.

Лазери спрямовуються вниз по кожному плечу, відбиваються від точних дзеркал на кінці, а потім порівнюються за допомогою інтерферометра. Довжина плечей змінюється на незначну величину, коли гравітаційні хвилі проходять над ними, і це ретельно реєструється, щоб створити картину походження цих сигналів. Проблема полягає в тому, що потрібна така вимоглива точність, що навіть далекі океанські хвилі або хмари, що проходять над головою, можуть впливати на вимірювання. Цей шум може легко заглушити сигнали, що унеможлиблює деякі спостереження. Потрібно зробити десятки суттєвих коригувань, щоб відфільтрувати найгірші сторони цього шуму, налаштувавши орієнтацію дзеркал та іншого обладнання.

Рана Адхікарі з Каліфорнійського технологічного інституту в Пасадені, яка працювала з DeepMind над розробкою нової технології штучного інтелекту, каже, що спроба автоматизувати ці коригування може, як не дивно, створити більше шуму.

«Цей контроль шуму мучив нас десятиліттями – все в цій галузі було заблоковано», – каже Адхікарі.

«Як вам вдається тримати дзеркала так нерухомо, не створюючи шуму?

Якщо ви їх не контролюєте, дзеркала коливаються всюди, а якщо ви контролюєте їх занадто сильно, то вони ніби гудуть».

Лора Наттолл з Портсмутського університету у Великій Британії була однією з науковців, які вручну вносили ці налаштування в LIGO. «Коли ви рухаєте один об'єкт, щось інше рухається, щось інше рухається, і щось інше рухається», – каже вона. «Ви витратите вічність на налаштування».

Новий штучний інтелект Deep Loop Shaping від DeepMind має на меті зменшити рівень шуму від налаштування дзеркал у LIGO до 100 разів.

Штучний інтелект був навчений у симуляції перед тестуванням у реальному світі, і фактично йому доручено досягти двох цілей: зменшення шуму та мінімізація кількості налаштувань, які він робить.

«З часом, багаторазово роблячи це – це як сотні й тисячі випробувань, що виконуються в симуляції – контролер ніби знайде, що працює, а що ні, і знайде дійсно, дійсно хорошу політику», – каже Йонас Бухлі з DeepMind.

Альберто Векьо з Бірмінгемського університету, Велика Британія, який не брав участі в дослідженні, але працює над LIGO, каже, що штучний інтелект є захопливим, хоча ще є багато перешкод, які потрібно подолати.

По-перше, технологія працює в реальному світі на LIGO лише годину, тому потрібно показати, що вона може працювати тижнями або навіть місяцями.

По-друге, технологія поки що застосовується лише до одного аспекту керування, допомагаючи стабілізувати дзеркала, і існують сотні, якщо не тисячі аспектів, до яких її можна застосувати.

«Це, очевидно, лише перший крок, але я все одно вважаю його дуже інтригуючим.

І, очевидно, є багато можливостей для величезного прогресу», – каже Векьо.

Якби подібні вдосконалення можна було б зробити повсюдно, то він вважає, що ми могли б виявити так звані чорні діри середнього розміру — наприклад, ті, що мають масу приблизно в 1000 разів більшу за масу нашого Сонця — клас об'єктів без жодних підтверджених спостережень.

TRANSLATION 2

Фізики з Німеччини стверджують, що вперше виміряли корельовану поведінку атомів у молекулах, підготовлених у їхньому найнижчому квантовому енергетичному стані. Використовуючи метод, відомий як кулонівська вибухова томографія, вони показали, що атоми не просто вібрують окремо. Натомість вони рухаються пов'язаним чином, що відображає фіксовані закономірності. Згідно з класичною фізикою, молекули без теплової енергії, наприклад, ті, що знаходяться при абсолютному нулі, не повинні рухатися. Однак, згідно з квантовою теорією, атоми, що складають ці молекули, ніколи повністю не «замерзають», тому вони повинні демонструвати певний рух навіть при цій низькій температурі. Цей рух походить від енергії нульової точки атомів, яка є мінімальною енергією, дозволеною квантовою механікою для атомів у їхньому основному стані при абсолютному нулі. Тому він відомий як рух нульової точки. Щоб вивчити цей рух, команда під керівництвом Тілля Янке з Інституту ядерної фізики Університету Гете у Франкфурті та Інституту ядерної фізики Макса Планка в Гейдельберзі використала європейський рентгенівський фотоелектронний мікроскоп (XFEL) у Гамбурзі для бомбардування свого зразка – молекули йодопіридину, що складається з 11 атомів – ультракороткими імпульсами високої інтенсивності рентгенівського випромінювання.

Ці імпульси високої інтенсивності сильно викидають електрони з йодопіридину, змушуючи його складові атоми ставати позитивно зарядженими (і таким чином відштовхуватися один від одного) так швидко, що молекула фактично вибухає. Щоб відобразити молекулярні фрагменти, що утворилися в результаті вибуху, дослідники використали спеціалізовану версію реакційного мікроскопа COLTRIMS. Цей підхід дозволив їм реконструювати початкову структуру молекули.

За допомогою цієї реконструкції дослідники змогли показати, що атоми вібрують не просто окремо, а за корельованими, координованими шаблонами.

«Це, звичайно, відомо з квантової хімії, але досі це не вимірювалося в молекулі, що складається з такої кількості атомів», – пояснює Янке.

Однією з найбільших проблем, з якими зіткнулися Янке та його колеги, була інтерпретація того, що їм розповідали дані мікроскопа. «Набір даних, який ми отримали, надзвичайно багатий на інформацію, і ми вже записали його у 2019 році, коли розпочали наш проект», – каже він. «Нам знадобилося більше двох років, щоб зрозуміти, що ми спостерігаємо щось таке тонке (і фундаментальне), як флуктуації основного стану».

Оскільки ця методика надає детальну інформацію, яка прихована від інших підходів до візуалізації, таких як кристалографія, дослідники зараз використовують її для проведення подальших досліджень з роздільною здатністю в часі, наприклад, фотохімічних реакцій.

Дійсно, вони виконали та опублікували перші вимірювання такого типу на початку 2025 року, поки поточне дослідження (яке опубліковано в Science) проходило рецензування.

«Ми розширили межі сучасного стану цього підходу до вимірювання», – розповідає Янке Physics World, – «і приємно побачити фундаментальний процес безпосередньо в дії».

Для фізика-теоретика конденсованих речовин Асаада Сахеля з Університету Балка Прикладного, Йорданія, який не брав участі в цьому дослідженні, нова робота є «видатним досягненням».

«Здатність фактично «бачити» рух нульової точки дозволяє нам глибше зануритися в таємниці квантової механіки в нашому прагненні до глибшого розуміння її основ», – каже він.

Мікронні частинки пилу в атмосфері можуть спровокувати утворення льоду в певних типах хмар у Північній півкулі. Це відкриття дослідників зі Швейцарії та Німеччини, які використали 35 років супутникових даних, щоб показати, що нанорозмірні дефекти на поверхні цих аерозольних частинок відповідають за цей ефект.

TRANSLATION 3

Фізики Китайської академії наук (КАН) використали квантові датчики на основі алмазів, щоб виявити те, що, на їхню думку, є першим однозначним експериментальним доказом ефекту Мейснера – ознаки надпровідності – у двошарових нікелатних матеріалах за високого тиску. Це відкриття може стимулювати розробку високочутливих квантових детекторів, які можуть працювати в умовах високого тиску. Надпровідники – це матеріали, які проводять електрику без опору при охолодженні нижче певної критичної температури переходу T_c . Окрім різкого падіння електричного опору, ще однією важливою ознакою того, що матеріал перетнув цей поріг, є поява ефекту Мейснера, при якому матеріал виштовхує магнітне поле зі своєї середини (діамагнетизм). Це виштовхування створює настільки сильну силу відштовхування, що магніт, розміщений поверх надпровідного матеріалу, левітуватиме над ним.

У «звичайних» надпровідниках, таких як тверда ртуть, T_c настільки низька, що матеріали необхідно охолоджувати рідким гелієм, щоб підтримувати їх у надпровідному стані.

Однак наприкінці 1980-х років фізики відкрили новий клас надпровідників, які мають температуру надпровідності (T_c) вище точки кипіння рідкого азоту (77 K). Ці «нетрадиційні» або високотемпературні надпровідники походять не з металів, а з ізоляторів, що містять оксиди міді (купрати). Відтоді триває пошук матеріалів, які є надпровідними за ще вищих температур, і, можливо, навіть за кімнатної температури. Відкриття таких матеріалів матиме величезні наслідки для технологій, починаючи від апаратів магнітно-резонансної томографії до ліній електропередач. У 2019 році дослідники зі Стенфордського університету в США ідентифікували оксиди нікелю (нікелати) як додаткові високотемпературні надпровідники. Це викликало шквал інтересу в спільноті надпровідників, оскільки ці матеріали, здається, є надпровідними інакше, ніж їхні двоюрідні брати з оксидів міді.

Серед досліджених нікелятів $\text{La}_3\text{Ni}_2\text{O}_{7-\delta}$ (де δ може коливатися від 0 до 0,04) вважається особливо перспективним, оскільки у 2023 році дослідники під керівництвом Мен Вана з китайського університету Сунь Ятсена виявили певні ознаки надпровідності за температури близько 80 K.

Однак ці ознаки з'явилися лише тоді, коли кристали матеріалу були поміщені в пристрій, який називається алмазною ковадловою ковадлом (DAC).

Цей пристрій піддає зразки матеріалу екстремальному тиску понад 400 ГПа (або 4×10^6 атмосфер), стискаючи їх між сплющеними кінчиками двох крихлих кристалів алмазу ювелірного класу.

Проблема, пояснює Сяохуей Ю з Інституту фізики CAS, полягає в тому, що нелегко помітити ефект Мейснера під таким високим тиском.

Це пояснюється тим, що структура DAC обмежує доступний об'єм зразка та перешкоджає використанню високочутливих магнітних методів вимірювання, таких як SQUID.

Ще одна проблема полягає в тому, що зразок, використаний у дослідженні 2023 року, містить кілька конкуруючих фаз, які можуть змішуватися та погіршувати сигнал $\text{La}_3\text{Ni}_2\text{O}_{7-\delta}$.

Центри азотних вакансій, вбудовані як квантові датчики *in situ*

У новій роботі Ю та його колеги використовували центри азотних вакансій (NV), вбудовані в ЦАП, як квантові датчики *in situ* для відстеження та візуалізації ефекту Мейснера в двошаровому матеріалі $\text{La}_3\text{Ni}_2\text{O}_7\text{-}\delta$ під тиском.

TRANSLATION 4

Мережа телефонів Android створює ефективну систему раннього попередження про землетруси

Глобальна мережа смартфонів Android створює корисну систему раннього попередження про землетруси, даючи багатьом користувачам дорожочинні секунди, щоб діяти до початку землетрусів. Ці висновки, отримані дослідниками з материнської компанії Android, Google, базуються на трирічному дослідженні, в якому взяли участь мільйони телефонів у 98 країнах. За словами дослідників, можливості мережі можуть бути особливо корисними в районах, де немає налагоджених систем раннього попередження.

«Використовуючи смартфони Android, які складають 70% смартфонів у світі, система Android Earthquake Alert (AEA) може допомогти забезпечити попередження, що рятують життя, у багатьох місцях по всьому світу», — каже співкерівник дослідження Річард Аллен, запрошений науковий співробітник Google, який керує сейсмологічною лабораторією Берклі в Каліфорнійському університеті, Берклі, США.

Традиційні системи раннього попередження про землетруси використовують мережі сейсмічних датчиків, спеціально розроблених для цієї мети.

Спочатку впроваджені в Мексиці та Японії, а тепер також розгорнуті на Тайвані, в Південній Кореї, США, Ізраїлі, Коста-Ріці та Канаді, вони швидко виявляють землетруси в районах поблизу епіцентру та видають попередження по всьому постраждалому регіону.

Навіть кілька секунд попередження можуть бути корисними, пояснює Аллен, оскільки це дозволяє людям вживати захисних заходів, таких як послідовність «падай, укривайся та тримайся» (DCHN), рекомендована в більшості країн.

Побудова таких сейсмічних мереж є дорогою, і багато сейсмостійких регіонів їх не мають. Однак, що у них є, так це смартфони. Більшість таких пристроїв містять вбудовані акселерометри, і оскільки їхня популярність зросла в 2010-х роках, вчені-сейсмологи почали досліджувати способи їх використання для виявлення землетрусів.

«Хоча акселерометри в цих телефонах менш чутливі, ніж постійні прилади, що використовуються в традиційних сейсмічних мережах, вони все ще можуть виявляти поштовхи під час сильних землетрусів», — розповідає Аллен Physics World.

Система попередження на базі смартфонів

До кінця 2010-х років кілька команд розробили додатки для смартфонів, які могли виявляти землетруси, коли вони відбуваються, серед ранніх прикладів – SkyAlert у Мексиці та ShakeAlert у Берклі.

Останнє дослідження просуває цю роботу на новий рівень.

«Використовуючи акселерометри в мережі смартфонів, подібній до сейсмічного масиву, ми тепер можемо надавати попередження в деяких частинах світу, де їх раніше не існувало і де вони найбільше потрібні», — пояснює Аллен.

Працюючи зі співкерівником дослідження Марком Стогайтисом, головним інженером-програмістом в Android, Аллен та його колеги тестували систему AEA між 2021 і 2024 роками.

Протягом цього періоду додаток виявляв в середньому 312 землетрусів на місяць, магнітудою від 1,9 до 7,8 (що відповідає подіям у Японії та Туреччині відповідно).

Для землетрусів магнітудою 4,5 бала або вище система надсилала користувачам сповіщення «TakeAction».

Ці сповіщення розроблені для того, щоб негайно привернути увагу користувачів і спонукати їх вжити захисних заходів, таких як DCHO.

TRANSLATION 5

У своїй дебютній книзі «Наставник Ейнштейна: історія Еммі Нетер та винахід сучасної фізики» Лі Філліпс вихваляє життя та працю німецької математички Еммі Нетер (1882–1935). Незважаючи на життя, сповнене перешкод, несправедливості та дискримінації, як єврейська математичка, Нетер здійснила революцію в цій галузі та відкрила «найглибший результат у всій фізиці». Книга Філліпс переплітає історію її надзвичайного життя навколо центральної теми «теореми Нетер», яка сама по собі лежить в основі захопливої епохи розвитку сучасної теоретичної фізики. Нетер виросла в часи, коли жінки мали мало прав. Не маючи змоги офіційно зареєструватися як студентка, вона натомість змогла відвідувати курси в Ерлангенському університеті в Баварії за підтримки свого батька, який був там професором математики. На той час юна Нетер була однією з лише двох жінок-слухачок в університеті з 986 студентів. Всього двома роками раніше викладацький склад університету заявив, що змішана статтєва освіта «скине академічний порядок». Незважаючи на те, що вона йшла проти цього грізного статус-кво, вона змогла закінчити навчання у 1903 році.

Нетер продовжила свої дослідження вищої математики, вирушивши до «світового центру математики» – Геттінгенського університету. Тут вона мала змогу слухати лекції деяких найяскравіших математичних умів того часу – Карла Шварцшильда, Германа Мінковського, Отто Блюменталю, Фелікса Кляйна та Давида Гільберта. Перебуваючи там, закон нарешті змінився: жінкам нарешті дозволили вступати до університету. У 1904 році Нетер повернулася до Ерлангенського університету, щоб завершити свою аспірантуру під керівництвом Поля Гордана. На той час вона була єдиною жінкою, яка вступила до університету разом із 46 чоловіками.

Незважаючи на те, що Нетер була більш ніж кваліфікованою, вона не змогла отримати посаду в університеті після закінчення докторського ступеня у 1907 році.

Натомість вона майже десять років працювала без оплати – викладала курси свого батька та керувала його аспірантами.

Станом на 1915 рік Нетер була єдиною жінкою в усій Європі зі ступенем доктора філософії з математики. Вона наполегливо працювала, щоб її визнали експертом із симетрії та теорії інваріантів, і зрештою прийняла запрошення Кляйна та Гільберта працювати разом з ними в Геттінгені. Тут вони втрьох зустрілися з Альбертом Ейнштейном, щоб обговорити його останній проект – загальну теорію відносності. У книзі «Наставник Ейнштейна» Філліпс малює особливо яскраву картину життя Нетер у Геттінгені серед колег, включаючи Кляйна, Гільберта та Ейнштейна, які займають значну позицію та додають насиченості історії. Дійсно, значна частина перших трьох розділів присвячена цим чоловікам, створюючи сцену для прибуття Нетер до Геттінгена.