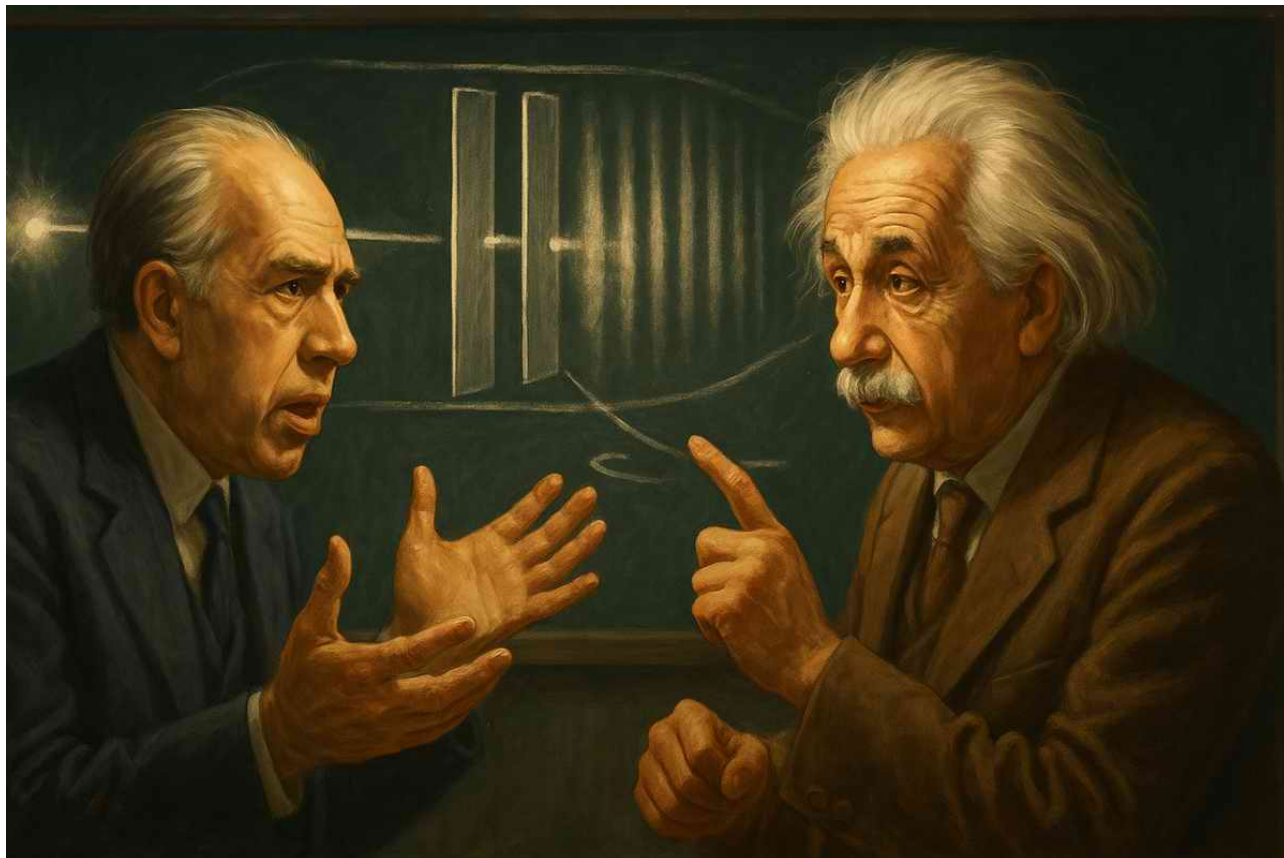


Современная версия эксперимента с двумя щелями показала, что Эйнштейн ошибался в понимании природы света



Дата публикации: 29.07.2025

Фундаментальный принцип квантовой механики — дуализм волны и частицы — был вновь поставлен под микроскоп учёными Массачусетского технологического института. В их новом эксперименте с двумя щелями, приближенном к «идеальному» квантовому сценарию, команда показала, что даже в полностью очищенной от классических компонентов версии классического опыта, всё происходит в точном соответствии с предсказаниями квантовой теории.

Эксперимент с двумя щелями, известный со времён Томаса Янга, стал символом странной природы квантового мира. Он показывает, что свет, а также и другие частицы, может проявлять себя как волна и как частица — но никогда одновременно. Попытка выяснить траекторию фотона разрушает интерференционную картину, характерную для волнового поведения, и наоборот: наблюдение волны делает невозможным установление пути частицы.

Теперь, в век управления отдельными атомами и фотонами, физики из группы Вольфганга Кеттерле пошли дальше всех: они заменили «щели» в эксперименте на одиночные атомы, которые были охлаждены до ультранизких температур и размещены в лазерной решётке. Каждый атом функционировал как потенциальная точка рассеяния фотона, а вся система могла точно фиксировать поведение света с учётом всех квантовых параметров.

Благодаря тонкой настройке «размытия» атомов — параметра, описывающего, насколько неопределённо их положение — учёные могли программировать вероятность того, как свет будет себя вести: как волна или как частица. Более слабое удержание атомов в лазерной ловушке делало их положение более неопределённым, увеличивая вероятность того, что фотон «зафиксирует» свою траекторию, и тем самым разрушит интерференцию.

Этот результат полностью опровергает позицию Альберта Эйнштейна, предложившего почти столетие назад, что пружинная реакция на прохождение фотона через одну из двух щелей могла бы позволить одновременно наблюдать и траекторию, и интерференцию. Эксперимент Массачусетского технологического института показывает, что сам факт попытки получить информацию о пути фотона разрушает интерференцию вне зависимости от того, как именно эта информация извлекается. Даже когда удерживающее поле, аналог «пружины», было полностью отключено, результат оставался прежним: свет не подчиняется классической логике.

Уникальность эксперимента также в том, что он был проведён с тысячами отдельных атомов, каждый из которых взаимодействовал с фотоном как независимая «щель». Таким образом, удалось одновременно обеспечить точность, статистическую значимость и физическую чистоту измерения. Детекторы фиксировали интенсивность рассеянного света и позволили учёным напрямую определить природу поведения фотонов в каждом экспериментальном режиме.

Новизна метода заключается в том, что теперь эксперимент с двумя щелями больше не нуждается в материальных барьерах или физических экранах — вместо них используются управляемые квантовые системы. Это открывает путь к еще более тонкому исследованию фундаментальных аспектов квантовой механики, включая вопросы наблюдения, измерения и взаимодействия между системами.

Проведённый эксперимент также подтверждает центральную роль квантовых корреляций между частицами. То, что раньше объяснялось как механическое действие фотона на пружину или щель, теперь рассматривается как проявление глубокой связи между состоянием фотона и состоянием квантовой системы,

через которую он проходит.

Эксперимент стал не только научной победой, но и символическим актом — он состоялся в год, провозглашённый ООН Международным годом квантовой науки, почти ровно через век после зарождения квантовой теории. Вдохновлённая спорами Бора и Эйнштейна, новая работа возвращает нас к вечному вопросу: насколько глубоко можно понять природу реальности, и существует ли предел нашим измерениям.

По всей вероятности, мы всё ещё лишь касаемся поверхности. Но каждый подобный эксперимент делает шаг к более полному пониманию того, как устроен наш мир на самом фундаментальном уровне.

Ссылка: «Когерентное и некогерентное рассеяние света волновыми пакетами одиночных атомов» DOI: [10.1103/zwhd-1k2t](https://doi.org/10.1103/zwhd-1k2t).