

СВЕТ КАК ИНСТРУМЕНТ



— Артур Ашкин



— Жерар Муру



— Донна Стрикленд

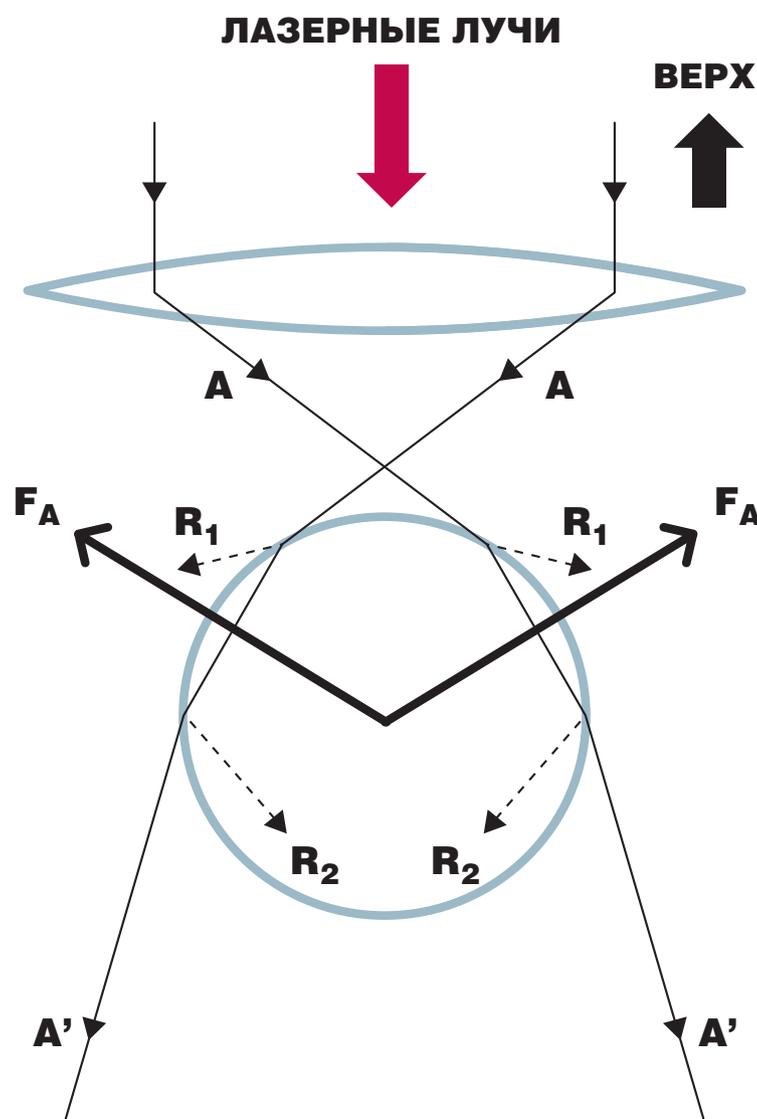
ЛАУРЕАТАМИ ПРЕМИИ ПО ФИЗИКЕ СТАЛИ ТРОЕ УЧЕНЫХ: АРТУР ЭШКИН НАГРАЖДЕН ЗА СОЗДАНИЕ ОПТИЧЕСКИХ ПИНЦЕТОВ, ЖЕРАР МУРУ И ДОННА СТРИКЛЕНД — ЗА РАЗРАБОТКУ УЛЬТРАКОРОТКИХ СВЕТОВЫХ ИМПУЛЬСОВ ОЧЕНЬ ВЫСОКОЙ ИНТЕНСИВНОСТИ.

Оптический пинцет — это инструмент для удержания и перемещения частиц с помощью света. Чаще всего оптический пинцет используют для работы с объектами размером порядка микрометра, которые удерживаются сильно сфокусированными лазерными пучками. Большое распространение оптический пинцет получил в биологии и медицине, так как позволяет работать с одиночными клетками внутри пригодной для них жидкой среды. С помощью оптического пинцета исследованы механические свойства молекул ДНК, молекулярных моторов, углублено понимание процессов деления клеток, их силового взаимодействия, определены эластичности клеточных мембран и т. д. Однако изучением биологических структур область применения этого мощного инструмента не исчерпывается: пинцет используют, когда необходимо аккуратно и точно управлять положением микрообъектов. Фактически это чрезвычайно миниатюрный и бесконтактный манипулятор.

Артур Эшкин сумел воплотить в жизнь идею из научно-фантастических фильмов, где непонятно какой луч управляет предметами. Только в отличие от фантастики предложенный Эшкином инструмент пока позволяет работать с очень маленькими объектами. Но для ученых это вовсе не недостаток, скорее, наоборот. С помощью оптического пинцета можно вести сборку сложных структур из отдельных невидных невооруженным глазом частичек, которыми сложно или практически невозможно управлять обычными механическими приспособлениями. Изобретение оптического пинцета стало революционным открытием, он позволяет исследовать уединенные нано- и микрообъекты и их взаимодействие.

Не менее интересен и другой инструмент, удостоенный Нобелевской премии в этом году. Разнообразием приложений сверхкоротких импульсов мы обязаны двум их основным особенностям — очень малой длительности и огромным электрическим и магнитным полям, возникающим во время их действия. Первая особенность позволяет изучать быстрые явления, протекающие на протяжении фемтосекунд. Это поведение малых

Прошедшие десятки лет показали, как оптический пинцет и мощные фемтосекундные импульсы расширили возможности и горизонты лазерной физики



частиц — электронов, атомов, например, в твердых телах. Например, можно исследовать генерацию носителей тока в полупроводниках, поведение электронов в металле при нагреве сверхкоротким импульсом. Вторая особенность позволяет довольно тонко, ювелирно изменять материалы, поскольку большие поля могут ионизировать атомы — отрывать от них электроны. На поверхности твердого материала можно точно испарять вещество (метод называется лазерная абляция). Благодаря высокой точности импульсные лазеры используются при выполнении офтальмологических операций. Высокие пиковые мощности дают разнообразные нелинейные эффекты — такие, как генерация высоких гармоник (перевод в излучение более высокой, более «синей» частоты), генерация суперконтинуума (белый лазер). Очень высокие мощности порядка петаватт используются для ускорения заряженных частиц и призваны стать компактными аналогами громоздких ускорителей.

Объединение этих двух открытий в одной премии выглядит вполне логичным. Прошедшие десятки лет показали, как оптический пинцет и мощные фемтосекундные импульсы расширили возможности и горизонты лазерной физики. Это гигантские шаги в малые размеры, малые времена, большие электромагнитные поля. Не говоря уже о том, что они могут вполне сосуществовать в одном приборе — лазерном пинцете на фемтосекундных импульсах.

ЕВГЕНИЙ ЛЮБИН, научный сотрудник, ТАТЬЯНА ДОЛГОВА, старший научный сотрудник, физический факультет МГУ

— Схема удержания сферической частицы лазерными лучами

СПЛОШЬ НОБЕЛЕВСКИЕ ЛАУРЕАТЫ

Артур Эшкин вспоминал, что, когда он пришел на работу в Columbia Radiation Lab., там работали три лауреата Нобелевской премии. По всей видимости, он говорил о Роберте Милликене (лауреат 1923 года за определение элементарного электрического заряда), Энрико Ферми (1938 год, за доказательство существования новых радиоактивных элементов, полученных при облучении медленными нейтронами) и Исидоре Раби (1944 год, за резонансный метод измерения магнитных свойств атомных ядер). А в 1997 году Нобелевскую премию по физике получили коллеги Артура Эшкина — Стивен Чу, Клод Коэн-Таннуджи и Уильям Филлипс за исследования в области охлаждения и улавливания атомов с использованием лазерных технологий; тогда писали, что Эшкина не совсем справедливо обошли премией. Теперь справедливость восторжествовала.

РЕШЕТКА ПИНЦЕТОВ

Идея оптического пинцета, то есть удержания одной микрочастицы в системе лазерных лучей, нашла дальнейшее, более изощренное применение в «многоместных» оптических ловушках. Если оптические пинцеты выстроить в регулярную структуру, то можно заставить несколько (сейчас уже до сотен) охлажденных до очень низких температур атомов образовывать искусственный кристалл. От природного он будет отличаться тем, что все его параметры можно регулировать, настраивая соответствующим образом удерживающие лазерные лучи. А это позволяет проверять теоретические модели, которым не хватает «природных» данных. Кроме того, оказывается возможным продемонстрировать квантовые явления, до того недоступные лабораторному эксперименту. Сейчас такие решетки холодных атомов фактически уже образуют новое, большое и быстро развивающееся направление физики.

САМЫЙ СТАРЫЙ ЛАУРЕАТ

Артур Эшкин — самый старый в истории лауреат Нобелевской премии: ему 96 лет. Прежнему старейшине, экономисту, человеку также российского происхождения, Леониду Гурвичу, было всего 90 лет.

ЛАУРЕАТ ИЗ РОССИИ

Жерар Муру в 2010-х годах работал в России, в Нижегородском государственном университете — получил мегагрант правительства. В университете Жерар Муру в сотрудничестве с Институтом прикладной физики РАН создал лабораторию «Экстремальные световые поля и их приложения». Эта лаборатория дала мощный импульс развитию лазерной физики в Нижегородском университете, сейчас там создается петаваттный лазерный комплекс. Одной из главных забот нижегородцев было обеспечить Жерара Муру бассейном или открытой водой: он каждый день проплывал километр.