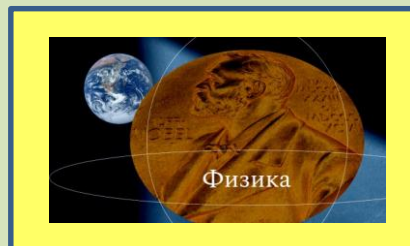


Нобелевская неделя – 2023



Нобелевскую премию по физике в 2023 году получили ученые Пьер Агостини, Ференц Крауш и Анн Л'Юилье за исследования в области аттосекундной физики, которые открывают новые способы изучения внутриатомного мира. Благодаря их достижению теперь можно посмотреть фильм о том, как ведут себя электроны внутри атомов.

Самая короткая вспышка света



Нобелевскую премию по физике 2023 года получили физики **Пьер Агостини** из Университета штата Огайо, **Ференц Крауш** из Института квантовой оптики имени Макса Планка, а также **Анн Л'Юилье** из Университета Пьера и Марии Кюри за создание инструментов для исследования электронов внутри атомов и молекул. Об этом сообщили представители Нобелевского комитета на церемонии в Стокгольме.

«Эту премию мы давно ждали, очень я расстроен, что в команде нет Пола Коркума – это великий канадский ученый, который понял, откуда берется аттосекундный импульс и открыл обратное соударение. То есть сделал принципиальные открытия в этом направлении. Но все ученые, получившие премию, очень ее достойны», — сказал «Газете.Ру» руководитель Национального центра физики и математики, экс-глава РАН Александр Сергеев. В мире электронов изменения происходят за чрезвычайно короткий промежуток времени – за несколько десятых аттосекунды, которая составляет одну квинтиллионную часть секунды или 0,0000000000000001 секунды.

Чтобы зафиксировать изменения электронов, существующих методов недостаточно. Лауреаты смогли создать способ генерации чрезвычайно коротких импульсов света, которые можно использовать для наблюдения за движением электронов в атомах или молекулах в режиме реального времени. Это играет ключевую роль в понимании общих физических явлений или химических реакций на атомном уровне. Такие аттосекундные импульсы можно использовать для создания своеобразной видеокамеры для записи фильмов изнутри атомов и молекул в мегазамедленном режиме.

«Абсолютно все процессы в мире начинаются с электронного перехода. Это священный Грааль, благодаря которому мы сможем контролировать начальное время молекулярной реакции, а значит, в будущем контролировать и сами реакции», — рассказала Анн Л'Юилье во время звонка на церемонии оглашения результатов. Однако чтобы снять такой фильм, нужно было прежде всего придумать принцип, как осветить атомы в молекулах, как научиться так быстро включать и выключать свет. «Сложность в том, что ни человек, ни механика, ни электроника не обладают такой скоростью, чтобы так быстро включить и выключить свет. Для этого нужны определенные устройства. И даже электроника, которая существовала до работ нобелевских лауреатов, не могла обеспечить необходимую длительность импульсов. Нужен был новый принцип получения таких коротких вспышек света. На помощь пришли мощные лазеры, которые могут ионизовать атомы», — объяснил ведущий сотрудник Института прикладной физики РАН (Нижний Новгород) Михаил Рябкин. Одно из возможных применений — создание новых проводников электричества. С помощью аттосекундных лазеров удалось засечь, как вещество из изолятора может ненадолго стать проводником, а потом наоборот. «Например, если на кремний посылить коротким лазерным импульсом, то он превращается из электрика в проводник. Когда импульс заканчивается, происходит возвращение в обратное состояние. Без технологии мы бы это никогда не узнали. Это можно применить для ускорения работы компьютеров — мы можем на этом построить ячейку памяти», — рассказал Рябкин. С помощью новых знаний можно управлять химической реакцией, если знать, как электрон смещается с одного конца молекулы в другой. С помощью вспышек света можно направить электрон в нужные места молекулы. Таким образом можно значительно улучшить работу солнечных батарей. Этими проблемами в России занимается несколько научных групп, одна из них располагается в Институте прикладной физики РАН.

«Мы изучали разные варианты получения аттосекундных импульсов: как их получать с большей эффективностью, интенсивностью, с заданным профилем электрического поля, поляризацией. Мы изучаем, как управлять характеристиками этих вспышек света и как их использовать. Например, есть фотоэлементы, которые срабатывают на свет, тогда происходит фотоионизация, появляется свободный электрон и ток. Никто не знал, как быстро срабатывают эти фотоэлементы, как быстро появляется этот фототок. Эти импульсы позволяют с точностью 20 аттосекунд прописать, сколько времени нужно электрону, чтобы покинуть атом и вырваться наружу. Теперь мы можем измерить это время фотоэффекта», — объясняет Рябкин. Аттосекундные импульсы также могут использоваться для идентификации различных молекул при диагностике различных заболеваний, например рака легких.

Однако, по словам профессора МГУ, физика Андрея Васильева, эта технология пока носит исследовательский интерес, и, к сожалению, еще рано говорить о ее практическом применении в каких-либо областях. «Это исследовательская, причём экзотическая, техника, поэтому пока прямого применения ей нет. В ее основе лежит воздействие коротких импульсов света на вещество, которое при этом переходит в сильно возбужденное состояние. Этот метод поможет изучить то, как происходит возбуждение электронов в сложных системах молекул, как они меняются. Опосредованно можно узнать и то, как двигаются электроны, сопоставив полученные изображения. Но рано говорить о практическом применении», — рассказал Васильев. Однако уже сейчас аттосекундные лазеры можно применять в исследованиях. Это изучение любых химических и биологических процессов, в науке о материалах, во всех сферах, где нужно знать что-то о динамике электронов, как они ведут себя в разных ситуациях.

Пьер Агостини родился во Франции в 1950 году.

В 1968 году ученый получил докторскую степень в Университете Экс-Марсель. После он стал научным сотрудником в Центре Париж-Сакле Французской комиссии по альтернативной энергетике и атомной энергии (CEA), где занимал различные должности до 2002 года. Затем он работал в качестве приглашенного специалиста в Университете Южной Калифорнии. С 2005 года Агостини работает в Университете штата Огайо профессором физики.

В 2001 году Агостини удалось создать и исследовать серию последовательных световых импульсов, в которых каждый импульс длился всего 250 аттосекунд. В 2012 году он вошел в группу ученых из университетов штатов Огайо и Канзас, которой удалось впервые запечатлеть движение атомов внутри молекулы с помощью камеры для сверхбыстрой съемки. Он также изобрел метод RABBIT для характеристики аттосекундных световых импульсов.

Ференц Крауш родился в 1962 году в венгерском городе Море. Он окончил Будапештский технологический университет и остался в нем профессором на долгие годы. Степень доктора философии получил в 1991 году в Венском технологическом университете.

В 2003 году был назначен директором Института квантовой оптики Макса Планка в Гархинге (Германия). В настоящее время Ференц Крауш является директором Института квантовой оптики Макса Планка и профессором Мюнхенского университета Людвиг-Максимилиана.

Крауш и его исследовательская группа первыми создали и измерили световой аттосекундный импульс. Это положило начало аттосекундной физике. В 2008 году Крауш и его коллеги из Института квантовой оптики Макса Планка попали в Книгу рекордов Гиннеса за самую короткую вспышку света в мире. Сгенерированный ими световой импульс длился всего 80 аттосекунд, или 0,0000000000000008 секунды. «Камера с короткой выдержкой служит ближайшей привычной аналогией основной концепции аттосекундной физики. Короткая выдержка гарантирует, что матрица камеры подвергается воздействию внешнего мира только в течение короткого интервала времени, что позволяет делать четкие фотографии быстро движущихся объектов. Однако даже микросекундное время экспозиции самой быстрой в мире камеры, способной «заморозить движение» пули, в миллиард раз медленнее, чтобы запечатлеть электронные движения внутри атомов, молекул или наносхем», — рассказал профессор Крауш о своих исследованиях изданию iGlobeNews. Он уверен, что изучение и управление движениями электронов в перспективе позволит довести скорость обработки информации до скорости света.

Анн Л'Юилье родилась в 1958 году в Париже. Степень доктора философии получила в 1986 году в университете Пьера и Марии Кюри. Парижанка стала пятой женщиной, получившей Нобелевскую премию по физике. По словам ученой, на занятие сверхбыстрой физикой ее вдохновили преподаватели в магистратуре, включая лауреата Нобелевской премии по физике Клода Коэн-Таннуджи. Анн Л'Юилье работает в Шведском университете Лунда. Она возглавляет группу аттосекундной физики, изучающей движение электронов в реальном времени, которое используется для понимания химических реакций на атомном уровне. В 2003 году она и ее группа побили мировой рекорд с наименьшим лазерным импульсом в 170 аттосекунд.