



Рорер (Rohrer), Гейнрих

Родился 6 июня 1933 г.

Нобелевская премия по физике, 1986 г. совместно с Гердом Биннигом и Эрнстом Руской

Скончался 16 мая 2013 г.

Швейцарский физик Гейнрих Рорер родился в г. Бухсе, на востоке Швейцарии, в семье коммивояжера, занимавшегося распространением промышленных товаров, Ханса Гейнриха Рорера и Катарины (урожденной Ганпенбейн) Роре. Рорер В юности Рорер превосходно успевал по физике и химии и проявлял большие способности к древним языкам латинскому и греческому, хотя современные языки давались ему с трудом. По окончании средней школы он решил было посвятить себя изучению древних языков, но потом передумал и поступил в Цюрихский федеральный технологический институт, чтобы заняться физикой и математикой. Его докторская диссертация была посвящена исследованию влияния давления и объемных эффектов на сверхпроводимость. В 1960 г. за эту работу ему была присуждена докторская степень.

После года службы в швейцарской армии Рорер был зачислен для проведения постдокторских исследований в Ратджерский университет в Нью-Брансуике (штат Нью-Джерси), где провел два года, занимаясь исследованием явлений, связанных со сверхпроводимостью. В 1963 г. он возвращается в Цюрих и приступает к работе в научно-исследовательской лаборатории компании «Интернэшнл бизнес мэшинс». (ИБМ). За исключением 1974/75 учебного г., который Рорер провел, будучи приглашенным ученым-исследователем, в Калифорнийском университете в г. Санта-Барбара, все остальное время он остается в лаборатории ИБМ.

Во время работы в ИБМ научные интересы Рорера переместились от сверхпроводимости в другие области физики твердого тела. Особенно увлекли его проблемы, связанные со свойствами поверхностей материалов, где имеют место химические и другого рода взаимодействия между веществами. Существовали методы, позволявшие исследовать расположение атомов в веществе, но было относительно мало подходов к пониманию весьма различного поведения атомов на его поверхности. При попытках исследовать поверхность возникали трудности, долгое время препятствовавшие продвижению вперед. Эти трудности были столь велики, что однажды *Вольфганг Паули* воскликнул «Поверхность, несомненно, была изобретением дьявола!»

В 1978 г. к Рорер, стремившемуся понять процессы, происходящие на поверхности, присоединился только что закончивший аспирантуру Франкфуртского университета Герд Бинниг. Вскоре двум ученым удалось предложить новый подход к исследованию поверхностей на основе квантово-механического эффекта, известного под названием туннелирования. Эффект туннелирования является прямым следствием принципа неопределенности Гейзенберга (названного так в честь немецкого физика Вернера Гейзенберга), который гласит, что положение и скорость субатомной частицы не могут быть одновременно известны. Вследствие этого такая частица, как, например, электрон, ведет себя не как частица, а как расплывчатое «облако» материи. Такой облакообразный характер субатомных частиц позволяет им «туннелировать», или проникать, сквозь две поверхности, даже если те не соприкасаются. Явление туннелирования было экспериментально подтверждено Айваром Джайевером в 1960 г.

К моменту, когда Рорер и Бинниг приступили к своей работе, эффект туннелирования был хорошо известен. Некоторые физики даже использовали этот эффект

для получения множества данных о границах, разделяющих отдельные слои в «сэндвичах» из материалов Рорер и Бинниг избрали иной принцип, заставляя электроны туннелировать через вакуум. Наивысшим достижением в развитии предложенного ими подхода стало изобретение нового прибора, получившего название сканирующего туннелирующего микроскопа. Основная идея этого прибора состоит в том, чтобы сканировать поверхность твердого тела в вакууме с помощью кончика острой иглы. Если между образцом и кончиком иглы приложено напряжение и расстояние достаточно мало, то электроны туннелируют с острия иглы на образец. Поток электронов измеряется как ток туннелирования. Сила тока туннелирования зависит от расстояния между образцом и острием иглы и выражается экспоненциальной функцией расстояния. Водя иглой по образцу и дозируя ток, исследователи получают возможность «нанести на карту» расположение микроскопических (атомных размеров) холмов и долин на поверхности образца.

Несмотря на огромные технические трудности, Рорер и Бинниг были настроены оптимистически. Как заметил впоследствии Рорер, «мы были совершенно уверены в успехе. С самого начала мы знали, что это будет важным продвижением вперед. Удивительно лишь то, что нам удалось так быстро достичь желаемого». Первое успешное испытание сканирующего микроскопа Рорер и Бинниг провели весной 1981 г. При участии двух других сотрудников ИБМ Кристофера Гербера и Эдмунда Вейбеля им удалось достичь разрешения «шероховатостей» на поверхности кальциево-иридиево-оловянных кристаллов (CaIrSn_4) высотой всего лишь в 1 атом. По иронии судьбы, когда они впервые направили статью с сообщением о полученных результатах в журнал, рецензент отверг ее, сочтя «недостаточно интересной».

Самым большим препятствием на пути группы из ИБМ была необходимость исключить все источники колебательных шумов. Сильная зависимость тока туннелирования от расстояния между поверхностью образца и сканирующим острием означает, что положение острия должно контролироваться с точностью до доли диаметра атома. Если не принять достаточных мер предосторожности, то уличные шумы и даже шаги прохожих могут полностью нарушить такую деликатную операцию, как работа сканирующего микроскопа. Первоначально Рорер и Бинниг намеревались решить проблему шумов, поместив микроскоп на тяжелом каменном постаменте, который они изолировали от внешних возмущений в здании лаборатории специальными амортизаторами из сплюснутых шин. Сам микроскоп был подвешен над чашей из сверхпроводящего свинца с постоянными магнитами. Для перемещения острия с наибольшей точностью экспериментаторы использовали пьезоэлектрические материалы, которые сокращаются или расширяются под действием приложенного напряжения.

В дальнейшем микроскоп был значительно усовершенствован по сравнению со столь примитивными первыми вариантами. Сканирующий туннелирующий микроскоп (если не считать вакуумную камеру) умещается на ладони и позволяет разрешать по вертикали детали размером в 0,1 ангстрема (10^{10} м), или, иначе говоря, одну десятую диаметра атома водорода. Разрешающая способность сканирующего острия шириной всего в несколько атомов позволяет разрешать детали горизонтальной плоскости размером не более 2 ангстремов. В настоящее время удалось изготовить острия шириной всего лишь в 1 атом. У 1986 г. в лабораториях мира находилось по крайней мере 40 сканирующих туннелирующих микроскопов, и две компании приступили к выпуску коммерческих вариантов этих приборов. Сканирующий туннелирующий микроскоп, помимо вакуума, работает и в других средах, в том числе в воздухе, воде и криогенных жидкостях. Он применяется для исследования не только неорганических, но и органических веществ, в том числе вирусов и дезоксирибонуклеиновой кислоты (ДНК).

В 1986 г. Рорер и Бинниг были удостоены (половины) Нобелевской премии по физике «за создание сканирующего туннелирующего микроскопа». Другая половина премии была присуждена Эрнсту Руске за его вклад в создание электронного микроскопа.

На церемонии презентации лауреатов представитель Шведской королевской академии наук сказал:

«Сканирующий туннелирующий микроскоп представляет собой нечто совершенно новое, и мы до сих пор были свидетелями лишь первых его применений. Однако и сейчас совершенно ясно, что перед исследователями строения материи открываются совершенно неведомые области. Великое достижение лауреатов состоит в том, что, взяв за отправную точку свои более ранние работы и идеи, они сумели преодолеть огромные экспериментальные трудности, возникшие при сооружении прибора требуемой точности и стабильности».

В 1961 г. Рорер вступил в брак с Розмари Эгга Рорер У супругов две дочери. На просьбу указать свою характерную черту Рорер, пользующийся репутацией мягкого и скромного человека, ответил: «Те, кто меня знает, понимают меня. Для тех, кто меня не знает, говорить что-либо бесполезно».

Кроме Нобелевской премии, Рорер и Бинниг были удостоены и других наград за свою работу. В 1984 г. они получили премию Хьюлетта – Пиккарда Европейского физического общества и Международную премию по физике короля Фейсала, присуждаемую правительством Саудовской Аравии.

Печатается по книге: Лауреаты Нобелевской премии: Энциклопедия: Пер. с англ.– М.: Прогресс, 1992.