

ББК  
Ч2  
Н ЗЧО

# НАУКА

## ВЕЛИЧАЙШИЕ ТЕОРИИ

### ФЕЙНМАН

#### Квантовая электродинамика

6



Когда фотон встречает  
электрон

DEAGOSTINI

# ФЕЙНМАН

## Квантовая электродинамика

---

# Когда фотон встречает электрон

НАУКА. ВЕЛИЧАЙШИЕ ТЕОРИИ

**Наука. Величайшие теории:** выпуск 6: Когда фотон встречает электрон. Фейнман. Квантовая электродинамика. / Пер. с франц. — М.: Де Агостини, 2015. — 176 с.

Ричард Фейнман считается не только одним из самых значительных физиков XX века, но и одной из самых завораживающих и уникальных фигур современной науки. Этот ученый внес огромный вклад в изучение квантовой электродинамики — основной области физики, исследующей взаимодействие излучения с веществом, а также электромагнитные взаимодействия заряженных частиц. Кроме того, он широко известен как преподаватель и популяризатор науки. Яркая личность Фейнмана и его сокрушительные суждения вызывали как восхищение, так и враждебность, но несомненно одно: современная физика не была бы такой, какой она является сегодня, без участия этого удивительного человека.

552 029

ISSN 2409-0069

БИБЛИОТЕКА

ФГАОУ ВО  
Сибирский федеральный  
университет

© Miguel Ángel Sabadell, 2012 (текст)

© RBA Coleccionables S.A., 2013

© ООО «Де Агостини», 2014–2015

Иллюстрации предоставлены:

Aisa: 91b; Archives RBA: 30, 35, 39, 88, 123ad, 138;

Bibliothèque du Congrès des États-Unis: 33, 67; Corbis: 91ag, 91ad, 98, 123ag, 123b, 132, 165a, 165b; Département de l'Énergie des États-Unis: 46, 72, 75a, 75b; Getty Images: 107; Gert-Martin Greuel: 145; istockphoto: 53; Musée Boerhaave, Leiden, Pays-Bas: 120; Smithsonian Institution: 80. Photos de couverture: akg / Science Photo Library.

Все права защищены.

Полное или частичное воспроизведение  
без разрешения издателя запрещено.

# Содержание

<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	7
<b>ГЛАВА 1.</b> Новый квантовый мир .....	17
<b>ГЛАВА 2.</b> От Принстона до атомной бомбы .....	43
<b>ГЛАВА 3.</b> Квантовая электродинамика: КЭД .....	77
<b>ГЛАВА 4.</b> Новый старт, новые препятствия: сверхтекучесть .....	113
<b>ГЛАВА 5.</b> От атомов к кваркам .....	129
<b>ГЛАВА 6.</b> Нанотехнология и общественная наука .....	149
<b>СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ</b> .....	169
<b>УКАЗАТЕЛЬ</b> .....	171

## Введение

Вот несколько фактов из моей жизни: я родился в 1918 году в маленьком городке под названием Фар-Рокуэй, недалеко от Нью-Йорка, рядом с океаном. Я прожил там 17 лет до 1935 года. Четыре года я проучился в Массачусетском технологическом институте (МТИ), после чего, в середине 1939 года, я поступил в Принстонский университет. В период моей учебы в Принстоне я начал работать над Манхэттенским проектом, а затем, в апреле 1943 года, переехал в Лос-Аламос. Там я жил примерно до октября или ноября 1945 года, пока не получил приглашение от Корнелльского университета. Я женился на Арлин в 1941 году. Она умерла от туберкулеза в 1945 году, в тот момент я находился в Лос-Аламосе. Я пробыл в Корнелле до 1951 года. В 1950 году я отправился в Бразилию и оставался там около шести месяцев. Наконец, я был принят в Калифорнийский технологический институт (Калтех), в котором работаю до сих пор. Две недели в конце 1951 года я провел в Японии, а через несколько лет сочетался браком с Мэри Лу. В настоящее время я женат на Гвинет, она англичанка, и у нас двое детей, Карл и Мишель.

Именно в такой лаконичной манере Ричард Филлипс Фейнман (его еще называют Дик Фейнман) рассказал свою историю в 1985 году при публикации своей книги «Вы, конечно, шутите, мистер Фейнман!», где были собраны анекдоты из жизни уче-

ного. Данное произведение 14 недель оставалось на пике славы, находясь в списке бестселлеров *New York Times*; сейчас оно значится в перечне уникальных научных книг, которые продолжают переиздавать. Так же, как и другая автобиография Фейнмана под названием «Какое тебе дело до того, что думают другие?», эта книга раскрывает характер одинокого человека, владеющего незаурядной интуицией в области физики. Свидетельством признания его исключительных способностей стало и то, что его интервью 1979 года журналу *Omni* было озаглавлено как «Самый умный человек в мире». Молва утверждает, что когда мать Фейнмана прочитала это название, она не смогла сдержаться и воскликнула: «Наш Ричард? Самый умный человек в мире? В хорошенько же положение мы попали!»

В декабре 1999 года журнал *Physics World* направил анкету 250 физикам, где их просили, между прочим, указать пять человек, внесших, по их мнению, важнейший вклад в физическую науку: в результате Фейнман занял седьмое место после Эйнштейна, Ньютона, Максвелла, Бора, Гейзенберга и Галилея. Многие современные физики были поражены, увидев, что их коллега был поставлен на один пьедестал с Эйнштейном. Одним из самых ошеломленных ученых оказался и Марри Гелл-Ман, который тоже являлся лауреатом Нобелевской премии по физике. Давний коллега Фейнмана пришел в физику, чтобы навести порядок в субатомном «зверинце», создав свою теорию о кварках, этих маленьких «осколках», из которых состоят протоны, нейтроны и ряд других частиц. И в течение многих лет одной из любимых тем для разговора в мире физики был вопрос: «Кто умнее? Марри или Дик?»

Достаточно окунуть взглядом библиотеку Калифорнийского технологического института в Пасадене, знаменитого Калтех, в котором Фейнман проработал до самой смерти, чтобы понять значимость его роли в науке. На стеллажах можно увидеть образцы его незаурядных достижений. Это сочинения человека, которого расценивают как великого физика второй половины XX века. Там также находятся три биографии учёного, два тома его автобиографических воспоминаний, коллекция рисунков, сделанных его рукой, и свидетельства его участия

в спектаклях, в которых он играл на бонго, — сложно остановить свой выбор на чем-то одном. С момента смерти физика в 1988 году его дело, которое можно назвать «индустрией Фейнмана», отнюдь не ушло в прошлое. Недавние произведения, такие как «Шесть лекций попроще и шесть посложнее», «Лекция, потерянная Фейнманом» или «Курс физики Фейнмана», сборник задач по элементарной физике в трех томах, который мэтр издал в начале 1960 года (и который был переиздан и дополнен в 2005 году), продолжают демонстрировать, насколько незаурядным ученым был их автор.

Очарованность многих поколений физиков этой личностью отчасти объясняется магнетизмом, неотразимым шармом, которым обладал Фейнман и который не переставал покорять как мужчин, так и женщин, даже после смерти ученого. Выражения признательности, изданные после его кончины, изобилиуют такими определениями, как «самый оригинальный физик-теоретик нашей эпохи», «исключительно честный по отношению к самому себе и другим», «он не любил ни церемоний, ни роскоши», «в высшей степени неформальный»... Все это делает несомненным то, что Фейнман являлся физиком-ниспровергателем традиций, самым блестящим и влиятельным во второй половине XX века. Он был одним из тех, кто работал над квантовой теорией, он также изобрел диаграммы, которые сегодня носят его имя. Эксцентричный и веселый, наделенный неутолимым любопытством, он, кроме того, являлся блестящим рассказчиком, особенно когда речь шла о его собственной жизни. Способность Фейнмана видеть мир атомов, позволившая ему заново изобрести квантовую теорию, стала одной из фундаментальных в физике.

Многое было написано о Фейнмане, и его имя сопровождалось широкой гаммой прилагательных, от «эгоцентричный» до «милый». Во время его преподавательской деятельности, когда Фейнман входил в кафетерий Калтеха, все, включая его коллег, замолкали на мгновение, так как хотели услышать, что он говорил. Молодые физики имитировали его манеру писать и его манеру «набрасывать» уравнения на доске. Однажды даже случился шутливый спор о том, человек ли он вообще...

Многие завидовали вспышкам вдохновения этого ученого, его непоколебимой вере в простые природные истины, его скептическому отношению ко всему «официальному» и нетерпимости по отношению к посредственности. Две автобиографии Фейнмана (которые он не составлял сам; кстати, ни одна из его многочисленных книг не была написана им самим, на самом деле использовались стенограммы конференций или разговоров) вызывают столько же смеха, сколько и поводов задуматься. Эти два издания представляют собой сборники анекдотов настолько бурлескных, что практически невозможно поверить, будто все они повествуют об одном человеке. После смерти Фейнмана Марри Гелл-Ман, Нобелевский лауреат по физике 1969 года, заявил (чем вызвал огромное недовольство семьи Фейнман): «Он окружил себя множеством мифов и посвятил большую часть своего времени и своей энергии сочинению анекдотов о самом себе». Фейнман стал иконой стиля, бунтарем, не цепляющимся за прошлое, то есть одним из тех героев, которые обычно так популярны в США. Он стал прообразом американской идеологии «человека, который сделал себя сам», для которого небо — это единственный предел. Таким образом, нет ничего удивительного в том, что этому ученому была посвящена театральная пьеса. Названная «КЭД», она показывает историю нескольких дней из жизни Фейнмана в 1986 году, за два года до его смерти. Пьеса была написана по настоятельной просьбе актера Алана Алды, известного прежде всего своей ролью Ястребиного Глаза Пирса в телевизионном сериале *M\*A\*S\*H*, снимавшемся в 1970-х годах (через 12 лет он представил имевшую успех научно-популярную передачу *Scientific American Frontiers*, поэтому интерес актера к науке явно не нуждается в доказательствах).

Надо заметить, что наибольшую научную солидарность по отношению к интеллектуальным достижениям Фейнмана выражал Марк Кац, выдающийся польский и американский математик. Последний стал знаменитым в 1966 году, сформулировав свой вопрос в стиле Фейнмана, более того, затронув в нем тему инструмента, который этот физик обожал: «Мож-

но ли услышать форму барабана?» В статье, опубликованной под этим названием в журнале *American Mathematical Monthly*, Кац пытался разобраться, возможно ли вывести геометрию барабана исходя из звукового спектра, который он производит. В общем, ответ был отрицательным.

В своей автобиографии Марк Кац пишет:

«В науке, как в любой другой области человеческого труда, существует два типа гениев: «обычные» гении и «чародеи». Обычный гений — это как вы и я, но бесконечно более умный. Манера, в которой работает его мозг, не является таинством. В тот момент, когда мы поняли, что он сделал, мы чувствуем, что смогли бы сделать то же самое. С чародеями все по-другому. [...] Функционирование их разума до конца нам непонятно. У них почти никогда, а возможно и вообще никогда не было учеников, так как их методы невозможно повторить, и должно быть, ужасное чувство неудовлетворенности охватывает молодой блестящий ум, когда он сталкивался с непроходимыми путями разума чародея. Ричард Фейнман [являлся] чародеем высшей категории».

Фейнман не был обычным физиком и не желал им быть. В то время как все его коллеги для своего первого путешествия за границу выбирали Европу, он решил посетить Бразилию. Сильная любовь соединила его с Арлин и Гвинет — двумя из трех жен, которые были в его жизни, но он также довольно часто увлекался и другими женщинами, однако подобные романы не имели серьезного продолжения.

Фейнман очень редко читал статьи, опубликованные его коллегами, так как он предпочитал собственными усилиями приходить к выводам, которые уже сделали другие. Он исповедовал принцип никогда не доверять идее, которую он не извлекал из себя самого. Такова была отличительная черта Фейнмана, опасное свойство, способное привести к многочисленным ошибкам и потерянному времени — но не для него. «Дик мог сделать все, потому что он был блистательен, — заявил однажды по этому поводу другой физик-теоретик. — Он смог бы подняться босиком на Монблан».