



ЮБИЛЕЙ ЭЛЕКТРОНА

Б.С. Дмитриев, Ю.И. Левин

Vestigia semper adora¹

Вряд ли совершалось какое-либо другое открытие, которое привело бы к пониманию столь многих и разнообразных явлений, как открытие электрона.

В. Вайскопф

Переоценить роль электрона в развитии нашей цивилизации невозможно. Несмотря на то, что представления, которые мы вкладываем в понятие «электрон», прошли большой извилистый путь и этот путь далек от завершения,

¹ Читайте следы прошлого (лат.).

мы с полным основанием можем считать годом «рождения» электрона 1897 год и его «открытие» неразрывно связывать с именем Дж. Дж. Томсона.

Джозеф Джон Томсон родился 18 декабря 1856 года в семье продавца книг в пригороде Манчестера. В своем жизнеописании, которое Томсон написал на склоне своей долгой и интересной жизни под названием «Воспоминания и размышления», он с юмором отмечает: «... это был один из самых интересных периодов мировой истории. Монархии падали одна за другой, их сменял республики, а иной раз диктатуры. Открытия и изобретения производили все большие изменения в жизни общества. Когда я был маленьким мальчиком, в нашем городе не было ни велосипедов, ни автомобилей, ни аэропланов, ни электрического освещения, ни телефонов, ни радио, ни рентгеновских снимков, ни кино, ни микробов – по крайней мере доктора их не находили...»

Его отец очень хотел, чтобы он стал инженером. Четырнадцатилетним мальчиком Томсон был послан в колледж Оуэна, который позднее был преобразован в Манчестерский университет. Вскоре после смерти отца по финансовым причинам сын не смог продолжить свое техническое образование. В 1876 году он получает стипендию и продолжает свое образование в Тринити-колледже. С этого момента вся дальнейшая академическая жизнь Томсона связана с Кембриджским университетом, который он окончил в 1880 году.

Дж. Дж. Томсон, или как его называли друзья Джи-Джи (Joseph John), получил хорошее математическое образование, много занимался теорией, но все-таки математика была для него только орудием, вдохновение же черпалось из четкого видения физических идей.

Первые работы Томсона были связаны с развитием максвелловской электродинамики. При решении задачи о движении заряженного шара он получил вывод об увеличении массы заряда за счет энергии электрического поля. Диссертация Томсона посвящена объяснению ряда физических и химических явлений, исходя из общих принципов механики и электродинамики. Его работа «О некоторых приложениях принципов динамики к физическим явлениям» (1885) была названа Г. Герцем «замечательным трактатом о физических применениях динамики».

До середины XIX века в университетах Англии не было исследовательских лабораторий. Профессора проводили эксперименты в собственных домах. Первый план об организации такой физической лаборатории в Кембридже рассматривался в 1869 году, официально она была открыта в 1874 году. Ее возглавил Джеймс Клерк Максвелл. Его преемником стал лорд Рэлей (Максвелл умер молодым в возрасте 48 лет), вышедший в отставку в 1884 году. И вот произошло удивительное событие: молодой 28-летний математик Томсон, который только начал экспериментальные исследования в Кавендише, был назначен директором лаборатории – третьим кавендишским профессором. Это был смелый выбор, но, как стало очевидным, и чрезвычайно удачный – на этом посту он пробыл до 1918 года, когда его сменил его же ученик лорд Резерфорд.

Томсон со всей энергией взялся за новую работу, его лаборатория сделалась крупным исследовательским центром, собравшим блестящие имена со всего мира. Один из учеников Томсона М. Борн в своих «Размышлениях и воспоминаниях физика» с теплотой отмечает: «Я на своем примере почувствовал все обаяние его личности».

Его профессорские лекции впечатляли кристальной ясностью даваемых объяснений, хотя по мнению М. Борна «он не был блестящим лектором в прямом понимании этого слова». Демонстрации на лекциях Дж. Дж. Томсона были «великолепны и впечатляющи», отличались простотой и красотой. Насколько поучительно и приятно об этом узнать современным «труженикам», читающим курс общей физики и «штурмующих» методические конференции этими проблемами.

Конец девятнадцатого века поразителен своими открытиями в области физики. Многие из них будут поняты и оценены только позже. Областью основных интересов была теория электричества и магнетизма. Томсон находился под сильным влиянием трудов Максвелла, особенно его «Трактата об

электричестве и магнетизме» (1873). Тем не менее, основная деятельность Томсона развевалась в направлении, в котором центральным объектом интереса были не поля, а заряды. Это – открытие и исследования электронов, которые и принесли Томсону славу. Даже после исследования электролиза в тридцатые годы XIX века Фарадеем, реальность зарядов казалась довольно зыбкой. Представлением об атомах, как правило, пользовались химики – в успехах физиков девятнадцатого столетия господствовало понятие непрерывности. И сам Фарадей и после него Максвелл больше размышляли о том, что происходит в пространстве между наэлектризованными телами, чем о природе зарядов на этих телах. Когда Максвелл записал свои знаменитые уравнения, еще ничего не было известно о наименьшем заряде и его носителях. Он, например, писал: «Чрезвычайно невероятно, однако, что когда мы придем к пониманию истинной природы электролиза, мы сохраним в какой-либо форме теорию электрических зарядов». Хотя в своем знаменитом «Трактате» он и допускал, что в электролите молекулы заряжены определенным количеством электричества, однако тут же добавлял, что «эта соблазнительная гипотеза приводит к очень большим затруднениям».

Взгляды стали меняться к концу столетия – голландский физик Лоренц выдвинул теорию электричества, где заряд играл более важную роль, он уже использовал слово «электрон», предложенное в 1891 году Джонстоном Стони², который поддерживал идею, что законы электролиза означают существование естественной единицы заряда, правда, он считал, что «эти заряды не могут быть отделены от атома; они не проявляют себя, если атомы находятся в химическом соединении». Лоренц приписал заряду определенную массу, а за десять лет до этого, как уже отмечалось, Дж. Дж. Томсон показал, что заряд автоматически вызывает появление некоторой дополнительной массы и она тем больше, чем меньше тело, несущее заряд. Отметим также, что еще в 1881 году Герман Гельмгольц отчетливо сформулировал мысль о «молекулярном строении электричества». Однако экспериментальных доказательств еще не существовало.

Решающие факты экспериментов Томсона были получены при изучении катодных лучей, которые долгое время были загадкой – почти сорок лет физики разных стран изучали до Томсона электрический разряд в разреженных газах. Исследования электропроводимости газов началось фактически с работы Фарадея 1838 года. Им был исследован разряд, возникающий в сосуде между латунными стержнями, на которые подавалось напряжение от электростатической машины (вспомним «фарадеево темное пространство»). Низкий уровень вакуумной техники тех времен не позволил получить заметного прогресса в изучении физики газового разряда. Дело заметно продвинулось лишь после появления ртутного вакуумного насоса, сделавшего возможным получение хорошего вакуума. Наиболее фундаментальное изучение катодных лучей было проведено англичанином Круксом. Уильям Крукс – свободный исследователь, физик и химик, проводил свои исследования в частной лаборатории в Лондоне, он открыл элемент таллий (1861), создал радиометр (1875), носящий его имя, изучал проблемы спиритизма. За свои научные заслуги в 1897 году был пожалован титулом баронета. Используя вакуумные трубки самых различных форм, добившись большого разрежения газа и введя в трубки радиометр, Крукс наблюдал его вращение, если он оказывался на пути катодного пучка, после чего сделал вывод, что катодные лучи обладают механическим действием. Всем известны «хрестоматийные» картинки с тенью от металлического мальтийского креста на флюоресцирующем стекле при прохождении катодных лучей (рис. 1), что доказывало прямолинейность их распространения внутри трубки. Изучая действие магнита на тонкий пучок катодных лучей, Крукс заключил, что магнитное поле искривляет катодные лучи. Но что представляют собой катодные лучи? Ведь они уже долгое время были загадкой. Были известны и некоторые другие опыты по исследованию природы катодных лучей. В докладе Крукса на заседании Королевского института в 1879 году «О лучистой материи, или четвертом агрегатном состоянии» (кстати, термин

² Это слово имело тогда смысл, отличный от современного – Стони назвал электроном отрицательный заряд одновалентного иона.

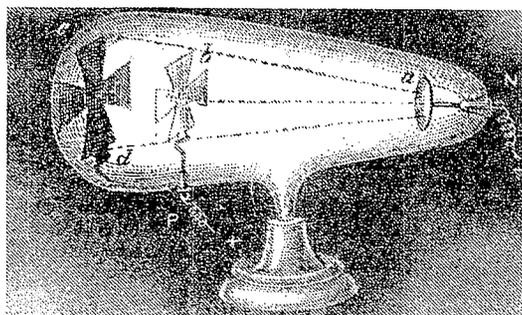


Рис. 1

«лучистая энергия» ввел еще в 1816 году Фарадей) он произнес явно пророческие слова: «При изучении этого четвертого состояния создается представление, что мы имеем, наконец, в своем распоряжении «окончательные» частицы, которые мы можем с полным основанием считать лежащими в основе физики Вселенной».

Корпускулярная гипотеза Крукса была подтверждена в 1895 году молодым физиком Жаном Перреном, работавшим в лаборатории в Париже. Перрен

расположил на пути катодных лучей внутри разрядной трубки цилиндра Фарадея, соединенный с чувствительным электроскопом. При работе трубки цилиндр всегда оказывался заряженным отрицательно. Достаточно было отклонить магнитом катодные лучи так, чтобы они не проникали в цилиндр, и электроскоп оказывался незаряженным. Все это доказывало, что катодные лучи – это отрицательные электрические заряды.

Вопрос об истинной природе катодных лучей, тем не менее, оставался предметом острой дискуссии – высказанным соображениям противостояла волновая гипотеза, поддерживаемая немецкой школой, в первую очередь Герцем и Ленардом. Доводы соперничающих школ имели примерно равные силы. Генрих Герц обнаружил в 1891 году, что катодные лучи могут проходить сквозь тонкие металлические пленки, например, золотую фольгу, не делая в них отверстий. Этот факт был широко использован его учеником Филиппом Ленардом, который сумел вывести пучок катодных лучей в атмосферу через фольгу, не повредив ее, так что вакуум в трубке сохранялся. Он обнаружил, что они проходят в воздухе расстояние, равное примерно 1 см. опыты Герца и Ленарда дали наиболее твердую опору волновой гипотезе катодных лучей, к тому же авторитет блестящего экспериментатора Герца после открытия электромагнитных волн был очень высок.

Немецкие физики во главе с Герцем считали, что катодные лучи – это новый вид электромагнитных волн, отклоняющихся в магнитном поле, в отличие от обычного света. К тому же, уже было известно, что электромагнитные волны могут проходить через тонкую фольгу из золота. Отрицательный результат Герц получил также при попытке наблюдения отклонения катодных лучей в электрическом поле плоского конденсатора. Это обстоятельство представляло серьезную трудность для тех, кто поддерживал концепцию заряженных частиц.

Не заметив отклонения катодных лучей в электрическом поле, Герц, учитывая величину их отклонения в магнитном поле, сделал вывод о том, что если катодные лучи и состоят из заряженных частиц, то эти последние движутся с невероятно высокой скоростью, порядка 10^8 м/с. Считая столь большую скорость нереальной для материальных тел, Герц усмотрел в своем результате лишний аргумент против корпускулярной гипотезы в пользу волновой.

В этой обстановке груды противоречивой информации о природе катодных лучей и начал свои эксперименты Дж. Дж. Томсон. Ему потребовалось всего около трех лет для обоснования поразительного вывода о существовании электрона. Первый эксперимент был поставлен в 1894 году. Томсон сомневался в правильности волновой модели и пытался доказать, что катодные лучи, хотя и обладают способностью вызывать фосфоресцентное свечение, сами по себе не являются формой ультрафиолетового излучения. Поэтому он поставил своей целью определить скорость катодных лучей, измеряя время между моментами вспышки свечения в двух различных точках вдоль оси трубки с помощью вращательного зеркала. Скорость лучей оказалась приблизительно в 1500 раз меньше скорости света. Это говорило в пользу корпускулярной гипотезы. Позже, правда, выяснилось, что значение скорости в этом опыте занижено, эту ошибку обнаружил через два года сам автор, но важно, что эксперимент проложил дорогу для новых опытов. Мы остановимся на некоторых из них.

Наиболее важным как с принципиальной, так и с психологической точек зрения, является доказательство того, что электрическое поле все-таки отклоняет катодные лучи. Поместив две параллельные пластинки в темное пространство разрядной трубки, поочередно заземляя пластинки, Томсон наблюдал отклонение лучей. Этот эксперимент ввиду его важности был продемонстрирован в Королевском институте и фактически явился первым опытом электронной осциллографии. Почему же опыты Герца оказались неудачными? Причина коренилась в том, что Герц работал в условиях недостаточно высокого вакуума. Это приводило к тому, что возникала экранировка внешнего электрического поля пространственным зарядом ионов.

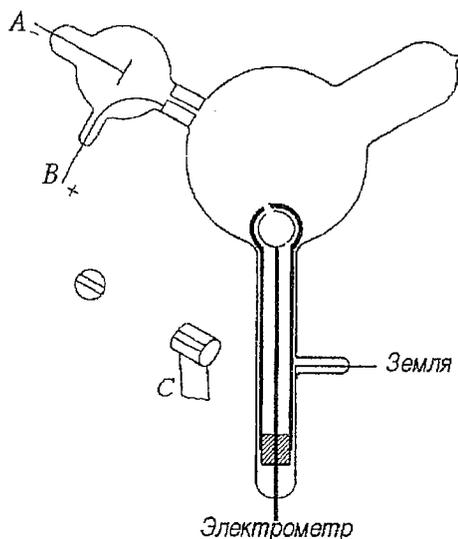


Рис. 2

Дж. Дж. Томсон видоизменил схему опытов Перрена и поместил цилиндр Фарадея не перед катодом, а сбоку (рис. 2). Когда магнитным полем искривляли катодные лучи так, чтобы они попадали в отверстие цилиндра, последний заряжался отрицательно и одновременно смещалось флуоресцирующее пятно на стекле; заряд оказывался неотделим от лучей. Кроме того, Томсон измерил величину магнитного отклонения и показал, что она не зависит от природы остаточного газа в трубке и от металла, из которого сделан катод, если между электродами поддерживать постоянное напряжение. Эти результаты можно было бы объяснить, если считать частицы катодных лучей одними и теми же во всех случаях, и такая универсальность катодных лучей сильно поражала Томсона.

Как уже отмечалось, в последнем десятилетии XIX века многие физики экспериментировали с катодными лучами. Среди них был и Вильгельм Конрад Рентген, директор Института физики и ректор университета в Вюрцбурге. Любопытно, что, приступая к экспериментальному изучению катодных лучей, Рентген придерживался взглядов Ленарда, который как и все немецкие физики этого времени защищал волновую природу лучей. Чрезвычайно внимательный экспериментатор Рентген (он уже был известен своими исследованиями в области сжимаемости жидкости, удельной теплоемкости газов, магнитного действия диэлектриков и т.д.) буквально с первых опытов (1895) заметил, что фотопластинки, помещенные вблизи разрядной трубки, часто оказывались засвеченными. Он также наблюдал, что картон, покрытый флуоресцирующим минералом, начинал светиться в темной комнате, если поблизости работает разрядная трубка (сама трубка в это время была накрыта, и поэтому комната была совершенно темной). Серия блестящих целенаправленных экспериментов позволила в течение всего шести недель выявить почти все основные свойства открытых рентгеновских лучей³. О действии катодных лучей здесь не могло быть и речи. Как отметил сам Рентген в 11-ом пункте опубликованной в 1896 году статье «О новом виде лучей, предварительное сообщение», «наиболее важное различие в поведении катодных и X-лучей состоит в том, что последние не отклонялись даже в весьма сильном магнитном поле, как показали многочисленные опыты».

Анализируя пути развития науки, не перестаешь удивляться зачастую странному характеру хода событий, которые типичны для многих великих открытий. Действительно, более чем за год до открытия Рентгена Дж. Дж. Томсон

³ 10 декабря 1901 года в большом зале Музыкальной академии в Стокгольме комитет по присуждению Нобелевских премий присудил Рентгену первую Нобелевскую премию по физике.

в одной из статей писал: «Я имел возможность наблюдать фосфоресценцию обычного немецкого стекла, помещенного на расстоянии нескольких футов от разрядной трубки, хотя прежде, чем попасть на фосфоресцирующее тело, свет должен бы пройти через три стеклянные стенки воздушной трубки и достаточно толстый слой воздуха». Томсон не обратил внимания на этот как будто побочный эффект. Можно только добавить, что и Ленард примерно в это же время наблюдал подобные явления, но объяснил их свойствами катодных лучей и, как было написано в некрологе в связи с его кончиной в 1947 году, «... был глубоко удручен тем, что не он открыл рентгеновские лучи, которые были у него почти под руками... Он никогда не называл имени Рентгена, упоминая об этих лучах».

В течение нескольких месяцев после публикации работы Рентгена был поставлен целый ряд экспериментов по изучению свойств новых лучей. Дж. Дж. Томсон вместе со своим молодым учеником Эрнестом Резерфордом провели разнообразные исследования ионизирующей способности этих лучей. Были испытаны разные газы при разных давлениях. Они измерили скорости рекомбинации положительных и отрицательных ионов в различных газах в зависимости от давления, коэффициенты диффузии ионов, подвижность ионов в электрических полях. Результаты опытов показывали, что элементарный заряд ионов, образованных в газовом разряде, оказался примерно тем же, какой можно было ожидать для фарадеевых ионов в процессе электролиза. Стратегия исследований принимала конкретное направление: была поставлена задача определения массы и заряда переносчиков электричества в облученных газах. Уже убедившись в том, что катодные лучи – это частицы, Томсон различными методами измерил у них отношение электрического заряда к массе.

В последний день апреля 1897 года Джозеф Джон Томсон доложил о своих исследованиях в помещении Королевского института, где в прежние годы работал Фарадей. Он изложил данные о результатах измерения удельного заряда катодных лучей при четырех разных наполнениях трубки – воздухом, водородом, углекислым газом и йодистым метилом. В этих экспериментах использовалось магнитное отклонение луча, а необходимое для расчета e/m значение скорости луча он определил оригинальным калориметрическим методом. Пучок попадал на маленький коллектор, передавал ему свой заряд и нагревал. Полный заряд, переданный коллектору за определенное время, измерялся чувствительным электрометром, а тепловая энергия, сообщаемая коллектору за это же время, определялась по его массе, удельной теплоемкости и приросту температуры, определяемой с помощью легкой термопары, соединенной с коллектором. Этот метод измерения предполагал выполнение некоторых условий, необходимых для справедливости применения расчетных формул, и был связан с большими экспериментальными трудностями по измерению малых разностей температур (всего несколько градусов) и накопленного заряда. Томсон представил свои окончательные результаты измерений e/m вне зависимости от рода газа и материала катода в виде численного значения $1.17 \cdot 10^{11}$ Кл/кг (сейчас в таблицах приводится значение $1.7588047 \cdot 10^{11}$ Кл/кг). Эти результаты были опубликованы в журнале «Nature» (март) и «Electrician» (май) в 1897 году.

В августе 1897 года Томсон сообщил результаты еще одного оригинального метода измерения этой величины, широко известного, в том числе, и по учебной литературе – это одновременное воздействие на катодные лучи взаимно перпендикулярными магнитными и электрическими полями (рис. 3). Скорость частиц определялась, как известно из простых расчетов, отношением напряженностей этих полей. Для удельного заряда частицы⁴ получилась величина того же порядка, как прежде, она примерно в 1000 раз (по оценке Томсона) превосходила соответствующее значение для иона водорода, определенное из данных по электролизу. Томсон пишет в своей статье (1897): «Эта разница может быть связана с малой массой частиц катодных лучей или с большой величиной

⁴ Томсон использовал слово «корпускула» в качестве названия этих элементарных частиц и продолжал пользоваться им еще в течение нескольких лет, не употребляя слово «электрон».

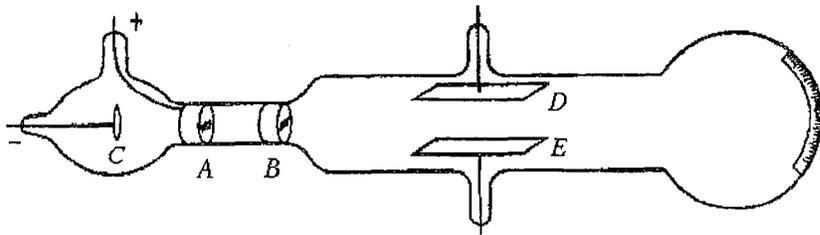


Рис. 3

заряда, либо тем и другим одновременно». Хотя Томсон уже в своей первой работе 1897 года не колеблясь утверждал, что именно масса корпускулы катодных лучей меньше массы иона водорода, все же необходимы были прямые измерения массы или заряда.

Одно счастливое обстоятельство позволило Томсону доказать справедливость своих утверждений путем непосредственного измерения заряда e — речь идет о применении для этой цели открытия Чарльза Вильсона (1897) конденсации пересыщенного пара около заряженных ионов (центров конденсации). Ион притягивает к себе молекулы пара, начинается образование капельки, которая становится видимой («камера Вильсона»). Томсон сконструировал камеру, в которой образовывались ионы благодаря рентгеновскому излучению (рис. 4). По скорости падения сконденсировавшейся заряженной капли по формуле Стокса определялись их радиусы и массы, заряд ионов находился из независимых измерений с помощью электрометра, необходимо было также находить число капель и термодинамические параметры насыщенного пара. Опыт был очень трудоемок и требовал большого технического искусства. Как среднее из большого количества измерений Томсон получил из первых результатов значение $e \approx 2.2 \cdot 10^{-19}$ Кл, что неплохо совпадало с уже известным тогда значением заряда иона водорода. В дальнейшем эта методика совершенствовалась и было доказано, что заряд электрона не зависит от способа ионизации и рода газа и всегда оказывается равным заряду одновалентного иона при электролизе. Наиболее важные результаты своей работы Томсон резюмировал в большой статье «Cathode rays», опубликованной в октябрьском номере журнала «Philosophical magazine» за 1897 год (v. 44, pp. 293–316). Примерно в то же время подобными исследованиями независимо занимался Джон Таунсенд — студент, работавший в лаборатории Томсона.

Вообще, 1897 год принес множество однотипных результатов, полученных разными методами и в разных условиях опыта. Среди них необходимо отметить исследования немецкого геофизика Эмиля Вихерта, результаты которых им были представлены в январе 1897 года на собрании в Кенигсбергском обществе науки и экономики⁵. Он был сторонником корпускулярной гипотезы катодных лучей (исключение из той общей картины о природе лучей немецкой школы, о которой говорилось выше) и пытался определить отношение e/m , комбинируя магнитное отклонение лучей с прямым измерением их скорости при помощи вибратора Герца

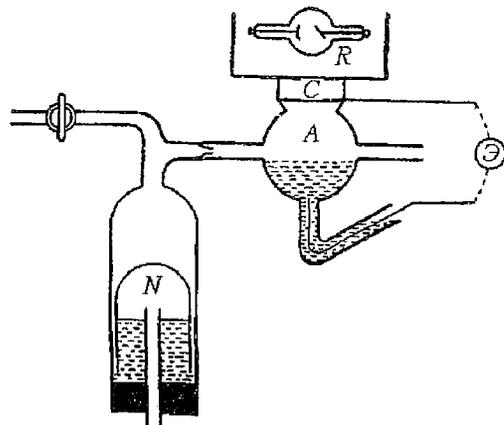


Рис. 4

⁵ В литературе, посвященной обсуждаемым нами явлениям, методу Э. Вихерта уделено чрезвычайно мало внимания.

определенной частоты. Вихерт произвел измерение удельного заряда катодных частиц только с одной газоразрядной трубкой и только одним методом и получил значение, примерно в 2000 раз превышающее величину заряда электролитического иона водорода. Большим достоинством работы было то, что в ней решительно говорилось о катодных лучах как об «электрических атомах» и подчеркивалась их универсальность.

В своем знаменитом докладе в Королевском институте, где, как уже было сказано, Томсон выступил с идеей субатомной частицы, одним из «китов», на которых строились выводы Томсона, была и статья молодого голландского физика Питера Зеемана. Он повторил предсмертный эксперимент Фарадея по влиянию магнитного поля на спектральные линии паров натрия в пламени газовой горелки. Фарадей никакого эффекта не обнаружил. Зееман, работавший с более сильным магнитным полем и лучшей аппаратурой, обнаружил уширение спектральных линий на 0.15 \AA , что составляло около $1/40$ расстояния между двумя соседними линиями. Этому незначительному эффекту было суждено сыграть роль «золотого ключика», с помощью которого была раскрыта запутанная картина сложных спектров атомных структур. Зееман обратился с письмом за консультацией к известному теоретику Г. Лоренцу, теория которого объясняла электромагнитные явления в терминах движения «маленьких электрически заряженных частиц» определенной массы (электронов). Лоренц подтвердил справедливость высказанных соображений Зеемана и обратил его внимание на то, что величина уширения линий может быть использована для определения отношения заряда к массе частиц, колебания которых, согласно этой теории, вызывают свет. Данные опыта Зеемана при расчете e/m дали значение, совпадающее с результатом Томсона для катодных лучей. Томсон особо подчеркивал согласованность этих результатов.

Таким образом, реальность существования электрона и приблизительные значения его заряда и его удельного заряда были установлены в 1897 году. Сомнений в реальном существовании электрона фактически не оставалось. В то же время в этом году известный лорд Кельвин пишет в одной из статей об электричестве как о некоей «непрерывной жидкости». Макс Планк писал в 1925 году: «Я не верил тогда (в 1900 году) до конца в гипотезу об электроне». Классическая электродинамика получила как будто свое физическое завершение. На самом деле открытие электрона явилось началом новой эпохи в физике – электрон не укладывался в рамки классической физики. Понятие электрона развивалось и сильно изменялось в процессе исследований. По выражению Джорджа Томсона–младшего «различные экспериментальные и психологические обстоятельства помогали или мешали многочисленным исследованиям в поисках истины», это были этапы «длительной и запутанной истории».

Мы очень кратко остановились на работах Дж. Дж. Томсона, связанных с открытием электрона. За ними следует большой цикл работ неутомимого оптимиста Джи–Джи и уже его многочисленных к тому времени учеников, в которых была выдвинута атомная модель, обнаружены электроны в фототоке и термоэлектронной эмиссии, объяснено происхождение сплошного спектра рентгеновских лучей, получены первые экспериментальные данные о существовании изотопов, в классической теории выведена формула Томсона для эффективного сечения в случае рассеяния света свободными электронами. На примере истории открытия электрона очень ясно просматривается один из движущих факторов в научных исследованиях – это атмосфера творчества в исследовательской лаборатории. Многие научные открытия были сделаны, по существу, одиночками, к тому же на скудном экспериментальном оборудовании. Кавендишская лаборатория под руководством Дж. Дж. Томсона и Резерфорда явилась прототипом лабораторий нового современного типа и была примером блестящего содружества. Благодаря деятельности Томсона здесь фактически была создана интернациональная школа физиков–экспериментаторов: Ф. Астон, Ч. Вильсон, Э. Резерфорд, О. Ричардсон, Дж. П. Томсон, П. Ланжевен, Дж. Таунсенд,

Дж. Тейлор и многие другие. В лучшие свои дни Джи–Джи был «признанным вожакom группы свободных исследователей», первым человеком, по крайней мере в Англии, создавшим научную школу нового образца.

Пирамида физической науки надежно покоится на широком фундаменте из огромной совокупности обнаруженных фактов и понятий, которые могут изменяться во времени. И современному физикy понятны слова Томсона: «Великое открытие – это не конечная станция, а скорее дорога, ведущая в области, до сих пор неизвестные. Мы взбираемся на вершину пика, и нам открывается другая вершина, еще более высокая... Вклад, сделанный в понимание физики одним поколением, не становится меньшим или менее глубоким или менее революционным по мере того, как одно поколение сменяет другое. Сумма нашего знания не похожа на то, что математики называют сходящимися рядами... Физика соответствует скорее ... рядам расходящимся, где добавляемые члены не становятся все меньше и меньше и где нельзя считать, что выводы, к которым мы пришли при изучении нескольких известных членов, совпадут с теми, которые мы сделаем, когда наши знания будут больше». Столетний юбилей «загадочного» электрона, обладающего как корпускулярными, так и волновыми свойствами, – подтверждение этому.

В 1906 году Томсону присуждается Нобелевская премия «За теоретические и экспериментальные исследования прохождения электричества через газы». В этом же году его сыну Джорджу Паджету исполнилось 14 лет.

Дружба между отцом и сыном началась очень рано. Есть версия, что первая модель атома, предложенная Томсоном, была названа «кексом с изюмом» по желанию пятилетнего сына, который уже допускался в научную лабораторию при условии не задавать многочисленных вопросов. Потом Джи–Джи стал его брать с собой на площадку гольфа, где сын наблюдал игру отца с не менее «искусным» игроком атлетического сложения Резерфордом. Этот партнер отца опровергнет его атомную модель, а стоящий на поле рядом мальчик ровно через 30 лет после открытия отцом электрона докажет его волновую природу (1927), а еще через 10 лет будет удостоен за эти исследования Нобелевской премии. Томсон–старший необычайно гордился успехами сына, старался понять и принять эти новые результаты. Наибольшее удовлетворение в жизни ему несомненно принес день вручения Нобелевской премии сыну – это действительно один из редких случаев, когда отец и сын независимо друг от друга получили столь высокое признание.

Джи–Джи был интересным человеком – «спектр» его увлечений (помимо физики – она была вне конкуренции) заметно превышал «зеэмановское расширение». Он проявлял большой интерес к людям, но управлять людьми ему не доставляло удовольствия. В течение жизни он встречался с большим числом лиц, знал великих ученых–современников, дружил с художниками, проявлял большой интерес к спорту, знал многое о кембриджском спорте за полстолетия. Страстно любил садоводство, но в саду мало что делал сам. Да и в проведении экспериментов своими собственными руками он делал довольно мало. Он продумывал стратегию эксперимента, конструировал в уме аппаратуру, а практическое ее воплощение предоставлял своим искусным ассистентам и механикам, тем не менее умел обнаружить дефекты аппаратуры «со сверхъестественной точностью», да и показания с приборов снимал только сам. Играл в футбол и крокет, любил живопись, но был далек от музыки. Очень любил бывать в обществе, но не танцевал, а женщин, за редким исключением, считал довольно скучными. Был мастером устного рассказа. Джи–Джи любил традиционные лабораторные чаепития, когда ученики и коллеги собирались в его кабинете и обсуждали все, что угодно, кроме... физики.

Томсон обладал огромной способностью сосредотачиваться – во время работы уходил в свои мысли и с ним бесполезно было пытаться заговорить. Он ценил людей за самобытность и энтузиазм, но имел плохую привычку не отвечать на письма, и как бы восполняя это, писал превосходным почерком – это было искусством его рук.

Джи–Джи был чрезвычайно скромнен. Для многих друзей и коллег сделал немало добра. Принимал большое участие в судьбе жены и дочерей великого Генриха Герца⁶, которые должны были покинуть Германию.

Во время первой мировой войны Томсон играл большую роль, будучи советником правительства по техническим вопросам. В 1918 году он вышел в отставку в Кавендише и стал главой Тринити–колледжа, того самого колледжа, где за два с половиной века до этого учился великий Ньютон и на протяжении многих лет читал в Кембриджском университете лекции по математике и оптике.

Перечень почестей и отличий Томсона весьма внушителен: лауреат Нобелевской премии, член Лондонского королевского общества, позднее его президент (1916), медали Франклина (1923) и Фарадея (1938), член многих академий наук, в частности АН СССР (1925).

В Тринити–колледже прошли пожилые годы Томсона, наполненные миром и продолжением исследовательской деятельности, он любил свой колледж и это были счастливые годы его длинной жизни. Сэр Дж. Дж. Томсон умер в возрасте 83 лет и был похоронен 4 сентября 1940 года в Вестминстерском аббатстве.

Литература

1. Милликен Р. Электроны, протоны, фотоны, нейтроны и космические лучи. М.–Л., 1939.
2. Андерсон Д. Открытие электрона. М.: Атомиздат, 1968.
3. Thomson G.P. The Septuagenarian Electron // Phys.Today. 1967. Vol. 20, № 5. P.55. Русск. пер. И.В. Андреева. УФН. 1968. Т. 94, вып. 2.
4. Томсон Д. Дух науки. М.: Знание, 1970.
5. Льюис М. История физики. М.: Мир, 1970.
6. Борн М. Размышления и воспоминания физика. М.: Наука, 1977.
7. Дорфман Я.Г. Всемирная история физики. М.: Наука, 1979.
8. Вьяльцев А.Н. Открытие элементарных частиц. М.: Наука, 1981.

Саратовский государственный
университет

Поступила в редакцию 19.11.97



Дмитриев Борис Савельевич – родился в 1937 году в Саратове. Окончил физический факультет СГУ в 1959 году. Защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата физико–математических наук в СГУ (1967) в области радиофизики и электроники СВЧ. В настоящее время – профессор кафедры общей физики СГУ. Область научных интересов – экспериментальные исследования разнообразных физических моделей взаимодействия потоков заряженных частиц с СВЧ полями. Опубликовал более 100 работ, среди них одна монография, 15 изобретений.



Левин Юрий Иванович – родился в 1942 году в Саратове. Окончил физический факультет Саратовского государственного университета (1965). Защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата физико–математических наук в области радиофизики (1974). Декан Колледжа прикладных наук (на правах факультета) СГУ, директор Государственного учебно–научного центра «Колледж», доцент кафедры электроники и волновых процессов СГУ. Имеет более 80 научных публикаций.

⁶ Последние годы жизни Герца были омрачены тяжелой болезнью, он умер 1 января 1894 года в расцвете таланта, когда ему было всего 36 лет.