**Нильс Бор**

Бор (Bohr) Нильс Хендрик Давид (7 октября 1885, Копенгаген — 18 ноября 1962, там же), датский ученый, один из создателей современной физики. Автор основополагающих трудов по квантовой механике, теории атома, атомного ядра, ядерным реакциям.

Нильс Бор родился в семье Кристиана Бора, профессора физиологии Копенгагенского университета, и Эллен Бор, происходившей из богатой и влиятельной еврейской семьи. Родители Нильса и его младшего, горячо любимого брата Харальда (будущего крупного математика) сумели сделать детские годы сыновей счастливыми и содержательными. Благотворное влияние семьи, в особенности — матери, играло решающую роль в формировании их душевных качеств.

Начальное образование Нильс получил в Гаммельхольмской грамматической школе, которую окончил в 1903. В школьные годы был заядлым футболистом; позднее увлекался катанием на лыжах и парусным спортом. Двадцати трех лет окончил Копенгагенский университет, где приобрел репутацию необыкновенно одаренного физика-исследователя. Его дипломный проект, посвященный определению поверхностного натяжения воды по вибрациям водяной струи, был удостоен золотой медали Датской королевской академии наук. В 1908-11 Бор продолжил работу в университете, где выполнил целый ряд важнейших исследований, в частности по классической электронной теории металлов, составившей основу его докторской диссертации.

Через три года после окончания университета Бор приехал работать в Англию. После года пребывания в Кембридже у Дж. Дж. Томсона Бор перебрался в Манчестер к Резерфорду, лаборатория которого в то время занимала лидирующее положение. Здесь ко времени появления Бора проходили эксперименты, которые привели Резерфорда к планетарной модели атома. Точнее, модель еще находилась в стадии становления. Опыты по прохождению альфа-частиц через листочки фольги привели Резерфорда к убеждению, что в центре атома находится маленькое заряженное ядро, в котором сосредоточена почти вся масса атома, а вокруг ядра располагаются гораздо более легкие электроны. Поскольку атом в целом электронейтрален, суммарный заряд всех электронов должен быть по модулю равным заряду ядра, но отличаться от него знаком. Вывод о том, что заряд ядра должен быть кратен заряду электрона был важен, но оставалось еще много неясного. Так, были обнаружены «изотопы» — вещества с одинаковыми химическими свойствами, но с различным атомным весом.

Первым важным достижением Бора в лаборатории Резерфорда было то, что он понял: химические свойства определяются числом электронов в атоме, а, значит, зарядом ядра, а не его массой, и это и объясняет существование изотопов. Поскольку альфа-частица — это ядро гелия, имеющее заряд +2, то при альфа-распаде, когда эта частица вылетает из ядра, «дочерний» элемент должен располагаться в таблице Менделеева на две клеточки левее «материнского», а при бета-распаде, когда из ядра вылетает электрон — на одну клеточку правее. Так был открыт «закон радиоактивных смещений». Но за этим открытием последовали и другие, гораздо более важные. Они касались самой модели атома.

Эту модель часто называют «планетарной» — в ней, подобно тому как планеты вращается вокруг Солнца, электроны движутся вокруг ядра. Но такой атом не может быть устойчивым: под действием кулоновского притяжения ядра каждый электрон движется с ускорением, а ускоренно движущийся заряд, согласно законам классической электродинамики, должен излучать электромагнитные волны, теряя при этом энергию. Количественный расчет показывает, что такая «радиационная неустойчивость» атома катастрофична: примерно за стомиллионную долю секунды все электроны должны были бы потерять энергию и упасть на ядро. Но в действительности ничего такого не происходит, и многие атомы вполне стабильны. Возникла проблема, которая могла показаться неразрешимой. И она действительно не могла быть разрешена без привлечения радикальных новых идей. Именно такие идеи и были выдвинуты Бором.

Он постулировал, что (вопреки законам механики и электродинамики) в атомах существуют такие орбиты, двигаясь по которым электроны не излучают. По Бору, орбита является стабильной, если момент количества движения находящегося на ней электрона кратен h / 2p , где h— постоянная Планка. Излучение же происходит только при переходе электрона с одной устойчивой орбиты на другую, и вся освобождающаяся при этом энергия уносится одним квантом излучения. Энергия такого кванта, равная произведению частоты n на h, в соответствии с законом сохранения энергии, равна разности начальной и конечной энергии электрона («Правило частот»). Таким образом, Бор предложил соединить модельные представления Резерфорда с идеей квантов, впервые высказанной Планком в 1900. Такое соединение в корне противоречило всем положениям и традициям классической теории. Но, в то же время, эта классическая теория не отвергалась полностью: электрон рассматривался как материальная точка, движущаяся по законам классической механики, но только из всех орбит «разрешенными» объявлялись лишь те, которые отвечают «условиям квантования».

Энергии электрона на таких орбитах получаются обратно пропорциональными квадратам целых чисел — номеров орбит. Привлекая «правило частот», Бор пришел к выводу, что частоты излучения должны быть пропорциональны разности обратных квадратов целых чисел. Эта закономерность действительно была уже установлена спектроскопистами, но не находила дотоле своего объяснения.

Бор объяснил не только спектр простейшего из атомов — водорода, но и гелия, в том числе, и ионизованного, показал, как учесть влияние содвижения ядра, предугадал структуру заполнения электронных оболочек, что позволило понять физически природу периодичности химических свойств элементов — периодическую таблицу Менделеева. За эти работы Бор в 1922 был удостоен Нобелевской премии. Другими словами он заложили основы новых направлений в развитии химии. В своей квантовой теории атома водорода:а) показал, что электрон может вращаться вокруг ядра не по любым, а лишь по определенным квантовым орбитам;

б) дал математическое описание устойчивости орбит, или стационарного состояния атома;

в) показал, что всякое излучение либо поглощение энергии атомом связано с переходом между двумя стационарными состояниями и происходит дискретно с выделением или поглощением планковских квантов;

г) ввел понятие главного квантового числа для характеристики электрона. Рассчитал спектр атома водорода, показав полное совпадение расчетных данных с эмпирическими. Построил (1913-1921 гг.) модели атомов других элементов периодической системы, охарактеризовав движение электронов в них посредством главного n и побочного k квантовых чисел. Заложил (1921 г.) основы первой физической теории периодической системы элементов, в которой связал периодичность свойств элементов с формированием электронных конфигураций атомов по мере увеличения заряда ядра. Обосновал подразделение групп периодической системы на главные и побочные. Впервые объяснил подобие свойств редкоземельных элементов. Сформулировал (1918 г.) важный для атомной теории принцип соответствия. Многое сделал для становления и интерпретации квантовой механики, в частности предложил (1927 г.) имеющий большое значение для ее понимания принцип дополнительности. После окончания работ у Резерфорда Бор вернулся в Данию, где он в 1916 был приглашен профессором в университет в Копенгагене. Через год он был избран членом Датского королевского общества (в 1939 он стал его президентом).

В 1920 Бор создает Институт теоретической физики и становится его директором. В знак признания его заслуг, город предоставляет Бору для института исторический «Дом Пивовара». Этому институту суждено было сыграть выдающуюся роль в развитии квантовой физики. Несомненно, определяющее значение имели здесь исключительные личные качества его директора. Он постоянно был окружен сотрудниками и учениками (грани между первыми и вторыми в действительности и не было), которые приезжали к Бору отовсюду. К его большой интернациональной школе принадлежали Ф. Блох, О. Бор, В. Вайскопф, X. Казимир, О. Клейн, X. Крамерс, Л. Д. Ландау, К. Меллер, У. Нишика, А.Пайс, Л. Розенфельд, Дж. Уиллер и многие другие. «Дом Пивовара» стал центром притяжения для всех теоретиков. К Бору не раз приезжал В. Гейзенберг, как раз в ту пору, когда создавался «принцип неопределенности», там вел мучительные дискуссии с Бором Э. Шредингер, пытавшийся защищать чисто-волновую точку зрения. Именно в институте Бора формировалось то, что определило качественно новое лицо физики 20 века.

Модель Резерфорда—Бора была очевидным образом непоследовательна. В ней объединялись и положения классической теории, и то, что им явно противоречило. Чтобы устранить эти противоречия, потребовался радикальный пересмотр многих основных положений теории. Здесь и прямые заслуги Бора, и роль его научного авторитета, да и просто личного влияния были очень велики. Именно Бор понял, что для создания физической картины процессов микромира нужен иной подход, нежели для «мира больших вещей» и он был одним из основных творцов этого подхода. Он ввел понятие о неконтролируемом воздействии измерительных процедур, о «дополнительных» величинах — таких, что чем точнее определяется одна из них, тем большая неопределенность оказывается у другой. С именем Бора связана вероятностная (так называемая копенгагенская) интерпретация квантовой теории и рассмотрение многих ее «парадоксов». Немалое значение имели здесь дискуссии Бора с Эйнштейном, так и не примирившимся с вероятностным истолкованием квантовой механики. Для понимания закономерностей микромира и их соотношения с законами классической (т.е. неквантовой) физики немаловажное значение имеет сформулированный Бором принцип соответствия.

Бор, начав у Резерфорда с физики ядра, постоянно уделял ядерной тематике большое внимание. В 1936 он предложил теорию составного ядра, вскоре — капельную модель, которая сыграла заметную роль при исследовании проблемы деления ядер. Бор предсказал спонтанное деление ядер урана.

После фактического захвата Дании фашистами Бор тайно покинул родину и был доставлен сначала в Англию (при этом в самолете он чуть не погиб), а затем в Америку, где вместе с сыном Оге работал для Манхэтеннского проекта в Лос-Аламосе. В послевоенные годы он огромное внимание уделял проблеме контроля над ядерными вооружениями, мирного использования атома, обращался даже в посланиями к ООН, участвовал в создании Европейского центра ядерных исследований. Судя по тому, что он не отказался обсуждать с советским физиком некоторые стороны «атомного проекта», находил опасным монопольное владение атомным оружием.

Большое внимание Бор уделял сопредельным с физикой вопросам, в том числе, биологии. Его неизменно занимали философские проблемы естествознания.

Нравственный и научный авторитет Бора был исключительно высок. Любое, даже мимолетное общение с ним производило неизгладимое впечатление. Он говорил и писал так, что было видно: он напряженно ищет слова, которые бы предельно точно и правдиво выражали чувства и мысли. Глубоко прав был В. Л. Гинзбург, назвавший Бора неповторимо деликатным и мудрым.

Бор был почетным членом более 20 академий наук различных стран, лауреатом многих национальных и международных премий.