



МАРК БОФ

из истории физики

539.1

## ПАМЯТИ МАКСА БОРНА \*)

*Вернер Гейзенберг*

Мы скорбим о Максе Борне, который скончался неделю тому назад здесь в Геттингене после долгой жизни, богатой и необыкновенными научными результатами, и событиями трудного времени. У Макса Борна было много друзей как в научном мире, так и вне его; он был членом многих академий и научных обществ в различных странах мира.

Геттинген стал научной родиной Борна. В 22 года он изучал здесь математику у Феликса Клейна и Давида Гильберта. Минковский знакомил его с проблемами электродинамики движущихся тел, а также с основами теории относительности Эйнштейна и с его гипотезой световых квантов, которая произвела на Макса Борна глубочайшее впечатление. Диссертация Борна была посвящена связанным упругим колебаниям в твердом теле. В 1912 г. он, совместно с Теодором Карманом, опубликовал первую значительную научную работу, посвященную исследованию колебаний в кристаллических решетках. Представление о том, что кристалл следует рассматривать как систему с правильным расположением атомов в пространственной решетке, в то время было уже общепризнанным; но подлинный физический смысл этого представления стал впервые ясен после того, как из него удалось вывести конкретный результат, поддающийся опытной проверке. Борн и Карман использовали для вычисления удельной теплоемкости кристалла при низких температурах ту модель решетки, для которой Эйнштейн, применив квантовую теорию Планка, впервые дал, хотя и не вполне удовлетворительное, толкование. Борн и Карман сумели показать, что значения удельной теплоемкости могут быть вычислены точнее, если в качестве колеблющихся осцилляторов рассматривать не отдельные атомы, как это делал Эйнштейн, а главные колебания (*Hauptschwingungen*) кристаллической решетки как носителя квантованных колебаний. Тем самым был сделан значительный шаг вперед, после которого можно было высказать, например, такое суждение: кристалл марганца действительно имеет структуру решетки. В том же году была открыта интерференция рентгеновских лучей в кристаллах: был получен метод, используя который стало возможным просветить внутренность кристалла и подтвердить предположения теоретиков. Борн и позже публиковал новые результаты исследований по теории кристаллической решетки, а его ученики разрабатывали докторские темы по этим проблемам. Когда ему было 72 года, в 1954 г., Борн совместно

\*) Речь на траурном собрании, произнесенная в актовом зале Геттингенского университета 12 января 1970 г. Опубликовано в «Physikalische Blätter», Februar, 1970, s. 49. Перевод С. Г. Суворова.

с одним из своих сотрудников написал обобщающий обзор по работам в этой области \*).

В 1915 г. Борна пригласили внештатным профессором в Берлин, где он установил тесную связь с Планком и Эйнштейном. Четыре года работы в Берлине прежде всего положили начало близкой дружбе Макса Борна и его супруги Ядвиги с Альбертом Эйнштейном. Эта дружба продолжалась до самой кончины Эйнштейна в 1955 г. и отличалась неослабевающей сердечностью отношений. Большая часть научных взглядов Борна нашла свое отражение в его обширной переписке с Эйнштейном. После краткого промежутка времени, в течение которого он был профессором во Франкфуртском университете, Борн в 1921 г. занял кафедру теоретической физики здесь, в Геттингенском университете. Ему удалось одновременно пригласить в Геттинген своего друга, физика-экспериментатора Джемса Франка. Именно здесь в научной жизни Борна наступила решающая фаза, а вместе с тем начался совершенно новый период и в научной деятельности Геттингенского физического факультета. До того времени Геттинген славился математической школой: традиции Гаусса, Римана, Вебера продолжали Феликс Клейн и Гильберт. Теперь, благодаря Борну и Франку, Геттинген стал также и центром атомной физики. Как результат тесного сотрудничества с Франком, интересы самого Борна естественным образом склонялись к квантовой теории, которую он хорошо знал, благодаря общению с Планком; Борну, мыслителю, воспитанному в духе математической точности, туманность теории Планка представлялась прежде всего странной. Летом 1922 г. в Геттинген был приглашен Нильс Бор. С этого момента началась интенсивная работа Борна над боровской теорией атомного строения, которая нашла отражение в многочисленных лекциях, семинарах и коллоквиумах.

Макс Борн оказался прирожденным учителем. Вскоре ему удалось собрать в институте ряд одаренных молодых теоретиков из различных стран и воодушевить их на совместную разработку сложных проблем квантовой теории. Наряду с Копенгагеном, где Нильс Бор создал новую квантовую теорию, и Мюнхеном, где Зоммерфельд своей работой по атомной структуре и анализу спектров основал школу, развивавшую новую атомную науку, теперь и Геттинген стал одним из центров разработки вновь возникшей дисциплины.

Если бы я стал сравнивать обе школы, учеником которых я себя считаю, в Мюнхене и в Геттингене, и учителей Зоммерфельда и Борна, которые возглавляли эти школы, то я должен был бы сказать, что Борн привлекал своих молодых сотрудников прежде всего тем, что он воспитывал их в более скептическом духе в отношении тогдашнего состояния теории строения атома Бора — Зоммерфельда и что он внушал своим ученикам ощущение, будто в этой области необходимо еще провести самую важную работу. А в Мюнхене в то время еще было распространено мнение, что к атому можно подходить со старой ньютоновской механикой, если только ее дополнить квантовыми условиями, сформулированными Планком, Бором и Зоммерфельдом. У нас, геттингенцев, после доклада Бора летом 1922 г., — эта вера была уже более или менее потеряна, а Борн на своих семинарах систематически внушал убеждение, что в конечном счете нужно стремиться не к тому, чтобы рассчитывать сложные модели атомов и молекул по законам старой механики, а к тому, чтобы создавать новую механику. Несмотря на это, или может быть именно поэтому, он требовал от своих учеников и сотрудников, чтобы они основа-

\* ) М а к с Б о р н , Х у а н К у н ъ , Динамическая теория кристаллических решеток. М.. И.Л, 1958.

тельно изучали наиболее сложные математические методы старой механики, докладывали о них в семинарах и обсуждали эти методы в дискуссиях. Ибо он с полным основанием надеялся, что только из знания старой механики, доходящего до мельчайших подробностей, могло возникнуть ощущение пространа, необходимого для формулировки новой механики.

Семинары часто проводились по вечерам в одной из комнат особняка, который занимал Борн, в тесном кругу, в атмосфере человеческой близости, созданию которой очень содействовала и фрау Борн. Я вспоминаю, что в то время, когда я сам принимал участие в этих семинарах, в числе участников бывали Паули, Ферми, Гунд, Йордан, а позднее фрау Гёпперт-Майер и Дельбрюк. В то время многие из них были еще молодыми студентами, и лишь немногим было больше 25 лет; только позднее их имена стали известны в числе основателей новой науки, но к выполнению своих позднейших задач они были подготовлены именно здесь. Если говорить о человеческой близости, то следует также упомянуть, что молодежи много дало проявление общительности в доме Борнов и что большую роль играла при этом музыка. Борн часто играл вместе с Эйнштейном сонаты, а поскольку в комнате стояли два прекрасных рояля, я тоже иногда исполнял вместе с ним концерты Моцарта и Баха.

Несомненно, что в дискуссиях борновского семинара была подготовлена почва для новой атомной физики. Уже в 1924 г. появился термин «квантовая механика», и это понятие ясно характеризовало цель всех усилий. Напряжение, с которым работали сотрудники Борна, было настолько высоко, что и в столовой, и на лыжной прогулке в Гарце квантовые проблемы и теория возмущений из астрономии занимали их больше, чем какие-либо события дня. Если сравнить школу Борна в Геттингене со школой Бора в Копенгагене, то, вероятно, следует отдать предпочтение геттингенской, так как Борн тверже, чем Бор, был убежден в том, что в конечном счете должна быть получена замкнутая, математически строго сформулированная квантовая механика и что, следовательно, нельзя оставаться в состоянии противоречия и компромиссов между ньютоновской механикой, квантовыми условиями и гипотезой световых квантов. Для Бора, унаследовавшего прагматические традиции во время обучения в Англии, эта идея была не столь принудительной, какой она была для Борна с его математическим воспитанием.

В 1925 и 1926 гг. в результате коллективной работы борновской школы появилась окончательная форма новой атомной теории. Для изложения физических связей нового типа Борн, с его поразительными познаниями в области математики, мог использовать методы современной линейной алгебры, матричного исчисления, теории преобразования. Когда весной 1926 г. Шредингер опубликовал свои первые исследования по волновой механике и доказал эквивалентность обеих форм квантовой механики, Борн показал, что шредингеровские волны следует толковать статистически, что их интенсивность нужно понимать как меру вероятности найти в соответствующем месте частицу. В те времена статистический характер законов природы долгое время был камнем преткновения на пути признания новой теории. Сами Борн и Эйнштейн не могли сойтись в этом вопросе, что, конечно, не нарушило их дружбы. Позднейшее развитие подтвердило правильность взглядов Борна.

В последующее время Борн, вместе со своими более молодыми сотрудниками и учениками, применял новую квантовую механику к самым различным проблемам строения атома, молекулярной физики, физики твердого тела. Сколько велика была сила влияния Борна и его школы, следует между прочим из того, что в те годы к геттингенскому кругу относился ряд теоретиков, позднее ставших ведущими учеными в физике,

назовем только наиболее известных из них: Гейтлер, Фок, Оппенгеймер, Теллер, Вайскопф, Вигнер и Вейцзекер. Конечно, интенсивная работа, которая была здесь выполнена, по своим следствиям гораздо обширней, чем я это мог сейчас обрисовать. Авторитету немецкой науки за рубежом Геттингенский университет содействовал тогда больше, чем большинство других немецких университетов.

Весной 1933 г. эта работа была внезапно нарушена национал-социалистским переворотом, который был совершен в Геттингене и во всех других немецких университетах. Борн и Франк должны были покинуть Геттинген. Вначале Борн получил в Кембридже (Англия) доцентуру — чтение стоксовских лекций по прикладной математике, — следовательно, небольшую должность сравнительно с его положением в Геттингене. Затем в 1936 г. ему была предложена профессура по физике на кафедре имени Тэта (Tait-Professur) в Эдинбурге, и здесь Борн оставался до своего выхода в отставку в 1953 г. В Эдинбурге Борну опять удалось собрать вокруг себя сотрудников и учеников и совместно с ними заняться физикой. Теперь его больше интересовало применение квантовой теории к взаимосвязанной матери. Появился ряд работ по статистической механике конденсированных систем, по теории жидкостей и по прикладным проблемам. Но огромная деятельность геттингенских лет в шотландском университете не повторилась уже потому, что в это время интересы многих физиков были направлены к другим проблемам. В центре дискуссий была выдвинута физика атомного ядра. Но в развитии этой области физики Борн не принимал участия. В конце тридцатых годов, после открытия деления урана Отто Ганом, самой волнующей темой дискуссий среди физиков была главным образом тема о возможности технического применения атомной физики, а именно, об использовании атомной энергии. Борн наблюдал за развитием этой области с большой тревогой. Его приводили в ужас возможные последствия огромного научного прогресса, и он заботился об уменьшении возникшей опасности.

Мы прощаемся с Максом Борном. Если еще раз вспомнить о времени расцвета научной деятельности Борна здесь, в Геттингене, то в памяти его сотрудников и учеников возникнет образ необыкновенно жизнелюбивого и доброго человека. Он не только вовлекал в науку своих сотрудников масштабами своего научного вклада и собственным мастерством, но и покорял сердца окружающей его академической молодежи человеческим интересом к ней, и это создавало образцовую основу для самой тесной коллективной работы учителя и учеников над большими и волнующими проблемами.