БИБЛИОГРАФИЯ

W. HEISENBERG. Die physikalischen Prinzipien der Quantentheorie. VIII + 117. Verlag S. Hirzel. Leipzig. 1930. RM. 8.

В. ГЕЙЗЕНБЕРГ. Физические принципы теории квантов.

За тридцать лет существования теория квантов испытала сложную эволюцию. Начавшись с утверждения о прерывности излучения и поглощения света и универсальности постоянной h, теория некоторое время колебалась между умеренными и крайними формами исходных принципов (прерывное излучение и непрерывное поглощение света, теория световых квантов). Центр тяжести квантовых явлений переносился то на вещество, то на свет и только в постулатах Бора явно утверждалась квантовая природа того и другого. Однако, несовершенство теории Бора с ее тремя разрозненными постулатами, причем последний (принцип соответствия) имел качественный характер, было очевидным с самого начала. В феноменологических теориях Гейзенберга и Дирака и в волновой механике де Бройля-Шрёдингера учение о квантах получило наконец в достаточной мере стройные, последовательные формы, имеющие, однако, отвлеченный математический характер. Основное физическое и теоретическо-познавательное ядро теории найдено повидимому только в принципе неопределенности, установленном Гейзенбергом и Бором. В параллель теории относительности, учение о квантах в интерпретации Гейзенберга и Бора может быть названо теорией неопределенности.

Рассматриваемая небольшая книга Гейзенберга с начала до конца написана с указанной точки зрения, в этом ее существенное отличие от многочисленных других книг по квантовой механике, появившихся за последнее время. Книга возникла из лекций, читавшихся Гейзенбергом в Чикаго весной 1929 г., и по утверждению автора „не заключает в себе в общем ничего нового, чего нельзя было бы найти в опубликованных статьях и в особенности в известных исследованиях Бора“. Эта скромная оценка явно не соответствует действительности. Перед нами первая попытка систематического изложения принципов теории квантов на основании соотношения неопределенности: $\Delta p \cdot \Delta q \geqslant h$, охватывающая как феноменологические теории, так и теорию де-Бройля-Шрёдингера и прежде всего опирающаяся на опыт. В тексте повсюду рассеяны отдельные, чрезвычайно существенные,

замечания физического, математического и теоретико-познавательного, характера, дающие книге совершенно самостоятельный, оригинальный отпечаток.

Изложение построено следующим образом: в вводной части сопоставляются опытные факты атомной физики, являющиеся экспериментальной базой теории квантов; вильсоновские фотографии, диффракция корпускулярных лучей и электромагнитного излучения, опыт Комптона и опыты Франка и Герца. В следующем разделе содержится критика физических понятий частицы; из попутных данных на различных, детально рассматриваемых, примерах доказывается соотношение неопределенности. В третьем разделе дается критика физического образа волны на основе того же соотношения неопределенности и доказывается, что волновое представление пригодно, так же как и образ частицы, только в определенных границах.

Четвертый раздел посвящен принципам статистического толкования теории квантов в связи с вопросом о причинности и боровским понятием о „дополнительности пространственно-временного описания и причинности". По Бору-Гейзенбергу разделение мира на наблюдающую и наблюдаемые части (субъект и объект), вообще говоря, препятствует отчетливой формулировке закона причинности.

В последнем разделе основной части книги рассматриваются, на базе изложенных принципов, важнейшие опытные данные: вильсоновские фотографии, диффракционные и интерференционные опыты, явления излучения, поглощения и дисперсии, эффект Комптона, черное излучение. Вопросы более математического характера вынесены в особое дополнение к книге: „Математический аппарат теории квантов", причем на последних страницах дается доказательство математической эквивалентности квантовой теории на основе представления о частицах и о волнах.

Книга Гейзенберга достигает поставленной цели „способствовать распространению копенгагенского духа теории квантов", но в данной стадии с физической стороны теория еще не является завершенной. Принцип неопределенности согласуется со всеми фактами и математическим формализмом, но из него непосредственно, насколько мы понимаем, еще не удается вывести всех основных положений теории. Для вывода математической схемы на ряду с эмпирическими фактами приходится пользоваться принципом соответствия. Доказано, что из теории квантов вытекает принцип неопределенности, но обратное еще предстоит сделать. Необходимость дальнейшего развития принципов теории квантов указывается тем, что она до сих пор в значительной части носит нерелятивистский характер. По словам Гейзенберга, „к изменениям нашего привычного пространственно-временного мира, требуемым теорией относительности и характеризуемым постоянной h, и к квантовым соотношениям неопределенности, символом которых может служить планковская постоянная h, должны добавиться еще иные ограничения, свя-

занные с универсальными постоянными e, m и M (масса протона). Каков будет характер этих ограничений — сказать пока трудно".

Изложение книги весьма сжатое и очень неровное. Некоторые места требуют основательного знакомства с современным состоянием теории в ее различных модификациях. *С. Вавилов.*

L. PAULING and S. GOUDSMIT. The structure of Line Spectra. (International Series in Physics). Mc Graw Hill Book Co. New-York, 1930. Pp. X + 263.

ПАУЛИНГ и ГАУДСМИТ. Строение линейных спектров.

Развитие новой квантовой механики привело к весьма существенным успехам и в области теоретической спектроскопии. Однако сложность математического аппарата и типичная для новой квантовой механики абстрактность, отсутствие наглядной модели, делают ее метод, при всей его мощности, довольно громоздким и неудобным в качестве рабочего орудия экспериментатора — в частности спектроскописта. К счастью, существует другой путь, хотя и также в значительной степени формальный, но в высшей степени удобный, простой и наглядный. Этот путь исходит от так называемой „векторной модели" атома, развитой почти одновременно с новой квантовой механикой главным образом Гундом на основе работ Зоммерфельда, Гаудсмита, Юленбека и других. Суть этого метода сводится приблизительно к следующему. Энергетическое состояние электронов, образующих атом, характеризуется совокупностью квантовых чисел. Эти квантовые числа следующие: главное квантовое число n, определяющее главную часть энергии электрона, квантовое число l, характеризующее момент количества движения электрона, обусловленный его орбитальным движением, квантовое число s, характеризующее механический момент собственного вращения (spin) электрона, магнитное квантовое число m, характеризующее ориентацию орбиты во внешнем, напр. магнитном поле. Наглядное описание движения каждого электрона в атоме при помощи орбит вследствие сложности этого движения — особенно резко выраженной в тех случаях, когда атом находится во внешнем поле — возможно лишь в самых простых случаях. Однако в таком детальном описании движения и нет надобности. Спектроскопические свойства атома могут быть описаны когда известен его механический и магнитный момент. Механический же момент атома известен, когда даны орбитальные моменты $\mathbf{l}_i$ и моменты собственного вращения $\mathbf{s}_i$, отдельных электронов. Все эти моменты являются векторами и суммируются по правилам сложения векторов, образуя суммарный момент атома, характеризуемый вектором **J**. Вектор магнитного момента определяется на основании известных законов электродинамики по механическому моменту атома. Таким образом векторная модель атомов состоит всего из двух векторов **L** и **S** и их результирующего вектора **J**, около которого векторы **L** и **S** совершают быстрое прецессионное движение. Такая простая модель уже достаточна для того, чтобы дать не только известное дублетное или вообще муль-

типлетное расщепление линий, но из нее непосредственно вытекают все случаи простого и сложного эффекта Зеемана, эффект Штарка — словом все спектральные свойства щелочных металлов. Присоединение „запрета Паули", вследствие которого в атоме не может быть двух электронов, имеющих одинаковые четыре квантовые числа, ведет к построению совершенно однозначной теории периодической системы элементов.

Хотя в некоторых сложных случаях векторная модель ведет к неточным формулам, польза и значение ее очень велики. Ибо она не только оказывает существенную услугу памяти, допуская весьма наглядную классификацию уже известных спектральных термов, но и подсказывает *новые эксперименты, облегчает теоретическое истолкование новых фактов* и позволяет элементарно-простым геометрическим путем получать уравнения, квантово-механический вывод которых часто бывает весьма затруднителен.

Три года тому назад вышла известная монография Гунда „Linienspektren und Periodisches System der Elemente", в которой впервые было дано законченное развитие векторной схемы атомов. Научное значение этой книги конечно весьма велико. Однако по своему характеру она едва ли пригодна для начинающих, — да и не в этом было ее назначение. Авторы реферируемой книги Паулинг и Гаудсмит напротив поставили себе педагогическую задачу: написать такую книгу, которая могла бы служить руководством учебного характера для всех приступающих к изучению атомной физики и спектроскопии. „В настоящей книге, — пишут авторы в предисловии, — мы попытались описать векторную модель атома и дать понятие об интерпретации линейных спектров с точки зрения этой модели. Мы отдаем предпочтение изложению ясному и понятному пред изложением энциклопедическим. При этом мы имеем в виду читателя совершенно незнакомого с предметом или же знакомого с эмпирической стороной учения о спектрах, но не знакомого с их интерпретацией". Эту в высшей степени трудную задачу авторы безусловно разрешили. Насколько позволяет предмет, книга действительно написана вполне элементарно, хотя местами быть может и чрезмерно догматично.

Простой перечень глав показывает, насколько широко книга Паулинга и Гаудсмита охватывает предмет. I. Атомные теории и атомные модели. II. Стационарные состояния водородного атома. III. Величины термов щелочных атомов. IV. Вращающийся электрон и тонкая структура спектров щелочных атомов. V. Векторная модель щелочных атомов. VI. Векторная модель для атомов с двумя валентными электронами. VII. Векторная модель для атомов с несколькими валентными электронами. VIII. Интенсивность и поляризация спектральных линий. IX. Принцип запрета Паули и периодическая система элементов. X. Рентгеновские спектры. XI. Сверхтонкое строение и момент вращения ядра. XII. Магнитные явления, кроме эффекта Зеемана.

По поводу отдельных глав и общего характера книги мы можем сделать следующие замечания. Гл. I и II предназначаются для лиц хорошо знакомых с атомной теорией и квантовой механикой и должны служить для напоминания уже знакомых вещей. Принимая во внимание элементарный характер книги, можно пожалеть, что эти главы не изложены несколько более подробно, так как в таком виде они мало пригодны как раз для тех читателей, которых имеют в виду авторы. В гл. III—VI, как и во всей книге, фактический материал приводится только для иллюстрации развиваемых теоретических положений. Такой прием дидактически является вполне правильным, однако нам кажется, что авторы местами перегнули палку в противоположную сторону. В особенности гл. VI, в которой практически не разобрано до конца ни одного конкретного примера сложных спектров, оказалась вследствие этого сухой формальной схемой, лишенной живого содержания. Здесь быть может кстати будет заметить, что, исходя из тех же соображений элементарности изложения, следовало бы дать где-нибудь вывод теоремы Лармора, на которую естественно приходится постоянно ссылаться при изложении векторной модели. Гл. VIII трактует вопрос с точки зрения Эйнштейновых вероятностей перехода и принципа соответствия. Гл. XI, посвященная вопросу о влиянии ядра на линейные спектры, чрезвычайно свежа и интересна. Как известно, работы одного из авторов — Гаудсмита — сыграли решающую роль в развитии этой проблемы. В гл. XII рассматриваются: опыт Штерна-Герлаха, парамагнетизм, магнито-механические эффекты и поляризация резонансного излучения в магнитном поле.

В заключение нам хотелось бы подчеркнуть, что реферируемая книга заполняет весьма существенный пробел в литературе. Своеобразный язык современной спектроскопии и ее символика должны быть твердо усвоены не только теми, кто предполагает посвятить себя специально изучению спектров, но и всеми физиками и химиками, желающими быть в курсе современного развития атомной теории. С этой точки зрения нельзя не признать, что авторы выполнили работу, заслуживающую благодарности.

Э. Шпольский

MAX PLANCK. Einführung in die Theorie der Wärme (Einführung in die Theoretische Physik, Band V). Verlag S. Hirzel in Leipzig, 1930. Pp. VI + 251. Цена в переплете 10 герм. марок.

М. ПЛАНК. Введение в теорию теплоты.

Последняя часть курса теоретической физики М. Планка посвящена учению о теплоте. То, что завершением курса теоретической физики является именно учение о теплоте, а не учение об электричестве, как это чаще всего делалось раньше, объясняется требованием логической системы, ибо теория тепловых процессов построена на механике и электродинамике, а не наоборот. В четырех частях книги рассматриваются термодинамика, теория теплопроводности, теория теплового излучения, атомистика и теория квантов. Автор подчеркивает в предисловии,

что реферируемая книга отнюдь не является механическим соединением отрывков из его ранее вышедших книг „Thermodynamik“ и „Theorie der Wärmestrahlung“, но написана заново. И действительно, не говоря уже о том, что эта книга по объему значительно меньше суммы соответствующих частей упомянутых двух книг, она и составлена элементарнее их. Но конечно в общих чертах изложение новой книги, особенно в ее первой и третьей части, весьма близко к ранее вышедшим. В четвертой части просто и изящно, но вместе с тем и глубоко, изложены статистические основы термодинамики и теории лучеиспускания.

Достоинства и особенности манеры изложения Планка хорошо известны нашим читателям, хотя бы по имеющимся на русском языке его книгам. Реферируемая книга быть может особенно характерна для Планка, так как она посвящена именно тем областям, в которых его творчество оставило неизгладимый след. *Э. Шпольский*

A. B. WOOD. A Text-Book of Sound. G. Bell and Sons, London, 1930. Pp. 519 (ок. 33 листов), 156 рис.; цена 25 шилл.

А. ВУД. Курс акустики.

Литература по акустике обогатилась за последний год двумя новыми учебниками, из которых один на английском, другой на немецком языке (см. следующую рецензию). Появление сразу двух довольно обширных учебников, охватывающих всю обширную область акустики, служит показателем большого накопления нового материала за последние годы и говорит также о значительном расширении круга лиц, интересующихся акустикой.

Учебник А. Вуда (не смешивать с Р. Вудом, известным американским исследователем в области оптики) написан в элементарной форме; трудные теоретические вопросы почти не затрагиваются, используется лишь элементарный математический анализ и притом лишь во вводной части книги. Главной привлекательностью книги является обширный экспериментальный материал, иллюстрированный большим числом прекрасно исполненных рисунков из новейших работ.

Автор книги известен своими исследованиями в области экспериментальной акустики; особенно много работал он в области гидроакустики в лаборатории Британского адмиралтейства в Теддингтоне. Научные интересы автора наложили известный отпечаток на книгу: вопросы военной и в частности гидроакустики освещены особенно внимательно и читаются особенно интересно. Наоборот ряд важных вопросов, от которых автор стоит видимо в стороне, изложен несколько кратко и сухо. Очень скуден материал в вопросах анализа речи и музыкальных инструментов, отсутствует отдел о тональных системах, слабо освещены вопросы слуха. Очень скудно освещены основные вопросы теории и практики „электроакустики“, т. е. вопросы громкой передачи речи и музыки, теория и конструкция рупоров, микрофоны для совершенной передачи. Лишь мельком затронуты важные вопросы об излучении звука, нелинейных колебаниях и др. Отмечу одну ошибку автора: вопрос о скорости

распространения волны в пластинке (стр. 158 внизу) освещен неверно; скорость эта зависит от длины волны и не определяется тем выражением, которое дает автор.

Книга А. Вуда содержит в общем очень ценный материал по физической и технической акустике и может послужить хорошим подспорьем для лиц, работающих в этой области, а также для студентов, подготовляющихся по специальности акустики.

Книга снабжена индексом и полными подстрочными ссылками на литературу. *С. Ржевкин*

MÜLLER-POUILLETS. Lehrbuch der Physik, B. I. Teil 3: Akustik, bearbeitet von *E. Waetzmann*, стр. 484 (ок. 37 печ. листов).

МЮЛЛЕР-ПУЛЬЕ. Курс физики. Акустика, под ред. Э. Ветцмана.

Том I, часть 3-я учебника Мюллера-Пульe, посвященная акустике, составлена рядом известных специалистов при участии и под общей редакцией проф. Э. Ветцмана (Бреславль). Как и другие тома того же учебника, изложение акустики выдержано в элементарной форме, без углубленного рассмотрения теоретических вопросов и почти без применения математического анализа; лишь в добавлениях мелким шрифтом приводятся несложные математические выкладки. Несомненно следует признать, что данный учебник является одной из лучших книг по акустике, соединяя серьезность и продуманность изложения с полнотой охвата материала и современностью его освещения. Расположение материала очень удачное. Книга заключает следующие главы: I. Общее учение о волнах (П. Чермак). II. Основные акустические явления (Э. Ветцман и А. Калене). III. Слух (Э. Ветцман). IV. Источники звука. Струны, мембраны, воздушные полости (Э. Ветцман). Музыкальные инструменты (А. Калене). Голос (Э. Ветцман). V. Приемники и вторичные источники звука (электрические излучатели) (Ветцман и Эрвин Мейер). VI. Измерение силы звука (Эр. Мейер). VII. Распространение звука в свободном пространстве в различных средах и в трубах; интерференция, диффракция, акустические фильтры, архитектурная акустика (Э. Ветцман, И. Фриче, К. Шустер). Все главы богато иллюстрированы хорошо исполненными рисунками, большинство которых взято из новейших работ по акустике.

Что касается принципиальной установки всего изложения, то я не могу признать ее вполне правильной. Дело в том, что книга по акустике значительно переросла границы элементарного учебника физики, каковой она должна была являться по первоначальному замыслу всего учебника и превратилась в руководство очень полное и достаточно серьезное, чтобы быть использованным не только в учебных целях, но также как пособие в научных и технических работах. Вот почему обход вопросов теории и неиспользование даже элементарного математического аппарата часто вызывает излишние затруднения. Действительно вопросы сложные по существу все равно должны быть затронуты в силу важности их

практических приложений, но разбор их приходится проводить без достаточной подготовки. Получается напр. так, что рассмотрение излучения и распространения звука в многочисленных прикладных задачах ведется без серьезного ознакомления с теорией излучения, хотя несомненно, что эта теория могла бы быть изложена в элементарном духе и это дало бы читателю необходимую базу для уяснения предмета и устранило бы ряд неясностей при разборе вопросов о мембранах электроакустических приборов, микрофонах, рупорах, приемниках звука и т. п. Совершенно те же затруднения вызывает отсутствие подробного разбора теории собственных и вынужденных колебаний систем с одной степенью свободы.

Из числа вопросов несколько неполно затронутых укажу на область подводной акустики и ультразвуковых колебаний, включая применения пьезо-кварца. При разборе речи, к сожалению, не использованы результаты фундаментальных работ Крэндала по анализу речи.

С. Ржевкин.

The Journal of the Acoustical Society of America. Vol. I, №№ 1—3, Vol. II № 1, 1929—1930. 6 долларов в год.

Появление нового журнала, посвященного исключительно вопросам акустики, следует отметить и указать, что этот журнал возник одновременно с организацией Американского акустического общества, органом которого он и является. Акустическое общество организовалось в 1929 г. и ныне насчитывает более 500 членов в одной Америке. Президентом об-ва избран Гарвей Флетчер, руководитель акустического отдела Беллевских телефонных лабораторий (Bell-Telephone Laboratories), вице-президентом Верн Кнедсен, секретарем В. Уотерфалл. Общество объединяет лиц, работающих в области теоретической и прикладной акустики в самых разнообразных направлениях, как-то: в области телефонной и радиовещательной техники, в области архитектурной акустики, музыкальной акустики, физиологии слуха и речи, медицинских приложений акустики, граммофонного дела, гео-акустики, морской и военной акустики. Общество организовало за время своего существования три обширных конференции в различных городах Америки, на которых в дискуссионном порядке были поставлены важнейшие темы современной акустики. Такие дискуссии (Symposium) были по следующим вопросам: 1. Методы измерения коэффициентов абсорбции. 2. Звукопроводность и звуконепроницаемые конструкции. 3. Шумы (запись, анализ шума, вредность). 4. Теория слухового восприятия. 5. Анализ речи. 6. Теория электроакустических репродукторов.

Из числа докладов, прочитанных на конференциях, еще далеко не все появились на страницах журнала, хотя число напечатанных работ в шести выпусках, вышедших за год существования журнала, уже превышает 50. Это число показывает, как широко ставится в настоящее время работа в области акустики. Рефераты о всех докладах на конференциях печатаются в журнале очень быстро. Появление специального