

УСПЕХИ ФИЗИЧЕСКИХ НАУК**БИБЛИОГРАФИЯ**

Л. И. Мандельштам, Полное собрание трудов, т. V, Под редакцией акад. М. А. Леонтовича. Издательство Академии Наук СССР, 1950. Стр. 467. Цена 26 руб.

В пятый том полного собрания трудов академика Леонида Исааковича Мандельштама вошли лекции и семинары, относящиеся к периоду 1932—1944 гг. Хотя автор не успел при жизни просмотреть и отредактировать записки своих лекций, тем не менее можно думать, что благодаря тщательной записи, сделанной его учениками, печатаемый текст достаточно полно передаёт содержание лекций.

В этих лекциях и семинарах затронуты те общие вопросы, которые больше всего интересовали самого Л. И. и правильному пониманию которых он придавал большое значение.

Основную часть пятого тома составляют лекции по избранным вопросам оптики (1932—1933 гг.), по физическим основам теории относительности (1933—1934 гг.) и по основам квантовой механики (1939 г.).

Лекции эти не предназначены для первоначального ознакомления с предметом и в них Л. И. не собирався дать систематическое его изложение. Цель Л. И. была другая. Имея в виду слушателей, уже знакомых с предметом в объёме обычного университетского курса, Л. И. хотел осветить отдельные избранные вопросы, имеющие принципиальное значение и представляющие, несмотря на свою простоту, наибольшую трудность для понимания. Самый выбор этих вопросов, блестящая форма изложения и тонкий анализ физических понятий характерны для большого учёного, каким является Л. И. Мандельштам. Вопросы часто ставятся в форме парадоксов.

Так, рассматривая в своих лекциях по оптике вопрос о модуляции света и о реальности монохроматических слагаемых модулированного колебания, Л. И. обращает внимание на следующее обстоятельство. Прерывистое колебание может быть, как известно, представлено в виде наложения монохроматических непрерывных колебаний. Прибор, способный воспринимать отдельное монохроматическое колебание, будет колебаться непрерывно, т. е. также и тогда, когда извне колебаний не поступает. Откуда же он черпает свою энергию? Анализ Л. И. показывает, что такой прибор по необходимости обладает инерцией (временем затягивания), которая и восполняет перерывы между поступающими импульсами. Этот пример служит Л. И. Мандельштаму для иллюстрации того общего положения, что поведение физического объекта (в данном случае света) следует изучать не абстрактно, а по отношению к исследующему этот объект прибору.

В лекциях по оптике подробно разобрана диффракция на щели, и на основе полученной приближённой теории рассмотрен ряд вопросов волновой оптики и квантовой механики. В частности, выяснена важная роль затухающих волн, идущих от щели, и показано, что учёт этих волн также может привести к парадоксам.

Весьма интересны рассуждения автора по вопросу об однозначности вектора Умова-Пойнтинга. Если заменить обычное выражение

$$\mathbf{S} = \frac{c}{4\pi} [\mathbf{E} \times \mathbf{H}] \text{ этого вектора на } \mathbf{S}' = \mathbf{S} + \text{rot } \mathbf{A} \text{ (где } \mathbf{A} \text{ — произволь-}$$

ный вектор), то поток вектора $\mathbf{S}$ сквозь замкнутую поверхность не изменится. На основании этого автор приходит к выводу (стр. 22), что, пока вектор $\mathbf{S}$ толкуется только как поток энергии, он не может быть определён однозначно. Нам кажется, однако, что это рассуждение неполно, так как оно не учитывает вытекающей из теории относительности связи между потоком энергии и плотностью количества движения (об этой связи говорится лишь на стр. 148, в лекциях по теории относительности). Кроме того, автор предполагает, что плотность энергии во всяком случае задана; но если она задана во всех системах отсчёта, то отсюда однозначно определяется не только поток энергии (и пропорциональная ему плотность количества движения), но и все другие составляющие тензора энергии. Интересные рассуждения автора не доведены, таким образом, до конца, и читателю остаётся неясным, определяется ли в конечном счёте вектор $\mathbf{S}$ однозначно или нет.

Следующий большой раздел книги составляют лекции по теории относительности. Из четырнадцати лекций первые шесть посвящены историческому обзору электродинамики движущихся сред, развитие которой и привело к теории относительности. Обзор этот поистине можно назвать блестящим. Видно, что автор не только глубоко знаком с историей вопроса, но и сам переживал все этапы создания теории относительности. Обзор даёт ясное представление о том, какие вопросы стояли перед физикой в период создания теории относительности и насколько велика роль этой теории в разрешении накопившихся противоречий.

Начиная изложение теории относительности, автор останавливает своё внимание на двух фактах, представляющих обобщение огромного накопившегося экспериментального материала: на независимости явлений от неускоренного движения замкнутой системы и на независимости скорости света от скорости источника. Автор показывает, что в рамках классической (дорелятивистской) теории эти два факта приводят к противоречиям. Выход из этих противоречий даёт только теория относительности. Для построения её необходим более глубокий анализ времен-

ных и пространственных соотношений, приводящий к новым определениям понятий пространства и времени. Этому анализу посвящены дальнейшие лекции.

По вопросу об определении физических количественных понятий Л. И. Мандельштам говорит: «определение основных понятий заключается в том, что я предъявляю определённый предмет, даю определённый процесс и этим предметом и процессом определяю понятие...». Нам кажется, что предъявления предмета и процесса недостаточно; кроме них и в первую очередь нужно дать теорию, которая охватывала бы не только поведение данного предмета в данном процессе, но и отражала бы общие закономерности. Только при этом условии определение не будет искусственным, а будет соответствовать природе с той точностью, с которой справедлива данная физическая теория. В связи с этим следовало бы подчеркнуть, что определения являются столь же мало произвольными, как и физические теории, в основе которых они лежат.

Далее автор подробно и очень ясно разбирает основной и наиболее трудный вопрос об одновременности удалённых событий, а затем переходит к выводу преобразований Лоренца. В этом выводе допущены некоторые математические нестрогости, которые, однако, несущественны. На основе полученных преобразований автор рассматривает изменение для масштабов, теорему сложения скоростей и другие вопросы, а затем анализирует понятие инвариантного интервала, совершенно правильно

подчёркивая, что теория относительности имеет дело не только с относительными, но и с абсолютными величинами. В последних двух лекциях автор изучает групповые свойства преобразований Лоренца.

Как исторический обзор, так и анализ основных физических понятий теории относительности написаны чрезвычайно живо и увлекательно.

Переходим к обзору лекций по основам квантовой механики (теория косвенных измерений). Как и в предыдущих курсах, автор разбирает здесь наиболее основные и трудные принципиальные физические вопросы. Автор с самого начала оговаривает, что в области квантовой механики он не берётся делать утверждения с такой уверенностью, как в области классической физики. Действительно, наряду с чрезвычайно интересными и несомненно правильными идеями в лекциях встречаются и такие положения, которые представляются нам спорными; мы их отметим в дальнейшем.

Не следует, впрочем, забывать, что в 1939 г., когда были читаны лекции по квантовой механике, некоторые вопросы были ещё настолько неясными, что даже в явной форме и не ставились. Самая постановка Л. И. Мандельштамом этих вопросов (например, вопроса о статистическом коллективе, к которому относятся даваемые квантовой механикой вероятности) является существенным шагом вперёд.

Согласно квантовой механике максимально полное описание состояния микрообъекта осуществляется при помощи волновой функции, которая позволяет найти статистику результатов измерения над объектом, находившимся (до измерения) в данном состоянии. Квантовая механика есть в этом смысле теория статистическая. Л. И. Мандельштам обращает внимание на то, что во всякой статистической теории необходимо прежде всего установить понятие коллектива, к которому относится статистика. Однако в данной им трактовке этого вопроса имеются, как нам кажется, неясности. Предположим, что над микрообъектом, находящимся в определённом состоянии, производятся измерения некоторой величины при помощи той или иной приспособленной для этого установки. Тогда мы бесспорно имеем дело с определённым статистическим коллективом. Но над объектом в том же состоянии можно производить и измерения другой величины (для чего потребуется другая установка), а тогда статистический коллектив будет уже другой. Можно ли при таком положении вещей связывать понятие статистического коллектива с понятием состояния (с волновой функцией)? Нам кажется, что нельзя: при данной волновой функции характер статистического коллектива ещё не предрешён. Статистический коллектив определяется не одним только заданием волновой функции, но и указанием измеряемых величин (и соответствующих измерительных установок, осуществляющих нужное для измерения взаимодействие с объектом). Между тем, автор говорит (стр. 356) о микромеханическом коллективе, к которому относится ψ -функция. С этой неясностью связана ещё и другая. Во многих местах (например, на стр. 388) автор говорит о выборе подсовокупностей из некоторой совокупности измерений. Между тем фактически речь идёт о разных коллективах, получаемых путём применения разных измерительных установок, причём одна из «подсовокупностей», о которых говорит автор, относится к одному коллективу, а другая — к совершенно другому. Указанные неясности сказываются и при обсуждении известного спора между Эйнштейном и Бором. Заключение автора (стр. 389), что возражение Эйнштейна не даёт никакого повода к пересмотру волновой механики, бесспорно верно, но слова автора, что всё дело здесь в неправильном применении теории вероятностей, остаются не вполне понятными, так как неясно, в чём именно эта неправильность. По нашему мнению, суть дела — в тех специфических особенностях квантовой механики, благодаря которым задание состояния ещё не предрешает того коллектива, к какому должна применяться теория вероятностей.

В теории косвенных измерений автор впервые формулирует требование, которое должно быть наложено на устройство, пригодное для косвенного измерения некоторой величины, относящейся к системе (x). Требование это относится к характеру взаимодействия между данной системой (x) и другой системой (y), над которой возможны уже прямые измерения. Нужно, чтобы, измеряя состояние системы (y) после взаимодействия, мы могли заключить о состоянии системы (x) до взаимодействия. Характер взаимодействия должен это обеспечить. В предположении взаимно-однозначного соответствия между величинами, относящимися к системам (x) и (y), требование это сводится к тому, чтобы после взаимодействия часть волновой функции, соответствующая рассеянной волне, имела вид произведения функции от x на функцию от y . Как указано в примечании на стр. 367, а также в конце лекций (стр. 401), предположение о взаимной однозначности не является необходимым и вводится только для простоты; если его не вводить, то простое произведение может быть заменено суммой произведений членов определённого вида.

На основе сформулированного требования разбирается весьма интересный пример косвенного измерения импульса нейтрона, а также пример устройства для измерения координаты частицы (гейзенберговский микроскоп). При анализе этих примеров используются результаты, полученные в лекциях по избранным вопросам оптики.

Дальнейшим весьма интересным примером является измерение координаты частицы, находящейся на вершине потенциального барьера.

Несмотря на краткость курса лекций по основам квантовой механики (имеется только пять лекций), курс этот чрезвычайно содержателен и изложенные в нём идеи Л. И. Мандельштама заслуживают дальнейшей разработки, которая могла бы и устранить отмеченные в настоящей рецензии неясности.

Кроме упомянутых курсов лекций, в пятый том включены вступительные лекции к ряду семинаров по оптике, теории колебаний и другим физическим проблемам. В этих вступительных лекциях, чрезвычайно ярких и увлекательных, перечисляются проблемы, которые должны быть рассмотрены на семинаре, и каждая из областей физики, о которых говорит Л. И. Мандельштам, предстаёт перед читателем как живая, со всеми её текущими вопросами. Особо следует отметить лекции по вопросам теории колебаний — области, где Л. И. являлся глубоким знатоком.

Книга в целом чрезвычайно интересна и заслуживает самого внимательного изучения.

В. Фок

Сдвиг уровней атомных электронов и дополнительный магнитный момент электрона согласно новейшей квантовой электродинамике. Сборник статей. Перевод и рефераты В. И. Григорьева и Н. П. Клепикова. Под редакцией и со вступительной статьёй Д. Д. Иваненко. Изд. иностранной литературы. Москва, 1950. Стр. 222. Цена 14 р. 50 к.

Рецензируемая книга представляет собой сборник переводных статей и рефератов, посвящённых последним достижениям в области релятивистской квантовой механики (главным образом тех её разделов, которые касаются квантовой электродинамики и теории электрона).

Для того чтобы ясно представить себе смысл и значение содержащихся в сборнике работ, следует вспомнить исторический ход развития релятивистской квантовой механики. Обычная — нерелятивистская — квантовая механика, математически основывающаяся на уравнении Шредингера, несмотря на ряд блестящих успехов, оказалась не в состоянии объяснить некоторые экспериментальные факты, как, например, тонкую структуру спектра атома водорода. Более того, сам факт спонтанного