

## УКАЗАНИЯ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ И СТУДЕНТОВ

Книга состоит из девяти глав, каждая из которых разделена на большое число пронумерованных пунктов. Отдельный пункт соответствует определенной идее или определенному шагу в рассуждениях. Уравнения, рисунки и таблицы текста обозначаются номером пункта, в котором они содержатся или к которому относятся. Библиографические ссылки к тексту даны в сносках. Общая библиография указана в конце каждой главы. Таблицы физических величин приведены в приложении. Задачи для индивидуальной работы студента даются в конце глав. Наиболее подготовленные студенты решат большую часть этих задач.

Приведенная библиография относится к оригинальным работам, другим учебникам и популярным обзорам типа тех, которые помещаются в журнале «Scientific American» \*). Студент должен иметь в виду, что, ограничившись одними учебниками, он получит искаженную картину состояния физики. Учебник способствует систематическому изучению предмета, но не может в достаточной мере отразить богатство и разнообразие интеллектуальных достижений современной физики. Так, в книге весьма скудно описана экспериментальная часть дела. Чтобы облегчить читателю знакомство с литературой, в текст включены ссылки на оригинальные исследования. Я не надеюсь на то, что студент прочтет большое число этих работ, но если он заинтересуется определенной проблемой, то ему следует пойти в библиотеку и обратиться к оригинальным работам. Он, вероятно, натолкнется и на другие работы, которые тоже привлекут его, и, возможно, такое чтение станет для него привычным. Нет смысла, конечно, читать статьи, для понимания которых заведомо нет нужной подготовки. Существует много работ, особенно экспериментальных, которые вполне доступны студенту, и он должен делать свой выбор именно среди таких работ. Нужные советы можно получить у преподавателя. На этой стадии большую пользу студенту принесут популярные обзоры, которые познакомят его с современными работами в наиболее интересных областях.

Вопросу о единицах в этой книге уделено мало внимания. Преподаватели могут по собственному выбору пользоваться либо системой СИ, либо системой СГС. (Единственным пунктом, где это существенно, является постоянная тонкой структуры.) Константы

---

\*) У нас, например, в сборниках «Над чем думают физики» (М.: Наука, 1962—1977, вып. 1—11).— *Прим. ред.*

приведены в обеих системах единиц, а экспериментальные результаты — в системе СИ. При изложении теории уравнения часто пишутся в безразмерном виде, где макроскопические единицы вообще не появляются.

Теперь перейдем к содержанию каждой главы, чтобы объяснить ее цель и указать, что в случае необходимости можно сократить. Часть материала в тексте обозначена как «дополнительные темы». Они не требуют от студента больших усилий для усвоения, чем основной текст, но несколько отходят от главной линии книги и поэтому могут быть опущены, причем понимание основного текста не пострадает.

Глава 1 носит вводный характер. В ней дан обзор квантовой физики и рассмотрены некоторые вопросы истории науки. Наиболее важным в этой главе является идея о том, что квантовая физика касается всей физики, а не только «микроскопических» явлений. В программе-минимум большая часть этой главы может быть оставлена для самостоятельного чтения и преподаватель может ограничить свои лекции содержанием п. 27—52, где обсуждается значение постоянной Планка для всей физики. Задачи в конце главы не требуют специальной подготовки и могут быть рассмотрены в пределах программы-минимум.

В главе 2 рассмотрен порядок физических величин в микрофизике. Ее цели — познакомить студента с этими величинами, установить «естественные» комбинации физических констант и получить на основании простых моделей элементарные оценки. Эти цели нам представляются очень важными, и вся глава (вместе с задачами) требует большого внимания. В программе-минимум п. 47—57 могут быть опущены.

Глава 3 посвящена вопросу об уровнях энергии. Однако теоретическое объяснение их существования дано позже, в главе 8. Столь необычный порядок изложения объясняется желанием перенести в конец книги все, что требует некоторого знакомства с дифференциальными уравнениями. В зависимости от степени математической подготовки студента этот порядок можно изменить. В главе 3 даны реальные примеры систем уровней и рассмотрены следствия из факта существования дискретных уровней энергии. Часть этой главы может быть оставлена для самостоятельного чтения. Важным вопросом, который следует подробно обсудить, является связь между временем жизни и шириной уровня (п. 14—26).

В главе 4 рассмотрены волновые и корпускулярные свойства фотона. Представлены наиболее важные экспериментальные факты, и читатель должен научиться рассматривать их с квантовомеханической точки зрения. Эту главу, по-видимому, не следует сокращать.

Глава 5 посвящена волновой природе всех материальных частиц. Студент, прочитавший главы 4 и 5, поймет, что волновые свойства присущи всем частицам, встречающимся в природе, и получит несколько примеров проявления этих свойств. Он поймет также, почему волновые свойства частиц не противоречат макроскопической

физике. Содержание главы 5, таким образом, в большой степени связано с экспериментом. Вывод уравнения Клейна — Гордона (п. 36—46) не следует опускать. Интерпретация решений волнового уравнения как векторов в векторном пространстве (п. 47—54) может быть оставлена для самостоятельного чтения или вовсе опущена. В программе-минимум в крайнем случае можно опустить дифракцию волн на периодической структуре (п. 16—22), хотя не совсем правильно опускать теорию, которая имеет столь великолепные и очевидные экспериментальные применения.

В первой части главы 6 (п. 1—19) обсуждается принцип неопределенностей. Этот материал имеет решающее значение и не может быть опущен. Основная цель главы 6 — сформулировать и обсудить некоторые общие законы квантовомеханического мышления, в частности теории измерений и идеи статистического ансамбля и когерентной и некогерентной суперпозиции. При изложении этого вопроса я старался остаться на возможно более конкретном и физическом уровне. Все же нельзя отрицать, что обсуждение в этой главе заходит значительно дальше, чем обычно принято в книгах вводного типа, и многим читателям может показаться, что материал дан преждевременно. С другой стороны, я считаю, что некоторые основные идеи этой главы при соответствующем изложении не столь трудны и есть смысл попытаться изложить эти идеи пораньше.

Главы 7 и 8 представляют собой введение в теорию Шредингера. Я задался целью показать подробнее, как реально работает квантовомеханическая теория. В программе-минимум п. 49—51 главы 7 и п. 49—58 главы 8 можно опустить. Описание проникновения частиц через потенциальный барьер в случае  $\alpha$ -распада (п. 37—48 главы 7), по-видимому, опускать не следует.

В главе 9 рассмотрены взаимодействия между элементарными частицами. В п. 1—18 рассмотрены процессы столкновения, а в п. 19—31 — некоторые экспериментальные факты и теоретические идеи о частицах. За этим следует качественное рассмотрение основных идей квантовой теории поля. Непосредственным результатом такого рассмотрения является упрощенный вывод потенциала Юкавы в п. 47—55. В программе-минимум можно вообще отказаться от главы 9, но где-то в курсе, по-видимому, все же должны быть сделаны некоторые замечания о проблеме взаимодействия частиц. Мне кажется, что она должна заинтересовать студентов; кроме того, это центральная проблема современной физики.

Задачи в конце глав предназначены иллюстрировать обсуждавшиеся проблемы. Они сильно различаются по степени трудности. Задач, которые требуют лишь подстановки численных значений в формулы, сравнительно немного. Смысл таких задач в том, чтобы дать студенту представление о порядке встречающихся величин. При выборе автор руководствовался желанием подчеркнуть задачи, с помощью которых студент мог бы проверить свое понимание текста; не хотелось, чтобы они потонули в большом числе тривиальных задач. Если преподаватель решит пропустить часть текста, то,

конечно, он сможет сделать то же самое и с задачами или заменить их другими.

Кроме отмеченных нами частей книги, которые без ущерба можно опустить, преподаватель может отказаться еще от тех или иных параграфов по своему усмотрению, а также упростить или укоротить обсуждения, не меняя характера книги. Таким образом, лекции по программе-минимум могут покрывать от половины до двух третей содержания курса. Это составит около 20 лекционных часов — минимальное время, которое можно уделить квантовой физике.