

УСПЕХИ ФИЗИЧЕСКИХ НАУК

БИБЛИОГРАФИЯ

А. И. Ахиезер, В. Б. Берестецкий. Квантовая электродинамика, Гостехиздат, 1953, стр. 428, цена 18 р. 30 к.

Монография А. И. Ахиезера и В. Б. Берестецкого «Квантовая электродинамика» представляет собой не только первое изложение современной квантовой электродинамики на русском языке, но и вообще единственное систематическое изложение вопроса в мировой литературе.

Известно, что вплоть до недавнего времени квантовая электродинамика наталкивалась на ряд существенных трудностей, связанных с возникновением бесконечностей в высших приближениях. За последние годы (1947—1953 гг.) в этой важнейшей области теоретической физики были достигнуты крупные успехи. Идеи о перенормировке массы и заряда электрона указали путь к исключению бесконечностей из теории. Разработка нового, более совершенного математического аппарата — инвариантной теории возмущений — позволила реально осуществить программу перенормировок и дала в руки физиков мощное средство для дальнейших теоретических исследований.

Авторы монографии не ограничиваются последовательным изложением основ теории с современных позиций, но применяют её к рассмотрению многочисленных физических явлений.

Книга начинается с изложения теории неквантованных электромагнитного и электронно-позитронного полей (главы I и II). Глава I посвящена квантовой механике фотона. Здесь изложены вопросы об описании фотона в координатном представлении, о классификации состояний системы двух фотонов. Заслуживает особого внимания последовательное рассмотрение состояний с определённым моментом и чётностью (см. также § 10 главы II) при помощи шаровых векторов, основанное в значительной степени на работах одного из авторов (В. Б. Берестецкого). Разработанный здесь математический аппарат находит многочисленные приложения. Во второй главе излагается релятивистская квантовая механика электрона. Здесь весьма интересными являются параграфы, посвящённые зарядовой сопряжённости волновых функций, чётности позитрона, возможности разделения решений уравнения Дирака на электронные и позитронные состояния при наличии внешнего поля. Часть этих результатов также принадлежит В. Б. Берестецкому. Помимо этого, очень полезны для читателя §§ 12 и 13 о движении электрона в кулоновском поле ядра и рассеянии электронов.

Далее авторы излагают теорию квантования фотонного и электронного полей, основные уравнения квантовой электродинамики и инвариантную теорию возмущений (главы III, IV). В главе III, помимо общих вопросов квантования электромагнитного и электронного полей, авторы дают подробную теорию различных инвариантных Δ -, D - и S -функций, что весьма важно для практических приложений. В главе IV формулируются основные уравнения квантовой электродинамики и исследуются их общие свойства.

Центральной частью этой главы является инвариантная теория возмущений. Вопросы, которым посвящены главы III и IV, являются весьма сложными. Следует отметить высокий современный уровень изложения и в то же время доступность его для читателя в силу большой стройности и последовательности.

В главе V излагаются методы вычисления элементов матрицы рассеяния в импульсном представлении и способы устранения расходимостей из них. В этой главе читатель знакомится с основными практическими методами квантовой электродинамики и получает возможность использовать их для конкретных вычислений.

В главах VI и VII производятся подробные вычисления вероятностей различных эффектов. Изложенный здесь материал имеет ценность в двух аспектах: во-первых, методы инвариантной теории возмущений прилагаются здесь к конкретным процессам и поэтому дают читателю возможность освоить технику квантово-электродинамических расчётов. Во-вторых, вычисления доведены до окончательных результатов; приведены практически важные формулы, таблицы и графики.

Заслуживает внимания то, что авторы подробно останавливаются на ряде вопросов, имеющих большой физический интерес и до сих пор недостаточно или вовсе не изложенных в монографической литературе. Сюда относится теория позитрония, внутренняя конверсия (в том числе с образованием пар), теория $0 - 0$ переходов, инфракрасная катастрофа и др.

В главе VIII авторы объединяют все полученные в последнее время результаты о высших приближениях квантовой электродинамики. Здесь находятся радиационные поправки к рассеянию электрона и к комптон-эффекту, рассеяние света светом (часть результатов здесь принадлежит А. И. Ахиезеру), радиационное смещение атомных уровней и аномальный магнитный момент электрона и рассмотрен ряд других вопросов. Такое полное изложение практических достижений современной теории, неразрывно связанных с новым математическим аппаратом, очень полезно для теоретиков, интересующихся приложениями квантовой электродинамики.

Дополнения к книге содержат общую теорию волновых полей, включая такие вопросы, как связь статистики со спином. Здесь рассмотрены также работы, посвящённые связанным состояниям электронов, в частности уравнение Бете-Сальпетера для системы из двух электронов. Последние параграфы книги содержат чрезвычайно полезное математическое дополнение. В нём, в частности, изложены способы вычисления интегралов по конечной релятивистско-инвариантной области и приведена сводка наиболее часто встречающихся в приложениях интегралов.

Книга не свободна от некоторых недостатков. Так, например, вопрос о связанных состояниях (§§ 54, 55) изложен с недостаточной ясностью. Хотелось бы также, чтобы содержание § 27 не ограничивалось только формулировкой основных идей, лежащих в основе перенормировки массы и заряда электрона, а было бы дополнено более подробным анализом, доказывающим возможность устранения всех бесконечностей, появляющихся в любом приближении теории возмущений.

Наконец, было бы желательно, чтобы в книге нашли своё отражение результаты последних работ, посвящённых выводу точных уравнений для функций Грина, встречающихся в квантовой электродинамике. Развитие квантовой электродинамики в последние годы проходило, однако, столь быстро, что часть из упоминаемых работ появилась уже после написания монографии. Поэтому последнее замечание следует рассматривать не как указание на недостаток, а как пожелание того, чтобы эти вопросы были включены в книгу при её втором издании.

Вся монография написана на основе новейших достижений квантовой теории волновых полей с единой точки зрения и с большой полнотой.

Содержание её является творческой переработкой огромного количества оригинальных работ (в том числе и работ авторов монографий), выполненных в последнее время и напечатанных в различных журналах. Выход этой монографии является событием для советских физиков-теоретиков. Она внесёт важный и крупный вклад в дело создания и воспитания новых кадров теоретиков в СССР.

*А. А. Абрикосов
И. Я. Померанчук
И. М. Шмушкевич*