539.171(049.3)

ВВЕДЕНИЕ В ТЕОРИЮ РАССЕЯНИЯ СИСТЕМ СИЛЬНО ВЗАИМОДЕЙСТВУЮЩИХ ЧАСТИЦ

В. П. Жигунов, Б. Н. Захарьев. Методы сильной связи каналов в квантовой теории рассеяния. М., Атомиздат, 1974, 224 с.

В последние годы в СССР и за границей вышел целый ряд хороших книг по теории рассеяния, в частности и таких, где применяются отдельные методы теории сильной связи каналов для исследования процессов рассеяния сложных систем. Однако книг, где излагалось бы современное состояние всей проблемы в целом, нет.

Рецензируемая книга В. П. Жигунова и Б. Н. Захарьева в некоторой степени восполняет этот пробел. Известно, что в большинстве интересных задач атомной и ядерной физики, связанных с рассеянием систем сильновзаимодействующих частиц, применение методов теории возмущений невозможно. Поэтому для описания различных типов процессов рассеяния и реакций часто применяются некоторые упрощенные модели, использующие определенное число феноменологических параметров.

Метод сильной связи каналов представляет собой безмодельный подход к решению большого круга задач, позволяющий, с одной стороны, проводить практическое вычисление сечений различных реакций, с другой — дать единое математическое обоснование для феноменологических моделей, указав общие принципы, лежащие в их основе, и сведя к минимуму необходимое количество свободных параметров. Главной целью рецензируемой книги и является описание и обоснование основных современных методов теории сильной связи каналов.

В гл. 1 книги рассматривается решение уравнения Шрёдингера для задачи рассеяния двух тел с потенциалом произвольной формы. Последовательно изучаются все более и более сложные задачи рассеяния — от одноканальной задачи с потенциалом, допускающим разделение переменных, к многоканальному случаю, когда потенциал взаимодействия не обладает центральной симметрией. Приводится схема численного интегрирования многоканальной системы уравнений. Излагаемые здесь методы многоканальной связи являются простейшими и широко известны, но они необходимы для дальнейшего изложения, так как входят в виде составных элементов в более сложные проблемы.

В гл. 2 формулируются задачи о рассеянии сложных частиц. Здесь, прежде всего, рассматривается система трех тел как простейший пример различных типов реакций, происходящих при столкновении сложных комплексов частиц. Задача состоит в способе записи соответствующего уравнения Шрёдингера (выбор удобной системы координат) и формулировке необходимых в различных случаях граничных (асимптотических) условий на волновую функцию. Следует отметить удачную в методическом отношении форму изложения взаимного влияния и связи различных каналов.

Гл. 3 является математическим введением ко всему последующему содержанию книги. В ней излагается общий принцип Бубнова — Галеркина, различные реализации которого описывают в дальнейшем все многообразие методов сильной связи каналов. Для удобства чтения книги малоподготовленным читателем авторы в этой главе излагают элементарные сведения из функционального анализа, уделяя основное внимание различным проекционным методам, одним из которых и является метод Бубнова — Галеркина.

В четвертой главе рассматривается рассеяние без перераспределения частиц. Изложение материала идет путем постепенного усложнения. Начиная с выбора базиса и построения системы многоканальных уравнений для трех частиц, авторы затем показывают, как можно свести эту систему к одному уравнению с обобщенным оптическим потенциалом. Рассматриваются резонансы, квазистабильные состояния и, наконец, системы с большим числом частиц, а также рассеяние с возбуждением коллективных степеней свободы. Приводятся примеры, облегчающие понимание общей теории.

Естественным дальнейшим усложнением является рассмотрение реакций с перераспределением частиц (гл. 5). Этот тип реакций является наиболее важным и интересным в практических приложениях. К сожалению, авторы ограничились здесь в основном описанием известных реакций и методов вычисления. Наиболее интересной частью главы является метод K-гармоник (гиперсферических функций), обобщению которого для задач с непрерывным спектром посвящены и оригинальные работы авторов.

В главе шестой рассмотрены реакции при энергии выше порога развала системы на три фрагмента. Для описания реакций такого типа методами теории сильной связи каналов используются гиперсферические функции в так называемой бисферической системе координат. Ценность этой главы для советского читателя определяется тем, что известные обзоры излагаемых методов опубликованы в мало доступных зарубежных изданиях.

Применение единого подхода (метод Бубнова — Галеркина) для изложения всего разнообразия реакций, описанных в гл. 4—6, является, безусловно, большим достоинством книги.

Гл. 7—8 посвящены вариационным методам в задачах рассеяния. Авторы показывают, что уравнения, выводимые из вариационных принципов и методом проекционных операторов, оказываются близкими друг другу. Интересными являются и вопросы определения вариационных границ для параметров рассеяния.

Заключительная гл. 9 книги посвящена теоретическим вопросам сходимости и устойчивости методов сильной связи каналов.

В целом в книге В. П. Жигунова и Б. Н. Захарьева дана довольно полная картина (с учетом небольшого объема книги) современного состояния методов сильной связи каналов в теории рассеяния. Весь материал изложен в такой ясной и доступной форме, что книгу можно рассматривать как учебное пособие к курсу квантовой теории рассеяния. Для понимания книги достаточно знать нерелятивистскую квантовую механику в объеме обычного университетского курса.

Можно надеяться, что книга окажется полезной студентам и аспирантам физических факультетов, желающим быстро войти в круг рассматриваемых вопросов теории рассеяния. Доведенная до 1972 г. библиография позволяет желающим перейти к дальнейшему, более глубокому изучению вопросов современной квантовой теории реакций.

Л. П. Рапопорт