

539.17(049.3)

МИКРОСКОПИЧЕСКИЕ ОПТИЧЕСКИЕ ПОТЕНЦИАЛЫ

Microscopic Optical Potentials/ Ed. H. V. von Geramb: *Proceedings of the Hamburg Topical Workshop on Nuclear Physics held at the University of Hamburg. Hamburg, September 25—27, 1978.*— Berlin; Heidelberg; New York: Springer-Verlag, 1979.— 481 p.— (Lecture Notes in Physics. V.89).

В современной ядерной физике оптическая модель занимает важное место. Она дает простой способ расчета характеристик взаимодействия адронов с атомными ядрами. Феноменологические оптические потенциалы (ОП) с параметрами, плавно зависящими от энергии падающих нуклонов и от плотности ядер, хорошо описывают экспериментальные угловые распределения упруго рассеянных нуклонов, поляризацию и сечения неупругих процессов. Развитие микроскопического подхода к построению ОП позволяет не только выбрать правильную форму феноменологического потенциала, но и продвинуться к единому описанию свойств атомных ядер. В последние годы были сделаны попытки рассчитать характеристики упругого и неупругого рассеяния нуклонов сложными ядрами на основе реалистических нуклон-нуклонных сил, полученных при исследовании взаимодействия свободных нуклонов. На промежуточном этапе этой программы из решения уравнения Бете — Голдстоуна находят матрицу рассеяния нуклона на нуклоне в ядерной материи. По элементам этой матрицы удается сконструировать зависящее от энергии и ядерной плотности эффективное взаимодействие между нуклонами, содержащее как центральные, так и нецентральные компоненты. Это эффективное взаимодействие является, вообще говоря, многочастичным оператором, и для его построения приходится привлекать данные о структуре ядра. Промежуточное положение между обычными феноменологическими ОП и микроскопическими потенциалами занимают так называемые полупеноменологические модели (фолдинг-модели, или модели свертки). В рамках этих моделей ОП записывается как свертка эффективного взаимодействия и локальной плотности ядра. При этом удается воспроизвести многие черты феноменологических ОП.

Рецензируемая книга содержит избранные доклады, прочитанные на состоявшемся в сентябре 1978 г. в Гамбургском университете Международном семинаре по микроскопической теории оптических потенциалов. Применению формализма теории многих тел к построению микроскопических моделей ОП посвящены работы Вин Мау, Вайгеля и Мадсена с соавторами. В рамках этого подхода, в частности, удается оценить влияние корреляций между нуклонами на ОП. Показано также, что спектральное представление мнимой части ОП может быть связано с сечениями реакций захвата, выбивания нуклона и других неупругих процессов. В свою очередь с помощью дисперсионного соотношения по мнимой части потенциала в принципе можно восстановить и действительную часть ОП. В докладах Маф, Брнева и фон Герамба с сотрудниками эффективное нуклон-нуклонное взаимодействие применяется для описания взаимодействия нуклонов с энергией в несколько десятков мегаэлектронвольт с конкретными ядрами.

Неупругое рассеяние нуклонов на атомных ядрах дает ценную информацию не только о структуре ядра, но и о матричных элементах эффективного взаимодействия при больших значениях импульса. Доклад Петровича содержит обзор применения ОП в виде свертки эффективного взаимодействия и ядерной плотности. Анализируется обширный экспериментальный материал по упругому и неупругому рассеянию протонов на ядрах. Автор обращает внимание на перспективность использования протонов с энергией несколько сотен мегаэлектронвольт для изучения ядерных уровней с большими значениями углового момента и тонких деталей распределения ядерного вещества. Рассеяние в этой области энергий оказывается более чувствительным к вариациям характеристик нецентральных компонентов эффективного взаимодействия, чем процессы рассеяния в области низких энергий.

Большая группа докладов посвящена взаимодействию сложных частиц с ядрами. В этом случае аппарат оптической модели не столь детально разработан, как при описании нуклон-ядерных взаимодействий. Микроскопический подход оказывается несравненно более громоздким и мало используется при анализе экспериментальных данных. Основой анализа являются феноменологические и представленные в виде свертки эффективного взаимодействия с распределением плотности обоих взаимодействующих ядер оптические потенциалы. Карбан доложил результаты экспериментов по упругому рассеянию поляризованных ионов ^3He при энергии 33 МэВ на ряде ядер. Во всех случаях анализирующая способность упругого рассеяния оказалась сравнимой с анализирующей способностью при рассеянии протонов. Это противоречит предварительным оценкам, согласно которым поляризация ^3He должна быть почти в десять раз меньше поляризации протонов. Эти измерения дали возможность установить набор параметров феноменологического ОП, который хорошо воспроизводит данные по упругому рассеянию и поляризации. При этом оказалось, что модель свертки, успешно при-

меняемая для описания центральных компонент ОП, неудовлетворительна при описании части ОП, зависящей от спина. Связь α -распада с характеристиками рассеяния α -частиц низких энергий обсуждается в рамках формализма единой теории ядерных реакций в докладе Джексона. Расчеты энергий, ширин и угловых распределений α -кластерных систем типа $\alpha + \alpha$, ^{12}C , ^{16}O и ^{24}Mg были проведены Гридновым с сотрудниками в модели феноменологического эффективного поверхностного потенциала. Результаты расчетов согласуются с экспериментальными значениями. Применимость модели свертки к рассеянию α -частиц в широком интервале энергий обсуждается в докладах Майка с сотрудниками, Пута, Целенера и Викторса с сотрудниками. Обзор применения различных вариантов модели свертки к описанию взаимодействия тяжелых ионов содержится в обстоятельном докладе Лава. Автор подчеркивает, что хотя в настоящее время отсутствует строгое обоснование применимости этих моделей, их широко используют благодаря их относительной простоте и удовлетворительным результатам в большом числе случаев. Лав обращает внимание на то, что рассеяние тяжелых ионов может служить чувствительным инструментом для изучения «хвостов» нуклон-нуклонных потенциалов. Для определения параметров ОП для частиц со спином, отличным от нуля, необходимо проанализировать не только угловые распределения, но и поляризацию рассеянных частиц. Результаты такого анализа для векторной анализирующей способности упругого рассеяния ^6Li на ряде ядер при $E_{\text{Li}} = 22.8$ МэВ и некоторых компонентом тензорной поляризации для упругого рассеяния ^6Li и ^7Li приведены в докладе Тангейта и Фика. При рассеянии тяжелых ионов, например, $^{12}\text{C} + ^{12}\text{C}$, $^{12}\text{C} + ^{16}\text{O}$ и т. п. наблюдалась резонансная структура в сечениях различных процессов. Эта структура была интерпретирована как следствие образования ядерных квазимолекул. Доклад Грайнера с сотрудниками содержит обсуждение в рамках оптической модели условий существования и возбуждения таких ядерных квазимолекул.

Итоги работы семинара подвел Ходсон — автор большого числа работ по оптической модели в ядерной физике. Он, в частности, отметил, что в последние годы достигнуты значительные успехи в развитии микроскопических теорий ОП для нуклонов. Это дает основание надеяться на прогресс в области ОП при описании взаимодействия легких и тяжелых ионов с ядрами. Развитие теории ОП выявило необходимость дальнейших экспериментальных усилий в ряде областей, например, измерения сечений с высокой точностью и поляризационных характеристик в широком интервале углов и энергий. В целом сборник отличает удачный подбор докладов, что позволяет получить четкое представление об успехах, достигнутых в этой области ядерной физики, и о задачах, которые предстоит решить в ближайшем будущем.

А. В. Степанов