

519.46:[535.33+539.184](049.3)

ТЕОРЕТИКО-ГРУППОВЫЕ МЕТОДЫ В ФИЗИКЕ ТВЕРДОГО ТЕЛА

J. L. Birman. The Theory of Crystal Space Groups and Infra-Red and Raman Lattice Processes of Insulating Crystals. (Handbuch der Physik/Encyclopedia of Physics. Hrsg. S. Flügge. Gruppe 5: Optik. Bd. 25, Tl. 2b. Licht und Materie. 1b/Light and Matter. 1b.) Ed. L. Genzel (Stuttgart). Berlin — Heidelberg — New York, Springer-Verlag, 1974, 538 p.

Монография Бирмана, вышедшая в известной серии «Энциклопедия физики», посвящена теоретико-групповым методам и их приложениям в физике твердого тела. Она может быть условно разделена на три части. В первой части излагается материал по пространственным группам и их представлениям, во второй части на основе групповых методов рассмотрена динамика решетки и, наконец, в третьей части дается приложение групповых методов к анализу инфракрасного поглощения и комбинационного рассеяния в диэлектрических кристаллах.

Значение групповых методов в теории твердого тела неуклонно возрастает. За последнее время вышло несколько монографий по этому вопросу, однако рецензируемая книга занимает среди них особое место. Прежде всего, наиболее обширная

третья часть книги Бирмана, посвященная применениям групповых методов к исследованию оптических явлений в кристаллах, восполняет пробел, существующий в монографической литературе. Сам автор активно работает в этой области, и ему принадлежит здесь ряд важных результатов. Главное же состоит в том, что книга глубоко современна. Чтобы понять роль и место рецензируемой монографии, остановимся на этом подробнее.

Использование групповых методов в физике началось с теории характеров. На основе этого аппарата удалось решить ряд таких проблем спектроскопии, как классификация уровней, правила отбора, расщепление термов под действием возмущения. Однако для решения задач, связанных с вычислением сечений, конкретным положением уровней, расчетом сложных систем, теории характеров недостаточно. Для этого необходима теория коэффициентов Клебша — Гордана, которая позволяет полностью использовать информацию, вытекающую из факта физической симметрии системы. В свое время методы Ракá, означавшие крупный шаг вперед в развитии теории коэффициентов Клебша — Гордана, позволили резко упростить теорию атомных спектров. Многие расчеты, требовавшие раньше больших усилий, стали выполняться почти мгновенно; появилась возможность вычислений, которые раньше в теории атомов (а также молекул и ядер) были практически невозможны.

Хотя роль и значение групповых методов в физике твердого тела сейчас общепризнаны, теория кристаллографических групп (включая их прикладные аспекты) в своем развитии существенно отставала от непрерывных групп. Даже к настоящему времени вся монографическая литература освещала только проблемы, связанные с кратностью представлений (т. е. задачи, решаемые на основе теории характеров). В книге Бирмана, наряду с этим традиционным кругом вопросов, впервые излагается теория коэффициентов Клебша — Гордана пространственных групп.

Таким образом, рецензируемая книга является определенным шагом вперед в выполнении программы использования всей информации, вытекающей из факта кристаллографической симметрии. Отметим, что изложение традиционных вопросов кратностей также является современным. Оно основано на далеко идущей аналогии с хорошо развитой теорией непрерывных групп. Важную роль в книге играют коэффициенты редукции, определяемые кратностями в ряду Клебша — Гордана и непосредственно задающие правила отбора. Приведены обширные таблицы коэффициентов редукции.

Столь же высокий уровень изложения свойствен и разделам книги, посвященным прикладным вопросам. Исходя из симметрии уравнений к преобразованиям симметрии кристалла и обращению времени детально проанализированы вопросы динамики решетки. Здесь большое внимание уделено критическим точкам и линиям, определяющим особенности фононного спектра. Рассмотрен переход к нормальным координатам. Изучены и построены инвариантные и ковариантные величины для кристаллографических групп.

Большое место в монографии занимают вопросы приложения групповых методов к изучению инфракрасного поглощения и комбинационного рассеяния в кристаллах. Результаты группового анализа используются при интерпретации оптических спектров, рассмотрены поляризационные эффекты. Общие формулы и соотношения доведены до конкретных результатов в случае решетки алмаза и каменной соли. Для этих кристаллов исследованы критические точки и проанализирован фононный спектр и оптические данные по комбинационному рассеянию. В монографии рассмотрены также оптические явления при наличии точечных дефектов и при нарушении симметрии кристаллов.

Уже из этого краткого перечня виден широкий диапазон приложений. Однако с помощью развитых в книге групповых методов аналогичным образом могут быть рассмотрены также электронные свойства, различные элементарные возбуждения, фазовые переходы, электрон-фононные взаимодействия, магнитные кристаллы, спин-волны. Вообще монография может служить основой для приложений групповых методов практически по любым разделам теории твердого тела. Книга полезна всем теоретикам и экспериментаторам, работающим в области физики твердого тела и в смежных областях. Она, несомненно, окажет стимулирующее влияние на дальнейшие исследования в этой актуальной области.

Л. А. Шелепин