

537.312.62(049 3)

ФОНОНЫ И ИХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ С ДРУГИМИ ЭЛЕМЕНТАРНЫМИ ВОЗБУЖДЕНИЯМИ

Dynamical Properties of Solids. V. 3: Metals, Superconductors, Magnetic Materials, Liquids/Ed. G. K. Horton, A. A. Maradudin.— Amsterdam; New York; Oxford: North-Holland, 1980.— 333 p.

Данная книга — третий том четырехтомной серии «Динамические свойства твердых тел», выпускаемой издательством North-Holland. Каждый из томов представляет собой сборник обзорных статей. Все статьи посвящены проблемам динамики кристаллов, активно разрабатываемым в настоящее время. В них подробно суммируются достижения в этой области за последние годы и достаточно полно описано современное состояние исследований этой проблемы. Следует, однако, отметить, что большинство статей имеет скорее теоретический характер, освещая при этом как аналитический, так и вычислительный аспекты решения задачи, что вообще является отличительной чертой современной теоретической физики твердого тела.

Первые тома серии охватывают большинство фундаментальных вопросов динамики решетки ионных и ковалентных кристаллов, а также простых (непереходных) металлов. Данный том продолжает развитие указанной тематики, включая в рассмотрение и переходные металлы. В четвертом томе в основном будут рассмотрены проблемы динамики решетки аморфных материалов.

Рецензируемый том состоит из четырех обзорных статей.

Первая, написанная известным специалистом по теоретической физике твердого тела С. К. Синха (S. K. Sinha), посвящена вопросам расчета фононных спектров переходных металлов. В том время как теория псевдопотенциала позволила весьма успешно продвинуться в расчетах фононных спектров простых металлов (обзор этого направления был дан в первом томе серии Бровманом и Коганом), а также, отчасти, в полу-

проводниках (обзоры Шэма и Билца, Ханке в том же первом томе), в переходных металлах существует ряд особых трудностей, связанных, главным образом, с нелинейностью экранировки ионов электронами. В обзоре Синха дается краткое описание экспериментальных данных о фоновых спектрах переходных металлов и их соединений. Основное же внимание уделяется изучению связи фоновых спектров с функцией диэлектрического отклика электронов проводимости. Подробно обсуждаются возможности вычисления экранирующих свойств электронов в рамках существующих методов расчета зонной структуры переходных металлов — ППВ, ККР и т. п. Анализируются способы описания экранирования и электрон-фононного взаимодействия на языке, принятом в зонных расчетах, «ячеечного» потенциала, орбитального представления волновых функций, а также с помощью метода сильной связи. В обзоре обсуждается применимость приближения жесткого «ячеечного» потенциала и целый ряд других вопросов, относящихся к взаимосвязи зонных расчетов с теорией динамики решеток. Завершает обзор критическое обсуждение существующих расчетов фоновых спектров переходных металлов, в особенности, природы различного рода аномалий, существующих в ряде переходных металлов и соединений.

Вторая статья сборника называется «Фооны и температура сверхпроводящего перехода». Автор ее — Ф. Б. Аллен (P. B. Allen), известный специалист в этой области. Эта статья довольно тесно по тематике связана с предыдущей и образует с ней более или менее единый раздел. В статье Аллена ставится вопрос о микроскопической связи между критической температурой сверхпроводящего перехода T_c и аномалиями фоновых спектров и о физической природе этих аномалий.

Здесь дается также изложение теории сверхпроводимости, и электрон-фононного взаимодействия ЭФВ методов расчета константы ЭФВ λ , теории динамики решетки и проблемы решеточной неустойчивости. Раздел, посвященный теории фононов, дополняет предыдущий обзор Синха благодаря несколько более аналитическому подходу. Впрочем, в решении этой проблемы, вероятно, на сегодняшний день наибольшие трудности заключены именно в вычислительном аспекте задачи. Следует отметить также полную и удачно составленную библиографию к этому обзору.

Следующая статья Ф. А. Флери (P. A. Fleury) посвящена спектроскопии коллективных парных возбуждений. Статья в основном экспериментальная, но вначале приведены основные теоретические положения, относящиеся к парным возбуждениям. Рассеяние света на спиновых волнах в значительной степени определяется процессами второго порядка, иначе говоря рассеянием на парах магнонов. В статье анализируется влияние парных возбуждений на рассеяние и поглощение света в магнитных веществах и дается обзор экспериментальных результатов. Особенный интерес представляет зависимость от температуры, определяемая поведением при комнатных температурах четырехспиновой корреляционной функции. Далее рассматриваются парные возбуждения в жидкости, в первую очередь ротонные пары в жидком гелии, а также связанные фононные состояния в твердых телах. Возбужденные связанные фононные пары могут существовать в таких ковалентных кристаллах, как алмаз, графит, Si, Ge, однако, если в двух первых случаях имеются экспериментальные указания на это, то для Si и Ge таковые отсутствуют. Существует также теоретическое предположение о наличии возбужденных парных фононных состояний в твердых благородных газах. В статье дается также обзор состояний по гибридизации одно- и двухфононных состояний в твердых телах.

В последней статье сборника (B. Luthi) обсуждается взаимодействие фононов с локализованными магнитными моментами. Статья включает в себя описание основных теоретических положений и экспериментальных методик. Дается обзор экспериментальных результатов отдельно в парамагнитных и в магнитных упорядоченных средах. Рассматривается влияние кристаллического поля на такие решеточные свойства, как термическое расширение, магнитострикция, упругие модули, а также связь между магнитоупругим взаимодействием и структурными фазовыми переходами и влияние такого взаимодействия на магнитный переход. В магнитных системах, в отличие от парамагнитных, появляется эффект магнон-фононного взаимодействия и другие эффекты, например, взаимодействие фононов с ядрами через магноны (ядерный акустический резонанс).

В целом книга весьма интересная, особенно для физиков, занимающихся теорией сверхпроводимости и электрон-фононным взаимодействием, так как этим вопросам посвящено 2/3 тома, а статьи написаны ведущими специалистами и затрагивают актуальные вопросы.

Е. Г. Максимов, И. И. Мазин