1986 г. Ноябрь *Том 150, вып. 3*

УСПЕХИ ФИЗИЧЕСКИХ НАУК

БИБЛИОГРАФИЯ

538.911(049.3)

ДИНАМИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ ЯНА—ТЕЛЛЕРА В КРИСТАЛЛАХ

The Dynamical Jahn-Teller Effect in Localized Systems/Eds Yu. Perlin, M. Wagner.—Amsterdam: North-Holland, 1984.—908 p.—(Modern Problems in Condensed Matter Sciences. V. 7.)

Вышел очередной, седьмой том серии «Современные проблемы физики конденсированных сред». Эта интернациональная серия представляет собой сборники монографических статей по определенным проблемам физики твердого тела. Рецензируемый том посвящен свойствам локализованных образований (примесей и дефектов в кристаллах, а иногда и собственных ионов матрицы), в которых имеется орбитальное вырождение и вследствие этого проявляется эффект Яна — Теллера.

Составители тома поставили себе довольно сложную задачу: отразить в нем все наиболее существенные аспекты эффекта Яна — Теллера, а также, по возможности, собрать в этой книге статьи представителей всех основных групп, изучающих в разных странах эти явления. Надо признать, что в основном поставленная цель достигнута. Сборник дает весьма полное представление об основных явлениях, которые принято объединять под названием «Эффект Яна — Теллера», и о современном развитии в этой области.

Материал, вошедший в сборник, можно условно разделить на ряд разделов. Это, прежде всего, общее теоретическое рассмотрение самого эффекта Яна — Теллера в различных ситуациях, а затем проявления эффекта Яна — Теллера в оптических, акустических и магнитных свойствах кристаллов.

Основной материал предваряется вступительной статьей составителей и редакторов сборника Ю. Е. Перлина и М. Вагнера. В ней кратко, но достаточно полно дается общий обзор основных понятий в области эффекта Яна — Теллера с особым упором на конфигурационную нестабильность и на вопросы специфики использования адиабатического приближения.

Общие теоретические аспекты проблемы отражены в пяти статьях. Это прежде всего статья И. Б. Берсукера и В. З. Полингера, в которой дается общее введение в теорию эффекта Яна — Теллера, обсуждаются случаи слабого и сильного вибронного взаимодействия, рассмотрена систематика энергетических уровней в разных типичных случаях.

Следующая статья (B. R. Judd) посвящена теоретико-групповым методам в теории эффекта Яна — Теллера, сыгравшим столь важную роль при самом зарождении этой области и продолжающим оставаться необходимым «рабочим инструментом» и в настоящее время.

Двум специальным методам теоретического рассмотрения задач, возникающих в системах с вырождением, посвящены обзоры Рейка (H. G. Reik) и Вагнера (M. Wagner). В обзоре Рейка подробно излагается метод решения задач с электрон-фононным взаимодействием, использующий представление когерентных состояний. Показано, что определенный класс задач допускает в этой формулировке практически полное аналитическое исследование.

Написанная с большим педагогическим мастерством статья Вагнера содержит подробное изложение применения метода канонического преобразования к избранным задачам. Этот метод рассматривается на конкретных примерах ситуаций, возникающих в ян-теллеровских системах, но он, несомненно, имеет и более широкую область применимости. Основной упор в статье сделан на разработку методов рассмотрения задач с некоммутационными переменными.

Наконец, последний обзор из этой группы (автор D. R. Pooler) посвящен численным методам, используемым при рассмотрении эффекта Яна — Теллера.

Ряд статей сборника посвящен оптическим проявлениям эффекта Яна — Теллера. Общие теоретические основы этих явлений подробно освещены в обзоре Ю. Е. Перлина и Б. С. Цукерблата, где изложена теория характера и формы линий в оптических спектрах ян-теллеровских центров, оптического дихроизма и ряд других вопросов. Очень существенно, что определенной спецификой при этом обладают как системы с вырождением в основном, так и в возбужденном состоянии. Это существенно расширяет круг объектов, где встречаются соответствующие явления.

Две следующие статьи этой группы тоже в определенной мере имеют теоретический характер, но посвящены конкретным системам. В обзоре А. Л. Натадзе, А. И. Рыскина и Б. Г. Вехтера рассмотрены проявления эффекта Яна — Теллера в оптических спектрах примесей в полупроводниках A_2B_6 и A_3B_5. К ним относится, например, такая важная система, как GaAs: Cr, подробно рассмотренная в статье.

В обзоре В. В. Хижнякова и Н. Н. Кристофеля рассмотрены особенности спектров поглощения и, в особенности, излучения для ян-теллеровских Hg-подобных примесей в ионных кристаллах, которые являются в них центрами люминесценции.

Наконец, в статье Ульрици (W. Ulrici) дан подробный обзор экспериментальных данных проявления эффекта Яна —Теллера в оптических спектрах примесей переходных металлов в кристаллах. Особенности, связанные с эффектом Яна—Теллера, проявляют многие ионы переходных металлов, среди которых, например, Cu^{2+}, Cr^{2+} и многие другие.

Поскольку суть эффекта Яна — Теллера заключается в специфическом для вырожденных термов электрон-решеточном взаимодействии, ясно, что соответствующие особенности должны проявляться не только в электронных, но и в фононных характеристиках кристаллов. Этим вопросам посвящены обзоры Зигмунда (L.J.C. E. Sigmund) и Чэллиса и де Гура (L. J. Challis, A. M. de Goer). В первом из них излагаются теоретические основы рассмотрения рассеяния акустических фононов на ян-теллеровских примесях в кристаллах, в основном в полупроводниках, а во втором дается подробная сводка результатов соответствующих экспериментальных исследований.

«Магнитные» проявления эффекта Яна — Теллера для примесей в кристаллах освещены в большом обзоре Билла (H. Bill), посвященном исследованию этих систем методом ЭПР. Это сейчас очень широко развитая область; в статье дано четкое и подробное освещение этих вопросов на современном уровне. Изложены как теоретические основы особенностей проявления эффекта Яна — Теллера в спектрах ЭПР, так и приведено детальное изложение экспериментальных результатов для большого количества систем.

Наконец, последняя статья сборника (автор М. Д. Глинчук) посвящена особому классу систем, отличному от рассмотренных в остальной части сборника, но тем не менее имеющему с ними много общего,— кристаллам, содержащим нецентральные ионы. Эти системы, в частности, обычно обладают своеобразными диэлектрическими аномалиями. Свойства этих веществ, во многом аналогичные свойствам ян-теллеровских систем, детально изложены в обзоре.

В целом рецензируемый сборник дает полное представление о самостоятельной и активно развивающейся в последнее время области физики твердого тела («химические» аспекты этой проблемы, где эффект Яна — Теллера часто тоже очень существен, здесь не затрагиваются). Из его содержания, в частности, можно сделать вывод, что эффект Яна — Теллера, который, как могло бы показаться, относится к сравнительно специальным ситуациям, на самом деле встречается очень широко и во многом определяет специфическое поведение большого круга твердых тел. Настоящий сборник, я думаю, сыграет роль в осознании этого и в проникновении соответствующих идей в более широкие круги специалистов, изучающих разные аспекты поведения твердых тел, как чистых, так и содержащих соответствующие примеси, дефекты и т. д.

Д. И. Хомский