

538.11(049.3)

МАГНИТНЫЕ ФАЗОВЫЕ ПЕРЕХОДЫ

Magnetic Phase Transitions/Ed. M. Ausloos, R. J. Elliott. — Berlin; Heidelberg; New York; Tokyo: Springer-Verlag, 1983. — VII, 269 p.

В 1983 г. в издательстве «Шпрингер» выпущен очередной, 48-й том серии «Физика твердого тела», посвященный магнитным фазовым переходам. Он содержит лекции, прочитанные ведущими специалистами по магнетизму и фазовым переходам на Летней школе в Италии в июле 1983 г., и хорошо отражает ситуацию в самых современных направлениях исследования магнитных явлений. Обзоры, включенные в этот том, написаны на самом высоком уровне и в то же время изложены с большим педагогическим мастерством и достаточно популярно, что связано с самим их характером (лекции на Школе). Сборник дает весьма полное представление об основных проблемах в области магнитных фазовых переходов и магнетизма вообще, активно изучаемых в последнее время.

Сборник состоит из трех разделов. Первый — «Основные теории и методы» — содержит 5 лекций. Первая из них — лекция Эллиотта (R. J. Elliott), дающая общее представление о магнитных фазовых переходах. В ней описана их термодинамика, начиная с теории Ландау и включая скейлинг, и дано очень ясное введение в описание магнитных ионов в диэлектриках (атомные состояния, эффекты кристаллического поля, спиновый гамма-тоннан). Затем кратко обсуждаются характеристики обменного взаимодействия и кооперативные эффекты.

Лекция Эдвардса (D. M. Edwards), много занимавшегося магнетизмом коллективизированных электронов, посвящена общему изложению современной ситуации в этой еще не вполне законченной области. В этой краткой главе дается четкое и концентрированное изложение основных представлений, которые сейчас используются для описания магнетизма металлов группы железа и систем со слабым ферромагнетизмом типа $ZrZn_2$.

Лекция Хорнрейха (R. M. Hornreich) посвящена новому вопросу — рассмотрению различных критических точек на магнитных фазовых диаграммах. Изучение этих явлений (в частности, трикритических, би- и тетра критических точек, точек Лифшица) — сейчас одно из наиболее популярных направлений не только в физике магнитных систем, но и фазовых переходов вообще. Хорнрейх дает в своей лекции детальное и ясное изложение этой области; оно может оказаться чрезвычайно полезным для широкого круга специалистов, изучающих различные фазовые переходы (магнитные, сегнетоэлектрические, структурные).

Следующие две лекции теоретического характера также, по существу, не ограничены областью магнетизма. Это лекции Стинчкомба (R. B. Stinchcomb) «Введение в методы ренормализационной группы» и Риделя (E. K. Riedel) и Ньюман (K. E. Newman) «Метод масштабных преобразований поля в изучении критических явлений». В первой из них дается хорошее общее введение в различные варианты метода ренормгруппы, широко применяемые сейчас не только при исследовании фазовых переходов, но и при изучении большого числа других проблем в статистической физике и теории поля. В частности, обсуждаются методы ренормгруппы в k -пространстве и в реальном x -пространстве, рекурсионный метод Мигдала, ϵ -разложение, разложение по обратному числу компонент параметра порядка $1/n$ и т. д.

В небольшой лекции Риделя и Ньюмэн освещены основы нового, недавно разработанного при участии авторов, метода ренормгруппового исследования трехмерных систем, который уже доказал свою перспективность. Кратко изложены результаты рассмотрения этим методом задачи о протекании, модели Поттса, случайной модели Изинга и т. д.

Второй раздел сборника посвящен неравновесным и кинетическим явлениям. Эта область сейчас развивается бурными темпами. Соответствующие вопросы весьма интересны и сами по себе; кроме того, они приобретают особое значение на современном этапе исследования сложных магнитных систем, таких как спиновые стекла.

В лекции Бьюерса (W. J. L. Buyers) «Спиновая динамика» освещен как ряд более традиционных вопросов (поведение корреляционных функций, спектры и затухание спиновых волн при конечных температурах), так и более новые, включая нелинейные явления и солитонную динамику. При этом особый упор делается на проявление соответствующих эффектов в рассеянии нейтронов, которое используется как наиболее адекватный способ их исследования.

Хороший обзор кинетических явлений в магнитных металлах вблизи точек фазовых переходов дает Ауслус (M. Ausloos). В кинетических характеристиках (электропроводности, теплопроводности, термо-э. д. с. и т. д.) ярко проявляются критические особенности; все эти явления детально рассмотрены в лекции как для ферромагнитных, так и для антиферромагнитных металлов и для веществ с более сложной магнитной структурой.

Проблемы, освещенные в двух следующих лекциях, вновь не ограничены областью магнетизма. Лекция Мазенко (G. F. Mazenko) посвящена рассмотрению критической динамики в окрестности фазовых переходов II рода. Взяв в качестве примера одну систему — модель Изинга, — Мазенко показывает на ней основные общие особенности этих явлений и способы их теоретического описания. При этом излагаются как традиционные подходы, так и новые, основанные на различных разновидностях метода ренормгруппы.

В последние годы резко возрос интерес к старому классическому вопросу — кинетике фазовых переходов I рода, динамике метастабильных и нестабильных состояний. Новое развитие этой области хорошо отражено в лекции Гантона (J. D. Gunton) «Кинетика фазовых переходов I рода». В частности, в ней рассмотрена нелинейная теория спинодального распада, кинетика переходов порядок — беспорядок, динамический скейлинг вдали от равновесия.

Последний, третий раздел книги посвящен, пожалуй, самой актуальной и «модной» области в современной физике магнитных явлений — магнетизму неупорядоченных систем. Интерес к этой области хорошо известен; он вызван как большим богатством и разнообразием соответствующих явлений, так и, в не меньшей степени, чрезвычайно интересными возникающими здесь теоретическими проблемами, вновь имеющими значение не только для магнитных, но и для других неупорядоченных систем.

Хороший общий обзор явлений, возникающих в неупорядоченных магнетиках, включая большое число экспериментальных примеров, дан в лекциях де Йонга (L. J. de Jongh). В основном здесь рассматриваются разбавленные и замещенные системы типа антиферромагнитных диэлектриков; при этом вводятся и иллюстрируются на конкретных примерах такие основные в этой области понятия, как фрустрация, протекание (перколяция) и т. д.

Ряд аспектов, связанных с теорией протекания в разбавленных магнитных системах, анализируется также в небольшой лекции Конiglio (A. Coniglio). Здесь также вводятся и разбираются некоторые новые понятия, например фракталы, и обсуждаются их применение для ряда моделей: модель Поттса, n -векторная модель с немагнитными примесями и т. д.

Одна из самых «горячих» в физике магнитных явлений сейчас — это проблема спиновых стекол. Основные возникающие здесь вопросы — о природе спиновых стекол, характере основного состояния в них, наличии или отсутствии в них фазового перехода — рассмотрены в лекции Греста (G. S. Grest), Сокулиса (C. M. Soukoulis) и Левина (K. Levin). При этом главное внимание уделяется проблемам необратимости и метастабильности. Приводятся экспериментальные и теоретические свидетельства в пользу того, что именно они и связанная с ними неэргодичность поведения соответствующих систем во многом определяют основные особенности поведения спиновых стекол и обуславливают трудность их теоретического описания.

Последняя глава в сборнике посвящена магнетизму аморфных металлических систем — металлических стекол (автор Райн — J. J. Rhynе). Металлические стекла, или метглассы — объекты, привлекающие в последнее время пристальное внимание как физиков, так и технологов; эти материалы весьма перспективны для целого ряда технических приложений. Интерес к ним отражен уже в целом ряде монографий и сборников, в том числе и переведенных на русский язык. В лекциях Райна дан хороший обзор основных особенностей магнитных свойств этих систем, включая характеристики спиновых волн в них, инвариантные свойства и т. д.; рассмотрены как аморфные соединения переходных, так и редкоземельных элементов.

В целом сборник дает хорошее представление о современном развитии исследований магнитных систем, о наиболее актуальных направлениях и об основных применяемых методах.

Д. И. Хомский