1965 г. Сентябрь *Том 87, вып. 1*

УСПЕХИ ФИЗИЧЕСКИХ НАУК

БИБЛИОГРАФИЯ

019.941:538.115/116+530.145

С. В. Тябликов. Методы квантовой теории магнетизма, М., Изд-во «Наука», 1965, с. 334, ц. 99 коп.

Учение о ферромагнетизме и родственных ему явлениях «сильного магнетизма»— антиферромагнетизме и ферримагнетизме — занимает несколько особое место в современной теории твердого тела. Дело не только в экспериментальной и технической важности многих рассматриваемых здесь проблем, но и в том, что корректная трактовка их в принципе может быть дана только в рамках многоэлектронной постановки задачи. По этой причине теория «сильного магнетизма» в течение ряда лет служила и служит «оселком», на котором пробовались и пробуются сейчас различные способы приближенного решения задачи многих тел — от самых заслуженных до новейших изобретений вроде метода функций Грина и функционального интегрирования. Соответственно знакомство с методами современной микроскопической теории магнитных явлений весьма полезно для теоретика, интересующегося любыми задачами статистической физики, хотя бы и не связанными непосредственно с ферромагнетизмом. До недавнего времени, однако, сказанное относилось скорее к области благих пожеланий, нежели к тому, чего можно реально требовать от начинающих: изложение разных методов было разбросано по многим монографиям, обзорам и оригинальным статьям, причем из последних далеко не все, даже первостепенной важности, работы можно было признать образцом ясности. С другой стороны, некоторые прекрасно написанные книги (например, известная монография С. В. Вонсовского и Я. С. Шура «Ферромагнетизм») имеют уже солидный возраст и, естественно, достижения последних лет в них не отражены.

Положение изменилось с выходом в свет рецензируемой книги, автор которой сам принимал большое участие в разработке ряда наиболее эффективных современных методов. Здесь с единой точки зрения рассмотрен математический аппарат современной микроскопической теории «сильного» магнетизма. Несмотря на небольшой объем книги (334 страницы небольшого формата), в ней изложены важнейшие расчетные методы, известные в литературе. Досадное исключение составляет лишь модель Изинга, о которой не сказано почти ничего, и метод аппроксимантов Паде, чему посвящена одна страница весьма конспективного текста. Видимо тут сыграли известную роль и личные научные интересы автора, которые всегда естественным образом ограничивают содержание монографий такого рода.

Вряд ли, однако, имеет смысл судить о книге только по тому, чего в ней нет. Это соображение, видимо, оправданное в применении к любой монографии, в данном случае кажется особенно уместным, ибо круг вопросов, которые с должной подробностью и ясностью рассмотрены автором, достаточно велик.

Первая глава носит вводный характер. Она содержит краткое изложение основных фактов из области магнитных явлений, а также некоторые элементы феноменологической теории, необходимые для понимания дальнейшего.

Вторая глава, по существу, также вводная, но она уже не столь элементарна. Это — постановка задачи. Она начинается с описания математического языка, на котором написана книга,— метода вторичного квантования, операторной формы теории возмущений и свойств спиновых операторов. Далее следует центральная часть главы — формулировка и обсуждение исходного гамильтониана, диагонализация которого в сущности и составляет задачу рассматриваемых в дальнейшем приближенных методов. Автор основывается формально на модельном гамильтониане Гейзенберга, однако обменные интегралы рассматриваются просто как некоторые феноменологические параметры, отнюдь не обязательно выражающиеся через атомные волновые функции с помощью известных простых формул. Такой подход, основанный, в сущности, на соображениях симметрии, является, по-видимому, достаточно общим (в частности, позволяет при желании учесть и магнитную анизотропию и s — d-обменное

взаимодействие); в то же время при этом удается избежать ненужных осложнений, не связанных, по-видимому, с самим существом дела.

«Общеобразовательная» вводная часть продолжается и в третьей главе, посвященной изложению необходимых для дальнейшего элементов статистической механики (в частности, аппарата статистических операторов комплексов частиц). Здесь, однако, уже проявляется одна отличительная особенность книги — сугубо современный ее характер: помимо материала, ставшего ныне стандартным, рассматривается и такая, столь недавно вошедшая в обиход теоретической физики концепция, как представление о квазисредних величинах и о системах, вырожденных по Боголюбову. Эта особенность ясно видна и в дальнейшем. Так, рассматривая спиновые волны (гл. 5), автор не ограничивается классическими примерами, а обращается и к сравнительно новой задаче о спиновых волнах в спиральных структурах.

Главы 4—8 составляют основное содержание книги. В них последовательно рассматриваются методы приближенного вторичного квантования молекулярного поля и функций Грина с приложениями к вычислению температурной кривой намагниченности, теории антиферромагнетизма, ферромагнитного резонанса, рассеяния нейтронов и ряду других явлений. Имея в виду методическую установку книги, автор, на наш взгляд, правильно поступает, ограничиваясь разбором сравнительно небольшого числа ясно поставленных задач и лишь бегло упоминая об остальных. Действительно, такой очень тщательный разбор с демонстрацией соответствующих «технических приемов»— с указанием возможных «подводных камней» и со всеми оговорками относительно пределов применимости данного метода — дает изучающему несравненно больше, нежели простое воспроизведение отрывков из журнальных статей (хотя бы и хороших) с неизбежным сакраментальным возгласом «можно показать» в качестве заменителя явных выкладок в наиболее трудоемких пунктах расчета. Достойны сожаления, однако, два обстоятельства. Во-первых, в книге такого профиля весьма уместны были бы простые задачи типа упражнений, решение которых можно было бы предоставить самому читателю. Во-вторых, некоторые проблемы теории ферромагнетизма все же заслуживают, видимо, бо́льшего внимания, чем им уделено в книге. Это относится, в частности, к весьма интересной и трудной задаче об устойчивости различных типов магнитных структур при разных температурах, а также к неоднократно рассматривавшейся, но до сих пор до конца еще не решенной задаче о ферромагнетизме электронного газа.

Как в методическом, так и в чисто научном отношении сильное впечатление оставляет единство изложения материала. Нелишне напомнить, что еще сравнительно недавно теория ферромагнетизма состояла, по существу, из отдельных кусков, по видимости логически друг с другом не связанных. Различной была и степень обоснованности разных приближенных методов. Так, например, в то время как представление о спиновых волнах — худо ли, хорошо ли — выводилось из квантовой механики, метод молекулярного поля формулировался в основном на основе соображений полуинтуитивного характера. В рецензируемой книге — едва ли не впервые — проведена единая точка зрения, при которой представление об идеальном газе спиновых волн, с одной стороны, и метод молекулярного поля, с другой, получаются в результате приближенного решения одной и той же квантовомеханической задачи со спиновым гамильтонианом общего типа. При этом метод молекулярного поля вводится не ad hoc, а получается естественным путем из вариационного принципа для свободной энергии. При этом, кстати, ясно видны и пределы применимости метода.

По-видимому, именно это единство подхода и позволило автору уместить столько материала в таком сравнительно небольшом объеме. Вместе с тем следует отметить, что рецензируемая книга отнюдь не относится к жанру «легкого чтения». Количество информации в расчете на одну страницу текста здесь явно превышает средний уровень, и читать книгу надо с карандашом. Правда, читать стоит; особенно начинающим теоретикам.

Выводы: 1) Жаль, что эта книга не была написана раньше. 2) Хорошо, что она все-таки написана. 3) Не грех автору уже сейчас подумать о 2-м издании: книга, в общем, удалась, бесспорно будет полезной и потому в скором времени исчезнет из магазинов (если уже не исчезла).

В. Л. Бонч-Бруевич