

БИБЛИОГРАФИЯ

530.18(049.3)2

СОЛИТОНЫ И ФИЗИКА КОНДЕНСИРОВАННЫХ СРЕД

Solitons and Condensed Matter Physics, Ed. A. R. Bishop, T. Schneider.— Berlin; Heidelberg; New York: Springer-Verlag, 1978.— (Springer Series in Solid-state Sciences. V. 8).

Сборник представляет собой труды Симпозиума по нелинейным структурам (солитонам) и динамике конденсированных сред (Оксфорд. 27—29 июня 1978 г.). В него включены доклады, посвященные математическим аспектам теории солитонов (8 докладов) и применению концепции солитонов в физике конденсированных сред для описания таких явлений, как магнетизм, фазовые переходы, волны зарядовой плотности, дислокации в кристаллах, сверхтекучесть в ^3He , джозефсоновские контакты и ионная проводимость (32 доклада). Книгу открывает обзорная статья, в которой изложена история появления и методика исследования нелинейных уравнений Кортевега — де Фриза (КдФ), Шрёдингера (НЛШ) и Клейна — Гордона (КГ). Остальные математические статьи содержат основы численного исследования солитонных решений, теорию возмущений для двойного уравнения sine -Гордон (ДУГ), КдВ и НЛШ, а также общее исследование некоторых новых нелинейных уравнений.

Солитоны в теории фазовых переходов. Доклад Лютера (A. Luter) посвящен исследованию модели Изинга в поперечном магнитном поле, которая может быть трансформирована к проблеме двойного уравнения ДУГ. Показано, что при критической температуре уравнение дает семь связанных состояний внутри магнитной щели, и можно предположить, что число этих связанных состояний есть универсальное свойство критических точек. В докладе А. Бишоп (A. Bishop) исследован вклад солитонных решений в термодинамические свойства систем, описываемых функционалом Гинзбурга — Ландау с действительным и комплексным параметром порядка. На примере точно решаемых одномерных моделей продемонстрирована полезность конфигурационной феноменологии и подчеркнута необходимость принимать во внимание нелинейное взаимодействие мод, позволяющее правильно учесть закон сохранения числа степеней свободы в системе. В книге рассмотрены также использование понятия вистантона для определения критических индексов в теории фазовых переходов и теории неупорядоченных систем (D. J. Wallace) и исследованы динамические свойства структурных переходов, включая проблему центрального пика (A. D. Bruce, T. Schneider and E. Stoll, W. C. Kerr). В рамках модели периодического потенциала с двойными стенками показано, что возбуждения системы в неупорядоченной фазе состоят из фононов и доменных стенок, разделяющих кластеры с ближним порядком. Движение доменных стенок и кластеров характеризуется очень низкими частотами, и эти движения дают вклад в центральный пик неупорядоченной фазы, наряду с мягкими фононами и тепловой диффузией. Эти представления подтверждаются численными расчетами для систем со структурным переходом в рамках метода молекулярной динамики. Исследован также вклад движения доменных стенок в линейный отклик таких систем.

Системы с волнами зарядовой плотности (ВЗП). В обзорном докладе (R. N. Friend) рассмотрены структурные и электронные свойства квазиодномерных и слоистых соединений, в которых наблюдаются ВЗП, и обсуждается модель совмещающихся участков поверхности Ферми, позволяющая понять причину появления ВЗП. В докладах показано, что коллективная мода возбуждений фазы этих систем описывается уравнением ДУГ, причем солитоны с изменением фазы 2π представляют заряженные «частицы», могущие переносить электрический ток (M. J. Rice), а «осциллирующие» солитоны («breather» solitons) типа 0π соответствуют осциллирующему электрическому диполь (A. Newell). Оценивается вклад солитонов 2π в постоянный ток и вклад солитонов 0π в поглощение на частотах, меньших частоты пиннинга ВЗП в соизмеримой решетке. Для слоистых кристаллов с гексагональной симметрией получены солитоны в системе трех волн и исследован тип перехода из несоизмеримой структуры в соизмеримую (переход $H - C$) в предположении, что амплитуда ВЗП остается постоянной

в пространстве (модель Макмиллана). В отличие от одномерных систем, где этот переход всегда второго рода, в двумерных системах возможны случаи, когда такой переход оказывается переходом первого рода из-за пересечения солитонов (Р. Вак). Эти результаты применимы также для описания процесса кристаллизации благородных газов на поверхности графита и описания магнитного перехода в неодиме. Для одномерных систем учтено также влияние упругих смещений на тип перехода $H - C$ в модели Макмиллана.

Нелинейные структурные возбуждения кристаллов, дислокации и кристаллизация в периодическом потенциале. Нелинейные структурные возбуждения кристаллов изучены в одномерной двухатомной цепочке (Н. Büttner, Н. Bilz) и соединении $Hg_{2-5}AsF_8$ (А. Д. Ахе). Рассмотрено движение винтовой дислокации с учетом нелинейного взаимодействия дислокации с фононами. Такое взаимодействие приводит к излучению фононов и торможению движения дислокации. Показано, что в системе образуется фонон-дислокационный комплекс, который движется по кристаллу без внешних сил подобно солитону в модели Френкеля — Конторовой (N. Flytzanis). Численный эксперимент, моделирующий образование границ зерен, показал, что эти границы обладают многими особенностями, присущими солитонам. Образование ω -фазы из β -фазы в ряде сплавов (типа $Zr - Nb$) можно рассматривать как образование решетки солитонов. Расчет термодинамических свойств такой модели позволяет объяснить ряд особенностей в структурных свойствах сплавов в зависимости от концентраций, обнаруженных экспериментально (В. Ноговиз). Дано подробное математическое исследование задачи о поведении одномерной цепочки частиц с отталкиванием в периодическом потенциале в присутствии фактора, меняющего плотность частиц (S. Aubry). Такая модель возникает в задаче о кристаллизации атомов, адсорбированных на поверхности кристаллов при разных давлениях и низких температурах, а также в задачах теории ВЗП, сверхпроводимости и многих других проблемах физики твердого тела. Показано, что при достаточно сильном потенциале плотность частиц меняется скачками при изменении давления на бесконечном счетном множестве значений давления. Для частного случая периодического потенциала получено полное аналитическое решение задачи и показано, что решетка частиц в основном состоянии системы всегда соизмерима с внешним потенциалом.

В заключительном докладе (S. E. Trullinger) отмечено, что концепция солитонов проникла сейчас во все области физики твердого тела, поскольку всюду мы сталкиваемся с проблемой решения нелинейных уравнений. По существу, в нелинейной физике солитон занимает такое же положение, как осциллятор в линейных процессах. В 1984 г. исполнится 150 лет со дня открытия солитонов Скоттом-Расселом, и высказано пожелание собрать в этом году симпозиум и воспроизвести тот известный эксперимент с баржей (движущейся по каналу), который привел 150 лет назад к появлению концепции солитонов.

Книга представляет интерес для всех специалистов в области физики твердого тела. Она может служить введением в физику нелинейных эффектов конденсированных сред и дает полное представление о том, насколько полезной оказывается в этой области концепция солитонов.

Л. Н. Булаевский