53(049.3)

ОБЗОРЫ СОВРЕМЕННОЙ ФИЗИКИ

Springer Tracts in Modern Physics. Vol. 68. Berlin-Heidelberg-New York, Springer-Verlag, 1973, 204 p.

68-й том «Современной физики» включает в себя три обзора и перечень статей, помещенных в томах 39—69 этой серии.

Первый обзор «Двойной ядерный магнитный резонанс. Принципы и приложения в физике твердого тела» написан Д. Шмидом (D. Schmid, Magnetic Double Resonance-Principles and Applications in Solid state Physics (стр.1—75,библиография—110 названий). В обзоре изложены как экспериментальные, так и теоретические основы метода двойного ядерного магнитного резонанса (ДЯМР) в твердом теле. В начале статьи автор знакомит читателя с элементами ДЯМР. Он выделяет два основных звена, на которых базируется метод: запирание (locking) и насыщение спиновой системы во вращающейся системе координат. Применяя наглядную термодинамическую трактовку физических процессов, лежащих в основе ДЯМР, автор рассматривает его как детектирование потока «неупорядоченности» от исследуемых ядер к предварительно сильно «упорядоченной» системе ядер, сигнал ЯМР которых легко обнаружить непосредственным путем.

Осветив идейную сторону вопроса, автор останавливается на описании экспериментальной процедуры, в том числе приводит принципиальную схему типичного ДЯМР спектрометра, работающего в двухчастотном режиме.

Далее рассмотрен ДЯМР при наличии квадрупольных взаимодействий. Изложение метода двойного квадрупольного ядерного резонанса в нулевом магнитном поле (ДЯКР) автор сопровождает демонстрацией и анализом результатов экспериментального исследования некоторых высокоспиновых ядер в порошках меди и алюминия, проведенного с помощью этого метода. Экспериментальные применения ДЯКР в ионных кристаллах представлены системами NaCl : 0,1% KCl и NaCl : 0,2% NaBr. В отличие от порошков, где квадрупольные взаимодействия приводят к нежелательному уширению спектральных линий, в монокристаллах имеется возможность применения высокополевого ДЯМР и при наличии таких взаимодействий. Преимущество ДЯМР перед ДЯКР в этом случае связано с простотой интерпретации спектров исследуемых систем. Экспериментальный материал представлен здесь высокополевым ДЯМР в KF : 0,02% NaF. Примеры экспериментального применения ДЯМР и ДЯКР подобраны автором обзора с таким расчетом, чтобы продемонстрировать большую прикладную значимость этих методов при исследованиях в различных, порой далеких друг от друга, областях физики твердого тела. Например, в случае порошков меди и алюминия показаны возможности и эффективность ДЯКР (и ДЯМР) при исследовании структуры локальных дефектов в твердых телах с очень низкой их концентрацией. В примере с KH_2PO_4 ДЯМР выступает как удобный способ изучения фазового перехода, а также спин-решеточной релаксации ядер, обычный сигнал ЯМР которых нельзя наблюдать по тем или иным причинам, и т. д.

Изложение теоретических основ ДЯМР в твердом теле проведено в обзоре на высоком уровне и с достаточной полнотой. Основным понятием, которым оперирует при этом автор, является температура во вращающейся системе координат. В теоретическую часть обзора вошли также: вывод условия максимальной чувствительности метода, рассмотрение динамики теплового обмена между спиново «упорядоченными» и «неупорядоченными» системами ядер, обсуждение роли спиновой диффузии в ДЯМР. Рассмотрен также вопрос о влиянии диффузионного барьера вблизи исследуемых ядер, обязанного квадрупольным эффектам, на динамику теплового обмена.

Заключает обзор краткая информация о ДЯМР с использованием ядер трех сортов, а также о ДЯМР высокого разрешения в твердом теле.

В целом данный обзор представляется очень полезным звеном в ряду многочисленных монографий и обзоров, посвященных теории и методам радиоспектроскопии в твердых телах. Материал, представленный в обзоре, легко усваивается, прочтение его может быть в равной мере рекомендовано как теоретикам, так и экспериментаторам, специализирующимся в области радиоспектроскопии и смежных с ней областях.

Второй обзор написан Д. Бэуерле «Колебательные спектры электронных и водородных центров в ионных кристаллах (D. Bäuerle, Vibrational Spectra of Electron and Hydrogen Centers in Ionic Crystals) (стр. 76—160, библиография — 124 названия).

В обзоре собраны известные к настоящему времени результаты экспериментального и теоретического исследования инфракрасных (ИК) и рамановских спектров некоторых центров окраски в щелочногалоидных кристаллах и флюоритах.

Во вступительной части автор кратко останавливается на способах образования и структуре этих центров, а также на теоретико-групповых соображениях, используемых при анализе спектров ИК поглощения и рамановского рассеяния на примесных центрах и кристаллах. Весьма кратко изложены вопросы динамики решетки с примесным центром малой массы. Автор в основном обсуждает влияние локальных колебаний (ЛК) и резонансных колебаний, которые могут возникать вблизи таких центров, на спектры ИК поглощения и комбинационного рассеяния света. Лаконизм изложения в этой части обзора, однако, представляется вполне оправданным, так как имеется большое число книг, в которых эти вопросы представлены с должной полнотой.

Основной упор в обзоре сделан на обсуждении экспериментальных данных по излагаемому предмету, причем в каждом конкретном случае проводится теоретический анализ, а также выделяются моменты, требующие дальнейшего исследования. В этой части обзора изложение ведется в следующей последовательности. Сначала автор знакомит с экспериментальными данными по ИК поглощению в области частот ЛК. Сюда вошли U-центры (ионы замещения H^-, D^-), U_1-центры (ионы внедрения H^-, D^-) и U_2-центры (атомы внедрения H, D). Здесь же обсуждается влияние ангармонизма на положение и форму линий ИК поглощения в центрах различной симметрии, а также приводятся результаты экспериментов по влиянию внешнего постоянного электрического поля и одноосного сжатия кристалла на частоты спектров ИК поглощения. Далее представлены данные по ИК поглощению в области частот, соответствующих внутрищелевым ЛК (для F-, F_A- и U_1-центров в кристаллах KBr и KI) и резонансным колебаниям в области акустических частот кристалла (U- и F'-центры). Особое внимание автор уделяет F-центрам, для которых изложение экспериментальных фактов он сопровождает детальным теоретическим расчетом частот внутрищелевых ЛК с учетом изменения силовых констант кристалла. Приводятся также результаты опытов по одноосному сжатию кристалла KI с F-центрами и обсуждается влияние этого сжатия на положение внутрищелевых линий ИК поглощения. Наконец, спектры нерезонансного рамановского рассеяния при наличии ЛК представлены для U-центров в KBr и BaF_2. В заключение обзора автор рассмотрел резонансное рамановское рассеяние на F-центрах в различных кристаллах и F_A-центрах в KCl.

Думается, что главная цель обзора — подробное ознакомление читателя с экспериментальным материалом и его теоретической интерпретацией, а также постановка проблем — автором с успехом достигнута. Можно отметить некоторую близость по тематике и способу изложения рецензируемого обзора с широко известной монографией А. Марадудина «Дефекты и колебательный спектр кристаллов», однако по части полноты представленного материала данный обзор превосходит ту главу упомянутой монографии, которая посвящена вопросам поглощения и рассеяния света примесными ионными кристаллами.

Третий обзор написан И. Берингером «Пересмотренный и унифицированный фактор-групповой анализ» (J. Behringer, Factor Group Analysis Revisited and Unified; стр. 161—199, библиография — 11 названий). В этой статье описана система приемов, с помощью которой процедура классификации кристаллических колебаний в точке $\mathbf{K} = 0$ по неприводимым представлениям соответствующих фактор-групп приобретает унифицированный характер. Рассмотрены различные примеры (кристаллы $C_{14}H_{10}$, $LiIO_3$, $CaCO_3$, KN_3). Статья может служить хорошим справочным пособием при анализе колебаний конкретных кристаллических систем. Значительная часть вошедшего в сборник материала имеет актуальный характер.

В. П. Сакун

Успехи физических наук, т, 118 вып. 3

Редактор *В. В. Власов*

Техн. редактор *А. П. Колесникова* Корректор *А. Л. Ипатова*

Сдано в набор 31/XII 1975 г. Подписано к печати 24/II 1976 г. Бумага 70×108 1/16. Физ. печ. л. 11+1 вкл. Условн. печ. л. 15,58. Уч.-изд. л. 16,21. Тираж 4530 экз. Т-05606.
Цена 1 р. 20 к. Заказ № 01131

Издательство «Наука»
Главная редакция физико-математической литературы
117071, Москва, В-71, Ленинский проспект, 15

Ордена Трудового Красного Знамени Московская типография № 7 «Искра революции»
Союзполиграфпрома при Государственном комитете Совета Министров СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. Москва, К-1, Трехпрудный пер., 9

РЕФЕРАТЫ ПУБЛИКУЕМЫХ СТАТЕЙ

539.186.22

Об эффектах несохранения четности в атомах. Алексеев В. А., Зельдович Б. Я., Собельман И. И. «Успехи физических наук», 1976 г., т. 118, вып. 3, 385—408.

Обсуждается возможность обнаружения P-нечетного слабого взаимодействия электронов с ядром по эффектам взаимодействия атомов с резонансным излучением. Рассмотрены требования к точности трех типов экспериментов: 1) прямое измерение разности сечений поглощения право- и левополяризованного света, 2) измерение поворота плоскости поляризации, 3) измерение расщепления собственных частот оптического резонатора. Для наиболее перспективных с точки зрения эксперимента атомов вычисленные величины ожидаемого эффекта вместе с другими спектроскопическими характеристиками переходов приведены в таблице.

Таблиц 1, иллюстраций 2, библиографических ссылок 29.

539.12.01

Возможности изучения слабых взаимодействий в атомной физике. Москалев А. Н., Рындин Р. М., Хриплович И. Б. «Успехи физических наук», 1976 г., т. 118, вып. 3, 409—451.

В обзоре идет речь о не наблюдавшихся до сих пор физических явлениях — эффектах несохранения четности в атомных переходах. На современном уровне оптических исследований наблюдение некоторых из этих эффектов является, по-видимому, достаточно реалистичным. Такие эксперименты позволили бы пролить свет на пока не наблюдавшееся слабое взаимодействие электронов (мюонов) с нуклонами, обусловленное так называемыми нейтральными токами. В обзоре указан общий вид такого взаимодействия, не сохраняющего четность, но CP-инвариантного. Рассмотрены эффекты несохранения четности в атоме водорода и водородоподобных ионах, тяжелых атомах и μ-мезоатомах. Обсуждаются возможные эксперименты по обнаружению этих эффектов (измерение циркулярной поляризации излучения неполяризованных атомов, поворота плоскости поляризации в оптически неактивных средах и т. п.).

Таблиц 3, иллюстраций 8, библиографических ссылок 92 (98назв.).

523.84

Черные дыры и квантовые процессы в них. Фролов В. П. «Успехи физических наук», 1976 г., т. 118, вып. 3, 473—503.

В статье рассказывается о достижениях последних лет в области физики черных дыр. Обсуждается аналогия законов физики черных дыр с термодинамикой, обнаруженная при изучении взаимодействий черных дыр между собой и с окружающим веществом. Рассмотрен вопрос о квантовом эффекте рождения пар в гравитационном поле черных дыр. Обсуждаются различные космологические следствия явления испарения малых реликтовых черных дыр и возможности наблюдения подобных процессов.

Иллюстраций 10, библиографических ссылок 71 (76 назв.).

538.312(018)

О выражениях для плотности энергии и выделяющегося тепла в электродинамике диспергирующей и поглощающей среды. Бараш Ю. С., Гинзбург В. Л. «Успехи физических наук», 1976 г., т. 118, вып. 3, 523—537.

Обсуждается вопрос о выражениях для плотности энергии W и выделяющегося тепла (диссипации) Q в электродинамике диспергирующей и поглощающей среды. Внимание сосредоточено на пояснении того факта, что W и Q не выражаются, вообще говоря, через комплексную диэлектрическую проницаемость $\varepsilon(\omega)$. Это утверждение иллюстрируется на примере среды, состоящей из совокупности осцилляторов, и на примере простейшей модели плазмы. В приложении получено некоторое удобное выражение для плотности энергии произвольно зависящего от времени поля в прозрачной среде. Там же приведен вывод усредненного по высокой частоте выражения $(1/4\pi)\,\partial\mathbf{D}/\partial t$ для квазимонохроматического поля в поглощающей диспергирующей среде.

Иллюстраций 1, библиографических ссылок 12.

536.75(018

Парадоксы смешения газов. Базаров И. П. «Успехи физических наук», 1976 г., т. 118, вып. 3, 539—543.

В статье дается единообразное объяснение парадоксов Гиббса, Эйнштейна и нового парадокса смешения квантовых идеальных газов. Показано, что все эти три парадокса обусловлены одной и той же физической причиной — соответствующим скачком парциальной плотности при переходе от смешения разных газов к смешению тождественных газов.

Библиографических ссылок 3.