

535.34 (049.3)

ЛАЗЕРНАЯ СПЕКТРОСКОПИЯ ТВЕРДЫХ ТЕЛ

Laser Spectroscopy of Solids/Ed. W. M. Yen, P. M. Selzer.— Berlin; Heidelberg; New York: Springer-Verlag, 1981.— 310 p.— (Topics in Applied Physics. V. 49).

Использование лазеров открыло принципиально новые возможности оптической спектроскопии вообще и спектроскопии твердого тела в частности. Новые экспериментальные возможности стимулировали теоретические исследования тонкой структуры оптических спектров, процессов релаксации и переноса энергии в твердых телах. Поэтому издание сборника обзорных статей «Лазерная спектроскопия твердых тел» оказалось своевременным и нужным.

Первая глава, написанная Имбрушем и Конельманом, является вводной. В ней излагаются основы теории взаимодействия оптически активных примесных центров с внешним электромагнитным полем. Сначала вводятся общие понятия и обсуждается структура гамильтониана примесного центра в кристаллической матрице. Приводятся результаты феноменологической теории Джадда-Офельта, широко применяемой в настоящее время для расчета интенсивностей межмультипольных переходов редкоземельных ионов в кристаллах и стеклах. Рассмотрена природа уширения бесфононных линий и вводится понятие однородного и неоднородного уширений. Общие теоретические положения иллюстрируются примерами оптических спектров ионов редкоземельных и переходных элементов, а также органических молекул.

Название гл. 2 сборника (Передача возбуждения в разупорядоченных средах) значительно шире проблематики, в ней рассмотренной. Результаты получены в рамках теории возмущения и поэтому могут претендовать только на описание сравнительно слабых взаимодействий. Кроме того, полученные выражения для вероятностей переноса энергии с участием фононов решетки описывают лишь элементарный акт переноса энергии. Пространственная разупорядоченность при этом не учитывается. Таким образом, в чистом виде обсуждаемые результаты не применимы для адекватного описания переноса энергии по неоднородноуширенному спектральному контуру не только в пространственно-разупорядоченном, но даже и в пространственно-упорядоченных системах. Приведенные в этом разделе выражения должны быть усреднены по величинам энергетических расстройек энергий различных примесных центров, что представляет собой самостоятельную задачу. Адекватное описание процессов переноса в пространственно-разупорядоченных системах требует также учета пространственного распределения взаимодействующих частиц при заданном законе дисперсии взаимодействия. Эти замечания отнюдь не умаляют ценности представленного в главе материала, тем более что современная техника физического эксперимента позволяет путем анализа результатов коллективного взаимодействия извлекать информацию о механизмах элементарных актов переноса энергии. Глава является чисто теоретической. В ней отражен современный уровень теории элементарного акта переноса энергии с участием фононов решетки.

В гл. 3 (Динамика некогерентной передачи) рассматривается связь процессов релаксации и переноса энергии в системе взаимодействующих частиц с процессами переноса энергии на элементарном уровне. Обсуждаются ситуации, реализуемые в двух классах экспериментов: в экспериментах по селективному возбуждению неоднородноуширенных состояний с применением методов спектроскопии с временным разрешением и в экспериментах по регистрации временных эволюций интегрального свечения возбужденной системы доноров энергии в присутствии акцепторов энергии. Обсуждаются области применимости диффузионной и прыжковой моделей миграционно-ограниченной релаксации в коллективе взаимодействующих частиц, а также механизмы статического тушения люминесценции. В свете изложенных представлений анализируются результаты экспериментальных работ.

В гл. 4 (Основы техники и экспериментальные методы в лазерной спектроскопии твердых тел) рассматриваются современные технические возможности физического эксперимента для исследования процессов, обсуждаемых в предыдущих разделах сборника. Подробно рассмотрены конкретные схемы различных экспериментальных установок. Подчеркивается идейная близость экспериментов по селективному возбуждению неоднородно-уширенных контуров с экспериментами по нарушению квазиравновесия в системе возбужденных частиц при воздействии на них монохроматического излучения, приводящему к выжиганию дыры в неоднородноуширенном спектре излучения.

В гл. 5 (Лазерная спектроскопия высокого разрешения ионных кристаллов) рассматриваются механизмы однородного уширения спектральных линий в примесных кристаллах. Обсуждается роль селективного лазерного возбуждения в исследованиях однородного уширения под общим неоднородноуширенным контуром. Рассматриваются механизмы уширения селективно возбужденных спектров излучения за счет ион-ионного взаимодействия и возможности исследования последнего методом анализа дина-

мики такого уширения. Эффект неоднородного уширения спектральных линий примесных центров наиболее сильно проявляется в пространственно-разупорядоченных средах, коими являются стеклообразные матрицы. Например, в стеклах, активированных ионами трехвалентных редкоземельных элементов, величина неоднородного уширения превышает величину штарковского расщепления мультиплетов. В этих условиях исследование индивидуальных свойств отдельных оптических центров (таких, как штарковское расщепление, однородное уширение, вероятности излучательных и безызлучательных переходов, времена жизни возбужденных состояний) методами традиционной спектроскопии невозможны. Селективное лазерное возбуждение открывает здесь широкие возможности. Достаточно полный и обстоятельный обзор работ по селективному лазерному возбуждению активированных стекол дан в 6-й гл. сборника Вебером. (Лазерная люминесцентная спектроскопия стекол.)

Последняя гл. 7 посвящена обзору работ по экситон-фононному взаимодействию в молекулярных кристаллах. Рассмотрены вопросы о форме экситонных полос и экситонный механизм переноса энергии возбуждения. Молекулярные кристаллы являются весьма специфическими объектами, и выделение этих результатов в отдельную главу является вполне оправданным.

Общим недостатком сборника является явно неполное освещение вклада советских ученых в постановку и решение рассматриваемых проблем. В меньшей степени это замечание относится к гл. 6. Неоправданно большим представляется перекрытие материала, излагаемого в различных главах. В основном это касается изложения теории уширения оптических спектров, теории переноса энергии и сущности метода селективного возбуждения.

В целом книга отражает современное состояние вопроса, ее авторы являются известными специалистами в области оптической спектроскопии твердых тел и переноса энергии в конденсированных средах. Она представляет значительный интерес для широкого круга исследователей.