53:547(049.3)

ТРУДЫ СИМПОЗИУМА ПО ОРГАНИЧЕСКИМ МАТЕРИАЛАМ

Organic Molecular Aggregates (Electronic Excitation and Interaction Processes): Proceedings of the International Symposium on Organic Materials at Schloss Elmau, Bavaria, June 5—10, 1983/Eds P. Reineker, H. Haken, H. C. Wolf.— Berlin; Heidelberg; New York; Tokyo: Springer-Verlag, 1983.— 283 p.— (Springer Series in Solid State Sciences. V. 49).

В Предисловии редакторы Трудов Международного симпозиума, являвшиеся одновременно его организаторами, излагают свою оценку ситуации, сложившейся в настоящее время в исследовании органических материалов. Накоплен обширный и весьма разнообразный экспериментальный материал, интерпретация которого является пока весьма неполной, а часто и крайне проблематичной. Есть свидетельства в пользу того, что она должна опираться на множество теоретических концепций: локализация и протекание, автолокализация, влияние размерности на механизм транспорта, проблема фазовой когерентности, взаимодействие квазичастиц, особенности низкоразмерной сверхпроводимости и т. д. Исследование транспорта в органических материалах связывается с проблемой фотосинтеза в биологических системах. Открываются новые практические применения органических материалов: сверхпроводники, источники тока, элементы памяти для вычислительных машин, электрофотография.

Разнородность материала определила и структуру Трудов — они состоят из 9 разделов, и состав участников — экспериментаторы, теоретики и специалисты по смежным дисциплинам.

Раздел 1 «Основные методы, концепции и результаты» включает два доклада. В статье Вольфа (H. Wolf) дается общий обзор экситонной спектроскопии молекулярных кристаллов. Констатируется, что существующие методы восстановления энергетического спектра по экспериментальным данным достаточно эффективны. Основные трудности связаны с определением кинетических параметров, особенно для синглетных экситонов, к которым неприменимы мощные методы магнитного резонанса, широко используемые при исследовании триплетных экситонов. Среди обсуждаемых перспектив отметим приложения к фотобиологии в связи с проблемой передачи энергии от «антенны» к реакционному центру. Статья Дьюка (C. B. Duke) в основном посвящена электронному транспорту. Центральное место в ней занимает утверждение, что вследствие сочетания малой ширины зоны проводимости, сильного электрон-фононного взаимодействия и наличия беспорядка, носители заряда в органических кристаллах обычно образуют поляронное ферми-стекло. Обсуждаются переход полупроводник — металл при легировании полиацетилена и др. вопросы.

Раздел 2 «Взаимодействие электронных возбуждений с электромагнитным излучением» содержит три статьи. Портом (H. Port) изложены результаты экспериментального исследования триплетных экситонов в изотопно-примесных кристаллах антрацена. Изучены локальные экситоны, возникающие при дейтерировании и замещении $^{12}C \rightarrow {}^{13}C$; по спектрам разнообразных изотопно-примесных центров восстановлен закон дисперсии триплетных экситонов. Кохом (E. E. Koch) представлены результаты, полученные для молекулярных кристаллов методами фотоэмиссионной спектроскопии. Сочетание энергетического и углового разрешения позволяет получать информацию о структуре валентных и электронных зон, фано-резонансах, двухэлектронных событиях, структуре ориентированных пленок и расположении на поверхности адсорбированных молекул. В. М. Агранович, В. Е. Кравцов и Т. А. Лескова построили теорию поверхностных поляритонов вблизи щели в их спектре, созданной резонансом с чисто поверхностными дипольными колебаниями. Существенным элементом является возникновение добавочной поверхностной волны вследствие внутриплоскостных диполь-дипольных взаимодействий.

В разделе 3 «Электронные возбуждения и спиновая динамика» две первые работы посвящены тонкому методу детектирования рассеяния триплетных экситонов по сигналу спинового эха. Он основан на зависимости (хотя и очень слабой!) частоты спин-резонанса от импульса экситона. Шмидтом (J. Schmidt) описаны эксперименты, выполненные на тетрахлорбензоле — кристалле с квазиодномерным экситонным спектром, в котором потолок зоны находится в $\mathbf{k} = 0$. В них эволюция экситонов, созданных лазерной вспышкой в состоянии $\mathbf{k} = 0$, прослеживается по сигналу спин-эха. Показано, что низкотемпературное рассеяние является акусто-примесным, что естественно для кристалла с крайне узкой ($\approx 1{,}3$ см$^{-1}$) экситонной зоной. Последующая статья Силби (R. Silbey) посвящена теории этого явления. Работа Шултена (K. Schulten) содержит теорию радикальных реакций, скорость которых управляется магнитным полем. Такие реакции возможны в конденсированных фазах в области высоких температур и слабых магнитных полей, если существует этап реакции, когда процесс протекает когерентно и почти не подвержен влиянию теплового движения.

В разделе 4 «Взаимодействие электронных возбуждений с колебаниями решетки» три статьи посвящены теории электрон-фононного взаимодействия: обзор Тойодзавы (Y. Toyozawa) по автолокализации, статья Фишера (S. F. Fischer) по новому методу промежуточной связи в теории вибронного взаимодействия и работа Суми (H. Sumi) по теории «горячей» передачи возбуждения, т. е. проходящей за время, меньшее времени колебательной релаксации. В экспериментальной работе Цинтса и Кайзера (W. Zinth, W. Kaiser) к системам с водородными связями применен новый метод разрешения неоднородно уширенных линий. Этот метод (short excitation and prolonged interrogation (SEPT) spectroscopy) состоит в тестировании быстро возбужденной системы с помощью импульсов, подаваемых с большой задержкой.

Раздел 5 «Эксимеры, экситоны с переносом заряда и распад экситонов» открывается статьей Сибранда и Згирского (W. Siebrandt, M. Z. Zgierski), в которой производится расчет экситонов с переносом заряда в трех кристаллах ароматического ряда и дано сравнение с экспериментом. В статье Диссардо и Уолмсли (L. A. Dissardo, S. H. Walmsley) на качественном уровне обсуждается образование эксимеров. В работе Клейна (G. Klein) анализируются возможные схемы образования пар триплетных френкелевских экситонов из состояний, возникающих в первичном акте фотовозбуждения (например, синглетных вибронов) и проводится анализ экспериментальных данных в широкой области спектра.

Раздел 6 «Электронные возбуждения в неупорядоченных системах» открывается обзором Орбаха (R. Orbach) по свойствам систем с фрактальной геометрией. К этому классу относятся системы, обладающие двумя сильно различающимися пространственными масштабами (например, длиной отдельной связи и корреляционной длиной) и свойством автомодельности в области промежуточных масштабов. Такие системы описываются тремя размерностями: d — эвклидовой размерностью пространства, $\bar{d}$ — хаусдорфовой размерностью (масса, заключенная в сфере радиуса r, растет как $r^{\bar{d}}$ и спектральной (фрактонной) размерностью $\bar{\bar{d}}$ (плотность состояний растет с частотой ω как $\omega^{\bar{\bar{d}}-1}$. Остальные

параметры выражаются через них, а фрактальное поведение обнаруживается в области малых размеров и высоких частот. Обсуждаются приложения к стеклам, полимерам, перколирующим кластерам и др. В работах Клафтера (J. Klafter) и Кернке (V. M. Kernke) рассматриваются теоретические методы описания транспорта в неупорядоченных системах, преимущественно в рамках кинетических (Master) уравнений. Шмидом (D. Schmid) экспериментально показано, что флуоресценция антрацена, легированного тетраценом, обнаруживает обычную экспоненциальную кинетику, но захвату на ловушки предшествует захват на промежуточный уровень (предзахват). Копельманом (R. Kopelman) приводится сводка экспериментальных данных по транспорту экситонов в смешанных кристаллах, аморфных пленках и полимерных стеклах.

Раздел 7 состоит из двух статей. Гутьерец и др. (A. Gutierrez, G. Castro, G. Schulte, D. Haarer), исследуя спектр фталоцианина в полиэтилене методом «выжигания дыр», пришли к выводу о наличии кинематического сужения, описываемого двухуровневой обменной моделью. Лио (S. K. Lyo) развита теория однородной ширины линий в стеклах, обусловленной взаимодействием примесных центров с двухуровневыми системами.

Две первые статьи раздела 8 «Проводимость и сверхпроводимость в органических материалах» посвящены несверхпроводящим полимерам. Стёклайн и др. (W. Stöcklein, B. Bail, M. Schwoerer, D. Singel, J. Schmidt) наблюдали пайерлсовский переход в катионных солях флуорантил-радикала и путем сопоставления проводимости и ряда магнитных свойств показали, что ток переносится по цепям радикалов. Стрит и др. (G. B. Street, R. H. Geiss, S. E. Lindsey, A. Nazzal, P. Pfluger) изучали рост и структурные свойства проводящих полимеров на основе пиррола. В нем носители заряда являются бесспиновыми и, поскольку основное состояние не вырождено, их, по-видимому, можно отождествить с биполяронами. Заключительным является обзор Жерома (D. Gerome) по органическим сверхпроводникам, преимущественно солям тетраметилтетраселенфульвалена (TMTSF). Обсуждаются механизм проводимости, структура основного состояния, конкурирующие фазовые переходы (пайерлсовский, сверхпроводящий, ВЗП, ВСП), фазовая диаграмма и др.

Заключительный раздел 9 «Электронные возбуждения в фотосинтезирующих системах» состоит из обзорной статьи Пайлотэна и Бретона (P. Paillotin, J. Breton) по спектроскопическим методам исследования процессов фотосинтеза в растениях и фотосинтезирующих бактериях и структуре фотосинтетического аппарата.

Труды Симпозиума позволяют составить довольно полное представление об основных направлениях физических исследований органических материалов, которые быстро разрастаются в последние годы, включая в себя все новые разделы.

Э. И. Рашба