

ЛИТЕРАТУРА

1. Kondo J. — Prog. Theor. Phys., 1964, v. 32, p. 37.
2. Abrikosov A. A. — Physics, 1965, v. 2, p. 21.
Suhl H. — Ibid., p. 39.
3. Fil'ov V. M., Wiegmann P. B. — Phys. Lett. Ser. A, 1980, v. 76, p. 283.
4. Andrei N. — Phys. Rev. Lett., 1980, v. 45, p. 379.
5. Wiegmann P. B. — J. Phys. Ser. C, 1981, v. 14, p. 1463.
6. Fateev V. A., Wiegmann P. B. — Phys. Lett. Ser. A, 1981, v. 81, p. 179.
7. Andrei N., Lowenstein J. H. — Ibid., p. 116.
8. Fateev V. A., Wiegmann P. B. — Phys. Rev. Lett., 1981, v. 46, p. 1595.
9. Zamolodchikov A. B., Zamolodchikov Al. B. — Ann. of Phys., 1979, v. 120, p. 253.
10. Wiegmann P. B. — Phys. Lett. Ser. A, 1981, v. 80, p. 163.
11. Tsvelick A. M., Wiegmann P. B. — J. Phys. Ser. C, 1982 (to be published).

537.311.33(048)

С. А. Бразовский. Теория проводящих полимеров. Большинство квазидвухмерных проводников является, по крайней мере при низких температурах, узкозонными диэлектриками. В комплексах с переносом заряда (КПЗ) и в полимере транс-полиацетилена, $\text{trans}-(\text{CH})_x$, образование диэлектрической щели на поверхности Ферми связано с деформацией решетки с волновым вектором $2k_F$ (эффект Пайерлса) ¹. Эта деформация (димеризация в случае $\text{trans}-(\text{CH})_x$) является спонтанным нарушением симметрии, так что основное состояние системы вырождено — непрерывно для КПЗ с несоизмеримыми сверхструктурами и двукратно для $\text{trans}-(\text{CH})_x$. Это вырождение, а также специфически сильное взаимодействие электронных возбуждений вблизи краев спектра $\pm \Delta$ с фононами приводит к принципиальным отличиям свойств диэлектрика Пайерлса от обычных диэлектриков и полупроводников. Наиболее полная экспериментальная картина была получена в результате недавних исследований полиацетилена ².

Для $\text{trans}-(\text{CH})_x$ установлено, что в результате оптической накачки и легирования возникают глубоко автолокализованные состояния с электронными уровнями в районе центра запрещенной зоны. В чистом материале (по данным ЭПР и ЯМР) имеются носители спина, сохраняющие высокую подвижность до 4,2 К, но не дающие вклада в проводимость. Напротив, носители тока в легированном материале $[(\text{CH})\text{Au}]_x$ не обладают спиновым моментом — отсутствует как парамагнетизм Кюри в области прыжковой проводимости, $y < 0,005$, так и парамагнетизм Паули в металлической области, $0,005 < y < 0,05$.

Эти данные находят объяснение в картине солитонных носителей спина и заряда. Аналитические и компьютерные расчеты стационарных состояний ^{3, 4} и компьютерное моделирование динамики автолокализации ³ в модели Пайерлса для полиацетилена привели к следующим результатам:

Основными элементарными возбуждениями являются солитоны, соединяющие домены с противоположными знаками димеризации. В области солитона изменяется локальная плотность волновых функций заполненных электронных состояний с энергией $E < -\Delta$, в результате чего солитон приобретает заряд $e^* = -e$ при нулевом спине $s = 1/2$. Квантовые числа солитона изменяются в зависимости от числа заполнения $v = 0, 1, 2$ электронами локального уровня $E = 0$, существующего в потенциале солитона. Мы получаем бесспиновые носители заряда при $v = 0,2$; $e^* = -e, +e$; $s = 0$ и незаряженные носители спина при $v = 1, e^* = 0, s = 1/2$. Топологический характер солитона объясняет исключительную анизотропию ($\sim 10^6$) спиновой диффузии. Энергия солитона $E_s = (2/\pi) \Delta < \Delta$. Автолокализация электрон-дырочных ($e - h$) и ($e - e$)-, ($h - h$)-пар происходит безбарьерно за время $\sim \omega_{ph}^{-1} \sim 10^{-13}$ с и заканчивается образованием разбегающихся пар солитонов.

Для других полимеров ($\text{cis}-(\text{CH})_x$ полифенилен, полидиацетилен и др.) структура полимерного скелета такова, что вырождение основного состояния отсутствует. При этом эффект автолокализации сохраняется, однако разлетание доменных стенок становится невозможным, так как между ними открывается состояние с большей плотностью энергии ⁴. Неразлетание ($e - h$)-пар объясняет разницу оптических свойств cis - и $\text{trans}-(\text{CH})_x$. Одновременно теория предсказывает существование связанных ($e - e$)- и ($h - h$)-пар (биполяронов). Это, возможно, объясняет отсутствие парамагнетизма в проводящем легированном полипироле ⁵.

В несоизмеримых системах типа КПЗ возможно только существование спиновых незаряженных солитонов $s = 1/2, e^* = 0$, в то время как возбуждение зарядовой плотности становится безактивационным (проводимость Фрелиха).

ЛИТЕРАТУРА

1. Булаевский Л. Н. — УФН, 1975, т. 111, с. 263.
2. Heeger A. J., MacDiarmid A. G. — In: Physics in One Dimension, Berlin; Heidelberg; New York: Springer-Verlag, 1981.
3. Schrieffer J. R., Kivelson S. — Ibid.
4. Бразовский С. А., Кирова Н. Н. — В кн. Труды международной конференции по низкоразмерным синтетическим материалам. — 1981. — Т. 17, с. 171.
5. Peo M., Roth S., Hocker J. — Ibid, p. 133.