Экситон-фононное взаимодействие в атомарно тонких дихалькогенидах переходных металлов

Глазов М.М., Семина М.А.

ФТИ им. А.Ф. Иоффе, 194021, Санкт-Петербург, Политехническая ул., 26

DOI 10.34077/Semicond2019-374

Оптические свойства атомарно тонких полупроводников на основе монослоев дихалькогенидов переходных металлов обусловлены, главным образом, экситонами, энергия связи которых достигает сотен мэВ, а время радиационного затухания – менее пикосекунд [1,2]. Цель данной работы – теоретическое исследование эффектов взаимодействия электронов и экситонов с колебаниями решетки двумерных полупроводников.

Показано, что взаимодействие экситонов в монослоях дихалькогенидов переходных металлов с продольными акустическими фононами монослоя параметрически сильнее аналогичного взаимодействия в классических полупроводниковых структурах с квантовыми ямами. Это связано с различием в плотности состояний двумерных и трехмерных акустических фононов. В рамках самосогласованного борновского приближения рассчитан спектр поглощения света монослоем вблизи экситонного резонанса с учетом как бесфононных процессов, так и процессов экситон-фононного взаимодействия. Спектр резко асимметричен (см. рисунок) с крылом, простирающимся на несколько мэВ выше экситонного резонанса. Результаты расчетов хорошо согласуются с данными экспериментов [3]. Обсуждается вклад экситон-фононного взаимодействия в коэффициент диффузии экситонов в монослоях дихалькогенидов переходных металлов [4], а также энергетическая релаксация нейтральных и экситонов на акустических и оптических фононах.

Важной особенностью зонной структуры монослоев дихалькогенидов переходных металлов является наличие двух неэквивалентных долин K и K' , каждая из которых активна только в одной циркулярной поляризации. В докладе также развивается теория междолинного смешивания электронных и экситонных состояний за счет фононов. Проведен симметричный анализ фононных мод, обеспечивающих междолинное рассеяние электронов и дырок. Даны оценки для скоростей междолинных переходов с сохранением и с переворотом спинов носителей заряда. Также обсуждается эффект междолинного полярона. Рассчитаны перенормировки эффективных масс носителей заряда и спин-орбитального расщепления зоны проводимости за счет междолинного полярона.

[1] М.В. Дурнев, М.М. Глазов, УФН **188**, 913 (2018).

[2] Gang Wang, Alexey Chernikov, Mikhail M. Glazov, Tony F. Heinz, Xavier Marie, Thierry Amand, and Bernhard Urbaszek, Rev. Mod. Phys. **90**, 021001 (2018).

[3] S. Shree, M. Semina, C. Robert, B. Han, T. Amand, A. Balocchi, M. Manca, E. Courtade, X. Marie, T. Taniguchi, K. Watanabe, M. M. Glazov, and B. Urbaszek, Phys. Rev. B **98**, 035302 (2018).

[4] Marvin Kulig, Jonas Zipfel, Philipp Nagler, Sofia Blanter, Christian Schueller, Tobias Korn, Nicola Paradiso, Mikhail M. Glazov, and Alexey Chernikov, Phys. Rev. Lett. **120**, 207401 (2018).