Кулоновское увлечение не прямых экситонов в двумерной экситон-электронной системе

Боев М.В.¹, Ковалев В.М.^{1,2}, Савенко И.Г.³

¹ ИФП СО РАН, 630090, Новосибирск, пр. Ак. Лаврентьева, 13

² Новосибирский государственный технический университет, 630073, Новосибирск, пр. К.Маркса, 20

³ Center for Theoretical Physics of Complex Systems, Institute for Basic Science, Daejeon, Republic of Korea

DOI 10.34077/Semicond2019-217

Теоретические и экспериментальные исследования явления кулоновского увлечения носителей заряда электрическим током получили широкое развитие в последние десятилетия [1]. Природа данного эффекта заключается в передаче импульса и энергии частиц одной (активной) подсистемы частицам другой (пассивной) посредством кулоновского взаимодействия или, иными словами, в наличии эффективного трения между двумя подсистемами. Фундаментальный интерес к данному эффекту связан с возможностью извлечения из транспортных характеристик информации о свойствах элементарных возбуждений в обеих подсистемах, а также о характере их взаимодействия. На сегодняшний день в мировой литературе эффект кулоновского увлечения в системах, содержащих частицы, подчиняющиеся как Ферми-, так и Бозе-статистике, слабо изучен. В данном направлении следует отметить две работы [2], в которых рассмотрен эффект увлечения в экситон-электронной системе, однако, вклад экситонной подсистемы в экранирование межслоевого взаимодействия не был учтен.

В настоящей работе [3] представлена теория эффекта кулоновского увлечения не прямых экситонов электрическим током. Рассматривается следующая система: под двумерным электронным газом на некотором расстоянии располагается двойная квантовая яма, содержащая не прямые экситоны. Ключевым параметром рассмотренного эффекта выступает кросс-подвижность, определяемая как коэффициент пропорциональности между дрейфовой скоростью экситонов и электрическим полем в электронном слое. В рамках теории линейного отклика кросс-подвижность является корреляционной функцией «экситонный поток – электрический ток», и для ее вычисления удобно использовать диаграммную технику температурных функций Грина. Данный подход позволяет единообразно рассмотреть как квазibalлистический режим транспорта, так и диффузионный. На основе построенной теории можно заключить, что, во-первых, вклад экситон-экситонного отталкивания в экранирование экситон-электронного взаимодействия необходимо учитывать, т.к. данный вклад существенно модифицирует температурную зависимость кросс-подвижности при увлечении экситонного газа в нормальном состоянии. Кроме того, в случае низкой температуры в режиме Бозе-конденсата экситонной подсистемы учет экситон-экситонного взаимодействия проявляется в виде сильного отклика экситонной подсистемы на частотах и импульсах, соответствующих собственным модам колебаний плотности экситонного Бозе-конденсата. Во-вторых, при низкой температуре ожидается значительный рост величины кросс-проводимости, что обусловлено слабым влиянием примесного рассеяния на транспортные характеристики экситонного Бозе-конденсата.

Работа выполнена при поддержке РНФ №17-12-01039 и Фонда развития теоретической физики и математики «БАЗИС» №17-15-526-1.

[1] B.N. Narozhny, A. Levchenko, *Rev. Mod. Phys.*, **88**, 025003 (2016).

[2] Yu.E. Lozovik, M.V. Nikitkov, *JETP*, **84**, 612 (1997); *JETP*, **89**, 775 (1999).

[3] M. V. Boev, V. M. Kovalev, I. G. Savenko, *arXiv:1902.09721*