Квантовый точечный контакт в двухслойном графене

Крайнов И.В.¹, Дмитриев А.П.¹, Горный И.В.^{1,2,3}, Kraft R.², Gall V.^{2,3}, Krupke R.^{2,4}, Danneau R.²

¹ ФТИ им. А.Ф. Иоффе, 194021, Санкт-Петербург, Политехническая ул., 26

² Institute of Nanotechnology, Karlsruhe Institute of Technology, D-76021 Karlsruhe, Germany

³ Institute for Condensed Matter Theory, Karlsruhe Institute of Technology, D-76128 Karlsruhe, Germany

⁴ Department of Materials and Earth Sciences, Technical University Darmstadt, 64287 Darmstadt, Germany

DOI 10.34077/Semicond2019-369

В настоящий момент ведутся активные работы по изучению управления физическими свойствами графена и его производных как перспективного материала для создания новой приборной базы. Носители заряда в графене обладают не только спином, но и долинной степенью свободы, в связи с чем, встает вопрос о манипуляции данным параметром в системе и генерации долинной поляризации, что находится в естественном русле развития валлейтроники. Для этой цели нами был исследован квантовый точечный контакт (КТК) в двуслойном графене. Данная система интересна и с фундаментальной точки зрения, так как спустя 30 лет после открытия квантования проводимости в результате формирования одномерных подзон в баллистическом сужении, этот эффект остается одним наиболее ярких в мезоскопической физике. Благодаря быстрому развитию нанотехнологий, геометрия квантового точечного контакта, используемая в этих экспериментах стала основным инструментом для изучения физики одномерного транспорта и проектирование сложных устройств и схем. В то время как подавляющее большинство 1D баллистических систем показывают квантование проводимости в единицах $2e^2/h$, где коэффициент два связан с вырождением по спину, структуры с однослойным и двухслойным графеном за счет спинового и долинного вырождения должны давать квантование в $4e^2/h$. Эксперименты по измерению баллистической проводимости, выполненные группой под руководством R. Danneau, продемонстрировали полное снятие долинного вырождения одномерных подзон в КТК электростатически созданным в двуслойном графене при приложении внешнего магнитного поля [1]. В слабых магнитных полях, наблюдается квантование проводимости КТК в единицах $4e^2/h$, однако с увеличением магнитного поля она квантуется на величину $2e^2/h$, что свидетельствует о снятии долинного вырождения. В сильных магнитных полях контактная проводимость по-прежнему на $4e^2/h$. Была построена теория описывающая долинное расщепление во внешнем магнитном поле электронных состояний в КТК из двуслойного графена [1]. Наша модель, основанная на эффективном гамильтониане нижних зон биграфена хорошо согласуется с расщеплением уровней Ландау, а также с наблюдаемым экспериментально экзотическим слиянием состояний K и K' долин из 1D подзон с номерами (N; N + 2) в нулевом магнитном поле.

[1] R. Kraft, I. V. Krainov, V. Gall, et.al., *Phys. Rev. Lett.* **121**, 257703 (2018).