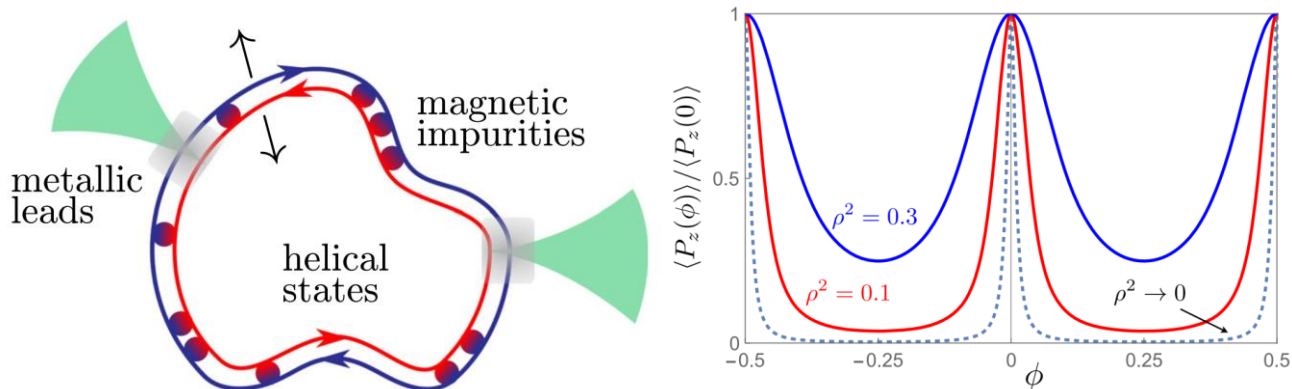


Высокотемпературные квантовые вычисления на основе двумерных топологических изоляторов

Квантовая обработка информации вызывает огромный интерес у широкого научного сообщества. Хотя перспективность квантовых компьютеров была признана около 30 лет назад, настоящий прорыв в создании их ключевых элементов - сетей когерентных спиновых кубитов - был достигнут только в последнее десятилетие. Основные препятствия для дальнейшего прогресса связаны с требованием очень низкой температуры, а также быстрой релаксацией и дефазированием спинов, которые затрудняют создание спиновой поляризации и когерентную передачу спина на большие расстояния.

В этой работе мы предлагаем важные шаги к решению этих проблем и способ эффективного манипулирования спином. Мы представляем метод создания спин-поляризованных электронных пучков, основанный на использовании геликоидальных краевых состояний (ГКС) двумерного топологического изолятора. Спиновый транспорт в ГКС уже обсуждался при нулевой температуре. Здесь мы демонстрируем, что конечная спиновая поляризация возникает даже при высокой температуре и в полностью классическом режиме, а, значит, устойчива к дефазированию. Предлагаемый метод допускает создание 100% спиновой поляризации и её передачу на большие расстояния, порядка длины краевого состояния. Более того, это расстояние можно увеличить, построив массивы из нескольких ГКС. Все это является значительными преимуществами перед существующими подходами к спиновой фильтрации и переносу спина на основе резонансных туннельных диодов, квантовых точек с сильным спин-орбитальным взаимодействием, Y-стыков и интерферометров Ааронова – Бома на основе традиционных материалов.

Наше исследование открывает широкие возможности для применения в квантовых вычислениях. Известно, что интерферометры могут быть однокубитными квантовыми вентилями различных типов (X-вентиль, Z-вентиль, фазовый вентиль и вентиль Адамара), которые управляют спиновыми состояниями электронов с заданной энергией (так называемые пролетающие кубиты). Но использование традиционных интерферометров для квантовых вычислений возможно только при очень низких температурах <100 мК. Мы демонстрируем, что аналогичные вентили реализуются в геликоидальных интерферометрах, однако в них возможно высокотемпературное управление кубитами. Полученные результаты могут быть сформулированы в терминах управляемого магнитным потоком ансамбля кубитов, дающих равный вклад в перенос заряда и спина. Это означает, что интерференция сохраняется после термического усреднения. Таким образом, использование интерферометров на основе ГКС может быть изящным способом преодоления основных проблем создания спиновых сетей.



Результат опубликован: R.A. Niyazov, D.N. Aristov, V.Y. Kachorovskii, *Coherent spin transport through helical edge states of topological insulator*, npj Computational Materials 6, 174 (2020).
doi: 10.1038/s41524-020-00442-z