

Анализ физической природы модуляции энергетической щели, открываемой в точке Дирака в структуре топологических состояний в антиферромагнитном топологическом изоляторе (ТИ) нового типа $MnBi_2Te_4$.

Санкт-Петербургский государственный университет

Методами фотоэлектронной спектроскопии с угловым и спиновым разрешением, а также магнитного циркулярного дихроизма проведены комплексные экспериментальные исследования природы энергетической щели, открываемой в точке Дирака и ее изменений, а также поверхностных магнитных взаимодействий в недавно синтезированном антиферромагнитном топологическом изоляторе (ТИ) нового типа $MnBi_2Te_4$. Исследования электронной и спиновой структуры Дираковского конуса топологических электронных состояний в диапазоне температур от 9 до 35 К показали возможность значительной модификации энергетической щели в точке Дирака для различных образцов. Было выявлено, что величина щели, открываемой в точке Дирака на экспериментально измеренных ARPES дисперсиях, может характеризоваться как аномально большой (60–70 мэВ), так и значительно уменьшенной (<20 мэВ) величиной, которые остаются открытыми выше температуры Нееля ($T_N=24.5K$). Данный магнитный переход проявлялся в фотоэлектронных спектрах путем непрерывного уменьшения интенсивности поверхностных Дираковских состояний с увеличением температуры до температуры Нееля. Выше температуры Нееля интенсивность поверхностных Дираковских состояний остается практически постоянной. При этом индикатором магнитного перехода при увеличении температуры является уменьшение расщепления Терзсостояний зоны проводимости до нуля выше температуры Нееля. Измеренные дисперсионные зависимости с разрешением по спину для поверхностных топологических состояний демонстрируют хиральную спиновую структуру с инверсией спина для состояний Дираковского конуса с противоположными импульсами. Методами резонансной фотоэлектронной спектроскопии было показано, что открытие щели в точке Дирака не связано с гибридизационными эффектами взаимодействия между топологическими состояниями и $Mn\ 3d$ состояниями. Показано, что различие в величинах щелей в точке Дирака может быть связано со структурной модификацией поверхности и соответствующим смещением локализации топологических состояний в область, включающую второй слой Mn . В этом случае противоположные магнитные моменты первого и второго Mn слоев компенсируют друг друга, что приводит к уменьшению величины щели в точке Дирака. Теоретически было показано, что увеличение ван-дер-Ваальсового расстояния на 15,3% может приводить практически к обнулению результирующей величины щели и формированию «безщелевой» дисперсии топологических состояний.

Результаты опубликованы в статье

A. M. Shikin, et al. "Nature of the Dirac gap modulation and surface magnetic interaction in axion antiferromagnetic topological insulator $MnBi_2Te_4$ " Scientific Reports 10, 13226 (2020) Impact Factor = 3.998