



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР «КУРЧАТОВСКИЙ ИНСТИТУТ»

Петербургский институт ядерной физики им. Б. П. Константинова
Национального исследовательского центра «Курчатовский институт»



ЛЕТ

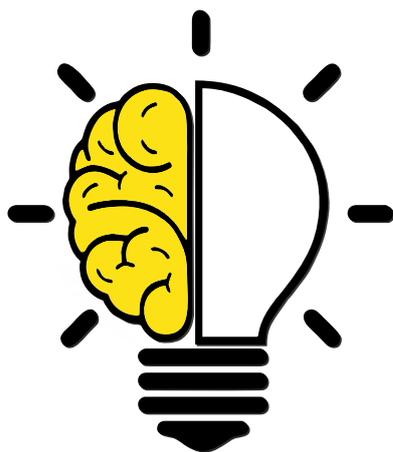
OpenScience

НА ПИКЕ НАУКИ

СБОРНИК ТЕЗИСОВ

VIII Всероссийского молодежного
научного форума

“Open Science 2021”



17–19 ноября 2021 г.
Гатчина

РККИ-взаимодействие в двумерной модели вейлевского полуметалла в присутствии спин-орбитального взаимодействия

Ю.В. Барамыгина^{1, 2}, Д.Н. Аристов^{1, 2}, Р.А. Ниязов^{1, 2}

¹ НИЦ «Курчатовский институт» - ПИЯФ, Гатчина, Россия

² Санкт-Петербургский Государственный Университет, Санкт-Петербург, Россия

Взаимодействие РККИ играет важную роль в исследовании свойств систем с локализованными спинами. Это явление в металлах было впервые описано в 50-х годах прошлого столетия в работах [1,2,3]. В системах со сферической Ферми-поверхностью для этого типа взаимодействия характерны осцилляции с частотой $2k_F$, где k_F - импульс Ферми, и убывание с расстоянием между взаимодействующими моментами, как R^{-d} (d - размерность)[4]. Этот результат обобщается на случаи более сложного спектра, где импульс Ферми принимает некоторое эффективное значение. В настоящее время активно изучается РККИ-взаимодействие в таких перспективных материалах, как вейлевские полуметаллы. В частности, в своих работах многие авторы рассматривают двумерный аналог данного вида материалов – графен. Оказывается, что при нулевом значении фермиевского импульса, в чистом графене, всё так же наблюдаются осцилляции. Однако теперь их период связан с расстоянием между дираковскими точками в обратном пространстве. Зависимость же энергии косвенного обменного взаимодействия от расстояния в чистом графене отличается от других двумерных систем, здесь РККИ убывает как R^{-3} .

Дираковские точки в графене стабильны только в отсутствие спин-орбитального взаимодействия. В нашей работе мы предлагаем вывод аналитических выражений для РККИ-взаимодействия в двумерной модели вейлевского полуметалла, в котором точки Дирака существуют в присутствии значительного спин-орбитального взаимодействия. Наша система содержит три дираковские точки на границе зоны Бриллюэна, причём одна из точек сдвинута по энергии относительно уровня Ферми, что говорит о наличии в системе ненулевого эффективного значения импульса Ферми. В результате в конечных формулах появляются несколько вкладов, отличающихся по своей структуре. Существуют слагаемые, убывающие с расстоянием как R^{-3} и имеющие осцилляции, связанные с расстоянием между точками Дирака в обратном пространстве, как это наблюдается в случае чистого графена. А также из-за наличия ненулевого эффективного импульса Ферми присутствуют вклады с характерными для РККИ $2k_F^*$ -осцилляциями и с убыванием R^{-2} , свойственным большинству двумерных систем. Наличие спин-орбитального взаимодействия приводит к магнитной анизотропии кристалла. В выражении для магнитной восприимчивости появляются слагаемые, имеющие тензорную структуру магнито-дипольного взаимодействия.

1. C. Kittel, M.A. Ruderman. Indirect exchange coupling of nuclear magnetic moments by conduction electrons. Phys. Rev., 96, 99 (1954).
2. T. Kasuya. A theory of metallic ferro- and antiferromagnetism on Zener's model. Prog. Theor. Phys., 16, 45 (1956).
3. K. Yosida. Magnetic properties of Cu-Mn alloys. Phys. Rev., 106, 893 (1957).
4. D.N. Aristov, Indirect RKKY interaction in any dimensionality. Phys. Rev. B, 55, 8064 (1997).