

ОСОБЕННОСТИ ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТИ МИКРОСКОПИЧЕСКИХ МАГНИТНЫХ ПРОВОДНИКОВ

Копелиович А.И., Петренко Л.Г.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»,
г. Харьков*

У низкоразмерных систем свойства часто бывают совсем другими, чем у их трехмерных аналогов. В последнее время в научной литературе появляются сообщения о наблюдаемых в нанотрубках сверхпроводящих аномалиях.

Реакция макропроводников на внешние поля определяется, прежде всего, кулоновскими силами, действующими между носителями тока, благодаря чему проводники экранируют внешнее электрическое поле. Известно, что уменьшение размеров проводника, приводящее к одномерному характеру его проводимости, еще более увеличивает роль кулоновского взаимодействия, вместо ферми-жидкости формируется электронная жидкость Латтинжера-Томонаги.

В нашей работе показано, что в определенных условиях и определенной геометрии образца, даже металлического, кулоновское взаимодействие носителей оказывается пренебрежимо малым и его транспортные электронные свойства изменяются. Ферми-жидкость превращается в истинный ферми-газ. Необычные свойства такого ферми-газа могут быть использованы, например, при диагностике проводящих нановключений в диэлектрической среде.

Энергией кулоновского взаимодействия возбужденных внешним полем электронов можно пренебречь при выполнении условия: $e^2 \Pi \ln(L/a) \ll \varepsilon$, где Π - электронная плотность на единицу длины проводника и на единичный интервал энергии электрона; e - заряд электрона, Σ - диэлектрическая проницаемость, определяемая связанными электронами проводника. Рассматривается модель проводника, один из размеров которого (толщина a) микромасштаба, а длина L значительно превосходит a , на ширину условия не накладываются.

В случае немагнитного проводника, а также магнитного при высоких температурах $kT \gg W_F$ при небольшой частоте столкновений $\{ \ll u_g/L$ внешнее переменное поле приводит к появлению пиков проводимости при резонансных частотах $\omega_n = 2\pi(n + 1/2)u_g/L$, где $u_g = (\rho/\Pi m_e)^{1/2}$ - скорость электронного звука.

А для магнетика резонансы сопровождаются пиками момента магнитного квадрупольного поля, в который превращается образец. Магнитное поля вблизи образца изменяется. Возникает электроспиновый эффект, проводник приобретает квадрупольный магнитный момент. В случае низких температур $kT \ll W_F$ кроме волны электронного газового звука в образце появляется также специфическая «магнитная» волна, обязанная взаимодействию спиновых компонент, движущихся с разной скоростью. Исследуя частотную зависимость квадрупольного магнитного момента можно определить значения различных существенных параметров магнитного проводника, в частности, частоту переверотов спина (частота процессов спин-флипа).

Литература:

[1] Копелиович А.И., Петренко Л.Г. «Low Temperature Physics» / «Физика низких температур», 2017, т.43, №2, с.253-258.