

**Электронный спиновый резонанс в квазидвумерном антиферромагнетике на
треугольной решетке $\text{RbFe}(\text{MoO}_4)_2$ с примесями**

Г.А. Солдатов^{1,2}, А.И. Смирнов¹, О.А. Petrenko³, А. Takata⁴, Т. Kida⁴, М. Hagiwara⁴,
М.Е. Zhitomirsky⁵, и А.Я. Шапиро⁶

¹Институт физических проблем им. П.Л. Капицы РАН

²Московский физико-технический институт (государственный университет)

³University of Warwick

⁴Osaka University

⁵CEA-INAC/UJF, Service de Physique Statistique

⁶Институт кристаллографии им. А.В. Шубникова РАН

Исследование магнитного упорядочения квазиклассических спинов на двумерной треугольной решетке показало существование необычных фазовых переходов, обусловленных фрустрацией антиферромагнитного обменного взаимодействия и влиянием флуктуаций [1], в частности, стабилизацию коллинеарной спиновой структуры “два вверх, один вниз” в протяженном интервале магнитных полей в окрестности значения, равного одной трети поля насыщения (так называемого плато-1/3 намагниченности) [2]. В данном докладе рассматривается вопрос о влиянии примесей на формирование плато-1/3 намагниченности в квазидвумерном антиферромагнетике на треугольной решетке $\text{RbFe}(\text{MoO}_4)_2$ [3]. Магнитная структура этого кристалла образована ионами Fe^{3+} ($S = 5/2$, $L = 0$), расположенными в слоях с правильной треугольной решеткой. Магнитные слои разделены немагнитными ионами Rb и немагнитными комплексами MoO_4 , что обуславливает справедливость двумерного приближения. Умеренное значение основного обменного интеграла $J = 0.6$ К позволяет проводить исследования в полях вплоть до поля насыщения. Величина межплоскостного обменного интеграла J' в 100 раз меньше величины J , что говорит о хорошей реализации двумерной спиновой системы. Кроме того, магнитная система $\text{RbFe}(\text{MoO}_4)_2$ имеет сильную анизотропию типа “легкая плоскость”. Примеси в исследуемом веществе создавались частичным замещением ионов Rb ионами К при выращивании кристалла $\text{RbFe}(\text{MoO}_4)_2$. Поскольку ионы Rb и К занимают межплоскостные позиции, реализуется случайная слабая модуляция обменных связей J между ионами Fe в двумерных слоях. Таким образом, были получены и изучены кристаллы $\text{Rb}_{1-x}\text{K}_x\text{Fe}(\text{MoO}_4)_2$ при $x = 2.5, 5, 7.5, 15$ %.

В настоящем докладе представлены измерения спектров электронного спинового резонанса (ЭСР). При ориентации внешнего магнитного поля параллельно двумерным слоям была обнаружена существенная перестройка частотно-полевой зависимости ЭСР,

полученной при температуре $T = 1.3$ К, значительно меньшей температуры магнитного упорядочения T_N . В слабых полях в чистом образце $\text{RbFe}(\text{MoO}_4)_2$ наблюдаются две ветви магнитного резонанса: растущая и спадающая, в то время как в допированном образце $\text{Rb}_{1-x}\text{K}_x\text{Fe}(\text{MoO}_4)_2$ при $x = 15$ % наблюдается только растущая ветвь. Экспериментальные данные указывают на координальную перестройку спиновой структуры. Согласно теоретическим предсказаниям Марясина и Житомирского [4] в слабых полях в чистом образце $\text{RbFe}(\text{MoO}_4)_2$ реализуется Υ -структура трех магнитных подрешеток, которая непрерывно трансформируется в UUD-структуру при увеличении поля (см. Рис. 1). Такой спиновой конфигурации соответствуют три моды магнитного резонанса: растущая, падающая и на нулевой частоте. В случае допированного образца $\text{Rb}_{1-x}\text{K}_x\text{Fe}(\text{MoO}_4)_2$ теория предсказывает стабилизацию fan-структуры в слабых полях и отсутствие UUD-структуры в полях вблизи одной трети поля насыщения H_{sat} , которая, однако, восстанавливается при увеличении температуры (см. Рис. 1). Кроме того, теоретический расчет частотно-полевой зависимости подтверждает отсутствие спадающей ветви магнитного резонанса.

Таким образом, были сделаны выводы о том, что частичное замещение ионов Rb ионами K в кристаллах $\text{RbFe}(\text{MoO}_4)_2$ подавляет плато-1/3 намагниченности при низких температурах, которое частично восстанавливается при разогреве образца. Экспериментальные данные находятся в согласии с теоретическими предсказаниями Марясина и Житомирского [4].

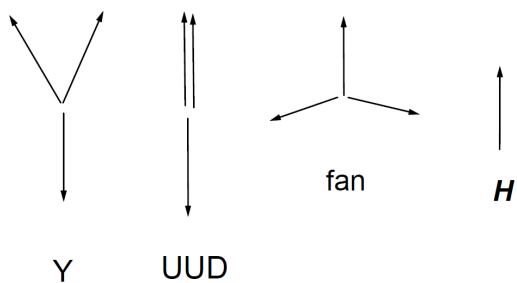


Рис. 1. Различные спиновые структуры в магнитном поле для антиферромагнетика на треугольной решетке.

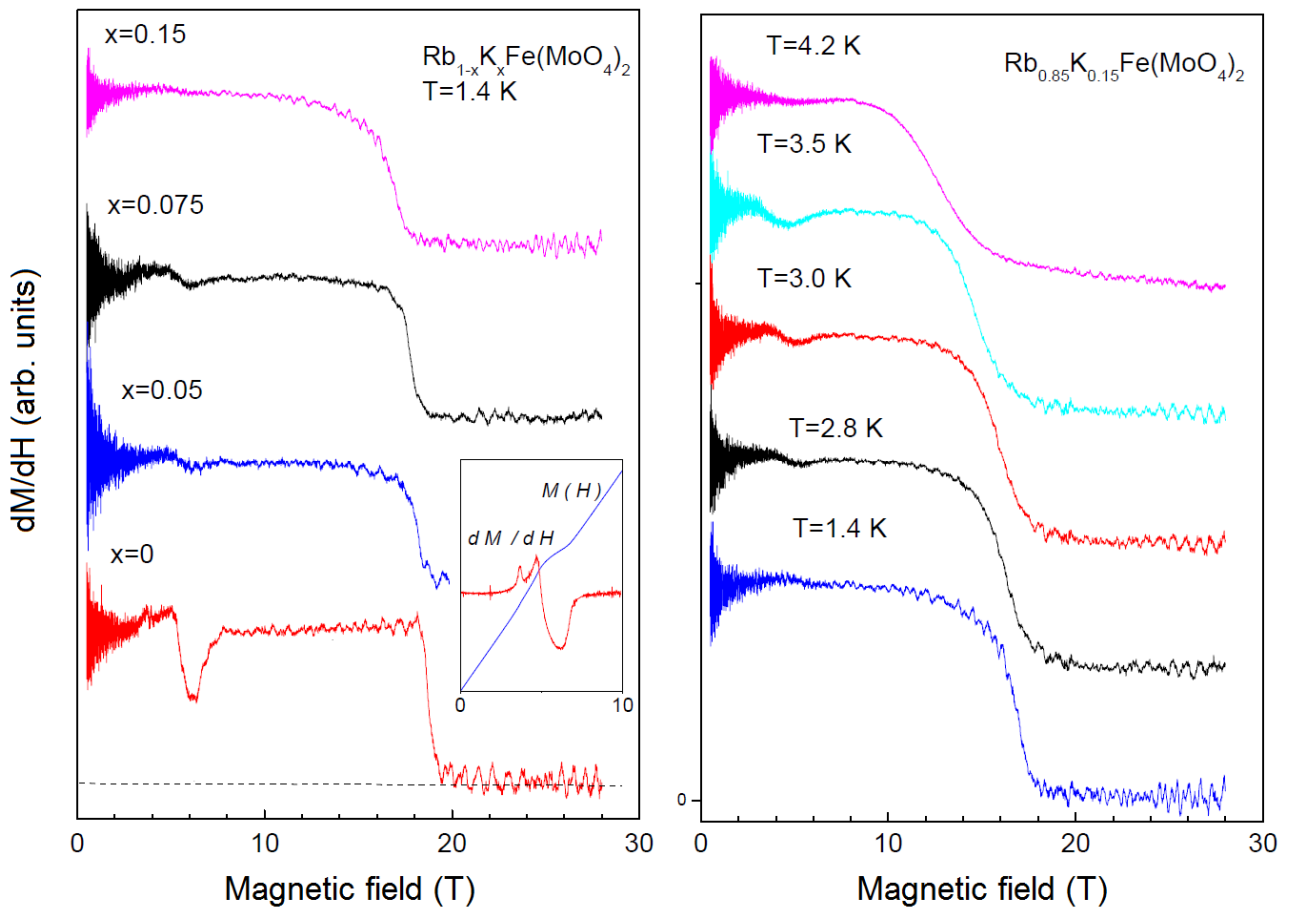


Рис. 2. Левая панель: кривые dM/dH , полученные в образцах $Rb_{1-x}K_xFe(MoO_4)_2$ с различной концентрацией примесей К в импульсном поле при $T = 1.4$ К. Вставка: кривые $M(H)$ и dM/dH , измеренные в образце $RbFe(MoO_4)_2$ с помощью вибрационного магнетометра при $T = 1.4$ К. Правая панель: кривые dM/dH , полученные в образце $Rb_{1-x}K_xFe(MoO_4)_2$ при $x = 15\%$ в импульсном поле при различных температурах.

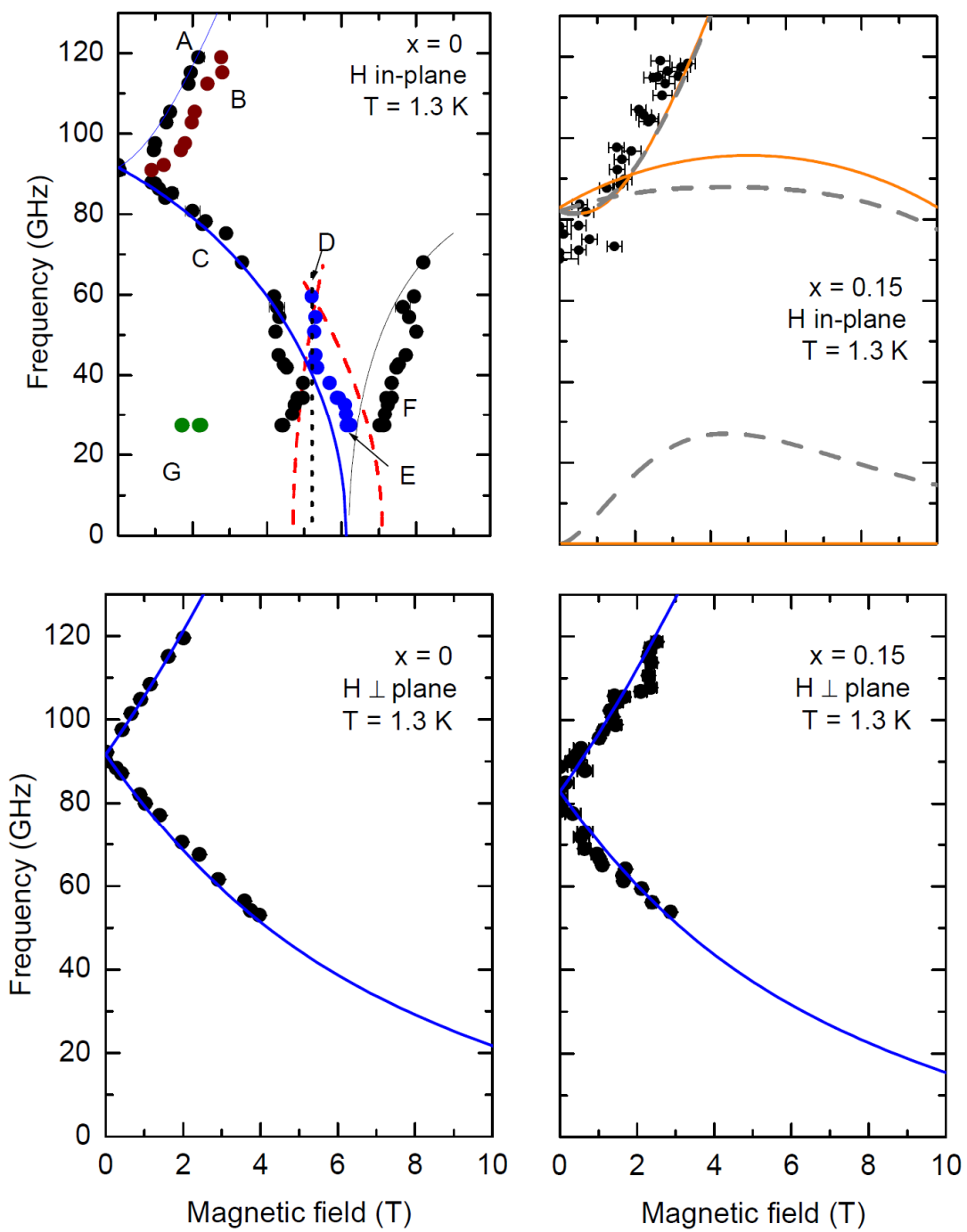


Рис. 3. Сравнение частотно-полевых зависимостей для образцов $\text{Rb}_{1-x}\text{K}_x\text{Fe}(\text{MoO}_4)_2$ при $x = 0, 15 \%$ при различных ориентациях внешнего магнитного поля. Сплошные и пунктирные линии - теоретические зависимости.

Литература

1. *Strykh O.A.* Unusual ordered phases of highly frustrated magnets: a review. – Reports on Progress in Physics. – 2015. – V. 78. – P. 052502.
2. *Chubukov A.V., Golosov D.I.* Quantum theory of an antiferromagnet on a triangular lattice in a magnetic field. – JOP: Condensed Matter. – 1991. – V. 3. – P. 69.
3. *Svistov L.E. [et. al.]*. Quasi-two-dimensional antiferromagnet on a triangular lattice $\text{RbFe}(\text{MoO}_4)_2$. – Phys. Rev. B. – 2003. – V. 67. – P. 094434.
4. *Maryasin V.S., Zhitomirsky M.E.* Triangular antiferromagnet with nonmagnetic impurities. – Phys. Rev. Lett. – 2013. – V. 111. – P. 247201.