

ИЗУЧЕНИЕ ЯВЛЕНИЯ ФЕРРОМАГНЕТИЗМА В МОНОСЛОЕ ТРИЙОДИДА ХРОМА

Кашин И.В.^{1,*}, Мазуренко В.В.¹, Руденко А.Н.^{1,2}

¹⁾ Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия

²⁾ Институт Молекул и Материалов, Неймеген, Нидерланды

*E-mail: i.v.kashin@urfu.ru

INVESTIGATION OF FERROMAGNETISM IN CHROMIUM TRIIODIDE MONOLAYER

Kashin I.V.^{1,*}, Mazurenko V.V.¹, Rudenko A.N.^{1,2}

¹⁾ Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

²⁾ Institute for Molecules and Materials, Radboud University, Nijmegen, The Netherlands

Based on infinitesimal spin rotations theory and random-phase approximation, Curie temperature (T_C) of chromium triiodide (CrI_3) monolayer was estimated in case of absence and presence of external static electric field (ESEF). Following the tendency, observed in bilayer, ESEF application to the monolayer results in significant enhancement of T_C (20-30%), favouring the effective implementation of given two-dimensional compound in progressive spintronic devices.

Монослой трийодида хрома (CrI_3) представляет собой двумерную физическую систему, перспективную с точки зрения экспериментального наблюдения ферромагнитного порядка. Поскольку теорема Мермина-Вагнера [1] гласит, что в двумерных материалах любые сколь угодно малые термические флуктуации приводят к разрушению магнитного порядка, системы, подобные CrI_3 , привлекают особый интерес исследователей [2]. Наличие устойчивого ферромагнетизма в данном соединении обусловлено значительной магнитной анизотропией. Также известно, что слоистые структуры CrI_3 чрезвычайно восприимчивы к внешнему полювому воздействию [2].

Теоретическому изучению ферромагнетизма монослоя CrI_3 и влияния на него внешнего постоянного электрического поля (ВПЭП) посвящена данная работа. Для этого в рамках приближения случайных фаз [3] была оценена температура Кюри (T_C) для случая отсутствия ВПЭП и его приложения с интенсивностью, достаточной для создания энергетической раздвижки р-орбиталей атомов йода в 1 эВ, что является экспериментально достижимым. Численные расчеты базировались на данных первопринципного моделирования и теории бесконечно малого спинового поворота [4] для нахождения величин парных изотропных обменных взаимодействий.

На Рисунке 1 приведена зависимость T_C от энергии магнитной анизотропии. Видно, что при значении этой энергии, оцененном в рамках первопринципного

подхода как 0.8 мэВ, T_C находится в хорошем согласии с экспериментально измеренной величиной 45 К [2].

Представленные результаты свидетельствуют о том, что усиление тенденции к ферромагнетизму при приложении ВПЭП присуще не только слоистым структурам CrI_3 [6], но и двумерному монослою, высокоперспективному материалу для передовых устройств спинтроники.

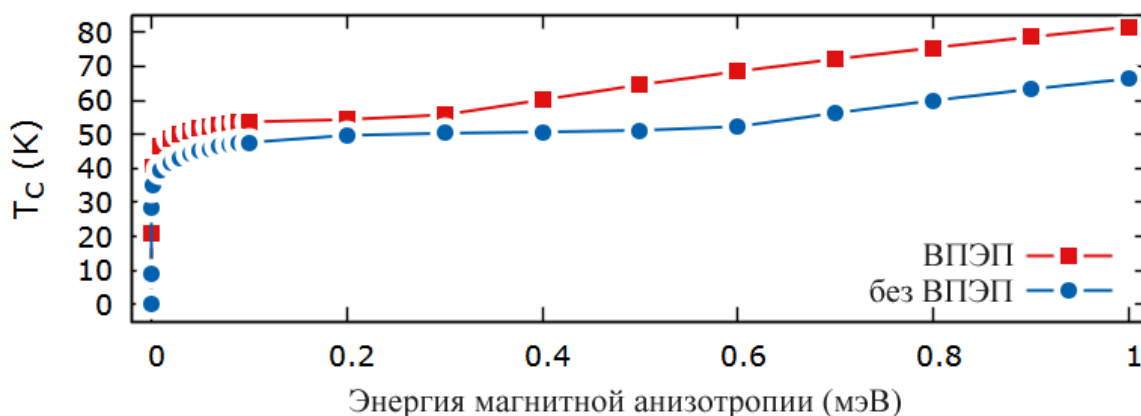


Рис. 1. Зависимость температуры Кюри от величины магнитной анизотропии.

Работа поддержана грантом Российского Научного Фонда №17-72-20041.

1. N.D. Mermin and H. Wagner, Phys. Rev. Lett. **17**, 1133 (1966).
2. B. Huang *et al.*, Nature **546**, 270–273 (2017).
3. S.V. Tyablikov, Ukr. Mat. Zh. **11**, 287 (1959).
4. A.I. Lichtenstein *et al.*, J. Magn. Magn. Mater. **67**, 65 (1987).
5. L. Webster and J.-A. Yan, Phys. Rev. B **98**, 144411 (2018).
6. S.W. Jang *et al.*, arXiv:1809.01388 (2018).