

Киральные магнетики в искривленных одноатомных пленках

И.С. Бурмистров

В последнее время появились магнитные материалы одноатомной толщины. Один из наиболее известных примеров - это CrI_3 [1]. Дополнительный интерес к таким материалам связан с тем, что в них легко можно создать изгибные деформации. Эффекты влияния ненулевой кривизны поверхности на магнитную структуру изучались в недавних работах, см, например, [2]. Оказалось, что искривление поверхности меняет баланс энергии и приводит к модификации магнитных структур (доменных стенок, скирмионов).

В простейшем случае магнитная энергия состоит из двух членов: обменной энергии и энергии анизотропии [3]:

$$F = \frac{1}{2} \int d^2 \mathbf{x} \left[A(\nabla \mathbf{m})^2 + K(1 - m_z^2) \right], \quad (1)$$

где $\mathbf{m}(\mathbf{x})$ - единичный вектор, описывающий направление вектора намагниченности. Считается, что магнетик достаточно жесткий и величина вектора намагниченности постоянна. Величины A и K - это параметры обменной энергии и энергии анизотропии.

$$F_{\text{anis}} = \frac{K}{2} \int d^2 \mathbf{x} \left[1 - (\mathbf{m} \mathbf{n})^2 \right], \quad (2)$$

В случае искривленной поверхности, энергия магнитной анизотропии становится связана с вектором нормали к поверхности:

$$\mathbf{n} = \frac{\mathbf{e}_z - \partial_x h \mathbf{e}_x - \partial_y h \mathbf{e}_y}{\sqrt{1 + (\nabla h)^2}}. \quad (3)$$

Здесь $\mathbf{e}_j$ - ортонормированный фиксированный базис, x, y - координаты, параметризующие точку на проекции поверхности на заданную плоскость, а $h(x, y)$ - расстояние от этой заданной плоскости до поверхности (см. Рис. 1). Изгиб поверхности, т.е. ненулевое значение $h(x, y)$ стоит изгибной энергии [4]

$$F_{\text{flex}} = \frac{1}{2} \int d^2 \mathbf{x} \kappa (\Delta h)^2. \quad (4)$$

Задача состоит в изучении взаимного влияния магнитных и изгибных флуктуаций, как статических так и динамических.

-
- [1] B. Huang et al., *Layer-dependent ferromagnetism in a van der Waals crystal down to the monolayer limit*, Nature **546**, 270 (2017) <https://arxiv.org/pdf/1703.05892>.
[2] Y. Gaididei, V. P. Kravchuk, D. D. Sheka, Phys. Rev. Lett. **112**, 257203 (2014) <https://arxiv.org/abs/1311.2026>
[3] Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц, Электродинамика сплошных сред
[4] Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц, Теория упругости

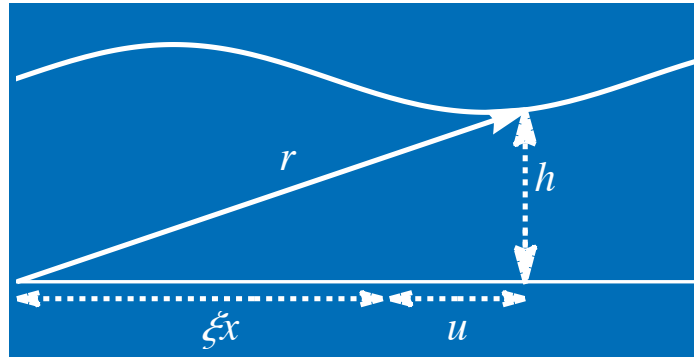


Рис. 1. Схематическое изображение мембраны и изгибного смещения h .