



Simpósio de Integração Acadêmica

“Ciências Básicas para o Desenvolvimento Sustentável”

SIA UFV 2023



EFEITOS DA CURVATURA NA MAGNETIZAÇÃO DE UMA NANO PARTÍCULA PARABOLOIDAL

¹Departamento de física - Universidade Federal de Viçosa

Lucas Maranha Milagres¹ - lucas.milagres@ufv.br, Jakson Miranda Fonseca¹, jakson.fonseca@ufv.br

Magnetização, Paraboloide, Geometria

Física da Matéria Condensada - Centro Ciências Exata e Tecnológica - Pesquisa

Introdução

Excitações magnéticas em nano partículas são influenciadas por sua geometria, de forma a minimizar sua energia total. Tal influência vem do campo desmagnetizante (interação dipolar) que surge em corpos com polos magnéticos e quanto maior for a distância entre esses polos menos intenso será o campo. Variando-se os parâmetros geométricos da partícula, o equilíbrio entre as interações de troca, que tendem a alinhar os momentos de dipolo magnético, e a interação dipolar, que tende a desalinhar-los, uma certa configuração de magnetização será exibida.

Objetivos

Para se compreender como fatores geométricos como a curvatura influenciam a magnetização de nanoestruturas foram desenvolvido os cálculos e reproduzidos os principais resultados da referência [2] na obtenção da energia de troca e dipolar da configuração de vórtice com núcleo para uma casca paraboloidal.

Material e Método

Através do estudo das bases do magnetismo e do ferramentário matemático foi possível a reprodução dos cálculos de energia. A energia de troca e a energia dipolar podem ser calculadas por meio das equações abaixo, sendo μ e ν as coordenadas no sistema paraboloidal; α as coordenadas cartesianas; m a magnetização reduzida da partícula; h^ν os fatores de escala em coordenadas paraboloidais e Φ o potencial magnetostático.

$$E_{ex} = A \int_V g^{\mu\nu} \partial_\mu m^\alpha \partial_\nu m_\alpha dV;$$

$$E_{dip} = -\frac{\mu_0 M_S^2}{2} \int_V m^\alpha \hat{x}_\alpha \cdot \hat{e}_\nu h^\nu \partial_\nu \Phi dV.$$

Apoio financeiro



Resultados e Discussão

Os cálculos de energia mostraram que a energia de troca da configuração vórtice com núcleo no paraboloides é maior que a mesma em um disco. Em contrapartida a energia dipolar aumenta quanto menor for a curvatura, sendo a energia para uma pequena curvatura próxima à do disco. Um fator que aumenta a energia total, tanto a de troca quanto a dipolar, é o quão maior é a espessura da casca. Esse aumento na energia total é compensado pelo aumento do raio do núcleo, que é devido à maior intensidade das interações de troca causada pela curvatura, minimizando-se a energia desse sistema.

Conclusões

O vórtice com núcleo é uma das possíveis excitações magnéticas para uma casca paraboloidal. Outras configurações podem ser descobertas por meio de experimentos e simulações computacionais. A perspectiva para trabalhos futuros é o cálculo de energia para essas outras configurações e a previsão da estabilidade das mesmas de acordo com a geometria da partícula estudada.

Bibliografia

- [1] P. Landeros, J. Escrig, D. Altbir, M. Bahiana, and J. d'Albuquerque e Castro. Journal of Applied Physics 100, 044311 (2006).
- [2] V.L. Caralho Santos, R.G. Elias, J.M.Fonseca, and D.Altbir. J. Appl. Phys. 117, 17E518 (2015).
- [3] AHARONI, Amikan. Introduction to the Theory of Ferromagnetism. 2 ed. Universidade de Oxford: 1996.

Agradecimentos

