

Magnetização de Nanopartículas Magnéticas: O Modelo de Langevin.

Bárbara C. C. Pereira^{1*}, Vanessa Pilati², Guilherme S. Gomide², Jérôme Depeyrot³

1. Estudante de IC do Grupo de Fluidos Complexos, Instituto de Física, Universidade de Brasília *barbaraccavalcante@hotmail.com

2. Pesquisadores do Grupo de Fluidos Complexos, Instituto de Física, Universidade de Brasília. Orientador e Professor do Grupo de

3. Fluidos Complexos, Instituto de Física, Universidade de Brasília.

Palavras Chave: *Nanopartículas, Langevin, paramagnetismo.*

Introdução

Com o confinamento da matéria em escala nanométrica, surgem inúmeras aplicações tecnológicas e biológicas. Uma classe de nanomaterial promissora atualmente é a dos Fluidos Magnéticos (FM), que consistem em dispersões coloidais de nanopartículas magnéticas em um meio líquido carreador. Uma recente aplicação para este nanomaterial é a sua utilização, na área de biomedicina, no diagnóstico assim como no tratamento localizado para alguns tipos de câncer, pelo processo de hipertermia e também na vetorização magnética de drogas. Do ponto de vista mais fundamental, os Ferrofluidos apresentam propriedades magnéticas bastante interessante que ressaltam efeitos de interface e tamanho finito [1]. Nesse trabalho, analisamos resultados de medidas de magnetização em função do campo aplicado, obtidos em dispersões diluídas, com o modelo de Langevin.

Resultados e Discussão

Investigamos Fluidos Magnéticos a base de nanopartículas de ferritas mistas de Zn-Mn (com três teores de zinco diferentes) recobertas por uma camada superficial de maguemita. As medidas de magnetização foram realizadas em temperatura ambiente utilizando um magnetômetro do tipo PPMS (Physical Properties Measurement System) da Quantum Design, funcionando em modo de magnetômetro de amostra vibrante (VSM-Vibrating Sample Magnetometer). O valor do campo máximo utilizado foi de 7×10^{-3} kA/m. As curvas obtidas de magnetização em função do campo magnético apresentaram as seguintes características: em ausência de campo, a magnetização foi zero e mostrou ser uma função crescente do campo. Em campos intensos, a magnetização atingiu seu valor de saturação. O comportamento global é paramagnético gigante já que as curvas obtidas não apresentaram remanência e coercitividade. O tratamento estatístico desse conjunto de nanopartículas segue a formulação clássica do

paramagnetismo, porém com momentos magnéticos bem maiores [2]. Em altos campos, a extrapolação da variação linear em função de $1/H$ permitiu determinar de forma precisa a magnetização das nanopartículas. Uma vez obtida, a análise da curva completa forneceu um tamanho característico e um índice de polidispersão. Os valores obtidos foram comparados com o tamanho dos nanocristais obtidos por difração de raios-X [3]. Ainda, a partir da expansão em alto e baixo campo do formalismo de Langevin, foi possível verificar que a magnetização é principalmente devida às partículas menores ou maiores da distribuição, respectivamente.

Conclusões

Realizamos medidas de magnetização em temperatura ambiente de dispersões coloidais diluídas de nanopartículas magnéticas do tipo núcleo/casca de ferritas de zinco e manganês recobertas por uma casca de maguemita. As três amostras investigadas apresentaram o mesmo comportamento, dito paramagnético gigante. Em todos os casos foi possível determinar a magnetização das nanopartículas, o diâmetro característico e a polidispersão. Os resultados refletem a combinação de dois efeitos associados à variação de tamanho e à variação do teor de zinco.

Agradecimentos

Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

[1] V. Pilati, Produção de Nanocoloides Magnéticos de Ferritas Mistas de Zn-Mn e Propriedades Magnéticas de Nanopartículas Isoladas, in: Instituto de Física, Universidade de Brasília, 2013.

[2] B.D. Cullity, C.D. Graham, Introduction to magnetic materials, 2nd ed., Wiley, New Jersey, 2009.

[3] M.H. Sousa, F.A. Tourinho, J. Depeyrot, G.J. Silva, M.C. Lara, New Electric Double-Layered Magnetic Fluids Based on Copper, Nickel, and Zinc Ferrite Nanostructures, J. Phys. Chem. B, 105 (2001) 1168-1175
M.H. Sousa, F.A. Tourinho, J. Depeyrot, G.J. Silva, M.C. Lara, New Electric Double-Layered Magnetic Fluids Based on Copper, Nickel, and Zinc Ferrite Nanostructures, J. Phys. Chem. B, 105 (2001) 1168-1175.