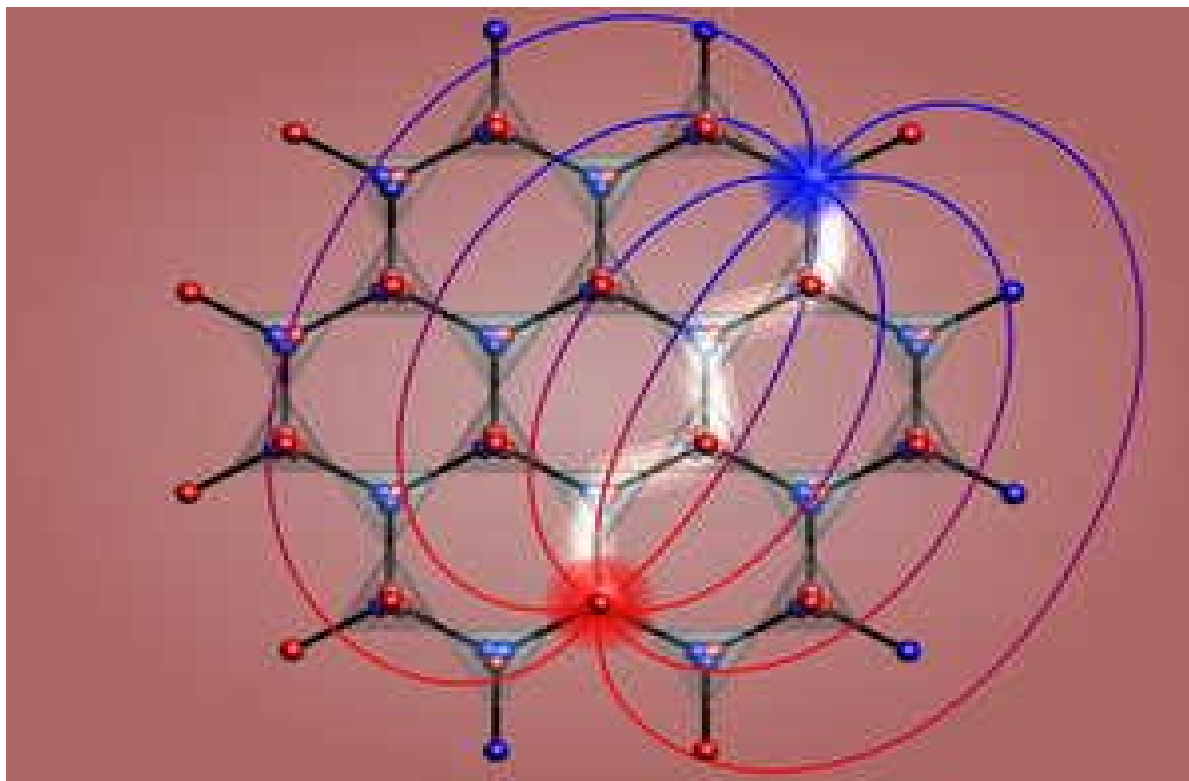


Da Assessoria de Comunicação do Instituto de Física da USP:



**IMAGEM:** fonte - Videoteca IFUSP

**Artigo de pesquisadores brasileiros e norte-americanos "*Anomalous remnant magnetization in dilute antiferromagnetic  $Gd_{1-x}Y_xB_4$* ", foi publicado na prestigiosa *Physical Review Materials - PRM*.**

Autores: S.H. Masunaga and V.B. Barbeta, Centro Universitário FEI, S. Bernardo do Campo, Brasil; Renato F. Jardim and C.C. Becerra, Instituto de Física da USP, São Paulo, Brasil; M.S. Torikachvili, San Diego State University, San Diego, Califórnia, USA; P.F.S. Rosa and Z. Fisk, University of Califórnia, Califórnia, USA.

A impossibilidade de satisfazer interações magnéticas concorrentes e de maneira simultânea resulta em um fenômeno conhecido como frustração magnética. Um caso típico de frustração geométrica pode ser visualizado em um material com rede triangular, onde o alinhamento antiferromagnético AFM entre três íons magnéticos posicionados nos vértices do triângulo não pode ser satisfeito simultaneamente. Um caso mais geral de frustração em uma rede em duas dimensões (2D) foi abordado por Sriram Shastry e Willian (Bill) Sutherland no início da década de 80 e é denominado de rede SS. Neste contexto, sistemas AFM frustrados têm atraído bastante interesse e motivado extensa pesquisa devido à observação de novos fenômenos

e fases exóticas que se correlacionam com a frustração. Importante mencionar também que o interesse renovado em sistemas AFM frustrados, oriundo no processo físico que ocorre tanto nos domínios AFM presentes nos materiais, assim como nas paredes de domínio, deve-se à sua relevância para as interações antiferromagnéticas que ocorrem, por exemplo, na spintrônica.

Compostos de tetraboretos de terras raras  $RB_4$  ( $R$  = elemento terra-rara) são de interesse nesse cenário pois oferecem uma realização experimental rara de redes frustradas do tipo SS. As interações magnéticas concorrentes em materiais  $RB_4$  resultam em diversos fenômenos físicos de interesse na matéria condensada incluindo plateaus de magnetização, formação de dímeros, estruturas magnéticas complexas e diagramas de fase muito ricos. O composto  $GdB_4$ , em particular, pode ser considerado como um sistema do tipo SS, em que os momentos formam uma estrutura magnética não-colinear. A anisotropia necessária para estabilizar essa estrutura magnética também é responsável por fazer a orientação de magnetização dura ao longo do eixo perpendicular ao plano basal (veja Figura 1).

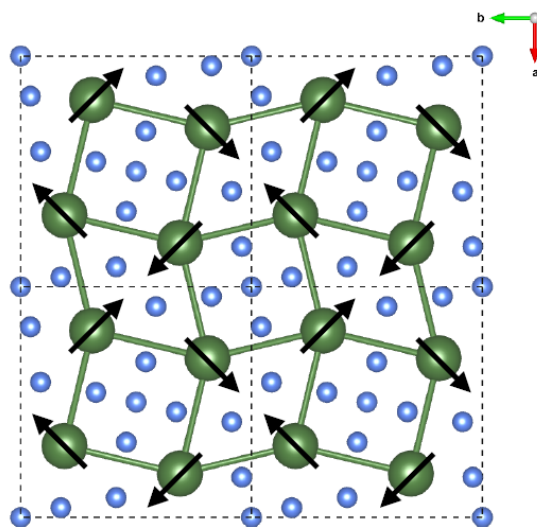


Figura 1 – Estrutura magnética do  $GdB_4$  ao longo do plano  $ab$  da rede cristalina. Os átomos de Gd e os átomos de B são representados pelas cores verde e azul, respectivamente.

O surgimento de um ferromagnetismo fraco exótico (wFM) promovido por substituição iônica não magnética no sítio  $R$  foi observado recentemente no sistema frustrado geometricamente  $R_{1-x}Y_xB_4$  ( $R = Tb$  e  $Dy$ ). A substituição parcial de Tb ou Dy por Y (não magnético), resulta no decréscimo da temperatura de ordem AFM ( $T_N$ ) e no aparecimento de uma componente ferromagnética fraca wFM abaixo de  $T_N$ . Este ferromagnetismo fraco é bastante anisotrópico e só pode ser observado quando o campo magnético externo é aplicado ao longo do plano magnético. O início e a magnitude da componente wFM inicialmente escala com o nível de dopagem Y. No entanto a saturação da magnetização ocorre ao redor de  $x \approx 0,35$ ,

sugerindo que a formação do wFM não é usual. A ocorrência de ferromagnetismo fraco nos  $R_{1-x}Y_xB_4$  ( $R = \text{Sm, Gd, Tb, Dy, Er}$ ) magneticamente frustrados é uma característica geral, sugerindo que apresenta origem comum. A fim de investigar isso mais a fundo, foi realizado um estudo detalhado da magnetização em cristais de  $Gd_{1-x}Y_xB_4$ ;  $x = 0, 0,2$  e  $0,4$ . Os resultados indicam um comportamento universal para cristais com diluições diferentes, nas quais a componente ferromagnética do wFM satura em campos magnéticos relativamente baixos. As magnetizações obtidas em diferentes campos magnéticos também exibem comportamento universal.

A ocorrência de ferromagnetismo fraco e magnetização remanente nos cristais diluídos correlaciona-se com a substituição parcial de Y por Gd e é consistente com a formação de paredes de domínio nos materiais. Os dopantes não magnéticos são possivelmente os centros de ancoramento e o ferromagnetismo fraco resulta de uma ligeira descompensação dos íons nas paredes do domínio. Embora domínios magnéticos sejam observados em outros materiais antiferromagnéticos diluídos, tanto quanto sabemos, cristais de  $Gd_{1-x}Y_xB_4$  são os únicos sistemas magneticamente frustrados com redes SS que exibem a formação de domínios antiferromagnéticos após diluição.

Artigo: “Anomalous remnant magnetization in dilute antiferromagnetic  $Gd_{1-x}Y_xB_4$ ”

Autores: S. H. Masunaga, V. B. Barbeta, R. F. Jardim, C. C. Becerra, M. S. Torikachvili, P. F. S. Rosa, and Z. Fisk

Projetos FAPESP: 2013/07296-2, 2013/20181-0 e 2014/19245-6

<https://journals-aps.ez67.periodicos.capes.gov.br/prmaterials/abstract/10.1103/PhysRevMaterials.2.084415>

MAIS INFORMAÇÕES:

Professor Renato Figueiredo Jardim

Contato: [rjardim@if.usp.br](mailto:rjardim@if.usp.br)

Telefones: 3091-6896 ou (12) 3159-5007