

# Propriedades Simétricas de 2D Cristais Fotônicos Magnéticos com Rede Hexagonal

Francisco José Mota de Souza  
Secretaria de Estado de Educação - SEDUC  
66065-590, Belém, PA

E-mail: [fjms@ufpa.br](mailto:fjms@ufpa.br)

Marcos Benedito Costa Caldas  
Universidade Federal do Pará - UFPA  
66075-900, Belém, PA

E-mail: [marcosta@ufpa.br](mailto:marcosta@ufpa.br)

Victor Dmitriev  
Universidade Federal do Pará – UFPA  
66065-590, Belém, PA

E-mail: [victor@ufpa.br](mailto:victor@ufpa.br)

## 1 - Introdução

Baseado nas possíveis simetrias magnéticas em [1], onde se considera redes quadradas 2D com bastões circulares de ferrites magnetizados por um campo magnético homogêneo, seguindo as mesmas considerações, mas agora para redes hexagonais 2D, vamos desenvolver novas formulações para essa geometria. Essas estruturas podem ser usadas como cristais fotônicos não-recíprocos. Utilizando a base da teoria de grupo magnético, são discutidas as classificações das autofunções em tais cristais e as relações de compatibilidade e da corepresentações. Nosso objetivo neste artigo é discutir algumas propriedades gerais desses cristais que obedecem essas simetrias.

## 2 - Metodologia

Como já é conhecido em [1], novas descrições serão desenvolvidas considerando uma rede hexagonal, tais como: relações de compatibilidade e as propriedades simétricas das autofunções.

A magnetização de um cristal por um campo magnético muda a simetria do cristal. No nosso caso de rede hexagonal 2-D, o grupo é decomposto de uma árvore de grupo  $C_{6v}$ . Usando essa decomposição em árvore, nós encontramos todas as simetrias magnéticas possíveis de nosso cristal [2]. No que segue, nos iremos nos restringir as estruturas magnéticas que são magnetizadas por um campo magnético uniforme.

O intuito de considerarmos diferentes simetrias das estruturas magnéticas, por exemplo, rede quadrada e hexagonal, está presente na explicação em que qualquer pequeno desvio da amplitude, a orientação do campo magnético pode levar a uma mudança qualitativa do domínio base da estrutura de banda, da estrutura das autofunções do campo, etc. Assim, o conhecimento das possíveis mudanças de simetria e as consequências devido a esta mudança do campo magnético pode ser útil na interpretação de resultados experimentais obtidos. Além de diferentes orientações levarem à diferentes efeitos físicos que podem ser usados na estrutura eletromagnética.

Usando a estrutura magnética em estudo, o conhecimento da **zona de Brillouin (ZB)** é de fundamental importância, para discutirmos a simetria do vetor de onda  $\mathbf{k}$ . Lembrando que, a ZB não coincide em geral com a forma da célula unitária da rede [3]. Embora, no caso de células unitárias hexagonais não-magnéticas, a ZB tem uma forma hexagonal. Nos definimos também os grupos magnéticos de vetor de onda conhecidos como grupos pequenos.

## 3 – Referências

1. Victor Dmitriev. Symmetry properties of 2D magnetic photonic crystals with square lattice. The European Physical Journal -Applied Physics, Paris, v. 32, n. 3, p. 159-165, 2005.
2. A.A. Barybin, V. A. Dmitriev, *Modern Electrodynamics and Coupled-Mode theory: Application to Guided-Wave Optics* (Rinton Press, Princeton, New Jersey, 2002)
3. C.J. Bradley, A.P. Cracknell, *The Mathematical Theory of Symmetry in Solids* (Clarendon, Oxford, 1972)