



Weekly Seminar

基于阻挫磁性金属HoAgGe的Kagome自旋冰研究

赵侃

北京航空航天大学物理学院



Time: 3:00 pm, Sept.24, 2025 (Wednesday)

时间: 2025年9月24日 (周三) 下午3:00

Venue: Room w563, Physics building, Peking University

地点: 北京大学物理楼, 西563会议室

Abstract

自旋系统中的阻挫会导致奇异物态的形成[1]。在具有烧绿石结构的自旋冰 $Dy_2Ti_2O_7$ 中, Ising自旋的排列服从局部“冰规则”, 使得空间孤立磁单极子的数量最小化, 类似于水形成的冰中的电偶极子[2]。在2D平面内, 可以类似地定义排列在kagome晶格上的Ising自旋的冰规则, 要求每个三角形具有单个磁单极子, 导致各种独特的磁有序和激发[3, 4]。

结合低温磁性和热力学测量、单晶中子散射和蒙特卡罗(MC)模拟, 我们发现了阻挫磁性金属HoAgGe作为第一个实现kagome自旋冰态的自然化合物[5]。通过中子漫散射, 绘制了HoAgGe在不同温度下的自旋序行为[7]: 系统首先进入伴随有磁荷涨落的部分磁有序态, 区别于理论预测的磁荷有序相[3, 4], 最终进入有序磁基态。建立了准2D自旋模型, 阐明其中3D XY相变普适类, 同时发生时间反转对称性(TRS)破缺。更有趣的是, 发现HoAgGe的TRS破缺相存在具有一种奇特磁性响应: 两个时间反演简并态可以用非线性磁化率来区分和选择, 其与kagome冰规则密切相关。我们的发现不仅揭示了一类kagome自旋冰中新的对称性破缺过程, 也展示了自旋阻挫体系在信息技术中的应用潜力[7]。

基态时, 沿kagome平面**b**轴施加磁场, 系统表现出1/3, 2/3和极化态等磁平台, 平台上的磁矩大小随着升场和降场完全一致, 但是反常霍尔效应(AHE)和纵向磁阻曲线出现了明显的回滞[6]。通过中子衍射实验, 确定了磁平台上的简并态磁结构[5], 明确了连接这些准简并态的对称操作, 其与HoAgGe中kagome晶格的非平凡畸变密切相关。结合模型计算, 揭示了一类特殊非共线磁结构, 能带结构相同, 但是具有不同的AHE、线性磁电阻和轨道磁化等[6]。

参考文献:

- [1] Castelnovo, C., Moessner, R. & Sondhi, S. L. Nature 451, 42–45 (2008)
- [2] D. J. P. Morris et al., Science 326, 411–414 (2009) & T. Fennell et al., Science 326, 415–417 (2009).
- [3] Möller, G., and Moessner, R. Phys. Rev. B 80, 140409 (2009)
- [4] Chern, G.-W. et al. Phys. Rev. Lett. 106, 207202 (2011)
- [5] Zhao, K. et al. Science 367, 1218–1223 (2020)
- [6] Zhao, K. et al. Nat. Phys. 20, 442–449 (2024)
- [7] Zhao, K. et al. arXiv: 2505. 22544 (2025)

About the speaker

赵侃, 北航物理学院教授、博士生导师、物理系主任、工信部海外青年人才。2013年中国科学院物理研究所靳常青研究员课题组取得博士学位, 2013至2021年在德国哥廷根大学和奥格斯堡大学进行博士后研究, 2014至2016年德国洪堡学者。围绕强关联量子磁性主题开展研究工作, 以第一/通讯作者发表研究论文15篇, 包括 Science 1 篇、Nature Physics 1篇、Nature Comm. 1篇、Phys. Rev. B & Mater. 7篇等。目前主持国家自然科学基金面上项目, 科技部重点研发计划项目课题, 北京市杰出青年科学基金。