



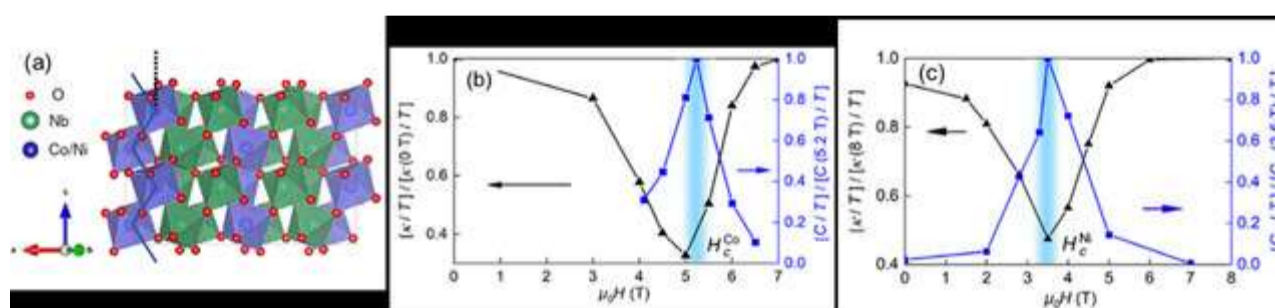
## 李世燕课题组在伊辛自旋链的量子临界磁激发研究方面取得重要进展

发布人: 韦佳 发布时间: 2022-04-27 浏览次数:124

近日, 我系/应用表面物理国家重点实验室李世燕教授课题组与华东师范大学徐杨研究员等合作, 利用极低温热输运和比热测量手段, 系统地研究了典型量子临界体系伊辛自旋 $1/2$ 链 $\text{CoNb}_2\text{O}_6$ 及伊辛自旋 $1$ 链 $\text{NiNb}_2\text{O}_6$ 中量子临界磁激发的性质, 发现了临界磁激发的局域性。相关研究论文以“Quantum Critical Magnetic Excitations in Spin- $1/2$  and Spin- $1$  Chain Systems”为题, 于2022年4月26日发表在《物理评论X》(Physical Review X)上。李世燕教授和徐杨研究员为共同通讯作者, 我系已毕业博士徐杨(现为华东师范大学物理与电子科学学院研究员)和我系博士生王临舒为共同第一作者。

准一维自旋链 $\text{CoNb}_2\text{O}_6$  [见图(a)] 在外加磁场下存在从磁有序到无序的量子相变。当磁场为横向(垂直于链方向)时, 体系中的主要物理可以被横场伊辛模型这一严格可解的经典模型所描述。更有趣的是, 中子散射、太赫兹谱等多种实验手段在临界场附近发现了一系列可以由所谓的E8对称性描述的新奇磁激发。这些研究使得 $\text{CoNb}_2\text{O}_6$ 成为自旋链研究的典型体系。然而, 学界对体系中量子临界磁激发的物理根源仍未形成统一认识。比热结果表明 $\text{CoNb}_2\text{O}_6$ 在量子临界点附近存在无能隙的费米型磁激发。李世燕课题组利用极低温热导率对临界激发进行了系统的探究。实验发现热导率随磁场的变化在量子临界点附近和比热反相关, 表明这些激发并不直接贡献热导率[见图(b)], 但是对声子热导率有强的压制作用。该结果被归因于这些量子临界磁激发的局域性, 而此局域性又与 $\text{CoNb}_2\text{O}_6$ 的准一维性息息相关: 由于链间耦合的存在, 自旋链在垂直链的平面内所形成的三角晶格为体系引入了阻挫。在阻挫和无序的共同作用下, 临界磁激发被局域。分析表明, 多种实验手段观察到的临界磁激发很可能具有同一来源。

尽管准一维自旋链 $\text{NiNb}_2\text{O}_6$ 与 $\text{CoNb}_2\text{O}_6$ 在自旋量子数、磁有序构型、磁各向异性等多个方面具有显著不同, 但是在两个体系中观察到了类似的实验现象[见图(c)]: 比热测量表明存在无能隙临界磁激发, 而热导率测量则指向磁激发的局域性。



图(a)  $\text{CoNb}_2\text{O}_6$ 与 $\text{NiNb}_2\text{O}_6$ 的晶格结构简图, 蓝色实线标出自旋链的方向; (b)  $\text{CoNb}_2\text{O}_6$ 的热导率与比热随横向外加磁场的演化呈反相关, 表明临界场附近导致比热增加的磁激发是局域的; (c)  $\text{NiNb}_2\text{O}_6$ 的热导率与比热随横向外加磁场的演化同样呈现反相关, 表明其中具有与 $\text{CoNb}_2\text{O}_6$ 类似的物理。

上述热导率结果揭示了低维体系中无序、阻挫、量子临界的复杂共同作用, 尤其是阻挫在低能激发的性质上可能具有超出传统预期的决定性作用。

该项目受到国家自然科学基金委、科技部、以及上海市科委的资助。

论文链接: <https://link.aps.org/doi/10.1103/PhysRevX.12.021020>

