科学家提出磁有序体系中声子磁性新机制

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/24293.html

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

科学家提出磁有序体系中声子磁性新机制。声子是描述固体中晶格集体振动的元激发。一般情况下，声子通过离子运动产生的轨道磁矩较微弱。然而，在一些材料中，声子可通过耦合磁性自由度获得较大的磁矩。大的声子磁矩利于实现磁序与晶格振动的相互调控，引起了科研人员的关注：一方面可以通过操控声子来调控自旋动力学以及材料的宏观磁序；另一方面，可以通过操控磁序来调控声子的性质。当前科学家在一些顺磁体系中已观察到大的声子磁矩，但磁有序体系中的声子磁性罕见于文献报道，长程磁序与声子的相互作用也有待探索。

近日，中国科学院物理研究所/北京凝聚态国家研究中心凝聚态理论与材料计算实验室万源课题组，与南京大学物理学院张琦、温锦生、孙建三个课题组结成联合研究团队，首次在磁有序系统中观测到大的声子磁矩，发现了磁性涨落对声子磁矩的增强效应，并提出了磁有序系统中声子磁性的新物理机制。相关研究成果发表在《自然-物理学》（Nature Physics）上。

实验课题组结合磁光拉曼、非弹性中子散射技术，在反铁磁绝缘体$Fe_2Mo_3O_8$中观测到一对具有拉曼活性的简并光学声子（图1）。这对声子在外磁场的作用下发生塞曼劈裂，其有效磁矩约为0.11个玻尔磁子，为常规声子轨道磁矩的数百倍。研究进一步增加磁场，将体系驱动到亚铁磁相时，劈裂达到声子频率的1/4（图2）。同时，声子的有效磁矩随温度变化显示反常行为，其数值在磁转变温度附近快速增长（图3）。

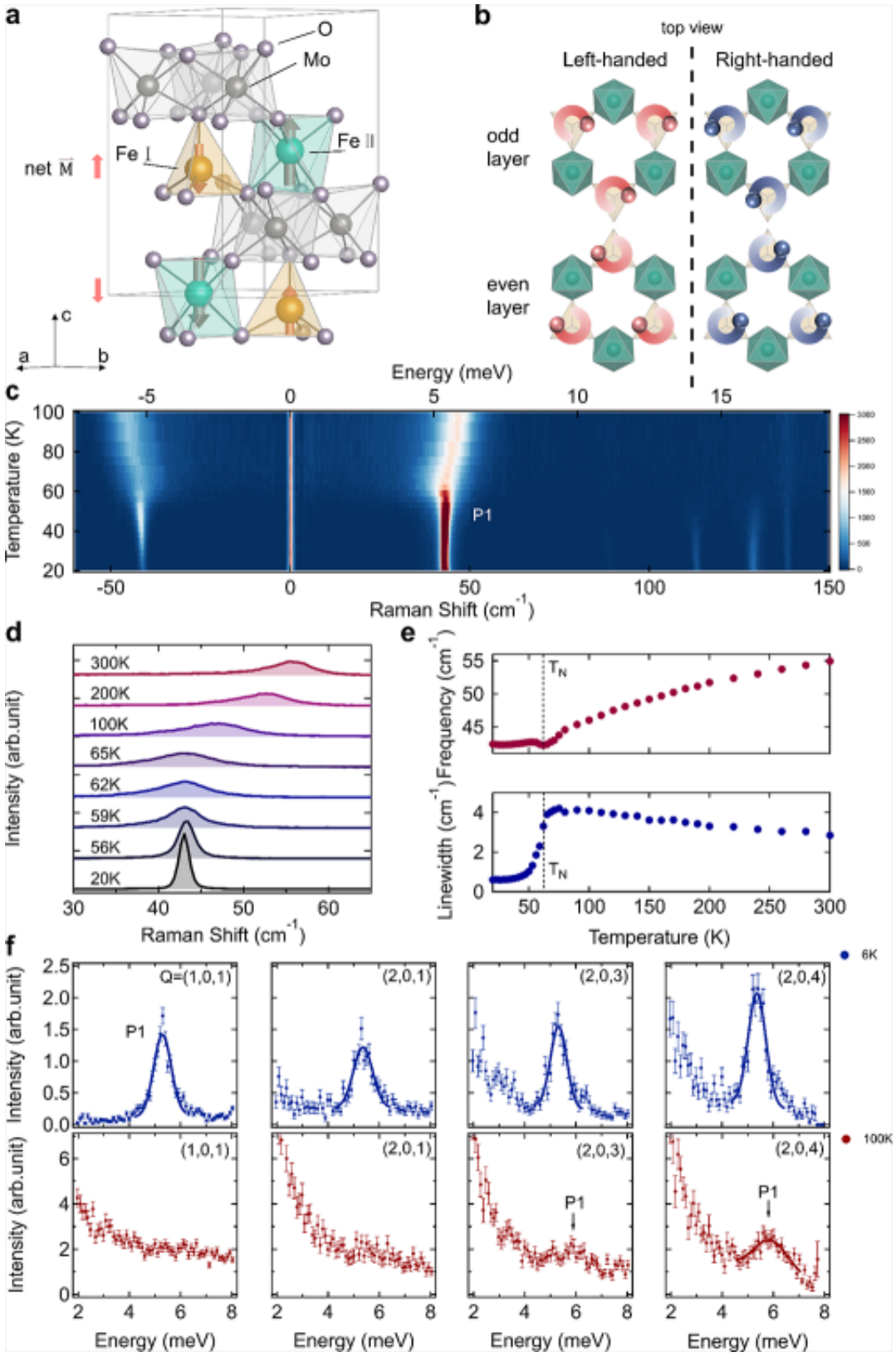


图1. Fe2Mo3O8的声子激发

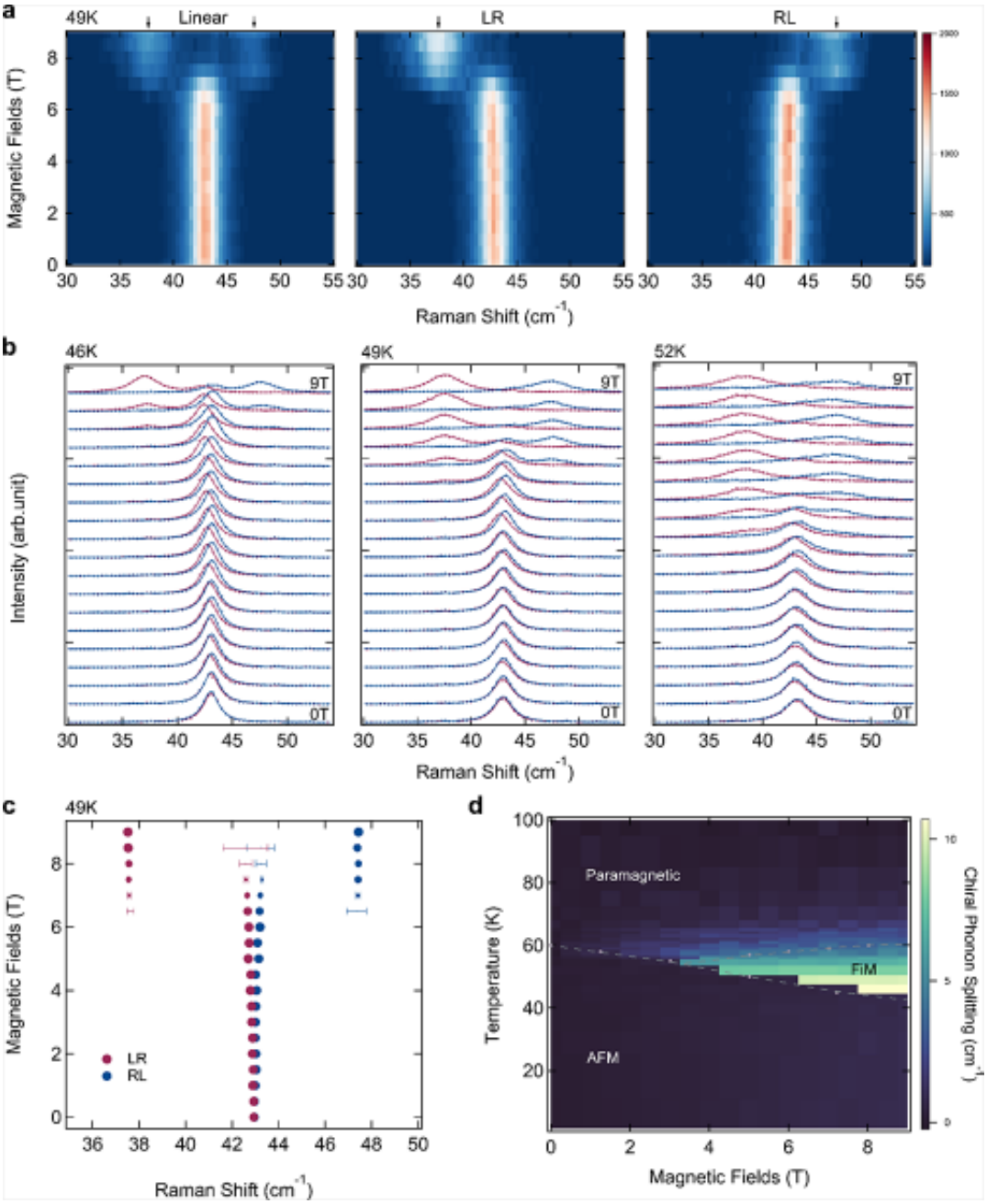


图2.　Fe2Mo3O8从反铁磁相过渡到亚铁磁相时，产生巨大的声子劈裂

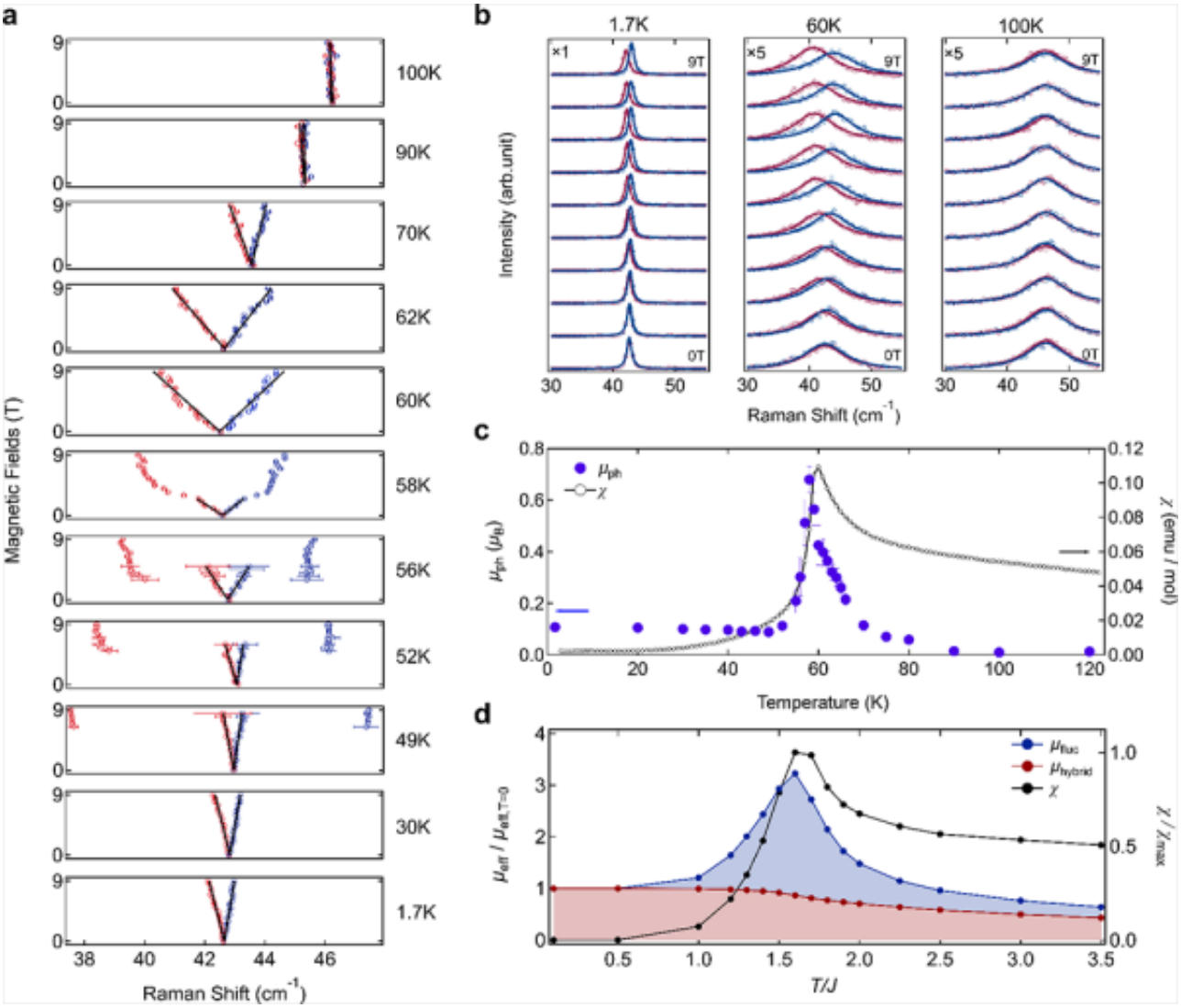


图3. 临界涨落引起声子磁矩增强

这些磁有序系统中声子磁性的新实验现象，难以通过基于顺磁体系的既有理论来解释。物理所副研究员万源指导的博士研究生周婧提出了磁有序系统中声子磁性的新物理机制，并通过构造有效模型，结合解析计算与数值模拟，解释了实验结果。理论指出，该简并声子通过与体系中的磁振子/顺磁振子杂化获得了有效磁矩。同时，体系在磁转变温度附近的临界涨落可以进一步放大声子的有效磁矩——小的外磁场可以在体系中诱导出大的分子场。声子在大的分子场下进一步发生塞曼劈裂，表现出大的有效磁矩。这一理论不仅可以解释声子磁矩的反常温度变化（图3c/d），而且可以解释声子频率随温度的反常蓝移。

上述研究揭示了磁有序系统中声子磁性的独有特性，为未来进一步开展声子与磁序的相互调控研究打下了实验基础与理论基础。研究工作得到国家重点研发计划与国家自然科学基金的支持。（来源：中国科学院物理研究所）

相关论文信息：https://doi.org/10.1038/s41567-023-02210-4

作者：张琦等 来源：《自然—物理学》

更多 科学进展 请访问 https://www.iikx.com/news/progress/

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，爱科学iikx.com转发