



科学研究

[研究方向](#) ([../kxyj/yjfx.htm](#))

+

[重大项目](#) ([../kxyj/zdxm.htm](#))

[科研机构](#) ([../kxyj/kyjg1.htm](#))

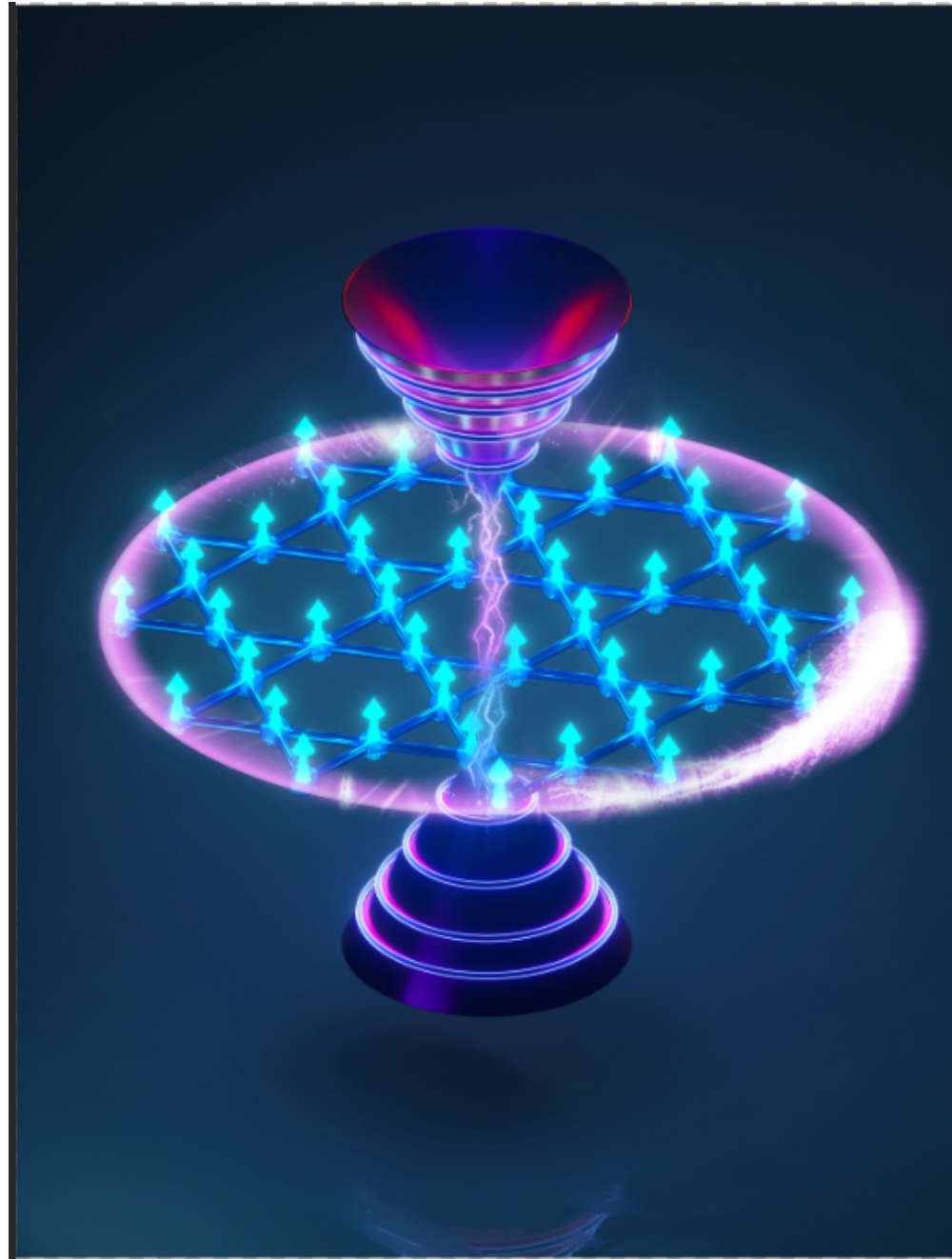
[科研成果](#) ([../kxyj/kycg.htm](#))

科研成果

当前位置: [首页](#) ([../index.htm](#)) >> [科学研究](#) ([../kxyj/yjfx.htm](#)) >> [科研成果](#) ([../kxyj/kycg.htm](#)) >> [正文](#)

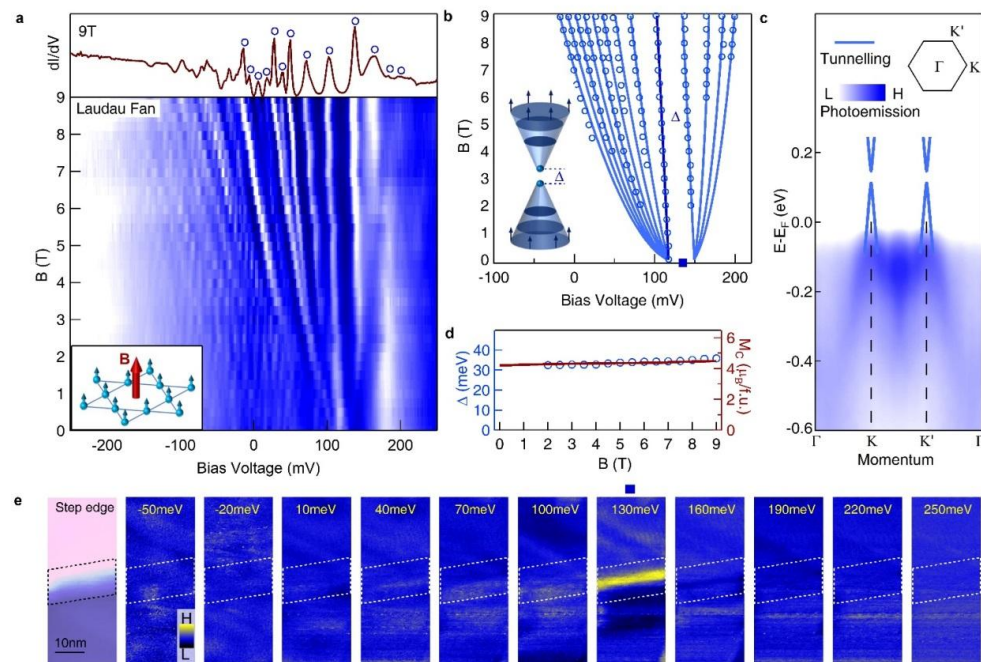
贾爽及合作者发现陈数笼目磁体TbMn6Sn6

发布日期: 2020-07-22 浏览次数: 978

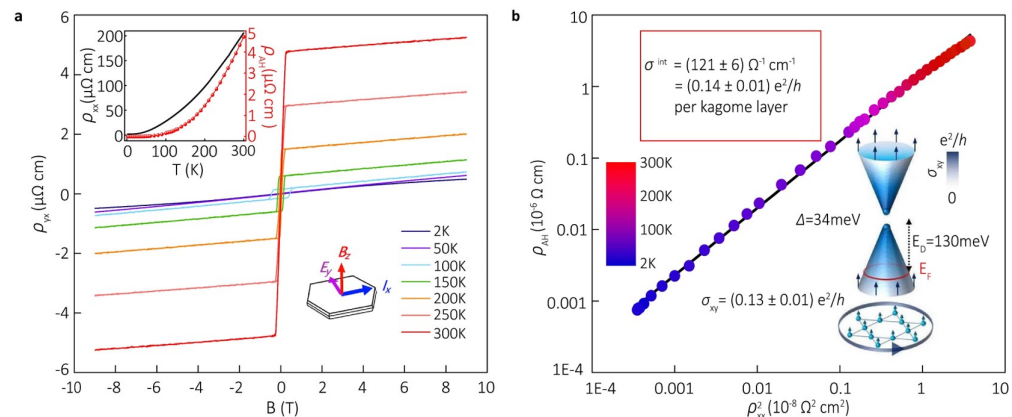


电子的关联作用与拓扑性是凝聚态物理学研究的前沿领域之一。探索具有关联效应的拓扑材料，有望实现各种新奇的量子效应，具有重要的研究意义。诺贝尔奖获得者D. Haldane教授曾经提出，关联电子特殊的能带波函数结构可以在无外磁场的作用下产生非平庸的陈数能隙（Chern gap），从而实现量子反常霍尔效应[PRL**61**, 2015 (2008)]。陈数笼目磁体（Kagome Magnet）是一种可以有效地实现Haldane模型的备受瞩目的关联拓扑材料。它的笼目晶格由角共享三角形构成，并在布里渊区边角处具有相对论性的能带交叉。理论计算表明，在笼目晶格中引入自旋轨道耦合和平面外铁磁有序，就可以实现Haldane模型，生成具有手性边界模式的陈数能隙狄拉克费米子。然而在各种材料中筛选出一种具有较强平面外铁磁性的笼目磁体是相当困难的。

近日，北京大学物理学院量子材料科学中心贾爽副教授、普林斯顿大学的M. Zahid Hasan教授以及合作者研究了一种新的笼目磁体 $TbMn_6Sn_6$ 。这种材料具有分立的纯净锰原子形成的笼目晶格；而且其同时具有平面外铁磁基态以及较大的磁矫顽力。实验利用光谱成像方法直接观察到了具有平面外磁化的纯净锰基笼目晶格。当外加磁场时，在笼目晶格上观测到了明显的朗道量子化（图一），这在其他任何笼目材料中都没有发现。这种特有的朗道扇结构揭示了自旋极化的狄拉克费米子具有很大的陈数能隙。实验还发现了显著的本征反常霍尔效应标度（图二），这与谱学研究结果完全一致，证明能隙的陈数为1。



图一：量子极限下的狄拉克电子。（a）锰基笼目晶格的朗道扇图。（b）利用具有自旋极化和陈数能隙的狄拉克色散关系拟合朗道扇。（c）光电子能谱和隧穿谱获得的狄拉克色散关系。（d）陈数能隙与磁化强度随磁场的变化关系（e）通过台阶边缘以不同能量拍摄的 dI/dV 图；在陈数能隙（130meV）范围内显示了明显的边缘态。



图二：反常霍尔电阻率与电阻率的平方成正比。实验测得本征反常霍尔电导率为每个笼目层 $0.14 \pm 0.01 e^2/h$ ，恰好等于陈数能隙狄拉克费米子在此能级下的反常霍尔电导率。

该项工作中，博士研究生马文龙在理解稀土磁矩的强各向异性、以及稀土与锰的强磁交换作用的基础上，选择Tb这一具有强平面外磁矩的稀土元素，实现了锰基笼目晶格从极低温到室温区间的平面外铁磁性。他还在电输运测量中发现了 $TbMn_6Sn_6$ 具有贝里曲率导致的本征反常霍尔效应。博士研究生许锡童利用热电势测量等手段，发现了狄拉克电子的量子振荡现象。这些电输运测量与合作者的谱学测量相互印证，证明在陈数笼目磁体 $TbMn_6Sn_6$ 中具有可以达到量子极限的狄拉克费米子。这一发现为寻找各种拓扑量子现象提供了新的平台。

该项工作以“[Quantum-limit Chern magnetism in \$TbMn_6Sn_6\$](https://www.nature.com/articles/s41586-020-2482-7) ”(https://www.nature.com/articles/s41586-020-2482-7)为题，于2020年7月22日在线发表于学术期刊《自然》上。北京大学贾爽副教授，普林斯顿大学殷嘉鑫和M. Zahid Hasan教授是本文的共同通讯作者，普林斯顿大学殷嘉鑫，Tyler A. Cochran和北京大学博士生马文龙、许锡童为文章共同第一作者。这一工作的主要合作者还包括来自中国台湾、瑞士等国的研究人员。该工作得到了国家自然科学基金，国家重点研发计划，中科院卓越创新中心，北京量子研究院等支持。

Copyright © 北京大学物理学院



TOP