

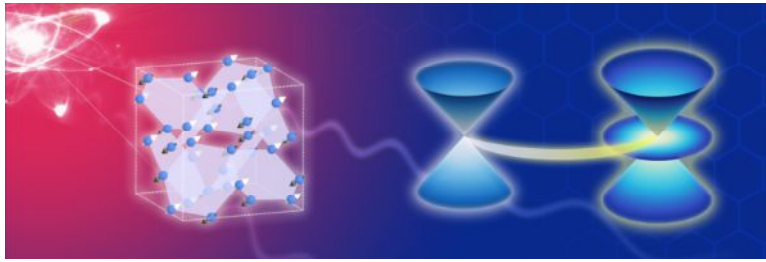
科技动态

[本篇访问: 13184]

最近更新

南京大学温锦生与李建新联合团队首次在真实材料体系中发现了一种新颖的三维拓扑磁振子

发布时间: [2018-07-04] 作者: [物理学院] 来源: [科学技术处] 字体大小: [小 中 大]



近日, 南京大学物理学院温锦生教授、李建新教授、万贤刚教授以及丁顺利副教授等人通力合作, 利用中子散射结合理论模拟对三维反铁磁体 Cu_3TeO_6 进行研究, 首次在真实材料体系中观测到了三维拓扑磁振子激发。该研究成果以“Discovery of coexisting Dirac and triply degenerate magnons in a three-dimensional antiferromagnet”为题, 发表在《自然通讯》上[Nature Communications 9, 2591 (2018)]。这是温锦生教授课题组近一年多来在量子磁性方面在国际权威期刊发表的第5篇文章, 之前有4篇关于量子自旋液体的工作发表在《物理评论快报》上, 其中有2篇也是与李建新教授课题组合作完成的。

将“拓扑”这一数学概念引入物理学后, 一方面推动了基础物理学研究的发展, 另外一方面也促使了大量新颖拓扑量子材料的出现, 例如石墨烯、拓扑绝缘体、三维狄拉克半金属以及外尔半金属等, 大大地丰富了材料科学, 为低耗散、更稳定的下一代电子器件的发展奠定了材料基础。这些材料中具有拓扑属性的准粒子是满足费米统计的电子, 即费米子。这些费米子的能带具有拓扑性质, 其两条线性交叉的色散可以用狄拉克或外尔方程进行描述, 分别对应着狄拉克或外尔费米子。除此之外, 还可能存在超越狄拉克-外尔框架的新的费米子, 如三重简并费米子。与狄拉克或外尔费米子不同的是, 三重简并费米子具有二条线性能带和一条平带交叉的能带结构。

实际上, 根据拓扑能带理论, 能带结构的拓扑属性不依赖于体系中准粒子的统计属性。这意味着除了拓扑费米子之外, 拓扑玻色子也应当存在。到目前为止, 拓扑玻色子在光子晶体、声子晶体等人造材料中被广泛实现, 然而却很少在真实材料中被发现。磁振子作为自旋波量子——磁有序材料磁激发的准粒子, 拥有玻色子的属性。虽然也有大量的理论工作提出了各种磁振子拓扑态, 实验上一直鲜有报道, 特别是在三维体系中, 还未有拓扑磁振子态被发现。在拓扑磁振子系统中, 非零的贝利曲率会导致电中性的磁振子具有反常霍尔效应, 并且非平庸的能带结构会使体系出现受拓扑保护的表面态, 这些性质使得拓扑磁振子材料在发展高效率、低耗散的新型电子自旋器件上具有十分重要的应用前景。因此, 在实验上找到这样的材料具有重要意义。

- 南京大学潘育才教授荣获第二届江苏省专利发明人...
- 2018高校开学季 迎新生“大数据”显身手
- 陈洪渊院士/徐前娟教授课题组在单体(单细胞/单...
- 南京大学“大学英语入学诊断考试”举行
- 装修一新! 南大“女神楼”华丽变身南大八舍被誉...
- “南京大学-帝国理工学院机器学习联合研究中心”...
- 我校组团赴伊犁调研对口支援工作并慰问援疆干部
- 缪峰教授课题组在二维材料异质结光电器件领域取...
- 南京大学2018级新生报到 招考部落直播“00后学霸...
- 中国好同桌双双考入南大哲学系 宿舍也分在隔壁

一周十大

- 张昇宾书记赴南站迎接南大2018级本... [访问: 3395]
- 吕建校长看望南大2018级本科新生 [访问: 3053]
- 南京大学与中国银行签署战略合作协... [访问: 2596]
- 国务院督查组来我校实地督查 [访问: 2090]
- Nature Communications报道医学院... [访问: 2052]
- 张勇、肖敏课题组与胡小鹏、祝世宁... [访问: 1978]
- 王炜、刘锋教授团队关于基因转录爆... [访问: 1678]
- 我校滇西扶贫工作获赞 [访问: 1678]
- 《纳米能源》报道南京大学电子学院... [访问: 1658]
- 中国科学院院士都有为提醒: 用好“... [访问: 1462]

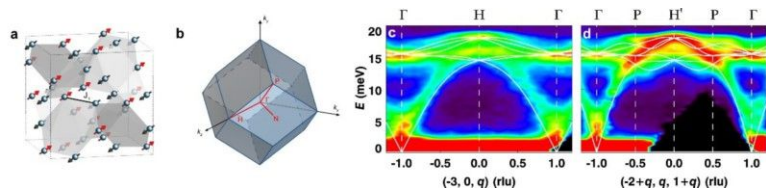


图1. a, Cu_3TeO_6 的晶体及磁结构。为简洁起见，图中只标注了Cu原子。箭头为自旋示意图。b, 倒空间中的第一布里渊区以及各主要高对称点。c和d, 中子散射实验所得到的分别沿着动量空间 $[001]$ 和 $[111]$ 方向的磁激发谱。c和d中的白线为理论计算的结果。虚线为b图所示的在动量空间中的位置。

北京大学李源与中科院物理所方辰课题组合作提出 Cu_3TeO_6 是一个狄拉克磁振子体系[PRL 119, 247202 (2017)]。如图1a所示，该材料具有立方结构，是一个三维共线的反铁磁体，磁矩方向指向体对角线方向。温锦生与李建新联合团队生长了该材料的高质量、大尺寸单晶，采用中子散射这一能够在动量-能量空间直接探测材料磁激发的手段对这些单晶进行了研究，得到了完整、清晰的磁激发谱，部分结果如图1c、d所示。从磁激发谱上看，高对称点位置，例如图1c的H点以及 Γ 点，能带交点清晰可见。结合对称性分析，这些交点具有稳定的拓扑属性。

为了进一步确认研究团队前期结论，该团队基于线性自旋波理论，采用一个以最近邻磁相互作用 J_1 为主要项的模型进行了计算，很好地描述了实验观测到的磁激发谱。理论计算所得到的能带如图1c、d白线所示。分析表明，图1d中，在动量空间P点的不同能量位置存在三个狄拉克点，靠近这些狄拉克点的线性磁振子激发可以用狄拉克方程描述，因此这些准粒子为狄拉克磁振子。该结果跟早前的理论预言吻合得很好[PRL 119, 247202 (2017)]。

除了观察到理论所预言的狄拉克磁振子以外，该团队还发现了超越狄拉克-外尔方程的新型玻色子——三重简并磁振子。如图1c和d中的H和H'点，每个点都分别在两个能量出现三重简并点。 Γ 点同时存在一个狄拉克点以及一个三重简并点，但是在能量上比较接近，实验上难以分辨。这些高对称点上的能带交点，不依赖于理论模型，受到材料本身的对称性保护。我们的理论计算表明，在每一个三重简并点附近，磁振子能带由两条线性色散能带和一条平带交叉组成，因此，这些磁振子为三分量的磁振子，不同于狄拉克或外尔磁振子。

该工作首次在一个真实的三维磁性材料中观测到拓扑磁振子激发，丰富了材料科学；发现了一种狄拉克和三重简并磁振子共存的新颖拓扑态，加深了人们对于拓扑能带理论的理解；对于量子拓扑领域的发展具有重要意义。

南京大学物理学院温锦生教授课题组的博士生鲍嵩、王靖琛和李建新教授课题组的博士生王巍为共同第一作者，于顺利副教授、万贤刚教授、李建新教授和温锦生教授为共同通讯作者。实验研究由温锦生教授课题组完成，理论研究由李建新教授及万贤刚教授课题组负责完成。其中，中子散射实验工作在美国橡树岭国家实验室散裂中子源的ARCS谱仪上完成。该工作得到了国家自然科学基金、国家重大研发计划、一流大学和一流学科建设计划、人工微结构协同创新（2011）中心的支持。

（物理学院 科学技术处）



分享到

0

版权所有 南京大学新闻中心 兼容浏览器: Opera9+ Safari3.1+ Firefox3.0+ Chrome10+ IE6+ 今日浏览量 36186 总浏览量 102318533

2009-2018 All Rights Reserved © Nanjing University