中国科大在拓扑相变量子模拟上取得重要进展

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/21312.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！

中国科大在拓扑相变量子模拟上取得重要进展。
中国科学技术大学中科院微观磁共振重点实验室杜江峰院士、林毅恒教授等人与中科院量子信息重点实验室罗希望教授等合作，在拓扑相变量子模拟方面取得重要进展。通过发展高自旋离子阱体系的调控技术，实现了对三重简并拓扑单极子的量子模拟，观测到具有不同拓扑荷的单极子之间的相变，并展示了自旋张量在其中的重要作用。该研究结果日前发表于《物理评论快报》。

拓扑物态是当前物理研究的前沿和主流领域之一，为新材料、新器件的设计带来了新的思路，乃至对人们深入理解宇宙基本粒子的性质都具有重要的意义。2016年，诺贝尔物理学奖便授予了在拓扑物理学方面做出开创性贡献的三位科学家。拓扑源自于数学，指在局部的连续变化下保持不变的整体性质。比如面包圈和茶杯拓扑等价，这是由于它们都有一个穿透的洞，而洞的个数是一个拓扑性质，对应拓扑荷。科学家发现，拓扑在凝聚物质的一些物理特性上也起到关键作用，这些物理特性不依赖样品的细节，完全由系统状态的整体拓扑性质确定。而拓扑相变——具有不同拓扑性质的状态之间的转变——一定是不连续的跃变。例如在一些半金属材料中，能带简并点形成的类似单极子的拓扑结构可以具有不同的拓扑荷，探索它们之间的拓扑相变是目前的前沿研究方向之一。同时，简并点附近的准粒子激发表现出类似基本粒子的行为，探索其拓扑相变对于探索新型粒子也具有重要意义。

此项研究针对拓扑相变中的一类重要的费米子——三重简并费米子模型进行实验模拟。该模型对应自旋为1的拓扑单极子，在近期的研究中受到广泛关注。然而，在固体材料体系中，直接观测这种三重简并点的拓扑相变需要复杂的调控，目前难以实现。因此，高度可控的量子模拟器为研究拓扑现象提供了新的途径。

此项研究中，通过使用在超高真空环境束缚的铍离子，结合微波、射频等的精准调控，构建多能级的量子体系，可以有效的观测自旋为1的拓扑单极子的行为。通过调控实验参数，研究人员清晰的观测到量子态的拓扑相变，并且提取出高阶自旋张量在其中的贡献。

研究人员介绍，该工作发展出的高度可调控的多能级束缚离子系统，为研究高自旋物理提供了良好的平台，并为进一步研究新奇高阶拓扑简并态以及其他拓扑单极子现象铺平了道路。

研究中使用的离子阱实验系统属于近几年迅速发展起来的高自旋量子模拟器。杜江峰、林毅恒带领团队从无到有搭建了实验平台，并成功发展了一系列新型的高自旋操控技术，包括使用动力学去耦将三能级状态相干时间提高一个数量级;通过解析模型辅助的形状脉冲，以实现四能级系统的两个近邻跃迁之间的快速普适调控。上述工作为此次研究奠定了核心实验基础。

审稿人高度评价该工作，指出重要的是，自旋-张量-动量的耦合可以通过自旋为1的系统生成，导致与自旋1/2不同的有趣的量子现象。这个工作是有意思的和重要的。(来源：中国科学报 王敏)

相关论文信息：https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.129.250501

作者：杜江峰等 来源：《物理评论快报》

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