

中国科大在超冷原子量子模拟研究中取得重要进展

2019-06-10

分享到: QQ空间 新浪微博 腾讯微博 人人网 微信

我校8位教师当选中国科学院院士
1位当选中国科学院外籍院士

“文物保护学科建设专家咨询
会”在我校召开

中国科大提出晶相混合策略设计在
酸性环境中极端稳定的高性能电
催...

《中国日报》整版报道中国科大:
顶尖人才勇攀科学高峰

九三学社中国科大基层委召开换届
大会 舒歌群到会祝贺

中国科大出版社2种出版物入选
2019年全国老年人推荐的优秀
出版...

我校刘斌教授获安徽省教育系
统“新时代教书育人楷模”称号

中国科学技术大学出版社赴革命老
区金寨县 开展科普系列活动

中国科大附一院马礼坤教授当选美
国心脏病学会专家会员

我校68名博士后获得科学基金面
上资助

中国科学技术大学潘建伟及其同事陈宇翱、姚星灿与清华大学翟荟、人民大学齐燃、张芑等组成的研究团队在超冷原子量子模拟研究中取得了重要进展：他们首次在玻色-爱因斯坦凝聚体中观测到了极宽的d波势形散射共振，并间接证明了d波分子超流的存在。这一实验发现为超冷原子量子模拟研究带来了全新的机遇和挑战，同时也为研究高阶分波相互作用主导的少体及多体量子物理铺平了道路。近期，该成果以长文的形式发表在国际权威学术期刊《自然·物理》(Nature Physics)上[Nature Physics 15, 570 - 576 (2019)]。

粒子间的碰撞散射是一种基础而又重要的相互作用，无论是宇宙诞生之初的元素产生，还是日常生活中的化学反应，原则上都可以用散射的量子理论来描述。根据散射波函数的对称性，我们可以将散射过程分为各向同性的s波以及各向异性的p波、d波等高阶分波。与s波散射相比，由高阶分波主导的量子多体系统会展现出更为丰富有趣的现象，比如氦3中的p波超流，铜氧化物高温超导体中的d波库珀对，以及广泛存在的各种生物、化学等动力学过程。遗憾的是，由于高阶分波的散射过程过于复杂，理论计算所需要的资源大大超过了经典计算的能力，严重阻碍了我们对相关物理现象的理解。

得益于系统的纯净性以及丰富的操控与探测技术，超冷原子量子模拟为解决这些难题提供了全新的工具。例如，利用原子之间的s波散射共振，我们可以精密地调节超冷原子之间的相互作用强度与形式，从而实现玻色超新星，量子烟花等新奇的量子现象以及费米超流和超冷分子等重要的量子物态。然而，由于理论和实验层面上的困难，更重要的高阶分波共振的研究目前仍少有开展，其中主要存在着如下几个难题：1) 量子简并下的超冷原子往往没有足够的动能穿越高阶分波的离心势垒，从而无法实现强的相互作用；2) 高阶分波共振通常都极窄，现有实验手段无法利用它精确的控制原子之间相互作用；3) 原子团在共振附近的寿命很短，无法开展有效研究。

在该项工作中，研究团队首次在玻色-爱因斯坦凝聚体中观测到了一个极宽的d波势形共振。他们发现，在散射共振附近（强相互作用区），玻色爱因斯坦凝聚体的寿命仍高达数百毫秒，远远大于多体系统的平衡时间。因此，该d波共振同时具备超冷、宽共振带宽、长寿命三大要素，为基于d波相互作用的量子模拟研究提供了一个绝佳的平台。在进一步的研究中发现，当扫描磁场以一定速

率穿过共振点时，系统实现了原子和d波分子之间的相干转化，自发出现了长寿命（秒量级）的集体激发振荡。通过细致的测量该集体振荡的频率、振幅、原子数目与扫描磁场速率的关系，研究团队证明了系统内部已经存在大量的超冷d波分子。虽然目前还缺乏对该d波分子进行直接探测的技术，研究人员仅能通过对集体激发的拟合来得到d波分子的数目等信息，他们的初步结果明确表明这些d波分子已经形成了一种全新的量子物态——d波分子超流。因此，该工作也为未来研究d波分子超流奠定了基础。

上述工作得到了中科院、科技部、自然科学基金委和安徽省的支持。

文章链接：<https://doi.org/10.1038/s41567-019-0455-2>

（中科院量子信息与量子科技创新研究院、合肥微尺度物质科学国家研究中心、科研部）

中国科大新闻网



中国科大官方微博



中国科大官方微信



Copyright 2007 - 2008 All Rights Reserved 中国科学技术大学 版权所有 Email: news@ustc.edu.cn

主办：中国科学技术大学 承办：新闻中心 技术支持：网络信息中心

地址：安徽省合肥市金寨路96号 邮编：230026