



我国学者与国外合作者在超冷原子量子模拟方面取得新进展

日期 2023-03-16 来源: 数理科学部 作者: 姜向伟 高文帅 郭尔佳 董斌 刘强 【大中小】 【打印】 【关闭】

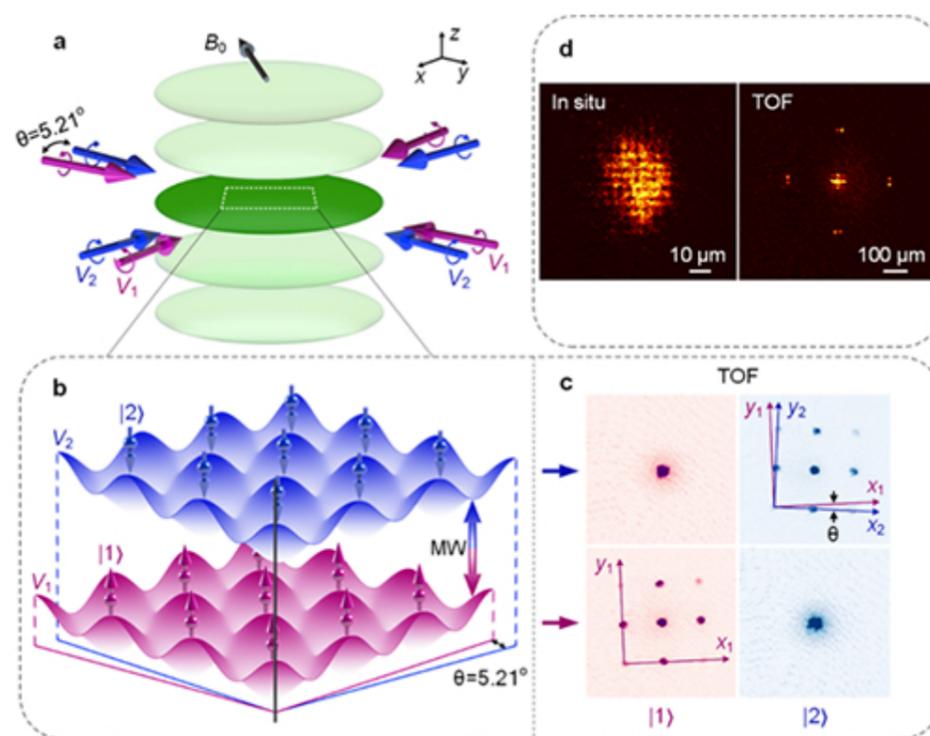


图 在超冷原子气体系统中实现二维扭转双层方形光晶格

在国家自然科学基金项目(批准号: 12034011、12022406)等资助下,山西大学张靖教授团队与美国芝加哥大学金政教授及浙江师范大学高超教授合作,在超冷原子量子模拟方面取得新进展。研究团队在超冷原子气体系统中实现了二维扭转双层光晶格,为这类新体系模拟扭转双层二维材料以及实现新型量子态奠定了重要基础。研究成果以“扭转双层光晶格中的玻色-爱因斯坦凝聚(Atomic Bose-Einstein condensate in twisted-bilayer optical lattices)”为题,于2023年2月22日发表在《自然》杂志上,文章链接: <https://www.nature.com/articles/s41586-023-05695-4>。

自2004年石墨烯问世以来,单原子层二维材料引起了研究者的广泛关注。这类材料普遍具有高导电性、高柔韧性和高透光性等特点,被广泛应用在光电、传感和医疗等领域。后来研究者发现当两层二维材料叠放在一起,并稍作旋转时,会从根本上改变材料的性能,并诱导出许多异于本征母体材料的奇特物理性质,例如:高温超导性、非线性光学、激发激光等,这些研究掀起了针对转角二维材料的研究热潮。然而,目前转角双层石墨烯中的超导机理尚不明确,且受到这类固体材料中杂质、缺陷等内禀因素的影响,厘清奇异效应的物理机制面临挑战。

在本工作中,张靖教授团队与海内外合作者们独辟蹊径,利用自旋依赖光晶格技术,在超冷原子气体系统中首次实现了二维扭转双层光晶格。该扭转光晶格是由两组正交的幻零波长激光组成,旋转角为5.21度。装载在光晶格中的超冷铷原子的两个自旋态分别只感受到其中一组光晶格的作用,这样两个不同原子的自旋态天然形成了双层结构(图)。这种方法

巧妙地将转角体系从二维材料进一步拓展到全新的超冷中性原子系统。此外，研究团队通过微波耦合实现了双层原子自旋态间的隧穿层间耦合。这种新型层间耦合效应在形式上虽然类似于凝聚态固体材料中的层间耦合，但不同的是层间耦合强度在超冷原子扭转系统中可精确调控，这极大地拓展了该体系在量子模拟方面的应用空间。为了验证该系统强大的量子模拟功能，研究团队尝试模拟了凝聚态物理中超流态到莫特绝缘态的量子相变过程。通过高分辨率成像系统测量，研究人员直接观察到该系统的空间莫尔条纹和动量衍射，直接证实了双层晶格中的确存在原子超流体。

本工作首次在实验上基于超冷原子气体系统实现了二维扭转双层光晶格。相比于研究较多的转角二维材料体系而言，冷原子扭转系统具有精确可调的层间耦合强度和更加本征的物理环境等优点，为开展量子模拟提供了绝佳的实验平台。研究团队将进一步通过光晶格结构、玻色费米混合系统、高轨道自由度等序参量调控，深入研究平带、超导电性等诸多凝聚态物理悬而未决的难题，并探索非凝聚态物质中的新奇量子现象。

机构概况： 概况 职能 领导介绍 机构设置 规章体系 专家咨询 评审程序 资助格局 监督工作

政策法规： 国家科学技术相关法律 国家自然科学基金条例 国家自然科学基金规章制度 国家自然科学基金发展规划

项目指南： 项目指南

申请资助： 申请受理 项目检索与查询 下载中心 代码查询 常见问题解答 科学基金资助体系

共享传播： 年度报告 中国科学基金 大数据知识管理服务平台 优秀成果选编

国际合作： 通知公告 管理办法 协议介绍 进程简表

信息公开： 信息公开制度 信息公开管理办法 信息公开指南 信息公开工作年度报告 信息公开目录 依申请公开

相关链接 政府 新闻 科普



版权所有：国家自然科学基金委员会 京ICP备
05002826号
地址：北京市海淀区双清路83号 邮编：100085

京公网安备 11040202500068号

