

中国科大首次实现 18 个量子比特的纠缠 再次刷新量子纠缠世界记录

本报讯 中国科大潘建伟教授及其同事陆朝阳、刘乃乐、汪喜林等通过调控六个光子的偏振、路径和轨道角动量三个自由度,在国际上首次实现 18 个光量子比特的纠缠,刷新了所有物理体系中最大纠缠态制备的世界纪录。该成果以“编辑推荐”的形式发表在《物理评论快报》上,从投稿经国际同行评议到被正式接收,只用了 3 周时间。

由于量子信息技术的巨大潜在价值,欧美各国都在积极整合各方面研究力量和资源,开展国家级的协同攻关。例如,欧盟在 2016 年宣布启动量子技术旗舰项目;最近,美国国会也正式通过了“国家量子行动计划”;此前,大型高科技公司如谷歌、微软、IBM 等也纷纷强势介入量子计算研究。

多个量子比特的相干操纵和纠缠态制备是发展可扩展量子信息技术,特别是量子计算的最核心指标。量子计算的速度随着实验可操纵的纠缠比特数目的增加而指数级提升。然而,要实现多个

量子比特的纠缠,需要进行高精度、高效率的量子态制备和独立量子比特之间相互作用的精确调控。量子比特数目的增加,使得操纵带来的噪声、串扰和错误也随之增加。这对量子体系的设计、加工和调控要求极高,对量子纠缠和量子计算的发展构成了一个巨大的综合挑战。

多粒子纠缠的操纵作为量子计算不可逾越的技术制高点,一直是国际角逐的焦点。2016 年底,潘建伟团队同时实现了 10 个光子比特和 10 个超导量子比特的纠缠,刷新并一直保持着这两个世界记录。近期,出于商业目的,虽然 IBM、英特尔、谷歌等宣布实现了更高数目的量子比特样品的加工,但是这些量子比特并没有形成纠缠态。

潘建伟及其同事在过去 20 年一直在国际上引领着多光子纠缠和干涉度量的发展,并在此基础上另辟蹊径地开创了光子的多个自由度的调控方法。2015 年,通过实现对光子偏振和轨道角动量两个自由度的量子调控技术和单光子非

破坏测量,潘建伟、陆朝阳研究组首次实现单光子多自由度的量子隐形传态,相关成果被英国物理学会(Institute of Physics)新闻网站《物理世界》(Physics World)选为“国际物理学年度突破(Breakthrough of the Year)”。此后,研究组进入实现多光子三个自由度的联合调控这一“无人区”。通过多年的不懈探索和技术攻关,研究组自主研发了高稳定单光子多自由度干涉仪,实现了不同自由度量子态之间的确定性和高效率的相干转换,完成了对 18 个量子比特的 262144 种状态的同时测量。在此基础上,研究组成功实现了 18 个光量子比特超纠缠态的实验制备和严格多体纯纠缠的验证,创造了所有物理体系纠缠态制备的世界纪录。这一成果可进一步应用于大尺度、高效率量子信息技术,表明我国继续在国际上引领多体纠缠的研究。

(中科院-阿里巴巴量子计算实验室 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)

中国科大首次在量子行走中 直接测量拓扑不变量

拓扑物态是由量子效应导致的与某些拓扑性质相联系的新物态,是近几十年物理学领域的研究热点。拓扑物态天然具有抵抗局域退相干的能力,所以在实现量子信息任务中也具有潜在应用价值。拓扑物态在凝聚态和冷原子等系统中已有大量的实验研究。近来,量子行走系统越来越多地被用于研究具有自旋-轨道耦合的物理系统的拓扑性质。通常的方法是基于体-边界对应原理,通过对边界态的研究反推物理系统的体拓扑性质。直接观测系统的体拓扑性质是拓扑物态研究中的热点和难点,其困难在于需要完全测定系统的基态波函数。该研究组通过巧妙设计,成功实现对光学量子行走系统末态波函数的完整重构,进而直接读取具有手征对称的量子行走的

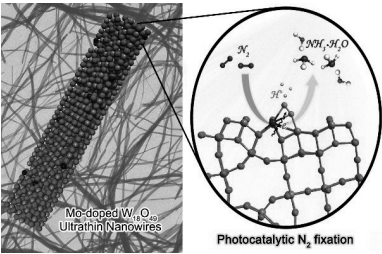
体拓扑不变量。该光学量子行走实验平台对于进一步研究拓扑物态具有重要应用价值。

审稿人高度评价该项工作:对量子行走中卷绕数的直接测量确实很新颖,也触及这个快速发展的领域的核心。该工作中用于实现大规模量子行走的实验装置是新颖的,相信可以在将来研究量子行走现象中发挥作用。据我所知,在多步离散时间量子行走中重构出完整自旋波函数从未被实现。

该项目第一完成人为实验室博士后许小冶。该项研究得到了科技部、国家自然科学基金委、中科院、教育部和博士后科学基金会的支持。

(中科院量子信息重点实验室 量子信息和量子科技前沿创新中心 科研部)

光催化固氮合成氨催化剂开发取得新进展



基于钼掺杂精修缺陷态的 W18O49 催化剂用于光驱动固氮合成氨示意图

本报讯 近日,中国科大熊宇杰教授团队与武晓君教授理论课题组合作,基于金属氧化物光催化剂的缺陷工程调控,发现通过掺杂的方式来精修催化剂的缺陷态,可以促进缺陷位点对氮分子的高效活化,有效地提高光催化固氮合成氨的效率。该工作在线发表于国际化学重要期刊《美国化学会志》,共同第一作者是张宁博士、博士研究生 Abdul Jalil 和吴道雄,共同通讯作者包括熊宇杰教授、高超特任副研究员和武晓君教授。

从动力学上来看,鉴于氮分子超高的化学稳定性,氮分子活化一般被认为是氮还原的先决条件。对于光催化材料,表面缺陷位点可以作为氮分子化学吸附的活性位点,同时局域在缺陷处的电子可以转移进入吸附氮分子的反键 π 轨道,从而实现对氮-氮叁键的弱化作用。虽然目前已有相关文献报道了基于

缺陷构筑的催化剂材料可用于光催化固氮合成氨反应,但是其活性仍有待进一步的提高。其瓶颈来自于多个方面:首先需要进一步调控催化位点对于氮分子的吸附作用,促进光生电子从催化剂向吸附氮分子的转移,以提高对氮分子的活化能力;其次需要抑制光生电子在缺陷处的能量弛豫过程,以减少电子传递过程中的能量损耗。

熊宇杰团队针对该系列挑战,将钼原子掺杂在 W18O49 催化剂的缺陷位点处,实现了光催化体系中氮分子的高效活化。研究人员结合同步辐射技术表征、原位红外光谱检测和理论计算模拟,揭示了掺杂钼原子对缺陷状态的精修作用。一方面,钼掺杂提升了催化剂缺陷能级,减少了电子能量弛豫过程带来的能量损耗;另一方面,钼掺杂形成的钼-钨异质位点调控了吸附氮分子的电荷状态,增大了氮原子之间的电荷差,同时提高了金属-氧键的共价性,促进了光生电子转移过程。通过这些钼掺杂带来的不同效应之间的协同作用,有效地促进了催化位点对氮分子的活化,实现了催化剂光驱动固氮合成氨效率的大幅提升。该进展为开发高效固氮光催化剂以及调控催化剂缺陷的状态提供了一种新的思路,并展示了催化位点电子结构的调控对催化反应的重要性。

(化学与材料科学学院 合肥微尺度物质科学国家研究中心 能源材料化学协同创新中心 国家同步辐射实验室 科研部)

CMI 期刊 SCI 影响因子再创历史新高 达到 7.551 分

本报讯 根据 6 月 27 日 Clarivate Analytics(原汤森路透旗下知识产权与科技事业部)公布的 2017 年度期刊引证报告(JCR),由中国免疫学会和中国科大共同主办,曹雪涛院士和田志刚院士共同主编的《Cellular & Molecular Immunology》(CMI)杂志保持强劲发展势头,2017 年影响因子达到 7.551 分,位于国际免疫学领域的前 1/4 区(Q1 区),在全球 155 种免疫学 SCI 期刊中排名第 16 位,较上一年度上升 10 位,在中国 203 种 SCI 期刊中排名第 8 位,在包括欧美英日在内的各国家级免疫学会会刊中排名第 1 位。

CMI 是我国免疫学领域唯一的 SCI 期刊,2010 年加盟自然出版集团,2017 年从双月刊变更为单月刊。目前已被全球著名数据库收录,其中包括美国《科学引文索引(SCI)》、美国《化学文摘》、美国国立医学图书馆《MEDLINE/PubMed》、美国《SCImago》《中国期刊全文数据库》《中国科学引文数据库》。CMI 先后获中国科学技术协会“优秀国际期刊奖”(2016-2018 年)、中科院“科技期刊排行榜”一等奖(2018 年)、中国学术期刊杂志社和清华大学图书馆联合颁发的“中国最具国际影响力学术期刊”奖(2012-2017 年)。

CMI 期刊以高水平的刊文标准、快捷的投稿渠道、生动活泼的栏目设置等特色,获得了国际免疫学领域专家的认可和支持。在 MEDLINE/PubMed 的年点击率超过 4 万次。CMI 来稿范围覆盖 56 个国家和地区,刊发论文被国际权威刊物广泛引用,多篇论文在 Nature 网站主页转载,成为促进我国免疫学发展,推动国内外免疫学家交流的重要平台。

(生命科学学院 CMI 期刊编辑部 科研部)

国家重大科研仪器研制项目 多波段脉冲单自旋 磁共振谱仪研制结题 验收会在肥召开

本报讯 6 月 15 日,中国科大承担的国家重大仪器研制项目(部门推荐)“多波段脉冲单自旋磁共振谱仪研制”结题验收会在合肥召开。国家自然科学基金委员会相关负责人、中科院条件保障与财务局相关负责人、项目验收专家组、项目监理组、技术验收组、财务验收组、档案验收组、中国科大相关负责人、项目组全体成员等 50 余人参加了验收会。

项目验收专家组由 14 位专家组成,北京航空航天大学房建成院士和中科院微电子所刘明院士分别担任验收专家组组长和副组长。专家组首先听取了项目负责人、中国科学技术大学杜江峰院士关于“多波段脉冲单自旋磁共振谱仪研制”项目研制情况的报告。杜江峰院士带领项目组历时 5 年时间,实现了国际上首套多波段脉冲单自旋磁共振谱仪。项目执行期间,采取“边研制边科研”的思路,取得了一系列重要研究成果,譬如在室温大气条件下获得了世界上首张单自旋分子的磁共振谱,被《科学》杂志选为当期亮点并配以专文报道,被评价为“是通往活体细胞中单蛋白质分子实时成像的里程碑”。项目组发表 SCI 论文 67 篇。

专家组对项目研制工作给予了高度评价,一致认为项目组全面完成了项目工作,取得了突出进展。

(物理学院)

我校物相调控设计电催化剂研究获得重要进展

本报讯 近日,中国科大俞书宏研究团队通过磷掺杂手段精准调控过渡金属硫族化合物二硒化钨的相变,成功实现其从稳定的立方相到亚稳态正交相的相转变,研制了在碱性介质中具有类铂析氢性能的水还原高效电催化剂。该研究成果发表在 6 月 28 日出版的《自然·通讯》上,论文第一作者是博士后郑亚荣。

研究发现,立方相二硒化钨在升温过程中会产生大量硒空位,而不同电负性的磷原子引入会对形成的硒空位进行填充,导致原始双硒键发生旋转,从而促进结构相转变发生(见上图)。相比于酸性介质,水在碱性介质中的还原动力学缓慢。研究人员发现,这种新型磷掺杂正交相二硒化钨纳米带在 1 M KOH(pH 14)电解液中展现了类铂的析氢活性,起始电位 -31 mV versus RHE, 10 mA cm⁻² 时过电位为 104 mV,交换电流密度 0.43 mA cm⁻²,过电位 200 mV 时的 TOF 值为 14.95 s⁻¹。理论计算结果揭示该结构中钨位点具有很强的亲水性,而其位点吸附的水分子会在附近参杂磷的作用下实现有效还原。进一步的研究探明,这种新型催化剂在酸性、中性及天然海水介质中均表现良好的催化活性及稳定性。这项工作表明,通过掺杂诱导结构相变的策略可拓展至其它过渡金属硫族化合物体系,为设计制备廉价高效的电催化剂提供新途径。(宗合)