

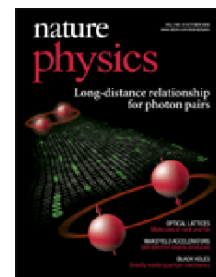
合肥微尺度物质科学
国家实验室(筹)办公室
主编:朱聿生
Tel: 0551-3606123
E-mail: zhujs@ustc.edu.cn

简报

2006年第六期

(总第23期)
2006年9月

首次实现复合系统量子态隐形传输 成功实现六光子纠缠态的操纵



最新出版的英国《自然》志在其子刊《自然·物理》以封面文章的形式发表了合肥微尺度物质科学国家实验室(筹)潘建伟教授、杨涛教授和张强等完成的研究成果:两粒子复合系统量子态隐形传输的实验实现。这是我国科学家首次在该杂志发表封面文章。

量子信息的传输和调控遵循和经典信息完全不同的特有规律。由于未知量子态不能被精确克隆,传输未知量子态似乎只能通过传输物质粒子加以实现,而传输过程中的损耗和干扰导致量子信息的传输极其困难。但量子态隐形传输借助量子纠缠可以巧妙解决这一问题,从而实现未知量子态的精确传输,在远距离量子通信中起着核心作用,也是实用化量子计算的必要组成部分。1997年由潘建伟及其奥地利同事首次完成的单光子量子态隐形传输是量子信息发展的一个里程碑。其后,各种各样的量子态隐形传输实验得到了实现,但所有的实验都只能传输单个粒子的量子态。由于和单个量子态相比所具有的复杂性,实现复合系统量子态隐形传输在技术上面临着巨大的挑战。

潘建伟领导的量子信息与量子物理研究部,在国家自然科学基金、“973”计划和中国科学院“知识创新”项目等的支持下,同德国、奥地利等国的同事合作对这一世界性难题进行近十年研究。他们首先对飞秒脉冲激光器进行改造,将其输出功率提高了一倍以上,并且通过巧妙的设计解决了倍频晶体容易损伤的问题,这样就可以在实验上同时操纵三对超高亮度的纠缠光子对。其中的一对光子可以制备成待传输的各种两光子复合系统,另外两对纠缠光子构成并行的量子通道,分别用来隐形传输复合系统中两个光子的量子态。实验结果表明,不仅两个光子的量子态能被精确传输,两光子系统中的各种关联关系也能被精确传输。该实验不仅在国际上首次成功地实现了复合系统量子态的隐形传输,而且第一次成功地实现了六光子纠缠态的操纵。

复合系统的量子态隐形传输的实现为各种实用化的量子信息研究开创了新的起点,对于容错量子计算、量子中继、普适量子纠错等重要研究方向具有极其深远的影响。为此,《自然》网站专门发布了“Press releases”并在近期发表的《自然》杂志研究亮点栏目中对该工作进行专门报导,称赞该实验成果是“在大尺度量子通信研究中取得的长足进展”。

近年来,潘建伟教授领导的量子信息与量子物理研究部不断在《自然》、《自然·物理》和《物理评论快报》等国际权威期刊上发表论文,得到国内外学术界的广泛关注和高度评价,这表明我国量子信息研究,尤其是在线性光学量子信息处理实验领域处于国际领先水平,在国际量子信息界具有重要地位。



实验室简讯

实验室接收外校推免研究生面试

9月23日上午,来自全国各地多所知名高校近40名优秀考生齐聚我国实验室,由此拉开了接收外校推免研究生工作的序幕。参加此次面试的学生除了具有推免资格的外校推免生外,还有参加考前预面试的考生。

实验室安排了物理、化学、生物三个学科小组对考生进行面试。由多位教授组成的面试小组就学生分析与解决问题的能力、科研发展潜力、专业基础知识、英语和计算机水平等多个方面进行综合考量。为了支持部分经济困难的优秀考生来实验室参加面试,实验室还酌情适当补贴部分同学来校参加面试的旅费。

此次考前预面试是国家实验室在招研工作中的一个创新之举,旨在增进招生专业与考生之间的相互了解,使学生报考更具针对性。通过预面试的考生,在达到全国统考初试线以后,学校将考虑在本专业优先录取。

蛋白修饰研究取得进展 (PNAS 2006)

微尺度物质科学国家实验室(筹)生物大分子结构与功能研究部施蕴渝院士与复旦大学生命科学院副院长钟杨教授合作,通过酿酒酵母 Urm1 (ubiquitin-related modifier-1) 蛋白的NMR结构分析,对蛋白修饰的长久以来的进化之谜提出了新的观点,这一研究成果发表在7月24日美国国家科学院刊PNAS杂志上。蛋白修饰 (Protein modifiers) 是一个在许多不同的生物过程中普遍存在的过程,调控这些过程中目标蛋白的活性和功能。虽然真核生物中泛素 (ubiquitin) 和泛素类蛋白 (ubiquitin-like protein, Ubls) 修饰已经得到确认,但是相关的蛋白修饰在原核细胞中还没有被发现,因此这一进化过程依然是个谜团。微尺度物质科学国家实验室、复旦大学生命科学院以及上海生物信息科学中心的研究人员利用泛素相关修饰蛋白1 (ubiquitin-related modifier-1, Urm1) 的NMR结构进行了泛素

超家族的结构比较和系统学分析,结果表明 Urm1 是一种独一无二的 “molecular fossil” (分子化石)——也就是说这种蛋白有着整个超家族共同祖先最保守的结构和序列特征,并且在 Urm1 和 MoaD (molybdopterin synthase small subunit) 逐渐相似的3D结构,疏水性和静电表面特征 (electrostatic surface features) 都说明这两种蛋白作用的相似性,另外 Urm1-Uba4 和 MoaD-MoeB 之间的共同点也在真核生物 ATP-dependent 蛋白结构和 ATP-dependent 硫化共因子 (ATP-dependent cofactor sulfuration) 之间建立了进化关联。

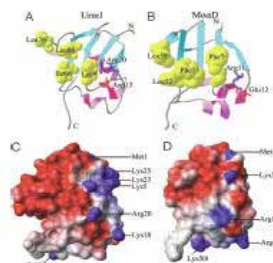


Fig. 2. Structural-function relationship between Urm1 and MoaD. (A) and (B) show ribbon diagrams of Urm1 and MoaD. (C) and (D) show electrostatic surface diagrams of Urm1 and MoaD. The surface color reflects the magnitude of the electrostatic potential: red, negative; blue, positive; white, neutral. All of the surfaces were observed from the same orientation.

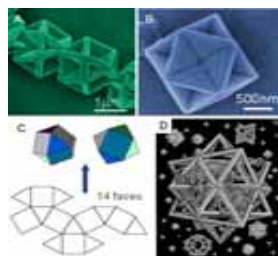
微尺度下创造的埃舍尔艺术杰作： 特种微结构晶体的构筑研究取得进展 (Chem. Mater. 2006)

微尺度物质科学国家实验室(筹)纳米材料与化学研究部的俞书宏教授及合作者们运用简单的化学配方制造了被誉为“几何明星”的优美的硫化铜14面体微晶。让人回忆起著名艺术家M. C. Escher在他1948年的木雕Stars作品中的多数特异结构的“笼状”结构,每个晶体是由四个完全相同的六角形的板通过相互交叉构筑成功具有14个腔洞的结构。

2006年8月3日出版的英国《自然》在“Research Highlights” (研究亮点) 栏目中以“Crystal growth: Star quality”为题并附图介绍了俞书宏教授课题组以快讯形式发表在最新一期的美国化学会Chem. Mater. 2006, 18上有关化学溶液法合成美丽而具有高度对称性的、具有14个腔洞的14面体硫化铜微晶的工作。M. C. Escher (科内利斯·艾舍尔1898-1972) 出生于荷兰的毛里茨,是一位享誉世界的现代版画艺术家。他擅长利用空间错觉、几何拼接、悖论结构等视觉原理和数学原理精心创作石版画、木版画以及金属版画。他的作品从“不可能”的角度重新描绘了这个客观世界,并给我们的主观感受造成了极大的冲击。

此前,7月24日美国化学工程新闻(Chem. Eng. & News 2006, 84(30), 32)也在该刊“Science Concentrates”栏目的头条新闻中以“Escher goes chemical”为题报道了该工作,并作了较详细的评述:

“M. C. Escher 在他1948年的木雕Stars中以一组多面体赞美了几何对称性,其中包括由八面体嵌入立方体而形成的立方八面体。如今,来自中国合肥微尺度物质科学国家实验室和



德国波茨坦马普胶体与界面科学研究所的化学家们制造了微米级的硫化铜14面体结构。每个14面体由四个相同大小而相互交叉的、对角宽度约2微米的六方板片构筑而成,形成一个具有8个等同四角锥和6个等同三角锥形腔洞的14面体。为合成这一类Escher型晶体,研究者们将硝酸铜和元素硫的乙二醇溶液在140°C的反应釜中反应了一天。离心收集所生成的黑色固体后,扫描电镜观察给了俞书宏教授和他的合作者一个极大的惊喜。研究者称:“令人惊奇的是,此处报导的如此简单的合成技术可以合成出如此优美、甚至一个技艺精湛的工匠也无法完成的微尺度物体的制造。他们推想,这一特种微结构材料潜在的应用前景是可用作较大结构的构筑单元或用作在微尺度上包覆其它材料的载体。”