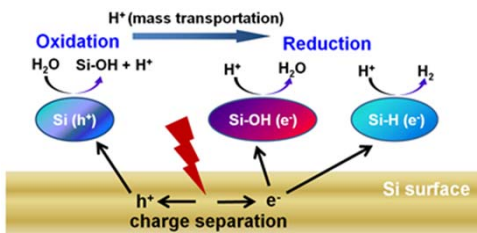


研究进展

拨开硅材料“光解水制氢”机制的迷雾



众所周知,氢气是一种非常清洁且可储存运输的可再生能源,因此利用太阳能分解水制备氢气已然成为一种备受关注的清洁新能源技术。半导体催化剂在光解水制氢过程中扮演着非常重要的角色,包括俘获光能、降低反应势垒、减少能耗、加快反应速度等。硅材料作为地球上丰度最高且应用最为广泛的半导体材料,早已有报道预言可用于光解水制氢技术。近日中国科学技术大学合肥微尺度物质科学国家实验室熊宇杰教授课题组的一项研究,首次揭示了硅纳米线表面“光解水制氢”的机制,并为其制氢性能的提高提供了新的途径。该工作在线发表于国际重要化学期刊《德国应用化学》(Angew. Chem. Int. Ed. DOI: 10.1002/anie.201411200),并被选为该期刊的热点论文(Hot Paper)。

熊宇杰课题组巧妙地通过微纳制造技术(即自上而下)和湿化学方法(即自下而上)相结合,具有高度选择性地调控硅纳米线阵列的表面悬键类型和数量。基于我校理化科学实验中心王成名高级工程师的系统红外光谱监测,研究团队得以将光催化产氢效率及激子平均寿命与表面悬键联系起来,从而凸显了硅材料表面悬键在光催化应用中的关键作用。另一方面,研究人员发现该过程产生的氢气和氧气的比例远高于常规思维中的化学计量比2,因此与传统的光催化产氢机制应该有所差异。江俊教授课题组通过理论模拟,不但证实了预计中表面悬键对于电荷分离的贡献,而且扫描出在不同悬键表面所发生的化学反应势垒。基于该系列发现,研究团队首次拨开了硅材料“光解水制氢”机制的“面纱”,确定了图中所示的反应机制。

在理解作用机制之后,研究人员开发出了一类基于常规半导体工业技术的表面化学处理方法,为调控位于硅纳米线表面的悬键状态提供了简捷途径,得以理性地调变其光催化制氢性能。该研究提出了新的表面工程思路,为开发高效、自然界丰富的光催化剂铺筑有效道路,并将拓展人们对化学转化中电子运动“微观引擎”的控制能力,对高效催化剂的理性设计具有重要推动作用。



实验室简讯

“单分子尺度的量子调控研究集体”获中国科学院杰出科技成就奖

2014年度中国科学院杰出科技成就奖颁奖仪式在中国科学院举行,侯建国院士领衔的“单分子尺度的量子调控研究集体”荣获中国科学院杰出科技成就奖。中国科学院院长、党组书记白春礼为获奖代表侯建国院士颁奖。

单分子尺度体系具有丰富的功能结构和独特的量子性质,是未来量子信息技术的最佳物质载体之一,也在新能源材料中发挥着极其重要的作用。十余年来,侯建国院士领衔的“单分子尺度的量子调控研究集体”坚持对上述体系开展系统的探索,取得了一批重要的创新成果。近五年,他们进一步发展和提升了单分子尺度量子态的探测、操纵及调控技术,发展了一批具有重要学术价值的新方法和新理论,率先实现了国际上最高水平的亚纳米分辨的单分子拉曼成像,成功设计并实现具有多重功能集成的单分子器件,揭示出氧化物表面光催化分解水的微观机制,提出了红外光分解水的全新原理。该集体的创新成就受到国内外同行的高度赞誉,曾先后三次入选中国十大科技进展,奠定了该集体在相关科学领域的国际前沿地位。此次表彰的主要完成人员为侯建国、杨金龙、王兵、董振超、王晓平、罗毅、赵瑾、李震宇、赵爱迪、李斌。



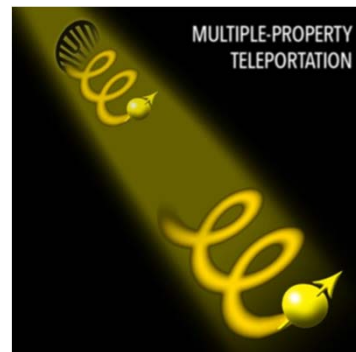
◆微尺度国家实验室陆朝阳教授获“2014年度中科院青年科学家国际合作伙伴奖”

◆微尺度国家实验室俞书宏教授、田志刚教授荣获2014年度杰出研究校长奖

◆微尺度国家实验室喜获2014年度院级“优秀分团委(团总支)”荣誉称号

◆微尺度国家实验室2009级黄璞同学喜获“安徽省十佳大学生”称号

量子信息实验研究取得重大突破:首次实现多自由度量子体系隐形传态



中国科学技术大学合肥微尺度物质科学国家实验室(筹)潘建伟及其同事陆朝阳、刘乃乐等组成的研究小组在国际上首次成功实现多自由度量子体系的隐形传态。近日,国际权威学术期刊《自然》杂志以封面标题的形式发表了这一最新研究成果。这是自1997年国际上首次实现单一自由度量子隐形传态以来,科学家们经过18年努力在量子信息实验研究领域取得的又一重大突破,为发展可扩展的量子计算和量子网络技术奠定了坚实的基础。

量子隐形传态在概念上非常类似于科幻小说中的“星际旅行”,可以利用量子纠缠把量子态传输到遥远地点,而无需传输载体本身。量子隐形传态作为量子信息处理的基本单元,在量子通信和量子计算网络中发挥着至关重要的作用。

1997年,国际上首次报道了单一自由度量子隐形传态的实验验证,该工作随后与伦琴发现X射线、爱因斯坦建立相对论、沃森和克里克发现DNA双螺旋结构等影响世界的重大科技成果一起入选了《自然》杂志“百年物理学21篇经典论文”。

此后,作为国际学术界量子信息实验领域的重要研究热点,量子隐形传态又先后在包括冷原子、离子阱、超导、量子点和金刚石色心等诸多物理系统中得以实现。然而,以往所有的实验实现都存在着一个根本的局限,即只能传输单个自由度的量子状态,而真正的量子物理体系自然地拥有多种自由度的性质,即使是一个最简单的基本粒子,如单光子,它的性质也包括波长、动量、自旋和轨道角动量等等。多自由度的量子隐形传态作为发展可扩展量子计算和量子网络技术的必经途径,成为近二十年来量子信息基础研究领域的一个巨大挑战。

在中科院、教育部、科技部和基金委等有关科教主管部门的大力支持下,潘建伟小组面对挑战,选取单光子自旋和轨道角动量作为研究对象,创造性地发展了多项新颖的多粒子多自由度的纠缠操纵技术,巧妙地设计了利用单光子非破坏测量技术实现自旋和轨道角动量多自由度贝尔态测量的新方案。经过多年艰苦努力,研究人员成功制备了国际上最高亮度的自旋-轨道角动量超纠缠源、高效率的轨道角动量测量器件,突破了以往国际上只能操纵两光子轨道角动量的局限,搭建了6光子11量子比特的自旋-轨道角动量纠缠实验平台,成功实现了多自由度量子体系的隐形传态。

该实验成果得到了《自然》杂志审稿人的高度评价,他们一致称赞该工作“绝对新颖、重要,处于当前量子光学和量子信息领域的最前沿,可以认为是一个伟大的成就”、“在1997年单个自由度量子隐形传态实验实现的18年之后,这个工作从基本概念上将量子隐形传态提升到了一个新的水平”、“非常有趣,意义重大,且具有极其苛刻的技术难度”。由于该成果的重要性,《自然》杂志专门邀请国际知名量子光学专家Wolfgang Tittel教授在同期的“新闻视角”(News and Views)栏目撰文评论:“该实验实现为理解和展示量子物理的一个最深远和最令人费解的预言迈出了重要的一步,并可以作为未来量子网络的一个强大的基本单元”。该论文发表后,第一时间受到了美国《科学新闻》(Science News)和欧洲物理学会新闻网站Physics World等多家国际媒体的报道,称“该工作不仅为提升量子力学基础问题的理解迈进了关键一步,也将在未来量子计算机的研制中扮演重要角色”。