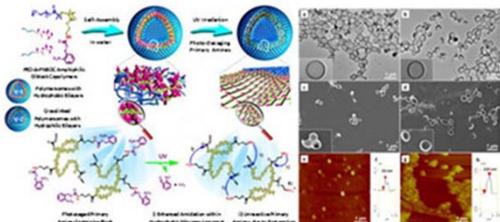


研究进展

聚合物囊泡稳定性与渗透性同步调控研究新进展

近日,合肥微尺度物质科学国家实验室刘世勇教授课题组在聚合物囊泡稳定性与渗透性同步调控方面取得了新进展。他们首次利用疏水链段由光响应性疏水基团保护的伯胺侧基单元所组成的两性嵌段聚合物来构筑聚合物囊泡组装机。发现该囊泡的双层膜结构在光照刺激过程中能够发生无痕交联(traceless crosslinking)反应而使得囊泡结构更加稳定,同时囊泡的渗透性也由于囊泡的疏水双层膜中不断产生亲水性通道而增加。这一发现解决了一直以来囊泡稳定性与渗透性这一对立矛盾问题。该成果发表在 *Angew. Chem. Int. Ed* (DOI: 10.1002/anie.201310589)。



相对于小分子磷脂囊泡,聚合物囊泡由于其疏水双层膜中高分子链之间的高度缠结而具有相对较高的结构稳定性,因此近些年来被生物医药和化学材料等领域的科研工作者广泛关注和研究。为了进一步提高聚合物囊泡的稳定性,传统上是通过囊泡双层膜的交联(包括物理和化学途径),以保证囊泡在实际应用的复杂环境中的结构稳定性。但是,也正是由于聚合物囊泡双层膜中高分子链的高度缠结和交联而使得囊泡的渗透性相对于磷脂囊泡大大下降,极大程度上限制了囊泡内腔与外界环境间的物质传输性能。针对这一矛盾问题,刘世勇教授指导的博士生汪泉睿设计了一种疏水链段由光响应性疏水基团保护的伯胺侧基单元所组成的两性嵌段聚合物(PEO-b-PNBOC),并通过可控分子自组装构筑了聚合物囊泡组装机。然后在光照刺激条件下,使囊泡双层膜中的伯胺保护基团发生光解反应而释放出伯胺,原位生成的伯胺能有效的与链段侧链的酯键基团发生氨解反应,即使得囊泡发生化学交联;同时部分没有发生反应氨解反应的伯胺被质子化而在双层膜中产生了亲水通道,即提高了囊泡的渗透性。通过简单的光照刺激就实现了囊泡结构稳定性与渗透性的同步调控。进一步的,他们利用这一体系,初步探索了其在疏水/亲水药物同步释放及酶反应器活性调控方面的潜在应用。相关内容已申请国家发明专利。同时,该工作发表后也很快被 *Nature Chemistry Highlight* 专栏评述 (DOI: 10.1038/nchem.1915)。

光解水制氢的复合催化剂设计取得重要进展

合肥微尺度物质科学国家实验室熊宇杰教授课题组,通过与罗毅研究团队的江俊教授和张群副教授在材料设计与合成、理论模拟和先进表征中的“三位一体化”合作,在光解水制氢方面取得重要进展。研究人员通过设计半导体-金属复合结构中的半导体表面晶面,首次实现了半导体的内禀性电荷空间分布和半导体-金属间肖特基势垒驱动的电荷转移的协同,进而获得了性能显著改善的光解水制氢催化剂。该成果近日在线发表在《德国应用化学》杂志上。

针对半导体-金属复合结构的肖特基结设计,该研究团队首先通过光沉积实验和理论模拟,揭示了半导体不同晶面的表面功函存在着很大差异,导致光激发的半导体内电子和空穴分别向不同的表面晶面迁移,从而造成具有晶面依赖性的空间电荷分布与分离。基于该发现,研究人员通过调控复合结构中的半导体晶面,得以协同肖特基结界面的电荷转移和半导体中的内禀性空间电荷分布这两个效应,并进而通过超快光谱和动力学表征以及光电流测量,揭示了该设计可使电子-空穴分离效率提高数十倍,设计的复合结构在光催化中展现出显著改善的活性。这项突破性研究进展,有助于加深人们对复合结构材料中电荷行为的认识,也对光解水制氢催化剂的设计具有重要推动作用。



实验室简讯

◆实验室2名学子获2013年度全国百篇优秀博士学位论文奖

日前,教育部、国务院学位委员会发布教研[2014]1号文件《关于批准2013年全国优秀博士学位论文的决定》,正式公布年度评选获奖结果,微尺度实验室喜获丰收,2人获“全国优秀博士学位论文奖”,他们分别是:

金贤敏博士,物理学科,获奖论文“远程量子通信的实验研究”,指导教师潘建伟院士;

梁海伟博士,化学学科,获奖论文“纳米纤维宏观组装机器的制备及功能化研究”,指导教师俞书宏教授。

另有1人获“全国优秀博士学位论文提名奖”:荣星博士,物理学科,获奖论文“脉冲电子顺磁共振谱仪研制及应用”,指导教师杜江峰教授。

◆实验室4名博士后获第五十五批博士后科学基金面上资助

中国博士后科学基金会公布了中国博士后科学基金面上资助第五十五批获资助人员名单,微尺度实验室逯鹤、吴祥、王涛、张远伟4名博士后获得此项资助。

可容错量子信息处理取得重要进展:实现对任意噪声免疫的薛定谔猫态

最近,合肥微尺度物质科学国家实验室潘建伟教授及其同事陈宇翱、刘乃乐等组成的研究小组采用光子级联编码的方式实现了对于任意噪声都具有高容错率的薛定谔猫态,朝着实现大尺度量子网络乃至宏观纠缠态迈出了重要一步。该研究成果发表在5月期的国际权威学术期刊《自然·光子学》上 [Nature Photonics 8, 364-368 (2014)]。

所谓“薛定谔猫(Schrödinger's Cat)”是奥地利物理学家、量子力学创始人之一埃尔温·薛定谔于1935年提出的一个假想实验,即在特殊的设定环境下,猫的生死状态取决于探测结果,未探测时处于“纠缠状态”。尽管在宏观世界这只是一个假想实验,但物理学家们已经在微观世界成功制备出各种各样的薛定谔猫态,并将其运用到量子力学基本问题检验、量子精密测量、量子容错计算以及分布式量子计算等任务中。

由于量子态与环境相互耦合会发生退相干现象,随着制备薛定谔猫态的粒子数目增多,纠缠品质会呈指数下降,这大大限制了薛定谔猫态在量子计算、量子精密测量等量子信息处理任务中的应用。虽然原则上人们可以利用量子纠错编码的方式来保护量子态,但是这种方式会消耗大量的量子资源,使得利用量子纠缠进行量子信息处理所能带来的优越性受到巨大限制。2012年,奥地利物理学家Fröwis和Dür提出了一种级联猫态的概念,在该方案中通过将普通猫态作为一个编码逻辑单元,采用级联编码的方式组合起来,可以达到有效抵抗退相干作用的目的。相对于在以往实验中实现的普通薛定谔猫态而言,这种级联猫态具有对任意噪声免疫的天然优越性。

潘建伟小组发展了一套可扩展的编码方式,用两个光子比特编码一个逻辑比特,制备了一个三逻辑比特的级联猫态,通过实验观察级联猫态与普通猫态在不同噪声影响下各自的纠缠演化特性,演示了编码猫态在噪声影响下具有的显著优越性。由于其天然的高容错性,级联猫态可被广泛应用于大尺度的量子网络中,如三人密码协议,量子密钥共享等。同时,这种制备级联猫态的方法可扩展到任意比特数,甚至可能达到宏观级别,实现多年来的研究热点——宏观纠缠。

2004年以来,潘建伟团队一直在光子量子调控和多光子纠缠操纵方面处于国际领先地位,到目前为止在该研究方向上已经在Nature、Nature Physics、Nature Photonics和Nature Nanotechnology这四个杂志上发表了20余篇论文,研究成果得到了包括欧洲物理学会、美国物理学会、Nature、Science、Physics Today和Physics World等重要学术媒体的广泛报道。

