

中国科大在增强活体肿瘤的光热治疗效果方面取得新进展

2019年11月20日,国际著名学术期刊《先进功能材料》在线发表了中国科学技术大学梁高林教授课题组、江俊教授课题组、张群教授课题组,以及安徽师范大学化学与材料科学学院王广风教授课题组的合作研究成果,文章标题为“Increasing Photothermal Efficacy by Simultaneous Intra- and Intermolecular Fluorescence Quenching”。该文报导了一种有机小分子染料在细胞内同时发生分子内和分子间荧光猝灭的“智能”策略,在增强活体肿瘤的光热治疗效果方面取得了重要进展(Adv. Funct. Mater., 2019, DOI: 10.1002/adfm.201908073)。

光热疗法(PTT)由于其非侵入性、时空控制精确、特异性强、肿瘤破坏效率高等优点,已成为肿瘤治疗领域的研究热点,有望用于临床上多种癌症的治疗。高效率光热试剂(PTA)的设计与合成是癌症光热治疗成功的关键。近年来,采用原位自组装诱导PTA的荧光猝灭(即分子间荧光猝灭)提高其光热效率已被证明是增强肿瘤PTT的有效策略。但迄今为止,利用PTA同时发生分子内和分子间荧光猝灭来增加其光热效能的研究尚未见报道。梁高林教授基于本课题组特色的CBT-Cys点击缩合反应,合理设计并合成了有机小分子染料Biotin-Cystamine-Cys-Lys(Cypate)-CBT(1)。1可特异性识别生物素受体高表达的癌细胞,当1被癌细胞摄取后,其会被细胞内大量存在的GSH还原,随后发生CBT-Cys点击缩合反应形成二聚体。由于距离的拉近,二聚体中的两个染料分子会发生荧光共振能量转移(FRET)使其荧光发生猝灭(分子内荧光猝灭)。随后,二聚体将原位自组装形成纳米粒子,染料分子之间会发生分子间电荷转移,从而荧光猝灭进一步增强。在激光照射下,这种分子内和分子间的荧光猝灭可增强染料的非辐射激发过程,从而增加了染料的热转化效率,增加其对癌细胞和肿瘤的光热治疗效果。在与江俊教授、张群教授以及王广风教授合作下,理论计算和实验都成功验证了这一“智能”策略。染料分子的产热能力、光热转化效率以及光稳定性明显优于单一的染料分子间(或分子内)的荧光猝灭策略。利用这一“智能”策略,他们成功实现了对活体肿瘤的光热治疗效果的大大增强。该策略为增强小分子光热转换效率提供了一种可行且可靠的手段,也为它们的临床转化提供了保障。更重要的是,通过用其他靶向配体取代1中的Biotin,这种“智能”策略有望用于其它疾病的光热治疗。

中国科大在光量子计算领域取得重要进展:态空间维数提高百亿倍,玻色取样逼近里程碑

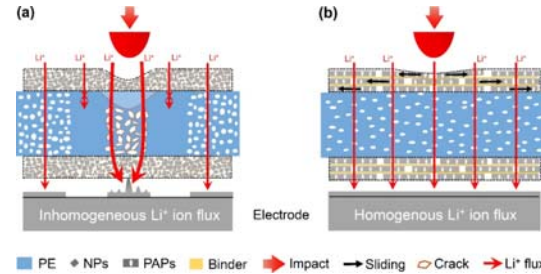
中国科学技术大学潘建伟、陆朝阳等与中科院上海微系统与信息技术研究所尤立星以及德国和荷兰的科学家合作,在国际上首次实现了20光子输入60×60模式干涉线路的玻色取样量子计算,输出了复杂度相当于48个量子比特的希尔伯特态空间,其维数高达三百七十万亿。这个工作同时在光子数、模式数、计算复杂度和态空间这四个关键指标上都大幅超越之前的国际记录,其中,态空间维数比国际同行之前的光子计算实验高百亿倍。论文以“编辑推荐”形式近日发表于《物理评论快报》。美国物理学会Physics网站以“玻色取样量子计算逼近里程碑”为题对该工作做了精选报道。

中国科大研究组利用自主发展的国际最高效率和最高品质单光子源、最大规模和最高透过多通道光学干涉仪,并通过与中科院上海微系统与信息技术研究所尤立星在超导纳米线高效率单光子探测器方面的合作,成功实现了20光子输入60×60模式(60个输入口,60层的线路深度,包括396个分束器和108个反射镜)干涉线路的玻色取样实验。与牛津大学、维也纳大学、法国国家科学院、布里斯托大学、昆士兰大学、罗马大学、麻省理工学院、马里兰大学等研究机构的国际同行的类似工作相比,实验成功操纵的单光子数增加了5倍,模式数增加了5倍,取样速率提高了6万倍,输出态空间维数提高了百亿倍。其中,由于多光子高模式特性,输出态空间达到了三百七十万亿维数,这等效于48个量子比特展开的希尔伯特空间。因此,实验首次将玻色取样推进到一个全新的区域:无法通过经典计算机直接全面验证该玻色取样量子计算原型机,朝着演示量子计算优越性的科学目标迈出了关键的一步。

审稿人指出:这个工作“在解决关键问题上迈出了重要几步(makes essential steps towards solving a critical problem)”、“是令人印象深刻的技术成就(an impressive technological achievement)”、“一个巨大的飞跃(asignificant leap)”、“不仅是对光量子计算能力的一次有影响力的测试,更是通往实现量子计算优越性的弹簧跳板(is not only a powerful test of photonic strength but, rather, a trampoline for the upcoming quantum computational supremacy)”。美国物理学会Physics网站对该工作的总结指出:“这意味着量子计算领域的一个里程碑:接近经典计算机不能模拟量子系统的地步(it signifies a milestone in the field of quantum computation: approaching the point where a classical system cannot feasibly mimic a quantum system)”。



中国科大仿珍珠母层隔膜提升锂电池抗冲击性能

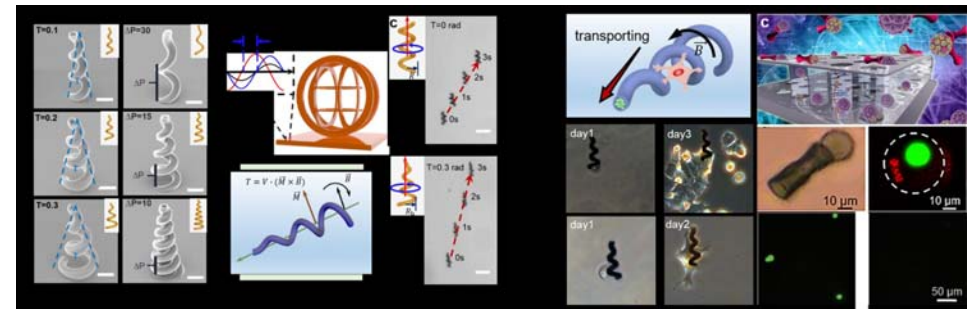


商业陶瓷纳米颗粒涂层隔膜和仿珍珠母层隔膜受到冲击后的应力分析

近日,中国科学技术大学姚宏斌教授、倪勇教授和俞宏教授研究团队受珍珠层具有高韧性的启发,提出了一种强化聚烯烃隔膜抗冲击韧性的方法。该团队通过在聚乙烯隔膜表面构建仿珍珠层涂层,有效地维持了冲击后隔膜内部的孔结构,从而保证了电池充放电过程中具有均匀的锂离子流。相对于使用商业陶瓷隔膜的软包电池,采用仿珍珠层隔膜的软包电池在冲击时表现出较小的开路电压变化和较好的循环稳定性以及高的安全性。该研究成果于2019年11月6日以题为“A Nacre-Inspired Separator Coating for Impact-Tolerant Lithium Batteries”在线发表于Advanced Materials上。该工作提出了构建仿珍珠层增韧隔膜的策略,并从理论模拟和实验测试上证明其提升锂电池抗冲击的能力,这将为今后提升锂电池的安全性开辟新途径。

中国科大研制远程可控的磁控微纳机器人用于靶向药物治疗

近期,中国科学技术大学微纳米工程实验室在利用调制结构光场高效加工微纳机器人及其细胞移植、靶向药物运输方面取得重要进展。他们通过将调制的涡旋光束进行单次快速曝光或三维空间扫描加工出泳动性能与装载货物能力更强的空心管形和锥形螺旋结构,并利用该结构进行神经干细胞的体外移植、靶向药物运输治疗肿瘤细胞。相关成果分别以“Conical Hollow Microhelices with Superior Swimming Capabilities for Targeted Cargo Delivery”和“Targeted Single-Cell Therapeutics with Magnetic Tubular Micromotor by One-Step Exposure of Structured Femtosecond Optical Vortices”为题发表在Advanced Materials和Advanced Functional Materials [Adv. Mater., 31, 1808226, 2019; Adv. Funct. Mater., 29, 1905745, 2019]。这些工作提出了简单稳定的空心管状、锥形螺旋微电机加工操纵技术,在细胞移植、体内药物运输、微创手术等领域具有重要应用前景,为相关生物医疗领域提供了新的技术手段。



左图:锥形空心螺旋加工与磁场驱动;右图:空心微螺旋与管状结构分别用于神经干细胞移植与靶向药物运输治疗肿瘤