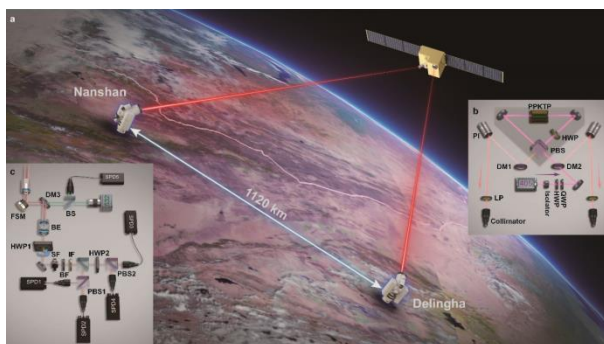


“墨子号”实现基于纠缠的无中继千公里量子保密通信



实验示意图

中国科学技术大学潘建伟及其同事彭承志、印娟等组成的研究团队，联合牛津大学Artur Ekert、中科院上海技术物理研究所王建宇团队、微小卫星创新研究院、光电技术研究所等相关团队，利用“墨子号”量子科学实验卫星在国际上首次实现千公里级基于纠缠的量子密钥分发。该实验成果不仅将以往地面无中继量子保密通信的空间距离提高了一个数量级，并且通过物理原理确保了即使在卫星被他方控制的极端情况下依然能实现安全的量子通信，取得了量子通信现实应用的重要突破。6月15日，研究团队在国际著名学术期刊《自然》杂志上在线发表了题为“基于纠缠的千公里级安全量子加密（Entanglement-based secure quantum cryptography over 1,120 kilometres）”的研究论文。《自然》杂志为此专门发布了题为“基于卫星的远距离安全通信（Quantum physics: Long-range satellite-based secure communications）”的新闻稿（Press release）加以推介。

基于“墨子号”量子卫星的前期实验工作和技术积累，研究团队通过对地面望远镜主光学和后光路进行升级，实现了单边双倍、双边四倍接收效率的提升。“墨子号”量子卫星过境时，同时与新疆乌鲁木齐南山站和青海德令哈站两个地面站建立光链路，以每秒2对的速度在地面超过1120公里的两个站之间建立量子纠缠，进而在有限码长下以每秒0.12比特的最终码速率产生密钥。在实验中，通过对地面接收光路和单光子探测器等方面进行精心设计和防护，保证了公平采样和对所有已知侧信道的免疫，所生成的密钥不依赖可信中继、并确保了现实安全性。结合最新发展的量子纠缠源技术，未来卫星上可每秒产生10亿对纠缠光子，最终密钥成码率将提高到每秒几十比特或单次过境几万比特。

《自然》杂志审稿人称赞该工作“展示了一项开创性实验的结果（present the results of a groundbreaking experiment）；”“这是朝向构建全球化量子密钥分发网络甚至量子互联网的重要一步（This is a significant step toward establishing a global network for QKD, and more generally, a quantum Internet for quantum communication）；”“我的确认为不依赖可信中继的长距离纠缠量子密钥分发协议的实验实现是一个里程碑（I do agree that the actual implementation of a long-distance entanglement-based QKD protocol not relying on trusted nodes is a milestone）。”该研究成果是现实条件下实现安全、远距离量子保密通信的重要突破，如同沃尔夫物理学奖获得者、量子密码的提出者之一Gilles Brassard所指出的，“这将最终实现所有密码学者千年来的梦想（This would achieve the holy Grail that all cryptographers have been dreaming of for thousands of years）。”

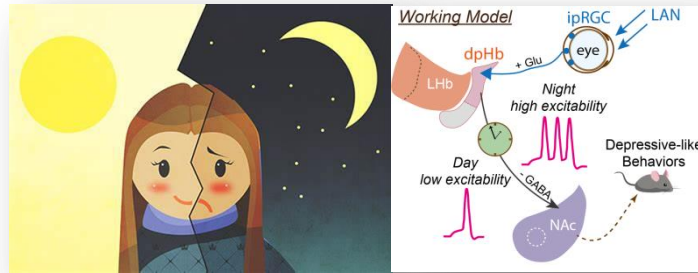
基于该研究成果发展起来的高效星地链路收集技术，可以将量子卫星载荷重量由现有的几百公斤降低到几十公斤以下，同时将地面接收系统的重量由现有的10余吨大幅降低到100公斤左右，实现接收系统的小型化、可搬运，为将来卫星量子通信的规模化、商业化应用奠定了坚实的基础。



研究进展

中国科大在夜间光诱导负性情绪研究方面取得进展

近日，中国科学技术大学薛天课题组，首次描述了介导夜间异常光诱发抑郁样表型的神经环路结构与功能；证明了是夜间不正常光线而不是节律或睡眠的紊乱造成抑郁样行为，并且发现了该环路的可兴奋性受到昼夜节律门控调制，首次诠释了光在白昼和夜晚截然相反的情绪作用的内在机理。相关成果以“A circadian rhythm-gated subcortical pathway for nighttime-light-induced depressive-like behaviors in mice”为题，于2020年6月1日，在线发表于《Nature Neuroscience》。

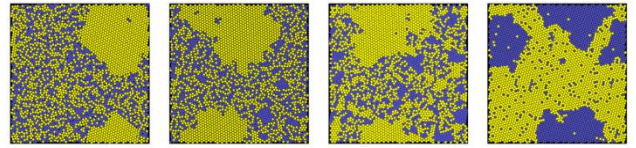


近期光调节情绪的神经环路研究成为热点，一项研究 (Fernandez et. al., Cell, 2018) 显示长时间碎片化的光暗刺激，可能通过视网膜至外侧缰核边缘区的投射诱发负性情绪。但是，这种白昼和夜晚时段截然相反的光线对情绪的作用背后的原理一直是未解之谜。

为回答上述问题，薛天教授课题组构建了夜间光干扰模型 (light at night, LAN)，来模拟当前社会的正常光照模式。持续三周，每晚9-11点2个小时的蓝光照射，可以在不扰乱节律或睡眠的前提下，使小鼠表现出抑郁样行为。非成像视觉功能被认为是由视网膜中一类有别于视锥视杆细胞的感光细胞--自感光视网膜神经节细胞 (Intrinsically photosensitive retinal ganglion cells, ipRGCs) --所介导的。研究组通过使用视杆细胞，视锥细胞和ipRGC缺失的转基因动物，发现ipRGC在LAN诱发抑郁情绪的过程中发挥着充分且必要的作用。

该研究首次详细阐述了夜间光诱发负性情绪的环路基础和节律门控机制，这些发现可以在一定程度提示夜间光干扰 (城市照明或手机电脑等电子设备的使用) 导致抑郁等负性情绪的机理，对于人们正确认识夜间过度照明的潜在危害并探索防治手段具有重要意义。

中国科大在玻璃形成能力研究中取得重要进展



双分散Harmonic粒子体系形成的固体结构随压强的变化。黄色和蓝色用来区分两种不同粒径的粒子，从左往右压强递增。可以看出，随着压强增大，两种粒子的分离越发明显，表明玻璃形成能力变弱。

中国科大徐宁教授研究组在双组分材料体系的玻璃形成能力的研究中取得了重要进展，相关成果2020年6月24日在线发表于《自然通讯》(Nature Communications)。

徐宁研究组以双分散体系为研究对象，采用了两类被广泛使用的粒子间相互作用势：纯排斥的Harmonic和Lennard-Jones作用势。这两类作用势的差异在于：当粒子间距为零时，Harmonic作用势依然有限 (我们因此称其为软芯作用势)，而Lennard-Jones作用势趋于无穷。正是由于这种差异，两类作用势体系的熔化、玻璃化转变等固-液转变温度有截然不同的压强依赖：Lennard-Jones体系的转变温度随压强单调增加，而Harmonic体系则会出现非单调变化并出现转变温度的极大值。该研究发现，由于这种差异，Lennard-Jones体系的玻璃形成能力在高密度区明显强于Harmonic体系。简单的量纲分析表明，双分散体系中的两类组分会体会到不同的有效熔化温度，从而形成熔化温度差，该熔化温度差对压强的依赖关系可以用来理解Harmonic和Lennard-Jones体系在高密度区玻璃形成能力的差异：如果熔化温度差与压强呈线性，体系将维持低压强限下的玻璃形成能力，否则，玻璃形成能力将变弱；Harmonic体系与Lennard-Jones体系相比，熔化温度有显著的非线性压强依赖。综上，表征非平衡体系性质的玻璃形成能力与热力学平衡温度有潜在的关联，从而建立起了非平衡和平衡体系的联系。该研究同时给出了通过调节作用势的强弱来调控玻璃形成能力的新方案，并且指出，熔化温度和压强之间有好的线性关系的材料有利于玻璃的形成。

审稿人评论说：“这篇文章研究的主题非常有趣，是最先仔细研究压强效应的代表工作之一。量纲分析有趣而且原创，特别是与粒子刚度之间的联系。(The topic of the manuscript is of great interest, and the results obtained here represent one of the first studies in which pressure effects are carefully examined. The dimensional analysis is interesting and original, particularly in relation to the particle stiffness.)”；“我赞赏这项工作的原创性，它揭示了两种组分的有效温度和精心设计的能量阻挫可以优化玻璃形成能力。(I appreciate the originality of this work, which reveals that the effective temperatures of the two species and well-tailored energy frustration can optimize TGA.)”。



研究进展

中国科大在氢键有机骨架材料的可燃冰模拟研究中取得进展

可燃冰是一种由天然气与水在高压低温条件下形成的类冰状的结晶物质，其燃烧值高、清洁无污染、分布广泛且储量巨大，是一种潜在的绿色能源。在低温和高压条件下，可燃冰的结构表现为气体分子（甲烷）被由氢键构筑的、具有笼状结构的固态水分子包裹；但是随着温度升高、压力降低，该结构会坍塌并伴随气体释放，而再次实现甲烷在水分子中的存储则需要严苛的条件（小于10°C，大于30 atm）。因此，如何在温和条件下（如大气氛围），以经济、高效的方式，实现在多孔材料的主体结构形成和破坏过程中实现客体分子可重复的引入和释放，具有重要的科学意义。

近日，中国科学技术大学刘波课题组发展了一种由胍离子和硼酸盐离子构建的离子型氢键有机骨架（HOF）材料，在常温常压下实现主体结构的解离和重构，同时伴随着客体分子的释放和可逆吸附。相关研究成果以“Combustible ice mimicking behavior of hydrogen-bonded organic framework at ambient condition”为题，于6月19日发表在《自然·通讯》（Nature Communications, 2020, 11, 3124）。

氢键辅助的超分子组装得到的骨架材料尽管具有结构上的灵活性，但主体结构非常脆弱，在释放客体分子的过程中出现结构坍塌。研究人员发现，硼酸酯阴离子和胍阳离子通过静电相互作用和氢键构成的离子型HOF（ $[B(OCH_3)_4]_3[Cl(NH_2)_3]_4Cl \cdot 4CH_3OH$ ）具有亚稳态特性，在常温常压下会因为硼酸酯的水解，出现结构坍塌和客体分子（甲醇）的释放，从而使结构中所有的 $-OCH_3$ 去除完全并部分转化为 $-OH$ 。重要的是，最终得到的稳定产物在甲醇气氛或溶剂中，可通过重结晶重新完成结构的重构和甲醇的引入。上述循环过程在常温常压下无需借助外界能量输入即可实现。

进一步吸附研究结果显示，客体分子甲醇总释放在该材料中的占比高达60%，且可以经室温释放，在空气中直接点燃而不破坏主体骨架结构。这一系列过程在常温常压下去便捷、经济的方式模拟了可燃冰存储和释放甲烷分子的行为。

综上，这项工作阐述了离子型HOF材料可以在自然条件下通过VOC分子的释放和吸附实现可逆结构转变，这一系列过程无需外界能量来消除主客体的相互作用，这种亚稳态的HOF为探索高效的能源载体材料提供了新的研究思路。

合肥微尺度物质科学国家研究中心



国家研究中心简讯

◆合肥微尺度物质科学国家研究中心获2019年度安徽省科学技术奖5项

2020年6月29日，安徽省召开2019年度科学技术奖励大会，公布了2019年度科学技术奖获奖项目（人员）名单。中国科大作为第一完成单位的成果共获一等奖7项（自然科学奖4项、科技进步奖2项，技术发明奖1项），二等奖6项、三等奖3项，获得一等奖项目数为历史最高。

合肥微尺度物质科学国家研究中心有5项成果获奖，其中自然科学一等奖3项，自然科学二等奖2项。其中自然科学一等奖的成果为余彦教授团队的“钠离子电池电极材料的结构性能调控与储能机制”，孙永福教授团队的“基于原子级厚二维结构的高效光电催化性能”，以及傅尧教授团队的“基于可再生资源的绿色化学研究”；自然科学二等奖的成果为蔡刚教授团队的“蛋白质机器的高分辨冷冻电镜结构研究”和梁高林教授团队的“生物成像分析”。

◆中国科大俞书宏院士获第二届全国创新争先奖章

近日，中国科学技术大学俞书宏院士荣获第二届全国创新争先奖章。2020年是第二届全国创新争先奖的评选之年，拟评选表彰10个奖牌团队，300名奖状个人，其中包括30名奖章个人。

全国创新争先奖是继国家自然科学奖、国家技术发明奖、国家科学技术进步奖之后，国家批准设立的又一重大科技奖项，是仅次于国家最高科技奖的一个科技人才大奖。该奖主要表彰在科学研究、技术开发、重大装备和工程攻关、转化创业、科普及社会服务方面作出卓越贡献、在国内外具有影响力的优秀科技工作者和优秀科研团队。

俞书宏院士长期从事无机合成化学研究，坚持原创性研究，积极推动科研成果转化和应用。近年来，他建立了人工仿生合成珍珠母、人工木材等多级结构材料的合成方法，阐释了其生长机理，发现了无机仿生材料跨尺度合成的新途径，在无机化学领域取得突出成就。

简报