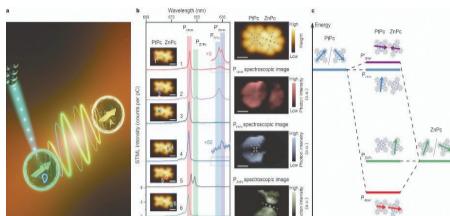


供体-受体分子间量子相干能量转移的直接观察

本报讯 6月6日,中国科大单分子科学团队利用自主发展的具有亚纳米空间分辨的电致发光成像技术,以铂酞菁(能量供体)和锌酞菁分子(能量受体)为模型体系,通过STM操纵可控地改变供体-受体分子的间距与取向等结构特征,同时监控受体分子发光强度随着分子间距减小的变化特征,从实空间成像的角度研究了分子间能量转移机制的演化过程。成果在线发表《自然·纳米技术》。

研究发现,当分子间距较远时,供体分子可以将能量通过偶极相互作用传递给受体分子,但供体与受体分子的偶极发射过程仍是相互独立的,与邻近分子没有关联。通过进一步分析能量传递效率随分子间距的变化趋势,发现该区间的能量转移是以单向跳跃式的非相干 Förster 能量转移为主。



供受体间相干能量转移艺术化示意图

然而,当供体-受体中心间距减小至1.5纳米左右、以致分子间最近邻原子间隙小于范德华接触时,光谱特征上出现了两个新的荧光峰,其中一个相对于供体发光峰蓝移,强度很弱,而另一个相对于受体发光峰红移,而且很强,在供体和受体分

子上均可以被明显观察到,光子成像图呈现出类似于“σ反键轨道”的离域特征图案,表明供体和受体分子沿中心连线方向的偶极以共线同相的方式相干耦合在一起,出现了双向的量子相干传能现象。

他们还发现量子相干传能发生与否还与分子跃迁偶极的取向密切有关,并提出量子相干传能发生的新判据。在此基础上,他们还构筑非相干和相干传能通道能同时存在的多分子网络结构,从实验上提供量子相干传能更为高效的直接证据。

(合肥微尺度物质科学国家研究中心 中科院量子信息与量子科技创新研究院 合肥大科学中心)

中国科大钙钛矿光伏研究成果创造新的世界纪录

本报讯 日前,中国科大徐集贤教授团队在钙钛矿太阳电池方面获得重要进展,创造了大面积单结钙钛矿电池稳态认证效率的世界纪录23.7%,被世界纪录权威排行榜—马丁格林效率表《太阳能电池效率表(60版)》的主表Table 1

收录。马丁格林效率表具有近30年历史,其客观性和荣誉为国际光伏学术界和工业领域所公认,代表了光伏各细分领域的最前沿技术动态,具有重要指导意义。本次收录代表着中国科大在光伏技术研发方面的突破。

此次研究是徐集贤教授团队在新型钙钛矿单结、下一代晶硅-钙钛矿叠层电池方面持续探索下的最新成果。

(化学与材料科学学院 合肥微尺度物质科学国家研究中心 碳中和研究院)

中国科大在中枢神经控制血糖方面取得新进展

本报讯 6月8日,中国科大电子工程与信息科学系在下丘脑胰高血糖素样肽(GLP-1)调控血糖代谢方面取得新进展。刘际研究员课题组与美国Rutgers大学Zhiping Pang教授和生命学院占成教授等合作,揭示了下丘脑GLP-1信号调控血糖代谢的新机制。成果发表于《科学进展》。

下丘脑是能量代谢的调节中心,大量表达葡萄糖敏感神经元,这些神经元对于维持血糖的动态平衡有着重要的调节作用,研究团队通过体外生理和体内光纤记录的方法发现背内侧核GLP-1R神经元是一类新型葡萄糖激活(GE)神经元。下丘脑可以通过自主神经系统对外周代谢器

官,如肝脏、胰腺进行代谢调控,研究组利用跨突触病毒示踪以及光遗传、化学遗传技术研究了GLP-1R神经元调节血糖的下行神经环路功能,发现背内侧核GLP-1R神经元通过脑干的迷走神经系统投射至胰腺,激活该神经环路上调了胰岛素的分泌,从而达到降低血糖的目的,为GLP-1类似药物调控血糖的中枢神经机制提供生理证据。

论文第一作者为信息科学与技术学院后黄兆欢和博士生刘玲,生命学院博士后张健。(电子工程与信息科学系 大脑智能技术及应用国家工程实验室)

我校实现新型自旋量子放大技术

本报讯 目前,我校中科院微观磁共振重点实验室教授彭新华研究组在自旋量子精密测量领域取得重要进展,首次提出和验证弗洛凯(Floquet)自旋量子放大技术,灵敏度达到飞特斯拉(10的负15次方特斯拉)水平。研究成果发表于《物理评论快报》,并被选为“编辑推荐”文章。

目前,对量子放大精密测量技术的探索仍然有限,实现信号放大主要依赖于量子系统固有的离散能级跃,由于可调谐性的限制,量子系统固有离散跃迁频率往往无法满足放大需要的工作频率,因此限制量子放大器的性能。如果能够克服以上困

难,量子放大技术的性能将得到很大改善,对探测极弱电磁波和奇异粒子等基础物理和实际应用具有重要意义。

研究人员提出Floquet自旋量子放大技术,克服以往探测频率范围小等限制,实现对多个频率的极弱磁场放大。通过理论计算和实验研究,首次展示Floquet系统可实现多个频率待测磁场2个数量级的同时量子放大,测量灵敏度达到飞特斯拉级别。

(中科院微观磁共振重点实验室 物理学院 中科院量子信息与量子科技创新研究院)

我校在基于原子器件的精密测量物理上取得进展

本报讯 6月10日,中国科大工程科学学院盛东教授与物理学院卢征天教授联合课题组开发高精度的氙同位素共磁力仪,并利用该原子器件探索超越标准模型的新物理,对核子与中子间的单极-偶极相互作用强度在亚毫米尺度上设定新上限。相关成果发表于《物理评论快报》。

原子共磁力仪是一种既可以研究基础物理又具有实际应用价值的原子器件,它

通过同时同地测量两种原子的自旋进动信号来消除磁场波动和漂移的影响,从而精确测量器件本身的转动,所以共磁力仪也是一种小型陀螺仪。当转动信号在实验中被置零后,该原子器件即可用来探索单极-偶极相互作用。这种奇异相互作用由一种至今尚未被探测到的轴子粒子来传播。

为实现高精度测量,课题组开发自主的原子器件制备技术,并对¹³¹Xe的进动

频谱提出了新的理论分析方法;同时也发展极化调制手段来有效抑制极化碱金属原子对核自旋进动的影响。

课题组利用积累两个月的测量数据,在0.11~0.55 mm的作用程范围内对核子与中子单极-偶极相互作用强度设置新的测量上限,特别是在作用程0.24 mm附近,本工作的实验精度比前人结果提高30倍。

(工程科学学院 物理学院)

演化也会受到湍流的影响。利用高时空分辨率、高精度的卫星数据,研究团队在地球磁尾电流片中观测到一个正在发生重联的电流片,而且卫星穿越了重联的扩散区。

与典型重联模型不同,该扩散区不是一个完整的层流电流片,而是破碎为大量电流丝。这些不同强度、不同尺度的电流丝在扩散区内沿着各个方向延伸,并相互交织,形成了一个三维的网状电流体系,也即该扩散区处于湍流状态。在这个湍流态的扩散区内,高达300电子伏特的高能电子通量显著增加,且高能电子在分布函数上呈现幂律谱分布。研究结果表明,重联的扩散区可以演化为湍流状态,电子在湍流态的扩散区内可被有效加速至几百电子伏特。

(陈婉婉)

中国科大揭示湍动磁场重联电子加速领域新进展

本报讯 6月10日,中国科大地球和空间科学学院教授陆全明、王荣生研究团队基于地球磁层多尺度卫星原位探测数据,首次发现磁场重联扩散区可演化为湍流态。研究结果在线发表于《自然·通讯》。

磁场重联是一种基本的等离子体物理过程。该过程中,磁自由能被快速地释放而转化为等离子体动能和热能,并产生高能电子。由磁场重联产生的高能电子被认为是伽

马射线爆,太阳耀斑,以及磁暴等现象的主要驱动原因。

等离子体湍流是另一种基础的等离子体现象,广泛存在于空间等离子环境中。在等离子体湍流中,能量可以从大尺度输运到小尺度,最终在动力学尺度被耗散,并加热或加速等离子体。

这两个基础的等离子体物理过程相互耦合,湍流可以由重联产生。反过来,重联的

本报讯 中国科大附属第一医院基于老年痴呆临床队列,首次系统性的在中国人群中研究了阿尔茨海默病核心生物标记物的变化。研究成果6月6日在线发表于《阿尔茨海默氏症和老年痴呆症》。

目前老年痴呆的准确诊断特别是早期诊断非常困难。虽然约为70%的老年痴呆患者主要由阿尔茨海默病(AD)导致,但是目前基于神经功能量表的检查难以进行AD病理学机制的确诊及早期鉴别诊断。误诊及漏诊严重影响了患者的早期干预以及临床药物试验的开展。同时由于绝大部分生物标记物的研究都是基于欧美人群(白种人),他们和中国人群在种族、遗传背景、生活方式等诸多方面存在重大差异,所以在中国人群中开展痴呆队列研究,掌握我们自己的数据尤为重要。

2018年,在申勇教授的牵头及国内外多名领域内专家的指导下,中国衰老与神经退行性疾病的研究队列正式启动。该项目基于国际化平台建设标准,拟在中国科大附属第一医院招募500人左右包括认知健康人群、轻度认知障碍、AD以及非AD痴呆患者在内的临床队列,并开展纵向随访。该队列秉承“A/T/N”的研究框架,对纳入人群开展多维度认知量表测评与多模态神经分子影像数据采集(包括多序列高分辨率核磁影像扫描、葡萄糖及淀粉样斑块正电子成像(PET)等)。建立了标准化样本库存储包括患者血液、脑脊液、尿液、粪便等样本,开展了血液与脑脊液的AD核心标记物β-淀粉样蛋白40(Aβ40)、Aβ42、tau蛋白与磷酸化tau蛋白(P-tau 181)的检测工作。

相比已发表的西方人群数据,该研究发现国人脑脊液的AD标记物含量与西方人群差别不大,而国人血浆中的P-tau 181含量较西方人群低2~3倍。通过对本队列的横向数据分析,该研究还发现脑脊液Aβ40、Aβ42以及P-tau 181在预测人脑内淀粉样蛋白沉积、区分AD与其它痴呆上有着非常优越的表现。但在外周血中仅P-tau 181对AD的诊断具有鉴别意义。这些结果表明结合生物标记物的AD临床诊断同样适应于中国人群。

虽然脑脊液检测或淀粉样蛋白PET检查具有极高的诊断能力,但是其侵入性、辐射性的特征、高昂的检测成本与特殊设备的需求在很大程度上限制了其在老年风险人群或轻度认知障碍人群中作为早筛早诊工具的应用。因此,价廉、高效且低创的诊断方式尤为重要。为了提升血液标记物的诊断能力,该研究通过机器学习的方式通过特征筛选队列临床研究指标包括年龄、性别、认知检测量表、APOE4携带情况以及结构核磁数据等,建立了新型的AD诊断模型,即结合P-tau 181与APOE4是否携带以及2个AD特征脑区皮层厚度的指标就能够大大提升诊断能力。这为实现大规模推广AD的早期筛查、精准临床药物试验纳入人群筛选提供了一种简便的诊疗模式。

目前CANDI队列的纵向随访工作已全面启动,基于该队列的疾病及年龄分层特色,未来将与基础研究平台紧密结合,纳入并探索更多新型多组学诊断标记物在临床疾病中的转化及应用,同时基于队列人群开展更精准的临床药物及干预试验项目,为中国人群在衰老及神经退行性疾病的早筛、早诊、早治体系提供有效路径。

中国科大附一医院脑衰老及脑疾病研究中心高峰副研究员、吕心怡主治医师与戴林斌博士后为文章共同第一作者,中国科大生医部及附一院脑衰老中心申勇教授为本文的通讯作者。该研究的合作者包括首都医科大学附属北京天坛医院国家神经系统疾病临床医学研究中心施炯教授和中国科大附一院神经内科汤其强课题组、核医学科汪世存课题组、影像科邓克学课题组。(生命科学与医学部)

中国科大提出中国阿尔茨海默病血液诊断新标准