

中国科大团队发现来自约66亿光年外信号

本报讯 近日,中国科大物理学院天文系薛永泉教授研究组领衔的一项研究,发现了首例双中子星并合形成的磁星所驱动的X射线暂现源,观测到一个持续约7小时的独特X射线辐射信号,这个信号来自约66亿光年外。该成果于4月11日在《自然·天文学》上发表。

中子星是大质量恒星演化后期发生超新星爆炸以后形成的致密天体,是宇宙中最神奇的天体之一。它几乎全部由中子组成,具有超高密度(即核密度,为水密度的上亿倍)、超强磁场(为地表磁场的上亿倍)等极端物理属性,是检验基本物理规律极佳的天然实验室。然而,迄今为止,人们对于中子星自身基本属性(例如物态方程)的认识还是相对模糊的。

双中子星并合的直接产物除了黑洞之外是否还可能是中子星,一直以来尚无定论。



遥远宇宙中神秘磁星的假想图
(图像创作: 王国燕 何聪)

早在2006年南京大学戴子高教授领衔的一项理论研究就预言,如果中子星物态方程足够硬,即压强随着核密度变大而显著增加,则至少应有一些双中子星并合事件在产生引力波暴的同时,会产生大质量毫秒快转的极强磁场中子星(即毫秒磁星,其磁场为地表磁场的上百万亿倍;如图)或者甚至是稳定的

中子星。由于磁星所驱动的X射线辐射基本各项同性,因而如果观测视线与其喷流(会产生短伽玛射线暴)方向夹角较大时,我们将预期看到一个没有对应的短伽玛射线暴、光变曲线具有特征平台期的X射线暂现源,然而这样的天体却从未被发现。

薛永泉教授等人在迄今为止最深、最灵敏的X射线巡天——七百万秒钱德拉南天深场(7Ms CDF-S)里发现了一个新型的X射线暂现源(称为CDF-S XT2,简称XT2;其X射线辐射仅持续了约7个小时),其红移为0.738,即距离我们约66亿光年远。观测数据与理论分析显示表明XT2是首例双中子星并合形成的磁星所驱动的X射线暂现源,且其没有对应的短伽玛射线暴。

论文第一兼通讯作者为薛永泉教授,其硕士研究生郑学琛与美国内华达大学张冰教授为共同通讯作者,北京大学李畔博士与紫金山天文台吴雪峰研究员等人为主要作者。

(物理学院天文系 中科院星系宇宙学重点实验室 科研部)

在基于光和超导量子比特的纠缠态制备方面 中国科大取得重要进展

本报讯 近日,《物理评论快报》在同一期以“编辑推荐”的形式发表了中国科大潘建伟团队在基于光和超导量子体系纠缠态制备方面的两项实验成果:实现了综合性能最优的量子点确定性纠缠光源和国际上最大规模超导量子比特纠缠态12比特“簇态”的制备。

大规模量子计算技术的主要挑战是如何可扩展和高精度地实现量子态的制备与操控。多比特量子纠缠作为量子计算技术的核心指标,一直是国际各研究团队竞相角逐的焦点。然而,要实现多个量子比特的纠缠,需要实验的每个环节(量子态的品质、操控和测量)都保持极高的技术水平,并且随着量子比特数目的增加,噪声和串扰等因素带来的错误也随之增加,这对多量子体系的设计、加工和调控带来了巨大的挑战。

双光子纠缠是可扩展光量子信息处理的核心资源,其性能的主要衡量指标有纠缠保真度、产生和提取效率以及光子全同



图为同时结合高纠缠保真度、高纯度和高全同度的确定性纠缠光源

性。中国科大潘建伟教授及其同事陆朝阳、霍永恒等与国家纳米中心戴庆研究员合作,利用自组装半导体铟镓砷量子点实现了目前综合性能最优的确定性纠缠光源。研究人员通过设计宽带“靶眼”谐振腔,利用双光子脉冲共振激发,首次实现了保真度90%、产生效率59%,提取效率62%,光子不可分辨性90%的纠缠光源。该实验

中发展的高品质纠缠光源技术,未来将可进一步应用于高效率多光子纠缠实验和远距离量子通信等方面。该工作被美国物理学会旗下在线新闻网站“物理”以“量子点器件结合了产生纠缠光源的所有必要的属性”为题进行了精选报道。

在超导量子计算方面,虽然2018年初Google和IBM分别发布了72和50量子比特的量子芯片,但是至今仍未能完整展示量子比特性能和相应的实验结果,主要是因为规模扩展后量子比特间的串扰给实验带来了巨大挑战,成为当前的主要技术难点。潘建伟教授及其同事朱晓波、陆朝阳、彭承志等通过设计和加工高品质的12比特一维链超导比特芯片,并且采用并行逻辑门操作方式避免比特间的串扰,以及热循环操作去除不需要的二能级系统对于比特性能的影响,首次制备并验证了12个超导比特的真纠缠,保真度达到70%,打破了2017年由中科大、浙江大学、物理所联合研究组创造的10个超导量子比特纠缠的记录。这也是目前固态量子系统中规模最大的多体纠缠态,可为下一步实现大规模随机线路采样和可扩展单向量子计算奠定基础。

(中科院量子信息与量子科技创新研究院 合肥微尺度物质科学国家研究中心)

中国科大在红外图像上转换探测 研究中取得新进展

的一种行之有效的方法。史保森、周志远等长期从事结构光场的非线性频率转换相关研究,先后研究了涡旋光束的倍频、和频过程中的传输、演化和守恒特性,并且发展了单光子结构光场的频率上转换探测技术。他们通过在上转换成像过程引入涡旋泵浦光,利用准相位匹配PPKTP晶体作为螺旋滤波和频率上转换介质,成功实现了红外光照射下

物体边缘增强的上转换探测。同时,通过调控非线性过程中的相位匹配,实现了最高2.1倍的视场增强。实验结果与求解非线性耦合波方程数值模拟的结果很好地吻合。

论文第一作者为博士研究生刘世凯。通信作者为史保森教授、周志远副教授。

(中科院量子信息重点实验室 中科院量子信息与量子科技创新研究院 科研部)

中国科大研制出廉价高效电解水催化剂 成果被选为《自然·催化》封面文章

本报讯 4月15日,中国科大吴宇恩教授课题组研制出一种廉价高效电解水催化剂,他们创新性地提出利用抗氧化能力和抗溶解能力强的铂基合金为载体,利用表面缺陷工程技术捕获和稳定单原子的方法成功制备了钉单原子合金催化剂,该钉单原子合金催化剂相对于商业钉基催化剂的过电位降低大约30%,稳定性提高近10倍。该成果被选为本月的《自然·催化》封面文章。

氢气市场化的关键一环,是氢气高效

廉价的制取。其中,电解水是最被看好的制备方式之一。然而,电解水过程中必需的高效廉价的氧气析出催化剂,是当前面临的最困难挑战之一。氧析出常用的商用催化剂是二氧化钛。钛金属市价为240~250元/克,工业上通过二氧化钛电解水制氢成本是33~38元/千克,而转化为相同的能量所需的汽油成本仅为25~29元。这是高能、清洁、廉价氢能源推广的重大阻碍。

相比之下,另一个可作为催化关键元素的钉金属市价为19.5~20.5元/克,地球

储量更丰富,价格更廉价,如果用于工业,能够有效降低氢气制备成本,便于其推广。但在强酸、强氧化性环境中,二氧化钛在高的工作电位下极易被氧化为四氧化钛,从而失去催化活性。最主要原因是,二氧化钛中的晶格氧参与了产物氧气的析出。因此,开发出一种高活性和高稳定的钉单原子催化剂,是解决上述问题最有潜力的途径。

钉基催化剂在酸性氧析出中的稳定性,是一个公认的世界难题。为实现高效

本报讯 最近,陆亚林团队首次研究了多参量复合氧化物量子功能材料中铁电极化和自旋协同作用对OER活性的影响。他们在铁电基体上原位生长了高自旋态的第二相,同时采用了电晕极化技术对电极化进行取向,对表面进行修饰。该工作为提高材料OER性能提供了新的调控自由度,文章在线发表在《自然·通讯》上,陆亚林教授、傅正平副教授、程振翔教授为共同通讯作者,文章第一作者为李晓宁博士。

电催化水分解可以生产高纯度的化学燃料(氢气)来替代化石燃料,是目前最具应用前景的高效清洁能源技术。

过渡金属复杂化合物,包括钙钛矿、尖晶石、层状钙钛矿等结构,不仅地壳含量高、结构稳定、析氧效率高,而且结构、组分以及性能可大幅调节,是很有前途的非贵金属电催化剂。层状钙钛矿氧化物结构,具有电荷-自旋-轨道-晶格等多种物理参数之间的耦合,具有丰富的物理化学性质,及潜在的可调节性和拓展性。近八年来陆亚林课题组通过原子层间嵌入技术,成功将该材料体系拓展到室温下具有铁电-铁磁(轨道-自旋)等多参量共存领域,在国际上率先报道了具有室温以上磁电耦合、室温磁交换偏置、液氮温区铁磁绝缘等单相新材料,创制了一个独具特色的复合多参量材料体系。在此基础上,该团队将多参量复合的概念应用在能源材料性能的调控上,包括光催化和电催化。课题组的傅正平副教授与澳大利亚卧龙岗大学的程振翔教授合作,首先利用中自旋的Co离子替代层状钙钛矿中的高自旋Fe离子,调节了材料的电子及自旋结构尤其是eg轨道电子数量,增强了催化剂的电子电导和对反应基团的吸附能力,大大提高了材料的OER性能。

(国家同步辐射实验室 合肥微尺度物质科学国家研究中心 科研部)

中国科大取得进展
在多参量复合氧化物量子功能材料电催化析氢应用研究上

廉价的电解水制氢,吴宇恩教授团队经过多年实验探索,成功实现将单原子钉嵌入稳定合金载体中,从而制备出高效催化剂。论文第一作者么艳彩博士说,相关实验证实该钉单原子合金催化剂相比于商业钉基催化剂在酸性电解水反应中具有更好的活性、抗过氧化和抗溶解能力。“利用金属/合金载体调控单原子电子结构的策略可以应用于其他反应体系中,这或许能为许多类似的科学问题提供思路。”吴宇恩教授说。

该论文第一作者是么艳彩博士、胡素磊博士后和陈文星博士后,通讯作者是李微雪教授、吴宇恩教授。论文第一单位是中国科大。

(化学与材料科学学院 科研部)