

日前,华西都市报、封面新闻记者从中山大学物理学院获悉,由中山大学物理学院姚道新教授所带领的团队,在国际上首次提出了双层镍氧超导体的多轨道模型,并分析了其电磁性质。这一成果对于理解新型镍基超导体的微观图像和超导机理起到了重要作用。这标志着,继全球率先发现新型双层镍氧化物超导体后,中国科学家又在其机理研究上做出领先成果。值得一提的是,这个研究成果被刊登在物理学顶级期刊《物理评论快报》上。

中国镍基超导体机理研究获重大突破

一种全新的高温超导体

资料显示,1986年,瑞士科学家率先发现一种在35K(-238.15℃)超导的铜氧化物,后经包括中国在内的多国科学家共同努力将超导转变温度提高到了液氮温区。2008年,日本科学家在一种铁砷材料中发现了26K(-247.15℃)以下的超导现象。很快,中国科学家合成出多种铁砷材料,将超导温度突破了麦克米兰极限,走在世界的前列。而这一次,中国科学家发现了全新的镍基超导体。

超导材料具有绝对零电阻、完全抗磁性和宏观量子隧穿效应的特殊性质,具有重要的科学和应用价值,是国际上重要的科学前沿。此前,中山大学王猛教授团队首次发现液氮温区镍氧化物超导体LaNiO₃,引发学界新一轮高温超导研究热潮。

据了解,这种镍基超导体的机理研究意义不仅在于这是继铜氧化物之



中山大学物理学院姚道新教授

后一种全新的高温超导体,更在于通过比较研究,有可能推动科学家破解高温超导机理,设计新的更多更容易应用的高温超导材料,进而实现更加广泛的应用。这对其机理的后续研究显得尤为重要。

开始破译镍氧化物超导机理

中山大学物理学院向记者介绍,姚道新团队此次研究是率先开始破译镍氧化物的超导机理。该论文率先利用密度泛函理论对高压相的双层镍氧超导体

进行了系统性计算,建立了一个双层两轨道模型,准确地反映了费米面和电子能带,表明了层间的强关联特性,分析了镍氧化物超导配对的关键因素。

在此基础上,团队还进一步考虑了氧的轨道贡献,并提出了一个高能11轨道模型,有助于分析镍的超交换过程和氧的掺杂效应。这对于理解双层镍氧超导体的微观图像和超导机理起到了十分重要的作用,为镍氧超导体从实验研究到后续的理论研究搭建了桥梁。

这篇论文正式发表之前,于今年5月在预印本文库arXiv上贴出,随后美国、中国、德国、瑞士、俄罗斯、日本等国家的科研团队都跟进了镍氧超导体的理论和实验研究,而几乎所有的研究都引用了姚道新团队的成果。在他们的理论模型基础上,有关科研团队开展了新型镍氧超导体的超导相关研究,使得该领域蓬勃发展。

华西都市报-封面新闻记者 车家竹 图据中山大学

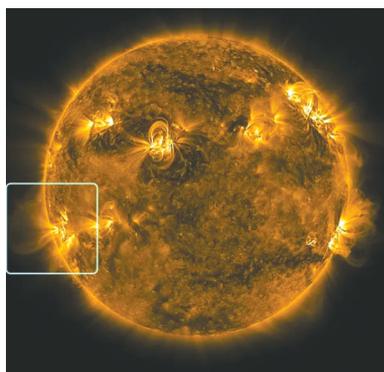
古树年轮记录下已知最强太阳风暴

一支国际研究团队在英国《皇家学会物理学数学工学分会学报·哲学汇刊》日前刊载的论文中说,他们在法国东南部古树年轮中发现迄今已知的最强太阳风暴的证据。那场一万多年前的太阳风暴如果发生在今天,可能会烧毁卫星,严重破坏供电网络,对现代社会而言是场灾难。

古树中的碳-14 揭示超级太阳风暴

来自法国法兰西学院、艾克斯-马赛大学、英国利兹大学等机构的研究人员分析法国东南部阿尔卑斯地区欧洲赤松的亚化石树干,发现1.43万年前年轮中放射性同位素碳-14含量出现前所未见的峰值。研究人员随后从格陵兰岛冰芯中采集样本,测量其中放射性同位素铍-10的含量,将两者进行比较,加以验证。最后,这支研究团队提出,古树年轮中碳-14含量激增由一场超级太阳风暴引发。

太阳风暴是一种自然现象,指太阳的剧烈爆发活动及其在日地空间引发的一系列强烈扰动。这种爆发会释放



这张太阳图片显示,可能引发太阳风暴的“磁绳”就发现于白色方框内的活动区。

大量高能带电粒子,由此产生的粒子流可在一天之内到达地球,在大气层引发一系列反应,导致地球上多种放射性同位素激增。风暴越强,产生的放射性同位素就越多。比如,太空高能粒子与地球大气中的氮原子碰撞时,会产生碳-14,被生物吸收。树木会将捕获到的碳-14部分保存于树干中,导致年轮中碳-14含量激增。而铍-10不会在生物体内留痕,但会保存在格陵兰岛或南

极洲的冰中。研究人员分析这些树木年轮或冰层中的放射性同位素,可以推算出当时太阳风暴的强度。

超级太阳风暴 对现代社会是“灾难”

据利兹大学网站介绍,研究人员已确认过去1.5万年内出现过9场类似的超级太阳风暴,最近的两场发生在公元774年和993年。此次新确认的太阳风暴强度约是最近两场太阳风暴的两倍,可能是卡林顿事件的至少10倍。

卡林顿事件是人类有观测记录以来经历过的最强太阳风暴,发生在1859年9月1日。当时太阳风暴引发的极光非常强烈,包括夏威夷在内的地球低纬度地区都能看到,鸟类则误以为太阳升起开始鸣叫。那时科技应用未像现在这么广泛,所以受到的影响相对较小,即便如此,欧洲和北美的电报系统失灵,一些电报员甚至遭到电击。对这一事件的记录可谓人类研究太阳风暴的开端。

研究人员介绍,1.43万年前地球正处于最后一个冰期,在许多地方,人

类以狩猎、采集为生。论文作者之一、利兹大学应用统计学教授蒂姆·希顿说,那场太阳风暴发生时,“生活在地球上的人可能会先看到明亮的太阳耀斑——空中一道闪光”,数小时后,“他们可能会看到空中出现巨大极光,比现在的极光向赤道方向延伸得更远。但他们不会注意到高能粒子,也不会意识到在经历地磁干扰”。

然而,如果今天出现这样的超级太阳风暴,对现代社会而言将是“灾难性的”。“它们可能对我们的电网造成巨大破坏,可能导致全国范围内持续数月停电。由于高能粒子大爆发摧毁卫星的太阳能电池板,中断我们与卫星的通信,卫星可能永远无法工作,而宇航员和航空业或面临严重的辐射风险。”希顿说,“最坏的情况,这些影响可能使我们的国民生产总值损失数十亿甚至数万亿美元。”

研究人员目前尚不清楚如此强度的太阳风暴发生的原因、频率以及能否预测。有专家认为,了解这种超级太阳风暴对于今后保护全球通信和能源基础设施非常重要。

文图均据新华社

科学家发现宇宙大爆炸初期巨大黑洞

美国科学家发现宇宙大爆炸发生4.7亿年后形成的一个巨大黑洞,其质量接近所在星系所有恒星质量的总和。这项发现或有助科学家了解一些超大黑洞在宇宙诞生初期形成的过程。

哈佛-史密森天体物理学中心科学家阿科什·波格丹领导的团队在距地球132亿光年的UHZ1星系中发现这个黑洞。黑洞形成时宇宙年龄只有现在的3%。相关研究报告11月6日在英国《自然·天文学》杂志刊发。

波格丹团队利用詹姆斯·韦布空间望远镜发现UHZ1星系,通过钱德拉X射线天文台探测到上述黑洞。美国国家

航空航天局11月6日发布消息说,波格丹团队用钱德拉X射线天文台对UHZ1星系观测了两周,发现星系中存在密集、炽热、散发着X射线的气体,这是巨大黑洞正在成长的标志。

位于UHZ1星系前,距地球35亿光年的一个星系起到引力透镜作用,将UHZ1星系中的光线和X射线放大了大约4倍,使得韦布空间望远镜和钱德拉X射线天文台得以捕捉到它们。

波格丹团队说,证据表明,上述黑洞一诞生就巨大无比,质量接近UHZ1星系所有恒星质量的总和。相比之下,附近星系中心位置的黑洞质量通常只

有星系恒星质量总和的千分之一。

研究报告作者之一、耶鲁大学的普里娅姆瓦达·纳塔拉詹说,这是他们“第一次看到一个巨大黑洞在一个短暂阶段质量约等于所在星系恒星质量的总和”,而之后恒星质量总和会超过黑洞质量。

纳塔拉詹2017年曾在理论上预测巨量气体云塌缩导致上述巨大黑洞形成。依照美国国家航空航天局网站说法,本次发现完全印证了纳塔拉詹的预测。

纳塔拉詹预测未来将会发现更多在宇宙大爆炸初期形成的黑洞,为研究宇宙“打开一扇新窗”。

文图均据新华社



“欧几里德”空间望远镜拍摄的宇宙彩色图像。