

“小柯”秀

一个会写科学新闻的机器人

《高能物理杂志》

科学家揭示 引力冲击波对经典场的扰动

俄罗斯杜布纳联合原子核研究所的 D. V. Fursaev 研究团队揭示了引力冲击波对经典场的扰动。11月6日,相关研究成果发表于《高能物理杂志》。

研究团队采用自由标量场作为模型,开发了一种通用方法,用于在线性近似下描述此类几何结构上的经典场论。冲击波引起的扰动存在于波前上方,并且是特征柯西问题的解。该问题在波前上的初始数据由入射场的超平移确定。

研究人员特别关注了由平面前沿引力冲击波产生的点源场的扰动。这里存在非定常扰动转化为出射辐射、引力波撞击源时出现的球面标量冲击波,以及伴随初始引力波的平面标量冲击波3种效应。这一分析适用于一般类别的引力冲击波,包括由零粒子和零膜产生的几何结构。

引力冲击波是一种几何现象,其中横向曲率的分量在波前上表现出突变行为。

相关论文信息:

[https://doi.org/10.1007/JHEP11\(2024\)039](https://doi.org/10.1007/JHEP11(2024)039)

《科学进展》

科研人员揭秘

水下蒸汽喷发引发海啸机制

新西兰奥克兰大学的 Yaxiong Shen 团队报道了水下蒸汽喷发产生波的物理实验及其在火山喷发中的应用。11月8日,相关研究成果发表于《科学进展》。

尽管火山爆发引发的海啸可能是毁灭性的,但水下火山爆发引发海啸的可能性尚不明确。研究团队设计了将加压蒸汽垂直注入水箱的实验,以深明水下火山喷发的蒸汽如何产生海啸。研究人员根据水深、震源强度和持续时间的综合影响,对不同喷发条件下的结果进行划分,确定了浅、中、深3种喷发状态。

浅喷发和中喷发之间的过渡特征是临界深度使海啸波高最大化,而中喷发和深喷发之间的过渡特征是安全壳深度抑制表面扰动。

结果显示,水深和震源强度是控制最大波幅的主要因素,比喷射持续时间和凝结时间的影响更大。实验结果和支持性量纲分析增进了研究人员对水下火山爆发如何形成海啸的理解,同时也为推进海啸产生模型的开发提供了完整的数据集。

相关论文信息:

<https://doi.org/10.1126/sciadv.adk6208>

人为变暖致美国西部 进入温度主导干旱时代

美国加州大学洛杉矶分校的 Rong Fu 团队提出,人为变暖已经在美国西部开启了一个以温度为主导的干旱时代。11月8日,相关研究成果发表于《科学进展》。

从历史角度看,美国西部气象干旱主要由降水不足引起。然而,观测分析表明,自2000年以来,地表温度上升和由此产生的高蒸发需求,对美国西部干旱严重程度和覆盖范围的影响大于降水不足。

研究人员对观测和气候模型模拟数据进行分析,结果显示,干旱期间蒸发需求的增加主要归因于人为变暖,这是干旱严重程度和覆盖范围扩大的主要原因。2020年至2022年,前所未有的美国西部干旱体现了干旱驱动因素的转变,高蒸发需求占其严重程度的61%,而降水不足占39%。

气候模型模拟证实了这一转变,并预测在化石燃料驱动的发展情景下,类似2020年至2022年这样的干旱将从2022年之前的1年多一遇事件,转变为21世纪中期的60年一遇事件,到21世纪后期又将转变为6年一遇事件。

相关论文信息:

<https://doi.org/10.1126/sciadv.adn9389>

《物理评论 A》

光子数编码态经由损耗通道 实现纠缠交换

韩国科学技术研究院的 Yong-Su Kim 和 Wan Zo 团队利用光子数编码态经由损耗通道实现了纠缠交换。相关研究成果11月5日发表于《物理评论 A》。

在这项工作中,研究人员从理论和实验上研究了一种使用光子数编码态的纠缠交换协议,该协议无须光子量子存储器即可有效降低量子通道的损耗。研究人员证明,该协议的成功概率与通道透射率呈线性关系。

此外,他们还发现,虽然不平衡的通道损耗会降低共享纠缠的质量,但可以通过优化调整初始纠缠态补偿这一影响。这项研究结果凸显了光子数编码在实现有损量子网络中稳健纠缠分发的潜力。

在量子网络中,双方之间的远距离纠缠是一种关键资源。然而,量子通道中的光子损失会显著降低纠缠共享的成功概率,后者与通道透射率呈二次方关系下降。虽然利用纠缠交换的量子中继器可以缓解这一问题,但通常需要高性能的光子量子存储器来同步光子量子比特。

相关论文信息:

<https://doi.org/10.1103/PhysRevA.110.052603>

世界首例干细胞治疗恢复人类视力

本报讯 第一批接受重编程干细胞移植手术的4名视力严重受损患者,其中3名在接受干细胞移植后,视力得到了持续一年多的显著改善。另一名患者视力虽有所提高,但并不持续。该手术用于治疗受损的角膜,相关论文11月7日发表于《柳叶刀》。

美国斯克利普斯研究所的干细胞研究员 Jeanne Loring 说:“该研究结果有望治疗更多病人。”

角膜最外层由角膜缘中的干细胞维持,角膜缘为虹膜周围的暗环。当这种重要的再生来源耗尽,即出现角膜缘干细胞缺乏症(LSCD),疤痕组织便会被覆盖角膜,最终导致失明。它可能由眼睛创伤或自身免疫和遗传性疾病引起。

LSCD 的治疗手段有限,通常涉及移植从健康眼睛获得的干细胞衍生角膜细胞,这是一种侵人性手术,结果具有不确定性。当双眼都受到

影响时,可以选择死亡捐赠者的角膜移植,但这有时会被患者的免疫系统排斥。

日本大阪大学的眼科医生 Kohji Nishida 和同事使用了另一种细胞来源——诱导多能干细胞(iPS)进行角膜移植。他们从健康的供体中提取血细胞,并重新编程为胚胎样状态,然后将其转化为一层薄而透明的鹅卵石状角膜上皮细胞。

2019年6月至2020年11月,该团队招募了双眼患有LSCD的两名女性和两名男性,年龄为39岁至72岁。作为手术的一部分,该团队刮掉覆盖在患者一只眼睛的受损角膜上的疤痕组织,然后缝合来自供体的上皮细胞,并在上面放置一个柔软的保护性隐形眼镜。

在接受移植手术两年后,所有受者都没有出现严重的副作用。移植细胞既没有形成肿瘤——这是一种iPS生长的风险,也没有显示出被受体免疫系统攻击的明显迹象,即使在

两名没有接受免疫抑制药物治疗的患者中也是如此。

“移植植物没有被排斥,我们松了一口气,因为这一点很重要。”但美国国立卫生研究院国家眼科研究所研究员 Kapil Bharti 说,还需要进行更多移植,确保干预措施的安全性。

移植后,所有4名患者的视力都立即改善,受LSCD影响的角膜面积也有所减少。除一名患者在一年观察期内表现出轻微逆转外,其他人的情况都得到了改善。

Bharti 表示,目前尚不清楚究竟是什么改善了视力。移植细胞本身可能在受体的角膜中增殖,但也可能是由于移植前去除了疤痕组织,或者移植触发了受体自己的细胞从眼睛其他区域迁移,从而使角膜恢复活力。

Nishida 计划明年3月启动临床试验,以评估这种方法的疗效。目前,全球正在进行其他几项基于iPS治疗眼病的试验。他说:“这



角膜是眼睛的最外层。

图片来源:Patrick Landmann/SPL

些成功的案例表明,我们正朝着正确的方向前进。”

(王方)

相关论文信息:

[https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(24\)01764-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(24)01764-1)

■ 科学此刻 ■

科学家首次提取 庞贝遇难者DNA

研究人员从意大利庞贝古城出土的人类骨骼碎片中,提取到维苏威火山喷发遇难者的DNA。这些遗传数据颠覆了之前关于遇难者身份和关系的假设。

公元79年,火山喷发将庞贝掩埋在火山灰和浮石下。研究人员从火山喷发时遇难者的石膏模型中获得了骨头碎片。这是首次从模型中提取DNA,并揭示了5个个体的性别、血统和家庭关系的细节。11月7日,相关研究成果发表于《当代生物学》。

遗传数据驳斥了一个流传很久的说法——一位母亲抱着孩子死去了。前者手臂上精致的金手镯容易将该个体归为女性。然而,DNA分析显示,他实际上是男性,且与怀抱的孩子没有血缘关系。

论文作者之一、意大利佛罗伦萨大学的人类学家 David Caramelli 说,这一逆转表明DNA可以“重写历史或特定群体的故事”。

美国埃默里大学研究古代DNA的人类学家 John Lindo 表示:“他们确实做得很好,证明这些叙述具有很大偏差,一些判断是在没有真正科学数据的情况下作出的。”

自18世纪对庞贝遗址进行发掘以来,通过在遇难者软组织破损后留下的空腔中浇筑石膏,人们已经制作了100多具遗体的石膏模型。其中许多模型仍然包裹着遇难者的骨头碎片。

在修复这些石膏模型时,研究人员收集到一



工作人员正在处理庞贝古城一名遇难者的石膏模型。

图片来源:Getty

些碎片。其中,来自5个个体的样本获得了完整或部分基因组。Lindo说,研究人员非常幸运,因为“仅仅暴露在火山喷发的高温下就会破坏很多DNA,后来与石膏混合也会使情况复杂化”。

根据DNA分析,这5个人都是男性。分析还揭示了他们之间的关系。例如,佩戴金手镯的人及其抱着的孩子与另外两具遗体一起被发现,他们被认为属于同一个家庭,但DNA分析显示,这些人之间没有生物学联系。作者说,这些发现凸显了基于有限证据的传统解释是多么不可靠。

新数据挑战的另一个解读涉及两个拥抱在一起的人——她们之前被认为是姐妹或母女,但基因分析表明,其中至少有一人是男性。

领导庞贝古城发掘工作的美国辛辛那提大

学的考古学家 Steven Ellis 说:“这项研究提醒我们,那里确实有一些神话需要被揭穿。”他指出,围绕石膏模型建立的大多数叙事都是为了吸引公众兴趣的简化解释。目前关于庞贝的学术研究结果并不一定符合之前对石膏模型的解释,但“石膏模型是庞贝悲剧故事的非凡象征,总能引起轰动”。

研究还证实,从遗传上分析,庞贝古城的人口是多样化的,被分析的5个人是地中海东部移民的后代。“我们从他们佩戴的珠宝、信奉的宗教、房屋的装饰中了解到这一点,但并没有真正从DNA上证明这一点。”Ellis说,“现在我们知道,这是非常重要的信息。”

相关论文信息:

<https://doi.org/10.1016/j.cub.2024.10.007>

私人飞机碳排放量激增

本报讯 一项针对私人飞机使用情况的全球分析显示,过去4年间,私人飞机的数量、飞行次数和飞行距离均大幅增加,加剧了该行业的二氧化碳排放。11月7日,相关研究成果发表于《通讯-地球与环境》。

乘坐私人飞机是最耗能的飞行方式之一。研究人员已探索过航空旅行对气候变化的影响,但很少有研究关注私人飞机在全球范围内产生的影响及气候成本。论文通讯作者、瑞典林奈大学的 Stefan Gössling 指出:“一架大型私人飞机每小时的碳排放量超过了一个人一年的排放量。”

Gössling 及同事收集了2019年至2023年间私人飞机的飞行日志,后者提供了所有航班的实时位置信息。他说,飞行时间数据“与特定机型的燃油使用情况相关联,可以确定排放量”。

分析显示,私人飞机的数量在4年内增加了28.4%,到2023年已接近2.6万架。此外,飞机的总飞行距离也有所增加。尽管二氧化碳总排放量从1070万吨增至1560万吨,但每公里的平均排放量有所下降,这可能归因于飞机喷气系统的效率提升。

此外,近50%的航班飞行距离少于500公里。英国牛津大学的 Milan Klöwer 指出,这样的旅行本可以通过乘坐火车或汽车完成。而且,许多飞行及其产生的排放都集中在一些重大的国际活动期间。例如,在飞往2023年世界经济论坛的595架私人飞机中,有172架还出现在当年的戛纳电影节上;《联合国气候变化框架公约》第二十八次缔约方大会则与644架私人航班有关,排放了约4800吨二氧化碳。

尽管与其他来源相比,私人航班的排放规模较小,但研究认为,其增长速度令人担忧。“很多人说,1560万吨排放量在全球范围内根本不算什么,可以忽略。但我认为,我们应该换个角度思考,如果有的人可以在不计后果的情况下排放数千吨碳,那么其他人为什么要减少自己的碳排放呢?”Gössling 说。

“这项工作在全球变暖和巨大不平等的背景下显得尤为重要。”Klöwer 希望未来的研究能够探讨飞行中的非二氧化碳排放物,如甲烷或二氧化硫。他表示,尽管计算排放物是一个挑战,但这项研究可以提供更清晰的图景,从而揭示私人飞机是如何造成气候变化的。(杜珊妮)

相关论文信息:

<https://doi.org/10.1038/s43247-024-01775-z>

预见未来:“天关”卫星“前传”

(上接第1版)

“对于一名天文学家而言,将望远镜送入太空的机会可能一生只有一次。如果放弃,我们可能会永远失去这个机会。”袁为民表示,“更重要的是,也将失去中国在X射线时域天文学上领先的机会。”他们欣然接受“赌局”,决定咬牙继续坚持,在这一领域深耕细作,争取实现技术上的突破。

“爱因斯坦探针”

转折点在2012年12月7日到来。那天,袁为民得知,中国科学院正在征集空间科学先导专项二期中小型卫星背景型号项目。思考了一晚上,第二天,他给张双南和张臣发了一封电子邮件,提出研制一颗卫星的想法。

邮件中写道:“我们可以现有空间站设计的监视器的基础上,增加一个小视场望远镜,这会为暂现的物理研究带来巨大帮助。当然,这样做会伴随一定风险。即使不增加,也会有开创性的成果。”很快,他收到张双南的回复:“这是一个不错的提议。”

从此,他们的目标从一台空间站搭载的载荷“升级”为一颗卫星。

很快,袁为民邀请张双南、美国内华达大学拉斯维加斯分校教授张冰、国家天文台研究员魏建彦和张臣等国内外几位专家,召开了第一次讨论会。头脑风暴之后,他们确定了卫星的科学目标,包括暂现天体巡天、黑洞吞噬恒星、引力波电磁对应体。当时设定的这些目标一直延续至今。

“科学目标都是爱因斯坦相对论的预言,这颗卫星就叫‘爱因斯坦探针’吧!”张双南的提议得到了大家的赞成。“探针”一词源于英文单词“probe”,在天文学中通常指的是一种专门用来探测特定宇宙天体现象的小型设备。

10多年后的今天,为充分体现中国在暂现天体现象记录方面的深厚渊源和对世界天文学的卓越贡献,卫星定名为“天关”。

2013年1月,在袁为民的带领下,科研团队如期提交申请书。经过几轮竞争性遴选和波折,2013年6月,他们最终以先进的科学目标、创新的技术和扎实的论证,获得空间科学先导专项二期背景型号的入场券。袁为民担任卫星首席

科学家。

背景型号与立项论证

2014年1月至2016年中,项目处于背景型号研究阶段,开展科学目标论证、关键技术攻关和载荷初步设计。

科学目标论证至关重要。“空间卫星研发周期很长,这决定了我们不仅要证明这颗卫星在当前是先进的,更要确保它在未来多年内仍然领先。”为此,袁为民组建起一个由60多位专家组成的工作组,并邀请张双南、时任南京大学教授戴子高等几位知名学者作为顾问。

同样重要的是,设计什么样的载荷仪器才能实现这些科学目标。这是一个不断迭代的过程,科学团队向仪器团队提出科学需求,再根据仪器团队的设计反馈评估目标是否能实现。

那么,如何突破核心关键技术?如何在技术边界和经费限制的约束下,仍然确保科学研究能够达到国际一流?袁为民、张臣和团队遇到前所未有的挑战。

2014年5月,袁为民等学者与“国际空间科学研究所—北京分部”联合举办了一场国际论坛。论坛上,“天关”卫星的科学前景、设计和技术进展获得了该领域国际顶尖科学家的高度认可,卫星首次被推向国际舞台。

经过两年半艰苦卓绝的努力,团队完成了背景型号研制。

接下来又是一年半艰难的立项论证阶段。在这一关键时期,项目得到了国内外同行大力支持,特别是时任中国科学院国家空间科学中心主任吴季、中国科学院院士陈建生和李惕碚,以及莱斯特大学教授奥布莱恩和威林加尔、美国国家航空航天局“雨燕”卫星负责人尼尔·盖伦斯、日本MAXI设备负责人松冈、中法卫星空间