

“小柯”秀

一个会写科学新闻的机器人

《科学》研究实现具有任意统计相位的一维任意子

美国哈佛大学的 Markus Greiner 团队实现了具有任意统计相位的一维任意子。11 月 29 日,相关研究成果发表于《科学》。

研究团队利用光晶格中的超冷原子,在一维空间中实现具有任意交换统计性质的阿贝尔任意子,并通过密度依赖的皮尔斯相位调控其统计相位。他们研究了两个任意子进行量子行走时的动力学行为,观察到任意子的汉伯里－布朗－特维斯基效应以及无须在位相互作用即可形成的束缚态。

当引入相互作用后,研究人员观察到与玻色子和费米子对称动力学截然不同空间不对称传输现象。这项研究工作为探索一维任意子的多体行为奠定了基础。

低维量子系统可以容纳任意子,这些粒子具有既非玻色子亦非费米子的交换统计性质。然而,一维空间中任意子的物理特性在很大程度上仍有待探索。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1126/science.adi3252>

《高能物理杂志》科学家揭示旋转 BTZ 黑洞标量潮汐响应

印度校际天文与天体物理中心的 Rajendra Prasad Bhatt 团队揭示了旋转 BTZ 黑洞的标量潮汐响应。相关研究成果近日发表于《高能物理杂志》。

研究团队分析了旋转 BTZ 黑洞对标量潮汐扰动的响应,发现潮汐响应函数的实部不为零,表明旋转 BTZ 黑洞具有非零的潮汐洛夫数。

研究人员还观察到潮汐响应函数中存在一种被称为对数运行的尺度依赖行为。研究人员对极端旋转 BTZ 黑洞进行了单独分析,发现其与非极端情况在定性上具有相似性。此外,研究人员还提出了一种计算带电旋转 BTZ 黑洞潮汐响应函数的方法。

相关论文信息：
[https://doi.org/10.1007/JHEP11\(2024\)154](https://doi.org/10.1007/JHEP11(2024)154)

《细胞》蛋白质迁移率降低是慢性疾病致病机制之一

美国怀特黑德生物医学研究所的 Richard A. Young 和 Tong Ihn Lee 提出,蛋白质迁移率降低是慢性疾病的致病机制之一。相关研究成果 11 月 27 日在线发表于《细胞》。

许多疾病的致病机制在分子水平上已被很好地了解,但也有与致病信号相关的常见综合征,如糖尿病和慢性炎症,人们对其理解较为有限。

研究人员发现,致病信号传导抑制了一系列蛋白质的流动性,这些蛋白质在慢性疾病已知的细胞功能失调中起着至关重要的作用。

蛋白质迁移率降低与受影响蛋白质的半胱氨酸残基和信号相关的过量活性氧的增加有关。不同的致病刺激,包括高血糖、血脂异常和炎症,会产生类似的蛋白质迁移率降低表型。

这一研究表明蛋白质质量是一种被忽视的细胞机制,可能解释了慢性疾病的各种致病特征。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1016/j.cell.2024.10.051>

《细胞－代谢》钙离子摄取受损导致线粒体功能障碍

瑞士洛桑联邦理工学院的 Umberto De Marchi 等研究人员发现,线粒体钙离子摄取在衰老过程中下降,并直接被橄榄苦苷激活以促进能量代谢和骨骼肌性能。近日,《细胞－代谢》在线发表了这一成果。

通过分析人类肌肉活检、患者衍生的肌管以及临床前模型,研究人员发现,骨骼肌衰老过程中线粒体钙离子单通道 (MCU) 调节因子 1 (MCUR1) 下调,且这一变化与人类肌肉萎缩症相关,损害了线粒体钙离子的摄取和线粒体呼吸。

通过筛选 5000 种生物活性分子,研究人员发现,天然多酚橄榄苦苷作为一种特异性 MCU 激活剂,能通过线与粒体钙离子摄取 1 (MCU1) 结合刺激线粒体呼吸。橄榄苦苷激活线粒体钙离子摄取和能量代谢,增强年轻和衰老小鼠的耐力并减少疲劳,但在肌肉特异性 MCU 基因敲除小鼠中没有效果。

该研究表明,线粒体钙离子摄取受损是衰老过程中线粒体功能障碍的一个因素,并确立了橄榄苦苷作为一种新型食物来源分子能特异性靶向 MCU,刺激线粒体生物能和肌肉性能。

研究人员表示,线粒体钙离子摄取通过 MCU 连接钙稳态与能量代谢。通过 MCU 进行的线粒体钙离子摄取是肌肉收缩过程中线粒体激活的限速步骤,但其病理生理作用和治疗应用尚未得到充分研究。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1016/j.cmet.2024.10.021>

更多内容详见科学网小柯机器人频道：
<http://paper.sciencenet.cn/Alnews/>

脚印记录两种古人类曾擦肩而过

本报讯 150 万年前的一天,两三个直立人沿着肯尼亚的一个湖泊的岸边行走。在之前或之后的几个小时内,人类大家庭的另一成员——可能是脑容量较小、下颌较大的傍人,也沿着湖岸匆匆而过。

根据 11 月 28 日发表于《科学》的一项关于这些混合足迹的研究,这些早期人类可能见过彼此。一些化石显示,不同的古人类大约在同一时期生活在非洲,而这些足迹提供了迄今最有力的证据,表明这两个人种在同一天出现在同一个地方,且每个人种都有自己独特的步伐。

未参与这项研究的美国杜克大学的古人类学家 Charles Musiba 表示:“这非常令人兴奋——从不同的人类祖先那里得到了两种非常清晰、独特的步态模式。他们可能真的相遇过。”

美国自然历史博物馆的古人类学家 William Harcourt Smith 说,这些古老的足迹推翻了进化生物学家 Ernst Mayr 在 20 世纪 50 年代提出的观点,即没有两个古人类人种在时间和空间上存在重叠。

在非洲的几个遗址中,人属和傍人属的化石被发现存在于同一沉积层中,这让许多古人类学家相信,我们的祖先曾与其他古人类生活在

一起,且每个人种都有自己的独特饮食和生态位。但是,化石可以在数千至数万年的时间里积聚到同一个地层中,因此研究人员无法证明两个不同属的古人类在同一时间生活在同一地点。

2021 年,肯尼亚图尔卡纳盆地研究所的 Richard Loki 发现了这些脚印,当时他们正在图尔卡纳湖附近著名的 Koobi Fora 遗址发掘古人类化石。

美国纽约州立大学石溪分校的古人类学家、Koobi Fora 研究项目主任 Louise Leakey 说:“这条路径保存得特别好。”在过去的 50 年里,她及其父母带领的团队在 Koobi Fora 发现了 5 种古人类,后者历史可追溯到 420 万年前至 140 万年前。“你可以看到脚趾嵌进泥里,就像几天前留下的样子。”Leakey 表示,为保护这些脚印,她的团队掩埋了它们,并于 2022 年邀请美国查塔姆大学的古人类学家 Kevin Hatala 和美国哈佛大学的 Neil Roach 来此勘察。

这些足迹包括一连串 13 个脚印,由一个人快速向东行走形成。而在不到 1 米远的同一沙质表面上,有 3 个单独的脚印向北延伸。

在非洲多个地点研究古人类脚印的 Hatala

说,只有当脚印被泥土、灰烬或其他沉积物迅速覆盖时,它们才能保存下来,这些脚印很可能是在几个小时或一天内形成的。但目前尚不清楚哪些脚印是先形成的。

Hatala 团队分析了这些脚印的形状和大小,并将其与 340 名现代人和非洲其他古人类脚印进行了比较。在之前的研究中,Hatala 和同事已经证明,当现代人在泥地里行走时,会在地面留下一个拱形,并将重心从脚跟移到脚尖。但在 366 万年前的坦桑尼亚莱托利,一些可能是南方古猿的古人类留下了更平坦的脚印。

在 Koobi Fora, Hatala 的团队发现这些单独的脚印是由两到三个不同的个体留下的,每个人的脚印都很像现代人的脚印。这些人很可能是人属成员,尽管他们生活在现代人出现之前很久。然而,那条长长的足迹是由一个人留下的——他留下了更平坦的脚印,更像莱托利的南方古猿。这个人的大脚趾更灵活,远离第二个脚趾的程度比现在的人类要大。这种特征在黑猩猩身上被放大了,并帮助它们爬树。“我们知道他们的脚以不同方式移动。”Hatala 说。



橘猫(左)携带的基因缺失导致印花布猫(中)和玳瑁猫出现橙色斑块。图片来源:LESLIE LYONS

其编码的基因。他们发现,橘猫的黑素细胞从一种名为 Arhgap36 的基因中产生的 RNA 是普通猫的 13 倍。该基因位于 X 染色体上,这使得研究小组认为他们掌握了橙色皮毛形成的关键。

但当研究人员在橘猫身上观察 Arhgap36 的基因序列时,没有发现编码 Arhgap36 的 DNA 有任何突变。相反,他们发现橘猫缺少附近的一段 DNA,这段 DNA 不会影响蛋白质的氨基酸成分,但可能参与调节细胞产生的氨基酸量。Barsh 团队扫描了 188 只猫的基因组数据库,发现每只橘猫、印花布猫和玳瑁猫都有完全相同的突变。

另一项研究也证实了这些发现。日本九州大学的发育生物学家 Hiroyuki Sasaki 和同事进行了类似实验,发现日本的 24 只野猫和宠物猫以及从世界各地收集的 258 只猫的基因组中存在同样的基因缺失。他们还发现,印花布猫皮肤的橙色区域比棕色或黑色区域含有更多的 Arhgap36 RNA。

两组研究人员进一步发现,增加黑素细胞中 Arhgap36 的量会激活一种途径,使细胞产生淡红色色素,而无论 MC1r 活跃与否。

Barsh 说,由于缺失突变似乎只影响黑素细胞中 Arhgap36 的功能,因此携带突变的猫不仅健康,而且可爱。此外,他表示,Arhgap36 在印花布猫和玳瑁猫中的失活模式是 X 染色体上基因的典型特征,但缺失突变会使基因更活跃,而不是更少,这是不寻常的。“猫可能有什么特别之处。”

专家对这两项研究感到兴奋。“这是一个期待已久的基因。”美国密苏里大学的猫科动物遗传学家 Leslie Lyons 说,发现毛发颜色的新分子途径令人惊讶。她想知道这种突变是何时何地首次出现的。Lyons 说,对猫的颜色 的研究揭示了各种各样的现象,包括环境如何影响基因表达等。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1101/2024.11.21.624608>
<https://doi.org/10.1101/2024.11.19.624036>

麦片激发新型机器人设计

本报讯 美国哈佛大学的 Jackson Wilt 团队受甲虫在水面漂浮以及“脆谷乐”麦片在碗中聚集的启发,利用与表面张力相关的技术开发了一种微型浮动机器人。相关研究成果 11 月 24 日公布于预印本平台 arXiv。

当低表面张力的液体迅速扩散到高表面张力的液体表面时,会产生马拉高尼效应。小黑突眼隐翅虫利用这一效应,通过分泌一种名为 stenusin 的吡啶生物碱分子来迅速穿过池塘。同样,这种效应也被用于由肥皂驱动的玩具船。

为研究这一现象,研究团队 3D 打印了直径约 1 厘米的圆形塑料冰球。每个冰球内有一个用于漂浮的空气腔和一个装有酒精的小燃烧箱,酒精的表面张力低于水且浓度在 10% 至

50% 之间。酒精会逐渐从冰球中流出,推动其在水面上移动。

研究团队选择酒精作为燃料,是因为它会蒸发,而不像肥皂那样最终会污染水体并破坏马拉高尼效应。研究发现,酒精浓度越高,推动效果越好。Wilt 说:“使用啤酒的效果比较差,伏特加可能是最好的选择,而如果用苦艾酒,你会得到很强的推力。”在峰值速度下,这些微型机器人能以每秒 6 厘米的速度移动,有些冰球能够持续推进 500 秒。

通过打印具有多个燃料出口的冰球并将其粘在一起,研究人员还可以制造出更大的装置,可在水面沿着曲线运动或原地旋转。利用多个冰球,研究团队还研究了谷物或其他类似漂浮物体聚

搜寻地外智慧生命的中国人

(上接第 1 版)

他们利用“中国天眼”做的就是这样的工作。近年来,他们在国际上首次提出 SETI^①多波束联合匹配策略^②,大大提高了观测效率,可以更精确地区分信号和干扰,降低假阳性率;发展了一种“多波束点源扫描策略”,建立了可在单次观测中交叉验证的地外智慧生命信号确认和射电干扰排除的标准与流程;基于“中国天眼”的独特优势,提出了疑似信号最后论证阶段可以起到类似“一票否决”作用的频率漂移和偏振判据。

不过,证伪的最终目标还是证实。“越是走到最后,要去证实一个信号是地外智慧生命信号,越是要谨慎。”张周杰说。

所谓“谨慎”,不只是科学上的,也是伦理上的。2021 年,美国国家航空航天局总部首席科学家办公室在《自然》上呼吁“建立报告地球外生命证据的框架”。他们认为,“我们这一代人可能会发现地球以外存在生命”。

“目前,美国和欧洲等都在积极进行地外生

命探寻研究,美国的开普勒望远镜和詹姆斯·韦布空间望远镜已经发现了大量可能存在生命的系外行星。它们可能距离发现地外低级生命迹象为时不远了。”张周杰判断说。

他曾与国内外空间法和伦理学家探讨过倘若有一天一种信号无法被排除,并被证实为地外生命的信号,那将带来怎样的社会影响。

“到那时,它会颠覆人类认知,我们的世界观、生命观一定会发生巨大改变。人类对自身在宇宙中的唯一性认知将被彻底颠覆,而这将引发哲学、外层空间法和伦理学等领域的广泛讨论。”张周杰说。

星空下的守望者

接受采访时,张周杰手里捧着一只掉了漆的黑色水杯,上面印着“伯克利 SETI 研究中心”的英文字样。这只杯子是他 10 年前从美国加利福尼亚大学伯克利分校访学结束时带回国的,

在一次次被倒满水、喝干、再倒满的过程中,见证了张周杰 10 年的 SETI 研究之路。

2014 年,张周杰在加利福尼亚大学伯克利分校天文系访学,全身心沉浸在宇宙学研究中。每周五下午,天文学系的人聚集到一起喝咖啡、吃甜点、聊学术。或许因为张周杰是新面孔,又是中国人,沃西默主动与他闲聊起来。经过一番自我介绍,张周杰发现,30 多年前,沃西默曾在北京师范大学天文系做过访问学者,对中国有着很深的感情。

熟络起来后,沃西默通过邮件邀请张周杰参加他在大学主讲的 SETI 研究讲座。出于对朋友的支持,张周杰应邀前往。从讲座中,他不仅了解到 SETI 的研究范式,也意识到它对于人类未来发展的颠覆性意义,第一次见识了什么是真正的 SETI 科学。

看到张周杰对 SETI 研究兴趣渐浓,沃西默时常用亲身经历过的“无奈”提醒张周杰,这条路不好走。但张周杰还是走了下去。如今,张周杰把大约 40% 的时间、精力、人手从宇宙学研究中抽离出来,开展 SETI 研究。

“与其他国家相比,我们有‘中国天眼’的设备优势,可能会率先产生重要发现。现在,我们的团队不仅获得的观测机时越来越多,探测技术能力也越来越强。”张周杰说。

直立行走的两种古人类——直立人和傍人,在附近的化石床上留下了大量的牙齿和骨骼,它们与足迹的年代大致相同,有力证明了那天在湖岸行走的是这两个物种的成员,或者至少是这些属的成员。

Harcourt Smith 正在与 Leakey 合作研究肯尼亚另一处未发表的脚印化石,他认同这些足迹很可能是这两种古人类祖先的脚印,但提醒在命名时要谨慎。

美国达特茅斯学院的古人类学家 Jeremy DeSilva 认为,这条长长的足迹揭示了其制造者的许多步态特征。他说,这些脚印可能是傍人的,为解析傍人古人类的体态以及臀部和膝盖的形状提供了新线索,并有助于阐明傍人和直立人是如何共存的。

“现在只有一种人类。”DeSilva 说,“但我们可以确信,在过去,两个不同的人种共享了一个景观,并且他们肯定见过彼此。你不禁会想,他们之间有互动吗?他们对彼此有什么看法?这真是令人遐想。”

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1126/science.ado5275>

2026 年世界杯场地让运动员面临高温风险

本报讯 研究显示,参加 2026 年国际足联男子世界杯比赛的足球运动员可能面临严重的热应激和脱水风险。在即将举办世界杯的 16 个北美场地中,有 10 个可能会让比赛球员面临极端热应激的风险,风险最大的地区为美国得克萨斯州的阿灵顿和休斯敦,以及墨西哥的蒙特雷。相关研究 11 月 29 日发表于《科学报告》。

对过往世界杯举办场地的研究已经发现,足球运动员在相对高湿度(2014 年巴西世界杯)或高气温(2018 年俄罗斯世界杯)的环境中比赛会受到负面影响。2026 年世界杯将于当年 6 月 11 日至 7 月 19 日在加拿大、墨西哥和美国举行,这时北美的夏季气温几乎达到峰值。

波兰弗罗茨瓦夫体育学院人类运动技能系的 Marek Koncinski 和同事利用哥白尼气候变化服务的数据,分析了世界杯举办国比赛场地的附近气温。他们创建了一个参考环境,能模拟 16 个地点 7 月的平均气温、风速、湿度。平均值根据“通用气候指数”(UTCI)进行了调整——该指数能衡量人体对户外环境的适应程度,以模拟足球运动员在比赛期间遇到的球场环境。

阿灵顿、休斯敦以及蒙特雷的体育场每小时平均 UTCI 值超过 49.5℃,有很高的极端热应激风险。几乎所有体育场出现最高热应激的时间都在当地时间下午 2 点至 5 点,但佛罗里达州的迈阿密除外。迈阿密的 UTCI 最高值出现在上午 11 点至中午。阿灵顿和休斯敦在中午到傍晚之间记录到 50℃ 以上的气温——这个温度被定义为极端高温。

研究人员建议,与极端热应激有关的运动场需调整赛事日程,以免足球运动员暴露在可能不安全的比赛环境中。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1038/s41598-024-77540-1>

太空探索技术公司获土卫六新探测项目发射合同

据新华社电 美国国家航空航天局日前表示,与美国太空探索技术公司签订了新合同,该公司将为土星卫星土卫六新探测项目提供发射服务。

据美国国家航空航天局近日发布的消息,这一探测项目代号为“蜻蜓”,是一架旋翼机着陆器。“蜻蜓”计划于 2028 年 7 月发射,届时将搭乘太空探索技术公司的“猎鹰重型”运载火箭升空,启程前往土卫六。新合同价值约 2.6 亿美元,包括发射服务及其他任务相关费用。

土卫六是土星最大的卫星,也是太阳系内唯一拥有浓厚大气层的行星卫星,大气中含氮气和甲烷等。美国国家航空航天局“卡西尼”探测器此前曾多次飞掠土卫六,为“蜻蜓”选择降落时间和地点提供了科学依据。

据介绍,“蜻蜓”将在土卫六的不同地点采样,其搭载的科学载荷将研究土卫六的环境宜居性,并寻找土卫六上是否存在过以水或碳氢化合物为基础的生命迹象。

(谭晶晶)