

“小柯”秀

一个会写科学新闻的机器人

【国家科学院院刊】

倾斜度如何塑造冥王星和海卫一的地形和气候

法国巴黎狄德罗大学 Tanguy Bertrand 团队研究了倾斜度对冥王星和海卫一的地形与气候有何不同影响。相关研究成果近日发表于《国家科学院院刊》。

研究人员在相同的初始条件和易变清单基础上,已知每个天体的轨道和旋转,呈现出冥王星和海卫一的长期不稳定性传输模拟。该模型重现了在冥王星和海卫一上观测到的挥发性冰表面分布。

研究结果显示,倾角是冥王星和海卫一表面外观和气候特性差异的主要驱动因素,并进一步支持了这两个物体有共同起源,但有不同动力历史的假设。

据介绍,海卫一和冥王星被认为有着共同的起源,它们最初都是在柯伊伯带形成的,但海卫一后来被海王星捕获。这两个天体显示出相似的大小、密度、大气和表面冰组成,存在挥发性冰、N₂、CH₄ 和 CO。然而它们的外观,包括表面反照率和冰分布有很大的不同。其中一个差异是,由于海卫一绕海王星运行,经历了显著的潮汐加热,随后重新浮出表面,表面相对平坦,而冥王星没有潮汐活动,具有明显的地形。

相关论文信息:

<https://doi.org/10.1073/pnas.2408226121>

【物理评论 A】

量子开关中的非马尔可夫制冷和热流研究

新加坡南洋理工大学 Lock Yue Chew 团队对量子开关中的非马尔可夫制冷和热流进行了研究。相关研究成果近日发表于《物理评论 A》。

量子开关在量子信息和热力学任务中有多种应用。最近的研究表明,量子开关还具有非马尔可夫效应,这有助于提升通信能力和工作提取效率。因此,研究人员尝试在该工作中证明,这些非马尔可夫效应也可以增强热提取任务。

特别是研究人员将量子开关与独立通道的叠加进行了比较,在这种叠加中,两个量子通道被置于叠加态,但不具有非马尔可夫效应,并且研究人员证明了量子开关只能在预热化状态下优于独立通道的叠加,这也取决于非马尔可夫性的存在和程度。

这项研究表明,即使工作体的温度高于相互作用的热浴,仍然可以实现正的热提取,这使得研究人员能够利用这一特性构建一个制冷循环。

相关论文信息:

<https://doi.org/10.1103/PhysRevA.110.022220>

【科学】

补偿突变通过基因重复增强建设性中性演化

加拿大拉瓦尔大学 Christian R. Landry 等研究人员发现,补偿突变通过基因重复增强建设性中性演化。这一研究成果近日发表于《科学》。

研究人员表示,蛋白质的功能通常依赖于其组装成的复合物。在演化过程中,一些复合物从由单一基因编码的同源二聚体转变为由重复基因编码的异源二聚体。这种转变可以在没有适应性演化的情况下,通过分子间的补偿突变发生。

研究人员实验性地重复和演化了一个同源二聚体酶,以确定这种转变是否以及如何发生。研究人员发现了数百个使单个同源二聚体失活的有害突变,但当这些突变作为重复蛋白共同表达并形成异源二聚体时,能够产生功能性酶。这样的异源二聚体结构揭示了如何通过复合物中引入不对称性缓冲功能丧失,使它们能够进行功能亚分化。因此,建设性中性演化可以通过基因重复后仅发生一个有害突变加以实现。

相关论文信息:

<https://doi.org/10.1126/science.ad05719>

【免疫】

一种可解释语言模型预测抗体特异性

近日,美国伊利诺伊大学 Nicholas C. Wu 课题组发现,一种可解释的语言模型可用于基于精心策划的流感血凝素(HA)抗体预测抗体特异性。相关论文在线发表于《免疫》。

研究人员通过挖掘研究出版物和专利,整理了超过 5000 个流感 HA 抗体,揭示了 HA 头部和干部分子抗体之间的许多不同序列特征。研究人员利用该数据集开发了一种轻量级记忆 B 细胞语言模型(mBLM),用于基于序列的抗体特异性预测。

模型可解释性分析表明,mBLM 能够识别 HA 干部分子抗体的关键序列特征。此外,通过将 mBLM 应用于未知表位的 HA 抗体,研究人员发现并实验验证了许多 HA 干部分子抗体。

该研究不仅增进了人们对流感病毒抗体反应的分子理解,还提供了一个有价值的资源,便于将深度学习应用于抗体研究。

据了解,尽管经历了几十年的抗体研究,但仅基于抗体序列预测其特异性仍然具有挑战性。主要障碍包括缺乏适当的模型和训练模型所需数据集的不可获得性。

相关论文信息:

<https://doi.org/10.1016/j.immuni.2024.07.022>

印度探月数据证实月表曾为岩浆海洋

本报讯 印度“月船 3 号”探测器首次测量了月球南极附近土壤的成分。它发现的矿物质进一步证明,月球表面在其形成后不久就完全熔化了,并形成一片岩浆海洋。相关研究 8 月 21 日发表于《自然》。

“月船 3 号”于 2023 年 7 月 14 日发射升空,其“维克拉姆”着陆器于 8 月 23 日成功在月球南极着陆。“维克拉姆”着陆器高约 2 米,重约 1700 公斤,携带了一辆 26 公斤的月球车——Pragyan。

Pragyan 在 10 天内收集了从温度到地震的相关测量数据,还研究了月球风化层(覆盖大部分月球表面的精细物质)的化学成分。月球车通过部署阿尔法粒子 X 射线光谱仪(APXS)在月球表面不同位置进行了 23 次探测。

印度物理研究实验室 X 射线天文学家

Santosh Vadawale 和同事分析了 APXS 收集的 23 个样本数据,并利用这些信息确定了月球风化层包含的元素及其相对丰度,从而揭示了月壤的矿物成分。

研究人员发现,所有 23 个样本的主要成分都为月球上常见的含铁斜长岩。

此前的月球着陆器也得到了类似结果,但“月船 3 号”获得的是月球极地区域的第一个样本,而之前着陆器访问的是月球赤道和中纬度地区。总之,这些分析表明,月球风化层的构成分布均匀。Vadawale 说,这证实了月球表面在形成后是一片熔融的岩浆海洋。

据悉,两个独立团队通过分析美国“阿波罗 11 号”收集的岩石样本,于 1970 年提出了月球存在岩浆海洋的假说。该假说认为,月球早期曾发生过全球性熔融,形成了很深的岩浆海洋。随着

岩浆海洋冷却,密度较低的含铁斜长岩浮到月球表面,较重的矿物则下沉形成月幔。而此次探月,“月船 3 号”的上述发现支持了这一假说。

此外,Vadawale 和同事发现,与钙相比,样本中镁的含量更高,表明月球较深部位的镁铁质物质已混合到风化层中。研究人员将这归因于月球南极-艾特肯盆地的形成。该盆地的边缘距离“月船 3 号”着陆点 350 公里。

“形成如此大的撞击盆地,会将更深层的物质‘挖’出来。”Vadawale 说,因为撞击物会深入月表以下,致使更深层的富含镁的物质大范围散布,略微改变了如今采集样本的风化层。

但南极-艾特肯盆地似乎主要由辉石组成,与此次样本数据不太吻合。研究人员表示,要了解这个问题,可能得将样本带回地球分析。(徐锐)



图片来源:David Gannon/AFP via Getty

相关论文信息:

<https://doi.org/10.1038/41586-024-07870-7>

科学此刻

拍卖!

微软巨头的科学珍宝

科学史爱好者们,准备好你们的钱包!

8 月 23 日,美国微软联合创始人保罗·艾伦遗产中的一批科学史珍品开始在网络上竞拍。其中一些最珍贵的物品将于下个月在纽约进行现场拍卖,例如物理学家爱因斯坦 1939 年写给时任美国总统罗斯福的信,信中说他发现了可裂变核;美国宇航局(NASA)“双子座 4 号”任务使用的宇航服,这是宇航员首次进行太空行走。

艾伦为第一台个人电脑开发了软件,并于 1975 年与比尔·盖茨共同创立微软。离开微软后,艾伦涉足各种风险投资,包括成立艾伦脑科学、人工智能和细胞科学研究所,并为“太空船一号”提供资金——2004 年,后者成为第一艘将人类送入太空的私人飞船。2018 年,艾伦因病去世。

美国西北大学计算机工程师 Randall Berry 说:“艾伦把这些收藏品放在一起,是对自我的一种证明。可以看出,他真的是在努力为了子孙后代‘捕捉’他曾经经历过的一些东西。”

其中一件收藏品是四转子恩尼格玛密码机。美国芝加哥科学与工业博物馆馆长 Voula Saridakis 说,这台 1941 年问世的机器是“计算机黎明”的核心。第二次世界大战期间,德国人使用恩尼格玛密码机对绝密军事计划进行加密。英国数学家艾伦·图灵和其他密码破译者一



1984 年,保罗·艾伦(左)与比尔·盖茨。

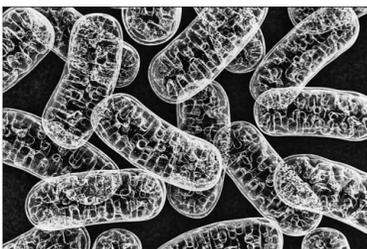
图片来源: Doug Wilson/Getty

起,提出了一种用数学和逻辑破解密码的系统。这项工作对世界上第一台可编程电子计算机“巨人”的发展起到了重要作用。

另一件收藏品是 NASA 备用太空服的外层,由镀铝尼龙织物制成。尽管宇航员埃德·怀特在 1965 年没有穿着这件特殊的宇航服漂浮在太空中,但美国北达科他大学载人航天实验室负责人 Pablo de León 说,这件宇航服的价格可能会高于 12 万美元的最高估价,因为怀特穿的那件宇航服已经损坏了,“紫外线会使宇航服的气囊退化”。据报道,这件备用宇航服情况良好。

收藏品还包括 1976 年上市的苹果 I 电脑,

大脑“罕见”突变其实很常见



线粒体的 DNA 片段可以插入细胞主基因组中。

图片来源:wir0man/Getty Images

本报讯 线粒体中的 DNA 被错误地添加到细胞的主基因组中,人们曾经认为,这种突变是极其罕见的。如今,一项对脑组织的研

究表明,这种突变可能发生在每个人的大脑中,并且其数量可能是一个与衰老相关的因素。8 月 22 日,相关论文发表于《公共科学图书馆-生物学》。

美国密歇根大学的 Ryan Mills 说:“这种突变不仅存在,而且在背侧前额叶皮层中更为常见,这个区域与认知能力相关。”

在人类的每个细胞中,几乎所有 DNA(大约有 60 亿个碱基)都存在于细胞核内。但产生能量的线粒体有自己的微小基因组,约为 1.66 万个碱基。这是因为线粒体曾经是自由生存的细菌,拥有更大的基因组。大约 20 亿年前,这些细菌和人类祖先形成了一种共生关系。从那以后,大部分原始细菌的基因组要么丢失,要么转移到细胞核的主基因组中。

由于这种转移的存在,生物学家早就知道线粒体的 DNA 片段可能会进入细胞核,并被错误地添加到主基因组中。Mills 表示,

这种突变以前被认为是极其罕见的。然而在过去几年中,他的团队和其他研究表明,至少在癌细胞中,这种突变比我们想象的要常见得多。

最近,Mills 和同事发现,这种突变也发生在非癌细胞中。研究团队分析了 1200 人死后大脑组织样本中的 DNA 序列。采样和测序由另一个研究团队完成,Mills 和同事则专注于寻找线粒体 DNA 插入主基因组引发的任何突变。他们最终不仅发现了这种突变,还注意到后者在较年轻的死者中更为常见。

Mills 表示,目前尚不清楚这种突变只是衰老的标志,还是导致衰老的原因之一。他说:“这一问题目前尚无定论,但我很难相信,把完整的线粒体序列插入基因组的某个地方不会产生任何影响。”(冯雨晴)

相关论文信息:

<https://doi.org/10.1371/journal.pbio.3002723>

红树林恢复:滩涂造林还是退塘还林?

(上接第 1 版)

红树林恢复面临的问题

红树林与海草床、盐沼并称为地球上的“三大滨海蓝碳生态系统”。在该系统中,红树林提供重要的生态系统服务,在净化海水、防风消浪、维持生物多样性、固碳储碳等方面发挥极为重要的作用,是公认的“绿色海岸卫士”,被称为“国宝”。

近年来,我国红树林保护修复取得积极进展,初步扭转了面积急剧减少的趋势。最新数据显示,我国红树林面积已达 2.7 万公顷,相比本世纪初增加了 5000 公顷。目前,我国已成为世界上少数几个红树林面积净增加的国家之一。对于红树林的恢复,滩涂造林更容易进行,而在红树林围垦转变成的养殖塘进行红树林生态恢复,即退塘还林,则困难重重。

2016 年,第一轮中央环境保护督察中反馈湛江红树林国家级自然保护区历史形成的 4800 多公顷养殖塘没有清退,存在局部侵占或破坏红树林等问题;2017—2018 年,虽然完成对占用太平镇岭头岛红树林核心区的 410.5 公顷养殖塘清退任务和对核心区其余 714.7 公顷

养殖塘的回收清退,但历经两年仍有 76.6% 的养殖塘未完成清退。

自 2015 年开始,欧阳晓光及其团队调研了福建漳江口红树林国家级自然保护区、广东高桥红树林国家级自然保护区、海陵岛红树林国家湿地公园、淇澳岛红树林保护区、惠州万亩级红树林示范区和海南新盈红树林国家湿地公园等,发现上个世纪 80 年代或之前我国红树林围垦变成养殖塘的现象很普遍。

“退塘还林”是优先选择

广东湛江红树林国家级自然保护区是我国红树林面积最大、分布最集中的自然保护区。2024 年初,湛江市出台广东省首个针对红树林湿地保护的地方性法规《湛江市红树林湿地保护条例》,对于解决当前突出问题、形成红树林保护长效机制具有重大意义。

“我们在研究中发现,将滩涂和潮沟转变为红树林未能考虑到潮汐生态系统的重要性。”欧阳晓光指出,红树林是候鸟天堂和鱼、虾、蟹、贝类重要的产卵场和增殖地,是维持生物多样性的“乐园”。据统计,目前全球有 341 种受威胁物种以红树林为主要栖息地。

植入式装置可检测阿片类药物过量并自动给药

本报讯 纳洛酮是治疗阿片类药物过量的有效方法,但通常需要旁观者介入并给药。最近,研究人员开发出一种植入式装置,可以独立检测阿片类药物过量并实现纳洛酮的自动给药。

这款名为 iSOS 的设备集成了多个传感器和药物泵,能够持续监测用户的心脏和呼吸系统。在检测到阿片类药物过量的迹象时,该设备能迅速完成纳洛酮的自动给药。在动物实验中,iSOS 成功在 3.2 分钟内使用服用阿片类药物的 25 头猪中的 24 头存活。相关研究成果近日发表于《设备》。

“拥有一个能够感知并逆转阿片类药物过量的自动化系统,对于高危人群来说可能是一种变革。”论文通讯作者、美国麻省理工学院的 Giovanni Traverso 表示。

服用过量药物的人继续这一行为的危险更高。Traverso 说:“为了帮助这类人群和那些有药物过量风险的人,我们想开发一种提供早期检测的自动化方法,并将获得的信号与快速释放纳洛酮结合起来。”

研究显示,阿片类药物过量可在 3 分钟内造成永久性脑损伤,并在 4 至 6 分钟内造成死亡,因此及时给予纳洛酮至关重要。然而,由于药物过量者往往意识丧失,旁观者介入就成为救治的关键,因此需要旁观者及时识别症状并迅速作出反应。

“开发这种工程解决方案的挑战在于确保患者的依从性、减少误报,并实现解毒剂的快速使用。”美国布里格姆妇女医院、哈佛医学院和麻省理工学院的 Hen-Wei Huang 表示,这种小型机器人植入物,配备了多传感器、连续监测能力、机械决策和创新的泵系统。

该团队设计的皮下植入设备能够监测用户的呼吸频率、心率、体温和血氧饱和度,并通过决策算法综合这些生命体征,判断是否发生药物过量。装置还包括一个可重新填充的药物储存库和主动泵,以便在必要时快速释放纳洛酮。

当检测到疑似药物过量事件时,该设备便嗡嗡作响,同时向用户的智能手机发送警报,让用户在未过量服药的情况下,取消纳洛酮释放。该系统被设计成一个“闭环”——这意味着它既检测药物又输送药物,同时包含了一个警报系统,可以提醒亲人或医护人员来到用户身边。

在初步的动物测试中,该设备被证明可以有效检测和逆转阿片类药物过量。“希望未来几年能够在人体上开展测试。”Traverso 说。

(张思玮)

相关论文信息:

<http://doi.org/10.1016/j.device.2024.100517>

新型脑机接口系统让渐冻症患者重新“说话”

据新华社电 近日发表在美国《新英格兰医学杂志》的研究显示,通过在新冻症患者大脑中植入脑机接口设备,并将脑信号解码转换成语音,可成功让其重新“说话”。这一新系统的开发或可帮助因罹患神经系统疾病而导致语言能力受损的人恢复交流能力。

新冻症医学名称为肌萎缩侧索硬化症,是一种神经退行性疾病,会影响大脑和脊髓中的运动神经元,造成运动神经元死亡,令大脑无法控制肌肉运动。主要临床表现为肌肉逐渐萎缩无力,患者最后会因呼吸衰竭而死亡。由于丧失了对说话相关的肌肉控制,渐冻症患者也会出现语言障碍。

为了开发该系统,美国加利福尼亚大学戴维斯分校等机构研究人员招募了一名 45 岁的新冻症男性患者。他在接受脑机接口设备植入手术前四肢瘫痪,说话也很难被他人理解,需依靠专门翻译。研究人员将 4 个微电极阵列植入患者左中央前回——大脑中负责协调言语的区域。当患者想要说话时,电极记录下相关的神经活动,研究人员再把记录结果解码“翻译”为患者想表达的词汇,显示在屏幕上,最后转换成模拟患者声音的语音播放出来。

研究人员说,与以往类似的脑机接口技术相比,该系统在训练速度和解码率方面都实现了显著提升,可更快实现高效的数据处理和更准确的词汇识别。研究显示,在不同的对话情境中,该系统都可实时将患者想表达的意思解码为单词显示出来。患者使用该系统与他人当面交流和视频聊天超过 248 小时,“翻译”准确率可达 97%。(罗国芳)