

“小柯”秀

一个会写科学新闻的机器人

【物理评论 A】

两个相互作用冷极性分子的转动性质

英国格拉斯哥大学的 Jörg B. Götte 团队对两个相互作用冷极性分子的转动性质进行了研究。9月23日,相关成果发表于《物理评论 A》。

科学家研究了在外部直流电场及各向异性偶极-偶极相互作用影响下,两个静态极性分子的势能曲线和偶极矩的极化情况。

为考虑分子的转动自由度,研究人员将分子建模为量子刚性转子,并选取了一系列线性、对称和不对称顶部分子进行研究。

研究人员全面考察了不同分子间距离和电场方向下能量曲线和偶极矩的极化情况,发现当分子间距离较小时,分子的性质依赖于电场方向,这凸显了考虑分子转动的重要性。

相关论文信息:

<https://doi.org/10.1103/PhysRevA.110.033323>

【中国科学院院刊】

融雪持续时间控制阿尔卑斯山积雪中的红藻繁盛

9月23日,法国国家气象研究中心 Léon Roussel 在美国《国家科学院院刊》发表论文,报道了融雪持续时间可控制欧洲阿尔卑斯山积雪中的红藻繁盛。

藻类占据了多种栖息地,包括冰雪环境。在那里,它们可以开出红色的花朵。这些变化降低了雪的反照率,加速了雪的融化,并可能反作用于气候变化导致的积雪和冰川减少。量化这种反馈需要理解藻类随气候变化的演变,然而,人们对红藻藻华的成因知之甚少。

研究人员开发了一种算法,分析了欧洲阿尔卑斯山5年的卫星数据,并将藻华事件与颜色类似的撒哈拉沙漠沉积物分开。接着,他们将藻华的发生与气象数据和降雪模拟相结合,以确定藻华的驱动因素。结果表明,藻类从地面向上迁移和开花需要液态水在整个雪柱中存在至少46天。有限的证据表明,适度的灰尘提供了有利于开花的营养物质,大量的灰尘加速了融雪并将其持续时间缩短至开花所需的阈值以下。

在研究期间,藻华覆盖了1.3%的海拔1800米以上地区,将这些地区的融雪日期提前了4至21天。在气候变暖情况下,最大积雪量将减少,而控制藻华发生的融雪持续时间对全球气温上升不太敏感。在这方面,藻华对融雪的影响要么保持稳定,要么降低。因此,阿尔卑斯山的藻华并不构成积极的气候反馈。

相关论文信息:

<https://doi.org/10.1073/pnas.2400362121>

元古代地球增强的变质二氧化碳释放

美国佛罗里达州立大学 E. M. Stewart 团队报告了元古代地球增强的变质二氧化碳的释放。9月23日,相关研究成果发表于美国《国家科学院院刊》。

岩石变质作用在地质时间尺度上释放出大量的二氧化碳,潜在驱动着长期的全球气候趋势。碳酸盐沉积物的性质和地壳热状态,对变质二氧化碳的释放效率起着重要的控制作用。因此,变质二氧化碳的脱气很可能在整个期间都不是恒定的。

元古代地球的特点是含有大量白云石的混合碳酸盐-硅酸盐岩和较热的地壳结构,热液状态高,这两种状态都可能促进变质脱碳。热力学平衡模型预测,中元古代的变质碳通量可能是现代地球的1.7倍。

研究人员使用分析和数值方法估计其对元古代碳循环和全球大气成分产生的影响。与现代的脱气速率相比,这种增强的变质二氧化碳释放可以在地球早期生命扩张期间,造成更强的温室效应,使全球气温升高。

相关论文信息:

<https://doi.org/10.1073/pnas.2401961121>

【细胞】

科学家发现药物治疗使肠道微生物出现群体行为

德国欧洲分子生物学实验室的 Athanasios Typas 等研究人员发现了药物治疗下肠道微生物群体行为的表现。9月24日,相关论文在线发表于《细胞》。

研究人员比较了30种药物对32种合成群体的影响,及其对每个群体成员单独作用的影响。尽管大多数单个药物-物种相互作用在群体环境中保持不变,但在所有测试案例中,有26%出现了群体行为。在群体中,药物敏感物种受保护现象(交叉保护)发生的频率是交叉敏感(相反现象)的6倍。

随着药物浓度升高,交叉保护减少而交叉敏感增加,这表明当扰动增强时,微生物群体的韧性可能会崩溃。通过对药物处理的群落进行代谢特征分析,研究表明药物的生物转化和生物累积在机制上均有助于群体保护。

作为原理验证,研究人员在分子层面解析了一个显著案例——表达特定亚硝基还原酶的物种降解了尼克洛沙胺,从而保护了自己和敏感的群体成员。

药物可以直接抑制肠道细菌生长,但这种相互作用在复杂群体环境中的表现仍然是一个谜。

相关论文信息:

<https://doi.org/10.1016/j.cell.2024.08.037>更多内容详见科学网小柯机器人频道:
<http://paper.sciencenet.cn/Alnews/>

大型强子对撞机实现量子壮举

物理学家首次观测到夸克纠缠

本报讯 科学家首次观察到夸克间的量子纠缠,这是一种粒子相互混杂、失去各自特性,从而无法再被单独描述的状态。瑞士日内瓦附近的欧洲核子研究中心(CERN)取得的这一成就,可能为进一步探索高能粒子中的量子信息打开大门。

几十年来,人们一直在测量电子和光子等粒子的纠缠现象,这种微妙的现象在安静或低能量的环境中最容易测量,比如在存放量子计算机的超冷冰箱中。而粒子碰撞相对来说是嘈杂和高能量的,这使得在它们的碎片中测量纠缠变得更加困难,就像在摇滚音乐会上听悄悄话一样。

为了在CERN的大型强子对撞机(LHC)上观察纠缠现象,物理学家通过ATLAS(超环面仪器实验)探测器分析了大约100万对顶夸克和反顶夸克,它们是已知最重的基本粒子及其反物质对应物。他们发现了纠缠的关键证据,并在9月18日的《自然》上对其进行了详细描述。在预印本平台 arXiv 于6月公布的一份报

告中,负责LHC的另一个主要探测器CMS(紧凑渺子线圈)的物理学家也证实了这一纠缠观测结果。

“这真的很有趣,因为这是第一次用LHC在最高能量下研究纠缠。”美国普渡大学从事CMS分析的粒子物理学家 Giulia Negro 说。科学家毫不怀疑顶夸克对是可以纠缠的。几年前,美国芝加哥大学实验物理学家 Yoav Afik 和西班牙马德里康普顿斯大学凝聚态物理学家 Juan Muñoz de Nova 曾讨论过能否在对撞机上观测到纠缠。他们提出了一种用顶夸克测量纠缠的方法,并最终以论文形式发表。

质子碰撞后产生的顶夸克和反顶夸克对寿命极短,仅持续 10^{-25} 秒。之后,它们会衰变成寿命更长的粒子。

此前研究发现,在它们短暂的生命周期内,顶夸克可以进行自旋——一种类似于角动量的量子特性。Afik 和 Muñoz de Nova 于是便定义了一个参数D描述自旋的程度。如果D小于-1/3,则顶夸克将被纠缠。

英国格拉斯哥大学实验物理学家 James Howarth 一同参与了ATLAS的分析。他表示,夸克确实不喜欢被分开,所以仅仅在 10^{-25} 秒后,它们就开始相互混合并形成强子,如质子和中子。但顶夸克衰变得非常快,以至于完全没有时间“量子化”,并通过混合失去其自旋信息,而这些信息都被“转移到其衰变的粒子上”。这意味着研究人员可以反向测量衰变产物的性质,并推断上一代顶夸克的性质,包括自旋。

在对顶夸克自旋进行实验测量后,研究小组将实验结果与理论预测进行了比较。但是顶夸克产生和衰变的模型与探测器的测量结果不符。

为应对不确定性,ATLAS 和 CMS 的研究人员以不同方式开展了实验。CMS 团队发现,在分析中添加“挖补子”——一种假设的顶夸克和反顶夸克结合在一起的状态,有助于理论和实验更好地达成一致。

最后,这两个实验都很容易地达到了-1/3的纠缠极限——ATLAS 测量的D值为-0.537,CMS 测量的D值为-0.480。

■ 科学此刻 ■

猫是水做的吗

猫是“液体”——至少在网络上流传的笑话是这样说的。在很多视频中,你会看到本应是“固体”的猫从门缝下“渗出”、“流进”花瓶里、从小得不可思议的洞里“涌出”。

但猫是否认为自己是一种液体状的实体,几乎可以从任何开口溜走呢?例如,它们知道自己有多高多宽吗?这是一种被科学家称为“体形意识”的心理能力。

为了寻找答案,匈牙利罗兰大学的 Péter Pongrácz 最近拜访了布达佩斯附近的几户人家。作为一名行为学家,他花了数年时间研究猫科动物的思维。例如,他发现,和狗一样,当人们指向甚至凝视某物时,猫能理解我们的意思。这是一种对人类肢体语言的复杂解读,许多动物都无法做到这一点。但猫对自己的身体又了解多少呢?

几年前,Pongrácz 针对狗抛出了这个问题。他和同事将不同品种的狗带入实验室,后者被一块带有可调节矩形开口的木板隔开。狗坐在一边,它们的主人则在另一边叫它们。当开口很大时,狗直接跑了过去。当开口变窄时——大约和狗的胸部一样宽、高度只有肩膀的一半,这些大科动物迟疑了一下停了下来。它们似乎知道,至少是担心自己太大了过不去。Pongrácz 说,这是具有体形意识的明显标志。

测试猫则更为棘手,因为猫科动物很难在实验室里研究。所以这一次,Pongrácz 在猫的居所中对它们进行了测试。实验设置与狗的相似,只是这次 Pongrácz 用一块厚纸板堵住了门框底部,这样猫只能通过厚纸板上切出的矩形洞



无论洞口形状如何,猫似乎都可以与之匹配。图片来源:BERLINERINHEART/SHUTTERSTOCK

穿行。猫坐在一边,它们的主人用玩具或零食在另一边召唤它们。即便如此,也不是所有的猫都配合,一些猫直接走开了,因此它们不得不被研究除名。

在一组实验中,总共有30只猫似乎表现出了体形意识。当硬纸板上的洞被切割成合适的高度和宽度时,猫就像狗一样,毫不犹豫地穿了过去。然而,当宽度合适、高度缩小时,猫开始犹豫,也许是担心自己太高,无法进行这种游戏。

然而,与狗不同,猫在最初的犹豫之后仍继续前进,最终挤过缝隙,即使后者的高度仅为身高的一半。Pongrácz 说:“与狗不同,猫永远不会停止尝试。”

当 Pongrácz 只缩小洞口的宽度,并保持合适的高度时,更了不起的事情发生了。无论矩形洞口有多狭窄——在极端情况下,只有体宽的一半——猫都会毫不犹豫地走过去。“猫根本没有减速。”Pongrácz 说,“在这种情况下,它们不

使用体形意识——猫基本就像液体一样。”9月17日,相关研究成果发表于《交叉科学》。

研究不同物种体形意识的俄罗斯莫斯科心理分析研究所心理学家 Ivan Khatov 说,一种解释可能基于简单的解剖结构。“狗的身体没那么灵活。”他说,所以面对一个洞时,它们会更多地考虑自己的大小,猫的身体更具可塑性,所以它们只在某些特定情况下才考虑自己的身体大小。

就猫科动物的思维而言,这一切意味着什么尚不清楚。儿童大约在开始用语言指代自己时发展出身体大小意识,这表明这种能力与自我意识之间有联系。

Khatov 认为,这项工作可能有更多的实际应用,例如为宠物设计更有趣的游戏区域,或者在家里保证它们的安全。(文乐乐)

相关论文信息:

<https://doi.org/10.1016/j.isci.2024.110799>

人工智能发现神秘古代地画

本报讯 一项9月23日发表于美国《国家科学院院刊》的研究显示,在人工智能的帮助下,考古学家在秘鲁沙漠中发现了数百幅古代绘画。

人们此前将这些作品与纳斯卡文化联系起来。大约2000年前,纳斯卡人开始在地面上蚀刻这种被称为地画的图像。地画比纳斯卡线和迄今发现的其他图形更小、更古老,后者描绘了绵延数公里的巨大几何形状以及平均长约90米的野生动物。

新发现的地画典型地描绘了类人形象和大约9米长的驯养动物,有的甚至暗示了活人祭祀的场景。

通过训练人工智能模型在航拍照片中寻找较小的地画,日本山形大学的 Masato Sakai

和同事获得了这些发现。高分辨率照片覆盖的面积大约是美国纽约曼哈顿的10倍,其中包括纳斯卡潘帕沙漠高原及其周边地区,该地区位于被列入联合国教科文组织世界遗产名录的纳斯卡线内。随后,人工智能生成了一张网格地图,并对每个网格包含地画的可能性进行了分类。

在此基础上,研究人员仍然花了2600多个小时手动检查可能性最高的照片,并进行了实地勘察。他们估计,人工智能使筛查过程加快了50倍。“它排除了98%的低可能性航拍照片,并为剩余的2%计算了可能性。”论文作者之一、IBM 研究院的 Marcus Freitag 说。

研究人员追踪了人工智能的“建议”,并在2022年和2023年的实地勘察中发现了303幅

地画。其中,人工智能单独识别了178幅。另有66幅没有被直接定位出来,但研究人员在人工智能标记的一组地画中发现了它们。

Sakai 表示,仍有近1000幅人工智能识别的候选地画等待确认。这种较小的地画通常出现在蜿蜒小径附近的山坡上,可能是“个人或小组的仪式活动特征”。相比之下,巨大的纳斯卡线更可能是整个社区仪式的焦点。

英国剑桥大学的 David Beresford-Jones 说,人工智能为在纳斯卡线以外的更广泛地区发现地画带来了希望。他表示,速度至关重要,因为地画“正处于因农业扩张、城市发展和风力发电而被抹去的危机边缘”。(王方)

相关论文信息:

<https://doi.org/10.1073/pnas.2407652121>

自然要览

(选自 Nature 杂志,2024年9月19日出版)

预测显示干旱期将长于预期

研究表明,使用新提出的涌现约束(EC)来约束模型预测,可以在全球范围内将核心干旱指标——最长年度干旱期(LAD)预测的不确定性降低10%至26%。经EC校正后的预测结果显示,与目前预测相比,LAD的平均增幅将高出42%至44%。这些结果表明,到本世纪末,全球平均陆地LAD可能比目前预计的长10天。

使用两代气候模型,研究人员进一步揭示了历史LAD偏差影响预估LAD增加幅度的全球区域,并探讨了陆地-大气反馈在其中的作用。研究结果揭示了一些地区的社会和生态系统可能面临比预期更高、更早的干

旱风险,并指出当前一代气候模型中存在偏差的可能机制。

相关论文信息:

<https://doi.org/10.1038/s41586-024-07887-y>

抑郁症患者的额纹状体网络扩展

利用精确的函数映射和几个深度采样的个体样本,研究人员发现大多数抑郁症患者的额纹状体网络在皮质中扩展了近两倍。这种效应在几个样本中是可复现的,主要是由网络边界移动引起的,在不同个体中存在3种不同的入侵模式。

随着时间推移,显著性网络扩展是稳定且不受情绪状态影响的,并且在儿童时期就能检

测到。在一年半的时间里,研究人员对患者进行了多达62次的纵向分析,发现额纹状体回路的连通性变化跟踪了特定症状的波动,并预测了未来的快感缺乏症状。

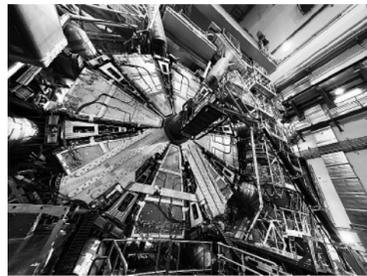
这些发现确定了一种大脑网络拓扑结构。它可能带来抑郁症的风险,以及额纹状体回路中情绪状态依赖性连接的变化,这些变化可以预测抑郁症状随时间的出现和缓解情况。

相关论文信息:

<https://doi.org/10.1038/s41586-024-07805-2>

白垩纪早期海洋脱氧的气候阈值

研究显示,在白垩纪大洋缺氧事件



位于地下100米的ATLAS探测器是LHC的一部分,用于测量高能粒子的各种性质。

图片来源:Maximilien Brice/CERN

成功观测到顶夸克纠缠可以加深研究人员对顶夸克物理学的理解,并为未来的高能纠缠测试铺平道路。甚至可以用希格斯玻色子等其他粒子进行贝尔测试,这是一种更严格的纠缠探测。

Afik 说,顶夸克实验可能会改变物理学家的想法,这项研究是值得花时间完成的。毕竟,纠缠是量子力学的基石,并且已经一次次地被证实。Howarth 补充说:“人们已经意识到,现在可以使用强子对撞机和其他类型的对撞机进行这些测试。”(李木子)

相关论文信息:

<https://doi.org/10.1038/s41586-024-07824-z>

果蝇身上惊人拟寄生黄蜂新种

本报讯 科学家发表的一项研究描述了一个攻击成体果蝇并在它的身上产卵的黄蜂新种。尽管果蝇一直是很重要的科研模式生物,但这是首次发现拟寄生黄蜂以成体果蝇为宿主。这是科学家对当地果蝇进行筛查时偶然发现的,说明被大量研究的生物中依然有未报道的生物学特性,体现出对昆虫进行持续研究的价值。相关研究近日发表于《自然》。

拟寄生虫需要在宿主体内发育,它们在活体生物中产卵,通常会导致宿主因为成体黄蜂物种攻击果蝇,说明被大量研究的生物中依然有未报道的生物学特性,体现出对昆虫进行持续研究的价值。相关研究近日发表于《自然》。

在这项研究中,美国密西西比州立大学的 Logan Moore 和同事发现了一个会感染果蝇成体阶段的黄蜂新种。他们2023年3月在密西西比州监测野生果蝇的线虫感染时,发现了一只雌性成体 Drosophila affinis 的腹部有一只拟寄生黄蜂幼虫。研究人员鉴定该黄蜂是名为 Syntretus perlmani 的新种,属于已知会感染成体昆虫的拟寄生黄蜂的优黄蜂亚科,这些黄蜂感染的成体昆虫不限于果蝇。之前已知黄蜂属出现在北美洲,但它们的宿主一直不确定。

这次意外发现让科学家得以研究这种拟寄生黄蜂新种的生活史,可能会促进对寄生虫-宿主相互作用的研究。(冯维维)

相关论文信息:

<https://doi.org/10.1038/s41586-024-07919-7>

日本国土交通省调查铁路公司篡改列车轴数数据事件

据新华社电 因东日本旅客铁道公司(JR 东日本)在组装列车轴过程中篡改压力数据事件被曝光,日本国土交通省9月24日开始对该公司展开现场调查。

据日本媒体报道,当天上午,国土交通省工作人员进入JR 东日本位于东京都品川区的东京综合车辆中心展开调查,以确认篡改数据的详细经过,并调查公司的安全管理制度等。

JR 东日本9月20日承认,该公司曾在2008年至2017年期间,在对常规线路列车进行维护作业时篡改压力数据,以使数值符合公司内部规定。在此期间,共有近4900根轮轴在安装过程中被施加了超过规定范围的压力,其中近1200根的压力数据被故意篡改。

JR 东日本称,公司早在2017年就发现了这一问题。经咨询专家,发现测量压力值的仪器显示的数值不准确,但公司认为即使压力值超出规定范围,在一定程度上并不存在安全问题,所以当时没有对外公布,也未向国土交通省报告。

除JR 东日本外,东京地铁公司和京王电铁公司近日也因同样的不当行为接受了国土交通省的现场调查。

(OAE1a)发生期间,海洋快速脱氧与火山二氧化碳排放和相关气候阈值的跨越有关。此后,硅酸盐风化反馈和气候恢复的缓慢步伐将再氧化延迟了超过100万年。在OAE1a结束时,由于重新越过这个阈值,海洋得以再氧化。

然而,在OAE1a之后,地球系统保持了足够温暖的状态,以至于轨道驱动的气候动力学导致海洋在大约10亿年的时间尺度上持续循环脱氧,并持续了100万年。因此,研究结果暗示了火山作用、风化作用和海洋氧含量之间的紧密耦合,这种耦合以气候阈值为特征。

相关论文信息:

<https://doi.org/10.1038/s41586-024-07876-1>

(李言编译)