

“小柯”秀

一个会写科学新闻的机器人

《自然－物理学》

科学家研究范德华异质结构的腔电动力学

德国马克斯·普朗克物质结构与动力学研究所的 James W. McIver 团队研究了范德华异质结构的腔电动力学。相关研究成果近日发表于《自然－物理学》。

范德华异质结构存在多种可调量子效应,这些效应通过静电栅极进行原位调控。其构成的二维材料与栅极会自然形成等离激元自谐振腔,由于有限尺寸效应,可将光束缚在电流密度的驻波中。典型石墨栅极的等离激元共振频率覆盖吉赫至太赫波段,对应的微电子伏至毫电子伏能量尺度,与其电控的范德华异质结构物理现象能量尺度高度吻合。这表明石墨栅极的内建谐振腔模式可能影响这些异质结构的低能物理特性。

然而,由于器件尺寸显著小于相关波长的衍射极限,探测这类腔耦合电动力学面临挑战。研究组报道了栅压可调石墨烯异质结构的本征腔导电特性,即通过调控载流子浓度,观测到石墨烯与石墨等离激元腔模式在超强耦合区域的耦合行为及光谱权重转移。研究组构建了解析模型以阐释实验结果,并提出了谐振腔设计的通用原则。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1038/s41567-025-03064-8>

《科学进展》

极地冰芯揭示平流层长期过程

韩国极地研究所的 Yeongcheol Han 团队利用极地冰芯中的环－239 次年沉降物追踪平流层运输。相关论文近日发表于《科学进展》。

极地冰芯完整保存了历史大气传输的高分辨率记录,为理解平流层长期过程提供独特视角。研究组首次呈现了格陵兰与南极冰芯的环－239 年内分辨率沉积记录(1940 年至 1980 年)。尽管“常春藤迈克”(1952 年)与“城堡行动”(1954 年)核试验的引爆位置相近,但前者向南极的沉降有限且延迟,这清晰展现了平流环流与季节动力学如何导致向南极的传输出现间歇性减弱。该记录同时揭示了南极地区的季节性沉降规律——夏季因平流层－对流层交换增强而出现沉积峰值。

这些发现优化了当前全球气溶胶扩散的模型表征,并为模拟大气过程,特别是火山喷发与地球工程干预驱动的过程,提供了新的约束依据。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1126/sciadv.adv1172>

《结构化学》

闪光烧结提高金属负载固体氧化物燃料电池性能

韩国汉阳大学的 Young-Beom Kim 团队报道了闪光烧结可提高金属负载固体氧化物燃料电池(MS-SOFCs)镍基电极的电化学性能。相关研究成果近日发表于《结构化学》。

MS-SOFCs 由于其优异的机械稳定性、易于操作和高可制造性,近年来受到广泛关注。其金属衬底可以提高热循环和氧化还原循环的耐久性,并实现更薄的电解质层,有助于增强电池性能。然而,因为大多数固体氧化物燃料电池(SOFC)组件是陶瓷的,其制造通常需要高温烧结以确保足够的材料性能和附着力。这些高温过程可能导致不良影响,包括金属载体氧化、化学副反应和加速颗粒生长,从而降低电池性能。

研究组介绍了一种超快速烧结方法,即通过将不锈钢金属支架与镍钇稳定氧化锆(Ni-YSZ)复合阳极活性层直接集成,制造 MS-SOFCs。闪光烧结是一种创新的超快技术,它有效地抑制了 Ni 催化剂颗粒的生长,扩大了电化学反应面积,同时最大限度减少了金属支撑层和阳极层之间的材料扩散。

该研究提出了 SOFC 制造的变革性战略,解决了传统长时间热处理的问题,并展示了推进能量转换技术的巨大潜力。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1016/j.cjsc.2025.100758>

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

追求极致，“大而精”成就“科学之眼”

(上接第 1 版)

在冯超的支持下,张展飞开始寻找解决方案。国内类似产品多采用普通树脂或橡胶材质,存在释气、老化等问题,无法满足超高真空环境要求。经多个专业组深入讨论,团队最终决定采用特殊金属材料进行加工。张展飞经过一个多月与厂家的反复沟通与工艺磨合,终于完成了满足所有精度要求的部件加工。

工程师孙丽萍在首次参加团队例会时,就被冯超和王震的专业能力深深震撼。“3 个小时高质量输出,对几十个系统的问题对答如流,还能迅速切中要害。”她表示,时间久了才明白,这种博学背后是持续学习、自我更新的能力。

“虽然任务重、困难多,但我从没怕过。”孙丽萍说,“我们团队敢打敢拼,拥有持续学习力、超强行动力和持久战斗力。”

对此,负责控制系统的工程师赵欢深有同感。自 2010 年进入项目组,她仿佛进入了一个“全新的学习进程”。“控制系统需与 20 多个专业组紧密对接,为调束人员与设备建立可靠的信息通道。各专业领域关注点不同,唯有互相学习、打破界限、一起面对,才能解决问题。”

“这是一个朝气蓬勃,凝聚力、战斗力超强的团队。”上海高研院党委副书记唐铮说,他们以家国为底色,以创新为灵魂,以协作为纽带建大科学装置,这种眼光和胸怀一定会迎来“高光时刻”。

实验室小鼠首次有了女性生理周期

本报讯 长期以来,研究女性生殖系统一直存在一个棘手的问题——大多数实验动物没有月经。一项近日公布于预印本平台 bioRxiv 的研究显示,研究人员已经培育出一种小鼠,可以在特定药物作用下产生月经。

“这个模型是独一无二的,采用了一种新颖的方法诱导月经产生。”美国堪萨斯大学医学中心的生殖学家 Warren Nothnick 说,这些小鼠可用于研究子宫内膜异位症等生殖健康问题。

几乎所有哺乳动物都会通过增厚子宫内膜,特别是最靠近子宫内壁的功能层来维持妊娠。在大多数哺乳动物中,这种被称为“蜕膜化”的过程仅发生于妊娠期间。但在少数有月经的动物,如大型灵长类动物、4 种蝙蝠及象鼩中,功能层会在卵巢排卵前增厚。若未出现存活的胚胎,这层组织便会分解并脱落。

为研究月经现象,研究人员可以通过提升孕酮水平,并注射液体来“诱骗”小鼠进入一种假孕状态,这种液体通过挤压子宫内膜来模拟着床。当停止孕酮治疗后,子宫细胞便会脱落。

但作为一种模拟真实情况的方法,这种人工诱导的月经存在局限性。

2016 年,非洲棘鼠有月经周期的发现为研究月经提供了一种天然途径。然而,这些动物需要特别的照顾——作为防御机制,它们在被抓时会蜕皮,而且与标准的实验小鼠相比,为它们开发的基因工具较少。

在这项新研究中,美国哈佛大学的生殖生物学家 Kara McKinley 和同事对标准实验鼠的子宫内膜进行了基因改造,使其能够对经期动物体内的信号作出反应。他们为这些细胞配备了一种受体蛋白,经药物激活后可增强细胞对钙离子的敏感性,而钙离子是触发子宫内膜脱落的关键诱因。

一旦研究人员提高这些啮齿动物的孕酮水平并刺激受体,大约 3 天后,它们便会产生 3 到 4 天的月经周期,并呈现出类似人类月经的特征,包括子宫增大和子宫内壁血管扩张。对动物月经液体的细胞分析显示,其基因表达与人类样本有 31% 的重叠,若该过程由不同的基因通路调控,预期的相似度为 12%。

■ 科学此刻 ■

脖子多粗有风险

数十年来,医生一直用身体质量指数(BMI)、腰臀比等指标评估一个人患慢性病的风险。现在,研究人员将目光投向了另一个通常被忽略的测量指标:颈围。

脖子粗可能表明体力充沛,如摔跤运动员。但研究表明,它也可能是潜在健康风险的标志。

BMI 通过比较体重与身高来估算体脂,但并不总是能准确反映身体状况。例如,一个肌肉发达的运动员可能没有多余的脂肪,但 BMI 值较高。而测量颈围可以了解身体内部情况提供额外的线索。

研究发现,脖子相对于身材尺寸偏大的人,更容易出现严重健康问题。原因与脂肪,尤其是上半身的脂肪分布有关。

储存在上半身的脂肪会将脂肪酸释放到血液中,这会干扰身体调节胆固醇、血糖及心律的方式。实际上,颈围是“内脏脂肪”的一个直观指标,这种有害脂肪主要堆积在人体内脏周围。

将颈围与健康状况联系起来的证据令人信服。研究发现,脖子粗的人患高血压、心房颤动、心力衰竭等心血管疾病的概率更高。其中,心房颤动尤其需要警惕。它会导致心跳不规则,血流

紊乱,增加血栓与中风的风险。长期下去,这种不规则心律会给心脏造成负担,引发衰竭。此外,颈围还与冠心病相关,因为动脉变窄会减少流向心脏的富氧血液。

除了心血管疾病,颈围越大,患 2 型糖尿病与妊娠期糖尿病的可能性也越大。这两种疾病都可能引发神经损伤、视力丧失等长期并发症。

睡眠障碍则是另一大隐患。脖子粗是阻塞性睡眠呼吸暂停的一个风险因素。这不仅使人白天疲劳,还会给心脏和血管带来额外压力。同时,睡眠呼吸暂停患者也更容易因疲惫发生意外。

BMR 的 10 倍。

BMR 是人体每天完成基本任务,如呼吸等所需的最低能量。该研究合著者、美国北亚斯马萨诸塞文理学院的 Andrew Best 说,研究人员此前提出,人体在较长时间内的代谢上限约为 BMR 的 2.5 倍,但一直未得到充分验证。

Best 和同事招募了 14 名耐力极佳的运动员,包括超跑运动员、自行车运动员和铁人三项运动员。参与者饮用了含有氘和氧－18 的双标记水。一旦摄入,氘和氧－18 都会通过尿液和汗液从体内流失。此外,一些氧－18 也会以二氧化碳的形式排出体外。

通过追踪这些分子在尿液中的数量,科学家能够计算出运动员呼出的二氧化碳量,并据此估算运动员燃烧的卡路里。Best 说,这使得团队能够在运动员进行比赛等活动时实时跟踪能量输出,而不是在实验室的跑步机上测量数据。

在为期多天的比赛中,一些运动员每天消耗约 9000 卡路里。但在 30 周和 52 周的更长

美国埃默里大学的 Alison Swaims Kohlmeier 指出,小鼠体内缺失了人类月经的某些特征,如为子宫内膜供血的螺旋状动脉结构。“目前还不清楚这些结构的缺乏如何影响子宫内膜的重塑。”

尽管如此,McKinley 团队已利用这些新模型动物探索了此前无法研究的月经知识。例如,他们发现,在功能层脱落前,子宫内膜细胞会形成由不同亚型细胞构成的环状结构,年轻细胞包裹着不断增多的衰老、垂死的细胞簇。

哈佛大学的生殖生物学家 Cagri Cevrim 说,不断扩大的细胞环可能会挤压周围组织,从而帮助功能层与子宫内膜的其余部分剥离。“你可以想象子宫由内到外为月经作准备。”

Kohlmeier 认为,这种环状结构可以保护子宫在脱落过程中免受损伤,因为年轻的细胞可以保护子宫内膜免受死亡细胞引发炎症的伤害。她补充说,这种细胞排列的改变可能会影响女性的生育条件。

McKinley 团队计划利用新培育的小鼠模型



传统实验鼠没有月经,使其难以成为研究女性生殖健康的理想模型。

图片来源:ALEXTHQ/ISTOCK

深入探究导致月经大量出血的生理通路。他们希望这项工作最终将为使用信使 RNA 破坏这些通路的治疗提供信息,从而减轻患者的月经负担。(文乐乐)

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1101/2025.10.08.681007>

谷歌“逆转时间”探测量子动态

本报讯 《自然》10 月 22 日发表的一项研究提出,通过逆转信息置乱的方式操控量子回路,能够探测量子计算机的特性并提升性能。科学家在超导量子处理器中测量了非时序关联子(OTOC)的量。OTOC 可作为理解量子计算机的工具,用于构建超越经典计算机性能的可验证演示。

量子计算的目标是打造性能足以实现量子优势的量子计算机,在特定和理想的实用任务中超越经典计算机。要实现这一目标,需要通过降低噪声和克服缺陷来解决一系列难题。其中一个问题就是探测系统中众多组件的量子动力学,以区分真实量子效应和经典噪声。这些系统往往难以研究,因为相互作用要素的行为为不可预测且难以追踪,尤其是仅在特定时刻测量部分元件时。一个可能的解决方案涉及时间反演,即扰动系统后,让扰动向外扩散,然后反演系统以尝试逆转信息置乱,从而获得整体系统的信息。

在这项研究中,美国谷歌量子 AI 与合作者团队在一个超导量子处理器中,使用时间反演方案测量了高阶 OTOC,这是一种研究量子信息如何在多粒子量子系统中传播的工具。他们发现,实验可观察量在足够长的时间尺度下对真量子效应保持敏感,足以在传播与反演动态过程中对处理器的很大部分进行采样。研究人员补充说,通过测量 OTOC 可揭示经典计算无法获取的量子系统微观特性,他们认为,这提升了未来使用此类多粒子测量实现稳健量子优势演示(如核磁共振)的可能性。

研究人员指出,尽管演示使用的回路属于简化模型,但该方案可用于真实物理系统。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1038/s41586-025-09526-6>

荷兰发现首例猴痘新变异株感染病例

据新华社电 荷兰公共卫生、福利与体育大臣扬·安东尼·布鲁因 10 月 21 日在议会的信中确认,荷兰近日发现首例感染猴痘病毒“分支 1b”新变异株的病例。

“分支 1b”毒株是猴痘病毒毒株“分支 1”的变异株,2023 年在刚果(金)出现并迅速传播,后蔓延到其他国家和地区。

布鲁因在信中说,这一病例于 10 月 17 日在荷兰确诊。此前,西班牙、美国等国家已报告发现感染“分支 1b”毒株的病例。欧洲疾病预防控制中心和世界卫生组织正密切关注疫情发展。

布鲁因说,目前疫情进一步传播的风险较低,公众无需过度担忧。

猴痘是由猴痘病毒引起的传染病,主要通过与被感染者密切接触感染,症状包括有疼痛感的皮疹、淋巴结肿大、发热、头痛、肌痛等。

(王湘江)

■ 环球科技参考 ■

中国科学院西北研究院文献情报中心

最新人工智能预测模型大幅提升洪水预测精度

美国密歇根大学的研究团队成功开发出一种机器学习工具,其与美国国家海洋与大气管理局(NOAA)开发的国家水模型结合使用时,可使模型预测精度最高提升 6 倍。相关论文近日发表于《AGU 前沿》。

准确预测洪水的发生位置和规模对于灾害预防和应急管理至关重要。然而,传统洪水预测模型在处理复杂地理、气象和水文数据时存在诸多局限性。NOAA 拥有近 1.1 万个水位计,用于收集洪水和水位数据,但这些数据的复杂性使得预测模型难以精确分析。

为了解决这一问题,研究人员开发了一种名为 Errorcastnet 的人工智能系统。该系统基于神经网络,通过对历史降雨和洪水观测数据以及国家水模型的模拟数据进行分析训练,能够识别并纠正正模型中的错误。研究人员发现,当仅使用谷歌的人工智能洪水预测程序时,由于该程序未考虑地形、植被和水库等细节,往往会低估

洪水流量。而 Errorcastnet 通过修正错误,不仅提高了预测精度,还为洪水预测模型的持续改进提供了数据支持。

随着该程序的不断发展,研究人员希望未来能够提前数天甚至更长时间详细预测潜在的洪水事件,从而最大限度减少洪水对人类社会和经济的影响。(刘文浩)

相关论文信息：
<https://dx.doi.org/10.1029/2025av001678>

国际能源署发布

《油气田产量递减率的影响》报告

近日,国际能源署发布《油气田产量递减率的影响》报告,指出近年来全球油气田产量递减率有所加快。报告基于对全球约 1.5 万个油气田生产记录的分析,探讨了递减率加快、对非常规资源的依赖日益增加及项目开发模式的演变,对全球油气供应格局、能源安全和投资带来的影响。

递减率即现有油气田产量的年递减速度,

时期内,他们的能量消耗平均约为 BMR 的 2.4 倍。结果表明,即使活动量最大的运动员也会达到一个极难超越的代谢上限。

研究人员还发现,当运动员将更多精力投入跑步、骑自行车和游泳时,他们会不自觉地减少其他方面的能量消耗,如走路或无意识动作。

澳大利亚新南威尔士大学的 Nigel Turner 表示,双标记水是测量能量消耗的黄金标准,使研究人员能够准确估计运动员在实际活动中的能量输出。Best 说,他们直到最近才用得起双标记水技术,从而使这项研究成为可能。

Turner 说,限制长时间运动的一个可能因素是营养摄入,因为这一过程同样需要能量。“如果能量消耗长期超过 BMR 的 2.5 倍,运动员的能量摄入将无法跟上,他们将不得不动用身体储备,这可能包括分解肌肉,这反过来又会影响运动表现。”Turner 说。(赵婉婷)

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1016/j.cub.2025.08.063>

是在所有前景情景中分析市场平衡和投资需求的基础。国际能源署分析发现,全球常规石油产量在达到峰值后的年平均观测递减率为 5.6%,常规天然气则为 6.8%。

若立即停止对现有石油和天然气生产来源的所有资本投资,未来 10 年全球石油产量平均每年将下降 8%,即年均减少约 550 万桶/天;天然气产量平均每年将下降 9%,即 2700 亿立方米,相当于现今整个非洲的天然气总产量。

对现有常规油气田的投资,如通过井口作业、补充钻探、水力压裂等方式,可以减缓自然递减率引发的产量下降。(张文亮)

新研究进一步揭示地核成核之谜

研究人员通过分子动力学模拟了地球固态内核诞生所需的“过冷结晶”过程。研究表明,当内核存在含有特定比例碳的铁合金时,能在合理温度范围内“成核”,证实内核的诞生过程本身就是一项强有力的筛选标准,从而为确定地核的真实成分提供了关键约束。相关论文近日

发表于《自然－通讯》。

目前,关于内核形成的传统观点并未强调液体在冻结前必须被冷却至低于熔点这一必要条件,而研究人员在尝试计算这种过冷的程度后发现,若干二元核心组成与内核成核并不兼容。分子动力学模拟发现,当液态铁合金中含有特定比例的碳(摩尔分数约为 10%~15%)时,其结晶所需的过冷程度恰好落在一个合理的、与地球物理学约束相符的范围之内。尽管这并非对地核化学成分의完整描述,但研究结果表明,固态内核的存在本身就对地核的化学成分施加了一个强有力的限制。这可能有助于区分先前已确定的潜在组成。

研究人员表示,虽然地球的核心成分可能比简单的铁碳二元合金更为复杂,但这项研究提供了一条至关重要的线索,即并非所有理论上可能的成分都能“孕育”出目前所知的地球固态内核。(王晓晨)

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1038/s41467-025-62841-4>