

“小柯”秀

一个会写科学新闻的机器人

《国家科学院院刊》量子声学中的极化子突变现象

美国哈佛大学的 Eric J. Heller 团队揭示了量子声学中的极化子突变现象。6 月 3 日,相关研究成果发表于美国《国家科学院院刊》。

研究人员将晶格振动表示为相干态,将电子表示为量子波包,这一处理方式明显区别于传统紧束缚模型或基于离散跳跃的近似方法。他们推导并在数值上实现了电子对晶格的反作用,从而在视觉和定量层面上揭示了电子波包的演化过程以及声学极化子的形成机制,同时研究了不同材料参数下的极化子结合能,并随时间计算了若干关键可观测量,包括均方位移、动能、势能和振动能量。

研究结果揭示了有利于极化子形成的条件,如低温环境、高变形势常数、低声速和高有效质量都有助于极化子的增强。此外,研究人员还探讨了外加电场和磁场的影响。结果显示,在中等强度的场作用下,极化子的形成仍具有鲁棒性,但在高强度场下,其形成则受到轻微抑制。

相关论文信息:
<https://doi.org/10.1073/pnas.2426518122>

《自然－神经科学》新皮层表征图谱的稳态维持

德国美因茨大学的 Simon Rumpel 团队揭示了新皮层表征图谱的稳态维持。6 月 5 日,相关研究成果发表于《自然－神经科学》。

研究以小鼠听觉皮层为模型,探究了稳态机制如何在神经元丢失后保护声音表征图谱的完整性。研究人员结合双光子钙成像与靶向微损毁技术,选择性损毁第 2/3 层中 30 至 40 个对声音有反应的神经元。结果发现,微损毁最初造成了表征图谱的暂时扰动,但在随后几天内图谱逐渐恢复。图谱的恢复主要由原本对声音无反应的神经元驱动,这些神经元在损伤后获得了反应能力,并增强了网络的相关性结构。相比之下,选择性损毁抑制性神经元则引发了更长时间的扰动,表现为声音反应的持续不稳定性。

研究结果将单个神经元的调谐特性和可塑性 with 群体水平上表征图谱的稳定性联系起来,揭示了维持新皮层感觉处理功能的稳态机制。

相关论文信息:
<https://doi.org/10.1038/s41593-025-01982-7>

《新英格兰医学杂志》非奈利酮联合恩格列净治疗慢性肾病和 2 型糖尿病安全有效

日本东京大学的 Masaoimi Nangaku 团队揭示了非奈利酮联合恩格列净治疗慢性肾病和 2 型糖尿病的治疗与安全性。6 月 5 日,相关研究成果发表于《新英格兰医学杂志》。

目前,医学界关于支持钠－葡萄糖共转运蛋白 2 抑制剂与非甾体类盐皮质激素受体拮抗剂非奈利酮在慢性肾病和 2 型糖尿病患者中同步启动治疗效果的证据有限。

研究人员随机将已接受肾素－血管紧张素系统抑制劑治疗、患有慢性肾病、尿蛋白升高且合并 2 型糖尿病的受试者,按 1 : 1 : 1 的比例分为 3 组,分别每日服用 10mg 或 20mg 非奈利酮、每日服用 10 mg 恩格列净,或接受非奈利酮与恩格列净联合治疗。主要终点是从基线到第 180 天,对数转换后的平均尿蛋白 / 肌酐比值的相对变化。结果显示,在基线时,3 组患者的尿蛋白 / 肌酐比值相似;第 180 天时,联合治疗组尿蛋白 / 肌酐比值的下降幅度比单独使用非奈利酮高 29%,比单独使用恩格列净高 32%。

研究结果表明,在患有慢性肾病合并 2 型糖尿病的人群中,初始阶段即联合使用非奈利酮与恩格列净,比单独使用任一药物能更显著降低尿蛋白 / 肌酐比值。

相关论文信息:
<https://doi.org/10.1056/NEJMoa2410659>

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

(上接第 1 版)

国家光栅制造与应用工程技术研究中心科研团队先后于 2016 年研制成功大型高精度衍射光栅划划系统、2019 年研制成功 1.5 米扫描干涉场曝光系统等大面积高精度光栅制造装备,并于 2024 年制造出面积为 1500 毫米×420 毫米的“既大又精”的全息光栅,使我国光栅制造水平达到国际一流水平。

谈及如何带领年轻团队承担重要任务,李文昊有自己的一套经验。他告诉《中国科学报》,首先,通过分阶段验证降低不确定性,将高风险课题拆解为多个阶段性目标,通过小规模实验验证核心假设的可行性,再逐步推进;其次,通过系统化风险评估与管理,列出技术难度、资源限制等潜在风险,评估其发生概率和影响程度,优先解决高概率、高影响的问题;最后,通过合理分配资源,将大部分资源投入中低风险的主流方向,预留小部分探索高风险、高回报课题。

今年,李文昊团队的主要攻关项目集中在光栅制造和光栅位移传感应用两方面。在光栅制造方面,团队将创立米级尺寸原子精度测量光栅制造理论体系,破解同时实现“米级尺寸”和“原子精度”光栅制造的世界性难题;在光栅位移传感应用方面,团队正在打通高精度光栅尺核心器件－部件集成－检测标定全链条,全面突破光栅测量技术“卡点”,形成高精度光栅尺完整技术体系。

用于科学的 AI“推理模型”问世

有助实现整个研究流程自动化

本报讯 随着人工智能(AI)工具日益改变科学工作流程,梦想着更系统化变革的 Sam Rodriques,于 2023 年在美国旧金山建立了他的初创公司 FutureHouse。

作为一家非营利机构,该公司得到了谷歌公司前任首席执行官 Eric Schmidt 的支持,目标是培养一名“AI 科学家”,能够指导从假设生成到论文撰写的整个研究流程。

据《自然》报道,现在,Rodriques 的团队朝这个方向迈出了第一步。6 月 5 日,他们发布了第一个专门为科学任务设计的真正的“推理模型”——ether0。

ether0 是一个专门为化学领域构建的大语言模型,通过完成大约 50 万个问题的测试学习化学。ether0 可以根据简单的英文说明,给出符

合一系列标准的类药物分子的公式。

ether0 是开源的,并纳入了许多公司旨在实现科学过程自动化的其他研究成果,比如谷歌和日本公司 Sakana AI 的成果。

与之前的专业模型不同,ether0 通过自然语言跟踪“思路”,为 AI 的“黑匣子”提供了一个窗口,使它能够回答通常需要复杂推理的问题。尽管一些通用推理模型,如 OpenAI o1,在标准化科学测试方面有进步,但在没有针对性训练的情况下,它们很难产生深刻的见解。

德国耶拿大学的数字化学家 Kevin Jablonka 在试用 ether0 预览版后发现,该模型可以对未经过训练的化学性质作出有意义的推断。“以前的模型是无法做到的。”

ether0 是 FutureHouse 的最新成果。在过去

一年里,该公司发布了“高级科学文献评论家”和“AI 代理平台”,后者是基于大语言模型的工具,专为特定任务而设计。基于上述模型,5 月,FutureHouse 团队提出了一种治疗干性年龄相关性黄斑变性的新方法,这是导致失明的主要原因之一。

FutureHouse 的研究人员从法国初创公司 Mistral AI 那里获得了一个相对较小、足够紧凑的大语言模型,可以在笔记本电脑上运行。他们发现,与其用化学教科书和论文训练模型,不如让它从考试中学习。为此,FutureHouse 的化学工程师 Andrew White 从 45 篇学术论文中汇编了实验室生成的化学结果,跟踪了分子溶解度和气味等特性,并将其转换为 577790 个可验证的问题。

研究人员训练了模型的 7 个版本,每个版本

都试图解决上述化学问题的一个特定子集,回答正确可获得强化奖励。然后,研究人员将这些专业模型中的推理链合并为一个通才模型。在再次运行了上述化学问题集后,他们得到了 ether0。

该团队使用另一组问题对 ether0 的性能进行了评估,其中一些问题与训练集中的问题无关。ether0 几乎在所有方面的表现都优于 OpenAI 的 GPT-4.1 等其他前沿模型。对于某些类型的问题,ether0 的准确性是竞争对手的两倍多。

对于 ether0 的未来,其他科学家认为喜忧参半,它有自己的优势,当然也存在不足。不过,Rodriques 认为,将推理能力嵌入专门的模型中,将使团队获得端到端的自动化科学方法,而不仅仅是化学。

(徐锐)

■ 科学此刻 ■

打通“锂瓶颈”才有核聚变

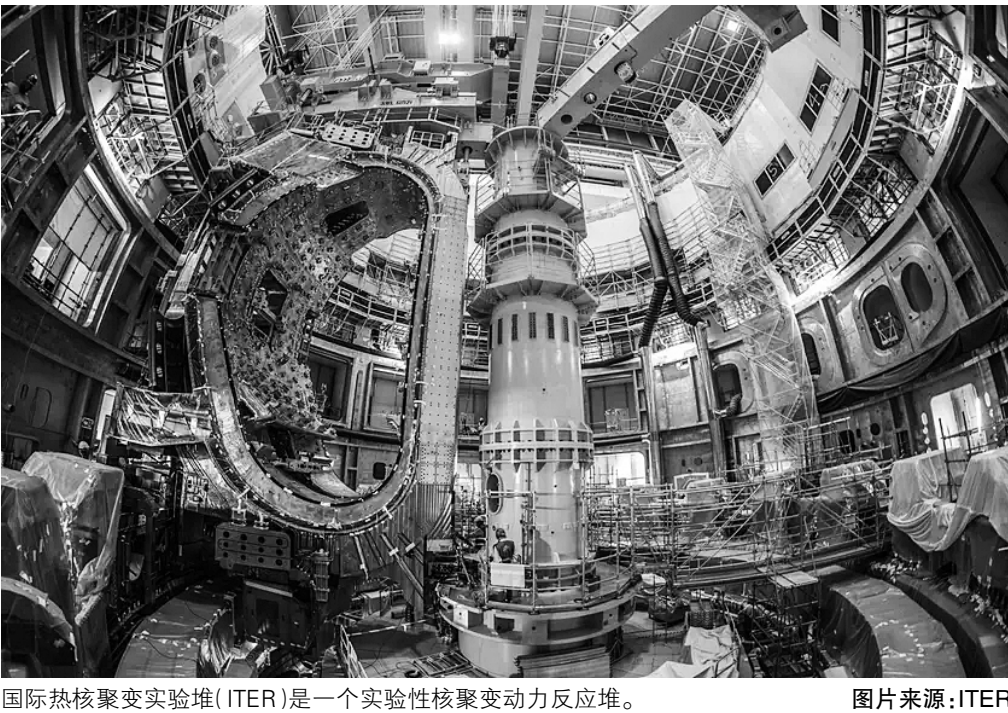
核聚变有望提供无限的能量,但在此之前,全球必须从零开始供应大量浓缩锂燃料。

专注核聚变研究的英国伍德拉夫科学有限公司的 Samuel Ward 表示:“目前最大的技术缺口之一是浓缩阶段,也就是对特定类型锂的富集过程。我们尚未拥有一个规模化生产未来核聚变电站所需燃料的解决方案。”

锂是目前研发的最常见核聚变技术的关键燃料,该技术通过将两种不同形式的氢融合在一起产生能量。锂的稀有同位素锂-6 仅占天然锂总量的 7.5%,却是维持核聚变过程效率最高的材料。因此,大多数核聚变发电方案都依赖“浓缩锂”,其中锂-6 的含量需提升至总量的 50%以上,有时甚至高达 90%。

Ward 和同事研究发现,仅一座示范核聚变电站就需要 10 至 100 吨浓缩锂来启动和维持运行。而每一座新上线的示范电站都将增加这一需求。

首座此类电站预计 2040 年左右才能建成,这为全球浓缩更多锂提供了时间,但浓缩计划需要迅速推进。有报告指出,当前锂-6 的供应量“几乎为零”。美国政府为支持核武器生产,曾在 1952 年至 1963 年间生产了约 442 吨浓缩锂。然而,该过程依赖有毒的汞,对环境造成了严重污染,以至于数十年后仍在清除损害。



国际热核聚变实验堆(ITER)是一个实验性核聚变动力反应堆。 图片来源:ITER

美国能源部普林斯顿等离子体物理实验室的 Egemen Kolemen 表示,如今的需求已从核武器所需的少量高浓缩锂,转变为核聚变所需的大量低浓缩锂。

为支持早期核聚变发电,Ward 团队提出了一种仍依赖于汞的更现代化、更清洁的浓缩工艺流程。相关研究成果 6 月 5 日发表于《焦耳》。

去年,德国政府为一个项目提供了资金,后者旨在扩大这种锂浓缩的规模并使其具备成本效益。参与该项目的德国咨询公司“求解决方案”的 Michael Franck 说:“我们计划于 2028 年在卡尔斯鲁厄启动首座锂浓缩厂。”

参与该项目的德国卡尔斯鲁厄理工学院的

Thomas Giegerich 表示:“在短期和中期内,唯一能提供足够浓缩锂的方法是基于汞的工艺。”然而,这种工艺仍不足以满足数百或数千座商业核聚变电站的最终需求。

美国突破研究所的 Adam Stein 表示:“业界普遍认为,基于汞的工艺无法持续支持大规模核聚变能源部署。”

一些无汞浓缩方法正在研究中,但近期尚无法投入使用。英国原子能管理局也一直在资助开发更清洁的锂浓缩工艺,比如利用微生物高效分离锂-6。

相关论文信息:
<https://doi.org/10.1016/j.joule.2025.101997>

按摩颈面部可能有助大脑“排污”

本报讯 一种可以增强大脑“排污系统”的新方法,为治疗阿尔茨海默病等神经退行性疾病带来了希望。在这项 6 月 4 日发表于《自然》的研究中,科学家揭示了大脑清除废物的机制,并据此开发出一款能够激活该系统的按摩设备。

人类大脑“沐浴”在脑脊液中,后者在泵入大脑后排出,进入被称为淋巴管的细管网络。此前的小鼠研究表明,这种液体可以冲走脑细胞产生的废物,包括与阿尔茨海默病和帕金森病相关的 β -淀粉样蛋白。

那么,增强脑脊液的流动是否可以改善大脑健康呢?韩国科学技术高级研究所的 Gou Young Koh 表示,以前只在颈部深处发现了引流脑脊液的淋巴管,因此很难进行人为干预。

现在,Koh 及同事在小鼠、猴子的面部和颈部皮肤下约 5 毫米处发现了一个淋巴管网络。他们向动物体内注射了一种可标记脑脊液的荧光染料,并在麻醉状态下成像,从而发现了这一结构。“我们使用的麻醉剂与以往的研究不同,不会阻碍对靠近皮肤的淋巴管的检测。”Koh 说。

为了验证按摩这些淋巴管能否促进脑脊液流动,研究人员设计了一种装置,将一根棉棒连接到直径 1 厘米的棉球上。他们用这个装置沿着大约两岁的老年小鼠和几个月大的年轻小鼠的面部和颈部向下按摩了一分钟。“我们通过轻轻按摩面部和上颈部推动液体向下,增强了脑脊液的流动。”Koh 解释说。

结果显示,按摩后半小时,小鼠大脑中的脑

脊液流速比之前平均快了 3 倍。令人吃惊的是,该操作似乎还逆转了与年龄相关的脑脊液流量下降。“刺激后,老年小鼠的脑脊液流量与未按摩的年轻小鼠相似。”Koh 说。在尚未发表的研究中,研究团队在猴子身上也观察到类似结果。

但芬兰奥卢大学的 Vesa Kiviniemi 指出,小鼠和猴子在解剖结构上与人类存在差异,因此还需要进一步研究证实这一点。瑞士伯尔尼大学的 Steven Proulx 也表示,目前尚不清楚增强脑脊液流动是否真的可以延缓大脑衰老,或预防阿尔茨海默病等神经退行性疾病。

Koh 表示,他们的团队计划在具有阿尔茨海默病特征的小鼠模型中探索这一问题。(蒲雅杰)

相关论文信息:
<https://doi.org/10.1038/s41586-025-09052-5>

“一竿子插到底”,他们“追光”前行

团结奉献:30 多年追赶打破封锁

在这群“追光人”中,长春光机所研究员陈波用 30 多年时间,刻苦钻研空间 X 射线、极紫外相机、远紫外波段光学技术,并将其应用于空间领域。

1984 年,陈波从吉林大学物理系毕业后,进入长春光机所工作。当时,我国刚刚开始研究 X 射线、极紫外等波长较短的电磁辐射,国外相关产品又面向国内禁售。在王大珩“一竿子插到底”精神的感召和引领下,陈波带领科研人员奋起直追。

20 世纪 90 年代,陈波作为项目负责人,开始承担我国航天工程中极紫外波段成像载荷研制任务。

极紫外光的波长约为可见光的 1/20,辐射亮度极其微弱,对光学仪器的研制要求非常高。比如,为了在该波段具有更高的反射率,陈波团队需要镀制三明治治镀膜层,膜层厚度只有头发丝直径的万分之一,镀膜层数高达上百层。

“太阳是地球空间天气的源头,它‘打喷嚏’,地球就得‘发烧’‘感冒’,我们就像太阳和地球的摄影师,在更短波段范围给太阳和地球拍照。”陈波告诉《中国科学报》,“X 射线－极紫外－远紫外波段是一个全新波段,其波长很短,但通过这

个波段我们可以看到肉眼看不到的现象,可以更早知道太阳的变化,以预报空间天气情况。”

虽然我国空间 X 射线－极紫外－远紫外波段成像技术领域起步较晚,但陈波经常鼓励团队成员上下一心、团结一致、勇往直前。他们最终破解了材料反射率低、目标信号微弱等一系列难题,成功研制出具有国际先进水平的成像载荷,空间 X 射线－极紫外－远紫外波段成像技术及应用 2024 年获国家科学技术进步奖二等奖。

在长春光机所的展厅里,有一台穿着亮闪闪衣服的特别望远镜。“这是太阳 X 射线－极紫外成像仪的一比一模型,真机搭载在 2021 年 7 月 5 日成功发射的风云三号 E 星上,是国际上首台具有 X 射线和极紫外两个波段的太阳成像仪。”陈波说。

以往对 X 射线和极紫外两个波段进行成像监测,需要搭载两台载荷,而陈波团队研制的太阳 X 射线－极紫外成像仪集成了掠入射和正入射两种成像方式,首次用一台载荷完成了两个波段的成像监测,既节省了空间,又减轻了载荷重量。

2024 年 3 月,“鹊桥二号”中继卫星成功发射,该卫星搭载了陈波团队研发的极紫外相机。“这台相机可以给地球拍摄特殊的照片,科学家利用这些图像数据研究太阳活动如何影响地球

空间环境,以及地球空间环境的演化过程,帮助预测可能造成危害的空间天气事件。”陈波说。

当年的“小陈”已经变成现在的“老陈”,陈波团队传承了长春光机所的优良传统,从应用基础研究做起,几十年如一日,团结奉献、厚积薄发,不仅打破了国外封锁,还满足了国家重大工程任务需求。

开放共赢:“追光”青年登上国际舞台

2020 年底,31 岁的李炜结束了在美国近 10 年的学习和工作,回国担任长春光机所微纳光子学与材料国际实验室主任。

谈及为什么选择长春光机所,李炜告诉《中国科学报》,长春光机所是新中国在光学领域建立的第一个研究所,诞生了很多“第一”的成果——我国第一台高精度经纬仪、第一台电子显微镜、第一台高温金相显微镜、第一台多臂投影仪、第一台光学玻璃等。这里是中国光学的摇篮,更是从事光学研究的青年们的向往之地。

回国后不久,李炜团队在国际上首次利用单个器件、单次测量,获得了高维度光场的光谱、偏振、光强等信息。2024 年 5 月,相关研究成果发表于《自然》,这是长春光机所作为第一完成单

位,首次在《自然》发表论文,实现了零的突破。

时隔半年,李炜团队的又一项重大成果发表于《科学》,这也是长春光机所作为第一完成单位,首次在《科学》发表论文。文章称,研究人员发现了一种无需消耗能源即可完成制冷的新策略,可大幅节约能源并减少温室气体排放。

担任微纳光子学与材料国际实验室主任以来,李炜从美国、日本、法国等引进了多位高水平科研人员,并推动实验室与国内外顶尖高校研究机构开展学术交流与合作。

李炜介绍,如今微纳光子学与材料国际实验室会聚了世界各地的科研学者,外籍科研人员约占 1/5。“不同国籍、不同学术背景的科研人员可以优势互补、形成合力,在科学领域做出有重要影响力的成果。”李炜说。

日前,李炜荣获 2025 年度中国青年五四奖章。这位“追光”青年正带领团队在光电信息领域持续深耕,一边探索前沿技术,一边尝试破解应用难题,力争产出更多优秀成果。

“‘一竿子插到底’的精神是长春光机所一直以来的原动力。”长春光机所党委书记、副所长金宏说,“国家需要什么,我们就做什么。能否成功并非第一选项,抱着执着的态度‘死磕’,一定能攻克‘卡脖子’难题。”

新时期,长春光机所的“追光人”正用实际行动让“博大精深、科学务实、团结奉献、开放共赢”的“长光精神”薪火相传、发扬光大。