

“小柯”秀

一个会写科学新闻的机器人

【物理评论 A】

高维测量可模拟性
与高维导引之间的等价

瑞士日内瓦大学的 Nicolas Brunner 课题组与德国汉诺威大学的 Thomas Cope 合作,揭示了高维测量的可模拟性与高维导引之间的等价。相关研究成果近日在《物理评论 A》发表。

尽管量子导引效应自然地与纠缠的维数 (Schmidt 数) 相关联,但研究人员发现其也直接与测量不相容性的维数概念相关联。简单地说,研究人员提出了导引和测量不相容性的概念在维数量化方面的一般联系。基于这种联系,他们提出了一种替代方法来模拟量子相关性。具体而言,他们展示了如何仅使用共享随机性和低维纠缠就可以精确恢复某些高维纠缠态的相关性。最后,他们导出了用于测试测量不相容性维数的准则,并讨论了将这些想法推广到量子信道的可能性。

相关论文信息:

https://doi.org/10.1103/PhysRevA.107.052425

【自然—化学】

低压介质下
锂—空气充电电池设计策略

英国牛津大学 Peter G.Bruce 团队报道了当前低压介质下锂—空气充电电池的缓慢和单线态氧不能解释退化的原因。相关研究成果日前发表在《自然—化学》。

尽管锂—空气可充电电池比锂离子电池提供更高的能量密度,但放电过程中形成的绝缘 Li_2O_2 阻碍了快速、高效的再充电。氧化还原介质用于促进 Li_2O_2 的氧化;然而,在低充电电压下的快速动力学对于实际应用是必要的,但是尚未实现。

研究人员研究了氧化还原介质氧化 Li_2O_2 的机理。 Li_2O_2 的外层单电子氧化为 LiO_2 是速率限制步骤,这遵循 Marcus 理论。第二步以 LiO_2 歧化为主,主要形成三重态 O_2 。与早期观点相反,单线态 O_2 的产率取决于介质的氧化还原电位,而与电解质降解无关。研究人员对机理的研究解释了为什么当前的低电压介质 (<+3.3V) 不能提供高倍率 (最大倍率为 +3.74V),并提出了重要的介质设计策略,以提供足够高的倍率,在更接近 Li_2O_2 氧化热力学电势 (+2.96V) 的电势下快速充电。

相关论文信息:

https://doi.org/10.1038/s41557-023-01203-3

【德国应用化学】

快基增强的共价非系框架
高效储锂及机理

上海大学王勇团队报道了快基增强的共价非系框架高效储锂及其机理。相关研究成果 6 月 3 日发表于《德国应用化学》。

已有的研究显示,原始体相共价有机材料的导电性差是其在储能应用中的主要挑战,而共价有机材料中对称快基键 (C≡C) 的储锂机理仍然很少报道。

研究团队首次设计并合成了纳米 (~80nm) 快基连接的共价非系框架 (快基 CPF),以提高锂离子电中共价有机材料的固有电荷传导性和不溶性。由于沿快基单元和来自非系框架的 N 原子的高度电子共轭,通过密度泛函理论 (DFT) 计算,其具有最低 HOMO-LUMO 能隙 ($\Delta E=2.629\text{eV}$) 的快基 CPF 电极显示出提高的本征电导率。因此,原始的快基 CPF 电极具有优异的循环性能以及大的可逆容量和优异的倍率特性 (在 100 mA g^{-1} 下 300 次循环后为 $1068.0\text{ mA h g}^{-1}$, 在 1000 mA g^{-1} 下 700 次循环后为 410.5 mA h g^{-1})。

此外,通过拉曼光谱、FT-IR、XPS、EIS 和理论模拟,研究人员深入探讨了快基 CPF 电极中 C≡C 单元和非系框架的储能机理。

该工作可为共价有机材料在电化学储能中的设计和机理提供新的策略和见解。

相关论文信息:

https://doi.org/10.1002/anie.202302143

【自然—神经科学】

睡眠中海马—丘脑皮质同步
可巩固记忆

美国加州大学 Itzhak Fried 和以色列特拉维夫大学 Yuval Nir 合作发现在睡眠期间增强海马—前额叶神经元同步可增强人类的记忆巩固。相关研究成果 6 月 1 日在线发表于《自然—神经科学》。

据介绍,睡眠中的记忆巩固被认为取决于皮层慢波、丘脑皮层睡眠纺锤体和海马涟漪之间的协调相互作用,但缺乏直接证据。

研究人员在睡眠期间对人类前额叶皮层进行了实时闭环刺激,并测试了其对于睡眠电生理学和夜间巩固陈述性记忆的影响。将刺激与内侧颞叶 (MTL) 内源性慢波的活动同步可增强睡眠纺锤体,促进全脑神经尖峰活动对 MTL 慢波的锁定,并改善 MTL 波纹和丘脑皮质振荡之间的耦合。

此外,同步刺激提高了识别记忆的准确性。相比之下,没有这种精确时间锁定的相同刺激与这些电生理和行为效应无关,有时甚至会退化。值得注意的是,记忆准确性的个体变化与电生理效应高度相关。这一研究表明,睡眠中的海马—丘脑皮质同步是支持人类记忆巩固的原因。

相关论文信息:

https://doi.org/10.1038/s41593-023-01324-5

卫星首次成功向地球传送太阳能

证明天基能源可信性

道,SpaceX 等公司已经大幅削减了发射成本。ESA 和英国政府最近委托有关机构进行的研究表明,大型轨道发电机关很快就能以与地面核电站相当的成本发电。

加州理工学院的这项任务旨在更进一步开发轻便、廉价和灵活的部件。微波发射器是一个由 32 个平面天线组成的阵列,排列在比餐盘稍大的表面上。通过改变发送到不同天线的信号的时间,研究人员可以控制阵列的波束。他们把它对准一对微波接收器,然后随意将光束从一个接收器切换到另一个接收器,并点亮每个接收器上的 LED。

微波发射器的发射功率很小,只有 200 毫瓦,比手机摄像头的光还暗。但该团队仍然能够将微波束引向地球,并用接收器探测到它。“这是一个概念验证。”加州理工学院电气工程师 Ali Hajimiri 说,“它表明了整个系统可以做什么。”

加州理工学院的航天器还有两个计划中的

道,SpaceX 等公司已经大幅削减了发射成本。ESA 和英国政府最近委托有关机构进行的研究表明,大型轨道发电机关很快就能以与地面核电站相当的成本发电。

加州理工学院的这项任务旨在更进一步开发轻便、廉价和灵活的部件。微波发射器是一个由 32 个平面天线组成的阵列,排列在比餐盘稍大的表面上。通过改变发送到不同天线的信号的时间,研究人员可以控制阵列的波束。他们把它对准一对微波接收器,然后随意将光束从一个接收器切换到另一个接收器,并点亮每个接收器上的 LED。

微波发射器的发射功率很小,只有 200 毫瓦,比手机摄像头的光还暗。但该团队仍然能够将微波束引向地球,并用接收器探测到它。“这是一个概念验证。”加州理工学院电气工程师 Ali Hajimiri 说,“它表明了整个系统可以做什么。”

加州理工学院的航天器还有两个计划中的

实验。其中一个正在测试 32 种不同的太阳能电池,看哪一种能耐得住严酷的太空环境。第二个是一块折叠的超轻复合材料,它将展开成为一个两米宽的帆状结构。虽然帆上不会安装任何太阳能电池,但它旨在测试未来发电站所需的轻薄、灵活的大型装备。

人们对太空太阳能的兴趣似乎越来越大。ESA 今年委托有关机构进行了两项关于轨道发电站潜在结构的研究。Vijendran 说,能源供应公司已经加入了这项工作。日本京都大学团队上个月宣布,他们将和日本宇宙航空研究开发机构合作,在轨道上测试电力传输。

日本电气工程师 Naoki Shinohara 说,他很高兴听到加州理工学院取得成功的消息,“但同时我也很失望,因为日本人的目标是在 2025 年进行世界上第一个 (无线电力传输) 卫星实验”。

初创公司 Virtus Solis Technologies 也一直在测试电力传输,并计划在 2026 年将一个试点工厂送入轨道。该公司首席执行官 John Bucknell 表



加州理工学院研究人员探测到来自太空的微量微波束。图片来源:ALI HAJIMIRI

示,打算在 10 年内向客户提供商业电力。“太空太阳能利用技术是唯一一种清洁、可靠、可扩展的能源技术,是实现零碳排放的可靠途径。”(王乐乐)

■ 科学此刻 ■

科学还“最冷血
女杀手”清白

科学能为个人带来什么?对于曾有“澳大利亚最冷血女杀手”恶名的 Kathleen Folbigg 来说,可以改变她原本“有罪”的人生,助她重获自由。

Folbigg 于 2003 年因涉嫌连续谋杀自己的 4 个孩子入狱。丹麦奥尔堡大学蛋白质科学家 Michael Toft Overgaard 等人作为该案的专家证人,应用科学知识,发现 4 个孩子可能因为基因突变、神经遗传性疾病等自然原因死亡,而非谋杀,从而还 Folbigg 清白。在坐了 20 年牢后,Folbigg 于 6 月 5 日获释。

“人们在这个案件中听到了科学的声音。”Overgaard 说。对专家证人在该案调查中发挥的作用,研究人员和法律专家表示赞赏。参与调查的科学家呼吁改革法律,以便在澳大利亚案件调查中有正式的提供科学证据的程序。

20 年前,Folbigg 被定罪时还没有获得基因证据的技术。随着科技发展,研究人员发现她的两个女儿可能死于罕见的钙调蛋白突变,而神经系统遗传性疾病可能导致了其儿子的死亡。

对于 Folbigg 的获释,英国弗朗西斯·克里克研究所遗传学家 Carola Vinuesa 感到高兴。2018 年,Folbigg 的律师联系到 Vinuesa,希望对 Folbigg 和其已故子女的基因组进行测序,以了解这些孩子在 1989 年至 1999 年间的突然死亡是否有基因上的解释。



Kathleen Folbigg

图片来源:Joel Carrett/AAP Image via Alamy

Vinuesa 在 Folbigg 及其两个女儿的基因组中发现了钙调蛋白编码基因 2 突变,认为这可能是女孩们的死因。但这些证据不足以说服当时的调查专员,后者仍支持对 Folbigg 定罪。因此,2019 年,Vinuesa 联系了澳大利亚科学院,获得了该院研究人员的支持,随后他们基于 Overgaard 和其他人关于钙调蛋白突变是如何损害蛋白质功能的研究,请求免罪释放 Folbigg。

检方和辩护方小组还召集了其他专家作为专家证人,开展研究、寻找证据。

相关专家认为,这起案件的反转表明了科

学领域和司法系统协同工作的重要性,应该推动相关法律改革,建立一个“对科学更敏感的法律体系”,同时成立一个刑事案件审查委员会,但随着科学进步有新证据曝光时,该委员会可以重新审查相关案件。

不过,新南威尔士州总检察长戴利表示,Folbigg 的赦免仅表示她不必服用剩余的刑期,并不代表她的定罪已被撤销,她仍须向刑事法庭提出上诉。他补充说,现在谈论赔偿还“为时过早”,因此这需要 Folbigg 对新南威尔士州政府提起民事诉讼,政府通过相应法律程序才能够批准补偿。(徐锐)

美国国立卫生研究院研究人员组建首个工会

本报讯 6 月 1 日,约 150 名研究人员聚集在美国国立卫生研究院 (NIH),庆祝向美国联邦劳工关系管理局 (FLRA) 递交了成立工会的申请书。他们希望这一申请最终会得到美国政府和 NIH 的 27 个研究所和中心兼职,约占 NIH 工作人员的 1/10。据组织者称,到目前为止,约有 3000 名研究人员签署了支持成立工会的文件。

NIH 发言人 Amanda Fine 肯定了研究人员组织工会以维护自身利益的权利,“NIH 不会干涉工会的任何活动,并将遵守适用的法律法规”。

在工会正式成立前,FLRA 需要对申请进行认证。如果获得许可,这将是第一个代表 NIH 研究人员的工会,也是美国政府下属第一个代表研究人员的工会,同时是美国 12 年来成立的最大工会。

2022 年底,隶属于多个工会的研究人员在美国加州大学系统的各个校园内组织了美国历史上规模最大的高等教育罢工,要求加薪并改善工作条件。由于联邦工作人员不允许罢工,因此一旦认证为工会,NIH 工会将不能以类似

的方式罢工,然而工会可以使用其他谈判策略,如示威游行。

目前支付给研究人员的津贴会根据所在单位、个人经验、资历而有所不同,但有些人的津贴低于平均水平,并且由于许多研究人员不是 NIH 雇员,因此没有资格享受退休计划等福利,一些人希望这种情况会有所改变。

美国国家癌症研究所癌症培训中心前主任 Jonathan Wiest 说,如果 NIH 增加其研究人员的工资,则可能会在全美范围内产生连锁反应。如果 NIH 研究人员的工资大幅增加,对大学来说可能不是个好消息,它们必须有所行动,否则研究人员更愿意申请 NIH 职位,而不是留在大学。(辛雨)

该团队进行了一项基于网络的公民科学实验,以测试感知有音调语言和无音调语言是否影响人们感知音乐的能力。他们从 203 个国家招募了近 50 万名参与者,母语有 54 种之多,包括 19 种地理上分散的有音调语言,如缅甸语、旁遮普语 (印度语族) 和伊博语 (尼日尔—刚果语系)。

参与者被分配了 3 个不同的音乐任务,测试他们辨别旋律 (这个旋律和其他旋律一样吗)、节奏 (鼓点是否与歌曲同步) 的能力和精细的音高感知 (歌手是否跑调) 能力。根据参与者的表现,他们会接受难度越来越大的测试,在这

些测试中,旋律的差异更细微,不匹配的节奏几乎是拍子上的,跑调的声音更接近于合拍。

总的来说,研究人员发现,人们使用的语言类型会影响其辨别旋律和节奏的分辨能力,但不会影响他们判断别人唱歌是否合拍的能力。“在我们研究的 19 种有音调语言中,以这些语言为母语的人在辨别旋律方面平均优于无音调语言的人。而前者在完成基于节拍的任务时表现得比后者差。”刘静轩说。

有音调语言者有较弱的节奏劣势令人惊讶,作者认为这可能缘于对不同声学特征关注的权衡。Hilton 说:“可能因为有音调语言者对节奏的关注较少,对音高的关注更多,因为音高模式对其交流更重要。”

关于有音调语言者在音乐性方面是否有优势,之前已经被探讨过,但之前的研究无法将语言影响与其他文化影响分开。“之前的研究大多只是将一种语言的使用者与另一种语言的使用

美韩团队研制出
性质稳定的纳米“光开关”

据新华社电 美国哥伦比亚大学日前发布的新闻公报称,科研人员研制出一种纳米晶体颗粒,能在光信号控制下像电灯泡一样变亮或变暗,而且性质非常稳定,可多次反复开关而不“疲劳”。这种“光开关”材料有助于研发更高分辨率的纳米显微镜、可容纳海量数据的光学量子存储器等。该研究由该校和韩国蔚山国立科技学院等机构联合进行,相关论文发表在英国《自然》杂志上。

一些物质吸收光子后会释放出新的光子,发光强度可通过改变入射光来调节,在生化、医疗、光电等领域有广泛应用。但当前使用的大多是有机染料或蛋白质,其分子容易被光破坏,使用寿命较短。

新型纳米晶体颗粒由氟钪化钠材料制成,掺入了镧系元素铈。该颗粒具有“光子雪崩”属性,即入射光的微小变化能导致其发光强度剧烈改变,可以成为灵敏的光开关。实验发现,用近红外波段不同波长的光照射,颗粒在发光和不发光状态之间切换,几小时内开关上千次也没有性能下降的迹象。近红外波段是观察生物分子的重要窗口,在微加工等方面也有独特优势。

研究人员推测,新材料的开关性质来源于晶体内部极其微小的缺陷,以目前的技术还无法观察到这些缺陷。他们用这种颗粒在三维基板上实现了二维和三维纳米级图形的写入、擦除和重写,验证了它在数据存储方面的应用潜力。在另一项实验中,新材料的稳定开关特性使显微成像过程可持续收集充足的光子,大幅提高分辨率。(王艳红)

软化毛囊干细胞
可促使毛发再生

据新华社电 美国西北大学等机构的研究人员日前在美国《国家科学院学报》上发表论文称,年龄增长会使毛囊干细胞变僵硬,妨碍毛发再生,调节有关分子机制使毛囊干细胞软化可促进毛发生长。

动物毛发的自我更新和生长依赖于毛囊干细胞的周期性增殖和分化。这项新研究显示,毛囊干细胞激活时,由肌球蛋白组成的细胞骨架会软化,细胞膨大并发生一系列反应,使毛发再生。微核糖核酸分子 miR-205 对软化肌球蛋白骨架起着重要作用,老龄小鼠的毛囊干细胞比年轻小鼠更僵硬,miR-205 水平也更低。

研究人员通过基因手段增强 miR-205 的表达,使“怠工”的毛囊干细胞重新活跃起来,不同年龄的小鼠都在 14 天内出现活跃的毛发再生现象。他们下一步将验证直接用纳米粒子将该分子注入毛囊干细胞是否有同样效果,以及该机制是否适用于人类。(王艳红)

母语影响乐感

本报讯 母语会影响你的乐感,即对旋律和节奏的感知。

一项国际研究比较了使用 54 种不同语言的近 50 万人的旋律和节奏能力,发现有音调语言的人能更好地辨别不同旋律的细微差异,而无音调语言的人能更好地分辨节奏是否与音乐同步。相关研究近日发表于《当代生物学》。

研究者表示,这些优势——有音调语言者的旋律感知和无音调语言者的节奏感知,相当于从音乐课上学到的能力的一半。

论文共同第一作者、新西兰奥克兰大学和美国耶鲁大学的认知科学家 Courtney Hilton 说:“人们在成长过程中会使用一种或多种语言,这种经历不仅会让你大脑倾听这些语言的声音,还可能影响人们对旋律和节奏等的感知。”

虽然像英语这样的无音调语言可能会使用音高改变情绪或表示问题,但提高或降低音高永远不会改变单词的意思。相比之下,像

汉语普通话这样的有音调语言使用声音模式区分音节和词语。“这个特性要求说话者和听众都对音高较为敏感,以此区分一个人是否在骂他。”论文共同第一作者刘静轩 (音) 说,他的母语为普通话,在美国杜克大学读本科时开始研究这个项目。

该团队进行了一项基于网络的公民科学实验,以测试感知有音调语言和无音调语言是否影响人们感知音乐的能力。他们从 203 个国家招募了近 50 万名参与者,母语有 54 种之多,包括 19 种地理上分散的有音调语言,如缅甸语、旁遮普语 (印度语族) 和伊博语 (尼日尔—刚果语系)。

参与者被分配了 3 个不同的音乐任务,测试他们辨别旋律 (这个旋律和其他旋律一样吗)、节奏 (鼓点是否与歌曲同步) 的能力和精细的音高感知 (歌手是否跑调) 能力。根据参与者的表现,他们会接受难度越来越大的测试,在这

者进行比较,通常是英语与汉语普通话或广东话比较。刘静轩说,“说英语和说中文的人的文化背景不同,他们接触的音乐多寡和在学校接受的相关培训有差别。如果你只是比较这两个群体,很难排除这些文化因素的影响。”

刘静轩表示:“研究发现,在不同的语言范围内,对于在文化和背景上有很大差异的人而言,这种影响仍然存在。这确实支持了这样一种观点,即使用有音调语言的人在音乐处理方面的差异是由语言经验驱动的,而不是文化差异。”

论文通讯作者、美国奥克兰大学和耶鲁大学的认知科学家 Samuel Mehr 说:“音乐在不同的文化中有许多共同特征,但这篇论文表明,这些共性可能是个体间和跨文化差异的基础。”

不过,说一种特定的语言并不能代替音乐课。Hilton 说:“有音调语言者在能力上获得提升,无音调语言者在节奏上更有优势。旋律和节奏都是音乐的重要组成部分。”(冯丽妃)

相关论文信息:

https://doi.org/10.1016/j.cub.2023.03.067