

II “小柯”秀

一个会写科学新闻的机器人

【科学】

研究揭示
MC4R 激活饱和和信号机制

以色列魏茨曼科学研究所的 Moran Shalev-Benami、希伯来大学 Masha Y. Niv 和英国伦敦大学玛丽皇后学院 Peter J. McCormick 合作在人类 MC4R-Gs 信号复合物的低温电镜结构方面取得最新进展。

研究人员利用该结构揭示了黑皮质素受体 4 (MC4R) 激活饱和和信号的机制。这一研究成果发表在 4 月 15 日出版的《科学》上。

他们介绍了人类 MC4R-Gs 信号复合物与激动剂 setmelanotide (一种最近被批准用于治疗肥胖症的环状肽) 结合的冷冻 EM 结构。这项工作揭示了 MC4R 激活的机制, 强调了启动饱和和信号的分子开关。另外, 他们的发现表明, Ca^{2+} 是激动剂所必需的, 而不是拮抗剂的功效。这些结果填补了了解 MC4R 激活的空白, 并可能指导未来体重管理药物的设计。

研究人员表示, 肥胖在全球盛行, 会导致发病率和生活质量下降。MC4R 是食欲、能量稳态和中枢神经系统体重控制的关键, 并且是抗肥胖药的主要靶标。

相关论文信息:

<https://doi.org/10.1126/science.abt7958>

科学家从核和线粒体 DNA
挖掘尼安德特人种群历史

德国马克斯-普朗克进化人类学研究所 Matthias Meyer 研究组取得一项新突破。他们利用洞穴沉积物中的核和线粒体 DNA 挖掘尼安德特人的种群历史。相关论文发表在近日出版的《科学》上。

他们开发了富集和分析沉积物中核 DNA 的方法, 并将其应用于约 200000 至 50000 年前的西欧和西伯利亚南部的洞穴沉积物中。他们检测到大约 100000 年前西班牙北部的人口置换, 并伴随着线粒体 DNA 的周转。

他们还确定了晚更新世早期尼安德特人历史上的两次辐射事件。他们的工作为从沉积物中微量核 DNA 研究古代人类的种群历史奠定了基础。

相关论文信息:

<https://doi.org/10.1126/science.abf1667>

【细胞】

视觉皮层的高精度编码

美国 HHMI 简妮莉亚研究园区 Marius Pachitariu 研究组揭示了视觉皮层中的高精度编码。相关论文于近日发表在《细胞》上。

研究人员在定向解码任务中同时记录了来自小鼠主要视觉皮层 (V1) 和更高级视觉区域中的多达 50000 个神经元, 并分别测量了 0.35° 和 0.37° 的刺激识别阈值。这些神经阈值几乎比小鼠报告的行为阈值小 100 倍。

这种差异不能通过刺激特性或唤醒状态来解释。此外, 无法通过 V1 中的神经变异性来解释感官辨别任务期间的行为变异性。相反, 与行为相关的神经活动在非感觉性大脑区域网络中动态产生。

这些结果暗示, 小鼠的知觉辨别受到下游解码器的限制, 而不是受感觉表示中的神经噪声的限制。此外, 视觉皮层中的单个神经元为大脑提供了不可靠的视觉特征估计。尚不清楚单个神经元的变异性是否在较大的神经种群之间相关, 从而损害了刺激的整体编码。

相关论文信息:

<https://doi.org/10.1016/j.cell.2021.03.042>

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

最白涂料可反射 98% 阳光

本报讯 科学家研发出一种能反射 98.1% 阳光的极白涂料。这种涂料通过向外太空辐射热量为建筑物降温, 帮助其保持凉爽, 并有可能取代高能耗的空调。相关论文近日刊登于《美国化学会—应用材料与界面》。

在夏季和气候温暖的地区, 大多数建筑依靠传统的空调系统将热量从室内传递到室外。这些系统需要消耗能源, 并释放出多余的热量, 把城市变成了“热岛”, 加剧了气候危机。尽管自 20 世纪 70 年代以来, 科学家一直在寻求开发辐射冷却涂料, 但之前开发的涂料不能反射足够的阳光, 也无法成为可行、可商业化的传统空调替代品。

美国印第安纳州普渡大学机械工程学院教授阮秀林 (音译) 和同事们用碳酸钙颗粒开发了一种超反光涂料, 可以反射 95.5% 的阳光。碳酸钙有大量间隙 (价电子带和传导电子带底部之间的能差), 因此有助于减少涂料吸收的紫外能量。研究人员还利用 60% 的高粒子

浓度促进阳光散射以及宽粒子尺寸分布——而不是单粒子尺寸, 实现高效的宽带散射。

现在, 阮秀林团队在颜料中添加了硫酸钡颗粒, 可以反射 98.1% 的阳光。相比之下, 目前市场上的商用“拒热涂料”只能反射 80%~90% 的太阳辐射, 不能达到低于环境温度的效果。

研究人员表示, 这种新的超白涂料吸收的太阳能还不到以前涂料的一半。而且, 这种新涂料吸收的阳光比它通过大气层辐射到外太空的能量要少, 所以使用这种涂料的物品实际上比周围的环境温度要低。该团队计划用涂有颜色的管子进行输送水实验, 并希望创造出一种无电制冷效果。

研究显示, 这种涂料的太阳反射效果非常好, 甚至在隆冬也能发挥作用。在室外环境 43 华氏度的测试中, 涂料仍然成功地将样品温度降低了 18 华氏度。

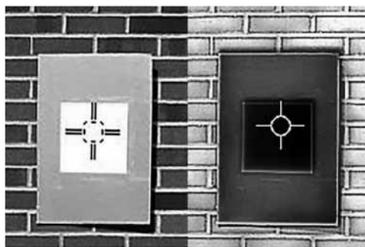
研究人员还希望这种涂料能够降低全球碳排放, 因为使用这种涂料的建筑物对空调的

需要会减少。如果将这种涂料用于一个 930 平方米的屋顶, 其冷却效果可能媲美需要 10 千瓦能源的设备。研究人员表示, 这比标准的空调更强大。

阮秀林说, 这有一个积极的双重影响, 因为涂料能将能量从我们的星球发送出去。“我们把热量发送到太空, 而不是在地球上。”他说, “而传统空调会把热量留在地球表面——只是从你的房子里面转移到外面。”

该研究小组计算出, 如果有 0.5% 到 1% 的地球表面覆盖这种涂料, 例如用它涂抹屋顶, 总效应将可能逆转迄今为止的全球变暖情况。但是, 涂料表面需要清洁, 以保持其反射性。因此, 该团队正在研究如何使其摆脱灰尘等微粒。

阮秀林现在正在研究一种反射性更强的材料, 但他表示, 这种材料的回报可能会越来越少。“达到 100% 的反射率很难。即便如此, 你获得的只是每平方米 19 瓦的制冷效益, 所以实际



红外摄像机展示了涂料样品是如何使温度低于环境温度的。 图片来源: 普渡大学

上, 考虑到成本, 它可能不那么有吸引力。” (唐一尘)

相关论文信息:

<https://doi.org/10.1021/acsami.1c02368>

■ 科学此刻 ■

快速射电暴
起源有新解

自 10 多年前人们首次发现快速射电暴 (FRBs) 以来, 科学家一直困惑, 究竟是什么东西在银河系外产生了这些强烈的无线电闪光呢? 随着对 FRBs 持续时间、无线电波频率等信息的收集, 答案范围正在逐渐缩小。

现在, 加拿大麦吉尔大学和 CHIME FRBs 项目的研究人员证实, FRBs 包含比以前探测到的任何频率都低的无线电波。这一发现重新为理论天体物理学家划定了寻找 FRBs 来源的范围。相关论文刊登于《天体物理杂志通讯》。

“我们检测到 110 兆赫兹的 FRBs, 而在此之前, 我们只知道 FRBs 存在于约 300 兆赫兹的范围。” 麦吉尔大学物理系博士后研究员 Ziggy Pleunis 说, “这告诉我们, FRBs 源周围的区域必须能透过低频辐射, 而一些理论认为,



来自快速射电暴源 20180916B 的脉冲到达 LOFAR 望远镜。

图片来源: Futselaar

所有的低频辐射都会被立即吸收, 永远不会被探测到。”

这项研究聚焦于 2018 年由不列颠哥伦比亚省的 CHIME 射电望远镜首次探测到的 FRBs 源。这个被称为 FRB 20180916B 的源由于与地球距离相对较近, 以及其定期发射 FRB 而受到特别关注。

该研究团队将 CHIME 射电望远镜与荷兰的另一架射电望远镜 LOFAR 结合起来。这不

仅使他们能够探测到非常低的 FRB 频率, 而且还揭示了在 CHIME 接收的较高频率和到达 LOFAR 的较低频率之间有大约 3 天的延迟。

“这种延迟排除了不存在频率依赖性周期性活动的解释, 从而使使我们更接近理解这些神秘爆发的起源。” 合著者、麦吉尔大学物理系博士后研究员 Daniele Michilli 补充说。 (鲁亦)

相关论文信息:

<http://dx.doi.org/10.3847/2041-8213/abec72>

翼龙体内惊现“自行车辐条”

本报讯 一直以来, 人们对翼龙知之甚少。它是一种体形巨大、会飞的爬行动物, 翼展可达 12 米。它也是有史以来最大的飞行动物, 首次出现在化石记录中的时间大约为 2.25 亿年前的三叠纪晚期, 并于大约 6600 万年前的白垩纪末期消失。其最显著的特征之一就是脖子比长颈鹿还长。

4 月 14 日, 研究人员在《交叉科学》上报告了一项出乎意料的发现: 它们纤细的颈椎能从一种复杂的内部结构中获得力量, 人们从未在其他动物中见过这种结构。

“我们最重要的发现之一——是椎体的交叉排列。” 英国朴茨茅斯大学的 Dave Martill 说, “它不像以前在动物脊椎上看到的任何东西, 骨小梁像

自行车轮的辐条一样呈放射状排列, 并沿着椎骨纵向螺旋状排列。它们甚至像辐条一样交叉。”

那么, 作为会飞的爬行动物, 它们的轻薄骨骼是如何既减轻体重又支撑身体, 使其能够捕捉并吃掉体形庞大的猎物呢?

虽然这种摩洛哥翼龙骨骼在三维空间中保存得很好, 但研究人员仍然没有预料到扫描能提供如此清晰的脊椎复杂内部结构。

该研究第一作者 Cariad Williams 说: “最令人惊讶的是, 它的内部结构保存完好, 当看到错综复杂的骨小梁时, 我们可以看到其排列成螺旋状, 在椎管上下移动, 像自行车辐条一样相互交叉。”

分析表明, 增加脖子重量的只有 50 个辐条状骨小梁, 它们可以在不弯曲的情况下负重 90%, 再加上管中管的基本结构, 从而解释了这种体重相对较轻的动物如何在不断折断脖子的情况下捕获并携带沉重猎物。

虽然翼龙有时被认为是进化的死胡同, 但 Martill 和同事说, 新发现揭示了它们是“非常复杂的”, 其骨骼是生物学上的奇迹——极轻但坚固耐用。研究人员表示, 关于翼龙仍有很多需要研究的地方, 包括它们的飞行能力和捕食生态等看似基本的问题。 (唐一尘)

相关论文信息:

<http://dx.doi.org/10.1016/j.jsci.2021.102338>

《自然》马约拉纳费米子研究撤稿引争议

(上接第 1 版)

“他们忽略了一些直接与论文内容相矛盾的数据。从更全面的数据来看, 毫无疑问, 这项研究并不能证明零偏置电导量子化的存在。” Frolov 说。

在《自然》3 月 8 日发表的撤稿声明中, 作者也坦承, 原文中对电荷跳跃相关数据的处理存在“不必要的校正”等问题, 但将其归结为“科学严谨性不充分”, 并就此致歉。

不过, 在接受《中国科学报》采访时, 香港科技大学物理学教授戴希认为, 这种数据选择和行为处理不仅是“不严谨”, 更属于“学术不端”的范畴。“在物质科学领域, 最著名的学术不端案例是贝尔实验室的舍恩造假案。这位德国科学家无中生有, 炮制了大量假文章。”他说, “舍恩的做法太离谱, 使得一些研究人员产生错觉, 以为只有数据编造才是学术不端, 甚至拿来作掩护。这当然是不对的。”

诺奖获得者科学联盟 (LSA) 发起人、主席 Richard J. Roberts 在接受《中国科学报》采访时曾表示, 对科技论文中的论据图像 / 数据处理有两种行为。一种是无害的, 只涉及为突出表述目标而进行的调整。第二种是有意对图片 / 数据进行删改, 以显示支持论文结果的“数据”, 但这实际上会让文章结论不成立。“这是非常糟糕的, 是不当行为。” 他人为, 预防这类问题, 最好的办法是在所有人进入科研领域初期就进行道德伦理教育。

戴希也建议, 各大学术机构应该对原始数据的采集、备份有严格的统一管理制度。原始数据产生以后不能修改, 封存一段时间, 如果有疑问则有据可查。

现为清华大学物理系副教授的张浩曾在 Kouwenhoven 实验室工作, 也是此次撤稿论文的第一作者 (共 3 位第一作者) 兼通讯作者 (共 2 位通讯作者)。《中国科学报》通过电子邮件试图采访张浩, 但截至发稿, 未获回应。

最终代尔夫特理工大学研究诚信委员会将如何处理这一事件尚未可知。

“科学需要时间, 有时需要很长的时间来取得进展, 我们可以把这次事件作为一个反思的机会。” 荷兰乌得勒支大学物理学教授 Zeila Zanolli 在 4 月 10 日的讨论会上说。

量子计算可重复性危机?

对于微软雄心勃勃的量子霸权目标来说, 此次《自然》撤稿事件显然是一个挫折。不过, 让更多科学家担忧的是, 近年来围绕多篇重量级马约拉纳粒子研究结果的争议, 可能会带来量子计算的可重复性危机。

量子都有其反粒子, 它们相遇时会湮灭并释放能量。1937 年, 意大利物理学家 Ettore Majorana 提供了另一种预测: 一些粒子“正反同体”, 自己就是自己的反粒子, 也就是马约拉纳费米

子。经过 80 多年的研究, 这种粒子是否存在始终扑朔迷离。

例如, 2017 年 7 月, 国内外华人科学家何庆林、赵熙丰、张首晟、王康隆等合作在《科学》上报告称发现了手性马约拉纳费米子 (只沿一个方向运动, 通常被认为有可能用来实现低能耗的信息传输和处理) 的存在, 轰动一时。张首晟将手性马约拉纳费米子称为“天使粒子”。

但美国宾夕法尼亚州立大学物理系助理教授常翠祖等人 2020 年发表在《科学》上的另一篇研究与上述结果矛盾。其报告称, 在 30 多个样品上均未能找到“天使粒子”存在的证据, 并认为此前的“发现”有可能用更为平庸的“短路”机制解释。同时, 研究人员也无法证实丹麦哥本哈根大学教授 Charles Marcus 等人发表在《自然》(2016) 和《科学》(2020) 上的另外两项结果, 这两项研究均声称在纳米线中发现了马约拉纳机制。

“可重复性问题在逐渐削弱人们对利用电流通过量子物态实现量子计算基本实验方法的信心。” Frolov 在近日发表于《自然》的一篇评论中表示。不过, 在他看来, 主要问题在于选择性数据发表, 而非研究方法本身。他主张在全面加强问责制的同时, 增加科学发表的公开性。

目前, 马约拉纳粒子研究仍在继续。戴希认为, 尽管此次《自然》撤稿可能会影响这一领域今后几年的资助强度, 但这不见得是坏事。“泡沫迟

早会戳破。有一个定期戳破泡沫的机制, 才能保障健康的工作环境。”

“马约拉纳零能模肯定是存在的, 我对此充满信心。现在就是材料工艺的问题, 非常难, 但应该没有原则性的困难, 相信实验物理学家最终一定会克服。” 他补充说。据介绍, 马约拉纳费米子可被用于形成马约拉纳零能模, 例如在某些超导体中, 被量子磁旋旋束缚的零能态。

相关领域的研究人员依然保持着极大的信心。美国普林斯顿大学教授 Ali Yazdani 表示, “尽管这是退后了一步, 但这就是我们向前进步的方式。” 马里兰大学理论物理学研究者 Sankar Das Sarma 则认为马约拉纳零能模的物理完全没有问题, 现在只是材料制备技术问题。Frolov 也表示, 在实验室中产生马约拉纳费米子非常困难, 实验需要结合纳米技术、超导、器件工艺和材料科学等前沿领域。

我国科学家在马约拉纳束缚态研究的贡献

最近 10 年, 我国科学家在超导体表面的磁通涡旋中寻找马约拉纳零能模这一领域做出了一系列原创性工作。

2015 年, 上海交通大学贾金锋团队在拓扑绝缘体 Bi_2Te_3 与超导体 $NbSe_2$ 的异质结表面首次发现了磁通涡旋内的零能束缚态。两年后, 该团队重新用自旋极化的电子检测了这个零能束

缚态。实验结果证实了这个零能束缚态的自旋极化性质, 这一点与理论对马约拉纳束缚态的预期一致。

2018 年, 中国科学院物理研究所高鸿钧、丁洪联合团队首次在铁基超导体 $Fe(Te, Se)$ 的表面磁通涡旋发现了零能束缚态。一系列实验表明零能束缚态与马约拉纳束缚态具有许多相同的性质。

该零能束缚态随后被日本理化学研究所的一个研究组用更为精细的实验重复出来。之后, 复旦大学封东来团队也在另一个铁基超导体材料 $(Li_{1-x}Fe_x)OHFeSe$ 中发现了该零能束缚态。更进一步的量子电导实验表明, 无论是在 $Fe(Te, Se)$ 还是 $(Li_{1-x}Fe_x)OHFeSe$ 中, 该零能束缚态都具有近量子化的电导平台。然而, 实验上还需要更多证据, 比如自旋极化性质、非阿贝尔统计性质等, 来最终证明其是否为马约拉纳束缚态。

那么, 人类离实现马约拉纳量子计算的目标还有多远?

从 1926 年申请第一个晶体管专利, 到 1947 年制造出第一台可工作的晶体管, 再到 20 世纪 50 年代末研发出计算机产业得以发展的集成电路硅版本, 人类用了 30 年的时间。Sankar Das Sarma 认为, 目前马约拉纳量子计算技术可能处于首个晶体管的水平, 真正实现马约拉纳量子计算或许还需要 30 年。