

“小柯”秀

一个会写科学新闻的机器人

《物理评论 A》

双声子驱动下量子系统间引力诱导纠缠的指数增强

东北师范大学量子科学中心与物理学院农学系研究小组实现了双声子驱动下量子系统间引力诱导纠缠的指数增强。相关研究成果8月3日发表于《物理评论A》。

该研究团队提出一种利用混合量子装置中的双声子驱动来增强引力诱导纠缠探测的方案。实验设置包括双阱势中的测试粒子、量子比特和量子介质。其中，实验粒子与介质之间存在引力相互作用，介质与量子比特之间存在自旋声子耦合作用。通过引入双声子驱动，测试粒子与量子比特之间的纠缠度显著增强，纠缠产生率显著提高。

即使存在解相的情况，该策略也可以部分保留测试粒子与量子比特之间的纠缠。这项工作作为引力的量子性质的实验检测开辟了有效途径，并有望应用于量子信息科学。

据悉，人们如今越来越关注于寻找一种可行的方法来探测引力的量子性质。

相关论文信息：

<https://doi.org/10.1103/PhysRevA.108.023502>

《自然》

范德华反铁磁体中自旋介导的剪切振子

近日，美国阿贡国家实验室、麻省理工学院以及华盛顿大学研究人员合作，探究了范德华反铁磁体中自旋介导的剪切振子。相关研究成果8月2日发表于《自然》。

该研究团队观察到反铁磁纳米层薄膜的倒易晶格峰在冷却到奈耳温度以下后表现出千兆赫结构共振的放大，放大程度超过一个数量级。研究人员利用一套超快衍射和显微镜技术，在纳米尺度上的倒易空间中直接可视化了这种自旋驱动的旋转。这种运动应用于实际空间中的层间剪切，其中膜的单个微斑块表现为锁相的相干振荡器，并沿同一平面内轴剪切。

研究人员利用时间分辨光学偏振仪，证明增强的机械响应与超快退磁密切相关，它释放存储在局部应变梯度中的弹性能量来驱动振荡器。这项研究不仅提供了反铁磁体自旋介导机械运动的第一个微观视角，还确定了实现毫米波段高频谐振器的新途径，因此在超快时间尺度上控制磁性能力可以很容易地转移到纳米器件的机械性能工程中。

据悉，了解微观自旋构型如何在宏观长度尺度上产生奇异性一直是磁性材料研究的重点。一个重要的例子是铁磁体中的爱因斯坦-德哈斯效应，其中自旋的角动量可以转化为整个物体的机械旋转。然而，对于没有净磁矩的反铁磁体，了解自旋如何与宏观运动耦合仍然具有挑战性。

相关论文信息：

<https://doi.org/10.1038/s41586-023-06279-y>

单粒小麦基因组学揭示最古老驯化小麦历史

沙特阿拉伯阿卜杜拉国王科技大学 Simon G. Krattinger 等研究人员发现，单粒小麦基因组能够揭示最古老驯化小麦的历史。相关论文8月2日发表于《自然》。

研究人员生成并分析了野生和驯化单粒小麦的5.2GB基因组组装，包括完全组装的中心粒。单粒小麦中心粒具有高度动态性，显示出结构重排导致的古代和近代中心粒移动的证据。对多样性的全基因组测序分析揭示了单粒小麦的种群结构和演化历史，并揭示了驯化的单粒小麦从新月沃土散播后复杂的杂交和引种模式。研究人员还发现，现代面包小麦A基因组中约有1%源自单粒小麦。这些发现揭示了单粒小麦的演化史，为加速单粒小麦和面包小麦的基因组辅助改良奠定了基础。

相关论文信息：

<https://doi.org/10.1038/s41586-023-06389-7>

《地质学》

带状浮石记录火山爆发前的岩浆混合与上升

美国中央华盛顿大学的 Hannah I. Shamloo 和俄勒冈州立大学的 Anita L. Grunder 等报道，带状浮石记录了火山爆发前几分钟到几小时的岩浆混合和上升。这一研究成果发表在8月2日出版的《地质学》上。

研究人员使用蒙特卡罗最小平方最小化程序对浮石中跨带边界记录的地球化学梯度进行建模，通过反复改变每个平台的浓度、扩散轮廓的中心和间距、扩散长度的比例和温度，找到了最佳拟合观察到的Si和Ba扩散曲线的互补误差函数。建模显示，混合和管道上升之间的最大时间尺度能从几分钟到几小时。每种流纹岩成分的黏度计算证实了高黏度流纹岩比低黏度岩浆具有更长的上升时间，有力地支持了由黏度控制的分区腔室的连续分流模型。

据悉，高威胁的爆发性硅质喷发通常包含带状浮石，反映了岩浆在喷发前或喷发过程中在管道的混合。凝灰岩的异构性问题被归因于成分不同的岩浆的上升，其中低黏度岩浆比高黏度岩浆上升得更快。俄勒冈州高熔岩平原的凝灰岩代表了一个分区岩浆库，其中至少有5种不同的流纹岩成分以不同的混合组合保存在带状浮石样品中。

相关论文信息：

<https://doi.org/10.1130/G51318.1>

探测数量超预期10倍

“韦布”打开黑洞发现的“闸门”

本报讯 去年8月，美国科尔比学院天体物理学家 Dale Kocevski 在预印本服务器 arXiv 上公布了一篇论文，其中包括了詹姆斯·韦布空间望远镜(JWST)在一次宇宙观测中发现的黑洞的一些初步数据。然而，这篇已经发表的文章并没有预测到 JWST 会将这些神秘天体带来革命性的洞察力。

在那篇论文公布几周后，发现黑洞的闸门仿佛一下子被打开了。随后的几个月，一连串论文公布在预印本服务器上，宣布在遥远的宇宙中存在着比天文学家想象中更多的黑洞。

就在8月3日，一篇预印本论文又报告了十几个新发现的黑洞。JWST 凭借前所未有的能力发现了大量的此类天体——从许多昏暗、遥远的黑洞到少数明亮且更遥远的黑洞。

JWST 的黑洞研究仍处于早期阶段，天文学家表示，还有很多问题有待解决。但很清楚的是，

它的发现可以帮助科学家回答长期以来许多关于黑洞的疑问，比如它们如何在宇宙历史的早期形成，并迅速成为真空、吸收周围的一切。

黑洞有几种大小，JWST 探测到的是质量为太阳数百万到数十亿倍的巨大黑洞。天文学家不确定这些黑洞是如何形成的，它们可能涉及大质量恒星或气体云的坍塌，并吸引附近的气体和尘埃。在这种情况下，这些黑洞的“种子”会迅速生长，直到它们变成潜伏在大多数星系中心的引力“无底洞”。

黑洞本身是不可见的，其巨大的引力意味着即使是光也无法逃脱。但通过寻找围绕黑洞旋转的过热气体就能发现黑洞。在 JWST 之前，天文学家利用一系列空间和地面望远镜研究黑洞。但是它们只能发现最亮的黑洞，包括那些相对靠近地球的黑洞。JWST 则被设计用于观测来自遥远宇宙的光，以及更遥远的黑洞，包括那些

天文学家认为太暗而无法探测到的黑洞。

宇宙中的距离可以用被称为红移的量来测量——天体的红移越高，距离就越远，在宇宙历史上出现的时间也就越早。JWST 新发现的许多黑洞的红移在4到6之间，这大约相当于宇宙10亿年到15亿年的历史。

瑞士联邦理工学院天体物理学家 Jorryt Matthee 说，在 JWST 的图像中，这些微弱的黑洞看起来像小而不起眼的气泡，但“它们与周围的星系明显不同”。

到目前为止，JWST 在这些红移处发现的微弱黑洞数量大约是之前预期黑洞数量的10倍。

JWST 还发现了几个有史以来最遥远的黑洞。纪录保持者位于一个已经被充分研究的星系 GN-z11 的中心，该星系的红移为10.6。这表明，早在宇宙大爆炸4亿年后，黑洞的种子就已经形成，并能够创造出超大质量的天体。英国剑桥大学

天体物理学家 Hannah Ubler 说，即将进行的观测将要探索 GN-z11 周围过热气体流动的细节，这可能会揭示黑洞如何影响周围的空间。

JWST 还在 CEERS 1019 星系中发现了一个红移为 8.7 的疑似黑洞。在宇宙最初形成5.7亿年里，该黑洞以某种方式积累了900倍于太阳的质量。

意大利罗马大学天体物理学家 Raffaella Schneider 说，JWST 的发现符合最近对早期黑洞诞生的模拟。她和同事发现，如果巨大黑洞在早期阶段以极高速度吞噬气体，它们就可以在早期宇宙中形成。根据理论，这将违反黑洞生长的最大速率。但 JWST 的观测表明，一些黑洞，比如 GN-z11 中的黑洞，可能会以这种方式生长。

相关论文信息：

<https://doi.org/10.48550/arXiv.2308.01230>

科学此刻 ■

食蚁兽
为啥不长牙

大多数食草哺乳动物都有强壮的白齿，可以磨碎树叶、树枝和种子外壳，但以嗜睡闻名的树懒却完全没有前齿，其嘴巴后部只有简单的钉突起，缺乏使牙齿硬化的牙釉质。它们的近亲食蚁兽则更为极端——完全没有牙齿，甚至连牙齿突起也没有，只能用长而黏的舌头吮吸猎物。这两种动物的另一个近亲犰狳虽然有牙齿，但也很小且发育不良。

研究人员认为，这3种动物构成的异关节类动物分支，其牙齿缺陷可以追溯到它们的祖先。7月31日在 bioRxiv 公布的一项新研究揭示了一个更为复杂的故事。在数百万年里，各种异关节类动物逐渐失去了对牙齿发育至关重要的基因——一种“倒退进化”形成了今天这些动物牙齿结构的多样性。

论文作者之一、美国瑞德利学院进化生物学家 Christopher Emerling 说，类似的事情可能发生在蛇失去脚或鸵鸟失去飞行能力的时候。因此，牙齿可能是了解这种倒退进化的一个重要模型。

这项研究始于 Emerling 与法国蒙彼利埃大学进化生物学家 Frédéric Delsuc 的合作。他们决定研究异关节类牙齿在进化过程中发生了什么，因为在该群体中，牙齿的类型变化很大。然而，关于这类动物的化石记录很少。因此，二人不得不从其他地方寻找答案。

幸运的是，“每种生物体内都有一个基因‘化石记录’”。没有参与这项研究的英国剑桥大学进化生物学家 Robert Asher 指出。先前的研究强调了许多对牙齿形成至关重要的基因。研



霍氏树懒。

图片来源：SUZI ESZTERHAS/MINDEN PICTURES

究人员希望通过分析现存异关节类基因组弄清这些动物是如何失去牙齿的。

研究人员在4种食蚁兽、6种树懒、21种犰狳以及其他25种哺乳动物中发现11个牙齿发育基因的突变，这些突变会使基因失活，从而从不同方面抑制牙齿形成。例如，一些基因影响牙釉质的形成和强度，而另一些基因则控制构成牙齿主体的牙本质的生长。

在异关节类美满谱中，食蚁兽和树懒最先分离，因此它们有一个与犰狳不同的共同祖先。Emerling 和同事报告说，那个祖先失去了制造牙釉质的基因，很可能是因为其食物为不需要咀嚼的软体生物。食蚁兽大约在6000万年前分离出来，开始专注于用舌头吃蚂蚁，牙齿则无关紧要。因为研究小组研究的11个牙齿形成基因中有9个失效了，所以食蚁兽完全失去了牙齿。

相比之下，大约3000万年前进化出来的树懒很可能从吃蠕虫和群居昆虫转变为素食者，所以它们仍然需要牙齿，但存在没有牙釉质的

进化缺陷。

“对于犰狳来说，情况要复杂得多。”Emerling 说。化石表明，早期犰狳的牙齿已经很脆弱了，但不清楚与哪些基因有关。今天有两种犰狳的牙齿存在不同，可能取决于它们吃的是什么。其中一种已经失去了所有的牙釉质痕迹，另一种的幼崽生有薄薄的牙釉质，但后者会随着其年龄的增长而逐渐磨损掉。

“这项研究是一个‘漂亮’的例子，表明基因丢失可以揭示一个性状的进化史。”德国 LOEWE 转化生物多样性基因组学中心和森根堡自然研究协会的进化基因组学家 Michael Hiller 说。

芬兰赫尔辛基大学古生物学家 Juha Saarinen 说，性状可以通过不同的基因变化一点点丧失，而不是一下子丧失。这一事实可能适用于群体进化史上性状弱化或消失的情况，比如须鲸或鸟类牙齿的脱落。

相关论文信息：

<https://doi.org/10.1101/2022.12.09.519446>

这样游泳可减少四成阻力

本报讯 与其他人一起游泳可能比单独游泳更高效。在开放水域游泳的人，比如铁人三项运动员，身处相对于其他游泳运动员的正确位置，可以显著减少水的阻力。

鸟类在编队时能够飞得更远，鱼类在成群游泳时耐力更强，骑自行车的人在团体骑行时能够节省能量。目前，法国巴黎高科路桥学院的 Remi Carmignani 和同事研究了游泳运动员在团体游泳时是否也有类似的优势。这项工作是帮助法国运动员参加2024年巴黎奥运会和残奥会训练的一部分。

研究人员使用一条80米长的水道和两个塑料人体模型进行了实验。模型的手臂被紧紧地贴在身上，就像游泳运动员那样。每个模型都

配备了一个传感器，用于测量水的阻力或摩擦力。Carmignani 和同事将模型置于相对位置——一前一后并排，然后使水以不同速度流过通道，并收集阻力数据。

根据测量结果和计算机模拟数据，研究人员发现，一名游泳运动员在同伴身后游泳，可以减少40%的阻力。如果运动员必须与对手并肩游泳，那么在对方臀部的水位线上游泳可以减少约30%的阻力。Carmignani 说，后一种效果类似于游泳者为同伴制造的“冲浪”。

团队成员、巴黎高科路桥学院的 Baptiste Bolon 说，与研究人员交谈过的运动员都有类似经历，即与另一个人平行游泳或从其身边超越既累又困难。这与他们的研究结果一致。

没有参与这项实验的法国让·莫奈大学的 Jean-Claude Chatard 说，这是对过去研究的补充。此前，游泳运动员的生理反应，如摄氧量和心率是在不同的泳姿下测量的。他说，人体模型显然与游泳运动员不同，因为它们更被动。但实验的一些发现，比如在一条泳道中与另一名运动员游泳时，保持适当距离可能对运动员有利。

研究人员目前专注于确定一名游泳运动员从侧面超过同伴的最佳或最省力的路线。Bolon 说，他们还将测试两名以上运动员同游的情况，就像在实际比赛中一样。

相关研究论文已被《物理评论-流体》接收。

(郭悦滢)

自然要览

(选自 Nature 杂志，2023年8月3日出版)

3D集成让无隔离器激光器成为可能

光子集成电路广泛应用于电信和数据中心等领域。然而，在诸如微波合成器、光学陀螺仪和原子钟等光学系统中，光子集成电路尽管在尺寸、重量、功耗和成本方面具有优势，仍非首要选择。

这种高精度应用有利于超低噪声激光光源与其它光子元件以紧凑而坚固的排列形式集成在一起，在单个芯片上用光子集成电路取代大块的光纤。但两个问题阻碍光子集成电路的实现：半导体激光器的高相位噪声和在芯片上直接集成光隔离器。

研究人员通过利用三维集成来解决问题，从而产生具有无隔离器操作的硅光子学超低噪声激光器。在超高质量因子腔中，光子集成电路进入一种不需要光隔离器便可产生超低噪声激光器和微波合成器的状态。

这种光子集成电路还为复杂功能和批量生产提供了可能。随着时间推移，其稳定性和可靠性会大幅提高。超低损耗光子集成电路的三维集成标志着向硅基复杂系统和网络迈出了关键

一步。

相关论文信息：

<https://doi.org/10.41586-023-06251-w>

锂多面体超快沉积带来电池设计新思路

电沉积锂金属对高能电池至关重要。然而，电沉积锂过程中形成的表面腐蚀膜——固体电解质界面(SEI)让问题变得更复杂。研究者通过在超快沉积电流密度下超越 SEI 形成，同时避免质量输运限制，将这两个交织在一起的过程解耦。

通过使用低温电子显微镜，研究者发现金属锂的内在沉积形态是一个菱形十二面体，这是迥异于电解质化学法或集电极电流法产生的衬底。

在电池结构中，这些菱形十二面体与电流收集器表现出接近点的接触连接，这可以加速非活性锂的形成。研究者提出一种脉冲电流方案，通过利用锂菱形十二面体作为成核种子，使致密锂的后续生长的衬底与基线相比较提高了电池性能。

在过去的的研究中，锂沉积和 SEI 形成一直紧密相连，但新方法为从根本上了解这些相互分离的过程提供了机会，并为设计更好的电池带来了新思路。

相关论文信息：

<https://doi.org/10.41586-023-06235-w>

月球花岗岩基的远程探测

除了地球，太阳系中几乎没有花岗岩。在岩浆系统中获得花岗岩组分需要多阶段的熔融和分选，这也增加了其放射性元素的浓度。

虽然月球上没有花岗岩促成因素，但已发现了小块花岗岩样本。不过它们的起源和所代表的系统规模等细节仍无法确定。研究者报告了一个异常热源的微波波长测量，在富钛特征的康普顿-贝尔科维奇区域下面，存在一个直径约50公里的花岗岩系统。

嫦娥一号和嫦娥二号微波仪器的3千兆赫至37千兆