

“小柯”秀

一个会写科学新闻的机器人

《科学》 科学家发现二维玻色气体中 动态 BKT 跃迁的普适标度律

英国牛津大学 Shinichi Sunami 研究小组发现了二维玻色气体中动态 Berezinski-i-Kosterlitz-Thouless (BKT) 跃迁的普适标度律。相关研究成果 10 月 27 日发表于《科学》。

研究人员报道了对二维玻色气体中 BKT 跃迁上由超流体到正常相的猝灭引发的普适动力学的测量。研究人员通过将二维气体分割成两部分来降低密度，实现了在临界点处的猝灭。随后，研究人员使用物质波干涉探测技术测量了局部相位波动，以研究弛豫动力学。结果表明，相位相关函数和涡旋密度的时间演化均遵循普适标度律。这一结论得到了经典场模拟的验证，并通过实时重整化群理论得到了解释。

据悉，理解多体量子系统的非平衡动力学是统计物理学的一个基本问题。通过实验探索这些系统的普遍特性，可以解决这些基本问题。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1126/science.abq6753>

《自然－遗传学》 银屑病和补骨脂素暴露 影响皮肤体细胞突变概况

英国威康桑格研究所 Carl A. Anderson 团队发现了银屑病和补骨脂素暴露对皮肤体细胞突变概况的影响。相关成果 10 月 26 日在线发表于《自然－遗传学》。

研究人员对从 111 名银屑病患者的病变和非病变表皮中分离的 1182 个微生物组进行了全外显子组测序，以寻找角质形成细胞的体细胞突变可能影响疾病过程的证据。病变皮肤仍然是高度多克隆的，没有显示携带潜在致病突变的克隆大规模传播的证据。角质形成细胞的突变率同样只受到疾病的轻度影响。研究人员在先前报道的驱动基因 NOTCH1、NOTCH2、TP53、FAT1 和 PPM1D 中发现了阳性选择的证据，并在 4 个基因 (GXylT1、CHEK2、ZFP36L2 和 EEF1A1) 中发现了突变，他们猜测这些基因在鳞状上皮中被选择，与疾病状态无关。

最后，研究人员描述了补骨脂素的突变特征。补骨脂素是以前一些防晒霜中的化学物质，它被用于银屑病 PUVA 光化学疗法。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1038/s41588-023-01545-1>

罕见变体为偏头痛亚型的 病理学提供功能性见解

美国安进公司的科学家 Kari Stefansson 和 Gyda Björnsdóttir 提出，罕见变体为有先兆和无先兆偏头痛亚型的病理学提供功能性见解。相关成果 10 月 26 日在线发表于《自然－遗传学》。

偏头痛是一种复杂的神经血管疾病，具有一系列严重程度和症状，但在全基因组关联研究 (GWAS) 中大多作为一种表型进行研究。

研究人员结合来自 6 个欧洲人群的大型 GWAS 数据集，研究了主要的偏头痛亚型，即先兆偏头痛 (MA) 和无先兆偏头痛 (MO)。研究人员鉴定了 4 种新的 MA 相关变体 (PRRT2、PALMD、ABO 和 LRRK2)，并对 13 种 MO 相关变体进行了分类。具有巨大影响的罕见变体突出了 3 个基因。大脑中一种罕见的表达 PRRT2 的移码变体会导致 MA 和癫痫的风险，但不会导致 MO。SCN11A 编码一个神经表达的钠通道，在痛觉中起关键作用，一项罕见的功能缺失变异的负荷测试显示，SCN11A 对偏头痛有很强的保护作用。最后，一种罕见的对 KCNK5 具有顺式调节作用的变体对偏头痛和脑动脉瘤具有很大的保护作用。

总之，这一发现为偏头痛及其亚型的复杂生物学提供了具有治疗潜力的新见解。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1038/s41588-023-01538-0>

《自然》 科学家观测到 致密天体合并产生重元素

荷兰拉德堡德大学的 Andrew Levan 及其研究团队通过詹姆斯·韦布太空望远镜 (JWST) 观测到致密天体合并中重元素的产生。相关成果 10 月 25 日发表于《自然》。

研究人员对异常明亮的伽马射线暴 GRB 230307A 进行了观测，发现这个伽马射线暴与致密物体合并相关的长持续伽马射线爆发有关，并且包含一个类似于与引力波合并 GW170817 相关的千新星 AT2017gfo。通过 JWST 在爆发后 29 天和 61 天获得的中红外成像和光谱，研究人员发现光谱中存在 2.15 微米的发射线，他们认为这是镨元素 (原子质量 A=130) 产生的证据。此外，这个光源非常红，表明由于镧系元素的产生，它在在中红外波段发射大部分的光。这些观测结果表明，伽马射线暴中的核合成可以产生原子质量范围很广的 R 过程元素，并在整个宇宙的重元素核合成中发挥核心作用。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1038/s41586-023-06759-1>

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

控温 1.5℃需 2034 年实现净零排放

本报讯 根据《自然－气候变化》10 月 30 日发布的最新数据，全球必须将未来的二氧化碳排放量控制在 2200 亿吨左右，才能有一半机会将升温控制在 1.5 摄氏度以内。由于现在全球每年的碳排放量约为 400 亿吨，并且仍在上升，因此到 2029 年甚至更早，碳排放量就会超过这一数字。

英国帝国理工学院的 Joeri Rogelj 表示，要想实现 1.5 摄氏度的目标，人类需要在 2034 年而不是 2050 年之前实现全球净零碳排放。他说：“在科学文献中，甚至没有任何技术场景来描述这要如何才能实现。”

同样来自帝国理工学院的 Robin Lamboll 则说，将全球变暖控制在 2 摄氏度以下仍然是可行的。要想有 50% 的机会将全球变暖控制在 2 摄氏度以内，全球的二氧化碳排放量就不能超过 1200 亿吨。如果全球碳排放继续保持目前的水平，那么到 2046 年才会超过这一数字。

地球变暖的速度在很大程度上取决于大气

中的二氧化碳含量，而后者又取决于人类的二氧化碳排放量。基于此，气候科学家可以计算出碳预算，即在变暖达到一定水平之前，人们可以排出的二氧化碳量。

2020 年，政府间气候变化专门委员会 (IPCC) 估计，保持在 1.5 摄氏度以下的 50% 概率的碳预算约为 5000 亿吨二氧化碳。现在，一个包括许多负责 IPCC 评估的研究人员在内的团队已经更新了这项工作。

该团队估计，截至 2023 年 1 月，剩余碳预算约为 2500 亿吨二氧化碳。从那时起，又有 9 个月的排放量，因此剩余的碳预算将降至约 2200 亿吨二氧化碳。

二氧化碳排放量从 5000 亿吨减少到 2500 亿吨的主要原因之一是自 2020 年以来又增加了 3 年的排放量，其余的大部分是由于更好地估计了气溶胶污染物的影响。

这些污染物，如化石燃料燃烧产生的二氧化硫，会在大气中形成微小的液滴，通过反射阳

光和改变云层亮度起到冷却作用，但冷却的程度一直存在很多不确定性。

如今，不确定性的范围已经缩小到偏高的一侧。如果气溶胶冷却作用偏高，那么随着化石燃料的逐步淘汰和气溶胶污染的减少，气候将会进一步变暖。这意味着，如果人们要将温度上升控制在一定水平内，则必须排放更少的二氧化碳。

挪威国际气候研究中心的 Glen Peters 估计，2023 年全球化石燃料二氧化碳排放量将比 2022 年高 1%。虽然一些研究人员认为该排放量最终可能在 2024 年开始下降，但 Peters 仍不相信碳排放量在 2023 年达到峰值。

奥地利国际应用系统分析研究所的 Chris Smith 表示：“2023 年的升温很有可能超过 1.5 摄氏度，但这并不意味着从长远来看，我们已经超过了 1.5 摄氏度。”他说：“如果我们能够将升温限制在 1.6、1.65 或 1.7 摄氏度，那就比 2 摄氏度要好得多。我们仍然需要为每 0.1 摄



这是瑞士少女峰上的一张巨型明信片，由 12.5 万条来自儿童和年轻人的关于气候变化的信息组成。 图片来源:VALENTIN FLAURAUD

氏度而战。” (李木子)

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1038/s41558-023-01848-5>

■ 科学此刻 ■

“血月” 当空

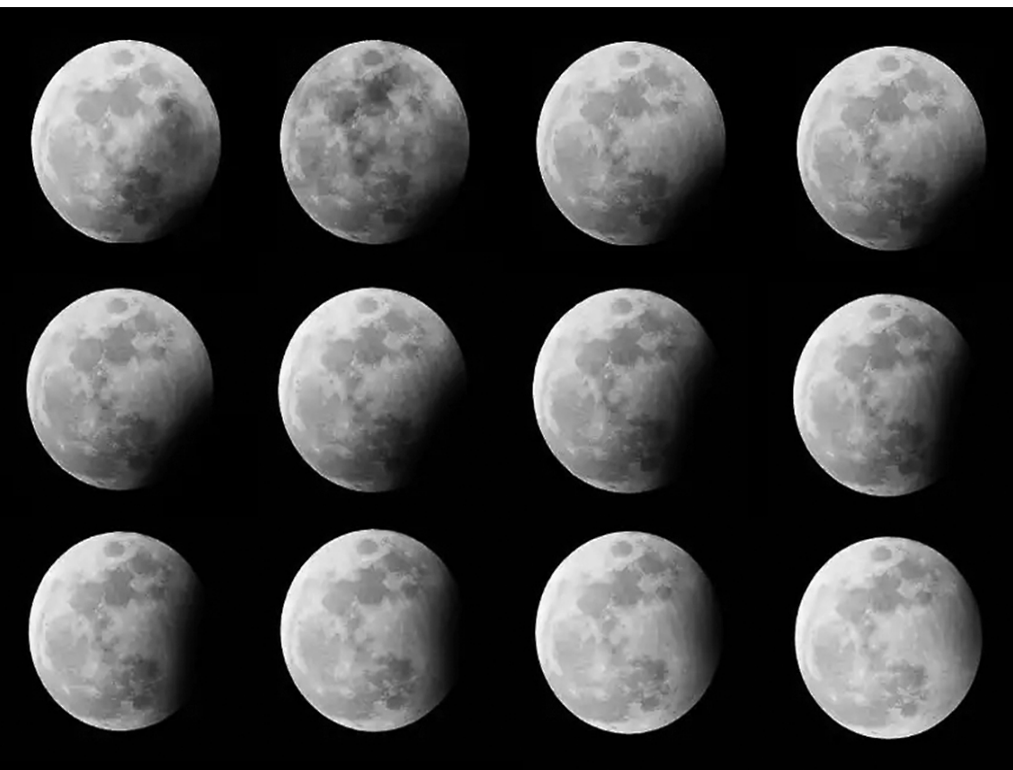
10 月 28 日，欧洲、亚洲和非洲的人们看到，满月在地球阴影的作用下呈现出红色。

世界各地的摄影师纷纷拍摄了本次月偏食的绝美画面。

当月球绕行地球的轨道使太阳、地球和月球处于一条直线上时，就会发生“月食”，这种现象也被称为合日。

这次月偏食在欧洲、亚洲和非洲完全可见，人们可以看到“血月”，即月亮部分变红；而在北美、南美和澳大利亚部分地区，人们只能看到月亮变暗。

在各国摄影师的作品中，人们可以看到地球的阴影正在侵蚀月球，也可以看到发生在城



月食演变全过程。

图片来源:Lorenzo Di Cola/NurPhoto/Shutterstock

市上空的月偏食。

其中，摄影师 Lorenzo Di Cola 在意大利拉奎拉拍摄了一组图像，用 12 张照片展示了月食的全部演变过程。在月食最盛时，他的照片显示月球表面有 6% 陷入黑暗。

即使在月全食期间，月球也不是完全黑暗的，因为太阳光会被地球的大气层折射。波长较短的光线更容易散射，而波长较长的光线则会照射到月球上，使月球呈现红色，即所谓的“血月”。

(王兆昱)

全球最大海上风电场开始发电



图片来源:Jan De Nul Group

本报讯 近日，全球最大海上风电场——Dogger Bank 的首台风力发电机已开始发电，并向英国电网输送电力。这标志着该风电场首次成功发电。

Dogger Bank 位于英国东北部的北海海域，距离英格兰东北海岸约 130 公里处。该风电场预计安装 277 台风力发电机，将在 2026 年全面运行，届时将为 600 多万户英国家庭供电。

近日开始发电的首台风力发电机是美国通用电气公司 (GE) 研制的 Haliade-X 发电机。该风机高达 260 米，产生的电力通过高压直流 (HVDC) 输电系统传输到英国国家电网。这是英国风电场首次使用 HVDC 技术。

这些高大的风力发电机由 Jan De Nul 集团的自升式风电安装船“Voltaire”号安装完成。

“Voltaire”号是世界上最大的自升式安装船，当它用四条“腿”站在海底时，比埃菲尔铁塔还要高。

据悉，Dogger Bank 分四期建设。目前，风电场一期工程——Dogger Bank A 已完成所有基础施工并顺利发电，二、三期工程——Dogger Bank B 和 C 已经开始施工准备。而四期工程 Dogger Bank D 于近期提出，尚在计划中。

在清洁能源建设方面，由于开发商称发电价格过低，最近英国政府的清洁能源项目招标没有给予海上风电场任何新的合同。与此同时，英国首相苏纳克也宣布，计划削弱并推迟英国净零排放计划。尽管英国是第一个制定具有法律约束力碳预算的国家，在其化石燃料行业萎缩的情况下，政府仍在发放新的北海石油和天然气开采许可证。

(徐锐)

■ 自然要览

(选自 *Nature* 杂志, 2023 年 10 月 26 日出版)

火核外层存在丰富熔融硅酸盐层

用在火星上探测到的深反射 S 波推断出火核的大小为 1830 ± 40 km，但这需要的轻元素含量与实验岩石学的限制不相容。

一种假设是火星地幔的成分是均匀的，这与最近测量到的沿核心－地幔边界衍射的异常缓慢传播的 P 波不一致。

另一种假设是，火星的地幔是不均匀的，这是早期岩浆海洋凝固形成一个富含铁和产热元素的基底层的结果。这种富集导致在岩芯上方形成熔融硅酸盐层，由部分熔融层覆盖。

研究表明这种结构与所有地球物理数据兼容，特别是 (1) 深反射和衍射地幔地震相位；(2) 地震频率上的弱剪切衰减；(3) 火星在火卫一潮汐上的耗散性质。在这个场景中，火核的大小为 1650 ± 20 km，意味着其密度为 6.5 g/cm^3 ，比以前的估计大 5%~8%，并且可以用比以前所需的更少的合金轻元素来解释，其数量与实验和宇宙化学的限制相一致。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1038/s41586-023-06601-8>

韦布望远镜观测到早期宇宙明亮星系

在宇宙历史的最初 5 亿年里，第一批恒星和星系形成，给宇宙播下了重元素，并最终重新电离了星系间介质。詹姆斯·韦布太空望远镜 (JWST) 观测发现了令人惊讶的大量早期恒星形成星系候选者，根据多波段光度法估计，其距离 (红移, z) 大到 $z \approx 16$, 远超 JWST 之前的限制。

虽然这样的光度红移通常是稳健的，但它们可能遭受简并和存在偶然的灾难性错误。需要光谱测量来验证这些来源，并可靠地量化可以约束星系形成模型和宇宙学的物理特性。

研究者展示了韦布光谱，证实了两个非常明亮的星系的红移为 $z > 11$ ，并证明了另一个候选星系的红移为 $z \approx 16$ ，而非此前认为的 $z = 4.9$ ，它们具有不寻常的星云线发射和尘埃变红的组合，与更遥远天体的颜色类似。

这些结果强化了早期快速形成非常明亮星系的证据，同时也强调了光谱验证的必要性。大量明亮的早期星系或表明当前星系形成模型的缺陷，或与通常认为在后期形成的物理性质有

关，如恒星初始质量函数的偏差。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1038/s41586-023-06521-7>

超导纳米线单光子相机有 40 万像素

过去 50 年，超导探测器的广泛应用为探测微弱的电磁信号提供了卓越的灵敏度和速度。这些探测器可以在非常低的温度下工作，产生最小的多余噪声，是测试非局部性质、研究暗物质、绘制早期宇宙以及执行量子计算和通信的理想选择。

然而，尽管它们具有吸引人的特性，但目前还没有大规模的超导相机，即使是最引人注目的演示也从未超过 2 万像素。对于超导纳米线单光子探测器 (SNSPDs) 来说尤其如此。

研究者开发了一款 40 万像素的 SNSPD 相机，将目前的技术水平提高了 400 倍。其成像区域不包含辅助电路，架构的可扩展性远远超出了目前的演示，为研制在广泛的电磁频谱范围内具有接近统一检测效率的大画幅超导相机铺平了道路。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1038/s41586-023-06550-2>

交叉偶联的双原子催化

单原子催化剂 (SACs) 具有明确的活性位点，使其成为有机合成领域的潜在兴趣点。然而，由于空间环境和电子量子态的限制，这些稳定在固体载体上的单核金属物种的结构可能不是催化复杂分子转化的最佳选择。研究者报道了一类非均相双原子催化剂 (GACs)，它们以特定的配位和空间接近对单原子位点进行配对。

原位表征和量子理论研究表明，这种交叉偶联的动态过程是由两种不同的反应物在双金属位点的吸附引起的，使得均偶联不可行。GACs 的这些固有优势使其能够组装具有多个配位位点的杂环、具有空间拥挤的支架和具有高特异性和稳定活性的药物。放大实验和转化为连续流在精细化学品的制造中具有广泛适用性。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1038/s41586-023-06529-z>

(冯维维编译)