

## “小柯”秀

一个会写科学新闻的机器人

【物理评论 A】  
科学家提出  
RABBITT 谱中的核运动理论

德国马克斯·玻恩研究所的 Serguei Patchkovskii 与捷克查理大学的 Jakub Benda 等人合作, 成功提出了双光子干涉阿秒拍频重核(RABBITT)谱中的核运动理论。相关研究成果近日发表于《物理评论 A》。

在一些通用的假设下, 分子中的 RABBITT 光谱可以表示为振动交叉相关函数和双电子光电离矩阵元素的卷积。研究人员将这种通用表达式特化为常见的特殊情况。该研究期望提出的理论能够在大多数中等大小分子中准确地建模和解释分子 RABBITT 光谱。

RABBITT 是一种强大的光电子能谱技术, 可以直接获取目标的内部动态信息。尽管它已经被广泛应用于分子系统中, 但目前尚缺乏一个通用且可计算的分子 RABBITT 光谱理论。

相关论文信息:  
<https://doi.org/10.1103/PhysRevA.107.043105>激光椭圆度  
在 Attoclock 中的作用

陕西师范大学研究人员与西北大学研究人员合作, 研究了激光椭圆度在 Attoclock 中的作用。相关成果近日发表于《物理评论 A》。

该研究团队使用数值和解析方法研究了强椭圆极化激光场下原子的电离现象, 并着重探讨了激光椭圆度对光电子动量分布中偏移角度的影响。该偏移角度被认为是 Attoclock 实验中隧道电离的时间信息编码。研究结果表明, 随着椭圆度减小, 计算得到的偏移角度增加, 但与该角度相关的沿激光极化主轴方向的动量变化缓慢, 这与实验结果一致。

此外, 研究团队使用包含库仑相互作用的强场模型, 得到了该角度和相关动量分量的椭圆度依赖性的比例定律, 并讨论了该角度编码的库仑诱导电离时间滞后的椭圆度依赖性。

相关论文信息:  
<https://doi.org/10.1103/PhysRevA.107.043109>【细胞】  
体细胞突变克隆正向选择  
确定代谢性肝病适应性途径

美国得克萨斯大学 Hao Zhu 团队发现, 体细胞突变克隆的正向选择确定代谢性肝病的适应性途径。该研究近日发表于《细胞》。

研究人员对患有非酒精性脂肪性肝炎(NASH)的体细胞嵌合小鼠进行了系谱追踪。对 Mboat7(一种膜脂质酰基转移酶)的镶嵌性缺失的概念验证研究表明, 脂肪变性的增加加速了克隆的消失。接下来, 研究人员在 63 个已知的 NASH 基因中诱导了集合镶嵌, 从而能够并排追踪突变的克隆。这个体内追踪平台, 被称为 MOSAICS, 选择了能改善脂肪毒性的突变, 包括在人类 NASH 中发现的突变基因。

为了确定新基因的优先次序, 研究人员对 472 个候选基因进行了额外筛选, 确定了 23 个促进克隆扩展的体细胞扰动。在验证研究中, 在整个肝脏范围内删除 Tbx3、Bcl6 或 Smyd2 导致了对于肝脏脂肪变性的保护。在小鼠和人类肝脏中对克隆体的选择确定了调节代谢性疾病的途径。

据了解, 非恶性组织中的体细胞突变随着年龄和损伤而积累, 但这些突变在细胞或机体层面是否具有适应性尚不清楚。

相关论文信息:  
<https://doi.org/10.1016/j.cell.2023.03.014>科学家实现 SCF 泛素连接酶  
复合物全系统拆卸和组装

德国马克斯·普朗克生物化学研究所 Brenda A. Schulman 研究小组实现了 SCF(SKP1-CUL1-F 盒蛋白)泛素连接酶复合物的全系统拆卸和组装。该研究近日发表于《细胞》。

细胞通过重塑其多蛋白复合物的库存对环境线索作出反应。细胞的 SCF 泛素连接酶复合物介导了许多蛋白质的降解, 需要 CAND1 在 70 种不同的 F 盒蛋白家族中分配限制性的 CUL1 亚单位。然而, 一个单一的因子如何协调组装许多不同的多蛋白复合物仍然是未知的。

研究人员获得了 CAND1 结合的 SCF 复合物在多种状态下的冷冻电镜结构, 并将突变对结构、生物化学和细胞检测的影响联系起来。数据表明, CAND1 紧紧抓住非活性 SCF 的闲置催化结构域, 在周围滚动, 并以异构方式摇动和破坏 SCF 的稳定性。新 SCF 的产生是反向进行的, 通过 SKP1-F 盒蛋白破坏 CAND1 的稳定性。CAND1-SCF 构象组合结合 CUL1 从非活性复合物中回收, 助长了 SCF 部分的混合和匹配, 以响应底物的可用性而激活 E3。这些数据揭示了一个主要的 E3 连接酶家族的生物生成, 以及全系统多蛋白复合物组装的分子基础。

相关论文信息:  
<https://doi.org/10.1016/j.cell.2023.02.035>

## 基因分析揭示匈奴帝国女性地位

本报讯 说起匈奴, 熟悉历史的人想必都不陌生。在公元前 200 年至公元前 100 年间, 匈奴统治着如今从中国边境到哈萨克斯坦的欧亚草原。正是匈奴的屡屡进犯, 促成了长城的修建。然而匈奴却很神秘, 他们没有给后世留下文字记录, 只有少量文物。但研究人员通过遗传学和考古学, 揭开了匈奴不同寻常的权力架构, 即由高地位女性维系起匈奴庞大的多民族联盟, 这是匈奴几个世纪以来成功统治草原的关键所在。相关研究 4 月 14 日发表于《科学进展》。

“女性是这个帝国的推动者。”论文作者之一、美国密歇根大学安娜堡分校考古学家 Bryan Miller 说。

后人对于匈奴历史及其社会运作方式的了解, 大多来自当时的敌国——中国的描述。“我们不知道匈奴内部结构究竟是什么样的。”论文作者之一、哈佛大学遗传学家 Christina Warinner 说。

2007 年, 考古学家在曾经的匈奴帝国边境挖掘出了两座陵墓。其中一座是豪华的贵族陵

墓, 位于阿尔泰山脉, 靠近如今的蒙古国和中国边界, 另一座则是不太精致的精英墓地。

基因测试表明, 最大、最深的坟墓里埋葬的是女性遗骸, 墓内陪葬品丰富, 有金盘、青铜战车以及陪葬的马、羊、牛遗骸。

基因分析还表明, 埋葬在匈奴边境宫殿式坟墓中的女性, 与匈奴核心人群关系密切, 与王室血统有关。

“在匈奴边缘地区, 似乎只有女性与王室血统有关联。这是一种远距离、大规模的联盟。”Miller 说。

上述证据表明, 匈奴依靠高地位女性将地域分散且广阔的王国紧密联系在一起。当时的匈奴统治者, 很可能派遣女性亲属与地方领导者结成联盟。

“如果你想统治一个广阔的地区, 就必须在哪里安排值得信赖的人。统治者通过这些高地位女性控制着当地精英。遗传学让我们了解了匈奴这个多民族帝国维系的真实故事。”论文作者之一、德国马克斯·普朗克地质人类学研究所

考古学家 Bayarsaikhan Jamsranjav 说。

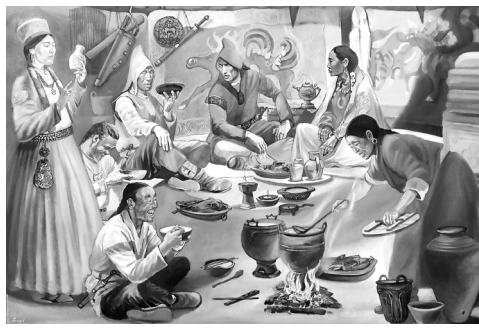
与此同时, 大型陵墓中的文物表明, 这些高地位女性并非处于被动地位。其陵墓中陪葬的马鞍、缰绳和青铜战车等是游牧民族的重要工具, 原本与男性和权力相关。

在其中一个案例中, 研究人员曾根据陪葬的马钉、铁皮带扣, 将墓主认作男性。但新的基因证据却表明, 墓主是女性。

“现在我们知道, 男人并不是唯一拥有这些物品的人。这些女性从出生到死亡都是这个社会的重要角色。”Miller 说。

韩国首尔大学遗传学家 Choongwon Jeong 指出, 与华丽的女性墓葬相比, 男性墓葬则简单得多, 而且男性墓葬围绕在女性墓葬周围。通过将女性墓主基因与欧亚大陆各地人群基因进行对比, 研究人员发现这些女性都有着相似的基因背景, 但男性的基因是多样的, 分布地域覆盖了整个草原及其邻近。

Warinner 说, 这种多样性表明, 无论是通过经济激励还是武力征伐, 匈奴都有意将其族人



高地位女性为维系古老游牧帝国发挥了重要作用。图片来源: GALMANDAKH AMARSANAA/DAIRY CULTURES PROJECT

与其他人口混合在一起, 以巩固对草原的控制。(徐锐)  
相关论文信息:  
<https://doi.org/10.1126/sciadv.adf3904>

## ■ 科学此刻 ■

带你去看  
流星雨

在全球任何地方都能观测流星的最佳机会来了, 那就是天琴座流星雨。

今年, 由于 4 月 19 日的新月就出现在流星雨预计峰值到来的前几天, 人们将比以往更容易看到流星, 即在流星雨的高峰期——4 月 22 日和 23 日凌晨, 以及之前几天, 人们很有可能看到这一天文现象。

流星雨是由彗星留下的碎片云引起的。地球绕太阳运行的过程中穿过这些云时, 微小的尘埃或岩石颗粒会以极高的速度进入大气层, 它们与空气之间的摩擦使其燃烧殆尽。这就会产生一道划过天空的闪光。

天琴座流星雨是由长周期彗星 C/1861 G1 带来的, 它也被称为撒切尔彗星。这颗彗星于 1861 年被发现, 绕太阳一周需要 415 年。

每一场流星雨都是以其在天空中开始的位置命名的。天琴座是北天银河中最灿烂的星座之一, 其主星是织女星。



2020 年的天琴座流星雨。图片来源: Ingo Bartussek/Shutterstock

这场流星雨活跃期预计在今年 4 月 15 日至 29 日之间, 并将在 4 月 22 日至 23 日达到高峰。

如果你在北美半球, 可以去找天琴座, 它将在日落出现在东方。从南半球看不到这个星座, 但流星会向各个方向移动, 所以如果你向东看, 也可以看到一些流星。

不要担心因找不到织女星而看不见流星, 只要留心, 就会发现流星从天空的各个方向划过。流星在空中快速移动, 于几秒钟内出现并消失。

观测流星雨最好远离城市光, 观测场地尽量黑暗、开阔。在流星雨的高峰期, 每小时可以看到大约 10 到 15 颗流星。(王方)

## 钾盐替代食盐可降血压



55 岁以上人群可能是患高血压风险最高的人群之一。图片来源: Kristo-Gothard Hunor/Shutterstock

本报讯 一个国际团队针对养老院人群进行的一项研究发现, 用富含钾的盐代替普通食盐, 可以降低 55 岁以上人群的高血压及患心脏病和中风等心血管疾病的风险。相关研究 4 月 13 日

## 自然要览

(选自 Nature 杂志, 2023 年 4 月 13 日出版)

高迁移率石墨烯中  
狄拉克等离子体的巨磁阻

石墨烯电子能谱最明显的特征是其狄拉克点, 该点周围经常发生各种有趣的现象。在低温时, 这种状态下的本征行为通常被电荷不均匀性所掩盖, 但热激发可克服高温下的无序, 并产生狄拉克费米子的电子-空穴等离子体。人们对等离子体在磁场中的行为知之甚少。

研究组报道了这种量子临界状态下的磁输运。在低磁场中, 等离子体在室温下 0.1 特斯拉的磁场中表现出巨大的抛物线磁阻, 达到 100% 以上。这比在该温度下任何其他系统中发现的磁阻高出几个数量级。

研究组表明这种行为是单层石墨烯独有的, 尽管经常发生(普朗克极限)散射, 但仍表现出无质量光谱和超高温迁移率。在几特斯拉的磁场中, 随着朗道量子化的开始, 电子-空穴等离子体完全位于第零朗道能级, 出现了巨线性磁阻。

巨磁阻几乎与温度无关, 可通过近距离筛选抑制, 表明其是集体起源的。这与奇异金属中的磁输运和 Weyl 金属预测的所谓量子线性磁

阻颇为相似, 使用这个定义明确的量子临界二维系统有望进一步探索相关物理学。

相关论文信息:  
<https://doi.org/10.1038/s41586-023-05807-0>

晶体水合物在低于冰点温度下的脱水

水是地球上最重要的物质之一。它以固、液、气 3 种状态普遍存在, 所有已知的生物系统都依赖于其独特的化学和物理性质。此外, 许多材料以水合物的形式存在, 其中最主要的是晶体水合物(一种特殊的化合物), 其通常在低于环境温度下无限期地保留水分。

研究组描述了一种多孔有机晶体, 在相对湿度超过 55% 的情况下很容易且可逆地将水吸附到 1 纳米水层的通道中。水的吸收/释放是显色的, 从而在宽温度范围内提供了一个晶体水合状态的便利视觉指示。利用 X 射线衍射、光学显微镜、差示扫描量热法和分子模拟等辅助技术来确定纳米限域水处于 -70°C 以上的通量状态, 以实现低温脱水。

研究组确定了在广泛温度范围内(包括远低于 0°C, 该温度下由于大气水分的存在, 通常很难完成)的脱水动力学。该发现将助力设计能

试验开始时, 近 2/3 的参与者患有高血压。但在两年多的时间里, 食用富钾盐替代品的人群与食用普通盐的人群相比, 收缩压平均降低了 7.1mmHg, 舒张压平均降低了 1.9mmHg。

与常规食盐组相比, 食盐替代品组每 100 人的血压下降与心脏病发作、中风和其他心血管事件减少 1.5 例有关。

相比之下, 在仅降低膳食食盐量的群体中, 平均血压或心血管事件数量并没有下降。研究团队成员、澳大利亚悉尼乔治全球健康研究院的 Bruce Neal 说, 这可能是因为这些参与者不喜欢减盐餐的味道, 所以自己加了盐。

研究人员还发现, 虽然食盐替代品组的血钾水平升高, 但与任何安全问题无关。

Neal 表示, 盐的替代品只比普通盐稍贵一点, 大多数人尝不出两者的区别。他说:“如果每个人都从普通盐转向富含钾的盐, 每年可以防止全球数百万人过早中风和心脏病发作。”(李木子)

相关论文信息:  
<http://doi.org/10.1038/s41591-023-02286-8>

## 欧亚冰盖曾每天消退 600 米

本报讯 英国科学家研究发现, 在上次冰川消退中, 欧亚冰盖在挪威大陆架上每日消退可达约 600 米。这表明, 该地区的冰盖消退率可能远超此前估计, 凸显出冰盖的水平层区域对快速消退脉冲的脆弱性。相关研究近日发表于《自然》。

格陵兰和南极许多海岸地区的冰盖在过去几十年间发生消退, 自 20 世纪 90 年代以来, 每年造成全球海平面升高约 0.7 毫米。通过船载图像, 研究人员用海底消水区区域则脊状物形成(名为波状脊)的间隔, 量化了冰盖接地线(冰川和冰架开始漂浮的位置)的后退速率。但现有已测量的少数波状脊局限在海底较小的区域, 限制了人们对未来接地线后退和海平面上升速率的理解。

为了量化冰盖接地线在上一次冰消期的消退速率, 纽卡斯尔大学的 Christine Batchelor 和同事测量了挪威中部冰架 3 万平方公里海底消水区超过 7600 个波状脊间隔。他们发现了快速接地线消退的证据, 即在最后一次消冰期以每天 55-610 米的速度经过近乎平坦的冰盖底部地形。这些数值比此前借由卫星测量或从海洋地质记录中推断所报告的接地线消退数据至少要高一个数量级。最高的消退率出现在最平坦的前海底区域, 表明冰盖接地线接近完全漂浮的地方, 会发生近乎瞬时的冰盖脱地和消退。

Batchelor 认为, 在现今的气候变化下, 快速接地线消退的脉冲可能在低坡度的南极冰盖地形发生。(冯维维)

相关论文信息:  
<https://doi.org/10.1038/s41586-023-05876-1>

## 欧洲探测器启程奔赴木星

据新华社电 欧洲航天局“木星冰卫星探测器(JUICE)”4 月 14 日搭乘阿丽亚娜 5 型火箭从法属圭亚那库鲁航天中心发射升空, 该探测器将开启奔赴木星为期 8 年的漫长旅程, 探寻木星的冰冷卫星中可能存在的生命栖息地。

据欧航局消息, 火箭在巴黎时间 14 日 14 时 14 分(北京时间 14 日 20 时 14 分)升空, 约半小时后, 探测器与火箭成功分离。

据介绍, 木星冰卫星探测器重约 6 吨, 携带光学照相机、光谱仪、磁力仪等科学仪器, 将研究木星卫星表面的冰壳及化合物成分, 以及木星大气层和磁场。探测器有多层保护, 以免受极端温度的影响。探测器还配备了总面积达 85 平方米的太阳能电池板, 以便在阳光较弱的环境中保持供电。

据欧航局介绍, 木星冰卫星探测器的主要任务包括探测木星及其 3 颗冰冷卫星——木卫二、木卫三和木卫四。欧航局科学部主任芒德解释, 木星系具备“一个小型太阳系的所有要素”, 对其探索将有助于研究太阳系的运作以及行星如何形成, 从而尝试回答“我们在宇宙中是否孤独?”(徐永春)

星形成一致。  
相关论文信息:  
<https://doi.org/10.1038/s41586-023-05823-0>大爆炸后约 6 亿年的  
红色候选大质量星系群

大爆炸约 10 亿年后, 恒星质量高达约  $10^{11}$  太阳质量的星系红移  $z$  大约为 6, 但人们很难找到更早期诞生的大质量星系, 因为精确估计质量所需的巴尔默断裂区域红移波长要超过 2.5 微米。

研究人员在詹姆斯·韦布空间望远镜早期发布观测数据的 1~5 微米覆盖范围, 搜索宇宙历史最初大约 7.5 亿年的本征红色星系。在调查区域, 研究人员发现了  $7.4 \leq z \leq 9.1$ 、大爆炸后 5 亿~7 亿年的 6 个候选大质量星系(恒星质量超过  $10^{10}$  太阳质量), 其中一个星系可能存在约  $10^{11}$  太阳质量的恒星。

如果用光谱学验证, 大质量星系中的恒星质量密度将远远高于先前基于静止紫外光选择样本的研究预期值。

相关论文信息:  
<https://doi.org/10.1038/s41586-023-05786-2>  
(未致编译)