

“小柯”秀

一个会写科学新闻的机器人

《高能物理杂志》

双引力子的规范不变电荷

瑞典乌普萨拉大学的 Ulf Lindström 团队研究了双引力子的规范不变电荷。相关研究成果近日发表于《高能物理杂志》。

通过线性化爱因斯坦理论得到的自由引力子理论在双引力子场方面具有对偶表述。双引力子理论具有两个规范不变性，产生两个守恒电荷，而引力子的 ADM 电荷在双引力子理论中变成了磁电荷。

这些电荷在拓朴平凡设置中可能定义不清，研究组发现可以添加改进项来给出规范不变的守恒电荷。这些规范不变电荷在引力子和对偶引力子公式中都有局部表达式，给出了该理论的拓朴算子，这些算子应被视为该理论真正对称性的生成器。

相关论文信息：

[https://doi.org/10.1007/JHEP02\(2025\)198](https://doi.org/10.1007/JHEP02(2025)198)

《癌细胞》

研究揭示代谢工程促进抗肿瘤免疫

美国纪念斯隆-凯特琳肿瘤中心的 Kayvan R. Keshari 团队发现代谢工程可促进抗肿瘤免疫。相关研究成果近日发表于《癌细胞》。

西方饮食中的果糖摄入量增加，但其对抗肿瘤免疫的影响尚不清楚。果糖在肝脏和小肠中代谢，在那里果糖转运蛋白被高度表达。大多数肿瘤无法利用果糖驱动糖酵解通量，导致果糖在肿瘤微环境(TME)中富集。免疫细胞可以利用 TME 中多余的果糖来表达果糖特异性转运体 GLUT5，从而增强效应功能。

研究人员发现，在体外葡萄糖限制条件下，表达 GLUT5 的 CD8⁺ T 细胞、巨噬细胞和嵌合抗原受体 (CAR) T 细胞都表现出改善的效应功能。在体外，表达 GLUT5 的 T 细胞表现出较高的果糖分解活性，在小鼠同种移植和人类异种移植模型中表现出更好的抗肿瘤功效，特别是在补充果糖后。

数据表明，通过 GLUT5 的代谢工程可使免疫细胞有效利用果糖，并在葡萄糖限制的 TME 中增强抗肿瘤免疫。

相关论文信息：

<https://doi.org/10.1016/j.ccell.2025.02.004>

《自然-化学》

利用碳水化合物-芳香相互作用进行催化的聚糖折叠物

德国马克斯·普朗克胶体和界面研究所的 Martina Delbianco 团队揭示了一种利用碳水化合物-芳香相互作用进行催化的聚糖折叠物。相关研究成果近日发表于《自然-化学》。

研究人员想知道可否设计其他生物分子(如聚糖)来执行催化功能，从而扩大合成功能低聚物的组合。

该研究报道了一种多糖折叠体，灵感来自天然的 Sialyl Lewis X 抗原，它在化学反应中充当催化剂。这种基于聚糖的催化剂具有结构刚性和模块化适应性，结合了一个底物识别基元和一个催化活性位点。利用碳水化合物与芳香底物进行 CH- π 相互作用的固有能力，研究人员通过 Pictet-Spengler 转化证明了色氨酸的募集和功能化。模块化聚糖催化加速了反应动力学，使得在水环境中对色氨酸的肽进行修饰成为可能。该发现为开发基于聚糖的催化剂铺平了道路，并提出了聚糖在生物环境中具有催化能力的可能性。

在自然界中，催化反应的能力主要与蛋白质和核酶有关。受这些系统的启发，基于肽的催化剂被设计用于加速化学反应和/或确保区域和立体选择转化。

相关论文信息：

<https://doi.org/10.1038/s41557-025-01763-6>

更多内容详见科学网小柯机器人频道：

<http://paper.sciencenet.cn/Alnews/>

对战“吸血鬼”独脚金

(上接第 1 版)

回顾走过的路，史佳阳清楚记得迈过的大大小小的坎：水培高粱种子萌发后根系易腐烂，团队一次次优化试剂配方解决问题；补充实验数据反复审稿人修改意见时，他曾连续一周睡在实验室补充酵母菌实验。

“不管在哪个领域，想把一件事做好，都不是容易的事。科研也是这样。”史佳阳感慨道。他仍然记得初次见到谢旗时，导师满眼血丝。后来他才知道，导师经常每天只睡 4 个小时，从晚上 11 点到次日凌晨 3 点，坚持了十几年。

2007 年，44 岁的谢旗从模式植物拟南芥转向高粱研究。他拼命追赶时间，致力于将基础研究转化为实际应用，培育出耐盐碱甜高粱新种质，研发了具有“稻花香”味的高粱、抗鸟吃的高粱、更易脱粒的高粱，以高粱为材料挖掘的作物主效耐碱基因更是入选两院院士评选的“2023 年度中国十大科技进展新闻”。

面对成绩，谢旗谦逊地说：“人就是要踏踏实实做事，把手上工作做好。我就是想让环境好一点，打的农药、施的化肥少一点，我们的生活变得美一点。”

受到导师的言传身教，史佳阳希望在博士后出站后，能到河北高校工作，为家乡的农业发展出一份力。他也希望把导师的科研精神、教育理念及为人处世之道，传递给未来的学生。

相关论文信息：

<https://doi.org/10.1016/j.cell.2025.01.022>

史上最大电流、最大峰值功率

首个拍瓦电子束问世

本报讯 将一束激光压缩至千万亿分之一秒，在一瞬间能产生超强脉冲，其功率相当于 100 万座核电站的能量。这种拍瓦级激光器使科学家能够以新的方式操控材料、模拟行星内部甚至分裂原子。如今，加速器物理学家实现了这一壮举，获得了具有惊人应用潜力的拍瓦级电子脉冲。

“我们将大量电荷压缩至极短的束持续时间中，从而获得了有史以来最大电流、最大峰值功率的电子束。”该研究负责人、美国 SLAC 国家加速器实验室的加速器物理学家 Claudio Emma 说，这种电子脉冲持续时间仅千万亿分之一秒，却能携带 10 万安培电流。2 月 27 日，相关研究成果发表于《物理评论快报》。

“这是一项超酷的实验。”美国布鲁克海文国家实验室的加速器物理学家 Sergei Nagaitsev 说。“如果能够实现，比它更强大的光束或将完成一些创举，例如在真空中撕裂粒子。”英国牛津大学的等离子体加速器物理学家 Richard D'Arcy 补充说。

虽然高能电子与低能电子几乎以相同的速度运动(均接近光速的 99.99%)，但正如赛车通过弯道时会转向一样，电子在磁场中也会发生偏转。与一辆高速赛车在拐弯时必须走一条更直的路径一样，一个能量更高的电子在磁场中的运动轨迹也必然会更直。

Emma 和同事巧妙结合了这两种效应。他们首先在 SLAC 已有 62 年历史的直线加速器中产生了 1 毫米长的电子束。电子在通过一个真空腔室内的无线电波时获得加速的能量：由于前面的电子比后面的电子所处的波峰要稍微陡一些，所以其获得的能量要低于后面的电子，即形成了所谓“啁啾”能量分布。

这种啁啾结构为压缩电子束提供了可能。为做到这一点，研究人员使用一种名为“减速弯”的标准工具，通过一系列磁铁将电子束发射出去。4 组磁铁使电子束向左、右、右、左快速偏转，然后回到原来的轨迹。低能电子因偏转幅度更大，路径更长，使得后方高能电子能够迎头赶上，从而实现从前到后压缩电子束。

科学此刻

火山喷发

他的大脑化为玻璃

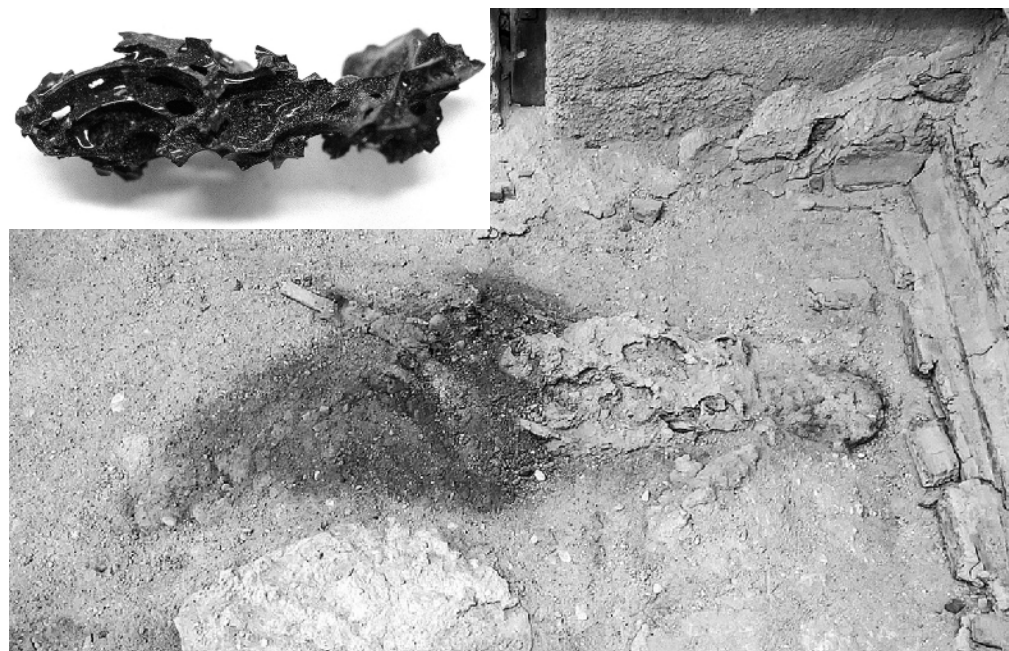
一项对一名 2000 多年前维苏威火山受害者的分析发现，火山灰是摧毁古罗马城市的“幕后黑手”。不知为什么，这名受害者没有和庞贝以北的赫库兰尼姆的 2000 名居民一起逃离正在喷发的火山。

当第一团炙热的火山灰迅速穿过城市时，他的大脑变成了黑色的玻璃碎片。如今，对这些碎片的分析提供了该男子和邻居在公元 79 年如何丧生的线索。2 月 27 日，相关研究成果发表于《科学报告》。

直到最近，科学家还以为赫库兰尼姆的居民是因维苏威火山的热岩、灰烬和气体而丧生的。但当研究人员在 2020 年宣布发现这些黑色光滑的碎片时，一个新的“罪魁祸首”出现了——在这些火山碎屑流到达之前快速形成的火山灰云。然而，这种推测成立与否取决于大脑是否真的变成了玻璃。

美国生物医学研究机构“21 世纪医学”的低温生物学家 Brian Wowk 说，要形成玻璃，液体需要迅速冷却，其分子会突然“冻结”成刚性结构，而不是形成晶体。因此，玻璃有时也被称为“液态固体”。作者之一、意大利罗马第三大学的火山学家 Guido Giordano 说，厚厚的火山碎屑流冷却速度太慢，因而无法形成玻璃。“它们可能需要数年才能冷却。”

“因此，我们提出了另一种假设：第一股热碎屑流在到达赫库兰尼姆之前就停止了——或者被引向了其他地方，而将较轻的火山灰和气



赫库兰尼姆古城中，躺在床上的男子遗骸。小图为男子头骨中发现的玻璃碎片。

图片来源：Pier Paolo Petrone

体云带到了城市附近。”Giordano 解释说，云团在消散前迅速加热了这座城市。快速的加热和冷却使液化的大脑在持续喷发的下一股火山碎屑流涌入前硬化成了玻璃。

这一理论的关键在于证明这些残骸并非通过缓慢冷却过程形成的晶体结构。为证明这一点，Giordano 和同事对玻璃样本进行了更仔细的观察。研究人员将其置于持续升温的环境中，并测量其温度。当温度足够高时，“液态固体”会松弛并释放储存的势能，产生非线性的温度峰值。如果样品是结晶化的，就不会出现这种特征的弛豫和峰值。

研究人员报告称，在赫库兰尼姆发现的玻璃化大脑是目前已知唯一的自然保存的玻璃大脑。因此，他们对样本进行了详尽测试，以不同的加热速率重复实验，结果都是一样的。当科学家使用光谱学技术检查样本的分子结构时，发

现了玻璃处于松弛状态的其他迹象。

美国史密森国家自然历史博物馆的火山学家 Benjamin Andrews 说：“这一发现表明，摧毁这座城市并导致此人丧生的事件”非常短暂，并且可能是突发的。”

Giordano 说，赫库兰尼姆的这名男子选择在邻居逃离时留在卧室，而这可能满足了玻璃形成所需的非常特殊的条件。如果没有这些玻璃碎片，研究人员可能永远不会发现火山灰的致命影响。因为这样的火山灰只会留下几厘米的灰烬，而且它们被埋在 40 米厚的火山碎屑下。

Andrews 说，这项研究是一个重要例证，表明即使小发现也能揭示这些事件的许多信息。“这些微小颗粒中蕴含了很多的故事和丰富的信息。” (赵宇彤)

相关论文信息：

<https://doi.org/10.1038/s41598-025-88894-5>

人造舌头让你在虚拟现实品尝蛋糕

本报讯 一种可以复制蛋糕、鱼汤等味道的电子舌头能够在虚拟现实中重现食物的味道，但它目前还无法模拟其他影响味道的因素，如气味。2 月 28 日，相关研究成果发表于《科学进展》。

美国俄亥俄州立大学的贾一真(音)和同事开发了这种名为 e-Taste 的系统，可以对食物进行采样，并提出在人的口中部分重现食物味道的方法。

这涉及使用与 5 种基本味道相关的化学物质：氯化钠代表咸味，柠檬酸代表酸味，葡萄糖代表甜味，氯化镁代表苦味，谷氨酸盐代表鲜味。贾一真说：“这 5 种味道已经涵盖了我们日

常饮食中的很大一部分。”

该系统使用传感器检测了食物中这些化学物质的含量，并将其转换为数字读数，然后将这些数值发送到一个泵中，后者将少量含有不同味道的水凝胶推入人舌下的一根小管中。

研究人员对该系统重现单一味道的能力进行了测试。他们让 10 个人在 5 分钟下评估其重现酸味的效果。结果发现，与真实酸味样本进行比较后，在 70% 的情况下，受试者对重现的酸味给出了相同的评分。

接着，研究人员测试了该系统能否重现更复杂的味道——柠檬水、蛋糕、煎蛋、鱼汤和咖

啡，并让 6 个人判断他们能否区分这些味道。结果显示，这些人在超过 80% 的情况下都能正确区分不同的味道。

然而，英国华威大学的 Alan Chalmers 表示，仅关注味道本身并没有什么用，因为其他感官也会影响人们的味觉体验。他说：“下次你吃草莓时请屏住呼吸并闭上眼睛。其实草莓很酸，但由于香气和红色，我们会认为它是甜的。所以如果只通过设备传递酸味，你永远不会知道它实际上来自草莓。” (文乐尔)

相关论文信息：

<https://doi.org/10.1126/sciadv.adr4797>

AI 将给电影产业带来什么影响

■新华社记者 褚怡

近日举办的第 75 届柏林国际电影节上，德国导演汤姆·蒂克威尔的新作《光》作为揭幕影片亮相。一个叫“无瑕”的美国外语配音公司与蒂克威尔合作，通过人工智能(AI)调整电影中演员的口型，制作了“口型与台词精准匹配”的英语版本，为电影的国际传播提供了新思路。

“无瑕”公司创始人斯科特·曼表示，在柏林电影节，观众观看的是“德语原版”，而北美买家可以选择“完美无瑕的英语版”。传统电影配音需要根据电影中演员的口型来翻译台词，可能会造成“词不达意”，而利用 AI 技术则可以直接修改影像，让电影中演员的口型与另一种语言的配音同步。“这一技术让电影制作人感到兴奋，它为那些原本难以进入美国市场的电影打开了新的大门。”曼说。

AI 技术凭借其低成本与高效率的双重优势，正在全球电影产业链中加速普及。西班牙电影《大重置》在柏林电影节交易平台——欧洲电影市场展上展映。这部影片的制作完全依靠 AI，所有布景和角色均通过数字生成，没有演员或实体场景参与。

导演丹尼尔·托拉多认为，这种方式不仅大幅减少了拍摄时间和成本，还拓展了传统电影无法实现的视觉叙事。托拉多说：“AI 并非取代艺术视野或人类创造力，而是一种优化制作流程的工具，使电影制作人能够更专注于讲述引人入胜的故事。”

然而，并非所有从业者都对 AI 持乐观态度。美国《好莱坞报道》指出，在好莱坞，反对 AI 似乎已成为一种“名人时尚”，不少明星公开表示对 AI“零容忍”，一些影片甚至明确标注“绝

不舍 AI”。

近期，美国、英国、加拿大联合摄制的剧情片《粗野派》因使用 AI 优化主演的匈牙利语对白而引发巨大争议。该片年初获得美国金球奖年度最佳剧情片奖，近期又获得 10 项奥斯卡提名，讲述的是匈牙利出生的犹太建筑师在二战后逃离欧洲前往美国的故事。

柏林电影节期间举办的“解码电影制作的未来”专题研讨会上，丹麦哥本哈根未来研究所的未来学家索菲·维特韦兹指出，AI 已广泛应用于电影制作的各个环节，其伦理影响令人担忧。她说：“AI 不仅会改变电影制作的工具，还将重塑商业模式。随着电影制作人与 AI 更紧密合作，了解如何负责任地、创造性地使用这项技术将变得至关重要。”

英国安培分析公司执行董事盖伊·比森认为，从概念构思到视觉特效，AI 技术已全面渗透到电影制作的各个环节，电影从业者必须不断提升技能，积极应用这些工具以应对变化。电影业新人在这场变革中将面临不少挑战，成功的关键在于既要利用 AI 推动创意产出，又要适应 AI 带来的电影制作模式的转型。

Nagaitsev 表示，采用更短、更强的电子束可显著提升亮度，将为探测化学过程开辟道路。此外，超强电子脉冲还能模拟天体物理中的等离子体现象，例如某些星体爆发产生的接近光速的喷流。

也许有一天，通过超强电子束可探测到真空的本质。D'Arcy 指出，它们会产生超强电场，如果其中一个电子束与超强激光脉冲碰撞，就会使空间暴露在极端的电极化中。如果这个电场足够强大，可能会在真空中撕裂粒子-反粒子对，这是量子物理学预测的但从未观察到的一种现象。

尽管实现这一目标尚需时日，但若将电子脉冲缩短至目前的 1/10，研究人员或将接近该目标。Emma 和同事计划用等离子体单元替代激光器，构建更复杂的啁啾调制方案。“我们已实现了 10 万安培束流，下一步将冲击百万安培。” (李木子)

相关论文信息：

<https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.134.085001>

“鸡娃”有风险：童年高压可能让大脑早衰

本报讯 有研究表明，童年期的压力和创伤经历会导致成年后出现抑郁症、焦虑症等心理健康问题。而科学家的研究显示，童年时期的严重压力或创伤经历还会加速大脑衰老，增加日后患阿尔茨海默病等神经退行性疾病的风险。相关研究成果近日发表于《神经病学年鉴》。

“我们的社会中，有大量个体在童年时期遭遇过高压或创伤，诸如情感虐待、身体虐待、忽视、家庭暴力、父母离异、父母滥用药物或犯罪，甚至丧亲之痛。”该研究负责人、德国夏里医学院的 Christine Heim 说，“约 30% 至 40% 的人报告称，曾遭遇严重的童年压力或创伤。这些痛苦经历会在分子和神经生物学层面留下持久痕迹，改变内分泌和免疫系统，从而增加终生患各种疾病的风险。”

研究团队特别关注女性群体，因为女性患阿尔茨海默病等神经退行性疾病的风险显著高于男性。他们招募了 179 名年龄在 30 至 60 岁的女性参与者，采用多层次分析方法评估童年压力对大脑健康的长期影响。首先，研究人员通过临床访谈确定参与者童年时期的压力或创伤程度。其次，他们使用高精度技术检测血液样本中指示神经炎症和神经元损伤的生物标志物，以评估神经退行性疾病的风险。最后，研究团队通过磁共振成像测量大脑体积和脑脊液腔室大小，并使用标准化的国际认可评估方法测试认知功能。

研究结果显示，童年遭遇严重压力或创伤的女性，血液中神经炎症和神经退行性疾病的生物标志物水平更高，大脑体积更小，认知问题也更多。“我们的研究结果表明，童年时期的社会情感压力，与女性大脑加速衰老之间存在明确联系，早期的压力确实会增加患神经退行性疾病的风险。” Heim 说。

研究显示，童年压力对大脑结构方面的影响随年龄增长呈现动态变化。童年压力较大的女性在年轻时大脑总灰质体积较小。灰质是大脑中处理信息和认知功能的重要区域，包括与记忆、决策和情绪调节相关的神经元。然而，进入成年期后，这些女性的皮层下灰质体积反而增大，这可能是一种神经系统的代偿机制，表明大脑可能通过结构调整来应对早期压力。随着年龄增长，这些人的大脑萎缩速度更快，神经退行性变化也在加速。

不过研究人员也强调，并非所有经历童年创伤的人都会患上神经退行性疾病。许多人表现出惊人的心理韧性，能够在不受长期伤害的情况下化解这一危机。基于此，研究团队计划在多个方向展开深入研究：进一步阐明童年压力影响大脑的潜在机制，以便设计出有针对性的早期干预方案；重点探索如何有针对性培养心理韧性，以降低疾病风险；将研究扩展至男性群体，以获得更全面的科学认识。

(宋书峰 冯丽妃)

相关论文信息：

<https://doi.org/10.1002/ana.27161>