

“小柯”秀

一个会写科学新闻的机器人

量子临界点附近热完全连接自旋链的贝尔关联性

波兰华沙大学的 Danish Ali Hamza 与 Jan Chwedeńczuk 合作,揭示量子临界点附近热完全连接自旋链的贝尔关联性。相关研究成果近日发表于《物理评论 A》。

研究人员分析了具有粒子交换对称性的多量子比特系统中多体贝尔关联的特征和强度。这样的构型可以用一个有效的类薛定谔方程描述。研究表明,在量子临界点附近,这些关联很快变得如此强烈,以至于只有一小部分量子比特保持不关联。研究人员还确定了热波动破坏贝尔关联的阈值温度。他们希望该方法有助于即将到来的真正非经典贝尔关联复杂系统的研究。

据悉,贝尔关联是量子力学表现自身的最奇特现象之一。它们的存在表明,该系统可能违反了局部实在论的假设。这种假设曾被认为是物质世界不可争辩的属性。从这个基本观点看,贝尔关联的重要性在其应用中得到了进一步阐明。因此,对复杂的、可扩展的多体系统的“贝尔内容”进行表征是研究人员越来越感兴趣的课题。

相关论文信息:
<https://doi.org/10.1103/PhysRevA.110.012210>

【细胞】

小核仁 RNA 在衰老过程中的非典型作用

美国得克萨斯大学西南医学中心 Joshua T. Mendell 团队,研究提出了小核仁 RNA (snoRNA) 在核糖体生物发生和衰老过程中的非典型作用。相关研究成果近日在线发表于《细胞》。

细胞衰老是由各种应激诱导的细胞周期停滞的不可逆状态,包括异常癌基因激活、端粒缩短和 DNA 损伤。

通过全基因组筛选,研究人员发现了一种保守的 snoRNA——SNORA13,它是人类细胞和小鼠细胞多种形式衰老所必需的。尽管 SNORA13 引导核糖体解码中心保守核苷酸的假尿苷化,但这种 snoRNA 的缺失对翻译的影响较小。相反,SNORA13 对核糖体的生物发生有负调控作用。衰老诱导的应激会干扰核糖体的生物发生,导致游离核糖体蛋白(RP)积累,从而触发 p53 的激活。

SNORA13 直接与 RPL23 相互作用,减少其掺入成熟的 60S 亚基,增加游离 RP 的数量,从而促进 p53 介导的衰老。因此,SNORA13 通过一种非经典机制调节核糖体生物发生和 p53 通路,这种机制不同于其在引导 RNA 修饰方面的作用。

这一研究扩展了人们对 snoRNA 功能及其在细胞信号传导中的作用的了解。

相关论文信息:
<https://doi.org/10.1016/j.cell.2024.06.019>

【细胞—干细胞】

通过再现间质流动构建多层小肠样组织

日本京都大学 Kazuo Takayama 研究团队通过再现间质流动构建了多层小肠样组织。相关研究成果近日发表于《细胞—干细胞》。

在胚胎器官发生过程中,肠道内由循环血浆提供动力的间质流动是一个至关重要的因素。研究人员的目标是通过将间质流整合到系统中,构建一个体内样的多层小肠组织,然后在能够再现间质流的微流控装置上从人类多能干细胞中分化出最终的内胚层细胞和中胚层细胞,从而开发出微型小肠系统。

这种方法促进了细胞成熟,使三维小肠样组织的发育,形成具有绒毛样上皮和排列的间充质层。该微小肠系统不仅突破了传统肠道模型的局限性,而且为深入了解肠道组织发育的详细机制提供了机会。

该研究使体外模拟人类小肠成为可能,但要全面概括其结构和功能特征仍然是一个挑战。

相关论文信息:
<https://doi.org/10.1016/j.stem.2024.06.012>

【高能物理杂志】

黑洞体锥奇点研究

瑞士欧洲核子研究中心的 Matthew Dodelson 与日内瓦大学的 Cristoforo Iossa 合作对黑洞体锥奇点进行了研究。相关研究成果近日发表于《高能物理杂志》。

研究团队分析了 AdS 史瓦西黑洞背景波传播对偶响应函数的奇点,导出了绕黑洞旋转的体测地线的主导奇点对偶的解析形式。值得注意的是,它表现出一个大于光速的边界群速度,其对偶是光子球处零测地线的角速度。奇点的强度由与近束缚光子轨道不稳定性有关的李雅普诺夫指数控制。因此,体锥奇点可以被认为是编码全息 CFT 中无处不在的黑洞光子球的普遍特征。

为了进行解析计算,研究人员将两点相关器表示为 Regge 极点上的无限和,然后使用 WKB 方法对该和进行计算。他们还使用模糊相关器进行了数值计算,这一步骤尤为关键。他们通过弦效应和引力效应将黑洞体锥奇点分解为黑洞体锥“凸起”,最后得出的结论是,这些凸起是稳健的,可以作为桌面实验中模拟黑洞几何形状的目标。

据悉,局部算子的洛伦兹相关器在引力对偶理论中表现出惊人的奇异性。这些与涌现几何中的零测地线有关。

相关论文信息:
[https://doi.org/10.1007/JHEP07\(2024\)046](https://doi.org/10.1007/JHEP07(2024)046)

生物最后共同祖先生活在 42 亿年前

本报讯 地球上所有生物的最后共同祖先是一种生活在 42 亿年前的微生物,其基因组相当庞大,编码了约 2600 种蛋白质。它以氢气和二氧化碳为食,并拥有抵御病毒入侵的基本免疫系统。

这是 7 月 12 日发表于《自然—生态与进化》的一项新研究的结论。该研究比较了 700 种现代微生物的基因组,以寻找共性,确定哪些特征是最先出现的。尽管该研究没有揭示生命是如何开始的,但它表明,在地球形成几亿年后,一种与现代微生物相似的复杂细胞生物进化出来了。

“我非常兴奋。”美国威斯康星大学麦迪逊分校进化生物学家 Bettil Kacar 说,“这是一个全面的分析,也是一个很好的例子。”

这并不是科学家第一次试图勾勒出所有物种在分化之前的最后一个共同祖先(LUCA)。例如,2016 年,由德国杜塞尔多夫大学进化生物学家 William Martin 领导的研究比较了已知微生物基因组,提供了迄今最令人信服的遗传证据,表明 LUCA 可能是一种厌氧菌。Martin 的基因分析还发现了证据,表明它是一种以氢气为食的嗜热微生物,可能生活在海底火山口附近。

Martin 团队在 2016 年的研究中没有给出 LUCA 的具体时间,但其他研究将 LUCA 的存在时间定位在 38 亿年前。在新的研究中,英国布里斯托大学基因组学专家 Edmund Moody 开发了一种能更精确预测 LUCA 存在时间的方法。

利用微生物物种中不同但已知的基因突变率,以及物种间基因转移的速度,能够创建一种分子钟。通过构建家谱,找出哪些生物可能是从其他生物进化而来的,并追踪保守基因的遗传变化,研究人员可以大致估计出两个相邻分支的分化时间,从而确定它们共同祖先的“年龄”。

Moody 和同事进一步研究了在多种细菌和古细菌中发现的 5 组“平行”或重复的基因,它们意味着,在 LUCA 分裂出这些后代之前,基因倍增就发生了。Moody 说,追踪一个突变是发生在这些基因的两个拷贝上,还是只发生在一个拷贝上,可以更容易确定它们复制的时间,从而确定 LUCA 的“年龄”。

他们的分析表明,LUCA 生活在大约 42 亿年前。没有参与这项研究的美国卡内基学院进化生物学家 Rika Anderson 说:“这可能比其他的估计要早一点,但相差不大。”

为了像 Martin 一样探索 LUCA 的生活方式,Moody 研究小组追踪了 350 种细菌和 350 种古细菌的 57 个“标记”基因,以构建一棵生命树。Moody 团队分别追踪了这些细菌和古生菌的个体基因和基因家族的进化模式,这些基因被编入在一个常用的基因组数据库中。通过比较的个体基因与物种基因的进化史,他们可以更好地确定哪些基因被复制、丢失或经历了水平基因转移。由此,他们可以推断出 LUCA 中存在的物质。

英国科学家的分析表明,LUCA 以二氧化碳和氢气为“燃料”。但他们还发现证据,表明 LUCA 有一种基因可以保护它免受紫外线的伤害,意味着这种微生物可能生活在地表水中——在那里它可以从大气中捕获二氧化碳和氢气,而不是生活在深海火山口。但同 Martin 一样,他们发现了一种被称为逆转录酶的酶的特征,这种酶通常存在于嗜热菌中,他们承认这意味着 LUCA 也可能在火山口周围繁殖。

Moody 还发现,LUCA 可能有 19 个 CRISPR-Cas9 基因,这是现代细菌用来切割入侵病毒遗传物质的装置。这让 Kacar 兴奋不已,因为它暗示了很久以前存在的一个由微生物和病原体组成的繁荣生态系统。Anderson 指出,



一种可能在早期地球浅水区繁衍生息的复杂微生物,可能是今天所有生命的最后一个共同祖先。
图片来源: MARK GARLICK

CRISPR-Cas9 系统“有点复杂”。这意味着在短短数亿年内,地球早期生命就进化出了复杂的微生物,这些微生物相互作用,迅速形成了一个简单的生态系统。(李木子)

相关论文信息:
<https://doi.org/10.1038/s41559-024-02461-1>

科学此刻

3 腿狮子为“爱”打破游泳纪录

乌干达伊丽莎白国家公园的夜晚并不平静,一对狮子兄弟正在完成它们的“奥林匹克铁人三项”水上赛段。它们在河马和鳄鱼出没的水域游了大约 1.5 公里,是该物种有史以来最长的游泳纪录。而这一过程被无人机上安装的热像仪记录下来。

事实上,这是 Jacob 和 Tibu 两兄弟第四次尝试穿越伊丽莎白国家公园内的 Kazinga 运河。在之前的尝试中,它们有可能遇到了河马或尼罗鳄等大型动物,因此不得不放弃冒险。

比它们的游泳壮举更令人惊讶的是,两兄弟中的 Jacob 只有 3 条腿。

澳大利亚格里菲斯大学的 Alexander Brackowski 和同事一直在追踪监测两兄弟,以确定 Tibu 是否会为它的兄弟 Jacob 提供食物,从而机缘巧合地捕捉到上述游泳过程。相关研究成果近日发表于《生态与进化》。

在 Brackowski 看来,Jacob 的生活充满挑战——它曾被水牛刺伤,同伴则因人类的狮子肢体交易需求而被投毒。此外,它还落入偷猎者布置的陷阱,失去了一条腿。

“狮子的兄弟情谊远远超越了断腿带来的限制。”Brackowski 说。

研究人员认为,这对兄弟可能穿过运河去



Jacob 和 Tibu 在伊丽莎白国家公园。
图片来源: Alex Brackowski

找母狮,它们能够听到后者两公里外的叫声。Brackowski 看到了狮子在传递基因方面的能力和勇气。“一个人永远不会在半夜游过那条河,但一只几乎失去一切的 3 条腿狮子却会义无反顾地跳进去。”

Brackowski 指出,生活在伊丽莎白国家公园的狮子承受着巨大的压力,因为有 6 万人同样生活在国家公园范围内,他们放牧、种庄稼,甚至偷猎野生动物。

“雄狮花了很长时间寻找新的母狮,因为在过去 5 年里,伊丽莎白国家公园里的狮子数量下降了近一半,从 72 头下降到 39 头。”Brackowski

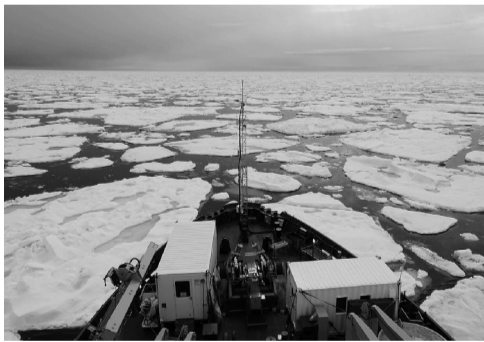
说,母狮受到的打击更大,因为它们往往群居,如果有人投毒,群体死亡的风险会更大。现在公园里每只母狮对应两只雄狮,而在健康种群中,应该是每只雄狮对应两只母狮。

研究团队成员、美国北亚利桑那大学的 Duan Biggs 表示,需要找到一个长期解决方案,以保护公园里的人类和狮子。

“一只被偷猎者设的陷阱捕获过的 3 条腿狮子,游过鳄鱼出没的水域寻找雌性,这象征着生态环境正在‘艰难挣扎’。”Biggs 说。(徐锐)

相关论文信息:
<http://doi.org/10.1002/ecc3.11597>

海冰融化阻碍北极航运



2017 年 7 月,加拿大海岸警卫船阿蒙森号穿过巴芬湾破碎的海冰。
图片来源: Alison Cook

本报讯 科学家发现,2007 年至 2021 年间,从北冰洋流向南方的厚海冰数量增加,缩短了

西北航道一些地区的无冰航季季节。研究人员认为,这可能意味着西北航道不太可能成为传统航路的替代选择,尽管此前人们曾希望它因为全球变暖而变得可行。相关研究 7 月 11 日发表于《通讯—地球与环境》。

西北航道是连接大西洋和太平洋的一条商业航道,穿过北美洲北部的北极圈。航道经过加拿大北极群岛,然后分成一条南部航道和一条较短的首选北部航道。整个西北航道航季季节长度(即航道可供某些船舶航行的时间)因全球变暖一直在变化。

加拿大渥太华大学的 Alison Cook 与合作者利用加拿大冰情服务局的冰图,计算了 2007 年至 2021 年经过加拿大北极群岛的每段 10 公里航道每年可供 PC 7 级(能安全穿过厚度达 70 厘米冰层)船舶航行的周数。他们发现,在这段时间内,北部航道 3 个航段的

航季季节大为缩短——波弗特海的东部边缘减少 14 周,麦克卢尔海峡和梅尔维尔子爵海峡减少 5 周。此外,麦克卢尔海峡以及拉森、皮尔和梅尔维尔子爵海峡是西北航道的咽喉点,因为它们比其他航段的可航行周数少 10 至 25 周。

研究人员说,咽喉点和某些地区的航季季节缩短,缘于气候变化导致最古老的北极海冰(位于最后冰区)融化加剧,从而让更多较老、较厚的浮冰从北冰洋向南漂流。这类冰给船舶带来的风险远高于加拿大北极群岛过去最常见的较新、较薄的冰。

研究人员表示,这一现象也给加拿大北极群岛沿岸的社区带来麻烦,因为这些社区的食品和货物都依赖航运。(晋楠)

相关论文信息:
<https://doi.org/10.1038/s43247-024-01477-6>

自然要览

(选自 Nature 杂志,2024 年 7 月 11 日出版)

液晶中可调控纠缠光子对的产生

液晶具有自组装、对电场的强响应和可集成为复杂系统中的能力,是光存储的关键材料。最近发现的铁电向列液晶具有二阶光学非线性,成为非线性光学的潜在材料。它们应用于量子光源可以大大扩展光子量子技术的边界。然而,自发参数下转换等,还没有在液晶、任何液体或有机材料中观察到。

研究人员在铁电向列液晶中实现了自发参数下转换,并展示了电场可调控纠缠光子宽带的产生,其效率可与最佳非线性晶体相媲美。施加千伏电压或沿样品方向扭转分子取向,光子对的发射速率和偏振态会显著改变。液晶源可以实现一种特殊类型的准相位匹配。这种基于分子扭曲结构的匹配,可以根据光子对的所需光谱和偏振特性进行重新配置。

这种光源在功能、亮度和所产生量子态的可调性方面优于标准非线性光学材料。这一概念可以扩展到复杂的拓扑结构、宏观器件和像素可调量子光源。

相关论文信息:
<https://doi.org/10.1038/s41586-024-07543-5>

偶极分子玻色—爱因斯坦凝聚的观察

受量子力学定律支配的粒子群表现出有趣的涌现行为。量子材料中的原子量子气体、液氦和电子,由于不同的组成和相互作用表现出不同的性质。超冷偶极分子的量子简并样品有望实现物质的新相,并为量子模拟和量子计算提供新途径。即使通过碰撞屏蔽技术减少了快速损失,到目前为止蒸发冷却到玻色—爱因斯坦凝聚体(BEC)的过程依然受到阻碍。

研究人员报道了偶极分子的 BEC 的实现。通过增强碰撞屏蔽来抑制二体和三体损失,他们蒸发冷却到一分子到量子简并,并跨越相变到 BEC。当相空间密度超过 1 时,BEC 表现为双峰分布,并生成了 BECs,其稳定寿命接近 2 秒。这项工作为探索偶极量子物质打开了大门,有望在光学晶格中创造偶极液滴、自组织晶体和偶极自旋液体。

相关论文信息:
<https://doi.org/10.1038/s41586-024-07492-z>

用溶剂增稠的玻璃状凝胶

玻璃状聚合物通常硬而坚固,但延展性有限。通过溶胀,玻璃状聚合物可以变成柔软而脆弱的凝胶,但延展性被增强。性能的显著变化是由于溶剂增加了链间的自由体积,同时减弱了

聚合物间的相互作用。研究人员展示了极性聚合物与离子液体——离子凝胶,在适当浓度下的溶剂化可以产生一种独特的材料——玻璃状凝胶,具有玻璃和凝胶的理想性能。

离子液体增加了自由体积,因此,尽管缺乏传统的溶剂,它依然具有可扩展性。但在室温下,离子液体在聚合物链之间形成强非共价交联,形成坚硬、坚韧、玻璃状且均匀的网络,即没有相分离。玻璃状凝胶具有高断裂强度、韧性、屈服强度和杨氏模量。这些值与热塑性塑料相似,但与热塑性塑料不同的是,玻璃状凝胶可以变形,并且在加热后可以快速恢复。这些透明材料通过一步聚合形成,具有黏合、自愈和形状记忆特性。

相关论文信息:
<https://doi.org/10.1038/s41586-024-07564-0>
(冯维维编译)