

量子模拟首次得到实验验证

本报 人们对量子计算机的期望是能完成一系列复杂任务,例如预测化学反应过程、破解加密文本等。这类设备至今无法充分发挥潜力的核心原因之一是错误率偏高。

如今,物理学家首次实现了量子计算机完成的精细模拟与固体材料实验数据的高度吻合。研究展示了如何用真实世界的数据检验量子模拟结果。随着量子计算机开始处理普通超算无法胜任的计算,这一能力变得愈发重要。

两个团队独立完成了相关研究,并于近日公布于预印本平台 arXiv。

“我们开展这些实验的明确目的就是要把量子计算机的计算结果与实测数据进行对照。”其中一篇论文第一作者、法国量子计算初创公司 Pasqal 的 Alexandre Dauphin 表示。

领导第二项研究的美国普渡大学的 Arnab Banerjee 则说,利用可在实验室中全面分析的真实材料进行交叉验证或基准测试至关重要,“这样才能确定你模拟的东西是真正

有意义的”。

模拟自然量子现象,例如部分材料零电阻导电的原理,一直被视为量子计算机主要的潜在应用之一。研究人员希望,把量子计算机当作“虚拟实验室”,从而深入理解这类现象,并指导研发新一代材料、化学品乃至药物。

Dauphin 团队模拟了一种含稀有元素铱的磁性材料。在这种材料的晶体结构中,原子无法有序排列形成统一磁性方向,理论预测存在复杂的量子相互作用模式。

为复现该晶体的物理特性,团队使用了 Pasqal 公司的中性原子量子计算机。它通过激光“光镊”捕获单个原子,并以量子态编码原子的信息。研究人员采用一种名为模拟量子模拟的方法,计算了该材料的热容及对外界磁场变化的响应等特性。

西班牙理论物理研究所的 Daniel González-Cuadra 评价道,将模型与真实材料的实验测量结果进行基准校验,“为量子模拟在材

料科学中的应用树立了新标准”。

Banerjee 团队则模拟了一种由铜、氟、钾构成的材料,其原子同样无法形成统一磁性方向,理论上也存在复杂的量子相互作用。

团队在 IBM 量子计算机上采用了一种数字量子模拟方案,以超导金属回路而非单个原子存储信息。研究人员模拟了材料在不同激发能级时的响应,以及“分数化”电子行为,即材料中的电子会集体表现出仿佛只有常规磁性的一部分,但这对单个粒子而言是不可能实现的。

两个团队将预测结果与中子散射实验数据进行了对比。中子散射实验在美国橡树岭国家实验室完成,通过分析中子与材料的散射过程及能量变化,揭示材料的内部微观特征。

结果显示,量子计算机的模拟结果与实验数据吻合度很高。Banerjee 说,随着量子模拟数据不断积累,“图像变得越来越清晰,最终看上去和中子散射实验的实测数据几乎一模一样”。

“亲眼看到数据这样呈现出来,感觉非常奇妙。”Banerjee 补充道,尤其让他欣慰的是,不少研究者此前还怀疑当前的量子计算机能否实现这类模拟。

Banerjee 表示,IBM 量子计算机的部分计算,已经进入经典方法甚至现有最大超算都无法模拟的区间。而 Dauphin 称,Pasqal 的设备完成的部分计算,已经真正进入了量子优势阶段。

研究者表示,这两项研究提供了一种用真实结果校验量子预测的方法。在量子模拟能力越来越强的未来,这一方法变得愈发重要。

经过充分研究的基准材料可用于验证量子计算方法,从而让研究者相信这些方法能准确模拟那些尚未合成的材料。“我们需要一些已知内部特性的基准材料,这样才能对尚不存在的材料做出可靠预测。”Banerjee 说。(王方)

相关论文信息:
<https://doi.org/10.48550/arxiv.2603.20372>
<https://doi.org/10.48550/arxiv.2603.15608>

富镍岩石揭示古火星化学组成

本报 美国航空航天局“毅力”号火星车在内雷特瓦峡谷发现了富含镍的火星岩石,相关研究成果 3 月 31 日发表于《自然-通讯》。这一发现可能有助于了解早期火星发生的化学反应。

美国普渡大学的 Henry Maneski 和同事利用“毅力”号上的激光、红外光谱仪和 X 射线光谱仪,对内雷特瓦峡谷中 126 块沉积岩及 8 处岩石表面进行了分析,这些岩石已有 30 多亿年的历史。他们在 32 块岩石中检测到了镍,其含量最高可达岩石重量的 1.1%,作者指出,这是迄今在火星基岩中观测到的最高镍含量。他们观察到,镍往往与硫化铁化合物以及由这些岩石风化产生的硫酸盐矿物共生。

研究人员指出,内雷特瓦峡谷中富镍硫化铁的化学成分和结构,与地球沉积岩中硫化铁矿物——黄铁矿的特征存在相似性。先前研究表明,地球沉积岩中的硫化铁主要形成于微生物在含铁矿物存在下利用硫酸盐进行厌氧呼吸的过程中。此前研究还在内雷特瓦峡谷中检测到与有机碳化合物共存的硫化铁,并提出这些化合物可能是由生物体形成的。然而,研究人员指出,这些化合物也可能源于不涉及生物体的反应,并强调当前研究并未提供此类生物存在的证据。

镍是许多古菌和细菌物种中酶的重要组成部分,也是能量生成、碳固定及有机物分解等化学途径所必需的元素。作者认为,存在富含镍的岩石表明,如果早期火星上曾存在生物,那么镍可能以一种可供其利用的形式存在。他们推测,这些镍可能源于岩浆岩的分解,或来自富含镍的陨石。

作者表示,需要进一步研究以确定内雷特瓦峡谷中镍的来源,并探究其与该地区有机物质之间可能的联系。(赵熙熙)

相关论文信息:
<https://doi.org/10.1038/s41467-026-70081-3>

研究发现人造有机化学物质已遍布全球海洋

据新华社电 南非罗德斯大学和美国加利福尼亚大学里弗赛德分校等机构的研究人员合作完成的一项最新研究显示,人造有机化学物质已遍布全球海洋,在海水溶解的有机物中广泛存在。

据罗德斯大学官网介绍,研究团队利用高分辨率质谱仪和可扩展计算工具,对取自太平洋、大西洋和印度洋的 2315 份海水样本进行分析,绘制了人造有机化学物质在海水溶解有机物中的分布情况。研究结果显示,与农药和药物相关的化合物主要集中在近岸区域,而塑料添加剂、润滑剂和表面活性剂等工业化化合物广泛存在于整个海洋生态系统。在典型沿海环境中,人为来源的有机物分子占检测到的溶解有机物比例高达 20%,即便在距离海岸 20 公里远的地方,这一比例仍达到 1% 左右。

研究人员警告,这些人造有机物可能影响海洋微生物的活动及海洋碳循环,其长期生态后果目前仍知之甚少。他们呼吁开展长期且标准化的监测,以追踪人造化学物质在海洋生态系统中的存在及其影响。

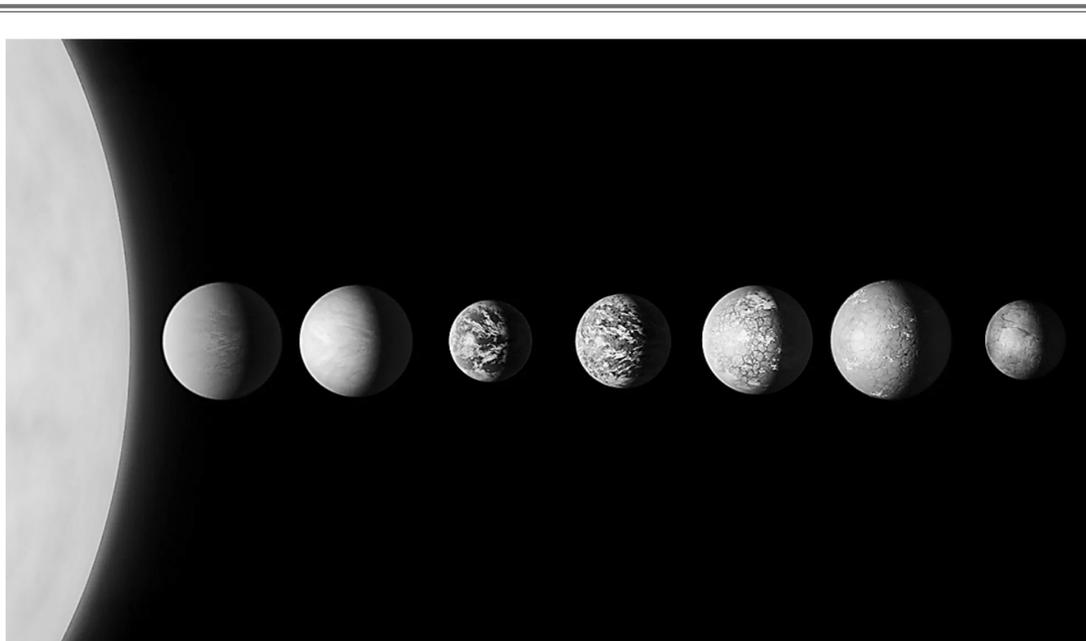
相关成果日前已发表在学术期刊《自然-地球科学》上。(王晓梅 王雷)

美一颗“星链”卫星失联 太空碎片监测中

据新华社电 美国太空探索技术公司 3 月 30 日证实,其卫星互联网系统“星链”的一颗卫星 29 日在轨出现异常,失去通信联络。该公司及“星链”任务团队正在调查事件原因,并将持续监测该卫星及可追踪碎片。

太空探索技术公司在“星链”社交媒体账号上发文称,发生异常的卫星代号为“34343”,原本运行在距地面约 560 公里的轨道上。最新分析显示,此次事件不会对国际空间站及其宇航员,以及即将发射的“阿耳忒弥斯 2 号”载人绕月任务构成风险。该公司将继续监测该卫星及可追踪碎片,并与美航空航天局及美太空军保持协调。

卫星追踪机构美国近地轨道实验室公司表示,已监测到此次卫星异常导致的碎片生成事件。该公司分析认为,这一事件与 2025 年 12 月代号“35956”的“星链”卫星异常存在类似之处。(谭晶晶)



艺术家笔下的特拉普派-1 行星系统构想图,从左至右依次为特拉普派-1 及 a、b、c、d、e、f、g 行星。其中,d、e、f、g 行星被认为与地球最相似。图片来源:NASA/JPL-Caltech

科学此刻 45 颗行星可能存在生命

正在寻找外星生命的天文学家已经确定了最值得探索的星球。在 6000 多颗已知系外行星中,他们将候选名单缩减至 45 颗。相关研究成果近日发表于英国《皇家天文学会月报》。

美国康奈尔大学卡尔·萨根研究所所长 Lisa Kaltenegger 领导的团队,分析了欧洲空间局(EESA)盖亚任务及美国航空航天局(NASA)系外行星档案的最新数据,筛选出位于宜居带内的行星。由于恒星周围的这一区域温度适中,液态水有可能存在于行星表面,因此位于该区域的行星被视作寻找生命的最佳候选者。此外,该研究还重点关注了接收的恒星能量与地球相近的行星。

团队最终在宜居带内发现了 45 颗岩石行星具备支持生命的条件。其中最吸引人的目标包括距地球约 40 光年的特拉普派-1 星系中的行星 d、e、f、g,以及距离地球 48 光年的行星 LHS 1140 b。这些行星能否维持液态水,部分取决于它们维持大气层的能力。

其中几颗行星获得的恒星水平与地球相似,包括特拉普派-1 e、TOI-715 b、开普勒-1652 b、开普勒-442 b 等。

研究人员还选取了宜居带边缘的行星,以进一步明确生命宜居的边界。Kaltenegger

介绍,虽然宜居带的概念自 20 世纪 70 年代便已提出,但新的观测将完善甚至重塑现有理论。

“虽说很难判定什么条件更容易孕育生命,但确定探索的方向是关键的第一步。我们这项研究的目的就是列出最适合观测的目标。”团队成员、美国旧金山州立大学的 Gillis Lowry 说。

“我们知道地球宜居,金星和火星却不行。我们可以以太阳系为基准,寻找接收的恒星能量介于金星与火星之间的系外行星。”论文作者、康奈尔大学的 Abigail Bohl 强调,地球、金星和火星是研究宜居性的重要参照。

Bohl 表示,观测这些行星有助于人们理解宜居性丧失的临界条件,以及哪些行星始终宜居或从未宜居过。这一逻辑同样适用于轨道偏心率大的行星——一颗行星的轨道偏心率达到何种程度,仍能保有表面液态水与宜居环境?

“我们筛选出宜居带边缘的行星和轨道偏心率最大的行星,以此验证关于行星宜居及维持宜居条件的理解。同时,我们也锁定了詹姆斯·韦布空间望远镜(JWST)等设备最易观测的目标。”Bohl 说。团队还为不同行星匹配了对应的观测方法,以提高探测生命迹象的成功率。

Lowry 表示,针对 10 颗接收类地辐射行星的初步分析,研究人员已筛选出两个近期重点研究的优质目标:特拉普派-1 e 和 TOI-715 b。

这份精选目录将为天文学家利用现有及未来天文台开展研究提供指引,包括 JWST、计划 2027 年发射的南希·格雷斯·罗曼空间望远镜、2029 年首次亮相的极大望远镜、21 世纪 40 年代发射的宜居世界探测器,以及拟建的大型系外行星干涉测量项目。(李木子)

相关论文信息:
<https://doi.org/10.1093/mnras/stag028>

几分钟剧烈运动降低 8 种疾病风险

本报 3 月 30 日发表于《欧洲心脏杂志》的一项研究表明,每天只需进行几分钟的剧烈运动,便可显著降低患关节炎、心脏病和痴呆症等多种主要疾病的风险。

为探索这种关联,一个国际研究团队分析了近 9.6 万人的数据,将他们的整体活动水平与剧烈运动进行了比较,进而追踪了参与者患 8 种主要疾病的风险。结果发现,即便是追公交车这样的短暂高强度运动,也会降低患病与死亡的风险。这种保护作用对关节炎等炎症性疾病、心脏病和中风等严重心血管疾病以及痴呆症尤为显著。

论文共同通讯作者、中南大学湘雅公共卫生学院教授沈敏学指出,体育活动能够降低慢性病和过早死亡的风险,且越来越多的证据表明,剧烈运动在单位时间内比中等强度的运动带来更大的健康益处。然而,关于剧烈运动相对于整体活动水平的重要性仍存在疑问。

所有参与者均来自“英国生物银行”的研究,他们佩戴了一周的腕式加速度计,后者捕捉了详细的运动模式,包括那些人们可能不记得或未报告的短暂剧烈运动。利用这些数

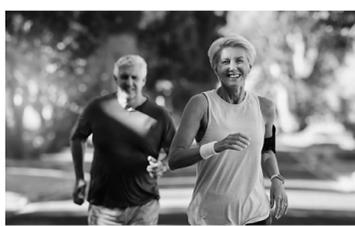
据,研究人员计算出他们的活动总量,以及那些足以令人呼吸困难的运动量。

随后,研究团队将这些测量结果与参与者在接下来的 7 年内死亡或患 8 种严重疾病的可能性进行了比较,包括重大心血管疾病、心律失常、2 型糖尿病、免疫介导的炎症性疾病、肝病、慢性呼吸系统疾病、慢性肾病和痴呆症。

结果显示,剧烈运动占比较大的人,在这些疾病中面临的风险要低得多。与不进行剧烈运动的人相比,高强度活动水平最高的人患痴呆症的风险降低了 63%,患 2 型糖尿病的风险降低了 60%,死亡风险降低了 46%。值得注意的是,即使剧烈运动总时长相对较少,这些健康益处依然存在。

研究还发现,运动强度对某些疾病的影响更大。对关节炎和银屑病等炎症性疾病,运动强度似乎是降低患病风险的关键因素。相比之下,对糖尿病和慢性肝病等疾病,运动时长与强度都很重要。

研究人员指出,进行一些剧烈运动能够带来显著的健康益处。你不一定非得去健身房,只要在生活中加入一些有点喘不过气来



图片来源:Shutterstock

的短暂活动,比如快速爬楼梯、大步疾走或陪孩子玩耍,就能产生实实在在的效果。即使每周仅进行 15 到 20 分钟此类高强度活动,也足以带来健康益处。

然而,剧烈活动可能并不适合所有人,尤其是老年人或患有某些疾病的人。对他们而言,任何运动都是有益的,选择何种需因人而异。(王钰)

相关论文信息:
<https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehag168>

“小柯”秀

一个会写科学新闻的机器人

《科学》

南美主要疟疾媒介达林按蚊的种群基因组学

美国麻省理工学院和哈佛大学博德研究所的 Daniel E. Neafsey 团队研究了南美主要疟疾媒介达林按蚊的种群基因组学。相关成果近日发表于《科学》。

达林按蚊是南美洲热带地区最重要的疟疾病媒。以病媒为目标的疾病控制工作需要彻底弄清蚊子的种群统计和进化模式。

研究团队展示并分析了南美洲 6 个国家的 1094 只达林按蚊的全基因组数据。研究人员观察到明显的地理群体结构和极高的遗传多样性。尽管种群间差异很大,但没有证据表明存在同域隐分类群。强烈的选择信号可能是由杀虫剂驱动,特别是在细胞色素 P450 基因上。

这一研究结果将有效促进蚊子监测和控制,同时强调多样化媒介对西半球消除疟疾构成持续的挑战。

相关论文信息:
<https://doi.org/10.1126/science.adw9761>

《自然》

地壳岩浆的不平衡反应揭示储存条件

德国慕尼黑大学的 Janine Birnbaum 团队发现地壳岩浆的不平衡反应揭示了其储存条件。相关成果近日发表于《自然》。

传统方法通过喷发的火山产物来反推岩浆的储存压力、温度及挥发分饱和状态。然而,岩浆在长达数公里的上升过程中会发生变化,若试图反推回储存时的原始条件,往往面临难以消除的不确定性。

研究团队借助冰岛克拉夫拉火山的岩浆钻探项目,探索重建真实原位岩浆储存条件。研究表明,在岩浆经历快速淬火的约 5 分钟内,由水和二氧化碳构成的气泡经历了出溶、生长与再吸收,但通过多参数反演,这些变化均可得到合理解释。

研究揭示,该岩浆实际储存在挥发分饱和的岩石静压条件下,这与传统方法认为的低蒸汽压结论不同。这种新的非平衡态模拟使玻璃成分与岩浆储存概念模型相统一,并首次实现了单个岩浆体精确测量深度与挥发分压力的直接匹配,为理解岩浆储存条件与演化提供了可靠的新方法。

相关论文信息:
<https://doi.org/10.1038/s41586-026-10317-w>

《自然-地球科学》

格陵兰冰盖在最后一次间冰期后的再生

美国阿默斯特学院的 Nicholas Holschuh 团队研究了格陵兰冰盖在最后一次间冰期后的再生。相关成果近日发表于《自然-地球科学》。

无线电回波探测数据显示,格陵兰冰盖北部深处存在强烈变形的结构。团队利用雷达带成像技术探究了它们的散射特征。强烈而弥散的背向散射表明,这些结构并非单纯的变形大气降雪层,而是包含源自冰下的碎屑构成的独特层位。在许多地方,这些碎屑被搬运至冰床上方 1000 多米处,改变了冰体强度,并以当前冰盖模型未涵盖的方式集中了变形作用。尽管格陵兰岛北部广泛分布着这些结构,但在格陵兰岛和南极洲其他类似冰川环境中却未发现。

团队认为,它们是冰盖在末次间冰期(约 12 万年前)从最小范围重新扩张过程中,经历瞬态基底热条件形成的。研究表明,末次间冰期时冰盖规模显著缩小,陆地冰盖在重新扩张过程中存在涌动行为,成像碎屑层上下可能保存有古老冰体,并揭示了在模拟格陵兰冰盖动力学的模型中引入物质异质性的必要性。

相关论文信息:
<https://doi.org/10.1038/s41561-026-01950-1>

《细胞-代谢》

线粒体乳酸释放限制氧化应激

智利 CECs 科学研究中心的 L. Felipe Barros 团队揭示了线粒体存在一种乳酸释放的主动机制。该机制通过调节基质能量状态与活性氧水平,成为限制氧化应激的关键防线。相关成果近日发表于《细胞-代谢》。

曾有理论提出,乳酸能够进入线粒体并为呼吸作用提供“燃料”,但这一所谓的“细胞内乳酸穿梭”机制至今仍有争议。

通过在体内培养细胞和神经元中使用遗传编码的乳酸与氧化还原传感器,团队在线粒体基质中发现了动态乳酸池。该乳酸池的水平随细胞外及血液中乳酸浓度的变化而波动,并促进线粒体蛋白的乳酸化。

乳酸通过饱和途径穿过线粒体内膜,该途径对线粒体丙酮酸载体(MPC)的药理学和遗传抑制部分敏感。尽管有传输和基质乳酸脱氢酶活性,但在测试条件下,乳酸不能测量电子传递链的能量。

相反,处于高能状态的线粒体能够利用丙酮酸生成乳酸,且这一反应在缺氧条件下会进一步增强。阻断 MPC 会导致线粒体基质内乳酸与过氧化氢的蓄积。这一现象揭示了一种快速的、以乳酸为媒介的“排泄”机制,该机制能够调节线粒体基质内的能量状态及活性氧水平。

相关论文信息:
<https://doi.org/10.1016/j.cmet.2026.02.020>

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