

“小柯”秀

一个会写科学新闻的机器人

科学家提出多体弛豫动力学单粒子研究方法

波兰哥白尼大学 Karolina Sowik 研究小组与德国卡尔斯鲁厄理工学院的 Carsten Rock-stuhl 等人合作提出了研究多体弛豫动力学的单粒子方法。相关研究成果近日在线发表于《物理评论 A》。

研究人员提出了一个创新的单粒子模型, 该模型能够解释量子光学与固态光学交汇处的多弛豫效应, 并克服了以往模型的局限性。该模型基于量子光学的 Lindblad 模型, 引入了一种新的机制: 当目标能级达到饱和时, 弛豫率会失效。这种改进后的模型被称为“饱和 Lindblad 模型”。为了验证饱和 Lindblad 模型的预测准确性, 研究人员将其与低维系统(如原子链和石墨烯纳米片)中的现象学和多体物理模型进行了比较。结果显示, 饱和 Lindblad 模型与少体计算的结果高度一致, 这使其与其他现有方法相比具有显著优势。

此外, 研究人员还通过为不同跃迁分配不同的弛豫速率, 成功复现了级联去激发动力学并预测了发射光谱。这一突破表明, 饱和 Lindblad 模型不仅能够描述实际尺寸系统的动力学行为, 还能有效捕获在单粒子描述中广泛存在的结构特征。

相关论文信息: https://doi.org/10.1103/PhysRevA.109.022237

自然

互利共生削弱海洋岛屿间纬向多样性梯度

瑞士联邦理工学院 Camille S. Delavaux 课题组揭示了互利共生削弱海洋岛屿间的纬向多样性梯度。相关研究成果近日在线发表于《自然》。

研究人员使用了一组独特的全球数据, 显示海洋岛屿上的维管植物表现出较弱的纬向生物多样性梯度(LDG), 研究人员还探讨了这种影响的潜在机制。研究表明, 岛屿生物地理学的传统物理驱动因素(即面积和隔离), 导致了给定纬度下岛屿和大陆多样性的差异(即岛屿物种赤字), 因为更小、更遥远的岛屿经历了较少的殖民化。但岛屿上具有共生关系的植物物种代表性不足, 研究发现这种植物互利共生过滤器比非生物因素更能解释岛屿物种赤字的变化。

特别是需要动物传粉的植物物种或微生物共生物种, 如从枝菌根真菌、对赤道附近岛屿物种赤字的贡献不成比例, 这种影响随着离赤道的距离增加而减少。在大陆物种丰富度最低的低纬度地区, 植物相互作用对物种丰富度的过滤作用特别强, 削弱了海洋岛屿的 LDG。

研究结果表明, 热带地区生物多样性是由互利共生关系、生境异质性和扩散机制决定的, 并在一定程度上调节着热带地区多样性的生物地理格局。

相关论文信息: https://doi.org/10.1038/s41586-024-07110-y

钙平衡机制调控植物生长和免疫

美国加州大学伯克利分校 Luan Sheng 研究团队发现钙(Ca²⁺)平衡机制调控植物生长和免疫。相关研究成果近日在线发表于《自然》。

研究人员揭示了拟南芥中的两种信号通路, 它们在液泡 Ca²⁺/H⁺ 交换器(CAXs) 激活处汇聚, 以清除植物体内过量的细胞膜 Ca²⁺。其中一条通路在外部 Ca²⁺ 水平升高时激活, 需要钙调素 B(CBL)Ca²⁺ 传感器和与 CBL 有相互作用的蛋白激酶(CIPKs), 它们通过磷酸化自动抑制结构域中的丝氨酸(S)簇来激活 CAXs。

第二种途径由与微生物相关的分子模式触发, 免疫受体复合体 FLS2-BAK1 以及相关的细胞质激酶 BIK1 和 PBL1 参与该过程, 它们调控 CAXs 中相同 S 簇的磷酸化, 从而调节免疫过程中 Ca²⁺ 信号。这种依赖于 Ca²⁺(CBL-CIPK) 和不依赖于 Ca²⁺ 的机制(FLS2-BAK1-BIK1/PBL1) 通过调节细胞膜处 Ca²⁺ 的平衡, 共同平衡植物生长和免疫。

相关论文信息: https://doi.org/10.1038/s41586-024-07100-0

自然-化学

硫族元素取代实现含氮体系光致双键旋转

日本北海道大学 Akira Katsuyama 研究团队报道了硫族元素取代实现含氮体系的光致双键旋转。相关研究成果近日在线发表于《自然-化学》。

在一些生物系统中已经发现了光诱导的协同多键旋转。但在合成系统中观察这种现象, 即合成在光照射下经历光诱导多键旋转的分子, 在光化学领域是一个挑战。

研究人员描述了一种硫族取代的苯甲酰胺体系, 该体系在含氮原子的键中表现出光诱导的双键旋转。将硫族取代基引入空间位阻的苯甲酰胺体系可提供足够的动力学稳定性和光敏性, 以实现光诱导的协同旋转。硫族衍生物体的苯环上存在两个不同的取代基, 这使得能够产生一对对映异构体和 E/Z 异构体。使用这 4 种立体异构体作为键旋转的指标, 研究人员监测了硫族衍生物中取决于外部刺激, 如温度和光照的光诱导 C-N/C-C 协同键旋转。

相关论文信息: https://doi.org/10.1038/s41557-024-01461-9

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

数十年搜索画上句号

“韦布”发现 1987 年著名超新星残骸

本报讯 1987 年, 一颗恒星爆炸产生了 4 个世纪以来第一颗肉眼可见的超新星, 并成为太空中研究最深入的天体之一。现在, 经过三十多年的搜寻, 研究人员终于发现了这颗恒星的残骸。近日,《科学》报道称, 天文学家使用美国宇航局(NASA)的詹姆斯·韦布太空望远镜(JWST), 在爆炸中心发现了发光的气体。这些气体只能由内部高温致密物质提供能量, 因此他们认为这是一颗中子星, 是破碎恒星的残骸形成的。

“证据确凿。”意大利天文学家 Emanuele Greco 说,“这是一个突破, 我们将获得关于这样一个极端和年轻天体的信息。”

之前银河系中一颗超新星爆发于 1604 年, 由约翰内斯·开普勒记录下来。1987 年 2 月 23 日, 一颗蓝色超巨星爆发, 其质量是太阳的 20 倍, 距离地球约 16.8 万光年, 位于邻近的卫星星系大麦哲伦星云中。当时, 全世界的望远镜都在转动着观看这场“烟花”。天文学家现在对核心坍缩超新星的大部分了解都来自这一被称为 SN 1987A 的事件。英国卡迪夫大学的 Mikako Matsuura 说:“它的贡献很大。”

理论学家预测, SN 1987A 事件留下了一颗

中子星, 部分依据是可见光爆发前几小时检测到 10 秒长的中微子爆发; 而坍缩成黑洞会产生更短的粒子爆发。但这颗中子星在哪儿? 观察者试图穿透喷出的物质, 但没有取得多大收获。

过去 5 年里, 一些线索浮出水面。2019 年, Matsuura 及同事发表了用智利射电天文台 Atacama 的大型毫米/亚毫米阵列拍摄的 SN 1987A 图像。他们发现, 在超新星喷出物的中心有一团温暖的物质, 但研究人员无法确定它是由爆发中放射性元素的衰变还是由一颗灼热的中子星发出的高能光加热的。

2021 年, Greco 和同事报告说, 他们发现 NASA 的两台 X 射线望远镜存档的图像显示了超新星中心附近磁捕获粒子的 X 射线。但他们无法判断这些粒子是被中子星的磁力线捕获, 还是被更远的冲击波捕获。“我们无法识别中心天体。”他说。

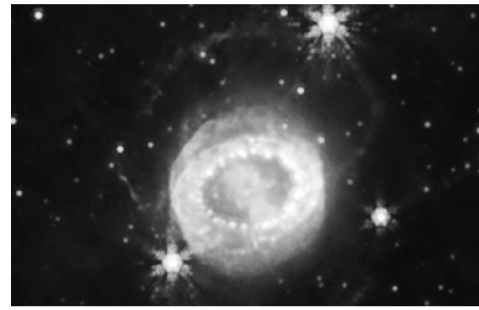
在新的研究中, 瑞典斯德哥尔摩大学的 Claes Fransson 和同事凭借 JWST 敏锐的“视力”和将光分解成光谱的能力, 实现了突破。他们知道, 从炙热的中子星流出的光子会追上并电离爆发云中的某些元素。当这些原子重新获得电子时, 它们

会在精确的光学和红外波长下发出荧光。

NASA 的哈勃太空望远镜未能在可见光中发现这一特征。NASA 的斯皮策太空望远镜看到了一些红外辐射, 但无法确定其来源。2022 年 7 月 16 日 JWST 指向了 SN 1987A。其 6.5 米大反射镜赋予了清晰的“视觉”, 它的光谱传感器延伸到红外外线, 那里隐藏着许多发射线。“JWST 的视野正好适合观测 SN 1987A。”Fransson 说。

研究人员在超新星遗迹的中部发现了发出荧光的氮和硫气体。Fransson 说, 氮气“非常强, 你几乎不会错过它”。研究小组还测量了荧光气体的速度, 并得出结论, 这些物质是以较慢的速度从原始恒星核心的外层喷射出来的——那里可能有氮和硫。产生这种荧光需要高能光子, 研究小组得出结论, 唯一可能的来源是热中子星的光。

Fransson 说, 中子星和这种辐射的确定性尚不清楚。它可能直接从数百万摄氏度高温的表面直接发射 X 射线。或者坍缩的核心可能形成了一颗脉冲星, 这是一种快速旋转的中子星, 具有强烈的磁场, 可以激发粒子, 并使它们发出紫外线, 其能量足以发出荧光。



NASA 的 JWST 在 SN 1987A 不断膨胀的碎片外壳中心发现了发荧光的氮和硫气体, 表明 SN 1987A 内部有一颗热中子星。图片来源: NASA

随着时间流逝, 尘埃累累的超新星残骸逐渐消散, 观测者将更容易研究这颗新诞生的中子星。“它很新鲜, 刚出炉, 是独一无二的。”Greco 说。(李木子)

相关论文信息: https://doi.org/10.1126/science.adj5796

科学此刻

声和光有望延缓老年痴呆

为什么一种涉及声音和闪光的阿尔茨海默病实验疗法可能有助于减缓认知能力下降? 对此, 一种新解释出现了。2月29日, 研究人员在《自然》发表文章指出, 相关频率增强了大脑的废物处理网络, 从而促进了 β 淀粉样蛋白和其他引发记忆及注意力问题的有毒蛋白质的清除。

“一旦了解了机制, 我们就可能弄清楚如何进一步优化整个概念并提高疗效。”论文通讯作者、美国麻省理工学院的蔡立慧说。

这种疗法包括将患者暴露在每秒 40 次或 40 赫兹的闪光下, 以及同样为 40 赫兹的低音中。通常情况下, 这种刺激每天持续 1 小时。这种新方法的关键在于, 大型神经网络一般以不同的频率同步发射, 这被称为脑电波。当人们集中注意力、形成或获取记忆时, 通常可以看到 40 赫兹左右的脑电波。

特定频率的视觉或听觉刺激可以促进相同频率的脑电波。2016 年, 蔡立慧团队决定研究 40 赫兹的刺激是否可以提高阿尔茨海默病患者认知能力。

研究表明, 这种方法降低了阿尔茨海默病患者小鼠体内淀粉样蛋白的积累; 在针对阿尔茨海



小鼠大脑横切面。图片来源: Tsai Laboratory/MIT Picower Institute

默病患者进行的小型试验中, 发现它对认知有好处。更大规模的试验正在进行中, 但尚不清楚这种疗法是如何起作用的。

现在看来, 特殊的灯光和声音似乎是通过增强大脑“排污系统”, 即胶质淋巴系统的功能而奏效的。

在最新的工作中, 蔡立慧团队进行了一系列实验, 研究这种疗法的机制。实验中的基因编辑小鼠会随着年龄增长产生淀粉样蛋白, 记忆力也比普通小鼠差。

不出所料, 当小鼠暴露在闪光和声音中时, 它们的淀粉样蛋白含量减少了。新发现是, 在治疗过程中, 小鼠有更多脑脊液进入大脑, 更多废物通过胶质淋巴管离开大脑。这可能是

因为附近的血管搏动更频繁, 有助于推动胶质淋巴液通过血管; 同时也可能因为有更多的水流入胶质淋巴系统。

研究团队还发现, 一种特定类型的脑细胞, 即中间神经元的活动, 似乎通过释放一种名为血管活性肠肽的分子, 促进了胶质淋巴液的增加。当他们用化学方法阻断该分子产生时, 这种疗法就不再促进淀粉样蛋白的清除。

美国罗切斯特大学的 Maiken Nedergaard 表示, 这一发现与人们已知的相符。更好地理解大脑中的毒素清除机制, “可能是释放治疗潜力的关键”。(王方)

相关论文信息: https://doi.org/10.1038/s41586-024-07132-6

用 AI“复刻”消失的气味

本报讯 预印本平台 arXiv 近日公布的一篇论文显示, 人工智能(AI)可以根据香水的化学成分修改配方, 重新创造出一种香水。有一天, AI 可以用一个单独的样本重现稀有的、可能消失的气味, 比如特定文化仪式上的熏香, 或由于气温上升而变化的森林气味。

挪威科技大学的 Idelfonso Nogueira 和同事分析了两种现有的香水, 并根据香味家族——通常用于描述香水的主观词汇, 如“辛辣”或“麝香”, 以及香气——某种气味的强烈程度, 对它们进行了分类。其中一种香水的“香豆素”香气最高, 香豆素是一种类似香草的气味; 另一种香水在香味家族的“酒味”中获得了最高的香气。

为了训练神经网络, 研究人员使用了一个与特定香味相关的已知分子数据库。随后, AI

学会了生成一系列分子, 这些分子与样本香水的每个香味家族的气味成分相匹配。

但 Nogueira 说, 仅仅产生这些分子还不足以重现目标香味, 因为人们感知气味的方式受到分子与空气或皮肤相互作用时经历的物理和化学过程的影响。喷洒香水后, 香水的“前调”最明显, 但随着分子蒸发, 它们会在几分钟内消失, 剩下的“基调”可能会持续数天。为了解决这个问题, 研究人员选择了 AI 产生的分子, 这些分子能够在与目标香水相似的条件蒸发。

最后, 他们再次使用 AI 以最大限度地减少原始混合物和 AI 生成的混合物在香气之间的不匹配。结果显示, 其中一种香水的最终配方在“香豆素”和“强烈”方面略有偏差, 而另一种香水似乎是非常精确的复制品。

预测一种化学物质的气味非常困难, 所以研究人员在训练数据中使用了数量有限的分子。但 Nogueira 表示, 如果数据库包含更多、更复杂的分子, 结果可能会更加精确。他建议, 可用 AI 帮助香水行业创造出更便宜、更可持续的香水配方。目前, 专家估计, 使用传统技术开发一款新香水可能需要 3 年, 每公斤成本高达 5 万美元。

美国亚利桑那州立大学的 Richard Gerkin 表示, 将 AI 与物理和化学相结合是这种方法的优点, 因为它解释了经常被忽视的微妙之处, 比如气味是如何蒸发的。但他说, 这一方法的有效性仍有待于在人体研究中得到证实。(文乐乐)

相关论文信息: https://doi.org/10.48550/arXiv.2402.12134

唐本忠：“聚集”科学之光

(上接第 1 版)

“我在京大大学的导师是国际知名的高分子合成大师。他的导师年纪很大, 经常思考哲学问题, 也启发了我。”唐本忠回忆说。

唐本忠对“范式”概念体会很深。上世纪 60 年代, 美国科学哲学家托马斯·库恩在《科学革命的结构》一书中提出了“范式转移”的概念, 对科学哲学领域产生了深远影响。

“范式”指的是科学界的一种规范, 是科学家在某一阶段探索自然共同遵守的理论框架或基本规则。唐本忠认为, 当前物质科学研究遵从的是“分子科学”范式, 这是一种基于还原论哲学的认识论。

“在这一范式下, 人们认为世间万物都可以被‘还原’成最简单、最基本的微小粒子(或部分), 其运动规律和行为方式等可以被认识、被描述, 而‘整体’就是这些‘部分’之和。”唐本忠

说, 机械还原论的巨大成功诱使人们将还原论广泛扩展至各个领域, 甚至生命科学。

然而, 事实上呢? 还原论受到越来越多的挑战。最近, 一位以色列退休教授的著作《什么是生命: 化学如何成为生物学?》作为睡前读物摆在唐本忠的床头。

作者在书中指出, 当前, 人们在分子生物学领域已经取得重大进展, 通过还原论了解了蛋白质、DNA、RNA、脂肪、糖等生物分子的化学结构, 却对生命的形成和本质知之甚少, 有点“盲人摸象”的味道。

唐本忠也有同感。“就拿我熟悉的 ACQ 和 AIE 两种截然不同现象来说, 从单分子向多分子聚集, 可产生全新的聚集集体材料。一些在分子层面上看似‘不可能’的结构和性质, 在聚集集体层面上变得‘可能’。”他告诉《中国科学报》, “按照分子科学范式, 很难解释和理解这些聚集

过程中涌现出的新结构和新性质, 并揭示它们的形成机理和工作机制, 这需要新的哲学思想和研究范式的指引。”

从分子论到聚集集体论

20 多年来, 唐本忠一直致力于将 AIE 材料做大做强。作为一个中国本土原创的新材料体系, 其衍生的新技术和新产品有望打破国外对荧光检测技术及相关产品的垄断。

研究人员利用 AIE 的特殊性质, 开拓挖掘其在生物检测方面的应用潜力。例如, 水溶性 AIE 基元在水介质中不发光, 但在肿瘤等病变组织中聚集后就会发光。

目前, 从原理论的突破到产业应用的推广, 唐本忠带领团队几乎打通了整条创新价值链, 在生物成像、化学传感、光电器件、信息存

气候异常和瘟疫可能与罗马帝国衰落有关

据新华社电 一项国际研究发现, 罗马帝国暴发的 3 次大规模瘟疫均发生在异常寒冷和干旱的时期, 研究人员推测气候异常和瘟疫可能与罗马帝国衰落有关。

美国俄克拉荷马大学、德国不来梅大学等机构的研究人员在美国《科学进展》杂志发表文章说, 他们通过分析亚德里亚海沉积物岩芯中的浮游生物残骸, 构建了公元前 200 年至公元 600 年意大利南部的天气模型。

研究人员在论文中说, 从公元前 200 年开始的 3 个世纪中, 该地区气候相对温暖湿润, 罗马帝国达到最兴盛状态; 公元 130 年左右气温下降, 旱灾频发, 尤其是公元 165 年至 180 年的严寒时期暴发安东尼瘟疫, 而那段时期恰逢罗马帝国陷入动荡; 另一次气温骤降期间, 在公元 251 年至 266 年出现了塞浦路斯瘟疫, 罗马帝国处于分裂时期; 西罗马帝国在公元 476 年灭亡后, 公元 6 世纪 40 年代极端寒冷, 东罗马帝国暴发查士丁尼瘟疫, 之后失去大片领土。

气温变化和瘟疫在罗马帝国兴衰过程中起到一定作用。研究人员认为, 比较寒冷干燥的环境可能破坏了作物收成, 削弱了民众的免疫系统, 而社会动荡又助长了瘟疫的传播。(葛晨)

3D 技术打印出逼真义眼

本报讯 科学家研发了一种更快捷、省人工的技术, 能建模和 3D 打印出更逼真的定制义眼。这种技术生产的义眼外观更自然, 适配度更好。相关研究近日发表于《自然-通讯》。

德国弗劳恩霍夫计算机图形研究所的 Johann Reinhard 和同事开发并测试了一种为有需求患者生产义眼的数字化技术。他们利用光学干涉层析成像(OCT)扫描了 10 名患者的眼眶和一只健康的眼睛, 义眼则能自动调整为适应眼眶的形状。

研究者让多材料 3D 打印机利用彩色图像生成有纹理的 3D 模型, 单个义眼的打印时间约为 90 分钟, 同步打印 100 只义眼需要约 10 小时。该技术能很好复制对侧眼的颜色和解剖结构, 尤其是颜色、大小、虹膜结构、巩膜外观。虽然这些义眼还需要最终调整, 但制造商估计, 这种方法对人工的需求只有传统工艺的 1/5, 而且结果的复现性更好。

研究者表示, 进一步开发这一数字工艺, 有望让之前不适用的患者用上义眼, 预计目前约 80% 的患者能使用该研究描述的技术。不过, 这项技术可能不适合很复杂的眼眶或特定眼部条件。一项临床试验正在进行中, 试验将关注相较于传统方式, 3D 打印义眼的长期表现和影响。(冯维维)

相关论文信息: https://doi.org/10.1038/s41467-024-45345-5

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