

“小柯”秀

一个会写科学新闻的机器人

《国家科学院院刊》

非手性超表面光转化为手性可选择瞬态手性介质

近日,美国佐治亚理工学院 Wenshan Cai 研究团队成功将非手性超表面光转化为手性可选择的瞬态手性介质。相关研究成果发表于美国《国家科学院院刊》。

研究团队提出一种新方法,将非手性元结构在亚皮秒级时间内光学转化为瞬态手性介质,在可见光区域实现所需的手性,并揭示了其在等离子激元热电子不均匀产生中的应用潜力。作为概念验证,研究人员利用线偏振激光脉冲,实现了非手性元平台中自旋灵敏度的近乎完全转换,这一功能以非机械方式实现。

该技术利用热电子的产生、扩散和弛豫动力学,呈现出全光学快速产生手性的特性,为按需自旋选择性的手性平台的超快光谱-时间构建开辟了全新途径。

据悉,手性是描述缺乏镜像对称性的一种几何性质。这一特性使得光-物质相互作用中的光子自旋选择性成为可能,在立体化学、药物开发、量子光学和光偏振控制等领域具有重要意义。

相关论文信息:

<https://doi.org/10.1073/pnas.2318713121>

《免疫》

研究揭示促进生发中心记忆性B细胞的选择机制

近日,美国华盛顿大学医学院 Marion Pepper 等人研究发现,白介素4下调转录因子 BCL6 促进生发中心记忆性 B 细胞的选择。相关研究成果发表于《免疫》。

研究人员发现,生发中心 B 细胞中的白介素4细胞因子信号通过负向自动调节直接下调转录因子 BCL6,从而使细胞从生发中心进程中释放出来,并促进记忆性 B 细胞的形成。这个选择事件需要额外的生存线索,因此可能导致生发中心退出或死亡。

研究人员证明,增加白介素4的生物利用度或限制白介素4的信号传导都会破坏记忆性 B 细胞选择的严格性。通过这种方式,白介素4 对 BCL6 表达的控制作为生发中心内的可调节开关,调节记忆性 B 细胞的选择和亲和成熟。

据悉,生发中心来源的记忆性 B 细胞在再次感染时分化为保护性抗体分泌细胞,对体液免疫至关重要。生发中心的形成和生发中心内的细胞相互作用已被详细研究,但允许记忆性 B 细胞选择和退出的确切信号尚不清楚。

相关论文信息:

<https://doi.org/10.1016/j.jimmuni.2024.02.018>

《自然》

科学家研究长期连续氨电合成

丹麦技术大学 Ib Chorkendorff 团队报道了长期连续氨电合成。相关研究成果近日在线发表于《自然》。

氨在化肥和化学工业中至关重要,被视为无碳燃料。在环境条件下由氮进行的氨电合成成为 Haber Bosch 工艺提供了一种有吸引力的替代方案。锂介导的氮还原 (Li-NRR) 代表了一种很有前途的连续流氨电合成方法,将氮还原与氢氧化相结合。然而,通常用作溶剂的四氢呋喃 (THF) 由于聚合和挥发性问题而阻碍了氨的长期生产。

研究人员发现基于链醚的电解质能够实现长期连续的氨合成。链醚基溶剂表现出非聚合性质,具有高沸点 (162°C),并在气体扩散电极 (GDE) 上形成致密的固体电解质界面 (SEI) 层,促进氨在气相中的释放,确保电解质的稳定性。研究人员展示了在具有 25cm² 电极的流动电解槽中,在 1bar 和室温下连续运行 300 小时,并实现了 64 ± 1% 的电流-氨效率,气相氨含量达到了前所未有的 98%。

相关论文信息:

<https://doi.org/10.1038/s41586-024-07276-5>

《物理评论 A》

科学家揭示法布里-珀罗腔中极化子输运的性质

美国宾夕法尼亚大学的 Abraham Nitzan 研究小组与美国亚利桑那州立大学的 Joseph E. Subotnik, 揭示了法布里-珀罗腔中极化子输运的性质。相关研究成果近日在线发表于《物理评论 A》。

研究人员针对超快弹道输运现象进行了数值模拟,详细展示了从短、空间局域化脉冲初始化到初始化后在真实空间和时间中的演变过程。他们采用两种方法解决问题:一是适用于平面结构的标准传递矩阵法 (TMM),二是基于麦克斯韦-布洛赫方程的数值解方法,适用于更一般的构型和激励模式。当应用于多层平面结构时,TMM 与麦克斯韦-布洛赫方程的数值计算结果一致,验证了这两种方法的有效性。

研究发现,分子激光在腔内的输运与腔内增强电场的演化同步进行。此外,同步输运率与通过宽频率范围内的色散关系计算得到的群速度相吻合。

最后,研究人员将群速度与量子建模中的 Hopfield 系数联系起来,提出光-物质耦合对面上内波矢量的依赖是理解极化子输运行为的关键因素,但此前常被忽视。这些模拟为揭示光和激光的集体运动提供了直观工具,有助于科学家更准确地解读极化子的实验观察结果。

相关论文信息:

<https://doi.org/10.1103/PhysRevA.109.033717>

更多内容详见科学网小柯机器人频道:

<http://paper.science.net.cn/Alnews/>

美呼吁启动大型 RNA 研究计划

将历时 15 年,堪比人类基因组计划

本报讯 2021 年以来,随着一种新型疫苗保护数百万人免受新冠病毒感染,信使 RNA (mRNA) 开始被更多人熟知。这种分子将 DNA 编码从细胞核中转移出来,以指导蛋白质的产生。而这只是深刻影响细胞功能的几种 RNA 之一。

近日,美国国家科学院、工程院和医学院 (NASEM) 发布了一份报告,呼吁启动一项为期 15 年的计划,对细胞产生的数千种 RNA 序列及其可能出错的方式进行研究和分类。这项雄心勃勃的计划被称为“RNome”项目,可能会促进新的疾病疗法、疫苗研发和农业创新。

“RNA 有巨大的力量。”美国国家环境健康科学研究所 (NIEHS) 科学项目主任 Fred Tyson 说,了解 RNA 生物学,“可以在很多有意义的方面改变我们的生活,真正造福人类”。

RNA 不仅是遗传信息的信使,还在细胞中扮演了多种角色。转移 RNA 将特定的氨基酸传递给核糖体,核糖体则将蛋白质组合在一起,其他 RNA 则使基因沉默或影响其活性。这些

RNA 的行为不仅反映了它们的序列,还反映了它们从细胞核输出之前是如何修饰的。

德国法兰克福大学分析化学家 Stefanie Kaiser 说,如果 RNA 是一所房子,“它的修饰就是窗户和电源插座”,使其发挥作用。

美国密歇根大学生物学家 Vivian Cheung 说,大多数疾病都是因 RNA 失调造成的,包括普拉德-威利综合征、某些肌肉萎缩症以及癌症。宿主细胞的 RNA 也会被人类免疫缺陷病毒和其他病毒盯上。这使 RNA 成为疫苗和疾病治疗的一个有希望的靶点。到目前为止,在人类 RNA 中已经记录了大约 50 种类型的修饰。

“我们知道是 RNA 把事情搞砸的,但不知道它是如何运作的。”美国麻省理工学院生物工程师 Peter Dedon 补充说。

2021 年,Cheung 和同事发表了一篇论文,呼吁对 RNA 进行大规模研究,包括其所有的修饰。NIEHS 和美国国家人类基因组研究所 (NHGRI) 还组织了一场研讨会进行探讨。在 NIEHS,

NHGRI 以及美国沃伦·阿尔珀特基金会的支持下,Cheung 委托 NASEM 为 RNome 项目制定路线图,该项目将生成从病毒到人类等各种生命形式中自然存在的 RNA 序列和修饰的目录。

报告指出,“RNome 比人类基因组计划复杂得多”。美国芝加哥大学化学生物学家、NHGRI 的 RNA 研究中心负责人何川 (音) 补充说,对于给定的 RNA 分子,研究人员不仅要记录序列,还要记录修饰的类型和位置。

NHGRI 基因组科学主任 Carolyn Hutter 表示,NASEM 提出的不仅是测序工作,还是一个专注于“赋能技术和基础设施”的项目。它设定了系列 5 年目标,并建议建立“RNA 核心中心”以完成这些目标。在 10 年时间里,RNOME 项目会记录下一些特征明确的人类细胞系 RNA 的所有修饰。到 15 年时,它应该绘制出蠕虫等模式生物在不同条件下的基因修饰图,并将它们在人类疾病中加以分类。

报告称,美国国立卫生研究院 (NIH) 应与

国际伙伴合作,建立一个 RNA 中央数据库,并制定描述它们的规则。

由于缺乏直接破译 RNA 的实用方法,研究人员目前不得不将其重新转换为 DNA 进行测序,这种转换可以去除所有的修饰。该报告呼吁改进色谱和质谱技术,这些技术可以识别 RNA 链上的化学修饰,但目前还无法确定它们在超过 100 个碱基的序列中出现的位置。

英国测序公司 Oxford Nanopore Technologies 已经开发了直接测序 RNA 的生化试剂盒和软件,并正在研究捕获修饰的方法。该公司高级计算生物学家 Adrien Leger 说,到今年年底,他们开发的测序仪将能够可靠地检测到每个碱基的 3 种常见修饰。

根据报告的描述,Dedon 估计,RNOME 项目大约需要 300 亿美元支持,是人类基因组计划的 10 倍。但 NHGRI 主任 Eric Green 指出,考虑到美国联邦机构的预算限制,资金目前无法保证,而 NHGRI 可能是该项目的主要资助者。(李木子)

■ 科学此刻 ■

妈妈为啥
吃掉孩子

一旦黑花园蚁后发现幼蚁生病,就会在疾病传播到巢穴其他地方前吃掉它们。这项近日公布于 bioRxiv 的研究表明,蚁后虽然不会获得“年度母亲”奖,但这种策略可能是保护它的王国的有效方法。这一发现为亲子同食的演化提供了新见解。

蚂蚁和其他群居昆虫可以阻止疾病的传播,方法是让工蚁在生病时自我隔离,或者把被感染的同伴赶走。英国牛津大学的 Flynn Bizzell 和 Christopher Pull 在论文中写道,这些“群体免疫”义务是众所周知的。但蚁后是独自开辟它的蚁群的,那么在建立和扩大巢穴的过程中如何抵御疾病呢?

为了找到答案,Bizzell 和 Pull 收集了新交配的黑花园蚁后,并将它们带入实验室。一旦这些蚁后开始产卵、蚁群初露端倪,研究人员就会将幼蚁从蚁后身边拿走,并将其中一些幼蚁暴露在致命的绿僵菌孢子中,这种真菌会感染野生蚂蚁的巢穴。当这些幼蚁被感染但还不具备传染性时,研究小组又把所有幼蚁都放回母亲身边。

研究发现,蚁后吃掉了 92% 的染病幼蚁,以及 6% 的未感染幼蚁,表明它们可以发现感染并进行干预。如果没有控制住感染,可能会带来灾难性后果。当研究小组将蚁群暴露在长满产孢真菌、极具传染性的幼蚁尸体中后,所有蚂蚁都死亡了。即使他们在尸体上喷洒了酸性的抗菌毒液,也只有 20% 的蚁后存活下来。

尽管存在风险,但吃掉染病幼蚁的蚁后似乎可以避免死亡。研究人员表示,蚁后可能会吞咽自己的抗菌毒液,使肠道对真菌孢子产生抗体。这一结论是基于之前对工蚁吞咽毒液以及蚁后梳理其毒腺开口的观察得出的。

美国田纳西大学诺克斯维尔分校的 Sebastian Stockmaier 说:“如果蚁后被感染并死亡,蚁群就会消失,因为它是唯一能繁殖的个体。因此,应对疾病的进化策略强调蚁后的生存是有道理的。”

真菌、极具传染性的幼蚁尸体中后,所有蚂蚁都死亡了。即使他们在尸体上喷洒了酸性的抗菌毒液,也只有 20% 的蚁后存活下来。

尽管存在风险,但吃掉染病幼蚁的蚁后似乎可以避免死亡。研究人员表示,蚁后可能会吞咽自己的抗菌毒液,使肠道对真菌孢子产生抗体。这一结论是基于之前对工蚁吞咽毒液以及蚁后梳理其毒腺开口的观察得出的。

研究结果表明,在羽翼未丰的蚁群中,照顾幼蚁和预防疾病所必需的行为是重叠的。因此,Bizzell 和 Pull 认为,工蚁的疾病预防行为可能是从许多昆虫中普遍存在的亲代照顾行为进化而来的。

吃掉染病幼蚁还有其他好处。研究人员发现,吃掉染病幼蚁的蚁后比没吃的蚁后多产 55% 的卵,表明它们“回收”了这些热量资源。研究人员认为,这种优势,加上消除了疾病风险,说明一些物种可能会进化出亲子同食的策略。

研究结果表明,在羽翼未丰的蚁群中,照顾幼蚁和预防疾病所必需的行为是重叠的。因此,Bizzell 和 Pull 认为,工蚁的疾病预防行为可能是从许多昆虫中普遍存在的亲代照顾行为进化而来的。

相关论文信息:

<https://doi.org/10.1101/2024.03.13.584778>

德国波茨坦气候影响研究所的 Maximilian Kotz 和同事分析了 1991 年至 2020 年间 121 个国家的月度全国消费价格指数和气候数据,并将分析结果与物理气候模型的预测结果相结合,从而估算了 2030 年至 2060 年间未来气候变暖对通胀的影响。

研究人员估计,在 2035 年的预计升温幅度下,全球变暖会导致食品通胀率每年上升 0.9% 至 3.2%,整体通胀率每年上升 0.3% 至 1.2%。他们预计,这将同时影响高收入和低收入国家,但一般对全球南部国家的影响更大,特别是非洲和南美洲国家。

预测结果表明,气温上升会让低纬度地区全年的通胀加剧,而这些影响在较高纬度地区仅会发生在夏季。此外,2022 年夏季的极端高温使欧洲的食品通胀率上升了 0.67%,研究人员估计,在 2035 年变暖场景下,这一增幅可能会放大 30% 至 50%。

研究人员提出,气候变化可能会提高未来食品价格,但减少温室气体排放和采取基于技术的适应措施或可大大降低这一全球经济风险。

相关论文信息:

<https://doi.org/10.1101/2024.03.13.584778>

气温越来越高,食品越来越贵

本报讯 根据《通讯-地球与环境》3 月 22 日发表的一项研究,在 2035 年的预计升温幅度下,全球变暖可能导致食品通胀率每年最高上升 3.2%,整体通胀率每年最高上升 1.2%。这项研究还表明,尽管高、低收入国家都会经历气候变化带来的通货膨胀,但全球南部国家受到的影响更大。

气候变化和极端天气能够对食品生产、劳动力、能源需求和人类健康造成影响,这使得全球经济对二者变得十分敏感。理解天气可能如何影响通胀,有助于帮助预测未来气候变化如何影响通胀风险和全球经济。

■ 科学快讯

(选自 Science 杂志,2024 年 3 月 22 日出版)

工程耗散的稳定量子相关多体态

利用多达 49 个超导量子比特,研究人员通过耦合耗散辅助量子比特制备了横场伊辛模型的低能态。在一维上,研究人员观察到远程量子相关性和基态保真度为 0.86,在临界点处有 18 个量子比特。在二维中,研究人员发现了超越相邻区域的相互信息。

最后,通过将系统耦合到具有不同化学势的辅助模储层,研究人员探索了量子海森堡模型中的输运情况。研究建立了工程耗散作为一种可扩展的替代方案,用于在噪声量子处理器上制备纠缠多体态。

相关论文信息:

<https://doi.org/10.1126/science.adl0834>

铁电液晶的手性基态

研究人员证明不受外部施加取向方向约束

的铁电列平板的基态是手性的,并且具有左旋和右旋极化。虽然螺旋变形和缺陷壁会使相反手性域分开并增加弹性,但扭曲降低了静电,并且在材料中掺杂离子时变得更弱。

这项研究表明,分子的极性取向顺序可以在没有化学诱导手性中心的软物质中触发手性。

相关论文信息:

<https://doi.org/10.1126/science.adl0834>

有机农业对周边农田

农药使用的溢出效应

有机农业对环境的影响并不是非常明晰,而相关实践是否会对附近农田的害虫或害虫防治活动产生溢出效应仍不得而知。

通过 2013 年至 2019 年在美国加利福尼亚州克恩县的约 1.4 万次实地观察,研究人员发现有机作物生产者受益于周围有机农田减少的

总体农药使用,特别是针对害虫的农药使用。相比之下,随着周围有机农田面积的增加,普通农田往往会增加农药的使用。研究人员的模拟实验表明,有机农田集群可以缓解导致农药净使用量增加的溢出效应。

相关论文信息:

<https://doi.org/10.1126/science.adl2572>

褐藻和动物中 HMG-box 基因

性别决定的重复选择

在许多真核生物中,基因性别不是由 XX/XY 或 ZZ/ZW 系统决定的,而是由 U(雌性)或 V(雄性)染色体上的一个特殊区域决定的,但人们对这一研究甚少。

研究人员证明 H