

## 量子半导体器件实现拓扑趋肤效应

可用于制造微型高精度传感器和放大器

科技日报北京1月22日电(记者张梦然)德国维尔茨堡—德累斯顿卓越集群ct.qmat团队的理论和实验物理学家开发出一种由铝镓砷制成的半导体器件。这项开创性的研究发表在最新一期《自然·物理学》杂志上。

由于拓扑趋肤效应,量子半导体上不同触点之间的所有电流都不受杂质或其他外部扰动的影响。这使得拓扑器件对半导体行业越来越有吸引力,因为它

消除了对材料纯度的要求,而材料提纯成本极高。拓扑量子材料以其卓越的稳健性而闻名,非常适合功率密集型应用。新开发的量子半导体既稳定又高度准确,这种罕见组合使该拓扑器件成为传感器工程中令人兴奋的新选择。

利用拓扑趋肤效应可制造新型高性能量子器件,而且尺寸也可做得非常小。新的拓扑量子器件直径约为0.1毫米,且易于进一步缩小。这一成就的开创性在

于,首次在半导体材料中实现了微观尺度的拓扑趋肤效应。这种量子现象3年前首次在宏观层面得到证实,但只是在人造超材料中,而不是在天然超材料中。因此,这是首次开发出高度稳健且超灵敏的微型半导体拓扑量子器件。

通过在铝镓砷半导体器件上创造性地布置材料和触点,研究团队在超冷条件和强磁场下成功诱导出了拓扑效应。他们采用了二维半导体结构,触点

的排列方式可在触点边缘测量电阻,直接显示拓扑效应。

研究人员表示,在新的量子器件中,电流—电压关系受到拓扑趋肤效应的保护,因为电子被限制在边缘。即使半导体材料中存在杂质,电流也能保持稳定。此外,触点甚至可检测到最轻微的电流或电压波动。这使得拓扑量子器件非常适合制造尺寸极小的高精度传感器和放大器。

## 师法自然的五大创新设计

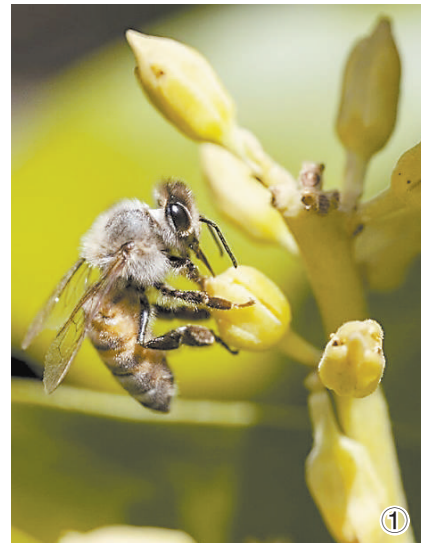
科技创新世界潮 305

◎本报记者 刘霞

越来越多科学家和工程师开始向自然界寻求灵感,利用自然界的奇妙设计来进行发明创新。

英国爱丁堡大学研究员叶夫里皮迪斯·格卡尼阿斯指出,人类的创造力或许很优秀,但它无法像大自然那样奇妙,浑然天成。大自然提供的解决方案已经进化了数十亿年,而且每天都在接受测试,值得人类借鉴。

从模仿昆虫眼睛的罗盘,到行为像藤蔓的消防机器人,物理学家组织网在近期的报道中向人们介绍了从自然界获取灵感而衍生的五大创新设计。



图① 一些昆虫,如蚂蚁和蜜蜂,会根据阳光的强度和偏振进行视觉导航。



图② 藤蔓会朝光的方向生长。图③ 穿山甲全身覆盖着鳞片,在“穿山打洞”时能减少泥土黏附。



图片来源:物理学家组织网

## 受昆虫启发的罗盘

蚂蚁和蜜蜂等昆虫会以太阳的位置作为指南针,根据阳光的强度和偏振进行视觉导航。

格卡尼阿斯团队复制了昆虫的眼睛结构,创建出一款新型罗盘。该罗盘模仿了昆虫眼睛的基本方面,尤其是偏振光感受器在其背缘区域的扇状排列。这款传感器由8对光电二极管组成,这些二极管会分析来自不同方向的太阳光。由于传感器的布局与天空中的偏振光的模式一致,因此即使阴天也能估计太阳在天空中的位置。

格卡尼阿斯解释说,普通指南针依靠地球微弱的磁场导航,但磁场很容易受到电子设备的干扰。他们最新研制的这款罗盘原型“表现非常出色”。

## 受蛛丝启发的集水网

在自然界,蜘蛛网具有独一无二的悬索结构,而且有着极佳的弹性与韧性。北京航空航天大学郑咏梅教授发现,蜘蛛丝就像一串“珍珠项链”。在这

条“项链”上,由细微的纳米纤维随机纠缠在一起构成“珍珠”。“珍珠”有着粗糙的表面,而由两根纤维组成的“链绳”是光滑的。两根纤维外包裹着一种能吸引水分子的材料,这就是蜘蛛丝捕获水的“秘密武器”。这个发现揭开了蜘蛛网上见到的明亮水珠之谜,可用于设计大规模人造纤维,收集空气或雾中的水,以满足缺水地区人们的需求。

在此基础上,郑咏梅课题组受天然蜘蛛丝集水结构启发,并结合自然界生物的螺旋结构特点,采用涂层方法及有机无机复合界面裂纹效应调控,制备出了具有连续仿生螺旋槽纤维结构的微纤维。研究结果显示,这种超细纤维具有可修复的润湿性、长期的耐用性、优异的机械性能和柔韧性,在大规模集水应用领域显示出巨大的潜力。

## 受藤蔓启发的消防机器人

虽然很多机器人都是从动物中汲取灵感,但美国加州大学圣巴巴拉分校查尔斯·肖团队却另辟蹊径,从植物中获

得创新的灵感,研制出一款用于消防的藤蔓机器人。该机器人模仿了藤蔓和树根利用局部感应向水源生长的方式,可朝着光或热的方向“生长”,就像藤蔓爬上墙壁或穿过森林地面一样。

这款大约两米长的管状机器人可使用充满流体的袋子,而非昂贵的电子设备来控制自己。研究团队指出,尽管藤蔓机器人的运动速度很慢,但其拥有的“向热”和“向光”性,使其能在没有传感器的电池或电机的情况下,将自身转向热源并将水或惰性气体输送到热源,扑灭火灾。

以藤蔓为灵感的卷曲式设计,让这款机器人可以轻松穿越各种障碍。

## 受康普茶启发的电路

康普茶这种流行饮料在满足人们口腹之欲的同时,也成为科学家灵感的来源。英国西英格兰大学非传统计算实验室的科学家发现了一种方法,可使用黏糊糊的康普茶垫制造“康普茶电路板”。这种茶垫由酵母和细菌在康普茶发酵过

程中产生。研究人员将电路印制在干燥的垫子上,能够点亮小型LED灯。

干燥的康普茶垫具有纺织品甚至皮革的特性,但它们是可持续且可生物降解的,在水中浸泡数天也“毫发无伤”。这种康普茶垫也比塑料更轻、更便宜、更灵活。将康普茶可穿戴设备与传感器和电子设备结合,还可用作心脏监测仪或步数跟踪器。

## 受穿山甲启发的机器人

穿山甲这种软体哺乳动物全身覆盖着鳞片,不仅使其在“穿山打洞”时减少泥土黏附,而且能蜷缩成一团,保护自己免受捕食者的攻击。

德国马克斯·普朗克智能系统研究所与上海同济大学的科学家合作,开发出了一款柔软、灵活的微型金属机器人。这款微型机器人不钻地也不挖洞,而是可进入人体内治病。它可像穿山甲一样卷曲起来,在人体内“航行”,治疗内出血、清除肿瘤组织、治疗血栓等,具有重大的医学价值和前景。

## 新方法可精准控制光纤内光学电路

有望帮助加密通信网络和超快量子计算研发

科技日报北京1月22日电(记者刘霞)来自英国、瑞典、意大利和荷兰的科学家组成的国际科研团队,发现了一种强大的新方法,能精准控制光纤内部的光学电路。这一成果有望促进不可破解的通信网络和超快量子计算机的实现。相关论文发表于19日出版的《自然·物理学》杂志。

最新研究负责人、英国赫瑞—瓦特大学教授梅于尔·马利克解释说,光能携带

大量信息,用光而非电进行计算的光学电路被视为计算技术的下一个重大飞跃。但随着光学电路变得越来越大,越来越复杂,光学电路更难控制和制造,也影响了其性能。在最新研究中,他们利用商业光纤内部光的自然散射行为,以高度精确的方式对其中的光学电路进行编程。

当光进入光纤时,会以复杂的方式散射和混合。通过深入了解这个复杂过程,并精确地塑造进入光纤的光,研究团队找

到了对其中的光学电路进行编程的方法。

马利克说,科学家可在一个光子上编码很多信息,例如其空间结构、时间和颜色等。如果能同时使用所有这些属性进行计算,就会释放出巨大的处理能力。光学电路对量子技术的发展至关重要,包括具有强大处理能力的量子计算机和无法被黑客入侵的量子通信网络。量子通信网络的末端需要光学电路,以对长距离传播后的信息进行测

量;量子计算机则使用光学电路对光粒子进行复杂计算。量子计算机有望在药物开发、气候预测和太空探索等领域发挥重要作用,机器学习也需要借助光学电路快速处理大量数据。

研究人员展示了如何用他们的可编程光学电路操纵量子纠缠。纠缠在许多量子技术中发挥着重要作用,例如纠正量子计算机内部的错误,实现最安全的量子加密等。

## 针对未知病原体

## 世卫组织呼吁为“X疾病”作准备

科技日报北京1月22日电(记者张佳欣)在近期举行的2024年瑞士达沃斯世界经济论坛上,一种被命名为“X”的未知病原体成为全球领导人集中讨论的焦点。据外媒近日报道,世界卫生组织(WHO)总干事谭德塞呼吁各国在今年5月以前签署“大流行病条约”,为应对“X疾病”这一共同的敌人作准备。

“X疾病”本身不是一种特定的疾病,而是一个标签,指代新发现的病原

体或任何具有大流行潜力的已知病原体。根据2022年WHO的新闻稿,它被添加到2017年研究的病原体短名单中,与严重急性呼吸系统综合征(SARS)和埃博拉等已知“杀手”并列,可能导致严重的全球流行疾病。

美国约翰斯·霍普金斯大学健康安全中心高级学者阿梅什·阿达贾博士表示,“X疾病”预计将表现为一种呼吸道病毒。这种病毒可能已存在于动物种群中,但尚未传播至人类宿

主。他解释说,动物宿主可能是携带冠状病毒的蝙蝠,也可能是携带禽流感病毒的鸟类,又或是其它类似于猪的动物。

美国哥伦比亚广播公司报道称,这种假设的“X疾病”致命性或比新冠病毒感染高20倍。

谭德塞表示,“X疾病”引起了很多关注,但这并不是一个新提法。WHO首次使用该术语是在2018年。谭德塞说,新冠病毒感染可能是第一个“X疾

病”,科学家和专家正在积极学习抗击新冠的经验。如果人们没有作好应对“X疾病”的准备,这种严重的疾病可能会造成比新冠更大的伤害。

谭德塞呼吁,各国需要针对新疾病建立更好的预警系统,卫生服务能力也需要提高,以应对医疗需求意外激增的情况。目前,WHO已经采取措施,包括设立流行病基金以及在南非建立技术转让中心,以解决疫苗分配不公平的问题。

科技日报北京1月22日电(记者张佳欣)英国诺丁汉大学科研团队首次将惰性气体氪(Kr)的原子一个一个地捕获到碳纳米管中,形成一种一维气体,并用先进的透射电子显微镜拍摄了Kr原子在“纳米试管”(直径约为人头发宽度的50万分之一)容器中挨个接连在一起的状态。这是化学和物理领域的一项重大进展,有助科学家更好地理解原子和分子的行为。相关研究发表在22日的《美国化学学会》杂志上。

原子是宇宙的基本单位。原子的运动对温度、压力、流体流动和化学反应等基本现象有重大影响。传统的光谱学方法可分析大原子团的运动,然后使用平均数据来解释原子尺度上的现象。然而,这些方法并不能显示单个原子在特定时间的行为。

原子非常小,从0.1纳米到0.4纳米不等,而且它们可在气相中以大约400米/秒的极高速度移动,与音速相当。这使得对原子的直接成像变得非常困难,而实时创建原子的连续视频仍是最重大的科学挑战之一。

碳纳米管使科学家能捕获原子,并在单原子水平上实时、准确地定位和研究它们。在本实验中,研究人员成功地捕获了惰性气体Kr的原子。由于Kr具有较高的原子序数,因此它比较轻的元素更容易观察到。这使研究人员能够像移动点一样追踪Kr原子的位置。

研究人员利用巴克明斯特富勒烯(由60个碳原子组成的足球状分子),将单个Kr原子输送到纳米管中。团队直接观察到,离开富勒烯笼的Kr原子形成一维气体。一旦脱离载体分子,由于空间极其狭窄,Kr原子只能沿着纳米管通道在一维空间中移动。一排受到约束的Kr原子无法穿越彼此而被迫减速,就像交通拥堵中的车辆一样。

研究人员称,这是第一次直接对惰性气体原子链进行成像,从而创造了固体材料中的一维气体。这种强关联的原子系统可能会表现出极不寻常的热导和扩散性质。

如何观察一个微小的、时刻高速运动的原子的状态?科研人员想出了一种方法:抓住它。科研团队将氪原子捕获到碳纳米管中,在这个狭小空间内,原子没有办法施展它“移形换影”的本事,只能乖乖沿着管道移动。于是,原子们都慢了下来,排成一排,“拥堵”在碳纳米管中的氪原子形成了一种一维气体,让科研人员能够观察单个原子的行动。而且,这种固体材料中的一维气体,或许还具备一些非同寻常的物理特性,能为新材料的研发提供灵感。

## 日服复合维生素可能减缓老人记忆力下降

科技日报北京1月22日电(记者刘霞)美国哈佛大学科学家开展的一项新研究表明,每天服用复合维生素的老年人在记忆力测试中的表现优于服用安慰剂的老年人。相关研究论文发表于最新一期《美国临床营养学杂志》。

该研究负责人、哈佛医学院的乔安·曼森称,在她们的研究中,结果相当于将老人的认知衰老减缓了两年,这是非常大的进步。

这项研究旨在了解服用复合维生素或可提取物补充剂是否有助于预防60岁以上人群的心脏病或癌症。一部分参与者接受了记忆力测试,以测量其中任何一种补充剂是否会带来任何心理影响。

在试验中,573名受试者被分为

氮原子首次捕获并形成一维气体  
有助理解原子和分子行为

总编辑 卷点  
环球科技24小时  
24 Hours of Global Science and Technology

两组,分别服用两种补充剂和安慰剂,这些人在研究开始时和两年后接受了现场记忆测试。结果显示,服用复合维生素的老人在记忆力测试中的表现略好于服用安慰剂的人。这与在线或电话记忆力测试的结果相符。

研究结果表明,复合维生素有望成为一种安全且负担得起的策略,保护老年人的记忆能力,减缓认知衰老。不过,目前研究人员尚不清楚复合维生素的哪些成分带来了上述好处。

英国阿斯顿大学医学院注册营养师、高级讲师杜安·梅勒指出,由于最新试验不是为了研究记忆效应而设计的,所以需要专门对此开展进一步研究。这并非最终结论,人们仍需谨慎对待。

## 喝牛奶或降“乳糖不耐”者Ⅱ型糖尿病风险

科技日报北京1月22日电(记者张梦然)《自然·代谢》22日发表的一项研究显示,无法产生乳糖酶(非持续产生乳糖酶)的成年人如果增加牛奶摄入,可能使他们罹患Ⅱ型糖尿病(T2D)的风险下降。研究显示,牛奶摄入量增加会改变肠道微生物组特定菌种和循环代谢物的水平,这与Ⅱ型糖尿病发病风险降低有关,但这一结果仅在乳糖酶缺乏个体中出现。

乳糖酶基因的单核苷酸多态性rs4988235基因型决定了一个人成年后是否能持续表达乳糖酶。不能持续产生乳糖酶(GG基因型),很多情况下就会出现人们常说的“乳糖不耐”。

美国阿尔伯特·爱因斯坦医学院、中国苏州大学医学院等机构科学家组成的团队,此次在中位随访时长6年的时间里分析了西班牙裔社区健康研究/拉美裔研究(HCHS/SOL)

的12653名受试者的宿主基因型、肠道微生物组和血液代谢物水平。团队通过两次24小时饮食回顾和一次食物倾向问卷,评估了受试者的牛奶摄入量。团队仅在非持续产生乳糖酶的受试者中发现,牛奶摄入量每增加一人份(即一杯液体牛奶),与Ⅱ型糖尿病发病风险降低约30%有关。他们还在英国生物银行(UK Biobank)的167172名受试者中验证了牛奶摄入、乳糖酶基因型和Ⅱ型糖尿病风险之间的关联。

团队在西班牙和拉丁裔队列中发现,牛奶摄入与非持续产生乳糖酶个体肠道菌种丰度的独特改变有关,研究中观察到的双歧杆菌与Ⅱ型糖尿病风险下降有关;牛奶摄入还与非持续产生乳糖酶受试者体内血液代谢物水平的特异性变化有关,如支链氨基酸和色氨酸代谢物的改变,这都被认为与Ⅱ型糖尿病风险降低有关。