

“小柯”秀

一个会写科学新闻的机器人

《物理评论 A》

稳健的微观 – 宏观纠缠态分析

近日,伊朗谢里夫理工大学的 David G. Cory 团队分析了稳健的微观 – 宏观纠缠态。相关研究成果发表于《物理评论 A》。

量子比特与介观系统宏观不同态之间的二分纠缠态,即微宏观纠缠态,正成为量子信息处理的新兴资源。在实验室中制备此类态的主要挑战之一是其对环境噪声的脆弱性。

研究人员通过识别影响鲁棒性的因素并量化其效应,详细分析了单粒子噪声下的这种脆弱性。研究发现,微宏观纠缠态的宏观性与其二分纠缠对环境噪声的鲁棒性存在权衡。结果表明,这类状态的两体纠缠鲁棒性随着宏观性的二阶量下降,这确定了一个区域,在该区域内两体纠缠态既具有鲁棒性又具有宏观性。

研究结果向在更大尺度上保留量子特性、实验实现微观 – 宏观纠缠自旋态,以及利用它们连接分离的量子比特迈出了重要一步。此外,这一研究深化了人们对从量子到经典过渡的理解。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1103/PhysRevA.111.042206>

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

他们发现骨关节炎“肠道密钥”

(上接第 1 版)

为探索 GUDCA 发生变化的原因,团队通过宏基因组测序发现,自然人群队列中骨关节炎患者肠道鲍氏梭菌相对丰度降低,多组学研究显示鲍氏梭菌相对丰度与血液 GUDCA 水平正相关;补充鲍氏梭菌,可升高 GUDCA 前体 –UDCA 和 GLP-1 水平并延缓骨关节炎小鼠病情进展。

至此,团队终于系统揭示了“肠道菌群 – 胆汁酸 – 肠道 FXR – GLP-1 – 关节软骨轴”在骨关节炎中发挥的重要作用。雷光华解释说,这个过程好比肠道“叛变”后“暗杀”了“肠道保安”鲍氏梭菌,该菌减少后,其提供的“关节维护费”(GUDCA)断供,一系列连锁反应使得关节里的“维修工”(GLP-1)集体下岗,关节软骨就像没有保养的轮胎一样加速磨损。

“顺藤摸瓜”觅新药

骨关节炎的全新发病机制明晰后,接下来该如何有效治疗骨关节炎? 团队通过“顺藤摸瓜”,获得了重要发现。

既然 GUDCA 作为一种胆汁酸,其水平与骨关节炎及其严重程度显著负相关,那胆汁酸类药物是否会对骨关节炎有效? 基于该设想,团队深入研究发现,安全性良好的已上市药物 UD-CA 可抑制肠道 FXR 活性,增加 L 细胞数量、促进 GLP-1 分泌、延缓小鼠骨关节炎病情进展。

“我们通过动物实验和人群研究初步验证了 UDCA 对骨关节炎的治疗作用。”雷光华说,这好比 UDCA 给骨关节炎失控的信号通路“踩刹车”。它能提供“关节维护费”,“骗过”系统重启关节维修保养。

然而,这一发现并不意味着患者可自行用这种药物治疗骨关节炎。雷光华表示,目前团队正计划开展临床试验,在人群中进一步验证 UD-CA 对骨关节炎的疗效,如果能明确其功效,则可以改写 UDCA 的药物适用证,让它真正成为骨关节炎“治本”药物。

该成果在线发表后,《科学》同期发表评论文章。美国耶鲁大学医学院教授刘传聚在文章中表示,历史上骨关节炎研究主要集中在由机械压力引起的软骨退变,该成果提供的新证据凸显代谢途径在其发病机制中的作用,推进了对骨关节炎发病机制的理解并开辟了新的治疗途径。肠 – 关节轴新学说为其他关节疾病研究带来新方向, 为开发针对关节疾病的生物治疗产品提供了新思路。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1126/science.adt0548>
<https://doi.org/10.1126/science.adw4656>

锂电池“返老还童”指日可待

(上接第 1 版)

另一方面,研究团队发展了一种新方法,可以通过电化学手段让老化的富锂锰基电池“返老还童”。

这种方法利用了电化学和热化学驱动力的相似性,将该材料结构从无序、不稳定的状态“重置”回接近原始的有序状态,使电池恢复“青春”。

基于此,研究团队提出了一种简单的修复策略,即通过智能调控,控制富锂锰基电池充至 30%左右电量,循环数次后可以使电池的平均放电电压恢复到接近 100%,同时修复该正极材料的结构损伤,进而显著延长电池寿命。

《自然》审稿人评价称,研究团队首次引入负热膨胀概念,成功建立了结构无序程度的量化方法,并首次发现富锂锰基正极材料结构无序态,在温度或电化学驱动下可逆转为有序态的现象,突破了传统电极材料结构转变的理论框架,其原创性和普适性也为功能材料的设计提供了新的指导原则。

有趣的是,材料结构的“混乱”和“有序”不是完全对立的,而是可以相互转化的,就像硬币的两面。科研人员正在研究如何控制这种转化规律,从而在微观尺度上设计出更高效、更耐用的富锂锰基正极材料。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1038/s41586-025-08765-x>

人眼首次看到新颜色

有望用于治疗色盲症

本报讯 一种新型设备让 5 名受试者看到了一种人类从未见过的强烈的蓝绿色。未来,该设备有望帮助色盲症患者获得正常视觉。4 月 18 日,相关论文发表于《科学进展》。

人类通过视网膜感知色彩。视网膜通常包含 3 种感光视锥细胞——S、M 和 L 型。它们分别吸收蓝光、绿光和红光光谱范围的光线,随后向大脑发送信号。当人们观察可见光谱蓝绿端的光线时,由于不同视锥细胞的光谱响应范围存在重叠,因此至少会有两种视锥细胞同时被激活。

美国加州大学伯克利分校的 Ren Ng 想知道,如果只有一种视锥细胞被激活,人们会感知

到什么颜色。这个灵感来源于其他研究团队开发的一种名为 Oz 的科研设备,后者使用的激光系统能够只刺激一种视锥细胞。

Ng 团队与 Oz 设备的研发人员合作,对该设备进行了升级,使其能够将光线精准投射到视网膜上约 1000 个视锥细胞组成的微小方形区域内。Ng 解释说:“刺激单个视锥细胞无法产生足够的神经信号形成色彩感知。”

研究人员在 5 位受试者身上测试了升级后的设备。在实验过程中,该设备仅刺激一只眼睛的 M 型视锥细胞的一小块区域,而另一只眼睛保持闭合。结果显示,所有受试者均看到了一种蓝绿色,比他们以前看过的任何颜色都要强烈,

研究团队将其命名为 olo。“这种色彩难以言表,具有非凡的明亮度。”同样看到过 olo 的 Ng 说。

为验证实验结果,参与者进行了颜色匹配测试。每位受试者都观看了 olo 和第二种颜色,他们可以通过表盘调整标准可见光谱上的任意色调,直至两者达到最接近的状态。所有受试者都认为,第二种颜色调节至强烈的青绿色,与 olo 最为吻合。

英国伦敦大学学院的 Andrew Stockman 评价此项研究“颇具趣味性”,同时具有医学应用潜力。他指出,该设备未来可能帮助红绿色盲患者获得正常色彩视觉,因为这种色觉缺陷有时源于 M 型和 L 型视锥细胞对极为接近的光谱



宝瓶座 η 流星雨。

图片来源: Getty Images

冰质和岩石碎片,当其进入地球大气层时会燃烧并解体。它的辐射点位于宝瓶座最亮的恒星 η 星附近。“这是一场非常有趣的流星雨,有些年份会出现强烈的爆发,但今年可能会比较温和。”Campbell-Brown 说。

要想观测宝瓶座 η 流星雨,南半球是最佳地点。虽然在北半球也能看到,但流星会出现在夜空中较低的位置,因此北半球的观测者需要朝地平线看才能发现流星。“在北半球,流星雨的辐射点只会在黎明前两小时左右出现,等到它升至高空时,天色已经大亮,因此观测者观看流星的时间窗口很小。”Campbell-Brown 说。在北半球每小时大约能看到 10 到 30 颗流星,而

在南半球则能看到 30 颗流星。

Campbell-Brown 说:“最好的办法是离开城市,寻找一片尽可能黑的天空。”她建议带上一份星图以帮助确定流星雨的起源星座。看天空的哪里并不重要。这两场流星雨的辐射点都在东方,如果朝着辐射点的方向看,流星出现的频率可能会高一些,但任何黑暗且晴朗的天空都没问题。

“需要注意的是,你看到的一些流星可能并非来自这些特定的星座。但对于这两场流星雨而言,最佳观赏机会都出现在日落后的几个小时直到黎明前的这段时间。”Campbell-Brown 补充说。

(蒲雅杰)

雨水也能发电



一个利用雨水发电的系统将来可能被安装在屋顶上。

图片来源: kulkarni/iStockphoto

本报讯 水滴穿过管道落下时产生的电能足以点亮 12 盏 LED 灯。这种方法有朝一日可用于屋顶系统,从而在雨水中获取大量清洁能源。4 月 16 日,相关论文发表于《美国化学会 – 核心科学》。

“每天都有雨水落在地球上。由于缺乏收集

雨水的系统,所有的能量都被浪费了。”论文通讯作者、新加坡国立大学的 Siowling Soh 说。

通常,当人们用水发电时,会利用大量水的流动驱动河流、海洋甚至饮用水管道中的涡轮机。但水流过导电表面时,可以通过电荷分离过程产生自身的电荷。这是由留在液体中带正电的水分子质子,和转移到表面的带负电的电子驱动的,就像用气球在头发上摩擦会产生静电一样。

这种现象通常是一种低效的发电方式,因为电荷只在水接触的表面产生。并且如果使用微米或纳米级管道来增加表面积,最终你会发现,将水泵入这些管道所需的能量比获取的能量还要多。

现在,Soh 和同事创造了一个简单的装置,依靠重力使水沿着一根高 32 厘米、内径 2 毫米的垂直管道流下。

水通过一根水平的不锈钢针从容器底部流出,落入下方的管道。当水滴在管道顶部碰撞时,会裹挟一些空气,在下落过程中产生所谓塞流。这种不连贯的流动似乎有助于水分子的电

荷在管道中分离。然后,管道顶部和底部的电线会收集产生的电能。

在一次实验中,一根管道产生了 440 微瓦的电能。当研究人员同时使用 4 根管道时,它们可以为 12 盏 LED 灯供电 20 秒。

“我们第一次通过固液界面的电荷分离,从雨水或其他自然资源,如河流或瀑布中获取能量。”Soh 说。

这样产生的电量看起来并不可观,但 Soh 表示,该装置可将水滴流过管道时产生的 10% 以上的能量转化为电能,比从连续流过管道的水获得的电能高出 5 个数量级。

Soh 表示:“雨水从几千米高的天空落到地面,所以在三维空间中有很多空间可以用来收集雨水能量。”这表明智能系统可以用于雨水发电,也许能够安装在屋顶上。

美国波士顿低影响水电研究所的 Shannon Ames 说:“如果它能以一种对每家每户都有用的方式被开发出来,那将是非常实用的。”(王方)

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1021/acscentsci.4c02110>

新型“智能”免疫细胞可长时间摧毁癌细胞

本报讯 想象有一种超强免疫细胞,能够对顽固的肿瘤发起精准攻击,且持续数天破坏异常细胞而不知疲倦。

近日,美国南加州大学研究团队在生物工程领域取得进展,开发出“EchoBack CAR-T 细胞”,有望克服治疗不适用免疫疗法的肿瘤时遇到的重大障碍,同时保护健康组织的安全。相关研究成果发表于《细胞》。

嵌合抗原受体 (CAR)T 细胞疗法是癌症治疗的一个充满希望的领域,在治疗白血病等血液癌症方面取得了巨大成功。作为一种高度定制化的疗法,它会从患者血液中直接提取抗癌 T 细胞并进行基因改造,以增强其靶向和杀死癌细胞的能力。南加州大学阿尔弗雷德·E·曼生物医学工程系教授王英晓团队在该领域开展了相关研究。

研究表明,这些功能强大的新型 EchoBack CAR-T 细胞攻击肿瘤细胞的时间长度是普通 CAR-T 细胞的 5 倍。这些新型细胞可以通过聚焦

超声远程控制来靶向肿瘤,从而使治疗更安全、更有效。该技术已准备好应用于医学领域。

论文通讯作者、南加州大学维特比工程学院助理教授刘龙伟表示,尽管第一代可超声控制的 CAR-T 细胞与标准疗法相比,能够显著提高安全性,但它们通常在 24 小时内就会耗尽,无法继续攻击癌细胞。相比之下,EchoBack CAR-T 细胞通过在肿瘤位置被超声激活来发挥作用。从那里开始,它们会继续寻找并消灭癌细胞,至少持续 5 天而不会疲劳。

“患者使用第一代 CAR-T 细胞,可能需要每天到医院接受治疗。但使用新一代细胞后,就诊疗次数大减少,比如每两周一次,甚至更少。”刘龙伟说。

“这绝对是一个突破。”王英晓补充说,“它将使可超声控制的 CAR-T 细胞疗法真正适用于实际医疗。”

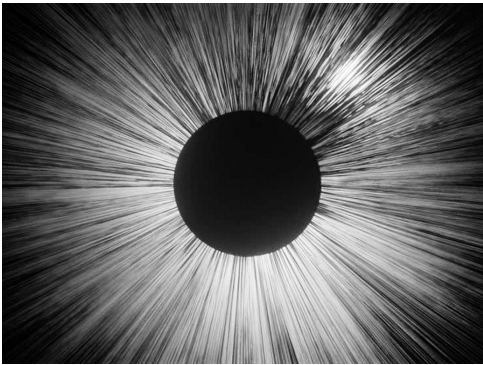
王英晓实验室的聚焦超声技术是 CAR-T

细胞的“启动开关”。这些细胞被设计为能够响应短暂的 10 分钟超声脉冲,这触发它们感知周围环境中的癌细胞。“它们在超声瞬时刺激后还具有这种持久的功能,因此能够在局部区域更好地杀死肿瘤。”王英晓说,“这意味着该成果已从概念设计转变为一个真正的实际应用系统。”

“每当附近有肿瘤细胞时,它们会向 EchoBack CAR-T 细胞发出信号,然后这些细胞就会产生更多的杀伤因子杀死肿瘤细胞。”刘龙伟说,“这是它安全的原因,因为当这些 CAR-T 细胞从肿瘤中迁移出来时,CAR 分子会逐渐降解,不会杀死正常组织。我们已经将它们设计成智能 CAR-T 细胞。”

研究团队在小鼠模型中测试了新型 EchoBack CAR-T 细胞对包括前列腺癌和胶质母细胞瘤在内的一系列肿瘤细胞的疗效。

“我们可以清楚地看到,可超声控制的 CAR-T 细胞加上两轮超声刺激,比标准



视网膜有感知蓝绿色的能力。

图片来源: MikeCS images/Alamy

波长产生相似响应。

Stockman 表示,选择性刺激特定视锥细胞可能扩大患者的色觉感知范围,但仍需通过临床试验加以验证。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1126/sciadv.adu1052>

(李木子)

两类食品添加剂组合可能增加患 2 型糖尿病风险

据新华社电 法国国家健康与医学研究所官网近日介绍,一项针对五大类常见食品添加剂组合的研究发现,有两类组合可能增加 2 型糖尿病发病风险,这为预防该病的研究提供了新方向。

此前多数研究仅关注某种单一添加剂的影响,而对实际饮食中经常同时摄入多种添加剂的情况重视不够。

法国国家健康与医学研究所、国家农业食品与环境研究院等机构联合组成一个营养流行病学研究团队,在 2009 年开始启动一项在线营养调查项目,让研究对象在线记录其日常所摄入的所有饮食及品牌。共计逾 10 万成年人参与这一项目,平均随访期为 7.7 年。

研究团队最终识别出五大类常见的添加剂组合。为了将重点放在那些可能对健康产生重大影响的添加剂上,被纳入混合模型的添加剂必须有至少 5% 的研究对象摄入。

研究结果发现,有两类组合与 2 型糖尿病更高发病风险显著相关:第一类组合常见于各种工业加工食品,如汤料、乳制甜点和酱料等,主要包含多种乳化剂,例如果胶、卡拉胶等,以及防腐剂山梨酸钾和色素姜黄素;第二类组合主要出现在含甜味剂和汽水饮料中,包括柠檬酸等酸度调节剂、辣椒红等着色剂、阿斯巴甜等甜味剂、阿拉伯胶和果胶等乳化剂以及包衣剂巴西棕榈蜡。

研究人员说,虽然该研究为观察性研究,无法直接确认因果关系,但结果与此前一些体外实验的发现相吻合,提示应关注多种添加剂间的相互作用。未来还需更多研究以阐明其中的潜在机制,并深入理解这些添加剂之间可能存在的协同与拮抗效应。

这一研究成果近日发表在美国期刊《科学公共图书馆 – 医学》上。

(罗毓)

俄“联盟 MS-26”载人飞船宇航员返回地球

据新华社电 俄罗斯国家航天集团 4 月 20 日在官网发布消息说,俄“联盟 MS-26”载人飞船上的宇航员当天从国际空间站返回地球。

消息说,“联盟 MS-26”载人飞船返回舱于莫斯科时间 20 日 4 时 20 分(北京时间 20 日 9 时 20 分)在哈萨克斯坦城市热兹卡兹甘附近着陆,舱内搭载有俄罗斯宇航员阿列克谢·奥夫奇宁和伊万·瓦格纳以及美国宇航员唐纳德·佩蒂特。

消息说,自 2024 年 9 月以来,该飞船搭载的宇航员进行了 43 项科学实验及太空行走。当年 9 月 11 日,搭载“联盟 MS-26”飞船的“联盟 –2.1a”火箭从哈萨克斯坦境内的拜科努尔发射场升空,随后进入预定轨道并与国际空间站实现对接。

(江宥林)

CAR-T 细胞表现得更好。”刘龙伟说,“此外,当持续用肿瘤细胞挑战这些 CAR-T 细胞时,标准 CAR-T 细胞已经筋疲力尽,处于功能失调状态;可超声控制的 CAR-T 细胞功能更好,疲劳程度更低,杀伤能力更强。”

这一突破为更强大、更精确、更友好的癌症治疗打开了大门。刘龙伟表示,EchoBack CAR-T 细胞不仅是一个想法,更是迈向安全高效免疫治疗的一大步,为难以治疗的肿瘤患者带来了新希望。

“最令人兴奋的是 EchoBack CAR-T 细胞很智能,能够听从超声并感知肿瘤细胞。我们期待它未来为患者带来益处。”刘龙伟说。

团队希望这种新技术能够成为一个模块化工具,成功应用于其他类型的实体瘤免疫治疗,如乳腺癌和视网膜母细胞瘤。

(赵宇彤)

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1016/j.cell.2025.02.035>