

## 将自由电子纳入“量子信息科学工具箱”

## 电子显微镜下首次成功创建电子—光子对

科技日报讯(记者张梦然)来自德国和瑞士的一个研究团队首次在电子显微镜中以可控方式成功创建了电子—光子对。这一发表在《科学》杂志上的新方法,可同时生成两个成对的粒子,且能够精确地检测到所涉及的粒子。该研究结果扩展了量子技术的工具箱。

世界各地的科学家都在尝试将基础研究的成果应用到量子技术中。为此,通常需要具备定制特性的单个粒子。

德国马克斯普朗克研究所(MPI)、哥廷根大学和瑞士洛桑联邦理工学院(EPFL)的国际团队成功地在电子显微镜中耦合单个自由电子和光子。在哥廷根大学的实验中,来自电子显微镜的光束穿过由瑞士团队制造的集成光学芯片。该芯片由一个光纤耦合器和一个环形谐振器组成,该谐振器通过将移动的光子保持在圆形路径上来存储光。

MPI科学家阿明·菲斯特解释说,当一个电子在最初的空谐振器上散射时,就会产生

一个光子。在这个过程中,电子损失的能量正好是光子在谐振器中从无到有创造出来所需的能量。结果,这两个粒子通过它们的相互作用耦合成一对。通过改进测量方法,物理学家可精确地检测所涉及的单个粒子及其表现。

研究人员强调,使用电子—光子对,只需要测量一个粒子即可获得有关第二个粒子的能量和时间的信息,这使得研究人员可在实验中使用一个量子粒子,同时通过检测另一个粒

子来确认它的存在。这对于量子技术的许多应用来说都十分必要。

研究人员将电子—光子对视为量子研究的新机遇。该方法为电子显微镜开辟了吸引人的新用途。在量子光学领域,纠缠光子对已经改善了成像。通过该项工作,可用电子来探索这些概念。研究人员称,这是第一次将自由电子纳入了量子信息科学的工具箱。更广泛地说,使用集成光子耦合自由电子和光,可为新型混合量子技术开辟道路。

## 疫苗、抗体、“充电”头盔、干细胞……

## 未来十年,我们能治愈老年痴呆症吗

## 科技创新世界潮⑩

◎本报记者 刘霞

自首个正式记录的病例在医学会议上报告以来,阿尔茨海默病(老年痴呆症)在人类疾病谱中已经存在了115年,是世界上最具毁灭性的疾病之一。

在寻找阿尔茨海默病的疗法方面,科学家们数十年殚精竭虑,却收效甚微——目前唯一获批用于治疗该疾病的药物也只能暂时缓解一些症状。不过,英国雷丁大学神经学家马克·达拉斯博士近期对英国《每日邮报》表示,随着一些新疗法的不断涌现和改进,未来十年,科学家们将在治疗阿尔茨海默病方面取得重大突破。

## 疫苗

去年11月,位于美国波士顿的布莱根妇女医院宣布将率先开展针对阿尔茨海默病的鼻喷疫苗的首次人体试验,旨在预防或减缓该疾病的恶化。

黏性斑块是阿尔茨海默病的标志。当β-淀粉样蛋白在神经细胞之间积聚时,斑块就会形成,这可能会破坏一个人思考或回忆信息的能力。鉴于此,该疫苗将一种名为Protollin的药物直接喷入鼻腔,目的是激活免疫细胞以去除斑块。

此次I期临床试验招募了16名年龄在60—85岁之间的早期无症状阿尔茨海默病患者,他们将间隔一周接受两剂鼻喷疫苗。

据悉,研究人员对此疫苗已开展近20年临床前工作,未来还将开展二期试验,以测试药物的安全性和有效性。

## 抗体疗法

目前最有希望治疗阿尔茨海默病的抗体是TAP01,它由英国和德国研究人员携手开发。

哥廷根大学的托马斯·拜尔教授说:“我们在小鼠体内发现了一种抗体,它可以中和截短形式的可溶性β-淀粉样蛋白,但不会与正常形式的蛋白质或斑块结合。”

研究小组随后在两种不同的阿尔茨海默病小鼠模型中测试了“人源化”抗体,发现抗体有助于恢复神经元功能,增加大脑中的葡萄糖代谢,恢复记忆力丧失。

莱斯特大学化学学生物学专家马克·卡尔教授补充说:“虽然这项研究目前仍处于早期阶段,但如果这些结果能够在人类临床试验中得到复制,那么可能是革命性的。”

此外,今年3月,全球制药巨头罗氏宣布启动名为SKYLINE的临床试验,以验证一种新的甘特尼单抗(gantenerumab)皮下给药抗淀粉样蛋白抗体的治疗效果,该研究性药物此前已获得美国食品和药品管理局(FDA)突破性疗法认定,其针对早期阿尔茨海默病疗效的III期临床数据预计在今年第四季度公布。

该研究将招募1200名年龄在60—80岁之间的参与者,他们的大脑中有蛋白质斑块形成的迹象,但尚未出现任何认知下降。参与者将接受一周或两周剂量的甘特尼单抗,并将其结果与安慰剂组进行比较。

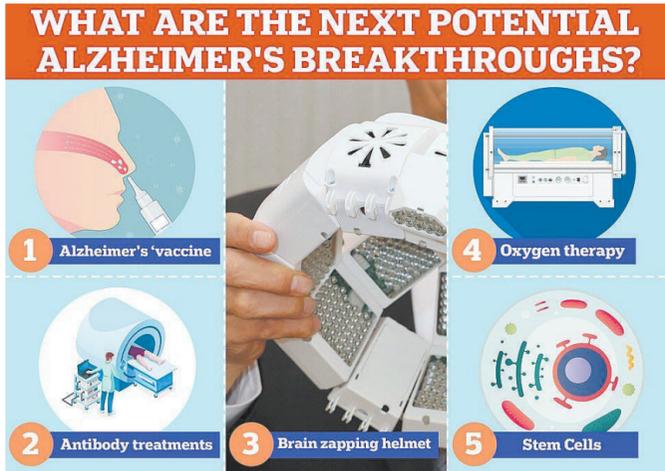
据悉,目前科学家们正在测试30多种疫苗和抗体治疗阿尔茨海默病的疗效。不过,英国牛津大学药理学专家大卫·史密斯教授说,值得注意的是,正在试验的所有疫苗都是基于β-淀粉样蛋白是导致阿尔茨海默病“罪魁祸首”的假设。事实上这些药物到目前为止都无法治愈阿尔茨海默病,这意味着我们需要更进一步探索导致这种疾病的原因。

## 大脑“充电”头盔

这听起来像是科幻小说中的情节,但一些科学家认为,用红外线照射大脑可以帮助逆转阿尔茨海默病。

去年10月,英国杜伦大学研究人员表示,经颅光生物调节疗法(PBM-T)或对痴呆症患者有潜在益处。该疗法是让患者佩戴一种特殊设计的头盔,将红外线自行传送到大脑。

这项研究观察了14名来自英国的45岁以上的健康人群,他们在4周内,每天两次接受波长为1068纳米的PBM-T,每次6分钟。研究人员发现,与对照组相比,接受PBM-T的健康人在运动功能(手指敲击)、记忆表现、延迟记忆和大脑处理速度方面都有显著改善。此外,参与者没有报告治疗引



疫苗、抗体、“充电”头盔和干细胞等是专家们目前正在探索的治疗阿尔茨海默病的一些方法。图片来源:《每日邮报》相关报道

起的不良反应。

研究人员解释说,这种红外光能刺激脑细胞,为其提供能量并促进血液流动,这一过程称为“光生物调节”。理论上,这将刺激大脑激活免疫细胞,清除与痴呆有关的有毒蛋白质。此外,这种疗法可以提高一氧化氮的水平,从而改善大脑血流,确保更多的氧气可以到达脑细胞。

该头盔由全科医生戈登·道格博士开发。他表示,头盔“可能有助于垂死的脑细胞再次生长并恢复功能,但仍需开展更多研究才能充分了解其作用机制”。

## 干细胞疗法

干细胞可以发育成许多不同的细胞类型,包括脑细胞或神经细胞。一些科学家希望它们有潜力修复由神经系统疾病(如痴呆症)引起的大脑损伤。

2021年5月6日,美国生物制药公司Longeveron公司宣布:在I期临床试验中,与服用安慰剂的患者相比,通过静脉输注单

剂量给药的间充质干细胞疗法(Lomcel-B)能减缓轻度阿尔茨海默病患者的病症恶化程度,包括减缓认知下降和日常生活能力丧失,增强血管功能,减少脑部炎症等——炎症被认为是导致阿尔茨海默病恶化的关键因素。

研究人员表示,治疗3个月对患者进行的脑部扫描也显示,服用高剂量Lomcel-B的患者左侧海马体增大,而海马体是大脑中记忆形成至关重要的部分,随着阿尔茨海默病的不断恶化,该部分记忆会受到损害。

I期人体临床试验表明,Lomcel-B能在人体内安全使用。更大规模的II期试验已于去年12月开始,旨在测试单剂量或多剂量Lomcel-B对治疗轻度阿尔茨海默病是否有效。

除了上述方法,科学家们还利用肠道细菌、氧气等来治疗阿尔茨海默病。不过,他们也表示,这些潜在疗法即便证明有效,距离大规模推广还有几年。不管怎样,希望科学家们能早日在这一医疗领域取得突破。

## 有力证据显示质子可能含一个粲夸克

## 将对依赖质子结构精确模型实验产生影响



质子结构(艺术概念图)。大的红色球体是上夸克,蓝色球体是下夸克。

图片来源:CERN网站

科技日报讯(记者刘霞)质子或比我们此前认为得更复杂。一个国际科研团队在最新一期《自然》杂志上刊登论文称,他们发现了强有力的证据,证明质子也包含一个粲夸克。这一发现将对大型强子对撞机(LHC)上开展的粒子物理实验产生影响。

夸克是一种基本粒子,已知有6种夸克:上、下、顶、底、粲、奇夸克,通常情况下,2个或3个夸克结合在一起可以形成亚原子粒子(如质子和中子)。教科书上称,质子包含两个上夸克和一个下夸克。

但在量子力学领域,粒子的结构由概率决定,这意味着从理论上来说,在质子内部,

其他夸克有可能以物质—反物质对的形式出现。1980年欧洲核子研究中心(CERN)缪子合作组的一项实验指出,质子可能含有粲夸克和反粲夸克,但并未最终定论。随后不少科学家试图确定质子中粲夸克的成分,但结果相互矛盾。

在最新研究中,荷兰阿姆斯特丹自由大学的朱利安·罗霍及其同事发现了证据,证明质子动量的一小部分(约0.5%)来自粲夸克。

为分离出粲夸克,罗霍团队使用机器学习模拟了由所有不同夸克组成的假想质子的结构,并与数十年来粒子加速器实验中50多万次真实碰撞获得的数据进行了比较。结果发现,

如果质子不包含粲夸克—反粲夸克对,获得实验结果的几率为0.3%(统计显著性为3西格玛水平),需要开展更多研究将结果提升到5西格玛水平——宣布某一结果为“发现”的阈值。团队也研究了LHC底夸克实验(LHCb)Z玻色子实验的最新结果,并分别模拟了有无粲夸克时质子动量的统计分布。结果发现如果假设质子包含粲夸克,则模型与结果更匹配。

剑桥大学科学家哈里·克利夫说,质子包含粲夸克可能对LHC等粒子加速器上开展的其他物理实验产生影响,因为它们依赖质子结构的精确模型。罗霍表示,冰立方中微子观测站可能也需要考虑这种新结构。

## 超小脑电图电极帽更详尽检测类器官

科技日报讯(实习记者张佳欣)美国约翰斯·霍普金斯大学研究人员领导的一个研究团队造出了一种可能是世界上最小的脑电图(EEG)电极帽,用于测量笔尖大小的大脑模型中的脑电活动,有助于科学家更好地了解神经疾病以及危险化学品如何影响大脑。相关论文17日发表在《科学进展》杂志上。

脑类器官也称为“迷你大脑”,是实验室培养的人脑细胞球,它模仿了大脑的一些结

构和功能。“为微型器官创造微型仪器是一项挑战,但这项发明是新研究的基础。”微型电极帽的发明者之一、约翰斯·霍普金斯大学的化学和生物分子工程师大卫·格拉西亚斯说,“这为理解人脑的发育和工作提供了一个重要工具。”

自从十多年前首次创造出类器官以来,研究人员对干细胞进行了改造,创造出小型的肾脏、肺、肝脏和大脑。这些复杂的微型模型被用来研究器官是如何发育的。类器官,

特别是迷你大脑,在医学研究中越来越重要,因为它们可用于原本需要人类或动物测试的实验。

然而,传统仪器只能检查类器官表面的有限的细胞,研究人员希望了解尽可能多的大脑细胞,以了解这些细胞的状态,它们如何交流以及它们的时空电模式。

受普通电极帽的启发,研究小组利用带有导电聚合物涂层金属电极的自折叠聚合物小叶,为脑类器官创造了微型脑电图电极

帽。微型帽包裹着脑类器官的整个球,能够对整个表面进行3D记录,这样研究人员就可以在药物测试期间“收听”神经元的自发电通信。预计该数据将优于传统电极的电流读数。

研究人员表示,有了类器官的更详细信息,就可以研究消费品中使用的化学物质,如杀虫剂、阻燃剂等是否会导致大脑发育问题。此外,他们还希望这种微型帽能减少传统测试化学物质所需的动物数量。

科技日报北京8月21日电(实习记者张佳欣)一个国际研究团队设计并制造了一种直接在内存中运行计算的芯片,可运行各种人工智能(AI)应用,而且它能在保持高精度的同时,仅消耗通用AI计算平台所耗能量的一小部分,兼具高效率和通用性。相关研究发表在最近的《自然》杂志上。

这款名为NeuRRAM的神经形态芯片使AI离在与云断开的广泛边缘设备上运行又近了一步。在云中,AI计算可随时随地执行复杂的认知任务,而不需要依赖与中央服务器的网络连接。从智能手表到虚拟现实(VR)耳机、智能耳机、工厂中的智能传感器和用于太空探索的漫游车,其应用比比皆是,遍及世界的每一个角落和人类生活的方方面面。

NeuRRAM芯片的能效不仅是目前最先进的“内存计算”芯片(一种在内存中运行计算的创新混合芯片)的两倍,而且它提供的结果也与传统数字芯片一样准确。传统的AI平台要庞大得多,通常受限于使用在云中运行的大型数据服务器。

此外,NeuRRAM芯片具有高度的通用性,支持多种不同的神经网络模型和架构。因此,该芯片可用于许多不同的应用,包括图像识别和重建以及语音识别。

目前,AI计算既耗电又昂贵。边缘设备上的大多数AI应用程序都涉及将数据从设备移动到云端,AI在云端对其进行分析和处理,然后将结果移回设备。通过降低边缘AI计算所需的功耗,这款NeuRRAM芯片可带来更强大、更智能、更易于访问的边缘设备和更智能的制造。它还可带来更好的数据隐私,因为将数据从设备传输到云会带来更高的安全风险。

研究人员通过一种名为能量延迟乘积(EDP)的方法来测量芯片的能效。EDP结合了每次操作所消耗的能量和完成操作所需的时间。通过这一措施,NeuRRAM芯片实现了比目前最先进芯片高7—13倍的计算密度。

研究人员在芯片上运行各种人工智能任务。它在手写数字识别任务上准确率达到99%,在图像分类任务上达到85.7%,在谷歌语音命令识别任务上达到84.7%。此外,该芯片还在图像恢复任务中减少了70%的图像重建误差。这些结果可以与现有的数字芯片相媲美,后者在相同的精度下执行计算,但大大节省了能源。

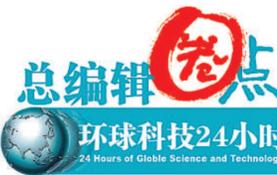
与经典计算相比,AI计算的许多数据处理都涉及矩阵乘法和加法,以及海量的并行工作,如何在保持AI芯片精度的前提下还做到节能呢?最终该用什么路线去实现,其实依然众说纷纭。但这也正是一项新技术的特点与魅力——在探索阶段百花齐放。就像本文中国团队实现的神经形态芯片,其最大的吸引人之处,正是它兼具了高性能与通用性。

## 等离子体或可在火星上制造氧气和肥料

科技日报讯(记者刘霞)葡萄牙科学家在最新一期《应用物理学杂志》上发表论文称,等离子体可以帮助宇航员从富含二氧化碳的火星大气中制造氧气和其他关键资源。

里斯本大学的瓦斯科·格拉及其同事证明,由带电粒子构成、类似气体的等离子体可以通过振动,将二氧化碳分解为其组成成分碳和氧,将这一过程与滤膜结合,宇航员就可以在火星上制造氧气。他说:“火星拥有非常好的自然条件,可以利用等离子体技术制造氧气。”

目前,火星上已经有一个制氧装置——美国国家航空航天局(NASA)的火星氧气原位资源利用实验(MOXIE),安装在“毅力”号火星车上。它利用高压和高温分离二氧化碳,然后用稳定的钨制成的膜过滤出氧气。格拉指出,一种类似的膜可以与



等离子体搭配,用以在火星上制造氧气。这种膜比MOXIE的电驱动方法更有效,更容易在火星表面进行。

美国麻省理工学院负责MOXIE项目的迈克尔·赫克特说,格拉团队的工作代表了等离子体技术的重要进步,但其效率不太可能超过MOXIE的效率,因为MOXIE生产氧气的效率已经接近理论极限。

不过,赫克特也表示,等离子体可以被微调,以不同的分子频率振动,使其能够分离出其他分子并制造出MOXIE无法生产的资源,如氮和一氧化氮。“等离子体也可用于为肥料制造氮和一氧化碳等,用途更广泛”。

当然,这项技术距离在火星上使用还有一段距离,格拉团队希望能在未来几年内制造出一个原型。一旦该技术被证明可行,就可以执行太空任务。

## 塑料垃圾经简单化学反应“变废为宝”

科技日报讯(记者刘霞)美国弗吉尼亚理工大学科学家在最新一期《美国国家科学院院报》上刊登论文称,他们找到了一种方法,可以用紫外线做能源,氯化铝作催化剂,将塑料垃圾聚苯乙烯转化为更有价值的产品,用来制造香料和药物等。他们新研制出的工艺不仅节能,也适用于其他塑料,有助于减少垃圾污染,保护环境。

研究人员表示,目前世界上只有不到10%的聚苯乙烯被回收。聚苯乙烯本身价值比较低,分解成本高,废料的运输成本也高,许多国家根本不回收,因为没有经济激励措施。由聚苯乙烯制成的保护性包装和食品容器被丢弃后不会自然分解,它们经常通过河流入海,有些也被焚烧,释放出有毒化学物质。

在本研究中,团队使用紫外线作为能源,用氯化铝作为催化剂来分解聚苯乙烯的化学结构,然后再使用相同的催化剂,并

加入二氯甲烷(一种通常用作溶剂的透明液体),生成二苯基甲烷。二苯基甲烷是一种常用于香料和药物的化学物质,其价值是聚苯乙烯本身的10倍。

研究团队指出,最新反应在常温和常压下进行,与现有聚苯乙烯回收方法相比,所需能量更少。经济分析表明,该流程易于采用,如大规模开展,有可能盈利。此外,最新反应不需要严苛的条件,昂贵的催化剂或奇特的反应,使用的材料都非常容易获得。

研究人员还指出,他们的新工艺也适用于几乎所有其他塑料,有助于将最大的环境威胁之一转变为可持续的循环经济。

英国伯明翰大学的布沙拉·艾-杜瑞则表示,虽然最新方法比现有的回收方法更具成本效益,但缺点是随着规模的扩大,可能需要更多时间。此外,该工艺还使用了一些对环境不友好的溶剂,这可能会妨碍其大规模展开。

性能卓越!兼具高效率和通用性  
用于边缘AI的神经形态芯片问世