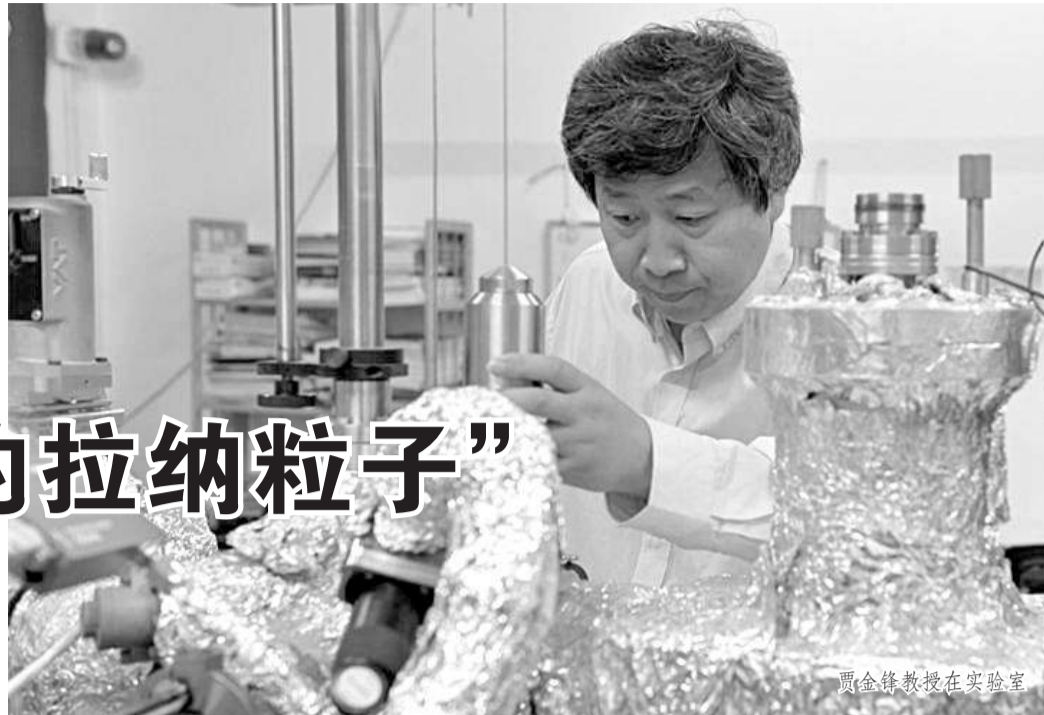


隐藏80年的“马约拉纳粒子”为何现身上海



贾金锋教授在实验室

其他研究团队观测到马约拉纳费米子的依据,主要是基于其能量为零这一特点。而上海交通大学贾金锋团队不仅研究能量为零,还将注意力放在了马约拉纳费米子具有自旋特性这一关键点上,因而研究结论更有说服力。

文·本报记者 高博

6月22日,《物理评论快报》(Physical Review Letters)在线发表了上海交通大学贾金锋团队的研究报告,通过独特的材料学方法和探测仪器,贾金锋团队观测到了马约拉

纳费米子存在的直接证据——自旋极化电流现象,这是物理学家在1937年做出预言后,实验室里头一次确凿地证实了存在马约拉纳粒子。

马约拉纳丢了,他的粒子也没踪影

1937年,马约拉纳想到,如果是电中性的粒子,反粒子不就是它自己吗?马约拉纳改写了狄拉克方程,增加了这种中性粒子。

意大利理论物理学家埃雷托·马约拉纳预言说,肯定有一种粒子,它和它的反粒子是一样的。“马约拉纳粒子”的概念诞生了,它给物理世界增加了很多可能性。

1927年,大学者狄拉克就提出了反粒子的方程。狄拉克说,反粒子是一个跟正粒子模样雷同,却带着相反电荷的玩意儿。比如,电子(带负电荷)的反粒子是正电子,质子的反粒子是反质子,中子对应的是反中子(以上都属于“费米子”这个大家族)。只要粒子和反粒子一碰上……“bang!”,俩人同归于尽,发出一道光。

几年后,狄拉克的理论被实验证实。1937年,马约拉纳想到,如果是电中性的粒子,反粒子不就是它自己吗?马约拉纳改写了狄拉克方程,

增加了这种中性粒子。他还认为中微子可能属于这一类。

因为宇宙中的正反粒子总是对应的,而且撞上就一起完蛋,所以物理学家奇怪为什么宇宙中会余出来好多东西。而马约拉纳想到的这种粒子是愿意和平共处的,所以我们不禁想到:说不定宇宙里大多数物质都是马约拉纳粒子组成的呢!

可怜的马约拉纳在1938年,也就是他32岁时莫名其妙地失踪了。后来,粉丝们回忆这位神人时意识到,他研究物理的短短五年,在许多重大题目上都有闪亮的直觉,提出了不少创意。于是今天还有不少科幻小说或电影以马约拉纳为主角;他还登上了科幻连环画,连环画里,马约拉纳是被外星人给接走了。

有人在金属丝上找“马约拉纳粒子”

其他研究团队观测主要是基于其能量为零这一特点,而能量为零并不能完全证明马约拉纳费米子存在,这也是为何很多研究团队的结论饱受争议。

各种基本粒子中并没有马约拉纳费米子,而中微子是不是马约拉纳费米子,我们也不清楚。要找马约拉纳费米子,大家想到去凝聚态物理找。而在贾金锋领导的科研团队宣布发现马约拉纳粒子前,美国和荷兰的两个组都曾声称发现了。

比如荷兰的考文霍夫团队用一根特殊的金属纳米线连接超导电路,再暴露于磁场。测量



艺术家想象中的马约拉纳零能模

纳米线的导电率,结果是在电压为零时,导电率出现了一个峰值,科学家猜测,纳米线超导体接触区域的两端各有一个马约拉纳粒子。他们改变磁场方位,检查峰值的到来和离开,与马约拉纳粒子出现预计的情况一样。

而普林斯顿大学研究者则用一根长铁丝接触极冷的铅,在超导态下探测到了铁丝两端的中性信号,认为这就是马约拉纳粒子。

但以上结果却被权威质疑。贾金锋说,其他研究团队对于观测到马约拉纳费米子的依据,主要是基于其能量为零这一特点。而能量为零并不能完全证明马约拉纳费米子存在,这也是为何很多研究团队的结论饱受争议。贾金锋团队不仅研究能量为零这一特殊性质,还将注意力放在了马约拉纳费米子具有自旋特性这一关键点上。而自旋特性不受环境因素影响,是粒子本身的性质,因而研究结论有说服力。

对于贾金锋团队的实验,PRL的审稿人及来自麻省理工学院的专家帕特里克·李和傅亮都表示,该结果是目前最令人信服的证据。

超导体搁上边不行?那就反过来

上海交大的团队反过来探索,把超导材料放在下面,上面“生长”出拓扑绝缘体薄膜,这样巧妙的设计为寻找马约拉纳费米子奠定了材料基础。

“理论预言,在拓扑绝缘体上面放置超导材料,就能实现拓扑超导。”贾金锋说,“这件事情听起来容易,但在材料科学领域却是一大难题。而且,由于在上方超导材料的覆盖,马约拉纳费米子很难被探测到。”

若若干次实验后,上海交大的团队反过来探索,把超导材料放在下面,上面“生长”出拓扑绝缘体薄膜,好让拓扑绝缘体薄膜的表面变成拓扑超导体,这样巧妙的设计为寻找马约拉纳费米子奠定了材料基础。

贾金锋说,把材料生长最好的设备和表征能

力最强的仪器相结合是一大创新,“薛其坤院士团队和我们交大团队在薄膜生长的精确控制方面早已是世界领先。正因为如此,我们才有能力去研究这个项目。”

另外一个创新,贾金锋说是“首次用最简单的办法创造出这个自然界没有的拓扑超导体来,这个拓扑超导体为我们提供了独一无二的材料体系,使得我们能够用各种先进的技术办法对普通超导体和拓扑超导体进行观察、研究,比较,寻找差异,从而找到马约拉纳费米子的各种迹象。”

“马约拉纳粒子”:量子计算机的合适单元

马约拉纳费米子呈电中性,很少与环境相互作用,这些属性使它成为一种理想的量子信息编码载体。

马约拉纳费米子受人关注的一大原因,是因为它是制造量子计算机的完美选择之一。

普通计算机内的信息被存储在“位”内,每一位都被编码成0或1;量子计算机内的信息位可同时对0和1存在,但这种叠加状态非常脆弱。为此,物理学家们一直在寻找使量子位更稳定的方法。马约拉纳费米子呈电中性,很少与环境相互作用,这些属性使它成为一种理想的量子信息编码载体。

而另一方面,人们不会因为凝聚态物理中的

成功而停止寻找宇宙中的马约拉纳粒子。准确地讲,超导体中探测出的马约拉纳粒子是一种准粒子。贾金锋说,那实际是一个粒子群体,好比一支风格统一的足球队。

而宇宙学家寻找的马约拉纳粒子,是“中性超对称费米子”,你可以把它理解为一种大号的中微子,许多人认为它可能也是宇宙中看不见摸不着却有质量的暗物质。中国未来建立的中微子探测大型设备,或许能为搞清这一点做出贡献。

延伸阅读

马约拉纳费米子为何“芳踪难觅”?

众所周知,我们的世界是由基本粒子组成的,而粒子世界有费米子和玻色子两大家族。其中费米子是构成物质的基本材料,如组成质子和中子的夸克、中微子等,而玻色子则是指传递作用力的粒子,如光子、介子、胶子、W和Z玻色子。科学家们认为,每一种粒子都有它的反粒子,这些反粒子共同组成了反物质世界,当物质与反物质相遇时会产生巨大的能量而湮灭。但是,1937年意大利物理学家埃托雷·马约拉纳预言,自然界中可能存在一种与其反粒子完全相同的特殊粒子,也就是马约拉纳费米子。但是在过

去的近80年中,尚未有科学家能够证明这一预言的正确性,马约拉纳费米子也一直仅仅作为一种理论构想存在于科学家的想象里。

“看见”马约拉纳费米子为何那么难?对此贾金锋解释说,马约拉纳费米子是且必须是电中性,满足于马约拉纳方程的费米型粒子。正因为马约拉纳费米子奇特的物性,它们才那么难以寻觅,所以,马约拉纳费米子探测工作曾被《科学》杂志评为2012年十大突破。只有看见“零能模”才能真正地确认马约拉纳费米子的存在,证实马约拉纳的预言。

■越图



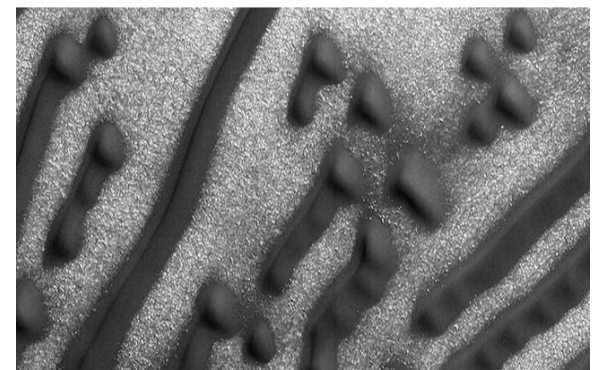
伦敦新“快递员” 机器人送外卖 送餐只需30分钟

据英国《每日邮报》报道,未来几个月,英国伦敦街道会试用机器人来送外卖。

一家外卖公司与科技公司合作开发了这款外卖机器人,并决定在英国伦敦进行测试。食物会被放置在机器人内部的一个隔离室中,当机器人到达送货地点之后,顾客们可以通过验证码来打开机器人取出食物。这些机器人的速度可达每小时4英里,送餐服务全程只需30分钟。

这款机器人配备了摄像头、感应器和其他技术,能够自动绕过地面上的障碍物,它们通常走在人行道上,以免造成交通阻碍。顾客无需担心外卖被别人拿走。如果有人试图偷走外卖,操作人员会与之进行对话,并将机器人的地点发送给警察局。同时,机器人装备的9个摄像头会拍下小偷的脸,并且机器人在整个过程中都是封闭的,只有顾客能够通过密码来打开它。

虽然它们是完全自主驱动的,但仍需操作人员会在控制中心进行远程操纵,以防它们在送餐途中迷路或遇到困难。通过应用软件,顾客可以随时追踪机器人的位置。当外卖到达时,顾客也会收到短信提示。

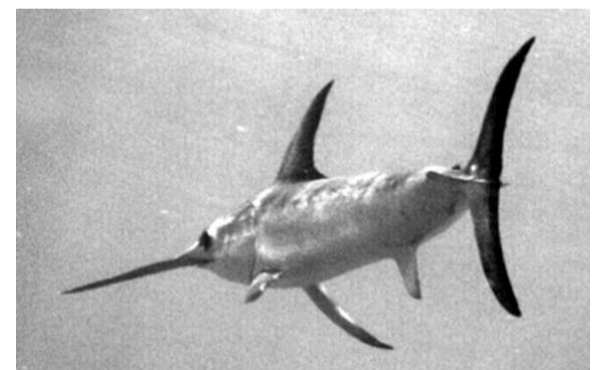


火星沙丘 呈现神秘条状 似“摩尔斯电码”

如果不用地点,你很可能以为上图是非洲某处沙漠,事实上这是火星勘测轨道飞行器(MRO)拍摄的火星沙丘,当时火星距离地球有1.96亿公里。受地形影响,照片里的这些暗色沙丘呈线或点状排列,与摩尔斯电码的形状很相似。

在地球上,沙丘的形状和朝向可以透露该地区的风向等信息。但在这张图片里,这些沙丘的成因非常复杂,很难确定风向。该区域的一处圆形凹地,很可能是一个古老但已被填平的撞击坑,它限制了这里沙丘的规模并且影响了风向,最终导致这里的沙丘形成奇特的点状或线状分布,形态各有不同。

图中类似破折号的线条状沙丘由双向风吹动沙子形成,这些风流动的方向不与沙丘平行,而是风向相反的两股风,并且风向与沙丘垂直。较小的“点状”沙丘,则是一些未能发育成线状的沙丘,它们形成线状的过程因为某些原因被中断。目前科学家对这些点状沙丘发育失败的原因仍不是很清楚,这也是火星勘测轨道飞行器最近拍摄这片区域的原因。



剑鱼游速惊人 秘密在于 油脂润滑

据外媒报道,荷兰专家小组发现,剑鱼能凭借脂肪提升速度。

荷兰的研究人员借用电子显微镜和体层X线照相术研究了剑鱼颅骨的解剖面。他们意在解开能让剑鱼有难以置信的速度秘密。

研究认为,剑鱼能将速度加速到100公里/小时,有时甚至超过这个数值,难怪它们被称为世界上最快的游泳高手之一。

研究结果显示,剑鱼的这种“绝技”并非是大自然偶然赋予的。研究人员在它们的主要鱼骨组织中发现了能产生大量脂肪的腺体。这些腺体通过特殊的缝隙生在皮肤表面,通过对鱼皮的润滑,大约可以减少20%的摩擦阻力,并能使其在水中更好地游动。通俗地说,就是剑鱼会“出汗”,借助油脂的润滑,便能提升到不可思议的速度。

■第二看台

如何把镉阻挡在稻米之外

文·本报记者 李 禾

据统计,我国约有重度镉污染耕地220万亩,除湖南外,还分布在广东、广西、湖北和江西等地。2013年镉大米事件被广泛报道,对湖南等地粮食生产和销售带来巨大冲击。但上述地区都休耕治理是不现实的,如何才能确保粮食安全,农民增产增收,又解决镉大米问题?

2015年,中国农科院启动了“我国南方地区稻米重金属污染综合防控”项目,集成中国农科院环保所环境危害因子风险评估团队等11个协同创新团队、相关企业1年多研究,以及在湘潭等地大田试验,初步确定典型重金属污染区域主要镉(Cd)污染特征和来源,发现影响水稻对镉吸收转运的关键通道,发现微生物在镉环境中能非常快速适应相关污染,并进化出有效适应机制等。

找到水稻镉来源和迁移规律

“国内外对从土壤中移出镉做了很多研究,比如用清洗、化学药品中和等物理、化学和生物办法,但都存在治理成本高、周期长等问题。”农业部环保所监测所研究员刘仲齐说。

刘仲齐形象地把传统“从土壤中移出镉”办法比喻成西医“动刀除手术”。“其实,大家要的是达标、安全的大米。即使农田土壤镉超标,只要不进入稻米中就行了,就像人可以‘带着癌细胞’

健康生活。我们采用类似中医的办法,像防止癌细胞病变一样阻止环境中镉进入稻米。”

想阻止镉进入稻米,就要找到镉的来源和迁移规律。据“我国南方地区稻米重金属污染综合防控”项目研究证实,大气沉降、污水灌溉、土壤镉本底值较高、肥料和农药等化学投入品等是稻米中镉的主要来源。田间试验发现,早稻品种遗传背景对镉含量有极其显著影响;晚稻灌浆期蒸腾量大,稻米镉超标率更为严重,秋季耕层土壤中的镉富集是导致晚稻镉超标的主因。耕地土壤中镉含量处于动态变化中,受降雨量、灌溉、深层土壤中镉含量等因素影响,土壤环境质量标准不能保证稻米质量。

在迁移规律方面,研究首次发现,水稻体内广泛存在的非选择性阳离子通道是影响大多数水稻品种镉吸收转运的关键通道。

“作物对元素的吸收存在多种通道。如钾、钙离子属作物生长必需元素,它们有专门通道优先进入,这像高铁、快速公交BRT;对于一些不是急需的元素,就从非选择性阳离子通道进入,这类似于公交车,镉是作物不需要、甚至是有毒的元素,它主要是搭了公交车进入植物体的。”刘仲齐说,阳离子通道对水稻幼苗根系镉积累量的贡献率为38.8—53.5%,对地上部分的镉积累量贡献率高达93.5%。

研究和田间试验还发现,水稻穗轴和旗叶是水稻镉的直接来源,根系、叶鞘等营养器官是水稻镉的间接来源。土壤中镉含量与根系中镉积累量高度线性相关,与稻米中镉含量没有显著线性关系;大气沉降通过增加叶片中的镉,进而显著影响稻米中的镉含量。

叶面调理剂等抑制输送通道活性

“根据稻米生长特点,镉来源和通道,我们需要做的是把镉阻挡在穗轴和旗叶、叶鞘和根系等营养体中。”刘仲齐说。

于是,项目组采用抑制水稻灌浆期阳离子共用通道活性为目标的叶面调理剂。大田试验证明,通过使用这些特定的叶面调理剂,能使晚稻中镉含量下降30%—50%。

此外,还研究出的高效吸附镉离子微生物制剂、海泡石和坡缕石,使镉不进入作物根系。“我们从湘潭等地重金属污染农田中筛选得到耐镉细菌和植物促生菌混合配比制成微生物制剂,还从贵州牛角塘地区的镉锌矿附件采集了约20份重度镉污染的土壤样品,发现一些可高效吸附镉离子的微生物。这些微生物细胞表面有镉离子结合蛋白,能直接整合吸附环境中的镉离子,减少游离镉离子量,以达到降低稻米中镉离子的目

的。结果表明,该微生物工程菌可吸附约60%的镉离子。”刘仲齐说,来自生产废渣的海泡石、坡缕石可显著降低酸性稻田土壤中可溶性镉含量,降幅达40%—70%,使中轻度镉污染田生长的水稻糙米中镉含量降低到0.2毫克/千克的国家标准。”刘仲齐说,这些原理和方法,不但对治理镉有效,对其他重金属污染治理也有借鉴和启示作用。

加工碾去高镉蛋白

中国农科院农产品加工所副书记赵俊辉说,解决镉米镉污染问题,除产业前端的土壤污染治理、低富集品种筛选、栽培灌溉技术治理外,还可根据稻米籽粒中镉结合机理,通过脱镉精加工,把镉米富集镉部位去除,从而达到食品安全。

“研究发现,淀粉占稻谷总营养物质的73.34%,蛋白质占7.89%。但淀粉结合总镉的10.86%,蛋白质结合54.81%,蛋白质是稻米中镉元素最重要的结合物质,浓度约为淀粉的50倍,而球蛋白中镉含量最高。”赵俊辉说,可采用不同碾米时间和精度降低镉含量。研究表明,随着碾米时间延长,大米中镉含量降低,镉含量低于0.288毫克/千克糙米通过碾米加工可获达标大米产品;也可通过淀粉提取,制成成米线,营养强化再造米等,降低镉获得安全食品。