

模拟重力场下量子异常首次现形

有助回答固体物理学领域的难题

科技日报柏林7月22日电(记者顾钢)由德国德累斯顿技术大学科学家领导的国际研究小组,在一种晶体新材料中成功测得重力—量子异常。这是科学家们首次观测到模拟重力场下真实晶体内存在的量子异常现象。研究发表在新一期的《自然》杂志上。

物理学中能量、脉冲或电荷的形式尽管会发生变化,但永远不会消失。然而,在特定条件下,当人们将经典物理学应用于非经典物理学(如量子力学)时,这一情况就不是必

然,人们称之为量子异常。之前还没有实验可以证明重力—量子异常,这是科学家首次在晶体材料上完成量子异常实验,绕过了一个极其困难的实验——需要足够强的重力场来观测重力—量子异常。

研究人员通过对晶体材料的研究发现,在特定情况下,晶体的重力场可通过温差模拟,如此一来,不需要在实验室中创造一个时空曲率,就可以在引力场中进行测量。他们使用的晶体材料为外尔半金属,这种材料拥有一定数

量的名为“外尔费米子”的电子。这种电子有两种不同的旋转方向,既有左旋电子,又有右旋电子,而且每种旋转方向其电子的能量和脉冲保持恒定,这样,除非出现量子异常,不管是左旋还是右旋的电子库能量和脉冲都保持恒定,这一特性在重力—量子异常验证中具有特殊意义。

研究人员利用导电体电流引起的温差对新材料进行实验,当在晶体材料上施加额外的温差时,他们观察到电流随磁场的增加而

增加。这个结果源于原先与旋转方向无关的固定能量和脉冲值发生变化,如左旋电子比右旋电子获得更多能量和脉冲,这就为研究人员验证重力—量子差异找到了证据。

该项目主要研究人员尼曼博士称,借助这项实验,研究人员可以回答固体物理学领域的许多难题,并对材料研究领域起到重要作用。这项研究结果还有助于天体物理学家更好地了解早期宇宙演进程以及粒子物理学家验证粒子衰变等。

今日视点

坚持的回报 意外的惊喜

——王康隆教授谈发现“天使粒子”实验过程

本报记者 聂翠蓉

《达芬奇密码》作者丹·布朗创作的另一部畅销小说《天使与魔鬼》,反物质是故事的主要载体。故事主人公是欧洲核子研究中心(CERN)的著名科学家,他在地下实验室秘密制造出的反物质不翼而飞,可能会因自行爆炸将整座城市毁灭。在失踪的24小时内,主人公与窃取反物质的势力展开了斗智斗勇的冒险之旅。

21日被华人科学家团队首次发现并公布的马约拉纳费米子,张首晟根据《天使与魔鬼》的内容将其称为“天使粒子”。他指出,在马约拉纳费米子的“量子世界”中,只有天使,没有魔鬼。但主导这次研究的加州大学洛杉矶分校教授王康隆,接受科技日报记者采访时认为,马约拉纳费米子正反同体,就像道家的阴阳八卦图一样,因此叫“太极粒子”可能更贴切。

王教授表示,这次发现是实验室13年来在材料和物理现象的基础研究领域长期坚持的结果,是准备了大量的实验材料,做了大量的前期研究后,才一步步实现的。“对我们团队而言,这是一个意外的惊喜。”

正反同体 神秘莫测

标准物理理论模型中,12种基本粒子被分成两大家族:电子、质子等8种粒子组成的费米子家族和光子、介子等4种粒子组成的玻色子家族。一般认为,每一种粒子都有其反粒子,且状态与粒子本身相反,粒子与反粒子相遇会瞬间湮灭。

但1937年,埃托雷·马约拉纳预言,有一类特殊的费米子,像光子等玻色子一样,它们的反粒子就是自身,这种费米子被称为“马约拉纳费米子”。离奇的是,就在马约拉纳作出这一重大预测不久,他给家人和单位分别留下一封信,带着预支的半年薪水和所有科研资料,踏上一艘船后神秘失踪。80年来,马约拉

纳费米子与马约拉纳本人,分别成为物理学家和科幻小说的神秘主角,只是关于马约拉纳的结局更多的是炒作,如“被外星人接走了”;至于马约拉纳费米子,经过几代物理人的努力,笼罩在其头上的“面纱”一点点被揭开。

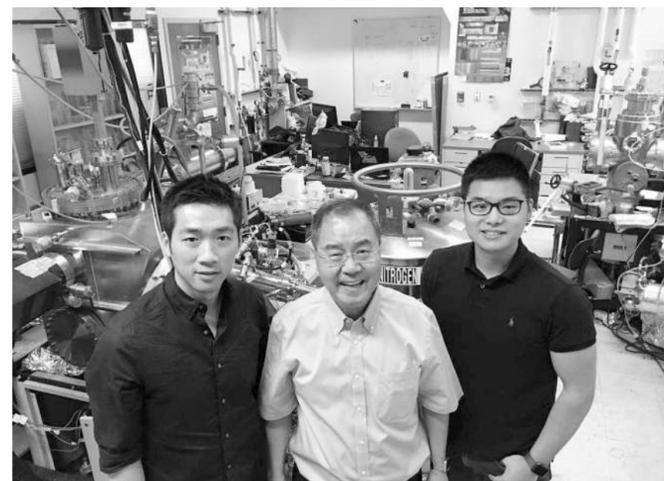
时隔80载终现身

近80年来,世界各国物理学家从来没有停止过对“天使粒子”的探寻。科学家们相信,中微子可能就是自己的反粒子。目前,包括美国新墨西哥州浓缩铀观测站实施的EXO-200等四个大型实验正在搜寻中微子,但由于中微子不带电、质量极小,被称为宇宙中的“隐身人”,这些寻找天然基本粒子的实验难度非常大,估计十年内也不会通过这些实验为“天使粒子”找到答案。

直到10年前,科学家们在探索材料物理学的一些实验中发现,有些材料内可能产生“天使粒子”。于是,科学家们在另一个“战场”开始了搜寻“天使粒子”的竞赛:由超导材料中电子集体行为产生的粒子式激发,称为“准粒子”。虽然准粒子不像自然界的基本粒子,但它们仍被认为是真正的马约拉纳费米子。

这次研究中,加州大学洛杉矶分校王康隆团队根据自己在拓扑材料领域10多年的积累,与多位华人科学家合作,在真空冷藏室内,将底部的拓扑绝缘体材料和上面的超导体薄膜堆叠在一起,形成一种超导拓扑绝缘体,通过添加少量磁性材料,让电子只沿着拓扑绝缘体表面的一个边缘单向流动。再向堆叠的薄膜上扫过一块磁铁,不断调整电子的流动速度和方向,在某些时刻,他们观察到马约拉纳费米子从超导层里出现,像电子一样沿着拓扑绝缘体的边缘流动,只是迈出的每一“步”,高度只有电子每步的一半。这些“半步”,就是研究人员一直在寻找的马约拉纳费米子存在的铁证。

王康隆教授表示,他们最初做实验时,并没有计划一定要找到这个特别的粒子。2008



何庆林(左)、王康隆(中)、潘磊(右)在位于加州大学洛杉矶分校的实验室。

图片由王康隆提供

年,他们开始拓扑绝缘体的研究,最初是为了探索这种材料能否应用于低功耗电子芯片的开发。因为理论预测指出,马约拉那费米子可能存在于一种量子线和普通超导体薄膜组成的混合器件中,他们课题组才开始探寻神秘的马约拉纳费米子。

制造量子计算机的完美选择

这次发现的马约拉纳费米子是一种手性粒子,“手性”可大致理解为这种粒子只沿一个方向运动,可用来实现低能耗的信息传输和处理。

2016年6月,上海交通大学贾金锋课题组及其合作者在《物理评论快报》上发表论文指出,他们在拓扑绝缘体和超导体形成的拓扑超导界面中,观察到特有的自旋极化电

流,为一维马约拉纳费米子的存在提供了确凿证据。

而这次研究中,王康隆主导的团队首次在二维空间观察到手性马约拉纳费米子的量子态,且在不同的样品中能重复观测。由于这次发现的是在二维边界上延伸的手性模式,可用于传输,这对凝聚态中马约拉纳费米子的研究和应用将起到很大的推动作用。

王康隆告诉科技日报记者,马约拉纳费米子是制造量子计算机的完美选择。与现在量子计算机面临的最大障碍——被环境噪音干扰不同,未来量子计算机的每个量子比特信息可以用两个相距很远的“天使粒子”存储,这样背景噪音就不可能对它们造成破坏,它们携带的信息也不会丢失。

(科技日报北京7月23日电)

人类6.5万年前首抵澳大利亚

科技日报北京7月23日电(记者张梦然)英国《自然》杂志近日发表的一篇文章指出,人类大约在6.5万年前首次抵达澳大利亚北部,早于此前同一考古点挖掘结果所估计的时间,也早于澳大利亚巨型动物灭绝的时间,而这或将确定了人类在这些动物灭绝事件中所扮演的角色。

人类首次抵达澳大利亚的时间一直存在争议,目前估计的是在4.7万至6万年前左右。争议涉及的一个关键点是位于澳大利亚北部的岩洞,它是澳大利亚已知最古老的人类居住点。之前,人们据此推测,现代人类在5万至6万年前出现在澳大利亚,但对这里人工制品的测年结果,引发了对上述推测的质疑。

此次,澳大利亚昆士兰大学研究团队报告了来自该考古点的最新挖掘结果。在2015年的挖掘中,出土了约1.1万件人工制品,包括石片石器、磨石和已知最古老的磨制石斧。论文作者仔细评估了人工制品的位置,确保它们与所在的沉积物年份相符,沉积物年份则通过高级测年技术进行估计。他们的分析证实了该考古点的地层完整性,它整体呈现出越往深处年份越久的模式,因此所得的年份结果比过去更准确。估计最深的部分约有6.5万年历史,将该区域首次有人居住的时间向前推了5000年左右。

美国亚利桑那州立大学的研究人员表示,上述结果为现代人类走出非洲并在南亚扩散设置了一个新的最早时间点。不仅如此,这些发现还表明,现代人类在澳大利亚巨型动物灭绝之前就抵达澳洲,而人类在其灭绝事件中的作用一直存在争议。

中等体型动物运动速度最快

科技日报北京7月23日电(记者张梦然)为什么地球上运动最快的动物不是最大的?英国《自然·生态与进化》杂志近日在线发表的一篇文章给出了答案:动物加速到最大速度所需的时间,是限制动物可达到的最高速度的终极因素。科学家们创建的新模型通过测量动物(从果蝇到蓝鲸)的体型大小,就能准确预测其运动速度的上限,结果发现,中等体型动物运动速度最快。

众所周知,包括猎豹在内的中型动物,尽管和大型动物相比肌肉更小、肌肉纤维也更多,但却是陆地上速度最快的动物。相同的规律也存在于天空和水中,比如旗鱼和游隼这些中等体形的物种就符合这条规律。

德国综合生物多样性研究中心(iDiv)的一个研究小组此次建立了一个广义理论模型,并证明对所有动物来说,加速所需的时间,才是限制动物可达到的最高速度的终极因素。这是因为在加速阶段,肌肉必

须做厌氧运动,而这时可用的能量却十分有限。跟体型小的动物相比,体型大的动物需要更长的加速时间才能达到最大速度。因此,如果某种动物厌氧阶段能供肌肉所用的能量只能让它加速到某一速度,那么,这一速度便是它的最大速度极限。研究人员将模型的输出数据和从474种动物(从软体动物到鲸鱼,还包括飞行动物)中获得的数据进行比较后发现,他们的预测相当准确——大小超过中型的动物,随着体积的增加,其最大速度飞快下降,这也能解释为什么中等体型的动物通常是最快的。

在论文相关的新闻和观点文章中,澳大利亚昆士兰博物馆科学家认为,该模型令人兴奋之处是,它不仅用于陆地动物,也适用于天空和水中的动物。下一步,需要对体型相似的动物所表现出的运动行为的差异进行更深入的核实。

牛能快速产生广泛中和抗体对抗HIV

科技日报华盛顿7月23日电(记者刘海英)美国科学家在最新一期《自然》杂志上撰文指出,牛在免疫接种后可快速产生对抗艾滋病病毒(HIV)的广泛中和抗体。新发现不仅有助于HIV疫苗的设计,也为开发新的艾滋病防治手段提供了思路。

在HIV携带者中,约有10%到20%的人会自然产生针对这种病毒的广泛中和抗体,但其

通常只在感染两年后才会出现。实验显示,这些抗体能阻止大多数HIV感染人类细胞,并保护动物模型不受感染。但迄今为止,科学家还无法促使人类免疫系统产生这类抗体。

此次,美国国家过敏和传染病研究所(NIAID)、德克萨斯A&M大学、国际艾滋病疫苗倡议组织等机构科学家的研究表明,牛或许能帮助人类解决这一难题,其可在注射HIV免

疫原后很短时间内产生抗体对抗HIV。在该项研究中,科学家们向4头小牛注射了HIV免疫原——一种BG505 SOSIP三聚体,随后查看它们的免疫反应。他们发现,在进行两次注射后的35天至50天内,4头牛的血液中便产生了针对HIV的广泛中和抗体,其中一种被称为NC-Cow1的抗体能中和约三分之二的HIV。研究人员指出,虽然少数HIV感染者体

内会产生广泛中和抗体,但这些抗体都是在感染很长一段时间后产生,此时体内的病毒已进化到能抵制这些抗体了。而新研究表明,牛能在极短时间内产生广泛中和抗体,并在与HIV的对抗中获得优势。虽然目前牛抗体还不太适合在人类中临床使用,但弄清楚这种快速产生抗体的机制,对于开发新的艾滋病防治手段,也有助于开发新的艾滋病防治手段。

一周国际要闻

(7月16日—7月23日)

本周焦点

人类已生产83亿吨塑料

美国一小组首次对全球所有塑料制品的生产、使用和最终命运进行了分析,数据显示,20世纪50年代初以来,人类已生产了83亿吨塑料,其中大部分被置于垃圾填埋场或散落在自然环境中,造成的污染问题不容忽视。研究人员呼吁,应对塑料产品使用和废弃物管理进行批判性思考。

本周明星

量子系统创51个量子比特新纪录

美国哈佛大学宣布,制造出拥有51个量子比特(Qubit)的迄今最强量子系统,其能模拟一种化学反应,研究原子间相互作用。谷歌公司今年4月曾强势宣布,将在今

年底打造出49个量子比特的量子计算机。

一周之“首”

中德首次制备出人工反铁磁体

中德科学家日前首次制备出基于全氧化物外延体系的人工反铁磁体,并观察到随外加磁场的分步磁化翻转模式,在氧化物自旋电子学领域取得重要突破。该工作对氧化物自旋电子学的发展将起到重要的推动作用。

本周争鸣

猴子体内现持续性埃博拉病毒感染

美国科学家最新研究显示:从埃博拉病毒感染感染中幸存的恒河猴,虽然不再表现出感染症状,体内却检测出持续性埃博拉病毒感染,而这与人类对病毒的反应极其相似,现

有医学手段或不能完全将其清除。

仅25%!人类功能性基因占比远小于80%

美国休斯顿大学的生物学家利用自己设计的全新模型,对人类基因组中功能性基因进行了统计,发现功能性基因的占比最多只有25%,这与DNA元素百科全书计划(ENCODE)公布的“80%基因组区域具有生化功能”研究结论大相径庭,基因组研究可能需要重新“聚焦”。

一周技术刷新

NASA中子星探测器全面运行

美国国家航空航天局(NASA)中子星内部组成探测器(NICER)的任务主要是研究最致密的一类宇宙天体,其已开始全面执行系列科学考察任务,“瞄准”超过40个符

合任务要求的目标天体。

前沿探索

HIV通过“绑架”细胞表面分子入侵细胞

美国科学家发现了HIV入侵细胞的关键环节:为顺利突破细胞膜的阻拦,HIV会“绑架”细胞表面的磷脂酰丝氨酸分子。若这个绑架对象不复存在,病毒的入侵进程就会受阻,HIV遗传物质也就无法侵入细胞。

“搜寻地外文明”项目启用激光探测生命

著名的“搜寻地外文明”项目(SETI)的主要任务是找到来自银河系其他文明的无线电信号,日前,SETI正在启用另外一种方法——利用激光来搜寻目标,并将在全球各地建造观测台,以持续观测整个天空。(本栏目主持人 张梦然)



罗马尼亚庆祝空军节

近日,在罗马尼亚首都布加勒斯特,罗马尼亚空军进行飞行表演,庆祝空军节。新华社发(彼得雷斯库摄)