



扫二维码 看科学报



扫二维码 看科学报

科学家发现新型手性费米子

本报讯(见习记者韩扬眉)中国科学院物理研究所研究员丁洪、钱天和副研究员孙煜杰团队与中国人民大学物理学系雷和畅等合作,发现三维材料 CoSi 中存在新型手性费米子的确定证据。该实验结果证明了新型手性费米子的存在,为探索由手性费米子引起的新奇物理现象提供了一个较为理想的平台。相关研究成果3月20日发表于《自然》。

手性现象在自然界广泛存在,在物理学中表示一种重要的“对称性”。在相对论物理中,手性是指无质量粒子的自旋和动量方向平行或者反平行,尽管90年前理论预测了存在无质量手性费米子——外尔费米子,但它们作为基本粒子的存在尚未经过实验证实。

论文通讯作者之一钱天告诉《中国科学报》,在固体中,一些材料的体态电子结构因某些对称性或者拓扑的保护致使能带交叉时不会杂化,出现能带简并。这个特征介于金属和绝缘体或半导体之间,属于半金属材料,也被称为拓扑半金属。在简并点附近会激发各种类型的费米准粒子。

迄今为止,实验已经证明“固体宇宙”中存在3种费米准粒子:二重简并的外尔费米子、三重简并的外尔费米子以及三重简并费米子本身没有手性。钱天表示:“可以通过破缺对称性,比如外加磁场,将它们退简并成手性的外尔费米子。”

全新的奇特拓扑量子材料狄拉克半金属和三重简并点半金属中表现出的许多物理性质,例如手性反常导致的负磁阻效应和表面态费米弧,本质上都是来源于手性的外尔费米子。

“现有的理论已经证明,在‘固体宇宙’中还存在多种类型的除外尔费米子以外的手性费米子以及相关的材料,但直接的实验证据仍然缺乏。”钱天说,在众多关于新型手性费米子的理论预言中,过渡金属硅化物 CoSi 属于能带结构比较理想的材料。也正因为如此,该材料引起了国际上多个研究团队的关注。

角分辨光电子能谱实验可以提供直接的证据,但需要原子级平整的样品表面。由于 CoSi 是三维材料,传统的解理方法获得的表面无法满足实验要求。论文通讯作者之一孙煜杰和论文第一作者、中国科学院大学博士生饶志成借助“抛光—轰击—退火”的方法,经过长时间的不断摸

索,终于在 CoSi 单晶样品上得到原子级平整的表面,并在上海光源“梦之线”观测到清晰的体态和表面能带。实验结果显示在布里渊区的中心和角落处存在体态能带简并点,并通过分析表面态确定了简并点处存在手性的费米子,这与理论计算结果高度吻合。

饶志成告诉记者,日本、美国、英国的3个研究团队也同时在 CoSi 这一类材料中寻找新型手性费米子的证据,但中国科学家在样品质量、数据质量等方面获得了最高质量的结果。

“寻找物理世界中的新事物,很多首先是理论预言,在此基础上进行样品制备、实验观测进行‘判定’,最终确定某种现象或是物态存在或不存在,但对于其是否具备某些性质甚至最终实用价值如何,还需要更多的研究。”孙煜杰表示。

科学家认为,此次发现外尔费米子之外的新型手性费米子,不仅是拓扑半金属领域的突破,也可以为探索手性费米子相关的物理现象提供更多的途径,具有重要的科学意义和应用价值。

相关论文信息: DOI: <https://doi.org/10.1038/s41586-019-1031-8>

为电子“千军万马”开“绿色通道”

■本报记者 黄辛 见习记者 卜叶 通讯员 龚凡

铜、金和银是目前应用最广泛的优良导体,但当这些材料变得很薄,进入二维尺度时,电子的散射明显增多,其运动方向容易发生大角度偏折,导电性将迅速变差。

近日,复旦大学物理学系修发贤课题组与中国科学院强磁场科学中心、南京大学、加州大学戴维斯分校等合作,观测到外尔半金属材料碲化铋近乎完美的导电特性,为寻找超导体材料提供了新思路。3月19日,相关研究成果在线发表于《自然—材料》。

“电子在纳米结构中的传输是一个‘千军万马过独木桥’的过程,而我们找出了一条绿色通道。”复旦大学物理学系教授、该论文通讯作者修发贤这样介绍这一最新研究成果。

千军万马过独木桥

导体材料区别于绝缘体,其中有大量可以自由导电的电子。当电子流过导体时,会损耗一部分电子能量,从而产生电阻发热,比如电水壶就是根据这一原理加热,但在很多情况下,这种发热都是不必要的,比如传输电信号、电能的过程,发热不仅浪费能源,还可能引发事故。

另外,随着芯片水平的提高,计算机和智能设备体积越来越小,信号传输量爆炸式增长,也导致芯片中上千亿如发丝的晶体管互连导线运送的电子更密集,“运送压力”加大,产生的热量增多。

这在一定程度上制约着信息领域的进一步发展,修发贤说:“电流从输入端进入芯片时,犹如千军万马从大草原一下子上了独木桥,若找不到‘宽敞’的通路,相互撞击,四处

‘碰壁’,电子在独木桥上耗散巨大,那么芯片就会剧烈发热,影响设备的运行状态。”

不用“排队”,也不会“拥挤”,有没有一种办法让大量电子在这些纳米级互连导线中顺畅高速通行?“如果能构建一条‘绿色通道’就好了!”

突破“一高一低”的制备难题

近年来,碲化铋作为第一批发现的外尔半金属材料被广泛研究,但以往成果都止步于肉眼可见的高维度体材料,其低维状态下的物理性质研究迟迟未有涉及。

“碲化铋是研究人员的‘老朋友’了,但要想进一步研究碲化铋,其纳米材料的制备是要过的第一道难关。”修发贤说。

碲的熔点很高,铋的熔点较低,把这两种材料融在一起非常难。简单的高温加热完全无法制备低维材料。研究人员首次利用氯化铋、铋和氢气化学反应成功制备碲化铋纳米带,在世界上首次实现外尔半金属材料结构的制备。修发贤介绍,除了发现新的化学制备方法之外,在实验过程中纳米样品的生长条件也非常苛刻,包括温度、气体流量、催化剂的综合控制。

经过一年多的反复试验,纳米结构终于长出来了。

从“0”到“1”制备出了高质量碲化铋样品后,修发贤团队还不满足,决意进一步观察材料特性。

研究人员发现,碲化铋表面态具有近乎完美的超高电导率,其导电性高于金属铜薄膜百倍,高于石墨烯十倍,这也是目前二维体系中已知的最高电导率,在电力传输和低功耗器件

方面具有应用价值。

犹如镀金的瓷碗

一般来说,增加导体导电性无非两种办法,一是增多电子数量,二是让电子跑得快些,然而这两者很难同时实现。增加电子的情况下,电子会发生偏离导电方向的散射,其中一些散射是大角度的,使电子的运动与导电方向南辕北辙。如果电子要跑得快,必须让电子的迁移率比较高。

“在外尔半金属碲化铋纳米带的表面,不可思议的事情发生了。”研究人员发现,虽然外尔半金属碲化铋内部导电性比较普通,但其表面存在一个导电性异常好的通道。在该通道,即使电子增多,也不会发生大角度散射,所有电子沿同一个方向运动,提高电子传输效率。利用这种特殊的电子结构,可以在提高电子数量的同时,降低电子散射,从而实现优异的导电特性,这在降低电子器件能耗等方面有潜在应用。

修发贤介绍,碲化铋纳米带的超高电导率归功于其表面与众不同的电子结构——具有拓扑保护的表面态(费米弧)。“拓扑保护的表面态就像是家里用的瓷碗外面镀了一层金,瓷碗本身不导电,但表面的这层金膜导电。如果存在拓扑保护,这层金膜被磨掉之后,下面就会自动再出现一层金膜,重新形成导电层。”专家表示,与常规的量子现象不同,费米弧这一特性即使在室温仍然有效。费米弧的这些特性无疑提高了材料的电导率。

相关论文信息: DOI: <https://doi.org/10.1038/s41563-019-0320-9>

果实颜色为何如此多娇

本报讯 果实颜色为何如此丰富多变?为何有些颜色的果实驻守家园、开枝散叶,有的却远赴他乡、开拓新城?果实颜色与海拔、纬度和多样化速率存在何种关联?中科院昆明植物所的研究人员在果实颜色生态功能分化机制研究方面取得重要进展。相关成果日前发表于《全球生态和生物地理学》。

果实是被子植物为繁衍自己与食果者互惠共赢的公平手段,也推动了人类文明从渔猎走向农耕。对果实多样性开展研究,特别是明晰果实颜色为何如此丰富多变,一直是植物学和生态学领域关注的热点。

中科院昆明植物所与美国亚利桑那大学、得克萨斯植物研究所等机构合作,对环太平洋分布的单系类群杜鹃花科白珠树属的280余种果实颜色类型进行了研究。研究人员解析了该族果实颜色类型、历史扩散频次、地理分布(海拔和纬度)、物种分化速率四



白珠树属植物果实颜色的多样性 中科院昆明植物所供图

者之间的关系,并量化了这四个变量相互之间的影响比例。

研究发现,不同果实颜色与历史扩散频次、地理分布、物种分化速率有不同程度的显著相关性。具有红色果实的谱系多分布在高纬度和低海拔地区,其物种数量少,物种分化速率较低,但历史扩散频次较高,更容易进行远距离传播;而具有蓝紫色果实的谱系,多分布在低纬度和高海拔地区,其历史扩散频率较低,但物种数量多,物种分化速率较高,更趋向于在低纬度特别是热带山地就地物种分化。

该研究首次在一个单系类群中揭示了果实颜色的演化规律和生态功能分化,同时为物种循环这种大尺度地理分布格局的形成方式找到了关键证据。(宗华)

相关论文信息: <https://doi.org/10.1111/geb.12900>

环节动物门原始远祖“现身”

本报讯(记者张行勇)多毛类是环节动物门中最原始的类型。人们一直好奇,它们最古老的祖先会是什么样子呢?尽管分子钟研究推测多毛类起源于6.35亿至5.41亿年前的埃迪卡拉纪,但由于多毛类身体缺乏坚硬骨骼,因此其化石记录常以其钙质栖管形式保留,而以软体形式保存动物完整形态的化石产地屈指可数。西北大学早期生命研究团队研究员韩健等人与英国剑桥大学合作,发现寒武纪早期具骨片的多毛类。3月20日,相关研究在线发表于《科学报告》。

在地球上三个躯体分节的动物门类——脊索动物、节肢动物和环节动物门中,环节动物门是分节较为简单、原始的门类。该门类主要包括体节众多、多毛类(如沙蚕)和刚毛稀少甚至完全退化的寡毛类及蛭类。寡毛类/蛭类多生活在陆地或淡水,而更为原始的多毛类则主要生活于海洋。现代海洋中的



云南澄江动物群中的环节动物多毛类古扇虫复原图 杨定华绘

沙蚕具有成对细长的疣足和束状刚毛,疣足内部具有支撑其运动的足刺。

以往报道的寒武纪疑化石曾被认为可能与环节动物相关,但目前绝大多数学者依据其体表的骨片结构特征认为这两种祖先类型应该与软体动物门更为接近。

韩健团队在澄江生物群中发现了两个已知最古老多毛类新属种,包括古扇虫和中华刚毛虫。它们最为显著的特征包括完整的分节躯干和疣足以及从疣足伸出的成束刚毛。最奇特的是,古扇虫的躯干表面还具有分节排列的小刺以及小刺之下的两行骨片结构。而这些骨片结构则常见于现代软体动物门和原始的触手担轮动物的体表。研究人员认为,古扇虫应该是目前已知多毛类化石中保存最为原始特征的环节动物,对于探索环节动物起源具有独特意义。

相关论文信息: DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-019-40841-x>

中国科学院等五机构联合探索科普新模式

“DOU 知计划”来了!



院士专家开启“DOU 知计划”

本报讯(记者甘晓、赵广立)3月21日,中国科学院科学传播局、中国科协科普部、中国科学院科学传播局、中国科技馆、字节跳动公司等五家机构在北京举行仪式,联合发起名为“DOU 知计划”的全民短视频科普行动。

据了解,该计划一期行动包括,成立一个科普顾问团,发起一次短视频科普知识大赛和推出一项知识问答行动。计划将通过“DOU 知短视频科普知识大赛”将“抖音科普专家顾问团”拓展至百人规模,覆盖主要的科学领域。

中国科学院院士匡廷云在致辞中表示,科技工作者肩负提升国民科学素质的重任。“当今,依靠互联网的新媒体传播已逐渐成为主流,我们科技工作者应该顺势而为,尽快融入到这样的传播方式中去。”她表示。

“DOU 知计划”将根据第一阶段的推行效果,制定后续行动方案。对于短视频科普的前景,中国科学院社长、总编辑赵彦认为,科学传播最重要的目标是弘扬科学精神。“科学传播要创新方式方法,要接地气,要有新玩意,而新技术的引入让科学传播工作产生了前所未有的深度和震撼力。”他表示,希望“DOU 知计划”发现、选拔出更多抖音科普“网红”,推动科普短视频走向全民时代。

科普类作者和内容已成为抖音内容生态的重要组成部分,抖音方面数据显示,“DOU 知计划”启动前,抖音平台活跃的科普短视频作者已超过两万名。截至2019年2月,抖音平台科普内容累计播放量已超过3500亿。中科院旗下“中科院之声”“中科院物理所”“中国科普博览”3个抖音官方账号累计粉丝数已突破278万。

中科院科学传播局副局长刘剑在致辞中介绍,中科院有世界顶尖的科学家和很多动人

的科学故事,等待用现代传播的新技术把它们传播出去。希望各类新媒体走进中科院,制作更多精良产品,传播科学文化。

科普顾问团首批成员包括中国工程院院士钱七虎、中国科学院院士匡廷云等13位两院院士,以及中国科学院古脊椎动物与古人类研究所所长、研究员邓涛等26位知名学者/科普创作者。顾问团将为科普内容把关,提升科普内容的准确性和权威性。

作为科普顾问团成员之一,中国科学院院士金涌在接受采访时表示,科普工作应遵循科学性、科普性和趣味性三条原则。“在此次活动中,院士专家的参与能保证内容的科学性,希望参与活动的科学家用最简单的语言把自己的工作介绍给普通人,而用短视频的手段则能保证内容的趣味性,让更多的人喜欢上科学。”

同时,为号召更多短视频作者加入科普行列,“DOU 知短视频科普知识大赛”将启动,拍摄短视频参与抖音“人人DOU是科学家”主题挑战即可参赛。参赛视频将涵盖科学知识、科学实验、科学考察、科研成果等方面,科普顾问团作为大赛评委,对参赛内容进行评选,比赛持续至今年年中。目前,中国科学院下属12家研究所,“C9联盟高校”中8所高校,以及天津大学的理工科学生均以团队形式报名参赛。此外,针对科学知识信息含量高、专业度高的特性,推出“抖音知识问答行动”,即为优质科普内容创作者开通5分钟短视频权限。

抖音总裁张楠介绍,作为“DOU 知计划”的平台参与方,抖音将促进精通科学知识的科学家与熟悉抖音视频玩法的专业团队共同产出内容,实现优质内容与趣味表达形式的结合,让有用的科学知识更有趣,让有意思的形式更有内涵。