

近日,美国罗切斯特大学兰加·迪亚斯研究团队宣布研发出一种在室温和相对较低压力条件下表现出超导性的材料。有学者称,这可能是超导历史上的最大突破,但也有不少学者对此持观望态度,甚至遭到了一些科学家的质疑。尽管室温超导是材料学界长期追求的“圣杯”,但由于该研究团队的撤稿“前科”,这一成果能否得到认可,还有待科学验证。

材料学界的“圣杯”

近日,美国罗切斯特大学科学家兰加·迪亚斯领衔的团队声称,该团队研发的由氢、氮、镱三种元素组成的三元超导材料,在大约1GPa(相当于约1万个大气压)下可以实现约294K(约21℃)的室温超导电性。迪亚斯本人称,该项研究将是一项重塑21世纪的革命性技术。

超导体是指在特定温度下可实现电阻为零的导体,是一种比常规导体更为优越的无损耗导电材料。电流流经超导体,既不会发热,也不会出现压降,因此电流可以无衰减地在超导体中流动。

刊发研究报告的英国《自然》杂志8日评论说,尽管超导性听起来很有前途,但这种状态目前只能在低温或非常高的压力下实现,而这两种情况都不适合许多应用场景,也大大限制了它们的大规模应用。

长期以来,寻找一种可以在环境条件下超导的材料一直是材料学研究的焦点。但自从1911年发现超导电性以来,科学界一直未能破解室温超导性的密码。因此,迪亚斯团队宣布发现的近常压的室温超导体才如此引发关注。

迪亚斯研究团队发现的室温超导材料是由氢、氮和镱组成,可在约20.6摄氏度的温度和1GPa(相当于约1万个大气压)的压力下表现出超导电性。

比起之前科学家发现的超导材料,这一全新的超导化合物已经有了“一跃千里”的进步。此前材料的超导电性往往需要在零下百余摄氏度的低温,或200GPa左右压力条件下才能显现。与近年来不少超导科学家寻找新材料的手法类似,迪亚斯采用人工智能技术,对相关材料结构进行计算与筛选,从中选定了这一化合物。

研究论文也指出,还需要进一步的实验和模拟来确定氢和氮的确切化学计量及其各自的原子位置,以进一步了解该材料的超导状态。

不过,这项研究遭到了一些科学家的质疑。3月10日下午,在中国科学院物理研究所举行的一场名为“1GPa压力下的室温超导现象的解读会”上,中国科学院物理研究所研究员孙力玲称,从实验的角度,对迪亚斯团队实验结果的部分细节存在一些疑问。

超导材料应用具有广泛前景

“在我们日益电气化的世界中,如果拥有在室温和环境压力下能够以零电阻导电的材料,那么这种材料的影响将是惊人的——想象一下,将电力传输数千公里而基本上没有损失。”《自然》杂志说。

研究人员表示,这种超导材料的研发预示着室温超导体及应用技术的曙光到来。这将使超导电子消费产品、能量传输以及磁约束聚变

「室温超导」是必拿诺奖的「历史性突破」?

该团队曾有被《自然》杂志撤稿「前科」,实验能被重复验证至关重要



迪亚斯(左)和同事在高级光谱实验室中调整激光阵列。
图片来源:罗斯切特大学

的改进等成为现实。

很明显,如果电线都采用超导体,那就不会存在能量衰减,超导体的意义显而易见。现阶段使用的高压输电技术,其实就是提高输电线的电压,来尽可能降低能量损耗。如果使用了超电线,将完全不存在这个问题,彻底改写整个行业,比如可以直接以市电电压传输电力,完全不需要变电站。

超导材料不仅在临界温度下具有零电阻特性,而且在一定的条件下还具备完全抗磁性和宏观量子效应等常规导体所不具备的特性,这些性质使超导体能够实现大电流传输,获得强磁场、实现磁悬浮、检测微弱磁场信号等多种应用。因此,其被广泛应用于电子通信、电力能源、交通运输、国防军事、医疗器械等诸多领域。

事实上,超导体在日常生活中已经有了应用,医院的核磁共振设备便采用了超导体,这就涉及了超导体的另一重大应用方向,即产生大磁场。然而,电流传输过程中由电阻导致产生的焦耳热会损耗相当一部分电能,由此超导体的意义就变得显而易见了。

团队“前科”让人存疑

尽管研究成果轰动科学界,但目前很多人仍对这个结果持观望态度。一方面是因为重复实验结果还没出来,另一方面则是迪亚斯团队的“前科”。

迪亚斯在2020年曾发表类似论文称,在260万个大气压下,成功创造出了临界温度约为15℃的室温超导材料,但这篇论文后来被《自然》杂志撤稿。

对此,迪亚斯近日在对媒体的回信中表示,“首先,这项工作在我们的罗切斯特大学实验室和其他实验室都重复了好几次,并有第三方观察和独立的工作验证;其次,我们的论文已经经过了同行审议,并符合该出版物的严格标准;最后,我们还重新提交了2020年的论文供《自然》杂志再次审议,因为《自然》杂志编辑当时提出的问题对实验数据的质量或我们得出的结论没有影响。我们也对2020年当时工作和实验的质量充满信心。”

但他同时也承认,要将其团队室温超导新材料的发现应用到任何规模的现实世界中,还需要几年的艰苦工作。

《自然》杂志此次的评论指出,迪亚斯研究团队的“这些测量都是一致且全面的。然而,研究作者的发现毫无疑问会引发争议,因为同一团队的研究人员此前关于室温超导性的研究报告被撤回”。评论强调:“对材料、其特性和制造过程的独立测量将有助于消除对研究结果的任

何疑虑。”

迪亚斯曾经两次声称在超导领域实现了远超同行的跨越式突破,但都没有得到其他研究团队重复验证。此前,迪亚斯首先宣称自己在高压下合成了金属氢,相关文章发表在美国《科学》杂志上,但其他研究组未能重复验证,而他本人后来宣称,由于保存不当,保存金属氢的装置压力泄漏,最终金属氢因为压力不足汽化消失了。后来,迪亚斯也没有再合成金属氢。由此,金属氢成了一桩“悬案”。

此后,2020年秋季,迪亚斯团队的研究再次引发轰动,他们在《自然》杂志论文中报告了一种含碳、硫、氢的化合物在约15摄氏度下表现出超导电性。但后续多个研究组试图重复该实验未果,并由于迪亚斯未披露原始数据,多人认为其在磁化率的数据处理中使用了错误的方法,得到了并不能算正确的结论。2022年9月,《自然》杂志编辑部因这一论文实验数据遭质疑等原因撤掉了这篇论文。

不过,由于此次研究所需的压强在实验室条件下相对容易实现,其他研究团队重复验证这一成果的门槛并不高。如果新实验的结果能被其他研究团队复制,那这一成果就可能是“革命性”的,将有望冲击诺贝尔奖,而如果多个实验室都无法复现,那大概率又是一颗“空卫星”。毕竟,任何科学研究都必须能够经得起验证。

同行重复实验是关键

中国科学院物理研究所3月10日举行的“1GPa压力下的室温超导现象的解读会”上,研究员孙力玲从实验的角度对迪亚斯团队实验结果

的部分细节存在一些疑问。

例如,在另一轮电阻测量结果中,有一样品没有达到零电阻,作者解释该结果是由于测量仪器漂移,采用函数拟合再减去220k以下的背景,得到零电阻。“一般而言,仪器漂移是很少见的,我在实验中暂时没有见过。”孙力玲说。

就在大众议论纷纷,甚至超导概念股大涨之际,全球物理学同行们已开始着手重复迪亚斯的实验,其中包括国内的一些实验室。在自然科学领域,“可重复性”对于验证科学发现的真伪至关重要。

然而,重复迪亚斯的实验并非易事。按照其发表的论文,整个实验分为两步:第一步,先合成出样品;第二步,加压测试样品的性质。不过在合成样品阶段,很多关键细节并不清晰。

可能是吸取了2020年撤稿的教训,这次迪亚斯拿出了比较多的实验证据来支持结论,除了零电阻和抗磁性的测量结果,甚至还给出了比热和拉曼光谱的实验结果。

中国科学院物理研究所研究员、科普作家罗会仟认为,重复实验最大困难在于获得镱-氮-氢三元化合物。众所周知,元素越轻,操作难度越大。迪亚斯以申请专利为由,并没有透露材料合成的细节,这就为同行重复实验带来了挑战。

“在合成材料的过程中,需要怎样的压力和温度条件,以及具体的原料组成还需要与验证的实验小组各自摸索。”罗会仟说,每个实验室都会有一些材料合成的“不传之秘”,而一旦材料制备出来,其他的验证相对容易,“个人估计,可能需要几周或者一两个月的时间,就会有实验室完成对这项工作的验证”。

如果同行无法获得镱-氮-氢三元化合物,或无法重复实验结果,是否意味着这位原本就争议缠身的学者又一次制造乌龙?

“实验无法重复的情况在科学界并不少见,但一般只有特别重要的实验,才会让很多同行都去重复。”罗会仟说,实验无法重复的原因有很多,有可能实验本身存在没有意识到问题;有可能因为测量手段有误;也可能是用了错误的理论模型去解释实验数据……“最糟糕的一种情况,才是实验者故意造假”。

事实上,任何一项新的科学发现都不可能诞生之初就完美无缺,科学本身就是是在质疑中不断发展前行。

就在这两天,已有研究小组尝试在镱-氢化合物上观测超导电性,但这种材料并未有特别表现。然而,加入氮元素之后,真的会让材料的超导电性有颠覆性的转变吗?大家拭目以待。

据新华社、中新社、北京日报等

发现室温超导新材料物理学家 本人回应

罗切斯特大学机械工程系和物理与天文系助理教授兰加·迪亚斯:

“这种新的室温超导材料将改变整个超导行业……我们认为这将是一项重塑21世纪的革命性技术。”

超导有哪些应用场景?

- 超导输电可以节约目前高压交流输电技术中15%左右的损耗,超导变压器、发电机、电动机、限流器以及储能系统可以实现高效的电网和电机
- 利用超导线圈制作的超导磁体具有体积小、磁场高、均匀性好、耗能低等优势,是高分辨核磁共振成像、基础科学研究、人工可控核聚变等关键技术核心
- 磁悬浮列车利用了超导体特性:列车和轨道上分别装备有超导磁体,当存在外磁场时,由于完全抗磁性,超导体内部会产生一个相反的磁场,由此产生的斥力可以使沉重的列车悬浮在空中