

4月30日,荣获2025年度中国青年五四奖章的南京大学物理学院教授杜灵杰刚从北京回到南京,就一头扎进他在南京大学鼓楼校区唐仲英楼的量子极端测量实验室。去年3月,他和团队在人类历史上第一次为引力子“画像”,那篇发表在国际权威学术期刊《自然》上的论文,就在这里诞生。

杜灵杰:首次为引力子“画像”的科学家

1

从零起步 自主搭建实验设备

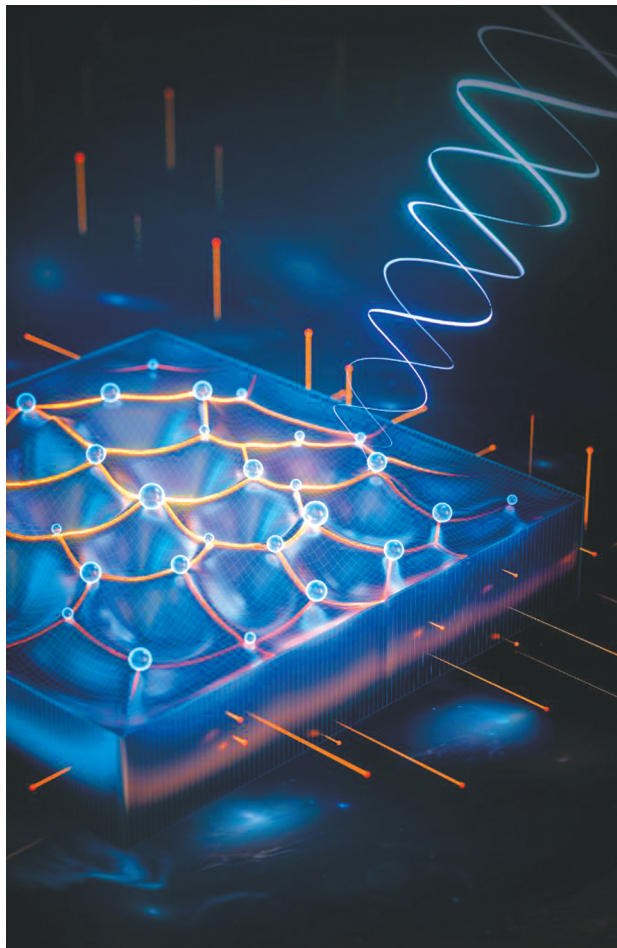
爱因斯坦曾基于广义相对论提出,剧烈的天体活动会带动周围的时空产生波动,也就是引力波。近年来,随着引力波被多座国际大科学装置探测证实,这一概念已为大众熟知。引力子源于广义相对论与量子力学的交叉领域,不少理论物理学者认为,如果引力子确实存在,意味着广义相对论和量子力学能够被统一,人类文明将翻开新的一页。

杜灵杰研究的,就是凝聚态系统中的“分数量子霍尔引力子”。“我们生活中的固体、液体,都属于凝聚态。理论推测,‘分数量子霍尔液体’这种凝聚态物质中,引力子可能以准粒子的形式涌现。”杜灵杰说,“这种‘分数量子霍尔引力子’表现为集体模式激发,也称为‘引力子模’或引力子激发,就像宁静的湖面上突然激起不可胜数的涟漪。”

引力波探测器动辄数公里长,研究的是黑洞合并等宏观事件。相比之下,杜灵杰用来寻找“分数量子霍尔引力子”的实验装置只有两层楼高,而且研究的是逼近绝对零度的微观世界,正如古语所言,致广大而尽精微。

在海外留学期间,杜灵杰的研究方向并不是引力子。2019年上半年,他意外观察到一种全新的光学集体激发。理论物理学界认为,这可能就是他们一直在寻找的“分数量子霍尔引力子”。但测量方案要求,实验温度不能高于零下273.1℃。换言之,仪器设备与绝对零度的温差,必须控制在0.05℃以内。

彼时,杜灵杰已经确定回母校南大任教,告别国外的合作者,也告别国外完善的实验环境。回国后的杜灵杰,面对的是一张白纸,他必须从零起步,自主搭建实验设备。



实验过程艺术想象图 图据新华社客户端



杜灵杰教授(左)在指导学生。图据新华每日电讯



杜灵杰教授(左二)和学生讨论实验工作。图据新华社客户端

2

攻坚三年 获得重大科学发现

获取实验必需的液氮殊为不易,杜灵杰被迫改变技术路线;南方潮湿的环境会折损激光效果,他和团队只能反复调试……转眼就是三年。

冲刺的时候到了。“2022年12月17日,我把自己关在房间里,回顾了所有实验数据,当天下午,我找到了那个最有可能是引力子激发的微弱信号。”根据这个信号,杜灵杰和团队最终如愿测量到自旋为2的引力子激发。“大家很兴奋,很快把论文投给了《自然》。”

面对如此重大的科学发现,审稿专家谨慎地提出,需要更具决定性的实验证据。杜灵杰回忆,2023年7月,在西班牙圣塞巴斯蒂安举行的一场国际会议上,曾有权威物理学者问他:引力子激发的自旋为2,那是不是所有自旋为2的激发,都是这种引力子呢?

就好比黑夜里的一瞬亮光,凭什么说那有一个人擦亮了火柴,也许是一只萤火虫。

物理学界的谨慎有其原因,当时国外曝光了多起所谓“科学大发现”,均被迅速证伪。

夏日的圣塞巴斯蒂安号称拥有“欧洲最美沙滩”,但杜灵杰毫无心情欣赏。“只感觉眼前都是乌云。”他闭关想了很久,“越是重大成果,越要无懈可击,作为科研人员,我们必须正视问题,实事求是,小心求证。”

但要获得决定性的证据,就得设计新实验,以测得动量更小的激发。

3

国际认可 团队平均年龄仅25岁

正当杜灵杰为又要升级设备犯愁时,他忽然发现,与国外同仁的液氮路线相比,回国后自主搭建的设备,恰好规避了液氮的短板,稍加改进就能解决问题。

“很多看似‘无心插柳’的突破,本质上源于‘从0到1’的原始创新。”他感慨道。

2024年1月,杜灵杰再度受邀参加低温物理国际会议。这次,他展示了在砷化镓量子阱中观察到的新证据,从自旋、动量、能量三个角度,充分回应了此前的质疑。

听到台下的掌声,杜灵杰明白,这幅为引力子所作的“画像”,已得到与会专家的普遍认可。这一成果在《自然》发表后,还入选了2024年度“中国科学十大进展”和“两院院士评选2024年中国十大科技进展新闻”。

目前,在量子极端测量实验室,这支平均年龄只有25岁的青年师生团队正向着一种新的量子物态发起攻坚,如果成功,将为实现拓扑量子计算扫除关键障碍。

回顾自己的科研历程,杜灵杰说:“当初选择出国,就是为了有朝一日回国效力。现在我们应当瞄准最前沿、引领新方向,努力拿出新成果,拓展认知边界、推动学科突破。”

据新华社