

THE NOBEL PRIZE  
IN PHYSICS 2025

致敬量子力学百年,诺贝尔物理学奖授予超导量子计算

## 在宏观世界捕捉到“量子穿墙”

2025年,是海森堡与波恩、约当建立量子力学100周年。

北京时间7日傍晚,2025年诺贝尔物理学奖揭晓。约翰·克拉克、米歇尔·H·德沃雷、约翰·M·马蒂斯因“发现宏观量子力学隧穿和电路中的能量量子化”而获奖。

显然,今年的诺贝尔物理学奖,是对量子力学百年的重要致敬。在知晓自己斩获诺奖后,克拉克非常震惊,他说,量子领域有大量的发现等着去发掘,有很多办法可以做出很好的发现。

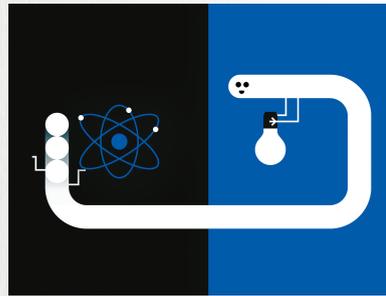


约翰·克拉克

米歇尔·H·德沃雷

约翰·M·马蒂斯

成果示意图



图片来源 诺奖官网

## 实现里程碑式突破

今年,中科大上海研究院维尔切克量子中心副主任施郁教授在其公众号“物理文化与施郁世界”中预测时,就直言“超导电路的量子力学”领域极有可能获奖——果真不然!施教授说,这个领域发展的最初驱动是为了得到宏观可区分态的量子相干,拓展量子力学适用范围,寻找量子力学的边界。

克拉克、德沃雷和马蒂斯三位科学家正是在“如何让宏观系统展示量子特性”这一核心问题上实现了里程碑式的突破。他们的研究基于超导约瑟夫森结,使超导电子对(库珀对)能够以量子隧穿的形式穿过势垒,从而形成量子相位变量。

通过精密设计与极低温实验,他们首次在宏观超导电路中直接观测到了“宏观量子隧穿”和“能级量子化”。

“宏观量子隧穿”,这属于经典的“每个字都认识,连在一起看

懂”。中国科学院上海微系统与信息技术研究所副所长、上海市超导集成电路技术重点实验室主任尤立星打了个比方:崂山道士。

“我们都知道,人面对一堵墙,不可能穿墙而过;但在量子世界中,粒子却能有特定概率做到这一点,这就是‘量子隧穿’。三位科学家通过实验首次展示,在人造的宏观超导体系中能够观察到‘量子隧穿’效应,这就是被称为‘宏观量子隧穿’的原因。”尤立星解释。

至于“能量量子化”,专家表示,可以理解为超导电路体系的能量不是连续变化的,而是分成一个个“台阶”,只能按特定的份额吸收或释放能量。不同能级之间的量子隧穿,就构成了量子计算的基础。

## 开创引领科研思路

尤立星还担任国家超导标准化技术委员会副主任委员,主要开展超导电子技术研究。他告诉记者,从三位科学家的工作出发,量

子力学从实验室的微观观测走向了可控、可扩展的宏观超导量子电路,推动了包括量子计算、量子传感等整个量子科技产业的发展。

“时间回到上世纪80年代中期。三位科学家搭建的电路由两块超导体组成,中间夹着一层极薄的绝缘层,这种结构被称为约瑟夫森结。”专家介绍。在超导体中,电子成对“结伴而行”,形成所谓的库珀对,这些电子共同流动,没有阻力——于是,在宏观约瑟夫森结体系中,观测到无数库珀对的集体隧道效应,展示了量子世界的特性。

克拉克等人向电路中输入微弱电流,并测量电压变化。在没有量子效应时,电压应当始终为零,然而他们发现,电压会突然跳动,好像系统“穿过了”一个无形的能量屏障;更绝的是,能量不是流动,而是“跳跃”。

这项实验震撼了整个物理界——长期以来,人们认为量子现象只存在于微观层面,而宏观世界

会因环境扰动而“去量子化”。

记者了解到,后来,约翰·M·马蒂斯将具有量子化能级的超导电路,用作信息单元,也就是量子比特。在量子计算机中,一个比特既能是“0”,也能是“1”,还能同时处于“0与1”的叠加态——这正是克拉克、德沃雷与马蒂斯早年实验所揭示的物理特性。如今,全球领先的量子计算研究都直接受益于他们开创的思路。

## 量子技术规模运用

值得一提的是,约翰·克拉克、米歇尔·H·德沃雷曾经与东京大学先端科学技术研究中心教授、日本理化学研究所量子计算中心主任中村泰信共同获得2021年度“墨子量子奖”,获奖理由是表彰他们作为领军人物开创了超导量子电路和量子比特中一系列早期关键技术。

“现在,量子技术已经大规模运用了——即使它们没有以量子

之名出现。”尤立星说,“计算机微芯片中的晶体管、激光器等都是环绕在我们身边、已成熟应用的量子技术。不过,老百姓看到的所谓和‘民生’挂钩的‘量子’产品,基本上属于炒作。量子信息技术真正规模运用于面向普通大众的应用还需要时间,还需要量子科学家们持续努力。”

其实,当尤立星得知今年诺奖物理学奖颁发给量子科技领域,他是有些意外的——毕竟,2022年诺贝尔物理学奖才授予在量子纠缠实验和量子信息科学中作出奠基性工作的三位科学家,“或许,这说明量子技术的重要性,以及大家对量子工程时代的礼赞吧!”

正如数位科研人员所感慨的那样,从验证一个曾被视作悖论的设计,到开辟一个全新的量子工程领域,今年诺贝尔物理学奖标志着一个重要的转折:量子力学已不再只是“微观的魔法”!

本报记者 郗阳

本报讯(记者孙云)

日前,在五角场百联又一城,一场“知书尚礼,童蒙养正”开笔礼活动吸引了周边的许多萌娃来参加,在“沃盥礼”“正衣冠”“诵经典”“朱砂启智”“书写人字”等5个仪式中,孩子们领略传统文化的魅力,特别是小学和初中新生更是感受到了迈入求学新阶段的仪式感。活动现场,百联又一城还发布了“米米嘟”田趣IP,通过与五角场街道的“梦想小院”打造计划联手,这一IP将结合“蓝天梦想小院—云顶耕读社”项目,为城市儿童打造一个集文化体验、亲子互动与农耕教育于一体的“梦想小院”,让孩子们在都市中也能感知农耕文明,体验“汗滴禾下土”的艰辛。

为使开笔礼文化体验更加深入,活动现场设置了《尚礼乐学通关文书》和“田趣童梦”打卡游园会两大互动板块。孩子们手持《通关文书》,化身“小小考古家”“小小设计师”“小小工匠师”等,穿梭于商场内由品牌商户组

游园打卡悟文化  
萌娃开笔承古韵

成的10个特色点位,通过探索非遗皮影戏、DIY原木灯笼、猜灯谜、方言挑战、AI古风拍照等趣味任务集章打卡,将传统文化学习巧妙地转化为一场充满挑战与惊喜的探索之旅。

在广场上的游园会区域,植物拓印、蔬菜认知、纸杯农庄、动物亲密接触等十余个互动游戏摊位人气爆棚。孩子们在动手实践中感受自然之美,理解农耕文化的乐趣所在。除此之外,现场还设置了亲子家庭服务摊位,有儿童口腔义检、家庭教育指导、非遗文化展示、剪纸互动体验。

本次活动是五角场街道深化“五区联动”,促进商社、校社、家社资源融合的一次成功实践,不仅有多所区域内小学协办,更链接了周边高校青年志愿者与社区商户资源,形成了“文化启蒙+农耕认知+社区互动+营商发展”的闭环生态。百联又一城品牌摊位的“追光号”公益服务,更是将便民服务与生活美学融入其中,切实提升了社区居民的幸福感和归属感。

旋转跳跃拼实力  
舞者翩跹展魅力

近日,上海湾区杯长三角体育舞蹈邀请赛在金山体育馆火热开赛,来自长三角地区的20多支队伍、近500名舞者同台竞技。赛事涵盖标准舞、拉丁舞两大类,以单人、双人、集体方式进行比拼。现场,选手们身着华丽舞服,随音乐起舞。华尔兹的优雅、探戈的顿挫尽显功底;恰恰的灵动、桑巴的热情点燃氛围,每一个旋转与跳跃都赢得阵阵掌声,展现了体育舞蹈的多元魅力。

本报记者 陶磊 摄影报道

## 黄浦江畔持续传播奥林匹克精神

2024年巴黎奥运会火炬移交乒博馆珍藏

本报讯(记者 张炯强)昨天,国际乒联主席、国际奥林匹克委员会委员佩特拉·索林一行赴国际乒联博物馆和中国乒乓球博物馆(以下简称“乒博馆”)参观交流。访问期间,索林将象征奥林匹克精神的2024年巴黎奥运会火炬正式移交乒博馆,奥运火炬成为乒博馆的珍藏,未来将在此面向公众,持续传播奥林匹克精神。

索林在仪式上表示:“2014年,作为国际乒联副主席,我曾参与过乒博馆迁址上海的筹建工作。巴黎奥运会火炬落户于此,与馆内众多珍贵的乒乓历史展品相伴,期待它能激励更多人热爱乒乓球运动,传承体育精神。”上海体育大学中国乒乓球学院院长、乒博馆馆长施之皓向索林主席赠送具有中国特色的《百福图》,祝贺国际乒联即将到来

的成立100周年纪念日。

索林于2021年11月当选为国际乒联历史上首位女性主席,并于2023年10月成为国际乒联首位担任国际奥林匹克委员会委员的主席。在国际乒联、国家体育总局、中国乒协和上海市的大力支持下,2014年,各方签约决定将国际乒联博物馆搬迁至上海,2018年,乒博馆在浦江之畔落成并开放运行。