

科技大讲堂

今年1月8日,国家科学技术奖励大会在北京隆重举行。大家注意到,评选出的唯一一项国家自然科学最高奖一等奖,是由清华大学薛其坤院士领衔完成的“量子反常霍尔效应的实验发现”。

何以获得如此高奖?原因就在于,在凝聚态物理领域,量子霍尔效应是极为重要的研究方向。而量子反常霍尔效应,不依赖于强磁场,由材料本身的自发磁化产生,零磁场中就可实现量子霍尔态,很容易应用到日常

电子器件中。1988年以来,不断有物理学家提出各种方案,却在实验上没有进展。2013年,薛其坤院士的团队从实验上首次观测到量子反常霍尔效应,并在当年美国《科学》杂志上发表了这一最新研究成果。

可以说,量子是研究微观粒子世界十分重要的物理概念。大家可能会认为,量子与分子、原子、中子、电子一样,也是组成物质的基本粒子。但实际又会怎样?那就看看专家怎么说。

量子:“黑马”出世超凡脱俗

■高东广

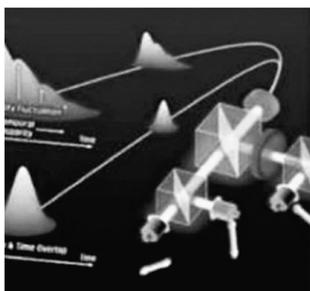
微观世界里的“黑马”

量子,又称能量子。顾名思义,就是能量的最小单位。量子由何而来呢?这个重要的现代物理概念,是1900年由德国物理学家普朗克提出的。普朗克在研究黑体中能量发射与接收时遇到了难解之谜:当使用伽利略与牛顿建立的物理体系,也就是假设能量是连续不断传递时,不能解释黑体能量辐射问题。他认为,只有假定能量在发射和吸收时,并非连续不断,而是若干一份一份、存在最小单位时,很多物理现象才能解释得通。

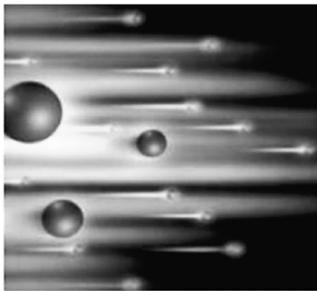
这一假定,在当时物理权威被认为是“一种疯狂”。物理学界有一个“真理”:能量是连续不间断传播的。如同火车沿直线由北京经保定到石家庄,如果有人问,火车从北京行驶到石家庄,却不经保定之间的保定站,那么大家一定会觉得不可思议。水温由80℃上升到100℃,直接跳过90℃,这同样也会让人觉得不可思议。

普朗克的假设动摇了物理学界的“真理”,引发“轰动”。他进一步阐明,能量不可能被无限分割,一定存在于一个最小单位,保持着能量的基本特征。这个最小单位就是能量子,即量子。绝不存在部分或二分之一量子,它只能是整数倍的方式存在。

量子最早的概念,单指最小单位的能量。后来不少物理学家发现,不单能量可以表现出这种不连续的分化性质,其他物理量,如角动量、自旋、电荷等都表现出量子化特征。于是,量子的范围又被扩大到了整个物理体系中,进而构建了量子力学以及量子计算、量子通信等等。



量子、量子传输与量子世界示意图。



制图:高泽慧

量子计算异乎寻常

量子计算,是指按照量子力学规律掌控量子信息单元进行计算的全新计算模式。相比传统计算机,量子计算机从理论上讲,其模型是用量子力学规律重新诠释的计算机的极限计算能力——通用图灵机。从可计算的问题来看,量子计算机只能解决传统计算机所能解决的问题。但是从计算的效率上看,由于量子力学叠加性的存在,目前某些已知的量子算法在处理问题时,

速度要远远高于传统计算机。

普通计算机中的2位寄存器,在某一时间仅能存储4个二进制数(00、01、10、11)中的一个。而量子计算机中的2位量子寄存器,可同时存储这4种状态的叠加状态。随着量子比特数目的增加,对于n个量子比特而言,量子信息可处于2^n种可能状态的叠加,因此展现出远超传统计算机的处理速度而让人刮目相看。

量子计算的概念,最早由物理学界在上世纪80年代初提出。1981年麻省理工学院在一场量子学术活动中,提出量子现象实现计算的设想。1985年,牛津大学科学家们提出量子图灵机的概念,量子计算才开始具备了数学的基

本形式。1994年,贝尔实验室的研究人员认为,相对于传统电子计算机,利用量子计算可在更短时间内,将一个很大的整数分解成质因子的乘积。自此之后,新的量子算法陆续被提出来。而物理学家接下来所面临的重要问题,就是如何去建造一部真正的量子计算机,来执行这些量子算法。

超强的量子计算机

加拿大量子计算公司D-Wave,于2011年5月11日正式发布了全球第一款商用型量子计算机“D-Wave One”。理论上运算速度远超任何超级电子计算机。但严格来说,这还不是一台能用一些量子力学方法解决特殊问题的机器。执行通用任务方面还远不是传统硅处理器的对手,而且编程方面也需要操作者重新学习。2017年1月,这家公司又推出D-Wave 2000Q,他们声称该系统可用于求解最优化、网络安全、机器学习和采样等问题。对于一些基准问题测试,如最优化问题和基于机器学习的采样问题,超过当前普通计算机的算法数千上万倍。

中国科技大学的量子信息重点实验室李传锋教授的研究团队,首次研制出专用量子计算机——非局域量子模拟器,然后模拟了“宇称-时间”世界中的超光速现象。这一实验,展示出非局域量子模拟器在研究量子物理问题中的重要作用。这表明,自然界本质上是遵循量子力学的,只有用遵循量子力学的装置,才能更好地模拟它。这个力学装置就是量子模拟器。目前,量子模拟器研究中,人们更多关注的是它的量子加速能力。通常情况下,一个量子模拟器所操控的量子比特数越多,它的运算能力就越强。

引发军事领域变革

从目前世界主要军事强国研究量子的最新成果看,量子技术不但在国家经济、科技领域里大有可为,而且在军事领域里的用途前景广阔,必将对国家军事战略体系和战略能力产生颠覆性影响。

卫星量子通信因其安全级别极高,并克服了无线电通信的一些缺陷,极大提高了通信稳定性、可靠性。特别是深海水下通信效果更好,能进一步提升潜艇水下通信能力,且不易被察觉。量子通信技术使得指挥和控制能力大大提升。一套完善的天基量子通信系统,将使远距离战场通信能力实现跨越式提升,而其信息被拦截几率几乎为零。

量子通信还有一个超常优势,就是较好地解决了“信息安全问题”。根据量子叠加原理,密钥就是量子的多个分身,一旦被敌方窃听或被测量,其他分身就会随机消失。假如这把钥匙被废掉,那就再寄送一把,直到确保收信方拿到密钥。此时,发出的任何量子信息都是非常安全的,任何人没有密钥就打不开这些信息。这项技术使得通信变得安全而可靠。

总之,量子作为一匹“狂奔而来的黑马”,对以电子技术为基础的信息时代产生了巨大冲击,势将改变未来作战制胜机理。量子技术将大大提升并行计算、通信安全、高精度导航、抗干扰成像等能力,其军事应用极有可能催生全新的战略能力及作战指挥体系。美国把量子技术作为“第三次抵消战略”的重要内容,俄、英、法、日等国把量子技术作为应对新兴领域挑战的尖端技术。很显然,量子技术的研发应用,将是大国博弈的战略前沿。

专家小传:高东广,大校,军事科学院战争研究院研究员、博士生导师,著有军事专著20部,撰写研究报告百余份,发表学术文章百余篇,获得奖项60余个。

让科技创新人才“升值”

■张凤波

难坚持下去并取得成功的。特别是军事核心技术研究,科学家们长年隐姓埋名、抛家舍业,甚至在成果问世的那一天也不能公布自己的名字。广大科技工作者正是怀着这颗忠诚于党的赤子之心,在科研岗位上创造了一个又一个人间奇迹。

对于军队而言,科技是核心战斗力。谁拥有科技优势,谁就能掌握军事主动,赢得制胜先机。相反,谁忽视科技发展,谁就会陷入落后挨打的被动局面。美国作为世界头号军事强国,正是得益于科技而领先世界。把军队全面建成世界一流军队,首先要做到军事科技领先世界。从这个意义上说,人民军队重视科技人才,鼓励科技创新,就是提升打赢能力之策,就是实现强军梦想之基。

尊重人才、尊重知识、尊重劳动、鼓励创新,不能仅仅停留在会议、文件、口头上,而应付诸实践。一是搭好干事平台。把想干事、能干事、干成事的专业人才和军队重点培养的科技人才放在关键岗位、核心岗位,让有梦想、有能力者在科研一线发挥中流砥柱作用,对科技人才尽量做到对口安置,确保人才充分“释放能量”,实现最大价值。二是大胆提拔重用。对工作环境艰苦、危险系数较大、长年不能和家人团聚的特殊岗位科技人才,各级组织要综合他们的忠诚、敬业、技术、奉献等因素,大胆使用、破格提拔,让他们的付出得到应有的回报。三是倾力解决困难。受职业特点影响,科研工作者的身染沉疴,有的家中还有这样那样的实际困难,各级组织要多关心他们的身体健康,多为他们的家庭排忧解难送温暖,最大程度减少他们的后顾之忧。

军队作为国家科研创新队伍里的“先锋队”,在尊重人才、尊重知识、尊重劳动、鼓励创新方面更应走在前列,真正让科技人才“升值”,让有突出贡献者更受尊崇。可以预见,随着国家、军队对科技创新投入的加大和对科研人才的重奖,军事科技工作者必将以更大的决心和干劲投身到国防科研实践,书写新时代的精彩篇章。

超越3D,4D打印来了

■蒋玥 涂小奎

一个普通的背包,可在海水中变成救生艇,在野外露营时变成帐篷;一根普通的排水管道,可根据水流量膨胀或收缩、在破裂时自我修复;一个普通的沙发,可随着就坐客人的高矮胖瘦调整形状……曾经出现在哆啦A梦四维空间袋里的神奇事物,正随着4D打印这一技术的出现与发展,一一成为现实。

从“3”到“4”的突破

当前,3D打印风光无限,咋又出了个4D打印?看上去后者就比前者多一个“1”,其实是多了时间维度。4D打印是在3D打印的技术基础上,通过事先设定好形状记忆纤维的变化,让产品外形随着时间而产生改变。这就意味着,4D打印出来的东西,不再只以固定的形态存在,而是可根据前期设定的时间,在温度、湿度等特定条件下,自动折叠成相应形

状,甚至可制造出传统生产技术无法制作出的外形。同时,在打印过程中可摒弃复杂的机电设备连接和人类员工参与,大幅降低生产制造成本,缩短产品研制周期。不论是从未来科技发展趋势,还是从当前挖掘科技价值的方向来看,4D打印既是一种生产工具的革命,又是一种由生产材料改变而引发未来整个生态结构方式改变的技术,比3D打印更具前瞻性和颠覆性。

从实验到应用的跨越

智能材料的高标准需求、催化材料变形的软件设计,都是4D打印的发展瓶颈。“敏于观察,勤于思考,善于综合,勇于创新”,人类正是靠着这样一种能力,跨越难关,驱动科技进步。

从2013年美国麻省理工学院开展4D打印实验开始,很多国家就着手在军事、医学、生活等领域探索此类技术

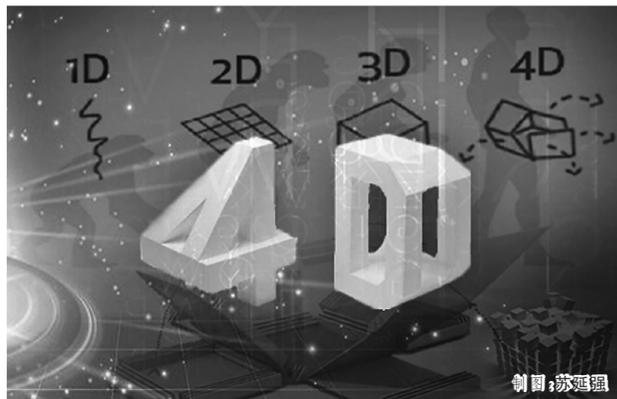
应用。2015年初,第一件镂空4D连衣裙和第一双4D鞋子问世,一定程度上实现了“量体裁衣”。随后,4D打印水凝胶材料研发生成,这种水凝胶预计会在未来城市水网改造、医学器官再造和航天器等方面发挥重要作用。理论虽已成为实物,但4D打印主要应用场景仍在实验室里。

直到2016年,中国首次采用生物可降解材料,成功将4D打印气管支架用于婴儿复杂先天性心脏病合并双侧气管严重狭窄的救治;2017年,美国国家航空航天局制作出用于外太空的先进纤维材料,形成链甲般保护航天器的外层材料;去年,香港科技大学的研究团队成功开发4D打印陶膜技术。诸如这些,标志着4D打印逐渐从实验室成果走向人类的日常生活。

从民用到军用的追求

4D打印技术运行过程中,只需提前设定好程序模型,准备好打印设备和原材料,就能全程依靠计算机进行操作。这样,不仅可有效提高生产的精度、准度和效率,也可在最大程度上节约人力成本,能够在战场抢修、灾难救援或太空环境等恶劣环境中派上大用场。

美陆军首席指挥官也曾表示,美陆军一直在追求防护服的三重需求——既能绝对的保护,又足够的轻盈,不给士兵增加负担或限制动作。利用4D打印这一技术,未来可能开发出轻薄小巧的防弹衣,便于储存和携带,更能提供全面防护。



制图:苏霆强

科技云

科技连着你我他

■本期观察:薛子康 张涛 柏红侠

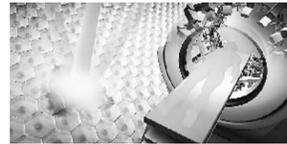
用光祛除伤痛——伤口愈合更便捷



随着科技的进步,光不仅能用来驱走黑暗,还可研制成武器、医疗器械。最近,一项发表在《先进材料技术》杂志上的研究成果表明,科学家把光制成“OLED贴片”,贴在身上能治疗伤口。

科学家研究发现,光的照射可对人体组织修复产生积极影响。为此,使用激光或发光二极管管来提高人体组织修复能力,能够减少疼痛和炎症。利用这一光生物调节技术,研究人员开发出一种巴掌大小、既薄又轻、能均匀发出柔和治疗光的贴片。该贴片只需贴在伤口处,就能祛除伤痛,并通过不断刺激伤口愈合过程中起关键作用的真皮细胞增殖和迁移,帮助伤口愈合。研究人员表示,通过控制发射光的数量,还可扩大贴片的应用范围,治疗皮肤癌、阿尔茨海默症和抑郁症等病症。

用光避开损害——精准杀死癌细胞

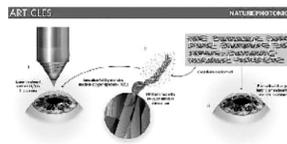


人体长出的恶性肿瘤会危及生命,而自身免疫系统和药物治疗还难以攻破其壁垒。放射治疗副作用较大,基本上是“伤敌一千自损八百”。如果能像“炮弹”一样直接轰杀癌细胞,那么消灭肿瘤将会轻而易举。

据美国每日科学网站报道,美国能源部下属的SLAC国家加速器实验室和斯坦福大学的团队,目前正在研究利用X射线来治疗恶性肿瘤:他们将开发一个X射线快闪投放系统,电子犹如“子弹”,1米长的管状加速器犹如“炮管”,电子的能量随后被转化成X射线就是“炮弹”,设想以极快的速度轰击癌细胞,使器官和其他组织在受到轰击期间来不及移动,这将降低放射线击中并损害肿瘤周围健康组织的可能性,使放疗效果更精准。

这种基于加速器的新技术,有望将放疗持续时间从几分钟缩短到不足一秒钟。这一技术被植入未来的紧凑型医疗设备之后,将帮助患者减轻痛苦,有效预防二次致癌。

用光降低风险——无创永久矫正近视



我们看物体时,物体反射的光线经过角膜,穿过瞳孔,再经过晶状体的折射,穿过玻璃体,最后汇聚到视网膜上。这样,我们就可清晰看到物体了。但对于近视的人而言,来自物体的光线在到达视网膜之前就汇聚在一起了,所以看到的物体是模糊不清的,一个主要的原因就是角膜的曲率变了。目前传统的激光治疗近视的方法,就是将角膜雕刻成“眼镜”,虽能立竿见影且效果持久,但风险较高。无风险治疗近视,越来越被人所期待。

近日,来自哥伦比亚大学的团队,在近视的无创治疗上取得革命性进展。他们采用振荡频率极高的飞秒激光,能量极低,振荡频率却极高,被照射的角膜区域,里面的水分子会电离,产生活性氧簇,活性氧与角膜里面的胶原蛋白发生反应,形成新的化学键或化学交联。这样,巧妙地改变角膜的结构和曲率,而不破坏角膜,以实现真正意义上的无创永久矫正近视患者视力的目的。

新看点