

什说,“关于外部世界我们所了解的大部分知识,其实都来自于光。光的粒子性和波动性虽然在量子理论里弥合,但是,电子、原子和光子一样,展现出的纠缠和叠加等特性,更加令人迷惑。相比经典物理,量子的世界显得更加微妙。”

回顾科学史可见,所有研究者都是站在巨人的肩膀上,不断修正甚至推翻原有理论,才得以实现人类认知边界的不断突破,因此,“科学研究中没有永恒的真理,只有人类对世界不断修正的结论与逐渐深入的认识”。

身边的量子技术

如果说早期量子理论大都受益于对光的研究,那么到上世纪,量子理论则开始反哺光学,推动一系列突破性技术的发明和革新。

20世纪初,人们所作的一些如今看来天真又幼稚的“空想”,如今有许多已成为现实。从最早的晶体管,到后来的激光,都已经得到了广泛而实际的应用。现代生活中人们习以为常的电子计算机、核磁共振扫描仪、GPS里用到的原子钟等等,无一不以量子理论为基础。

而这在1900年量子论诞生的时候,完全无法预料。

所有这些发明当中,尤以激光最为特别。激光的本质是物质的聚变和蒸发、原子的冷却和捕获。激光技术的发展,使得光与介质相互作用的研究进入了一个全新阶段,光的“捕获”“存储”“囚禁”由不可能变为可能。“如果从地球向月球发射一束激光,再从月球反射

如今,第二次量子革命已经拉开序幕,相较于第一次量子革命“只问量子理论能让我们做什么”,人类现在更多要探究“为什么”,并充分发挥主观能动性,利用叠加和纠缠等量子特性,在量子计量、量子通信、量子模拟、量子计算等领域大展身手。

回来,光的相位不会发生变化。”阿罗什举例阐释激光的超稳定性。

激光以其单色性、准直性、高功率、稳定性等独一无二的特性,广泛应用于物理、化学和生物学的基础研究,以及计量、医学、通信等领域,成为很多领域科学家探索世界的工具。

作为20世纪中期一项划时代的成就,1960年激光的发明和在这以后激光技术的发展,让科学家可以通过改变激光的频率,控制激光束的延续时间并使激光束聚焦到一个原子大小的范围。从这以后,实验技术和实验方法有了极大的发展,利用激光可以使原子或离子冷却到接近绝对零度,就是使它们的运动速度减到非常小,直至几乎停止。

著名的玻色爱因斯坦凝聚,就是借助激光,才得以在实验室中产生。借助激光,科学家让时间的度量越来越精确,让引力波的探测成

为现实,还可以囚禁原子,探索量子计算的无限可能。例如,429太赫兹的可视量子钟,可以测量由于高度差异1mm而导致的速率变化,比GPS时间还要精确10万倍;再比如,激光干涉引力波天文台可以探测到13亿光年外两个黑洞的合并产生的引力波。”这是一个杰作,它可以探测到直径小于十亿分之一原子直径的镜子(相距4公里)的相对位移。”阿罗什评价道。

作为单量子系统操纵和腔量子电动力学方面的行家,阿罗什对激光和光子始终保有特殊的感情。利用激光束和超导材料铌,阿罗什对一个微波光子的囚禁时间达到1/10秒,利用一系列里德伯原子作为探测器,穿过腔体和腔场进行耦合,阿罗什实现了非破坏性测量单个光子,即带走被捕获光子的信息,但是又不吸收光子。在和光的合作中,阿罗什做到了半个多世纪前薛定谔认为不可能实现的事情——在实验室中造出“薛定谔的猫”。

“基础科学与技术之间是共生的。”他总结道,伽利略望远镜和惠更斯摆钟的发明使得空间和时间的精确测量成为可能,在此基础上,光的特性被发现。人们对光的新认识,又不断促成更精确设备的发明,基础研究与技术革新之间形成的良性循环,帮助物理学家更高效、更精确地观察、证实或证伪。

下图:卡斯特勒-布罗塞尔实验室成员合影。左三为卡斯特勒,左二为布罗塞尔,左四为阿罗什。

