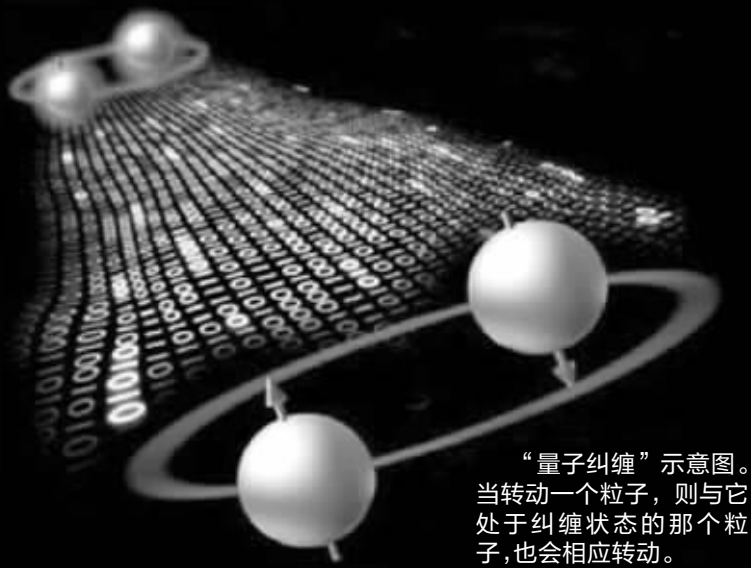


《水知道答案》贴上了“量子”招牌,量子一词随之引起了大众的兴趣。放眼当下,量子这个前沿的词儿,出现的频率并不低,量子计算机、量子漂浮,还有听上去非常魔幻的量子瞬间转移……那么,量子究竟是什么?量子世界又有多么神奇?它离我们真的那么遥远吗?

□本版主笔 快报记者 王凡

# 超时空瞬间转移 是现实还是梦想?



“量子纠缠”示意图。当转动一个粒子,则与它处于纠缠状态的那个粒子,也会相应转动。

## 神奇量子

### 量子传输可以“超时空穿越”?



通过“量子漂浮”的技术,可以使物体漂浮在半空中

先来看看近期一则关于“量子漂浮”的新闻。一直以来,人们都认为只有魔术师才能够操纵漂浮术,今年10月,来自以色列特拉维夫大学的一个研究小组已经发现,通过使用名叫“量子漂浮”的技术,可以使物体漂浮在半空中。一张超薄的蓝宝石晶片在被冷却至零下185摄氏度后,悬浮在一排磁铁上方。研究小组认为,这项突破性技术的发现,可以让科学家有望制造出可漂浮移动的车辆来代替传统的

燃气型机动车。

同样是今年10月份报道,这里说的是量子计算机的新进展。美国科学家研制半导体微型芯片,媒体称量子计算机或成现实,因为这种微型设备将来可用于制造量子计算机所需的量子比特。量子计算机的神奇之处令人称叹。做 $6=2 \times 3$ 这样的简单分解,经典计算机和量子计算机没有区别,但是分解400位数,经典计算机需要10的12次方年,而量子计算机只需要20秒。

再来看看听上去更为玄妙的量子传输。按照常理,信息的传播需要载体,人与人的对话需要通过声音来传播,手机与基站之间需要通过电磁波来传输信号,互联网的信息传递也需要在光缆中传输的光信号。那么,不需要载体的信息传递是否存在?有报道说,量子传输如同科幻小说中描绘的“超时空穿越”,在一个地方神秘消失,不需要任何载体的携带,又在另一个地方瞬间神秘出现。

看到这里,你是不是被量子的“魔力”所折服?量子真的有这么神奇吗?

## 解密量子

### 量子处于“非生非死”叠加态



漫画家笔下的“薛定谔的猫”

在了解量子的神奇以前,我们先要弄清楚量子是什么。

南京大学物理系教授于扬解释,这是相对于宏观世界而言的在微观世界中的一个概念。在经典物理学的理论中能量是连续变化的,可以取任意值。不过19世纪后期,科学家发现很多物理现象无法用这一理论解释。1900年,德国物理学家普朗克提出:像原子作为一切物质的构成单元一样,“量子”(量子)是能量的最小单元,原子吸收或发射能量是一份一份地进行的。也就是说,量子世界不是连续性的。

于教授用宏观世界里的物象打了个比方。经典世界(我们所处的宏观世界)里水从0度到100度沸腾,不断连续升温,但是在量子世界里,只有两个状态,0度和100度,没有中间态。

之后,随着量子研究的深入,爱因斯坦发现量子像其他微观粒子一样,具有波粒二象性,

指的是量子打破了经典世界里物质波与粒的泾渭分明,同时具有波和粒的特性。之后出现的量子力学是描述原子、电子等微观粒子的理论,它所揭示的微观规律与日常生活中看到的宏观规律也很不一样,处于所谓“叠加态”的微观粒子的状态是不确定的。这是量子力学一个奇怪的现象。例如,电子可以同时位于几个不同的地点,直到被观察测量时,才在某处出现。这种事如果发生在宏观世界的日常生活中,就好比:我在家中何处是不确定的,你看我一眼,我就突然现身于某处——客厅、餐厅、厨房、书房或卧室都有可能;在你看我之前,我像云雾般隐身在家中,穿墙透壁到处游荡。

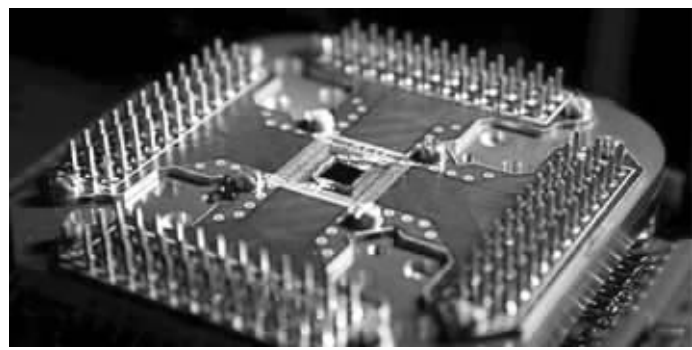
量子力学的奠基人之一薛定谔在1935年就意识到了量子力学中不确定性的问题,并假设了一个著名的薛定谔之猫实验:这只猫十分可怜,它被封在一个密室里,密室里有食物、有毒药。毒药瓶上有一个锤子,锤子由一个电子开关控制,电子开关由放射性原子控制。如果原子核衰变,则放出 $\alpha$ 粒子,触动电子开关,锤子落下,砸碎毒药瓶,释放出里面的氰化物气体,猫必死无疑。如果不发生衰变,猫安然活着。量子理论认为:如果没有揭开盖子,进行观察,我们永远也不知道猫是死是活,它将永远处于非死非活的叠加态,这与我们的日常经验严重相违。

## 量子应用

### 现在的量子计算机仅仅是玩具

“量子在这些年受到关注,是因为人们在运用量子力学原理进行信息处理,引出了量子信息这个概念。”南大于扬教授告诉记者,一方面随着科学技术的不断发展,人们不仅仅是知道量子的状态,而且到了通过激光等科技手段可以控制量子的状态的阶段。另一方面,半导体工业界著名的摩尔定律预示着,每个芯片上集成的晶体管数目随时间呈指数增长,10多年以后计算机存储单元会越来越薄,将是单个原子。“我们在经典世界,看到的都是宏观的东西,一旦做到原子大小,就进入了量子世界。那时电子在电路中的行为将不再服从经典力学规律,取而代之的是量子力学规律。”半导体工业界对此有很大的担忧,科学家们想,最后既然要到量子状态,那么不如直接应用量子理论做器件,实现信息处理。于教授说,量子信息目前主要应用在计算和通讯两个方面。

那么,量子计算机有什么优势呢?从事量子计算机研究的中国科学技术大学近代物理系博士陈增兵说,量子计算机最大的优点是单



模拟量子计算机

个CPU就可进行并行处理,一台量子计算机的功能相当于许多台电子计算机功能的综合。因此,许多经典计算机不能解决的难题,量子计算机能很快解决,比如本文开始所说的因式分解。于教授打了个形象的比喻,钥匙开锁,经典计算是需要每一把钥匙都要试一次,直到把锁打开。而量子计算,可以一次试所有的钥匙。

究其原因,传统的计算机采用“0”或“1”二进制数据,而量子计算机采用的则是量子比特,它可以

同时代表“0”和“1”。量子计算正是利用了这种叠加性。

不过,两位专家都表示,迄今为止,世界上还没有真正意义上的量子计算机。现在用原子实现的量子计算机只有8个量子比特,只能做 $1+1=2$ 的简单运算,所以说,现在的量子计算机只是一个玩具。他们表示,量子计算机问世恐怕还要三五十一年以后。最主要的瓶颈是量子芯片尚未制造成功,需要成千上万的量子比特构成一个量子芯片。

### “超时空瞬间转移”的其实是量子态

“和量子计算机一样,量子在通讯方面的应用也发展很快,而且,在量子通讯方面目前已经有了产品问世。”于教授介绍说。

量子态隐形传输是一种全新通讯方式,这是在纠缠光子的帮助下实现的。“量子纠缠”是一种量子力学现象,指的两个来源的微观粒子之间存在着某种纠缠关系,不管它们被分开多远,只要一个粒子发生变化,另一个粒子的状态也会立刻发生相应的变化。

这种量子之间的奇妙特性却被现代科学家巧妙利用于远程通信技术,他们把一对携带着信息的纠缠光子进行拆分,将其中一个光子发送到特定位置,这时,两地之间只需要知道其中一个光子的即时状态,就能准确推测另外一个光子的状态,从而实现类似“超时空穿越”的通信方式。中国科学技术大学和清华大学组成的联合



量子密码通信产品

小组,去年成功实现了16公里的量子态隐形传输,这是目前量子通信研究领域的世界纪录。

有人很快就会问,量子状态下,两个纠缠的光子在一个地方神秘消失,不需要任何载体的携带,又在另一个地方瞬间神秘出现,经典世界里的物质可以实现吗?

这一联合小组的成员、清华大学教授彭承志称,量子态隐形传输,传输的不是量子本身,而是它的量子态(微观粒子的运动状态)。而隐形传输中间必须要利用

到经典通信手段,所以是不可能超光速的,人们所理解的“超时空瞬间转移”是一个误解。在未来有可能实现复杂量子系统的量子态隐形传输,但距离宏观物体的量子态隐形传输还具有非常遥远的距离。

在量子传输基础上,又有量子密码通信的应用,这是因为一旦当我们从传输中测量量子的状态,它们的状态就会发生改变,也就是说,当我们试图获取量子纠缠态中所蕴含的具体信息时,这个量子纠缠态就会被打破,因此,纠缠态是无法被测量的。而利用这一点,量子密码通信就诞生了,传输途中,如果有人截取信息,是会被发现的。

“量子密码通信目前已有产品,但通信距离限制在200千米左右。”于教授说,这种密码通讯一般用于电话、网络加密,虽有产品,但并没有实现市场化。

### 量子物理改变着我们的生活

除了信息方面高深的应用,量子在我们的生活中其实也已经有了应用,只是我们自己浑然不知。“像激光、CT、超导……这些都离不开量子力学的原理。”南大物理系教授宗红石说,“其实量子距离我们并不遥远。”

比如CT机,它拍摄人体内的生理过程是以量子力学为依据的。在拍摄CT时,病人躺着被推入一个由超导线路造成的强大的磁场中。受检人体内的氢原子沿着这

一磁场方向排列,经过发射电波脉冲,高度敏感的测量仪器记录射出的量子,然后将它输入计算机,通过数十万的数值,计算机构成一幅图像。

再来看看本文开篇所说的“量子悬浮”,奥秘就在于,在用于实验的晶片外罩上有一层薄薄的被称为钇钡铜氧的物质。钇钡铜氧是著名的高温超导体,可用于核磁共振成像、磁悬浮设施。当低于一定温度时,钇钡铜氧变为抗磁性,内

部磁通量为零,磁力线无法进入超导体,超导体排斥体内的磁场,因此这时超导体表面的任何磁铁都会悬浮起来。而位于超导体材料内部的磁通管还可以使材料漂浮、旋转,甚至在半空中移动,这样的悬浮移动完全就像魔术师们的表演。虽然这种科技仍处于起步阶段,但人们已经开始展望该如何利用这样的技术造福人类,或许未来会出现漂浮的汽车,载着人们实现像魔术师一样悬浮的梦想。