

文/杨书卷

# “超凡物质”诞生记

液体能自己沿着容器壁爬出去又爬进来、金属变得完全没有电阻、还可以将光“冻结”其中……

如果让量子效应出现在宏观世界,就会诞生出上述“超流体”、“超导体”等“超凡物质”,上演不可思议的一幕。美国斯坦福大学近日宣布,他们用金属镱造出世界上第一个双极量子费米子气体,该费米子气体兼具“晶体”和“超流体”二者看似矛盾的特征,是一种全新的量子物质,在将“超自然现象”引入现实应用方面,迈出了非常重要一步。

当物质的温度逼近绝对零度时,分子的运动几乎完全停止,其原子的运动由量子力学定律决定,如果满足必要的条件,就会呈现出“量子物质”的状态,具有无限变化的潜在“超凡”能力。在这之中,最鼎鼎大名的,当属“玻色-爱因斯坦凝聚态”。

我们已经知道,按照自旋量子数的不同,科学家把基本粒子分为玻色子和费米子两大类。具有玻色子特征的原子气体在低温时“凝聚”的量子气体物质,就是“玻色-爱因斯坦凝聚态”,它是1924年爱因斯坦预言的一种“超物质”,即不同状态的原子突然会“变成”一个超级大原子,成为“整齐划一”的同一状态,由此产生许多神秘有趣的性质。

全世界科学家为此付出了几十年的努力,才在1995年首次利用铷原子蒸汽,从实验上证实了这个新物态的存在,当时曾引发了物理学界的极大震动,有3位科学家也因此荣获2001年度诺贝尔物理学奖。

相比于玻色凝聚态的“艰难问世”,费米子凝聚态则一直被认为“不可能问世”。因为在低温时,玻色子能全部聚集在同一量子态上,费米子则与之相反,更像是“个人主义者”,没有任何2个费米子能拥有相同的量子态,凝聚“超凡”态自然无法实现。但是,现在事态有了转机,科学家又一次突破障碍,完成了“不可能的任务”。

在此之前,科学家们已试探性地提出了理论解决方案——将费米子成对转变

成玻色子。但是,要从理论走向实验证实,则需要异乎寻常的努力和极为精致巧妙的设计,何况费米子凝聚条件比玻色子更加苛刻,本次研究的负责人、斯坦福大学应用物理学教授 Benjamin Lev 说,研究中最大的两个困难是造出64纳开的极端低温和生成强相关量子气体。

他们想到了镱。镱在周期表中是磁性最强的元素,它的一种费米子同位素,其磁能量比以前的冷却气体要大440倍,镱原子间超强的双磁极作用使其能通过远程碰撞而冷却到所需的临界温度。经过一系列巧妙的实验设计,终于成功地造出世

**量子物质具有许多奇特的“超凡”性质,会将基础物理推进到一个新的高度。科学家正不遗余力地做着相关实验,探索着这些隐藏在科学深处的奥秘。**

界上第一个双极量子费米子气体(6月1日美国 *Physical Review Letters*)。

量子物质具有许多奇特的“超凡”性质,会将基础物理推进到一个新的高度。科学家用玻色量子气体,可以产生类似于超新星爆发的现象,甚至还可以模拟黑洞;费米子量子物质有望产生一种新的兼具“超流体”的“超固体”物态,还将为现在停滞不前的“常温”超导体研究带来新的研究曙光……科学家正不遗余力地做着相关实验,探索着这些隐藏在科学深处的奥秘。

谈及“超凡物质”,就不能不提到“石墨烯”。石墨烯只有一个碳原子厚,却是迄今为止世界上强度最大、导电性最好的材料,超出钢铁数十倍的强度,非同寻常的导电性能比铜银更高,还有几乎完全的透光性,它的出现在科学界激起了巨大的波澜,是2010年诺贝尔物理学奖的获奖成果。现在,日本科学家制造出了它的“同胞姐妹”——只有一个原子厚的硅薄膜。

硅薄膜的制作十分巧妙。研究小组在2厘米长、1厘米宽的硅基板表面,覆盖上陶瓷薄膜,然后在特殊真空装置中将其加热到900摄氏度。于是,硅基板所含的硅元素就穿透陶瓷薄膜,出现在陶瓷薄膜表

面,就会形成单原子厚的硅薄膜。不过到现在为止,他们还无法将单原子厚的硅薄膜“弄下来”。研究小组带头人、日本北陆尖端科学技术大学院大学副教授高村由起子就指出:“今后的课题是弄清单原子厚的硅薄膜的形成机制,并开发出将这种薄膜从基板上剥离下来的技术。”联想到石墨烯的分离使用的非常简单的方法——用胶带剥离,确实是一个极具天才性的技术,希望硅薄膜的“剥离”也能如此巧妙创新(6月5日新华社)。

科学界预计,石墨烯展示出“超凡”品质,有望在现代电子科技领域引发一轮革命,现在,“单原子硅薄膜”也横空出世,它又会带来怎样的冲击力,正受到物理学界的密切关注。

喜欢科幻电影“超人”的观众,对其中的一幕肯定并不陌生:超人来到北极的一个城堡,对着父母的虚拟影像,诉说自己的困惑,寻求心灵的慰藉和问题的解决之道。或许,这样的科幻场景正与我们的现实生活渐渐渐近。

最近,美国国家标准技术研究院的科学家就用室温下的铷原子蒸气存储了两幅图像信息,且在需要时能重播出来,就像一个只有两帧画面的小电影。研究人员指出,这是首次将两幅图像同时存储在非固体介质上,并能在需要时回放。

论文作者之一的 Bauer Wright 说,存储介质是一种充满了铷原子蒸气的狭长小容器,介质容器中任何位置的原子都会吸收图像信息。而信息能否被吸收,取决于这些原子是否处于3个精心设计的场中;图像读取则与此相反,使场翻转为原来的反方向,原子开始以相反的方向运动,最终这些原子重新发光,再次形成图像脉冲从介质容器中发射出来,完美地形成了一种“超凡”的物质存储。

“超凡”物质的诞生,使得“超自然”都将成为“自然”,给我们带来了超乎想象的变化,物质的形态乃至生命的形态也正在随之而改变,使得一切都“皆有可能”。■