

文/杨书卷

# “负温度”引爆暗能量之谜

1月3日,德国科学家宣称,他们在实验室中制造出了低于绝对零度几十亿分之一度的原子气体。

是的,你没有看错,是“低于”绝对零度之下,我们居然得到了“负温度”!

听起来完全不可思议。“绝对零度永远无法达到,只可无限逼近”的观念一直被人们恪守于心,因为物质的温度取决于其内原子、分子等粒子的动能,在绝对零度下,原子的运动完全停止,这在自然界中是不可能的,更何况是“负温度”。

但是“不可能”永远是一个等待突破的词语。德国慕尼黑大学的物理学家 **Ulrich Schneider** 就做出反向推论:人们“读出”的温度,是物质所含的粒子处于某个能量状态的概率,此时,大部分粒子的能态处于平均水平,只有少数粒子在更高能态附近。但如果将这一位置“倒过来”,使多数粒子处于高能态而少数粒子在低能态,那么整个温度计读数就会跟着颠倒过来,温度将从正到负。

其实,“负温度”概念在1951年就被美国物理学家 **Purcell** 首先提出,其定义即是“粒子数能量反转”的现象,我们之所以所知甚少,是因为它迥异于我们的日常生活,并不是通常理解的所谓“低于绝对零度”的温度,而是一种纯粹的物理现象,描述的是从零到正无穷的开氏温标所不能“描述”的状态。

这一改写了物理学基本法则的理论的确既聪明又有趣,更何况,现在 **Schneider** 和他的同事们已经用实验实现了“负温度”的创举。

这些气体的主要成分是钾原子。借助激光和磁场,这些单个的原子被排列成栅格形状。当温度高于绝对零度时,原子之间相互排斥,处于最稳定的最低能态,整个图案结构稳定。随后,研究小组迅速调整磁场,瞬间的变故让原子都来不及做出“反应”,就突然变成了最高能态。

当温度为正时,这种瞬间转变无法维持稳定,因为原子之间不再相互排斥而是

相互吸引,原子图案会即刻坍塌。但是研究小组对激光也进行相应调整,使之赋予原子更多的能量,从而让原子稳定地保持在原有的位置上。“就像是站在一座金字塔的顶端,而整座金字塔却翻转过来了”——这些气体物质的多数粒子处于高能态而少数粒子在低能态,标志着从刚刚高过绝对零度的状态瞬间转变至低于绝对零度数十亿分之一度的水平上。

“得到了足够稳定的‘负温度’,这真是一个绝妙的实验。”2001年诺贝尔物理奖获得者、美国麻省理工学院教授 **Wolfgang Ketterle** 对此赞不绝口。

我们要怎样才能洞破天机,拥有和杰克船长一样的智慧和勇气,到达那个既相似又不同的“另一个世界”呢?

“负温度”的出现突破了人们对“温度”概念的原有想象,在更高的层次中,它还会是一项可以在实验室中合成新物质的技术。据科学家们计算,“负温度”物质具备一些非常奇特的性质,例如,一般情况下由原子组成的“云”会在引力作用下向下沉,但“负温度”的原子云将会反过来向上运动,很明显地违背引力定律。

这一“反常”特性令科学家们极其兴奋,因为它太像那个我们摸不着又搞不定的“暗物质”了。在理论中,暗物质推动着宇宙向外加速膨胀,其推力超越了宇宙中的物质原子施加的收缩引力,而“负温度”物质也如出一辙,会神秘地克服原子间的收缩引力,也许,“负温度”正是把我们引向解答宇宙基本谜团的一把钥匙(1月3日 *Science*)。

温度的确对物质性质有着奇异的改变,尤其在“绝对零度”之时。科学家们就发现,越逼近“绝对零度”,就越能“抓住”反物质,也就能更容易地进行反物质实验。

虽然都是“宇宙谜团”,但反物质相对于“虚无缥缈”的暗物质还是“实在”多了,2010年,欧洲粒子物理研究所的研究人员就首次成功“抓住”微量反物质氢原子,在之后的2011年将其保存时间延长到

16分钟,创造了世界纪录。

不过,大部分被捕获的反氢原子的温度为0.5开。虽然已经是超低温,但反氢原子还是相对活跃,不仅难以保存,测量它们时还会对其性质产生错误认识。美国阿拉巴马州奥本大学的物理学家 **Lubiqi** 发现,如果用一种新方法,利用精密激光束“敲击”反氢原子,就能释放出能量降低温度。经过计算机模拟,**Lubiqi** 测出新方法可以把反物质的温度降为0.025开,认为“这肯定会再创造出反物质保存的新记录,而且进行反物质实验就容易多了。”(1月6日英国 *Journal of Physics B*)

“上天容易入地难”,由于无法直接观察,我们对地球内部构造的认知似乎比“宇宙谜团”还要少。

近日,瑞士苏黎世大学天体物理学家 **Philippe Jetzer** 带领的研究小组认为,现在的原子钟的精确度已经超乎想像。基于广义相对论的概念,原子钟与地球的不同距离会导致它的运转速率也不尽相同,利用两台原子钟测量的时差,能够提供大地水准面——也即地球真正的形态——最直接的测量数据。同时,科学家还能结合原子钟测量数据和现存的地球物理学方法探索地球的内部结构。看来,我们对地球这个“最熟悉的陌生人”终于有了可信赖的“观测工具”(1月2日《科技日报》)。

神秘莫测的负温度、暗物质、反物质以及地球深处,都是我们现时还无法企及的“另一个世界”。在好莱坞大片《加勒比海盗3:世界的尽头》中,杰克船长和他的海盗船员就到达了“另一个世界”,那里和我们的世界既相似又不同,也是日出日落,海水沙滩,但永远也无法走出去。在绝望的最后关头,杰克看出了玄机,他把船身完全倒翻,直入海底深处,穿越深渊,一道绿光闪过后,终于回到了正常的世界——而我们,要怎样才能洞破天机,拥有和杰克船长一样的智慧和勇气,到达那个既相似又不同的“另一个世界”呢? ■