



云室里的电子和反电子径迹

宇宙中的反物质都去哪儿了?

文·冷嘉

在近日于美国芝加哥举办的第38届高能物理国际会议上,日本科学家对于为什么现在的宇宙间充满了正物质而非反物质,给出了一个解释:中微子这种亚原子粒子在物质形态和反物质形态的表现不同。不过,他们也表示,还需要收集更多数据才能对此解释进行确认。

为什么宇宙中有物质?这是物理学中最大的谜团之一。恒星、行星、星系和星系团都是由物质构成的,植物和动物也是由物质构成的。本来这是极为自然的事情,但是另一种奇怪的东西出现后,我们就陷入了理解的困境,这种东西就是反物质。

反物质是如何被发现的?

我们先从反物质的物理溯源说起。故事开始于1928年左右。当时,物理学正处于重大改变期。爱因斯坦提出了相对论,阐述了引力的本质,以及当物体以接近光速运动时会发生什么情况。而另一群物理学家正在发展量子力学,来描述粒子的行为。与此同时,英国物理学家保罗·狄拉克试图将这两者联系起来。

狄拉克提出了一个描述电子运动的数学方程式,即狄拉克方程。这是一个既具有量子力学特征,又满足狭义相对论要求的方程。在方程中,和电子共同存在的还有另一种粒子。它并不是传统带负电荷的电子,而是奇怪的带着正电荷的电子——也就是电子的反粒子。

1931年,狄拉克预言了电子的反粒子即“反电子”的存在,他还进一步提出质子及其他粒子也应该有相应的反粒子。如果所有粒子都有反粒子,那么就有可能存在完全由反粒子组成的物质,这种物质就是反物质。这是人类第一次意识到可能存在反物质。

如何找到宇宙中的反物质?

根据狄拉克方程,反物质会和普通物质遵守一样的自然规律。在这种情况下,宇宙中的物质与反物质的含量必须相等,所以有可能存

在“反物质星球”和“反物质星系”,但是我们如何找到宇宙中的反物质呢?为了寻找反物质,天文学家将目标放在每

时每刻轰击地球大气层的宇宙射线上。果不其然,1936年,科学家在宇宙射线中看到了正电子的身影。

2008年,科学家在银河系中发现了一朵庞大但稀薄的反物质云。它围绕在银河系中心附近,并发出伽马射线。欧洲航天局的射线卫星观测表明,这朵云并不在银河系的正中间,似乎是尾随着某颗散发X射线的恒星。这里的反物质可能不是宇宙诞生时遗留下来的,它们更有可能起源于恒星。这颗恒星周围有一个黑洞,当恒星周围的气体脱离恒星,就会被黑洞“吃掉”,这个高能的过程将产生反物质。

不过,能释放反物质的不只有恒星。平均而言,每一小时左右,香蕉会吐出一个正电子。这是因为香蕉中含有天然放射性同位素

钾-40。当它衰变时偶尔会释放出一个正电子,而当正电子遇上第一个电子时,也会湮灭释放能量,不过所释放的能量是微不足道的。而事实上,我们的身体里也有钾-40,也会发生这一过程。但它们不能完全代表原始反物质,我们需要寻找的是更重的原始反物质粒子,比如反氦核。

可是自然界中没有足够的力量来产生一个反氦核,只有宇宙大爆炸才能做到。所以,如果我们发现像反氦核这样的粒子,那么接下来可能会找到更多的原始反物质,甚至是拥有很多反物质的宇宙区域。如果检测到反碳核,那么意义就更加重大了。碳只能在恒星的“核熔炉”里形成,反碳核的现身,意味着太空中可能存在“反物质星球”,这将是天文学一次伟大的突破。

反物质和物质是对称存在的吗?

2011年,阿尔法磁谱仪探测器被送到国际空间站,它是专门用来测量宇宙射线中反物质的数量和类型的。至2013年,阿尔法磁谱仪已经看到过40万个正电子,但没有发现其他种类的反物质。到目前为止,仍没有证据表明原始反物质潜伏在太空某处。

所以只剩下一种可能:反物质和物质虽然是对称的,但“性格”却不一样。

几十年来,粒子物理实验已经多次看到粒子与反粒子有不同的行为反应。这要从所谓的“弱核力”说起,弱核力是自然界的四大基本力之一,亚原子放射性衰变就是由它引起的。弱核力,加上引力、电磁力,它们共同控制着规模巨大的宇宙。剩下的一种是强核力。强核力的作用范围很小,大约只有原子核般的大小。

1964年物理学家在研究K介子衰变时,发现K介子能自然衰变成反K介子,反K介子也可以衰变为K介子,但是这两个过程发生的频率却不一样。因此,一些科学家推测,宇宙在弱核力的作用下,也可能发生类似的情况——由于宇宙大爆炸时存在某些过程,

更有利于物质的产生,或者说物质的产生频率更快。导致反物质的量不足,物质的量过剩,而剩余的物质组成了今天的宇宙。科学家给出的估计是每形成10亿个反物质,可能就会产生十亿零一个物质。欧洲核子研究中心的大型强子对撞机中进行的实验加强了这个猜测,在面对弱核力时,物质和反物质确实有不一样的反应。

科学家参考了对撞机的数据,估测宇宙早期可以产生多少反物质,可惜答案并不是科学家们所期望看到的。之前给出的估计是每形成10亿个反物质的同时就产生十亿零一个物质,这意味着宇宙刚诞生时差不多有一半仍旧是反物质。然而,根据实验结果,宇宙刚诞生时的反物质质量只相当于一个普通的星系。显然,这和科学家估计的情况有非常大的差异,说明反物质的研究任务还很艰巨。

宇宙到底有没有另一半?有的话,它会在哪里?反物质和物质为什么会不同的行为?宇宙诞生之初究竟发生了什么?这些问题仍尚待解决。可见浩瀚宇宙对于人类来说,依旧深不可测。

■ 奇观

火山爆发高温熔浆成奇观



据英国《每日邮报》报道,近日,美国夏威夷沉睡了3年的基拉韦厄火山爆发,岩浆覆盖面积多达8英亩(约3.2万平方米),所成风景十分壮观。

岩浆肆意流淌,延伸入海,所到之处,亮橙色的熔岩都发出嘶嘶拉拉的破裂声。每当滚烫的岩石触碰水面,都会冒出大量的水蒸气,偶尔还会发生爆炸,灼热的碎片直冲天。到处都是硫气和焦土,岩浆从裂缝中流出,形成崎岖不平的山路。地面坑坑洼洼,不宜行走。

即便这样,每天仍有6000多人来这里参观,想要一睹火山喷发后的壮观景象。他们乘船、坐直升机或徒步前往火山脚下,然后踏在熔岩上四处拍照。火山观测站的负责人提醒广大游客要注意脚下安全,因为熔岩像玻璃一样尖锐,而且地基不稳,很容易发生危险。

科学家发现超萌海底“怪物”



近日,著名的海底探险直播团队鸚鵡螺探险队的海洋生物学家们在直播远程遥控潜水器拍到的画面时集体笑翻,原因就是他们见到了一个萌萌的生物。

当潜水器深入南加州附近太平洋海域的海底,他们发现了这个小小的紫色球形生物。所有直播中的海洋生物学家都兴奋起来,并且要求把镜头拉近。于是这个萌萌的物体终于能被看清了,两只大大的眼睛格外引人注目。

对于它到底是什么,众说不一。有人表示这是章鱼,有人表示这是乌贼,有人表示这是鱿鱼。区分这3种鱼的主要方式是靠外套膜。它们的身体可分为头部、足部和胴部,其中胴部就是外套膜。章鱼的外套膜是球形,乌贼的外套膜是袋形,而鱿鱼的外套膜则是锥形。

最后科学家们一致认为,这个被发现的小“怪物”是一只僧头乌贼。僧头乌贼最长可以长到约6厘米,是可以捧在手掌心的大小。

澳金鱼扔进河流长成足球大小



近日,澳大利亚默多克大学的研究人员在西澳河流中发现了巨型金鱼,与足球大小相似。巨型金鱼不仅破坏原有生态系统,也威胁当地鱼类生存。现在专家正采取措施清除金鱼,并呼吁当地居民不要将外来物种放入当地河流。

默多克大学兽医及生命科学学院的贝蒂博士过去12年间一直在西澳的瓦斯科河进行研究,他和同事经常在河中发现重量超过1千克的金鱼。贝蒂说:“人们在搬家时通常将金鱼丢进附近的湿地中,却不知道湿地和河流系统相连。外来鱼类会破坏水生环境,并威胁到当地淡水鱼的生存。”

贝蒂表示,金鱼会给淡水生态系统带来许多问题。金鱼觅食时搅动河流底部,并使营养物质悬在水中,刺激藻类大量繁殖。它们也会破坏水生植物或吃掉其它鱼的鱼子。此外,金鱼等其它外来物种还可能会带来未知疾病。

美国科学家曾在位于加利福尼亚州与内华达州交界处的高山湖泊塔霍湖深处,发现了1条长约46厘米、重达1.9公斤的巨无霸金鱼。生物学家担心,这种巨型金鱼越来越多,将破坏湖中原始动植物。

■ 第二看台

关于反物质你不知道的几件事



研究反物质需要粒子减速器

为了解开反物质之谜,科学家们需要在实验室中制造反物质,进而才能研究反物质。

目前在实验室中制造正电子、负质子等反基本粒子已经不难,而将正电子与负质子组成反原子却十分困难,因为将这两种粒子结合在一起并且能证实它们结合成反原子的工作十分复杂,而这种工作,只能依靠反质子减速器才能完成。

欧洲粒子物理研究所耗资1000多万美元专门建造了被称为反质子减速器的装置,它是一个环形存储盒,周长188米。

在诸如大型强子对撞机那样的环形粒子加速器中,粒子每旋转一周就会获得能量。反质子减速器则相反,反质子越转越慢,减速器可以利用磁场将高能反质子减速成速度约为光速十分之一的反质子。科学家希望利用减

速器产生的反质子进行实验,比如用磁场对反质子进行约束,或将反质子与正电子结合成为反氢原子。

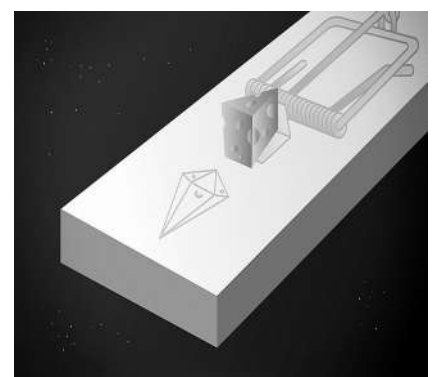
反物质用陷阱储存

制造出反物质,要如何储存它,防止它湮灭呢?现在科学家们已经发明了存储它的方法。

带电的反物质粒子,比如正电子或者反质子,它们全都可以被一种叫做“彭宁陷阱”的装置存储起来。

彭宁陷阱犹如一种微型的粒子加速器,在其内部,反物质粒子沿环形管道不停地做旋转运动,同时磁场和电场将它们囚禁在真空中,使之免于碰到装置的“墙壁”而湮灭。

但是,彭宁陷阱无法囚禁中性反物质粒子,比如反氢原子,因为反氢原子没有电荷,无法被电场限制起来,因此彭宁陷阱无法发



挥作用。不过科学家们找到了另外一种陷阱——“约费陷阱”,它可以创造一种沿任意方向都会增大的空间。粒子会被困在约费陷阱中磁场最弱的那一点,就好像珠子只能在碗的底部滚来滚去一样。

反物质已经有所应用

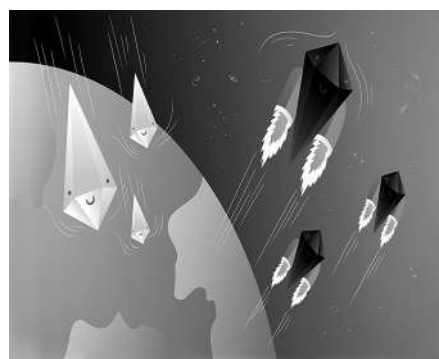
反物质虽然听起来很神秘,但实际上,它已经在某些领域得到应用了。

比如,正电子发射断层显像术(PET)正是使用正电子产生人体高分辨率的图像。一些人体中新陈代谢必需的物质,比如葡萄糖、蛋白质、核酸、脂肪酸,可以给它们标记上能够释放正电子的放射性同位素(比如香蕉中的钾-40),注入人体。在人体内的不同组织中,这些放射性元素释放的正电子和电子湮灭,可以产生用于构造图像的伽马射线。一些高代谢的恶性肿瘤组织中,葡萄糖代谢旺盛,因此正电子聚集会较多,这些组织的特点就能够更详尽地通过图像反映出来。

欧洲粒子物理研究所的科学家们正在将反物质视作治疗癌症的潜在手段,他们已经进行了多次反质子治疗癌细胞实验。由于物质和反物质粒子碰到一起的时候,就会湮灭,释放能量。反质子癌细胞治疗实验就可以利用这一性质,使入射的反质子和肿瘤细胞中原子内的一部分质子发生湮灭,而湮灭后释放出来的能量产生的新粒子可以接着破坏邻近的肿瘤细胞。由于反质子在杀死目标区域的癌细胞的同时较少影响健康组织,这种粒子束将在

治疗复发癌症方面具有很高的价值。

反物质可能会往上“掉”



反物质粒子和物质粒子拥有相同的质量和截然相反的电荷自旋属性。按照标准模型的预言,重力对于物质和反物质的影响应该是相同的,然而,实际情况是否如此还有待观察。

一些科学家就提出了不同的观点:反物质可能会抵制引力,换句话说,它们可能会往上“落”。观察重力对反物质的影响并不像看到一颗苹果从树上落下那般容易。这些实验需要把反物质控制在陷阱中,还要通过降温(温度降至略高于绝对零度)来使反物质的速度慢下来。

由于重力是最微弱的基本力,在实验中物理学家们必须使用中性的反物质粒子,以防止更强大的电场力的干扰。

所以,要弄清楚一颗“反物质苹果”会落下来还是“掉”上去,科学家们还有很长的一段路要走。(据《大科技》杂志)