

(John Bardeen, 1908—1991) 和布拉顿 (Walter Houser Brattain, 1902—1987) 因研究半导体并发现晶体管效应, 共同分享了 1956 年度诺贝尔物理学奖。

真空电子管在无线电和微波雷达的发展中曾经起了巨大的作用。但是, 到了 40 年代, 随着电子技术的发展, 它的体积大、重量重、功耗大以及预热启动慢等局限性表现得越来越突出。1945 年美国贝尔电话实验室成立了以肖克利、巴丁和布拉顿为核心的固体物理研究小组, 专门从事半导体方面的研究, 以探索一种既能克服电子管缺点又能起到放大作用的电子器件。肖克利在理论上预言: 假如半导体薄膜的厚度与表面空间电荷层的厚度差不多, 那么就可以利用垂直于表面的电场来调制薄膜的电阻率, 从而使平行于表面流动的电流受到调制。巴丁也提出了一个理论: 用表面阱去解释最初忽略的结果。布拉顿充分发挥他在实验方面的技能, 与巴丁密切配合, 发明了点接触性晶体管, 这也是世界上第一个晶体管。大约一个多月以后, 肖克利发明了结型晶体管, 它避免了麻烦的金属接触, 并通过控制杂质来产生 N-P-N 型和 P-N-P 型半导体的夹心面包式结构。于是, 整流和放大就不是发生在表面, 而是发生在晶体内部。半导体器件的体积仅为真空电子管的几十分之一, 所消耗的功率仅为真空电子管的万分之一, 但却具有真空电子管的绝大部分功能, 而且其性能远远超过了真空电子管。从此之后, 晶体管迅速地取代了真空电子管, 被广泛应用到无线电、计算机、宇宙航空和工业生产的各个领域。晶体管的发明无疑是一项重大的突破, 它开辟了电子器件的新纪元。

顺便指出, 巴丁在第一次获得诺贝尔物理学奖后仅数月, 又和库珀、斯里弗一起解开了超导电性之谜, 于 1972 年再次获得了诺贝尔物理学奖。这样, 巴丁便成为历史上第一个在同一领域内两次获得诺贝尔奖的人。

1957 年

杨振宁 (Chen Ning Yang, 1922—) 和李政道 (Tsung Dao Lee, 1926—) 因发现在弱作用过程中宇称不守恒, 共同分享了 1957 年度诺贝尔物理学奖。

20 世纪 50 年代粒子物理学中存在的“ θ - τ 疑难”引起了许多科学家的注意。所谓“ θ - τ 疑难”, 指

的是: 实验上发现的 θ 粒子与 τ 粒子具有几乎完全一样的性质——相同的质量、相同的寿命、相同的自旋、相同的电荷……以致于人们不得不怀疑它们是否就是同一个粒子, 然而它们在衰变时却表现出相反的字称。当时所有的理论都无法解释这一疑难。1956 年夏天, 杨振宁和李政道一起, 查阅了当时已有的与“宇称守恒”这个概念有关的实验事实以后, 得出结论: 和一般所确信的相反, 在弱作用过程中并不存在宇称守恒的任何实验证据; 如果宇称守恒定律在弱作用过程中不成立, 那么 θ 和 τ 就应该是同一种粒子。同时, 他们还建议, 用 β 衰变等实验来验证他们的推测。几个月以后, 哥伦比亚大学的美籍华裔实验物理学家吴健雄教授与美国华盛顿国家标准局的 4 位物理学家一起, 用钴 60 的 β 衰变实验证实了在这种衰变过程中宇称确实不守恒。此后其他一些实验也证明了这个结论的正确性。

“宇称守恒”在弱作用中不成立是一划时代的发现, 它很快导致在基本粒子领域中取得实质性的进展。1957 年, 拉比评论道: “就某种意义上说, 一个相当完善的理论结构从根本上被摧跨了, 我们不能肯定这些碎片将怎样再组合在一起。”

杨振宁和李政道是首次获得诺贝尔物理学奖的中国血统的物理学家, 虽然他们现已加入美国国籍, 但他们仍时时关心着中国科学的发展, 经常回国讲学, 帮助中国培养高水平的科学人才。

1958 年

切连科夫 (Pavel Alekseyevich Cherenkov, 1904—1990)、弗兰克 (Ilya Mikhailovich Frank, 1908—1990) 和塔姆 (Igor Yevgenyevich Tamm, 1895—1971) 因发现并解释了切连科夫现象, 共同分享了 1958 年度诺贝尔物理学奖。

切连科夫效应是切连科夫在研究发自镭放射源的辐射穿入不同的液体并被液体吸收时发生的现象中发现的。在切连科夫之前, 也有人观察到当辐射穿入液体时, 从液体中会放射出微弱的浅蓝色的辉光, 但是他们把它归结为荧光。然而切连科夫认为, 他观察到的不是荧光。通过观察穿入经过了两次蒸馏的水中的辐射, 他排除了微小杂质产生荧光的可能性。当时, 测量非常微弱的辐射的惟一有效的工具就是人的高度灵敏的眼睛。为了提高眼睛的敏感度, 切连科夫在每次实验之前都要在完全漆黑的环境中呆上一个小时或者更久。他发现, 辐射沿入射

现代物理知识

方向被极化了,正是入射的辐射所产生的快速次级电子才是出现可见辐射的根本原因。通过采用发自镭放射源的电子单独照射液体,他验证了这一点。切连科夫在1934—1937年间发表的论文给出了这种新辐射的一般性质。

1937年,弗兰克和塔姆对切连科夫效应给出了理论解释。他们认为,切连科夫发现的辐射是由于电子在介质中以大于光在介质中的速度运动时产生的,并给出了严格的数学描述。他们的理论导致了对切连科夫效应的各种不同应用,特别是在核物理和高能物理研究方面的应用尤为重要。在高能物理中经常用到的切连科夫探测器就是一例。这种仪器可用于确定高能带电粒子的存在及其能量,在某些情况下,还可以用于识别不同质量的粒子。1958年西格雷和张伯伦发现反质子时,就使用了这种仪器。

切连科夫、弗兰克和塔姆是首次获得诺贝尔物理学奖的苏联人,他们获得的这一荣誉使国际上对苏联正在进行的高质量的实验和理论物理研究给予了权威性的承认。

1959年

西格雷(Emilio Gino Segre, 1905—1989)和张伯伦(Owen Chamberlain, 1920—)因发现反质子,共同分享了1959年度诺贝尔物理学奖。

1928年,狄拉克创立了相对论量子力学,很自然地解释了电子的自旋性质,并预言了正电子(与电子质量相同、电荷相反的粒子)的存在。1932年,安德森发现了正电子,这使得人们更加相信质子也应该有一个镜像粒子——反质子。1953年,美国加利福尼亚大学的物理学家建成了一台能量为6.2GeV的高能质子同步稳相加速器,使人们寻找反质子有了新的途径。西格雷-张伯伦实验小组用这台高能质子同步稳相加速器把能量为6.2GeV的质子射在铜靶上,产生了反质子。应当指出,由于出射束中的大部分粒子是质子、中子和介子,要从这么多的粒子中检测出反质子,需要相当高明的实验技巧。理论所预言的反质子的负电荷可以通过它在磁场中的偏转来验证,但要确定它的质量,至少必须对同一粒子测量两个独立的量:动量与能量或速度与射程。这个测量是利用磁装置和40英尺远处的切连科夫速度选择计数来进行的。在照相乳胶中,由反质子轰击原子核所产生的爆炸蜕变的“星”形径迹证实了反

质子的存在。这种从包含着许多其他粒子的出射束中辨别出极其稀少的反质子的高超实验技巧是张伯伦和西格雷成功的标志。在用磁学方法分析的出射束中,30000个粒子中只有一个反质子。在可接受的极限误差范围内,找到了40个反质子事件以后,人们就认为反质子被发现了。

由于人们期望自然界是对称的,认定存在反质子,因此西格雷和张伯伦于1958年发现反质子后,1959年就被授予了诺贝尔物理学奖。

1960年

格拉泽(Donald Arthur Glaser, 1926—)因发明气泡室,获得了1960年度诺贝尔物理学奖。

鲍威尔的核乳胶技术和威耳逊的云雾室在检测低能粒子时很有用,但是,要探测和确定一些高能粒子,在技术上就要求能在比威耳逊云室更快和更长的路径上做出记录,同时还要克服鲍威尔核乳胶技术中无法把中性粒子与事件准确联系起来的困难。气泡室是一种装有透明液体(如液体氢、氦、丙烷、戊烷等)的耐高压容器。它是利用在特定温度下通过突然减压使某种工作液体在短时间内(一般为50毫秒)处于过热的亚稳状态而不马上沸腾,这时若有高能带电粒子通过就会发生局部沸腾,并在粒子经过的地方产生大量的气泡,从而显示出粒子的径迹。根据径迹的长短、浓淡等数据,便能清楚地分辨出粒子的种类和性质。气泡室,因密度大、循环快,它所搜集到的各种信息大约是云雾室的1000倍。目前,在高能物理实验中,气泡室已基本上取代了云雾室。

气泡室在高能物理研究中起了重要的作用,人们借助它与高能加速器联用发现了许多基本粒子以及100多种共振态。气泡室的发明是格拉泽对高能物理学做出的杰出贡献,它为粒子物理研究开拓了新的领域,在原子核科学技术史上也是一个创举。

(待续)



为什么CP破坏对宇宙很重要

童 国 梁

(中国科学院高能物理研究所 北京 100039)



从阿尔法磁谱仪(AMS)的反氦核的测量结果谈起

1998年6月,阿尔法磁谱仪搭乘发现号航天飞机升空作试飞行。在10天的飞行期间,在约400千米的高空收集到 2.86×10^6 氦核,但没有发现反氦核,给出的测量结果:反氦核/氦核 $< 1.1 \times 10^{-6}$ 。这一结果与原来的宇宙中不存在反物质的结论是一致的。

宇宙中是否存在反物质是科学中的一大难题。根据目前普遍接受的大爆炸(Big Bang)学说,宇宙是由约发生于120—200亿年前的大爆炸产生的。大爆炸后,宇宙在不断地膨胀和冷却。大量的天文学观察和天体物理实验支持了这个理论。很自然,大爆炸应该产生相同数量的物质和反物质。什么叫反物质呢?“物质”是指其原子核由重子,即质子、中子组成的;而“反物质”是指其原子核由反重子,即反质子、反中子组成的。氢原子是最简单的物质原子,它是由处于中心的质子和环绕它旋转的一个电子组成;而反氢原子则是最简单的反物质原子,它是由处于中心的反质子和环绕它旋转的一个正电子组成。上面提到的氦核,是由2个质子、2个中子组成,电荷数为+2;而反氦核则由2个反质子、2个反中子组成,电荷数为-2。长期以来,人们一直在寻找反物质,在地球上找,在太阳系中找,在茫茫宇宙中找。但迄今为止,所有实验都没有观察到反物质的存在。大家知道,粒子与反粒子相撞时会湮灭,故物质与反物质相撞时当然也会湮灭。可以设想,如果月亮是由反物质组成的,那么,只要月亮探测器和宇航员接触到月球表面时将会消失在能量火球中。太阳风和宇宙线之所以不毁灭我们,也正意味着太阳和银河同样也是由物质组成的。

可以设想,如果在我们星系的局部区域存在反物质区,那么必然会观察到正、反物质湮灭时发出的辐射,而这辐射正是发生在正、反物质湮灭的边界处。这种辐射会在宇宙微波本底辐射(CMB)上产

生扰动信号。但是并没有探测到这样的扰动。这意味着至少在100亿光年的范围内——也许在整个可见宇宙范围内,不存在大的反物质区。所有的观察并在宇宙范围内进行各向同性地平均,现在已确定反重子对重子之比小于 10^{-6} 。

虽然人们在1996年看到了反氢原子,但是它们却是人造的,分别由欧洲核子中心(CERN)和美国科学家在低能反质子环上合成的(见《现代物理知识》1999年第2期)。尽管如此,人们寻找反物质的热情未减。前面提到的丁肇中教授领导的阿尔法磁谱仪实验的主要研究目标就是寻找太空中的反物质和暗物质。该谱仪将于2003年送到阿尔法空间站上正式工作,并连续运行3—5年(见《现代物理知识》1999年第1期)。

大爆炸应该产生等量的物质和反物质。但是为什么现在物质比反物质多得多,或者说,几乎没有反物质呢?要回答这个问题,还得从对称性破坏谈起。

对称性原理

对称性关系是粒子物理学近半个世纪来的主旋律。它们于50年代中期宇称破坏发现时开始登场。在这以前,宇称守恒是一个明显无争议的假设,即物理规律是对称的,也就是说在空间反射(即宇称变换)下是相同的。

杨振宁和李政道首先洞察并指出宇称守恒并不存在实验证据,在这种思想的激励下,吴健雄和她的合作者于1957年在钴60的放射性衰变中发现弱相互作用宇称不守恒。

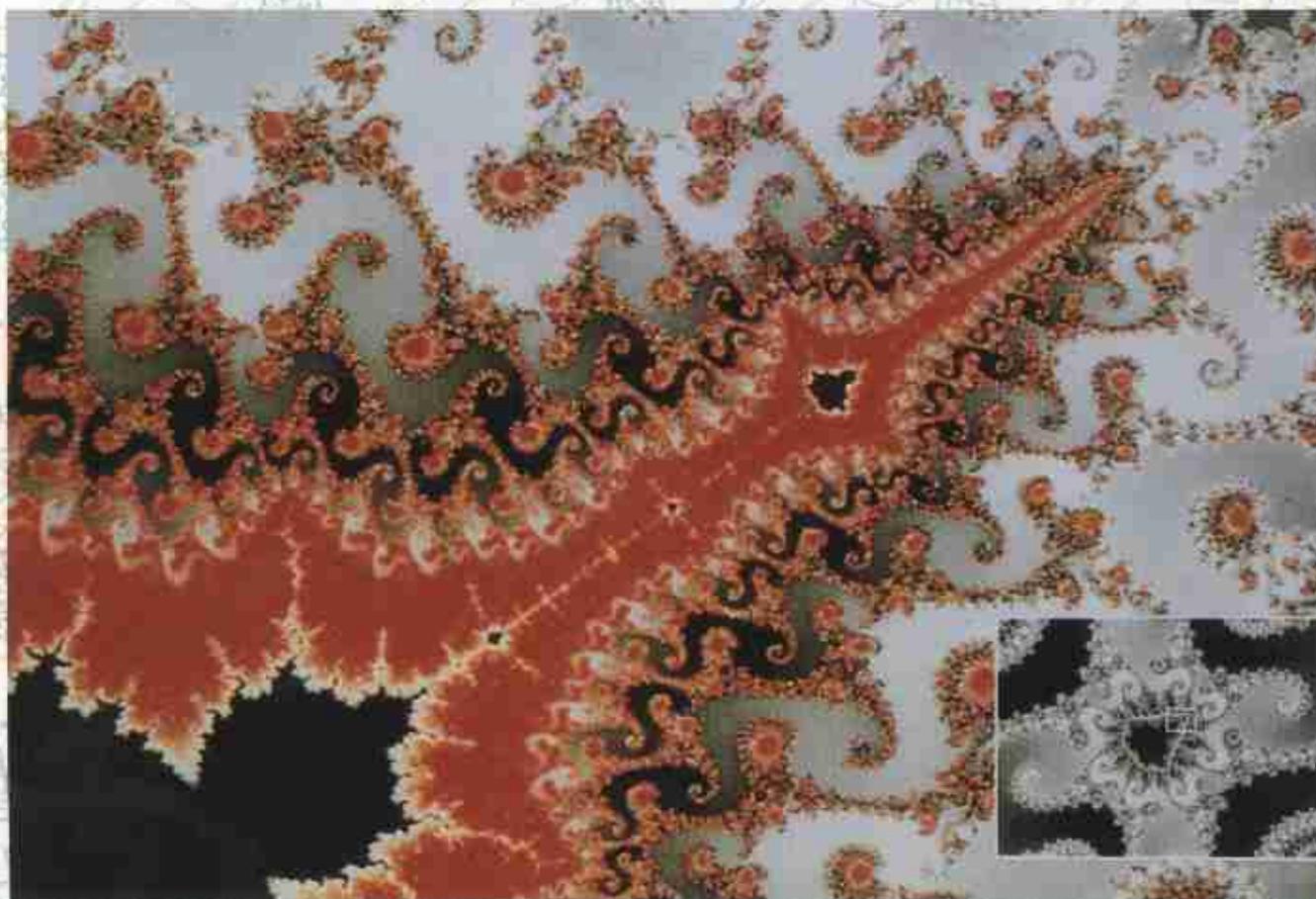
不久也弄清了弱相互作用另一种对称性——电荷共轭(C)也是破坏的。电荷共轭是使粒子与反粒子的一种互相变换。但当时认为在电荷共轭结合宇称的变换(CP)下仍是对称的。这里对CP变换和CP对称性作一简单介绍。

C指电荷共轭变换,P指宇称变换。在C变换
现代物理知识

ISSN 1001-0610
CN 11-2441/O3

现代物理知识

MODERN PHYSICS



- 向 21 世纪科学技术奋勇进取
- 诺贝尔物理学奖百年回顾
- 为什么 CP 破坏对宇宙很重要
- 加速器驱动放射性洁净核能系统
- 纳米技术的进展及军用前景

1
2001