

探测到 τ 子型中微子存在的直接证据

刘 海

(华北煤炭医学院 河北唐山 063000)

众所周知,按照粒子物理学标准模型和理论,物质应该由 12 种基本粒子所构成,它们包括 6 种夸克和 6 种轻子。夸克包括下、上、奇异、粲、底、顶 6 种。轻子包括电子、电子中微子、 μ 子、 μ 子中微子、 τ 子和 τ 子中微子。至 1995 年,科学家通过多种实验手段已先后陆续探测到了除 τ 子中微子以外的 11 种基本粒子,2000 年又发现了 τ 子中微子存在的直接证据。

1978 年,美国斯坦福大学物理学家马丁·佩尔从实验上发现了 τ 轻子,表明了 τ 子中微子的存在,从而荣获 1995 年诺贝尔物理学奖。但由于 τ 子中微子不带电,又几乎不与周围物质相互作用,所以科学家很难直接探测到它。

1994 年,雅格尔指导的一名学生——加利福尼亚大学研究生雅多里奥·保罗内和费米实验室的物理学家布雷南·伦德博格提出了“ τ 子中微子直接观测器”的构想,这一想法得到美国费米国家实验室的支持。直接观测器于 1996 年建造完成。从 1997 年开始,美、日、希、韩的 54 名科学家用它探测 τ 子中微子。

科学家的具体操作过程是,用粒子加速器制造一股可能含有 τ 子中微子的中微子束,然后让中微子束穿过“中微子直接观测器”内一个约一米长的铁板靶。这一铁板靶被两层感光乳剂夹着,感光乳剂类似于胶卷,能够“记录”粒子与铁原子核的相互作用。物理学家用 3 年时间从靶上的 600 多万个粒子轨迹中鉴定出了 4 个表明 τ 轻子存在和衰变的痕迹,而 τ 轻子是表明 τ 子中微子存在的关键线索。据科学家计算,几十万亿个 τ 子中微子中才能生成 1 个 τ 轻子,因而鉴定出 τ 轻子存在及衰变的痕迹就直接证明了 τ 子中微子的存在。

2000 年 7 月 21 日,美国费米国家实验室宣布该实验室中由来自美国、日本、希腊和韩国的科学家经过 3 年的合作研究。首先发现了表明 τ 子中微子存

在的直接证据。至此,粒子物理学标准模型中的 12 种基本粒子全部被直接探测到。

参加这一研究的美国加利福尼亚大学物理学家菲利普·雅格尔说,发现 τ 子中微子存在的直接证据具有重要意义,它使得科学家对物质基本粒子有了完整的认识。马丁·佩尔说,证实 τ 子中微子的存在具有里程碑的意义。佩尔指出,费米实验室的研究开辟了一个全新的世界,科学家将有机会获得更多关于其他粒子的认识。

日本文部省高能加速器研究机构称,由日本、美国和韩国科学家组成的实验小组在迄今的实验中,确认“中微子有质量”的概率已经达到了 95%。不过,要最后作出“中微子有质量”的科学结论,需要 99% 以上的概率。

按照理论,中微子是中性物质,不带电,静止质量为零,目前已经知道有电子中微子、 μ 中微子和 τ 子中微子三种。1998 年 6 月,东京大学宇宙大学研究所使用设在岐阜县神冈町的检测设备发现它有质量,依据是发生了“中微子振荡”,即上述三种中微子相互转变。这一发现引起了全世界的关注,因为如果确实如此,它将推翻某些现有物理学的基本概念。

实验小组从 1999 年 4 月开始对“中微子有质量”的检测结果进行验证实验;从位于筑波科学城的高能加速器研究机构用加速器发出中微子,使之通过地下到达设在 250 千米远的岐阜县神冈町的检测仪器上,到 2000 年 3 月为止,一共检测到 17 个中微子,这个数值比不发生“振荡”情况下的数值要少,科学家们据此确认中微子有质量的概率达到 95%。

科学家们同时表示,找到 τ 子中微子存在的证据并不意味着中微子物理学篇章的完成。研究人员正在进一步探索中微子是否有质量,其结果就有可能影响粒子物理学的标准模型,并使人们对宇宙演化和构成有更深的认识。