

重

轻

子

高能物理近年来又一重大发现

张肇西

继新粒子发现以来,最近两年实验上的又一重大发现要算重轻子的发现了。目前,寻找重轻子的实验已有些结果的,归纳起来有以下三方面:

第一方面实验是美国和西德两个实验室通过研究正负电子对撞,找寻重轻子的产物,分析产生重轻子的行为和探测能探测到的重轻子各种衰变产物。已能断定在他们的实验中,确实产生了重轻子,它的质量约为 1.9Gev , 带有与电子相同的电荷,是不稳定的(目前的实验还不能测量出它的寿命),还估计出了它衰变到 μ 介子(或电子)加两个中微子的分支比大约为 17%。

第二方面是高能中微子与原子核中的核子碰撞,寻找重轻子的电子学实验。这方面的实验现在只有美国的两个实验组发表了实验结果。他们通过

分析在实验中探测到的中微子一次碰撞就产生两个 μ 介子和三个 μ 介子的事例,发现很可能这些事例的一部分或绝大部分需要用中微子与核子碰撞产生重轻子,然后重轻子在比 10^{-12} 秒更短的时间里接连衰变的机制来解释。即对于三 μ 事例需要先产生一个带负电荷的重轻子,然后衰变出另一个中性的重轻子和一个 μ 介子加上中微子,接着这中性重轻子又衰变出一对正反 μ 介子加上中微子来解释。对于两 μ 事例需要产生一中性重轻子,然后衰变出一对正反 μ 介子加中微子来解释。他们估计了在三 μ 事例中起作用的两个重轻子的质量分别约为 7Gev 和 3.5Gev (其中带负电荷的为 7Gev); 在两 μ 事例中起作用的重轻子质量是 4.9Gev (若考虑他们文献中给出的误差,三 μ 事例和两 μ 事例中的两个中性重轻子质量可能是相同的,因此不能排除二者是同一重轻子。)。由于事例数少和数据的误差大,对他们的分析有不少人提出异议,因此这方面的实验不能做定论。

第三方面是高能中微子与原子核中的核子碰撞,寻找重轻子的气泡室实验。只有一个报导,即在重液气泡室中拍到一张记录了一未知中性粒子飞了 4.8 毫米径迹的照片。从它衰变到 μ 介子和正电子加中微子可判断这未知中性粒子可能是中性重轻子,并可估计出它的寿命约为 6×10^{-12} 秒,质量在 $1.6-2.5\text{Gev}$ 之间。但是由于只有一张照片,而且在泡室中难于分辨高能 μ 介子和 π 介子,如这个未知中性粒子实际上是衰变

到 π^- 介子和正电子加中微子,那么就得不到是重轻子的结论了。所以这方面实验也难说是定论。

以上只有第一方面实验完全肯定产生了重轻子,第二、三方面目前只能当线索,还不能最后下结论。

重轻子的发现意义是很大的。为了能说明这个问题,先简要谈谈什么是轻子,什么是重轻子?关于轻子,《高能物理》前几期中已有过介绍,它是“基本”粒子中的一族,自旋为 $\hbar/2$,有带电的,也有不带电的,带电的与光子有直接相互作用,它最突出的特点是不参加强作用(即不与强子和胶子有直接相互作用),它质量比较轻,所以称为轻子。在重轻子发现之前,轻子只有两种中微子(电子中微子和 μ 子中微子)、电子和 μ 介子四种,加上它们的反粒子共八种。质量分别为零、0.51Mev和106Mev。重轻子也是轻子,不过它的质量比原来的轻子重得多(如前述质量为几个Gev),所以称为重轻子。过去对轻子的认识很肤浅,例如:四种轻子分成 μ 介子的和电子的两组,各有自己的中微子,中微子质量都为零,而电子与 μ 介子质量却相差200多倍,为什么会是这样?电子(或 μ 介子)的轻子会不会增加新的成员?等等。由于支配这些规律的矛盾暴露不充分,虽然人们做了各种尝试去解释它,但都没有成功。伟大导师列宁很早就做出了“电子像原子一样,也是不可穷尽的”的论断。我们伟大的领袖毛主席也明确指出:“事物都是一分为二的”。“基本”粒子中的强子确实显示出它内部结构,由层子组成。在毛主席的光辉哲学思想指引下,根据这些实验事实,我国“基本”粒子物理工作者在1965年就建立了层子模型理论,而轻子的一分为二的问题,由于实验事实不足,一直停留在哲学的讨论上。重轻子的发现,增加了轻子的种类,增加了轻子间的可能的相互转化过程,更多地揭示轻子的内在矛盾,无疑会为研究轻子的结构,研究轻子的一分为二创造条件,提供新的线索。

重轻子的发现和重轻子具有怎样的性质,对建立正确的弱电统一性理论,也是极其重要的。弱电统一理论是把电磁作用和弱作用统一起来,认为二者来源于同一本质,具有同一性的理论。这一理论非常吸引人。大家知道早先人们对电和磁分别加以研究,没有认识到它们之间的联系。到十九世纪法拉第发现电磁感应,实验上证实电和磁的相互转化,具有同一性,在此基础上麦克斯韦把电和磁统一起来,导出电磁场方程,反映了电和磁对立统一的规律,使人类对电磁现象的认识向前飞跃了一大步。由此可以想见,一旦认识到弱电的统一性,也必将会大大推进我们对弱作用和电磁作用的认识。研究弱电统一

性的理论现在还处于建立各种可能的模型阶段。建立弱电统一模型的理论尝试是从1968—69年开始的,当时只限于建立轻子的电磁作用和弱作用的统一理论模型,因为轻子间的直接相互作用只有电磁作用和弱作用,所以暂时不考虑强作用的影响,使问题单纯、简化。现在的弱电统一的模型理论发展了,是把组成强子的层子和轻子了解为同处于物质无限可分这一长程中的一个层次,并建立了多种可能的弱电统一的模型。重轻子的发现和性质的测定,肯定会对这些模型做出一些检验,并能指导人们建立正确的弱电统一模型。

重轻子发现的意义重大,立刻引起了理论和实验工作者的重视,无疑在这方面实验和理论今后都会有很大的发展。发现重轻子和对重轻子性质的研究,必将成为今后一段时间高能物理要研究的中心问题之一。再考虑到已有的实验线索和理论,我们完全有理由预见今后几年中会发现更多的重轻子(带电的和中性的都可能,而且中性的还可能不是“重”的,也许比电子和 μ 介子还要轻)。