

# 粒子结构

奚鼎吉 奚伯维 / 著

## 及其相关问题的研究

Researches On the Particle  
Structure and Its Related Problems

# 粒子结构

## 及其相关问题研究

Researches On the Particle  
Structure and Its Related Problems

奚鼎吉 奚伯维 / 著

吉林人民出版社

## 图书在版编目(CIP)数据

粒子结构及其相关问题的研究 / 奚鼎吉, 奚伯维著. — 长春: 吉林人民出版社, 2009.8

ISBN 978-7-206-06292-6

I. 粒… II. ①奚… ②奚… III. 粒子—结构—研究  
IV. 0572.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 146587 号

## 粒子结构及其相关问题的研究

---

著 者: 奚鼎吉 奚伯维

责任编辑: 隋 军 封面设计: 孙浩瀚

咨询电话: 0431-85378017

吉林人民出版社出版 发行 (长春市人民大街 7548 号 邮政编码: 130022)

制 版: 吉林人民出版社图文设计印务中心

印 刷: 长春市太平彩印有限公司

开 本: 787mm×1092mm 1/16

印 张: 14.25 字 数: 290 千字

标准书号: ISBN 978-7-206-06292-6

版 次: 2009 年 11 月第 1 版 印 次: 2009 年 11 月第 1 次印刷

定 价: 38.00 元

---

如发现印装质量问题, 影响阅读, 请与印刷厂联系调换。

# 序 言

粒子究竟具有何种结构？这一直是物理工作者关注的问题。然而迄今为止还没有一种理论是令人满意的。

例如，在“标准模型”的粒子理论中，就存在一个难以解决的问题：该理论中提出的具有分数电荷的“夸克”从来没有人发现过。尽管人们设想了一套可以“自洽”的理论，认为这种“夸克”只存在于束缚态，而无自由态。然后，由于束缚态的具分数电荷的“夸克”是无法用实验证实其存在的，所以仍然没有充足的证据证明客观上确实存在这种“夸克”。

除此之外，根据标准模型，夸克共有 36 种，而且，把它们联结起来的胶子也有 8 种之多。由这么多的夸克和胶子组成的粒子理论，很难证明它是正确的。何况这些夸克和胶子又是无法（或很难）发现、无法（或很难）用实验来证明其存在的。

又如，用  $SU(5)$  群等试图把弱相互作用、电磁作用与强相互作用统一起来的大统一理论，虽然它有不少有价值的预言，但是它在理论上也是不无缺欠的。其最大的问题是：需要人为指定的“常数”在该理论中到处可见，如夸克的质量、轻子的质量、希格斯粒子的数目等等。有如此多需要人为指定的常数的理论，很难让人认为是一种最“基本”的理论。

再如，人们用超弦理论来研究粒子时，似乎也有许多无法解决的困难。其最主要的困难是：该理论只有在 26 维时空或 10 维时空中才能自洽。但是我们很难想象真实的物理时空是 10 维、甚至是 26 维的。而另外一种类似的理论——超对称理论虽可适用于四维时空，然而迄今为止还没有任何实验事实可以证明“超对称”确实存在。譬如，如果“超对称”确实存在，则电子（其自旋  $J = \frac{1}{2}$ ）就应当有一个  $J = 0$  的介子作为它的玻色子伙伴。但这一点并未得到实验证实。

鉴于此，本文提出一种新的粒子理论，试图避免以上各理论的种种问题，同时还能合乎逻辑地解释诸多有关粒子的实验现象。

# 目 录

## 序 言

|                                                 |     |
|-------------------------------------------------|-----|
| § 1 粒子结构                                        | 1   |
| § 1.1 有关粒子结构的设想的基本出发点                           | 1   |
| § 1.2 第一级粒子——光子 $\gamma$                        | 1   |
| § 1.3 第二级粒子—— $e^-(e^+)$ 及 $\nu_e(\bar{\nu}_e)$ | 2   |
| § 1.4 第三级粒子                                     | 5   |
| § 1.5 第四级粒子——除质子 P 之外的带正电荷重子                    | 11  |
| § 1.6 第五级粒子                                     | 12  |
| § 2 粒子衰变道的内部具体过程分析                              | 19  |
| § 3 自然界中力的种类及其计算                                | 101 |
| § 3.1 机械力                                       | 101 |
| § 3.2 以粒子或单个物体为中介传递的力                           | 104 |
| § 3.3 静电力、静磁力、引力、核力                             | 104 |
| § 4 粒子的外壳及其束缚能                                  | 110 |
| § 4.1 粒子的外壳及其束缚能                                | 110 |
| § 4.2 粒子弹性碰撞与非弹性碰撞“阈能”产生的原因                     | 117 |
| § 4.3 粒子外壳破坏的原因                                 | 118 |
| § 4.4 粒子内部的其它结合力                                | 119 |
| § 5 粒子衰变及碰撞内部过程中的力的分析                           | 120 |
| § 5.1 粒子衰变内部过程中力的分析                             | 120 |
| § 5.2 粒子碰撞内部过程及力的作用分析                           | 133 |
| § 6 粒子质量的原理性公式                                  | 159 |
| § 6.1 粒子质量的原理公式的提出                              | 159 |
| § 6.2 介子 $S^+$ 的质量的推导                           | 159 |
| § 6.3 重子多重态中质量关系的推导                             | 161 |
| § 7 粒子序列质量的谐振子现象                                | 166 |
| § 7.1 谐振子的质量公式                                  | 166 |

§ 7.2 粒子质量的谐振子现象..... 166

§ 8 粒子寿命公式的探讨..... 180

§ 8.1 粒子寿命公式的提出..... 180

§ 8.2 粒子寿命公式的另一种形式..... 181

§ 8.3  $\Sigma E_{i动}$ 、 $E_{束}$ 、粒子寿命  $t$  与衰变过程的关系 ..... 181

§ 8.4  $K'$ 值的估算..... 182

§ 8.5 一些实例的计算..... 182

§ 8.6 一些结论..... 202

§ 8.7 复合粒子的寿命关系..... 202

§ 8.8 相同结构的稳定态粒子和共振态带粒子具有寿命差异的原因..... 206

§ 9 中微子问题的探讨..... 207

§ 10 “ $\times$ —暗物质”问题的研究 ..... 210

附录一 ..... 212

附录二 粒子结构式一览表 ..... 216

结束语 ..... 219

参考文献 ..... 220

# § 1 粒子结构

## § 1.1 有关粒子结构的设想的基本出发点

本文认为,粒子结构理论应当建立在可靠的依据之上。本文设想粒子结构的基本出发点是:

1. 粒子是由物质组成的。而物质组成的粒子必须具有能量、质量(但其静质量可以为零,如光子);

2. 粒子结构理论应当能够解释:为何目前发现的所有带电粒子,其电荷均为  $e^+$  的整数倍;

3. 粒子结构理论应当能够解释粒子的各种衰变道是如何形成的。也就是说,应能阐述粒子各衰变道的具体内部过程;

4. 粒子结构理论应能阐述粒子碰撞产生新粒子的具体内部过程;

5. 粒子结构理论应能解释粒子衰变及粒子碰撞过程中,是什么力在起作用的,又是如何起作用的;

6. 粒子结构理论应能解释粒子寿命的一些现象;

7. 粒子结构理论应当能够概略计算粒子质量,并对粒子质量的一些规律提出合理的解释;

8. 粒子结构理论必须遵循能量守恒、动量守恒等物理学基本定律;

9. 粒子结构理论提出的粒子的基本成分,必须能通过实验证实其确实存在;所提出的主要理论,也应能通过实验证实。

根据以上各点,我们设想了一种粒子结构理论。按照这种理论,我们将粒子分为五级。其第一级与第二级基本上是平级的。自第三级开始,每一级均由前面几级粒子组成。本文将对此进行讨论,并对相关问题进行探讨。

## § 1.2 第一级粒子——光子 $\gamma$

第一级粒子是所有粒子最基本的成分。本文设定它为光子。它即为自由电磁波之量子。

众所周知,光子的能量  $E$  等于

$$E = h\nu$$

式中: $\nu$ :——电磁波的频率

$h$ :——普朗克常数

当只有光子存在时,其哈密尔顿算符  $H^{\text{rad}}$  (即光子场的总能量)为:

$$H^{\text{rad}} = \frac{1}{2} \sum_{\mathbf{k}} (p_{\mathbf{k}}^2 + \omega^2 q_{\mathbf{k}}^2) \quad (1.2)$$

此式表明,  $H^{\text{rad}}$  可以写成无数振子项之和。(1.2) 式中

$p_{\mathbf{k}}$ ——振子之动量

$q_{\mathbf{k}}$ ——振子之坐标

而  $p, q$  满足以下对易关系

$$[p, q] = \frac{\hbar}{i} \quad \dots\dots(1.3)$$

$$\text{式中 } \hbar = \frac{h}{2\pi} \quad \dots\dots(1.4)$$

(1.2) 式还可以用下述形式写出:

$$H^{\text{rad}} = \sum_{\mathbf{k}} \left( n_{\mathbf{k}} + \frac{1}{2} \right) h\nu \quad \dots\dots(1.5)$$

其中  $\frac{1}{2}h\nu$  称为零点能。即当空间中没有光子时, 仍然存在一定的辐射能。常称它为空间的背景能量。我们认为: 背景能量的存在或许就是后文所谈及的“X - 暗物质”存在的佐证之一。

光子是自由电磁波之量子, 而电磁波满足以下场方程:

$$F_{\mu\nu} = \partial_{\nu} A_{\mu} - \partial_{\mu} A_{\nu} \quad \dots\dots(1.6)$$

$$\partial F_{\mu\nu} + j_{\mu} = 0 \quad \dots\dots(1.7)$$

式中:  $A_{\mu}$ ——电磁波之四维电磁势

$j_{\mu}$ ——四维电流矢量

$$j_{\mu} = ie\bar{\psi}\gamma_{\mu}\psi \quad \dots\dots(1.8)$$

$\psi$ ——电子之波函数

$e$ ——电子之电量

$$\partial_{\mu} \text{——} \partial_{\mu} = \frac{\partial}{\partial x_{\mu}}$$

而(1.6)、(1.7)在  $U(1)$  局域规范变换下保持不变。

### § 1.3 第二级粒子—— $e^{-}$ ( $e^{+}$ ) 及 $\nu_e$ ( $\bar{\nu}_e$ )

第二级粒子是由束缚态电磁能形成的最简单单体粒子。

本级粒子包括电子  $e^{-}$ 、电子中微子  $\nu_e$  及其反粒子  $e^{+}$  及  $\bar{\nu}_e$ 。

所谓粒子是由“束缚态电磁能”组成, 意即电磁能(或云“电磁波”)被束缚在空间一个极小的有限区域之内, 形成了一个极小的、有边界的个体。这个个体可能会进行自转, 并在不停地作整体运动。

束缚态电磁能可以组成两种形式及两种大小的简单的单体粒子。即电子  $e^{-}$  (及其反粒子  $e^{+}$ ) 和电子中微子  $\nu_e$  (及其反粒子  $\bar{\nu}_e$ )。

(一) 电子  $e^-$  及其反粒子  $e^+$ 

$e^-$  和  $e^+$  是由束缚态电磁能组成的、相对  $\nu_e$  及  $\bar{\nu}_e$  而言的较大粒子。其内部电磁能含量较多, 有不等零的静质量 (实验测出,  $m_{e^+} = 0.5109989902 \pm 0.000000021 \text{ Mev}$ )。它不停地自转, 同时还作整体运动。

$e^-$  和  $e^+$  之所以表现出带有电荷 (即其周围存在静电场), 可以这样设想: 其内部的电磁能——即电磁波——具有一种特殊的运转方式, 在这种方式下, 粒子“外壳”中的每一个空间点都有恒定的、非零电场强度值, 从而使其外部表现出静电场, 体现出  $e^-$  及  $e^+$  带有“电荷”。有关粒子的“外壳”, 我们将在下文中详细叙述。

$e^-$  与  $e^+$  之所以有不同的电荷, 是因为  $e^-$  和  $e^+$  内部电磁波的运转方式是对称的, 致使  $e^-$  外壳中各空间点具有恒定的非零负电场强度、 $e^+$  的“外壳”中各空间点具有恒定的非零正电场强度。这样,  $e^-$  的外部就表现为有负的静电场、 $e^+$  的外部有正的静电场。换言之, 我们就可以说  $e^-$  带有“负电荷”、 $e^+$  带有“正电荷”。

由于我们对  $e^-$ 、 $e^+$  作此设想, 因此  $\gamma \longleftrightarrow e^+e^-$  是很自然的事。即光子  $\gamma$  可以在某种情况下转化成  $e^+e^-$ 、且  $e^+$ 、 $e^-$  在某种情况下相遇也会湮灭成光子  $\gamma$ 。

$e^-$ 、 $e^+$  的不同点还在于它们的相对于同一参考系的“螺旋性”——自旋的方向  $\vec{S}$  和整体运动的方向  $\vec{v}$  (或动量  $\vec{P}$ ) 的相互关系不同。例如, 对于实验室参考系而言  $e^-$  的  $\vec{S}$  和  $\vec{v}$  (或  $\vec{P}$ ) 的方向相同, 即它是右旋的;  $e^+$  的  $\vec{S}$  与  $\vec{v}$  (或  $\vec{P}$ ) 的方向相反, 即它是左旋的。

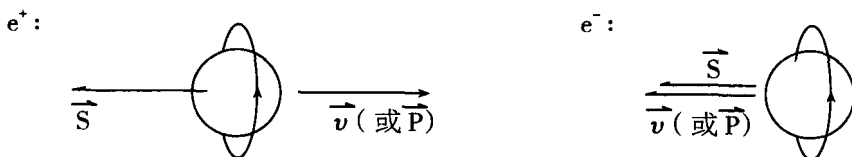


图 1-1(1)  $e^+$  结构示意图 (相对实验室参考系)

由于  $e^-$ 、 $e^+$  外壳的各空间点具有恒定的非零电场强度,  $e^-$ 、 $e^+$  还作自转, 所以它们都应当带有磁矩。事实上,  $e^-$ 、 $e^+$  磁矩的实测值为

$$\mu = 1.001159652187 \pm 0.000000000004 \mu_B$$

$$\text{其中: } \mu_B = \frac{e\hbar}{2m_e c}$$

式中:  $e$ ——电子的电量

$$\hbar \text{——} \hbar = \frac{h}{2\pi}$$

$h$ ——普朗克常数

$m_e$ ——电子的质量

$c$ ——光速

$\mu_B$ ——电子的玻尔磁子。它等于

$$0.5783785 \pm 0.00000095 \times 10^{-14} \text{ Mev} \cdot \text{高斯}$$

由于静质量  $m_0 \neq 0$  的粒子, 其螺旋性对于不同的参考系可能是不同的, 因此在本

文下面的粒子结构示意图中,我们一般不画出  $m_0 \neq 0$  的粒子的螺旋性。而是在表明它作自转的椭圆形曲线上,不标注表示方向的箭头。在此规定下,粒子  $e^+$  的结构示意图均为图 1-1(2)。

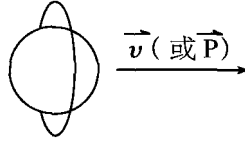


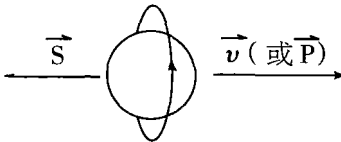
图 1-1(2)  $e^+, e^-$  结构示意图

## (二) 电子中微子 $\nu_e$ 及其反粒子 $\bar{\nu}_e$

$\nu_e$  和  $\bar{\nu}_e$  是由束缚态电磁能组成的、相对  $e^-, e^+$  而言较小的粒子。其内部电磁能含量极少、少到其静质量无限趋近于零。在  $\nu_e$  和  $\bar{\nu}_e$  内部,其束缚态电磁能——即电磁波——的运转方式与  $e^-, e^+$  内部束缚态电磁能的运转方式可能不同,致使其外壳中的各空间点的电场强度可能等于零。因而  $\nu_e$  和  $\bar{\nu}_e$  外部可能没有非零静电场,即  $\nu_e$  和  $\bar{\nu}_e$  可能不带电荷。

$\nu_e$  和  $\bar{\nu}_e$  中,束缚电磁能含量相同,大小相同。然而, $\nu_e, \bar{\nu}_e$  中束缚态电磁能的运转形式对称。而且, $\nu_e, \bar{\nu}_e$  都是在作自转及整体运动的,但其螺旋性相反: $\nu_e$  的自转方向  $\vec{S}$  与整体运动方向  $\vec{v}$  相反, $\bar{\nu}_e$  的自转方向  $\vec{S}$  与整体运动方向  $\vec{v}$  (或  $\vec{P}$ ) 相同。即

$\nu_e$  :



$\bar{\nu}_e$  :

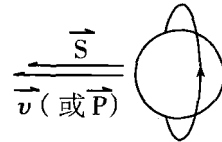


图 1-2  $\nu_e, \bar{\nu}_e$  结构示意图(由于  $\nu_e, \bar{\nu}_e$  的  $m_0 = 0$  或极近于零,故它们有确定的螺旋性)  
根据狭义相对论,有

$$E = \frac{m_0 C^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{C^2}}}$$

由于  $\nu_e$  及  $\bar{\nu}_e$  静质量  $m_0$  趋于零,要使  $\nu_e, \bar{\nu}_e$  具有非零的能量  $E$ ,其速度  $\vec{v}$  应当趋于光速  $C$ 。这就是  $\nu_e$  和  $\bar{\nu}_e$  具有极接近于光速  $C$  的速度的原因所在。

由于  $\nu_e$  和  $\bar{\nu}_e$  具有如此高的速度,又具有一定强度的外壳(这一点将在下文中述及)且不带电荷或带电量极小,其体积又极小,使得  $\nu_e$  和  $\bar{\nu}_e$  有极强的“穿透性”。

由于如前所述  $\nu_e$  和  $\bar{\nu}_e$  外壳各空间点的总电场强度都可能等于零,因此尽管  $\nu_e$  及  $\bar{\nu}_e$  也在作自转, $\nu_e$  和  $\bar{\nu}_e$  也不会有磁矩。然而, $\nu_e$  (或  $\bar{\nu}_e$ ) 磁矩的实测值为

$$\mu < 1.5 \times 10^{-10} \mu_B$$

仅仅说明其磁矩极小,并未确定它为零。如果更精确的测量认定其磁矩虽小但不为零,就会反过来证明  $\nu_e$  和  $\bar{\nu}_e$  不是完全不带电荷,只不过电荷的电量极小而已。如

果是这样,  $\nu_e, \bar{\nu}_e$  就和  $e^-, e^+$  极为相像, 或者可说  $\nu_e$  (及  $\bar{\nu}_e$ ) 是  $e^-$  (或  $e^+$ ) 的微缩版。在此情况下,  $\nu_e$  ( $\bar{\nu}_e$ ) 中的束缚电磁能的运转方式应与  $e^-$  ( $e^+$ ) 中的束缚电磁能的运转方式完全相同。仅能量含量不同、大小不同而已。

在以上对  $\nu_e$  (及  $\bar{\nu}_e$ ) 的结构设定之下,  $\gamma \longleftrightarrow \nu_e \bar{\nu}_e$  也是当然成立的。这和  $\gamma \longleftrightarrow e^- e^+$  的分析相同。

如上所述, 本文设定的第一级粒子为电磁波量子——光子, 第二级粒子为束缚电磁能 (或称: “电磁波”) 形成的最简单个体—— $e^-, \nu_e$  及其反粒子  $e^+, \bar{\nu}_e$ 。

第二级粒子是以下的第三、四、五级粒子的最基本组成成分。第一级粒子在第二至第五级粒子衰变的过程中、在粒子碰撞过程中经常出现。

需要注意的是: 第一级“粒子”是电磁波量子, 其本质为波, 但有极强的粒子性。第二级至第五级是真正意义上的“粒子”——它们占有有限的空间, 是有一定的内部结构、有边界、有外壳的物理个体。但是它们具有“波性”。波的量子 and 具有波性的粒子本质上是两种物理概念、两种运动形态。然而, 正因为粒子具有波性, 故用描述波的方程如薛丁谔方程、K—G 方程、Dirac 方程等来描述它们时, 也可以得出许多有益的结论。特别是对它们加上“量子化条件”后, 更是如此。

## § 1.4 第三级粒子

第三级粒子都是由第二级粒子直接组成的。本级粒子包括  $\mu^+$  及  $\tau^+$ 、 $\nu_\mu$  ( $\bar{\nu}_\mu$ ) 及  $\nu_\tau$  ( $\bar{\nu}_\tau$ )、P 及  $\bar{P}$ 、介子  $S^+$  及  $\pi^+$  和其它带正负电荷的介子、 $\pi^0$  及其它中性介子。

§ 1.4—1 由  $e^-, e^+$  组成的单组元粒子—— $\mu^+$  及  $\tau^+$ ; 由  $\nu_e, \bar{\nu}_e$  组成的单组元粒子  $\nu_\mu, \bar{\nu}_\mu$  及  $\nu_\tau, \bar{\nu}_\tau$

在下文中, 我们将组成某粒子的各个成分 (或说是各个“小粒子”) 称作该粒子的“组元”。对于结构复杂的粒子, 其组元还可分为“一级组元”、“二级组元”等。

§ 1.4—1—1  $\mu^-$  ( $\mu^+$ ) 及  $\tau^-$  ( $\tau^+$ )

本文认为:  $\mu^-$  是由  $e^-$  在一个有限的微小空间中按一定轨道运转形成的。而且, 其本身还在自转, 并作整体“宏观”运动。其结构示意图可以设想如下:

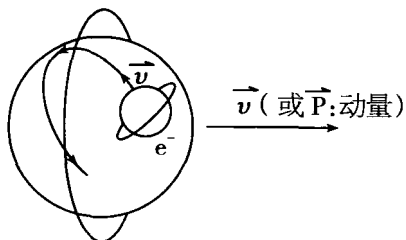


图 1-3  $\mu^-$  结构示意图

在本文中, 我们将  $\mu^-$  的结构式写成  $e^-$ 。其意思是:  $\mu^-$  是以  $e^-$  为组元的、 $e^-$  的运

动轨道能级为“1”级的粒子。

由于它是由一个组元  $e^-$  构成的,因而它也带有与  $e^-$  相同的负电荷。又因为  $\mu^-$  在作自转,因此它也具有磁矩( $\mu^-$  的磁矩的实测值为  $1.0011659160 \frac{e\hbar}{2m_\mu}$ )。

$\mu^+$  的结构与此类似,它由  $e^+$  在一个有限的微小空间中按一定轨道运转而成。而且此轨道和  $\mu^-$  中轨道类似,但相互对称。 $\mu^+$  的本身还在作整体自转和“宏观”直线运动。 $\mu^-$ 、 $\mu^+$  相对于同一参考系的自转方向与“宏观”直线运动方向的相互关系(螺旋性)相反。

$\mu^+$  的结构式为  $e^+$ 。其意义与  $\mu^-$  的结构式  $e^-$  意义相似。 $\mu^+$  的结构示意图为:

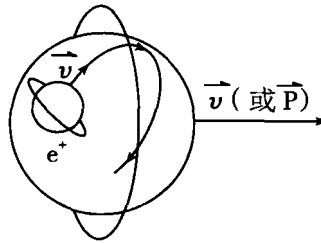


图 1-4  $\mu^+$  结构示意图

$\tau^-$ 、 $\tau^+$  的结构与  $\mu^-$ 、 $\mu^+$  的结构相似,也是由  $e^-$ 、 $e^+$  在一个有限的微小空间中按一定轨道运转而成的。其结构示意图为:

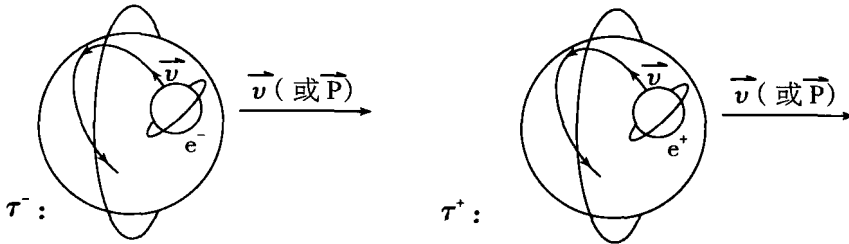


图 1-5  $\tau^+$  结构示意图

$\tau^+$  中组元  $e^+$  的运转轨道能级高于  $\mu^+$  中  $e^+$  的运转轨道能级,因此将  $\tau^+$  的结构式写成  $e^+$  和  $e^-$ 。意思是: $\tau^+$  的组元是  $e^+$ ,其轨道运动能级为“2”级。

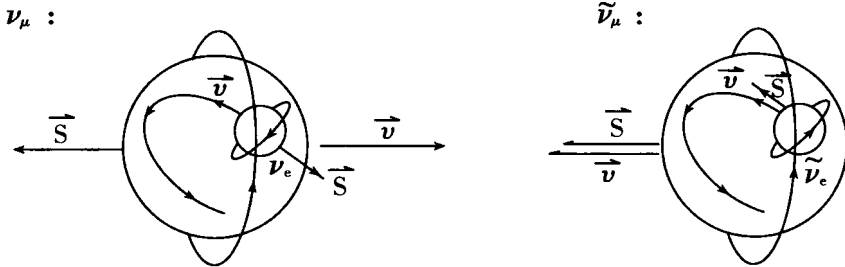
$\tau^-$  与  $\tau^+$  中组元  $e^-$ 、 $e^+$  的运动轨道能级相等、形式相似但互相对称, $\tau^-$ 、 $\tau^+$  (相对于同一参考系)的螺旋性相反。

在衰变道内部过程分析(见 §2)中我们可以看出,本文所设定的结构可以顺利地、合理地解释它们全部衰变道的内部过程。这也反过来证明了本文设定的  $\mu^+$ 、 $\tau^+$  结构是合理的。

#### § 1.4—1—2 $\nu_\mu(\bar{\nu}_\mu)$ 和 $\nu_\tau(\bar{\nu}_\tau)$

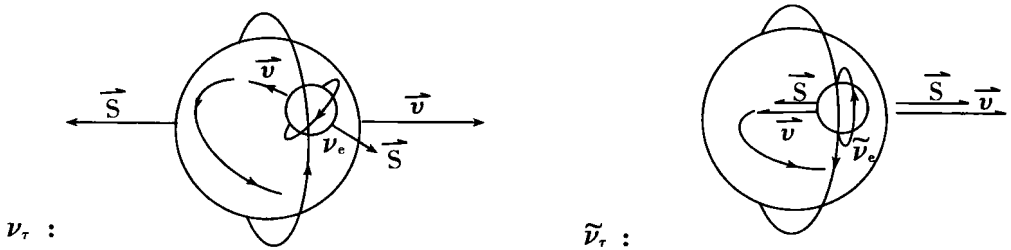
本文认为  $\nu_\mu$  是由  $\nu_e$  在一个有限的微小空间中按一定轨道运转而成。而且,它作为一个整体还作自转,并作整体“宏观”直线运动。而  $\bar{\nu}_\mu$  则是由  $\bar{\nu}_e$  在一个有限微小空

间中运转而成。其轨道能级与  $\nu_\mu$  中  $\nu_e$  的轨道能级相同,但两轨道形式相互对称。且  $\nu_\mu$  与  $\bar{\nu}_\mu$  的螺旋性相反(由于  $\nu_\mu(\bar{\nu}_\mu)$ 、 $\nu_\tau(\bar{\nu}_\tau)$  的  $m_0=0$  或极近于零,故它们有确定的螺旋性)。其结构示意图如下:

图 1-6  $\nu_\mu$ 、 $\bar{\nu}_\mu$  结构示意图

$\nu_\mu$  的结构式为  $\nu_e$ 、 $\bar{\nu}_\mu$  的结构式为  $\bar{\nu}_e$ 。其意义是: $\nu_\mu$  和  $\bar{\nu}_\mu$  的组元分别为  $\nu_e$  和  $\bar{\nu}_e$ ,  $\nu_e$  和  $\bar{\nu}_e$  的轨道能级同为“1”级。

至于  $\nu_\tau$  和  $\bar{\nu}_\tau$ ,也是由  $\nu_e$  和  $\bar{\nu}_e$  在一微小空间中按一定轨道运转而成。二者轨道能级相同,形式对称。而且其能级高于  $\nu_\mu$  和  $\bar{\nu}_\mu$  中  $\nu_e$  及  $\bar{\nu}_e$  的轨道能级。 $\nu_\tau$  和  $\bar{\nu}_\tau$  的螺旋性相反。其结构示意图为

图 1-7  $\nu_\tau$ 、 $\bar{\nu}_\tau$  结构示意图

$\nu_\tau$  和  $\bar{\nu}_\tau$  的结构式分别为  $\nu_e$  及  $\bar{\nu}_e$ 。其意义是: $\nu_\tau$  的组元是  $\nu_e$ 、 $\bar{\nu}_\tau$  的组元是  $\bar{\nu}_e$ 。  $\nu_e$  和  $\bar{\nu}_e$  的轨道能级相同,均为 2 级。高于  $\nu_\mu$ 、 $\bar{\nu}_\mu$  中组元  $\nu_e$ 、 $\bar{\nu}_e$  的轨道能级。

由于  $\nu_\mu$ 、 $\nu_\tau$  之间有上述关系,因此存在以下转换过程就是很自然的:

$$\nu_\mu + \gamma \longleftrightarrow \nu_\tau \quad \cdots \cdots (1.4-1)$$

$$\bar{\nu}_\mu + \gamma \longleftrightarrow \bar{\nu}_\tau \quad \cdots \cdots (1.4-2)$$

又由于  $\nu_e$ 、 $\bar{\nu}_e$  是  $\nu_\mu$  及  $\bar{\nu}_\mu$  以及  $\nu_\tau$  及  $\bar{\nu}_\tau$  的组元,因此以下过程也是极有可能存在的:

$$\nu_e + \gamma \longleftrightarrow \nu_\mu \quad \cdots \cdots (1.4-3)$$

$$\nu_e + \gamma \longleftrightarrow \nu_\tau \quad \cdots \cdots (1.4-4)$$

$$\bar{\nu}_e + \gamma \longleftrightarrow \bar{\nu}_\mu \quad \cdots \cdots (1.4-5)$$

$$\bar{\nu}_e + \gamma \longleftrightarrow \bar{\nu}_\tau \quad \cdots \cdots (1.4-6)$$

而(1.4—1)至(1.4—6)表示的是三种中微子间的转换关系。即所谓“中微子振

荡”过程。但是它比通常所说的“中微子震荡”范围要大得多。

### § 1.4—2 质子 P 及其反质子 $\bar{P}$

质子 P 是由正电子  $e^+$  在一个极小的空间区域内、沿一条极其稳定的轨道运转而成的。其轨道能级高于  $\mu^+$  中  $e^+$  的轨道能级。而且作为一个整体,它还作自转及“宏观”直线运动。其结构示意图为

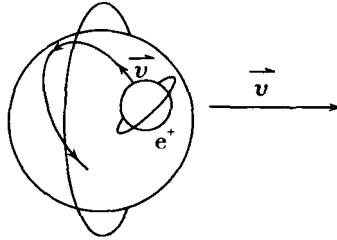


图 1-8 P 结构示意图

P 的反粒子则为  $e^-$  在一个大小与 P 所占空间相当的微小空间内,沿一个与 P 中  $e^+$  运转轨道相对称的轨道运转而成。它也作自转及空间直线运动,但相对于同一参考系的“螺旋性”与 P 相反。其结构示意图为:

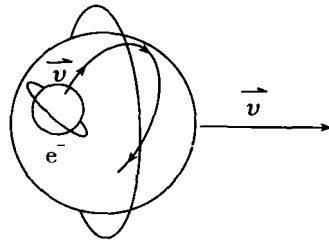


图 1-9  $\bar{P}$  结构示意图

这样设定的粒子 P、 $\bar{P}$  的结构,可以解释它们的可能的衰变道,如  $P \longrightarrow e^+ \gamma$  等等。在 § 2 章中对此将有所分析。

在本文中, P 的结构式为  $e^+$ , 其含义为: P 是  $e^+$  形成的一种特殊的稳定的粒子;  $\bar{P}$  的结构式为  $e^-$ , 其含义为:  $\bar{P}$  是  $e^-$  形成的特殊稳定的粒子。

### § 1.4—3 介子 $S^+$ 、 $\pi^+$ 及其它带正、负电荷的介子, $\pi^0$ 及其它中性介子

#### § 1.4—3—1 介子 $S^+$ 、 $\pi^+$ 及其它带正、负电荷的介子

这些介子本文设定为由二级粒子  $e^-$ 、 $\bar{\nu}_e$  或  $e^+$ 、 $\nu_e$  组成。例如:我们设定  $\pi^+$  为由

$e^+$ 、 $\nu_e$  形成的粒子,其结构式为  $e^+ \overset{\boxed{1}}{\nu_e}$ 。其含义为:它是由  $e^+$ 、 $\nu_e$  在空间微小区域中按一定轨道运转形成的粒子,其轨道能级为“1”级。同样,我们将  $\pi^-$  设定为由  $e^-$ 、 $\bar{\nu}_e$  在空间微小区域中按一定轨道运转形成的粒子,其轨道能级为“1”级。结构式

为  $e^- \overset{[1]}{\nu_e}$ 。 $\pi^+$ 、 $\pi^-$  本身不作自转, 仅作宏观直线运动。 $\pi^+$ 、 $\pi^-$  的结构示意图为:

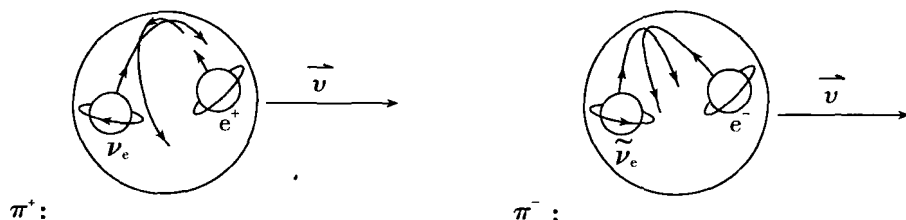


图 1-10  $\pi^+$ 、 $\pi^-$  结构示意图

本文认为, 与  $\pi^+$  相比, 还应当存在一种比  $\pi^+$  质量较低、其组元为  $e^+$ 、 $\nu_e$  或  $e^-$ 、 $\bar{\nu}_e$  但运转轨道能级较  $\pi^+$  或  $\pi^-$  的组元的运转轨道能级低的粒子, 我们将它命名为  $S^+$ 。

并将其结构式写成  $e^+ \overset{[0]}{\nu_e}$  及  $e^- \overset{[0]}{\bar{\nu}_e}$ 。其含义为:  $S^+$  是以  $e^+$ 、 $\nu_e$  为组元的最低能级—零级—粒子;  $S^-$  是以  $e^-$ 、 $\bar{\nu}_e$  为组元的最低能级—零级—粒子。

至于其它带正、负电荷的介子, 也是以  $e^+$ 、 $\nu_e$  为组元或以  $e^-$ 、 $\bar{\nu}_e$  为组元的粒子。

其结构式分别写成  $e^+ \overset{[K]}{\nu_e}$  及  $e^- \overset{[K]}{\bar{\nu}_e}$ 。其中“K”表示该粒子的能级。

#### § 1.4—3—2 $\pi^0$ 及其它中性介子

本文设定  $\pi^0$  及其它中性介子是由  $e^+$ 、 $e^-$  在一微小空间中按一定轨道运转而成。 $\pi^0$  为中性介子中质量最小者, 即  $\pi^0$  中组元  $e^+$ 、 $e^-$  的运转轨道能级最低。我们把  $\pi^0$

的结构式写成  $e^+ \overset{[1]}{e^-}$ 。其含义为:  $\pi^0$  的组元为  $e^+$ 、 $e^-$ 。 $e^+$ 、 $e^-$  运转轨道能级为“1”级。与带正、负电荷的介子不同, 中性介子没有比  $\pi^0$  组元轨道能级更低的。

$\pi^0$  及其它中性介子的结构示意图为

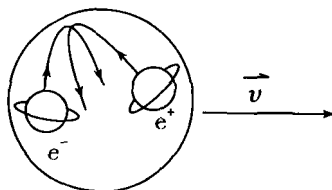


图 1-11  $\pi^0$  结构示意图

$\pi^0$  及其它中性介子本身不作自转, 仅作宏观直线运动。

需要指出的是: 本文提出的结构式中, 能级数和质量大小有关。对于同一结构、即同一种组元的粒子, 质量越大、能级越高。

#### § 1.4—3—3 介子 $SU(2)$ 群

中性介子和正负介子构成了一个  $SU(2)$  群。这个群的两个基础表示  $2$  及  $2^*$  定义为:

$$\underline{2} = \begin{pmatrix} e^- \\ \nu_e \end{pmatrix} \quad \underline{2}^* = \begin{pmatrix} e^+ \\ \bar{\nu}_e \end{pmatrix}$$

将 $\underline{2}$ 与 $\underline{2}^*$ 直乘,可以约化为两个不可约表示 $\underline{1}$ 与 $\underline{3}$ 的直和。即

$$\underline{2} \otimes \underline{2}^* = \underline{1} \oplus \underline{3}$$

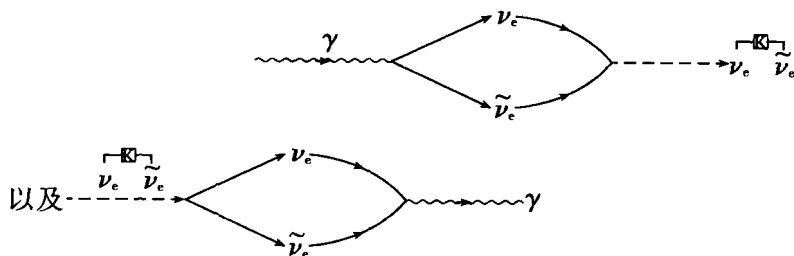
其中“ $\underline{1}$ ”表示一个单态,“ $\underline{3}$ ”表示一个三重态。也就是说  $SU(2)$  的四个态可以化作一个三重态和一个单态之和。我们认为,这个三重态 $\underline{3}$ 为:

1. 由  $e^+$ 、 $e^-$  组成的中性介子  $e^+ \begin{array}{c} \boxed{K} \\ \hline \end{array} e^-$ 。其中“ $K$ ”表示组元的轨道能级;
2. 由  $e^-$ 、 $\bar{\nu}_e$  组成的带负电荷介子  $e^- \begin{array}{c} \boxed{K} \\ \hline \end{array} \bar{\nu}_e$ ;
3. 由  $e^+$ 、 $\nu_e$  组成的带正电荷的介子  $e^+ \begin{array}{c} \boxed{K} \\ \hline \end{array} \nu_e$ ;

而“ $\underline{1}$ ”代表的单态即由  $\nu_e$ 、 $\bar{\nu}_e$  组成的一种特殊的介子,可以写作  $\nu_e \begin{array}{c} \boxed{K} \\ \hline \end{array} \bar{\nu}_e$ 。这个介子的静质量为零、速度为“ $C$ ”。而且和光子  $\gamma$  可以直接转化。即

$$\gamma \longleftrightarrow \nu_e \begin{array}{c} \boxed{K} \\ \hline \end{array} \bar{\nu}_e$$

其具体转化过程为:



我们暂把这种介子称为“ $X_1$  介子”。其结构示意图为

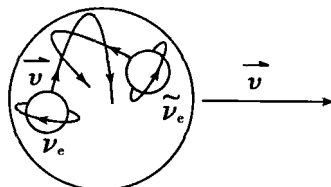


图 1-12  $X_1$ —介子结构示意图

它不作自转,即其自旋等于零。它为一标量粒子,这种粒子可以束缚在一较大粒子之中,也可能有自由态。

由于其静质量接近于零。根据

$$E = \frac{m_0 C^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{C^2}}}$$

由于其  $E \neq 0$ , 其宏观运动速度  $\vec{v}$  也应接近“C”。

当太阳发出中微子  $\nu_e$  与  $\bar{\nu}_e$  时, 其  $\nu_e$ 、 $\bar{\nu}_e$  可以单独向四周空间中发出, 也可能以“X<sub>i</sub> 介子”形态向四周运动, 其速度均接近“C”。

由于太阳发射出的中微子主要是  $\nu_e$  与  $\bar{\nu}_e$ , 而太阳发射出的中微子到达地球前会大量减少, 而发生“太阳中微子失踪”。除了  $\nu_e$ 、 $\bar{\nu}_e$  会发生“振荡”——变成  $\nu_\mu$ 、 $\bar{\nu}_\mu$  或

$\nu_\tau$ 、 $\bar{\nu}_\tau$ ——外,  $\nu_e + \bar{\nu}_e \longrightarrow \nu_e \quad \bar{\nu}_e$  介子可能也是其重要原因之一。

## §1.5 第四级粒子——除质子 P 之外的带正电荷重子

第四级粒子是由第三级粒子组成的。本级粒子仅包括除质子 P 以外的带正电荷重子一类粒子。

除 P 以外, 其余带正电荷重子 (其实此处仅指带一个正电荷的重子) 如  $\Sigma^+$ 、 $\Lambda^+$ 、 $\Xi_c^+$  等等, 都可以看成是质子 P 在一个微小空间中、沿一定轨道运转而成。其自身作自转, 在不受外力的情况下作宏观直线运动。其结构示意图为:

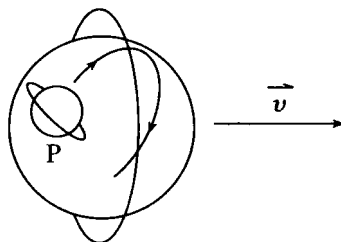


图 1-13 除 P 外其余带正电荷重子结构示意图

本文将其结构式写成  $\overset{\text{K}}{\text{P}}$ 。其含意为: 它们是以质子 P 为组元的单组元粒子, P 的轨道能级为 K。能级 K 越高, 粒子的静质量越大。

根据目前发现的粒子看, 除 P 外的带正电荷重子中质量最小——即组元 P 运动轨道能级最低的粒子是  $\Sigma^+$ , 其余带正电荷重子的组元 P 的运动轨道能级都比  $\Sigma^+$  中组元 P 的运动轨道能级高。因此, 不妨将  $\Sigma^+$  看作除 P 外带正电荷重子中的“基态”粒子, 而其余带正电荷重子均为它的“激发态”。

同样, 反质子  $\bar{P}$  在空间一微小区域中沿一定轨道运动也可以形成一种带负电荷的“反重子”。但它和我们通常见到的带负电荷重子不同。通常的带负电荷重子具有 §1.6—2 节所示的结构。