

关于 Y_1^* 对产生的分支比*

陈 激[†]
(北京大学物理系)

在 $p\text{-}\bar{p}$ 湮灭的过程中, 实验已经找到下列的反应^[1]:

$$\bar{p} + p \rightarrow Y_1^{*-} + \tilde{Y}_1^{*+}, \quad (1)$$

$$\bar{p} + p \rightarrow Y_1^{*+} + \tilde{Y}_1^{*-}. \quad (2)$$

并且发现反应截面的分支比为

$$\frac{\bar{p} + p \rightarrow Y_1^{*-} + \tilde{Y}_1^{*+}}{\bar{p} + p \rightarrow Y_1^{*+} + \tilde{Y}_1^{*-}} = 7.$$

这两个过程的角分布有向前的倾向. Tanaka^[2] 曾经根据 SU_3 对称性理论指出, 为了得到上述正确的分支比, 两个过程都需要交换分配于 27 维表示的粒子, 然而这种粒子目前并不存在(尤其是对于反应(1), 这种粒子必需是电荷等于 -2, 奇异数 S 等于 -1), 同时也没有说明为什么交换 K 和 K^* 对于反应(2)不起作用.

本文的目的是想利用同时考虑本道和交叉道的极点近似作为上述过程的动力学机构, 并且认为相互作用顶点基本上是满足 SU_3 对称的, 从而给出上述过程分支比的定量计算.

在本道的情形里, 反应(1)和(2)都可以取通过 π 介子和 ρ 介子(图 1 和图 2). 因为根据 SU_3 对称性, 通过 η 介子和 ϕ 介子的本道是禁戒的, 而通过 ω 介子虽然不受禁戒, 但是为了减少在计算中出现的未知参量, 我们可以忽略它(事实上, 这对结果没有太大的影响). 在交叉道的情形中, 我们只对反应(2)取交换 K^* 的贡献(图 3), 因为若在相互作用顶点基本满足 SU_3 对称下, 进一步顾及到粒子质量的差别, 因而耦合常数自动地出现破坏对称的修正因子(因为 Y_1^*N-K 只能有微商耦合), 则能得到 (Y_1^*NK) 的耦合常数远小于下面对交换 K^* 所取的耦合常数, 因此我们只取交换 K^* 的贡献.

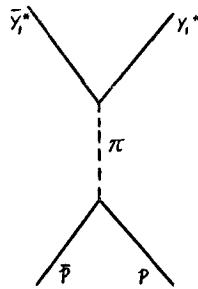


图 1

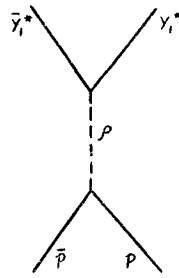


图 2

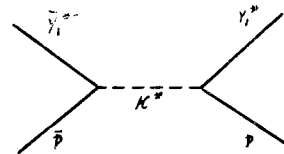


图 3

* 1965 年 6 月 17 日收到.
† 吉林大学进修教师.

根据上面的考虑,我们取与上述图形相应的相互作用拉氏密度函数的形式为

$$L_1 = iG_{\pi Y^*} \bar{\psi}_\mu \gamma_5 \psi_\mu \varphi + iG_{\pi N} \bar{\psi} \gamma_5 \psi \varphi,$$

$$L_2 = iG_{\rho Y^*} \bar{\psi}_\mu \gamma_\nu \psi_\mu \varphi_\nu + iG_{\rho N} \bar{\psi} \gamma_\nu \psi \varphi_\nu,$$

$$L_3 = iG_{K^*} \bar{\psi}_\mu \gamma_5 \psi \Phi_\mu,$$

其中, ψ_μ 是自旋 3/2 粒子 Y_1^* 的波函数,它满足^[3]

$$(i\hat{p} + m)\psi_\mu = 0,$$

$$\gamma_\mu \psi_\mu = 0,$$

$$\sum_{s=-3/2}^{3/2} \psi_\mu \bar{\psi}_\nu = \Theta_{\mu\nu} \frac{-i\hat{p} + m}{2m},$$

$$\Theta_{\mu\nu} = \delta_{\mu\nu} - \frac{1}{3} \gamma_\mu \gamma_\nu - \frac{1}{3p^2} (\hat{p} \gamma_\mu \hat{p}_\nu + p_\mu \gamma_\nu \hat{p}).$$

ψ , φ , φ_ν , Φ_μ 分别是核子、 π 介子、矢量介子 ρ 和 K^* 的波函数。

如果取 L_1 , L_2 , L_3 中各个耦合常数的数值为

$$\frac{G_{\pi N}^2}{4\pi} = 15, \quad \frac{G_{\rho N}^2}{4\pi} = 0.5, \quad \frac{G_{\pi Y^*}^2}{4\pi} = 1, \quad \frac{G_{\rho Y^*}^2}{4\pi} = 0.5, \quad \frac{G_{K^*}^2}{4\pi} = 0.6,$$

则经过计算可得反应(1)和(2)截面分支比为 7:1.4,这和实验结果符合得很好。上述结果表明,反应(2)虽然比反应(1)多了交叉道,但与本道干扰的结果使截面大大减少。

由于我们考虑了通过 ρ 介子的本道,它与通过 π 介子的本道也存在着干扰项,因此即使对于反应(1),仍然能获得非各向同性的角分布,并且确实有向前的效应。不过值得指出的是,这时 S 波的作用还是比较大,如果我们进一步考虑通过 $f^0(1253\text{MeV}, J^P = 2^+)$ 的粒子),计算的结果表明会有 D 波贡献,并且使得角分布有可能更好接近于实验情况。但由于 f^0 与 Y_1^* 和核子 N 的耦合常数都是未知的,因此,在过多的未知参量存在的情形下给出定量的结果显然是不容易的。

作者感谢胡宁教授的指导以及刘连寿同志有益的讨论。

参 考 文 献

- [1] Baltay, C., et al., *Phys. Rev. Letters*, **11**(1963), 32.
- [2] Tanaka, K., *Phys. Rev.*, **135** (1964), B1186.
- [3] Behrends, R. E., et al., *Phys. Rev.*, **106**(1957), 345.