

目1所
F始显
与范
的结果

度行
其它
献很
wilson
羊^[2]的
证明
可能
已获
用量
再作

快报

由单胶子交换的正反夸克对产生模型 研究 ρ, K^* 介子的强作用衰变*

余友文 沈彭年

(中国科学院高能物理研究所, 北京)

(Center of Theoretical Physics, CAST (World Laboratory))

摘 要

用单胶子交换正反夸克对产生模型研究了 ρ 介子到 2π 介子和 K^* 到 $K\pi$ 衰变宽度, 理论与实验值基本相符。

一、引 言

从夸克模型来研究一些强相互作用的过程是当前核物理中一个重要且很有兴趣的课题。在以前的文章中, 我们曾给出了一个由单胶子交换正反夸克对产生的离壳传递位, 并用这个位势研究了重子-介子的顶角结构和核子间的相互作用, 得到了与实验和单介子交换理论相符的结果^[1]。为了进一步检验单胶子交换正反夸克对产生模型, 我们把它推广应用到介子强作用衰变的过程中去, 作为两个例子我们计算了只由 u, d 夸克组成的 ρ 介子和包含奇异夸克 s 的 K^* 介子衰变的衰变宽度, 并与实验进行了比较。需要特别指出的是在参考文献 [1] 中, 顶角结构主要用来研究重子间的相互作用, 由于重子间交换的是虚介子, 因此我们采用了离能壳传递位。而这儿 ρ 和 K^* 介子的衰变是一个实过程, 我们应采用在能壳传递位来研究这两个衰变过程。另外, 在参考文献 [1] 中, 我们只研究 u, d 夸克组成的系统, 因此味空间是 $SU(2)$ 。本文研究的是 u, d, s 夸克组成的系统, 味空间是 $SU(3)$, 这是对以前工作的一个推广。

二、计算公式和结果

在参考文献 [1] 中给出了夸克通过单胶子交换产生一对正反夸克对的离能壳传递位。相似的推导不难给出产生一对正反夸克对的在能壳传递位。以前的计算经验告诉我们, 在传递位的相对论展开式中, $O\left(\frac{1}{c}\right)$ 的项是主要的。因此在本工作中只计算了传递位中 $O\left(\frac{1}{c}\right)$ 项的贡献。在动量表象中, 夸克通过单胶子交换产生一对正反夸克对的在能

* 中国科学院科学基金资助的课题。
本文 1987 年 4 月 13 日收到。

壳传递位可表示为:

$$V_{q \rightarrow qq\bar{q}} = \sum_{\alpha\beta\gamma\delta} \langle \phi_\delta(1)\phi_\gamma(2) | V_{q \rightarrow qq\bar{q}}(1, 2) | \phi_\beta(1)\phi_\alpha(2) \rangle a_\gamma^+ a_\delta^+ b_\beta^+ a_\alpha \quad (1)$$

$$V_{q \rightarrow qq\bar{q}}(1, 2) = \pi\alpha_s \lambda_1 \cdot \lambda_2 \left\{ \left[\frac{1}{2} \left(\frac{1}{m_1} + \frac{1}{m_2} \right) \sigma_1 + \frac{1}{2m_2} i\sigma_1 \times \sigma_2 \right] \cdot \frac{\mathbf{q}}{q^2} - \frac{1}{m_2} \sigma_1 \cdot \frac{\mathbf{k}_2}{q^2} \right\}. \quad (2)$$

反夸克通过单胶子交换产生一对正反夸克对的传递位可表为:

$$V_{\bar{q} \rightarrow \bar{q}q\bar{q}} = \sum_{\alpha\beta\gamma\delta} \langle \phi_\delta(1)\phi_\gamma(2) | V_{\bar{q} \rightarrow \bar{q}q\bar{q}}(1, 2) | \phi_\beta(1)\phi_\alpha(2) \rangle b_\gamma^+ a_\delta^+ b_\beta^+ b_\alpha \quad (3)$$

$$V_{\bar{q} \rightarrow \bar{q}q\bar{q}}(1, 2) = -\pi\alpha_s \lambda_1 \cdot \lambda_2^* \left\{ \left[\frac{1}{2} \left(\frac{1}{m_1} + \frac{1}{m_2} \right) \sigma_1 + \frac{1}{2m_2} i\sigma_1 \times \sigma_2 \right] \cdot \frac{\mathbf{q}}{q^2} - \frac{1}{m_2} \sigma_1 \cdot \frac{\mathbf{k}_2}{q^2} \right\} \quad (4)$$

这儿 ϕ 是单个夸克(反夸克)的波函数, 标号“1”表示海夸克, “2”表示价夸克, σ 是夸克的 Pauli 自旋算符, λ 是色空间 $SU(3)$ 群的产生算符. α_s 是夸克-胶子耦合常数, m 是夸克的质量. 参数 α_s 和 m 与离能壳传递位中参数是相同的, 在那儿已由研究重子谱和 NN 散射中所确定^[2], 所以在壳传递位 (2) 和 (4) 中参数是完全确定的, 没有任何自由参数.

按照传递位的机制, 一个介子衰变到两个介子的过程有如下的二种图形.



图1 一个介子衰变到二个介子的过程

计算是在动量空间进行的, 介子的内部运动波函数取为高斯函数, 在动量表象可写为:

$$\phi(\mathbf{k}_1, \mathbf{k}_2) = \left(\frac{2b^2}{\pi} \right)^{3/4} \cdot \exp \left[-\frac{b^2}{4} (\mathbf{k}_1 - \mathbf{k}_2)^2 \right]. \quad (5)$$

这儿 \mathbf{k}_1 和 \mathbf{k}_2 为介子中二夸克的动量, b 是介子的半径参数. 以

$$\langle B, C | V_{q \rightarrow qq\bar{q}} + V_{\bar{q} \rightarrow \bar{q}q\bar{q}} | A \rangle$$

表示介子 A 衰变到介子 B, C 的矩阵元, 这个矩阵元一般可写为:

$$\langle B, C | V_{q \rightarrow qq\bar{q}} + V_{\bar{q} \rightarrow \bar{q}q\bar{q}} | A \rangle = M_{BC;A}(Q) Q_{\mu_A} \quad (6)$$

这儿 Q 为在质心系中介子 C 的动量, μ_A 为初态介子自旋的三分量, $M_{BC;A}(Q)$ 是一个与 Q 及一些参数有关的函数. 过程的衰变宽度可表为:

$$\Gamma_{A \rightarrow BC} = \Sigma \int 2\pi\delta(E_A - E_B - E_C) |\langle BC | V | A \rangle|^2 \frac{d^3Q}{(2\pi)^3} \quad (7)$$

这儿 Σ 表示对初态求平均对终态求和. 对 ρ 和 K^* 介子的衰变, 在质心系中衰变宽度可表为:

$$\Gamma_{A \rightarrow BC} = \frac{1}{24\pi^4 m_A} |M_{BC;A}(Q_0)|^2 Q_0^3 (m_B^2 + Q_0^2)^{1/2} (m_C^2 + Q_0^2)^{1/2} \quad (8)$$

式中 m_A , m_B 和 m_C 分别为介子 A, B 和 C 的质量, Q_0 由下列能量守恒给出的关系式决定

$$m_A = (m_B^2 + Q_0^2)^{1/2} + (m_C^2 + Q_0^2)^{1/2}. \quad (9)$$

在计算中 $\alpha_s = 1.39$, $m_{u,d} = 300 \text{ MeV}$, $m_s = 486 \text{ MeV}$ ^[3], 介子的半径参数 b 取为

(1)

$$b = 0.5 \text{ fm}.$$

这些参数都是在其它研究重子谱, 重子-介子顶角结构和 NN 散射中^[1,2]所决定的, 在本计算中没有其它可调参数。计算的结果为:

(2)

	实验 ^[4]	理论
$\Gamma_{\rho \rightarrow \pi\pi}(\text{MeV})$	154	157
$\Gamma_{K^* \rightarrow K\pi}(\text{MeV})$	51.1	49.7

(3)

上列的结果说明了我们的单胶子交换正反夸克对产生模型在研究 ρ 和 K^* 介子的强作用衰变中也取得了与实验基本相符的结果, 这就促使我们将进一步用这个模型去研究其它强作用过程。

(4)

参 考 文 献

σ 是
 π, m
谱和
由参

- [1] Yu You-wen and Zhang Zong-ye, *Nucl. Phys.*, **A426**(1984), 557; Yu You-wen, *Nucl. Phys.*, **A455**(1986), 737.
 [2] M. Oka and K. Yazaki, *Phys. Lett.*, **90B**(1980), 41.
 [3] A. De Rujula, H. Georgi, S. L. Glashow, *Phys. Rev.*, **120D**(1975), 147.
 [4] Particle Properties data booklet 1986.

的内
表象

STUDIES OF ρ AND K^* MESONS DECAY BY THE ONE- GLUON-EXCHANGE QUARK-ANTIQUARK PAIR CREATION MODEL*

YU YOU-WEN SHEN PENG-NIAN

(Institute of High Energy Physics, Academia Sinica, Beijing)

(Center of Theoretical Physics, CCAST (World Laboratory))

(5)

ABSTRACT

(6)

- 个

Decay rates of ρ -meson into two π mesons and K^* into $K\pi$ mesons are calculated by using the One-Gluon-Exchange Quark-Antiquark pair creation model. The results are in agreement with the experimental data.

(7)

是 可

(8)

是 定

(9)

* Projects Supported by the Science Fund of the Chinese Academy of Sciences.