

DECAIMENTO DE f_2 NO MODELO 3P_0

PATRICIA GONÇALVES MOREIRA¹; MARIO LUIZ LOPES DA SILVA²

¹Universidade Federal de Pelotas – patigmoreira@hotmail.com

²Universidade Federal de Pelotas – mllsilva@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

Desde que o méson foi admitido teoricamente pelo físico japonês Yukawa, em 1935, para explicar como ocorreria o processo de interação entre prótons e nêutrons no núcleo atômico – o que foi detectado posteriormente a partir de experimentos por Lattes, Occhialini e Powell, em 1947 - o estudo da física de mésons e o estudo da interação forte são associados. Quando se percebeu que os nucleons (prótons e nêutrons) tinham uma estrutura interna, formados por partículas menores chamadas quarks, uma nova teoria foi construída capaz de descrever a interação entre quarks. Sendo assim, Yukawa, Fritzsch, Weinberg, Gross e seus colaboradores propuseram a teoria da interação forte, a Cromodinâmica Quântica (Quantum Chromodynamics – QCD), utilizada para regime de altas energias. A QCD descreve a interação entre partículas que possuem uma propriedade chamada carga de cor, que ocorre através da troca de uma partícula que possui massa nula, o glúon. Devido ao fato de possuírem cargas de cor, os glúons podem interagir entre si. Dessa forma, podemos dizer QCD é a teoria que descreve a interação entre quarks e glúons no interior dos hádrons. O hádron é uma partícula composta, formado por um estado ligado de quarks.

Há muito tempo os modelos de criação de pares para decaimentos hadrônicos fortes têm sido formulados e estudados por muitos autores [5]. O modelo 3P_0 é um modelo de decaimento que considera apenas decaimentos do

tipo OZI-permitidos para as interações fortes. O modelo 3P_0 descreve a criação

de um par quark-antiquark adicional na presença do méson do estado inicial. O modelo foi introduzido há mais de trinta anos por MICU (1967) e aplicado em decaimento de mésons, na década de setenta, por LE YAOUANC (1973). Esta descrição é uma consequência natural de hádrons descritos pelo modelo de quarks constituinte.

Neste modelo, o par quark-antiquark criado tem os números quânticos do vácuo e, em relação aos números quânticos aditivos, deve ser neutro. Em outras palavras, o par deve ser um singleto de cor e sabor, deve ter paridade positiva, enquanto o momento linear e angular total iguais a zero. Um par férmion-antiférmion que possui estas propriedades deve ter $JPC = 0^{++}$, isto é, $L = 1$ (onda-P) e $S = 1$.

Neste trabalho estamos dando continuidade ao apresentado no ano anterior, utilizando o modelo 3P_0 para outro tipo de decaimento, também

calculado por DA SILVA (2008). Os resultados obtidos são iguais ao resultado teórico, o que nos diz que o modelo é satisfatório.

2. METODOLOGIA

A formulação do 3P_0 que adotaremos neste trabalho foi deduzida por ACKLEH (1996). Os cálculos e aplicações que mostraremos no restante deste capítulo resultam deste estudo. Esta formulação do 3P_0 considera os decaimentos como sendo originados pelo limite não-relativístico do Hamiltoniano abaixo

$$H_{q\bar{q}} = g_{q\bar{q}} \int d\vec{x} \bar{\psi}(\vec{x}) \psi(\vec{x}).$$

Os decaimentos estudados são do tipo

$$(q\bar{q})_A \rightarrow (q\bar{q})_B + (q\bar{q})_C$$

isto é, um méson que decai em outros dois. Para determinar uma taxa de decaimento é necessário avaliar o elemento de matriz do Hamiltoniano de decaimento, o qual é da forma

$$\langle BC | H_{q\bar{q}} | A \rangle = \delta(\vec{P}_A - \vec{P}_B - \vec{P}_C) h_{fi}.$$

A definição geral de uma taxa de decaimento é

$$\Gamma_{A \rightarrow BC} = 2\pi P \frac{E_B E_C}{M_A} \int d\Omega |h_{fi}|^2$$

ou

$$\Gamma_{A \rightarrow BC} = 2\pi P \frac{E_B E_C}{M_A} \sum_{LS} |\mathcal{M}_{LS}|^2.$$

onde

$$\mathcal{M}_{LS} = \frac{\gamma}{\pi^{1/4} \beta^{1/2}} \mathcal{P}_{LS}(x) e^{-x^2/2}.$$

Neste trabalho, utilizaremos o decaimento

$$\mathcal{P}_{20}^{({}^3P_2 \rightarrow {}^1S_0 + {}^1S_0)} = +\frac{2^6}{3^4 5^{1/2}} x^2 \quad (f_2 \rightarrow \pi + \pi)$$

onde

$$x = P/\beta$$

e

$$P = \frac{\sqrt{[m_A^2 - (m_B + m_C)^2][m_A^2 - (m_B - m_C)^2]}}{2m_A}.$$

e, com isso, poderemos obter a taxa de decaimento, que está representado no gráfico em Resultados e Discussões.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como resultados apresentamos na Figura 1, a taxa de decaimento do méson f_2 em função do parâmetro beta. Os demais parâmetros foram fixados com base na literatura ACKLEH (1996) da seguinte forma $M_{f_2}=0.496\text{ GeV}$, $M_\pi=0.138\text{ GeV}$ e $\gamma=0.506$.

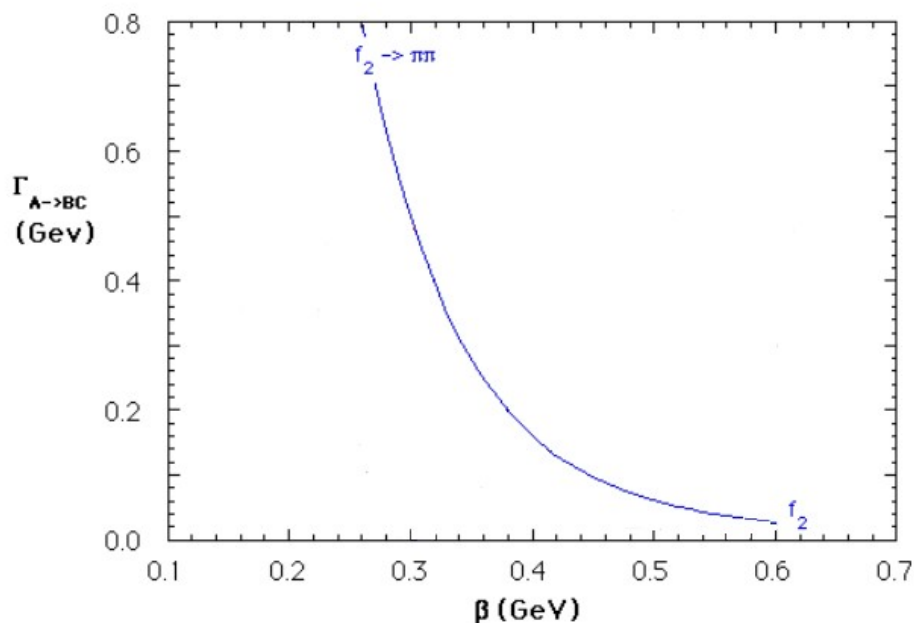


Figura 1: Decaimento do méson f_2 em dois pions ($\pi\pi$).

Com base em ajustes para diversos processos foi obtido o melhor conjunto de parâmetro para ajustar os dados experimentais para as taxas de decaimento. O melhor ajuste foi obtido para os parâmetros listados anteriormente e $\beta(\text{beta})=0,397\text{ GeV}$. Dessa forma a taxa de decaimento para o processo estudado é 170 MeV.

4. CONCLUSÕES

Este trabalho teve o intuito de dar continuidade ao trabalho anterior, que foi calculado a taxa de outro tipo de decaimento do méson. O objetivo principal é compreender os conceitos envolvidos no estudo do decaimento forte de mésons.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. MICU, L. Decay rates of meson resonances in a quark model. Nuclear Physics B, Amsterdam, v. 10, n. 3, p. 521-526, 1969.
2. LE YAOUANC, A.; OLIVIER, L.; PÈNE, O.; RAYNAL. "Naive" Quark-Pair-Creation Model of Strong-Interaction Vertices. Physical Review D, Nova York, v. 8, n. 7, p. 2223-2234, 1973.
3. KOKOSKI, R.; ISGUR, N. Meson decays by flux-tube breaking. Physical Review D, Nova York, v. 35, n. 3, p. 907-933, 1987.
4. DA SILVA, D. T.; DA SILVA, M. L. L.; DE QUADROS, J. N.; HADJIMICHEF, D. Meson decay in a corrected 3P0 model. Physical Review D, Nova York, v. 78, n. 7, p. 076004, 2008.
5. ACKLEH, E. S.; BARNES, T.; SWANSON, E. S. On the mechanism of open-flavor strong decays. Physical Review D, Nova York, v. 54, n. 11, p. 6811-6829, 1996.