



ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Лаборатория теоретической физики

Б.А. Арбузов, Нгуен Ван Хьеу, Р.Н. Фаустов

P-1093

K_{e4} -РАСПАДЫ
И ИЗОСКАЛЯРНЫЙ ПП-РЕЗОНАНС
ПРИ МАЛОЙ ЭНЕРГИИ

Дубна 1962 год

Б.А. Арбузов, Нгуен Ван Хьеу, Р.Н. Фаустов

P - 1093

K_{e4} - РАСПАДЫ
И ИЗОСКАЛЯРНЫЙ ПП-РЕЗОНАНС
ПРИ МАЛОЙ ЭНЕРГИИ

Дубна 1962 год

А н н о т а ц и я

Рассчитаны вероятности K_{04} -распадов; показано, что предположение о существовании $\pi\pi$ -резонанса в состоянии с $I=0$, $\ell=0$ при энергии 310 Мэв приводит к значениям вероятностей распада, превышающим верхний предел экспериментальных данных.

B.A.Arbuzov, Nguyen-Van-Hieu, R.N.Faustov

K_{04} DECAYS AND ISOSCALAR $\pi\pi$ -RESONANCE AT LOW ENERGY

Abstract

The probabilities of K_{04} decays have been calculated. It has been shown that the assumption about the existence of $\pi\pi$ -resonance in the state with $I=0$, $\ell=0$ at 310 MeV leads to the values of the decay probabilities which exceed the upper limit of the experimental data.

В работе ^{/1/} одного из авторов было показано, что спектры K_{e4} -распадов

$$K^0 \rightarrow e^+ + \nu + \pi^- + \pi^0, \quad (1)$$

$$K^+ \rightarrow e^+ + \nu + \pi^0 + \pi^0, \quad (2)$$

$$K^+ \rightarrow e^+ + \nu + \pi^+ + \pi^- \quad (3)$$

по эффективной массе системы двух π -мезонов полностью определяются парциальными амплитудами $F^\ell(s)$, $\ell = 0, 1$ процесса

$$\pi + \pi \rightarrow K + \bar{K} \quad (4)$$

и эффективной константой $K_{\mu 2}$ -распада. Поэтому экспериментальные данные по этим распадам могут дать определенные сведения о $K\pi$ - и $\pi\pi$ -взаимодействиях. В настоящей работе, применяя результаты работы ^{/1/}, мы вычислим вероятности распадов (1)-(3) в предположении существования $K\pi$ -резонанса ^{/2/} со спином 1 (векторный мезон K^*) в двух случаях: при существовании $\pi\pi$ -резонанса в состоянии $l=0$, $\ell=0$ при энергии 310 Мэв ^{/3/} и при длине $\pi\pi$ -рассеяния в этом состоянии, равной $2,5^{1/4}$. Мы покажем, что предположение о существовании указанного $\pi\pi$ -резонанса приводит к значениям вероятностей K_{e4} -распадов, превышающим верхний предел экспериментальных данных.

С целью устранить кинематические особенности вместо $F^\ell(s)$ рассмотрим величину

$$f^\ell(s) = [(s - 4m^2)(s - 4M^2)]^{-1/2} F^\ell(s), \quad (5)$$

где m и M - массы π - и K -мезонов, s - квадрат эффективной массы двух π -мезонов. Для удобства парциальную амплитуду $F^0(s)$ также обозначим через $f^0(s)$.

$$f^0(s) = F^0(s).$$

Исходя из представления Мандельштама ^{/5/} без вычитания для амплитуд процесса (4) и $K\pi$ -рассеяния и учитывая только вклад $K\pi$ -резонанса с узкой шириной при вычислении вклада левого разреза, мы получим следующие дисперсионные соотношения для $f^\ell(s)$:

$$f^\ell(s) = \frac{1}{\pi} \int_{4m^2}^{\infty} \frac{Im f^\ell(s')}{s' - s} ds' + G^\ell(s), \quad (6)$$

причем

$$G^\ell(s) = 8\sqrt{6} W \Gamma \left[1 + \frac{2sW^2}{[W^2 - (M+m)^2][W^2 - (M-m)^2]} \right] g^\ell(s), \quad (7)$$

$$g^0(s) = \begin{cases} [(s-4m^2)(4M^2-s)]^{-1/2} \operatorname{arctg} \frac{[(s-4m^2)(4M^2-s)]^{1/2}}{[W^2-(M^2+m^2)+\frac{s}{2}]} & 4m^2 < s < 4M^2 \\ [(s-4m^2)(s-4M^2)]^{-1/2} \frac{1}{2} \ln \frac{[W^2-(M^2+m^2)+\frac{s}{2}] + [(s-4m^2)(s-4M^2)]^{1/2}}{[W^2-(M^2+m^2)+\frac{s}{2}] - [(s-4m^2)(s-4M^2)]^{1/2}} & \end{cases} \quad (8)$$

$$s \leq 4m^2 \quad s \geq 4M^2,$$

$$g^1(s) = \frac{2}{\sqrt{6}} [(s-4m^2)(s-4M^2)]^{-1} (1+2[W^2-(M^2+m^2)+\frac{s}{2}]) g^0(s), \quad (9)$$

где W и Γ - энергия и полуширина $K\pi$ -резонанса. В области $4m^2 \leq s \leq 16m^2$ условие унитарности дает

$$I_m f^\ell(s) = f^\ell(s) e^{-i\delta_\ell} \operatorname{Sin} \delta_\ell, \quad (10)$$

где δ_ℓ - фазы $\pi\pi$ -рассеяния. В области $s > 16m^2$ условие унитарности не дает простого соотношения типа (10). Однако в настоящей работе мы рассматриваем $f^\ell(s)$ только в области малых энергий $4m^2 < s < M^2 < 16m^2$, поэтому влияние области больших энергий несущественно. Можно предполагать, что соотношение (8) имеет место и при $s > 16m^2$, причем как $f^\ell(s)$, так и амплитуды $\pi\pi$ -рассеяния стремятся к нулю при $s \rightarrow \infty$. При этом решения интегральных уравнений определяются однозначно. Выражения для этих решений были даны в работе^{/6/ x)}. Из полученных результатов и формул (5)-(9) работы^{/1/} можно вычислить вероятности распадов (1)-(3). Выберем фазу δ_1 в соответствии с существованием резонанса при энергии 750 Мэв (ρ -мезон)^{/7/}. Что касается фазы δ_0 , то мы рассмотрим два случая: при существовании $\pi\pi$ -резонанса в состоянии с $l=0$, $\ell=0$ с резонансной энергией 310 Мэв и полушириной 15 Мэв и при длине $\pi\pi$ -рассеяния в этом состоянии, равной 2,5. В результате мы получим следующие значения вероятностей распадов (1)-(3)

$$W_1 = 3 \cdot 10^2 \text{ сек.}^{-1}, \quad W = 1,510^4 \text{ сек.}^{-1} \quad W_3 = 3 \cdot 10^4 \text{ сек.}^{-1}$$

в первом случае и

$$W_1 = 3 \cdot 10^2 \text{ сек.}^{-1}, \quad W_2 = 5 \cdot 10^2 \text{ сек.}^{-1} \quad W_3 = 1,1 \cdot 10^3 \text{ сек.}^{-1}$$

во втором.

Распад (3)

$$K^+ \rightarrow e^+ + \nu + \pi^+ + \pi^-$$

x) Полученные таким путем результаты применены только в области малых энергий и несправедливы при больших энергиях.

выглядел бы как аномальный τ -распад. Из того, что среди 2000 τ -распадов не наблюдалось ни одного события (3), мы получили следующий предел вероятности этого распада

$$W_3 (\text{ экс. }) < 2,5 \cdot 10^3 \text{ сек.}^{-1} .$$

Таким образом предположение о существовании $\pi\pi$ -резонанса в состоянии с $l=0$, $\rho=0$ при энергии 310 Мэв приводит к значению вероятности распада (3), примерно в десять раз превышающему верхний предел экспериментальных данных.

В заключение авторы выражают глубокую благодарность проф. М.А. Маркову за интерес к работе, Л.Б. Окуню, И.Т. Тодорову, Г. Домокошу и Ю. Вольфу за обсуждения.

Л и т е р а т у р а

1. Нгуен Ван Хьеу. Препринт ОИЯИ, Р-1000, 1962 г. ЖЭТФ (в печати)
2. M. Alston et al. Phys. Rev. Lett. 6, 300 (1961).
3. A. Abashian et al. Phys. Rev. Lett. 5, 258 (1960).
4. A. Abashian et al. Phys. Rev. Lett. 7, 35 (1961).
5. S. Mandelstam. Phys. Rev. 112, 1344 (1958).
6. R. Omnes. Nuovo Cim. 8, 316 (1958).
Н.И. Мухелишвили. Сингулярные интегральные уравнения.
Физматгиз, 1962 г.
7. W. Frazer and J. Fulco. Phys. Rev. Lett. 2, 365 (1959).

Рукопись поступила в издательский отдел
13 июля 1962 года.