EL MESON B Y LA SIMETRIA GLOBAL R_8

G. Cocho*

Instituto de Física, Universidad Nacional de México

(Recibido: 15 febrero 1964)

ABSTRACT

Assuming the new $\pi\omega$ resonance (B meson) has spin-parity 1^- the coupling constants $\gamma^B_{\pi\pi}$, γ^B_{KK}, $\gamma^B_{\pi\omega}$ are estimated. When we compare these values with the ones obtained for the 1^{-+} ρ' vecton predicted by R_8 symmetry we find good agreement.

1. INTRODUCCION

En experimentos recientes[1] se ha observado la presencia de una resonancia en el sistema $\pi\omega$ situada alrededor de los 1200 Mev. y con una anchura de aproximadamente 100 Mev. Esta "partícula" ha recibido el nombre de B y ha sido producida en la reacción:

$$\pi^- + p \to p + B \to p + \omega + \pi^-$$

*Asesor de la Comisión Nacional de Energía Nuclear.

Respecto a los números cuánticos de esta nueva partícula sabemos que tiene spin isotópico $T = 1$ y paridad isotópica positiva (ya que decae en $\pi + \omega$) pero aún se ignora su spin y paridad.

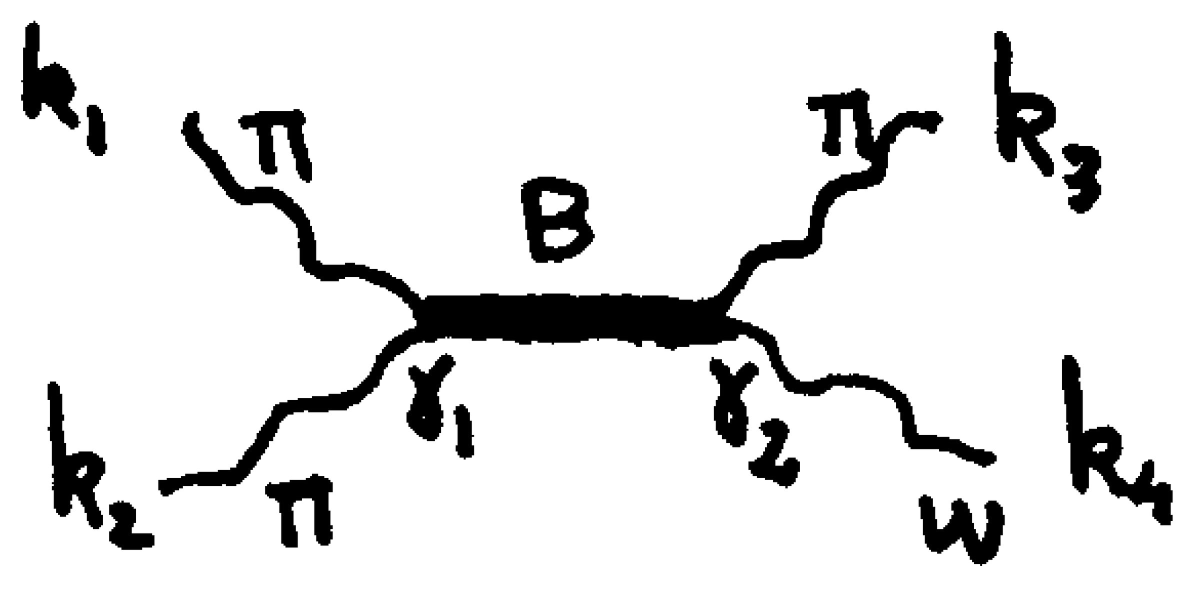
Diversos autores han propuesto diferentes valores para estos números cuánticos; W. Frazer[2] sugiere que tiene $S^{PG} = 1^{-+}$, E. Abers[3] 1^{++} y R. Peierls[4] 2^{-+}. Si el mesón B es 1^{-} los decaimientos $B \to 2\pi$, $K + K$ son permitidos; pero si la partícula tiene spin-paridad 1^{+} o 2^{+} ambos decaimientos son prohibidos para interacciones fuertes o electromagnéticas, ya que la paridad no se conservaría en tales decaimientos.

Por otro lado si suponemos que el grupo básico de las interacciones fuertes es el grupo de rotaciones en ocho dimensiones[5] (R_8) entonces en la representación regular tenemos dos mesones vectoriales con $T = 1$ y $S^{PG} = 1-+$; uno de ellos sería el mesón ρ y el otro (que hemos denominado ρ') podría ser el mesón B si este resulta ser 1^{-}.

En este trabajo nos proponemos estimar los valores de las constantes de acoplamiento $\gamma^{B}_{\pi\pi}$, γ^{B}_{KK} y $\gamma^{B}_{\pi\omega}$ (suponiendo que el mesón B es 1^{-}) y comparar dichos valores con las predicciones de la simetría global R_8.

2. VALORES DE LAS CONSTANTES DE ACOPLAMIENTO

Si estudiamos la reacción $\pi + \pi \to \pi + \omega$ en la región de la resonancia ($E = \sqrt{s} \sim 1200$ Mev) en dicha región la contribución del polo de la partícula B ($\pi + \pi \to B \to \pi + \omega$) es importante.



$$k_1 + k_2 = k_3 + k_4$$

$$s = -(k_1 + k_2)^2$$

El elemento de matriz correspondiente a esta contribución está dado por la expresión

$$M = \gamma_1 (k_1 - k_2)\ \mu \frac{\gamma_2}{m_\pi^2} (-i)\ \epsilon_{\mu\nu\lambda\tau}\, k_4\, \lambda \epsilon_\tau \frac{1}{s - m_B^2 - i\Gamma m_B} \qquad (2\text{-}1)$$

donde $\gamma_1\,(\gamma_2)$ es la constante de acoplamiento para el vértice $\pi\pi B\ (\pi\pi\omega)$, ϵ_τ es el vecton de polarización del vecton ω, m_π es la masa del pión y Γ, m_B son la anchura total y la masa de la partícula B.

De este elemento de matriz obtenemos para la sección el valor

$$\sigma = \frac{1}{3} \sum_{\text{spin}} \sum_{(2)} |\, M\,|^2 = \frac{1}{24\pi} \frac{\gamma_1^2\, \gamma_2^2\, Q_1\, Q_2^3}{(s - m_B^2)^2 + m_B^2\, \Gamma^2} \qquad (2\text{-}2)$$

donde

$$Q_1 = \frac{1}{2} (s - 4\, m_\pi^2)^{1/2} \qquad (2\text{-}3)$$

$$Q_2 = \frac{[s - (m_\omega + m_\pi)^2]^{1/2}\ [s - (m_\omega - m_\pi)^2]^{1/2}}{2\, s^{1/2}} \qquad (2\text{-}4)$$

Si consideramos los decaimientos $B \to \pi\pi,\ \pi\omega,\ K\bar{K}$ entonces tenemos que la anchura total Γ es la suma de las tres anchuras parciales $\Gamma_\pi, \Gamma_\omega, \Gamma_K$ donde

$$\Gamma_\pi = \frac{\gamma_1^2}{4\pi} \frac{Q_1^3}{m_B^2} \frac{2}{3} \qquad (2\text{-}5)$$

$$\Gamma_\omega = \frac{\gamma_2^2}{4\pi} \frac{Q_2^3}{m_\pi^2} \frac{1}{3} \tag{2-6}$$

$$\Gamma_K = \frac{\gamma_3^2}{4\pi} \frac{Q_3^3}{m_B^2} \frac{2}{3} \tag{2-7}$$

y γ_3 es la constante de acoplamiento del vértice $K\bar{K}B$ y

$$Q_3 = \frac{1}{2} (s - 4 m_K^2)^{1/2} \tag{2-8}$$

Tenemos pues para la anchura total Γ la expresión

$$\Gamma = \Gamma_\pi + \Gamma_\omega + \Gamma_K = \frac{1}{24\pi} \left[2\gamma_1^2 Q_1^3 + 2\gamma_3^2 Q_3^3 + \frac{m_B^2}{m_\pi^2} Q_2^3 \gamma_2^2\right] \tag{2-9}$$

y, en el sistema de unidades en que $m_\pi = 1$

$$\Gamma = 0.055\, \gamma_1^2 + 0.0028\, \gamma_3^2 + 0.466\, \gamma_2^2 \tag{2-10}$$

$$\frac{\gamma_1^2}{\Gamma} = 18 - 0.05 \frac{\gamma_3^2}{\Gamma} - 8.8 \frac{\gamma_2^2}{\Gamma} \equiv A - 8.8 \frac{\gamma_2^2}{\Gamma} \tag{2-11}$$

con $$A = 18 - 0.05 \frac{\gamma_3^2}{\Gamma} < 18$$

Si en 2-2 $s = m_B^2$ entonces

$$\sigma = \frac{1}{24\pi} \frac{\gamma_1^2}{\Gamma} \frac{\gamma_2^2}{\Gamma} \frac{Q_1 Q_2^3}{m_B^2} \simeq \frac{\gamma_1^2}{\Gamma} \frac{\gamma_2^2}{\Gamma} \times 0.255 \ mb \qquad (2\text{-}12)$$

El valor experimental[1] para σ parece ser semejante a 2 o 4 mb por lo tanto necesitamos que

$$\frac{\gamma_2^2}{\Gamma} \left[A - 8.8 \frac{\gamma_2^2}{\Gamma}\right] = \frac{\gamma_2^2}{\Gamma} \frac{\gamma_1^2}{\Gamma} > 8 \qquad (2\text{-}13)$$

Si $A = 18$

$$0.27 < \frac{\gamma_1^2}{4\pi} < 0.74$$

$$0.085 > \frac{\gamma_2^2}{4\pi} > 0.03 \qquad (I)$$

$$\frac{\gamma_3^2}{4\pi} = 0$$

Si $A = 17$

$$\frac{\gamma_1^2}{4\pi} = 0.45$$

$$\frac{\gamma_2^2}{4\pi} = 0.06 \qquad (II)$$

$$\frac{\gamma_3^2}{4\pi} = 1.16$$

3. COMPARACION CON LOS VALORES DE R_8

De la simetría global R_8[5] obtenemos para las constantes de acoplamiento las relaciones

$$\frac{\gamma_3^2}{\gamma_1^2} = \frac{1}{2} \cot^2 \theta \qquad (3\text{-}1) \qquad\qquad \frac{\gamma_{\pi\pi}^{\rho\,2}}{\gamma_2^2} = \cot^2 \theta \qquad (3\text{-}2)$$

y la "fórmula de masas"

$$m_B^2 = \cos^2\theta\ (K\bar{K}) + \mathrm{sen}^2\theta\ (\pi\pi) \qquad (3\text{-}3)$$

$$m_\rho^2 = \mathrm{sen}^2\theta\ (K\bar{K}) + \cos^2\theta\ (\pi\pi) \qquad (3\text{-}4)$$

donde $(K\bar{K})$, $(\pi\pi)$ son las masas de los "vectones elementales" y ya que $m_K^2 >> m_\pi^2$ y $m_B^2 > m_\rho^2$ esperamos que $\cot^2\theta$ sea bastante mayor que la unidad.

Para los valores experimentales (II) obtenemos los valores

$$\frac{\gamma_2^2}{\gamma_1^2} = 2.5 \qquad \frac{\gamma_{\pi\pi}^{\rho^2}}{\gamma_1^2} = \frac{2}{0.45} = 4.4$$

lo que da un valor de $\cot^2\theta$ semejante a 4.5 o 5 compatible con las fórmulas 3-1 a 3-4 de la simetría global R_8.

Vemos pues que los valores para las constantes de acoplamiento predichos por la simetría global R_8 concuerdan bastante bien con los datos experimentales en el caso que el mesón B tenga spin-paridad 1^- y por lo tanto es importante ver si el mesón B decae en 2 piones y en $K + \bar{K}$ así como medir con precisión las anchuras parciales de estos modos en el caso que se observen*

---

*Si calculamos el cociente de las alturas de las resonancias ρ y B obtenemos

$$R = \frac{\sigma_{\pi\pi\to\rho\to\pi\pi}(750\ \mathrm{Mev})}{\sigma_{\pi\pi\to B\to\pi\pi}(1220\ \mathrm{Mev})} \sim \left(\frac{\Gamma}{\Gamma_\pi}\right)^2 \cdot \frac{m_B^2 - 4}{m_\rho^2 - 4} \sim 3\ \left(\frac{\Gamma}{\Gamma_\pi}\right)^2$$

Para los valores anteriores $\left(\frac{\Gamma'}{\Gamma_\pi}\right)^2 \sim 5$ y por lo tanto la altura del pico de la ρ sería alrededor de 15 veces la del pico de la B lo que hace difícil ver la resonancia B en el canal $\pi\pi$.

BIBLIOGRAFIA

1. N. Xuong et al, Phys.Rev.Letters 11, pág. 227, 1963
   M. Abalonis et al. Phys.Rev.Letters 11, pág. 381, 1963
   L. Bondar et al. Phys.Rev.Letters 5, pág. 209, 1963
2. W. Frazer et al. Phys.Rev.Letters 11, pág. 231, 1963
3. E. Abers Phys.Rev.Letters 12, pág. 55, 1964
4. R. Peierls, Phys.Rev.Letters 12, pág. 50, 1964
5. G. Cocho (para ser publicado)