

ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Лаборатория теоретической физики

P - 394

Хэ Цзо-сю

ФОРМ-ФАКТОР И ВЕРОЯТНОСТЬ
ЛЕПТОННОГО РАСПАДА Λ -ЧАСТИЦЫ
ЖЭЭТФ, 1959, т.37, в.6, с.1825-1826.

Ха Цзо-сю

466/3

ФОРМ-ФАКТОР И ВЕРОЯТНОСТЬ
ЛЕПТОННОГО РАСПАДА Λ -ЧАСТИЦЫ

1966
ИЗДАТЕЛЬСТВО
СОТЕН

Предварительные экспериментальные данные по β и μ -распадам Λ -гиперонов расходятся со значениями, которые даются элементарной теорией универсального $V-A$ взаимодействия для точечной Λ частицы и указывают на меньшую (почти $\frac{1}{10}$) по сравнению с теоретическим значением вероятность распада^{2,3/}. В связи с этим представляет интерес оценить как влияют форм-факторы, обусловленные сильными взаимодействиями, на значение вероятности указанных распадов.

Матричный элемент лептонного распада Λ -частицы

$$\Lambda \longrightarrow p + L + \nu \quad (11)$$

можно записать в следующем виде^{4/}

$$M = \frac{G}{\sqrt{2}} \langle p | V_+ + A_+ | \Lambda \rangle \langle L | \gamma_\alpha (1 + \gamma_5) | \nu \rangle$$

$$V_\alpha = f_1 \gamma_\alpha + \frac{f_2}{m_\Lambda} \sigma_{\alpha\beta} k_\beta + \frac{i f_3}{m_\Lambda} k_\alpha \quad (12)$$

$$A_\alpha = g_1 \gamma_\alpha \gamma_5 + \frac{g_2}{m_\Lambda} \sigma_{\alpha\beta} k_\beta \gamma_5 + \frac{i g_3}{m_\Lambda} k_\alpha \gamma_5,$$

где L представляет μ -мезон или электрон, $k = p_\Lambda - p_p$ - передаваемый 4-импульс, $\sigma_{\alpha\beta} = \frac{1}{2i} (\gamma_\alpha \gamma_\beta - \gamma_\beta \gamma_\alpha)$, f_i и g_i являются функциями инвариантной передачи импульса. Если временная четность сохраняется, все f и g вещественны.

Вероятность β -распада Λ частицы можно представить в виде:

$$W_e \cong \frac{G^2 \epsilon_e^5}{60 \pi^3} \left[(f_1^2 + 3g_1^2) \left(1 + \frac{\epsilon_e}{m_\Lambda}\right) - 4g_1 g_2 \frac{\epsilon_e}{m_\Lambda} \right] \quad (13)$$

Вероятность μ -мезонного распада Λ частицы равна:

$$W_\mu \cong 0.03 \frac{G^2 m_\mu^5}{2\pi^3} \left[f_1^2 + 3g_1^2 - [2g_1(f_1 + 2f_2) + 2g_1(g_1 + 2g_2)] \frac{\epsilon_\mu - m_\mu}{m_\Lambda} + [f_1^2 + 9g_1^2 + f_1(f_1 + 2f_3) - g_1(g_1 + 2g_2)] \frac{m_\mu}{m_\Lambda} \right], \quad (14)$$

где ϵ максимальная энергия электрона или μ -мезона. При вычислении мы пренебрегали членами порядка $\frac{\epsilon_e^2}{m_n^2} \sim \frac{\epsilon_\mu^2}{m_n^2} \sim 0.02$ и предполагали, что все f и g имеют постоянное значение в интервале интегрирования, так как $\langle r^2 \rangle k^2 \ll 1$, где $\langle r^2 \rangle$ квадрат "радиуса" Λ частицы. Оказалось, что в β распаде Λ -частицы, только член, относящийся к g_2 , дает большую поправку к вероятности перехода. Членами f_3 и g_3 можно пренебречь, потому что они всегда пропорциональны массе электрона. В случае μ -мезонного распада члены f_2 , g_2 , f_3 приводят к большим поправкам. При этом псевдоскалярный член опускается, потому что он имеет порядок $(\frac{m_\mu}{m_\Lambda})^2$. Конечно, если значение g_3 велико, он будет давать большую поправку. Хотя экспериментальные данные в настоящее время кажутся неблагоприятными для теоретических предсказаний вероятности β и μ -распада Λ -частицы, они не могут пока рассматриваться как серьезное противоречие с теорией, так как выполненные эксперименты не обладают достаточной статистикой. Далее, так как знаки и порядок величины форм-факторов неизвестны, то мы едва ли можем сказать что-либо определенное о влиянии форм-факторов на вероятности β и μ -распадов Λ частицы. Однако, из приведенных выше формул видно, что если мы подставим экспериментальное значение в приведенную выше формулу и положим

$$G m_n^2 = 1.01 \times 10^{-5}, \quad \frac{\epsilon_\mu}{m_n} \sim \frac{\epsilon_e}{m_n} \sim \frac{1}{7}, \quad W_e = \frac{1}{6} \cdot \frac{2}{1529} \sim 5 \times 10^{-6}$$

то получим для β -распада

$$W_e = 5 \times 10^{-6} = \frac{2}{7} \times 10^{-6} [f_1^2 + 3g_1^2 - \frac{1}{2} g_1 g_2]$$

151

или

$$0.42 = f_1^2 + 3g_1^2 - \frac{1}{2} g_1 g_2$$

161

и для μ -распада

$$W_\mu = \frac{1}{6} \times 10^{-6} \left[f_1^2 + 3g_1^2 - 2 [g_1(f_1 + 2f_2) + g_1(g_1 + 2g_2)] \left(\frac{1}{7} - \frac{1}{10} \right) + [f_1^2 + 9g_1^2 + f_1(f_1 + 2f_3) - g_1(g_1 + 2g_2)] \frac{1}{10} \right]$$

171

Если мы предполагаем все f и g равными и для β -распада и для μ -распада, т.е. они все имеют одинаковый порядок, то мы сможем оценить вероятность μ -распада, она равна

$$W_{\mu} \cong \frac{1}{6} W_{\beta} = 0.8 \times 10^6. \quad .18/$$

По-видимому, отношение $\frac{W_{\mu}}{W_{\beta}} \cong \frac{1}{6}$ не находится в резком противоречии с существующими экспериментальными данными /в настоящее время обнаружено два случая β -распада Λ -частицы и ни одного случая μ -распада^{1/1}./

Для определения роли этих форм-факторов необходимо выполнить "полный опыт", включающий измерения энергетического спектра, угловых корреляций, эффекта Ву и т.д. Нами получены все необходимые для этого формулы.

466/3

Автор выражает глубокую благодарность Я.А.Сморозинскому за постановку задачи и обсуждение результатов, а также С.М.Биленькому и Р.М.Рындину за полезные обсуждения.

Рукопись поступила в издательский отдел 17 августа 1959 года.

Л и т е р а т у р а

1. Frank S., Crawford, Jr. et.al. Phys.Rev.Letter I, / ξ 377, 1958, Paul Nordin, et.al. Phys.Rev.Letter I, 380, 1958.
2. R.P.Feynman, M.Gell-Mann, Phys.Rev., 109, 193, 1958. E.C.C.Sudarshan, R.E.Marshak, Proc: of the Podua-Venice, Conference (1957) ; Phys.Rev., 109, 1850, 1958.
3. В.М.Шехтер, ЖЭТФ, 35, 458, 1958 год.
4. Я.А.Сморозинский. Доклад на IX Всесоюзной конференции по ядерной спектроскопии /в печати/.

