

О ПРОМЕЖУТОЧНОМ БОЗОНЕ В СЛАБЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯХ^{x)}

Б.Понтекорво, Р.М.Рындин

Вопрос о том, являются ли медленные процессы превращения элементарных частиц следствием существования промежуточного бозона, обсуждался неоднократно⁽¹⁾. Малую вероятность процесса $\mu \rightarrow e + \gamma$ трудно совместить с гипотезой промежуточного бозона, если существует только один тип пары нейтрино-антинейтрино⁽²⁾. Однако, если "электронные" (ν_e) и "мюонные" (ν_μ) нейтрино не тождественны, то нет никаких аргументов против этой гипотезы. Более того, существование Б-мезона при отсутствии процесса $\mu \rightarrow e + \gamma$ явилось бы практически доказательством нетождественности ν_e и ν_μ .

Нелокальность μ -распада, связанная с Б-мезоном, влияет, как показали Ли и Янг⁽³⁾, на параметр Мишеля и на вероятность μ -распада. Однако, точность измерений совершенно недостаточна для определения возможных пределов массы Б-мезона. Ниже обсуждаются некоторые следствия существования Б-мезона.

Если существует Б-мезон, то все известные слабые процессы будут процессами второго порядка по константе связи g_B поля Б-мезонов с различными парами фермионов. При этом постоянная Ферми G ($G \approx \frac{10^5}{M^2}$, $\hbar = c = 1$, M - масса нуклона) - феноменологическая константа: $G \sim g_B^2/m_B^2$ (m_B - масса Б-мезона). Полагая, например, $m_B \sim M$, получаем $g_B^2 \sim 10^{-5}$, что только в 10^3 раз меньше, чем e^2 . Вряд ли можно получить сведения о существовании Б-мезона при изучении обычных слабых процессов с участием виртуальных Б-мезонов. Поэтому обратимся к процессам, связанным с реальным рождением Б-мезонов.

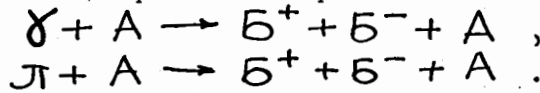
Ясно, что Б-мезоны будут распадаться, в частности, следующим образом:

$B \rightarrow \mu + \nu$, $B \rightarrow e + \nu$, $B \rightarrow \pi + \pi$... При этом время жизни

^{x)} Работа доложена на IX Международной конференции по физике высоких энергий, Киев, 1959 г. (см.обсуждение после доклада А.И.Алиханова, а также доклад Р.Маршака).

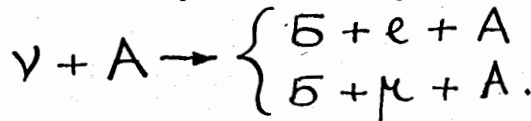
В-мезона по порядку величины равно $\sim 10^{-18}$ сек. Из-за относительно короткого времени жизни В-мезона столкновения, в которых реально рождаются В-мезоны, будут имитировать "звезды" с непосредственным рождением мюонов или электронов, хотя эти лептоны испускаются с характерным временем, несравненно большим, чем время соударения. Поэтому существование В-мезона приводит к тому, что процессы, кажущиеся проходящими с испусканием лептонов, становятся относительно вероятными, когда энергия соударения в с.ц.м. больше, чем масса В-мезона: в высокоэнергетических "звездах" должны испускаться мюоны и электроны с вероятностью лишь на пять-шесть порядков меньшей вероятности испускания π -мезонов, что в будущем может служить экспериментальной проверкой гипотезы В-мезона. Не останавливаясь на процессах образования В-мезонов сильно взаимодействующими частицами и фоторождении В-мезонов (в сечения которых входит множитель $g_B^2 e^2$), рассмотрим некоторые процессы первого или нулевого порядка по g_B , особенно привлекательные с точки зрения постановки опытов.

1. "Электромагнитное" образование пар В-мезонов:



Сечения содержат множители $Z^2 e^6$ и $Z^2 g_\pi^2 e^4$, соответственно.

2. Образование В-мезона нейтрино в поле ядра:



Очевидно, что процессы 2 являются единственными процессами первого порядка по g_B , вызываемыми нейтрино. Вероятность этих процессов, хотя они и первого порядка по g_B , уменьшается из-за большой величины m_B . Соображения размерности наводят на мысль о том, что сечение этих процессов $\sim Z^2 g_B^2 e^4 m_B^{-2}$. При энергии нейтрино в несколько Бэв сечение образования В-мезонов в столкновениях со свинцом все-таки может достигать величин 10^{-34} см^2 , что вполне находится в пределах возможностей постановки опытов. Соответствующие события будут выглядеть, например, как испускание пары электронов, мюонов или пары μe . Опыт должен заключаться в попытке наблюдения (по-видимому, с помощью электронных методов регистрации или ксеноновой пузырьковой камеры) отдельных

событий, вызываемых сильно проникающими нейтральными частицами от ускорителя в таких условиях защиты, когда эффекты, вызванные другими нейтральными частицами, исключаются или могут вычитаться.

Отметим, наконец, что помимо возможности эффектов несохранения четности в сильных взаимодействиях, реальное рождение B -мезонов и последующий распад их на π -мезоны будут приводить к симулированию несохранения четности в сильных процессах при высоких энергиях (в 10^{-5} части от общего числа случаев).

Авторы благодарны Я.Б.Зельдовичу и Чжоу Гуан-чжао за полезные обсуждения.

Л и т е р а т у р а

1. R.P.Feynman, M.G.Gell-Mann. Phys.Rev. 109, 193, 1958.
2. G.Feinberg. Phys.Rev. 110, 1482, 1958.
3. T.D.Lee and C.N.Yang. Phys.Rev. 108, 1611, 1957.