

Слабые нейтральные токи в мюонной μO -конверсии

А.Н. Лавренов, Г.С. Шуляковский (БелГУ им.В.И.Ленина, г.Минск)

Рассмотрен возможный вклад слабых нейтральных токов в абсолютную вероятность мюонной μO -конверсии при электромагнитном взаимодействии.

Структуру нейтральных токов (НТ) можно изучать не только на основе нейтринных экспериментов [1]. Так, например, в [2] было показано, что в электронной внутренней конверсии (ЭК) некоторые аномалии в коэффициентах ВК объясняются вкладом слабых НТ. С другой стороны, в последние годы экспериментально изучается мюонная ВК [3, 4], в которой можно рассчитывать получить более заметный вклад данных токов $\sim \frac{GE^2}{\alpha}$, где G и α — постоянные Ферми и тонкой структуры соответственно, E — энергия процесса. Однако, помимо больших энергий переходов в мюонных атомах по сравнению с электронными, в них также более значителен эффект проникновения. В тоже время масса нейтрального Z^0 -бозона ~ 90 ГэВ велика по отношению к характерным энергиям мюонной ВК $\sim 1 \dots 20$ МэВ т.е. можно ограничиться низкоэнергетическим пределом в процессах с обменом Z^0 -бозоном. Это приводит к контактному взаимодействию между частицами, т.е. процесс целиком будет зависеть от проникновения мюона внутрь ядра. В этом смысле оказываются выделенными μO -переходы, которые происходят исключительно от проникновения внутрь ядра. Следовательно, более точная оценка вклада слабых НТ в мюонной μO -конверсии (МОК) представляется актуальной задачей, которая и рассмотрена в данной работе.

Согласно [5] амплитуду МОК при электромагнитном взаимодействии (ЭМВ) можно представить в виде:

$$\langle H_{\text{ЭМ}} \rangle = \alpha \int d^3r \int d^3R \bar{\psi}_2(\vec{R}) \psi_1(\vec{R}) \bar{\psi}_f(\vec{r}) \psi_i(\vec{r}) \frac{1}{|\vec{r}-\vec{R}|}. \quad (1)$$

Для амплитуды МОК, учитывающей вклад слабых НТ от обмена нейтральным Z^0 -бозоном в низкоэнергетическом пределе, нетрудно получить следующее выражение:

$$\langle H_{\text{НТ}} \rangle = -\frac{G C_V g_V}{\sqrt{2}} \int d\tau \bar{\psi}_2 \gamma_\mu \psi_1 \bar{\psi}_f \gamma_\mu \psi_i. \quad (2)$$

В (2) принято, что при μO -переходах четность не меняется ($C_A = 0$), и для простоты положено $g_A = 0$. Значение C_V и g_V согласно модели Вайнберга-Салама можно взять равными $-2\sin^2\theta$ и $4\sin^2\theta - 1$ соответственно, где θ — угол Вайнберга. Так как для МОК главную роль играет область ядра, то ограничимся в (1)–(2) только интегрированием по интервалу $[0, R_0]$. В этой области для осцилляторного потенциала $V(r) = -t_1 + t_2 r^2$ волновую функцию мюона представим в виде степенных рядов по r . Для дискретного спектра энергии связи на К-оболочке, которая здесь только рассматривается, возьмем из [6]. Расчет отношения X проводился в ядерных моделях БП и ПТ (см. [6]), где

$$X = \frac{|\langle H_{\text{ЭМ}} \rangle + \langle H_{\text{НТ}} \rangle|^2}{|\langle H_{\text{ЭМ}} \rangle|^2}. \quad (3)$$

Параметры задачи варьировались в следующих пределах: $10 \leq Z \leq 90$, $0,01 \text{ МэВ} \leq E_{\text{кин}} \leq 60 \text{ МэВ}$. В результате численных расчетов оказалось, что максимальное значение $X \sim 1,004$ достигается для $Z = 10 \dots 20$ при $E_{\text{кин}} = 0,01 \dots 1,5 \text{ МэВ}$ в модели БП. Учтя, что она дает завышенные результаты [6], можно сделать вывод: вклад слабых НТ в мюонной МОК в лучшем случае находится на уровне десятых процента к вероятности процесса при ЭМВ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Isgur Nathan. The electron-nucleon weak neutral current and $0^- - 0^+$ nuclear isomerism. - Nucl. Phys., 1975, vol. B98, N 2, p. 329-348.
2. Беляев Б.Н. Оценка вклада слабых нейтральных токов во внутреннюю конверсию. Препринт ЛИЯФ № 433, Ленинград, 1978.
3. Беловицкий Г.Е., Батусов Ю.А., Сухов Л.В. - Испускание конверсионных мюонов при без-радиационном делении ядер урана мюонами. - Письма в ЖЭТФ, 1978, т. 27, вып. II, с. 662-664.
4. Ganzorig D., Hansen P.G., Johansson T. et al. Fission of muonic ^{232}Th and ^{238}U . - Phys. Lett., 1978, vol. 77B, N 3, p. 257-261.
5. Брисоглебский Л.А. Монопольные переходы атомных ядер. - УФН, 1963, т. 81, вып. 2, с. 271-334.
6. Карпешин Ф.Ф., Банд И.М., Листенгартен М.А., Слив Л.А. Мю-мезонная конверсия γ -излучения ядер. - Известия АН СССР, сер. физическая, 1976, т. 40, № 6, с. 1164-1175.

Статья поступила в редакцию 18 мая 1985 года

РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ