

ОБ ОБЩЕЙ ПРИМЕНИМОСТИ НЕКОТОРЫХ ПРОВЕРОК V- A ТЕОРИИ НЕЙТРОННОГО РАСПАДА

А. Гарсиа

Путем непосредственного применения теоремы о радиационных поправках к угловым коэффициентам в нейтронном бета-распаде, показана очень общая применимость недавно предложенных соотношений для проверки V- A теории этого распада

Недавно для экспериментальной проверки V- A теории бета-распада Ю.А.Мостовым и А.И.Франком были предложены простые соотношения между коэффициентами угловых корреляций в распаде нейтрона. Эти соотношения могут быть использованы для установления верхних границ возможных вкладов скалярных и тензорных взаимодействий.

На современном уровне точности измерений было найдено, что хотя V- A теория хорошо выполняется, все еще нельзя исключить возможность заметного вклада скалярных и тензорных взаимодействий. В связи с этим необходимы более точные измерения.

Мы хотим обратить внимание на теоретический аспект проблемы. При выводе соотношений в работе [1] совсем не рассматривается влияние радиационных поправок. В первом приближении это приемлемо, однако,

если такие соотношения использовать для улучшения измерений, следует должным образом учесть радиационные поправки. В противном случае можно прийти к неверным выводам. Ниже мы покажем, что соотношения из [1] справедливы независимо от радиационных поправок и позволят провести, таким образом, очень точные проверки $V-A$ теории.

В $V-A$ теории бета-распада соотношения между коэффициентами угловых корреляций, предложенные Мостовым и Франком в [1], следующие:

$$\begin{aligned} F_1 &= 1 + A - B - a = 0 \\ F_2 &= aB - A^2 - A = 0 \end{aligned} \quad (1)$$

где

$$a = \frac{1 - |\lambda|^2}{1 + 3|\lambda|^2}, \quad A = -2 \frac{|\lambda|^2 + \operatorname{Re} \lambda}{1 + 3|\lambda|^2}; \quad B = 2 \frac{|\lambda|^2 - \operatorname{Re} \lambda}{1 + 3|\lambda|^2} \quad (2)$$

a — коэффициент угловой корреляции между импульсами электрона и нейтрино, A — коэффициент корреляции между спином нейтрино и импульсом электрона, B — коэффициент корреляции между спином нейтрона и импульсом антинейтрино, $\lambda = C_A/C_V$. C_V , C_A — константы Ферми, Гамова — Теллера. Если присутствуют скалярные и тензорные взаимодействия, выражения (2) для коэффициентов угловых корреляций должны быть изменены. В этом случае выражения F_1 и F_2 в равенствах (1) будут отличны от 0.

Наша задача введения радиационных поправок в F_1 и F_2 значительно упрощается при применении теоремы, доказанной в работе [2]. Эта теорема устанавливает, что в $V-A$ теории форма выражений для коэффициентов угловых корреляций (2) в нейтронном распаде не изменяется с включением радиационных поправок первого порядка по постоянной сверхтонкой структуры α , при условии, что введены две эффективные постоянные взаимодействия C_V'' и C_A'' , а вкладами порядка αq и $\alpha(E/M) \ln(M/E)$ можно пренебречь. Здесь E — энергия излученного электрона, M — масса протона и q — переданный 4-импульс от нейтрона к протону. Доказательство теоремы не зависит от конкретной модели учитывающей влияние сильных взаимодействий или существование промежуточных векторных бозонов для слабых взаимодействий.

В нашем случае не требуются точные выражения для C_V'' и C_A'' . Радиационные поправки к угловым коэффициентам приводят просто к замене C_V и C_A на C_V'' и C_A'' в равенствах (2). Т.е.

$$a = \frac{1 - |\lambda''|^2}{1 + 3|\lambda''|^2}; \quad A = -2 \frac{|\lambda''|^2 + \operatorname{Re} \lambda''}{1 + 3|\lambda''|^2}; \quad B = 2 \frac{|\lambda''|^2 - \operatorname{Re} \lambda''}{1 + 3|\lambda''|^2} \quad (3)$$

где $\lambda'' = C_A''/C_V''$.

Теперь следует отметить, что соотношения F_1 и F_2 и другие выражения, связывающие любую из пар угловых коэффициентов, которые могут быть из них выведены, получены вследствие функциональной зависимости a , A и B лишь от λ , и их справедливость не зависит от конкретной величины λ . Так как в действительности для угловых коэффициентов мы должны использовать равенства (3), легко заключить, что соотношения F_1 и F_2 совершенно справедливы и после включения радиационных поправок первого порядка по a . Фактически можно утверждать, что F_1 и F_2 не зависят от радиационных поправок первого порядка по a .

В заключение следует упомянуть, что следующие поправки к F_1 и F_2 в рамках $V-A$ теории связаны с переданным 4-импульсом q . Эти поправки — порядка одной десятой процента [2]. Таким образом, соотношения F_1 и F_2 верны с высокой степенью точности и обеспечивают сравнительно жесткие ограничения для выявления присутствия скалярных и тензорных взаимодействий.

Поступила в редакцию
7 марта 1978 г.

Литература

- [1] Ю.А.Мостовой, А.И.Франк. Письма в ЖЭТФ, 24, 43, 1976.
[2] A.García. "Model Independent Form of Certain Observables in Neutron Decay" to be published in Phys. Lett., B, 1978.