

О ПОСТАНОВКЕ ОПЫТОВ ПРИ ПОМОЩИ ПУЧКОВ НЕЙТРИНО МЕЗОННОЙ ПРИРОДЫ

Б.Понтекорво

В последнее время широко обсуждается возможность использования пучков нейтрино высокой энергии, испускаемых мезонами, для получения сведений о слабых взаимодействиях (1,2,3,4,5).

В работах (3,4) показано, что форм-факторы, связанные с присутствием сильно взаимодействующих частиц, прекращают рост с энергией сечения реакций типа $\tilde{\nu} + p \rightarrow e^+ + n$ в области энергий нейтрино ~ 1 Бэв.

Особое место в обсуждении экспериментов с пучками нейтрино высоких энергий ($\gtrsim 1$ Бэв) принадлежит проблеме существования промежуточного мезона Б в слабых взаимодействиях, поскольку соответствующие опыты могут оказаться выполнимыми в настоящее время. Р.М.Рындиным и автором (6), а также Ли и Янгом (3) действительно было показано, что промежуточный бозон Б с массой порядка нуклонной массы может быть обнаружен в реакциях $\nu + Z \rightarrow B + \mu(e) + Z$, сечение которых на несколько порядков превышает сечение, характерное для реакций, вызванных нейтрино в случае строго локального взаимодействия.

В (1) для проверки тождественности нейтрино (ν_μ), испускаемых в распаде, и нейтрино, испускаемых в β -распаде (ν_e), предполагалось использовать пучки $\tilde{\nu}_\mu$, с относительно низкой энергией, испускаемых остановившимися μ^+ -мезонами.

Ниже приводятся дополнительные соображения о нейтрино с промежуточной энергией (< 300 Мэв) для решения некоторых вопросов физики нейтрино. Эти соображения могут быть полезны при планировании опытов с пучками нейтрино и при проектировании ускорителей, предназначенных для выполнения таких опытов.

Кроме проблемы Б-мезона и проблемы энергетической зависимости сечения процессов слабых взаимодействий, для решения которых нейтрино очень высокой энергии явно необходимы, основные качественные вопросы физики нейтрино следующие:

1. Являются ли ν_e и ν_μ тождественными частицами?

2. Имеет ли место процесс рассеяния нейтрино электронами в первом порядке по константе слабого взаимодействия?

Для экспериментального решения этих проблем нейтрино с промежуточной энергией имеют существенные преимущества: не только их интенсивность по ряду причин может значительно превышать интенсивность нейтрино высокой энергии, но они легко могут быть получены со строго известной энергией, что допускает кинематическую интерпретацию событий, вызванных нейтрино.

Источники моноэнергетических нейтрино можно получить при остановке π^+ , K^+ и μ^- в веществе^{x)}.

Источник нейтрино	Энергия нейтрино (Мэв)
$\pi^+ \rightarrow \mu^+ + \nu_\mu$	29,8
$K^+ \rightarrow \mu^+ + \nu_\mu$	235,7
$\mu^- + A \rightarrow \nu_\mu + \dots$	100

Необходимо заметить, что именно моноэнергетические ν_μ , а не $\tilde{\nu}_\mu$ получаются, если остановить пучок протонов с энергией $\lesssim 1$ Бэв в блоке тяжелого материала. Остановка в том же блоке вторичных частиц позволяет, согласно таблице, получить нейтрино с известной энергией в довольно хорошо локализованной области. Эти моноэнергетические нейтрино, конечно, сопровождаются фоном непрерывного спектра, особенно ν_e и $\tilde{\nu}_\mu$ от распада μ^+ -мезона⁽¹⁾.

В качестве примера для проверки тождественности ν_e и ν_μ можно измерять сечение реакции $\nu_\mu + C^{12} \rightarrow e^- + N^{12}$. Энергия испускаемых электронов налетающими моноэнергетическими ν_μ известна, время испускания электронов должно совпадать со временем поглощения нейтрино (современная электроника позволяет использовать временные характеристики ускорителей, в том числе циклотрона с пространственным распределением магнитного поля); при этом

x) Возможность использовать сильные источники моноэнергетических ν_e ($E \sim 1$ Мэв) от радиоэлементов, испытывающих К-захват, выходит за рамки этой статьи. Эта возможность привлекательна для выполнения опытов по $(\nu_e e)$ -рассеянию в условиях, где события рассеяния подчиняются кинематическому анализу. Здесь можно упомянуть что астрофизические эффекты, связанные с процессами $(\nu_e e)$ -рассеяния, возможно помогут решить проблему существования этих процессов (7).

необходимо зарегистрировать запаздывающие позитроны от распада N^{12} . Такой тип опыта можно осуществить при помощи большой пропановой "магнитной" пузырьковой камеры или при помощи электронных методов регистрации частиц. Счет сравним со счетом, ожидаемым в опыте, предложенном в (1).

Л и т е р а т у р а

1. Б.Понтекорво. ЖЭТФ, 37, 1751(1959) и IX Международная конференция по физике высоких энергий, Киев, 1959 г.
 2. M. Schwartz, Phys. Rev. Letters 4, 306 /1960/
 3. T. D. Lee, C. N. Yang, Phys. Rev. Letters 4, 307 /1960/
 4. N. Cabibbo, R. Gatto, Nuovo Cimento 15, 304 /1960/
 5. M.A. Markow. Hyperonen und K-Mesonen, Verlag der Wissenschaften, Berlin, 1960.
 6. Б.Понтекорво, Р.Рындин. IX Международная конференция по физике высоких энергий, Киев, 1959 г. Обсуждение доклада А.И.Алиханова. См. также доклад Р.Маршака.
 7. Б.Понтекорво. ЖЭТФ, 36, 1615(1959), Г.М.Гандельман, В.С.Пинаев. ЖЭТФ, 37, 1072,(1959).
- Hong Yee Chin, Preprint, Institute for Advanced Study, Princeton /1960/