

23/11

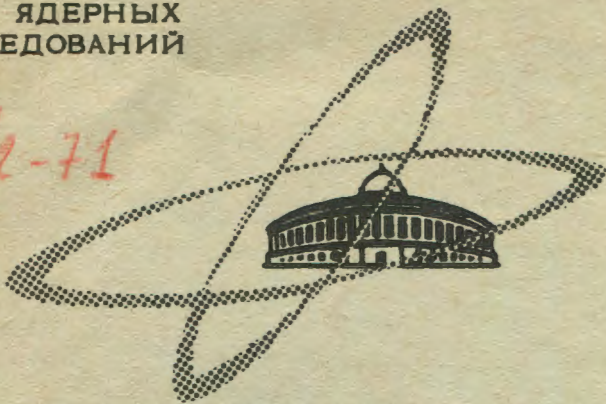
C-16

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

941/2-71

P4 - 5606



ЛАБОРАТОРИЯ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ

Ю.А. Салганик, В.Н. Фетисов, Р.А. Эрамжян

НЕЙТРОННЫЙ КАНАЛ
В μ^- -ЗАХВАТЕ НА ЯДРЕ ${}^4\text{He}$

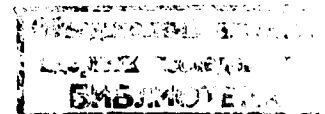
1971

P4 - 5606

Ю.А. Салганик, В.Н. Фетисов, Р.А. Эрамлян

НЕЙТРОННЫЙ КАНАЛ
В μ^- -ЗАХВАТЕ НА ЯДРЕ ^4He

Направлено в "Physics Letters"

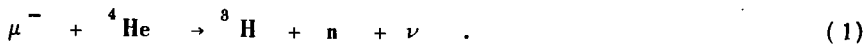


Нейтронный канал в реакции захвата μ^- -мезонов сложными ядрами по-прежнему привлекает большое внимание. Экспериментальное подтверждение идеи о возбуждении коллективных состояний (гигантский резонанс^{/1/}) при захвате μ^- -мезонов ядрами дает возможность распространить эту концепцию на широкий круг явлений, связанных с поглощением μ^- -мезонов. Однако спектр нейтронов, образующихся в результате распада состояний гигантского резонанса, является довольно мягким, и вклад этого механизма в область энергий 10 Мэв и выше становится незначительным. При таких энергиях резко возрастает роль прямого механизма испускания нейтрона. Имеется довольно большое число работ по μ^- -захвату, выполненных в рамках такого подхода^{/2/}. Однако последовательные расчёты, учитывающие все основные моменты модели, отсутствуют.

В настоящей работе делается попытка получить информацию о влиянии различных факторов на процесс μ^- -захвата с вылетом нейтрона.

Нами рассмотрено влияние релятивистских членов в эффективном гамильтониане μ^- -захвата и взаимодействия в конечном состоянии на скорость μ^- -захвата, спектр нейтронов и асимметрию их углового распределения. Волновая функция конечного состояния бралась антисимметричной по всем нуклонам. При вычислении матричных элементов учитывались обменные члены.

Все расчёты проведены для процесса



Выбор ядра ${}^4\text{He}$ в качестве объекта исследования обусловлен следующими факторами: относительная простота волновых функций ${}^4\text{He}$ и ${}^3\text{H}$ позволяет надеяться на то, что можно будет получить более надежную, чем в случае сложных ядер, информацию о механизме процесса. Можно ожидать, что и в случае более тяжелых ядер с замкнутыми подболочками характер воздействия изучаемых факторов на высокоэнергетичную часть спектра и асимметрию нейтронов не изменится существенно.

В работе используется традиционный эффективный гамильтониан μ^- -захвата ^{/3/}. В этом гамильтониане релятивистскими, или скоростными, членами обычно называют члены, пропорциональные импульсу нуклона. Исходя из данного взаимодействия, можно получить следующее выражение для скорости μ^- -захвата в реакции (1):

$$\frac{dw}{dE d\Omega} = \text{Const} \sqrt{E} \frac{f^2(E)}{[1+f(E)]^3} \sum_{i=1}^3 [A_i(E) + B_i(E) \cos \theta] \quad (2)$$

где E - энергия относительного движения нейтрона и ядра-остатка, Ω - направление импульса \vec{p} относительного движения нейтрона и ядра-остатка, $f(E) = \sqrt{1 + 2 \frac{\epsilon - E}{M}} - 1$, ϵ - энергия, выделяющаяся в реакции, M - суммарная масса нейтрона и ядра-остатка, θ - угол между вектором \vec{p} и спином μ^- -мезона. $A_i(E)$ и $B_i(E)$ ($i = 1, 2, 3$) - билинейные комбинации матричных элементов, причём индексом 1 помечен вклад, обусловленный членами гамильтониана, не зависящими от импульса нуклона (не скоростными членами), индексом 2 - вклад от интерференции скоростных и не скоростных членов и индексом 3 - вклад, обусловленный

только скоростными членами. Определим энергетический спектр $\frac{dw}{dE}$ и асимметрию $a(E)$ следующим образом:

$$\frac{dw}{dE} = \int d\Omega \frac{dw}{dE d\Omega}, \quad a(E) = \frac{\sum_{i=1}^3 B_i(E)}{\sum_{i=1}^3 A_i(E)}. \quad (3)$$

В качестве волновых функций ядер ${}^4\text{He}$ и ${}^3\text{H}$ были взяты полностью симметричные функции S-состояния. Радиальная зависимость выбрана в виде гауссоиды, параметры которой определены по средне-квадратичным радиусам ядер ${}^4\text{He}$ и ${}^3\text{H}$. Взаимодействие в конечном состоянии учтено посредством оптического потенциала с поверхностным и объемным поглощением^{/4/}.

Расчёт спектра и асимметрии проведен по формулам (2)-(4); результаты приведены на рис. 1-3. На основании полученных результатов можно прийти к следующим заключениям.

1. Асимметрия углового распределения существенным образом определяется скоростными членами гамильтониана μ^- -захвата^{/5/}. В частности, это означает, что ошибочны все выводы, которые основывались на возможности представления коэффициента асимметрии в виде

$$a(E) = a_N(E) \beta_N(E), \quad (4)$$

где $a_N(E)$ - асимметрия при захвате μ^- -мезонов на водороде, а $\beta_N(E)$ - фактор, учитывающий структуру ядра, причём $|\beta_N(E)| < 1$. Действительно, выражение (4) может быть получено только в пренебрежении скоростными членами и при отсутствии спин-орбитального взаимодействия в конечном состоянии.

2. Взаимодействие в конечном состоянии оказывает значительное влияние на асимметрию, причём она может стать значительно больше водородной по абсолютной величине.

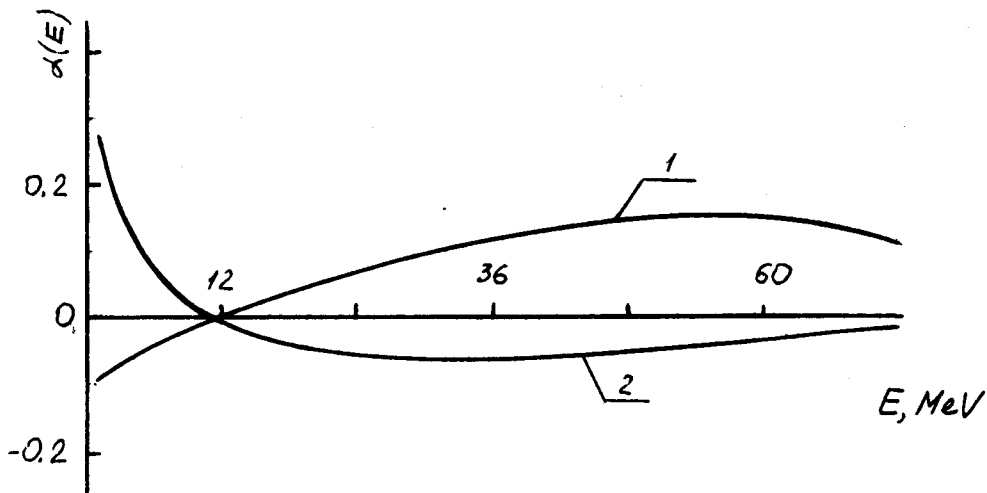


Рис. 1. Асимметрия углового распределения. Взаимодействие в конечном состоянии не учитывается. 1 - скоростные члены учтены; 2 - скоростные члены опущены.

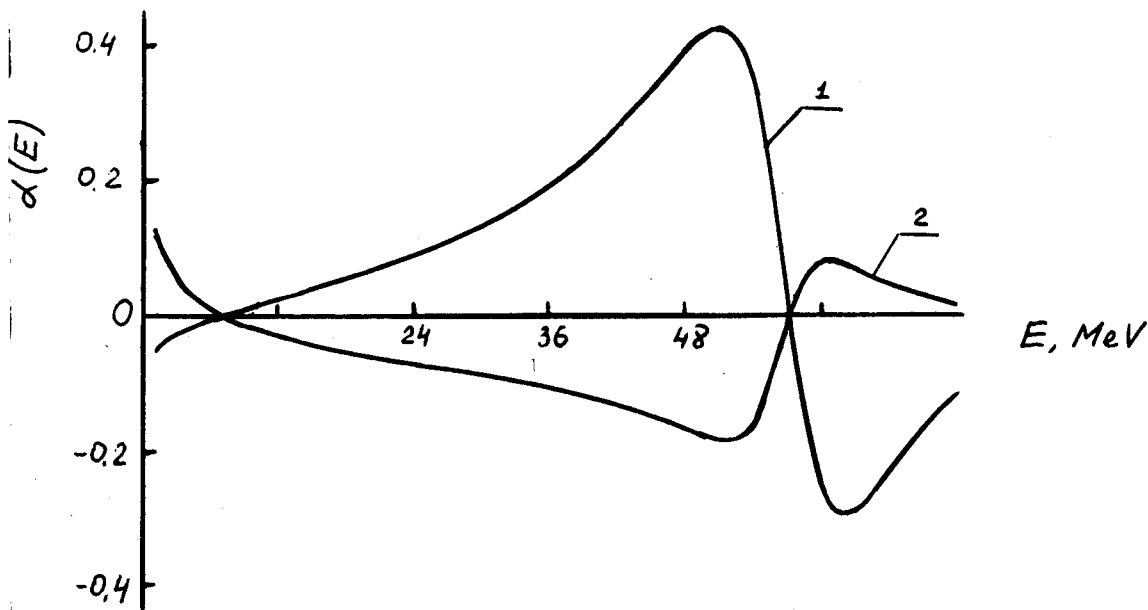


Рис. 2. Асимметрия углового распределения. Взаимодействие в конечном состоянии учтено. 1 - скоростные члены учтены; 2 - скоростные члены опущены.

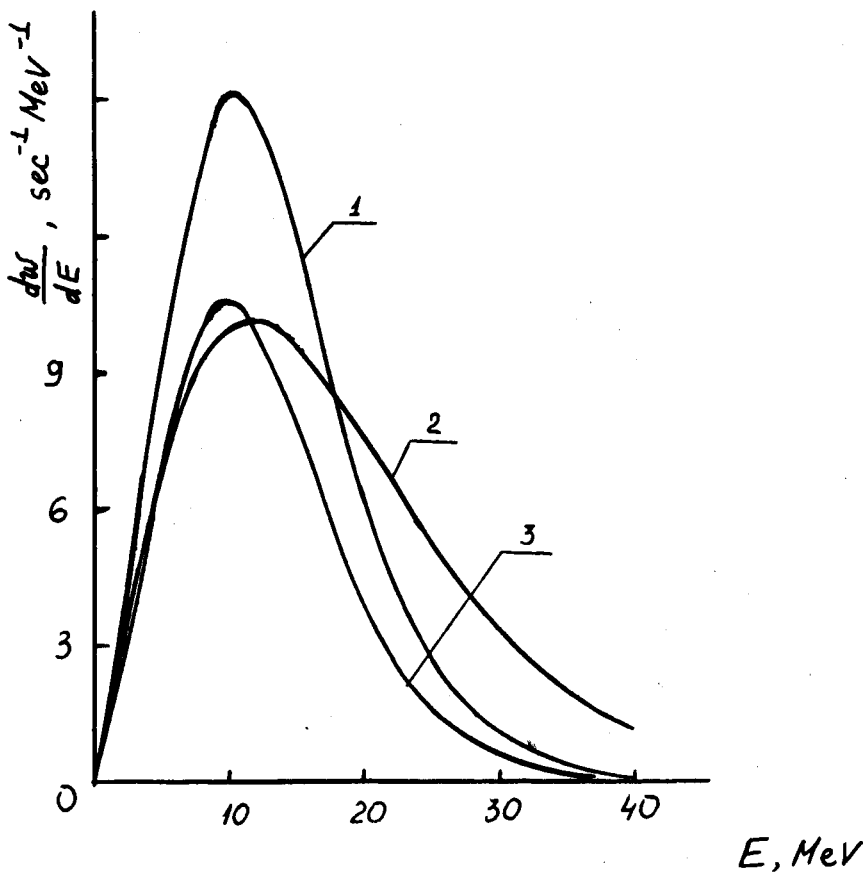


Рис. 3. Энергетический спектр. 1 - учтены скоростные члены и взаимодействие в конечном состоянии; 2 - взаимодействие в конечном состоянии не учитывается, скоростные члены учтены; 3 - взаимодействие в конечном состоянии учтено, скоростные члены опущены.

3. Учёт скоростных членов в гамильтониане может привести к увеличению скорости μ^- -захвата приблизительно на 50%. Взаимодействие в конечном состоянии заметно сказывается на спектрах, хотя величина скорости захвата практически не отличается от вычисленной в плосковолновом приближении. В случае отключения мнимой части в потенциале величина скорости захвата существенно отличается от полученной в плосковолновом приближении.

Литература

1. В.В. Балашов, Р.А. Эрамжян, Н.М. Кабачник и др. Препринт ОИЯИ, Е4-4601, Дубна, 1969.
2. Л.Д. Блохинцев, В. Златаров. Вестник МГУ, №3, 100 (1968);
A. Bogan. Nucl.Phys., B12, 89 (1969).
3. H. Primakoff. Rev.Mod.Phys., 31, 802 (1959).
4. C.C. Kim, S.M. Bunch, D.W. Devins, H.H. Forster. Nucl.Phys., 58, 32 (1964).
5. Ю.А. Салганик, В.Н. Фетисов, Р.А. Эрамжян. Программа и тезисы докладов XX ежегодного совещания по ядерной спектроскопии и структуре атомного ядра, часть 2, стр. 250, Ленинград, 1970.

Рукопись поступила в издательский отдел

2 февраля 1971 года.