

МНОГОКРАТНОЕ ПЕРЕРАССЕЯНИЕ ПИОНОВ В $\bar{p}^4\text{He}$ -АННИГИЛЯЦИИ

В.И. Назарук

Для реакций ${}^4\text{He}(\bar{p}, M){}^3\text{He}$, где M – мезоны, показано, что сечение как функция кратности перерасcеяния мезонов носит осциллирующий характер с затухающей амплитудой. Решение устойчиво.

В [1, 2] рассмотрены реакции аннигиляции ${}^N_Z A(\bar{p}, M) {}^{N-1}_Z B$, ${}^N_Z A(\bar{p}, M) {}^N_{Z-1} B$, где M – мезоны, B – конечные ядра в основном состоянии. В работах использовалась модель: антипротон аннигилирует на связанном нуклоне; из точечного источника вылетают виртуальные мезоны, которые затем упруго перерасcеиваются на промежуточном ядре. Использовалась диаграммная техника прямых реакций [3]. Учитывались полюсная диаграмма и диаграммы с однократным перерасcеянием мезонов (рис. 1а, б). Показано, что вклад треугольных диаграмм (рис. 1б) доминирует. Роль многократного перерасcеяния в конечном состоянии (рис. 1в, г) не исследована. Эта проблема и рассматривается в данной статье.

Обозначим: n_j – множественности мезонов сорта j , $n_1, \dots, n_{\max} = (n)$, $M_a^{(n)}$, $M_b^{(n)}$, $M_B^{(n)}$ – амплитуды, соответствующие рис. 1а, б, в; $d\sigma_{00}^{(n)}$, $d\sigma_{11}^{(n)}$, $d\sigma_{01}^{(n)}$, $d\sigma_{22}^{(n)}$, $d\sigma_{02}^{(n)}$, $d\sigma_{12}^{(n)}$ – вклады в сечение слагаемых, пропорциональных соответственно $|M_a^{(n)}|^2$, $|M_b^{(n)}|^2$, $(M_a^{(n)} M_b^{(n)})^* + \text{к.с.}$, $|M_B^{(n)}|^2$, $(M_a^{(n)} M_B^{(n)})^* + \text{к.с.}$, $(M_b^{(n)} M_B^{(n)})^* + \text{к.с.}$; p_B, q^j – импульсы конечных ядер и мезонов.

Величины $d\sigma_{00}^{(n)}$, $d\sigma_{11}^{(n)}$, $d\sigma_{01}^{(n)}$ взяты из работы [2]. Рассмотрим амплитуду $M_B^{(n)}$. В перерасcеянии первого мезона M_k^j учтем произвольные передачи импульса. Перерасcеяние второго мезона вычислим в глауберовском приближении. Для этого пропагатор второго мезона M_l^i возьмем в эйкональном приближении [4]. В амплитуде второго упругого перерасcеяния M_s^i можно пренебречь действительной частью. Остальные приближения те же, что и в работе [2]. Получим:

$$\frac{d\sigma_{02}^{(n)}}{p_B^2 dp_B} = 2C J_a \sum_{ij} N_{ij} \int dq^i dq^j \frac{d\sigma_{\bar{p}N}^{(n)}}{dq^i dq^j} F_j^i x^i, \quad (1)$$

$$\frac{d\sigma_{12}^{(n)}}{p_B^2 dp_B} = -C \sum_{ijk} \sqrt{n_k} N_{ij} \int dq^i dq^j dq^k \frac{d\sigma_{\bar{p}N}^{(n)}}{dq^i dq^j dq^k} \chi^{jk} F_j F_k^* 2x^i, \quad (2)$$

$$\frac{d\sigma_{22}^{(n)}}{p_B^2 dp_B} = C \sum_{ijkl} N_{ij} N_{kl} \int dq^i dq^j dq^k dq^l \frac{d\sigma_{\bar{p}N}^{(n)}}{dq^i dq^j dq^k dq^l} \chi^{jk} F_j F_k^* x^i x^l. \quad (3)$$

Здесь $C = |M_1|^2 / 2\pi^2$, статистические факторы

$$N_{ij} = \begin{cases} \sqrt{n_i n_j} & i \neq j \\ \sqrt{n_j (n_j - 1)} & i = j. \end{cases}$$

В отличие от работы /2/, дифференциальные распределения аннигиляционных мезонов $d\sigma_{\bar{p}N}^{(n)}/dq^j$ нормированы на полные парциальные сечения

$$\int dq^j d\sigma_{\bar{p}N}^{(n)}/dq^j = \sigma_{\bar{p}N}^{(n)}$$

Для сокращения записи введен оператор χ^{jk} такой, что

$$\int dq^j \frac{d\sigma_{\bar{p}N}^{(n)}}{dq^j dq^k} \chi^{jk} F_j F_k^* = \begin{cases} \int dq^j (d\sigma_{\bar{p}N}^{(n)}/dq^j dq^k) F_j F_k^* & j \neq k \\ (d\sigma_{\bar{p}N}^{(n)}/dq^j) |F_j|^2 & j = k, \end{cases}$$

Функции

$$x^i = (p_B^2/4\pi q^i) \int d\Omega^i \sqrt{d\sigma_s^i/d\Omega^i}$$

описывают второе перерасеяние. Остальные обозначения те же, что и в работе /2/. Из формул (1) – (3) можно получить выражения для парциальных $\sigma^{(n)}$ и полных $\sigma = \sum_{(n)} \sigma^{(n)}$ сечений аналогично тому, как это было сделано в работе /2/.

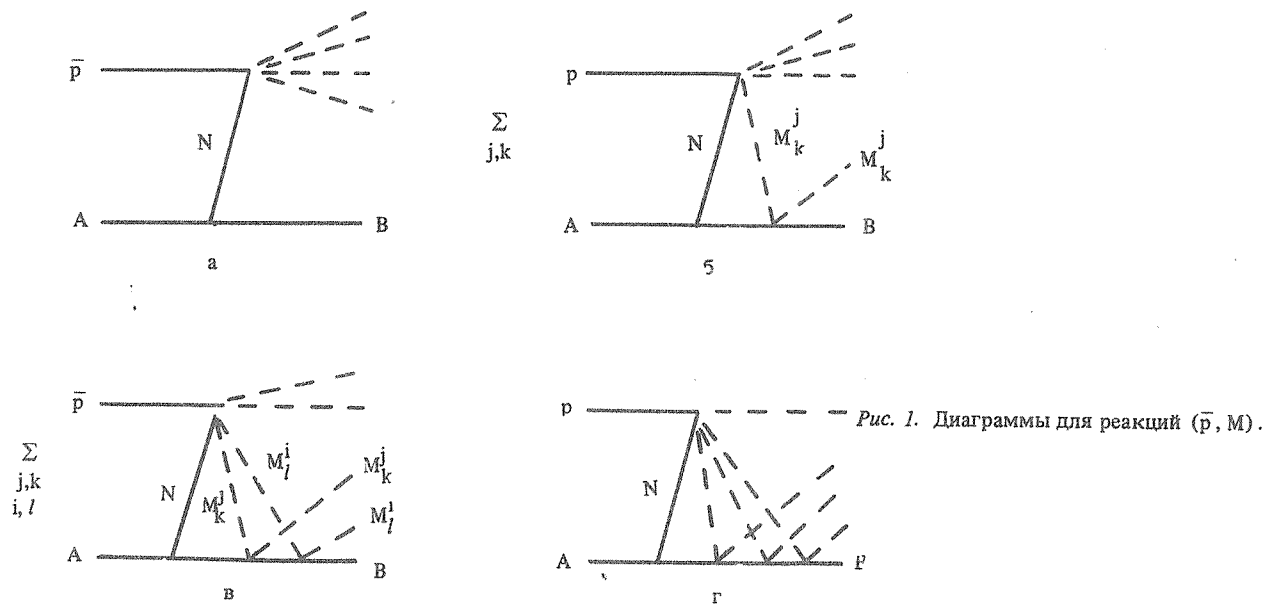
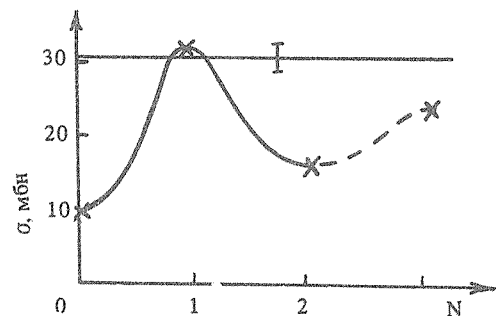


Рис. 1. Диаграммы для реакций (\bar{p} , M).

Рис. 2. Зависимость полного сечения реакции ${}^4\text{He}(\bar{p}, M){}^3\text{He}$ от кратности перерасеяния N для $E_{\bar{p}} = 179,6$ МэВ; N=0 соответствует только рис. 1 а, N=1 – сумме диаграмм рис. 1а,б; N=2 – сумме диаграмм рис. 1а-б. Горизонтальная линия – эксперимент /5/.



На рис. 2 производится сравнение с экспериментом для полного сечения реакции ${}^4\text{He}(\bar{p}, M){}^3\text{He}$. Используются параметры $\Theta_n^2 = 0,3$, $R_n = 4,3$ Фм, определенные из реакции $(p, 2p)$ /6/. Для трехкратного перерасеяния (рис. 1 г) приведен результат грубой оценки. (Аналогично тому, как это было сделано выше, можно найти сечения в любом порядке по N). Для наглядности через расчетные точки проведена кривая.

Учет второго перерасеяния ухудшает согласие с экспериментом. Сам по себе этот факт мало что означает по следующей причине. В силу известных трудностей теории /1, 6, 7/ значения параметров Θ_n^2 , R_n (вершинных констант связи) могут рассматриваться как эффективные и для каждой реакции определяться отдельно. Важен относительный вклад процессов с различной кратностью перерасеяния, поскольку он не зависит от этих параметров. Наша цель состояла в том, чтобы исследовать роль различных диаграмм и ограничившись некоторым N, определить значения параметров Θ_N^2 , R_N из эксперимента /1/.

Основные результаты состоят в следующем.

1. Сечение как функция кратности перерасеяния имеет осциллирующий характер с затухающей амплитудой.

2. Решение устойчиво; можно показать, например, что если выключить взаимодействие π^- -мезонов с ${}^3\text{He}$, то получим картину, подобную приведенной на рис. 2, но с меньшей амплитудой осцилляций.

3. Для расчета большинства характеристик реакций на легких ядрах можно ограничиться однократным перерасеянием. В этом случае для реакции ${}^4\text{He}(\bar{p}, M){}^3\text{He}$ нужно взять $\Theta_n^2 = 0,3$, $R_n = 4,3$ Фм.

Выводы об устойчивости и осциллирующем характере решения являются важными, поскольку из них следует, что с точностью до множителя порядка двух расчет может описать эксперимент; мы имеем яркий пример компенсации поправок. Отмеченные особенности должны иметь место для реакций на всех легких ядрах при низких и промежуточных энергиях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Nazarek V. I. Phys. Lett., 155B, 323 (1985).
2. Назарук В. И. ЯФ, 46, 80 (1987).
3. Шапиро И. С. УФН, 92, 549 (1967).
4. Колыбасов В. М., Кондратюк Л. А. ЯФ, 18, 316 (1973).
5. Balestra F. et al. Phys. Lett., 155B, 265 (1985); Phys. Lett., 194B, 343 (1987).
6. Kolybasov V. M., Smorodinskaya N. Ya. Nucl. Phys., A136, 165 (1969).
7. Блохинцев Л. Д., Долинский Э. И. Изв. АН СССР, сер. физ., 39, 2092 (1975).

Институт ядерных исследований АН СССР

Поступила в редакцию 27 октября 1988 г.