

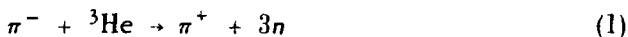
Письма в ЖЭТФ, том 15, вып.3, стр 167 – 169 5 февраля 1972 г.

К ВОПРОСУ О РЕЗОНАНСАХ В ТРЕХНУКЛОННОЙ СИСТЕМЕ ПРИ НИЗКИХ ЭНЕРГИЯХ

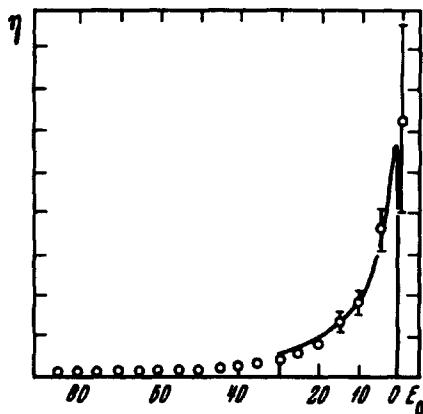
А. М. Бадалян

В последнее время появился целый ряд экспериментальных работ, в которых наблюдается резонансное поведение дифференциальных сечений, например, в процессе $\pi^- + {}^3\text{He} \rightarrow \pi^+ + (3n)$ [1] или $p + {}^3\text{He} \rightarrow n + (3p)$ [2], в зависимости от кинетической энергии системы трех нуклонов. Из полученных данных авторы по преимуществу делают выводы о существовании трехчастичного резонанса или возбужденного состояния ${}^3\text{He}$ [1 – 3]. Однако, такие выводы из наблюдения только энергетического поведения сечений может быть слишком поспешными. Филиппс [4]

первым обратил внимание на то, что в реакции



резонансное поведение сечения может быть связано со взаимодействием двух нейтронов в конечном состоянии. Однако, полученные в [4] результаты существенно используют целый ряд приближений, связанных с динамикой процесса (1), и не могут быть просто обобщены на другие реакции подобного типа.



Зависимость величины η -отношения дифференциального сечения процесса (1), отнесенного к четырехчастичному фазовому объему, от кинетической энергии трех нейтронов E_0 . Экспериментальные точки взяты из работы [1]

Нам кажется, что при изучении процесса (1) или (p, n) реакций на ${}^3\text{He}$ и ${}^3\text{H}$ [2] нужно в первую очередь (после сравнения с четырехчастичным фазовым объемом) выделить вклад в сечения этих процессов от взаимодействия двух нуклонов в конечном состоянии — учесть Мигдал — Ватсон эффект. Мы покажем ниже на примере реакции (1), что считая постоянной вершинную функцию взаимодействия π^- -мезона и ядра ${}^3\text{He}$ и учитывая только резонансное взаимодействие двух нейтронов в синглетном состоянии можно объяснить полученный в [1] резонанс в области малых энергий $3n$ -системы. Амплитуда nn -взаимодействия берется в обычной форме $f = (\kappa + ik_{ij})^{-1}$, где $\kappa^2 = M\epsilon$, $\epsilon = 0,067 \text{ Мэв}$, k_{ij} — относительный импульс i -го и j -го нейтронов. Тогда сечение процесса (1) при учете принципа Паули запишется в виде:

$$d\sigma = A \left[\frac{1}{\epsilon + E_{12}} - \frac{\epsilon + \sqrt{E_{13}E_{23}}}{(\epsilon + E_{13})(\epsilon + E_{23})} \right] dp_1 dp_2 dp_3 dp_4 \times \\ \times \delta(p_1 + p_2 + p_3 + p_4 - p) \delta(E_1 + E_2 + E_3 + E_4 - E). \quad (2)$$

Здесь $E_{ij} = \frac{1}{M} k_{ij}^2$ — энергия относительного движения i -го и j -го нейтрона; $A = \text{const}$; E, p — энергия и импульс всей системы;

индекс 4 будет относиться к вылетающему π^+ -мезону. Через E_0 обозначим кинетическую энергию трех нейтронов в системе их центра масс. Рассмотрим $E_0 \gg \epsilon$. Тогда из (2) легко вычисляем дифференциальное сечение $d\sigma/d\Omega_4 dE_4$. Мы приведем здесь отношение этого сечения к четырехчастичному фазовому объему (SP):

$$\frac{1}{(SP)} \frac{d\sigma}{d\Omega_4 dE_4} \equiv \eta = C \frac{1}{E_0} \left(1 - 3\sqrt{\frac{\epsilon}{E_0}} \right), \quad \epsilon \ll E_0. \quad (3)$$

На рисунке сравнивается отношение η , полученное в эксперименте [1] и вычисленное по формуле (3). Мы видим, что вычисленная в простейших предположениях теоретическая кривая хорошо воспроизводит экспериментальные данные ($C = 24$ в произвольных единицах). Максимум η находится при $E_{max} = 1,36$ Мэв.

Из (2) очевидно, что для $E_0 \ll \epsilon$ сечение процесса стремится к нулю (как E_0^3).

Аналогичным образом можно учесть Мигдал – Ватсон, эффект для реакции $p + {}^3\text{H} \rightarrow n + (2np)$ [2], амплитуда которой содержит несколько резонансных членов.

Мы хотели бы подчеркнуть, что, если учет взаимодействия двух нуклонов в конечном состоянии может объяснить "резонансы" в энергетической зависимости сечений [1, 2], тогда для выявления истинно трехчастичного резонанса в трехнуклонной системе нужно проводить исследования, подобные тем, которые проводятся в физике барионных резонансов. Они включают изучение асимметрии продуктов распада, изучение графика Далитца, поляризаций и т. п. Только такого рода экспериментальные исследования могут служить бесспорным доказательством существования истинно трехнуклонных резонансов в области низких энергий.

Поступила в редакцию

31 декабря 1971 г.

Литература

- [1] J. Sperinde, D. Fredrickson, R. Hinkins, V. Perez-Mendez, B. Smith. Phys. Lett., 32B, 185, 1970.
- [2] L.E. Williams, G.J. Batty, B.E. Bonner, C. Tschalär, H.C. Benöhr, A.S. Clough. Phys. Rev. Lett., 23, 1181, 1969.
- [3] M.L. Halbert, A. van der Woude. Phys. Rev. Lett., 26, 1124, 1971.
- [4] A.C. Phillips. Phys. Lett., 33B, 260, 1970.