

О МЕХАНИЗМЕ ФОРМИРОВАНИЯ АНОМАЛЬНОЙ ОСОБЕННОСТИ В РЕАКЦИИ $^{12}\text{C}(d, ^6\text{Li})^8\text{Be}$

А.А.Шведов, В.Н.Добриков, О.Ф.Немец

Показано, что аномальное (ghost) состояние в спектре возбуждений ядра ^8Be может формироваться как в прямых процессах, так и в реакциях, протекающих через компаунд-ядро.

При исследовании углового распределения аномальной (ghost) особенности в спектре возбуждений ядра ^8Be при $E^* = 750$ кэВ в реакции $^{12}\text{C}(d, ^6\text{Li})^8\text{Be}$ $E_d = 13,6$ МэВ ¹ показано, что механизм реакции, в которой формируется это аномальное состояние, можно интерпретировать как прямой. На это указывает подобие углового распределения аномальной особенности угловому распределению ядер ^6Li из реакции $^{12}\text{C}(d, ^6\text{Li})^8\text{Be}_{\text{осн}}$. Там же было показано, что энергетическая зависимость сечения образования этого аномального состояния в узком диапазоне энергий дейтронов $E_d = 12,7 - 13,6$ МэВ аналогична такой же зависимости для основного состояния ядра ^8Be . Однако ранние исследования реакции $^{12}\text{C}(d, ^6\text{Li})^8\text{Be}_{\text{осн}}$ ² требуют обратить внимание на следующие два обстоятельства. Первое – это особенности функции возбуждения для реакции $^{12}\text{C}(d, ^6\text{Li})^8\text{Be}_{\text{осн}}$ при $\Theta_{\text{л.с.}} = 18^\circ$ и $\Theta_{\text{л.с.}} = 30^\circ$ ³ в интервале $E_d = 12,7 - 15,0$ МэВ. Если при $\Theta_{\text{л.с.}} = 30^\circ$ функция возбуждения для этой реакции не имеет ярко выраженной структуры, то при $\Theta_{\text{л.с.}} = 18^\circ$ в области $E_d = 13,0 - 14,8$ МэВ наблюдается широкий, ~ 1 МэВ, минимум. Второе – заметное изменение формы угловых распределений для реакции $^{12}\text{C}(d, ^6\text{Li})^8\text{Be}_{\text{осн}}$ в этом же интервале энергий. Относительно небольшое (~ 400 кэВ) изменение E_d меняет положение ми-

нимумов углового распределения и величину его максимумов. Эти факты указывают на наличие резонансных эффектов, реализующихся в компаунд-процессах. Такая экспериментальная ситуация позволяет проследить перераспределение различных механизмов реакции, в которой формируется аномальное состояние, а также проверить один из тестов для этого состояния — $\sigma(E_{0,750}^*) / \sigma(E_{\text{осн}}) = f(\Theta_{\text{л.с.}}) = \text{const}$.

Угловые распределения реакции $^{12}\text{C}(d, ^6\text{Li})^8\text{Be}_{\text{осн}}$ при $E_d = 12,7$ и $13,2$ МэВ обсуждались нами ранее ⁴. Здесь мы рассматриваем угловые распределения ядер ^6Li из реакции $^{12}\text{C}(d, ^6\text{Li})^8\text{Be}_{0,750}$ при $E_d = 12,7$ и $13,2$ МэВ.

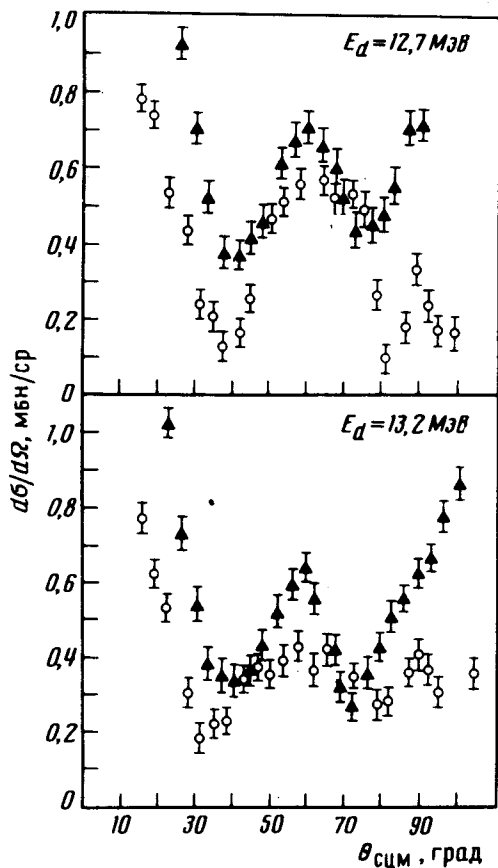


Рис.1.

Рис.1. Угловые распределения ядер ^6Li при $E_d = 12,7$ МэВ и $13,2$ МэВ из реакций: \blacktriangle — $^{12}\text{C}(d, ^6\text{Li})^8\text{Be}_{\text{осн}}$; \circ — $^{12}\text{C}(d, ^6\text{Li})^8\text{Be}_{0,750}$

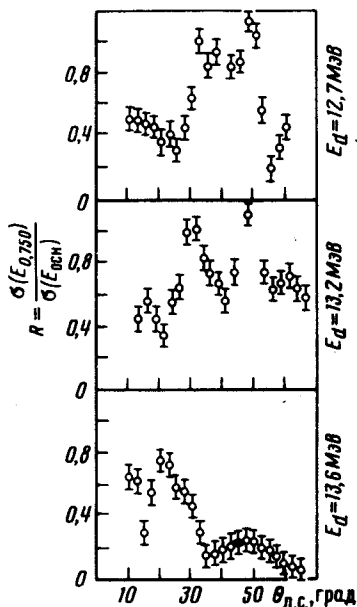


Рис.2.

Рис.2. Отношение $\sigma(E_{0,750}^*) / \sigma(E_{\text{осн}})$ как функция $\Theta_{\text{л.с.}}$ при $E_d = 12,7 : 13,2$ и $13,6$ МэВ

Экспериментальные угловые распределения ядер ^6Li из реакций $^{12}\text{C}(d, ^6\text{Li})^8\text{Be}_{\text{осн}}$ и $^{12}\text{C}(d, ^6\text{Li})^8\text{Be}_{0,750}$ измерены с использованием метода пролетной методики идентификации тяжелых заряженных частиц. Первоначальное значение $E_d = 13,6$ МэВ до значений $E_d = 12,7$ и $E_d = 13,2$ МэВ с помощью поглотителей. Геометрия эксперимента описана в работе ⁵. Энергетическое разрешение по ^6Li — $\Delta E_6 = 150$ кэВ.

Угловые распределения ядер ${}^6\text{Li}$ из реакций ${}^{12}\text{C}(d, {}^6\text{Li})^8\text{Be}_{\text{осн}}$ и ${}^{12}\text{C}(d, {}^6\text{Li})^8\text{Be}_{0,750}$ при $E_d = 12,7$ и $E_d = 13,2$ МэВ приведены на рис.1. Если сравнивать угловые распределения реакции ${}^{12}\text{C}(d, {}^6\text{Li})^8\text{Be}_{0,750}$ при $E_d = 13,6$ МэВ ¹ и исследуемых энергиях E_d , то видно, что при уменьшении E_d с 13,6 до 13,2 МэВ изменяется положение и величина второго максимума ($\Theta_{\text{сцм}} = 50 - 70^\circ$) и первого минимума ($\Theta_{\text{сцм}} = 20 - 45^\circ$). Появляется также узкий максимум в области $\Theta_{\text{сцм}} = 90^\circ$. Аналогичные изменения претерпевает угловое распределение ${}^{12}\text{C}(d, {}^6\text{Li})^8\text{Be}_{0,750}$ и при переходе от $E_d = 13,2$ МэВ к $E_d = 12,7$ МэВ. Такое поведение углового распределения ${}^{12}\text{C}(d, {}^6\text{Li})^8\text{Be}_{0,750}$ при изменении E_d говорит о существенном увеличении вклада компаунд-процессов.

Таким образом, полученные экспериментальные данные показывают, что аномальное состояние ядра ${}^8\text{Be}$ с $E^* = 750$ кэВ может формироваться как в прямых процессах, так и в реакциях, протекающих через компаунд-ядро. Это косвенно подтверждается тем экспериментальным фактом, что аномальное состояние в реакции ${}^9\text{Be}(p, d){}^8\text{Be}_{0,750}$ наблюдается в широком интервале энергий протонов — $E_p = 5 - 39$ МэВ ⁶.

В ранних исследованиях аномального состояния ⁷ было сформулировано условие, характеризующее это состояние — $\sigma(E_{0,750}^*) / \sigma(E_{\text{осн}}) = f(\Theta_{\text{л.с.}}) = \text{const}$. Выполнение этого условия для ${}^9\text{Be}(p, d){}^8\text{Be}_{0,750}$ реакции при $E_p = 14$ МэВ и 26 МэВ ⁸ позволило авторам приписать аномальному состоянию квантовые числа $J^\pi = 0^+$ и подтвердить это предположение расчетами $d\sigma/d\Omega$ по методу искаженных волн в предположении прямой передачи $p_{3/2}$ -нейтрона.

Однако в нашем случае, как видно из рис.2, это условие не выполняется. Отношение $\sigma(E_{0,750}^*) / \sigma(E_{\text{осн}}) = f(\Theta_{\text{л.с.}})$ является нерегулярно осциллирующей функцией $\Theta_{\text{л.с.}}$ и это не дает оснований утверждать, что аномальное состояние имеет квантовые числа $J^\pi = 0^+$.

В заключение необходимо отметить еще одну особенность угловых распределений реакций ${}^{12}\text{C}(d, {}^6\text{Li})^8\text{Be}_{0,750}$. Подобие углового распределения аномального состояния угловому распределению реакции ${}^{12}\text{C}(d, {}^6\text{Li})^8\text{Be}_{\text{осн}}$ не является чем-либо необычным. Такое подобие характерно для всех низколежащих состояний легких ядер, достаточно интенсивно заселяемых в реакциях многонуклонных передач типа $(d, {}^7\text{Li})$ и $(d, {}^7\text{Be})$. Это было продемонстрировано при исследовании реакций ${}^{13}\text{C}(d, {}^7\text{Li})^8\text{Be}$ ⁹; ${}^{19}\text{F}(d, {}^7\text{Li})^{14}\text{N}$ и ${}^{19}\text{F}(d, {}^7\text{Be})^{14}\text{C}$ ¹⁰.

Литература

1. Добриков В.Н., Немец О.Ф., Шведов А.А. Письма в ЖЭТФ, 1981, 34, 624.
2. Daehnich W.W. et al. Phys. Rev., 1964, 136, B1325.
3. Denes L.J. et al. Phys. Rev., 1966, 148, 1097.
4. Горюнов О.Ю. и др. УФЖ, 1975, 20, 1775.
5. Горюнов О.Ю. и др. ПТЭ, 1974, № 2, 41.
6. Barker F.C. et al. Aust. J. Phys., 1976, 29, 245.
7. Berkowitz E.H. et al. Phys. Rev., C4, 1971, N5, 1564.
8. Vecchetti F.D. et al. Phys. Rev., C24, 1981, N6, 2401.
9. Добриков В.Н. и др. Тезисы докладов XXXII совещания по ядерной спектроскопии и структуре атомного ядра, Киев, 16 - 18 марта 1982 г., 318.
10. Гасс А.С. и др. ЯФ, 1980, 31, 574.