

Исследование механизма электрических квадрупольных переходов в (Г,р)- и (Г,н)-реакциях на ядре ${}^4\text{He}$

В.Н.Гурьев

ИФВЭЯФ ННЦ ХФТИ, г. Харьков

Дискутируемая более 30 лет проблема динамики $E1 \rightarrow {}^1D_2$, - переходов в (γ, p) - и (γ, n) - реакциях на ядре ${}^4\text{He}$ в области гигантского резонанса и промежуточных энергий фотонов (см. обзор [1]) тесно связана с корректным учетом уравнения непрерывности для конвективной части ядерного тока [2].

Модель прямого поглощения фотонов (учет t - и u -канальных полюсных диаграмм) [3] позволила описать согласующееся с экспериментом равенство полных сечений $\sigma(\gamma, p) \approx \sigma(\gamma, n)$ в области малых энергий фотонов E_γ , обусловленное доминирующим вкладом изовекторного $E1 \rightarrow {}^1P_1$ перехода. В соответствии с оценками эффективных квадрупольных зарядов нуклонов имеет место в этой модели соотношение электрических квадрупольных сечений $\sigma_2(\gamma, p) = 25\sigma_2(\gamma, n)$, которое, однако, расходится с экспериментальными данными о равенстве этих сечений, полученных в ННЦ ХФТИ [1]. С учетом продольной контактной диаграммы [2] нами получены соотношения для электрических дипольных E_{10} и квадрупольных E_{20} амплитуд со спином 0 в длинноволновом приближении в с.ц.м.

$$E_{10}(\gamma, p) = -E_{10}(\gamma, n) \approx 4(2 | \mathbf{k} | G/3 | \mathbf{k}_\gamma | - m_N | \mathbf{k} | G^{(1)}/2), \quad (1)$$

$$E_{20}(\gamma, p) = 5E_{20}(\gamma, n) \approx 4(m_N | \mathbf{k} |^2 | \mathbf{k}_\gamma | G^{(2)}/4 - | \mathbf{k} |^2 G^{(1)}/3), \quad (2)$$

где \mathbf{k}_γ и \mathbf{k} – импульсы фотона и конечной частицы, $G = G(\mathbf{k}^2)$ – вершинный формфактор, $G^{(1)} = G^{(1)}(\mathbf{k}^2)$ и $G^{(2)} = G^{(2)}(\mathbf{k}^2)$ – первая и вторая производные $G(\mathbf{k}^2)$ по \mathbf{k}^2 . Формулы (1) и (2) также находятся в соответствии с выводами приближения эффективных зарядов. Учет ВКС в потенциальной модели не может существенно изменить результата (2).

Учет в приближении эффективных зарядов нуклонов 2^+ - резонансного состояния ядра ${}^4\text{He}$ при $E_\gamma = 35$ МэВ [4] - позволил корректно описать лишь экспериментально полученную энергетическую зависимость коэффициентов асимметрии в угловых распределениях фотонейтронов β_n при $E_\gamma = 24-70$ МэВ с экспериментальной оценкой $\sigma_2(\gamma, n) \approx 0$.

Расчет в резонансном приближении [5,6] (с учетом широких $1^-(1)$ резонансных состояний при 27,5 и 30,5 МэВ, $2^+(0)$ при $E_\gamma = 35$ МэВ и $2^+(1)$ при $E_\gamma = 45$ МэВ) дал корректное описание $\sigma_1(\gamma, p) = \sigma_1(\gamma, n)$, β_p, β_n при $E_\gamma = 22-$

50 МэВ с оценкой $\sigma_2(\gamma, p)/\sigma_2(\gamma, n) \approx 2$ в максимуме сечений при $E_\gamma \approx 35$ МэВ.

Анализ экспериментально полученного равенства $\sigma_2(\gamma, p) = \sigma_2(\gamma, n)$ в приближении двухчастичной унитарности позволил получить следующее соотношение для фаз изоспиновых электрических квадрупольных амплитуд в области энергий $E_\gamma = 30-60$ МэВ

$$\delta_{02}^{20} - \delta_{02}^{21} \approx \pi/2, \quad (3)$$

где введено обозначение δ_{SL}^T фаз, J - полный момент, T - изоспин. С учетом фазового анализа [7] для изовекторной δ_{02}^{21} фазы и соотношения (3) имеет место прохождение δ_{02}^{20} фазы через $\pi/2$ при $E_\gamma = 39$ МэВ.

Данный результат может быть интерпретирован как проявление 2^+ - резонанса в канале перерасеяния (ВКС) в двухчастичной полюсной модели. Этот результат находится в соответствии с экспериментальными данными для ${}^3\text{H}(p, \gamma){}^4\text{He}$ и ${}^4\text{He}(e, {}^3\text{H})$ реакций [8] о существовании узкого 2^+ резонансного состояния в ${}^4\text{He}$ при энергии 40 МэВ с шириной 3,5 МэВ.

Литература

1. Аркатов Ю.М. и др. УФЖ, 23, 1818(1978).
2. Нагорный С.И. и др. ЯФ 53, 365(1991).
3. Гурьев В.Н. ЯФ 40, 16(1984).
4. Malcom C.K. et al. Phys.Lett. 47B, 433(1973).
5. Гурьев В.Н. УФЖ 20, 1993(1975).
6. Гурьев В.Н. ЯФ 29, 1414(1979).
7. Murdoch V. T. et al. Phys. Rev. C29, 2001(1984).
8. McBroom R.C. et al. Phys. Rev. Lett. 45. 243(1980).

Статья поступила: в редакцию 25 мая 1998 г.,
в издательство 1 июня 1998 г.