

Письма в ЖЭТФ, том 17, вып. 11, стр. 629 – 632

5 июня 1973 г.

**УЧЕТ НЕСТАБИЛЬНОСТИ КОНЕЧНОГО ЯДРА
В РЕАКЦИЯХ КВАЗИУПРУГОГО ВЫБИВАНИЯ ПРОТОНОВ
ИЗ ЯДРА Li^6 .**

*Ю. Д. Баюков, Л. С. Воробьев, В. М. Колыбасов,
Г. А. Лексин, Н. Я. Смородинская, В. Л. Столин,
В. Б. Федоров*

Имеются два пункта, в которых экспериментальные данные по реакциям квазиупругого выбивания протонов из ядра Li^6 не согласуются с представлениями о доминирующей роли полюсного механизма

(рис. 1, а) в области малых переданных импульсов: (а) угловые распределения в реакции ${}^6\text{Li}(p, 2p)$, в отличие от реакций $(p, 2p)$, на других легких ядрах, не удается удовлетворительно описать схемой, в которой вклад всех диаграмм, отличных от полюсной, считается медленно меняющейся функцией переданного импульса и аппроксимируется некоторой константой [1] (аналогичный результат получается и в импульсном приближении с искаженными волнами). Теория приводит к резкому минимуму в угловом распределении, а эксперимент показывает лишь еле заметный провал (см. ниже). Непонятна также асимметрия в распределении по энергии возбуждения остаточного ядра [2]. (б) При исследовании реакции ${}^6\text{Li}(\pi^-, \pi^- p)$ [3] выяснилось, что хотя ряд чувствительных к механизму реакции распределений хорошо согласуется с предсказаниями, основанными на диаграмме рис. 1, а, значения приведенных протонных ширин θ_p^2 и θ_s^2 заметно отличаются от приведенных ширин, получающихся из данных по другим реакциям, если считать, что все p -волновые события относятся к переходу в основное состояние ядра ${}^5\text{He}$, а все s -волновые — к большим энергиям возбуждения.

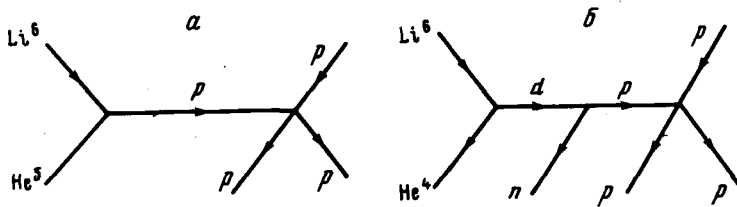


Рис. 1

Так как указанные отклонения наблюдаются только в реакциях на ядре ${}^6\text{Li}$, естественно попытаться найти объяснение в особенностях, связанных с этим ядром. При выбивании протона из ${}^6\text{Li}$ образуется ядро ${}^5\text{He}$, нестабильное относительно распада на ${}^4\text{He} + n$. Поэтому можно предполагать, что значительный вклад вносит диаграмма с непосредственным развалом ${}^6\text{Li}$ на три частицы (${}^4\text{He} + n + p$), так как при этом особенность по импульсу, переданному от начального ядра к конечной ядерной системе (${}^4\text{He} + n$), ближе, чем у диаграммы, рис. 1, а. Учитывая кластерную природу ядра ${}^6\text{Li}(\alpha + d)$, естественно выбрать для вершины ${}^6\text{Li} \rightarrow {}^4\text{He} + n + p$ модель ${}^6\text{Li} \rightarrow {}^4\text{He} + d, d \rightarrow n + p$. Тогда квазиупругому выбиванию протонов будет отвечать диаграмма рис. 1, б. Достоинством такого механизма является то, что в соответствии с экспериментальными данными [3] он приводит к изотропному распределению по углу Треймана — Янга (из-за s -волнового характера обеих ядерных вершин).

Если принять гауссовский вид волновой функции $\alpha + d$ в ядре ${}^6\text{Li}$ с параметром $\gamma = (1/36 \text{ Мэв}/c)^2$ [4], то для сечения, отвечающего диаграмме рис. 1, б, получим

$$d\sigma \sim q^2 dq dE_{\text{exc}} \Psi(q, E_{\text{exc}}), \quad (1)$$

где q и E_{exc} — суммарный импульс и энергия относительно движения конечных нейтрона и ядра He^4 , а

$$\Psi(q, E_{\text{exc}}) = \frac{1}{q} \left[\exp \left\{ -\gamma \left(k - \frac{m_B}{m_B + m_n} q \right)^2 \right\} - \exp \left\{ -\gamma \left(k + \frac{m_B}{m_B + m_n} q \right)^2 \right\} \right] \times \left[q^2 + \frac{2m_p(m_B + m_n)}{m_p + m_B + m_n} (\epsilon_p + E_{\text{exc}}) \right]^{-2}. \quad (2)$$

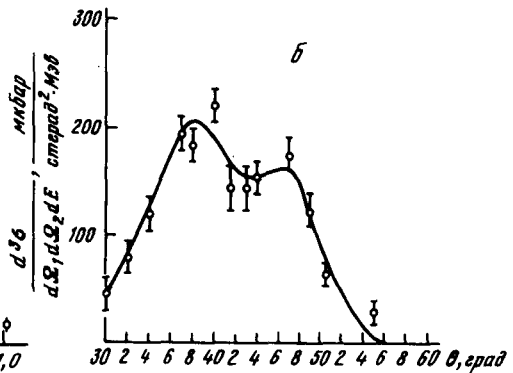
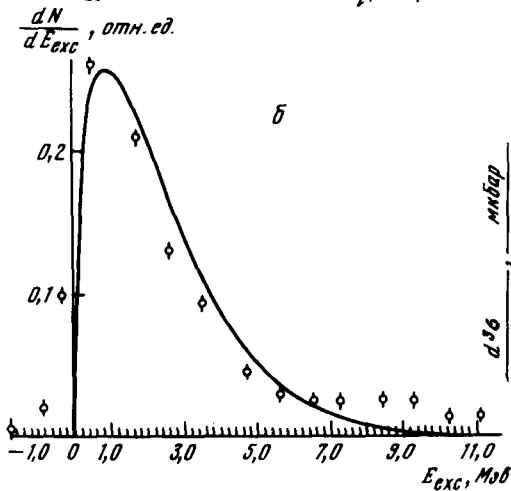
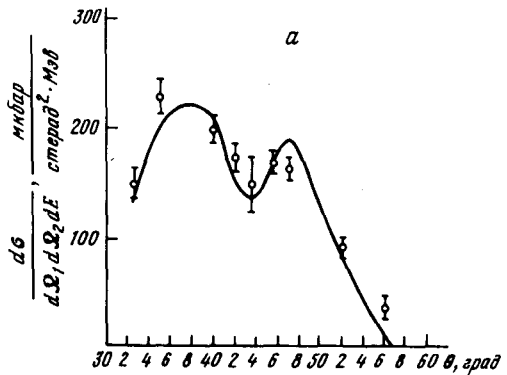
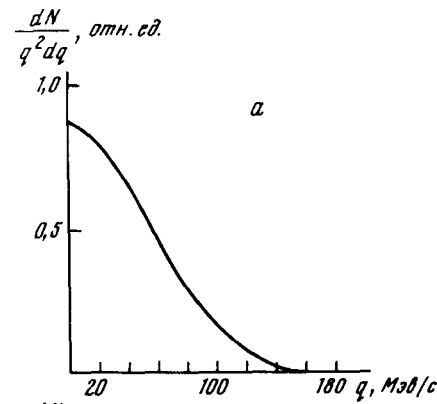


Рис. 2. Распределения по q и E_{exc} , даваемые диаграммой рис. 1, б

Рис. 3. Распределения по углу разлета протонов в реакциях $(p, 2p)$ при 155 и 185 Мэв. По горизонтальной оси отложена половина угла разлета. Экспериментальные данные из работ [2, 5]. Сплошные кривые — результат теоретического расчета

m_A, m_B, m_n, m_p — массы ядер Li^6, He^4 , нейтрона и протона, $\epsilon_p = m_B + m_n + m_p - m_A$, $k = [2m_B m_n E_{\text{exc}} / (m_B + m_n)]^{1/2}$. Распределения по q и E_{exc} получаются (1) интегрированием, соответственно,

по E_{exc} и q . Таким образом, распределение по импульсу q зависит от рассматриваемого интервала энергий возбуждения E_{exc} , а распределение по E_{exc} зависит от рассматриваемого интервала q . Поэтому величина и характер вклада диаграммы рис. 1, б существенно зависят от экспериментальных условий и в разных экспериментах могут сильно различаться. Для иллюстрации на рис. 2, а показано распределение по q при $E_{\text{exc}} = 0 \div 5$ Мэв. Видно, что оно имитирует распределение, соответствующее s -переходу. На рис. 2, б приведено распределение по E_{exc} при $q = (0 \div 80)$ Мэв/с. Там же для сравнения показано распределение по E_{exc} , полученное в эксперименте по реакции $\text{Li}^6(p, 2p)$ при 155 Мэв [2]. Существенно, что распределение по энергии возбуждения имеет максимум в районе основного состояния ядра He^5 .

Если провести обработку данных по реакции $(p, 2p)$ с учетом диаграммы рис. 1, а и "фона" в виде диаграммы рис. 1, б получается хорошее описание экспериментальных данных (см. рис. 3; $\chi^2 = 23,5$ на рис. 3, а и 15,1 на рис. 3, б; для сравнения укажем, что для распределений работы [1] $\chi^2 = 88$ и 212, соответственно).

Из данных по $(p, 2p)$ при 155 Мэв приведенная протонная ширина равна $\theta_p^2 = 0,39 \pm 0,06$, а из $(p, 2p)$ при 185 Мэв $\theta_p^2 = 0,27 \pm 0,06$ (при радиусе канала 4ϕ). При учете вклада диаграммы рис. 1, б обработка данных по реакции $\text{Li}^6(\pi^-, \pi^-p)$ дает значение $\theta_p^2 = 0,5 \pm 0,2$. Таким образом в пределах ошибок указанные величины θ_p^2 совпадают. Снимается противоречие и по величине θ_s^2 , которая в работе [3] получалась слишком большой по сравнению с приведенной шириной s -перехода на возбужденный уровень ядра He^5 , поскольку теперь ясно, что θ_s^2 эффективно учитывает часть переходов в состояние $\text{He}^4 + n$ посредством механизма, соответствующего диаграмме рис. 1, б. Эффективное число деитронов в Li^6 , найденное из описания данных по $(p, 2p)$ с помощью диаграмм рис. 1, получается порядка 0,4, что согласуется с известными данными по реакциям (p, pd) [4, 6].

Эти факты и то, что учет диаграммы рис. 1, б существенно улучшает описание экспериментальных данных, позволяют надеяться, что предложенная модель имеет отношение к действительности. В таком случае она должна сказываться и на характеристиках других реакций, например $\text{Li}^6(e, ep)$.

Институт теоретической
и экспериментальной физики

Поступила в редакцию
12 апреля 1973 г.

Литература

- [1] V.M.Kolybasov, N.Ya.Smorodinskaya. Nucl. Phys., A136, 165, 1969.
- [2] M.Arditi et al. Nucl. Phys., A95, 545, 1967.
- [3] Ю.Д.Ваюков, Л.С.Воробьев, Е.А.Григорьев и др. Сб. "Проблемы современной ядерной физики" М., изд. Наука, 1971, стр. 410.
- [4] M.Riou. Rev. Mod. Phys., 37, 375, 1965.
- [5] G.Tibell, O.Sundberg, P.V.Renberg. Arkiv för fysik, 25, 433, 1964.
- [6] J.C. Alder, W.Dollhopf, W.Kossler et al. Phys. Rev. C, 6, 18, 1972;
I.A.Mackenzie, S.K.Mark, Tseh Y. Li. Nucl. Phys., A178, 225, 1971.