

ИЗУЧЕНИЕ РЕАКЦИИ ($\gamma, \pi^0 p$) НА ЯДРАХ Li^6 , C^{12} И O^{16}
В ШИРОКОМ ДИАПАЗОНЕ ПЕРЕДАННЫХ ИМПУЛЬСОВ

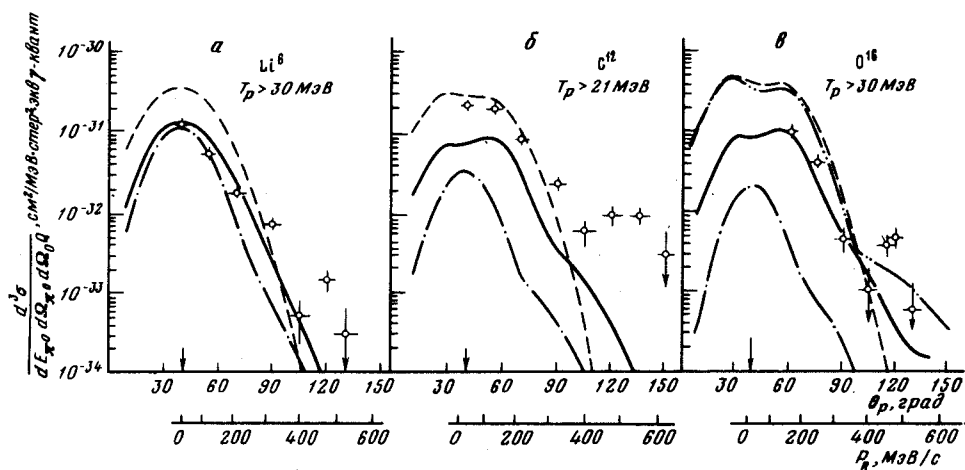
В.Н.Епонешиков, Ю.Ф.Кречетов

Измерены сечения реакции ($\gamma, \pi^0 p$) на ядрах Li^6 , C^{12} , O^{16} в диапазоне переданных остаточному ядру импульсов 0 — 600 МэВ/сек. При больших переданных импульсах сечения не согласуются с расчетами, проведенными в рамках оболочечной модели и модели квазисвободного фотообразования мезонов на ядрах.

Рассеяние частиц высоких энергий на атомных ядрах с выбиванием нуклонов — удобное средство исследования оболочечной структуры ядер, а также эффектов, приводящих к отклонению от оболочечной структуры [1, 2]. Особый интерес представляют экспериментальные данные в области больших переданных остаточному ядру импульсов, в частности, для получения дополнительной информации о короткодействующих динамических корреляциях (КДК) в ядрах [3 — 5]. Однако, экспериментальные сечения реакций с выбиванием нуклонов, как правило, в области малых импульсов.

В настоящей работе исследуется реакция ($\gamma, \pi^0 p$) на ядрах Li^6 , C^{12} и O^{16} при максимальной энергии тормозного излучения 450 МэВ. Регистрировались π^0 -мезоны в совпадении с протонами и компланарной геометрии эксперимента. Были фиксированы угол и энергия π^0 -мезонов ($\Theta_\pi = 67 \pm 2^\circ$, $E_\pi = 300 \pm 16$ МэВ), а также пороги регистрации протонов по энергии ($T_p > 21_{-4}^{+3}$ МэВ для ядра C^{12} , $T_p >_{-3}^{+2}$ МэВ для ядер Li^6 и O^{16}). Измерялись выходы реакции (сечения на эквивалентный γ -квант) в зависимости от угла вылета протонов в интервале $40 - 150^\circ$ (переданный остаточному ядру импульс изменялся при этом от 0 до 600 МэВ/сек. Процессы фотообразования мезонов на нуклонах из разных оболочек ядер не разделялись. Измерения проводились на Томском электронном синхротроне. Выделение π^0 -мезонов осуществлялось с помощью установки для регистрации нейтральных мезонов по γ -квантам распада черенковскими спектрометрами полного поглощения [6].

Канал регистрации протонов включал сцинтилляционный счетчик, перед которым находился поглотитель из полиэтилена. Для проверки работы аппаратуры было измерено сечение реакции на водороде "разностным" методом (на полиэтилене и углероде), которое совпадало в пределах ошибок с измерениями других авторов на жидком водороде. Подробные характеристики установки и обработка результатов эксперимента описаны в работе [7].



Зависимость сечений реакции от угла вылета протона: ϕ — эксперимент, приведены полные ошибки измерений, — — — — — расчеты с плоскими волнами, — — — — — сделан учет взаимодействия в конечном состоянии, — — — — — отдельно показан вклад S -оболочки, — · — · — расчет с импульсным распределением из работы [3], учитывающим корреляции по модели Ястрова. Осцилляционные параметры $\alpha_s = \alpha_p = 115$ МэВ/сек для ядра Li^6 [12], 120 МэВ/сек для C^{12} и 113 МэВ/сек для O^{16} [13]. Стрелка показывает угол вылета протона в случае реакции $\gamma + p \rightarrow \pi^0 + p$

На рисунке приведены сечения реакции ($\gamma, \pi^0 p$) в зависимости от угла вылета протонов. Нижние шкалы соответствуют переданному остаточному ядру импульсам (P_R), усредненным по спектру регистрируемых протонов. Расчеты сечений выполнены в модели квазисвободного фотообразования мезонов и импульсном приближении [8]. Взаимодействие π^0 -мезона и протона с остаточным ядром учитывалось в рамках оптической модели с использованием эйконоального приближения [8, 9]. Ядерные волновые функции брались в модели гармонического осциллятора. В случае ядра Li^6 рассматривались три набора осцилляционных параметров: 1) $\alpha_p = \alpha_s = 97$ МэВ/сек [10]; 2) $\alpha_p = 50$ МэВ/сек, $\alpha_s = 108$ МэВ/сек [11], 3) $\alpha_p = \alpha_s = 115$ [12]. Индексы P и S указывают на принадлежность к $1P$ или $1S$ оболочкам ядер. Расчеты сечения с первыми двумя наборами не согласуются с экспериментом во всем диапазоне углов вылета протонов. Более удовлетворительное согласие наблюдается с третьим набором до $P_R \sim 350$ МэВ/сек. Для ядра O^{16} расчеты неплохо согласуются с экспериментом в области малых P_R . Рассчитанное сечение реакции на ядре C^{12} оказывается гораздо ниже эксперимен-

тального, это расхождение возможно вызвано двумя причинами, которые не столь существенны для ядер Li^6 и O^{16} из-за более высокого порога регистрации протонов: а) учет взаимодействия в конечном состоянии с использованием эйконального приближения не является обоснованными для $T_p \sim 20$ МэВ; б) в модели не рассматриваются процессы частичного или полного развала ядра, сопровождающиеся вылетом протонов с энергией выше пороговой.

Таким образом, расчеты для ядер Li^6 и O^{16} в оболочечной модели с осцилляторными волновыми функциями и модели квазисвободного фотообразования мезонов удовлетворительно описывают экспериментальные сечения до $P_R \sim 350$ МэВ/сек. В области больших переданных импульсов наблюдается качественно отличающееся поведение сечений реакции. Точечной кривой на рисунке показано сечение реакции на ядре O^{16} без учета взаимодействия в конечном состоянии, но с включением КДК. Видно, что одновременный учет эффектов взаимодействия в конечном состоянии и КДК может привести к улучшению согласия с результатами эксперимента. При этом, в частности, остается открытым вопрос о механизме реакции при увеличении переданного остаточному ядру импульса [14].

Авторы выражают признательность Р.И.Джибути, Р.Я.Кезерашвили и В.А.Филимонову за обсуждения и полезные замечания, а также благодарность В.Н.Падалко и С.А.Каричеву за помощь в проведении измерений.

Институт ядерной физики
Томского
политехнического института

Поступила в редакцию
20 февраля 1979 г.

Литература

- [1] G. Jacob, Th. A. J. Maris - Rev. Mod. Phys., **45**, 6, 1973.
- [2] В.М.Колыбасов, Г.А.Лексин, И.С.Шапиро. УФН, **113**, 239, 1974.
- [3] A. Małecki. Fisica Nucleare Intermedia, LNF-75/3 (R), Frascati, 1975, p. 18; A. Małecki. Lett. al Nuovo Cim., **8**, 16, 1973.
- [4] R. J. Jibuti, R. Ya. Keserashvili. Phys. Lett., **57B**, 433, 1975.
- [5] Р.Я.Кезерашвили. Сб. Многочастичные аспекты теории легких ядер, Тбилиси, изд. Мецниереба, 1978, стр. 96.
- [6] Г.Н.Дудкин и др. ПТЭ, №2, 64, 1973.
- [7] В.Н.Епонешников, Ю.Ф.Кречетов, В.Н.Падалко. Известия АН СССР, сер. физическая, **42**, 1552, 1978.
- [8] J. M. Laget. Nucl. Phys., **A194**, 81, 1972.
- [9] R. M. Frank, J. Z. Cammel, K. M. Watson. Phys. Rev., **101**, 891, 1956.
- [10] T. W. Donnelly, J. D. Walecka. Phys. Lett., **B44**, 330, 1973.
- [11] Ю.П.Антуфьев, В.Л.Агранович, В.С.Кузьменко, И.И.Мирошниченко, П.В.Сорокин. Письма в ЖЭТФ, **16**, 77, 1972; Ю.П.Антуфьев, В.Л.Агранович, В.С.Кузьменко, П.В.Сорокин. **16**, 339, 1972.

- [12] Э.Л.Купленников и др. Вопросы атомной науки и техники, сер. физика высоких энергий и атомного ядра, вып. 1(3), 72, 1973.
- [13] В.Ю.Гончар и др. УФЖ, 22, 2059, 1977.
- [14] В.А.Карманов, И.С.Шапиро. ЭЧАЯ, 9, 327, 1978.
-