

ИЗОСПИНОВОЕ РАСЩЕПЛЕНИЕ ГИГАНТСКОГО ДИПОЛЬНОГО РЕЗОНАНСА И СЕЧЕНИЕ РЕАКЦИИ $^{64}\text{Zn}(\gamma, n)^{63}\text{Zn}$

*С.С.Вербницкий, А.М.Лапик, Б.С.Ратнер,
А.Н.Сергиевский.*

Проведено исследование сечения реакции $^{64}\text{Zn}(\gamma, n)^{63}\text{Zn}$ для энергичной компоненты нейтронного спектра ($\epsilon_n \geq 3,7$ Мэв). Анализ полученных данных указывает на ошибочность интерпретации структуры в сечении реакции $^{64}\text{Zn}(\gamma, n)^{63}\text{Zn}$, как проявления изоспинового расщепления.

Влияние сохранения изоспина на свойства сечений фотоядерных реакций рассмотрено во многих теоретических и экспериментальных

работах. Согласно правилам отбора по изоспину изовекторный электрический дипольный резонанс в ядрах с $T \neq 0$ состоит из двух компонент с $T = T_0 (T_<)$ и $T = T_0 + 1 (T_>)$, энергия которых различается на величину $\Delta E = E_> - E_< = U T_> / T_<$, где U — энергия "симметрии" [1]. Ряд исследований сечения реакций (p, γ) , (γ, n) , (γ, p) и др. в области ядер среднего веса был проведен для проверки этих данных. Полнее всего, в указанном плане, были изучены реакции на ядре ${}^{64}\text{Zn}$ [2–6]. Так, было установлено [2], что в сечение реакции ${}^{63}\text{Cu}(p, \gamma){}^{64}\text{Zn}$ (а также в ряде других реакций этого типа на ядрах с $A \sim 60$ и с $A \sim 90$ наблюдается два пика, которые, по-видимому, относятся к резонансам $T_<$ и $T_>$. Близкая по энергии структура была обнаружена в сечении реакции ${}^{64}\text{Zn}(\gamma, n){}^{63}\text{Zn}$ [3, 6], что дало основание считать эту структуру также проявлением изоспинового расщепления. Следует отметить, что идентификация резонансов $T_<$ и $T_>$ содержит трудность, связанную с отсутствием у них специфических черт. Определенную ясность могут внести исследования, в ходе которых фиксируется энергия испущенного в реакции (γ, n) нейтрона. Дело в том, что распад резонанса $T_>$ по нейтронному каналу разрешен лишь в состоянии конечного ядра с изоспином, $T_c = 1/2$, которые расположены сравнительно высоко, т. е. сопровождается испусканием малоэнергичных нейтронов.

Одна из задач настоящего исследования, в котором измерено сечение реакции ${}^{64}\text{Zn}(\gamma, n){}^{63}\text{Zn}$ для энергичной компоненты нейтронного спектра заключалась в проверке правильности упомянутой выше идентификации структуры в сечении.

Исследование кривой выхода реакции ${}^{64}\text{Zn}(\gamma, n){}^{63}\text{Zn}$ при минимальном значении энергии испущенных нейтронов $\epsilon_{min} = 3,7 \text{ Мэв}$ проводилось на синхротроне Института ядерных исследований АН СССР от порога до энергии границы тормозного спектра $E_{\gamma m} = 26,3 \text{ Мэв}$, с шагом $0,1 - 0,2 \text{ Мэв}$. Нейтроны регистрировались с помощью спектрометра на основе кристаллов стильбена, описанного ранее [7–9]. В качестве мишени использовался порошок окиси цинка, обогащенного до 99% изотопом ${}^{64}\text{Zn}$ в количестве 142 г^1 , помещенный в кассету из оргстекла. Для определения влияния реакции ${}^{16}\text{O}(\gamma, n){}^{15}\text{O}$ обусловленной кислородом, содержащимся в мишени, проводились измерения с кассетой, заполненной водой. Вклад фона в выход реакции составлял в зависимости от энергии $E_{\gamma m}$ от 4 до 22%. Количество измерений выхода при каждом значении $E_{\gamma m}$ составляло 10–11. Кривые выхода реакции ${}^{64}\text{Zn}(\gamma, n){}^{63}\text{Zn}$ после вычета фона и внесения поправок в том числе на эффективность регистрации с учетом формы энергетического спектра нейтронов обрабатывались на ЭВМ БЭСМ-6 по методу статистической регуляризации [10] для нахождения сечения. Ошибки в сечении, определялись, исходя из ошибок выхода способом, описанным ранее [7].

Сечение реакции ${}^{64}\text{Zn}(\gamma, n){}^{63}\text{Zn}$ при $\epsilon_n \geq 3,7 \text{ Мэв}$ представлено на рис. 1 (кривая 1), где показаны также сечение реакции ${}^{64}\text{Zn}(\gamma, n){}^{63}\text{Zn}$ [3] и суммарное сечение реакций ${}^{64}\text{Zn}(\gamma, n){}^{63}\text{Zn}$ и ${}^{64}\text{Zn}(\gamma, np){}^{62}\text{Cu}$ [6],

¹ Получен в Государственном фонде стабильных изотопов.

сопровождающихся испусканием нейтронов всех энергий. При регистрации энергичных нейтронов вклад реакции (γ, np) весьма мал из-за ее высокого эффективного порога (полагая $\epsilon_{p \min} = 2 \text{ Мэв}$ и $E_{o, np} = 18,5 \text{ Мэв}$ получим значение порога равное $24,2 \text{ Мэв}$). Нормирование кривой сечения производилось путем экстраполяции спектра нейтронов в области малой энергии и определения доли нейтронов с $\epsilon_n > 3,7 \text{ Мэв}$.

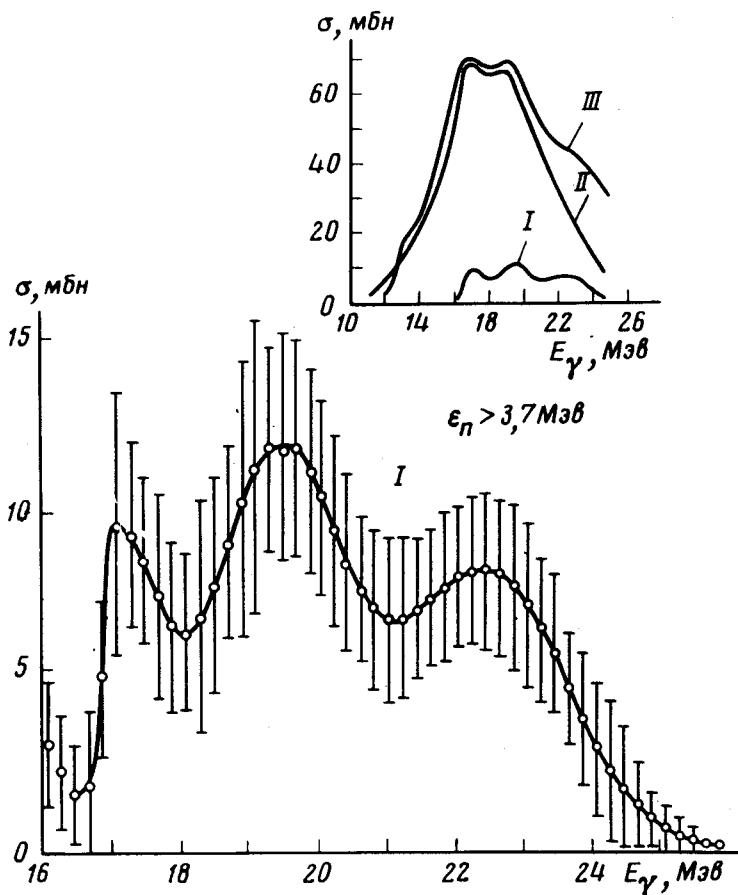


Рис. 1. Кривая I. Сечения реакции $^{64}\text{Zn}(\gamma, n)^{63}\text{Zn}$ для нейтронов с энергией $\epsilon_n \geq 3,7 \text{ Мэв}$, полученное в настоящей работе. Кривая II. Сечение реакции $^{64}\text{Zn}(\gamma, n)^{63}\text{Zn}$ из работы [3]. Кривая III. Суммарное сечение реакций $^{64}\text{Zn}(\gamma, n)^{63}\text{Zn}$ и $^{64}\text{Zn}(\gamma, np)^{62}\text{Cu}$ из работы [6].

Из сопоставления сечений реакции (γ, n) для энергичных нейтронов (I) и нейтронов всех энергий (III) видно, что максимумы при $E_\gamma \sim 17,0 \text{ Мэв}$ и $19,0 \text{ Мэв}$ имеются на обеих кривых. (отметим, кстати, что максимум в сечении реакции (p, γ) при $E = 15,8 \text{ Мэв}$ смещен на 1 Мэв относительно максимума в реакции (γ, n)). Построив разность сечений II и I (рис. 2) мы найдем сечение для испускания нейтронов с энергией $\epsilon_n < 3,7 \text{ Мэв}$. На этой кривой пик при $E_\gamma = 18,9 \text{ Мэв}$ отсутствует. Нижнее состояние конечного ядра ^{63}Zn с $T = T_0 + \frac{1}{2}$, в кото-

рое может произойти распад резонанса T_{γ} имеет энергию $E = 5,42 \text{ Мэв}$ [11]. Энергия нейтронов испущенных при этом $\epsilon_n = 18,9 - 11,9 - 5,4 = 1,6 \text{ Мэв}$. Отсюда следует, что максимум в сечении реакции (γ, n) при $E_{\gamma} = 18,9 \text{ Мэв}$ нельзя приписывать резонансу T_{γ} .

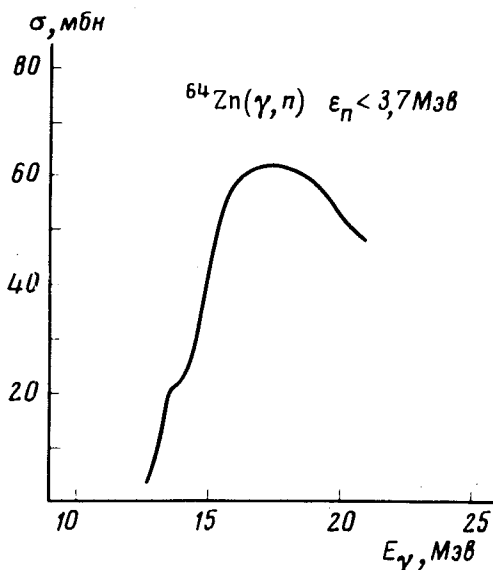


Рис.2. Сечение для испускания нейтронов с энергией $\epsilon_n < 3,7 \text{ Мэв}$ в реакции ${}^{64}\text{Zn}(\gamma, n) {}^{63}\text{Zn}$, полученное из разности сечений III и I (рис.1).

Таким образом, результаты настоящей работы, по-видимому, указывают на отсутствие заметного изоспинового расщепления в сечении реакции ${}^{64}\text{Zn}(\gamma, n) {}^{63}\text{Zn}$. Подобный вывод, вероятно, не противоречит наблюдениям расщепления по изоспину в реакции (p, γ) , так как в этом случае отсутствуют ограничения, связанные с правилами отбора. Кроме того, реакции (p, γ) соответствует (в обратной реакции) переход конечного ядра в основное состояние, дающий малый вклад в сечение фотопоглощения. Более подробное обсуждение других результатов настоящего исследования будет представлено позже.

Институт ядерных исследований
Академии наук СССР

Поступила в редакцию
2 февраля 1978 г.

Литература

- [1] R.O.Akyuz, S.Fallieros. Phys. Rev. Lett., 27, 1016, 1971.
- [2] P.Paul. J.F.Amann, K.A.Snowier. Phys. Rev. Lett., 27, 1013, 1971.
- [3] B.C.Cook, R.C.Morrison, F.H.Schamber. Phys. Rev. Lett., 25, 685, 1970.
- [4] S.Yamaguchi. J. Phys. Soc. Japan., 34, 1123, 1973.
- [5] G.E.Clark, R.C.Morrison, J.E.E.Baglin, B.C.Cook. Nucl. Phys., A213 358, 1973.
- [6] P.Carlos, H.Beil, R.Bergere, J.Fagot, A.Lepretre, A.Veyssiere, G.V.Solodukhov. Nucl. Phys., A258, 365, 1976.
- [7] С.С.Вербицкий, Б.С.Ратнер, А.Н.Сергиевский. Письма в ЖЭТФ, 23, 538, 1976.

[8] B.S.Ratner, A.N.Sergievsy, S.S.Verbitsky. Nucl. Phys., A285, 71, 1977.

[9] С.С.Вербицкий, Ё.С.Ратнер. Краткие сообщения по физике, 1, 40, 1977 г.

[10] В.Г.Иванченко. Труды ФИАН СССР, 63, 151, 1972 г.

[11] C.M.Fou, R.W.Zigmuhle, J.M.Joyce. Nucl. Phys., A97, 458, 1967.
