

ОБОЛОЧЕЧНЫЕ ЭФФЕКТЫ В СЕЧЕНИИ РЕАКЦИИ $Zn^{67}(\gamma p)$

В.Г.Иванченко, Б.С.Ратнер

Изучение энергетических и угловых распределений фотопротонов, испускаемых ядрами с одним или двумя протонами сверх заполненной оболочки $1f_{7/2}$, соответствующей магическому ядру с $Z = 28$, указало на существование оболочечных эффектов [1, 2]. Вклад от отдельных оболочек, по-видимому, проявляется и в сечении реакции (γp) [3]. Представляет интерес получение более точных данных относительно связи фотопротонных сечений с оболочечным строением ядра.

С этой целью нами было выбрано ядро Zn^{67} , в котором сверх заполненной оболочки $1f_{7/2}$ имеются два протона в состоянии $2p_{3/2}$. Данные об угловом распределении фотопротонов из естественного цинка, где основную роль играет Zn^{64} [2], показывают, что вклад прямого фо-

коэффициента составляет более 30% от выхода фотопротонов. Соотношение энергии связи нуклонов в Zn^{64} и Zn^{67} , при учете различной плотности уровней конечных ядер, определяет значительно меньшую вероятность испарения протонов в Zn^{67} по сравнению с Zn^{64} . Отсюда можно заключить, что выход реакции $Zn^{67}(\gamma p)$ обусловлен в основном прямым фотоэффектом.

Мишенью служит образец цинка, обогащенный изотопом Zn^{67} весом в 156 мг (содержание Zn^{67} - 39,8%, Zn^{64} - 6,0%)¹⁾. Выход реакции $Zn^{67}(\gamma p)$ в функции максимальной энергии γ -квантов $E_{\gamma m}$ синхротрона Физического института, рассчитанного на энергию 30 Мэв, измерялся путем регистрации β -активности конечного ядра

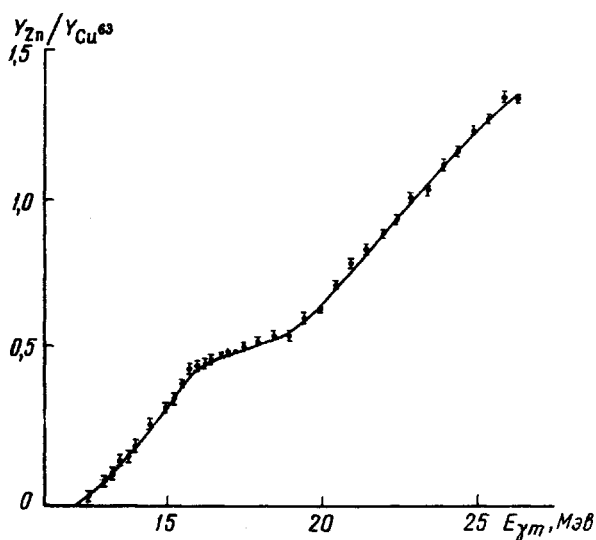


Рис. I

Cu^{66} ($T = 5,1$ мин) двумя торцовыми счетчиками БФЛ-25. Активность, обусловленная реакцией $Zn^{67}(\gamma p)$, отделялась от активности за счет реакции $Zn^{64}(\gamma n)$ посредством анализа кривой распада по методу наименьших квадратов на электронно-вычислительной машине М-20. Выход реакции $Zn^{64}(\gamma, p n)$ согласно оценке составлял менее 1% от выхода исследуемой реакции. В качестве монитора использовалась реакция $Cu^{63}(\gamma n)Cu^{52}$. Отношение выхода реакций $Zn^{67}(\gamma p)$ и $Cu^{63}(\gamma n)$ в функции энергии $E_{\gamma m}$ представлено на рис. I (показаны средне - квадратичные ошибки).

Кривая сечения реакции $Zn^{67}(\gamma p)$, рассчитанная по кривой относительного выхода методом разности фотонов [4] в предположении, что сечение реакции $Cu^{63}(\gamma n)$ соответствует данным работы [5], изображена на рис. 2. Сечение реакции $Zn^{67}(\gamma p)Cu^{66}$ в максимуме при $E_{\gamma} = 21,5$ Мэв составляет 19,0 мбарн. Интегральное сечение равно 118 Мэв. мбарн. Если предположить, что сечение реакции (γp) на оболочке $1f_{7/2}$ в случае цинка имеет такой же вид, что и сечение на ядре никеля с заполненной оболочкой $1f_{7/2}$, то можно получить данные о вкладе в сечение реакции $Zn^{67}(\gamma p)$ двух протонов р-оболочки. Воспользуемся результатами, полученными для реакции $Ni^{62}(\gamma p)$ [6]. Как видно из рис. 2, вклад от надоболочечных протонов имеет максимум при $E_{\gamma} = 17,0$ Мэв. Интегральное сечение составляет 0,31 от всего интегрального сечения реакции. Расстояние между р- и f -уровнями получается равным 5 Мэв.

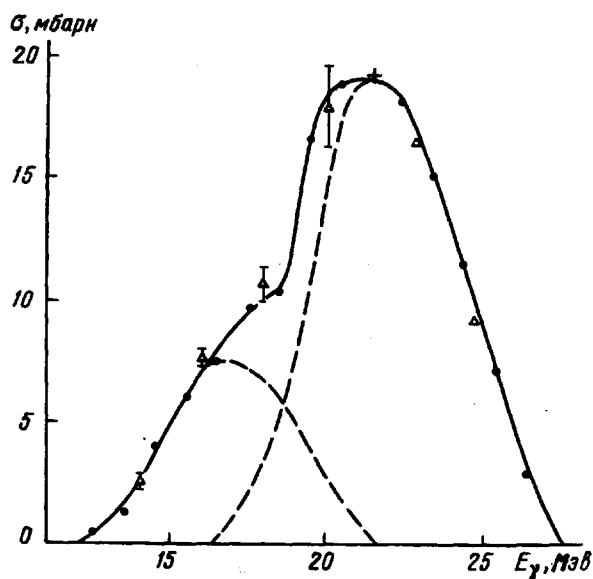


Рис. 2. Сечение реакции $Zn^{67}(\gamma p)Cu^{66}$ в функции E_{γ} . ● - сечение, рассчитанное с интервалом 1 Мэв, Δ - с интервалом 2 Мэв. Пунктирные кривые проведены в предположении, что вид сечения испускания протонов из оболочки $1f_{7/2}$ (положение максимума и полуширина) такой же, как в случае реакции $Ni^{62}(\gamma p)$ [6]

Сопоставляя данные о сечении с угловыми распределениями фотопротонов из цинка, измеренными при значениях $E = 20,8$ и $23,3$ Мэв [2] находим, что максимуму в сечении при $E = 17,0$ Мэв отвечает значительная анизотропия протонов ($b/a \sim 0,4$), а максимуму при $E = 22,0$ Мэв - практически изотропное распределение протонов. Интересно отме-

туть, что для фотопротонов с энергией $E_p \geq 5$ Мэв из меди [3] были получены два пика в сечении при энергии $E_\gamma = 12,5$ и $16,5$ Мэв на месте одного широкого пика в случае цинка. В этой связи получение более точных данных о сечении испускания фотопротонов из меди представляется весьма желательным.

Ранее [7] была изучена реакция $Zn^{68}(\gamma p)$. Сечение в максимуме при $E_\gamma = 22$ Мэв, равное $11,7$ мбарн, меньше, чем для Zn^{67} , что соответствует ранее наблюдавшемуся уменьшению сечения прямого фотоэффекта с ростом количества нейтронов при заданном Z [8].

Таким образом, реакции при малых энергиях могут, подобно реакциям $(p, 2p)$ и $(e, e'p)$, при больших энергиях использоваться для определения энергии связи протонов на внутренних оболочках ядер при условии соответствующего выбора бомбардируемых ядер.

Авторы благодарны В.Г.Волкову, Н.И.Изотову и Ю.Н.Ефимову за помощь в работе.

Физический институт
им. П.Н.Лебедева
Академии наук СССР

Поступило в редакцию
22 марта 1966 г.

Литература

- [1] Е.М.Лейкин, Р.М.Осокина, Б.С.Ратнер. Suppl. Nuovo Cim., 2, 105, 1956.
- [2] Р.М.Осокина, Б.С.Ратнер. ЖЭТФ, 32, 20, 1957.
- [3] Б.С.Ратнер. ЖЭТФ, 46, 1157, 1964.
- [4] Б.С.Ратнер. Препринт А-114, ФИАН, 1965.
- [5] A.L.Berman, K.L.Brown. Phys.Rev., 96, 83, 1954.
- [6] J.Carver, W.Turchinets. Proc. Phys. Soc., 73, 585, 1959.
- [7] El. Sioufi, P. Erdős, P.Stoll. Helv. Phys. acta, 30, 264, 1957.
- [8] Го Ци-ди, Б.С.Ратнер. ЖЭТФ, 39, 1578, 1960.

I) Авторы весьма признательны сотрудникам лаборатории В.С.Золотарева, изготовившим этот образец.