

## Измерение $\Theta$ -угловой зависимости $\Sigma$ -асимметрии сечения фоторасщепления ядра ${}^6\text{Li}$ линейно поляризованными фотонами при малых энергиях (проект эксперимента)

*Ю.М.Аркатов, С.Н.Афанасьев, В.И.Волощук, Л.Я.Колесников*

*ИФВЭЯФ ННЦ ХФТИ, г. Харьков*

Проведенные до настоящего времени экспериментальные исследования по энергетической зависимости  $\Sigma$ -асимметрии сечения реакции  $\gamma+{}^6\text{Li}\rightarrow{}^3\text{He}+{}^3\text{H}$  при  $\theta=90^\circ$  практически не дают возможности сделать заключение о доминирующей мультипольной амплитуде [1]. Вполне возможно, что при малых энергиях доминирующей амплитуды нет и существенный вклад в величину  $\Sigma$ -асимметрии вносит интерференция нескольких одновременно работающих амплитуд. В этом случае для оценки величин отдельных амплитуд необходимо проведение измерений  $\Sigma$ -асимметрии реакции  $\gamma+{}^6\text{Li}\rightarrow{}^3\text{He}+{}^3\text{H}$  в широком диапазоне углов  $\theta$ .

В рамках подготовки большого цикла экспериментов по изучению двух- и многочастичного фоторасщепления изотопов лития тормозными и линейно-поляризованными фотонами с энергией до 50 МэВ были проведены расчеты, направленные на выяснение возможности постановки эксперимента по измерению  $\theta$ -угловой зависимости  $\Sigma$ -асимметрии.

Для проведения намеченных экспериментов наиболее подходящим детектором может служить дрейфовая камера цилиндрического типа с внутренней Li-мишенью и углом захвата близком к 4 $\pi$  стерадиан. Дрейфовая камера будет работать в магнитном поле напряженностью 0,5 Тл при давлении газовой смеси (90%  ${}^4\text{He}$  + 10%  $\text{CH}_4$ ) в пределах 75-100 мм рт. ст. Такое давление является компромиссным для обеспечения пробега низкоэнергетических вторичных частиц через весь детектор и создания достаточного числа центров ионизации для измерения ионизационных потерь.

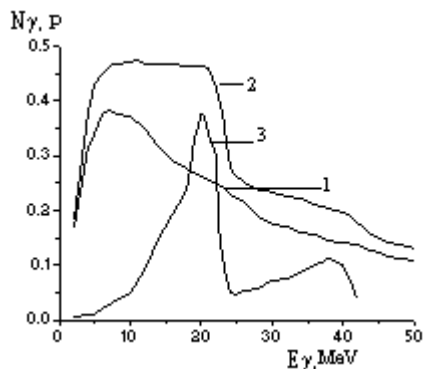
Детектор будет представлять собой цилиндрическую конструкцию из 12 дрейфовых камер секторного вида, содержащих по 6 сигнальных проволочек диаметром 20 мкм в каждом секторе. Всего в детекторе будет 72 сигнальные проволочки. Поля в секторах будут формироваться потенциальными, полевыми и охранными проволочками, общее количество которых будет достигать 288 штук.

По внешнему периметру сектора над каждым сектором будут располагаться пластические сцинтилляторы (12 шт.) для организации совпадений и выработки стартового сигнала. Координата  $\rho, \varphi$  будет измеряться по времени дрейфа электронов к сигнальным проволочкам, а Z-координата по методу деления заряда на сигнальной проволочке. Поэтому съем сигнала должен происходить с двух концов каждой сигнальной проволочки, и в конечном итоге для организации работы детектора потребуется 144 канала регистрации.

Длина сигнальных нитей детектора 500 мм, радиус детектора 144 мм, захват по углу  $\theta$  от  $30^\circ$  до  $150^\circ$ , что обеспечивает телесный угол захвата  $\Omega=3,5\pi$  стерадиан. Расчетные точности, получаемые при регистрации вторичных частиц в импульсном диапазоне 50–100 МэВ/с, составят:  $\sigma_{\rho, \varphi}=0,25$  мм,  $\sigma_z=5$  мм,  $\delta\rho/\rho\approx 5-8\%$ ,  $\delta dE/dx\approx 10-15\%$ .

При расчете выходов реакции фоторасщепления  ${}^6\text{Li}$  было принято, что литиевая мишень толщиной 20 мкм расположена под углом  $30^\circ$  к направлению пучка ( $N_{\gamma}^{\text{ф}}=2,1\times 10^{20}$  я/см $^2$ ) и угол между плоскостью мишени и плоскостью поляризации составляет  $45^\circ$ .

Для проведения эксперимента предполагается использовать пучок когерентного тормозного излучения (КТИ) на кристалле алмаза толщиной 1мм. Расчетный спектр КТИ и энергетическая зависимость поляризации P представлены на рис. 1.

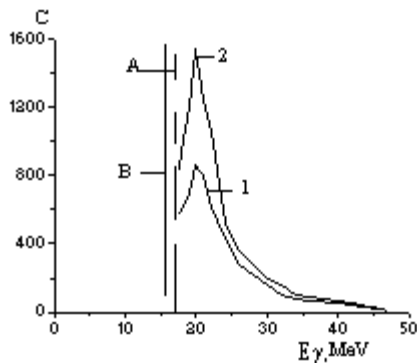


**Рис. 1.** Спектр фотонов и энергетическая зависимость поляризации при  $E_0=150$  МэВ. Кривые: 1- разориентированный кристалл, 2- ориентированный кристалл, 3- поляризация.

Расчеты проведены для энергии электронного пучка  $E_0=150$  МэВ, расходимости электронного пучка  $2,3 \times 10^{-4}$  рад., и для угла коллимации фотонного пучка  $10^{-3}$  рад. Пучок КТИ “ужестчался” бериллиевым поглотителем толщиной  $X=101,8$  г/см<sup>2</sup>. Среднее значение поляризации в энергетическом интервале  $E_\gamma=20 \pm 3$  МэВ определено как

$$P_{cp} = \sum P_i N_{\gamma_i} / \sum N_{\gamma_i} = 0,31 \pm 0,05.$$

Энергетический интервал  $E_\gamma=20 \pm 3$  МэВ выбран из тех соображений, что во-первых, при этой энергии находится максимум сечения реакции  $\gamma+{}^6\text{Li} \rightarrow {}^3\text{He}+{}^3\text{H}$  и, во-вторых, при этих энергиях отсутствуют измерения величины  $\Sigma$ -асимметрии. Ближайшая по энергии точка при  $E_\gamma \approx 25$  МэВ измерена В.В. Деняком, В.М. Хвастуновым, В.П. Лихачевым и др. Расчет выходов реакции фоторасщепления по каналу ( ${}^3\text{He}, {}^3\text{H}$ ) проводился с использованием оценочных сечений фоторасщепления лития [3]. Расчетная энергетическая зависимость выходов исследуемой реакции показана на рис. 2.



**Рис. 2.** Энергетическая зависимость выходов реакции  $\gamma+{}^6\text{Li} \rightarrow {}^3\text{He}+{}^3\text{H}$ . А- порог регистр., В- порог реакции, С- число событий. Кривая 1- разориентированный кристалл, кривая 2- ориентированный кристалл.

Расчеты показали, что при токе пучка электронов  $I_e=0,5$  мкА, толщине кристалла алмаза 1 мм, толщине Li-мишени  $N_{\text{дл}}^{\text{фл}}=2,1 \times 10^{20}$  я/см<sup>2</sup>, давлении газовой смеси 75 мм рт.ст. в камере в час будет получаться до 2860 событий фоторасщепления  ${}^6\text{Li}$  и  ${}^4\text{He}$ .

Системой электронного отбора в компланарной кинематике будет регистрироваться 300 соб./час реакции  $\gamma+{}^6\text{Li} \rightarrow {}^3\text{He}+{}^3\text{H}$ , из которых 210 событий будут соответствовать когерентному пику в энергетическом интервале  $E_\gamma=20 \pm 3$  МэВ.

В интервале углов  $15^\circ$  по  $\varphi$  и  $\theta$  при извлечении величины  $\Sigma$ -асимметрии будет зарегистрировано 4 соб./час исследуемой реакции. Для получения

статистической точности 4%, что обеспечивается набором статистики в 600 событий, необходимые затраты пучкового времени составляют 150 часов без учета времени на наладку и калибровку.

Следует заметить, что в отличие от счетчикового эксперимента, благодаря большому телесному углу детектора, будет одновременно получено 7–8 точек  $\theta$ -угловой зависимости  $\Sigma$ -асимметрии.

С целью определения ошибки в определении  $\Sigma$ -асимметрии проведено моделирование методом Монте-Карло и подгонка по МНК 600 событий при  $\delta\varphi=15^\circ$  по формуле

$$\sigma = \sigma_0(1 + P\Sigma \cos 2\varphi),$$

где  $\sigma_0$  - сечение на неполяризованном пучке, а  $P\Sigma$  - определяется как  $(C_{\parallel} - C_{\perp}) / (C_{\parallel} + C_{\perp})$ ,  $C_{\parallel}$  и  $C_{\perp}$  - выходы реакции в плоскости параллельной и перпендикулярной плоскости поляризации, соответственно. Полученные результаты представлены в таблице.

**Таблица**

$P\Sigma_{\text{мод}}$	$\Sigma_{\text{мод}}$	$P\Sigma_{\text{под}}$	$\delta(P\Sigma)_{\text{мо}}$	$\Sigma_{\text{под}}$	$\delta\Sigma_{\text{под}}$
0.10	0.33	0.10	0.04	0.33	0.14
0.15	0.50	0.13	0.04	0.42	0.15
0.20	0.67	0.18	0.04	0.57	0.16
0.25	0.83	0.26	0.04	0.84	0.18
0.30	1.00	0.29	0.04	0.96	0.20

Проделанные расчеты показывают, что при незначительной затрате пучкового времени при применении дрейфового детектора могут быть получены важные результаты по  $\theta$ -угловой зависимости  $\Sigma$ -асимметрии с удовлетворительной точностью.

В заключение авторы выражают признательность ст. научным сотрудникам Золенко В.А. и Рубашкину А.Л. за помощь в проведении расчетов.

## Литература

1. Деняк В.В. и др. Препринт ХФТИ 88-48, Харьков: ХФТИ АН УССР (1988).
2. Denjak V.V. et al. Nucl.Phys. A586, 293 (1995).
3. Варламов В.В. и др. Информационный обзор. Фотоядерные данные. Фоторасщепление лития. Изд. МГУ (1986).

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