

ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЕ СЕЧЕНИЕ УПРУГОГО РАССЕЯНИЯ ПРОТОНОВ С ЭНЕРГИЕЙ 1 ГэВ НА ЯДРАХ ${}^4\text{He}$

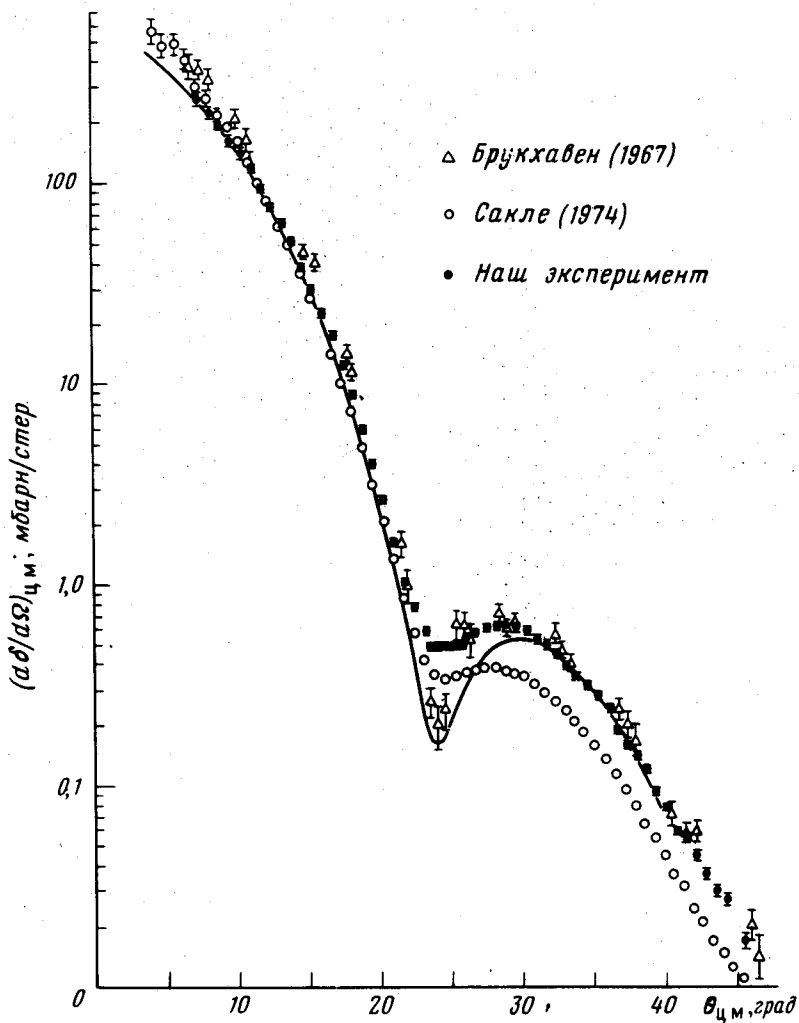
*Г.Д.Алхазов, А.Г.Атаманчук, С.Л.Белостоцкий,
С.С.Волков, Е.А.Дамаскинский, Ю.В.Доценко,
О.А.Домченков, Н.П.Куропаткин, В.Н.Никулин,
О.Е.Прокофьев, М.А.Шуваев*

Измерено дифференциальное сечение упругого рассеяния протонов с энергией 1 ГэВ на ядрах ${}^4\text{He}$ в диапазоне углов $7^\circ \leq \theta_{\text{ЦМ}} \leq 45,5^\circ$. Относительно мелкая глубина дифракционного минимума, полученного в эксперименте, противоречит расчетам, выполненным в рамках теории Глаубера.

В настоящее время рассеяние быстрых протонов на ядрах интенсивно используется для изучения строения ядра. Последнее стало возможным благодаря тому, что для интерпретации экспериментальных данных были развиты микроскопические подходы. В частности, хорошее описание дифференциальных сечений упругого протон-ядерного рассеяния достигается в рамках теории Глаубера [1]. Первым экспериментальным подтверждением этой теории было согласие расчетного p - ${}^4\text{He}$ сечения [2] с данными, полученными в Брукхавене при энергии $E_p = 1,00$ ГэВ [3]. Последующие работы [4 – 6] показали, что теория Глаубера так же успешно описывает и рассеяние протонов на средних и тяжелых ядрах. Однако сравнительно недавно, в Сакле при $E_p = 1,05$ ГэВ было измерено дифференциальное сечение упругого p - ${}^4\text{He}$ рассеяния, в котором ранее установленный дифракционный минимум практически отсутствовал [7]. Этот результат противоречит не только прежним измерениям, но и целому ряду теоретических работ [8]. В связи с этим возникла проблема, от разрешения которой во многом зависит дальнейшее развитие теории рассеяния и возможности ее применения для изучения структуры ядра. Учитывая важность вопроса, представлялась целесообразной постановка прецизионного эксперимента по упругому p - ${}^4\text{He}$ рассеянию при энергии 1 ГэВ.

Измерения проводились на протонном пучке синхроциклотрона ЛИЯФ с помощью магнитного спектрометра [4]. В данном эксперименте использовалась протяженная газовая мишень (${}^4\text{He}$ при давлении 15 атм при азотной температуре) и многоканальная система регистрации рассеянных протонов в фокальной плоскости спектрометра, состоящая из телескопа сцинтилляционных счетчиков и многопроволочных пропорциональных камер. Энергетическое разрешение установки составляло $\text{FWHM} = 3,5$ МэВ, что было достаточным для надежного выделения пика упругого рассеяния от фона, который был пренебрежимо мал на малых углах рассеяния и достигал $\sim 20\%$ на больших углах. Точность абсолютной нормировки сечений, выполненной сопоставлением с известным сечением рассеяния на водороде, составляла $\sim 15\%$. Особое внимание в эксперименте уделялось угловой расходимости первичного пучка протонов, которая согласно измерениям, равнялась $\langle (\delta\theta)^2 \rangle^{1/2} \approx$

$\approx 0,24^\circ$ и, таким образом, не могла привести к замытию дифракционного минимума. Были проведены также контрольные измерения в аналогичных условиях дифференциальных сечений упругого рассеяния на ^{12}C (в качестве мишени использовался метан) и на ^{14}N . В обоих случаях наблюдались глубокие дифракционные минимумы. В случае же гелия (рисунок) было получено сечение с мелким минимумом. Тем самым наши измерения качественно подтверждают данные Сакле. В то же время имеются количественные отличия от сечений Сакле (рисунок) как по глубине минимума ($\sim 25\%$ по отношению к максимуму и $\sim 13\%$, соответственно у нас и в Сакле) так и по величине сечения при больших углах.



Дифференциальное сечение упругого рассеяния протонов на ядрах ^4He : Δ — данные Брукхаузена [1], $E_p = 1,00$ Гэв, \circ — данные Сакле [7] (1974 год), $E_p = 1,05$ Гэв, \bullet — наши измерения, $E_p = 1,00$ Гэв

На рисунке сплошной кривой нанесено также сечение, рассчитанное по теории Глаубера. Плотность ${}^4\text{He}$ была задана в виде трехпараметрического ферми-распределения [9]. Амплитуда протон-нуклонного рассеяния аппроксимировалась формулой:

$$f_{p,n}(q) = (k\sigma_{p,n}/4\pi)(i + \epsilon_{p,n}) \exp(-q^2\beta^2/2),$$

где $\sigma_p = 4,75 \text{ фм}^2$, $\sigma_n = 4,04 \text{ фм}^2$, $\epsilon_p = -0,1$, $\epsilon_n = -0,5$ и $\beta^2 = 0,21 \text{ фм}^2$. Были учтены корреляции центра масс и взаимодействие с кулоновским полем ядра. Как видно, в области дифракционного минимума теория предсказывает сечение существенно меньше экспериментального. В настоящее время отсутствует общепринятое объяснение этого расхождения [10]. Для улучшения понимания механизма рассеяния на ядрах и выяснения роли спиновых эффектов целесообразно в этом же диапазоне углов провести измерение поляризации рассеянных протонов.

Авторы благодарны А.А.Воробьеву за поддержку работы и полезные обсуждения.

Институт ядерной физики
им. Б.П.Константинова
Академии наук СССР

Поступила в редакцию
12 июня 1977 г.

Литература

- [1] R.J.Glauber. Lectures in Theoretical Physics, ed by W.E.Brittin and L.G.Dunham, v.1, New York, 1959; А.Г.Ситенко, УФН, 4, 152, 1959.
- [2] W.Czyz, L.Lesniak. Phys. Lett., B24, 227, 1967.
- [3] H.Palevsky et al. Phys. Rev. Lett., 18, 1200, 1967.
- [4] Г.Д.Алхазов и др. Phys. Lett., 42B, 121, 1972; ЯФ, 22, 902, 1975; Phys. Lett., 57B, 47, 1975; Препринт ЛИЯФ №244, Ленинград, 1976; Nucl. Phys., A274, 443, 1976.
- [5] R.Bertini et al. Phys. Lett., 45B, 119, 1973.
- [6] I.Ahmad. Nucl. Phys., A247, 118, 1975.
- [7] S.D.Baker et al. Phys. Rev. Lett., 32, 839, 1974; E.Aslanides et al. 6-th International Conference on High Energy Physics and Nuclear Structure, Santa Fe, 1975.
- [8] R.H.Bassel, C.Wilkin. Phys. Rev., 174, 1179, 1968; E.Kujawski. Phys. Rev., C1, 1651, 1970; B.C.Clark et al. Phys. Rev., C7, 466, 1973; J.J.Ullo, H.Feshbach. Ann. Phys., 82, 156, 1974.
- [9] R.F.Frosh et al. Phys. Rev., 160, 874, 1967.
- [10] S.J.Wallace. Phys. Rev., C12, 179, 1975; D.W.Rule, Y.Hahn. Phys. Rev. Lett., 34, 332, 1975; S.A.Gurwitz et al. Phys. Lett., 59B, 22, 1975.