

УПРУГОЕ РАССЕЯНИЕ ПРОТОНОВ С ЭНЕРГИЕЙ 1 ГэВ НА ЯДРАХ ^{39}K И ^{40}Ca

Г. Д. Алхазов, Г. М. Амальский, С. Л. Белостоцкий,
А. А. Воробьев, В. Т. Грачев, О. А. Домченков,
Ю. В. Доценко, В. Е. Стародубский, М. А. Шувалов

Измерены дифференциальные сечения упругого рассеяния протонов с энергией 1 ГэВ на ядрах ^{39}K и ^{40}Ca в интервале углов $\theta_{\text{ц.м.}} = 5 + 18$ град. Анализ, выполненный в рамках теории Глаубера с одночастичной ядерной плотностью, хорошо описывает полученные экспериментальные результаты.

Ранее в работах [1 – 3] экспериментально изучалось рассеяние протонов с энергией 1 ГэВ на ядрах ^2H , ^4He , ^{12}C , ^{16}O . Результаты измерений в целом хорошо описываются теорией Глаубера [4, 5]. Для более детального сравнения предсказаний теории с экспериментом представляет интерес расширить круг изучаемых ядер и перейти к более тяжелым ядрам. Для таких ядер описание с использованием одночастичной ядерной плотности является более оправданным, поскольку корреляционные поправки уменьшаются с ростом числа нуклонов в ядре. Это открывает возможность к исследованию распределения плотности нейтронов в ядрах дополнительно к распределению заряда, изучаемому в экспериментах по рассеянию электронов на ядрах.

В настоящей работе измерены дифференциальные сечения упругого рассеяния протонов с энергией 1 ГэВ на ядрах ^{39}K и ^{40}Ca в интервале углов рассеяния $\theta_{\text{ц.м.}} = 5 + 14$ град и $\theta_{\text{ц.м.}} = 5 + 18$ град, соответственно. Измерения выполнены на синхроциклотроне Ленинградского института ядерной физики с помощью магнитного спектрометра с энергетическим разрешением $\text{FWHM} = 1,8$ МэВ. Методика постановки эксперимента описана в работах [6, 7]. Использовались мишени весом ≈ 80 мг ($2 \times 4 \times 5$ мм³), изготовленные из химически чистых металлов с естественным содержанием изотопических примесей. Процентное содержание изотопов в мишенях представлено в таблице.

Процентное содержание изотопов в мишенях

Мишень	Калий металлический			Кальций металлический				
	^{39}K	^{40}K	^{41}K	^{40}Ca	^{42}Ca	^{43}Ca	^{44}Ca	^{48}Ca
Содержж., %	93,08	0,01	6,91	96,97	0,64	0,15	2,06	0,18

Абсолютная нормировка дифференциального сечения рассеяния на ^{40}Ca была выполнена при угле $\theta_{\text{лаб}} = 8$ град методом сравнения площадей под пиками упругого рассеяния на ^{40}Ca и ^1H , подобно тому, как это

делалось в работе [3]. Дифференциальное сечение рассеяния на ^{39}K нормировалось на сечение рассеяния на ^{40}Ca также при $\theta_{\text{лаб}} = 8 \text{ град}$.

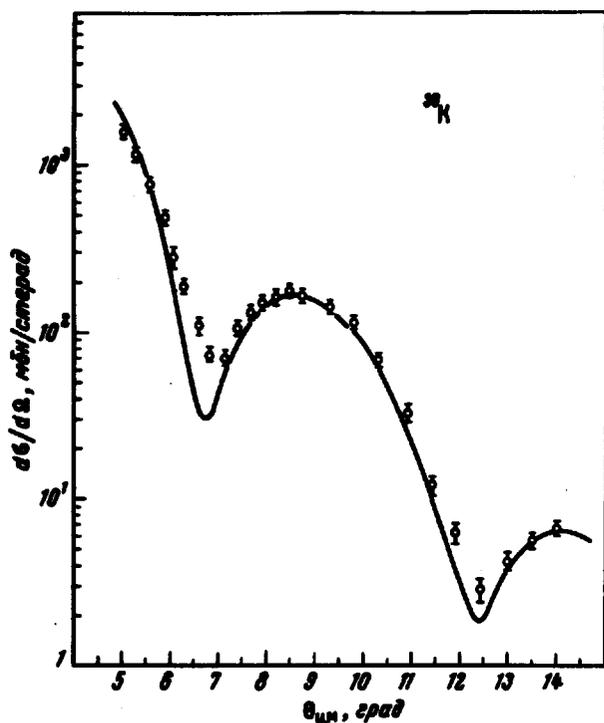


Рис. 1. Дифференциальное сечение упругого рассеяния протонов с энергией 1 Гэв на ядрах ^{39}K . Теоретическая кривая рассчитана с трехпараметрическим ферми-распределением ядерной плотности: $R = 3,741 \phi$, $a = 0,585 \phi$, $w = -0,204$

На рис. 1 и 2 представлены результаты измерений дифференциальных сечений и теоретические кривые, рассчитанные в оптическом пределе теории Глаубера [8]. В расчете использовалась одночастичная плотность распределения нуклонов в ядре, причем предполагалось, что распределения плотности нейтронов и протонов совпадают. Амплитуда упругого рассеяния протонов на ядре представлялась в следующем виде [4, 7]:

$$F(q) = ik \int_0^\infty b db I_0(qb) \{ 1 - \exp[(-4\pi/ik) f(0) \int_0^\infty dz \rho(b, z)] \}. \quad (1)$$

Здесь $f(0) = (ik/4\pi)\sigma(1 - i\epsilon)$ — амплитуда протон-нуклонного упругого рассеяния вперед, усредненная по p - p - и p - n -столкновениям (полное сечение $\sigma = 4,4 \phi^2$, $\epsilon = -0,33$), $\rho(b, z)$ — распределение плотности ядерного вещества с учетом конечных размеров нуклонов. В рассматриваемом случае ρ совпадает с зарядовой плотностью, измеряемой в электронном рассеянии. Функция $\rho(r)$ была выбрана в виде двух- и трехпараметрических ферми-распределений:

$$\rho(r) = \rho_0 [1 + \exp((r - R)/a)]^{-1}, \quad (2)$$

$$\rho(r) = \rho_0 [1 + w(r^2/R^2)] [1 + \exp((r - R)/a)]^{-1}. \quad (3)$$

Параметры R , α , w были взяты из работ [9, 10], где они определялись из данных по рассеянию электронов высокой энергии на ^{40}Ca и ^{39}K в той же, что и в нашем случае области переданных импульсов. Поскольку параметры парной нуклонной амплитуды и зарядовой плотности были взяты из других экспериментов, расчеты не содержали свободных параметров.

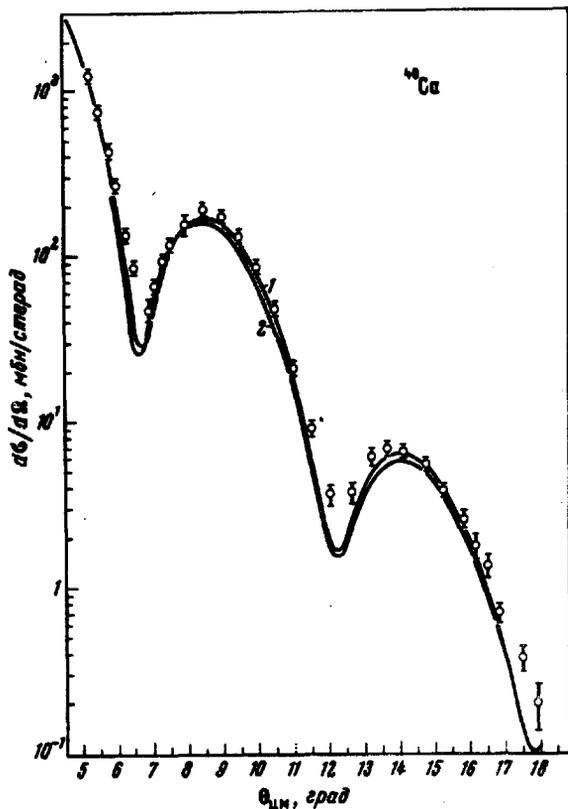


Рис. 2. Дифференциальное сечение упругого рассеяния протонов с энергией 1 Гэв на ядрах ^{40}Ca : кривая 1 соответствует расчету с трехпараметрическим ферми-распределением ядерной плотности: $R = 3,725 \phi$, $\alpha = 0,591 \phi$, $w = -0,169$; кривая 2 — расчету с двухпараметрическим ферми-распределением: $R = 3,6 \phi$, $\alpha = 0,576 \phi$

Из рис. 1 и 2 видно, что в целом имеется хорошее согласие теории с экспериментом. В случае ^{40}Ca кривая, отвечающая распределению плотности в виде трехпараметрической зависимости (3) описывает данные лучше, чем в случае обычного ферми-распределения (2). Эта же зависимость (3) лучше описывает сечение упругого рассеяния электронов на ^{40}Ca . Расхождение имеется в дифракционных минимумах, однако оно может быть уменьшено при учете кулоновского взаимодействия и конечного углового разрешения спектрометра ($\pm 0,2^\circ$). Таким образом, можно сделать вывод о том, что теория Глаубера с использованием только одночастичной ядерной плотности достаточно хорошо описывает упругое рассеяние протонов на ^{40}Ca и ^{39}K . Предположение о совпадении нейтронных и протонных распределений на данном уровне точности не противоречит экспериментальным данным.

Ленинградский
институт ядерной физики
им. Б.П.Константинова
Академии наук СССР

Поступила в редакцию
23 июля 1973 г.

Литература

- [1] H. Palevsky et al. Phys. Rev. Lett., 18, 1200, 1967.
 - [2] I. L. Friedes et al. Nucl. Phys., A104, 294, 1967.
 - [3] G. D. Alkhazov et al. Phys. Lett., 42B, 121, 1972.
 - [4] R. J. Glauber. Lectures in Theoretical Physics (Interscience Publishers, Inc. N.Y.) 11, 315, 1959.
 - [5] R. H. Bassel, C. Wilkin. Phys. Rev., 174, 1179, 1968.
 - [6] С. Л. Белостоцкий, Г. Д. Алхазов, Г. М. Амальский, А. А. Воробьев, Ю. В. Доценко. Письма в ЖЭТФ, 17, 101, 1973.
 - [7] Г. Д. Алхазов и др. Препринт ЛИЯФ № 48, Ленинград, 1973.
 - [8] L. Lesniak, H. Woleck. Nucl. Phys., 125A, 665, 1969.
 - [9] B. B. Sinha et al. Phys. Lett., 35B, 217, 1971.
 - [10] R. F. Frosch et al. Phys. Rev., 174, 1380, 1968.
-