

сообщения
объединенного
института
ядерных
исследований
дубна

P3-87-114

Л.В. Кузнецова, А.Б. Попов, Г.С. Само́ват

ОДНОПИОННЫЙ ОБМЕН И РАССЕЙАНИЕ
КИЛОЭЛЕКТРОНВОЛЬТНЫХ НЕЙТРОНОВ

1987

1. Накопленные за последнее время данные о дифференциальных сечениях упругого рассеяния килоэлектронвольтных нейтронов позволяют еще раз вернуться к вопросу о проявлении однопионного обмена /СПО/ в рассеянии нейтронов на ядрах, который ранее экспериментально исследовался в работах /1-3/. Последние основывались на том, что характерный радиус взаимодействия между двумя нуклонами обратно пропорционален массе виртуальных частиц, которыми они обмениваются, и что вклад однопионного взаимодействия в полное равен нулю, если нуклон взаимодействует с системой спаренных нуклонов, имеющей нулевой суммарный спин. Поэтому при сравнении амплитуд рассеяния нейтронов на четно-четном ядре и соседних нечетных ядрах, имеющих на один нуклон больше или меньше, ожидалось, что при равенстве s -амплитуд у этих ядер p -амплитуды будут заметно отличаться за счет дальнедействующего СПО налетающего нейтрона с нечетным нуклоном ядра.

2. В упомянутых работах измерялся коэффициент асимметрии рассеяния вперед-назад /при косинусе угла рассеяния/, который в пренебрежении резонансами и при энергиях ниже ~ 50 кэВ можно представить в виде:

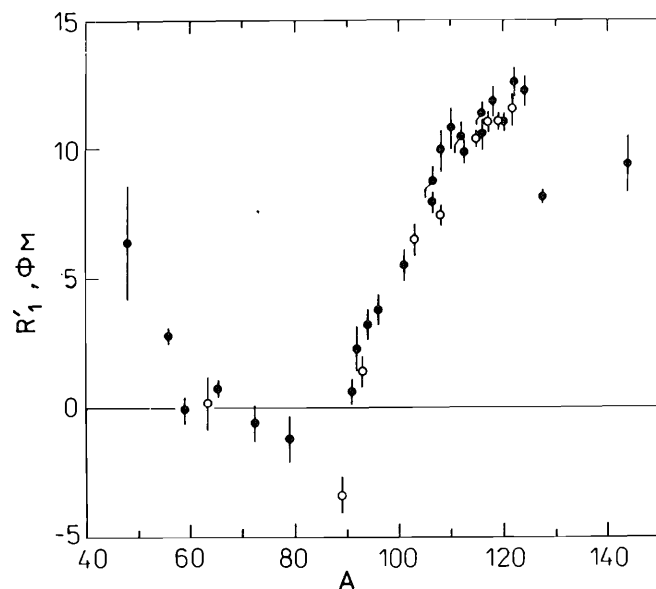
$$\omega_1 = 2(kR)^2 \frac{R'_1}{R'_0}$$

где k - волновое число нейтронов, $R = 1,35 A^{1/3}$ фм - радиус ядра с числом нуклонов A ; R'_0 и R'_1 - радиусы рассеяния соответственно для s - и p -нейтронов /4/.

В первом опыте /1/ с парами элементов $In-Cd$, $I-Te$ и $Bi-Pb$, в котором ω_1 для Z -нечетных ядер сравнивались с ω_1 для смесей близких по массе преимущественно четно-четных ядер, было установлено, что СПО с нечетным протоном ядра не дает определяющего вклада в p -рассеяние нейтрона на ядре. Вместе с тем, зарегистрированное различие на 20-30% в парах значений ω_1 при почти равных R'_0 заставило предположить, что искомый эффект проявляется в виде "зубцов" ломаной линии, соединяющей точки $\omega_1(A)$ для чередующихся четно-четных и A -нечетных ядер.

Именно такое поведение, т.е. скачки примерно на 10-30% констант ω_1/E / E - энергия нейтронов/ и R'_1 , было обнаружено во втором эксперименте^{/2/} с цепочкой из десяти элементов подряд от Ru до I, правда, с ошибками того же порядка. В третьем эксперименте^{/3/} искался эффект нечетного нейтрона на цепочке из семи изотопов олова и в пределах ошибок обнаружен не был.

3. Недостатки работ^{/1-3/} состоят в том, что исследовался сравнительно узкий диапазон энергий, использовалось приближенное выражение для ω_1 , для поправок на s-рассеяние и резонансы брались разнородные данные по сечениям и силовым функциям из разных источников. Между тем развитие и реализация методики получения нейтронных констант из усредненных дифференциальных сечений упругого рассеяния^{/5-7/} позволяет получить более достоверную информацию о влиянии нечетного нуклона ядра-мишени на потенциальное p-рассеяние нейтронов. На рисунке изображены все имеющиеся на сегодня в нашем распоряжении значения радиуса p-рассеяния^{/6,8/}.



Экспериментальные значения радиусов p-рассеяния: светлые точки - для четно-четных ядер, темные - для A-нечетных ядер.

Из рисунка трудно усмотреть какую-либо закономерность, отличающую расположение светлых точек /семь Z-нечетных элементов и два нечетных изотопа Sn / от расположения темных /тринадцать Z-четных элементов и двенадцать четных изотопов Mo, Cd и Sn /. По крайней мере, "зубцы" из работы^{/2/} здесь не подтверждаются.

Влияние ОПО на рассеяние нейтронов, по-видимому, может проявиться в том, что ядро с одним неспаренным нуклоном эффективно больше ядра той же массы, но со всеми спаренными нуклонами. В таком случае "кривая" светлых точек на рисунке была бы сдвинута влево относительно "кривой" темных точек, ибо $R \sim A^{1/3}$. Судя по рисунку, если такая сдвигка и есть, то скорее в обратную сторону.

Таким образом, можно утверждать, что радиус p-рассеяния нейтронов с энергиями до ~ 300 кэВ едва ли подвержен влиянию ОПО, большему ~ 0,5 фм для ядер с $A \geq 90$. Для более легких ядер из-за недостатка данных новых ограничений на роль ОПО практически не получено.

К сожалению, отсутствие каких-либо теоретических расчетов не позволяет сделать более конкретных оценок, касающихся самого потенциала ОПО. По той же причине вряд ли целесообразны дальнейшие опыты /во всяком случае, с ядрами тяжелее $A = 50$ / до существенного продвижения в теоретическом состоянии этого вопроса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Александров Ю.А. и др. ЯФ, 1980, т.32, с.1173.
2. Александров Ю.А. и др. В кн.: Нейтронная физика. Материалы 5-й Всесоюзной конференции по нейтронной физике. Киев, 15-19 сент. 1980 г. ЦНИИатоминформ, М., 1980, ч.2, с.163.
3. Александров Ю.А. и др. Сообщение ОИЯИ РЗ-81-432, Дубна, 1981.
4. Самосват Г.С. ЭЧАЯ, 1986, т.17, вып. 4, с.713.
5. Nikolenko V.G. et al. In book: Nuclear Data for Science and Technology. Proc. Int. Conf., Antwerp, 6-10 sept., 1982, p.781.
6. Popov A.B., Samosvat G.S. In book: Nuclear Data for Basic and Applied Science. Proc. Int. Conf., Santa Fe, 13-17 May, 1985, Vol.1, p.621.
7. Попов А.Б., Самосват Г.С. Препринт ОИЯИ РЗ-86-338, Дубна, 1986.
8. Попов А.Б., Самосват Г.С. Краткие сообщения ОИЯИ, № 18-86, Дубна, 1986, с.30.

Рукопись поступила в издательский отдел
20 февраля 1987 года.