

**О РАСПРЕДЕЛЕНИИ НУКЛОНОВ В ЯДРАХ $\text{Cr}^{50, 52, 54}$,
 $\text{Fe}^{54, 56}$ И $\text{Ni}^{58, 60, 62, 64}$**

Б. А. Шилев, Н. А. Шлятов, В. Я. Головия, А. П. Ключарев

Появившаяся недавно переформулированная оптическая модель Гринлиса и др. [1] связывает реальную часть центрального потенциала с распределением ядерной материи и потенциалом нуклон-нуклонного взаимодействия. Предполагая функциональные формы распределения плотности нуклонов в ядре и потенциала двухчастичного взаимодействия, из данных анализа экспериментальных дифференциальных сечений упругого рассеяния протонов можно получить величины среднеквадратичного радиуса распределения плотности ядерной материи и объемного интеграла реальной части центрального потенциала. Было показано [1 – 2], что эти величины представляют хорошо определенную радиальную и динамическую информацию, не зависящую от индивидуальных значений параметров модели в диапазоне разумных величин среднеквадратичного отклонения расчетной кривой от экспериментальной зависимости.

Используя параметры распределения плотности протонов, получаемые с хорошей точностью в экспериментах, изучающих рассеяние электронов и спектры переходов в мезоатомах, можно получить информацию о распределении нейтронов в исследуемых ядрах.

Нами измерены дифференциальные сечения упругого рассеяния протонов с энергией $9,6 \text{ Мэв}$ на ядрах $\text{Cr}^{50, 52, 54}$, $\text{Fe}^{54, 56}$ и $\text{Ni}^{58, 60, 62, 64}$ и диапазоне углов $15 - 170^\circ$. Методика эксперимента и анализа описана в работе [3]. На рис. 1 и 2 приведены полученные в результате анализа по переформулированной оптической модели среднеквадратичные радиусы распределения ядерной материи $\langle r^2 \rangle_m^{1/2}$ и нейтронов $\langle r^2 \rangle_n^{1/2}$. На рис. 2 приведены также величины среднеквадратичных радиусов распределения заряда, полученные при исследовании рассеяния электронов с энергией 225 Мэв на ядрах $\text{Ni}^{58, 60, 62, 64}$ [4, 5]. Представляет интерес сравнить изменение параметров распределения заряда и ядерной материи, полученных в настоящем случае для ядер — изотопов.

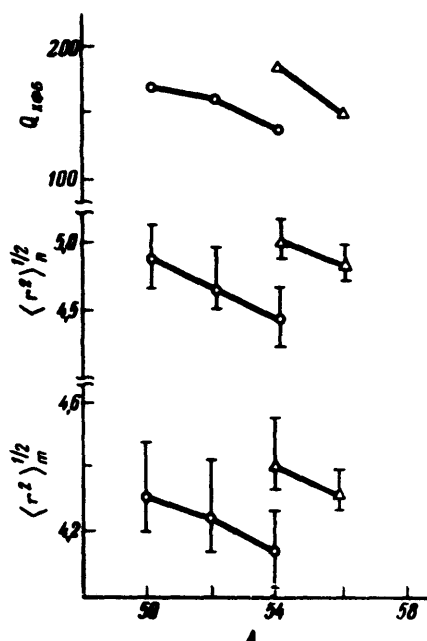


Рис. 1. Изменение величин среднеквадратичных радиусов распределения плотности ядерной материи $\langle r^2 \rangle_m^{1/2}$, нейтронов $\langle r^2 \rangle_n^{1/2}$ и рассчитанных методом ХФБ величин внутренних квадрупольных моментов аксиально-деформированных состояний ядер $\text{Cr}^{50, 52, 54}$ и $\text{Fe}^{54, 56}$ при заполнении нейтронных оболочек. Длины — в единицах, квадрупольные моменты — Ферми²

Хвастунов и др. [4] связывают изменения величины среднеквадратичных радиусов распределения заряда со значением угловых моментов добавляемых нейтронов, не учитывая при этом влияния остаточных взаимодействий. Так как изучаемые ядра Fe и Ni являются деформированными, процесс заполнения нуклонных оболочек должен приводить к изменению величины остаточных взаимодействий, обусловленных парными взаимодействиями. Хорошо известно [6], что остаточные взаимодействия стремятся сохранить сферическую форму ядра по мере удаления от замкнутых оболочек. По-видимому, в связи с этим Литвиненко и др. [5] для ядер Fe и Ni получили результат, плохо согласующийся с предложенной авторами гипотезой угловых моментов. На рис. 1 приведены величины внутренних квадрупольных моментов $Q_{\text{ХФБ}}$ аксиально-деформированных состояний ядер, рассчитанных методом Хартри — Фока — Боголюбова (ХФБ) при использовании нуклон-нуклонного взаимо-

действия Эллиотта [7]. Наблюдается корреляция величин $Q_{ХФБ}$ и $\langle r^2 \rangle_m^{1/2}$ и $\langle r^2 \rangle_n^{1/2}$ для ядер $Cr^{50, 52, 54}$ и $Fe^{54, 56}$. Для ядер $Cr^{50, 52, 54}$ протонами проявляют небольшой эффект спаривания, в то же время парное взаимодействие нейтронов возрастает в отношении 1:1,27:1,98 соответственно, что приводит к более сферической форме ядра с ростом числа нейтронов [7].

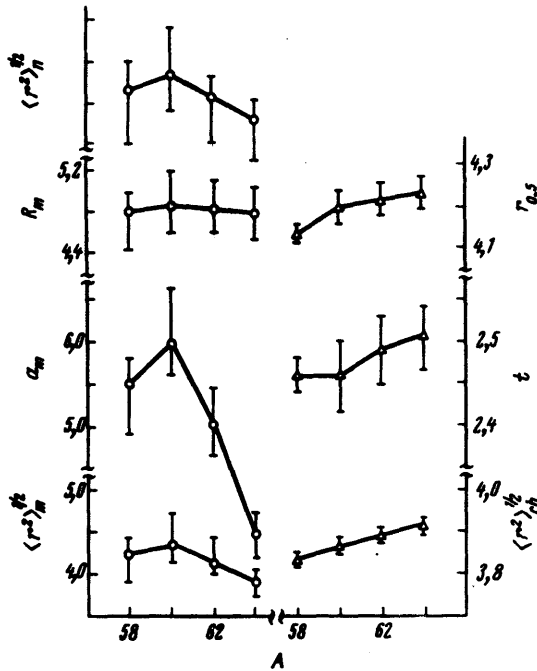


Рис. 2. Зависимость параметров распределения заряда, ядерной материи и нейтронов от массового числа для ядер $Ni^{58, 60, 62}$. R_m , a_m — параметры распределения ядерной материи для формфактора Будса — Саксона, $r_{0,5}$ и t — аналогичные величины для распределения заряда $\langle r^2 \rangle_{ch}^{1/2}$, $\langle r^2 \rangle_m^{1/2}$ и $\langle r^2 \rangle_n^{1/2}$ — среднеквадратичные радиусы распределения заряда, ядерной материи и нейтронов (в единицах Ферми)

Для ядра Fe^{54} парные корреляции слабы как для протонов, так и для нейтронов, но они становятся весьма существенными для ядра Fe^{56} . С этой точки зрения ядра Ni проявляют некоторую особенность. Среднеквадратичные зарядовые радиусы $\langle r^2 \rangle_{ch}^{1/2}$ для ядер Ni монотонно увеличиваются с ростом числа нейтронов (см. рис. 2, правую часть), аналогичная величина для распределения ядерной материи и нейтронов имеет тенденцию к уменьшению при добавлении двух нейтронов к Ni^{60} . Параметр диффузности распределения заряда t слабо меняется для ядер $Ni^{58, 60}$ и увеличивается для $Ni^{62, 64}$. Параметр диффузности распределения ядерной материи заметно уменьшается для Ni^{62} .

Полученные нами результаты согласуются с расчетом структуры ядер $Ni^{58, 60, 62, 64}$ методом ХФБ [7], проявляя характерные черты взаимосвязи парных корреляций и самосогласованного поля. Согласно этим расчетам, ядрам $Ni^{58, 60}$ свойственна резкая поверхность Ферми для протонов и размытая — для нейтронов. Добавление двух нейтронов к Ni^{60} изменяет самосогласованное поле в такой степени, что внутренняя деформация уменьшается на $\approx 35\%$, что приводит к "размазыванию" поверхности Ферми для протонов, а поверхность нейтронного распределения становится более резкой. Этот результат проливает свет на предположения о замкнутости оболочки $1f_{7/2}$ для протонов. Наши результаты для ядер Cr^{52} и Fe^{54} качественно дополняют выводы работы [8], утверждающей, что нейтронная оболочка $1f_{7/2}$ замкнута на $\approx 70\%$. Общее поведение величины среднеквадратичных радиусов распределения ядерной материи при изменении массового числа, согласующееся с расчетами структуры атомных ядер методом ХФБ, по-видимому, свидетельствует о распространении нейтронов за пределами протонного распределения.

Авторы признательны профессору Е.В.Иношину за обсуждение результатов работы.

Физико-технический институт
Академии наук Украинской ССР

Поступила в редакцию
3 мая 1971 г.

Литература

- [1] G.W.Greenlees, G.J.Pyle, Y.C.Tang. Phys. Rev., 71, 1115, 1968.
- [2] G.J.Pyle, G.W.Greenlees. Phys. Rev., 181, 1445, 1968.
- [3] Б.А.Шиляев, Н.А.Шляхов, В.Я.Головня и др. ЯФ, 13, 918, 1971.
- [4] В.М.Хвастунов, Н.Г.Афанасьев, В.Д.Афанасьев, И.С.Гулькаров, А.С.Омеляенко, Г.А.Савицкий, А.А.Хомич, Н.Г.Шевченко. Письма в ЖЭТФ, 8, 420, 1968.
- [5] А.С.Литвиненко, Н.Г.Шевченко, Н.Г.Афанасьев, А.Ю.Буки, Р.Л.Кондратьев, Г.А.Савицкий, В.М.Хвастунов, А.А.Хомич, В.Б.Шостак. Письма в ЖЭТФ, 12, 389, 1970.
- [6] M.Baranger. Phys. Rev., 122, 992, 1961.
- [7] S.B.Khadkikar, M.R.Gunne. Nucl. Phys., A144, 289, 1970.
- [8] R.N.Glover, A.C.Douglas. Phys. Lett., B25, 333, 1967.