

УПРУГОЕ РАССЕЯНИЕ ПРОТОНОВ ЯДРАМИ ^{20}Ne
И α -КЛАСТЕРНАЯ МОДЕЛЬ С ДИСПЕРСИЕЙ

Ю.А. Бережной¹, В.П. Михайлюк

¹Харьковский национальный университет им. В.М.Каразина, Харьков

α -кластерная модель с дисперсией развита на случай ядер ^{20}Ne . Дифференциальные сечения и поляризационные наблюдаемые рассчитаны на основе α -кластерной модели с дисперсией и теории многократного дифракционного рассеяния для упругого рассеяния протонов с энергией 800 МэВ ядрами ^{20}Ne . Проведенные расчеты показали, что дополнительный α -кластер в ядре ^{20}Ne с большей вероятностью располагается внутри деформированного остова (ядро ^{16}O).

В настоящее время структура легких ядер еще до конца не изучена. Многие свойства легких ядер можно описать с помощью кластерных моделей. В [1] была предложена α -кластерная модель с дисперсией для ядер ^{20}Ne . В такой модели ядро неона рассматривалось состоящим из остова (ядро ^{16}O) и дополнительного α -кластера. Деформированный остов рассматривался состоящим из четырех α -кластеров, которые могли совершать колебания относительно своих наиболее вероятных положений равновесия в вершинах равностороннего тетраэдра [2]. При этом предполагалось, что дополнительный α -кластер располагался внутри деформированного остова.

На основе такой модели и теории многократного дифракционного рассеяния в [1] были рассчитаны физические наблюдаемые для упругого рассеяния протонов и α -частиц ядрами ^{20}Ne в области промежуточных энергий. Полученные результаты согласуются с имеющимися экспериментальными данными.

Заметим, что для ядер ^{20}Ne может быть предложена и конфигурация, которая несколько отличается от той, которая была выбрана в [1]. В данной работе ядро ^{20}Ne рассматривалось состоящим из деформированного остова (ядро ^{16}O) и дополнительного α -кластера, который с наибольшей вероятностью располагался вне остова. Многочастичная плотность ядра ^{20}Ne выбиралась в виде [1]

$$\rho_{\text{Ne}}(\zeta, \eta, \xi, \chi) = \rho_{\Delta}(\zeta, \eta, \xi) \rho_{\alpha}(\chi), \quad (1)$$

где $\rho_{\Delta}(\zeta, \eta, \xi)$ - плотность остова (ядро ^{16}O) [2]; $\rho_{\alpha}(\chi)$ - плотность дополнительного α -кластера; ζ, η, ξ - координаты Якоби α -кластеров остова; χ - координата дополнительного α -кластера.

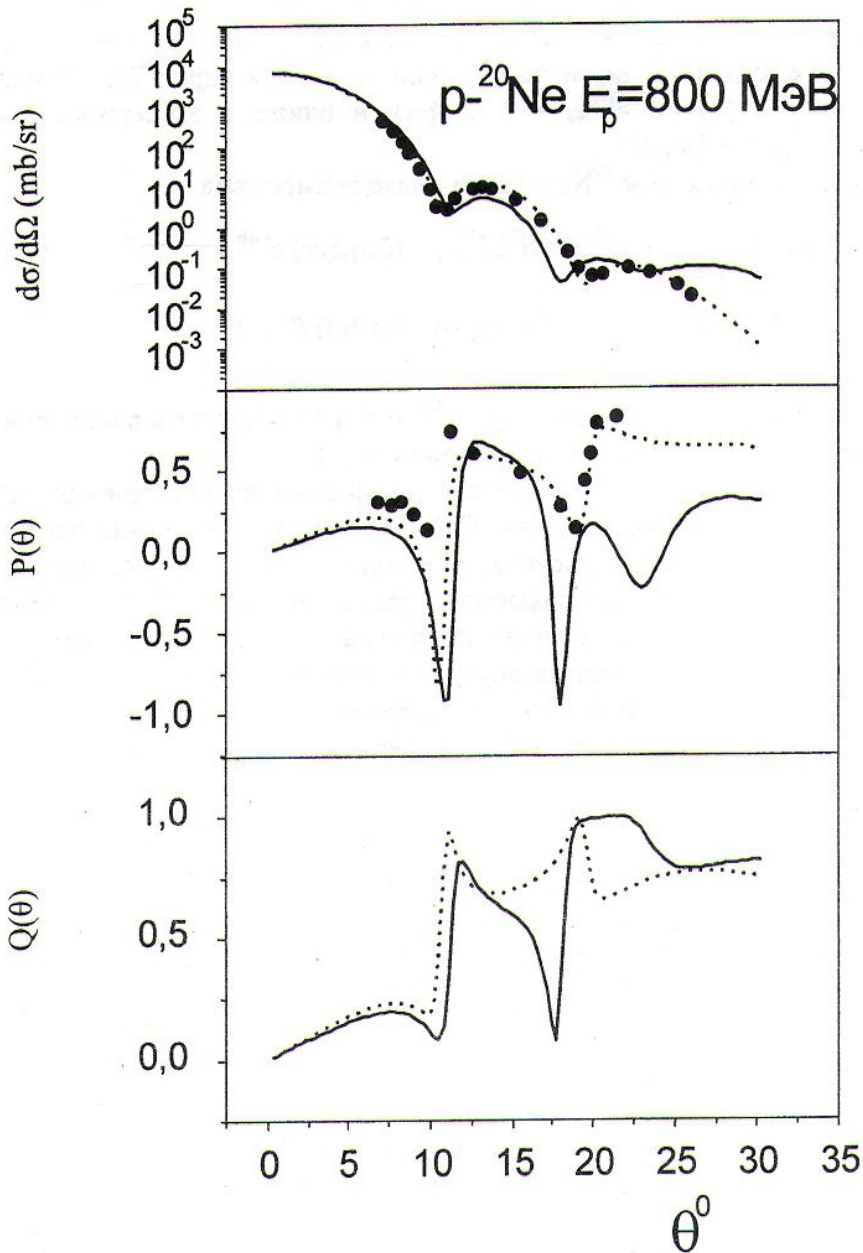
Плотность $\rho_{\alpha}(\chi)$ выбиралась в виде

$$\rho_{\alpha}(\chi) = \frac{2}{3\mu^5(\sqrt{\pi})^3} \chi^2 \exp\left(-\frac{\chi^2}{\mu^2}\right), \quad (2)$$

В (2) параметр μ характеризует величину отклонения дополнительного α -кластера от центра масс остова.

Формфактор ядра ^{20}Ne , рассчитанный в таком подходе, имеет вид

$$F(q) = \exp\left(-\frac{1}{6} q^2 \langle r^2 \rangle_{\alpha}\right) \left[\frac{4}{5} \exp\left(-\frac{3}{16} q^2 \Delta^2\right) J_0\left(\sqrt{\frac{3}{8}} q d\right) + \frac{1}{5} \left(1 - \frac{1}{6} q^2 \mu^2\right) \exp\left(-\frac{1}{4} q^2 \mu^2\right) \right], \quad (3)$$



Дифференциальное сечение, поляризация и функция поворота спина для упругого рассеяния протонов ядрами ^{20}Ne .

где $J_0(x)$ - сферическая функция Бесселя; d и Δ - параметры, характеризующие среднее расстояние между α -кластерами остова и характерную величину их отклонения от своих равновесных положений в вершинах равностороннего тетраэдра; $\langle r^2 \rangle_\alpha$ - среднеквадратичный радиус α -кластера.

Заметим, что остов отличается от свободного ядра ^{16}O вследствие взаимодействия с дополнительным α -кластером, поэтому параметры d и Δ здесь рассматривались как подгоночные из-за «поляризуемости» кора. Рассчитанный формфактор $F(q)$ ядра ^{20}Ne согласуется с имеющимися экспериментальными данными [3] по упругому рассеянию электронов этими ядрами до значений переданных импульсов $q \leq 2 \text{ фм}^{-1}$. Параметры плотности ядра ^{20}Ne , найденные из сравнения рассчитанного и измеренного формфакторов этого ядра, оказались следующими: $d = 3.848 \text{ фм}$, $\Delta = 0.853 \text{ фм}$, $\mu = 0.888 \text{ фм}$.

Среднеквадратичный радиус ядра ^{20}Ne , рассчитанный в таком подходе $\langle r^2 \rangle^{1/2}_{\text{Ne}} = 2.87$ фм. Заметим, что полученная величина среднеквадратичного радиуса ядра ^{20}Ne несколько больше значения, найденного в [1] ($\langle r^2 \rangle^{1/2}_{\text{Ne}} = 2.72$ фм), и ближе к экспериментально измеренному значению ($\langle r^2 \rangle^{1/2}_{\text{Ne}} = 3$ фм [4]).

Амплитуда рассеяния протона ядром ^{20}Ne в таком подходе имеет вид

$$F_{\text{Ne}}(q) = \frac{ik}{2\pi} \int d^2b d^3\xi d^3\eta d^3\zeta d^3\chi \rho_{\text{Ne}}(\zeta, \eta, \xi, \chi) e^{i\mathbf{q}\mathbf{b}} \times \\ \times \left[1 - \prod_{j=1}^5 \left(1 - \frac{1}{2\pi ik} \int d^2q' \exp(-i\mathbf{q}'(\mathbf{b}-\mathbf{b}_j)) f(\mathbf{q}') \right) \right], \quad (4)$$

где “элементарная” амплитуда рассеяния протона ядром ^{20}Ne $f(\mathbf{q})$ выбиралась в виде суммы двух гауссовских функций [2] с параметрами, определенными в [1].

На основе изложенного подхода было рассчитано дифференциальное сечение $d\sigma/d\Omega$ (mb/sr), поляризация $P(\theta)$ и функция поворота спина $Q(\theta)$ для упругого рассеяния протонов ядрами ^{20}Ne при энергии $E_p = 800$ МэВ (см. рисунок, сплошные кривые). На рисунке также приведены результаты расчетов этих же наблюдаемых, рассчитанных в [1] (пунктирные кривые). Из рисунка видно, что подход, в котором предполагается, что дополнительный α -кластер с наибольшей вероятностью находится внутри остова, т. е. совершает колебания относительно своего наиболее вероятного положения в центре масс остова, позволяет лучше согласовать рассчитанные наблюдаемые с имеющимися экспериментальными данными [5].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Berezhnoy Yu. A., Mikhailiuk V. P.* // International Journal of Modern Physics. - 1999. - Vol. 8. - P. 751.
2. *Berezhnoy Yu. A., Mikhailiuk V. P., Pilipenko V.V.* // J. Phys. - 1992. - Vol. G 18. - P. 85.
3. *Fukushima Y., Kamimura M., Matsuse T.* // Prog. Theor. Phys. - 1976. - Vol. 55. - P. 1310.
4. *Fey G., Frank H., Shutz W., Theissen H.* // Z. Phys. - 1973. - Vol. A205. - P. 401.
5. *Blanpied G.S. et all.* // Phys. Rev. - 1984. - Vol. C 30. - P. 1233.

ПРУЖНЕ РОЗСІЯННЯ ПРОТОНІВ ЯДРАМИ ^{20}Ne І α -КЛАСТЕРНА МОДЕЛЬ З ДИСПЕРСІЄЮ

Ю.А. Бережной, В.П. Михайлюк

α -кластерну модель з дисперсією розвинуто на випадок ядер ^{20}Ne . Диференційні перерізи і поляризаційні величини, що спостерігаються у пружному розсіянні протонів з енергією 800 Мев ядрами ^{20}Ne , розраховано на основі теорії багатократного дифракційного розсіяння і α -кластерної моделі з дисперсією. Проведені розрахунки показали, що додатковий α -кластер у ядрі ^{20}Ne з більшою імовірністю знаходиться всередині деформованого остову (ядро ^{16}O).

ELASTIC SCATTERING OF PROTONS ON ^{20}Ne NUCLEI AND THE α -CLUSTER MODEL WITH DISPERSION

Yu. A. Berezhnoy, V. P. Mikhailiuk

The α -cluster model with dispersion is developed to the case of ^{20}Ne nucleus. The differential cross-section and the polarization observables of 800 MeV protons elastic scattering on ^{20}Ne nuclei are calculated on the basis of the α -cluster model with dispersion and the multiple diffraction scattering theory. The results obtained show that α -cluster in ^{20}Ne nucleus takes place inside the deformed core (^{16}O nucleus) with most probability.