

ПОЛЯРИЗАЦИОННЫЕ ЭФФЕКТЫ  
ПРИ НЕУПРУГОМ РАССЕЯНИИ ПРОТОНОВ ОКОЛО 20 МэВ  
С ВОЗБУЖДЕНИЕМ РАЗЛИЧНЫХ СОСТОЯНИЙ  $2^+$ ,  $4^+$  И  $6^+$   
В ЯДРАХ  $^{90,92}\text{Zr}$  И  $^{92,94}\text{Mo}$

*А.В.Плавко, В.И.Кудряшов, Р.М.Ломбар*

На основании экспериментов по неупругому рассеянию поляризованных протонов с энергией около 20 МэВ показана чувствительность анализирующей способности  $A(\theta)$  к природе возбуждаемых состояний в ядрах  $^{90,92}\text{Zr}$  и  $^{92,94}\text{Mo}$ .

В работе сформулированы выводы, к которым мы пришли, изучая поляризационные явления при неупругом рассеянии протонов, в первую очередь, на рассматриваемых здесь ядрах  $^{90,92}\text{Zr}$  и  $^{92,94}\text{Mo}$ , о чем мы предварительно сообщали в [1].

В экспериментальном плане настоящая работа является продолжением предыдущих исследований [2, 3]. Эксперименты выполнены с использованием циклотрона Центра ядерных исследований в Сакле. Поляризация пучка протонов составляла в среднем около 80%, а энергия протонов — 20 МэВ.

Из сравнения угловых зависимостей анализирующей способности  $A(\theta)$ , соответствующих одинаковым значениям  $I^\pi$ , видно следующее (рис. 1). Зависимости  $A(\theta)$  достаточно близки для уровней  $2^+$ : 2,19 МэВ  $^{90}\text{Zr}$ , 1,51 МэВ  $^{92}\text{Mo}$  и 1,85 МэВ  $^{92}\text{Zr}$ . Такую же близость  $A(\theta)$  в свою очередь демонстрируют и состояния  $4^+$ : 3,08 МэВ  $^{90}\text{Zr}$ , 3,23 МэВ  $^{92}\text{Zr}$  и 2,28 МэВ  $^{92}\text{Mo}$ . Указанные зависимости  $A(\theta)$  этой первой группы уровней  $2^+$  и  $4^+$  сильно отличаются соответственно от зависимостей  $A(\theta)$  второй группы:  $2^+$  0,93 МэВ и  $4^+$  1,50 МэВ  $^{92}\text{Zr}$ . Но, как хорошо известно из многочисленных работ, в частности [4 — 7], первая группа уровней  $2^+$  и  $4^+$  определяется доминирующей двухпротонной конфигурацией  $(g_{9/2})^2$ , а вторая — двухнейтронной конфигурацией  $(d_{5/2})^2$ . Причем в ядре  $^{92}\text{Zr}$  существуют уровни  $2^+$  и  $4^+$  как первой, так и второй конфигураций. Конечно, не все эти уровни обладают абсолютно чистыми конфигурациями. Так, уровень  $2^+$ , 1,85 МэВ  $^{92}\text{Zr}$ , хотя и характеризуется определяющей ролью протонного возбуждения  $(g_{9/2})^2$ ,  $2^+$ , содержит также примесь из 25 — 30% нейтронной конфигурации  $(d_{5/2})^2$ ,  $2^+$  [5, 6].

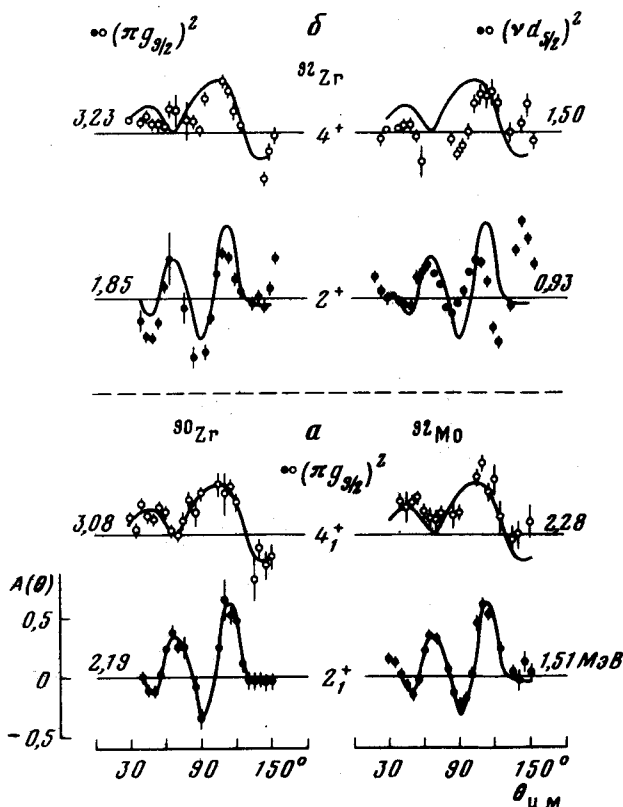


Рис. 1. Угловые зависимости анализирующей способности  $A(\theta)$  в процессе  $(p, p^*)$  при  $E_p = 20$  МэВ с возбуждением указанных уровней ядер  $^{90}\text{Zr}$ ,  $^{92}\text{Mo}$  (а) и  $^{92}\text{Zr}$  (б). Гладкие кривые, проведенные через экспериментальные точки для состояний  $2^+$  (2,19 МэВ) и  $4^+$  (3,08 МэВ)  $^{90}\text{Zr}$ , используются соответственно в качестве эталонных для сравнения зависимостей  $A(\theta)$  других уровней  $2^+$  (темные точки) и  $4^+$  (светлые точки)

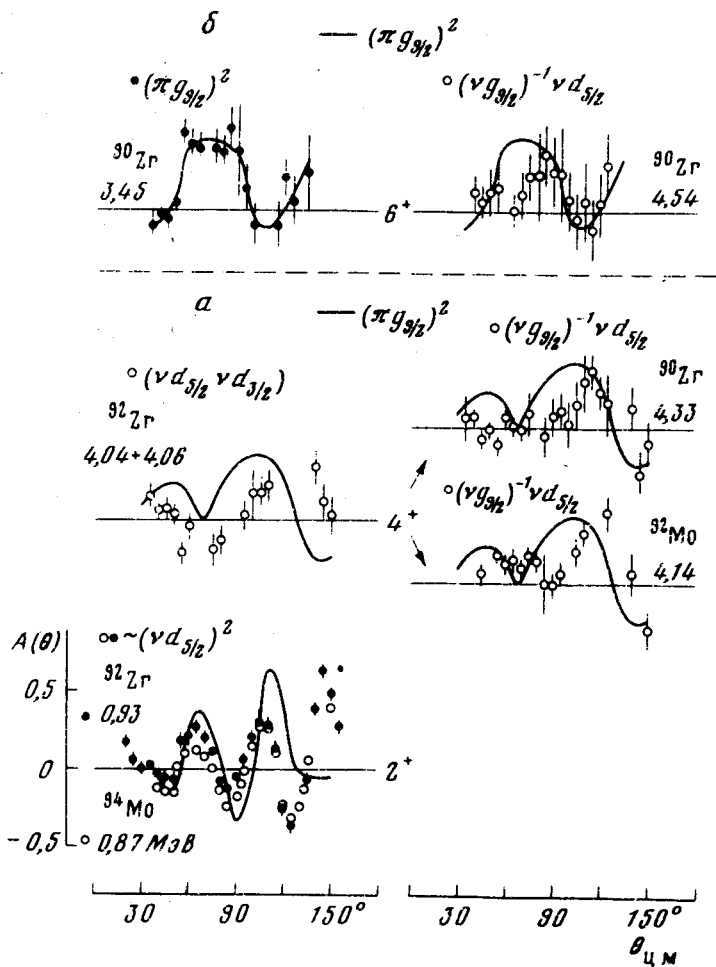


Рис. 2. Угловые зависимости анализирующей способности  $A(\theta)$  в неупругом рассеянии протонов с энергией около 20 МэВ при возбуждении указанных энергетических состояний с  $l^\pi = 2^+, 4^+$  и  $6^+$  ядер  $^{90,92}\text{Zr}$  и  $^{92,94}\text{Mo}$ . Сплошные кривые, гладко проведенные через экспериментальные точки  $A(\theta)$  для состояний  $2_1^+$  (2,19 МэВ),  $4^+$  (3,08 МэВ) (см. рис.1) и  $6^+$  (3,45 МэВ)  $^{90}\text{Zr}$ , используются в качестве эталонных для сопоставления с зависимостями  $A(\theta)$  других уровней соответственно с  $l^\pi = 2^+, 4^+$  и  $6^+$ .

В свою очередь, как показано на рис. 2, а, зависимость  $A(\theta)$  для уровня  $2_1^+$ , 0,93 МэВ  $^{92}\text{Zr}$  близка к  $A(\theta)$  уровня  $2_1^+$ , 0,87 МэВ  $^{94}\text{Mo}$  (данные для  $^{94}\text{Mo}$  — [8]). Эти состояния  $2_1^+$  в обоих ядрах, как хорошо известно, обусловлены добавлением двух валентных нейтронов сверх магической нейтронной оболочки  $N = 50$ .

Показанное на рис. 1, б различие  $A(\theta)$  между уровнями  $4^+$ , 1,50 МэВ  $^{92}\text{Zr}$  и 3,08 МэВ  $^{90}\text{Zr}$  демонстрирует и сумма двух уровней  $4^+$  и  $4^+$  (4,04 + 4,06) МэВ  $^{92}\text{Zr}$  в сравнении с тем же состоянием 3,08 МэВ  $^{90}\text{Zr}$ .

рис. 2,а. (Но уровень 1,50 МэВ  $^{92}\text{Zr}$  определяется, как уже указано выше, двухнейтронным возбуждением с конфигурацией  $(d_{5/2})^2$ , а состояния  $4^+$ , 4,04 и 4,06 МэВ  $^{92}\text{Zr}$  характеризуются двухчастичной конфигурацией валентных нейтронов  $(d_{5/2}d_{3/2})$ . Фрагментированной по этим двум близко расположенным энергетическим уровням  $4^+$  [6]. Интересно, что подобные особенности (в сравнении с тем же самым уровнем  $4^+$ , 3,08 МэВ,  $(\pi g_{9/2})^2$   $^{90}\text{Zr}$ ) демонстрируют в значительной степени и состояния  $4^+$ , 4,33 МэВ  $^{90}\text{Zr}$  и 4,14 МэВ  $^{92}\text{Mo}$  — рис. 2,а. Но эти два последние состояния  $4^+$  также определяются нейтронным возбуждением, правда, уже не валентной, а замкнутой нейтронной оболочки  $N = 50$ . Каждый из них содержит почти 90% одной и той же нейтронной конфигурации  $(g_{9/2})^{-1}d_{5/2}$  [7, 9, 10].

Что касается уровней с  $I^\pi = 6^+$ , то также видно различие зависимостей  $A(\theta)$  в случае их возбуждения с энергиями 4,54 и 3,45 МэВ в одном и том же ядре  $^{90}\text{Zr}$  — рис. 2,б. Уровень 4,54 МэВ  $^{90}\text{Zr}$  обладает нейтронной конфигурацией  $(g_{9/2})^{-1}d_{5/2}$  [9], а состояние  $6^+$ , 3,45 МэВ  $^{90}\text{Zr}$  характеризуется возбуждением валентных протонов  $(\pi g_{9/2})^2$  [4, 5].

Данные настоящей работы не подтверждают недавно высказанных предположений [11] о существенном влиянии резонансных процессов в рассматриваемых ядрах на характер  $A(\theta)$  в реакции  $(p, p')$  при этих значениях энергии протонов, а демонстрируют при возбуждениях в  $^{90,92}\text{Zr}$  и  $^{92,94}\text{Mo}$  роль природы уровней, связанной в первую очередь с протонной и нейтронной оболочечной структурой ядер.

В заключение авторы выражают благодарность Ч.Гласхаузеру, Р. де Свиньярски, Б.Майеру и Ж.Тирьону за участие в проведении экспериментов, а Ж.-Л.Эскюдые за полезные дискуссии.

Ленинградский  
государственный университет  
им. А.А.Жданова

Поступила в редакцию  
4 октября 1979 г.

Центр ядерных исследований  
Сакле

### Литература

- [1] A.V.Plavko, R.M.Lombard, J.-L.Escudic, V.I.Kudryashov, J.Thirion, Прогр. и тез. докл. На Совещ. по ядерной спектроскопии и структуре атомного ядра, М.-Л., изд. Наука, 1978, стр. 137; А.В.Плавко и др., там же, 1979, стр. 607 и 608; A.V.Plavko et al. XV Совещ. по ядерной спектроскопии и теории ядра (аннот. докл.), Сб. ОИЯИ, Д6-11574, 1978, Дубна, стр. 91; A.V.Plavko et al. Preprint LNPI №445, Leningrad, 1978.
- [2] C.Glashausser et al. Phys. Rev., **184**, 1217, 1969; А.В.Плавко. Изв. АН СССР, Сер. физ., **41**, 1301, 1977.
- [3] А.В.Плавко и др. Препринты ЛИЯФ №424 и 425, Ленинград, 1978.
- [4] N.Auerbach, I.Talmi. Nucl. Phys., **64**, 458, 1965.
- [5] J.K.Dickens, E.Eichler, G.R.Satchler. Phys. Rev., **168**, 1355, 1968.

- [6] S.S.Ipson, K.C.McLean, W.Booth et al. Nucl. Phys., A253, 189, 1975.
- [7] V.Gillet, B.Giraud, M.Rho. J. Phys., 37, 189, 1976.
- [8] J.-L.Escudie' et al. Note CEA N-1032, Saclay, p. 87, 1967 - 68.
- [9] J.B.Ball, C.B.Fulmer. Phys. Rev., 172, 1199, 1968; J.B.Ball, R.L.Auble, P.G.Roos, Ibid., C4, 196, 1971.
- [10] J.S.Larsen, J.B.Ball, C.B.Fulmer. Phys. Rev., C7, 751, 1973.
- [11] P.J. van Hall et al. Nucl. Phys., A291, 63, 1977; R. de Swiniarski et al. Phys. Lett., 79B, 47, 1978.
-