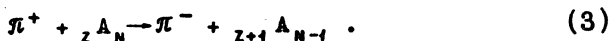
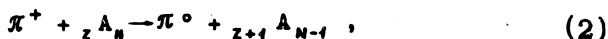


ВОЗМОЖНЫЕ ЭКСПЕРИМЕНТЫ ПО ВОЗБУЖДЕНИЮ ИЗОБАР-АНАЛОГОВЫХ СОСТОЯНИЙ В РЕАКЦИЯХ С МЕЗОНАМИ И ФОТОНАМИ

В. И. Менько, В. И. Менько

Селективность возбуждения изобар-аналоговых состояний ядер в реакциях (p, n) и (He^3, t) является хорошо известным фактом^{1,2}. Это означает, что в случаях таких реакций, сопровождающихся перезарядкой нуклонов ядра без изменения пространственной части волновой функции нуклонов, возбуждение изобар-аналоговых состояний является преобладающим процессом. Естественно предположить, что такая выделенность возбуждения именно изобар-аналоговых состояний ядер существует и в любых других реакциях с участием различных элементарных частиц, сопровождающихся только перезарядкой нуклонов без изменения их пространственной волновой функции. Если это имеет место, должно наблюдаться селективное возбуждение изобар-аналоговых состояний во всех реакциях перезарядки. Наблюдение и изучение возбуждения изобар-аналогов в различных реакциях перезарядки может оказаться весьма полезным для понимания динамики этих реакций. Действительно, свойства и структура этих состояний хорошо известны из чисто ядерных исследований, особенно реакций по резонансному захвату протонов. Эти данные можно использовать для анализа динамики взаимодействия различных элементарных частиц с ядрами в реакциях, идущих с возбуждением изобар-аналоговых состояний. Цель настоящей работы — обратить внимание на возможность постановки некоторых экспериментов

по возбуждению изобар-аналоговых состояний атомных ядер в реакциях с участием фотонов и мезонов. Прежде всего представляет интерес рассмотреть следующие реакции



Если переход с изменением заряда нуклонов ядра без изменения пространственной волновой функции более предпочтителен, ядро отдачи должно быть в этих реакциях в состояниях, являющихся изобар-аналоговыми состояниями для основных состояний ядер мишени. В "идеальном" эксперименте можно было бы наблюдать селективность в возбуждении уровней ядра отдачи, измеряя спектры энергий родившихся частиц. Эти спектры должны иметь сильные линии, соответствующие изобар-аналоговым уровням в ядрах отдачи, похожие на сильные линии, наблюдавшиеся в энергетических спектрах нейтронов, испускавшихся в (p, n) реакциях или на линии в спектрах тритонов в (He^3, t) реакциях. Однако "идеальные" эксперименты невозможны для многих реакций (невозможно, например, с хорошей точностью измерить энергетический спектр π^0 -мезонов в (π^+, π^0) реакции). В реакции фоторождения мезонов большим недостатком для наблюдения в таком "идеальном" эксперименте возбуждения изобар-аналогового состояния является необходимость иметь моноэнергетический пучок фотонов с хорошим разрешением (разброс по энергиям не должен превышать 300 кэв). Спектрометры для рожденных мезонов должны также обладать хорошим разрешением порядка расстояний между уровнями энергии ядра. Тем не менее, возбуждение изобар-аналоговых состояний в реакциях 1) - 3) может быть экспериментально наблюденно. Возможность такого наблюдения связана с тем фактом, что для ядер с до-

статочно большим значением Z изобар-аналоговые состояния нестабильны относительно протонного распада. Действительно, кулоновское взаимодействие дает сдвиг в энергии уровня $E_c = [1,444 Z/A^{1/2} - 1,032] \text{ Мэв}$ и, следовательно, увеличивается с увеличением Z , в то время как энергия связи протона мало меняется от ядра к ядру. Поэтому изобар-аналоговые состояния ядер, имеющих Z больше ~ 30 , имеют протонную моду распада. Более того, протонный тип распада является одним из главных типов распада изобар-аналоговых состояний, особенно, если родительские состояния являются одночастичными. Робсон показал³, что изобар-аналоговые состояния должны иметь большую приведенную протонную ширину, и было найдено во многих экспериментах по упругому рассеянию протонов, что отношение протонной ширины Γ_p к полной ширине аналогового состояния обычно порядка 0,2–0,3. Следовательно, можно обнаружить возбуждение изобар-аналогового состояния в любой реакции перезарядки, измеряя спектр протонов при регистрации их на совпадение с рождающимися в реакции частицами. Протоны от распада изобар-аналоговых состояний имеют хорошо определенную энергию, независимо от разброса энергий падающего пучка. Следовательно, если это состояние возбуждается селективно, протонный спектр должен иметь одну линию. Энергия этой линии равна разнице энергий аналогового состояния и пороговой энергии протона, улетающего от ядра. Например, рассмотрим ядро Sb^{119} . Это ядро может быть получено в реакции перезарядки на Sn^{119} . В этом случае протонная энергия, соответствующая распаду аналогового состояния, равна 7,26 Мэв, а парциальная протонная ширина и полная ширина равны соответственно 17 кэв и 50 кэв. Следовательно, для реакций 1) эксперимент по обнаружению изобар-аналогового резонанса состоит в измерении спектра энергий протонов на совпадениях с π^- -мезонами, а в реакции 2) – в измерении протонного спектра на совпадениях с π^0 -мезоном. Нетрудно показать, что в этих

экспериментах нет необходимости измерять спектр энергий рожденных частиц и иметь хорошее разрешение по энергиям в падающих пучках. Разрешение протонного спектрометра должно быть порядка 200–500 кэв – обычное разрешение для полупроводниковых счетчиков. Следует отметить, что сечение реакций типа 2) можно оценить, используя феноменологический потенциал $\sim V(\bar{t}\bar{T})$, где \bar{t} – изотоп-спин мезона, \bar{T} – изотоп-спин ядра и V – параметр. Этот потенциал, введенный Лейном⁴, использовался для описания возбуждения изобар-аналоговых состояний в (p,n) реакциях, и значение феноменологического параметра V , полученное в этих экспериментах, может быть использовано для оценки сечения реакции (π^+, π^0) . Для реакции фоторождения π^- – мезона на ядре можно дать грубую оценку для сечения $\sigma \sim (Z - N)\sigma_0$, где σ_0 – сечение фоторождения π^- – мезона на нуклоне. Следует подчеркнуть, что селективность в возбуждении изобар-аналоговых состояний играет, вероятно, большую роль в таких реакциях перезарядки, как фоторождение ρ^- – мезонов, в (K^+, K^0) и (\bar{K}_0, K^-) реакциях, в реакциях (π^+, η) , (π^+, φ) , (π^+, ω) , (π^+, ρ^0) , а также в реакциях типа $(\delta, \pi^0\pi^-)$, (β^+, ν) и (μ^+, ν) (ν, β^-). Возбуждение изобар-аналоговых состояний в этих процессах может быть зарегистрировано тем же методом. Следует отметить, что в реакции двойной перезарядки 3) и $(\gamma, 2\pi^-)$ реакции должны селективно возбуждаться изобар-аналоговые уровни ядра отдачи с изотоп-спином $T = T_2 + 2$. Эти реакции также можно наблюдать с помощью протонов от распада хотя это может быть связано с большими трудностями из-за малых полной и частичной ширины распада этих состояний. В заключение мы хотели бы поблагодарить А. И. Базя, Д. П. Гречухина, М. А. Маркова и В. А. Петухова за полезные обсуждения.

Поступила в редакцию

2 апреля 1970 г.

Л и т е р а т у р а

1. Anderson J. D., Wong C., Phys. Rev. Lett., 2, 250 (1961).
2. Roos P. G., Ludemann C. G., Wesolowski I. I., Phys. Lett. 24B, 656 (1967).
3. Robson D., Phys. Rev., 137, B535 (1965).
4. Lane A. M., Nucl. Phys., 35, 676 (1962).